รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ “พิบูลสงครามวิจัย 2558”

เจ้าของ : มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

จัดทำโดย : สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000
โทรศัพท์ : 0-5526-7000 ต่อ 7200 โทรสาร 0-5526-7038

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวรรณ	ศุภวิทิตพัฒนา	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสิษฐ์	พูลประเสริฐ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิโรจน์	ติ๊กจ๊ะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิษณุ	ธงไชย	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุ	เจริญวงศ์ระยับ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุษบา	หินเธาว์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อาจารย์ ดร.ชนิกานต์	คุ้มนก	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อาจารย์ ดร.บัญชา	สำรวยรื่น	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
อาจารย์ ดร.ยุวดี	ตรงต่อกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รองศาสตราจารย์พิเศษ ดร.ธวัช	บุณยมณี	วิทยาลัยสาธารณสุขสิรินธร พิษณุโลก
รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพร	กงบังเกิด	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รองศาสตราจารย์ ดร.สัมฤทธิ์	โม้พวง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร	หลินเจริญ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุพจน์	พฤกษะวัน	สถาบันพัฒนาสี่แยกอินโดจีน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัณฑ์	อินทุวงศ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

คำนำ

รายงานสืบเนื่องจากงานประชุมวิชาการ “พิบูลสงครามวิจัย” ประจำปี 2558 เป็นการรวบรวมผลงานวิจัยที่นำเสนอทั้งในรูปแบบบรรยายและการนำเสนอแบบโปสเตอร์ ในงานประชุมวิชาการ “พิบูลสงครามวิจัย” ประจำปี 2558 ณ ศูนย์วัฒนธรรมภาคเหนือตอนล่าง ในระหว่างวันที่ 13-14 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 จำนวนทั้งหมด 406 ผลงาน โดยแบ่งเป็นผลงานวิจัยในกลุ่มสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ 179 ผลงาน และกลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 227 ผลงาน มีผลงานที่ได้รับการคัดเลือกให้จัดทำรวมบทความฉบับสมบูรณ์ที่มีการกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในแต่ละสาขา รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการฉบับนี้เป็นบทความฉบับสมบูรณ์ในกลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งสิ้น 85 ผลงาน โดยแบ่งออกเป็นผลงานวิจัยในสาขาต่าง ๆ ดังนี้

สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ	5	ผลงาน
สาขาฟิสิกส์และคณิตศาสตร์	10	ผลงาน
สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเคมี	25	ผลงาน
สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ	16	ผลงาน
สาขาศิลปกรรมและสิ่งประดิษฐ์	3	ผลงาน
สาขาเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร	12	ผลงาน
สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม	14	ผลงาน

คณะกรรมการดำเนินงานฝ่ายประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัย ขอขอบคุณผู้บริหาร กองบรรณาธิการ และผู้ทรงคุณวุฒิ รวมถึงขอขอบคุณผู้นำเสนอผลงานและผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนส่งเสริมและสนับสนุนให้การจัดทำรายงานสืบเนื่องจากการประชุมครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี หวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนางานวิจัย

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

หน้า

กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

การเปลี่ยนแปลงวงชีวิตของแมลงหวี่ 1 - 4
ภัทราพร ผูกคล้าย มหาวิทยาลัยแม่โจ้

การเปรียบเทียบจำนวนไข่ ขนาดลำตัว และวงจรชีวิตของแมลงหางหนีบสีดำ ที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดิน ด้วยอาหารเสริมต่างกัน 5 - 9
สรารัตน์ เลิศคำ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

การคัดแยกแบคทีเรียที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Collectotrichum* spp. สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของหน้าวัว 10 - 17
ภาวิณี ไชยรักษ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

การคัดแยกโปรไบโอติกแบคทีเรียจากอาหารหมักเพื่อศึกษาการยับยั้งการเติบโต ของ *Staphylococcus aureus* สายพันธุ์ที่ต้านทานเมทิซิลิน และสายพันธุ์อื่นๆ 18 - 24
อุไรวรรณ วิจารณกุล มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

พฤติกรรมของกวางรูซ่า ในพื้นที่ฟาร์มปศุสัตว์ มหาวิทยาราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 25 - 33
กมลภัทร สุดจิตร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

กลุ่มสาขาฟิสิกส์และคณิตศาสตร์

ระบบเตือนภัยน้ำท่วมระยะไกลผ่านระบบไร้สาย 34 - 40
กาญจนา ศรีปัญญา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ระบบควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่แบบอัตโนมัติ 41 - 46
ธีรวัฒน์ แต้มทอง มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การหาความสัมพันธ์ผลการเรียนจากโรงเรียนเดิมกับผลการเรียนในขณะศึกษาในมหาวิทยาลัย โดยใช้เทคนิค กฎความสัมพันธ์ฟัซซี่ 47 - 52
พงษ์เทพ รักผกาวงศ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

คณิตศาสตร์กับการวางแผนทางการเงิน 53 - 57
นันทิดา ศรีสมัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ผลเฉลยที่เป็นคาบของระบบสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง 58 - 65
จีดารัตน์ ยอดเกตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

คาบ 5 ของผลเฉลยของบางสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง 66 - 75
วรรณวิภา ใจรักษ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ผลเฉลยที่เป็นพรามพีเรียด 4 ของบางระบบสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง 76 - 83
สุวิมล กลิ่นเกตุ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ลักษณะการเป็นจุดสมดุลของผลเฉลยของบางระบบสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง 84 - 88
อารีย์ สุทธิวิลัย

ผลเฉลยที่เป็นจุดสมดุลของบางระบบสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง 89 - 93
พฤติวุฒิ สุขเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การออกแบบและสร้างชุดทดลองการหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวที่อุณหภูมิแตกต่างกันโดยใช้แสงหักเห 94 - 99
วชิรเมธี จอมไธสง มหาวิทยาลัยบูรพา

สารบัญ

หน้า

กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเคมี

การเพิ่มประสิทธิภาพจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียชีวภาพ ด้วยหินพัมมิซ และระบบฟิกเบท เพื่อกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย 100 - 105

รัตถชล อ่างมณี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

ปริมาณแคดเมียมที่ปนเปื้อนในดินและผลผลิตข้าวของบ้านแม่ตาวแพะ 106 – 112

สิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คุณภาพน้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) 113 – 119

รมย์ฤดี สุดมี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในลำน้ำเข็กภายหลังการขยายผิวจราจรบนถนนหมายเลข 12 120 – 127

วรัญญา อุปสอด มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ความคิดเห็นของประชาชนต่อโครงการปันปั่นของเทศบาลนครพิษณุโลก 128 – 135

ปฏิภาณ ทองแดง มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ปัจจัยส่งเสริมการปั่นจักรยานเพื่อออกกำลังกายภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 136 - 142

ดวงกมล สงวนศรี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารประกอบจากต้นสังหยูใบเล็ก 143 – 148

มยุรี ศรีนา มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

การศึกษาทางพฤกษเคมีและฤทธิ์ด้านเซลล์มะเร็งจากกิ่งของต้นฝายน้ำ 149 – 155

วรัญญา เผือกฟัก มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

ฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งและองค์ประกอบทางเคมีจากก้านของต้นศรียะลา 156 - 160

ชิษณุพงศ์ บรรจง มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

โลหะหนักในฝุ่นจากบ้านเรือนที่ตั้งอยู่ใกล้บริเวณโรงสีข้าว 161 – 166

จุฑามาศ มารอด มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การตรวจวัดระดับเสียงความเข้มเสียงในสถานีขนส่งผู้โดยสารแห่งที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก 167 – 172

ฤดี ศรีเกิน มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ระดับเสียงในชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงกับโรงสีข้าว 173 – 177

ภาณุมาศ มีบึงพร้าว มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ฝุ่นละอองในบรรยากาศในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) 178 – 183

มัณฑนา เป็งยาวงค์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การวิเคราะห์คลอแรมเฟนิคอลในตัวอย่างนมและน้ำผึ้งด้วยคอลัมน์พอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุล 184 – 192

ฐานิดา คำจัสตุรัส มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การย้อมสีด้ายฝ้ายโดยใช้น้ำย้อมธรรมชาติจากเปลือกต้นกระท้อน 193 – 198

เฉลิมพร ทองพูน มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของต้นกระพี้ 199 – 202

ประนมพร นวนทัด มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

ความพึงพอใจต่อการใช้น้ำประปาของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 203 - 208

อดิศักดิ์ หว้ารัตนะ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การไทเทรตกรด-เบสโดยใช้สารสกัดจากดอกอัญชันเป็นอินดิเคเตอร์ 209 - 216

ปิยะวัฒน์ ไกรสร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

สารบัญ

หน้า

ฝุ่นละอองในอาคารที่พักอาศัยในเขตชุมชนเมือง จ.พิษณุโลก 217 – 221
วิภา แซ่เอี๋ยว มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

สมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงที่ป้อนด้วยเอทานอลโดยตรงโดยใช้เยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนแอลคาไลไอออนลบชนิดฐานพอลิซันโฟน 222 - 227
ชญากาน หน้าตรง มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

การตรวจวัดปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลก 228 – 233
ศุภกิตติ์ ฉายพุดซา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 234 – 240
วัฒนา ไตรพรมมา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การประเมินผลกระทบคุณภาพน้ำแม่น้ำปิง อำเภอเมืองกำแพงเพชร 241 - 244
วิไลลักษณ์ สวนมะลิ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

การศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อไวรัสเอดส์ของสารสกัดหยาบและสารบริสุทธิ์จากใบและกิ่งของต้นนมช้าง 245 – 249
อนงค์นารถ กิจสามารถ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

พฤติกรรมการประหยัดพลังงานของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 250 - 255
อัญชลี เชื้ออุดมสุข มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการรับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ของกลุ่มเสี่ยง ตำบลศรีเมืองชุม อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย 256 - 261
อัมพิกา นามวงค์ มหาวิทยาลัยพะเยา

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ 262 - 268
ปฏิยุทธ ดุกสุขแก้ว มหาวิทยาลัยพะเยา

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับบริการแพทย์แผนไทยของชนเผ่าม้งในพื้นที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านถ้ำเวียงแก ตำบลนาไร่หลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน 269 - 276
ทำนอง ชาวเวียง มหาวิทยาลัยพะเยา

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านในพื้นที่เทศบาลตำบลเชียงคำ อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา 277 - 284
ขวัญชนก ตุ่นแก้ว มหาวิทยาลัยพะเยา

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ควบคุมระดับความดันโลหิตไม่ได้ โรงพยาบาลสอง 285 - 291
วงศกร ราชปันติ๊บ มหาวิทยาลัยพะเยา

ผลของโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ชมรมผู้สูงอายุตำบลปากโทก อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 292 - 298
วรรณสิกา ใจบุญเจริญพร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ความรู้ ความเชื่อ พฤติกรรมการปฏิบัติตนของผู้ป่วยโรคเบาหวาน ตำบลปากโทก อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 299 - 304
สกุลรัตน์ แสงทอง มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

สารบัญ

หน้า

ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนโรงเรียนพิจิตรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร 305 - 311
สุลิตา ดีไทย มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 312 - 318
สิริเนตร สิงห์ทอง มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 319 - 324
ภรณ์ทิพย์ ศิริพันธุ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก 325 - 331
ตรีมาศ ขีดขั้น มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การเปรียบเทียบพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกของประชาชนในตำบลที่มีการระบาดกับตำบลที่ไม่มีการระบาด ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 332 - 337
ธิดารัตน์ หนูเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การสำรวจระดับความเข้มของแสงสว่างภายในห้องเรียน มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 338 - 343
ศศิวิมล เพ็ชรเสือ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ประสิทธิภาพปูนแดงผสมขมิ้นชันในการกำจัดลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม 344 - 349
มงคล กันทะตุล มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ปัจจัย ด้านการทำงานเป็นทีมที่มีความสัมพันธ์กับแนวคิดการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะ (Happy Workplace) กรณีศึกษา: ตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลก 350 - 357
กิ่งแก้ว สำรวยรื่น มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

พฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียว 6 เดือนของแม่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 358 - 363
กังสดาล รอดช้างเผื่อน มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การพัฒนารูปแบบการดูแลสุขภาพผู้ป่วยเบาหวานแบบบูรณาการของประชาชน ตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 364 - 372
ประจวบ แหลมหลัก มหาวิทยาลัยพะเยา

กลุ่มสาขาศิลปกรรมและสิ่งประดิษฐ์

การออกแบบตู้รับส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 373 - 380
ปรารถนา ศิริสานต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษา ในรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก 381 - 387
พรชัย ปานทุ่ง มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ 388 - 396
ยงยุทธ ทรัพย์เจริญ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

กลุ่มสาขาเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร

สภาวะที่เหมาะสมในการย่อยเครื่องในปลาทับทิมเพื่อผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซท 397 - 401
อรวรรณ อรุณราช มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญ

	หน้า
ผลของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและเกลือต่อสมบัติทางเคมีของน้ำปลาร้าจากโครงปลานิล *ญาณวิรุตม์ วิจิตรพันธ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน*	402 – 410
การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน บ้านหนองห่าย ตำบลข่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ *ปิติพร ทองจำรูญ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*	411 - 419
ผลของวัสดุเคลือบต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้ง โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง *สุพัตรา ภูอาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน*	420 - 425
การใช้แป้งดัดแปร cross-linked starch ในขนมทองหยอดแช่เย็น *รุจิรัศม์ มุตธิกุล มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร*	426 - 433
ผลของระดับการใช้ผงเมล็ดลำไยในสูตรอาหารต่อพารามิเตอร์การย่อยได้ในโคขาวลำพูน *จีรณัทย์ บุญป้อ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*	434 - 440
การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรี่โดยการออสโมติกดีไฮเดรชัน *กิตติคุณ ตอพล มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*	441 – 446
การใช้ใบมะรุมแห้งป่นในอาหารไก่กระทง *สุภาวดี แหยมคง มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*	447 - 452
ผลของการใช้ผักตบชวาทดแทนแหล่งอาหารหยาบต่ออัตราการย่อยได้ในลูกโคนมเพศผู้ *ณรกมล เลาห์รอดพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*	453 - 457
ผลของระดับการใช้แหนเป็ดเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทง *เมย์วิกา น้อยบัว มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*	458 – 463
การประยุกต์ใช้ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจากแกลบร่วมกับโปรไบโอติคในการผลิตไก่กระทง *ทศพร อินเจริญ มหาวิทยาลัยนเรศวร*	464 - 468
การใช้ฟักทองผงในการทดแทนแป้งสาลีในขนมปุยฝ้าย *ศศิพร รัตนสุวรรณ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร*	469 - 475
Impacts of Rubber Farming on Farmers' Food Insecurity and Coping Strategies, Oudomxay Province, Lao PDR *Xayasinh Sommany มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*	476 - 483
อิทธิพลของปริมาณเกลือและโคจิต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำปลาจากโครงปลานิล *บุศรินทร์ อัฐนาค มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน*	484 - 493
การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด *ศุภชัย ภูลายดอก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน*	494 - 502
การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเนื้อหมูและกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งในการผลิตกุนเชียงจากกุ้งฝอย *ศุภชัย ภูลายดอก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน*	503 - 511
การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรดและน้ำว่านกาบหอยในการทำน้ำผลไม้พร้อมดื่ม *อรนุช สีหามาลา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน*	512 - 519
การทดแทนเนื้อปลานิลจากแมลงสะดิ้งในการทำน้ำพริกนรก อรนุช สีหามาลา *มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน*	520 - 525
การใช้ข้าวพองจากปลายข้าวหอมมะลิแดงหักในขนมช็อกโกแลตบอล *รุจิรัศม์ มุตธิกุล มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร*	526 - 531

สารบัญ

หน้า

กลุ่มสาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม

การออกแบบระบบการตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งสินค้าทางถนน ระหว่างประเทศไทย-เวียดนาม 532 - 539
ธนากร จันทรศรีชา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตข้อต่อเหล็กหล่อ 540 - 547
ภิญญดา เรืองแรงสกุล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพยากรณ์ความต้องการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน กรณีศึกษา คลังพัสดุทางการแพทย์ โรงพยาบาลพุทธชินราช จังหวัดพิษณุโลก 548 - 555
อลงกรณ์ เมืองไหว มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การศึกษาระบบการจัดการห่วงโซ่อุปทานยางพาราในจังหวัดพิษณุโลก 556 – 561
ธณิดา โขนงนุช มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การศึกษาเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม กรณีศึกษา วัดในเขตอำเภอเมือง พิษณุโลก 562 - 568
ศุจินธร ทรงสิทธิเดช มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การลดความสูญเสียในการปฏิบัติงานโดยใช้เทคนิคการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง กรณีศึกษา กระบวนการรับและการจ่ายน้ำมันของคลังน้ำมัน 569 - 577
ขจรพงศ์ จีนขจร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวร่วมกับเซ็นเซอร์วัดความเร่งเพื่อวิเคราะห์การเดินของมนุษย์ 578 - 586
วชิระ ลิ้มศรีประพันธ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การศึกษาระบบการจัดการห่วงโซ่อุปทานมันสำปะหลังในจังหวัดพิษณุโลก 587 – 595
ธณิดา โขนงนุช มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การประยุกต์ใช้หลักการบริหารคุณภาพเพื่อการจัดการโลจิสติกส์ในธุรกิจร้านอาหารขนาดกลาง 596 – 601
ยอดเพชร ทองขาว มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การพัฒนาไส้กรองน้ำเซรามิกจากเถ้าแกลบสำหรับใช้ประโยชน์ในครัวเรือน 602 - 608
สนิท ปิ่นสกุล มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การออกแบบมอเตอร์เหนี่ยวนำเชิงเส้นแบบสองด้านสำหรับรถไฟฟ้าขนาดเล็ก 609 - 617
ณัฐพล สิทธิศรีจันทร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

การออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 380/220V 480 VA โดยใช้วิธีผลคูณพื้นที่ 618 - 626
อนุพล สุวรรณทา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากังหันลมความเร็วต่ำ 627 – 634
เอกรัฐ ชะอุ่มเอียด มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

การพัฒนาเครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายแบบยั่งยืนให้คงความเป็นอัตลักษณ์ของจังหวัดพิษณุโลก 635 - 640
ขันแก้ว สมบูรณ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การพัฒนาชุดฝึกอาร์เอฟไอดีในการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าในอาคาร 641 - 646
ณรงค์ เครือกันทา มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

กลุ่มสาขาชีวภาพ

การเปลี่ยนแปลงวงชีวิตของแมลงหวี่
Changing the life cycle of fruit fly

ภัทราพร ผูกคล้าย
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ เชียงใหม่
corresponding author e-mail: pattrapornp@phrae.mju.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงระยะเวลาในวงชีวิตของแมลงหวี่ตามธรรมชาติซึ่งนำมาเลี้ยงไว้ภายใต้ห้องปฏิบัติการ วงชีวิตของแมลงหวี่ประกอบด้วยไข่ ตัวอ่อนหรือตัวหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย พบว่าแมลงหวี่สามารถแสดงระยะดังกล่าวได้ครบทุกระยะ เมื่อผ่านไป 10 วัน ด้วยอาหารเลี้ยงแมลงหวี่ สูตรห้องปฏิบัติการพันธุศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อย่างไรก็ตามระยะเวลาของวงชีวิตแมลงหวี่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ถึง 14 วัน โดยช่วงเวลาการพัฒนาของไข่และตัวหนอน เป็นระยะที่มีการเปลี่ยนแปลงมาก แต่เวลาที่ใช้ในระยะดักแด้นั้นค่อนข้างคงที่ ซึ่งคาดว่าการรบกวนของไรต่อแมลงหวี่ตัวเต็มวัยนั้นเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงวงชีวิตของแมลงหวี่

คำสำคัญ : แมลงหวี่ วงชีวิต ระยะเวลา ไร

Abstract

The objective of this study was to investigate the generation time of wild caught fruit fly under the experimental room. The fruit fly can give their generation time about ten days for one life cycle. After female fly laying eggs on food, fly egg consequently develops to embryo, larvae, pupa and adult. Fly food for those flies was prepared by following the recipe of the genetic experiment fly food in Maejo-Phrae university. However, the generation time can be extended into 14 days that is the longest time in this experiment. The result showed that embryonic and larval stage were developed inconsistency but pupal stage showed rather the constant development. During this experiment, adult fly was disturbed by mite that might cause changing the fly life cycle.

keywords : fruit fly, life cycle, generation time, mite

บทนำ

สัตว์กลุ่มอาร์โทรพอด (arthropod) เป็นพวกที่มีจุดเด่นทางด้านโครงร่างแข็งและมีรยางค์เป็นข้อๆ สัตว์ในกลุ่มนี้มีคุณและก่อให้เกิดโทษต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆ โดย ปู กุ้ง เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่ก่อให้เกิดรายได้เข้าประเทศอย่างมหาศาล กลุ่มแมลงจำพวกผึ้ง สามารถช่วยในการผสมพันธุ์เกสรพืชพรรณ ซึ่งเป็นการช่วยในกระบวนผลิตพืชผลทางการเกษตร รวมทั้งผึ้งก็สามารถสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าเช่นกัน แต่ในอีกแง่หนึ่งสัตว์ในกลุ่มนี้ก็สามารถทำให้สูญเสียรายได้ เช่นกลุ่มเห็บ ไร แมลงสามารถทำให้เกิดโรคกับทั้งคน พืชและสัตว์เลี้ยง รวมทั้งสัตว์เศรษฐกิจ

แมลง (insect) มีจุดเด่นที่น่าสนใจคือสามารถเกิดขบวนการเมทามอร์โฟซิส (metamorphosis) ซึ่งเป็นขบวนการที่ลดการแก่งแย่งของอาหารระหว่างอาร์โทพอดรุ่นพ่อแม่และรุ่นลูก ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ประสบความสำเร็จในการอยู่รอด และเป็นไปได้ว่าทำให้มีจำนวนสมาชิกมากที่สุด (ภัทราพร, 2558) แมลงมีความสำคัญทั้งในเชิงเกษตรและเชิงวิชาการ อาทิเช่น แมลงหวี่ขาวใยเกลียวที่เป็นแมลงศัตรูพืชของมันสำปะหลัง แมลงหวี่สายพันธุ์ *Drosophila melanogaster* เป็นสิ่งมีชีวิตต้นแบบ (model organism) นำมาทำการทดลองทางด้านวิทยาศาสตร์ มีการถอดรหัสจีโนม เพิ่มจำนวนได้ง่าย อายุสั้น แมลงหวี่ (pomace fly, small fruit fly) จัดอยู่ในอันดับ diptera ซึ่งเป็นอันดับเดียวกับแมลงวัน แมลงวันทองผลไม้ แมลง Drosophila sp. พบทั่วไปในพืชหรือผลไม้เน่า ตัวเมียวางไข่ในอาหาร ชั่วอายุขัยหนึ่งใช้เวลาประมาณ 7-8 วัน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความชื้นและอาหาร แมลงเหล่านี้ถูกใช้เป็นประโยชน์ในการศึกษาอย่างกว้างขวาง เช่น ทางพันธุศาสตร์ (ไพฑูรย์ , 2536) ข้อดีของแมลงหวี่ใช้ในการทำวิจัยทำให้สามารถตรวจสอบและทำการทดสอบกลไกในวงชีวิตต่างๆได้ในระยะเวลาสั้น

ในปัจจุบันแมลงหวี่นำมาใช้ในการศึกษาทางด้านความแก่ของเซลล์ (aging) อายุขัย (life span) และความยืดยาวของอายุ (longevity) มีความเป็นไปได้ความสั้นยาวของวงชีวิตของแมลงหวี่ หรือการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อวงชีวิตของแมลงหวี่ มีความสัมพันธ์กันกับขบวนการด้านความแก่ของเซลล์ ดังนั้นจึงมีความสนใจศึกษาว่าแมลงหวี่สามารถแสดงผลที่บ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงของอายุหรือความแก่ของเซลล์ โดยนับระยะเวลาในวงชีวิตของแมลงหวี่ รวมทั้งวิเคราะห์หาสาเหตุในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวงชีวิตของแมลงหวี่

วิธีดำเนินการวิจัย

อาหารที่ใช้เลี้ยงแมลงหวี่

แมลงหวี่จากธรรมชาติ ในบริเวณอาคารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ อ.ร้องกวาง จ.แพร่ นำมาเลี้ยงบนอาหารสูตรอาหารเพื่อการศึกษาทางพันธุศาสตร์ ม.แม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ประกอบด้วย กล้วย วุ้น และสารป้องกันเชื้อรา (methylbenzoate ใน เอธานอล) โดยอาหารอยู่ภายในขวดแก้วที่ปิดแน่นด้วยจุกสำลีที่ห่อด้วยผ้าขาวบางซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อ

การสลบและการคัดเลือกแมลงหวี่

แมลงหวี่จากขวดสต๊อคถูกทำให้ สลบด้วยไดเอธิลอีเทอร์เข้มข้น แมลงหวี่เพศผู้และเพศเมียคัดแยกออกจากกันภายใต้กล้องจุลทรรศน์เสตอริโอ (stereoscopic microscope) การคัดเลือกแมลงหวี่ทำได้โดยเทแมลงหวี่จากขวดที่ใช้สลบลงบนจานแก้วหรือกระดาษ รอจนกระทั่งแมลงหวี่เริ่มขยับช่วงท้อง (abdomen) และเริ่มพลิกตัวกลับได้ แมลงหวี่นั้นจะนำไปใช้ในการทดสอบต่อไป

การเตรียมแมลงหวี่

แมลงหวี่ 1 คู่ เพศเมียและเพศผู้ อย่างละ 1 ตัว นำไปใส่หลอดแก้ว ปิดแน่นด้วยจุกสำลีที่ห่อด้วยผ้าขาวบางซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อบนอาหารสูตรเดียวกันกับที่เลี้ยงแมลงหวี่สต๊อค นำมาจัดเป็นกลุ่มๆละ 5 หลอดทดลอง วางไว้ในกล่องกระดาษ ในตำแหน่งที่จัดเตรียมไว้สำหรับเลี้ยงแมลงหวี่ภายในห้องปฏิบัติการ

การนับระยะเวลาของวงชีวิต

การตรวจเช็คระยะเวลาของวงชีวิตแมลงหวี่ จะทำในเวลาเดียวกันกับที่เริ่มนำแมลงหวี่เพศเมียและเพศผู้ลงในหลอดทดลอง โดยจะทำการตรวจเช็คทุกวัน จนกระทั่งพบแมลงหวี่ตัวเต็มวัยตัวใหม่ ในการตรวจสอบนั้นระยะไข่ ตัวอ่อนหรือตัวหนอนจำเป็นต้องตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์เสตอริโอ ขณะที่ดักแด้และตัวเต็มวัยสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า

ผลการวิจัย

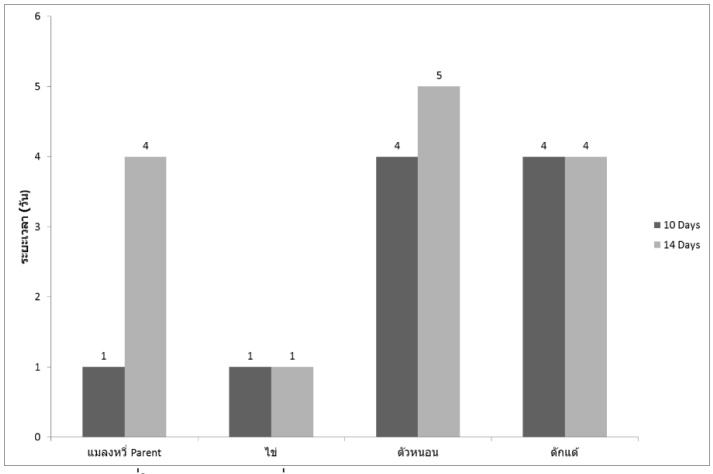
แมลงหวี่จากธรรมชาติที่นำมาเลี้ยงไว้ในห้องปฏิบัติการนั้น สามารถแสดงระยะการเจริญได้ครบทุกระยะ โดยพบ ไข่ ตัวอ่อน ตัวหนอน และตัวเต็มวัย (ภาพที่ 1) ในระยะเวลา 10 วัน ดังนั้นจึงให้ 10 วัน เป็นระยะเวลาแรกที่ได้ทำการบันทึกไว้ของระยะเวลาวงชีวิตของแมลงหวี่ เมื่อทำการเลี้ยงแมลงหวี่ต่อไปพบว่า ระยะเวลาวงชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงไป ระยะเวลาของวงชีวิตเพิ่มขึ้นหรือลดลง ส่วนใหญ่จะเป็นการเพิ่มขึ้นของระยะเวลาวงชีวิตของแมลงหวี่ ระยะเวลาอยู่ในช่วง 9-14 วัน ซึ่ง 14 วันเป็นระยะเวลาของวงชีวิตแมลงหวี่สามารถเปลี่ยนแปลงได้มากที่สุด ต่อมาได้เปรียบเทียบข้อมูลจากแมลงหวี่ที่มีระยะเวลาวงชีวิต 10 วันและ 14 วัน (ตารางที่ 1) แมลงหวี่ทั้งสองสามารถแสดงระยะการเจริญได้ครบทุกระยะ ได้แก่ ไข่ ตัวอ่อน ตัวหนอน และตัวเต็มวัย แต่มีความแตกต่างในช่วงเวลาที่อยู่ในแต่ละระยะของแมลงหวี่รุ่นพ่อแม่ (parent) และระยะตัวหนอน ขณะที่ช่วงเวลาของระยะไข่และระยะดักแด้ไม่แตกต่างกันในแมลงหวี่ทั้งสองชุด ระยะของแมลงหวี่รุ่นพ่อแม่ (parent) สามารถอธิบายได้เป็นช่วงระยะเวลาของการวางไข่หรือการปรากฏของไข่บนหน้าอาหารเลี้ยงแมลงหวี่ ในระยะนี้มีความแตกต่างมากที่สุด มีความแตกต่างกัน 3 วัน ขณะที่ระยะตัวหนอนมีความแตกต่างกัน 1 วันเท่านั้น (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 แสดงภาพแมลงหวี่ตัวเต็มวัย ระยะไข่ ตัวอ่อน ดักแด้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบวันที่พบระยะต่างๆของแมลงหวี่ต่อ 1 วงจรชีวิต

	วันที่พบแมลงหวี่ในระยะต่างๆ				
	ไข่ (egg)	ตัวหนอน (larva)	ดักแด้ (pupa)	ตัวเต็มวัย (offspring)	ระยะเวลารวมทั้งหมดต่อ 1 วงจรชีวิต
แมลงหวี่ชุดที่ 1	1	5	9	10	10
แมลงหวี่ชุดที่ 2	5	5	10	14	14



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบระยะเวลาของแมลงหวี่ในระยะต่างๆที่มีวงจรชีวิต 10 วัน และ 14 วัน

อภิปรายผลการวิจัย

วงชีวิตของแมลงหวี่ที่ถูกนำมาใช้ในการศึกษาทดลองภายใต้ห้องปฏิบัติการพันธุศาสตร์นั้น ได้รับการรายงานว่ามีระยะเวลาประมาณ 10-14 วัน ซึ่งแมลงหวี่ถูกเลี้ยงบนอาหาร (ปารวี และ กมลพร, 2555) แต่อย่างไรก็ตาม Wendi & Kathryn (2013) ได้ให้ความคิดเห็นว่าแมลงหวี่นั้นมีระยะเวลาในการเจริญที่สำคัญคือ 10 วัน และกล่าวว่าแมลงหวี่นั้นถูกนำมาใช้เป็นต้นแบบในการทดลองทางด้านสรีรวิทยา ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าวงชีวิตของแมลงหวี่มีความหลากหลายในระยะเวลาของวงจรชีวิตเช่นกัน ระยะเวลาอยู่ในช่วง 9-14 วัน และระยะเวลาของวงชีวิตที่พบบ่อยครั้งคือ 10 วัน จากผลการศึกษาระยะเวลาในช่วงระยะไข่หรือตัวอ่อนนั้น เป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดเจนที่สุด ซึ่งเป็นไปได้ว่าแมลงหวี่ตัวเต็มวัยรุ่นพ่อแม่นั้นน่าจะเป็นสาเหตุต่อการเปลี่ยนแปลงวงชีวิต และปัจจัยที่น่าจะมีผลต่อตัวเต็มวัยก็คืออาหารและที่อยู่อาศัย อาหารและที่อยู่อาศัยในการศึกษาแมลงหวี่นั้นอาจจะถูกจัดได้ว่าเป็นปัจจัยเดียวกัน เพราะว่าแมลงหวี่ดำรงชีวิตอยู่บนอาหารที่ถูกเตรียมขึ้นมา ไม่ได้มีการแยกอาหารและที่อยู่อาศัยออกจากกัน Terashima & Brownes (2005) ได้กล่าวไว้ว่าการวางไข่ของแมลงหวี่นั้นมีการเชื่อมกันกับการได้รับอาหาร เมื่ออาหารมีสารอาหารเพียงพอเข้าถึงได้และเหมาะสมต่อการวางไข่บนพื้นผิวนั้น แมลงหวี่ที่ได้รับการผสมพันธ์แล้วสามารถวางไข่ได้ แต่ถ้าสารอาหารไม่เพียงพอ แมลงหวี่จะตอบสนองอย่างรวดเร็วและการวางไข่เกือบทั้งหมดจะหยุดลง จากคำกล่าวนี้สัมพันธ์กับผลการศึกษา เป็นไปได้ว่าอาหาร

น่าจะเป็นสิ่งที่มีผลต่อการวางไข่แมลงหวี่เพศเมีย งานวิจัยของ Gou *et.al*. (2014) แสดงให้เห็นว่าแมลงหวี่เพศเมียมีการเลือกที่วางไข่และถูกชักนำโดยกรดอะซิติก แต่อย่างไรก็ตาม เราไม่ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยงแมลงหวี่ในครั้งนี้ แต่ได้มีการสังเกตหน้าอาหารและพฤติกรรมของแมลงหวี่ ซึ่งถ้าหน้าอาหารมีการเปลี่ยนแปลงโดยจุลินทรีย์ เช่น รา แมลงหวี่เพศเมียก็จะไม่วางไข่และถ้าตัวเต็มวัยวางไข่ได้ ไข่นั้นจะไม่พัฒนาไปเป็นตัวเต็มเลย

จากผลการศึกษาแมลงหวี่มีระยะเวลาวงจรชีวิตยาวขึ้น และสามารถเกิดการพัฒนาของ ไข่ ตัวอ่อน ตัวหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย จนครบทุกระยะนั้น เกิดขึ้นจากการรบกวนด้วยตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของไร โดยสามารถพบระยะตัวอ่อนจำนวนมากและเกือบทุกหลอดทดลอง มีการรายงานว่าการเลี้ยงแมลงหวี่นั้นสามารถพบการรุกรานได้โดยไรสามชนิด ได้แก่ Tyrophagus, Histiostoma และ Proctolaelaps (Bloomington fly stock center, 2011) รายงานว่าสายพันธุ์ Tyrophagus จะไม่มีการฆ่าโฮสต์ และสายพันธุ์พบได้บ่อยครั้งในอาหารที่เก็บไว้ ผลกระทบของตัวเต็มวัยและตัวอ่อนของไรมีต่อการวางไข่ของแมลงหวี่เพศเมีย ซึ่งทำให้การวางไข่ของตัวเมียนั้นช้าลงไป ขณะที่จากการศึกษานี้ไม่ทราบผลกระทบของไรที่มีต่อแมลงหวี่เพศผู้ นอกเหนือจากนี้ พบว่าตัวอ่อนของไรและตัวหนอนของแมลงหวี่สามารถดำรงชีวิตอยู่บนอาหารชนิดเดียวกัน ดูเหมือนว่าตัวอ่อนของไร จะไม่มีผลกระทบอะไรต่อตัวหนอนของแมลงหวี่ ทั้งนี้เพราะไม่เกิดการตายของตัวหนอนแมลงหวี่ รวมทั้งระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญของตัวหนอนเข้าสู่ดักแด้ และ ดักแด้ไปเป็นตัวเต็มวัยนั้น ยังคงระยะเวลาไม่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเทียบกับแมลงหวี่ที่ระยะเวลาวงชีวิตที่ 10 วัน มีความเป็นไปได้ว่าแมลงหวี่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาทางด้านความแก่ของเซลล์ (aging) อายุขัย (life span) และความยืดยาวของอายุ (longevity)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้สามารถพบวิธีการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาวงชีวิตของแมลงหวี่ได้ การรบกวนของไรต่อแมลงหวี่ตัวเต็มวัยนั้นมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของแมลงหวี่ นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงวงชีวิตของแมลงหวี่ ดังนั้นแมลงหวี่จากธรรมชาติสามารถแสดงผลที่บ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงของอายุหรือความแก่ของเซลล์

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณคณาจารย์จากสาขาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ม.แม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ ที่ช่วยสนับสนุนอุปกรณ์ สารเคมี และห้องปฏิบัติการวิจัย ขอขอบคุณคุณอังคณา ชมพูมิ่ง นักวิทยาศาสตร์และ คุณบัญชา เชาว์แล่น พนักงานปฏิบัติการ ที่มีส่วนช่วยเหลือการจัดเตรียมอุปกรณ์ ขอขอบคุณอาจารย์ศรีสุดา ทาหาร ที่ช่วยตรวจสอบบทคัดย่อของงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ปารวี กาญจนประโชติ และ กมลพร ปานง่อม. (2555). **คู่มือปฏิบัติการ พันธุศาสตร์.** เอกสารประกอบการสอนวิชาพันธุศาสตร์, แพร่ : มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ.

ไพฑูรย์ เล็กสวัสดิ์. (2536). **สัณฐานวิทยาภายนอกและการจัดจำพวกแมลง.** (พิมพ์ครั้งที่ 3). เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ภัทราพร ผูกคล้าย. (2558). **ไฟลัมอาร์โทรโพดา (Phylum Arthropoda).** เอกสารประกอบการสอนวิชาสัตววิทยา, แพร่ : มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่ เฉลิมพระเกียรติ.

Bloomington fly stock center. (2011). **How identify the mites currently in Bloomington cultures**. Retrieved February 11, 2015 from http://flystocks.bio.indiana.edu/News/mites_aug2011.htm.

Gou, B., Liu, Y., Guntur, R. A., Stern, U. & Yang C. (2014). **Mechanosensitive neurons on the internal reproductive tract contribute to egg-laying-induced acetic acid attraction in *Drosophila*.** Cell Reports, 9, 522-530.

Neckameyer, S.W. & Argue, J.K. (2013). **Comparative approaches to the study of physiology: Drosophila as a physiological tool.** American Journal of physiology: regulatory, integrative and comparative physiology, 304(3): R177-R188.

Terashima, J. & Bownes, M. (2005). **A microarray analysis of genes involved in relating egg production to nutritional intake in Drosophila melanogaster**. Cell Death and Differentiation, 12, 429-440.

การเปรียบเทียบจำนวนไข่ ขนาดลำตัว และวงจรชีวิตของแมลงหางหนีบสีดำ (*Euborellia* sp.) ที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดิน ด้วยอาหารเสริมต่างกัน

The comparison of the amount of eggs, body size and life cycle of the black earwigs (*Euborellia* sp.) cultured in soil and cardboard and fed with different feeding conditions

สรารัตน์ เลิศคำ * กัลทิมา พิชัย และ ณัฐธิดา สุภาหาญ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เชียงใหม่
*corresponding author e-mail: khumpill@gmail.com

บทคัดย่อ

แมลงหางหนีบสีดำ (*Euborellia* sp.; Dermaptera) เป็นแมลงหางหนีบตัวห้ำที่สำคัญชนิดหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาวงจรชีวิต เปรียบเทียบจำนวนไข่ และขนาดลำตัวของแมลงหางหนีบสีดำ เมื่อเลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดิน และให้อาหารแมวสำเร็จรูปบดละเอียดเป็นอาหาร ผสมกับบริเวอร์ยีสต์ หรือวิตามินบีรวมในอัตราส่วน 2:1 ซึ่งจากการวิจัยพบว่า กลุ่มที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดิน และไม่ใช้ดินที่ให้ทั้งบริเวอร์ยีสต์และวิตามินบีรวมเป็นอาหารเสริม ให้จำนวนไข่มากกว่า ($p<0.05$) กลุ่มที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดินที่ไม่ให้อาหารเสริม แต่ขนาดลำตัว และวงจรชีวิตแต่ละระยะของทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน และพบว่าการให้บริเวอร์ยีสต์เป็นอาหารเสริมมีผลต่อการเพิ่มปริมาณไข่มากที่สุด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มจำนวนประชากรแมลงหางหนีบสีดำ ในห้องปฏิบัติการก่อนปล่อยสู่สภาพธรรมชาติต่อไป

คำสำคัญ : แมลงหางหนีบสีดำ วงจรชีวิต ขนาดลำตัว จำนวนไข่ อาหารเสริม

Abstract

The black earwig (*Euborellia* sp.; Dermaptera) is an important predator that is used to control insect pest. This research aimed to compare amount of eggs, body size and life cycle of the black earwigs cultured in soil or cardboard, and fed with cat diet mixed with brewer’s yeast or vitamin B complex in ratio 2:1. The study found that the black earwigs that were cultured in soil and cardboard and fed with cat diet mixed with brewer’s yeast or vitamin B complex produced more eggs than the ones that cultured in soil and cardboard but only fed with cat diet. ($p<0.05$). However, the body size and the life cycle in each stage were not significantly different. The study also revealed that brewer’s yeast was the most effective food supplement for the egg production of the black earwigs. This research will be useful for increasing the population of black earwigs in the laboratory before releasing to the natural condition.

keywords : black earwigs, life cycle, body size, amount of eggs, supplement

บทนำ

การควบคุมศัตรูข้าวโดยชีววิธี เป็นการนำเอาสิ่งมีชีวิตมาใช้เพื่อควบคุมศัตรูข้าว โดยเป็นแนวทางการหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี เป็นการอาศัยกลไกการห้ำของแมลงหางหนีบ โดยการกินไข่และตัวหนอนของศัตรูพืช เช่น เพลี้ยไฟข้าว หนอนกระทู้ ต้นกล้า เพลี้ยต่างๆ เป็นต้น (กฤษฎา สัมพันธารักษ์, 2531) แมลงหางหนีบมีพฤติกรรมหลบซ่อนตัวอยู่ภายในลำต้น ตามซอกกาบใบข้าว หรือตามซอกดินที่มีเศษใบไม้ มีความสามารถในการเสาะหาเหยื่อตามซอกมุมได้ดี จะทำลายเหยื่อที่เป็นตัวอ่อนโดยการใช้แพนหางหนีบให้ตัวหนอนสลบหรือตายก่อนแล้วจึงกิน ส่วนเหยื่อที่เป็นเพลี้ยอ่อนและไข่จะกัดกินโดยตรง แมลงหางหนีบจึงเป็นแมลงที่มีศักยภาพในการนำไปใช้ควบคุมศัตรูข้าวอย่างยิ่ง

ปัจจุบันจำนวนประชากรแมลงหางหนีบสีดำลดลง โดยมีสาเหตุหลักมาจากเกษตรกรส่วนใหญ่มีการใช้สารฆ่าแมลง ทำให้ระบบนิเวศเสียสมดุล ขาดสิ่งมีชีวิตต่างๆที่สามารถควบคุมกันเองในสภาพธรรมชาติ นอกจากนี้สารฆ่าแมลงยังไปขัดขวาง

วงจรชีวิตของแมลงหางหนีบสีดำ จึงทำให้ไม่สามารถควบคุมศัตรูข้าวได้ และทำให้เกิดการระบาดของศัตรูพืชอย่างควบคุมไม่ได้ (วันดี วัฒนชัยยิ่งเจริญ, 2550)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มจำนวนประชากรของแมลงหางหนีบสีดำ โดยนำมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการและใช้กระดาษลังเป็นที่สำหรับหลบซ่อนตัวและวางไข่แทนการใช้ดินและให้อาหารเสริม และศึกษาเปรียบเทียบจำนวนไข่ ขนาดลำตัว และวงจรชีวิตของแมลงหางหนีบสีดำ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ควบคุมแมลงศัตรูข้าวในธรรมชาติต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเลี้ยงแมลงหางหนีบสีดำเพื่อเพิ่มปริมาณ

นำแมลงหางหนีบสีดำ ที่ได้รับการอนุเคราะห์จากศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดชัยนาท มาเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณในกล่องพลาสติกใส ที่มีขนาด 10 × 14 × 5 เซนติเมตร จำนวน 1 กล่อง ที่มีดินหนา 3 เซนติเมตรพรมน้ำให้ดินชื้นเพื่อให้ความชื้นกับแมลง ด้านบนของกล่องปิดด้วยฝาเจาะรูที่มีผ้าขาวบางปิด เพื่อป้องกันไม่ให้แมลงหางหนีบออกจากรูได้ และใช้อาหารแมวรสปลาทูน่าบดละเอียดเป็นอาหารทำการเปลี่ยนอาหารอาทิตย์ละ 2 ครั้ง

2. การเลี้ยงแมลงหางหนีบสีดำในกล่องพลาสติกในสภาวะใช้ดินและที่อาหารเสริมต่างกัน

นำแมลงหางหนีบสีดำที่ได้จากการเลี้ยงเพิ่มปริมาณในข้อ 1 อัตราส่วนเพศผู้ 20 ตัวต่อเพศเมีย 30 **ตัวเลี้ยง** ในกล่องพลาสติกใสขนาด 10 × 14 × 5 เซนติเมตร ใส่ดินหนา 3 เซนติเมตร โดยดินที่ใช้ได้รับการอนุเคราะห์มาจาก ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีด้านอารักขาพืช จังหวัดชัยนาท จำนวน 9 กล่อง ด้านบนของกล่องปิดด้วยฝาเจาะรูที่มี ผ้าขาวบางปิด เพื่อป้องกันไม่ให้แมลงหางหนีบออกจากรูได้ ให้อาหารแมวรสปลาทูน่าบดละเอียดเป็นอาหารเปลี่ยนอาหารอาทิตย์ละ 2 ครั้ง เมื่อแมลงหางหนีบวางไข่ ให้แยกไข่ออกมาเลี้ยงกล่องใหม่ เลี้ยงเป็นเวลา 3 เดือน โดยแบ่งเป็นชุดการทดลองดังนี้

กลุ่มที่ 1 กล่องที่ 1-3 เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ให้อาหารเสริม
(ให้อาหารหลักเป็นอาหารแมวรสปลาทูน่าบดละเอียดอย่างเดียว ครั้งละ 0.75 กรัม)

กลุ่มที่ 2 กล่องที่ 4-6 เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและให้บริเวอร์ยีสต์เป็นอาหารเสริม
(ให้อาหารแมวรสปลาทูน่าบดละเอียด 0.5 กรัม ต่อ บริเวอร์ยีสต์ 0.25 กรัม)

กลุ่มที่ 3 กล่องที่ 7-9 เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและให้วิตามินบีรวมเป็นอาหารเสริม
(ให้อาหารแมวรสปลาทูน่าบดละเอียด 0.5 กรัม ต่อ วิตามินบีรวมบดละเอียด 0.25 กรัม)

3. การเลี้ยงแมลงหางหนีบสีดำในกล่องพลาสติกในสภาวะไม่ใช้ดินและที่อาหารเสริมต่างกัน

นำแมลงหางหนีบสีดำที่ได้จากการเลี้ยงเพิ่มปริมาณในข้อ 1 อัตราส่วนเพศผู้ 20 ตัวต่อเพศเมีย 30 ตัว เลี้ยงในกล่องพลาสติกใสขนาด 10 × 15 × 9 เซนติเมตร ตัดกระดาษลังขนาด 5 × 12 เซนติเมตร ใส่ในกล่องๆละ 5 แผ่น เพื่อเป็นที่สำหรับให้แมลงหางหนีบวางไข่และหลบซ่อนตัว จำนวน 9 กล่อง โดยทุกกล่องจะใส่สำลีชุบน้ำ เพื่อให้ความชื้นแก่แมลงหางหนีบ ด้านบนของกล่องปิดด้วยฝาเจาะรูที่มีผ้าขาวบางปิด เพื่อป้องกันไม่ให้แมลงหางหนีบออกจากรูได้ ให้อาหารแมวรสปลาทูน่าบดละเอียดเป็นอาหาร เปลี่ยนอาหารอาทิตย์ละ 2 ครั้ง เมื่อแมลงหางหนีบวางไข่ ให้แยกไข่ออกมาเลี้ยงกล่องใหม่ เลี้ยงเป็นเวลา 3 เดือน โดยแบ่งเป็นชุดการทดลองดังนี้

กลุ่มที่ 4 กล่องที่ 10-12 เลี้ยงในสภาวะไม่ใช้ดินและไม่ให้อาหารเสริม (control)
(ให้อาหารหลักเป็นอาหารแมวรสปลาทูน่าบดละเอียดอย่างเดียว ครั้งละ 0.75 กรัม)

กลุ่มที่ 5 กล่องที่ 13-15 เลี้ยงในสภาวะไม่ใช้ดินและให้บริเวอร์ยีสต์บดละเอียดเป็นอาหารเสริม
(ให้อาหารแมวรสปลาทูน่าบดละเอียด 0.5 กรัม ต่อ บริเวอร์ยีสต์ 0.25 กรัม)

กลุ่มที่ 6 กล่องที่ 16-18 เลี้ยงในสภาวะไม่ใช้ดินและให้วิตามินบีรวม เป็นอาหารเสริม
(ให้อาหารแมวรสปลาทูน่าบดละเอียด 0.5 กรัม ต่อ วิตามินบีรวมบดละเอียด 0.25 กรัม)

4. การวัดความกว้างหัวและความยาวลำตัวของแมลง

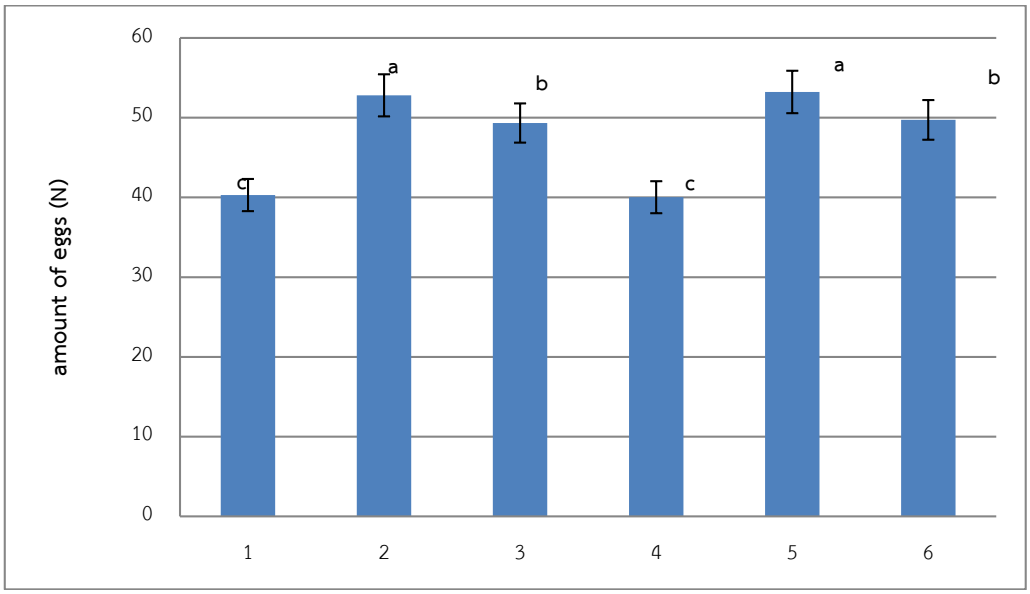
นำแมลงหางหนีบสีดำมาที่ลอกคราบใหม่ทั้ง 6 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ตัว สลบด้วยเอทิลอีเทอร์ เพื่อวัดความกว้างหัวและความยาวลำตัว ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ

5. การศึกษาวงจรชีวิตของแมลงหางหนีบสีดำ

ทำการจดบันทึกจำนวนวัน ที่แมลงหางหนีบใช้ในการเจริญเติบโตแต่ละระยะ โดยจะทำการบันทึกพร้อมกับการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต (ความกว้างหัวและความลำตัวของแมลง)

ผลการวิจัย

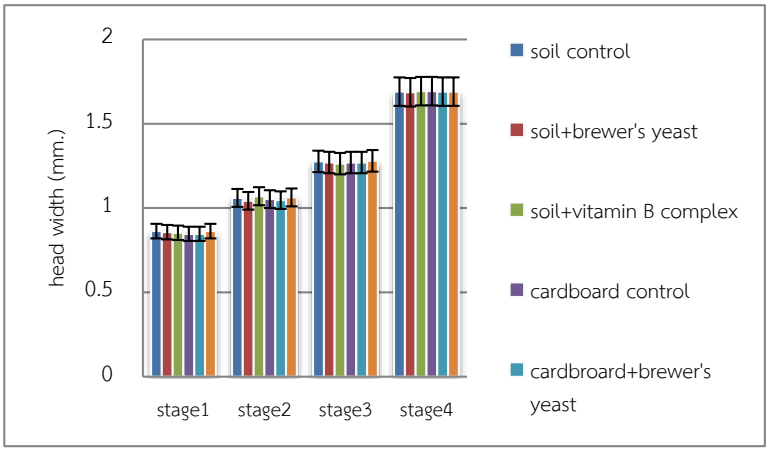
จากการเปรียบเทียบจำนวนไข่ของแมลงหางหนีบสีดำที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดินที่อาหารเสริมต่างกันทั้ง 6 กลุ่ม พบว่า แมลงหางหนีบจะวางไข่เป็นกลุ่ม ไข่ที่วางใหม่จะมีสีขาวขุ่นและเมื่อใกล้ฟักจะเปลี่ยนเป็นใสไม่มีสีและมีจุดสีดำ โดยจำนวนไข่เฉลี่ยของแต่ละกลุ่มแสดงดังภาพที่ 1 แมลงหางหนีบสีดำกลุ่มที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดิน ที่ได้รับบริเวอร์ยีสต์ให้จำนวนไข่สูงกว่ากลุ่มอื่นมีค่าเฉลี่ยคือ 52.80±2.469 ฟอง และ 53.23±2.687 ฟอง กลุ่มที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดินที่ให้วิตามินบีรวมเป็นอาหารเสริม มีค่าเฉลี่ยคือ 49.33±1.373 ฟอง และ 49.73±2.067 ฟอง ส่วนกลุ่มที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดินที่ไม่ได้อาหารเสริมเลย มีค่าเฉลี่ยคือ 40.30±1.601 ฟอง และ 40.03±1.629 ฟอง



1 แทน soil control 2 แทน soil+brewer's yeast 3 แทน soil+vitamin B complex
4 แทน cardboard control 5 แทน cardboard+brewer's yeast 6 แทน cardboard+vitamin B complex

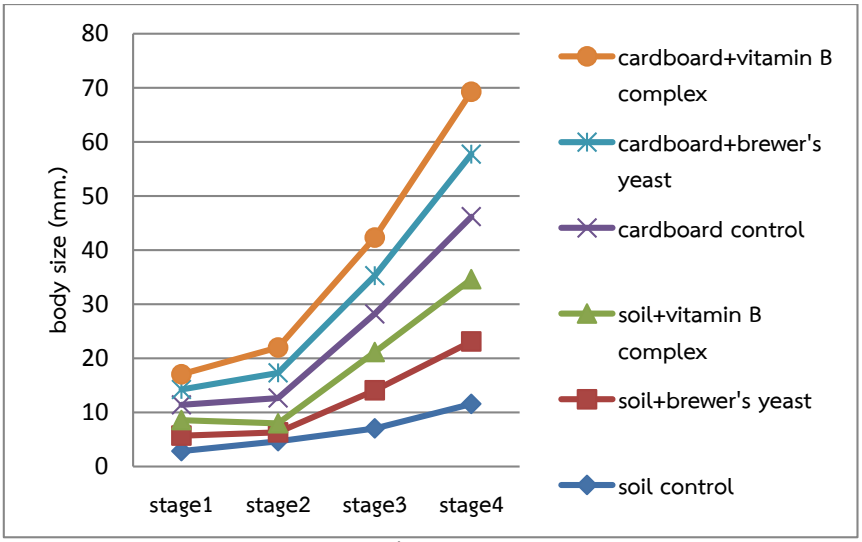
ภาพที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของจำนวนไข่ของแมลงหางหนีบสีดำที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดินที่อาหารเสริมต่างกันทั้ง 6 กลุ่ม (โดย a, b และ c แสดงความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ)

จากการวัดความกว้างหัว (มิลลิเมตร) ของแมลงหางหนีบสีดำที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดินที่อาหารเสริมต่างกันทั้ง 6 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มสุ่มตัวอย่างแมลงหางหนีบสีดำมาวัดความกว้างหัวระยะละ 10 ตัว โดยจะวัดหลังจากแมลงลอกคราบทันที พบว่าความกว้างหัวของแมลงแต่ละระยะทั้ง 6 กลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยและค่าความคาดเคลื่อนการวัดความกว้างหัวของแมลงหางหนีบสีดำที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดินที่อาหารเสริมต่างกันทั้ง 6 กลุ่ม

จากการวัดความยาวของลำตัว (มิลลิเมตร) ของแมลงหางหนีบทั้ง 6 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มสุ่มตัวอย่างระยะละ 10 ตัว มาวัดความยาวของลำตัว โดยจะวัดหลังจากแมลงลอกคราบทันที พบว่ากลุ่มที่เลี้ยงในสภาวะไม่ใช้ดินและให้วิตามินบีรวมเป็นอาหารเสริม มีขนาดลำตัวยาวกว่ากลุ่มอื่นทั้ง 4 ระยะโดยมีค่าเฉลี่ยทั้ง 4 ระยะคือ 2.836±0.055 มิลลิเมตร 4.680±0.610 มิลลิเมตร 7.067±0.480 มิลลิเมตร และ 11.540±0.622 มิลลิเมตร ส่วนกลุ่มที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ได้รับอาหารเสริมมีขนาดลำตัวเฉลี่ยทั้ง 4 ระยะคือ 2.85±0.100 มิลลิเมตร 4.67±0.084 มิลลิเมตร 7.04±0.067 มิลลิเมตรและ 11.56±0.621 มิลลิเมตร



ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยความยาวลำตัวของแมลงหางหนีบสีดำที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดินที่อาหารเสริมต่างกันทั้ง 6 กลุ่ม

จากการศึกษาวงจรชีวิตของแมลงหางหนีบสีดำ โดยดูจากรูปร่างและลักษณะทั่วไปของแมลงหางหนีบสีดำแต่ละระยะ พบว่า

ระยะไข่ (egg stage) โดยทั่วไปแมลงหางหนีบวางไข่เป็นกลุ่ม ไข่ที่วางใหม่จะมีสีขาวนวลและเมื่อใกล้ฟักจะเปลี่ยนเป็นใสไม่มีสี และมีจุดสีดำ ไข่มีขนาดความกว้างเฉลี่ย 0.75 มิลลิเมตร ความยาวเฉลี่ย 1.05 มิลลิเมตร ตัวเต็มวัยเพศเมียจะมีพฤติกรรมดูแลไข่ จนกระทั่งไข่ฟักเป็นตัวอ่อน และสามารถหากินด้วยตนเองได้ ในระหว่างการฟักถ้าไข่ได้รับการรบกวนจากสิ่งต่างๆ เพศเมียจะย้ายไข่ไปหลบซ่อนที่ปลอดภัยกว่า แต่ถ้าถูกรบกวนอีกเพศเมียจะกินไข่ของมันหมด

ระยะตัวอ่อน (nymphal stage) จะมีการลอกคราบ 3 ครั้ง ซึ่งตัวอ่อนที่ฟักใหม่มีสีขาวหลังจากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ส่วนหัวและส่วนท้องจะมีสีน้ำตาลเข้ม ส่วนอกมีสีค่อนข้างเทา ขามีสีค่อนข้างขาว ตัวอ่อนระยะที่ 2 และระยะที่ 3 มีลักษณะคล้ายระยะแรก แต่แตกต่างกันที่ขนาดลำตัว และสีเข้มขึ้น ตัวอ่อนระยะที่ 4 ส่วนหัว อก และท้องเปลี่ยนเป็นสีดำ แมลงหางหนีบสีดำ (*Euborellia* sp.) มี 4 ระยะ

ตัวเต็มวัย (adult) ส่วนหัว อก ท้อง และขา มีสีดำ โดยความแตกต่างที่พบในตัวเต็มวันคือ แพนหาง (cerci) ของเพศผู้จะสั้น ใหญ่ และโค้งเข้าหากันจนเกือบเป็นครึ่งวงกลม ส่วนเพศเมียแพนหางจะมีลักษณะเรียวยาว

ระยะการเจริญเติบโตของแมลงหางหนีบสีดำ ในสภาวะการเลี้ยงที่ใช้ดินและไม่ใช้ดินที่อาหารเสริมต่างกัน จะวางไข่ในจำนวนต่างกัน (ภาพที่ 1) แต่ระยะการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ซึ่งระยะไข่ใช้เวลาเฉลี่ย 7-8 วัน ตัวอ่อนระยะที่ 1 ถึงตัวอ่อนระยะที่ 4 มีช่วงอายุเฉลี่ย 8-9 วัน, 11-12 วัน, 11-12 วัน และ 17-18 วัน ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

การเปรียบเทียบจำนวนไข่ของแมลงหางหนีบสีดำที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดินที่อาหารเสริมต่างกัน ทั้ง 6 กลุ่ม จากผลการศึกษาพบว่า แมลงหางหนีบสีดำกลุ่มที่ได้รับบริเวอร์ยีสต์เป็นอาหารเสริมทั้งที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดิน ให้จำนวนไข่สูงที่สุด เนื่องจากบริเวอร์ยีสต์ประกอบด้วยธาตุอาหารมาก มีกรดอะมิโน 16 ชนิด เกลือแร่ 14 ชนิด และเป็นแหล่งธรรมชาติที่ดีของวิตามินบีรวม (ประมวล ทรายทอง, 2552) สอดคล้องกับงานวิจัยของสุชาดา เสกสรรวิริยะ (2550) ศึกษาการเพิ่มบริเวอร์ยีสต์ในอาหารเทียมเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันผลไม้พบว่าการเพิ่มปริมาณ บริเวอร์ยีสต์ในอาหารเทียมเลี้ยงแมลงวันผลไม้ เป็นการเพิ่มคุณภาพและปริมาณของแมลงวันผลไม้อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนกลุ่มที่มีจำนวนไข่เฉลี่ย

รองลงมาคือ กลุ่มที่ได้วิตามินบีรวมเป็นอาหารเสริม เนื่องจากในวิตามินบีรวมประกอบด้วยแหล่งอาหารจากธรรมชาติที่แมลงต้องการได้แก่ บี1 (thiamine), บี2 (riboflavin), บี3 (niacin), บี5 (pantothenic acid), บี6 (pyridoxine), บี7 (biotin) บี 9 (folic acid) และบี12 (cobalamin) (ประมวล ทรายทอง, 2552) และกลุ่มให้จำนวนไข่เฉลี่ยน้อยที่สุดคือ กลุ่มที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดินที่ไม่ได้รับอาหารเสริม

จากการศึกษาความกว้างหัวและความยาวลำตัว พบว่าทั้งความกว้างหัวและความยาวลำตัวแมลงหางหนีบสีดำทั้ง 4 ระยะ ของทั้ง 6 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงให้เห็นว่าสภาวะการเลี้ยงและอาหารเสริมทั้งสองชนิด ไม่มีผลต่อความกว้างหัวและความยาวลำตัว

จากการศึกษาวงจรชีวิตของแมลงหางหนีบสีดำทั้งที่เลี้ยงในสภาวะใช้และไม่ใช้ดิน ที่ให้อาหารเสริมและไม่ให้อาหารเสริม พบว่าระยะการเจริญของแมลงหางหนีบสีดำทั้ง 4 ระยะของทั้ง 6 กลุ่มตลอดวงจรชีวิตไม่แตกต่างกัน แสดงว่าอาหารเสริมและสภาวะการเลี้ยงที่ต่างกัน ไม่ส่งผลต่อวงจรชีวิตของแมลงหางหนีบสีดำ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการเปรียบเทียบจำนวนไข่ของแมลงหางหนีบสีดำ *Euborellia* sp. กลุ่มที่ให้บริเวอร์ยีสต์เป็นอาหารเสริมในสภาวะไม่ใช้ดินให้จำนวนไข่เฉลี่ย 53.23 ± 2.687 ฟอง กลุ่มที่ให้บริเวอร์ยีสต์เป็นอาหารเสริมในสภาวะใช้ดินให้จำนวนไข่เฉลี่ย 52.80 ± 2.469 ฟอง และ รองลงมาคือกลุ่มที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดินที่ให้วิตามินบีรวมเป็นอาหารเสริมให้จำนวนไข่เฉลี่ย 49.33±1.373 ฟอง และ 49.73± 2.067 ฟอง ส่วนกลุ่มที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดินที่ไม่ให้อาหารเสริมให้จำนวนไข่เฉลี่ย 40.30±1.601 ฟองและ 40.03 ±1.629 ฟอง ส่วนความกว้างหัวและความยาวตัวของแมลงหางหนีบทั้งที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดินทั้งที่ให้อาหารเสริมและไม่ให้อาหารเสริม ความกว้างหัวและความยาวลำตัวไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) และระยะการเจริญเติบโตของแมลงหางหนีบที่เลี้ยงในสภาวะใช้ดินและไม่ใช้ดินทั้ง 6 กลุ่มก็ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) จากการศึกษานี้จะเป็นแนวทางในการเพาะเลี้ยงแมลงหางหนีบสีดำ *Euborellia* sp. เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดชัยนาท ที่อนุเคราะห์ดิน และแมลงหางหนีบสีดำ *Euborellia* sp.

เอกสารอ้างอิง

กิตติยา สุขเสน. (2549). **การเพาะเลี้ยงแมลงหางหนีบ *Euborellia* sp.**: วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. (2531). **พืชไร่**. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นุชรีย์ ศิริ. (2549). **เทคนิคการเพาะเลี้ยงศัตรูธรรมชาติเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืช**. ใน: เอกสารประกอบการฝึกอบรม ณ ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประมวล ทรายทอง. (2557). **บริเวอร์ยีสต์**. http://research.ifrpd.ku.ac.th. 8 พฤศจิกายน 2557.

วันดี วัฒนชัยยิ่งเจริญ. (2550). **เอกสารประกอบการสอนรายวิชาชีววิทยาของแมลง.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก.

วิโรจน์ ขลิบสุวรรณ . (2554). **นิเวศวิทยาของแมลงและเทคนิคเสริมในการจัดการแมลงศัตรู**. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุชาดา เสกาสรรค์วิริยะ. (2550). **การพัฒนาสูตรอาหารเทียมเพาะเลี้ยงหนอนแมลงวันผลไม้โดยเพิ่มบริเวอร์ยีสต์ เพื่อใช้ในการควบคุมโดยเทคนิคการใช้แมลงเพื่อเป็นหมัน.** วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

การคัดแยกแบคทีเรียที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของหน้าวัว

Screening of bacteria for inhibiting growth of *Colletotrichum* spp. causing anthracnose in anthurium

ภาวิณี ไชยรักษ์ ปิยะฉัตร วิริยะอำไพวงศ์* และ มัลลิกา ธีระกุล
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์
*corresponding author e-mail: piyachat.wi@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดแยกแบคทีเรียที่มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ที่เป็นสาเหตุโรคแอนแทรคโนสในหน้าวัว โดยแยกจากตัวอย่างดินและวัสดุปลูกบริเวณรากต้นหน้าวัวจากแหล่งที่มีการขยายพันธุ์และจำหน่ายในจังหวัดกาฬสินธุ์ จากนั้นนำแบคทีเรียที่แยกได้ไปทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราด้วยวิธี dual culture ผลการศึกษาพบแบคทีเรียจำนวน 17 จาก 131 ไอโซเลท ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ในช่วงร้อยละ 35 ถึงร้อยละ 54 โดยมีแบคทีเรียจำนวน 4 ไอโซเลท ได้แก่ Biot.15, Biot.76, Biot.119 และ Biot.124 ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดีที่สุดคิดเป็นร้อยละ 54, 53, 51.2 และ 50.6 ตามลำดับ จากการศึกษาแบคทีเรียทั้ง 4 ไอโซเลทภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบว่าลักษณะเซลล์เป็นรูปแท่งและส่วนใหญ่ย้อมติดสีแกรมลบ เมื่อนำแบคทีเรียจำนวน 2 ไอโซเลท ที่ให้ร้อยละการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสูงสุด ได้แก่ Biot.15 และ Biot.76 ไปจำแนกชนิด โดยการเพิ่มจำนวนชิ้นส่วนยีน 16S rDNA ด้วยเทคนิคพีซีอาร์และนำไปหาลำดับเบสพบว่าแบคทีเรีย Biot.15 คือ *Bacillus* sp. และแบคทีเรีย Biot.76 คือ *Burkholderia* sp.

คำสำคัญ : การคัดแยกแบคทีเรีย เชื้อรา *Colletotrichum* spp. โรคแอนแทรคโนส วิธี dual culture 16S rDNA

Abstract

This research aimed to screen bacteria that can inhibit growth of *Colletotrichum* spp. which causes anthurium anthracnose. The bacteria were isolated from soil and growing media around the anthurium roots from nursery and garden shops in Kalasin province. Dual culture method was used to determine bacteria for inhibition of fungal growth. There were 17 from 131 bacterial isolates that showed mycelium growth inhibition range between 35-54%. Among those bacteria, Biot.15, Biot.76, Biot.119 and Biot.124 were found to be most effective inhibiting growth of mycelium which was 54, 53, 51.2 and 50.6%, respectively. Morphology of these bacterial isolates was observed under the microscope. The morphology demonstrated that all of bacteria were rod shape and some of them were gram-negative. In addition, Biot.15 and Biot.76 which showed the highest percentage of inhibition were then identified by sequencing of PCR-amplified 16S rDNA genes. Biot.15 was *Bacillus* sp. and Biot.76 was *Burkholderia* sp.

keywords : bacterial screening, *Colletotrichum* spp., anthracnose, dual culture method, 16S rDNA

บทนำ

หน้าวัว (Anthurium, *Anthurium andraeanum*) เป็นไม้ดอกไม้ประดับอยู่ในสกุล *Anthurium* วงศ์ Araceae มีชื่อสามัญว่า Flamingo Flower มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนชื้นของทวีปอเมริกาเหนือ และแถบประเทศโคลัมเบียทวีปอเมริกาใต้ ดังนั้นหน้าวัวจึงมีความทนทานต่อสภาพอากาศที่ร้อนชื้นในประเทศไทยได้เป็นอย่างดี จัดเป็นไม้ดอกเศรษฐกิจที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าไม้ตัดดอกชนิดอื่นๆ ทั้งนี้เพราะดอกสีสันสวยงามสะดุดตา ก้านดอกยาวและแข็งแรง มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า 10 วัน ในประเทศไทยมีการนำหน้าวัวเข้ามาปลูกมานานกว่า 90 ปีแล้ว ปัจจุบันมีพื้นที่ปลูกประมาณ 190 ไร่ ให้ผลผลิตประมาณ 5,000,000 ดอกต่อปี มีการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากสามารถปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศ เป็นพืชที่

ใช้พื้นที่ปลูกน้อย ให้ผลผลิตเร็วและต่อเนื่องอย่างน้อย 6 ปี ผลตอบแทนสูง ไม้ประดับสกุลนี้จึงนิยมนำมาใช้ประโยชน์ทั้งในด้านการตัดดอก จัดสวน และใช้เป็นไม้กระถาง ดอกหน้าวัวทำรายได้สูงกว่าดอกไม้ชนิดอื่นๆ ที่ปลูกในพื้นที่ที่เท่ากันแม้ปลูกเพียงเพื่อตัดดอกจำหน่ายในตลาดท้องถิ่น จัดเป็นไม้ตัดดอกเศรษฐกิจที่ทำรายได้ต่อไร่สูงสุดของประเทศไทย คือ 140,000 บาท/ไร่/ปี (อมรรัตน์ ภู่ไพบูลย์ ทวี เก่าศิริ และพัชราภรณ์ ลีลาภิรมย์กุล, 2552) อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่สำคัญของการปลูกหน้าวัว คือ ปัญหาจากโรคพืช โดยเฉพาะโรคแอนแทรคโนส (Anthracnose) ที่เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ซึ่งหน้าวัวที่เป็นโรคนี้จะมีแผลที่ใบและจานรองดอกเป็นจุดสีน้ำตาลค่อนข้างกลม และเมื่อมีสภาพอากาศร้อนชื้นแผลจะขยายขนาดใหญ่ขึ้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556) ส่งผลให้ผลผลิตหน้าวัวลดลง ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผู้ผลิตและผู้ส่งออกดอกหน้าวัวเป็นอย่างมาก การแก้ปัญหาโดยการใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา (fungicides) เป็นวิธีการที่ได้ผลดี สะดวกและรวดเร็ว อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีเหล่านี้พบว่าเป็นอันตรายและไม่ปลอดภัย ดังนั้นการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี (Biocontrol) จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมี รวมทั้งเป็นวิธีที่ประหยัด ปลอดภัย และให้ผลในระยะยาว (เกษม สร้อยทอง, 2532; วราภรณ์ สุทธิสา และ นิวัฒ เสนาะเมือง, 2557)

มีรายงานที่กล่าวถึงความสามารถของแบคทีเรียบางชนิดในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืช ตัวอย่างเช่น *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas* spp., *Pseudomonas fluorescens* และ *Pantoea agglomerans* สามารถยับยั้งการเจริญของ *Stenocarpella maydis* และ *Stenocarpella macrospora* ที่เป็นเชื้อราสาเหตุโรคฝักเน่าในข้าวโพด (Sagahón et al., 2011) *Pseudomonas fluorescens* สามารถยับยั้งการเจริญของ *Alternaria cajani*, *Curvularia lunata*, *Fusarium* sp., *Bipolaris* sp. และ *Helminthosporium* sp. (Srivastava & Shalini, 2008) ทั้งนี้แบคทีเรียกลุ่ม *Pseudomonas* sp. ยังสามารถยับยั้งการเจริญของ *Sclerotinia sclerotiorum* เชื้อราสาเหตุโรคลำต้นเน่าในต้นอัลฟาฟ่า ดอกทานตะวัน และคาโนล่า (Fernando et al., 2005) นอกจากนี้ Rahman et al., 2007 สามารถคัดแยกเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ *Burkholderia cepacia* และ *Pseudomonas aeruginosa* ซึ่งมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* ที่เป็นสาเหตุโรคแอนแทรคโนสในมะละกอได้อีกด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดแยกแบคทีเรียจากดินและวัสดุปลูกบริเวณรากของต้นหน้าวัวในแหล่งที่มีการขยายพันธุ์และจำหน่ายหน้าวัว พร้อมทั้งทดสอบความสามารถของเชื้อแบคทีเรียที่คัดแยกได้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ซึ่งเป็นสาเหตุโรคแอนแทรคโนสในหน้าวัว เพื่อเป็นข้อมูลที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมโรคพืชได้ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างดินและวัสดุปลูกบริเวณรากของต้นหน้าวัวจากแหล่งที่มีการขยายพันธุ์และจำหน่ายหน้าวัวในจังหวัดกาฬสินธุ์แหล่งละ 5 ตัวอย่าง จากนั้นตากให้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 วัน ร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 0.2 มิลลิเมตร และเก็บตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

การแยกเชื้อแบคทีเรีย

นำตัวอย่างดินจำนวน 1 กรัม ผสมในน้ำกลั่นปลอดเชื้อปริมาตร 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปเจือจางลำดับส่วน (serial dilution) จนถึงค่าความเจือจางที่ 10^{-8} โดยทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ จากนั้นนำตัวอย่างที่มีค่าการเจือจางที่ 10^{-5}-10^{-8} มาเกลี่ยลงบนอาหาร NA ที่เติมสารยับยั้งเชื้อราความเข้มข้น 50 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง นำโคโลนีที่แตกต่างกันของแบคทีเรียที่แยกได้มาทำให้บริสุทธิ์ด้วยวิธี cross streak แล้วเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ศึกษาในขั้นตอนต่อไป สำหรับการแยกเชื้อแบคทีเรียจากวัสดุปลูกทำเช่นเดียวกับที่กล่าวมาข้างต้น

การทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* spp.

ทำการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ด้วยวิธี dual culture technique (Morton & Stroube, 1955) โดยเลี้ยงเชื้อราบนอาหาร PDA เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นใช้ cork borer เจาะบริเวณเส้นใยราแล้วย้ายมาวางบนอาหาร PDA ห่างจากขอบจานเพาะเชื้อประมาณ 2 เซนติเมตร ใช้ loop แตะเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้ลากขนานกับเชื้อรา โดยลากห่างจากจุดศูนย์กลางของเชื้อรา 5 เซนติเมตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน สำหรับชุดควบคุมทำเช่นเดียวกันแต่เปลี่ยนจากเชื้อแบคทีเรียเป็นน้ำกลั่นปลอดเชื้อ คำนวณหาร้อยละการยับยั้งการเจริญของเชื้อราดังสมการ จากนั้นคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้สูงสุดจำนวน 17 ไอโซเลท ไปศึกษาลักษณะเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์และจำแนกชนิดด้วยวิธีการทางชีวโมเลกุล

$$\text{ร้อยละการยับยั้งการเจริญ} = \frac{(R1-R2) \times 100}{R1}$$

R1 = เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อราในชุดควบคุม

R2 = เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อราในชุดทดลอง

การศึกษาลักษณะเซลล์แบคทีเรียภายใต้กล้องจุลทรรศน์ด้วยการย้อมสีแกรม (Gram’s staining)

เลือกโคโลนีเดี่ยวของเชื้อแบคทีเรียมาย้อมสีแกรม (Coico, 2005) แล้วส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยศึกษาลักษณะรูปร่างของเซลล์และผลการติดสีแกรม พร้อมทั้งบันทึกผลการศึกษาที่ได้

การเพิ่มปริมาณยีน 16S rDNA ด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่โพลิเมอร์เรส (Polymerase chain reaction; PCR)

ทำการสกัด DNA จากแบคทีเรีย (Sambrook et al., 1989) จากนั้นเพิ่มปริมาณชิ้นยีน 16S rDNA ด้วยเทคนิค PCR (Kawasaki et al., 1993) โดยใช้ไพรเมอร์ 20F (5’-GAG TTT GAT CCT GGC TCA G-3’) (Brosius et al., 1981) และ 1500R (5’GTT ACC TTG TTA CGA CTT-3’) (Brosius et al., 1981) ซึ่งสภาวะของปฏิกิริยา PCR เป็นดังนี้ : Initial denaturation 94 องศาเซลเซียส 3 นาที Denaturation 94 องศาเซลเซียส 1 นาที Annealing 50 องศาเซลเซียส 1 นาที Extension 72 องศาเซลเซียส 2 นาที และ Final extension 72 องศาเซลเซียส 3 นาที จากนั้นตรวจสอบผลิตภัณฑ์ PCR ด้วยอะกาโรสเจลอิเล็กโทรโฟริซีส (Agarose gel electrophoresis) แล้วทำให้บริสุทธิ์โดยใช้ GenepHlow™ Gel/PCR Kit (Geneaid Buitech Ltd., Taiwan)

การหาลำดับนิวคลีโอไทด์และเปรียบเทียบข้อมูล

นำผลิตภัณฑ์ PCR ที่ทำให้บริสุทธิ์แล้วไปหาลำดับนิวคลีโอไทด์โดยใช้บริการจากหน่วยบริการชีวภาพ ศูนย์พันธุ-วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC) สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช) จากนั้นใช้โปรแกรม BioEdit (Biological sequence alignment editor) (http://www.mbio.ncsu.edu/BioEdit/BioEdit.html) ในการจัดลำดับนิวคลีโอไทด์ พร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้กับฐานข้อมูล GenBank (http://www.ncbi.nlm.nih.gov) โดยใช้โปรแกรม BLASTN (http://www.cbi.nlm.nih.gov/blast/)

ผลการวิจัย

การแยกเชื้อแบคทีเรียที่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* spp.

ผลการแยกเชื้อแบคทีเรียจากดินบริเวณรากและวัสดุปลูกของต้นหน้าวัว จำนวน 5 ตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 1 พบว่าสามารถแยกเชื้อแบคทีเรียได้ทั้งหมด 131 ไอโซเลท โดยเป็นแบคทีเรียที่แยกได้จากดินจำนวน 70 ไอโซเลท และเป็นแบคทีเรียที่แยกได้จากวัสดุปลูกจำนวน 61 ไอโซเลท

ตารางที่ 1 จำนวนแบคทีเรียที่แยกได้จากตัวอย่างดินบริเวณรากและวัสดุปลูกของต้นหน้าวัว

ตัวอย่างที่	จำนวนแบคทีเรียที่แยกได้จากดิน	จำนวนแบคทีเรียที่แยกได้จากวัสดุปลูก	รวม
1	20	14	34
2	6	7	13
3	11	10	21
4	14	13	27
5	19	17	36
รวม	70	61	131

การทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* spp.

จากการทดสอบความสามารถของเชื้อแบคทีเรียที่คัดแยกได้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ด้วยวิธี dual culture technique พบว่ามีแบคทีเรียจำนวน 17 ไอโซเลท ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* ได้ โดยมีค่าร้อยละการยับยั้งระหว่าง 35-54 ดังตารางที่ 2 โดยมีแบคทีเรียจำนวน 4 ไอโซเลท ได้แก่ Biot.15, Biot.76, Biot.119 และ Biot.124 ที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ดีที่สุดคิดเป็นร้อยละ 54, 53, 51.2 และ 50.6 ตามลำดับ (ภาพที่ 1)

ตารางที่ 2 ร้อยละการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. โดยเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้

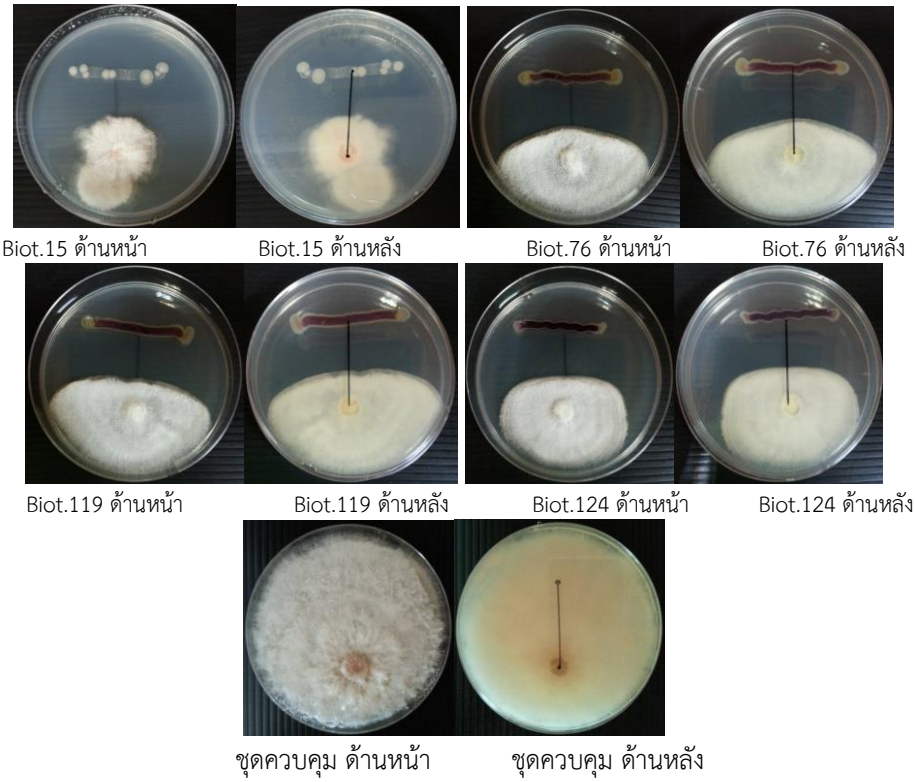
ลำดับ	รหัสเชื้อแบคทีเรีย	ร้อยละการยับยั้งการเจริญ
1	Biot.2	34.6±0.74
2	Biot.10	38.7±1.25
3	Biot.12	35.0±2.50
4	Biot.15	54.0±3.30
5	Biot.20	45.0±3.73
6	Biot.35	41.2±2.16
7	Biot.39	41.2±2.16
8	Biot.40	38.7±3.30
9	Biot.61	38.7±2.50
10	Biot.76	53.0±2.16
11	Biot.86	37.5±4.50
12	Biot.88	36.2±3.30
13	Biot.93	35.0±1.25
14	Biot.102	35.0±3.30
15	Biot.118	35.0±2.16
16	Biot.119	51.2±4.50
17	Biot.124	50.6±5.44

การศึกษาลักษณะเซลล์แบคทีเรียภายใต้กล้องจุลทรรศน์ด้วยการย้อมสีแกรม

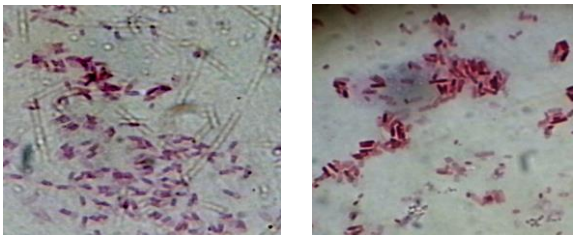
เมื่อนำแบคทีเรียจำนวน 4 ไอโซเลท ที่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ได้ดีที่สุดซึ่งได้แก่ Biot.15, Biot.76, Biot.119 และ Biot.124 มาย้อมสีแกรมพร้อมตรวจสอบลักษณะเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (รูปที่ 2) พบว่าเซลล์ของแบคทีเรียทั้ง 4 ไอโซเลท มีรูปร่างเป็นท่อน โดย Biot.15 ย้อมติดสีแกรมบวก ในขณะที่ Biot.76, Biot.119 และ Biot.124 ย้อมติดสีแกรมลบ สรุปได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ลักษณะรูปร่างเซลล์และการติดสีแกรมภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของแบคทีเรีย

รหัสเชื้อแบคทีเรีย	รูปร่าง	การติดสีแกรม
Biot.15	ท่อน	แกรมบวก
Biot.76	ท่อน	แกรมลบ
Biot.119	ท่อน	แกรมลบ
Biot.124	ท่อน	แกรมลบ



ภาพที่ 1 ผลการทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ของแบคทีเรีย Biot.15, Biot.76, Biot.119 และ Biot.124 เปรียบเทียบกับชุดควบคุม หลังจากบ่มเป็นเวลา 14 วัน



ภาพที่ 2 ลักษณะรูปร่างเซลล์แบคทีเรียภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่ย้อมติดสีแกรมบวก (ก) และแกรมลบ (ข)

การเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์ของเชื้อแบคทีเรีย

จากการเพิ่มปริมาณชิ้นส่วนของยีนบริเวณ 16S rDNA ของแบคทีเรีย Biot.15 และ Biot.76 ด้วย PCR แล้วนำลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank โดยใช้โปรแกรม BLASTN เพื่อให้ทราบถึงชนิดของแบคทีเรียที่มีลำดับเบสใกล้เคียง พบว่าแบคทีเรีย Biot.15 และ Biot.76 มีความเหมือนกับแบคทีเรียสกุล *Bacillus* sp. และ *Burkholderia* sp. ตามลำดับ โดยมีเปอร์เซ็นต์ความเหมือน (identity) อยู่ที่ประมาณ 99% (ตารางที่ 4 และ 5)

ตารางที่ 4 ข้อมูลการเปรียบเทียบความเหมือนของลำดับนิวคลีโอไทด์ของแบคทีเรีย Biot.15

Accession	ชื่อแบคทีเรีย	เปอร์เซ็นต์ความเหมือน
CP000560	*Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum*	99.43
AJVF01000043	*Bacillus siamensis*	99.36
EU194897	*Bacillus methylotrophicus*	99.28
ABQL01000001	*Bacillus subtilis* subsp. *subtilis*	99.22
FN597644	*Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *amyloliquefaciens*	99.15

ตารางที่ 5 ข้อมูลการเปรียบเทียบความเหมือนของลำดับนิวคลีโอไทด์ของแบคทีเรีย Biot.76

Accession	ชื่อแบคทีเรีย	เปอร์เซ็นต์ความเหมือน
AM747630	*Burkholderia arboris*	99.59
AM747720	*Burkholderia cenocepacia*	99.52
AXBO01000009	*Burkholderia cepacia*	99.45
AM747632	*Burkholderia metallica*	99.45
AM747631	*Burkholderia seminalis*	99.45

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการแยกเชื้อแบคทีเรียจากวัสดุปลูกและดินบริเวณรากของต้นหน้าวัว พร้อมทั้งทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. พบแบคทีเรียที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราชนิดนี้ได้สูงสุดคือแบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* sp. และ *Burkholderia* sp. ซึ่งมีรายงานว่า *Bacillus* sp. สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้ เช่น *Sclerotinia sclerotiorum* เชื้อราสาเหตุโรคลำต้นเน่าในต้นคาโนล่า (Wu et al., 2014) และ *Macrophomina phaseolina* เชื้อราสาเหตุโรคชาโคลรอทในละหุ่ง (Marroni, 2015) เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้อีกหลายชนิด อาทิ เช่น *Alternaria panax, Botrytis cinerea, Corynespora cassiicola*, *Colletotrichum orbiculare*, *Penicillium digitatum*, *Fusarium oxysporum* และ *Pynculana grisea* (Ji et al., 2013) โดยกลไกการยับยั้งทางชีวภาพนั้นเนื่องมาจากแบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* sp. มีการผลิตสารปฏิชีวนะ สารอินทรีย์ระเหยง่าย (volatile organic compounds (VOCs)) ไฮโดรไลติกเอนไซม์ (hydrolytic enzymes) และสารไซเดอโรฟอร์ (siderophores) ที่มีคุณสมบัติต้านการเจริญของจุลินทรีย์ได้หลายชนิด (Kumar et al., 2012) ในส่วนของไฮโดรไลติกเอนไซม์ เช่น โปรติเอส เบต้า 1, 3 กลูคาเนส เซลลูเลส ไซลาเนส ไลเปส อะไมเลส และไคติเนส สามารถทำลายส่วนประกอบของผนังเซลล์จำพวกไคติน เบต้ากลูแคน และโปรตีนได้ (Yu et al., 2011) สำหรับสารไซเดอโรฟอร์นั้นสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคในพืชได้โดยการไปแย่งจับธาตุเหล็กที่จำเป็นต่อการเจริญของจุลินทรีย์ เป็นผลให้จุลินทรีย์ก่อโรคในพืชไม่สามารถเจริญได้ (Kloepper et al., 1980) ส่วนสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่แบคทีเรียผลิตขึ้นก็มีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้ (Fernando et al., 2005) ในขณะเดียวกัน Elshafie et al. (2012) ได้ศึกษาถึงความสามารถของแบคทีเรียกลุ่ม *Burkholderia* sp. ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืช โดยพบว่า *Burkholderia gladioli* pv. *agaricicola* สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชและเชื้อราที่อาศัยอยู่กับพืช ได้แก่ *Botrytis cinerea*, *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Penicillium digitatum*, *P. expansum*, *Sclerotinia sclerotiorum* และ *Phytophthora cactorum* ซึ่ง *Burkholderia* sp. ผลิตสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่ให้ผลในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราและพบว่าสารดังกล่าว คือ 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-cyclohexene หรือลิโมนีน (limonene) ซึ่งเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบหนึ่งในน้ำมันหอมระเหยบางชนิด (Hossain et al., 2008)

อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ยังไม่สามารถระบุสายพันธุ์ของแบคทีเรียได้แน่ชัด ทั้งนี้ควรมีการทดสอบทางชีวเคมีร่วมด้วยหรือศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอบริเวณอื่นเพิ่มเติม เช่น ยีน gyraseA (gyrA) (Ji et al., 2013) หรือศึกษาความเหมือนของดีเอ็นเอทั้งหมดด้วยวิธี DNA-DNA hybridization เปรียบเทียบกับแบคทีเรียที่ใกล้เคียง นอกจากนั้นในงานวิจัยครั้ง

ต่อไปอาจมีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องของคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืช โดยนอกจากจะทดสอบการยับยั้งกับเชื้อแบคทีเรียโดยตรงแล้วยังสามารถใช้น้ำเลี้ยงแบคทีเรียมาทดสอบเพื่อศึกษาสารต้านจุลินทรีย์ที่แบคทีเรียผลิตขึ้นได้อีกด้วย

สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าแบคทีเรียที่แยกได้จากดินและวัสดุปลูกบริเวณรากของต้นหน้าวัว จากแหล่งที่มีการขยายพันธุ์และจำหน่ายหน้าวัวในจังหวัดกาฬสินธุ์บางชนิด มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Colletotrichum* spp. ซึ่งเป็นสาเหตุโรคแอนแทรคโนสของหน้าวัวได้ โดยสามารถยับยั้งได้สูงสุด ร้อยละ 54 ซึ่งแบคทีเรียดังกล่าวได้แก่ แบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* sp. และ *Burkholderia* sp.

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์ ที่สนับสนุนอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ทำการทดลอง รวมทั้งทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2556). **คู่มือปฏิบัติงานเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร: โรคและแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

เกษม สร้อยทอง. (2532). **การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี.** กรุงเทพฯ: คณะเทคโนโลยีการอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วราภรณ์ สุทธิสา และ นิวัฒ เสนาะเมือง. (2557). **ประสิทธิภาพของเห็ดรังนก (Cyathus sp.) ในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชในดินโดยชีววิธี.** แก่นเกษตร, 42(4), 539-546.

อมรรัตน์ ภู่ไพบูลย์ ทวี เก่าศิริ และ พัชราภรณ์ ลีลาภิรมย์กุล. (2552). **หน้าวัวพันธุ์ต้านทานโรคเน่าดำ.** กสิกร, 82 (4).

Brosius, J., Dull,T.J., Sleeter, D.D. & Noller, H.F. (1981). Gene organization and primary structure of a ribosomal RNA operon from Escherichia coli. **Journal of Molecular Biology,** 148(2), 107-27. doi: 10.1016/0022-2836(81)90508-8

Coico, R. (2005). Gram Staining. In A. McBride, J.M. Quarles, B. Stevenson, & R.K. Taylor (Eds), **Current Protocols in Microbiology (appendix 3c).** New Jersey*:* John Wiley & Sons. Retrieved November 3, 2014, from http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780471729259.mca03cs00/full

Elshafie, H., Camelel, S., Racioppi, R., Scrano, L., Iacobellis, N.S. & Bufo, S.A. (2012). In vitro antifungal activity of Burkholderia gladioli pv. agaricicola against some phytopathogenic fungi. **International Journal of Molecular Sciences,** 13(12). 16291-16302. doi: 10.3390/ijms131216291

Fernando, W.G.D., Ramarathnam, R., Krishnamoorthy, A.S. & Savchuk, S.C. (2005). Identification and use of potential bacterial organic antifungal volatiles in biocontrol. **Soil Biology & Biochemistry,** 37(5), 955-964. doi: 10.1016/j.soilbio.2004.10.021

Hossain, M.A., Ismail, Z., Rahman, A. & Kang, S.C. (2008). **Chemical composition and anti-fungal properties of the essential oils and crude extracts of Orthosiphon stamineus Benth**. Industrial Crops and Products, 27. 328–334. doi: 10.1016/j.indcrop.2007.11.008

Ji, S.H., Paul, N.C., Deng, J.X., Kim, Y.S., Yun, B.S., & Yu, S.H. (2013). Biocontrol activity of Bacillus amyloliquefaciens CNU114001 against fungal plant diseases. **Mycobiology,** 41(4). 234–242. doi: 10.5941/MYCO.2013.41.4.234

Kawasaki, H., Hoshino, Y., Hirata, A. & Yamasato, K. (1993). Is intracytoplasmic membrane structure a generic criterion? It does not coincide with phylogenetic interrelationships among phototrophic purple nonsulfur bacteria. **Archives of Microbiology,** 160(5). 358-62. doi: 10.1007/BF00252221

Kloepper, J.W., Leong, J., Teintze, M. & Schroth, M.N. (1980)**. Enhanced plant growth by siderophores produced by plant growth-promoting rhizobacteria.** Nature, 286. 885-886. doi: 10.1038/286885a0

Kumar, A., Saini, S., Wray, V., Nimtz, M., Prakash, A. & Johri, B.N. (2012). Characterization of an ntifungal compound produced by Bacillus sp. strain A(5)F that inhibits Sclerotinia sclerotiorum. **Journal of Basic Microbiology,** 52(6). 670-678. doi: 10.1002/jobm.201100463

Marroni, I.V. (2015). Screening of bacteria of the genus Bacillus for the control of the plant-pathogenic fungus Macrophomina phaseolina. **Biocontrol Science and Technology,** 25(3). doi: 10.1080/09583157.2014.976178

Morton, D. J. & Stroube, W. H. (1955). Antagonistic and stimulatory effects of soil microorganisms upon Sclerotium rolfsii. **Phytopathology.** 45. 417–420.

Rahman, M.A., Kadir, J., Mahmud, T.M.M., Rahman, R.A. & Begum, M.M. (2007). Screening of antagonistic bacteria for biocontrol activities on Colletotrichum gloeosporioides in papaya . **Asian Journal of Plant Sciences,** 6. 12-20. doi: 10.3923/ajps.2007.12.20

Sagahón, I. P., Anducho-Reyes, M. A., Silva-Rojas, H. V., Arana-Cuenca, A., Tellez-Jurado, A., Oyuki, I., Alvarez, C. & Mercado-Flores, Y. (2011). Isolation of bacteria with antifungal activity against the phytopathogenic fungi Stenocarpella maydis and Stenocarpella macrospora. **International Journal of Molecular Sciences,** 12(9). 5522-5537. doi: 10.3390/ijms12095522

Sambrook, J., Fritschi, E.F., & Maniatis, T. (1989). Molecular cloning: a laboratory manual. New York: Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Srivastava, R. & Shalini. (2008). **Antifungal activity of Pseudomonas fluorescens against different plant pathogenic fungi.** The Internet Journal of Microbiology, 7(2). Retrieved February 20, 2015, from https://ispub.com/IJMB/7/2/10811

Wu, Y., Yuan, J., Raza, W., Shen, Q., Huang, Q.(2014). Biocontrol traits and antagonistic potential of Bacillus amyloliquefaciens strain NJZJSB3 against Sclerotinia sclerotiorum, a causal agent of canola stem rot. **Journal of Microbiology and Biotechnology**, 24(10). 1327-1336. doi: 10.4014/jmb.1402.02061

Yu, X., Ai, C., Xin, L. & Zhou, G. (2011). The siderophoreproducing bacterium, Bacillus subtilis CAS15, has a biocontrol effect on Fusarium wilt and promotes the growth of pepper**. European Journal of Soil Biology**, 47(2). 138-145. doi:10.1016/j.ejsobi.2010.11.001

การคัดแยกโปรไบโอติกแบคทีเรียจากอาหารหมักเพื่อศึกษาการยับยั้งการเติบโตของ *Staphylococcus aureus* สายพันธุ์ที่ต้านทานเมทิซิลลินและสายพันธุ์อื่น ๆ

The selection of probiotic bacteria from fermented foods for studying growth inhibition of some clinical Isolates of Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and other strains

อุไรวรรณ วิจารณกุล
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
corresponding author e-mail: uriwanvij@gmail.com

บทคัดย่อ

Staphylococcus aureus ที่ต้านทานสารปฏิชีวนะเมทิซิลลินเป็นอันตรายที่สำคัญต่อการสาธารณสุข สารต้าน จุลชีพเช่น สารปฏิชีวนะ สารฆ่าเชื้อ สารชำระล้างและเพปไทด์ต้านจุลชีพมีบทบาทสำคัญในการควบคุม *S. aureus* แต่ยังมีความเข้าใจที่ไม่ชัดเจนในกลไกการต้านเมทิซิลลิน ของ *S. aureus* (MRSA) ที่คัดแยกจากคลินิก จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจที่จะค้นหากลวิธีอื่นในการควบคุมสายพันธุ์ *S. aureus* ที่ต้านทานสารปฏิชีวนะนี้ ดังนั้นจึงได้ทำการคัดเลือกแบคทีเรียจากอาหารหมักเพื่อค้นหาแบคทีเรียที่สามารถยับยั้งการเติบโตของ MRSA และสายพันธุ์อื่นๆ อาหารหมักที่ใช้คัดแยกได้จากอาหารหมักในท้องถิ่นได้แก่ ปลาส้ม แหนม ผักดอง โยเกิร์ต และน้ำหมักชีวภาพที่จำหน่ายในพิษณุโลกและเพชรบูรณ์ ทำการคัดแยกโดยใช้เทคนิคการเจือจางและ spread plate บนอาหาร deMan Rogosa Sharpe ทำการศึกษาการยับยั้งการเติบโตของแบคทีเรียทดสอบโดยใช้ Agar Spot Test และ Paper Disc Diffusion method ทดสอบสมบัติการเป็น probiotic ในห้องปฏิบัติการโดยทดสอบความสามารถในการทนกรดและความสามารถในการเกาะติด จากแบคทีเรียที่คัดแยกได้ทั้งหมด 80 ไอโซเลต มีโปรไบโอติกแบคทีเรีย 17 ไอโซเลตที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ *S. aureus* สายพันธุ์ที่ต้านทานเมทิซิลลินและสายพันธุ์อื่น ๆ ได้อย่างน้อย 1 สายพันธุ์ และมีคุณสมบัติในการทนกรด สามารถเติบโตได้ในสภาวะความเป็นกรด pH 6, 5, 4, 3 และสภาวะความเป็นกลาง pH 7 และความสามารถในการเกาะติดเม็ดเลือดแดงแกะ 14 ไอโซเลต โปรไบโอติกแบคทีเรียทั้ง 17 ไอโซเลต อยู่ใน 3 จีนัสคือ *Bacillus* (9 ไอโซเลต), *Lactobacillus* (7 ไอโซเลต) และ *Streptococcus* (1 ไอโซเลต)

คำสำคัญ : *Staphylococcus aureus* ต้านสารปฏิชีวนะเมทิซิลลิน อาหารหมัก

Abstract

Staphylococcus aureus resistance to multiple antibiotics such as methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA) is major public health hazards. Antimicrobial compounds such as antibiotics, antiseptics, disinfectants and antimicrobial peptides play major roles in the control of *S. aureus*. However, the resistance mechanism of Methicillin- resistance clinical isolates of *S. aureus* (MRSA) has been poorly understood. It is interesting to search for other strategies to control these resistance *S. aureus* strains. Therefore, the selection of bacteria from fermented foods was performed in order to find out the bacteria that were able to inhibit the growth of MRSA and other strains. Fermented food samples were collected from traditional fermented foods i.e. fermented pork, fermented fishes, fermented vegetables, yogurts and biofermented solution distributed in Phitsanulok and Petchaboon. The dilution and spread plate techniques on deMan Rogosa Sharpe medium were used for bacterial selection. The Agar spot test and paper disc diffusion method were used for the inhibition study. Characteristics of probiotic were laboratory tested for acid tolerance and hemagglutination assay. Among eighty isolates, there were 17 isolates of probiotic bacteria which were able to inhibit the growth of at least one *S. aureus* strain. They were acid tolerance and were able to grow on acid condition pH 6, 5, 4, 3. Fourteen isolates gave positive agglutination to sheep blood. All 17 isolates were identified in 3 genus which were *Bacillus* (9 isolates), *Lactobacillus* (7 isolates) and *Streptococcus* (1 isolate).

keywords : *Staphylococcus aureus*, Methicillin resistance, Fermented food

บทนำ

แบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะเป็นปัญหาใหญ่และซับซ้อนที่ส่งผลโดยรวมต่อสุขภาพและเศรษฐกิจของประชากร การดื้อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรีย เกิดจากการที่แบคทีเรียมีการปรับตัวต่อยาโดยวิธีการต่างๆ เพื่อขจัดหรือลดประสิทธิภาพของสารปฏิชีวนะ *Staphylococcus aureus* เป็นแบคทีเรียก่อให้เกิดโรคได้หลากหลายชนิด ทั้งโรคอาหารเป็นพิษ โรคฝีหนอง ปัจจุบันพบ Methicillin resistance *S. aureus* (MRSA) (Enright et al., 2002) ซึ่งเป็น *S. aureus* ที่ดื้อยาเมทิซิลลินและยาในกลุ่มเบตาแลกแตม ยาที่ใช้รักษา MRSA ในปัจจุบันคือ Vancomycin ซึ่งเป็นยาที่มีราคาแพง และในปี ค.ศ. 1997 เริ่มพบว่า MRSA มีความไวต่อยา Vancomycin ลดลง สารต้านจุลชีพบางตัวเช่น สารปฏิชีวนะ (antibiotics) สารระงับเชื้อ (antiseptics) สารทำลายเชื้อ (disinfectants) และเพปไทด์ต้านจุลชีพ (antimicrobial peptides) มีบทบาทสำคัญในการควบคุมโรคที่เกิดจาก *S. aureus* กลไกในการต้านทานเมทิซิลลินของ *S. aureus* สายพันธุ์ที่ต้านทานเมทิซิลลินยังไม่เป็นที่เข้าใจกัน การคัดแยกโปรไบโอติกแบคทีเรียจากอาหารหมักเพื่อศึกษาการยับยั้งการเติบโตของ *Staphylococcus aureus* สายพันธุ์ที่ต้านทานเมทิซิลลินและสายพันธุ์อื่น ๆ จึงเป็นวิธีการหนึ่งในการเสาะแสวงหารูปแบบใหม่ ๆ เพื่อการบำบัดรักษาโรคติดเชื้อจาก MRSA

วิธีดำเนินการวิจัย

ได้ทำการคัดแยกโปรไบโอติกแบคทีเรียจากอาหารหมักจากแหนม ปลาส้ม ผักเสี้ยนดองและผักกาดดอง น้ำหมักชีวภาพบัวหิมะ และโยเกิร์ต ที่มีขายในตลาดในจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดใกล้เคียง

การเก็บตัวอย่าง ทำการเก็บตัวอย่างอาหารหมัก ประเภทต่างๆ ประเภทละ 1 ชนิด ชนิดละ 2 แหล่งผลิต โดยทำการเก็บ 3 ครั้ง ระยะเก็บห่างกัน 2 สัปดาห์ เพื่อนำมาคัดแยก การเก็บตัวอย่างจะเก็บในลักษณะภาวะปลอดเชื้อ (sterile condition) ระบุแหล่งที่เก็บ ลักษณะ และวันเดือนปี ที่เก็บ

การคัดแยกแบคทีเรีย การคัดแยกแบคทีเรียจากอาหารตัวอย่าง โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ deMan Rogosa Sharpe บ่มที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 37^0C

แบคทีเรียที่ใช้ทดสอบ แบคทีเรียทดสอบที่ใช้ คือ *Staphylococcus aureus* สายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่

S. aureus Mu50 MRSA vancomycin resistance moderate (Ohta, et al., 2004)

S. aureus Romero Parental strain ที่ใช้ในการสร้าง *S. aureus* RomeroΔcrtm (Pelz, et al., 2005)

S. aureus RomeroΔcrtm ในชีวสังเคราะห์ staphyloxanthin gene จัดเรียงกันใน *crt* operon (*crtOPQMN*) ซึ่งมี SigB-dependent promoter upstream ของ *crt*O สายพันธุ์กลายของ *S. aureus* (RomeroΔ*crt*M) ที่มีความบกพร่องในชีวสังเคราะห์ carotenoid จึงมีสีขาว (Pelz, et al., 2005)

S. aureus SH1000 bkd เป็นสายพันธุ์กลาย (Mutant) ในชีวสังเคราะห์ BCAFs โดยการ knockout *lpd* gene ของ branched-chain α-keto acid dehydrogenase (*bkd*) gene cluster (Sing et al., 2008)

S. aureus N315 MRSA เป็น prototype ของ methicillin-resistance ถึงแม้ว่าจะมี mecA resistance gene แต่ *S. aureus* N315 มีความไว (susceptibility) ต่อ methicillin (Pelz, et al., 2005)

S.aureus Col เป็น homogeneous MRSA strain มีความต้านทานต่อ methicillin และ vancomycin (Pelz, et al., 2005)

S.aureus BB270 เป็น heterogeneous methicillin resistance (Pelz,et al.2005)

S.aureus 13136WT เป็นสายพันธุ์ที่มีความไวต่อ methicillin (Pelz,et al.2005)

S.aureus 13136V20 เป็น heterogeneous methicillin resistance และ vancomycin resistance (Pelz, et al., 2005)

S.aureus สายพันธุ์ต่างๆ นี้ได้จากห้องปฏิบัติการ Microbiology Group, Department of Biological Sciences, Illinois State University, Normal, Illinois 61790-4120

Pseudomonas sp., *E.coli*, *Bacillus subtilis,* และ *Proteus* sp. ได้จากสาขาวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

การทดสอบความไวของแบคทีเรีย การทดสอบความไวของแบคทีเรียทดสอบต่อแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากอาหารหมัก โดยวิธี Agar Spot Test และ Paper disc diffusion method

การทดสอบสมบัติการเป็น Probiotic การทดสอบสมบัติการเป็น Probiotic ในห้องปฏิบัติการ โดยการทดสอบความสามารถในการทนกรดและความสามารถในการเกาะติด

การทดสอบความสามารถในการทนกรด เพาะเลี้ยงโปรไบโอติกแบคทีเรียในอาหารเหลว MRS ปรับพีเอช 3, 4, 5, 6, 7 **3** บ่มเชื้อที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดูการเจริญของเชื้อโดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องวัดการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) ที่มีความยาวคลื่นแสง 580 nm (Toit etal.,1998)

การทดสอบความสามารถในเกาะติด ทำการศึกษา Hemagglutination ของโปรไบโอติกแบคทีเรียกับ 2% sheep erythrocyte suspension (Oxoid) ที่อุณหภูมิห้องใน microtiter plate ขนาด 96-well โดยใช้ Phosphate Buffer Solution เป็น diluent เพาะบ่มที่อุณหภูมิห้อง 1 ชั่วโมง สังเกตการเกาะกลุ่ม agglutination โดยดูด้วยตาเปล่า

ผลการวิจัย

ผลการคัดแยกโปรไบโอติกแบคทีเรียจากอาหารหมัก

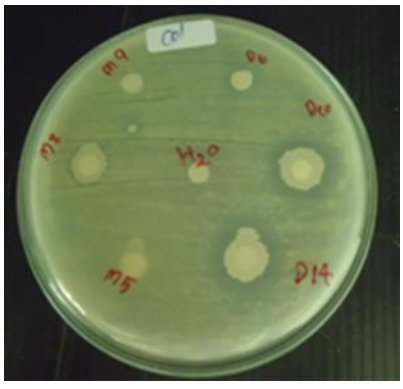
ในการคัดแยกโปรไบโอติกแบคทีเรียจากอาหารหมักประเภทต่างๆ ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การคัดแยกแบคทีเรียจากอาหารหมักประเภทต่างๆ

แหล่งของอาหารหมัก	จำนวนไอโซเลต ที่คัดแยกได้	รหัสไอโซเลตที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ
ปลาส้ม	23	FS4, FP3, FP5, FL6
แหนม	18	PN7, PO3, PO4
ผักดอง	15	VT5, VT6, VT8, VR4
โยเกิร์ต	1	YY2
น้ำหมักบัวหิมะ	23	BD10, BD14, BM5, BM8, BM9
รวม	80	17

แบคทีเรียที่คัดแยกจากอาหารหมักรวมได้ 80 ไอโซเลต ได้แบคทีเรียที่สามารถยับยั้งการเติบโตของ *S. aureus* สายพันธุ์ต่างๆ และแบคทีเรียก่อโรคอื่นๆ จำนวน 17 ไอโซเลต

โปรไบโอติกแบคทีเรียที่คัดแยกได้ที่สามารถยับยั้ง *S. aureus* สายพันธุ์ต่างๆ แบคทีเรียก่อโรคอื่นๆ ดังภาพที่ 1 และตารางที่ 2



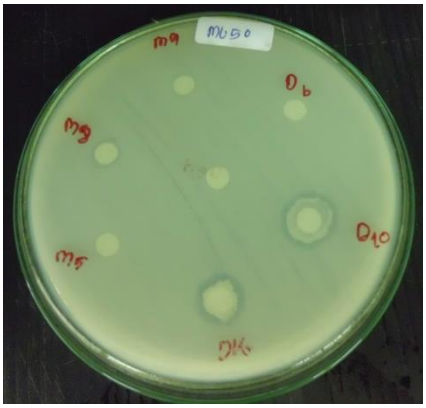
ภาพที่ 1 ภาพถ่ายแสดงวงใสที่เกิดจากแบคทีเรียที่คัดแยกจากน้ำหมักชีวภาพสามารถยับยั้ง *S. aureus* สายพันธุ์ col

ตารางที่ 2 โปรไบโอติกแบคทีเรียที่สามารถยับยั้ง *S. aureus* สายพันธุ์ต่างๆ และแบคทีเรียก่อโรค

isolate	*S. aureus*											*Proteus*	*E .coli*	***B. subtilis***	*Pseudomonas*
	N 315	MU 50	col	Newman	BB 270	BB 270 V15	13136 WT	13136 v20	SH1000 bkd	Romero	Romero Δcrtm				
FS4	+ (9)	-	-	-	-	-	+ (9)	-	-	-	-	-	-	-	-
FP3	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FP5	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FL6	+ (3)	+ (3)	-	-	-	-	-	-	+ (1)	+ (9)	-	-	-	-	-
PN7	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
PO3	+ (9)	-	-	-	-	-	+ (9)	-	-	-	-	-	+ (9)	-	-
PO4	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VT5	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
VT6	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
VT8	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
VR4	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YY2	+ (1)	+ (2)	+ (1)	-	-	-	-	-	+ (1)	-	-	-	-	-	-
BD10		+ (12)			-							-	-		-
BD14	-	+ (12)	+ (20)	+	-	+ (12)	+ (15)	-	+ (8)	+ (14)	+	-	-	+ (9)	-
BM5	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
BM8	+	+	+ (10)	+	-	+ (18)	+ (11)	-	+	+ (5)	+ (10)	-	-	-	-
BM9	+	+	+	+	-	+	+ (14)	-	+	-	+	-	-	-	-

+ = ยับยั้ง , - = ไม่ยับยั้ง , (มม.) = ขนาดของวงใส

โปรไบโอติกแบคทีเรียแต่ละ isolate สามารถยับยั้งแบคทีเรียทดสอบได้ตั้งแต่ 1 สายพันธุ์ ถึง 9 สายพันธุ์ตัวอย่าง โปรไบโอติกแบคทีเรียที่คัดแยกจากน้ำหมักชีวภาพไอโซเลต BD10 BD14 BM8 และ BM9 สามารถยับยั้ง *S. aureus* MRSA สายพันธุ์ Mu50 ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โปรไบโอติกแบคทีเรียที่คัดแยกจากน้ำหมักชีวภาพไอโซเลต BD10 BD14 BM8 และ BM9 สามารถยับยั้ง *S. aureus* MRSA สายพันธุ์ Mu50

การทดสอบสมบัติการเป็น Probiotic ในห้องปฏิบัติการ

การทดสอบความสามารถในการทนกรด

เมื่อศึกษาสภาวะทนกรดของโปรไบโอติกแบคทีเรียทั้ง 17 isolates พบว่าโปรไบโอติกแบคทีเรียทั้งหมดสามารถเติบโตได้ในสภาวะการเพาะเลี้ยงที่มีสภาพความเป็นกรด pH 6, 5, 4 และ 3 เปรียบเทียบกับความเป็นกลาง pH 7 ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่า OD 580 nm ของโปรไบโอติกแบคทีเรียที่เติบโตในสภาวะความเป็นกรด

Probiotic Bacteria Isolates	OD 580 nm				
	pH 3	pH 4	pH 5	pH 6	pH 7
FS4	0.009	0.086	0.149	1.102	1.454
FP3	0.005	0.020	0.292	0.860	1.028
FP5	0.025	0.336	1.718	2.022	3.217
FL6	0.009	0.098	0.427	0.909	1.393
PN7	0.005	0.040	0.259	0.831	1.023
PO3	0.007	0.047	0.369	0.721	1.471
PO4	0.006	0.028	0.237	0.482	1.415
VT5	0.019	0.137	0.784	1.421	2.173
VT6	0.017	0.198	0.849	1.065	1.526
VT8	0.016	0.120	0.217	1.510	1.826
VR4	0.006	0.052	0.217	1.059	1.202
YY2	0.012	0.254	0.892	1.798	2.057
BD10	0.003	0.016	0.834	1.142	1.634
BD14	0.015	0.146	1.003	1.405	2.603
BM5	0.003	0.062	0.274	0.402	1.151
BM8	0.006	0.083	0.904	1.755	1.998
BM9	0.008	0.081	0.277	1.169	1.565

การทดสอบความสามารถในเกาะติด

เมื่อศึกษา Hemagglutination assay โปรไบโอติกแบคทีเรียทั้ง 17 มีความสามารถในการเกาะติดกับเม็ดเลือดแดงแกะแตกต่างกันไปดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 Hemagglutination ของโปรไบโอติกแบคทีเรียทั้ง 17 isolates

Probiotic Bacteria Isolates	Hemagglutination
FS4	-
FP3	+
FP5	+
FL6	+
PN7	+
PO3	+
PO4	-
VT5	+
VT6	+
VT8	+
VR4	+
YY2	+
BD10	+
BD14	+
BM5	-
BM8	+
BM9	+

+ = มีปฏิกิริยา Agglutination, - = ไม่มีปฏิกิริยา Agglutination

โปรไบโอติกแบคทีเรียที่มีปฏิกิริยา Agglutination มี 14 ไอโซเลต ได้แก่ FP3, FP5, FL6, PN7, PO3, VT5, VT6, VT8, VR4, YY2, BD10, BD14, BM8 และ BM9 โปรไบโอติกแบคทีเรียที่ไม่มีปฏิกิริยา Agglutination มี 3 ไอโซเลต ได้แก่ FS4, PO4 และ BM5

จากการศึกษาสัณฐานและสรีระของโปรไบโอติกแบคทีเรียทั้ง 17 ไอโซเลต สามารถระบุจีนัสของโปรไบโอติกแบคทีเรียที่คัดแยกจากอาหารหมักได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จีนัสของโปรไบโอติกแบคทีเรียที่คัดแยกจากอาหารหมัก

Probiotic Bacteria Isolates	จีนัสของโปรไบโอติกแบคทีเรีย
FS4	*Lactobacillus* sp.
FP3	*Lactobacillus* sp.
FP5	*Lactobacillus* sp.
FL6	*Bacillus subtilis*
PN7	*Streptococcus* sp.
PO3	*Lactobacillus* sp.
PO4	*Lactobacillus* sp.
VT5	*Bacillus* sp.
VT6	*Bacillus* sp.
VT8	*Bacillus* sp.
VR4	*Lactobacillus* sp.
YY2	*Bacillus cereus*
BD6	*Lactobacillus* sp.
BD10	*Bacillus* sp.
BD14	*Bacillus* sp.
BM5	*Streptococcus* sp.
BM8	*Bacillus* sp.
BM9	*Bacillus* sp.

โปรไบโอติกแบคทีเรียทั้ง 17 ไอโซเลต ที่คัดแยกจากอาหารหมัก อยู่ใน 3 จีนัส คือ *Bacillus Lactobacillus* และ *Streptococcus* โดยโปรไบโอติกแบคทีเรียที่อยู่ในจีนัส *Bacillus* มี 9 ไอโซเลต ได้แก่ FL6, VT5, VT6, VT8, YY2, BD10, BD14, BM8 และ BM9 ใน จีนัส *Lactobacillus* มี 7 ไอโซเลต ได้แก่ FS4, FP3, FP5, PO3, PO4, VR4 และ BD6 ในจีนัส *Streptococcus* มี 1 ไอโซเลต ได้แก่ BM5

อภิปรายผลการวิจัย

โปรไบโอติกแบคทีเรียที่คัดแยกได้ในงานวิจัยนี้จัดอยู่ในจีนัส *Lactobacillus* ถึง 7 ไอโซเลต ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Senthong (2012) สิ่งที่น่าสนใจคือโปรไบโอติกแบคทีเรียที่คัดแยกจากน้ำหมักบัวหิมะ isolate BD14, BM8 และ BM9 มีฤทธิ์ต้านแบคทีเรียทดสอบในวงกว้าง โดยเฉพาะมีฤทธิ์ต้าน *S.aureus* สายพันธุ์ที่ดื้อต่อ Methicillin คือ MRSA จากรายงานพบว่ากลไกการดื้อต่อ Methicillin เกิดจากการที่ MRSA สร้าง penicillin-binding protein (PBP) ที่ผิดปกติคือ PBP2a ซึ่งถูกควบคุมโดยยีน mecA โดย PBP2a มี affinity ลดลงต่อ methicillin และยากลุ่มเบต้าแลคแทม และ PBP2a นี้จะเข้าทำหน้าที่แทน PBP ตัวอื่นที่ปกติของเชื้อด้วย MRSA เหล่านี้ดื้อต่อ methicillin ในระดับสูง ทำให้การรักษาด้วยยาชนิดเดิมเริ่มไม่ได้ผล ทำให้ผู้ป่วยติดเชื้อมีอาการรุนแรงเนื่องจากเชื้อมีการลุกลามมากขึ้นจนทำให้อัตราการเสียชีวิตจากการติดเชื้อ MRSA ในผู้ป่วยเพิ่มมากขึ้น (Siriwong, 2009) ดังนั้น โปรไบโอติกไอโซเลต BD10, BD14, BM8 และ BM9 ที่มีฤทธิ์ในการต้านการเติบโตของ MRSA อาจสร้างสารที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สามารถยับยั้งการเติบโตของ MRSA นอกจากนี้โปรไบโอติกไอโซเลต BD14, BM8 และ BM9 ทั้ง 4 นี้ คัดแยกได้จากน้ำหมักชีวภาพจากบัวหิมะ *Smallanthus sonchifolius* Poepp. Endl ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pedreschi (2003) ที่ได้ทำการศึกษาพบว่า โปรไบโอติกแบคทีเรีย 3 สายพันธุ์ คือ *Lactobacillus*

acidophilus NRRL-1910, *Lactobacillus plantarum* NRRL B-4496 และ *Bifidobacterium bifidum* ATCC 15696 สามารถหมัก fructooligosaccharides (FOS) จากรากของบัวหิมะ

สรุปผลการวิจัย

โปรไบโอติกแบคทีเรียที่คัดแยกจากอาหารหมัก 17 ไอโซเลต สามารถยับยั้งแบคทีเรียทดสอบ *S. aureus* สายพันธุ์ที่ต้านทานเมทิซิลลินและสายพันธุ์อื่นๆ ได้อย่างน้อย 1 สายพันธุ์ และมีคุณสมบัติในการทนกรด สามารถเติบโตได้ในสภาวะความเป็นกรด pH 6, 5, 4, 3 และมีความสามารถในการเกาะติดเม็ดเลือดแดงแกะ 14 ไอโซเลต โปรไบโอติกแบคทีเรียทั้ง 17 ไอโซเลต อยู่ใน 3 จีนัสคือ *Bacillus* (9 ไอโซเลต), *Lactobacillus* (7 ไอโซเลต) และ *Streptococcus* (1 ไอโซเลต)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย นายสัตวแพทย์เสกสิทธิ์ สิงห์แจ่มและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Enright, MC, Robinson, DA, Randle, G, Feil, EJ, Grundmann, H, Spratt, BG. (2002). **The evolutionary history of methicillin resistance *Staphylococcus aureus* (MRSA)**. PNAS 99 (11); 7687-7692.

Ohta,T., Hirakawa, H., Morikawa, K., Maruyama, A., Inose, Y., Yamashita, A., Oshima, K., Kuroda, M., Hattori, M., Hiramatsu, K., Kuhara, S. and Hayashi, H. (2004). Nucleotide Substitutions in *Staphylococcus aureus* Strains, Mu50, Mu3, and N315. **DNA Research** 11:51-56.

Pedreschi, R, Campos, D, Noratto, G, Chirinos, R, Cisneros-Zevallos, L.(2003). Andean yacon root (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. Endl) fructooligosaccharides as a potential novel source of prebiotics. **J Agric Food Chem.** 2003 Aug 27, (51): 5278-84.

Pelz, A., Wieland, K.-P., Putzback, K., Hentschel, P., Albert, K. and Gotz, F. (2005). Structure and biosynthesis of staphyloxanthin from *Staphylococcus aureus*. **J. Biol. Chem.** 280:32493-324981.

Senthong R., Chanthachum S. and Rsumpavapol, P. (2012). **Screening and identification of Probiotic Lactic Acid Bacteria isolated from Poo-Khem, a traditional salted crab.** International conference on Nutrition and Food Sciences IPCBEE vol. 39 IACSIT Press, Singapore.

Sing, V.K., Hattangady. D.S., Giotis, E.S., Singh, A.K., Chamberlain, N.R., Stuart, M.K. and Wilkinson, B.J. (2008). **Insertional inactivation of branched-chain-α-keto acid dehydrogenase in *Staphylococcus aureus* leads to decreased branched- chain membrane fatty acids content and increased susceptibility to certain stresses**. Appl. Environ. Microbiol. Aug. 8 Epub ahead of print.

Siriwong, N. and Chukeutirote, E. (2009). **Antibiotic resistance in *Staphylococcus aureus* and controlling.** Songkla Med J. 27(4):347-358.

Toit, M., Franz, C.M., Dicks, L.M. Schillinger, U., Haberer, P., Warlies, B., Ahrens, F., and Holzapfel, W.H. (1998) Characterisation and selection of probiotic lactobacilli for apreliminary minipig feeding trial and their effect on serum cholesterol levels, faeces moisture content. Int. **J. Food Microbiol.** 40: 93-104.

การศึกษาพฤติกรรมกวางรูซ่า ในพื้นที่ฟาร์มปศุสัตว์ มหาวิทยาราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก
A study behavior of Rusa deer (*Cervus timorensis*) In livestock farming area Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok province

กมลภัทร สุดจิตร และ อรรถพล นาขวา*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: jayjev_205@hotmail.com

บทคัดย่อ

ศึกษาพฤติกรรมของกวางรูซ่าเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ในพื้นที่ฟาร์มปศุสัตว์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก ในระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 โดยการสังเกตกวางรูซ่า จำนวน 11 ตัว ใน 3 ช่วงเวลา เช้า กลางวัน และเย็น และบันทึกพฤติกรรมเชิงคุณภาพและพฤติกรรมเชิงปริมาณ ทั้งด้านพฤติกรรมส่วนตัวและด้านพฤติกรรมสังคม พฤติกรรมส่วนตัวของกวางรูซ่า ได้แก่ พฤติกรรมการเคลื่อนที่ พฤติกรรมการทำให้สบายตัว พฤติกรรมการพักผ่อน และพฤติกรรมการกิน ส่วนพฤติกรรมทางสังคม ได้แก่ พฤติกรรมการก้าวร้าว พฤติกรรมการส่งเสียงร้อง พฤติกรรมการสัมผัส และพฤติกรรมการระวังภัย นำข้อมูลพฤติกรรมส่วนตัวมาวิเคราะห์เชิงปริมาณจำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ พฤติกรรมการเคลื่อนที่ พฤติกรรมการทำให้สบายตัว พฤติกรรมการพักผ่อน และพฤติกรรมการกิน พบว่าในแต่ละช่วงเวลามีพฤติกรรมการแสดงออกที่แตกต่างกัน โดยพฤติกรรมช่วงเช้าที่แสดงออกอย่างเด่นชัดคือ กลุ่มพฤติกรรมการกิน ได้แก่ การยืนกิน ร้อยละ 13.86% พฤติกรรมช่วงกลางวันจะพบพฤติกรรมที่แสดงออกอย่างเด่นชัดคือ กลุ่มพฤติกรรมการพักผ่อน ได้แก่ การนอน 8.44% และช่วงเย็นจะพบพฤติกรรมที่แสดงออกอย่างเด่นชัดคือ กลุ่มพฤติกรรมการกิน ได้แก่ การนอนกิน 6.01%

คำสำคัญ : พฤติกรรม กวางรูซ่า เชิงคุณภาพ เชิงปริมาณ

Abstract

The qualitative and quantitative study behavior of rusa deer (*Cervus timorensis*) was conducted from June to August 2014 in the Livestock Farming Area of Pibulsongkram Rajabhat University, Phitsanulok Province**.** The behavior of the rusa deer was observed and recorded 3 times a day (morning, daytime and evening) both individually and as a group population of 11. Qualitative and quantitative data was recorded from both individual and social behavior. Individual behavior data includes movement, relaxation, sleeping and feeding. Social behavior data includes aggressive behaviour, communication, and actions related to alerting danger. The quantitative behavior consists of 4 activities: movement, comfort, resting and feeding. Different behavior was noticed for each of the 3 daily observations. The morning behavior was standing to eat as a group for 13.86% of the time. Daytime behavior included relaxing and sleeping as a group for 8.44% of the time and in the evening the group ate lying down and slept for 6.01% of the time.

keywords : behavior, Rusa deer, qualitative, quantitative

บทนำ

กวางรูซ่า (*Cervus timorensis*) เป็นหนึ่งในกวางสามชนิดที่มีการศึกษา (กวางดาว กวางม้า ของประเทศไทย และกวางรูซ่าจากเกาะนิวคาลิโดเนียฝรั่งเศษ) ที่สถาบันสุวรรณวาจกกสิกิจได้นำมาศึกษาเปรียบเทียบเป็นความรู้โครงการวิจัยและพัฒนาการเลี้ยงกวางให้เป็นสัตว์เศรษฐกิจตั้งแต่ปี 2536 (นลินี และกณิดา, 2538) ต่อมาในปี 2538 ได้มีการนำกวางรูซ่าจากนิวคาลิโดเนีย ซึ่งเป็นกวางที่ไม่ได้อยู่ในบัญชีอนุสัญญาการค้าระหว่างประเทศเพื่อคุ้มครองสัตว์ป่าที่หายาก (The Convention on International Trade in Endangered Species; CITES) หรือในพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่าพุทธศักราช 2535 โดยสหกรณ์กวางแห่งประเทศไทย กวางรูซ่าสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมประเทศไทยได้ (สุจิต, 2554) ใน

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงสัตว์ป่าตระกูลกวาง ในเชิงการค้าเพื่อผลิตเขา เนื้อ และหนังได้รับความสนใจจากประชาชนมาก (อุดม และคณะ, 2540)

การศึกษาพฤติกรรมของกวางรูซ่าในพื้นที่ฟาร์มปศุสัตว์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เนื่องจากปัจจุบันการเลี้ยงกวางรูซ่าในประเทศไทยเริ่มมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงกวางเชิงการค้าซึ่งจะให้ผลตอบแทนที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับการเลี้ยงปศุสัตว์ชนิดอื่น ซึ่งในปัจจุบันการศึกษาทางด้านเชิงวิชาการด้านพฤติกรรมยังมีอยู่น้อย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อการบริหารจัดการ และเป็นข้อมูลในการเพาะเลี้ยงกวางรูซ่าเชิงพานิชต่อไป วัตถุประสงค์ของการวิจัย ศึกษาพฤติกรรมของกวางรูซ่าเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ในพื้นที่ฟาร์มปศุสัตว์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก

วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการศึกษาตั้งแต่เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 จนถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 โดยการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลทุกพฤติกรรมที่กวางรูซ่าได้แสดงออกมา ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ในพื้นที่ฟาร์มปศุสัตว์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก ช่วงเวลา 07.00-09.00 น. 11.00-13.00 น. และ 15.00-17.00 น.

วิธีเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การสำรวจพื้นที่

1.1 สำรวจในพื้นที่ฟาร์มปศุสัตว์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก

1.2 จุดสำรวจมีขนาดความกว้าง 8 ตารางเมตร และความยาว 21 ตารางเมตร

2. การสำรวจกวางรูซ่า

2.1 ศึกษาจำนวน และวัยของกวางรูซ่า

- กวางรูซ่ามีจำนวนทั้งหมด 11 ตัว ตัวเมีย 6 ตัว และตัวผู้ 5 ตัว
- กวางรูซ่าสามารถจัดแบ่งตามช่วงวัยได้ 2 ช่วง คือ ช่วงวัยรุ่น และช่วงโตเต็มวัย

2.2 ศึกษาพฤติกรรมเชิงคุณภาพ

- บันทึกพฤติกรรมส่วนตัว และพฤติกรรมทางสังคม
- ช่วงเวลาการสำรวจ 1 ครั้ง/สัปดาห์ สำรวจดู 3 ช่วง คือ ช่วงเช้า (07.00-09.00 น.) ช่วงกลางวัน (11.00-13.00 น.) และช่วงเย็น (15.00-17.00 น.)

2.3 ศึกษาพฤติกรรมเชิงปริมาณ

- นับพฤติกรรมส่วนตัว ลงในตารางบันทึกพฤติกรรมเชิงปริมาณ
- ช่วงเวลาการสำรวจ 1 ครั้ง/สัปดาห์ สำรวจดู 3 ช่วง คือ ช่วงเช้า (07.00-09.00 น.) ช่วงกลางวัน (11.00-13.00 น.) และช่วงเย็น (15.00-17.00 น.) สังเกตดู 10 นาทีพัก 10 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยทางสถิติ (Arithmetic Mean)
2. การสูตรหาค่าร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ (Percentage)

ผลการวิจัย

การสำรวจพฤติกรรมเชิงคุณภาพของกวางรูซ่า

จากการศึกษาแบบแผนพฤติกรรมเชิงคุณภาพในประชากรของกวางรูซ่า บริเวณเขตพื้นที่ฟาร์มปศุสัตว์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พบแบบแผนพฤติกรรมดังนี้

พฤติกรรมส่วนตัว

1. พฤติกรรมการเคลื่อนที่

1.1 การเดิน

กวางรูซ่าจะเดินอย่างคล่องแคล่ว โดยจะก้าวเดินพร้อมยกขาหน้าข้างใดข้างหนึ่งขึ้นตามขาหลังข้างเดียวกันเสมอ และงอขาหน้าเล็กน้อยเมื่อมีการยกขา และขาหลังจะงอตามขาหน้าข้างเดียวกันเสมอ ส่วนอีกขาอีกข้างจะยืดตรงทั้งขาหลังและขาหลัง เมื่อยกขาขึ้นเตรียมที่จะย่ำเท้า ขาและเท้าจะทำมุมกันกับพื้นประมาณ 45 องศา เท้าจะย่ำลงไปยังบริเวณพื้นทันทีและจะสลับกันไปมาทั้งสองข้าง ขากับช่วงลำตัวจะขยับพร้อมกัน หัวกับคอก็จะขยับตามกับช่วงล่างของขา ก่อนที่จะก้าวเดิน

กวางรูซ่าจะมีการสะบัดหางและกระดิกหูเล็กน้อยทุกครั้งเวลาเดิน เมื่อเริ่มก้าวเดิน 4-5 ก้าว แล้วจะหยุด จากนั้นก็จะก้าวเดินต่อเมื่อถึงตรงตำแหน่งบริเวณที่ยืนแล้ว และจะยืนนิ่งสักครู่ก่อนจะแสดงพฤติกรรมการทำให้สบายตัวต่อ

1.2 การวิ่ง

กวางรูซ่าจะวิ่งเมื่อภายในฝูงมีการตื่นตกใน วิ่งจะยกขาสูงขึ้นโดยจะยกขาหน้าข้างใดข้างหนึ่งขึ้นตามขาหลังข้างเดียวกันเสมอ และงอขาหน้ามากขึ้นเมื่อมีการยกขา และขาหลังจะงอตามขาหน้าข้างเดียวกันเสมอ ส่วนอีกขาอีกข้างจะยืดตรงทั้งขาหลังและขาหลัง ซึ่งการยกขาขึ้นสูงเพื่อเตรียมที่จะวิ่ง เมื่อยกขาขึ้นเตรียมที่จะย่ำเท้าลงพื้นขาจะแตะลงพื้นและดีดตัวขึ้นทันที พร้อมกับสลับกันไปมาทั้งสองข้าง ขากับช่วงลำตัวจะขยับพร้อมกันอย่างรวดเร็ว หางจะสะบัดไปด้านข้างซ้าย-ขวา ตามลักษณะการวิ่งส่วนหูจะมีลักษณะลู่ไปด้านหลัง

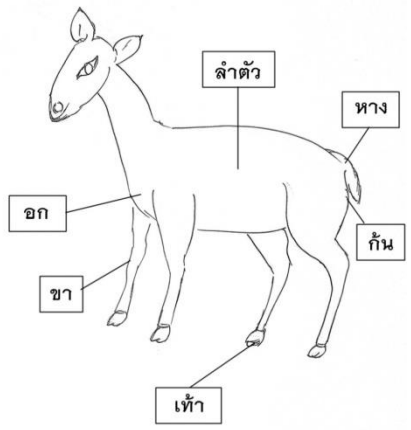
1.3 การกระโดด

กวางรูซ่าจะดีดตัวขึ้นกระโดดเมื่อตื่นตกใจ ก่อนที่กวางรูซ่าจะกระโดดขึ้น กวางรูซ่าจะตาเบิกกว้างมองไปรอบข้าง คอและลำตัวจะยืดออกหูจะตั้ง ขาคู่หน้าทั้งสองข้างจะงอและยกขึ้นจากพื้นตามด้วยขาคู่หลังที่เหยียดตรงชิดกันและเขย่งเพื่อดีดตัวไปยังข้างหน้า และหน้าจะหันมองไปทางด้านซ้าย-ขวาสลับกันไปมา เมื่อกวางรูซ่าจะกระโดดคอจะหดและจะยืดตรงเมื่อย่อตัว ส่วนเข่าจะงอไปข้างหน้า แต่เมื่อจะลงถึงพื้นขาคู่หน้าและคู่หลังจะมีลักษณะการลงที่พร้อมๆ กัน หางจะแนบติดกับก้นตามลักษณะการกระโดดส่วนหูจะมีลักษณะลู่ไปด้านหลัง โดยจะพบการกระโดดของกวางรูซ่าเมื่อมีอาการตื่นตกใจมากๆ จากสิ่งแวดล้อมหรือภายในฝูง

2. พฤติกรรมการทำให้สบายตัว

2.1 การไซร้ขน

กวางรูซ่าจะไซร้ขนตลอดเวลา โดยมีการไซร้ขนตรงบริเวณอก ลำตัว หาง ก้น ขา และเท้า กวางรูซ่าจะมีการก้มหัวลงแล้วไซร้ตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย (ภาพที่ 1) การไซร้บริเวณอก กวางรูซ่าจะเริ่มไซร้โดยจะก้มหัวลง คอจะมีลักษณะโค้งหรืองอเป็นครึ่งวงกลมจึงทำให้หน้าติดกับอก เมื่อปากแตะถึงคอจะใช้ลิ้นเลียและผงกหัวขึ้นแล้วขยับปากถี่ๆ ตามจังหวะขึ้น-ลง หางของกวางรูซ่าก็จะส่ายอยู่ตลอดเวลา จากนั้นกวางรูซ่าก็จะใช้ปากไซร้ขนต่อตรงบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกายไม่ว่าจะเป็นบริเวณลำตัวและหาง จากนั้นกวางรูซ่าจะทำการไซร้ขนบริเวณลำตัว โดยพฤติกรรมคล้ายกับการไซร้ขนบริเวณอก แต่ต่างกันที่คอของกวางรูซ่าจะมีลักษณะเอียงและบิดหันเข้าหาลำตัว ปากจะขยับถี่และรัวมากกว่าเดิม จึงทำให้หัวของกวางรูซ่าสั่นเป็นจังหวะรวดเร็ว จากนั้นกวางรูซ่าก็จะใช้ปากไซร้ขนต่อตรงบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย ซึ่งพฤติกรรมคล้ายกับการไซร้ขนบริเวณอก เมื่อไซร้ขนบริเวณลำตัวเสร็จแล้วกวางรูซ่าจะไซ้ขนบริเวณหางและขา โดยมีพฤติกรรมคล้ายกับการไซร้ขนบริเวณอก และบริเวณลำตัว แต่เมื่อไซร้ขนบริเวณหางหรือก้น กวางรูซ่าจะเอี้ยวคอไปทางด้านข้าง หน้าจะยื่นไปตามทิศทางของการเอี้ยวตัว จากนั้นจะหันก้นไปในทางทิศที่เอี้ยวหัวมา แล้วใช้ลิ้นเลียไปยังบริเวณหางหรือก้นและแลบลิ้นไปทางซ้าย-ขวา ขึ้น-ลงสลับกันดังเดิม เมื่อกวางรูซ่าไซร้ขนบริเวณนี้เสร็จแล้ว กวางรูซ่าจะนำปากไปเช็ดบริเวณร่างกายเหมือนเดิม แต่เมื่อไซร้บริเวณขาและเท้า กวางรูซ่าจะก้มคอและหน้าลง จากนั้นยกขาข้างที่จะไซร้ขึ้น โดยจะเอี้ยวคอไปทางด้านล่าง หน้าจะยื่นไปตามทิศทางของการเอี้ยวคอแล้วใช้ปากเลียไปยังบริเวณขาและเท้า แล้วก็จะแสดงพฤติกรรมคล้ายกับการไซร้ขนบริเวณอื่นๆ เมื่อกวางรูซ่าไซร้ขนบริเวณนี้เสร็จแล้วจะแสดงพฤติกรรมอื่นๆ ต่อไป



ภาพที่ 1 บริเวณการไซร้ขน

2.2 สะบัดหน้า

กวางรูซ่าจะสะบัดหน้าไปทางซ้ายและทางขวาสลับกัน โดยมีการสะบัดอย่างรวดเร็วก่อนที่กวางรูซ่าจะสะบัดหน้า หน้าของกวางรูซ่าจะแหงขึ้นทำมุม 45 องศา จากนั้นหน้าและคอจะสะบัดไปมา โดยตั้งแต่ลำตัวลงไปจนถึงปลายหางและเท้าไม่มีการขยับหรือการสะบัดตามแม้แต่ย่างใด เมื่อเริ่มสะบัดหน้ากวางรูซ่าจะขยับปากและแลบลิ้น ตาจะกระพริบเป็นช่วงๆ และเป็นจังหวะ หูจะมีลักษณะตั้งขึ้นส่วนหางจะแนบติดกับก้น แต่เมื่อมีการสะบัดหน้ากวางรูซ่าจะหลับตาทุกครั้ง และเมื่อสะบัดเสร็จกวางรูซ่าจะลืมตาขึ้นทันที

2.3 สะบัดลำตัว

กวางรูว่าจะสะบัดตัวทุกครั้งเมื่อมีแมลงมาเกาะบริเวณลำตัว หรือจะสะบัดตัวในช่วงที่แดดร้อน กวางรูซ่าจะยื่นหน้าออกไปข้างหน้าพอประมาณ หน้าของกวางรูซ่าจะแหงขึ้นทำมุม 45 องศา ลำตัวจะสะบัดเป็นจังหวะซ้าย-ขวา ส่วนหัวและคอจะสะบัดตามเล็กน้อย โดยการสะบัดจะมีการสั่นตั้งแต่ช่วงของคอ ลำตัว และปลายหาง เมื่อสะบัดเสร็จหน้าจะตั้งตรงอยู่ในระดับปกติ หูจะมีลักษณะตั้งขึ้น ขาจะสั่นเล็กน้อยตามจังหวะของการสะบัด จึงทำให้ขนบริเวณคอ ลำตัว และหาง ทำให้ขนมีการพองและฟูขึ้นเล็กน้อย

2.4 เกาหน้าด้วยขาหน้า

กวางรูซ่าจะทำการเกาหน้าด้วยขาหน้า โดยการยกขาหน้าขึ้นและเกาบริเวณใบหน้า กวางรูซ่าทำการก้มหน้าลงคอจะงอเป็นลักษณะครึ่งวงกลม จากนั้นจะทำการเกาบริเวณใบหน้าแรงๆ อย่างรวดเร็วติดต่อกัน 4-5 ครั้ง กวางรูซ่ายกขาหน้าเมื่อเริ่มเกาใบหน้าและคอจะมีการสั่นเป็นจังหวะขึ้น-ลง ตามแรงที่ขาหน้าเกา ส่วนลำตัวจะสั่นเพียงเล็กน้อย เมื่อเกาหน้าด้วยขาหน้าเสร็จจะยกขาหน้าลง แล้วทำการยืดคอและลำตัวทันที ในขณะที่มีการยกขาหน้านั้นขาที่เหลือจะยืดตรงและยืนบนพื้นอย่างมั่นคง กวางรูซ่าจะหลับตาทุกครั้ง และเมื่อเกาหน้าด้วยขาหน้าเสร็จจะลืมตาขึ้นทันที

2.5 เกาคอด้วยขาหลัง

กวางรูซ่าจะทำการเกาคอด้วยขาหลัง โดยจะยกขาหลังขึ้นและเกาบริเวณลำคอ กวางรูซ่าจะล้มหน้าลงและเอี้ยวคอเข้าหาลำตัว จากนั้นจะทำการเกาบริเวณคอแรงๆ อย่างรวดเร็วติดต่อกัน 4-5 ครั้ง กวางรูซ่ายกขาหลังเมื่อเริ่มเกาคอจะมีการสั่นเป็นจังหวะขึ้น-ลง ส่วนหน้าจะสั่นเล็กน้อยตามแรงที่ขาหลังเกา เมื่อเกาคอด้วยขาหลังเสร็จจะยกขาหลังลง แล้วทำการยืดคอและลำตัวทันที ในขณะที่มีการยกขาหลังนั้นขาที่เหลือจะยืดตรงและยืนบนพื้นอย่างมั่นคง กวางรูซ่าจะหลับตาทุกครั้ง และเมื่อเกาคอด้วยขาหลังเสร็จจะลืมตาขึ้นทันที

3. พฤติกรรมการพักผ่อน

3.1 การยืน 4 ขา

กวางรูซ่าจะยืนนิ่งอยู่บนพื้นด้วยขาทั้ง 4 ข้าง โดยขาคู่หน้าจะยืดตรงและกางออกเล็กน้อย ส่วนขาคู่หลังก็จะยืดตรงเช่นกัน กวางรูซ่าจะยืนนิ่งเป็นเวลานานประมาณ 10-15 นาที เพื่อเป็นการยืนพักผ่อน เมื่อกวางรูซ่ายืนได้ที่แล้วคอของกวางรูซ่าจะยืดตรง และหน้าจะก้มลงเล็กน้อยเวลายืนนิ่ง กวางรูซ่าจะไม่มีการขยับตัวแม้แต่อย่างใด ขาจะยืดตรงไม่งอเข่า หูจะมีลักษณะตั้งขึ้นส่วนหางจะแนบติดกับก้น เท้าจะยืนเต็มเท้าอยู่บนพื้น บางตัวลืมตายืนนิ่ง และบางตัวก็หลับตายืนนิ่ง

3.2 นอนกับพื้น

กวางรูซ่าจะนอนกับพื้นดิน ก่อนที่กวางรูซ่าจะนอนลงกับพื้น กวางรูซ่าจะย่อขาหน้าทั้ง 2 ข้างลง เพื่อให้ส่วนท้องติดกับพื้นดิน โดยจะปล่อยขาหน้าทั้ง 2 ข้างที่ย่อลงจะงอพับและวางระนาบกับพื้นตามด้วยขาหลัง ซึ่งขาคู่หลังจะย่อตามขาหน้าทั้ง 2 ข้างเช่นกันและแนบชิดติดกับลำตัว หูจะมีลักษณะตั้งขึ้นส่วนหางจะแนบติดกับก้น กวางรูซ่าจะนอนแบบนิ่งๆ อยู่บนพื้นนานประมาณ 20-40 นาที เพื่อเป็นการพักผ่อน เมื่อกวางรูซ่านอนหรือหมอบได้ที่แล้ว คอจะยืดไปข้างหน้าและหดลงเล็กน้อย หรือบางตัวคอจะเอี้ยวพับลงข้างลำตัว กวางรูซ่าจะไม่มีการขยับตัวเคลื่อนไหวแม้แต่อย่างใด

4. พฤติกรรมการกิน

4.1 การยืนกิน

กวางรูซ่าจะกินอาหารอยู่ตลอดเวลา โดยการยืนกินอาหารกวางรูซ่าจะทำการยืดคอออกไปด้านหน้า หัวจะก้มลงต่ำอยู่ในระดับที่ห่างจากบริเวณที่มีอาหารเล็กน้อย ลักษณะการยืนขาหน้าข้างใดข้างหนึ่งจะก้าวไปยังด้านหน้า และตามด้วยขาคู่หลังด้านนั้นเสมอ ส่วนขาอีกข้างที่เหลือจะยืดตรง หูจะมีลักษณะตั้งขึ้นส่วนหางจะแนบติดกับก้น จากนั้นกวางรูซ่าจะอ้าปากออกและแลบลิ้นยาวออกมาเพื่อตวัดอาหารเข้าปาก เมื่ออาหารเข้าปากก็จะขยับปากเคี้ยวอย่างรวดเร็ว และเงยหน้าขึ้นเมื่อเคี้ยวอาหารเสร็จ จากนั้นกวางรูซ่าจะคอยหันมองไปทางซ้ายที ขวาที สลับกันไปมาเพื่ออาหาร

4.2 การนอนกิน

กวางรูซ่าจะนอนกินอาหารในบริเวณที่มีอาหาร โดยการนอนกินอาหารกวางรูซ่าจะทำการยืดคอออกไปด้านหน้า หัวจะก้มลงต่ำอยู่ในระดับที่ห่างจากบริเวณที่มีอาหารเล็กน้อย ลักษณะการนอนหน้าท้องจะติดกับพื้น และขาคู่หน้าจะพับงอติดกับหน้าท้อง ส่วนขาคู่หลังก็จะพับงอติดกับลำตัว หูจะมีลักษณะตั้งขึ้นส่วนหางจะแนบติดกับก้น จากนั้นกวางรูซ่าจะอ้าปากออกและแลบลิ้นยาวออกมาเพื่อตวัดอาหารเข้าปาก เมื่ออาหารเข้าปากก็จะขยับปากเคี้ยวอย่างช้าๆ และเงยหน้าขึ้นเมื่อเคี้ยวอาหารเสร็จ

4.3 การไซร้ตามพื้นดิน

กวางรูซ่าจะยืนและเดินไซร้หาอาหารตามพื้นดิน กวางรูซ่าจะทำการยืดคอออกไปด้านหน้า แล้วใช้ปากแตะลงไปตามพื้น จากนั้นจะขยับปากขยุบขมิบไปมา ตาจะกระพริบอย่างเป็นจังหวะ หูจะมีลักษณะตั้งขึ้นส่วนหางจะแนบติดกับก้น โดยกวางรูซ่าจะใช้ปากไซร้อาหารตามพื้น ปากของกวางรูซ่าจะขยับเล็กน้อยโดยที่ไม่ต้องเงยหน้า เมื่อกวางรูซ่าเคี้ยวอาหารก็จะกลืนลงคอเลย คอจะมีลักษณะยืดตรงแต่เมื่อก้มลงไซร้อาหารตามพื้น คอจะมีลักษณะเป็นรูปครึ่งวงกลม เมื่อกวางรูซ่าเงยหน้าขึ้นมาปากจะขยับถี่ๆ อยู่ตลอดเวลา และคอจะคอยหันมองไปทางซ้ายที ขวาที สลับกันไปมา จากนั้นจะใช้ปากไซร้ตามพื้นดินต่อไปเรื่อยๆ

4.4 การกินน้ำ

กวางรูซ่าจะกินน้ำหลังจากที่กินอาหาร โดยกวางรูซ่าจะยืดคอออกไปด้านหน้า ขาคู่หน้าจะกางออกเล็กน้อยส่วนขาคู่หลังจะยืดตรง กวางรูซ่าจะก้มหัวลงไปพร้อมอ้าปากออกสัมผัสบริเวณผิวน้ำ และใช้ลิ้นเลียน้ำเข้าไปในปาก ตาจะกระพริบอย่างเป็นจังหวะ หูจะมีลักษณะตั้งขึ้นส่วนหางจะแนบติดกับก้น จากนั้นขยับปากเล็กน้อยและกลืนน้ำลงไปในลำคอ เมื่อกลืนเสร็จกวางรูซ่าจะยกหัวขึ้นมาบริเวณผิวน้ำ และก้มหัวลงไปหลายๆ ครั้งติดต่อกันประมาณ 2-3 ครั้ง แล้วเงยหน้าขึ้นพร้อมขยับปากและกลืนน้ำลงไปในคอทันที

พฤติกรรมทางสังคม

1. การก้าวร้าว

ปกติกวางรูซ่าตัวผู้มักจะแสดงอาการก้าวร้าวออกมา โดยตัวผู้ที่ขนาดเท่ากันหรือตัวผู้ที่มีเขางอกออกมาในช่วงที่กำลังเข้าสู่วัยรุ่น จะเกิดการต่อสู้กันภายในฝูง ซึ่งกวางรูซ่าวัยรุ่นจะยืดคอไปด้านหน้าและก้มหน้าลง โดยจะตั้งเขาขึ้นเพื่อต่อสู้กันและขาทั้ง 4 ขาจะกางออก ส่วนกวางรูซ่าอีกตัวก็จะแสดงท่าทางเหมือนกันกับอีกฝ่าย จะต่อสู้กันโดยใช้เขาขวิดกัน เมื่อเริ่มมีการต่อสู้กวางรูซ่าจะยืนอยู่กับที่และก้าวขาหน้าด้านใดด้านหนึ่งออก ก่อนที่จะเกิดการต่อสู้นั้นกวางรูซ่าจะแสดงอาการขู่ โดยอ้าปากกว้าง พองขน ตาจะเบิกกว้าง จากนั้นจะอ้างปากขู่ใหม่ โดยการต่อสู้จะมีเวลานานประมาณ 5-7 นาที จนกว่าจะมีตัวที่ชนะแต่เมื่อไม่มีผู้ชนะ กวางรูซ่าที่โตเต็มวัยหรือหัวหน้าฝูง ที่มีเขางอกแล้วขนาดใหญ่จะเข้าไปไล่ตัวที่กำลังต่อสู่กัน โดยจะขู่ด้วยการยืดตัวตรงและก้มหัวเล็กน้อยเพื่อแสดงขนาดของเขาที่มีขนาดใหญ่กว่า ซึ่งเป็นการสื่อสารให้อีกฝ่ายรับรู้ถึงความก้าวร้าวโดยไม่ต้องแสดงถึงความก้าวร้าวที่รุนแรงถึงขั้นต่อสู้ จึงทำให้ตัวผู้ที่มีขนาดเล็กที่กำลังต่อสู้กันอยู่ยืดคอขึ้นและก้าวขาออกห่างจากกันทันที เพื่อแสดงการยอมแพ้จากนั้นจะเดินถอยหนีไป

2. การส่งเสียงร้อง

กวางรูซ่าจะส่งเสียงร้องเมื่อตื่นตกใจ อาจเป็นส่งเสียงร้องที่เกิดจาการเปลี่ยนแปลงของสภาวะการตกใจ หรือเกิดจากความผิดปกติของพื้นที่บริเวณนั้น เช่น มีสัตว์ชนิดอื่นลุกล้ำเข้ามาใกล้บริเวณเขตพื้นที่ หรือมีเสียงอันตรายอื่นๆ เข้าใกล้บริเวณนั้น จึงทำให้เกิดความตกใจเมื่อกวางรูซ่าเกิดความตกใจ กวางรูซ่าจะเดินออกมาจากบริเวณนั้นแล้วเกิดการรวมฝูงทันทีพร้อมส่งเสียงร้อง เมื่อกวางรูซ่ารวมฝูงหัวหน้าฝูงจะส่งเสียง แง๊ แง๊ จากนั้นกวางรูซ่าภายในฝูงจะส่งเสียงร้องตาม เสียงร้องจะค่อนข้างดังและเสียงจะแหลมสูง จะร้องแบบสั้นๆ แล้วบางครั้งอาจร้องหลายๆ ครั้งติดต่อกัน โดยเสียงร้องจะร้อง แง้...แง้... แล้วหยุด จากนั้นก็จะร้อง แง้...แง้... ไปเรื่อยๆ ลักษณะการส่งเสียงร้องของกวางรูซ่า คอจะโก่งและยืดไปด้านหน้า ส่วนหน้ากับคอจะค่อยหันไปทางซ้าย-ขวาสลับกัน และอ้าปากกว้าง ลำตัวจะพองขนเล็กน้อย บางครั้งก็พบว่าการร้องของกวางรูซ่าไม่ใช่แค่การร้องตกใจกลัว แต่ยังพบเสียงที่เกิดจากพฤติกรรมก้าวร้าวอีกด้วย โดยเป็นเสียงร้องของการขู่ฝ่ายตรงข้ามให้เกิดความกลัว โดยจะร้องอื้กในลำคอ สั้นๆ 1-2 ครั้ง

3. การสัมผัส

กวางรูซ่ามักจะเกิดการสัมผัสกันกับเพศตรงข้ามภายในฝูง อาจจะเป็นการยื่นจมูกเตะ หรือการเลีย เป็นการสื่อสารโดยใช้อวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่งสัมผัสกัน เพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกิดพฤติกรรมการสัมผัส ส่วนมากตัวผู้จะเป็นฝ่ายแสดงพฤติกรรมการสัมผัสตัวเมีย กวางรูซ่าตัวผู้จะยืดคอและก้มหัวลงเล็กน้อยไปยังบริเวณลำตัวตัวเมีย กวางรูซ่าตัวผู้จะอ้าปาก

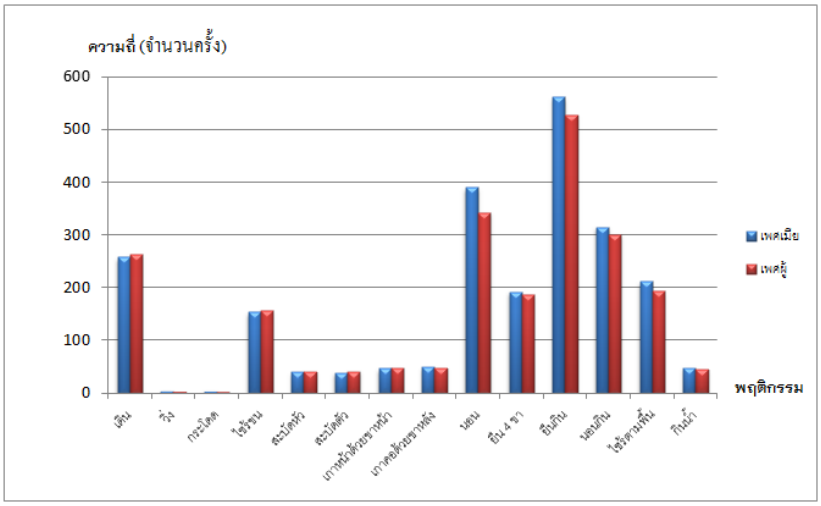
พร้อมแลบลิ้นออกไปสัมผัสขนที่บริเวณลำตัวของตัวเมีย ซึ่งเป็นการสัมผัสโดยใช้ลิ้นเลียลักษณะการใช้ลิ้นเลียขึ้น-ลง ไปมาบริเวณลำตัวของตัวเมีย ส่วนกวางรูซ่าตัวเมียจะอยู่นิ่งเพื่อให้ตัวผู้เลียขน ซึ่งเป็นการแสดงความรักหรือการเกี้ยวกวางรูซ่าตัวเมีย หรือกวางรูซ่าตัวผู้บางตัวจะแสดงการสัมผัสด้วยด้วยการก้มหัวลง และใช้หัวถูกับขนบริเวณลำตัวของตัวเมียลักษณะการถูขึ้น-ลง เหมือนกันกับการสัมผัสโดยใช้ลิ้นเลีย

4. การระวังภัย

กวางรูซ่าจะมีการระวังภัย โดยทำการยืดคอขึ้นแล้วหันมองดูบริเวณรอบๆ เมื่อได้ยินเสียง กวางรูซ่าจะหยุดแสดงพฤติกรรมอื่นๆ ทันที แล้วจะหันมองดูด้านข้างซ้ายขวาสลับกัน บางเวลาก็จะหันมองทั้งทางด้านหน้าและทางด้านหลัง กวางรูซ่าบางตัวก็จะเคลื่อนที่มาใกล้ๆ กันเป็นฝูงรวมกันขนาดใหญ่ กวางรูซ่าบางตัวก็จะโก่งคอและอ้าปาก ตาจะไม่กระพริบถี่แต่จะกระพริบอย่างช้าๆ หางจะส่ายอยู่ตลอดเวลา แต่ถ้าเมื่อมีเสียงอันตรายเข้ามายังบริเวณใกล้ๆ กวางรูซ่าจะยืนนิ่งไม่ขยับ เมื่อเริ่มมีกวางรูซ่าตกใจตัวที่เหลือก็จะตกใจตาม จึงทำให้เกิดเสียงร้อง แง้...แง้... ออกมา โดยเสียงร้องจะมีลักษณะเสียงจะแหลมสูงจะร้องจนสุดเสียง และรัวติดต่อกันหลายๆ ครั้ง บางตัวจะมีการเคลื่อนที่มาอยู่บริเวณใกล้ๆ กัน บางตัวก็จะแสดงท่าทางโดยการยืดคอข้นสูงกว่างปกติ ลำตัวตั้งตรง ทำท่าทางเหมือนคอยฟังเสียง โดยจะแสดงพฤติกรรมเช่นนี้จนกว่าบริเวณนั้นจะปกติ แต่ถ้าเสียงอันตรายเงียบหายไป กวางรูซ่าจะหดคอลง พร้อมกับแสดงพฤตอกรรมอื่นต่อไป เช่น การไซร้ขน การเดิน การกิน หรือการนอน

การสำรวจพฤติกรรมตามเพศของกวางรูซ่า

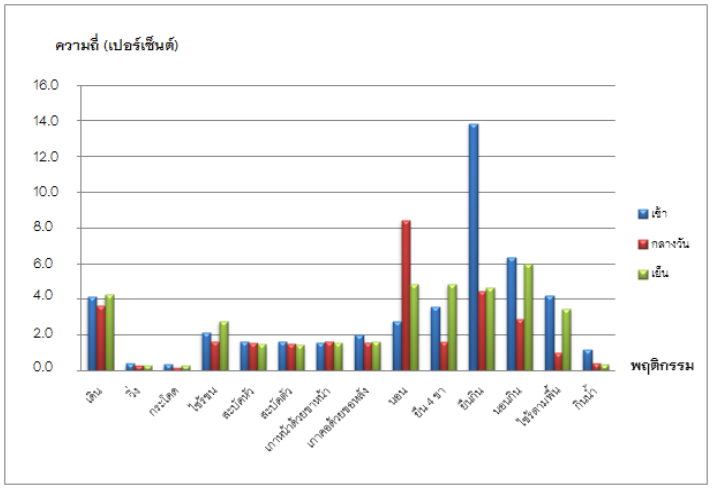
จากการสำรวจกวางรูซ่า บริเวณพื้นที่ฟาร์มปศุสัตว์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โดยเริ่มทำการสำรวจตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557 จากการสำรวจพบว่า กวางรูซ่ามีจำนวนทั้งหมด 11 ตัว เป็นเพศเมีย 6 ตัว และเพศผู้ 5 ตัว โดยนำพฤติกรรมส่วนตัวมาวิเคราะห์ แบ่งออกเป็นพฤติกรรมตามเพศเมียและเพศผู้ ซึ่งกวางรูซ่าจะแสดงความถี่ของพฤติกรรมใกล้เคียงกัน ดังนี้ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ความถี่ของพฤติกรรมเพศเมียและเพศผู้ของกวางรูซ่า

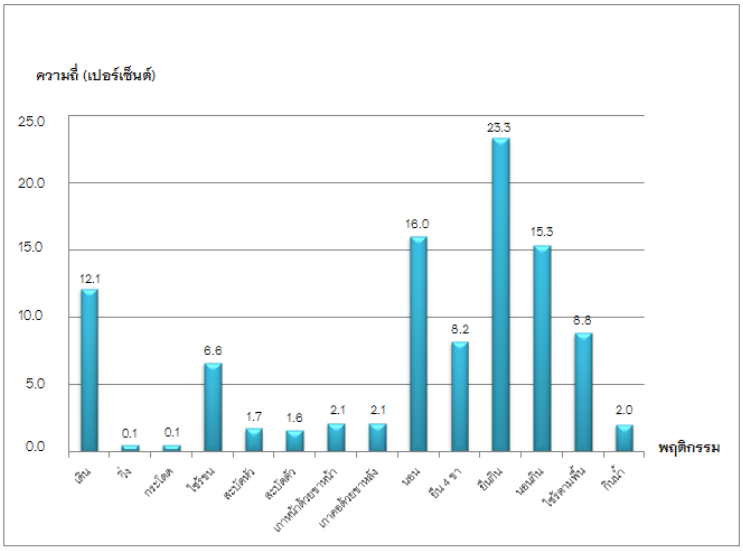
การสำรวจพฤติกรรมเชิงปริมาณของกวางรูซ่า

กวางรูซ่าเป็นกวางที่มักจะแสดงพฤติกรรมต่างๆ ออกมาซ้ำๆ กัน โดยแต่ละช่วงเวลาจะแสดงพฤติกรรมออกมาอย่างเห็นได้ชัดเจน จากการสำรวจพฤติกรรมเชิงปริมาณพบว่า กวางรูซ่าจะแสดงพฤติกรรมต่างๆ ออกมา โดยปกติกวางรูซ่าจะแสดงความถี่ของพฤติกรรมออกมาในลักษณะที่แตกต่างกันจากการสำรวจพบว่า ความถี่ของพฤติกรรมช่วงเช้า กลางวัน และเย็น มีพฤติกรรมของความถี่แต่ละพฤติกรรมแตกต่างกัน โดยพฤติกรรมช่วงเช้าจะพบพฤติกรรมที่แสดงออกอย่างเด่นชัดคือกลุ่มของพฤติกรรมการกิน ได้แก่ พฤติกรรมการยืนกิน ส่วนพฤติกรรมช่วงกลางวันจะพบพฤติกรรมที่แสดงออกอย่างเด่นชัดคือกลุ่มของพฤติกรรมการพักผ่อน ได้แก่ พฤติกรรมการนอน และพฤติกรรมช่วงเย็นจะพบพฤติกรรมที่แสดงออกอย่างเด่นชัด คือกลุ่มของพฤติกรรมการกิน ได้แก่ พฤติกรรมการนอนกิน (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ความถี่เฉลี่ยพฤติกรรมแต่ละพฤติกรรมของกวางรูซ่าช่วงเช้า กลางวัน และเย็น

กวางรูซ่าจะแสดงพฤติกรรมในแต่ละกลุ่มออกมาโดยมีค่าเฉลี่ยรวมที่แตกต่างกัน ตามลำดับดังนี้ โดยจะพบพฤติกรรมการกินมากที่สุด รองลงมาจะพบพฤติกรรมการพักผ่อน พฤติกรรมการทำให้สบายตัว และพฤติกรรมการเคลื่อนที่ ตามลำดับ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ความถี่เฉลี่ยรวมพฤติกรรมแต่ละพฤติกรรมของกวางรูซ่าช่วงเช้า กลางวัน เย็น

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่ากวางรูซ่า เป็นกวางที่มักอยู่รวมกันเป็นฝูงขนาดใหญ่ ไม่ว่าจะรวมฝูงในการหากิน หรือรวมฝูงป้องกันอันตรายเมื่อมีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น หรือเมื่อมีสัตว์ชนิดอื่นเข้าใกล้บริเวณรอบๆ ที่อยู่ ซึ่งมีความสอดคล้องกับ อนุรักษ์ (2545) กล่าวว่า กวางรูซ่าเป็นสัตว์ป่าที่มีลักษณะของการระวังภัยสูงมากจึงมีอาการตื่นตัวและระมัดระวังอันตรายจนเป็นนิสัยตลอดเวลา สามารถได้ยินเสียงต่างๆ แม้แต่เสียงเบาๆ ที่ผิดแผกไปจากเสียงที่เคยได้ยินประจำได้ดี จมูกสามารถดมกลิ่นและมีประสาทสัมผัสว่องไว ทำให้สามารถหลบหลีกจากการถูกล่าในฝูงสัตว์ป่าด้วยกันได้ดี

จากการศึกษาพฤติกรรมที่แสดงออกจะแบ่งพฤติกรรมออกเป็น 4 กลุ่ม พบว่า พฤติกรรมการเคลื่อนที่จะพบพฤติกรรม 3 พฤติกรรม ได้แก่ พฤติกรรมการเดิน พฤติกรรมการวิ่ง และพฤติกรรมการกระโดด ส่วนในกลุ่มของพฤติกรรมการทำให้สบายตัวจะพบ 5 พฤติกรรม ได้แก่ พฤติกรรมการไซร้ขน พฤติกรรมการสะบัดหัว พฤติกรรมการสะบัดตัว พฤติกรรมการเกาหน้าด้วยขาหน้า และพฤติกรรมการเกาคอด้วยขาหลัง ส่วนกลุ่มของพฤติกรรมการพักผ่อนจะพบ 2 พฤติกรรม ได้แก่ การนอน และการยืน 4 ขา และในกลุ่มของพฤติกรรมการกินจะพบ 4 พฤติกรรม ได้แก่ การยืนกิน การนอนกิน การไซร้ตามพื้น

และการกินน้ำ จากการศึกษาพบว่าพฤติกรรมส่วนใหญ่ของกวางรูซ่าจะพบกลุ่มของพฤติกรรมการกินเด่นชัดที่สุด เนื่องจากกวางรูซ่าจะมีการกินอยู่ตลอดเวลา โดยจะพบพฤติกรรมการยืนกินมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ กนกกาญจน์ (2531) กล่าวว่า กวางจะเดินและเล็มเศษอาหารตลอดจน กิ่ง ก้าน ใบไม้ที่ร่วงหล่น ในช่วงเช้าและเย็นตามอุปนิสัย นอกจากนั้นกวางจะเลียและกัดก้อนเกลือแร่ อันเป็นส่วนประกอบพวกโซเดียมและแคลเซียมเช่นเดียวกับดินโป่ง สำหรับการเจริญเติบโตและแข็งแรงของเขา ตลอดจนทดแทนการสูญเสียแร่ธาตุต่างๆ จากการขับถ่าย นอกเหนือจากอาหารจำพวกพืชซึ่งไม่สามารถให้คุณค่าทางอาหารได้สมบูรณ์ จึงทำให้พบพฤติกรรมการยืนกินมากที่สุด ส่วนพฤติกรรมที่พบน้อยที่สุดคือ พฤติกรรมการกินน้ำ เนื่องจากส่วนใหญ่กวางรูซ่ามักจะมีพฤติกรรมการกินอาหารมากกว่า เพราะพฤติกรรมการกินน้ำจะเกิดขึ้นภายหลังจากพฤติกรรมการกินอาหาร ซึ่งมีความสอดคล้องกับ สุจิต (2554) ช่วงเวลาหากินจะอยู่ในช่วงตอนกลางวัน หรืออาจจะหากินตลอดทั้งวัน กวางรูซ่าดื่มน้ำไม่บ่อยครั้งแต่อาศัยความชื้นจากการกินพืช เมื่อกวางรูซ่ามีพฤติกรรมการกินเกิดขึ้น จึงทำให้พฤติกรรมที่ตามมาคือกลุ่มของพฤติกรรมการพักผ่อน จะพบพฤติกรรมการนอนมากที่สุดเนื่องจากกวางรูซ่าจะมีการนอนพักผ่อนในช่วงระหว่างวัน ไม่ว่าจะเป็นช่วงก่อนกินอาหารเสร็จหรือหลังกินอาหารเสร็จ จะมีการนอนพักผ่อนทันที จึงทำให้กวางรูซ่ามีแสดงพฤติกรรมการนอนออกมามากที่สุด ส่วนพฤติกรรมที่พบน้อยที่สุดคือ พฤติกรรมการยืน 4 ขา เนื่องจากการยืนพักผ่อนจะเป็นเพียงระยะเวลาสั้นๆ ซึ่งจะมีการแสดงออกสลับกับพฤติกรรมอื่นๆ และจากการศึกษายังพบอีกว่าในช่วงที่กวางรูซ่ามีการพักผ่อน กวางรูซ่าจะแสดงพฤติกรรมของกลุ่มพฤติกรรมการทำให้สบายตัวออกมา โดยจะแสดงพฤติกรรมการไซร้ขนออกมามากที่สุด เมื่อกวางรูซ่าแสดงพฤติกรรมอื่นออกมาไม่ว่าจะเป็นพฤติกรรมการพักผ่อน หรือพฤติกรรมการเคลื่อนที่ กวางรูซ่าจะมีการไซร้ขนอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากพฤติกรรมการไซร้ขนทำให้เกิดการสบายตัว ซึ่งสอดคล้องกับ กนกกาญจน์ (2531) กล่าวว่า การไซร้ขนเป็นพฤติกรรมที่พบบ่อยมากในช่วงที่เปลี่ยนอิริยาบถ เช่น จากนอนแล้วยืนขึ้น เป็นต้น ซึ่งการไซร้ขนและเลียขนเป็นการทำความสะอาดร่างกายเพื่อให้เกิดความสบายตัว และจะพบทุกช่วงเวลา จึงทำให้กวางรูซ่ามีแสดงพฤติกรรมการไซร้ขนออกมามากที่สุด ส่วนพฤติกรรมที่พบน้อยที่สุดคือ พฤติกรรมการสะบัดลำตัว เนื่องจากกวางรูซ่ามีการการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการเดินหรือการขยับตัว ทำให้การสะบัดตัวเพื่อผ่อนคลายลดน้อยลง จึงทำให้พบพฤติกรรมการสะบัดตัวน้อยที่สุด ส่วนกลุ่มของพฤติกรรมการเคลื่อนที่ จะพบพฤติกรรมการเดินเด่นชัดมากที่สุด เนื่องจากกวางรูซ่ามักจะมีการเดินอยู่ตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นการเดินหาอาหาร หรือการระวังภัยมักเกิดในขณะเมื่อมีเสียงผิดปกติเกิดขึ้นอยู่บริเวณใกล้ๆ เช่น เสียงพูดคุยกันขณะที่มีการสำรวจข้อมูลภาคสนาม หรือเสียที่เกิดจากเครื่องยนต์ยานพาหนะ มีความสอดคล้องกับ กนกกาญจน์ (2531) กล่าวว่า กวางจะเดินเมื่อต้องการสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น น้ำ อาหารเป็นต้น จะเดินแทบทุกช่วงเวลา แต่จะเป็นการเดินระยะสั้นๆ เมื่อได้ในสิ่งที่ต้องการแล้วกวางจะหยุดเดิน เช่น เดินไปกินน้ำหรืออื่นๆ ตามที่กล่าวมาเพื่อตอบสนองความต้องการของร่างกาย จึงทำให้กวางรูซ่ามีแสดงพฤติกรรมการเดินออกมามากที่สุด ส่วนพฤติกรรมที่พบน้อยที่สุดคือ พฤติกรรมการวิ่งและพฤติกรรมการกระโดดจะพบน้อยที่สุด จะแสดงความถี่ออกมาเท่าๆ กัน เนื่องจากในพื้นที่ฟาร์มปศุสัตว์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม มีความเงียบสงบ ไม่มีสิ่งรบกวนจากสิ่งแวดล้อมภายนอกมากนัก จึงทำให้พบพฤติกรรมการวิ่งและพฤติกรรมการกระโดดน้อยที่สุด แต่หากเกิดการรบกวนจากสิ่งเร้าภายนอก จะทำให้กวางรูซ่าแสดงพฤติกรรมการตอบสนองต่อสิ่งรบกวนอย่างรวดเร็ว โดยกวางรูซ่าจะมีการตอบสนองต่อเสียงอย่างฉับไว เช่น พฤติกรรมการระวังภัย หรือพฤติกรรมการส่งเสียงร้อง พบว่ากวางรูซ่าจะสามารถรับรู้ถึงภัยต่างๆ ที่เข้าใกล้บริเวณที่อยู่อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นลักษณะนิสัยอย่างหนึ่งของกวางรูซ่า ดังนั้น กวางรูซ่าเป็นสัตว์ป่าที่มีลักษณะของการระวังภัยสูงมากจึงมีอาการตื่นตัวและระมัดระวังอันตรายจนเป็นนิสัยตลอดเวลา สามารถได้ยินเสียงต่างๆ แม้แต่เสียงเบาๆ ที่ผิดแผกไปจากเสียงที่เคยได้ยินประจำได้ดี จมูกสามารถดมกลิ่นและมีประสาทสัมผัสว่องไว ทำให้สามารถหลบหลีกจากการถูกล่าในฝูงสัตว์ป่าด้วยกันได้ดี (อนุรักษ์, 2545) ส่วนพฤติกรรมการก้าวร้าวเป็นการสื่อสารโดยใช้ท่าทางการขู่ ส่วนใหญ่กวางจะแสดงพฤติกรรมการก้าวร้าวขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของกวางตัวนั้นๆ ว่ามีความต้องการอย่างไร นอกจากนี้สภาพแวดล้อมภายในและภายนอกมีผลต่อการแสดงพฤติกรรมการก้าวร้าว ส่วนพฤติกรรมการสัมผัส เป็นการแสดงการทักทายเพื่อรักษาพันธะภายในกลุ่มให้มั่นคง (กนกกาญจน์, 2531)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพฤติกรรมของกวางรูซ่า ในพื้นที่ฟาร์มปศุสัตว์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พบว่ากวางรูซ่ามีจำนวนทั้งหมด 11 ตัว เป็นเพศเมีย 6 ตัว และเพศผู้ 5 ตัว โดยแบ่งออกเป็นพฤติกรรมตามเพศ ซึ่งกวางรูซ่าจะแสดงความถี่ของพฤติกรรมใกล้เคียงกัน

ข้อมูลจากการศึกษาวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่า พื้นที่ฟาร์มปศุสัตว์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เป็นพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ รวมถึงสภาพภูมิอากาศที่ดีทำให้กวางรูซ่าสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี การศึกษาครั้งนี้อาจนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ใช้สำหรับการศึกษาพฤติกรรมของกวางรูซ่าต่อหรือใช้สำหรับการวางแผนการจัดการของกวางชนิดอื่น ภายในและภายนอกพื้นที่ฟาร์มปศุสัตว์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามให้ดีต่อไปในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ฟาร์มปศุสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลกที่อำนวยความสะดวกและให้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับกวางรูซ่าในการเก็บรวบรวมข้อมูลทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลกที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กณิตา อุ่ยถาวร. (2551). **การศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์สัตววงศกวางเพื่อประโยชนในการจำแนกสัตวปาของกลาง.**

กนกกาญจน์ ควรหา. (2531). **พฤติกรรมของกวางในสวนสัตว์เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่และสวนสัตว์เปิดเขาเขียว จังหวัดชลบุรี.**

กนกวรรณ แซ่หล่อ. (2551). **มติชนบทเทคโนโลยีชาวบ้าน เรื่องเทคโนโลยีปศุสัตว์.** มติชน ปีที่ 14 ฉบับ 439(89).

กองแผนงาน. (2543). **ข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทย ปี 2543**. ฝ่ายประมวลผลและสถิติ กองแผนงาน กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 452 น.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. (2525). **การจัดการเนื้อสัตว์.** ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. 125 น.

นลินี ทองมี และกณิดา จันทร์ส่อง. (2538). **บทสัมภาษณ์เรื่องการเลี้ยงกวางรูซ่าในประเทศไทย ข่าวสารเกษตรศาสตร์**, 40(5) : 1-12.

วิทยา ฉินชิยานนท์ และสนั่น เหลียงไพบูลย์. (2548). **คู่มือการเพาะเลี้ยงกวาง.** กลุ่มงานเพาะเลี้ยงสัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช.

วิทยา ฉินชิยานนท์. (2555). **กวางสัตว์ทางเลือกใหม่ของไทย กลุ่มงานเพาะเลี้ยงสัตว์ป่า.** สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช แก่นเกษตร, 40 ฉบับพิเศษ 2:78-82.

สุจิต เมืองสุข. (2554). **มติชนบทเทคโนโลยีชาวบ้าน เรื่องเทคโนโลยีการเลี้ยงสัตว์.** มติชน ปีที่ 23 ฉบับที่ 506 : 84.

อนุรักษ์ พรหมแพทย์. (2545). **หนังสือการเลี้ยงกวาง.** สำนักพิมพ์เพื่อนเกษตรพับลิชชิ่ง.

อุดม ตันวัฒนธนากุล และคณะ. (2540). **รวมกฎกระทรวงออกตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่าพุทธศักราช 2535**. กรุงเทพฯ : ส่วนอนุรักษ์สัตว์ป่า สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้.

ชัยณรงค คันธพนิต นวลจันทร พารักษา และ เฉลียว ศาลากิจ. (ม.ป.ป). **รายงานความกาวหนาการทำฟารมกวางรูซ่าเพื่อขยายพันธุและผลิตเขากวางออน**. ภาควิชาสตัวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รัตนา สาริวงศ์จันทร์. (ม.ป.ป). **กวางป่า กลุ่มงานเพาะเลี้ยงสัตว์ป่า.** สำนักอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช.

อัจฉรัตน์ สุวรรณภักดี. (ม.ป.ป). **เอกสารการเลี้ยงกวาง.** ฉบับประชาชน. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Groves, C. P. and P. Grubb. (1987). **Relationships of living deer.** Pp. 21-59. In C. M. Wemmer (ed.) Biology and management of the Cervidae. Smithsonian Institution Press, Washington and London.

Grubb, P. (1993). **A taxonomic and geographic reference.** Pp. 384-392. In D. E. Wilson and D. M. Reeder (eds.) Mammal species of the world. Smithsonian Institution Press, Washington and London.

กลุ่มสาขาคณิตศาสตร์และฟิสิกส์

ระบบเตือนภัยน้ำท่วมระยะไกลผ่านระบบไร้สาย
Flood warning system remote via wireless

กาญจนา ศรีปัญญา และ วสุ พันไพศาล*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: karnchana19@windowslive.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบและสร้างระบบเตือนภัยน้ำท่วมจากวัสดุที่หาได้จากท้องถิ่นแบบทำเองด้วยต้นทุนต่ำ ซึ่งระบบเซนเซอร์ที่นำมาใช้ในการตรวจวัดระดับน้ำนั้น ผู้วิจัยได้นำแท่งแกรไฟต์มาเป็นเซนเซอร์โดยอาศัยหลักความต้านทานที่หน้าสัมผัส ซึ่งแท่งแกรไฟต์หาได้จากไส้ดินสอทั่วๆ ไป สำหรับการแสดงผลของระดับน้ำนั้นจะแสดงผลผ่านทาง Web server ที่ฝังรหัส HTML ไว้ในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเรียกผ่านไมโครชิพย่อส่วนที่แปลงสัญญาณ TTL UART เป็น Wifi ผ่านช่องสื่อสาร TCP หมายเลข 8899 ผ่านเครือข่ายไร้สายเพื่อให้ง่ายต่อผู้ใช้ในการตรวจสอบระดับน้ำ นอกจากนี้เพื่อให้สามารถเตือนภัยได้ทันท่วงทีระบบยังมีการแจ้งเตือนผ่านโทรศัพท์มือถือในกรณีที่ระดับน้ำอยู่ในระดับวิกฤต การทำงานของระบบ คือ แกรไฟต์แต่ละแท่งต่อกับวงจรแบ่งแรงดันจะส่งสัญญาณศักย์ที่เปลี่ยนไปยังหน่วยแปลงสัญญาณอนาลอคเป็นดิจิตอล (ADC) ของไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการวิเคราะห์เงื่อนไขและส่งข้อมูลลงบนหน่วยความจำชั่วคราวของไมโครคอนโทรลเลอร์ และปรับเปลี่ยนค่าทุกวินาทีก่อนจะนำมาแสดงบน Web server ที่ฝังรหัส HTML ไว้ และถ้าน้ำอยู่ในระดับวิกฤตก็จะแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ต่อไป ซึ่งจากการทดลองพบว่า Web server สามารถแสดงระดับน้ำทุกๆ 20 วินาที และแสดงเวลาปัจจุบันที่ทำการแจ้งเตือน นอกจากนี้ถ้าน้ำอยู่ในระดับวิกฤตระบบสามารถทำการโทรออกและส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานต่อไป

คำสำคัญ : ระบบเตือนภัยน้ำท่วม เซนเซอร์ แกรไฟต์

Abstract

In this paper, a low-budget home-made ground-truth flooding alarm system has been designed and constructed in order to use available local equipment. Graphite was used as a sensor of the water level detection system bases on resistivity of contact. An embedded HTML Web server for clients was convenience to browse via TCP 8899 over a miniaturized Wifi to TTL UART connectivity. The system was also designed to alarm via phone when the water reach a critical level. The system operates by each of graphite probes to water in divider of series. Each of divider generates a voltage signal shift to ADC of microcontroller. When the water reaches each threshold levels, microcontroller processes condition and updated water lever information secondly on an embedded HTML Web server and sends alerting message when water level is in crisis.

keywords : flood warning system, sensor, graphite

บทนำ

น้ำท่วมเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งมีสาเหตุมาจากการที่ฝนตกในปริมาณมากติดต่อกันเป็นเวลานานจนเกิดน้ำไหลบ่าเหนือผิวดินลงสู่ร่อง น้ำลำธาร และน้ำในแม่น้ำมีปริมาณมากกว่าปกติ ในกรณีเมื่อเกิดน้ำท่วมในเขตชุมชนหรือท่วมพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกร อาจทำให้ทรัพย์สินและพืชผลของประชาชนตลอดจนสิ่งก่อสร้างต่างๆ ได้รับความเสียหาย (นิจธนา น้อยพง, 2555) เพื่อให้ประชาชนสามารถเตรียมพร้อมกับสถานการณ์ที่จะเกิดขึ้นการเตือนภัยน้ำท่วมจึงมีความสำคัญมาก ซึ่งวิธีการเตือนภัยก็จะขึ้นอยู่กับกระบวนการของระบบ โดยเซนเซอร์ที่ใช้วัดระดับน้ำจะมีด้วยกันหลายประเภทมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน เช่น เซนเซอร์ที่ใช้หลักการวัดระดับด้วยคลื่นความถี่เหนือเสียง (Ultrasonic) จะทำงานโดยส่งคลื่นไปยังผิวหน้าของน้ำ จากนั้นคลื่นจะสะท้อนกลับไปยังตัวรับและจะถูกนำเวลาทั้งไปและกลับไปคำนวณหาค่าระดับของของเหลว เซนเซอร์ชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องสัมผัสกับน้ำแต่มีราคาแพง หรือเซนเซอร์ที่ใช้หลักการวัดค่าความนำไฟฟ้า

(Conductivity) โดยใช้วงจรไฟฟ้าที่มีแท่งตัวนำสองแท่งวัดตำแหน่งระดับของน้ำโดยอาศัยหลักการนำไฟฟ้าของของเหลว เซนเซอร์ชนิดนี้สามารถทำใช้เองได้ ราคาไม่แพง แต่เนื่องจากต้องสัมผัสกับน้ำอาจทำให้เกิดสนิมกับแท่งตัวนำได้ (ทวิช ชูเมือง, 2556) ด้วยเหตุนี้ในปี พ.ศ. 2556 นางสาวเพียงพิศ สง่าวงศ์ จึงได้ออกแบบระบบเตือนภัยน้ำท่วมจากวัสดุในท้องถิ่นที่มีราคาถูก โดยใช้แกรไฟต์ในการตรวจสอบระดับน้ำและแจ้งเตือนผ่านเสียงไซเรน แต่อย่างไรก็ตามระบบเตือนภัยน้ำท่วมสามารถเตือนได้เพียงระดับเดียวและแจ้งเตือนในบริเวณใกล้ๆ เท่านั้น (เพียงพิศ สง่าวงศ์, 2556)

จากเหตุผลข้างต้น ในบทความนี้จึงได้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบเตือนภัยน้ำท่วมจากวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่นและสะดวกต่อผู้ใช้ โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบเซนเซอร์ตรวจวัดระดับน้ำจากแท่งแกรไฟต์ ซึ่งแท่งแกรไฟต์สามารถหาได้ง่ายจากไส้ดินสอทั่วไป ราคาไม่แพง ไม่เป็นสนิมและสามารถนำไฟฟ้าได้ อาศัยหลักการนำไฟฟ้าของของเหลว โดยแกรไฟต์ตรวจวัดระดับน้ำแล้วส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการวิเคราะห์เงื่อนไขแล้วนำมาแสดงบน Web server ถ้าน้ำอยู่ในระดับวิกฤตก็จะทำการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ผ่านเครือข่ายมือถือ

วิธีดำเนินงานวิจัย

สำหรับวิธีการทั้งหมดของระบบเตือนภัยน้ำท่วมแสดงผลผ่านทาง Web server สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1 ซึ่งรายละเอียดการทำงานของแผนภาพจะทำการอธิบายในหัวข้อถัดไป

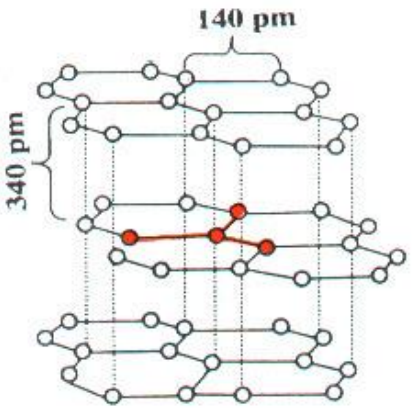


ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงขั้นตอนของระบบเตือนภัยน้ำท่วม

1. แกรไฟต์



ภาพที่ 2 แกรไฟต์



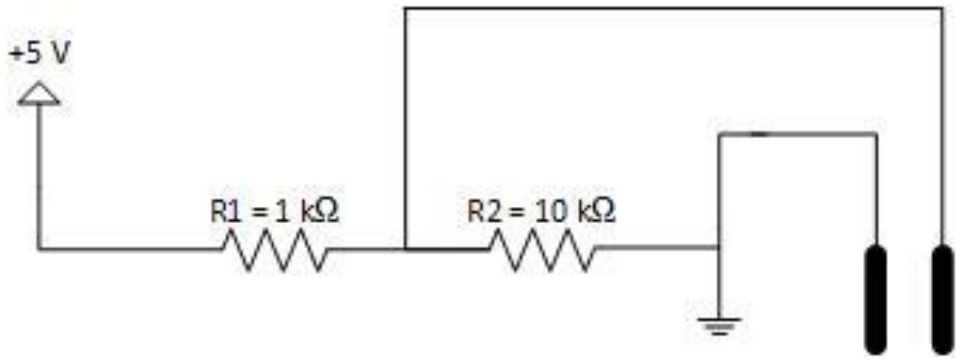
ภาพที่ 3 โครงสร้างของแกรไฟต์

แกรไฟต์เป็นอัญรูปหนึ่งของธาตุคาร์บอนหรือแร่ดินสอดำ มีลักษณะเป็นของแข็ง มีลักษณะแผ่นบางๆ ทึบแสง อ่อนนุ่ม สีเทาเข้มถึงดำ เนื้ออ่อน เป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้าได้ดี มักใช้ทำไส้ดินสอ เบ้าหลอมโลหะ น้ำมันหล่อลื่นบางชนิด ไส้

ถ่านไฟฉาย ไส้ไฟอาร์ก แร่แกรไฟต์มีการนำไฟฟ้าเพราะสร้างพันธะกับคาร์บอน 3 อะตอมที่อยู่ใกล้เคียงกัน จึงมี 1 อิเล็กตรอนอิสระเคลื่อนที่ไปทั่วภายในชั้น ด้วยเหตุนี้แกรไฟต์จึงนำไฟฟ้าได้เฉพาะภายในชั้นเดียวกัน (สารานุกรมเสรี, 2557) งานวิจัยนี้จึงนำแกรไฟต์มาใช้ในการตรวจสอบระดับน้ำ

2. การตรวจวัดระดับน้ำ

ในหัวข้อนี้กล่าวถึงขั้นตอนการตรวจวัดระดับน้ำ โดยอาศัยหลักการนำไฟฟ้าของของเหลวมาประยุกต์ใช้ในการวัดระดับน้ำ ซึ่งแกรไฟต์จะต่ออยู่กับวงจรแบ่งแรงดัน ดังรูปที่ 2



ภาพที่ 4 วงจรแบ่งแรงดัน

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าใช้หลักวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม ซึ่งเป็นวงจรที่มีกระแสไฟฟ้าในวงจรมีค่าเท่ากันทั้งวงจร แต่แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวจะมีค่าไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับค่าความต้านทาน คำนวณได้จาก (วงจรแบ่งแรงดัน, (2557)

$$R_{T1} = \frac{R_2 \times R_L}{R_2 + R_L}$$

โดยที่ R_{T1} คือ ผลรวมของ R_2 และ R_L

R_L คือ ความต้านทานของโหลด

$$R_T = R_1 + R_{T1}$$

R_T คือ ความต้านทานรวม

จาก $V_s = IR$ จะได้ว่า

$$V_L = \frac{R_T}{R_1 + R_T}(V_S)$$

V_L คือ แรงดันที่ตกคร่อมโหลด

V_S คือ แรงดันจากแหล่งจ่ายไฟ

3. ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino uno r3



ภาพที่ 5 Arduino uno r3

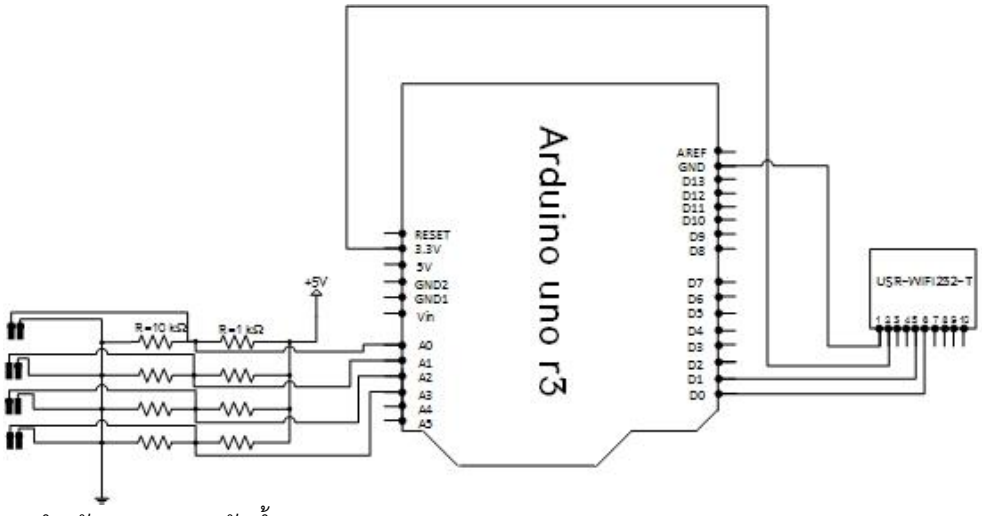
Arduino uno r3 เป็นบอร์ด Arduino ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาไม่แพง ส่วนใหญ่โปรเจคและ Library ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นมา Support จะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลักและข้อดีอีกอย่างคือ กรณีที่ MCU เสีย ผู้ใช้งานสามารถซื้อมาเปลี่ยนเองได้ง่าย บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino uno r3 จะใช้ในการประมวลผลระดับน้ำที่ได้รับมาจากวงจรแบ่งแรงดันเพื่อนำไปแสดงผลต่อไป (เริ่มต้น AVR Microcontroller, 2552)

4. USR-WIFI232-T (USR-WIFI232-T, 2557)

USR-WIFI232-T เป็นโมดูล WIFI ขนาดเล็ก ใช้พลังงานต่ำเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกแบบอนุกรม ใช้ในการแปลงสัญญาณ TTL UART เป็น WIFI ผ่านช่องสื่อสาร TCP หมายเลข 8899 เพื่อแสดงระดับน้ำที่ได้จากการประมวลผลของ Arduino uno r3 บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ เชื่อมต่อดังรูปที่ 6



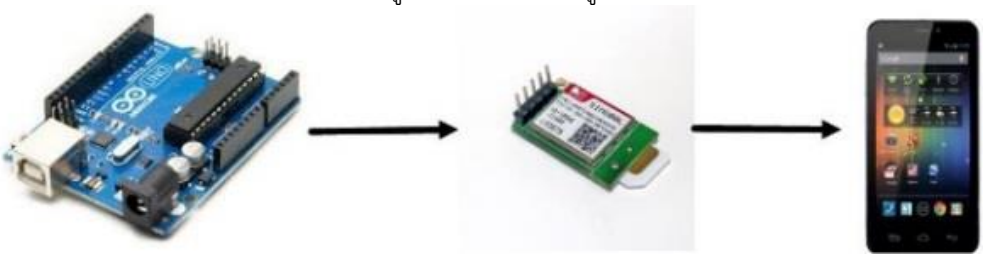
ภาพที่ 6 การแสดงระดับน้ำบนคอมพิวเตอร์



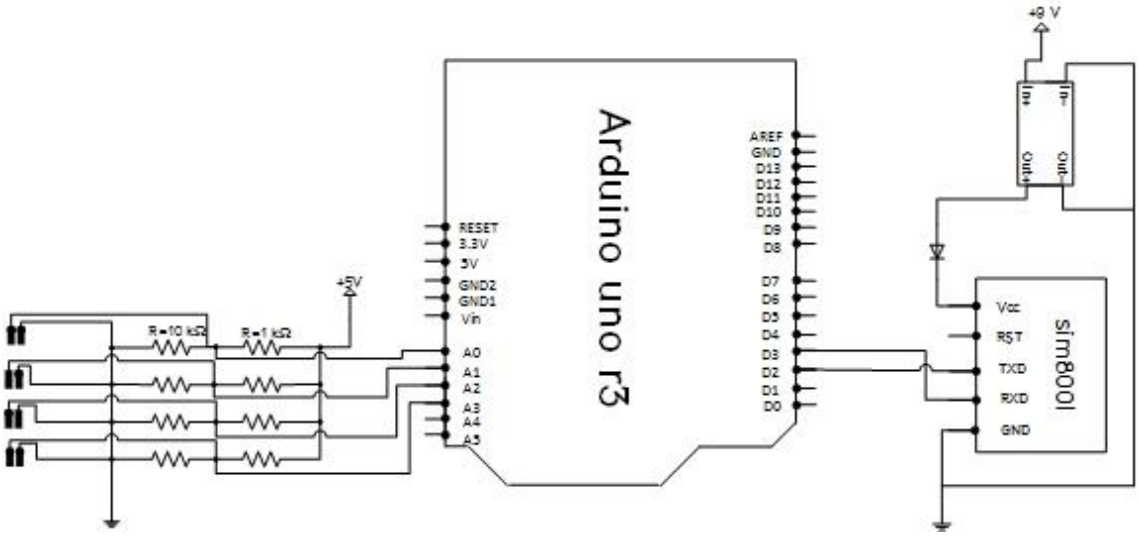
ภาพที่ 7 วงจรสำหรับการแสดงระดับน้ำบน web server

5. การแจ้งเตือนผ่านโทรศัพท์มือถือ (Module sim800l, 2557)

โมดูล SIM800L Module สำหรับใช้ในการรับส่ง SMS โทรศัพท์หาเบอร์ที่ต้องการ เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตและอื่น ๆ ได้เหมือนบอร์ด GSM รุ่นใหญ่ ๆ เลย แต่ไม่สามารถคุยได้ เพราะตัดขาลำโพงกับไมค์ออก จึงเหมาะกับงานเฉพาะด้านที่ต้องการความคุ้มค่า การใช้งานไลบารีเหมือน SIM900 มีไลบารีมาให้พร้อมใช้งาน การต่อขาใช้เพียง 2 เส้นคือ RX และ TX ใช้ไฟที่ 3.7-4.2 โวลต์กระแสสูงสุด 2A ใช้ติดต่อกับ Arduino uno r3 ผ่านทางพอร์ตอนุกรม เมื่อน้ำอยู่ในระดับวิกฤต Arduino uno r3 จะสั่งให้ Module sim800l แจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ทันที แสดงได้ดังรูปที่ 8



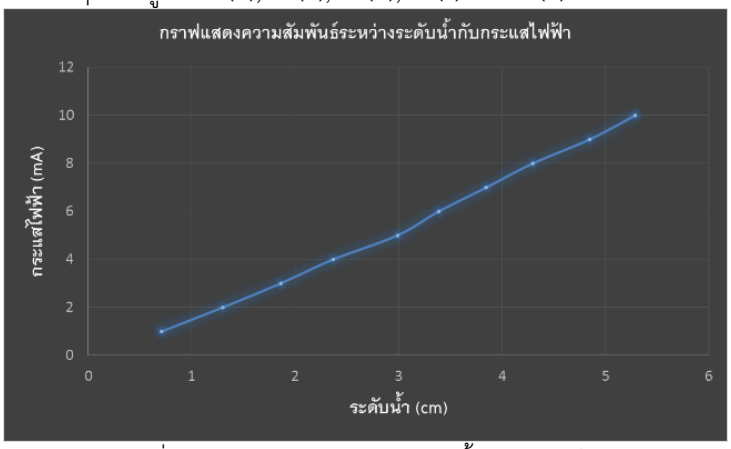
ภาพที่ 8 การแจ้งเตือนผ่านโทรศัพท์มือถือ



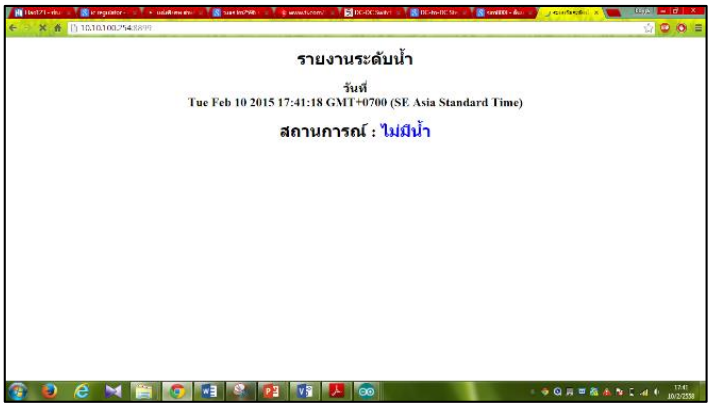
ภาพที่ 9 วงจรสำหรับการแจ้งเตือนผ่านเครือข่ายมือถือ

ผลการวิจัย

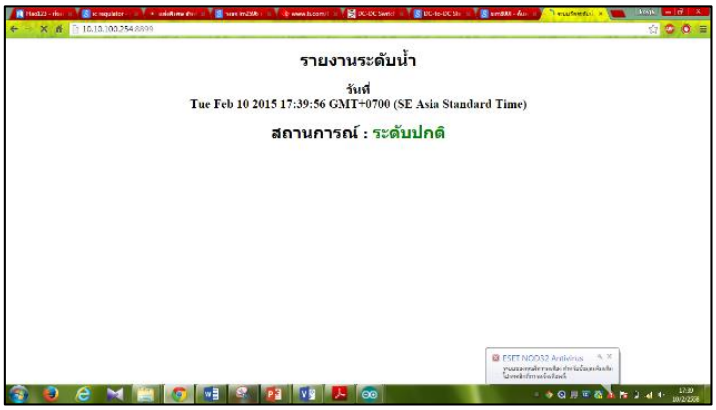
จากการทดลองพบว่าความสูงของน้ำมีผลต่อกระแสไฟฟ้าซึ่งการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าทำให้ความต้านทานเปลี่ยนแปลงจึงสามารถนำมาใช้ในการวัดระดับน้ำได้แสดงได้ดังกราฟที่ 1 ในส่วนของการแจ้งเตือน ระบบสามารถตรวจสอบระดับน้ำและแสดงระดับน้ำบน Web server ถ้าน้ำอยู่ในระดับอันตรายจะมีการแจ้งเตือนผ่านเครือข่ายมือถือ แสดงการแจ้งเตือนสถานการณ์น้ำในระดับต่างๆ ได้ดังรูปที่ 10(ก), 10(ข), 10(ค), 10(ง) และ10(จ)



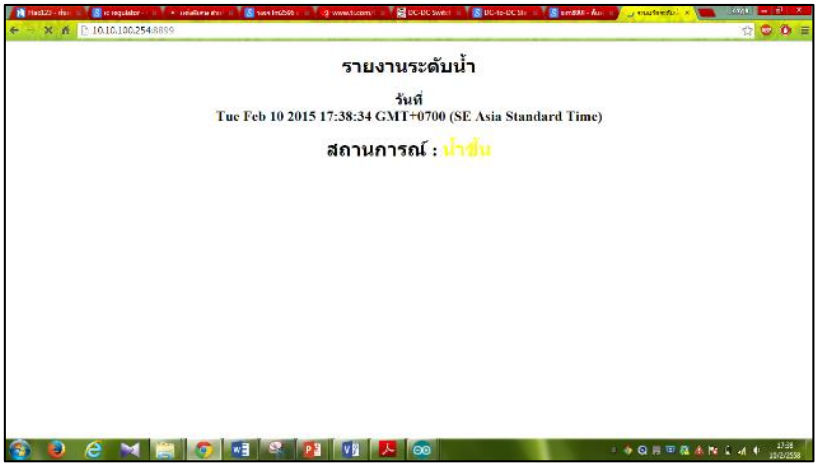
กราฟที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำกับกระแสไฟฟ้า



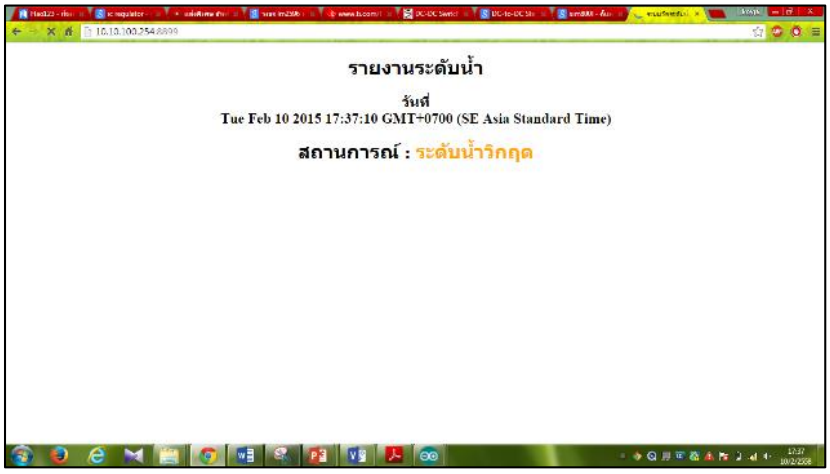
ภาพที่ 10(ก) กรณีน้ำยังไม่สัมผัสกับแกรไฟต์



ภาพที่ 10(ข) กรณีน้ำสัมผัสกับแกรไฟต์คู่ที่ 1

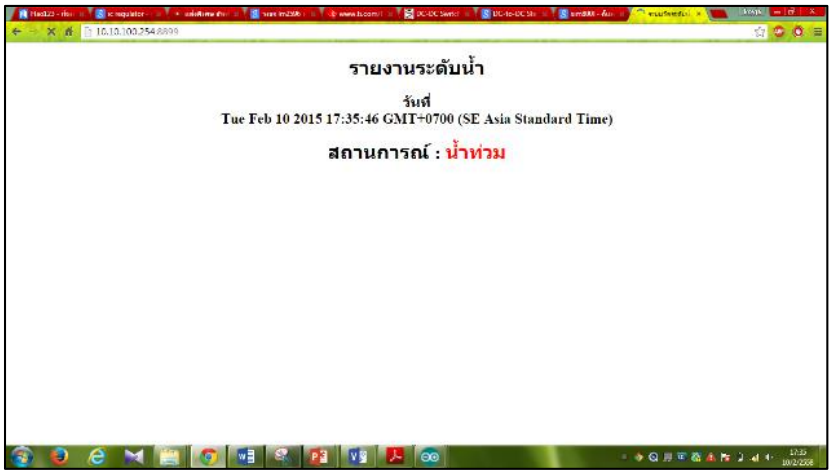


ภาพที่ 10(ค) กรณีน้ำสัมผัสกับแกรไฟต์คู่ที่ 2





ภาพที่ 10(ง) กรณีน้ำสัมผัสกับแกรไฟต์คู่ที่ 3





ภาพที่ 10(จ) กรณีน้ำสัมผัสกับแกรไฟต์คู่ที่ 4

อภิปรายผลการวิจัย

จากงานวิจัยที่ได้นำเสนอ สามารถสร้างระบบเตือนภัยน้ำท่วมที่ใช้แกรไฟต์ที่ได้จากไส้ดินสอในการตรวจวัดระดับน้ำ ซึ่งมีราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย อีกทั้งยังมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม โดยอาศัยหลักการนำไฟฟ้าของของเหลว เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานและสามารถเตือนภัยได้ไกลขึ้นจึงมีการแสดงระดับน้ำบน Web server และแจ้งเตือนผ่านเครือข่ายมือถือ อย่างไรก็ตามควรมีแบตเตอรี่สำรองไว้สำหรับในกรณีที่ไฟดับหรือนำไปใช้ในสถานที่ไม่มีไฟฟ้า และควรมีการแจ้งเตือนระดับแบตเตอรี่ด้วย

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองพบว่า Web server สามารถแสดงระดับน้ำทุกๆ 20 วินาที และแสดงเวลาปัจจุบันที่ทำการแจ้งเตือน นอกจากนี้ถ้าน้ำอยู่ในระดับวิกฤตและเกิดน้ำท่วมระบบสามารถทำการโทรออกและส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

นิจธนา น้อยพง. (2555). **ปัญหาน้ำท่วม.** เข้าถึงได้จาก: http://sd-group2.blogspot.com/2012/12/ 53242087.html. เข้าถึง (วันที่ค้นข้อมูล: 13 กรกฎาคม2557).

เพียงพิศ สง่าวงค์. (2556). **ระบบเตือนภัยน้ำท่วม.** สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

ทวิช ชูเมือง. (2556). **หลักการวัดระดับ.** เข้าถึงได้จาก: http://thailandindustry. com/guru/view.php?id =19419&section=9. เข้าถึง (วันที่ค้นข้อมูล: 13 กันยายน 2557).

วงจรแบ่งแรงดัน. (2557). เข้าถึงได้จาก: http://www.tatc.ac.th/files/110528099420636_11062312120245 .pdf. (วันที่ค้นข้อมูล: 15 กรกฎาคม 2557).

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2557). **แกรไฟต์.** เข้าถึงได้จาก: http://th.wikipedia.org/wiki/แกรไฟต์. (วันที่ค้นข้อมูล: 25 กรกฎาคม 2557).

Module sim800l. (2557). เข้าถึงได้จาก: http:// http://www.arduinoall.com/product/561/sim800l-module-sim800l-gprs-module. (วันที่ค้นข้อมูล: 19 สิงหาคม 2557).

USR-WIFI232-T. (2557). เข้าถึงได้จาก: http://en.usr.cn/download/USR-WIFI232-T.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล: 2 ธันวาคม 2557).

ระบบควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่แบบอัตโนมัติ
Temperature control system for incubators automated egg incubator

ธีรวัฒน์ แต้มทอง และ วสุ พันไพศาล*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail:teerawat_t09@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่แบบอัตโนมัติ โดยค่าอุณหภูมิความร้อนของตู้ฟักไข่เกิดจากความร้อนที่ได้จากขดลวดภายในหลอดไฟขนาด 60 วัตต์ จำนวน 3 หลอด สำหรับการควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่นั้นจะถูกทำการควบคุมจากค่าความร้อนของขดลวดภายในหลอดไฟที่ถูกควบคุมผ่านทางความกว้างของสัญญาณพัลส์ (PWM) ค่าความกว้างของสัญญาณพัลส์ (PWM) นี้จะถูกปรับเปลี่ยนไปตามค่าของอุณหภูมิที่ตามต้องการ โดยผ่านการระบบควบคุม PID ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า ระบบสามารถควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่ให้อยู่ในช่วงของ 36-38 องศาเซลเซียส และมีค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าอุณหภูมิที่ได้ทำการตั้งไว้ 0.1 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ภายในตู้ฟักไข่ยังมีการติดตั้งระบบที่ใช้ในการกำจัดเชื้อโรคภายในอากาศด้วยแสงอัลตราไวโอเลต ซึ่งจะช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของตัวอ่อนภายในไข่ได้

คำสำคัญ : ตู้ฟักไข่ สัญญาณพัลส์ (PWM) ควบคุมอุณหภูมิ

Abstract

This paper presents the design automatic temperature control of incubator. The heat of the incubator is caused by the heat from the heat generated by the coil inside the bulb size 60 watts of 3 tube. For the control of the temperature of the incubator is the control of the heating value of the coil of the bulb is controlled through the width of the signal pulse (PWM). The width of the signal pulse (PWM) this will be changed according to the value of the desired temperature by the control system through PID. The results showed that the system can control the temperature of the incubator in the range of 36-38 degrees Celsius and the error of the temperature was set 0.1 degrees Celsius. Also within the incubator is also installed the system used in the removal of pathogens within the air with ultraviolet light, which will help to increase the survival rate of the larvae in the egg.

keywords : incubator, pulse (PWM), temperature control

บทนำ

ในปัจจุบันเกษตรกรในประเทศไทยนิยมเลี้ยงไก่กันมากพอสมควร แต่การเลี้ยงไก่ของเกษตรกรนั้นจะต้องประสบปัญหาต่างๆหลายด้านโดยเฉพาะการลงทุนในการเลี้ยงไก่ที่ต้องใช้งบประมาณที่สูงโดยสำหรับค่าอุปกรณ์ต่างๆ และค่าการดูแลรักษา ซึ่งการเลี้ยงไก่แบบปล่อยให้ฟักไข่ตามธรรมชาตินั้นมีผลกระทบต่อการฟักของแม่ไก่เนื่องจากสภาพแวดล้อม ภูมิอากาศและความชื้นที่เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้อัตราการฟักไข่ของแม่ไก่ลดลง ต่อมาจึงได้มีผู้คิดค้นการฟักไข่แบบไม่ต้องอาศัยการฟักของแม่ไก่ที่ใช้ความร้อนจากเชื้อเพลิงในการฟัก ซึ่งสามารถฟักไข่ได้ในอัตราการฟักที่มากขึ้น (สิงหเดช และคณะ, 2557) คือการนำไข่มาฟักด้วยตู้ฟักไข่ ถือเป็น วิวัฒนาการทางวิทยาศาสตร์ที่นำระบบอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาประยุกต์ในการฟักไข่เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ

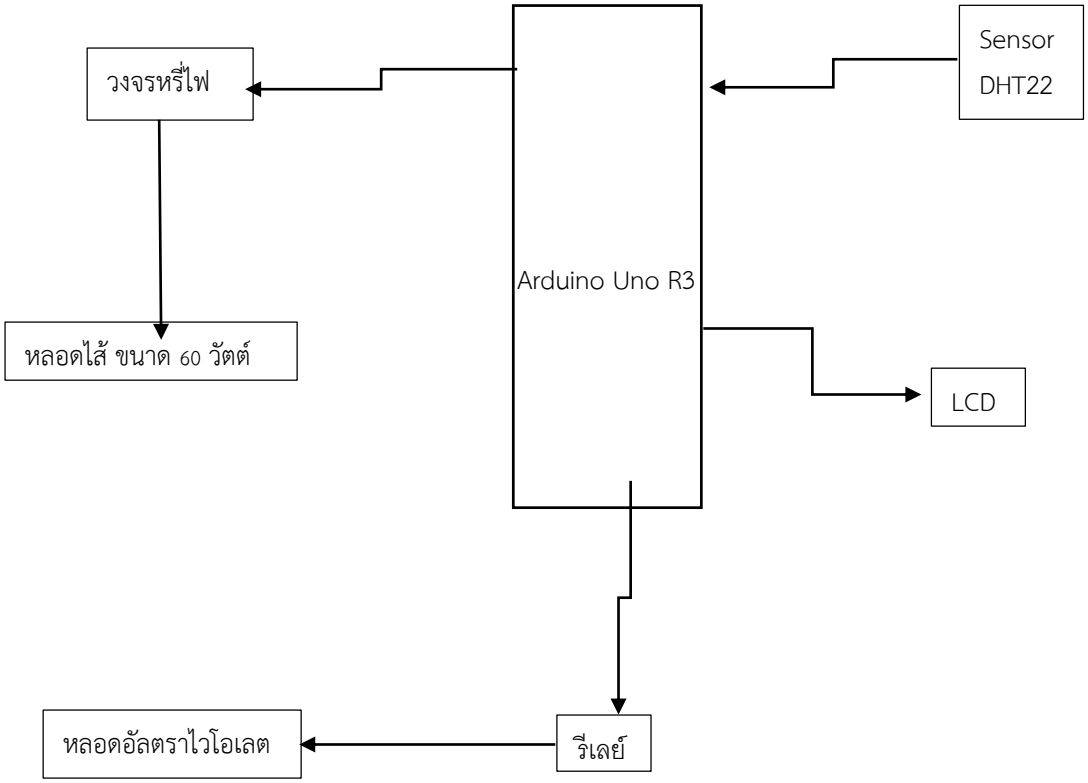
ตู้ฟักไข่ที่มีใช้กันในปัจจุบันนี้มีการพัฒนามากมายและทันสมัยมายิ่งขึ้นๆโดยเฉพาะตู้ฟักไข่ในปัจจุบันมีอุปกรณ์และเทคโนโลยีที่ทันสมัยสามารถช่วยควบคุมตัวแปรต่างๆเพื่อช่วยให้การฟักไข่มีความแม่นยำและเที่ยงตรงมากขึ้น อย่างเช่นการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 36-38 องศาเซลเซียส โดยอุปกรณ์ของตู้ฟักไข่มีมากมายหลายชนิดแต่ละชนิดก็มีประสิทธิภาพและความสามารถที่แตกต่างกัน แต่ก็มีหลักการทางานเบื้องต้นที่คล้ายๆกัน คือใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ทำงานร่วมกันกับตัวอ่านค่าอุณหภูมิหรือเซนเซอร์วัดอุณหภูมิแล้วนำค่าที่ได้มาประมวลผลและส่งค่าที่ได้ไปควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ (สุธิพันธ์ สุขดี

และณรงค์ศักดิ์ นิลเขียว, 2556) อาทิเช่น ตู้ฟักไข่แบบให้ความร้อนด้วยขดขวด, ตู้ฟักไข่แบบร้อนจากแผ่นเทอร์โมอิเล็กตริก เป็นต้น ซึ่งทำให้ตู้ฟักไข่สมัยนี้มีราคาที่แพงจึงไม่เหมาะกับเกษตรกรผู้มีรายได้น้อย

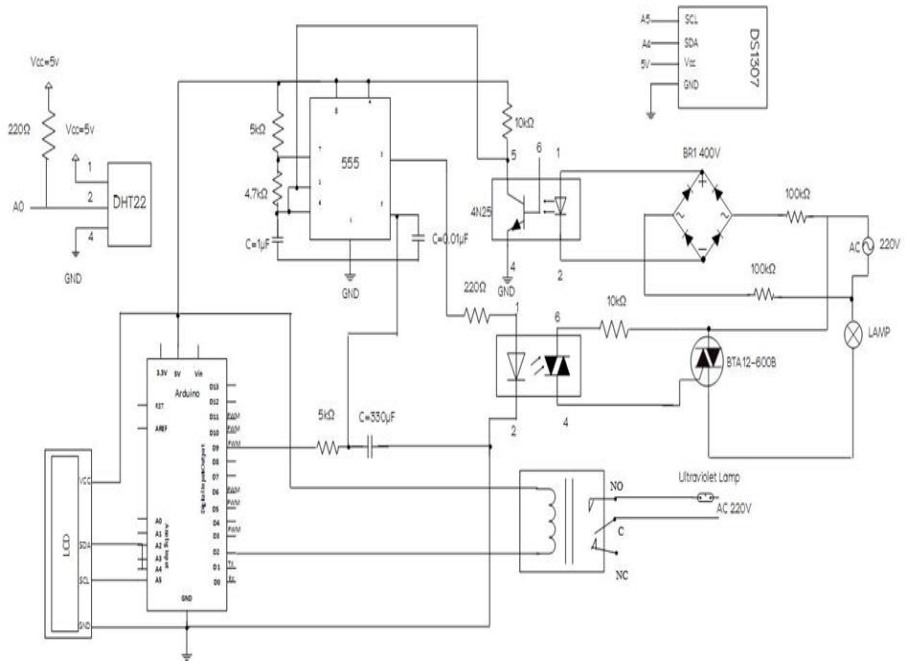
ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะทำการออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่แบบอัตโนมัติให้มีราคาที่ถูกและสะดวกต่อผู้ใช้รวมถึงระบบควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่นี้ยังสามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงระหว่าง 36-38 องศาเซลเซียส เซลเซียสโดยมีการแสดงค่าอุณหภูมิบนจอ LCD รวมถึงยังสามารถทำการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในสภาวะที่ต้องการตามเงื่อนไขต่างๆตามที่ผู้ใช้สามารถตั้งค่าใช้งานได้ นอกจากนี้ภายในตู้ฟักไข่ยังมีการ ติดตั้งระบบที่ใช้ในการกำจัดเชื้อโรคภายในอากาศด้วยแสงอัลตราไวโอเลต ซึ่งจะช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของตัวอ่อนภายในไข่ได้

วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับวิธีการทั้งหมดของระบบควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่แบบอัตโนมัติ สามารถแสดงได้ดังรูปที่1และ2 ซึ่งรายละเอียดการทำงานของแผนภาพจะทำการอธิบายในหัวข้อถัดไป



ภาพที่ 1 ขั้นของการควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่แบบอัตโนมัติ



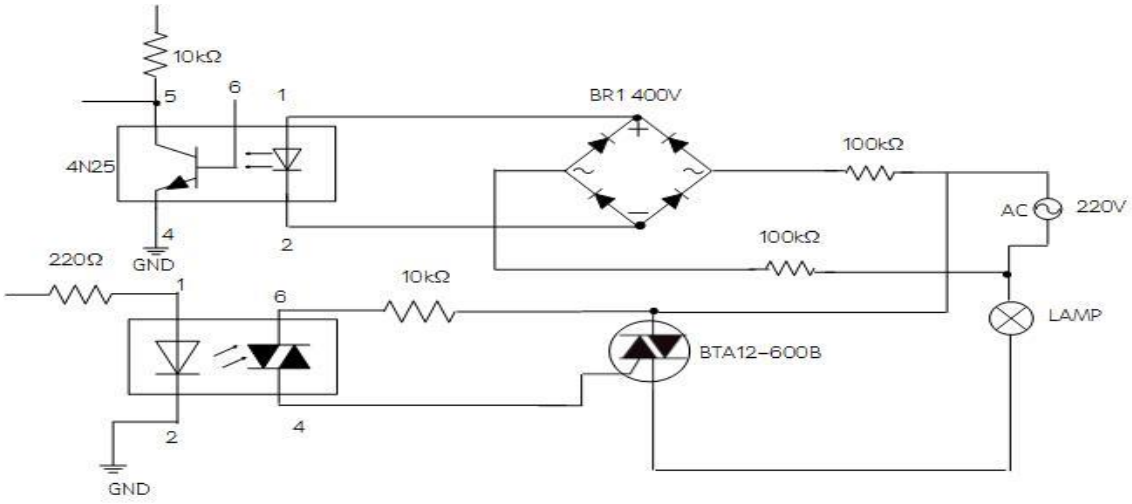
ภาพที่ 2 วงจรควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่แบบอัตโนมัติ

1. หลักการควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่แบบอัตโนมัติ

หลักการทำงานของวงจรควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่แบบอัตโนมัตินี้ให้ความร้อนด้วยขดลวดภายในหลอดไฟขนาด 60 วัตต์ จำนวน 3 หลอดที่ถูกควบคุมผ่านทางความกว้างของสัญญาณพัลส์ (PWMที่ทำการถูกปรับเปลี่ยนไปตามค่าของอุณหภูมิที่ตามต้องการ โดยผ่านการระบบควบคุม PID ที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino Uno r3) ที่รับค่า INPUT จากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (DHT22) แล้วนำค่าที่ได้มาประมวลผลและส่งค่าที่ได้ไปควบคุมวงจรที่ทำการออกแบบไว้และสามารถปรับเลือกค่าอุณหภูมิตามความเหมาะสม โดยค่าที่ได้นั้นแสดงออกทางจอ LCD และยังได้ทำการติดตั้งระบบที่ใช้ในการกำจัดเชื้อโรคภายในอากาศด้วยแสงจากหลอดอัลตราไวโอเลตโดยทำการปิด-เปิดด้วยรีเลย์ที่มีการตั้งเวลาการทำงานรวมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของตัวอ่อนภายในไข่ได้

2. วงจรหรี่ไฟ

วงจรนี้เป็นการนำไตรแอคมาทำการทดลองโดยสามารถใช้ไตรแอคเป็น เบอร์ BT136 และมีประสิทธิภาพทำงานอย่างดี ส่วนเกี่ยวกับ MOC3021 ที่มีแรงดันประมาณ 1.2-1.4 โวลต์และกระแสของทริกเกอร์ 8-15 mA สันนิษฐานว่าตัวขับสัญญาณดิจิตอลนี้เป็น 5V โดยใช้ตัวต้านทานค่าระหว่าง 120 โอห์ม และ 220 โอห์มในการกรอง สัญญาณ zero-crossing ดังนั้นถ้าจะใช้วงจรนี้จะมีความปลอดภัยเมื่อมี IC bridge และที่มีการเพิ่มตัวต้านทาน 220 โอห์ม 470 โอห์มหรอ 30kโอห์มขนาด1/2 วัตต์ถึงจะปลอดภัยและควรจะทำเป็นตัวต้านทานกระจายกระแสให้เป็น 400 mw ถ้ามากเกินไปก็เปลี่ยน 4N25 หรือ 4N33 แทนที่และใช้ตัวต้านทานทั้งสองค่า 30k ,100 k โอห์ม ต้องระวังว่าในการใช้อุปกรณ์แยกสัญญาณนี้เพราะมีสำคัญต่อการการทำงานมาก (Dimmer-Arduino, 2557)



ภาพที่ 3 วงจรหรี่ไฟ

3. เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT22)

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT22) มีเอาท์พุทเป็นสัญญาณดิจิตอลโดยใช้เทคนิคพิเศษในการเก็บรวบรวมความชื้นโดยใช้เทคโนโลยีการตรวจจับ มีความเสถียรภาพและความความน่าเชื่อถือ และยังมีการเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแบบ 8 บิตเซ็นเซอร์รุ่นนี้จะได้รับการชดเชยอุณหภูมิและมีการทดสอบเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์จะถูกบันทึกไว้ในรูปแบบของโปรแกรมในหน่วยความจำ OTP เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับก็จะอ้างค่าสัมประสิทธิ์จากหน่วยความจำขนาดเล็กที่ใช้พลังงานแหล่งจ่ายไฟ3.3 – 6 VDC และระยะการส่งผ่านยาว (20m) โดยช่วงของการวัดความชื้น 0 – 100%RH; อุณหภูมิ -40 ประมาณ 125 องศาเซลเซียส ความคลาดเคลื่อนในการวัดความชื้น +-2%RH (สูงสุด +-5%RH); อุณหภูมิ +-0.2 องศาเซลเซียส

4. ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno r3

Arduino Uno r3 เป็นบอร์ด Arduino ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาไม่แพง ส่วนใหญ่โปรเจคและ Library ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นมา Support จะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลักและข้อดีอีกอย่างคือ กรณีที่ ไมโครคอนโทรลเลอร์ เสีย ผู้ใช้งานสามารถซื้อมาเปลี่ยนเองได้ง่าย บอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno r3 (เริ่มต้น AVR Microcontroller, 2552) จะใช้ทำหน้าที่ในการประมวลผลแล้วนำค่าที่ได้ส่งไปควบคุมวงจรควบคุมอุณหภูมิและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆๆภายในตู้ฟักไข่

5. รีเลย์

รีเลย์ใช้งานในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า รับกระแสได้สูงถึง 10 A ใช้งานได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรง และ กระแสสลับ รับแรงดันระดับ 5 V ตรงจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ มี LED แสดงสถานการณ์ทำงานของรีเลย์(1 Channel Relay, 2557) โดยช่วยการปิด – เปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ได้ทำการตั้งค่าเวลาแสดงการปิด-เปิดของหลอดอัลตราไวโอเลต

6. จอเสดงผล LCD แบบ I2C

จอแสดงผล LCD 16*2 แบบ I2C เป็นจอแสดงผลที่เหมาะสำหรับการแปลงสัญญาณแบบ Parallel เป็น I2C เพื่อลดจำนวน Pins ในการใช้งาน จาก 16 pins เหลือเพียง 4 pins ส่วนใหญ่นำมาใช้งานคู่กับจอ Character LCD ทั่วไป เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน ลดจำนวน pins ในการเชื่อมต่อ (I2C character LCD, 2557) และสามารถต่อได้ในจำนวนที่มากขึ้นโดยทำหน้าที่แสดงผลข้อมูล ซึ่งเป็นค่าของอุณหภูมิตามที่ได้มีการกำหนดการตั้งค่าอุณหภูมิไว้รวมถึงแสดงวันเวลาอีกด้วย โดยรับข้อมูลมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์

7. โมดูล Tiny RTC I2C 24C32 DS1307 Real Time Clock

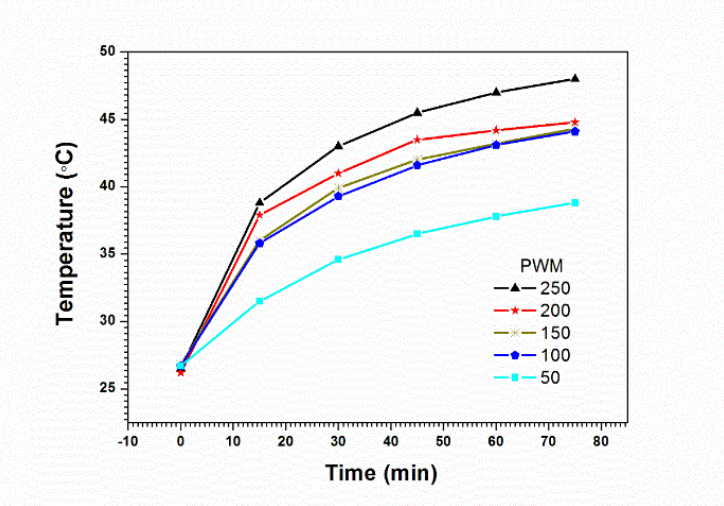
โมดูล Tiny RTC นี้แสดงค่าเวลาตามจริง โดยใช้ DS1307 ติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดย I2C protocol แสดงค่า วินาที นาที ชั่วโมง วัน เดือน ปี โดยมีการปรับค่าให้ตรงตามเดือนที่มี 31 วัน และ ปีที่มี 366 วันได้อย่างถูกต้อง แสดงค่าเวลาเป็นแบบ 24 หรือ 12 ชั่วโมง (DS1307 Real Time Clock Module, 2557) โดยใช้เป็นตัวจับเวลาในการทำในการทำงานขอตู้ฟักไข่และอุปกรณ์ต่างๆๆอีกด้วย

8. หลอดอัลตราไวโอเลต

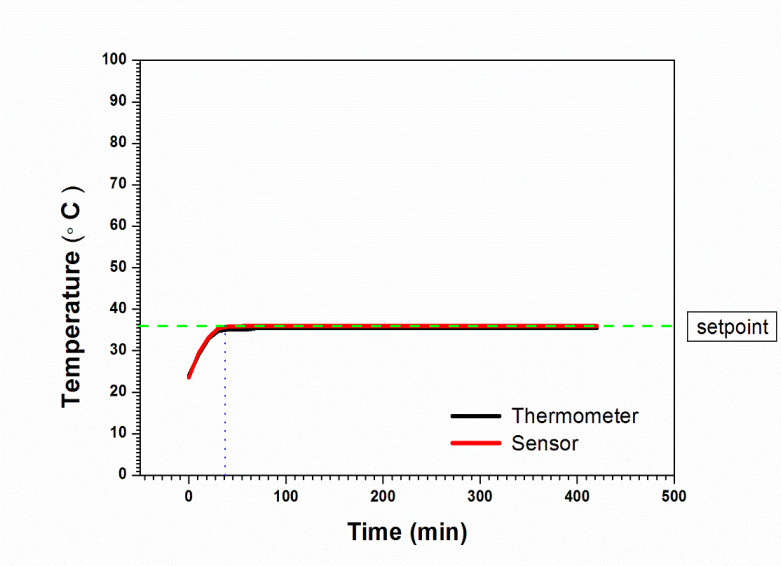
แสง UV ที่เกิดจากหลอดอัลตราไวโอเลตที่ได้มีการติดตั้งไว้ในการฆ่าเชื้อโรคอากาศภายในตู้ฟักไข่โดยมีการจับเวลาการปิด-เปิดของหลอดด้วยการควบคุมผ่านทางรีเลย์ที่ทำงานรวมกับไมโครคอนโทรลเลอร์

ผลการวิจัย

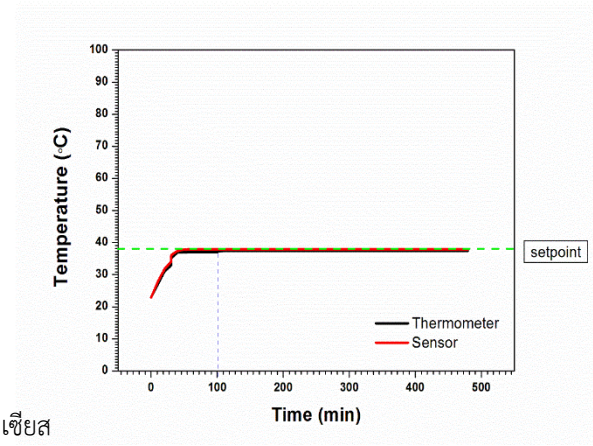
ผลการทดลองพบว่าค่าความร้อนที่ได้จากขดลวดภายในหลอดไฟนั้นขึ้นอยู่กับค่าความกว้างของพัลส์ (PWM) ที่มีผลกับอุณหภูมิภายในตู้ฟักไข่ โดยนำหลักการนี้เข้ามาใช้ในการควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ฟักไข่ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 36-38 โดยใช้หลักการการหรี่จากขดลวดที่อยู่ภายในของหลอดไฟโดยใช้การควบคุมความกว้างของพัลส์ (PWM) เป็นตัวกำหนดอุณหภูมิ ดังรูปที่ 5 และ 6



ภาพที่ 4 กราฟแสดงค่าการควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ความกว้างพัลส์ PWM



ภาพที่ 5 แสดงค่าอุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 6 แสดงค่าอุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส

อภิปรายผลการวิจัย

จากงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่แบบอัตโนมัติที่มีการใช้อุปกรณ์ในราคาที่ถูกและสะดวกต้องการใช้งาน สำหรับการควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่นั้นมีผลกระทบเนื่องจากสภาวะสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ตลอดเวลา ด้วยจากสาเหตุจึงสร้างระบบควบคุมอุณหภูมินี้ขึ้นเพื่อควบคุมตัวแปรต่างๆให้มีความแม่นยำในการควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่แบบอัตโนมัติ อย่างไรก็ตามระบบควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่นี้ยังมีประโยชน์สำหรับการใช้งานของเกษตรผู้มีรายได้น้อยอีกด้วย

สรุปผลการวิจัย

ระบบควบคุมอุณหภูมิของตู้ฟักไข่แบบอัตโนมัตินี้มีการควบคุมอุณหภูมิด้วยการหรี่ขดลวดของหลอดไฟถูกควบคุมผ่านทางความกว้างของสัญญาณพัลส์โดยถูกปรับเปลี่ยนไปตามค่าของอุณหภูมิที่ตามต้องการ โดยผ่านการระบบควบคุม PID สามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 36-38 องศาเซลเซียส ด้วยสภาวะอากาศภายนอกที่มีทั้งร้อนและเย็น ซึ่งมีมีค่าความคลาดเคลื่อนจากค่าอุณหภูมิที่ได้ทำการตั้งไว้ 0.1 องศาเซลเซียส

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา และห้องวิจัยอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่สนับสนุน อุปกรณ์การทดลอง และอื่นๆ ตลอดงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

เอกชัย สิงหเดช และคณะ. (2557). **การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทางานของตู้ฟักไข่แบบขดลวดความร้อนและแบบเทอร์โมอิเล็กตริก.** วิทยาลัยพลังงานทดแทน: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุธิพันธ์ สุขดี และ ณรงค์ศักดิ์ นิลเขียว. (2556). **การพัฒนาชุดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติในโรงเรือนเกษตร.** ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Dimmer-Arduino. (2557). **เข้าถึงได้จาก: https://arduinodiy. wordpress.com/2012/10/19/dimmer-arduino.** (วันที่สืบค้นข้อมูล 12 ธันวาคม 2557).

AVR Microcontroller. (2552). (1). กรุงเทพฯ: บริษัท อีทีที จำกัด

1 Channel Relay. (2557). **เข้าถึงได้จาก: http://www.arduitronics.com/product/466/1-channel-relay-ywrobot-5v-arduino-control-220-110v-electrical-appliance.** (วันที่สืบค้นข้อมูล 1 ธันวาคม 2557).

I2C character LCD. (2557). **เข้าถึงได้จาก: http://www.arduitronics.com/product/121/i2c-character-lcd.** (วันที่สืบค้นข้อมูล 25 ธันวาคม 2557).

DS1307 Real Time Clock Module. (2557). **เข้าถึงจาก:http://www.arduitronics.com/product/131/tiny-rtc-i2c-24c32-ds1307-real-time-clock-module-for-arduinoworks-with-arduino-boards.** (วันที่สืบค้นข้อมูล 30 ธันวาคม 2557).

การหาความสัมพันธ์ผลการเรียนจากโรงเรียนเดิมกับผลการเรียนในขณะศึกษาในมหาวิทยาลัย โดยใช้เทคนิคกฎความสัมพันธ์ฟัซซี่

Relationship evaluation of university students and their high school outcomes by fuzzy association rules techniques

พงษ์เทพ รักผกาวงศ์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
corresponding author e-mail: thep@psru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ผลการเรียนจากโรงเรียนเดิมกับผลการเรียนในขณะศึกษาในมหาวิทยาลัย โดยใช้เทคนิคกฎความสัมพันธ์ฟัซซี่ ซึ่งจะทำให้ทราบว่านักเรียนจากโรงเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ ปานกลาง หรือสูง มีผลการเรียนเป็นอย่างไรในระดับมหาวิทยาลัย จากข้อมูลนักศึกษาปี 2552-2556 จำนวน 6701 คน มาจากโรงเรียน 480 โรงเรียน เข้าเรียนหลักสูตรในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามจำนวน 90 หลักสูตร พบว่าส่วนใหญ่มีผลการเรียนจากโรงเรียนปานกลาง และเมื่อศึกษาในมหาวิทยาลัยก็มีผลการเรียนปานกลาง (ปานกลาง-ปานกลาง) มีเพียง 1 โรงเรียนที่มีผลการเรียนสูงและมีผลการเรียนสูงในมหาวิทยาลัย (สูง-สูง) มี 2 โรงเรียนที่มีผลการเรียนปานกลางและมีผลการเรียนสูงในมหาวิทยาลัย (ปานกลาง-สูง) ในทางกลับกันมีอีก 2 โรงเรียนที่มีผลการเรียนสูงแต่มีผลการเรียนปานกลางในมหาวิทยาลัย (สูง-ปานกลาง)

คำสำคัญ : กฎความสัมพันธ์ ฟัซซี่ ผลการเรียน

Abstract

This research aims to study learning outcome relationship of university students and their high school performance by using fuzzy association rules techniques in order to investigate students with low medium or high learning outcome from their schools and their academic performances at the university. From 2009-2013, the 6701 students from 480 schools attending 90 courses of Pibulsongkram Rajabhat university were mostly obtaining medium grades from their schools and also gained medium grades at the university (medium - medium). There is only one school with high academic performance and achieved high outcome at the university (high - high). There are two schools with medium-grade and gain high-grade at campus (medium - high). However, there are two schools with high academic performance, but obtain medium grades in university (high - medium).

keywords : association rule, fuzzy, learning outcome

บทนำ

การเรียน-การสอนในโรงเรียนเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ซึ่งโดยปกติหลักสูตรที่รับเข้าศึกษาจะกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำในการรับเข้าศึกษา เพื่อมั่นใจในเบื้องต้นว่าผู้ที่จะเข้าศึกษามีความรู้พื้นฐานมากพอจะสามารถศึกษาจนสำเร็จหลักสูตรนั้นๆ และเมื่อได้เข้าศึกษาในหลักสูตรนั้นแล้ว จะมีผลการเรียนขณะศึกษาตามกำหนดระยะเวลาในแต่ละเทอม ซึ่งจะเป็นเกณฑ์ชี้วัดในการจบการศึกษาหลักสูตรนั้นต่อไป ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ผลการเรียนจากโรงเรียนเดิมกับผลการเรียนในขณะศึกษาในมหาวิทยาลัย โดยจำแนกผลการเรียนออกเป็น ต่ำ ปานกลาง และสูง โดยใช้เทคนิคฟัซซี่ ซึ่งจะทำให้ทราบว่า นักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ ปานกลาง หรือสูง จากโรงเรียนเดิม เมื่อเรียนหลักสูตรใดในมหาวิทยาลัยแล้ว จะได้ผลการเรียนต่ำ ปานกลาง หรือสูง เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือกเรียนหลักสูตรในมหาวิทยาลัยของนักเรียนได้ต่อไป

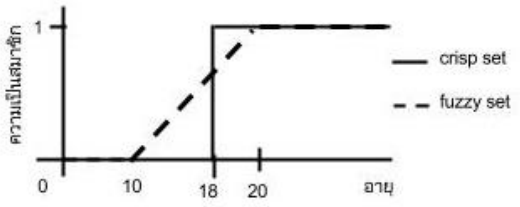
กฎความสัมพันธ์ (Agrawal, 1993) เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างไอเท็ม (item) ตัวอย่างเช่น ความสัมพันธ์ของการซื้อสินค้า ซึ่งเมื่อซื้อสินค้าชนิดหนึ่ง ก็จะซื้อสินค้าอีกชนิดหนึ่งด้วย จึงนิยมเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า การวิเคราะห์ตะกร้าตลาด (Market-basket analysis)

รูปแบบของกฎความสัมพันธ์ เขียนได้ดังนี้ X => Y (s%, c%) โดยการซื้อสินค้า X เป็นเหตุที่เกิดก่อน (antecedent) และจะซื้อสินค้า Y ด้วย ซึ่งการซื้อสินค้า Y เป็นผลที่ตามมา (consequence) การที่จะเกิดเหตุการณ์การซื้อสินค้า X และสินค้า Y พร้อมกันมีค่าสนับสนุน (support) s% และถ้าเกิดเหตุการณ์การซื้อสินค้า X แล้วจะเกิดเหตุการณ์การซื้อสินค้า Y ด้วย มีค่าความเชื่อมั่น c% (confident)

กฎความสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงปริมาณ (Srikant and Agrawal, 1996) โดยนำข้อมูลที่เป็นเชิงปริมาณ มากำหนดให้เป็นช่วงๆ เพื่อพิจารณาเป็นไอเท็มเดียวกัน เช่น คนที่อายุ 20-30 เป็นไอเท็มช่วงอายุ a คนที่มีอายุ 25-35 เป็นไอเท็มช่วงอายุ b และทำการพิจารณาอายุแต่ละช่วงเป็นไอเท็มตามที่กำหนดไว้ ซึ่งข้อมูลของคนที่มีอายุ 25 ถึง 30 จะถูกพิจารณาทั้งในช่วงอายุ a และในช่วงอายุ b

ฟัซซี่เซต (Zadeh, 1965) ซึ่งเซตโดยทั่วๆไปจะเป็นคริส์พเซต (crisp set) ที่มีค่า 0 หรือ 1 แต่ฟัซซี่เซตจะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 แสดงถึงค่าความเป็นสมาชิกมากน้อยเป็นลำดับได้ ตัวอย่างแสดงคริส์พเซตและฟัซซี่เซตของความเป็นผู้ใหญ่ ดังรูปที่ 1 สำหรับคนที่อายุ 18 ปีและ 17 ปี ถ้าใช้คริส์พเซตจะมีค่าความเป็นผู้ใหญ่ 1 และ 0 ตามลำดับ แต่ถ้าใช้ฟัซซี่เซตจะมีค่าความเป็นผู้ใหญ่ 0.8 และ 0.7 ซึ่งคนที่อายุ 18 ปีและ 17 ปี มีอายุต่างกันเพียง 1 ปี ถ้าใช้เซตแบบคริส์พเซตจะมีค่าความเป็นสมาชิกต่างกัน 1 แต่ถ้าใช้เซตแบบฟัซซี่เซตจะมีค่าความเป็นสมาชิกต่างกันเพียง 0.1 จะทำให้นำค่าความเป็นสมาชิกไปหาผลลัพท์อื่นๆได้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

ตัวอย่างเช่น ผู้ใหญ่มีโอกาสซื้อรถ 100% ถ้าพิจารณาแบบคริส์พเซต คนที่อายุ 18 ปีถือว่าเป็นผู้ใหญ่แล้ว จึงมีโอกาสซื้อรถ 100% แต่คนที่อายุ 17 ปี ไม่ถือว่าเป็นผู้ใหญ่ จึงมีโอกาสซื้อรถ 0.0% คือไม่ซื้อรถแน่ๆ แต่ถ้าพิจารณาแบบฟัซซี่เซต จะมีโอกาสซื้อรถ 80% และ 70% ตามลำดับ ดังนั้นถ้ามีการโฆษณารถ ก็อาจพิจารณาส่งโบชัวร์ไปให้คนที่อายุน้อยกว่า 20 ปีด้วย แต่ไม่ต้องส่งครบทุกคน โดยอาจเลือกส่งโดยวิธีการสุ่ม เช่นในจำนวนคนที่อายุ 18 ปี สุ่มส่งโบชัวร์ 80% และในจำนวนคนที่อายุ 17 ปี สุ่มส่งโบชัวร์ 70% หรือใช้รายได้ครอบครัวประกอบการพิจารณา เป็นต้น



รูปที่ 1 คริส์พเซตและฟัซซี่เซต

ฟัซซี่กฎความสัมพันธ์ (Chen and Wei, 2002; Vinodh, Prakash and Selvan, 2011) ใช้ฟัซซี่เพื่อหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เป็นค่าต่อเนื่อง (continuous) โดยพิจารณาค่าต่อเนื่อง เป็นฟัซซี่สูง ฟัซซี่ปานกลาง และฟัซซี่ต่ำ เช่น แอตทริบิวต์ราคาสินค้า จะได้ฟัซซี่ราคาสูง ฟัซซี่ราคาปานกลาง และฟัซซี่ราคาต่ำ แอตทริบิวต์คุณภาพสินค้า จะได้ฟัซซี่คุณภาพสูง ฟัซซี่คุณภาพปานกลาง และฟัซซี่คุณภาพต่ำ เมื่อหาเฟรมเวิร์คที่ 2 จะหาผลโดยนำฟัซซี่ของต่างแอตทริบิวต์มาคูณกัน เช่นฟัซซี่ราคาสูงและฟัซซี่คุณภาพสูง ฟัซซี่ราคาสูงและฟัซซี่คุณภาพปานกลาง ฟัซซี่ราคาสูงและฟัซซี่คุณภาพต่ำเป็นต้น ซึ่งจะทำให้ทราบว่าสินค้าชนิดใด มีคุณภาพและราคาเป็นอย่างไร

วิธีดำเนินการวิจัย

ข้อมูลของนักศึกษา ตั้งแต่ปีการศึกษา 2552-2556 จำนวน 6,701 คน โดยแต่ละข้อมูลประกอบด้วย 5 ฟิลด์ คือ รหัสนักศึกษา โรงเรียนเดิม ผลการเรียนเฉลี่ยจากเรียนเดิม หลักสูตรที่ศึกษาในมหาวิทยาลัย และผลการเรียนเฉลี่ยปัจจุบันที่ศึกษาในมหาวิทยาลัย ซึ่งโดยสรุปเบื้องต้นเป็นนักเรียนมาจากโรงเรียนต่างๆ รวม 480 โรงเรียน เข้าเรียนหลักสูตรต่างๆ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามรวม 90 หลักสูตร

จากข้อมูลของนักศึกษานำมาหาความสัมพันธ์ผลการเรียนจากโรงเรียนกับผลการเรียนในระดับมหาวิทยาลัย โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การหาฟัซซี่เกรดต่ำ ปานกลาง และสูง 2) การหาผลคูณฟัซซี่ และ 3) การหาความสัมพันธ์ผลการเรียนจากโรงเรียนกับผลการเรียนในระดับมหาวิทยาลัย

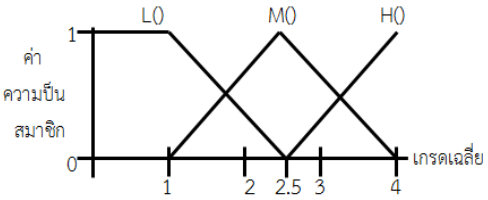
1) การหาฟัซซี่เกรดต่ำ ปานกลาง และสูง

จากข้อมูลของนักศึกษานำผลการเรียนเฉลี่ยจากโรงเรียนเดิม และผลการเรียนเฉลี่ยปัจจุบันที่ศึกษาในมหาวิทยาลัย มาหาค่าความเป็นสมาชิกฟัซซี่เกรดสูง ฟัซซี่เกรดปานกลาง ฟัซซี่เกรดต่ำ ดังสมการ (1) (2) และ (3) ตามลำดับ ซึ่งสามารถแสดงฟัซซี่เกรดได้ดังรูปที่ 2

$$\mathrm{H}(gpa) = \begin{cases} \frac{gpa-2.5}{1.5} & ; gpa > 2.5 \\ 0 & ; gpa \leq 2.5 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mathrm{M}(gpa) = \begin{cases} 0 & ; gpa \leq 1 \\ \frac{gpa-1}{1.5} & ; 1 < gpa \leq 2.5 \\ 1 - \frac{gpa-2.5}{1.5} & ; gpa > 2.5 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mathrm{L}(gpa) = \begin{cases} 1 & ; gpa \leq 1 \\ 1 - \frac{gpa-1}{1.5} & ; 1 < gpa \leq 2.5 \\ 0 & ; gpa > 2.5 \end{cases} \quad (3)$$



รูปที่ 2 ฟัซซี่เกรดต่ำ เกรดปานกลาง และเกรดสูง

2) การหาผลคูณฟัซซี่

ข้อมูลนักเรียนแต่ละคน เมื่อทำการหาฟัซซี่ผลการเรียนจากโรงเรียนจะได้ 3 ฟัซซี่ คือ ฟัซซี่เกรดต่ำ ฟัซซี่เกรดปานกลาง และฟัซซี่เกรดสูง และหาฟัซซี่ผลการเรียนในระดับมหาวิทยาลัยจะได้อีก 3 ฟัซซี่ด้วยเช่นกัน เมื่อนำมาหาผลคูณฟัซซี่ โดยนำฟัซซี่ผลการเรียนจากโรงเรียนเดิม คูณกับ ฟัซซี่ผลการเรียนในระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งจะทำให้ทราบค่า 9 ค่า แสดงดังตารางที่ 1

โดยค่าสนับสนุน (minimum support) มีค่า 5 กล่าวคือ จำนวนคนที่มาจากโรงเรียนเดียวกัน และมาเรียนหลักสูตรเดียวกัน จะต้องมีจำนวน 5 คนขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่น (minimum confident) มีค่า 0.4 กล่าวคือ ค่าผลคูณฟัซซี่จะต้องมีค่า 0.4 ขึ้นไป ซึ่งในตารางจะแสดงผลเฉพาะค่าผลคูณฟัซซี่ที่มากกว่า 0.4 ผลคูณที่ได้น้อยกว่า 0.4 จะแสดงเป็นช่องว่าง

3) การหาความสัมพันธ์ผลการเรียนจากโรงเรียนกับผลการเรียนในระดับมหาวิทยาลัย

การหาความสัมพันธ์ผลการเรียนจากโรงเรียนกับผลการเรียนในระดับมหาวิทยาลัย จะนำฟัซซี่ผลการเรียนของข้อมูลนักเรียนที่มาจากโรงเรียนเดียวกัน และมาเรียนหลักสูตรเดียวกันในมหาวิทยาลัย มาหาค่าเฉลี่ย เรียกว่าความสัมพันธ์โรงเรียน-หลักสูตร แสดงผลได้ดัง**ผิดพลาด! ไม่พบแหล่งการอ้างอิง** โดยค่าสนับสนุน (minimum support) มีค่า 5 กล่าวคือ จำนวนคนที่มาจากโรงเรียนเดียวกัน และมาเรียนหลักสูตรเดียวกัน จะต้องมีจำนวน 5 คนขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่น (minimum confident) มีค่า 0.4 กล่าวคือ ค่าผลคูณฟัซซี่จะต้องมีค่า 0.4 ขึ้นไป ซึ่งในตารางจะแสดงผลเฉพาะค่าผลคูณฟัซซี่ที่มากกว่า 0.4 ผลคูณที่ได้น้อยกว่า 0.4 จะแสดงเป็นช่องว่าง

จากตารางที่ 2 อธิบายข้อมูลบรรทัดที่ 1 เพิ่มเติมได้ดังนี้ นักเรียนที่จบจากโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จ.พิษณุโลก จำนวน 7 คน ที่เข้าศึกษาหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ โดยมีผลการเรียนเฉลี่ยจากโรงเรียนเดิมอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และเมื่อศึกษาหลักสูตรคอมพิวเตอร์ธุรกิจ จะมีผลการเรียนเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ด้วยค่าความเชื่อมัน 75.29%

ตารางที่ 1 การคูณฟัซซี่ผลการเรียน

อักษรย่อ	ชื่อย่อ	คำอธิบาย
L()xL()	ฟัซซี่ต่ำ-ต่ำ	ฟัซซี่ต่ำของผลการเรียนจากโรงเรียนเดิม x ฟัซซี่ต่ำของผลการเรียนในระดับมหาวิทยาลัย
L()xM()	ฟัซซี่ต่ำ-ปานกลาง	ฟัซซี่ต่ำของผลการเรียนจากโรงเรียนเดิม x ฟัซซี่ปานกลางของผลการเรียนในระดับมหาวิทยาลัย
L()xH()	ฟัซซี่ต่ำ-สูง	ฟัซซี่ต่ำของผลการเรียนจากโรงเรียนเดิม x ฟัซซี่สูงของผลการเรียนในระดับมหาวิทยาลัย
M()xL()	ฟัซซี่ปานกลาง-ต่ำ	ฟัซซี่ปานกลางของผลการเรียนจากโรงเรียนเดิม x ฟัซซี่ต่ำของผลการเรียนในระดับมหาวิทยาลัย
M()xM()	ฟัซซี่ปานกลาง-ปานกลาง	ฟัซซี่ปานกลางของผลการเรียนจากโรงเรียนเดิม x ฟัซซี่ปานกลางของผลการเรียนในระดับมหาวิทยาลัย
M()xH()	ฟัซซี่ปานกลาง-สูง	ฟัซซี่ปานกลางของผลการเรียนจากโรงเรียนเดิม x ฟัซซี่สูงของผลการเรียนในระดับมหาวิทยาลัย
H()xL()	ฟัซซี่สูง-ต่ำ	ฟัซซี่สูงของผลการเรียนจากโรงเรียนเดิม x ฟัซซี่ต่ำของผลการเรียนในระดับมหาวิทยาลัย
H()xM()	ฟัซซี่สูง-ปานกลาง	ฟัซซี่สูงของผลการเรียนจากโรงเรียนเดิม x ฟัซซี่ปานกลางของผลการเรียนในระดับมหาวิทยาลัย
H()xH()	ฟัซซี่สูง-สูง	ฟัซซี่สูงของผลการเรียนจากโรงเรียนเดิม x ฟัซซี่สูงของผลการเรียนในระดับมหาวิทยาลัย

ผลการวิจัย

ส่วนใหญ่มีผลการเรียนจากโรงเรียนปานกลาง และเมื่อศึกษาหลักสูตรในมหาวิทยาลัยก็มีผลการเรียนปานกลาง (ปานกลาง-ปานกลาง) รวมจำนวน 120 โรงเรียน-หลักสูตร มีเพียง 1 โรงเรียน คือโรงเรียนศรีสำโรงชนูปถัมภ์ จ.สุโขทัย ที่นักเรียนมีผลการเรียนในเกณฑ์สูง และเมื่อเข้าศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภาษาไทย จะมีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์สูงด้วยเช่นกัน

นักเรียนที่จบจากโรงเรียนสวรรค์อนันต์วิทยา จ.สุโขทัย หรือโรงเรียนอุดมดรุณี จ.สุโขทัย แม้มีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง แต่เมื่อเข้าเรียนหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาการศึกษา เอกสังคมศึกษา และหลักสูตรรัฐประศาสนศาสตรบัณฑิต สาขารัฐประศาสนศาสตร์ วิชาเอกการบริหารงานยุติธรรมและกฎหมาย จะมีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์สูง แต่ในทางกลับกัน นักเรียนที่จบจากวิทยาลัยอาชีวศึกษาสุโขทัย จ.สุโขทัย หรือโรงเรียนเมืองเชลียง จ.สุโขทัย แม้มีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์สูง แต่เมื่อเข้าเรียนหลักสูตรบัญชีบัณฑิต และหลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาการพัฒนาชุมชน ตามลำดับ จะมีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยคูณฟัซซี่จำแนกตามโรงเรียนและหลักสูตร

โรงเรียน	หลักสูตร	จำนวน (คน)	L()xL()	L()xM()	L()xH()	M()xL()	M()xM()	M()xH()	H()xL()	H()xM()	H()xH()
พิษณุโลกพิทยาคม จ.พิษณุโลก	บริหารธุรกิจบัณฑิต (คอมพิวเตอร์ธุรกิจ)	7					0.7529				
วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย จ.สุโขทัย	เทคโนโลยีบัณฑิต (เทคโนโลยีอุตสาหกรรม) เทคโนโลยีเครื่องกล	11					0.7300				
ตะพานหิน จ.พิจิตร	บริหารธุรกิจบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรมนุษย์)	8					0.7238				
...	...	...					...				
จ่านกร้อง จ.พิษณุโลก	ศิลปศาสตรบัณฑิต (ภาษาจีน)	6					0.5233				
วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุโขทัย จ.สุโขทัย	บัญชีบัณฑิต	7								0.5171	
พรหมพิรามวิทยา จ.พิษณุโลก	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)	7					0.5171				
วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุโขทัย จ.สุโขทัย	บริหารธุรกิจบัณฑิต (บริหารธุรกิจ การจัดการทั่วไป)	10					0.5170				
ลานกระบือวิทยา จ.กำแพงเพชร	ศิลปศาสตรบัณฑิต (การพัฒนาชุมชน)	6					0.5167				
...	...	...					...				
วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก จ.พิษณุโลก	เทคโนโลยีบัณฑิต (เทคโนโลยีอุตสาหกรรม) เทคโนโลยีการผลิต	18					0.4733				
สวรรค์อนันต์วิทยา จ.สุโขทัย	ครุศาสตรบัณฑิต (การศึกษา) สังคมศึกษา	6						0.4700			
จ่านกร้อง จ.พิษณุโลก	ศิลปศาสตรบัณฑิต (ภาษาไทย)	11					0.4682				
บริหารธุรกิจและเทคโนโลยีพิษณุโลก จ.พิษณุโลก	เทคโนโลยีบัณฑิต (เทคโนโลยีอุตสาหกรรม) เทคโนโลยีไฟฟ้ากำลัง	12					0.4675				
...	...	...					...				
วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย จ.สุโขทัย	เทคโนโลยีบัณฑิต (เทคโนโลยีอุตสาหกรรม) เทคโนโลยีการผลิต	21					0.4352				
ศรีสำโรงชนูปถัมภ์ จ.สุโขทัย	ครุศาสตรบัณฑิต (ภาษาไทย)	6									0.4350
เตรียมอุดมศึกษาภาคเหนือพิษณุโลก จ.พิษณุโลก	รัฐประศาสนศาสตรบัณฑิต (รัฐประศาสนศาสตร์) การบริหารจัดการภาครัฐ	7					0.4329				
เตรียมอุดมศึกษาภาคเหนือพิษณุโลก จ.พิษณุโลก	รัฐประศาสนศาสตรบัณฑิต (รัฐประศาสนศาสตร์) การบริหารงานยุติธรรมและกฎหมาย	7					0.4300				
วิทยาลัยอาชีวศึกษาพิษณุโลก จ.พิษณุโลก	ศิลปศาสตรบัณฑิต (ภาษาอังกฤษ)	6					0.4283				
วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก จ.พิษณุโลก	เทคโนโลยีบัณฑิต (เทคโนโลยีอุตสาหกรรม) เทคโนโลยีไฟฟ้ากำลัง	24					0.4250				
เมืองเชลียง จ.สุโขทัย	ศิลปศาสตรบัณฑิต (การพัฒนาชุมชน)	6								0.4217	
วิทยาลัยอาชีวศึกษาพิษณุโลก จ.พิษณุโลก	บริหารธุรกิจบัณฑิต (บริหารธุรกิจ) การจัดการทั่วไป	23					0.4187				
วิทยาลัยเทคนิคสุโขทัย จ.สุโขทัย	เทคโนโลยีบัณฑิต (เทคโนโลยีอุตสาหกรรม) เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์	10					0.4160				
...	...	...					...				
เตรียมอุดมศึกษาภาคเหนือพิษณุโลก จ.พิษณุโลก	ครุศาสตรบัณฑิต (พลศึกษา)	6					0.4067				
อุดมดรุณี จ.สุโขทัย	รัฐประศาสนศาสตรบัณฑิต (รัฐประศาสนศาสตร์) การบริหารงานยุติธรรมและกฎหมาย	6						0.4000			

อภิปรายผลการวิจัย

ข้อมูลที่นำมาใช้หาความสัมพันธ์ เป็นข้อมูลนักศึกษาปี 2552-2556 จำนวน 6701 คน มาจากโรงเรียน 480 โรงเรียน จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง เมื่อเข้าศึกษาหลักสูตรในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามก็จะมีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลางด้วยเช่นกัน

แต่มีนักเรียนจาก 5 โรงเรียน ที่มีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ที่แตกต่างทั่วไป สามารถแบ่งได้เป็น 3 แบบคือ เกณฑ์ปานกลาง-สูง เกณฑ์สูง-ปานกลาง และเกณฑ์สูง-สูง

เกณฑ์ปานกลาง-สูง หมายถึง นักเรียนมีผลการเรียนในเกณฑ์ปานกลาง แต่เมื่อเรียนหลักสูตรในมหาวิทยาลัยแล้ว มีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์สูง ซึ่งสามารถนำข้อมูลนี้ ไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสนับสนุนการเรียน-การสอนในโรงเรียนให้จัดการเรียนการสอนให้มีความเข้มแข็งทางวิชาการ เพื่อเป็นพื้นฐานการศึกษาในระดับอุดมศึกษาได้ตรงหลักสูตรมากยิ่งขึ้น

เกณฑ์สูง-ปานกลาง หมายถึง นักเรียนมีผลการเรียนในเกณฑ์สูง แต่เมื่อเรียนหลักสูตรในมหาวิทยาลัยแล้ว มีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ซึ่งสามารถนำข้อมูลนี้ ไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการปรับปรุงวิธีการเรียน-การสอนในโรงเรียน ให้มีคุณภาพมากขึ้น

เกณฑ์สูง-สูง หมายถึง นักเรียนมีผลการเรียนในเกณฑ์สูง และเมื่อเรียนหลักสูตรในมหาวิทยาลัยแล้ว มีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์สูงด้วยเช่นกัน ซึ่งสามารถนำข้อมูลนี้ ไปเป็นข้อมูลพื้นฐานในการสนับสนุนวิธีการเรียน-การสอนในโรงเรียนเพิ่มเติมมากขึ้น หรือนำวิธีการเรียนการสอนในโรงเรียนนั้น ไปเป็นตัวอย่างในการเรียน-การสอนในโรงเรียนอื่นๆ ได้เช่นกัน

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ผลการเรียนจากโรงเรียนเดิมกับผลการเรียนในขณะศึกษาในมหาวิทยาลัย โดยใช้เทคนิคกฎความสัมพันธ์ฟัซซี่ โดยนำผลการเรียนมาหาฟัซซี่เกรดสูง ปานกลาง และต่ำ ทำการหาค่าผลคูณฟัซซี่เกรดระหว่างผลการเรียนจากโรงเรียนกับในมหาวิทยาลัย และหาค่าเฉลี่ยของผลคูณฟัซซี่เฉพาะผู้ที่จบจากโรงเรียนเดียวกันและเข้าศึกษาหลักสูตรเดียวกัน โดยการหาความสัมพันธ์ใช้ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ 5 คน และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ 0.4

จากข้อมูลนักศึกษาปี 2552-2556 จำนวน 6701 คน มาจากโรงเรียน 480 โรงเรียน เข้าเรียนหลักสูตรในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามจำนวน 90 หลักสูตร พบว่าจำนวน 120 โรงเรียน-หลักสูตร ที่มีผลการเรียนจากโรงเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และเมื่อศึกษาในมหาวิทยาลัยก็มีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง มีเพียง 1 โรงเรียน-หลักสูตร ที่นักเรียนมีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์สูง และเมื่อเข้าศึกษาหลักสูตรในมหาวิทยาลัย ก็มีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์สูง มี 2 โรงเรียน-หลักสูตร ที่นักเรียนมีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลางและมีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์สูงในมหาวิทยาลัย ในทางกลับกันมีอีก 2 โรงเรียน-หลักสูตร ที่นักเรียนมีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์สูงแต่มีผลการเรียนอยู่ในเกณฑ์ปานกลางในมหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองบริการการศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลผลการเรียนของนักศึกษา เพื่อนำมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Agrawal, R., Imieliski, T. and Swami, A. (1993). **Mining association rules between sets of items in large databases**. ACM SIGMOD Record. ACM.

Chen, G., and Wei, Q. (2002). Fuzzy association rules and the extended mining algorithms. **Information Sciences,** 147(1), 201-228.

Srikant, R., and Agrawal, R. (1996). Mining quantitative association rules in large relational tables. **In ACM SIGMOD Record** (Vol. 25, No. 2, pp. 1-12). ACM.

Vinodh, S., Prakash, N. H., & Selvan, K. E. (2011). Evaluation of leanness using fuzzy association rules mining. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology,** 57(1-4), 343-352.

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. **Information and control,** 8(3), 338-353.

คณิตศาสตร์กับการวางแผนทางการเงิน
Mathematics and financial planing

นันทิดา ศรีสมัย และ สลิลทิพย์ แดงกองโค*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: dsalinthip@psru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการเปรียบเทียบสูตรดอกเบี้ยทบต้น กับสูตร72 ที่ซึ่งสูตร72 เป็นสูตรที่นิยมใช้คำนวณหาระยะเวลาในการลงทุน เพื่อให้ได้เงินรวมเป็นสองเท่าของเงินที่ลงทุนไป โดยที่ทั้งสองสูตรนี้สามารถใช้แทนกันได้ อีกทั้งงานวิจัยนี้ยังได้มีการพิจารณา 3 การลงทุนในปัจจุบันที่ให้อัตราดอกเบี้ยที่แตกต่างกัน เช่น การนำเงินไปฝากกับธนาคารพาณิชย์ สหกรณ์ออมทรัพย์ครู และการปล่อยเงินกู้ คำนวณระยะเวลาการลงทุนด้วยสูตรดอกเบี้ยทบต้น ได้ 138.9 ปี 23.4 ปี และ4.9ปี ตามลำดับ ด้วยสูตร72 ได้ 144 ปี 24 ปี และ4.8ปี ตามลำดับ ซึ่งผลการคำนวณระยะเวลาการลงทุนของทั้งสองสูตรกับ 3 การลงทุน ให้ค่าใกล้เคียงกัน และสามารถนำไปประกอบการวางแผนทางการเงินต่อไปได้

คำสำคัญ : การลงทุน ดอกเบี้ยทบต้น สูตร72

Abstract

In this research, we compared compound interest formula and rule of 72 that used to compute investment period for double total money of investment money. Besides, both ways can be used interchangeably. Moreover, this research considered three current investments that have vary compound interest such as deposit money with commercial banks, teachers saving & credit cooperatives and lenders and computed investment period by compound interest formula, the results are 138.9 years, 23.4 years and 4.9 years respectively. As well as, by rule of 72, the results are 144 years, 24 years and 4.8 years respectively. However, an investment period of both rules and three investments resulted in the nearly same amount. This could be further applied to the future financial plan.

keywords : investment, compound interest, rule of 72

บทนำ

การวางแผนทางการเงินเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยเตรียมความพร้อม และสามารถจัดการชีวิตอย่างเป็นระบบ ให้มีรายได้เพียงพอกับรายจ่าย และมีเงินเหลือไว้ใช้ยามฉุกเฉิน มีเงินออมไว้เก็บเกี่ยวดอกผล หรือลงทุนในอนาคตได้ เพื่อนำชีวิตไปสู่ความมั่นคงทางการเงินต่อไป ซึ่งการนำเงินออมที่มีอยู่มาบริหารจัดการให้งอกเงยมีหลายวิธี เช่น ฝากธนาคาร ซื้อพันธบัตร ซื้อประกันแบบสะสมทรัพย์ ซื้อกองทุนรวม ฯลฯ (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2555) โดยการลงทุนในแต่ละวิธีจะให้ผลตอบแทนหรืออัตราดอกเบี้ย และความเสี่ยงของการลงทุนที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นผู้ลงทุนจำเป็นที่จะต้องศึกษาข้อมูลและทำความเข้าใจรูปแบบการลงทุนให้ดี

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการเปรียบเทียบสูตรดอกเบี้ยทบต้นและสูตร72 ซึ่งมีไว้เพื่อคำนวณหาระยะเวลาการลงทุนเพื่อให้ได้เงินรวมเป็นสองเท่าของเงินที่ลงทุน และยกตัวอย่างการลงทุน 3 การลงทุน คือ การนำเงินไปฝากกับธนาคารพาณิชย์ สหกรณ์ออมทรัพย์ครู และการปล่อยเงินกู้ ในอัตราดอกเบี้ยที่แตกต่างกัน เพื่อประกอบการตัดสินใจทางการลงทุนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาการลงทุนเพื่อให้ได้เงินรวมเป็นสองเท่าของเงินที่ลงทุนไป ด้วยสูตรดอกเบี้ยทบต้นกับสูตร72 โดยการยกตัวอย่างการลงทุน 3 การลงทุนที่ให้ดอกเบี้ยที่แตกต่างกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ตอนที่1 คำนวณที่มาของสูตรดอกเบี้ยทบต้น และสูตร72 ด้วยดอกเบี้ย $r\%$ ต่อปี พร้อมทั้งยกตัวอย่างระยะเวลาการลงทุนด้วยดอกเบี้ย 1% - 10% กับสูตรดอกเบี้ยทบต้น

สูตรดอกเบี้ยทบต้น

ปัญหา สมมติให้นำเงินจำนวนหนึ่งไปลงทุน โดยนำเงินไปฝากกับธนาคารพาณิชย์แห่งหนึ่ง เปิดบัญชีออมทรัพย์ทั่วไปเพื่อกินดอกเบี้ยที่ซึ่งธนาคารให้ดอกเบี้ย $r\%$ ต่อปี ถ้าปล่อยให้ทบต้นไปเรื่อยๆ (ไม่มีการถอน) จะต้องฝากเงินนานเท่าใดถึงจะมีเงินรวมเป็นสองเท่าของเงินต้น

แนวคิด ให้ a_n แทนจำนวนเงินในบัญชีเมื่อผ่านไป n ปี เมื่อ $a_0 = A$และ $a_n = 2A$ ดังนั้น

$$\begin{aligned} a_1 &= A + A\left(r/100\right), \\ a_2 &= a_1 + a_1\left(r/100\right), \\ a_3 &= a_2 + a_2\left(r/100\right), \\ &\vdots \\ a_n &= a_{n-1} + a_{n-1}\left(r/100\right) \end{aligned}$$

$$a_n = \left(1+\left(r/100\right)\right)a_{n-1} \text{ สำหรับ } n \geq 1$$

จะได้ว่า $a_n = \left(1+\left(r/100\right)\right)a_{n-1}$ เป็นความสัมพันธ์เวียนเกิดอันดับ 1 และสมการลักษณะ (ยืน ภู่วรวรรณ, 2548) คือ

$$r - \left(1+\left(r/100\right)\right) = 0$$

และรากลักษณะ คือ

$$r = 1+\left(r/100\right)$$

ดังนั้นผลเฉลยทั่วไป คือ

$$a_n = \alpha_1\left(1+\left(r/100\right)\right)^n \qquad (1)$$

จากเงื่อนไขเริ่มต้น $a_0 = A$ จะได้ว่า

$$a_0 = \alpha_1\left(1+\left(r/100\right)\right)^0$$

$$A = \alpha_1$$

แทนค่า $A = \alpha_1$ ในสมการ (1) จะได้ว่า

$$a_n = A\left(1+\left(r/100\right)\right)^n$$

$$2A = A\left(1+\left(r/100\right)\right)^n$$

$$2=\left(1+\left(r/100\right)\right)^{n}$$

ดังนั้น

$$n=\log_{(1+(r/100))}2$$

$$n=\frac{\log 2}{\log\left(1+\left(r/100\right)\right)} \qquad (2)$$

(พิพัฒน์พงศ์ ศรีวิศร, 2554) แสดงว่าระยะเวลาในการทบต้นด้วยดอกเบี้ย $r\%$ จนได้เงินรวมเป็นสองเท่าของเงินต้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนเงินต้นเลย

สูตร 72

ไพศาล นาคมหาชลาสินธุ์ (2554) กล่าวว่า จากสูตรดอกเบี้ยทบต้น การคำนวณระยะเวลาการลงทุนสามารถคำนวณได้จากสมการ (2) ซึ่งสูตร 72 อาศัยการเปลี่ยนฐานของลอการิทึมเปลี่ยนให้เป็นลอการิทึมธรรมชาติ จะได้ว่า

$$\log_{(1+(r/100))}2=\frac{\ln 2}{\ln\left(1+\left(r/100\right)\right)}$$

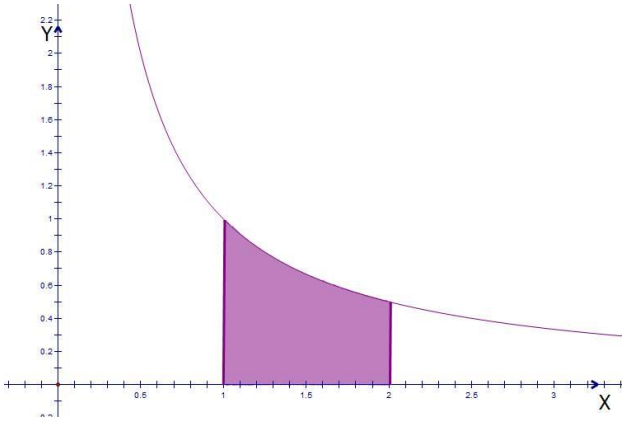
โดยที่ $\ln 2\approx 0.639$ จะได้ว่า

$$\log_{(1+(r/100))}2=\frac{0.639}{\ln\left(1+\left(r/100\right)\right)}$$

และ ค่าลอการิทึมฐานธรรมชาติมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ใต้กราฟ $y=\frac{1}{x}$ (ดำรง ทิพย์โยธา, 2553) โดยที่

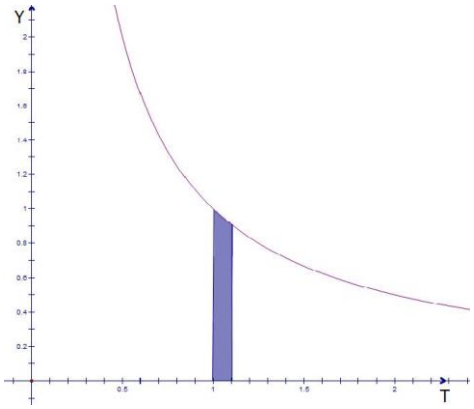
$$\begin{aligned}\int_{1}^{2}\frac{1}{x}\,dx&=\ln\left|x\right|\Big\|_{1}^{2}\\&=\ln 2-\ln 1\\&=\ln 2\end{aligned}$$

พิจารณา $\ln 2$ จะมีค่าเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟ $y=\frac{1}{x}$ ในช่วง $1\le x\le 2$



ภาพที่ 1 พื้นที่ใต้กราฟมีค่าเท่ากับ $\ln 2$

ในกรณีที่ $t=1+\varepsilon$ เมื่อ ε มีค่าน้อยมากๆ ซึ่งเราทราบว่า $\ln(1+\varepsilon)$ มีค่าเท่ากับพื้นที่ใต้กราฟ $y=\frac{1}{x}$ ตั้งแต่ 1 ถึง $1+\varepsilon$ โดยประมาณค่าได้เท่ากับพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่สูง 1หน่วยและกว้าง ε หน่วย นั่นคือ $\ln(1+\varepsilon)\approx\varepsilon$



ภาพที่ 2 การประมาณค่าพื้นที่ใต้กราฟ

ดังนั้น

$$\ln\left(1+\left(r/100\right)\right)\approx r/100 \text{ เมื่อ } r \text{ มีค่าน้อย}$$

และ

$$\ln_{(1+(r/100))}2\approx\frac{0.639}{r/100}=\frac{69.3}{r}\approx\frac{72}{r}$$

ดังนั้นสูตร72 เมื่อกำหนดอัตราดอกเบี้ย $r\%$ ต้องการหาระยะเวลาการลงทุนเพื่อให้ได้เงินรวมเป็นสองเท่าของเงินต้น สามารถคำนวณได้จาก

$$n=\frac{72}{r}$$

ตอนที่ 2 ยกตัวอย่างการลงทุน 3 การลงทุน ที่ให้ดอกเบี้ยที่แตกต่างกัน คือ การฝากเงินกับธนาคารพาณิชย์ การฝากเงินกับสหกรณ์ออมทรัพย์ครู และการปล่อยเงินกู้ เพื่อคำนวณหาระยะเวลาการลงทุนด้วยสูตรดอกเบี้ยทบต้น และสูตร72

ผลการวิจัย

ตอนที่1 สูตรดอกเบี้ยทบต้นและสูตร72

การลงทุนที่ให้ดอกเบี้ย $r\%$ ต่อปี จะสามารถคำนวณระยะเวลาที่ใช้ในการลงทุน เพื่อให้ได้เงินรวมเป็นสองเท่าของเงินที่ลงทุนไป โดยใช้สูตรดอกเบี้ยทบต้น ได้จาก

$$n=\frac{\log 2}{\log\left(1+\left(r/100\right)\right)}$$

การลงทุนที่ให้ดอกเบี้ย $r\%$ ต่อปี จะสามารถคำนวณระยะเวลาที่ใช้ในการลงทุน เพื่อให้ได้เงินรวมเป็นสองเท่าของเงินที่ลงทุนไป โดยใช้สูตร72 ได้จาก

$$n=\frac{72}{r}$$

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราดอกเบี้ยกับระยะเวลาในการลงทุนด้วยสูตรดอกเบี้ยทบต้น

อัตราดอกเบี้ย(ต่อปี)	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
ระยะเวลา (ปี)	69.7	35.0	23.4	17.7	14.2	11.9	10.2	9.0	8.0	7.2

ตอนที่2 ตัวอย่างการลงทุน

พิจารณาการลงทุน ดังนี้

ฝากเงินกับธนาคารพาณิชย์ ดอกเบี้ย 0.5% ต่อปี (ธนาคารกรุงไทย, 2557 และ ธนาคารไทยพาณิชย์, 2557)

ฝากเงินกับสหกรณ์ออมทรัพย์ครู ดอกเบี้ย 3% ต่อปี (สหกรณ์ออมทรัพย์ครูพิษณุโลก จำกัด, 2557) และ

ปล่อยเงินกู้ ดอกเบี้ย 15% ต่อปี (วันวิภา สุขสวัสดิ์, 2557)

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบระยะเวลาการลงทุนของสูตรดอกเบี้ยทบต้นและสูตร72

การลงทุน / วิธีการคำนวณ	สูตรดอกเบี้ยทบต้น (ปี)	สูตร72 (ปี)
1. ธนาคารพาณิชย์	138.9	144
2. สหกรณ์ออมทรัพย์ครู	23.4	24
3. ปล่อยเงินกู้	4.9	4.8

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า การลงทุนที่สามารถใช้สูตรดอกเบี้ยทบต้น และสูตร 72 นั้น จะต้องเป็นการลงทุนที่ให้ดอกเบี้ยทบต้นเท่านั้น การคำนวณหาระยะเวลาของการลงทุนเพื่อให้ได้เงินรวมเป็นสองเท่าของเงินต้น ไม่ได้ขึ้นอยู่กับจำนวนเงินต้นที่ลงทุนไป และอัตราดอกเบี้ยของการลงทุนมีมากเท่าใด ย่อมจะทำให้ระยะเวลาของการลงทุนลดน้อยลงด้วย แต่ถึงอย่างไรก็ตามการลงทุนที่มีผลตอบแทนสูง ย่อมมีความเสี่ยงในการลงทุนที่สูงด้วยเช่นกัน

สรุปผลการวิจัย

การเปรียบเทียบสูตรดอกเบี้ยทบต้นและสูตร72 จากการลงทุน 3 การลงทุนนั้น จะเห็นได้ว่าสามารถใช้สองสูตรนี้แทนกันได้ เพราะให้ค่าของการคำนวณระยะเวลาการลงทุนเพื่อให้ได้เงินรวมเป็นสองเท่าของเงินต้นที่ใกล้เคียงกัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการนำเสนอผลงานของอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

เอกสารอ้างอิง

ดำรงค์ ทิพย์โยธา. (2553). **แคลคูลัส1.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธนาคารกรุงไทย. (2557). อัต**ราดอกเบี้ยเงินฝากสกุลเงินบาท.** สืบค้นเมื่อ 21 ธันวาคม 2557, จาก http://www.ktb.co.th/ktb/th/rates.aspx?cid=&month=12&year=2014&ddl_disp=10.

ธนาคารไทยพาณิชย์. (2557). **อัตราดอกเบี้ยเงินฝากย้อนหลัง.** สืบค้นเมื่อ 21 ธันวาคม 2557, จากhttp://www.scb.co.th/th/ about-scb/rates-and-fees/last-rates-fees.

ธนาคารแห่งประเทศไทย. (2555). รู้รอบเรื่องการเงิน วางแผนการเงินอย่างชาญฉลาด. จาก http://multimedia. gpf.or.th/microsite/content/c14b331a42112c4d6b74fe6176de435f.pdf.

พิพัฒน์พงศ์ ศรีวิศร. (2554). **คู่มือคณิตศาสตร์เพิ่มเติมชั้นมัธยมศึกษา 4-6.** กรุงเทพฯ: เดอะบุคส์.

ไพศาล นาคมหาชลาสินธุ์. (2554). คณิตคิดออม. วารสารคณิตศาสตร์ ฉบับเฉลิมพระเกียรติ ๘๔ พรรษา ๕ ธันวาคม ๒๕๕๔ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช, 56(638-640), 24-28.

ยืน ภู่วรวรรณ และคณะ. (2548). **คณิตศาสตร์พื้นฐานสำหรับคอมพิวเตอร์ พิมพ์ครั้งที่2.** กรุงเทพฯ: มูลนิธิ สอวน.

วันวิภา สุขสวัสดิ์. (2557). **กฎหมายติดตามทวงหนี้อย่างเป็นธรรม : กฎหมายความหวังของลูกหนี้.** ACADEMIC FOCUS, 4. จาก http://library2.parliament.go.th/ejournal/content_af/2557/jul2557-2.pdf.

สหกรณ์ออมทรัพย์ครูพิษณุโลก จำกัด. (2557). **อัตราดอกเบี้ยเงินฝาก.** สืบค้นเมื่อ 21 ธันวาคม 2557, จาก http://www.phsc.net/phscdata.

ผลเฉลยที่เป็นคาบของบางระบบสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง
Periodic solution of a piecewise linear system of difference equation

จีดารัตน์ ยอดเกตุ และ วิโรจน์ ติ๊กจ๊ะ*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: wirottik@psru.ac.th

บทคัดย่อ

ในบทความนี้เราศึกษาพฤติกรรมของผลเฉลยของบางระบบสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง $x_{n+1}=|x_n|-y_n-1$ และ $y_{n+1}=x_n-|y_n|+1$ที่มีเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0,y_0) เป็นจุดในบางบริเวณของ R^2 โดยที่ $y_0\in(-\infty,-3/2)$ และ $x_0=0$ ซึ่ง $y_0\notin B_n$ เมื่อ B_n เป็นลำดับจากการสำรวจโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และการคำนวณ เราพบว่าผลเฉลยของระบบสมการมีลักษณะเป็นคาบ 4 เราแสดงว่ามีวง 4 ของระบบสมการอยู่สองวง เราแสดงโดยการหาแบบรูปของผลเฉลยให้อยู่ในรูปของประพจน์ของจำนวนนับและอาศัยหลักการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ในการพิสูจน์ว่าผลเฉลยของระบบสมการเป็น พรามพีเรียด -4 ในที่สุด

คำสำคัญ : ผลเฉลยที่เป็นคาบ ระบบของสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง พรามพีเรียด

Abstract

In this article, we study the behavior of solutions to piecewise linear system of difference equations $x_{n+1}=|x_n|-y_n-1$ and $y_{n+1}=x_n-|y_n|+1$ with initial condition (x_0,y_0) in R^2 such that $y_0\in(-\infty,-3/2)$ and $y_0\notin B_n$ where B_n is the sequence of interval. After we observe via computer program and some direct computations, we found thatthere are two 4-cycles and the solutions of the system have periodic with period 4. We also show that the solution of the system is eventually prime period -4 by finding the pattern of solutions and formulating the statement that involve the natural number and then proving by mathematical induction.

keywords : periodic solution, systems of piecewise linear difference equations, prime period

บทนำ

สมการเชิงผลต่างเป็นสาขาวิชาหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ ที่พูดถึงปรากฏการณ์ต่างๆภายใต้เวลา ซึ่งเป็นวิชาที่นักสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นำไปประยุกต์ได้หลากหลาย เช่น(T. Awerbuch et al.,2008)ได้นำสมการเชิงผลต่างสร้างจำลองการควบคุมจำนวนยุง นอกจากนี้ยังมีการนำสมการเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสาขาวิชาอื่นๆ(Robert M. May,1987; V.L.Kocic& G. Ladas,1993) เป็นต้น

ดีวานิ(Devaney)(M.F. Barnsley et al.,1991; R.L. Devanney.,1984)ได้ศึกษาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นเป็นช่วงของสมการเชิงผลต่างเป็นที่รู้จักกันในชื่อของ ฟังก์ชันขนมปังขิง(Gingerbreadman map)

$$x_{n+1}=|x_n|-x_{n-1}+1,\ n=0,1,2,\ldots \tag{1}$$

สมการ (1) สมนัยกับระบบสมการเชิงเส้นเป็นช่วง

$$\begin{cases} x_{n+1}=|x_n|-y_n+1 \\ y_{n+1}=x_n \end{cases},\ n=0,1,2,\ldots \tag{2}$$

เกลาสิมอส ลาดาส(Gerasimos Ladas)และทีมวิจัยได้ทำการศึกษาระบบสมการเชิงผลต่างและได้ตั้งให้เป็นปัญหาปลายเปิดโดยวางนัยโดยทั่วไปของระบบสมการ (2) ดังนี้

$$\begin{cases} x_{n+1} = |x_n| + ay_n + b \\ y_{n+1} = x_n + c|y_n| + d \end{cases}, n = 0,1,2,\ldots \tag{3}$$

โดยที่เงื่อนไขเริ่มต้น $(x_0, y_0) \in R^2$ พารามิเตอร์ a, b, c และ d เป็นจำนวนเต็ม $-1, 0$ และ 1 และกำหนดให้หมายเลขของระบบสมการย่อยต่างๆใน 81 ระบบของระบบสมการย่อยเขียนในรูปของความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ดังนี้

$$N = 27(a+1) + 9(b+1) + 3(c+1) + (d+1) + 1$$

ในบทความนี้สนใจศึกษาพฤติกรรมของผลเฉลยของระบบสมการเชิงผลต่างเมื่อ $a = b = c = -1$ และ $d = 1$ ได้แก่ระบบสมการ

$$\begin{cases} x_{n+1} = |x_n| - y_n - 1 \\ y_{n+1} = x_n - |y_n| + 1 \end{cases}, \ n = 0,1,2,\ldots \tag{4}$$

ที่มีเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) เป็นจุดในบางบริเวณของ R^2 โดยที่ $y_0 \in \left(-\infty, -\frac{3}{2}\right)$ และ $y_0 \notin B_n$ เมื่อ

$$B_n = \left[\frac{-2^{2^{n+2}} + 1}{2^{2^{n+1}}}, \frac{-2^{2^{n+1}} + 1}{2^{2^n}}\right), \ n = 1,2,3,\ldots$$

และ $x_0 = 0$

วิธีดำเนินการวิจัย

เราทำการสำรวจพฤติกรรมของระบบสมการ (4) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสำรวจหาพฤติกรรมโดยวิธีการทำซ้ำ(iteration)และเปลี่ยนค่าเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) เป็นค่าต่างๆที่มากพอที่เราจะสามารถคาดเดาพฤติกรรมของผลเฉลยโดยรวมได้ใน R^2 โดยที่ $y_0 \in \left(-\infty, -\frac{3}{2}\right)$ ซึ่ง $y_0 \notin B_n$ และ $x_0 = 0$ จากนั้นนำผลจากการสำรวจมาสร้างข้อความคาดการณ์และทำการพิสูจน์ซึ่งการพิสูจน์จำเป็นต้องอาศัยบทนิยาม(E.A. Grove & G. Ladas, 2005)ที่สำคัญดังต่อไปนี้

สมการเชิงผลต่าง (Difference equation) อันดับ $k+1$ คือ สมการที่สามารถเขียนอยู่ในรูป

$$x_{n+1} = f(x_n, x_{n-1}, \ldots, x_{n-k}), \quad n = 0, 1, 2, \ldots \tag{5}$$

โดยที่ f เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องจากเซต J^{k+1} ไปยัง J ซึ่งเซต J เป็นช่วงบนจำนวนจริงหรือยูเนียนของช่วงบนจำนวนจริง และ J อาจเป็นเซตไม่ต่อเนื่อง **ผลเฉลย** (Solution) ของสมการเชิงผลต่าง (5) คือลำดับ $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ ซึ่งสอดคล้องกับสมการเชิงผลต่าง (5) สำหรับทุกๆ $n \geq 0$ เมื่อกำหนดให้**เงื่อนไขเริ่มต้น** (Initial condition) $x_{-k}, x_{-k+1}, \ldots, x_0 \in J$ จะได้ว่า

$$x_1 = f(x_0, x_{-1}, \ldots, x_{-k})$$
$$x_2 = f(x_1, x_0, \ldots, x_{-k+1})$$
$$\vdots$$

และได้ว่า $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ เป็นผลเฉลยของสมการ (5) สำหรับทุกๆ $n \geq -k$ และสำหรับแต่ละเงื่อนไขเริ่มต้นจะได้ผลเฉลย $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ มีเพียงชุดเดียวผลเฉลยของสมการเชิงผลต่าง (5) ซึ่งเป็นค่าคงที่ ทุกๆ $n \geq -k$ ถูกเรียกว่า **ผลเฉลยสมดุล** (Equilibrium solution) ของสมการ (5) ถ้า $x_n = \bar{x}$ เป็นผลเฉลยสมดุล สำหรับทุกๆ $n \geq -k$ แล้ว $\bar{x}$ จะถูกเรียกว่า**จุดสมดุล** (Equilibrium point) ของสมการ (5) ผลเฉลยของสมการเชิงผลต่าง (5) $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ จะถูกเรียกว่าเป็น**คาบ** p (Periodic with period p) ถ้ามีจำนวนเต็ม $p \geq 1$ ซึ่ง

$$x_{n+p} = x_n \text{ สำหรับทุกๆ } n \geq -k \tag{6}$$

เราจะกล่าวว่า ผลเฉลยเป็น **พรามพีเรียด** p (Prime period p) ถ้า p เป็นจำนวนเต็มบวกที่เล็กที่สุดซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไข (6) ในกรณีนี้เรียก p - อันดับ $(x_{n+1}, x_{n+2}, ..., x_{n+p})$ ว่าเป็น**วง** p (p -cycle) ของสมการเชิงผลต่าง (5) ผลเฉลย $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ ของสมการเชิงผลต่าง (5) ถูกเรียกว่า**คาบ** p **ในที่สุด** (Eventually periodic with period p) ก็ต่อเมื่อมีจำนวนเต็ม $N \geq -k$ ซึ่ง $\{x_n\}_{n=N}^{\infty}$ เป็นคาบ p ได้แก่ $x_{n+p} = x_n$ สำหรับทุกๆ $n \geq N$

กำหนดให้ $\begin{pmatrix} x_0, y_0 \\ x_1, y_1 \\ x_2, y_2 \\ x_3, y_3 \end{pmatrix}$ หมายถึง วง 4 ของระบบสมการที่ประกอบด้วยจุด $(x_0, y_0), (x_1, y_1), (x_2, y_2)$ และ (x_3, y_3)

ผลการวิจัย

จุดสมดุลของระบบสมการ (4) คือ $\left(-\frac{3}{5}, \frac{1}{5}\right)$ และแสดงได้โดยง่ายว่า P_4^1 และ P_4^2 เป็นวง 4 ของระบบสมการ (4)

$$P_4^1 = \begin{pmatrix} -3 & , -1 \\ 3 & , -3 \\ 5 & , 1 \\ 3 & , 5 \end{pmatrix} \text{ และ } P_4^2 = \begin{pmatrix} -1 & , 1 \\ -1 & , -1 \\ 1 & , -1 \\ 1 & , 1 \end{pmatrix}$$

ทฤษฎีบท ทุกผลเฉลยของระบบสมการ (4) ที่มีเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) เป็นจุดในบางบริเวณของ R^2 โดยที่ $y_0 \in \left(-\infty, -\frac{3}{2}\right)$ ซึ่ง $y_0 \notin B_n$ เมื่อ $B_n = \left[\frac{-2^{2n+2}+1}{2^{2n+1}}, \frac{-2^{2n+1}+1}{2^{2n}}\right), n = 1, 2, 3, \ldots$ และ $x_0 = 0$ เป็นพรามพีเรียด -4 ในที่สุด

พิสูจน์ กำหนดให้ $y_0 \in \left(-\infty, -\frac{3}{2}\right)$ ซึ่ง $y_0 \notin B_n$ และ $x_0 = 0$ นั่นคือ $y_0 < -\frac{3}{2}$ และ $x_0 = 0$

ดังนั้น $x_1 = |x_0| - y_0 - 1 = -y_0 - 1 \geq 0$ และ $y_1 = x_0 - |y_0| + 1 = y_0 + 1 < 0$

และได้ว่า $x_2 = |x_1| - y_1 - 1 = -2y_0 - 3 \geq 0$ และ $y_2 = x_1 - |y_1| + 1 = 1$

$x_3 = |x_2| - y_2 - 1 = -2y_0 - 5$ และ $y_3 = x_2 - |y_2| + 1 = -2y_0 - 3$

กรณี1 $x_3 = -2y_0 - 5 \geq 0 \left(y_0 \leq -\frac{5}{2}\right)$

$x_4 = |x_3| - y_3 - 1 = -3$ และ $y_4 = x_3 - |y_3| + 1 = -1$

ดังนั้น $(x_4, y_4) = (-3,-1) \in P_4^1$

กรณี $2\ x_3 = -2y_0 - 5 < 0 \left(y_0 > -\frac{5}{2} \right)$

เราจะแสดงว่าสำหรับ $y_0 \in \left(-\frac{5}{2}, -\frac{3}{2} \right)$ และ $y_0 \notin B_n$ ผลเฉลยของระบบสมการเป็นพรามพีเรียด -4 ในที่สุดโดยจะใช้หลักอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ในการพิสูจน์

สำหรับจำนวนเต็ม $n \geq 1$ ให้ $P(n)$ แทนข้อความ

“ สำหรับ $y_0 \in (L_n, U_n)$ จะได้ว่า $x_{4n} = 2^{2n} y_0 + \delta_n$, $y_{4n} = -1$

ถ้า $y_0 \in [A_n, U_n)$ แล้ว $x_{4n} \geq 0$ และ $(x_{4n+2}, y_{4n+2}) = (-1,1) \in P_4^2$

ถ้า $y_0 \in (L_n, A_n)$ แล้ว $x_{4n} < 0$

และ $x_{4n+1} = -2^{2n} y_0 - \delta_n > 0$, $y_{4n+1} = 2^{2n} y_0 + \delta_n < 0$

$x_{4n+2} = -2^{2n+1} y_0 - (2\delta_n + 1)$, $y_{4n+2} = 1$

ถ้า $y_0 \in [U_{n+1}, A_n)$ แล้ว $x_{4n+2} \leq 0$ และ y_0 อยู่นอกช่วงที่พิจารณา

ถ้า $y_0 \in (L_n, U_{n+1})$ แล้ว $x_{4n+2} > 0$

และ $x_{4n+3} = -2^{2n+1} y_0 - (2\delta_n + 3)$ และ $y_{4n+3} = -2^{2n+1} y_0 - (2\delta_n + 1) > 0$

ถ้า $y_0 \in (L_n, L_{n+1}]$ แล้ว $x_{4n+3} \geq 0$ และ $(x_{4n+4}, y_{4n+4}) = (-3,-1) \in P_4^1$

ถ้า $y_0 \in (L_{n+1}, U_{n+1})$ แล้ว $x_{4n+3} < 0$ ”

โดยที่ $L_n = \frac{-2^{2n} - 1}{2^{2n-1}}$, $U_n = \frac{-2^{2n} + 1}{2^{2n-1}}$, $A_n = \frac{-2^{2n+1} + 1}{2^{2n}}$ และ $\delta_n = 2^{2n+1} - 1$

1. จะแสดงว่า $P(1)$ เป็นจริงเมื่อ $n = 1$ สำหรับ $y_0 \in (L_1, U_1) = \left(-\frac{5}{2}, -\frac{3}{2} \right)$

พิจารณา $x_{4(1)} = 2^{2(1)} y_0 + \delta_1 = 4y_0 + 7$ และ $y_{4(1)} = -1$

ถ้า $y_0 \in [A_1, U_1) = \left[-\frac{7}{4}, -\frac{3}{2} \right)$ แล้ว $x_{4(1)} = 4y_0 + 7 \geq 0$

จะได้ว่า $x_5 = |x_4| - y_4 - 1 = 4y_0 + 7 \geq 0$ และ $y_5 = x_4 - |y_4| + 1 = 4y_0 + 7 \geq 0$

และได้ว่า $x_6 = |x_5| - y_5 - 1 = 4y_0 + 7 - (4y_0 + 7) - 1 = -1$

$y_6 = x_5 - |y_5| + 1 = 4y_0 + 7 - (4y_0 + 7) + 1 = 1$

นั่นคือ $(x_{4(1)+2}, y_{4(1)+2}) = (x_6, y_6) = (-1,1) \in P_4^2$

ถ้า $y_0 \in (L_1, A_1) = \left(-\frac{5}{2}, -\frac{7}{4} \right)$ แล้ว $x_{4(1)} = 4y_0 + 7 < 0$

จะได้ว่า $x_5 = |x_4| - y_4 - 1 = -4y_0 - 7 = -2^{2(1)} y_6 - \delta_1 > 0$

และ $y_5 = x_4 - |y_4| + 1 = 4y_0 + 7 = 2^{2(1)} y_0 + \delta_1 < 0$

และได้ว่า $x_6 = |x_5| - y_5 - 1 = -8y_0 - 15 = -2^{2(1)+1} y_0 - (2\delta_1 + 1)$

และ $y_6 = x_5 - |y_5| + 1 = 4y_0 + 7 - (4y_0 + 7) + 1 = 1$

ถ้า $y_0 \in [U_2, A_1) = \left[-\frac{15}{8}, -\frac{7}{4} \right)$ และ $x_{4(1)+2} = -8y_0 - 15 \leq 0$ จะได้ว่า y_0 อยู่นอกช่วงที่พิจารณา

ถ้า $y_0 \in (L_1, U_2) = \left(-\frac{5}{2}, -\frac{15}{8}\right)$ แล้ว $x_{4(1)+2} = -8y_0 - 15 > 0$

จะได้ว่า $x_7 = |x_6| - y_6 - 1 = -8y_0 - 17 = -2^{2(1)+1} y_0 - (2\delta_1 + 3)$

$y_7 = x_6 - |y_6| + 1 = -8y_0 - 15 = -2^{2(1)+1} y_0 - (2\delta_1 + 1) > 0$

ถ้า $y_0 \in (L_1, L_2] = \left(-\frac{5}{2}, -\frac{17}{8}\right]$ แล้ว $x_{4(1)+3} = -8y_0 - 17 \geq 0$

จะได้ว่า $x_8 = |x_7| - y_7 - 1 = -8y_0 - 17 - (-8y_0 - 15) - 1 = -3$

และ $y_8 = x_7 - |y_7| + 1 = (-8y_0 - 17) - (-8y_0 - 15) + 1 = -1$

นั่นคือ $(x_{4(1)+4}, y_{4(1)+4}) = (x_8, y_8) = (-3, -1) \in P_4^1$

ถ้า $y_0 \in (L_2, U_2) = \left(-\frac{17}{8}, -\frac{15}{8}\right)$ แล้ว $x_{4(1)+3} = -8y_0 - 17 < 0$

ดังนั้น $P(1)$ เป็นจริง

2. สมมติให้ $P(k)$ เป็นจริง จะแสดงว่า $P(k+1)$ เป็นจริง

เนื่องจาก $P(k)$ เป็นจริงจะได้ว่า สำหรับ $y_0 \in (L_{k+1}, U_{k+1})$

และจาก $x_{4(k)+3} = -2^{2(k)+1} y_0 - (2\delta_k + 3) < 0$ และ $y_{4(k)+3} = -2^{2(k)+1} y_0 - (2\delta_k + 1) > 0$

ดังนั้น $x_{4(k+1)} = x_{4k+4} = |x_{4k+3}| - y_{4k+3} - 1$

$$
\begin{aligned}
&= \left|-2^{2(k)+1} y_0 - (2\delta_k + 3)\right| - \left(-2^{2(k)+1} y_0 - (2\delta_k + 1)\right) - 1 \\
&= 2^{2(k)+1} y_0 + (2\delta_k + 3) + 2^{2(k)+1} y_0 + (2\delta_k + 1) - 1 \\
&= 2^{2k+2} y_0 + 4\delta_k + 3 \\
&= 2^{2k+2} y_0 + 4\left(2^{2k+1} - 1\right) + 3 \\
&= 2^{2k+2} y_0 + \left(2^{2k+3} - 4\right) + 3 \\
&= 2^{2k+2} y_0 + 2^{2(k+1)+1} - 1 \\
&= 2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1}
\end{aligned}
$$

และ $y_{4(k+1)} = y_{4k+4} = x_{4k+3} - |y_{4k+3}| + 1$

$$
\begin{aligned}
&= -2^{2(k)+1} y_0 - (2\delta_k + 3) - \left|\left(-2^{2(k)+1} y_0 - (2\delta_k + 1)\right)\right| + 1 \\
&= -2^{2(k)+1} y_0 - (2\delta_k + 3) - \left|\left(-2^{2(k)+1} y_0 - (2\delta_k + 1)\right)\right| + 1 \\
&= -2^{2(k)+1} y_0 - (2\delta_k + 3) + 2^{2(k)+1} y_0 + (2\delta_k + 1) + 1 \\
&= -1
\end{aligned}
$$

จะได้ว่า $x_{4(k+1)} = 2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1}$ และ $y_{4(k+1)} = -1$

ถ้า $y_{k+1} \in [A_{k+1}, U_{k+1}) = \left[\frac{-2^{2(k+1)+1} + 1}{2^{2(k+1)}}, \frac{-2^{2(k+1)} + 1}{2^{2(k+1)-1}}\right)$ แล้ว $x_{4(k+1)} = 2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1} \geq 0$

จะได้ $x_{4(k+1)+1} = x_{4k+5} = |x_{4k+4}| - y_{4k+4} - 1$

$$
\begin{aligned}
&= \left|2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1}\right| - (-1) - 1 \\
&= 2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1} \geq 0
\end{aligned}
$$

และ $y_{4(k+1)+1} = y_{4k+5} = x_{4k+4} - |y_{4k+4}| + 1$

$= 2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1} - |-1| + 1$

$= 2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1} \geq 0$

และได้ว่า $x_{4(k+1)+2} = x_{4k+6} = |x_{4k+5}| - y_{4k+5} - 1$

$= |2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1}| - (2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1}) - 1$

$= 2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1} - (2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1}) - 1$

$= -1$

และ $y_{4(k+1)+2} = y_{4k+6} = x_{4k+5} - |y_{4k+5}| + 1$

$= 2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1} - |2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1}| + 1$

$= 2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1} - (2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1}) + 1$

$= 1$

นั่นคือ $(x_{4(k+1)+2}, y_{4(k+1)+2}) = (x_{4k+6}, y_{4k+6}) = (-1,1) \in P_4^2$

ถ้า $y_0 \in (L_{k+1}, A_{k+1}) = \left(\frac{-2^{2(k+1)} - 1}{2^{2(k+1)-1}}, \frac{-2^{2(k+1)+1} + 1}{2^{2(k+1)}} \right)$ แล้ว $x_{4(k+1)} = 2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1} < 0$

จะได้ว่า $x_{4(k+1)+1} = x_{4k+5} = |x_{4k+4}| - y_{4k+4} - 1$

$= |2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1}| - (-1) - 1$

$= -(2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1}) - (-1) - 1$

$= -2^{2k+2} y_0 - \delta_{k+1} > 0$

และ $y_{4(k+1)+1} = y_{4k+5} = x_{4k+4} - |y_{4k+4}| + 1$

$= 2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1} < 0$

และได้ว่า $x_{4(k+1)+2} = x_{4k+6} = |x_{4k+5}| - y_{4k+5} - 1$

$= |-2^{2k+2} y_0 - \delta_{k+1}| - (2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1}) - 1$

$= -2^{2k+2} y_0 - \delta_{k+1} - 2^{2k+2} y_0 - \delta_{k+1} - 1$

$= 2(-2^{2k+2}) y_0 - 2\delta_{k+1} - 1$

$= -2^{2(k+1)+1} y_0 - (2\delta_{k+1} + 1)$

และ $y_{4(k+1)+2} = y_{4k+6} = x_{4k+5} - |y_{4k+5}| + 1$

$= -2^{2k+2} y_0 - \delta_{k+1} - |2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1}| + 1$

$= -2^{2k+2} y_0 - \delta_{k+1} + 2^{2k+2} y_0 + \delta_{k+1} + 1$

$= 1$

ถ้า $y_0 \in [U_{k+2}, A_{k+1}) = \left[\frac{-2^{2(k+2)} + 1}{2^{2(k+2)-1}}, \frac{-2^{2(k+1)+1} + 1}{2^{2(k+1)}} \right)$ และ $x_{4(k+1)+2} \leq 0$

จะได้ว่า y_0 อยู่นอกช่วงที่พิจารณา

ถ้า $y_0 \in (L_{k+1}, U_{k+2}) = \left(\frac{-2^{2(k+1)} - 1}{2^{2(k+1)-1}}, \frac{-2^{2(k+2)} + 1}{2^{2(k+2)-1}} \right)$ แล้ว $x_{4(k+1)+2} > 0$

จะได้ว่า $x_{4(k+1)+3} = x_{4k+7} = \left|x_{4k+6}\right| - y_{4k+6} - 1$

$= \left|-2^{2(k+1)+1} y_0 - \left(2\delta_{k+1} + 1\right)\right| - 1 - 1$

$= -2^{2(k+1)+1} y_0 - 2\delta_{k+1} - 1 - 2$

$= -2^{2(k+1)+1} y_0 - \left(2\delta_{k+1} + 3\right)$

และ $y_{4(k+1)+3} = y_{4k+7} = x_{4k+6} - \left|y_{4k+6}\right| + 1$

$= -2^{2(k+1)+1} y_0 - \left(2\delta_{k+1} + 1\right) - \left|1\right| + 1$

$= -2^{2(k+1)+1} y_0 - \left(2\delta_{k+1} + 1\right) > 0$

ถ้า $y_0 \in \left(L_{k+1}, L_{k+2}\right] = \left(\dfrac{-2^{2(k+1)} - 1}{2^{2(k+1)-1}}, \dfrac{-2^{2(k+2)} - 1}{2^{2(k+2)-1}}\right]$ แล้ว $x_{4(k+1)+3} \geq 0$

จะได้ว่า $x_{4(k+1)+4} = x_{4k+8} = \left|x_{4k+7}\right| - y_{4k+7} - 1$

$= \left|-2^{2(k+1)+1} y_0 - \left(2\delta_{k+1} + 3\right)\right| - \left(-2^{2(k+1)+1} y_0 - \left(2\delta_{k+1} + 1\right)\right) - 1$

$= -2^{2(k+1)+1} y_0 - \left(2\delta_{k+1} + 3\right) + 2^{2(k+1)+1} y_0 + 2\delta_{k+1} + 1 - 1$

$= -3$

และ $y_{4(k+1)+4} = y_{4k+8} = x_{4k+7} - \left|y_{4k+7}\right| + 1$

$= -2^{2(k+1)+1} y_0 - \left(2\delta_{k+1} + 3\right) - \left|-2^{2(k+1)+1} y_0 - \left(2\delta_{k+1} + 1\right)\right| + 1$

$= -2^{2(k+1)+1} y_0 - \left(2\delta_{k+1} + 3\right) + 2^{2(k+1)+1} y_0 + 2\delta_{k+1} + 1 + 1$

$= -1$

นั่นคือ $\left(x_{4(k+1)+4}, y_{4(k+1)+4}\right) = \left(x_{4k+8}, y_{4k+8}\right) = \left(-3, -1\right) \in P_4^1$

ถ้า $y_0 \in \left(L_{k+2}, U_{k+2}\right) = \left(\dfrac{-2^{2(k+2)} - 1}{2^{2(k+2)-1}}, \dfrac{-2^{2(k+2)} + 1}{2^{2(k+2)-1}}\right)$ แล้ว $x_{4(k+1)+3} < 0$

ดังนั้น $y_{4(k+1)+3} < 0$

นั้นคือ $P\left(k+1\right)$ เป็นจริง

โดยหลักอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า $P\left(n\right)$ เป็นจริง สำหรับทุกๆจำนวนเต็ม $n \geq 1$

หมายเหตุ $\lim\limits_{n\to\infty} L_n = -2 = \lim\limits_{n\to\infty} U_n$

ถ้า $\left(x_0, y_0\right) = \left(0, -2\right)$ จะได้ว่า $\left(x_3, y_3\right) = \left(-1, 1\right) \in P_4^2$

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพฤติกรรมของผลเฉลยของระบบสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง $x_{n+1} = \left|x_n\right| - y_n - 1$ และ $y_{n+1} = x_n - \left|y_n\right| + 1$ ทำให้ได้ทราบว่าผลเฉลยของระบบสมการเป็นพรามพีเรียด -4 ในที่สุดเฉพาะในกรณีเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) เป็นจุดในบางบริเวณของ R^2 โดยที่ $y_0 \in \left(-\infty, -3/2\right)$ ซึ่ง $y_0 \notin B_n$ และ $x_0 = 0$ จากข้อความ $P\left(n\right)$ พิสูจน์ด้วยหลักอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ทำให้ได้ว่าข้อความ $P\left(n\right)$ เป็นจริง ทำให้ผลเฉลยของระบบสมการ $\left(4\right)$ ที่เป็นพรามพีเรียด -4 ในที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

ในการทำวิจัยผู้วิจัยได้มีการสำรวจพฤติกรรมของระบบสมการ $x_{n+1}=|x_n|-y_n-1$ และ $y_{n+1}=x_n-|y_n|+1$ในกรณีที่เงื่อนไขเริ่มต้น (x_0,y_0) เป็นจุดในบางบริเวณของ R^2 โดยที่ $y_0\in(-\infty,-3/2)$ซึ่ง $y_0\notin B_n$ ทำให้ผลเฉลยของระบบสมการ (4) ที่เป็นพรามพีเรียด -4ในที่สุดแต่ในกรณีที่มีเงื่อนไขเริ่มต้นเป็นจุดในบริเวณอื่นใน R^2โดยเฉพาะ $y_0\in B_n$ และ $x_0=0$ ผู้วิจัยคาดว่าผลเฉลยของระบบสมการนี้จะเป็นพรามพีเรียด -4ในที่สุดยกเว้นที่จุดสมดุจไม่ว่าจะเริ่มต้นด้วยจุดใดใน R^2 ผู้ศึกษาแนะนำให้เริ่มสำรวจพฤติกรรมของระบบสมการนี้โดยการเปลี่ยนเงื่อนไขเริ่มต้นเป็นจุดอื่นที่อยู่ใน R^2 และสามารถที่จะใช้การพิสูจน์ที่ได้พิสูจน์ไว้แล้วในนี้เป็นแนวทางในการพิสูจน์พฤติกรรมของผลเฉลยของระบบสมการนี้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการเผยแพร่ผลการวิจัยของอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

เอกสารอ้างอิง

E.A. Grove and G. Ladas. (2005). **Periodicities in Nonlinear Difference Equations.** New York: Chapman & Hall/CRC Press; p.35-38.

E.A. Grove, E. Lapierre and W. Tikjha. (2012). On the Global Behavior of $x_{n+1}=|x_n|-y_n-1$and $y_{n+1}=x_n+|y_n|$. **Cubo Mathematical Journal,** (14):125–166.

M.F. Barnsley, R.L. Devaney, B.B. Mandelbrot, H. O. Peitgen, D. Saupe& R.F. Voss. (1991). **The Science of Fractal Images**. New York.Springer-Verlag.

R.L. Devanney. (1984). A piecewise linear model of the the zones of instability of an area-preservingmap. **Physical,** (10D): 387-393.

Robert M. May. (1987). Host-parasitoid systems in patchy environments.APhenomeno- logicalModel. **J ANIM ECOL,** (47): 833 – 843.

T. Awerbuch-Friedlander, R. Levins, E. Camouzis, E. A. Grove & G. Ladas. (2008). A Non-Linear System of Difference Equations Linking Mosquitoes. Habitats and Community Interventions. **Communications on Applied Nonlinear Analysis,** (15): 77– 88.

V.L.Kocic& G. Ladas. (1993). **Global Behavior of Nonlinear Difference Equations of Higher order with Applications.** Boston. Kluwer academic publishers.p.75-132

W. Tikjha, Y. Lenbury& E. G. Lapierre. (2010). **On the Global Character of the System of Piecewise Linear, Difference Equations** $x_{n+1}=|x_n|-y_n-1$**and** $y_{n+1}=x_n-y_n$**.** Advances in Difference Equations, 2010 Dec 2.

คาบ 5 ของผลเฉลยของบางสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง

Periodic with period 5 solution of a piecewise linear system of difference equation

วรรณวิภา ใจรักษ์ และ วิโรจน์ ติ๊กจ๊ะ*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail wirottik@psru.ac.th

บทคัดย่อ

ในบทความนี้เราศึกษาผลเฉลยของระบบสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง $x_{n+1}=|x_n|-y_n$ และ $y_{n+1}=x_n+|y_n|-1$ ที่มีเงื่อนไขเริ่มต้น $(x_0,y_0)\in L=\{(x,y)|x>0,y=0\}$ เราพบว่าผลเฉลยของระบบสมการดังกล่าวมีจุดสมดุลคือ $(1,0)$ เราแสดงว่ามี วง 5 อยู่สองวง และเราแสดงได้ว่าถ้าเงื่อนไขเริ่มต้น $(x_0,y_0)\in L$ และ $x_0\in(0,9/7)$ แล้วผลเฉลยจะเป็นจุดสมดุลในที่สุดและถ้าเริ่มต้นด้วยเงื่อนไขเริ่มต้น $(x_0,y_0)\in L$ และ $x_0\in(9/7,\infty)$ แล้วผลเฉลยจะเป็นคาบ 5 (P_5^1) ในที่สุดแต่ถ้าเริ่มต้นด้วยจุด $(9/7,0)$ แล้วผลเฉลยจะเป็นคาบ 5 (P_5^2) ในที่สุด เราพิสูจน์ผลลัพธ์ดังกล่าวโดยใช้หลักอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์

คำสำคัญ : ผลเฉลยที่เป็นคาบ ระบบของสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง จุดสมดุล

Abstract

In this article, we study the behavior of solutions to piecewise linear system of difference equation $x_{n+1}=|x_n|-y_n$ and $y_{n+1}=x_n+|y_n|-1$ with initial condition $(x_0,y_0)\in L=\{(x,y)|x>0,y=0\}$. We found that the equilibrium point of the system is $(1,0)$ and we also found that there is two 5-cycles $(P_1^5$ and $P_2^5)$. We show that the solution of the system is eventually equilibrium point $(1,0)$. If initial condition $(x_0,y_0)\in L$ and $x_0\in(0,9/7)$ then the solution of the system is equilibrium point. If initial condition $(x_0,y_0)\in L$ and $x_0\in(9/7,\infty)$ then the solution of the system is eventually periodic with period 5 (P_5^1). If we begin with initial condition $(9/7,0)$ then the solution of the system is eventually prime period 5 (P_5^2). We use mathematical induction to prove the results.

keywords : periodic solution, systems of piecewise linear difference equations, equilibrium point

บทนำ

สมการเชิงผลต่างเป็นสาขาวิชาหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นศาสตร์ที่นักสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถนำความรู้ด้านนี้ไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย เช่น(T. Awerbuch et al.,2008)ได้นำสมการเชิงผลต่างสร้างจำลองการควบคุมจำนวนยุงนอกจากนี้ยังมีการนำสมการเชิงคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสาขา วิชาอื่นๆ(Robert M. May,1987; V.L.Kocic& G. Ladas,1993) เป็นต้น

ดีวานิ(Devaney)(M.F. Barnsley et al.,1991; R.L. Devanney.,1984)ได้ศึกษาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นเป็นช่วงของสมการเชิงผลต่างเป็นที่รู้จักกันในชื่อของ ฟังก์ชันขนมปังขิง(Gingerbreadman map)

$$x_{n+1}=|x_n|-x_{n-1}+1,\ n=0,1,2,\ldots \qquad (1)$$

สมการ (1) สมนัยกับระบบสมการเชิงเส้นเป็นช่วง

$$\begin{cases} x_{n+1} = |x_n| - y_n + 1 \\ y_{n+1} = x_n \end{cases}, n = 0,1,2,\ldots \qquad (2)$$

เกลาสิมอส ลาดาส(Gerasimos Ladas)และทีมวิจัยได้ทำการศึกษาระบบสมการเชิงผลต่างและได้ตั้งให้เป็นปัญหาปลายเปิดโดยวางนัยโดยทั่วไปของระบบสมการ (2) ดังนี้

$$\begin{cases} x_{n+1} = |x_n| + ay_n + b \\ y_{n+1} = x_n + c|y_n| + d \end{cases}, n = 0,1,2,\ldots \qquad (3)$$

โดยที่เงื่อนไขเริ่มต้น $(x_0, y_0) \in R^2$ พารามิเตอร์ a, b, c และ d เป็นจำนวนเต็ม $-1, 0$ และ 1 และกำหนดให้หมายเลขของระบบสมการย่อยต่างๆใน 81 ระบบสมการย่อยเขียนในรูปของความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ดังนี้

$$N = 27(a+1) + 9(b+1) + 3(c+1) + (d+1) + 1$$

ในบทความนี้สนใจศึกษาพฤติกรรมของผลเฉลยของระบบสมการเชิงผลต่างเมื่อ $a = -1,\ b = 0,\ c = 1$ และ $d = -1$

ได้แก่ระบบสมการ

$$\begin{cases} x_{n+1} = |x_n| - y_n \\ y_{n+1} = x_n + |y_n| - 1 \end{cases}, \ n = 0,1,2,\ldots \qquad (4)$$

ที่มีเงื่อนไขเริ่มต้น $(x_0, y_0) \in L = \{(x,y) | x > 0, y = 0\}$

วิธีดำเนินการวิจัย

เราทำการสำรวจพฤติกรรมผลเฉลยของระบบสมการ (4) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel ในการสำรวจโดยวิธีการเปลี่ยนค่าเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) เป็นค่าต่างๆที่มากพอที่จะสามารถคาดเดาพฤติกรรมของผลเฉลยโดยรวมได้ใน L จากนั้นนำผลจากการสำรวจมาสร้างข้อความคาดการณ์และทำการพิสูจน์ซึ่งการพิสูจน์จำเป็นต้องอาศัยบทนิยาม(E.A. Grove & G. Ladas, 2005)ที่สำคัญดังต่อไปนี้

สมการเชิงผลต่าง (Difference equation) อันดับ $k+1$ คือ สมการที่สามารถเขียนอยู่ในรูป

$$x_{n+1} = f(x_n, x_{n-1}, \ldots, x_{n-k}), \quad n = 0, 1, 2, \ldots \qquad (5)$$

โดยที่ f เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องจากเซต J^{k+1} ไปยัง J ซึ่งเซต J เป็นช่วงบนจำนวนจริงหรือยูเนียนของช่วงบนจำนวนจริงและ J อาจเป็นเซตไม่ต่อเนื่อง **ผลเฉลย** (Solution) ของสมการเชิงผลต่าง (5) คือลำดับ $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ ซึ่งสอดคล้องกับสมการเชิงผลต่าง (5) สำหรับทุกๆ $n \geq 0$ เมื่อกำหนดให้**เงื่อนไขเริ่มต้น** (Initial condition) $x_{-k}, x_{-k+1}, \ldots, x_0 \in J$ จะได้ว่า

$$x_1 = f(x_0, x_{-1}, \ldots, x_{-k})$$
$$x_2 = f(x_1, x_0, \ldots, x_{-k+1})$$
$$\vdots$$

และได้ว่า $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ เป็นผลเฉลยของสมการ (5) สำหรับทุกๆ $n \geq -k$ และสำหรับแต่ละเงื่อนไขเริ่มต้นจะได้ผลเฉลย $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ มีเพียงชุดเดียว ผลเฉลยของสมการเชิงผลต่าง (5) ซึ่งเป็นค่าคงที่ ทุกๆ $n \geq -k$ ถูกเรียกว่า **ผลเฉลยสมดุล** (Equilibrium solution) ของสมการ (5) ถ้า $x_n = \bar{x}$ เป็นผลเฉลยสมดุล สำหรับทุกๆ $n \geq -k$ แล้ว $\bar{x}$ จะถูกเรียกว่า**จุดสมดุล** (Equilibrium point) ของสมการ (5) ผลเฉลยของสมการเชิงผลต่าง (5) $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ จะถูกเรียกว่า เป็น**คาบ** p (Periodic with period p) ถ้ามีจำนวนเต็ม $p \geq 1$ ซึ่ง

$$x_{n+p} = x_n \text{ สำหรับทุกๆ } n \geq -k \qquad (6)$$

เราจะกล่าวว่า ผลเฉลยเป็น **พรามพีเรียด** p (Prime period p) ถ้า p เป็นจำนวนเต็มบวกที่เล็กที่สุดซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไข (6) ในกรณีนี้เรียก p- อันดับ $(x_{n+1}, x_{n+2}, ..., x_{n+p})$ว่าเป็น**วง** p (p-cycle) ของสมการเชิงผลต่าง (5)ผลเฉลย $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ ของสมการเชิงผลต่าง (5)ถูกเรียกว่า**คาบ** p**ในที่สุด** (Eventually periodic with period p) ก็ต่อเมื่อมีจำนวนเต็ม $n \geq -k$ ซึ่ง $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ เป็นคาบ pได้แก่ $x_{n+p} = x_n$ สำหรับทุกๆ $n \geq N$

กำหนดให้ $\begin{pmatrix} x_0, y_0 \\ x_1, y_1 \\ x_2, y_2 \\ x_3, y_3 \\ x_4, y_4 \end{pmatrix}$ หมายถึง วง 5 ของระบบสมการที่ประกอบด้วยจุด $(x_0, y_0), (x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3)$ และ (x_4, y_4)

ผลการวิจัย

จุดสมดุลของระบบสมการ (4) คือ $(0,1)$ และแสดงได้โดยง่ายว่า วง 5 ต่อไปนี้เป็นวง 5 ของระบบสมการ (4) $P_5^1 = \begin{pmatrix} -1 \ , \ 0 \\ 1 \ , -2 \\ 3 \ , \ 2 \\ 1 \ , \ 4 \\ -3 \ , \ 4 \end{pmatrix}$ และ $P_5^2 = \begin{pmatrix} 1 \ , \ 4/7 \\ 3/7 \ , -4/7 \\ -1/7 \ , \ 0 \\ 1/7 \ , -8/7 \\ 9/7 \ , 2/7 \end{pmatrix}$

ทฤษฎีบท กำหนดให้ $\{(x_n, y_n)\}_{n=0}^{\infty}$ เป็นผลเฉลยของสมการ (4) ที่มีเงื่อนไขเริ่มต้น $(x_0, y_0) \in L = \{(x, y) | x > 0, y = 0\}$ จะได้ว่า

1.ถ้า $x_0 < 9/7$ แล้ว $\{(x_n, y_n)\}_{n=0}^{\infty}$ เป็นจุดสมดุลในที่สุด

2.ถ้า $x_0 > 9/7$ แล้ว $\{(x_n, y_n)\}_{n=0}^{\infty}$ เป็นพรามพีเรียด -5 ในที่สุด (P_5^1)

3.ถ้า $x_0 = 9/7$ แล้ว $\{(x_n, y_n)\}_{n=0}^{\infty}$ เป็นพรามพีเรียด -5 ในที่สุด (P_5^2)

พิสูจน์ กำหนดให้ $(x_0, y_0) \in L$ จะได้ว่า $x_0 > 0, y_0 = 0$

ดังนั้น $x_1 = |x_0| - y_0 = x_0 \geq 0$ และ $y_1 = x_0 + |y_0| - 1 = x_0 - 1$

กรณีที่ 1 $x_0 < 1$ จะได้ว่า $y_1 = x_0 - 1 \leq 0$

ดังนั้น $x_2 = |x_1| - y_1 = 1$ และ $y_2 = x_1 + |y_1| - 1 = 0$

นั่นคือ $(x_2, y_2) = (1, 0)$

กรณีที่ 2 $x_0 > 1$ จะได้ว่า $y_1 = x_0 - 1 > 0$

$x_2 = |x_1| - |y_1| = 1$ และ $y_2 = x_1 + |y_1| - 1 = 2x_0 - 2 \geq 0$

$x_3 = |x_2| - |y_2| = -2x_0 + 3$ และ $y_3 = x_2 + |y_2| - 1 = 2x_0 - 2 \geq 0$

กรณีที่ 2.1 $x_0 \geq 3/2$ จะได้ว่า $x_3 = -2x_0 + 3 \leq 0$

ดังนั้น $x_4 = |x_3| - y_3 = -1$ และ $y_4 = x_3 + |y_3| - 1 = 0$

นั่นคือ $(x_4, y_4) = (-1, 0) \in P_5^1$

กรณีที่ 2.2 $1 < x_0 < 3/2$ จะได้ว่า $x_3 = -2x_0 + 3 > 0$

ดังนั้น $x_4 = |x_3| - y_3 = -4x_0 + 5$ และ $y_4 = x_3 + |y_3| - 1 = 0$

กรณีที่ 2.2.1 $1 < x_0 < 5/4$ จะได้ว่า $x_4 = -4x_0 + 5 \geq 0$

ดังนั้น $x_5 = |x_4| - y_4 = -4x_0 + 5 \geq 0$ และ $y_5 = x_4 + |y_4| - 1 = -4x_0 + 4 < 0$

$x_6 = |x_5| - y_5 = 1$ และ $y_6 = x_5 + |y_5| - 1 = 0$

นั่นคือ $(x_6, y_6) = (1, 0)$ซึ่งเป็นจุดสมดุล

กรณีที่ 2.2.2 $5/4 < x_0 < 3/2$ จะได้ว่า $x_4 = -4x_0 + 5 < 0$ เราจะแสดงว่า สำหรับ $x_0 \in (5/4, 3/2)$

ถ้า $x_0 \in (5/4, 9/7)$แล้วผลเฉลยจะเป็นจุดสมดุลในที่สุดและถ้า $x_0 \in (9/7, 3/2)$แล้วผลเฉลยจะเป็นพรามพีเรียด 5 P_5^1 ในที่สุดด้วยหลักอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์กำหนดให้ P_n แทนข้อความสำหรับ $x_0 \in (L_n, U_n)$ จะได้ว่า

$x_{5n} = 2^{3n-1}x_0 - \delta_n > 0$ และ $y_{5n} = -2^{3n-1}x_0 + (\delta_n - 1) < 0$

$x_{5n+1} = 2^{3n}x_0 - (2\delta_n - 1) > 0$ และ $y_{5n+1} = 2^{3n}x_0 - 2\delta_n > 0$

$x_{5n+2} = 1$ และ $y_{5n+2} = 2^{3n+1}x_0 - 4\delta_n > 0$

$x_{5n+3} = -2^{3n+1}x_0 + (4\delta_n + 1)$ และ $y_{5n+3} = 2^{3n+1}x_0 - 4\delta_n > 0$

ถ้า $x_0 \in [U_{n+1}, U_n)$ แล้ว $x_{5n+3} \leq 0$ และ $(x_{5n+4}, y_{5n+4}) = (-1, 0)$ ซึ่งเป็น P_5^1

ถ้า $x_0 \in (L_n, U_{n+1})$ แล้ว $x_{5n+3} > 0$ และจะได้ว่า $x_{5n+4} = -2^{3n+2}x_0 + (8\delta_n + 1)$ $y_{5n+4} = 0$

ถ้า $x_0 \in (L_n, L_{n+1})$ แล้ว $y_{5n+4} \geq 0$ และจะได้ว่า $(x_{5n+6}, y_{5n+6}) = (1, 0)$ซึ่งเป็นจุดสมดุล

ถ้า $x_0 \in (L_{n+1}, U_{n+1})$ แล้ว $x_{5n+4} < 0$ โดยที่ $L_n = \frac{-1+9\cdot 2^{3n-1}}{7\cdot 2^{3n-1}}$, $U_n = \frac{3+9\cdot 2^{3n-2}}{7\cdot 2^{3n-2}}$ และ $\delta_n = \frac{-1+9\cdot 2^{3n-1}}{7}$

1.จะแสดงว่า $P(1)$ เป็นจริงเมื่อ $n = 1$ สำหรับ $x_0 \in (L_1, U_1) = (5/4, 3/2)$

พิจารณา $x_{5(1)} = 2^{3(1)-1}x_0 - \delta_1 = 4x_0 - 5 > 0$ และ $y_{5(1)} = -2^{3(1)-1}x_0 + (\delta_1 - 1) = -4x_0 + 4 < 0$

$x_{5(1)+1} = 2^{3(1)}x_0 - (2\delta_1 - 1) = 8x_0 - 9 > 0$ และ $y_{5(1)+1} = 2^{3(1)}x_0 - 2\delta_1 = 8x_0 - 10 > 0$

$x_{5(1)+2} = 1$ และ $y_{5(1)+2} = 2^{3(1)+1}x_0 - 4\delta_1 = 16x_0 - 20 > 0$

$x_{5(1)+3} = -2^{3(1)+1}x_0 + (4\delta_1 + 1) = -16x_0 + 21$ และ $y_{5(1)+3} = 2^{3(1)+1}x_0 - 4\delta_1 = 16x_0 - 20 > 0$

ถ้า $x_0 \in [U_2, U_1) = [21/16, 3/2)$ แล้ว $x_{5(1)+3} = |x_7| - y_7 = -16x_0 + 21 \leq 0$

และ $y_8 = x_7 + |y_7| - 1 = 1 + |16x_0 - 20| - 1 = 1 + 16x_0 - 20 - 1 = 16x_0 - 20 > 0$

และได้ว่า

$$\begin{aligned} y_{5(1)+4} = x_8 + |y_8| - 1 &= |-16x_0 + 20| - (16x_0 - 20) \\ &= 16x_0 - 20 - 16x_0 + 20 = -1 \\ &= -16x_0 + 21 + |16x_0 - 20| - 1 \\ &= -16x_0 + 21 + 16x_0 - 20 - 1 = 0 \end{aligned}$$

นั่นคือ $(x_{5(1)+4}, y_{5(1)+4}) = (x_9, y_9) = (-1, 0) \in P_5^1$

ถ้า $x_0 \in (L_1, U_2) = (5/4, 3/2)$แล้ว $x_{5(1)+3} = |x_7| - y_7$

$$\begin{aligned} &= |1| - (16x_0 - 20) \\ &= 1 - 16x_0 + 20 \\ &= -16x_0 + 21 = -2^{3(1)+1}x_0 + (4\delta_1 + 1) \end{aligned}$$

และได้ว่า $x_{5(1)+4} = |x_8| - y_8 = |-16x_0 + 21| - (16x_0 - 20)$

$= -16x_0 + 21 - 16x_0 + 20$

$= -32x_0 + 41$

$= -2^{3(1)+2}x_0 + (8(5)+1) = -2^{3(1)+2}x_0 + (8\delta_1 + 1)$

$y_{5(1)+4} = x_8 + |y_8| - 1 = -16x_0 + 21 + |16x_0 - 20| - 1$

$= -16x_0 + 21 + 16x_0 - 20 - 1 = 0$

ถ้า $x_0 \in (L_1, L_2) = (5/4, 41/32)$ แล้ว $x_{5(1)+4} = |x_8| - y_8 = |-16x_0 + 21| - (16x_0 - 20)$

$= -16x_0 + 21 - 16x_0 + 20$

$= -32x_0 + 41 > 0$

$x_{5(1)+5} = |x_9| - y_9 = |-32x_0 + 41| - 0 = -32x_0 + 41 > 0$

$y_{5(1)+5} = x_9 + |y_9| - 1 = -32x_0 + 41 + |0| - 1 = -32x_0 + 40 < 0$

และจะได้ว่า $x_{5(1)+6} = |x_{10}| - y_{10} = |-32x_0 + 41| - (-32x_0 + 40)$

$= -32x_0 + 41 + 32x_0 - 40 = 1$

$y_{5(1)+6} = x_{10} + |y_{10}| - 1 = -32x_0 + 41 + |-32x_0 + 40| - 1$

$= -32x_0 + 41 + 32x_0 - 40 - 1 = 0$

นั่นคือ $(x_{5(1)+6}, y_{5(1)+6}) = (x_{11}, y_{11}) = (1, 0)$ ซึ่งเป็นจุดสมดุล

ถ้า $x_0 \in (L_2, U_2) = (41/32, 21/16)$ แล้ว $x_{5(1)+4} = |x_8| - y_8 = |-16x_0 + 21| - (16x_0 - 20)$

$= -16x_0 + 21 - 16x_0 + 20$

$= -32x_0 + 41 = -2^{3(1)+2}x_0 + (8\delta_1 + 1) < 0$

ดังนั้น $P(1)$ เป็นจริง

2.สมมติให้ $P(k)$ เป็นจริงจะแสดงว่า $P(k+1)$ เป็นจริง

เนื่องจาก $P(k)$ เป็นจริงจะได้ว่าสำหรับ $x_0 \in (L_{k+1}, U_{k+1})$ และจาก

$x_{5(k)+4} = -2^{3k+2}x_0 + (8\delta_K + 1) < 0$ และ $y_{5(k)+4} = 0$

ดังนั้น $x_{5(k+1)} = x_{5k+5} = |x_{5k+4}| - y_{5k+4}$

$= |-2^{3k+2}x_0 + (8\delta_k + 1)| - 0$

$= 2^{3k+2}x_0 - (8\delta_k + 1)$

$= 2^{3k+2}x_0 - \left[8\left(\frac{-1 + 9(2^{3k-1})}{7}\right) + 1\right]$

$= 2^{3k+2}x_0 - \left[\left(\frac{-8 + 9(2^{3k+2})}{7}\right) + 1\right]$

$= 2^{3k+2}x_0 + \frac{8 - 9(2^{3k+2}) - 7}{7}$

$= 2^{3k+2}x_0 + \frac{1 - 9(2^{3k+2})}{7} = 2^{3(k+1)-1}x_0 - \delta_{k+1} > 0$

แล ะ $y_{5(k+1)} = y_{5k+5} = x_{5k+4} + \left|y_{5k+4}\right| - 1$

$$= -2^{3k+2}x_0 + \left(8\delta_k + 1\right) + \left|0\right| - 1$$

$$= -2^{3k+2}x_0 + \left[2^3\left(\frac{-1+9\left(2^{3k-1}\right)}{7}\right)+1\right] - 1$$

$$= -2^{3k+2}x_0 + \left[\left(\frac{-8+9\left(2^{3k+2}\right)}{7}\right)\right] = -2^{3(k+1)-1}x_0 - \left(\delta_{k+1} - 1\right) < 0$$

และได้ว่า $x_{5(k+1)+1} = x_{5k+6} = \left|x_{5k+5}\right| - y_{5k+5}$

$$= \left|2^{3k+2}x_0 + \frac{1-9\left(2^{3k+2}\right)}{7}\right| - \left(-2^{3k+2}x_0 - \frac{8+9\left(2^{3k+2}\right)}{7}\right)$$

$$= 2^{3k+2}x_0 + \frac{1-9\left(2^{3k+2}\right)}{7} + 2^{3k+2}x_0 + \frac{8-9\left(2^{3k+2}\right)}{7}$$

$$= 2^{3k+3}x_0 + \frac{9-2\left(9\left(2^{3k+2}\right)\right)}{7}$$

$$= 2^{3k+3}x_0 + \frac{9-\left(9\left(2^{3k+3}\right)\right)}{7} = 2^{3(k+1)}x_0 - \left(2\delta_{k+1} - 1\right) > 0$$

$y_{5(k+1)+1} = y_{5k+6} = x_{5k+5} + \left|y_{5k+5}\right| - 1$

$$= 2^{3k+2}x_0 + \frac{1-9\left(2^{3k+2}\right)}{7} + \left|-2^{3k+2}x_0 + \frac{-8+9\left(2^{3k+2}\right)}{7}\right| - 1$$

$$= 2^{3k+2}x_0 + \frac{1-9\left(2^{3k+2}\right)}{7} + 2^{3k+2}x_0 + \frac{8-9\left(2^{3k+2}\right)}{7} - 1$$

$$= 2\left(2^{3k+2}x_0\right) + \frac{9-2\left(9\left(2^{3k+2}\right)\right)-7}{7}$$

$$= 2^{3k+3}x_0 + \frac{2-9\left(2^{3k+3}\right)}{7} = 2^{3(k+1)}x_0 - 2\delta_{k+1} > 0$$

และ $x_{5(k+1)+2} = x_{5k+7} = \left|x_{5k+6}\right| - y_{5k+6}$

$$= \left|2^{3k+3}x_0 + \frac{9-9\left(2^{3k+3}\right)}{7}\right| - \left(2^{3k+3}x_0 + \frac{2-9\left(2^{3k+3}\right)}{7}\right)$$

$$= 2^{3k+3}x_0 + \frac{9-9\left(2^{3k+3}\right)}{7} - 2^{3k+3}x_0 + \frac{-2+9\left(2^{3k+3}\right)}{7}$$

$$= 1$$

$y_{5(k+1)+2} = y_{5k+7} = x_{5k+6} + \left|y_{5k+6}\right| - 1$

$$= 2^{3k+3}x_0 + \frac{9-9\left(2^{3k+3}\right)}{7} + \left|2^{3k+3}x_0 + \frac{2-9\left(2^{3k+3}\right)}{7}\right| - 1$$

$$= 2^{3k+3}x_0 + \frac{9-9\left(2^{3k+3}\right)}{7} + 2^{3k+3}x_0 + \frac{2-9\left(2^{3k+3}\right)}{7} - 1$$

$$= 2\left(2^{3k+3}x_0\right) + \frac{11-2\left(9\left(2^{3k+3}\right)\right)-7}{7}$$

$$= 2^{3k+4}x_0 + \frac{4-9\left(2^{3k+4}\right)}{7} = 2^{3(k+1)+1}x_0 - 4\delta_{k+1} > 0$$

และได้ว่า $x_{5(k+1)+3} = x_{5k+8} = \left|x_{5k+7}\right| - y_{5k+7}$

$$= \left|1\right| - \left(2^{3k+4}x_0 + \frac{4-9\left(2^{3k+4}\right)}{7}\right)$$

$$= 1 - 2^{3k+4}x_0 - \frac{4+9\left(2^{3k+4}\right)}{7} = -2^{3(k+1)+1}x_0 - \left(4\delta_{k+1}+1\right) > 0$$

$$y_{5(k+1)+3} = y_{5k+8} = x_{5k+7} + \left|y_{5k+7}\right| - 1$$

$$= 1 + \left|2^{3k+4}x_0 + \frac{4-9\left(2^{3k+4}\right)}{7}\right| - 1$$

$$= 1 + 2^{3k+4}x_0 + \frac{4-9\left(2^{3k+4}\right)}{7} - 1$$

$$= 2^{3k+4}x_0 + \frac{4-9\left(2^{3k+4}\right)}{7} = 2^{3(k+1)+1}x_0 - 4\delta_{k+1} > 0$$

ถ้า $x_0 \in \left[U_{(k+1)+1}, U_{k+1}\right)$ แล้ว $x_{5(k+1)+3} \le 0$ จะได้ว่า

$$x_{5(k+1)+4} = x_{5k+9} = \left|x_{5k+8}\right| - y_{5k+8}$$

$$= \left|-2^{3k+4}x_0 - \frac{4-9\left(2^{3k+4}\right)}{7} + 1\right| - \left(2^{3k+4}x_0 + \frac{4-9\left(2^{3k+4}\right)}{7}\right)$$

$$= 2^{3k+4}x_0 + \frac{4-9\left(2^{3k+4}\right)}{7} - 1 - 2^{3k+4}x_0 - \frac{4+9\left(2^{3k+4}\right)}{7}$$

$$= -1$$

$$y_{5(k+1)+4} = y_{5k+9} = x_{5k+8} + \left|y_{5k+8}\right| - 1$$

$$= -2^{3k+4}x_0 - \frac{4-9\left(2^{3k+4}\right)}{7} + 1 + \left|2^{3k+4}x_0 + \frac{4-9\left(2^{3k+4}\right)}{7}\right| - 1$$

$$= -2^{3k+4}x_0 - \frac{4-9\left(2^{3k+4}\right)}{7} + 1 + 2^{3k+4}x_0 + \frac{4-9\left(2^{3k+4}\right)}{7} - 1 = 0$$

ดังนั้น $\left(x_{5(k+1)+4}, y_{5(k+1)+4}\right) = \left(-1, 0\right)$

ถ้า $x_0 \in \left(L_{k+1}, U_{(k+1)+1}\right)$ แล้ว $x_{5(k+1)+3} > 0$ จะได้ว่า

$$x_{5(k+1)+4} = x_{5k+9} = \left|x_{5k+8}\right| - y_{5k+8}$$

$$= \left|-2^{3k+4}x_0 - \frac{4+9\left(2^{3k+4}\right)}{7} + 1\right| - \left(2^{3k+4}x_0 + \frac{4-9\left(2^{3k+4}\right)}{7}\right)$$

$$= -2^{3k+4}x_0 - \frac{4+9\left(2^{3k+4}\right)}{7} + 1 - 2^{3k+4}x_0 - \frac{4+9\left(2^{3k+4}\right)}{7}$$

$$= 2\left(-2^{3k+4}x_0\right) + 2\frac{\left(-4+9\left(2^{3k+4}\right)\right)}{7} + 1$$

$$= -2^{3k+5}x_0 - \frac{8+9\left(2^{3k+5}\right)}{7} + 1 = -2^{3(k+1)+1}x_0 + \left(8\delta_{k+1}+1\right)$$

$$y_{5(k+1)+4} = y_{5k+9} = x_{5k+8} + \left|y_{5k+8}\right| - 1$$

$$= -2^{3k+4}x_0 - \frac{4+9\left(2^{3k+4}\right)}{7} + 1 + \left|2^{3k+4}x_0 + \frac{4-9\left(2^{3k+4}\right)}{7}\right| - 1$$

$$= -2^{3k+4}x_0 - \frac{4+9\left(2^{3k+4}\right)}{7} + 1 + 2^{3k+4}x_0 + \frac{4-9\left(2^{3k+4}\right)}{7} - 1 = 0$$

ดังนั้น $\left(x_{5(k+1)+4}, y_{5(k+1)+4}\right) = \left(-2^{3k+5}x_0 - \frac{8+9\left(2^{3k+5}\right)}{7} + 1, 0\right)$

ถ้า $x_0 \in \left(L_{k+1}, L_{(k+1)+1}\right)$ แล้ว $x_{5(k+1)+4} \geq 0$ จะได้ว่า

$$x_{5(k+1)+5} = x_{5k+10} = \left|x_{5k+9}\right| - y_{5k+9}$$

$$= \left|-2^{3k+5}x_0 - \frac{8+9\left(2^{3k+5}\right)}{7} + 1\right| - 0$$

$$= -2^{3k+5}x_0 - \frac{8+9\left(2^{3k+5}\right)}{7} + 1$$

$$y_{5(k+1)+5} = y_{5k+10} = x_{5k+9} + \left|y_{5k+9}\right| - 1$$

$$= -2^{3k+5}x_0 - \frac{8+9\left(2^{3k+5}\right)}{7} + 1 + \left|0\right| - 1$$

$$= -2^{3k+5}x_0 - \frac{8+9\left(2^{3k+5}\right)}{7}$$

$$x_{5(k+1)+6} = x_{5k+11} = \left|x_{5k+10}\right| - y_{5k+10}$$

$$= \left|-2^{3k+5}x_0 - \frac{8+9\left(2^{3k+5}\right)}{7} + 1\right| - \left(-2^{3k+5}x_0 - \frac{8+9\left(2^{3k+5}\right)}{7}\right)$$

$$= -2^{3k+5}x_0 - \frac{8+9\left(2^{3k+5}\right)}{7} + 1 + 2^{3k+5}x_0 + \frac{8-9\left(2^{3k+5}\right)}{7} \quad = 1$$

$$y_{5(k+1)+6} = y_{5k+11} = x_{5k+10} + \left|y_{5k+10}\right| - 1$$

$$= -2^{3k+5}x_0 - \frac{8+9\left(2^{3k+5}\right)}{7} + 1 + \left|-2^{3k+5}x_0 - \frac{8+9\left(2^{3k+5}\right)}{7}\right| - 1$$

$$= -2^{3k+5}x_0 - \frac{8+9\left(2^{3k+5}\right)}{7} + 1 + 2^{3k+5}x_0 + \frac{8-9\left(2^{3k+5}\right)}{7} - 1 = 0$$

ดังนั้น $\left(x_{5(k+1)+6}, y_{5(k+1)+6}\right)=(1,0)$ ซึ่งเป็นจุดสมดุล

ถ้า $x_0 \in \left(L_{(k+1)+1}, U_{(k+1)+1}\right)=\left(\dfrac{-1+9\left(2^{3(k+1)+1-1}\right)}{7\left(2^{3(k+1)+1-1}\right)}, \dfrac{3+9\left(2^{3(k+1)+1-2}\right)}{7\left(2^{3(k+1)+1-2}\right)}\right)$

$$=\left(\frac{-1+9\left(2^{3k+3}\right)}{7\left(2^{3k+3}\right)}, \frac{3+9\left(2^{3k+2}\right)}{7\left(2^{3k+2}\right)}\right)$$

แล้ว $x_{5(k+1)+4}<0$ ดังนั้น $P(k+1)$ เป็นจริงโดยหลักอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า $P(n)$ เป็นจริง สำหรับทุกๆจำนวนเต็ม $n \geq 1$

หมายเหตุ $\lim_{n\to\infty} L_n = 9/7 = \lim_{n\to\infty} U_n$

ถ้า $(x_0, y_0)=(9/7, 0)$ จะได้ว่า $(x_1, y_1)=(1, 4/7) \in P_5^2$ □

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพฤติกรรมของผลเฉลยของระบบสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง $x_{n+1}=|x_n|-y_n$ และ $y_{n+1}=x_n+|y_n|-1$ โดยมีเงื่อนไขเริ่มต้น $(x_0, y_0) \in L$ จากข้อความ $P(n)$ ซึ่งเมื่อพิสูจน์ด้วยหลักอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ทำให้ได้ว่าเมื่อ $P(n)$ เป็นจริงจะได้ว่าหากเริ่มต้นด้วยเงื่อนไขเริ่มต้นที่เป็นจุดที่อยู่ทางซ้ายมือของจุด $(9/7, 0)$ ผลเฉลยจะเป็นจุดสมดุลในที่สุดและเมื่อเริ่มต้นด้วยเงื่อนไขเริ่มต้นที่เป็นจุดทางขวามือของจุด $(9/7, 0)$ แล้วผลเฉลยจะเป็นคาบ 5 $\left(P_5^1\right)$ แต่ถ้าเริ่มต้นด้วยจุด $(9/7, 0)$ แล้วผลเฉลยจะเป็นคาบ 5 $\left(P_5^2\right)$

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สำรวจพฤติกรรมของระบบสมการ $x_{n+1}=|x_n|-y_n$ และ $y_{n+1}=x_n+|y_n|-1$ ในกรณีเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) อยู่บนแกน x ทางบวกเพียงอย่างเดียวเท่านั้นถ้ามีผู้สนใจที่จะศึกษาเพิ่มเติมผู้วิจัยแนะนำให้เริ่มสำรวจพฤติกรรมของระบบสมการนี้โดยการเปลี่ยนเงื่อนไขเริ่มต้นเป็นจุดอื่นที่ไม่ใช่จุดบนแกน x ทางบวก และสามารถที่จะใช้การพิสูจน์ที่ได้พิสูจน์ไว้แล้วในนี้เป็นแนวทางในการพิสูจน์พฤติกรรมของผลเฉลยของระบบสมการนี้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการเผยแพร่ผลการวิจัยของอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

เอกสารอ้างอิง

E.A. Grove and G. Ladas. (2005). **Periodicities in Nonlinear Difference Equations.** New York: Chapman & Hall/CRC Press; p.35-38.

E.A. Grove, E. Lapierre and W. Tikjha. (2012). On the Global Behavior of $x_{n+1}=|x_n|-y_n-1$ and $y_{n+1}=x_n+|y_n|$. **Cubo Mathematical Journal**, (14):125–166.

M.F. Barnsley, R.L. Devaney, B.B. Mandelbrot, H. O. Peitgen, D. Saupe& R.F. Voss. (1991). **The Science of Fractal Images**. New York: Springer-Verlag.

R.L. Devanney. (1984). A piecewise linear model of the the zones of instability of an area-preservingmap. **Physica**, (10D): 387-393.

Robert M. May. (1987). Host-parasitoid systems in patchy environments.A Phenomeno- logicalModel. **J ANIM ECOL.**; (47): 833 – 843.

T. Awerbuch-Friedlander, R. Levins, E. Camouzis, E. A. Grove & G. Ladas. (2008). A Non-Linear System of Difference Equations Linking Mosquitoes. Habitats and Community Interventions. **Communications on Applied Nonlinear Analysis,** (15): 77– 88.

V.L.Kocic& G. Ladas. (1993). **Global Behavior of Nonlinear Difference Equations of Higher order with Applications. Boston.** Kluwer academic publishers.p.75-132

W. Tikjha, Y. Lenburyv& E. G. Lapierre. (2010). **On the Global Character of the System of Piecewise Linear Difference Equations** $x_{n+1} = |x_n| - y_n - 1$ **and** $y_{n+1} = x_n - y_n$ **Advances in Difference Equations.** 2010 Dec 2.

Chapman & Hall@CRC. (2002). **Discrete Dynamical Systems and Difference Equations with Mathematica.**

ผลเฉลยที่เป็นพรามพีเรียด 4 ของบางระบบสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง
Prime period 4 solution of cartain piecewise linear system of difference equation

สุวิมล กลิ่นเกตุ และ วิโรจน์ ติ๊กจ๊ะ*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: wirottik@psru.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของบทความนี้คือหาผลเฉลยที่เป็นพรามพีเรียด 4 ของระบบสมการ $x_{n+1}=|x_n|-y_n-1$ และ $y_{n+1}=x_n-|y_n|+1$ที่มีเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0,y_0)ของผลเฉลยเป็นจุดบางจุดในบริเวณของ R^2 โดยที่ $x_0=0$ และ $y_0\in(0,1)\cup(5/4,\infty)$เราสามารถหาผลเฉลยที่เป็นพรามพีเรียด 4 ของระบบสมการดังกล่าวได้ และเราพิสูจน์ได้ว่าผลเฉลยของระบบสมการที่มีเงื่อนไขเริ่มต้นดังกล่าวเป็นพรามพีเรียด 4 ในที่สุดโดยใช้หลักการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ในการพิสูจน์

คำสำคัญ : ผลเฉลยที่เป็นคาบ ระบบของสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง พรามพีเรียด

Abstract

The aim of this article is to find prime period 4 solutions of system $x_{n+1}=|x_n|-y_n-1$ and $y_{n+1}=x_n-|y_n|+1$ with initial condition $x_0=0$ and $y_0\in(0,1)\cup(5/4,\infty)$. We found that there are prime period 4 solutions of the system and we proved that the solution of the system with the initial condition is eventnally prime period 4 solution. We use the mathematical induction proving the results.

keywords : periodic solution, systems of piecewise linear difference equations, prime period

บทนำ

สมการเชิงผลต่างเป็นสาขาวิชาหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ ที่กล่าวถึงปรากฏการณ์หนึ่งๆ ภายใต้เวลา ซึ่งเป็นศาสตร์ที่นักสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถนำไปประยุกต์ได้หลากหลาย เช่น(T. Awerbuch et al.,2008)ได้นำสมการเชิงผลต่างสร้างจำลองการควบคุมจำนวนยุงนอกจากนี้ยังมีการนำสมการเชิงคณิตศาสตร์ยังประยุกต์ใช้ในสาขา วิชาอื่นๆ(Robert M. May,1987; V.L.Kocic& G. Ladas,1993) เป็นต้น

ดีวานิ(Devaney)(M.F. Barnsley et al.,1991; R.L. Devanney.,1984)ได้ศึกษาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นเป็นช่วงของสมการเชิงผลต่างเป็นที่รู้จักกันในชื่อของ ฟังก์ชันขนมปังขิง(Gingerbreadman map)

$$x_{n+1}=|x_n|-x_{n-1}+1\ ,\ n=0,1,2,\ldots \tag{1}$$

สมการ (1) สมนัยกับระบบสมการเชิงเส้นเป็นช่วง

$$\begin{cases} x_{n+1}=|x_n|-y_n+1 \\ y_{n+1}=x_n \end{cases},n=0,1,2,\ldots \tag{2}$$

เกลาสิมอส ลาดาส(Gerasimos Ladas)และทีมวิจัยได้ทำการศึกษาระบบสมการเชิงผลต่างและได้ตั้งให้เป็นปัญหาปลายเปิดโดยวางนัยโดยทั่วไปของระบบสมการ (2) ดังนี้

$$\begin{cases} x_{n+1} = |x_n| + ay_n + b \\ y_{n+1} = x_n + c|y_n| + d \end{cases}, n = 0,1,2,\ldots \quad (3)$$

โดยที่เงื่อนไขเริ่มต้น $(x_0, y_0) \in R^2$ พารามิเตอร์ a, b, c และ d เป็นจำนวนเต็ม -1, 0 และ 1 และกำหนดให้หมายเลขของระบบสมการย่อยต่างๆใน 81ระบบสมการย่อยเขียนในรูปของความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ดังนี้

$$N = 27(a+1) + 9(b+1) + 3(c+1) + (d+1) + 1$$

ในบทความนี้สนใจศึกษาพฤติกรรมของผลเฉลยของระบบสมการเชิงผลต่างเมื่อ $a = b = c = -1$ และ $d = 1$ ได้แก่ระบบสมการ

$$\begin{cases} x_{n+1} = |x_n| - y_n - 1 \\ y_{n+1} = x_n - |y_n| + 1 \end{cases}, \ n = 0,1,2, \ldots \quad (4)$$

ที่มีเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) เป็นจุดในบางบริเวณของ R^2 โดยที่ $y_0 \in (0,1) \cup \left(\frac{5}{4}, \infty\right)$

และ $x_0 = 0$

วิธีดำเนินการวิจัย

เราทำการสำรวจพฤติกรรมของระบบสมการ(4) โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการสำรวจหาพฤติกรรมโดยวิธีการทำซ้ำ (iteration)และเปลี่ยนค่าเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) เป็นค่าต่างๆที่มากพอที่จะสามารถคาดเดาพฤติกรรมของผลเฉลยโดยรวมได้ใน R^2 โดยที่ $y_0 \in (0,1) \cup \left(\frac{5}{4}, \infty\right)$ และ $x_0 = 0$ จากนั้นนำผลจากการสำรวจมาสร้างข้อความคาดการณ์และทำการพิสูจน์ซึ่งการพิสูจน์จำเป็นต้องอาศัยบทนิยาม(E.A. Grove & G. Ladas, 2005)ที่สำคัญดังต่อไปนี้

สมการเชิงผลต่าง (Difference equation) อันดับ $k+1$ คือ สมการที่สามารถเขียนอยู่ในรูป

$$x_{n+1} = f(x_n, x_{n-1}, \ldots, x_{n-k}), \quad n = 0, 1, 2, \ldots \quad (5)$$

โดยที่ f เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องจากเซต J^{k+1} ไปยัง J ซึ่งเซต J เป็นช่วงบนจำนวนจริงหรือยูเนียนของช่วงบนจำนวนจริง และ J อาจเป็นเซตไม่ต่อเนื่อง **ผลเฉลย** (Solution) ของสมการเชิงผลต่าง(5) คือลำดับ $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ ซึ่งสอดคล้องกับสมการเชิงผลต่าง (5)สำหรับทุกๆ $n \geq 0$ เมื่อกำหนดให้**เงื่อนไขเริ่มต้น** (Initial condition) $x_{-k}, x_{-k+1}, \ldots, x_0 \in J$ จะได้ว่า

$$x_1 = f(x_0, x_{-1}, \ldots, x_{-k})$$
$$x_2 = f(x_1, x_0, \ldots, x_{-k+1})$$
$$\vdots$$

และได้ว่า $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ เป็นผลเฉลยของสมการ (5)สำหรับทุกๆ $n \geq -k$ และสำหรับแต่ละเงื่อนไขเริ่มต้นจะได้ผลเฉลย $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ มีเพียงชุดเดียว ผลเฉลยของสมการเชิงผลต่าง(5)ซึ่งเป็นค่าคงที่ ทุกๆ $n \geq -k$ ถูกเรียกว่า **ผลเฉลยสมดุล** (Equilibrium solution) ของสมการ (5)ถ้า $x_n = \bar{x}$ เป็นผลเฉลยสมดุล สำหรับทุกๆ $n \geq -k$ แล้ว $\bar{x}$ จะถูกเรียกว่า**จุด**

สมดุล (Equilibrium point) ของสมการ (5)ผลเฉลยของสมการเชิงผลต่าง (5) $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ จะถูกเรียกว่า เป็น**คาบ** p (Periodic with period p) ถ้ามีจำนวนเต็ม $p \geq 1$ซึ่ง

$$x_{n+p} = x_n \text{ สำหรับทุกๆ } n \geq -k \tag{6}$$

เราจะกล่าวว่า ผลเฉลยเป็น **พรามพีเรียด** p (Prime period p) ถ้า p เป็นจำนวนเต็มบวกที่เล็กที่สุดซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไข (6) ในกรณีนี้เรียก p - อันดับ $\left(x_{n+1},\ x_{n+2},\ \ldots,\ x_{n+p}\right)$ว่าเป็น**วง** p (p -cycle) ของสมการเชิงผลต่าง(5)ผลเฉลย $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ ของสมการเชิงผลต่าง (5)ถูกเรียกว่า**คาบ** p **ในที่สุด** (Eventually periodic with period p) ก็ต่อเมื่อมีจำนวนเต็ม $N \geq -k$ ซึ่ง $\{x_n\}_{n=N}^{\infty}$ เป็นคาบ p ได้แก่ $x_{n+p} = x_n$ สำหรับทุกๆ $n \geq N$

กำหนดให้ $\begin{pmatrix} x_0, y_0 \\ x_1, y_1 \\ x_2, y_2 \\ x_3, y_3 \end{pmatrix}$ หมายถึง วง 4ของระบบสมการที่ประกอบด้วยจุด $(x_0, y_0), (x_1, y_1), (x_2, y_2)$ และ (x_3, y_3)

ผลการวิจัย

จุดสมดุลของระบบสมการ (4) คือ $\left(\frac{-3}{5}, \frac{1}{5}\right)$และแสดงได้โดยง่ายว่า วง 4ต่อไปนี้เป็นวง 4ของระบบสมการ (4)

$$P_4^1 = \begin{pmatrix} -3 & , & -1 \\ 3 & , & -3 \\ 5 & , & 1 \\ 3 & , & 5 \end{pmatrix} \text{ และ } P_4^2 = \begin{pmatrix} -1 & , & 1 \\ -1 & , & -1 \\ 1 & , & -1 \\ 1 & , & 1 \end{pmatrix}$$

ทฤษฎีบท ทุกผลเฉลยของระบบสมการ(6)ที่มีเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) เป็นจุดในบางบริเวณของ R^2 โดยที่ $y_0 \in (0,1) \cup \left(\frac{5}{4}, \infty\right)$ และ $x_0 = 0$ เป็นพรามพีเรียด -4 ในที่สุด

พิสูจน์กำหนดให้ $y_0 \in (0,1) \cup \left(\frac{5}{4}, \infty\right)$ และ $x_0 = 0$

กรณีที่ 1 ให้ $y_0 \in \left(\frac{5}{4}, \infty\right)$

ดังนั้น $x_1 = |x_0| - y_0 - 1 = -y_0 - 1 < 0$ และ $y_1 = x_0 - |y_0| + 1 = -y_0 + 1 < 0$

และได้ว่า $x_2 = |x_1| - y_1 - 1 = 2y_0 - 1 > 0$ และ $y_2 = x_1 - |y_1| + 1 = -2y_0 + 1 < 0$

$x_3 = |x_2| - y_2 - 1 = 4y_0 - 3 > 0$ และ $y_3 = x_2 - |y_2| + 1 = 1$

$x_4 = |x_3| - y_3 - 1 = 4y_0 - 5 > 0$ และ $y_4 = x_3 - |y_3| + 1 = 4y_0 - 3 > 0$

และได้ว่า $x_5 = |x_4| - y_4 - 1 = -3$ และ $y_5 = x_4 - |y_4| + 1 = -1$

ดังนั้น $(x_5, y_5) = (-3, -1) \in P_4^1$

กรณีที่ 2 ให้ $y_0 \in (0,1)$

ดังนั้น $x_1 = |x_0| - y_0 - 1 = -y_0 - 1 < 0$ และ $y_1 = x_0 - |y_0| + 1 = -y_0 + 1 \geq 0$

และได้ว่า $x_2 = |x_1| - y_1 - 1 = 2y_0 - 1$ และ $y_2 = x_1 - |y_1| + 1 = -1$

กรณีที่ 2.1 $x_2 = |x_1| - y_1 - 1 = 2y_0 - 1 \geq 0$

ดังนั้น $x_3 = |x_2| - y_2 - 1 = 2y_0 - 1 \geq 0$ และ $y_3 = x_2 - |y_2| + 1 = 2y_0 - 1 \geq 0$

และได้ว่า $x_4 = |x_3| - y_3 - 1 = -1$ และ $y_4 = x_3 - |y_3| + 1 = 1$

ดังนั้น $(x_4, y_4) = (-1,1) \in P_4^2$

กรณีที่ 2.2 $x_2 = |x_1| - y_1 - 1 = 2y_0 - 1 < 0$

ดังนั้น $x_3 = |x_2| - y_2 - 1 = -2y_0 + 1 \geq 0$ และ $y_3 = x_2 - |y_2| + 1 = 2y_0 - 1 < 0$

และได้ว่า $x_4 = |x_3| - y_3 - 1 = -4y_0 + 1$ และ $y_4 = x_3 - |y_3| + 1 = 1$

กรณีที่ 2.2.1 $x_4 = |x_3| - y_3 - 1 = -4y_0 + 1 \geq 0$

ดังนั้น $x_5 = |x_4| - y_4 - 1 = -4y_0 - 1 < 0$ และ $y_5 = x_4 - |y_4| + 1 = -4y_0 + 1 \geq 0$

และได้ว่า $x_6 = |x_5| - y_5 - 1 = 16y_0 - 1$ และ $y_6 = x_5 - |y_5| + 1 = -1$

กรณีที่ 2.2.2 $x_4 = |x_3| - y_3 - 1 = -4y_0 + 1 < 0$

ดังนั้น $x_5 = |x_4| - y_4 - 1 = 4y_0 - 3 < 0$ และ $y_5 = x_4 - |y_4| + 1 = -4y_0 + 1 < 0$

และได้ว่า $x_6 = |x_5| - y_5 - 1 = 1$ และ $y_6 = x_5 - |y_5| + 1 = -1$

ดังนั้น $(x_6, y_6) = (1,-1) \in P_4^2$

กรณีที่ 2.2.1.1 $x_6 = |x_5| - y_5 - 1 = 16y_0 - 1 \geq 0$

ดังนั้น $x_7 = |x_6| - y_6 - 1 = 16y_0 - 1 \geq 0$ และ $y_7 = x_6 - |y_6| + 1 = 16y_0 - 1 \geq 0$

และได้ว่า $x_8 = |x_7| - y_7 - 1 = -1$ และ $y_8 = x_7 - |y_7| + 1 = 1$

ดังนั้น $(x_8, y_8) = (-1,1) \in P_4^2$

กรณีที่ 2.2.1.2 $x_6 = |x_5| - y_5 - 1 = 16y_0 - 1 < 0$

เราจะแสดงว่าสำหรับ $y_0 \in \left(0, \frac{1}{16}\right)$ ผลเฉลยของระบบสมการเป็นพรามพีเรียด-4 ในที่สุดโดยจะใช้หลักอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ในการพิสูจน์

สำหรับจำนวนเต็ม $n \geq 1$ ให้ $P(n)$ แทนข้อความ

“ สำหรับ $y_0 \in (0, A_n)$ จะได้ว่า $x_{4n+3} = -2^{2n+2} y_0 + 1 > 0$, $y_{4n+3} = 2^{2n+2} y_0 - 1 < 0$

และ $x_{4n+4} = -2^{2n+3} y_0 + 1$, $x_{4n+4} = 1$

ถ้า $y_0 \in [B_n, A_n)$ แล้ว $x_{4n+4} \leq 0$ และ $(x_{4n+6}, y_{4n+6}) = (1,-1)$

ถ้า $y_0 \in (0, B_n)$ แล้ว $x_{4n+4} > 0$ และ $x_{4n+5} = -2^{2n+3} y_0 - 1 < 0$, $y_{4n+5} = -2^{2n+3} y_0 + 1 > 0$

และ $x_{4n+6} = 2^{2n+4} y_0 - 1$, $y_{4n+6} = -1$

ถ้า $y_0 \in [A_{n+1}, B_n)$ แล้ว $x_{4n+6} \geq 0$ และ $(x_{4n+8}, y_{4n+8}) = (-1,1) \in P_4^2$

ถ้า $y_0 \in (0, A_{n+1})$ แล้ว $x_{4n+6} < 0$ ”

โดยที่ $A_n = \frac{1}{2^{2n+2}}$ และ $B_n = \frac{1}{2^{2n+3}}$

1.จะแสดงว่า $P(1)$ เป็นจริงเมื่อ $n=1$ สำหรับ $y_0 \in (0, A_1) = \left(0, \frac{1}{16}\right)$

พิจารณา $x_7 = |x_6| - y_6 - 1 = -16y_0 + 1 > 0$ และ $y_7 = x_6 - |y_6| + 1 = 16y_0 - 1 < 0$

และได้ว่า $x_8 = |x_7| - y_7 - 1 = -32y_0 + 1$ และ $y_8 = x_7 - |y_7| + 1 = 1$

ถ้า $y_0 \in [B_1, A_1) = \left[\frac{1}{32}, \frac{1}{16}\right)$ แล้ว $x_{4(1)+4} = -32y_0 + 1 \le 0$ และ $x_{4(1)+4} = 1$

จะได้ว่า $x_9 = |x_8| - y_8 - 1 = 32y_0 - 3 < 0$ และ $y_9 = x_8 - |y_8| + 1 = -32y_0 + 1 < 0$

และได้ว่า $x_{10} = |x_9| - y_9 - 1 = -32y_0 + 3 + 32y_0 - 1 - 1 = 1$

$y_{10} = x_9 - |y_9| + 1 = 32y_0 - 3 - 32y_0 + 1 + 1 = -1$

นั่นคือ $(x_{4(1)+6}, y_{4(1)+6}) = (x_{10}, y_{10}) = (1, -1)$

ถ้า $y_0 \in (0, B_1) = \left(0, \frac{1}{32}\right)$ แล้ว $x_{4(1)+4} = -32y_0 + 1 > 0$

จะได้ว่า $x_9 = |x_8| - y_8 - 1 = -32y_0 - 1 = -2^{2(1)+3}y_0 - 1 < 0$

และ $y_9 = x_8 - |y_8| + 1 = -32y_0 + 1 = -2^{2(1)+3}y_0 + 1 > 0$

และได้ว่า $x_{10} = |x_9| - y_9 - 1 = 64y_0 - 1 = 2^{2(1)+4}y_0 - 1$

และ $y_{10} = x_9 - |y_9| + 1 = -1$

ถ้า $y_0 \in [A_2, B_1) = \left[\frac{1}{64}, \frac{1}{32}\right)$ และ $x_{4(1)+6} = 64y_0 - 1 \ge 0$ และ $y_{4(1)+6} = -1$

จะได้ว่า $x_{11} = |x_{10}| - y_{10} - 1 = |64y_0 - 1| + 1 - 1 = 64y_0 - 1 \ge 0$

และ $y_{11} = x_{10} - |y_{10}| + 1 = 64y_0 - 1 - |-1| + 1 = 64y_0 - 1 \ge 0$

และได้ว่า $x_{12} = |x_{11}| - y_{11} - 1 = |64y_0 - 1| - 64y_0 + 1 - 1 = -1$

และ $y_{12} = x_{11} - |y_{11}| + 1 = 64y_0 - 1 - |64y_0 - 1| + 1 = 1$

นั่นคือ $(x_{4(1)+8}, y_{4(1)+8}) = (x_{12}, y_{12}) = (-1, 1) \in P_4^2$

ถ้า $y_0 \in (0, A_{n+1}) = \left(0, \frac{1}{64}\right)$ และ $x_{4(1)+6} = 64y_0 - 1 < 0$

ดังนั้น $P(1)$ เป็นจริง

2.สมมติให้ $P(k)$ เป็นจริง จะแสดงว่า $P(k+1)$ เป็นจริง

เนื่องจาก $P(k)$ เป็นจริงจะได้ว่า สำหรับ $y_0 \in (0, A_{k+1})$ และจาก

$x_{4(k+1)+2} = 2^{2(k)+4}y_0 - 1 < 0$ และ $y_{4(k+1)+2} = -1$

ดังนั้น $x_{4(k+1)+3} = x_{4k+7} = |x_{4k+6}| - y_{4k+6} - 1$

$= |2^{2(k)+4}y_0 - 1| + 1 - 1$

$= -2^{2(k)+4}y_0 + 1 > 0$

และ $y_{4(k+1)+3} = y_{4k+7} = x_{4k+6} - |y_{4k+6}| + 1$

$= 2^{2(k)+4}y_0 - 1 - |-1| + 1$

$$= 2^{2(k)+4}y_0 - 1 < 0$$

จะได้ว่า $x_{4(k+1)+3} = -2^{2k+4}y_0 + 1$ และ $y_{4(k+1)+3} = 2^{2k+4}y_0 - 1$

และได้ว่า $x_{4(k+1)+4} = x_{4k+8} = |x_{4k+7}| - y_{4k+7} - 1$

$$= \left|-2^{2(k)+4}y_0 + 1\right| - 2^{2(k)+4}y_0 + 1 - 1$$
$$= -2^{2(k)+4}y_0 + 1 - 2^{2(k)+4}y_0$$
$$= 2\left(-2^{2(k)+4}\right)y_0 + 1$$
$$= -2^{2(k)+5}y_0 + 1 \le 0$$

และ $y_{4(k+1)+4} = y_{4k+8} = x_{4k+7} - |y_{4k+7}| + 1$

$$= -2^{2(k)+4}y_0 + 1 - \left|2^{2(k)+4}y_0 - 1\right| + 1$$
$$= 1$$

ถ้า $y_{k+1} \in [B_{k+1}, \mathrm{A}_{k+1}) = \left[\frac{1}{2^{2(k+1)+3}}, \frac{1}{2^{2(k+1)+2}}\right)$ แล้ว $x_{4(k+1)+4} = -2^{2k+5}y_0 + 1 \le 0$

จะได้ $x_{4(k+1)+5} = x_{4k+9} = |x_{4k+8}| - y_{4k+8} - 1$

$$= \left|-2^{2k+5}y_0 + 1\right| - 1 - 1$$
$$= 2^{2k+5}y_0 - 1 - 1 - 1$$
$$= 2^{2k+5}y_0 - 3 < 0$$

และ $y_{4(k+1)+5} = y_{4k+9} = x_{4k+8} - |y_{4k+8}| + 1$

$$= -2^{2k+5}y_0 + 1 - |1| + 1$$
$$= -2^{2k+5}y_0 + 1 < 0$$

และได้ว่า $x_{4(k+1)+6} = x_{4k+10} = |x_{4k+9}| - y_{4k+9} - 1$

$$= \left|2^{2k+5}y_0 - 3\right| + 2^{2k+5}y_0 - 1 - 1$$
$$= -2^{2k+5}y_0 + 3 - 2^{2k+5}y_0 - 1 - 1$$
$$= 1$$

และ $y_{4(k+1)+6} = y_{4k+10} = x_{4k+9} - |y_{4k+9}| + 1$

$$= 2^{2k+5}y_0 - 3 - \left|-2^{2k+5}y_0 + 1\right| + 1$$
$$= 2^{2k+5}y_0 - 3 - 2^{2k+5}y_0 + 1 + 1$$
$$= -1$$

นั่นคือ $\left(x_{4(k+1)+6}, y_{4(k+1)+6}\right) = \left(x_{4k+10}, y_{4k+10}\right) = (1, -1)$

ถ้า $y_0 \in (0, B_{k+1}) = \left(0, \frac{1}{2^{2(k+1)+3}}\right)$ แล้ว $x_{4(k+1)+4} = -2^{2k+5}y_0 + 1 > 0$

จะได้ว่า $x_{4(k+1)+5} = x_{4k+9} = |x_{4k+8}| - y_{4k+8} - 1$

$$= \left|-2^{2k+5}y_0 + 1\right| - 1 - 1$$
$$= -2^{2k+5}y_0 - 1 < 0$$

และ $y_{4(k+1)+5} = y_{4k+9} = x_{4k+8} - |y_{4k+8}| + 1$

$$= -2^{2k+5}y_0 + 1 - |1| + 1$$
$$= -2^{2k+5}y_0 + 1 > 0$$

และได้ว่า $x_{4(k+1)+6} = x_{4k+10} = |x_{4k+9}| - y_{4k+9} - 1$

$$= |-2^{2k+5}y_0 - 1| + 2^{2k+5}y_0 - 1 - 1$$
$$= 2^{2k+5}y_0 + 1 + 2^{2k+5}y_0 - 1 - 1$$
$$= 2\left(2^{2k+5}\right)y_0 - 1$$
$$= 2^{2k+6}y_0 - 1$$

และ $y_{4(k+1)+6} = y_{4k+10} = x_{4k+9} - |y_{4k+9}| + 1$

$$= -2^{2k+5}y_0 - 1 - |-2^{2k+5}y_0 + 1| + 1$$
$$= -2^{2k+5}y_0 - 1 + 2^{2k+5}y_0 - 1 + 1$$
$$= -1$$

ถ้า $y_0 \in \left[A_{(k+1)+1}, B_{k+1}\right) = \left[\frac{1}{2^{2(k+2)+2}}, \frac{1}{2^{2(k+1)+3}}\right)$ และ $x_{4(k+1)+6} = 2^{2k+6}y_0 - 1 \geq 0$

จะได้ว่า $x_{4(k+1)+7} = x_{4k+11} = |x_{4k+10}| - y_{4k+10} - 1$

$$= |2^{2k+6}y_0 - 1| + 1 - 1$$
$$= 2^{2k+6}y_0 - 1 \geq 0$$

และ $y_{4(k+1)+7} = y_{4k+11} = x_{4k+10} - |y_{4k+10}| + 1$

$$= 2^{2k+6}y_0 - 1 - |-1| + 1$$
$$= 2^{2k+6}y_0 - 1 \geq 0$$

และได้ว่า $x_{4(k+1)+8} = x_{4k+12} = |x_{4k11}| - y_{4k+11} - 1$

$$= |2^{2k+6}y_0 - 1| - 2^{2k+6}y_0 + 1 - 1$$
$$= 2^{2k+6}y_0 - 1 - 2^{2k+6}y_0 + 1$$
$$= -1$$

และ $y_{4(k+1)+8} = y_{4k+12} = x_{4k+11} - |y_{4k+11}| + 1$

$$= 2^{2k+6}y_0 - 1 - |2^{2k+6}y_0 - 1| + 1$$
$$= 2^{2k+6}y_0 - 1 - 2^{2k+6}y_0 + 1 + 1$$
$$= 1$$

นั่นคือ $\left(x_{4(k+1)+8}, y_{4(k+1)+8}\right) = \left(x_{4k+12}, y_{4k+12}\right) = (-1,1) \in P_4^2$

ถ้า $y_0 \in \left(0, A_{(k+1)+1}\right) = \left(0, \frac{1}{2^{2(k+2)+2}}\right)$ แล้ว $x_{4(k+1)+6} < 0$

นั้นคือ $P(k+1)$ เป็นจริง โดยหลักอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์สามารถสรุปได้ว่า $P(n)$ เป็นจริง สำหรับทุกๆจำนวนเต็ม $n \geq 1$

หมายเหตุ $\lim_{n\to\infty} A_n = 0 = \lim_{n\to\infty} B_n$

ถ้า $(x_0, y_0) = (0,0)$ จะได้ว่า $(x_1, y_1) = (-1,1) \in P_4^2$

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาพฤติกรรมของผลเฉลยของระบบสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง $x_{n+1}=|x_n|-y_n-1$และ $y_{n+1}=x_n-|y_n|+1$ทำให้ได้ทราบว่าผลเฉลยของระบบสมการเป็นพรามพีเรียด-4 ในที่สุด เฉพาะในกรณีเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0,y_0) เป็นจุดในบางบริเวณของ R^2 โดยที่ $y_0\in(0,1)\cup\left(\frac{5}{4},\infty\right)$และ $x_0=0$ แต่ในกรณีที่มีเงื่อนไขเริ่มต้นเป็นจุดในบริเวณอื่นใน R^2 โดยเฉพาะและ $x_0=0$ ทั้งนี้ผู้วิจัยคาดว่าผลเฉลยของระบบสมการนี้จะเป็น พรามพีเรียด -4 ในที่สุด ยกเว้นที่จุดสมดุจไม่ว่าจะเริ่มต้นด้วยจุดใดใน R^2 ผู้ศึกษาแนะนำให้เริ่มสำรวจพฤติกรรมของระบบสมการนี้โดยการเปลี่ยนเงื่อนไขเริ่มต้นเป็นจุดอื่นที่อยู่ใน R^2 และสามารถที่จะใช้การพิสูจน์ที่ได้พิสูจน์ไว้แล้วในนี้เป็นแนวทางในการพิสูจน์พฤติกรรมของผลเฉลยของระบบสมการนี้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการเผยแพร่ผลการวิจัยของอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

เอกสารอ้างอิง

E.A. Grove and G. Ladas. (2005). **Periodicities in Nonlinear Difference Equations**. New York: Chapman & Hall/CRC Press; p.35-38.

E.A. Grove, E. Lapierre and W. Tikjha. (2012). On the Global Behavior of $x_{n+1}=|x_n|-y_n-1$ and $y_{n+1}=x_n+|y_n|$. **Cubo Mathematical Journal**, (14):125–166.

M.F. Barnsley, R.L. Devaney, B.B. Mandelbrot, H. O. Peitgen, D. Saupe& R.F. Voss. (1991). **The Science of Fractal Images.** New York: Springer-Verlag.

R.L. Devanney. 1984. A piecewise linear model of the the zones of instability of an area-preservingmap. **Physica,** (10D): 387-393.

Robert M. May.1987. Host-parasitoid systems in patchy environments. A Phenomeno- logicalModel. **J ANIM ECOL,** (47): 833 – 843.

T. Awerbuch-Friedlander, R. Levins, E. Camouzis, E. A. Grove & G. Ladas. 2008. A Non-Linear System of Difference Equations Linking Mosquitoes. Habitats and Community Interventions. **Communications on Applied Nonlinear Analysis,** (15): 77– 88.

V.L.Kocic & G. Ladas. (1993). **Global Behavior of Nonlinear Difference Equations of Higher order with Applications. Boston.** Kluwer academic publishers.p.75-132

W. Tikjha, Y. Lenbury& E. G. Lapierre. (2010). **On the Global Character of the System of Piecewise Linear Difference Equations $x_{n+1}=|x_n|-y_n-1$and $y_{n+1}=x_n-y_n$. Advances in Difference Equations**. 2010 Dec 2.

ลักษณะการเป็นจุดสมดุลของผลเฉลยของบางระบบสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง
Equilibrium character of solutions to a piecewise linear system of difference equations

อารีย์ สุทธิวิลัย และ วิโรจน์ ติ๊กจ๊ะ*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: wirottik@psru.ac.th

บทคัดย่อ

ในบทความนี้เราต้องการศึกษาลักษณะของผลเฉลยของระบบสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง $x_{n+1} = |x_n| - y_n$ และ $y_{n+1} = x_n - |y_n| - 2$ ที่มีเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) เป็นจุดใดๆของ R^2 จากการสำรวจโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และการคำนวณ เราพบว่าจุดสมดุลของระบบสมการเชิงผลต่างดังกล่าวคือจุด (2,0) และเราแสดงได้ว่าผลเฉลยของระบบสมการไม่ว่าจะเริ่มต้นด้วยเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) ที่เป็นจุดใดๆใน R^2 ผลเฉลยจะเป็นจุดสมดุลในที่สุดภายใน 6 รอบการวนซ้ำและเราได้ทำการพิสูจน์จากการหาเงื่อนไขต่างๆ จำนวน 4 เงื่อนไข และทำการแสดงได้ว่า 4 เงื่อนไขนั้นเป็นจริงสำหรับทุกๆจำนวนจริง x_0 และ y_0

คำสำคัญ : จุดสมดุล ระบบของสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง ผลเฉลยของสมการเชิงผลต่าง

Abstract

In this article, we study the character of solutions to piecewise linear system of difference equation $x_{n+1} = |x_n| - y_n$ and $y_{n+1} = x_n - |y_n| - 2$ with initial condition (x_0, y_0) in R^2. After we observe via computer program and some direct computations, we found that the equilibrium point of the system is (2, 0). We show that the solution of the system is eventually equilibrium point regardless of initial point in R^2. The solution of the system become the equilibrium point in 6 iterations. We prove it by finding 4 conditions and show that each of 4 conditions is true for all real number x_0 and y_0.

keywords : equilibrium, systems of piecewise linear difference equations, solution of difference equation

บทนำ

สมการเชิงผลต่างเป็นสาขาวิชาหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ ที่กล่าวถึงปรากฏการณ์หนึ่งๆ ภายใต้เวลา ซึ่งเป็นศาสตร์ที่นักสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถนำไปประยุกต์ได้หลากหลายในรายวิชาชีววิทยาและวิชาเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น ในบทความนี้สนใจศึกษาพฤติกรรมของผลเฉลยของระบบสมการเชิงผลต่างเมื่อ

$$\begin{cases} x_{n+1} = |x_n| - y_n \\ y_{n+1} = x_n - |y_n| - 2 \end{cases}, \; n = 0, 1, 2, \ldots \tag{1}$$

ที่มีเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) เป็นจุดใดๆใน R^2

วิธีดำเนินการวิจัย

เราทำการสำรวจพฤติกรรมของระบบสมการ (1) โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการสำรวจหาพฤติกรรมโดยวิธีการทำซ้ำ (iteration)และเปลี่ยนค่าเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) เป็นค่าต่างๆที่มากพอที่จะสามารถคาดเดาพฤติกรรมของผลเฉลยโดยรวมได้ใน R^2 จากนั้นนำผลจากการสำรวจมาสร้างข้อความคาดการณ์และทำการพิสูจน์ซึ่งการพิสูจน์จำเป็นต้องอาศัยบทนิยาม (E.A. Grove & G. Ladas, 2005) ที่สำคัญดังต่อไปนี้

สมการเชิงผลต่าง (Difference equation) อันดับ $k+1$ คือ สมการที่สามารถเขียนอยู่ในรูป

$$x_{n+1} = f\left(x_n, x_{n-1}, ..., x_{n-k}\right), \quad n = 0, 1, 2, \ldots \tag{2}$$

โดยที่ f เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องจากเซต J^{k+1} ไปยัง J ซึ่งเซต J เป็นช่วงบนจำนวนจริงหรือยูเนียนของช่วงบนจำนวนจริงและ J อาจเป็นเซตไม่ต่อเนื่อง **ผลเฉลย** (Solution) ของสมการเชิงผลต่าง (2) คือลำดับ $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ ซึ่งสอดคล้องกับสมการเชิงผลต่าง (2)สำหรับทุกๆ $n \geq 0$ เมื่อกำหนดให้**เงื่อนไขเริ่มต้น** (Initial condition) $x_{-k}, x_{-k+1}, ..., x_0 \in J$ จะได้ว่า

$$x_1 = f\left(x_0, x_{-1}, ..., x_{-k}\right)$$
$$x_2 = f\left(x_1, x_0, ..., x_{-k+1}\right)$$
$$\vdots$$

และได้ว่า $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ เป็นผลเฉลยของสมการ (2) สำหรับทุกๆ $n \geq -k$ และสำหรับแต่ละเงื่อนไขเริ่มต้นจะได้ผลเฉลย $\{x_n\}_{n=-k}^{\infty}$ มีเพียงชุดเดียว ผลเฉลยของสมการเชิงผลต่าง(2)ซึ่งเป็นค่าคงที่ ทุกๆ $n \geq -k$ ถูกเรียกว่า ผลเฉลยสมดุล (Equilibrium solution) ของสมการ (2) ถ้า $x_n = \bar{x}$ เป็นผลเฉลยสมดุล สำหรับทุกๆ $n \geq -k$ แล้ว $\bar{x}$ จะถูกเรียกว่าจุดสมดุล (Equilibrium point) ของสมการ (2)

ผลการวิจัย

จุดสมดุลของระบบสมการเชิงผลต่างดังกล่าวคือจุด (2,0) และเราแสดงได้ว่าผลเฉลยของระบบสมการไม่ว่าจะเริ่มต้นด้วยเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) ที่เป็นจุดใดๆใน R^2 ผลเฉลยจะเป็นจุดสมดุลในที่สุดภายใน 6 รอบการวนซ้ำ

$$Q_1 = \left\{(x_0,y_0) \middle| x \geq 0, y \geq 0\right\} \qquad Q_2 = \left\{(x_0,y_0) \middle| x \leq 0, y > 0\right\}$$
$$Q_3 = \left\{(x_0,y_0) \middle| x < 0, y \leq 0\right\} \qquad Q_4 = \left\{(x_0,y_0) \middle| x > 0, y < 0\right\}$$

ทฤษฎีบท กำหนดให้ $\{(x_n, y_n)\}_{n=0}^{\infty}$ เป็นผลเฉลยของสมการ $x_{n+1} = |x_n| - y_n$ และ $y_{n+1} = x_n - |y_n| - 2$ จะได้ว่าผลเฉลยของสมการเป็นจุดสมดุลในที่สุด

พิสูจน์ จะแสดงว่าเงื่อนไข $|x_2| \geq y_2$ และ $|x_2| - y_2 \geq |x_2 - |y_2| - 2| + 2$ (3)

กรณีที่ 1 กำหนดให้ $(x_0, y_0) \in Q_1$ จะได้ว่า $x_0 \geq 0$ และ $y_0 \geq 0$

จะได้ว่า $x_1 = |x_0| - y_0 = x_0 - y_0$

$y_1 = x_0 - |y_0| - 2 = x_0 - y_0 - 2$

กรณีที่ 1.1 ให้ $x_1 \geq 0$ และ $y_1 \geq 0$ จะได้ว่า $x_0 \geq y_0$ และ $x_0 - y_0 - 2 \geq 0$ ดังนั้น

จะได้ว่า $x_2 = |x_1| - y_1 = 2$

$y_2 = x_1 - |y_1| - 2 = 0$

และได้ว่า $|x_2| = |2| \geq 0 = y_2$

และ $|x_2| - y_2 = |2| \geq 2 = |0| + 2 = |2-2| + 2 = |2-|0|-2| + 2 = |x_2 - |y_2| - 2| + 2$

กรณีที่ 1.2 ให้ $x_1 \geq 0$ และ $y_1 < 0$ จะได้ว่า $x_0 \geq y_0$ และ $x_0 - y_0 - 2 < 0$ ดังนั้น

จะได้ว่า $x_2 = |x_1| - y_1 = 2$

$y_2 = x_1 - |y_1| - 2 = 2x_0 - 2y_0 - 4$

และได้ว่า $|x_2| = |2| \geq 0 > 2x_0 - 2y_0 - 4 = y_2$

และ $|x_2| - y_2 = |2| - 2x_0 + 2y_0 + 4 \geq |2-2x_0+2y_0+4-2| + 2 = |2-|2x_0-2y_0-4|-2| + 2 = |x_2 - |y_2| - 2| + 2$

กรณีที่ 1.3 ให้ $x_1 < 0$ และ $y_1 \geq 0$

จะได้ว่า $x_2 = |x_1| - y_1 = -2x_0 + 2y_0 + 2$

$y_2 = x_1 - |y_1| - 2 = 2$

ไม่เกิดขึ้นเพราะขัดแย้งกับเงื่อนไขเริ่มต้น x_0 และ y_0

กรณีที่ 1.4 ให้ $x_1 < 0$ และ $y_1 < 0$ จะได้ว่า $x_0 < y_0$ และ $x_0 - y_0 - 2 < 0$ ดังนั้น

จะได้ว่า $x_2 = |x_1| - y_1 = 2$

$y_2 = x_1 - |y_1| - 2 = 2x_0 - 2y_0 - 4$

และได้ว่า $|x_2| = |2| \geq 0 > 2x_0 - 2y_0 - 4 = y_2$

และ $|x_2| - y_2 = |2| - 2x_0 + 2y_0 + 4 \geq |2-2x_0+2y_0+4-2| + 2 = |2-|2x_0-2y_0-4|-2| + 2 = |x_2 - |y_2| - 2| + 2$

จากทั้ง 4 กรณีจะได้ว่าสำหรับ $(x_0, y_0) \in Q_1$ ผลเฉลย (x_2, y_2) สอดคล้องกับเงื่อนไข $|x_2| \geq y_2$

และ $|x_2| - y_2 \geq |x_2 - |y_2| - 2| + 2$ สำหรับทุกๆ จำนวนจริง x_0 และ y_0

กรณีที่ 2 กำหนดให้ $(x_0, y_0) \in Q_2$ จะได้ว่า $x_0 \leq 0$ และ $y_0 > 0$

จะได้ว่า $x_1 = |x_0| - y_0 = -x_0 - y_0$

$y_1 = x_0 - |y_0| - 2 = x_0 - y_0 - 2 < 0$

กรณีที่ 2.1 ให้ $x_1 \geq 0$ และ $y_1 < 0$ จะได้ว่า $-x_0 \geq y_0$ และ $x_0 - y_0 < 2$ ดังนั้น

จะได้ว่า $x_2 = |x_1| - y_1 = -2x_0 + 2$

$y_2 = x_1 - |y_1| - 2 = -2y_0 - 4$

และได้ว่า $|x_2| = |-2x_0 + 2| \geq 0 > -2y_0 - 4 = y_2$

และ $|x_2| - y_2 = |-2x_0+2| + 2y_0 + 4 \geq |-2x_0+2+2y_0+4-2| + 2 = |-2x_0+2-|-2y_0-4|-2| + 2 = |x_2 - |y_2| - 2| + 2$

กรณีที่ 2.2 ให้ $x_1 < 0$ และ $y_1 < 0$ จะได้ว่า $-x_0 > y_0$ และ $x_0 - y_0 < 2$ ดังนั้น

จะได้ว่า $x_2 = |x_1| - y_1 = 2y_0 + 2 > 0$

$y_2 = x_1 - |y_1| - 2 = -2y_0 - 4 < 0$

และได้ว่า $|x_2| = |2y_0 + 2| > 0 > -2y_0 - 4 = y_2$

และ $|x_2| - y_2 = |2y_0+2| + 2y_0 + 4 \geq 6 = |2y_0+2-2y_0-4-2| + 2 = |x_2 - |y_2| - 2| + 2$

จากทั้ง 2 กรณีจะได้ว่าสำหรับ $(x_0, y_0) \in Q_2$ ผลเฉลย (x_2, y_2) สอดคล้องกับเงื่อนไข $|x_2| \geq y_2$

และ $|x_2| - y_2 \geq |x_2 - |y_2| - 2| + 2$ สำหรับทุกๆ จำนวนจริง x_0 และ y_0

กรณีที่ 3 กำหนดให้ $(x_0, y_0) \in Q_3$ จะได้ว่า $x_0 < 0$ และ $y_0 \leq 0$

จะได้ว่า $x_1 = |x_0| - y_0 = -x_0 - y_0 > 0$

$y_1 = x_0 - |y_0| - 2 = x_0 + y_0 - 2 < 0$

เนื่องจาก $x_1 > 0$ และ $y_1 < 0$ จะได้ว่า $y_0 < -x_0$ และ $x_0 + y_0 < 2$ ดังนั้น

$x_2 = |x_1| - y_1 = -2x_0 - 2y_0 + 2$

$y_2 = x_1 - |y_1| - 2 = -4$

และได้ว่า $|x_2| = |-2x_0 - 2y_0 + 2| > 0 > -4 = y_2$

และ $|x_2| - y_2 = -2x_0 - 2y_0 + 6 \geq -2x_0 - 2y_0 + 6 = |-2x_0-2y_0+4| + 2 = |x_2 - |y_2| - 2| + 2$

จากกรณีข้างต้นจะได้ว่าสำหรับ $(x_0, y_0) \in Q_3$ ผลเฉลย (x_2, y_2) สอดคล้องกับเงื่อนไข $|x_2| \geq y_2$

และ $|x_2| - y_2 \geq |x_2 - |y_2| - 2| + 2$

กรณีที่ 4 กำหนดให้ $(x_0, y_0) \in Q_4$ จะได้ว่า $x_0 > 0$ และ $y_0 < 0$

จะได้ว่า $x_1 = |x_0| - y_0 = x_0 - y_0 > 0$

$y_1 = x_0 - |y_0| - 2 = x_0 + y_0 - 2$

กรณีที่ 4.1 ให้ $x_1 > 0$ และ $y_1 > 0$ จะได้ว่า $x_0 > y_0$ และ $x_0 + y_0 \geq 2$ ดังนั้น

จะได้ว่า $x_2 = |x_1| - y_1 = -2y_0 + 2 > 0$

$y_2 = x_1 - |y_1| - 2 = -2y_0$

และได้ว่า $|x_2| = |-2y_0 + 2| \geq -2y_0 = y_2$

และ $|x_2| - y_2 = 2 \geq 2 = |x_2 - |y_2| - 2| + 2$

กรณีที่ 4.2 ให้ $x_1 > 0$ และ $y_1 < 0$ จะได้ว่า $x_0 > y_0$ และ $x_0 + y_0 < 2$ ดังนั้น

จะได้ว่า $x_2 = |x_1| - y_1 = -2y_0 + 2 > 0$

$y_2 = x_1 - |y_1| - 2 = 2x_0 - 4$

ถ้า $y_2 \leq 0$ แล้ว $2x_0 \leq 4$ ดังนั้น

และได้ว่า $|x_2| = -2y_0 + 2 > 0 \geq 2x_0 - 4 = y_2$

และ $|x_2| - y_2 = -2y_0 + 2 - 2x_0 + 4 \geq -2y_0 - 2x_0 - 2 = |-2y_0+2+2x_0-4-2| + 2 = |x_2 - |y_2| - 2| + 2$

ถ้า $y_2 > 0$ แล้ว $2x_0 > 4$ ดังนั้น $|x_2| = -2y_0 + 2 \geq 2x_0 - 4 = y_2$ เป็นจริงจาก เงื่อนไข $x_0 + y_0 < 2$

และ $|x_2| - y_2 = -2y_0 + 2 - 2x_0 + 4 \geq -2x_0 - 2y_0 + 4 + 2 = |x_2 - |y_2| - 2| + 2$

จากทั้ง 2 กรณีจะได้ว่าสำหรับ $(x_0, y_0) \in Q_4$ ผลเฉลย (x_2, y_2) สอดคล้องกับเงื่อนไข $|x_2| \geq y_2$

และ $|x_2| - y_2 \geq |x_2 - |y_2| - 2| + 2$ สำหรับทุกๆ จำนวนจริง x_0 และ y_0

ดังนั้นจากทุกกรณีตั้งแต่กรณีที่ 1 ถึงกรณีที่ 4 จะได้ว่าสอดคล้องกับเงื่อนไขสำหรับทุกๆเงื่อนไขเริ่มต้น $(x_0, y_0) \in R^2$

ต่อไปจะแสดงว่าเงื่อนไข $x_3 \geq |y_3| + 2$ และ $x_3 \geq 0$ และ $y_3 \geq 0$ (4)

เนื่องจากเราทราบว่าเงื่อนไข $|x_2| \geq y_2$ และ $|x_2| - y_2 \geq |x_2 - |y_2| - 2| + 2$ เป็นจริง

และ $x_3 = |x_2| - y_2$ และ $y_3 = x_2 - |y_2| - 2$ เนื่องจาก $|x_2| - y_2 - 2 \geq x_2 - |y_2| - 2$

ดังนั้น $x_3 = |x_2| - y_2 \geq |x_2 - |y_2| - 2| + 2 = |y_3| + 2$

จะแสดงว่า $x_4 \geq 0$ และ $y_4 \geq 0$ และ $x_4 \geq |y_4| + 2$ (5)

เนื่องจาก $x_4 = |x_3| - y_3$ และ $y_4 = x_3 - |y_3| - 2$

และ $x_3 \geq |y_3| + 2$ เป็นจริง

จะได้ว่า $y_4 = x_3 - |y_3| - 2 \geq 0$

เนื่องจาก $x_3 \geq |y_3| + 2 \geq y_3$ ดังนั้น $|x_3| \geq x_3 \geq y_3$

นั่นคือ $x_4 = |x_3| - y_3 \geq 0$

ดังนั้น $x_4 = |x_3| - y_3 \geq |x_3 - |y_3| - 2| + 2 = |y_4| + 2$

และได้ว่า $x_4 \geq |y_4| + 2$ เป็นจริง

จะแสดงว่า $x_5 \geq 0$ และ $y_5 \geq 0$ และ $x_5 = y_5 + 2$ (6)

เนื่องจาก $x_5 = |x_4| - y_4$ และ $y_5 = x_4 - |y_4| - 2$

เนื่องจาก $x_4 \geq 0$ และ $y_4 \geq 0$ เป็นจริงจะได้ว่า

จะได้ว่า $x_5 = x_4 - y_4$ และ $y_5 = x_4 - y_4 - 2$

นั่นคือ $x_5 = y_5 + 2$

เนื่องจาก $x_4 \geq |y_4| + 2$

ดังนั้น $y_5 = x_4 - |y_4| - 2 \geq 0$

เนื่องจาก $x_4 \geq |y_4| + 2$ จะได้ว่า $x_4 \geq |y_4| \geq y_4$

และได้ว่า $|x_4| \geq x_4 \geq y_4$

ดังนั้น $x_5 = |x_4| - y_4 \geq 0$

จะแสดงว่า $x_6 = 2$ และ $y_6 = 0$

$x_6 = |x_5| - y_5$ และ $y_6 = x_5 - |y_5| - 2$

เนื่องจาก $x_5 \geq 0$ และ $y_5 \geq 0$ และ $x_5 = y_5 + 2$

$x_6 = x_5 - y_5 = y_5 + 2 - y_5 = 2$ และ $y_6 = x_5 - y_5 - 2 = y_5 - 2 - y_5 - 2 = 0$

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาลักษณะของผลเฉลยของระบบสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง $x_{n+1} = |x_n| - y_n$ และ $y_{n+1} = x_n - |y_n| - 2$ ที่มีเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) เป็นจุดใดๆของ R^2 ทำให้ได้ทราบว่าจุดสมดุลของระบบสมการเชิงผลต่างดังกล่าวคือจุด (2,0) และไม่ว่าจะเริ่มต้นด้วยเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) ที่เป็นจุดใดๆใน R^2 ผลเฉลยจะเป็นจุดสมดุลในที่สุดภายใน 6 รอบการวนซ้ำและผู้ศึกษาได้ทำการพิสูจน์จากการหาเงื่อนไขต่างๆ จำนวน 4 เงื่อนไข และแสดงได้ว่า 4 เงื่อนไขนั้นเป็นจริงสำหรับทุกๆจำนวนจริง x_0 และ y_0 และสามารถที่จะใช้การพิสูจน์ที่ได้พิสูจน์ไว้แล้วในนี้เป็นแนวทางในการพิสูจน์พฤติกรรมของผลเฉลยของระบบสมการที่มีลักษณะคล้ายกับสมการนี้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการเผยแพร่ผลการวิจัยของอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

เอกสารอ้างอิง

E.A. Grove and G. Ladas. (2005). **Periodicities in Nonlinear Difference Equations.** New York: Chapman & Hall/CRC Press; p.35-38.

E.A. Grove, E. Lapierre and W. Tikjha. (2012). Jun. On the Global Behavior of $x_{n+1} = |x_n| - y_n - 1$ and $y_{n+1} = x_n + |y_n|$. **Cubo Mathematical Journal**, (14):125–166.

M.F. Barnsley, R.L. Devaney, B.B. Mandelbrot, H. O. Peitgen, D. Saupe& R.F. Voss. (1991). **The Science of Fractal Images.** New York: Springer-Verlag.

R.L. Devanney. (1984). **A piecewise linear model of the the zones of instability of an area-preservingmap**. Physica; (10D): 387-393.

Robert M. May. (1987). Host-parasitoid systems in patchy environments. A Phenomeno- logicalModel. **J ANIM ECOL,** (47): 833 – 843.

T. Awerbuch-Friedlander, R. Levins, E. Camouzis, E. A. Grove & G. Ladas. (2008). A Non-Linear System of Difference Equations Linking Mosquitoes. Habitats and Community Interventions. **Communications on Applied Nonlinear Analysis,** (15): 77– 88.

V.L.Kocic& G. Ladas. (1993). **Global Behavior of Nonlinear Difference Equations of Higher order with Applications**. Boston. Kluwer academic publishers.p.75-132

W. Tikjha, Y. Lenbury& E. G. Lapierre. (2010). **On the Global Character of the System of Piecewise Linear Difference Equations** $x_{n+1} = |x_n| - y_n - 1$ **and** $y_{n+1} = x_n + y_n$**.** Advances in Difference Equations.

ผลเฉลยที่เป็นจุดสมดุลของผลเฉลยของบางระบบสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง
Equilibrium character of solutions to a piecewise linear system of difference equations

พฤติวุฒิ สุขเทศ และ วิโรจน์ ติ๊กจ๊ะ*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author. e-mail: wirottik@psru.ac.th

บทคัดย่อ

ในบทความนี้เราต้องการศึกษาลักษณะของผลเฉลยของระบบสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง $x_{n+1} = |x_n| - y_n + 2$ และ $y_{n+1} = x_n - |y_n|$ ที่มีเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) เป็นจุดใดๆของ R^2 จากการสำรวจโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และการคำนวณ เราพบว่าจุดสมดุลของระบบสมการเชิงผลต่างดังกล่าวคือจุด(4,2)และเราแสดงได้ว่าผลเฉลยของระบบสมการไม่ว่าจะเริ่มต้นด้วยเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) ที่เป็นจุดใดๆใน R^2 ผลเฉลยจะเป็นจุดสมดุลในที่สุดภายใน 5 รอบการวนซ้ำและเราได้ทำการพิสูจน์จากการหาเงื่อนไขต่างๆ จำนวน 4 เงื่อนไข และทำการแสดงได้ว่า 4 เงื่อนไขนั้นเป็นจริงสำหรับทุกๆจำนวนจริง x_0 และ y_0

คำสำคัญ : จุดสมดุลระบบของสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง ผลเฉลยของสมการเชิงผลต่าง

Abstract

In this article, we study the character of solutions to piecewise linear system of difference equation $x_{n+1} = |x_n| - y_n + 2$ and $y_{n+1} = x_n - |y_n|$ with initial condition (x_0, y_0) in R^2. After we observe via computer program and some direct computations, we found that the equilibrium point of the system is (4,2). We show that the solution of the difference equation is eventually equilibrium point regardless of initial point in R^2. The solution of the system become the equilibrium point in 5 iterations. We prove it by finding 4 conditions and show that each of 4 conditions is true for all real number x_0 and y_0.

keywords : equilibrium, systems of piecewise linear difference equations, solution of difference equation

บทนำ

สมการเชิงผลต่างเป็นสาขาวิชาหนึ่งของวิชาคณิตศาสตร์ ที่กล่าวถึงปรากฏการณ์หนึ่งๆ ภายใต้เวลา ซึ่งเป็นศาสตร์ที่นักสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สามารถนำไปประยุกต์ได้หลากหลายในรายวิชาชีววิทยาและวิชาเศรษฐศาสตร์เบื้องต้น ในบทความนี้สนใจศึกษาพฤติกรรมของผลเฉลยของระบบสมการเชิงผลต่างเมื่อ

$$\begin{cases} x_{n+1} = |x_n| - y_n + 2 \\ y_{n+1} = x_n - |y_n| \end{cases}, \; n = 0, 1, 2, \ldots \qquad (1)$$

ที่มีเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) เป็นจุดใดๆใน R^2

วิธีดำเนินการวิจัย

เราทำการสำรวจพฤติกรรมของระบบสมการ(1) โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการสำรวจหาพฤติกรรมโดยวิธีการทำซ้ำ (iteration)และเปลี่ยนค่าเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) เป็นค่าต่างๆที่มากพอที่จะสามารถคาดเดาพฤติกรรมของผลเฉลยโดยรวมได้ใน R^2 จากนั้นนำผลจากการสำรวจมาสร้างข้อความคาดการณ์และทำการพิสูจน์ซึ่งการพิสูจน์จำเป็นต้องอาศัยบทนิยาม (E.A. Grove & G. Ladas, 2005)ที่สำคัญดังต่อไปนี้

สมการเชิงผลต่าง (Difference equation) อันดับ $k+1$ คือ สมการที่สามารถเขียนอยู่ในรูป

$$x_{n+1} = f\left(x_n, x_{n-1}, ..., x_{n-k}\right), \quad n = 0, 1, 2, \ldots \tag{2}$$

โดยที่ f เป็นฟังก์ชันต่อเนื่องจากเซต J^{k+1} ไปยัง J ซึ่งเซต J เป็นช่วงบนจำนวนจริงหรือยูเนียนของช่วงบนจำนวนจริงและ J อาจเป็นเซตไม่ต่อเนื่อง **ผลเฉลย** (Solution) ของสมการเชิงผลต่าง(2) คือลำดับ $\left\{x_n\right\}_{n=-k}^{\infty}$ ซึ่งสอดคล้องกับสมการเชิงผลต่าง (2)สำหรับทุกๆ $n \geq 0$ เมื่อกำหนดให้**เงื่อนไขเริ่มต้น** (Initial condition) $x_{-k}, x_{-k+1}, ..., x_0 \in J$ จะได้ว่า

$$x_1 = f\left(x_0, x_{-1}, ..., x_{-k}\right)$$
$$x_2 = f\left(x_1, x_0, ..., x_{-k+1}\right)$$
$$\vdots$$

และได้ว่า $\left\{x_n\right\}_{n=-k}^{\infty}$ เป็นผลเฉลยของสมการ (2)สำหรับทุกๆ $n \geq -k$ และสำหรับแต่ละเงื่อนไขเริ่มต้นจะได้ผลเฉลย $\left\{x_n\right\}_{n=-k}^{\infty}$ มีเพียงชุดเดียว ผลเฉลยของสมการเชิงผลต่าง(2)ซึ่งเป็นค่าคงที่ ทุกๆ $n \geq -k$ ถูกเรียกว่า **ผลเฉลยสมดุล** (Equilibrium solution) ของสมการ (2) ถ้า $x_n = \bar{x}$ เป็นผลเฉลยสมดุล สำหรับทุกๆ $n \geq -k$ แล้ว $\bar{x}$ จะถูกเรียกว่า**จุดสมดุล** (Equilibrium point) ของสมการ (2)

ผลการวิจัย

จุดสมดุลของระบบสมการเชิงผลต่างดังกล่าวคือจุด (4,2) และเราแสดงได้ว่าผลเฉลยของระบบสมการไม่ว่าจะเริ่มต้นด้วยเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) ที่เป็นจุดใดๆใน R^2 ผลเฉลยจะเป็นจุดสมดุลในที่สุดภายใน 5 รอบการวนซ้ำ

$$Q_1 = \{(x_0, y_0) \mid x \geq 0, y \geq 0\} \qquad Q_2 = \{(x_0, y_0) \mid x \leq 0, y > 0\}$$

$$Q_3 = \{(x_0, y_0) \mid x < 0, y \leq 0\} \qquad Q_4 = \{(x_0, y_0) \mid x > 0, y < 0\}$$

ทฤษฎีบท กำหนดให้ $\left\{(x_n, y_n)\right\}_{n=0}^{\infty}$ เป็นผลเฉลยของสมการ $x_{n+1} = |x_n| - y_n + 2$ และ $y_{n+1} = x_n - |y_n|$ จะได้ว่าผลเฉลยของสมการเป็นจุดสมดุลในที่สุด

พิสูจน์ จะต้องแสดงว่าเงื่อนไข $x_1 - |y_1| \geq -|x_1| + y_1 - 2$ เป็นจริง สำหรับทุกๆ (x_0, y_0) ใน Q_1, Q_2, Q_3 และ Q_4 (3)

กรณีที่ 1 กำหนดให้ $(x_0, y_0) \in Q_1$

จะได้ว่า $x_1 = |x_0| - y_0 + 2 = x_0 - y_0 + 2$

$y_1 = x_0 - |y_0| = x_0 - y_0$

กรณีที่ 1.1 ให้ $x_1 \geq 0$ และ $y_1 \geq 0$ จะได้ว่า $x_0 - y_0 + 2 \geq 0$ และ $x_0 \geq y_0$ ดังนั้น

จะได้ว่า $x_1 - |y_1| = x_0 - y_0 + 2 - (x_0 - y_0) = 2$

และได้ว่า $-|x_1| + y_1 - 2 = -x_0 + y_0 - 2 + (x_0 - y_0) - 2 = -4$

เห็นได้ชัดว่า เงื่อนไข (3) เป็นจริง

กรณีที่ 1.2 ให้ $x_1 \geq 0$ และ $y_1 < 0$ จะได้ว่า $x_0 - y_0 + 2 \geq 0$ และ $x_0 < y_0$ ดังนั้น

จะได้ว่า $x_1 - |y_1| = x_0 - y_0 + 2 - (-x_0 + y_0) = 2x_0 - 2y_0 + 2$

และได้ว่า $-|x_1| + y_1 - 2 = -x_0 + y_0 - 2 + (x_0 - y_0) - 2 = -4$

จาก $x_0 - y_0 + 2 \geq 0$ ทำให้ได้ว่า $2x_0 - 2y_0 + 4 \geq 0$ หรือ $2x_0 - 2y_0 + 2 \geq -2 \geq -4$

นั่นคือ เงื่อนไข (3) เป็นจริง

กรณีที่ 1.3 ให้ $x_1 < 0$ และ $y_1 < 0$ จะได้ว่า $x_0 - y_0 + 2 < 0$ และ $x_0 < y_0$ ดังนั้น

จะได้ว่า $x_1 - |y_1| = x_0 - y_0 + 2 - (-x_0 + y_0) = 2x_0 - 2y_0 + 2$

และได้ว่า $-|x_1| + y_1 - 2 = x_0 - y_0 + 2 + (x_0 - y_0) - 2 = 2x_0 - 2y_0$

เห็นได้ชัดว่า เงื่อนไข (3) เป็นจริง

จากทั้ง 3 กรณี จะได้ว่าสำหรับ $(x_0, y_0) \in Q_1$ ผลเฉลย (x_1, y_1) สอดคล้องกับเงื่อนไข (3) สำหรับทุกๆ จำนวนจริง x_0 และ y_0 ทั้งนี้ กรณี $x_1 < 0$ และ $y_1 \geq 0$ ไม่เกิดขึ้นเพราะ $x_1 = x_0 - y_0 + 2 > x_0 - y_0 = y_1$

กรณีที่ 2 กำหนดให้ $(x_0, y_0) \in Q_2$

จะได้ว่า $x_1 = |x_0| - y_0 + 2 = -x_0 - y_0 + 2$

$y_1 = x_0 - |y_0| = x_0 - y_0$

กรณีที่ 2.1 ให้ $x_1 \geq 0$ และ $y_1 < 0$ จะได้ว่า $x_0 - y_0 + 2 \geq 0$ และ $x_0 < y_0$ ดังนั้น

จะได้ว่า $x_1 - |y_1| = -x_0 - y_0 + 2 - (-x_0 + y_0) = -2y_0 + 2$

และได้ว่า $-|x_1| + y_1 - 2 = -x_0 - y_0 + 2 + (x_0 - y_0) - 2 = -2y_0$

เห็นได้ชัดว่า เงื่อนไข (3) เป็นจริง

กรณีที่ 2.2 ให้ $x_1 < 0$ และ $y_1 < 0$ จะได้ว่า $x_0 - y_0 + 2 < 0$ และ $x_0 < y_0$ ดังนั้น

จะได้ว่า $x_1 - |y_1| = -x_0 - y_0 + 2 - (-x_0 + y_0) = -2y_0 + 2$

และได้ว่า $-|x_1| + y_1 - 2 = -x_0 - y_0 + 2 + (x_0 - y_0) - 2 = -2y_0$

เห็นได้ชัดว่า เงื่อนไข (3) เป็นจริง

จากทั้ง 2 กรณี จะได้ว่าสำหรับ $(x_0, y_0) \in Q_2$ ผลเฉลย (x_1, y_1) สอดคล้องกับเงื่อนไข (3) สำหรับทุกๆ จำนวนจริง x_0 และ y_0

กรณีที่ 3 กำหนดให้ $(x_0, y_0) \in Q_3$

จะได้ว่า $x_1 = |x_0| - y_0 + 2 = -x_0 - y_0 + 2$

$y_1 = x_0 - |y_0| = x_0 + y_0$

ให้ $x_1 \geq 0$ และ $y_1 < 0$ จะได้ว่า $-x_0 - y_0 + 2 \geq 0$ และ $x_0 < y_0$ ดังนั้น

จะได้ว่า $x_1 - |y_1| = -x_0 - y_0 + 2 - (-x_0 - y_0) = 2$

และได้ว่า $-|x_1| + y_1 - 2 = x_0 + y_0 - 2 + (x_0 + y_0) - 2 = 2x_0 + 2y_0 - 4$

เห็นได้ชัดว่า เงื่อนไข (3) เป็นจริง

จากกรณีข้างต้นจะได้ว่าสำหรับ $(x_0, y_0) \in Q_3$ ผลเฉลย (x_1, y_1) สอดคล้องกับเงื่อนไข $x_1 - |y_1| \geq -|x_1| + y_1 - 2$ สำหรับทุกๆจำนวนจริง x_0 และ y_0

กรณีที่ 4 กำหนดให้ $(x_0, y_0) \in Q_4$

จะได้ว่า $x_1 = |x_0| - y_0 + 2 = x_0 - y_0 + 2$

$y_1 = x_0 - |y_0| = x_0 + y_0$

กรณีที่ 4.1 ให้ $x_1 \geq 0$ และ $y_1 \geq 0$ จะได้ว่า $x_0 - y_0 + 2 \geq 0$ และ $x_0 \geq y_0$ ดังนั้น

จะได้ว่า $x_1 - |y_1| = x_0 - y_0 + 2 - (x_0 + y_0) = -2y_0 + 2$

และได้ว่า $-|x_1| + y_1 - 2 = -x_0 + y_0 - 2 + (x_0 + y_0) - 2 = 2y_0 - 4$

เนื่องจาก $y_0 \in Q_4$

จึงเห็นได้ชัดว่า เงื่อนไข (3) เป็นจริง

กรณีที่ 4.2 ให้ $x_1 \geq 0$ และ $y_1 < 0$ จะได้ว่า $x_0 - y_0 + 2 \geq 0$ และ $x_0 < y_0$ ดังนั้น

จะได้ว่า $x_1 - |y_1| = -x_0 - y_0 + 2 - (-x_0 - y_0) = 2$

และได้ว่า $-|x_1| + y_1 - 2 = -x_0 + y_0 - 2 + (x_0 + y_0) - 2 = 2y_0 - 4$

เนื่องจาก $y_0 \in Q_4$

จึงเห็นได้ชัดว่า เงื่อนไข (3) เป็นจริง

จากทั้ง 2 กรณี จะได้ว่าสำหรับ $(x_0, y_0) \in Q_4$ ผลเฉลย (x_1, y_1) สอดคล้องกับเงื่อนไข $x_1 - |y_1| \geq -|x_1| + y_1 - 2$

สำหรับทุกๆจำนวนจริง x_0 และ y_0

ดังนั้นจากทุกกรณีตั้งแต่กรณีที่ 1 ถึงกรณีที่ 4 จะได้ว่าสอดคล้องกับเงื่อนไข (3) สำหรับทุกๆเงื่อนไขเริ่มต้น $(x_0, y_0) \in \square^2$

ต่อจะแสดงว่าเงื่อนไข $x_2 \geq |y_2|$ และ $x_2 \geq 0$ เป็นจริง (4)

เราทราบว่าเงื่อนไข $x_1 - |y_1| \geq -|x_1| + y_1 - 2$ เป็นจริง

และเนื่องจาก $x_1 - |y_1| \leq |x_1| - y_1 \leq |x_1| - y_1 + 2$ เป็นจริง

จะได้ว่า $x_1 - |y_1| \leq |x_1| - y_1 + 2$ เป็นจริง (5)

จาก (3) และ (5) จะได้ว่า

$||x_1 - |y_1|| \leq |x_1| - y_1 + 2$

ทำให้ได้ว่า $x_2 = |x_1| - y_1 + 2 \geq x_1 - |y_1| = |y_2| \geq 0$

ดังนั้น เงื่อนไข (4) เป็นจริง

จะแสดงว่า $x_3 \geq |y_3|$ และ $x_3 \geq 0$ และ $y_3 \geq 0$ เป็นจริง (6)

จากเงื่อนไข (4) เป็นจริง จะได้ว่า $y_3 = x_2 - |y_2| \geq 0$

เนื่องจาก $x_2 \geq |y_2|$ จะได้ว่า $y_3 \geq 0$ เป็นจริง

และพิจารณา x_3 และจาก $x_2 \geq |y_2| \geq y_2$ จะได้ว่า $|x_2| \geq x_2 \geq y_2$

นั่นคือ $x_3 = |x_2| - y_2 + 2 \geq 0$

ดังนั้น $x_3 = |x_2| - y_2 + 2 = x_2 + y_2 + 2 \geq x_2 - |y_2| = y_3 = |y_3|$

นั่นคือ เงื่อนไข (6) เป็นจริง

จะแสดงว่า $x_4 \geq 0$ และ $y_4 \geq 0$ และ $x_4 = y_4 + 2$ เป็นจริง (7)

เนื่องจาก เงื่อนไข (6) เป็นจริง จะได้ว่า $x_3 \geq |y_3|$

ดังนั้น $y_4 = x_3 - |y_3| \geq 0$ และได้ว่า

$x_4 = |x_3| - y_3 + 2 \geq x_3 - |y_3| \geq 0$

เนื่องจาก (6) เป็นจริง จะได้ว่า $x_3 \geq 0$ และ $y_3 \geq 0$

ดังนั้น $x_4 = |x_3| - y_3 + 2 = x_3 - y_3 + 2$ และ

$y_4 = x_3 - |y_3| = x_3 - y_3$

นั่นคือ $x_4 = y_4 + 2$

นั่นคือ เงื่อนไข (7) เป็นจริง

จะแสดงว่า $x_5 = 4$ และ $y_5 = 2$

$x_5 = |x_4| - y_4 + 2$ และ $y_5 = x_4 - |y_4|$

เนื่องจาก $x_4 \geq 0$ และ $y_4 \geq 0$ และ $x_4 = y_4 + 2$

$x_5 = x_4 - y_4 + 2 = y_4 + 2 - y_4 + 2 = 4$ และ $y_5 = x_4 - y_4 = y_4 + 2 - y_4 = 2$

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาลักษณะของผลเฉลยของระบบสมการเชิงผลต่างเชิงเส้นเป็นช่วง $x_{n+1} = |x_n| - y_n + 2$ และ $y_{n+1} = x_n - |y_n|$ ที่มีเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) เป็นจุดใดๆของ R^2 ทำให้ได้ทราบว่าจุดสมดุลของระบบสมการเชิงผลต่างดังกล่าวคือจุด (4,2) และไม่ว่าจะเริ่มต้นด้วยเงื่อนไขเริ่มต้น (x_0, y_0) ที่เป็นจุดใดๆใน R^2 ผลเฉลยจะเป็นจุดสมดุลในที่สุดภายใน 5 รอบการวนซ้ำและผู้ศึกษาได้ทำการพิสูจน์จากการหาเงื่อนไขต่างๆ จำนวน 4 เงื่อนไข และแสดงได้ว่า 4 เงื่อนไขนั้นเป็นจริง สำหรับทุกๆจำนวนจริง x_0 และ y_0 และสามารถที่จะใช้การพิสูจน์ที่ได้พิสูจน์ไว้แล้วในนี้เป็นแนวทางในการพิสูจน์พฤติกรรมของผลเฉลยของระบบสมการที่มีลักษณะคล้ายกับสมการนี้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการเผยแพร่ผลการวิจัยของอาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

เอกสารอ้างอิง

E.A. Grove and G. Ladas. (2005). **Periodicities in Nonlinear Difference Equations**. New York: Chapman & Hall/CRC Press; p.35-38.

E.A. Grove, E. Lapierre and W. Tikjha. (2012) Jun. **On the Global Behavior of $x_{n+1} = |x_n| - y_n + 1$ and $y_{n+1} = x_n - |y_n|$.** Cubo Mathematical Journal; (14):125–166.

M.F. Barnsley, R.L. Devaney, B.B. Mandelbrot, H. O. Peitgen, D. Saupe& R.F. Voss. (1991). **The Science of Fractal Images.** New York: Springer-Verlag.

R.L. Devanney. (1984). **A piecewise linear model of the the zones of instability of an area-preservingmap**. Physica; (10D): 387-393.

Robert M. May. (1987). **Host-parasitoid systems in patchy environments.A Phenomeno- logicalModel.** J ANIM ECOL.; (47): 833 – 843.

T. Awerbuch-Friedlander, R. Levins, E. Camouzis, E. A. Grove & G. Ladas. (2008). **A Non-Linear System of Difference Equations Linking Mosquitoes.** Habitats and Community Interventions. Communications on Applied Nonlinear Analysis.; (15): 77– 88.

V.L.Kocic& G. Ladas. (1993). **Global Behavior of Nonlinear Difference Equations of Higher order with Applications.** Boston. Kluwer academic publishers.p.75-132

W. Tikjha, Y. Lenbury& E. G. Lapierre. (2010). **On the Global Character of the System of Piecewise Linear Difference Equations $x_{n+1} = |x_n| - y_n + 1$ and $y_{n+1} = x_n - |y_n|$ Advances in Difference Equations.** 2010 Dec 2.

การออกแบบและสร้างชุดทดลองการหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวที่อุณหภูมิแตกต่างกันโดยใช้แสงหักเห
Design and fabrication of the refractive index of liquid at different temperature by refracted light

วชิรเมธี จอมไธสง* และ สำเภา จงจิตต์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี
*corresponding author e-mail: krutee_tnn@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างชุดทดลองหาค่าดัชนีหักเหของน้ำที่อุณหภูมิแตกต่างกันโดยใช้แสงหักเหโดยการออกแบบและสร้างชุดทดลองหาค่าดัชนีหักเหของน้ำที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ค่าดัชนีหักเหจากชุดทดลองนี้หาได้จากกฎของสเนลล์ โดยใช้เลเซอร์สีแดง และเลเซอร์สีเขียวทำการทดลองกับน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 30°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70 °Cและ80°C ตามลำดับผลการทดลองพบว่าค่าดัชนีหักเหของน้ำกลั่นที่ทดสอบโดยใช้เลเซอร์สีแดงมีค่า 1.3621, 1.3610, 1.3582, 1.3562, 1.3555 และ 1.3530 ตามลำดับ และค่าดัชนีหักเหของน้ำกลั่นที่ทดสอบโดยใช้เลเซอร์สีเขียวมีค่า1.3642, 1.3620, 1.3611, 1.3581, 1.3570, และ 1.3540 ตามลำดับเมื่อนำค่าดัชนีหักเหของน้ำที่คำนวณได้จากการทดลองไปเปรียบเทียบกับค่าดัชนีหักเหของน้ำที่อุณหภูมิแตกต่างกันที่ยอมรับได้แล้วคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 2.33 %

คำสำคัญ : ค่าดัชนีหักเห อุณหภูมิ แสงหักเห เลเซอร์

Abstract

The objective of this study was to designed and fabrication for performance the refractive Index of distilled water at different temperature by refracted light. Design and fabrication of the refractive Index of distilled water at different temperature by refracted light. The refractive index of distilled water from this apparatus was calculated from snell’s law. The fabricated apparatus are red laser and green laser Experiment with distilled water at temperature 30°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70°C and 80°C. The results showed that the refractive Index by composed of red laser are 1.3621, 1.3610, 1.3582, 1.3562, 1.3555 and 1.3530. the refractive Index by green laser are 1.3642, 1.3620, 1.3611, 1.3581, 1.3570, and 1.3540. When the refractive index of water is calculated from experiments to compare the refractive index of water at different temperatures and then calculating the acceptable tolerances. The Percentage errors was 2.33 %

keywords : refractive index, temperature, refracted light, laser

บทนำ

“ฟิสิกส์” เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับความจริงที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นสามารถค้นหาสาเหตุและผลที่เกิดขึ้นตลอดจนควบคุมและพัฒนาให้เกิดประโยชน์มากที่สุด วิชาฟิสิกส์จึงเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญสำหรับการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์ แพทยศาสตร์ นอกจากนี้สุขุม ศรีธัญรัตน์ (2524) ได้กล่าวว่า “วิชาฟิสิกส์ต้องเป็นการสอนแบบมีการทดลองเป็นรากฐานการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะและมุ่งปลูกฝังให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นแก่การดำรงชีวิตในสังคมให้เกิดทักษะที่จำเป็นในด้านการค้นหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง”การเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ทุกระดับจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีสื่อการสอนและการทดลองประกอบคำอธิบาย โดยที่สื่อการสอนที่ดีจะต้องเป็นสื่อกลางที่ก่อให้เกิดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้เกิดการรับรู้ และสามารถตอบสนองได้ นำมาซึ่งความเข้าใจในปัญหา สามารถดำเนินการสังเกต รวบรวมข้อมูล ตามขั้นตอนของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์นำไปสู่การสรุปความรู้ในเนื้อหาบทเรียนและเข้าใจความสัมพันธ์ต่อเนื่องของบทเรียน

บทเรียนเรื่องแสงเป็นเนื้อหาสำคัญส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ที่กล่าวถึงธรรมชาติและสมบัติของแสง การหักเหของแสง (refraction) เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อแสงเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางต่างชนิดกันเมื่อแสงเคลื่อนที่จาก

ตัวกลางหนึ่งไปยังอีกตัวกลางหนึ่งแนวทางเดินของแสงจะเปลี่ยนไปที่เรียกว่าเกิดการหักเหซึ่งจะเกิดขึ้นที่ผิวรอยต่อของตัวกลางเท่านั้น การหักเหของแสงในตัวกลางแต่ละชนิดจะขึ้นกับค่าดัชนีหักเห (refractive index) ของตัวกลางนั้นๆ ดังนั้นค่าดัชนีหักเห หมายถึง ปริมาณที่ใช้เปรียบเทียบอัตราเร็วของแสงในตัวกลางต่างๆ กับอัตราเร็วของแสงในสุญญากาศ ซึ่งเกิดจากแสงมีอัตราเร็วเปลี่ยนไปเมื่อเคลื่อนที่จากตัวกลางหนึ่งเข้าอีกตัวกลางหนึ่ง

อย่างไรก็ดีวิธีการหาค่าดัชนีหักเหของตัวกลางใดๆ วิธีหนึ่งที่ตรงไปตรงมาและไม่ยุ่งยากมากนัก คือการใช้หลักการพื้นฐานตามกฎของสเนลล์ (Snell’s law) ซึ่งทำได้โดยให้แสงจากตัวกลางที่หนึ่ง (ซึ่งทราบค่าดัชนีหักเห) ส่งผ่านไปยังตัวกลางที่สอง (ซึ่งต้องการหาค่าดัชนีหักเห) แล้ววัดมุมตกกระทบและมุมหักเห จากนั้นใช้กฎของสเนลล์ในการคำนวณก็จะทราบค่าดัชนีหักเหของแสงในตัวกลางที่สอง

จากรายละเอียดดังกล่าวข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะออกแบบและสร้างชุดทดลองการหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวจากการหักเหของแสง สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์เรื่องแสง ในหัวข้อดัชนีหักเหของตัวกลางใดๆ สำหรับมัธยมศึกษาตอนปลายโดยชุดทดลองที่จะออกแบบและสร้างขึ้นนี้จะใช้เลเซอร์พอยท์เตอร์เป็นแหล่งกำเนิดแสงและอาศัยหลักการหักเหของแสงผ่านของเหลวที่ต้องการหาค่าดัชนีหักเหคือ น้ำกลั่นที่อุณหภูมิต่างๆ วัดความยาวคลื่นแสงในน้ำเพื่อนำมาคำนวณหาค่าดัชนีหักเหของแสงในน้ำตามกฎของสเนลล์จากนั้นนำชุดทดลองพร้อมคู่มือที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อออกแบบและสร้างชุดทดลองและหาประสิทธิภาพชุดทดลอง เรื่องการหาค่าดัชนีหักเหของน้ำที่อุณหภูมิแตกต่างกันโดยใช้แสงหักเห

วิธีดำเนินการวิจัย

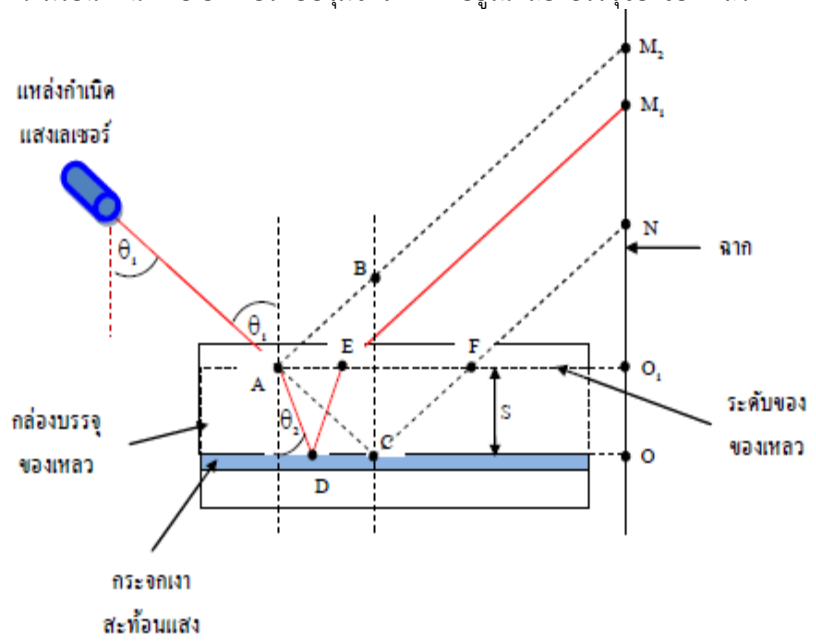
ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบชุดทดลอง

ลักษณะของชุดทดลองที่จะออกแบบและสร้าง

ชุดทดลองที่จะออกแบบและสร้างขึ้นมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งมีส่วนประกอบสำคัญดังนี้คือ

1) แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ที่ให้เลเซอร์สีแดง ความยาวคลื่น 632 ± 10 nm และเลเซอร์สีเขียว ความยาวคลื่น 589 ± 10 nm บนโครงสวมกระบอกเลเซอร์ที่ปิด – เปิดสวิทช์ของเลเซอร์ได้

2) อุปกรณ์ที่ให้ความร้อนแก่น้ำ คือ ฮีตเตอร์แบบจุ่มซึ่งจะติดตั้งอยู่ในกล่องบรรจุของของเหลว



ภาพที่ 1 แผนภาพหลักการทำงานของชุดทดลองที่ออกแบบและสร้างขึ้น

จากรูปที่ 1 จะได้

OC = ระยะจากจุดที่แสงตกกระทบบนแผ่นกระจกเงาถึงฉาก

ON = ระยะจากแผ่นกระจกเงาถึงจุดที่แสงปรากฏบนฉากที่เกิดจากการสะท้อนจากกระจกเงา เมื่อไม่มีของเหลว

M_2M_1 = ระยะห่างจากจุดที่แสงปรากฏบนฉากจากการสะท้อนจากแผ่นกระจกเงาและผิวของของเหลว เมื่อมีของเหลวบรรจุอยู่ในกล่อง

NM_1 = ระยะห่างของจุดที่แสงปรากฏบนฉากจากการสะท้อนจากแผ่นกระจกเงาเมื่อไม่มีของเหลวปรากฏอยู่กับจุดที่แสงปรากฏบนฉากที่เกิดจากการสะท้อนที่ผิวของของเหลว

จากกฎของสเนลล์

$$n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$$

โดยพิสูจน์สมการได้ดังนี้

$$n_2 = n_1 \left(\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}\right) \quad \text{.....(3)}$$

เมื่อ n_1 = ค่าดัชนีหักเหของอากาศ

n_2 = ค่าดัชนีหักเหของของเหลวที่ต้องการวัด

θ_1 = มุมตกกระทบ

θ_1 = มุมหักเห

M_2 = จุดที่ปรากฏบนฉากจากการสะท้อนจากผิวของของเหลว

M_1 = จุดที่ปรากฏบนฉากจากการสะท้อนจากผิวของกระจกเงา

จากเรื่องสามเหลี่ยมคล้ายรูปที่ 2.4 จะได้ว่า

$$\tan\theta_1 = \frac{OC}{ON} \quad \text{.....(4)}$$

และ $$\tan\theta_1 = \frac{AF}{2S} \quad \text{.....(5)}$$

จากรูปที่ 1 ΔADEจะได้ว่า

$$\tan\theta_2 = \frac{\frac{AE}{2}}{S}$$

$$AE = 2S\tan\theta_2 \quad \text{.....(6)}$$

$\triangle O_1FN$ และ $\triangle O_1AM_2$; จะได้

$$O_1F = O_1N\tan\theta_1 \quad \text{.....(7)}$$

$$O_1A = O_1M_2\tan\theta_1 \quad \text{.....(8)}$$

(8) - (7) จะได้

$$O_1A - O_1F = (O_1M_2 - O_1N)\tan\theta_1$$

$$AF = NM_2 \tan\theta_1 \quad \text{.....(9)}$$

นำสมการที่ (5) และ (9) มาเปรียบเทียบ จะได้

$$NM_2 = 2S \quad \text{.....(10)}$$

จากสมการ (10) จะเห็นว่า ΔABC พิจารณาได้ว่า

มุม ABC = มุม ACB

เพราะว่า

มุม BAC = มุม CAB

$$NM_2 = CB = 2OO_1 = OM_2 - ON = 2S \quad \text{.....(11)}$$

จากสมการ (2.6) จะได้ $\tan\theta_2 = \frac{AB}{2S}$ .....(12)

$$\tan\theta_2 = \frac{O_1A - O_1E}{2S} \quad \text{.....(13)}$$

$$= \frac{(O_1M_2\tan\theta_1 - O_1M_1\tan\theta_1)}{2S} \quad \text{.....(14)}$$

$$\tan\theta_2 = \frac{M_2M_1\tan\theta_1}{2S} \quad \text{.....(15)}$$

จากสมการ (15) แทนสมการ (2.4), (2.10) จะได้

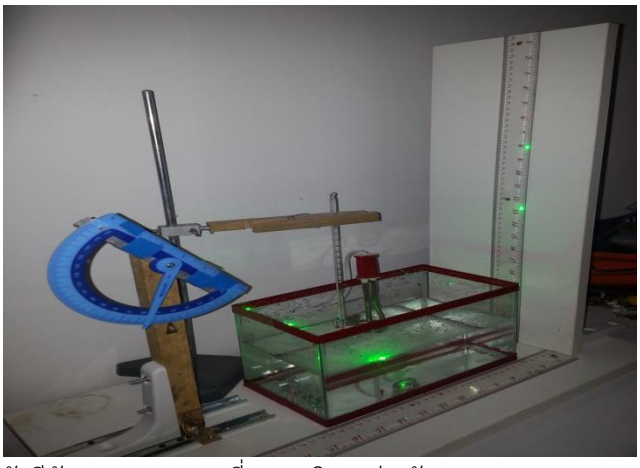
$$\tan\theta_2 = \frac{M_2M_1}{NM_2}\left(\frac{OC}{ON}\right)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1}\left[\frac{M_2M_1}{NM_2}\right]\left(\frac{OC}{ON}\right) \quad \text{.....(16)}$$

จากสมการ (3) แทนในสมการ (4) และสมการ (16)

$$n_2 = \frac{\sin\left[\tan^{-1}\left(\frac{OC}{ON}\right)\right]}{\sin\left[\tan^{-1}\left(\frac{M_1M_2}{NM_2}\right)\left(\frac{OC}{ON}\right)\right]} \quad \text{.....(17)}$$

เมื่อ n_1 = ค่าดัชนีหักเหของอากาศ



ภาพที่ 2 ชุดการทดลองหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

การทดสอบชุดทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 ทำการทดสอบชุดทดลองกับน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้องโดยใช้เลเซอร์แสงสีแดงและจัดชุดทดลองให้มีมุมตกกระทบ 30°

1) เปิดสวิตซ์แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ให้แสงไปตกกระทบแผ่นกระจกแล้วสะท้อนไปยังฉากที่ติดสเกลไว้
2) วัดระยะ OC และ ON และบันทึกผล
3) รินน้ำกลั่นลงในกล่องบรรจุของเหลวให้สูงประมาณ 15 เซนติเมตร
4) วัดระยะ M_1M_2 และ NM_2
5) คำนวณหาค่าดัชนีหักเหของน้ำกลั่นที่อุณหภูมิห้อง ตามสมการ(15)
6) ทำการทดลองซ้ำข้อ 1 - 5 จำนวน 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

7) นำค่าดัชนีหักเหของน้ำที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่าดัชนีหักเหของน้ำที่ยอมรับได้แล้วคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนจาก

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน} = \left[\frac{\text{ค่าที่ได้จากการทดลอง} - \text{ค่าที่ยอมรับได้}}{\text{ค่าที่ยอมรับได้}}\right] \times 100$$

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบชุดทดลองกับน้ำกลั่นที่อุณหภูมิต่างๆ

1) ทำการทดลองตามขั้นตอนที่ 2 ข้อ 1 – 6 แต่เปลี่ยนอุณหภูมิให้เพิ่มขึ้นครั้งละประมาณ 10 องศาเซลเซียส

2) นำค่าดัชนีหักเหที่คำนวณได้ได้มาไปเปรียบเทียบกับค่าดัชนีหักเหที่ยอมรับได้ของน้ำกลั่นที่อุณหภูมิและความยาวคลื่นที่กำหนด แล้วคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบชุดทดลองโดยปรับมุมตกกระทบเป็น 45° และ 60° ตามลำดับ และดำเนินการทดลองตามข้อ 1 และ 2

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบชุดทดลองโดยใช้เลเซอร์แสงสีเขียว และดำเนินการทดลองตามข้อ 1- 3

ผลการวิจัย

จากการทดลองได้ค่าดรรชนีหักเหของน้ำกลั่นที่อุณหภูมิต่าง ๆ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงค่าดรรชนีหักเหของน้ำกลั่นที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ	ค่าดัชนีหักเห	
	เลเซอร์สีแดง	เลเซอร์สีเขียว
30°C	1.3621	1.3642
40°C	1.361	1.362
50°C	1.3582	1.3611
60°C	1.3562	1.3581
70°C	1.3555	1.357
80°C	1.353	1.354

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองตามตารางที่ 2 ชุดทดลองหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวที่อุณหภูมิแตกต่างกันโดยใช้แสงหักเหที่สร้างขึ้นโดยใช้แสงเลเซอร์สีแดงและสีเขียว ทำการทดลองกับน้ำกลั่นที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ผลการทดลองพบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่าดัชนีหักเหของน้ำกลั่นมีค่าลดลง เมื่อนำค่าดัชนีหักเหที่ได้จากการทดลองโดยใช้ชุดทดลองหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวที่อุณหภูมิแตกต่างกันโดยใช้แสงหักเหที่สร้างขึ้น ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ยอมรับได้ในตารางที่ 1 แล้วคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 2.33

อภิปรายผลการวิจัย

ชุดทดลองหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวที่อุณหภูมิแตกต่างกันโดยใช้แสงหักเหที่สร้างขึ้นโดยใช้แสงเลเซอร์สีแดงและสีเขียว ทำการทดลองกับน้ำกลั่นที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ผลการทดลองพบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่าดัชนีหักเหของน้ำกลั่นมีค่าลดลงสอดคล้องกับ Hecht (Hecht, E;2002) ที่กล่าวว่า เมื่อตัวกลางมีความร้อนมากขึ้น มีอุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้โมเลกุลเกิดการสั่นสะเทือนและเคลื่อนที่มากขึ้น จึงเกิดการขยายตัวของตัวกลางทำให้ความหนาแน่นของตัวกลางลดลงดังนั้นแสงจะเดินทางในตัวกลางได้เร็วขึ้น และเกิดการหักเหหรือเบี่ยงเบนน้อยกว่าตัวกลางที่มีความหนาแน่นมาก

เมื่อนำค่าดัชนีหักเหที่ได้จากการทดลองโดยใช้ชุดทดลองหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวที่อุณหภูมิแตกต่างกันโดยใช้แสงหักเหที่สร้างขึ้น ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ยอมรับได้ในตารางที่ 1 แล้วคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน 2.33

การดำเนินการทดลองที่มุมตกกระทบ 30° 45° และ 60° ตามลำดับ ค่าดัชนีหักเหที่ได้จากการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกัน เนื่องจากมุมตกกระทบไม่มีผลต่อค่าดัชนีหักเหของของเหลว

แนวทางการนำผลการดำเนินโครงการไปใช้ประโยชน์

ควรมีการออกแบบและสร้างชุดทดลองเพื่อหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวในรูปแบบอื่นอีก และจะมีการนำชุดทดลองที่สร้างขึ้นไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนจริง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์สำเภา จงจิตต์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา และได้รับการสนับสนุนทุนวิทยานิพนธ์ จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

ปฐมพงษ์ ชุ่มมงคล. (2549). **การสร้างมาตรดัชนีหักเหสำหรับการสอนฟิสิกส์.** ปริญญานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิตเชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปวีณา ธารารักษ์, เรืออากาศตรีหญิง. (2551). **การวัดค่าดัชนีของของเหลวโดยใช้เลเซอร์.** ภาคนิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปิยะรัตน์ พราหมณี และสมบูรณ์ เอกปิยะพรชัย. (2527). การวัดสมบัติทางแสงของของเหลวด้วยเลเซอร์. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สจธ.**, *2*(1), 71-83.

ปิยะรัตน์ พราหมณี. (2530). การวัดค่าดัชนีหักเหของของเหลวด้วยวิธีตรึงมุมตกกระทบ. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สจธ.,**6(1), 45-50.

ปิยะรัตน์ พราหมณี. (2531). การวัดค่าดัชนีหักเหของของเหลวโดยใช้ปริซึมรูปสี่เหลี่ยมคางหมู. **วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.,** 4(1), 3-9.

ปิยะรัตน์ พราหมณี. (2531). การวัดค่าดัชนีหักเหของแผ่นวัตถุโปร่งใสโดยใช้ Michelson Interferometer. **วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.,** 4(2), 78-85.

สุขุม ศรีธัญรัตน์. (2524). **แบบเรียนฟิสิกส์เล่ม 1**. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภา.

Carl, L.Y., Xiao, M.W. and Marco, A.S., (1999). **Chemistry properties handbooks,** Prentice-Hill, USA, pp. 239-262.

Hecht, E., (2002). **Optics,** 4th ed., Addision-Wesley, New York, pp. 560-580.

Tarnrux, P., Thamaphat, K., Bharmanee, P., & Limsuwan, P. (2009). An Accurate Technique for Rapid Measuring the Refractive Index of a Liquid. **Siam Physics Congress 2009**, 19-21.

กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและเคมี

การเพิ่มประสิทธิภาพจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียชีวภาพ ด้วยหินพัมมิซ และระบบฟิกเบท เพื่อกำจัด สารอินทรีย์ในน้ำเสีย

Microorganism efficiency in biological waste water treatment using pumice stone and fixed bed reactor for organic in waste water elimination

รัตถชล อ่างมณี* ปัณณ์รภัส ถกลภักดี และ ณฐกมลวรรณ ศรีจั่นเพชร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์
corresponding author e-mail: Rattachon@hotmail.com

บทคัดย่อ

ประสิทธิภาพจุลินทรีย์ในระบบบำบัดน้ำเสียชีวภาพโดยใช้หินพัมมิซ และระบบฟิกเบท สำหรับกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ใช้ระบบที่มีการสร้างน้ำเสียสังเคราะห์โดยการนำน้ำจำนวน 5,000 ลิตร เติมเลือดหมู นม น้ำตาล เพื่อเป็นตัวแทนของสารอินทรีย์ในธรรมชาติ ทดลองระบบบำบัดโดยการสร้างระบบฟิกเบท ได้ออกแบบให้ถังบรรจุตัวเร่งปฏิกิริยา มีขนาดความจุ 80 ลิตร เชื่อมต่อกับถังบรรจุน้ำเสียปริมาตรความจุ 1,000 ลิตร และติดตั้งปั๊มน้ำให้น้ำไหลเวียนผ่านในระบบ 800 ลิตร/ชั่วโมง น้ำที่ไหลผ่านตัวเร่งปฏิกิริยาจะไหลจากด้านล่างขึ้นด้านบนเพื่อให้น้ำไหลผ่านวัสดุกรองอย่างสม่ำเสมอ และติดตั้งตัวเร่งปฏิกิริยา ได้แก่ หินพัมมิซ, ปะการัง และเปลือกหอย เปรียบเทียบกับระบบที่ไม่มีการบำบัดใดๆ และเติมออกซิเจนเพียงอย่างเดียว จากผลการทดลองพบว่าหินพัมมิซมีความสามารถในการบำบัดสารอินทรีย์ได้ดีที่สุด โดยใช้ดัชนีชี้วัดจากค่าบีโอดีเฉลี่ยตลอด 45 วันที่ทำการทดลอง ที่วัดได้ต่ำที่สุดคือ 89.02 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาได้แก่ ระบบบำบัดที่ใช้ปะการัง 96.96 มิลลิกรัมต่อลิตร และระบบบำบัดที่ใช้เปลือกหอย 98.72 มิลลิกรัมต่อลิตร

คำสำคัญ : หินพัมมิซ น้ำเสีย บีโอดี

Abstract

Microorganism efficiency in biological waste water treatment using pumice stone and fixed bed for organic removal in waste water was studied. In this system, the waste water was synthesized (5,000 Liters) by pig blood, milk and sugar as organic substances in nature. The fixed bed with the container (80 L) was tested and connected to a waste water container (1,000 L). The water circulation was used at 800 L/hour and the waste water was passed through media which were pumice stone, coral and sea shell. The previous system was compared to the controlled system (no media). The results found that the efficiency of pumice stone had the highest qualities for organic treatments among those medias. The BOD values during 45 working days showed that the minimum BOD was found from the pumice system (89.02 mg/L) and then followed by the coral system (96.96 mg/L) and the sea shell system (98.72 mg/L) respectively.

keywords : Pumice stone, waste water, BOD

บทนำ

น้ำทิ้งจากชุมชน การเกษตร และภาคอุตสาหกรรม เป็นน้ำทิ้งที่สร้างปัญหาหลายประการ เนื่องจากน้ำทิ้งเหล่านี้อาจมีสารอินทรีย์และโลหะหนักเจือปน การปล่อยน้ำทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อมโดยปราศจากการบำบัดและปล่อยให้เกิดกระบวนการย่อยสลายเองตามธรรมชาติ ทำให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำได้ ดังนั้น การบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่ลำรางสาธารณะจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

ในธรรมชาติ กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำจุลินทรีย์จะมีบทบาทอย่างยิ่ง เนื่องจากจุลินทรีย์สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำที่เป็นพิษ ทั้งแอมโมเนีย ไนไตรท์ ให้เป็นไนเตรทที่มีความเป็นพิษน้อย และสามารถเป็นสารอาหารของพืชได้ อย่างไรก็ตามกระบวนการบำบัดโดยจุลินทรีย์ดังกล่าวจำเป็นต้องใช้เวลา เมื่อเทียบอัตราส่วนปริมาณน้ำทิ้งกับน้ำเสียที่บำบัดได้ จุลินทรีย์จะไม่สามารถบำบัดน้ำเสียได้ทัน กระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยจุลินทรีย์นั้น สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของ

การบำบัดได้ โดยการสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตเพื่อเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้หินพัมมิซ (pumice stone) เป็นตัวเร่งประสิทธิภาพในการบำบัดโดยการนำมาเป็น media ในระบบ Fixed bed reactor เนื่องจากมีสมบัติที่มีความพรุนสูง พื้นที่ผิวสัมผัสมาก การใช้หินพัมมิซเป็นตัว reactor สามารถเร่งกระบวนการบำบัดน้ำเสียให้เร็วขึ้น เนื่องจากวัสดุที่มีความพรุนสูงจะมีพื้นที่ให้จุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ดี หินพัมมิซ 1 กรัม มีพื้นที่ผิวสูงถึง 10 ตารางเมตร (Maria Rosaria Panuccio, 2009) เมื่อจุลินทรีย์มีจำนวนมาก กระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยการย่อยสลายสารอินทรีย์ก็สามารถเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนั้นหินพัมมิซยังมีศักยภาพในการนำมาใช้ได้จริง เนื่องจากปัจจุบันพบที่จังหวัดลพบุรี และนำเข้าได้จากประเทศอินโดนีเซียในราคาไม่สูงมากนัก นอกจากนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ยังได้ทดสอบการบำบัดน้ำเสียจากวัสดุธรรมชาติชนิดอื่นที่มีความพรุนสูง ได้แก่ เศษปะการัง เปลือกหอย และขี้เถ้า เพื่อเป็นการเปรียบเทียบประสิทธิภาพ และข้อดี ข้อเสียของหินพัมมิซอีกด้วย

การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยใช้หินพัมมิซเป็นตัว reactor ในระบบ Fixed bed reactor โดยใช้สมบัติความพรุน มีพื้นที่ผิวมากเป็น media เพิ่มประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ ซึ่งหากผลการศึกษาพบว่ามีประสิทธิภาพดี ผลการวิจัยสามารถนำไปพัฒนาเป็นระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากทำได้ง่ายและต้นทุนต่ำ อุตสาหกรรมครัวเรือน สถานประกอบที่เกี่ยวข้องกับปศุสัตว์ และโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ได้

วิธีดำเนินการวิจัย

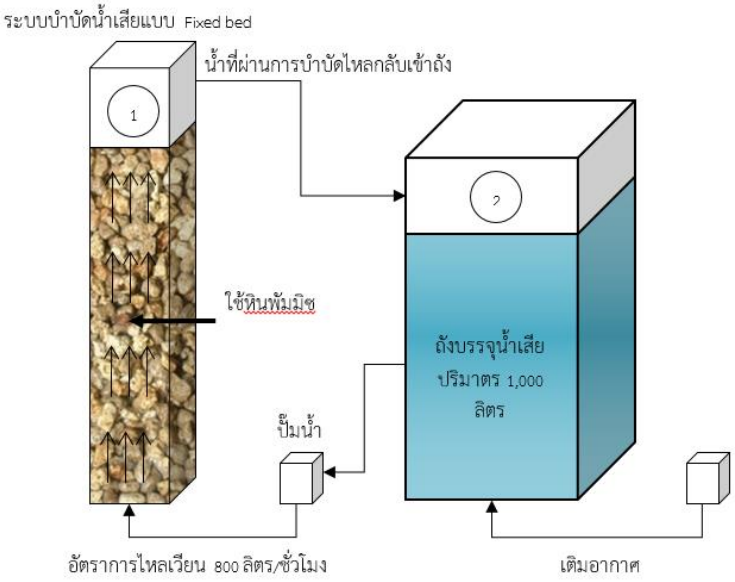
1. สร้างน้ำเสียสังเคราะห์ขึ้น โดยการนำน้ำจำนวน 5,000 ลิตร เติมเลือดหมู 10 ลิตร, นม 10 ลิตร และน้ำตาล น้ำตาล 10 กิโลกรัม เพื่อเป็นตัวแทนของสารอินทรีย์ในธรรมชาติ

2. แบ่งน้ำเสียใส่ถัง 5 ถัง ถังละ 1,000 ลิตร แต่ละถังแยกวิธีการบำบัดไม่เหมือนกัน รายละเอียดมีดังนี้ ถังที่ 1 ใส่น้ำเสีย และไม่มีการบำบัดใดๆ, ถังที่ 2 ใส่น้ำเสีย ไม่มีการบำบัดแต่เติมอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ถังที่ 3 ใส่น้ำเสีย บำบัดโดยใช้หินพัมมิซเป็นตัว reactor ในระบบ Fixed bed และเติมอากาศตลอด 24 ชั่วโมง, ถังที่ 4 ใส่น้ำเสีย บำบัดโดยใช้เศษปะการัง reactor ในระบบ Fixed bed และเติมอากาศตลอด 24 ชั่วโมง, ถังที่ 5 ใส่น้ำเสีย บำบัดโดยใช้เปลือกหอยเป็นตัว reactor ในระบบ Fixed bed และเติมอากาศตลอด 24 ชั่วโมง หินพัมมิซ, เศษปะการัง และเปลือกหอย ที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้จะถูกนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 1 เซนติเมตร และ 0.75 เซนติเมตรอีกครั้งเพื่อคัดขนาด ทำให้ขนาดวัสดุทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.75-1 เซนติเมตร

3. สร้างระบบ Fixed bed reactor ออกแบบให้ถังบรรจุตัว reactor มีขนาดความจุ 80 ลิตร ดังภาพด้านล่าง (ถังหมายเลข 1) เชื่อมต่อกับถังบรรจุน้ำเสียปริมาตรความจุ 1,000 ลิตร(ถังหมายเลข 2) และติดตั้งปั๊มน้ำให้น้ำไหลเวียนผ่านในระบบ 800 ลิตร/ชั่วโมง น้ำที่ไหลผ่าน reactor จะไหลจากด้านล่างขึ้นด้านบนเพื่อให้น้ำไหลผ่านวัสดุกรองอย่างสม่ำเสมอ รายละเอียดของระบบดังภาพด้านล่าง

4. ติดตั้งหินพัมมิซ ปะการัง และเปลือกหอย ในระบบ Fixed bed reactor โดยใส่วัสดุดังกล่าวลงในถังที่ 1 ดังภาพด้านล่าง ก่อนใส่ รองพื้นด้วยตะแกรงหยาบ และตะแกรงละเอียดเพื่อป้องกันการอุดตัน

5. เก็บตัวอย่างน้ำจากถังเพื่อนำไปวิเคราะห์ ทั้ง 6 ถัง วันละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 30 วัน และนำน้ำตัวอย่างมาวิเคราะห์ ได้แก่ ลักษณะของน้ำทางกายภาพอุณหภูมิ และลักษณะทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และค่าบีโอดี



ภาพที่ 1 ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง

ผลการวิจัย

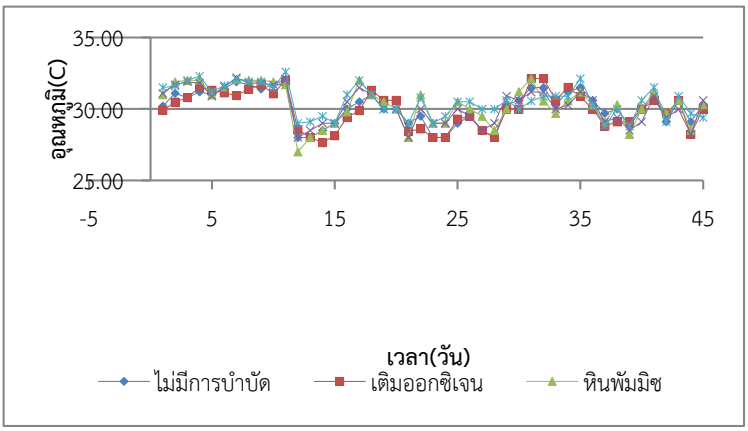
ผลการวิจัยการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยใช้หินพัมมิซโดยการสร้างระบบ Fixed bed reactor โดยออกแบบให้ถังบรรจุตัว reactor มีขนาดความจุ 80 ลิตร เชื่อมต่อกับถังบรรจุน้ำเสียปริมาตรความจุ 1,000 ลิตร และติดตั้งปั๊มน้ำให้น้ำไหลเวียนผ่านในระบบ 800 ลิตร/ชั่วโมง โดยปล่อยให้น้ำไหลผ่านจากล่างขึ้นบนผ่านวัสดุกรอง ได้แก่ หินพัมมิซ ปะการัง และเปลือกหอย ได้ผลการวิจัยดังนี้

1. ผลการตรวจวัดอุณหภูมิ

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการตรวจวัดอุณหภูมิต่อเนื่องเป็นเวลา 30 วัน จากผลการตรวจวัดพบว่าค่าของอุณหภูมิของระบบบำบัดทั้ง 5 ตัวอย่างมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 1 ค่าต่ำสุด สูงสุด และค่าเฉลี่ยของผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ (C°)

	ไม่มีการบำบัด	เติมออกซิเจน	หินพัมมิซ	ปะการัง	เปลือกหอย
ค่าต่ำสุด	28.00	27.65	27.00	28.00	28.80
ค่าสูงสุด	31.90	32.13	32.13	32.20	32.60
ค่าเฉลี่ย	30.10	29.96	30.31	30.23	30.56



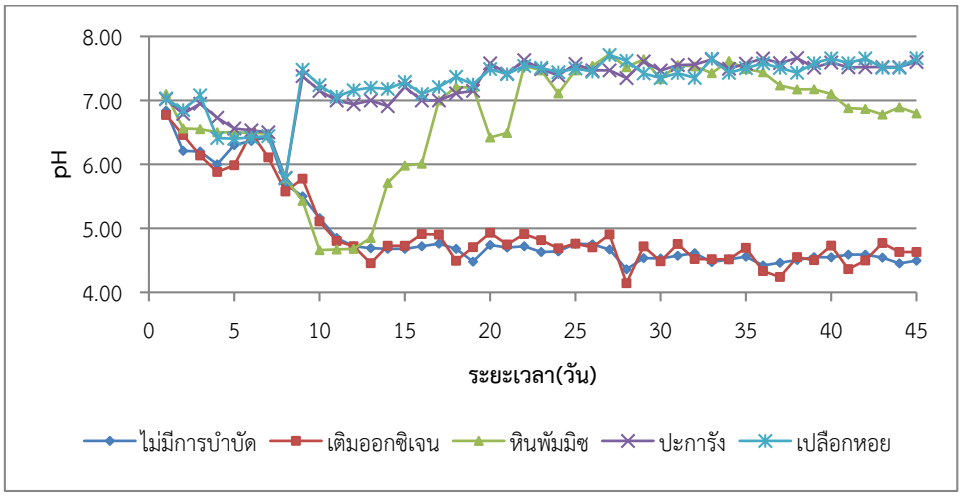
ภาพที่ 2 กราฟแสดงผลการตรวจวัดอุณหภูมิ

2. ผลการตรวจวัดค่า pH

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการตรวจวัดค่า pH ต่อเนื่องเป็นเวลา 45 วัน จากผลการตรวจวัดพบว่าระบบที่ไม่มีการบำบัดใดๆ ให้ค่า pH เฉลี่ยที่ต่ำที่สุด คือ 4.93 รองลงมาคือ ระบบบำบัดที่เติมออกซิเจน 4.95 ระบบบำบัดที่ใช้หินพัมมิซ 6.75 ระบบบำบัดที่ใช้ปะการัง 7.26 และระบบบำบัดที่ใช้เปลือกหอยให้ค่า pH เฉลี่ยสูงสุดคือ 7.28

ตารางที่ 2 ค่าต่ำสุด สูงสุด และค่าเฉลี่ยของผลการตรวจวัดค่า pH

	ไม่มีการบำบัด	เติมออกซิเจน	หินพัมมิซ	ปะการัง	เปลือกหอย
ค่าต่ำสุด	4.36	4.14	4.66	5.79	5.78
ค่าสูงสุด	6.84	6.77	7.72	7.66	7.71
ค่าเฉลี่ย	4.93	4.95	6.75	7.26	7.28



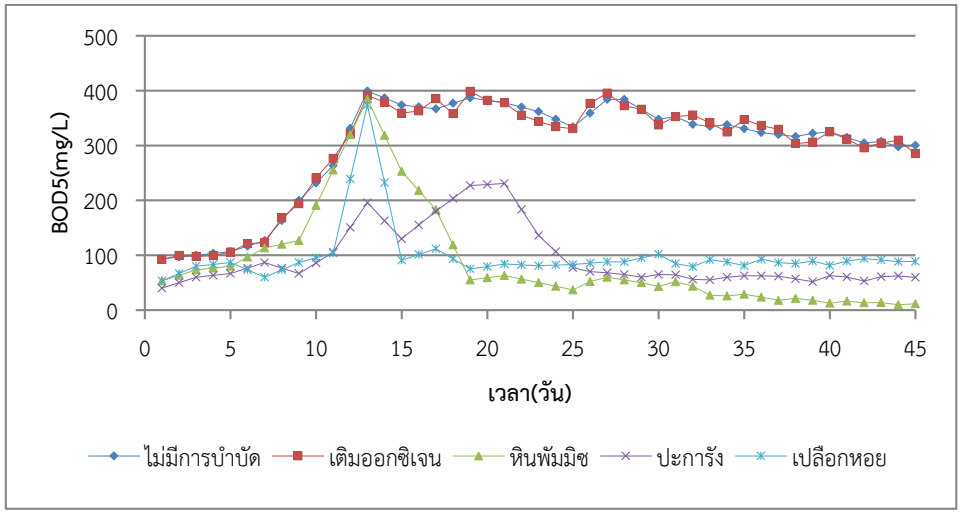
ภาพที่ 3 กราฟแสดงผลการตรวจวัดค่า pH

3. ผลการตรวจวัดค่า BOD5

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการตรวจวัดค่า BOD5 ต่อเนื่องเป็นเวลา 45 วัน จากผลการตรวจวัดพบว่าระบบที่ไม่มีการบำบัดใดๆ ให้ค่าปริมาณ BOD5 เฉลี่ยที่สูงที่สุด คือ 298.60 mg/L รองลงมาคือ ระบบบำบัดที่เติมออกซิเจน 297.25 mg/L ระบบบำบัดที่ใช้เปลือกหอย 98.72 mg/L ระบบบำบัดที่ใช้ปะการัง 96.96 mg/L และระบบบำบัดที่ใช้หินพัมมิซ 89.02 mg/L ซึ่งเป็นค่าในการบำบัด BOD5 ที่ดีที่สุดเนื่องจากเป็นการขจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียได้ดีที่สุด

ตารางที่ 3 ค่าต่ำสุด สูงสุด และค่าเฉลี่ยของผลการตรวจวัดค่า BOD5

	ไม่มีการบำบัด	เติมออกซิเจน	หินพัมมิซ	ปะการัง	เปลือกหอย
ค่าต่ำสุด	93.33	92.40	9.73	40.00	53.33
ค่าสูงสุด	399.33	398.61	384.67	231.00	374.00
ค่าเฉลี่ย	298.60	297.25	89.02	96.96	98.72



ภาพที่ 4 กราฟแสดงผลการตรวจวัดค่า BOD5

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาโดยการสร้างน้ำเสียสังเคราะห์โดยการนำน้ำจำนวน 5,000 ลิตร เติมเลือดหมู นม น้ำตาล เพื่อเป็นตัวแทนของสารอินทรีย์ในธรรมชาติ และทดลองบำบัดโดยระบบสร้างระบบ Fixed bed reactor โดยออกแบบให้ถังบรรจุตัว reactor มีขนาดความจุ 80 ลิตร เชื่อมต่อกับถังบรรจุน้ำเสียปริมาตรความจุ 1,000 ลิตร และติดตั้งปั๊มน้ำให้น้ำไหลเวียนผ่านในระบบ 800 ลิตร/ชั่วโมง น้ำที่ไหลผ่าน reactor จะไหลจากด้านล่างขึ้นด้านบนเพื่อให้น้ำไหลผ่านวัสดุกรองอย่างสม่ำเสมอ และติดตั้ง media ได้แก่ หินพัมมิซ ปะการัง เปลือกหอย และขี้เถ้า เปรียบเทียบกับระบบที่ไม่มีการบำบัดใดๆ และเติมออกซิเจนเพียงอย่างเดียว

จากผลการทดลองพบว่าหินพัมมิซมีความสามารถในการบำบัดสารอินทรีย์ได้ดีที่สุด โดยใช้ดัชนีชี้วัดจากค่า BOD5 เฉลี่ยตลอด 45 วันที่ทำการทดลอง ที่วัดได้ต่ำที่สุดคือ 89.02 mg/L รองลงมาได้แก่ ระบบบำบัดที่ใช้ปะการัง 96.96 mg/L และระบบบำบัดที่ใช้เปลือกหอย 98.72 mg/L ส่วนระบบบำบัดที่เติมออกซิเจน และส่วนระบบที่ไม่มีการบำบัดใดๆ เลยมีค่า BOD5 ที่แย่ที่สุดคือ 297.25 mg/L และ 298.60 mg/L ตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลที่ได้มาสรุปในรูปของตารางเพื่อให้เข้าใจง่ายดังตารางด้านล่างซึ่งเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหินพัมมิซในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งจากตารางดังกล่าวจะพบว่าหินพัมมิซมีประสิทธิภาพในการบัดบัดบีโอดี แอมโมเนีย ไนไตรท์ ดีที่สุด และบำบัดไนเตรทอยู่ในเกณฑ์ดี

ตารางที่ 4 ตารางเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหินพัมมิซในการบำบัดน้ำเสีย

	ไม่มีการบำบัด	เติมออกซิเจน	หินพัมมิซ	ปะการัง	เปลือกหอย
ประสิทธิภาพในการบำบัด BOD5	น้อยที่สุด	น้อย	ดีที่สุด	ปานกลาง	ดี
ประสิทธิภาพในการบำบัดแอมโมเนีย	น้อยที่สุด	น้อย	ดีที่สุด	ปานกลาง	ดี
ประสิทธิภาพในการบำบัดไนไตรท์	น้อยที่สุด	น้อย	ดีที่สุด	ปานกลาง	ดี
ประสิทธิภาพในการบำบัดไนเตรท	น้อยที่สุด	น้อย	ดี	ดีที่สุด	ปานกลาง

อย่างไรก็ตามเกณฑ์สำคัญในการเลือกระบบบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมจำเป็นต้องคำนึงถึงต้นทุนในการบำบัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำตารางเปรียบเทียบราคาของวัสดุที่นำมาใช้เป็นมีเดียในระบบบำบัดที่ปริมาณเท่าๆ กันคือ 1 กระสอบ(18 ลิตร) เปรียบเทียบกับวัสดุบำบัดน้ำเสียบางยี่ห้อในท้องตลาดและสรุปให้ได้เข้าใจง่ายซึ่งรายละเอียดมีดังนี้

ตารางที่ 5 ตารางเปรียบเทียบต้นทุนของมีเดียที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้กับมีเดียประเภทต่างๆ

	ราคา	**ราคาต่อปริมาตร 18 ลิตร**	**ประสิทธิภาพในการบำบัด**
วัสดุที่ใช้ในการวิจัย			
หินพัมมิซ	ถูกมาก	320(17 บาท/ลิตร)	ดีที่สุด
ปะการัง	แพง	1,500(83 บาท/ลิตร)	แย่ที่สุด
เปลือกหอย	ปานกลาง	1,000(55 บาท/ลิตร)	ดี
วัสดุบำบัดน้ำเสียคุณภาพสูงในท้องตลาด			
วัสดุกรองยี่ห้ออีฮาร์มจากเยอรมัน	แพงมาก	9,900(550 บาท/ลิตร)	ไม่ได้มีการวิจัย
วัสดุกรองยี่ห้อพาวเวอร์ริง	แพงมาก	4,800	

จากตารางจะเห็นได้ว่าหินพัมมิซนั้นมีราคาต่อหน่วยที่ถูกที่สุดเมื่อเทียบกับวัสดุกรองคุณภาพสูงที่ใช้ในท้องตลาด อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของวัสดุกรองราคาแพงนั้นยังไม่มีการวิจัยที่เป็นตัวเลขที่อ้างอิงได้ นอกจากนั้นปัจจุบันอุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบันยังนิยมนำปะการังมาทำเป็นวัสดุมีเดียซึ่งเป็นการทำลายทรัพยากรธรรมชาติทางอ้อมทางหนึ่ง หากมีการสนับสนุนให้ใช้หินพัมมิซแทนนั้นจะทำให้ค่าใช้ถูกลง ในขณะที่ประสิทธิภาพดีขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ ทุนวิจัยจาก สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ม และ ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์ในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

นิคม จึงอยู่สุข. 2540. **หินอุตสาหกรรม กับการเกษตรแผนใหม่.** การประชุมเสนอผลงานทางวิชาการกองธรณีวิทยา 2540. กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณีวิทยา

Burhanettin Farizoglu. (2003). **The performance of pumice as a filter bed material under rapid filtration conditions.** filtration+separation magazine, 41-48.

B. Kocadagistan. (2005). **Wastewater treatment with combined upflow anaerobic fixed-bed and suspended aerobic reactor equipped with a membrane unit.** Process Biochemistry 40, 177–182.

F. Deganello. (2000). **Catalytic reduction of nitrates and nitrites in water solution on pumice-supported Pd–Cu catalysts**. Applied Catalysis B: Environmental 24, 265–273.

Mustafa Yavuz. (2008). An economic removal of Cu2+ and Cr3+ on the new adsorbents: Pumice and polyacrylonitrile/pumice composite. **Chemical Engineering Journal** 137, 453–461.

M. Kitis. (2007). **Advanced oxidation of natural organic matter using hydrogen peroxide and iron-coated pumice particles.** Chemosphere 68, 1846–1853.

M. Kitis. (2007). Adsorption of natural organic matter from waters by iron coated pumice. Chemosphere 66, 130–138.

S.M. Borghei. (2007). Kinetics of organic removal in fixed-bed aerobic biological reactor. Bioresource Technology 98, 787–791.

Feryal Akbal. (2005). Adsorption of basic dyes from aqueous solution onto pumice powder. **Journal of Colloid and Interface Science** 286, 455–458.

Nurdan Kas¸ikara Pazarliog˘lu. (2005). Biodegradation of phenol by Pseudomonas putida immobilized on activated pumice particles. **Process Biochemistry** 40, 1807–1814.

Maria Rosaria Panuccio. (2009). Cadmium adsorption on vermiculite, zeolite and pumice:Batch experimental studies. **Journal of Environmental Management** 90, 364-374.

ปริมาณแคดเมียมที่ปนเปื้อนในดินและผลผลิตข้าวของบ้านแม่ตาวแพะ
The quantity of contaminated cadmium in soil and rice products at Ban Mae Tow Pae

สิปปวิชญ์ ปัญญาตุ้ย* และ ธงชัย มาลา
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม
*corresponding author e-mail: beer_sippawit@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อตรวจสอบปริมาณการปนเปื้อนแคดเมียมในดินนาและความเข้มข้นของแคดเมียมที่สะสมในข้าวที่ปลูกในดินนา บ้านแม่ตาวแพะ ตำบลแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก โดยกำหนดพื้นที่ปลูกข้าวจำนวน 10 แปลง วิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมและสมบัติบางประการของดินก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยวข้าวที่ระดับความลึก 0-15 ซม. เก็บข้อมูลผลผลิต วิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมที่สะสมในข้าวสารขัดสี ผลการศึกษาพบว่าปริมาณแคดเมียมในดินนาของแต่ละแปลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยพื้นที่ปลูกข้าวมีปริมาณแคดเมียมอยู่ในช่วง 0.00 – 8.54 มก./กก. และปริมาณแคดเมียมในข้าวสารขัดสีอยู่ในช่วง 0.00 – 2.81 มก./กก. เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน CODEX ของปริมาณแคดเมียมในอาหารพบว่ามี 6 แปลงเกินกว่าค่ามาตรฐาน (0.20 มก./กก.)

คำสำคัญ : ข้าว แคดเมียม บ้านแม่ตาวแพะ

Abstract

The purpose of this research is to examine the contents of contaminated cadmium (Cd) in paddy fields and cadmium concentration in the milled grains of rice in Ban Mae Tow Pae area. Ten sites of rice field were taken at surface layer with 0-15 cm depth for study the soil properties and Cd content both before planting and after harvesting. The Cd contents in milled grains of rice were determined. The results from analysis showed that the Cd contents in various fields of the 10 fields were significantly different in the range of 0.00 – 8.54 mg/kg. The range of Cd contents in milled grains was 0.00 – 2.81 mg/kg. The Cd contents in six fields showed over safety consumption, 0.20 mg/kg, as compared to the CODEX standard.

keywords : rice, cadmium , Ban Mae Tow Pae

บทนำ

แคดเมียม (Cadmium) เป็นโลหะหนักชนิดหนึ่งที่เป็นปัญหาสำคัญของกรณีสารพิษตกค้างในธรรมชาติ ทั้งนี้เนื่องจากแคดเมียมเป็นสารเคมีที่สลายตัวช้าและก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ซึ่งไม่สามารถหาวิธีกำจัดได้อย่างสมบูรณ์ จึงมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมเรื่อยมานับจากอดีตผ่านมาจนถึงปัจจุบัน ตามธรรมชาติพบแคดเมียมในแหล่งสังกะสีและตะกั่วโดยเฉพาะบริเวณที่มีการทำเหมืองแร่ (สุภาวดี, 2546) ในปัจจุบันแคดเมียมมีการใช้อย่างแพร่หลายในทางการแพทย์ เกษตรกรรม และอุตสาหกรรมนิยมใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแบตเตอรี่ อุปกรณ์ไฟฟ้า โลหะผสม อะไหล่รถยนต์ โลหะผสมในอุตสาหกรรมเพชรพลอย (กลุ่มเผยแพร่และพัฒนาบุคลากรด้านเทคโนโลยี, 2547) แคดเมียมจัดเป็นโลหะหนักที่เป็นมลพิษพบได้ในสิ่งแวดล้อมทั้งในดิน น้ำ และอากาศ ในเปลือกโลกมีปริมาณแคดเมียมโดยเฉลี่ย 0.15-0.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณแคดเมียมในดินทั่วไปมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.07-1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยค่ามีค่าสูงในดินฮิสโตซอลส์ (ศุภมาศ, 2539) ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตเพราะธาตุนี้มีโอกาสเข้าสู่ร่างกายของมนุษย์ได้หลายทาง โดยเฉพาะจากทางดินเข้ามาสู่พืชและจากพืชมาสู่มนุษย์ ซึ่งความเป็นพิษของแคดเมียมเมื่อเข้าสู่ร่างกายของมนุษย์โดยการบริโภคอาหารก็จะเกิดอาการคลื่นเหียน อาเจียน และท้องร่วง มีอาการเหมือนอาหารเป็นพิษ แม้ได้รับปริมาณน้อยแต่ต่อเนื่องแคดเมียมจะถูกสะสมไว้ที่ไต โรคที่เกิดจากพิษของแคดเมียมเรียกว่า โรคอิไต-อิไต (Itai Itai disease) (สุภาวดี, 2546)

พื้นที่ลุ่มน้ำแม่ตาว - แม่กุ อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก เป็นอีกแห่งหนึ่งที่ประสบกับปัญหาการปนเปื้อนของสารพิษจำพวกโลหะหนักในดิน ซึ่งพื้นที่นี้เป็นแหล่งแร่สังกะสีที่สำคัญของประเทศไทย และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีการประกอบธุรกิจเหมืองแร่ขนาดใหญ่ในพื้นที่ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2512 ในขณะที่การดำรงชีวิตของชาวบ้านโดยส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทางการเกษตร โดยเฉพาะการปลูกข้าว ผลการศึกษาของ International Water Management Institute ตรวจพบแคดเมียมในระดับความเข้มข้นที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของชาวบ้าน โดยมีค่าการปนเปื้อนของแคดเมียมในดิน 0.50-218.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เกินมาตรฐาน 72 เท่า ในเมล็ดข้าว 0.05-7.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2556) นอกจากนี้ ประยุทธ์ (2542) ศึกษาการแพร่กระจายของแคดเมียมและสังกะสีในดินจากกิจกรรมเหมืองแร่สังกะสี:กรณีศึกษา เหมืองสังกะสี อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก พบว่า ปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักแคดเมียมและสังกะสีทั้งหมดในดินของพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและพื้นที่ข้างเคียง คือ พื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างมีค่าแคดเมียมและสังกะสีเฉลี่ยเท่ากับ 50.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 1,908.81 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ พื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนมีแคดเมียมและสังกะสีเฉลี่ยเท่ากับ 0.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 37.94 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และพื้นที่ข้างเคียงมีปริมาณแคดเมียมและสังกะสีเฉลี่ยเท่ากับ 1.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 42.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพื้นที่พบว่า พื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างมีปริมาณแคดเมียมและสังกะสีทั้งหมดแตกต่างจากพื้นที่ทั้งสองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในดินที่ยอมให้มีได้สูงสุดในดินเพื่อการเกษตรพบว่า ทั้งสามพื้นที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณแคดเมียมและสังกะสีมีความแตกต่างจากค่ามาตรฐานที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่ามาตรฐาน ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและพื้นที่ข้างเคียงมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมให้ได้สูงสุดในดิน

ทั้งนี้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์จึงได้จัดทำโครงการปลูกพืชเศรษฐกิจใหม่ที่ไม่อยู่ในห่วงโซ่อาหารทดแทน ได้แก่ ยางพารา ยูคาลิปตัสเพื่อผลิตกระดาษ เยอบีร่าเพื่อผลิตเป็นไม้ประดับ สบู่ดำ ละหุ่ง ปาล์มน้ำมันเพื่อทำไบโอดีเซล และอ้อยเพื่อนำมาผลิตเอทานอล การปลูกพืชพลังงานเหล่านี้จึงมีโอกาสดึงดูดแคดเมียมจากดินที่มีการปนเปื้อนแคดเมียมไปสะสมในส่วนต่างๆ ของพืชที่ทำการเพาะปลูก (วราภรณ์, 2551) แต่ก็ยังมีเกษตรกรบางส่วนที่ยังคงปลูกข้าวเพื่อใช้บริโภค จึงทำให้เป็นที่มาของงานวิจัยเรื่อง ปริมาณแคดเมียมที่ปนเปื้อนในดินและผลผลิตข้าวของบ้านแม่ตาวแพะ โดยบ้านแม่ตาวแพะเป็นหมู่บ้านหนึ่งที่อยู่ในเขตการปกครองของตำบลแม่ตาว และมีการปนเปื้อนของแคดเมียมในระดับต่ำถึงปานกลาง (กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, 2556) โดยวัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อทราบถึงปริมาณของแคดเมียมที่ปนเปื้อนในดินและผลผลิตข้าวมีมากน้อยเพียงใด รวมไปถึงประเมินความปลอดภัยในการบริโภคผลผลิตข้าว

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาปริมาณแคดเมียมที่ปนเปื้อนในดินและผลผลิตข้าวของบ้านแม่ตาวแพะ (ภาพที่ 1) เป็นการศึกษาโดยการรวบรวมข้อมูลการสำรวจพื้นที่ เก็บตัวอย่างดินและพืช โดยกำหนดการเก็บตัวอย่างดิน 2 ครั้ง เก็บตัวอย่างดินครั้งแรกคือ ดินก่อนการเพาะปลูก ในวันที่ 9-10 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ครั้งที่ 2 เก็บดินหลังการเก็บเกี่ยว ในวันที่ 9-11 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555 และเก็บตัวอย่างพืช 1 ครั้ง โดยจะเก็บราก ลำต้น และเมล็ดข้าว ในวันที่ 9-11 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2555 โดยมีลำดับของการศึกษาดังนี้

1. การวางแผนการทดลองและการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างดิน ผลผลิตข้าว

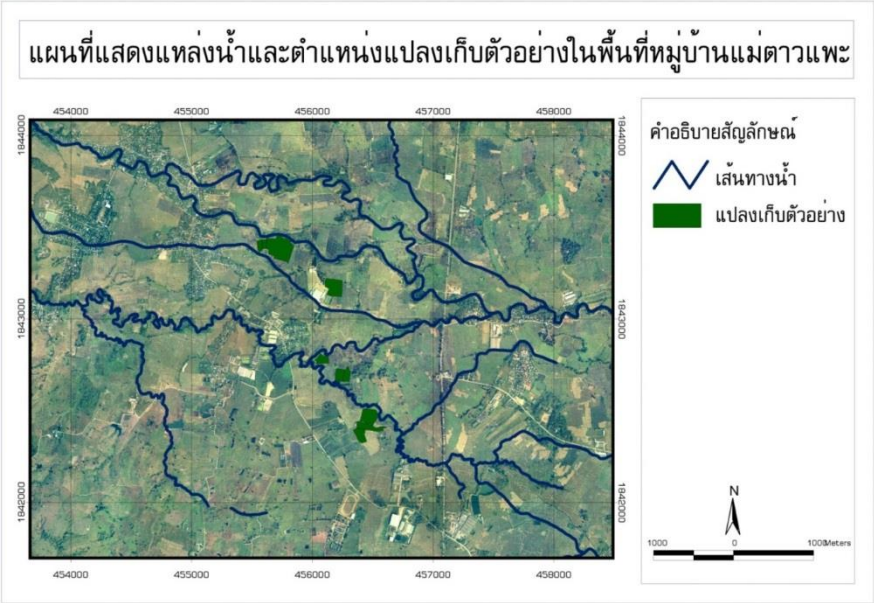
วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design, CRD) กำหนดแปลงที่ต้องการศึกษา เลือกพื้นที่ปลูกข้าวเพื่อทำการเก็บตัวอย่างดินและผลผลิตข้าว โดยกำหนดให้แต่ละแปลงเป็น ตำรับการทดลองที่ 1-10 ตามลำดับ พร้อมระบุพิกัด GPS เพื่อเก็บตัวอย่างดิน และผลผลิตข้าว

1.1) การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินทั่วแปลง แปลงละประมาณ 15 จุด โดยเดินเป็นรูปฟันปลาใช้พลั่วขุดดินเป็นรูปลิ่มลึกประมาณ 15 เซนติเมตร หลังจากนั้นเก็บดิน โดยใช้พลั่วแซะดินข้างหลุม (ด้านเรียบ) ให้ได้ดินเป็นแผ่นหนาประมาณ 2-3 เซนติเมตร จนถึงก้นหลุม คลุกเคล้าดินที่เก็บมาให้เข้ากัน เก็บมา 1-2 กิโลกรัม นำดินใส่ลงถุงพลาสติกที่เตรียมไว้เพื่อวิเคราะห์ต่อไป (ทัศนีย์ และจงรักษ์, 2542) ซึ่งในแต่ละแปลง ดำเนินการเก็บ 4 ซ้ำ

1.2) การเก็บตัวอย่างพืช

โดยนำอุปกรณ์กำหนดพื้นที่ไปวางในแปลงปลูกข้าว ในพื้นที่ 1 ตารางเมตร จำนวน 4 ซ้ำ โดยเก็บตัวอย่างข้าวได้แก่ ราก ลำต้นและใบ เมล็ดข้าว ในแต่ละแปลง



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงแหล่งน้ำและตำแหน่งแปลงเก็บตัวอย่างในพื้นที่หมู่บ้านแม่ตาวแพะ

2. การวิเคราะห์สมบัติบางประการของดินและปริมาณแคดเมียมในดิน
   2.1) พีเอชดิน (soil pH) วัดโดยใช้ pH meter อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 (National Soil Survey Center, 1996)
   2.2) อินทรียวัตถุ (organic matter; OM) โดยวิธี Walkley and Black Titration (Walkley and Black, 1934)
   2.3) แคดเมียมในรูปโลหะหนักทั้งหมด โดยวิธีของ กรมวิชาการเกษตร (2544) ด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer รุ่น AA-7000 Shimadzu
   2.4) แคดเมียมที่สกัดได้ด้วย EDTA โดยวิธีของ Amacher (1996) ด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer รุ่น AA-7000 Shimadzu
3. การวิเคราะห์แคดเมียมที่ปนเปื้อนในข้าว

นำตัวอย่างพืชมาแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ได้แก่ ราก ลำต้นและใบ เมล็ดข้าวเปลือก และเมล็ดข้าวสารขัดสี ที่อายุ 120 วันหลังปักดำ บดจนละเอียด และชั่งตัวอย่างพืช 0.2 กรัม ใส่ในหลอดทดลองขนาด 75 มิลลิลิตร เติม HNO_3 และ $HClO_4$ (อัตราส่วน 5:2) จำนวน 10 มิลลิลิตร นำหลอดทดลองใส่ใน block digester ย่อยสลายตัวอย่างจนได้สารละลายใส กรองสารละลายตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 ใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตร นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ความเข้มข้นของแคดเมียมด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer รุ่น AA-7000 Shimadzu (Amacher, 1996)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์นำมาหาค่าเฉลี่ย เปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียม สังกะสีในดินและผลผลิตข้าว ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทรีทเมนต์โดยวิธีดันแคน (Duncan’s New Multiple Range Test, DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลการวิจัย

1. สมบัติบางประการของดินและปริมาณแคดเมียมในดิน
   1.1) สมบัติบางประการของดินและปริมาณแคดเมียมในดินก่อนการเพาะปลูก

ค่าพีเอชของดินก่อนการเพาะปลูกเฉลี่ย ในแต่ละแปลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ปฏิกิริยาของดินอยู่ในช่วงกรดจัดมากถึงด่างเล็กน้อย ปริมาณอินทรียวัตถุของดินก่อนการเพาะปลูกเฉลี่ย ในแต่ละแปลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 0.87 – 2.36 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่มีค่าเฉลี่ย

ของปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุดคือ แปลงที่ 4 และแปลงที่มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรียวัตถุต่ำที่สุดคือ แปลงที่ 10 (ตารางที่ 1) และปริมาณแคดเมียมในดินก่อนการเพาะปลูกเฉลี่ย ในแต่ละแปลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณแคดเมียมในแปลงที่ 4 ให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณแคดเมียมในรูปโลหะหนักทั้งหมดและในรูปที่สามารถสกัดได้สูงที่สุด คือ 16.24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 8.54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักแคดเมียมในแปลงที่ 9 ให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักแคดเมียมในรูปโลหะหนักทั้งหมดและในรูปที่สามารถสกัดได้ต่ำที่สุด คือ 0.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 สมบัติดินบางประการและปริมาณแคดเมียมในดินก่อนการเพาะปลูก

แปลง	pH	ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)	แคดเมียม	
			แคดเมียมในรูปโลหะหนักทั้งหมด (มก./กก.)	แคดเมียมในรูปที่สามารถสกัดได้ (มก./กก.)
แปลงที่ 1	7.30 b[1/]	1.71 bc[1/]	5.70 c[1/]	0.24 c[1/]
แปลงที่ 2	6.85 c	1.90 abc	1.97 d	0.14 cde
แปลงที่ 3	6.88 c	1.69 bc	1.33 de	0.18 cd
แปลงที่ 4	7.71 a	2.36 a	16.24 a	8.54 a
แปลงที่ 5	6.74 c	2.18 ab	5.42 c	0.79 b
แปลงที่ 6	6.10 d	1.87 abc	9.08 b	0.79 b
แปลงที่ 7	6.63 c	2.24 ab	8.31 b	0.80 b
แปลงที่ 8	5.93 d	1.56 c	0.61 ef	0.03 de
แปลงที่ 9	4.60 f	2.01 abc	0.00 f	0.00 e
แปลงที่ 10	5.13 e	0.87 d	0.44 ef	0.05 de
F-test	**	**	**	**
CV (%)	3.03	22.88	12.68	9.16

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

1.2) สมบัติบางประการของดินและปริมาณแคดเมียมในดินหลังการเก็บเกี่ยว

ค่าพีเอชของดินหลังการเกี่ยวเฉลี่ย ในแต่ละแปลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ มีปฏิกิริยาของดินอยู่ในช่วงกรดจัดถึงด่างเล็กน้อย และมีปริมาณอินทรียวัตถุของดินหลังการเก็บเกี่ยวเฉลี่ยในแต่ละแปลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 1.22 – 3.68 เปอร์เซ็นต์ แปลงที่มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุดคือ แปลงที่ 7 และแปลงที่มีค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรียวัตถุต่ำที่สุดคือ แปลงที่ 10 (ตารางที่ 2)

และปริมาณแคดเมียมในดินหลังการเก็บเกี่ยวเฉลี่ยในแต่ละแปลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณแคดเมียมในแปลงที่ 4 ให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณแคดเมียมในรูปโลหะหนักทั้งหมดและในรูปที่สามารถสกัดได้สูงที่สุด คือ 14.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 1.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และในแปลงที่ 10 ให้ค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักแคดเมียมในรูปโลหะหนักทั้งหมดและในรูปที่สามารถสกัดได้ต่ำที่สุด คือ 0.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 สมบัติดินบางประการและปริมาณแคดเมียมในดินหลังการเก็บเกี่ยว

แปลง	pH	ปริมาณอินทรียวัตถุ (%)	แคดเมียม	
			แคดเมียมในรูปโลหะหนักทั้งหมด (มก./กก.)	แคดเมียมในรูปที่สามารถสกัดได้ (มก./กก.)
แปลงที่ 1	6.50 d[1/]	2.15 bc[1/]	5.90 e[1/]	0.29 e[1/]
แปลงที่ 2	7.26 c	1.73 cde	1.79 fg	0.28 e
แปลงที่ 3	7.34 c	1.29 e	2.41 f	0.85 b
แปลงที่ 4	7.47 b	2.22 bc	14.53 a	1.01 a
แปลงที่ 5	7.64 a	2.17 bc	11.66 b	0.30 e
แปลงที่ 6	7.51 b	2.49 b	7.32 d	0.43 d
แปลงที่ 7	7.70 a	3.68 a	9.27 c	0.56 c
แปลงที่ 8	6.29 e	2.01 bcd	1.26 gh	0.04 f
แปลงที่ 9	5.28 g	1.55 de	0.85 h	0.06 f
แปลงที่ 10	5.74 f	1.22 e	0.57 h	0.06 f
F-test	**	**	**	**
CV (%)	1.24	19.30	8.71	16.45

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

2. ปริมาณแคดเมียมในข้าว

ปริมาณแคดเมียมในราก ลำต้นและใบ เมล็ดข้าวเปลือก และเมล็ดข้าวสารขัดสีเฉลี่ย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยรากมีปริมาณแคดเมียมสะสมอยู่ในช่วง 0.00 - 62.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยแปลงที่ 4 มีการสะสมแคดเมียมสูงที่สุดคือ 62.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแปลงที่ 2 มีปริมาณแคดเมียมสะสมต่ำที่สุดคือ 0.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ลำต้นและใบมีปริมาณแคดเมียมสะสมอยู่ในช่วง 0.00 - 11.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยแปลงที่ 4 มีการสะสมแคดเมียมสูงที่สุดคือ 11.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแปลงที่ 2 มีปริมาณแคดเมียมสะสมต่ำที่สุดคือ 0.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมล็ดข้าวเปลือกมีปริมาณการสะสมแคดเมียมอยู่ในช่วง 0.00 - 3.76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยแปลงที่ 4 มีปริมาณแคดเมียมสะสมสูงที่สุดคือ 3.76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแปลงที่ 2 มีปริมาณแคดเมียมสะสมต่ำที่สุดคือ 0.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมล็ดข้าวสารขัดสีมีปริมาณแคดเมียมสะสมอยู่ในช่วง 0.00 - 2.81 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยในแปลงที่ 4 มีปริมาณของแคดเมียมสะสมสูงที่สุดคือ 2.81 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแปลงที่ 2 มีปริมาณแคดเมียมสะสมต่ำที่สุดคือ 0.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณการสะสมแคดเมียมในส่วนต่างๆ ของข้าว

แปลง	**แคดเมียมในส่วนต่างๆ ของข้าว (มก./กก.)**			
	ราก	**ลำต้นและใบ**	**เมล็ดข้าวเปลือก**	**เมล็ดข้าวสารขัดสี**
แปลงที่ 1	15.74 d	6.10 c	1.34 de	0.80 c
แปลงที่ 2	ไม่พบ f	ไม่พบ h	ไม่พบ g	ไม่พบ g
แปลงที่ 3	25.49 c	4.50 de	0.63 f	0.13 fg
แปลงที่ 4	62.57 a	11.25 a	3.76 a	2.81 a
แปลงที่ 5	41.97 b	8.11 b	2.53 b	1.20 b
แปลงที่ 6	26.12 c	4.17 e	1.74 c	0.23 ef
แปลงที่ 7	17.34 d	5.53 cd	1.94 c	0.18 efg
แปลงที่ 8	5.68 e	2.53 fg	1.65 cd	0.37 de
แปลงที่ 9	3.51 ef	2.93 f	1.31 e	0.44 d
แปลงที่ 10	3.56 ef	1.52 g	0.30 g	0.12 fg
F-test	**	**	**	**
CV (%)	15.16	15.68	13.96	19.86

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธี DMRT

** หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

อภิปรายผลการวิจัย

ปริมาณแคดเมียมในดินก่อนการเพาะปลูกและหลังการเก็บเกี่ยวยังมีการสะสมในดินในปริมาณสูง สาเหตุมาจากพื้นที่ดังกล่าวยังมีกระบวนการผุพังสลายตัวตามธรรมชาติของแร่ และการที่ฝนตกชะหน้าดินที่อุดมด้วยแร่สังกะสีและแคดเมียมลงสู่ต้นน้ำของลำน้ำธรรมชาติทำให้เกิดการสะสมในตะกอนท้องน้ำ ซึ่งอนงค์นาฏ (2549) ได้เคยรายงานไว้ และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของประยุทธ์ (2542) ศึกษาการแพร่กระจายของแคดเมียมและสังกะสีในดินจากกิจกรรมเหมืองแร่สังกะสีกรณีศึกษา เหมืองสังกะสี อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก พบว่าปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักแคดเมียมและสังกะสีทั้งหมดในดินของพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่ลุ่มน้ำตอนบนและพื้นที่ข้างเคียง และ Takijima (1973) พบว่าลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของข้าวมีผลต่อการสะสมแคดเมียมในข้าว โดยแคดเมียมกระจายไปตามส่วนต่างๆ ของต้นข้าว จากผลการทดลองปริมาณสูงสุดของแคดเมียม สะสมอยู่ในรากข้าว ลำต้นและใบ และมีการสะสมน้อยที่สุดในเมล็ดข้าวโดยระบบรากของข้าวเป็นส่วนที่มีการสะสมมากที่สุดโดยมีความสัมพันธ์กับปริมาณการสะสมของแคดเมียมในดิน กล่าวคือแปลงที่มีปริมาณการสะสมแคดเมียมในดินที่สูงมีแนวโน้มที่ทำให้การสะสมในข้าวสูงตามไปด้วย

อย่างไรก็ตามลักษณะสมบัติของดินในแต่ละแปลงก็มีผลต่อการดึงดูดแคดเมียมของพืชกล่าวคือ สภาพการละลายได้ที่บ่งบอกถึงสภาพการขาดแคลน หรือเป็นพิษต่อพืช หรือมีมากจนเป็นสารมลพิษในดินซึ่งปัจจัยที่ควบคุมสภาพการละลายได้ของแคดเมียม ได้แก่ สภาพกรด-ด่าง ศักย์รีดอกซ์ (redox potential) เนื้อดิน วัตถุต้นกำเนิดดิน ชนิดและปริมาณสารประกอบอินทรีย์ในดินและในสารละลายดิน ไอออนของธาตุอื่นที่มีอยู่ในสารละลายดิน ระดับความชื้นของดิน อุณหภูมิของดินและกิจกรรมจุลินทรีย์ของดิน (ศุภมาศ, 2539) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Chaney (1982) โดยการดึงดูดแคดเมียมจะลดลงเมื่อความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดินเพิ่มโดยการเพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุลงในดิน ปริมาณอินทรียวัตถุที่สูงในดินจะช่วยลดแคดเมียมในดินได้ เนื่องจากอินทรียวัตถุสามารถจับยึดแคดเมียมได้ดี จึงทำให้แคดเมียมจับยึดกับอินทรีย์ในดินมากขึ้นและพืชก็จะดูดดึงแคดเมียมเข้าไปได้น้อยลง

และจากการทดลองปัจจัยที่มีอิทธิพลสำคัญต่อการสะสมของแคดเมียมในข้าวคือ ศักย์รีดอกซ์ (redox potential) ของดินที่ปลูกข้าว เมื่อดินอยู่ในสภาพรีดักชันปริมาณแคดเมียมที่ถูกต้นข้าวดูดดึงมีค่าต่ำลง เมื่อดินที่ปลูกข้าวอยู่ในสภาพน้ำขัง Eh ของดินลดลงต่ำกว่า -100 mV และมีซัลไฟด์เกิดขึ้น โดยจะรวมตัวกับประจุที่เป็นโลหะต่างๆ ในดินที่ปลูกข้าวหลายแห่ง Fe^{2+} เป็นโลหะที่มักจะรวมตัวกับ S^{2-} ดังนั้นจึงมักไม่พบ H_2S อิสระ ส่วนในดินปลูกข้าวที่ปนเปื้อนด้วยแคดเมียมซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นจากสภาพรีดักชันจะรวมตัวกับแคดเมียม และทำให้ปริมาณแคดเมียมที่สกัดได้ลดลง ดังนั้นต้นข้าวจะดูดดึงแคดเมียมได้น้อยลงในสภาพรีดักชัน (ทัศนีย์, 2543) โดยจากการทดลองจะเห็นได้ว่าแปลงที่ 4 มีการสะสมของแคดเมียมในพืชต่ำที่สุดเนื่องจากแปลงที่ 4 ปลูกข้าวแบบขังน้ำ ซึ่งแตกต่างจากอีก 9 แปลงโดยเป็นการปลูกข้าวไร่

สรุปผลการวิจัย

แปลงที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 8 มีปริมาณแคดเมียมในรูปโลหะหนักทั้งหมดอยู่ในช่วง 1.26 – 16.24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเกินเกณฑ์มาตราที่ได้กำหนดไว้คือปริมาณแคดเมียมจะต้องมีอยู่ในดินต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ศุภมาศ, 2539; WEBBER et al, 1984) โดยมีแปลงที่ 9 และ 10 เท่านั้นที่ไม่เกินจากเกณฑ์ที่กำหนดไว้

เมื่อประเมินปริมาณแคดเมียมในราก ลำต้นและใบ และเมล็ดข้าวเปลือก ในแปลงที่ 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, และ 10 เกินค่ามาตรฐานในพืชที่กำหนดไว้คือมากกว่า 0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ศุภมาศ, 2539) ส่วนแปลงที่ 2 มีปริมาณแคดเมียมต่ำกว่าเกณฑ์

เมล็ดข้าวสารขัดสี แปลงที่ 1, 4, 5, 6, 8 และ 9 เกินค่ามาตรฐานในข้าวสารคือมากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (สุมลธา และคณะ, 2552; CODEX, 2006) แปลงที่ 2, 3, 7 และ 10 ที่ไม่เกินค่ามาตรฐานในข้าวสารที่กำหนดไว้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. ธงชัย มาลา อาจารย์ที่ปรึกษาการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. (2544). **คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. (2556). **การปนเปื้อนของแคดเมียมในสิ่งแวดล้อม อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http : // www.dpim.go.th/laws/article?catid=122&articleid=309. วันที่สืบค้นข้อมูล : 15 กุมภาพันธ์ 2556.

กลุ่มเผยแพร่และพัฒนาบุคลากรด้านเทคโนโลยี. (2547). **ระวังภัยจากแคดเมียม (Cadmium).** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์. (2543). **ดินที่ใช้ปลูกข้าว Paddy Soil Science.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข และ สุรเดช จินตกานนท์. (2542). **แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประยุทธ สมบูรณ์. (2542). **การแพร่กระจายของแคดเมียมและสังกะสีในดินจากกิจกรรมเหมืองแร่สังกะสี: กรณีศึกษาเหมืองแร่สังกะสี อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาเทคโนโลยีการวางแผนสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาชนบท บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

วราวรณ์ ศรีตัมภวา และ พันธวัศ สัมพันธ์พานิช. (2551). การดูดดึงแคดเมียมโดยอ้อยที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อน. **วารสารวิจัย มข.** 8(1), 1 – 6.

สุภาวดี ศิริวัฒนานนท. (2546). **สารพิษจากโลหะหนัก (Toxicity from Heavy Metals).** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุมลธา หนูคาบแก้ว และ นุชนาถ รังคดิลก. **แคดเมียมและธาตุอาหารอื่นๆในข้าวไทย (Cadmium and Trace Elements in Thai Rice).** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http : // www.nuc.ac.th/ lib/ weblib/ reference. html. วันที่สืบค้นข้อมูล : 15 กุมภาพันธ์ 2556.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. (2539). **ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนงนาฏ ศรีประโชติ. (2549). **การกระจายตัวของแคดเมียมในดินที่มีการปนเปื้อน อำเภอแม่สอด จังหวัด**ตาก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Amacher, C.M. (1996). **Nickel, Cadmium and Lead,** pp. 739-768. *In* Sparks D.L., ed. Methods of Soil Analysis: Chemical Methods, Part 3-SSSA Book Series no.5. Soil Sci. Am. Amer. Soc. of Agron. Madison, WI, USA.

Chaney, R.L. (1982). **Fate of toxic substances in sludge applied to cropland.** Processings International Symposium Land Application of Sewage Sluge., Cited by Kuntz, H., Pluquet, E.,Stark, J.H. and Coopoia, S. Current Techniques for the Evaluation of Metal Problems due to Sludge. pp. 394-403 In Hermite, P.L. and H. Ott, eds.

Codex Alimentarius Commission. (2006). **Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Alimentarius Commission Report of the 29th Session**. Available Source: http://www. codexalimentarius. May, 2010.

Takijima Y, and F. Katsumi. (1973). Cadmium contamination of soils and rice plants caused by zinc mining I. Production of high cadmium rice on the paddy fields in lower reaches of the mine station. **Soil Sci. Plant Nutr.** 19: 29-38.

National Soil Survey Center. (1996). **Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42,** Version 3.0. Natural Conservation Service, USDA.

Walkley, A. and C.A. Black. (1934). An examination of Degtjareff Method for determining soil organic matter: a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Sci.** 37: 29-35.

Webber, M.D., A, Kloke. & Jjell, J. Chr. (1984). **“A review of current sludge use Guidelinefor the Control of Heavy Metal Contaminatioon in Soils”.** In Hermite, P.L. and H.Ott (ed.). Processing and Use of Sewage Sludge, Holland : D Reidal.

คุณภาพน้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว)
Water supply quality of Pibulsongkram Rajabhat University (Taleykaew area)

รมย์ฤดี สุดมี* และ อรชร ฉิมจารย์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
* corresponding author email: romrudee0116@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) และนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำประปาจำนวน 13 จุด ระหว่างเดือนกันยายน-พฤศจิกายน 2557 โดยแบ่งจุดเก็บตัวอย่างออกเป็น 2 พื้นที่ ได้แก่ บริเวณโรงผลิตน้ำประปา และบริเวณพื้นที่จ่ายน้ำของมหาวิทยาลัย ผลการศึกษาคุณภาพน้ำประปาพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของแข็งละลายได้ทั้งหมด ความกระด้าง มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค ยกเว้น ค่าความขุ่น ค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และเหล็ก

คำสำคัญ : น้ำประปา คุณภาพน้ำประปา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

Abstract

The purpose of this study was to analyze the water supply quality in physical chemical and microbiological properties of Pibulsongkram Rajabhat University (Thalekaew area). The results were compared with standard water supply of the Provincial Waterworks Authority. Water samples were collected in 13 points between September - November 2014. The sampling points divided into two parts of water supply treatment plant area and water supply distribution area of university. The results showed that water quality, pH, total dissolved solids (TDS), hardness, were within Provincial Waterworks Authority standards, except values of turbidity, coliform bacteria and iron.

keywords : water supply, water supply quality, Pibulsongkram Rajabhat University

บทนำ

น้ำถือเป็นสาธารณูปโภคที่มีความสำคัญที่สุดสำหรับมนุษย์ เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยสำหรับกระบวนการต่างๆ ภายในร่างกาย นอกจากช่วยในเรื่องการหล่อเลี้ยงร่างกายแล้ว น้ำยังจำเป็นสำหรับการซักล้าง ทำความสะอาด น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติที่มนุษย์ใช้ในการอุปโภคบริโภคมาตั้งแต่ในอดีต คือ น้ำในแม่น้ำ ห้วย หนอง คลอง บึง ต่างๆ สำหรับในพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ก็สามารถนำน้ำฝนและน้ำใต้ดินมาใช้ในการบริโภค-อุปโภคได้ หากแต่ในน้ำจากธรรมชาติจะถูกปนเปื้อนจากมลสารต่างๆ เช่น ตะกอน ฝุ่นละออง แร่ธาตุต่างๆ เมื่อต้องการนำน้ำเหล่านั้นมาใช้ต้องทำให้น้ำสะอาด จะต้องผ่านกระบวนการทำให้น้ำสะอาดและผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อโรค เรียกกระบวนนั้นว่า กระบวนการผลิตน้ำประปา น้ำประปาที่ผ่านกระบวนการทั้งหมดนั้น จะเป็นน้ำที่ใส สะอาด ปราศจากเชื้อโรค จะต้องมีการตรวจสอบและควบคุมคุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ได้น้ำที่ใส สะอาด และปลอดภัย จากนั้นจึงส่งไปยังท่อน้ำต่างๆ ของผู้ใช้น้ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามมีระบบผลิตน้ำประปาใช้เอง โดยใช้แหล่งน้ำดิบมาจากน้ำใต้ดิน ระบบผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยฯ จะแบ่งเป็น 2 ระบบ คือ ระบบผลิตน้ำประปาจากน้ำบาดาลแบบทรายกรองและระบบผลิตน้ำประปาจากชุดกรองสนิมเหล็กและแมงกานีสแบบใช้สารกรองประสิทธิภาพสูง (Sim Filter) ซึ่งระบบผลิตน้ำประปาที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้น จะทำการเดินระบบตลอด 24 ชั่วโมง และระบบมีอายุการใช้งานเป็นเวลานาน อาจก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวคุณภาพน้ำได้ โดยเฉพาะน้ำใต้ดินจะพบเหล็กปริมาณค่อนข้างสูง จึงเป็นแร่ธาตุที่ก่อให้เกิดปัญหากับผู้ใช้น้ำประปาที่ผลิตน้ำจากน้ำใต้ดินซึ่งมักจะทำให้น้ำเกิดตะกอนสีแดง นอกจากนี้เมื่อนำน้ำที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบมาใช้จะก่อให้เกิดคราบสนิมเคลือบตามเครื่องสุขภัณฑ์ ถ้าใช้น้ำในการซักผ้าก็มักจะทำให้ผ้าเหลืองได้ (ผุสดี มุหะหมัด, 2552) และจากงานวิจัยของ วชิรา

วุฒิ อุไรวรรณ และคณะ (2556) ได้ทำการประเมินศักยภาพระบบประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) ยังพบว่าพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดแล้วไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานคือความขุ่น เหล็ก และโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาคุณภาพน้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โดยจะทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา และนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานด้านคุณภาพน้ำเบื้องต้นให้กับทางมหาวิทยาลัย ฯ และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ได้มาตรฐาน ไม่ให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตและทรัพย์สินของผู้ใช้น้ำ

วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปา ในด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา โดยเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง ตั้งแต่เดือนกันยายน-พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

พื้นที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) ตั้งอยู่ในพื้นที่ของ ต.พลายชุมพล อ.เมือง จ.พิษณุโลก มีพื้นที่ประมาณ 1,000 ไร่ มีระบบผลิตน้ำประปาที่ผลิตมาจากน้ำใต้ดินเป็นของตัวเอง โดยผู้วิจัยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำประปามหาวิทยาลัยฯ เป็น 2 พื้นที่ ทั้งหมด 13 จุด ดังนี้

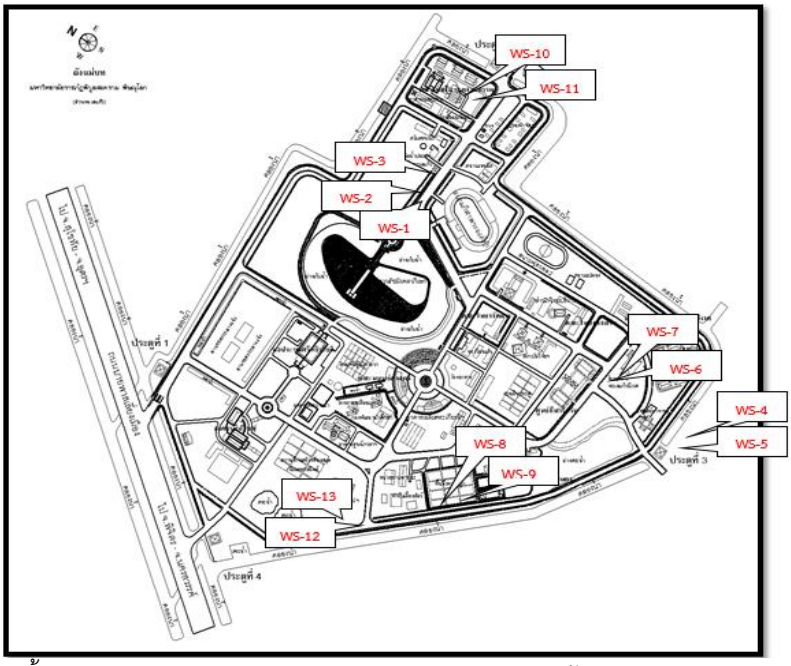
พื้นที่ 1 บริเวณโรงผลิตน้ำประปาแบ่งออกเป็น 3 จุดย่อย ได้แก่ WS-1 แหล่งน้ำดิบ (บริเวณท่อด้านบนก่อนน้ำเข้าสู่ระบบการผลิตน้ำประปา) WS-2 บ่อเก็บน้ำใส และ WS-3 น้ำจากหอถังสูง

พื้นที่ 2 บริเวณภายนอกของโรงผลิตน้ำประปา ซึ่งอยู่ในพื้นที่การจ่ายน้ำประปาของมหาวิทยาลัยฯ เพื่อเป็นการตรวจสอบคุณภาพของน้ำที่ส่งมาตามแนวท่อในแต่ละจุด จึงทำการตรวจวัดน้ำที่ถูกส่งมาจากระบบส่วนกลางก่อนเข้าสู่ถังเก็บน้ำของแต่ละอาคาร และน้ำหลังจากเข้าสู่ระบบถังเก็บน้ำ ที่จะแจกจ่ายยังส่วนต่างของแต่ละอาคาร แบ่งออกเป็น 10 จุด ได้แก่ WS-4 ก่อนน้ำเข้าสู่ถังเก็บน้ำของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี WS-5 หลังน้ำเข้าสู่ถังเก็บน้ำของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี WS-6 ก่อนน้ำเข้าสู่ถังเก็บน้ำของหอพักนักศึกษาหญิง WS-7 หลังน้ำเข้าสู่ถังเก็บน้ำของหอพักนักศึกษาหญิง WS-8 ก่อนน้ำเข้าสู่ถังเก็บน้ำของอาคารเฉลิมพระเกียรติ WS-9 หลังน้ำเข้าสู่ถังเก็บน้ำของอาคารเฉลิมพระเกียรติ WS-10ก่อนน้ำเข้าสู่ถังเก็บน้ำของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม WS-11 หลังน้ำเข้าสู่ถังเก็บน้ำของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม WS-12 ก่อนน้ำเข้าสู่ถังเก็บน้ำของอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ และ WS-13 หลังน้ำเข้าสู่ถังเก็บน้ำของอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ดังภาพที่ 1)

วิธีการเก็บตัวอย่าง

ในการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อทำการวิเคราะห์ทางกายภาพ-เคมี ได้แก่ ความเป็นกรด–ด่าง ความขุ่น ปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ความกระด้าง คลอรีนตกค้าง และโลหะหนัก ได้แก่ เหล็ก ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุตัวอย่าง คือ ขวดโพลีเอทิลีนขนาด 1 ลิตร มีฝาปิดสนิท วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำจะทำการเปิดก๊อกน้ำทิ้งไว้ ประมาณ 3-5 นาที แล้วจึงกลั้วภาชนะที่เก็บตัวอย่างด้วยน้ำตัวอย่าง ประมาณ 2-3 ครั้ง แล้วทำการเก็บตัวอย่างน้ำ จะทำการเก็บรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ โดยการแช่ตัวอย่างที่อุณหภูมิประมาณ 4±1 องศาเซลเซียส ในส่วนของโลหะหนักจะทำการเติมกรดไนตริคเข้มข้น (HNO_3) 65% ปริมาตรอย่างน้อย 1.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน

สำหรับการเก็บตัวอย่างทางจุลชีววิทยา ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุตัวอย่างจะใช้ขวดแก้วสีชา ความจุประมาณ 150 มิลลิลิตร มีฝาจุกปิดสนิท ข้อควรระวังในการเก็บตัวอย่างทางจุลชีววิทยา คือ จะต้องใช้ไฟลนก๊อกน้ำ 1 นาที เพื่อเป็นการฆ่าเชื้อโรคหลังจากนั้นเปิดก๊อกน้ำทิ้งประมาณ 3-5 นาที แล้วจึงเก็บตัวอย่างน้ำ ระวังอย่าให้ปากขวดสัมผัสปลายก๊อกน้ำ แล้วเก็บรักษาสภาพตัวอย่างน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 4±1 องศาเซลเซียส นำตัวอย่างน้ำที่ได้ไปทำวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป โดยจะใช้วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตามหลักเกณฑ์ของ กรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2553) ดังตารางที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำประปา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์และวิธีการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	วิธีการ
1. ความเป็นกรด-ด่าง	pH meter
2. ความขุ่น	Turbidity meter
3. ของแข็งละลายทั้งหมด	กรองและการระเหยน้ำที่อุณหภูมิ 103-105°C
4. ความกระด้าง	ไตเตรทด้วย EDTA
5. คลอรีนตกค้าง	Iodometric
6. เหล็ก	เครื่องAtomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ใช้รุ่นShimadzu AA-6200 WizAArd Software
7. โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด	Most probable number (MPN)

ผลการวิจัย

จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ระหว่างเดือนกันยายน-พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 แสดงผลดังตารางที่ 2 พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) และค่าความกระด้างของน้ำประปาทั้ง 3 เดือน มีค่าอยู่ในช่วง 6.57–7.87, 74.0-284.0 และ 90- 156 มก./ล. ตามลำดับ เมื่อนำผลที่ได้ เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคจะพบว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทุกจุด

ค่าความขุ่น มีค่าอยู่ในช่วง 1.69-9.79 NTU เมื่อนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาค พบว่า มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานในบางจุดดังนี้ เดือนกันยายนมีเพียง 1 จุด คือ WS-7 เดือนตุลาคมคือ WS-2 WS-12 และสำหรับเดือนพฤศจิกายนคือ WS-2 WS-3 WS-4 WS-5 WS-7 และ WS-12

คลอรีนตกค้าง คือ ปริมาณของคลอรีนที่หลงเหลืออยู่ในน้ำประปา ณ ขณะนั้นๆ เป็นค่าที่มีความสำคัญเนื่องจากคลอรีนจะถูกใช้ในการฆ่าเชื้อโรคต่างๆ ที่เกิดการปนเปื้อนในระบบและระหว่างการส่งจ่ายน้ำ ซึ่งจากการตรวจวัดจะพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.18-1.42 มก./ล. เนื่องจากค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ไม่มีค่ามาตรฐานของคลอรีนตกค้าง แต่มีค่าแนะนำสำหรับค่าของคลอรีนตกค้างในน้ำประปาจากปลายท่อควรมีค่า 0.2-0.5 มก./ล. ในส่วนของระบบผลิตน้ำประปาควรมีค่ามากกว่า 0.5 มก./ล. (ทวีศักดิ์ วังไพศาล, 2554)

เหล็ก มีค่าอยู่ในช่วง 0.02-1.83 มก./ล. เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาค พบว่า ส่วนใหญ่มีค่าเกณฑ์เกินมาตรฐาน มีเพียงบางจุดเท่านั้นที่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ เดือนกันยายน คือ WS-3 WS-7 WS-8 และ WS-13 สำหรับเดือนตุลาคมและเดือนพฤศจิกายนมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานทุกจุด

สำหรับโคลิฟอร์มแบคทีเรีย พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 7-1,100 MPN/100 มล. ซึ่งมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานในทุกจุด

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) ระหว่างเดือน กันยายน-พฤศจิกายน พ.ศ. 2557

หมายเหตุ : *เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาสวนภูมิภาค (การประปาสวนภูมิภาค, 2550)

จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	ความเป็นกรด-ด่าง			ความขุ่น(NTU)			ของแข็งละลายทั้งหมด (มก./ล.)			ค่าความกระด้าง (มก./ล.)			คลอรีนตกค้าง (มก./ล.)			เหล็ก (มก./ล.)			โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/100 มล.)		
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ก.ย.	ต.ค.	ก.ย.	ก.ย.	ต.ค.	ก.ย.	ก.ย.	ต.ค.	ก.ย.	ก.ย.	ต.ค.	ก.ย.
WS-1	6.57	6.58	6.60	1.84	1.69	1.74	208	130	134	156	138	109	1.07	1.42	1.24	1.56	1.54	1.83	43	28	43
WS-2	7.65	7.07	7.08	4.48	7.67	8.47	178	108	118	128	109	102	0.53	0.53	0.36	0.49	0.59	0.89	43	120	93
WS-3	7.03	7.51	7.25	2.49	7.08	5.86	228	122	158	120	96	96	0.36	0.36	0.78	0.02	0.55	0.71	75	93	23
WS-4	7.42	7.66	7.64	3.92	8.64	5.89	184	102	152	144	115	102	0.18	0.53	0.71	0.41	0.70	0.74	460	150	93
WS-5	7.45	7.32	7.37	4.02	9.63	9.76	170	98	132	136	109	102	0.53	0.18	0.53	0.58	0.69	0.97	210	9	240
WS-6	7.20	7.48	7.43	4.89	9.79	4.78	216	104	134	124	112	109	0.71	0.89	0.36	0.46	0.86	0.74	20	23	20
WS-7	7.05	7.50	7.41	5.08	9.74	6.89	222	74	138	120	109	93	0.53	0.53	0.18	0.06	0.80	0.62	7	23	28
WS-8	7.77	7.36	7.41	3.58	9.16	4.65	284	128	180	120	102	112	0.71	0.89	0.53	0.07	0.83	0.82	150	460	43
WS-9	7.15	7.56	7.43	4.31	8.84	3.23	216	148	156	132	90	99	0.36	0.36	0.89	0.45	0.67	0.63	434	23	75
WS-10	7.29	7.31	7.38	3.86	8.28	3.42	226	116	134	144	102	99	0.18	0.18	0.53	0.41	0.79	0.97	1,100	1,100	1,100
WS-11	7.33	7.28	7.47	4.2	7.75	2.99	178	132	160	128	93	93	0.36	0.53	0.53	1.26	0.78	0.89	460	240	75
WS-12	7.74	7.63	7.56	3.4	6.63	9.67	178	92	118	128	102	99	0.71	0.71	0.36	0.34	0.48	0.90	150	75	93
WS-13	7.76	7.75	7.87	3.56	4.78	2.87	194	112	166	116	102	99	0.53	0.89	0.71	0.30	0.39	0.68	93	93	23
*เกณฑ์มาตรฐาน	6.5-8.5			5			600			300			-			0.3			ไม่พบ		

ค่าที่แนะนำสำหรับค่ามาตรฐานคลอรีนตกค้างของน้ำประปาจากปลายท่อ คือ 0.2-0.5 มก./ล. และที่ระบบผลิตน้ำประปาควรมีค่ามากกว่า 0.5 มก./ล. (ทวีศักดิ์ วังไพศาล. 2554)

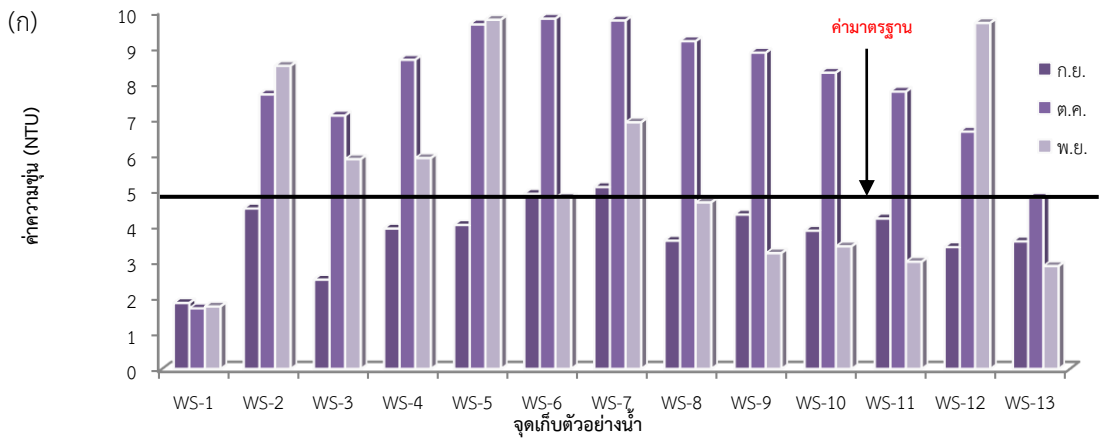
อภิปรายผลการวิจัย

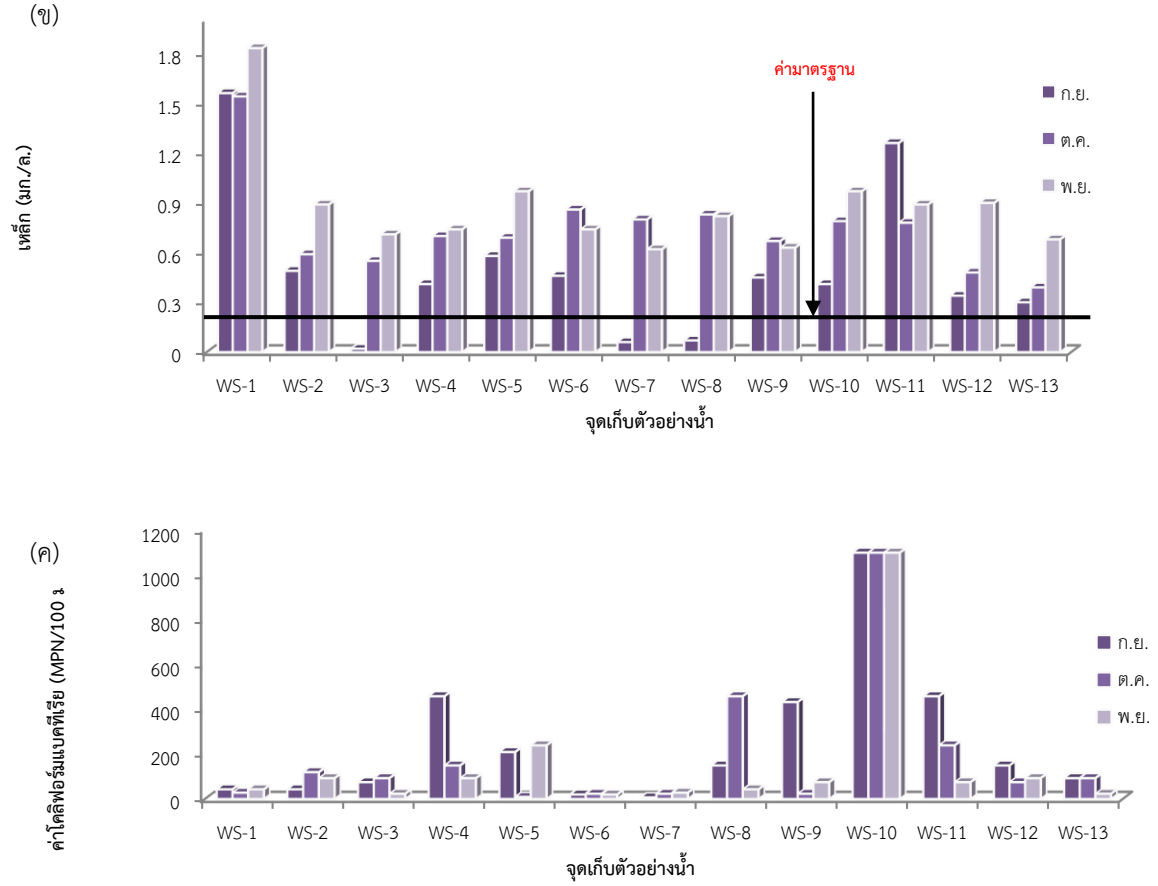
จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) ผลของการวิจัยพบว่า พารามิเตอร์ที่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าของแข็งละลายทั้งหมด และค่าความกระด้าง สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ในแหล่งน้ำดิบ มีค่าต่ำกว่าจุดอื่น โดยมีค่าเป็นกรดอ่อน ๆอาจเกิดจากน้ำดิบเป็นน้ำที่สูบขึ้นมาจากน้ำใต้ดิน ซึ่งมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงเนื่องจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อยู่ในดิน จึงทำให้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าต่ำ แต่เมื่อน้ำผ่านเข้าสู่ระบบผลิตน้ำประปาน้ำ จะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง สูงขึ้น อาจเกิดจากการที่น้ำได้สัมผัสกับอากาศ ซึ่งเป็นกระบวนการในการกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์จากน้ำใต้ดิน (ศูนย์วิจัยและส่งเสริมการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่, 2556) อย่างไรก็ตามน้ำทุกจุดที่ทำการตรวจวัดยังมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

สำหรับพารามิเตอร์ที่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค ได้แก่ ความขุ่น โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด และ เหล็ก แสดงดังรูปที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบค่าความขุ่น ณ จุดต่าง ๆ จากรูปที่ 2 (ก) จะพบว่า ในแหล่งน้ำดิบ มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งเกิดจากน้ำที่ซึมผ่านลงไปสู่ใต้ดินนั้น ได้ผ่านกระบวนการกรองของชั้นหินต่างๆ จึงทำให้น้ำใส (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล, 2558) แต่เมื่อน้ำดิบผ่านเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำประปา กลับพบว่าน้ำประปาที่ได้ มีค่าความขุ่นสูงขึ้น ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจาก ในกระบวนการกำจัดเหล็กจะมีการเติมอากาศเพื่อทำให้ออกซิเจนในอากาศทำปฏิกิริยากับเหล็กที่ละลายอยู่ในน้ำ ให้เปลี่ยนรูปเป็นผลึกที่ไม่ละลายน้ำ แล้วกำจัดตะกอนเหล็กออกด้วยวิธี การกรอง (วชิราวุฒิ อุไรวรรณ และคณะ, 2556) ซึ่งในระบบการกรองของมหาวิทยาลัย ฯ นั้น ไม่สามารถกำจัดตะกอนเหล็กออกไปได้หมด จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำขุ่นได้

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเหล็ก ณ จุดต่าง ๆ รูปที่ 2 (ข) พบว่า ในแหล่งน้ำดิบ มีค่าสูงที่สุด เพราะ เหล็กในแหล่งน้ำใต้ดินจะอยู่ในรูปของ เฟอร์รัสไบคาร์บอเนต ($Fe(HCO_3)_2$) ซึ่งละลายน้ำ แต่เมื่อนำขึ้นมาจากใต้ดินและให้สัมผัสกับออกซิเจนในอากาศ จะเกิดเป็นตะกอน เฟอร์ริคไฮดรอกไซด์ ($Fe(OH)_3$) ที่มีสีเหลืองแดง ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ สภาพน้ำใต้ดินในธรรมชาติ มักมีเหล็กในปริมาณสูง (กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2555) แต่เมื่อน้ำดิบผ่านเข้าสู่กระบวนการผลิตน้ำประปา กลับพบว่า เหล็กมีค่าที่เกินเกณฑ์มาตรฐาน สาเหตุอาจเกิดจากระบบผลิตน้ำประปาไม่มีประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็กได้ดีพอจึงมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงระบบดังนี้ ควรมีการปรับปรุงระบบกรอง เช่น เปลี่ยนทรายกรอง เนื่องจากใช้มาเป็นเวลานานมากอาจทำให้ประสิทธิภาพการกรองน้ำไม่ดีเท่าที่ควร

เมื่อเปรียบเทียบค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด รูปที่ 2 (ค) พบว่า ทุกจุดเก็บตัวอย่างน้ำมีค่าโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด เกินเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งในน้ำไม่ควรตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย สำหรับโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดมีอยู่ 2 ชนิด คือ 1. ฟีคัลโคลิฟอร์ม พวกนี้อาศัยอยู่ในลำไส้ของคน และสัตว์เลือดอุ่น ถูกขับถ่ายออกมากับอุจจาระ 2. นอลฟีคัลโคลิฟอร์ม พวกนี้อาศัยอยู่ในดิน และ พืชมีอันตรายน้อยกว่าพวกแรก ใช้เป็นแบคทีเรียที่บงชี้ถึงความไม่สะอาดของน้ำได้ โดยจุดที่ตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียมากที่สุด คือจุด ก่อนน้ำเข้าสู่ถังเก็บน้ำของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (WS-10) สาเหตุอาจเกิดจากระบบท่อส่ง-จ่ายน้ำที่มีการแตกหรือชำรุด ทำให้เกิดการปนเปื้อนของน้ำ ดังนั้นจึงควรมีการตรวจสอบระบบท่อต่างๆ ว่าไม่มีการแตกหรือชำรุด มีการล้างถังเก็บน้ำต่างๆ ซึ่งอาจเป็นแหล่งสะสมของแบคทีเรียต่างๆ ได้ และควรตรวจสอบการทำงานของคลอรีน เนื่องจากในการตรวจวัดนั้นพบค่าคลอรีนในน้ำประปาทุกจุด แต่ในขณะเดียวกันก็ยังพบปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในปริมาณที่สูง





หมายเหตุ ค่ามาตรฐานของโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ในน้ำควรไม่พบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ภาพที่ 2 คุณภาพน้ำประปาที่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานของพารามิเตอร์ (ก) ความขุ่น (ข) เหล็ก (ค) โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด (เส้นทึบ หมายถึง เกณฑ์มาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค)

นอกจากนี้จากงานวิจัยของ วชิราวุฒิ อุไรวรรณ และคณะ (2556) ที่ผ่านมาได้ทำการประเมินศักยภาพระบบประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) พบว่าค่าคุณภาพน้ำ ได้แก่ ความขุ่น เหล็ก และโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานเช่นกัน จากผลการศึกษาดังกล่าวจึงมีข้อเสนอแนะดังนี้ ควรมีการตรวจคุณภาพน้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) ทุก ๆ 6 เดือนควรมีการปรับปรุงระบบการกรองน้ำ และระบบการกำจัดเหล็กในน้ำดิบ เนื่องจากระบบการดังกล่าวไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และควรมีการตรวจสอบการชำรุดเสียหายระบบท่อ มีการล้างทำความสะอาดถังพักน้ำหรือถังเก็บน้ำ เพื่อไม่ให้เกิดการสะสมของเชื้อโรคและตะกอนต่างๆ ที่อาจเป็นสาเหตุทำให้น้ำประปาขุ่น และมีสิ่งปนเปื้อนในน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้น้ำประปาไม่ได้มาตรฐาน

สรุปผลการวิจัย

จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) ระหว่างเดือนกันยายน-พฤศจิกายน พ.ศ. 2557โดยทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปาทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา พบว่ามีพารามิเตอร์ที่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของการประปาส่วนภูมิภาค ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของแข็งละลายได้ทั้งหมดความกระด้าง ค่าอยู่ในช่วง 6.57–7.87, 92.0-284.0 มก./ล. และ 90- 156มก./ล.ตามลำดับและมีพารามิเตอร์ที่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ ค่าความขุ่น เหล็ก และโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 1.69-9.79 NTU, 0.02-1.83 มก./ล. และ 7-1,100 MPN/100 มล. ตามลำดับ ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงระบบผลิตน้ำประปาให้มี

ประสิทธิภาพ เพื่อทำให้น้ำประปาที่ผลิตได้ มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และไม่กระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้ใช้น้ำภายในมหาวิทยาลัย ฯ

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ อบรมสั่งสอน และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

ขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สาขาวิชาเคมี ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ได้ให้ความช่วยเหลือทางด้านอุปกรณ์ สารเคมี ตลอดจนคำแนะนำต่างๆ ในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

การประปาส่วนภูมิภาค. (2550). **มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค**, 25 สิงหาคม 2557. http://www. pwa.co.th

การประปานครหลวง. (2551). **ความกระด้างของน้ำ**, 20 มกราคม 2558. http://202.129.59.73/tn/ october08/ water% 20 Hardness.htm.

กลุ่มงานเคมีส่วนวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์สำนักวิจัยและพัฒนา. (2550). **คู่มือปฏิบัติงานการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.** 30 สิงหาคม 2557. http://kmcenter.rid.go.th/kcresearch/km/

กรมควบคุมมลพิษ. (2553). **พ.ร.บ. กฎหมาย และมาตรฐานที่เกี่ยวกับการควบคุมมลพิษ**. 31 สิงหาคม 2557 http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล. (2558). **น้ำบาดาลน่ารู้.** 20 มกราคม 2558. http://www.dgr.go.th/service/knowledge.htm

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2555). **โครงการศึกษาเพิ่มประสิทธิภาพของระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำบาดาล**. 24 กุมภาพันธ์ 2558. file:///D:/pdf5303.1.pdf

โกมล ศิวะบวร. (2523). **การประปาเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ. ธนะการพิมพ์

ทวีศักดิ์ วังไพศาล. (2554). **วิศวกรรมการประปา.** กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ผุสดี มุหะหมัด. (2552). **เหล็กในน้ำ.** 5 กันยายน 2557.https://www.gotoknow.org/posts/309612

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2558). **ความกระด้างของน้ำ.** 15 กุมภาพันธ์ 2558. http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2006/water-hardness

วชิราวุฒิ อุไรวรรณ พัธรพงศ์ เมฆดี พิชญ์ เบจวรเดชกุล และ ณัฐพงษ์ กันยาประสิทธิ์. (2556**). การประเมินศักยภาพระบบประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว).** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

ศูนย์วิจัยและส่งเสริมการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่. (2556). **คำนิยามดัชนีคุณภาพน้ำ.** 4 มีนาคม 2558. http://www.softwarethai.co.th/waterreusecenter/index.php?option=com_content&view=article&id=99%3A2013-06-17-06-18-44&catid=14%3Agis&Itemid=21

การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในลำน้ำเข็กภายหลังการขยายผิวจราจรบนถนนหมายเลข 12
Changed of water quality in Kek river after expanding surfaceon road number12

วรัญญา อุปสอด และ สุขสมาน สังโยคะ*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: suksaman@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณภาพของลำน้ำเข็ก ช่วงบริเวณเส้นทางถนนหมายเลข 12 (พิษณุโลก-หล่มสัก) ภายหลังการขยายพื้นผิวจราจร โดยเก็บตัวอย่างน้ำทั้งสิ้น 3 เดือน คือพฤศจิกายน ธันวาคม พ.ศ. 2557 และมกราคม พ.ศ. 2558 จาก 5 สถานีตรวจวัด จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิของน้ำมีค่าเท่ากับ 25.77±2.05 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7.23±0.14 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) มีค่าเท่ากับ 7.10± 0.58 มก./ล. ความต้องการออกซิเจนทางชีวภาพ (BOD) มีค่าเท่ากับ 1.32±0.27 มก./ล. และปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) เท่ากับ 73.62±98.06 มก./ล. เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินพบว่าคุณภาพน้ำในลำน้ำเข็กอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 และเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในปัจจุบันกับปีที่ยังไม่มีการขยายพื้นผิวจราจรและปีที่กำลังดำเนินการก่อสร้างเพื่อการขยายพื้นผิวจราจรในช่วงเวลาเดียวกันพบว่าค่า pH และ DO ของน้ำในลำน้ำเข็กในปัจจุบันกับช่วงก่อนการขยายผิวจราจรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ค่า pH และค่า BOD ในลำน้ำเข็กในปัจจุบันกับช่วงระหว่างการก่อสร้างเพื่อขยายผิวจราจร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ : การเปลี่ยนแปลง คุณภาพน้ำ แม่น้ำเข็ก ผิวจราจร

Abstract

This research is to study the quality of water in Kek river near the road number 12 (Phitsanulok-Lomsak) after an extended road surface. Water samples were collected in 3 months including November, December 2014 and January 2015 from five monitoring stations. The study found that the water temperature was 25.77±2.05 °C, pH was 7.23 ± 0.14, total solids contents (TS) were 73.62 ± 98.06 mg/L, dissolved oxygen in the water (DO) was 7.10 ± 0.58 mg/L and the biological oxygen demand (BOD) was 1.32±0.27 mg/L, respectively. When compared the water quality of Kek river with the surface water quality standards of the Enhancement and Conservation of National Environmental Quality B.E. 1992, we found that the quality of Kek river is in a category 2 of the surface water quality standard. In addition, when compared the water quality in the present with the year before the extended road surface and year under construction of the extension the road surface at the same time the data shown that the current pH and Do in the water of Kek river were significantly difference at the 0.05 level with the time does not extended road surface. The pH and the BOD of water in Kek river presently and under construction on road surface were significant difference at the 0.05 level.

keywords : change, water quality, Kek river, road surface

บทนำ

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เนื่องจากเป็นองค์ประกอบสำคัญของเซลล์มีความจำเป็นต่อหน้าที่และการทำงานของสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้น้ำยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตอันเป็นองค์ประกอบในระบบนิเวศ มนุษย์นำน้ำมาใช้เพื่อการบริโภคและอุปโภคในกิจกรรมต่าง ๆ เป็นเวลานานแล้วน้ำที่นำมาใช้แล้วจะมีคุณภาพที่เปลี่ยนแปลงไป การขาดการวางแผนในเรื่องการใช้และอนุรักษ์แหล่งน้ำอาจก่อให้เกิดปัญหาทางสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ตามมาเช่น ปัญหาน้ำเน่าเสีย เป็นต้น (นัสรียา หมีนหวัง, 2555)

ปัญหาการเสื่อมโทรมของน้ำ เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ทั้งภาคการเกษตร บ้านเรือนที่อยู่อาศัย และภาคอุตสาหกรรม โดยการเน้นการสร้างรายได้ ส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรเพื่อผลิตและดำรงชีพ ซึ่งการใช้ทรัพยากรจะทำให้เกิดการปลดปล่อยของเสียออกสู่สิ่งแวดล้อม การตรวจสอบคุณภาพของแหล่งน้ำหรือเฝ้าระวังคุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้ทราบว่าบริเวณใดมีปัญหาการปนเปื้อนของมลพิษในแหล่งน้ำ ซึ่งจะนำไปสู่การค้นหาสาเหตุหรือแหล่งกำเนิดมลพิษ เพื่อที่จะหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือลดผลกระทบที่เกิดจากมลพิษในแหล่งน้ำนั้นต่อไป (เอกพล ฉิ้มพงษ์, 2553)

ลำน้ำเข็กเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่กำเนิดจากเทือกเขาเพชรบูรณ์ ไหลผ่านอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง จนเมื่อไหลผ่านอำเภอวังทองจึงเปลี่ยนชื่อเป็นแม่น้ำวังทอง และไปรวมกับแม่น้ำน่านที่อำเภอบางกระทุ่ม เป็นลำน้ำที่ขนานอยู่กับเส้นทางสาย 12 (พิษณุโลก-หล่มสัก) ในพื้นที่ลำน้ำมีการใช้ประโยชน์จากลำน้ำเข็กในด้านการเกษตรกรรม มีการจับสัตว์น้ำในลำน้ำเพื่อบริโภคและยังมีสถานที่ท่องเที่ยวตลอดลำน้ำ เนื่องจากในช่วง 2 ปีที่ผ่านมามีโครงการเร่งรัดขยายถนนของสายประธานให้เป็น 4 ช่องจราจร (ทางหลวงหมายเลข12 สายพิษณุโลก-อำเภอหล่มสัก) ของกรมทางหลวง การขยายถนนจะทำให้การจราจรสะดวกและมีประชาชนมาใช้เส้นทางเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในลำน้ำเข็ก จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยสนใจสนใจที่จะศึกษาคุณภาพของน้ำในลำน้ำเข็กในปัจจุบัน เพื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำก่อนการขยายถนน และระยะเวลาที่มีการขยายถนนเป็น 4 ช่องจราจร ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวางแผนบริหารจัดการทรัพยากรน้ำของลำน้ำเข็ก ซึ่งเป็นแม่น้ำสาขาสำคัญของแม่น้ำน่าน และเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญในเขตพื้นที่จังหวัดพิษณุโลกอีกด้วย

วิธีดำเนินการศึกษา

พื้นที่การศึกษา

ตารางที่ 1 พื้นที่ศึกษาของลำน้ำเข็กทั้ง 5 จุด

จุดเก็บตัวอย่าง	พิกัดที่ตั้ง		พื้นที่
	E	N	
ST1	0690907	1866814	เส้นทางหมายเลข 12 แยกบ้านแยง
ST2	0686755	1863182	น้ำตกปอย ถนนหมายเลข 12 กม.60 อ.วังทอง
ST3	0673843	1865573	น้ำตกแก่งซอง ถนนหมายเลข 12 กม.45 อ.วังทอง
ST4	0663049	1862018	น้ำตกสกุโณทยาน ถนนหมายเลข 12 กม.33 อ.วังทอง
ST5	0652541	1860439	สะพานวังครุฑ ต.วังทองอ.วังทอง

วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

เก็บตัวอย่างน้ำจากลำน้ำเข็ก ในช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 3 เดือน โดยทำการเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง ทำการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ซึ่งภาชนะที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง คือ ขวดโพลีเอทิลีน ซึ่งเป็นขวดพลาสติกขนาด 1 ลิตร มีฝาปิดสนิท การรักษาสภาพน้ำตัวอย่าง โดยทำการรักษาไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 4 °C ส่วนการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ทำการเก็บโดยใช้ขวดบีโอดี (ขนาดมาตรฐาน 300 มิลลิลิตร) เติมสารเพื่อตรึงแก๊สออกซิเจนกับน้ำตัวอย่างทันทีที่เก็บ และเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 4 °C นอกจากนี้การเก็บตัวอย่างน้ำจะกลั้วภาชนะที่เก็บด้วยน้ำตัวอย่างก่อนประมาณ 2-3 ครั้ง (นิพนธ์ ตังคณานุรักษ์ และ คณิตา ตังคณานุรักษ์ ,2555)

ตารางที่ 2 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

พารามิเตอร์	วิธีการ/อุปกรณ์	อ้างอิง
อุณหภูมิ (Temperature)	เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) ทำการตรวจวัด ณ จุดเก็บตัวอย่าง	เทอร์โมมิเตอร์ รุ่น 903
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	เครื่องมือวัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำภาคสนาม ทำการตรวจวัด ณ จุดเก็บตัวอย่าง	เครื่อง pH pen ยี่ห้อ Adwa รุ่น ADWA AD12
ปริมาณออกซิเจนละลายที่ละลายในน้ำ (DO)	Azide Modification	สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2540
ความต้องการออกซิเจนทางชีวภาพ(BOD)	Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ติดต่อกัน	สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย , 2540
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solid)	กรองและการระเหยน้ำที่อุณหภูมิ 103-105°C	สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย , 2540

ผลการวิจัย

ตารางที่ 3 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในลำน้ำเข็ก

จุดเก็บตัวอย่าง	อุณหภูมิ (°C)			ความเป็นกรด ด่าง (pH)			DO (มก./ล.)			BOD (มก./ล.)			ปริมาณของแข็งทั้งหมด (มก./ล.)		
	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค
ST1	24.5	24	22	7.27	7.43	7.08	7.6	7.2	7.8	1.6	1.05	1.15	24.5	24	22
ST2	26	27	24	7.22	7.21	7.07	8	7.2	7.3	1.25	1.15	1.3	26	27	24
ST3	28	27.5	23.5	7.36	7.49	7.25	7.3	7	7.5	1.15	1.4	1.5	28	27.5	23.5
ST4	27	26	23	7.36	7.23	7.26	7	6.8	7	1.1	1	1.05	27	26	23
ST5	29	28	27	7.14	7.01	7.01	6	6.5	6	1.65	2	1.5	29	28	27
เกณฑ์มาตรฐาน*	20-35**			5-9			6			1.5			-		

*เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 มาตรา 32 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ 2535

**เกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำธรรมชาติของประเทศไทย

ตารางที่ 3 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในลำน้ำเข็กระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 พบว่าอุณหภูมิทั้ง 3 เดือน อยู่ในช่วง 23-29 °C มีค่าเฉลี่ย 25.77±2.05 °C มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำธรรมชาติของประเทศไทยทุกจุดเก็บตัวอย่าง ค่าความเป็นกรด-ด่างทั้ง 3 เดือน อยู่ในช่วง 7.01-7.49 มีค่าเฉลี่ย 7.23±0.14 มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 มาตรา 32 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ทุกจุดเก็บตัวอย่าง ค่า DO ในน้ำทั้ง 3 เดือน อยู่ในช่วง 6-8 มก./ล. มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ7.10± 0.58 มก./ล. มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 มาตรา 32 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ทุกจุดเก็บตัวอย่าง ค่า BOD ทั้ง 3 เดือน อยู่ในช่วง 1-2 มก./ล. มีค่าเฉลี่ย 1.32±0.27 มก./ล. มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ ผิวดินประเภทที่ 2 มาตรา 32 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ทุกจุดเก็บตัวอย่าง ยกเว้นเดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคมของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (สะพานวังครุฑ ต.วังทอง อ.วังทอง) ที่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ปริมาณของแข็งทั้งหมดทั้ง 3 เดือน อยู่ในช่วง 8-421 มก./ล. มีค่าเฉลี่ย 73.62±98.06 มก./ล.

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณภาพน้ำของลำน้ำเข็ก ช่วงบริเวณเส้นทางถนนหมายเลข 12 (พิษณุโลก-หล่มสัก) จากสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด ลักษณะของพื้นที่แต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีลักษณะดังนี้ คือ

1. จุดที่ 1 (ST1) เส้นทางหมายเลข 12 แยกบ้านแยงพื้นที่อยู่สูงกว่าจุดอื่น ๆ ริมลำน้ำและกลางลำน้ำมีก้อนหินขนาดใหญ่ลักษณะเป็นแก่ง น้ำในลำน้ำไหลตลอดเวลา การไหลของน้ำค่อนข้างเร็ว น้ำมีสีใส มีต้นไม้ขนาดใหญ่ขึ้นอยู่ริมลำน้ำ ไม่มีพื้นที่เกษตรและชุมชน

2. จุดที่ 2 (ST2) น้ำตกปอย ตั้งอยู่ในเขตชุมชน น้ำตกปอย มีความกว้างเกือบ 200 เมตร สูงราว10 เมตร ตั้งอยู่กลางชุมชนทั้งสองฝั่งลำน้ำเข็ก การไหลของน้ำนิ่ง น้ำมีสีใส ไม่พบพืชน้ำ มีต้นไม้ขนาดใหญ่ขึ้นอยู่ริมลำน้ำ มีพื้นที่เกษตรกรรม มีการใช้ประโยชน์จากลำน้ำในด้านการจับสัตว์น้ำ และการเกษตร

3. จุดที่ 3 (ST3) น้ำตกแก่งซอง มีความกว้างโดยประมาณ 150 เมตร สูงราว10 เมตร ตัวน้ำตกไหลผ่านแก่งและโขดหินน้อยใหญ่มีการวางตัวของแก่งหินขนาดใหญ่ขวางกลางทางไหลของลำน้ำเข็ก การไหลของน้ำค่อนข้างนิ่ง มีร้านอาหารอยู่บริเวณรอบ ๆ ตัวน้ำตก การใช้ประโยชน์ของลำน้ำจึงเน้นด้านการท่องเที่ยว

4. จุดที่ 4 (ST4) น้ำตกสกุโณทยาน น้ำตกขนาดเล็กที่ไหลจากหน้าผาสูง ประมาณ 10 เมตร กว้างประมาณ 60 เมตร ตั้งอยู่ในสวนพฤกษศาตร์สกุโณทยาน น้ำมีสีใส การไหลของน้ำค่อนข้างแรง มีโขดหินน้อยใหญ่ เรียงตัวขวางกั้นลำน้ำ มีต้นไม้ขนาดใหญ่ขึ้นอยู่ริมน้ำ

5. จุดที่ 5 (ST5) สะพานวังครุฑ อ.วังทองลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบ ไม่มีโขดหินขวางกั้นลำน้ำ ริมลำน้ำเป็นดินเหนียวน้ำมีสีน้ำตาล (ตะกอนดิน) ไม่พบพืชน้ำ เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ริมน้ำมีการปลูกผัก มีการใช้ปุ๋ยและสารกำจัดศัตรูพืช พื้นที่ชุมชนมีการปล่อยของเสียจากชุมชนลงสู่แหล่งน้ำ พบขยะเล็กน้อย

ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในสถานที่เก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด พบว่า

อุณหภูมิของน้ำ (ภาพที่ 2) มีความผันแปรไปตามอุณหภูมิอากาศและลักษณะของสภาพพื้นที่อุณหภูมิน้ำในแต่ละจุดตรวจวัดทั้ง 5 สถานียังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำธรรมชาติของประเทศไทย (20–35 °C) โดยจุดที่ 5 มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด มีความผันแปรอยู่ในช่วงระหว่าง 23-29 °C จุดที่ 5 เป็นที่โล่งได้รับแสงเต็มที่ และอุณหภูมิอากาศสูง จึงเกิดการถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำอุณหภูมิน้ำจึงสูงขึ้น (สุรจิต สุขกันตะ, 2530) ส่วนจุดที่ 1 มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดเนื่องจากเป็นพื้นที่สูงมีต้นไม้ขนาดใหญ่ ตลอดจนมีการใช้พลังงานในกระบวนการคายระเหย อุณหภูมิอากาศและน้ำจึงต่ำและเปลี่ยนแปลงไม่มาก (พรรณวดี ธำรงหวัง และคณะ, 2542)

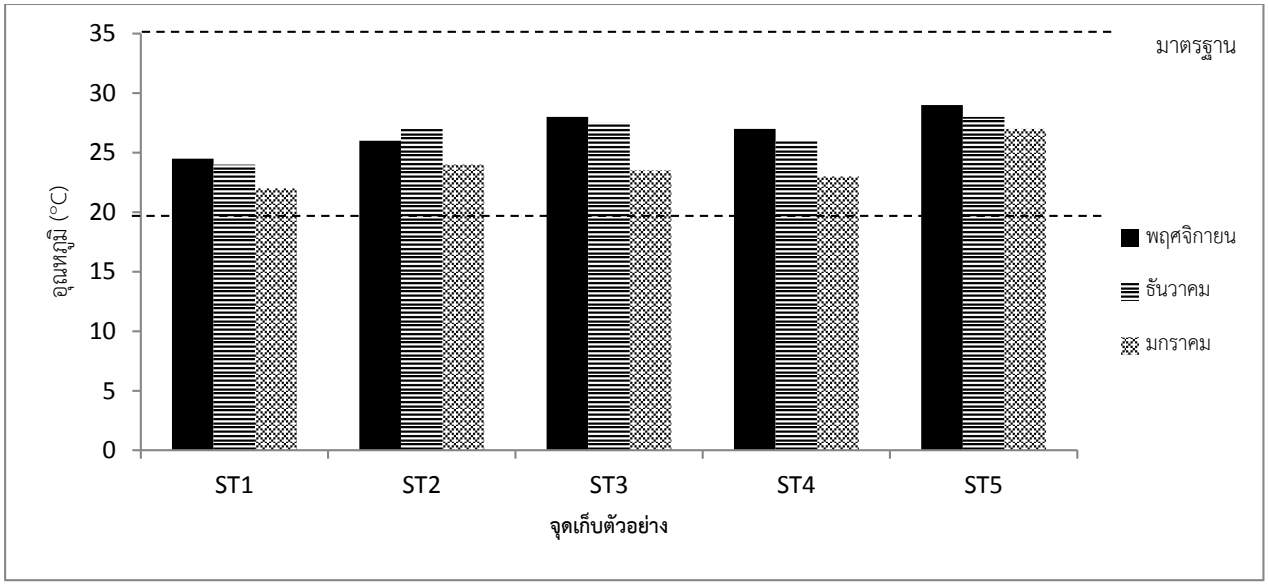
ค่า pH พบว่าทุกจุด (ภาพที่ 3) มีค่าใกล้เคียงกันมาก แต่จุดที่ 5 จะมีค่า pH ต่ำสุด เนื่องจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ที่มีการปล่อยน้ำเสียลงสู่ลำน้ำ และในเดือนมกราคมของทุกจุดเก็บตัวอย่าง ค่า pH จะลดลง เนื่องจากปริมาณฝนที่น้อยลง (พรรณวดี ธำรงหวังและคณะ, 2542)

ค่า DO ในน้ำทั้ง 3 เดือน พบว่าทั้ง 5 จุดตรวจวัดมีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 2 คือ ห้ามต่ำกว่า 6 มก./ล. (ภาพที่ 4) โดยจุดตรวจวัดที่ 1 จะมีค่า DO ในน้ำเฉลี่ยสูงสุด ส่วนจุดตรวจวัดที่ 5 จะมีค่า DO ในน้ำเฉลี่ยต่ำสุด เนื่องจากจุดที่ 1 มีก้อนหินขนาดใหญ่ลักษณะเป็นแก่ง น้ำในลำน้ำไหลตลอดเวลา การไหลของน้ำค่อนข้างเร็วมีต้นไม้หนาแน่นและเป็นที่สูง อากาศเย็น การระเหยของน้ำสู่บรรยากาศน้อย ทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำได้มาก ค่า DO จะลดลงตามเมื่อน้ำไหลผ่านชุมชนเนื่องจากมีการระบายน้ำเสียจากชุมชน (กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2532) สำหรับพื้นที่ที่มีค่า DO ต่ำสุดคือจุดที่ 5 เนื่องจากเป็นลำน้ำที่ตั้งอยู่ในเขตชุมชน มีการทำการเกษตรอยู่ริมน้ำจึงมีการชะล้างสารเคมี และมีน้ำที่เสียที่ปล่อยมาจากชุมชนลงสู่แหล่งน้ำ (กรรณิการ์ สิริสิงห์, 2525) นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลต่อค่า DO เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความต้องการออกซิเจนจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่ออกซิเจนที่ละลายน้ำจะน้อยลง (นิพนธ์ ตังคณานุรักษ์ และ คณิตา ตังคณานุรักษ์,2555)

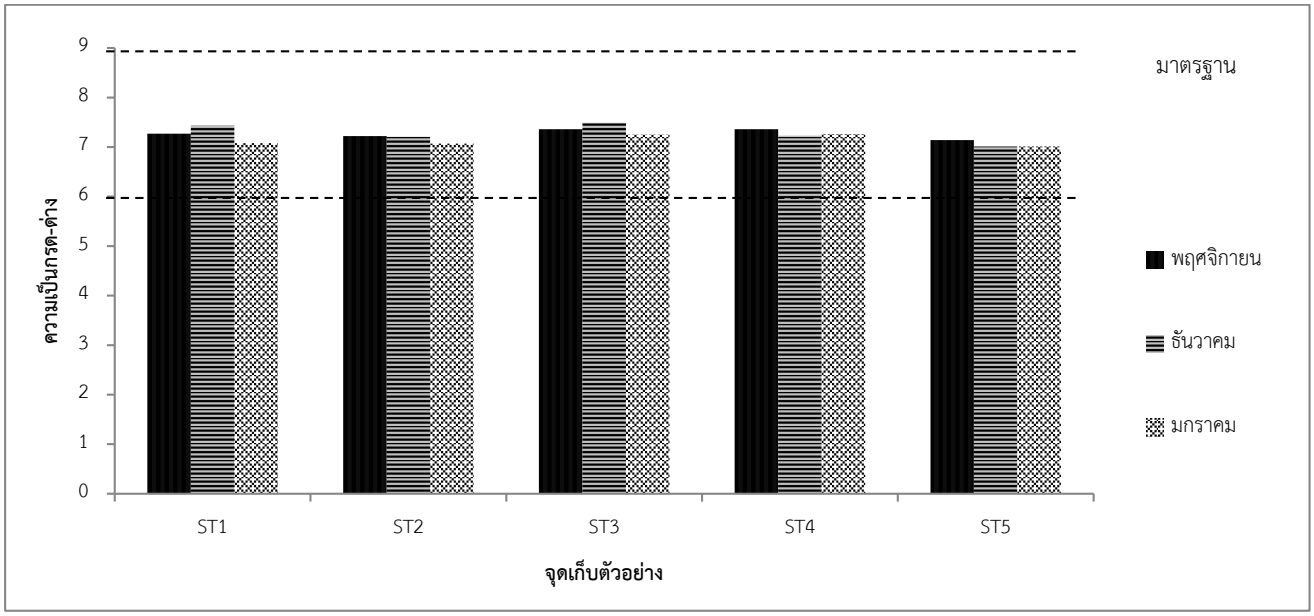
ค่า BOD (ภาพที่ 5) พบว่าค่าเฉลี่ยจุดตรวจวัดที่ 1-4 มีค่า BOD อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 2 คือไม่เกิน 1.5 มก./ล. แต่มีบางเดือนที่ค่า BOD สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานส่วนจุดตรวจที่ 5 อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 คือไม่เกิน 2 มก./ล. เนื่องจากจุดตรวจวัดที่ 5 ตั้งอยู่ในเขตชุมชน มีพื้นที่เกษตร ประกอบกับมีน้ำเสียจากแหล่งชุมชน ซึ่งส่วนใหญ่จัดเป็นสารอินทรีย์ ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ (นิพนธ์ ตังคณานุรักษ์ และ คณิตา ตังคณานุรักษ์,2555)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดพบว่า จุดตรวจที่ 5 มีค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงสุด (ภาพที่ 6) เนื่องจากปัจจัย 1) สภาพพื้นของจุดตรวจวัดที่มีลักษณะแตกต่างกัน โดยพื้นที่ริมฝั่งลำน้ำของจุดตรวจที่ 5 เป็นดินเหนียวการพังทลายลงสู่แหล่งน้ำ จึงเกิดขึ้นได้ง่ายกว่าจุดตรวจวัดอื่นที่ริมฝั่งลำน้ำเป็นก้อนหินขนาดใหญ่ 2) การใช้ประโยชน์ที่ดิน จุดตรวจวัดที่ 5 ตั้งอยู่ในเขต

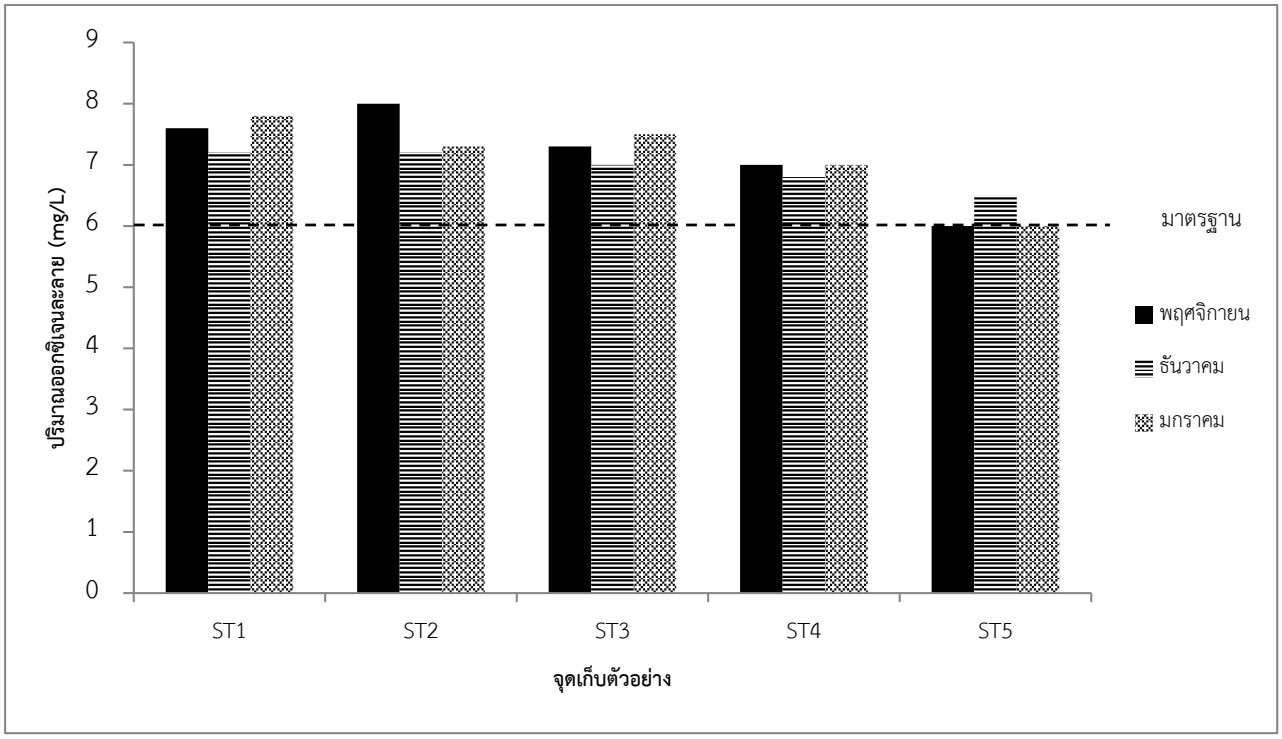
ชุมชน มีการสร้างบ้านเรือนที่อยู่อาศัย และมีการทำเกษตรริมฝั่งลำน้ำจึงมีการกำจัดวัชพืชส่งผลให้ดินบางส่วนตรงพื้นที่เกษตรถูกกัดเซาะและพังทลายลงสู่แหล่งน้ำ



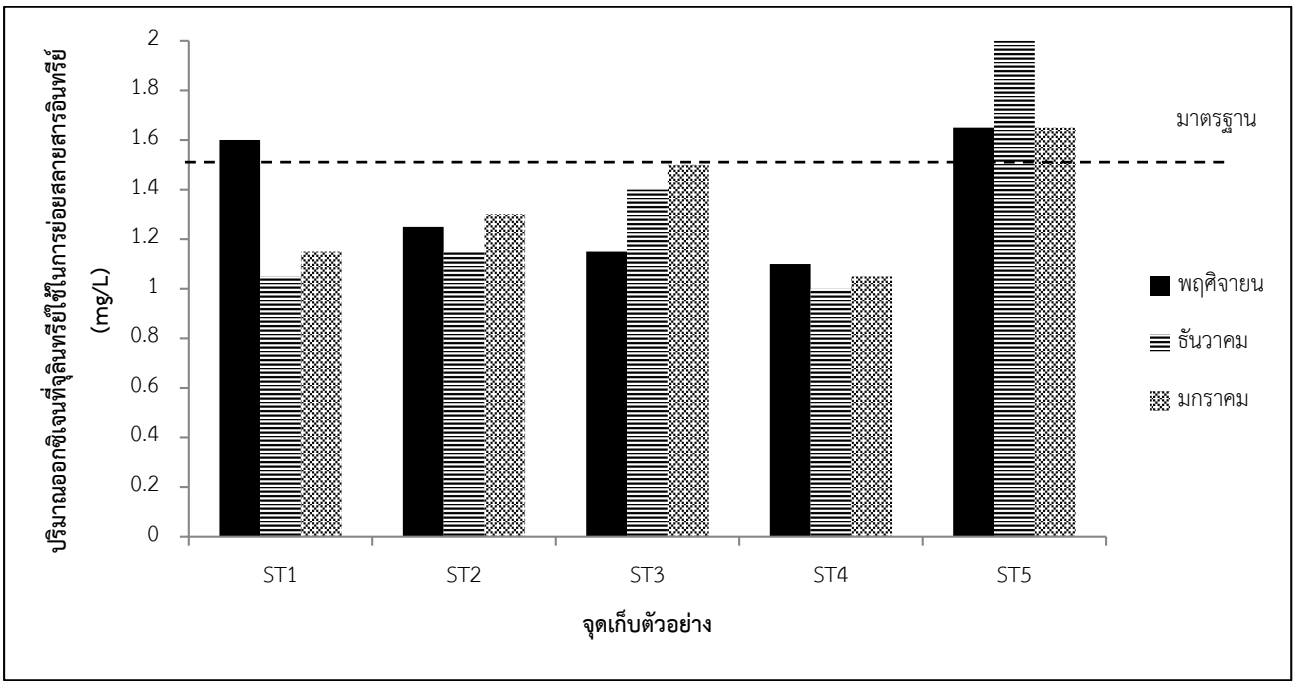
ภาพที่ 2 อุณหภูมิของลำน้ำเข็กระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม



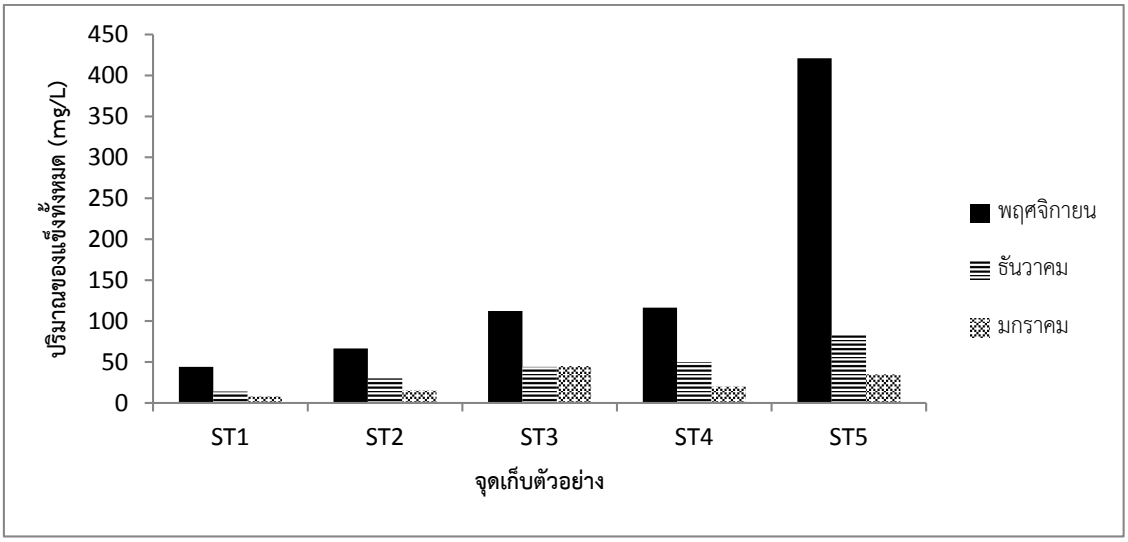
ภาพที่ 3 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของลำน้ำเข็กระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม



ภาพที่ 4 ปริมาณออกซิเจนละลายที่ละลายในน้ำของลำน้ำเข็กระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม



ภาพที่ 5 ความต้องการออกซิเจนทางชีวภาพของลำน้ำเข็กระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม



ภาพที่ 6 ปริมาณของแข็งทั้งหมดของลำน้ำเข็กระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมกราคม

เปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติ วัดโดยการใช้ค่าทางสถิติ one – way Anova ของแต่ละค่าพารามิเตอร์ (ตารางที่ 4) โดยเปรียบเทียบ 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงก่อนขยายพื้นผิวจราจร ช่วงระหว่างก่อสร้างพื้นผิวจราจร ซึ่งเป็นข้อมูลย้อนหลังที่ได้จากสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3 และช่วงหลังการขยายพื้นผิวจราจร (ข้อมูลจากการศึกษาทดลอง)

พบว่า ค่า pH ของช่วงก่อนขยายพื้นผิวจราจร ช่วงระหว่างก่อสร้างพื้นผิวจราจร และช่วงหลังการขยายพื้นผิวจราจร แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ การก่อสร้างขยายพื้นผิวจราจรไม่มีผลต่อคุณภาพของลำน้ำเข็กในด้านอุณหภูมิและปริมาณของแข็งทั้งหมด ของช่วงก่อนขยายพื้นผิวจราจร ช่วงระหว่างก่อสร้างพื้นผิวจราจร และช่วงหลังการขยายพื้นผิวจราจร ไม่แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% อุณหภูมิของน้ำช่วงก่อสร้างขยายพื้นผิวจราจรไม่มีผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของลำน้ำเข็กเพราะอุณภูมิของน้ำจะผันแปรไปตามอุณหภูมิอากาศและลักษณะของสภาพพื้นที่

ปริมาณของแข็งทั้งหมดของช่วงระหว่างก่อสร้างพื้นผิวจราจรไม่มีผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของลำน้ำเข็ก ค่า DO ในน้ำของช่วงระหว่างก่อสร้างพื้นผิวจราจร และช่วงหลังการขยายพื้นผิวจราจร แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับช่วงก่อนการขยายพื้นผิวจราจร ค่า DO ในน้ำของช่วงระหว่างการก่อสร้างขยายพื้นผิวจราจรไม่ส่งผลต่อคุณภาพของลำน้ำเข็ก เนื่องจากปัจจัยของค่า DO ในน้ำจะขึ้นอยู่กับลักษณะสภาพพื้นที่ของจุดเก็บตัวอย่างและอัตราการไหลของน้ำค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวภาพของช่วงก่อนการขยายพื้นผิวจราจรและช่วงหลังการขยายพื้นผิวจราจร แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับช่วงระหว่างก่อสร้างพื้นผิวจราจร

การก่อสร้างขยายพื้นผิวจราจรมีผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของลำน้ำเข็ก โดยพบว่าค่า BOD ของช่วงระหว่างก่อสร้างพื้นผิวจราจรมีค่าสูงสุด แต่อาจไม่ใช่ผลกระทบจากการก่อสร้างขยายพื้นผิวจราจรโดยตรง เนื่องจากข้อมูลช่วงระหว่างก่อสร้างพื้นผิวจราจรเป็นข้อมูลจากสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 3 ซึ่งอาจมีปัจจัยที่ส่งผลให้ความต้องการออกซิเจนทางชีวภาพมีค่าสูง เช่น กิจกรรมของคนในชุมชน การปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ สภาพพื้นที่ของจุดเก็บตัวอย่าง เป็นต้น

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบข้อมูลทางสถิติของช่วงก่อนขยายพื้นผิวจราจรช่วงระหว่างก่อสร้างพื้นผิวจราจร และช่วงหลังการขยายพื้นผิวจราจร

ระยะเวลา	พารามิเตอร์ *				
	อุณหภูมิ (^{O}C)	pH	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	TS (mg/L)
ช่วงก่อนขยายพื้นผิวจราจร	25.57 a	8.00 a	7.93a	1.6 a	71.53 a
ช่วงระหว่างก่อสร้างพื้นผิวจราจร	27.17 a	7.56 b	6.87 b	2.62 b	149.0 a
ช่วงหลังการขยายพื้นผิวจราจร	25.77 a	7.23 c	7.10 b	1.32 a	73.62 a

*หมายเหตุ ตัวเลข(a b c) ในตารางตามด้วยตัวอักษรที่ไม่เหมือนกัน แสดงค่าความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สรุปผลการวิจัย

คุณภาพน้ำของลำน้ำเข็กในจุดตรวจวัดที่ 1-4 อยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ

(3) การประมง

(4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ลำน้ำเข็กในจุดตรวจวัดที่ 5 อยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การเกษตร

เมื่อเปรียบเทียบผลของคุณภาพในลำน้ำเข็กของช่วงระหว่างการขยายพื้นผิวจราจรกับช่วงหลังการขยายพื้นผิวจราจรพบว่าการก่อสร้างขยายพื้นผิวจราจรไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของลำน้ำเข็กในปัจจุบัน อย่างไรก็ตามผู้วิจัยเห็นว่าในการศึกษาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการขยายพื้นผิวการจราจรควรมีการศึกษาต่อเนื่องรวมถึงศึกษาผลกระทบทางอ้อมด้วย เนื่องจากเมื่อเส้นทางคมนาคมมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น อาจทำให้ชุมชนมีการขยายตัว พื้นที่ทำการเกษตรเกิดการเปลี่ยนแปลง สภาพของลำน้ำเข็กมีการเปลี่ยนแปลงไปเพื่อส่งเสริมกิจกรรมด้านการท่องเที่ยว มีการสร้างที่พัก รีสอร์ต และร้านอาหารเพิ่มขึ้น เพื่อรองรับนักท่องเที่ยวที่จะมาใช้บริการสูงขึ้นเนื่องจากการคมนาคมสะดวกสบาย ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ล้วนแล้วมีอิทธิพลต่อคุณภาพน้ำในลำน้ำเข็กทั้งสิ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ผู้วิจัยขอขอบคุณอาจารย์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ได้ให้ความช่วยเหลือทางด้านอุปกรณ์ สารเคมี ตลอดจนคำแนะนำต่างๆ ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ สิริสิงห์. (2522). **เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์.** กรุงเทพฯ: บริษัทประยูร.

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2532). **โครงการศึกษาและวิจัยคุณภาพน้ำในแม่น้ำสายหลักรายงานการศึกษาวิจัยคุณภาพน้ำแม่น้ำแม่กลอง พ.ศ. 2529 – 2531**. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 76

คณะกรรมการจัดทำคู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. (2540). **คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นัสรียา หมีนหวัง. (2555). **การประยุกต์ใช้ดัชนีชีวภาพประเมินคุณภาพน้ำในลำห้วยแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

นิพนธ์ ตังคณานุรักษ์ และ คณิตา ตังคณานุรักษ์. (2555). **หลักการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรรณวดี ธำรงหวัง และคณะ. (2542). **คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำ บริเวณลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา.ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้.** กรุงเทพฯ.

สุรจิต สุขกันตะ. (2530). **การตรวจวัดคุณภาพบางประการของน้ำบริเวณลุ่มน้ำชี.** ปริญญานิพนธ์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

เอกพล ฉิ้มพงษ์. (2553). **การตรวจวัดคุณภาพน้ำ.** 25 สิงหาคม 2554.http://irrigation.rid.go.th/rid14/rid14radio_july_september/table_September2553.html

ความคิดเห็นของประชาชนต่อโครงการปันปั่นของเทศบาลนครพิษณุโลก
Public opinion on Pan-Pan program of Phitsanulok municipality

ปฏิภาณ ทองแดง และ สุขสมาน สังโยคะ*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: suksaman@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการสำรวจความคิดเห็นของประชาชนต่อโครงการปันปั่นของเทศบาลนครพิษณุโลก โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นประชาชนที่มาออกกำลังกายในบริเวณพื้นที่ตั้งของโครงการปันปั่น จำนวน 100 คน แบบสอบถามแบ่งเป็น 2 ตอน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบสอบถาม และความคิดเห็นเกี่ยวกับโครงการปันปั่น โดยแบ่งคำตอบออกเป็น 5 ระดับคะแนน (1-5) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่า เป็นเพศหญิง ร้อยละ 60 มีภูมิลำเนาปัจจุบันอยู่ในเขตจังหวัดพิษณุโลก (ร้อยละ 76) เกี่ยวกับโครงการปันปั่น ผู้ตอบแบบสอบถามรู้จักโครงการปันปั่นคิดเป็นร้อยละ 82 ผู้ตอบแบบสอบถามสนใจในโครงการปันปั่น ร้อยละ 92 ในจำนวนนี้รู้วิธีปฏิบัติในโครงการปันปั่น ร้อยละ 72 และคิดว่าโครงการปันปั่นเป็นโครงการที่เป็นประโยชน์ ร้อยละ 80 ความเห็นต่อโครงการของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่าเห็นด้วยหากเทศบาลนครพิษณุโลกจะทำเส้นทางจักรยาน (ระดับคะแนน 4.22) และดำเนินโครงการเมืองต้นแบบแห่งจักรยานนครพิษณุโลก (ระดับคะแนน 4.18)

คำสำคัญ : ความคิดเห็นของประชาชน โครงการปันปั่น เทศบาลนครพิษณุโลก

Abstract

This research was survey of public opinion on the Pan-Pan program of Phitsanulok municipality. The questionnaire is a research tool with 100 sampling who exercise in the areas of Pan-Pan program. The questionnaire were divided into 2 sections include general information on the respondents and opinion on the project by divided into 5 levels (1-5). Overviews of the respondents were female as 60% are currently domiciled in Phitsanulok province as 76%. On the Pan-Pan program, respondents recognize this program as 82% .The respondents were interested in the Pan-Pan program as 92%, knew the process to use the bicycle in this program as 72% and opinion that the Pan-Pan is a project that benefits as 80% .Notion on the project of respondents agree that if Phitsanulok municipality will arrange the bicycle lane (score 4.22) and implementation of the bicycle city prototype (score 4.18).

keywords : Public opinion, Pan-Pan project, Phitsanulok municipality

บทนำ

สภาวะโลกร้อน (Global Warming) เป็นปัญหาใหญ่ของโลกเรามายาวนานและต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน ปัญหานี้ก่อให้เกิดผลกระทบโดยตรงต่อทุกชีวิตบนผืนโลกและยังมีแนวโน้มว่าปัญหานี้จะขยายความรุนแรงขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังนั้นหากต้องการลดสภาวะโลกร้อน พวกเราทุกคนต้องตระหนักถึงปัญหาและร่วมมือกันดูแลสิ่งแวดล้อมด้วยการประหยัดพลังงาน ลดพฤติกรรมการบริโภคที่กระตุ้นให้เกิดการทำลายทรัพยากรธรรมชาติ รวมถึงต้องช่วยกันถนอมใช้ทรัพยากรทุกอย่างอย่างรู้คุณค่า

ทุกวันนี้การส่งเสริมการใช้จักรยานกำลังได้รับความนิยมมากจากผู้กำหนดนโยบายของเมืองและนักออกแบบชุมชนเมือง เพื่อวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาทั้งในด้านการจราจร ภาวะวิกฤติพลังงาน ปัญหาสุขภาพ และสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เพื่อตอบโจทย์ในแง่ความน่าอยู่ของเมืองจักรยานจึงดูจะเป็นคำตอบที่ครอบคลุมในการแก้ปัญหาเหล่านี้มากที่สุด เพราะนอกจากจะช่วยลดมลภาวะจากไอเสียจากพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนและตลอดจนสร้างบรรยากาศชุมชน

ให้เกิดสภาวะอากาศที่บริสุทธิ์แล้ว ยังเป็นวิถีชีวิตที่สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด (Lifestyles of low-carbon intensity)

เทศบาลนครพิษณุโลก ได้เห็นถึงความสำคัญของการสร้างประสิทธิภาพในการเดินทางที่สอดคล้องกับความต้องการของประชาชนและมีรูปแบบที่เหมาะสมกับเมือง จึงได้จัดทำโครงการจักรยานสาธารณะ“ปันปั่น” พิษณุโลกขึ้น โดยเปิดตัวไปอย่างเป็นทางการเมื่อที่ 3 เมษายน 2557 มีสถานีให้บริการตามสถานที่สำคัญๆ ทั่วเมืองพิษณุโลก จำนวน 15 จุด ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมให้ประชาชนหันมาใช้จักรยานในการเดินทางระยะสั้นๆ เป็นการช่วยประหยัดพลังงานในการเดินทาง รณรงค์สร้างจิตสำนึกให้กับประชาชนในการรักษาสิ่งแวดล้อมและส่งเสริมการออกกำลังกายโดยใช้จักรยาน จากที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสำรวจความคิดเห็นของประชาชนในเทศบาลนครพิษณุโลกต่อโครงการปันปั่น ทั้งนี้เพื่อประเมินความสำเร็จของโครงการตลอดจนปัญหาและอุปสรรค์ อีกทั้งเพื่อให้เทศบาลนครพิษณุโลกได้ข้อมูลที่จะนำไปปรับปรุงและวางกลยุทธ์นโยบายการใช้จักรยานในพื้นที่เมืองพิษณุโลก อันจะเป็นการยกระดับคุณภาพชีวิตของประชากร ส่งเสริมความหลากหลายของกิจกรรมในพื้นที่เมือง เพื่อสนับสนุนความสามารถด้านการแข่งขันและระบบเศรษฐกิจของเมือง ที่สำคัญที่สุดคือการทำให้ประชากรมีสุขภาพแข็งแรงช่วยลดอัตราผู้เจ็บป่วยอีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากรคือผู้ที่อยู่บริเวณสถานีจักรยานของโครงการปั่นปั่นทั้ง 15 สถานี ซึ่งประกอบด้วย (1) สวนเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ประตูฝั่งถนนพระองค์ขาว (2) สวนเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ประตูฝั่งหมู่บ้านจิระประภา (3) หน้าโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (4) ลานจอดรถสถานีรถไฟ (5) สวนชมน่านถนนคนรักสุขภาพ (6) หน้าโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี (7) หน้าโรงแรมวังจันทน์ (8) ข้างศาลากลางจังหวัด (9) หน้าพระราชวังจันทน์ (10) ลานจอดรถหอสมุด เทศบาลนครพิษณุโลก (11) บริเวณสถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดพิษณุโลก (12) หน้าวัดจันทร์ตะวันตก (13) ถนนสังฆบูชา (14) หน้าเทศบาลนครพิษณุโลก (15) หน้าโรงพยาบาลอินเตอร์เวชการโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบไม่เฉพาะเจาะจงคำนวณจำนวนตัวอย่างจากตารางสำเร็จรูปของ Taro Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ 0.05 (Taro Yamane, 1973) ได้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น จำนวน 100 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งประกอบด้วย 6 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของประชาชนเกี่ยวกับโครงการปันปั่น
ตอนที่ 3 แรงจูงใจในการใช้จักรยานในโครงการปันปั่น
ตอนที่ 4 ปัญหาและอุปสรรคในการใช้จักรยานในโครงการปันปั่น
ตอนที่ 5 แนวทางการแก้ไข้ปัญหาสำหรับโครงการปันปั่น
ตอนที่ 6 ข้อเสนอแนะ

โดยแบบสอบถามตอนที่ 2-5 มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ คือ

ระดับคือ 1 ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2 ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง ไม่เห็นด้วย
3 ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง เฉยๆ
4 ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง เห็นด้วย
5 ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง

สำหรับตอนที่ 6 จะเป็นคำถามปลายเปิด เพื่อรับฟังข้อเสนอแนะของประชาชนที่มีต่อโครงการปันปั่น

การสร้างแบบสอบถามและตรวจสอบคุณภาพ

ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถาม ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและเอกสารการวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นพัฒนาแบบสอบถามให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ของการวิจัย และให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบเครื่องมือเพื่อหาค่าความเที่ยงตรง (Validity) ซึ่งในแต่ละข้อคำถามที่นำมาใช้จะต้องมีค่า IOC ระหว่าง 0.50-1.00 นำแบบสอบถามที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 ชุด เพื่อหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือทั้งฉบับ เมื่อแบบสอบถามมีความสมบูรณ์จึงนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

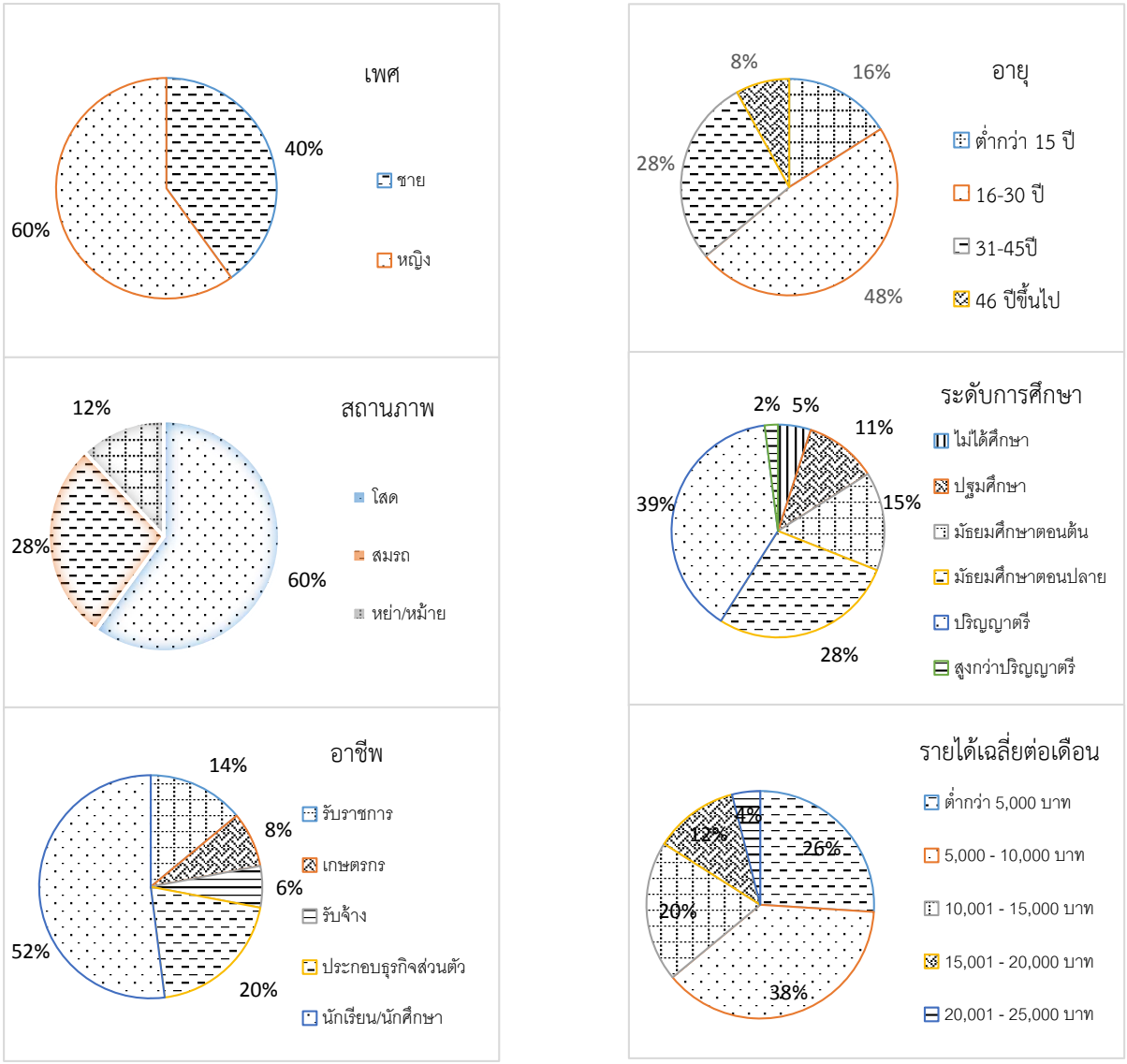
การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างใช้สถิติพรรณนา ซึ่งประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย(Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าร้อยละ (Percentage) และค่าความถี่ (Frequency) สำหรับข้อมูลจากแบบสอบถามปลายเปิด (Open Ended Question) วิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis Technique) เรียงลำดับความถี่

ระยะเวลาในการทำวิจัย ระหว่างเดือนสิงหาคม-ตุลาคม พ.ศ. 2557

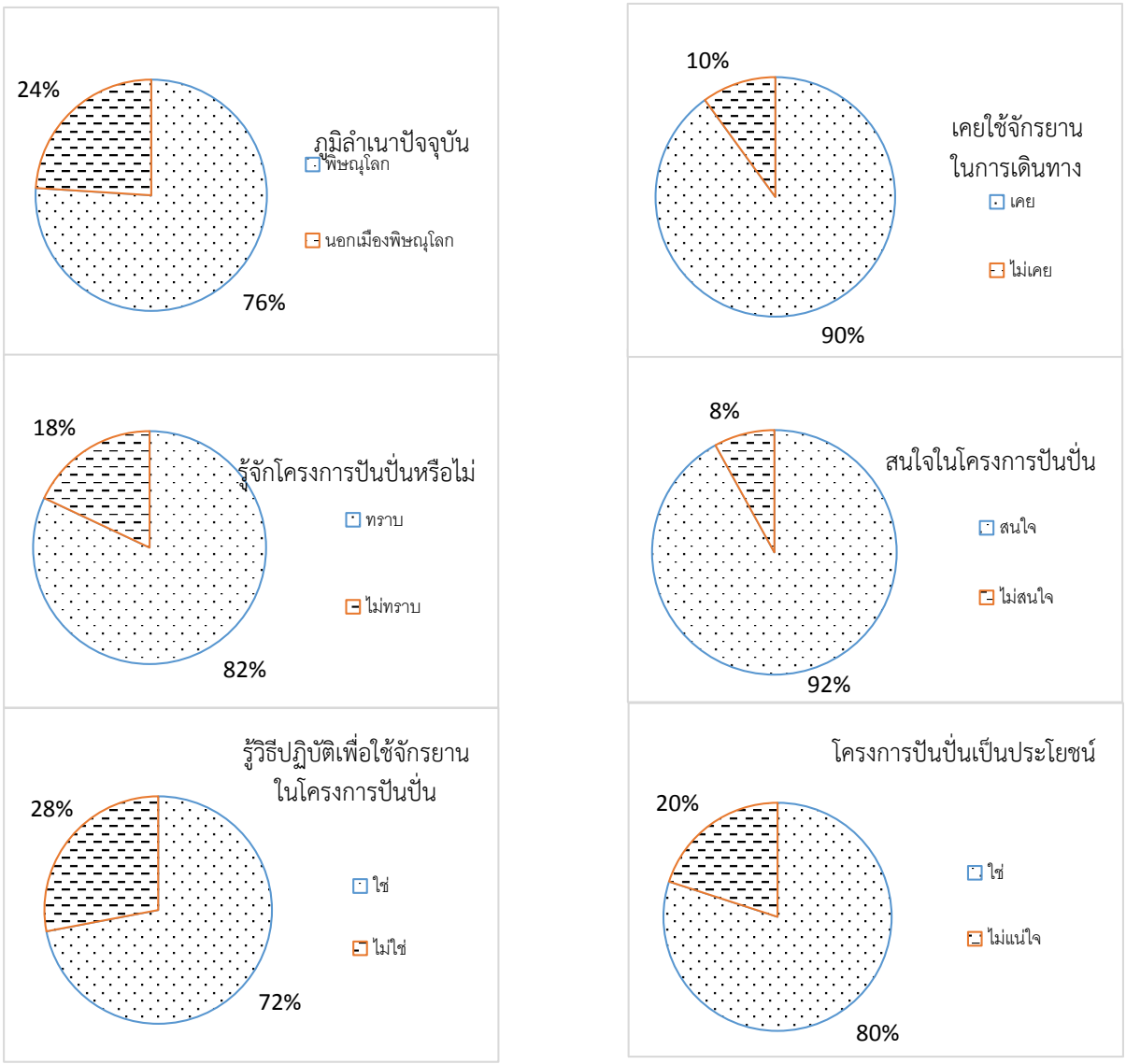
ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่าส่วนใหญ่เป็น เพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 60 ช่วงอายุระหว่าง 16-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 48 สถานภาพโสด คิดเป็นร้อยละ 60 ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 39 อาชีพ เป็นนักเรียน/นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 52 มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,000 – 10,000 คิดเป็นร้อยละ 38 รายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เมื่อสอบถามความความคิดเห็นเบื้องต้นต่อการเดินทางโดยรถจักรยานในโครงการปั่นปั่นกับผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งส่วนใหญ่มีภูมิลำเนาอยู่จังหวัดพิษณุโลก คิดเป็นร้อยละ 76 ส่วนใหญ่รู้จักโครงการปั่นปั่น คิดเป็นร้อยละ 82 เคยใช้จักรยานในการเดินทาง คิดเป็นร้อยละ 90 และสนใจในโครงการปั่นปั่น คิดเป็นร้อยละ 92 ในจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดรู้วิธีปฏิบัติเพื่อใช้จักรยานในโครงการปั่นปั่น คิดเป็นร้อยละ 72 และเห็นว่าโครงการปั่นปั่นเป็นโครงการที่เป็นประโยชน์ คิดเป็นร้อยละ 80 (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ความคิดเห็นเบื้องต้นต่อการใช้จักรยานในโครงการปั่นปั่น

ผลจากความคิดเห็นของประชาชนเกี่ยวกับโครงการปั่นปั่น แรงจูงใจในการใช้จักรยานในโครงการปั่นปั่น ปัญหาและอุปสรรคในการใช้จักรยานในโครงการปั่นปั่น และแนวทางการแก้ไขปัญหาสำหรับโครงการปั่นปั่น ซึ่งมีลักษณะคำถามเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ โดยมีระดับคะแนน 1.00-1.50 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด ระดับคะแนน 1.51-2.50 หมายถึง เห็นด้วยน้อย ระดับคะแนน 2.51-3.50 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง ระดับคะแนน 3.51-4.50 หมายถึง เห็นด้วยมาก และระดับคะแนน 4.51-5.00 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ภาพรวมความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อโครงการ พบว่าประชาชนเห็นด้วยมากต่อโครงการปั่นปั่น (คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 3.77) โดยประชาชนเห็นด้วยหากเทศบาลนครพิษณุโลกจะจัดทำเส้นทางจักรยาน (ระดับคะแนน 4.22) และเห็นด้วยต่อโครงการเมืองต้นแบบแห่งจักรยาน (ระดับคะแนน 4.18) รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความคิดเห็นของประชาชนเกี่ยวกับโครงการปันปั่น

รายการ	ระดับคะแนน	ความคิดเห็นของประชาชน
โครงการเมืองต้นแบบแห่งจักรยานนครพิษณุโลก	4.18	เห็นด้วยมาก
ท่านเห็นด้วยหรือไม่หากเทศบาลนครพิษณุโลกจะทำเส้นทางจักรยาน	4.22	เห็นด้วยมาก
ที่ตั้งของสถานียืม-คืนจักรยานในโครงการปันปั่นมีความเหมาะสม	3.72	เห็นด้วยมาก
สถานียืม-คืนจักรยานในโครงการปันปั่นมีเพียงพอ	3.72	เห็นด้วยมาก
ราคาบัตรเพื่อยืมจักรยานในโครงการปันปั่นจำนวน 200 บาทมีความเหมาะสมดีแล้ว	3.20	เห็นด้วยปานกลาง
อัตราค่าบริการเช่าจักรยานในโครงการปันปั่นมีความเหมาะสม	3.62	เห็นด้วยมาก
ภาพรวมความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อโครงการปันปั่น	**3.77**	เห็นด้วยมาก

สำหรับแรงจูงใจในการใช้จักรยานในโครงการปันปั่น (ตารางที่ 2) พบว่า ภาพรวมแรงจูงใจที่มีต่อผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับโครงการปันปั่น อยู่ที่ระดับคะแนน 3.96 คือ เห็นด้วยมาก โดยผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยว่าโครงการปันปั่นจะช่วยลดปัญหามลพิษและภาวะโลกร้อน (ระดับคะแนน 4.30) เห็นด้วยมากว่าโครงการปันปั่นทำให้ได้ออกกำลังกาย ช่วยลดปัญหาด้านสุขภาพ (ระดับคะแนน 4.16) และเห็นด้วยมากว่าการใช้จักรยานในโครงการปั่นปั่นจะทำให้การท่องเที่ยวในเขตนครพิษณุโลกสนุกและมีอรรถรสขึ้น (ระดับคะแนน 4.08)

ตารางที่ 2 แรงจูงใจในการใช้จักรยานในโครงการปันปั่น

รายการ	ระดับคะแนน	ความคิดเห็นของประชาชน
โครงการปันปั่นทำให้ท่านได้ออกกำลังกาย ช่วยลดปัญหาด้านสุขภาพ	4.16	เห็นด้วยมาก
โครงการปันปั่นช่วยลดปัญหามลพิษและภาวะโลกร้อน	4.30	เห็นด้วยมาก
โครงการปันปั่น เท่ เก๋ และเข้ากับกระแสสังคม	3.72	เห็นด้วยมาก
โครงการปันปั่นช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง	3.84	เห็นด้วยมาก
โครงการปันปั่นทำให้การท่องเที่ยวในเขตนครพิษณุโลกสนุกและมีอรรถรสขึ้น	4.08	เห็นด้วยมาก
โครงการปันปั่นทำให้ท่านมีสัมพันธภาพกับคนอื่น ได้เพื่อนเพิ่มขึ้น	3.94	เห็นด้วยมาก
โครงการปันปั่นส่งเสริมกิจการ/สนับสนุนงานของท่าน	3.80	เห็นด้วยมาก
โครงการปันปั่นช่วยลดปัญหาทางจราจร เช่น รถติด ทางแคบ	3.90	เห็นด้วยมาก
ภาพรวมแรงจูงใจที่มีต่อโครงการปันปั่น	3.96	เห็นด้วยมาก

สำหรับปัญหาและอุปสรรคของการใช้จักรยานในโครงการปันปั่น พบว่า ภาพรวมของปัญหาอยู่ที่ระดับคะแนน 3.75 โดยสิ่งที่ผู้ตอบแบบสอบถามกังวลใจมากสุด 3 อันดับแรก คือ กลัวอุบัติเหตุจากรถ (ระดับคะแนน 4.04) มีสิ่งกีดขวางเกินกว่าจะใช้จักรยานได้ (ระดับคะแนน 3.92) และรถยนต์และจักรยานยนต์ไม่มีวินัยจราจรกับไม่มีทางจักรยานและป้ายบอกทางจักรยาน (ระดับคะแนน 3.88 เท่ากัน) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาถึงแนวทางการแก้ไขปัญหาสำหรับโครงการปันปั่น ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยว่าเทศบาลนครพิษณุโลกควรมีการจัดทำเส้นทางสำหรับปั่นจักรยาน (ระดับคะแนน 4.36) และเห็นด้วยที่จะจัดทำป้ายบอกทางในการปั่นจักรยาน (ระดับคะแนน 4.56)

สำหรับข้อเสนอแนะซึ่งเป็นเสียงสะท้อน (Feedback) จากผู้ใช้จักรยานในโครงการปันปั่น พบว่า มีประเด็นในเรื่องของราคาบัตรที่มีราคาค่อนข้างสูง จุดบริการไกลจากที่พักอาศัย จำนวนจักรยานมีน้อยเกินไป อยากให้มีการติดตั้งเบาะซ้อนและตะกร้าสำหรับใส่ของ รวมถึงควรมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอเนื่องจากรถจักรยานในโครงการบางคันมีสภาพไม่ค่อยสมบูรณ์

ตารางที่ 3 ปัญหาและอุปสรรคของการใช้จักรยานในโครงการปันปั่น

รายการ	ระดับคะแนน	ความคิดเห็นของประชาชน
กลัวรถชน อุบัติเหตุจากรถ	4.04	เห็นด้วยมาก
รถยนต์และจักรยานยนต์ไม่มีวินัยจราจร	3.88	เห็นด้วยมาก
สภาพอากาศที่ร้อน/แสงแดด	3.70	เห็นด้วยมาก
มลพิษทางอากาศ/สภาพอากาศเป็นพิษ	3.72	เห็นด้วยมาก
ฝนตกเป็นอุปสรรค	3.76	เห็นด้วยมาก
กลัวสุนัขบริเวณท้องถนน	3.82	เห็นด้วยมาก
ไปได้ไม่ถึงจุดหมายเพราะปลายทางอยู่ไกล	3.80	เห็นด้วยมาก
สถานีจักรยานปันปั่นไม่อยู่ในพื้นที่ที่ท่านพักอาศัยและใช้ชีวิตประจำวัน	3.82	เห็นด้วยมาก
ไม่มีทางจักรยานและป้ายบอกทางจักรยาน	3.88	เห็นด้วยมาก
ทางเท้าแคบและมีสิ่งกีดขวางเกินกว่าจะใช้จักรยานได้	3.92	เห็นด้วยมาก
พื้นผิวถนนไม่เหมาะสมต่อการปั่นจักรยานเนื่องจากมีฝาตะแกรงระบายน้ำบนถนน รถยนต์จอดขวางทางที่จะขี่จักรยาน	3.86	เห็นด้วยมาก
เหงื่อออกมากทำให้ไม่เหมาะที่จะขี่ไปทำงาน	3.80	เห็นด้วยมาก
จักรยานขนของได้ไม่มาก	3.58	เห็นด้วยมาก
ภาพลักษณ์ของตัวท่านที่เกี่ยวกับสถานะทางสังคมทำให้ไม่เอื้ออำนวยต่อการใช้จักรยาน	3.60	เห็นด้วยมาก
ขี้เกียจออกแรง	3.56	เห็นด้วยมาก
ไม่เท่ ไม่เก๋ เชย ไม่ทันสมัย	3.32	เห็นด้วยปานกลาง
ภาพรวมของปัญหาและอุปสรรคของโครงการปันปั่น	3.75	เห็นด้วยมาก

อภิปรายผล

จากการสำรวจความคิดเห็นประชาชนต่อโครงการปันปั่นในเขตบริเวณเทศบาลนครพิษณุโลก โดยใช้แบบสอบถามตลอดระยะเวลา 3 เดือน (สิงหาคม-ตุลาคม พ.ศ. 2557) กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งส่วนใหญ่มีภูมิลำเนาอยู่ในเขตจังหวัดพิษณุโลก (ร้อยละ 76) พบว่า ร้อยละ 82 รู้จักโครงการปันปั่น ร้อยละ 90 เคยใช้จักรยานในการเดินทาง ร้อยละ 92 มีความสนใจในโครงการปันปั่น และในจำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดรู้วิธีปฏิบัติเพื่อใช้จักรยานในโครงการปันปั่น คิดเป็นร้อยละ 72 และเห็นว่าโครงการปันปั่นเป็นโครงการที่เป็นประโยชน์ คิดเป็นร้อยละ 80

จากการสอบถามความคิดเห็นของประชาชนเกี่ยวกับโครงการปันปั่น พบว่าประชาชนเห็นด้วยหากเทศบาลนครพิษณุโลกจะจัดทำเส้นทางจักรยาน (ระดับคะแนน 4.22) และเห็นด้วยต่อโครงการเมืองต้นแบบแห่งจักรยาน (ระดับคะแนน 4.18) ซึ่งแรงจูงใจในการใช้จักรยานในโครงการปันปั่นนั้น ผู้ตอบแบบตอบถามเห็นด้วยว่าโครงการปันปั่นจะช่วยลดปัญหามลพิษและภาวะโลกร้อน (ระดับคะแนน 4.30) เห็นด้วยว่าโครงการปันปั่นทำให้ได้ออกกำลังกาย ช่วยลดปัญหาด้านสุขภาพ (ระดับคะแนน 4.16) และเห็นด้วยว่าการใช้จักรยานในโครงการปั่นปั่นจะทำให้การท่องเที่ยวในเขตนครพิษณุโลกสนุกและมีอรรถรถขึ้น (ระดับคะแนน 4.08) ผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และคณะ (2556) ที่ศึกษาเกี่ยวกับแรงจูงใจและอุปสรรคในการใช้จักรยานสำหรับคนที่เดินทางด้วยจักรยานในประเทศไทย พบว่า แรงจูงใจสำคัญ 5 อันดับแรกที่ทำให้ประชาชนใช้จักรยานในชีวิตประจำวัน คือ 1) ได้ออกกำลังกาย ร่างกายแข็งแรง 2) ลดมลพิษ ลดโลกร้อน 3) ประหยัดค่าใช้จ่าย 4) ได้ท่องเที่ยว สนุก บันเทิง และ 5) พึ่งตนเองได้ (ไม่ต้องรอใคร) และได้สัมพันธภาพกับคนอื่น มีเพื่อนเพิ่มขึ้น

สำหรับปัญหาและอุปสรรคของการใช้จักรยานในโครงการปันปั่น พบว่า ภาพรวมของปัญหาอยู่ที่ระดับคะแนน 3.75 โดยสิ่งที่ผู้ตอบแบบสอบถามกังวลใจมากสุด 3 อันดับแรก คือ กลัวอุบัติเหตุจากรถ (ระดับคะแนน 4.04) มีสิ่งกีดขวางเกินกว่าจะใช้จักรยานได้ (ระดับคะแนน 3.92) และรถยนต์และจักรยานยนต์ไม่มีวินัยจราจรกับไม่มีทางจักรยานและป้ายบอกทางจักรยาน (ระดับคะแนน 3.88 เท่ากัน) ตามลำดับ ผลการศึกษาคล้ายคลึงกับที่ ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และคณะ (2556) ได้รายงานว่าพบอุปสรรคที่สำคัญ 5 อันดับแรก ในการใช้จักรยานในชีวิตประจำวัน คือ 1) ฝนเป็นอุปสรรค 2) กลัวรถชน อุบัติเหตุจากรถยนต์ 3) คนขับรถอื่น เช่น รถยนต์และจักรยานยนต์ไม่มีวินัยจราจร 4) กลางคืนไม่มีไฟส่องสว่าง และ 5) ร้อนแดด

แนวทางการแก้ไขปัญหาสำหรับโครงการปันปั่น ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยว่าเทศบาลนครพิษณุโลกควรมีการจัดทำเส้นทางสำหรับปั่นจักรยาน (ระดับคะแนน 4.36) และเห็นด้วยที่จะจัดทำป้ายบอกทางในการปั่นจักรยาน (ระดับคะแนน 4.56) นิคม บุญญานุสิทธิ์ (2554) ได้นำเสนอวัฒนธรรมจักรยานกับการสร้างสรรค์เมืองจักรยานของเทศบาลนครราชสีมา ไว้ว่าควรมีการปรับปรุงกายภาพของพื้นที่ดังนี้

1) การพัฒนาเส้นทางจักรยานในพื้นที่พักอาศัย

2) การจัดระเบียบการใช้งานถนนเดิมเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้จักรยาน

3) การจัดทำเส้นทางจักรยานลอยฟ้าบริเวณเกาะกลางถนนมิตรภาพเพื่อเพิ่มทางเลือกในการเดินทาง

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าเครื่องมือที่จะสร้างให้เกิดการใช้จักรยานจนเป็นวัฒนธรรมก็คือการสร้างสิ่งอำนวยความสะกวดต่าง ๆ ให้จักรยานอย่างสมบูรณ์โดยไม่มีเงื่อนไขใด ๆ มารบกวนความสะดวกในการเดินทาง ดังนั้นเทศบาลนครพิษณุโลกจึงสามารถนำแนวคิดของเทศบาลนครราชสีมา ร่วมถึงเมืองอื่น ๆ อาทิ เมืองโคเปนเฮเก้น ประเทศเดนมาร์ก ที่ประชาชนร่วมกันสร้างวัฒนธรรมจักรยานให้เกิดขึ้นในพื้นที่ด้วยโครงการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานสำหรับจักรยาน จะเห็นได้ว่าบทบาทของภาครัฐที่สำคัญนอกเหนือไปจากการรณรงค์ให้ประชาชนเห็นถึงประโยชน์ของการใช้จักรยานเพื่อประโยชน์ในด้านสุขภาพ สิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจแล้ว สิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งที่หน่วยงานภาครัฐควรจะต้องดำเนินการคือการจัดเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้จักรยาน เช่น การเพิ่มโครงข่ายเส้นทางจักรยาน การปลูกต้นไม้ให้ร่มเงาหรือติดตั้งหลังคาคลุมฝนเส้นทางจักรยานที่ผู้คนนิยมใช้ การให้ความรู้กับประชาชนเกี่ยวกับอุปกรณ์เพื่อป้องกันอันตรายจากการใช้จักรยาน รวมถึงการติดตั้งอุปกรณ์แสงสว่างให้เพียงพออีกด้วย

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาดังกล่าว สรุปได้ว่า ประชาชนเห็นด้วยต่อโครงการเมืองต้นแบบแห่งจักรยาน และเห็นด้วยหากเทศบาลนครพิษณุโลกจะจัดทำเส้นทางจักรยาน ซึ่งแรงจูงใจ 3 อันดับแรกในการใช้จักรยานในโครงการปันปั่นพิษณุโลกนั้นประกอบด้วย 1) โครงการปันปั่นจะช่วยลดปัญหามลพิษและภาวะโลกร้อน 2) โครงการปันปั่นทำให้ได้ออกกำลังกาย ช่วยลดปัญหาด้านสุขภาพ และ 3) เห็นว่าการใช้จักรยานในโครงการปั่นปั่นจะทำให้การท่องเที่ยวในเขตนครพิษณุโลกสนุกและมีอรรถรถขึ้น

สำหรับปัญหาและอุปสรรคของการใช้จักรยานในโครงการปันปั่น พบว่า สิ่งที่ทำให้ประชาชนกังวลใจมากสุด 3 อันดับแรก คือ 1) กลัวอุบัติเหตุจากรถ 2) มีสิ่งกีดขวางเกินกว่าจะใช้จักรยานได้ และ 3) รถยนต์และจักรยานยนต์ไม่มีวินัยจราจร ซึ่งแนวทางการแก้ไขปัญหาสำหรับโครงการปันปั่น ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นว่าเทศบาลนครพิษณุโลกควรมีการจัดทำเส้นทางสำหรับปั่นจักรยานและป้ายบอกทางในการปั่น

สำหรับข้อเสนอแนะซึ่งเป็นเสียงสะท้อน (Feedback) จากผู้ใช้จักรยานในโครงการปันปั่น พบว่า มีประเด็นในเรื่องของราคาบัตรที่มีราคาค่อนข้างสูง จุดบริการไกลจากที่พักอาศัย จำนวนจักยานมีน้อยเกินไป อยากให้มีการติดตั้งเบาะซ้อนและตะกร้าสำหรับใส่ รวมถึงควรมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอเนื่องจากรถจักรยานในโครงการบางคันมีสภาพไม่ค่อยสมบูรณ์

จากการศึกษาดังกล่าว จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานที่เทศบาลนครพิษณุโลก จะนำไปใช้เพื่อพัฒนาการดำเนินงานเพื่อสร้างความเชื่อมั่นในเรื่องของความสะดวกและความปลอดภัยของการเดินทางด้วยจักรยาน ทั้งนี้เพื่อให้เทศบาลนครพิษณุโลกเป็นเมืองจักรยานอย่างแท้จริง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.ปรัชญา สังข์สมบูรณ์ และเจ้าหน้าที่ในโครงการปันปั่นของเทศบาลนครพิษณุโลกที่ช่วยให้วิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

นิคม บุญญานุสิทธิ์. (2556). **นวัตกรรมจักรยานกับการสร้างสรรค์เมืองจักรยาน กรณีศึกษา: เทศบาลนครราชสีมา.** เอกสารประกอบการประชุม I & II Bike and Walk Forum [ออนไลน์] สืบค้นจาก http://www.thaicyclingclub.org/sites/default/files/2.5_wathnthrrmcchakryaan_kabkaarsraangsrrkhemuuengcchakryaan.pdf (20 มกราคม 2558)

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ พรทิพย์ หนักแน่น บุญจงรักษ์ จิ้วตั้น. (2556). **แรงจูงใจและอุปสรรคในการใช้จักรยานสำหรับคนที่เดินทางด้วยจักรยานในประเทศไทย.** เอกสารประกอบการประชุม I & II Bike and Walk Forum [ออนไลน์] สืบค้นจาก http://www.thaicyclingclub.org/sites/default/files/2.15_ Aerngcchuungaicchaelaupsrrkhainkaaraichcchakryaansamhrabkhnthiiedinthaangdwycchakryaanainpraethsaithy.pdf (20 มกราคม 2558)

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ พรทิพย์ หนักแน่น บุญจงรักษ์ จิ้วตั้น. (2556). **ทำไมคนไทยจึงไม่นิยมจักรยาน.** เอกสารประกอบการประชุม I & II Bike and Walk Forum [ออนไลน์] สืบค้นจาก http://www.thaicyclingclub.org/sites/default/files/thamaimkhnaithycchuengaimniymaichcchakryaan_dr.cchakrphiphathnaelakhna.pdf (20 มกราคม 2558)

Yamane, Taro. (1967). **Statistics, An introduction Analysis, 2nd Ed.,** New York: Harper and Row.

ปัจจัยที่ส่งเสริมการปั่นจักรยานเพื่อออกกำลังกายภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว
Factors promoting for exercise with cycling in Pibulsongkram Rajabhat University, Talay Kaew campus

ดวงกมล สงวนศรี และ สุขสมาน สังโยคะ*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
*corresponding author e-mail: suksaman@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาปัจจัยส่งเสริมการปั่นจักรยานเพื่อออกกำลังกายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว โดยใช้แบบสัมภาษณ์ พบว่าเหตุผลที่กลุ่มตัวอย่างเลือกการปั่นจักรยานเพื่อการออกกำลังกายเนื่องจากเป็นวิธีออกกำลังที่ดี คิดเป็นร้อยละ 30 จักรยานเป็นพาหนะที่เดินทางได้เร็วและบำรุงรักษาได้ง่าย รวมถึงชื่นชอบการปั่นจักรยาน คิดเป็นร้อยละ 10 เท่ากัน การปั่นจักรยานเป็นการออกกำลังกายที่ประหยัดค่าใช้จ่าย คิดเป็นร้อยละ 8 เหตุผลในการเลือกมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้วเป็นสถานที่ปั่นจักรยานออกกำลังกายนั้น พบว่าผู้ตอบแบบสัมภาษณ์เห็นว่าบรรยากาศภายในมหาวิทยาลัยร่มรื่นและคนไม่พลุกพล่าน คิดเป็นร้อยละ 56 มหาวิทยาลัยมีพื้นที่กว้างขวางเหมาะสมแก่การปั่นจักรยาน คิดเป็นร้อยละ 20 ผู้ปั่นจักรยานออกกำลังกายมีที่พักใกล้กับมหาวิทยาลัย คิดเป็นร้อยละ 16 สำหรับข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงสถานที่ให้มีความเหมาะสมและเอื้อต่อการมาปั่นจักรยานเพื่อออกกำลังกาย พบว่าผู้ตอบแบบสัมภาษณ์เห็นว่าควรติดตั้งเสาไฟและหลอดไฟเพื่อเพิ่มแสงสว่างในบางจุดเพิ่มขึ้นเพราะถนนบางช่วงมืดมาก คิดเป็นร้อยละ 10 และควรมีร้านค้าหรือจุดบริการเครื่องดื่มสำหรับผู้คนที่มาออกกำลังกายจนถึงช่วงดึก คิดเป็นร้อยละ 10

คำสำคัญ : ออกกำลังกาย การปั่นจักรยาน จักรยาน มหาวิทยาลัย

Abstract

This research aims to identify the factors promoting for exercise with cycling in Pibulsongkram Rajabhat University, Talay Kaew campus by interview. We found that the reason of the sample group exercise with cycling because it is a good exercise as 30%. A bicycle is a convenient vehicle and easier maintenance, including love the cycling, representing 10% as well. Cycling is an economical exercise as 8%. For the reasons to select Pibulsongkram Rajabhat University, Talay Kaew campus for exercise with cycling shows that the interview respondents agreed that the atmosphere of campus was pleasant and uncrowded as 56%. The University has an extensively area is suitable for cycling as 20%. The people who exercise by riding a bicycle stay near Talay Kaew campus as 16%. The suggestions for improving the property is appropriate and promote to cycling for exercise, revealed that the University should install more light poles and lamps to light up the road because some points were darkness as 10%. In addition, should have an off late store for people who come to cycling late at night as 10%.

keywords : exercise, cycling, bicycle, University

บทนำ

ประโยชน์ของการออกกำลังกายมีมากมาย อาทิ ช่วยให้นอนหลับลึกกว่าเดิม ใบหน้าตาดูอ่อนวัย ขับถ่ายได้ง่ายขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพสมอง ลดอาการเหนื่อยล้าและความเครียด ทำให้สุขภาพโดยรวมแข็งแรงขึ้นและมีอายุยืนยาว จากข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุขระบุว่าคนไทยมีภาวะโรคอ้วนเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มคนเป็นโรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ และโรคหลอดเลือดในสมองสูงขึ้น ทำให้ประเทศต้องสูญเสียค่าใช้จ่ายเพื่อการรักษาผู้ป่วยผู้ป่วยดังกล่าว นับเป็นภาระทางด้านสาธารณสุขเป็นอย่างมาก ประกอบกับคนไทยส่วนใหญ่นิยมใช้เครื่องจักรและเทคโนโลยีต่าง ๆ เข้ามาทุ่นแรงใน

การใช้ชีวิตประจำวัน อาทิ การใช้จักรยานยนต์ รถยนต์ การซักผ้าด้วยเครื่องซักผ้า เครื่องดูดฝุ่นอัตโนมัติ ฯลฯ เป็นเหตุให้ตกอยู่ในภาวะลดหรือขาดการออกกำลังกายที่ควรจะเป็นในชีวิตประจำวันไปโดยปริยาย ปัจจุบันมีหลายหน่วยงานที่พยายามส่งเสริมและมุ่งมั่นผลักดันให้การออกกำลังกายของประชาชนไปสู่นโยบายสาธารณะด้วยกิจกรรมการเดิน การวิ่ง และการใช้จักรยาน ซึ่งมีประชาชนให้ความสนใจมากขึ้นโดยเฉพาะการใช้จักรยานเป็นเครื่องมือในการออกกำลังกาย เนื่องจากสามารถเดินทางไปได้เป็นระยะทางไกล ๆ ได้เห็นทัศนียภาพรอบ ๆ ตัว มีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น จึงนับว่าเป็นการพักผ่อนหย่อนใจและท่องเที่ยวไปในเวลาเดียวกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว เป็นมหาวิทยาลัยที่ตั้งอยู่ไม่ไกลจากใจกลางเมืองพิษณุโลก มีพื้นที่กว่า 1,000 ไร่ พื้นที่สีเขียวของมหาวิทยาลัยมีมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ จัดเป็นมหาวิทยาลัยในสวนที่มีภูมิทัศน์สวยงาม บรรยากาศร่มรื่น จึงมีผู้เข้ามาใช้เป็นสถานที่ออกกำลังกายทั้ง เดิน วิ่ง และปั่นจักรยาน ในแต่ละวันเป็นจำนวนมาก ซึ่งมหาวิทยาลัยฯ เองก็อำนวยความสะดวกและสนับสนุนตามปรัชญาของมหาวิทยาลัยที่จะเป็นสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น จากสถานการณ์ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาถึงปัจจัยที่ส่งเสริมการมาปั่นจักรยานเพื่อออกกำลังกายภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาพื้นที่ของมหาวิทยาลัยเพื่อการเป็นสังคมแห่งการออกกำลังกาย และเป็นแนวทางให้แก่องค์กรหรือชุมชนอื่นในการจัดสรรพื้นที่ให้เป็นสถานที่ออกกำลังกายของชุมชนต่อไป วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยส่งเสริมการปั่นจักรยานเพื่อออกกำลังกายภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว

วิธีการดำเนินวิจัย

กลุ่มประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในงานวิจัยนี้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาและบุคลากรของมหาวิทยาลัย รวมถึงประชาชนทั่วไปที่มาปั่นจักรยานเพื่อออกกำลังกายภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว ระหว่างวันที่ 1-7 ธันวาคม พ.ศ. 2557 ตั้งแต่เวลา 17.00-19.00 น. โดยวิธีการสุ่มแบบไม่เฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) เพื่อสัมภาษณ์จำนวน 50 คน

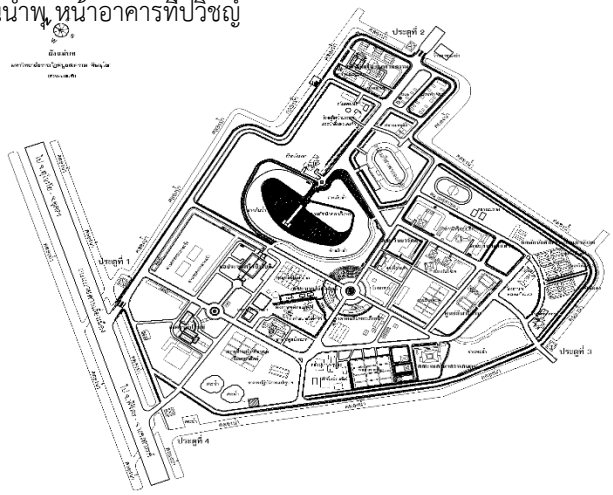
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้การสังเกต พูดคุย และใช้แบบสัมภาษณ์ซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด (Open-Ended) ใน 3 ประเด็น ตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ ประกอบด้วย

1. สาเหตุของการเลือกวิธีออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยาน
2. เหตุผลของการเลือกปั่นจักรยานออกกำลังกายภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
3. ข้อเสนอแนะต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามเพื่อการปรับปรุงสถานที่ให้เหมาะแก่การปั่นจักรยานออกกำลังกาย

พื้นที่วิจัย

งานวิจัยนี้ทำในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว โดยผู้วิจัยได้ทำการสังเกตและสัมภาษณ์ผู้ที่มาปั่นจักรยานออกกำลังกายอยู่ในบริเวณลานน้ำพุ หน้าอาคารทีปวิชญ์



ภาพที่ 1 พื้นที่วิจัยภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว

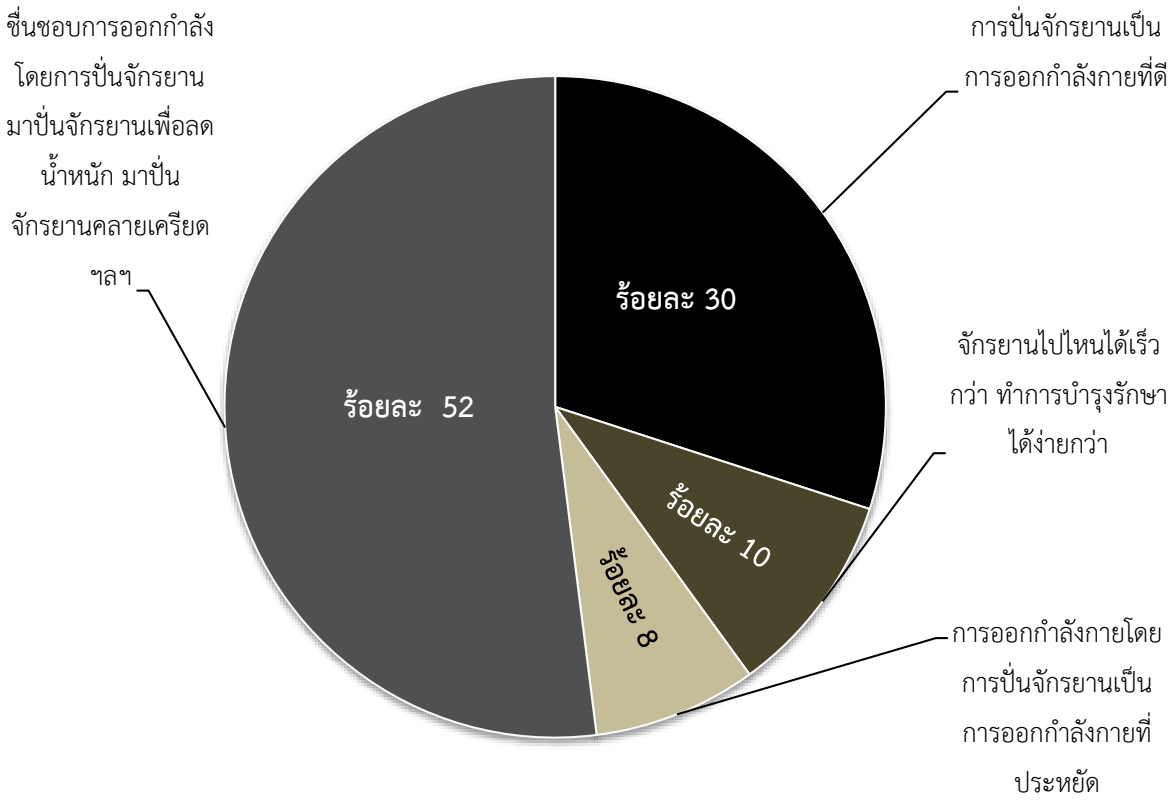
การเก็บรวบรวมข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ภายหลังตั้งประเด็นคำถามการสัมภาษณ์ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยแล้ว ผู้วิจัยได้ลงมือเก็บข้อมูลภาคสนาม (Field Study) จากนั้นจึงใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis Technique) เรียงลำดับความถี่ (Frequency)

ผลการวิจัย

จากการสัมภาษณ์ผู้ที่มาออกกำลังกายโดยวิธีปั่นจักรยานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว จำนวน 50 คน ระหว่างวันที่ 1-7 ธันวาคม พ.ศ. 2557 ตั้งแต่เวลา 17.00-19.00 น. พบว่า

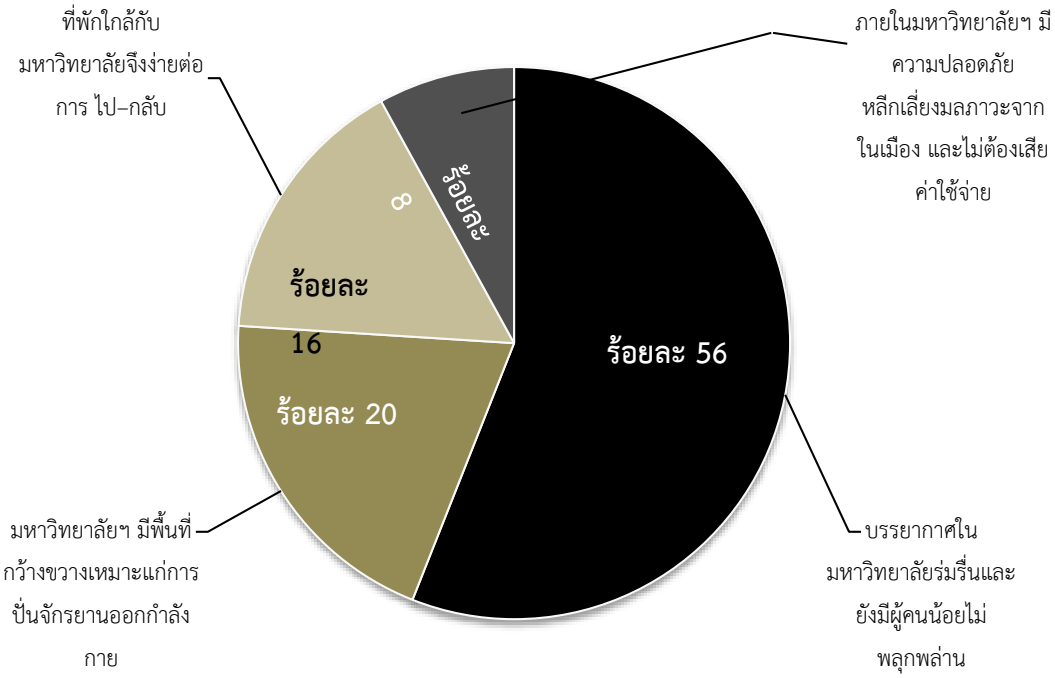
1. เหตุผลของการเลือกวิธีออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยาน ที่พบมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ 1) คิดว่าการปั่นจักรยานเป็นการออกกำลังกายที่ดี คิดเป็นร้อยละ 30 2) จักรยานไปไหนได้เร็วกว่าอีกทั้งยังบำรุงรักษาได้ง่าย และชื่นชอบการออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยาน คิดเป็นร้อยละ10 เท่ากัน 3) คิดว่าการออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยานเป็นการออกกำลังกายที่ประหยัด คิดเป็นร้อยละ 8 และ เหตุผลอื่น ๆ ที่ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ตอบ ได้แก่ มาปั่นจักรยานเพื่อลดน้ำหนัก (ร้อยละ 8) มาปั่นจักรยานคลายเครียด (ร้อยละ 6) เริ่มต้นจากการอยากลองเพราะเห็นว่าการออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยานเป็นกระแสแฟชั่น จนได้มาทดลองปั่นแล้วชื่นชอบ (ร้อยละ 6) มีปัญหาเรื่องการนอนหลับการมาปั่นจักรยานช่วยทำให้นอนหลับลึกกว่าเดิม (ร้อยละ 4) การปั่นจักรยานเป็นการออกกำลังกายที่ปลอดภัยกับข้อเข่าเพราะไม่มีแรงกระแทก (ร้อยละ 4) มาปั่นตามเพื่อน (ร้อยละ 4) ใช้จักรยานเป็นพาหนะทำให้หมดปัญหาเรื่องที่จอดรถ (ร้อยละ 4) หลีกเลี่ยงปัญหารถติด (ร้อยละ 4) และไม่อยากเสียงเงินเข้าฟิตเนต (ร้อยละ 2) ดังแสดงในรูปที่ 2



ภาพที่ 2 สาเหตุของการเลือกวิธีออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยาน

2. เหตุผลของการเลือกที่จะปั่นจักรยานออกกำลังกายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว ที่พบมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ 1) บรรยากาศในมหาวิทยาลัยร่มรื่นและยังมีผู้คนน้อยไม่พลุกพล่าน คิดเป็นร้อยละ 56 (รูปที่ 4) 2) มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว มีพื้นที่ค่อนข้างมากจึงเหมาะแก่การปั่นจักรยานออกกำลังกาย คิดเป็นร้อยละ 20 และ 3) ที่พักใกล้กับมหาวิทยาลัยจึงง่ายต่อการ ไป–กลับ คิดเป็นร้อยละ 16 นอกจากนี้เหตุผลอื่น ๆ ที่ผู้ตอบแบบ

สัมภาษณ์ได้ตอบ คือ ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามปลอดภัยดีเพราะเป็นสถาบันการศึกษา มียามเฝ้าตลอด 24 ชั่วโมง (ร้อยละ 4) หลีกเลี่ยงมลภาวะจากในเมือง (ร้อยละ 2) ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายทำให้ประหยัดกว่าการปั่นจักรยานออกกำลังกายในฟิตเนต (ร้อยละ 2)



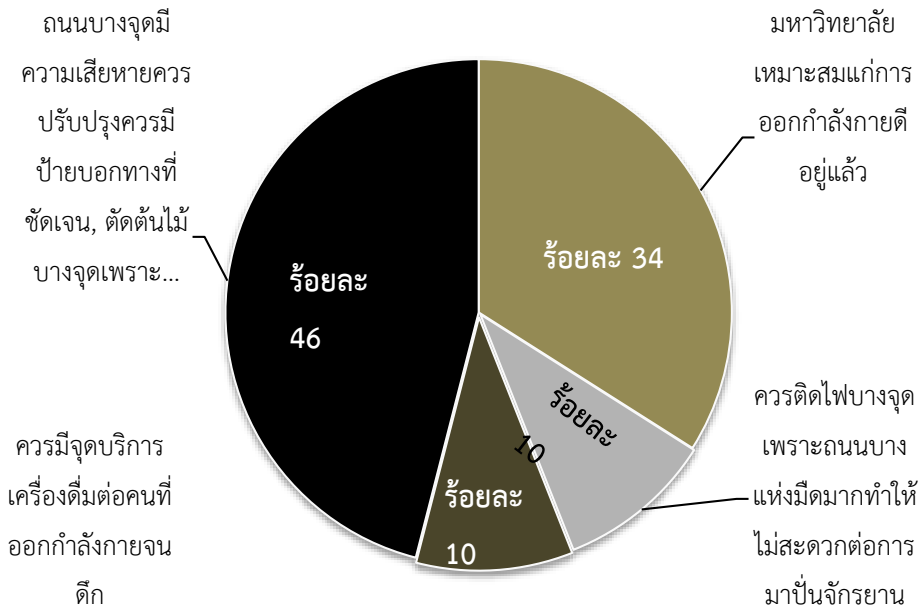
ภาพที่ 3 เหตุผลของการเลือกปั่นจักรยานออกกำลังกายภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

3. สิ่งที่มหาวิทยาลัยควรปรับปรุงเพื่อเอื้อต่อการมาปั่นจักรยานออกกำลังกาย พบว่า ประเด็นที่มีผู้ตอบมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ 1) คิดว่ามหาวิทยาลัยมีสถานที่เหมาะแก่การออกกำลังกายดีอยู่แล้ว คิดเป็นร้อยละ 34 2) ควรมีการติดไฟบางจุดเพราะถนนบางแห่งมืดมากทำให้มองเห็นไม่สะดวก คิดเป็นร้อยละ 10 3) ควรมีจุดบริการเครื่องดื่มสำหรับคนที่ ออกกำลังกายจนดึก คิดเป็นร้อยละ 10 นอกจากนี้ยังมีประเด็นอื่น ๆ ได้แก่ ถนนบางจุดมีความเสียหายควรปรับปรุง (ร้อยละ 8) ควรมีป้ายบอกทางที่ชัดเจน (ร้อยละ 6) ควรมีการตัดต้นไม้บางจุดเพราะสถานที่บางจุดดูอันตราย (ร้อยละ 6) ควรมีที่พักเพื่อนั่งพักผ่อนหลังจากเวลาออกกำลังกาย (ร้อยละ 6) ควรแบ่งเส้นทางเพื่อการปั่นจักรยานให้ชัดเจนเพื่อให้สะดวกและปลอดภัยแก่ผู้มาปั่นมากขึ้น (ร้อยละ 6) มหาวิทยาลัยควรทำให้มีจุดสนใจมากขึ้นควรช่วยกันรณรงค์ให้คนมาปั่นกันมากขึ้น (ร้อยละ 6) ควรมีเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยมากขึ้น (ร้อยละ 4) อยากให้ช่วยกันปลูกต้นไม้เพิ่มขึ้นอีกเพราะเวลาปั่นแล้วเหมือนได้อยู่กับธรรมชาติจริงๆ (ร้อยละ 4) ดังแสดงในรูปที่ 5





ภาพที่ 4 บรรยากาศในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว



ภาพที่ 5 ข้อเสนอแนะต่อมหาวิทยาลัยเพื่อการปรับปรุงสถานที่ให้เหมาะแก่การปั่นจักรยานเพื่อออกกำลังกาย

อภิปรายผล

การศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการมาปั่นจักรยานเพื่อออกกำลังกายภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาพื้นที่ของมหาวิทยาลัยให้เป็นพื้นที่สำหรับสังคมแห่งการออกกำลังกายนั้น จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้ที่มาออกกำลังกายโดยวิธีการปั่นจักรยาน เหตุผลที่เลือกจะออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยาน 3 เหตุผลแรก เนื่องจากเห็นว่าการปั่นจักรยานเป็นการออกกำลังกายที่ดี 2) การเดินทางมาปั่นจักรยานที่มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว เป็นการออกกำลังกายที่ประหยัดเพราะไม่มีค่าใช้จ่าย เมื่อเปรียบเทียบกับการออกกำลังกายในฟิตเนตซึ่งจะต้องเสียค่าบริการ และ 3) จักรยานทำให้ไปไหนได้เร็วกว่าอีกทั้งยังบำรุงรักษาได้ง่าย รวมถึงชื่นชอบการออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยาน สอดคล้องกับการศึกษาของ เกษม นครเขตต์ (2557) ที่ศึกษาการรับรู้ด้านสุขภาพและทัศนคติของประชาชนไทยต่อการเดินและการขี่จักรยาน โดยทำการสำรวจการรับรู้ประโยชน์ของการเดิน-ขี่จักรยานกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นประชาชนหลากหลายกลุ่มอาชีพจากจังหวัดขนาดใหญ่ 5 ภูมิภาค ได้แก่ เชียงใหม่ นครราชสีมา ชลบุรี ภูเก็ต และกรุงเทพมหานคร จำนวน 5,000 คน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่รับรู้ถึงประโยชน์ดังกล่าวเป็นอย่างดี เนื่องจากประชาชนสามารถเข้าถึงข้อมูลเชิงป้องกันโรคที่ได้จากการเดินและการขี่จักรยานที่มีการเผยแพร่ต่อสาธารณะอย่างต่อเนื่อง

พรพล พิมพาพร และอาภัสรา อัครพันธุ์ (2556) ได้ศึกษาผลของการเดิน วิ่ง และปั่นจักรยานสะสมต่อดัชนีมวลกาย มวลกล้ามเนื้อ และร้อยละของไขมันในร่างกายของนิสิตคณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยกิจกรรมของโครงการประกอบด้วยการเดิน วิ่ง และปั่นจักรยานสะสมระยะทางไม่น้อยกว่า 30 ไมล์หรือ 48 กิโลกเมตร สัปดาห์ละ 2 วัน เป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่าหลังการเข้าร่วมโครงการ นิสิตชายและหญิงมีความสมบูรณ์ของร่างกายมากขึ้น สำหรับนิสิตหญิงมีการเพิ่มของมวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาถึงประโยชน์ของการออกกำลังกายด้วยจักรยาน โดย อเนก สูตรมงคล และคณะ (2557) ซึ่งได้ทำการศึกษาสมรรถนะทางกายและใจของผู้สูงอายุกับการปั่นจักรยานหลังวัยเกษียณกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) ผู้ที่ปั่นจักรยานออกกำลังกายอย่างจริงจังและต่อเนื่องที่มีประสบการณ์การปั่นจักรยานเพื่อสุขภาพมากกว่า 5 ปี ที่เข้าร่วมโครงการปั่นจักรยาน 65 วัน รวมระยะทางมากกว่า 5,000 กิโลเมตร และ 2) กลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการฯ แต่มีการปั่นจักรยานเป็นประจำไม่น้อยกว่า 5 วันต่อสัปดาห์ โดยในแต่ละวันปั่นจักรยานไม่น้อยกว่า 40 กิโลเมตร สลับกับการปั่นระยะทางไกลประมาณ 100 กิโลเมตร สัปดาห์ละครั้ง พบว่า ผลการทดสอบสมรรถภาพทางกาย ได้แก่ ความจุของปอด (ประเมินจากเครื่องวัดความจุปอด) กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าความจุปอดอยู่ในระดับดีถึงดีมากเป็นส่วนใหญ่ ความอ่อนตัว (ประเมินจากเครื่องวัดความอ่อนตัว) กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 30 มีค่าความอ่อนตัวอยู่ในเกณฑ์ดี และอีกร้อยละ 30 มีค่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำถึงต่ำมาก นอกนั้นมีค่าอยู่ในระดับพอใช้เท่านั้น ค่าความ

แข็งแรงของกล้ามเนื้อแขน (ประเมินจากเครื่องวันแรงบีบมือและเครื่องวัดแรงเหยียดขา) กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าอยู่ในเกณฑ์ระดับปานกลางถึงดีมากเกือบทั้งหมด มีเพียงร้อยละ 10 เท่านั้น ที่มีค่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำ สำหรับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่มีค่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ส่วนความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจากแรงเหยียดขาอยู่ในเกณฑ์ระดับที่ดีมากทั้งหมดทุกคน เมื่อวัดสัดส่วนของร่างกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (ประเมินจากน้ำหนักและส่วนสูงตามเกณฑ์และเครื่องวัดความหนาของผิวหนังพับ) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม เกือบทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก และเมื่อประเมินความอดทนของระบบไหลเวียนโลหิตและการหายใจ (ประเมินจากการปั่นจักรยานวัดงาน) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าความสามารถนำออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายสูงสุด (VO_2mas) ที่ระดับดีมากทั้งหมดทุกคน เมื่อเปรียบเทียบผลการตรวจสุขภาพและวิเคราะห์ทางเวชศาสตร์การแพทย์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ที่ปั่นจักรยานในลักษณะต่อเนื่องและยาวนาน หรือปั่นจักรยานเป็นประจำอย่างเข้มข้นสัปดาห์ละ 5 วัน สลับกับการปั่นจักรยานทางไกลสัปดาห์ละครั้ง ส่วนใหญ่แล้วมีรูปร่างที่เหมาะสม (BMI) และทุกคนมีความสมบูรณ์ของเม็ดเลือด (CBC) การทำงานของไต (BUN, Cr) ปกติทุกคน เมื่อตรวจค่ากรดยูริคในเลือด (Uric Acid) สารบ่งชี้มะเร็งต่อมลูกหมาก (PSA) ผลเอ็กซเรย์ปอด (CXR) ทุกคนมีค่าปกติ แต่กลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการนั้น ร้อยละ 62.5, 81.25 และ 87.50 ตามลำดับ ที่มีค่าปกติ แต่ในทางกลับกัน ผลการตรวจปัสสาวะแบบสมบูรณ์ (UA) กลุ่มที่ปั่นจักรยานในโครงการ 65 วัน มีค่าปกติเพียงร้อยละ 71.43 ความผิดปกติที่พบคือ มีเม็ดเลือดปะปนอยู่ในปัสสาวะ ส่วนกลุ่มที่ปั่นจักรยานเป็นประจำแต่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการ ทุกคนมีค่าปกติ ค่าการทำงานของตับ (River Function Test) ทั้ง 2 กลุ่ม ได้ผลค่อนข้างใกล้เคียงกัน คือ มีค่าปกติ ร้อยละ 85.71 ในกลุ่มที่เข้าร่วมโครงการ และร้อยละ 87.50 ในกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการ มีข้อสังเกตว่าระดับน้ำตาลในเลือด (FBS) ของกลุ่มที่เข้าร่วมโครงการมีค่าปกติร้อยละ 78.75 ส่วนประมาณไขมันในเลือด (Lipid profiles) มีค่าปกติเพียงร้อยละ 28.57 เท่านั้น ขณะที่กลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการ มีค่าปกติเพียงร้อยละ 6.25 เท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่มีโคเลสเตอรอล (CHOL) และไลโปโปรตีนที่มีความหนาแน่นต่ำ (LDL) ในประมาณที่สูง มีข้อสังเกตอีกว่า ผลการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (EKG) และความหนาแน่นของมวลกระดูก (BMD) ในกลุ่มที่เข้าร่วมโครงการ มีค่าปกติร้อยละ 92.86 ทั้ง 2 รายการ แต่ในกลุ่มที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการนั้น มีค่าปกติเพียงร้อยละ 50 และ 68.75 ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่พบว่า หัวใจโตและมีภาวะกระดูกบาง และเมื่อพิจารณาผลทางด้านจิตใจ (ความรู้สึกที่ดีต่อร่างกายตัวเองและคุณภาพชีวิต) พบว่านักปั่นจักรยานทั้ง 2 กลุ่ม มีความรู้สึกที่ดีต่อร่างกายตัวเอง ในระดับกลางค่อนข้างดี แต่ไม่ได้ให้ความสำคัญกับร่างกายเป็นเป้าหมายสูงสุดของการปั่นจักรยาน อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ในส่วนย่อยของความรู้สึกนี้แล้ว ร่างกายก็ยังเป็นส่วนที่รู้สึกดีเป็นอันดับต้น ๆ เมื่อเทียบกับด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และความพึงพอใจจากสภาพร่างกาย ด้านคุณภาพชีวิตของนักปั่นจักรยานทั้ง 2 กลุ่ม พบว่าสัมพันธภาพทางสังคมเป็นประเด็นที่มีความสำคัญเป็นระดับแรกขององค์ประกอบย่อย ความต้องการเกี่ยวกับการมีเพื่อน มีสังคมเพื่อจรรโลงด้านจิตใจจึงเป็นเหตุผลหลักที่บ่งบอกว่าคุณภาพชีวิตมีมากน้อยขนาดไหน อีกประการของการที่นักปั่นจักรยานวัยหลังเกษียณใช้จักรยานเป็นส่วนหนึ่งของการใช้ชีวิตหรือเพื่อสุขภาพ การได้ปั่นจักรยานในที่โล่งได้มีการสัมผัสกับธรรมชาติด้วยสายตามีผลต่อสุขภาพกายและอารมณ์

เหตุผลของการเลือกมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว เป็นสถานที่ปั่นจักรยานออกกำลังกาย พบว่า 3 เหตุผลแรก คือ 1) มหาวิทยาลัยบรรยากาศดี ร่มรื่น ผู้คนน้อย ไม่พลุกพล่าน 2) ภายในมหาวิทยาลัยมีพื้นที่ค่อนข้างกว้างขวาง ทำให้สะดวกสบายต่อการที่จะมาปั่นจักรยาน และ 3) ที่พักอยู่ใกล้กับมหาวิทยาลัยจึงง่ายต่อการไป-กลับ จากเหตุผลหลักที่เป็นปัจจัยในการเลือกพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว เป็นสถานที่ออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยานนั้น แสดงให้เห็นว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว มีปัจจัยเอื้อ (Enabling Factor) ที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อการแสดงพฤติกรรมสุขภาพ ดังนั้นบุคคลจะแสดงพฤติกรรมการเดินหรือขี่จักยานต่อเมื่อมีความพร้อมด้านปัจจัยเอื้อ คือ มีเส้นทางเดิน ทางจักรยาน แยกออกจากรถยนต์โดยสิ้นเชิง (เกษม นครเขตต์, 2557)

สำหรับข้อเสนอแนะต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ควรปรับปรุงเพื่อให้พื้นที่ของมหาวิทยาลัยฯ เอื้อประโยชน์ต่อชุมชนในการเป็นสถานที่ส่งเสริมสุขภาพของชุมชนโดยการปั่นจักรยานออกกำลังกาย ส่วนใหญ่เห็นว่ามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว มีความเหมาะสมอยู่แล้ว (ร้อยละ 34) แต่ที่อยากให้มีเพิ่มเติมคือ ให้มหาวิทยาลัยฯ ติดตั้งหลอดไฟเพิ่มขึ้นในบางจุดเพราะถนนในบางจุดมืดมากทำให้ไม่สะดวกต่อการปั่นจักรยาน รวมถึงมีจุดบริการเครื่องดื่มขายให้กระจายทั่วทั้งมหาวิทยาลัย ซ่องแซมผิวถนนภายในมหาวิทยาลัยในจุดที่เสียหายมาก นอกจากนี้หากมีการเพิ่มเติมกิจกรรมการออกออกกำลังกาย อาทิ การเต้นแอโรบิค ก็จะสร้างจุดสนใจให้ผู้ที่มาปั่นจักรยานมากขึ้น ไกรอนันต์ สิงสี และพลเดช เชาวรัตน์ (2557) ได้เสนอถึงแนวทางการพัฒนาที่เอื้อต่อการสัญจรด้วยจักรยาน ซึ่งจะรวมไปถึงการจัดสิ่งอำนวยความสะดวก การปรับปรุงภูมิทัศน์ และพื้นผิวจราจร ทั้งนี้เพื่อให้การใช้จักรยานมีความเหมาะสมและปลอดภัย ได้แก่

- ที่จอดจักรยาน ติดตั้งบริเวณพื้นที่ทำกิจกรรมที่สำคัญหรือพื้นที่ที่ดึงดูดการทำกิจกรรมที่สำคัญ
- ไฟฟ้าส่องสว่าง ติดตั้งในพื้นที่ที่ยังขาดแสงสว่าง ในพื้นที่ชุมชนย่อย บริเวณไฟส่องสว่างตามแนวถนนและทางจักรยาน โดยเฉพาะบริเวณเส้นทางที่มีการจราจรเป็นประจำ
- ป้ายสัญลักษณ์ สัญญาณจราจรต่าง ๆ ติดตั้งทุกระยะ 100 เมตร ของเส้นทางจักรยานเพื่อความชัดเจนของเส้นทางและส่งเสริมด้านความปลอดภัยของผู้ใช้จักรยานในการเดินทาง
- พื้นผิวทางจักรยาน กำหนดลักษณะผิวทางจักรยานให้แตกต่างจากผิวจราจรปกติ เพื่อคำนึงถึงความปลอดภัย และลดปัญหาความขัดแย้งในการสัญจรระหว่างจักรยานและยานพาหนะอื่น ๆ
- ปลูกต้นไม้ที่ให้ร่มเงาบริเวณสองข้างทาง โดยเฉพาะบริเวณที่มีกิจกรรมที่สำคัญของเมือง เช่น วัด โรงเรียน ตลาด สถานที่ราชการ พื้นที่นันทนาการ เป็นต้น
- การจัดให้มีร้านซ่อมบำรุงและร้านจำหน่ายจักรยานภายในพื้นที่ศึกษา

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า ข้อเสนอแนะที่ได้รับจากผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ล้วนแล้วแต่เป็นเรื่องของโครงสร้างพื้นฐาน อาทิ สภาพพื้นผิวถนน ไฟส่องสว่าง ร้านค้า ซึ่งหากมีการจัดสรรและดำเนินการก็จะช่วยส่งเสริมและสนับสนุนให้พื้นที่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว เหมาะสมต่อการมาปั่นจักรยานเพื่อออกกำลังกายของประชาชน อันจะส่งเสริมให้เกิดสังคมสุขภาพภายในมหาวิทยาลัยฯ สอดคล้องกับปรัชญาของการเป็นมหาวิทยาลัยของท้องถิ่นอย่างแท้จริง

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่ส่งเสริมการปั่นจักรยานเพื่อออกกำลังกายภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว โดยใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึก จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหาและเรียงลำดับความถี่ พบว่า

1. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกการออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยานภายในมหาวิทยาลัย 3 อันดับแรก คือ 1) คิดว่าการปั่นจักรยานเป็นการออกกำลังกายที่ดี 2) จักรยานไปไหนได้เร็วกว่าอีกทั้งยังบำรุงรักษาได้ง่าย ร่วมถึงชื่นชอบการออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยาน และ 3) คิดว่าการออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยานเป็นการออกกำลังกายที่ประหยัด

2. เหตุผลของการเลือกที่จะปั่นจักรยานออกกำลังกายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว ที่พบมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ 1) บรรยากาศในมหาวิทยาลัยร่มรื่นและยังมีผู้คนน้อยไม่พลุกพล่าน 2) มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ส่วนทะเลแก้ว มีพื้นที่ค่อนข้างมากจึงเหมาะแก่การปั่นจักรยานออกกำลัง และ 3) ที่พักใกล้กับมหาวิทยาลัยจึงง่ายต่อการ ไป–กลับ

3. สิ่งที่มหาวิทยาลัยควรปรับปรุงเพื่อเอื้อต่อการมาปั่นจักรยานออกกำลังกาย พบว่า ประเด็นที่มีผู้ตอบมากที่สุด คือ คิดว่ามหาวิทยาลัยมีสถานที่เหมาะแก่การออกกำลังกายดีอยู่แล้ว

เอกสารอ้างอิง

เกษม นครเขตต์. (2557). **การรับรู้ด้านสุขภาพและทัศนคติของประชาชนไทยต่อการเดินและขี่จักรยาน.** เข้าถึงได้จาก http://www.thaicyclingclub.org/ sites/default/files/2.22_ kaarrabruudaansukhphaaphaelathasnkhtikhngprachaachnaithy_0.pdf. (10 มกราคม 2558).

พรพล พิมพาพร และ อาภัสรา อัครพันธุ์. (2556). **ผลของการเดิน วิ่ง และปั่นจักรยานสะสมต่อดัชนีมวลกาย มวลกล้ามเนื้อและร้อยละไขมันในร่างกายของนิสิต.** เข้าถึงได้จาก http://www.thaicyclingclub.org/sites/default/files/2.19_phlkhngkaaredin_wing_aelapantdachniimwlkaay.pdf. (10 มกราคม 2558).

อเนก สูตรมงคล กฤษฎา บานชื่น นฤพนธ์ วงศ์จตุรภัทร. (2557). สมรรถภาพทางกายและใจของผู้สูงอายุ กับการปั่นจักรยานวัยเกษียณ.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา. เข้าถึงได้จาก http://www.thaicyclingclub.org/sites/default/files/2.20_smrrthphaaphthaangkaayaelaaicchkhngphuusuungaayu_kabkaarpancchakryaanhlangwaneksiiyr_0.pdf. (10 มกราคม 2558).

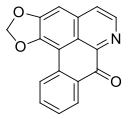
ไกรอนันต์ สิงสี และ พลเดช เชาวรัตน์. (2557). **แนวทางในการพัฒนาเมืองที่เอื้อต่อการเดินทางด้วยจักรยาน กรณีศึกษาชุมชนบ้านท่าขอนยาง-ขามเรียง.จังหวัดมหาสารคาม.** เข้าถึงได้จาก http://www.thaicyclingclub.org/sites/default/files/2.42_aenwthaangainkaarphathnaaemuuengthiieuuetkaaredinthaangdwycchakryaan.pdf. (10 มกราคม 2558).

การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารประกอบจากต้นสังหยูใบเล็ก
Bioactive compounds from *Pseuduvaria setosa*

Mayuree Seena[1] Narong Nuntasaen[2] Siripit Pitchuanchom[1] and Wilart Pompimon[1*]
[1]Laboratory of Natural Products, Faculty of Science and Center for Innovation in Chemistry, Lampang Rajabhat University, Lampang, Thailand, [2]The Forrest Herbarium, Department of Nation Park, Wildlife and Plant Conservation,Ministry of Natural Resources and Environment, Thailand
[*]corresponding author e-mail: wilart_p@hotmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์หลักของการศึกษาเพื่อสกัดแยกสารประกอบออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากสารสกัดหยาบจากใบและกิ่งของสังหยูใบเล็กในชั้นเมทานอลต่อเอทิลอะซิเตต (1:3) สำหรับการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย สามารถแยกสารได้หนึ่งชนิด คือ ลิริโอเดนีน ซึ่งสารประกอบพิสูจน์โครงสร้างทางเคมีโดยใช้เทคนิคสเปกโตรสโคปี (UV, IR, NMR, MS) ร่วมกับการเปรียบเทียบข้อมูลที่เคยมีรายงานมาก่อน ผลการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสาร ลิริโอเดนีน พบว่าสารประกอบชนิดนี้แสดงฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้โดยใช้สารคอลแรมเฟนิคอลเป็นตัวยามาตรฐาน สารประกอบมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *V. cholera* (non O1/non O139) และ *S. aureus* (ATCC 25923) ซึ่งมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้ เท่ากับ 125 และ 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ

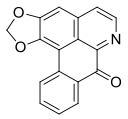


ลิริโอเดนีน

คำสำคัญ : สังหยูใบเล็ก การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ลิริโอเดนีน

Abstract

The main objective of this study was isolated bioactive compounds from crude of leaves and twigs of *Pseuduvaria setosa* extracted in methanol:ethyl acetate (1:3) to study potential antibacterial. One of compound in crude extraction was liriodenine. This structure was determined by spectroscopic analysis (UV, IR, NMR, MS) and by comparison with previously reported data. The results of bioactivity assay revealed that liriodenine showed antibacterial activity by using chloramphenicol as positive control. This compound exhibited *V. cholera* (non O1/non O139) and *S. aureus* (ATCC 25923) with Minimum Inhibitory Concentration (MIC) values of 125 and 250 µg/ml, respectively.



Liriodenine

keywords : *Pseuduvaria setosa*, Antibacterial, Liriodeinine

Introduction

Plants have variety of chemical constituents called ‘phytochemicals’ with protective and disease preventive properties. The term ‘phytochemicals’ are chemical substances that produced naturally in plants that demonstrate various biological activities including antioxidant, antibacterial, antifungal, anti-inflammatory, anti malarial and anticancer activities[1].

The genus Pseuduvaria (Annonaceae) composes about 56 species, mainly distributed in Asia such as Malasia and Thailand. The plant widely use as folklore medicine[2]. Previous researches have revealed the presence of alkaloids in most Pseuduvaria species that were studied. There are several compounds

reported from this genus such as liriodenine, pseuduvarines A and B, anonaine, atherospemidine, oxoputerine, ouregidione, O-methylmoschatoline, 3-methoxycepharadione-B, N-Methylouregidione (1,2,3-trimethoxy-4,5-dioxo-6a,7-dehydraporphine) and oxoanolobine. The biological activity studies suggested that those compounds showed antitoberculosis, antimalarial, cytotoxicity and stimulated splenic lymphocyte proliferation[2-5].

In Thailand *Pseuduvaria setosa* locally known as “Sang yuu bai lek” or “Sang yuu bai khon”, is a small tree, the young stems, petioles, leaf margin, lower midrib, and secondary nerves are covered with irritating hairs. The leaves are simple, exstipulate, alternate and membranaceous, 11–16 cm × 4.5–7 cm. The flowers are solitary on a 1.8–2 cm long pedicel. The fruits are one to six globose, ripe carpels that are grayish-yellow, tomentose and up to 2 cm in diameter. The roots are chewed by Malays to treat cough. The roots are boiled then reduce into a powder form, which is applied externally to reduce fever[6]. The phytochemical investigated were of *P. setosa* demonstrated alkaloids also showed cytotoxicity against human tumor cell lines, epidermoid carcinoma (KB), breast cancer (BC), small cell lung cancer (NCI-H187) cell lines. In addition, antimalarial activity against *Plasmodium falciparum*[2]. Therefore, this research aim to investigate the chemical constituent of leaves and twigs part of *P. setosa* demonstrated and teas bacterial activity.

Objective

1. To isolate the chemical constituents from leaves and twigs of *P. setosa*.
2. To investigate the biological activities of the crude extracts and their isolated constituents from leaves and twigs of *P. setosa*.

Materials and methods

General experimental procedures

Melting point was measured on Büchi 322 micro melthing point apparatus and were uncorrected. Silica gel 60 H (E.Merck. 70-230 mesh ASTM, cat. No. 7734.) was used for column chromatography (CC). Solvents for extraction, chromatography and recrystallization were distilled at their boiling point ranges to use. Precoated thin layer chromatography (TLC) aluminium sheets of silica gel 60 PF_{254} were used for analytical proposes and compounds were visualized by ultraviolet light. Infrared spectra (IR) were recorded as KBr pellets using a Shimadzu 8900. FTIR spectrophotometer and major bands (ν_{max}) were recorded in wave number (cm^{-1}). Ultraviolet absorption spectra were measured in methanol solution on a shimadzu 1601 spectrophotometer and principle bands (λ_{max}) were reported as wavelength (nm) and log ε. Low resolution mass spectra were recorded on a Thermo Finnigan Polaris Q mass spectrometer at 70 eV (probe) for EIMS was carried out with a Bruker Esquire apparatus at Faculty of Science, Mahidol university. The high resolution nuclear magnatic resonance ^{1}H and ^{13}C-NMR (1D and 2D) spectra were recorded at 500 M*Hz* spectrometer and were recorded as δ value in ppm down field from TMS (internal standard as δ 0.00). The signals of deuterochloroform at δ 77.00 and DMSO-d_6 solutions at δ 40.00 were used as a reference in the case of ^{13}C-NMR spectra.

Plant material

The leaves and twigs of *P.setosa* were collected and identified by Narong Nantasean in November 2012, from Ranong Province of Thailand. The voucher specimen (BKF no. 134780) has been deposited at the Forest Herbarium, Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation, Ministry of National Resources and Environment, Bangkok, Thailand.

Extraction

The air-dried powdered of leaves and twigs of *P. setosa* (2.20 kg), were successively consecutively at room temperature with hexane (5 x 8 L), and MeOH : EtOAc (1 : 3, 5 x 8 L). Removal of solvents from each extract under reduced pressure afforded crude hexane (7.50g), and MeOH : EtOAc extract (32.50 g), respectively. Further separation of MeOH : EtOAc extract (32.50 g) by silica gel column chromatography was carried out, eluted with a system EtOAc : hexane to afford eleven fractions (F1-F11). The fraction F10 was rechromatographed to afford six fractions (A1-A6). The fraction A5 was rechromatographed to afford five fractions (B1-B5). The fraction B4 was rechromatographed to afford six fractions (C1-C6). The fraction C5 was rechromatographed to afford three fractions (D1-D3). Subfraction D3 was recrystallized by 95% ethanol to give compound **1** as yellow solids (10 mg). Based on the comparison of spectrometric data IR, UV, ^{1}H and ^{13}C NMR together with 2D NMR (HMBC, HMQC, COSY and NOSY).

Evaluation of Cytotoxic Activity

From bioactivity screening of the crude extracts from leaves and twigs of *P. setosa* was carried on cytotoxicities, at Departments of Biochemistry, Faculty of Science, Mahidol University.

Antibacterial assay

The antibacterial activity from MeOH : EtOAc crude extract were determined against 5 bacteria strains including *Enterotoxigenic coli* (ETEC), *Enterobacter cloacae*, *Proteus mirabilis*, *Stephylococcus aureus* (ATCC 25923) and *Streptolococcus pyogenes* and compound were determined against 5 bacteria strains including *Enterotoxigenic coli* (ETEC), *Enterobacter cloacae*, *Proteus mirabilis*, *Stephylococcus aureus* (ATCC 25923) and *Vibrio cholera* (non O1/non 0139) (all obtained from The National Institute of Health, Department of Medical Sciences, Bangkok). The modified resazurine assay utilizing microtetre plate described by Sarker *et al*. (2007)[7] which was carried out with compound 1 to assess minimum inhibitory concentration (MIC) value. Plates were prepared under aseptic condition. A sterile 96 well plate was labeled a volume of 100 µL of test material in 10% (v/v) DMSO (a stock concentration of 1 mg/ml for pure compounds) was pipetted into the first row of the plate. Two-fold serial dilutions for all samples were performed using Tryptic Soy Broth Media. An equal of 50 *µL* fresh bacterial suspensions ($1x10^6$ cfu/mL) were added to each well. Each plate was wrapped loosely with cling films to ensure that bacteria did not become dehydrated and incubated at 37 °C for 18-24 h. Similar serial dilution was performed for the positive control chloramphenicol with starting concentration of *5* µg/mL. Other two standard controls prepared for each bacteria were all solutions with the exception of the test compounds adding TSB or 10% DMSO instead. To each well 10 µL (1 mg/mL) resazurine indicator solution was added and then placed in an incubator set at 37 °C for 2 h. The colour changes was then assessed visually. Any colour changes from purple to pink or colourless were as positive. The lowest concentration at which colour changes occurred was taken as the MIC value.

Research results

Chemistry

compound was obtained as a yellow solid, m.p. 261-262 °C. The IR spectrum showed the presence of nitrogen group 3548 cm^{-1} carbonyl at 1618 cm^{-1} and methylenedioxyl group at 1307, 1261 cm^{-1}. The ^{1}H NMR spectra 8.84 (1H, *d, J* = 5.06 Hz, H-5), 8.55 (1H, *obsc*, H-11), 8.55 (1H, *obsc*, H-8), 7.71 (1H, *obsc*, H-4), 7.70 (1H, *obsc*, H-10), 7.54 (1H, *t, J* = 7.85 Hz, H-9), 7.10 (1H, *s*, H-3), 6.34 (2H, *s*, O-CH_2-O). The ^{13}C NMR showed 182.40 (C-7), 151.72 (C-2), 147.89 (C-1), 145.42 (C-6a), 144.91 (C-5), 135.70 (C-3a), 133.86 (C-10), 132.85 (C-7a), 131.32 (C-11a), 128.78 (C-8), 128.54 (C-9), 127.32 (C-11), 124.17 (C-4), 123.24 (C-1b), 108.11 (C-

1a), 103.22 (C-3), 102.44 (O-CH_2-O) (Table 1). On the basis of the above data and comparison to those reported in the literature, compound was identified as a known alkaloid, name liriodenine[6] (Figure 1).

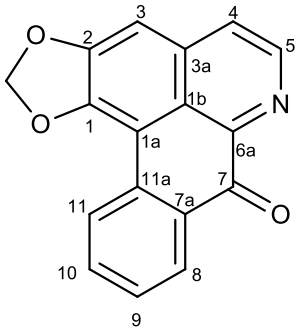


Figure1. Structure of liriodenine.

Table 1. The ^{1}H and ^{13}C NMR spectral data of compound **1**.

position	δ_H (*J* Hz)	δ_C (DEPT)	COSY	HMBC
1	-	147.89 (C)	-	-
1a	-	108.11 (C)	-	-
1b	-	123.24 (C)	-	-
2	-	151.72 (C)	-	-
3	7.10 (1H, *s*)	103.22 (CH)	-	C-1, C-1b, C-2
3a	-	135.70 (C)	-	-
4	7.71 (1H, *obsc*)	124.17 (CH)	-	C-1b, C-5
5	8.84 (1H, *d,* 5.06)	144.91 (CH)	-	C-3a, C-4
6a	-	145.42 (C)	-	-
7	-	182.40 (C)	-	-
7a	-	132.85 (C)	-	-
8	8.55 (1H, *obsc*)	128.78 (CH)	-	C-7, C-7a
9	7.54 (1H, *t*, 7.85)	128.54 (CH)	H-10	C-11, C-11a
10	7.70 (1H, *obsc*)	133.86 (CH)	H-9, H-11	C-9, C-7a
11	8.55 (1H, *obsc*)	127.32 (CH)	H-10	C-1a, C-9, C-11a
11a	-	131.32 (C)	-	-
-O-CH_2-O	6.32 (1H, *s*)	102.44 (CH_2)	-	C-1, C-2

Evaluation of Cytotoxic Activity

The cytotoxic activity of the crude extract from *P. setosa* are show in Table 2. The results demonstrated that the crude MeOH : EOtAc extract showed moderate activity cell lines human oral nasopharyngal carcineoma (KB) whil showed no activity other cell lines.

Table 2. The cytotoxicities of the crude extracts from leaves and twigs *P. setosa*

Crude extract	Cytotoxicity (ED_{50}, µg/mL)						
	P-388	KB	HT29	MCF-7	A549	ASK	Hek 293
MeOH : EtOAc	IN	10.99	IN	IN	IN	IN	IN
Ellipticine	0.40	0.49	0.64	0.51	0.44	0.59	0.58

Cytotoxic assay: ED_{50} less than 20 *µg*/mL was considered active for extracts. P-388: murine lymphocytic leukemia, KB: human oral nasopharyngal carcineoma, HT29: human colon adenocarcinoma grade II cell line, MCF-7: human breast cancer, A549: Human lung adenocarcinoma epithelial cell line, ASK: rat glioma cell, Hek 293: human embryonic kidney cell; IN= inactive (ED_{50} > 20 *µg*/mL)

Antibacterial assay

The crude extracts from leaves and twigs of *P. setosa* were investigated by values inhibition zone assay for antibacterial activity against 5 bacteria strains, including *Enterotoxigenic coli (ETEC) (E.coli), Enterobacter cloacae (E. cloacae), Proteus mirabilis (P.mirabilis), Staphylococus aureus (S.aureus)* and *Streptolococcus pyogenes (S. pyogenes).* The results showed that crude hexane extract showed no activity against all bacterial. While, MeOH : EtOAc crude extract inhibited all cell line with inhibition zone values in the range of 1.45 to 1.88 cm. (Table 3).

Table 3. Antibacterial activities inhibition zone of crude extracts from leaves and twigs *P. setosa.*

Crude extract	(Inhibition zone, cm)				
	E.coli (ETEC)	*E.cloacae*	*P.mirabilis*	*S.aureus*	*S.pyogenes*
Hexane	IN	IN	IN	IN	IN
MeOH : EtOAc	1.79±0.01	1.45±0.15	1.88±0.04	1.63±0.05	1.46±0.05

* IN = Inactive

Liriodenine was investigated by values inhibition zone assay for antibacterial activity against 5 bacteria strains, including *E.coli (ETEC), E. cloaca, P.mirabilis, S.aureus* and *Vibrio cholera* non01/non. 0139 *(V. cholerae).* The result show that liriodenine showed no against 3 bacteria strains; *E.coli (ETEC), E. cloaca* and *P.mirabilis* while inhibited 2 bacteria strains *S. aureus* and *V. cholera* (non O1/non O139) with inhibition zone values of 0.60±0.07 and 1.48±0.10 cm. respectively (Table 4).

Table 4. Antibacterial activities inhibition zone of liriodenine.

Compound	(Inhibition zone, cm.)				
	E.coli (ETEC)	*E.cloacae*	*P.mirabilis*	*S.aureus* (ATCC 25923)	*V. cholera* (non O1/non O139)
Liriodenine	IN	IN	IN	0.60±0.07	1.48±0.10

* IN = Inactive

After that liriodenine was tested with *S. aureus* (ATCC 25923) and *V. cholera* (non O1/non O139) which MIC values. The results of bioactivity assay revealed that liriodenine showed antibacterial activity by using chloramphenicol as positive control. This liriodenine exhibited *V. cholera* (non O1/non O139) and *S. aureus* (ATCC 25923) with MIC values of 125 and 250 µg/ml, respectively (table 5).

Table 5. Antibacterial (MIC) of liriodenine from *P. setosa* and choramphenicol against various strains of bacteria.

Compounds	MIC (µg/mL)	
	S.aureus (ATCC 25923)	*V. cholera* (non O1/non O139
Liriodenine	250	125
Chloramphenicol	20	10

Conclusions

Phytochemical investigation of the MeOH : EtOAc extract from leaves and twigs of *P. setosa* has led to the isolation of one alkaloid derivative, liriodenine. The results showed that crude hexane extract showed no activity against. While, crude MeOH : EtOAc extract inhibited *E.coli, E. cloacae, P.mirabilis, S.aureus* (ATCC 25923) and *S. pyogenes* with inhibition zone values of 1.79±0.01, 1.45±0.15, 1.88±0.04, 1.63±0.05 and 1.46±0.05 cm, respectively and showed significant cytotoxicity against one cell lines including on cancer cell line against P-388 with the ED_{50} values of 10.99 µg/mL. Compound **1** inhibited *S. aureus* (ATCC 25923) and *V. cholera (*non O1/non O139) with inhibition zone values of 0.60±0.07 and 1.48±0.10 cm. and exhibited with MIC values of 125 and 250 µg/ml, respectively.

The future work may involve the synthesis of isolated compound for increasing quantity and biological activity that could be developed into new drugs. Novel active compound could be the target for future synthesis and structure activity relationship studies.

Acknowledgements

We thank the Center of Excellence for Innovation in Chemistry (PERCH-CIC) for financial support.

References

Tan, AC., Konczak, I., Sze, DMY., & Ramzan, I. (2010). Towards the discovery of novel phytochemicals for disease prevention from native Australian plants: an ethnobotanical approach. **Asia Pac J Clin Nutr,** 19, 330-334.

Wirasathien, L., Boonarkart, C., Pengsuparp, T., & Suttisri, R. (2006). Biological activities of alkaloids from Pseuduvaria setosa. **Pharmaceutical biology,** 44, 274-278.

Mahmood, K.., Chan, K.C., Park, M.H., Han, Y.N., & Han, B.H. (1986). An aporphine alkaloid from Pseuduvaria macrophylla. **Phytochemistry,** 25, 1509-1510.

Shou-Ming, Z., Shou, S. Z., & Nign, X. (1988). Alkaloids from Pseuduvaris indochinensis. **Phytochemistry,** 27, 4004-4005.

Uadkla, O., Yodkeeree, S., Buayairaksa, M., Meepowpan, P., Nuntasaen, N., Limtrakul, P., et al. (2013). Antiproliferative effect of alkaloids via cell cycle arrest from Pseuduvaria rugosa. **Pharmaceutical Biology,** 51, 400-404.

Wiart, C., Pharm, D., (2006). **Ethnopharmacology of Medicinal Plants Asia and the Pacific.** Methods in Molecular Biology: Humana Press.

Sarker, S.D., Nahar, L., & Kumarasamy, Y. (2007). **Microtitre plate-based antibacterial assay incorporating resazurin as an indicator of cell growth, and its application in the in vitro antibacterial screening of phytochemicals.** Methods, 42, 321-324.

Husain, K., Jamal, J. A., & Jalil, J. (2012). **Phytochemical study of cananga odorata (lam) hook.f. & thomson & thoms (Annnaceae),** *4*(suppl 4), 465-467.

การศึกษาทางพฤกษเคมีและฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งจากกิ่งของต้นฝ่ายน้ำ
Phytochemical investigation and anticancer activity of the twigs of *Mallotus thorelii* Gagnep

วรัญญา เผือกฟัก[1] พันสรวง อุดมพุทธิเมฆากุล[1*] วิลาศ พุ่มพิมล[1] และ ณรงค์ นันทะเสน[2]
[1]ห้องปฏิบัติการเคมีผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ลำปาง
[2]สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ
*corresponding author e-mail: phansuang@yahoo.com

บทคัดย่อ

จากการศึกษาฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งของสารสกัดหยาบชั้นเฮกเซน เอทิลอะซีเทต และเมทานอลจากกิ่งของต้นฝ่ายน้ำ (Euphorbiaceae) ซึ่งเก็บจากจังหวัดอุบลราชธานี พบว่าสารสกัดหยาบชั้นเอทิลอะซีเทตมีฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง (MCF-7) ซึ่งมีค่า ED_{50} เท่ากับ 10.07 µg/mL โดยมี ellipticine เป็นสารมาตรฐาน หลังจากแยกสารสกัดหยาบชั้นเฮกเซนและเอทิลอะซีเทตโดยเทคนิคทางโครมาโทกราฟีและวิเคราะห์หาสูตรโครงสร้างทางเคมีโดยวิธีทางสเปกโทร สโกปี พบสารไตรเทอร์พีนนอยด์จำนวน 1 สารคือ 3α-Benzoyloxy-D:A-Friedo-oleanane-27, 16α-lactone (1) โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลสเปกตรัมของ ^{1}H และ ^{13}C NMR ที่มีในรายงานก่อนหน้านี้

คำสำคัญ : ต้นฝ่ายน้ำ ฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง ไตรเทอร์พีนนอยด์

Abstract

The twigs of *Mallotus thorelii* Gagnep (Euphobiaceae) collected from Ubon Ratchathani province were extracted in turn with hexane, ethyl acetate and methanol. The crude ethyl acetate extract showed anticancer activity against one cancer cell line (MCF-7) with an ED_{50} value of 10.07 µg/mL and ellipticine was used as a standard. Purification of the crude hexane and ethyl acetate extract by chromatographic technique afforded a triterpenoid, 3α-Benzoyloxy-D:A Friedo-oleanane-27, 16α-lactone (1). The structure of this compound was indentified from the comparison of ^{1}H and ^{13}C NMR spectral data with a previously report.

keywords : *Mallotus thorelii* Gagnep, anticancer activity, triterpenoid

บทนำ

ประเทศไทยจัดเป็นประเทศที่มีทรัพยากรชีวภาพหลากหลายมากที่สุดประเทศหนึ่งในโลก โดยเฉพาะการมีพืชพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีอย่างมากมาย ซึ่งหากมีการศึกษาวิจัยอย่างจริงจัง ก็จะเป็นประโยชน์แก่ประเทศไทยเป็นอย่างมาก และอาจเป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้าทางการเกษตรต่าง ๆ ให้เพิ่มขึ้นได้

การศึกษาหาองค์ประกอบทางเคมีจากสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ เป็นทางหนึ่งที่เพิ่มมูลค่าแก่พืชต่าง ๆ ได้ ซึ่งหากพืชพันธ์ต่างๆ เหล่านั้นมีองค์ประกอบทางเคมีที่ออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เป็นประโยชน์ในทางการแพทย์ การเกษตร หรือด้านโภชนาการ

วงศ์ยางพาราหรือ Euphorbiaceae เป็นวงศ์ของพืชมีดอกที่มี 300 สกุลและประมาณ 7,500 สปีชีส์ ส่วนใหญ่เป็นไม้พุ่ม พบมากในเขตร้อน โดยเฉพาะในแถบอินโด-มลายา และเขตร้อนในทวีปอเมริกา มีความหลากหลายมากในเขตร้อนของแอฟริกาแต่ยังน้อยกว่าสองเขตข้างต้น สำหรับพืชสกุล *Euphorbia* เป็นสกุลที่พบนอกเขตร้อนมากที่สุด เช่นในแถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ตะวันออกกลาง แอฟริกาใต้ และสหรัฐอเมริกาแถบตอนใต้ (สารานุกรมเสรี, 2558: ออนไลน์)

Mallotus เป็นสกุลหนึ่งในวงศ์ Euphorbiaceae ซึ่งมี 2 ชนิดย่อยคือ *Mallotus oppositifolius* และ *Mallotus subulatus* พบได้ในเขตร้อนของแอฟริกาและ มาดากัสกา ประมาณ 140 ชนิดพบในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และแถบอิน

โดมลายาจนถึงแถบคาลีโดเนียใหม่และฟิจิ รวมทั้งพบในแถบเหนือและตะวันออกของทวีปออสเตรเลีย ปกติแล้วมนุษย์จะใช้ประโยชน์จากพืชในสกุลนี้เป็นแหล่งอาหาร สีย้อม รวมทั้งใช้เป็นยาพื้นบ้าน (Wikipedia, 2015: online)

ฝ่ายน้ำ (*mallotus thorelii* Gagnep) เป็นพืชดอกมีลักษณะไม้พุ่มถึงไม้ต้นขนาดเล็ก สูง 3-5 เมตร กิ่งมีขนสีน้ำตาลอ่อนปกคลุม ใบ เดี่ยวเรียงสลับ หรือเกือบตรงข้าม หูใบรูปสามเหลี่ยม ขนาดประมาณ 4 มิลลิเมตร มีขนปกคลุม ก้านใบยาว 5-8 มิลลิเมตร ใบรูปไข่แกมรูปหัวใหนหรือรูปไข่แกมรูปสามเหลี่ยม เนื้อใบบางคล้ายกระดาษ ด้านบนมีขนแบบต่อมปกคลุม ด้านล่างมีขนสีน้ำตาลฐานใบแบบปิดกว้าง ปลายใบเรียวแหลม เส้นใบเริ่มจากฐาน 5 เส้น ดอก แยกเพศ ดอกเพศผู้ออกที่ปลายกิ่ง ขนาด 8-10 เซนติเมตร มีขนปกคลุม ดอกเพศเมีย ขนาด 15-18 เซนติเมตร มีขนปกคลุม ก้านดอก ยาว 5 มิลลิเมตร กลีบเลี้ยง 4-5 กลีบ รูปหอก ขนาด 2 มิลลิเมตร ก้านชูเกสรเพศเมีย มี 3 อัน ผลแบบแคปซูลแห้งแตก ออกเป็น 3 พู เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 มิลลิเมตรมีขนสีน้ำตาลปกคลุม

(กรมป่าไม้, 2558)

จากที่กล่าวมา งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาหาองค์ประกอบทางเคมีจากกิ่งของต้นฝ่ายน้ำ ซึ่งจัดเป็นพืชพื้นถิ่นในประเทศไทย เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและนำไปสู่การค้นพบสารออกฤทธิ์ใหม่ ๆ และอาจนำไปสู่การค้นพบยารักษาโรคที่มีประสิทธิภาพมากกว่ายาที่มีใช้ในปัจจุบัน

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการทั่วไป

จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์หาโดยใช้เครื่องของ Brüker 37000 การตรวจพิสูจน์หมู่ฟังก์ชันสารใช้เครื่องอินฟาเรดของ Perkin Elmer System 2000 FT-IR และ JASCO A-032 สเปกโทรโฟโทมิเตอร์ การวัดค่าการดูดกลืนแสงยูวีใช้เครื่อง SHIMAZU UV-VIS รุ่น 1200 การวัดหามวลโมเลกุลของสารบริสุทธิ์ใช้เครื่องแก๊สโครมา โทกราฟี-แมสสเปกโทรเมทรี (GC-MS) รุ่น 6890N Agilent (GC) และ Agilent 5973 inert (MS) การวัดสัญญาณ NMR ของโปรตอนและคาร์บอนใช้เครื่อง NMR Brüker รุ่น Avance 300 การสกัดแยกสารให้บริสุทธิ์จากพืชตัวอย่างใช้ตัวทำละลาย 4 ชนิดคือ เฮกเซน เอทิลแอซีเทต แอซีโทน และเมทานอล เทคนิคโครมาโทรกราฟีแบบคอลัมน์ใช้ซิลิกาเจล (Column chromatography, CC) 60H (70-230 mesh ASTM, cat. No.7734, E. Merck) เทคนิคโครมาโทรกราฟีแบบแผ่น (PLC) ใช้แผ่นสำเร็จของ Merck PLC Silica gel 60 F_{254} (20x20 เซ็นติเมตร) หนา 0.5 มิลลิเมตร การติดตามหาสารที่น่าสนใจใช้วิธีฉายแสงอัลตราไวโอเลตร่วมกับการย้อมสีด้วยสารละลาย 1% $Ce(SO_4)_2$ เทคนิคโครมาโทกราฟีแบบเยื่อบาง (TLC) ใช้แผ่นสำเร็จของ Merck PF_{254} (20x30 เซ็นติเมตร) หนา 0.2 มิลลิเมตร

การเก็บตัวอย่างพืช

ส่วนกิ่งของต้นฝ่ายน้ำ (BKF no. 156519) เก็บและยืนยันในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 โดยคุณณรงค์ นันทะเสน แห่งหอพรรณไม้ กรมอุทยาน สัตว์ป่าและพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

การเตรียมสารสกัดหยาบ

บดกิ่งต้นฝ่ายน้ำแห้งน้ำหนัก 6.3 กิโลกรัมให้ละเอียด แล้วสกัดตัวทำละลายเฮกเซน เอทิลแอซีเทต และเมทานอล เมื่อระเหยสารสกัดทั้งสามจะได้สารสกัดหยาบตามลำดับ

การทดสอบฤทธิ์ต้านเซล์มะเร็ง

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบฤทธิ์ในการต้านเซลล์มะเร็ง (ED_{50}) 6 ชนิดของสารสกัดหยาบจากต้นฝ่ายน้ำ

สารสกัดหยาบ	ความเป็นพิษต่อเซลล์ (µg/mL)					
	KB	HT29	MCF-7	A549	ASK	Hek293
สารสกัดหยาบเฮกเซน	-	-	-	-	-	-
สารสกัดหยาบเอทิลแอซีเตท	-	-	10.07	-	-	-
Ellipticine*	0.43	0.54	0.49	0.37	0.85	0.54

*สารมาตรฐาน

ออกฤทธิ์ < 20 µg/mL

ไม่ออกฤทธิ์ > 20 µg/mL

KB = มะเร็งเยื่อบุของช่องปากของมนุษย์; HT29 = มะเร็งลำไส้ใหญ่; MCF-7 = มะเร็งเต้านม; A549 = มะเร็งปอด; ASK = เนื้องอกสมองในหนู; Hek293 = มะเร็งเพาะเลี้ยงจากไตของตัวอ่อนของมนุษย์

จากตารางที่ 1 พบว่าเฉพาะสารสกัดหยาบเอทิลแอซีเทตเท่านั้นที่ออกฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งชนิด MCF-7 ที่ค่า ED_{50} เท่ากับ 10.07 µg/mLโดยมี ellipticine เป็นสารมาตรฐาน

การแยกสารบริสุทธิ์

ติดตามหาสารที่น่าสนใจจากสารสกัดหยาบทั้งสามส่วน โดยวิธี TLC ร่วมกับการส่องแสงอัลตร้าไวโอเลต และการย้อมสีด้วยสารละลาย 1% $Ce(SO_4)_2$ และทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้นของสารสกัดหยาบที่ได้ โดยการทดสอบฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง จากนั้นพิจารณาเลือกส่วนของสารสกัดหยาบที่คาดว่ามีสารที่น่าสนในและออกฤทธิ์ต่อเซลล์มะเร็งมากสุด มาทำการแยกให้บริสุทธิ์โดยใช้วิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบต่าง ๆ เมื่อได้สารบริสุทธิ์จะทำการวิเคราะห์หาโครงสร้างสารโดยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปี งานวิจัยนี้จะดำเนินการแยกหาองค์ประกอบทางเคมีจากสารสกัดหยาบเฮกเซนและเอทิลแอซีเตตเท่านั้น สำหรับสารสกัดหยาบเมทานอลไม่พบสารที่น่าสนใจจึงไม่ได้ดำเนินการแยกต่อ

ผลการวิจัย

สารสกัดหยาบจากตัวทำละลายสามชนิด

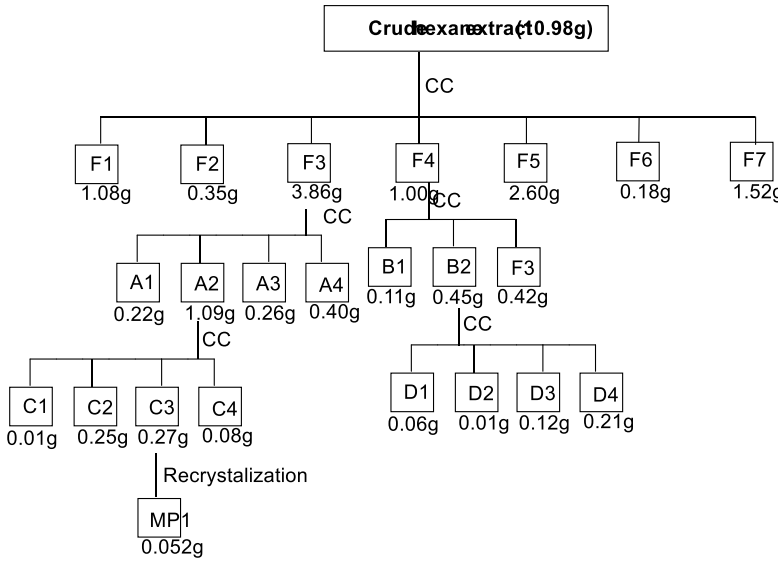
เมื่อสกัดส่วนกิ่งของต้นฝ่ายน้ำปริมาณ 6.3 กิโลกรัมด้วยตัวทำละลายเฮกเซน เอทิลแอซีเตตและได้สารสกัดหยาบทั้งสามแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 น้ำหนักและลักษณะสารจากการสกัดส่วนกิ่งของต้นฝ่ายน้ำ

สารสกัดหยาบ	น้ำหนัก (กรัม)	ร้อยละผลผลิต	ลักษณะสาร
เฮกเซน	10.98	0.17	ของหนืดสีเขียวเข้ม
เอทิลแอซีเตต	65.46	1.40	ของหนืดสีน้ำตาลเข้ม
เมทานอล	245.42	3.90	ของหนืดสีน้ำตาลแดงเข้ม
รวม	321.86		

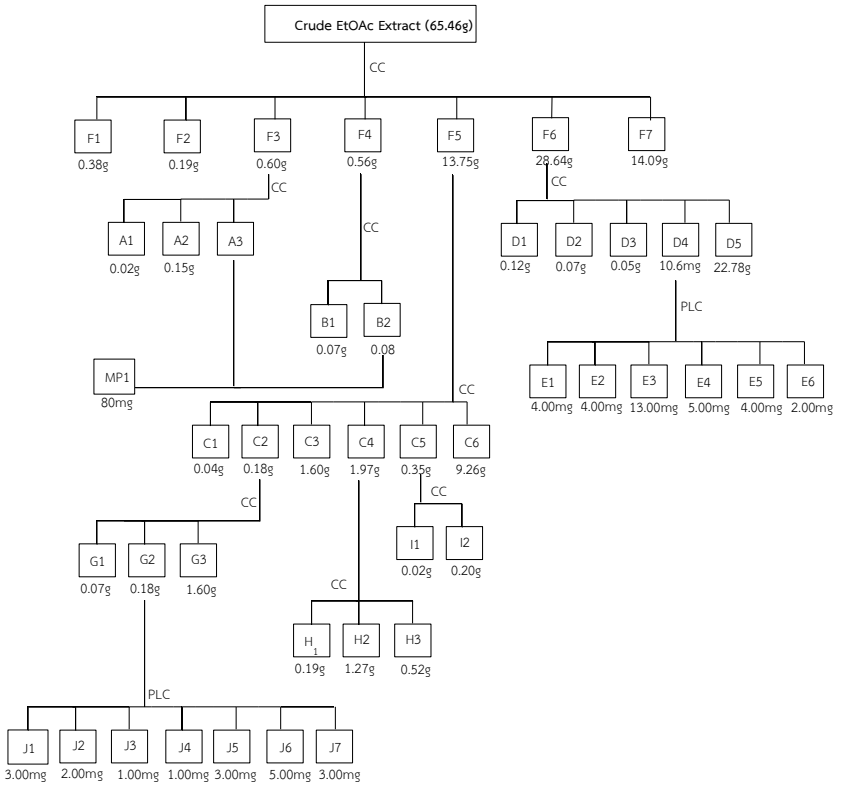
การแยกสารให้บริสุทธิ์

นำสารสกัดหยาบเฮกเซนและเอทิลแอซีเทตมาแยกหาสารบริสุทธิ์ด้วยวิธีทางโครมาโทกราฟีแบบต่าง ๆ เช่น CC, PLC และวิธีการตกของแข็งซ้ำ ซึ่งแสดงแผนภาพการแยกสารดังแผนภาพที่ 1 และ 2



ภาพที่ 1 ผังการแยกสารบริสุทธิ์ในสารสกัดหยาบเฮกเซนจากกิ่งของต้นฝ่ายน้ำ

จากแผนภาพที่ 1 เมื่อทำการแยกสารบริสุทธิ์จากสารสกัดหยาบเฮกเซน พบว่าในส่วนของสาร C_3 มีสารบริสุทธิ์เป็นของแข็งรูปเข็มสีขาวจำนวน 1 สาร ให้ชื่อว่า MP1 ปริมาณ 52 มิลลิกรัม

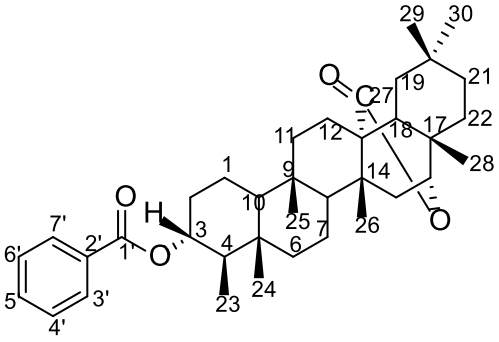


ภาพที่ 2 แสดงการแยกสารบริสุทธิ์ที่สกัดในชั้นเอทิลแอซีเตตจากกิ่งของต้นฝ่ายน้ำ

จากภาพที่ 2 เมื่อทำการแยกสารบริสุทธิ์จากสารสกัดหยาบเอทิลแอซีเทต ได้สาร MP1 ปริมาณ 80 มิลลิกรัม

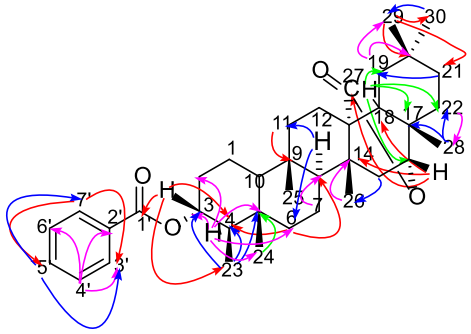
การพิสูจน์โครงสร้างทางเคมีของสารบริสุทธิ์

ข้อมูลจากแมสสเปกตรัมทำให้ทราบว่าสาร MP1 มีสูตรโมเลกุลคือ $C_{37}H_{52}O_4$ ข้อมูลของ IR สเปกตรัมพบสัญญาณของหมู่คาร์บอนิลของวงแหวนแลคโทนและแอริลเอสเทอร์ปรากฏที่เลขคลื่น 1732 และ 1714 cm^{-1} ตามลำดับ สำหรับเลขคลื่นที่ 1602 และ 1450 cm^{-1} เป็นการยืดของพันธะ C=C ของวงแหวนแอโรแมติก และการยืดพันธะของ C—O—C วงแหวนแลคโทนและแอริลเอสเทอร์ปรากฏที่เลขคลื่น 1273 และ 1111 cm^{-1} ตามลำดับเมื่อพิจารณาข้อมูล ^{1}H และ ^{13}C NMR คาดว่าสารนี้เป็นสารในกลุ่มไตรเทอร์พีน โดยข้อมูล ^{13}C NMR จะพบคาร์บอนชนิดจตุรภูมิเท่ากับ 9 คาร์บอน อีก 11 คาร์บอนเป็นชนิดตติยภูมิ สำหรับคาร์บอนชนิดทุติยภูมิมีจำนวน 10 คาร์บอนและมีคาร์บอนปฐมภูมิเท่ากับ 7 คาร์บอน การวิเคราะห์ข้อมูล ^{1}H NMR พบสัญญาณของแอกเซียลมีไทน์โปรตอน (CH) ที่ค่าเคมิคัลชิฟเท่ากับ 4.80 ณ ตำแหน่ง C-3 แสดงถึงการสร้างพันธะของ C-3 กับหมู่ OCOR และสัญญาณของอีเควอทอเรียลมีไทน์โปรตอน (CH) ที่ค่าเคมิคัลชิฟเท่ากับ 3.98 ณ ตำแหน่ง C-16 แสดงถึงการสร้างพันธะของ C-16 กับวงแหวนแลคโทน นอกจากนี้การพบสัญญาณ ^{13}C NMR ที่ค่าเคมิคัลชิฟเท่ากับ 166.4 และ 176.9 แสดงถึงสัญญาณของสองหมู่คาร์บอนิลของแอริลเอสเตอร์และวงแหวนแลคโทนตามลำดับ สำหรับสัญญาณ ^{13}C ของมีไทน์คาร์บอนปรากฏที่ค่าเคมิคัลชิฟเท่ากับ 75.6 และ 83.5 บ่งบอกถึงการสร้างพันธะกับอะตอมออกซิเจนของแอริลเอสเตอร์และวงแหวนแลคโทน เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลทั้งหมดของสาร MP1 กับข้อมูลที่มีผู้รายงานมาก่อนนี้ (Sutthivaiyakit และคณะ; 2001) และการหาปฏิสัมพันธ์ระหว่าง C-H, H-H ในโครงสร้างสาร พิสูจน์ได้ว่าสาร MP1 เป็นสารในกลุ่มไตรเทอร์พีนนอยด์ชื่อ 3α-Benzyloxy-D:A-Friedo-oleanane-27,16α-lactone (1) โครงสร้างแสดงในรูปที่ 1



ภาพที่ 3 แสดงโครงสร้างของ D:A Friedo-oleanane-27, 16α-lactone (1)

3α-Benzyloxy-D:A-Friedo-oleanane-27,16α-lactone (1) มีลักษณะเป็นของแข็งรูปเข็มสีขาว มีสูตรโมเลกุล $C_{37}H_{52}O_4$ จุดหลอมเหลวเท่ากับ 349-350 ^{0}C ;UV λ_{max} (MeOH) nm (log ε) เท่ากับ 242(3.62), 273(3.31) และ387(4.04) ; IR (KBr) 2939, 2839, 1732, 1714, 1616, 1602, 1450, 1361, 1273, 1111, 972, 790 และ 684 cm^{-1}; ^{1}H NMR และ ^{13}C ($CDCl_3$) แสดงในตารางที่ 2; EIMS (70 eV) m/z 560 $[M]^+$, 455 $[M - C_6H_5CO]^+$ (2), 438 $[M - C_6H_5COOH]^+$ (7), 423 $[438 - Me]^+$ (56), 370 (17), 314 (61), 187 (100), 123 (14) และ105 (80)



ภาพที่ 4 HMBC correlations ของ 3α-Benzyloxy-D:A-Friedo-oleanane-27,16α-lactone (1)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบข้อมูล ^{1}H NMR,^{13}C NMR ของสาร MP1 และ 3α-Benzyloxy-D:A-Friedo-oleanane-27,16α-lactone (1)

ตำแหน่ง	MP1	3α-Benzyloxy-D:A-Friedo-oleanane-27, 16α-lactone	MP1	3α-Benzyloxy-D:A - Friedo-oleanane-27,16α-lactone
	^{1}H (δ ppm)	^{1}H (δ ppm)	^{13}C (δ ppm)	^{13}C (δ ppm)
1	1.23-1.36,1.88-2.00 (2H,m)	1.93 m	21.6	21.6
2	1.34-1.49,2.12-2.24 (2H,m)	2.19 m	32.4	32.4
3	4.80-4.92 (1H,m)	4.87 ddd (10.7,10.7,5.1)	75.6	75.6
4	1.35-1.51 (1H,m)	1.44 m	49.8	49.8
5			38.5	38.5
6	1.73-1.85 (2H,m)	1.80 m	40.5	40.5
7	1.38-1.60 (2Hm)	1.48 m	18.5	18.5
8	0.76-1.00 (1H,m)	0.86 m	57.5	57.5
9			37.2	37.2
10	0.93-1.17 (1H,m)	1.02 m	58.8	58.8
11	1.46-1.63 (2H,m)	1.55 m	36.1	36.1
12	1.62-1.71 (2H,m)	1.67 m	19.4	19.3
13			51.4	51.4
14			38.0	38.0
15	1.74-2.03 (2H,m)	1.85 m	39.5	39.4
16	3.98 (1H,m)	3.98 dd (3.2, 2.3)	83.5	83.5
17			35.9	35.9
18	1.90-2.05(1H,m)	1.97 m	39.0	39.0
19	1.31-1.51 (1H,m)	1.41 m	31.5	31.5
20			27.9	27.9
21	1.12-1.28 (2H,m)	1.17 m	36.5	36.5
22	0.82-0.96 (2H,m)	0.89 m	30.0	30.0
23	0.81 (3H, d J=6.7 Hz)	0.81 d (6.7)	10.1	10.0
24	0.88 (3H, s)	0.87 m	14.4	14.3
25	0.87 (3H,s)	0.86 m	18.0	18.0
26	1.19 (3H,s)	1.19 s	20.4	20.4
27	C=O		176.9	177.0
28	1.20 (3H,s)	1.20 s	23.3	23.3
29	0.93 (3H,s)	0.93 s	34.6	34.6
30	0.98 (3H,s)	0.98 s	30.5	30.5
1'	C=O		166.4	166.4
2'			130.9	130.9
3',7'	8.03 (2H,m,3' และ 7')	8.03 d (7.1, 1.4)	129.5	129.5
4',6'	7.43 (2H,m,4' และ)	7.44 dt (7.6, 1.6)	128.3	128.3
5'	7.54 (1H,m)	7.55 dt (7.4,1.8)	132.7	132.6

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาพฤกษเคมีและฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งจากกิ่งของต้นฝ่ายน้ำ พบว่าสารสกัดหยาบเอทิลแอซีเทตมีฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง MCF-7 ที่ค่า ED_{50} เท่ากับ 10.07 µg/mL โดยมี ellipticine เป็นสารมาตรฐาน หลังจากแยกสารสกัดหยาบชั้นเอทิลอะซีเทตและชั้นเฮกเซนโดยเทคนิคทางโครมาโทกราฟี และวิเคราะห์หาสูตรโครงสร้างทางเคมีโดยวิธีทางสเปกโทรสโกปี รวมทั้งการเปรียบเทียบข้อมูลกับรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบสารประเภทไตรเทอร์พีนนอยด์จำนวน 1 สารคือ 3α-Benzyloxy-D:A Friedo-oleanane-27,16α-lactone (1)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี (Center of Excellence for Innovation in Chemistry: PERCH-CIC) ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

สารานุกรมเสรี. (2557). **วงศ์ยางพารา.** ค้นเมื่อ 19 มกราคม 2558, จาก http://th.wikipedia.org/wiki/วงศ์ยางพารา

Wikipedia. (2014). **Mallotus**. Retrieved January 19, 2015, from http://en.wikipedia.org/wiki/Mallotus_%28plant%29

กรมป่าไม้. (2558). **ระบบจัดการด้านความรู้ความหลากหลายทางชีวภาพ.** ค้นเมื่อ 19 มกราคม 2558, จาก http://biodiversity.forest.go.th/index.php?option=com_dofplant&view=showone&id=794

Sutthivaiyakit, S., Thongtan, J., Pisutjaroenpong, S., Jiaranantanont, H., Kongsaeree, P. (2001). D:A Friedo-oleanane Lactones from the stems of *Mallotus repandus*. **J. Nat. Prod.** 64, 569-571.

ฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งและองค์ประกอบทางเคมีจากก้านของต้นศรียะลา

Anticancer activity and chemical constituents of the branches of *Saraca thaipingensis* Cantley ex Prain

ชิษณุพงศ์ บรรจง[1] พันสรวง อุดมพุทธิเมฆากุล[1*] วิลาศ พุ่มพิมล[1] และ ณรงค์ นันทะแสน[2]
[1]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ลำปาง
[2]สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กรุงเทพฯ
[*]corresponding author e-mail: phansuang@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาองค์ประกอบทางเคมี และฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งจากส่วนก้านของต้นศรียะลา (Caesalpinioideae) ซึ่งเก็บจากจังหวัดตรัง เมื่อสกัดส่วนก้านแห้งบดละเอียดของต้นศรียะลาโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน เอทิลแอซีเทตและเมทานอล ได้สารสกัดหยาบเฮกเซน เอทิลแอซีเทตและเมทานอลในปริมาณผลผลิตร้อยละ 0.2 1.4 และ 1.6 ตามลำดับ การทดสอบฤทธิ์ในการต้านมะเร็งของสารสกัดหยาบทั้งสามพบว่าสารสกัดหยาบเอทิลแอซีเทตออกฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งชนิด HT29 MCF-7 และ A549 ที่ค่า ED_{50} เท่ากับ 16.17, 9.63 และ 18.15 µg/mL ตามลำดับโดยมี ellipticine เป็นสารมาตรฐาน เมื่อทำการแยกหาองค์ประกอบทางเคมีบริสุทธิ์ จากสารสกัดหยาบเอทิลแอซีเทตโดยวิธีโครมาโทกราฟี พบสารบริสุทธิ์ประเภทสเตอรอยด์คือ สติกมาสเตอรอล (1) จำนวน 1 สาร การวิเคราะห์หาโครงสร้างของสารดังกล่าวทำโดยการเปรียบข้อมูลทางสเปกโทรสโกปี (IR, UV, ^{13}C-NMR, ^{1}H-NMR) กับรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้

คำสำคัญ: ต้นศรียะลา ฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง Caesalpinioideae

Abstract

The aims of this research were to investigation the anticancer activity and chemical constituents of the branches of *Saraca thaipingensis* Cantley ex Prain (Caesalpinioideae) collected from Trang province. Extraction of the dried branches of *Saraca thaipingensis* Cantley ex Prain with hexane, ethyl acetate and methanol gave the corresponding crude extracts in 0.2%, 1.4% and 1.6% yields, respectively. The crude ethyl acetate extract showed cytotoxicity against three cancer cell lines (HT29;ED_{50} =16.17 µg/mL, MCF-7;ED_{50} = 9.63 µg/mL and A549;ED_{50} =18.15 µg/mL) and ellipticine was uses as a standard. Chromatographic separation of crude ethyl acetate extract gave a known steroid, stigmasterol (1). The structure of this compound was elucidated from the comparison of IR, UV,^{1}H and ^{13}C NMR spectral data with those in a previous report.

keywords : *Saraca thaipingensis* Cantley ex Prain, anticancer activity, Caesalpinioideae

บทนำ

ปัจจุบันโรคมะเร็งเป็นสาเหตุการตายอันดับต้นๆของประเทศต่างๆ ในพ.ศ. 2551 มะเร็งเป็นสาเหตุการตายอันดับสองของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีจำนวนผู้เสียชีวิตจากโรคมะเร็งมากกว่า 500,000 ราย ข้อมูลของประเทศไทย ใน พ.ศ. 2553 มะเร็งเป็นสาเหตุอันดับต้นๆของการต้องเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาล วิธีรักษาโรคมะเร็งในปัจจุบัน ได้แก่ ผ่าตัด รังสีรักษายาเคมีบำบัด ยาฮอร์โมน ยารักษาตรงเป้า รังสีร่วมรักษา และการรักษาประคับประคองตามอาการด้วยอายุรกรรมทั่วไป การรักษาโรคมะเร็งอาจเป็นวิธีใดวิธีเดียว หรือ หลายวิธีร่วมกัน(อรุณี เจตศรีสุภาพ. 2015)

นานมาแล้วที่การแพทย์แผนโบราณได้มีการนำสมุนไพรมาใช้เป็นยา เพื่อรักษาหรือบำบัดความเจ็บปวดต่างๆ ของมนุษยชาติ กระทั่งในปัจจุบันนี้นักวิทยาศาสตร์ยังคงศึกษาค้นคว้าหาพืชใหม่ ๆ ที่แสดงฤทธิ์ทางชีวภาพเพื่อนำมาใช้หรือพัฒนาสรรพคุณทางยา เพื่อวัตถุประสงค์ในการรักษา บำบัด ป้องกันโรคต่างๆ อย่างต่อเนื่อง และมีความเป็นไปได้สูงที่จะค้นพบยาใหม่ๆ จากธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งจากพืชเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปี

ต้นศรียะลามีชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Saraca thaipingensis* Cantley ex Prain และมีชื่อสามัญเรียกว่า Yellow Saraca ส่วนชื่ออื่นๆ เช่น โสกเหลือง (กรุงเทพฯ) อโศกเหลือง อโศกใหญ่ (ภาคใต้) ลักษณะเป็นไม้ยืนต้นนิยมปลูกเป็นไม้ประดับเนื่องจากดอกมีความสวยงาม มีกลิ่นหอม นิยมรับประทานส่วนดอกเพื่อแก้ไอ ขับเสมหะ บำรุงธาตุ (ฐานข้อมูลพรรณไม้ องค์การสวนพฤกษศาสตร์, 2015) จากประวัติการใช้ไม้ชนิดนี้เพื่อการบำบัด รักษา ความเจ็บป่วยในมนุษย์ จึงทำให้กลุ่มผู้วิจัยสนใจศึกษาหาองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่นฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง เนื่องจากยังไม่พบรายงานการวิจัยหาองค์ประกอบทางเคมีและรายงานเกี่ยวกับฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งจากส่วนก้านของต้นศรียะลา อีกทั้งเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวิจัยส่วนอื่น ๆ ของศรียะลาในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการทั่วไป

จุดหลอมเหลวของสารบริสุทธิ์หาโดยใช้เครื่องของ Brüker 37000 การตรวจพิสูจน์หมู่ฟังก์ชันสารใช้เครื่องอินฟาเรดของ Perkin Elmer System 2000 FT-IR และ JASCO A-032 สเปกโทรโฟโทมิเตอร์ การวัดค่าการดูดกลืนแสงยูวีใช้เครื่อง SHIMAZU UV-VIS รุ่น 1200 การวัดหามวลโมเลกุลของสารบริสุทธิ์ใช้เครื่องแก๊สโครมา โทกราฟี-แมสสเปกโทรเมทรี (GC-MS) รุ่น 6890N Agilent (GC) และ Agilent 5973 inert (MS) การวัดสัญญาณ NMR ของโปรตอนและคาร์บอนใช้เครื่อง NMR Brüker รุ่น Avance 300 การสกัดแยกสารให้บริสุทธิ์จากพืชตัวอย่างใช้ตัวทำละลาย 4 ชนิดคือ เฮกเซน เอทิลแอซีเทต แอซีโทน และเมทานอล เทคนิคโครมาโทรกราฟีแบบคอลัมน์ใช้ซิลิกาเจล (Column chromatography, CC) 60H (70-230 mesh ASTM, cat. No.7734, E. Merck) เทคนิคโครมาโทรกราฟีแบบแผ่น (PLC) ใช้แผ่นสำเร็จของ Merck PLC Silica gel 60 F_{254} (20x20 เซ็นติเมตร) หนา 0.5 มิลลิเมตร การติดตามหาสารที่น่าสนใจใช้วิธีฉายแสงอัลตราไวโอเลตร่วมกับการย้อมสีด้วยสารละลาย 1% $Ce(SO_4)_2$ เทคนิคโครมาโทกราฟีแบบเยื่อบาง (TLC) ใช้แผ่นสำเร็จของ Merck PF_{254} (20x30 เซ็นติเมตร) หนา 0.2 มิลลิเมตร

ตัวอย่างพืช

ใช้ส่วนก้านของต้นศรียะลา (BKF no. 166617) ซึ่งเก็บและยืนยันโดยคุณณรงค์ นันทะแสน หอพรรณไม้ กรมอุทธยาน สัตว์ป่าและพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

การสกัดแยก

นำก้านของต้นศรียะลามาอบแห้งแล้วมาบดละเอียดได้น้ำหนัก 2.3 กิโลกรัม ได้ทำการสกัดโดยใช้เฮกเซน เอทิลแอซีเทตและเมทานอลได้สารสกัดหยาบเฮกเซน เอทิลแอซีเทตและเมทานอลตามลำดับ จากนั้นติดตามหาสารที่น่าสนใจโดยการทำ TLC ร่วมกับการส่องแสงอัลตร้าไวโอเลต และการย้อมสีด้วยสารละลาย 1% $Ce(SO_4)_2$ และทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้นของสารสกัดหยาบที่ได้ โดยการทดสอบฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง ต่อมาเลือกส่วนของสารสกัดหยาบที่คาดว่ามีสารที่น่าสนใจและออกฤทธิ์ต่อเซลล์มะเร็งมากสุด มาทำการแยกให้บริสุทธิ์โดยใช้วิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีแบบต่าง ๆ เมื่อได้สารบริสุทธิ์จะทำการวิเคราะห์หาโครงสร้างสารโดยเทคนิคทาง สเปกโทรสโกปี สุดท้ายจึงทำการแยกหาองค์ประกอบทางเคมีจากสารสกัดหยาบส่วนอื่นออกฤทธิ์ต่อเซลล์มะเร็งในลำดับรองลงมาจนครบทุกส่วนสกัด

ผลการวิจัย

สารสกัดจากตัวทำละลายสามชนิด

สกัดก้านของต้นศรียะลาแห้งละเอียด 2.3 กิโลกรัม โดยใช้เฮกเซน เอทิลแอซีเทตและเมทานอลตามลำดับ หลังจากระเหยสารสกัดทั้งสามภายใต้ความดันต่ำได้น้ำหนักสารสกัดหยาบเฮกเซนปริมาณ 4.1 กรัม (0.2%) มีลักษณะเป็นของหนืดสีน้ำตาลอ่อน สารสกัดหยาบเอทิลแอซีเทตปริมาณ 31.0 กรัม (1.4%) มีลักษณะเป็นของหนืดสีน้ำตาลเข้มและสารสกัดหยาบเมทานอลปริมาณ 38.0 กรัม (1.6%) มีลักษณะเป็นของหนืดสีน้ำตาลดำ

การทดสอบฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็ง

ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งของสารสกัดส่วนต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบฤทธิ์ในการต้านเซลล์มะเร็ง (ED_{50}) ชนิดต่างๆของสารสกัดหยาบจากต้นศรียะลา

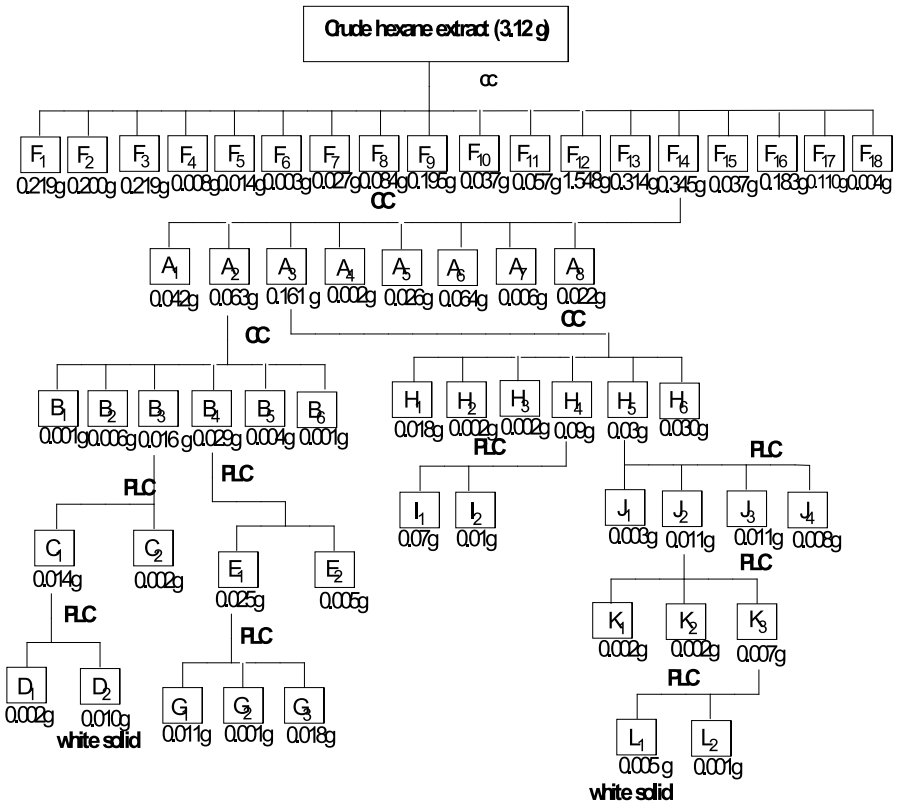
สารสกัดหยาบ	Cytotoxicity (µg/mL)					
	KB	HT29	MCF-7	A549	ASK	Hek293
สารสกัดหยาบเฮกเซน	-	-	-	-	-	-
สารสกัดหยาบเอทิลแอซีเทต	-	16.17	9.63	18.15	-	-
Ellipticine*	0.43	0.54	0.49	0.37	0.85	0.54

*สารมาตรฐาน, ออกฤทธิ์ < 20 µg/mL, ไม่ออกฤทธิ์ > 20 µg/mL

จากตารางที่ 1 พบว่าเฉพาะสารสกัดหยาบเอทิลแอซีเทตเท่านั้นที่ออกฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งชนิด HT29 MCF-7 และ A549 ที่ค่า ED_{50} เท่ากับ 16.17, 9.63 และ 18.15 µg/mL ตามลำดับโดยมี ellipticine เป็นสารมาตรฐาน

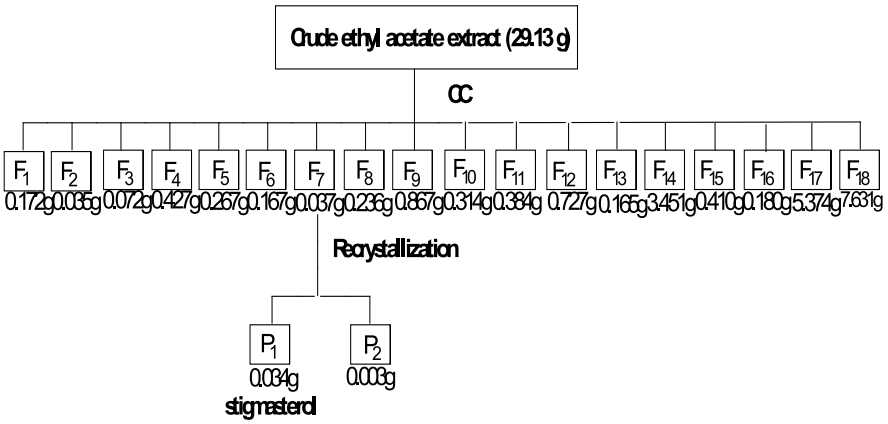
การแยกสารให้บริสุทธิ์

นำสารสกัดหยาบทั้งสามชั้นมาแยกหาสารบริสุทธิ์ด้วยวิธีทางโครมาโทกราฟีแบบต่าง ๆ เช่น CC และ PLC รวมทั้งวิธีการตกผลึกซ้ำ ซึ่งแสดงแผนภาพการแยกสารดังแผนภาพที่ 1 และ 2



ภาพที่ 1 การแยกสารบริสุทธิ์จากชั้นเฮกเซนของก้านต้นศรียะลา

จากภาพที่ 1 เมื่อทำการแยกสารบริสุทธิ์จากสารสกัดหยาบเฮกเซน พบว่าในส่วนของสารที่ F_{14} มีสารบริสุทธิ์มีลักษณะเป็นผลึกสีขาวจำนวนสองชนิดให้ชื่อว่าสาร D_2 และ L_1 อยู่ระหว่างการพิสูจน์หาโครงสร้างของสารทั้งสอง



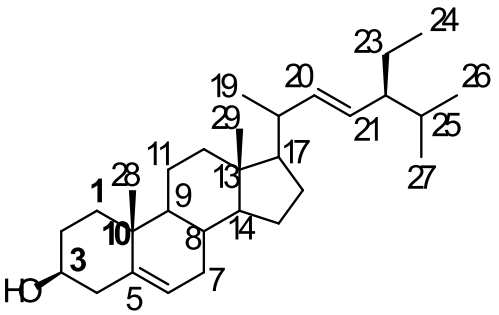
ภาพที่ 2 การแยกสารบริสุทธิ์จากชั้นเอทิลแอซีเทตของก้านต้นศรียะลา

จากภาพที่ 2 เมื่อทำการแยกสารบริสุทธิ์จากสารสกัดหยาบเอทิลแอซีเทต พบว่าส่วนของสารที่ F_7 มีสารบริสุทธิ์จำนวน 1 สาร (P_1) มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว น้ำหนัก 34 มิลลิกรัม จากข้อมูลแมสสเปกตรัมจะได้สูตรโมเลกุลของสาร P_1 คือ $C_{29}H_{48}O$ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลของ ^{13}C NMR สเปกตรัมโดยมี 3 คาร์บอนเป็นชนิดจตุรภูมิ 11 คาร์บอนเป็นชนิดตติยภูมิ อีก 9 คาร์บอนเป็นชนิดทุติยภูมิ และ 6 คาร์บอนเป็นชนิดปฐมภูมิ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูล ^{1}H NMR สเปกตรัมพบว่ามีสัญญาณของหมู่เมทิลจำนวน 6 หมู่ปรากฏที่ค่าเคมิคัลชิฟเท่ากับ 0.71(s), 0.80 (m), 0.82 (m), 0.83 (m), 0.91 (m) และ 1.01 (s) นอกจากนี้ยังพบสัญญาณของโอลิฟินิกโปรตอนจำนวน 3 หมู่ที่ค่าเคมิคัลชิฟเท่ากับ 4.98 (m), 5.14 (m) และ 5.31 (m) สำหรับสัญญาณของมีไทน์โปรตอน (CH) ที่ปรากฏที่ค่าเคมิคัลชิฟเท่ากับ 3.51 (m) เป็นลักษณะสัญญาณเฉพาะของ H-3 ในโครงสร้างสารประเภทสเตอรอลที่มีหมู่ไฮดรอกซีก่อพันธะกับ C-3 ดังนั้นเมื่อทำการวิเคราะห์หาโครงสร้างของสาร P_1 และทำการเปรียบข้อมูลทางสเปกโทรสโกปี (IR, UV, ^{13}C-NMR, ^{1}H-NMR) กับรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้ (Chaturvedula, & Prakash, 2012) พบว่าสารนี้คือสติกมาสเตอรอล (1)

ตารางที่ 2 ข้อมูล ^{1}H NMR และ ^{13}C NMR ของสติกมาสเตอรอล (1)

ตำแหน่ง	^{1}H (δ ppm)	^{13}C(δ ppm)	ตำแหน่ง	^{1}H (δ ppm)	^{13}C(δ ppm)
1		37.30	15		24.33
2		31.71	16		28.27
3	3.51 (m, 1H)	71.84	17		56.12
4		42.35	18		40.48
5		140.80	19	0.91 (d, 3H)	21.23
6	5.31 (m, 1H)	121.73	20	4.98 (m, 1H)	140.80
7		31.58	21	5.14 (m, 1H)	129.34
8		31.95	22		45.90
9		50.20	23		25.42
10		36.10	24	0.83 (m, 3H)	12.07
11		21.12	25		29.23
12		39.83	26	0.82 (m, 3H)	19.41
13		42.35	27	0.80 (m, 3H)	18.81
14		56.82	28	0.71 (s, 3H)	19.83
			29	1.01 (s, 3H)	12.25

สติกมาสเตอรอล (**1**) เป็นผลึกรูปเข็มสีขาว มีสูตรโมเลกุล $C_{29}H_{48}O$ มีจุดหลอมเหลวเท่ากับ 135-136 ^{0}C ; UV λ_{max} (MeOH) nm (log ε) เท่ากับ 242(1.33) ; IR (KBr) 3421(OH), 2937, 2851, 1464, 1381, 1192, 1134, 1109, 1049, 1009, 959 และ 800 cm^{-1} ; ^{1}H NMR และ ^{13}C ($CDCl_3$) แสดงในตารางที่ 2; MS (m/z) 412[M^+], 396, 341, 327, 313, 297, 272, 259, 223, 212, 147, 129, 112, 101, 83, 70 และ 57



ภาพที่ 3 โครงสร้างของสติกมาสเตอรอล

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาหาองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งจากส่วนก้านของต้นศรียะลา พบว่าเฉพาะสารสกัดหยาบจากชั้นเอทิลแอซีเทตมีฤทธิ์ในการต้านเซลล์มะเร็งชนิด HT29 MCF-7 และ A549 ที่ค่า ED_{50} เท่ากับ 16.17, 9.63 และ 18.15 µg/mL ตามลำดับ เมื่อทำการแยกหาองค์ประกอบทางเคมีบริสุทธิ์จากสารสกัดหยาบเอทิลแอซีเทตพบสารบริสุทธิ์จำนวนหนึ่งสารคือ สติกมาสเตอรอล (1) นอกจากนี้การวิเคราะข้อมูลเบื้องต้นของสารบริสุทธิ์ที่ได้จากสารสกัดหยาบเฮกเซนคาดว่าน่าจะเป็นสารในกลุ่มสเตอรอยด์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี (Center of Excellence for Innovation in Chemistry : PERCH-CIC) ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

อรุณี เจตศรีสุภาพ. (2015). **ยาเคมีบำบัด.** Retrived May 11, 2015, from http://haamor.com/th/ยาเคมีบำบัด

องค์การสวนพฤกษศาสตร์. (2015). **ฐานข้อมูลพรรณไม้.** Retrived February 9, 2015, from http://www.qsbg.org/database/botanic_book%20full%20option/search_detail.asp?botanic_id=1526

Benowitz, S. (1996). **As war on cancer hits 25-year mark**, scientists see progress, challenges. Scientist, 10, 1–7.

Chaturvedula, P. V. S., & Prakash, I. (2012). Isolation of stigmasterol and β-sitosterol from the dichloromethane extract of *Rubus suavissimus*. **International Current Pharmaceutical Journal.** 1 (9): 239-242.

Koay, Y. C., Wong, K. C., Osman, H., Eldeen, I. & Asmawi, M.Z. (2013). Chemical constituents and biological activities of Strobilanthes crispus L. **Rec. Nat. Prod**. 7 (1): 59-64.

Newman, D. J.; Cragg, G. M. (2007**). Natural products as sources of new drugs over the last 25 years. J. Nat. Prod.,** 70, 461–477.

โลหะหนักในฝุ่นจากบ้านเรือนที่ตั้งอยู่ใกล้บริเวณโรงสีข้าว
Heavy metals in house dust near a rice mill plant

จุฑามาศ มารอด และ ธันวดี ศรีธาวิรัตน์*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
* corresponding author email: t.srithawirat@psru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์โลหะหนักในฝุ่น ได้แก่ เหล็ก สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว และแคดเมียม บริเวณบ้านเรือนที่อยู่ใกล้เคียงโรงสีข้าวในเขตตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย โดยเก็บตัวอย่างฝุ่นตกด้วยวิธีการปัด (Brush Method) ด้วยแปรงโพลิเอทิลีน บริเวณภายในและภายนอกของบ้าน จำนวน 30 หลังคาเรือน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา3 เดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม-ตุลาคม พ.ศ. 2557 ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของโลหะหนักในฝุ่นภายในและภายนอกไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยพบเหล็กมีค่าสูงสุดในฝุ่นตกทั้งภายในนอกบ้าน ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 30,474.78 - 43,337.46 และ 31,260.13 - 43,158.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ความเข้มข้นโลหะหนักของฝุ่นตกภายในและภายนอกบ้านเรียงตามที่ตรวจพบได้ดังนี้ เหล็ก>สังกะสี>ตะกั่ว>ทองแดง>แคดเมียม ตามลำดับ โลหะหนักในฝุ่นตกที่ตรวจพบอาจเกิดจากฝุ่นละอองจากการจราจรโดยเฉพาะรถบรรทุก และรถยนต์ รวมทั้ง ฝุ่นที่มาจากกิจกรรมทางการเกษตร

คำสำคัญ : โลหะหนัก ฝุ่น โรงสีข้าว

Abstract

The purpose of this research was to determine levels of heavy metals (Fe, Zn, Cu, Pb and Cd) of house dust at residential buildings near a rice mill plant at Ban Suan, Muang, Sukhothai. Indoor and outdoor house dusts were collected by a polyethylene brush (Brush Method). A random sample of 30 houses were collected once a month for 3 months during August to October 2014. The results showed that the means concentrations of heavy metals of indoor and outdoor house dust were not significantly different at the 95% confidence level. Fe was found to be highest in both indoor and outdoor house dust, with a range of 30474.78 - 43337.46 and 31260.13 - 43158.88 mg /kg, respectively. The heavy metal concentrations of indoor and outdoor houses followed the order: Fe>Zn>Pb>Cu>Cd respectively. Heavy metals in houses dust may be contributions mainly from traffic, especially trucks and cars as well as dust emissions from agricultural activities.

keywords : heavy metals, dust, rice mill plant

บทนำ

มลพิษทางอากาศเป็นภาวะอากาศที่มีการเจือปนของฝุ่นละออง เขม่า ควันดำ และแก๊สต่างๆ อยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติและส่งผลทำให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพย์สินต่าง ๆ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฝุ่นละอองจากลมพายุ ไฟไหม้ป่า หรือ อาจเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น ท่อไอเสียของรถยนต์ การเผาไหมของเชื้อเพลิงจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ โรงงานไฟฟ้า ถ่านหิน โรงสีข้าว โรงงานผลิตน้ำตาล โรงงานผลิตปูนซีเมนต์ เป็นต้น รวมทั้งการเผาไหม้ภายในบ้านเรือน จากการหุงต้ม การเผาขยะมูลฝอย การเผาไร่นาตามชนบท (วนิดา จีนศาสตร์, 2551) และการจราจรก็ยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศอีกด้วยฝุ่นละอองเป็นอนุภาคฝุ่นที่ตกจากบรรยากาศโดยแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระจายตัวอยู่ในอากาศ ซึ่งฝุ่นมีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่แตกต่างกันไปเกิดจากการ ทุบ ตี บด กระแทก จนแตกเป็นชิ้นส่วนเล็กๆ เมื่อถูกกระแสลมพัดจะปลิวกระจายตัวอยู่ในอากาศและตกสู่พื้นดินหรืออาคารบ้านเรือนต่างๆ จะใช้เวลาในการตกช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับน้ำหนักของอนุภาคฝุ่นละอองนั้น ฝุ่นละอองจากโรงสีข้าวเป็นปัญหาที่สำคัญทางมลพิษอากาศอีก

อย่างหนึ่ง และก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของ คน สัตว์ พืช และเกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือนและเป็นสิ่งคุกคามที่ทำให้เกิดโรคภูมิแพ้ และระคายเคืองผิวหนัง ซึ่งฝุ่นละอองจากโรงสีข้าวเกิดจากกระบวน การผลิต และการเข้า – ออก ของรถบรรทุกภายในโรงสีข้าว และฝุ่นละอองจากถนนสายหลัก เช่น ฝุ่นจากหิน ดิน ทราย ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศจะถูกสูดเข้าไปทางจมูก ลำคอและปอด โดยตรง ก่อให้เกิดปัญหาทางสุขภาพร่างกาย เช่น โรคระบบทางเดินหายใจ โรคเกี่ยวกับตา โรคหัวใจและหลอดเลือด และโรคผิวหนัง เป็นต้น นอกจากฝุ่นละอองจะมีผลกระทบต่อสุขภาพ ยังส่งผลกระทบต่อสภาพจิตใจ และบดบังแสงสว่าง เช่น การกระจายของแสงจากหมอกผสมควัน (พัฒนา มูลพฤกษ์, 2551) ส่งผลทำให้เกิดอุบัติเหตุทางการจราจรอีกด้วยเช่นกัน ความเป็นพิษของโลหะหนักที่ปนเปื้อนอยู่กับฝุ่นละอองยังส่งผลต่อสุขภาพร่างกายของประชาชนที่อยู่ในบริเวณจุดเสี่ยงที่อาจจะมีความเสี่ยงในการได้รับหรือสัมผัสกับฝุ่นละอองที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนัก ซึ่งสารโลหะหนักเหล่านี้จะไปรบกวนการทำงานของเอนไซม์ของเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้การควบคุมการลำเลียงของสารต่างๆของเนื้อเยื่อหุ้มเซลล์ผิดปกติไป สารโลหะหนักจะสะสมอยู่ในร่างกายจะเป็นพิษต่อกลไกระดับเซลล์ คือ ทำให้เซลล์ตาย เปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการทำงานของเซลล์เป็นตัวการทำให้เกิดมะเร็ง เป็นต้น ซึ่งโลหะหนักในฝุ่นละอองเกิดจากกระบวนการผลิต และการเข้า – ออก ของรถบรรทุกภายในโรงสีข้าว ที่เกิดจากการอ่อนตัว การฉีกขาด และการกัดกร่อนของชิ้นส่วนสังกะสีของรถยนต์ หรืออาจเกิดจากฝุ่นละอองตามท้องถนน การปลดปล่อยจากยานพาหนะ และกิจกรรมอื่นๆที่เกี่ยวข้อง (Abdul Wahab et al, 2012) และอาจมาจากอนุภาคของฝุ่นละอองที่มาจากดิน หิน ทราย ที่มีส่วนประกอบของแร่โลหะหนักที่มีอยู่ในธรรมชาติอีกด้วยเช่นกัน (Darus et al, 2012)

จากข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นนี้ การศึกษาโลหะหนักในฝุ่นจากบ้านเรือนที่ตั้งอยู่ใกล้บริเวณโรงสีข้าว จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะโรงสีข้าวตั้งอยู่ในเขตชุมชนซึ่งประชาชนอาจจะได้รับหรือสัมผัสกับฝุ่นละอองที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักหรือได้รับปัญหาต่างๆจากโรงสีข้าว ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพร่างกาย และสุขภาพจิตใจได้เช่นกัน โดยข้อมูลที่ได้สามารถนำมาเป็นแนวทางในการหามาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหาสถานการณ์คุณภาพอากาศในพื้นที่ชุมชนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่การศึกษา บริเวณบ้านเรือนที่ตั้งอยู่ใกล้บริเวณโรงสีคลองเรือ ที่ตั้งอยู่ 253/1 หมู่ 2 ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง ครั้งละ 30 หลังคาเรือนเป็นระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม – ตุลาคม พ.ศ.2557

การเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างฝุ่นตกใน บริเวณบ้านเรือนที่อยู่บริเวณใกล้เคียงโรงสีข้าว (ภายในบ้านและนอกบ้าน) โดยนำแปรงpolyethylene ปัดฝุ่นตกใส่ในถาดเก็บฝุ่นทำการเก็บตัวอย่างแล้วใส่ลงในถุงพลาสติกซิปล็อค นำตัวอย่างไปวิเคราะห์โลหะหนักในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์โลหะหนัก การวิเคราะห์โลหะหนักในฝุ่นตก ได้แก่ สังกะสี(Zn), เหล็ก(Fe), แคดเมียม(Cd), ทองแดง (Cu), และตะกั่ว(Pb) นำตัวอย่าง 0.1 g ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) ขนาด 250 mL เติมกรดไนตริก (HNO_3 ,65%) ปริมาตร 20 mL และเติมกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น ($HClO_4$,70 %) ปริมาตร 10 mL ลงในขวดรูปชมพู่ นำตัวอย่างที่ได้ในขวดรูปชมพู่ (erlenmeyer flask) ขึ้นย่อยบน hotplate โดยทำการย่อยตัวอย่างให้เหลือในปริมาตรประมาณ 5-10 mL (หรือสังเกตจากสีของตัวอย่างจะมีสีใส และไม่มีควัน) นำตัวอย่างลงจาก hot plate ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น กรองตัวอย่างด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 ลงในขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 50 mL ปรับปริมาตรตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 50 mL เทตัวอย่างลงในขวดพลาสติกชนิด PE เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ Atomic Absorption Spectrophotometer,(Shimadzu AA-6200) ต่อไป

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะหนักในฝุ่นตกทั้ง 3 เดือน ได้แก่ เดือนสิงหาคม-ตุลาคม ของบ้านเรือนที่อยู่บริเวณใกล้เคียงโรงสีข้าวในเขตตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย พบว่าฝุ่นตกในบ้านมีความเข้มข้นเฉลี่ยของเหล็กสูงสุดอยู่ในช่วง 30,474.78 - 43,337.46 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ สังกะสีอยู่ในช่วง 337.43 - 1,416.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่วอยู่ในช่วง 80.74 - 457.91 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดงอยู่ในช่วง 0.01 - 114.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแคดเมียมอยู่ในช่วง 0.83 - 16.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะหนักในฝุ่นตกภายนอกบ้านพบความเข้มข้นเฉลี่ยของเหล็กสูงสุดอยู่ในช่วง 31,260.13 - 43,158.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมา

คือ สังกะสีอยู่ในช่วง 413.45 - 1,667.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่วอยู่ในช่วง 134.76 - 436.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดงอยู่ในช่วง 0.01 -106.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแคดเมียมอยู่ในช่วง 0.59 - 15.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของเหล็กในเดือนสิงหาคม ตะกั่วในเดือนสิงหาคม และแคดเมียมในเดือนตุลาคม ของภายในบ้านและภายนอกบ้าน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนเหล็ก สังกะสี ตะกั่วในเดือนกันยายนและตุลาคม ของภายในบ้านและภายนอกบ้าน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทองแดง ในเดือนสิงหาคมถึงตุลาคมของภายในบ้านและภายนอกบ้าน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และแคดเมียมในเดือนสิงหาคมของภายในบ้านและภายนอกบ้านไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) (ดังตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะในฝุ่นตก

โลหะหนัก	เดือน	ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ย (mg/kg)	
		ภายในบ้าน	ภายนอกบ้าน
เหล็ก(Fe)	สิงหาคม	31,460.94 ± 10,062.90[a]	36,773.08 ± 8,613.45 [b]
	กันยายน	43,337.46 ± 12,113.46 [a]	43,158.88 ± 12,817.81[a]
	ตุลาคม	30,474.78 ± 9,474.24 [a]	31,260.13 ± 9,782.80 [a]
สังกะสี(Zn)	สิงหาคม	337.43 ± 168.73 [a]	413.45 ± 262.62 [a]
	กันยายน	1,398.17 ± 1,322.38 [a]	1,667.90 ± 1,899.98 [a]
	ตุลาคม	1,416.15 ± 1,402.65 [a]	1,339.76 ± 1,173.37 [a]
ตะกั่ว(Pb)	สิงหาคม	80.74 ± 134.32 [a]	134.76 ± 144.24 [b]
	กันยายน	138.42 ± 186.04 [a]	168.94 ± 221.31[a]
	ตุลาคม	457.91 ± 254.76 [a]	436.23 ± 272.23 [a]
ทองแดง	สิงหาคม	2.98 ± 2.99 [a]	49.25 ± 36.69 [a]
(Cu)	กันยายน	114.70 ± 86.25 [a]	106.41 ± 86.25 [a]
	ตุลาคม	0.01± 0.004 [a]	0.01 ± 0.005 [a]
แคดเมียม	สิงหาคม	0.83 ± 0.94 [a]	0.59 ± 0.69 [a]
(Cd)	กันยายน	16.53 ± 7.98 [a]	15.06 ± 6.41 [a]
	ตุลาคม	3.97 ± 1.77 [a]	4.82 ± 1.76 [b]

หมายเหตุ : จากตัวเลขในตารางแถวเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกัน แสดงว่าไม่มีค่าความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p < 0.05$)

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะหนักในฝุ่นตกทั้ง 3 เดือน พบว่าการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าส่วนใหญ่ปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักในพื้นที่ที่ทำการศึกษาทั้งภายในบ้านและภายนอกบ้าน มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$) เพราะบ้านในแต่ละหลังที่ทำการเก็บตัวอย่างจะเปิดหน้าต่าง หรือประตูบ้านไว้เป็นส่วนใหญ่ จึงทำให้ลมพัดพาฝุ่นละอองต่างๆเข้าไปตกสะสมอยู่ภายในบ้าน ในพื้นที่ที่ทำความสะอาดไม่ถึงหรือไม่สะดวก จึงทำให้ปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักที่ทำการศึกษาทั้งภายในบ้านและภายนอกบ้านมีค่าไม่แตกต่างกัน

ความเข้มข้นเฉลี่ยของเหล็กภายในบ้านมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 35,352.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และภายนอกบ้านพบเหล็ก มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 37,064.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สาเหตุที่ทำให้พบเหล็กในฝุ่นตกอาจเป็นเพราะเกิดจากการพัดพาของฝุ่นละอองจากโรงสีข้าวหรือฝุ่นละอองจากการจราจรของถนนสายหลัก ส่วนใหญ่บ้านเรือนที่อยู่ใกล้เคียงโรงสีข้าวจะตั้งอยู่บริเวณริมถนนสายหลักเป็นส่วนใหญ่อาจเป็นสาเหตุให้เกิดเหล็กในฝุ่นตก ฝุ่นละอองเหล่านี้เมื่อฟุ้งกระจายไปในอากาศแล้วไม่นานจะตกลงมาเกาะตามบ้านเรือนทั้งภายในและภายนอกของบ้านที่อยู่ติดริมถนนหรือบริเวณใกล้เคียง และอาจมาจากอนุภาคของฝุ่นละอองที่มาจากดิน หิน ทราย ที่มีส่วนประกอบของแร่เหล็กที่มีอยู่ในธรรมชาติ แหล่งที่มาที่สำคัญของโลหะหนักคือ รถยนต์ ฝุ่นจากถนน และฝุ่นจากธรรมชาติ (Darus et al, 2012)

ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของสังกะสีของฝุ่นภายในบ้านและภายนอกบ้าน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1,050.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 1,140.77 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ของภายในบ้านและภายนอกบ้าน สาเหตุที่ทำให้พบอาจเป็นเพราะบ้านเรือนตั้งอยู่ในบริเวณริมข้างถนนสายหลักที่มีการจราจรของยานพาหนะอยู่ตลอดเวลา ซึ่งอาจจะทำให้ตรวจพบสังกะสีในฝุ่นในปริมาณที่สูง ทั้งนี้อาจเกิดจากการปลดปล่อยจากยานพาหนะที่เกิดจากการอ่อนตัว การฉีกขาด และกา รกัดกร่อนของชิ้นส่วนสังกะสีของรถยนต์ หรืออาจเกิดจากฝุ่นละอองตามท้องถนน การปลดปล่อยจากยานพาหนะ และกิจกรรมอื่นๆที่เกี่ยวข้อง (Abdul Wahab et al, 2012) ฝุ่นละอองเหล่านี้เมื่อฟุ้งกระจายไปในอากาศแล้วไม่นานก็จะตกลงมาเกาะตามผนังบ้านเรือนหรือภายในบ้านเรือนที่อยู่ติดริมถนน นอกจากนี้บ้านก็อาจจะเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ตรวจพบสังกะสีได้เช่นกัน คาดว่าจากสภาพบ้านที่ค่อนข้างเก่า วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ เช่น สีส่วนประกอบของรั้วบ้าน หลังคา หรือวัสดุอื่นๆที่ใช้สังกะสีเป็นโลหะผสม

ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของตะกั่วของฝุ่นภายในบ้านและภายนอกบ้าน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 225.69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 246.64 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับของภายในบ้านและภายนอกบ้าน สาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้พบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของตะกั่วภายนอกบ้านมากกว่าภายในบ้าน อาจเป็นเพราะบ้านเรือนตั้งอยู่ในบริเวณริมข้างถนนสายหลักที่มีการจราจรของยานพาหนะอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้ตรวจพบตะกั่วในปริมาณสูง ตะกั่วที่พบอาจมาจากสารตะกั่วที่อยู่ในรูปตะกั่วอินทรีย์ ได้แก่ เตตะเอธิลเลด (Tattraethyl Lead) ใช้ผสมกับน้ำมันเบนซิน เพื่อช่วยให้เครื่องยนต์เดินเรียบหรือตะกั่วอนินทรีย์ ได้แก่ ตะกั่วอะวิเตต ตะกั่วซัลเฟต ตะกั่วซัลไฟด์ และออกไซด์ของตะกั่วนำมาใช้ทำแผ่นป้องกันกัมมันตภาพรังสี ทำท่อน้ำประปา ท่อน้ำทิ้งผสมในเม็ดสี ผสมสีกันสนิม ผสมโลหะบางอย่างให้แข็งและคงทนสำหรับทำข้อเหวี่ยงเครื่องยนต์ ทำลูกปืน ทำสายเคเบิ้ล ทำภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา พลาสติกใช้ในโรงงาน ทำแบตเตอรี่ ใช้ชุบโลหะ ใช้เป็นตัวเชื่อมบัดกรีโลหะ ชุบสังกะสี ใช้ทำยาฆ่าแมลง เป็นต้น (ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, 2556)

ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของทองแดงของฝุ่นภายในบ้านและภายนอกบ้าน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 39.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 51.89 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับของภายในบ้านและภายนอกบ้าน ทั้งนี้สาเหตุส่วนใหญ่ อาจเป็นเพราะบ้านเรือนตั้งอยู่ในบริเวณริมข้างถนนสายหลักที่มีการจราจรของยานพาหนะอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้ตรวจพบทองแดงในฝุ่นสูง ซึ่งทองแดงอาจมีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การจราจร ฝุ่นตามท้องถนน และแหล่งที่มาจากชิ้นส่วนรถยนต์ต่างๆด้วย แรงเสียดทานจากรถยนต์ การแปรง และฝุ่นจากการเบรกรถยนต์ แหล่งทั่วไปสำหรับการปนเปื้อนโลหะหนักในฝุ่นส่วนใหญ่นั้นอาจจะมาจากการปลดปล่อยจากยานพาหนะ ฝุ่นละอองตามท้องถนน และกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง (Abdul Wahab et al, 2012)

ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแคดเมียมของฝุ่นภายในบ้านและภายนอกบ้าน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 6.82 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับของภายในบ้านและภายนอกบ้าน สาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้พบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของแคดเมียมภายนอกบ้านมากกว่าภายในบ้าน อาจเป็นเพราะบ้านเรือนตั้งอยู่ในบริเวณริมข้างถนนสายหลักที่มีการจราจรของยานพาหนะอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้ตรวจพบแคดเมียมในฝุ่นสูง ซึ่งแคดเมียมอาจมีสาเหตุมาจากการการใช้ประโยชน์จากอุตสาหกรรมและสินค้าอุปโภคที่มีสารแคดเมียมผสมอยู่ซึ่งแคดเมียมเป็นโลหะที่ทนต่อการกัดกร่อน จึงถูกนำมาใช้ในขบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภทและเป็นสารประกอบสามารถใช้ในอุตสาหกรรมชุบโลหะด้วยไฟฟ้า เช่น ใช้ในโรงงานชุบสังกะสี เพื่อเพิ่มความเหนียวและทนการสึกกร่อน ใช้ทำแบตเตอรี่ โดยใช้ร่วมกับสารนิกเกิลในอุตสาหกรรมทำสีใช้เป็นเม็ดสี

โลหะหนักในฝุ่นตกของรายงานวิจัยนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาอื่นๆ พบว่า ผลการศึกษาพบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะหนักในฝุ่นตกภายนอกบ้านมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ยไม่แตกต่างกันมากกับฝุ่นตกภายในบ้าน เนื่องจากบ้านเรือนที่เก็บตัวอย่างอยู่ใกล้โรงสีข้าวและถนนสายหลัก และปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะจากการศึกษานี้และการศึกษาคุณลักษณะของโลหะหนักในฝุ่นภายในอาคารโรงเรียนอนุบาลของประเทศมาเลเซียใน รัฐ Shah Alam มีค่าทองแดง (Cu) มีค่าที่ใกล้เคียงกัน (Darus et al, 2012)และปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะจากการศึกษานี้และการศึกษาการวิเคราะห์หาปริมาณของโลหะหนักในดินและฝุ่นภายในจากสถานรับเลี้ยงเด็กใน Dungun,Terengganu มีค่าตะกั่ว (Pb) ที่ใกล้เคียงกัน (Tahir et al, 2007) อาจเป็นเพราะลักษณะของพื้นที่ การจราจรฝุ่นตามท้องถนน แรงเสียดทานจากรถยนต์ และฝุ่นจากการเบรกรถด้วยที่คล้ายๆกันหรือกิจกรรมต่างๆที่เกิดจากมนุษย์ของแต่ละพื้นที่ (ดังตารางที่ 2) ผลการศึกษาเสนอว่า แหล่งทั่วไปสำหรับการปนเปื้อนโลหะหนักในฝุ่นส่วนใหญ่นั้นอาจมาจากการปลดปล่อยจากยายพาหนะ

ฝุ่นละอองตามท้องถนน และกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งส่งผลให้พบปริมาณโลหะหนักในฝุ่นเพิ่มมากขึ้นและอาจส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์ได้

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของโลหะหนักกับรายงานการศึกษาอื่นๆ

การศึกษา	โลหะหนัก(มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)					พื้นที่การศึกษา	สถานที่การศึกษา
	เหล็ก (Fe)	สังกะสี (Zn)	ตะกั่ว (Pb)	ทองแดง (Cu)	แคดเมียม (Cd)		
การศึกษานี้	35,352.84	1,050.58	225.69	39.23	7.11	ฝุ่นตกภายในบ้าน	ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย
การศึกษานี้	37,064.03	1,140.77	246.64	51.89	6.82	ฝุ่นตกภายนอกบ้าน	ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย
นุชจรี วิศรุตตานนท์ และกรรณิการ์ อยู่มีสุข, (2556)	ถนนสายหลัก 4,384.17-8,376.35 ถนนสายรอง 4,631.39-7,582.00	ถนนสายหลัก 498.40-539.35 ถนนสายรอง 298.36-349.76	ถนนสายหลัก 113.34-140.88 ถนนสายรอง 28.09-85.74	ถนนสายหลัก 74.02-104.70 ถนนสายรอง 57.95-79.91	ถนนสายหลัก 18.06-35.03 ถนนสายรอง 16.57-25.56	บ้านริมถนนสายหลัง บ้านริมถนนสายรอง	เทศบาลนครพิษณุโลก
Abdul Wahab et al, (2012)	NR	16.60-54.40	1.50-76.80	2.20-14.00	NR	อาคารที่พักอาศัยภายในห้องนั่งเล่น	Seberang Prai Tengah,Malaysia
Al-Momani, (2007)	NR	1985.00	169.00	133.00	2.92	สภาพแวดล้อมที่บ้าน	Amman,Jordan
Darus et al, (2012)	1489.00-7919.00	NR	93.30-220.40	22.20-42.70	NR	อาคารโรงเรียนอนุบาล	Shah Alam, Selangor, Malaysia
Tahir et al.,(2007)	NR	559.00	78.00	44.00	NR	อาคารที่พักอาศัย	Dungun, Terengganu

หมายเหตุ: NR คือ Non reported

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาโลหะหนักในฝุ่นตกทั้ง 5 ชนิด พบว่าฝุ่นตกภายนอกบ้านพบความเข้มข้นเฉลี่ยของเหล็กมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 31,260.13 - 43,158.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ สังกะสีมีค่าอยู่ในช่วง 413.45 - 1,667.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่วมีค่าอยู่ในช่วง 134.76 - 436.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดงมีค่าอยู่ในช่วง 0.01 - 106.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแคดเมียมมีค่าอยู่ในช่วง 0.59 - 15.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนฝุ่นตกภายในบ้านพบเหล็กมีค่าสูงสุดมีค่าอยู่ในช่วง 30,474.78 - 43,337.46 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รองลงมาคือ สังกะสีมีค่าอยู่ในช่วง 337.43 - 1,416.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่วมีค่าอยู่ในช่วง 80.74 - 457.91 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดงมีค่าอยู่ในช่วง 0.01 - 114.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแคดเมียมมีค่าอยู่ในช่วง 0.83 - 16.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยเรียงตามความเข้มข้นโลหะหนักของฝุ่นตกภายในและภายนอกบ้านได้ดังนี้ เหล็ก>สังกะสี>ตะกั่ว>ทองแดง>แคดเมียม ตามลำดับ เหมือนกันทั้งภายในและภายนอก การวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ แสดงให้เห็นส่วนใหญ่ปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักในพื้นที่ที่ทำการศึกษาทั้งภายในและภายนอก มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p > 0.05$) โดยแหล่งที่มาของโลหะหนักที่ตรวจพบนี้อาจมาจากกิจกรรมโดยรอบของพื้นที่ เช่น การปลดปล่อยของยานพาหนะในบริเวณการจราจรที่หนาแน่น และกิจกรรมภายในเขตชุมชน ซึ่งส่งผลให้มีปริมาณโลหะหนักในฝุ่นตกเพิ่มมากขึ้น และเสี่ยงที่จะอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ ดังนั้น

การศึกษานี้แนะนำว่าการลดความเข้มข้นของโลหะหนักในฝุ่น อาจสามารถลดได้ด้วยการกำจัดหรือทำความสะอาดให้บ้านอยู่ในสภาพปราศจากฝุ่น เช่น ปัดกวาดฝุ่นที่เกาะตามผนัง ประตู หน้าต่าง โดยทำความสะอาดบ่อยๆและสม่ำเสมอ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าของโรงสีคลองเรือที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้ความรู้ และประวัติความเป็นมาของโรงสีคลองเรือ และขอขอบคุณเจ้าของสถานที่จุดเก็บตัวอย่างฝุ่นตกทั้งหมด 30 หลังคาเรือน จากหมู่ที่ 2 ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

นุชจรี วิศรุตตานนท์ และ กรรณิการ์ อยู่มีสุข. (2556). **โลหะหนักในฝุ่นตกบริเวณถนนสายหลักในเขตเทศบาล นครพิษณุโลก.** รายงานวิจัยวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม: พิษณุโลก.

พัฒนา มูลพฤกษ์. (2551). **การป้องกันและควบคุม.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : คณะสาธารณะสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

วนิดา จีนศาสตร์. (2551). **มลพิษอากาศและการจัดการคุณภาพอากาศ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. (2556). **มลพิษอากาศ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Abdul Wahab, N.A., Darus, F.M., Isa, N., Sumari, S.M., Hanafi, N.F.M. (2012). Heavy metal concentration of settled surface dust in residential building. **The Malaysian Journal of Analytical Sciences.** 16, 18– 23.

Al-Momani, I.F. (2007). Trace Elements in Street and Household Dusts in Amman, Jordan. **Soil & Sediment Contamination : International Journal,** 16, 485-496.

Darus, F.M., Nasir, R.A., Sumari, S.M., Ismai, Z.S., Omar, N.A. (2012). Heavy Metal Composition of Indoor Dust in Nursery Schools Building. **Procedia – Social and Behavioral Sciences,** 38(169-175).

Tahir, N.M., Poh, S.C., and Jaafar, M. (2007). Determination of heavy metal contents in soils and indoor dusts from nurseries in Dungun,Terengganu. **The Malaysia Journal of Analytical Sciences***,* 11(280-286).

การตรวจวัดระดับเสียงความเข้มเสียงในสถานีขนส่งผู้โดยสารแห่งที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก
Assessment of noise levels at Phitsanulok bus station2

ฤดี ศรีเกิน และ ธันวดี ศรีธาวิรัตน์*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author email: t.srithawirat@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาระดับความเข้มเสียง ในบริเวณสถานีขนส่งผู้โดยสารพิษณุโลกแห่งที่ 2 และเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานองค์การอนามัยโลก (WHO) โดยทำการตรวจวัดระดับความเข้มเสียงต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 08.00 – 16.00 โดยใช้เครื่องวัดเสียงแบบบันทึกอัตโนมัติ (TES 1375) ทำการตรวจวัดสัปดาห์ละสองครั้งต่อเดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน –พฤศจิกายน 2557 โดยพบว่าระดับความดังเสียงบริเวณตัวสถานีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 65.0-77.0 dB(A) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.1 dB(A) ระดับความดังเสียงบริเวณทางเข้า-ออก มีค่าเฉลี่ยอยู่ 63.5–74.0 dB(A) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 68.1 dB(A) และเมื่อเปรียบเทียบเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก พบระดับเสียงเฉลี่ยทั้ง 8 ชั่วโมง ไม่เกินค่าเกณฑ์มาตรฐานที่ 85 dB(A)

คำสำคัญ : เสียง ความเข้มเสียง สถานีขนส่งผู้โดยสาร

Abstract

This study aims to investigate the noise intensity level in Phitsanulok bus station 2 and compared with the standard of World Health Organization (WHO). The measurements were conducted 8 hours during 8 08.00-16.00 by using a sound level meter (TES 1375). This study was measured sound level twice a week per month from September to November 2014. It was found that the sound level at the station ranged 65.0 to 77.0 dB (A), with an average of 73.1 dB (A). The sound levels at the entrance and exit ranged 63.5-74.0 dB (A), with an average of 68.1 dB (A). When comparing the guideline of the World Health Organization, the noise levels do not exceed the benchmark at 85 dB (A).

keywords : noise, intensity, bus station

บทนำ

มลพิษทางเสียงเป็นปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมอีกอย่างหนึ่ง ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับปัญหามลพิษทางด้านอื่นๆ แล้ว บุคคลโดยทั่วไปมักจะไม่เล็งเห็นความสำคัญของปัญหามลพิษทางเสียง ทั้งนี้เพราะมลพิษทางเสียงไม่ก่อให้เกิดความรุนแรงในทันที แต่ถ้าพิจารณาแล้วมลพิษทางเสียงเริ่มมีบทบาทมากขึ้นทุกขณะตามความเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในเรื่องของวิวัฒนาการทางด้านเทคโนโลยีต่างๆ มากมาย สังเกตได้ว่ามีผู้ป่วยจากมลพิษทางเสียงเพิ่มมากขึ้นจากสาเหตุของมลพิษทางเสียง เช่น หูตึง หูหนวก ชีพจรเต้นแรง ความดันโลหิตสูง กล้ามเนื้อเกร็ง เป็นต้น ซึ่งผู้ป่วยไม่ได้เป็นมาแต่กำเนิด แต่ผู้ป่วยเหล่านี้เป็นบุคคลที่คลุกคลีและได้รับฟังเสียงมากเกินไปเป็นระยะเวลานาน (ชูจิตต์ เครือตราชูเกียรติ์อนันต์ชัย, 2550) ในปัจจุบันเสียงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างมากสำหรับมนุษย์ เพราะมนุษย์ใช้เสียงเป็นสื่อกลางในการติดต่อสื่อสารเพื่อให้เข้าใจในเรื่องต่างๆ เช่น เสียงพูดคุย เสียงดนตรี หรือเสียงที่โต้แย้งกันในปัญหาต่างๆ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งเสียงที่ดังเกินความต้องการของมนุษย์ ในโลกปัจจุบันการเพิ่มของประชากรและการเติบโตทางด้านอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วได้ก่อให้เกิดแนวโน้มในการพัฒนาเครื่องจักรกลตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวกอย่างมากมาย ซึ่งสิ่งเหล่านี้ได้เพิ่มปริมาณและความดังของเสียงมากจนเกินความต้องการของมนุษย์ หรือทำให้เกิดปัญหาขึ้นเช่น เสียงที่เกิดจากรถยนต์ รถจักรยานยนต์ เรือยนต์ และเครื่องบิน เป็นต้น (กรมควบคุมพิษ, 2547)

จังหวัดพิษณุโลกเป็นจังหวัดที่กำลังขยายและพัฒนาตัวเมืองอย่างรวดเร็วและเป็นศูนย์กลางในภาคเหนือตอนล่าง จึงมีการเพิ่มสถานีขนส่งผู้โดยสารแห่งที่ 2 ขึ้น เพื่อรองรับการขยายตัวและความเจริญด้านเศรษฐกิจของเมืองพิษณุโลก ลดความ

แออัดของการจราจรในสถานีขนส่งผู้โดยสารแห่งที่ 1 ปัญหามลพิษทางเสียงบริเวณสถานีขนส่งผู้โดยสาร ก็อาจเป็นปัญหาหนึ่งที่สำคัญ ส่งผลกระทบต่อผู้อาศัยและทำงานอยู่บริเวณสถานีขนส่งผู้โดยสาร ดังนั้นการศึกษาระดับความเข้มเสียง ในบริเวณสถานีขนส่งผู้โดยสารพิษณุโลกแห่งที่ 2 จึงมีความสำคัญ เพราะเสียงที่เกิดขึ้นซึ่งอาจส่งผลกระทบ ต่อประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงบริเวณสถานีขนส่งผู้โดยสารพิษณุโลกแห่งที่ 2 จังหวัดพิษณุโลกได้

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

สถานีขนส่งผู้โดยสารพิษณุโลกแห่งที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก ตั้งอยู่พื้นที่ของ ต.สมอแข อ.เมือง จ.พิษณุโลก มีพื้นที่ทั้งหมด 10 ไร่ 12 ตารางวา โดยผู้วิจัยกำหนดจุดการวัดระดับเสียง มีขั้นตอนการดำเนินการตรวจวัด 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ตรวจวัดระดับเสียงความเข้มเสียงในบริเวณสถานีขนส่งผู้โดยสารพิษณุโลกแห่งที่ 2 จังหวัดพิษณุโลก โดยทำการตรวจวัดระดับเสียงตั้งแต่เดือนกันยายน – พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 (สัปดาห์เว้นสัปดาห์) โดยใช้เครื่องมือ Digital Sound Level Meter ในการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน (08.00 – 16.00) ในวันจันทร์ วันพฤหัสบดี วันศุกร์ วันอาทิตย์

ส่วนที่ 2 สำรวจแบบสอบถามของประชาชนที่อยู่บริเวณใกล้เคียงเกียวกับผลกระทบของเสียงต่อประชาชนในการใช้ชีวิตประจำวัน

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบสมมุติฐานค่าเฉลี่ย

ผลการวิจัย

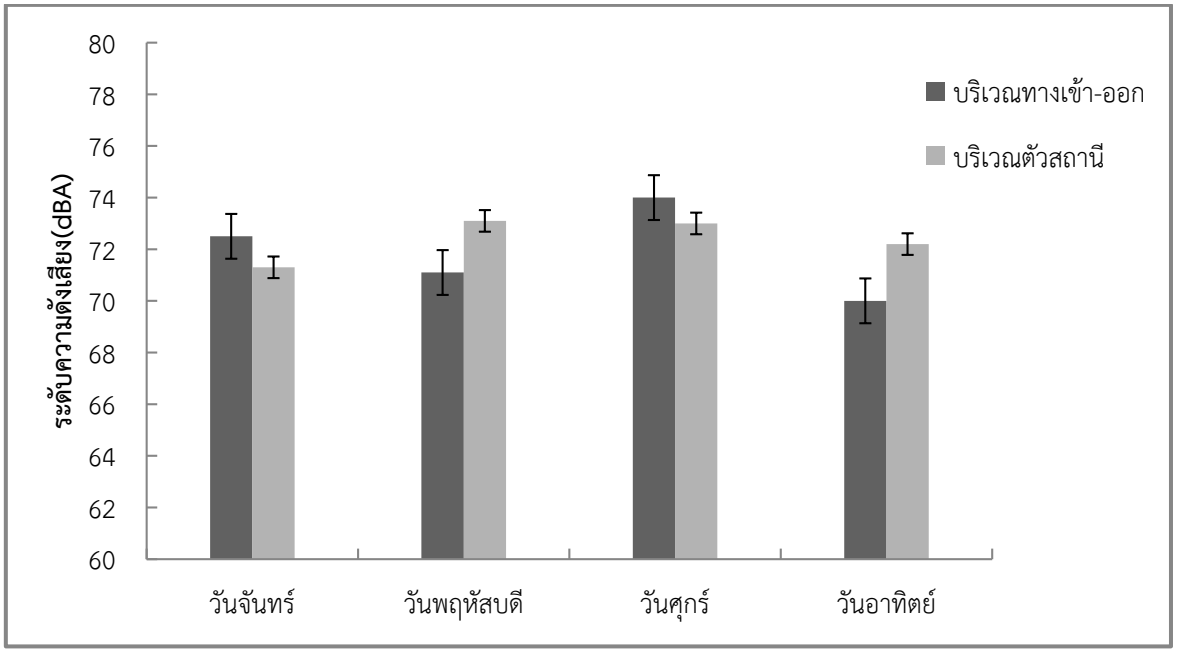
การตรวจนับรถที่เข้าสถานีขนส่งผู้โดยสารพิษณุโลกแห่งที่ 2 ในช่วงเดือนกันยายน – เดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2557 ช่วงเวลา 08.00 -16.00 น. พบว่ามีปริมาณการจราจรเฉลี่ยรายเดือน จำนวน 3,220 คัน ประกอบด้วย รถยนต์ คิดเป็นร้อยละ 54 รองลงมาคือ รถจักรยานยนต์ ร้อยละ43 รถบัสโดยสาร ร้อยละ 1.3 รถ 3 ล้อ ร้อยละ 0.8 รถ 6 ล้อ ร้อยละ 0.5 และรถ 10 ล้อ ร้อยละ 0.1 ตามลำดับ ดังตางรางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณการจราจรเฉลี่ยรายเดือน

ชนิดรถ	ปริมาณรถ	ร้อยละ
รถจักรยาน	8	0.2
รถจักรยานยนต์	1,385	43
รถยนต์	1,741	54
รถบัสโดยสาร	43	1.3
รถ 3 ล้อ	25	0.8
รถ 6 ล้อ	15	0.5
รถ 10 ล้อ	3	0.1
รวม	3,220	100

1. ผลการตรวจวัดระดับความดังเสียงเฉลี่ยของเดือนกันยายน

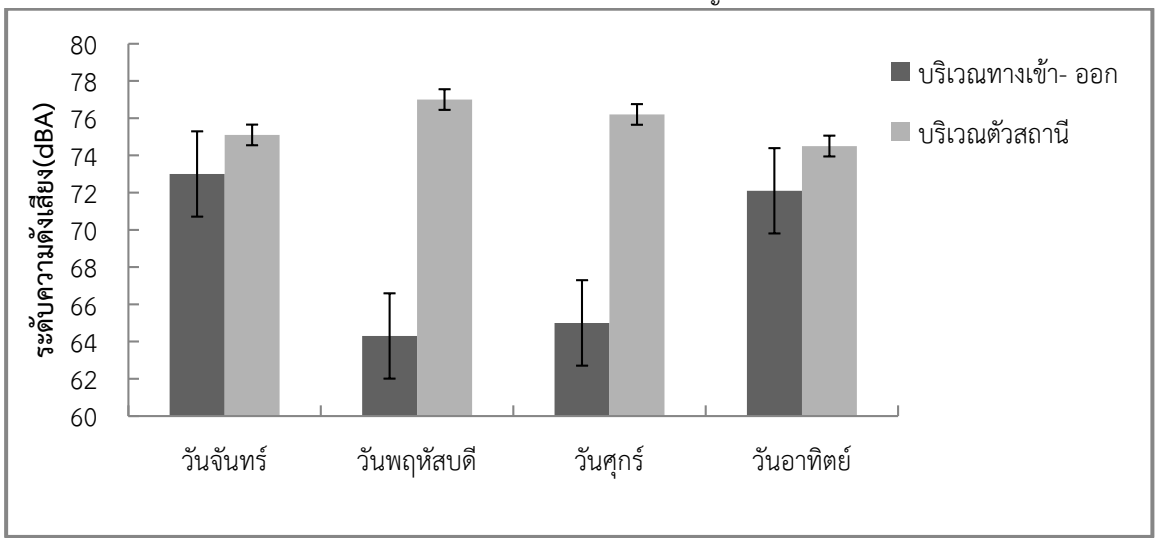
ระดับความดังเสียงบริเวณทางเข้าและตัวสถานีสถานีขนส่งผู้โดยสารที่ทำการตรวจวัดในแต่ละวันนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยระดับความดังเสียงเฉลี่ยต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง มีค่าอยู่ในช่วง 63.5 - 74.0 เดซิเบล (เอ) ค่าเฉลี่ยที่วัดได้นั้นไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานขององค์การอนามัยโลกที่ 85 เดซิเบล (เอ) ดังรูปที่ 1



ภาพที่ 1 ระดับความดังเสียงเฉลี่ยต่อเนื่อง8 ชั่งโมง ของเดือนกันยายน

2. ผลการตรวจวัดระดับความดังเสียงเฉลี่ยของเดือนตุลาคม

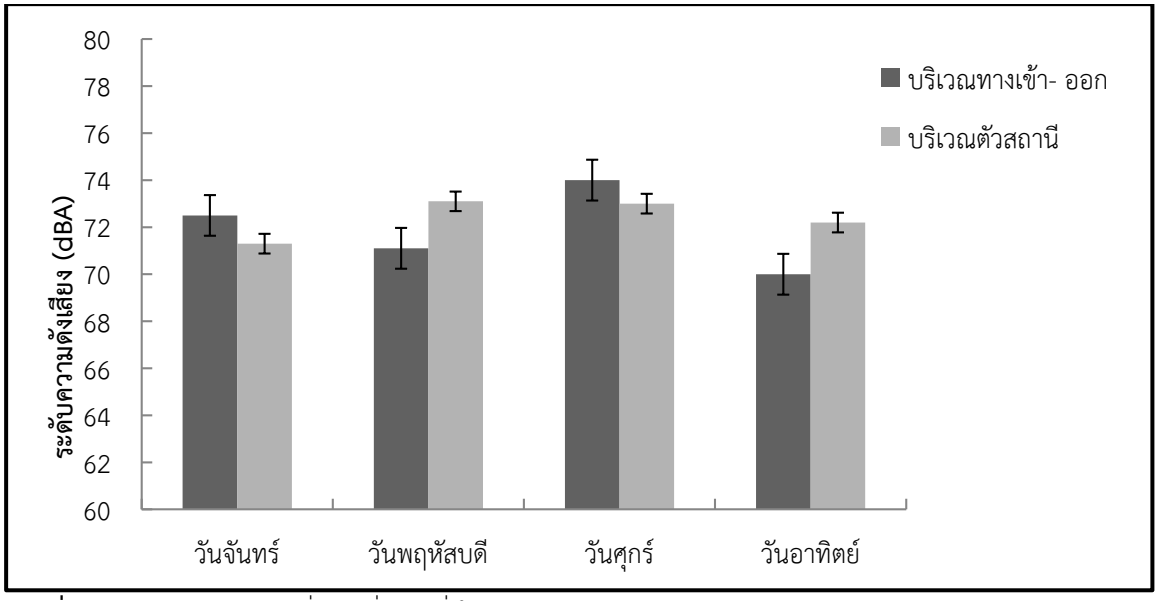
ระดับความดังเสียงบริเวณทางเข้าสถานีขนส่งผู้โดยสารที่ทำการตรวจวัดในแต่ละวันนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยระดับความดังเสียงเฉลี่ยต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง มีค่าอยู่ในช่วง 64.3 - 77.0 เดซิเบล (เอ) (ดังรูปที่ 2) ค่าเฉลี่ยที่วัดได้นั้นไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานขององค์การอนามัยโลกที่ 85 เดซิเบล (เอ) และสังเกตได้ว่าวันพฤหัสบดี และวันศุกร์มีระดับความดังเสียงน้อยกว่าวันอื่นๆ เพราะมีรถประเภทจักรยานยนต์มากและเนื่องจากอยู่บริเวณทางเข้า–ออกซึ่งเป็นพื้นที่กว้างทำให้เกิดการกระจายของเสียง เป็นส่วนใหญ่



ภาพที่ 2 ระดับความดังเสียงเฉลี่ยในเวลา 8 ชั่งโมง ของเดือนตุลาคม

3. ผลการตรวจวัดระดับความดังเสียงเฉลี่ยของเดือนพฤศจิกายน

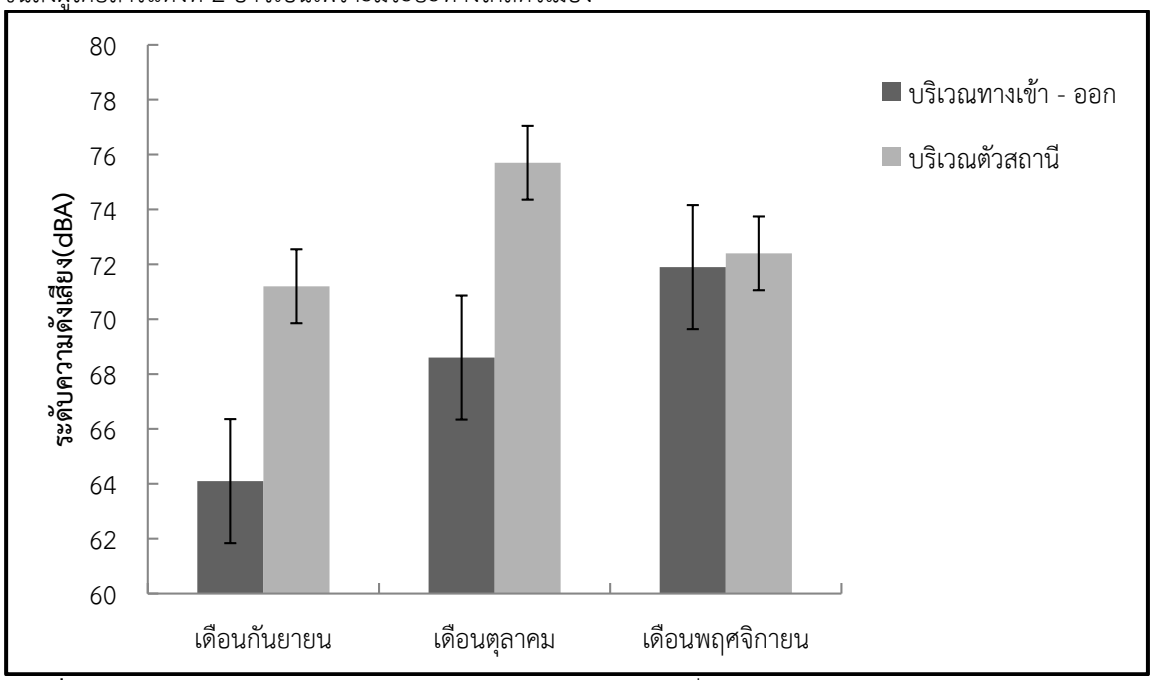
ระดับความดังเสียงบริเวณทางเข้าและตัวสถานีสถานีขนส่งผู้โดยสารที่ทำการตรวจวัดในแต่ละวันนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยระดับความดังเสียงเฉลี่ยต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง มีค่าอยู่ในช่วง 70.0 - 74.0 เดซิเบล(เอ) ค่าเฉลี่ยที่วัดได้นั้นไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานขององค์การอนามัยโลกที่ 85 เดซิเบล (เอ) ดังรูปที่ 3



ภาพที่ 3 ระดับความดังเสียงเฉลี่ยต่อเนื่อง 8 ชั่งโมง ของเดือนพฤศจิกายน

การเปรียบเทียบระดับความดังเสียงเฉลี่ยในแต่ละเดือน

เมื่อเปรียบเทียบระดับความดังเสียงเฉลี่ยในแต่ละเดือน ซึ่งเดือนตุลาคมระดับความดังเสียงสูงสุด คือ 77 เดซิเบล และเดือนกันยายนระดับความดังเสียงต่ำสุด คือ 63.5 สังเกตได้ว่าเดือนกันยายน มีระดับเสียงต่ำกว่าเดือนอื่นๆ เพราะมีการแบ่งสายตารางการเดินรถบัสโดยสารและมีการเปลี่ยนตารางการเดินรถ ระหว่างสถานีขนส่งผู้โดยสารแห่งที่ 1 และสถานีขนส่งผู้โดยสารแห่งที่ 2 จึงมีการจราจรน้อยลงเนื่องจากประชาชนส่วนใหญ่จะใช้บริการสถานีขนส่งผู้โดยสารแห่งที่ 1 มากกว่าสถานีขนส่งผู้โดยสารแห่งที่ 2 อาจเป็นเพราะมีระยะทางใกล้ตัวเมือง



ภาพที่ 4 ระดับเสียงความดังจากการจราจรในสถานีขนส่งผู้โดยสารแห่งที่ 2

ความคิดเห็นของประชาชนต่อระดับความดังเสียง

จากการตรวจวัดระดังความดังเสียงได้มีการสำรวจความเห็นของประชาชนในบริเวณใกล้เคียงในสถานีขนส่งผู้โดยสารโดยมีการสุ่มตัวอย่างแบบสมบรูณ์ รวมทั้งหมด 100 ชุด ผลการสำรวจดังนี้

ผลสำรวจความคิดเห็นของประชาชนบริเวณสถานีขนส่งผู้โดยสาร ทั้งหมด 100 ตัวอย่าง พบว่าประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น กลุ่มตัวอย่างมีทั้งเพศชาย (ร้อยละ50) และเพศหญิง (ร้อยละ 50) อายุระหว่าง 21- 30 ปี (ร้อยละ 50) มีระดับการศึกษาปริญญาตรีหรือสูงกว่า(ร้อยละ 52) ซึ่งแสดงความคิดเห็นว่าเสียงที่ได้รับในชีวิตประจำวัน เกิดจากการจราจรเข้าออกในสถานีขนส่งผู้โดยสารซึ่งอยู่บริเวณตัวสถานี ในช่วงเวลา 12.01–18.00 น. (ร้อยละ 59) ส่วนใหญ่เป็นรถประเภท รถโดยสาร เช่น รถบัสโดยสาร รถสองแถว (ร้อยละ 89) ทำให้เกิดการรบกวนการติดต่อสื่อสารส่งผลต่อการทำงาน มีผลเสียต่อสุขภาพ ทำให้เกิดความรำคาญ รู้สึกหงุดหงิด ไม่สบายใจทำให้เกิดความเครียดความกังวลอยู่ในระดับปานกลาง แต่ไม่ส่งผลทำให้เกิดอาการหูอื้อ หูตึง (ร้อยละ34)

อภิปรายผลการวิจัย

ในการทำวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาระดับความดังเสียงในเขตสถานีขนส่งผู้โดยสารแห่งที่ 2 อ.เมือง จ.พิษณุโลก โดยทำการตรวจวัดเป็นเวลา 3 เดือน คือ เดือนกันยายน-เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 โดยทำการตรวจวัด ระดับความเข้มเสียงต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 08.00 – 16.00 โดยผลการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้ โดยพบว่าระดับความดังเสียงบริเวณตัวสถานีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 65.0-77.0 เดซิเบล(เอ) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.1เดซิเบล(เอ) ระดับความดังเสียงบริเวณทางเข้า-ออก มีค่าเฉลี่ยอยู่ 63.5–74.0 เดซิเบล(เอ) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 68.1 เดซิเบล(เอ)

ซึ่งปัจจัยที่ทำให้บริเวณตัวสถานีขนส่งผู้โดยสารมีระดับเสียงเฉลี่ยสูงสุดเพราะขนส่งมีบริเวณกว้างขึ้นจากสถานีขนส่งผู้โดยสารแห่งที่ 1 จึงทำให้มีการเพิ่มจำนวนรถเพิ่ม มีการจอดรถแบบติดเครื่องทิ้งไว้ในขณะรอผู้โดยสาร รวมทั้งเป็นจุดรวมรถหรือพักรถทุกประเภท ทั้งข้างหน้าตัวสถานีและข้างหลังตัวสถานี และเป็นจุดรับฝากรถจักรยานยนต์ ส่วนบริเวณทางเข้า–ออก ซึ่งอยู่ติดกัน มีระดับความดังเสียงเฉลี่ยรองลงมา เพราะเป็นจุดที่ชะลอความเร็วของรถและเมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ พบว่าระดับความดังเสียงแต่ละสถานที่ของจุดตรวจวัดทั้ง 2 แห่ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ นงลักษณ์ นิลนามะ (2555) ได้ศึกษาระดับความดังเสียงในแต่ละจุดตรวจวัด บริเวณทางเข้าสถานีขนส่งผู้โดยสารแห่งที่ 1 จ.พิษณุโลก บริเวณตัวสถานีขนส่งผู้โดยสารและบริเวณทางออกสถานีขนส่งผู้โดยสาร พบว่าบริเวณทางเข้าสถานีขนส่งผู้โดยสารมีค่าสูงที่สุด คืออยู่ช่วง 86.6-87.0 เดซิเบล(เอ) รองลงมาคือบริเวณตัวสถานีขนส่งผู้โดยสารอยู่ในช่วง 85.2-86.5 เดซิเบล(เอ) และบริเวณทางออกสถานีขนส่งผู้โดยสารอยู่ในช่วง 84.2-85.6 เดซิเบล(เอ) ปัจจัยที่ทำให้บริเวณทางเข้าสถานีขนส่งผู้โดยสารมีค่าระดับความดังเสียงเฉลี่ยสูงที่สุดเพราะถนนบริเวณทางเข้าสถานีขนส่งผู้โดยสารแห่งที่ 1 มีรถติดสัญญาณไฟจราจรเป็นจำนวนมากและเป็นจุดรับฝากรถจักรยานยนต์ ทำให้บริเวณทางเข้าสถานีขนส่งผู้โดยสารมีระดับความดังเสียงเฉลี่ยสูงที่สุด มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานขององค์การอนามัยโลกที่ 85.0 เดซิเบล(เอ) แต่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกรมแรงงาน กระทรวงมหาดไทยที่กำหนดไว้ที่ 90.0 เดซิเบล(เอ) ในระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงจะเป็นอันตรายต่อการได้ยิน ซึ่งจากงานวิจัย นงลักษณ์ นิลนามะ (2555) มีระดับความดังเสียงสูงเกินมาตราฐานในสถานีขนส่งผู้โดยสารแห่งที่1 เพราะเดิมมีสถานีขนส่งแห่งเดียวจึงทำให้เกิดการจราจรแออัด จังหวัดพิษณุโลกจึงขยายเป็นสถานีขนส่งผู้โดยสารแห่งที่ 2 เพื่อลดปัญหาดังกล่าว

สรุปผลการวิจัย

ในการทำวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาระดับความเข้มเสียงบริเวนสถานีขนส่งผู้โดยสารแห่งที่ 2 อ.เมือง จ.พิษณุโลก พบว่าในเดือนพฤศจิกายน มีระดับเสียงสูงสุดโดยมีค่าระดับเสียงอยู่ในช่วง 70.0 – 74.0 เดซิเบล(เอ) ในบริเวณทางเข้ารองลงมาคือเดือนตุลาคม และเดือนกันยายน มีค่าระดับเสียงสูงสุดโดยมีค่าระดับเสียงอยู่ในช่วง 64.3 – 77. เดซิเบล(เอ) และ 63.5 – 74.0 เดซิเบล(เอ) ตามลำดับ ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานขององค์การอนามัยโลกที่ 85 เดซิเบล

ผลสำรวจความคิดเห็นของประชาชนบริเวณสถานีขนส่งผู้โดยสาร ทั้งหมด 100 ตัวอย่าง พบว่าประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น แสดงความคิดเห็นว่าเสียงที่ได้รับในชีวิตประจำวัน อาจเกิดจากการจราจรเข้าออกในสถานีขนส่งผู้โดยสารซึ่งอยู่บริเวณตัวสถานี ในช่วงเวลา 12.01น.–18.00 น. ส่วนใหญ่เป็นรถประเภท รถโดยสาร เช่น รถบัสโดยสาร รถสองแถว และพบว่าทำให้เกิดการรบกวนติดต่อสื่อสารส่งผลต่อการทำงาน มีผลเสียต่อสุขภาพ ทำให้เกิดความรำคาญ รู้สึกหงุดหงิด ไม่สบายใจทำให้เกิดความเครียดความกังวลอยู่ในระดับปานกลาง แต่ไม่ส่งผลทำให้เกิดอาการผิดปกติต่อการได้ยิน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก ที่ให้ความสะดวกในเรื่องการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ในการทำปัญหาพิเศษ

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2547). **มลพิษทางเสียง.** กรุงเทพมหานคร : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

ชูจิตต์ เครือตราชูเกียรติ์อนันต์ชัย. (2550). **มลพิษสิ่งแวดล้อม**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

นงลักษณ์ นิลนามะ. (2555). **ศึกษาระดับความดังเสียงในเขตสถานีขนส่งผู้โดยสาร อ.เมือง จ.พิษณุโลก.** รายงานวิจัยวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลับราชภัฏพิบูลสงคราม. พิษณุโลก.

ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. (2556). **ความรู้เบื้องต้นด้านมลพิษทางเสียง.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Alam, J.B., Jobair Bin Alam, M., Rahman, M.M., Dikshit, A.K. and Khan, S.K. (2006). Study on traffic noise level of sylhet by multiple regression analysis associated with health hazards. **Iranian Journal of Environmental Health Sciences and Engineering**, 3(2), 71-78.

ระดับเสียงในชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงกับโรงสีข้าว
Noise level in communities near the rice mills plant

ภาณุมาศ มีบึงพร้าว และ ธันวดี ศรีธาวิรัตน์*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
* corresponding author email: t.srithawirat@psru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดระดับเสียงในชุมชนและเพื่อสำรวจความคิดเห็นของประชาชนในชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงโรงสีข้าวคลองเรือในเขตตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย โดยการตรวจวัดระดับเสียงด้วยเครื่องแบบดิจิตอล รุ่น TES 1375 โดยสุ่มจุดตรวจวัด 2 แห่ง คือ หมู่บ้านเทศบาล 5 และ หมู่บ้านเทศบาล 4 เป็นระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนกันยายน ถึง พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ผลการทดลองพบว่าระดับเสียงทั้ง 2 จุด ตรวจวัด มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยมีค่าอยู่ในช่วง 53.7- 61.6 dB(A) และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 56.5 dB(A) และพบว่าระดับเสียงในชุมชนมีค่าไม่เกินระดับมาตรฐานองค์การอนามัยโลกกำหนดไว้ 85 dB(A) จากการสำรวจความคิดเห็นของประชาชนพบว่า เสียงที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มาจากการจราจรในบริเวณชุมชน

คำสำคัญ : เสียง โรงสีข้าว ชุมชน

Abstract

The purpose of this research was to measure sound level and to explore public opinion in communities near a rice mill plant, Ban Suan, Muang, Sukhothai. The noise levels were measured by Sound Level Meter (TES 1375). The samples were randomly measured at 2 locations; M5 and M4 for 3 months from September to November 2014. The results showed that the sound levels between 2 locations were significant different at 95% confidential level. The sound level ranged from 53.7 to 61.6 dB(A) with an average of 56.5 dB(A). The sound level of both sample sites do not exceed WHO guideline at 85 dB(A). The public opinion survey found that the mostly contribution of noise in communities was from traffic around the areas.

keywords : sound, rice mill, community

บทนำ

ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ปัจจุบันนี้ต้องมีความสัมพันธ์กับเสียงอยู่ตลอดเวลา เช่น เสียงพูด เสียงสัญญาณ การติดต่อ เสียงดนตรี โดยเฉพาะอย่างยิ่งเสียงที่ดังเกินความต้องการในโลกของวิวัฒนาการ การเพิ่มประชากร และการเติบโตด้านอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็วได้ก่อให้เกิดแนวโน้มของการพัฒนาเครื่องจักรกลตลอดจนสิ่งอำนวยความสะดวกอย่างมากมายซึ่งสิ่งเหล่านี้ได้เพิ่มปริมาณและความดังเสียงมากขึ้นทุกที เสียงที่ดังเกินความต้องการของมนุษย์ เช่น เสียงที่เกิดจากรถยนต์ เครื่องจักร และการจราจรทำให้เกิดปัญหาต่างๆ เสียงในสภาพแวดล้อมสามารถส่งผลกระทบในทางลบ (Kiumbu et al, 2010) เสียงที่ดังจะบอกว่าเสียงนั้นเป็นเสียงในลักษณะที่เรียกว่ามลพิษทางเสียงหรือไม่นั้นจะต้องพิจารณาถึงระดับความดังในระยะเวลาหนึ่งๆ และเสียงเป็นมลพิษซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อระดับเสียงอยู่เหนือระดับสูงสุดที่อนุญาตสำหรับสภาพแวดล้อมที่กำหนด (Oseji, 2011) มลพิษทางเสียงแตกต่างจากมลพิษสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เพราะเป็นมลพิษที่มองไม่เห็นและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน คือ ทำให้เกิดการสูญเสียสมรรถภาพการได้ยิน เกิดความรำคาญ รู้สึกหงุดหงิดไม่สบายใจ เกิดความเครียดทางประสาท และการติดต่อสื่อสาร ทำให้ขาดสมาธิ ประสิทธิภาพการทำงานลดลง และถ้าเสียงดังมากอาจทำให้ทำงานผิดพลาด หรือเชื่องช้าจนเกิดอุบัติเหตุได้และถ้าได้รับฟังเสียงดังเกินกว่ากำหนดเป็นระยะนานเกินไปอาจทำให้สูญเสียการได้ยิน ซึ่งอาจเป็นอย่างชั่วคราวหรือถาวรมีผลต่อสุขภาพร่างกาย ความเครียด อาจก่อให้เกิดอาการป่วยทางกาย เช่น โรคกระเพาะ โรคความดันสูง (ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, 2556) ซึ่งบุคคลโดยทั่วไปมักไม่เล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาทางเสียง ทั้งนี้

เพราะมลพิษทางเสียงไม่แสดงให้เห็นอย่างรุนแรงในทันทีทันใดแต่ถ้าพิจารณากันแล้ว มลพิษทางเสียเริ่มมีบทบาทมากขึ้นทุกขณะตามความเจริญอย่างรวดเร็วของวิวัฒนาการทางเทคโนโลยี สังเกตได้จากกผู้ป่วยที่เพิ่มมากขึ้น เช่น หูตึง หูหนวก(ไม่ได้เป็นจากกำเนิด) ผู้ป่วยส่วนมากเป็นบุคคลที่คลุกคลีอยู่กับการได้รับฟังเสียงดังมากเกินไปในระยะเวลานาน (ชูจิตต์ เครือตราชู เกียรติ์อนันต์ชัย, 2550)

ปัจจุบันจังหวัดสุโขทัยได้มีการเพิ่มอุตสาหกรรมมากขึ้นเรื่อยๆ และหนึ่งในนั้น คือ โรงสีข้าว ซึ่งจะทำให้เกิดเสียงดัง เช่น เสียงดังที่เกิดจากปัจจัยทางด้านเครื่องจักร ในบริเวณการทำงานและบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกับโรงสีข้าว รถเข้าออกของโรงสีข้าว ดังนั้นในการจัดทำวิจัยครั้งนี้จึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อตรวจวัดระดับเสียงและสำรวจความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อระดับความดังเสียงในชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงกับโรงสีข้าว เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาและหาแนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษทางเสียงต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่การศึกษา

พื้นที่ศึกษา ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสุ่มตรวจวัดระดับเสียงโดยเลือกตรวจวัดในบริเวณชุมชนที่ใกล้เคียงโรงสีข้าวสุ่มตรวจวัด 2 จุด คือ หมู่บาลเทศบาล 5 และหมู่บ้านเทศบาล 4 ที่ตั้ง หมู่ 2 ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย

การเก็บตัวอย่าง

ตรวจวัดระดับความดังเสียงหมู่บาลเทศบาล 5 และหมู่บ้านเทศบาล 4 โดยวิธีการตรวจวัดระดับความดังเสียงจะใช้เครื่องมือวัด Sound Level Meter แบบระบบดิจิตอล รุ่น TES 1375 เริ่มเดือนกันยายน-พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 โดยจะตรวจวัดระดับเสียงเดือนละ 2 สัปดาห์ ช่วงเวลา(08.00-16.00 น.) วันจันทร์ ศุกร์ และเสาร์ เป็นระยะเวลา 3 เดือน และสุ่มเก็บตัวอย่างแบบสอบถามความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อระดับความดังเสียง จากกลุ่มตัวอย่าง 240 คน สุ่มเก็บกลุ่มตัวอย่าง 148 คน โดยอ้างอิงจากตาราง Krejcie & Morgan

การตรวจวัดเสียง

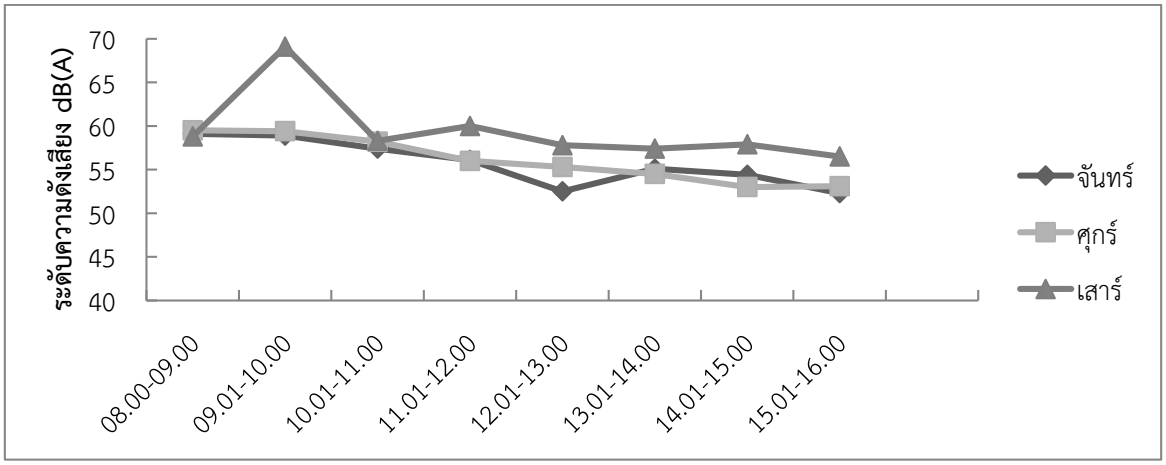
นำเครื่องมือตรวจวัดระดับเสียงแบบดิจิตอล รุ่น TES 1375 ไปติดตั้งไว้ในเวลาทำงานของโรงสีข้าวช่วงเวลา 08.00-16.00 น. ซึ่งการใช้เครื่องมือตรวจวัดระดับเสียงจะต้องตรวจเช็คสภาพความพร้อมของเครื่องวัดระดับเสียง ไมโครโฟน สายสัญญาณ อุปกรณ์ป้องกันลม ขาตั้ง แบตเตอรี่ เครื่องบันทึกข้อมูลพร้อมทั้งทำการปรับเทียบให้เครื่องวัดระดับเสียงอ่านค่าได้ถูกต้อง ในการตรวจวัดระดับเสียงในบรรยากาศทั่วไปให้ตั้งไมโครโฟนหันขึ้นด้านบนตั้งไมโครโฟนให้สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 1.2 เมตร เพื่อป้องกันการสะท้อนของเสียงจากพื้นและในรัศมี 3.5 เมตร ตามแนวราบรอบไมโครโฟนต้องไม่มีกำแพงหรือสิ่งอื่นใดที่มีสมบัติการสะท้อนเสียงกีดขวางอยู่ซึ่งการตรวจวัดระดับความดังเสียง

ผลการวิจัย

การตรวจวัดความดังของเสียงโรงสีข้าวคลองเรือ ในช่วงเวลา 08.00-16.00 น. ในระยะเวลา 3 เดือน คือ เดือนกันยายน-พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ทำการตรวจวัดพื้นที่ที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบ 2 แห่ง คือ หมู่บ้านเทศบาล 5 และหมู่บ้านเทศบาล 4 โดยมีผลการวิเคราะห์ได้ ดังนี้

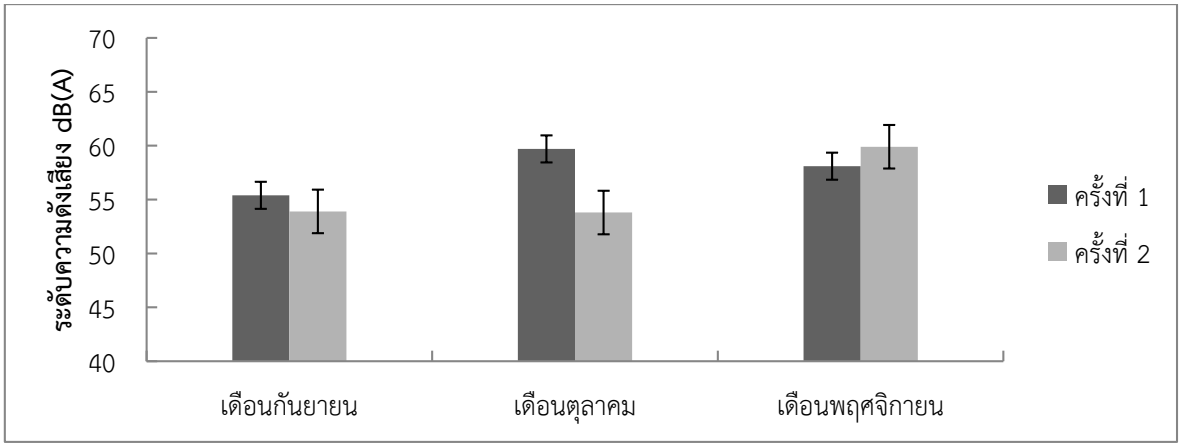
ระดับเสียงเฉลี่ยรายชั่วโมง

ระดับเสียงเฉลี่ยรายชั่วโมงหมู่บ้านเทศบาล 5 และ หมู่บ้านเทศบาล 4 ตั้งแต่ 08.00-16.00 น. มีระดับความดังเสียงที่ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เดือนกันยายน-พฤศจิกายนวันจันทร์มีค่าอยู่ในช่วง 52.3-59.1 dB(A) วันศุกร์มีค่าอยู่ในช่วง 53.0-59.5 dB(A) และวันเสาร์มีค่าอยู่ในช่วง 56.5-69.1 dB(A)) ซึ่งจะเห็นได้ว่าวันจันทร์เวลา 8.00-11.00 น. มีค่ามากที่สุด เนื่องจากมีการจราจรบริเวณในชุมชนมากกว่าวันอื่นๆจึงส่งผลกระทบให้เกิดระดับเสียงที่สูง ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานขององค์การอนามัยโลก คือ 85 dB(A)



ภาพที่ 1 ระดับความดังเสียงเฉลี่ยรายชั่วโมง

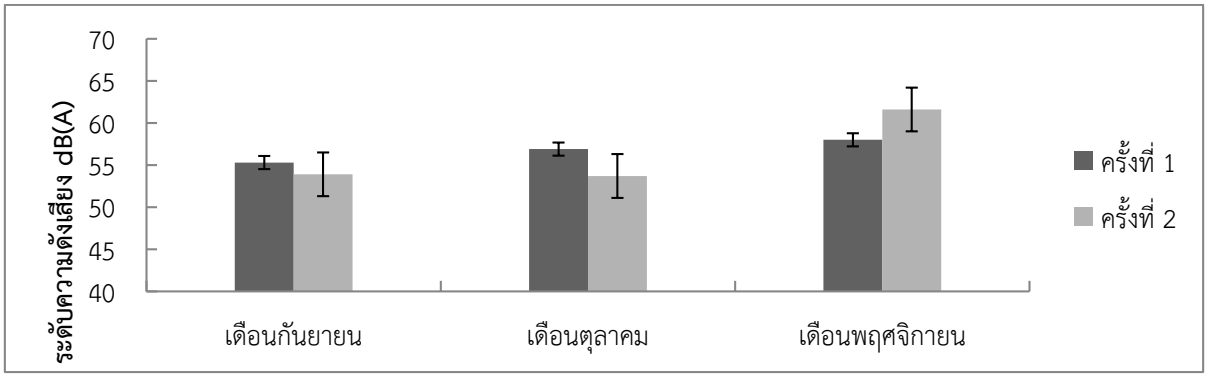
ระดับเสียงบริเวณจุดตรวจวัด คือ บริเวณหมู่บ้านเทศบาล 5 และหมู่บ้านเทศบาล 4 การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 และ 2 มีค่าความดังเสียงที่ใกล้เคียงกัน โดยมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยตลอดระยะเวลา 3 เดือน เดือนกันยายน ครั้งที่ 1 และครั้งที่2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 53.9-55.4 dB(A) เดือนตุลาคม ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง53.8-59.7 dB(A) และเดือนพฤศจิกายน ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 58.1-61.6 dB(A) ซึ่งเดือนกันยายนจะมีค่าน้อยเนื่องจากยังไม่ถึงฤดูเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตรของประชาชนตำบลบ้านสวน และจะเห็นได้ว่าทุกค่าเฉลี่ยมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานขององค์การอนามัยโลก คือ 85 dB(A)



ภาพที่ 2 ระดับความดังเสียงเฉลี่ยรายชั่วโมงบริเวณหมู่บ้านเทศบาล5 และหมู่บ้านเทศบาล4

ระดับความดังเสียงเฉลี่ยใน 8 ชั่วโมง (Leq 8 hr)

ระดับความดังเสียงเฉลี่ยใน 8 ชั่วโมงทั้ง 3 เดือน โดยบริเวณหมู่บ้านเทศบาล 5 และหมู่บ้านเทศบาล 4 มีระดับเสียงสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน มีค่าอยู่ในช่วง 58.0-61.6 dB(A) รองลงมาคือ เดือนตุลาคม มีค่าอยู่ในช่วง 53.7-56.9 dB(A) และเดือนกันยายน (53.9-55.3 dB(A)) ตามลำดับ สาเหตุที่ทำให้มีระดับเสียงสูงเพราะมีปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อการวัด เช่น เสียงรบกวนต่างๆ จากการจราจรบริเวณในแหล่งชุมชน และเดือนกันยายนจะมีค่าน้อยกว่าทุกเดือนเนื่องจากยังไม่ถึงฤดูเก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตรของประชาชนตำบลบ้านสวน โรงสีข้าวจึงยังไม่มีการดำเนินงานหรือมีการสีข้าวเพียงเล็กน้อยทำให้ลดการทำงานของเครื่องจักรลง เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่าระดับความดังเสียงแต่ครั้งที่เก็บอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% โดยทั้งนี้จุดตรวจวัดบริเวณหมู่บ้านเทศบาล 5 และหมู่บ้านเทศบาล 4 มีระยะห่างจากโรงสีข้าวใกล้เคียงกัน ทุกช่วงเวลาและสถานที่พบว่ามีค่าไม่เกินระดับมาตรฐานองค์การอนามัยโลกกำหนดไว้ 85 dB(A)



ภาพที่ 3 ระดับความดังเสียงเฉลี่ยใน 8 ชั่วโมง (Leq 8 hr)

ความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อระดับความดังเสียง

ความคิดเห็นของประชาชนจากแบบสอบถามประชาชนในชุมชนใกล้เคียงกับโรงสีข้าว จำนวน 148 คน จาก 240 คน โดยอ้างอิงจากตาราง Krejcie & Morgan พบว่าเป็นเพศหญิง (ร้อยละ 58.8) เพศชาย (ร้อยละ41.2) ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วงตั้งแต่ 41-50 ปี (ร้อยละ 30.4) รองลงมาอายุ31-40ปี (ร้อยละ 27.7) การศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษา (ร้อยละ 38.5) รองลงมา ระดับมัธยมศึกษา (ร้อยละ 29.7) ส่วนใหญ่มีอาชีพค้าขาย (ร้อยละ 28.4) รองลงมาเกษตรกรคิดเป็นร้อยละ 25.0 มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 5,001-10,000 บาท (ร้อยละ30.4) รองลงมามีรายได้มากกว่า 10,000 บาท(ร้อยละ 21.6) จำนวนสมาชิกในบ้าน 2-3 คน (ร้อยละ 40.5) รองลงมา 4-5 คน (ร้อยละ 39.2) บ้านเรือนตั้งอยู่ห่างจากโรงสีข้าว 100-500 เมตร (ร้อยละ 60.8) ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในหมู่บ้าน 10 ปีขึ้นไป (ร้อยละ 75) และอยู่บ้านในช่วงเวลา 18.01-24.00 น. (ร้อยละ 48.6) โดยแสดงความคิดเห็นว่าโรงสีข้าวไม่ใช่แหล่งกำเนิดมลพิษทางเสียง (ร้อยละ 96.6) ซึ่งส่วนใหญ่คิดว่ามาจากการขนส่ง สัญจรไปมา (ร้อยละ 76.3) ประชาชนส่วนใหญ่ไม่มีประวัติการป่วยเป็นโรค (ร้อยละ 55.4) ไม่เคยมีอาการใจสั่น หัวใจเต้นเร็ว (ร้อยละ 93.2) ประชาชนในชุมชนไม่เคยมีอาการความผิดปกติจากการได้ยิน (ร้อยละ 98.0) และมีความกังวลเกี่ยวกับมลพิษทางเสียงจากโรงสีข้าวมีน้อย (ร้อยละ 81.8) แสดงความคิดเห็นว่าไม่มีความจำเป็นต้องมีแนวทางการป้องกันเสียง (ร้อยละ 98.6)

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาระดับความดังเสียงในชุมชนที่ตั้งอยู่ใกล้เคียงโรงสีข้าว พบว่าในช่วงเช้าถึงเย็นของวันจันทร์ วันศุกร์ และวันเสาร์ตั้งแต่เวลา 08.00-16.00 น. มีค่าอยู่ในช่วง 52.3-69.1 dB(A) และมีความดังเสียงรายชั่วโมงมีค่าอยู่ในช่วง 53.8-61.6 dB(A) มีระดับความดังเสียงเฉลี่ยใน 8 ชั่วโมง (Leq 8 hr) เท่ากับ 56.5 dB(A) สาเหตุที่ทำให้มีระดับเสียงสูงสุดเพราะมีปัจจัยภายนอกที่ส่งผลต่อการวัด เช่น เสียงรบกวนต่างๆ จากการจราจรจากแหล่งชุมชนที่อยู่ใกล้กับโรงสีข้าว เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่าระดับความดังเสียงแต่ละสถานที่ทั้ง 2 จุดตรวจวัด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% เพราะระยะห่างจากโรงสีข้าวจากจุดตรวจวัดมีระยะห่างใกล้เคียงกันและระดับความดังของเสียงทั้ง 2 จุดตรวจวัด ทุกช่วงเวลาและสถานที่พบว่ามีค่าไม่เกินระดับมาตรฐานองค์การอนามัยโลกกำหนดไว้ 85 dB(A) (ตารางที่ 1) สาเหตุที่ทำให้เกิดเสียงเกิดจากการจราจรในบริเวณชุมชนและการเข้าออกของรถบรรทุกภายใน โรงสีข้าวและอาจจะเกิดจากกิจกรรมอื่นๆในชีวิตประจำวันของชุมชน และจากความคิดเห็นของประชาชนส่วนใหญ่คิดว่าโรงสีข้าวไม่มีผลกระทบต่อชีวิตประจำวัน ซึ่งเสียงส่วนใหญ่จะมาจากการจราจรในชุมชน ถึงแม้ว่าเสียงจะไม่ดังเกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนดไว้ แต่ถ้าได้ยินเสียงเป็นเวลานานๆ ก็อาจส่งผลกระทบทำให้เกิดอาการหูอื้อ หูตึง หรือเกิดความรำคาญ รู้สึกหงุดหงิดไม่สบายใจ เกิดความเครียด และทำให้ขาดประสิทธิภาพในการทำงานได้

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบระดับความดังเสียงกับเกณฑ์มาตรฐาน

การศึกษา	ระยะเวลาที่ได้รับความดังเสียง	ระดับความดังเสียง dB(A)
การศึกษานี้	1 ชั่วโมง	57.0
	8 ชั่วโมง	56.5
องค์การอนามัยโลก	ความดังเฉลี่ยต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง	ไม่เกิน 85

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาตรวจวัดระดับเสียงทั้ง 2 จุด ของเทศบาล 5 และเทศบาล 4 ในเขตพื้นที่ตำบลบ้านสวน อำเภอเมือง จังหวัดสุโขทัย พบว่าการวัดระดับเสียงแบบรายชั่วโมงของวันจันทร์ วันศุกร์และวันเสาร์ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 57.1 dB(A) การวัดระดับเสียงแบบรายชั่วโมงของแต่ละสัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 57.7 dB(A) และการวัดระดับเสียงในระยะเวลา 8 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 56.5 dB(A) พบว่าระดับความดังเสียงแต่ละเดือน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ทุกช่วงเวลาและสถานที่พบว่ามีค่าไม่เกินระดับมาตรฐานองค์การอนามัยโลกกำหนดไว้ 85 dB(A)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิทยาสาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ให้ทุนสนับสนุนในการจัดทำวิจัยครั้งนี้และขอบคุณเจ้าของโรงสีข้าวคลองเรือที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้ความรู้ เกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของโรงสีข้าวและกระบวนการผลิตของโรงสีข้าว และขอบคุณประชาชนในชุมชนหมู่บ้านเทศบาล 5 และเทศบาลเทศบาล 4 ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจวัดระดับเสียงและให้ข้อมูลในการตอบแบบสอบถาม

เอกสารอ้างอิง

กมลชนก ศรีรัตนะ และ ชนนิกานต์ โพธิ์ศรี. (2556). **ระดับเสียงในชุมชนบริเวณท่าอากาศยานจังหวัดพิษณุโลก.** รายงานวิจัยวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. พิษณุโลก.

ชูจิตต์ เครือตราชูเกียรติ์อนันต์ชัย. (2550). **มลพิษสิ่งแวดล้อม**. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.

ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. (2556) **ความรู้เบื้องต้นด้านมลพิษทางเสียง.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Kiumbu, H., Mkoma, S., Gaganija, M. (2012). Noise Pollution in School Environment in Mwanza City, Tanzania. *T***anzania Journal Of Natural And Applied Sciences.** 2, 373-381

Oseji, O. J. (2011). Investigation of environmental noise within campus 2, delta state university, Abraka, Nigeria. **International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences**. 6, 223-229.

ฝุ่นละอองในบรรยากาศในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว)
Atmospheric particulate matter in Pibulsongkram Rajabhat University (Talaykaeo)

มัณฑนา เป็งยาวงค์ เพ็ญประภา สุขมามอญ และ ธันวดี ศรีธาวิรัตน์*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: T.srithawirat@psru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) และ 10 ไมครอน (PM_{10}) ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม(ส่วนทะเลแก้ว) โดยทำการตรวจวัดในฤดูฝนและฤดูหนาว (กันยายน – ธันวาคม พ.ศ.2557) ด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองแบบปริมาตรสูง ที่อัตราการไหล 1 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ผลการวิจัยพบว่าความเข้มข้นเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของ $PM_{2.5}$และ PM_{10} ในฤดูหนาวมีค่ามากกว่าฤดูฝน โดย $PM_{2.5}$ มีค่าอยู่ในช่วง 33.41-231.07 และ 13.32-142.77 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ส่วน PM_{10} ในฤดูฝนและฤดูหนาวมีค่าอยู่ในช่วง 13.63-121.20 และ33.88-121.63 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยพบว่าความเข้มข้น $PM_{2.5}$และ PM_{10}มีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศ คิดเป็นร้อยละ 65.30 และ 4.05 ของวันที่เก็บตัวอย่าง โดยความเข้มข้นฝุ่นที่สูงนี้เกิดจากกิจกรรมการเกษตรและการก่อสร้างบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัย

คำสำคัญ : ฝุ่นละออง มหาวิทยาลัยฤดูฝน ฤดูหนาว

Abstract

This research aimed to investigate atmospheric particulate matter size less than 2.5 microns ($PM_{2.5}$) and 10 microns (PM_{10}) in Pibulsongkram Rajabhat University (Talaykaeo). The air sampling were collected during dry and wet seasons (September – December 2014) by using a high volume air sampler at flow rate of 1 m^3/min. The results showed that the 24-hour average concentrations of $PM_{2.5}$ and PM_{10} during the dry season were higher than those of the wet season. The concentrations of $PM_{2.5}$ ranged from 33.41-231.07 and 13.72-142.77 μg/m^3, respectively. For PM_{10} during wet and dry seasons ranged from 13.63-121.20 and 33.88-121.63 μg/m^3, respectively. In addition, the $PM_{2.5}$ and PM_{10} concentrations during the study periods exceeded the National Ambient Air Quality Standard 65.30 % and 4.08 % of the sampling days, respectively. The high concentrations of particles were caused by agricultural activities and the area around the University.

keywords : particulate, University, dry season, wet season

บทนำ

มลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหาสำคัญคือ ปัญหาฝุ่นละออง ปัญหาหมอกควันที่มีสิ่งปนเปื้อนต่างๆอยู่ในชั้นบรรยากาศ ก่อให้เกิดผลกระทบด้านสุขภาพอนามัยของประชาชน โดยเฉพาะผู้ที่มีภูมิต้านทานต่ำ เช่น ผู้สูงอายุ เด็กเล็ก และผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ รวมทั้งทำให้เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน เกิดความเดือดร้อนรำคาญแก่ประชาชน บดบังทัศนวิสัย และเป็นอุปสรรคในการคมนาคมและขนส่ง การทำลายทรัพยากรธรรมชาติ และระบบนิเวศป่าไม้ รวมทั้งผลกระทบต่อการท่องเที่ยวที่เป็นระบบเศรษฐกิจที่สำคัญของพื้นที่ แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญคือการเผาไหม้ในพื้นที่โล่ง (open burning) ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศเชิงพื้นที่ (area sources) หรือ ไม่มีแหล่งกำเนิดที่แน่นอน (nonpoint sources) ฝุ่นละออง ควัน เขม่า เถ้า ที่เกิดขึ้นจากการเผาในที่โล่งก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญและส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจที่คลอบคลุมพื้นที่กว้าง หรือเรียกว่า มลพิษข้ามพรมแดน (transboundary pollution) นอกจากนี้ควันเกิดขึ้นจากการเผาเศษพืชหรือขยะมูลฝอยถ้าเกิดขึ้นบริเวณเส้นทางจราจรจะไปบดบังทัศนวิสัยและอาจเป็นสาเหตุของอุบัติเหตุบนท้องถนนทำให้เกิดการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2554) ซึ่งความรุนแรงของปัญหาโดยทั่วไปปรากฏชัดเจนในช่วงหน้าแล้งของทุกปี ที่มีสภาวะ

อากาศที่แห้ง ทำให้ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นาน นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กเพิ่มขึ้นเนื่องจากความแห้งแล้งที่ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของไฟป่า ประกอบกับในช่วงเวลาดังกล่าว เกษตรกรจะทำการเผาเศษวัสดุเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับทำการเกษตรในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาว สำหรับปีที่มีฝนตกน้อยหรือเกิดภาวะแห้งแล้งจะทำให้การชะล้างหมอกควันหรือฝุ่นที่แขวนลอยในอากาศเป็นไปได้น้อย (วิจารย์สิมาฉายา, 2552)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) ตั้งอยู่ใกล้กับพื้นที่การเกษตร โดยเกษตรกรจะทำการเผาเศษวัสดุเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับทำการเกษตรในแต่ละช่วงฤดู อีกทั้งใกล้กับเส้นทางจราจรที่คับคั่ง พื้นที่โดยรอบมีการขยายทางเศรษฐกิจ จึงมีกิจกรรมการก่อสร้างอาคารทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยรอบด้าน ซึ่งอาจเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ เช่น เขม่า ควัน และฝุ่นละออง

จากข้อมูลข้างต้นเห็นได้ว่าสิ่งเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ที่อยู่บริเวณใกล้เคียง เช่น อาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักศึกษาและผู้อยู่อาศัยบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัย ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน และ 10 ไมครอนบริเวณ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม(ส่วนทะเลแก้ว) เพื่อติดตามสถานการณ์มลพิษทางอากาศจากการเผาไหม้ในพื้นที่โล่งของเกษตรกรและการปลูกสิ่งก่อสร้างอาคาร เพื่อเป็นแนวทางในการหามาตรการป้องกันและแก้ไขปัญหาทางด้านคุณภาพอากาศต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ตั้งอยู่ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก (16.82N, 100.21E) ดังภาพที่ 1 มีลักษณะภูมิอากาศขึ้นอยู่กับอิทธิพลของมรสุมที่พัดประจำฤดูกาล ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ฤดูกาล คือ ฤดูร้อนเริ่มประมาณเดือนกลางเดือนกุมภาพันธุ์ไปจนถึงเดือนเมษายน ฤดูฝนเริ่มประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ฤดูหนาวเริ่มประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ เนื่องจากจังหวัดพิษณุโลกตั้งอยู่ภาคเหนือตอนล่างอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดทั้งปี 27.77 องศาเซลเซียสและค่าผันแปรไปตามฤดูกาลโดยในฤดูร้อนอุณหภูมิมีค่าระหว่าง 26.7-30.7องศาเซลเซียส ฤดูฝน มีค่าระหว่าง 27.7-29.8 องศาเซลเซียส ฤดูหนาวอุณหภูมิจะเริ่มลดลงโดยเดือนธันวาคมมีอุณหภูมิลดมากที่สุดมีค่า 24.1 องศาเซลเซียส ส่วนปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 1,335.6 มิลลิเมตร และมีฝนตก 121 วัน เดือนที่มีฝนตกมากที่สุด คือเดือนสิงหาคม มีปริมาณน้ำฝนรวม 256.7 มิลลิเมตร การศึกษาคุณภาพอากาศครั้งนี้ได้ศึกษาบริเวณชั้น 4 ของอาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ความสูงจากพื้นดิน 10 เมตร

จุดเก็บตัวอย่างที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) ตั้งอยู่บนถนนสิงหวัฒน์ (ทางหลวงหมายเลข 12) ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก อยู่ทางทิศตะวันตกของแม่น้ำน่าน ห่างจากตัวเมือง 6.5 กิโลเมตร ด้านหน้าของอาคารวิทยาศาสตร์เป็นหอพักนักศึกษาทะเลแก้ววนิเวศ ด้านข้างอาคารมีกิจกรรมเล่นฟุตบอล มีการก่อสร้างอาคาร นอกรั้วมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) เป็นถนนที่มีการจราจรตลอดทั้งกลางวันและกลางคืน การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ใช้ทำการการเกษตรกรรมและเป็นที่อยู่อาศัย อาคารหอพัก ร้านค้าของประชาชน



ภาพที่ 1 มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว)

วิธีเก็บตัวอย่าง

การตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) และ 10 ไมครอน (PM_{10}) ทำการตรวจวัดในฤดูฝน (เดือนกันยายน – เดือนตุลาคม พ.ศ.2557) และฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557)โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่าง High volume air sampler ที่อัตราการไหล 1 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ในการเก็บตัวอย่าง 24 ชั่วโมงต่อวัน เป็นระยะเวลาทั้งหมด 4 เดือน แล้วนำมาหาปริมาณฝุ่นด้วยวิธี Gravimetric method

ผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$และ PM_{10} บริเวณภายอาคารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่าง เป็นระยะเวลา 4 เดือน คือในช่วงเดือนกันยายน 2557 ถึงเดือนธันวาคม 2557 พบว่าปริมาณฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ พบค่าความเข้มข้นสูงสุดอยู่ที่เดือนพฤศจิกายนมีค่าเท่ากับ 231.07 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ ความเข้มข้นต่ำสุดอยู่ที่เดือนกันยายนมีค่าเท่ากับ13.32 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรส่วนปริมาณฝุ่นละออง PM_{10}พบค่าความเข้มข้นสูงสุดอยู่เดือนธันวาคมมีค่าเท่ากับ121.63 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความเข้มข้นต่ำสุดอยู่ที่เดือนตุลาคมมีค่าเท่ากับ 13.63 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่า $PM_{2.5}$และ PM_{10}มีค่าเกินมาตรฐานโดยคิดเป็นร้อยละ 65.30 และ 4.05 ของวันที่เก็บตัวอย่าง โดยค่ามาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้คือ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยรายเดือนของฝุ่นละอองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) และ 10 ไมครอน (PM_{10}) (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

Month		$PM_{2.5}$				PM_{10}			
	N	Min	Max	Average	S.D	Min	Max	Average	S.D
September	14	13.32	142.77	56.76	36.68	18.40	58.60	42.20	11.83
October	14	21.68	121.45	51.59	28.27	13.63	121.20	61.44	27.77
November	14	36.06	231.07	80.44	47.30	38.88	118.59	73.65	21.84
December	7	33.41	73.34	62.64	13.87	38.31	121.63	75.93	28.55

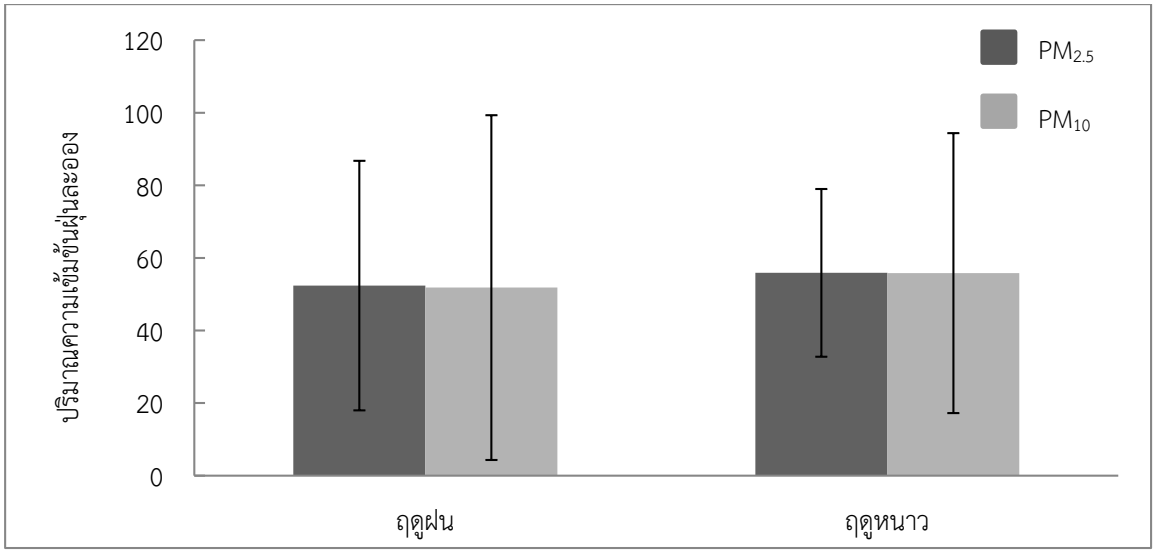
การเปรียบเทียบในฤดูฝนและหนาว พบว่า $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในช่วงฤดูฝนมีค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองต่ำสุดเท่ากับ 13.32 และ 13.63 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ในช่วงฤดูหนาวมีค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองต่ำสุดเท่ากับ 33.41 และ 38.88 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ในช่วงฤดูฝนจะมีค่าความเข้มข้นฝุ่น

ละอองน้อยกว่าฤดูหนาว เนื่องจากในฤดูฝนมีฝุ่นละอองที่แขวนลอยในชั้นบรรยากาศน้อยเพราะว่าน้ำฝนสามารถชะล้างปริมาณฝุ่นละอองส่งผลให้ปริมาณฝุ่นละอองมีการแพร่กระจายสู่ชั้นบรรยากาศได้น้อย หลังจากนั้นการแพร่กระจายปริมาณฝุ่นละอองจะเพิ่มขึ้น เนื่องจาก เป็นช่วงเข้าสู่ต้นฤดูหนาว เพราะว่าเป็นช่วงที่เกษตรกรจะทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังจากนั้นเก็บเกี่ยวเสร็จก็จะเตรียมพื้นที่สำหรับการเกษตรครั้งต่อไปจึงเป็นผลทำให้ในช่วงฤดูหนาวมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองนั้นสูงกว่าในช่วงฤดูฝน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยในแต่ละฤดูของฝุ่นละอองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) และ 10 ไมครอน (PM_{10}) (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

Season		$PM_{2.5}$	PM_{10}
Wet season	Min	13.32	13.63
	Max	142.77	121.20
	Average	54.17	51.82
	S.D	32.24	23.12
	N	28	28
Dry seaon	Min	33.41	38.88
	Max	231.07	121.63
	Average	55.88	55.81
	S.D	47.48	38.58
	N	21	21

หมายเหตุ: เกณฑ์มาตรฐานตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 พ.ศ. 2535
กำหนดไว้ว่าต้องมีปริมาณ $PM_{2.5}$ ในเวลาเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไม่ควรเกิน 50 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตรและ มีปริมาณ PM_{10} ในเวลาเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไม่ควรเกิน 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร



ภาพที่ 2 ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน และ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ มีค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองในช่วงฤดูฝนอยู่ในช่วง 13.32-142.77 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในฤดูหนาวอยู่ในช่วง 33.41-231.07 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 54.17±32.24 และ 55.88±47.48 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับ อรอนงค์ ไชยมาศ (2554) ที่ได้ทำการศึกษาปริมาณฝุ่นละออง $PM_{2.5}$จากการจราจรในเขตเทศบาลนครอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี พบว่าความเข้มข้น$PM_{2.5}$ อยู่ในช่วง 4.77-38.75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยในการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่า เนื่องจากเป็นช่วงที่เกษตรกรทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตและมีการเผาชีวมวลหรือวัสดุเหลือใช้จากทางการเกษตร จึงทำให้เกิดปัญหาฝุ่นละอองกระจายตัวในชั้นบรรยากาศมาก

ส่วน PM_{10} ค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองในช่วงฤดูฝนอยู่ในช่วง ในช่วง 13.63–121.20 และในฤดูหนาวอยู่ในช่วง 38.88-121.63 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.82±23.12 และ 55.81±38.58 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าการศึกษาของอุไรวรรณ สีแสน และ นิลันดา พงศ์พันธ์ (2556) ที่ได้ทำการศึกษาปริมาณฝุ่นละออง PM_{10} ภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ในปี พ.ศ.2556 พบว่ามีค่าความเข้มข้น PM_{10} อยู่ในช่วง 16.38–25.93 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ สาเหตุที่การศึกษาในครั้งนี้พบปริมาณฝุ่นมากเนื่องจากเป็นช่วงที่เกษตรกรเผาฟางข้าวหรือวัสดุเหลือใช้จากทางการเกษตร อีกทั้งในปี พ.ศ. 2557 มีการก่อสร้างและปรับปรุงอาคารต่างๆทั้งบริเวณในและรอบมหาวิยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จึงทำให้เกิดปัญหาฝุ่นละอองกระจายตัวในชั้นบรรยากาศ และการศึกษางานวิจัยครั้งนี้มีค่าสูงกว่าการศึกษาของ Lee and Hieu (2011) ที่ได้ทำการศึกษา $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ย่านที่อยู่อาศัยเมืองอุลซัน ประเทศเกาหลี พบว่ามีค่าความเข้มข้น $PM_{2.5}$ และ PM_{10} มีค่าเท่ากับ 23.20 และ 45.90 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ฝุ่นละอองในการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีความเข้มข้นน้อยกว่าการศึกษาของ Wang et al., (2013) และ Kulshrestha et al., (2009) เนื่องลักษณะของเมืองทั้งสองตั้งอยู่ในเขตอุสาหกรรมขนาดใหญ่ของประเทศจีนและในเขตชนบทของประเทศอินเดีย ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างจากพื้นที่ที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ซึ่งอยู่ในสภาพแวดล้อมชานเมืองของจังหวัดพิษณุโลก (Semi urban area) ปริมาณฝุ่นละอองขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น สภาพแวดล้อม ปริมาณการจราจร การแพร่กระจายของฝุ่นละออง ความแปรปรวนของบรรยากาศ ลักษณะภูมิประเทศ สิ่งก่อสร้าง รวมทั้งกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้น ส่วนประกอบของอนุภาคแขวนลอยอยู่ในอากาศจะแตกต่างกันตามเวลาและสถานที่เกิด (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2543)

ฝุ่นละอองที่ตรวจพบในการศึกษานี้มีสาเหตุเกิดจากกิจกรรมโดยรอบมหาวิทยาลัย เช่น การจราจรการเข้า–ออกของรถยนต์ จักรยานยนต์ของบุคลากรและนักศึกษา และการเผาไหม้ในพื้นที่โล่ง เช่น การเผาขยะ และฟางข้าว จึงทำให้เกิดปัญหาฝุ่นละออง และอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของบุคคลากรและนักศึกษา ประชาชนที่อาศัยโดยรอบบริเวณนั้นๆ อีกทั้งยังส่งผลต่อทัศนวิสัยการมองเห็น เป็นต้น ฝุ่นละอองในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวที่มีค่าที่แตกต่างนั้นเนื่องจากในฤดูฝนมีฝุ่นละอองที่แขวนลอยในชั้นบรรยากาศน้อยเพราะว่าน้ำฝนสามารถชะล้างปริมาณฝุ่นละอองส่งผลให้ปริมาณฝุ่นละอองมีการแพร่กระจายสู่ชั้นบรรยากาศได้น้อย หลังจากนั้นการแพร่กระจายปริมาณฝุ่นละอองจะเพิ่มขึ้นเนื่องจากเป็นช่วงเข้าสู่ต้นฤดูหนาว ซึ่งมีความแห้งแล้งจึงทำให้ฝุ่นละอองเกิดการฟุ้งกระจายได้ง่าย อีกทั้งเป็นช่วงที่เกษตรกรจะทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตและเตรียมพื้นที่สำหรับการเกษตรครั้งต่อไป ซึ่งส่วนใหญ่ใช้วิธีการเตรียมพื้นที่โดยการเผาเพื่อกำจัดวัชพืช จึงเป็นผลทำให้ในช่วงฤดูหนาวมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงกว่าในช่วงฤดูฝน

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบความเข้มข้นฝุ่นละอองกับการศึกษาในพื้นที่อื่นๆ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

	พื้นที่ทำการตรวจวัด	**$PM_{2.5}$**	**PM_{10}**
งานวิจัยนี้	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) พิษณุโลก ประเทศไทย	13.32-231.07	13.63–121.63
อุไรวรรณ สีแสน, และ นิลันดา พงศ์พันธ์ (2556)	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) พิษณุโลก ประเทศไทย	NR	16.38–25.93
อรอนงค์ ไชยมาศ (2554)	เขตเทศบาลนครอุดรธานี จังหวัดอุดรธานีประเทศไทย	4.77–38.75	32.32–62.24
Wang et al., (2013)	เขตอุตสาหกรรม เซี่ยงไฮ้ ประเทศจีน	103.07	149.22
Lee and Hieu (2011)	ย่านที่อยู่อาศัยเมืองอุลซัน ประเทศเกาหลี	23.20	45.90
Kulshrestha et al., (2009)	เขตชนบทภาคเหนือ ประเทศอินเดีย	104.90	154.20

หมายเหตุ : NR คือ Non reported ไม่รายงาน

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณความเข้มข้น $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาว พบว่าปริมาณ $PM_{2.5}$ มีค่าความเข้มข้นสูงสุดอยู่ที่เดือนพฤศจิกายนมีค่า 231.07 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและ ความเข้มข้นต่ำสุดอยู่ที่เดือนกันยายนมีค่า 13.32 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 54.17±32.24 และในช่วงฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 55.88±47.48 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนปริมาณฝุ่นละออง PM_{10}พบค่าความเข้มข้นสูงสุดอยู่ที่เดือนธันวาคมที่ค่า 121.63 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความเข้มข้นต่ำสุดอยู่ที่เดือนตุลาคมมีค่า 13.63 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงฤดูฝนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 51.82±23.12 และในช่วงฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 55.81±38.58 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับโดยที่ $PM_{2.5}$และ PM_{10} มีค่าเฉลี่ยไม่เกินมาตรฐานกรมควบคุมมลพิษที่กำหนดไว้ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและ 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ให้ความสะดวกในเรื่องของสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, นิตยา มหาผล และ ธีระ เกรต. (2543). **มลภาวะอากาศ.** พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานครสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. (2554). **รู้รอบทิศมลพิษทางอากาศ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์กชกรพับลิซชิง

อรอนงค์ ไชยมาศ. (2554). **ปริมาณโลหะหนักที่สะสมในฝุ่นละอองจากการจราจรในเขตเทศบาลนครอุดรธานีจังหวัดอุดรธานี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อุไรวรรณ สีแสน และ นิลันดา พงศ์พันธุ์. (2556). **โละหะหนักในฝุ่นละอองบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว)**. รายงานวิจัยวิทยาศาสตรบัญฑิต. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

Kulshrestha, A., Satsangi, P. G., Masih, J., Taneja, A. (2009). Metal concentration of PM2.5 and PM10 particles and seasonal variations in urban and rural environment of Agra, India. **Science of The Total Environment,** 407, 6196-6204.

Lee, B.-K. and Hieu, N.T. (2011). Seasonal variation and sources of heavy metals in atmospheric aerosols in a residential area of Ulsan, Korea. **Aerosol and Air Quality Research**. 11, 679–688.

Wang, J., Hu, Z., Chen, Y., Chen, Z., Xu, S. (2013). Contamination characteristics and possible sources of PM_{10} and $PM_{2.5}$ in different functional areas of Shanghai, China. **Atmospheric Environment***, 68*, 221-229.

การวิเคราะห์คลอแรมเฟนิคอลในตัวอย่างนมและน้ำผึ้งด้วยคอลัมน์พอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุล
Determination of chloramphenicol in milk and honey samples with molecularly imprinted polymer column

ฐานิดา คำจัตุรัส และ วิษณุ ธงไชย *
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
* corresponding author e-mail: wisanuthongchai@psru.ac.th

บทคัดย่อ

ได้พัฒนาการเตรียมสารเข้มข้นด้วยพอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุล (เอ็มไอพี) สำหรับวิเคราะห์ปริมาณคลอแรมเฟนิคอลในตัวอย่างนมและน้ำผึ้ง พอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุลเตรียมขึ้นโดยการใช้คลอแรมเฟนิคอลเป็นแม่พิมพ์ต้นแบบโมเลกุล ซึ่งประกอบด้วย 0.05 กรัมของคลอแรมเฟนิคอล 3.75 มิลลิลิตรของสไตรีน 6.25 มิลลิลิตรของอีจีดีเอ็มเอ 0.0925 กรัมของบีพี และ 4.50 มิลลิลิตรของอะซิโตไนไตรล์และ 10.50 มิลลิลิตรของโดเดกคานอล ผสมกันในภาชนะบรรจุขวดแก้ว นำสารละลายผสมไปผสมในเครื่องเขย่า 20 นาที และพ่นผ่านแก๊สไนโตรเจน 10 นาที และนำไปอบให้ความร้านที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง จากนั้นล้างพอลิเมอร์ที่ได้ด้วยอะซิโตไนไตรล์ ตามด้วย 50% เมทานอลเพื่อกำจัดคลอแรมเฟนิคอลและสิ่งที่ไม่เกิดปฏิกิริยาออก สำหรับพอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุลที่ไม่มีต้นแบบเตรียมเหมือนกับการเตรียมพอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุลแต่ไม่มีการเติมคลอแรมเฟนิคอลในส่วนผสม แยกและวิเคราะห์คลอแรมเฟนิคอลด้วยเครื่องเอชพีแอลซี คอลัมน์ CAP-MIP, 150×4.6 มิลลิเมตร ใช้ 100% เมทานอลเป็นเฟสเคลื่อนที่ อัตราการไหลเท่ากับ 1 มิลลิลิตรต่อนาที ฉีดสารละลายตัวอย่างเข้าสู่ระบบที่ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร พอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุลให้ผลการแยกและมีความเฉพาะเจาะจงกว่าพอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุลที่ไม่มีต้นแบบ (เอ็นไอพี) พอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุลที่ใช้เป็นเฟสคงที่สามารถแยกและวิเคราะห์ปริมาณคลอแรมเฟนิคอลในตัวอย่างนมและน้ำผึ้งได้ ซึ่งวิธีการนี้มีความเหมาะสมสำหรับแยกและทำให้คลอแรมเฟนิคอลเข้มข้น และสามารถวิเคราะห์ปริมาณคลอแรมเฟนิคอลในตัวอย่างนมและน้ำผึ้งได้

คำสำคัญ : พอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุล คลอแรมเฟนิคอล โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

Abstract

The development of a molecularly imprinted polymer (MIP) preconcentration step was used for the determination of chloramphenicol in milk and honey samples. The molecularly imprinted polymer was prepared by using chloramphenicol as the template. A prepolymerisation solution consisting of 0.05 g CAP, 3.75 ml Styrene, 6.25 ml EGDMA, 0.0925 g BP and 4.50 ml acetonitrile and 10.50 ml dodecanol were prepared in a screw-capped glass vial. The solution was sonicated for 20 min, and then purged with a stream of nitrogen for 10 min. The MIP was placed in hot air oven at 60 °C for 24 h. The CAP-MIP was then flushed with acetonitrile, followed by 50% of methanol in order to remove the template and residues of nonreactive species. Non-imprinted polymers (NIP) were prepared simultaneously under the same conditions without the addition of the template. Chloramphenicol was determined by HPLC using CAP-MIP, 150×4.6 mm as an analytical column with the mobile phase as 1 0 0 % methanol. The flow rate was adjusted to 1.0 ml min^{-1}. The injection volume was adjusted to 10 µl, and the absorption was made at 365 nm. The imprinting effect of the MIPs was assessed by the chromatographic method, which demonstrated that the MIPs had better chromatographic behavior and selectivity than those of the corresponding non imprinted polymers (NIPs). A molecularly imprinted polymer monolith stationary phase for separation is reported for determination of chloramphenicol in milk and honey samples. This approach method was shown to be successful for the separation and preconcentration of chloramphenicol and determination of chloramphenicol in milk and honey samples.

keywords : molecularly imprinted polymer, chloramphenicol, high performance liquid chromatography

บทนำ

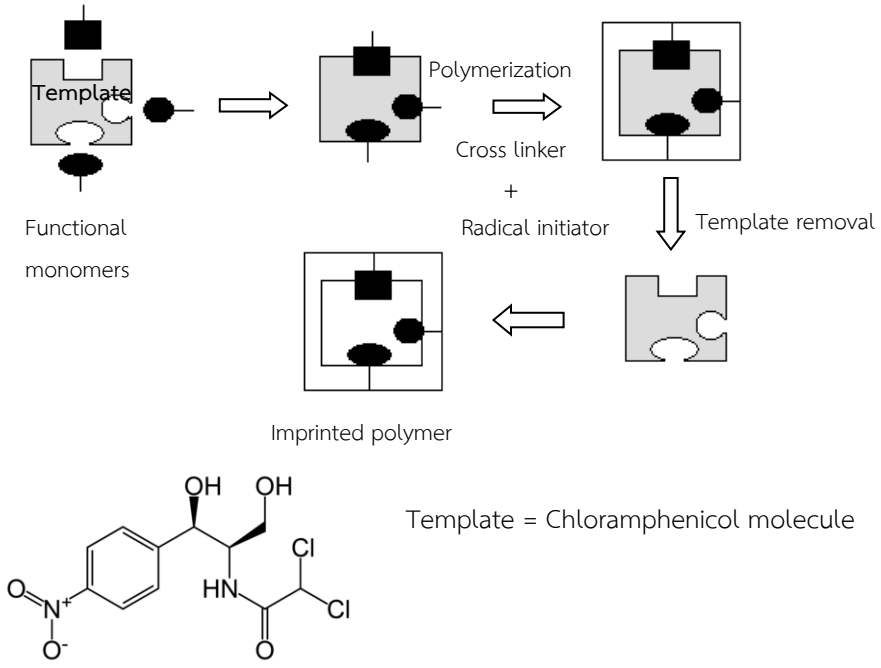
ในปัจจุบันได้มีการตรวจพบสารคลอแรมเฟนิคอล (รูปที่ 1) ตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งและผลิตภัณฑ์นมหลายชนิด เนื่องจากคลอแรมเฟนิคอล (chloramphenicol) เป็นยาปฏิชีวนะที่ถูกนำมาใช้ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้มากมายหลายชนิด หลายประเทศรู้จักยาคลอแรมเฟนิคอลในชื่อ chlornitromycin ยาคลอแรมเฟนิคอลถูกนำมาใช้แพร่หลายในปี พ.ศ. 2492 หลายประเทศที่พัฒนาแล้วมักไม่ค่อยจะใช้ยาตัวนี้ ด้วยผลข้างเคียงที่รุนแรง อย่างเช่นกดการเจริญเติบโตของไขกระดูก ก่อให้เกิดโรคโลหิตจางชนิด aplastic anemia เป็นต้น แต่สำหรับประเทศที่ยังไม่พัฒนา คลอแรมเฟนิคอลยังเป็นที่ยอมรับ ด้วยมีราคาถูกและออกฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียได้หลายชนิด มีรายงานการฉีดคลอแรมเฟนิคอลเข้าทางหลอดเลือดดำของเด็กทารกแรกคลอดเพื่อรักษาโรคติดเชื้อ ตัวยาก่อให้เกิดอาการข้างเคียงที่เรียกว่า gray baby syndrome (ผิวหนังออกสีเทา ร่วมกับอาการผิดปกติอื่นๆ เช่น อาเจียน ความดันโลหิตต่ำ หรือเกิดอาการช็อก) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ร่างกายไม่สามารถทำลายยาคลอแรมเฟนิคอลได้ การใช้ยานี้อาจพบผลข้างเคียงที่มีความรุนแรงน้อยลงมาได้อีก เช่น มีอาการไข้ ผื่นคัน ปวดศีรษะ และรู้สึกสับสน จากการศึกษาการกระจายตัวของยาคลอแรมเฟนิคอลพบว่า เมื่อยาเข้าสู่กระแสเลือดจะมีการรวมตัวกับพลาสมาโปรตีน 60% ก่อนที่จะถูกส่งไปเปลี่ยนโครงสร้างทางเคมีที่ตับ ร่างกายต้องใช้เวลาประมาณ 1.6-3.3 ชั่วโมงเป็นอย่างต่ำในการกำจัดยาคลอแรมเฟนิคอลออกจากร่างกายโดยผ่านไปกับปัสสาวะและไปกับอุจจาระ ประเทศไทยเรายังพบเห็นการใช้ยาคลอแรมเฟนิคลในรูปแบบของ ยาหยอดตา ยาหยอดหู ยาป้ายตา ยาครีม และอยู่ในหมวดยาใช้ภายนอก บางสูตรตำรับจัดเป็นยาภายนอกชนิดยาอันตราย สำหรับยารับประทาน จะได้รับความนิยมน้อย ด้วยมีทางเลือกของยาปฏิชีวนะตัวอื่นที่ดีกว่า อย่างไรก็ตามการใช้ยาคลอแรมเฟนิคอลในรูปแบบใดๆ ควรต้องอยู่ภายใต้คำสั่งของแพทย์ผู้รักษาเท่านั้น ประชาชนไม่สมควรไปซื้อยามาใช้ด้วยตนเอง [1]

ในกรณีการวิเคราะห์สารคลอแรมเฟนิคอล ที่อยู่ในตัวอย่างน้ำผึ้งและนม โดยทั่วไปจะวิเคราะห์ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (high performance liquid chromatography : HPLC) แต่เนื่องจากการวิเคราะห์โดยเทคนิคนี้จะมีการปนเปื้อนของสารอื่นๆ ในการเตรียมตัวอย่าง ซึ่งอาจทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อน รวมทั้งอาจทำให้อายุการใช้งานของคอลัมน์วิเคราะห์ของเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง สั้นลงได้ และที่สำคัญคอลัมน์มีราคาค่อนข้างแพง ดังนั้นการสกัดสารเพื่อให้สารตัวอย่างบริสุทธิ์ขึ้นก่อนการวิเคราะห์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง [2-3] ในกรณีของคลอแรมเฟนิคอล การสกัดที่นิยมมีอยู่ 2 วิธีคือ การสกัดด้วยตัวทำละลาย และการสกัดด้วยวัฏภาคของแข็ง วิธีแรกจะเป็นการสกัดสารโดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ในปริมาณมากในการดึงเอาคลอแรมเฟนิคอลออกมาจากตัวอย่าง โดยจะอาศัยสมบัติการละลายที่เหมือนกันของสาร ในกรณีของการสกัดด้วยวัฏภาคของแข็ง จะสกัดสารโดยใช้วัสดุของแข็งที่บรรจุอยู่ในคอลัมน์ วัสดุของแข็งจะจับกับคลอแรมเฟนิคอล ซึ่งในขณะที่สารอื่นจะถูกล้างออกมาก่อน สุดท้ายจะชะคลอแรมเฟนิคอลออกตามมาด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม กลไกการแยกสารของวิธีนี้จะเหมือนกับการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เพียงแต่จะลดปริมาณการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ลง เนื่องจากวัสดุของแข็งที่ใช้ในปัจจุบันจะเป็นชนิดกลับเฟส (reversed phase; C_8 หรือ C_{18}) ซึ่งจะจับกับสารที่ไม่มีขั้วได้ดี ดังนั้น การสกัดทั้งสองวิธีจึงยังมีประสิทธิภาพต่ำในการกำจัดสารปนเปื้อน โดยเฉพาะสารปนเปื้อนชนิดที่มีความมีขั้วใกล้เคียงกับคลอแรมเฟนิคอล อย่างไรก็ตาม กระบวนการสกัดด้วยวัฏภาคของแข็งยังเป็นวิธีสกัดที่น่าสนใจเนื่องจากใช้ปริมาณตัวทำละลายอินทรีย์ในปริมาณน้อย เพียงแต่ต้องพัฒนาวัสดุที่จะนำมาสกัดสารให้มีความจำเพาะกับสารมากขึ้น

จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาวัสดุที่มีความจำเพาะกับสารที่ใช้ในกระบวนการสกัดด้วยวัฏภาคของแข็งอยู่หลายชนิด แต่ที่นิยมและให้ประสิทธิภาพสูง คือ พอลิเมอร์ที่รอยพิมพ์ประทับโมเลกุล (molecularly imprinted polymer; MIP) โดยวัสดุชนิดนี้จะมีความจำเพาะเจาะจงสูง ซึ่งเหมาะสมที่จะนำมาเป็นวัฏภาคของแข็ง หลักการการจับสารของวัสดุชนิดนี้คือ จะจับเฉพาะที่มีขนาดและรูปร่างโมเลกุลเหมือนกับรอยพิมพ์ที่อยู่บนผิวของวัสดุ [4-5] การเตรียมวัสดุชนิดนี้ทำได้โดยนำสารมาตรฐานที่ต้องการวิเคราะห์หรือสกัด ผสมมอนอเมอร์เพื่อใช้เป็นแม่แบบแล้วสังเคราะห์เป็นพอลิเมอร์ หลังจากนั้นสกัดเอาแม่แบบออกด้วยวิธีที่เหมาะสม ก็จะได้ MIP ที่มีความจำเพาะต่อสารนั้น [6-7] ซึ่งสามารถเตรียมได้หลายเทคนิคขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งาน หากแบ่งตามลักษณะการจับกันระหว่างฟังก์ชันนอลมอนอเมอร์กับสารแม่แบบ (รูป 1) สามารถแบ่งได้สองวิธี คือ แบบเกิด [8] และไม่เกิด [9] พันธะโควาเลนท์ (covalent bond) โดยกรณีแรก การจับกันระหว่างสารแม่แบบกับ MIP แบบไม่เกิดพันธะ แต่ขั้นตอนนี้มีการกำจัดสารแม่แบบออกจากพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้ค่อนข้างยุ่งยาก [8] ในขณะที่วิธีการเตรียม MIP แบบไม่เกิดพันธะโควาเลนท์จะเป็นที่นิยมมากกว่า เพราะสามารถกำจัดสารแม่แบบได้ง่ายกว่าและใช้มอนอเมอร์ได้หลากหลายกว่า แรงที่ใช้จับระหว่างสารแม่แบบกับมอนอเมอร์จะเป็นแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล เช่น แรงวาลเดอวาวล์และพันธะไฮโดรเจน แต่หากพิจารณจำแนกการเตรียม MIP ตามกระบวนการการสังเคราะห์ อาจแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือ กระบวนการสังเคราะห์แบบสารเนื้อเดียว/แบบเอกพันธ์ (homogeneous polymerization) เช่น การสังเคราะห์แบบบัลค์

[10] และการสังเคราะห์แบบสารเนื้อผสม-แบบวิวิธพันธ์ (heterogeneous polymerization) เช่น แบบตะกอน แบบกระจาย แบบอิมัลชัน และแบบมินิอิมัลชัน กรณีการสังเคราะห์แบบบัลค์ มอนอเมอร์ สารแม่แบบ สารเชื่อมร่างแห และตัวเริ่มปฏิกิริยาจะผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เมื่อสังเคราะห์เสร็จพอลิเมอร์ที่ได้จะเป็นผลึก หากต้องการนำมาใช้งาน จึงจำเป็นต้องทำการบดเพื่อให้ได้ผงของพอลิเมอร์ ทำให้ได้ขนาดอนุภาคที่มีการกระจายตัวในช่วงที่กว้าง มีรูปร่างไม่สม่ำเสมอ รอยพิมพ์ประทับโมเลกุลจำนวนมากอาจถูกทำลายในระหว่างการบด เพื่อลดขั้นตอนการบดพอลิเมอร์ การเตรียมอนุภาคพอลิเมอร์โดยตรงจึงน่าจะเหมาะสมกว่า นอกจากนี้อนุภาคที่เตรียมได้จะมีพื้นที่ผิวมากขึ้น ซึ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการวิเคราะห์และสภาพไวในการวิเคราะห์ ดังนั้นกระบวนการเตรียมพอลิเมอร์แบบวิวิธพันธ์จึงนิยมนำมาใช้ในการเตรียมอนุภาค MIP หากพิจารณาลงไปในแต่ละกระบวนการ พบว่าประสิทธิภาพของ MIP ที่เตรียมได้มีความแตกต่างกัน โดยจะมีประสิทธิภาพต่ำในกรณีกระบวนการสังเคราะห์ที่ใช้สารลดแรงตึงผิวในการสังเคราะห์ เช่น กระบวนการแบบกระจาย แบบอิมัลชัน และแบบมินิอิมัลชัน เนื่องจากสารลดแรงตึงผิวที่เคลือบอยู่บนผิวของอนุภาคพอลิเมอร์ อาจไปบดบังการจับกันของสารที่ต้องการวิเคราะห์กับตำแหน่งรอยพิมพ์ประทับโมเลกุลได้ ดังนั้นกระบวนการสังเคราะห์ที่ไม่ใช้สารลดแรงตึงผิว เช่น การสังเคราะห์แบบตกตะกอน จึงเป็นเทคนิคที่น่าสนใจ

ในงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจในการพัฒนาวัสดุที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมและมีความจำเพาะกับคลอแรมเฟนิคอล โดยทำการสังเคราะห์อนุภาค MIP โดยกระบวนการแบบตกตะตอนโดยจะทำการศึกษาชนิดของตัวทำละลาย และอัตราส่วนของฟังก์ชั่นนอลมอนอเมอร์ต่อสารเชื่อมร่างแห เพื่อใช้เป็นวัสดุในการบรรจุในคอลัมน์เพื่อแยกและวิเคราะห์คลอแรมเฟนิคอลที่ตกค้างในตัวอย่าง และเพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ MIP ในการเตรียมเป็นคอลัมน์สำหรับการวิเคราะห์ที่มีความจำเพาะเจาะจง และลดค่าใช้จ่ายในการใช้คอลัมน์ที่มีราคาค่อนข้างแพงได้อีกด้วย



ภาพที่ 1 สูตรโครงสร้างของคลอแรมเฟนิคอล และขั้นตอนการเตรียมพอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุล

วิธีดำเนินการวิจัย

1. สารเคมี

สารมาตรฐานคลอแรมเฟนิคอล บริสุทธิ์ 99%, บริษัท Sigma-Aldrich ประเทศอังกฤษ, diethylaminoethyl methacrylate (DAM) และ benzyl peroxide (BP) บริษัท Sigma-Aldrich ประเทศอังกฤษ, methacrylic acid (MAA) และ styrene บริษัท Sigma-Aldrich ประเทศอังกฤษ, ethylene glycol dimethacrylate (EGDMA) บริษัท Sigma-Aldrich ประเทศอังกฤษ, 2, 2’-dimethoxy-2-phenylacetophenone (DMPA) บริษัท Sigma-Aldrich ประเทศอังกฤษ, acetonitrile และ methanol: HPLC grade บริษัท E. Merck ประเทศเยอรมนี, sulfuric acid บริษัท E. Merck ประเทศ

เยอรมนี, toluene บริษัท E. Merck ประเทศเยอรมนี, dodecanol บริษัท E. Merck ประเทศเยอรมนี และ 3-(trimethoxysilyl) propyl methacrylate บริษัท Sigma-Aldrich ประเทศอังกฤษ

2. การเตรียมอนุภาคพอลิเมอร์ที่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุล

การเตรียม MIP จะเตรียมโดยการสังเคราะห์แบบตกตะกอน ซึ่งมีสภาวะที่ใช้ในการเตรียม โดยมีวิธีการเตรียมดังนี้ ละลาย EGDMA, BP, styrene และ chloramphenicol ในอัตราส่วนที่เหมาะสม (EGDMA : BP : styrene : 1-dodecanol, acetonitrile เท่ากับ 6.25 : 0.0925 : 3.75 : 4.50 มิลลิลิตร ตามลำดับ และ chloramphenicol เท่ากับ 0.05 กรัม) ให้เป็นเนื้อเดียวกันในตัวทำละลายที่เหมาะสม ทำให้อยู่ในระบบสุญญากาศ โดยการไล่ออกซิเจนเป็นเวลา 20 นาที จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 ฮงศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อเกิดเป็นพอลิเมอร์ที่สมบูรณ์แล้วนำไปบดละเอียด และนำไปแร่งเพื่อคัดขนาดของอนุภาค 100/120 คืออนุภาคที่หลุดรอดผ่านตะแกรงขนาด 100 mesh แต่ตกค้างอยู่บนตะแกรงขนาด 120 mesh หลังจากนั้นนำ MIP ไปล้างเพื่อกำจัดสิ่งตกค้างและเพื่อกำจัดต้นแบบโมเลกุลของคลอแรมเฟนิคอล และในการทดลองครั้งนี้ได้เตรียมการสังเคราะห์อนุภาคพอลิเมอร์ที่ไม่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุล (non-molecularly imprinted polymer; NIP) เพื่อใช้ในการเปรียมเทียบโดยทำการสังเคราะห์เช่นเดียวเช่นเดียวกับอนุภาค MIP แต่ไม่ใส่คลอแรมเฟนิคอลลงไปพอลิเมอร์

3. การหาลักษณะเฉพาะของอนุภาคพอลิเมอร์ที่มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุล

ศึกษาลักษณะรูปร่างของอนุภาค MIP ด้วยกล้องจุลทรรศน์กล้องอจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด โดยการนำอนุภาค NIP และ MIP ที่ได้มากระจายตัวในเมทานอล เขย่า 2 ชั่วโมง ก่อนหยดลงในแผ่นสไลด์ ในขณะที่ลักษณะพื้นผิวภายนอกของอนุภาค NIP และ MIP สามารถตรวจได้ด้วยกล้องอจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด โดยนำอนุภาค NIP และ MIP ที่กระจายตัวอยู่ในวัฏภาคต่อเนื่องมาทำการกรองด้วยกระดาษกรองที่มีรูพรุน 0.45 ไมครอน เพื่อแยกเอาเฉพาะอนุภาค และล้างด้วยเมทานอล ก่อนนำไปอบในตู้สูญญากาศที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้น โรยผงอนุภาค MIP ลงบน nickel SEW stub แล้วไล่ความชื้นที่อุณหภูมิห้องด้วยตู้อบสุญญากาศ ก่อนเคลือบด้วยทอง

4. ประสิทธิภาพในการจับคลอแรมเฟนิคอลของ MIP

ในการศึกษาประสิทธิภาพในการจับคลอแรมเฟนิคอล จะทำการศึกษาอยู่สองส่วน คือการสกัดที่เป็นแม่แบบรวมทั้งขจัดมอนอเมอร์ที่เหลืออยู่และโอลิโกเมอร์ที่ไม่สามารถเปลี่ยนไปเป็นพอลิเมอร์ได้ออกจากอนุภาค MIP และศึกษาประสิทธิภาพของอนุภาคของ MIP ในการจับคลอแรมเฟนิคอล โดยในกรณีการสกัดสารคลอแรมเฟนิคอลออกจากอนุภาค MIP เริ่มต้นนำผงอนุภาค MIP จำนวน 5.0 กรัม ที่สังเคราะห์ได้ แช่ลงใน 5% กรดอะซิติกในเอทานอล 10 มิลลิลิตร ปั่นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้น นำตะกอนของอนุภาค MIP ไปแช่ในเมทานอล 10 มิลลิลิตร เป็นเวลา 4 ชั่วโมง และนำไปกรองก่อนนำชั้นของเมทานอลไปตรวจหาคลอแรมเฟนิคอล เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีคลอแรมเฟนิคอลเหลืออยู่ในอนุภาค MIP ด้วยเครื่อง โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง ที่ใช้คอลัมน์ CAP-MIP, 150×4.6 มิลลิเมตร ที่อัตราการไหลของวัฏภาคเคลื่อนที่ (เมทานอล) เท่ากับ 1 มิลลิลิตรต่อนาที โดยเทียบพื้นที่ใต้พีกของคลอแรมเฟนิคอลกับกราฟมาตรฐานของคอลแรมเฟนิคอลความเข้มข้นต่างๆ (10, 20, 40, 60, 80 และ 100 พีพีเอ็ม) ในกรณีการศึกษาประสิทธิภาพของ MIP ในการจับคลอแรมเฟนิคอลจะศึกษาโดยการแช่อนุภาค MIP ที่ได้สกัดคลอแรมเฟนิคอลแม่แบบแล้วลงในสารละลายมาตรฐานของคลอแรมเฟนิคอลความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม ปั่นเป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นกรองแยกอนุภาคแล้วนำสารละลายมาตรฐานคลอแรมเฟนิคอลไปวิเคราะห์หาปริมาณด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง เช่นเดียวกับการสกัดคลอแรมเฟนิคอลที่เป็นแม่แบบออกจากอนุภาค ปริมาณของคลอแรมเฟนิคอลที่อนุภาค MIP จับได้ ปริมาณของคลอแรมเฟนิคอลที่หายไป

5. การเตรียมสารละลายมาตรฐานคลอแรมเฟนิคอล

การเตรียมสารละลายมาตรฐานคอลแรมเฟนิคอลความเข้มข้น 1000 พีพีเอ็ม

ชั่งสารมาตรฐานคอลแรมเฟนิคอลน้ำหนัก 50 มิลลิกรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น เทใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วปรับด้วยเมทานอลจนครบปริมาตร จะได้สารละลายมาตรฐานของคอลแรมเฟนิคอลความเข้มข้น 1000 พีพีเอ็ม

6. การหาสภาวะที่เหมาะสมของระบบวิเคราะห์

- การศึกษาความยาวคลื่นของการดูดกลืนแสงสูงสุดของคอลแรมเฟนิคอล

เจือจางสารละลายมาตรฐานคอลแรมเฟนิคอลจากความเข้มข้น 1000 พีพีเอ็ม ให้ได้ความเข้มข้นเป็น 10 พีพีเอ็ม แล้วนำสารมาตรฐานคอลแรมเฟนิคอล ไปสแกนวัดหาค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดด้วยเครื่องยูวี วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ แล้วบันทึกค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดเพื่อนำไปใช้วิเคราะห์หาปริมาณคอลแรมเฟนิคอล

- การศึกษาชนิดของเฟสเคลื่อนที่ที่เหมาะสม

ในการทำการทดสอบเฟสเคลื่อนที่ที่เหมาะสมที่สำหรับการวิเคราะห์ทำได้โดยการเตรียมเฟสเคลื่อนที่ แล้วทำการทดสอบด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง โดยใช้สารละลายมาตรฐานคอลแรมเฟนิคอล ฉีดเข้าไปในระบบ เพื่อคำนวณค่า retention factor (k) และสังเกตลักษณะของพีก (peak) ที่ได้ในแต่ละเฟสเคลื่อนที่

- การศึกษาอัตราการไหลที่เหมาะสม

ทำการทดสอบอัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่ โดยปรับอัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่ให้มีอัตราการไหลต่างๆ กัน แล้วทำการทดสอบด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง โดยการฉีดสารละลายมาตรฐานเข้าสู่ระบบ แล้ววิเคราะห์ผลที่ได้โดยดูจากค่าการแยกของพีก (resolution) และเวลาที่ใช้วิเคราะห์และเลือกอัตราการไหลที่เหมาะสมที่สุด

- การสร้างกราฟมาตรฐาน

การทำกราฟมาตรฐาน โดยการปิเปตสารละลายมาตรฐานคอลแรมเฟนิคอล ให้มีช่วงความเข้มข้นตั้งแต่ 10-100 พีพีเอ็ม แล้วปรับปริมาตรด้วยเฟสเคลื่อนที่ที่ใช้ แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง โดยการฉีดสารละลายความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ อ่านบันทึกค่าพื้นที่ใต้พีก และนำไปคำนวณสร้างกราฟมาตรฐานที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆ ใช้วิเคราะห์กับค่าพื้นที่ใต้พีก และนำค่าที่ได้จากสมการทางคณิตศาสตร์ไปใช้คำนวณเพื่อหาค่าขีดจำกัดของการตรวจวัด และ ขีดจำกัดของการวิเคราะห์ปริมาณได้

- การศึกษาช่วงความเป็นเส้นตรง

ศึกษาช่วงความเป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้นที่สูงและต่ำกว่ากราฟมาตรฐาน โดยเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่ใช้วิเคราะห์ และคำนวณค่า R-square โดยการปิเปตสารละลายมาตรฐานคอลแรมเฟนิคอล ให้สารละลายมาตรฐานมีความเข้มข้นตั้งแต่ 10-500 พีพีเอ็ม แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง ทำซ้ำความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ อ่านพื้นที่ใต้พีก และทำการสร้างกราฟมาตรฐานโดยการ สร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกับค่าพื้นที่ใต้พีกที่วิเคราะห์ได้ ปิเปตสารละลายมาตรฐานคลอแรมเฟนิคอล จากสารละลายมาตรฐาน 1000 พีพีเอ็ม

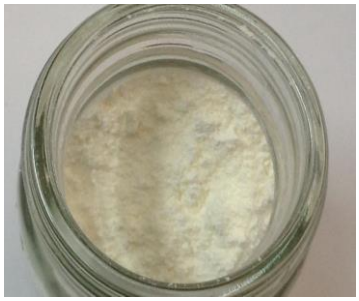
ผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ ได้ทำการเตรียมอนุภาค MIP โดยกระบวนการสังเคราะห์กระบวนการสังเคราะห์แบบตกตะกอน ซึ่งกระบวนการที่สามารถเตรียมอนุภาคได้โดยตรง มาบดหลังจากการสังเคราะห์ ทำให้สะดวกในการนำไปประยุกต์ใช้งาน นอกจากนี้ การสังเคราะห์ด้วยกระบวนการนี้ ไม่มีการใช้สารลดแรงตึงผิว ซึ่งอาจจะไปลดประสิทธิภาพในการจับสารที่ต้องการวิเคราะห์ของอนุภาค MIP โดยในงานนี้จะใช้ อีดีจีเอ็มเอ สไตรีน และ บีพี เป็นฟังก์ชันนอลมอนอเมอร์ สารเชื่อมร่างแห และตัวเริ่มปฏิกิริยา ตามลำดับ โดยนำนำสารทั้งสามชนิด รวมทั้งคลอแรมเฟนิคอลละลายในวัฏภาคต่อเนื่อง (สไตลีน-อะซิโตไนไทรล์-โดเดกคานอล) การสังเคราะห์จะเริ่มขึ้นเมื่อให้อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส โดยบีพีจะแตกตัว แล้วต่อสายโซ่ อีดีจีเอ็มเอ เมื่อสายโซ่พอลิเมอร์ยาวขึ้น (ความไม่มีขั้วเพิ่มขึ้น) จะถึงความยาววิกฤต ที่ไม่สามารถละลายในวัฏภาคต่อเนื่องได้อีก สายโซ่พอลิเมอร์จะประกอบตัวเองเป็นอนุภาค และเนื่องจากคลอแรมเฟนิคอลละลายอยู่ในระบบซึ่งสามารถเกิดพันธะไฮโดรเจนกับ EGDMA สายโซ่พอลิเมอร์ของคลอแรมเฟนิคอลจึงสามารถเข้าไปอยู่ในอนุภาค MIP ได้ และเมื่อทำการสกัดเอาคลอแรมเฟนิคอลออก จะทำให้อนุภาคพอลิเมอร์มีรอยพิมพ์ประทับโมเลกุลของคลอแรมเฟนิคอลที่ได้มีความจำเพาะสูงทั้งขนาดและรูปร่าง

ก่อนการศึกษาการเตรียมอนุภาค MIP ในพารามิเตอร์ต่อไป ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของ MIP ของการทดลองในการจับคลอแรมเฟนิคอล โดยขั้นตอนแรกทำการสกัดคลอแรมเฟนิคอลออกจากอนุภาค MIP โดยใช้ 5% กรดอะซิติกที่ละลายในเอทานอล 10 มิลลิลิตร แล้วตามด้วยเมทานอลครั้งละ 10 มิลลิลิตร ปั่นกวนเป็นเวลา 4 ชั่วโมง นำสารละลายที่ล้างไปหาปริมาณคลอแรมเฟนิคอลโดยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง

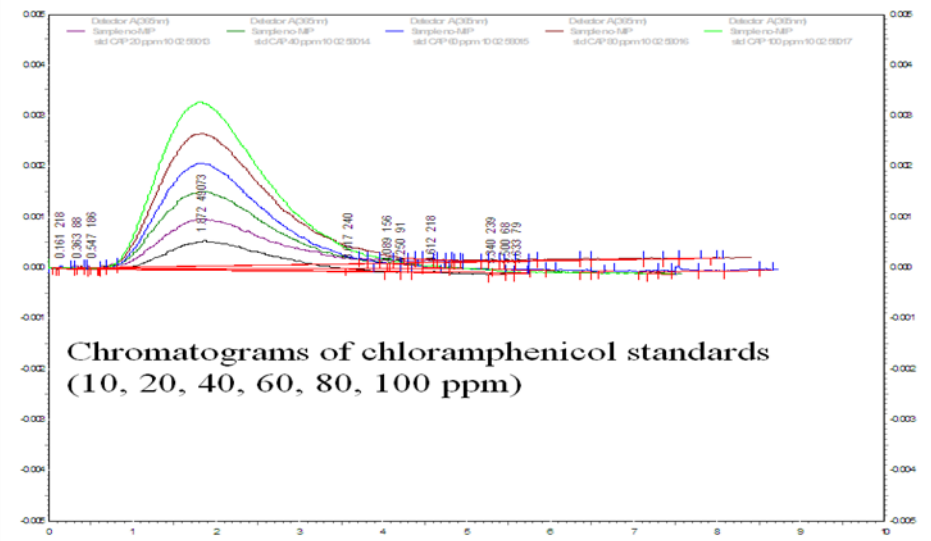


ก ข

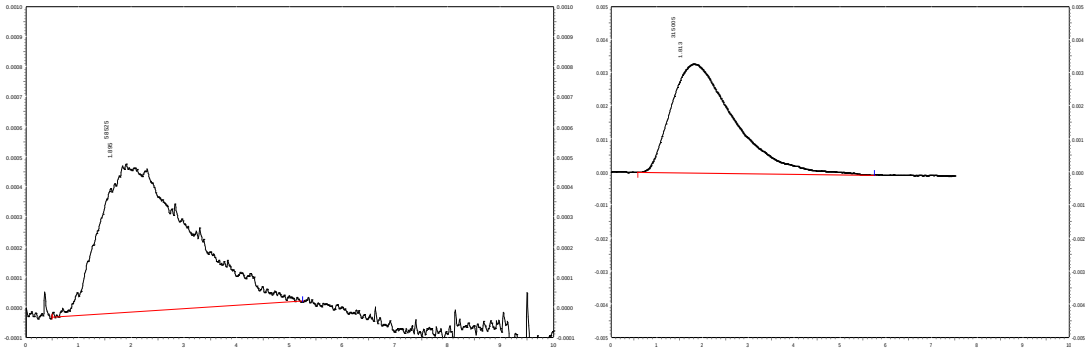


ค

ภาพที่ 2 แสดงการเกิดพอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุล โดยการอบให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
ก. การสังเคราะห์พอลิเมอร์ด้วยวิธี Thermal polymerization
ข. พอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นหลังจากเกิดปฏิกิริยาด้วยวิธี Thermal polymerization
ค. ผงพอลิเมอร์ที่ผ่านการแยกขนาด



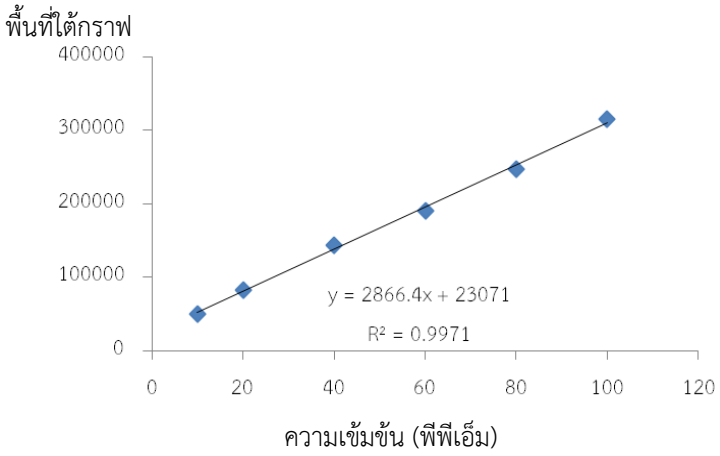
ภาพที่ 3 แสดงโครมาโทแกรมสารละลายมาตรฐานคลอแรมเฟนิคอล ความเข้มข้น 10, 20, 40, 60, 80 และ 100 พีพีเอ็ม ที่ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร อัตราการไหล 1 มิลลิลิตร/นาที เฟสเคลื่อนที่ 100% เมทานอล



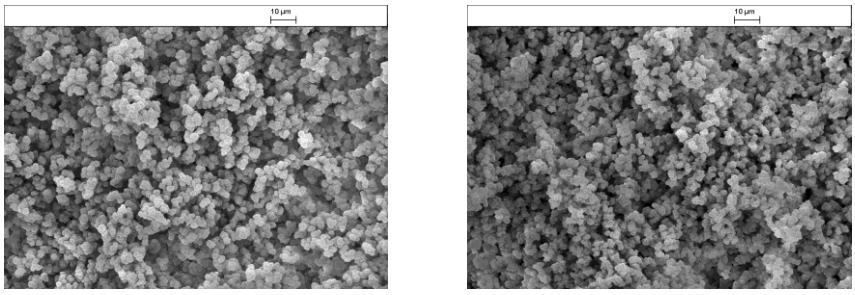
(ก) (ข)

ภาพที่ 4 แสดงโครมาโทแกรมของสารละลายคลอแรมเฟนิคอล ความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม (ก) ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที เฟสเคลื่อนที่ เมทานอล : น้ำ (90:10, v/v) และ (ข) ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที เฟสเคลื่อนที่ 100% เมทานอล

เตรียมสารละลายมาตรฐานคลอแรมเฟนิคอลให้มีความเข้มข้น 10-100 พีพีเอ็ม ปรับปริมาตรด้วยเมทานอล นำไปวิเคราะห์โดยเครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง ที่ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที เฟสเคลื่อนที่ 100% เมทานอล จะได้ผลดังรูป 5 จะได้สมการเส้นตรง เพื่อนำไปเทียบหาปริมาณคลอแรมเฟนิคอลในตัวอย่างน้ำผึ้งและนมต่อไป คือ y = 2866.4x + 23071



ภาพที่ 5 แสดงกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานคลอแรมเฟนิคอล



MIP-CAP NIP

ภาพที่ 6 แสดงภาพ SEM ของพอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุลของคลอแรมเฟนิคอล

ตารางที่ 1 แสดงค่าความแม่นของวิธีวิเคราะห์คลอแรมเฟนิคอล

คลอแรมเฟนินอล (ไมโครโมลลาร์ต่อลิตร)	Intra-day precision*		Inter-day precision*	
	ความเข้มข้น (ไมโครโมลลาร์ต่อลิตร)	% R.S.D	ความเข้มข้น (ไมโครโมลลาร์ต่อลิตร)	% R.S.D
1.55×10^{-4}	1.58×10^{-4}	4.86	1.54×10^{-4}	5.69
1.55×10^{-3}	1.57×10^{-3}	7.81	1.59×10^{-3}	6.26

* ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ทั้ง 3 ครั้ง

ตารางที่ 2 แสดงค่าความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์คลอแรมเฟนิคอลจากตัวอย่างน้ำผึ้ง

ตัวอย่างน้ำผึ้ง	ความเข้มข้นของคลอแรมเฟนิคอล*		ร้อยละของการกลับคืน
	ที่เติมลงไป (ไมโครโมลลาร์ต่อลิตร)	ที่ตรวจพบ (ไมโครโมลลาร์ต่อลิตร)	
ตัวอย่าง No. 1	7.75×10^{-4}	7.41×10^{-4}	97.00
	1.55×10^{-3}	1.52×10^{-3}	98.12
	3.10×10^{-3}	2.91×10^{-3}	94.08
Mean±S.D.			96.40±2.08
ตัวอย่าง No. 2	7.75×10^{-4}	7.44×10^{-4}	78.07
	1.55×10^{-3}	1.33×10^{-3}	86.11
	3.10×10^{-3}	2.41×10^{-3}	96.20
Mean±S.D.			86.79±9.08
ตัวอย่าง No. 3	7.75×10^{-4}	8.06×10^{-4}	89.08
	1.55×10^{-3}	1.46×10^{-3}	94.12
	3.10×10^{-3}	2.76×10^{-3}	104.20
Mean±S.D.			95.80±7.69

* ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ทั้ง 3 ครั้ง

อภิปรายผลการวิจัย

ในการเตรียมอนุภาคพอลิเมอร์โดยกระบวนการสังเคราะห์แบบตกตะกอน วัฏภาคต่อเนื่องเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกปัจจัยหนึ่ง เนื่องจากสภาพขั้วของวัฏภาคต่อเนื่องจะส่งผลต่อการละลายของสายโซ่พอลิเมอร์ อันจะส่งผลต่อการประกอบตัวของสายโซ่พอลิเมอร์เกิดเป็นอนุภาค นอกจากนี้ ในกรณีการเตรียมอนุภาค MIP ของคลอแรมเฟนิคอล ด้วยสไตรีน ซึ่งเป็นฟังก์ชันนอลมอนอเมอร์จะจับกับคลอแรมเฟนิคอลด้วยพันธะไฮโดรเจน

สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ สามารถเตรียมอนุภาค MIP สำหรับจับคลอแรมเฟนิคอลด้วยกระบวนกสารสังเคราะห์โดยใช้ Styrene เป็นฟังก์ชันนอลมอนอเมอร์ใช้ อีดีจีเอ็มเอ เป็นสารเชื่อมร่างแห และ 1% ของบีพี เป็นตัวเริ่มปฏิกิริยา สภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมอนุภาค MIP ที่ให้ประสิทธิภาพในการจับกับคลอแรมเฟนิคอล โดยใช้อะซิโตไนไทรล์เป็นวัฏภาคต่อเนื่อง พอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุลเตรียมขึ้นโดยการใช้คลอแรมเฟนิคอลเป็นแม่พิมพ์ต้นแบบโมเลกุล ซึ่งประกอบด้วย 0.05 กรัมของคลอแรมเฟนิคอล 3.75 มิลลิลิตรของสไตรีน 6.25 มิลลิลิตรของอีจีดีเอ็มเอ 0.0925 กรัมของบีพี และ 4.50 มิลลิลิตรของอะซิโตไนไทรล์ และ 10.50 มิลลิลิตรของโดเดกคานอล ผสมกันในภาชนะบรรจุขวดแก้ว และนำไปอบให้ความร้านที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง สำหรับพอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุลที่ไม่มีต้นแบบเตรียมเหมือนกับการเตรียมพอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุลแต่ไม่มีการเติมคลอแรมเฟนิคอลในส่วนผสม แยกและวิเคราะห์คลอแรมเฟนิคอลด้วยเครื่องเอชพีแอลซี คอลัมน์ CAP-MIP, 150×4.6 มิลลิเมตร ใช้ 100% เมทานอลเป็นเฟสเคลื่อนที่ อัตราการไหลเท่ากับ 1 มิลลิลิตรต่อนาที ฉีดสารละลายตัวอย่างเข้าสู่ระบบที่ปริมาตร 10 ไมโครลิตร ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร พอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุลให้ผลการแยกและมี

ความจำเพาะเจาะจงกว่าพอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุลที่ไม่มีต้นแบบ (เอ็นไอพี) พอลิเมอร์ลอกแบบโมเลกุลที่ใช้เป็นเฟสคงที่สามารถแยกและวิเคราะห์ปริมาณคลอแรมเฟนิคอลในตัวอย่างนมและน้ำผึ้งได้ จากการนำวิธีการวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นนี้มาประยุกต์ใช้วิเคราะห์จากตัวอย่างนมและน้ำผึ้งที่สุ่มตัวอย่างมาจากเขตอำเภอเมืองพิษณุโลก พบว่าทุกตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ไม่พบปริมาณคลอแรมเฟนิคอล วิธีการนี้มีความเหมาะสมสำหรับแยกและทำให้คลอแรมเฟนิคอลเข้มข้นขึ้น และสามารถวิเคราะห์ปริมาณคลอแรมเฟนิคอลในตัวอย่างนมและน้ำผึ้งได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์ ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ ท้ายที่สุด ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ผู้เป็นที่รัก ผู้ให้กำลังใจและให้โอกาสการศึกษาอันมีค่ายิ่ง

เอกสารอ้างอิง

Adam T., Laszlo T., Katalin B., Virender K.S and Jeno F. (2014). Determination of tetracyclines in pig and other meat samples using liquid chromatography coupled with diode array and tandem mass spectrometric detectors **J. Meat Science**. 96: 1332-1339.

Chen L., Xu S., Li J. (2011). Recent advances in molecular imprinting technology: current status, challenges and highlighted applications. **Chem. Soc. Rev.** 40: 2922-2942.

Cho I.K., Rima J., Chang C.L., Li Q.X. (2001). Spectrofluorometric and high-performance liquid chromatographic determination of all-rac-α-tocopheryl acetate in virgin olive, **J. Food Comp. Anal.** 20: 57:62.

Haupt K. (2003). Imprinted polymers-Tailor-made mimics of antibodies and receptors, **Chem Commun**. 2 : 171-178.

Lechner M., Reiter B., Lorbeer E. (1999). Determination of tocopherols and sterols in vegetable oil by solid-phase extraction and subsequent capillary gas chromatographic analysis. **J. Chromatogr. A,** 857: 231-238.

Mosbach K. (1994). Molecular imprinting, **Trends. Biochem. Sci.** 19: 9-14.

Salian V.D., Vaughan A.D., Byrne M.E. (2012). The role of living/controlled redical polymerization in the formation of improved imprinted polymers**. J. Mol. Recognit.** 25: 361-369.

Wisanu T., Boonsom L., Saisunee L. and Gillian M.G. (2010). A microflow chemiluminescence system for determination of chloramphenicol in honey with preconcentration using a molecularly imprint polymer, **Talanta.** 82: 560-566.

Wulff G. (1995). Molecular imprinting in cross-linked mater with the aid of molecular templates a way towards artificial antibodies, *Angew.* **chem. Int. Ed. Engl.** 34: 1812-1832.

Zhang H., Ye L., Mosbach K. (2006). Non-covalent molecular imprinting with emphasis on its application in separation and drug development. **J. Mol. Recognit.** 19: 248-259.

การย้อมสีด้ายฝ้ายโดยใช้น้ำย้อมธรรมชาติจากเปลือกต้นกระท้อน
Dyeing cotton yarn with natural dye from Santol bark

เฉลิมพร ทองพูน[1*] เมทินี ทวีผล[2] และ ธีรพันธ์ มาจันทร์[2]
[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
[2]สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง เชียงราย
[*]corresponding author e-mail: cthongpoon@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติจากส่วนเปลือกต้นกระท้อน ได้ทำการเตรียมสีน้ำย้อมจากเปลือกต้นกระท้อน เพื่อใช้สำหรับย้อมด้ายฝ้าย พบว่า น้ำย้อมให้สีส้มอมแดง ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำย้อมจากเปลือกต้นกระท้อน พบสารองค์ประกอบหลัก ประกอบด้วยแทนนิน สารประกอบฟีนอลิกและแอนทรา ควิโนน น้ำย้อมที่สกัดได้มีสภาวะความเป็นกรด การย้อมสีบนด้ายฝ้ายโดยใช้น้ำย้อมจากเปลือกต้นกระท้อน ใช้คอปเปอร์ซัลเฟตเป็นมอร์แดนท์ พบว่า สีของเส้นด้ายฝ้ายจะมีสีน้ำตาลและการดูดซับสีดีกว่าการย้อมแบบไม่ใช้มอร์แดนท์ และเมื่อใช้โปแตสเซียมอลูมิเนียมเป็นสารช่วยติดสี พบว่าสีของเส้นด้ายฝ้ายจะมีสีน้ำตาลอมชมพู ทำการศึกษาความคงทนต่อการซักเมื่อทำการย้อมพร้อมกับมอร์แดนท์ พบว่า มีความคงทนมากกว่าการย้อมแบบไม่ใช้มอร์แดนท์ ค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายในระบบ CIELAB ที่ย้อมด้วยน้ำย้อมเปลือกต้นกระท้อนทั้งหมด มีค่าความสว่าง (L*) อยู่ช่วงระหว่าง 40.21 – 57.61 มีค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) เป็นบวก ทำให้เฉดสีเส้นด้ายฝ้ายเป็นสีน้ำตาล

คำสำคัญ : การย้อมสีด้ายฝ้าย น้ำย้อมสี เปลือกกระท้อน ค่าสีของเส้นด้ายฝ้าย

Abstract

This research aims to study the optimal conditions for cotton yarn dyed with natural dyes from the bark of santol wood. Dyeing solution were prepared from santol bark. Chemical composition of the dye from the bark were investigated. It were found tannins, phenolic compounds and anthraquinones. Dyeing solutions for cotton yarn dyed using water as solvent were prepared from bark of santol. Copper sulfate was used as mordant, it was found that color of cotton was brown and dye adsorption better than did not to use mordant in dyeing processes. In this work, potassium and aluminum were also used as mordant. There were Found that the color of cotton yarn is brown and pink respectively. The study of fastness to washing when stained with mordant to be found that are durable than the dye using mordant.The color of cotton yarn dyed with dye in CIELAB system were studied. It were found the lightness (L *) in the range of 40.21 to 57.61, with the red (a *) and yellowness (b *) is positive, making cotton yarn color is brown.

keywords : cotton yarn dyeing, dye, santol, the color of cotton yarn

บทนำ

มนุษย์รู้จักการใช้สีธรรมชาติมาตั้งแต่ครั้งอดีต มีการใช้สีจากพืชในการประกอบพิธีกรรมต่างๆ ต่อมามีการใช้สีจากพืชในการย้อมสีบนวัตถุหลากหลายชนิด เช่น การย้อมผ้า การทำกระดาษ ตกแต่งเครื่องมือ เครื่องใช้ เครื่องจักสาน การแต่งสีในอาหาร การย้อมเส้นใยพืชและการย้อมสีขนสัตว์ เป็นต้น เมื่อโลกมีวิวัฒนาการและเทคโนโลยีที่เจริญขึ้น สีธรรมชาติจากพืชได้ลดความนิยมลงไป มีการนำสีสังเคราะห์มาใช้แทนสีธรรมชาติจากพืช ซึ่งสีสังเคราะห์ หรือสีเคมี มีสีสันที่หลากหลาย ทำให้ได้รับความนิยมในการใช้มากขึ้น สีสังเคราะห์มีราคาถูก ย้อมได้ง่าย สะดวกใช้และมีเฉดสีหลากหลายกว่าสีจากธรรมชาติ การใช้สีเคมีหรือสีสังเคราะห์หากว่าขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในการใช้ จะส่งผลเสียมากมาย เช่น มีสารสีตกค้างในน้ำย้อมมาก ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารสีในแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำผิวดิน เป็นผลก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

และต่อสุขอนามัยของผู้ย้อมและชุมชน จึงเกิดกระแสตื่นตัวทางด้านสิ่งแวดล้อมและความต้องการผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของผู้บริโภคในโลกยุคปัจจุบัน จึงได้มีการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการใช้สีธรรมชาติกันมากขึ้น

ในประเทศไทย มีการศึกษาการสกัดสีจากพืชในท้องถิ่นและการใช้สีจากธรรมชาติ รวมถึงมีเทคนิควิธีการย้อมเส้นด้ายและผ้า ที่แตกต่างกันไป เช่น การสกัดสีน้ำเงินจากใบคราม สีฟ้าจากดอกอัญชัน สีแดงจากครั่ง รากยอ และแก่นฝาง เป็นต้น ส่วนใหญ่แล้วภูมิปัญญาการย้อมสี มีการทำกันเฉพาะชาวบ้านที่สามารถหาส่วนของต้นไม้ที่ให้สีในท้องถิ่นตามฤดูกาล การสกัดมักใช้การต้มในน้ำหรือใช้สารอินทรีย์เป็นตัวช่วยสกัด และนำสารละลายสีนั้นไปทำการย้อมเส้นด้ายฝ้าย เส้นใยไหม หรือวัสดุย้อมอื่นๆ ก่อนนำมาทอเป็นผ้าผืนเพื่อไว้ใช้เองหรือไว้จำหน่าย ถึงแม้ว่าสีธรรมชาติจะมีคุณสมบัติที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ แต่ปัญหาของสีธรรมชาติก็มี เช่น การเตรียมสีทำได้ยาก สีที่ได้จากการสกัดแต่ละครั้งไม่เหมือนเดิม กรรมวิธีการย้อมสีบนเส้นใยแต่ละประเภท ยุ่งยากซับซ้อน สีไม่คงทน คุณภาพการติดสีต่ำ ความคงทนของสีต่อการซักและมีความคงทนต่อแสงต่ำ ทำให้ไม่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ จากที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยได้ตระหนักและเล็งเห็นความสำคัญของพืชในท้องถิ่น ได้แก่ ต้นกระท้อน ซึ่งมีอยู่เกือบทุกหลังคาเรือนและหาได้ง่าย ในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในเตรียมน้ำย้อมจากส่วนเปลือกของต้นกระท้อน การย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีย้อมจากน้ำย้อมที่เตรียมจากเปลือกต้นกระท้อน ทำการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อสีของเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมด้วยน้ำย้อมสีจากเปลือกต้นกระท้อนด้วยการย้อมสีวิธีต่าง ๆ ศึกษาความคงทนของสีเส้นด้ายฝ้ายที่ผู้ใช้มีความพึงพอใจมากที่สุด และได้ศึกษากระบวนการย้อมต้นแบบเพื่อการย้อมสำหรับอุตสาหกรรมครอบครัว เพื่อการแสวงหาวัตถุดิบที่มีศักยภาพในการให้สีสำหรับใช้ย้อมเส้นด้ายฝ้ายต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) เครื่องยูวี/วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ รุ่น Lambda 25 บริษัท Perkin Elmer , USA
2) เครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น Color Quest XE โดยใช้โปรแกรม Easy Match QC บริษัท COLOR GLOBAL CO.,LTD.
3) เครื่อง Digital Light meter SE – 9087 PASCO scientific^{R} วัดความเข้มของแสงเป็น LUX
4) เครื่อง Rotary evaporator รุ่น R-200/205 บริษัท Buchi, Switzerland
5) เครื่องวัด pH บริษัท Mettler Toledo
6) เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง บริษัท Mettler Toledo

มีกระบวนการเตรียมวัสดุย้อม น้ำย้อม การศึกษาคุณสมบัติกายภาพและเคมี การศึกษาค่าสี ความคงทนหลังการย้อมและวิธีการย้อม ดังต่อไปนี้

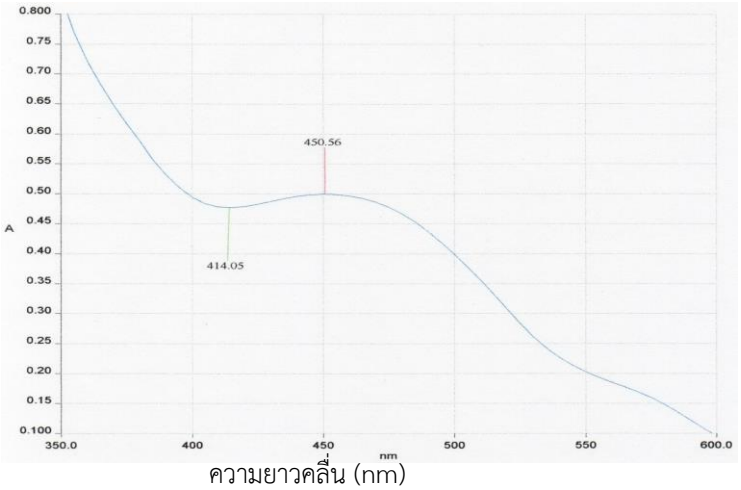
1. ทำความสะอาดเส้นด้ายฝ้าย เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่เกาะเคลือบเส้นด้ายฝ้ายออกไป
2. ทำการปรับสภาพเส้นด้ายฝ้ายก่อนทำการย้อม
3. เตรียมน้ำย้อมสีจากเปลือกต้นกระท้อนด้วยการใช้น้ำเป็นตัวสกัด
4. การศึกษาทางเคมีของสีย้อม ได้แก่ ปริมาณแทนนิน, ปริมาณฟีนอลิก, แอนทราควิโนน – เฟลโวนอยด์ ค่าความเป็นกรด – เบส, ค่าความยาวคลื่นที่ดูดกลืนรังสีสูงสุด (λ_{max})
5. การย้อมสีเส้นด้ายฝ้าย ด้วยวิธีการต่างๆคือ การย้อมโดยไม่ใช้มอร์แดนต์ การย้อมโดยย้อมมอร์แดนต์ก่อนการย้อมน้ำสี การย้อมโดยย้อมมอร์แดนต์พร้อมกับการย้อมน้ำสี และการย้อมโดยย้อมมอร์แดนต์หลังการย้อมน้ำสี
6. ศึกษาค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายหลังการย้อมสี ด้วยเครื่องวัดค่าสี
7. ศึกษาความคงทนของสีต่อการซักฟอก และต่อแสงแดดของเส้นด้วยฝ้ายและที่ทำการทดสอบ และนำมาทำการย้อมเส้นด้ายฝ้ายในระดับอุตสาหกรรมเพื่อทำเป็นต้นแบบ

ผลการวิจัย

จากการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยน้ำย้อมสีจากเปลือกต้นกระท้อน สรุปได้ดังนี้

1. น้ำย้อมสีจากเปลือกต้นกระท้อนมีสีแดงส้ม มีค่าการดูดกลืนแสง λ_{max} ที่ 450.56 นาโนเมตร คือดูดกลืนแสงสีน้ำเงิน สีเติมเต็มที่ปรากฏจึงมีสีแดงส้ม





ภาพที่ 1 สเปกตรัมการดูดกลืนแสงในช่วงยูวี วิสิเบิล ของน้ำย้อมสีจากเปลือกต้นกระท้อน

จากสเปกตรัมการดูดกลืนแสง พบว่า น้ำย้อมสีจากเปลือกต้นกระท้อน ดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 450.56 นาโนเมตร จึงทำให้มองเห็นสีของน้ำย้อมเป็นสีแดง

2. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำย้อมสีจากส่วนเปลือกต้นกระท้อน พบว่า มีแทนนินเป็นสารองค์ประกอบ แทนนินเป็นสารประกอบฟีนอลิกที่เกิดจากหมู่ไฮดรอกซิล 2 หมู่ติดกันบนวงอะโรมาติก และพบแอนทราควิโนนเป็นองค์ประกอบ แต่ไม่มีเฟลโวนอยด์ ค่าความเป็นกรด - ด่าง (ค่า pH) ของน้ำย้อมสี มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนๆ เนื่องจาก น้ำย้อมสีมีสารประกอบฟีนอลิก (ที่มี หมู่ OH 2 หมู่) ซึ่งมีสมบัติเป็นกรด เป็นองค์ประกอบ

3. ค่าสีในระบบ CIELAB ของเส้นด้ายฝ้ายหลังการย้อม พบว่า เส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมด้วยเปลือกต้นกระท้อน ส่วนใหญ่มีความสว่าง ไปทางสีดำ และเฉดสีไปทางสีน้ำตาล ทั้งนี้เนื่องจากน้ำย้อมจากเปลือกต้นกระท้อน มีแทนนินและแอนทราควิโนนเป็นองค์ประกอบที่ให้สีนั่นเอง

4. การศึกษาความพึงพอใจของสีที่ย้อมได้บนด้ายฝ้าย ในงานวิจัยได้ทำศึกษาความพึงพอใจของสมาชิกผู้ผลิตผ้าฝ้ายที่ย้อมด้วยสีธรรมชาติ กลุ่มทอผ้าไหมแก้วพัฒนา จังหวัดกำแพงเพชร ที่มีต่อสีของเส้นด้ายฝ้ายที่ย้อมจากเปลือกต้นกระท้อน 4 อันดับแรก คือ

4.1) ตัวอย่างที่เป็นการย้อมโดยใช้แคลเซียม 5 % ปรับสภาพเส้นด้ายฝ้ายแล้วตามด้วยน้ำย้อมเปลือกต้นกระท้อนแล้วย้อมด้วยมอร์แดนต์สารส้ม 0.1 % แช่ด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่ม

4.2) ตัวอย่างที่เป็นการย้อมโดยใช้แคลเซียม 5 % ปรับสภาพเส้นด้ายฝ้ายแล้วตามด้วยน้ำย้อมเปลือกต้นกระท้อนแล้วย้อมด้วยมอร์แดนต์สารส้ม 0.25 % แช่ด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่ม

4.3) ตัวอย่างที่เป็นการย้อมโดยใช้แคลเซียม 5 % ปรับสภาพเส้นด้ายฝ้ายแล้วตามด้วยน้ำย้อมเปลือกต้นกระท้อนแล้วย้อมด้วยมอร์แดนต์ ทองแดง 0.5 % แช่ด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่ม และ

4.4) ตัวอย่างที่เป็นการย้อมโดยใช้แคลเซียม 5 % ปรับสภาพเส้นด้ายฝ้ายแล้วตามด้วยมอร์แดนต์ทองแดง 0.1 % ตามด้วยน้ำย้อมเปลือกต้นกระท้อนแล้วแช่ด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่ม

5. ทำการศึกษาความคงทนของสีย้อมจากน้ำย้อมจำแนกเป็นดังนี้

5.1) ความคงทนของสีเส้นด้ายฝ้ายที่ผ่านการย้อมสีจากเปลือกต้นกระท้อนที่คงทนต่อการซักและแสงได้ดีที่สุด สามารถใช้เป็นต้นแบบได้ คือ สีน้ำตาลแดง 3 ตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างที่เป็นการย้อมโดยใช้แคลเซียม 5 % ปรับสภาพเส้นด้ายฝ้ายแล้วตามด้วยน้ำย้อมเปลือกต้นกระท้อนแล้วย้อมด้วยมอร์แดนต์สารส้ม 0.1 % แช่ด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่ม ตัวอย่างที่เป็นการย้อมด้วยแคลเซียม 5 % ปรับสภาพเส้นด้ายฝ้ายแล้วตามด้วยน้ำย้อมเปลือกต้นกระท้อนแล้วย้อมด้วยมอร์แดนต์ทองแดง 0.5 % แช่ด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่ม และตัวอย่างที่เป็นการย้อมด้วย แคลเซียม 5 % ปรับสภาพเส้นด้ายฝ้ายแล้วตามด้วยน้ำย้อมเปลือกต้นกระท้อนแล้วย้อมด้วยมอร์แดนต์ทองแดง 0.1 % ตามด้วยการแช่ด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่ม จากงานวิจัยพบว่า การที่เส้นด้ายฝ้ายที่ผ่านการย้อมด้วยน้ำย้อมจากเปลือกต้นกระท้อนมีความคงทนต่อการซักและแสงได้ในระดับน้อยเนื่องมาจากเป็นสีย้อมธรรมชาติที่สารให้สีเป็นสารอินทรีย์ในธรรมชาติสามารถสลายตัวหรือเกิดปฏิกิริยาได้ง่าย สีจึงไม่คงทน เมื่อเทียบกับสีย้อมทางเคมี

6. การย้อมสีระดับต้นแบบ

ในงานวิจัยได้ศึกษาการย้อมสีระดับต้นแบบเส้นด้ายฝ้าย โดยการใช้น้ำย้อมที่เตรียมได้จากส่วนเปลือกต้นกระท้อน รายละเอียดของต้นแบบการย้อมและสีที่ปรากฏทั้ง 3 ต้นแบบ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ต้นแบบการย้อมและสีที่ปรากฏ

ตัวอย่างสีในห้องปฏิบัติการ	ตัวอย่างสีต้นแบบ	ขั้นตอนการย้อม
		แคลเซียม 5 % ตามด้วยน้ำย้อมเปลือกต้นกระท้อน ตามด้วยสารส้ม 0.1 % แช่ด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่ม
		แคลเซียม 5 % ตามด้วยน้ำย้อมเปลือกต้นกระท้อน ตามด้วยทองแดง 0.5 % แช่ด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่ม
		แคลเซียม 5 % ตามด้วยน้ำย้อมเปลือกต้นกระท้อน ตามด้วยทองแดง 0.1 % แช่ด้วยน้ำยาปรับผ้านุ่ม

พบว่า สีของต้นแบบทั้งหมดเหมือนกับการย้อมสีที่ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นวิธีการย้อมในห้องปฏิบัติการ สามารถนำไปปรับประยุกต์ใช้สำหรับการย้อมในอุตสาหกรรมระดับครัวเรือนได้

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีย้อมจากเปลือกต้นกระท้อน ที่นำเสนอนี้ เป็นการนำองค์ความรู้และทรัพยากรที่มีอยู่ในประเทศ มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยการต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นด้วยงานวิจัย ในงานวิจัยได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติจากส่วนเปลือกต้นกระท้อน ทำการเตรียมสีน้ำย้อมจากเปลือกต้นกระท้อน เพื่อใช้สำหรับย้อมด้ายฝ้าย พบว่า น้ำย้อมให้สีส้มอมแดง ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำย้อม พบสารแทนนิน สารประกอบฟีนอลิกและแอนทราควิโนน น้ำย้อมที่สกัดได้มีสภาวะความเป็นกรด ทำการศึกษาผลของสารช่วยติดสีบนเส้นด้ายฝ้ายโดยใช้คอปเปอร์ซัลเฟต พบว่า สีของเส้นด้ายฝ้ายจะมีสีน้ำตาลและมีการดูดซับสีดีกว่าการย้อมแบบไม่ใช้มอร์แดนท์ และเมื่อใช้โปแตสเซียมอลูมิเนียมเป็นสารช่วยติดสี พบว่าสีของเส้นด้ายฝ้ายจะมีสีน้ำตาลอมชมพู ได้ทำการศึกษาความคงทนต่อการซักเมื่อทำการย้อมพร้อมกับมอร์แดนท์ พบว่า มีความคงทนมากกว่าการย้อมแบบไม่ใช้มอร์แดนท์ ค่าสีของเส้นด้ายฝ้ายในระบบ CIELAB ที่ย้อมด้วยน้ำย้อมเปลือกต้นกระท้อนทั้งหมด มีค่าความสว่าง (L*) อยู่ช่วง

ระหว่าง 40.63 – 50.77 มีค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) เป็นบวก ทำให้เฉดสีเส้นด้ายฝ้ายเป็นสีน้ำตาล ประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาใช้เป็นต้นแบบในกระบวนการย้อมสีด้ายฝ้ายในระดับอุตสาหกรรมครอบครัวได้ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ผลการวิจัยครั้งนี้ ให้ความรู้ด้านการย้อมเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติที่สามารถพัฒนาให้เกิดประโยชน์ในการผลิต ผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่เป็นอุสาหกรรมในครัวเรือนได้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป ควรศึกษาการย้อมสีจากเปลือกต้นกระท้อน ในกรณีการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูกาลที่ต่างกัน แหล่งและสถานที่อยู่ อายุของตัวอย่าง อุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดและการย้อมสี อาจมีผลต่อการให้สีน้ำย้อมที่ผิดเพี้ยนไปบ้างขึ้นอยู่กับแหล่งและสถานที่อยู่ อายุของตัวอย่าง ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ระมัด โชชัย และรองศาสตราจารย์พรเพ็ญ โชชัย โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่กรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษาอันทรงคุณค่าต่อการวิจัยครั้งนี้ จนทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ขอขอบคุณกลุ่มทอผ้าไหมแก้วพัฒนา บ้านสร้อยสุวรรณ จังหวัดกำแพงเพชร ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการวิจัยครั้งนี้และขอขอบคุณโปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่อำนวยความสะดวกให้ความอนุเคราะห์ด้านสถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือ ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ภาควิชาเภสัชศาสตร์. (2539). **สมุนไพรพื้นบ้านล้านนา.** มหาวิทยาลัยมหิดล: กรุงเทพฯ.

เต็ม สมิตินันทน์. (2544). **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 2. ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

นิคม แก้วใหม่. (2544). **การย้อมสีเส้นด้ายสีย้อมธรรมชาติจากแก่นไม้ฝาง** ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิดดา หงส์วิวัฒน์ และ ทวีทอง หงส์วิวัฒน์. (2550) **กระท้อน ใน ผลไม้ 111 ชนิด: คุณค่าอาหารและการกิน.** กทม. แสงแดด.

พรเพ็ญ โชชัย และคณะ.(2551).**การพัฒนาการย้อมสีเส้นด้ายจากสีย้อมธรรมชาติ:กรณีศึกษาการย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายจากสีย้อมเปลือกมะพร้าวและเปลือกประดู่ของชุมชนในเขตตำบลนาบ่อคำ อำเภอเมือง จังหวัดกาแพงเพชร.** รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

พรเพ็ญ โชชัย และคณะ. (2552**). การย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีย้อมจากมะม่วงสำหรับอุตสาหกรรมครอบครัว** มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

พรเพ็ญ โชชัย และคณะ. (2553**). การย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีย้อมธรรมชาติจากเปลือกงิ้วสำหรับอุตสาหกรรมครอบครัว** มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

ลัดดาวัลย์ น้อยกำบัง, ศิริพร สอนบุญเกิด และสมจิตร เส็งเอี่ยม. (2546**) การย้อมสีเส้นใยด้วยสีธรรมชาติจากใบหูกวาง.** ภาคนิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต. สถาบันราชภัฏกำแพงเพชร.

ศันศนีย์ คำบุญชู(2541). **การย้อมสีเส้นด้ายฝ้ายด้วยสีธรรมชาติจากแก่นขนุนและเปลือกมะพร้าว.** ภาคนิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิรินันท์ ห่อสมบัติ (2543) **สภาวะที่เหมาะสมในการย้อมผ้าฝ้ายด้วยครามธรรมชาติและโซเดียมไฮโดรซัลไฟต์.** วิทยานิพนธ์คหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สกุลตรา ธรรมจง. (2546). **การสกัดสีย้อมจากดอกอัญชันและเปลือกต้นแคสำหรับย้อมผ้าฝ้าย.** ภาคนิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต. สถาบันราชภัฏนครปฐม.

สุนทรี สิงหบุตรา. (2542). **สรรพคุณสมุนไพร 200 ชนิด.** บริษัทศุภาลัย มีเดีย จำกัด. กรุงเทพฯ.

อนันต์เสวก เห่วซึ่งเจริญ และคณะ. (2543). รายงานการวิจัยเรื่อง **พัฒนาและปรับปรุงกระบวนการย้อมสีธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมครอบครัว.**

อนันต์เสวก เห่วซึ่งเจริญ และคณะ. (2546). **รายงานการวิจัยเรื่อง พัฒนาและปรับปรุงกระบวนการย้อมสีธรรมชาติแบบพหุสำหรับอุตสาหกรรมครอบครัว**

Ali, S., Nisar, N. & Hussain, T. (2007). Dyeing properties of natural dyes extracted from eucalyptus. **Journal of Textile Institute**. Vol.98, issue6 pp. 559 – 562.

Bechtold, T., Mahmud Ali, A & Mussak, R. (2007). Anthocyanin dyes extracted from grape pomace for the purpose of textile dyeing. **Journal of The Science of Food and Agriculture**. Vol.87, issue 14 November, pp.2589 – 2595.

Chairat, M., Bremner, J.B. & Chantrapromma, K. (2007). Dyeing of cotton and silk yarn with the extracted dye from the fruit hulls of mangosteen, Garcinia mangostana Linn. **Fibers and Polymers**. Vol.8, issue 6 December, pp 613 – 619.

Driessen, K & A H.H. Eary use of natural dyes in textiles. http://www.quilthistory.com/dye.htm/. 31.01.2008

Gorensek, M., Urbas, R., Strnad, S. & Parac-Osman, D. (2007). The evaluation of a natural pigment in cotton as a UV absorber. **American Association Textile Chemists Colorists**. Vol.7, issue8 August 2007 pp. 49-55.

Guinot, Pauline, Gargadennec, Annick, Valette, Gilles, Fruchier, Alain & Andary, Claude. (2007). Primary flavonoids in marigold dye : extraction, structure and Involvement in the dyeing process. **Phytochemical Analysis**. Vol.19, issue1 pp 46 – 51.

Chemical constituents and biological activities of *Dalbergia suthepensis*.

Phanomphorn Nuantad[1] Weeranuch Karuehanon[1] Wilart Pompimon[1] and Narong Nuntasaen[2]
[1]Faculty of science and center for Innovation in Chemistry, Lampang Rajabhat University, Lampang,
[2]The Forrest Herbarium, Department of Nation Park, Wildlife and Plant Conservation,Ministry of Natural Resources and Environment, Thailand
*corresponding author e-mail: w.karuehanon@yahoo.com

บทคัดย่อ

ต้นไม้จากสกุล *Dalbergia* ได้รับความสนใจมากเนื่องจากมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย *Dalbergia suthepensis* หรือ ต้นกระพี้ เป็นต้นไม้จากป่าผลัดใบบนภูเขาทางเหนือของประเทศไทย ซึ่งยังไม่มีการศึกษาถึงความเป็นพิษต่อเซลล์และข้อมูลทางพฤกษเคมีจากพืชชนิดนี้ การศึกษานี้ได้ทำการแยกอนุพันธ์ของสารฟลาโวนอยด์ได้สามตัว จากสารสกัดหยาบของเอธิลแอซิเตท: เมทานอล (3:1) จากกิ่งของต้นกระพี้ วิเคราะห์โครงสร้างของสารประกอบที่แยกได้ด้วยเทคนิควิธีทางนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ทั้ง 1D และ 2D ได้แก่ ^{1}H and ^{13}C NMR, COSY, HMQC และ HMBC ร่วมกับเทคนิคทางสเปกโทรสโคปีอื่น ๆ ได้แก่ UV, FT-IR และ MS นอกจากนั้นยังได้ทำการศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบและสารที่แยกมาได้อีกด้วย

คำสำคัญ : กระพี้ ฟลาโวนอยด์ ฤทธิ์ทางชีวภาพ

Abstract

The wood from the *Dalbergia* genus has possessed because of their various bioactivities. The *Dalbergia suthepensis*, “Krapi”, is from the mountain deciduous forests of northern Thailand which the cytotoxicity and phytochemical have not been reported. Therefore in this study, three flavonoid derivative compounds were isolated from crude extract of ethylacetate: methanol (3:1) of twig from *Dalbergia suthepensis*. The structure elucidation of the isolated compounds were carried out by 1D and 2D NMR techniques including ^{1}H and ^{13}C NMR, COSY, HMQC and HMBC, as well as other spectroscopic methods such as UV, IR and MS. Moreover, the bioactivity of both crude extract and isolated compounds was also investigated.

keywords : *Dalbergia suthepensis*, flavonoid, bioactivity

Introduction

Dalbergia suthepensis, a small tree, young shoot and in florescence pub escent and later qlabrescent, belongs to the family Fabaceae (alternatively known as the Leguminosae) which can be found at Doi Suthep of Chiang Mai, the northern of Thailand, which is locally known as “Kra-Pi”. Fabaceae is one of the largest families of flowering plants, consisting of 730 genera and over 19,400 species. The genus *Dalbergia* is a large genus of trees, shrubs, lianas, and woody climbers in the pea family, which consists of approximately 274 accepted species that has widely distributed in the tropical and subtropical regions of the world[1].

Plants from *Dalbergia* genus has possessed for several years due to their bioactivities. The phytochemical investigation of various species of this genus presences of several group of natural products including flavonoids[2-4] ,glycosides[5], cinnamylphenols[6], quinones[1]and steroids[1]. The valuable flavonoid compounds such as 1-(3-hydroxyphenyl)-3-(4-hydroxy-2,5-dimethoxyphenyl)propane[2], spirolouveline[3] and khrinones A ,B ,C D and E[3] were isolated from *D. louvelii, D. parviflora, D. odorifera*, respectively, 1-(3-

hydroxyphenyl)-3-(4-hydroxy-2,5-dimethoxyphenyl)propane showed high bioactivity in antiplasmodial. The phytochemical investigation of spirolouveline and khrinones A ,B ,C D and E with their cell proliferation stimulatory activity against the MCF-7 and T47D human breast cancer cell lines[3] were also shown high activity. The new cinnamylphenol (1,3-diphenylpropenes)[6], dalberratins A(1), B(2), C(3), D(4), and E(5) ,were isolated from *Dalbergia cultrate* and *Dalbergia nigrescens*, respectively. Moreover, the isolated natural compounds from *Dalbergia* species such as Alpinetin (from *D. parviflora*), Butein (from *D. odorifera*) and Campesterol (from *D. monetaria*) exhibited the high, bioactivity along with cytotoxic, osteogenic, anti-inflammatory and antioxidant[1]. Therefore, the isolation of natural compounds from twig of *Dalbergia suthepensis* is first reported in this study. The structure elucidation and antibacterial evaluation of isolated compound were also investigated. Objective to isolate the chemical constituents from twigs of *D. Suthepensis.* And to investigate the biological activities of the crude extracts and their isolated constituents from twigs of *D. suthepensis.*

Materials and methods

General experimental procedures

Melting point was measured on B chi 322 micro melthing point apparatus and were uncorrected. Silica gel 60 H (E.Merck. 70-230 mesh ASTM, cat. No. 7734.) was used for column chromatography. Solvents for extraction, chromatography and recrystallization were distilled before use. Pre-coated TLC aluminium sheet of silica gel 60 PF254 (20x20 cm, layer thickness 0.2 mm) was used for analytical proposes and compounds were visualized under ultraviolet light. FTIR spectra and major bands (νmax) were recorded in wave number (cm^{-1}) by Shimadsu 8900. Ultraviolet absorption spectra were measured in methanol solution on a Shimadzu 1601 spectrophotometer and principle bands (λmax) were reported as wavelength (nm). EIMS was carried out with a Bruker Esquire apparatus at Faculty of Science, Mahidol University with operating at 70 eV. The nuclear magnatic resonance ^{1}H- and ^{13}C-NMR spectra were recorded in $CDCl_3$ solutions on Varian NMR-500 MHz Spectrometer (500 MHz for ^{1}H NMR, 100 MHz for ^{13}C NMR) spectrometer using tetramethylsilane (TMS) as an internal standard.

Plant material

D. suthepensis twigs were collected from Doi Suthep in Chaing Mai province of Thailand in February, 2014. The plant was identified by Mr. N. Nanthasen and the specimen has been deposited in the Forest Herbarium, Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation, Ministry of National Resources and Environment, Bangkok, Thailand.

Methodology

Air-dried powdered twigs of *D. suthepensis* (2.0 kg) was successively percolated with hexane and then ethyl acetate:methanol (3:1, 3×5 L) at room temperature followed by filtration. Removal of solvent from the combinded filtrates under reduced pressure gave crude hexane extract (16.46g) and crude ethyl acetate:methanol extract (38.76g). The crude extracted of ethyl acetate:methanol extract was subjected by column chromatography over silica gel using acetone:heaxane system as solvents which increasing poilarity. Twenty main fractions (D1-D20) were obtainted and the fractions showing similar spots were combined and the residues were then rechromatographed to yield three compounds. The structure elucidation of isolated compounds were done using FT-IR, UV, ^{1}H and ^{13}C NMR and 2D NMR including HMBC, HMQC and COSY.

Flavonoid (A) : White Solids (EtOAc:MeOH); mp. 251.2-251.3 °C ; FT-IR 3,464, 3,414, 2,361, 2,338, 1,637, 1,624, 1,205 cm^{-1}; ^{1}H-NMR ($CDCl_3$) δ: 8.04 (OH-8) 8.23 (1H, *s*, H-2) 7.42 (1H, *d*, J = 7.41 Hz, H-2' H-6'), 7.40 (1H, *s*, H-5), 6.90 (1H, *d*, J = 6.90 Hz, H-3' H5'), 6.89 (1H, *s*, H-7), 3.78 (3H, *s*, H-6), 3.69 (3H, *s*, H-4'; ^{13}C-NMR ($CDCl_3$) δ: 174.49 (C-4), 159.05 (C-4'), 153.05 (C-2), 152.96 (C-8), 151.92 (C-9), 147.12 (C-6), 130.21 (C-

2',C-6'), 124.56 (C-1'), 122.81 (C-3), 116.36 (C-10), 113.77 (C-3',C-5'), 104.84 (C-5), 102.98 (C-7), 55.98 (H_3CO-6), 55.28 (H_3CO-4') ; EIMS *m/z* 296.98 (M^+) (calcd for $C_{17}H_{12}O_5$)

Results and Discussion

The crude ethyl acetate: methanol extracted from twig of *D. suthepnesis* was carried out for further purification and phytochemical investigation. In this study, three compounds were isolated and the structural elucidation was carried out by 1D and 2D NMR techniques as well as spectroscopic techniques. Among three isolated compounds, the structure of one flavonoid compound is purposed as show in Figure. 1.

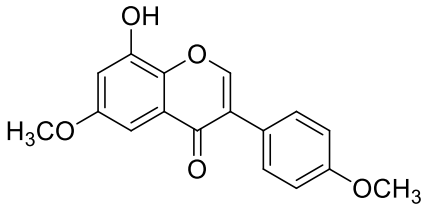


Figure 1. The purpose structure of flavonoid(A)

IUPAC name 8-hydroxy-6-methoxy-3-(4-methoxyphenyl)-4H-chromen-4-one

The flavonoid (A) was isolated as a white solid and the structure was purposed (Figure 1). In the UV spectrum of flavonoid (A), the maximum absorbtions were observed at 225 nm which characteristic to flavonoid compound. The FT-IR spectrum showed the absorption band at 3464, 3414, 1637, 1624 and 1205 cm^{-1} related to hydroxyl, carbonyl and ether functional group and aromatic ring. The molecular formula flavonoid (A) was determined by EIMS measurement at m/z 296.98 (M^+). The ^{1}H- and ^{13}C-NMR ($CDCl_3$) spectra of isolated compound showed signal to two methoxyl groups [δ 3.69 (3H, *s*, 4'-OCH_3), 3.78 (3H, *s*, 6-OCH_3)], one methines baring an oxygen function [δ 8.23 (1H, *s*, 2-H)], four *p*-substituted protons [δ 7.42 (1H each, both *d*, J = 7.41 Hz, 2', 6'-H), 6.90 (1H each, both *d*, J = 6.90 Hz, 3', 5'-H)] and two aromatic protons [δ 7.40 (1H, *s*, 5-H), , 6.89 (1H, *s*, 7-H)]. The ^{1}H-^{1}H COSY experiment on flavonoid (A) showed the correlation of the p-substituted of which was written in the bold lines (C-2'-C3', C-5'-C6') (Figure 2). Further structure elucidation was performed using HMBC experiments, long range couple between the following proton and carbon pairs (H-2 and C-3, 4, 9; H-5 and C-6, 8; H-7 and C-6, 8, 10; H-2' and C-1', 3'; H-3' and C-1', 4'; H5' and C-1', 4'; H-6' and C-3, 4'; 6-OCH3 and C-6; 4'-OCH3 and C-4') were observed and the following correlations lead to the purpose structure of flavonoid (A).

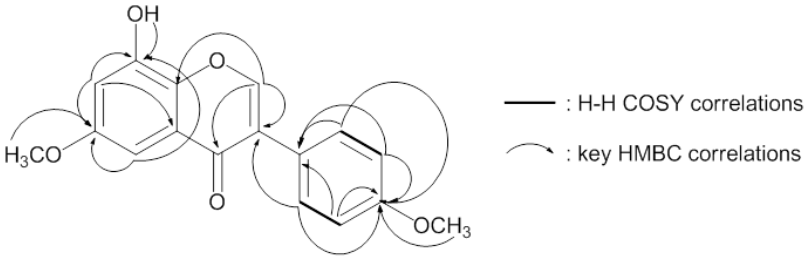


Figure 2. ^{1}H-^{1}H COSY and HMBC correlations of the purpose structure of flavonoid (A)

The effect of crude extract on cell proliferation and anti-bacterial were observed in those following cytotoxicity and bacteria, The cytotoxicity with the cancer cell-line of P-388, KB, HT29, MCF-7, A549, ASK and Hek293 were investigate, moreover, the antibacterial activity were also studied with following bacterial; *Enterotoxigenc coli. (ETEC), Enterobacter cloacae, Proteus mirabilis and Stephylococ-cos aures*. Unfortunately, the crude ethyl acetate:methanol extract from twig of *D. suthepnesis* has no activity for the

observed cancer cell lines and bacteria. However, the structure elucidation of other isolated compounds and their bioactivities are in progress.

Conclusions

In this study, this is the first time for separation and bioactivity study of natural compound from *D. suthepnesis*. Three compounds were isolated from crude ethyl acetate: methanol extracted. Among the isolated compounds, the structure of flavonoid (A) was elucidated and purposed and cell proliferation and anti-bacterial activity of this compound were also studied.

Acknowledgements

Financial support from the Center of Excellence for Innovation in Chemistry (PERCH-CIC), Office of the Higher Education Commission, Ministry of Education, Thailand Research Fund and National Research Council of Thailand (NRCT) are gratefully acknowledged.

Rerperences

ฐานข้อมูลพรรณไม้ องค์การสวนพฤกษศาสตร์. (2015). **พรรณไม้ องค์การสวนพฤกษศาสตร์.** Retrived February 9, 2015, from http://www. qsbg.org/ Database/plantdb/mdp/medicinal-specimen.asp?id=189

S. Sanjib., A. Jamil., M. Himangsu., H. Faroque., Md. Anisuzzman., Md. Mahadhi Hasan., Geoffrey A. Cordell. (2013). Ethnomedicinal, phytochemical, and pharmacological profile of the genus *Dalbergia* L.(FabaceaeX)., **Phytopharmacology,** 4(2), 291-346.

B. Naima., M. Lengo., L. Mehdi. and et.al(2003). Flavonoids from *Dalbergia Louvelii* and Their Antiplasmodial Activty., **J. Nat. Prod**. 66, 1447-1450.

U. Kaoru., N. Kiyomitsu., M. Ayako., and et.al. (2009). Flavonoids from the Heartwood of the Thai Medicinal Plant *Dalbergia parviflora* and Their Effects on Estrogenic-Responsive Human Breast Cencer Cells. **J. Nat. Prod**., 72, 2163-2168.

Z. Xiabo., M. Wenli., G. Mingfu and et.al. (2011). Antibacterial Activity of the flavonoids from *Dalbergia odorifera* on Ralstonia solanacearum. **Molecules**., 16, 9775-9782.

M. Leda., V. Ivo J. C., B. F. Raimundo. And R. F. Edson. (1998). A New Isoflavone Glycoside from *Dalbergia nigra*. **J. Nat. Prod**., 61, 1158-1161.

I. Chihiro., I. Masataka., K. Tetsufumi., and et.al. (2003). New Cinnamylphenols from *Dalbergia* Species with Cencer Chemopreventive Activity. **J. Nat. Prod**., 66, 1574-1577.

C. Sarat, K. Chatchanok, P. Chanita and K.O. Akkharawit, (2009). Candenatenins A-F,Phenolic Compounds from the Hearwood of *Dalbergia condenatensis*., **J. Nat. Prod**, 72, 1395-1398.

M. Leda, Ivo J. C. Vieira, B.F. Raimundo and R.F. Edson. (1998). A new Isoflavone Glycoside from *Dalbergia nigra*. **J. Nat. Prod**, 61, 1158-1165.

ความพึงพอใจต่อการใช้น้ำประปาของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Satisfaction in using water supply of student’ Pibulsongkram Rajabhat University

อดิศักดิ์ หว้ารัตนะ* และ อรชร ฉิมจารย์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: deesaf1@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำประปาในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามจำนวน 200 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบตามสะดวก เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคือแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยบุคคลและความพึงพอใจในการใช้น้ำ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 57) ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 18-20 ปี (ร้อยละ 59.50) โดยส่วนใหญ่พักอยู่หอภายนอกมหาวิทยาลัยฯ (ร้อยละ 38.50) ด้านความรู้เกี่ยวกับน้ำประปาในมหาวิทยาลัยฯ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ทราบว่ามหาวิทยาลัยฯผลิตน้ำประปาจากน้ำบาดาลใช้เอง ระดับความพึงพอใจในการใช้น้ำประปาทั้งด้านคุณภาพ ปริมาณ อุปกรณ์และการบริการอยู่ในระดับปานกลาง

คำสำคัญ : ความพึงพอใจ น้ำประปา ผู้ใช้น้ำ

Abstract

This research aims to study the level of satisfaction of water supply use in Pibulsongkram Rajabhat University. The population of this study was 200 students of Pibulsongkramy Rajabhat University that were obtained by convenience sampling. Research instrument was questionnaire regarding personal data and satisfaction of water supply use. Data analysis used means, percentages and standard deviation (SD). The results showed that the majority of respondents were female (57%). Majority of respondents had an average age between 18-20 years old (59.50%) and stayed in dormitory outside the campus (38.50%). Most respondents know about the water supply of the university made from ground water. The level of satisfaction of quality, quantity, equipment and service of water supply use were moderate.

keywords : satisfaction, water supply, water users

บทนำ

น้ำประปา คือ น้ำที่ไหลออกมาจากก๊อกน้ำ เริ่มใช้กันมาตั้งแต่ปลายคริสต์ศตวรรษที่ 19 และเป็นสาธารณูปโภคพื้นฐานที่จำเป็นในปัจจุบัน มนุษย์ต้องใช้น้ำ ในการอุปโภคและบริโภคจึงต้องการน้ำสะอาดและปลอดภัย ไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อโรคและสิ่งสกปรกต่างๆ ในการดำรงชีวิต น้ำประปาผลิตมาจากน้ำดิบได้จาก 2 แหล่ง คือ น้ำใต้ดิน (น้ำบาดาล) หรือน้ำผิวดิน เช่น แม่น้ำ ห้วย หนอง ต่างๆ ดังนั้นเมื่อต้องการนำน้ำเหล่านั้นมาใช้จึงต้องทำให้สะอาดซึ่งต้องนำมาผ่านกระบวนการทำให้น้ำสะอาด คือ กระบวนการผลิตน้ำประปา

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว) มีพื้นที่ทั้งหมดเกือบ 1,000 ไร่ ประกอบไปด้วย 6 คณะ ได้แก่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์ คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร และคณะวิทยาการจัดการ ในปีการศึกษา 2557 มีจำนวนนักศึกษาประมาณ 12,982 คน ในแต่ละวันจะมีนักศึกษา บุคลากรของมหาวิทยาลัยฯ และบุคคลภายนอกเข้ามาทำกิจกรรมในมหาวิทยาลัยฯ เป็นจำนวนมากไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมการเรียนการสอน การอบรมต่างๆ รวมถึงการทำงานของบุคลากรภายในมหาวิทยาลัยฯ ดังนั้นจึงทำให้มีการใช้น้ำประปาในกิจวัตประจำวันมากเป็นเงาตามตัวไปด้วย เช่น การล้างมือ การเข้าห้องน้ำ และการซักล้างอุปกรณ์ต่างๆ เป็นต้น มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามมีระบบผลิตน้ำประปาใช้เอง โดยใช้แหล่งน้ำดิบจากน้ำใต้ดิน ในการผลิตน้ำประปาของมหาวิทยาลัยฯ จะแบ่งเป็น 2 ระบบ คือ ระบบผลิตน้ำประปาจากน้ำบาดาลแบบทรายกรองและระบบผลิต

น้ำประปาจากชุดกรองสนิมเหล็กและแมงกานีสแบบใช้สารกรองประสิทธิภาพสูง ซึ่งระบบผลิตน้ำประปาที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้นจะทำการผลิตน้ำประปาตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อให้มีปริมาณที่เพียงพอต่อปริมาณความต้องการของผู้ใช้น้ำ และเนื่องจากระบบผลิตน้ำประปามีอายุการใช้งานเป็นเวลานาน ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพในการผลิตน้ำประปาได้ รวมถึงในมหาวิทยาลัยมีผู้ใช้น้ำเป็นจำนวนมากและใช้น้ำอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจต้องการทราบถึงความพึงพอใจของผู้ใช้บริการน้ำประปาว่ามีความพึงพอใจกับการบริการในด้านต่างๆ เช่น ความสะอาดของน้ำประปา ปริมาณน้ำประปา อุปกรณ์และการบริการต่างๆ และปัญหาที่ผู้ใช้บริการพบเพื่อเป็นแนวทางให้กับทางมหาวิทยาลัยฯ ใช้ ในการปรับปรุงและแก้ไขบริการในด้านต่างๆ ต่อไป

วิธีดำเนินงานวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการน้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร คือนักศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ซึ่งมีจำนวนนักศึกษารวม 12,982 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ในการดำเนินการศึกษาผู้ศึกษากำหนดกลุ่มนักศึกษาตามวิธีการกำหนดกลุ่มตัวอย่างของ Taro Yamane (ณัฏฐิยา แดงประเสริฐ, 2553)

$n = N/(1 + Ne^2)$ โดยที่ n คือขนาดของกลุ่มตัวอย่าง N คือขนาดของประชากรและ e คือค่าความคลาดเคลื่อนของกลุ่มตัวอย่าง ในที่นี้กำหนดค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 92% และความคลาดเคลื่อนที่ 0.08 ซึ่งคิดเป็นจำนวนตัวอย่าง 156 คน แต่ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 200 คน โดยมีวิธีการกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบโควต้า

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้บริการน้ำประปามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม แบบสอบถามที่สร้างขึ้นจะผ่านการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC=Index of item objective congruence) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ทุกข้อในแบบสอบถามจะมีค่า IOC ไม่น้อยกว่า 0.5 แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 4 ส่วนประกอบด้วย

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
2. พฤติกรรมการใช้น้ำ/ความรู้เกี่ยวกับระบบน้ำประปาในมหาวิทยาลัยฯ
3. ความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำต่อระบบประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
4. ปัญหาของการใช้น้ำประปาและข้อเสนอแนะ ลักษณะของแบบสอบถามมีลักษณะเป็นแบบให้ผู้ตอบแบบสอบถามตอบตามหัวข้อต่างๆ ที่กำหนดขึ้น

การออกแบบและการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถาม

แบบสอบถามจะเป็นการเลือกตอบโดยระบุระดับความคิดเห็นในลักษณะคำถามเป็นมาตราส่วนประมาณค่า แบบสอบถามได้ถูกออกแบบให้มีเนื้อหาสอดคล้องกับปัญหาในด้านต่างๆของการให้บริการน้ำประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม นำไปใช้เก็บข้อมูลในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2557 ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำมาวิเคราะห์และแปลผลทางสถิติ โดยหาค่าร้อยละ ความถี่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลระดับความคิดเห็นของนักศึกษาที่ได้ จากแบบสอบถามจะนำมาวิเคราะห์โดยนำผลคะแนนระดับความเห็นที่เป็นค่าเฉลี่ยมาพิจารณาตามค่าอัตราภาคชั้น (likert scale) ที่มี 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.21-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

ระดับ 4 คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.41-4.20 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

ระดับ 3 คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.61-3.40 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

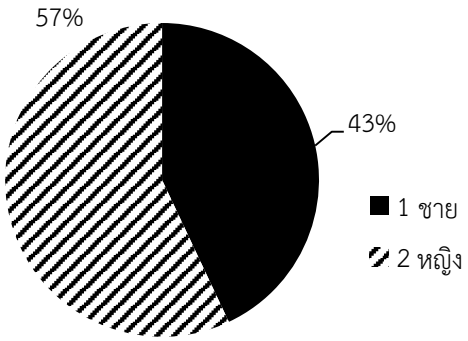
ระดับ 2 คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.81-2.60 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

ระดับ 1 คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00-1.80 หมายถึง ไม่พึงพอใจ

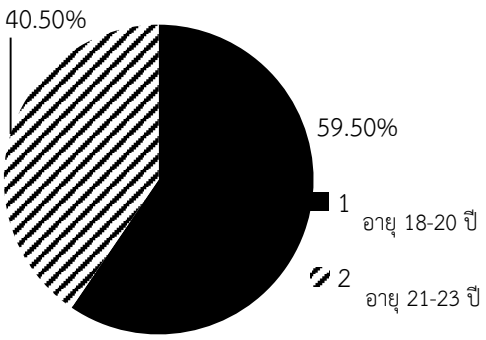
ผลการวิจัย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

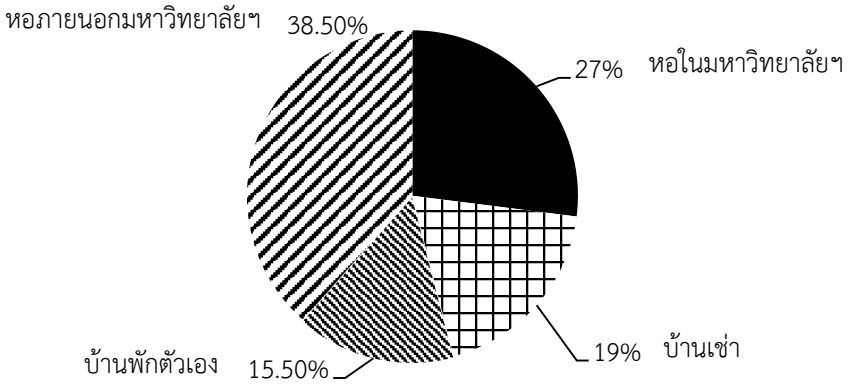
ข้อมูลทั่วไปของนักศึกษา ประกอบด้วยเพศ อายุและประเภทหอพัก พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 57 ชายร้อยละ 43 มีอายุอยู่ในช่วง 18-20 ปี ร้อยละ 59.50 อายุระหว่าง 21-23 ปี ร้อยละ 40.50 สำหรับประเภทของที่พักอาศัยของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามพักอยู่หอภายนอกมหาวิทยาลัยฯ มากที่สุด ร้อยละ 38.50 รองลงมาคือ หอในมหาวิทยาลัยฯ ร้อยละ 27 บ้านเช่า ร้อยละ 19 และบ้านพักตัวเอง ร้อยละ 15.50 ตามลำดับ (ดังรูปที่ 1,2 และ 3)



ภาพที่ 1 ร้อยละเพศของผู้ตอบแบบสอบถาม



ภาพที่ 2 ร้อยละอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม



ภาพที่ 3 ร้อยละของประเภทที่พักของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการใช้น้ำ/ความรู้เกี่ยวกับระบบน้ำประปาในมหาวิทยาลัยฯ

พฤติกรรมการใช้น้ำของนักศึกษา พบว่านักศึกษาใช้น้ำเพราะความสะดวก (ร้อยละ 35.18) รองลงมาคือไม่มีแหล่งน้ำอื่นให้ใช้ (ร้อยละ 26.06) ประหยัด (ร้อยละ 24.76) สะอาด (ร้อยละ 8.47) และอื่นๆ (ร้อยละ 5.53) ตามลำดับ และนักศึกษานำน้ำมาใช้ประโยชน์ในการ ล้างมือมากที่สุด (ร้อยละ 48.32) รองลงมาใช้อาบ (ร้อยละ 19.58) ใช้ซักล้าง (ร้อยละ 18.66) รดน้ำต้นไม้ (ร้อยละ 11.31) และอื่นๆ (ร้อยละ 2.13) ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 พฤติกรรมการใช้น้ำ

ใช้น้ำประปาในมหาวิทยาลัยฯ เพราะเหตุใด (ตอบได้มากกว่า1ข้อ)	จำนวน (n=200)	ร้อยละ
สะดวก	108	35.18
สะอาด	26	8.47
ประหยัด	76	24.76
ไม่มีแหล่งน้ำอื่น	80	26.06
อื่นๆ	17	5.53
ใช้น้ำประปาของมหาวิทยาลัยฯ เพื่อประโยชน์ใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)	จำนวน (n=200)	ร้อยละ
อาบน้ำ	64	19.58
ล้างมือ	158	48.32
รดน้ำต้นไม้	37	11.31
ซักล้าง	61	18.66
อื่นๆ	7	2.13

สำหรับความรู้เกี่ยวกับระบบผลิตน้ำประปา เป็นคำถามเชิงสอบถามเกี่ยวกับความรู้ของนักศึกษา ซึ่งพบว่านักศึกษารู้ว่ามหาวิทยาลัยฯ ผลิตน้ำประปาใช้เอง ร้อยละ 73.5 และนักศึกษารู้ว่ามหาวิทยาลัยฯ ใช้น้ำบาดาลเป็นน้ำดิบในการผลิตน้ำประปาถึง ร้อยละ 66 ซึ่งเมื่อประเมินความรู้ของนักศึกษาทั้ง 2 ข้อ จะพบว่ามีผู้ ตอบแบบสอบถามเกินกว่าครึ่ง (ร้อยละ 56.5) รู้ว่ามหาวิทยาลัยฯ ผลิตน้ำประปาใช้เองและใช้น้ำบาดาลเป็นน้ำดิบในการผลิตน้ำประปา ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความรู้เกี่ยวกับระบบผลิตน้ำประปาในมหาวิทยาลัยฯ

ความรู้เกี่ยวกับระบบน้ำประปา	ตอบถูก (n=200)	ตอบผิด (n=200)	ร้อยละ ตอบถูก
ข้อ 1 มหาวิทยาลัยฯผลิตน้ำประปาใช้เอง	147	53	73.50
ข้อ 2 มหาวิทยาลัยฯ ใช้น้ำบาดาลเป็นน้ำดิบในการผลิตน้ำประปา	132	68	66
ถูกทั้งข้อ 2 ข้อ	113	87	56.50

ส่วนที่ 3 ความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำต่อระบบประปาของมหาวิทยาลัยฯ

ความพึงพอใจเกี่ยวกับระบบน้ำประปาของมหาวิทยาลัยฯ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ ด้านคุณภาพน้ำ ด้านความสะอาดของน้ำประปา ด้านปริมาณ และด้านอุปกรณ์และการบริการ เป็นคำถามเชิงสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจต่อการใช้บริการน้ำประปาของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามพบว่า

ความพึงพอใจด้านคุณภาพน้ำ พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจคุณภาพน้ำด้านความใสมากที่สุด (3.29,S.D=0.84) รองลงมา คือ กลิ่นคลอรีน (3.21,S.D=0.82) สีของน้ำ (3.08,S.D=0.96) และรสชาติ (2.64,S.D=0.95) ตามลำดับพบว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่มีค่าเท่ากับ 3.05,S.D=0.89 และมีระดับความพึงพอใจในด้านคุณภาพน้ำในระดับปานกลาง

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการระบบน้ำประปาของมหาวิทยาลัยฯ ด้านคุณภาพน้ำ

ความพึงพอใจด้านคุณภาพน้ำ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ความใส	3.29	0.84	ปานกลาง
กลิ่นคลอรีน	3.21	0.82	ปานกลาง
สีของน้ำ	3.08	0.96	ปานกลาง
รสชาติ	2.64	0.95	ปานกลาง
รวม	3.05	0.89	ปานกลาง

ความพึงพอใจด้านความสะอาดของน้ำประปา นักศึกษามีความพึงพอใจกับความสะอาดของน้ำ ด้านความสะอาดเพียงพอกับการอาบมากที่สุด (3.18,S.D=0.78) รองลงมาคือความสะอาดเพียงพอกับการซักล้าง (3.16,S.D=0.80) และความสะอาดน้ำไม่ขุ่น (3.07,S.D=0.92) ตามลำดับ พบว่ามีค่าเฉลี่ยโดยรวมมีค่าเท่ากับ 3.13,S.D=0.83 และมีระดับความพึงพอใจในด้านความสะอาดของน้ำประปาในระดับปานกลาง (ดังตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการระบบน้ำประปาของมหาวิทยาลัยฯ ด้านความสะอาดของน้ำประปา

ความพึงพอใจด้านความสะอาดของน้ำประปา	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ความสะอาดเพียงพอกับการอาบ	3.18	0.78	ปานกลาง
ความสะอาดเพียงพอกับการซักล้าง	3.16	0.80	ปานกลาง
ความสะอาดน้ำไม่ขุ่น	3.07	0.92	ปานกลาง
รวม	3.13	0.83	ปานกลาง

ความพึงพอใจด้านปริมาณน้ำ นักศึกษามีความพึงพอใจกับปริมาณน้ำ ด้านปริมาณน้ำเพียงพอต่อการอุปโภค-บริโภคมากที่สุด (2.97,S.D=0.77) รองลงมา คือ แรงดันน้ำเพียงพอไม่ไหลกะปริบกะปรอย (2.98,S.D=0.78) และการไหลของน้ำประปา (2.99,S.D=2.82) ตามลำดับ ซึ่งพบว่ามีค่าเฉลี่ยโดยรวมเท่ากับ 2.98,S.D=0.79 (ดังตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการระบบน้ำประปาของมหาวิทยาลัยฯ ด้านปริมาณ

ความพึงพอใจด้านปริมาณ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ปริมาณน้ำเพียงพอต่อการอุปโภค-บริโภค	2.97	0.77	ปานกลาง
แรงดันน้ำเพียงพอไม่ไหลกะปริบกะปรอย	2.98	0.78	ปานกลาง
การไหลของน้ำประปา	2.99	0.82	ปานกลาง
รวม	2.98	0.79	ปานกลาง

ความพึงพอใจด้านอุปกรณ์และการบริการ นักศึกษามีความพึงพอใจกับอุปกรณ์และการบริการ ด้านสภาพการใช้งานปัจจุบันของอุปกรณ์ เช่น ก๊อกน้ำ อ่างล้างหน้าฯ มากที่สุด (3.43,S.D=0.70) รองลงมาคือระดับความพึงพอใจมาก ความสะอาดของอุปกรณ์ เช่น ก๊อกน้ำ อ่างล้างหน้าฯ (3.41,S.D=0.80) ตำแหน่งก๊อกน้ำเหมาะสมต่อการใช้งาน (3.36,S.D=0.70) ความเพียงพอของก๊อกน้ำต่อการใช้งานน้ำต่อการใช้งาน (3.43,S.D=0.69) การประชาสัมพันธ์เมื่อจะมีการหยุดจ่ายน้ำล่วงหน้า (2.94,S.D=0.92) และมีการซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ชำรุด (3.23,S.D=0.85) ตามลำดับซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยโดยรวมมีค่าเท่ากับ 3.30, S.D=0.78 และมีระดับความพึงพอใจในด้านอุปกรณ์และการบริการในระดับปานกลาง (ดังตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการระบบน้ำประปาของมหาวิทยาลัยฯ ด้านอุปกรณ์และการบริการ

ความพึงพอใจด้านอุปกรณ์และบริการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
สภาพการใช้งานปัจจุบันของอุปกรณ์ เช่น ก๊อกน้ำ อ่างล้างหน้าเป็นต้น	3.43	0.70	มาก
ความสะอาดของอุปกรณ์ เช่น ก๊อกน้ำอ่างล้างหน้าเป็นต้น	3.41	0.80	มาก
ตำแหน่งก๊อกน้ำเหมาะสมต่อการใช้งาน	3.36	0.70	ปานกลาง
ความเพียงพอของก๊อกน้ำต่อการใช้งาน	3.43	0.69	มาก
การประชาสัมพันธ์เมื่อจะมีการหยุดจ่ายน้ำล่วงหน้า	2.94	0.92	ปานกลาง
มีการซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ชำรุด	3.23	0.85	ปานกลาง
รวม	3.30	0.78	ปานกลาง

ส่วนที่ 4 ปัญหาที่พบ/ข้อเสนอแนะ

จากการตรวจสอบแบบสอบถามเกี่ยวกับปัญหาน้ำประปาที่ผู้ตอบแบบสอบถามพบ พบว่า ปัญหาที่พบส่วนมากเป็นปัญหาน้ำประปามีสีเหลืองและน้ำไม่ไหลบ่อยครั้ง สำหรับข้อเสนอแนะที่ทางผู้ตอบแบบสอบถามต้องการให้ทางมหาวิทยาลัยฯ ทำการแก้ไข คือ การแก้ไขปัญหาน้ำมีสีเหลืองแดงให้น้ำมีความใสขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการน้ำประปามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจด้านอุปกรณ์และการบริการมากที่สุด (3.30 S.D=0.78) รองลงมา คือ ด้านความสะอาดของน้ำ (3.13 S.D=0.83) ด้านคุณภาพน้ำ (3.05 S.D=0.89) และด้านปริมาณ (2.98 S.D=0.79) ตามลำดับ สาเหตุที่ทำให้ค่าเฉลี่ยด้านอุปกรณ์และการบริการมีค่ามากที่สุดเนื่องจากอุปกรณ์ เช่น ก๊อกน้ำ อ่างล้างหน้า มีปริมาณเพียงพอและมีการซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ชำรุดอยู่เสมอ สำหรับความพึงพอใจด้านปริมาณน้ำที่มีค่าน้อยที่สุด เนื่องจากปริมาณน้ำมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้น้ำ และปัญหาที่ผู้ใช้น้ำพบคือปัญหาน้ำเหลืองและปัญหาน้ำไม่ค่อยไหล โดยปัญหาน้ำเหลืองนั้นอาจจะเกิดจากในน้ำประปามีปริมาณเหล็กมาก หลังจากรองน้ำทิ้งไว้เมื่อเหล็กสัมผัสกับอากาศจะทำให้เกิดตะกอนเหล็กแขวนลอยอยู่ในน้ำ เมื่อนำน้ำมาใช้จะส่งผลให้เครื่องสุขภัณฑ์เป็นคราบได้ (ยุภาพันธ์ ทองไทย, 2552) รวมถึงเมื่อใช้น้ำเหล่านี้ซักล้างเสื้อผ้าจะทำให้เสื้อผ้าหมองหรือเกิดคราบเหลืองได้ จะเห็นได้ว่าปัญหาน้ำเหลืองที่พบจะมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาของ วชิราวุฒิ อุไรวรรณ และคณะ (2556) ที่ได้ทำการประเมินคุณภาพน้ำประปาของระบบประปามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ซึ่งพบว่า ความขุ่นและเหล็ก มีค่าเกินมาตรฐานของคุณภาพน้ำประปาส่วนภูมิภาค ดังนั้นทางมหาวิทยาลัยฯ ควรมีการปรับปรุงระบบการกรองน้ำ และระบบการกำจัดเหล็กในน้ำดิบ เนื่องจากระบบดังกล่าวอาจไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำจะเห็นได้ว่าระดับความพึงพอใจจะอยู่ระดับปานกลางในทุกหัวข้อที่ทำการประเมิน ไม่ว่าจะเป็นด้านคุณภาพ ด้านความสะอาดของน้ำ ด้านปริมาณ และด้านอุปกรณ์และการบริการ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามหาวิทยาลัยฯ ควรจะมีการปรับปรุงการทำงานของระบบน้ำประปาในทุกด้านให้ดีขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้ใช้น้ำรวมถึงคุณภาพชีวิตและทรัพย์สินของผู้ใช้น้ำเช่นเดียวกัน

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาความพึงพอใจต่อการใช้น้ำประปาของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการวิจัย จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 200 คน พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 57) มีช่วงอายุระหว่าง 18-20 ปี (ร้อยละ 59.50) และพักอยู่หอพักภายนอกมหาลัยฯ (ร้อยละ 38.50) นักศึกษาส่วนใหญ่ใช้น้ำประปาในมหาวิทยาลัยฯ เพราะสะดวก ผู้ตอบแบบสอบถามเกินกว่าครึ่ง (ร้อยละ 56.50) ทราบว่ามหาวิทยาลัยผลิตน้ำประปาใช้เอง และใช้น้ำบาดาลเป็นน้ำดิบในการผลิตน้ำประปา สำหรับระดับความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามต่อการบริการน้ำประปาของมหาลัยฯ ในด้านอุปกรณ์และการบริการมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 3.30 S.D=0.78 รองลงมาคือด้านความสะอาดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.13 S.D=0.83 ด้านคุณภาพมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.05 S.D=0.89 และด้านปริมาณมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.98 S.D=0.79 ตามลำดับ ซึ่งความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามอยู่ในระดับปานกลาง และปัญหาที่พบส่วนใหญ่ คือ น้ำมีสีเหลืองแดงและน้ำไม่ไหลบ่อยครั้ง ดังนั้นทางมหาวิทยาลัยฯ จึงควรมีการแก้ไขปัญหาดังกล่าว มีคุณภาพให้ดียิ่งขึ้นและดูแลให้มีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้บริการน้ำเพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของผู้ใช้น้ำ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ อบรมสั่งสอน และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

การประปาส่วนภูมิภาค. (2556). **ขั้นตอนการผลิตน้ำประปา.** 1 มกราคม 2558. http://www.pwa.co.th.

ณัฏฐิยา แดงประเสริฐ. (2553). **ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการน้ำประปา อำเภอเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี.** วิทยานิพนธ์หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาบริหารธุรกิจมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี.

ยุภาพันธ์ ทองไทย. (2552). **การกำจัดเหล็กและแมงกานีสออกจากน้ำผิวดินโดยวิธีจาร์เทสต์ในห้องปฏิบัติการด้วยปูนขาวและแมกนีเซียมคาร์บอเนต.** วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร.

วชิราวุฒิ อุไรวรรณ พัธรพงษ์ เมฆดี และ อรชร ฉิมจารย์. (2556). **การประเมินศักยภาพระบบประปาของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม (ส่วนทะเลแก้ว).** รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ “พิบูลสงครามวิจัย” และนิทรรศการ “การพัฒนาศักยภาพการท่องเที่ยว” จากท้องถิ่นสู่อาเซียน 2557.

การไทเทรตกรด-เบสโดยใช้สารสกัดจากดอกอัญชันเป็นอินดิเคเตอร์
Acid-base titration by using Butterfly pea extract as indicator

ปิยะวัฒน์ ไกรสร และ เฉลิมพร ทองพูน*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: cthongpoon@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการนำสารสกัดจากดอกอัญชันมาประยุกต์ใช้เป็นอินดิเคเตอร์ ในการไทเทรตกรด-เบสโดยเปรียบเทียบกับอินดิเคเตอร์สังเคราะห์ 3 ชนิด ได้แก่ ฟีนอล์ฟทาลีน โบโมไทมอลบูล และเมทิลเรด ทำการเตรียมอินดิเคเตอร์กรด-เบสโดยใช้ผงดอกอัญชันหนัก 1.0 กรัม สกัดด้วยตัวน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตร สารละลายที่สกัดได้มีสีม่วง ศึกษาการไทเทรตกรด-เบส ทั้ง 4 แบบ ได้แก่ กรดแก่-เบสแก่ (สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลายกรดไฮโดรคลอริก) การไทเทรตกรดอ่อน-เบสแก่ (สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลายกรดกรดอะซิติก) การไทเทรตกรดอ่อน-เบสอ่อน (สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ และสารละลายกรดกรดอะซิติก) และการไทเทรตกรดแก่-เบสอ่อน (สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ และสารละลายกรดไฮโดรคลอริก) พบว่าจุดสมมูลของการไทเทรตมีค่าพีเอช 7.71, 8.75, 7.02 และ 6.23 ตามลำดับ และสารละลายที่ได้จากการไทเทรตทั้ง 4 แบบ มีการเปลี่ยนแปลงสีจากสารละลายที่ใสไม่มีสีเป็นสารละลายที่มีสีฟ้าอ่อน

คำสำคัญ : สารสกัดจากดอกอัญชัน อินดิเคเตอร์ การไทเทรตกรด-เบส จุดสมมูล

Abstract

This research aimed to study Butterfly pea flower extract as the indicator to acid-base titration which was comparative to those of synthetic indicators such as phenolphthalein, methyl red and bromothymol blue. Solvent extraction using Butterfly pea powder 1.0 g extraction with distilled water solution 100 ml. This solution from extracted has purple shades. The results showed strong acid-Strong base titration (HCl and NaOH) weak acid-strong base titration (CH_3COOH and NaOH) Weak acid-Weak base titration (CH_3COOH and NH_4OH) and Strong acid-Weak base titration (HCl and NH_4OH) have equivalent point of pH 7.71, 8.75, 7.02 and 6.23 respectively. This solution by titration changed from colorless to blue shades.

keywords : butterfly pea flower extract, indicator, acid-base titration, equivalent point

บทนำ

การไทเทรตกรด-เบส เป็นกระบวนการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาความเข้มข้นหรือปริมาณกรด-เบส โดยอาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารละลายตัวอย่างกรด-เบส ที่ทำปฏิกิริยากันพอดีกับสารละลายมาตรฐานกรดหรือเบสที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน แล้วใช้สารละลายอินดิเคเตอร์เป็นสารบอกจุดยุติ โดยสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลายตัวอย่าง ซึ่งเป็นผลมาจากค่าพี เอช (pH) ที่เปลี่ยนแปลงไป ในการไทเทรต ถ้าเลือกใช้สารละลายอินดิเคเตอร์ที่เหมาะสม จะสามารถบอกจุดยุติที่ใกล้เคียงกับจุดสมมูลได้ ทำให้คำนวณหาความเข้มข้นหรือปริมาณกรดหรือเบส ของสารละลายตัวอย่างได้

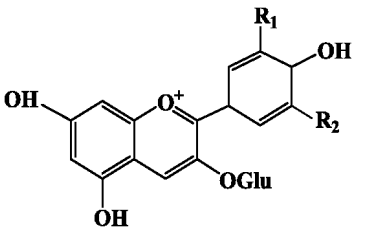
อัญชัน (Butterfly Pea) เป็นพืชท้องถิ่นที่พบได้ทั่วไป นอกจากจะเป็นพืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณทางยาแล้ว สาระสำคัญที่พบในส่วนของดอกอัญชัน คือ แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งเป็นสารที่ให้สีแดงและสีน้ำเงิน มีคุณสมบัติความเป็นอินดิเคเตอร์ (Indicator) เช่นเดียวกับลิตมัส (Litmus) สามารถนำมาใช้เป็นสารบ่งชี้ (Indicator) ได้

การศึกษาการใช้สารสกัดจากพืชเพื่อใช้เป็นอินดิเคเตอร์ ได้มีผู้ที่สนจัยทำการศึกษาดังตัวอย่างต่อไปนี้ การศึกษาอินดิเคเตอร์จากกุหลาบ เฟื่องฟ้า พุทธรักษา และกะหล่ำปลีม่วง ใช้น้ำ และเอทานอล 95% เป็นตัวทำละลาย พบว่า สารสกัดที่ได้มีศักยภาพในการใช้เป็นอินดิเคเตอร์สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณในการไทเทรตกรด-เบส (ขนิดา ญาณถวิล, อนุลักษณ์

ไชยบุตร, 2552) การสกัดแอนโทไซยานินจากดอกไม้เพื่อใช้เป็นสารอินดิเคเตอร์ (กัญทิมา แสงวงศ์, 2551) การศึกษาสมบัติความเป็นอินดิเคเตอร์ธรรมชาติของแก่นฝางและดอกหมามุ่ยสำหรับการไทเทรตกรด-เบส (วิแทน ปวกพรมมา, 2556)

ตารางที่ 1 โครงสร้าง ชนิดของแอนโทไซยานิดิน และดอกอัญชัน

Anthocyanidins	ตำแหน่ง R_1	ตำแหน่ง R_2
Pelargonidin	-H	-H
Cyanidin	-H	-OH
Delphinidin	-OH	-OH
Peonidin	$-OCH_3$	-H
Petunidin	$-OCH_3$	-OH
Malvidin	$-OCH_3$	$-OCH_3$





สารแอนโทไซยานินในสภาพที่เป็นกรดจะมีค่า pH ต่ำกว่า 3 (เป็นกรดแก่) จะทำให้แอนโทไซยานินมีสีแดง ในสภาพที่เป็นกลาง มีค่า pH ประมาณ 7-8 จะมีสีม่วง และเมื่อสภาพเป็นเบสหรือมีค่า pH ≥ 11 (เป็นเบสแก่) แอนโทไซยานินจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของเฉดสีนี้เกิดจาก การแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซิล (-OH) และหมู่เมทอกซี ($-OCH_3$) ของ Flavylium Ring จะทำให้เกิดสีของแอนโทไซยานิดิน

ด้วยเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยได้ศึกษาการนำสารที่สกัดได้จากส่วนดอกอัญชันมาประยุกต์ใช้เป็นอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-เบส โดยทำการเปรียบเทียบกับอินดิเคเตอร์สังเคราะห์ ได้แก่ ฟีนอล์ฟทาลีน เมทิลเรด และโบโมไทมอลบลู

วิธีดำเนินการวิจัย

อุปกรณ์

เครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (UV–Visible Spectrophotometer) Shimadzu รุ่น UV-1601 เครื่องวัดพีเอช (pH meter) รุ่น Seven Easy ชุดอุปกรณ์เครื่องแก้วการไทเทรตกรด-เบส

สารเคมี

กรดไฮโดรคลอริก (1.0 M HCl), กรดอะซิติก (1.0 M CH_3COOH), โซเดียมไฮดรอกไซด์ (0.5 M NaOH) แอมโมเนียไฮดรอกไซด์ (0.5 M NH_4OH), ฟีนอล์ฟทาลีน โบโมไทมอลบูล และเมทิลเรด

1. การเตรียมสารสกัดจากดอกอัญชัน

สกัดสารจากดอกอัญชัน ใช้วิธีการสกัดโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย นำดอกอัญชันที่ผ่านการอบแห้งแล้ว มาบดด้วยเครื่องบดให้เป็นผงละเอียด ชั่งผงดอกอัญชัน 1 กรัมต่อตัวทำละลาย 100 มิลลิลิตรแช่ทิ้งไว้นาน 5 นาที กรองสารสกัดที่ได้ จะได้สารสกัดจากดอกอัญชันนำไปใช้เป็นอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-เบส สังเกตลักษณะทางกายภาพของสารสกัดที่ได้และศึกษาคุณสมบัติในการเปลี่ยนสีของสารสกัดในสภาวะกรด-เบสที่มีค่าพีเอช แตกต่างกันไป

2. การทดสอบความเป็นอินดิเคเตอร์กรด-เบส ของสารสกัดดอกอัญชัน

การศึกษาคุณสมบัติความเป็นอินดิเคเตอร์กรด–เบสของสารสกัดจากส่วนดอกอัญชัน ใช้สารละลายกรด และสารละลายเบสเป็นตัวปรับค่า pH ของสารสกัดดอกอัญชัน ทำการปรับค่า pH ตั้งแต่ 1-14 และใช้ pH meter เริ่มจากการตวงสารสกัดดอกอัญชันปริมาตร 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วทำการปรับค่า pH ของสารสกัดดอกอัญชันด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอลิก ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ให้ได้ค่า pH เท่ากับ 1 ทำการทดลองซ้ำแต่เปลี่ยนสารละลายที่ใช้ในการปรับค่า pH เป็นสารละลายกรด ไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ให้ได้ค่า pH 2, 3 และ pH 4 ตามลำดับ ปรับค่า pH ของสารสกัดดอกอัญชันด้วยสารละลายกรดอะซิติก ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ให้ได้ค่า pH 5, 6, 7 และ

pH 8 ตามลำดับ ปรับค่า pH ของสารสกัดดอกอัญชันด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ ให้ได้ค่า pH 9, 10 และ pH 11 ตามลำดับ และปรับค่า pH ของสารสกัดดอกอัญชันด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ ให้ได้ค่า pH 12, 13 และ pH 14 ตามลำดับ แล้วทำการเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพ โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงเฉดสีของสารสกัดดอกอัญชันที่ได้จากการปรับค่า pH

3. การศึกษาเวลาที่ใช้สกัด

เพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดสารจากดอกอัญชัน ใช้ผงดอกอัญชัน 1 กรัมต่อตัวทำละลาย 100 มิลลิลิตร สกัดทิ้งไว้นาน 10นาที กรองสารสกัดที่ได้ ทำการทดลองซ้ำ แต่เปลี่ยนระยะเวลาที่ใช้สกัดเป็น 15, 30, 45 และ 60 นาที ตามลำดับ กรองสารสกัดที่ได้ แล้วสังเกตลักษณะทางกายภาพของสารสกัดและวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่สกัดได้ โดยใช้เครื่องยูวี–วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์

4. การวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานิน โดยวิธี Estimation of total anthocyanin method (Ranganna. 1977)

ชั่งผงดอกอัญชัน 1 กรัม ลงในขวดรูปชมพู่เติมสารละลาย Ethanoic HCl (เป็นสารละลายผสมระหว่าง 95% ethanol : 1.5 M HCl อัตราส่วน 85: 15 v/v) ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ลงไปในขวดรูปชมพู่ที่มีดอกอัญชันแห้งบดละเอียดอยู่ แล้วเก็บทิ้งไว้ 1 คืน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำดอกอัญชันที่แช่ด้วยสารละลาย Ethanoic HCl มากรอง เอาเฉพาะส่วนที่เป็นสารละลายใสมาปรับปริมาตรด้วยสารละลาย Ethanoic HCl ให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตรแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (Absorbance, Abs) ที่ความยาวคลื่น 535 นาโนเมตร โดยใช้สารละลาย Ethanoic HCl เป็น Blank นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปแทนค่าในสูตรการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน ในหน่วยเป็น มิลลิกรัม/น้ำหนักดอกอัญชัน 100 กรัม สูตรในการคำนวณหาปริมาณสารแอนโทไซยานิน ดังสมการที่ (1) และ (2)

$$\text{Total Absorbance} = \text{Abs at 535 nm} \times \frac{\text{Final volume}}{\text{Weight (g.)}} \times 100 \quad \text{.....(1)}$$

$$\text{Total anthocyanin content} = \frac{\text{Total Absorbance}}{98.2} \quad \text{.....(2)}$$

5. การไทเทรตกรด-เบส โดยใช้สารสกัดดอกอัญชันเป็นอินดิเคเตอร์

การไทเทรตกรด-เบส เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดดอกอัญชันที่ใช้เป็นกรด-เบสอินดิเคเตอร์เปรียบเทียบกับอินดิเคเตอร์สังเคราะห์ ได้แก่ ฟีนอล์ฟทาลีน โบโมไทมอลบูล และเมททิลเรด มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1 การไทเทรตกรดแก่–เบสแก่

ปิเปตสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1.0 โมลต่อลิตร ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ใช้เป็นไทแทรนด์ และใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร เป็นไทแทรนต์ ใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง จากนั้นเปลี่ยนอินดิเคเตอร์เป็นสารสกัดจากดอกอัญชัน ทำการทดลองเช่นเดียวกัน ที่ความเข้มข้นของไทแทรนต์ และไทแทรนด์เป็น 0.5 และ 1.0 โมลต่อลิตร ตามลำดับ

5.2 การไทเทรตกรดอ่อน-เบสแก่

ปิเปตสารละลายกรดกรดอะซิติกเข้มข้น 1.0 โมลต่อลิตร ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ใช้เป็นไทแทรนด์ และใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร เป็นไทแทรนต์ ใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง จากนั้นเปลี่ยนอินดิเคเตอร์เป็นสารสกัดจากดอกอัญชัน ทำการทดลองเช่นเดียวกัน ที่ความเข้มข้นของไทแทรนต์ และไทแทรนด์เป็น 0.5 และ 1.0 โมลต่อลิตร ตามลำดับ

5.3 การไทเทรตกรดอ่อน-เบสอ่อน

ปิเปตสารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 1.0 โมลต่อลิตร ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เพื่อใช้เป็นไทแทรนด์และใช้สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร เป็นไทแทรนต์ ใช้บอมไทมอลบูลเป็นอินดิเคเตอร์ ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง จากนั้นเปลี่ยนอินดิเคเตอร์เป็นสารสกัดจากดอกอัญชัน ทำการทดลองเช่นเดียวกัน ที่ระดับความเข้มข้นของไทแทรนต์ และไทแทรนด์เป็น 0.5 และ 1.0 โมลต่อลิตร ตามลำดับ

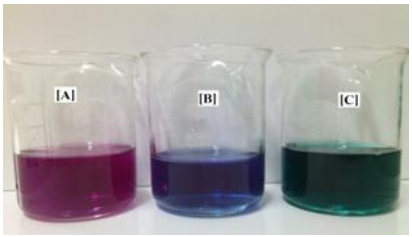
5.4 **การไทเทรตกรดแก่-เบสอ่อน**

ใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 1.0 โมลต่อลิตร ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เป็นไทแทรนต์และใช้สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.5 โมลต่อลิตร เป็นไทแทรนต์ ใช้อินดิเคเตอร์เป็นเมททิลเรด ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง จากนั้นเปลี่ยนอินดิเคเตอร์เป็นสารสกัดจากดอกอัญชัน ทำการทดลองเช่นเดียวกันกับที่ความเข้มข้นของไทแทรนต์ และไทแทรนต์เป็น 0.5 และ 1.0 โมลต่อลิตร ตามลำดับ

ผลการวิจัย

สารสกัดจากดอกอัญชัน

ทำการสกัดโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ในการวิจัยได้นำดอกอัญชันที่ผ่านการอบแห้งแล้วมาบดด้วยเครื่องบดให้เป็นผงละเอียด ชั่งผงดอกอัญชัน 1 กรัมต่อตัวทำละลาย 100 มิลลิลิตรแช่ทิ้งไว้นาน 5 นาที กรองสารสกัด จะได้สารสกัดจากดอกอัญชัน ลักษณะทางกายภาพของสารสกัดที่ได้มีสีน้ำเงินอมม่วงโดยที่ [A] เป็นสารสกัดดอกอัญชันในสภาพกรดมีค่า pH 2-3, [B] เป็นสารสกัดดอกอัญชันในสภาพเป็นกลางมีค่า pH 6-7 และ [C] เป็นสารสกัดดอกอัญชันในสภาพเบส มีค่า pH > 8

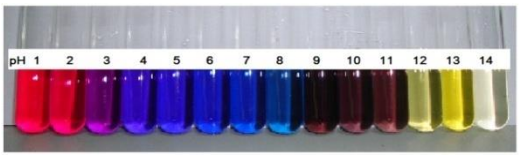


ภาพที่ 1 ลักษณะสีของสารสกัดดอกอัญชันในสภาพสารละลายกรด-เบส

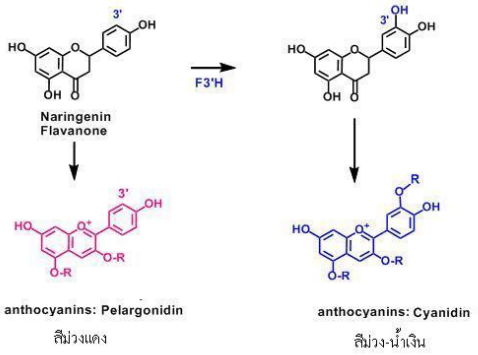
ความเป็นอินดิเคเตอร์กรด-เบสของสารสกัดดอกอัญชัน

ผลการทดสอบความเป็นอินดิเคเตอร์กรด-เบส ของสารสกัดดอกอัญชัน ทำการปรับค่า pH ของสารสกัดจากดอกอัญชันในช่วง pH 1-14 และใช้ pH meter เป็นตัวตรวจวัด ในการวิจัยได้ปรับค่า pH ของสารสกัดโดยใช้กรดไฮโดรคลอริก (1.0 M) กรดอะซิติก (0.5 M) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (0.5 M) และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (1.0 M) แล้วทำการเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพโดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงเฉดสีของสารสกัดดอกอัญชันที่ได้จากการปรับค่า pH แล้ว

ตารางที่ 2 แสดงเฉดสีของสารสกัดดอกอัญชันในช่วง pH 1 ถึง pH 14

	สารละลายที่ใช้ปรับค่าพีเอช (pH)	**pH**	**สีของสารละลาย**	
สารสกัดดอกอัญชัน	กรดไฮโดรคลอริก (1.0 M)	1	แดง	
		2	ชมพู	
		3	ม่วง	
		4	น้ำเงินอมม่วง	
	กรดอะซิติก (0.5 M)	5	น้ำเงินอ่อน	
		6	น้ำเงิน	
		7	น้ำเงิน	
		8	น้ำเงินเข้ม	
	แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (0.5 M)	9	น้ำตาลเข้ม	
		10	น้ำตาล	
		11	น้ำตาลอ่อน	
	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (1.0 M)	12	เหลืองอ่อน	
		13	เหลืองเข้ม	
		14	ขาวใส	

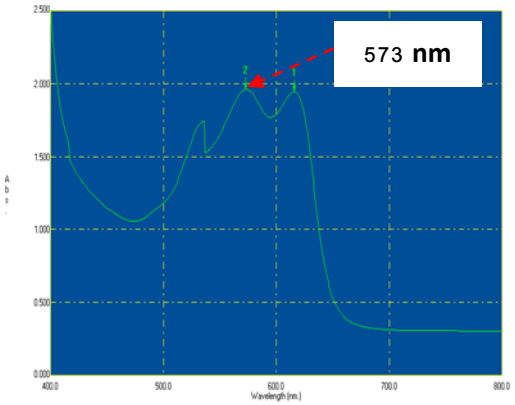
การเปลี่ยนแปลงเฉดสีของแอนโทไซยานินที่มีในสารสกัดดอกอัญชันเกิดจากการแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซี (OH) และหมู่เมทอกซี (OCH_3) ของ Flavylium ring ทำให้แอนโทไซยานิดินเกิดสีที่แตกต่างกัน คือเมื่อมีการเพิ่มจำนวนของหมู่ไฮดรอกซีจะทำให้เกิดเฉดสีฟ้า (Bluish shade) ส่วนการเพิ่มจำนวนของหมู่เมทอกซีจะทำให้เกิดสีแดง (Redness)



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงสีของสารแอนโทไซยานินในสภาพกรด–เบส

เวลาที่ใช้สกัด

ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมที่ใช้สกัดสารจากดอกอัญชัน ทำการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดที่ได้โดยใช้เครื่องยูวี–วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ในช่วง UV-VIS (400-800 nm) พบว่า ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารสกัดที่ความยาวคลื่น 573 nm ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 2 ซึ่งระยะเวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการสกัดสารจากดอกอัญชัน คือ 15 นาที ส่วนนาทีที่ 30, 45 และ 60 นาที มีค่าการดูดกลืนแสงใกล้เคียงกัน และไม่ต่างจากค่าที่ได้จากการสกัดที่เวลา 15 นาที



ภาพที่ 3 สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารสกัดดอกอัญชันที่ความยาวคลื่น 400-800 nm

ตารางที่ 3 ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดดอกอัญชันเมื่อใช้ระยะเวลาในการสกัดต่างกัน

ระยะเวลาที่ใช้ในการสกัด (min)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 573 นาโนเมตร
10	2.36
15	2.47
30	2.49
45	2.48
60	2.48

ปริมาณสารแอนโทไซยานิน ในสารสกัดดอกอัญชัน

การคำนวนปริมาณสารแอนโทไซยานิน ใช้วิธีการคำนวนแบบ Estimation of total anthocyanin method (Rangana, 1997) ปริมาณของสารแอนโทไซยานินที่มีอยู่ในตัวอย่างของดอกอัญชันที่นำมาสกัดเป็นสารอินดิเคเตอร์ สำหรับใช้ในการไทเทรตกรด-เบสมีปริมาณเท่ากับ 223 มิลลิกรัมต่อปริมาณของดอกอัญชันที่นำมาทดสอบ 100 กรัม

จากผลการทดลอง

ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดดอกอัญชันที่ความยาวคลื่น 535 nm = 2.21

ปริมาตรสุดท้ายของสารสกัดดอกอัญชัน (Final Volume) = 100 ml

ปริมาณดอกอัญชันที่ใช้ในการสกัด = 1.01 g

Total Absorbance = 2.21 × (100 mL)/(1.01 g) × 100 = 21881.21

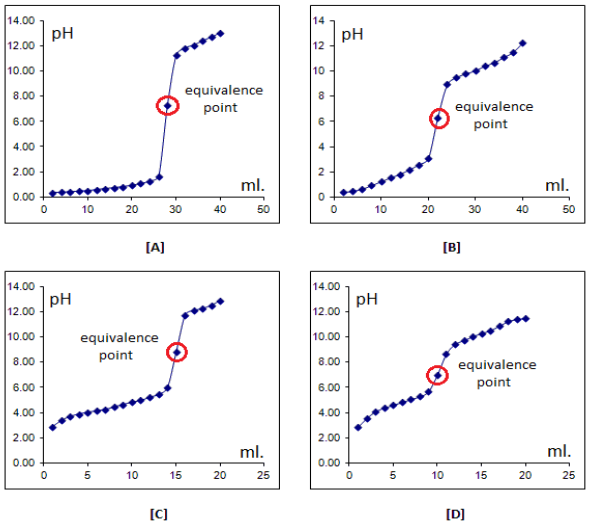
Total anthocyanin content = 21881.21/98.2 = 223 mg 100 g-1

ตารางที่ 4 ค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดดอกอัญชัน วัดที่ความยาวคลื่น 535 nmทำการวัดซ้ำ6 ครั้ง

ครั้งที่	Abs at 535 nm.	ปริมาณสารแอนโทไซยานิน (mg /100 g)
1	2.21	223
2	2.23	225
3	2.18	212
4	2.22	224
5	2.21	223
6	2.21	223
ค่าเฉลี่ย±SD.	2.21± 0.02	222 ± 4

การไทเทรตกรด-เบส โดยใช้สารสกัดดอกอัญชันเป็นอินดิเคเตอร์

สารสกัดดอกอัญชันที่นำมาประยุกต์ใช้เป็นอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-เบส นำมาเปรียบเทียบกับอินดิเคเตอร์สังเคราะห์ ได้แก่ ฟีนอล์ฟทาลีน โบโมไทมอลบูล และเมททิลเรด ทำไทเทรตทั้ง 4 แบบผลการเปรียบเทียบปริมาณของสารละลายเบสที่ใช้เป็นไทแทรนต์เมื่อมีการใช้สารละลายอินดิเคเตอร์ที่แตกต่างกัน ให้ผลที่ไม่แตกต่างกันมากนัก และได้ค่าพีเอชของสารละลายที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งค่าพีเอชนี้ ในการไทเทรตจะเป็นค่าที่แสดงจุดยุติ (equivalence point) ของสารละลาย โดยใช้เครื่องพีเอช (pH meter) ในการตรวจวัด และสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลายได้อย่างชัดเจน เช่นเดียวกันกับการใช้อินดิเค-เตอร์มาตรฐาน



ภาพที่ 4 กราฟการไทเทรตที่ได้จากการไทเทรตกรด-เบสทั้ง 4 ชนิดโดยใช้สารสกัดดอกอัญชันเป็นอินดิเคเตอร์

[A] = strong acid - strong base, [B] = strong acid - weak base

[C] = weak acid - strong base, [D] = weak acid - weak base

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบปริมาณของสารละลายที่ใช้ การเปลี่ยนแปลงเฉดสี และค่าพีเอชของสารละลายเบส ที่ใช้ในการไทเทรตกรด-เบส เมื่อมีการใช้อินดิเคเตอร์ต่างชนิดกัน

Acid-Base titrations	Indicator solution	Used alkaline solution volume (mL)	Color changes	pH
strong acid - strong base (HCl and NaOH)	bromothymol blue	30.50	Yellow - Blue	7.52
	1% w/v butterfly pea solution	31.50	Transparent -Blue	7.71
strong acid - weak base (HCl and NH_4OH)	methyl red	20.50	Red - Yellow	6.49
	1% w/v butterfly pea solution	22.50	Transparent -Blue	6.83
weak acid - strong base (CH_3COOH and NaOH)	phenolphthalein	13.50	Transparent -Pink	8.31
	1% w/v butterfly pea solution	14.50	Transparent -Blue	8.75
weak acid - weak base (CH_3COOH and NH_4OH)	bromothymol blue	10.50	Yellow - Blue	7.26
	1% w/v butterfly pea solution	10.00	Transparent -Blue	7.02

หมายเหตุ : ความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ในการไทเทรต [HCl] = 1.0 M, [CH_3COOH] = 1.0 M, [NaOH] = 0.5 M, [NH_4OH] = 0.5 M

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การไทเทรตกรด-เบสโดยใช้สารสกัดดอกอัญชันเป็นอินดิเคเตอร์ สามารถเตรียมสารสกัดดอกอัญชันได้โดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายปริมาตร 100 มิลลิลิตร ทำการสกัดสารจากดอกอัญชันหนัก 1 กรัม จะได้สารสกัดดอกอัญชันที่มีลักษณะเป็นสีม่วงแกมน้ำเงิน เมื่อนำสารสกัดดอกอัญชันที่ได้ไปทดสอบความเป็นอินดิเคเตอร์กรด-เบส โดยทำการปรับค่าพีเอชตั้งแต่ 1-14 จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเฉดสีของสารได้อย่างชัดเจน โดยใช้ระยะเวลาในการสกัด 15 นาที เมื่อนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี–วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่น 573 นาโนเมตร ได้ค่าการดูดกลืนแสง เท่ากับ 2.47 สารสกัดดอกอัญชันที่สกัดได้มีปริมาณของสารแอนโทไซยานิน เท่ากับ 223 มิลลิกรัมต่อปริมาณของดอกอัญชัน 100 กรัม และเมื่อนำสารสกัดดอกอัญชันมาประยุกต์ใช้เป็นอินดิเคเตอ์ในการไทเทรตกรด-เบสทั้ง 4 แบบ ได้แก่ การไทเทรตกรดแก่-เบสแก่, กรดแก่-เบสอ่อน,กรดอ่อน-เบสอ่อน และกรดอ่อน-เบสแก่ โดยเปรียบเทียบกับ อินดิเคเตอร์สังเคราะห์ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ฟีนอล์ฟทาลีน โบโมไทมอลบูล และเมททิลเรด ผลที่ได้มีความใกล้เคียงกัน จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าสามารถ นำสารสกัดดอกอัญชันมาประยุกต์ใช้เป็นอินดิเคเตอร์ กรด-เบสได้เป็นอย่างดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ช่วยสนับสนุนอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กัญทิมา แสงวงศ์. (2551). **การสกัดแอนโทไซยานินจากดอกไม้เพื่อใช้เป็นสารอินดิเคเตอร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาเคมีศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

ขนิดา ญาณถวิล, และ อนุลักษณ์ ไชยบุตร. (2552). **อินดิเคเตอร์จากดอกอัญชันและกะหล่ำปลีม่วง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาวิชาเคมีประยุกต์). คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต.

ชื่นสุมณ ยิ้มถิน, และ รวมพร เชี่ยวบัญชี. (2556). **การหาปริมาณแอนโทไซยานินและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระจากดอกเฟื่องฟ้า ชบาแดง และแคแดง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาวิทยาศาสตร์). คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.

แม้น อมรสิทธิ์, และ อมร เพชรสม. (2554). **หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ**. กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์.

วิแทน ปวกพรมมา. (2556). **การศึกษาสมบัติความเป็นอินดิเคเตอร์ธรรมชาติของแก่นฝางและดอกหมามุ่ยสำหรับการไทเทรตกรด-เบส.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาเคมีศึกษา). คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุภาพ รมณีย์พิกุล. (2542). **เคมีวิเคราะห์**. (พิมพ์ครั้งที่ 2). พิษณุโลก : โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

อรุษา เชาวนลิขิต. (2554). การสกัดและวิธีการวิเคราะห์แอนโทไซยานิน. **วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)**. 3(6) : 26-36.

Andersen, O. M., & Markham, K. R.(2005). **Chemistry, Biochemistry and Applications**. New York : Taylor & Francis.

Einbond, L. S., Reynertson, K. A., Luo, X. D., Basileb, M. J., &Kennellya, E. J. (2004, January).Anthocyanin Antioxidants from Edible Fruits. **Food Chemistry.** 84(1) : 23-28.

Lenghor, N., Jakmunee, J., Vilen, M., Sara, R., Christian, G. D., &Grudpan K.(2002, December).Sequential Injection Redox or Acid/Base Titration for Determination of Ascorbic Acid or Acetic Acid. **Talanta**. 58(6) : 1139-1144.

Mazza, G.J. (2007). Anthocyanins and Heart Health.**Ann 1st Super Sanita**. 43(4) : 369-374.

Pruetong, S., Saijeen, S., &Thongfak, K.(2009) . Study and Processing of Plant Extracts for use as pH Indicators.**International Conference on the Role of Universities in Hands-On Education**. Rajamangala University of Technology Lanna.

Ranganna, S. (1977). **Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products**. New Delhi : McGraw Hill Publishing.

Saona, L. E. R.,& Wrolstad, R. E. (2001, August). Extraction, Isolation, and Purification of Anthocyanins.**Food Chemistry**.2001 : F1.1.1-F1.1.11.

Sikorski, Z. E. (2007). **Chemical and Functional Properties of Food Components**. (2nd ed). New York : CRC Press.

ฝุ่นละอองในอาคารที่พักอาศัยในเขตชุมชนเมือง จ.พิษณุโลก
Indoor particulate matter of residential buildings in an urban area, Phitsanulok province

วิภา แซ่เอี๋ยว และ ธันวดี ศรีธาวิรัตน์*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author email t.srithawirat@psru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ภายในอาคารที่พักอาศัยในเขตอำเภอเมือง จ.พิษณุโลก โดยทำการตรวจวัด PM_{10}ทั้งภายในและภายนอกอาคารที่ตั้งอยู่ริมถนนสายหลักและสายรอง จำนวน 10 หลังคาเรือน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างระหว่างเดือน กันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2557 ด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศแบบปริมาตรต่ำที่อัตราการไหล 5 ลิตรต่อนาที ผลการศึกษาพบว่าปริมาณฝุ่นเฉลี่ย 8 ชั่วโมงของPM_{10}ภายในและภายนอกอาคารของถนนสายหลักมีค่าอยู่ในช่วง 17.99-150.51 และ 33.19-160.94 $\mu g\ m^{-3}$ ส่วนบ้านเรือนที่ติดกับถนนสายรองมี PM_{10}ภายในและภายนอกอาคารอยู่ในช่วง 8.28-84.28 และ 50.52-173.14 $\mu g\ m^{-3}$ ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ย PM_{10} ภายในอาคารที่ตั้งอยู่ในถนนสายหลัก (85.80 $\mu g\ m^{-3}$) มีค่ามากกว่า PM_{10} ในอาคารถนนสายรอง (44.37 $\mu g\ m^{-3}$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ปริมาณPM_{10} ภายในอาคารที่สูงอาจเกิดจากฝุ่นละอองจากการจราจรที่หนาแน่นในถนนสายหลักแพร่กระจายเข้าสู่ตัวอาคาร ถึงแม้ประเทศไทยยังไม่มีมาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร แต่ค่าเฉลี่ย PM_{10} ทั้งสองจุดเก็บตัวอย่างไม่มีค่าเกินมาตรฐานของประเทศมาเลเซีย (150 $\mu g\ m^{-3}$)

คำสำคัญ : คุณภาพอากาศในอาคาร ฝุ่นละออง (PM_{10}) การจารจร

Abstract

The aim of this study was to investigate indoor particulate matter (PM_{10}) of urban residential buildings in Phitsanulok. The indoor and outdoor PM_{10} were collected from 10 houses locating near main and secondary roads during September - December 2014 by using a mini-volume air sampler at flow rate of 5 L min^{-1}. Results indicated that average 8-hours indoor and outdoor concentrations of PM_{10} of the main road sampling sites were 17.99-150.51 and 33.19-160.94 $\mu g\ m^{-3}$. For the secondary road site, indoor and outdoor PM_{10} ranged 8.28-84.28 $\mu g\ m^{-3}$ and 50.52-173.14 $\mu g\ m^{-3}$, respectively. The average indoor PM_{10} of the main road site (85.80 $\mu g\ m^{-3}$) was significantly higher than that of the secondary road site (44.37 $\mu g\ m^{-3}$) at 95% of confidential level. The high indoor concentration may be caused by high *traffic density* of the main road. Although there is no standard of indoor air quality in Thailand, the average indoor PM_{10} of both sites do not exceed the standards of Malaysia (150 $\mu g\ m^{-3}$).

keywords : indoor air quality, particulate matter (PM_{10}), traffic.

บทนำ

คุณภาพอากาศเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม มลพิษทางอากาศ หมายถึง ภาวะที่อากาศมีการปนเปื้อนของสารมลพิษทางอากาศตั้งแต่หนึ่งหรือหลายชนิด ในปริมาณที่มากพอและระยะเวลาสัมผัสนานเพียงพอที่จะก่อให้เกิดผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สัตว์ พืช และสิ่งแวดล้อมอื่นหรือลดความสะดวกสบายในการดำรงชีวิต (ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, 2556) มลพิษทางอากาศมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากปัญหาการขยายตัวของย่านธุรกิจ ความหนาแน่นของประชากร และการจราจรที่คับคั่ง หากมีการสัมผัสหรือได้รับมลพิษทางอากาศในปริมาณมากหรือได้รับน้อยแต่มีการสัมผัสกับมลพิษเป็นประจำ ส่งผลทำให้เกิดโรคที่เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ภูมิแพ้อากาศ และระบบประสาทผิวหนัง ซึ่งมีความสัมพันธ์ชัดเจนกับช่วงเวลาที่อยู่ในอาคาร โดยเฉพาะผู้ที่ใช้เวลาในอาคารมากกว่าหนึ่งในสามของวัน

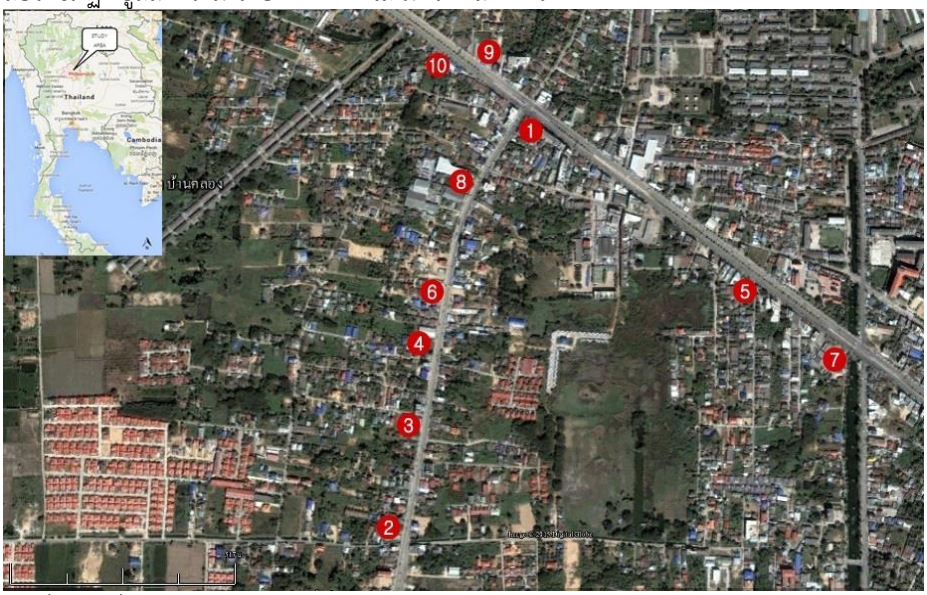
จะมีโอกาสได้รับผลกระทบต่อสุขภาพจากคุณภาพอากาศในอาคาร โดยเฉพาะเด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีโรคประจำตัวจะมีความเสี่ยงมากขึ้นเมื่อเทียบกับสภาพแวดล้อมบรรยากาศปกติโดยรอบ (Ismail et.al., 2010)

จังหวัดพิษณุโลกเป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจในเขตภาคเหนือตอนล่าง และเป็นจังหวัดที่มีการเชื่อมต่อไปยังจังหวัดอื่นๆ จึงทำให้มีการจราจรที่หนาแน่น โดยเฉพาะในช่วงชั่วโมงเร่งด่วน ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศเพิ่มมากขึ้น มลพิษภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร เช่น ไอเสียรถยนต์ เขม่าควัน สามารถเดินทางเข้าสู่ภายในอาคารได้ทางช่องประตู หน้าต่าง ผ่านกระแสลม การเกิดมลพิษอากาศภายในอาคาร มีสาเหตุจากอาคารที่พักอาศัยเป็นสถานที่ที่ประชาชนส่วนใหญ่อาศัยอยู่ รวมไปถึงกิจกรรมและการใช้วัสดุต่างๆ เป็นประจำตลอดวัน ภายในอาคาร เช่น การทำกับข้าว การสูบบุหรี่ การใช้ยาฆ่าแมลงภายในอาคาร เป็นต้น โดยเฉพาะอาคารที่ตั้งอยู่ในเขตเมือง มีความเสี่ยงต่อการเกิดมลพิษเพราะมีการใช้ประโยชน์พื้นที่คิดเป็นสัดส่วนที่สูงขึ้น รวมถึงเขม่าควันที่เกิดการการจราจรที่หนาแน่นขึ้น อาจมีผลทำให้คุณภาพอากาศในอาคารเสื่อมโทรมลง

จากที่กล่าวมาข้างต้นการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาหาปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ภายในอาคารที่พักอาศัยในเขตชุมชนเมือง จ.พิษณุโลก เพื่อนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์หาแหล่งกำเนิดของมลพิษทางอากาศ อีกทั้งประเทศไทยยังไม่มีมาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร จึงสามารถใช้เป็นแนวทางในการประเมินแนวโน้มและการหามาตรการป้องกันด้านคุณภาพอากาศภายในอาคารต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษา ฝุ่นละอองในอาคารบ้านเรือนที่อยู่ริมถนนสิงหวัฒน์ (ถนนสายหลัก) และถนนสีหราชเดโชชัย (ถนนสายรอง) ตำบลบ้านคลอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยถนนสิงหวัฒน์ เป็นถนนสายหลักที่มีขนาด 4 ช่องทางจราจร ผิวถนนลาดยาง จากการสำรวจพบว่ามีการจราจรหนาแน่นตลอดเส้นทาง เนื่องจากมีอาคารพาณิชย์และบ้านเรือนอยู่ติดริมถนนตลอดเส้นทางจราจร จุดเก็บตัวอย่างตั้งแต่สี่แยกวัดคูหาสวรรค์ไปจนถึงสี่แยกบ้านคลอง ระยะทาง 1 กิโลเมตร ส่วนถนนสีหราชเดโชชัย เป็นถนนสายรองที่แยกจากถนนสิงหวัฒน์ มีขนาด 2 ช่องทางจราจร ผิวถนนลาดยาง จากการสำรวจพบว่ามีการจราจรที่คับคั่ง เนื่องจากถนนเส้นนี้อยู่ในย่านชุมชน มีบ้านเรือน และประชาชนนิยมใช้เป็นเส้นทางผ่านไปยังมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม และตลาดบ้านคลอง จุดเก็บตัวอย่างตั้งแต่สี่แยกบ้านคลองไปจนถึงสี่แยกทางเข้ามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ระยะทาง 1 กิโลเมตร แสดงดังภาพ



ภาพที่1 แผนที่สถานที่จุดเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ทั้งภายในและภายนอกอาคาร บ้านที่อยู่ริมถนนสิงหวัฒน์ (ถนนสายหลัก) และถนนสีหราชเดโชชัย (ถนนสายรอง) ในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลก โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศแบบปริมาตรต่ำ (Mini volume air sampler) ที่อัตราการไหล 5 ลิตรต่อนาที ทำการเก็บฝุ่นด้วยกระดาษกรองใยแก้ว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 47 มิลลิเมตร โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างสัปดาห์ละ 3 วัน จำนวน 10 หลังคาเรือน เวลา 08.00 – 16.00 น. (8 ชั่วโมง) ระหว่างเดือนกันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2557 โดยทำการติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างห่าง

จากฝาผนังอย่างน้อย 1.50 เมตร ควรอยู่ห่างจากสิ่งกีดขวาง เช่น ชั้นวางหนังสือ และตู้ต่างๆในห้อง เมื่อเก็บตัวอย่างแล้ว นำกระดาษกรองไปชั่ง บันทึกน้ำหนัก แล้วนำน้ำหนักไปคำนวณหาปริมาณฝุ่นด้วยวิธี Gravimetric method

ตารางที่1 ตารางแสดงที่ตั้งของอาคารบ้านเรือนพร้อมลักษณะของบ้าน

Site	Coordination	Description	Sampling period (h)
1	16°49’50.78”N 100°14’55.73” E	บ้าน กึ่งไม้กึ่งปูน 2 ชั้น ระบบเปิด	8
2	16°49’21.01”N 100°14’45.39” E	บ้าน ปูนชั้นเดียว ระบบปิด	8
3	16°49’29.04”N 100°14’46.94” E	บ้าน ปูน 2 ชั้น ระบบปิด	8
4	16°49’34.58”N 100°14’47.93” E	คูหาสามชั้น ระบบปิด	8
5	16°49’39.27”N 100°15’12.57” E	บ้าน ปูนชั้นเดียว ระบบเปิด	8
6	16°49’38.86”N 100°14’49.31” E	บ้าน ปูน 3 ชั้น ระบบปิด	8
7	16°49’34.16”N 100°15’19.91” E	บ้าน ปูนชั้นเดียว ระบบปิด	8
8	16°49’46.53”N 100°14’51.88” E	บ้าน ปูน 2 ชั้น ระบบปิด	8
9	16°49’54.91”N 100°14’52.08” E	บ้าน ปูน 2 ชั้น ระบบเปิด	8
10	16°49’55.38”N 100°14’48.98” E	บ้าน ไม้ 2 ชั้น ระบบเปิด	8

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน(PM_{10}) ทั้งภายในและภายนอกอาคารที่พักอาศัยที่อยู่ริมถนนสายหลักและถนนสายรองในเขตชุมชนเมือง จ.พิษณุโลก พบว่าปริมาณฝุ่นละออง PM_{10}ภายในและภายนอกอาคารของถนนสายหลัก มีค่าอยู่ในช่วง 17.99-150.51 และ 33.19-160.94 $\mu g\ m^{-3}$ แสดงในตารางที่ 2 ส่วนบ้านเรือนที่ติดกับถนนสายรองมี PM_{10}ภายในอาคารและภายนอก อยู่ในช่วง 8.28-84.28 และ 50.52-173.14 $\mu g\ m^{-3}$ ตามลำดับ แสดงในตารางที่3 โดยค่าเฉลี่ย PM_{10} ภายในอาคารที่ตั้งอยู่ในถนนสายหลัก (85.80 $\mu g\ m^{-3}$) มีค่ามากกว่า PM_{10} ในอาคารถนนสายรอง (44.37 $\mu g\ m^{-3}$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p< 0.05$) (ดังภาพที่ 1)

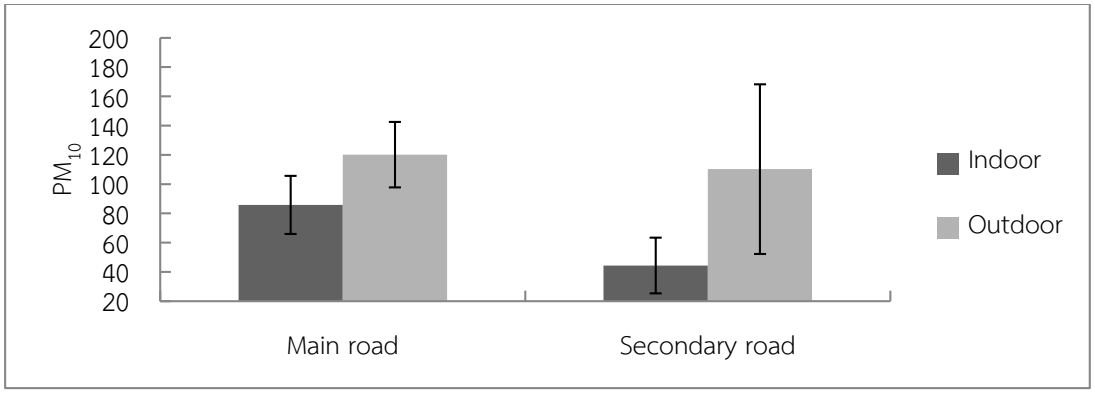
ตารางที่ 2 ค่าฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ของถนนสายหลัก ($\mu g\ m^{-3}$)

Site	Main road				
	Indoor		Outdoor		
	Mean	Min-Max	Mean	Min-Max	I/O ratio
1	97.59±24.05	83.57-125.36	160.94±53.76	104.12-211.00	0.61
5	27.52±26.49	8.25-57.73	126.96±14.95	116.42-144.07	0.22
7	17.99±2.40	16.49-20.75	33.19±6.96	25.15-37.42	0.54
9	135.40±17.73	122.87-147.94	141.76±1.56	140.66-142.86	0.96
10	150.51±28.76	130.17-170.85	137.84±34.40	113.51-162.16	1.09

ตารางที่ 3 ค่าฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ของถนนสายรอง (μg m^{-3})

Site	Secondary road				
	Indoor		Outdoor		I/O ratio
	Mean	Min-Max	Mean	Min-Max	
2	84.28±43.35	41.58-128.25	173.14±114.29	62.26-290.56	0.49
3	41.86±0.32	41.51-42.13	153.33±128.12	42.20-293.47	0.27
4	55.95±24.41	41.79-84.13	98.42±24.41	84.26-126.60	0.57
6	31.51±27.34	8.30-61.64	50.52±13.40	41.09-65.86	0.62
8	8.28±0.02	8.27-8.30	75.85±9.56	70.10-86.88	0.11

หมายเหตุ: ประเทศไทยยังไม่มีเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยเปรียบเทียบกับค่าเกินมาตรฐานของประเทศมาเลเซีย (150 μg m^{-3})



ภาพที่ 2 การเปรียบเทียบฝุ่นละออง (PM_{10}) ระหว่างถนนสายหลัก และถนนสายรอง

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณฝุ่นละอองPM_{10} ภายในอาคารบ้านเรือนของถนนสายหลัก มีค่าอยู่ในช่วง 17.99-150.51 μg m^{-3} โดยค่าเฉลี่ย PM_{10} ภายในอาคารที่ตั้งอยู่ในถนนสายหลัก (85.80 μg m^{-3}) มีค่ามากกว่า เมื่อเทียบกับ งานวิจัยของ มนตรี กำเนิด (2555) ที่ทำการวิเคราะห์คุณภาพอากาศในอาคารโรงเรียนประถมศึกษา จ.พิษณุโลก โดยพบว่ามีปริมาณPM_{10} อยู่ในช่วง 10.17-18.36 μg m^{-3} (ค่าเฉลี่ย14.34 μg m^{-3}) แต่มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่า งานวิจัยของ Marzuki Ismail et al., (2010) ที่ทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารในโรงเรียนประถมศึกษา ประเทศมาเลเซีย (ดังตารางที่ 4) ปริมาณPM_{10} ภายในอาคารที่สูงอาจเกิดจากฝุ่นละอองจากการจราจรที่หนาแน่นในถนนสายหลักแพร่กระจายเข้าสู่ตัวอาคาร ปัจจัยทางลักษณะโครงสร้างอาคารที่แตกต่างกัน ยอมมีผลทำให้การแพร่กระจายของฝุ่นละอองมีความแตกต่างกัน บ้านที่มีระบบแบบเปิดจะมีโอกาสได้สัมผัสกับฝุ่นละอองมากกว่าบ้านที่มีระบบแบบปิด ถึงแม้ประเทศไทยยังไม่มีมาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร แต่ค่าที่ได้ไม่เกินมาตรฐานเมื่อเทียบกับค่าเกินมาตรฐานของประเทศมาเลเซีย (150 μg m^{-3})

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับของมลพิษทางอากาศภายในและภายนอกอาคาร (I/O ratio) แสดงถึงความแตกต่างของความเข้มข้นของมลพิษภายในและภายนอกและสามารถบ่งชี้ถึงแหล่งที่มาของมลพิษทางอากาศภายในอาคาร (Huang et al., 2007) ความสัมพันธ์ระหว่างระดับของมลพิษทางอากาศภายในและภายนอกนั้นขึ้นอยู่กับการระบายอากาศของอาคารในแต่ละพื้นที่

ในการศึกษาครั้งนี้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ PM_{10} ภายในและภายนอกอาคาร ดังตารางที่2 และตารางที่3 โดยมีค่า I/O ratio < 1 ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.11 – 0.96 มีเพียงบ้านหลังที่ 10 ที่มีค่า I/O ratio > 1 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.09 จากการศึกษาพบว่าค่า I/O ratio มีค่าสูง แสดงว่าความเข้มข้นของ PM_{10} ภายในอาคารมีผลมาจากความเข้มข้นของ

PM_{10} ภายนอกอาคาร โดยเกิดจากการแพร่กระจายของฝุ่นภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร ในขณะที่ I/O ratio มีค่าต่ำ แสดงให้เห็นว่ามลพิษภายในอาคารมาจากกิจกรรมต่างๆ ภายในอาคาร

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ภายในอาคารกับการศึกษาในพื้นที่อื่นๆ

Study	Sampling period	Sampling site	Indoor PM_{10} ($\mu g\ m^{-3}$)
งานวิจัยนี้	8	อาคารที่พักอาศัยในเขตชุมชนเมืองจากถนนสายหลัก จ.พิษณุโลก	17.99-150.51
	8	อาคารที่พักอาศัยในเขตชุมชนเมืองจากถนนสายรอง จ.พิษณุโลก	8.28-84.28
มนตรี กำเนิด (2555)	8	อาคารโรงเรียนประถมศึกษา จ.พิษณุโลก	10.17-18.36
Marzuki Ismail et al., (2010)	5	อาคารในโรงเรียนประถมศึกษาประเทศมาเลเซีย	63-136
Fairus Muhamad - Darus et al., (2011)	8	บ้านทาวน์เฮาส์ประเทศมาเลเซีย	94-124

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่าปริมาณฝุ่นเฉลี่ย 8 ชั่วโมงของPM_{10}ภายในและภายนอกอาคารของถนนสายหลักมีค่าอยู่ในช่วง 17.99-150.51 และ 33.19-160.94 $\mu g\ m^{-3}$ ส่วนบ้านเรือนที่ติดกับถนนสายรองมี PM_{10}ภายในอาคารและภายนอกอยู่ในช่วง 8.28-84.28 และ 50.52-173.14 $\mu g\ m^{-3}$ ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ย PM_{10}ภายในอาคารที่ตั้งอยู่ในถนนสายหลัก (85.80 $\mu g\ m^{-3}$) มีค่ามากกว่า PM10 ในอาคารถนนสายรอง (44.37 $\mu g\ m^{-3}$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ปริมาณ PM_{10} ภายในอาคารที่สูงอาจเกิดจากฝุ่นละอองจากการจราจรที่หนาแน่นในถนนสายหลักแพร่กระจายเข้าสู่ตัวอาคาร ถึงแม้ประเทศไทยยังไม่มีมาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร แต่ค่าเฉลี่ย PM_{10} ทั้งสองจุดเก็บตัวอย่างไม่มีค่าเกินมาตรฐานของประเทศมาเลเซีย (150 $\mu g\ m^{-3}$)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าของสถานที่จุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง (PM_{10}) ทั้งหมด 10 หลังคาเรือน ตำบลบ้านคลอง อำเภอในเมือง จังหวัดพิษณุโลก ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บตัวอย่าง และขอขอบคุณสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องเครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ในการทำปัญหาพิเศษ

เอกสารอ้างอิง

ประยูร วงศ์จันทรา. (2555). **วิทยาการสิ่งแวดล้อม.** พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาสารคาม : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

มนตรี กำเนิด. (2555). **การวิเคราะห์คุณภาพอากาศในอาคารโรงเรียนประถมศึกษา จังหวัดพิษณุโลก.** รายงานวิจัยวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. พิษณุโลก.

ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. (2556). **มลพิษทางอากาศ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สิทธิชัย มุ่งมี.(2551). ภัยเงียบจากมลพิษทางอากาศในครัวเรือน. **วารสารสิ่งแวดล้อม**, 12(40-46).

สุทิน อยู่สุข, วราวุธ เสือดี, มีนา พิทยโสภณกิจ, ศิวพันธุ์ ชูอินทร์, และเกรียงศักดิ์ เจียรพสุอนันต์. (2544). **ศัพท์บัญญัติและนิยามมลพิษทางอากาศ.** กรุงเทพมหานคร : สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

Ismail, M., Sofian, N. Z. M., Abdullah, A. M. (2010). Indoor Air Quality in Selected Samples of Primary Schools in Kuala Terengganu, Malaysia. **EnvironmentAsia**, 3(103-108).

Muhamad-Darus, F., Zain-Ahmed, A., Latif, M. T. (2011). Preliminary Assessment of Indoor Air Quality in Terrace Houses. **Health and the Environment Journal**, 54(8-14).

สมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงที่ป้อนด้วยเอทานอลโดยตรงโดยใช้เยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนแอลคาไลไอออนลบชนิดฐานพอลิซันโฟน
Performance of direct Ethanol fuel cell using Polysulfone-based Alkaline anion exchange membrane

ชญากาน หน้าตรง[1] ศิวัช ตั้งประเสริฐ[1] อดิศร ถมยา[2] และ อภิรักษ์ ชัยเสนา[1*]
[1]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ลำปาง
[2]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ลำปาง
[*]corresponding author e-mail: a_chaisena@hotmail.com

บทคัดย่อ

เซลล์เชื้อเพลิงชนิดแอลคาไลได้รับความสนใจมากขึ้นเนื่องจากความเป็นไปได้ในการนำตัวเร่งปฏิกิริยาชนิดที่ไม่ใช่โลหะมีค่ามาแทน เยื่อแอลคาไลแลกเปลี่ยนไอออนลบเป็นตัวแปรทางเทคโนโลยีที่สำคัญตัวหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดนี้ ดังนั้นจึงได้ทำการสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยานิเกิล-โคบอลต์-เหล็กขึ้น พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาที่ได้อยู่ในรูปของโลหะออกไซด์และโลหะอัลลอยด์ผสมกัน จากนั้นเตรียมเยื่อแอลคาไลแลกเปลี่ยนไอออนลบจากพอลิซันโฟน พบว่าแผ่นเยื่อที่ได้มีค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 25 ค่าการบวมน้ำร้อยละ 7.5 และค่าความจุในการแลกเปลี่ยนไอออน เท่ากับ 1.05 มิลลิโมลต่อกรัม ทดสอบสมรรถนะของเซลล์ด้วยการประกอบหน่วยเยื่อแผ่นและขั้วไฟฟ้า (ขั้วแคโทดใช้นิเกิล-โคบอลต์-เหล็กบนตัวรองรับคาร์บอนและขั้วแอโนดใช้แพลตินัมบนตัวรองรับคาร์บอน) พบว่าเซลล์เชื้อเพลิงให้ค่าความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 8.86 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร เมื่อป้อนเซลล์ด้วยสารละลายเอทานอลผสมโดยตรงเข้าสู่เซลล์ (เอทานอลความเข้มข้น 1 โมลาร์และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์) ให้ค่าความหนาแน่นกระแสเท่ากับ 70 มิลลิแอมแปร์ต่อตารางเซนติเมตร

คำสำคัญ : เซลล์เชื้อเพลิงที่ป้อนด้วยเอทานอลโดยตรง เยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนแอลคาไลไอออนลบ ฐานพอลิซันโฟน

Abstract

Alkaline fuel cell enhances their presence because of possibility of no-precious-metal catalyst. Anion exchange membrane for alkaline membrane fuel cell should be a key technology in order to achieve the practical performance as fuel cells. Therefore, NiCoFe catalyst prepared in this experiment showed both metal alloy and oxide form. Another that, alkaline anion exchange membranes of high ionic conductivities are made from polysulfone. It was found that the swelling behavior of polysulfone-based solid-state alkaline electrolyte membrane was closely related to the degree of water uptake (25 WU%, 7.5 SD%) and the ion-exchange capacity was 1.05 mmol g^{-1}. To test the performance, membrane electrode assembly was assembled using anion exchange membrane and catalysts (NiCoFe/C on cathode and Pt/C on anode). It was found that, at 50 ^{o}C the cell generated output power density of 8.86 mW cm^{-2} directly from ethanol mixture (1 M ethanol and 1 M potassium hydroxide) at current density of 70 mA cm^{-2}.

keywords : direct ethanol fuel cell, alkaline anion exchange membrane, polysulfone-based

บทนำ

พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นต่อการพัฒนาประเทศเป็นอย่างมากตลอดจนยังช่วยยกระดับชีวิตความเป็นอยู่ของคนในสังคม ทำให้เกิดการเสาะหาแหล่งพลังงานเพื่อให้มีพลังงานเพียงพอแก่ความต้องการที่เพิ่มมากขึ้นตามการขยายตัวของสังคม แหล่งพลังงานฟอสซิลเป็นแหล่งพลังงานหลักที่มนุษย์รู้จักดีและถูกใช้เป็นระยะเวลานานแล้ว แหล่งพลังงานดังกล่าวนับวันจะมีปริมาณลดลงและกำลังจะหมดไปในอนาคต นอกจากนี้การนำเชื้อเพลิงจากแหล่งพลังงานดังกล่าวมาใช้ยังก่อให้เกิดปัญหา

ทางด้านมลพิษเป็นอย่างมาก ดังนั้น นานาประเทศจึงหันมาให้ความสนใจแสวงหาแหล่งพลังงานอื่นและพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อลดหรือทดแทนการใช้ทรัพยากรจากแหล่งพลังงานฟอสซิล โดยเฉพาะเซลล์เชื้อเพลิง (fuel cell) จัดเป็นเทคโนโลยีสะอาดประเภทหนึ่งที่ประเทศในกลุ่มพัฒนาแล้วให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากการใช้งานไม่ขึ้นอยู่กับเวลา สถานที่ และฤดูกาล เหมือนกับพลังงานทดแทนอื่นๆ เซลล์เชื้อเพลิงเป็นกระบวนการผลิตพลังงานรูปแบบใหม่ โดยเซลล์เชื้อเพลิงจะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงด้วยกระบวนการเคมีไฟฟ้าซึ่งมีประสิทธิภาพในการให้พลังงานสูงและเป็นแหล่งพลังงานที่สะอาด ปัจจุบันมีการค้นคว้าและพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงขึ้นมาหลายประเภทแตกต่างกันไป โดยความแตกต่างอยู่ที่ส่วนของอิเล็กโตรไลต์ที่ใช้ ซึ่งแล้วแต่ความเหมาะสมของงานที่จะนำไปใช้ ในงานวิจัยนี้ เลือกศึกษาเซลล์เชื้อเพลิงเอทานอล (ethanol fuel cell; EFC) เนื่องจากเซลล์เชื้อเพลิงประเภทนี้มีสมบัติพิเศษที่เหมาะสมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่ใช้กำลังไฟฟ้าไม่มาก ข้อได้เปรียบของเทคโนโลยีเซลล์เชื้อเพลิงแบบนี้ คือ ภาวการณ์ทำงานเกิดขึ้นที่อุณหภูมิและความดันต่ำ จึงสะดวกในการใช้งาน ไม่ยุ่งยากในการเตรียมภาวะสำหรับเซลล์เชื้อเพลิง สามารถเข้าใจถึงส่วนต่างๆ และการทำงานได้ง่าย สามารถสร้างให้มีขนาดเล็กได้ ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการกัดกร่อนมากนัก เริ่มทำงานได้รวดเร็วและเหมาะสมกับการทำงานที่ภาวะแบบไม่คงตัว ซึ่งเป็นลักษณะการทำงานของรถยนต์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จึงทำให้มีความปลอดภัยในการใช้งาน แหล่งเชื้อเพลิงที่ใช้ป้อนให้กับเซลล์เชื้อเพลิง คือ เอทานอล ซึ่งสามารถหาง่าย ราคาถูก ผลิตได้เป็นปริมาณมากจากชีวมวล (Watanabe & Motoo, 1975) สะดวกในการจัดเก็บ การขนส่ง การใช้งาน และไม่เป็นพิษ โดยเอทานอลให้พลังงานค่อนข้างสูง (8.0 kWh kg^{-1}) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำมันเบนซิน (10 -11 kWh kg^{-1}) ซึ่งการผลิตเซลล์เชื้อเพลิงเอทานอลในปัจจุบันยังคงมีต้นทุนสูงอยู่มาก จึงยังไม่เหมาะที่จะนำไปใช้งานในเชิงพาณิชย์ โดยเฉพาะในส่วนของเยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนไอออนลบที่มีราคาค่อนข้างสูงและยังไม่ได้ผลิตทางการค้า รวมถึงชั้นตัวเร่งปฏิกิริยา ยังใช้โลหะมีค่า เช่น แพลตินัม ซึ่งมีราคาแพง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะพัฒนาวิธีสังเคราะห์เยื่อแลกเปลี่ยนไอออนลบขึ้นเองโดยใช้พอลิซันโฟนเป็นฐานซึ่งมีคุณสมบัติที่ดีและมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ (Pan et al., 2010) รวมถึงการนำโลหะที่ไม่ใช่โลหะแพลตินัมและมีราคาถูกกว่ามาทดแทน คือ นิเกิล โคบอลต์ และเหล็ก มาสร้างเป็นขั้วแคโทด (Chutharat et al., 2013; Namsin et al., 2008) และศึกษาถึงผลของการประกอบหน่วยเยื่อแผ่นและขั้วไฟฟ้าของเซลล์เดี่ยว (single cell)

วิธีดำเนินการวิจัย

เตรียมเยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนแอลคาไลไอออนลบชนิดฐานพอลิซันโฟน โดยผ่านปฏิกิริยาคลอโรเมทิลเลชัน (chloromethylation) และปฏิกิริยาควอเทอไนเซชัน (quaternization) ของพอลิซันโฟน ตามงานวิจัยของ Nittaya et al. (2012) ดังนี้

1) นำพอลิซันโฟน (polysulfone; PS) 5 กรัม มาละลายในคลอโรฟอร์ม 250 มิลลิลิตรในขวดปฏิกิริยา จากนั้นเติมสแตนนิกคลอไรด์ 0.27 มิลลิลิตร พาราฟอร์มัลดีไฮด์ 6.792 กรัมลงไป จากนั้นค่อย ๆ หยดคลอโรไตรเมทิลไซเลน 28.64 มิลลิลิตร คนที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำมาตกตะกอนด้วยเอทานอล ล้างซ้ำหลายๆครั้ง จะได้คลอโรเมทิลเลตพอลิซันโฟน (chloromethylated polysulfone; CMPS) จากนั้นมาทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

2) นำคลอโรเมทิลเลตพอลิซันโฟนที่ได้จำนวน 1.88 กรัม มาละลายใน นอลมอล-เมทิลไพร์โรลิโดน (N-methylpyrrolidone; NMP) 18.85 มิลลิลิตร เติมสารละลายไตรเมทิลเอมีนร้อยละ 25 จำนวน 3.15 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง จะได้ ควอเทอนารีแอมโมเนียมพอลิซันโฟนชนิดคลอไรด์ (Cl- type quaternary ammonium polysulfone; QAPS-Cl) นำไปทำเป็นแผ่นบางโดยเทสารละลาย QAPS-Cl ลงบนกระจกแผ่นราบ นำไปทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง จากนั้นนำแผ่นบางไปแช่ในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำเช่นเดียวกันนี้ 4 ครั้ง เพื่อให้ได้คลอเทอนารีแอมโมเนียมพอลิซันโฟนชนิดไฮดรอกไซด์ (OH- type quaternary ammonium polysulfone; QAPS-OH) จากนั้นนำไปล้างด้วยน้ำปราศจากไอออนจนกระทั่งน้ำที่ล้างมีค่าความเป็นกลาง

การเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาที่ไม่ใช่โลหะแพลตินัม (นิเกิล โคบอลต์ และเหล็ก) มาสร้างเป็นขั้วแคโทด ตามวิธีการของ Chutharat et al. (2013) ดังนี้

1) นำฟอร์มัลดีไฮด์จำนวน 0.01 กรัม มาผสมกับน้ำจำนวน 50 มิลลิลิตรและเมลามีน 12.61 กรัม นำสารละลายไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเติม นิเกิล (II) อะซีเตตเททระไฮเดรต 0.5 กรัม โคบอลต์ (II) อะซีเตตเททระไฮเดรต 0.5 กรัม เหล็ก (II) อะซีติลอะซีโตเนต 0.5 กรัม คาร์บอนแบล็ค (Vulcan XC-72R) 5.0 กรัม กรด

ไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.45 มิลลิลิตร และน้ำ 15 มิลลิลิตร ลงไปผสมให้เข้ากัน กวนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมง สารละลายจะเกิดเป็นเจล

2) นำสารละลายเจลที่ได้ไปเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ภายใต้บรรยากาศไนโตรเจนเป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะได้ตัวเร่งปฏิกิริยานิเกิล-โคบอลต์-เหล็กบนตัวรองรับคาร์บอน (NiCoFe/C)

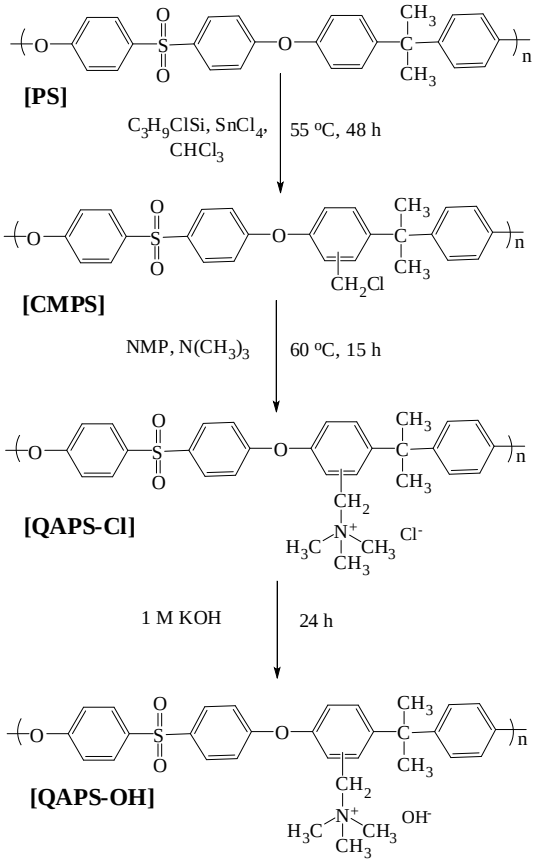
การทดสอบสมรรถนะการทำงานของเซลล์เดี่ยว

1) เตรียมประกอบหน่วยเยื่อแผ่นและขั้วไฟฟ้า(membrane electrode assembly; MEA) โดยประกบตัวเร่งปฏิกิริยานิเกิล-โคบอลต์-เหล็กบนตัวรองรับคาร์บอนเป็นขั้วแคโทด โลหะแพลติมัมบนตัวรองรับคาร์บอน (Pt/C) เป็นขั้วแคโทดบนเยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนแอลคาไลไอออนลบชนิดฐานพอลิซันโฟน จากนั้นประกบทั้งสองด้านอีกด้วยขั้วไฟฟ้าแบบแก๊สแพร่ (gas diffusion electrode) และกดอัดภาวะอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 นาที ด้วยแรง 500 นิวตันต่อตารางเซนติเมตร (N cm^{-2}) จากนั้นนำเซลล์เดี่ยวที่ได้ไปทดสอบด้วยเครื่องทดสอบเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell test station)

2) ทดสอบสมรรถนะการทำงานของเซลล์เดี่ยวที่ประกอบขึ้น โดยทำเป็นกราฟเส้นโค้งโพลาไรเซชัน (Polarization curve) หรือเส้นโค้ง i-E

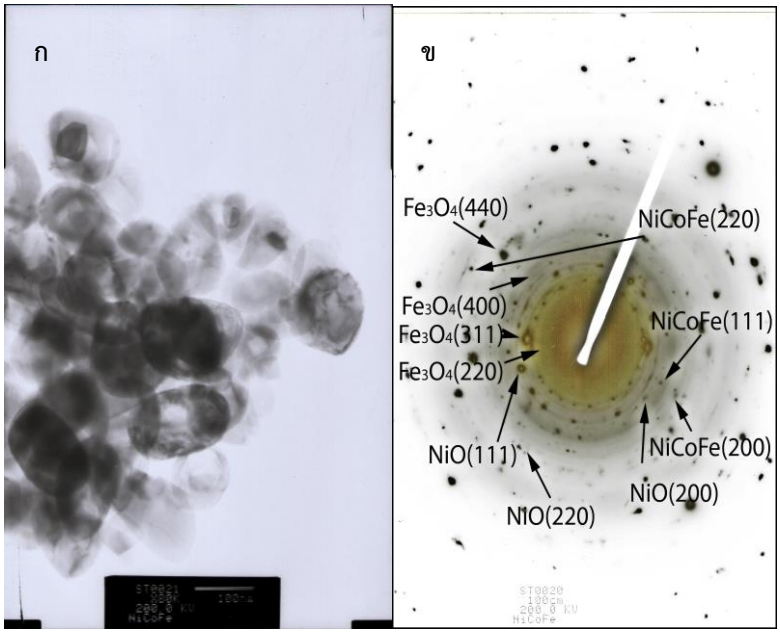
ผลการวิจัย

การเตรียมเยื่อแผ่นแลกเปลี่ยนแอลคาไลไอออนลบชนิดฐานพอลิซันโฟน สามารถเตรียมได้โดยผ่านกระบวนการปฏิกิริยาคลอโรเมทิลเลชันและปฏิกิริยาปฏิกิริยาควอเทอไนเซชันของพอลิซันโฟน จนกระทั่งได้แผ่นเยื่อแอลคาไลแลกเปลี่ยนไอออนลบ ซึ่งการสังเคราะห์จะแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนย่อย คือ 1) คลอโรเมทิลเลชัน 2) ควอเทอไนเซชัน 3) แอลคาไลเซชันและ 4) การเปลี่ยนรูปจาก Cl^- ไปเป็นรูป OH^- ตามลำดับ ดังแสดงรูปที่ 1 จากการทดสอบสมบัติของเยื่อแผ่นที่ได้ตามวิธีการของ Nittaya et al. (2012) พบว่าค่าการดูดซึมน้ำเท่ากับร้อยละ 25 และองศาการบวมของเยื่อเท่ากับร้อยละ 7.5 ซึ่งถือว่าแผ่นเยื่อมีคุณสมบัติที่ดีเนื่องจากแผ่นเยื่อที่ดีควรจะมีค่าการดูดน้ำที่สูง เป็นเพราะโมเลกุลของน้ำจะทำหน้าที่เป็นพาหนะช่วยในการส่งผ่านไอออน สำหรับค่าความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนมีค่าเท่ากับ 1.05 มิลลิโมลต่อกรัม ส่วนความหนาของเยื่อเท่ากับ 1.05 ไมโครเมตร



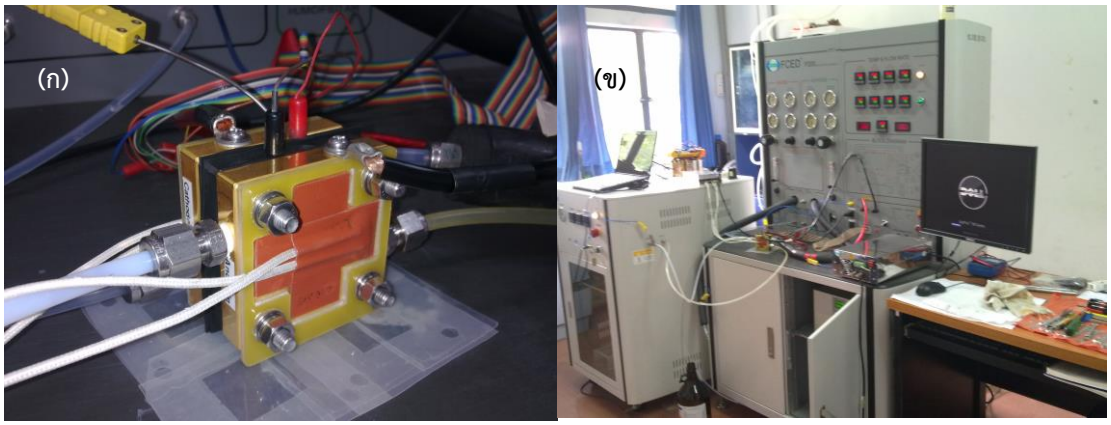
ภาพที่ 1 การสังเคราะห์แผ่นเยื่อแอลคาไลแลกเปลี่ยนไอออนลบชนิดฐานพอลิซันโฟน

การเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาที่ไม่ใช่โลหะแพลตินัม (นิเกิล โคบอลต์ และเหล็ก) บนตัวรองรับคาร์บอนมาสร้างเป็นขั้วแคโทดตามวิธีการที่ได้กล่าวมา เป็นการเตรียมแบบใช้พอลิเมอร์เป็นต้นแบบ ในที่นี้ใช้เมลามีนเป็นต้นแบบ ตัวเร่งปฏิกิริยาที่สังเคราะห์ได้จะอยู่ในรูปทั้งโลหะออกไซด์และโลหะอัลลอยด์ ซึ่งสามารถทดสอบยืนยันได้เพิ่มเติมจากเทคนิคจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (transmission electron microscopy, TEM) เทคนิคจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope, SEM) เทคนิควิเคราะห์ธาตุ (energy dispersive X-ray spectroscopy, EDS) และเทคนิคการเลี้ยวเบนจากบริเวณที่เลือกไว้ (selected area diffraction, SAD) ดังนี้ ลักษณะรูปร่างและองค์ประกอบของตัวอย่างที่สังเคราะห์ที่มาจากผลของการวิเคราะห์ทางเทคนิคจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและเทคนิควิเคราะห์ธาตุซึ่งใช้กำลังขยาย 3500 เท่า พบอนุภาคของคาร์บอนแบล็คที่มีอนุภาคของธาตุในตัวอย่างนิเกิล โคบอลต์ และ เหล็ก กระจายอยู่ อัตราส่วนโดยประมาณองค์ประกอบของธาตุในแต่ละตัวอย่าง เป็น Ni:Co:Fe เป็น 1:1:1 จากภาพจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน จะเห็นขนาดอนุภาคของตัวอย่างที่กระจายไปบนตัวรองรับคาร์บอนแบล็ค อยู่ระหว่าง 20-100 nm ดังรูปที่ 2(ก) เทคนิคการเลี้ยวเบนจากบริเวณที่เลือกไว้ ของตัวเร่งปฏิกิริยาที่สังเคราะห์ ประกอบด้วยโครงสร้างผลึกของ Fe_3O_4 และ NiO ซึ่งนอกจากนั้นยังพบรูปแบบการเลี้ยวเบนที่แสดงลักษณะความเป็นอัลลอยด์ของ NiCoFe โดยมีระนาบ (111, 200, 220) แสดงดังรูปที่ 2(ข) ดังนั้นจากข้อมูลชี้ให้เห็นถึงความสำเร็จในการสังเคราะห์นิเกิล-โคบอลต์-เหล็กบนตัวรองรับคาร์บอนได้



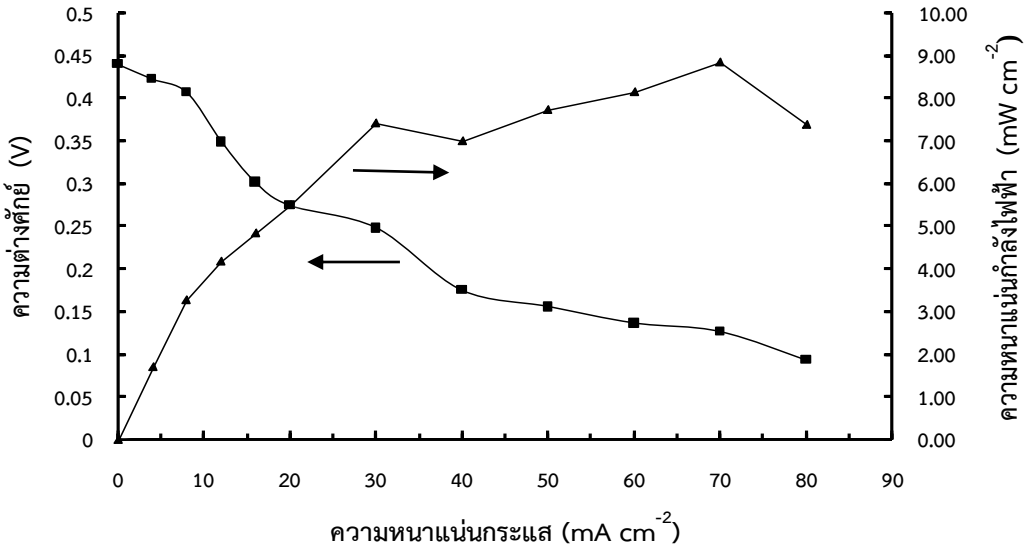
ภาพที่ 2 ภาพจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (ก) และเทคนิคการเลี้ยวเบนจากบริเวณที่เลือกไว้ (ข)

ประกอบเซลล์เดี่ยวด้วยหน่วยเยื่อแผ่นและขั้วไฟฟ้าจากนั้นนำไปทดสอบด้วยเครื่องทดสอบเซลล์เชื้อเพลิงดังแสดงรูปที่ 3 เพื่อหาความหนาแน่นกระแส (current density) ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (cell voltage) และค่าความหนาแน่นกำลังไฟฟ้า (power density) โดยในงานวิจัยนี้ใช้สภาวะการทำงาน คือ อัตราการไหลของแก๊สออกซิเจนเท่ากับ 1 ลิตรต่อนาที อัตราการไหลของเอทานอลเท่ากับ 4 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิของการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง 50 องศาเซลเซียส ที่ความดันบรรยากาศปกติ ปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาบนขั้วไฟฟ้าที่โหลดลงไปคือ 2 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร อัตราส่วนความเข้มข้น (M) ของ KOH ต่อ เอทานอลเท่ากับ 1 : 1 ผลการทดลองพบว่าเกิดโพลาไรเซชันขณะดึงกระแสจากเซลล์เดี่ยวมีผลให้ความต่างศักย์ของเซลล์ลดลงตาม และได้ค่าความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าสูงสุด คือ 8.86 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ค่าความหนาแน่นกระแสเท่ากับ 70 มิลลิแอมแปร์ต่อตารางเซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 4



ภาพที่ 3 แสดงการประกอบหน่วยเยื่อแผ่นและขั้วไฟฟ้า (ก) และการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบเซลล์เชื้อเพลิง (ข)

รูปที่ 4



ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกระแสและค่าความต่างศักย์ของขั้วไฟฟ้าแคโทดที่เตรียมจากตัวเร่งปฏิกิริยา NiCoFe/C และขั้วไฟฟ้าแอโนดที่เตรียมจากตัวเร่งปฏิกิริยา Pt/C

อภิปรายผลการวิจัย

เมื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยที่ได้จากงานวิจัยนี้กับงานวิจัยที่ผ่านมาจะเห็นว่างานวิจัยนี้ยังให้ค่าความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าสูงสุดไม่มากนัก (Namsin et al., 2008) ทั้งนี้เนื่องจากประสิทธิภาพของแผ่นเยื่อแอลคาไลแลกเปลี่ยนไอออนลบชนิดฐานพอลิซันโฟนและประสิทธิภาพของตัวเร่งปฏิกิริยา นิเกิล-โคบอลต์-เหล็กบนตัวรองรับคาร์บอน สำหรับขั้วแคโทดยังต่ำอยู่ ดังนั้นจึงต้องทำการศึกษาวิจัยและพัฒนาถึงวิธีการแก้ไขปัญหาในส่วนนี้เพื่อให้เซลล์เชื้อเพลิงที่ป้อนด้วยเอทานอลโดยตรงให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นต่อไป

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและพัฒนาแผ่นเยื่อแอลคาไลแลกเปลี่ยนไอออนลบชนิดฐานพอลิซันโฟนโดยวิธีที่ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อนและใช้สารเคมีที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานและยังเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้งานในเซลล์เชื้อเพลิงแบบแอลคาไลที่สามารถป้อนด้วยเอทานอลได้โดยตรง ให้ค่าการดูดน้ำเท่ากับร้อยละ 25 และองศาการบวมของเยื่อเท่ากับร้อยละ 7.5 ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนมีค่าเท่ากับ 1.05 มิลลิโมลต่อกรัม ส่วนความหนาของเยื่อเท่ากับ 1.05 ไมโครเมตร เมื่อเทียบกับทางการค้าของบริษัท Tokuyama ชนิด A201 และ A901 ถือว่ายังมีความหนามากกว่าและมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนไอออนน้อยกว่าด้วย สำหรับการเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาโดยใช้เมลามีนเป็นต้นแบบ ตัวเร่งปฏิกิริยาที่สังเคราะห์ได้จะอยู่ในรูปทั้งโลหะออกไซด์และโลหะอัลลอยด์ ซึ่งมีอนุภาคของธาตุในตัวอย่าง นิเกิล โคบอลต์ และเหล็ก

กระจายอยู่ อัตราส่วนโดยประมาณองค์ประกอบของธาตุนิเกิล โคบอลต์ และเหล็ก คือ 1:1:1 จากนั้นเมื่อนำมาประกอบเป็นเซลล์เดี่ยว แล้วทดสอบสมรรถนะของเซลล์เชื้อเพลิงด้วยเครื่องทดสอบเซลล์เชื้อเพลิง เมื่อป้อนเซลล์ด้วยสารละลายเอทานอลผสมโดยตรงเข้าสู่เซลล์ (เอทานอลความเข้มข้น 1 โมลาร์ และโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1 โมลาร์) พบว่าให้ค่าความหนาแน่นกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 8.86 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ให้ค่าความหนาแน่นกระแสเท่ากับ 70 มิลลิแอมแปร์ต่อตารางเซนติเมตร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัย (งบประมาณแผ่นดิน รหัสโครงการ 003154) มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง และศูนย์ความเป็นเลิศด้านนวัตกรรมทางเคมี (PERCH-CIC) กระทรวงศึกษาธิการ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณ และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ที่ให้สถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

Chutharat, K. Nittaya, P. Siwat, T. Thapanee, S. & Aphiruk, C. (2013). Preparation of non-noble metals supported on carbon by polymer templation method for solid alkaline fuel cells. **International Journal of Engineering Research and Applications,** 3(1), 556-559.

Namsin, P., Takeyuki, S. Kazuyoshi, K. Yoshitaka, H. Keita, I. Takashi, K. & Shuzi, H. (2008). NiCoFe/C cathode electrocatalysts for direct ethanol fuel cells. **Journal of Applied Electrochemistry,** 38(371-375).

Nittaya, P. Chuthara, K. Samroeng, K. & Aphiruk, C. (2012). Ecofriendly and simplified synthetic route for polysulfone-based solid-state alkaline electrolyte membrane. **American Journal of Applied Sciences,** 9(10), 1577-1582.

Pan, J. Lu, S. Li, Y. Huang, A., Zhuang, L. & Lu, J. (2010). High-performance alkaline polymer electrolyte for fuel cell applications. **Advanced Functional Materials,** 20(312-319).

Watanabe, M. & Motoo, S. (1975)**.** Electrocatalysis by ad-atoms: Part III. Enhancement of the oxidation of carbon monoxide on platinum by ruthenium ad-atoms. **Journal of Electroanalytical Chemistry and Interfacial Electrochemistry,** 60(3), 275-283.

การตรวจวัดปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลก
Measurement of nitrogen dioxide in Mueang Phitsanulok district area

ศุภกิตติ์ ฉายพุดซา* สถาปนา แสนโกด อดิศักดิ์ อ่อนโยน นิศากร ทองคำ และ อรชร ฉิมจารย์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: supakit8319@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการตรวจวัดปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ โดยวิธีการเก็บตัวอย่างแบบแพสซีฟ เพื่อเป็นการตรวจสอบคุณภาพอากาศในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลก โดยจะใช้กระดาษกรองใยแก้ว (GF/C) นำมาชุบสารละลายดูดซับแล้วนำไปใส่ถ้วยพลาสติกที่ดัดแปลงขึ้น จากนั้นนำไปติดตั้ง ณ บริเวณริมถนน ได้แก่ ถนนสายหลัก ถนนสายรอง และถนนสายย่อย ใน 4 ตำบลของอำเภอเมืองพิษณุโลก ได้แก่ ตำบลในเมือง ตำบลบ้านกร่าง ตำบลสมอแข และตำบลบึงพระ โดยทำการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 7 วันในแต่ละเดือน ระหว่างเดือนตุลาคม-เดือนธันวาคม 2557 และนำมาวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์โดยใช้เครื่อง ยูวี วิสิเปิล สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (UV- Vis spectrophotometer) จากการศึกษาพบว่า ตำบลในเมืองมีค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์สูงที่สุดรองลงมาคือตำบลบ้านกร่าง ตำบลบึงพระ และตำบลสมอแขตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบไลเคนโดยรอบพื้นที่ตรวจวัดอากาศในรัศมี 50 เมตร โดยไลเคนที่พบสามารถจำแนกออกเป็น 4 วงศ์ 4 สกุล 4 ชนิด ได้แก่ *Pyxinecocoes, Chrysothrix, Dirinariaapplanata* และ *Laurerabenguelensis* โดยพบใน 2 ตำบล ได้แก่ ตำบลสมอแข และตำบลบึงพระ แต่ไม่พบไลเคนในพื้นที่ตำบลในเมือง และตำบลบ้านกร่าง ซึ่งเป็นแหล่งชุมชนและมีการจราจรหนาแน่น

คำสำคัญ : ไนโตรเจนไดออกไซด์ คุณภาพอากาศ ตัวอย่างแบบแพสซีฟ

Abtract

This study was to measure nitrogen dioxide by using passive sample for verification air quality in Mueang Phitsanulok district area. The passive sample was developed by using small plastic cup and glass fiber (GF/C) filter that absorbed specific solution for capture nitrogen dioxide. Passive samples were conducted beside main road, minor road and local road in 4 subdistrict, which were Nai-Mueang subdistrict, Bankrang subdistrict, Samokhae subdistrict and Bungphra subdistrict. The sampling period was 7 days in each month between October-December 2014. Determine nitrogen dioxide by UV- Vis spectrophotometer. The results showed that the means nitrogen dioxide at station NaiMueang subdistrict was highest, the next was Bankrang subdistrict, Bungphra subdistrictand Samokhae subdistrict, respectively. Moreover, lichens were found within 50 meters around air quality monitoring area. They were divided into to 4 families, 4 genera and 4 species including *Pyxinecocoes, Chrysothrix, Dirinariaapplanata* and *Laurerabenguelensis*. These lichens were discovered in Samokhae subdistrict and Bungphra subdistrict but cloud not found in Nai-Mueang subdistrict and Bankrang subdistrict, where were higher population density and traffic volumes.

keywords : nitrogen dioxide, air quality, passive sample

บทนำ

ปัญหามลพิษทางอากาศของประเทศไทยในปัจจุบันได้เพิ่มมากขึ้นอย่างน่าวิตกโดยเฉพาะบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่น ซึ่งปัญหามลพิษทางอากาศเหล่านี้ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ก็เป็นหนึ่งในสาเหตุหลักของมลพิษทางด้านอากาศ สามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ ส่วนใหญ่มีสาเหตุหลักมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ ในอุณหภูมิสูง เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงเครื่องยนต์ของรถยนต์ โรงไฟฟ้า อุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น วิงเวียนศีรษะหายใจอึดอัด คลื่นไส้อาเจียน ปวดศีรษะมึนงงหากร่างกายได้รับคาร์บอนไดออกไซด์

มากอาจช็อกหมดสติหรือเสียชีวิตได้ รวมถึงผู้ป่วยที่ได้รับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เป็นเวลานาน อาจส่งผลให้เกิดโรคหอบหืด เป็นต้น นอกจากนั้นไนโตรเจนไดออกไซด์ยังเป็นต้นเหตุของการเกิดฝนกรด (สุทัสสา วงศ์ราช, 2553)

การเก็บตัวอย่างในอากาศนั้นมีหลายวิธี วิธีที่ใช้กันโดยทั่วไปคือ วิธีเคมิลูมิเนสเซน (Chemiluminescence Method) เป็นวิธีการดูดตัวอย่างอากาศมาวิเคราะห์ในเครื่องมือ จึงมีความสะดวกสบายในการตรวจวัดไนโตรเจน แต่ข้อเสียของวิธีนี้ก็คือเป็นอุปกรณ์ที่ต้องใช้กระแสไฟฟ้า มีขนาดใหญ่ ไม่สะดวกในการเคลื่อนย้ายและมีราคาสูง ส่วนการเก็บตัวอย่างอากาศอีกวิธีหนึ่งก็คือ วิธีการเก็บตัวอย่างแบบแพสซิฟ (Passive Sampling) ซึ่งไม่ต้องใช้เครื่องเหนี่ยวนำตัวอย่างอากาศมีหลักการทำงานโดยอาศัยหลักการแพร่ของโลเลกุลของมลสาร มลสารจะถูกจับบนกระดาษที่ทำให้อิ่มตัวด้วยสารประกอบที่มีความเฉพาะเจาะจงกับมลสารที่ต้องการตรวจวัดการแพร่ของโมเลกุลก๊าซเป็นไปตามกฎการแพร่ของฟิสิกส์ (Fick ‘ law of distribution) (วนิดา จีนศาสตร์, 2551) ข้อดีของการเก็บอากาศแบบแพสซิฟ คือ อุปกรณ์มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ราคาถูก และไม่ต้องใช้ไฟฟ้าทำให้สามารถติดตั้งตรวจสอบได้ง่ายและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ จึงมีความเหมาะสมสำหรับการตรวจวัดในระดับชุมชนได้ งานวิจัยนี้จึงเลือกวิธีเก็บตัวอย่างแบบแพสซิฟและได้พัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่างโดยการใช้อุปกณ์ที่หาได้ง่าย และมีราคาถูก ซึ่งการเก็บตัวอย่างแบบแพสซิฟประเทศสหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น ก็ได้ใช้วิธีนี้ในการตรวจวัดอากาศเช่นกัน (สุทัสสา วงศ์ราช, 2553)

จังหวัดพิษณุโลกเป็นเมืองท่องเที่ยวและเป็นจุดศูนย์กลางในด้านคมนาคมของภูมิภาคเหนือตอนล่างโดยเป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างภาคกลางกับภาคเหนือรวมทั้งภาคเหนือกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือด้วยเช่นกัน จึงทำให้มีการจราจรหนาแน่นดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการตรวจวัดปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในเขตพื้นที่อำเภอเมืองพิษณุโลกเพื่อจะทำให้ทราบถึงปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ และนำมาเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือหาวิธีลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในเขตอำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลกในอนาคต

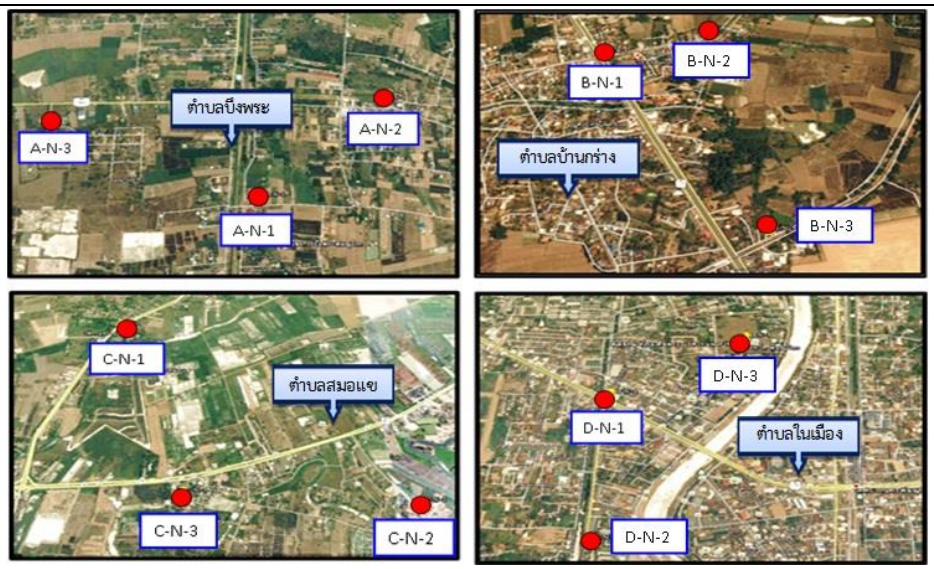
วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่การศึกษา

การศึกษาปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศในพื้นที่เขตอำเภอเมือง ผู้ทำการศึกษาจะทำการเก็บตัวอย่างอากาศในพื้นที่4 ตำบล ได้แก่ ตำบลบึงพระ ตำบลบ้านกร่าง ตำบลสมอแข และตำบลในเมือง โดยในแต่ละตำบลจะทำการเก็บตัวอย่าง 3 จุด ได้แก่ ถนนสายหลัก ถนนสายรอง และถนนสายย่อย ซึ่งมีจุดเก็บตัวอย่างดังตารางที่ 1 และ ภาพที่ 1

ตารางที่1 จุดทีทำการตรวจวัดปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในพื้นที่ต่างๆ

ถนน/ตำบล	ตำบลบึงพระ	ตำบลบ้านกร่าง	ตำบลสมอแข	ตำบลในเมือง
ถนนสายหลัก	A-N-1	B-N-1	C-N-1	D-N-1
ถนนสายรอง	A-N-2	B-N-2	C-N-2	D-N-2
ถนนสายย่อย	A-N-3	B-N-3	C-N-3	D-N-3



ภาพที่1 แผนที่แสดงพื้นที่ที่ติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศไนโตรเจนไดออกไซด์

เก็บตัวอย่าง

1. การเก็บตัวอย่างไนโตรเจนไดออกไซด์ จะทำการเก็บตัวอย่างอากาศโดยใช้ชุดเก็บตัวอย่างแบบแพลซีฟ (Passive sample) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำขึ้นจากถ้วยพลาสติกที่มีฝาปิดและเจาะรูให้อากาศไหลผ่าน (สุทัสสา วงศ์ราช, 2553) ภายในบรรจุกระดาษกรองใยแก้ว (GF/C) ที่มีการชุบสารเพื่อใช้ในการดักจับไนโตรเจนไดออกไซด์ โดยแต่ละจุดจะเก็บตัวอย่างอากาศ 3 ตัวอย่าง และแบลงค์ 1 ตัวอย่าง ในการติดตั้งชุดเก็บตัวอย่างจะมีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันลมและฝนร่วมด้วย มีระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างครั้งละ 7 วัน เป็นเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2557 ซึ่งจะเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง

2. การสำรวจไลเคน จะทำการสำรวจไลเคนบนต้นไม้รอบบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง 50 เมตร ซึ่งเลือกต้นไม้ที่วัดความสูงจากพื้นดิน 130 เซนติเมตร แล้วมีเส้นรอบวงมากกว่า 50 เซนติเมตร ลักษณะลำต้นตรง (วนารักษ์ ไชพันธ์แก้ว และคณะ, 2551) โดยทำการสำรวจไลเคน ดังนี้

2.1 การพ่นน้ำ พ่นน้ำลงบนพื้นที่ที่เราสงสัยว่าเป็นไลเคน ภายหลังจากที่พ่นน้ำประมาณ 1-2 นาที หากพื้นที่นั้นเปลี่ยนเป็นสีเขียวอย่างชัดเจน แสดงว่าสิ่งที่เรากำลังดูอยู่คือไลเคนจริง (สีเขียวที่เกิดขึ้นคือสีของสาหร่าย)

2.2 การสะกิด หากการพ่นน้ำแล้วยังไม่สามารถแยกได้ชัดเจน เนื่องจากไลเคนบางชนิดอาจแสดงสีเขียวไม่ชัดเจนหรืออาจจะชัดเกินจนไม่รู้ว่าเป็นไลเคนหรือสาหร่ายกันแน่ หากเกิดเหตุการณ์อย่างนี้ขึ้นให้ลองใช้ใบมีดสะกิดลงบนบริเวณที่เราสงสัยว่าเป็นไลเคน เมื่อสะกิดแล้วหากเป็นไลเคน เราจะสังเกตเห็นชั้นของราและสาหร่ายอย่างชัดเจน อาจใช้แว่นขยายช่วยเพื่อให้สามารถมองเห็นรายละเอียดได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น บันทึกข้อมูล และถ่ายภาพ เพื่อนำไปเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาและลักษณะภายนอกกับรูปวิธานจากหนังสือนักสืบสายลม คู่มือสำรวจไลเคนกรุงเทพฯ ตรวจคุณภาพอากาศเมือง (สรณรัชฎ์ กาญจนะวณิชย์, 2553)

การวิเคราะห์ไนโตรเจนไดออกไซด์

นำตัวอย่างกระดาษกรองมาสกัด โดยเติมน้ำปราศจากอิออน (DI water) 5 มิลลิลิตร และนำไปเขย่าด้วยเครื่อง Ultrasonicator เป็นเวลา 15 นาที เมื่อครบ 15 นาที ปิเปตสารละลายตัวอย่างลงในหลอดทดลอง 1 มิลลิลิตร จากนั้นเติมน้ำปราศจากอิออน 5 มิลลิลิตร เติมสารทำให้เกิดสี (Coloring Reagent) 2 มิลลิลิตรแล้วเขย่าด้วยเครื่อง Ultrasonicator 15 นาที เพื่อให้เกิดสีอย่างสมบูรณ์ หลังจากนั้นนำสารละลายตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง UV– Visible Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร และคำนวณหาค่าไนโตรเจนไดออกไซด์ ตามวิธีของ Ogawa (Ogawa, 1996; สุทัสสา วงศ์ราช, 2553)

ผลการวิจัย

จากผลการศึกษาปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง ของตำบลบึงพระ ตำบลบ้านกร่าง ตำบลสมอแข และตำบลในเมือง พบว่าตำบลบึงพระมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 ± 0.1- 3.0 ± 0.2 ppb ตำบลบ้านกร่างมีค่าอยู่ระหว่าง0.8 ± 0.3–4.0 ± 0.2 ppb ตำบลสมอแขมีค่าอยู่ระหว่าง0.8 ± 0.2 - 2.5 ± 0.2 ppb และตำบลในเมืองมีค่าอยู่ระหว่าง1.0 ± 0.1 - 5.5 ± 0.5 ppb

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของไนโตรเจนไดออกไซด์ทั้ง 4 ตำบล พบว่า ตำบลที่มีค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์สูงสุดได้แก่ ตำบลในเมืองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.3± 1.5 ppb รองลงมาคือตำบลบ้านกร่างมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.9± 1.2ppb ตำบลบึงพระมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.5± 0.8 ppb และตำบลสมอแขมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.3± 0.8ppb ตามลำดับ

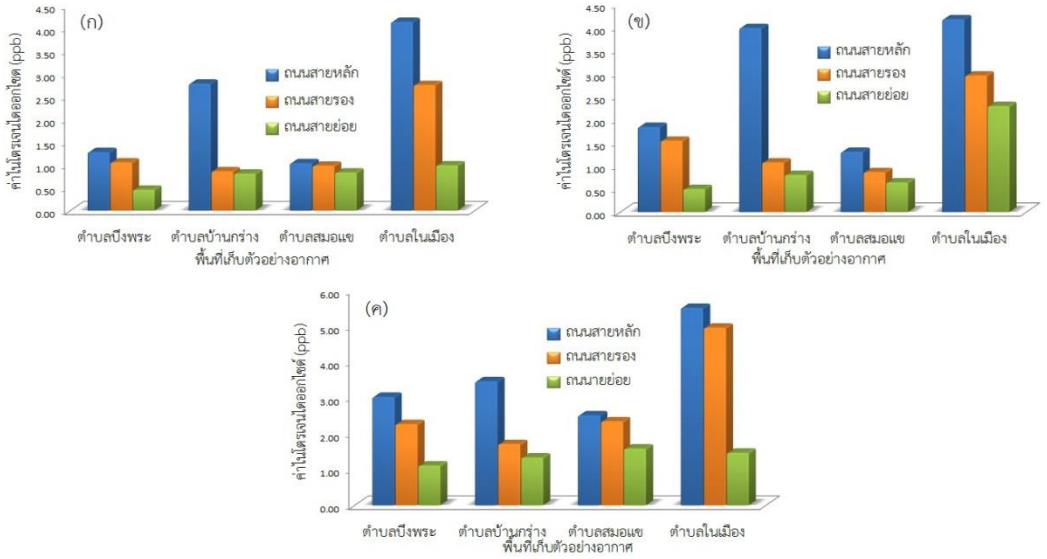
เมื่อเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ของถนนสายหลัก สายรอง และสายย่อย พบว่าถนนสายหลักมีค่าอยู่ระหว่าง 1.0 ± 0.3 - 5.5 ± 0.5ppb ถนนสายรองมีค่าอยู่ระหว่าง 0.9 ± 0.1–5.0 ± 0.2ppb และถนนสายย่อยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 ± 0.1 - 2.3 ± 0.9ppb

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในแต่ละเดือนจะพบว่าเดือนตุลาคมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.8 ± 0.1 - 4.1 ± 0.8ppb เดือนพฤศจิกายนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.5 ± 0.1 - 4.2 ± 0.8ppb และเดือนธันวาคมมีค่าอยู่ระหว่าง 1.1 ± 0.1 - 5.5 ± 0.5ppb ดังตารางที่ 2 และ ภาพที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในแต่ละจุด

จุดเก็บตัวอย่างอากาศ	ปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ (ppb)		
	เดือนตุลาคม	เดือนพฤศจิกายน	เดือนธันวาคม
A-N-1	1.9 ± 0.1	1.8 ± 0.1	3.0 ± 0.2
A-N-2	1.0 ± 0.1	1.5 ± 0.2	2.3 ± 0.3
A-N-3	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1	1.1 ± 0.1
B-N-1	2.8 ± 1.3	4.0 ± 0.2	3.5 ± 0.6
B-N-2	0.7 ± 0.1	1.1 ± 0.1	1.7 ± 0.1
B-N-3	0.8 ± 0.1	0.8 ± 0.2	1.3 ± 0.2
C-N-1	1.0 ± 0.3	1.3 ± 0.1	2.5 ± 0.2
C-N-2	1.0 ± 0.2	0.7 ± 0.1	2.3 ± 0.6
C-N-3	0.8 ± 0.2	0.6 ± 0.1	1.6 ± 0.1
D-N-1	4.1 ± 0.8	4.2 ± 0.8	5.5 ± 0.5
D-N-2	2.8 ± 0.7	3.0 ± 0.6	6.0 ± 0.2
D-N-3	1.0 ± 0.1	2.3 ± 0.9	1.5 ± 0.3

ในการติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจชนิดไลเคนในแต่ละพื้นที่รอบบริเวณจุดเก็บตัวอย่างอากาศ ในรัศมี 50 เมตร จากการสำรวจชนิดไลเคน โดยเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาและลักษณะภายนอกกับรูปวิธานจากหนังสือนักสืบสายลม คู่มือสำรวจไลเคนกรุงเทพฯ ตรวจคุณภาพอากาศเมือง (สรณรัชฎ์ กาญจนะวณิชย์, 2553) จะพบไลเคนทั้งหมด 4 วงศ์ 4 สกุล 4 ชนิด ได้แก่ *Pyxinecocoes, Chrysothrix, Dirinariaapplanata* และ *Laurerabenguelensis*



ภาพที่ 2 ค่าไนโตรเจนไดออกไซด์ในอากาศในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลก (ก) เดือนตุลาคม (ข) เดือนพฤศจิกายน (ค) เดือนธันวาคม ตามลำดับ

ซึ่งแบ่งไลเคนตามการเจริญเติบโตได้เพียง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทนทานสูง และกลุ่มทนทาน จากการสำรวจในพื้นที่ที่มีจำนวนชนิดไลเคนมากที่สุดคือ ถนนสายย่อย ตำบลบึงพระ (4 ชนิด) ถนนสายรอง ตำบลบึงพระ (4ชนิด) ถนนสายหลัก ตำบลสมอแข (4 ชนิด) รองลงมาคือ ถนนสายย่อย ตำบลสมอแข (3 ชนิด) ถนนสายรอง ตำบลสมอแข (2 ชนิด) และ ถนนสายหลักตำบลบึงพระ (1ชนิด) ตามลำดับ ส่วนพื้นที่จุดตรวจวัดอากาศ ตำบลในเมือง และ ตำบลบ้านกร่าง ไม่พบชนิดของไลเคน (แสดงดังตารางที่ 3 และภาพที่ 3)

ตารางที่ 3 ชนิดไลเคนที่พบในบริเวณพื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์

ชนิดและกลุ่มไลเคน	ถนนสายหลัก		ถนนสายรอง		ถนนสายย่อย	
	ตำบล สมอแข	ตำบลบึงพระ	ตำบล สมอแข	ตำบลบึงพระ	ตำบลสมอแข	ตำบล บึงพระ
กลุ่มทนทานสูง						
Pyxinecocoes	+	+	+	+	+	+
กลุ่มทนทาน						
Chrysothrix	+	-	-	+	-	+
Dirinariaapplanata	+	-	+	+	+	+
Laurerabenguelensis	+	-	-	+	+	+

หมายเหตุ เครื่องหมาย + แทนพบไลเคน ,เครื่องหมาย – แทนไม่พบไลเคน



Laurerabenguelensis *Dirinariaapplanata* *Pyxinecocoes* *Chrysothrix*

ภาพที่ 3 ไลเคนที่ตรวจพบในพื้นที่ศึกษา

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ ของบริเวณพื้นที่เขตอำเภอเมือง จะพบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนได-ออกไซด์ของแต่ละตำบล ได้แก่ ตำบลบึงพระมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.6 ± 0.8ppb ตำบลบ้านกร่างมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.9± 1.2ppb ตำบลสมอแขมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.3± 0.7ppb และตำบลในเมืองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.3 ± 1.6ppb จะเห็นได้ว่าค่าปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ของตำบลในเมืองมีค่าสูงที่สุด เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่เป็นแหล่งเศรษฐกิจ การคมนาคม และศูนย์การเรียนรู้หลายแห่ง จึงมีการจราจรที่หนาแน่นกว่าตำบลอื่น

ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ของถนนแต่ละสาย ได้แก่ ถนนสายหลักมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.9± 1.4ppb ถนนสายรองมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.9± 1.2ppbและถนนสายย่อยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.1 ± 0.5ppbจะเห็นได้ว่าถนนสายหลักมีค่าปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์สูงกว่าถนนสายรองและถนนสายย่อย เนื่องจากถนนสายหลักมีการจราจรที่หนาแน่นกว่าถนนสายรองและถนนสายย่อยซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาของ สุทัสสา วงศ์ราช(2553) และ Swiss (2007) ที่พบว่าในพื้นที่ที่มีการจราจรหนาแน่นมากจะมีปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์สูงกว่าบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นปานกลางและหนาแน่นน้อย ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ของแต่ละเดือน จะพบว่าเดือนตุลาคมมีเฉลี่ยค่าอยู่ที่ 1.5 ± 1.1 ppb เดือนพฤศจิกายนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.8 ± 1.3ppb และเดือนธันวาคมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.6 ± 1.4 ppb ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ของเดือนธันวาคมมีค่าสูงที่สุด เนื่องจากในช่วงที่เก็บตัวอย่างไม่มีฝนตก สำหรับเดือนตุลาคมและเดือนพฤศจิกายนนั้นมีปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ต่ำกว่า ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากมีฝนตกในช่วงเก็บตัวอย่าง โดยฝนจะมีอิทธิพลทำให้ปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ตรวจวัดได้มีค่าต่ำลง เนื่องจากการชะล้างของฝนจะทำให้มลพิษในบรรยากาศลดลงโดยจะทำให้ไนโตรเจนไดออกไซด์เปลี่ยนไปอยู่ในรูปของกรดไนตริก และตกลงมาเป็นฝนกรดได้ (สุทัสสา วงศ์ราช, 2553)

จากการสำรวจชนิดไลเคนรอบจุดตรวจวัดอากาศ จะพบไลเคนในกลุ่มทนทานสูงและกลุ่มทนทาน ในพื้นที่ตำบลสมอแขและตำบลบึงพระส่วนตำบลในเมืองและตำบลบ้านกร่าง ไม่พบชนิดไลเคน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าไนโตรเจนได-ออกไซด์ที่ตรวจวัดได้ จะพบว่าพื้นที่ที่มีค่าไนโตรเจนไดออกไซด์สูง จะไม่สามารถตรวจพบไลเคน ดังนั้นไลเคนจึงสามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพ

อากาศได้เช่นเดียวกัน (รำพรวน กันเจิม, 2552; ขวัญเรือน พาป้อง, 2555) เนื่องจากไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตที่พบได้ทั่วไป สามารถเจริญเติบโตได้โดยการรับน้ำและสารอาหารที่ละลายอยู่ใน ฝน หมอก และน้ำค้าง เข้าไปในแผ่นใบโดยตรง แต่ไลเคนจะไม่สามารถเจริญเติบได้ในบริเวณที่มีมลพิษ เพราะไลเคนไม่มีชั้นคิวติเคลที่มีลักษณะคล้ายขี้ผึ้งเคลือบป้องกันตัวจากมลพิษ สารพิษจึงเข้าไปทำอันตรายไลเคนได้ง่าย (วนารักษ์ ไชพันธ์แก้ว และคณะ, 2551)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์โดยใช้วิธีเก็บตัวอย่างอากาศแบบแพสซิฟ (Passive Sampling) มีพื้นที่ศึกษา4 ตำบลได้แก่ ตำบลในเมือง ตำบลบ้านกร่างตำบลสมอแข และตำบลบึงพระ โดยแบ่งการเก็บตัวอย่างตำบลละ3 จุดคือ ถนนสายหลัก ถนนสายรอง และถนนสายย่อย ทำการศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม–เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1.ตำบลที่มีปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์สูงสุดได้แก่ ตำบลในเมืองมีค่าอยู่ที่3.3± 1.6ppb รองลงมา คือ ตำบลบ้านกร่างมีค่าอยู่ที่1.9± 1.2ppb ตำบลบึงพระมีค่าอยู่ที่1.5± 0.8ppbและตำบลสมอแขมีค่าอยู่ที่1.3± 0.7ppb ตามลำดับ

2.ถนนที่มีปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์สูงสุดได้แก่ ถนนสายหลักซึ่งมีค่าอยู่ที่1.5±1.1 ppb รองลงมา คือ ถนนสายรองมีค่าอยู่ที่ 1.8±1.3 ppb และถนนสายย่อยมีค่าอยู่ที่2.6±1.4ppbตามลำดับ

3.เดือนที่มีปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์สูงสุดคือเดือนธันวาคมซึ่งมีค่าอยู่ที่ 5.5 ± 0.5 ppb รองลงมา คือ เดือนพฤศจิกายนมีค่าอยู่ที่ 4.2 ± 0.8ppb และเดือนตุลาคมมีค่าอยู่ที่ 4.1 ± 0.8 ppb ตามลำดับ

4. จากการสำรวจชนิดของไลเคนในพื้นที่โดยรอบจุดตรวจวัดอากาศในระยะ 50 เมตรของทั้ง 4 ตำบล จะพบไลเคนในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างอากาศ2 กลุ่ม คือ กลุ่มทนทานและทนทานสูง ซึ่งจะพบไลเคนใน 2 ตำบล ได้แก่ตำบลสมอแข ตำบลบึงพระ แต่ไม่พบไลเคนในพื้นที่ตำบลในเมือง และตำบลบ้านกร่าง เนื่องจากเป็นเส้นทางที่มีการจราจรหนาแน่นและเป็นแหล่งชุมชน ไลเคนจึงอาจจะถูกรบกวน และอาจจะมีปัจจัยอื่นที่ไม่เหมาะสมจึงทำให้ไลเคนไม่สามารถมีการเจริญเติบโตได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณนายกองค์การบริหารส่วนจังหวัดพิษณุโลก นายกเทศมนตรีเทศบาลนครเมืองพิษณุโลก นายกองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านกร่าง นายกองค์การบริหารส่วนตำบลบึงพระ ในการติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศ ขอบคุณเจ้าหน้าที่สาขาเคมีที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการการทดลองคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เอกสารอ้างอิง

ขวัญเรือน พาป้อง. (2555). **ไลเคน: ดัชนีชี้วัดทางชีวภาพสำหรับตรวจสอบคุณภาพอากาศ.** KKU Science Journal Volume 40 Number 1. pp. 13-23

รำพรวน กันเจิม.(2552**). ความหลากหลายของไลเคนและการตรวจสอบปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในบริเวณโรงไฟฟ้าแม่เม๊าะ อำเภอแม่เม๊าะ จังหวัดลำปาง ปี พ.ศ. 2552.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ชีววิทยา).มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วนารักษ์ ไชพันธ์แก้ว กฤติกา ป้อมเผือก แพททรีเซีย วูลเซลลี่ สุทธาธร สุวรรณรัตน์. (2551). **คู่มือนักสำรวจไลเคน.** บริติช เคานซิล เชียงใหม่ : พิมพ์ครั้งที่ 2.

วนิดา จีนศาสตร์. (2551). **มลพิษอากาศและการจัดการคุณภาพอากาศ.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พิมพ์ครั้งที่ 1

สรณรัชฎ์ กาญจนะวณิชย์. (2553). **นักสืบสายลมนักสืบสายลม คู่มือสำรวจไลเคนกรุงเทพฯ ตรวจคุณภาพอากาศเมือง.** มูลนิธิโลกสีเขียว

สุทัสสา วงศ์ราช. (2553). **การพัฒนาชุดตัวอย่างแบบแพสซีฟในการตรวจวัดไนโตรเจนไดออกไซด์เพื่อใช้ในชุมชน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

Ogawa & CompanyUSA, Inc. (1998). **NO, NO_2,NO_X, and SO_2 sampling protocol using the Ogawa**. sampler: USA.

Swiss –Vietnamese Clean Air Program (SVCAP). (2007). **เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ.** Air Quality in Hanoi 2007.

ความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหาและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
The opinion of environmental problem and management in Pibulsongkram Rajabhat University

วัฒนา ไตรพรมมา* และ อรชร ฉิมจารย์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: wattana2005@live.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับปัญหาและการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับปริญญาตรีจำนวน 200 คน โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลจากการวิจัยพบว่าระดับความคิดเห็นของนักศึกษาต่อความชัดเจนของนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยฯ อยู่ในระดับสูง ($\overline{X}$= 3.83, S.D. = 0.78) แต่นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับนโยบายมหาวิทยาลัยสีเขียวในระดับปานกลาง ($\overline{X}$= 3.34, S.D. = 0.81) ระดับความคิดเห็นของปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่มีปัญหามากที่สุด คือ ปัญหาสถานที่ในการจอดรถ รองลงมาคือ ปัญหาขี้นก ปัญหากลิ่นและความสะอาดของห้องน้ำ ตามลำดับ สำหรับระดับความคิดเห็นต่อมาตรการหรือนโยบายที่นักศึกษาสามารถมีส่วนร่วมในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมได้มากที่สุด คือ การประหยัดไฟฟ้า และการประหยัดน้ำ

คำสำคัญ : นโยบายสิ่งแวดล้อม ปัญหาสิ่งแวดล้อม การจัดการสิ่งแวดล้อม

Abtract

The objective of this research was to study the opinion level of environmental problem and management in Pibulsongkram Rajabhat University. The target population was 200 undergraduate students. The instrument of this study was the questionnaires that used 5 levels rating scale. Means, percentages and standard deviation (SD) were used for data analysis. The results showed that the opinion level of students about clarity of environmental policy of university was determined at high level ($\overline{X}$= 3.83, S.D. = 0.78) but students had knowledge on green university policy at middle level ($\overline{X}$= 3.34, S.D. = 0.81). The highest level of environmental problem in student opinion was parking problem, followed by bird droppings problem, toilet smelling and cleaning, respectively. The highest opinion level for measure and policy that student can participate in environmental management were electricity savings and water saving.

keywords: environmental policy, environmental problem, environmental management

บทนำ

ปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันนั้นมีแนวโน้มที่จะขยายวงกว้างมากขึ้นซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตของมนุษย์ และสัตว์ รวมถึงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากปัจจัยหลายด้าน เช่น ความหนาแน่นของยานพาหนะ โรงงานอุตสาหกรรม ฝุ่นละออง น้ำเน่าเสีย และขยะมูลฝอย ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ เช่น อากาศเป็นพิษ สารเคมีตกค้างในอาหารและน้ำดื่ม ปัญหาโลกร้อน เป็นต้น ซึ่งจะทำให้มีผลต่อสุขภาพร่างกายทำให้เจ็บป่วยได้ง่าย เป็นสาเหตุของการเกิดโรค และยังก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญในการทำงานหรือการทำกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ทำให้สภาพแวดล้อมแปรปรวนเกิดความเสียหายและก่อให้เกิดมลพิษ

มหาวิทยาลัยเป็นสถานศึกษาที่มีการเรียนการสอนและการจัดกิจกรรมต่างๆ มากมาย โดยมีการใช้ทรัพยากร พลังงาน เชื้อเพลิงและวัสดุอื่นๆ เช่น ในการเรียนการสอนมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในการใช้เครื่องอำนวยความสะดวกและสื่อโสตทัศน์ต่างๆ และมีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในมหาวิทยาลัยอยู่ตลอดเวลา ซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาจากการใช้งาน เช่น ปัญหา

การจราจร ปัญหาขยะมูลฝอย ปัญหาพลังงาน และปัญหาการใช้ประโยชน์อาคารสถานที่ เป็นต้น ซึ่งปัญหาต่างๆเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในมหาวิทยาลัย ทำให้ระบบสิ่งแวดล้อมเกิดความเสียหาย ขาดความสมดุล ทางมหาวิทยาลัยจึงควรมีการจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อปรับสภาพแวดล้อมและแก้ไขปัญหาภายในมหาวิทยาลัยให้ดีขึ้น และควรมีการรณรงค์หรือมีกิจกรรมที่ให้นักศึกษาหรือบุคลากรได้มีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมหรือการอนุรักษ์ทรัพยากรต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย จากปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการประเมินระดับความคิดเห็นของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่มีต่อนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม ปัญหาสิ่งแวดล้อม และมาตรการหรือกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย เพื่อศึกษาว่านักศึกษามีระดับความคิดเห็นต่อปัญหาและระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามมากหรือน้อยเพียงใด และใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อให้ทางมหาวิทยาลัยแก้ไขในการกระจายข้อมูลข่าวสารให้กับนักศึกษาได้ทราบ เพื่อให้นักศึกษาได้รับข้อมูลข่าวสารอย่างครบถ้วนและสามารถมีส่วนร่วมในการจัดการสิ่งแวดล้อมในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม และเป็นการลดการเกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมต่างๆ เพื่อเป็นการอนุรักษ์และรักษาสิ่งแวดล้อมในมหาวิทยาลัยอีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และมาตรการหรือกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งแบ่งขั้นตอนการดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก คือ

1. เครื่องมือวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือวิจัยเพื่อสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และมาตรการหรือกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม แบ่งเป็น 4 ข้อ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความคิดเห็น แบ่งเป็น 3 ตอน

ตอนที่ 1 ความคิดเห็นเกี่ยวกับ นโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยว กับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ตอนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับ มาตรการ หรือ กิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย

แบบสอบถามที่ได้พัฒนาขึ้นจะผ่านการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC : Index of item objective congruence) โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยทุกข้อที่นำมาใช้ในแบบสอบถามจะมีค่า IOC ไม่น้อยกว่า 0.5

2. การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างโดยใช้ประชากรกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1-4 จำนวน 12,982 คน ในการดำเนินการศึกษา ผู้วิจัยได้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรในการกำหนดขนาดตัวอย่างจากการคำนวณตามวิธีของ Taro Yamane (ปิยะมาศ สามสุวรรณ และสมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์, 2554)

$$n = N / (1 + Ne^2)$$

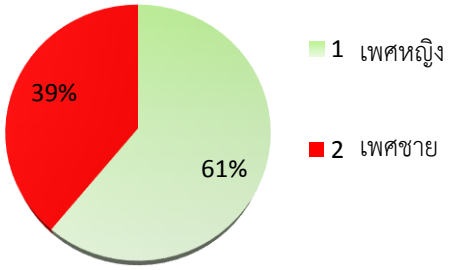
โดยที่ n คือ จำนวนตัวอย่าง N คือ จำนวนประชากร e คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของตัวอย่างที่ยอมรับได้ (ในที่นี้ใช้ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 92 คือ ให้มีความคลาดเคลื่อน 0.08) จะทำให้ได้จำนวนตัวอย่าง 156 คน แต่ในการศึกษานี้ได้ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 200 คน

3. การแปลผล

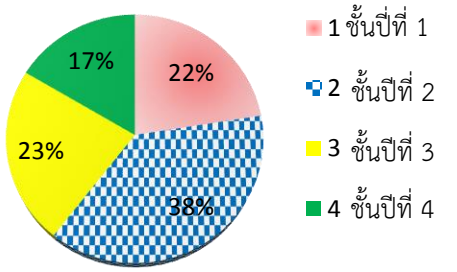
ภายหลังเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม จะวิเคราะห์และแปลผลทางสถิติ โดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลระดับความคิดเห็นของนักศึกษาที่ได้จากแบบสอบถามได้นำมาวิเคราะห์ โดยนำผลคะแนนระดับความเห็นที่เป็นค่าเฉลี่ยมาพิจารณาและคำนึงถึงค่าอัตราภาคชั้น ซึ่งเกณฑ์ค่าเฉลี่ยในการแปลความหมายมีดังนี้ ค่าเฉลี่ยในช่วง 4.21 – 5.00 หมายถึง เห็นด้วยในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ยในช่วง 3.41 – 4.20 หมายถึง เห็นด้วยในระดับมาก ค่าเฉลี่ยในช่วง 2.61 – 3.40 หมายถึง เห็นด้วยในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยในช่วง 1.81 – 2.60 หมายถึง เห็นด้วยในระดับน้อย และค่าเฉลี่ยในช่วง 1.00 – 1.80 หมายถึง เห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

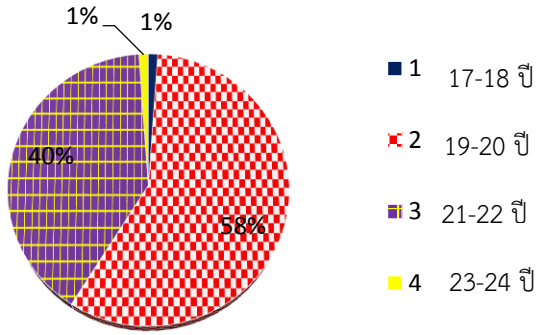
จากการสำรวจความคิดเห็นของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามเกี่ยวกับนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และมาตรการ หรือกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม โดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาเพศหญิง คิดเป็นร้อยล่ะ 61 และนักศึกษาเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 39 แสดงดังรูปที่ 1 โดยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 ที่ตอบแบบสอบถามมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 38 รองลงมา คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 3 , 1 และ 4 ตามลำดับดับ แสดงดังรูปที่ 2 ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่จะมีอายุอยู่ในช่วง 19-20 ปี คิดเป็นร้อยละ 58 รองลงมาจะอยู่ในช่วง 21-22 ปี แสดงดังรูปที่ 3 จะเห็นได้ว่านักศึกษาที่ให้ข้อมูลเป็นผู้ที่ใช้ชีวิตการศึกษาในมหาวิทยาลัยและมีความเกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย



ภาพที่ 1 ร้อยละของผู้ที่ตอบแบบสอบถามแบบสอบถาม



ภาพที่ 2 ร้อยละของจำนวนนักศึกษาแต่ละชั้นปีที่ตอบ



ภาพที่ 3 ร้อยละของอายุผู้ที่ตอบแบบสอบถาม

สำหรับผลการศึกษาระดับความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย พบว่า นักศึกษามีระดับความคิดเห็นต่อความชัดเจนของนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยฯ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 3.83, S.D. = 0.78) แต่มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับนโยบายมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University) ของมหาวิทยาลัย อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$= 3.34, S.D. = 0.81) ซึ่งโดยรวมแล้วจากการตรวจสอบระดับความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 3.55, S.D. = 0.80) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับความคิดเห็นของนักศึกษาต่อนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย

ข้อที่	นโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยฯ	ผลการวิจัย		
		ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D	การแปลผล
1	มหาวิทยาลัยมีความชัดเจนทางด้านนโยบายสิ่งแวดล้อม	3.83	0.78	มาก
2	มหาวิทยาลัยมีการแจ้งและประชาสัมพันธ์นโยบายหรือโครงการด้านสิ่งแวดล้อม	3.74	0.79	มาก
3	มหาวิทยาลัยมีการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง	3.54	0.77	มาก
4	ท่านมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับนโยบายมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University)ของมหาวิทยาลัย	3.34	0.81	ปานกลาง
5	มหาวิทยาลัยมีการพัฒนาศักยภาพและการจัดการเพื่อขับเคลื่อนนโยบายสิ่งแวดล้อม	3.44	0.80	มาก
6	มหาวิทยาลัยมีการสร้างเครือข่ายเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และจัดอบรมด้านสิ่งแวดล้อม	3.40	0.82	ปานกลาง
	รวม	3.55	0.80	มาก

ในส่วนของการศึกษาระดับความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับด้านปัญหาสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยโดยแบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ปัญหาการจราจร ปัญหาขยะมูลฝอยและของเสีย ปัญหาพลังงาน และปัญหาการใช้ประโยชน์อาคารสถานที่และภูมิทัศน์ พบว่า นักศึกษามีระดับความคิดเห็นต่อปัญหาด้านต่างๆ ดังนี้ ระดับความคิดเห็นต่อปัญหาการจราจรที่มีปัญหามากที่สุด คือ ปัญหาสถานที่ในการจอดรถ ($\bar{X}$= 4.33, S.D. = 0.78) รองลงมาคือ ปัญหาการจอดรถที่ไม่เป็นระเบียบ ($\bar{X}$= 4.20, S.D. = 0.81) ซึ่งระดับความคิดเห็นโดยรวมเกี่ยวกับปัญหาการจราจร อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.00, S.D. = 0.82) ด้านปัญหาขยะมูลฝอยและของเสีย พบว่า ระดับความคิดเห็นต่อปัญหาการทิ้งขยะไม่เป็นที่หรือไม่ทิ้งในที่กำหนดไว้ เป็นปัญหามาก ($\bar{X}$= 4.10, S.D. = 0.82) รองลงมาคือ ปัญหาการใช้กระดาษที่สิ้นเปลืองโดยไม่มีการนำกลับมาใช้ใหม่ ($\bar{X}$= 3.91, S.D. = 0.83) และยังพบว่า ปัญหาของเสียอันตราย เช่น สารเคมีในห้องปฏิบัติการ เป็นปัญหาน้อยสุดจากปัญหาด้านขยะมูลฝอยและของเสีย ($\bar{X}$= 3.22, S.D. = 0.83) ซึ่งความคิดเห็นโดยรวมต่อปัญหาขยะมูลฝอยและของเสีย อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 3.66, S.D. = 0.82) ด้านปัญหาพลังงาน พบว่า ระดับความคิดเห็นต่อปัญหาการไม่ปิดไฟหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าหลังการใช้งานในแต่ละครั้งเป็นปัญหามาก ($\bar{X}$= 4.14, S.D. = 0.81) รองลงมา คือ ปัญหาการเปิดไฟฟ้าหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าทิ้งไว้เมื่อไม่มีคนอยู่ ($\bar{X}$= 4.01, S.D. = 0.81) และระดับความคิดเห็นโดยรวมต่อปัญหาพลังงาน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 3.82, S.D. = 0.81) และด้านปัญหาการใช้ประโยชน์อาคารสถานที่และภูมิทัศน์ พบว่า ระดับความคิดเห็นต่อปัญหาขี้นก เป็นปัญหามากที่สุด ($\bar{X}$= 4.30, S.D. = 0.78) รองลงมา คือ ปัญหากลิ่นและความสะอาดของห้องน้ำ ($\bar{X}$= 4.29, S.D. = 0.78) และปัญหาอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ ในแต่ละอาคารชำรุดเสียหาย ($\bar{X}$= 4.14, S.D. = 0.82) ตามลำดับ และความคิดเห็นโดยรวมต่อปัญหาการใช้ประโยชน์อาคารสถานที่และภูมิทัศน์ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 3.95, S.D. = 0.80) แสดงดังตารางที่ 2

และผลการศึกษาระดับความคิดเห็นของนักศึกษาต่อมาตรการ หรือกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย ที่นักศึกษาสามารถมีส่วนร่วมในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า นักศึกษาสามารถมีส่วนร่วมในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมได้มากที่สุด คือ การประหยัดไฟฟ้า ($\bar{X}$= 4.14, S.D. = 0.82) รองลงมา คือ การประหยัดน้ำ ($\bar{X}$= 4.09, S.D. = 0.82) และ การเพิ่มพื้นที่สีเขียวในมหาวิทยาลัย ($\bar{X}$= 4.04, S.D. = 0.82) ตามลำดับ และยังพบว่าระดับความคิดเห็นของนักศึกษาต่อกิจกรรมธนาคารขยะอยู่ในระดับน้อยสุดจากกิจกรรมทั้งหมด ($\bar{X}$= 3.46, S.D. = 0.83) ซึ่งผลการศึกษานี้มีความสอดคล้องกับประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมที่มหาวิทยาลัยได้มีการส่งเสริมให้นักศึกษาเข้ามามีส่วนร่วม และระดับความคิดเห็นของนักศึกษาที่เห็นว่าตัวนักศึกษาเองสามารถมีส่วนร่วมกับกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยในกิจกรรมต่างๆ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ระดับความคิดเห็นของนักศึกษาต่อปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ข้อที่	ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม	ผลการวิจัย		
		ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D	การแปลผล
1	**ปัญหาการจราจร**			
	ปัญหาสถานที่ในการจอดรถ	4.33	0.78	มากที่สุด
	ปัญหาการจอดรถที่ไม่เป็นระเบียบ	4.20	0.81	มาก
	ปัญหาการกำหนดพื้นที่ห้ามจอด	3.79	0.83	มาก
	ปัญหาเกี่ยวกับกฎหรือข้อบังคับในการขับขี่ในมหาวิทยาลัย	3.73	0.83	มาก
	ปัญหาความชัดเจนของป้ายจราจรในมหาวิทยาลัย	3.85	0.83	มาก
	ปัญหาเกี่ยวกับวินัยในการขับขี่ยานพาหนะในมหาวิทยาลัย	4.10	0.81	มาก
	รวม	4.00	0.82	มาก
2	**ปัญหาขยะมูลฝอยและของเสีย**			
	ปัญหาการคัดแยกขยะแต่ละประเภท	3.66	0.81	มาก
	ปัญหาการใช้กระดาษที่สิ้นเปลืองโดยไม่มีการนำกลับมาใช้ใหม่	3.91	0.83	มาก
	ปัญหาการทิ้งขยะไม่เป็นที่หรือไม่ทิ้งในที่กำหนดไว้	4.10	0.82	มาก
	ปัญหาความพอเพียงของถังขยะในมหาวิทยาลัย	3.53	0.82	มาก
	ปัญหาของเสียอันตราย เช่นสารเคมีในห้องปฏิบัติการ	3.22	0.83	ปานกลาง
	ปัญหาน้ำเสียตามแหล่งน้ำหรือสระน้ำ	3.52	0.82	มาก
	รวม	3.66	0.82	มาก
3	**ปัญหาพลังงาน**			
	ปัญหาการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในปริมาณมากเนื่องจากไม่มีระบบขนส่งภายในมหาวิทยาลัยที่เพียงพอ	3.35	0.81	ปานกลาง
	ปัญหาการใช้ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าในการทำงานหรือการเรียนการสอนเกินความจำเป็น	3.78	0.81	มาก
	ปัญหาการเปิดไฟฟ้าหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าทิ้งไว้เมื่อไม่มีคนอยู่	4.01	0.81	มาก
	ปัญหาการปิดไฟฟ้าหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าหลังการใช้งานแต่ละครั้ง	4.14	0.81	มาก
	รวม	3.82	0.81	มาก
4	**ปัญหาการใช้ประโยชน์อาคารสถานที่และภูมิทัศน์**			
	ปัญหาอาคารชำรุดทรุดโทรม	4.01	0.82	มาก
	ปัญหาอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ ในแต่ละอาคารชำรุดเสียหาย	4.14	0.82	มาก
	ปัญหาขี้นก	4.30	0.78	มากที่สุด
	ปัญหากลิ่นและความสะอาดของห้องน้ำ	4.29	0.78	มากที่สุด
	ปัญหาความสะอาดของห้องเรียนและอาคาร	3.92	0.78	มาก
	ปัญหาภูมิทัศน์ในมหาวิทยาลัย	3.40	0.83	ปานกลาง
	ปัญหาการระบายน้ำ และน้ำท่วมขังเมื่อฝนตก	3.62	0.81	มาก
	รวม	3.95	0.80	มาก

ตารางที่ 3 ระดับความคิดเห็นของนักศึกษาต่อ มาตรการ/กิจกรรม/นโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยที่นักศึกษาสามารถมีส่วนร่วมในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม

ข้อที่	มาตรการ/กิจกรรม/นโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย	ผลการวิจัย		
		ค่าเฉลี่ย	ค่า S.D	การแปลผล
1	ส่งเสริมและใช้วัสดุอุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน	4.01	0.81	มาก
2	รณรงค์การใช้จักรยานแทนการใช้รถจักรยานยนต์เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานและลดภาวะโลกร้อน	3.74	0.82	มาก
3	รณรงค์การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานและได้รับมาตรฐานเพื่อให้เกิดการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพ	3.91	0.82	มาก
4	การประหยัดไฟฟ้า เช่น ช่วยปิดไฟหลังเลิกเรียนหากพบว่าห้องเรียนไม่ได้ปิดไฟ	4.14	0.82	มาก
5	การใช้กระดาษอย่างประหยัด และใช้กระดาษ 2 หน้า	4.03	0.83	มาก
6	การคัดแยกขยะก่อนทิ้งลงถัง	3.84	0.85	มาก
7	กิจกรรมธนาคารขยะ	3.46	0.83	มาก
8	รณรงค์เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและย่อยสลายง่าย และหลีกเลี่ยงการใช้โฟมในมหาวิทยาลัย	3.71	0.81	มาก
9	รักษาความสะอาดของห้องเรียนและบริเวณพื้นที่ของมหาวิทยาลัย	3.97	0.81	มาก
10	ใช้น้ำอย่างรู้คุณค่า ปิดน้ำทันทีที่เลิกใช้	4.09	0.82	มาก
11	เข้าร่วมกิจกรรมของมหาวิทยาลัยในการเพิ่มพื้นที่สีเขียว โดยการปลูกต้นไม้	4.04	0.82	มาก
12	รณรงค์ขับขี่ปลอดภัย สร้างวินัยจราจร	3.80	0.80	มาก

อภิปรายผลการวิจัย

จากการสำรวจความคิดเห็นของนักศึกษาด้านนโยบายสิ่งแวดล้อม ระดับความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อความชัดเจนทางด้านนโยบายสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย อยู่ในระดับมาก ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาของ ปิยะมาศ สามสุวรรณ และ สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ (2554) โดยทำการศึกษาที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี พบว่านักศึกษามีระดับความคิดเห็นต่อความชัดเจนทางด้านนโยบายสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย อยู่ในระดับปานกลาง และพบว่า นักศึกษามีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกันนโยบายมหาวิทยาลัยสีเขียว อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งอาจมีผลมาจากในการแจ้งข่าวสารเกี่ยวกับนโยบายมหาวิทยาลัยสีเขียวของมหาวิทยาลัยไม่สามารถสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับนโยบายมหาวิทยาลัยสีเขียวให้แก่นักศึกษาได้ มหาวิทยาลัยจึงควรมีความชัดเจนในการแจ้งข้อมูลข่าวสาร เกี่ยวกับนโยบาย หรือการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมต่างๆ ให้แก่นักศึกษาได้ทราบ เพื่อให้นักศึกษาได้รับข้อมูลข่าวสารอย่างครบถ้วน และเพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจแก่นักศึกษาในด้านสิ่งแวดล้อม

ในด้านปัญหาสิ่งแวดล้อม จากผลการศึกษาระดับความคิดเห็นของนักศึกษาต่อปัญหาด้านต่างๆ พบว่า ปัญหาที่มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด คือ ปัญหาสถานที่จอดรถ เนื่องจากนักศึกษาจะต้องใช้ยานพาหนะในการเดินทาง เมื่อมีจำนวนนักศึกษามากขึ้นจึงทำให้มีจำนวนยานพาหนะมากกว่าสถานที่ในการจอดรถ ดังนั้น ทางมหาวิทยาลัยควรจะมีการจัดระเบียบในการจอดรถหรือจัดสถานที่ในการจอดรถเพิ่มเติม เพื่อลดปัญหาเกี่ยวกับสถานที่ในการจอดรถที่ไม่เพียงพอต่อจำนวนยานพาหนะและปัญหาในการจอดรถที่ไม่เป็นระเบียบ และจากผลการศึกษายังพบว่า ระดับความคิดเห็นของนักศึกษาต่อปัญหาของเสียอันตราย เช่น สารเคมีในห้องปฏิบัติการ อยู่ในระดับน้อยที่สุดจากปัญหาทั้งหมด เนื่องจากนักศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้สัมผัสกับการใช้สารเคมีหรือใช้ในการเรียนการสอน จึงทำให้นักศึกษามีระดับความคิดเห็นต่อปัญหาดังกล่าวอยู่ในระดับน้อยสุดจากปัญหาทั้งหมด

สำหรับด้านมาตรการหรือกิจกรรมที่นักศึกษาสามารถมีส่วนร่วมได้ในการจัดการสิ่งแวดล้อมมากที่สุด คือ การประหยัดไฟฟ้า รองลงมา คือ การประหยัดน้ำ ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับการศึกษาของ ปิยะมาศ สามสุวรรณ และ สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ (2554) เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่สามารถทำได้ง่าย จึงทำให้นักศึกษาสามารถมีส่วนร่วมในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับมาก และยังพบว่านักศึกษามีระดับความคิดเห็นต่อกิจกรรมที่สามารถมีส่วนร่วมได้น้อยที่สุดจากกิจกรรมทั้งหมด คือ กิจกรรมธนาคารขยะ ดังนั้นทางมหาวิทยาลัยจึงควรมีการส่งเสริมและสนับสนุนเกี่ยวกับกิจกรรมธนาคาร

ขยะ เพราะเป็นกิจกรรมที่สามารถช่วยลดการเกิดขยะมูลฝอยที่จะเกิดขึ้นภายในมหาวิทยาลัย และยังเป็นการคัดแยกขยะก่อนทิ้งลงถังได้อีกด้วย

สรุปผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาระดับความคิดเห็นของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามเกี่ยวกับนโยบาย ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และมาตรการหรือกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 200 คน ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิง จำนวน 122 คน (คิดเป็นร้อยล่ะ 0.61) เป็นเพศชาย จำนวน 78 คน (คิดเป็นร้อยละ 0.39) สามารถสรุปได้ดังนี้

1. จากการสำรวจระดับความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อความชัดเจนทางด้านนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย อยู่ในระดับมาก แต่พบว่า นักศึกษามีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับ นโยบายมหาวิทยาลัยสีเขียว (Green University) อยู่ในระดับปาน โดยผลรวมของระดับความคิดเห็นของนักศึกษาต่อนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย อยู่ในระดับมาก (X = 3.55, S.D. = 0.8)

2. จากการสำรวจระดับความคิดเห็นของนักศึกษาต่อปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า นักศึกษามีความคิดเห็นต่อปัญหาสถานที่ในการจอดรถ อยู่ในระดับมากที่สุด (X = 4.33, S.D. = 0.78) รองลงมา คือ ปัญหาขี้นก (X = 4.30, S.D. = 0.78) ปัญหากลิ่นและความสะอาดของห้องน้ำ (X = 4.29, S.D. = 0.78) ตามลาดับ และนักศึกษามีความคิดเห็นต่อปัญหาของเสียอันตราย เช่น สารเคมีในห้องปฏิบัติการ อยู่ในระดับน้อยที่สุดจากปัญหาทั้งหมด (X = 3.22, S.D. = 0.83) ซึ่งผลรวมของระดับความ คิดเห็นของนักศึกษาต่อปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยอยู่ในระดับมาก

3. ระดับความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับมาตรการหรือกิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยที่นักศึกษาสามารถมีส่วนร่วมในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมได้มากที่สุด คือ การประหยัดไฟฟ้า (X = 4.14, S.D. = 0.82) รองลงมาคือ การประหยัดน้ำ (X = 4.09, S.D. = 0.82) และนักศึกษามีระดับ ความคิดเห็นต่อกิจกรรมธนาคารขยะ ที่สามารถมีส่วนร่วมได้น้อยที่สุดจากกิจกรรมทั้งหมด (X = 3.46, S.D. = 0.83)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และขอบคุณเพื่อนๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการให้คำปรึกษา ตลอดจนคำแนะนำต่างๆ ในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

คณะกรรมการดำเนินงานวิจัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง. (2555). **ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการจัดสภาพแวดล้อมภายใน มหาวิทยาลัยรามคำแหง สาขาวิทยบริการเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดนครศรีธรรมราช.**

งานสารสนเทศเชิงยุทธศาสตร์ กองแผนงาน สำนักงานมหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2555). **ความพึงพอใจต่อสภาพภูมิทัศน์ และสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.**

ธีรวัฒน์ ยุวรรณะ. (2549). **ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการสภาพแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์.** 30 กันยายน 2557. http://thesis.rru.ac.th/thesis.php?id=179.

ปิยะมาศ สามสุวรรณ และ สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์. (2554). **การมีส่วนร่วมของนักศึกษาต่อการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี** : การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 2.

ศุภาพร ผิวงาม. (2549). **การจัดการสิ่งแวดล้อมในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี.** 5 พฤศจิกายน 2557. http://www.thapra.lib.su.ac.th/objects/thesis/fulltext/snamcn/Supaporn_Puewngam/.

การประเมินผลกระทบคุณภาพน้ำแม่น้ำปิง อำเภอเมืองกำแพงเพชร
Assessment of water quality in Ping river, Muang Kamphaeng Phet district.

วิไลลักษณ์ สวนมะลิ* และ รักฟ้า รัตนพร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร กำแพงเพชร
*corresponding author email: aewilailak_s@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมีบางประการของแม่น้ำปิง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร และเพื่อติดตามตรวจสอบ ประเมินคุณภาพน้ำผิวดินของแม่น้ำปิง จังหวัดกำแพงเพชร การดำเนินการวิจัยได้เก็บตัวอย่างน้ำ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2556 เวลา 12 เดือน โดยเก็บตัวอย่างน้ำ 7 จุดเก็บตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยของแต่ละพารามิเตอร์ ดังนี้ คือ อุณหภูมิน้ำ 27.01-29.35 ˚C, ค่าพีเอช 7.71–7.90, ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 4.2 -5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร, ค่าบีโอดี 0.6 -0.7 มิลลิกรัมต่อลิตร, ค่าความเป็นด่าง 44.25 -50.38, ความกระด้าง 80.92 -88.50 มิลลิกรัมต่อลิตร, ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน 0.006 - 0.008 มิลลิกรัมต่อลิตร, ออโธฟอสเฟต 0.012 - 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร เปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน พบว่า คุณภาพน้ำแม่น้ำปิง โดยส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2

คำสำคัญ : ประเมินผลกระทบคุณภาพน้ำ แม่น้ำปิง กำแพงเพชร

Abstract

The aims of this research were to study physical quality and chemical aspects of water in the Ping river, Kamphaeng Phet province, and to monitor and evaluate the quality of the surface water of the Ping river, Kamphaeng Phet province. Water samples were collected from 7 sampling points along the river. Water samples were collected from October 2012 to September 2013 (12 months). The results showed that the water quality of Ping river had an average water temperature in the range 27.01 -29-35 ˚C, pH was 7.71 – 7.90, dissolved oxygen 4.2 -5.0 mgL^{-1}, BOD ranged from 0.6 -0.7 mgL^{-1}, the hardness ranged from 80.92 -88.50 mgL^{-1}., nitrate – nitrogen ranged from 0.006 - 0.008 mgL^{-1}. Comparision to the standard water quality of surface water found that the water quality of the river mostly meet the water quality standards for surface water category 2.

keywords : water quality assessment, Ping river, Kamphaeng Phet

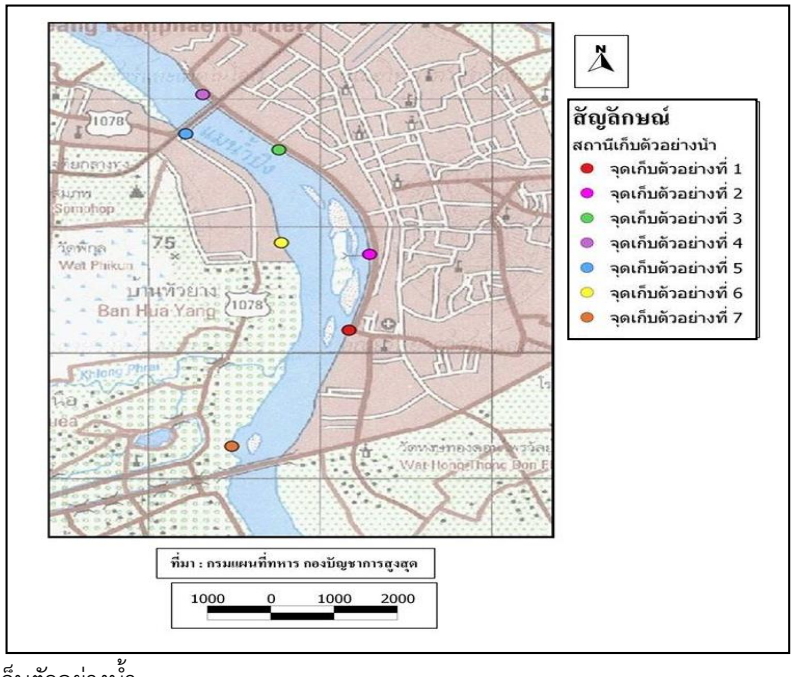
บทนำ

แม่น้ำปิงเป็นแม่น้ำสายหลักและมีความสำคัญของประชาชนชาวจังหวัดกำแพงเพชร ซึ่งในอดีตผู้ที่อาศัยใกล้แม่น้ำปิงสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภค-บริโภค ทำการเกษตรและจากข้อมูลการสำรวจคุณภาพน้ำปิงตอนล่าง (กำแพงเพชรถึงนครสวรรค์) ของกรมควบคุมมลพิษพบว่า แม่น้ำปิงที่บริเวณชุมชนเมืองกำแพงเพชร เริ่มมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์และจุลชีพสูงขึ้น (สถาบันสารสนเทศ ทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2556) อีกทั้งมีการทำกิจกรรมต่างๆ มากมายบริเวณแม่น้ำปิง เช่น มีการสูบน้ำจากแม่น้ำปิงไปใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมากทำให้น้ำในแม่น้ำปิง มีปริมาณน้อยลง มีการสร้างอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง ร้านอาหาร โรงแรมลุกล้ำแม่น้ำปิง และปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำปิง ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้มีผลทำให้น้ำแม่น้ำปิง มีสภาพที่แตกต่างไปจากเดิมและน่าจะเกิดปัญหาคุณภาพน้ำที่ควรมีการเฝ้าระวังในปัจจุบันและในอนาคต งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการ และติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำผิวดินของแม่น้ำปิง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร

วิธีดำเนินการวิจัย

1. สำรวจพื้นที่เพื่อกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของจังหวัดกำแพงเพชร และทำแผนที่เพื่อกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ 7 จุดเก็บตัวอย่าง (ดังภาพ 1)



ภาพที่ 1 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

2. วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

2.1 ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำทั้ง 7 จุด มาวิเคราะห์คุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพและเคมีบางประการ โดยแต่ละจุดจะทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 3 ซ้ำ ต่อเนื่องกัน ทุกๆ เดือน เป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556

2.2 การเก็บตัวอย่างน้ำแบบ Integrated แหล่งน้ำที่เป็นน้ำไหล ทำการเก็บที่จุดกึ่งกลางความกว้างของแหล่งน้ำที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร ณ จุดตรวจสอบ โดยใช้ขวดพลาสติกขนาด 1 ลิตร จากนั้นนำมาแช่ในถังบรรจุน้ำแข็งเพื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำ พารามิเตอร์ที่ทำการวัด ณ สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ คือ อุณหภูมิ พีเอช และออกซิเจนละลายน้ำ

3. วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

การเก็บและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแต่ละพารามิเตอร์ดำเนินการตามมาตรฐาน การวิเคราะห์น้ำของ Standard Method for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, and WPCF, 1995) และตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) ดังตาราง 1

ตาราง 1 พารามิเตอร์ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ที่มา: (APHA, AWWA, and WPCF, 1995)

พารามิเตอร์	วิธีตรวจวิเคราะห์	หน่วยที่ใช้วัด
1. อุณหภูมิ (Temperature)	Thermo Meter	C°
2. ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	Azide Modification	mgL^{-1}
3. บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD)	Azide Modification	mgL^{-1}
4. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	pH Meter	-
5. ความเป็นด่าง (Alkalinity)	Indicator Method	mgL^{-1}
6. ความกระด้างของน้ำ (Water Hardness)	EDTA Titration	mgL^{-1}
7. ไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen)	Phenoldisulphonic acid	mgL^{-1}
8. ออโธฟอสเฟต (Orthophosphate Phosphorus)	Stannous chloride	mgL^{-1}

4. การประเมินผล

การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการ โดยนำผลจากการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) เปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพน้ำ

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำแม่น้ำปิง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร ทั้ง 7 จุดเก็บตัวอย่าง มีรายละเอียด ดังนี้

Parameter	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	Site 6	Site 7
Temperature (°C)	27.26±1.5	27.01±0.90	27.30±1.24	27.25±1.26	27.24±1.30	27.35±1.27	27.27±1.30
pH	7.71±0.63	7.77±0.67	7.90±0.67	7.81±0.61	7.80±0.66	7.73±0.61	7.76±0.59
DO (mgL^{-1})	4.96±0.56	4.96±0.44	4.22±0.38	4.94±0.50	5.00±051	4.94±0.39	4.91±0.58
BOD (mgL^{-1})	0.66±0.99	0.68±0.68	0.57±0.38	0.65±0.83	0.63±0.84	0.65±0.61	0.65±0.76
Alkalinity (mgL^{-1} CaCO3)	50.38±1.9	48.02±1.80	45.93±1.80	46.91±1.9	44.25±0.49	45.99±0.60	44.87±0.53
Hardness (mgL^{-1})	88.50±0.23	86.19±0.30	84.59±0.36	81.50±0.16	81.64±0.49	80.92±0.60	83.14±0.53
Nitrate-Nitrogen (mgL^{-1})	0.008±0.002	0.006±0.001	0.007±0.002	0.007±0.002	0.007±0.002	0.007±0.002	0.007±0.002
Orthophosphate (mgL^{-1})	0.012+0.10	0.012±0.008	0.013±0.01	0.012±0.01	0.012±0.009	0.010±0.009	0.011±0.009

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณภาพน้ำแม่น้ำปิง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร ระยะเวลา 12 เดือน อภิปรายผลการศึกษาได้ดังนี้

1. คุณสมบัติทางกายภาพ จากการศึกษาคุณภาพน้ำของแม่น้ำปิง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร พบว่าค่าเฉลี่ยตลอดลำน้ำของอุณหภูมิและพีเอช มีค่าเป็นไปตามแหล่งน้ำธรรมชาติ เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ทั้งนี้ ความผันแปรของอุณหภูมิน้ำนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ฤดูกาล สภาพภูมิอากาศ ระดับความสูง ตลอดจนสภาพภูมิประเทศ ซึ่งเมื่อปัจจัยเหล่านี้เปลี่ยนแปลงไป ก็จะทำให้อุณหภูมิน้ำเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย แต่จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยในฤดูฝน ซึ่งน้ำฝนจะทำการชะล้างตะกอนดิน ทราย และเศษอินทรียวัตถุอื่นๆ ลงสู่แม่น้ำและอาจก่อให้เกิดผลกระทบกับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำและการประมงได้เช่นกัน (สุจยา และเดชา,2543)

2. คุณสมบัติทางเคมีบางประการ จากการศึกษาคุณภาพน้ำของแม่น้ำปิง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร พบว่าค่าเฉลี่ยตลอดลำน้ำของความเป็นด่าง ความกระด้าง และปริมาณออกซิเจนและปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ มีค่าเป็นไปตามแหล่างน้ำธรรมชาติและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน ตามกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีปริมาณมากน้อยนั้น จะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายหลายอย่าง เช่น ความกดอากาศ อุณหภูมิ สภาพภูมิประเทศ (ศิริเพ็ญ, 2545) สำหรับปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน จะพบได้ค่อนข้างน้อยในแหล่งน้ำธรรมชาติ ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิว พบสูงสุดไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2537) จากการศึกษาพบว่า มีค่าเฉลี่ยตลอดลำน้ำเป็นไปตามแหล่งน้ำธรรมชาติ ส่วนปริมาณออโธฟอสเฟต ในน้ำธรรมชาติพบไม่ควรเกิน 0.004 – 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร (เดชา, 2540) จากการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยตลอดลำน้ำ ทั้ง 7 จุดเก็บ มีค่าเป็นไปตามแหล่งน้ำธรรมชาติ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำปิง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร ทั้งทางด้านกายภาพและเคมีบางประการ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 จากจุดเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 7 จุด สามารถสรุปได้ว่า เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำต่างๆ เปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน พบว่า คุณภาพน้ำแม่น้ำปิงโดยส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานในแหล่งน้ำผิวดิน ประเภทที่ 2 เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมงการว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ และการอุปโภค-บริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน สำหรับบริเวณลำน้ำปิงตลอดทั้งสองฝั่ง อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร มีการเปลี่ยนแปลงตามปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ฤดูกาล ปริมาณน้ำและทิศทางกระแสน้ำ และเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละฤดูกาล พบว่าในช่วงฤดูฝนดัชนีคุณภาพน้ำส่วนใหญ่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นกว่าฤดูหนาวและฤดูร้อน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. (2553). **วิธีปฏิบัติสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำ จากแหล่งน้ำ**. กรุงเทพมหานคร.

กรมควมคุมมลพิษ. (2546) **คู่มือการติดตามตรวจสอบและประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน**. กรุงเทพมหานคร.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. (2537). **กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.** ฝ่ายพัฒนาและผลิตสื่อ กองส่งเสริมและเผยแพร่, กรุงเทพฯ

ชัยวัฒน์ สุขดี. (2542). **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแม่น้ำน่าน เขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก.** มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

เดชา นาวานุเคราะห์. (2540). **บทปฏิบัติการคุณภาพน้ำทางการประมง.** คณะวิชาประมง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพิษณุโลก.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. (2529). **คุณสมบัติของน้ำและวิธีการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง.** สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

สถาบันสารสนเทศ ทรัพยากรธรรมชาติและการเกษตร. (2556). **“ลุ่มน้ำปิง.”** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.haii.or.th/wiki/index.php/ลุ่มน้ำปิง. (10 ตุลาคม. 2555)

สถาบันสารสนเทศ ทรัพยากรธรรมชาติและการเกษตร. (2556). **“สภาพภูมิประเทศลุ่มน้ำปิง.”** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.haii.or.th/wiki/index.php/สภาพภูมิประเทศลุ่มน้ำปิง. (10 ตุลาคม. 2555)

สุจยา ยอดเพชร และ เดชา นาวานุเคราะห์. (2543). **การศึกษาคุณภาพน้ำแม่น้ำยม.** สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. (2554). **รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์โครงการปนเปื้อนของโลหะหนักในสาหร่ายขนาดใหญ่ที่เป็นอาหารในภาคเหนือของประเทศไทย** ศูนย์ความเป็นเลิศด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม พิษวิทยาและการบริหารจัดการสารเคมี หน่วยวิชาการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 60 หน้า.

APHA, AWWA and WPCF. (1995). **Standard Methods for Examinaton of Water and Waestwater**. 19st Edition. APHA. Inc.

การศึกษาฤทธิ์ต้านเชื้อไวรัสเอดส์ของสารสกัดหยาบและสารบริสุทธิ์จากใบและกิ่งของต้นนมช้าง
The study of anti-HIV of crude extractions and isolated compound from leaves and twigs of *Uvaria cordata*

Anongnart kitsamart[1] Wilart Pompimon[1*] Siripit Pitchuanchom[1]
Jitra (Kasisith) Limthongkul[2] Narong Nuntasaen[3]
[1]Faculty of science and center for Innovation in Chemistry, Lampang Rajabhat University, Lampang, Thailand
[2]Faculty of Science, Mahidol University, Bangkok, Thailand
[3]The Forest Herbarium, Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation, Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok, Thailand
[*]corresponding author e-mail: wilart_p@hotmail.com

บทคัดย่อ

ต้นนมช้างเป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Annonaceae สามารถพบได้ในอินเดีย ศรีลังกา และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาฤทธิ์การต้านเชื้อไวรัสเอดส์ของส่วนสกัดหยาบและสารที่แยกได้จากใบและกิ่งของต้นนมช้าง ผลการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพพบว่า ส่วนสกัดหยาบเอทิลอะซิเตท และส่วนสกัดหยาบเมทานอลมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง เท่ากับ 91.40 และ 84.48 ตามลำดับ การเสนอโครงสร้างของ อาริสโตแลกแทม B III อธิบายโครงสร้างโดยใช้เทคนิค 1D และ 2D NMR ประกอบด้วย ^{1}H และ ^{13}C NMR, COSY, HMQC และ HMBC ตามลำดับ รวมทั้งวิธีการทางสเปคโทรสโกปีอื่น ๆ ได้แก่ UV และ IR การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของสารนี้อยู่ในกระบวนการทดลอง

คำสำคัญ : ต้นนมช้าง ต้านเชื้อเอดส์ ฤทธิ์ทางชีวภาพ

Abstract

Uvaria cordata, belong to the family Annonaceae, can be found in India, Sri Lanka and Southeast Asia. This research aims to study the Human Immunodeficiency Virus (HIV) activity of crude extractions and isolated compound from leaves and twigs of *U. cordata*. The results of bioactivity assay revealed that crude ethyl acetate and crude methanol showed percent inhibition values of 91.40 and 84.48, respectively. The propose structure of aristololactam B III was carried on by using 1D and 2D NMR techniques including ^{1}H and ^{13}C, COSY, HMQC and HMBC, respectively. Other spectroscopic methods such as UV and IR were used. The biological activity of this compound is in process.

keywords : *Uvaria cordata*, anti-HIV, biological activity

Introduction

The genus Uvaria is one of the largest paleotropical genera in the family Annonaceae. This genus comprises more than 220 species which were distributed in wet tropical regions of Africa, Madagascar, South-east Asia, northern Australia and Melanesia[1]. Plants in this genus have been studied for bioactive constituents by medicinal chemists. Various classes of compounds such as alkaloids, annonaceous acetogenins[2-4], flavonoids[5-6] were isolated from genus Uvaria. Several compounds from genus *Uvaria* shown interesting antibacterial[7], antifungal, antimalarial, antitumor[8], leukemia, tumor cell lines[9] and other biological activity.

U. cordata is hardwood forest vine, large, sticky. Leaves 6-13 cm wide, 13-23 cm long. Single flower at the end of twigs. When the bloom will have the diameter of 2-3 cm.[10] *U. cordata* was found in the South

and Southeast of Thailand. This research aims to study the Human Immunodeficiency Virus (HIV) activity of crude extractions and isolated compound from leaves and twigs of *U. cordata*.

Experimental

General experimental procedures

Melting point was measured on Büchi 322 micro melthing point apparatus and were uncorrected. Silica gel 60 H (E.Merck. 70-230 mesh ASTM, cat. No. 7734.) was used for column chromatography. Solvents for extraction, chromatography and recrystallization were distilled at their boiling point ranges to use. Precoated TLC aluminium sheet of silica gel 60 PF_{254} (20x20 cm, layer thickness 0.2 mm) were used for analytical proposes and compounds were visualized by ultraviolet light. Infrared spectra were recorded as KBr pellets using a Shimadzu 8900. FTIR spectrophotometer and major bands (ν_{max}) were recorded in wave number (cm^{-1}). Ultraviolet absorption spectra were measured in methanol solution on a shimadzu 1601 pectrophotometer and principle bands (λ_{max}) were reported as wavelength (nm) and log ε. Low resolution mass spectra were recorded on a Thermo Finnigan Polaris Q mass spectrometer at 70 eV (probe) for EIMS was carried out with a Bruker Esquire apparatus at Faculty of Science, Mahidol. The high resolution nuclear magnatic resonance ^{1}H- and ^{13}C-NMR spectra were recorded in $CDCl_3$ solutions on Varian NMR-400 MHz Spectrometer (400 MHz for ^{1}H NMR, 100 MHz for ^{13}C NMR) spectrometer. Chemical shifts are in δ(ppm) tetramethylsilane (TMS) as an internal standard.

Plant material

The leaves and twigs of *U. cordata*. were collected from Khao Chong District Trang province of Thailand in October, 2010 by Narong Nuntasaen. The plant was identified and the specimen has been deposited in the Forest Herbarium, Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation, Ministry of National Resources and Environment, Bangkok, Thailand.

Extraction and isolation

The air-dried powdered of leaves and twigs of *U. cordata* (2.11 kg) were successively percolated with hexane, ethyl acetate, acetone and methanol (3×13 L) at room temperature followed by filtration. The filtrates were combined and evaporated to dryness under reduced pressure to afford a crude hexane (19.12 g), crude ethyl acetate (29.22 g), crude acetone (23.06 g) and crude methanol (47.5 g). Further separations of ethyl acetate (29.22 g) by silica gel column chromatography was carried out and eluted with a system ethyl acetate : hexane to afford eight fractions. The fraction three was rechromautographed to afford seven fractions. Subfraction one was recrystallized by methanol to give 10-amino-3,4,6-trimethoxyphenanthrene-1-caboxylic acid lactam (Aristololactam B III, Compound **1**) as yellow solids, (0.2 g). Based on the spectrometric data IR, UV, ^{1}H and ^{13}C NMR together with 2D NMR (HMBC, HMQC, COSY and NOSY).

Biological activity

Crude extractions and compound **1** from leaves and twigs of *U. cordata* were assessed for Human Immunodeficiency Virus (HIV) activity at Department of Microbiology, Faculty of Science, Mahidol University, Bangkok, Thailand.

Results and discussion

Chemistry

Aristololactam B III was obtained as yellow solids, mp 174-176 °C, assigned the molecular formula $C_{18}H_{15}NO_4$. The IR spectrum revealed N-H streching absorption band at 3347 cm^{-1}. The absorption band at 1683 cm^{-1} belonged to amide carbonyl group. The ^{1}H NMR spectra displayed three methoxy protons at δ_H

4.00, 4.08, and 4.14. Five aromatic protons appeared at δ_H 7.83 (1H, *s*, H-2), 8.81 (*d, J* = 2.63 Hz, H-5), 7.22 (*dd*, *J* = 2.63, 8.74 Hz, H-7), 7.73 (*d*, *J* = 8.74 Hz, H-8) and 7.05 (1H, *s*, H-9). The ^{13}C NMR spectral data showed amide carbonyl carbon signal at chemical shift 169.35 corresponding to N-H signal appeared as singlet at low field δ 8.28 ppm and showed one carbonyl carbon, three methoxy carbons, five aromatic carbons, nine quaternary aromatic carbons and (Figure 1).

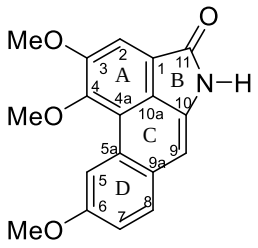


Figure1. Propose structure of Aristololactam B III (compound **1**)

Table 4.2 ^{1}H NMR (400 MHz) and ^{13}C NMR (100 MHz) in $CDCl_3$ data of aristololactam B III (**94**)

Position	*δ ^{1}H (*J* Hz)	δ ^{13}C	HMBC (C correlation)	COSY (H correlation)
1	-	121.22(C)	-	-
2	7.83, *s*	110.0(CH)	C-1, 3, 4, 10a, 11	-
3	-	154.16(C)	-	-
4	-	151.55(C)	-	-
4a	-	120.57(C)	-	-
5	8.81, *d* (2.63)	109.77(CH)	C-4a, 6, 7, 9a	H-7
5a	-	129.19(C)	-	-
6	-	157.83(C)	-	-
7	7.22, *dd* (2.63, 8.74)	116.60(CH)	C-5, 6, 9a	H-5, 8
8	7.73, *d* (8.74)	129.97(CH)	C-5a, 6, 9	H-7
9	7.05, *s*	105.79(CH)	C-5a, 8, 10, 10a	-
9a	-	128.75(C)	-	-
10	-	132.07(C)	-	-
10a	-	124.53(C)	-	-
11(C=O)	-	169.35	-	-
3-(OMe)	4.08, *s*	56.95	C-3	-
4-(OMe)	4.14, *s*	60.36	C-4	-
6-(OMe)	4.00, *s*	55.42	C-6	-
N-H			C-4a, 10, 10a	-

*Chemical shift values are given in ppm, and *J* values in parentheses are given in Hz. Assignments were confirmed by ^{1}H-^{1}H COSY and HMBC experiments

The key HMBC correlations from aromatic protons H-2 appeared at δ 7.83 to C-3 (δ 154.16), C-4 (δ 151.55) and C-11 (δ 169.35), indicated the obviously chemical shift of quaternary carbon. Additionally, the HMBC correspondence from aromatic proton H-5 (δ 8.81) and H-7 (δ 7.22) to (C-4a, C-6, C-7, C-9a) and (C-6, C-9a), respectively, established the phenanthrene of aristolactam-type alkaloid skeleton. The COSY correlations between δ_H 7.22 is interacting with 7.73 (*d*, *J* = 8.74 Hz, H-8) as well as long range with 8.81 (*dd, J* = 2.63 Hz, H-5) (Figure 2).

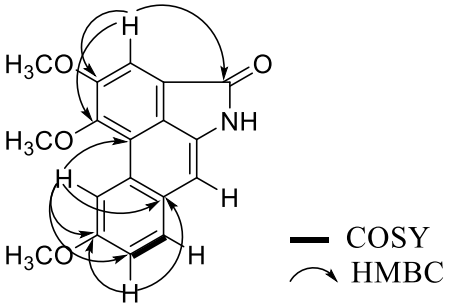


Figure 2. Selected ^{1}H-^{1}H COSY correlations and long-range HMBC correlation of compound **1**

Human Immunodeficiency Virus (HIV -1RT) assay

Crude extracts and compound **1** were evaluated for Human Immunodeficiency Virus (HIV) activity. The results revealed that crude ethyl acetate and crude methanol showed percent inhibition values of 91.40 and 84.48, respectively. In the other hand, crude acetone extracts have no inhibition (Table 2). The biological activity of isolated compound is in process.

Table 2. Activity Human Immunodeficiency Virus (HIV -1RT) of crude extracts from leaves and twigs of *U. cordata*

Crude extracts	Anti-HIV-1RT (radio)	
	% inhibition	Activity
Hexane	67.10	M
EtOAc	91.40	VA
Acetone	35.07	W
MeOH	84.49	VA

Activity as : Anti-HIV-1RT activity express as % inhibition assay at 200 μg/mL (radioactive) or 667 μg/mL (non-radioactive) : A = very active (more than 70% inhibition), M = moderately active (more than 50 to 70% inhibition), W = weakly active (30% to 50% Inhibition, I = Inactive (less than 30% Inhibition)

Conclusions

The extraction of air-dried powder of leaves and twigs of *U. cordata* (2.11 kg) were successively percolated with hexane, ethyl acetate and methanol to yield crude hexane (19.12 g), crude ethyl acetate (29.22 g), crude acetone (23.06 g) and crude methanol (47.5 g), respectively. Propose structure of 10-amino-3,4,6-trimethoxyphenanthrene-1-caboxylic acid lactam (Aristololactam B III, Compound **1**, 0.20 g) structure was elucidated based on spectroscopic evidences including IR, ^{1}H NMR, ^{13}C NMR and 2D NMR. Phytochemical investigation of crude ethyl acetate from leaves and twigs of *U. cordata* to isolate compound 1. The results

of bioactivity assay revealed that crude ethyl acetate and crude methanol showed percent inhibition values of 91.40 and 84.48, respectively.

Suggestion : The synthesis and structure modification of isolated compound to enhance their bioactivity could be perform for further study. In addition, phytochemical investigations reveal the active compound from this work which provide good opportunities for new drug discoveries.

Acknowledgement

We thank the Center of Excellence for Innovation in Chemistry (PERCH-CIC) for financial support.

References

Achenbbach, H., Hohn, M., Waibel, R., Mayunga, H., Nkunya, H., Jonker, S. A. and Muhie, S. (1996). Oxygenated pyrenes their potential biosynthetic precursor and benzylated dihydroflavones from two African *Uvaria* species. **Phytochemistry**. 44(2): 359-364.

Choudhury M. Hasan, Kamrun N. Asha, Mohammad and A. Rashid. (2001). Aristolactams from the stem bark of *Uvaria hamiltonii*. **Biochemical Systematics and Ecology**. 29: 207-208.

Zhou, G. X., Chen, R. Y., Zhang, Y. J. and Yu, D. Q. (2000). New Annonaceous acetogenins from the roots of *Uvaria calamistrata*. **J. Nat. Prod**, 63: 1201-1204.

Chen, Y., Chen, R. Y. and Yu, D. Q. (1996). Six acetogenins from *Uvaria tonkinesis.* **Phytochemistry**, 43(4): 793-801.

Fleischer, T. C., Waigh, R. D. and Waterman, P. G. (1997). A novel retrodihydro from the stem bark of *Uvaria mocoli.* **Phytochemistry**, 47(7): 1387-1391.

Achenbbach, H., Hohn, M., Waibel, R., Mayunga, H., Nkunya, H., Jonker, S. A. and Muhie, S. (1996). Oxygenated pyrenes their potential biosynthetic precursor and benzylated dihydroflavones from two African *Uvaria* species. **Phytochemistry**, 44(2): 359-364.

K.N. Asha, R. Chowdhury, C.M. Hasan, M.A. Rashid. (2003). Antibacterial activity and cytotoxicity of extractives from *Uvaria hamiltonii* stem bark. **Fitoterapia**. 74:159–163.

Xu, Q. M., Zou, Z. M., Xu, L. Z. and Yang, S. L. (2005). New polyoxygenated cyclohexenes from *Uvaria Kweichowensis* and their antitumour activities. **Chem. Pharm. Bull**. 53(7): 826-828.

Leboeuf, M., A. C.We, P.K Bhauwk, B. Mukherjee and R. Mukherlee. (1989). The phytochemistry of the Annonaceae. **Phytochemistry.** 21(3): 2783-28.

Kamaliah, M., Hapipah, M. A., Rohana Y., Hamid A. H. and Mary P. (1995). Chemical Components from the Light Petroleum Soluble Fraction of *Uvaria cordata* (Dunal) Alston. **Pertanika J. Sci. & Techno**. 3(2): 197-202.

พฤติกรรมการประหยัดพลังงานของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
The saving energy behavior of students in Pibulsongkram Rajabhat University

อัญชลี เชื้ออุดมสุข* ณัชชานนท์ ดอนเขียวไพร และ ธันวดี ศรีธาวิรัตน์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
corresponding author e-mail: sai-bb143@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการประหยัดพลังงานของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษา คือ นักศึกษาจำนวน 388 คน จากการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีทาโร ยามาเน่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชาย ร้อยละ42.27 และเพศหญิง ร้อยละ 57.73 จากแบบสอบถามพบว่านักศึกษามีความรู้พื้นฐานด้านพลังงานอยู่ในระดับมาก โดยมีพฤติกรรมการประหยัดพลังงานไฟฟ้ามีค่าคะแนนระดับสูงกว่าพลังงานด้านอื่นๆ โดยมีพฤติกรรมระดับมากสูงสุด 2 ระดับแรก ได้แก่ ปิดสวิตซ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า ร้อยละ 80.15 และปิดคอมพิวเตอร์เมื่อไม่ใช้งานแล้ว ร้อยละ 69.84 ส่วนพฤติกรรมด้านการประหยัดน้ำและการคัดแยกขยะยังมีน้อย ดังนั้นมหาวิทยาลัยควรกำหนดนโยบายด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสมกับนักศึกษา เพื่อพัฒนามหาวิทยาลัยและชุมชนอย่างยั่งยืนต่อไป

คำสำคัญ : ความรู้พื้นฐานด้านพลังงาน การประหยัดพลังงาน พฤติกรรม

Abstract

The objective of this research was to study saving energy behavior of students in Pibulsongkram Rajabhat Pibulsongkram. The sample group was 388 students which random sampling by Taro Yamane method at confidential level 95%. The research instrument was a questionnaire and analyzed the data using means of percentages, means and standard deviation. Results showed that the sample group consisted of male 42.27% and female 57.73%. The questionnaire reveals the students had high score of energy knowledge. The saving electricity behavior found to be highest among other behaviors. The first two highest activities of this behavior were turn off switches and electronic appliances (80.15%) and turn off computer when no usage is present (69.84%). There are low levels of water saving and waste segregation behaviors of students. Thus, the university should set the appropriate environmental management policy for students leading to the sustainable university and community development

keywords : knowledge of energy, saving energy, behavior

บทนำ

พลังงานเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญและมีความจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตบนโลก พลังงานสามารถเกิดได้จากแหล่งต่างๆมากมายซึ่งมีทั้งพลังงานใช้แล้วหมดไป และพลังงานใช้แล้วไม่หมด มนุษย์ได้ใช้พลังงานในการดำรงชีวิตใช้ในชีวิตประจำวันในหลายๆกิจกรรม แต่ในปัจจุบันมีแนวโน้มการขาดแคลนพลังงานซึ่งสวนกับกระแสความต้องใช้พลังงานที่มีแนวโน้มความต้องการพลังงานในอัตราเพิ่มขึ้นมากขึ้นทุกๆปี ปัญหาพลังงานขาดแคลนในปัจจุบันได้กระจายตัวไปยังโดยทั่วโลกมีการพยายามหาแหล่งพลังงานทดแทนมาแทนการใช้พลังงานจากน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ จากสถานการณ์พลังงานของประเทศไทยในปัจจุบัน พบว่าพลังงานเกิดปัญหาขาดแคลนแหล่งพลังงานในประเทศไทย เนื่องมาจากอัตราความต้องการมากเพิ่มขึ้น การเพิ่มขึ้นของประชากรและการขยายตัวของเศรษฐกิจจึงเป็นเหตุให้การใช้ทรัพยากรและพลังงานมากขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของประชากร กิจกรรมทางเศรษฐกิจของมนุษย์ทั้งการผลิตและการให้บริการ ได้เปลี่ยนวิถีชีวิตของคนทั้งโลกและรวมถึงคนไทยไปสู่การอุปโภคบริโภคที่มีการใช้พลังงานและทรัพยากรธรรมชาติอย่างฟุ่มเฟือย ก่อให้เกิดความ

เสื่อมโทรมและการลดลงของทรัพยากรธรรมชาติ การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของปริมาณขยะมูลฝอยและมลพิษต่างๆ ตลอดจนการเกิดภาวะโลกร้อน

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามมีนโยบายเข้าร่วมเป็นมหาวิทยาลัยสีเขียวที่ต้องการให้นักศึกษาร่วมกันประหยัดพลังงานและมีการร่วมมือการรักษาสิ่งแวดล้อมทั้งภายในมหาวิทยาลัยและในชีวิตประจำวันได้ ในปัจจุบันมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามมีนักศึกเพิ่มมากขึ้นทุกๆปีใน 1 ภาคเรียนการศึกษามีนักศึกษาประมาณ 12,982 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาในเขตภูมิลำเนาในจังหวัดพิษณุโลกและจังหวัดใกล้ใกล้เคียง ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาพฤติกรรมการประหยัดพลังงานของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เพื่อเป็นข้อมูลให้กับมหาวิทยาลัยนำไปใช้ในการจัดการทางด้านสิ่งแวดล้อมและวางมาตราการการประชาสัมพันธ์เพื่อจูงใจให้นักศึกษาประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสมกับนักศึกษาต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ตั้งอยู่พื้นที่ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลกประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือนักศึกษาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามปีการศึกษา 2556 จำนวน 6 คณะวิชา ได้แก่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร คณะวิทยาการจัดการ คณะเทคโนโลยีและอุตสาหกรรม คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์และคณะครุศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามทั้งหมดในภาคเรียนการศึกษาปี 2556 มีจำนวนทั้งหมด 12,982 คน แล้วนำมาสุ่มคำนวณหากลุ่มตัวอย่างในสูตรของทาโร่ยามาเน่ (Taro Yamane) ที่ค่าความคลาดเคลื่อน (e) 0.05 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543) ตามวิธีการคำนวณ ดังนี้

$$n=\frac{N}{1+Ne^2}$$

โดยที่ n = ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

N = จำนวนประชากร

E = ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างที่ร้อยละ 5 (0.05)

$$\text{แทนสูตร } n = \frac{12,982}{1+12,982\times(0.05)^2}$$

$$= \quad 388 \text{ คน}$$

$\therefore$ ขนาดกลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 388 คน

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการเพื่อศึกษาพฤติกรรมการประหยัดพลังงานของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามโดยเครื่องมือวิจัยใช้แบบสอบถาม

เครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือแบบสอบถามซึ่งข้อคำถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่

ส่วนที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 เป็นแบบทดสอบความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพลังงานและพฤติกรรมการใช้พลังงานซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นคำถามความรู้พื้นฐานด้านพลังงานโดยสร้างแบบทดสอบแบบถูกผิด

ตอนที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้พลังงานโดยใช้แบบสอบถามที่เลือกตอบตามความคิดเห็น

แบบสอบถามที่ได้จะผ่านการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม (IOC : Index of item objective congruence) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ทุกข้อที่นำมาใช้ในแบบสอบถามจะมีค่า IOC ไม่น้อยกว่า 0.5

กลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิจัย

การศึกษาพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 57.73 และนักศึกษาเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 42.27 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 19-20 ปี คิดเป็นร้อยละ 38.40 รองลงมาอายุระหว่าง 21–22 ปี คิดเป็นร้อยละ 31.45 อายุระหว่าง 17-18 ปี คิดเป็นร้อยละ26.80 อายุระหว่าง 23-24 ปี คิดเป็นร้อยละ 3.35 ผู้ที่กำลัง

ศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 1,2,3,4,5 โดยที่ผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุดเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 34.54 รองลงมาคือนักศึกษาชั้นปีที่3,2,4และ5ตามลำดับ มีนักศึกษาคณะครุศาสตร์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตอบแบบสอบถาม คิดเป็นร้อยละ 16.75 ส่วนคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร คณะวิทยาการจัดการ คิดเป็นร้อยละ 16.50

พฤติกรรมการประหยัดพลังงานด้านไฟฟ้า พบว่านักศึกษาส่วนใหญ่ปฏิบัติเป็นประจำมากสุดคือ การปิดสวิตซ์ไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดเมื่อเลิกการใช้งานเป็นประจำ (ร้อยละ 80.16) รองลงมาคือปิดคอมพิวเตอร์เมื่อไม่ใช้งานแล้วเป็นประจำ (ร้อยละ 69.85) เลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้มาตรฐาน ดูฉลากแสดงประสิทธิภาพให้แน่ใจทุกครั้งก่อนตัดสินใจซื้อ หากมีอุปกรณ์ไฟฟ้าเบอร์ 5 จะเลือกใช้เบอร์ 5เป็นประจำ (ร้อยละ 68.81) ใช้บันไดเมื่อขึ้นลงชั้นเดียวหรือสองชั้นเป็นประจำ (ร้อยละ 63.92) หากอากาศไม่ร้อนเกินไป จะเปิดพัดลมแทนเครื่องปรับอากาศ หรือเปิดหน้าต่างเป็นประจำ (ร้อยละ 60.31) ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 25 องศาเซลเซียสเป็นประจำ (ร้อยละ 58.25) กาต้มน้ำไฟฟ้าดึงปลั๊กออกทันทีเมื่อน้ำเดือดเป็นประจำ (ร้อยละ 57.47) เลือกใช้หลอดไฟประหยัดพลังงาน เช่น ใช้หลอดตะเกียบแทนหลอดไส้เป็นประจำ(ร้อยละ57.22) ไม่เปิดปิดโทรทัศน์ด้วยรีโมทเป็นประจำ (ร้อยละ 46.65) รีดผ้าครั้งละน้อยๆชิ้น ทีละ 2-3 ชิ้นเป็นประจำ (ร้อยละ 45.88) ดังตารางที่ 1

นักศึกษาที่ปฏิบัตินานๆครั้งที่มีมากคือ รีดผ้าครั้งละน้อยๆชิ้น ทีละ2-3ชิ้น (ร้อยละ 48.45) รองลงมาคือ ไม่เปิดปิดโทรทัศน์ด้วยรีโมท (ร้อยละ 45.10) เลือกใช้หลอดไฟประหยัดพลังงาน เช่น ใช้หลอดตะเกียบแทนหลอดไส้,กาต้มน้ำไฟฟ้าดึงปลั๊กออกทันทีเมื่อน้ำเดือด (ร้อยละ 39.69)

นักศึกษาที่ไม่เคยปฏิบัติมากสุดคือ ไม่เปิดปิดโทรทัศน์ด้วยรีโมท (ร้อยละ 8.25) รองลงมาคือ รีดผ้าครั้งละน้อยๆชิ้น ทีละ 2-3 ชิ้น (ร้อยละ 5.68) ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 25 องศาเซลเซียส (ร้อยละ 3.88)

ตารางที่ 1 ร้อยละพฤติกรรมการใช้พลังงานด้านไฟฟ้า

พฤติกรรมการใช้พลังงานด้านไฟฟ้า	การปฏิบัติ(ร้อยละ)		
	เป็นประจำ	นานๆครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติ
1.ปิดสวิตซ์ไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดเมื่อเลิกการใช้งาน	80.16	19.09	0.77
2. เลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้มาตรฐาน ดูฉลากแสดงประสิทธิภาพให้แน่ใจทุกครั้งก่อนตัดสินใจซื้อ หากมีอุปกรณ์ไฟฟ้าเบอร์ 5 จะเลือกใช้เบอร์ 5	68.81	30.41	0.77
3. ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 25 องศาเซลเซียส	58.25	37.89	3.88
4. เลือกใช้หลอดไฟประหยัดพลังงาน เช่น ใช้หลอดตะเกียบแทนหลอดไส้	57.22	39.69	3.09
5. หากอากาศไม่ร้อนเกินไป จะเปิดพัดลมแทนเครื่องปรับอากาศ หรือเปิดหน้าต่าง	60.31	37.11	2.58
6. ใช้บันไดเมื่อขึ้นลงชั้นเดียวหรือสองชั้น	63.92	34.28	1.80
7. รีดผ้าครั้งละน้อยๆชิ้น ทีละ2-3ชิ้น	45.88	48.45	5.68
8. ไม่เปิดปิดโทรทัศน์ด้วยรีโมท	46.65	45.10	8.25
9. ปิดคอมพิวเตอร์เมื่อไม่ใช้งานแล้ว	69.85	26.80	3.35
10. กาต้มน้ำไฟฟ้าดึงปลั๊กออกทันทีเมื่อน้ำเดือด	57.47	39.69	2.84

พฤติกรรมการใช้พลังงานด้านน้ำมัน พบว่านักศึกษาปฏิบัติเป็นประจำมากสุดคือ การใช้โทรศัพท์ โทรสาร ไปรษณีย์ อินเตอร์เน็ท หรือใช้บริการส่งเอกสาร แทนการเดินทางด้วยตัวเอง (ร้อยละ 53.09) รองลงมาคือหมั่นเปลี่ยนน้ำมันเครื่อง ไส้กรองน้ำมันเครื่อง ไส้กรองอากาศตามระยะเวลาที่เหมาะ (ร้อยละ 49.48) ตรวจลมยางเป็นประจำให้มีปริมาณตามที่มาตรฐานกำหนด (ร้อยละ 44.33) ตรวจเครื่องยนต์ตามกำหนด ตรวจเช็คเครื่องยนต์ (ร้อยละ 43.81) ขับรถด้วยความเร็วคงที่ขับที่ความเร็ว 70 - 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (ร้อยละ 43.04) ติดเครื่องยนต์ทิ้งไว้เมื่อจอดรถ หรือคอยคน (ร้อยละ 40.21) เมื่อเวลาไปซื้อของหรือไปธุระใกล้บ้านหรือใกล้ๆที่ทำงาน จะเดินหรือใช้จักรยานแทน (ร้อยละ 38.92)

นักศึกษาที่นานๆครั้งปฏิบัติข้อที่มีมาก คือเมื่อเวลาไปซื้อของหรือไปธุระใกล้บ้านหรือใกล้ๆที่ทำงาน จะเดินหรือใช้จักรยานแทน (ร้อยละ 53.87) รองลงมาคือ การขับรถด้วยความเร็วคงที่ ขับที่ความเร็ว 70 - 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง(ร้อยละ 50.77) ตรวจลมยางเป็นประจำให้มีปริมาณตามที่มาตรฐานกำหนด (ร้อยละ 49.74)

นักศึกษาไม่เคยปฏิบัติข้อที่มีมากคือ การติดเครื่องยนต์ทิ้งไว้เมื่อจอดรถ หรือคอยคน (ร้อยละ 11.08) รองลงมาคือการตรวจเครื่องยนต์ตามกำหนด ตรวจเช็คเครื่องยนต์ (ร้อยละ 7.47) เมื่อเวลาไปซื้อของหรือไปธุระใกล้บ้านหรือใกล้ๆที่ทำงาน จะเดินหรือใช้จักรยานแทน (ร้อยละ 7.21) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ร้อยละพฤติกรรมการใช้น้ำมัน

พฤติกรรมการใช้น้ำมัน	การปฏิบัติ(ร้อยละ)		
	เป็นประจำ	นานๆครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติ
1. ใช้โทรศัพท์ โทรสาร ไปรษณีย์ อินเตอร์เน็ท หรือใช้บริการส่งเอกสาร แทนการเดินทางด้วยตัวเอง	53.09	43.30	3.61
2. หมั่นเปลี่ยนน้ำมันเครื่อง ไส้กรองน้ำมันเครื่อง ไส้กรองอากาศตามระยะเวลาที่เหมาะ	49.48	45.36	5.16
3. ตรวจลมยางเป็นประจำให้มีปริมาณตามที่มาตรฐานกำหนด	44.33	49.74	5.93
4. ตรวจเครื่องยนต์ตามกำหนด ตรวจเช็คเครื่องยนต์	43.81	48.71	7.47
5. ขับรถด้วยความเร็วคงที่ ขับที่ความเร็ว 70 -80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง	43.04	50.77	6.19
6. ติดเครื่องยนต์ทิ้งไว้เมื่อจอดรถ หรือคอยคน	40.21	48.71	11.08
7. เมื่อเวลาไปซื้อของหรือไปธุระใกล้บ้านหรือใกล้ๆที่ทำงาน จะเดินหรือใช้จักรยานแทน	38.92	53.87	7.21

พฤติกรรมการใช้พลังงานด้านน้ำ พบว่านักศึกษาที่ปฏิบัติเป็นประจำมากสุดคือ การล้างพืชผักและผลไม้ในอ่างหรือภาชนะที่มีการกักเก็บน้ำเพียงพอ (ร้อยละ 58.25) รองลงมาคือ การซักผ้าด้วยมือและรองน้ำใส่กาละมังแค่พอใช้ (ร้อยละ 53.09) ใช้น้ำอย่างประหยัดหมั่นตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำ (ร้อยละ48.20) ไม่ปล่อยให้น้ำไหลตอนล้างหน้า แปรงฟัน (ร้อยละ 43.56) ล้างจานด้วยวิธีที่ปล่อยให้น้ำไหลจากก๊อกน้ำตลอดเวลา (ร้อยละ 42.01)

นักศึกษานานๆครั้งปฏิบัติข้อที่มีมาก 3 ข้อแรกคือ การล้างจานด้วยวิธีที่ปล่อยให้น้ำไหลจากก๊อกน้ำตลอดเวลา (ร้อยละ51.80)รองลงมาการปล่อยให้น้ำไหลตอนล้างหน้า แปรงฟัน (ร้อยละ 50.52)ใช้น้ำอย่างประหยัดหมั่นตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำ (ร้อยละ 48.45)

นักศึกษาไม่เคยปฏิบัติข้อที่มีมากคือ การล้างจานด้วยวิธีที่ปล่อยให้น้ำไหลจากก๊อกน้ำตลอดเวลา (ร้อยละ 6.19) รองลงมาไม่ปล่อยให้น้ำไหลตอนล้างหน้า แปรงฟัน(ร้อยละ5.92)ซักผ้าด้วยมือและรองน้ำใส่กาละมังแค่พอใช้ (ร้อยละ 5.41) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ร้อยละพฤติกรรมการประหยัดพลังงานใช้น้ำ

พฤติกรรมการประหยัดพลังงานใช้น้ำ	การปฏิบัติ(ร้อยละ)		
	เป็นประจำ	นานๆครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติ
1. ใช้น้ำอย่างประหยัดหมั่นตรวจสอบการรั่วไหลของน้ำ	48.20	48.45	3.35
2. ไม่ปล่อยให้น้ำไหลตอนล้างหน้า แปรงฟัน	43.56	50.52	5.92
3. ซักผ้าด้วยมือและรองน้ำใส่กาละมังแค่พอใช้	53.09	41.50	5.41
4. ล้างพืชผักและผลไม้ในอ่างหรือภาชนะที่มีการกักเก็บน้ำเพียงพอ	58.25	38.92	2.83
5. ล้างจานด้วยวิธีที่ปล่อยให้น้ำไหลจากก๊อกน้ำตลอดเวลา	42.01	51.80	6.19

พฤติกรรมการใช้พลังงานด้านขยะ พบว่านักศึกษาที่ปฏิบัติเป็นประจำมากสุดคือ หนังสือพิมพ์อ่านเสร็จแล้วเก็บไว้ขาย หรือพับถุงเก็บไว้ใช้ทำอะไรอย่างอื่น (ร้อยละ 44.07) รองลงมาคือ ลดการใช้กระดาษโดยการส่งเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (ร้อยละ 41.75) ใช้กระดาษหน้าเดียวแล้วทิ้ง (ร้อยละ 40.46) ปฏิเสธการใช้ถุงพลาสติกเวลาซื้อของน้อยชิ้น (ร้อยละ 39.18) รู้จักแยกประเภทขยะก่อนนำไปทิ้ง (ร้อยละ 37.11) ใช้บรรจุภัณฑ์สำหรับสบู่และยาสระผมที่สามารถเติมใหม่ได้ (Refill) (ร้อยละ 37.11) หลีกเลี่ยงการใช้จานพลาสติก แก้วน้ำพลาสติกและโฟม เวลาจัดงานสังสรรค์ต่างๆ (ร้อยละ 34.02) ใช้ถุงผ้าแทนการใช้ถุงพลาสติกเวลาไปซื้อของ (ร้อยละ 33.25)

นักศึกษานานๆครั้งปฏิบัติข้อที่มีมากคือ การหลีกเลี่ยงการใช้จานพลาสติก แก้วน้ำพลาสติกและโฟม เวลาจัดงานสังสรรค์ต่างๆ (ร้อยละ 56.96) รองลงมาคือ การรู้จักแยกประเภทขยะก่อนนำไปทิ้ง (ร้อยละ 55.93) ใช้ถุงผ้าแทนการใช้ถุงพลาสติกเวลาไปซื้อของ (ร้อยละ 53.61)

นักศึกษาไม่เคยปฏิบัติข้อที่มีมากคือ การใช้บรรจุภัณฑ์สำหรับสบู่และยาสระผมที่สามารถเติมใหม่ได้ (Refill) (ร้อยละ 14.69) รองลงมาคือ หนังสือพิมพ์อ่านเสร็จแล้วเก็บไว้ขาย หรือพับถุงเก็บไว้ใช้ทำอะไรอย่างอื่น (ร้อยละ 13.92) ใช้ถุงผ้าแทนการใช้ถุงพลาสติกเวลาไปซื้อของ (ร้อยละ13.14) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ร้อยละพฤติกรรมการคัดแยกขยะ

พฤติกรรมการคัดแยกขยะ	การปฏิบัติ(ร้อยละ)		
	เป็นประจำ	นานๆ ครั้ง	ไม่เคยปฏิบัติ
1. ใช้กระดาษหน้าเดียวแล้วทิ้ง	40.46	47.42	12.12
2. รู้จักแยกประเภทขยะก่อนนำไปทิ้ง	37.11	55.93	6.96
3. หนังสือพิมพ์อ่านเสร็จแล้วเก็บไว้ขาย หรือพับถุงเก็บไว้ใช้ทำอะไรอย่างอื่น	44.07	42.01	13.92
4. หลีกเลี่ยงการใช้จานพลาสติก แก้วน้ำพลาสติกและโฟม เวลาจัดงานสังสรรค์ต่างๆ	34.02	56.96	9.02
5. ลดการใช้กระดาษโดยการส่งเอกสารอิเล็กทรอนิกส์	41.75	53.35	4.90
6. ปฏิเสธการใช้ถุงพลาสติกเวลาซื้อของน้อยชิ้น	39.18	50.77	10.05
7. ใช้ถุงผ้าแทนการใช้ถุงพลาสติกเวลาไปซื้อของ	33.25	53.61	13.14
8. ใช้บรรจุภัณฑ์สำหรับสบู่และยาสระผมที่สามารถเติมใหม่ได้ (Refill)	37.11	48.19	14.69

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาพฤติกรรมการประหยัดพลังงานของนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ผลการศึกษาพบว่าพฤติกรรมการประหยัดพลังงานในด้านไฟฟ้านักศึกษาส่วนใหญ่ปฏิบัติเป็นประจำมากสุด คือการปิดสวิตซ์ไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดเมื่อเลิกการใช้งานเป็นประจำ (ร้อยละ 80.16) การประหยัดพลังงานด้านน้ำมัน พบว่านักศึกษาปฏิบัติเป็นประจำมากสุดคือ การใช้โทรศัพท์ โทรสาร ไปรษณีย์ อินเตอร์เน็ท หรือใช้บริการส่งเอกสาร แทนการเดินทางด้วยตัวเอง (ร้อยละ 53.09) พฤติกรรมการใช้น้ำ พบว่านักศึกษาที่ปฏิบัติเป็นประจำมากสุดคือ การล้างพืชผักและผลไม้ในอ่างหรือภาชนะที่มีการกักเก็บน้ำเพียงพอ (ร้อยละ 58.25) พฤติกรรมการคัดแยกขยะ พบว่านักศึกษาที่ปฏิบัติเป็นประจำมากสุดคือ การหนังสือพิมพ์อ่านเสร็จแล้วเก็บไว้ขายหรือพับถุงเก็บไว้ใช้ทำอะไรอย่างอื่น (ร้อยละ 44.07) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประสงค์ เอี๊ยวเจริญ และคณะ (2552) พบว่านักศึกษาและบุคลากร สังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มีความรู้ความเข้าใจในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า อยู่ในระดับมาก การมีส่วนร่วมในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า อยู่ในระดับมาก ทั้งด้านการใช้งานอย่างถูกวิธีและประหยัดพลังงานและด้านการดูแลรักษาและตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยวิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่มีระดับการมีส่วนร่วมมาก สูงสุด 3ลำดับ ได้แก่ การปิดสวิตซ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่อเลิกใช้งาน อุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 25-26 องศาเซลเซียส และการให้ความร่วมมือในการณรงค์ประหยัดพลังงานไฟฟ้าในคณะ/หน่วยงาน

เมื่อพิจารณาพฤติกรรมการประหยัดพลังงานในแต่ละด้าน พบว่าพฤติกรรมการประหยัดพลังงานไฟฟ้าอยู่ในระดับดีมากกว่าด้านอื่นๆสอดคล้องกับงานวิจัย อนันตชัย คำสายใย (2550) ได้ศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของนักศึกษาในหอพัก มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่าความรู้ในการใช้พลังงานไฟฟ้าของนักศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง ทัศนคติเกี่ยวกับควรมีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าอยู่ในระดับเห็นด้วย และพฤติกรรมการประหยัดพลังงานไฟฟ้าอยู่ในระดับเหมาะสมมาก

สรุปผลการวิจัย

การสำรวจความรู้พื้นฐานด้านพลังงานนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พบว่าในภาพรวมตอบถูกคิดเป็นร้อยละ75.05 และเมื่อพิจารณาผู้ตอบผิดประเด็นความรู้พื้นฐานด้านพลังงานในภาพรวม คิดเป็นร้อยละ 24.95

จากการสำรวจพฤติกรรมการประหยัดพลังงานพบว่า มีพฤติกรรมการประหยัดพลังงานไฟฟ้ามีค่าคะแนนระดับสูงกว่าพลังงานด้านอื่นๆ คือ การปิดสวิตซ์ไฟและเครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดเมื่อเลิกการใช้งานเป็นประจำ (ร้อยละ 80.16) รองลงมาคือ ปิดคอมพิวเตอร์เมื่อไม่ใช้งานแล้วเป็นประจำ (ร้อยละ 69.85) ส่วนพฤติกรรมด้านการประหยัดน้ำและการคัดแยกขยะยังมี

น้อย ดังนั้นมหาวิทยาลัยควรกำหนดนโยบายด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเหมาะสมกับนักศึกษา เพื่อพัฒนามหาวิทยาลัยและชุมชนอย่างยั่งยืนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณาจารย์ และบุคลากรคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่สนับสนุนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 8 .จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ.

ประสงค์ เอี๊ยวเจริญ เชาวฤทธิ์ สุขรักษ์ จินตนา คุ้มอยู่ พรทิพย์ ไตรพิทยากุล และชัยธวัช ตุ่มมะ. (2552). **ความรู้ความเข้าใจและการมีส่วนร่วมในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของนักศึกษาและบุคลากรสังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร**. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

อนันตชัย คำสายใย. (2550). **พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของนักศึกษาในหอพัก มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**. มหาบัณฑิต (อาชีวศึกษา). คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการรับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ ของกลุ่มเสี่ยง ตำบลศรีเมืองชุม อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย
Factors associated with getting a flu vaccination of risk group in Srimeungchum subdistrict, Mae Sai district, Chaingrai province

อัมพิกา นามวงค์* และ รุ่ง วงศ์วัฒน์
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา
*corresponding author e-mail: ningnong_dt@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการรับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ของกลุ่มเสี่ยง ตำบลศรีเมืองชุม อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ศึกษากับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 274 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบง่าย รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ด้วยความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย เบี่ยงเบนมาตรฐาน และไคสแควร์ (Chi-square) ผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการรับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ อายุ/รายได้/ประวัติการแพ้วัคซีนไข้หวัดใหญ่อย่างรุนแรง/ความรู้เรื่องไข้หวัดใหญ่/การรับรู้ความรุนแรงของโรค/การรับรู้ประโยชน์ของการปฏิบัติตัว/การได้รับข้อมูลข่าวสาร และพบว่าการรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรค การรับรู้อุปสรรคของการปฏิบัติตัว และสถานบริการไม่มีความสัมพันธ์กับการมารับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่

คำสำคัญ : กลุ่มเสี่ยง ไข้หวัดใหญ่ ความเชื่อด้านสุขภาพ

Abstract

The aim of this study was to study the factors associated with getting a flu vaccination of a risk group in Srimeungchum subdistrict, Mae Sai district, and Chaingrai province. The 274 samples were selected by simple random sampling. Data were collected by questionnaires. The data analysis were performed using percentage, means, standard deviation and Chi-square . The results found that age, income, vaccine allergic, knowledge, perceived severity, perceived benefit of action and information perceived were statistically significant related to getting a flu vaccination at 0.05 level. Perceived risk, perceived barriers and health services were no significantly related to getting a flu vaccination.

keywords : risk group, influenza, health care perception

บทนำ

องค์การอนามัยโลกประกาศพบเชื้อไวรัสไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ในประเทศเม็กซิโก และประกาศภาวะฉุกเฉินทางด้านสาธารณสุขระหว่างประเทศ เมื่อวันที่ 25 เมษายน 2552 ต่อมาองค์การอนามัยโลกได้ประกาศการระบาดข้ามประเทศ (Pandemic Influenza) เมื่อวันที่ 11 มิถุนายน 2552 เนื่องจากพบการระบาดในทวีปยุโรปต่อจากทวีปอเมริกา ประเทศไทยพบผู้ป่วยรายแรกในเดือนพฤษภาคม 2552 ซึ่งเดินทางกลับจากประเทศเม็กซิโก หลังจากนั้น การระบาดกระจายวงกว้างทั้งประเทศ จากสถิติขององค์การอนามัยโลก ตั้งแต่วันที่ 24 เมษายน - 30 พฤษภาคม2552 จำนวนผู้ป่วยยืนยันไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ ชนิดเอ เอช1เอ็น1 (A/2009H1N1) รายงานอย่างเป็นทางการใน 53 ประเทศรวมผู้ป่วยทั้งสิ้น 15,510 ราย เสียชีวิต 99 ราย (รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาประจำสัปดาห์ ปีที่ 43 ฉบับพิเศษ : 2555)

ไวรัสไข้หวัดใหญ่เป็นสาเหตุที่สำคัญของการเกิดโรคติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ แบบเฉียบพลัน พบได้บ่อยในประชากรทุกกลุ่มอายุ อาการแสดงมีตั้งแต่อาการไข้น้ำมูกไหล จนถึงปอดบวม หรือภาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงอื่นๆ เช่น สมองอักเสบกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ ตับอักเสบ โดยเฉลี่ยอัตราการเกิดโรคอยู่ที่ประมาณ 10-20 ของประชากร กลุ่มเด็กและผู้สูงอายุมีอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคและเกิดถาวะแทรกซ้อนที่รุนแรงกว่ากลุ่มอายุอื่น จากข้อมูลการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาและผลการศึกษาวิจัยในประเทศไทยคาดประมาณจำนวนผู้ป่วยไข้หวัดใหญ่ทั้งประเทศได้ 700,000-900,000 รายต่อปี

(กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ,2553) และมีข้อมูลผู้ป่วยไข้หวัดใหญ่ที่มีภาวะแทรกซ้อนรุนแรง เช่น ปอดบวม ต้องรับไว้ในโรงพยาบาลประมาณ 12,575 – 75,801 รายต่อปี อัตราการป่วยตายของโรคไข้หวัดใหญ่ที่มีภาวะแทรกซ้อนสูงถึงร้อยละ 2.5 ซึ่งคาดว่าก่อให้เกิดความสูญเสียในด้านเศรษฐกิจ คิดเป็นมูลค่า 913–2,453 ล้านบาทต่อปี โดยครึ่งหนึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องสูญเสียไปในการรักษาพยาบาล (กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ,2553)

จากการสำรวจข้อมูลการรับบริการการฉีดวัคซีนป้องกันไข้หวัดใหญ่ปี 2555 การรับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ของกลุ่มเสี่ยง ตำบลศรีเมืองชุม อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย พบว่า กลุ่มเสี่ยง ตำบลศรีเมืองชุม อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ทั้งหมด 860 คน มารับบริการฉีดวัคซีน คิดเป็นร้อยละ 56.02 ตามนโยบายของกระทรวงสาธารณสุข ในการให้สถานบริการสาธารณสุขบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่แก่กลุ่มเสี่ยงเพื่อเป็นการป้องกันไข้หวัดใหญ่ (สำนักงานสาธารณสุขอำเภอแม่สาย, 2555) จากข้อมูลสถานการณ์ปัญหาดังกล่าว ผู้ศึกษา ในฐานะเป็นบุคลากรด้านสุขภาพ ที่ปฏิบัติงานและรับผิดชอบงานควบคุมโรค มีความสนใจในการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการรับบริการฉีดวัคซีน ไข้หวัดใหญ่ของกลุ่มเสี่ยง ตำบลศรีเมืองชุม อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย เพื่อนำข้อมูลไปวางแผนและพัฒนาการ ปฏิบัติงานในการเฝ้าระวังการระบาดของโรคไข้หวัดใหญ่ ให้สามารถดำเนินได้อย่างมี ประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการรับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ของกลุ่มเสี่ยง ตำบลศรีเมืองชุม อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นกลุ่มเสี่ยงที่ต้องได้รับวัคซีนป้องกันไข้หวัดใหญ่ ตำบลศรีเมืองชุม อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย จำนวน 860 คน

กลุ่มตัวอย่าง

คำนวณกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของYamane (บุญใจ ศรีสถิตนรากูร, 2547) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 274 คน การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการสุ่มแบบง่าย โดยการจับฉลาก

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบสอบถามที่ผู้ศึกษาประยุกต์จากแบบสอบถามของณิชกานต์ พิกุล (2554) ซึ่งอาศัย ทฤษฎีจากตำรา วารสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ประกอบด้วยแบบสอบถามและแบบทดสอบ 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ อายุ สถานภาพ ระดับการศึกษา รายได้ การตั้งครรภ์ ประวัติการป่วยด้วยโรคไข้หวัดใหญ่ โรคประจำตัว ภาวะเสี่ยงต่อการรับเชื้อไข้หวัดใหญ่ ประวัติแพ้ไก่และไข่อย่างรุนแรง ประวัติการแพ้วัคซีนไข้หวัดใหญ่ อย่างรุนแรงหรือแพ้สารประกอบอื่นในวัคซีนอย่างรุนแรง ความกังวลเรื่องไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่มากกว่าไข้หวัดใหญ่ตามฤดูกาล ประวัติการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ ความต้องการฉีดวัคซีน ไข้หวัดใหญ่ เป็นแบบเลือกตอบ (checklist) และเติมข้อความ จำนวน 13 ข้อ

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามความรู้เรื่องโรคไข้หวัดใหญ่และวัคซีนไข้หวัดใหญ่ประกอบด้วย ด้านการเกิดโรคไข้หวัดใหญ่ ด้านการติดต่อของโรคไข้หวัดใหญ่ ด้านการป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่ ด้านการรักษาโรคไข้หวัดใหญ่ และวัคซีนป้องกันไข้หวัดใหญ่ เป็นแบบเลือกตอบเพียงคำตอบเดียว คือ ใช่ และไม่ใช่ จำนวน 13 ข้อ

แปลผลโดยแบ่งระดับความรู้เรื่องโรคไข้หวัดใหญ่ เป็น 3 ระดับ พิจารณาจากเกณฑ์เฉลี่ยของระดับความรู้โดยใช้แบบอิงเกณฑ์ ตามหลักของ Bloom (1968) ดังนี้

คะแนนต่ำกว่า 0 - 59 % (≤ 8 คะแนน) ของคะแนนเต็ม มีความรู้ในระดับต่ำ

คะแนนต่ำกว่า 60 - 79 % (9 -11 คะแนน) ของคะแนนเต็ม มีความรู้ในระดับปานกลาง

คะแนนต่ำกว่า 80- 100 % (≥12 คะแนน) ของคะแนนเต็ม มีความรู้ในระดับสูง

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามปัจจัยนำเกี่ยวกับความเชื่อด้านสุขภาพเรื่องโรคไข้หวัดใหญ่ ประกอบด้วย ด้านการการรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรค ด้านการรับรู้ความรุนแรงของการเกิดโรค ด้านการรับรู้ประโยชน์ของของการปฏิบัติพฤติกรรมป้องกันโรค ด้านการรับรู้อุปสรรคของการปฏิบัติพฤติกรรมป้องกันโรค จำนวน 25 ข้อ

แปลผลคะแนนรายข้อและโดยรวม ใช้ค่าเฉลี่ยที่มีค่าตั้งแต่ 44.00 – 73.00 ซึ่งแบ่งระดับออกเป็น 3 ระดับ

คะแนนเฉลี่ย 64.00 - 73.00 หมายถึง มีการรับรู้อยู่ในระดับสูง

คะแนนเฉลี่ย 54.00 - 63.00 หมายถึง มีการรับรู้อยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 44.00 – 53.00 หมายถึง มีการรับรู้อยู่ในระดับต่ำ

ส่วนที่ 4 แบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยเอื้อและปัจจัยเสริมที่มีผลต่อการมารับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ จำนวน 10 ข้อ ดังนี้

ปัจจัยเอื้อ ประกอบด้วย สถานบริการ ความสะดวกของการมารับบริการ ความพร้อมรับในกรณีฉุกเฉิน เวลาที่รับบริการ จำนวน 5 ข้อ

ปัจจัยเสริม ประกอบด้วย การได้รับข้อมูลข่าวสารประชาสัมพันธ์ การได้รับกระตุ้นเตือน เชิญชวนบุคคลในครอบครัว บุคคลรอบข้าง ผู้บังคับบัญชา การเจ็บป่วยของคนรอบข้าง จำนวน 5 ข้อ ใช้แบบวัดที่มีลักษณะเป็นแบบมาตรการวัดค่ารวม (Summative Scale) กำหนดให้มีคำตอบ 3 ช่วงมีเกณฑ์ให้คะแนน

การแปลผลคะแนนรายข้อและโดยรวม ใช้ค่าเฉลี่ยที่มีค่าตั้งแต่ 16.00 – 30.03 ซึ่งแบ่งระดับออกเป็น 3 ระดับ

คะแนนเฉลี่ย 25.36 - 30.03 หมายถึง มีการรับรู้อยู่ในระดับสูง

คะแนนเฉลี่ย 20.68 - 25.35 หมายถึง มีการรับรู้อยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ย 16.00 – 20.67 หมายถึง มีการรับรู้อยู่ในระดับต่ำ

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นมาตามกรอบแนวคิดที่กำหนดไว้ 4 ส่วน ไปตรวจสอบหาความตรงและความครอบคลุมของเนื้อหา(Content validity) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบและให้คำแนะนำเพิ่มเติมแก้ไขให้มีความตรงตามเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 7.98 และนำไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มเสี่ยงตำบลห้วยไคร้ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย จำนวน 30 คน นำข้อมูลที่ได้มาหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาช (Cronbach’s Alpha Coefficient) หลังจากนั้นปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามก่อนนำไปใช้จริง

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ใช้ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติเชิงวิเคราะห์ (Analysis Statistics) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ โดยใช้สถิติ ไคสแคว์ (Chi-Square) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาข้อมูลทั่วไป พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 60.20 มีอายุระหว่าง 30-60 ปีมากที่สุด ร้อยละ 47.04 ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรสคู่ ร้อยละ 56.20 การศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับประถมศึกษา ร้อยละ 61.70 มีรายได้อยู่ระหว่าง 4,001-10,000 บาทมากที่สุด ร้อยละ 39.45 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 71.20 ส่วนใหญ่ไม่มีประวัติการแพ้ไก่และไข่อย่างรุนแรง ร้อยละ 99.03 ส่วนใหญ่ไม่มีภาวะเสี่ยงที่ทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนหลังจากได้รับเชื้อไข้หวัดใหญ่ ร้อยละ 74.50 ส่วนใหญ่ไม่มีประวัติการแพ้วัคซีนอย่างรุนแรง ร้อยละ 96.00 กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความกังวลเรื่องไข้หวัดใหญ่สายพันธ์ใหม่ ร้อยละ 51.80 และไม่มีความกังวลเรื่องไข้หวัดใหญ่สายพันธ์ใหม่ มากที่สุด ร้อยละ 48.20

ผลการศึกษาปัจจัยนำ พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้เรื่องไข้หวัดใหญ่อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 56.93 ด้านการรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรค ส่วนใหญ่มีการรับรู้ในระดับสูง ร้อยละ 54.01 ด้านการรับรู้ความรุนแรงของโรค ส่วนใหญ่มีการรับรู้อยู่ในระดับต่ำ ร้อยละ 63.87 ด้านการรับรู้ประโยชน์ของการปฏิบัติตัว ส่วนใหญ่มีการรับรู้อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 86.13 และด้านการรับรู้อุปสรรคต่อการปฏิบัติตัว ส่วนใหญ่มีการรับรู้อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 70.44

ผลการศึกษาปัจจัยเอื้อและปัจจัยเสริม พบว่า ระดับการรับรู้ปัจจัยเอื้อของกลุ่มตัวอย่างต่อการมารับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ พบว่ามีการรับรู้อยู่ในระดับสูงในระดับสูง จำนวน 187 คน คิดเป็นร้อยละ 68.20 โดยมีค่าเฉลี่ย 2.86 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.36 ระดับการรับรู้ปัจจัยเสริมของกลุ่มตัวอย่างต่อการมารับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ พบว่ามีการรับรู้อยู่ในระดับสูงในระดับสูง จำนวน 148 คน คิดเป็นร้อยละ 54.00 โดยมีค่าเฉลี่ย 1.90 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30

ผลการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการรับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ พบว่า อายุ (p-value=0.001), รายได้ (p-value< 0.001), ประวัติการแพ้วัคซีนไข้หวัดใหญ่อย่างรุนแรงหรือแพ้สารประกอบในวัคซีนอย่างรุนแรง (p-value= 0.038), ความรู้เรื่องไข้หวัดใหญ่และวัคซีนไข้หวัดใหญ่ (p-value< 0.001), การรับรู้ความรุนแรงของโรค (p-value< 0.001), การรับรู้ประโยชน์ของการปฏิบัติตัว (p-value= 0.022), การได้รับข้อมูลข่าวสาร (p-value= 0.026) มีความสัมพันธ์กับการรับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และพบว่าการรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรค (p-value= 0.781) การรับรู้อุปสรรคของการปฏิบัติตัว (p-value= 0.76) และสถานบริการ (p-value= 0.561) ไม่มีความสัมพันธ์กับการมารับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ ดังรายละเอียดในตาราง 1

ตารางที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับการรับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ (n = 274)

ปัจจัย	χ^2	p-value
อายุ	99.721	0.001
รายได้	75.938	0.000**
ประวัติการแพ้วัคซีนไข้หวัดใหญ่อย่างรุนแรงหรือแพ้สารประกอบในวัคซีนอย่างรุนแรง	3.857	0.038
ความรู้เรื่องไข้หวัดใหญ่และวัคซีนไข้หวัดใหญ่	25.904	0.000**
ด้านการรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรค	0.493	0.781
ด้านการรับรู้ความรุนแรงของโรค	16.860	0.000**
ด้านการรับรู้ประโยชน์ของการปฏิบัติตัว	7.672	0.022
ด้านการรับรู้อุปสรรคของการปฏิบัติตัว	3.148	0.76
สถานบริการ	1.156	0.561
การได้รับข้อมูลข่าวสาร	7.316	0.026

**Level of significant at p< .0001

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้เรื่องไข้หวัดใหญ่อยู่ในระดับสูง สอดคล้องกับผลการศึกษาของ กฤตยา ปานมั่น (2552) ซึ่งศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้และการรับรู้บทบาทในการป้องกันและควบคุมโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ ชนิด A (H1N1) ของบุคลากรสาธารณสุขอำเภอศรีนคร จังหวัดสุโขทัย พบว่าบุคลากรสาธารณสุขมีคะแนนเฉลี่ยความรู้เรื่องการป้องกันและควบคุมโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ ชนิด A (H1N1) อยู่ในระดับสูง

ด้านการรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรค มีการรับรู้ในระดับสูง ด้านการรับรู้ความรุนแรงของโรค มีการรับรู้อยู่ใน ระดับต่ำ ด้านการรับรู้ประโยชน์ของการปฏิบัติตัว มีการรับรู้อยู่ในระดับสูง ด้านการรับรู้อุปสรรคต่อการปฏิบัติตัว มีการรับรู้อยู่ในระดับสูง ซึ่งพบว่าสอดคล้องกับ จำปี ยังวัฒนา (2551) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการป้องกันมะเร็งปากมดลูกของสตรี อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ปัจจัยนำด้านความรู้และความเชื่อด้านสุขภาพในเรื่องการรับรู้ประกอบด้วย การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดโรค การรับรู้ความรุนแรงของโรค การรับรู้ประโยชน์การปฏิบัติตน การรับรู้อุปสรรคการปฏิบัติตน มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรม การป้องกันมะเร็งปากมดลูกของสตรีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ปัจจัยเอื้อต่อการตัดสินใจรับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ ได้แก่ สถานบริการ จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กับการมารับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของณิชกานต์ พิกุล(2555) พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการรับรู้ในปัจจัยเอื้อต่อการตัดสินใจฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 92.54 เมื่อทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับการรับรู้ในปัจจัยเอื้อต่อการตัดสินใจฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่กับการตัดสินใจฉีดวัคซีน ไข้หวัดใหญ่ พบว่าการรับรู้ในปัจจัยเอื้อต่อการตัดสินใจฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ ไม่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (P-value=.303)

ปัจจัยเสริมต่อการตัดสินใจรับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ ได้แก่ การได้รับข้อมูลข่าวสาร จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีความสัมพันธ์กับการมารับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของปาจรีย์ พิลา (2548) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการตรวจเต้านมด้วยตนเองของกลุ่มสตรีวัยทองที่มารับบริการตรวจสุขภาพในคลินิกวัยทอง โรงพยาบาลรามาธิบดี ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยเสริมด้านการได้รับข้อมูลข่าวสาร

เกี่ยวกับโรคมะเร็งเต้านมและการตรวจเต้านมด้วยตนเองมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการตรวจเต้านมด้วยตนเองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.373

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ผลสรุปจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปพัฒนาปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยนำ ปัจจัยเอื้อ และปัจจัยเสริม ที่มีความสัมพันธ์กับการมารับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ ให้กลุ่มเสี่ยงมีการพัฒนาความรู้และการรับรู้ในเรื่องของไข้หวัดใหญ่และวัคซีนไข้หวัดใหญ่ รวมถึงการพัฒนาระบบข้อมูลข่าวสารให้กลุ่มเสี่ยงสามารถเข้าถึงข้อมูลข่าวสาร เรื่องไข้หวัดใหญ่และวัคซีนไข้หวัดใหญ่ เพื่อให้กลุ่มเสี่ยงมารับบริการฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ให้ครอบคลุมตามจำนวนกลุ่มเป้าหมาย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.สมชาย จาดศรี และดร.บุญลือ ฉิมบ้านไร่ อาจารย์ประจำคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้โดยสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณประชาชนกลุ่มเสี่ยงทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม รวมทั้งผู้ที่ให้ความร่วมมือสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมโรค. (2553). **สถานการณ์โรค/แนวโน้มและแนวทางการป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่(H1N1)2009**. กรมควบคุมโรคกระทรวงสาธารณสุข,นนทบุรี. วันที่ 15 มีนาคม 2556. http://www.bei.ddc. moph.go.th.

กระทรวงสาธารณสุข. (2555). **คู่มือสำหรับเจ้าหน้าที่สร้างเสริมภูมิคุ้มกันโรค**. สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข.

กฤตยา ปานมั่น. (2552). **ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความรู้และการรับรู้บทบาทในการ ป้องกันและควบคุมโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ ชนิด A(H1N1)ของบุคลากรสาธารณสุขอำเภอศรีนคร จังหวัดสุโขทัย.** สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร.

กลุ่มงานวิชาการสาธารณสุขอำเภอแม่สาย. (2555). **รายงานการป้องกันและควบคุมโรคไม่ติดต่อ อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย ปี 2555**. สำนักงานสาธารณสุขอำเภอแม่สาย สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข.

เกล็ดดาว จันทซีโรและคณะ. (2554)**. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจฉีดวัคซีนไข้หวัดใหญ่ สายพันธ์ใหม่2009 (H1N1) ของบุคลากรโรงพยาบาลพระปกเกล้า**. วารสารศูนย์การแพทยศาสตร์คลินิกโรงพยาบาลพระปกเกล้า.

จันทนา มาลัย. (2555). **บทความทางระบาดวิทยา. รายงานการเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา ประจำสัปดาห์**. 2555(ฉบับพิเศษ). 64-69.

จำปี ยังวัฒนา. (2551). **ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคมะเร็งปากมดลูกของสตรีอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม**. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (สุขศึกษา). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 15 มกราคม 2555. http://www.thailis. or.th/tdc.

ณิชกานต์ พิกุล. (2554). **ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจฉีดวัคซีนป้องกันไข้หวัดใหญ่ของบุคลากรสาธารณสุข อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย.**วิทยานิพนธ์ สาธารณสุขศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยพะเยา,พะเยา. 15 มกราคม 2555. http://www. thailis. or.th/tdc.

นิ่มอนงค์ งามประภาสม. (2548). **หลักการสุขศึกษา** (Principles of Health Education). เชียงใหม่: ภาควิชาพลานามัย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประภาเพ็ญ สุวรรณ และสวิง สุวรรณ. (2536). พิมพ์ครั้งที่ 2. **พฤติกรรมศาสตร์ พฤติกรรมสุขภาพและสุขศึกษา**. กรุงเทพฯ : คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ปาจรีย์ พิลา. (2548). **ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการตรวจเต้านมด้วยตนเองของกลุ่มสตรีวัยทองที่มารับบริการตรวจสุขภาพในคลินิกวัยทองโรงพยาบาลรามาธิบดี.** คณะศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (สุขศึกษา). มหาวิทยาลัยรามคำแหง**.** สืบค้นเมื่อ วันที่ 8 ธันวาคม 2557, จาก http://www. thailis.or.th/tdc.

พฤทธิพล สุขป้อม. (2553). **การปฏิบัติในการเฝ้าระวังโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ 2009 ชนิดเอ (เอช1เอ็น1) ของบุคลากรด้านสุขภาพระดับตำบล จังหวัดเชียงใหม่.** คณะสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. สืบค้นเมื่อ วันที่ 20 มีนาคม 2556, จาก http://www. thailis.or.th/tdc.

สิทธิชัย อยู่ยิ้ม. (2553)**. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติในการป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์ใหม่ชนิดเอ (เอช1 เอ็น1)2009 ของประชาชน ตำบลท่าเสา อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์**. สืบค้นเมื่อ วันที่ 22 มีนาคม 2556, จาก http://www.Utd-moph.org.th.

สำนักโรคติดต่อทั่วไป กรมควบคุมโรคกระทรวงสาธารณสุข. (2555). **แนวทางการดำเนินงาน ให้บริการวัคซีนป้องกันโรคไข้หวัดใหญ่ตามฤดูกาล ประจำปี 2555**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักงานกิจการการพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก ในพระบรมราชูประถัมภ์.

สำนักระบาดวิทยา. (2556). **สรุปสถานการณ์รายสัปดาห์ไข้หวัดใหญ่**. สำนักระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข,นนทบุรี. สืบค้นวันที่ 15 มกราคม 2556 จาก http://www.boe.moph.go.th.

Becker, M. H. (1974). **The health belief model and sick role behavior**. Health Education Monograph, 2, 409-419.

Bloom, B.S. (1968). **Mastery learning. UCLA – CSEIP Evaluation Comment**. 1 (2) Losangeles. University of California at Los Angele.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

Factors associated with alcohol drinking behaviors among high school students in Fang District, Chiangmai Province

ปฏิยุทธ ดุกสุขแก้ว* และ รุ่ง วงศ์วัฒน์
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา
*corresponding author e-mail: nut7384@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 63.0 โดยมีระดับการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อยู่ในระดับเล็กน้อยมากที่สุด ร้อยละ 43.0 ส่วนปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ เพศ ระดับชั้นเรียน รายได้เฉลี่ยของครอบครัวต่อเดือน การเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของเพื่อนสนิท การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของคนในครอบครัว การยอมรับการดื่มของครอบครัว การเข้าถึงเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การโฆษณาเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และทัศนคติต่อเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

คำสำคัญ : พฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

Abstract

The objectives of this study were to study alcohol drinking behaviors and factors associated with alcohol drinking behaviors among high school students in Fang District, Chiangmai Province. The study revealed that the samples were mostly used to drinking alcohol (63.0%) and drinking in slight level (43.0%). The factors had associated with alcohol drinking behaviors at statistically significant of 0.05 level were gender, grade, income, friend alcohol drinking behaviors, family alcohol drinking behaviors, family adoption, alcohol advertising and attitude.

keywords : alcohol drinking behaviors, high school students

บทนำ

การบริโภคแอลกอฮอล์ก่อให้เกิดปัญหาและผลกระทบต่อทั้งตัวผู้ดื่มและคนรอบข้างในครอบครัว ชุมชน และสังคม ผ่านการเป็นพิษ การมึนเมา และการเสพติด ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาได้โดยฉับพลันและแบบเรื้อรัง จากการสำรวจ พฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในปี 2554 พบว่า คนไทยอายุ 15 ปีขึ้นไปเป็นนักดื่มในปัจจุบัน (Current drinker) หรือผู้ที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ใน 12 เดือน ที่ผ่านมาจำนวน 16,992,017 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 31.5 ของประชากรผู้ใหญ่ พบว่าภาพรวมความชุกของนักดื่มในช่วง 10 ปีที่ผ่านมานั้นค่อนข้างคงที่ โดยมีทิศทางลดลงเล็กน้อย คือ ร้อยละ 32.7 เป็นร้อยละ 31.5 ในปี 2554 ซึ่งลดลงเฉลี่ยร้อยละ 0.37 ต่อปี กลุ่มประชากรที่มีความชุกของนักดื่มสูงที่สุด คือ วัยผู้ใหญ่ (อายุ 25-59 ปี) โดยดื่มใน 12 เดือนที่ผ่านมาร้อยละ 37.3 รองลงมาคือกลุ่มเยาวชนผู้ที่อายุ 15-24 ปีนั้นดื่มร้อยละ 23.7 สำหรับวัยสูงอายุ (60 ปีขึ้นไป)ดื่มร้อยละ 16.6 โดยประชากรชายดื่มมากกว่าหญิงในทุกกลุ่มอายุ

สำหรับจังหวัดเชียงใหม่ ความชุกของนักดื่มในประชากร อายุ 20 ปีขึ้นไป ร้อยละ 42.7 และความชุกของนักดื่มในประชากรวัยรุ่น อายุ 15-19 ปี ร้อยละ 18.5 โดยมีสัดส่วนของนักดื่มที่ดื่มแล้วมีปัญหา ร้อยละ 7.4 และมีดัชนีคะแนนความเสี่ยงต่อปัญหาแอลกอฮอล์ของจังหวัด 0.660 ซึ่งค่าใช้จ่ายในการซื้อเครื่องดื่มแอลกอฮอล์โดยเฉลี่ย (บาท/เดือน) 693 บาท (รายงานสถานการณ์การบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์รายจังหวัด, 2554) ส่วนอำเภอฝาง จากการสำรวจของโรงพยาบาลฝาง พบว่าอำเภอฝางมีสถานบันเทิงและร้านจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เป็นจำนวน 75 แห่ง (โรงพยาบาลฝาง, 2556)

โดยเฉพาะในเขตเมืองของอำเภอฝาง ซึ่งวัยรุ่นมักจะมีการรวมกลุ่มกัน ส่งผลให้วัยรุ่นสามารถเข้าถึงสถานบันเทิงเหล่านั้นได้ง่าย เอื้อต่อการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของวัยรุ่นเป็นอย่างมาก และบ่อยครั้งที่มีการเกิดอุบัติเหตุจราจรจากการขับขี่ขณะเมา

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้ผู้ศึกษาสนใจที่ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของวัยรุ่นที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 ของโรงเรียนในเขต อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคลที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลายในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อศึกษาปัจจัยทางสังคมที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ตอนปลายในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ และเพื่อศึกษาปัจจัยทางทัศนคติที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4-6 ทุกสายการเรียน ปีการศึกษา 2557 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาในอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ มีอยู่ทั้งหมด 3 โรงเรียน จำนวนทั้งสิ้น 2,441 คน

ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ได้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง โดยการคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างจากตารางมาตรฐานของ เครซี่และมอร์แกน(Kerjcie and Morkan,1970 อ้างอิงใน ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2543) ที่ระดับความเชื่อมั่น95% โดยเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 335 คน

การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีสุ่มแบบแบ่งเป็นชั้นภูมิใช้สัดส่วน(Proportional stratified random sampling) จำแนกแต่ละโรงเรียนเรียนตามสัดส่วนประชากร โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย(simple random sampling)ในแต่ละโรงเรียน คือ โรงเรียนฝางชนูปถัมภ์ โรงเรียนรังษีวิทยา และโรงเรียนรัตนาเอื้อวิทยา โดยสุ่มให้ได้ครบตามจำนวนกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 335 คน ดังนี้

โรงเรียนฝางชนูปถัมภ์ จำนวนนักเรียนทั้งหมด 1,088 คน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 150 คน

335 / 2,441 x 1,088 = 149.32

โรงเรียนรังษีวิทยา จำนวนนักเรียนทั้งหมด 1,061 คน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 145 คน

335 / 2,441 x 1,061 = 145.61

โรงเรียนรัตนาเอื้อวิทยา จำนวนนักเรียนทั้งหมด 292 คน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 40 คน

335 / 2,441 x 292 = 40.07

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม โดยให้กลุ่มตัวอย่างตอบเองซึ่งแบ่งโครงสร้างของแบบสอบถามออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 10 ข้อ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับชั้นการศึกษา การศึกษาของบิดามารดา อาชีพของบิดามารดา รายได้ของครอบครัว

2. ข้อมูลปัจจัยทางสังคม จำนวน 5 ข้อ ได้แก่ เพื่อนเคย/ไม่เคย มีประสบการณ์การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ บุคคลในครอบครัวเคย/ไม่เคย มีประสบการณ์การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ บิดามารดายอมรับ/ไม่ยอมรับ การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การเข้าถึงสถานบันเทิงและร้านจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การรับรู้สื่อโฆษณา

3. แบบวัดทัศนคติต่อการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ได้แก่ ทัศนคติต่อการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในด้านสังคม บุคคลและครอบครัว ซึ่งได้ดัดแปลงมาจากแบบสอบถามใช้วัดทัศนคติและพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และบุหรี่ของวัยรุ่นหญิง(พนิทกา ศรีคัฒนพรหม, 2549) และแบบสอบถามใช้วัดทัศนคติต่อการดื่มสุราของนักศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น (อ้อยทิพย์ ถานันตะ, 2550)

ระดับการวัดเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

โดยแบ่งระดับทัศนคติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายต่อการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ออกเป็น 3 ระดับ แปลผลคะแนนโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้แก่ ทัศนคติที่ดี ($>\bar{X}+S.D.$) ทัศนคติปานกลาง ($\pm\bar{X}+S.D.$) ทัศนคติ ไม่ดี ($<\bar{X}+S.D.$)

4. แบบวัดพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ได้แก่ ชนิดของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ดื่ม ปริมาณที่ดื่ม ความถี่ในการดื่ม บุคคลที่ดื่มด้วย โอกาสที่ดื่ม เหตุผลที่ดื่ม ผลกระทบและความรู้สึกจากการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ โดยแบบสอบถามที่ประยุกต์มาจาก Adolescent Alcohol Involvement Scale (ทรงเกียรติ ปิยะกะ, 2545) มีจำนวนข้อคำถามทั้งหมด 15 ข้อ นำมาคิดคะแนน 14 ข้อ โดยข้อที่ 1 ไม่นำมาคิดคะแนน ซึ่งมีวิธีให้คะแนนดังนี้

แบบสอบถามมีคะแนนสูงสุด 79 คะแนน

คำตอบ ในข้อที่ 2 , 3 และข้อที่ 4 ให้คะแนนดังนี้

เลือกตอบ 1 = 2 คะแนน	เลือกตอบ 2 = 3 คะแนน
เลือกตอบ 3 = 4 คะแนน	เลือกตอบ 4 = 5 คะแนน
เลือกตอบ 5 = 6 คะแนน	เลือกตอบ 6 = 7 คะแนน

คำตอบ ในข้อที่ 5 , 6 , 7 , 8 , 9 , 10 , 11 , 12 ให้คะแนนดังนี้

เลือกตอบ 1 = 1 คะแนน	เลือกตอบ 2 = 2 คะแนน
เลือกตอบ 3 = 3 คะแนน	เลือกตอบ 4 = 4 คะแนน
เลือกตอบ 5 = 5 คะแนน	เลือกตอบ 6 = 6 คะแนน

คำตอบ ในข้อที่ 13 , 14 และข้อที่ 15 ให้คะแนนดังนี้

เลือกตอบ 1 = 0 คะแนน	เลือกตอบ 2 = 2 คะแนน
เลือกตอบ 3 = 3 คะแนน	เลือกตอบ 4 = 4 คะแนน
เลือกตอบ 5 = 5 คะแนน	เลือกตอบ 6 = 6 คะแนน
เลือกตอบ 7 = 7 คะแนน	เลือกตอบ 8 = 8 คะแนน

โดยเกณฑ์ในการแบ่งระดับการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ไว้ 4 ระดับ ดังนี้คือ

ตอบข้อที่ 1 ว่าไม่เคย (ยุติการตอบ) เท่ากับ ไม่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

ได้คะแนนระหว่าง 14-41 คะแนน เท่ากับ ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เล็กน้อย

ได้คะแนนระหว่าง 42-57 คะแนน เท่ากับ ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มาก

ได้คะแนนระหว่าง 58-79 คะแนน เท่ากับ เป็นโรคติดเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

ผลการวิจัย

ปัจจัยส่วนบุคคล

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 335 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 51.9) เพศชาย (ร้อยละ 48.1) อายุ อยู่ในช่วง 15-20 ปี (ร้อยละ 15.8 29.6 34.0 19.4 0.9 และ 0.3) ตามลำดับ ศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 เป็นจำนวนใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 37.9 31.3 และ 30.7) ตามลำดับ รายรับต่อเดือนส่วนใหญ่ได้รับ 1,001 – 2,000 บาท (ร้อยละ 40.4) รองลงมาคือ 501 – 1,000 บาท (ร้อยละ 30.2) ได้รับต่ำกว่า 500 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 10.5) และมากกว่า 10,000 บาท (ร้อยละ 0.6) ส่วนใหญ่พักอาศัยอยู่กับบิดา-มารดา (ร้อยละ 71.9) รองลงมา คือพักกับคนอื่น (ร้อยละ 16.1) สถานภาพครอบครัวบิดา-มารดาอยู่ด้วยกันมากที่สุด (ร้อยละ 66.6) รองลงมาคือ บิดา-มารดาหย่าร้าง (ร้อยละ 13.7) บิดาและมารดาประกอบอาชีพเกษตรกรมากที่สุด (ร้อยละ 32.2 และ 26.3) ตามลำดับ รองลงมาบิดาและมารดามีอาชีพค้าขาย/ประกอบธุรกิจส่วนตัว (ร้อยละ 17.6 และ 24.8) ตามลำดับ มีรายได้เฉลี่ยของครอบครัวต่อเดือน 5,001 – 10,000 บาท (ร้อยละ 31.7) รองลงมารายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,001 – 20,000 บาท (ร้อยละ 27.7) รายได้ส่วนใหญ่พอมีพอกินและเหลือเก็บ (ร้อยละ 78.2) รองลงมาคือพอมีพอกินแต่ไม่เหลือเก็บ (ร้อยละ 17.6)

ปัจจัยทางสังคม

เพื่อนสนิทของกลุ่มตัวอย่างมากกว่าครึ่งหนึ่งเคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ พบว่าเคยดื่ม (ร้อยละ 78.2) มีเพียงร้อยละ 21.8 ที่ไม่เคยดื่มเลย ส่วนคนในครอบครัวเคยดื่มแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 87.5) มีเพียงร้อยละ 12.5 ที่ไม่เคยดื่ม บิดาและมารดาไม่ยอมรับการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 57.0) และยอมรับร้อยละ 43.0 เคยเข้าถึงสถานบันเทิงและร้านจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 40.0) และไม่เคยร้อยละ 60.0 เห็นสื่อโฆษณาแล้วอยากดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 18.8) ไม่อยากดื่มมากถึงร้อยละ 81.2

ทัศนคติต่อการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

จากการสอบถามถึงทัศนคติต่อการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า

กลุ่มตัวอย่างไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งว่านักเรียนที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ถูกมองว่าเป็นคนทันสมัย มีความเป็นตัวของตัวเอง (ร้อยละ 15.2) การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เป็นผู้ที่ได้รับการยอมรับจากสังคม (ร้อยละ 14.3) และการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ช่วยให้ลืมปัญหาที่เกิดขึ้นได้ (ร้อยละ 13.7)

กลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยอย่างยิ่งในเรื่องของการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ทำให้เกิดการทะเลาะวิวาท (ร้อยละ 51.9) ทำให้เกิดการทำร้ายร่างกายกันในครอบครัว (ร้อยละ 40.0) และเป็นการสิ้นเปลืองเงินโดยเปล่าประโยชน์ (ร้อยละ 38.5)

ระดับทัศนคติต่อการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของกลุ่มตัวอย่าง

จากการวิเคราะห์ทัศนคติต่อการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีทัศนคติปานกลางต่อการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ มีมากที่สุด (ร้อยละ 43.0) รองลงมาคือ ทัศนคติที่ดี (ร้อยละ 14.0) และทัศนคติที่ไม่ดี (ร้อยละ 11.0)

พฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 63.0) ไม่เคยดื่มเลย (ร้อยละ 37.0) ส่วนใหญ่จะดื่มครั้งหรือสองครั้งต่อปี (ร้อยละ 32.8) รองลงมาคือ ดื่มครั้งหรือสองครั้งต่อเดือน (ร้อยละ 20.0) และมีการดื่มครั้งสุดท้ายในช่วงระหว่าง 6 เดือนถึง 1 ปี (ร้อยละ 17.0) รองลงมาคือ ดื่มนานเกินกว่า 1 ปีมาแล้ว (ร้อยละ 15.2) และดื่มหลายสัปดาห์มาแล้ว (ร้อยละ 14.3) จากการสอบถามพบว่ากลุ่มตัวอย่างกลุ่มตัวอย่างเริ่มดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ครั้งแรก เมื่ออายุ 14 หรือ 15 ปี (ร้อยละ 25.1) รองลงมาดื่มเมื่อหลังอายุ 15 ปี (ร้อยละ 20.9) ชนิดของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่นิยมดื่มมากที่สุดคือ เบียร์ (ร้อยละ 28.1) รองลงมาคือ เหล้า (ร้อยละ 19.4) ส่วนการได้มาของเครื่องดื่มแอลกอฮอล์พบว่ามากกว่าครึ่งของกลุ่มตัวอย่างคือ เพื่อนให้ (ร้อยละ 35.8) และมีเพียงเล็กน้อยที่ได้มาจากพ่อแม่หรือญาติพี่น้องให้ (ร้อยละ 8.1)

สำหรับเหตุผลที่เริ่มดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เพราะมีความประหม่า กลุ้มใจ มีปัญหาในใจ (ร้อยละ 19.4) รองลงมาคือ ต้องการทำตามเพื่อน (ร้อยละ 16.4) และพบว่าเกือบ 1 ใน 4 รู้สึกเศร้า หงอยเหงา เดียวดาย (ร้อยละ 12.8) เวลาที่มักจะดื่มกว่า 4 ใน 5 ของกลุ่มตัวอย่าง มักจะดื่มตอนกลางคืน (ร้อยละ 53.4) รองลงมาคือ ตอนบ่าย (ร้อยละ 3.9) ส่วนเหตุผลส่วนใหญ่ในการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ครั้งแรกเนื่องจากต้องการจะรู้รสชาติ (ร้อยละ 34.0) รองลงมาคือ เพื่อนคะยั้นคะยอให้ดื่ม (ร้อยละ 11.0)

การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในแต่ละครั้งของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ดื่มจนกระทั่งเมา (ร้อยละ 23.3) รองลงมาดื่ม 1 ดริ้งค์ (ร้อยละ 13.1) บุคคลที่มักจะดื่มด้วยพบว่าดื่มกับเพื่อนที่อายุไล่เลี่ยกัน มากที่สุด (ร้อยละ 41.8) รองลงมาคือ กับเพื่อนที่อายุมากกว่า (ร้อยละ 6.9)

จากการสอบถามพบว่า เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ให้ผลอย่างไรส่วนใหญ่ตอบว่า รู้สึกเมานิดๆ (ร้อยละ 24.8) รองลงมาคือ รู้สึกเมา (ร้อยละ 17.6) ส่วนผลกระทบที่มีต่อชีวิตมากกว่าครึ่งของกลุ่มตัวอย่างพบว่า ไม่มีผลกระทบเลย (ร้อยละ 39.4) รองลงมาคือ ทำให้ไม่สามารถจะพูดคุยกับคนอื่นได้รู้เรื่องและทำให้เกิดอุบัติเหตุ ได้รับบาดเจ็บ และถูกทำโทษที่โรงเรียน (ร้อยละ 7.5) ความรู้สึกเกี่ยวกับการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ส่วนใหญ่ตอบว่าไม่มีปัญหาอะไรเลย (ร้อยละ 26.3) รองลงมาคือ สามารถควบคุมการดื่มได้ (ร้อยละ 18.8) มีเพียงเล็กน้อยที่ตอบว่ารู้สึกไม่ค่อยดี (ร้อยละ 6.6) ส่วนความคิดเห็นของบุคคลอื่นเมื่อกลุ่มตัวอย่างดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์กว่า 4 ใน 5 ของกลุ่มตัวอย่างตอบว่าไม่แน่ใจ (ร้อยละ 46.0) รองลงมาคือ เมื่อดื่มเหล้าก็มักจะละเลย ลืมนึกถึงครอบครัวหรือเพื่อน (ร้อยละ 7.8)

ระดับของการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของกลุ่มตัวอย่าง

จากการวิเคราะห์ระดับของการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 37.0) และมีการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 63.0) โดยมีการแบ่งระดับการดื่มเป็น 3 ระดับ จากการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีระดับการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อยู่ในระดับเล็กน้อยมากที่สุด (ร้อยละ 43.0) รองลงมา คือ การดื่มในระดับมาก (ร้อยละ 20.0) และไม่พบกลุ่มตัวอย่างที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในระดับเป็นโรคติดการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ข้อค้นพบอันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษา จึงได้นำมาอภิปรายผลการศึกษาในประเด็นสำคัญต่างๆ ได้ดังนี้

พฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

จากผลการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 63.0 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด โดยพบว่ามีการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อยู่ในระดับเล็กน้อย ร้อยละ 43.0 เริ่มดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ครั้งแรก เมื่ออายุ 14 หรือ 15 ปี (ร้อยละ 25.1) สำหรับเหตุผลในการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ครั้งแรกเนื่องจากต้องการจะรู้รสชาติ (ร้อยละ 34.0) การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในแต่ละครั้งของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ดื่มจนกระทั่งเมา (ร้อยละ 23.3) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า กลุ่มตัวอย่างกำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายซึ่งอยู่ในช่วงวัยรุ่น เป็นวัยที่อยากรู้อยากลองประสบการณ์ที่แปลกใหม่ โดยเฉพาะพฤติกรรมที่เป็นการเสี่ยงภัย ท้าทาย ทำให้เกิดความสนุกสนาน เช่นการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การเที่ยวกลางคืน (สมภพ เรืองตระกูล, 2543) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สิริรัฐ สุกันธา (2550) ที่ได้ศึกษาพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของประชาชนจังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่า วัยที่เริ่มดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ครั้งแรกคือ ในวัยหนุ่มสาว ช่วงอายุ 18-29 ปี สำหรับเหตุผลที่กลุ่มตัวอย่างเริ่มดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ครั้งแรกคือ ดื่มเพื่อสังสรรค์ มีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน และเพื่อเข้าสังคม ตามที่ สุพัตรา สุภาพ (2536) เมื่อได้ทดลองดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์แล้วก็จะมีแนวโน้มที่จะดื่มเพิ่มมากขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้นหรือมีพฤติกรรมการดื่มไปในทิศทางที่ผิดได้ (กมลทิพย์ วิจิตรสุนทรกุล, 2542)

บุคคลที่มักจะดื่มด้วยพบว่าดื่มกับเพื่อนที่อายุไล่เลี่ยกัน มากถึงร้อยละ 41.8 รองลงมาคือ กับเพื่อนที่อายุมากกว่า (ร้อยละ 6.9) สอดคล้องกับการศึกษาของ อรมัย เหมืองหม้อ (2550) พบว่า บุคคลที่กลุ่มตัวอย่างมักจะร่วมดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มากที่สุดคือ เพื่อน เพื่อนร่วมงาน ลูกพี่ลูกน้อง หรือญาติ

นอกจากนี้พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้ 501-3,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 44.6) จะมีแนวโน้มในการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มากกว่ากลุ่มที่มีรายได้ต่อเดือนน้อย เนื่องมาจากการที่มีรายได้ต่อเดือนมากจะมีเงินเหลือเพียงพอที่จะสามารถใช้จ่ายในการซื้อเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สมพร สิทธิสงคราม (2548) พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีรายได้เฉลี่ย 2,517.76 บาท ถือเป็นรายได้ที่ค่อนข้างมากสำหรับนักศึกษา ส่งผลต่อการมีพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่เป็นอันตรายได้

ทัศนคติต่อการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

เจตคติต่อพฤติกรรม เป็นปัจจัยส่วนบุคคลที่จะประเมินความเชื่อหรือความรู้สึกที่มีต่อการกระทำพฤติกรรมนั้นๆ ว่าเป็นไปในทางบวกหรือลบ เจตคติต่อพฤติกรรมเป็นผลมาจากความเชื่อเกี่ยวกับผลของการกระทำพฤติกรรม ร่วมกับการประเมินผลลัพธ์ตามความเชื่อของการกระทำพฤติกรรมนั้น กล่าวคือ ถ้าบุคคลมีความเชื่อว่าการกระทำพฤติกรรมนั้นจะนำไปสู่ผลของการกระทำทางบวก บุคคลก็จะมีเจตคติที่ดีต่อพฤติกรรมนั้น ในทางตรงกันข้ามถ้าบุคคลมีความเชื่อว่าการกระทำพฤติกรรมนั้นนำไปสู่ผลของการกระทำทางลบ บุคคลนั้นย่อมมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการกระทำพฤติกรรมนั้น (Ajzen & Fishbein, 1980 อ้างอิงใน มัลลิกา มัตติโก, 2534)

จากผลการศึกษาทัศนคติของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ กลุ่มตัวอย่างไม่เห็นด้วยอย่างยิ่งว่านักเรียนที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ถูกมองว่าเป็นคนทันสมัย มีความเป็นตัวของตัวเอง (ร้อยละ 15.2) การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เป็นผู้ที่ได้รับการยอมรับจากสังคม (ร้อยละ 14.3) อาจเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างยังอยู่ในวัยเรียนจึงคิดว่าตนไม่สมควรที่จะดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เนื่องจากเป็นพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมของนักเรียน และคิดว่าในสังคมเห็นว่าเป็นสิ่งที่นักเรียนไม่ควรกระทำ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาว่าสังคมไทยมองเรื่องการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เป็นเรื่องปกติธรรมดา มักจะให้เหตุผลในการดื่มสุราเพราะต้องการเข้าสังคม เห็นว่าการดื่มสุราเป็นเรื่องปกติในสังคมและเป็นสิ่งที่สังคมยอมรับในปัจจุบัน (ศิรินทิพย์ มีสุขอำไพรัสมี, 2545)

กลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 41.5 ไม่แน่ใจว่าการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ทำให้มีเพื่อนฝูงมากขึ้น ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ เขมณัฏฐ์ สินสายออ (2548) พบว่า ผลดีของการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ทำให้สนุกสนาน พูดคุยเก่งขึ้นช่วยให้ผูกมิตรไมตรีได้ง่าย มีเพื่อนฝูงมาก ช่วยสร้างสัมพันธภาพเข้าสังคมได้ง่ายขึ้น ช่วยให้การติดต่อประสานงานง่ายขึ้น และผู้ที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ มักเป็นคนที่มีจิตใจอ่อนแอ (ร้อยละ 45.7) ที่ขัดแย้งกับการศึกษาของอรมัย เหมืองหม้อ (2550) พบว่า ไม่เห็นด้วยว่าผู้หญิงที่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มักเป็นคนที่มีจิตใจอ่อนแอ

กลุ่มตัวอย่างมากกว่าครึ่งเห็นด้วยอย่างยิ่งในเรื่องของการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ทำให้เกิดการทะเลาะวิวาท (ร้อยละ 51.9) และทำให้เกิดการทำร้ายร่างกายกันในครอบครัว (ร้อยละ 40.0) ซึ่งพบว่า ครอบครัวที่บริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มีแนวโน้มของการเกิดความรุนแรงในครอบครัวสูงเป็น 4เท่า เมื่อเทียบกับครอบครัวที่ไม่ได้บริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ (กรมสุขภาพจิต, 2547) และเป็นการสิ้นเปลืองเงินโดยเปล่าประโยชน์ (ร้อยละ 38.5) ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ ศิรินทิพย์ มีสุขอำไพรัสมี (2545) ที่พบว่า สังคมถือเรื่องการดื่มสุราเป็นสิ่งที่จำเป็นของสังคม ดังนั้นการดื่มสุราจึงไม่เป็นเรื่องสิ้นเปลือง

กลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 13.7 เห็นด้วยอย่างยิ่งว่าการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ช่วยให้ลืมปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อดิศวร์ หลายชูไทย และคณะ (2545) ที่พบว่า การดื่มสุราช่วยให้หายกลุ้ม คลายเครียดได้ และอรมัย เหมืองหม้อ (2550) พบว่าการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ทำให้สามารถลืมปัญหาที่เกิดขึ้นได้

ทัศนคติของกลุ่มตัวอย่าง อธิบายได้ตามแนวคิดทฤษฎีของ Ajzen & Fishbein (1980 อ้างอิงในอรมัย เหมืองหม้อ, 2550) เมื่อบุคคลเชื่อว่าการกระทำหนึ่งจะนำไปสู่ผลของการกระทำทางบวก บุคคลย่อมมีทัศนคติที่ดีต่อการแสดงพฤติกรรมนั้น แต่หากบุคคลเชื่อว่าการแสดงพฤติกรรมนั้นนำไปสู่ผลของการกระทำทางลบ บุคคลย่อมมีทัศนคติไม่ดีต่อการแสดงพฤติกรรมนั้น

ข้อเสนอแนะ

1. สถาบันครอบครัว สถาบันการศึกษา ชุมชนและหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องควรสร้างทัศนคติทางลบต่อการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของนักเรียน ให้เกิดการรับรู้ว่า การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในวัยเรียนเป็นสิ่งที่ไม่เหมาะสม ชี้ให้เห็นถึงผลกระทบต่อร่างกาย จิตใจและสังคม รวมทั้งปลูกฝังทัศนคติการไม่ดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ให้กับนักเรียนอย่างต่อเนื่อง ทั้งในสถานศึกษาและที่บ้านของนักเรียนเอง โดยสอดแทรกทัศนคติและค่านิยมที่ถูกต้องให้กับนักเรียน โดยการสร้างความเชื่อกระตุ้นจิตสำนึกและความรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเองและสังคม

2. ควรทำการศึกษาในกลุ่มเสี่ยงโดยเฉพาะเด็กและเยาวชน ที่มีการเริ่มต้นการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ โดยศึกษาในเชิงลึกถึงสาเหตุและปัญหาจากการดื่ม เพื่อทราบข้อมูลที่เป็นจริงมากขึ้น

สรุปผลการวิจัย

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

เพศ ระดับชั้นเรียน และรายได้เฉลี่ยของครอบครัวต่อเดือน มีความสัมพันธ์กับการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value < 0.05) ส่วน อายุ รายรับต่อเดือนจากผู้ปกครอง บุคคลที่พักอาศัยด้วย สถานภาพครอบครัว อาชีพบิดา อาชีพมารดา และฐานะทางเศรษฐกิจ ไม่มีความสัมพันธ์กับการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสังคมกับการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

การเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของเพื่อนสนิท การดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของคนในครอบครัว การยอมรับการดื่มของครอบครัว การเข้าถึงเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การโฆษณาเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และทัศนคติต่อเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ มีความสัมพันธ์กับการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value < 0.05)

ความสัมพันธ์ระหว่างทัศนคติต่อการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์กับการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์

ทัศนคติต่อการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์มีความสัมพันธ์กับการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P-value < 0.05)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียน ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร รวมถึงนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลและตอบแบบสอบถามในครั้งนี้ และขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ทั้งนี้เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลฝาง สำนักงานสาธารณสุขอำเภอฝาง ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ จนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข. (2547). **แอลกอฮอล์คืออะไร.** วันที่ค้นข้อมูล 27 พฤศจิกายน 2556, เข้าถึงได้จาก http://www.dmh.go.th/news/view.asp?id=964.

กลุ่มงานสุขาภิบาลและสิ่งแวดล้อม. (2556). **รายงานการสำรวจสถานบันเทิงและร้านจำหน่ายเครื่องดื่มแอลกอฮอล์.** ประจำปี 2556. โรงพยาบาลฝาง. สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดเชียงใหม่: กระทรวงสาธารณสุข.

เขมณัฏฐ์ สินสายออ. (2548). **การมีส่วนร่วมของชุมชนในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ในเพศหญิงหมู่บ้านหนึ่งในจังหวัดนครราชสีมา.** วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทรงเกียรติ ปิยะกะ. (2545). เวชศาสตร์โรคติดยา คู่มือสำหรับบุคลากรทางการแพทย์: กรุงเทพฯ.

ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2543). **ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.** อุบลราชธานี: สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.

พนิทกา ศรีคัฒนพรหม. (2549). ปัจจัยที่มีผลต่อทัศนคติและพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และบุหรี่ของวัยรุ่นหญิงในกรุงเทพมหานคร. **วารสารศาสตรมหาบัณฑิต.** คณะวารสารศาสตร์และสื่อมวลชน มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

มัลลิกา มัตติโก. (2534). **คู่มือวิจัยพฤติกรรมสุขภาพ:แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับพฤติกรรมสุขภาพ: โครงการเครือข่ายงานวิจัยพฤติกรรมสุขภาพ.** กระทรวงสาธารณสุข.

ศิรินทิพย์ มีสุขอำไพรัสมี. (2545). **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มสุราแช่ผลไม้ของสตรีวัยทำงานในเขตกรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาการตลาด บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ศูนย์วิจัยปัญหาสุรา สำนักงานนโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ กระทรวงสาธารณสุข. (2556). รายงานสถานการณ์การบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์รายจังหวัด พ.ศ.2554. สืบค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2557, จาก http://cas.or.th/index.php/matter/viewCategory/หนังสือและเอกสารวิชาการ.

ศูนย์วิจัยปัญหาสุรา สำนักงานนโยบายสุขภาพระหว่างประเทศ กระทรวงสาธารณสุข. (2556). **รายงานสถานการณ์การบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์และผลกระทบในประเทศไทย พ.ศ. 2556**. สืบค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2557, จาก http://cas.or.th/index.php/matter/viewCategory/หนังสือและเอกสารวิชาการ.

สมพร สิทธิสงคราม. (2548). **ปัจจัยทำนายพฤติกรรมการดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของวัยรุ่น.** วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาลจิตเวช, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สมภพ เรืองตระกูล. (2543). **ยาเสพติดมหันตภัยที่ป้องกันได้.** กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.

สิริรัฐ สุกันธา และคณะ. (2550). **การศึกษาพฤติกรรมการบริโภค เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ของประชาชนในจังหวัดเชียงใหม่**. เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม.

สุพัตรา สุภาพ. (2536). **สังคมและวัฒนธรรมไทย ค่านิยม ครอบครัว ศาสนา ประเพณี.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช

อรมัย เหมืองหม้อ. (2550). **แบบแผนการบริโภคเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ของสตรี อำเภอสอง จังหวัดแพร่.** วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

อดิศวร์ หลายชูไทย. (2545). **สุราในสังคมไทย.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.** กรุงเทพฯ.

อ้อยทิพย์ ถานันตะ. (2550). **ทัศนคติต่อการดื่มสุราของนักศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น.** วิทยานิพนธ์ สาธารณสุขศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับบริการแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง ในพื้นที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล บ้านถ้ำเวียงแก ตำบลนาไร่หลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน

Factors related to accept Thai traditional medicine service for Hmong Tribe in Bantumpwiangke health promoting hospital area Narailuang sub-district, Songquare district, Nan province.

ทำนอง ชาวเวียง* และ บุญลือ ฉิมบ้านไร่
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา
corresponding author e-mail: tumnong_alcohol@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับบริการแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง และเพื่อศึกษาปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะต่อการพัฒนางานบริการแพทย์แผนไทยของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านถ้ำเวียงแก ตำบลนาไร่หลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน คัดเลือกประชากรในการวิจัย แบบเจาะจง ได้แก่ ชาวเขาเผ่าม้งที่มารับบริการแพทย์แผนไทย จำนวน 268 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ผลการวิจัยพบว่า การยอมรับบริการแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง อยู่ในระดับมาก และปัจจัยสนับสนุนด้านการรับรู้ข่าวสาร ด้านเจตคติ ด้านความเชื่อเกี่ยวกับการแพทย์แผนไทย ด้านการสนับสนุนจากครอบครัว และด้านการสนับสนุนจากชุมชน มีความสัมพันธ์กับการยอมรับบริการแพทย์แผนไทย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ปัญหาในการมารับบริการแพทย์แผนไทย ได้แก่ การขาดความรู้ในประโยชน์ของการแพทย์แผนไทย ข้อเสนอแนะในการพัฒนา ได้แก่ การประชาสัมพันธ์ประโยชน์ของการแพทย์แผนไทยอย่างทั่วถึง และการผสมผสานการแพทย์แผนไทยเข้ากับภูมิปัญญาการแพทย์ของชาวเขาเผ่าม้ง

คำสำคัญ : ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ ชาวเขาเผ่าม้ง การแพทย์แผนไทย

Abstract

The purposes of this research were to study factors related to accept Thai traditional medicine service and to study the problem and suggestion for development of thai traditional medicine service for Hmong Tribe in Bantumpwiangke Health Promoting Hospital area, Narailuang sub-district, Songquare District, Nan Province. The population in this study were purposive sampling group consisted of the Hmong tribe 268 persons who receivers thai traditional medicine service. Data were collected with questionnaires. The data were analyzed performed using means, standard deviation, and Peason’s Product Moment Correlation. The results of the study were found that the level of the acceptance of people using was high level. The contributing factors ; information acquisition, attitude, belief, as well as contributing factors form family and community had related to accept Thai traditional medicine service at statistically significant of 0.01. The problems were the lack of knowledge benefits perception of the Thai traditional medicine service. The suggestion about development guidelines for services of thai traditional medicine service were should increase public relations and Integration thai traditional medicine service to Hmong medical wisdom.

keywords : Factors Related, Hmong Tribe, Thai traditional medicine service

บทนำ

ปัจจุบันการแพทย์สมัยใหม่มีการยอมรับการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือกมากขึ้น ทำให้การแพทย์แผนไทยได้เข้ามามีบทบาทในการรักษาผู้ป่วยควบคู่ไปกับการแพทย์สมัยใหม่ โดยรัฐบาล หน่วยงานต่าง ๆทั้งภาครัฐเอกชนรวมทั้งประชาชนหันมาสนใจสมุนไพรเพื่อการดูแลรักษาสุขภาพและพึ่งพาตนเองมากขึ้น เช่น ยาสมุนไพร อาหารแนวธรรมชาติบำบัด

การนวดแผนไทย ฯลฯ (ทับทิม สัมฤทธิ์เปี่ยม อุดมศักดิ์ มหาวีรวัฒน์และสุคนธ์ เจียสกุล, 2551) พร้อมไปกับการเริ่มตระหนักถึงผลข้างเคียงของการใช้ยาเคมี การผ่าตัด หรือวิธีการแบบวิทยาศาสตร์ การแพทย์สมัยใหม่ที่มีราคาแพงซึ่งบางครั้งก็รักษาไม่หาย (สุรพจน์ วงศ์ใหญ่, 2551) จนกระทั่งในช่วง พ.ศ. 2545 รัฐบาลได้มีการปฏิรูประบบราชการ จึงมีผลทำให้เกิดมีการปฏิรูปโครงสร้างบทบาทภารกิจ อัตรากำลังด้านการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือกขึ้น โดยโอนหน่วยงานสถาบันการแพทย์แผนไทยศูนย์ความร่วมมือการแพทย์แผนไทย - จีน และศูนย์ประสานงานการแพทย์ทางเลือก มาสังกัดกรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์แผนทางเลือกที่ตั้งขึ้นใหม่ ตาม พ.ร.บ. ระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. 2545 และพ.ร.บ.ปรับปรุงกระทรวง ทบวง กรม พ.ศ. 2545 (วันที่ 3 ตุลาคม 2545) และกฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการกรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข (วันที่ 9 ตุลาคม 2545) (สถาบันการแพทย์แผนไทย, 2555) มีการส่งเสริมฟื้นฟูตำรับตำราด้านการแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือกให้รู้จักแพร่หลาย และเกิดการยอมรับจากประชาชนทั่วไป รวมถึงการเปิดการเรียนการสอน การส่งเสริมการเรียนรู้ด้านการแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือก ในมหาวิทยาลัยต่างๆเพิ่มขึ้น และสนับสนุนการเปิดบริการด้านการแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือกในสถานบริการสาธารณสุขในระดับต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงปี พ.ศ. 2552 เป็นต้นมามีนโยบายที่สำคัญคือ สถานบริการใกล้บ้านใกล้ใจ จัดงบกระตุ้นเศรษฐกิจ พัฒนาจากสถานีอนามัยเป็น โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) โดยจัดให้มีบริการด้านการแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือกในสถานบริการ ตามโครงการเกษตรปลอดโรค ผู้บริโภคปลอดภัยสมุนไพรล้างพิษ ขึ้น

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล เป็นสถานบริการสาธารณสุขระดับต้นที่เป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างประชาชน กับระบบบริการสาธารณสุขในระดับต่าง ๆ มีภารกิจจัดบริการสาธารณสุขแบบผสมผสานทั้งด้านส่งเสริมสุขภาพ รักษาพยาบาล ควบคุมและป้องกันโรค และฟื้นฟูสมรรถภาพและดูแลผู้พิการ รวมถึงการฝึกอบรม การดำเนินงานสาธารณสุขมูลฐานและการพัฒนาชนบท (กระทรวงสาธารณสุข. 2553) การแพทย์แผนไทยเป็นอีกหนึ่งภารกิจที่ รพ.สต. ต้องจัดให้มีบริการขึ้นในสถานบริการ โดยเริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปีงบประมาณ 2547 และปรับปรุงให้มีมาตรฐานงานบริการการแพทย์แผนไทยในสถานบริการสาธารณสุขของรัฐมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ประชาชนได้รับบริการการแพทย์แผนไทยที่มีคุณภาพมีความปลอดภัยและให้ประชาชนสามารถเข้าถึงบริการแพทย์แผนไทยได้โดยสะดวกยิ่งขึ้น (กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2556)

รพ.สต.บ้านถ้ำเวียงแก ตำบลนาไร่หลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ได้จัดให้มีบริการแพทย์แผนไทยในสถานบริการ โดยเริ่มดำเนินการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 สถิติการให้บริการแพทย์แผนไทยในรูปแบบต่าง ๆ แก่ประชาชนในพื้นที่รับผิดชอบจำนวน 316 ครั้ง หรือคิดเป็นร้อยละ 3.89 ของผู้มารับบริการด้านสาธารณสุขทั้งหมด ซึ่งนับว่าเป็นสัดส่วนที่น้อย ทั้งนี้เนื่องจากประชาชนในพื้นที่เป็นชาวไทยภูเขาเผ่าม้งซึ่งภาษา ประเพณี วัฒนธรรม มีความคิด ความเชื่อ และแบบแผนการดูแลรักษาสุขภาพที่แตกต่างจากชนพื้นเมืองโดยทั่วไป มักจะไม่ยอมรับในสิ่งใหม่ และยังคงไว้ซึ่งแนวคิดและความเชื่อเดิม ๆ คือการนับถือบรรพบุรุษ นับถือภูตผี การรักษาโดยใช้สมุนไพรพื้นบ้านตามความเชื่อชนเผ่า หมอผี หมอยาสมุนไพรของชนเผ่าตนเอง และการรักษาแบบแผนปัจจุบันที่เป็นที่นิยมรู้จักเป็นสากลเท่านั้น ประกอบกับปัญหาความแตกต่างทางด้านภาษา ประชาชนบางส่วนไม่รู้หนังสือ โดยเฉพาะผู้สูงอายุ และการคมนาคมที่ลำบากไม่สะดวกต่อการเดินทางมารับบริการ จึงทำให้มีผู้มารับบริการการแพทย์แผนไทยน้อย ไม่คุ้มต่อการลงทุนในการเปิดให้บริการ (โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านถ้ำเวียงแก, 2556) ซึ่งทาง รพ.สต.บ้านถ้ำเวียงแกได้แก้ไขปัญหาโดยการประชาสัมพันธ์ให้ความรู้แก่ประชาชน รวมถึงการส่งบุคลากรในพื้นที่ไปศึกษาเพิ่มเติมด้านการการแพทย์แผนไทยตามหลักสูตรที่ผ่านการรับรองโดยกระทรวงสาธารณสุขแล้วกลับมาปฏิบัติงานในพื้นที่ มีการให้บริการการด้านการแพทย์แผนไทย ซึ่งได้แก่ การนวด การอบ การประคบ และการใช้สมุนไพรในการส่งเสริม บำบัดรักษาโรค ทำให้ประชาชนในพื้นที่เข้าถึงบริการเพิ่มขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2556 มีผู้มารับบริการแพทย์แผนไทยจำนวน 1,057 ครั้ง จากจำนวนผู้มารับบริการทุกประเภท 8,120 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 13.01 ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าประชาชนชาวเขาเผ่าม้งเริ่มให้การยอมรับและให้ความสำคัญกับการแพทย์แผนไทยในการดูแลสุขภาพของตนเองมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามหากได้มีการศึกษาให้ทราบถึงปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับบริการแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้งในพื้นที่แล้ว ย่อมจะทำให้หน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้องได้ทราบถึงข้อมูลปัญหา สาเหตุของปัญหา รวมถึงทราบปัจจัยที่แท้จริงที่มีผลต่อการยอมรับบริการแพทย์แผนไทยของชนเผ่าม้งในพื้นที่ได้ งานวิจัยเรื่องนี้จึงจัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับบริการแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง และเพื่อศึกษาปัญหา อุปสรรคและข้อเสนอแนะต่อการพัฒนางานบริการแพทย์แผนไทยของ รพ.สต.บ้านถ้ำเวียงแก ตำบลนาไร่หลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการให้บริการแพทย์แผนไทยที่ตอบสนองต่อความต้องการของชาวเขาเผ่าม้งได้อ

ย่างตรงกับความต้องการ ซึ่งจะส่งผลทำให้ประชาชนในพื้นที่ได้สามารถเข้าถึงบริการได้โดยสะดวกยิ่งขึ้น ได้รับบริการที่ดี มีคุณภาพ สามารถลดค่าใช้จ่าย และผลข้างเคียงจากการใช้ยาแผนปัจจุบันได้อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive study) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่ ประชาชนชาวเขาเผ่าม้ง ที่มารับบริการด้านการแพทย์แผนไทยที่ รพ.สต.บ้านถ้ำเวียงแก ตำบลนาไร่หลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ช่วงเดือนมิถุนายน ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2557 จำนวน 268 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถาม (Questionnaire) จำนวน 1 ฉบับ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และผ่านความเห็นชอบของผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน และมีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.86 โดยเนื้อหาของเครื่องมือแบ่งออกเป็น 4 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 แบบสอบ ถามปัจจัยส่วนบุคคลของประชากรการวิจัย ตอนที่ 2 แบบสอบถามการยอมรับบริการแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง โดยแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตอนที่ 3 แบบสอบถามปัจจัยสนับสนุนต่อการยอมรับบริการแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง จำนวน 5 ด้าน ได้แก่ ด้านการรับรู้ข่าวสารการแพทย์แผนไทย ด้านเจตคติต่องานแพทย์แผนไทย ด้านความเชื่อต่องานแพทย์แผนไทย ด้านการสนับสนุนจากครอบครัว และด้านการสนับสนุนจากสังคมหรือชุมชน โดยแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ และตอนที่ 4 แบบสอบถามเกี่ยวกับปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะต่อการพัฒนาการบริการแพทย์แผนไทยของ รพ.สต. บ้านถ้ำเวียงแก ตามทัศนะของประชากรการวิจัย วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคลวิเคราะห์โดยการแจกแจงความถี่ (Frequency) การหาค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลการยอมรับบริการแพทย์แผนไทย และข้อมูลปัจจัยสนับสนุนต่อการยอมรับบริการแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง วิเคราะห์โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสนับสนุนกับการยอมรับบริการแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง วิเคราะห์โดยใช้สถิติค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Pearson’s product moment correlation coefficient ข้อมูล ปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาการบริการงานแพทย์แผนไทยในพื้นที่ รพ.สต. บ้านถ้ำเวียงแก ตามทัศนะของประชากรการวิจัยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis)

ผลการวิจัย

1. ปัจจัยส่วนบุคคลของประชากรการวิจัย พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 61.57 มีอายุระหว่าง 21-39 ปี ร้อยละ 56.34 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 76.87 ส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 34.70 มีรายได้ต่อเดือน ต่ำกว่า 3,000 บาท ร้อยละ 68.66 ในด้านอาชีพ พบว่า ส่วนใหญ่มีอาชีพเกษตรกรรม ร้อยละ 61.19 และส่วนใหญ่ไม่มีโรคเรื้อรัง/โรคประจำตัว ร้อยละ 96.64

2. ระดับการยอมรับบริการด้านการแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง ในพื้นที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านถ้ำเวียงแก ตำบลนาไร่หลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 1

การยอมรับบริการด้านการแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง ในพื้นที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล บ้านถ้ำเวียงแก ตำบลนาไร่หลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =3.64, S.D.=0.61) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อ 1 ท่านยอมรับการบริการงานแพทย์แผนไทยเนื่องจากเห็นว่ามีตำรา ทฤษฎีการรักษาที่น่าเชื่อถือ ($\overline{X}$ =3.74, S.D.=0.71) มีค่าเฉลี่ยมากเป็นอันดับแรก รองลงมาได้แก่ ข้อ 5 ท่านยอมรับการบริการงานแพทย์แผนไทยมีขั้นตอนการรักษาที่ไม่ซับซ้อน ($\overline{X}$ =3.72, S.D.=0.87) และข้อ 2 ท่านยอมรับการบริการงานแพทย์แผนไทยเพราะมีหลักสูตรการสอนที่กระทรวงสาธารณสุขรับรอง ($\overline{X}$ =3.71, S.D.=0.79) ตามลำดับ ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้แก่ ข้อ 4 ท่านยอมรับการบริการงานแพทย์แผนไทยเพราะโรงพยาบาลของรัฐนำมาใช้รักษาควบคู่กับการรักษาแผนปัจจุบัน ($\overline{X}$ =3.57, S.D.=0.91) และข้อ **7** ท่านยอมรับการบริการงานแพทย์แผนไทยเพราะไม่มีการใช้สารเคมีที่มีผลเสียต่อสุขภาพร่างกายในระยะยาว ($\overline{X}$ =3.57, S.D.=0.98) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การยอมรับบริการด้านการแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง ในพื้นที่ รพ.สต.บ้านถ้ำเวียงแก ตำบลนาไร่หลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน

ข้อที่	การยอมรับบริการด้านการแพทย์แผนไทย	ระดับการยอมรับ		การแปลผล
		$\overline{X}$	S.D.	
1.	ท่านยอมรับการบริการงานแพทย์แผนไทยเนื่องจากเห็นว่ามีตำรา ทฤษฎีการรักษาที่น่าเชื่อถือ	3.74	0.71	มาก
2.	ท่านยอมรับการบริการงานแพทย์แผนไทยเพราะมีหลักสูตรการสอนที่กระทรวงสาธารณสุขรับรอง	3.71	0.79	มาก
3.	ท่านยอมรับการบริการงานแพทย์แผนไทยเพราะมีการบริการในสถานบริการสาธารณสุขของรัฐ	3.61	0.83	มาก
4.	ท่านยอมรับการบริการงานแพทย์แผนไทยเพราะโรงพยาบาลของรัฐนำมาใช้รักษาควบคู่กับการรักษาแผนปัจจุบัน	3.57	0.91	มาก
5.	ท่านยอมรับการบริการงานแพทย์แผนไทยมีขั้นตอนการรักษาที่ไม่ซับซ้อน	3.72	0.87	มาก
6.	ท่านยอมรับการบริการงานแพทย์แผนไทยเพราะผู้ให้บริการเป็นบุคลในพื้นที่ ชนเผ่าเดียวกัน	3.61	0.84	มาก
7.	ท่านยอมรับการบริการงานแพทย์แผนไทยเพราะไม่มีการใช้สารเคมีที่มีผลเสียต่อสุขภาพร่างกายในระยะยาว	3.57	0.98	มาก
8.	ท่านยอมรับการบริการงานแพทย์แผนไทยเพราะตนเอง ญาติหรือบุคคลในครอบครัวเคยรับบริการแล้วอาการดีขึ้น	3.65	0.89	มาก
9.	ท่านยอมรับการบริการงานแพทย์แผนไทยเพราะวิธีการรักษาสอดคล้องกับวิถีชีวิตของชนเผ่า	3.68	0.84	มาก
10.	ท่านยอมรับการบริการงานแพทย์แผนไทยเนื่องจากมีประสิทธิภาพในการรักษาอย่างแท้จริง	3.63	0.83	มาก
	รวม	3.64	0.61	มาก

3. ปัจจัยสนับสนุนในการยอมรับบริการงานแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้งในพื้นที่รพ.สต. บ้านถ้ำเวียงแก ตำบลนาไร่หลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยสนับสนุนในการยอมรับบริการงานแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง ในพื้นที่ รพ.สต. บ้านถ้ำเวียงแก ตำบลนาไร่หลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน

ลำดับ	ปัจจัยเสริม	ระดับปัจจัย		การแปลผล
		$\overline{X}$	S.D.	
1.	ด้านการรับรู้ข่าวสาร	3.43	0.70	ปานกลาง
2.	ด้านเจตคติ	3.67	0.64	มาก
3.	ด้านความเชื่อเกี่ยวกับการแพทย์แผนไทย	3.66	0.82	มาก
4.	ด้านการสนับสนุนจากครอบครัว	3.59	0.79	มาก
5.	ด้านการสนับสนุนจากสังคมหรือชุมชน	3.58	0.67	มาก
	รวม	3.59	0.60	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยสนับสนุนในการยอมรับบริการงานแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้งในพื้นที่ รพ.สต. บ้านถ้ำเวียงแก ตำบลนาไร่หลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน รวมทุกด้าน ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =3.59, S.D.=0.60) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านเจตคติ มีค่าเฉลี่ยมากเป็นอันดับแรก ($\overline{X}$ =3.67, S.D.=0.64) รองลงมาคือ ด้านความเชื่อเกี่ยวกับการแพทย์แผนไทย ($\overline{X}$ =3.66, S.D.=0.82) ด้านการสนับสนุนจากครอบครัว ($\overline{X}$ =3.59,S.D.=0.79) ด้านการสนับสนุนจากสังคมหรือชุมชน ($\overline{X}$ =3.58 ,S.D.=0.67) และด้านการรับรู้ข่าวสาร ($\overline{X}$ =3.43 ,S.D.=0.70)

4. การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของปัจจัยสนับสนุนกับการยอมรับบริการงานแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้งในพื้นที่ รพ.สต.บ้านถ้ำเวียงแก ตำบลนาไร่หลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสนับสนุนกับการยอมรับบริการงานแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้งในพื้นที่ รพ.สต.บ้านถ้ำเวียงแก ตำบลนาไร่หลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน

ลำดับ	ปัจจัยสนับสนุน	การยอมรับบริการงานแพทย์แผนไทย	
		r	p-value
1	ด้านการรับรู้ข่าวสาร	.764**	**0.001**
2	ด้านเจตคติ	.635**	**0.001**
3	ด้านความเชื่อเกี่ยวกับการแพทย์แผนไทย	.634**	**0.001**
4	ด้านการสนับสนุนจากครอบครัว	.617**	**0.001**
5	ด้านการสนับสนุนจากสังคมหรือชุมชน	.632**	**0.001**

*P<0.05 **p < 0.01

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสนับสนุนกับการยอมรับบริการงานแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้งในพื้นที่ รพ.สต.บ้านถ้ำเวียงแก ตำบลนาไร่หลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน พบว่า ปัจจัยสนับสนุนด้านการรับรู้ข่าวสาร ด้านเจตคติ ด้านความเชื่อเกี่ยวกับการแพทย์แผนไทย ด้านการสนับสนุนจากครอบครัว และด้านการสนับสนุนจากสังคมหรือชุมชน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการยอมรับบริการงานแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 หมายความว่า ชาวเขาเผ่าม้งที่ได้รับปัจจัยสนับสนุนด้านการรับรู้ข่าวสาร ด้านเจตคติ ด้านความเชื่อเกี่ยวกับการแพทย์แผนไทย ด้านการสนับสนุนจากครอบครัว และด้านการสนับสนุนจากสังคมหรือชุมชนเป็นอย่างดี จะเกิดการยอมรับบริการงานแพทย์แผนไทยของรพ.สต.บ้านถ้ำเวียงแกยิ่งขึ้น

5. ปัญหา อุปสรรคในการมารับการบริการงานแพทย์แผนไทย และข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาการบริการงานแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้งในพื้นที่รพ.สต.บ้านถ้ำเวียงแก ตำบลนาไร่หลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน

5.1 ปัญหาอุปสรรคในการมารับการบริการงานแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง ได้แก่ ประชาชนขาดความรู้ความเข้าใจต่อประโยชน์ของการแพทย์แผนไทยที่เปิดให้บริการ ระยะเวลาที่เปิดให้บริการไม่ตรงกับความต้องการของผู้รับบริการ และขาดการประชาสัมพันธ์การให้บริการอย่างทั่วถึง

5.2 ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาการบริการงานแพทย์แผนไทยตามทัศนะของชาวเขาเผ่าม้ง ได้แก่ ควรมีการประชาสัมพันธ์ให้ทราบถึงประโยชน์ของการแพทย์แผนไทยอย่างทั่วถึงทุกหมู่บ้าน ควรมีการให้บริการแพทย์แผนไทยนอกเวลาราชการ เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ประชาชนที่มารับบริการ และควรมีการผสมผสานการแพทย์แผนไทยกับการรักษาพยาบาลของชนเผ่าม้งเข้าด้วยกัน เช่น การประยุกต์ใช้สมุนไพรชาวม้งในการรักษา การนวด อบ ประคบ

อภิปรายผลการวิจัย

1. การยอมรับบริการด้านการแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =3.64, S.D.=0.61) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากเป็นอันดับแรกได้แก่ การยอมรับการบริการงานแพทย์แผนไทยเนื่องจากเห็นว่ามีตำรา ทฤษฎีการรักษาที่น่าเชื่อถือ ($\overline{X}$ =3.74, S.D.=0.71) ทั้งนี้เนื่องมาจากเหตุผลหลายประการ อาทิเช่น การแพทย์แผนไทยเป็นนโยบายที่กระทรวงสาธารณสุขผลักดันให้เป็นภารกิจที่ รพ.สต. ต้องจัดให้มีบริการขึ้นในสถานบริการ โดยเริ่มตั้งแต่ปีงบประมาณ 2547 และปรับปรุงให้มีมาตรฐานมาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ประชาชนได้รับบริการการแพทย์แผนไทยที่มีคุณภาพมีความปลอดภัยและให้ประชาชนสามารถเข้าถึงบริการแพทย์แผนไทยได้โดยสะดวกยิ่งขึ้น (กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก, 2556) ซึ่ง รพ.สต.บ้านถ้ำเวียงแกได้ตอบสนองนโยบายโดยการส่งบุคลากรในพื้นที่ไปฝึกอบรมด้านการการแพทย์แผนไทยตามหลักสูตรที่ผ่านการรับรองโดยกระทรวงสาธารณสุข แล้วกลับมาปฏิบัติงานในพื้นที่ มีการเปิดให้บริการการ การนวด การอบ การประคบ และการใช้สมุนไพรในการส่งเสริมสุขภาพ บำบัดรักษาโรค โดยพยายามปรับกลวิธีการให้บริการให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตของชาวเขาเผ่าม้งมากที่สุด และมีการประชาสัมพันธ์ให้ความรู้เกี่ยวกับการแพทย์แผนไทยทั้งในและนอกสถานบริการสม่ำเสมออีกด้วย ผลการวิจัยส่วนนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พุทธินันท์ พินศิริกุล (2554) ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับบริการแพทย์แผนไทยประเภทนวดไทยของประชาชนอำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ พบว่า การยอมรับบริการแพทย์แผนไทยประเภทนวดไทยของประชาชนอำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =4.14, S.D.=0.57) และ

ยอมรับการบริการงานแพทย์แผนไทยประเภทนวดไทยเนื่องจากเห็นว่ามีตำรา ทฤษฎีการรักษาที่น่าเชื่อถือ และยอมรับว่าจะแนะนำให้คนในครอบครัวมาใช้บริการเพราะเชื่อมั่นในผลการรักษา ($\overline{X}$ =4.14, S.D.=0.57) และสอดคล้องกับผลการวิจัยของประดับเพชร ครุฑช่างทอง (2551) ที่ทำการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพด้วยนวดแผนไทยของผู้มารับบริการในศูนย์วิชาชีพการแพทย์แผนไทยประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ผลการวิจัยพบว่า พฤติกรรมการรับบริการแพทย์แผนไทยของผู้มารับบริการอยู่ในระดับสูง โดยปัจจัยภายนอกได้แก่ การได้รับข้อมูลข่าวสาร มีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมการมารับบริการแพทย์นวดแผนไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 เมื่อประกอบกับในปัจจุบันประชาชนชาวม้งเริ่มเรียนรู้และเปิดกว้างกับแนวทางการรักษาพยาบาลมากขึ้น เริ่มไม่ยึดติดกับการรักษาด้วยวิธีการของชนเผ่าแต่เพียงอย่างเดียว และสมุนไพรของการแพทย์แผนไทยและสมุนไพรของชาวม้งบางตำรับมีความใกล้เคียงหรือเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน จึงเป็นปัจจัยส่งเสริมทำให้ชาวม้งให้ความสนใจและยอมรับการแพทย์แผนไทย และเข้าถึงบริการเพิ่มขึ้น

2. ปัจจัยสนับสนุนในการยอมรับบริการงานแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =3.59, S.D.=0.60) โดยด้านเจตคติ มีค่าเฉลี่ยมากเป็นอันดับแรก ($\overline{X}$ =3.67, S.D.=0.64) ซึ่งทัศนคติเกิดจากประสบการณ์ สิ่งเร้าต่าง ๆ รอบตัวบุคคล การเรียนรู้ ขนบธรรมเนียม ประเพณี และวัฒนธรรม และทัศนคติจะก่อให้เกิดพฤติกรรมใดพฤติกรรมหนึ่งขึ้น (สร้อยตระกูล อรรถมานะ, 2542) ดังนั้น เมื่อชาวม้งมารับบริการการแพทย์แผนไทยที่ รพ.สต. โดยได้รับบริการที่ดี มีคุณภาพมาตรฐาน มีประสิทธิผลในการรักษาตามที่มุ่งหวังไว้ ก็ย่อมจะเกิดทัศนคติที่ดีซึ่งส่งผลถึงต่อการยอมรับการแพทย์แผนไทยในระดับมากด้วย สอดคล้องกับผลการวิจัยของ เอื้ออารีย์ อนุชาชาติ (2548) ที่ทำการวิจัยเรื่อง การยอมรับของแพทย์ทหารโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้าต่อการนำแนวทางแพทย์แผนไทยไปใช้ในระบบการรักษา ผลการวิจัยพบว่า ทัศนคติต่อการยอมรับการบูรณาการแพทย์แผนไทย เงื่อนไขการนำการแพทย์แผนไทยมาบูรณาการกับระบบการแพทย์แผนปัจจุบัน มีความสัมพันธ์กับการยอมรับการบูรณาการแพทย์แผนไทย ที่นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ไม่สอดคล้องกับ พีรดา จันทรวิบูลย์ (2550) ทำการวิจัยเรื่อง พฤติกรรมการมารับบริการแพทย์แผนไทยประยุกต์ของประชาชนที่ศูนย์การแพทย์แผนไทยประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยภายในบุคคล ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับแพทย์แผนไทยประยุกต์ ทัศนคติเกี่ยวกับการแพทย์แผนไทยประยุกต์ ความเชื่อมั่นในผลของการใช้การแพทย์แผนไทยประยุกต์ ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการมารับบริการแพทย์แผนไทยประยุกต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 ส่วนปัจจัยสนับสนุนด้านอื่น ๆ ก็ล้วนแต่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทั้งสิ้น ได้แก่ ด้านความเชื่อเกี่ยวกับการแพทย์แผนไทย ($\overline{X}$ =3.66, S.D.=0.82) ด้านการสนับสนุนจากครอบครัว ($\overline{X}$ =3.59,S.D.=0.79) ด้านการสนับสนุนจากสังคมหรือชุมชน ($\overline{X}$ =3.58 ,S.D.=0.67) และด้านการรับรู้ข่าวสาร ($\overline{X}$ =3.43 ,S.D.=0.70) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พุทธินันท์ พินศิริกุล (2554) ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับบริการแพทย์แผนไทยประเภทนวดไทยของประชาชนอำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยสนับสนุนด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร ด้านเจตคติ ด้านความเชื่อเกี่ยวกับแพทย์แผนไทย ด้านการสนับสนุนจากครอบครัว และด้านการสนับสนุนจากสังคมและชุมชน ทำให้เกิดการยอมรับบริการแพทย์แผนไทยประเภทนวดไทย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสนับสนุนกับการยอมรับบริการงานแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง พบว่า ปัจจัยสนับสนุนด้านการรับรู้ข่าวสาร ด้านเจตคติ ด้านความเชื่อเกี่ยวกับการแพทย์แผนไทย ด้านการสนับสนุนจากครอบครัว และด้านการสนับสนุนจากสังคมหรือชุมชน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการยอมรับบริการงานแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ผลการวิจัยส่วนนี้สอดคล้องกับ ประดับเพชร ครุฑช่างทอง (2551) ที่ทำการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพด้วยนวดแผนไทยของผู้มารับบริการในศูนย์วิชาชีพการแพทย์แผนไทยประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ผลการวิจัยพบว่า การได้รับข้อมูลข่าวสาร การได้รับแรงสนับสนุนจากเพื่อนร่วมงานและครอบครัว ความรู้เกี่ยวกับแพทย์แผนไทย ทัศนคติเกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพด้วยการนวดแผนไทย การรับรู้ประโยชน์ของการนวดแผนไทย และการรับรู้อุปสรรคการนวดแผนไทย มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการมารับบริการนวดแผนไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 และสอดคล้องกับ พุทธินันท์ พินศิริกุล (2554) ที่ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับบริการแพทย์แผนไทยประเภทนวดไทยของประชาชนอำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยสนับสนุนด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร ด้านเจตคติ ด้านความเชื่อเกี่ยวกับแพทย์แผนไทย ด้านการสนับสนุนจากครอบครัว และด้านการสนับสนุนจากสังคมและชุมชน ทำให้มีการยอมรับบริการแพทย์แผนไทยประเภทนวดไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. ปัญหาอุปสรรคในการมารับการบริการงานแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง ได้แก่ ประชาชนขาดความรู้ความเข้าใจต่อประโยชน์ของการแพทย์แผนไทยที่เปิดให้บริการ และขาดการประชาสัมพันธ์การให้บริการอย่างทั่วถึง ทั้งนี้เนื่องจากในพื้นที่มีความแตกต่างทางด้านชาติพันธุ์ ขนบธรรมเนียม ประเพณี และวัฒนธรรม และมีความแตกต่างทางด้านภาษาในการสื่อสารด้วย โดยประชากรในพื้นที่ใช้ภาษาม้งในการสื่อสาร แต่เจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่ปฏิบัติงานในพื้นที่เป็นชนพื้นเมือง ด้วยความแตกต่างทางด้านภาษาจึงเป็นอุปสรรคอย่างยิ่งต่อการให้สุขศึกษาประชาสัมพันธ์ให้ความรู้กับประชาชน ซึ่งทางสถานบริการได้แก้ปัญหาโดยการส่งบุคลากรที่เป็นชาวเขาเผ่าม้งไปฝึกอบรมหลักสูตรแพทย์แผนไทย และอาศัยการสื่อสารประชาสัมพันธ์ผ่าน อสม. ซึ่งก็ช่วยแก้ปัญหาได้ในระดับหนึ่ง ปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งคือ ระยะเวลาที่เปิดให้บริการไม่ตรงกับความต้องการของผู้รับบริการ ซึ่งสอดคล้องกับสภาพข้อเท็จจริงในพื้นที่ ที่ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่การเกษตรไม่สามารถมารับบริการในเวลาทำการได้ ซึ่งปัญหานี้เป็นสิ่งที่ รพ.สต.จะต้องหากลวิธีในการแก้ไขโดยการบริการเชิงรุกหรือการเปิดบริการนอกเวลาราชการ ส่วนข้อเสนอแนะในการพัฒนาการบริการงานแพทย์แผนไทย ได้แก่ ควรมีการประชาสัมพันธ์ให้ทราบถึงประโยชน์ของการแพทย์แผนไทยอย่างทั่วถึงทุกหมู่บ้าน รองลงมา คือ ควรมีการให้บริการแพทย์แผนไทยนอกเวลาราชการ เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ประชาชนที่มารับบริการ และควรมีการผสมผสานการแพทย์แผนไทยกับการรักษาพยาบาลของชนเผ่าม้งเข้าด้วยกัน เช่น การประยุกต์ใช้สมุนไพรชาวม้งในการรักษา การนวด อบ ประคบ ผลการวิจัยส่วนนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ทับทิม สัมฤทธิ์เปี่ยม อุดมศักดิ์ มหาวีรวัฒน์และสุคนธ์ เจียสกุล (2552) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการให้บริการด้านการแพทย์แผนไทยของสถานีอนามัยตำบลเขาไม้งาม อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ผลการวิจัยพบว่า ก่อนการพัฒนาด้านแพทย์แผนไทยผู้ที่ไม่มารับบริการแพทย์แผนไทยส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากไม่ทราบว่ามีการจัดบริการแพทย์แผนไทยเนื่องจากไม่มีการประชาสัมพันธ์อย่างจริงจัง ส่วนที่ทราบก็ไม่สะดวกมารับบริการในช่วงที่เปิดบริการเพราะประชาชนส่วนใหญ่ต้องไปทำงาน นอกจากนี้เจ้าหน้าที่ทีบริการไม่เพียงพอ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้มีผู้มารับบริการน้อยจนไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งทางสถานบริการได้แก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยการจัดทำโครงการพัฒนาการแพทย์แผนไทยหลายกิจกรรมโดยทำการปรับปรุงด้านอาคารสถานที่ วัสดุอุปกรณ์ การสนับสนุนบุคลากรให้เข้ารับการอบรมหลักสูตรการนวดตามมาตรฐาน 372 ชั่วโมงเพิ่มเติมอีก 1 คน และขยายช่วงเวลาในการให้บริการในวันราชการช่วงเย็น ตั้งแต่ 16.30-18.30 น. และวันหยุดราชการเวลา 08.30-16.30 น. รวมถึงประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อท้องถิ่น เช่น เคเบิลทีวี วิทยุชุมชน หอกระจายข่าว และประชาสัมพันธ์ผ่านแกนนำชุมชน อสม. และหน่วยราชการในพื้นที่ รวมถึงการให้บริการเชิงรุกที่บ้าน

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ด้านการยอมรับบริการแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้งในพื้นที่ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล บ้านถ้ำเวียงแก ควรมีการส่งเสริมให้มีการนำเอาการแพทย์แผนไทยมาบูรณาการในการรักษาควบคู่ไปกับการแพทย์แผนปัจจุบัน และในการดำเนินการรักษา การผลิตยาสมุนไพรและเวชภัณฑ์ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีให้มากที่สุด

2. ด้านปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับบริการแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้งในพื้นที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล บ้านถ้ำเวียงแก และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีกลวิธีในการประชาสัมพันธ์การดำเนินงานแพทย์แผนไทยผ่านสื่อต่าง ๆ ในชุมชนอย่างครอบคลุม โดยมุ่งเน้นสื่อที่ใช้ภาษาม้งเพื่อให้เข้าถึงกลุ่มเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. ด้านปัญหาอุปสรรคในการมารับการบริการงานแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้งในพื้นที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล บ้านถ้ำเวียงแก จึงควรแก้ไขปัญหาเหล่านี้โดยการพิจารณาเปิดให้บริการนอกเวลาราชการตามสถานการณ์ของพื้นที่ และให้ความสำคัญกับการประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนรับรู้ถึงประโยชน์ของการบริการด้วยแพทย์แผนไทย รวมถึงการประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องให้ประชาชนรับทราบอย่างทั่วถึง

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาเปรียบเทียบการยอมรับบริการการแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง จำแนกตามปัจจัยสถานภาพส่วนบุคคล เพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ประกอบการวางแผนการดำเนินงานส่งเสริมการใช้บริการแพทย์แผนไทยในสถานบริการได้ดียิ่งขึ้น

2. ควรมีการศึกษาความพึงพอใจต่อการรับบริการการแพทย์แผนไทยของชาวเขาเผ่าม้ง ในพื้นที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล บ้านถ้ำเวียงแก ตำบลนาไร่หลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน

3. ควรมีการศึกษาประสิทธิผลของการรักษาด้วยการแพทย์แผนไทยเปรียบเทียบกับประสิทธิผลของการรักษาด้วยการแพทย์แผนปัจจุบัน

สรุปผลการวิจัย

การจัดบริการงานแพทย์แผนไทยในพื้นที่ที่มีความแตกต่างทางด้านชาติพันธุ์และบริบททางสังคม ควรมีการค้นหาและวิเคราะห์ปัญหา และศึกษาความต้องการของชุมชนอย่างถ่องแท้เสียก่อน เพื่อให้สามารถจัดบริการได้อย่างเหมาะสม มีคุณภาพ โดยบูรณาการเข้ากับวิถีชีวิต ความเชื่อ วัฒนธรรม และประเพณีของชุมชนอย่างกลมกลืน อนึ่ง เนื่องจากการแพทย์แผนไทยเป็นสิ่งใหม่ ไม่เป็นที่คุ้นเคยสำหรับประชาชน ดังนั้น สถานบริการสาธารณสุขและภาคีเครือข่ายต่าง ๆ ในพื้นที่ควรให้ความสำคัญกับการประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารไปสู่ประชาชนให้มากขึ้น รวมถึงส่งเสริมให้เกิดปัจจัยสนับสนุนด้านต่างๆ เกี่ยวกับการบริการแพทย์แผนไทยให้มากขึ้นอย่างต่อเนื่อง อันจะนำไปสู่ความร่วมมือในการดูแลสุขภาพ และปรับพฤติกรรมในการดูแลสุขภาพของประชาชนให้เป็นไปในทิศทางที่ถูกต้อง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ผู้นำชุมชน เจ้าหน้าที่งานแพทย์แผนไทย รพ.สต.บ้านถ้ำเวียงแก ประชาชน และ อสม. บ้านถ้ำเวียงแก ตำบลนาไร่หลวง อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน ทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และให้ความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและการแพทย์ทางเลือก. (2556). **มาตรฐานโรงพยาบาลส่งเสริมและสนับสนุน การแพทย์แผนไทย และการแพทย์ผสมผสาน (รพ.สส.พท.)**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

กระทรวงสาธารณสุข. (2553). **โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลจากนโยบายสู่การปฏิบัติ.** กรุงเทพฯ: กระทรวงสาธารณสุข.

ทับทิม สัมฤทธิ์เปี่ยม อุดมศักดิ์ มหาวีรวัฒน์ และ สุคนธ์ เจียสกุล. (2552). การพัฒนาการให้บริการด้านการแพทย์แผนไทยของสถานีอนามัยตำบลเขาไม้งาม อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี. **วารสารวิจัย ม.ข.** 14(10), 987-993.

ประดับเพชร ครุฑช่างทอง. (2551). **ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพด้วยนวดแผนไทยของ ผู้มารับบริการในศูนย์วิชาชีพการแพทย์แผนไทยประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา,** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

พีรดา จันทรวิบูลย์. (2550). **พฤติกรรมการมารับบริการแพทย์แผนไทยประยุกต์ของประชาชนที่ศูนย์การแพทย์แผนไทยประยุกต์มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พุทธินันท์ พินศิริกุล. (2554). **ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับบริการแพทย์แผนไทยประเภทนวดไทยของประชาชนอำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์.** ปริญญานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านถ้ำเวียงแก. (2556). **สรุปผลการดำเนินงานสาธารณสุขประจำปี 2556**. ม.ป.พ.

สถาบันการแพทย์แผนไทย. (2555). ประวัติการจัดตั้งสถาบันการแพทย์แผนไทย**.** 7 มิถุนายน 2557. http://ittm.dtam.moph.go.th/wrk_activity.html.

สร้อยตระกูล อรรถมานะ. (2542). **พฤติกรรมองค์การ:ทฤษฎีและการประยุกต์**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุรพจน์ วงศ์ใหญ่. (2551). **วิทยาศาสตร์กับการแพทย์แผนตะวันออก.** 7 มิถุนายน 2557. http://writer.dek-d.com/toas-ay/story/viewlongc.php?id=534235&chapter=8

เอื้ออารีย์ อนุชาชาติ. (2548). **การยอมรับของแพทย์ทหารโรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้าต่อการนำแนวทางแพทย์แผนไทยไปใช้ในระบบการรักษา**. ปริญญานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต, กรุงเทพฯ: โรงเรียนเสนาธิการทหารบก.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของอาสาสมัครสาธารณสุข ในพื้นที่เทศบาลตำบลเชียงคำ อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา

Factors related to health promotion behavior of village health volunteers in Chiang Kham municipality Chiang Kham district, Phayao province

ขวัญชนก ตุ่นแก้ว* และ รุ่ง วงศ์วัฒน์
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา
*corresponding author e-mail: Khwanchanok58@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของอาสาสมัครสาธารณสุข ในพื้นที่เทศบาลตำบลเชียงคำ อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา โดยศึกษากับอาสาสมัครสาธารณสุข จำนวน 184 คน เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าไคสแควร์ และสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ผลการวิจัยพบว่า อาสาสมัครสาธารณสุข มีพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ ภาพรวมอยู่ในระดับสูง ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพสมรสระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ของครอบครัว และระยะเวลาการเป็นอาสาสมัครสาธารณสุข มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนปัจจัยเอื้อ ได้แก่ การรับรู้นโยบายการส่งเสริมสุขภาพ และการรับรู้สมรรถนะแห่งตน มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ส่วนปัจจัยเสริมด้านสุขภาพและด้านครอบครัว มีความสัมพันธ์ทางลบกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และปัจจัยเสริมด้านสังคมและวัฒนธรรม ด้านเศรษฐกิจ ด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร และด้านการบริการสุขภาพ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

คำสำคัญ : พฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ อาสาสมัครสาธารณสุข เทศบาลตำบลเชียงคำ

Abstract

The purposes of this research was to study factors related to health promotion behavior of village health volunteers in Chiang Kham Municipality Chiang Kham District, Phayao Province. The 184 population were collected by questionnaires. The data analysis were performed using percentage, means, standard deviation, Chi-square and Peason Product Moment Correlation. The results of the study were found that the majority of village health volunteers had health promoting behavior at high level. Personal factors including gender, age, marital status, level of education, occupation income and duration of being a village health volunteers were statistically significant related to health promoting behavior at 0.05 level. The enabling factors including perception in policy health promotion and perceived self-efficacy were statistically significant related to health promoting behavior at 0.01 level. The reinforcing factors including health and family were negative statistically significant related to the health promoting behavior at 0.01 level. The reinforcing factors including social and cultural factors, economics factors, aspect of information factors and health service factors were negative statistically significant related to health promoting behavior at 0.01 level.

keywords : health promotion behaviors, village health volunteers, Chiang Kham municipality

บทนำ

ในปัจจุบัน พบว่า ภาวะสุขภาพของคนไทยมีแนวโน้มเปลี่ยนไป โดยเป็นผลสืบเนื่องจากปัญหาทางสังคมและสิ่งแวดล้อม และจากการใช้บริการรักษาสุขภาพที่ไม่เหมาะสม โดยการดำเนินชีวิตและพฤติกรรมสุขภาพของบุคคลเป็นปัจจัยสำคัญของการเกิดโรคหลายชนิด ที่เป็นสาเหตุการเจ็บป่วยและสาเหตุการตาย (อำนาจ ศรีรัตนบัลล์, 2547) ดังนั้น ตั้งปี พ.ศ. 2543 เป็นต้นมา รัฐบาลจึงมีนโยบายการปฏิรูประบบสุขภาพ โดยมีหลักการที่สำคัญ คือ การเปลี่ยนจากการที่รัฐเป็นผู้ให้และประชาชนเป็นผู้รับ กลายเป็นรัฐเป็นฝ่ายสนับสนุนทางด้านวิชาการและบริการเพื่อให้ประชาชนเป็นผู้มีบทบาทในการดูแลแก้ไขปัญหาสุขภาพของประชาชนด้วยกันเอง (กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข, 2550) โดยอาศัยกระบวนการมีส่วนร่วมและทุนทางสังคมที่สำคัญของชุมชน คือ ประชาชนในพื้นที่ที่มีจิตใจที่เสียสละหรือจิตอาสา ที่จะเป็นผู้ดูแลสุขภาพของตนเอง คนในครอบครัว และขยายสู่คนในชุมชน โยงใยเป็นเครือข่ายกับเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่ จะทำให้สุขภาพของประชาชนในชุมชนนั้น ๆ ได้รับการดูแลอย่างทั่วถึง จึงเป็นที่มาของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสม.) ผู้ซึ่งคอยดูแลสุขภาพของคนในชุมชนของตนเอง (ธวัชวิเชียรประภา, พรนภา หอมสินธุ์, และรุ่งรัตน์ศรีสุริยเวศน์, 2555) การที่จะทำให้ประชาชนมีสุขภาพดีครอบคลุมทุกมิติ คือ กายดี จิตดี สังคมดี และปัญญาดี นั้น อสม. มีบทบาทและเป็นกลไกที่สำคัญอย่างยิ่ง กล่าวคือ อสม. มีหน้าที่ต้องเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลง (Change Agent) ด้านพฤติกรรมอนามัยด้านต่าง ๆ รวมถึงกระทำตนเป็นแบบอย่างที่ดีทางสุขภาพ ให้เพื่อนบ้านได้รู้ได้เห็นและกระทำตาม รวมทั้งการถ่ายทอดความรู้ ชักนำเพื่อนบ้านให้ปฏิบัติเกี่ยวกับพฤติกรรมการดูแลสุขภาพที่ถูกต้อง (อาธร อุคคติ, วันชัย ธรรมสัจการ, และสุเมธ พรหมอินทร์, 2551) แต่อย่างไรก็ตาม จากผลการศึกษาสภาวะพฤติกรรมสุขภาพของ อสม. โดย กองสุขศึกษา กระทรวงสาธารณสุข พบว่า อสม. ส่วนใหญ่ยังมีพฤติกรรมสุขภาพที่ไม่ถูกต้องและไม่เหมาะสม เช่น พฤติกรรมการบริโภคอาหารที่มีไขมันสูง รับประทานอาหารเนื้อสัตว์สุก ๆ ดิบ ๆ รับประทานอาหารรสจัด การดื่มน้ำชา กาแฟ และสูบบุหรี่ ขาดการออกกำลังกาย ตลอดจนมีปัญหาสุขภาพจิต และความเครียดจากการดำเนินชีวิตประจำวัน เป็นต้น ซึ่งการที่ อสม. มีพฤติกรรมสุขภาพที่ไม่พึงประสงค์เหล่านี้ ได้ส่งผลกระทบต่อกระบวนการสร้างสุขภาพของชุมชนด้วย (กองสุขศึกษา กระทรวงสาธารณสุข, 2548) โดยใน พ.ศ. 2552 พบว่า ปัจจัยเสี่ยงอันดับหนึ่งของการสูญเสียสุขภาวะในเพศชาย ได้แก่ การดื่มแอลกอฮอล์ รองลงมาคือ การสูบบุหรี่ ระดับความดันโลหิตสูง การไม่สวมหมวกนิรภัยของผู้ใช้จักรยานยนต์ และระดับโคเลสเตอรอลในเลือดสูง ส่วนเพศหญิงมีปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดโรคมากที่สุดเป็นอันดับแรก ได้แก่ ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน (ดัชนีมวลกายสูง) รองลงมาคือ การมีเพศสัมพันธ์ที่ไม่ปลอดภัย ระดับความดันโลหิตสูง ระดับโคเลสเตอรอลสูง การสูบบุหรี่ และการบริโภคผักและผลไม้น้อย สอดคล้องกับรายงานของกระทรวงสาธารณสุข ได้สรุปสถานะสุขภาพประชาชนไทย ณ เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2556 พบว่า ในปัจจุบันแม้อายุขัยเฉลี่ยของคนไทยจะยืนยาวขึ้น แต่ก็มีพฤติกรรมและปัจจัยเสี่ยงสำคัญ ที่เป็นสาเหตุของภาระโรคและการบาดเจ็บของประชากรไทย ซึ่งสำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค ได้คาดการณ์ว่า ในปี พ.ศ. 2558 ประเทศไทยจะสูญเสียรายได้เนื่องจากโรคไม่ติดต่อเรื้อรังถึง 52,150 ล้านบาท แต่หากคนไทยช่วยกันป้องกันตนเองจะช่วยลดการสูญเสียได้ถึง ร้อยละ 10-20 (กระทรวงสาธารณสุข, 2557)

ตำบลเชียงคำ อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา มีการปกครองในรูปแบบของเทศบาล แบ่งเขตการปกครองเป็น 10 ชุมชน มี อสม. จำนวน 184 คน เป็นชาย 44 คน หญิง 140 คน (สำนักงานสาธารณสุขอำเภอเชียงคำ, 2557) ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้พัฒนาศักยภาพของ อสม. ทั้งในด้านความรู้ ทักษะการให้บริการขั้นพื้นฐาน ด้านการรักษาพยาบาล ด้านการป้องกันและส่งเสริมสุขภาพ ตามหลักสูตรการอบรม อสม. และแนวทางการดำเนินงานสาธารณสุขมูลฐานมาตลอด รวมทั้งมีการติดตามเยี่ยมเยือน นิเทศงานจากเจ้าหน้าที่สาธารณสุขระดับตำบลทุกเดือน เพื่อให้ อสม. มีความรู้ความสามารถที่เหมาะสม สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปปฏิบัติเพื่อดูแลสุขภาพของตนเอง ครอบครัว และเพื่อนบ้านได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลจากการดำเนินการพัฒนาดังกล่าว พบว่า แม้ อสม. จะปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดี แต่ยังมีจุดอ่อนของการดำเนินงาน คือ ตัว อสม. เองยังขาดข้อมูลในการประเมินผลด้านพฤติกรรมการดูแลสุขภาพของตนเอง ว่านอกจากการนำความรู้ไปสู่ประชาชนแล้ว อสม. ได้นำความรู้ไปใช้ในการสร้างเสริมพฤติกรรมสุขภาพของตนเองได้อย่างเหมาะสมหรือไม่อย่างไร ประกอบกับในพื้นที่มักพบปัญหาสุขภาพที่เกิดจากพฤติกรรมที่ไม่ถูกต้องหลายประการ เช่น การรับประทานอาหารไม่มีคุณภาพ ขาดการออกกำลังกาย ประชาชนมีภาวะเครียด รวมถึงมีการสูบบุหรี่และการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ในอัตราที่สูง ซึ่งปัญหาเหล่านี้ถือเป็นบทบาทหน้าที่ของ อสม. จะต้องดำเนินการแก้ไขร่วมกับภาคีเครือข่ายต่าง ๆ ดังนั้น การศึกษาให้ทราบถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพของ อสม. ซึ่งถือว่าเป็นสมาชิกของชุมชนด้วยย่อมจะนำไปสู่การวางแผนแก้ไขปัญหาในระดับชุมชนได้อย่างมีประสิทธิผล

จากความสำคัญและความเป็นมาของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการจัดทำวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของอาสาสมัครสาธารณสุข ในพื้นที่เทศบาลตำบลเชียงคำ อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยจะนำไปสู่การกำหนดนโยบายหรือแนวทางในการสร้างเสริมสุขภาพของ อสม. ให้เป็นผู้ที่มีพฤติกรรมสุขภาพที่พึงประสงค์ มีความพร้อมในการปฏิบัติหน้าที่ เป็นแบบอย่างที่ดีด้านสุขภาพ สร้างความเชื่อถือแก่ประชาชน ซึ่งจะส่งผลให้ประชาชนมีพฤติกรรมสุขภาพและคุณภาพชีวิตที่ดีต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive study) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยทำการคัดเลือกแบบเจาะจง ได้แก่ อสม. ในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลเชียงคำ อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา จำนวน 184 คน โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้ อสม. จำนวนทั้งหมดเป็นประชากรในการวิจัย เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 ถึง มกราคม พ.ศ. 2558 รวมระยะเวลา 4 เดือน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถาม (Questionnaire) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเอง และผ่านความเห็นชอบของผู้ทรงคุณวุฒิ และมีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.87 โดยเนื้อหาของเครื่องมือแบ่งออกเป็น 4 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 แบบสอบถามปัจจัยส่วนบุคคลของประชากรการวิจัย

ตอนที่ 2 แบบสอบถามข้อมูลปัจจัยเอื้อในการสร้างเสริมสุขภาพ ด้านการรับรู้นโยบายการส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพและด้านการรับรู้สมรรถนะแห่งตนของ อสม. โดยแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ

ตอนที่ 3 แบบสอบถามข้อมูลปัจจัยเสริมในการส่งเสริมสุขภาพ ของ อสม. จำนวน 6 ด้าน ประกอบด้วย ด้านสุขภาพด้านสังคมและวัฒนธรรม ด้านครอบครัว ด้านเศรษฐกิจ ด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร และด้านการบริการสุขภาพ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเองตามกรอบแนวคิด PRECEDE MODEL ของ Green and Kreuter (1991) โดยแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ

ตอนที่ 4 แบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ ของ อสม. ตามกรอบแนวคิดการส่งเสริมสุขภาพของ เพนเดอร์ (Pender& Persons, 2006) จำนวน 6 ด้านได้แก่ ด้านความรับผิดชอบต่อสุขภาพ ด้านกิจกรรมทางกาย ด้านโภชนาการ ด้านการมีสัมพันธภาพระหว่างบุคคล ด้านการจัดการความเครียด และด้านการพัฒนาทางจิตวิญญาณ โดยแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 3 ระดับ

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล วิเคราะห์โดยการแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ข้อมูลปัจจัยเอื้อในการส่งเสริมสุขภาพ ข้อมูลปัจจัยเสริมในการส่งเสริมสุขภาพ และข้อมูลพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของ อสม. วิเคราะห์โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของ อสม. วิเคราะห์โดยค่าไคสแควร์ (Chi-square) และข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเอื้อและปัจจัยเสริมกับพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพของ อสม. วิเคราะห์โดยใช้สถิติค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Pearson’s product moment correlation coefficient

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล พบว่า อสม. ในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลเชียงคำ อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 77.17 มีอายุระหว่าง 46 - 60 ปี ร้อยละ 43.48 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 78.80 ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช. ร้อยละ 51.08 ในด้านอาชีพ พบว่า ส่วนใหญ่มีอาชีพเป็นแม่บ้าน ร้อยละ 33.15 มีรายได้ต่อเดือนอยู่ในระหว่าง 5,000–10,000 บาท ร้อยละ 58.15 และระยะเวลาที่เป็น อสม. ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 1–10 ปี ร้อยละ 46.74

2. ผลการศึกษาพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของ อสม.

พฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของ อสม. รวมทุกด้าน ภาพรวมอยู่ในระดับสูง ($\overline{X}$ =2.45, S.D.=0.13) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านกิจกรรมทางกาย มีค่าเฉลี่ยมากเป็นอันดับแรก ($\overline{X}$ =2.68, S.D.=0.24) รองลงมาได้แก่ ด้านการพัฒนาทางจิตวิญญาณทางจิตวิญญาณ ($\overline{X}$ =2.64, S.D.=0.32) ด้านความรับผิดชอบต่อสุขภาพ ($\overline{X}$ =2.52, S.D.=0.25) ด้าน

โภชนาการ ($\overline{X}$ =2.37, S.D.=0.15) ด้านสัมพันธภาพระหว่างบุคคล ($\overline{X}$ =2.29, S.D.=0.25) และด้านการจัดการความเครียด ($\overline{X}$ =2.24, S.D.=0.22) ตามลำดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงมาตรฐานพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของอสม.จำแนกรายด้าน

ข้อที่	พฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ	ระดับพฤติกรรม		การแปลผล
		$\overline{X}$	S.D.	
1.	ด้านความรับผิดชอบต่อสุขภาพ	2.52	0.25	สูง
2.	ด้านกิจกรรมทางกาย	2.68	0.24	สูง
3.	ด้านโภชนาการ	2.37	0.15	สูง
4.	ด้านสัมพันธภาพระหว่างบุคคล	2.29	0.25	ปานกลาง
5.	ด้านการจัดการความเครียด	2.24	0.22	ปานกลาง
6.	ด้านการพัฒนาทางจิตวิญญาณ	2.64	0.32	สูง
	รวม	2.45	0.13	สูง

3. ผลการศึกษาปัจจัยเอื้อและปัจจัยเสริมในการส่งเสริมสุขภาพของ อสม.

ปัจจัยเอื้อในการส่งเสริมสุขภาพของ อสม.ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =3.76, S.D.=0.26) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการรับรู้นโยบายการส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพ และด้านการรับรู้สมรรถนะแห่งตน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน ($\overline{X}$ =3.76, S.D.=0.26) ดังตารางที่ 2

ปัจจัยเสริมในการส่งเสริมสุขภาพของ อสม. ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =3.56, S.D.=0.23) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการบริการสุขภาพ มีค่าเฉลี่ยมากเป็นอันดับแรก ($\overline{X}$ =3.86, S.D.=0.23) รองลงมาคือ ด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร ($\overline{X}$ =3.80, S.D.=0.68) ด้านครอบครัว($\overline{X}$ =3.72,S.D.=0.31)ด้านสุขภาพ ($\overline{X}$ =3.59 ,S.D.=0.60) ด้านสังคมและวัฒนธรรม ($\overline{X}$ =3.59 ,S.D.=0.41) ตามลำดับ ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้แก่ ด้านเศรษฐกิจ ($\overline{X}$ =2.82 ,S.D.=0.45) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพรวมของปัจจัยเอื้อในการส่งเสริมสุขภาพของ อสม.จำแนกรายด้าน

ลำดับ	ปัจจัยเอื้อ	ระดับปัจจัยเอื้อ		การแปลผล
		$\overline{X}$	S.D.	
1.	ด้านการรับรู้นโยบายการส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพ	3.76	0.26	มาก
2.	ด้านการรับรู้สมรรถนะแห่งตน	3.76	0.26	มาก
	รวม	3.76	0.26	มาก

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปัจจัยเสริมในการส่งเสริมสุขภาพของ อสม. จำแนกรายด้าน

ด้าน	ปัจจัยเสริม	ระดับปัจจัยเสริม		การแปลผล
		$\overline{X}$	S.D.	
1.	ด้านสุขภาพ	3.59	0.60	มาก
2.	ด้านสังคมและวัฒนธรรม	3.59	0.41	มาก
3.	ด้านครอบครัว	3.72	0.31	มาก
4.	ด้านเศรษฐกิจ	2.82	0.45	ปานกลาง
5.	ด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร	3.80	0.68	มาก
6.	ด้านการบริการสุขภาพ	3.86	0.23	มาก
	รวม	3.56	0.23	มาก

4. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของอสม.

ข้อมูลเพศ อายุ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ของครอบครัว และระยะเวลาในการเป็น อสม. มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของ อสม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของอสม.

ปัจจัยส่วนบุคคล	χ^2	p-value
1. เพศ	179.26	0.001*
2. ระดับอายุ	466.68	0.001*
3. สถานภาพสมรส	353.73	0.001*
4. ระดับการศึกษา	539.10	0.001*
5. อาชีพ	423.46	0.001*
6. รายได้ต่อเดือน	516.27	0.001*
7. ระยะเวลาการเป็น อสม.	336.22	0.001*

* p< 0.05

ตารางที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเอื้อกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของ อสม.

ลำดับ	ปัจจัยเอื้อ	พฤติกรรมสุขภาพ	
		r	p-value
1.	ด้านการรับรู้นโยบายการส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพ	.407	0.001**
2.	ด้านการรับรู้สมรรถนะแห่งตน	.407	0.001**

** p< 0.01

จากตารางที่ 5 พบว่า การรับรู้นโยบายการส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพ และการรับรู้สมรรถนะแห่งตนของ อสม. มีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของ อสม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 หมายความว่าหาก อสม. มีการรับรู้นโยบายการส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพ และมีการรับรู้สมรรถนะแห่งตนดีก็จะส่งให้มีพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพดีด้วย

ตารางที่ 6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสริมกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของ อสม.

ลำดับ	ปัจจัยเสริม	พฤติกรรมสุขภาพ	
		r	p-value
1.	ด้านสุขภาพ	-.177*	0.016
2.	ด้านสังคมและวัฒนธรรม	.187*	0.011
3.	ด้านครอบครัว	-.155*	0.035
4.	ด้านเศรษฐกิจ	.243**	0.001
5.	ด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร	.678**	0.001
6.	ด้านการบริการสุขภาพ	.384**	0.001

*P<0.05 **p < 0.01

จากตารางที่ 6 พบว่า ด้านสุขภาพและด้านครอบครัว มีความสัมพันธ์ทางลบกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของ อสม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ด้านสังคมและวัฒนธรรม ด้านเศรษฐกิจ ด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร และด้านการบริการสุขภาพ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขของอสม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 หมายความว่า อสม. ที่ได้รับปัจจัยเสริมด้านสังคมและวัฒนธรรม ด้านเศรษฐกิจ ด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร และด้านการบริการสุขภาพเป็นอย่างดี จะทำให้ อสม. มีพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพดีขึ้นด้วย

อภิปรายผลการวิจัย

1. พฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของ อสม. ภาพรวมอยู่ในระดับสูง ($\overline{X}$ =2.45, S.D.=0.13) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านกิจกรรมทางกาย มีค่าเฉลี่ยมากเป็นอันดับแรก ($\overline{X}$ =2.68, S.D.=0.24) รองลงมาได้แก่ ด้านการพัฒนาทางจิตวิญญาณ ($\overline{X}$ =2.64, S.D.=0.32) ด้านความรับผิดชอบต่อสุขภาพ ($\overline{X}$ =2.52, S.D.=0.25) ด้านโภชนาการ ($\overline{X}$ =2.37, S.D.=0.15) ทั้งนี้เนื่องจาก อสม. ถือเป็นบุคลากรด้านสาธารณสุขที่สามารถเข้าถึงข้อมูลทางด้านสุขภาพได้อยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการอบรมให้ความรู้ การปรับทัศนคติ และพฤติกรรม จากเจ้าหน้าที่สาธารณสุข การมีโอกาสไปศึกษาดูงาน การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างพื้นที่และระหว่าง อสม. ด้วยกันเอง อีกทั้ง อสม. ยังจะต้องทำบทบาทหน้าที่ในการส่งเสริมสุขภาพของประชาชน ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ อสม. จะต้องประพฤติตนเป็นแบบอย่างที่ดีด้านสุขภาพ องค์ประกอบทั้งหลายเหล่านี้เป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้ อสม. เป็นผู้มีพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพที่ดี สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ธวัช วิเชียรประภา ,พรนภา หอมสินธุ์, และรุ่งรัตน์ ศรีสุริยเวศน์ (2555) ที่ทำการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมสุขภาพของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านจังหวัดจันทบุรี ผลการวิจัยพบว่า อสม. ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ ร้อยละ 84.6 มีพฤติกรรมสุขภาพอยู่ในระดับเหมาะสมดี เนื่องจากอสม. สามารถเข้าถึงข้อมูลทางด้านสุขภาพได้อยู่ตลอดเวลา อีกทั้งยังจะต้องทำหน้าที่ในการส่งเสริมสุขภาพของประชาชน ประกอบกับ อสม. ต้องทำหน้าที่ดำรงตนเป็นตัวอย่างที่ดีเพื่อให้ประชาชนยอมรับ นับถือ และเป็นแบบอย่างของประชาชนในเขตรับผิดชอบ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อรทัย อินทร์แก้ว (2550) ที่ทำการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพของ อสม. ในพื้นที่อำเภอทับปุด จังหวัดพังงา ผลการวิจัยพบว่า อสม. อำเภอทับปุด จังหวัดพังงา มีพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพโดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมาก เนื่องจาก อสม. มีการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ การได้รับการพัฒนาศักยภาพอยู่เสมอ รวมถึงรับรู้ถึงบทบาทหน้าที่ของตนเองในการเป็นผู้นำด้านสุขภาพของชุมชน การได้รับรู้ด้านข้อมูลข่าวสารทางสุขภาพด้านนโยบายสร้างเสริมสุขภาพ การมีโอกาสร่วมกิจกรรมของกลุ่มหรือชมรม ที่สามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้ปัญหาและการจัดการสร้างเสริมสุขภาพของชุมชน การได้รับการสนับสนุนและไว้วางใจจากบุคลากรสาธารณสุขในระดับหน่วยบริการ ซึ่งส่วนใหญ่มีสัมพันธภาพที่ดีต่อกัน เป็นต้น

2. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของ อสม. พบว่า ตัวแปร เพศ อายุสถานภาพสมรส ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ของครอบครัว และระยะเวลาในการเป็น อสม. มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของ อสม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ วารินทร์ ปุยทอง (2547) ที่ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของประชาชน ในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลวังด้ง อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า ปัจจัยทางชีวสังคม ได้แก่ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษาและรายได้ต่อเดือน มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ อรทัย อินทร์แก้ว (2550) ที่ทำการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพของ อสม. ในพื้นที่อำเภอทับปุด จังหวัดพังงา ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยด้านปัจเจกบุคคล ประสบการณ์ของบุคคล และปัจจัยด้านการรับรู้ที่เฉพาะเจาะจง มีผลต่อพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพของ อสม. โดยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณระหว่างปัจจัยด้านการรับรู้สมรรถนะแห่งตน รับรู้อุปสรรคการประกอบอาชีพเกษตรกรรม และการเป็นอาสาสมัครเครือข่ายอื่น ๆ ในชุมชน กับพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพโดยรวมเท่ากับ .628 และค่าสัมประสิทธิ์ของการพยากรณ์เท่ากับ .395 แสดงว่าปัจจัยด้านปัจเจกบุคคล ประสบการณ์ของบุคคล และปัจจัยด้านความรู้สึกนึกคิดที่เฉพาะเจาะจง สามารถพยากรณ์หรือทำนายพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพโดยรวมของ อสม. ได้ร้อยละ 39.5 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สมสมัย สุธีรศานต์ และวัชรีย์ จงไพบูลย์วัฒนะ (2552) ที่ทำการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสร้างเสริมสุขภาพของพยาบาลวิชาชีพ ฝ่ายการพยาบาล โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยของรัฐ ผลการวิจัยพบว่า อายุ เพศ สถานภาพสมรส ตำแหน่งที่ปฏิบัติ ระยะเวลาปฏิบัติงาน โรคประจำตัว และดัชนีมวลกาย มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่สอดคล้องกับผลการวิจัยของ คำนึง จันทร์เสมือน (2554) ที่ทำการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพตามนโยบาย 6 อ. ของ อสม. ในจังหวัดพัทลุง ผลการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพสมรส การศึกษา รายได้ต่อเดือน และระยะเวลาการปฏิบัติงานเป็น อสม.ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพตามนโยบาย 6 อ. ของ อสม. ในจังหวัดพัทลุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. ปัจจัยเอื้อ ด้านการรับรู้นโยบายการส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพ และด้านการรับรู้สมรรถนะแห่งตน มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพของ อสม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยพบว่า อสม. ในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลเชียงคำ มีการรับรู้นโยบายการส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =3.76, S.D.=0.26) และมีการรับรู้

สมรรถนะแห่งตน ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ =3.76, S.D.=0.26) เช่นเดียวกัน ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่า อสม. ในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลเชียงคำ มีความตื่นตัวต่อการสร้างสุขภาพมากขึ้น รับรู้ว่าตนเองมีความสามารถในการสร้างเสริมสุขภาพได้ด้วยตนเอง ทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจาก ในปัจจุบันการจัดกระบวนการพัฒนาศักยภาพ อสม. มีรูปแบบที่แตกต่างไปจากเดิม โดยมุ่งเน้นการสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่มีทางเลือกหลากหลาย อาทิ การจัดการความรู้ด้วยตนเอง การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างบุคคล ประกอบกับกระแสโลกาภิวัตน์ทำให้เกิดนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีระบบข้อมูลข่าวสาร การสื่อสารที่รวดเร็วทั่วถึง ซึ่งเป็นหนทางการเรียนรู้ที่ดีของ อสม. (อรทัยอินทร์แก้ว, 2550) นอกจากนั้นหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการพัฒนาศักยภาพ อสม. ในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ได้จัดทำโครงการอบรมฟื้นฟูพัฒนาศักยภาพ อสม. อยู่เสมอ ตามสภาพปัญหาสุขภาพและสาธารณสุขที่เปลี่ยนแปลงไป โดยการพัฒนาองค์ความรู้และทักษะที่จำเป็นเร่งด่วน เช่น พัฒนาระบบการเฝ้าระวังและดูแลผู้ป่วย ทักษะการถ่ายทอดความรู้ ตลอดจนการบริการประชาชนอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งยกระดับเป็น อสม. เชี่ยวชาญ (กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข, 2550) กระบวนการเหล่านี้เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้ อสม. เกิดการรับรู้นโยบายการส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพ และรับรู้สมรรถนะของตนเองได้ในระดับสูง จนส่งผลเชื่อมโยงต่อพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพของ อสม. ได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ทศพร พรหมวา (2547) ที่ทำการวิจัยเรื่องพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพของพยาบาลโรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดชซึ่งพบว่า การรับรู้ความสามารถแห่งตนมีความสัมพันธ์และเป็นตัวทำนายพฤติกรรมสร้างเสริมสุขภาพของของบุคคลได้ดีที่สุด และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วารินทร์ ปุยทอง (2547) ที่ได้ศึกษา ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของประชาชนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลวังด้ง อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า ปัจจัยเอื้อ ได้แก่ ความชัดเจนของนโยบายด้านการส่งเสริมสุขภาพขององค์การบริหารส่วนตำบล มีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของประชาชนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุธารดี รักพงษ์ (2549) ทำการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของ อสม. เขตชนบท อำเภอเมืองจังหวัดนครนายก พบว่า ปัจจัยนำได้แก่ความรู้เกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพเจตคติต่อการส่งเสริมสุขภาพและการรับรู้ประโยชน์ของการส่งเสริมสุขภาพมีความสัมพันธ์ทางบวกมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของ อสม.

4. ปัจจัยเสริมด้านสังคมและวัฒนธรรม ด้านเศรษฐกิจ ด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร และด้านการบริการสุขภาพ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมส่งเสริมสุขของ อสม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมสุขภาพของ อสม. ประกอบด้วยหลายปัจจัยด้วยกัน เช่น ปัจจัยด้านสังคมและวัฒนธรรม ดังนั้น การส่งเสริมให้ อสม. ได้มีสถานภาพทางสังคมเพิ่มมากขึ้นไม่ว่าจะเป็นหรือการได้มีบทบาทในตำแหน่งหน้าที่อื่น ๆ ในชุมชน เช่น การเป็นสมาชิก อบต. กรรมการหมู่บ้าน การเป็นประธานชมรมหรือกลุ่มต่าง ๆ ย่อมมีส่วนส่งเสริมให้ อสม. ได้มีพฤติกรรมสุขภาพที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การได้รับรู้ข้อมูลข่าวสาร การนิเทศงานหรือการติดตามเยี่ยมเยือน อสม. โดยเจ้าหน้าที่สาธารณสุขก็มีความจำเป็น เพราะเป็นปัจจัยที่เสริมให้ อสม. มีพฤติกรรมสุขภาพที่ดี เหมาะสมกับบทบาทหน้าที่สำคัญของ อสม. คือ การเป็นผู้นำการเปลี่ยนแปลง (Change Agent) ด้านพฤติกรรมอนามัย นอกจากนี้ หากได้มีการสนับสนุนทางด้านเศรษฐกิจ โดยส่งเสริมการเพิ่มรายได้ ค่าตอบแทนที่เหมาะสมกับภาระงานให้กับ อสม. ก็ย่อมจะส่งผลถึงพฤติกรรมสุขภาพที่ดีได้เช่นเดียวกัน ผลการวิจัยส่วนนี้สอดคล้องกับ ผลการวิจัยของ คำนึง จันทร์เสมือน (2554) ที่ทำการวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพตามนโยบาย 6 อ. ของ อสม. ในจังหวัดพัทลุง ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ปัจจัยด้านครอบครัว และปัจจัยด้านบริการ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพตามนโยบาย 6 อ. ของอสม. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และสอดคล้องกับ สุธารดี รักพงษ์ (2549) ทำการวิจัยเรื่อง ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของ อสม. เขตชนบท อำเภอเมือง จังหวัดนครนายก พบว่า ปัจจัยเสริม ได้แก่ การได้รับการสนับสนุนทางสังคมจากบุคคลใกล้ชิดและทีมสุขภาพ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของ อสม. แต่มีบางประเด็นที่ไม่สอดคล้อง ได้แก่ การได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพจากสื่อต่างๆและการได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพจากบุคคลต่าง ๆ ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของ อสม.

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีกลวิธีในการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจต่อนโยบายการส่งเสริมสุขภาพ รวมถึงส่งเสริมให้ อสม. รับรู้ถึงศักยภาพและสมรรถนะของตนเองในการที่จะเป็นผู้นำด้านการส่งเสริมสุขภาพให้แก่ตนเองและชุมชน

2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีกลวิธีในการส่งเสริมให้บุคคลใกล้ชิดและครอบครัว ได้เข้ามามีส่วนส่งเสริมและสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของ อสม. รวมถึงหารูปแบบหรือพัฒนารูปแบบการส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพของ อสม. และประชาชนให้มีความเหมาะสมกับบริบทของแต่ละชุมชน

สรุปผลการวิจัย

อสม. ในเขตพื้นที่เทศบาลตำบลเชียงคำ อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยาเป็นผู้มีพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพในระดับดี สมควรที่จะเป็นแบบอย่างด้านสุขภาพให้แก่ประชาชนในพื้นที่ได้ โดยทั้งนี้มีปัจจัยสนับสนุนสำคัญ เช่น โอกาสในการเข้าถึงข้อมูลและบริการด้านสุขภาพ การมีจิตอาสาในด้านการดูแลสุขภาพชุมชน การสนับสนุนจากครอบครัวและชุมชน เป็นต้น ซึ่งเป็นหน้าที่ของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องรวมถึงตัว อสม. เอง ที่จะต้องช่วยกันธำรงรักษาปัจจัยเชิงบวกเหล่านี้ไว้อย่างยั่งยืน และพยายามกำจัดหรือลดปัจจัยเชิงลบออกไปให้มาก ซึ่งนอกจากจะส่งผลดีต่อทั้งสุขภาพและคุณภาพในการปฏิบัติงานของ อสม. แล้ว ยังจะส่งผลดีต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.บุญลือ ฉิมบ้านไร่ ดร.สมชาย จาดศรี และ ดร.อนุกูล มะโนทนอาจารย์คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ริหารเทศบาลตำบลเชียงคำ ผู้นำชุมชน และอสม. เทศบาลตำบลเชียงคำ อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา ทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ และให้ความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข. (2550). **การศึกษารูปแบบการเรียนรู้สุขภาพภาคประชาชนด้วยกระบวนการวิจัยปี 2550.** ชลบุรี: สหมิตรพริ้นติ้งแอนด์พับลิสชิ่ง.

กระทรวงสาธารณสุข. (2557). **ยุทธศาสตร์ ตัวชี้วัด และแนวทางการจัดเก็บข้อมูลกระทรวงสาธารณสุข ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557**. กรุงเทพฯ: กระทรวงฯ.

กองสุขศึกษา กระทรวงสาธารณสุข. (2548). **6 อ. สร้างสุขภาพคนไทย**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

คำนึง จันทร์เสมือน. (2554). **ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพตามนโยบาย 6 อ. ของอสม. ในจังหวัดพัทลุง.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยทักษิณ. กรุงเทพฯ.

ธวัช วิเชียรประภา พรนภา หอมสินธุ์ และ รุ่งรัตน์ ศรีสุริยเวศน์. (2555). **ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมสุขภาพของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน จังหวัดจันทบุรี.** วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา, 7(2), 55.

วารินทร์ ปุยทอง. (2547). **ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของประชาชนในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลวังด้ง อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี.** ปริญญาวิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สมสมัย สุธีรศานต์ และ วัชรีย์ จงไพบูลย์วัฒนะ. (2552). **รายงานวิจัยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสร้างเสริมสุขภาพของพยาบาลวิชาชีพ ฝ่ายการพยาบาล โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยของรัฐ.** มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

สำนักงานสาธารณสุขอำเภอเชียงคำ. (2557). **สรุปผลการดำเนินงานสาธารณสุขประจำปี 2557**. พะเยา: ม.ป.พ.

สุธารดี รักพงษ์. (2549). **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านเขตชนบท อำเภอเมืองจังหวัดนครนายก.** ปริญญาวิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อรทัย อินทร์แก้ว. (2551). **ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการสร้างเสริมสุขภาพของอาสาสมัครสาธารณสุขในพื้นที่อำเภอทับปุด จังหวัดพังงา.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต. ภูเก็ต.

อาธร อุคคติ วันชัย ธรรมสัจการ และสุเมธ พรหมอินทร์. (2551). **ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมสุขภาพตามบทสุขบัญญัติแห่งชาติของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านจังหวัดสตูล.** สงขลานครินทร์เวชสาร, *26*(6), 529.

อำนาจ ศรีรัตนบัลล์. (2547). **การส่งเสริมสุขภาพ.** สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ: กรุงเทพฯ.

Green, L.W., and Kreuter, M.W. (1991). **Health Promotion Planning. An Educational and nvironmental Approach.** Toronto: Mayfield publishing Company,

Pender, N.J., Murdaugh, C.L. & Persons, M.A. (2006**). Health promotion in nursing Practice.** (5th ed.). Upper Saddle River: Prentice Hall.

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ควบคุมระดับความดันโลหิตไม่ได้ โรงพยาบาลสอง

Associated factors of blood pressure control behavioral in hypertension patients without blood pressure controlled at Song hospital

วงศกร ราชปันติ๊บ* และ เทียนทอง ต๊ะแก้ว
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา
*corresponding author e-mail: common-p@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิต ปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยการรับรู้ส่วนบุคคล และความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลและปัจจัยการรับรู้ส่วนบุคคล กับพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิต ประชากรที่ศึกษา เป็นผู้ป่วยที่คุมระดับความดันโลหิตไม่ได้ จำนวน 94 คน เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสอบถาม มีค่าความเที่ยง 0.78 สำหรับสถิติที่ใช้ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าไคสแคว์ ผลการศึกษา พบว่า พฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิต อยู่ในระดับต่ำ ($\bar{X}$=48.03, S.D.= 4.16, MIN=27, MAX=81) ปัจจัยการรับรู้ส่วนบุคคล อยู่ในระดับปานกลาง($\bar{X}$ = 69.35, S.D.= 4.16, MIN=36 ,MAX=108) และปัจจัยการรับรู้ส่วนบุคคล มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตอย่างมีนัยสำคัญสถิติที่ระดับ 0.01 ดังนั้น ควรมีการส่งเสริมพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตให้เพิ่มสูงขึ้น โดยเพิ่มการมีส่วนร่วมของชุมชนในการเข้ามาดูแล พร้อมปรับรูปแบบการให้บริการคลินิกโรคความดันโดยเน้นกลุ่มผู้ป่วยเฉพาะ และสนับสนุนผู้ป่วยในด้านต่างๆตามแนวคิดแรงสนับสนุนทางสังคมแก่ผู้ป่วย

คำสำคัญ : พฤติกรรม การควบคุมระดับความดันโลหิต โรคความดันโลหิตสูง

Abstract

This research is aimed to study behavioral to control of blood pressure, personal factors, Factors of personal recognition and relationships between personal factors, factors of personal recognition to perceived behavioral to control of blood pressure. Population are patients without blood pressure controlled 94 people. The instrument was a questionnaire with the reliability that 0.78 for the statistics used include frequency, percentage, mean, standard deviation and chi-square test. The study found that behavior control of blood pressure was low ($\bar{X}$ =48.03, S.D.= 4.16, MIN=27, MAX=81). Factors of personal recognition was moderate ($\bar{X}$ = 69.35, S.D.= 4.16, MIN=36 ,MAX=108) and factors of personal recognition associated with behavioral control blood pressure significantly at the 0.01 level. Then suppose to health promotion for behavior control of blood pressure to rise by adding a participation of communities to come to care and remodel of hypertension clinic by raising process in group of patients specifically and support patients in various fields according concept social support to patients.

keywords : behavioral, control of blood pressure, hypertension

บทนำ

โรคความดันโลหิตสูง เป็นปัญหาทางสุขภาพที่มีความสำคัญปัญหาหนึ่งของประชาชนในประเทศ เพราะเป็นโรคเรื้อรังต้องรักษาตลอดชีวิต (กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข, 2544 อ้างใน บุญศรี ปันติ๊บ, 2549) โดยโรคความดันโลหิตสูงเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญสำหรับการตาย โดยเป็นสาเหตุการตาย 1 รายใน 10 ราย ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เนื่องจากความดันโลหิตสูงเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดภาวะหัวใจวาย ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลัน โรคหลอดเลือดสมองตีบตันภาวะสมองขาดเลือด การสูญเสียการมองเห็น และโรคไต ในแต่ละปีภาวะความดันโลหิตสูงเป็นสาเหตุการเสียชีวิตของคนจำนวนเกือบ 1.5 ล้านคนในภูมิภาคตะวันออกเฉียงใต้ (สำลี เปลี่ยนบางช้าง, 2556) จากการดำเนินงานคลินิกโรคความดัน

โลหิตสูง กลุ่มงานเวชปฏิบัติครอบครัว โรงพยาบาลสอง พบว่ามีผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง จำนวน 1,034 คน จากข้อมูลตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2556 ถึง 31 มีนาคม 2557 มีผู้ป่วยจำนวน 94 คน ที่ไม่สามารถคุมระดับความดันโลหิตได้ (ทะเบียนผู้ป่วยโรงพยาบาลสอง, 2557) ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นหากผู้ป่วยกลุ่มนี้คือความเสี่ยงต่อการเกิดโรคและภาวะแทรกซ้อนต่างๆ เช่น โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง เป็นต้น ซึ่งก่อให้เกิดรายจ่ายที่สูงมากในการรักษา (จันทร์เพ็ญ ชูประภาวรรณ, 2543 อ้างใน สุปราณี วงค์ปาลี, 2550) ดังนั้นผู้วิจัยในฐานะผู้ปฏิบัติงานด้านสาธารณสุขในพื้นที่ จึงมุ่งหวังศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตในผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ความคุมระดับความดันโลหิตไม่ได้ โดยผลที่ได้จากการศึกษาจะเป็นแนวทางในการส่งเสริมเพื่อการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงได้อย่างเหมาะสม หากไม่มีการดำเนินการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้อง แล้วผู้ป่วยกลุ่มนี้มีโอกาสเสี่ยงต่อการป่วยตายจากโรคหัวใจและหลอดเลือดสมองได้ในอนาคต โดยการศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยวิจัยได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตในผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงซึ่งประกอบด้วย การออกกำลังกาย การบริโภคอาหาร การผ่อนคลายความเครียด การไม่สูบบุหรี่ และดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ การรับประทานยาตามแนวทางการรักษาอย่างถูกต้อง การไปตรวจอย่างสม่ำเสมอ และการที่ผู้ป่วยจะปฏิบัติหรือไม่นั้นก็ขึ้นกับปัจจัยหลายปัจจัยโดยเฉพาะความเชื่อด้านสุขภาพ เนื่องจากความเชื่อด้านสุขภาพเป็นองค์ประกอบในตัวบุคคลที่จะทำให้บุคคลนั้นปฏิบัติตัวตามความเชื่อหรือการรับรู้นั้นๆ สอดคล้องกับแนวคิดแบบจำลองความเชื่อด้านสุขภาพของ Becker (1974) (อ้างใน ระวีวรรณ กัณทะกาลัง, 2550) ซึ่งประกอบด้วย การรับรู้ความเสี่ยงต่อการเกิดโรคแทรกซ้อน การรับรู้ความความรุนแรงของโรคความดันโลหิตสูง การรับรู้ความประโยชน์ของการดูแลตนเอง และการรับรู้อุปสรรคในการปฏิบัติ วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ควบคุมระดับความดันโลหิตไม่ได้ โรงพยาบาลสอง เพื่อศึกษาปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยการรับรู้ส่วนบุคคลของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ควบคุมระดับความดันโลหิตไม่ได้ โรงพยาบาลสอง และเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยการรับรู้ส่วนบุคคลกับพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ควบคุมระดับความดันโลหิตไม่ได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากร

โดยการคัดเลือกแบบเจาะจงในผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ว่าเป็นโรคความดันโลหิตสูงชนิดไม่ทราบสาเหตุ ที่ไม่สามารถควบคุมระดับความดันโลหิตได้ และขึ้นทะเบียนในคลินิกโรคความดันโลหิตสูง กลุ่มงานเวชปฏิบัติครอบครัว โรงพยาบาลสอง ทั้งหมดจำนวน 94 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถาม ลักษณะคำตอบเป็นมาตราส่วนประมานค่า (Rating scale) แต่ละข้อมี 3 ตัวเลือก ซึ่งประกอบด้วย 6 ส่วน ประยุกต์มาจากสุวรรณ ชูชื่น (2551)

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ ประกอบด้วย เพศ อายุ รายได้ ระดับการศึกษา อาชีพ ระยะเวลาที่เป็นโรค รายได้ สถานภาพ โรคแทรกซ้อนจากภาวะความดันโลหิตสูง ความต่อเนื่องในการรักษากับแพทย์คนเดิม

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง ของสุวรรณ ชูชื่น(2551) จำนวน 27 ข้อ ลักษณะคำตอบเป็นมาตราส่วนประมานค่า (Rating scale) แต่ละข้อมี 3 ตัวเลือก คือ เลือกตอบปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ปฏิบัติบางครั้ง และไม่ปฏิบัติ (วราภรณ์ นารินทร์, 2540 อ้างใน สุวรรณ ชูชื่น, 2551) แล้วนำคะแนนการปฏิบัติตัวแต่ละข้อมาหาค่าคะแนนภาพรวมและการปฏิบัติตัวแต่ละด้าน แบ่งคะแนน เป็น 3 ระดับ โดยใช้แบบอิงเกณฑ์ของบลูม (Bloom, 1971 อ้างใน สุวรรณชูชื่น, 2551)

การตรวจสอบความตรงของเนื้อหา (Content Validity) โดยคณะผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษากลุ่มและผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พิจารณาและตรวจสอบความตรงของเนื้อหาและภาษาที่ใช้ในแบบสอบถาม พิจารณาและตรวจสอบความตรงของเนื้อหาและภาษาที่ใช้ในแบบสอบถาม โดยผู้วิจัยนำหนังสือจากคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ถึงผู้ทรงคุณวุฒิ ทั้ง 3 ท่าน โดยขอความร่วมมือในการตรวจสอบความตรงของเนื้อหาของเครื่องมือ ซึ่งได้ค่า IOC ของแต่ละข้อคำถาม เท่ากับ 0.67

การตรวจสอบความเที่ยง (Reliability) การตรวจสอบความเที่ยงสามารถทำได้โดยนำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบความตรงและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (try out) สอบถามกับผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ใน เขตรับผิดชอบของกลุ่มงานเวชศาสตร์ครอบครัวและบริการด้านปฐมภูมิ

โรงพยาบาลลอง แล้วนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์เพื่อหาความเที่ยงโดยใช้สูตรหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach’s Alpha Coefficien) ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดค่าความเที่ยงที่ 0.7 ขึ้นไป เมื่อได้ผลของการตรวจสอบความเที่ยงแล้ว นำแบบสอบถามไปปรับปรุงแก้ไขและตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามอีกครั้ง ก่อนนำไปใช้ศึกษากับกลุ่มตัวอย่างจริง

3. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเตรียมการก่อนเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการขอหนังสือแนะนำตัวจากคณะแพทย์ มหาวิทยาลัยพะเยา พร้อมแบบรายงานรับรองโครงการวิจัยจากคณะกรรมการวิจัย มหาวิทยาลัยพะเยา ถึงโรงยาบาลสอง อำเภอสอง จังหวัดแพร่ ภายหลังการได้รับอนุญาตแล้วผู้วิจัยเข้าชี้แจงกับผู้อำนวยการโรงพยาบาลสอง ถึงรายละเอียดและการดำเนินการวิจัย และขอความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล กับผู้ป่วยโรคความดันโรคความดันโลหิตสูงที่เข้ารับบริการกลุ่มงานเวชปฏิบัติครอบครัว โรงพยาบาลสอง ที่ไม่สามารถควบคุมระดับความดันโลหิตได้

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเองกับผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงชนิดไม่ทราบสาเหตุ ที่เข้ารับบริการคลินิกโรคความดันโลหิตสูงกลุ่มงานเวชปฏิบัติครอบครัว โรงพยาบาลสอง ที่ไม่สามารถควบคุมระดับความดันโลหิตได้ โดยผู้วิจัยเข้าพบผู้ป่วยในชุมชน มีการแนะนำตัว กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการทำวิจัยและอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ ในการตอบแบบสอบถาม ในกรณีที่ผู้ป่วยมีปัญหาการอ่านผู้วิจัยอ่านข้อคำถามให้ผู้ป่วยฟังทีละข้อคำถาม เมื่อผู้ป่วยตอบแบบสอบถามเสร็จผู้วิจัยตรวจสอบความถูกต้องของแบบสอบถามอีกครั้งหนึ่ง

4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ สถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ สถิติวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยค่าไคสแคว์ (Chi-square test) ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยการรับรู้ส่วนบุคคล กับพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิต

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไป

ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 54.3 และเพศชายร้อยละ 45.7 อายุส่วนใหญ่ อยู่ในช่วง 60 – 69 ปี ร้อยละ 36.2 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 61.7 ด้านการศึกษาของประชากร ส่วนใหญ่ ร้อยละ 76.6 อยู่ระดับประถมศึกษา สำหรับอาชีพของประชากรพบว่าส่วนใหญ่ไม่ประกอบอาชีพ ร้อยละ 33.0 รายได้ส่วนใหญ่ ต่ำกว่า 5,000 บาท ร้อยละ 54.3 ระยะเวลาที่เป็นโรคของประชากร ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 1-4 ปี ร้อยละ 51.0 สำหรับโรคแทรกซ้อนจากโรคความดันโลหิตสูง ส่วนใหญ่ร้อยละ 78.7 ไม่มีภาวะแทรกซ้อนแต่อย่างใด และความต่อเนื่องในการตรวจรักษากับแพทย์คนเดิม ร้อยละ 71.3 ได้รับการรักษากับแพทย์คนเดิม

ข้อมูลพฤติกรรมการควบคุมความดันโลหิตสูง

พฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิต พบว่า พฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตโดยภาพรวมอยู่ในระดับต่ำ ($\overline{X}$ = 48.03, S.D.= 4.16) เมื่อพิจารณาแยกรายด้าน พบว่า การควบคุมอาหารรสเค็มอยู่ในระดับต่ำ ($\overline{X}$ = 7.76, S.D.=1.19) การควบคุมอาหารประเภทไขมันอยู่ในระดับต่ำ ($\overline{X}$ = 4.80, S.D.=1.12) การควบคุมอาหารหวานอยู่ในระดับต่ำ ($\overline{X}$ = 4.68, S.D.=1.14) การออกกำลังกายอยู่ในระดับต่ำ ($\overline{X}$ = 4.05, S.D.=1.44) การผ่อนคลายความเครียดอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 5.55, S.D.=1.21) การไม่ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์อยู่ในระดับต่ำ ($\overline{X}$ = 3.40, S.D.=1.54) การไม่สูบบุหรี่ส่วนใหญ่อยู่ในระดับสูง ($\overline{X}$ = 2.74, S.D.=0.65) การรับประทานยาอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 11.43, S.D.=1.44) และการไปตรวจตามนัดอยู่ในระดับต่ำ ($\overline{X}$ = 2.30, S.D.=0.54)

ข้อมูลเกี่ยวกับความเชื่อด้านสุขภาพ

ปัจจัยการรับรู้ส่วนบุคคลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ควบคุมระดับความดันโลหิตไม่ได้โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 69.35, S.D.=4.16) เมื่อพิจารณาแยกรายด้าน พบว่า การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคความดันโลหิตสูงอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 18.38, S.D.=1.58) การรับรู้ความรุนแรงของโรคความดันโลหิตสูงอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 14.97, S.D.=0.97) การรับรู้ประโยชน์และการป้องกันโรคแทรกซ้อนจากความดันโลหิตสูงอยู่ในระดับปานกลาง

($\overline{X}$ = 18.38, S.D.=2.20) และการรับรู้อุปสรรคในการปฏิบัติเพื่อป้องกันโรคแทรกซ้อนอยู่ในระดับปานกลาง ($\overline{X}$ = 17.66, S.D.=1.94)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์

ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพสมรส การศึกษา อาชีพ รายได้ต่อเดือน ระยะเวลาที่เป็นโรค โรคแทรกซ้อนจากภาวะความดันโลหิตสูง ความต่อเนื่องในการตรวจรักษากับแพทย์คนเดิม พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ควบคุมระดับความดันโลหิตไม่ได้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลกับพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ควบคุมระดับความดันโลหิตไม่ได้ (N=94)

ปัจจัยส่วนบุคคล	χ^2	p-value
เพศ	0.849	0.238
อายุ	1.156	0.194
สถานภาพ	1.548	0.151
การศึกษา	1.095	0.214
อาชีพ	4.039	0.257
รายได้ต่อเดือน	0.302	0.378
รายได้ต่อเดือน	0.302	0.378
ระยะเวลาที่เป็นโรค	0.053	0.491
โรคแทรกซ้อนจากภาวะความดันโลหิตสูง	1.095	0.214
ความต่อเนื่องในการตรวจรักษากับแพทย์คนเดิม	0.001	0.580

* p <0.05

ปัจจัยการรับรู้ส่วนบุคคล ได้แก่ การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนของโรคความดันโลหิตสูง การรับรู้ความรุนแรงของโรคความดันโลหิตสูง การรับรู้ประโยชน์และการป้องกันโรคแทรกซ้อนจากความดันโลหิตสูง และการรับรู้อุปสรรคในการปฏิบัติเพื่อป้องกันโรคแทรกซ้อน พบว่า มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ควบคุมระดับความดันโลหิตไม่ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการรับรู้ส่วนบุคคลกับพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ควบคุมระดับความดันโลหิตไม่ได้ (N=94)

ปัจจัยการรับรู้ส่วนบุคคล	χ^2	p-value
ปัจจัยการรับรู้ส่วนบุคคลภาพรวม	7.188	0.006*
รายด้าน :		
การรับรู้โอกาสเสี่ยงฯ	8.039	0.003*
การรับรู้ความรุนแรงของโรคฯ	6.949	0.007*
การรับรู้ต่อประโยชน์ฯ	8.723	0.003*
การรับรู้อุปสรรคในการปฏิบัติตัว	12.875	0.000*

* p <0.01

อภิปรายผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ควบคุมระดับความดันโลหิตไม่ได้ จากการศึกษา พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 54.3 สอดคล้องกับการศึกษาของสุพรรณ ชูชื่น(2551) พบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 67.7 และสอดคล้องกับสิรินาถ คำใจหนัก(2548)ที่พบว่าผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 62.80 อายุส่วนใหญ่ อยู่ในช่วง 30 – 65 ปี ร้อยละ 60.6 ($\overline{X}$ = 63.56 ,SD = 10.83 ,MIN =39 ,MAX =94) สอดคล้องกับเกรียงศักดิ์ ลือกำลัง (2551) ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงส่วนใหญ่มีอายุในช่วง 45-64 ปี ร้อยละ 52.22 ด้านสถานภาพส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 61.7 สอดคล้องกับสุปราณี วงค์ปาลี (2550) พบว่า ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงส่วนใหญ่มี

สถานภาพสมรส ร้อยละ 88.0 ด้านการศึกษาของประชากร ส่วนใหญ่ ร้อยละ 76.6 อยู่ระดับประถมศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของสุพรรณ ชูชื่น (2551) พบว่า ผู้ป่วยส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาระดับประถมศึกษาร้อยละ 90.7 และสอดคล้องกับสุปราณี วงค์ปาลี (2550) พบว่า ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาระดับประถมศึกษาร้อยละ 87.0 สำหรับอาชีพของประชากรศึกษาพบว่าส่วนใหญ่ไม่ประกอบอาชีพ ร้อยละ 29.8 แต่เมื่อพิจารณาลักษณะของอาชีพแล้วพบว่า อาชีพที่มีลักษณะรายได้ไม่แน่นอน ได้แก่ เกษตรกรรม ค้าขายและรับจ้าง รวมกันได้ร้อยละ 66.0 สอดคล้องกับสิรินาถ คำใจหนัก (2548) ที่พบว่าผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงส่วนใหญ่ไม่ประกอบอาชีพ ร้อยละ 42.55 ด้านรายได้ส่วนใหญ่ ต่ำกว่า 5,000 บาท ร้อยละ 73.4 สอดคล้องกับการศึกษาของสุพรรณ ชูชื่น (2551) พบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่มีรายได้ต่ำกว่า 5,000 บาทร้อยละ 59.6 และสอดคล้องกับสุปราณี วงค์ปาลี (2550) พบว่า ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงส่วนใหญ่มีรายได้ต่ำกว่า 5,000 บาทร้อยละ 79.50 ระยะเวลาที่เป็นโรคของประชากร ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 5 ปีขึ้นไป ร้อยละ 58.5 ($\bar{X}$ = 5.77, SD = 4.93, MIN =1, MAX =20) ซึ่งขัดแย้งกับสุปราณี วงค์ปาลี (2550) พบว่า ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงส่วนใหญ่มีระยะเวลาที่ได้รับการวินิจฉัยเป็นโรค 1-5 ปี ร้อยละ 85.0 สำหรับภาวะแทรกซ้อนจากโรคความดันโลหิตสูงส่วนใหญ่ร้อยละ 78.7 ไม่มีภาวะแทรกซ้อนแต่อย่างใดสอดคล้องกับเกรียงศักดิ์ ลือกำลัง (2551) ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงส่วนใหญ่ไม่เป็นโรคประจำตัวอื่นที่สัมพันธ์กับโรคความดันโลหิตสูงร้อยละ 77.33 และความต่อเนื่องในการตรวจรักษากับแพทย์คนเดิม ร้อยละ 71.3 ได้รับการรักษากับแพทย์คนเดิม ซึ่งขัดแย้งกับสุพรรณ ชูชื่น (2551) พบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่ไม่ได้รับการตรวจจากแพทย์คนเดิมร้อยละ 54.0

2. พฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงโดยภาพรวมอยู่ในระดับต่ำ ($\bar{X}$ = 48.03,S.D.= 4.16) สอดคล้องกับสอดคล้องกับสิรินาถ คำใจหนัก (2548) ที่พบว่าผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงมีการปฏิบัติตนไม่ถูกต้อง ร้อยละ 97.87 ขัดแย้งกับอรชา หมานจันทร์ (2547) พบว่ากลุ่มตัวอย่างผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงมีพฤติกรรมอยู่ในระดับดี ร้อยละ 65.5 และขัดแย้งกับธิรารัตน์ ญี่นาง(2555) ที่พบว่า ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงมีพฤติกรรมการใช้ยาอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{X}$ = 30.98, S.D = 6.07) ที่เป็นเช่นนั้นอาจเนื่องจากพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตที่ต่ำของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงเกิดจากการปฏิบัติเป็นเวลานาน จนเคยชิน ยากแก่การเปลี่ยนแปลง สอดคล้องกับ สุเนตรา, 2537 (อ้างใน วริยา, 2544) กล่าวว่าพฤติกรรมการการควบคุมระดับความดันโลหิตต่ำ อาจเป็นผลมาจากพฤติกรรมเหล่านั้นปฏิบัติเป็นเวลานานจนเคยชิน และเต็มใจในการปฏิบัติเพื่อสนองความต้องการของตนเองโดยเป็นพฤติกรรมที่ปฏิบัติมาเป็นเวลานานยากที่จะเปลี่ยนแปลง

3. ปัจจัยส่วนบุคคล ประกอบด้วย เพศ อายุ สถานภาพสมรส การศึกษา อาชีพ รายได้ต่อเดือน ระยะเวลาที่เป็นโรค โรคแทรกซ้อนจากภาวะความดันโลหิตสูง ความต่อเนื่องในการตรวจรักษากับแพทย์คนเดิม พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ควบคุมระดับความดันโลหิตไม่ได้ ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากอาชีพ ของประชากรศึกษา เป็นอาชีพที่มีการเปลี่ยนแปลงขั้นข้างมากคือ เกษตรกร ค้าขาย และรับจ้าง ร้อยละ 66 ทำให้ส่วนใหญ่มุ่งแต่จะทำมาหากิน ส่งผลให้ขาดการดูแลเอาใจใส่ตนเองในการควบคุมระดับความดันโลหิต ประกอบกับ ผู้ป่วยส่วนใหญ่ ร้อยละ 78.7 ยังไม่มีภาวะแทรกซ้อนจากโรค ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงขาดการดูแลตนเอง

4. ปัจจัยการรับรู้ส่วนบุคคล พบว่า มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ควบคุมระดับความดันโลหิตไม่ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ที่เป็นดังนี้อธิบายได้ว่า การรับรู้ของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงส่วนใหญ่ถึงแม้อยู่ในระดับปานกลาง แต่อย่างไรก็ตาม ลักษณะของโรคที่ดำรงอยู่ยังไม่แสดงผลแก่ตัวผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ผู้ป่วยส่วนใหญ่ร้อยละ 78.7 ไม่มีภาวะแทรกซ้อนจากภาวะโรคความดันโลหิตสูง จึงทำให้ประชากรศึกษายังคงปฏิบัติตามพฤติกรรมที่คุ้นชิน เพราะอาการแสดงของโรคไม่ส่งผลกระทบต่อกิจกรรมของผู้ป่วย (สุขุมา นิลรัตน์, 2552) สอดคล้องกับสุภาพ ใบแก้ว (2528) (อ้างใน วริยา เจริญเวช, 2544) ที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อด้านสุขภาพกับความร่วมมือในการรักษาของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง พบว่า พฤติกรรมการสูบบุหรี่ การดื่มสุรา การรับประทานอาหารไม่เค็ม เป็นพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงยากเพราะเป็นความเคยชิน ประกอบกับ การประกอบอาชีพ พบว่า ร้อยละ 66.0 มีอาชีพ เกษตรกร รับจ้าง และค้าขาย เป็นอาชีพที่ทำงานไม่แน่นอน กำหนดช่วงเวลาได้ลำบาก เนื่องจากต้องแปรเปลี่ยนตามสภาพดิน ฟ้า อากาศ ทำให้ไม่มีเวลาในการดูแลตนเองนั่นเองส่งผลให้ขาดการดูแลตนเองในการควบคุมความดันโลหิต สอดคล้องกับ อรอนงค์ สัมพัญญู (2539) ที่อธิบายไว้ว่า ผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตสูงที่มีอาชีพที่กำหนดเวลาแน่นอน มีพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพดีกว่ากลุ่มที่ไม่มีเวลาแน่นอนเนื่องจากกลุ่มที่มีเวลาที่แน่นอน ทำให้ไม่สามารถจัดสรรเวลาในการดูแลตนเองได้ ซึ่งตรงกับพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ควบคุมระดับความดันโลหิตไม่ได้ที่อยู่ระดับต่ำนั่นเอง

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคตและแนวทางที่จะนำไปใช้ประโยชน์ ควรส่งเสริมและสนับสนุน ให้ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงมีพฤติกรรมการควบคุมระดับความดับโลหิตอยู่ในระดับที่สูงขึ้น ถูกต้องและเหมาะสม ได้แก่ พฤติกรรมการควบคุมอาหารรสเค็ม พฤติกรรมการการควบคุมอาหาร ประเภทไขมัน พฤติกรรมการควบคุมอาหารหวาน พฤติกรรมการออกกำลังกาย พฤติกรรมการไม่ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์และพฤติกรรมการไปตรวจตามนัด ทั้งนี้เพื่อลดโอกาสเกิดภาวะแทรกซ้อนที่จะเกิดขึ้นให้น้อยลงหรือไม่มีเลย ตลอดจนการปรับเปลี่ยนรูปแบบการดำเนินงานคลินิกโรคความดันโลหิตสูง ในการเพิ่มกระบวนการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม เช่น การนำแนวคิดทฤษฎีการดูแลตนเอง มาปรับใช้ในการสร้างการดูแลผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงในคลินิก ร่วมกับการสนับสนุนผู้ป่วยในด้านต่างๆ เช่น สนับสนุนทางด้านต่างๆตามแนวคิดทฤษฎีแรงสนับสนุนทางสังคมของเฮ้าส์ (1985) (อ้างใน อุไรวรรณ น้อยมาลา, 2555) ที่ประกอบด้วยแรงสนับสนุนทางด้านอารมณ์ แรงสนับสนุนด้านการประเมินคุณค่า แรงสนับสนุนด้านข้อมูลข่าวสารและแรงสนับสนุนด้านทรัพยากร เพื่อให้ผู้ป่วยโรคความดันโลหิตที่ไม่สามารถควบคุมระดับความดันโลหิตได้ สามารถที่จะปฏิบัติตนในการดูแลป้องกันการเกิดโรคแทรกซ้อนต่างๆได้

สรุปผลการวิจัย

1. พฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ควบคุมระดับความดันโลหิตไม่ได้ โรงพยาบาลสอง พบว่า มีระดับพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงระดับต่ำ

2. ข้อมูลประชากร พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 54.3 และเพศชายร้อยละ 45.7 อายุส่วนใหญ่ อยู่ในช่วง 60 – 69 ปี ร้อยละ 36.2 มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 61.7 ด้านการศึกษาของประชากร ส่วนใหญ่ ร้อยละ 76.6 อยู่ระดับประถมศึกษา สำหรับอาชีพของประชากรพบว่าส่วนใหญ่ไม่ประกอบอาชีพ ร้อยละ 33.0 รายได้ส่วนใหญ่ ต่ำกว่า 5,000 บาท ร้อยละ 54.3 ระยะเวลาที่เป็นโรคของประชากร ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 1-4 ปี ร้อยละ 51.0 สำหรับภาวะแทรกซ้อนจากโรคความดันโลหิตสูง ส่วนใหญ่ร้อยละ 78.7 ไม่มีภาวะแทรกซ้อนแต่อย่างใด และสุดท้ายความต่อเนื่องในการตรวจรักษากับแพทย์คนเดิม ร้อยละ 71.3 ได้รับการรักษากับแพทย์คนเดิม ปัจจัยการรับรู้ส่วนบุคคล พบว่า มีการรับรู้ในระดับปานกลาง

3. ปัจจัยส่วนบุคคลไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ควบคุมระดับความดันโลหิตไม่ได้ และ ปัจจัยการรับรู้ส่วนบุคคลมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการควบคุมระดับความดันโลหิตของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ควบคุมระดับความดันโลหิตไม่ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา เจ้าหน้าที่กลุ่มงานเวชปฏิบัติครอบครัวและชุมชน โรงพยาบาลสอง ซึ่งได้ให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือในการเก็บแบบสอบถาม และขอขอบพระคุณคณะอาสาสมัครสาธารณสุขตำบลบ้านหนุนและตำบลกลาง อำเภอร้องกวาง จังหวัดแพร่ ที่ให้ความกรุณาในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

ธิวารัตน์ ญี่นาง. (2555). **พฤติกรรมการใช้ยาของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง ตำบลแม่ฮ้อยเงิน อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่

บุญศรี ปันติ๊บ. (2549). **พฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ที่เป็นโรคความดันโลหิตสูง ที่หน่วย บริการปฐมภูมิบ้านแท่นดอกไม้ ตำบลสบเตี๊ยะ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.

ระวีวรรณ กัณทะกาลัง. (2550). **ความเชื่อด้านสุขภาพและพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้ป่วยโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง โรงพยาบาลสองแคว จังหวัดน่าน.** วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.

วริยา เจริญเวช. (2544). **ความสัมพันธ์ระหว่างแบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพ ความเชื่ออำนาจควบคุมตนเองด้านสุขภาพและการรับรู้ความสามารถของตนกับ พฤติกรรมที่เสี่ยงต่อเอดส์ของนักเรียนวัยรุ่น.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยรามคำแหง: กรุงเทพฯ.

สุขุมา นิลรัตน์. (2552). **ปัจจัยความเชื่อด้านสุขภาพที่มีผลต่อการสูบบุหรี่ของนักเรียนชายมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสอนศาสนาอิสลาม อำเภอเมือง จังหวัดนราธิวาส.** วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยบูรพา: ชลบุรี.

สิรินาถ คำใจหนัก. (2548). **การดูแลตนเองของผู้สูงอายุที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงในพื้นที่ความรับผิดชอบของโรงพยาบาลลี้ จังหวัดลำพูน.** ค้นคว้าอิสระสาธารณสุขศาสตรมาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.

สุปราณี วงค์ปาลี. (2550). **พฤติกรรมสุขภาพของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูงที่ควบคุมความดันโลหิตได้และควบคุมความดันโลหิตไม่ได้ ในโรงพยาบาลแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.

สุพรรณ ชูชื่น. (2551). **พฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง.** วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลับขอนแก่น. ขอนแก่น

สุรี คำพอง. (2549). **ความเชื่อด้านสุขภาพและพฤติกรรมการออกกำลังกายของผู้ที่มีความดันโลหิตสูง โรงพยาบาลสันทรายจังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ พ.ม., มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.

สำลี เปลี่ยนบางช้าง. (2556). **ความดันโลหิตสูง สารจากผู้อานวยการภูมิภาคเนื่องในอนามัยโลก ปี2556.** 18 มิถุนายน 2557. http://whothailand healthrepository.org/bitstream/123456789/1907/2/Thai_RDmessage.pdf

อุไรวรรณ น้อยมาลา. (2555). **การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ร่วมกับแรงสนับสนุนทางสังคมเพื่อปรับเปลี่ยน พฤติกรรมการดูแลรักษาฟัน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 2**. ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.

อรสา หมาจันทร์. (2547). **พฤติกรรมการดูแลสุขภาพตนเอง ของผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง.** วิทยานิพนธ์ สค.ม., มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์: กรุงเทพมหานครฯ.

ผลของโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ชมรมผู้สูงอายุตำบลปากโทก อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

The result of health promotion program for elder in elderly club at Pak Thok subdistrick, Muang district, Phitsanulok province

เอกภพ จันทร์สุคนธ์* จีรวัฒน์ เสือจันทร์ ปวีณา สิงห์สถิต และ วรรณสิกา ใจบุญเจริญพร
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: pluemrak@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งการทดลอง (Quasi – experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุในชมรมผู้สูงอายุ ตำบลปากโทก อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยประยุกต์ใช้ทฤษฎีการเสริมสร้างพลังอำนาจ กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้สูงอายุที่อายุ 60 ปีขึ้นไป ที่เป็นสมาชิกชมรมผู้สูงอายุ ตำบลปากโทก อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 50 คน เลือกโดยใช้เทคนิคการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling Technique) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 25 คนและกลุ่มควบคุม 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย โปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ แบบสอบถามพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ดำเนินการวิจัยระหว่างเดือนตุลาคม – ธันวาคม 2557 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน Paired sample t-test และ Independent sample t-test ผลการวิจัยพบว่า ผู้สูงอายุในกลุ่มทดลองหลังได้รับโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพ มีพฤติกรรมในการส่งเสริมสุขภาพสูงกว่าก่อนทดลอง และสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

คำสำคัญ : โปรแกรมส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ผู้สูงอายุ พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพ

Abstract

The purpose of the quasi-experimental research was to investigate the effect of using health promotion program for elderlies in elderly social group in Pak Thok subdistrict, Muang district, Phitsanulok province. Samples were 50 elderlies (over 60 years old) in elderly social group in Pak Thok subdistrict, Muang district, Phitsanulok province, derived by a purposive sampling technique. These samples were divided into two groups including an experimental group of 25 people and a control group of 25 people. Tools used in this research were health promotion program for elderlies questionnaire about behaviors for promoting the health of elderlies. This research was conducted during October-December 2014. Data were analyzed by percentage, mean, standard deviation, Paired sample t-test and Independent sample t-test. The results showed that after implementation of the Health Promotion Program. The health promotion. Behavior in experimental group were significantly higher than before implementation and control group ($P<0.01$).

keywords : Health promotion program for the elderly, elderly, health promoting behaviors

บทนำ

ปัจจุบันประเทศกำลังประสบปัญหาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุอย่างรวดเร็ว องค์การสหประชาชาติได้ให้นิยามว่าประเทศใดมีประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปในสัดส่วนเกิน ร้อยละ 10 หรือมีประชากรอายุ 65 ปีขึ้นไปเกินร้อยละ 7 ของประชากรทั้งประเทศถือว่าประเทศนั้นเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (Agin Society) เมื่อสัดส่วนประชากรที่มีอายุ 60 ปี เพิ่มเป็นร้อยละ 20 และอายุ 65 ปีขึ้นไปเพิ่มเป็น ร้อยละ 14 ในปี 2555 พบว่าโลกมีประชากรจำนวน 7,058 ล้านคน ผู้สูงอายุของประเทศไทยมีอายุ 65 ปีขึ้นไปมีมากถึงร้อยละ 12.59 ซึ่งถือว่ามากที่สุดในประเทศอาเซียน นอกจากนี้ยังพบว่าความก้าวหน้าด้านการแพทย์และสาธารณสุขของประเทศไทยทำให้อัตราการเกิดน้อยลงประชากรมีอายุยืนยาวมากขึ้น และ

คาดว่าอีก 10 ปี ข้างหน้า หรือในปี 2564 ประเทศไทยจะเป็นสังคมผู้สูงอายุ หรือ “สังคมผู้สูงวัย” (Agin Society) อย่าง สมบูรณ์ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2554) จากสถาบันการวิจัยประชากร และสังคม

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นในปี พ.ศ. 2557 มีจำนวนผู้สูงอายุ (อายุ 60 ปีขึ้นไป) ทั้งหมดที่อาศัยอยู่ในตำบลปากโทก จำนวน 906 คน และจำนวนผู้สูงอายุที่เข้าร่วมเป็นสมาชิกในชมรมผู้สูงอายุตำบลปากโทก จำนวน 407 คน เป็นชาย 99 คน หญิง 308 คน พบปัญหาในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นปัญหาด้านสุขภาพซึ่งเกิดจากความเสื่อมของอวัยวะต่าง ๆ และผลจากโรคเรื้อรังที่เกิดกับผู้สูงอายุ คือ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน และโรคไขมันในเลือดสูง ตามลำดับ และเข้ารับการรักษามากถึง 18,052 ครั้ง (ผู้มารับการรักษาแยกตามประเภทผู้ใช้สิทธิ์, 2554-2556) ทำให้การเข้ารับการรักษา 3 ปีที่ผ่านมามีจำนวนที่สูงมาก (สรุปผลงานประจำปี โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลปากโทก , 2556)

โปรแกรมส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุเป็นแนวคิดหนึ่งในการส่งเสริมให้ผู้สูงอายุในชมรมผู้สูงอายุตำบลปากโทก ให้มีความรู้และการปฏิบัติตนในชีวิตประจำวัน ทั้งร่างกายแข็งแรง จิตใจสมบูรณ์ และดำรงชีพอยู่ในครอบครัวและสังคมได้อย่างมีศักดิ์ศรี และคุณค่าทั้งในปัจจุบันและอนาคต พฤติกรรมสุขภาพที่ดีจะช่วยส่งเสริมให้สุขภาพดี ช่วยลดปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรค หรือ ภาวะเจ็บป่วยอันเนื่องมาจากความเสื่อมของร่างกายตามวัย คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพที่ได้จากการนำบริบทของชุมชนผู้สูงอายุในชนบทผนวกกับความสนใจในกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพเพื่อศึกษาพัฒนา และนำไปประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมสุขภาพผู้สูงอายุในชุมชนอื่นต่อไป วัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และเพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ทั้งก่อนและหลังการทดลอง

วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการทดลอง โดยจัดกิจกรรมตาม โปรแกรมการรับรู้พลังอำนาจในการส่งเสริมสุขภาพในกลุ่มทดลองตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

สัปดาห์ที่ 1 ผู้วิจัยประเมินพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุในชมรมผู้สูงอายุ โดยใช้แบบสอบถามพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพ และการชี้แจงการดำเนินการวิจัย

สัปดาห์ที่ 2-3 กิจกรรมการค้นหาสถานการณ์จริง แลกเปลี่ยนประสบการณ์ ดำเนินกิจกรรมโดยกระบวนการกลุ่ม

สัปดาห์ที่ 4-5 กิจกรรมการสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณของผู้สูงอายุ เพื่อให้เกิดมุมมองใหม่โดยการให้ผู้สูงอายุมีการสาธิตรูปแบบในการส่งเสริมสุขภาพของตนเอง มีการตัดสินใจเลือกรูปแบบการส่งเสริมสุขภาพที่เหมาะสมกับและวางแผนร่วมกัน

สัปดาห์ที่ 6 กิจกรรม วิธีการส่งเสริมสุขภาพที่เหมาะสมโดยให้ผู้สูงอายุเลือกวิธีปฏิบัติที่เหมาะสมกับตนเอง

สัปดาห์ที่ 7-10 กิจกรรมการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ

สัปดาห์ที่ 11 กิจกรรมการคงไว้ซึ่งพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพที่เหมาะสมกับตนเอง (การติดตามเยี่ยมบ้าน) รับฟังการปฏิบัติตนในการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุหลังได้รับกิจกรรมตามโปรแกรมแล้วและนำไปปฏิบัติต่อที่บ้าน และให้คำแนะนำ ปรึกษาในการแก้ไขปัญหาที่ผู้สูงอายุพบในขณะปฏิบัติกิจกรรม

สัปดาห์ที่ 12 ใช้แบบสอบถามพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุในชมรมผู้สูงอายุ เพื่อประเมินการรับรู้หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

เครื่องมือในการดำเนินการวิจัย

เป็นโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุเพื่อให้ผู้สูงอายุมีความรู้ความเข้าใจในการดูแลตนเอง ทัศนคติที่ดีต่อพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพ และสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดูแลตนเองโดยผู้วิจัยดัดแปลงให้เหมาะสมกับกลุ่มประชากร

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป จำนวน 4 ข้อ ได้แก่ เพศ อายุ อาชีพ รายได้ต่อเดือน

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุที่ผู้วิจัยสร้างเองจากการทบทวนวรรณกรรม วารสาร เอกสารเกี่ยวกับพฤติกรรมการดูแลตนเอง ประกอบด้วย 6 ด้าน คือ ด้านความรับผิดชอบต่อสุขภาพ ด้านโภชนาการ ด้านการทำกิจกรรมทางกาย ด้านการจัดการความเครียด ด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และด้านการพัฒนาจิตวิญญาณ ซึ่ง

คำถามเป็นทางบวกและทางลบ จำนวน 60 ข้อ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ปฏิบัติเป็นประจำ ปฏิบัตินาน ๆ ครั้ง ไม่เคยปฏิบัติ แบบสอบถามได้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ผลปรากฏว่า ข้อที่สร้างขึ้นมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.66-1 ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องที่ดีควรมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป แบบสอบถามชุดนี้จึงสามารถนำไปใช้ได้หมดทุกข้อ หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามไปทดสอบหาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ จากกลุ่มที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s Alpha Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่น พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ทั้งฉบับเท่ากับ .81

ผลการวิจัย

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 1 ระดับพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนการทดลอง

ระดับพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพ		กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ระดับสูง	(145-186คะแนน)	3	12.00	0	0.00
ระดับปานกลาง	(104-144คะแนน)	22	88.00	25	100.00
ระดับต่ำ	(62-103คะแนน)	0	0.00	0	0.00
	รวม	25	100.00	25	100.00

จากตารางที่ 1 ระดับพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนการทดลอง พบว่า ส่วนใหญ่มีคะแนนรวมอยู่ในระดับปานกลาง (104-144 คะแนน) ซึ่งในกลุ่มทดลอง ร้อยละ 88.00 ส่วนผู้สูงอายุกลุ่มควบคุม ร้อยละ 100.00 มีคะแนนพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพอยู่ในระดับปานกลางเช่นกัน และในกลุ่มทดลอง ร้อยละ 12.00 มีคะแนนพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพอยู่ในระดับสูง

ตารางที่ 2 ระดับพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง หลังการทดลอง

ระดับพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพ		กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
ระดับสูง	(145-186คะแนน)	24	96.60	0	0.00
ระดับปานกลาง	(104-144คะแนน)	1	4.00	25	100.00
ระดับต่ำ	(62-103คะแนน)	0	0.00	0	0.00
	รวม	25	100.00	25	100.00

จากตารางที่ 2 ระดับพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง หลังการทดลอง พบว่า ผู้สูงอายุในกลุ่มทดลองส่วนใหญ่ ร้อยละ 96.00 มีพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพอยู่ในระดับสูง (145-186 คะแนน) และ ร้อยละ 4.00 มีพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพอยู่ในระดับปานกลาง (104-144 คะแนน) ส่วนผู้สูงอายุกลุ่มควบคุม ร้อยละ 100.00 มีคะแนนพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพอยู่ในระดับปานกลาง (104-144 คะแนน)

ส่วนที่ 2 เปรียบเทียบความแตกต่างด้านพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพในกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังได้รับโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ

กลุ่มทดลอง	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value
ก่อนการทดลอง	25	133.32	10.467		
				-9.140	.000
หลังการทดลอง	25	153.96	6.693		

จากตารางที่ 3 พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพในกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการทดลอง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ < 0.01 (p=0.001) โดยคะแนนเฉลี่ยภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพในกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังได้รับโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ

กลุ่มควบคุม	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value
ก่อนการทดลอง	25	132.68	4.516		
				.681	.503
หลังการทดลอง	25	132.12	6.214		

จากตารางที่ 4 พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพในกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลอง ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบความแตกต่างของพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพ ก่อน ได้รับโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value
ทดลอง	25	133.32	10.467		
				.281	.781
ควบคุม	25	132.68	4.516		

จากตารางที่ 5 พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนได้รับโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม นั้นพบว่า ไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบความแตกต่างของพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพ หลังได้รับโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p-value
ทดลอง	25	153.96	6.693		
				11.957	.000
ควบคุม	25	132.12	6.214		

จากตารางที่ 6 พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุหลังได้รับโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ < 0.01 ($p=0.001$) โดยผู้สูงอายุ กลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพจึงมีพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพสูงกว่า กลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ

อภิปรายผลการวิจัย

สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุในกลุ่มทดลอง หลังการทดลองมากกว่าก่อนการทดลอง

ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ภายหลังการทดลองผู้สูงอายุกลุ่มทดลองมีพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพมากกว่าก่อนการทดลอง ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เป็นผลมาจากกิจกรรมการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ซึ่งกลุ่มทดลองได้รับเข้าร่วมโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ประกอบด้วยกิจกรรมที่ 1 การค้นพบสภาพการณ์จริง โดยใช้การสนทนากลุ่มเป็นการศึกษาปัญหา เพื่อเป็นการทำความเข้าใจ ความนึกคิด สภาพปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดพฤติกรรมสุขภาพที่ไม่เหมาะสม ค่านิยม ความเชื่อ กิจกรรมที่ 2 การสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน การวิเคราะห์สะท้อนปัญหา ดำเนินการทำกิจกรรมร่วมกันของผู้สูงอายุ นำความนึกคิดของแต่ละฝ่ายมาประมวลผลปัญหาร่วมกัน ทำความเข้าใจ และค้นหาวิธีการแก้ไขมีการวางแผนร่วมกัน กิจกรรมที่ 3 การตัดสินใจเลือกและลงมือปฏิบัติ โดยใช้กิจกรรมการเลือกรูปแบบการส่งเสริมสุขภาพที่เหมาะสมกับตนเอง ซึ่งจะมีการเลือกหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับการแสวงหาทางแก้ไขปัญหาโดยใช้เหตุผลแต่ละบุคคล และมีการฝึกออกกำลังกาย ด้วยการบริหารร่างกายโดยประยุกต์ใช้กะลามะพร้าว การปฏิบัติการบริหารร่างกาย ไทเก็ก 10 ท่า รำกระบองแบบชีวจิตพิชิตโรค กายบริหารโยคะสำหรับผู้สูงอายุ กิจกรรมที่ 4 การคงไว้ซึ่งการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ โดยใช้กิจกรรมการเยี่ยมบ้าน เป็นขั้นตอน

ที่ผู้สูงอายุจะได้ มีกิจกรรมการมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ปัญหา ผู้วิจัยรับฟังการปฏิบัติตัวในการส่งเสริมสุขภาพหลังได้รับกิจกรรมตามโปรแกรมแล้วและนำไปปฏิบัติต่อที่บ้าน อีกทั้งให้กำลังใจ ซึ่งเป็นการสร้างสัมพันธภาพที่ดี ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีการเสริมสร้างพลังอำนาจของ กิบสัน (Gibson, 1995) ว่าด้วยการเสริมสร้างพลังอำนาจ เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้บุคคลได้มีส่วนร่วมในการควบคุมองค์ประกอบที่มีผลต่อสุขภาพในการสนองตอบความเชื่อมั่นในตนเอง และรู้สึกว่าตนเองมีอำนาจ สามารถควบคุมความเป็นอยู่หรือชีวิตของตนเองได้ การเสริมสร้างพลังอำนาจตามแนวคิดของ กิบสัน จึงเป็นกระบวนการที่มาจากพื้นฐานของการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน มีการทำกิจกรรมร่วมกัน โดยเน้นให้บุคคลมีความตระหนักในการป้องกัน ส่งเสริมสุขภาพตนเอง จากการที่ผู้สูงอายุได้รับรู้ถึงการเสริมสร้างพลังอำนาจประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การค้นพบสถานการณ์จริง 2) การสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ 3) การตัดสินใจเลือกวิธีปฏิบัติที่เหมาะสมกับตนเอง และ 4) การคงไว้ซึ่งการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดความรู้สึกเชื่อมั่นตนเองให้มีอำนาจสามารถควบคุมความเป็นอยู่ หรือลักษณะการดำเนินชีวิตของตนเองได้ ทำให้ผู้สูงอายุมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านพฤติกรรมการดูแลสุขภาพในทางที่ดีขึ้น ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ เมตตา ยิ่งชัยภูมิ (2554) ผลของโปรแกรมเสริมสร้างพลังอำนาจต่อความสามารถในการดูแลตนเองของผู้สูงอายุโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในศูนย์สุขภาพชุมชนซับใหญ่ อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ พบว่าภายหลังการทดลองผู้สูงอายุโรคเบาหวานมีความสามารถในการดูแลตนเองโดยรวมด้านการควบคุมอาหารด้านการออกกำลังกายและด้านการดูแลสุขภาพจิตมากกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<.05$)

สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุในกลุ่มควบคุม ก่อนการทดลองและหลังการทดลองไม่แตกต่างกัน

ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุภายในกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลองไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าผลการวิจัยดังกล่าว เกิดขึ้นเนื่องจากกลุ่มควบคุมไม่ได้รับโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ มีการดำเนินชีวิตประจำวันตามปกติ อีกทั้งไม่ได้รับการมีส่วนร่วมในการรับรู้ทั้ง 4 กิจกรรม ซึ่งไม่สอดคล้องกับแนวคิดของ กิบสัน (Gibson, 1995) ว่าด้วยการเสริมสร้างพลังอำนาจ เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้บุคคลได้มีส่วนร่วมในการควบคุมองค์ประกอบที่มีผลต่อสุขภาพในการสนองตอบความเชื่อมั่นในตนเอง และรู้สึกว่าตนเองมีอำนาจสามารถควบคุมความเป็นอยู่หรือชีวิตของตนเองได้ การเสริมสร้างพลังอำนาจตามแนวคิดของ กิบสัน จึงเป็นกระบวนการที่มาจากพื้นฐานของการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน มีการทำกิจกรรมร่วมกัน โดยเน้นให้บุคคลมีความตระหนักในการป้องกัน ส่งเสริมสุขภาพตนเอง จากการที่ผู้สูงอายุในกลุ่มควบคุมขาดการรับรู้ถึงการเสริมสร้างพลังอำนาจประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การค้นพบสถานการณ์จริง 2) การสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ 3) การตัดสินใจเลือกวิธีปฏิบัติที่เหมาะสมกับตนเอง และ 4) การคงไว้ซึ่งการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ จึงทำให้ขาดเกิดความรู้สึกเชื่อมั่นตนเองให้มีอำนาจสามารถควบคุมความเป็นอยู่หรือลักษณะการดำเนินชีวิตของตนเองได้ จึงส่งผลทำให้ผู้สูงอายุในกลุ่มควบคุมมีพฤติกรรมเท่าเดิม สอดคล้องกับการศึกษาของ ปิยะวรรณ ขนาน และคณะ (2555) ที่ได้ศึกษา ผลของโปรแกรมการบริหารเท้าต่อการไหลเวียนโลหิตส่วนปลาย และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในผู้ป่วยเบาหวานชนิด ที่ 2 พบว่า ในระยะก่อนและหลังได้รับโปรแกรมฯ ผู้ป่วยในกลุ่มควบคุมมีการไหลเวียนโลหิตส่วนปลาย และการทำงานของ Endothelial cell ไม่แตกต่างกัน

สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน

ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุก่อนการทดลองโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพไม่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าผลการศึกษาดังกล่าว เกิดขึ้นเนื่องจาก ยังไม่ได้มีการทดลองให้โปรแกรมกับกลุ่มตัวอย่าง การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจึงต้องมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพก่อนการทดลองระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม จึงมีพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพที่ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับแนวคิดของ กิบสัน (Gibson, 1995) ว่าด้วยการเสริมสร้างพลังอำนาจ เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้บุคคลได้มีส่วนร่วมในการควบคุมองค์ประกอบที่มีผลต่อสุขภาพในการสนองตอบความเชื่อมั่นในตนเอง และรู้สึกว่าตนเองมีอำนาจ สามารถควบคุมความเป็นอยู่หรือชีวิตของตนเองได้ การเสริมสร้างพลังอำนาจตามแนวคิดของ กิบสัน จึงเป็นกระบวนการที่มาจากพื้นฐานของการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน มีการทำกิจกรรมร่วมกัน โดยเน้นให้บุคคลมีความตระหนักในการป้องกัน ส่งเสริมสุขภาพตนเอง จากการที่ผู้สูงอายุกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ขาดการรับรู้ถึงการเสริมสร้างพลังอำนาจประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การค้นพบสถานการณ์จริง 2) การสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ 3) การตัดสินใจเลือกวิธีปฏิบัติที่เหมาะสมกับตนเอง และ 4) การคงไว้ซึ่งการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ขาดความรู้สึกเชื่อมั่นตนเองให้มีอำนาจสามารถควบคุมความเป็นอยู่ หรือลักษณะ

การดำเนินชีวิตของตนเองได้ ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของสมใจ วินิจกุล (2553) ประสิทธิผลการใช้โปรแกรมขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการออกกำลังกายต่อภาวะอ้วนของประชาชน ในเขตบางพลัดกรุงเทพมหานคร พบว่า ก่อนการทดลองคะแนนความรู้เรื่องการออกกำลังกายการรับรู้ความสามารถตนเองในการออกกำลังกายและการรับรู้ประโยชน์ของการออกกำลังกายในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ไม่แตกต่างกัน

สมมติฐานข้อที่ 4 พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุหลังการทดลอง ในกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม

ผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุหลังการทดลองโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุในกลุ่มทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าผลการศึกษาดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจาก กลุ่มทดลองได้รับโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ประกอบด้วยกิจกรรมที่ 1 การค้นพบสภาพการณ์จริง โดยใช้การสนทนากลุ่มเป็นการศึกษาปัญหา เพื่อเป็นการทำความเข้าใจ ความนึกคิด สภาพปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เกิดพฤติกรรมสุขภาพที่ไม่เหมาะสม ค่านิยม ความเชื่อ กิจกรรมที่ 2 การสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน การวิเคราะห์ สะท้อนปัญหา ดำเนินการทำกิจกรรมร่วมกันของผู้สูงอายุ นำความนึกคิดของแต่ละฝ่ายมาประมวลผลปัญหาร่วมกัน ทำความเข้าใจ และค้นหาวิธีการแก้ไขมีการวางแผนร่วมกัน กิจกรรม ที่ 3 การตัดสินใจเลือกและลงมือปฏิบัติโดยใช้กิจกรรมการเลือกรูปแบบการส่งเสริมสุขภาพที่เหมาะสมกับตนเอง ซึ่งจะมีการเลือกหลายวิธี ขึ้นอยู่กับการแสวงหาทางแก้ไขปัญหา โดยใช้เหตุผลแต่ละบุคคล และมีการฝึกออกกำลังกาย ด้วยการบริหารร่างกายโดยประยุกต์ใช้กะลามะพร้าว การปฏิบัติการบริหารร่างกาย ไทเก็ก 10 ท่า รำกระบองแบบชีวจิตพิชิตโรค กายบริหารโยคะสำหรับผู้สูงอายุ กิจกรรมที่ 4 การคงไว้ซึ่งการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพ เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ โดยใช้กิจกรรมการเยี่ยมบ้าน เป็นขั้นตอนที่ผู้สูงอายุจะได้มีกิจกรรมการมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์ปัญหา ผู้วิจัยรับฟังการปฏิบัติตัวในการส่งเสริมสุขภาพหลังได้รับกิจกรรมตามโปรแกรมแล้วและนำไปปฏิบัติต่อที่บ้าน อีกทั้งให้กำลังใจ เป็นการสร้างสัมพันธภาพที่ดี ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ได้รับโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ มีการดำเนินชีวิตตามปกติ ซึ่งในกลุ่มทดลองสอดคล้องกับแนวคิดของ กิบสัน (Gibson, 1995) ว่าด้วยการเสริมสร้างพลังอำนาจ เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้บุคคลได้มีส่วนร่วมในการควบคุมองค์ประกอบที่มีผลต่อสุขภาพในการสนองตอบความเชื่อมั่นในตนเอง และรู้สึกว่าตนเองมีอำนาจ สามารถควบคุมความเป็นอยู่หรือชีวิตของตนเองได้ การเสริมสร้างพลังอำนาจตามแนวคิดของ กิบสัน จึงเป็นกระบวนการที่มาจากพื้นฐานของการมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน มีการทำกิจกรรมร่วมกัน โดยเน้นให้บุคคลมีความตระหนักในการป้องกัน ส่งเสริมสุขภาพตนเอง จากการที่ผู้สูงอายุในกลุ่มทดลอง ได้รับรู้ถึงการเสริมสร้างพลังอำนาจประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การค้นพบสถานการณ์จริง 2) การสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ 3) การตัดสินใจเลือกวิธีปฏิบัติที่เหมาะสมกับตนเอง และ 4) การคงไว้ซึ่งการปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดความรู้สึกเชื่อมั่นตนเองให้มีอำนาจสามารถควบคุมความเป็นอยู่ หรือลักษณะการดำเนินชีวิตของตนเองได้ ทำให้ผู้สูงอายุในกลุ่มทดลองมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านพฤติกรรมการดูแลสุขภาพในทางที่ดีขึ้น ผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของนิภาพรรณ อธิคมานนท (2554) ศึกษาผลของโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุในชมรมผู้สูงอายุอำเภอบางปะหัน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่าพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพในผู้สูงอายุหลังการเข้าร่วมโปรแกรมของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($p<0.05$)

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาติดตามกลุ่มทดลอง เรื่องพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพเป็นระยะ ๆ เพื่อประเมินพฤติกรรมสุขภาพและผลของโปรแกรม รวมทั้งการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมอย่างยั่งยืน

สรุปผลการวิจัย

1. เปรียบเทียบพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ระหว่างก่อนกับหลังการทดลองในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพในกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังได้รับโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ก่อนได้รับโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพ กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพเท่ากับ 133.32 หลังได้รับโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพ เท่ากับ 153.96 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ พบว่า ภายหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพ สูงกว่าก่อนการทดลอง

1.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพในกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังได้รับโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ก่อนได้รับโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพ กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพ

เท่ากับ 132.68 หลังได้รับโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพ เท่ากับ 132.12 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ พบว่า ก่อนและหลังการทดลองมีค่าเฉลี่ยพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพ ไม่แตกต่างกัน

2. เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ทั้งก่อนและหลังการทดลอง

2.1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพ ก่อนได้รับโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ก่อนการทดลองในกลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ยพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพ เท่ากับ 133.32 และก่อนการทดลองในกลุ่มควบคุม เท่ากับ 132.68 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพ พบว่า ก่อนได้รับโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่แตกต่างกัน

2.2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพ หลังได้รับโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า หลังการทดลองในกลุ่มทดลอง มีค่าเฉลี่ยพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพ เท่ากับ 153.96 และหลังการทดลองในกลุ่มควบคุม เท่ากับ 132.12 เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพ พบว่า พฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุหลังได้รับโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีความแตกต่างกัน โดยผู้สูงอายุกลุ่มทดลองที่ได้รับโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพมีพฤติกรรมการส่งเสริมสุขภาพสูงกว่า กลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ได้ศึกษาผลของโปรแกรมส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุ ชมรมผู้สูงอายุตำบลปากโทก อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์เอกภพ จันทร์สุคนธ์ และอาจารย์ทุกท่านในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพที่ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะในการปรับปรุง แก้ไขวิจัยฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบพระคุณผู้สูงอายุในชมรมผู้สูงอายุตำบลปากโทก และเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลปากโทก ท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้เอ่ยนาม ในการให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนจนทำให้การทำวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

นิภาพรรณ อธิคมานนท์. (2556). **สรุปผลงานประจำปี.** โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลปากโทก.

นิภาพรรณ อธิคมานนท์. (2557). **สรุปทะเบียนผู้ป่วยเรื้อรัง**. โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลปากโทก อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก.

นิภาพรรณ อธิคมานนท์. (2554). **ผลของโปรแกรมการส่งเสริมสุขภาพสำหรับผู้สูงอายุในชมรมผู้สูงอายุ อำเภอบางปะหัน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา.**

เมตตา ยิ่งชัยภูมิ. (2554). **ผลของโปรแกรมเสริมสร้างพลังอำนาจต่อความสามารถในการดูแลตนเองของผู้สูงอายุโรคเบาหวานชนิดที่ 2 ในศูนย์สุขภาพชุมชนซับใหญ่ อำเภอซับใหญ่ จังหวัดชัยภูมิ.**

ปิยะวรรณ ขนาน และคณะ. (2555). **ได้ศึกษาผลของโปรแกรมการบริหารเท้าต่อการไหลเวียนโลหิตส่วนปลายและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2.**

สมใจ วินิจกุล. (2553). **ประสิทธิผลการใช้โปรแกรมขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การออกกำลังกายต่อภาวะอ้วนของประชาชน ในเขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร.**

Gibson C.H. (1995). The process of empowerment in mothers of chronically ill Children. **Journal of Advanced Nursing,** 21(1201-1210).

ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนโรงเรียนพิจิตรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร
The factors influenced sexual risk behaviors of student at Phichit Pittayakom school, Maung district, Phichit province

กิ่งแก้ว สำรวยรื่น* พนิดา สิงห์เรือง วันนิภา ทรงประดิษฐ์ และ สุลิตา ดีไทย
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: peerachaya@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมและปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนโรงเรียนพิจิตรพิทยาคม อำเภอเมืองจังหวัดพิจิตร โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 350 คน เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) แบบขั้นตอน (stepwise) โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 55.4 สถานภาพสมรสของบิดามารดา คือ สมรส ร้อยละ 74.0 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในช่วง 2.50-3.49 ร้อยละ 53.4 นักเรียนส่วนใหญ่มีการเห็นคุณค่าในตนเองในระดับสูงมาก ร้อยละ 48.9 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศในระดับต่ำ ร้อยละ 42.9 ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ ได้แก่ เพศ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการเห็นคุณค่าในตนเอง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ เท่ากับ 0.319 สามารถพยากรณ์พฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนได้ร้อยละ 9.4 สามารถสร้างสมการพยากรณ์ได้ดังนี้

$$\hat{Z}\text{(พฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ)} = -0.252(x_1) + 0.103(x_7) + 0.166(x_8)$$

คำสำคัญ : ปัจจัยที่ส่งผล การเห็นคุณค่าในตนเอง พฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ

Abstract

This research aimed to study the behavior and the factors that influence sexual risk behaviors of students at Phichit Pittayakom school, Muang district, Phichit province. The study sample consisted of 350 students. Research instrument was a questionnaire developed by the researchers. Descriptive statistics such as frequency, percentage, mean, standard deviation, and multiple regression analysis (stepwise) in with the statistical significance at the level of 0.05 were used to analyze the data. The research results showed that most of participants were female at 55.4%, Marital status of the parents were married at 74.0%, range of academic achievement at 2.50 - 3.49 were 53.4%, the self-esteem of most students was a very high level at 48.9%, and the sexual risk behaviors were low level at 42.9%. Also, found the factors that influenced sexual risk behaviors were gender, academic achievement, and self-esteem. The level of multiple correlation coefficients were 0.319, predicted the students’ sexual risk behaviors at 9.4%. The prediction equations shown as:

$$\hat{Z}\text{(sexual risk behaviors)} = -0.252(x_1) + 0.103(x_7) + 0.166(x_8)$$

keywords : factors effecting, self-esteem, sexualriskbehavior

บทนำ

ปัญหาวัยรุ่นของประเทศไทย พบได้หลายประเด็น แต่ที่พบบ่อย ได้แก่ พฤติกรรมทางเพศ โรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ เอดส์ พฤติกรรมการติดเกม พฤติกรรมการพนัน พฤติกรรมการสูบบุหรี่ พฤติกรรมดื่มแอลกอฮอล์ และการตั้งครรภ์ในวัยรุ่น ซึ่งทุกปัญหาล้วนส่งผลกระทบต่อครอบครัว ชุมชน และประเทศชาติ ซึ่งจะกล่าวถึงบุคคลที่เห็นคุณค่าในตนเองสามารถใช้ศักยภาพที่ตนมีอยู่ได้อย่างเต็มที่ซึ่งการพัฒนาคุณลักษณะการเห็นคุณค่าในตนเองจะช่วยให้เกิดความเชื่อมั่นในตนเองที่จะกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองคนที่มีการเห็นคุณค่าในตัวเองสูง หมายถึง คนที่มีความคิดสร้างสรรค์ มีความรับผิดชอบสูงและ

ชื่อสัตย์ ซึ่งจะตรงกันข้ามกับ คนที่มีการเห็นคุณค่าในตัวเองต่ำ ซึ่งมักจะต้องการพิสูจน์ตัวเองหรือวิจารณ์คนอื่นใช้คนอื่นเพื่อผลประโยชน์ของตัวเอง บางคนอาจจะหยิ่ง หรือดูถูกผู้อื่น มักจะไม่มีความมั่นใจในตัวเอง ไม่มั่นใจว่าตัวเองจะมีคุณค่า หรือความสามารถ หรือการยอมรับทำให้คนกลุ่มนี้ไม่กล้าที่จะทำอะไรเนื่องจากกลัวความล้มเหลว คนกลุ่มนี้มักจะวิจารณ์คนอื่นมากกว่าที่จะกระทำด้วยตัวเอง และยังพบอีกว่าคนกลุ่มนี้มักจะชอบความรุนแรง ติดสุรายาเสพติด มีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควร (ชูชีพ อ่อนโคกสูง, 2552)

พฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของเยาวชนเป็นประเด็นสำคัญที่สังคมไทยและทั่วโลกตระหนักถึงความสำคัญและผลักดันให้เกิดการแก้ไขปัญหาอย่างเร่งด่วน (สถาบันสุขภาพจิตเด็กและวัยรุ่นราชนครินทร์, 2555) ผลการสำรวจเด็กไทยกับสถานการณ์เด่นรอบปี 2551 พบว่าเยาวชนอายุ 15-19 ปี ร้อยละ 15-43 เคยมีเพศสัมพันธ์ เพศชายพบมากกว่าเพศหญิงอายุเฉลี่ยของการมีเพศสัมพันธ์คือ 15.5 ปี (เบญจพร ปัญญายง, 2553) จากข้อมูลมารดาอายุต่ำกว่า 20 ปี จังหวัดพิจิตร ปี 2556 สาเหตุการตั้งครรภ์พบว่าร้อยละ 50 ไม่คุมกำเนิด อีกร้อยละ 50 เป็นการคุมกำเนิดที่ไม่ถูกต้อง เมื่อศึกษาถึงพฤติกรรมการมีเพศสัมพันธ์ในนักเรียนมัธยมปีที่ 5 จ.พิจิตร ปี 2555 พบว่าประสบการณ์มีเพศสัมพันธ์ครั้งแรกอายุต่ำสุดอายุ 10 ปี ร้อยละ 82.8 มีเพศสัมพันธ์ครั้งแรกกับคนรัก สวมถุงยางอนามัยร้อยละ 55.6 ดูสื่อลามกร้อยละ 68.8และจากข้อมูลของสำนักระบาดวิทยากรมควบคุมโรคปี 2555 พบว่าสถานที่ที่นักเรียนร่วมเพศครั้งแรกเป็นบ้านเพื่อนหรือบ้านตนเอง ซึ่งเป็นนักเรียนชายร้อยละ 59 นักเรียนหญิงร้อยละ 49.8 (ยงยุทธ์ วงษ์ภิรมศาสน์, 2557)

ในปัจจุบันมีการตั้งครรภ์ในกลุ่มวัยรุ่นในจังหวัดพิจิตรเพิ่มสูงขึ้น และอำเภอเมืองพิจิตรเป็นกลุ่มเป้าหมายหลักที่พบการตั้งครรภ์ก่อนวัยอันควรสูงที่สุด ซึ่งพบสถิติการตั้งครรภ์ของวัยรุ่นในเขตอำเภอเมืองสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพิจิตรพบปัญหาการตั้งครรภ์ของนักเรียนมีจำนวนสูงขึ้น จากสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้นหากไม่ได้รับความสนใจในการแก้ปัญหาอย่างจริงจัง แนวโน้มของวัยรุ่นตั้งครรภ์จะมีมากขึ้น มีการเลียนแบบกันในหมู่วัยรุ่นด้วยกันเอง มีการเลิกรา หย่าร้างกันง่ายขึ้นแล้วมีครอบครัวใหม่ บุตรที่เกิดมาได้รับผลกระทบทั้งทางร่างกายและจิตใจ ขาดการเอาใจใส่เลี้ยงดูจาก ผู้ที่เป็นพ่อแม่ที่แท้จริงเมื่อโตขึ้นจะสร้างปัญหาเป็นภาระของครอบครัวและสังคม ที่จะต้องแก้ไขในระยะยาวและใช้งบลงทุนสูง ส่งผลกระทบต่อสังคมและเศรษฐกิจของประเทศชาติเป็นอย่างมาก ผู้วิจัยจึงได้เลือกเป็นนักเรียนโรงเรียนพิจิตรพิทยาคมเป็นกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากเป็นโรงเรียนประจำจังหวัดที่ขนาดใหญ่ เพื่อให้ผลวิจัยที่ได้มานั้นเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับผู้เกี่ยวข้องนำไปหา แนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหาของนักเรียนต่อไป วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนโรงเรียนพิจิตรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร และเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนโรงเรียนพิจิตรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร

วิธีการดำเนินวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยใช้คำถามแบบเลือกในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ในโรงเรียนพิจิตรพิทยาคม จำนวน 350 คนโดยจัดลำดับเนื้อหาของแบบสอบถามให้ครอบคลุมข้อมูลที่ต้องการ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 เป็นแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป เป็นแบบเลือกตอบ ได้แก่ เพศ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถานภาพสมรสของบิดามารดา จำนวน 6 ข้อ

ส่วนที่ 2 เป็นแบบสอบถามการเห็นคุณค่าในตนเองจำนวน 30 ข้อมีให้เลือกตอบ 5 ระดับ โดยได้ศึกษาและดัดแปลงจาก โฆษิต พรประเสริฐ (2546). ที่ได้สร้างแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเองสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นทฤษฎีการประเมินการเห็นคุณค่าในตนเอง ของ Coopersmith ซึ่งมีทั้งคำถามที่มีความหมายทางบวกและทางลบ แปลผลคะแนนตามเกณฑ์ของ เบส (Best, 1981)

ส่วนที่ 3 เป็นแบบสอบถามพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ จำนวน 28 ข้อโดยได้ศึกษาและดัดแปลงจาก ณิฐินันท์ วิชัยรัมย์ (2545). โดยเป็นการให้คะแนนแบบสอบถามในแต่ละข้อจะมีให้เลือก 5 ระดับ ซึ่งมีทั้งข้อคำถามที่มีความหมายทางบวกและทางลบ แปลผลคะแนนตามเกณฑ์ของ เบส (Best, 1981)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. จัดเตรียมแบบสอบถามการเห็นคุณค่าในตนเองและพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศให้กับกลุ่มตัวอย่างในการตอบแบบสอบถามจำนวน 350 คน

2. เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการสำรวจโดยใช้แบบสอบถามการเห็นคุณค่าในตนเองและพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานใช้วิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

2. การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (multiple Regression Analysis) โดยการใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ผลการวิจัย

1. ปัจจัยด้านข้อมูลส่วนบุคคล ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 55.4 เพศชาย ร้อยละ 44.6 สถานภาพสมรสของบิดามารดา ของนักเรียนส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรสของบิดามารดา คือ สมรส ร้อยละ 74.0 และนักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.50 - 3.49 ร้อยละ 53.4

2. ปัจจัยด้านการเห็นคุณค่าในตนเอง ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการเห็นคุณค่าในตนเองอยู่ในระดับสูง ร้อยละ 48.9 รองลงมานักเรียนมีการเห็นคุณค่าในตนเองอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 48.0 และนักเรียนมีการเห็นคุณค่าในตนเองอยู่ในระดับต่ำร้อยละ 0.3

3. ปัจจัยด้านพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศอยู่ในระดับต่ำ ร้อยละ 42.9 รองลงมานักเรียนมีพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศอยู่ในระดับต่ำมากและนักเรียนมีพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 32.3 และ ร้อยละ 24.9 ตามลำดับ

4. ตัวแปรที่ได้รับการคัดเลือกเข้าสมการ คือ เพศ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเห็นคุณค่าในตนเอง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การทำนายเท่ากับ 0.319 นั่นคือ เพศ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเห็นคุณค่าในตนเอง สามารถร่วมทำนายความแปรผันของพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศได้ร้อยละ 9.40 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 1 แสดงผลการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนโรงเรียนพิจิตรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร โดยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณขั้นตอน (n = 350)

ตัวทำนาย	B	SE_b	β	t	Sig
เพศชาย (X_1)	-9.192	1.911	-.252	-4.81	0.000
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (X_7)	3.531	.072	.103	2.177	0.030
การเห็นคุณค่าในตนเอง (X_8)	0.144	1.622	.166	1.984	0.048

Constant (a) = 92.274 R = 0.319 R^2= 0.102

AdjustR^2 = 0.094 F = 13.094

จากสมการแสดงว่าผล การวิเคราะห์การถดถอยพหุคุณตามขั้นตอนของตัวแปรที่นำเข้าสมการ พบว่า เพศชายเป็นตัวแปรที่ได้รับการคัดเลือกเข้าสมการ มีประสิทธิภาพในการทำนายพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศโดยมีความสัมพันธ์เชิงลบและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การถดถอยเท่ากับ 9.192 หมายความว่า เมื่อเพศกลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย คะแนนพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศจะลดลง 9.192 คะแนนเมื่อเปรียบเทียบกับเพศหญิง ตัวแปรด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นตัวแปรที่ได้รับการคัดเลือกเข้าสมการ มีประสิทธิภาพในการทำนายพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ โดยมีความสัมพันธ์เชิงบวกและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การถดถอยเท่ากับ 3.531 หมายความว่า เมื่อคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น 3.531 คะแนน คะแนนพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ จะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 1 คะแนน ในส่วนของการเห็นคุณค่าในตนเอง เป็นตัวแปร มีประสิทธิภาพในการทำนายพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ โดยมีความสัมพันธ์เชิงบวกและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์การถดถอยเท่ากับ 0.144หมายความว่า เมื่อคะแนนการเห็นคุณค่าในตนเอง เพิ่มขึ้น 0.144 คะแนน คะแนนพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ จะเพิ่มขึ้นเท่ากับ 1 คะแนน

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่าเพศ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถานภาพสมรสของบิดามารดา และการเห็นคุณค่าในตนเอง เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนโรงเรียนพิจิตรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

เพศ พบว่า เพศเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงเป็นไปตามสมมุติฐาน อธิบายได้ว่าการที่สังคมกำหนดบทบาททางเพศในทางสังคมที่แตกต่างกัน และเชื่อว่าเป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไม่ได้ นำไปสู่การกำหนดบทบาทหน้าที่ รวมทั้งสถานะสูงต่ำที่แตกต่างกันของคนสองเพศ ผู้หญิงอยู่ในสภาพเป็นผู้ที่ด้อยกว่า เป็นผู้ตาม เป็นผู้ถูกกำหนด ในขณะที่ผู้ชายอยู่ในฐานะที่เหนือกว่า เป็นผู้นำ เป็นผู้กำหนด การเชื่อว่า ในเรื่องเกี่ยวกับเพศสัมพันธ์ ผู้หญิงเป็นผู้รองรับ ไม่สามารถเป็นผู้แสดง (Passive) ทำให้ผู้หญิงไม่กล้าเสนอหรือต่อรองในการใช้เครื่องมือคุมกำเนิด เพราะกลัวถูกมองว่าเป็นผู้หญิงไม่ดีหรือมีประสบการณ์ ในเรื่องเพศมาก่อน ผลที่ตามมา คือผู้หญิงต้องแบกรับภาระการตั้งท้องและรับผิดชอบต่อเด็กที่ไม่ได้ตั้งใจให้เกิด หรือติดโรคทางเพศอื่น ๆ ซึ่งเพศจัดเป็นลักษณะทางชีวภาพอย่างหนึ่งที่ธรรมชาติสร้างขึ้นมาให้ชายหญิงมีความแตกต่างกัน จึงกล่าวได้ว่า เพศ มีอิทธิพลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย จิตใจอารมณ์และสังคมของวัยรุ่น มีผลต่อแรงผลักทางเพศ บทบาททางเพศและพฤติกรรมทางเพศ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากฮอร์โมนทางเพศและฮอร์โมนการเจริญเติบโตและมีอิทธิพลโดยตรงต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพซึ่งสอดคล้องกับกุลวดี เถนว้อง (2551) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการมีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควรและแนวทางการแก้ปัญหาแบบยั่งยืนกรณีศึกษาจังหวัดปทุมธานีพบว่าปัจจัยด้านเพศสถานภาพของบิดามารดา กิจกรรมยามว่าง ความเพียงพอของรายได้ การไม่เห็นคุณค่าในตนเอง และความสัมพันธ์ของครูกับเด็กเป็นสิ่งที่ส่งผลกระทบต่อการมีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควร โดยเฉพาะเรื่องเพศส่งผลกระทบต่อการมีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควรมากที่สุด และเบญจรัตน์ สุทินเผือก (2553) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมละเว้นการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ พบว่าวัยรุ่นหญิงมีแนวโน้มจะละเว้นเพศสัมพันธ์สูงกว่าวัยรุ่นชาย ณมน ธนินธญางกูร (2552) ได้ศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาในเขตเทศบาลนครขอนแก่น พบว่า เพศมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมทางเพศของนักเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษา ในเขตเทศบาลนครขอนแก่น และสมบุญศิลป์รุ่งธรรม, มยุรี ถนอมสุข (2553) ได้ศึกษาพฤติกรรมทางเพศของนิสิตปริญญาตรีสาขาพลศึกษาและสุขศึกษาชั้นปีที่ 1 - 3 ปีการศึกษา 2553 คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสนพบว่านักศึกษาที่มีเพศ ต่างกันมีพฤติกรรมทางเพศแตกต่างกัน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงเป็นไปตามสมมุติฐาน อธิบายได้ว่า การประสบผลสำเร็จด้านการศึกษาส่งผลต่อจิตใจและการศึกษาในอนาคต การที่เด็กมีผลการเรียนดีส่งผลให้เด็กมีความรู้สึกถึงการมีความสามารถควบคุมตนเอง และรู้สึกมีคุณค่าในตนเอง ในทางตรงกันข้ามเด็กที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีแนวโน้มที่จะมีความรู้สึกที่ดีเกี่ยวกับตนเองต่ำ มีความรู้สึกถึงความสามารถในการควบคุมตนเองต่ำ ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อการควบคุมตนเองได้ไม่ดีเท่าที่ควรในการกระทำพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศที่เกิดขึ้นกับตนเอง นอกจากนั้นเด็กที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำมีแนวโน้มที่จะมีการเรียนซ้ำชั้น มีการถดถอยทางการเรียน มีความล้มเหลวทางการเรียน มีพฤติกรรมที่แปลกแยก และมีอาการซึมเศร้าตามมาซึ่งกล่าวได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นตัวบ่งบอกถึงความรู้ความสามารถที่เกิดจากการเรียนรู้ ซึ่งการที่นักเรียนมีการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับสูงทำให้สามารถคิดไตร่ตรองถึงเหตุและผลในการปฏิบัติของตนเอง โดยสามารถทราบถึงผลกระทบจากการปฏิบัติตนในทางที่ไม่ดี มีการมองถึงอนาคตการประสบผลสำเร็จด้านการเรียนหรือการงาน และสามารถหลีกเลี่ยงพฤติกรรมที่เอื้อให้เกิดการมีเพศสัมพันธ์ เช่น การไม่เที่ยวกลางคืน ไม่ดื่มสุราหรือเสพของมึนเมาที่จะเป็นการทำลายสุขภาพตนเองซึ่งสอดคล้องกับ สมบุญ ศิลป์รุ่งธรรม และมยุรี ถนอมสุข (2553) ได้ศึกษาพฤติกรรมทางเพศของนิสิตปริญญาตรีสาขาพลศึกษาและสุขศึกษาชั้นปีที่ 1 - 3 ปีการศึกษา 2553 คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน พบว่านักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันมีพฤติกรรมทางเพศแตกต่างกัน ณฐาภพ วะระใจ (2554) ได้ศึกษา ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมป้องกันการเสี่ยงทางเพศของนักศึกษาในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่งผลต่อ พฤติกรรมการป้องกันการเสี่ยงทางเพศของนักศึกษาอาชีวะในเขตกรุงเทพมหานคร และพรชเนตต์ บุญคล (2554) ได้ศึกษา ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศในนักเรียนหญิงระดับอาชีวะศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ระดับชั้น ผลการเรียน และการเข้าถึงการรณรงค์เรื่องพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศในนักเรียนหญิงโดยสามารถพยากรณ์ ได้สูงร้อยละ 99

สถานภาพสมรสของบิดามารดา พบว่า สถานภาพสมรสของบิดามารดาเป็นปัจจัยที่ไม่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนจึงไม่เป็นไปตามสมมุติฐานสถานภาพสมรสของบิดามารดา คือ โสด สมรส หม้าย หย่าร้าง แยกกันอยู่ อธิบายได้ว่า ว่า เนื่องจากนักเรียนในโรงเรียนพิจิตรพิทยาคมนั้น จะมีนักเรียนที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลและนอกเขตเทศบาลรวมกัน ซึ่งจังหวัดพิจิตรยังเป็นสังคมเมืองในเขตเทศบาลในส่วนนอกเขตเทศบาลยังคงเป็นสังคมชนบท ทั้งในเขตและนอกเขตเทศบาลส่วนใหญ่จะยังอาศัยอยู่เป็นครอบครัวขยาย หรือมีบ้านอยู่ในละแวกเดียวกันคนในครอบครัวจะมีความใกล้ชิดสนิทสนมกัน ทั้ง ปู่ ย่า ตา ยาย ลุง ป้า น้าอา และลูกหลาน ทำให้สถานภาพสมรสของบิดามารดาของนักเรียนไม่ว่าจะมีสถานภาพใดก็ตาม นักเรียนยังคงมีญาติพี่น้องที่เอาใจใส่ดูแลนักเรียนในการอบรมสั่งสอนการประพฤติปฏิบัติตนให้เป็นไปตามวัฒนธรรมประเพณี แทนบิดามารดาของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับวิไล คูณคำ (2553) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมทางเพศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดอุบลราชธานี พบว่า การที่นักเรียนยังพักอาศัยอยู่กับพ่อแม่หรือญาติผู้ใหญ่ จึงมีโอกาสได้รับการอบรมสั่งสอนให้อยู่ในกรอบอย่างไม่แตกต่างกันซึ่ง เบญจรัตน์ สุทินเผือก (2553) ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมละเว้นการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จังหวัดสมุทรปราการ พบว่าสถานภาพสมรสของบิดามารดา ไม่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมละเว้นการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนและ พรชเนตต์ บุญคล (2554) ได้ศึกษาเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศในนักเรียนหญิงระดับอาชีวะศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า สัมพันธภาพในครอบครัว ไม่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศในนักเรียนหญิงระดับอาชีวะ ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งไม่เป็นไปตามมโนทัศน์หลักของแบบจำลองส่งเสริมสุขภาพด้านความคิดและอารมณ์ต่อพฤติกรรม (Behavior-Specific Cognition and Affect) ในส่วนของอิทธิพลระหว่างบุคคล (Interpersonal Influences) คือ ความเชื่อ หรือทัศนคติของคนอื่นที่มีอิทธิพลต่อความคิดของบุคคล แหล่งของอิทธิพลระหว่างบุคคลที่มีผลต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพ ได้แก่ ครอบครัว (พ่อ แม่ พี่ น้อง) เพื่อน และบุคลากรทางสุขภาพ โดยการสนับสนุนทางสังคมและการเห็นแบบอย่างอิทธิพลระหว่างบุคคลมีอิทธิพลโดยตรงต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพและมีผลทางอ้อมต่อพฤติกรรมส่งเสริม ซึ่งไม่สอดคล้องกับ วัชราภรณ์ บัตรเจริญ (2555) ได้ศึกษา ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนไทยชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า การรับรู้ความสามารถในการหลีกเลี่ยงพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศช่องทางการเข้าถึงสื่อกระตุ้นอารมณ์ทางเพศ การอาศัยอยู่กับบิดามารดาและอายุ เป็นปัจจัยทำนายพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ และบรรจง พลไชย (2554) ได้ศึกษา พฤติกรรมทางเพศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในเขตเทศบาลเมืองนครพนม พบว่า วัยรุ่นที่มีครอบครัวอบอุ่น บิดา – มารดามีสัมพันธภาพที่ดีต่อกันจะมีพฤติกรรมทางเพศน้อยกว่าวัยรุ่นที่ครอบครัวแตกแยก

การเห็นคุณค่าในตนเอง พบว่า การเห็นคุณค่าในตนเองเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงเป็นไปตามสมมุติฐาน อธิบายได้ว่า การเห็นคุณค่าในตนเองเป็นความรู้สึก ทัศนคติ หรือการประเมินตนเองของบุคคลที่มีต่อตนเอง ต้องการเป็นที่ยอมรับ ต้องการจากบุคคลรอบข้างไม่ว่าจะเป็น บิดามารดา ญาติพี่น้อง ครู อาจารย์ หรือ เพื่อน จึงทำให้นักเรียนมีการปฏิบัติตนให้ประสบความสำเร็จในด้านต่างๆทั้งการเรียนและการปฏิบัติตนโดยไม่ปฏิบัติพฤติกรรมที่ส่งผลเสียต่อการเรียน Lindenfield 1995 (อ้างถึงในกมลรัตน์ งามธุระ, 2552) ได้กล่าวถึงลักษณะของบุคคลที่มีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองสูง คือบุคคลที่สามารถควบคุมตนเองได้ในสถานการณ์ต่างๆ ไม่ทำลายตนเอง มีสติและตั้งใจในการทำหน้าที่ของตน มีแรงจูงใจสูง และมีความคิดสร้างสรรค์ที่แสดงออกในทางที่ดีมีความเชื่อมั่นในตนเองเป็นตัวของตัวเอง มีความสามารถในการเข้าสังคมและร่วมมือกับผู้อื่นได้สามารถชื่นชมความสำเร็จของผู้อื่นได้มีพฤติกรรมกล้าแสดงออกอย่างเหมาะสมสามารถยืนยันตามความต้องการทางด้านร่างกาย จิตใจ สังคม และสิทธิของตนเองได้มีการพัฒนาตนเอง มีการได้รับรู้ข้อบกพร่องและความผิดพลาดของตนเอง ที่จะสามารถนำมาพัฒนาพฤติกรรมตนเองเพื่อไม่ให้เกิดพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศได้อย่างเหมาะสม จากทฤษฎีการเห็นคุณค่าในตนเองกล่าวได้ว่า ผู้ที่มีการเห็นคุณค่าในตนเองสูงจะรู้จักดูแลตนเอง ไม่ทำลายตนเองไม่กระทำพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสม เช่น การกระทำพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ ที่จะสร้างความเสียหายมาสู่ตนเองและครอบครัว ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สุพัตรา พรหมเรนทร์ (2550) ได้ศึกษาเรื่อง พฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย ศรีนครินทร วิโรฒปทุมวันกรุงเทพมหานคร พบว่า การเห็นคุณค่าในตนเองมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒปทุมวันกรุงเทพมหานคร และสอดคล้องกับ สุธาสินี เถาว์กลาง (2552) ได้ศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างบทบาทบิดามารดา การเห็นคุณค่าในตนเองและพฤติกรรมการมีวินัยในตนเองของวัยเด็กตอนกลาง พบว่าการเห็นคุณค่าในตนเอง มีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมการมีวินัยในตนเองของวัยเด็กตอนกลาง และณฐาภพ วะระใจ (2554) ได้ศึกษา ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมป้องกันการเสี่ยงทางเพศของนักศึกษาในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า การเห็นคุณค่าในตนเองส่งผลต่อ พฤติกรรมการป้องกันการเสี่ยงทางเพศ

ข้อเสนอแนะในการทำการศึกษาครั้งต่อไป

การศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาปัจจัยอื่นๆเพิ่มเติม เช่น ปัจจัยทางด้านสังคม พัฒนาการทางเพศเป็นต้น ที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ เพื่อพัฒนางานวิจัยให้ดีและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัย

สมมติฐานที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถานภาพสมรสของบิดามารดา และการเห็นคุณค่าในตนเองเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนโรงเรียนพิจิตรพิทยาคม อำเภอเมืองจังหวัดพิจิตร

จากผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนโรงเรียนพิจิตรพิทยาคม อำเภอเมืองจังหวัดพิจิตรได้แก่ เพศผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และการเห็นคุณค่าในตนเองอธิบายได้ว่า นักเรียนส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 55.4นักเรียนส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรสของบิดามารดา คือ สมรส ร้อยละ 74.0นักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 2.50 - 3.49 ร้อยละ 53.4 นักเรียนส่วนใหญ่มีการเห็นคุณค่าในตนเองอยู่ในระดับสูงร้อยละ 48.9 ซึ่งมีผลทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศอยู่ในระดับต่ำ ร้อยละ 42.9

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณาจารย์สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำแก้ไขและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาจนทำให้การศึกษาครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์และมีคุณค่า นักเรียนโรงเรียนพิจิตรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตรทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการตอบข้อมูลจากแบบสอบถาม ผู้อำนวยการและอาจารย์โรงเรียนพิจิตรพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตรทุกท่าน ที่คอยอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลให้แก่ผู้ศึกษาเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

กมลรัตน์ งามธุระ. (2552). **การเปรียบเทียบการเห็นคุณค่าในตนเองและความคิดอัตโนมัติด้านลบระหว่างเด็กที่บิดามารดาย้าย กับไม่ได้ย้ายไปทำงานต่างถิ่น**. การค้นคว้าอิสระ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

กุลวดี เถนว้อง. (2551). **ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการมีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควรและแนวทางการแก้ปัญหาแบบยั่งยืน กรณีศึกษาจังหวัดปทุมธานี.**เข้าถึงได้จาก: http://www.thaiedresearch.org. (วันที่ค้นข้อมูล: 4 สิงหาคม 2557).

โฆษิต พรประเสริฐ. (2546). **การสร้างแบบวัดการเห็นคุณค่าในตนเองสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชูชีพ อ่อนโคกสูง. (2552). **การเห็นคุณค่าในตนเอง : Self-esteem**. เข้าถึงได้จาก: http://www.swuaa.com. (วันที่ค้นข้อมูล: 3 กรกฎาคม 2557).

ณฐาภพ วะระใจ. (2554). **ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมป้องกันการเสี่ยงทางเพศของนักศึกษาในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ณมน ธนินธญางกูร. (2552). **พฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาในเขตเทศบาลนครขอนแก่น.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ณิฐินันท์ วิชัยรัมย์. (2545). **การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมเสี่ยงต่อการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตอำเภอเมือง จ.บุรีรัมย์**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เบญจพร ปัญญายง. (2553). **การทบทวนองค์ความรู้: การตั้งครรภ์ในวัยรุ่น**. กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ.

เบญจรัตน์ สุทินเผือก. (2553). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมละเว้นการมีเพศสัมพันธ์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาจังหวัดสมุทรปราการ. **วารสารสาธารณสุขศาสตร์.** ปีที่ 40 (ฉบับที่ 3): 308-309.

พรชเนตต์ บุญคล. (2554). **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศในนักเรียนหญิงระดับอาชีวะศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

พิมพิชา สุพพัตกุล. (2551). **การเห็นคุณค่าในตนเอง ความรู้เรื่องโรคเอดส์ และเหตุผลของวัยรุ่นตอนปลายที่มีพฤติกรรมการมีเพศสัมพันธ์ข้ามคืน**. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. คณะจิตวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยงยุทธ์ วงษ์ภิรมศาสน์. (2557). **สถานการณ์และการดำเนินงานเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหามารดาอายุต่ำกว่า 20 ปี จังหวัดพิจิตร**. พิจิตร: สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดพิจิตร.

วัชราภรณ์ บัตรเจริญ. (2555). **ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนไทย ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

วิไล คูณคำ. (2553). **ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมทางเพศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดอุบลราชธานี.** วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

สถาบันสุขภาพจิตเด็กและวัยรุ่นราชนครินทร์. (2555). **สถานการณ์และวัยรุ่น**. เข้าถึงได้จาก: http://www.smartteen.net /main/load_clic. php. (วันที่ค้นข้อมูล: 10 กรกฎาคม 2557).

สมบุญ ศิลป์รุ่งธรรม และ มยุรีถนอมสุข. (2555). **พฤติกรรมทางเพศของนิสิตปริญญาตรีสาขาพลศึกษาและสุขศึกษา ชั้นปีที่ 1 - 3 ปีการศึกษา 2553 คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน.** ใน การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่9. ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนากำแพงแสน.(บรรณาธิการ).มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขต กำแพงแสน. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.

สุธาสินี เถาว์กลาง. (2552). **ความสัมพันธ์ระหว่างบทบาทบิดามารดา การเห็นคุณค่าในตนเองและพฤติกรรมการมีวินัยในตนเองของวัยเด็กตอนกลาง.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สุพัตรา พรหมเรนท์. (2550). **พฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร**. ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Best. (1981). **Research in Education**. New Jersey: Prentice-Hall.

ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

The factors influenced sexual intercourse risk behaviors of students in Pibulsongkram Rajabhat University, Muang district, Phitsanulok province

กิ่งแก้ว สำรวยรื่น* รัชนีกร แสนทวีสุข สิริเนตร สิงห์ทอง และ สุกัญญา ดอนไพรย้อน
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: peerachaya@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 387 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติถดถอยพหุคูณ โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำคิดเป็นร้อยละ 48.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ได้แก่ ต้นทุนชีวิต (X_{15}) เพศชาย (X_1) การอาศัยอยู่คนเดียว (X_{14}) อายุ (X_2) ลักษณะที่อยู่อาศัยแบบหอพัก (X_7) และการอาศัยอยู่กับเพื่อน (X_{12}) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ 14.082 สามารถพยากรณ์พฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามได้ร้อยละ 0.243

คำสำคัญ : ปัจจัยที่ส่งผล พฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ นักศึกษา

Abstract

This research aimed to study the behavior and the factors that influence sexual intercourse risk behavior of students in PibulsongkramRajabhat University, Muang, Phitsanulok. The study sample consisted of 387 students. Research instrument was a questionnaire. Descriptive statistics such as frequency, percentage, mean, standard deviation, and multiple regression analysis (stepwise) in with the statistical significance at the level of 0.05 were used to analyze the data. The research results showed that. The number of sexual risk behavior is low. 48.1 percent. Also, found the factors that influenced , the cost of living (X15), male (X1), living alone (X14), age (X2), dormitory style housing(X7) and living friends (X12) The level of multiple correlation coefficients were 14.082, predicted sexual intercourse risk behaviors of students at 0.243 %.

keywords : factors that affect, sexual risk behaviors, student

บทนำ

ในปัจจุบันวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่แต่ละสังคมสืบทอดเป็นมรดกทางวัฒนธรรมตั้งแต่อดีตได้เปลี่ยนแปลงไป และถูกแทนที่ด้วยวัฒนธรรมของคนรุ่นใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากเดิม จากผลการทบทวนวรรณกรรม พบว่า มีหลายปัจจัยที่ส่งผลก่อให้เกิดการมีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควร เนื่องจากวัยรุ่นเป็นวัยที่อยากรู้อยากลอง มีความคึกคะนองในตัวเอง จึงทำให้วัยรุ่นมีโอกาสเสี่ยงมากกว่าช่วงวัยปกติ และเนื่องจากนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามได้เข้าสู่ช่วงวัยรุ่นตอนปลายต้องผ่านการใช้ชีวิตคนเดียว ห่างจากการดูแลของพ่อแม่จึงทำให้นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามเป็นกลุ่มประชากรที่จะเลือกใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ และในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสำรวจข้อมูลเบื้องต้น (แบบสำรวจชีวิตทางด้านเพศ) ในนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ภาคปกติจำนวน 100 คน พบว่านักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามมีโอกาสเสี่ยงต่อการมีเพศสัมพันธ์ วัตถุประสงค์ในการวิจัย เพื่อศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ของ

นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก และเพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) ประชากรที่ศึกษาเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัย ราชภัฏพิบูลสงคราม ที่กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 - 5 ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนปกติ ปีการศึกษา 2557 ทั้งหมด จำนวน 6 คณะ จำนวน 11,306 คน มีการกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตรคำนวณของ Taro Yamane โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi - Stage Sampling) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้จำนวน 387คน

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยเป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยจัดเนื้อหาของแบบสอบถามให้ครอบคลุมข้อมูลที่ต้องการแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป เป็นแบบเลือกตอบ ได้แก่ เพศ อายุ ชั้นปีคณะ สถานภาพของบิดามารดา ลักษณะที่อยู่อาศัย และบุคคลที่พักอาศัยอยู่ด้วยในปัจจุบัน

ส่วนที่ 2 เป็นแบบสอบถามต้นทุนชีวิต (สุริยเดวทรีปาตี)

ส่วนที่ 3 เป็นแบบสอบถามการเห็นคุณค่าในตัวเอง

ส่วนที่ 4 เป็นแบบสอบถามพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์

การสร้างเครื่องมือ

ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น โดยการศึกษารายละเอียดข้อมูลพื้นฐานจากตำรางานวิจัยและเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กำหนดขอบเขตและโครงสร้างของเนื้อหาแบบสอบถาม ที่จะใช้ศึกษาวิจัยเพื่อให้มีความครอบคลุมตามวัตถุประสงค์และสมมติฐานการวิจัยดำเนินการสร้างข้อคำถามของแบบสอบถาม รวมทั้งกำหนดเกณฑ์ต่าง ๆ ให้ถูกต้องนำแบบสอบถามส่วนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอคณะกรรมการที่ปรึกษาวิจัยตรวจพิจารณาแก้ไข ให้ข้อเสนอแนะปรับปรุงแก้ไขตามที่คณะกรรมการแนะนำ และทำหนังสือขออนุญาตใช้แบบสอบถามเรื่องต้นทุนชีวิต ของนายแพทย์สุริยเดวทรีปาตี

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1. การหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยนำแบบสอบถามไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความถูกต้อง ครบถ้วนในเนื้อหา ซึ่งข้อคำถามที่สร้างขึ้นได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.7-1

2. การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยใช้สูตรสัมฤทธิ์ผลแอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s Alpha Coefficient) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม การเห็นคุณค่าในตนเองเท่ากับ 0.724 และพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์เท่ากับ 0.729

3. ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) การวิเคราะห์อำนาจจำแนกของเครื่องมือซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถาม การเห็นคุณค่าในตนเองเท่ากับ 0.220 - 0.600 และพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์เท่ากับ 0.213 – 0.5532

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สถิติเชิงพรรณนา(Descriptive Statistics) คือ การแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) มาวิเคราะห์เพศ อายุ ชั้นปี คณะ สถานภาพของบิดามารดา ลักษณะที่พักอาศัย บุคคลที่ท่านอาศัยอยู่ด้วย ในปัจจุบัน ต้นทุนชีวิต การเห็นคุณค่าในตนเอง และพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์

ตัวแปรทำนาย	b	SE_b	Beta	t	Sig
ต้นทุนชีวิต (X_{14})	0.083	3.691	0.331	7.374	.000
เพศชาย (X_1)	2.217	3.517	0.278	6.166	.000
อยู่คนเดียว (X_{13})	-2.342	3.471	-0.252	-4.247	.000
อายุ (X_2)	-0.326	3.449	-0.118	-2.594	.010
หอพัก (X_6)	1.303	3.434	0.164	2.997	.003
เพื่อน (X_{11})	-1.089	3.413	-0.136	-2.372	.018

ใช้สถิติวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis: MRA) แบบขั้นตอน (Stepwise) วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ซึ่งมีข้อมีข้อมูลทั่วไป ต้นทุนชีวิต การเห็นคุณค่าในตนเอง และพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์

ผลการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ

2. ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ได้แก่ ต้นทุนชีวิต (X_{15}) เพศชาย(X_1) การอาศัยอยู่อยู่คนเดียว (X_{14}) อายุ (X_2) ลักษณะที่อยู่อาศัยแบบหอพัก (X_7) และการอาศัยอยู่กับเพื่อน (X_{12}) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณเท่ากับ14.082 สามารถพยากรณ์พฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามได้ร้อยละ 0.243ดังนั้นจึงสามารถสร้างสมการทำนายพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ในรูปของคะแนนมาตรฐานดิบได้ดังนี้

$$\hat{Y}(\text{พฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์}) = 14.062 + 0.083(X_{15}) + 2.217\ (X_1) - 2.342(X_{14})$$
$$-0.326)(X_2) + 1.303(X_7) - 1.089(X_{12})$$

อภิปรายผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศชาย ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงเป็นไปตามสมมติฐาน อาจเนื่องมาจาก ในปัจจุบันวัยรุ่นมีการคบเพื่อนต่างเพศในลักษณะของคู่รัก ซึ่งวัยรุ่นบางคู่อาจมีการประพฤติตนในการแสดงความรักอย่างเปิดเผยต่อสาธารณชน หรือการพบปะกันตามลำพังจึงทำให้เกิดโอกาสเสี่ยงต่อการมีเพศสัมพันธ์ตามมาได้ ในขณะที่วัยรุ่นชายมีเพศสัมพันธ์ได้โดยไม่มีความรักแต่วัยรุ่นผู้หญิงมีเพศสัมพันธ์เพราะความรัก, วัยรุ่นชายมองการมีเพศสัมพันธ์ว่าเป็นการหาความสุขร่วมกันและไม่ต้องผูกพันแต่วัยรุ่นหญิงเมื่อมีเพศสัมพันธ์กับชายใดจะต้องการมีความผูกพันกับชายคนนั้น,หลังจากมีเพศสัมพันธ์วัยรุ่นชายไม่ได้คิดว่าจะต้องมีความผูกพันอะไรต่อไปขณะที่วัยรุ่นหญิงคิดว่าเมื่อมีเพศสัมพันธ์กันแล้วเธอจะต้องมีความผูกพันกับชีวิตเขา จึงเรียกความรับผิดชอบจากผู้ชาย และอาจเนื่องมาจากพฤติกรรมทางเพศของวัยรุ่นเพศชายและวัยรุ่นเพศหญิงยุคนี้ ออกนอกกรอบดั้งเดิมมากขึ้นทุกที เช่นการเลือกคู่ครองจะถือเอา ความรัก เป็นสำคัญ ไม่ชอบการคลุมถุงชน การคบเพื่อนต่างเพศเป็นไปอย่างอิสรเสรี เพราะเห็นว่า ไม่ใช่เรื่อง น่าละอายหญิงสาวให้ความสำคัญในการครองตัว เป็นหญิงพรหมจรรย์ถึงวันแต่งงานน้อยลง ประกอบกับ ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องในเรื่องเพศทำให้วัยรุ่นมีพฤติกรรมทางเพศที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม เช่น การมีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควร การสำส่อนทางเพศ การเบี่ยงเบนทางเพศ เช่นการรักร่วมเพศเป็นต้นและเกิดปัญหาต่างๆ ตามมา เช่น การเป็นโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์การตั้งครรภ์ที่ไม่พึงประสงค์ และปัญหาการทำแท้ง ฯลฯ (นลินี มกรเสน, 2545) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุพัตรา พรหมเรนทร์ (2550) ได้ศึกษาพฤติกรรมการเสี่ยงทางเพศของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒปทุมวัน กรุงเทพมหานคร พบว่า ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่มีเพศ ระดับการศึกษาต่างกัน จะมีพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ กองแก้ว ย้วนบุญหลิม (2551) ได้ศึกษาพฤติกรรมทางเพศของพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จังหวัดฉะเชิงเทรา ผลการศึกษาพบว่า เพศ ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมทางเพศของพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จังหวัดฉะเชิงเทราสอดคล้องกับงานวิจัยของ นันทวัน ยันตดิลก (2548-2551) ได้ศึกษาสถานะสุขภาพเยาวชนไทยโดยสำรวจ

พฤติกรรมเสี่ยงของเยาวชนอายุ 15-24 ปีจำนวน 149 คนในช่วง 15 สิงหาคม - 10 กันยายน 2551โดยการใช้แบบสอบถามที่ให้ตอบเองพบว่าวัยรุ่นร้อยละ 65 เคยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ร้อยละ 62 มีประสบการณ์ทางเพศร้อยละ 41 สูบบุหรี่และร้อยละ 15 ใช้สารเสพติดผู้ชายมีพฤติกรรมเสี่ยงสูงกว่าผู้หญิงเกือบทุกเรื่อง

อายุ ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงเป็นไปตามสมมติฐาน อาจเนื่องมาจาก วัยรุ่นเป็นวัยที่อยากรู้ อยากเห็น อยากลอง อยากทำในสิ่งที่ตนไม่เคยทำ มีความคึกคะนองในตนเอง สิ่งเหล่านี้จึงอาจทำให้วัยรุ่นมีโอกาสเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์มากกว่าช่วงวัยอื่น จากทฤษฎีจิตวิทยาพัฒนาการทางเพศของ ซิกมันด์ฟรอยด์ (Freud) กล่าวว่า วัยรุ่นเป็นวัยที่อยู่ในระยะขอการบรรลุวุฒิภาวะทางเพศ วัยรุ่นจะไม่สามารถเก็บความรู้สึกทางเพศไว้ได้ เนื่องจากมีแรงขับดันทางเพศมากขึ้น จึงมักมีการสำเร็จความใคร่ด้วยตนเอง และเริ่มหาความพึงพอใจเพศตรงข้ามเริ่มมีการติดต่อกับเพศตรงข้าม เนื่องจากวัยนี้จะมีความอิสระจากบิดา มารดาซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กองแก้ว ย้วนบุญหลิม (2551) ได้ศึกษาพฤติกรรมทางเพศของพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จังหวัดฉะเชิงเทรา ผลการศึกษาพบว่า อายุ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมทางเพศของพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จังหวัดฉะเชิงเทราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (r = 0.129) สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมบุญ ศิลป์รุ่งธรรม และมยุรี ถนอมสุข (2553) ได้ศึกษาพฤติกรรมทางเพศของนิสิตปริญญาตรี สาขาพลศึกษาและสุขศึกษา ชั้นปี ที่ 1 - 3 ปี การศึกษา 2553 คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ผลการศึกษาพบว่า มีพฤติกรรมทางเพศ อยู่ในระดับดี นิสิตที่มีการวางตัวต่อเพศตรงข้าม สถานภาพสมรสของบิดามารดาหรือผู้ปกครอง และรายได้ต่อเดือนต่างกันมีพฤติกรรมทางเพศไม่แตกต่างกัน นิสิตที่มีเพศ อายุ ชั้นปี ที่ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สภาพการพักอาศัย พฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของเพื่อนสนิท การอบรมเลี้ยงดู การรับสื่อที่ กระตุ้นความรู้สึกทางเพศ พฤติกรรมการดื่มสุรา พฤติกรรมการเที่ยวสถานเริงรมย์ ความรู้เรื่องเพศ และค่านิยมทางเพศต่างกันมีพฤติกรรมทางเพศแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ลักษณะที่อยู่อาศัย พบว่า ลักษณะที่อยู่อาศัยแบบหอพัก ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงเป็นไปตามสมมติฐาน อาจเนื่องมาจาก ปัจจุบันพบการอยู่อาศัยในที่พัก บางลักษณะได้กลายเป็นสถานที่เอื้อให้เกิดปัญหาพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ โดยเฉพาะวัยรุ่น บางกลุ่มที่อยู่ในวัยกำลังศึกษาเล่าเรียน และมีความจำเป็นที่ต้องเช่าที่อยู่อาศัย เพื่อความสะดวกในการเดินทางมาเรียน ด้วยเหตุนี้จึงต้องดูแลตนเองและขาดการดูแลอย่างใกล้ชิดจากพ่อแม่ ผู้ปกครอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อิสระ ทองสามสี (2550) การศึกษาค่านิยมการรักนวลสงวนตัว การมีกิ๊ก และการใช้ชีวิตคู่แบบอยู่ก่อนแต่งของนิสิตนักศึกษาสถาบันอุดมศึกษาของรัฐในจังหวัดสงขลา ผลการศึกษาพบว่า พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างค่านิยมการรักนวลสงวนตัวกับเพศ ภูมิลำเนาตามทะเบียนบ้าน ที่พักอาศัย ของนิสิตนักศึกษาระหว่างเรียน กิจกรรมยามว่าง และสิ่งอำนวยความสะดวกที่มี สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมบุญ ศิลป์รุ่งธรรม และมยุรี ถนอมสุข (2553) ได้ศึกษาพฤติกรรมทางเพศของนิสิตปริญญาตรี สาขาพลศึกษาและสุขศึกษา ชั้นปี ที่ 1 - 3 ปี การศึกษา 2553 คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ผลการศึกษาพบว่า มีพฤติกรรมทางเพศ อยู่ในระดับดี นิสิตที่มีการวางตัวต่อเพศตรงข้าม สถานภาพสมรสของบิดามารดาหรือผู้ปกครอง และรายได้ต่อเดือนต่างกัน มีพฤติกรรมทางเพศไม่แตกต่างกัน นิสิตที่มีเพศ อายุ ชั้นปี ที่ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สภาพการพักอาศัย พฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของเพื่อนสนิท การอบรมเลี้ยงดู การรับสื่อที่ กระตุ้นความรู้สึกทางเพศ พฤติกรรมการดื่มสุรา พฤติกรรมการเที่ยวสถานเริงรมย์ ความรู้เรื่องเพศ และค่านิยมทางเพศต่างกัน มีพฤติกรรมทางเพศแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุดมพร ยิ่งไพบูลย์สุข และเปรมวดีคฤหเดช (2554) ได้ศึกษาเพศวิถีของนักศึกษาในเขตรัตนโกสินทร์กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาเพศหญิงและนักศึกษาชายมีค่านิยมทางเพศในเชิงลบ คิดเป็นร้อยละ 74.62 และร้อยละ 69.12 ตามลำดับ พฤติกรรมทางเพศ ผลการศึกษาพบว่า พฤติกรรมทางเพศที่นักศึกษาปฏิบัติเป็นบางครั้ง ได้แก่ การพูดคุยเรื่องเพศได้อย่างเปิดเผยกับคนทั่วไปการถ่ายรูปการถ่ายวีดีโอหรือคลิปเซ็กซี่/โป๊ มีจำนวนมากที่สุด ร้อยละ 73.00 มีการสำเร็จความใคร่ด้วยตนเองร้อยละ 72.25 และมีการดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เช่น สุราเบียร์ไวน์เหล้าปั่นร้อยละ 45.75 ดังนั้น นักศึกษาจึงมีเพศวิถีไม่สอดคล้องกับวัฒนธรรมไทย 3) เปรียบเทียบค่านิยมทางเพศของนักศึกษาเพศชายกับเพศหญิง นักศึกษาที่พักอาศัยกับบิดามารดาผู้ปกครองหรือญาติกับนักศึกษาที่อยู่หอพักหรือเช่าบ้านอยู่ตามลำพังและนักศึกษาที่มีภูมิลำเนาอยู่กรุงเทพมหานครกับต่างจังหวัดพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บุคคลที่ท่านอาศัยด้วย พบว่า การอาศัยอยู่คนเดียว และการอาศัยอยู่กับเพื่อน ส่งผลต่อพฤติกรรมพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงเป็นไปตาม

สมมติฐาน อาจเนื่องมาจาก วัยรุ่นที่อยู่ตามลำพังจะปฏิบัติตนได้อย่างอิสรเสรี และเพื่อนก็ยังมีความสำคัญต่อชีวิตของวัยรุ่น เพราะเพื่อนจะมีอิทธิพลในเรื่องความคิด ความเชื่อตลอดจนให้คำปรึกษา หรือแนะนำในเรื่องต่างๆรวม ทั้งพฤติกรรมทางเพศ และอาจชักจูงไปในทางที่ดี และไม่ดี สุพัตรา สุภาพ (2540) กล่าวว่า กลุ่มเพื่อนเป็นกลุ่มที่มีความสำคัญมากที่สุด โดยเฉพาะสังคมปัจจุบันที่บุคคลมักยึดเอาเพื่อนเป็นแนวทางในการปฏิบัติตาม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณฐาภพ ระวะใจ (2554) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมป้องกันการเสี่ยงทางเพศของนักศึกษาในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2553 จากสถานศึกษา 21 แห่ง จำนวน 34,958 คน ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาที่มีอิทธิพลจากกลุ่มเพื่อนต่อพฤติกรรมทางเพศแตกต่างกัน มีพฤติกรรมการป้องกันการเสี่ยงทางเพศแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ วัชราภรณ์บัตรเจริญ, ปาหนัน พิชยภิญโญ และอาภาพร เผ่าวัฒนา (2555) ได้ศึกษาปัจจัย ที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนไทยชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการศึกษาพบว่า เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพบว่าอายุและการอาศัยอยู่กับญาติและบุคคลอื่น มีความสัมพันธ์ทางบวกกับพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศ ($p < 0.001$) แต่ผลการเรียนและการอาศัยอยู่กับบิดาและมารดามีความสัมพันธ์ทางลบกับพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.01$ และ 0.02 ตามลำดับ)

2. ต้นทุนชีวิต ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงเป็นไปตามสมมติฐานอาจเนื่องมาจาก โลกของยุคเทคโนโลยีในปัจจุบันที่ทำให้ชีวิตผู้คนมีความเป็นวัตถุนิยมมากขึ้น ห่างไกลจากธรรมชาติ ต้องแย่งกันอยู่ ต้องแย่งกันกิน แย่งกันเรียน แย่งกันทำมาหากิน สิ่งเหล่านี้จึงทำให้ต้นทุนชีวิตของแต่ละคนถูกบั่นทอนลดลงไปเรื่อย ๆ แต่จริง ๆ แล้วคนทุกคนเกิดมาย่อมมีต้นทุนชีวิตอยู่ในระดับหนึ่ง ทั้งต้นทุนชีวิตภายนอกและต้นทุนชีวิตภายใน ต้นทุนชีวิตจะเพิ่มมากขึ้นตามการเลี้ยงดูของพ่อแม่ สิ่งแวดล้อมที่ดี และความใกล้ชิดกับธรรมชาติ ถ้าต้นทุนชีวิตอ่อนแอจะมีปัญหาเกิดขึ้นตามมามากมาย เช่น พฤติกรรมการมีเพศสัมพันธ์ก่อนวัยอันควรแล้วก็อาจจะเกิดพฤติกรรมการมีเพศสัมพันธ์ที่ไม่เหมาะสมตามมาด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุริยเดว ทรีปาตี, พรรณนิภา สังข์ทอง และสิริวิมล ศาลาจันทร์ (2556) ได้ศึกษาโครงการศึกษาสภาวการณ์ต้นทุนชีวิตนักเรียนมัธยมทั่วประเทศ ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนในนักเรียนระดับมัธยมจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เก็บข้อมูลจำนวน 12,200 ผลรวมคะแนนเฉลี่ยของทุกตัวชี้วัดในพลังนั้นได้ค่าต่ำที่สุดคือพลังชุมชนที่ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 64.04 ในขณะที่พลังครอบครัวได้รับ การประเมินดีที่สุดกล่าวคือ ได้ค่าเฉลี่ยของพลังเท่ากับร้อยละ 76.50 เมื่อประมวลผลตามต้นทุนชีวิตที่อ่อนแอที่สุด 5 ลำดับแรกคือลำดับที่ 1.แลกเปลี่ยนเรียนรู้เรื่องราวเกี่ยวกับสื่อร้อยละ 53.13 ลำดับที่ 2. ชุมชนเห็นคุณค่าร้อยละ 55.92 ลำดับที่ 3. บำเพ็ญประโยชน์ร้อยละ 56.74 ลำดับที่ 4. กล้าเสนอความคิดเห็นร้อยละ 58.31 และลำดับที่ 5.ทบทวนบทเรียน ร้อยละ 58.9โดยที่ 3 ลำดับแรกมีค่าต่ำที่สุดในทกๆภาค สอดคล้องกับงานวิจัยของ เมวิกา เกิดด้วยทอง (2556) การศึกษาต้นทุนชีวิตของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีวิทยา 2 ปีการศึกษา 2556 ผลการศึกษาพบว่า ต้นทุนชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีวิทยา 2 มีต้นทุนชีวิตที่ดีไปสู่ต้นทุนชีวิตที่ต่ำดังนี้ ต้นทุนชีวิตพลังครอบครัว ร้อยละ 82.75 ต้นทุนชีวิตพลังตัวตน ร้อยละ 72.03 ต้นทุนชีวิตพลังเพื่อนและกิจกรรมร้อยละ 71.05 ต้นทุนชีวิตพลังปัญญา ร้อยละ 69.32 ต้นทุนชีวิตพลังชุมชน ร้อยละ 60.93 ต้นทุนชีวิตของผู้ปกครองนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีวิทยา 2 มีต้นทุนชีวิตที่ดีไปสู่ต้นทุนชีวิตที่ต่ำ ดังนี้ พลังครอบครัว ร้อยละ 88.37 พลังปัญญา ร้อยละ 76.48 พลังตัวตน ร้อยละ 76.23 พลังเพื่อนและกิจกรรมร้อยละ 70.65 พลังชุมชน ร้อยละ 63.69 สอดคล้องกับงานวิจัยของ นัยนา หนูนิล และสายฝน เอกวรางกูร (2554) ได้ศึกษากระบวนการนโยบายสาธารณะ เพื่อการพัฒนาต้นทุนชีวิตเด็กและเยาวชนพบว่า เด็กและเยาวชนมีพฤติกรรมเสี่ยงมากที่สุด คือ ขาดการออกกำลังกาย การสูบบุหรี่ และพฤติกรรมทางเพศ คิดเป็นร้อยละ 7, 6.1, และ 5.9 ตามลำดับ และมีต้นทุนชีวิตด้านพลังครอบครัวมากที่สุด โดยรู้สึกว่าบ้านเป็นที่อบอุ่น ปลอดภัย ส่งเสริมการเรียน เอาใจใส่ และเป็นตัวอย่างที่ดีของลูก และพบว่ามีพลังตัวตนน้อยที่สุด ได้แก่ การให้ความสำคัญของศักดิ์ศรีความเป็นมนุษย์ กล้าคิด กล้าพูด กล้าทำในสิ่งที่ถูกต้อง ใช้สติแก้ปัญหาความขัดแย้ง พูดความจริงและไม่ใช้ความรุนแรง

3. การเห็นคุณค่าในตนเอง ไม่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จึงไม่เป็นไปตามสมมติฐาน อาจเนื่องมาจาก นักศึกษามีการเห็นคุณค่าในตนเองสูง มีคนรักได้รับการยกย่องหรือประสบความสำเร็จในด้านดีเกิดความภาคภูมิใจในตนเองจึงทำให้การเห็นคุณค่าในตนเองไม่ส่งผลต่อพฤติกรรม การเห็นคุณค่าในตนเองเป็นความรู้สึกที่ดีต่อตนเอง ถ้าวัยรุ่นมีการเห็นคุณค่าในตนเองต่ำ จะทำให้เป็นคนที่มีพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศมากขึ้น โรเซ็นเบิร์ก (Rosenberg, 1965) กล่าวว่า การเห็นคุณค่าในตนเอง เป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นภายในตนเองเกี่ยวกับการยอมรับนับถือตนเอง เห็นคุณค่า และมีความเชื่อมั่นในตนเอง รวมทั้งประเมินตนเองทั้งทางบวกและทางลบ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องงานวิจัยของ พัชราภา ตันติชูเวช (2551) ได้ศึกษาการเห็นคุณค่าในตนเองของนักศึกษาที่มีประสบการณ์ เพศสัมพันธ์แบ

ข้ามคืน ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาที่มีประสบการณ์เพศสัมพันธ์แบบข้ามคืนทั้งเพศชายและเพศหญิงมีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองไม่แตกต่างกันกับนักศึกษาที่ไม่มีประสบการณ์เพศสัมพันธ์แบบข้ามคืน และไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณฐาภพ ระวะใจ (2554) ได้ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการป้องกันการเสี่ยงทางเพศของนักศึกษาในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า นักศึกษาทีมีการเห็นคุณค่าในตนเองแตกต่างกัน มีพฤติกรรมการป้องกันการเสี่ยงทางเพศแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. สถานศึกษาควรให้ความสำคัญสร้างเสริมพฤติกรรมป้องกันทางเพศ มีการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ เผยแพร่ข้อมูลข่าวสารเรื่องเพศ ผ่านสื่อต่างๆ เช่น การจัดนิทรรศการ กิจกรรมนิสิต บอร์ดประชาสัมพันธ์ ฯลฯ เพื่อส่งเสริมความรู้เรื่องเพศและปลูกฝังค่านิยมทางเพศที่ถูกต้องให้แก่นักศึกษา

2. ควรมีการบูรณาการสอดแทรกความรู้เรื่องเพศและค่านิยมทางเพศไว้ในรายวิชาต่าง ๆ เพื่อให้นักศึกษามีพฤติกรรมทางเพศที่ถูกต้องเหมาะสมกับขนบธรรมเนียมประเพณี และวัฒนธรรมของสังคมไทย

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาต่อไปว่ามีตัวแปรหรือปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศอีกหรือไม่ อะไรบ้างเพื่อป้องกันและลดปัญหาการเกิดพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศต่อไป

2. ควรมีการศึกษาพัฒนารูปแบบการจัดโปรแกรมสุขศึกษา ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมพฤติกรรมทางเพศที่ดีให้แก่นิสิตต่อไป

สรุปผลการวิจัย

1. จากการศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำ คิดเป็นร้อยละ 48.1 รองลงมาอยู่ในระดับปานกลางและระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 32.0 และ 19.9 ตามลำดับ

2. จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบว่า ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ ลักษณะที่อยู่อาศัย และบุคคลที่ท่านอาศัยอยู่ด้วยในปัจจุบัน และต้นทุนชีวิต ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05การเห็นคุณค่าในตนเอง ไม่ส่งผลต่อพฤติกรรมเสี่ยงในการมีเพศสัมพันธ์ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ อาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะอันเป็นแนวทางแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ยังเป็นผลให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงสมบูรณ์ ผู้ศึกษาขอกราบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ คณะกรรมการทุกท่าน นายแพทย์สุริยเดว ทรีปาตี ที่อนุญาตให้ใช้แบบสอบถาม นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก และทุกท่านที่ได้ให้การช่วยเหลือและสนับสนุนรวมทั้งที่ได้อนุญาตให้ผู้ศึกษาทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จนทำให้การวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กองแก้ว ย้วนบุญหลิม. (2551). **พฤติกรรมทางเพศของพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จังหวัดฉะเชิงเทรา**. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาสุขศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ณฐาภพ ระวะใจ. (2554). **ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมป้องกันการเสี่ยงทางเพศของนักศึกษาในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาสุขศึกษา).บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นลิน มกรเสน. (2545). **ปัญหา Free Sex ของวัยรุ่น.** เข้าถึงได้จาก: http://bbznet.pukpik.com /scripts2/ view. php? user=svcguidance&board=11&id=65&c=1&order=numview. (วันที่ค้นข้อมูล: 2 ธันวาคม 2557).

นันทวัน ยันตดิลก. (2551). **การศึกษาสถานสุขภาพเยาวชนไทย กลุ่มอายุ 15 – 24 ปีจากการวิเคราะห์ข้อมูลการสำรวจโดยสถาบันศึกษา องค์กรที่ทำงานเกี่ยวข้องกับเยาวชน ในช่วงปี 2548-2551.** มปท.

นัยนา หนูนิล และ สายฝน เอกวรางกูร. (2554). กระบวนการนโยบายสาธารณะเพื่อการพัฒนาต้นทุนชีวิตเด็กและเยาวชน. **วารสารสภาการพยาบาล**, ปีที่26 (ฉบับพิเศษ): 30-43.

พัชราภา ตันติชูเวช. (2551). **การเห็นคุณค่าในตนเองของนักศึกษาที่มีประสบการณ์เพศสัมพันธ์แบบข้ามคืน**. การค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

เมวิกา เกิดด้วยทอง. (2556). **การศึกษาต้นทุนชีวิตของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสตรีวิทยา 2 ปีการศึกษา 2556**. ปริญญานิพนธ์วิทยาศษสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาสุขศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วัชราภรณ์ บัตรเจริญ ปาหนัน พิชยภิญโญ และ อาภาพร เผ่าวัฒนา. (2555). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมเสี่ยงทางเพศของนักเรียนไทยชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. **วารสารสาธารณสุขศาสตร์**, ปีที่ 42 (ฉบับที่1): 29–39.

สมบุญ ศิลป์รุ่งธรรม และ มยุรี ถนอมสุข. (2553). **พฤติกรรมทางเพศของนิสิตปริญญาตรีสาขาพลศึกษาและสุขศึกษาชั้นปีที่ 1 - 3 ปีการศึกษา 2553 คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนาศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต**(**สาขาพลศึกษาและสุขศึกษา). คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุพัตรา พรหมเรนทร์. (2550). **พฤติกรรมการเสี่ยงทางเพศของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน กรุงเทพมหานคร.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาวิชาสุขศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สุริยเดว ทรีปาตี พรรณนิภา สังข์ทอง และ สิริวิมล ศาลาจันทร์. (2556). โครงการศึกษาสภาวการณ์ต้นทุนชีวิตนักเรียนมัธยมทั่วประเทศ.**วารสารกุมารเวชศาสตร์**, ปีที่56 (ฉบับที่ 1): 36–42.

อนงค์ ประสาธน์วนกิจ. (2552). **ศึกษาความเชื่อเกี่ยวกับเพศสัมพันธ์และรูปแบบพฤติกรรมทางเพศของวัยรุ่นและเยาวชนในสถานศึกษาจังหวังสงขลา.** วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต(สาขาวิชาการพยาบาลจิตเวช). คณะพยาบาลศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อัมพร เบญจพลพิทักษ์. (2550). **พฤติกรรมทางเพศของวัยรุ่น**. เข้าถึงได้จาก:http://www.ricd.go.th/smartteen/p2teen.php. (วันที่ค้นข้อมูล: 23 กันยายน 2557).

อิสระ ทองสามสี. (2550). การศึกษาค่านิยมการรักนวลสงวนตัว การมีกิ๊ก และการใช้ชีวิตคู่แบบอยู่ก่อนแต่งของนิสิตนักศึกษาสถาบันอุดมศึกษาของรัฐในจังหวัดสงขลา. **วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์,** ปีที่16 (ฉบับที่ 2): 331-346.

อุดมพร ยิ่งไพบูลย์สุข และ เปรมวดี คฤหเดช. (2554). **เพศวิถีของนักศึกษาในเขตรัตนโกสินทร์กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา**. กรุงเทพ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก
The factor affect of consuming behavior thai food of students in Pibulsongkram Rajabhat Univesity Phitsanulok

ภรณ์ทิพย์ ศิริพันธุ์ สุรีพร มีสกุล สุรีรัตน์ โพธิชัย อรรถพล รอดแก้ว นิธิพงศ์ ศรีเบญจมาศ และ ยุวดี ตรงต่อกิจ*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: ytrongtokit@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงสำรวจนี้มุ่งศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของนักศึกษามหาวิทยาลัย ราชภัฏพิบูลสงคราม กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา จำนวน 400 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 20 ปี กำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 3 ศึกษาอยู่คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ และมีรายได้อยู่ในช่วง 3,001-6,000 บาทต่อเดือน มีความรู้เกี่ยวกับการบริโภคอาหารไทยอยู่ในระดับสูง มีการรับรู้ประโยชน์ และการรับรู้อุปสรรคของการบริโภคอาหารไทย แรงขับภายในบุคคล การได้รับอิทธิพลระหว่างบุคคล และพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยอยู่ในระดับปานกลาง โดยการรับรู้ประโยชน์ และการรับรู้อุปสรรคของการบริโภคอาหารไทย ส่งผลเชิงบวกต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ : อาหารไทย ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภค นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

Abstract

The survey research aims for education the factor affect of consuming Behavior Thai Food of students in Pibulsongkram Rajabhat University. The sample size was 400 students. Data was obtained by the questionnaire. Data was analyzed by the frequency, percentage, mean, standard and multiple regressions. The findings revealed that most of the students were female with an average age of 20 years, studying in 3rd of the faculty of humanities and social sciences and their revenues in the range of 3,001 to 6,000 baht monthly. The knowledge concerning of consuming Thai Food was in a high level. The perceived benefits and the perceived barriers of consuming Thai Food, the thrust internal, the interpersonal affect receiving and consuming behavior Thai Food were in a medium level. The perceived benefits and the perceived barriers of consuming Thai Food positive statistically significantly affected to the consuming behavior Thai Food at the 0.05 level.

keywords : Thai food, the factor affect of consuming behavior, students in Pibulsongkram Rajabhat University

บทนำ

เยาวชนไทยนิยมรับประทานอาหารของชาติตะวันตกประเภทที่มีแป้ง น้ำตาล ไขมัน ในระดับสูง แต่มีเส้นใยอาหารต่ำ (สุวรรณา เรืองกาญจนเศรษฐ์, 2547) ส่งผลให้เกิดภาวะโภชนาการขาดสมดุล รายงานของวิมล หาขุน (2557) พบว่าวัยรุ่นหญิง ร้อยละ 58.2 และวัยรุ่นชาย ร้อยละ 33.5 เป็นโรคอ้วน เนื่องจากบริโภคอาหารผิดส่วน การปรับเปลี่ยนหรือส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพเกี่ยวกับการบริโภคอาหารที่ถูกต้องให้เกิดกับวัยรุ่นเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งซึ่งต้องพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ เช่น การขาดความรู้ในการเลือกรับประทานอาหาร ฐานะครอบครัว สังคม สิ่งแวดล้อม และสื่อโฆษณา อีกทั้งวัยรุ่นมักนิยมกินอาหารตามแฟชั่น ชอบกินตามกลุ่มนิยม ชอบกินจุกจิก และไม่ค่อยรับประทานอาหารมื้อหลัก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นอาหารไทย

ประเภทอาหารคาวหรืออาหารชุด ที่มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวนี้ ส่งผลให้วัยรุ่นมีความเสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพได้

อาหารไทยประเภทอาหารคาวและอาหารชุด (วิมล หาขุน, 2557) ถูกจัดเป็นอาหารมื้อหลักของคนไทยเพราะเป็นอาหารที่ให้พลังงานต่ำ เช่น ต้มยำกุ้ง แกงจืดตำลึง สะเดาน้ำปลาหวาน แกงเลียง แกงส้มดอกแค เป็นต้น มีคุณค่าทางโภชนาการที่ครบถ้วน มีส่วนประกอบของสมุนไพร และเครื่องเทศที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย นอกจากนี้ อาหารไทยประเภทดังกล่าว ยังใช้วัตถุดิบทั้งเป็นพืช ผัก พื้นบ้านที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ มีกากใยสูง และปลอดภัยต่อสารเคมีกำจัดแมลง สมควรส่งเสริมให้วัยรุ่นเห็นความสำคัญและบริโภคอาหารไทยให้มากขึ้นเพื่อเป็นผู้ที่มีภาวะโภชนาการที่ดี

จากข้อมูลข้างต้น คณะผู้วิจัย จึงสนใจศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของนักศึกษา เพื่อต้องการทราบพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยโดยทั่วไปของนักศึกษาที่ส่วนใหญ่อยู่หอพัก อยู่บ้านญาติ เป็นอิสระจากพ่อแม่ สามารถตัดสินใจและเลือกบริโภคอาหารได้ตามความต้องการของตน รวมทั้งต้องการศึกษาว่าปัจจัยใดบ้างที่ส่งเสริมสนับสนุนพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของนักศึกษา ผลการศึกษาจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ทำให้ทราบถึงปัจจัยด้านความรู้ และการรับรู้เกี่ยวกับการบริโภคอาหารไทย ปัจจัยสนับสนุนการบริโภคอาหารไทย และพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับใด ซึ่งข้อมูลนี้จะเป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยน ส่งเสริมพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของเยาวชน เพื่อสร้างเสริมคุณภาพชีวิตที่ดีสามารถประกอบการงานที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง สังคม และประเทศชาติสืบต่อไป

การวิจัยนี้มีสมมติฐาน คือ ปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยด้านความรู้และการรับรู้เกี่ยวกับการบริโภคอาหารไทย และปัจจัยสนับสนุนการบริโภคอาหารไทย ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก

วิธีการดำเนินงาน

รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงสำรวจ มีวิธีการดำเนินงานดังนี้

1. ประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 - 4 ภาคเรียนปกติ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามประจำปีการศึกษา 2557 จำนวน 10,815 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 386 คน ซึ่งได้จากการคำนวณหาขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตร ทาโร ยามาเน่ (Taro Yamane, 1973 อ้างใน ธีรวุฒิ เอกะกุล, 2543) แต่กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็น 400 คน เนื่องจากป้องกันการสูญหาย เสียหายของแบบสอบถาม และใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน
3. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยตัวแปรอิสระ ได้แก่ ปัจจัยส่วนบุคคล (เพศ อายุ ชั้นปีที่กำลังศึกษา คณะที่กำลังศึกษา และรายได้เฉลี่ยต่อเดือน) ปัจจัยด้านความรู้และการรับรู้ (ความรู้เกี่ยวกับการบริโภคอาหารไทย การรับรู้ประโยชน์ และการรับรู้อุปสรรคของการบริโภคอาหารไทย) และปัจจัยสนับสนุน (แรงขับภายในบุคคลต่อการบริโภคอาหารไทย และการได้รับอิทธิพลระหว่างบุคคลที่มีต่อการบริโภคอาหารไทย) และตัวแปรตาม คือ พฤติกรรมการบริโภคอาหารไทย
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถามที่คณะวิจัยดัดแปลงมาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีทั้งหมด 7 ตอน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไป ความรู้เกี่ยวกับการบริโภคอาหารไทย การรับรู้ประโยชน์ของอาหารไทย การรับรู้อุปสรรคของการบริโภคอาหารไทย แรงขับภายในบุคคลต่อการบริโภคอาหารไทย การได้รับอิทธิพลระหว่างบุคคลที่มีต่อการบริโภคอาหารไทย และพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทย ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้ (1) ข้อคำถามแต่ละข้อมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.66-1 (2) ค่าอำนาจจำแนกรายข้อของแบบสอบอยู่ระหว่าง 0.208-0.773 (3) ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามความรู้คำนวณโดยสูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน มีค่าเท่ากับ 0.824 และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยด้านการรับรู้ ปัจจัยสนับสนุน และพฤติกรรมการบริโภคได้ค่าความเชื่อมั่นอยู่ระหว่าง 0.790 – 0.886

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 80) มีอายุเฉลี่ย 20 ปี (ร้อยละ 37.7) กำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 3 (ร้อยละ 37) ศึกษาอยู่คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (ร้อยละ 30.5) และมีรายได้อยู่ในช่วง 3,001 - 6,000 บาทต่อเดือน (ร้อยละ 70) (ตารางที่ 1)

กลุ่มตัวอย่างส่วนมากมีความรู้เกี่ยวกับการบริโภคอาหารไทยอยู่ในระดับสูง (ตารางที่ 2) โดยข้อคำถามที่กลุ่มตัวอย่างตอบถูกมากที่สุด คือ เครื่องเทศที่ใช้ในอาหารไทยส่วนใหญ่มีสรรพคุณทางยา เช่น กระเทียม ช่วยลดระดับไขมันในเส้นเลือด ขิง ช่วยขับลม เป็นต้น รองลงมา คือ อาหารชุด คือ อาหารที่มีตั้งแต่ 2 อย่างขึ้นไป เช่น น้ำพริกกะปิผักลวก สะเดา

น้ำปลาหวาน ขนมจีนน้ำเงี้ยว เป็นต้น และอาหารไทยมีวัตถุดิบปรุงแต่งเฉพาะตัว คือ มีสมุนไพรใช้เป็นวัตถุดิบในการปรุงแต่ง เช่น ขิง ตระไคร้ หัวหอม เป็นต้น ตามลำดับ ส่วนข้อคำถามที่กลุ่มตัวอย่างตอบถูกน้อยที่สุด คือ อาหารไทยแบ่งออกเป็น 5 ประเภท คือ อาหารคาว อาหารชุด อาหารจานเดียว อาหารว่าง และอาหารหวาน รองลงมา คือ อาหารไทยประเภทอาหารคาวและอาหารชุด มีพืช ผัก สมุนไพร และเส้นใยอาหารช่วยในการป้องกันโรคภัยไข้เจ็บ เช่น แกงป่า น้ำพริกผักจิ้ม เป็นต้น และแกงจืดเป็นแกงที่ใช้เวลาในการต้มนานและมีขั้นตอนมาก ตามลำดับ

กลุ่มตัวอย่างมีการรับรู้ถึงประโยชน์ของอาหารไทย และแรงขับภายในบุคคลในการบริโภคอาหารไทยอยู่ในระดับมาก และมีการรับรู้อุปสรรคของการบริโภคอาหารไทยอยู่ในระดับปานกลาง ในขณะที่การได้รับอิทธิพลระหว่างบุคคล และพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยอยู่ในระดับน้อย (ตารางที่ 3)

ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ พบว่า การรับรู้ถึงประโยชน์ของอาหารไทย และการรับรู้อุปสรรคของการบริโภคอาหารไทย ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 1 ลักษณะของข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง (n = 400)

ลักษณะข้อมูลทั่วไป	จำนวนคน (n = 400)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	120	20.0
หญิง	270	80.0
อายุ(ปี)		
18	26	6.5
19	98	24.5
20	151	37.7
21	99	24.8
22	22	5.5
23	4	1.0
$\overline{X}$ = 20.01 S.D. = 1.032 Min = 18 Max = 23		
ชั้นปีการศึกษา		
ชั้นปีที่ 1		28.5
ชั้นปีที่ 2	114	25.7
ชั้นปีที่ 3	103	37.0
ชั้นปีที่ 4	148	8.8
คณะที่กำลังศึกษาอยู่	35	
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี		15.5
ครุศาสตร์	55	13.3
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	53	30.5
วิทยาการจัดการ	122	27.7
เทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร	118	5.0
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม	20	8.0
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน	32	
น้อยกว่า 3,000 บาท		11.7
3,001 – 6,000 บาท	47	70.0
6,001 – 9,000 บาท	280	12.0
9,001 – 12,000 บาท	48	4.8
12,001บาทขึ้นไป	19	1.5
$\overline{X}$ = 5282.20 S.D. = 2159.097 Min = 2,000 Max = 15,000	6	

ตารางที่ 2 ภาพรวมการวิเคราะห์ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับการบริโภคอาหารไทยของกลุ่มตัวอย่าง (n=400)

ระดับความรู้	ช่วงคะแนน	จำนวนคน (n = 400)	ร้อยละ
ระดับสูง	11 – 15	221	55.5
ระดับปานกลาง	6 – 10	139	34.5
ระดับต่ำ	0 – 5	40	10.0
$\overline{X}$ = 10.49 S.D. = 3.62391 Min = 5 Max = 15			

ตารางที่ 3 ภาพรวมการวิเคราะห์ข้อมูลการรับรู้ประโยชน์ การรับรู้อุปสรรค แรงขับภายในของบุคคลต่อการบริโภคอาหารไทย อิทธิพลระหว่างบุคคลที่มีต่อการบริโภคอาหารไทย และพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทย (n=400)

ตัวแปรที่ศึกษา	$\overline{X}$	S.D.	ระดับ
การรับรู้ถึงประโยชน์ของอาหารไทย	3.83	0.812	มาก
การรับรู้อุปสรรคการบริโภคอาหารไทย	3.39	0.941	ปานกลาง
แรงขับภายในต่อบุคคลของการบริโภคอาหารไทย	3.90	0.799	มาก
อิทธิพลระหว่างบุคคลที่มีต่อการบริโภคอาหารไทย	2.53	1.007	น้อย
พฤติกรรมการบริโภคอาหารไทย	2.48	0.823	น้อย

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (n=400)

ตัวแปรอิสระ	b	SE_b	Beta	t	Sig
การรับรู้ประโยชน์	0.243	0.081	0.146	2.997	0.003
การรับรู้อุปสรรค	0.293	0.059	0.240	4.942	0.000
Constant (a) = 29.392	R = 0.302	R^2 = 0.091	Adjust R^2 = 0.086	F = 19.853	

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาพบว่า ตัวอิสระ 2 ตัวแปร จากทั้งหมด 5 ตัวแปร ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ การรับรู้ถึงประโยชน์ของการบริโภคอาหารไทย และการรับรู้อุปสรรคของการบริโภคอาหารไทย โดยสามารถทำนายพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของกลุ่มตัวอย่างได้ร้อยละ 9.1 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

การรับรู้ถึงประโยชน์ของการบริโภคอาหารไทยส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีส่งเสริมสุขภาพ (สมนึก แก้ววิไล, 2552) ที่ว่าด้วยการรับรู้ประโยชน์ส่งผลต่อการปฏิบัติพฤติกรรมโดยบุคคลจะกระทำพฤติกรรมใดๆ ขึ้นอยู่กับประโยชน์ที่เคยได้รับหรือผลของการปฏิบัติซึ่งคือการเสริมแรงของการกระทำพฤติกรรมนั้นๆ ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของศศิกานต์ ศรีมณี และชนิดา มัททวางกูร (2556) ที่พบว่ากลุ่มตัวอย่างประชาชนมีระดับการรับรู้ประโยชน์ของอาหารที่ตักบาตรสัมพันธ์กับพฤติกรรมการถวายภัตตาหารแด่พระสงฆ์ของประชาชนในกรุงเทพมหานคร ซึ่งศศิกานต์ ศรีมณี และชนิดา มัททวางกูรได้อธิบายว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการรับรู้ประโยชน์ของอาหารที่ตักบาตรและการถวายภัตตาหารแด่พระสงฆ์เมื่อพิจารณาแบบสอบถามรายข้อในด้านการรับรู้ประโยชน์ของอาหารที่ตักบาตรและการถวายภัตตาหารแด่พระภิกษุสงฆ์ พบว่าประชาชนรับรู้ว่าการถวายอาหารที่มีไขมันที่ได้จากพืชดีกว่าการถวายอาหารที่มีไขมันที่ได้จากสัตว์อยู่ในระดับมาก และพบว่าประชาชนรับรู้ว่าการถวายอาหารที่มีคอเลสเตอรอลสูงทำให้พระภิกษุสงฆ์เสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจอยู่ในระดับมาก ส่วนในด้านการรับรู้ประโยชน์ของเครื่องดื่มที่ตัก

บาตรหรือถวายแด่พระภิกษุสงฆ์ พบว่าการถวายเครื่องดื่มชูกำลัง เช่น ลิโพ จะทำให้พระภิกษุสงฆ์มีร่างกายแข็งแรงอยู่ในระดับมาก ซึ่งเป็นการรับรู้ประโยชน์ที่ผิดอาจส่งผลเสียต่อภาวะสุขภาพของพระภิกษุสงฆ์ได้

การรับรู้อุปสรรคของการบริโภคอาหารไทยส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีส่งเสริมสุขภาพ (สมนึก แก้ววิไล, 2552) ซึ่งอธิบายถึงการรับรู้อุปสรรคต่อการกระทำที่ขัดขวางต่อพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพซึ่งมีผลต่อการลดความตั้งใจในการวางแผนที่จะทำพฤติกรรม ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของดารินทร์ ฤาชัย (2550) ที่พบว่า การรับรู้อุปสรรคในการบริโภคอาหารเพื่อส่งเสริมสุขภาพมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคอาหารของพยาบาลวิชาชีพ โดยดารินทร์ ฤาชัยอธิบายไว้ว่าบุคลากรโรงพยาบาลเมืองฉะเชิงเทราที่อาศัยอยู่ในที่อยู่ที่มีลักษณะแตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นบ้านเดี่ยว, ทาวน์เฮ้า/ ทาวน์โฮม, คอนโดมิเนียม/ อพาร์ตเมนท์, บ้านเช่า, อาคารพาณิชย์, หรือบ้านแฝด/ บ้านพักข้าราชการ ส่วนใหญ่จะมีรถจักรยานยนต์ หรือรถยนต์ส่วนตัวสามารถอานวยความสะดวกในการจัดหาอาหารเพื่อบริโภคได้โดยง่ายขึ้นอยู่กับการเลือกซื้อหรือเลือกรับประทานอาหารของแต่ละบุคคล และแบบแผนการบริโภคอาหารของแต่ละบุคคลมากกว่า

ตัวแปรอิสระ 3 ตัวแปร ที่ไม่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับการบริโภคอาหารไทย แรงขับภายในบุคคล และการได้รับอิทธิพลระหว่างบุคคล

ความรู้เกี่ยวกับการบริโภคอาหารไทยไม่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อาจเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม มีความรู้ระดับสูง แต่มีพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยอยู่ในระดับน้อย ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของเลิศศิริ เตโชอภิวัฒนากุล (2550) พบว่า ความรู้เกี่ยวกับการบริโภคอาหารไทยมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลในเขตกรุงเทพมหานคร โดยเลิศศิริ เตโชอภิวัฒนากุลอธิบายไว้ว่าความรู้ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการแสดงพฤติกรรมของบุคคลที่แตกต่างกัน

แรงขับภายในของบุคคลไม่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อาจเนื่องมาจาก กลุ่มตัวอย่างมีเจตคติ และความพึงพอใจในการเลือกบริโภคอาหารไทยอยู่ในระดับมากเพราะอาหารไทยเป็นอาหารประจำชาติที่มีรสชาติและมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ผลการวิจัยนี้ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของวิธี แจ่มกระทึก (2541) ที่พบว่า เจตคติ (แรงขับภายในของบุคคล) เกี่ยวกับการบริโภคอาหารจานด่วนมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคอาหารจานด่วน โดยวิธี แจ่มกระทึกอธิบายไว้ว่า เจตคติอยู่ระหว่างความรู้และการนำไปใช้ในการปฏิบัติซึ่งแสดงออกมาในรูปของความรู้สึกเจตคติเกี่ยวกับความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบเกี่ยวกับอาหารจะมีผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารชนิดนั้นๆ

การได้รับอิทธิพลระหว่างบุคคล (ครอบครัว เพื่อน และสื่อโฆษณา) ไม่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อาจเนื่องมาจากครอบครัวในปัจจุบันไม่นิยมทำอาหารรับประทาน เนื่องจากภาวะเศรษฐกิจและสังคมที่ทำให้ทุกคนในครอบครัวทุ่มเทเวลากับการทำงาน อีกทั้งโฆษณาประชาสัมพันธ์ชนิดและคุณค่าของอาหารไทยผ่านระบบสื่อโทรทัศน์และสื่ออินเตอร์เน็ตมีปริมาณน้อย ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของเบญจพร แก้วมีศรี (2551) ที่พบว่า อิทธิพลจากสื่อสารมวลชนไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการบริโภคอาหารกลุ่มตัวอย่างที่ส่วนใหญ่อยู่ในวัยผู้สูงอายุที่อาจจะไม่ได้มีการติดตามข้อมูลข่าวสาร การโฆษณาชวนเชื่อจากสื่อต่างๆให้เลือกซื้ออาหารเพื่อมาบริโภค หรือด้วยประสบการณ์ชีวิตที่ทำให้ไม่เชื่อในสื่อโฆษณาอย่างง่ายดาย

การรับรู้ประโยชน์ของอาหารไทยส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของนักศึกษามหาวิทยาลัยราช-ภัฏพิบูลสงคราม ดังนั้น การจัดทำโครงการให้ความรู้ด้านประโยชน์ของอาหารไทยแก่นักศึกษาสามารถใช้เป็นแนวทางในการสนับสนุนให้นักศึกษาได้รับประทานอาหารไทยที่มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน นอกจากนี้วิธีจัดการกับอุปสรรคของการบริโภคอาหารไทย เช่น ส่งเสริมสนับสนุนให้ร้านขายอาหารเพิ่มรายการอาหารไทยประเภทอาหารคาวและอาหารชุด และส่งเสริมสนับสนุนให้นักศึกษาเรียนรู้การปรุงอาหารไทยรับประทานเองจะเป็นการเพิ่มพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของนักศึกษาอีกแนวทางหนึ่งและหากมีการศึกษาเกี่ยวกับอาหารไทยในครั้งต่อไปควรศึกษาถึงปัจจัยสนับสนุนการบริโภคอาหารไทยเพื่อนำผลการศึกษาไปสนับสนุนการบริโภคอาหารไทยในกลุ่มเยาวชน วัยรุ่น ได้อย่างกว้างขวางมากยิ่งขึ้น

สรุปการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างนักศึกษามหาลัยราชภัฏพิบูลสงครามชั้นปีที่ 1 - 4 ปีการศึกษา 2557 ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 20 ปี เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 กำลังศึกษาอยู่คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ และมีรายได้ 3001-6000 บาทต่อเดือน มีพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยอยู่ในระดับน้อย ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ 2 ตัวแปรจาก 5 ตัวแปร คือ การรับรู้ประโยชน์ของอาหารไทย และการรับรู้อุปสรรคของการบริโภคอาหารไทยส่งผลพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์ และเจ้าหน้าที่สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ได้อบรมสั่งสอน ให้คำปรึกษา ให้คำแนะนำ สนับสนุนช่วยเหลือจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามทุกท่านที่ให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถาม

เอกสารอ้างอิง

กองบริการการศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. (2557). **สถิติจำนวนนักศึกษาปีการศึกษา** มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามเข้าถึงได้จาก : htt://reg.psru.c.th/phpcgi/sum_student/sum_std.html. (วันที่ค้นข้อมูล: วันที่14ตุลาคม พ.ศ.2557).

กองโภชนาการ, กรมอนามัย, (2543).**คุณค่าทางอาหาร** เข้าถึงข้อมูลได้จาก: htt://www.charme.in.th/. (วันที่ค้นข้อมูล: วันที่14 ตุลาคม พ.ศ.2557)

ดารินทร์ ฤาชัย. (2550). **ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารเพื่อส่งเสริมสุขภาพของพยาบาลวิชาชีพโรงพยาบาลสังกัดกระทรวงกลาโหมในเขตกรุงเทพมหานคร** ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (สาธารณสุขสตร์) สาขาวิชาเอกสุขศึกษาและพฤติกรรมศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย คณะสาธารณสุขสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2543). **ระเบียบวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมดนตรี อุบลราชธานี**. สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.

เบญจพร แก้วมีศรี. (2551). **พฤติกรรมการบริโภคอาหารของนักศึกษาหลักสูตรพยาบาลศาสตร์บัณฑิตวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีสุราษฎ์ธานี** พยาบาลศาสตรบัณฑิต วิทยาลัยพยาบาลบรมชนนี สุราษฎ์ธานี

เลิศศิริ เตโชอภิวัฒนกุล. (2550). **ความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมการบริโภคอาหารไทยของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราช มงคลในเขตกรุงเทพมหานคร.** บัณฑิตวิทยาลัยสาขาวิชา คหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิธี แจ่มกระทึก. (2541). **ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการบริโภคอาหารจานด่วนของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา กรุงเทพมหานคร.** ปริญญานิพนธ์ สาขาจิตวิทยาการแนะแนว มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

วิมลหาขุนทด. (2557). **ข้อมูลอาหารไทยเพื่อสุขภาพ.** เข้าถึงข้อมูลได้จาก : htt://drinkgalkalinewater.com#ixzz3G6PXgcp. (วันที่ค้นข้อมูล:วันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ.2557)

ศนิกานต์ ศรีมณี และชนิดา มัททวางกูร. (2556). **ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการบริโภคของพระภิกษุสงฆ์และพฤติกรรมการถวายภัตตาหารของประชาชนในเขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร.** คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม.

สุวรรณา เรืองกาญนาเศรษฐ์. (2547). **ความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมการบริโภคต่อภาวะโภชนาการของเด็กวัยรุ่นตอนต้น.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรมหาวิทยาลัยกรุงเทพฯ.

สมนึก แก้ววิไล. (2552). **ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการออกกำลังกายของนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร**. คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมของนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก
Factors affected on carbonated water consumptionbehavior of student of Pibulsongkram Rajabhat University Phitsanulok province

ตรีมาศ ขีดขั้น ปวีณา ครุฑธา สุณิสา แก้วสกุลณี สุวิมล ทองแกมแก้ว นิธิพงศ์ ศรีเบญจมาศ และ ยุวดี ตรงต่อกิจ*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: ytrongtokit@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามจำนวน 386 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนมากเป็นเพศหญิง มีอายุมากกว่า 20 ปี กำลังศึกษาอยู่ชั้นปีที่ 3 กำลังศึกษาอยู่คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์และดื่มน้ำอัดลมปริมาณ 250 มิลลิลิตรต่อวัน มีความรู้ การรับรู้โอกาสเสี่ยงและการรับรู้ความรุนแรงของโรค อยู่ในระดับมาก มีทัศนคติ การรับรู้ประโยชน์ของการป้องกันโรค การรับรู้อุปสรรคในการหลีกเลี่ยง สิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติ และพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลม อยู่ในระดับปานกลาง สำหรับปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมของกลุ่มตัวอย่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ได้แก่ ทัศนคติเกี่ยวกับการบริโภคน้ำอัดลม และสิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติเกี่ยวกับการบริโภคน้ำอัดลม

คำสำคัญ : น้ำอัดลม ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภค มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

Abstract

The purpose of this research to study the factors affected on carbonated water consumption behavior of students of Pibulsongkram Rajabhat University. The sample size was 386 students, andconducted by multistage sampling. The data was collected by using questionnaire and analyzed by frequency, percent, mean, standard deviation and stepwise multiple regression analysis. The results showed that the most of sample was female, 20 years old, 3rd year student in faculty of Humanities and Social Science and drank carbonated water volume of 250 ml. per day. The sample has high level of knowledge, perceived susceptibility and perceived severity. The sample has medium level of attitude, perceived benefit, perceived barriers, cues to action and carbonated water consumption behavior. The attitude and the cues to action statistically significant affected on carbonated water consumption behavior at level 0.05

keywords : carbonated water, factors affected consumption behavior, Pibulsongkram Rajabhat University

บทนำ

น้ำอัดลมเป็นเครื่องดื่มที่เด็กและผู้ใหญ่นิยมบริโภคเพื่อดับกระหาย โดยบริโภคหลังรับประทานอาหาร หลังออกกำลังกาย ดื่มในตอนเช้า ดื่มในงานเลี้ยงสังสรรค์ ดื่มขณะเล่นเกมส์ ชมภาพยนตร์ หรือดื่มเพื่อส่งชิงโชค ทั้งนี้เพราะสามารถหาซื้อได้ใกล้บ้าน และสะดวกพกพา (วราภรณ์วชิราตรีกุล, 2549) น้ำตาลเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ในน้ำอัดลม นอกจากนี้ยังมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และคาเฟอีน (ข้อมูลจากการสำรวจฉลากสินค้าในร้านสะดวกซื้อ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 10 ตุลาคม 2557) จากการเปรียบเทียบส่วนประกอบของเครื่องดื่ม พบว่าน้ำอัดลมมีน้ำตาลสูงมากกว่าเครื่องดื่มชนิดอื่นองค์การอนามัยโลกได้แนะนำการบริโภคน้ำตาลไม่ควรเกิน 6 ช้อนชา(กองโภชนาการ กรมอนามัย, 2557) จากการสำรวจขององค์การอนามัยโลก และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) พบว่า การบริโภคน้ำอัดลม 1 กระป๋อง (325 ซีซี) จะได้รับปริมาณน้ำตาลประมาณ34 - 41 กรัมหรือประมาณ 8.5 - 10.25 ช้อนชา ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่ควรได้รับต่อวัน (สสส., 2555:

ออนไลน์)กระทรวงสาธารณสุข พบคนไทยดื่มน้ำอัดลมทุกวัน บางครัวเรือนนิยมแช่น้ำอัดลมในตู้เย็นไว้ดื่มแทนน้ำเปล่า เพราะเชื่อว่าดื่มแล้วจะสดชื่นกว่าน้ำเปล่าทั่วไป ความเชื่อนี้เป็นการสร้างค่านิยมติดหวาน เพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรัง เช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ เป็นต้น (สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์และอาหาร, 2553 อ้างใน ช่อลดา เที่ยงพุก, 2554)

สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรคกระทรวงสาธารณสุขรายงานในปี 2556 คนไทยป่วยด้วยโรคเบาหวานโรคความดันโลหิตโรคหลอดเลือดสมอง เท่ากับ 1,081.25, 1,621.72และ366.81 ต่อแสนประชากรตามลำดับ และยังพบคนไทยที่เป็นโรคอ้วน 16 ล้านคน (สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค, 2556) การบริโภคน้ำอัดลมเสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ติดต่อดังกล่าวได้ และส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และคาเฟอีน ที่อยู่ในน้ำอัดลมยังก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพ เช่น ท้องอืด หรือแน่นท้อง ฟันผุ กระดูกพรุน ใจสั่น และปวดศีรษะ (ช่อลดา เที่ยงพุก, 2554)

ในกลุ่มประเทศอาเซียน พบสถิติการบริโภคน้ำอัดลมปริมาณสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ ประเทศไทยประเทศฟิลิปปินส์ประเทศสิงคโปร์ เท่ากับ 41.30, 31.30และ 26.55 ลิตร/คน/ปี ตามลำดับ (ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2554; ออนไลน์) ผลการสำรวจของชีวจิตโพลล์ ในปี 2549 ระบุว่าน้ำอัดลมเป็นหนึ่งในเครื่องดื่มที่ขาดไม่ได้ในเด็กและวัยรุ่น ซึ่งส่วนใหญ่เลือกบริโภคน้ำอัดลม มีส่วนน้อยที่เลือกดื่มเครื่องดื่มประเภทอื่น (กระทรวงสาธารณสุข, 2551) เครือข่ายเด็กไทยไม่กินหวานพบเด็กวัยเรียนและหนุ่มสาววัยทำงานในกรุงเทพมหานคร เชียงใหม่ ขอนแก่น ชลบุรี และสงขลา ร้อยละ 25 ดื่มน้ำอัดลมเกือบทุกวันถึงเป็นประจำทุกวัน และร้อยละ 50 ที่ดื่มมากกว่า 1 ขวดหรือกระป๋องต่อวันจากการศึกษาของ คริซซี่ สุขโข(2553) เรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกบริโภคเครื่องดื่มน้ำอัดลม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมของนักศึกษาส่วนใหญ่เพื่อแก้กระหาย คิดเป็นร้อยละ 36.08 รองลงมาคือ บริโภคเพราะราคาไม่แพงร้อยละ 18.57 และชอบดื่มจนติดเป็นนิสัยร้อยละ12.89แสดงให้เห็นว่าน้ำอัดลมเป็นทางเลือกทางหนึ่งผู้บริโภค จากข้อมูลเบื้องต้น ทำให้คณะวิจัยสนใจศึกษา ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลกเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อนักศึกษาในด้านการป้องกันโรคที่เกิดจากพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลม

การวิจัยนี้มีสมมติฐาน คือความรู้ ทัศนคติ การรับรู้โอกาสเสี่ยงของการเกิดโรคการรับรู้ความรุนแรงของโรคการรับรู้ประโยชน์ของการป้องกันโรคการรับรู้ต่ออุปสรรคในการหลีกเลี่ยงและสิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติ ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงสำรวจประชากรคือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1-4มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก ปีการศึกษา 2557 จำนวน 10,815คน กลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งหมด 386คน คำนวณโดยใช้สูตรของ Taro Yamane (Yamane, 1973 อ้างใน ธีระวุฒิ เอกะกุล, 2543) ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน

ตัวแปรต้น ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับน้ำอัดลมทัศนคติเกี่ยวกับน้ำอัดลม การรับรู้ความรุนแรงของโรคที่เกิดจากการบริโภคน้ำอัดลม การรับรู้ประโยชน์ของการป้องกันโรคที่เกิดจากการบริโภคน้ำอัดลม การรับรู้ต่ออุปสรรคในการหลีกเลี่ยงการบริโภคน้ำอัดลม และสิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติเกี่ยวกับการบริโภคน้ำอัดลมและตัวแปรตาม ได้แก่ พฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามจังหวัดพิษณุโลก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถามประยุกต์จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งออกเป็น 6 ส่วนได้แก่ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ความรู้เกี่ยวกับน้ำอัดลมทัศนคติเกี่ยวกับน้ำอัดลมการรับรู้ของบุคคลที่มีอิทธิพลต่อการปฏิบัติในการป้องกันโรค (รับรู้ความรุนแรง รับรู้ประโยชน์ รับรู้อุปสรรค และรับรู้โอกาสเสี่ยง) สิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติเกี่ยวกับการบริโภคน้ำอัดลมและพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลม

การหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3ท่านจากนั้นวิเคราะห์ผลการพิจารณาหาค่า IOC โดยระดับคะแนนมีค่า 0.66 –1 นำแบบสอบถามไปทดสอบกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 60 คน ค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามความรู้รายข้อมีค่าในช่วง 0.257 – 0.872 ค่าความยากง่ายของแบบสอบถามความรู้รายข้อมีค่าในช่วง 0.250 – 0.800 และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามแต่ละส่วนมีค่าอยู่ในช่วง 0.804 – 0.956เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ในเดือนพฤศจิกายนพ.ศ. 2557วิเคราะห์ข้อมูลด้วย การแจกแจงความถี่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานตัวแปรที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมด้วยสถิติถดถอยพหุคูณแบบหลายขั้นตอน

ผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 66.6 มีอายุเฉลี่ย 20 ปี ร้อยละ 69.9เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ร้อยละ 35.2 และกำลังศึกษาอยู่คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ร้อยละ29.8 (ตารางที่ 1) ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่ากลุ่มตัวอย่าง มีความรู้เกี่ยวกับน้ำอัดลมการรับรู้โอกาสเสี่ยงของการเกิดโรคที่เกิดจากการบริโภคน้ำอัดลมและการรับรู้ความรุนแรงของโรคที่เกิดจากการบริโภคน้ำอัดลม อยู่ในระดับมาก และมีทัศนคติเกี่ยวกับการบริโภคน้ำอัดลมการรับรู้ประโยชน์ของการป้องกันโรคที่เกิดจากการบริโภคน้ำอัดลมการรับรู้ต่ออุปสรรคในการหลีกเลี่ยงจากการบริโภคน้ำอัดลม สิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติเกี่ยวกับการบริโภคน้ำอัดลมและพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมอยู่ในระดับปานกลาง (ตารางที่ 2) กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่บริโภคน้ำอัดลมปริมาณ 250 มิลลิลิตรต่อวัน ร้อยละ 33.4 รองลงมา ปริมาณ 500 และ 325 มิลลิลิตรต่อวัน ร้อยละ 27.5 และ 18.7 ตามลำดับ(ตารางที่ 3)

ผลการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอนของตัวแปรที่ศึกษาส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลม พบว่า มีเพียง 2 ตัวแปรอิสระที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลม คือ ทัศนคติเกี่ยวกับการบริโภคน้ำอัดลมและสิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติเกี่ยวกับการบริโภคน้ำอัดลม โดยทั้ง 2 ตัวแปรนี้มีค่า p-value เท่ากับ 0.000 (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 1 ลักษณะข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง (n = 386)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวนคน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	129	33.4
หญิง	257	66.6
อายุ		
< 20	116	30.1
> 20	270	69.9
$\overline{X}$ = 20.18 S.D. = 1.31 Min = 18 Max = 24		
ชั้นปีการศึกษา		
ชั้นปีที่ 1	109	28.2
ชั้นปีที่ 2	97	25.2
ชั้นปีที่ 3	136	35.2
ชั้นปีที่ 4	44	11.4
คณะที่กำลังศึกษาอยู่		
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	57	14.8
ครุศาสตร์	56	14.5
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์	115	29.8
วิทยาการจัดการ	113	29.3
เทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร	16	4.1
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม	29	7.5

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ระดับความรู้ ทัศนคติการรับรู้โอกาสเสี่ยงของการเกิดโรคการรับรู้ความรุนแรงของโรคการรับรู้ประโยชน์ของการป้องกันโรคการรับรู้ต่ออุปสรรคในการหลีกเลี่ยงการบริโภคสิ่งชักนำให้เกิดการบริโภคให้เกิดการปฏิบัติและพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลม (n = 386)

ตัวแปรที่ศึกษา	Mean	S.D.	ระดับ,จำนวน(ร้อยละ)		
			มาก	ปานกลาง	น้อย
ความรู้	9.43	2.64	240(62.2)	129(33.4)	17(4.4)
ทัศนคติ	24.78	5.45	81(21.0)	254(65.8)	51(13.2)
การรับรู้โอกาสเสี่ยงของการเกิดโรค	23.90	3.88	248(64.2)	135(35.0)	3(0.8)
การรับรู้ความรุนแรงของโรค	21.53	4.24	254(65.8)	128(33.2)	4(1.0)
การรับรู้ประโยชน์ของการป้องกันโรค	21.59	4.25	160(41.5)	206(53.4)	20(5.2)
การรับรู้ต่ออุปสรรคในการหลีกเลี่ยงการบริโภค	21.69	4.80	177(45.9)	187(47.1)	27(7.0)
สิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติเกี่ยวกับการบริโภค	44.87	12.37	116(30.0)	199(51.6)	71(18.4)
พฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลม	35.41	9.87	116(30.0)	196(50.8)	74(19.2)

ตารางที่ 3 ปริมาณของการบริโภคน้ำอัดลมของกลุ่มตัวอย่าง (n = 386)

ปริมาณการบริโภคน้ำอัดลม	จำนวนคน	ร้อยละ
1 ขวดใหญ่ (2 ลิตร)	25	6.4
1 ขวดปานกลาง (1.25 ลิตร)	54	14.0
1 ขวดเล็ก (500 มล.)	106	27.5
1 กระป๋อง (325 มล.)	72	18.7
1 แก้ว (250 มล.)	129	33.4

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอนของตัวแปรที่ศึกษาส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ตัวแปรที่ศึกษา	b	SE_b	Beta	t	Sig
ทัศนคติเกี่ยวกับการบริโภคน้ำอัดลม	-0.848	0.80	-0.478	-10.536	.000
สิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติเกี่ยวกับการบริโภคน้ำอัดลม	-0.453	0.93	-0.222	-4.894	.000
R = 0.612	R^2 = 0.371F = 114.667				

*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

ทัศนคติเกี่ยวกับการบริโภคน้ำอัดลมส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมของนักศึกษา อาจเนื่องจากนักศึกษามีทัศนคติเกี่ยวกับการบริโภคน้ำอัดลมว่า น้ำอัดลมใช้บริโภคแทนน้ำเปล่าได้ ทั้งยังคิดว่าการดื่มน้ำอัดลมทำให้รู้สึกทันสมัยและยังจะเลือกบริโภคถึงแม้น้ำอัดลมจะมีราคาสูงขึ้น ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดทัศนคติ(สำนักบรรณสารและสารสนเทศ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล, 2555) ที่ว่า ทัศนคติจะประกอบด้วย 3 ประการ คือ ความรู้ ความรู้สึก ส่งผลถึงพฤติกรรม ซึ่งแสดงออกในรูปแบบต่างกัน ทั้งในทางบวก และทางลบ ขึ้นอยู่กับประสบการณ์และการเรียนรู้ของบุคคลนั้น ๆ งานวิจัยนี้ไม่สอดคล้องกับสายลม ขวัญเขียวและคณะ (2556) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารเสริมสุขภาพของนักศึกษาหญิง พบว่า ทัศนคติต่อการบริโภคผลิตภัณฑ์เสริมอาหารไม่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เนื่องมาจากผลิตภัณฑ์เสริมอาหารทุกประเภท ทุกยี่ห้อมีการโฆษณาเพื่อให้ผู้บริโภคเกิดความเชื่อมั่นในผลิตภัณฑ์เสริมอาหารทำให้นักศึกษาและผู้บริโภคส่วนใหญ่มีทัศนคติต่อผลิตภัณฑ์เสริมอาหารคล้าย ๆ กัน

สิ่งชักนำให้เกิดการบริโภคน้ำอัดลมส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมของนักศึกษา อาจเนื่องจากมีสื่อชักนำจากสื่อโฆษณาต่างๆ เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ นิตยสาร วารสาร อินเทอร์เน็ตป้ายโฆษณาตามร้านสะดวกซื้อ ความนิยมในครอบครัว ญาติพี่น้อง กลุ่มเพื่อนหรือคนใกล้ชิด รสชาติถูกใจ ราคาเหมาะสม สีสันของผลิตภัณฑ์ การบริโภคเพื่อส่งฉลากชิงโชครางวัลและของสมนาคุณต่างๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ทำให้เกิดแรงจูงใจในการบริโภคน้ำอัดลมซึ่งทฤษฎีความเชื่อด้านสุขภาพ กล่าวว่า สิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติเป็นเหตุการณ์หรือสิ่งที่มากระตุ้นบุคคลให้เกิดพฤติกรรมที่ต้องการออกมา เพื่อให้แบบแผนความเชื่อมีความสมบูรณ์นั้นจะต้องพิจารณาถึงสิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติซึ่งมี 2 ด้าน คือ สิ่งชักนำภายในหรือสิ่งกระตุ้นภายในได้แก่ การรับรู้สภาวะของร่างกายตนเอง เช่น อาการของโรคหรือ การเจ็บป่วย ส่วนสิ่งชักนำภายนอกหรือสิ่งกระตุ้นภายนอก ได้แก่ การให้ข่าวสารผ่านทางสื่อมวลชนหรือการเตือนจากบุคคลที่เป็นที่รักหรือนับถือ เช่น สามี ภรรยา บิดา มารดา เป็นต้นงานวิจัยนี้สอดคล้องกับวิภาวดี จงกลศรีและคณะ (2551) พบว่า ปัจจัยด้านสื่อโฆษณามีบทบาทในการเลือกซื้อน้ำอัดลมในระดับมาก และสอดคล้องกับกนกวรรณ พิมพาและคณะ (2556) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารขยะของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามพบว่า การรับรู้ข้อมูลข่าวสารส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารขยะเพราะนักศึกษาได้รับข้อมูลของอาหารขยะจากโฆษณาทางโทรทัศน์เคเบิ้ลทีวีหนังสือพิมพ์ และโฆษณา ณ จุดขาย และสื่อโฆษณา มีเทคนิคในการจูงใจผู้บริโภคหลากหลายรูปแบบ และสามารถเข้าถึงผู้บริโภคได้อย่างทั่วถึง งานวิจัยนี้ไม่สอดคล้องกับอลิศรา เกิดธรรม (2548) ศึกษาพฤติกรรมการเปิดรับสื่อโฆษณา ทัศนคติ และปัจจัยที่มีผลต่อการบริโภคเครื่องดื่มประเภทน้ำอัดลมของวัยทีนในเขตกรุงเทพมหานครพบว่า ปัจจัยทางสื่อโฆษณาไม่มีผลต่อการบริโภคเครื่องดื่ม ซึ่งในกลุ่มตัวอย่างไม่ได้ให้ความสนใจกับสื่อโฆษณา เป็นการเปิดรับเพื่อรับรู้เท่านั้นแต่ไม่ได้ให้ความสนใจเท่าใดนัก

ความรู้เกี่ยวกับน้ำอัดลมไม่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม อาจเนื่องจากนักศึกษายังมีความรู้เกี่ยวกับน้ำอัดลมที่ว่าสารคาเฟอีนที่อยู่ในน้ำอัดลมส่งผลต่อระบบประสาท ทำให้ผู้ที่บริโภคมีพฤติกรรมก้าวร้าวและซึมเศร้า บริโภคน้ำอัดลมระหว่างรับประทานอาหารทำให้รับประทานอาหารได้น้อยลง และถ้าบริโภคน้ำอัดลมมากเกินไป ทำให้ขาดสารอาหาร ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ (พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน, 2542)ที่กล่าวว่า ความรู้เป็นสิ่งที่สั่งสมมาจากการศึกษาเล่าเรียน การค้นคว้า หรือประสบการณ์ รวมทั้งความสามารถเชิงปฏิบัติและทักษะ ความเข้าใจหรือสารสนเทศที่ได้รับมาจากประสบการณ์สิ่งที่ได้รับมาจากการได้ยิน ได้ฟัง การคิดหรือการปฏิบัติ งานวิจัยนี้ไม่สอดคล้องกับสายลม ขวัญเขียวและคณะ (2556) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เสริมอาหารของนักศึกษาหญิงมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก พบว่า ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เสริมอาหารส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร เนื่องจากอายุ และระดับการศึกษาที่ต่างกัน ทำให้ได้รับข้อมูลในระดับที่แตกต่างกัน

การรับรู้โอกาสเสี่ยงของการเกิดโรคจากการบริโภคน้ำอัดลมไม่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมของนักศึกษา อาจเนื่องจากนักศึกษามีการรับรู้โอกาสเสี่ยงของการเกิดโรค ในเรื่องการบริโภคน้ำอัดลมก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ ทำให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรคอ้วน ฟันผุ กระดูกพรุน ท้องอืด เสี่ยงเป็นโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง หลอดเลือดสมอง สมาธิสั้น ใจสั่น ปวดศีรษะ เป็นไปตามทฤษฎีความเชื่อด้านสุขภาพ ที่กล่าวว่า การรับรู้โอกาสเสี่ยงของการเป็นโรค มีผลโดยตรงต่อการปฏิบัติตามคำแนะนำด้านสุขภาพทั้งในภาวะปกติและภาวะเจ็บป่วยแต่ละบุคคลจะมีความเชื่อในระดับที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นบุคคลเหล่านี้จึงหลีกเลี่ยงต่อการเป็นโรคด้วยการป้องกันและรักษาสุขภาพที่แตกต่างกัน ด้วยการคาดคะเนถึงโอกาสของการเกิดโรคซ้ำ ซึ่งสอดคล้องกับสุภาวดี บัวแก้วและอโณทัย กาวิระ (2555) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารเสริมสุขภาพของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พบว่า การรับรู้โอกาสเสี่ยงต่อผลข้างเคียงของการบริโภคอาหารเสริมสุขภาพของกลุ่มตัวอย่างไม่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารเสริมสุขภาพของนักศึกษา

การรับรู้ความรุนแรงของโรคจากการบริโภคน้ำอัดลมไม่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมของนักศึกษา อาจเนื่องจากนักศึกษามีการรับรู้ที่ว่าการบริโภคน้ำอัดลมก่อให้เกิดความรุนแรงของโรคมากขึ้น เช่น ระดับของคลอเลสเตอรอลเพิ่มสูงขึ้นในผู้ป่วยโรคเบาหวาน ทำให้ปริมาณน้ำตาลมากขึ้น สารคาเฟอีนในน้ำอัดลมทำให้เกิดอาการปัสสาวะบ่อยมากขึ้น ผู้ที่เป็นโรคกระเพาะทำให้เกิดแผลในกระเพาะมากขึ้นผู้ที่มีปัญหาด้านการนอนไม่หลับทำให้เกิดอาการนอนไม่หลับมากขึ้นการดื่มน้ำอัดลมเย็นๆ ทำให้ประสิทธิภาพในการย่อยอาหารน้อยลงหรือย่อยยากขึ้น เป็นไปตามทฤษฎีความเชื่อด้านสุขภาพ (เอกภพ จันทร์สุคนธ์, 2556) ที่กล่าวว่าการรับรู้ความรุนแรงของโรค เป็นการประเมินการรับรู้ความรุนแรงของโรคปัญหาสุขภาพหรือผลกระทบจากการเกิดโรคซึ่งก่อให้เกิดความพิการหรือเสียชีวิตการประเมินความรุนแรงนั้นอาศัยระดับต่างๆของการกระตุ้นเร้าของบุคคลเกี่ยวกับการเจ็บป่วย ซึ่งอาจจะมองความรุนแรงของการเจ็บป่วยนั้นทำให้เกิดความพิการหรือตายได้หรือไม่หรืออาจมีผลกระทบต่อหน้าที่การงานเมื่อบุคคลเกิดการรับรู้ความรุนแรงของโรคหรือการเจ็บป่วยแล้วจะมีผลทำให้บุคคลปฏิบัติตามคำแนะนำเพื่อการป้องกันโรค

การรับรู้ประโยชน์ของการป้องกันโรคที่เกิดจากการบริโภคน้ำอัดลมไม่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมของนักศึกษา อาจเนื่องจากการศึกษาส่วนประกอบในเครื่องดื่มน้ำอัดลมก่อนบริโภค การบริโภคในปริมาณที่เหมาะสม การออกกำลังกายเป็นประจำหลังจากการบริโภคน้ำอัดลมช่วยป้องกันภาวะน้ำตาลต่ำในผู้ป่วยเบาหวานได้การบริโภคน้ำอัดลมผสมเกลือช่วยป้องกันการเสียเหงื่อจากการออกกำลังกายแทนเครื่องดื่มเกลือแร่ได้เป็นไปตามทฤษฎีความเชื่อด้านสุขภาพ ที่กล่าวว่าการรับรู้ถึงประโยชน์ของการรักษาและป้องกันโรค เป็นการที่บุคคลแสวงหาวิธีการปฏิบัติให้หายจากโรคหรือป้องกันไม่ให้เกิดโรคโดยการปฏิบัตินั้นต้องมีความเชื่อว่าเป็นการกระทำที่ดีมีประโยชน์และเหมาะสมที่จะทำให้หายหรือไม่เป็นโรคนั้นๆ ดังนั้นการตัดสินใจที่จะปฏิบัติตามคำแนะนำก็ขึ้นอยู่กับการเปรียบเทียบถึงข้อดีและข้อเสียของพฤติกรรมนั้นโดยเลือกปฏิบัติในสิ่งที่ก่อให้เกิดผลดีมากกว่าผลเสีย งานวิจัยนี้สอดคล้องกับจุฑารัตน์ คำฝอยและภานุมาศ พ่อวงทอง (2556) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการบริโภคอาหารเช้ากับแบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีการรับรู้ประโยชน์ของการบริโภคอาหารเช้าอยู่ในระดับสูงมาก โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการรับรู้ประโยชน์ของการบริโภคอาหารเช้ามากที่สุด ได้แก่ การบริโภคอาหารเช้าช่วยให้มีสมาธิในการเรียนดี และการทำงานได้ดีมากขึ้น

การรับรู้ต่ออุปสรรคในการหลีกเลี่ยงการบริโภคน้ำอัดลมไม่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมของนักศึกษา อาจเนื่องจากผู้บริโภคมีการรับรู้ต่ออุปสรรคในการหลีกเลี่ยงการบริโภคน้ำอัดลม เช่น งานเลี้ยงสังสรรค์ สินค้าลดราคา สถานที่จำหน่ายน้ำอัดลมจำนวนมาก พฤติกรรมเลียนแบบคนที่มีชื่อเสียง ดารา นักร้อง/นักแสดง กิจกรรมต่างๆ และความนิยมใน

ครอบครัว เพื่อน บุคคลใกล้ชิด ทำให้ผู้บริโภคมีอุปสรรคในการหลีกเลี่ยงการบริโภคน้ำอัดลม เป็นไปตามทฤษฎีความเชื่อด้านสุขภาพ (เอกภพ จันทร์สุคนธ์, 2556) ที่กล่าวว่าการรับรู้ต่ออุปสรรคเป็นการรับรู้ต่อการปฏิบัติ หมายถึง การคาดการณ์ล่วงหน้าของบุคคลต่อการปฏิบัติพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพอนามัยของบุคคลในทางลบ ซึ่งอาจได้แก่ ค่าใช้จ่ายหรือผลที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติกิจกรรมบางอย่าง เช่น การตรวจเลือดหรือการตรวจพิเศษทำให้เกิดความไม่สุขสบาย การมารับบริการหรือพฤติกรรมอนามัยนั้นขัดกับอาชีพหรือการดำเนินชีวิตประจำวัน ดังนั้นการรับรู้อุปสรรคเป็นปัจจัยสำคัญต่อพฤติกรรมการป้องกันโรค

สรุปผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 20 ปี เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 ศึกษาอยู่ในคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มีความรู้เกี่ยวกับน้ำอัดลม การรับรู้โอกาสเสี่ยงการเกิดโรคจากการบริโภคน้ำอัดลม และการรับรู้ความรุนแรงของโรคที่เกิดจากการบริโภคน้ำอัดลม อยู่ในระดับมาก และปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคน้ำอัดลมของนักศึกษา ได้แก่ ทัศนคติเกี่ยวกับน้ำอัดลม และสิ่งชักนำให้เกิดการปฏิบัติเกี่ยวกับการบริโภคน้ำอัดลม ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการสร้างโปรแกรมสุขศึกษา เสริมสร้างความรู้ ทัศนคติ ที่ถูกต้องในการบริโภคน้ำอัดลม เพื่อสุขภาพที่ดีของนักศึกษาที่จะเติบโตเป็นบุคคลวัยทำงานที่มีคุณภาพต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ได้อบรมสั่งสอน ให้คำปรึกษา คำแนะนำ สนับสนุน และให้กำลังใจ จนงานวิจัยได้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี ขอขอบคุณนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้ความร่วมมือตอบแบบสอบถามของงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

กนกวรรณ พิมพา เพ็ญพิชชา สงแจ่ม และ สุภาภรณ์ วงศ์หิรัญ. (2556). **ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารขยะของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.** ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาวิทยาศาสตร์.

กองโภชนาการ กรมอนามัย. (2557). **ปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมกับคนแต่ละวัย.** เข้าถึงข้อมูลได้จาก : http://www.lovefitt.com /healthy-fact. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 2 กรกฎาคม2557).

คริชชี่ สุขโข. (2553). **ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกบริโภคเครื่องดื่มน้ำอัดลม.ปริญญานิพนธ์สาขาวิชาแบบฝึกการวิจัยปญหาเศรษฐกิจปจจุบัน.** คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เครือข่ายเด็กไทยไม่กินหวาน. (2556). **การบริโภค.** เข้าถึงข้อมูลได้จาก : www.nutrition.anamai.moph.go.th. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 2 กรกฎาคม2557).

จุฑารัตน์ คำฝอย และ ภานุมาศ พ่อวงทอง. (2556). **ความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการบริโภคอาหารเช้ากับแบบแผนความเชื่อด้านสุขภาพของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.** ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

ช่อลดา เที่ยงพุก. (2554). **เรื่องน่ารู้ของน้ำอัดลม.** บทความข่าวสารเกษตรศาสตร์ ปีที่ 56ฉบับที่ 1 ตุลาคม 2553 – มกราคม 2554. (วันที่ค้นข้อมูล : 15 กรกฎาคม 2557).

ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2543). **ระเบียบวิธีการวิจัยของพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.**อุบลราชธานี. สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.

วราภรณ์ วชิราตรียากุล. (2549). **พฤติกรรมการบริโภคเครื่องดื่มน้ำอัดลม.ปริญญานิพนธ์ภาควิชาการบริหารทรัพยากรมนุษย์.** คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

วิภาวดี จงกลศรี. (2551). **พฤติกรรมและทัศนคติการดื่มน้ำอัดลมของนักศึกษาคณะวิทยาการจัดการมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.** ปริญญาบริหารธุรบัณฑิต สาขาการตลาด คณะวิทยาการจัดการมหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

สายลม ขวัญเขียว ณัฐธิดา โมทะนี และ สมัชชา คุ่ยสุข. (2556). **ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคผลิตภัณฑ์เสริมอาหารของนักเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามจังหวัดพิษณุโลก.** ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

สุภาวดี บัวแก้ว และ อโณทัย กาวิระ. (2555). **ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารเสริมสุขภาพของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก.** ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2555). **การบริโภคน้ำตาลต่อวัน.** เข้าถึงข้อมูลได้จาก : www.thaihealth.or.th/. (วันที่สืบค้นข้อมูล 2 กรกฎาคม2557).

สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค. (2556). **รายงานผลการป่วยของคนไทยในปี 2556**. เข้าถึงข้อมูลได้จาก : www.brotherbear.co.th /demo/thaincd/. (วันที่สืบค้นข้อมูล 2 กรกฎาคม2557).

สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์. (2551). **หนังสือการบริโภคน้ำอัดลมในเด็กและวัยรุ่น.** เข้าถึงข้อมูลได้จาก:http://www.moph.go.th/ops/thp/thp/index.php?page=about&group_=04 (วันที่สืบค้นข้อมูล : 2 กรกฎาคม 2557).

สำนักบรรณสารและสารสนเทศ. (2555). **บทความแนวคิดทัศนคติ.** ปีที่ 55มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล. เข้าถึงข้อมูลได้จาก: https://th-th.facebook.com/. (วันที่สืบค้นข้อมูล 24 ธันวาคม 2557).

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. (2554). **กราฟปริมาณการบริโภคน้ำอัดลมต่อคนของประเทศในอาเซียน.** เข้าถึงข้อมูลได้จาก: www.thailand-china.com**.** (วันที่สืบค้นข้อมูล 11 ตุลาคม2557)**.**

อลิศรา เกิดธรรม. (2548). **พฤติกรรมการเปิดรับสื่อโฆษณา ทัศนคติและปัจจัยที่มีผลต่อการบริโภคเครื่องดื่มประเภทน้ำอัดลมของวัยทีน.** ปริญญานิพนธ์ สาขาวิชานิเทศศาสตร์ คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต.

การเปรียบเทียบพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกของประชาชนตำบลที่มีการระบาดกับตำบลที่ไม่มีการระบาด ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

The comparison of the preventive behavior on dengue hemorrhagic fever Among the people in epidemic area and non-epidemic area of Meung district, Phitsanulok province

ธิดารัตน์ หนูเทศ มาลี แจ่มใส ธัชพล จิรกุลธรวณิช มนตรา ศรีษะแย้ม นิธิพงศ์ ศรีเบญจมาศ และ ยุวดี ตรงต่อกิจ*
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author email: ytrongtokit@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกของประชาชนในตำบลที่มีการระบาดกับตำบลที่ไม่มีการระบาดในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก กลุ่มตัวอย่าง คือ ตัวแทนครัวเรือน อายุ 20 ปีขึ้นไป อาศัยอยู่ในพื้นที่ศึกษา จำนวน 398 คน ซึ่งมาจากตำบลที่ไม่มีการระบาด 168 คนและตำบลที่มีการระบาดจำนวน 230 คน เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ข้อมูลทั่วไป ความรู้ การรับรู้ เจตคติ แรงสนับสนุนทางสังคม และพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออก ในเดือน พฤศจิกายน 2557 สถิติวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ t-test ผลการศึกษาพบว่า ตำบลที่ไม่มีการระบาดมีความรู้ การรับรู้ เจตคติ แรงสนับสนุนทางสังคมและพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออก อยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 53.6, 57.2, 53.0, 58.3 และ 56.0 ตามลำดับ พฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกของตำบลที่ไม่มีการระบาดและตำบลที่มีการระบาดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

คำสำคัญ : พฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออก ตำบลที่ไม่มีการระบาด ตำบลที่มีการระบาด

Abstract

The comparison of preventive behavior on Dengue hemorrhagic fever among the people in the sub-districts which were in epidemic area and non-epidemic area of Meung district, Phitsanulok province. The samples of this study were representatives of each family who is 20 years old or more. There are 398 samples from 398 families; 168 samples were from non-epidemic area and 230 samples were from epidemic area. The instrument used for the data collection the questionnaires consisted of general information, knowledge, acknowledgement, attitude and social supporting reinforcement topics by November, 2014.The data analyzed by using the frequency, percentage, mean, standard deviation and t-test. The result of this study shows that the samples from non-epidemic area had high level of knowledge, acknowledgement, attitude, social supporting reinforcement and Dengue hemorragic fever prevention behavior which were 53.6, 57.2, 53.0, 58.3 and 56.0 percentage, respectively. The Dengue hemorrhagic fever preventive behavior among the samples in epidemic and non-epidemic area in sub-districts of Meung districts; Phitsanulok province were significantly difference (p-value = 0.05)

keywords : the preventive behavior of Dengue hemorrhagic fever, non-epidemic area, epidemic area

บทนำ

การแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกพบได้ทุกกลุ่มอายุ เกิดขึ้นในเขตเมืองเป็นส่วนใหญ่และแพร่สู่เขตชนบทมากขึ้น ปัจจัยที่ทำให้การระบาดของโรคไข้เลือดออกขยายพื้นที่ออกไปอย่างกว้างขวางได้แก่ การเพิ่มขึ้นของชุมชนเมือง การคมนาคมที่สะดวก จำนวนยุงที่เพิ่มมากขึ้นและขยะ และการเปลี่ยนแปลงในชนิดของเชื้อไวรัสเดงกี รัฐบาลพยายามหาแนวทางแก้ไขอย่างต่อเนื่องแต่ยังมีรายงานการเกิดโรคไข้เลือดออกอย่างต่อเนื่องทุกปี (กรมควบคุมโรคกระทรวงสาธาณสุข, 2554)

สถานการณ์โรคไข้เลือดออกตั้งแต่ 1 มกราคม – 1 กรกฎาคม 2557 มีอัตราป่วยเท่ากับ 16.62 ต่อประชากรแสนคน และอัตราป่วยตายร้อยละ 0.11 ต่อประชากรแสนคน เมื่อจำแนกรายภาคพบว่า ภาคใต้มีอัตราป่วยสูงสุดเท่ากับ 33.73 รายต่อประชากรแสนคน รองลงมาคือ ภาคกลาง ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีอัตราป่วยเท่ากับ 80.49, 13.62 และ 7.35 รายต่อประชากรแสนคน ตามลำดับ เมื่อพิจารณาอัตราป่วยตายพบว่า ภาคใต้และภาคกลางมีอัตราป่วยตายสูงสุด (ร้อยละ 0.15 และ 0.13) รองลงมาคือภาคเหนือ (ร้อยละ0.06) สำหรับสถานการณ์โรคไข้เลือดออกในเขตเมืองพิษณุโลก ตำบลที่มีจำนวนหมู่บ้านเสี่ยงมากที่สุด (มีจำนวนหมู่บ้านเสี่ยง 3 หมู่บ้าน) ได้แก่ ตำบลอรัญญิก รองลงมาคือท่าโพธิ์ และ บ้านกร่าง ตำบลที่มีหมู่บ้านเสี่ยง 2 หมู่บ้าน ได้แก่ ท่าทอง ไผ่ขอดอน พลายชุมพล และวัดจันทร์ ตำบลที่มีหมู่บ้านเสี่ยง 1 หมู่บ้านได้แก่ ดอนทอง ในเมือง บ้านคลอง บ้านป่า มะขามสูง วังน้ำคู้ และหัวรอ (สำนักงานควบคุมโรคที่ 9, 2557)

การควบคุมโรคไข้เลือดออกโดยการควบคุมลูกน้ำยุงลายที่เป็นพาหะนำโรคถือเป็นวิธีที่การที่มีประสิทธิภาพดี และประหยัดงบประมาณมากที่สุด แต่ทั้งนี้ต้องอาศัยความร่วมมือของชุมชนเป็นหลัก การมีพลังความเข็มแข็งในชุมชนสามารถควบคุมโรคไข้เลือดออกได้ประสบความสำเร็จ (งานระบาดวิทยา สำนักงานสาธารสุข อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก) ตำบลในอำเภอเมืองพิษณุโลกที่ไม่มีรายงานโรคไข้เลือดออกตั้งแต่ปี พ.ศ 2554 – 2556 รวม 3 ปี คือ ตำบลจอมทอง ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมควบคุมโรคไข้เลือดออกได้แก่ ความรู้ การรับรู้ เจตคติ แรงสนับสนุนทางสังคมของประชาชนในตำบลที่ไม่มีการระบาดกับตำบลที่มีการระบาด และเปรียบเทียบพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดของประชาชนใน 2 ตำบลนี้ ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ผลการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนป้องกันโรคไข้เลือดออกในพื้นที่ให้เหมาะสมต่อไป

สมมติฐานที่ใช้ในงานวิจัย คือ พฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกของประชาชนตำบลที่มีการระบาดกับตำบลที่ไม่มีการระบาดมีความแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร คือ ครัวเรือนของตำบลในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 40,215 หลังคาเรือน (ศูนย์ข้อมูลประเทศไทย 2557 : ออนไลน์) ขนาดกลุ่มตัวอย่างคำนวณโดยสูตร Taro Yamane (ไชยะ วิสุทธิรัตนมณี, 2550) ได้จำนวน 398 หลังคาเรือน จากนั้นคำนวณหาขนาดตัวอย่าง จากตำบลที่ไม่มีการระบาด (ตำบลจอมทอง 1,040 หลังคาเรือน) และตำบลที่มีการระบาด (ตำบลบ้านคลอง 1,462 หลังคาเรือน) ตามสัดส่วนประชากรได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างตำบลที่ไม่มีการระบาดเท่ากับ 168 หลังคาเรือน และจากตำบลที่มีการระบาดเท่ากับ 230 หลังคาเรือน จากนั้นสุ่มตัวอย่างจาก 2 ตำบลโดยวิธีสุ่มแบบอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเป็นแบบสอบถาม ข้อมูลทั่วไป ความรู้ การรับรู้ เจตคติ แรงสนับสนุนทางสังคม และพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออก ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ค่า IOC อยู่ในช่วง 0.66 - 1 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.2 – 0.8 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นในส่วนของความรู้ การรับรู้ เจตคติ แรงสนับสนุนทางสังคม และพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกมีค่าเท่ากับ 0.89, 0.83, 0.89, 0.86 และ 0.89 ตามลำดับ เก็บรวบรวมข้อมูลในเดือน พฤศจิกายน 2557

สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสมมติฐานงานวิจัยด้วยสถิติ t-test

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างในตำบลที่ไม่มีการระบาดและตำบลที่มีการระบาดพบว่าเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ส่วนใหญ่มีอายุ 34 – 45 ปี มีสถานภาพสมรสมากที่สุดด้านการศึกษาพบว่าตำบลที่ไม่มีการระบาดส่วนใหญ่อยู่ในระดับประถมศึกษา ในขณะที่ตำบลที่มีการระบาดส่วนใหญ่อยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย หรือ ปวช. ตำบลที่ไม่มีการระบาดอาชีพที่พบมากที่สุดได้แก่ เกษตรกร และตำบลที่มีการระบาดอาชีพที่พบมากที่สุดได้แก่ ค้าขายหรือธุรกิจส่วนตัว นอกจากนี้ยังพบว่าตำบลที่ไม่มีการระบาดมีรายได้เฉลี่ยน้อยกว่าตำบลที่มีการระบาด (ตารางที่1)

ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกพบว่า ตำบลที่ไม่มีการระบาด มีความรู้เรื่องการป้องกันโรคไข้เลือดออก การรับรู้การป้องกันโรคเลือดออก (โอกาสเสี่ยง,ความรุนแรง และอุปสรรค) เจตคติการป้องกันโรคไข้เลือดออก แรงสนับสนุนทางสังคมในการป้องกันโรคไข้เลือดออก อยู่ในระดับสูงกว่าตำบลที่มีการระบาด (ตารางที่2)

การวิเคราะห์ทางสถิติ t-test หาความแตกต่างของพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกของกลุ่มตัวอย่างในตำบลที่ไม่มีการระบาดกับตำบลที่มีการระบาดพบว่า พฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกในตำบลที่ไม่มีการระบาดกับตำบลที่มีการระบาดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 (ตารางที่3)

ตารางที่ 1 ลักษณะข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลทั่วไป	ตำบลที่ไม่มีการระบาด (n = 168)		ตำบลที่มีการระบาด (n = 230)	
	คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ
เพศ				
ชาย	65	38.69	109	47.4
หญิง	103	61.31	121	52.6
อายุ				
20 – 33 ปี	37	22.03	62	27.0
34 – 45 ปี	96	57.15	67	29.0
46 – 57 ปี	20	12.09	59	25.7
58 – 69 ปี	15	8.73	42	18.3
Mean $\pm$ S.D.	50 $\pm$ 10.30		30.40 $\pm$ 13.80	
min : max	20 : 68		22 : 65	
สถานภาพ				
โสด	28	16.67	95	41.3
คู่	96	57.14	98	42.6
หม้าย	36	21.43	29	12.6
หย่า /แยก	8	4.76	8	3.5
ระดับการศึกษา				
ไม่ได้เรียน	3	1.9	8	3.5
ประถมศึกษา	76	45.24	36	15.7
มัธยมศึกษาตอนต้น	21	12.50	53	23.0
มัธยมศึกษาตอนปลาย /ปวช	35	20.82	62	27.0
อนุปริญญา / ปวส	23	13.69	31	13.5
ปริญญาตรี	9	5.36	39	17.0
สูงกว่าปริญญาตรี	1	0.60	1	0.3
อาชีพ				
เกษตรกร	53	31.55	19	8.3
รับจ้างทั่วไป	48	28.57	71	30.9
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	26	15.48	77	33.5
พนักงานโรงงาน/บริษัทเอกชน	26	15.48	42	18.3
รับราชการ/พนักงานรัฐวิสาหกิจ	12	7.14	18	7.8
นักเรียน/นักศึกษา	3	1.78	3	1.2
รายได้				
2,000 – 10,000	57	33.93	148	64.4
10,001 – 18,001	96	5.14	66	28.7
18,002 – 26,002	10	5.95	8	3.5
26,003 – 34,004	5	2.98	4	1.7
34,004 – 42,004	0	0	4	1.7
Mean $\pm$ S.D.	11,165 $\pm$ 4,119	17,941 $\pm$ 4,066		
min : max	1,000 : 15,000	8,000 : 27,000		

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของระดับความรู้ การรับรู้ เจตคติ แรงสนับสนุนทางสังคม และพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกของตำบลที่ไม่มีการระบาดกับตำบลที่มีการระบาด

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันโรคไข้เลือดออก	ตำบลที่ไม่มีการระบาด (n = 168)		ตำบลที่มีการระบาด (n = 230)	
	คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ
ความรู้				
ระดับสูง	90	53.57	75	32.60
ระดับปานกลาง	66	39.28	83	36.08
ระดับต่ำ	12	7.14	72	31.30
Mean $\pm$ S.D.	17.15 $\pm$ 2.01		13.27 $\pm$ 4.42	
min : max	15 : 20		11 : 20	
การรับรู้				
ระดับสูง	86	51.19	79	34.34
ระดับปานกลาง	67	39.88	83	36.08
ระดับต่ำ	15	8.92	68	29.56
Mean $\pm$ S.D.	54.26 $\pm$ 3.47		44.82 $\pm$ 6.26	
min : max	45 : 60		25 : 60	
เจตคติ				
ระดับสูง	89	52.97	81	35.21
ระดับปานกลาง	63	37.50	93	40.43
ระดับต่ำ	16	9.52	56	24.34
Mean $\pm$ S.D.	27.21 $\pm$ 2.31		22.44 $\pm$ 3.53	
แรงสนับสนุนทางสังคม				
ระดับสูง	98	58.33	77	33.47
ระดับปานกลาง	65	38.69	90	39.13
ระดับต่ำ	5	2.97	63	27.39
Mean $\pm$ S.D.	35.71 $\pm$ 0.70		26.30 $\pm$ 5.49	
min : max	31 : 36		12 : 36	
พฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออก				
ระดับสูง	94	55.95	88	38.26
ระดับปานกลาง	68	40.47	94	40.86
ระดับต่ำ	6	3.57	48	20.86
Mean $\pm$ S.D.	66.13 $\pm$ 3.00		57.26 $\pm$ 6.54	
min : max	58 : 75		39 : 75	

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกของประชาชนในตำบลที่มีการระบาดกับตำบลที่ไม่มีการระบาด

พื้นที่ศึกษา	จำนวน	$\bar{x}$	S.D.	t	p
ตำบลที่ไม่มีการระบาด	168	66.13	3.00		
				341.3	< 0.001
ตำบลที่มีการระบาด	230	57.26	6.54		

* นัยสำคัญทางสถิติ 0.05

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า ตำบลที่ไม่มีระบาด มีระดับความรู้สูงกว่าตำบลที่มีการระบาด เมื่อพิจารณาจากแบบสอบถาม พบว่า ตำบลที่มีการระบาดยังมีความรู้ที่ไม่ถูกต้อง โดยเข้าใจผิดว่า “ยุงลายเพศผู้เป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออก” และ “ยุงลายชุกชุมมากในฤดูหนาวกับฤดูร้อน” จึงทำให้ทราบว่าตำบลที่มีการระบาดยังขาดความรู้เกี่ยวกับชนิดของยุงลาย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ไชยะ วิสุทธิรัตนมณี (2550) พบว่าประชาชนในเขตพื้นที่ที่ปลอดโรคไข้เลือดออกมีระดับความรู้สูงกว่าพื้นที่ที่ระบาดด้วยโรคไข้เลือดออกซ้ำซากต่อเนื่องอำเภอภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ ซึ่งเกิดจากการให้ความสนใจถึงปัญหาโรคไข้เลือดออกในพื้นที่ปลอดโรคนั้นมีมากกว่าพื้นที่ระบาด จึงส่งผลให้มีระดับความรู้ที่แตกต่างกัน

ตำบลที่ไม่มีการระบาด มีระดับการรับรู้การป้องกันโรคไข้เลือดออก ด้านโอกาสเสี่ยงในการเกิดโรคความรุนแรงของการเกิดโรค และอุปสรรคในการป้องกันโรคไข้เลือดออกสูงกว่าตำบลที่มีการระบาด เมื่อพิจารณาจากแบบสอบถามพบว่า ตำบลที่มีการระบาดยังมีการรับรู้ระดับต่ำในด้านความรุนแรง เช่น “เด็กที่ป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกมีโอกาสเกิดภาวะช็อกได้มากกว่าผู้ใหญ่” และ “โรคไข้เลือดออกเมื่อเป็นแล้วอาจทำให้เสียชีวิตได้” ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ สมชาย โลกคำลือ (2549) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การรับรู้และพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกของประชาชนในเขตเทศบาลตำบลวังชิ้น อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ พบว่า การรับรู้เรื่องโรคไข้เลือดออกมีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูงกับพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกของประชาชนในเขตเทศบาลตำบลวังชิ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตำบลที่ไม่มีการระบาดมีระดับเจตคติสูงกว่าตำบลที่มีการระบาด จากแบบสอบถาม จะเห็นว่า ตำบลที่มีการระบาดยังมีเจตคติที่ผิด ในข้อคำถามที่ว่า “การป้องกันโรคไข้เลือดออกไม่ใช่หน้าที่ของท่านเป็นหน้าที่ของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขและอสม.เท่านั้น” ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ รูซือมัน อาแวเจ๊าะ (2552) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง ความรู้ ทัศนคติและการมีส่วนร่วมในการป้องกันโรคไข้เลือดออกของประชาชนในหมู่บ้านที่มีการระบาดสูงกับหมู่บ้านที่มีการระบาดต่ำ อำเภอแว้ง จังหวัดนราธิวาส โดย รูซือมัน อาแวเจ๊าะ อธิบายว่า ทัศนคติของทั้งสองหมู่บ้านมีความแตกต่างกัน เนื่องจากพื้นที่ระบาดต่ำให้ความสำคัญต่อการเกิดโรคและความรุนแรงของโรคที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ของตนเองทำให้เกิดการเอาใจใส่ในการสอดส่องดูแลและควบคุมลูกน้ำยุงลายเป็นอย่างดีต่างจากพื้นที่ที่มีการระบาดสูงที่ประชาชนส่วนใหญ่ต่างไม่สนใจ ไม่ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมกิจกรรมการป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออก และไม่ค่อยให้ความสนใจต่อการเกิดโรคไข้เลือดออกมากนักจึงทำให้ขาดความเข้มแข็งในการป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออก

ตำบลที่ไม่มีการระบาดมีระดับแรงสนับสนุนทางสังคมสูงกว่าตำบลที่มีการระบาด จากผลการศึกษาพบว่าอาสาสมัครสาธารณสุขในหมู่บ้านให้ความสำคัญในการให้คำชี้แจงและสนับสนุนข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการป้องกันโรคไข้เลือดออกเห็นได้จากข้อคำถามแรงสนับสนุนทางสังคม จากข้อคำถามที่ว่า“ท่านเคยได้รับทรายกำจัดลูกน้ำยุงลายจากแหล่งบริการสาธารณสุข”“หมู่บ้านของท่านได้รับการบริการพ่นสารเคมีกำจัดยุงลาย จากหน่วยงานของรัฐ เช่น อบต”“ท่านได้รับการแจ้งข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหาโรคไข้เลือดออกในพื้นที่ จากการประชุมต่างๆ เช่น ประชุมคณะกรรมการหมู่บ้าน ”และ“ได้รับคำชี้แจงให้เห็นถึงผลเสียของการไม่กำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายจากเจ้าหน้าที่สาธารณสุขหรืออสม”นอกจากนี้ยังพบว่าประชาชนส่วนใหญ่ได้รับแรงสนับสนุนทางสังคมมากในประเด็นที่ว่า“ได้รับคำแนะนำจากสมาชิกในครอบครัวให้นอนในมุ้งหรือมุ้งลวด” สอดคล้องกับงานวิจัยของ สมยศ ลาปะ (2554).พบว่า ประชาชนในเขตพื้นที่ปลอดโรคไข้เลือดออกและพื้นที่ระบาดด้วยโรคไข้เลือดออกซ้ำซากต่อเนื่อง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ มีแรงสนับสนุนทางสังคมเกี่ยวกับโรคไข้เลือดออกและการควบคุมลูกน้ำยุงลายแตกต่างกันเนื่องจากหน่วยงานต่างๆในพื้นที่ปลอดโรคให้การสนับสนุนในการจัดกิจกรรมต่างๆในพื้นที่เป็นอย่างดีและประชาชนในพื้นที่ก็เข้าร่วมกิจกรรมอย่างสม่ำเสมอต่างจากพื้นที่ระบาดประชาชนไม่ค่อยให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมกิจกรรมทำให้หน่วยงานที่ให้การสนับสนุนก็ไม่ค่อยให้ความสำคัญที่จะสนับสนุนให้มีการจัดกิจกรรมต่างๆขึ้นในพื้นที่

ตำบลที่ไม่มีการระบาดของโรคไข้เลือดออกมีพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกในระดับสูงกว่าตำบลที่มีการระบาด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 จากผลการศึกษา พบว่าตำบลที่ไม่มีการระบาด ประชาชนให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีและเข้าร่วมกิจกรรมที่ทางโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลจัดขึ้น มีการทำความสะอาดแหล่งที่อยู่อาศัยและร่วมกันกำจัดลูกน้ำยุงลายอยู่เป็นประจำเห็นจากตำบลที่ไม่มีการระบาดมีระดับการปฏิบัติสูงในเรื่องการ “แนะนำบุคคลในครอบครัวให้ช่วยกันทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายเพื่อป้องกันโรคไข้เลือดออก” และ “ทำความสะอาดบริเวณบ้าน จัดเก็บสิ่งของให้เป็นระเบียบเรียบร้อย เป็นประจำทุกวัน” ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทนงศักดิ์ พลอาษา (2553) พบว่า พฤติกรรมของประชาชนสามารถส่งผลต่อการป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออกซึ่งประชาชนตำบลปลอดโรคมีพฤติกรรมที่ดีในการช่วยกันป้องกันโรคและมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่จัดขึ้นอยู่สม่ำเสมอส่วนตำบลที่มีการระบาดประชาชนส่วนใหญ่มีพฤติกรรมที่ไม่ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมกิจกรรมและไม่ให้ความสนใจในการป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออกจึงส่งผลให้เกิดความแตกต่างกัน

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกของตำบลที่ไม่มีการระบาดกับตำบลที่มีการระบาดในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบว่า ตำบลที่ไม่มีการระบาดมีพฤติกรรมการควบคุมโรคไข้เลือดออกที่ดีกว่าตำบลที่มีการระบาดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ยังพบว่าตำบลที่ไม่มีการระบาดมีระดับความรู้ การรับรู้ เจตคติ แรงสนับสนุนทางสังคม และพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกมีระดับสูงกว่าตำบลที่มีการระบาดด้วยเช่นกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายสมหวัง ปู่ซึ่ง ผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านจอมทอง และ นายบุญสงค์ เมฆพรประเสริฐ ผู้อำนวยการ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านคลอง รวมทั้งเจ้าหน้าที่ที่ให้ความช่วยเหลือในการติดต่อประสานงานกับ อาสาสมัครชุมชน ในการลงพื้นที่เก็บข้อมูลและขอขอบคุณ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการลงพื้นที่เก็บข้อมูลในการที่วิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2554). **ไข้เลือดออก.** วันที่ค้นข้อมูล 20 พฤศจิกายน 2557, เข้าถึงได้จาก http://dengue-chikungunya.blogspot.com 2014/11/20.

กรมควบคุมโรคที่ 9 สำนักระบาดวิทยา. (2557). **สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรคประจำปี 2557 พิษณุโลก.** (วันที่สืบค้น 20 พฤศจิกายน 2557)

ไชยะ วิสุทธิรัตนมณี. (2550). **การเปรียบเทียบพฤติกรรมในเขตพื้นที่ปลอดโรคไข้เลือดออกและพื้นที่ระบาดด้วยโรคไข้เลือดออกซ้ำซากต่อเนื่องอำเภอภูเขียวจังหวัดชัยภูมิ.** วิทยานิพนธ์ (สาธารณสุข). สาธารณสุขศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

รูซือมัน อาแวเง๊าะ. (2552). **ความรู้ ทัศนคติและการมีส่วนร่วมในการป้องกันโรคไข้เลือดออกของประชาชนอำเภอแว้ง จังหวัดนราธิวาส.** วิทยานิพนธ์ (สาธารณสุขศาสตร์). สาธารณสุขศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา.

สมชาย โลกคำลือ. (2549). **การรับรู้และพฤติกรรมการป้องกันโรคไข้เลือดออกของประชาชนในเขตเทศบาล ตำบลวังชิ้น อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่.** วิทยานิพนธ์ (สาธารณสุขศาสตร์). สาธารณสุขศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมยศ ลาปะ. (2554). **การสนับสนุนขององค์การที่สัมพันธ์กับการปฏิบัติงานของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน ในการป้องกันโรคไข้เลือดออกในอำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น.** วิทยานิพนธ์ (การบริหารสาธารณสุข). สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทนงศักดิ์ พลอาษา. (2553). **ปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมโรคไข้เลือดออก: กรณีศึกษาเปรียบเทียบระหว่างตำบลปลอดโรคไข้เลือดออกกับตำบลที่มีการระบาดของโรคไข้เลือดออก จังหวัด อำนาจเจริญ.** วารสารบัณฑิตวิทยาลัย สาธารณสุขศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.

การสำรวจระดับความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Survey of the intensity of light in the classroom of Pibulsongkram Rajabhat University

ศศิวิมล เพ็ชรเสือ* จักรกฤษ น้อยเจริญ และ วิภาดา ศรีเจริญ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: Sasiwimon.p@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อวัดระดับความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียน และเพื่อประเมินระดับความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียน มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็น ห้องเรียนภายในตึกเรียนมหาวิยาลัย ราชภัฏพิบูลสงคราม ปีการศึกษา 2557 จำนวน 69 ห้อง ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบบันทึกผลการตรวจวัดระดับความเข้มของแสงสว่าง โดยใช้เครื่องวัดแสง (Lux Meter) และแบบจัดสภาพห้องเรียน สถิติเชิงพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาระดับ ความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนโดยเทียบกับค่ามาตรฐาน CIE พบว่าจากจำนวนที่นั่งทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง 6 ตึก มีจำนวนที่นั่งทั้งหมด 4,309 จุด ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอยู่ในช่วง 300-750 Lux จำนวน 3,439 จุด คิดเป็นร้อยละ 79.8 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอยู่ในช่วงต่ำกว่า 300 Lux จำนวน 621 จุด คิดเป็นร้อยละ 14.4 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอยู่ในช่วงมากกว่า 750 Lux จำนวน 249 จุด คิดเป็นร้อยละ 5.8

คำสำคัญ : แสงสว่าง ค่ามาตรฐาน CIE ระดับความเข้มแสงสว่าง

Abstract

This research is intended as a study. Measure the intensity of light in the classroom and assess the intensity of light in the classroom at Pibulsongkram Rajabhat University. Group sample used in this study is classrooms within the school building Pibulsongkram Rajabhat University academic year 2557 69 rooms, which is derived from a stratified random group sampling (Stratified Sampling) tool used to the intensity of the classroom. And record the measurement of the intensity of the light. Using a light meter (Lux Meter) Descriptive statistics analysis of percentage, mean and standard deviation. The intensity of the light in the classroom by compared with the standard CIE. Found from the number of seats, all of the 6 building were all the seats 4,309 points. The standard criteria in the 300-750 Lux number 3,439 points, the percentage of 79.8 standard criteria in lower 300 Lux. The 621 points were 14.4 standard criteria in the range that the 750 Lux 249 points were 5.8.

keywords : light, CIE standard, Intensity lighting

บทนำ

ปัจจุบันการศึกษามีบทบาทสำคัญเป็นอย่างมากต่อทุกเพศทุกวัยตั้งแต่เด็กจนเติบโตเป็นผู้ใหญ่ โดยเฉพาะกลุ่มวัยรุ่นที่อยู่ในศึกษาเล่าเรียนนั้นนับได้ว่าชีวิตส่วนใหญ่อยู่กับการเรียนภายในสถานศึกษาที่มีลักษณะสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งสถานศึกษาเป็นที่ที่มีความรู้มากมายให้ผู้เรียนทุกคนต่างไปค้นคว้าหาความรู้ เป็นสถานที่ที่มีบุคคลหลายๆ บุคคลต่างมาใช้เวลาอยู่ในสถานศึกษาอย่างน้อยวันละ 4-6 ชั่วโมง ซึ่งการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลนั้นจะมีประสิทธิภาพเพียงใด ขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ประการ คือ สภาพแวดล้อมการรับรู้ อันเป็นความพร้อมภายในตัวผู้เรียน และสภาพแวดล้อมภายนอกที่จัดให้แก่ตัวผู้เรียน และเหตุการณ์ในการเรียนรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้ เมื่อมีสิ่งเร้าจากสภาพแวดล้อมมากระตุ้นประสาทสัมผัสส่งไปยังสมอง และตอบสนองต่อเหตุการณ์นั้น ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ (Gage & Robert M.,

1988) จะเห็นได้ว่าการเรียนรู้จะต้องอาศัยประสาทสัมผัสทั้งหลาย ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วย ประสาทสัมผัสทางหู และทางตา โดยเฉพาะทางตานั้น พบว่าการเรียนการสอนนั้น ร้อยละ 62 ของการเรียนทั้งหมด จะใช้มองงานที่ทำ ส่วนร้อยละ 64 ใช้ในการอ่าน การเขียน และการคัดลอกเนื้อหาที่เรียน โดยปริมาณความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสมกับงานอ่าน และเขียนหนังสือนั้น จะต้องมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานของหน่วยงาน Commission Internationale De L'Eclairage (CIE) ที่กำหนดไว้อยู่ในช่วง 300-750 Lux

โดยสิ่งเร้าทางสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อสายตาของผู้เรียนนั้นคือแสงสว่าง เพราะแสงสว่างเป็นปัจจัยที่มีส่วนสำคัญในการมองเห็น การเรียนรู้ การรับรู้ การดำรงชีวิตประจำวัน การทำงาน การเรียน การคมนาคม และกิจกรรมอื่น ๆ ทั้งจากแสงสว่างที่เกิดตามธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น การมองเห็นที่ชัดเจนจะดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของ แสงสว่างที่เหมาะสม ถ้าหากแสงน้อยเกินไปจะทำให้บรรยากาศในการเรียนไม่สบายตา รู้สึกเบื่อหน่าย และเกิดอาการเมื่อยล้าบริเวณกล้ามเนื้อตาเพราะต้องเพ่งสายตามาก จะมีอาการ ปวดตา ปวดบริเวณรอบ ๆ ดวงตา ปวดศีรษะ ประสิทธิภาพการทำงานน้อยลง แต่ถ้าแสงสว่างมากเกินไปก็จะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการมองเห็นและการเรียนรู้ลดลง (สุทธิ์ ศรีบูรพา, 2540) ถึงแม้ว่าจะมีสื่อที่ใช้ในการสอนและประกอบการเรียนจะดีเพียงใดแต่หากแสงสว่างในห้องเรียน ไม่เพียงพอ การเรียนรู้ก็จะเกิดขึ้นได้ยาก และจะส่งผลให้ผู้เรียนเสียสายตา และมีอาการเมื่อยดวงตา และส่งผลอาจทำให้เกิดความเครียด (สุพัชรินธร อาวรณ์ และอารีรัตน์ พุ่มโต, 2555)

ปัญหาระดับความเข้มแสงสว่างในห้องเรียน เป็นปัญหาที่ถูกมองข้ามเนื่องจาก คิดว่าเป็น เรื่องเล็กน้อย ไม่ส่งผลต่อสุขภาพมากมายจึงยังไม่ได้รับการแก้ไข จากการศึกษาเชิงสำรวจ (Survey Research) ในห้องเรียนโรงเรียนประถมศึกษาของรัฐบาลในตำบลบางโฉลง อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ได้มีการวัดแสงสว่างแบบจุด (Spot measurement) ที่โต๊ะเรียน จำนวน 4 โรงเรียน ทั้งหมด 59 ห้อง 1,370 จุด ในสภาพห้องเรียนจริง พบว่าระดับความเข้มแสงสว่างผ่านมาตรฐานขั้นต่ำสุดของงานสุขศึกษาในสถานศึกษา โครงการสุขศึกษาสายการศึกษา ที่กำหนดไว้ที่ระดับความเข้มแสงสว่าง 332 Lux จำนวน 793 จุด คิดเป็นร้อยละ 57.80 ไม่ผ่านมาตรฐาน จำนวน 579 จุด คิดเป็นร้อยละ 42.26 จากจำนวนห้อง 59 ห้อง พบว่ามีห้องเรียนเพียง 5 ห้องที่ผ่านมาตรฐานขั้นต่ำครบทุกจุดในห้อง คิดเป็นร้อยละ 8.47 (กุลวัชร ขุนงามขำ และคณะ ,2549)

และจากการศึกษา วิภาดา ศรีเจริญ และคณะ (2550) การสำรวจระดับความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาของรัฐบาล ตำบลบางโฉลง และตำบลบางพลี อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ทำการศึกษาทั้งหมด 2 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนพูลเจริญวิทยาคม และโรงเรียนบางพลีราษฎร์บำรุง โดยสำรวจห้องเรียนภายในโรงเรียนพูลเจริญวิทยา จำนวน 3 อาคารเรียน 42 ห้องเรียน นับจุดวัดได้ 1,733 จุด ผลการตรวจวัดพบว่า ผ่าน 290 จุด คิดเป็นร้อยละ16.72 และไม่ผ่าน 1443 จุด คิดเป็นร้อยละ 83.27 ส่วนโรงเรียนบางพลีราษฎร์บำรุงได้ทำ การสำรวจ 6 อาคารเรียน 43 ห้องเรียน นับจุดวัดได้ 1899 จุด ผลการตรวจวัดพบว่า ผ่าน 644 จุด คิดเป็นร้อยละ 33.91 และไม่ผ่าน 1255 จุด คิดเป็นร้อยละ 66.09

จากผลการศึกษาดังกล่าวจึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการที่จะศึกษาวิจัยในเรื่องการสำรวจความเข้มแสงสว่างภายในห้องเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เพราะแสงสว่างมีความสำคัญต่อการเรียนของนักศึกษา อีกทั้งยังไม่พบการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการสำรวจระดับความเข้มของแสงสว่างภายในห้องเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง การสำรวจความเข้มของแสงสว่างภายในห้องเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและนำไปใช้ประโยชน์ในการปรับปรุง แสงสว่างภายในห้องเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามได้

วัตถุประสงค์ เพื่อวัดระดับความเข้มของแสงสว่าง และประเมินระดับความเข้มของแสงว่างภายในห้องเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามว่าผ่านค่ามาตรฐาน CIE หรือไม่ และเพื่อศึกษาการจัดสภาพห้องเรียนภายในห้องเรียน มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

วิธีการดำเนินวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และรายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการวัดระดับความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียน เพื่อให้ได้รายละเอียดเกี่ยวกับตัวแปรตาม วัตถุประสงค์ของการวิจัย และดำเนินการกำหนดนิยามและโครงสร้างตัวแปรที่ต้องการวัด

2. ทำเอกสารดำเนินการยืมเครื่องมือวัดแสง (Lux meter) ทางสาขาฟิสิกส์ และขออนุญาตแต่ละคณะภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ในการขอพื้นที่ทำการวิจัย

3. ศึกษาวิธีการใช้เครื่องมือวัดแสง (Lux meter) และแนวทางการวัดแสงโดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 เริ่มต้นการใช้งานต้องตรวจสอบเครื่องก่อนใช้งานโดยการปิดฝาครอบเซลล์รับแสง หน้าจอแสดงผลต้องอยู่ที่ค่าศูนย์จึงจะถือว่าเครื่องใช้งานได้ปกติ

3.2 เมื่อต้องการตรวจวัดวางเซลรับแสงระนาบเดียวกับพื้นผิวงานของผู้ปฏิบัติงานนั้น อ่านค่าความเข้มแสงสว่างผู้ทำการตรวจวัดต้องระวังไม่ให้เงาของตัวเองทอดบังบนเซลล์รับแสง ซึ่งทำให้ค่าความเข้มแสงสว่าง ผิดจากความเป็นจริง

3.3 ให้เซลล์รับแสงรับแสงจนค่าแน่นอนทุกครั้ง (โดยทั่วไปประมาณ 5 – 15 นาที) จึงอ่านค่ามิเตอร์ และบันทึกผล การตรวจวัดความเข้มแสงสว่าง จะทำการตรวจวัดตามสภาพความเป็นจริง เช่น หากปฏิบัติงานโดยไม่เปิดไฟ แต่ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ ก็ทำการตรวจวัดตามสภาพจริงนั้น แต่หากปกติการทำงานนั้นเปิดหลอดไฟฟ้า ในขณะทำงาน ให้เปิดหลอดไฟฟ้าไว้อย่างน้อย 20 นาที ก่อนทำการตรวจวัด ทั้งนี้เพื่อให้หลอดไฟส่องสว่างเต็มที่ต้องวัดแสงในขณะที่ผู้ปฏิบัติงานอยู่ในลักษณะการทำงานจริงๆ

3.4 ทำการสำรวจโดยใช้เครื่องวัดแสงและแบบบันทึกผลการตรวจวัดบันทึกระดับความเข้มของแสงสว่าง สำรวจสภาพห้องทางกายภาพด้วยแบบจัดสภาพห้องเรียนโดยใช้ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลในช่วงเดือนตุลาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน 2557

ผลการวิจัย

ผลการวัดระดับความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนของแต่ละอาคาร พบว่า ระดับความเข้มของแสงสว่างภายในห้องเรียนภายในอาคารส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 300-750 ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มีเพียงตึก กอ. (เทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร)ที่มีระดับความเข้มของแสงสว่างภายในห้องเรียนที่ผ่านมาตรฐานน้อยกว่าร้อยละ75 ซึ่งเป็นค่าแสงสว่างที่สูงกว่าค่ามาตรฐานที่อยู่ในช่วงมากกว่า300-750 Lux ดังแสดงในตารางที่1

ตารางที่ 1 ผลการวัดระดับความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียน

อาคาร	จำนวนที่นั่งทั้งหมด (จุด)	ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอยู่ในช่วง 300 – 750 Lux		ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอยู่ในช่วงต่ำกว่า 300 - 750 Lux		ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอยู่ในช่วงมากกว่า 300 - 750 Lux	
		จุด	ร้อยละ	จุด	ร้อยละ	จุด	ร้อยละ
ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (IT)	1,124	835	74.30	287	25.50	2	0.2
วิทยาการจัดการ (MS)	745	664	89.10	70	9.4	11	1.5
เทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร (กอ)	252	143	56.70	-	-	109	43.30
ครุศาสตร์ (2)	206	161	78.20	42	33.80	3	1.4
เฉลิมพระเกียติ (ฉ)	1,508	1,233	81.80	222	14.70	53	3.5
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม(4)	474	403	85	-	-	71	15
รวม	4,309	3,439	79.8	621	28.43	249	5.8

แบบจัดสภาพห้องเรียน

แบบการจัดสภาพห้องเรียนลักษณะวัสดุที่ใช้ทำหน้าต่างส่วนมากทุกอาคารจะเป็นกระจก มีผ้าม่านบังแดดทุกอาคาร ทิศทางของแสงสว่างจะเข้าทางหน้าต่างและประตูทุกอาคาร สีเพดานและฝาผนังห้องจะเป็นสีขาวทุกอาคารลักษณะของพื้นห้องส่วนมากจะเป็นพื้นกระเบื้อง และทุกห้องบริเวรหลอดไฟมีแผงครอบหลอดไฟทั้งหมดทุกอาคาร และหลอดไฟส่วนมากเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาดห้อง จำนวนหน้าต่าง จำนวนหลอดไฟและการจัดวางหลอดไฟจะแสดงในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ขนาดห้อง จำนวนหน้าต่าง จำนวนหลอดไฟและการจัดวางหลอดไฟ

อาคาร	ขนาดห้อง	คิดเป็นร้อยละ	จำนวนหน้าต่าง	คิดเป็นร้อยละ	จำนวนหลอดไฟ การวางหลอดไฟ	คิดเป็นร้อยละ
ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (IT)	-8.83*7.82	38.09	16 บาน	95.24	12ดวง แบบ3*2	95.24
วิทยาการจัดการ (MS)	-5.70*11.91		12บาน	30.79	18ดวง แบบ3*3	38.46
	-5.71*8.83	23.08				
	-7.91*7.61					
เทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร (กอ)	-7.64*10.51		28บาน	50	24ดวง แบบ3*5	25
	-7.64*19.85	25			30ดวง แบบ3*5	25
	-7.84*11.86				32ดวง แบบ3*5	25
					45ดวง แบบ3*5	25
ครุศาสตร์ (อาคาร2)	-7.01*8.99	75	10บาน	75	24ดวง แบบ3*2	75
เฉลิมพระเกียติ (ฉ)	-8.20*16.53	44.44	10บาน	50	18ดวง แบบ3*3	50
เทคโนโลยีอุตสาหกรรม(4)	-7.64*11.65	33.33	8บาน	55.56	16ดวง แบบ2*4	75

อภิปรายผลการวิจัย

สมมุติฐาน : ระดับความเข้มของแสงสว่างภายในห้องเรียนของแต่ละอาคารใน มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เป็นไปตามมาตรฐาน CIE อยู่ในช่วง 300–750 Lux ร้อยละ 75

ผลการศึกษาพบว่า อาคารที่ผ่านมาตรฐาน CIE อยู่ในช่วง 300–750 Lux ร้อยละ 75 เป็นไปตามสมมุติฐานที่มีระดับความเข้มของแสงสว่างเป็นไปตามมาตรฐาน CIE อยู่ในช่วง 300-750 Lux จำนวน 5 อาคาร ซึ่งประกอบไปด้วย อาคารวิทยาการจัดการ (MS) ผ่านมาตรฐาน CIE คิดเป็นร้อยละ 89.1 อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (อาคาร 4) ผ่านมาตรฐาน CIE คิดเป็นร้อยละ 85 อาคารเฉลิมพระเกียติ (ฉ) ผ่านมาตรฐาน CIE คิดเป็นร้อยละ 81.8 อาคารครุศาสตร์ (อาคาร 2) ผ่านมาตรฐาน CIE คิดเป็นร้อยละ 78.2 อาคารเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (IT) ผ่านมาตรฐาน CIE คิดเป็นร้อยละ 74.3 ตามลำดับ เนื่องจากส่วนมากมีการจัดสภาพห้องที่เหมาะสม มีม่านบังแสงแดด มีการจัดสภาพโต๊ะเรียนส่วนมากตั้งตรงกับผังการติดตั้งหลอดไฟ ทิศทางการเข้าของแสงสว่างไม่ตรงกับโต๊ะเรียนทำให้ได้รับแสงจากหลอดไฟเพียงอย่างเดียว มีเพียงบางส่วนของโต๊ะเรียนที่อยู่บริเวณหลังห้องที่แสงสว่างจากหลอดไฟส่องสว่างไปไม่ถึงทำให้บริเวณหลังห้องส่วนมากจะไม่ผ่านค่ามาตรฐาน CIE ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ กิตตินันท์ และคณะ (2551) เรื่อง การตรวจวัดระดับความเข้มแสงสว่างในศูนย์เด็กเล็กของรัฐบาล ตำบลบางโฉลง อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 2 ศูนย์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าในห้องเรียน ห้องน้ำ ทางเดินบันได หรือบริเวณต่าง ๆ ที่เด็กทำกิจกรรมทั้งหมด 45 จุด พบว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 36 จุด คิดเป็นร้อยละ 80 ซึ่งพบว่าห้องเรียนส่วนมากจะมีม่านบังแสง มีหลอดไฟครบทุกห้อง มีการจัดโต๊ะเรียนให้ตรงกับผังการติดตั้งหลอดไฟ และไม่ตั้งโต๊ะเรียนใกล้กระดาษดำ และติดกับหน้าต่างมากเกินไป โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ อักษราภัค ศรีพิเชียร (2553) เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมอบรมเพื่อการจัดการแสงสว่างในห้องเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรณีศึกษา: โรงเรียน อบจ.เมืองภูเก็ต สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดภูเก็ต มีผลการวิจัยว่า พบว่าค่าความเข้มของแสงแสงสว่างในห้องเรียนของอาคารราชาใหญ่ มีค่าใกล้เคียงเกณฑ์มาตรฐานมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 85.30

และผลการศึกษาพบว่าอาคารที่ไม่ผ่านมาตรฐาน CIE ที่อยู่ในช่วง 300-700 Lux ไม่ถึงร้อยละ 75 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานประกอบด้วย 1 อาคาร คือ อาคารเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร (กอ.) ผ่านมาตรฐานร้อยละ 56.7 เนื่องจากสภาพห้องจะเป็นห้องที่เป็นกระจกโดยรอบมีแสงสว่างส่องเข้ามาภายในห้องอยู่ตลอดเวลา ทำการสอนปกติโดยไม่ปิดผ้าม่านประกอบกับผนังห้องเป็นสีขาว และพื้นเป็นสีขาว เวลาเปิดไฟและตรวจวัดพบว่าทำให้ภายในห้องมีระดับแสงสว่างมากกว่า 750 ขึ้นไป จึงทำให้เกินค่ามาตรฐาน CIE ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวิภาดา ศรีเจริญ และคณะ (2550) เรื่อง การสำรวจระดับความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาของรัฐบาล ตำบลบางโฉลง และตำบลบางพลี อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ผลการวิจัยพบว่า สำรวจห้องเรียนภายในโรงเรียนพูลเจริญวิทยาจำนวน 3 อาคารเรียน 42 ห้องเรียน นับจุดวัดได้ 1,733 จุด ผลการตรวจวัดพบว่า ผ่าน 290 จุด คิดเป็นร้อยละ16.72 และไม่ผ่าน 1443 จุด คิดเป็นร้อยละ 83.27 ส่วนโรงเรียนบางพลีราษฎร์บำรุงได้ทำการสำรวจ 6 อาคารเรียน 43 ห้องเรียน นับจุดวัดได้ 1899 จุด ผลการตรวจวัดพบว่า

ผ่าน 644 จุด คิดเป็นร้อยละ 33.91 และไม่ผ่าน 1255 จุด คิดเป็นร้อยละ 66.09 ซึ่งพบว่าการจัดตั้งโต๊ะเรียนไม่เหมาะสม เช่น ชิดผนังห้อง ชิดกระดาษดำ การติดตั้งหลอดไฟไม่ครบทุกหลอดตามแปลนหรือหลอดไฟชำรุดไม่มีการเปลี่ยนแปลงทันที และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ ภานุวัฒน์ จึงศรีพิษณุ และคณะ(2545) เรื่องปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนของโรงเรียน ในสังกัดเทศบาลนครขอนแก่น ผลการวิจัยพบว่า พบห้องเรียนที่มีความเข้มของแสงสว่างต่ำกว่ามาตรฐาน (300 ลักซ์) 30 ห้องเรียนจาก 126 ห้องเรียน (ร้อยละ23.81) ส่วนความเข้มของ แสงสว่างที่มีค่ามากว่า 1,000 ลักซ์ พบจำนวน 19 ห้องเรียน (ร้อยละ15.08) และสอดคล้องกับการศึกษางานวิจัยของกุลวัชร ขุนงามขำ และคณะ (2549) ได้ทำการศึกษา ระดับความเข้มแสงสว่างในห้องเรียนประถมศึกษา ของรัฐบาล ในตำบลบางโฉลง อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง กันยายน 2549 โดยใช้เคราช่อง วัดระดับความเข้มของแสงสว่าง (Lux meter) และแบบสำรวจการจัดสภาพห้องเรียนโดย ทำการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างในห้องเรียนแบบจุด (Spot measurement) ที่โต๊ะเรียน จำนวน 4 โรงเรียน ทั้งหมด 59 ห้องเรียน 1370 จุด ในสภาพห้องเรียนจริง พบว่าระดับความเข้มแสงสว่างผ่านมาตรฐานขั้นต่ำสุดของงานสุขศึกษาในสถานศึกษา โครงการสุขศึกษาสายการศึกษา ที่กำหนดไว้ที่ระดับความเข้มแสงสว่าง 332 Lux จำนวน 793 จุด คิดเป็นร้อยละ 57.80 ไม่ผ่านมาตรฐาน จำนวน 579 จุด คิดเป็นร้อยละ 42.26 จากจำนวนห้อง 59 ห้อง พบว่ามีห้องเรียนเพียง 5 ห้องที่ผ่านมาตรฐานขั้นต่ำครบทุกจุดในห้อง คิดเป็นร้อยละ 8.47 ซึ่งสภาพห้องเรียนก็จัดสภาพมาเหมาะสม เช่น หลอดไฟเสียไม่มีการปรับปรุงทันที โต๊ะเรียนตั้งไม่ตรงกับผังการติดตั้งของหลอดไฟ และสอดคล้องกับการศึกษางานวิจัยของสาวิตรี ชัยรัตน์ และคณะ(2550) การศึกษาระดับความเข้มแสงสว่างในห้องเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาของรัฐบาล ตำบลบางแก้ว อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ทำการศึกษาทั้งหมด 2 โรงเรียน จำนวน 94 ห้องเรียน นับจุดวัดได้ 2,345 จุด ผลการตรวจวัดพบว่า ผ่าน 1,147 จุด คิดเป็นร้อยละ 48.91 และไม่ผ่าน 1,198 จุด คิดเป็นร้อยละ 51.09 ซึ่งพบว่าการจัดโต๊ะเรียน ตู้เอกสาร ตู้เก็บของ บังแสงสว่างจากธรรมชาติ ช่องแสงสว่างเหนือประตูหน้าต่างถูกปิด หลอดไฟเสียไม่มีการซ่อมแซม หรือเปลี่ยนทันที ทำให้เกิดในการเรียนไม่สบายตา รู้สึกเบื่อหน่าย และเกิดอาการเมื่อยล้าบริเวณรอบดวงตา เพราะต้องเพ่งมากจะมีอาการปวดตา ปวดบริเวณรอบ ๆ ดวงตา ปวดศีรษะ ประสิทธิภาพการทำงานน้อยลง แต่ถ้าแสงสว่างมากเกินไปก็จะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการมองเห็นและการเรียนรู้ลดลง (สุทธิ ศรีบูรพา, 2540)

ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงและแก้ไขในห้องเรียนที่มีแสงสว่างไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานและเหมาะสมแก่การเรียนการสอน ในด้านการจัดสภาพห้องเรียนควรมีการปรับปรุงแสงสว่างภายในห้องเรียนของทุกอาคาร และควรมีการสำรวจหลอดไฟภายในห้องเรียนเสมอๆว่ามีหลอดใดชำรุดหรือเสื่อมสภาพ ควรปรับปรุงแก้ไข และจัดให้มีการทำความสะอาดหลอดไฟที่มีฝาครอบเพื่อป้องกันฝุ่นและแมลงบดบังการส่องสว่างของหลอดไฟ และหากมีการปรับปรุงการจัดสภาพห้องเรียนควรคำนึงถึงหลักการออกแบบที่ดีและเหมาะสมของแสงสว่างด้วย

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า จำนวนที่นั่งทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง 6 อาคาร มีจำนวนที่นั่งทั้งหมด 4,309 จุด ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอยู่ในช่วง 300-750 Lux จำนวน 3,439 จุด คิดเป็นร้อยละ 79.80 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอยู่ในช่วงต่ำกว่า 300 Lux จำนวน 621 จุด คิดเป็นร้อยละ 14.40 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานอยู่ในช่วงมากว่า 750 Lux จำนวน 249 จุด คิดเป็นร้อยละ 5.80

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนงค์นาฏ คงประชา ประธานสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ อาจารย์วิภาดา ศรีเจริญ ที่ปรึกษาในการศึกษาปัญหาพิเศษนี้ และคณะกรรมการสอบการศึกษาปัญหาพิเศษทุกท่าน ที่กรุณาให้คำแนะนำ ปรึกษา คณบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม 6 คณะได้แก่ คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณบดีคณะวิทยาการจัดการ คณบดีคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร คณะบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณบดีคณะครุศาสตร์ และผู้ที่เกี่ยวข้องที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์และอนุญาตให้ใช้พื้นที่ในการเก็บข้อมูลและช่วยอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กุลวัชร ขุนงามขำ และคณะ. (2549). **การศึกษาระดับความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษาของรัฐบาลตำบลบางโฉลง อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ.** วิทยาศาสตรบัณฑิต อาชีวอนามัยและความปลอดภัย. มหาวิทยาลัย หัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ สมุทรปราการ**.**

กาญจน์ ศรีสวัสดิ์. (2554). **การสำรวจสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนของโรงเรียนวัดหนองโพธิ์ (ศิลปวิทยาคม) อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยศิลปากร

กิตตินันท์ จิตแสง และคณะ. (2551). **การประเมินสิ่งแวดล้อมด้านความปลอดภัย ในศูนย์เด็กเล็กของรัฐบาลตำบลบางโฉลง อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ.** วิทยาศาสตรบัณฑิต อาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัย หัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ สมุทรปราการ

ชำนาญ ห่อเกียรติ. **เทคนิคการส่องว่าง.** (2540). สืบค้นข้อมูลเมื่อ:วันที่ 20 กรกฎาคม 2557 (ออนไลน์)

ญาณี อังสุคราญ และอ.ดร.ชนะ รักษ์ศิริ. (ม.ป.ป.). **การสำรวจความเพียงพอของแสงสว่างภายในห้องเรียน**. ภาควิชาวิศวกรรมวิศวกรรมอุตสาหการ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

น้ำเงิน จันทร์มณี และศศิวิมล บุตรสีเขียว. (2554). **ความตระหนักทางด้านความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานและผลการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในการทำงานของกลุ่มทอผ้าด้วยมือ จังหวัดพะเยา**. สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา.

ปัทมา หงษ์เผือก. (ม.ป.ป.). **การศึกษาสภาพแสงสว่างในห้องเรียนของอาคารเรียนรวม ในระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยขอนแก่น.** มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พรพิมล เฉวงศักดิ์โสภาคย์. (ม.ป.ป.). **“ภัยสว่าง”อันตรายที่ถูกมองข้ามในโรงเรียน.** กรมอนามัย ส่งเสริมให้คนไทยสุขภาพดี, ฉบับประจำเดือน กรกฎาคม-กันยายน 2009: หน้า33-38. เข้าถึงได้จาก:www. http://digi.library.tu.ac.th. (วันที่สืบค้นข้อมูล:20 กรกฎาคม 2557)(ออนไลน์).

พรพิมล เวงศักดิ์โสภาค. (2549). **แนวทางการป้องกันอันตรายจากแสงสว่าง.** เอกสารประกอบการเรียนวิชาPB3072 อาชีวอนามัยและความปลอดภัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 2). สมุทรปราการ: แผนกเอกสารและการพิมพ์ ศูนย์เทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.

ภานุวัฒน์ จึงศรีพิษณุและคณะ. (2545). **ปริมาณความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนของโรงเรียน ในสังกัดเทศบาลนครขอนแก่น.** สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

รจเรช แสงอาทิตย์ และ ผศ.ดร.ยิ่งสวัสดิ์ ไชยะกุล. (ม.ป.ป.). **มาตรฐานระดับความสว่างในอาคารสำหรับประเทศไทย**. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิภาดา ศรีเจริญ และคณะ. (2550). **การศึกษาระดับความเข้มของแสงสว่างในห้องเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษา ของรัฐบาลตำบลบางโฉลง และตำบลบางพลี อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ.** วิทยาศาสตรบัณฑิต อาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ สมุทรปราการ**.**

วิจิตร ทิพย์ทิพากร. (2550). **การศึกษาระบบแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับโรงพิมพ์ระบบออฟเซต.** วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการพิมพ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี.

สงวนศักดิ์ เกยุราพันธุ์. (2537). **การวิเคราะห์คุณภาพระบบแสงสว่างและแนวทางแก้ไข: กรณีศึกษาอาคารเรียน อาคารราชการ และอาคารสำนักงานเอกชน.** ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

สาวิตรี ชัยรัตน์ และคณะ. (2550). **การศึกษาระดับความเข้มแสงสว่างในห้องเรียนโรงเรียนมัธยมศึกษา ของรัฐบาล ตำบลบางแก้ว อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ**.วิทยาศาสตรบัณฑิต อาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ สมุทรปราการ.

สุทธิ์ ศรีบูรพา. (2540). **เออร์กอนอมิกส์ วิศวกรรมมนุษย์ปัจจัย**. กรุงเทพฯ: เม็ดทรายพริ้นติ้ง.

อักษราภัค ศรีพิเชียร. (2553). **การพัฒนาโปรแกรมอบรมเพื่อการจัดการแสงสว่างในห้องเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กรณีศึกษา:โรงเรียน อบจ.เมืองภูเก็ต สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดภูเก็ต.**

Gagne, R.M. (1977)**. The condition of learning and theory of instruction.** New York: Holt Rinehart Winston.

ประสิทธิภาพปูนแดงผสมขมิ้นชันในการกำจัดลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม
Efficacy of turmeric mixed with lime against mosquito larvae under laboratory and field conditions

ศิรินทิพย์ สังเกตใจ* ธีรพรรณ พิลึก มงคล กันทะตุล และ ยุวดี ตรงต่อกิจ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
*corresponding author e-mail: s.o.m.1188@hotmail.com

บทคัดย่อ

ภูมิปัญญาไทยใช้ปูนแดงและขมิ้นชันกำจัดแมลง แต่ยังขาดรายงานการนำปูนแดงและขมิ้นชันมาใช้ร่วมกันเพื่อกำจัดลูกน้ำยุงลาย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลการตายของลูกน้ำยุงลายในสารละลายปูนแดงผสมขมิ้นชัน (อัตราส่วน 1:1) ในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม โดยในห้องปฏิบัติการเตรียมสารละลาย 6 ความเข้มข้นๆละ 200 มิลลิลิตร ใส่ลูกน้ำยุงลายจากห้องปฏิบัติการระยะที่ 2-3 จำนวน 20 ตัว ต่อความเข้มข้นทำการทดลอง 3 ซ้ำ ประเมินผลการตายของลูกน้ำยุงลายที่ 24 ชั่วโมง พบว่า ที่ความเข้มข้น 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, และ 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 10, 20, 30, 52, 55 และ 63 ตามลำดับ ผู้วิจัยคัดเลือกระดับความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรทดลองในภาคสนาม เนื่องจากทำให้ลูกน้ำยุงลายตายมากกว่าร้อยละ 50 ในภาคสนามเตรียมก้อนปูนแดงผสมขมิ้นชันก้อนละ 100 กรัม จำนวน 4 ก้อนต่อโอ่งมังกรจุน้ำ 200 ลิตร ใส่ลูกน้ำยุงลายเก็บจากภาคสนามจำนวน 30 ตัวต่อโอ่งมังกร จำนวนโอ่งทดลอง 30 โอ่ง จากครัวเรือน อสม. 30 ครัวเรือนของ หมู่ที่ 4 ตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ประเมินผลการตายที่ 24, 48, และ72 ชั่วโมง พบว่า ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 9.7, 29.1 และ 41.7 ตามลำดับ โดยร้อยละการตายของลูกน้ำยุงลายที่ 72 ชั่วโมง สูงกว่าที่ 48 และ 24 ชั่วโมง การเตรียมปูนแดงผสมขมิ้นชันไม่ยุ่งยากอีกทั้งหาได้ง่ายจากทุกพื้นที่ของประเทศไทย จึงควรส่งเสริมการใช้บูรณาการร่วมกับการกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายทุกวันศุกร์เพื่อป้องกันการเกิดโรคไข้เลือดออกในพื้นที่ต่อไป

คำสำคัญ : ลูกน้ำยุงลาย ปูนแดง ขมิ้นชัน

Abstract

We use Thai wisdom by choosing lime and turmeric against insects but there is a lack of research about using lime and turmeric used together to against mosquito larvae. This study aims to evaluate the death of mosquito larvae in a solution of lime mix with turmeric (w/w) in the laboratory and in the field conditions. In the laboratory, prepare 6 solutions and 200 ml per each one. Put 20 mosquito larvae into laboratory in period 2-3, per concentration and test three times to evaluate the death of mosquito larvae at 24 hours and found that the concentration. 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, and 3 mg per ml. mosquito larvae had died at 10, 20, 30, 52, 55 and 63, respectively; Researcher selected the concentration of 2. Milligrams per milliliter in field experiments because the mosquito larvae died more than 50 percent. In the field, prepare 4 blocks of turmeric lump lime 100 g per Jar Capacity 200 liters. Send mosquito larvae from a field 30 per Jar, 30 jars from volunteers, 30 jars from Moo 4 Tambon Wang PlongNernMaprang district, Phitsanulok. Evaluation of dead at 24, 48, and 72 hours showed mosquito larvae dead by 9.7 percent, 29.1 and 41.7, respectively, at 72 hours is higher than at 48 and 24 hours statistically significant ($p < 0.05$). Preparing lime turmeric is convenience and readily available from all areas of Thailand so should promote the usage of integration with the elimination of mosquito breeding sites every Friday. For the prevention of dengue fever in the next area.

keywords : mosquito larvae, lime, turmeric

บทนำ

หากเกิดโรคไข้เลือดออกระบาดในชุมชนที่มีแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายและยุงลายตัวเต็มวัยจำนวนมาก โรคจะแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็วและควบคุมโรคได้ยาก ดังนั้นการลดแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายจึงเป็นมาตรการควบคุมโรคที่มีความสำคัญควรมีการดำเนินการอย่างจริงจังและคลอบคุมในทุกพื้นที่ของประเทศไทย (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2554) การใช้สารเคมีกำจัดลูกน้ำยุงลายในแหล่งเพาะพันธุ์ จัดเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงและได้ผลรวดเร็ว แต่ยังคงมีรายงานการใช้ที่ผิดวิธีอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ซึ่งจะส่งผลให้ยุงลายสามารถปรับตัวดื้อต่อสารเคมี นอกจากนี้ การตกค้างปนเปื้อนก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมได้ (พรรณเกษม แผ่พร และคณะ, 2546และกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2553)

การใช้ปูนแดงตากแห้งกำจัดลูกน้ำยุงลาย ถือว่าเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านในการควบคุมยุงลาย รายงานวิจัยของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลโนนแหลมทอง จังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่าปูนแดงตากแห้งปริมาณ 4 กรัม สามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายได้ (ประนอม นันทประดิษฐ์, 2554) ก่อนหน้านี้กองกีฏวิทยาทางการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข รายงานว่าปูนแดงสามารถฆ่าลูกน้ำยุงลายได้ทุกระยะ (อุษาวดี ถาวระ และ ประคอง พันธุ์อุไร, 2524) ในปี 2545 สานนท์เลาหบุตร (2545) รายงานปูนแดงสามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายและตัวโม่ง โดยค่าความเป็นกรดด่างของสารละลายปูนแดงไม่มีผลต่อการตายของลูกน้ำและตัวโม่งของยุงลาย

นอกจากนี้ ขมิ้นชันเป็นพืชสมุนไพรไทย มีคุณสมบัติไล่และกำจัดแมลงได้ (สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน กระทรวงสาธารณสุข, 2542 อ้างใน กฤษฎา เหล็กเพชร และคณะ, 2548) รายงานการวิจัยพบว่า สารสกัดขมิ้นชันสด 3 กรัมต่อน้ำ 200 มิลลิลิตร สามารถฆ่าลูกน้ำยุงลายตาย ร้อยละ 100 (ทิวาพร บุญสิงมา และคณะ, 2554) และสารสกัดขมิ้นชันสดในเอธานอล เมธานอล และเอธิลอะซิเตด เข้มข้น 27.91, 28.29 และ 29.34 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ทำให้ลูกน้ำยุงลายตาย ร้อยละ 50 (ศิริชัย รินทะราช, 2545) นอกจากนี้สารสกัดขมิ้นชันสามารถป้องกันยุงกัดได้ (อภิวัฏ ธวัชสิน และคณะ, 2545 และ อัจรา บุญเหล้า, 2546) และสามารถกำจัดเห็บสุนัขได้เช่นกัน (พงศักดิ์ พลเสนา, 2546)

จากความสำคัญของปูนแดงและขมิ้นชันดังกล่าวข้างต้น คณะผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาปูนแดงผสมขมิ้นชัน (อัตราส่วน 1:1) ในการกำจัดลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาระดับความเข้มข้นที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายอย่างน้อย ร้อยละ 50 แล้วนำระดับความเข้มข้นนี้ไปทดลองในภาคสนามกับลูกน้ำยุงลายที่เจริญเติบโตในพื้นที่ประเมินผลการตายที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ผลการวิจัยนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานการใช้ปูนแดงผสมขมิ้นชันเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ควบคุมยุงลายพาหะนำโรคอย่างถูกต้อง เหมาะสมในลำดับต่อไป วัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อประเมินระดับความเข้มข้นของสารละลายปูนแดงผสมขมิ้นชัน (อัตราส่วน 1:1) ที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายอย่างน้อย ร้อยละ 50 ในห้องปฏิบัติการ และเพื่อประเมินความแตกต่างของอัตราตายของลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ศึกษา หลังให้สัมผัสกับสารละลายปูนแดงผสมขมิ้นชันนาน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ในภาคสนาม

วิธีดำเนินการวิจัย

<u>การทดลองในห้องปฏิบัติการ</u>

ปูนแดงที่ใช้ ซื้อจากตลาดสดเทศบาล 6 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ส่วนขมิ้นชัน (เหง้าสด) ซื้อจากชุมชนตำบลจอมทอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก นำขมิ้นชันมาล้างทำความสะอาดหลังจากนั้นหั่นและโขลกให้ละเอียดด้วยครก ชั่งปูนแดงและขมิ้นชันด้วยเครื่องชั่งละเอียด ผสมกันในอัตราส่วน 1:1 เตรียมความเข้มข้นที่ 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, และ 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 200 มิลลิลิตร โดยใช้น้ำกรองเป็นตัวทำละลาย

ลูกน้ำยุงลาย(*Aedesaegypti*)ที่ใช้ในการทดลองอยู่ในระยะที่ 2-3 มีขนาดตัวใกล้เคียงกัน เตรียมจากห้องปฏิบัติการของศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ 9.1 พิษณุโลก ใช้จำนวน 20 ตัวต่อความเข้มข้น

ทำการทดลองความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ทุกซ้ำของการทดลองจะมีกลุ่มควบคุมที่มีลูกน้ำยุงลายระยะที่ 2-3 จำนวน 20 ตัว อยู่ในน้ำกรอง 200 มิลลิลิตร นาน 24 ชั่วโมง เช่นเดียวกัน นับลูกน้ำยุงลายใส่ลงในสารละลายที่ความเข้มข้นต่างๆ ที่เวลา 24 ชั่วโมง นับจำนวนลูกน้ำยุงลายตายในแต่ละความเข้มข้น แล้วนำมาคำนวณอัตราการตายเพื่อประเมินระดับความเข้มข้นที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายอย่างน้อยร้อยละ 50

การทดลองในภาคสนาม

จากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่า ความเข้มข้นที่ 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ทำให้ลูกน้ำยุงลายตาย ร้อยละ 52 ผู้วิจัยจึงนำความเข้มข้นนี้มาทดลองในภาคสนามพื้นที่ศึกษา หมู่ 4 ตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก เพื่อประเมินความแตกต่างของลูกน้ำยุงลายหลังจากให้สัมผัสสารละลายนาน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

ปูนแดงและขมิ้นชันเป็นวัตถุดิบเตรียมพร้อมกับการใช้ในห้องปฏิบัติการ เตรียมก้อนปูนแดงผสมขมิ้นชันน้ำหนัก 100 กรัมอัตราส่วน 1:1 โดยชั่งขมิ้นชัน 50 กรัม ผสมกับปูนแดง 50 กรัม และเติมน้ำกรองเล็กน้อย เพื่อให้สามารถปั้นเป็นก้อนได้ เตรียมจำนวน 120 ก้อน ตากแดดให้แห้งนาน 2 วัน นำไปทดลองประสิทธิภาพกำจัดลูกน้ำยุงลายในโอ่งมังกรจุน้ำ 200 ลิตร จำนวน 30 โอ่ง ใน 30 ครัวเรือนๆละ 1 โอ่งๆละ 4 ก้อน แต่ละโอ่งจะมีถุงผ้าขาวบางเส้นผ่านศูนย์กลางแคบกว่าปากโอ่งเล็กน้อยลึกประมาณ 15 นิ้ว เพื่อรองรับลูกน้ำยุง โดยถุงผ้าขาวบางจะทำให้การสังเกตผลและนับจำนวนตัวตายของลูกน้ำยุงลายทำได้ง่ายและสะดวก

ลูกน้ำยุงลายที่ใช้ทดลองเก็บจากพื้นที่ศึกษามีการเจริญเติบโตตามธรรมชาติ คัดระยะที่ 2-3 ขนาดตัวใกล้เคียงกันนับใส่โอ่งทดลอง จำนวน 30 ตัวต่อโอ่ง โดยทุกโอ่งทดลองจะมีโอ่งควบคุมทำควบคู่ไปเสมอและโอ่งควบคุมซึ่งเป็นโอ่งมังกรจุน้ำ 200 ลิตร จำนวน 30 ตัวต่อโอ่ง ด้วยเช่นกัน

หลัง 24, 48 และ 72 ชั่วโมง นับจำนวนตัวตายของลูกน้ำยุงลายจากแต่ละโอ่งทดลองและโอ่งควบคุมคิดจำนวนตายเป็นร้อยละ การวิเคราะห์หาอัตราการตาย ทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม กรณีอัตราการตายของกลุ่มควบคุม อยู่ในช่วงร้อยละ 5-20 ต้องนำอัตราการตายจริงมาปรับด้วย Abbott’s formula (Abbott,1925) ถ้าอัตราการตายของกลุ่มควบคุมน้อยกว่าร้อยละ 5 ก็สามารถใช้อัตราการตายจริงได้เลย แต่ถ้าอัตราการตายมากกว่าร้อยละ 20 ให้ทำการทดลองใหม่ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

Abbott’s formula:

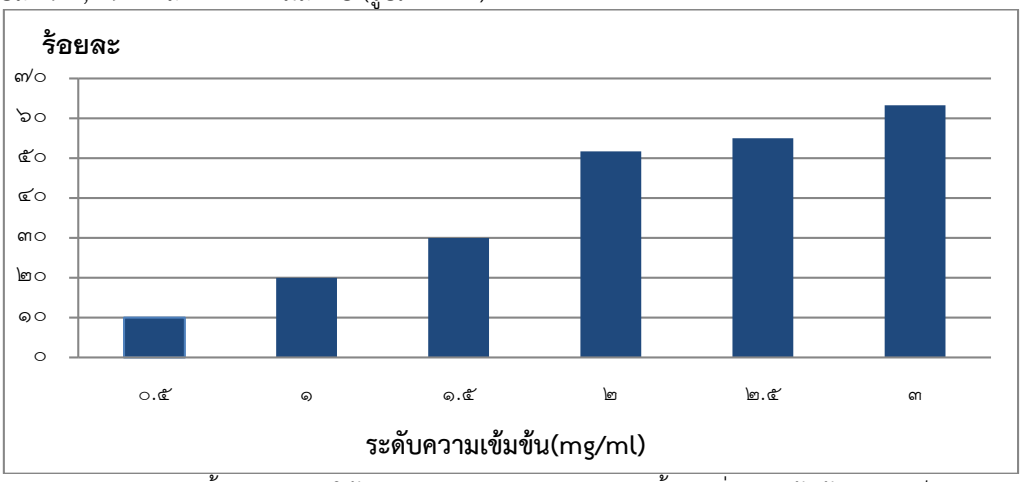
$$\text{อัตราการตาย} = \frac{\text{อัตราการตายของกลุ่มทดลอง}}{100 - \text{อัตราการตายของกลุ่มควบคุม}} \times 100$$

ผลการวิจัย

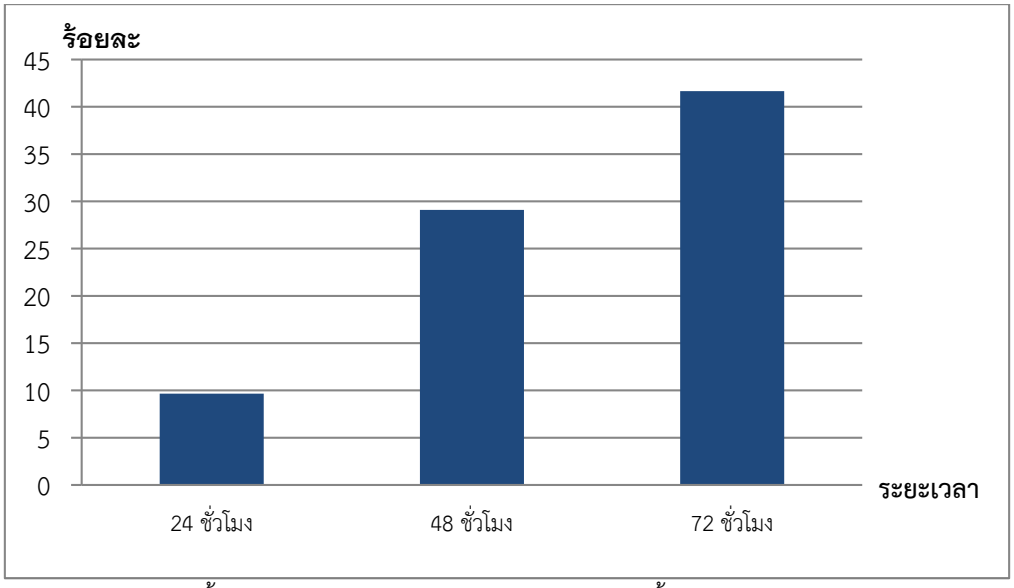
ผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการ พบว่าหลัง 24 ชั่วโมง สารละลายปูนแดงผสมขมิ้นชันที่ความเข้มข้น 0.5, 1, 1.5,2, 2.5 และ 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ทำให้ลูกน้ำยุงลาย ร้อยละ 10, 20, 30, 52 55 และ 63 ตามลำดับ (รูปภาพที่ 1)

ดังนั้นระดับความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่สามารถทำให้ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 52 จึงเป็นระดับความเข้มข้นที่ผู้วิจัยคัดเลือกไปทดสอบประสิทธิภาพในภาคสนามเพื่อประเมินผลความแตกต่างของอัตราการตายหลังให้ลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ศึกษาสัมผัสสารละลายนาน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

ผลการศึกษาในภาคสนามพบว่า สารละลายปูนแดงผสมขมิ้นชันเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งเตรียมจากการใส่ก้อนปูนแดงผสมขมิ้นชัน 4 ก้อนๆละ 100 กรัม ลงในโอ่งมังกรจุน้ำ 200 ลิตร ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เท่ากับร้อยละ 9.7, 29.1 และ 41.7 ตามลำดับ (รูปภาพที่ 2)



ภาพที่ 1 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายหลังให้สัมผัสสารละลายปูนแดงผสมขมิ้นชันที่ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทดลองในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 2 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายหลังให้สัมผัสสารละลายปูนแดงผสมขมิ้นชันเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ทดลองในภาคสนาม

อภิปรายผลการวิจัย

การทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่า สารละลายปูนแดงผสมขมิ้นชันที่ความเข้มข้นสูงขึ้นทำให้ลูกน้ำยุงลายตายเพิ่มขึ้นและที่ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถทำให้ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 52 ในเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งใกล้เคียงกับงานวิจัยของ สานนท์ เลาหบุตร (2545) รายงานสารละลายปูนแดงเข้มข้น 1.3-4.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร กำจัดลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 91.5-100 แต่ผลการทดลองนี้แตกต่างจากงานวิจัยของ อุษาวดี ถาวระ และ ประคอง พันธ์อุไร (2524) รายงานปูนแดงเข้มข้น 0.7 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ทำให้ลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 50 ทั้งนี้อาจเนื่องจากคุณภาพของปูนแดงแตกต่างกันไปตามโรงงานผลิตส่งผลให้มีสารออกฤทธิ์ทำลายลูกน้ำยุงลายในปริมาณที่แตกต่างกันไป ทิวาพร บุญสิงมา และคณะ (2554) รายงานว่าน้ำขมิ้นสดที่ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร กำจัดลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 50 ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่สูงกว่างานวิจัยนี้ 5 เท่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการมีปูนแดงเป็นส่วนประกอบจึงเพิ่มประสิทธิภาพการทำลายลูกน้ำยุงลาย

การทดลองในภาคสนาม สารละลายปูนแดงผสมขมิ้นชันเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ 24 ชั่วโมงกำจัดลูกน้ำยุงลายตายร้อยละ 9.1 ซึ่งเป็นประสิทธิภาพที่น้อยกว่าการทดลองในห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะลูกน้ำยุงลายที่เจริญเติบโตตามธรรมชาติมีความแข็งแรงทนทานมากกว่าลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการที่ถูกเลี้ยงดูอย่างดี ลูกน้ำยุงลายในภาคสนามจึงทนต่อความเป็นพิษของสารละลายปูนแดงผสมขมิ้นชันได้มากกว่ายุงในห้องปฏิบัติการ การให้ลูกน้ำยุงลายสัมผัสกับสารละลายนานขึ้นก็จะเพิ่มจำนวนการตายให้มากขึ้น ดังผลการวิจัยนี้ที่เมื่อให้ลูกน้ำยุงลายสัมผัสสารละลายนาน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง พบอัตราการตายร้อยละ 9.7, 29.1 และ 41.7 ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษฎา เหล็กเพชร และคณะ (2548) รายงานว่าเมื่อให้ลูกน้ำยุงลายสัมผัสกับสารสกัดเปลือกต้นแก้วเป็นเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง จำนวนลูกน้ำยุงลายตายเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น

ด้วยคุณสมบัติที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ปูนแดงและขมิ้นชันทำให้ปูนแดงและขมิ้นชันถูกสนับสนุนจากกระทรวงสาธารณสุข ให้ใช้ร่วมกับการลดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย (สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9, 2556) การพัฒนารูปแบบการดำเนินงานกำจัดลูกน้ำยุงลายโดยใช้ปูนกินหมาก ณ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านโพธิ์เงิน พบว่า การใช้ปูนกินหมากในกระบวนการลดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย ทำให้ดัชนีลูกน้ำยุงลายตามครัวเรือนและจำนวนภาชนะที่พบลูกน้ำยุงลายลดลงจากเดิม 5-7 เท่า และทำให้อัตราการเกิดโรคไข้เลือดออกในพื้นที่ลดลง (ประไพรศรี หอมเนียม และคณะ, 2555)

ผลการศึกษานี้สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการนำปูนแดงผสมขมิ้นชันมาประยุกต์ใช้ร่วมกับวิธีการควบคุมยุงลายพาหะนำโรคทดแทนการใช้สารเคมี เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ประหยัดและปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการวิจัยสำรวจความพึงพอใจในการใช้ปูนแดงผสมขมิ้นชันของชุมชน

2. ควรมีการศึกษาถึงประสิทธิภาพของปูนแดงผสมขมิ้นชันในการกำจัดลูกน้ำยุงพาหะชนิดอื่น ๆ เช่น ยุงรำคาญ ยุงก้นปล่อง และยุงลายเสือ เนื่องจากยุงต่างชนิดกันมีความสามารถในการทนต่อความเป็นพิษของสารชนิดเดียวกันได้ต่างกัน

3. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนการใช้ปูนแดงผสมขมิ้นชันกับทรายอะเบท เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนการใช้สมุนไพรไทยทดแทนสารเคมี

สรุปผลการวิจัย

สารละลายปูนแดงผสมขมิ้นชันความเข้มข้น 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 และ 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ทำให้ลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการตายร้อยละ 10, 20, 30, 52, 55 และ 63 ตามลำดับ ในห้องปฏิบัติการ

สารละลายปูนแดงผสมขมิ้นชันความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ทำให้ลูกน้ำยุงลายในภาคสนามตายที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เท่ากับร้อยละ 9.7, 29.1 และ 41.7 ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ดร.จิระศักดิ์ ทัพภา หัวหน้าศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ 9.1 พิษณุโลก ที่ให้การสนับสนุนบุคลากร วัสดุ อุปกรณ์ ลูกน้ำยุงลาย และให้คำแนะนำที่ดีในการทำวิจัยในครั้งนี้ อันเป็นผลให้การวิจัยสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลวังโพรง และอาสาสมัครสาธารณสุข หมู่ที่ 4 ตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการทดลอง เป็นผู้ชี้นำความรู้ และอื่นๆ จนกระทั่งงานวิจัยสำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. (2555). **รายงานโรคในระบบเฝ้าระวัง 506**. ค้นหาเมื่อ 8 กันยายน 2557. จาก http://www.boe.moph.go.th/boedb/surdata/506wk/y57/d66. 3457.pdf.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กระทรวงสาธารณสุข. (2553).**ชีววิทยาและการควบคุมแมลงที่เป็นปัญหาสาธารณสุข**.วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (พิมพ์ครั้งที่ 4).นนทบุรี: หนังสือดีวันจำกัด.

กฤษฎา เหล็กเพชร, คมขำ อยู่สอน, และน้ำอ้อย มั่นศักดิ์. (2548). **ประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบและเปลือกต้นแก้ว (Murravapaniculata Jack) ต่อมาอัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย.** ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ทิวาพร บุญสิงมา, ดุสิต บุญชุม, ทศพล อุปมา, ศจี แสงกูล, ดารณี ศรีธนะ, และวันดี พึ่งสิงห์. (2554).**น้ำขมิ้นกำจัดลูกน้ำยุง.** การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยตำบลพระธาตุขิงแกง. ศูนย์การศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยอำเภอจุน. สำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัยจังหวัดพะเยา.

เบญจพร ศรีสุวรรณ, สุวิทย์วรรณศรี, เสาวภา ชูมณี, สนธยา พึ่งศิริ, จีระศักดิ์ ทัพผา, ณัฐวีร์ยาศิริ, จรุงจิตร ทัพผา และศิริชัย แก้วกองพล. (2553). **ผลของสารสกัดจากเถาวัลย์เปรียงที่มีต่อลูกน้ำยุงลายและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนในจังหวัดเพชรบูรณ์.** มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

ประนอม นันทประดิษฐ์. (2554). **นวัตกรรมปูนแดงกำจัดลูกน้ำยุงลาย**. ค้นหาเมื่อ 7 กันยายน 2557. จาก http://kalasin.moph.go.th/hnc/index.php?links=detail_news.php&n_id=348.pdf.

ประไพรศรี หอมเนียม. (2555). **ศึกษาการพัฒนารูปแบบการดำเนินงานกำจัดลูกน้ำยุงลายโดยใช้ปูนกินหมากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านโพธิ์เงิน**. ต.ห้วยหิน อ.หนองหงส์ จ.บุรีรัมย์.

พรรณเกษม แผ่พร. (2546). **การศึกษาการต้านทานต่อสารเคมีเทมีฟอสของยุงลายในห้องปฏิบัติการ.** วารสารควบคุมโรค. 29(พิมพ์ครั้งที่ 2): 120 –124.

พงษ์ศักดิ์ พลเสนา, ยุทธนา บรรจง, และ ชานนท์ ระวังเหตุ. (2549). **ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยของไพล ขมิ้นชัน และว่านนางคำ ในการกำจัดเห็บสุนัข.** ศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดฉะเชิงเทรา.

ศิริชัย รินทะราช. (2545). **ฤทธิ์ของสารสกัดจากเหง้าขมิ้นชันที่มีผลต่อลูกน้ำยุงลาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สานนท์ เลาหบุตร. (2545). **ประสิทธิผลของสารละลายปูนแดงในการกำจัดทำลายลูกน้ำและตัวโม่งของยุงลาย (*Aedes* spp)**. วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตร์. อนามัยสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยมหิดล.

สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2554). **รายงานการประเมินผลการเฝ้าระวัง ป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออก ภาพรวมระดับประเทศ.** (พิมพ์ครั้งที่1). กรุงเทพ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9. (2556). **นวัตกรรมป้องกันไข้เลือดออก.** วารสารวิชาการ. สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 จังหวัดพิษณุโลก. (พิมพ์ครั้งที่ 1): 13.

อัจรา บุญลหล้า. (2546). **ประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากข่าและขมิ้นชันในการไล่และฆ่ายุงลาย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อภิวัฏ ธวัชสิน, อุษาวดี ถาวระ, และเย็นจิตร เตชะดำรงสิน. (2545).**ศึกษาขมิ้นชันประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดยุง.** วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (พิมพ์ครั้งที่ 1): 70.

อุษาวดี ถาวระ และประคอง พันธุ์อุไร. (2524). **ผลของสารละลายปูนแดงต่อการตายของลูกน้ำยุงลาย(*Aedesaegypti* L.)ในห้องปฏิบัติการ**. วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 23(พิมพ์ครั้งที่ 3): 135-141.

Abbott WS. (1925). **A method for computing the effectiveness of an insecticide**. J Econ Entomo; 18: 265-267.

ปัจจัยด้านการทำงานเป็นทีมที่มีความสัมพันธ์กับแนวคิดการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะ (Happy Workplace) กรณีศึกษา: ตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลก
Teamwork factors that are associated with the Happy Workplace concept case study: Phitsanulok provincial police

กิ่งแก้ว สำรวยรื่น* ปิยวรรณ ศุภวิทิตพัฒนา และ บัญชา สำรวยรื่น
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: peerachaya@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความสุขตามแนวทางการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะ และศึกษาปัจจัยด้านการทำงานเป็นทีมที่มีความสัมพันธ์กับแนวคิดการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะ (Happy Workplace) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ บุคลากรตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 300 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสอบถาม HAPPINOMETER และแบบสอบถามภาวะการทำงานเป็นทีมที่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงขึ้น สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ค่าความถี่ ร้อยละและหาค่าความสัมพันธ์โดยใช้สถิติ Pearson’s Product Moment Correlation Coefficient ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีระดับความสุขตามแนวทางการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะโดยรวมอยู่ในระดับร้อยละ 67.33 และจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่าปัจจัยการทำงานเป็นทีมในด้านการทำงานแบบพหุภาคี, ด้านการมีมนุษย์สัมพันธ์, ด้านความสามัคคี, ด้านการแบ่งปันความรู้, ด้านส่งเสริมการทำงานเป็นทีม, และด้านการประเมินผลของการทำงานเป็นทีม มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการเสริมสร้างองค์กรสุขภาวะในทุกด้าน (r=.371, .376, .368, .373, .359 และ .353ตามลำดับ) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

คำสำคัญ : การทำงานเป็นทีม การสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะ ตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลก

Abstract

This research aims to study the happiness level at work and the correlation between teamwork performances and happy workplace concept. 300 polices from Phitsanulok Provincial Police were participated in this study. Research instrument was a HAPPINOMETER survey and adaptive questionnaires of teamwork performances. Frequency and percentage were used to analyzed. The correlation study was conducted using Pearson’s Product Moment Correlation Coefficient. The results showed that the level of happiness at work were happy at the level of 67.33. The correlation analysis found that the teamwork performances such as teamwork performances encourage, multilateral teamwork performances, human relations, harmony, knowledge sharing and evaluation of teamwork performances were positively correlated with the happy workplace level in all factors (r= .359, .371, .376, .368, .373 and .353) at the level of statistic significant P<.05.

keywords : teamwork performances, happy workplace, Phitsanulok provincial police

บทนำ

เวลา 1 ใน 3 หรือประมาณ 8 ชั่วโมงของแต่ละวันของคนทำงานส่วนใหญ่ถูกใช้ไปกับการทำงาน ถ้าเริ่มการทำงานเมื่ออายุ 20 ปีต่อเนื่องจนถึงวัยเกษียณ หรือ 60 ปีจะพบว่าเราใช้ชีวิตกว่าครึ่งชีวิตของเราไปกับการทำงาน ถ้าชีวิตกว่าครึ่งของเราไม่มีความสุข สิ่งตอบแทนทั้งหลายที่ได้มาจากการทำงานไม่ว่าจะเป็นค่าตอบแทน ยศ ตำแหน่ง ก็ไม่มีความหมายเท่ากับคำว่า “ความสุข” สอดคล้องกับคำกล่าวของ ท่าน ว. วชิรเมธี (2553) ใช้ทางสายกลางในการทำงานและการดำรงชีวิต 50-50 คือ งานกับชีวิตจะต้องสมดุลกันในลักษณะ 50-50 บ้างานมากเกินไปสิ่งที่ได้กลับมาก็คือความเครียดและสุขภาพไม่ดี บ้าใช้ชีวิตมากเกินไปสิ่งที่ได้กลับมาก็คือจะอดตายเอา ไม่มีเงินกิน ไม่มีเงินใช้ ฉะนั้นต้องให้ทั้งสองส่วนมาสมดุลกัน 50-50 นี่คือทางสายกลางสำหรับคนทำงานบนพื้นฐานของความต้องการให้เกิดความสุขที่สมดุลและยั่งยืน โดยเป็นความสุขที่สมดุลของโลก 3 ใบที่

ทับซ้อนกัน ได้แก่ ความสุขของตนเอง ความสุขของครอบครัว และความสุขขององค์กร/ สังคมที่เรียกว่า ความสุข 8 ประการ ซึ่งประกอบด้วย เป็นผู้ที่มีสุขภาพดี ดูแลตนเองไม่ให้เป็นภาระของผู้อื่น (Happy Body), เป็นผู้ที่มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น (Happy Heart), เป็นผู้ที่สามารถจัดการกับอารมณ์ของตนเอง (Happy Relax), เป็นผู้รักการเรียนรู้และเป็นมืออาชีพในงานของตนเอง (Happy Brain), เป็นผู้มีคุณธรรมและความกตัญญู (Happy Soul), เป็นผู้ใช้เงินเป็น (Happy Money), เป็นผู้ที่รักและดูแลครอบครัวตนเองได้ (Happy Family), เป็นผู้ที่รักและดูแลองค์กร/สังคมของตนเองได้(Happy Society) (ชาญวิทย์ วสันต์ธนารัตน์และคณะ, 2556) ความสุขของคนทำงานเป็นเป้าหมายสำคัญของหน่วยงาน ที่จะส่งเสริมให้คนทำงานเป็นแรงงานคุณภาพ และมีสุขภาวะดีทั้งร่างกาย จิตใจ และจิตวิญญาณ โดย จรรยา ดาสา (2552) กล่าวว่าการสร้างความสุขในที่ทำงานถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งที่ทำให้การบริหารองค์กรเป็นไปได้ ด้วยความราบรื่น เนื่องจากการที่คนในองค์กรมีความสุขจะเป็นการเพิ่มทั้งปริมาณและคุณภาพของ ผลผลิต ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ลดความเครียดและความขัดแย้งในองค์กร ซึ่งช่วยให้องค์กรเจริญก้าวหน้าและพัฒนาได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

การพัฒนาองค์กรให้เป็น ที่ทำงานน่าอยู่ (Happy Home) หมายถึง องค์กรที่มีลักษณะเป็นองค์กรที่มีการทำงานเป็นทีม (Teamwork) โดยทีมหมายถึง การร่วมกันทำงานของสมาชิกเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการ โดยเป็นการทำงานร่วมกันอย่างมีชีวิต ชีวา ทำด้วยใจ และเห็นคุณค่าของสมาชิก งานที่ทำ และเป้าหมายของงาน, เป็นองค์กรที่มีความสุขในการทำงานร่วมกัน (Happy8), เป็นองค์กรที่มีความคิดสร้างสรรค์ในการอยู่ร่วมกันและมีการพัฒนาร่วมกัน (Creativity) (ชาญวิทย์ วสันต์ธนารัตน์และคณะ, 2556)

การสร้างทีมเป็นสิ่งสำคัญโดยเฉพาะ การเป็นทีมงานเพื่อการพัฒนาหรือการเปลี่ยนแปลง เพราะองค์กรต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงเสมอจากที่กล่าวมา การทำงานเป็นทีมมีความสัมพันธ์กับการพัฒนาองค์กรให้เป็นที่ทำงานน่าอยู่ โดยเฉพาะมีความสัมพันธ์กับการเสริมสร้างองค์กรสุขภาวะ ซึ่งการขับเคลื่อนองค์กรแห่งความสุข เพื่อให้งานได้ผล คนเป็นสุข (ชาญวิทย์ วสันต์ธนารัตน์และคณะ, 2556) อีกทั้งสำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (กพ.) ได้กำหนด การทำงานเป็นทีมไว้เป็นส่วนหนึ่งของสมรรถนะหลัก (Core competency) ข้อที่ 5 การทำงานเป็นทีม เกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรมในองค์กรต่างๆ ในหน่วยราชการของไทย ก็เพื่อให้ทุกคนในฐานะผู้ปฏิบัติงานมีความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของทีมงาน สามารถเข้าไปมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการดำเนินงานทำให้รู้สึกถึงความรับผิดชอบร่วมกัน มีเครือข่ายและความสัมพันธ์อันดีระหว่างทีมงานทั้งทางตรงและทางอ้อมที่ยืนยาว แม้การเสริมสร้างองค์กรสุขภาวะจะมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการปฏิบัติงานให้บรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กร แต่ก็ยังมีปัจจัยสำคัญหลายตัวที่จะทำให้เป็นองค์กรแห่งความสุข หากมีแล้วปัจจัยด้านการทำงานเป็นทีมด้านใดบ้างที่ส่งผลต่อการเสริมสร้างองค์กรสุขภาวะ ที่ทำให้การทำงานประสบความสำเร็จและราบรื่น ผู้ปฏิบัติงานมีความสุขเนื่องจากการทำงานเป็นทีมของเจ้าหน้าที่ตำรวจ มีความจำเป็นที่ต้องมีการปฏิบัติงานร่วมกันหลายภาคส่วน ทำให้ผู้วิจัยต้องการศึกษาระดับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะและศึกษาปัจจัยด้านการทำงานเป็นทีมที่มีความสัมพันธ์กับแนวคิดการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะ (Happy Workplace) ตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งผู้วิจัยได้ดัดแปลงเครื่องมือ การทำงานเป็นทีมของ กรกนก บุญชูจรัส (2552) และใช้เครื่องมือ HAPPINOMETER ในโครงการจับตาสถานการณ์ความสุขของคนทำงานในประเทศไทย ของสถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้รับการสนับสนุนจากสำนักสนับสนุนสุขภาวะองค์กร

เนื่องมาจากการจัดเวทีเผยแพร่องค์ความรู้องค์กรสุขภาวะ (Happy Workplace) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการแนะนำการจัดตั้งศูนย์การเรียนรู้องค์กรสุขภาวะภาคเหนือ ประจำจังหวัดพิษณุโลก เมื่อวันที่ 14 มีนาคม 2557 ณ โรงแรมวังจันทน์ริเวอร์วิว มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ในกิจกรรมดังกล่าวมีบุคลากรจากบริษัทเอกชน หน่วยงานภาครัฐ หน่วยงานการศึกษา โรงพยาบาล เทศบาล/องค์การบริหารส่วนตำบล สถานีตำรวจ วัดและองค์การบริหารส่วนจังหวัดเข้าร่วมกิจกรรม ซึ่งนอกจากจะได้รับองค์ความรู้เกี่ยวกับองค์กรสุขภาวะแล้วยังได้ร่วมเสวนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ข้อมูลองค์กรสุขภาวะและร่วมถอดโจทย์วิจัยการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะ ผ่านกระบวนการสกัดโจทย์วิจัยและการให้คะแนนความสำคัญของโจทย์วิจัย พบว่าโจทย์วิจัยที่ได้รับคะแนนสูงที่สุดมี 3 เรื่อง คือ สมาชิกในองค์กรต้องเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ความไม่สามัคคีในหมู่คณะ และให้ความเป็นธรรมกับบุคคลทุกคนเสมอกัน โดยได้รับคะแนน 37 คะแนนเท่ากัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับความสามัคคีหรือความสามารถทำงานเป็นทีมร่วมกันได้ของบุคลากรเพื่อสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะ ในส่วนของตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลกเป็นหน่วยงานระดับกองบังคับการ สังกัดตำรวจภูธรภาค 6 สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ตั้งอยู่ที่ถนนบรมไตรโลกนารถ ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก มีเขตอำนาจการรับผิดชอบ และเขตพื้นที่การปกครองในการปฏิบัติหน้าที่ตามประมวลกฎหมายวิธีพิจารณาความอาญา และบทกฎหมายอื่นอันเกี่ยวกับความผิดในคดีอาญาภายในเขตพื้นที่และจังหวัด ได้ยึดหลักการบริหารตามนโยบายของสำนักงานตำรวจแห่งชาติโดยมีจุดเน้นข้อหนึ่งคือ “การพัฒนาบุคลากรโดยถือข้าราชการตำรวจเป็นทรัพยากรที่สำคัญของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ” สอดคล้องกับความหมายขององค์กรแห่ง

ความสุขความหมายที่ 1 ตามแนวทางการสร้างองค์กรแห่งความสุข มีความหมายว่า กระบวนการพัฒนาคนในองค์กรอย่างมีเป้าหมายและยุทธศาสตร์ให้สอดคล้องกับวิสัยทัศน์ขององค์กร เพื่อให้องค์กรมีความพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลง นำพาองค์กรไปสู่การเติบโตอย่างยั่งยืน (ชาญวิทย์ วสันต์ธนารัตน์และคณะ, 2556) อีกทั้งผู้แทนเข้าร่วมกิจกรรมเป็นผู้บริหารระดับสูง ซึ่งมีบทบาทในการขับเคลื่อนให้เกิดนโยบายขององค์กรและสามารถผลักดันสู่การปฏิบัติได้อย่างสัมฤทธิ์ผล

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงดำเนินการวิจัยเรื่อง ปัจจัยด้านการทำงานเป็นทีมที่มีความสัมพันธ์กับแนวคิดการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะ (Happy Workplace) กรณีศึกษา : ตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลก ทั้งนี้เพื่อเป็นการกระตุ้นและสร้างความมีส่วนร่วมในการขับเคลื่อนหลักการสร้างเสริมสุขภาวะที่ดีในองค์กรในท้องถิ่น และนำไปสู่การสังเคราะห์องค์ความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่สามารถเป็นต้นแบบ (Best Practice) องค์กรสุขภาวะให้แก่องค์กรอื่นๆ ต่อไป วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาระดับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะในการทำงานของเจ้าหน้าที่ตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลก และเพื่อศึกษาว่าปัจจัยด้านการทำงานเป็นทีมได้แก่การส่งเสริมการทำงานเป็นทีม, การทำงานแบบพหุพาคี, การมีมนุษยสัมพันธ์, ความสามัคคี, การแบ่งปันความรู้, การประเมินผลของการทำงานเป็นทีม ปัจจัยด้านการทำงานเป็นทีมใดที่มีความสัมพันธ์กับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะเจ้าหน้าที่ตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลก สมมติฐานของงานวิจัย คือ ปัจจัยด้านการทำงานเป็นทีมได้แก่ การส่งเสริมการทำงานเป็นทีม, การทำงานแบบพหุภาคี, การมีมนุษยสัมพันธ์, ความสามัคคี, การแบ่งปันความรู้, การประเมินผลของการทำงานเป็นทีม เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะเจ้าหน้าที่ตำรวจภูธร จังหวัดพิษณุโลก

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ เจ้าหน้าที่ตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลก กลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2 เป็นแบบสอบถามด้านการทำงานเป็นทีม ที่ผู้วิจัยดัดแปลงจาก กรกนก บุญชูจรัส (2552) ให้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยแบ่งเป็น 6 ด้าน ดังนี้ การส่งเสริมการทำงานเป็นทีม การทำงานแบบพหุภาคี การมีมนุษยสัมพันธ์ ความสามัคคี การแบ่งปันความรู้ การประเมินผลของการทำงานเป็นทีม

ส่วนที่ 3 เป็นแบบสอบถามการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะ

เครื่องมือ HAPPINOMETER ประกอบด้วยข้อคำถาม ตัวชี้วัดความสุข 9มิติที่ 1 สุขภาพดี (Happy Body) มิติที่ 2 ผ่อนคลายดี (Happy Relax) มิติที่ 3 น้ำใจดี (Happy Heart) มิติที่ 4 จิตวิญญาณดี (Happy Soul) มิติที่ 5 ครอบครัวดี (Happy Family) มิติที่ 6 สังคมดี (Happy Society) มิติที่ 7 ใฝ่รู้ดี (Happy Brain) มิติที่ 8 สุขภาพเงินดี (Happy Money) มิติที่ 9 การงานดี (Happy Work-life) (เฉลิมพล แจ่มจันทร์ และคณะ 2555)

เกณฑ์ระดับคะแนน

0.00-24.99	คะแนน บุคลากรในองค์กรอยู่ในระดับ Very Unhappy “ไม่มีความสุขเลย”
25.00-49.99	คะแนน บุคลากรในองค์กรอยู่ในระดับ Unhappy “ไม่มีความสุข”
50.00-74.99	คะแนน บุคลากรในองค์กรอยู่ในระดับ Happy “มีความสุข”
75.00-100.00	คะแนน บุคลากรในองค์กรอยู่ในระดับ Very Happy “มีความสุขมาก”

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ เฉพาะแบบสอบถามส่วนที่2 (การทำงานเป็นทีม)

1. การหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนในเนื้อหา และความเหมาะสมของภาษา โดยนำค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence IOC) มาเป็นเกณฑ์ ซึ่งค่า IOC ที่ดีควรมีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถ้าข้อคำถามที่มีค่า IOC น้อยกว่า 0.5 นำไปปรับปรุง จากนั้นผู้วิจัยนำแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้องตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน

2. นำแบบสอบถามที่ผ่านการหาความเที่ยงตรงของเนื้อหาที่แก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try Out) กับเจ้าหน้าที่ตำรวจ ที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach’s Alpha Coefficient) ซึ่งควรมีค่าความเชื่อมั่น 0.75 ขึ้นไป การหาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ซึ่งควรมีค่าอำนาจจำแนกรายข้อมากกว่า 0.2 ขึ้นไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลต่อหัวหน้าหน่วยงาน ขอความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่าง เพื่อเก็บรวบรวมแบบสอบถาม จากนั้นผู้วิจัยทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถามแต่ละฉบับก่อนนำไปบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยการประมวลผลข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

1. ข้อมูลทั่วไป วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การแจกแจงความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage)

2. ด้านการทำงานเป็นทีม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การแจกแจงความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage)

3. การสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การแจกแจงความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

4. วิเคราะห์ปัจจัยด้านการทำงานเป็นทีมที่มีความสัมพันธ์กับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะเจ้าหน้าที่ตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลก โดยใช้สถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson’s Product Moment Correlation Coefficient) เพื่อหาค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรที่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไป พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 83 อายุที่พบมากที่สุดคือ ช่วงอายุ 41-45 ปี ร้อยละ 23.30 ระดับการศึกษาที่พบมากที่สุดคือ ระดับปริญญาตรี ร้อยละ 48.30 สถานภาพสมรสแต่งงานและอยู่ร่วมกัน ร้อยละ 73.30 จำนวนบุตรที่พบมากที่สุดคือ มีจำนวนบุตร 2 คน ร้อยละ 39.70 ลักษณะงานที่พบมากที่สุดคือ งานสำนักงาน ร้อยละ 45.70 สถานภาพการจ้างงานส่วนใหญ่คือ สถานภาพการจ้างงานประจำ ร้อยละ 91.30 ระยะเวลาที่ทำงานส่วนใหญ่ทำงานตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป ร้อยละ 81.00

2. การทำงานเป็นทีม พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการทำงานเป็นทีมด้านส่งเสริมการทำงานเป็นทีม อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 51.00 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 30.85 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.09 ส่วนใหญ่มีการทำงานเป็นทีมด้านการทำงานแบบพหุภาคี อยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 50.00 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 27.54 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.54 การทำงานเป็นทีมด้านการมีมนุษยสัมพันธ์ที่พบมากที่สุด อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 47.70 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 27.65 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.77การทำงานเป็นทีมด้านความสามัคคี พบมากที่สุดอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 47.00 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 31.33 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.11 การทำงานเป็นทีมด้านการแบ่งปันความรู้พบมากที่สุด อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 46.70 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 37.96 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 7.79 การทำงานเป็นทีมด้านการประเมินผลการทำงาน พบมากที่สุด อยู่ในระดับสูง ร้อยละ 44.70 โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 30.48 คะแนน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 6.75

3. การสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะ

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและร้อยละและระดับคะแนนการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะรวมทุกด้าน (n=300)

ด้าน	ร้อยละ	ระดับ/เกณฑ์
Happy Body /สุขภาพดี	66.86	มีความสุข
Happy Relax /ผ่อนคลายดี	61.01	มีความสุข
Happy Heart /น้ำใจดี	74.61	มีความสุข
Happy Soul/จิตวิญญาณดี	73.12	มีความสุข
Happy Family /ครอบครัวดี	70.77	มีความสุข
Happy Society/สังคมดี	68.80	มีความสุข
Happy Brain/ใฝ่รู้ดี	67.57	มีความสุข
Happy Money/สุขภาพเงินดี	55.66	มีความสุข
Happy Work Life /การงานดี	67.53	มีความสุข
ความสุขโดยรวม	67.33	มีความสุข

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างมีระดับคะแนนการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะอยู่ในระดับ “มีความสุข” ทุกด้าน โดยมีระดับความสุข Happy Heart /น้ำใจดี, Happy Soul/จิตวิญญาณดี, Happy Family/ครอบครัวดี, Happy Society/สังคมดี, Happy Brain/ใฝ่รู้ดี, Happy Work Life/การงานดี, Happy Body/สุขภาพดี, Happy Relax/ผ่อนคลายดี, Happy Money/สุขภาพเงินดี ร้อยละ 74.61, 73.12, 70.77, 68.80, 67.57, 67.53, 66.86, 61.01 และ 55.66 ตามลำดับและความสุขโดยรวม อยู่ในระดับ “มีความสุข” ร้อยละ 67.33

ตารางที่ 2 แสดงการทำงานเป็นทีมที่มีความสัมพันธ์กับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะ

ปัจจัยการทำงานเป็นทีม	การสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะ	
	r	P-Value
ด้านส่งเสริมการทำงานเป็นทีม	.359**	.000
ด้านการทำงานแบบพหุภาคี	.371**	.000
ด้านการมีมนุษย์สัมพันธ์	.376**	.000
ด้านความสามัคคี	.368**	.000
ด้านการแบ่งปันความรู้	.373**	.000
ด้านการประเมินผลการทำงาน	.353**	.000

**ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 (p < .05)

จากตารางที่ 2 พบว่า การทำงานเป็นทีม ด้านส่งเสริมการทำงานเป็นทีม, ด้านการทำงานแบบพหุภาคี, ด้านการมีมนุษย์สัมพันธ์, ด้านความสามัคคี, ด้านการแบ่งปันความรู้ และด้านการประเมินผลของการทำงานเป็นทีม มีความสัมพันธ์กันทางบวกกับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะ อยู่ในระดับน้อยทุกด้านอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 (r= .359, .371, .376, .368, .373, และ .353 ตามลำดับ

อภิปรายผล

สมมติฐาน ปัจจัยด้านการทำงานเป็นทีม ได้แก่การส่งเสริมการทำงานเป็นทีม, การทำงานแบบพหุภาคี, การมีมนุษยสัมพันธ์, ความสามัคคี, การแบ่งปันความรู้และการประเมินผลของการทำงานเป็นทีม เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะเจ้าหน้าที่ตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลกพบว่าปัจจัยด้านการทำงานเป็นทีมทุกด้านเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะของเจ้าหน้าที่ตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลก อาจเนื่องมาจาก การจัดเวทีเผยแพร่องค์ความรู้องค์กรสุขภาวะ (Happy workplace) ประจำจังหวัดพิษณุโลก เมื่อวันที่ 14 มีนาคม 2557 ได้มีการเสวนาแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากตัวแทนหน่วยงานต่างๆ รวมทั้งผู้บริหารระดับสูงของหน่วยงานตำรวจภูธรภาค จังหวัดพิษณุโลก ร่วมถอดโจทย์วิจัยการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะ พบว่า ปัจจัยด้านการทำงานเป็นทีมเป็นโจทย์วิจัยที่ได้รับการลงคะแนนสูงที่สุดที่สำคัญในการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะ การทำงานเป็นทีมเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในสมรรถนะหลักที่ทางคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (กพ.) ได้กำหนดเป็นสมรรถนะหลักที่จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้สึกมีส่วนร่วมในการทำงานทุกขั้นตอน ช่วยให้การทำงานบรรลุเป้าหมาย เนื่องจากทีมงานจะมีการแบ่งงานกันตามความสามารถ ความชำนาญ เมื่อทำงานแล้ว การทำงานจะบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล การทำงานเป็นทีมมีความพร้อมเป็นหนึ่งคือทางด้านความคิด กำลังกายและใจ ทำให้เกิดความร่วมมือร่วมแรงในการทำงานก่อให้เกิดบรรยากาศการทำงานที่ดี บุคลากรร่วมทีมงานจะมีความรู้สึกสบายใจและเพลิดเพลินกับการทำงาน (อำนวย แสงสว่าง, 2536) สอดคล้องกับแนวคิดของ ชาญวิทย์ วสันต์ธนารัตน์ และคณะ (2556) ที่กล่าวว่า องค์กรต้องมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด เวลาการทำงานเป็นทีมจะช่วยพัฒนาและเปลี่ยนแปลงให้องค์กรเป็นที่ทำงานน่าอยู่ และมีความสัมพันธ์กับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะเพื่อให้งานได้ผล คนเป็นสุข โดยพบว่าความสุขโดยรวมอยู่ในระดับมีความสุข มีรายละเอียดความสัมพันธ์รายด้าน ดังนี้

1. ปัจจัยการทำงานเป็นทีมด้านการส่งเสริมการทำงานเป็นทีมมีความสัมพันธ์กับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะเจ้าหน้าที่ตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลก โดยมีความสัมพันธ์ทางบวก อยู่ในระดับน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (r=.359) จึงเป็นไปตามสมมติฐาน หมายความว่า เมื่อมีการทำงานเป็นทีมด้านการส่งเสริมการทำงานเป็นทีมเพิ่มมากขึ้นจะทำให้การสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อมีการทำงานเป็นทีมด้านการส่งเสริมการทำงานเป็นทีมลดลงจะทำให้การสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะลดลง อาจเนื่องมาจาก การปฏิบัติงานขององค์กร มีพันธกิจและแผนในการปฏิบัติ ที่

เจ้าหน้าที่มีความเข้าใจในวัตถุประสงค์ โครงสร้างสายการปฏิบัติงานสายการบังคับบัญชา มีการมอบหมายงานที่ชัดเจน มีการกำหนดกติกาหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ ที่เอื้อต่อการทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลบรรลุเป้าหมายขององค์กร สอดคล้องกับแนวคิดของ มณีวรรณ ฉัตรอุทัย (อ้างถึงใน จิริตา เชาวลิต, 2549) ที่กล่าวว่า ภาวะผู้นำและโครงสร้างของทีม (Leadership and structure) มีการตั้งเป้าหมายเพื่อเป็นการสร้างจุดมุ่งหมายที่จะไปให้ถึงผู้นำที่ดีช่วยให้มีการปฏิบัติงานที่ชัดเจนเพื่อให้เจ้าหน้าที่มีการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ ที่เหมาะสมและทักษะความสามารถตรงกับแต่ละบุคคล และสอดคล้องจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ตำรวจได้รับการสนับสนุนความช่วยเหลือและความร่วมมือจากหน่วยงานอื่น ชุมชนร่วมทั้งประชาชน บรรยากาศในการทำงานเป็นกันเอง อบอุ่น ผู้บริหารมีความกระตือรือร้น ยุติธรรมและเปิดเผย ทั้งมีการส่งเสริมสนับสนุนการใช้ทรัพยากรที่จำเป็น เจ้าหน้าที่ได้รับการยอมรับ มีการพัฒนาความร่วมมือร่วมใจให้เกิดบรรยากาศในการทำงานอย่างมีความสุข

2. ปัจจัยการทำงานเป็นทีมด้านการทำงานแบบพหุภาคี มีความสัมพันธ์กับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะเจ้าหน้าที่ตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลก โดยมีความสัมพันธ์ทางบวก อยู่ในระดับน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (r=.371) จึงเป็นไปตามสมมติฐาน หมายความว่า เมื่อมีการทำงานเป็นทีมด้านการทำงานแบบพหุภาคีเพิ่มมากขึ้นจะทำให้การสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อมีการทำงานเป็นทีมด้านการทำงานแบบพหุภาคีลดลงจะทำให้การสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะลดลง อาจเนื่องมาจาก การทำงานของเจ้าหน้าที่ตำรวจ มีการทำงานร่วมกันเป็นทีมที่ประกอบไปด้วยบุคคลที่มีความสามารถหลากหลาย และต้องมีการบูรณาการปฏิบัติงาน เนื่องจากลักษณะการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ตำรวจที่ต้องมีทักษะความสามารถในการปฏิบัติงานทั้งภายในหน่วยงานและภายนอกหน่วยงาน การลงปฏิบัติงานในชุมชน ผู้บริหารมีการตั้งเป้าหมายการดำเนินงานขององค์กรชัดเจน มีการประชุมชี้แจงเพื่อให้เจ้าหน้าที่ทุกคนรู้ถึงเป้าหมายในการปฏิบัติงานให้บรรลุผลสำเร็จ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์ ที่พบว่า เจ้าหน้าที่ตำรวจมีทักษะความสามารถติดต่อประสานงานและการบูรณาการในการปฏิบัติงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี องค์กรเปิดโอกาสให้ชุมชนและประชาชนเข้ามาแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ รวมทั้งรับฟังข้อมูลและเสียงสะท้อนการทำงานจากผู้รับบริการ เพื่อบรรลุเป้าหมายร่วมกัน การทำงานประสบผลสำเร็จนำมาสู่ความสุขร่วมกัน

3. ปัจจัยการทำงานเป็นทีมด้านการมีมนุษยสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์กับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะเจ้าหน้าที่ตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลก โดยมีความสัมพันธ์ทางบวก อยู่ในระดับน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (r=.376) จึงเป็นไปตามสมมติฐาน หมายความว่า เมื่อมีการทำงานเป็นทีมด้านการมีมนุษยสัมพันธ์เพิ่มมากขึ้นจะทำให้การสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อมีการทำงานเป็นทีมด้านการมีมนุษยสัมพันธ์ลดลงจะทำให้การสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะลดลง อาจเนื่องมาจาก การทำงานแบบมีมนุษยสัมพันธ์ คือ เจ้าหน้าที่มีน้ำใจเอื้อเฟื้อเพื่อแผ่ ช่วยเหลือเกื้อกูลกันในการปฏิบัติงานร่วมกัน มีความจริงใจและปรารถนาที่ดีต่อกัน ร่วมมือร่วมใจในการปฏิบัติงานร่วมกัน ใจกว้างยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นรู้จักควบคุมอารมณ์ตนเองในการทำงานร่วมกันผู้อื่น มีความสามารถในการสร้างสัมพันธภาพกับคนรอบข้าง อีกทั้งหนึ่งในการปฏิบัติงานหลักของเจ้าหน้าที่ตำรวจ คือ ต้องติดต่อประสานงานกับหน่วยงานภายนอก พบปะประชาชนกับชุมชน ทำให้เจ้าหน้าที่ตำรวจต้องมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี เพื่อให้ได้รับการยอมรับและความร่วมมือในการปฏิบัติงานกับหน่วยงานภายนอกประชาชนและชุมชนนำมาสู่การบรรลุเป้าหมายการทำงานและบรรยากาศในการทำงานที่มีความสุข

4. ปัจจัยการทำงานเป็นทีมด้านความสามัคคี มีความสัมพันธ์กับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะเจ้าหน้าที่ตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลก โดยมีความสัมพันธ์ทางบวก อยู่ในระดับน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (r=.368) จึงเป็นไปตามสมมติฐาน หมายความว่า เมื่อมีการทำงานเป็นทีมด้านความสามัคคีเพิ่มมากขึ้นจะทำให้การสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อมีการทำงานเป็นทีมด้านความสามัคคีลดลงจะทำให้การสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะลดลง อาจเนื่องมาจาก การร่วมแรงร่วมใจ ร่วมกันคิด จากความรู้ทักษะ ความสามารถประสบการณ์ ในการปรับตัวร่วมกันด้วยความเต็มใจและเป็นน้ำหนึ่งใจเดียวกัน ก่อให้เกิดความรัก ความสามัคคี มีการทำงานอย่างสร้างสรรค์ มีความเข้าใจและสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้ พร้อมชอบช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ไม่มีความปราศจากการทะเลาะวิวาทขัดแย้งไม่เอารัดเอาเปรียบกันคุณสมบัติเหล่านี้จะช่วยให้องค์กรมีการทำงานที่มีประสิทธิภาพ บรรยากาศในการทำงานมีความสุข โดยจากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ตำรวจ มีความรักสมัครสมาน สามัคคี ยอมรับความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการแสดงยอมรับนับถือซึ่งกันและกันระหว่างสมาชิก อีกทั้งบางครั้งมีสถานการณ์ภายนอกในลักษณะเชิงลบ ที่ทำให้เจ้าหน้าที่ตำรวจรู้สึกกดดันจากภายนอกมาช่วยกระตุ้นให้สมาชิกมีความสามัคคีกันเพิ่มขึ้น เพื่อทำให้ปฏิบัติหน้าที่บรรลุเป้าหมายขององค์กร คนในองค์กรมีความสุข สอดคล้องกับแนวคิดของ วีรวัฒน์ พงษ์พะยอม (อ้างถึงใน นพภัสสร โกสินธารจิตต์, 2548) การที่ทุกคนช่วยกันทำงานไปในทิศทางเดียวกัน และมีความพึงพอใจที่เข้า

กับเพื่อนร่วมงานได้เป็นอย่างดี จะทำให้บรรลุผลสำเร็จขององค์กรที่ตั้งไว้ เมื่อองค์กรประสบความสำเร็จแล้วจะส่งผลย้อนกลับมาถึงคนในองค์กรย่อมมีความสุขด้วย

5. ปัจจัยการทำงานเป็นทีมด้านการแบ่งปันความรู้ มีความสัมพันธ์กับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะเจ้าหน้าที่ตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลก โดยมีความสัมพันธ์ทางบวก อยู่ในระดับน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (r=.373) จึงเป็นไปตามสมมติฐาน หมายความว่า เมื่อมีการทำงานเป็นทีมด้านการแบ่งปันความรู้เพิ่มมากขึ้นจะทำให้การสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อมีการทำงานเป็นทีมด้านการแบ่งปันความรู้ลดลงจะทำให้การสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะลดลง แนวคิดของ กรกนก บุญชูจรัส (2552) กระบวนการจัดการความรู้ คือกระบวนการที่ต้องมีการติดต่อสื่อสารกับคนเพราะความรู้ที่ไม่สามารถถ่ายทอดออกมาได้เป็นลายลักษณ์อักษรนั้นอยู่ในตัวคน โดยนำความรู้ประสบการณ์ข่าวสารความคิดเห็นที่มีมาแลกเปลี่ยนแบ่งปันให้กับเพื่อนร่วมงานคนอื่นซึ่งกันและกันอย่างเข้าถึง ผ่านวิธีการและช่องทางรวมถึงใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในกระบวนการและระบบงานที่เหมาะสมทั้งนี้เนื่องจากองค์กรตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลก เป็นหน่วยงานที่ยึดหลักการบริการตามนโยบายที่เน้นการพัฒนาบุคลากร มีการนำกระบวนการจัดการความรู้มาใช้ในการพัฒนาทั้งการแบ่งปันในความรู้ในหน่วยงาน ภายนอกหน่วยและชุมชน ทำให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ขององค์ กรที่นำไปสู่ความสุขความสำเร็จในการทำงานต่อไป สอดคล้องกับงานวิจัยของ กรกนก บุญชูจรัส (2552) ทำการวิจัยเรื่องปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการทำงานเป็นทีมของพัฒนาการในพื้นที่ความรับผิดชอบของศูนย์ศึกษาและพัฒนาชุมชน จังหวัดเพชรบุรี พบว่า การทำงานเป็นทีมมีความสัมพันธ์ต่อการแบ่งปันความรู้คือการติดต่อสื่อสารการสนับสนุนจากเพื่อนร่วมงานและผู้บังคับบัญชาถึงการทำงานร่วมกัน ที่ทำให้มีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันทั้งในและนอกองค์กร ลดความขัดแย้ง เพิ่มความมีมนุษยสัมพันธ์ที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานเป็นทีม และผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการทำงานเป็นทีมของการพัฒนา ได้แก่ การคิดเชิงบวก, การรวมทีม, การจัดการความรู้, สภาพแวดล้อม และบรรยากาศในการทำงาน, ความสมดุลของชีวิตกับการทำงาน โครงสร้างของทีมและการกำหนดภารกิจทางหน่วยงานและกลยุทธ์ในการบริหารงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 การแบ่งเป็นความรู้นี้จะทำให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ขององค์กรที่นำไปสู่ความสุขความสำเร็จในการทำงานต่อไป

6. ปัจจัยการทำงานเป็นทีมด้านการประเมินผลของการทำงานเป็นทีม มีความสัมพันธ์กับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะเจ้าหน้าที่ตำรวจภูธร จังหวัดพิษณุโลก โดยมีความสัมพันธ์ทางบวก อยู่ในระดับน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (r=.353) จึงเป็นไปตามสมมติฐาน หมายความว่า เมื่อมีการทำงานเป็นทีมด้านการประเมินผลของการทำงานเป็นทีมเพิ่มมากขึ้นจะทำให้การสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามเมื่อมีการทำงานเป็นทีมด้านการประเมินผลของการทำงานทีมลดลงจะทำให้การสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะลดลง อาจเนื่องมาจากการประเมินการทำงานเป็นที่มีการตรวจสอบและติดตามการปฏิบัติงานเป็นระยะๆ อย่างต่อเนื่อง ตลอดจนการรายงานผลจะช่วยให้การปฏิบัติงานร่วมกันบรรลุผลสำเร็จ พบว่าการทำงานของเจ้าหน้าที่ตำรวจทุกคนมีส่วนร่วมในการประเมินงานตรวจสอบและติดตามผลการปฏิบัติงานร่วมกัน ทำให้ทราบสภาพปัญหาหรือข้อบกพร่องเป็นระยะๆ อย่างต่อเนื่องในรูปแบบที่เป็นทางการและแบบที่ไม่เป็นทางการ ตลอดจนผู้บริหารมีการสนับสนุนให้มีการสำรวจความต้องการในการพัฒนาตนเองและพัฒนางานให้ดียิ่งขึ้น การปฏิบัติงานร่วมกันประสบผลสำเร็จตามเป้าหมายหลักขององค์กร อีกทั้งองค์กรมีข้อกำหนดให้มีการประเมินผลตนเองเพื่อนำมาปรับปรุงการปฏิบัติงานของตนเอง และการปฏิบัติงานร่วมกัน จากนั้นนำผลการประเมินไปพัฒนากระบวนการหรือปรับปรุงแก้ไขการดำเนินงานในรอบต่อไป จึงทำให้มีการพัฒนาให้ตรงตามความต้องการของผู้รับบริการประชาชน ชุมชน สอดคล้องกับแนวคิดของ วีระพล สุวรรณนันท์ (อ้างถึงใน ไพฑูรย์ อินทร์มณี, 2545) สรุปประโยชน์ของการประเมินผล เช่น สามารถปรับปรุงแผนและการปฏิบัติงานให้สอดคล้องกันในระหว่างที่มีการปฏิบัติงาน เพราะการประเมินผลหลังการปฏิบัติงานทำให้ทราบความสำเร็จผลกระทบ ข้อบกพร่องเพื่อนำไปแก้ไข เป็นต้นและสอดคล้องกับแนวคิดของ สมบัติ สุวรรณพิทักษ์ (2531) ว่าประโยชน์ของการกำกับติดตามและการประเมินจะเป็นข้อมูลย้อนกลับในการพัฒนาการดำเนินงาน ผู้บริหารองค์กรสามารถนำข้อมูลมาปรับปรุงระบบการวางแผนและการบริหารแผนให้ทันกับสถานการณ์และเหตุการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้บรรลุประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นที่จะนำไปสู่องค์กรทำงานแห่งความสุข

จากผลการศึกษาพบว่า เจ้าหน้าที่ตำรวจมีความสุขอยู่ในระดับมีความสุขทุกด้าน โดยเฉพาะคะแนนการทำงานเป็นทีมด้าน Happy Money (สุขภาพเงินดี) แม้จะอยู่ในระดับทีความสุข แต่คะแนนอยู่ในระดับน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับด้านอื่นๆ โดยอยู่ที่ร้อยละ 55.66 จึงควรมีการจัดโครงการ/กิจกรรมที่สนับสนุนให้เกิดความสุขเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากความสุขในการทำงานในระดับบุคคลจะมีความสัมพันธ์ต่อการทำงานที่มีคุณภาพ ประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มสูงขึ้นด้วย เพื่อให้เจ้าหน้าที่ตำรวจมีความสุขด้านนี้สูงขึ้น

สรุปผลการวิจัย

ปัจจัยด้านการทำงานเป็นทีม ด้านการส่งเสริมการทำงานเป็นทีม มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการสร้างเสริมองค์สุขภาวะอยู่ในระดับน้อย r= .357

ด้านการทำงานแบบพหุภาคี มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะอยู่ในระดับน้อย r= .371

ด้านการมีมนุษยสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะอยู่ในระดับน้อย r= .376

ด้านความสามัคคี มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะอยู่ในระดับน้อย r= .368

ด้านการแบ่งปัน มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะอยู่ในระดับน้อย r= .373

ด้านการประเมินผลของการทำงานเป็นทีม มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการสร้างเสริมองค์กรสุขภาวะอยู่ในระดับน้อย r= .353

ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการจัดตั้งศูนย์สนับสนุนการเรียนรู้องค์กรสุขภาวะ Happy Workplace ภาคเหนือโครงการจับตาสถานการณ์ความสุขของคนทางานในประเทศไทยสถาบันวิจัยประชากรและสังคมมหาวิทยาลัยมหิดลในการอนุเคราะห์เครื่องมือ HAPPINOMETER เพื่อการเก็บรวบรวมข้อมูลพร้อมทั้งดร.วันดี ทับทิม, ดร.ชนม์ชกรณ์ วรอินทร์และดร.นิธิพงศ์ ศรีเบญจมาศที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือด้านการทำงานเป็นทีมขอขอบพระคุณผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ตำรวจภูธรจังหวัดพิษณุโลกที่อานวยความสะดวกและให้ความร่วมมือและเสียสละเวลาอันมีค่าในการตอบแบบสอบถาม

เอกสารอ้างอิง

กรกนก บุญชูจรัส. (2552). **ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการทำงานเป็นทีมของพัฒนากรในพื้นที่ความรับผิดชอบของศูนย์ศึกษาและพัฒนาชุมชน จังหวัดเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

จรรยา ดาสา. (2552). **ความสุขในที่ทำงาน (Happy workplace).** เข้าถึงได้จาก: http://www.vcharkarn.com /varticle/39142. (วันที่ค้นข้อมูล: 30 พฤษภาคม 2557).

จิริตา เชาวลิต. (2549)**. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อประสิทธิภาพในการทำงานเป็นทีม กรณีศึกษาบริษัท กรุงเทพโทรทัศน์และวิทยุ จำกัด.** สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหาร. บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์.

เฉลิมพล แจ่มจันทร์และคณะ. (2555). **รายงานสถานการณ์ความสุขคนทำงานในประเทศไทย ปีที่ 1.** กรุงเทพ: บริษัทธรรมดาเพลสจำกัด.

ชาญวิทย์ วสันต์ธนารัตน์. (2551). องค์กรแห่งความสุขด้วยความสุข 8 ประการ. **หมอชาวบ้าน**, ปีที่ 30 (ฉบับที่ 349): 18-25.

ชาญวิทย์ วสันต์ธนารัตน์และคณะ. (2556). **มาสร้างองค์กรแห่งความสุขกันเถอะ.** นนทบุรี: บริษัท สองขาครีเอชั่น จำกัด.

นพภัสสร โกสินธารจิตต์. (2548). **ประสิทธิผลการทำงานเป็นทีมของข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชลบุรี เขต 1.** การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองการศึกษามหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา.

นภัสชล รอดเที่ยง. (2550). **ปจจัยที่มีอิทธิพลตอความสุขในการทำงานของบุคลากรที่สังกัดศูนย์อนามัย ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร สาขาวิชาเอกอนามัยครอบครัว). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

ไพฑูรย์ อินทร์มณี. (2545). **บทบาทของพหุภาคีที่ส่งผลต่อการเกิดองค์กรชุมชน เพื่อการป้องกันและแก้ไขปัญหายาเสพติด (ยาบ้า) ในโรงเรียนมัธยมศึกษา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ว.วชิรเมธี. (2553). **ทำงานอย่างไรให้มีความสุข.** เข้าถึงได้จาก: http://hilight.kapook.com/view/45089. (วันที่ค้นข้อมูล: 2 มกราคม 2557).

สมบัติ สุวรรณพิทักษ์. (2531). **การทำงานเป็นทีมที่ดี.** กรุงเทพ: สำนักพิมพ์มติชน.

อำนวย แสงสว่าง. (2536). **จิตวิทยาอุตสาหกรรม.** กรุงเทพ: โรงพิมพ์ทิพยวิสุทธิ์.

พฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียว 6 เดือนของแม่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก
Behavior at least 6 months only breastfeeding in Meung district, Phitsanulok province

กังสดาล รอดช้างเผื่อน* ธัญกมล ปะทะนมปี อรทัย อินอำพร จิตศิริน ลายลักษณ์ อรษา ภูเจริญ และ อนงค์นาฏ คงประชา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: sirilak17@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียว 6 เดือนของแม่ในเขตอำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลก กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเป็นแม่ที่มีลูกอายุ 6 เดือน ถึง 1 ปีที่อยู่ในเขตอำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลกจำนวน 173 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ความถี่ร้อยละค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่าพฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ของแม่ในเขตอำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลก ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 11.11) เมื่อศึกษาเป็นรายด้านพบว่าความรู้อยู่ในระดับมากคิดเป็นร้อยละ 86.71 เจตคติ การได้รับแรงสนับสนุนจากครอบครัว และการได้รับคำแนะนำจากบุคลากรทางสาธารณสุข มีระดับความสำคัญต่อพฤติกรรม การเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 21.89 , $\bar{x}$ = 25.07, $\bar{x}$ = 27.39)

คำสำคัญ : การเลี้ยงลูกด้วยนมแม่

Abstract

This research was a descriptive research aims to study the Behavior at Least 6 Months only breastfeeding in Meung District, Phitsanulok Province. Sample size were 173 postnatal mothers who have child age 6 months to 1 year in Meung District, Phitsanulok Province. Data were collected by questionnaire. Analyzed by Frequency, Percentage, Mean and Standard Deviation. This result were Behavior at Least 6 Months only breastfeeding in Meung District, Phitsanulok Province holistic in the middle level ($\bar{x}$ = 11.11). When study into the detail had knowledge in the high level, attitude and Families were supported to mind and advice from Public Health Officer the affecting to the importance of Behavior breastfeeding in the high level ($\bar{x}$ = 21.89 , $\bar{x}$ = 25.07, $\bar{x}$ = 27.39).

keywords : breastfeeding

บทนำ

น้ำนมแม่เป็นอาหารที่ดีที่สุดที่ลูกต้องการสำหรับในช่วง 6 เดือนแรกของการเริ่มต้นชีวิต เนื่องจากมีสารอาหารพิเศษที่เรียกว่า พรีไบโอติก (Prebiotics) ช่วยให้ทารกเติบโตขึ้นอย่างมีความสุข สุขภาพดี พร้อมที่จะเรียนรู้ทุกสิ่งรอบตัว และยังมีกรดไขมันที่ช่วยพัฒนาสมองของลูกด้วย จากประโยชน์ดังกล่าวองค์การอนามัยโลกและองค์การยูนิเซฟได้ร่วมกันกำหนดนโยบายแนะนำแม่ทั่วโลกให้เลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียวอย่างน้อย 6 เดือนโดยไม่ต้องให้อาหารอื่นแม้แต่น้ำยกเว้นมีข้อบ่งชี้ทางการแพทย์ตั้งแต่ปี ค.ศ.2001

ด้วยพระมหากรุณาธิคุณของสมเด็จพระบรมโอรสาธิราชฯสยามมงกุฎราชกุมารที่ได้ทรงพระราชทานโครงการสายใยรักแห่งครอบครัว และพระราชทานคำขวัญ “นมแม่คือหยดแรกของสายใยรักแห่งครอบครัว” และด้วยพระปณิธานอันมุ่งมั่นในการสานต่อโครงการสายใยรักแห่งครอบครัวของท่านผู้หญิงศรีรัศมิ์ สุวะดี (พระเจ้าวรวงศ์เธอพระองค์เจ้าศรีรัศมิ์พระวรชายาในสมเด็จพระบรมโอรสาธิราช เจ้าฟ้ามหาวชิราลงกรณฯ สยามมกุฎราชกุมาร ในขณะนั้น)ที่ทรงมีเป้าหมายในการส่งเสริมสถาบันครอบครัว ให้มีความรักความอบอุ่นทารกได้รับการดูแลตั้งแต่ในครรภ์จนคลอดได้รับการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อันมีคุณค่าต่อการเจริญเติบโต จึงมีโครงการส่งเสริมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ การให้ความรู้ การที่ครอบครัวได้รับข้อมูลที่เป็น

ความจริง และการได้รับการสนับสนุนที่เป็นอิสระ ไม่ได้ขึ้นอยู่กับผลประโยชน์ทางธุรกิจเช่น บริษัทนมผง แต่ปัจจัยที่สำคัญคือตัวของแม่ที่มีเจตคติที่ดีที่จะเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่สถานภาพสมรสอาชีพการได้รับแรงสนับสนุนจากญาติและคนใกล้ชิดซึ่งได้แก่พ่อแม่ของตนเองเป็นทั้งแรงสนับสนุนและอุปสรรคที่เกิดในการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ซึ่งนับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้แม่เกิดกำลังใจและพลังในการพยายามเลี้ยงดูลูกด้วยนมแม่มีโอกาสที่จะเลี้ยงดูลูกด้วยนมแม่ยาวนานขึ้นและจะส่งผลให้ความตั้งใจในการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียวนาน 6 เดือนประสบความสำเร็จ (เพ็ญรุ่ง นวลแจ่ม, 2556)

หน่วยงานสาธารณสุขในจังหวัดพิษณุโลกได้ดำเนินโครงการโรงพยาบาลสายใยรักแห่งครอบครัว ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อบูรณาการและเสริมสร้างความเข้มแข็งระบบบริการอนามัยแม่และเด็กในสถานบริการสาธารณสุข ครอบครัว และชุมชนแบบองค์รวมให้มีมาตรฐานและต่อเนื่องโดยเน้นการดูแลทารกตั้งแต่อยู่ในครรภ์แม่ขณะตั้งครรภ์ คลอด หลังคลอด รวมทั้งส่งเสริมและสนับสนุนการเลี้ยงดูลูกแรกเกิดด้วยนมแม่ให้นานที่สุดเพื่อให้เด็กเจริญเติบโตและมีพัฒนาการสมวัย เพื่อสนองพระปณิธานอันแน่วแน่ของท่านผู้หญิงศรีรัศมิ์ สุวะดี (พระเจ้าวรวงค์เธอพระองค์เจ้าศรีรัศมิ์ พระวรชายาในสมเด็จพระบรมโอรสาธิราชฯ สยามมกุฎราชกุมาร ในขณะนั้น) กรมอนามัยจึงสนับสนุนให้เกิดพันธมิตรภาคีเครือข่ายชมรมสายใยรักแห่งครอบครัวขึ้น เพื่อให้เป็นเครือข่ายที่มีส่วนร่วมในการดำเนินงานเพื่อการส่งเสริมสุขภาพแม่และเด็กได้อย่างกว้างขวางและเข้มแข็งโดยมีกิจกรรมส่งเสริมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่คือโครงการตำบลนมแม่ ตำบลหัวรอและตำบลพลายชุมพลได้รับการคัดเลือกให้เป็นตำบลนำร่อง โครงการตำบลนมแม่เพื่อสายใยรักแห่งครอบครัว โดยกำหนดบทบาทหน้าที่ให้แก นนำสตรีในชุมชน อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านหรือ อสม.เป็นผู้ขับเคลื่อนในการลงพื้นที่รณรงค์ให้ความรู้แก่แม่หลังคลอดโดยมีโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพชุมชนตำบลหัวรอและกองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมเทศบาลตำบลหัวรอส่งเสริมในระดับท้องถิ่น หลังจากดำเนินโครงการส่งเสริมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ผลที่คาดว่าจะได้รับจะทำให้แม่มีการปรับเจตคติหันมาเลี้ยงลูกด้วยน้ำนมของตนเองเพิ่มสูงขึ้น โดยอัตราการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียวในช่วง 6 เดือนอำเภอเมืองพิษณุโลกคิดเป็นร้อยละ 45 ในปี 2557

กลุ่มผู้ทำวิจัยจึงได้สนใจที่จะศึกษาพฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ โดยศึกษาจากแม่ที่อยู่ในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลกเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ประโยชน์ในการวางแผนส่งเสริมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียว 6 เดือนต่อไป วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ของแม่ที่อยู่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

วิธีการดำเนินงานวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเลี้ยงด้วยนมแม่อย่างเดียว 6 เดือน ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แม่ที่มีลูกอายุ 6 เดือน ถึง 1 ปี ที่อยู่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 173 คน ใช้แบบสอบถามพฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียว 6 เดือน ดำเนินการเก็บรวบข้อมูลจากแม่ที่มีลูกอายุ 6 เดือน ถึง 1 ปีที่อยู่ในเขตอำเภอเมือง วิเคราะห์โดยใช้สถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

1. ลักษณะทั่วไปของแม่วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับแม่

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 22 - 29 ปี ร้อยละ 46.2 อาศัยอยู่ในเขต อบต. ร้อยละ 56.6 สำเร็จการศึกษาประถมศึกษาหรือมัธยมศึกษาร้อยละ 42.8 ประกอบอาชีพแม่บ้าน คิดเป็นร้อยละ 31.2 มีรายได้อยู่ระหว่าง 5001 - 10000 บาท ร้อยละ 39.9 สมรสอยู่ด้วยกันร้อยละ 81.5 ได้รับความรู้จากบุคลากรทางสาธารณสุข ร้อยละ 65.3 ฝากครรภ์ที่โรงพยาบาลของรัฐบาลและเอกชน ร้อยละ 57.2

2. ลักษณะของความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่

ตัวแปร ความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ระดับมาก (8 – 10 คะแนน)	150	86.71
ระดับปานกลาง (4 – 7 คะแนน)	23	13.29
ระดับน้อย (0 – 3 คะแนน)	0	0
$\bar{X}$ = 8.90 , S.D. = 1.089 , Max = 10 , Min = 6		

ผลการศึกษาความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ของกลุ่มตัวอย่างพบว่าแม่ส่วนใหญ่มีความรู้ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 86.71 รองลงมาคือมีความรู้ในระดับปานกลางและมีความรู้ในระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 13.29 และ 0.00 ตามลำดับ มีภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 8.90 , S.D. = 1.089)

3. ลักษณะปัจจัยในการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่

3.1 เจตคติของแม่ต่อการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่

ตัวแปร	จำนวน (คน)	ร้อยละ
เจตคติของแม่ต่อการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่		
ระดับมาก (21 – 30 คะแนน)	112	64.73
ระดับปานกลาง (11 – 20 คะแนน)	59	34.10
ระดับน้อย (0 – 10 คะแนน)	2	1.16
$\bar{x}$ = 21.89 , S.D. = 4.386 , Max = 30 , Min = 7		

ผลการศึกษาเจตคติของแม่ที่มีต่อการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ของกลุ่มตัวอย่างพบว่าเจตคติของแม่ต่อการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อยู่ในระดับมาก จำนวน 112 คน คิดเป็นร้อยละ 64.73 รองลงมาคือมีเจตคติในระดับปานกลางและน้อย จำนวน 59 คน และ 2 คน คิดเป็นร้อยละ 34.10 และ 1.16 ตามลำดับ มีภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 21.89 , S.D. = 4.386)

3.2 แรงสนับสนุนจากครอบครัวที่ส่งผลต่อการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่

ตัวแปร	จำนวน (คน)	ร้อยละ
แรงสนับสนุนจากครอบครัว		
ระดับมาก (2.1 – 3.0 คะแนน)	144	83.23
ระดับปานกลาง (1.1 – 2.0 คะแนน)	28	16.18
ระดับน้อย (0 – 1.0 คะแนน)	1	0.57
$\bar{x}$ = 25.07 , S.D. = 4.551 , Max = 30 , Min = 5		

ผลการศึกษาการได้รับแรงสนับสนุนจากครอบครัวที่ส่งผลต่อการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อยู่ในระดับมาก จำนวน 144 คน คิดเป็นร้อยละ 83.23 รองลงมาคือได้รับแรงสนับสนุนในระดับปานกลาง และระดับน้อย จำนวน 28 คน และ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 16.18 และ 0.57 ตามลำดับ มีภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 25.07,S.D. = 4.551)

3.3 คำแนะนำจากบุคลากรทางสาธารณสุขเกี่ยวกับการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่

ตัวแปร	จำนวน (คน)	ร้อยละ
คำแนะนำจากบุคลากรทางสาธารณสุข		
ระดับมาก (2.1 – 3.0 คะแนน)	163	94.21
ระดับปานกลาง (1.1 – 2.0 คะแนน)	9	5.20
ระดับน้อย (0 – 1.0 คะแนน)	1	0.57
$\bar{x}$ = 27.39 , S.D. = 3.688 , Max = 30 , Min = 8		

ผลการศึกษาพบว่าการได้รับคำแนะนำจากบุคลากรทางสาธารณสุขเกี่ยวกับการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อยู่ในระดับมาก จำนวน 163 คน คิดเป็นร้อยละ 94.21 รองลงมาคือได้รับคำแนะนำในระดับปานกลางและระดับน้อย จำนวน 9 คน และ 1 คิดเป็นร้อยละ 5.20 และ 0.57 ตามลำดับ มีภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 27.39, S.D. = 3.688)

ตอนที่ 4 ลักษณะพฤติกรรมการเลียงลูกด้วยนมแม่

ตัวแปร	จำนวน (คน)	ร้อยละ
พฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่		
มาก (2.1 – 3.0 คะแนน)	107	61.8
ปานกลาง (1.1–2.0 คะแนน)	58	33.5
น้อย (0 – 1.0 คะแนน)	8	4.6
$\bar{X}$ = 11.11 , S.D. = 3,225 , Max = 15 , Min = 0		

ผลการศึกษาพฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ พบว่า แม่ส่วนใหญ่มีพฤติกรรมอยู่ในระดับมาก จำนวน 107 คน คิดเป็นร้อยละ 61.8 รองลงมาคือมีพฤติกรรมในระดับปานกลางและระดับน้อย จำนวน 58 คน และ 8 คิดเป็นร้อยละ 33.5 และ 4.6 ตามลำดับ มีภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 11.11, S.D. = 3.225)

จำนวนและร้อยละของพฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่

ตัวแปร	จำนวน (คน)	ร้อยละ
พฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่		
เลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียวเป็นเวลาอย่างน้อย 6 เดือน	114	65.3
เลี้ยงลูกด้วยนมผสมหรืออาหารอื่น	59	34.7

ผลการศึกษาพบว่า แม่ส่วนใหญ่เลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียวโดยไม่ให้น้ำหรือนมผสม เป็นเวลาอย่างน้อย 6 เดือน คิดเป็นร้อยละ 65.89 ในขณะที่แม่เลี้ยงลูกด้วยนมผสมและอาหารอื่น คิดเป็นร้อยละ 34.10

อภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษาเรื่อง พฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียว 6 เดือนของแม่ในเขตอำเภอเมืองจังหวัด พิษณุโลก ผู้ทำวิจัยได้แบ่งตัวแปรต้นที่ศึกษาออกเป็น ปัจจัยนำ ปัจจัยเอื้อ ปัจจัยเสริม ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยนำ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ เจตคติของแม่ที่มีต่อการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ส่งผลต่อพฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ ผลการศึกษาความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ของกลุ่มตัวอย่างพบว่าแม่ส่วนใหญ่มีความรู้ในระดับมาก อธิบายได้ว่า ปัจจุบันนี้มีการรณรงค์กันอย่างแพร่หลายในเรื่องของการให้แม่เลี้ยงลูกด้วยนมแม่ซึ่งเป็นเหตุผลทำให้แม่เลี้ยงลูกด้วยนมแม่ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของเรณู สุขแจ่ม และคณะ (2552) ที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จของการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียว 6 เดือน พบว่า ความรู้มีผลต่อความสำเร็จในการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ และยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ วราภรณ์ พรหมสาขา ณ สกลนคร (2548) ที่ได้ทำการประเมินกระบวนการส่งเสริมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพศูนย์อนามัยที่ 6 ขอนแก่นพบว่ามีปัจจัยที่มีผลต่อการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียวอย่างน้อย 6 เดือน คือความรู้ของแม่เกี่ยวกับการเลี้ยงลูกด้วย นมแม่ เจตคติของแม่ที่มีต่อการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อยู่ในระดับมาก อธิบายได้ว่า เมื่อแม่มีความรู้แล้วจะทำให้เกิดเจตคติที่ดีตามมา จึงทำให้แม่เลี้ยงลูกด้วยนมแม่ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของนิตยา โปสาวาท และคณะ (2552) ที่ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่เพียงอย่างเดียวอย่างน้อย 6 เดือนของหญิงหลังคลอดที่มาคลอด ในโรงพยาบาลคำม่วง อำเภอคำม่วงจังหวัดกาฬสินธุ์พบว่าเจตคติของแม่ปัจจุบันมีส่วนทำให้การเลี้ยงลูกด้วยนมแม่เพียงอย่างเดียวอย่างน้อย 6 เดือนประสบผลสำเร็จ

ปัจจัยเอื้อ ได้แก่ อาชีพ รายได้ของครอบครัวส่งผลต่อพฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ ผลการศึกษาพบว่า แม่ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพแม่บ้าน อธิบายได้ว่า แม่ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพแม่บ้านจึงไม่เป็นอุปสรรคในการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ เพราะไม่ต้องลางานเป็นเหตุผลทำให้แม่เลี้ยงลูกด้วยนมแม่ซึ่งสอดคล้องกับการผลการศึกษาของไสววรรณ ไผ่ประเสริฐ (2548) ที่ได้ศึกษาประสิทธิผลของการบูรณาการการส่งเสริมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ต่ออัตราการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียว นาน 6 เดือน ในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพนครสวรรค์พบว่าปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียวนาน 6เดือนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติคือการประกอบอาชีพของแม่ รายได้ ผลการศึกษาพบวีรายได้ของครอบครัวอยู่ระหว่าง 5001 - 10000 บาทอธิบายได้ว่าในครอบครัวอาจมีรายรับที่ไม่เพียงพอต่อการใช้จ่ายในครัวเรือนเป็นเหตุผลให้แม่เลี้ยงลูกด้วยนมแม่เพื่อลดค่าใช้จ่าย ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของสุภาภรณ์ ทัศนพงศ์ (2550) ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเครียดจากการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่แรงสนับสนุนจากครอบครัวและภาวะซึมเศร้าหลังคลอดของแม่ที่เลี้ยงลูกด้วยนมแม่ พบว่ารายได้มีความสัมพันธ์ทางลบกับความเครียดจากการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่และภาวะซึมเศร้าหลังคลอด

ปัจจัยเสริม ได้แก่ การได้รับแรงสนับสนุนจากครอบครัว การได้รับคำแนะนำจากบุคลากรทางสาธารณสุข ผลการศึกษาพบว่า การได้รับแรงสนับสนุนจากครอบครัวอยู่ในระดับมาก อธิบายได้ว่า ปัจจุบันคนในครอบครัวเห็นความสำคัญของการให้แม่เลี้ยงลูกด้วยนมแม่จึงเป็นแรงสนับสนุนสำคัญในการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ การได้รับคำแนะนำจากบุคลากรทางสาธารณสุขอยู่ในระดับมาก อธิบายได้ว่า ในหน่วยงานทางสาธารณสุขมีนโยบายให้แม่เลี้ยงลูกด้วยนมแม่ เมื่อแม่ตั้งครรภ์จึงได้รับคำแนะนำจากบุคลากรทางสาธารณสุข เป็นเหตุผลให้แม่เลี้ยงลูกด้วยนมแม่ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของวรัญญา กมลคร และคณะ (2550) ที่ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียว อย่างน้อย 6 เดือน ของแม่หลังคลอดในเขตรับผิดชอบสถานีอนามัยหนองบัว อำเภอหนองกรุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์พบว่าครอบครัวใหญ่มีปู่ยา ตายาย หรือพ่อแม่ ซึ่งเป็นแรงผลักดันให้แม่หลังหลังคลอดเลี้ยงลูกด้วยนมแม่

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่าพฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ของแม่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 11.11) เมื่อศึกษาเป็นรายด้าน พบว่า ความรู้อยู่ในระดับมาก คิดเป็น ร้อยละ 86.71 เจตคติ การได้รับแรงสนับสนุนจากครอบครัว และการได้รับคำแนะนำจากบุคลากรทางสาธารณสุข มีระดับความสำคัญต่อพฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 21.89 , $\bar{x}$ = 25.07, $\bar{x}$ = 27.39)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์

1. จากการวิจัยพบว่า มีแม่ที่เลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียว 6 เดือน ร้อยละ 65.3 ซึ่งยังจัดอยู่ในระดับต่ำ แสดงให้เห็นว่า ยังมีแม่อีกมากขาดแรงจูงใจในการมีพฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ที่ดี หน่วยงานสาธารณสุขจังหวัดพิษณุโลกจึงควรมีนโยบายในการส่งเสริมพฤติกรรมสุขภาพเกี่ยวกับการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ที่เหมาะสมเพื่อกระตุ้นให้แม่เลี้ยงลูกด้วยนมแม่มากขึ้นต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1.ในการศึกษาครั้งนี้ศึกษาเฉพาะในกลุ่มแม่ที่อยู่ในอำเภอเมืองพิษณุโลก ซึ่งผลการศึกษาอยู่ในวงจำกัด ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการศึกษาในกลุ่มประชากรอื่นบ้าง เช่น กลุ่มแม่ในอำเภออื่นๆ ของจังหวัดพิษณุโลก เนื่องจากมีสภาพแวดล้อมความเป็นอยู่ที่แตกต่างกันและนำมาเปรียบเทียบเพื่อจะได้นำผลการศึกษาไปเป็นข้อมูลในการประกอบการวางแผนโครงการ และนำไปสู่การพัฒนาพฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ที่เหมาะสมของแม่ที่มีลูกแรกคลอดถึง 6 เดือนในจังหวัดพิษณุโลกต่อไป

2.ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่นที่คาดว่ามีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ของแม่ เช่น แรงจูงใจภายใน สภาวะการเจ็บป่วย ความเครียด ที่อาจเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ในปัจจุบัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามทุกท่าน ผศ.ดร. วีระพงษ์ อินทร์ทอง อาจารย์จากคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เจ้าหน้าที่สาธารณสุขและพี่ๆ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน และขอบคุณแม่ที่มีลูก 6 เดือน – 1 ปีในอำเภอเมืองพิษณุโลก ที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามงานวิจัยเป็นอย่างดี รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ช่วยให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

กองประสานโครงการสายใยรักแห่งครอบครัว. (2555). **โครงการสายใยรักแห่งครอบครัว.** เข้าถึงได้จาก: http://www.familylove.go.th/site/. (วันที่ค้นข้อมูล : 8 มิถุนายน 2557)

คเณศพร เตชะเสาวภาค์. (2554). **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่อย่างเดียว 6 เดือน ของแม่ในเขตกรุงเทพมหานคร**. เข้าถึงได้จาก: http://dric.nrct.go.th/bookdetail.php?book_id=268931. (วันที่ค้นข้อมูล : 3 มิถุนายน 2557)

ญาณิศา เถื่อนเจริญ. (2550). **ผลของโปรแกรมส่งเสริมการรับรู้ความสามารถของมารดาร่วมกับการสนับสนุนของสามีต่อการปฏิบัติการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่.**วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาพยาบาลศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐฐา กีนะพันธ์. (2551). **น้ำนมแม่ดีที่สุด**. เข้าถึงได้จาก: http://www.unicef.org/thailand/tha/reallives_9620.html. (วันที่ค้นข้อมูล : 30 มิถุนายน 2557)

นิตยา โปสาวาทและคณะ. (2553). **ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่เพียงอย่างเดียวอย่างน้อย 6 เดือนของหญิงหลังคลอดโรงพยาบาลคำม่วง อำเภอคำม่วง จังหวัดกาฬสินธุ์.** เข้าถึงได้จาก:http://rdhsj.moph.go.th/ojs2/index.phprdhsj/article/viewFile/35/38. (วันที่ค้นข้อมูล : 8 มิถุนายน 2557)

ปุณณวิช จงพาณิชย์กุลธรและคณะ. (2554). **ปัจจัยที่มีผลในการเลี้ยงลูกด้วยนมแม่ครบ 6 เดือนของมารดาในอำเภอสูงเนิน.** เข้าถึงได้จาก: http://med.mahidol.ac.thcommed/sites/ default/files/public/pdf/pdf1/Ex_Soon_9_54.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล : 10 สิงหาคม 2557)

การพัฒนารูปแบบการดูแลสุขภาพผู้ป่วยเบาหวานแบบบูรณาการของประชาชน ตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

The integrated care model development for diabetes patient in Banmai subdistrict, Muang district, Phayao province

ประจวบ แหลมหลัก
คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พะเยา
corresponding author e-mail: drpj99999@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบริบทการดูแลผู้ป่วยเบาหวานในตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา และพัฒนารูปแบบการดูแลสุขภาพผู้ป่วยเบาหวานแบบบูรณาการในตำบลบ้านใหม่ โดยแบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การวิเคราะห์สถานการณ์และการสังเคราะห์รูปแบบ เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ลึก และการสนทนากลุ่มจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียการดูแลผู้ป่วยเบาหวานในชุมชน แล้ววิเคราะห์เนื้อหาเพื่อเข้าใจบริบทและสังเคราะห์รูปแบบการดูแลผู้ป่วยเบาหวานในชุมชน ระยะที่ 2 เป็นการนำรูปแบบไปสู่การปฏิบัติตั้งแต่การให้ความรู้เพื่อเตรียมความพร้อมผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้แก่ เจ้าหน้าที่สาธารณสุข เทศบาล อสม.นักเรียน พระสงฆ์ และตัวผู้ป่วยเอง การทำสัญญาใจ การปฏิบัติการดูแลผู้ป่วย และปะเมินผลการดำเนินการ แล้วนำไปสู่การสรุปผลรูปแบบในดูแลผู้ป่วยที่เหมาะสม ผลการวิจัยด้านบริบทการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน พบว่าเป็นหน้าที่ของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขและมีอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน(อสม.)สนับสนุน ผลการสังเคราะห์รูปแบบพบว่ามี 3 องค์ประกอบคือ กลุ่มที่จะเข้าร่วมกิจกรรมประกอบด้วยเจ้าหน้าที่สาธารณสุข เทศบาล อสม.พระสงฆ์ นักเรียนในพื้นที่ และตัวผู้ป่วย กระบวนการประกอบด้วยขั้นเตรียมความพร้อม โดยมีการจัดตั้งแกนนำด้านการดูแลผู้ป่วยเบาหวานประจำตำบล ซึ่งประกอบด้วยประธานกลุ่มคือ อสม.ที่ได้รับการคัดเลือกจากตัวแทน อสม.ของแต่ละหมู่บ้าน เจ้าหน้าที่สาธารณสุขและเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเป็นที่ปรึกษา ในขั้นดำเนินการเจ้าหน้าที่สาธารณสุขเป็นผู้จัดทำแผนการสอนสุขศึกษา ให้สุขศึกษาแก่ อสม.นักเรียนทุกโรงเรียนในเขตตำบลบ้านใหม่ และพระสงฆ์ รวมทั้งการทำสัญญาใจสำหรับการดูแลผู้ป่วยเบาหวานในละแวกบ้านของตนเอง การประเมินผล ประกอบด้วยการเปลี่ยนแปลงสีที่แสดงสถานะของผู้ป่วยซึ่งพบว่าการดำเนินการตามรูปแบบทำให้สีแสดงสถานะของผู้ป่วยเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น นอกจากนี้พบว่าชุมชนสามารถจัดทำโครงการส่งเสริมสุขภาพโดยรับการสนับสนุนจากจากเทศบาลจำนวน 2 โครงการ และจากการประเมินความพึงพอใจพบว่าอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด

คำสำคัญ : การพัฒนารูปแบบ โรคเบาหวาน การดูแลแบบบูรณาการ

Abstract

This research aimed to study context of diabetes patient care and develop integrated care model for diabetes patient in Banmai subdistrict, Muang district, Phayao province. Methodology was divided into 2 stages. The first stage was situation analysis and model synthesis and the second stage was model implementation on diabetes patient care stakeholder such as public health officers, municipal officers, village health volunteers, students, monks and diabetes patients by using promision, patient care, evaluation and appropriate care model conclusion. The result revealed diabetes patient care context that main care keepers were public health officers and village health volunteers by screening, healing and following up. The diabetes patient care model composted of 3 components; stakeholders selection; public health officers, municipal officers, village health volunteers, students, monks and diabetes patients were selected. Procedure divided into preparation period; village health volunteer in each village were selected to be leader and consulted by public health officers and municipal officers and Implementation period; village health volunteers, students, monks were health educated and made promise by public health officers, diabetes patients were cared by village health volunteers, students and monks Evaluation was divided into patient color change: from worse to be better, community create health project; 2 health

promotion projects that supported by municipal and *satisfactory*; level of satisfactory were good to the best.

keywords : model development, diabetes, integrated care

บทนำ

เบาหวานเป็นโรคที่เป็นปัญหาสาธารณสุขของประเทศไทยซึ่งพบได้บ่อยในวัยผู้ใหญ่ ของไทย คือประมาณร้อยละ 2.5-6 ของประชากร กล่าวคือ ถ้าคิดจากคนไทย 60 ล้านคน ก็จะมีคนเป็นโรคเบาหวานประมาณ 3 ล้านคน โรคเบาหวานเป็นสาเหตุสำคัญอันดับแรกที่ทำให้เกิดโรคไตวายเรื้อรัง นอกจากนั้นยังเป็นปัจจัยสำคัญทำให้เกิดโรคของหลอดเลือดตีบตันได้ในทุกส่วนของร่างกาย เช่น โรคอัมพฤกษ์อัมพาตจากเส้นโลหิตสมองตีบ โรคกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดจากเส้นเลือดหัวใจตีบ โรคเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงปลายมือปลายเท้าอุดตัน และยังเป็นสาเหตุของตาบอดจากทั้งเบาหวานขึ้นตาและต้อกระจกได้อีกด้วย (รักษ์พงศ์ เวียงเจริญ, 2554)

ในการแก้ปัญหาผู้ป่วยโรคเบาหวานนั้น การสนับสนุนพฤติกรรมการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานให้อยู่ในเกณฑ์ปกติจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง พฤติกรรม การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ที่เป็นเบาหวานจำเป็นต้องอาศัยการควบคุมโรคด้วยพฤติกรรม 3 ประการด้วยกันคือ พฤติกรรมด้านการควบคุมอาหาร ด้านการออกกำลังกาย และด้านการใช้ยา (Black & Mattassarin - Jacobs, 1993) ซึ่งต้องกระทำอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง กล่าวคือการควบคุมอาหารให้เหมาะสมทั้งปริมาณ พลังงาน ชนิด และสัดส่วนของอาหารที่ร่างกายควรได้รับในแต่ละวัน ผู้ที่มีการปฏิบัติตัวดีในการควบคุมอาหารสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ถึงร้อยละ 31.8 (วิทธนา คูศิริสิน, 2546) ส่วนผู้ที่ปฏิบัติตัวไม่ดีจะมีการลดลงของระดับน้ำตาลในเลือดได้เพียงร้อยละ 17.1 (กัญญาบุตร ศรนรินทร์, 2540) การออกกำลังกายที่เหมาะสมและสม่ำเสมอจะช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ และยังช่วยลดระดับน้ำตาลที่เกาะเม็ดเลือดแดง (อุไรวรรณ โพร้งพนม, 2545) ช่วยลดน้ำหนักในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ที่อ้วน ทำให้ความต้องการอินซูลินลดลงและเป็นผลให้ลดขนาดการใช้ยาลงได้ นอกจากนี้ยังช่วยลดความเครียดทำให้จิตใจสดชื่นแจ่มใส (ภาวนา กีรติยุตวงศ์, 2544)

การรับประทานยาลดระดับน้ำตาลในเลือดนั้นมีความจำเป็น เมื่อผู้ป่วยเบาหวานไม่สามารถควบคุมโรคด้วยอาหารและการออกกำลังกาย พฤติกรรมการใช้ยาที่เหมาะสมจะช่วยให้ผู้ที่เป็นเบาหวานสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดี (อภิชาต วิชญาณรัตน์, 2553) นอกจากนี้ในผู้ที่เป็นเบาหวานเมื่อเกิดความเครียดร่างกายจะหลั่งฮอร์โมนชนิดต่างๆ ซึ่งจะยับยั้งการหลั่งฮอร์โมนอินซูลิน (insulin) ส่งผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นอย่างมาก (มุทิตา ชมพูศรี และคณะ, 2551) การจัดการกับความเครียดเป็นพฤติกรรมที่ควรส่งเสริมในผู้ที่เป็นเบาหวานให้มีกิจกรรม คลายเครียด ซึ่งจะส่งผลทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลงและมีการปรับตัวด้านอารมณ์ได้อย่างเหมาะสม(จันทร์เพ็ญ ประโยงค์, 2550)

ในการดูแลผู้ป่วยเบาหวานนั้น มีงานวิจัยหลายเรื่องเช่น วิชัย ฟักผลงาน และคณะได้ศึกษาผลการให้สุขศึกษาและปรับพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยเบาหวาน (วิชัย ฟักผลงาน และคณะ, 2536) อดิศัย ภูมิวิเศษ ได้ศึกษาผลการเยี่ยมบ้านต่อการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน (อดิศัย ภูมิวิเศษ, 2537) จันทร์เพ็ญ ประโยงค์ ได้ศึกษาการมีส่วนร่วมของผู้นำชุมชนในการป้องกันและควบคุมภาวะเบาหวานในชุมชนบ้านศรีดอนชัย ตำบลบ้านธิ จังหวัดลำพูน(จันทร์เพ็ญ ประโยงค์, 2550) สะท้อนว่ามีวิธีการหลากหลายในการสนับสนุนให้ผู้ป่วยเบาหวานมีพฤติกรรมที่ถูกต้อง อย่างไรก็ตามโรคเบาหวานเป็นโรคเรื้อรัง ไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ และต้องได้รับการดูแลอย่างต่อเนื่อง การใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งหรือการดูแล แบบแยกส่วนจากคนกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งคงไม่สามารถดำเนินการได้เหมาะสม ทุกภาคส่วนของสังคมควรเข้ามามีส่วนร่วมในการดูแล

การทำงานเชิงบูรณาการเป็นรูปแบบการทำงานที่เน้นให้ทุกภาคส่วนของสังคมเข้ามามีส่วนร่วมในการทำงาน โดยมีหลักการที่สำคัญคือ 1) ชุมชนเป็นผู้กระทำเอง ทางราชการเป็นผู้สนับสนุน ไม่ใช่ไปสั่งการให้เกิดการพัฒนา ซึ่งจะก่อให้เกิดความผิดเพี้ยน พิการ ไม่ยั่งยืน 2) เป็นกระบวนการทางปัญญา ใช้ความรู้ ใช้การเรียนเรียนรู้ร่วมกันในการปฏิบัติ มีการจัดการโดยใช้ความรู้ ทุกส่วนที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันด้วยการเรียนรู้ ไม่ใช่โดยการใช้อำนาจ 3) มีกลไกการจัดการอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน เช่น การรวมตัวกันด้วยความสมัครใจมิใช่โดยตำแหน่ง หรือถ้าเป็นองค์กรของรัฐก็เป็นองค์กรของรัฐที่เป็นอิสระ ในทำนองเดียวกับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) สถาบันวิจัยระบบสาธารณะสุข (สวรส.) สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ (สสส.) สำนักงานปฏิรูประบบสุขภาพแห่งชาติ (สปรส.) (ประเวศ วะสี, 2554) ดังนั้นการดูแลผู้ป่วยแบบบูรณาการจะช่วยให้ผู้ป่วยได้รับการดูแลอย่างถูกต้อง ต่อเนื่องและสอดคล้องกับบริบทของชุมชน

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านใหม่มีผู้ป่วยเบาหวานจำนวน 177 ราย ซึ่งคิดเป็น ร้อยละ 40 ของวัยผู้ใหญ่ รูปแบบการดูแลผู้ป่วยยังเป็นหน้าที่ของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านใหม่และกลุ่มอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อสม.) ที่ทำหน้าที่คัดกรองผู้ป่วย ส่งต่อไปรับการรักษาที่โรงพยาบาลทั่วไป และการดูแลผู้ป่วยในชุมชน (โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านใหม่, 2555) ทั้งที่การดูแลผู้ป่วยโรคเบาหวานเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมสุขภาพหลายด้าน ซึ่งชุมชนสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในการดูแลผู้ป่วยในด้านต่างๆ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้ทำวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการดูแลผู้ป่วยเบาหวานแบบบูรณาการ โดยเน้นให้ทุกภาคส่วนเข้ามามีส่วนร่วมในการปรับพฤติกรรมของผู้ป่วย ตลอดจนการเฝ้าระวังมิให้เกิดโรคในคนปกติต่อไป โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาบริบทการดูแลผู้ป่วยเบาหวานในตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา และ 2) เพื่อศึกษารูปแบบการดูแลสุขภาพผู้ป่วยเบาหวานแบบบูรณาการในตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้แบ่งการดำเนินการออกเป็น 2 ระยะ แต่ละระยะมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

ระยะที่ 1 การวิเคราะห์สถานการณ์และการสังเคราะห์รูปแบบ แบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็น 2 ขั้นตอนย่อยคือ ขั้นตอนที่ 1 เป็นการวิเคราะห์บริบทของการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ลึกจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน ประกอบด้วยผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านใหม่ ผู้อำนวยการกองสาธารณสุขของเทศบาลตำบลบ้านใหม่ กำนัน ผู้ใหญ่บ้านของแต่ละหมู่บ้าน และประธาน อสม. วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา และขั้นตอนที่ 2 การสังเคราะห์รูปแบบการดูแลผู้ป่วยเบาหวานแบบบูรณาการ เก็บข้อมูลโดยการสนทากลุ่มจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน (Stake holder) ประกอบด้วยผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านใหม่ ผู้อำนวยการกองสาธารณสุขของเทศบาลตำบลบ้านใหม่ กำนัน ผู้ใหญ่บ้านของแต่ละหมู่บ้าน และประธาน อสม. วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา

ระยะที่ 2 การประเมินผลการดำเนินการตามรูปแบบ ระยะนี้แบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 5 ขั้นตอนย่อยคือ 1) ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการดูแลผู้ป่วยเบาหวานในชุมชน ประกอบด้วยการเตรียมความพร้อมของ อสม. นักเรียนในพื้นที่ และพระสงฆ์ สำหรับการเตรียมความพร้อมของ อสม. และนักเรียนในพื้นที่นั้นดำเนินการโดยการการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง อสม.จำนวน 79 คน และสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง นักเรียนชั้น ป.4-5 จำนวน 45 คน จากนั้นวัดความรู้ก่อนเรียน ให้ความรู้เรื่องแนวทางการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน การวัดความรู้หลังเรียนและการทำสัญญาใจในการดูแลผู้ป่วยเบาหวานในพื้นที่ ส่วนการเตรียมความพร้อมของพระสงฆ์ดำเนินการโดยการถวายสื่อ และนิมนต์ให้เจ้าอาวาสวัดในหมู่บ้านจำนวน 5 วัดได้แก่ หมู่ที่ 1 วัดท่ากลอง หมู่ที่ 3 วัดบ้านโป่ง หมู่ที่ 4 วัดใหม่หลวง หมู่ที่ 5 วัดร่องไฮ หมู่ที่ 7 วัดบ้านเหยี่ยน สอดแทรกความรู้เรื่องโรคเบาหวานระหว่างการเทศน์สอนธรรมะของแต่ละวันพระ 2) ขั้นตอนการประเมินผลการดำเนินการประกอบด้วยการประเมินผลการดูแลผู้ป่วยเบาหวานตามสัญญาใจของ อสม. จำนวน 2 ครั้ง กลุ่มตัวอย่างคือ อสม.ที่เข้าร่วมกระบวนการจำนวน 79 คน เครื่องมือคือแบบบันทึกผลการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน เก็บรวบรวมข้อมูลโดย อสม.บันทึกผลการดูแลผู้ป่วยเบาหวานตามที่ระบุไว้ในสัญญาใจด้วยตนเอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมสำเร็จรูป สถิติที่ใช้คือสถิติเชิงพรรณนา คือ ความถี่และร้อยละ การประเมินผลการดำเนินการตามสัญญาใจของนักเรียนในพื้นที่จำนวน 2 ครั้งกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนในพื้นที่ที่เข้าร่วมกระบวนการจำนวน 45 คน เครื่องมือคือแบบบันทึกผลการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยนักเรียนในพื้นที่บันทึกผลการดูแลผู้ป่วยเบาหวานตามที่ระบุไว้ในสัญญาใจด้วยตนเอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมสำเร็จรูป สถิติที่ใช้คือสถิติเชิงพรรณนา คือ ความถี่และร้อยละ การประเมินการผลการดูแลผู้ป่วยเบาหวานโดยพระสงฆ์จำนวน 1 ครั้ง กลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลักคือเจ้าอาวาสวัดทุกวัดในเขตตำบลบ้านใหม่ ได้แก่ หมู่ที่ 1 วัดท่ากลอง หมู่ที่ 3 วัดบ้านโป่ง หมู่ที่ 4 วัดใหม่หลวง หมู่ที่ 5 วัดร่องไฮ หมู่ที่ 7 วัดบ้านเหยี่ยน ผู้นำชุมชน จำนวน 9 คน และผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขตำบลบ้านใหม่ เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เพื่อทราบผลการปฏิบัติในการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน เครื่องมือในการวิจัย คือ ประเด็นการสัมภาษณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ประเมินสภาพผู้ป่วยเบาหวาน จำนวน 2 ครั้ง กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ป่วยที่เข้าร่วมโครงการจำนวน 45 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เก็บรวบรวมข้อมูล โดยการสัมภาษณ์ตามแบบสอบถามที่สร้างขึ้น เครื่องมือในการวิจัย คือ แบบสอบถามการดูแลตนเองของผู้ป่วยเบาหวาน วิเคราะห์โดยโปรแกรมสำเร็จรูป ใช้สถิติความถี่และร้อยละในการพรรณนาข้อมูล 3) การประเมินผลกระทบจากการดำเนินการรูปแบบ ผู้ให้ข้อมูลหลัก ประกอบด้วย ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน (Stake holder) ประกอบด้วยผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านใหม่ ตัวแทนผู้อำนวยการกองสาธารณสุขของเทศบาลตำบลบ้านใหม่ กำนัน ผู้ใหญ่บ้านแต่ละหมู่บ้าน ประธานอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการสัมภาษณ์แบบมี

โครงสร้าง เครื่องมือในการวิจัย คือ ประเด็นการสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) การประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบจำนวน 1 ครั้ง กลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย ผู้มีส่วนได้ ส่วนเสียในการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน (Stake holder) ประกอบด้วยผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านใหม่ 1 คน ตัวแทนกองสาธารณสุขของเทศบาลตำบลบ้านใหม่ 1 คน ผู้นำชุมชน 9 คน อสม.จำนวน 48 คน และผู้ป่วย 30 คน สุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามด้วยตนเอง กรณีผู้ป่วยที่อ่านหนังสือไม่ออกเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ เครื่องมือในการวิจัย คือแบบประเมินความ พึงพอใจโดยแบ่งประเด็นการประเมินออกเป็น 5 ด้าน ตามกรอบแนวคิด CIPP Model ซึ่งประกอบด้วยการประเมินบริบท (Context) การประเมินปัจจัยนำเข้า (Input) การประเมินกระบวนการ (Process) และการประเมินผลลัพธ์ (Product) วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และการสรุปรูปแบบการดูแลผู้ป่วยเบาหวานแบบบูรณาการให้ข้อมูลหลักของการวิจัย ประกอบด้วย ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน (Stake holder) ประกอบด้วยผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านใหม่ ตัวแทนกองสาธารณสุขของเทศบาลตำบลบ้านใหม่ กำนัน ผู้นำชุมชน และ ประธานอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสนทนากลุ่ม (Focus group) เครื่องมือในการวิจัย คือประเด็นการสนทนากลุ่ม การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์บริบทของชุมชนและการสังเคราะห์รูปแบบ ในขั้นนี้มีการดำเนินการ 2 ส่วนคือดังนี้

1.1 การวิเคราะห์บริบทของชุมชน แบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ส่วนคือ การวิเคราะห์บริบททั่วไปของชุมชน และและบริบทด้านการดูแลผู้ป่วยเบาหวานซึ่งแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 บริบททั่วไปของชุมชน พบว่า ตำบลบ้านใหม่มีขนาดปานกลาง กล่าวคือประกอบด้วย 9 หมู่บ้าน 1,388 หลังคาเรือน มีประชากร 3,910 คน เมื่อพิจารณาถึงระดับหมู่บ้านมีทั้งขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก โดยหมู่ที่ 1 บ้านท่ากรอง มีจำนวนครัวเรือน 159 หลังคาเรือน ประชากร 413 คน หมู่ที่ 2 บ้านใหม่ดง มีนวนครัวเรือน 113 หลังคาเรือน ประชากร 322 คน หมู่ที่ 3 บ้านโป่ง มีจำนวนครัวเรือน 233 หลังคาเรือน ประชากร 626 คน หมู่ที่ 4 บ้านใหม่หลวง มีจำนวนครัวเรือน 99 หลังคาเรือน ประชากร 264 คน หมู่ที่ 5 บ้านร่องไฮ มีจำนวนครัวเรือน 233 หลังคาเรือน ประชากร 684 คนหมู่ที่ 6 บ้านเหยี่ยน มีจำนวนครัวเรือน 166 หลังคาเรือน ประชากร 441 คนหมู่ที่ 7 บ้านเหยี่ยน มีจำนวนครัวเรือน 171 หลังคาเรือน ประชากร 469 คน หมู่ที่ 8 บ้านใหม่นคร มีจำนวนครัวเรือน 156 หลังคาเรือน ประชากร 462 คนและหมู่ที่ 9 บ้านร่องช้าง มีจำนวนครัวเรือน 68 หลังคาเรือน ประชากร 187 คน ครัวเรือน

ด้านสภาพสังคมและวัฒนธรรม มีลักษณะเป็นสังคมชนบท ประชาชนส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ นิยมไปทำบุญที่วัด มีวัฒนธรรมประเพณีแบบล้านนา ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม รองลงมาคือรับจ้าง ค้าขาย และรับราชการ มีการจัดตั้งกลุ่มทำกิจกรรมหลักในหมู่บ้าน 2 กลุ่ม คือ กลุ่มจักสานผักตบชวา ในหมู่ที่ 3 และกลุ่มหน่อไม้อัดปี๊บ ในหมู่ที่ 5

ด้านสุขภาพมีสถานบริการสุขภาพหลักคือโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) 1 แห่ง และมีศูนย์สาธารณสุขมูลฐานชุมชน(ศสมช.) จำนวน 9 แห่ง โดย รพ.สต.มีเจ้าหน้าที่ประจำ 6 คน คือนักวิชาการสาธารณสุขจำนวน 1 คน พยาบาลวิชาชีพจำนวน 2 คน เจ้าพนักงานสาธารณสุข จำนวน 2 คน และลูกจ้างชั่วคราว 2 คน นอกจากนี้มี อสม. จำนวน 169 คน โดยหมู่ที่ 1 มี อสม. จำนวน 18 คน หมู่ที่ 2 จำนวน 16 คน หมู่ที่ 3 จำนวน 27 คนหมู่ที่ 4 จำนวน 16 คน หมู่ที่ 5 จำนวน 27 คน หมู่ที่ 6 จำนวน 18 คน หมู่ที่ 7 จำนวน 20 คน หมู่ที่ 8 จำนวน 18 คน และหมู่ที่ 9 จำนวน 9 คน ด้านการเจ็บป่วยผลการคัดกรองผู้ป่วยเบาหวานมีแนวโน้มเพิ่ม และมีอัตราตายของผู้ป่วยเบาหวานเพิ่มขึ้น กล่าวคือ ตั้งแต่ปี 2550–2555 มีอัตราตายต่อแสนประชากรเพิ่มคือ 18.5, 18.4, 20.5, 80.74 และ 127.87 ตามลำดับ

ด้านองค์กรที่สนับสนุนการดำเนินงานของสังคมอื่นๆ ประกอบด้วย โรงเรียนประถมศึกษา 2 แห่ง ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กจำนวน 2 แห่ง ศูนย์การเรียนชุมชนตำบล จำนวน 1 แห่ง เทศบาลตำบล จำนวน 1 แห่ง และวัดศาสนาพุทธ จำนวน 5 แห่ง

1.1.2 บริบทด้านการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน พบว่า ในพื้นที่ตำบลบ้านใหม่พบว่าส่วนใหญ่ยังเป็นไปตามรูปแบบการดำเนินสาธารณสุขทั่วๆไป คือเป็นการดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ประจำ รพ.สต.บ้านใหม่ เป็นแกนหลักและมี อสม. สนับสนุน การดำเนินงานตั้งแต่การคัดกรองผู้ป่วย การส่งต่อผู้ป่วยไปรับการรักษาพยาบาลที่โรงพยาบาลพะเยา และดูแลผู้ป่วยต่อเนื่องหลังจากส่งตัวกลับจากโรงพยาบาลพะเยา ในส่วนการส่งเสริมสุขภาพของคนในชุมชน แกนนำชุมชนและ อสม.

ส่วนใหญ่ตระหนักถึงปัญหาโรคเบาหวาน โดยมีการส่งเสริมการออกกำลังกายในรูปแบบการรำวงย้อนยุค อย่างไรก็ตามการสนับสนุนของ อสม.ก็มีข้อจำกัดกล่าวคือหากเข้าฤดูฝน อสม.จะมีภาระในการประกอบอาชีพเกษตรกรรม ต้องออกไปทำไร่บ้าง การทำนาบ้าง ซึ่งส่งผลกระทบต่อความต่อเนื่องของกิจกรรม ในส่วนการมีส่วนร่วมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ยังไม่เฉพาะเจาะจงเรื่องโรคเบาหวาน ส่วนใหญ่จะดูแลสุขภาพในภาพกว้างตามสภาพปัญหาของชุมชน ส่วนวัดและสถานศึกษายังมีส่วนร่วมในการดูแลผู้ป่วยเบาหวานน้อยมาก

1.2 ผลการสังเคราะห์รูปแบบการดูแลผู้ป่วยเบาหวานแบบบูรณาการในตำบลบ้านใหม่

ภายหลังการสนทนากลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลและสังเคราะห์รูปแบบการดูแลผู้ป่วยเบาหวานแบบบูรณาการโดยแบ่งองค์ประกอบของรูปแบบออกเป็น 3 องค์ประกอบคือ 1) กลุ่มที่จะเข้าร่วมกิจกรรมประกอบด้วยเจ้าหน้าที่สาธารณสุขประจำโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล เทศบาล อสม. พระสงฆ์ และนักเรียนประถมศึกษาชั้นปีที่ 4-5 2) กระบวนการประกอบด้วยขั้นเตรียมการโดยจัดมีการจัดตั้งแกนนำด้านการดูแลผู้ป่วยเบาหวานประจำตำบลซึ่งประกอบด้วยประธานกลุ่มคือ อสม.ที่ได้รับการคัดเลือกจากตัวแทน อสม.ของแต่ละหมู่บ้าน และ อสม.ที่เป็นตัวแทนของหมู่บ้านที่เหลือเป็นคณะกรรมการ โดยมีเจ้าหน้าที่สาธารณสุขและตัวแทนของเทศบาลเป็นที่ปรึกษา ในขั้นดำเนินการเจ้าหน้าที่สาธารณสุขเป็นผู้จัดทำแผนการสอนสุขศึกษาและดำเนินการให้สุขศึกษาในรูปแบบของการจัดการฝึกอบรมแก่กลุ่ม อสม.และนักเรียนชั้น ป.4-5 จากทุกโรงเรียนในเขตตำบลบ้านใหม่ ซึ่งใกล้เสร็จสิ้นกระบวนการอบรมจะมีการทำสัญญาใจสำหรับการดูแลผู้ป่วยเบาหวานในละแวกบ้านของตนเอง และหลังการอบรมเตรียมความพร้อม ชุมชนสามารถจัดทำโครงการส่งเสริมสุขภาพโดยรับการสนับสนุนจากจากเทศบาล กลุ่มนักเรียนเน้นการให้ความรู้แก่คนในครอบครัว ส่วนพระสงฆ์มีการจัดสื่อสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเองแล้วสอดแทรกเนื้อหาโรคเบาหวานระหว่างเทศน์สอนชาวบ้าน และ 3) การประเมินผลทุกกิจกรรมจะมีรายงานผลให้กลุ่มแกนนำประจำตำบลทุก 3 เดือน เนื้อหาในการประเมินประกอบด้วยการวัดความรู้ก่อนและหลังการอบรม ผลการคัดกรอง ความถูกต้องในการดูแลผู้ป่วย การลดระดับความรุนแรงของผู้ป่วยเบาหวานจากระดับที่รุนแรงสู่ระดับที่รุนแรงน้อยลง และความพึงพอใจต่อรูปแบบ

2. การประเมินผลการดำเนินการตามรูปแบบการดูแลผู้ป่วยเบาหวานแบบบูรณาการในตำบลบ้านใหม่ ประกอบด้วย

2.1 การเตรียมการ เป็นขั้นตอนการเตรียมความพร้อมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเกี่ยวกับการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน จำนวน 3 กลุ่มคือการเตรียมความพร้อมของ อสม.การเตรียมความพร้อมของนักเรียนในพื้นที่ และการเตรียมความพร้อมของพระสงฆ์ สำหรับการเตรียมความพร้อมของ อสม.และนักเรียนในพื้นที่นั้นมีการอบรมให้ความรู้เรื่องแนวทางการดูแลผู้ป่วยเบาหวานและการทำสัญญาใจในการดูแลผู้ป่วยเบาหวานในความรับผิดชอบ ผลการดำเนินการพบว่า อสม.และนักเรียนในพื้นที่มีความรู้หลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 นอกจากนี้มีการทำสัญญาใจที่จะดูแลผู้ป่วยด้วยการให้คำแนะนำด้านการรับประทานอาหาร การออกกำลังกาย การจัดการด้านความเครียด ส่งเสริมการงดการดื่มสุราและสูบบุหรี่ และการรับประทานยาที่ถูกต้อง ส่วนการเตรียมความพร้อมของพระสงฆ์นั้น ดำเนินการโดยถวายแผ่นพับความรู้เรื่องโรคเบาหวานแด่เจ้าอาวาสเพื่อให้ความรู้แก่ชาวบ้านโดยสอดแทรกระหว่างการสอนธรรมะในวันพระและงานพิธีอื่นๆ

2.2 การประเมินผลการดำเนินการตามรูปแบบการดูแลผู้ป่วยเบาหวานแบบบูรณาการ ประกอบด้วยการประเมินผลการดูแลผู้ป่วยตามสัญญาใจของ อสม.จำนวน 2 ครั้ง การประเมินผลการทำตามสัญญาใจของนักเรียนจำนวน 2 ครั้ง การประเมินผลการดูแลผู้ป่วยโดยพระสงฆ์จำนวน 1 ครั้ง การประเมินสภาพผู้ป่วยจำนวน 2 ครั้ง และการประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบจำนวน 1 ครั้ง ผลการประเมินด้านการดูแลผู้ป่วยตามสัญญาใจของ อสม.และสัญญาใจของนักเรียนในพื้นที่จำนวน 2 ครั้ง พบว่า ทั้ง อสม. และนักเรียนในพื้นที่ ส่วนใหญ่ให้ด้านการรับประทานอาหาร การออกกำลังกาย การจัดการด้านความเครียด ส่งเสริมการงดการดื่มสุราและสูบบุหรี่ และการรับประทานยาที่ถูกต้อง และผลการประเมินครั้งที่ 2 มีการดำเนินกิจกรรมมากกว่าการประเมินครั้งแรก ผลการประเมินการดูแลผู้ป่วยเบาหวานโดยพระสงฆ์พบว่าวัดใหม่หลวง หมู่ที่ 4 ที่มีการให้คำแนะนำและแจกแผ่นพับ ส่วนวัดอื่นๆ มีการแจกแผ่นพับอย่างเดียว ผลการประเมินสภาพผู้ป่วย 2 ครั้งแล้วนำมาเปรียบเทียบกันพบว่า เมื่อนำผลมาเปรียบเทียบระหว่างผลการประเมินครั้งที่ 1 กับการประมินครั้งที่ 2 พบว่า บางสีเพิ่มขึ้นแต่บางสีลดลง สำหรับสีที่เพิ่มขึ้นคือสีเขียวเข้ม สีที่ลดลงคือสีเหลือง สีส้มและสีแดง และสีดำมีจำนวนคงที่ ผลการประเมินความพึงพอใจต้อรูปแบบทั้งด้านบริบท ปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และผลผลิตพบว่าในภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อส่วนใหญ่อยู่ในระดับมากเช่นกัน มีเพียงประเด็นการประเมินเกี่ยวกับ “การดูแลผู้ป่วยเบาหวานที่ให้ชุมชนหลายฝ่ายมาร่วมมือกันช่วยให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุขทำงานสะดวกขึ้น” และ “อสม. มีความรู้มากขึ้น” ที่มีระดับการประเมินในระดับมาก

ที่สุด การประเมินผลกระทบจากการดำเนินการรูปแบบ หลังจากการดำเนินการตามรูปแบบที่สังเคราะห์ขึ้นระยะหนึ่งทำให้เกิดแรงสนับสนุนจากชุมชนคือมีโครงการสนับสนุน 3 โครงการคือ 1) โครงการเฝ้าระวังภาวะแทรกซ้อนในผู้ป่วยโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงมี 2) โครงการเจ็ดสีเตือนภัย ให้ใส่ใจสุขภาพ และ 3) โครงการคัดกรองผู้มีภาวะเสี่ยงด้วยโรคเมตาโบลิก จากผลการศึกษารูปแบบการดูแลผู้ป่วยเบาหวานแบบบูรณาการของประชาชนตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ได้ข้อสรุปดังนี้

1) เจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่ เป็นองค์ประกอบสำคัญในการดำเนินงาน โดยมีหน้าที่เป็นแกนกลางการประสานการจัดเตรียมชุมชนกลุ่มต่างๆ เช่นผู้นำชุมชน ตัวแทนจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น อสม. โรงเรียน วัด และประชาชนกลุ่มต่างๆ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ เป็นผู้ให้ความรู้ด้านสุขภาพแก่ชุมชน สนับสนุนข้อมูล และการให้บริการสุขภาพ

2) ผู้นำชุมชน มีหน้าที่ในการสร้างพลังชุมชนให้เกิดความตระหนักต่อสุขภาพและเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการดูแลสุขภาพของผู้ป่วยและการดูแลตนเอง

3) ผู้แทนจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีหน้าที่ในการประสานการสนับสนุนด้านต่างๆ เช่น การจัดทำโครงการ การจัดหาวัสดุอุปกรณ์ และงบประมาณ

4) อสม.เป็นกลไกที่สำคัญที่สุดที่จะนำความรู้ไปสู่การปฏิบัติเนื่องจาก อสม. เป็นสัญลักษณ์ของผู้ปฏิบัติงานสาธารณสุขในระดับพื้นที่ โดย อสม. จะเป็นตัวแทนของชุมชน ในการรับความรู้ที่ถูกต้องจากเจ้าหน้าที่สาธารณสุขไปเผยแพร่ และปฏิบัติในการดูแลสุขภาพของประชาชนในเขตรับผิดชอบ

5) พระสงฆ์ มีส่วนร่วมในการให้ความรู้แก่ประชาชน เนื่องจากเป็นศูนย์รวมด้านจิตใจของคนในชุมชน โอกาสที่พระสงฆ์ใกล้ชิดประชาชนมากที่สุดคือช่วงเข้าพรรษา

6) นักเรียน มีส่วนร่วมในการนำความรู้ไปแนะนำแก่ผู้ปกครองและเครือญาติ

อภิปรายผลการวิจัย

1. จากการศึกษาบริบทการดูแลผู้ป่วยเบาหวานของตำบลบ้านใหม่ พบว่า ยังเป็นไปตามรูปแบบการดำเนินงานสาธารณสุขทั่วๆ ไป คือดำเนินงานโดยมีเจ้าหน้าที่ประจำรพ.สต.บ้านใหม่ เป็นแกนหลักและมี อสม. สนับสนุน ทั้งนี้อาจเป็นผลจากตำบลบ้านใหม่อยู่ใกล้เขตเมือง สังคมกำลังปรับตัวจากสังคมชนบทไปสู่สังคมเมือง ซึ่งทฤษฎีโครงสร้างหน้าที่นิยมอธิบายว่าโครงสร้างของสังคมเมืองจะมีความชัดเจน การดำเนินกิจกรรมทางสังคมจึงเป็นไปตามสถานภาพและบทบาทที่สังคมกำหนด (http://www.tat.or.th/thai/thaiinfo_social.php) คนในสังคมจึงมองงานสาธารณสุขเป็นหน้าที่ของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขและ อสม. ซึ่งเป็นผู้ที่มีหน้าที่โดยตรงต่อการดูแลสุขภาพของคนในสังคม

2. จากการสังเคราะห์รูปแบบการดูแลผู้ป่วยเบาหวานแบบบูรณาการของตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา พบว่าทุกภาคส่วนของสังคมทั้งภาครัฐ ภาคองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ภาควิชาการ และภาคประชาชน เข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินงาน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขาที่นายแพทย์ประเวศ วะสี ราษฎรอาวุโสกล่าวไว้ว่า “สามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขาเป็นแนวคิดในการพัฒนาสังคมที่ว่าการพัฒนาสังคมจะประกอบด้วยการบูรณาการทำงานร่วมกันขององค์ประกอบในสังคมที่สำคัญ 3 องค์ประกอบคือ องค์ประกอบภาควิชาการ องค์ประกอบภาคประชาสังคม องค์ประกอบภาครัฐ และการเมือง หากองค์ประกอบทั้ง 3 ส่วน สามารถบูรณาการเข้าด้วยกัน เกิดการใช้ความรู้ ประกอบกับพลังการขับเคลื่อนของภาคประชาสังคม ภายใต้ช่องทางที่รัฐและการเมืองเปิดโอกาสและเห็นคุณค่าของการเรียนรู้ร่วมกัน ก็จะทำให้เกิดกระบวนการสาธารณะที่ดีนำสู่สุขภาวะของสังคมได้ (เครือข่ายแผนสุขภาพจังหวัดสงขลา, 2555) อย่างไรก็ตามบางกลุ่มของสังคมยังไม่เข้ามามีส่วนร่วม เช่น องค์กรภาคเอกชน เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากตำบลบ้านใหม่เป็นชุมชนกึ่งชนบทกึ่งเมือง องค์กรภาคเอกชนจึงเข้ามามีบทบาทน้อย สำหรับการเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินการตามรูปแบบมีประเด็นการอภิปรายเพิ่มเติมดังนี้

2.1 การมีส่วนร่วมของผู้นำชุมชน จากการศึกษาพบว่าแกนนำชุมชนที่เข้าร่วมสนทนากลุ่มเห็นความสำคัญต่อการดูแลผู้ป่วยและพร้อมที่จะเข้ามามีส่วนร่วมในการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของจันทร์เพ็ญ ประโยงค์ (2550) ซึ่งได้ศึกษาการมีส่วนร่วมของผู้นำชุมชนในการป้องกันควบคุมภาวะเบาหวานในชุมชน ตำบลบ้านธิ อำเภอลี้ จังหวัดลำพูน กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 208 คน เป็นผู้นำชุมชน 55 คน กลุ่มที่เป็นโรคเบาหวาน 19 คน กลุ่มเสี่ยงโรคเบาหว่าน 134 คน ผลการศึกษา พบว่า ผู้นำชุมชนมีส่วนร่วมในการป้องกันและควบคุมภาวะเบาหวานทุกขั้นตอนของการมีส่วนร่วม โดยพบว่าผู้นำชุมชนมีส่วนร่วมสม่ำเสมอมากที่สุดในขั้นตอนการร่วมลงทุนในกิจกรรมโครงการ ได้แก่ เรื่องการร่วมลงทุนในการทำกิจกรรมที่ไม่ใช่ตัวเงิน ร้อยละ 63.64 ร่วมบริจาคเงินและทรัพย์สินส่วนตัวเพื่อใช้ในการทำดำเนินกิจกรรม ร้อยละ 60.00

รวมทั้งร่วมหาแหล่งทุนต่างๆ ในชุมชนเพื่อนำมาใช้ในการดำเนินกิจกรรม ร้อยละ 40.00 จากการสนทนากลุ่ม พบว่า เหตุผลของการมีส่วนร่วมลงทุนในกิจกรรมโครงการของผู้นำชุมชนมีส่วนร่วมกันแก้ไขปัญหาและเสริมสร้างความสามัคคีในหมู่บ้าน

2.2.การมีส่วนร่วมขององค์กรปกครองท้องถิ่น จากการศึกษาพบว่าองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นยินดีให้การสนับสนุนแต่ต้องรอให้ฝ่ายสาธารณสุขเสนอโครงการเพื่อขอสนับสนุนงบประมาณทั้งนี้เนื่องจากการแก้ปัญหาสุขภาพของประชาชนในพื้นที่เกี่ยวข้องกับกองทุนหลักประกันสุขภาพ อบต.กล่าวคือกลุ่มแกนนำที่เกี่ยวข้องสามารถเขียนโครงการสนับสนุนการดำเนินงานได้ (สายศิริ ด่านวัฒนะ, 2554)

2.3 การมีส่วนร่วมของโรงเรียน เนื่องจากในพื้นที่ตำบลบ้านใหม่สถานศึกษาคือโรงเรียนประถมศึกษาเพียง 2 โรงเรียนจากการสนทนากลุ่มเสนอให้จัดการอบรมเฉพาะนักเรียนชั้นประถมปีที่ 4-5 เนื่องจากเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งพิจารณาจากความสามารถในการสื่อสารสาธารณสุข และความเหมาะสมด้านความต่อเนื่องในการดำเนินงานกล่าวคือนักเรียนชั้นประถมปีที่ 1-3 ยังไม่พร้อมด้านการสื่อสารสุขภาพ ส่วนนักเรียนชั้นประถมปีที่ 6 มีเวลาไม่เพียงพอต่อการดูแลผู้ป่วยอย่างต่อเนื่องทั้งนี้เนื่องจากใกล้สำเร็จการศึกษา

2.4 การมีส่วนร่วมของพระสงฆ์ เนื่องจากในพื้นที่มีวัด 5 แห่ง แต่ละแห่งมีพระสงฆ์เพียง 2-3 รูปเท่านั้น แกนนำชุมชนที่เข้าร่วมสนทนากลุ่มจึงได้เสนอให้ผลิตสื่อถวายพระสงฆ์เพื่อใช้ในการเทศน์สอนประชาชนที่มาทำบุญที่วัดเพื่อให้สอดคล้องกับกิจของสงฆ์อย่างเหมาะสมกลมกลืนและจากการสัมภาษณ์ผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพระดับตำบลได้ให้ข้อมูลว่า เจ้าอาวาสที่ป่วยด้วยโรคเบาหวานหรือมีโรคประจำตัวจะให้ความสำคัญต่อการดูแลผู้ป่วยเบาหวานมากกว่าเจ้าอาวาสที่ไม่ป่วย

2.5 การมีส่วนร่วมของ อสม.เนื่องจากการรับรู้ของชุมชนที่มีมุมมองว่างานดูแลสุขภาพผู้ป่วยเบาหวานเป็นงานสาธารณสุข ซึ่งตรงกับบทบาทหน้าที่ของ อสม. ประกอบกับปัจจุบัน อสม. ได้รับค่าป่วยการเดือนละ 600 บาท ดังนั้น อสม.จึงได้รับความไว้วางในในการเป็นแกนนำในการดำเนินการในทุกหมู่บ้าน

3. จากการประเมินความพึงพอใจต่อรูปแบบการดูแลผู้ป่วยแบบบูรณาการในตำบลบ้านใหม่ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอสูงสุดในประเด็น “การดูแลผู้ป่วยเบาหวานที่ให้ชุมชนหลายฝ่ายมาร่วมมือกันช่วยให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุขทำงานสะดวกขึ้น” รองลงมาก็คือประเด็น “อสม. มีความรู้มากขึ้น” ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าวสะท้อนว่ากลุ่มตัวอย่างมองผลจากกการดำเนินการตามรูปแบบที่เกิดขึ้น มีความเกี่ยวข้องกับคนใกล้ชิดกับปัญหาโรคเบาหวานในชุมชนเป็นสำคัญ โดยมีการเทียบเคียงระหว่างผลจากการวิจัยที่พบกับประสบการณ์เดิมที่สะท้อนในผลการศึกษาบริบทชุมชนด้านการดูแลผู้ป่วยเบาหวานในพื้นที่ตำบลบ้านใหม่ที่พบว่าการดูแลผู้ป่วยเบาหวานส่วนใหญ่ยังเป็นไปตามรูปแบบปกติ คือเป็นการดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่ประจำ รพ.สต.บ้านใหม่ เป็นแกนหลักและมี อสม. สนับสนุนการดำเนินงานตั้งแต่การคัดกรองผู้ป่วย การส่งต่อผู้ป่วยไปรับการรักษาพยาบาลที่โรงพยาบาลพะเยา และดูแลผู้ป่วยต่อเนื่องหลังจากส่งตัวกลับจากโรงพยาบาลพะเยา นอกจากนี้ยังมีข้อน่าสังเกตว่าผลการประเมินความพึงพอใจในประเด็นอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข และ อสม.อยู่ในระดับมาก และมีค่าเฉลี่ยในระดับสูงกว่ากลุ่มอื่น เช่น การทำสัญญาใจ เป็นต้น สะท้อนว่าแม้จะมีการบูรณากาจากหลายภาคส่วน แต่เจ้าหน้าที่สาธารณสุข และ อสม.ก็ยังเป็นกลุ่มคนที่สำคัญในการดำแลผู้ป่วยเบาหวานต่อไป

4. จากการประเมินผลการดำเนินการตามรูปแบบการดูแลผู้ป่วยเบาหวานแบบบูรณาการในตำบลบ้านใหม่พบว่า ผู้ป่วยมีอาการป่วยมีอาการดีขึ้นซึ่งสังเกตจากการเปลี่ยนสีตามกระบวนการประเมินในรูปแบบ“ปิงปองจราจรชีวิต 7 สี วิชัยโมเดล” (วิชัย เทียนถาวร, 2556 : 11) ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของ วิชัย ฟักผลงาน และคณะ (2536) ทำการศึกษาเรื่องการให้สุขศึกษาและการปรับพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยเบาหวาน โดยการให้สุขศึกษาเน้นคุณภาพการบริการ และการส่งเสริมการดูแลตนเอง พบว่า พฤติกรรมในการรับประทานยา การออกกำลังกายและการรับประทานอาหารดีกว่า ปริมาณอาหารที่รับประทานลดลง และมีระดับน้ำตาลในเลือดต่ำกว่าการให้สุขศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามองค์ประกอบของรูปแบบที่สังเคราะห์ขึ้นและนำไปปฏิบัติจริงในชุมชน ไม่ได้เป็นตามหลักการของการบูรณาการที่กล่าวไว้ว่า การจัดการแบบบูรณาการมี 7 องค์ประกอบคือ 1) มีเจ้าภาพ 2) มีส่วนร่วม 3) มียุทธศาสตร์ วิสัยทัศน์ เป้าประสงค์ พันธกิจชัดเจน 4) รวดเร็ว ลดขั้นตอน 5) แก้ปัญหาเร่งด่วนที่เกิดขึ้น 6) มีประสิทธิภาพประหยัด และ 7) เกิดผลสัมฤทธิ์ ซึ่งสังเกตได้จากการปฏิบัติการในชุมชนแม้จะมีเจ้าภาพ มีส่วนร่วม มีเป้าหมาย มีความรวดเร็ว แก้ปัญหาได้แต่ก็ไม่ได้มีความเข้มงวด ทั้งนี้มีความยืดหยุ่นตามสถานการณ์ ทั้งนี้เนื่องจากประชาชนที่เข้าร่วมต้องมีการประกอบอาชีพ มีความแตกต่างด้านระดับการศึกษาและความรู้พื้นฐาน ยากการจัดการในเวลาที่จำกัดจนได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการทั้งหมด

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยด้านบริบทการดูแลผู้ป่วยเบาหวานของประชาชนตำบลบ้านใหม่พบว่าผู้มีบทบาทสำคัญในการดูแลผู้ป่วยคือเจ้าหน้าที่สาธารณสุขและอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน ยังขาดการบูรณาการจากชุมชน ผู้วิจัยได้สังเคราะห์รูปแบบการดูแลผู้ป่วยเบาหวานแบบบูรณาการขึ้นโดยมีองค์ประกอบ 3 ส่วนคือ 1) กลุ่มที่จะเข้าร่วมกิจกรรมประกอบด้วยเจ้าหน้าที่สาธารณสุข เทศบาล อสม.พระสงฆ์ นักเรียนในพื้นที่ และผู้ป่วย 2) กระบวนการประกอบด้วยขั้นเตรียมความพร้อมโดยมีการจัดตั้งแกนนำด้านการดูแลผู้ป่วยเบาหวานประจำตำบล ซึ่งประกอบด้วยประธานกลุ่มคือ อสม.ที่ได้รับการคัดเลือกจากตัวแทน อสม.ของแต่ละหมู่บ้าน เจ้าหน้าที่สาธารณสุขและเจ้าหน้าที่ของเทศบาลเป็นที่ปรึกษา ในขั้นดำเนินการเจ้าหน้าที่สาธารณสุขเป็นผู้จัดทำแผนการสอนสุขศึกษา ให้สุขศึกษาแก่ อสม.นักเรียนทุกโรงเรียนในเขตตำบลบ้านใหม่ และพระสงฆ์ รวมทั้งการทำสัญญาใจสำหรับการดูแลผู้ป่วยเบาหวานในละแวกบ้านของตนเอง 3) การประเมินผล ประกอบด้วยการเปลี่ยนแปลงสีที่แสดงสถานะของผู้ป่วยซึ่งพบว่าการดำเนินการตามรูปแบบทำให้สีแสดงสถานะของผู้ป่วยเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น นอกจากนี้พบว่าชุมชนสามารถจัดทำโครงการส่งเสริมสุขภาพโดยรับการสนับสนุนจากจากเทศบาลจำนวน 3 โครงการ และจากการประเมินความพึงพอใจพบว่าอยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด จึงสรุปได้ว่าการดูแลผู้ป่วยแบบบูรณาการทำให้ผู้ป่วยได้รับการดูแลที่ใกล้ชิด มีการเปลี่ยนแปลงของอาการไปในทางที่ดีขึ้น องค์กรปกครองเข้ามามีส่วนร่วมในการให้การสนับสนุน และที่สำคัญคือสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย อย่างไรก็ตามยังมีบางกลุ่มของชุมชนเช่นองค์กรเอกชนหรือกลุ่มจิตอาสาต่างๆ ที่ยังไม่ได้เข้ามามีส่วนร่วมอย่างชัดเจน ดังนั้น ควรมีการพัฒนาต่อยอดเพื่อให้เกิดการบูรณาการในการดูแลผู้ป่วยเบาหวานที่ชัดเจนและกว้างขวางขึ้น จนผู้ป่วยได้รับการดูแลอย่างยั่งยืนบนพื้นฐานจากการทำงานแบบบูรณาการชองชุมชน

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยพะเยาประจำปี 2555 และได้รับการสนับสนุนการดำเนินการจากนายแพทย์วิชัย เทียนถาวร คณบดี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา อาจารย์ปัญญา ยงยิ่ง รองคณบดีฝ่ายบริหาร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนา ทรัพย์บำเรอ รองคณบดีฝ่ายวิชาการ วิจัยและประกันคุณภาพการศึกษา ดร.สมคิด จูหว้า รองคณบดีฝ่ายกิจการนิสิต คุณสุรศักดิ์ ชัยชนะ สาธารณสุขอำเภอเมืองพะเยา ดร.ปัณธร ชัชวรัตน์ รองผู้อำนวยการวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีพะเยา ดร.รุ่ง วงศ์วัฒน์ และ ดร.อนุกูล มะโนทน อาจารย์ประจำคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา คุณสุรวิชญ์ คำมาปัน ผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา เจ้าที่สาธารณสุข นายกเทศมนตรีตำบลบ้านใหม่ หัวหน้ากองสาธารณสุขเทศบาลตำบลบ้านใหม่ ผู้นำชุมชน อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน คณะครูและนักเรียนโรงเรียนบ้านใหม่ และโรงเรียนบ้านโป่ง ตลอดจนผู้ป่วยเบาหวานที่เข้าร่วมกระบวนการวิจัย จึงขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

กัญญาบุตร ศรนรินทร์. (2540). **ปัจจัยที่มีผลต่อการลดน้ำหนักของระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานที่มารับรักษาต่อเนื่อง โรงพยาบาลบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี**, การศึกษาค้นคว้าอิสระสาธารณสุข ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เครือข่ายแผนสุขภาพจังหวัดสงขลา. (2555). **สามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา.** สงขลา **:** เอกสารอัดสำเนา

จันทร์เพ็ญ ประโยงค์. (2550)**. การมีส่วนร่วมของผู้นำชุมชนในการป้องกันและควบคุมภาวะเบาหวานในชุมชนบ้านศรีดอนชัย ตำบลบ้านธิ จังหวัดลำพูน** การค้นคว้าอิสระ พ.ย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประเวศ วะสี. (2554). **การพัฒนาอย่างบูรณาการและยั่งยืนโดยเอาพื้นที่เป็นตัวตั้ง**. http://www.chumphon.doae.go.th/Knowledge/km8.pdf สืบค้นเมื่อวันที่ 22 มกราคม 2556.

ภาวนา กีรติยุตวงศ์. (2544). **การพยาบาลผู้ป่วยเบาหวาน : มโนมติสำคัญสำหรับการดูแล,** ชลบุรี : ภาควิชาการพยาบาลอายุรศาสตร์และศัลยศาสตร์ คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี.

มุทิตา ชมพูศรี และคณะ. (2551)**. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ที่เป็นเบาหวานที่หน่วยบริการปฐมภูมิในเขตอำเภอสบปราบจังหวัดลำปาง** พยาบาลสารปีที่ 35 ฉบับที่ 4 ตุลาคม-ธันวาคม 2551.

รักษ์พงศ์ เวียงเจริญ. (2554). **ความรู้เรื่องโรคเบาหวาน.** http://www.thaiclinic. com/medbible/dm2.html สืบค้นเมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม 2554

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา (2555) **สรุปผลการปฏิบัติงานด้านสาธารณสุข ปีงบประมาณ 2555** พะเยา : เอกสารอัดสำเนา.

วิชัย เทียนถาวร. (2556). **ระบบการเฝ้าระวัง ควบคุม ป้องกันโรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูงในประเทศไทย : นโยบายสู่การปฏิบัติ**, พิมพ์ครั้งที่ 3, กรุงเทพฯ : ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด

วิชัย ฟักผลงาน และคณะ. (2536). ผลการให้สุขศึกษาและปรับพฤติกรรมการดูแลตนเองของผู้ป่วยเบาหวาน **วารสารการสาธารณสุขมูลฐานและการพัฒนา**, 6, 38-51.

วิทธนา คูศิริสิน. (2546). **การดูแลตนเองด้านโภชนาการและสุขภาพกับระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดไม่พึ่งอินซูลิน**. การศึกษาค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาโภชนาการศาสตร์ศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สายศิริ ด่านวัฒนะ. (2554). **การจัดการโรคเบาหวานและความดันโลหิตสูงบทบาทที่ท้าทายของกองทุนหลักประกันสุขภาพ อบต./เทศบาล**, กรุงเทพฯ : บริษัท ยูเนี่ยนอุลตราไวโอเล็ต จำกัด.

อดิศัย ภูมิวิเศษ. (2537). **ผลการเยี่ยมบ้านต่อการดูแลผู้ป่วยเบาหวาน** การค้นคว้าแบบอิสระปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อภิชาต วิชญาณรัตน์. (2553). **เบาหวาน เรื่องใกล้ตัวมากกว่าที่คุณคิด**. http://www.prema.or.th/patient.php?Cid=1&Id=61&menu= สืบค้นเมื่อวันที่ 26 กรกฎาคม 2554.

อุไรวรรณ โพร้งพนม. (2545). **ผลของการรำมวยจีนซึ่งกต่อระดับน้ำตาลเกาะเม็ดเลือดแดงในผู้ป่วยเบาหวาน**. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพยาบาลผู้ใหญ่, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Black & Mattassarin-Jacobs. (1993). **Luckman&Sorensen, medical-surgical nursing apsyhophysiologic Approach**, (4th ed), pp.1775-1808. Philadelphia: WBSaunders.

กลุ่มสาขาศิลปกรรมและสิ่งประดิษฐ์

การออกแบบตู้รับส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
Design cabinets transfer student works for industrial product design lecturer

นัฐชัย ชีพธรรม ประวิทย์ สร้อยสน สมพงษ์ สุนทร ทับเณร และ ปรารถนา ศิริสานต์*
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail address: s_prattana@hotmail.com

บทคัดย่อ

การออกแบบตู้รับส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีวัตถุประสงค์ประการที่ 1 เพื่อการออกแบบตู้รับส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และประการที่ 2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ตู้รับ ส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งใช้วิธีศึกษาข้อมูลจากตำรา เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วนำข้อมูลได้มาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน สรุปการศึกษาความพึงพอใจ จากการออกแบบผลิตภัณฑ์ตู้รับส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์ จากการสอบถามความพึงพอใจด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.2 S.D = .6 อยู่ในระดับมาก ด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต มีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ =4 S.D =.56 อยู่ในระดับมาก ส่วนด้านประโยชน์ใช้สอย มีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ = 4.23 S.D = .64 อยู่ในระดับมาก ตามลำดับ เมื่อเทียบกับเกณฑ์คะแนนของการประเมินด้านความแข็งแรงทนทาน มีค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ =4.16 S.D = .61 อยู่ในระดับมาก โดยจากการสรุปความพึงพอใจในการออกแบบสามารถนำมาพัฒนารูปแบบเพื่อการใช้งานในอนาคตได้

คำสำคัญ : การออกแบบ ตู้รับส่งผลงาน วิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

Abstract

Design cabinets transfer student works for Industrial product design lecturer, Objective the first for studying to design cabinets transfer student for the industrial product design lecturer. The secondly, to study satisfaction of those user design cabinets transfer student for the industrial product design lecturer. Which method the study information from books, Then the percentages to study users satisfaction with the products style, from lecturer to analyze the statistical average (Mean) standard deviation. Product Summary Design cabinets transfer student works for Industrial product design lecturer from inquiry satisfying aesthetic mean average to 4.2 SD .6 is high level in materials and manufacturing processes mean average to 4 SD .56 is high level, the utility average to 4.23 S.D .64 is high level and by compared to the threshold with a score of assessment strength mean average to 4.16 SD .61 is high level. The study Design can use convenience for development products in the future.

keywords : design, cabinets transfer, industrial product design lecturer

บทนำ

เฟอร์นิเจอร์ภายในอาคาร (Indoor Furniture) นั้นเป็นเฟอร์นิเจอร์ที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ทุกๆ อิริยาบถ นักออกแบบ ซึ่งเป็นผู้กำหนดการประสานงานส่วนต่างๆ ให้เข้ากันโดยให้เกิดการใช้สอยอย่างสะดวกสบาย จำเป็นต้องพิจารณาอย่างถี่ถ้วน สำหรับการจัดเฟอร์นิเจอร์ให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ความสวยงามของเฟอร์นิเจอร์นั้น ย่อมหมายถึง รูปทรง (Form) สีสัน (Color) และพื้นผิว (texture) การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ให้เกิดความสวยงามนั้น ต้องมีการกำหนดสัดส่วนต่างๆ เช่น ความสูง ความกว้าง และความยาว เพื่ออำนวยความสะดวกสำหรับกิจกรรมต่างๆ ภายในบ้านหรือสำนักงานอาคารภายในทั้งหมด (สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ, 2545) ตู้เก็บของ หรือตู้เก็บเอกสารนั้น เหมาะในการจัดเข้าที่เคลื่อนย้ายได้สะดวก สามารถประกอบได้รวดเร็ว ปรับใช้ได้หลายหน้าที่ตามประโยชน์ใช้สอย ดังนั้น การออกแบบจึงควรคำนึงถึงสิ่งของที่บรรจุให้สัมพันธ์กับเนื้อที่ที่มีอยู่ และขนาดของห้อง ต้องพิจารณาว่า ควรใช้บานเปิดหรือบานเลื่อน หรือ

แม้กระทั่งเครื่องกีดขวางอื่นๆ ที่อาจเป็นอุปสรรคในการใช้ตู้ การพิจารณาระบบอุปกรณ์ประกอบมาใช้ก็นับว่าเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่ง

ปัจจุบันตู้รับส่งผลงานของนักศึกษาสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ไม่เพียงพอต่อการเก็บผลงาน ซึ่งไม่มีช่องสำหรับใส่กระดาษหลายๆ ขนาด อีกทั้งอาจทำให้ผลงานเกิดความเสียหายได้ จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงเห็นว่าการออกแบบตู้รับส่งผลงานของนักศึกษาสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่สามารถตอบสนองการรับส่งผลงานได้ครบถ้วน สามารถรับชิ้นงานได้หลากหลาย ผลงานไม่เกิดความเสียหาย รองรับผลงานของนักศึกษาได้ทุกชั้นปี และมีช่องสำหรับคืนงานนั้น จึงเป็นประโยชน์ต่อสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เพื่อให้การรับส่งผลงานเพียงพอ และเป็นระเบียบเรียบร้อย สามารถนำผลงานที่ส่งแล้วนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้

วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบตู้รับส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1) เพื่อออกแบบตู้รับส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการออกแบบตู้รับ ส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2 เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือ
3 การเก็บรวบรวมข้อมูล
4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ขอบเขตของประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ขอบเขตของประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดไว้คือ

1.1.1 อาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คืออาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์กำหนดกลุ่มตัวอย่าง

1.2.1 อาจารย์และนักศึกษาสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 50 คน ใช้วิธีการสุ่มนักศึกษาตัวอย่างแบบกระจาย

1.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1.3.1 ตัวแปรต้น คือ รูปแบบตู้รับส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

1.3.2 ตัวแปรตาม คือ ความพึงพอใจในการออกแบบตู้รับ ส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อการออกแบบตู้รับ ส่งผลงานนักศึกษาสำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การศึกษาความเหมาะสมของรูปแบบ ลวดลายและสีสันของตู้รับ ส่งผลงานนักศึกษาสำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือแบบสอบถามความเหมาะสม มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามถึงความเหมาะสมของแนวคิดในการออกแบบ โดยใช้กรอบแนวคิดของ (ธีระชัย สุขสด, 2544) มีทั้งหมด 4 ด้าน โดย กำหนดประเด็นประกอบด้วย

1.1 หน้าที่ใช้สอย
1.2 ความสะดวกสบายในการใช้งาน
1.3 ความแข็งแรง
1.4 วัสดุและการผลิต
1.5 ความสวยงาม

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับการผลิตการพัฒนาการออกแบบตู้รับส่งผลงานนักศึกษา เพื่อดำเนินการสร้างแบบสอบถามตามตัวแปรที่ทำการศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 นำแบบสอบถามเสนอผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบ และขอคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไข

การพัฒนาผลิตภัณฑ์และการเก็บข้อมูล

ขั้นตอนที่ 1 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตารา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง รูปแบบผลิตภัณฑ์เดิมการศึกษาการออกแบบตู้รับ ส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโดยตรง และจากแบบสอบถามเบื้องต้นมาใช้เป็นข้อมูลในการการออกแบบ

ขั้นตอนที่ 2 ทำการออกแบบร่างผลิตภัณฑ์ตู้รับ ส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ตามข้อมูลพื้นฐานที่วิจัยศึกษาข้อมูล และจากแบบสอบถาม

ขั้นตอนที่ 4 นำภาพร่างผลิตภัณฑ์ตู้รับ ส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ไปทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 5 สรุปรูปแบบ จากข้อมูลของการออกแบบจากแบบสอบถาม และเขียนแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อการผลิต และทำการสร้างผลิตภัณฑ์ตู้รับ ส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

2. เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจของ**การออกแบบ**ตู้รับ ส่งผลงานนักศึกษาสำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบของการออกแบบ มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม นำไปสอบถามความพึงพอใจ เกี่ยวกับการออกแบบตู้รับ ส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ได้รับการออกแบบและนำข้อมูลมาสรุปประเมินผลจากความคิดเห็นของผู้ที่สนใจผลิตภัณฑ์ ทำการแจกแบบสอบถามโดยตรวจความสมบูรณ์ของแบบสอบถามแล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถาม ประกอบภาพถ่ายมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของระดับความเหมาะสมของตู้รับ ส่งผลงานนักศึกษาสำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นำเสนอในรูปแบบตาราง และคำบรรยายประกอบ

แสดงค่าระดับความพึงพอใจการออกแบบตู้รับ ส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ

5 หมายถึงระดับมากที่สุด	มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.50-5.00
4 หมายถึงระดับมาก	มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.50-4.49
3 หมายถึงระดับปานกลาง	มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.50-3.49
2 หมายถึงระดับน้อย	มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.50-2.49
1 หมายถึงระดับน้อยที่สุด	มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.00-1.49

ผลการวิจัย

การออกแบบตู้รับส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1) เพื่อออกแบบตู้รับส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการออกแบบตู้รับ ส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ผลการศึกษาตู้รับ ส่งผลงานของนักศึกษาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

จากการศึกษารูปแบบตู้รับ ส่งผลงานของนักศึกษาพบว่าตู้รับ ส่งผลงานไม่เพียงพอต่อการเก็บผลงาน ซึ่งไม่มีช่องสำหรับใส่กระดาษหลายๆ ขนาด อีกทั้งอาจทำให้ผลงานเกิดความเสียหายได้ มีขนาดเล็ก ไม่เพียงพอต่อการเก็บชิ้นงาน และไม่สามารถเก็บผลงานทั้งหมดให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ซึ่งส่งผลให้สภาพแวดล้อมภายในอาคารไม่น่ามอง อาจเป็นส่วนหนึ่งในการส่งผลในการสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ของนักศึกษา





ภาพที่ 1 แสดงผลิตภัณฑ์เดิม

ตารางที่ 1 แบบสอบถามก่อนการออกแบบตู้รับ ส่งงานของนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
1.เพศ	32	64
หญิง	18	36
ชาย		
รวม	50	100
2. สถานะผู้ให้ข้อมูล	6	12
อาจารย์	0	0
เจ้าหน้าที่	44	44
อื่นๆ (ระบุ).....		
รวม	50	100

จากตารางที่ 1 พบว่าข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่าข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ แบบสอบถามเพศชายมากที่สุดร้อยละ64 เพศหญิงลองลงมาร้อยละ 36 สถานะผู้ใช้งานมากที่สุดคือ อื่นๆร้อยละ 88 รองลงมาอาจารย์ร้อยละ 12

ตารางที่ 2 แสดงจานวนค่าร้อยละความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามก่อนการออกแบบ

ประเด็น	ระดับความพึงพอใจ $\bar{X}$
1.รูปทรง	
1.1รูปทรงเรขาคณิต	4.51
1.2รูปทรงธรรมชาติ	3.31
1.3รูปทรงอิสระ	0.73
2. ความสวยงาม	
2.1 มีสีสันที่ฉูดฉาด	0.42
2.2 มีสีสันดูเรียบง่าย	0.55
3. ประโยชน์ใช้สอย	
3.1 มีช่องสำหรับใส่กระดาษ	0
3.2 มีกุญแจสำหรับล็อคตู้	0
3.3 มีชั้นวางสำหรับส่งงานเป็นชิ้น เช่น งานปั้นงานโมเดลเป็นต้น	0
3.4 มีช่องเก็บงานหลายช่องเป็นชื่ออาจารย์แต่ละท่าน	0

จากตารางที่ 2 พบว่า จากแบบสอบถามก่อนการออกแบบพบว่ารูปทรงเรขาคณิต มีความพึงพอใจมากที่สุดคือ 4.51 ด้านความสวยงามมีสีสันที่ดูเรียบง่าย มีความพึงพอใจมากที่สุด 0.55 ด้านประโยชน์ใช้สอยมีความพึงพอใจในทุกๆด้านเท่ากัน

ตารางที่ 3 แบบประเมินผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ในการออกแบบตู่รับ ส่งผลงานของนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ประเด็น	รูปแบบ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1.ด้านหน้าที่ใช้สอย	A	3.8	.4	มาก
1.1 มีความเหมาะสมกับพื้นที่ในหลายๆ พื้นที่	B	4.6	.49	มากที่สุด
	C	3.6	.49	มาก
1.2 สามารถทำหน้าที่ได้ตรงกับวัตถุประสงค์ ในการใช้งาน	A	3.6	.49	มาก
	B	4.6	.49	มากที่สุด
	C	4	.63	มาก
1.3 มีความสะดวกสบายในการใช้งาน	A	3.6	.49	มาก
	B	4.2	.75	มาก
	C	3.8	.75	มาก
1.4 สามารถเก็บรักษาผลงานนักศึกษา ได้เป็นอย่างดี	A	4	.9	มาก
	B	4.4	.8	มาก
	C	3.6	.8	มาก
1.5 สามารถรับส่งคืนงานได้สะดวก	A	3.6	.49	มาก
	B	4	.63	มาก
	C	4	.63	มาก
2. ความสวยงาม	A	3.4	.49	ปานกลาง
2.1 มีการดึงดูดความสนใจ	B	4.2	.4	มาก
	C	4	.9	มาก
2.2 มีรูปแบบที่แปลกใหม่	A	3.8	.75	มาก
	B	4	.9	มาก
	C	4.2	.1	มาก
2.3 มีรูปทรง และขนาดที่เหมาะสมสวยงาม	A	3.8	.4	มาก
	B	4	.63	มาก
	C	3.8	.4	มาก
2.4 สีสันที่ใช้เหมาะสม	A	3.8	.75	มาก
	B	4	.9	มาก
	C	3.6	.8	มาก
2.5 สวยงามเข้ากับยุคสมัย	A	3.6	.5	มาก
	B	4.2	.75	มาก
	C	4	.9	มาก
3. โครงสร้าง	A	3.6	.49	มาก
3.1 ใช้วัสดุที่เหมาะสม	B	3.6	.49	มาก
	C	3.6	.49	มาก
3.2 วัสดุมีความคงทนถาวร	A	4	.63	มาก
	B	4	.63	มาก
	C	3.4	.49	ปานกลาง
3.3 มีโครงสร้างที่สมดุลได้สัดส่วน	A	3.4	.8	ปานกลาง
	B	4.4	.49	มาก
	C	3.8	.75	มาก
3.4 มีโครงสร้างที่เหมาะสมสวยงาม	A	3.4	.49	ปานกลาง
	B	4.4	.48	มาก
	C	3.8	.75	มาก
3.4 มีโครงสร้างที่แข็งแรง	A	3.8	.75	มาก
	B	3.8	.74	มาก
	C	3.8	.75	มาก

จากตารางที่ 3 ผลการออกแบบตู้รับ ส่งผลงานของนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้มีการพัฒนารูปแบบและสีสัน รวมไปถึงประโยชน์ใช้สอยรูปแบบตู้รับส่งงานที่ได้ออกแบบจึงมีช่องรับส่งผลงานขนาดหลากหลาย เพื่อการเก็บรักษาผลงานไม่ให้เกิดความเสียหาย สามารถจัดระเบียบผลงานให้มีความเรียบร้อย และนอกจากประโยชน์ในการใช้สอยแล้ว ความสวยงามของตู้รับส่งผลงานมีส่วนช่วยในการปรับทัศนียภาพ และบรรยากาศในการเรียนการสอนอีกด้วย ผู้วิจัยจึงทำการออกแบบตู้รับ ส่งผลงานของนักศึกษา และปรึกษาคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญในรูปแบบของตู้รับ โดยได้ความเห็นว่ารูปแบบ B มีความเหมาะสมในด้านความสวยงาม และความพึงพอใจในลวดลายมีกลมกลืน

กับรูปทรงได้สัดส่วนเหมาะสม มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.2 S.D = .60) อยู่ในระดับมาก ความพึงพอใจด้านวัสดุที่ใช้มีราคาเหมาะสม ใช้วัสดุท้องถิ่นเพื่อประหยัดต้นทุนและใช้ทรัพยากรให้เกิดมูลค่ามีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.0 S.D = .56) อยู่ในระดับมาก ความพึงพอใจด้านประโยชน์ใช้สอยเหมาะสมกับการไปใช้งานและสามารถปรับเปลี่ยนตามความต้องการของผู้ใช้ได้ มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.32 S.D = .64) อยู่ในระดับมาก และความพึงพอใจด้านความแข็งแรงทนทานสามารถใช้งานได้นาน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ =4.16 S.D = .61) อยู่ในระดับมาก



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการออกแบบ



ภาพที่ 3 แสดงผลงานตู้รับ ส่งผลงานของนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ผลจากการสอบถามความพึงพอใจ ข้อมูลทั่วไปสำหรับผู้ตอบแบบสอบถามจากจำนวนทั้งหมด 50 คน เป็นเพศชาย 33 คน คิดเป็นร้อยละ 66 และเพศหญิง 17คน คิดเป็นร้อยละ 14 ซึ่งมีอายุต่ำกว่า 20 ปี 14 คน คิดเป็นร้อยละ 28 และช่วงอายุ 21-30 ปี จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 72

ตารางที่ 4 แสดงความพึงพอใจที่มีต่อตู้รับ ส่งผลงานของนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ประเด็น	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1. ด้านความสวยงาม	4.2	.6	มาก
1.1 ความพึงพอใจลวดลายมีความสวยงามกลมกลืนกับ รูปทรงได้สัดส่วน ลวดลายรูปทรงมีความสวยงามเหมาะสม			
2. ด้านวัสดุ และกรรมวิธีผลิต	4	.56	มาก
2.1 วัสดุที่ใช้มีราคาเหมาะสม และมีความพึงพอใจ ในการใช้วัสดุที่มีอยู่ท้องถิ่น และพื้นที่ใกล้เคียง เพื่อประหยัดต้นทุน และใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นได้เกิดมูลค่า			
3. ด้านประโยชน์ใช้สอย	4.32	.64	มาก
3.1 รูปแบบมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน สามารถปรับเปลี่ยนใช้งานตามความต้องการของผู้ใช้			
4. ด้านความแข็งแรงทนทาน	4.16	.61	มาก
4.1 ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ทนทานสามารถใช้ได้งาน			

จากตารางที่ 4 พบว่าความพึงพอใจจากการตอบแบบสอบถามต่อรูปแบบตู้รับ ส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมด้านความสวยงาม และความพึงพอใจในลวดลายมีกลมกลืนกับรูปทรงได้สัดส่วน

เหมาะสม มีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.2 S.D = .60 อยู่ในระดับมาก ความพึงพอใจด้านวัสดุที่ใช้มีราคาเหมาะสม ใช้วัสดุท้องถิ่นเพื่อประหยัดต้นทุนและใช้ทรัพยากรให้เกิดมูลค่ามีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.0 S.D = .56 อยู่ในระดับมาก ความพึงพอใจด้านประโยชน์ใช้สอยเหมาะสมกับการไปใช้งานและสามารถปรับเปลี่ยนตามความต้องการของผู้ใช้ได้ มีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ = 4.32 S.D = .64 อยู่ในระดับมาก และความพึงพอใจด้านความแข็งแรงทนทานสามารถใช้งานได้นาน มีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ =4.16 S.D = .61 อยู่ในระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการออกแบบตู้รับ ส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

หน้าที่ใช้สอย การออกแบบตู้รับส่งผลงาน หน้าที่ใช้สอยเบื้องต้น ของตู้รับส่งผลงาน คือใช้สำหรับรับส่งผลงาน ซึ่งส่วนใหญ่นักศึกษามีความต้องการใช้งานตู้รับส่งผลงาน เพื่อความสะดวกความแข็งแรง ผลิตภัณฑ์จะต้องมีความแข็งแรงในตัวของผลิตภัณฑ์หรือโครงสร้างเป็นความเหมาะสมในการที่นักออกแบบรู้จักใช้คุณสมบัติของวัสดุและจำนวน หรือปริมาณของโครงสร้าง ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่จะต้องมีการรับน้ำหนัก เช่น ตู้รับ ส่งผลงานของนักศึกษาออกแบบผลิตภัณฑ์ ต้องเข้าใจถึงหลักโครงสร้าง และการรับน้ำหนัก อีกทั้งต้องไม่ทิ้งความสวยงามทางศิลปะ เพราะมีปัญหาว่า ถ้าใช้โครงสร้างให้มากเพื่อความแข็งแรง จะเกิดสวนทางกับความงาม นักออกแบบจะต้องเป็นผู้ดึงเอาสิ่งสองสิ่งนี้เข้ามาอยู่ในความพอดีให้ได้ ส่วนความแข็งแรงของตัวผลิตภัณฑ์นั้น อยู่ที่การออกแบบรูปร่างและการเลือกใช้วัสดุ

ความพึงพอใจจากการตอบแบบสอบถาม ต่อรูปแบบตู้รับส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เพื่อออกแบบตู้รับ ส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สอดคล้องกับ (ธีระชัย, 2544) ในด้านประโยชน์ใช้สอยความสะดวกสบายในการใช้งานและความสวยงาม

จากการออกแบบตู้ รับส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ควรศึกษาขนาดและประโยชน์ใช้สอยให้เหมาะสม

สรุปผลการวิจัย

ผลการออกแบบตู้รับ ส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้มีการพัฒนารูปแบบและสีสัน รวมไปถึงประโยชน์ใช้สอย เนื่องจากรูปแบบเก่ามีขนาด และช่องทางในการส่งผลงานไม่เพียงพอ อีกทั้งยังอาจทำให้ผลงานได้รับความเสียหาย รูปแบบตู้รับส่งงานที่ได้ออกแบบจึงมีช่องรับ ส่งผลงานขนาดหลากหลาย เพื่อการเก็บรักษาผลงานไม่ให้เกิดความเสียหาย สามารถจัดระเบียบผลงานให้มีความเรียบร้อย และนอกจากประโยชน์ในการใช้สอยแล้ว ความสวยงามของตู้รับ ส่งผลงานมีส่วนช่วยในการปรับทัศนียภาพ และบรรยากาศในการเรียนการสอนอีกด้วย

ความพึงพอใจจากการตอบแบบสอบถาม ต่อรูปแบบตู้รับส่งผลงานนักศึกษา สำหรับอาจารย์สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จากความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม จานวน 50 คน ซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็นเพศชาย และมีช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี มีความพึงพอใจในลวดลายมีกลมกลืนกับรูปทรงได้สัดส่วนเหมาะสม ความพึงพอใจด้านวัสดุที่ใช้มีราคาเหมาะสมใช้วัสดุท้องถิ่น เพื่อประหยัดต้นทุนและใช้ทรัพยากรให้เกิดมูลค่า ความพึงพอใจด้านประโยชน์ใช้สอยเหมาะสมนำไปใช้งานและสามารถปรับเปลี่ยนตามความต้องการของผู้ใช้ได้ และความพึงพอใจความแข็งแรงทนทานสามารถใช้งานได้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากท่านอาจารย์ปรารถนา ศิริสานต์ ซึ่งที่คอยให้คำแนะนำ คำปรึกษาและคอยชี้แนะแนวทาง ให้แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอดจนโครงการวิจัยครั้งนี้แล้วเสร็จสมบูรณ์ และขอบคุณกำลังใจดีๆ จากทุกทางที่คอยสนับสนุนตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

ชล มั่งมี. (2550). **การออกแบบตู้ใส่ชุดคอมพิวเตอร์แบบเคลื่อนที่ได้.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.สานักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ.

ธีระชัย สุขสด. (2544). **การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

นวลน้อย บุญวงษ์. (2539). **หลักการออกแบบ.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นวลน้อย บุญวงษ์. (2542). **หลักการออกแบบ.** กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วรรณี สหสมโชค. (2549). **การออกแบบเฟอร์นิเจอร์.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

วีระยา ลักขณาวัฏ. (2552). **ความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อเฟอร์นิเจอร์ไม้ทาสี ในอำเภอเมืองเชียงใหม่** : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ. (2545). **ออกแบบเฟอร์นิเจอร์ 5.** กรุงเทพฯ: ประสิทธิ์ภัณฑ์.

ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาในรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก
Study factors that influence the behavior of students in learning the souvenir and gift design

พรชัย ปานทุ่ง
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
corresponding author e-mail: young_blood3@hotmail.co.th

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาในรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยและอิทธิพลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้รายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาสาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชั้นปีที่ 3 จำนวน 34 คน ตัวแปรต้น ได้แก่ พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาสาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชั้นปีที่ 3 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก ในภาคเรียนที่ 1/ 2556 ตัวแปรตาม ได้แก่ ปัจจัยด้านอาจารย์ ตัวนักศึกษา ครอบครัว มหาวิทยาลัย ที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้ในด้านอาจารย์มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบของที่ระลึก ความรู้เข้าใจ ชัดเจน เปิดโอกาสให้ถาม – ตอบ เป็นกันเองกับนักศึกษา มีการแบ่งหัวข้อการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้อง ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.74, S.D = .56) อยู่ในระดับ มาก ด้านตัวนักศึกษา มีความพยายามในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม มีความกล้าแสดงออกต่อในสิ่งที่ไม่เข้าใจ รับสภาวะกดดันในระกว่างเรียน สามารถปฏิบัติงานในสิ่งไม่ชอบ มีความรับผิดชอบต่อหน้า และสิ่งที่ได้รับมอบหมาย ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.69, S.D = .63) อยู่ในระดับ มาก ด้านครอบครัว มีการสนับสนุนให้เรียนในด้านการออกแบบ สามารถอำนวยความสะดวกทางการเงินในการจัดซื้ออุปกรณ์ เครื่องมือ ในการปฏิบัติงานได้ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.69, S.D = .74) อยู่ในระดับ มาก ด้านมหาวิทยาลัย มีเครื่องมือ อุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ สถานที่ปฏิบัติมีความพร้อม สามารถปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม มีสถานที่ในการแสวงหาความรู้เพียงพอ สภาพแวดล้อมมีความเหมาะสมในการเรียนรู้ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.36, S.D = .66) อยู่ในระดับ ปานกลาง

คำสำคัญ : ของที่ระลึก พฤติกรรมการเรียนรู้ อิทธิพล

Abstract

The study of factors affecting the learning behavior of students in the course design of the mind Objective to study the factors and the influence on learning behavior of product design,The Souvenir and Gift Design of a student sample. Including major students of industrial design students at the 34 3, variables, including learning behavior of students major in industrial design students who enrolled in the product design 3 souvenir. In the first semester 1 / 2556 variables according to the teacher, students, family, University, influencing the learning. By analyzed the percentage, the mean and standard deviation. The results showed that the factors affecting learning instructors have expertise in the design of the memorial knowledge understand clearly open to question. To answer, friendly with students. A thread break learning correctly, mean ($\overline{X}$ = 3.74 S.D = .56) at the high level. The students, with an effort to seek more knowledge Have the courage to express it to what do not understand. Get the pressure in between classes. Able to work on things like responsibility and what has been assigned the average ($\overline{X}$ = 3.69 S.D = .63) in the level. Very much. The family support to the design. Can facilitate financing in purchasing the equipment operation, mean ($\overline{X}$ = 3.69 S.D = .74) in the level. Most in University, tools, equipment that facilitates learning. Place of practice are ready. Can be treated appropriately. There is a place in the pursuit of knowledge is sufficient. The environment is suitable in learning, mean ($\overline{X}$ = 3.36 S.D = .66) at a moderate level.

keywords : souvenir, behavior leaning, influential

บทนำ

การศึกษาเป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่มีปัญญา มีคุณธรรม มีความสามารถที่จะพัฒนาตนเอง และสังคมให้มีความสามารถในการประกอบอาชีพ อันเป็นกำลังแรงงานสำหรับการพัฒนาประเทศชาติดังนั้นการพัฒนากำลังคนในระดับสูงควรพัฒนาผู้ที่ได้รับการศึกษาขั้นมหาวิทยาลัย เนื่องจากบุคคลเหล่านี้จะมีบทบาทสำคัญยิ่งในการพัฒนาหน่วยงาน องค์กร และสถาบันในสังคม (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2535) การจัดการศึกษาในระดับอุดมศึกษาเป็นการจัดการศึกษาระดับหนึ่งที่มุ่งเน้นพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ลึก รอบรู้ มีจิตสำนึกเชิงจริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพและความรับผิดชอบต่อสังคม (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2540)

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่11 (พ.ศ. 2555-2559) ซึ่งให้ความสำคัญกับการพัฒนาคนให้มีคุณธรรมนำความรู้ เกิดภูมิคุ้มกัน โดยพัฒนาจิตใจควบคู่กับการพัฒนาการเรียนรู้ของคน ให้มีความรู้พื้นฐานเข้มแข็ง มีทักษะชีวิต พัฒนาสมรรถนะ ทักษะของกำลังแรงงานให้สอดคล้องกับความต้องการ พร้อมก้าวสู่โลกของการทำงานและการแข่งขันอย่างมีคุณภาพ สร้างและพัฒนากำลังคนที่มีความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรม และองค์ความรู้ด้านอุตสาหกรรมของประเทศโดยตรง อาศัยข้อมูลจากประสบการณ์ตรงในการจัดการเรียนการสอน โดยเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนในท้องถิ่นได้มีความรู้ความสามารถในวิชาชีพออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะต้องมีความรู้ ทักษะและเจตคติที่ถูกต้องเหมาะสม (หลักสูตรสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2556)

ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงการพัฒนาระบบการเรียนการสอนที่ตอบสนองต่อสถานการณ์ปัจจุบันที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและเปิดโอกาสให้เลือกเรียนในสิ่งที่หลากหลายได้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาปัจจัยพฤติกรรมต่างๆ ของผู้เรียนที่มีผลต่อการเรียนรู้โดยเฉพาะรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก ซึ่งเป็นวิชาเลือกที่ทางหลักสูตรได้บรรจุไว้ให้กับผู้เรียน ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของตัวผู้เรียน จึงได้ศึกษาปัจจัยพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียน ที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักศึกษาเพื่อใช้ในการปรับปรุงและเกิดการบูรณาการองค์ความรู้ให้สอดคล้องกับเป้าหมายกับการพัฒนาบุคลากรทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และสามารถแก้ปัญหาการเรียนการสอน ได้อย่างยั่งยืน

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาในรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาสาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชั้นปีที่ 3 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก ในภาคเรียนที่ 1/ 2556 จำนวน 34 คน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

ตัวแปรต้น ได้แก่ พฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาสาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมชั้นปีที่ 3 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก ในภาคเรียนที่ 1/ 2556

ตัวแปรตาม ได้แก่ ปัจจัยด้านอาจารย์ ตัวนักศึกษา ครอบครัว มหาวิทยาลัย ที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ และข้อมูลที่ถูกต้องในการวิจัย การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ

เครื่องที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยค้นคว้าจากเอกสารที่สร้างขึ้น 1 ชุด แบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยแบบสอบถามเป็นลักษณะให้เลือกตอบ จำนวน 5 ข้อ ดังนี้ เพศ วุฒิทางการศึกษาที่จบมา อาชีพครอบครัว ประสบการณ์การทำงาน และรายได้ของครอบครัว

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยในการศึกษาในรายวิชาออกแบบของที่ระลึก สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม แบ่งเป็น 4 ปัจจัย คือ ด้านอาจารย์ ด้านตัวนักศึกษา ด้านครอบครัว ด้านมหาวิทยาลัย

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามปลายเปิดให้ผู้ตอบเสนอข้อเสนอแนะ และปัจจัยอื่นๆ ในการศึกษาต่อ

ขั้นตอนการสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือ

เครื่องมือ คือแบบสอบถาม สร้างขึ้น เพื่อวัดที่มีผลปัจจัยทางการศึกษาในรายวิชาออกแบบของที่ระลึก สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างแบบสอบถาม ดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาต่อ
2. กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย
3. สร้างแบบสอบถามแล้วนำเสนอทรงวุฒิเพื่อเพื่อตรวจสอบความตรงของเนื้อหา ด้านภาษา และด้านอื่นที่ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นควรเสนอแนะ
4. ปรับปรุงแบบสอบถามตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ
5. หลังจากผู้ทรงคุณตรวจเสร็จแล้วนำผลการตรวจสอบของผู้ทรงคุณวุฒิแสดงความคิดเห็นไปให้คะแนน ซึ่งมีเกณฑ์ให้คะแนนความคิดเห็นดังนี้

คะแนน +1 สำหรับแบบสอบถามที่แน่ใจว่าข้อความมีความสอดคล้องกับการวิจัยเกี่ยวกับ ปัจจัยทางการศึกษาในรายวิชาออกแบบของที่ระลึก สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

คะแนน 0 สำหรับแบบสอบถามที่ไม่แน่ใจว่าข้อความมีความสอดคล้องกับปัจจัยทางการศึกษาในรายวิชาออกแบบของที่ระลึก สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

คะแนน -1 สำหรับแบบสอบถามที่แน่ใจว่าข้อความไม่มีความสอดคล้องกับปัจจัยทางการศึกษาในรายวิชาออกแบบของที่ระลึก สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

6. ปรับปรุงแบบประเมินตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวกับปัจจัยทางการศึกษาในรายวิชาออกแบบของที่ระลึก สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามและเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. แจกแบบสอบถามให้กลุ่มตัวอย่าง และเก็บรวบร่วมข้อมูลเองโดยอธิบายรายละเอียดให้กับกลุ่มตัวอย่าง
3. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลที่รวบรวมได้

4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

ส่วนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม โดยการหาค่าร้อยละ นำเสนอในรูปแบบตาราง

ส่วนที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลทางการศึกษาในรายวิชาออกแบบของที่ระลึก สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ทำการวิเคราะห์ ด้วยการหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยทำเป็นข้อแล้วนำเสนอในรูปแบบตาราง โดยมีเกณฑ์การวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย	4.50-5.00	หมายความว่า	ระดับปัจจัยมากที่สุด
คะแนนเฉลี่ย	3.50-4.49	หมายความว่า	ระดับปัจจัยมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.50-3.49	หมายความว่า	ระดับปัจจัยปานกลาง
คะแนนเฉลี่ย	1.50-2.49	หมายความว่า	ระดับปัจจัยต่อน้อย
คะแนนเฉลี่ย	1.00-1.49	หมายความว่า	ระดับปัจจัยน้อยที่สุด

ส่วนที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับข้อเสนอแนะ และปัจจัยอื่นๆ เกี่ยวกับการศึกษาในรายวิชาออกแบบของที่ระลึก สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ผลการวิจัย

ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาในรายวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก เพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ สรุปผลการวิจัยได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 สรุปผลแบบสอบถามข้อมูลนักศึกษาด้านลักษณะทั่วไป

ลักษณะทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
1.1 ชาย	19	55.88
1.2 หญิง	15	44.12
2. วุฒิทางการศึกษาที่จบมา		
1.1 ม.6 (สายวิทย์-คณิต)	10	29.41
1.2 ม.6 (สายศิลป์)	18	52.94
1.3 ม.6 (กศน)	0	0
1.4 ปวช (สายวิชาชีพ)	6	17.64
3. อาชีพครอบครัว		
3.1 เกษตรกรรม	15	44.12
3.2 รับราชการ	6	17.64
3.3 บริษัทเอกชน	3	8.82
3.4 ค้าขาย	4	11.76
3.5 รับจ้างทั่วไป	6	17.64
4. ประสบการณ์การทำงาน		
4.1 ทำงานระหว่างเรียน	7	20.59
4.2 ไม่เคยทำงาน	21	61.76
4.3 เคยทำงาน	6	17.65
5. รายได้ของครอบครัว(ต่อเดือน)		
5.1 น้อยกว่า 7,000 บาท	0	0
5.2 7,001-10,000 บาท	17	50.00
5.3 10,001-20,000 บาท	8	23.53
5.4 มากกว่า 20,001 บาทขึ้นไป	9	26.47

ตารางที่ 2 แสดงปัจจัยที่มีผลทางการศึกษา

ประเด็น	เฉลี่ย	SD	เกณฑ์ประเมิน
1. ปัจจัยด้านอาจารย์			
1.1 มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบของที่ระลึก	4.09	.51	มาก
1.2 ถ่ายทอดความรู้เข้าใจ ชัดเจน	3.56	.61	มาก
1.3 เปิดโอกาสให้ถาม - ตอบ	3.59	.66	มาก
1.4 เป็นกันเองกับนักศึกษา	3.76	.50	มาก
1.5 มีการแบ่งหัวข้อการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้อง	3.71	.52	มาก
รวม	**3.74**	**.56**	**มาก**
2. ปัจจัยด้านตัวนักศึกษา			
2.1 มีความพยายามในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม	4.03	.8	มาก
2.2 มีความกล้าแสดงออกต่อในสิ่งที่ไม่เข้าใจ	3.82	.52	มาก
2.3 รับสภาวะกดดันในระกว่างเรียน	3.68	.73	มาก
2.4 สามารถปฏิบัติงานในสิ่งไม่ชอบ	3.29	.58	ปานกลาง
2.5 มีความรับผิดชอบต่อหน้า และสิ่งที่ได้รับมอบหมาย	3.65	.54	มาก
รวม	**3.69**	**.63**	**มาก**
3. ปัจจัยด้านครอบครัว			
3.1 มีการสนับสนุนให้เรียนในด้านการออกแบบ	3.62	.77	มาก
3.2 สามารถอำนวยความสะดวกทางการเงินในการจัดซื้ออุปกรณ์ เครื่องมือ ในการปฏิบัติงานได้	3.74	.71	มาก
รวม	**3.69**	**.74**	**มาก**
4. ปัจจัยด้านมหาวิทยาลัย			
4.1 มีเครื่องมือ อุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้	3.29	.58	ปานกลาง
4.2 สถานที่ปฏิบัติมีความพร้อม สามารถปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม	3.36	.60	ปานกลาง
4.3 มีสถานที่ในการแสวงหาความรู้เพียงพอ	3.41	.92	ปานกลาง
4.4 สภาพแวดล้อมมีความเหมาะสมในการเรียนรู้	3.35	.54	ปานกลาง
รวม	**3.36**	**.66**	**ปานกลาง**

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิต่อการเรียนรู้นักศึกษาสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมชั้นที่ 3 ในรายวิชาออกแบบของที่ระลึก ซึ่งสรุปและอภิปรายผลดังนี้

1. ปัจจัยด้านอาจารย์ ซึ่ง สุราษฎร์ พรมจันทร์ (2550) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนโดยทั่วไป มีองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ 3 อย่าง คือ (1) ผู้สอนทำหน้าที่วางแผน และจัดเตรียมกิจกรรมการเรียนการสอน (2) ตัวผู้เรียนซึ่งต้องการให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และ (3) วัสดุการเรียนการสอน รวมถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน แม้การจัดการเรียนการสอนยุคใหม่ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง จากสื่อหรือวัสดุการเรียนการสอนรูปแบบต่างๆ ได้ แต่ครูผู้สอนก็ยังเป็นกลไกที่สำคัญและจำเป็นในการพัฒนาสื่อหรือวัสดุการเรียนการสอนเหล่านั้น การเรียนรู้ เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นในตัวผู้เรียนโดยผู้เรียนเอง ครูเป็นเพียงผู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของผู้เรียน ครูสามารถวัดหรือสังเกตได้โดยการใช้เครื่องมือไปวัดหรือตรวจสอบแล้วแปลความออกมาอีกทีหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับ นรากร พลหาญ และ สมสมร เรืองวรบูรณ์ (2555) ที่กล่าวไว้ว่า การปรับปรุงและพัฒนาการสอนของอาจารย์ นอกจากจะต้องพร้อมด้วยความรู้และประสบการณ์แล้ว จะต้องมีวิธีการถ่ายทอด เทคนิคในการสื่อสารและสามารถเข้าถึงนักศึกษาได้อย่างถ่องแท้ หากการสอนหรือเทคนิคการถ่ายทอดของอาจารย์ไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่วางไว้ ย่อมทำ ให้บรรยากาศการเรียนรู้นั้น น่าเบื่อ ขาดแรงจูงใจ และความสนใจที่จะเรียนรู้ อันจะส่งผลต่อกระบวนการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

2. ปัจจัยด้านตัวนักศึกษา ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด ซึ่ง ณัฏติยาภรณ์ หยกอุบล (2555) ได้กล่าวว่า การพัฒนาตนเองจะต้องฝึกฝนการสร้างความรับผิดชอบที่ทำให้เกิดวินัยในการทำงานด้วยตนเอง เห็นคุณค่า เตรียมความพร้อมต่อการเรียน มีความสนใจใฝ่เรียนรู้ สร้างนิสัยรักการอ่าน รู้จักการวางแผนในการทำงาน ประเมินผลงานของตนเองอย่างต่อเนื่องเพื่อปรับปรุงและพัฒนา ต่อสู้อุปสรรคต่างๆ ให้บรรลุเป้าหมายสูงสุดที่ช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับวิลาวัลย์ กองสะดี (2552) ที่กล่าวไว้ว่า การที่ผู้เรียนรู้ทิศทางในการพัฒนาตนเองได้ และมีความมุ่งมั่นที่จะปรับพฤติกรรมนิสัยการเรียนให้ได้ จะเป็นหนทางที่นำความสำเร็จมาสู่ตนเองตามขั้นตอนที่เสนอแนะดังนี้

1. พิจารณาตนอย่างดีผู้เรียนควรวิเคราะห์ตนเองว่า มีข้อบกพร่องในการเรียนอย่างไร ทำไมถึงไม่เข้าใจ ทำไมจึงเรียนไม่รู้เรื่อง ทำไมจึงตอบไม่ได้ พยายามตอบคำถามเหล่านั้นให้ได้ พยายามหาข้อดี ข้อด้อยของตนเอง เพื่อพิจารณาแก้ไจตนเองได้

2. เปลี่ยนวิธีการคิด เลิกคิดว่าตนเองไม่ฉลาด ต้องเชื่อมั่นว่า คนทุกคนต้องพัฒนาได้ ไม่มีใครเก่งมาตั้งแต่แต่เกิด คนเราจะเก่งได้ต่อเมื่อ มีความมุ่งมั่น ทุ่มเทที่จะเรียนรู้อย่างจริงจัง ต้องคิดว่าเรา "เราต้องทำได้แน่นอน" ไม่มีอะไรที่คนตั้งจิตมั่นทำไม่ได้

3. จิตมั่นต่อผลลัพธ์ การที่จะประสบความสำเร็จในการเรียนได้อย่างดีนั้น อยู่ที่ความมุ่งมั่น จริงจังทำให้สำเร็จ พยายามให้กำลังใจตนเองบ่อยๆ และต้องเชื่อมั่นตนเองว่าทำได้ การที่มีจิตมุ่งมั่นย่อมเป็นพลังทำให้ความฝันเป็นจริงได้ ใช้ธรรมะข้อความมานะพากเพียรพยายามต่อสู้ความท้อถอยหมดกำลังใจให้ได้ ต้องเอาชนะความเกียจคร้าน ความกลัว ความสิ้นหวังองเราให้ได้ จะต้องมุ่งผลสำเร็จที่ดี น่าภูมิใจ เป็นไปตามปรารถนาให้ได้ จะต้องมุ่งผลสำเร็จที่ดี น่าภูมิใจ เป็นไปตามปรารถนาให้ได้

4. ปรับพฤติกรรม ต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรมในการเรียนรู้ มีความรับผิดชอบมาก ขึ้น ตั้งใจฟังการรายงานของเพื่อน ไม่ขาดเรียน เข้าชั้นเรียนตรงเวลา ส่งการบ้านทันเวลาทุกวัน

5. ทำตารางเรียน ทำตารางเวลาของตนเอง จัดวินัยในการเรียน เช่น จะใช้เวลาทบทวนตอนเช้าวันละครึ่งชั่วโมง แต่ละวันจะทำอะไรบ้าง ก่อนไปโรงเรียน ก่อนเข้าห้องเรียน หลังเลิกเรียน ก่อนนอน ทุกวันหากให้เวลาต่อการเรียน วันละ 1-2 ชั่วโมง ก็เพียงพอ แล้วยังมีเวลาสำหรับการนอนพักผ่อน ช่วยงานบ้าน จัดห้องตนเอง เป็นต้น

6. เขียนความมุ่งหวัง ให้เอากระดาษเขียนตัวโตๆ ปะไว้ที่โต๊ะเรียนเตือนใจตัวเองตลอดเลาว่าต้องกตัญญู ตอบแทนพระคุณของคุณพ่อคุณแม่ “จะตั้งใจเรียน จะสร้างอนาคตที่ดี” เขียนคำเตือนสติไว้สั้นๆ เพื่อจะมีความหวังและไม่หลงระเริงไปกับความสุขชั่วขณะที่ทำให้เกิดผลร้ายตามมาในภายหลัง เช่นเที่ยวเล่น คุยมากไปก็ไม่มีเวลาเรียนได้เต็มที่ ดังนั้นผู้เรียนต้องเขียนคำมุ่งหวังไว้เตือนตาเตือนใจตนเองตลอดเวลา และต้องตรวจสอบว่ามีความก้าวหน้าไปสู่ความสำเร็จที่มุ่งหวังไว้หรือไม่ และจะทำให้สามารถทำตามที่มุ่งหวังไว้

7. ปฏิบัติดังแผน เมื่อผู้เรียนตั้งจุดมุ่งหมายไว้ตามที่ได้วิเคราะห์ตนเอง ปรับวิธีการคิด ตั้งใจมุ่งมั่นว่าจะต้องเรียนให้ได้ผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น ปรับพฤติกรรมตนเอง วางแผนการเรียนทำตามแผน เขียนความมุ่งหวังในชีวิตได้เตือนสติตนเองแล้ว เมื่อมีอุปสรรคใดมาขัดขวางความตั้งใจนั้นๆ ต้องพยายามฟันฝ่าอุปสรรคให้สำเร็จ

3. ปัจจัยด้านครอบครัว ครอบครัวเป็นปัจจัยที่ค่อยสนับสนุนและให้ความช่วยในเลือกทุนและกำลังใจให้กับผู้เรียน ซึ่ง ณัฏติยาภรณ์ หยกอุบล (2555) ได้กล่าวว่า ครอบครัว พ่อแม่ ผู้ปกครองเป็น ครูคนแรกของชีวิต การพัฒนาศักยภาพนักเรียนให้สามารถเรียนรู้ได้เต็มที่ ผู้ปกครองมีบทบาทหน้าที่ในการดูแล ช่วยเหลือนักเรียนทั้งในและนอกโรงเรียน จัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการพัฒนาศักยภาพนักเรียนเต็มตามความสามารถ สร้างแรงจูงใจให้เห็นคุณค่าของตนเอง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ นราการ พลหาญ และ สมสมร เรืองวรบูรณ์ (2555) กล่าวไว้ว่า การเรียนในระดับอุดมศึกษามีต้นทุนทางการเรียนค่อนข้างสูงและมีระยะเวลาในการเรียนค่อนข้างนาน มีกระบวนการเรียนการสอนแบบฟังบรรยายและแบบฝึกภาคปฏิบัติ ค้นคว้าหาความรู้นอกห้องเรียนเพิ่มเติม การเรียนเพื่อให้ประสบความสำเร็จ จำต้องอาศัยความตั้งใจของนักศึกษา ตั้งแต่ในเรื่องของการมีวินัยในการเรียน ความตั้งใจเรียน เป็นผู้ใฝ่รู้ มีทัศนคติต่อสาขาวิชาชีพของตนเองไปในทางที่ดี ฉะนั้น นักศึกษาควรวางแผนการเรียนในแต่ละวัน เตรียมอ่านหนังสือล่วงหน้าก่อนเข้าเรียน เข้าเรียนตรงตามเวลาที่กำหนด หมั่นศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อความสำเร็จทางการเรียนของนักศึกษา

4. ปัจจัยด้านมหาวิทยาลัย เป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถพัฒนาการเรียนรู้โดยการส่งเสริม มีเครื่องมือ อุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ห้องปฏิบัติการที่มีเครื่องมืออุปกรณ์ที่ทันสมัย แหล่งสืบค้นที่มีหนังสือ ตำรา เอกสารต่างๆ ในศาสตร์ของผู้เรียนอย่างเพียงพอ และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ นราการ พลหาญ และ สมสมร เรืองวรบูรณ์ (2555) ที่กล่าวไว้ว่า ควรเร่งปรับปรุงการให้บริการต่างๆ แก่นักศึกษา เช่น สภาพแวดล้อมของสถานศึกษา ซึ่งการบริการต่างๆ เหล่านี้ ล้วนเป็นปัจจัยที่สนับสนุนในด้านการเรียนของนักศึกษาให้ประสบผลสำเร็จและมีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา

สรุปผลการวิจัย

ปัจจัยด้านอาจารย์ ตัวผู้เรียน ครอบครัว และมหาวิทยาลัยมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการเรียนรู้รายวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกของนักศึกษา ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนรู้ในด้านอาจารย์มีความเชี่ยวชาญในการออกแบบของที่ระลึก ความรู้เข้าใจ ชัดเจน เปิดโอกาสให้ถาม – ตอบ เป็นกันเองกับนักศึกษา มีการแบ่งหัวข้อการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้อง ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.74, S.D = .56) อยู่ในระดับ มาก ด้านตัวนักศึกษา มีความพยายามในการแสวงหาความรู้เพิ่มเติม มีความกล้าแสดงออกต่อในสิ่งที่ไม่เข้าใจ รับสภาวะกดดันในระกว่างเรียน สามารถปฏิบัติงานในสิ่งไม่ชอบ มีความรับผิดชอบต่อหน้า และสิ่งที่ได้รับมอบหมาย ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.69, S.D = .63) อยู่ในระดับ มาก ด้านครอบครัว มีการสนับสนุนให้เรียนในด้านการออกแบบ สามารถอำนวยความสะดวกทางการเงินในการจัดซื้ออุปกรณ์ เครื่องมือ ในการปฏิบัติงานได้ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.69, S.D = .74) อยู่ในระดับ มาก ด้านมหาวิทยาลัย มีเครื่องมือ อุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ สถานที่ปฏิบัติมีความพร้อม สามารถปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม มีสถานที่ในการแสวงหาความรู้เพียงพอ สภาพแวดล้อมมีความเหมาะสมในการเรียนรู้ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$ = 3.36, S.D = .66) อยู่ในระดับ ปานกลาง

กิตติกรรมประกาศ

ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณคณาจารย์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมทุกท่านที่คอยให้กำลังใจในการทำงาน และนักศึกษาสาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมรหัส 54 ทุกคน ที่ให้ข้อมูลถึงปัญหาระหว่างเรียนเพื่อให้อาจารย์ในสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุต่อไป ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้องที่ค่อยให้กำลังใจเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

กิดานันท์ มลิทอง. (2531). **เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย.** กรุงเทพ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ณัฏติยาภรณ์ หยกอุบล. (2555). ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. **วารสารการศึกษาและพัฒนาสังคม,** 8(1).

นรากร พลหาญ และ สมสมร เรืองวรบูรณ์. (2555). ปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาพยาบาล วิทยาลัยพยาบาล บรมราชชนนี นครพนม มหาวิทยาลัยนครพนม. **วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,** 31(5) กันยายน – ตุลาคม

มาริสา จันทร์ฉาย. (2552). **พฤติกรรมบริโภคของนักศึกษามหาวิทยาลัยสงขานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่**. หลักสูตรปริญญา ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพัฒนามนุษย์และสังคม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สุวิมล ว่องวาณิช. มปป. **การสร้างกรอบแนวคิดและตัวอย่าง.** ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษาคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. [Online]. Available : http://rlc.nrct.go.th/ewt_dl.php?nid=1065

วิลาวัลย์ กองสะดี. (2552). **ปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษารหัส 52 คณะบริหารธุรกิจ วิทยาลัยราชพฤกษ์ ปีการศึกษา 2552**. วิทยาลัยราชพฤกษ.

วิลาวรรณ ศิริพูนวิวัฒน. (2554). **ปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาปริญญาโทชั้นปีที่ 1 สาขาพืชไร่**. หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชไร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ศมากรณ์ วิเทศสนธิ. (2554). **การศึกษาพฤติกรรมของนักเรียนชั้น3/5 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคโนโลยีพาณิชยการ กาฬสินธุ์ในเรื่องการไม่ส่งงาน/ การบ้าน**. วิทยาลัยเทคโนโลยีพาณิชยการกาฬสินธุ์.

สุราษฎร์ พรมจันทร์. (2550). **ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค.** ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต. (2552). **สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยี อุตสาหกรรม**. มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

อรพรรณ พรสีมา. (2530). **เทคโนโลยีการสอน.** กรุงเทพฯ : โอเอสพริ้นติ้งเฮาส์.

การออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่
Design of dining set using of bamboo handicrafts

ยงยุทธ ทรัพย์เจริญ ศรีเมือง ปั้นทอง สมพงษ์ เกิดช้าง และ ปรารถนา ศิริสานต์*
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail address: s_prattana@hotmail.com

บทคัดย่อ

การออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ มีวัตถุประสงค์ประการที่ 1 เพื่อออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ และประการที่ 2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้สนใจการออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ ซึ่งใช้วิธีศึกษาข้อมูลจากตำรา เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และตัวอย่างผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ แล้วนำผลมาวิเคราะห์สถิติหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) พบว่า ความพึงพอใจของผู้สนใจการออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ ด้านหน้าที่ใช้สอย อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.33, SD = .55) ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน โต๊ะมีพื้นที่กว้างขวางเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.58, SD = .57) ด้านความสวยงาม รูปทรงสีสันมีความกลมกลืนกันอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.40, SD = .53) ซึ่งจากการศึกษาการออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ สามารถนำสรุปความพึงพอใจของผู้ที่สนใจเพื่อมาปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ในเชิงต่อยอดในอนาคตได้

คำสำคัญ : การออกแบบ ชุดโต๊ะอาหาร หัตถกรรมไม้ไผ่

Abstract

Design of dining set using of bamboo handicrafts. Objective the first for studying to design a dining set using of bamboo handicrafts. The secondly, to study satisfaction of those interested in design the dining set of bamboo handicraft. Which method the study information from books, Then the percentages to study users satisfaction with the products style dining set, from 50 people to analyze the statistical average (Mean) standard deviation. Conclusion from the questionnaires the dining set using of bamboo handicrafts. The front drafting the appropriate application is most suitable ($\bar{X}$ = 4.33, SD = .55), the convenience in use table space right is the most appropriate ($\bar{X}$ = 4.58, SD = .57), and the beautiful shapes, colors are in harmony is the most appropriate ($\bar{X}$ = 4.40, SD = .53). The study Design of dining set using of bamboo handicrafts can using convenience for development products in the future.

keywords : design, dining set, bamboo handicrafts

บทนำ

การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ คือ การออกแบบเครื่องเรือน เครื่องตกแต่งภายในอาคารที่คำนึงถึงประโยชน์ใช้สอย ความสวยงาม ความสะดวกในการใช้งานมากที่สุด โดยเน้นด้านประโยชน์ใช้สอยก่อนความงาม (วรรณี สหสมโชค, 2549) วัตถุดิบหนึ่งที่มีบทบาทมากในการสร้างผลิตภัณฑ์เครื่องจักสานได้แก่ไม้ไผ่ มีความผูกพันกันชีวิตประจำวันของคนไทยมาแต่โบราณ โดยคนไทยในชนบททั่วไปนำไม้ไผ่มาสร้างเป็นบ้านเรือนที่อยู่อาศัย ผลิตเป็นเครื่องจักสานใช้ เช่น กระบุงสำหรับใส่ข้าวเปลือก สำหรับใส่หญ้าเลี้ยงสัตว์ ตะกร้าใส่สิ่งของต่างๆ หรือตากพืชผักจากสวนครัว เช่น พริก หอม กระเทียม ขันโตกเป็นภาชนะไม้ไผ่สานที่ลงรักสำหรับใส่น้ำดื่ม แคร่นั่งพักผ่อน และไม้ไผ่ยังไปใช้ประโยชน์ในการทำผลิตภัณฑ์อื่นอีกเป็นจำนวนมาก เช่น เครื่องประดับ เครื่องเรือน เครื่องดนตรี เรื่องกีฬา ฯลฯ จึงกล่าว ได้ว่าไม้ไผ่เป็นต้นไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจอย่างมากมายสามารถนำมาประดิษฐ์เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อจำหน่ายเป็นสินค้าได้ (สนชัย ฤทธิโชติ, 2539)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเกิดความสนใจที่จะออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้ส่วนหนึ่งของงานหัตถกรรมของไทยคือลายขัด มารวมเข้ากับการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ คือชุดโต๊ะอาหารเพื่อให้เกิดการออกแบบที่มีเอกลักษณ์ของความเป็นไทย ซึ่งการ

ออกแบบ หรือการทำงานด้านงานออกแบบ ในปัจจุบันนี้กำลังเป็นที่สนใจของกลุ่มนักศึกษา และกลุ่มเยาวชนเป็นอย่างมาก และให้เกิดความร่วมมือต่อการสร้างงานออกแบบที่มีเอกลักษณ์ ความเป็นไทย หรือเอกลักษณ์ของพื้นถิ่น ที่มีความเป็นไทยในรูปแบบที่แปลกใหม่ออกมาเพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชน สังคม และประเทศชาติต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1) เพื่อออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้สนใจการออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ มีวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2 เครื่องมือและการพัฒนาเครื่องมือ

3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ขอบเขตของประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ขอบเขตของประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดไว้คือ

1.1.1 ผู้ที่มาใช้บริการ ร้านต้นข้าวหอม

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือผู้ที่มาใช้บริการร้านต้นข้าวหอม โดยผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์กำหนดกลุ่มตัวอย่าง

1.2.1 ที่มาใช้บริการร้านต้นข้าวหอม จำนวน 50 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ

1.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1.3.1 ตัวแปรต้น คือ รูปแบบชุดโต๊ะอาหารโดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่

1.3.2 ตัวแปรตาม คือ ความพึงพอใจต่อรูปแบบชุดโต๊ะอาหารโดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม่ไผ่ ในด้าน ประโยชน์ใช้สอย ความสะดวกสบายในการใช้งานและความสวยงาม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเพื่อการออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ การศึกษาความเหมาะสมของรูปแบบ คือแบบสอบถามความเหมาะสม มีวัตถุประสงค์ เพื่อสอบถามถึงความเหมาะสมของแนวคิดในการออกแบบ เพื่อออกแบบชุดโต๊ะอาหารโดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ ใช้กรอบแนวคิดของอุดมศักดิ์ สาริบุตร (2550) และ บุญสนอง รัตนสุนทรากุล (2553) ในด้าน

1.1 หน้าที่ใช้สอย

1.2 ความสวยงาม

1.3 โครงสร้าง

1.4 แนวทางการออกแบบให้เกิดรูปแบบรูปลักษณ์ใหม่

2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจผู้สนใจการออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ ใช้กรอบแนวคิดของใช้กรอบของ (อุดมศักดิ์ สารีบุตร, 2549) ในด้าน

2.1 ประโยชน์ใช้สอย

2.2 ความสะดวกสบายในการใช้งาน

2.3 ความสวยงาม

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เกี่ยวกับการผลิตการพัฒนาการออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ การศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญงานเครื่องจักสานท้องถิ่น เพื่อดำเนินการสร้างแบบสอบถามตามตัวแปรที่ทำการศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 นำแบบสอบถามเสนอผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบ และขอคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไข

การพัฒนาผลิตภัณฑ์และการเก็บข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตารา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องผลิตภัณฑ์ใกล้เคียง รูปแบบผลิตภัณฑ์เดิมการศึกษาการออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ และจากแบบสอบถามเบื้องต้นมาใช้เป็นข้อมูลในการการออกแบบ

ขั้นตอนที่ 4 ทำการออกแบบร่างชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ ตามข้อมูลพื้นฐานที่วิจัยศึกษาข้อมูล และจากแบบสอบถาม

ขั้นตอนที่ 5 นำภาพร่างชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ ไปทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 6 สรุปรูปแบบ จากข้อมูลของการออกแบบจากแบบสอบถาม และเขียนแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อการผลิต และทำการสร้างชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่

2. เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจของการออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ คือแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบของการออกแบบ มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม นำไปสอบถามความพึงพอใจ เกี่ยวกับการออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ ที่ได้รับการออกแบบและนำข้อมูลมาสรุปประเมินผลจากความคิดเห็นของผู้ที่สนใจผลิตภัณฑ์ ทำการแจกแบบสอบถามโดยตรวจความสมบูรณ์ของแบบสอบถามแล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถาม ประกอบภาพถ่ายมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของระดับความเหมาะสมของชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ นำเสนอในรูปแบบตาราง และคำบรรยายประกอบ

ผลการวิจัย

การออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ วัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ 1) เพื่อออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้สนใจการออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่

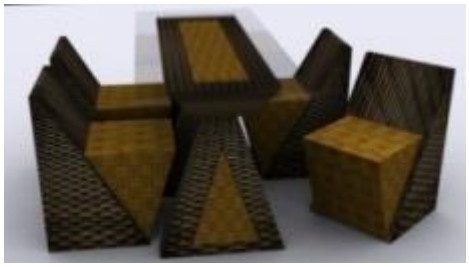
ขั้นตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ขั้นตอน เพื่อการออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่

ผลจากการออกแบบการศึกษาข้อมูลจากทฤษฎี เอกสาร ตารา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และรูปแบบผลิตภัณฑ์เดิม ได้สรุปแบบร่างแนวคิดต้นแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ ได้ 3 รูปแบบ โดยใช้แนวความคิดในการออกแบบ คือ ร่วมสมัยจากรูปทรงเรขาคณิต ร่วมสมัย หมายถึง ทันสมัยอยู่เสมอไม่ตกรุ่นหรือล้าหลังง่าย รูปทรงเรขาคณิต หมาถึง สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม วงกลม เหตุผลที่ใช้แนวความคิดร่วมสมัยจากรูปทรงเรขาคณิต ในการออกแบบคือ เน้นรูปทรงที่มีความเรียบง่าย จึงใช้รูปทรงเรขาคณิต เป็นหลักในการออกแบบ และให้มีความทันสมัยอยู่เสมอไม่ตกรุ่นหรือล้าหลัง จึงใช้ความร่วมสมัย ซึ่งหมายถึง ทันสมัยอยู่เสมอมาใช้เป็นแนวความคิดหลักในการออกแบบอีกด้วย

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ตัวอย่างรูปแบบผลิตภัณฑ์เดิมที่มีอยู่ในท้องตลาด

รูปแบบผลิตภัณฑ์ตัวอย่างที่มีอยู่ในท้องตลาด	**วิเคราะห์ข้อมูล**
 (ที่มา: http://www.talad2you.com)	**ข้อดี** มีรูปแบบที่ทันสมัย เรียบง่าย **ข้อเสีย** ยังขาดเอกลักษณ์ที่ชัดเจนในการผสมผสานรูปแบบ
 (ที่มา: http://www.trisinfurniture.com)	**ข้อดี** มีรูปแบบที่ตรงต่อการใช้ประโยชน์ **ข้อเสีย** ยังขาดการออกแบบที่มีเอกลักษณ์
 (ที่มา: http://www.trisinfurniture.com)	**ข้อดี** มีรูปแบบที่ตรงต่อการใช้ประโยชน์ **ข้อเสีย** ยังขาดการออกแบบที่มีเอกลักษณ์

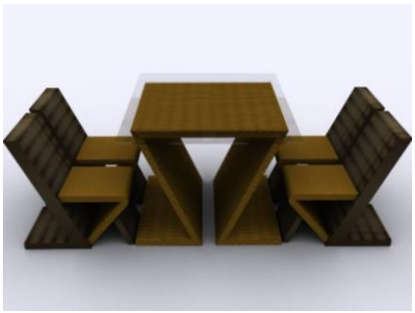
ผลการวิเคราะห์ภาพจาลองการออกแบบชุดโต๊ะอาหารโดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ 3 รูปแบบ ของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์



ภาพที่ 1 ภาพจาลองการออกแบบชุดโต๊ะอาหาร
โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ รูปแบบที่ A



ภาพที่ 2 ภาพจาลองการออกแบบชุดโต๊ะอาหาร
โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ รูปแบบที่ B



ภาพที่ 3 ภาพจาลองการออกแบบชุดโต๊ะอาหาร
โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ รูปแบบที่ C

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้าน ออกแบบผลิตภัณฑ์ในการจำลองการออกแบบทั้ง 3 รูปแบบ (n=3)

รายละเอียด	รูปแบบ A			รูปแบบ B			รูปแบบ C		
	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1.ด้านหน้าที่ใช้สอย									
1.1 มีความเหมาะสม กับพื้นที่ในหลายๆ พื้นที่	3.8	.84	มาก	3.8	.84	มาก	3.6	.55	มาก
1.2 สามารถทำหน้าที่ ได้ตรงกับวัตถุประสงค์ ในการใช้งาน	4	.71	มาก	3.6	1.14	มาก	3.8	1.1	มาก
1.3 มีความสะดวกสบาย ในการใช้งาน	4	0	มาก	3.6	1.14	มาก	3.8	.84	มาก
1.4 เก้าอี้สะดวกต่อการ เคลื่อนย้าย									
1.5 นั่งสบายเวลารับ ประทาอาหาร	3.4	.8	ปานกลาง	4.2	.84	มาก	3.6	.55	มาก
	3.8	.4	มาก	3.8	1.3	มาก	3.8	1.1	มาก
เฉลี่ยรวม	3.8	.37	มาก	3.8	.21	มาก	3.7	.27	มาก
2.ความสวยงาม									
2.1 มีลวดลายที่สวยงาม	3.2	1.1	ปานกลาง	3.4	1.14	ปานกลาง	3.4	1.14	ปานกลาง
2.2 มีรูแบบที่แปลกใหม่	3.6	.89	มาก	4.2	1.3	มาก	3.6	.89	มาก
2.3 มีรูปทรงและขนาด ที่เหมาะสม สวยงาม	4	.71	มาก	4.4	.89	มาก	4.2	.84	มาก
2.4 มีเอกลักษณ์ที่ไม่ เหมือนใคร	3.8	.45	มาก	4.2	.84	มาก	3.8	.45	มาก
2.5 สวยงามเข้ากับยุคสมัย	3.8	.45	มาก	4.6	.55	มากที่สุด	4.2	.84	มาก
3. ด้านโครงสร้าง									
3.1 ใช้วัสดุที่เหมาะสม	4	.71	มาก	4	.71	มาก	4	.71	มาก
3.2 วัสดุที่มีความคงทน ถาวร	3.8	.84	มาก	3.6	.55	มาก	3.6	.55	มาก
3.3 มีโครงสร้างที่สมดุล ได้สัดส่วน	4.2	.84	มาก	4	.71	มาก	3.8	.84	มาก
3.4 มีโครงสร้างที่เหมาะสมสวยงาม	3.6	.55	มาก	4.4	.89	มาก	4.2	.84	มาก
3.5 มีโครงสร้างที่แข็งแรง	4.4	.55	มาก	3.8	.84	มาก	4.4	.89	มาก
เฉลี่ยรวม	4	.14	มาก	4	.13	มาก	4	.14	มาก
4. แนวทางการออกแบบ ให้เกิดรูปแบบรูปลักษณ์ ใหม่									
4.1 มีความคิดสร้างสรรค์ ในการออกแบบ	4	.71	มาก	4.8	.45	มากที่สุด	4.4	.89	มาก
4.2 แบบสามารถทำได้จริง									
4.3 สามารถผลิตได้ครั้ง ละมากๆ	3.8	.45	มาก	4.6	.55	มากที่สุด	4.6	.55	มากที่สุด
4.4 เป็นที่นิยมของตลาด	3.8	1.3	มาก	3.6	1.14	มาก	4.8	1.3	มากที่สุด
	3.8	.45	มาก	4.4	.89	มาก	4	.71	มาก
เฉลี่ยรวม	4.1	.4	มาก	4.4	.32	มาก	4.2	.33	มาก

จากตารางที่ 2 พบว่าระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ในการจำลองการแบบร่างทั้ง 3 รูปแบบ สามารถสรุปได้ดังนี้ รูปแบบ A ด้านแนวทางการออกแบบให้เกิดรูปแบบรูปลักษณ์ใหม่อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.1 SD. = 0.40) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ด้านความสวยงามอยู่ในระดับน้อยที่สุด ($\bar{X}$ =3.7 SD. = 0.28) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก รูปแบบ B ด้านแนวทางการออกแบบให้เกิดรูปแบบรูปลักษณ์ใหม่อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.4 SD. = 0.32) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ด้านหน้าที่ใช้สอยอยู่ในระดับน้อยที่สุด ($\bar{X}$ =3.8SD. = 0.21) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากรูปแบบ C ด้านแนวทางการออกแบบให้เกิดรูปแบบรูปลักษณ์ใหม่อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.2 SD. = 0.33) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ด้านหน้าที่ใช้สอยอยู่ในระดับน้อยที่สุด ($\bar{X}$ = 3.7 SD. = 0.27) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก สรุป รูปแบบที่ 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาที่สุด ด้านหน้าที่ใช้สอยได้ ($\bar{X}$ = 3.8SD. = 0.21) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ด้านความสวยงามได้ ($\bar{X}$ = 3.7 SD. = 0.28) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ด้านโครงสร้างได้ ($\bar{X}$ = 4.0 SD. = 0.13) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ด้านแนวทางการออกแบบให้เกิดรูปแบบรูปลักษณ์ใหม่ได้ ($\bar{X}$ = 4.2 SD. = 0.33) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

ขั้นตอนที่ 2 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้สนใจ รูปแบบชุดโต๊ะอาหารโดยใช้รูปแบบ ลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่

ตารางที่ 3 แสดงจำนานค่าร้อยล่ะข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (n=50)

รายการ	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ	36	72
ชาย	14	28
หญิง		
รวม	50	100
2. อายุ		
ต่ำกว่า 20 ปี	7	14
21-30 ปี	42	84
31-40 ปี	0	0
41-50 ปี	1	2
รวม	50	100
3. รายได้ต่อเดือน	40	80
ต่ำกว่า 6,000 บาท	9	18
6,000 – 1,000 บาท	1	2
10,000 – 15,000 บาท	0	0
15,000 – 20,000	0	0
20,000 – 25,000	0	0
25,000 ขึ้นไป		
รวม	50	100

จากตารางที่ 3 พบว่าข้อมูลทั่วไปของความพึงพอใจ เพศชายมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 72 เพศหญิงรองลงมาเป็นร้อยละ 28 อายุ 21-30 ปี มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 84 อายุ ต่ำกว่า 20 ปี รองลงมา คิดเป็นร้อยละ 14 รายได้ต่อเดือน ต่ำกว่า 6,000 มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 80 รายได้ต่อเดือน 6,000 – 10,000 รองลงมาคิดเป็นร้อยละ 18

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของระดับความคิดเห็นของลูกค้าที่มาใช้บริการร้านอาหารต้นข้าวหอม จำนวน 50 คน (n=50)

รายละเอียด	ระดับความคิดเห็น		
	$\bar{X}$	**S.D.**	ระดับ
1. ด้านหน้าที่ใช้สอย	4.32	.55	มาก
1.1 รูปแบบมีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน			
2. ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน	4.00	.61	มาก
2.1 เก้าอี้นั่งสบาย	4.58	.57	มาก
2.2 โต๊ะมีพื้นที่กว้างขวางเหมาะสม			
3. ด้านความสวยงาม	4.40	.53	มาก
3.1 รูปทรง สีสัน มีความสวยงามกลมกลืนกัน	4.30	.51	มาก
3.2 รูปแบบมีความสวยงามเป็นเอกลักษณ์และปัญญาท้องถิ่น			

จากตารางที่ 4 พบว่าความพึงพอใจของผู้สนใจรูปแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ สรุปได้ดังนี้ ด้านหน้าที่ใช้สอย รูปแบบมีความเหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด (X = 4.32 SD. = .55) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ด้านความสะดวกสบายในการใช้งานโต๊ะมีพื้นที่กว้างขวาง เหมาะสมมากที่สุด (X = 4.58 SD. = .57) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ด้านความสวยงาม รูปทรง สีสัน มีความสวยงามกลมกลืนกันมากที่สุด (X = 4.40 SD. =.51) มีความเห็นอยู่ในระดับมาก

อภิปรายผลการวิจัย

ตอนที่ 1 การออกแบบชุดโต๊ะอาหารโดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่

การศึกษาก่อนการออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ ประเภทผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ รูปแบบหัตถกรรมจักสาน ควรมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบที่แตกต่างไป จากเดิมเพื่อให้เข้ากับยุคสมัย และนำวัสดุภายในท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ เพราะจะคำนึงถึงประโยชน์เป็นหลัก และเห็นคุณค่าของวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นที่มีอยู่มาก คือไม้ไผ่ โดยนำเอาทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาดัดแปลง สร้างสรรค์ ผลิตผลงานออกมาในรูปแบบที่แตกต่างออกไปเพื่อเพิ่มมูลค่า การออกแบบออกแบบชุดโต๊ะอาหารโดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ 3 รูปแบบ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกจุดเด่นในแต่ละรูปแบบแตกต่างกันตามลักษณะโครงสร้างที่ แตกต่างกันไป การออกแบบนั้นความสนใจของประชากรมีโอกาสเห็นรูปร่าง รูปทรง ตลอดจนสี ลวดลายของหัตถกรรมใหม่ๆ นั้นมาก และควรสอดคล้องกับการใช้งานเพราะหัตถกรรมรูปแบบ หนึ่งมีข้อจำกัด และความสะดวกในการใช้งานเป็นสิ่งจะต้องคำนึงถึง ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดในการออกแบบคือ ร่วมสมัยจากรูปทรงเรขาคณิตมาใช้ เป็นหลักในการออกแบบเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ มีความทันสมัยอยู่เสมอ และเข้ากับยุคสมัย โดยมีความเป็นไทยเข้าด้วย และซึ่งเหมาะสมกับการใช้งานอย่างแท้จริง

ตอนที่ 2 คิดเห็นของผู้สนใจที่มีต่อ ผลิตภัณฑ์โต๊ะอาหารโดยใช้รูปแบบลายขัดของงาน หัตถกรรมไม้ไผ่

กลุ่มผู้สนใจมีความเห็นด้านสวยงาม และขนาดสัดส่วนมีความเหมาะสมมากที่สุด อาจเป็นเพราะว่ามีรสนิยมที่ตรงตามความพึงพอใจของผู้สนใจ และมีความสะดวกเหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับ วัชรินทร์ จรุงจิตสุนทร (2548) ที่กล่าวว่าการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดีนั้น ต้องเข้าใจกายวิภาคเชิงกลเกี่ยวกับขนาดสัดส่วน ความสามารถและขีดจำกัดที่เหมาะสม สำหรับอวัยวะส่วนต่างๆ ของผู้ใช้เกิดความรู้สึกที่ดี และสะดวกสบายในการใช้ผลิตภัณฑ์

สรุปผลการวิจัย

ตอนที่ 1 การออกแบบชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ ผู้วิจัยได้ออกแบบผลิตภัณฑ์ ชุดโต๊ะอาหาร โดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ จำนวน 3 รูปแบบ ผู้วิจัยได้นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ประเมินความเหมาะสมผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 รูปแบบ สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ความเห็นผู้เชี่ยวชาญด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ ทั้ง 3 รูปแบบ สามารถสรุปได้ดังนี้ รูปแบบที่ A ด้านแนวทางการออกแบบให้เกิดรูปแบบรูปลักษณ์ใหม่อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.1 SD. = .40) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ด้านความสวยงามอยู่ในระดับน้อยที่สุด ($\overline{X}$ = 3.7 SD. = .28) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก รูปแบบท B ด้านแนวทางการออกแบบให้เกิดรูปแบบรูปลักษณ์ใหม่อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.4 SD. = .32) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ด้านหน้าที่ใช้สอยอยู่ในระดับน้อยที่สุด ($\overline{X}$ = 3.8SD. = .21) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก รูปแบบที่ C ด้านแนวทางการออกแบบให้เกิดรูปแบบรูปลักษณ์ใหม่อยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.2 SD. = .33) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ด้านหน้าที่ใช้สอยอยู่ในระดับน้อยที่สุด ($\overline{X}$ = 3.7 SD. = .27) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

ตอนที่ 2 การศึกษาความพึงพอใจของผู้สนใจรูปแบบชุดโต๊ะอาหารโดยใช้รูปแบบลายขัดของงานหัตถกรรมไม้ไผ่ ด้านหน้าที่ใช้สอย รูปแบบมีความเหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.32 SD. = .55) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน โต๊ะมีพื้นที่กว้างขวาง เหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.58 SD. = .57) มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ด้านความสวยงาม รูปทรงสีสัน มีความสวยงามกลมกลืนกันมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.40 SD. = .51) มีความเห็นอยู่ในระดับมาก

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจากท่านอาจารย์ปรารถนา ศิริสานต์ ที่คอยให้คำแนะนำ คำปรึกษา และคอยชี้แนะแนวทาง ให้แนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอดจนโครงการวิจัยครั้งนี้แล้วเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณอาจารย์สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม และขอบคุณกำลังใจดีๆ จากทุกทางที่คอยสนับสนุนตลอดมา

เอกสารอ้างอิง

เจษฎา พัตรานนท์. (2553)**. การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจักสานท้องถิ่นโดยใช้วิธีการวิจัย ปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม กรณีศึกษา กลุ่มจักสานใบกะพ้อ ตำบลทุ่งโพธิ์ อำเภอจุฬาภรณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช**, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ณภดล เจนวินิจฉัย. (2553). **การศึกษาลวดลายผลิตภัณฑ์ล้านนาเพื่อจัดทำเฟอร์นิเจอร์ให้กับชุมชน,** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ.

นรินทร์ รักนุ้ย. (2549). **การศึกษาเครื่องจักสานกลุ่มบ้านโพธิ์ศรี ตำบลบางปลาม้า อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี,** มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

บุญสนอง รัตนสุนทรากุล. (2553). **ความรู้ทั่วไปเพื่อการออกแบบเฟอร์นิเจอร์และผลิตภัณฑ์ไม้**, สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

วิบูลย์ ลี้สุวรรณ. (2539). **เครื่องจักสานในประเทศไทย.** กรุงเทพ: โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

วรรณี สหสมโชค. (2540). **ออกแบบเฟอร์นิเจอร์.** สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.

อุดมศักดิ์ สาริบุตร. (2550). **ออกแบบเฟอร์นิเจอร์.** กรุงเทพ: โอเดียนสโตร์ก.

กลุ่มสาขาเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร

สภาวะที่เหมาะสมในการย่อยเครื่องในปลาทับทิมเพื่อผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสท
Optimization of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) viscera hydrolysis for preparing protein hydrplysates

อรวรรณ อรุณราช ทิพวรรณ ทองสุข และ ปวีนา น้อยทัพ*
คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: paweenan@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซท จากเครื่องในปลาทับทิม โดยใช้เอนไซม์ปาเปน (0.5, 0.75 และ 1 %) และเวลาในการย่อย (0, 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 นาที) พบว่า ปริมาณเอนไซม์ปาเปน 1 % และ เวลาในการย่อย 120 นาที ให้ระดับการย่อยสลายสูงที่สุด คือ 21.40 % จากนั้นเลือกโปรตีนไฮโดรไลเซท ปริมาณเอนไซม์ 1 % เวลาในการย่อย 0, 30, 60 และ 120 นาที ศึกษาขนาดโมเลกุล โดยใช้ Gel filtration chromatography ชนิด Bio-Gel P-60 พบว่า เวลาในการย่อยโปรตีนไฮโดรไลเซทที่ 0, 30, 60 และ 120 นาที มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 46- 68, 50– 65, 50 และ 50 kDa ตามลำดับ

คำสำคัญ : โปรตีนไฮโดรไลเซท เศษเหลือจากปลา เจลฟิลเตรชันโครมาโตกราฟี

Abstract

The objective of this study was to investigate the optimum conditions for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) viscera hydrolysis for preparing protein hydrolysates. Samples were hydrolyzed by papain (0.5, 0.75 and 1 %) for (0, 30, 60, 90, 120, 150 and 180 min). As the 1% papain and 120 min for digestion gave the highest degree of hydrolysis (DH) of 21.40 %. Then, selected a protein hydrolysates at 1% papain and hydrolysis time at 0, 30, 60 and 120 min were studied for molecular size by gel filtration chromatography type Bio-Gel P-60. As the hydrolysis time at 0 30, 60 and 120 min the molecular weight in the range were 46-68, 50-65, 50 and 50 kDa, respectively.

keywords : protein hydrolysates, fish waste, gel filtration chromatography

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการขยายตัวของอุตสาหกรรมการแปรรูปสัตว์น้ำมากขึ้น การขยายตัวของอุตสาหกรรมการแปรรูปดังกล่าว ทำให้มีเศษเหลือใช้จากการแปรรูปที่มีอยู่จำนวนมาก ซึ่งเศษเหลือนี้มีมูลค่าต่ำ และหากมีการจัดการที่ไม่ดีพอจะก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมได้ ในอุตสาหกรรมแปรรูปปลา มีเพียง 40% เท่านั้นที่มนุษย์นำมาบริโภค ส่วนที่เหลืออีก 60% เป็นเศษเหลือจากการแปรรูป ได้แก่ หัว เกล็ด ก้าง หนัง และเครื่องใน (Dekker et al., 2011) เศษเหลือเหล่านี้ประกอบด้วยโปรตีน และกรดอะมิโนที่จำเป็นในปริมาณสูง (Klompong et al., 2007) ดังนั้นจึงมีการนำเศษเหลือมาใช้ให้เกิดประโยชน์หรือเพิ่มมูลค่า โดยการนำเศษเหลือมาผลิตเป็นโปรตีนไฮโดรไลเซท (protein hydrolysate) ซึ่งในปัจจุบันการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับโปรตีนไฮโดรไลเซทได้รับความสนใจอย่างมาก โดยโปรตีนไฮโดรไลเซทที่ได้จากแหล่งธรรมชาติ เช่น ถั่วเหลือง (Moure et al., 2006) ปลาแคปลิน (Shadihi et al., 1995) ถั่วชิคพี (Li et al., 2008) ไข่แดง (Sakanaka et al., 2004) กุ้ง (Suetsuna, 2000) ปลาอลาสก้าพอลแล็ก (Je et al., 2005) ปลาเฮอร์ริ่ง (Sathivel et al., 2003) และปลาแมคเคอเรล (Wu et al., 2003) เป็นต้น

ดังนั้น เพื่อเป็นการลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม โดยนำเศษเหลือจากปลามาใช้ให้เกิดประโยชน์หรือเพิ่มมูลค่า งานวิจัยจึงทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการย่อยเครื่องในปลาทับทิมด้วยเพื่อผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซท และศึกษาขนาดโมเลกุลของโปรตีนไฮโดรไลเซทที่ผลิตได้ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยสามารถนำไปต่อยอดงานวิจัยในเรื่องของการนำผลิตผลที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ

วิธีดำเนินการวิจัย

1.การเตรียมวัตถุดิบ

ไส้ปลาทับทิมซึ่งเป็นเศษเหลือจากการแปรรูปปลาทับทิม ในที่นี้จะหมายถึงไส้ปลาทับทิมอย่างเดียวเท่านั้น จากร้านจำหน่ายปลาทับทิมสดของบริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) ณ ตลาดร่วมใจ อ.เมือง จ.พิษณุโลก โดยทำการเก็บไส้ปลาทับทิมหลังจากการแปรรูป ขนส่งมาห้องปฏิบัติการ ภายใน 1 ชั่วโมง อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยนำไส้ปลาทับทิมล้างน้ำให้สะอาด และล้างด้วยเอทานอล 95% โดยน้ำหนัก สับและบดให้ละเอียด เก็บในตู้แช่เยือกแข็งอุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส

2. การสกัดโปรตีนไฮโดรไลเซทด้วยเอนไซม์

2.1 การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซท

นำไส้ปลาทับทิมผสมน้ำกลั่นอัตราส่วน 1:1 (w/w) ปรับ pH เท่ากับ 6.5 ด้วย 0.1 N NaOH ให้เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ปาเปน โดยมีความเข้มข้นเอนไซม์ 0.5, 0.75 และ 1 % (w/w) เวลาในการย่อยสลาย 0, 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 นาที ตามลำดับ ยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ด้วยความร้อน 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทิ้งให้เย็น หมุนเหวี่ยงด้วยเครื่อง centrifuge (Sorvall, Biofuge Stratus, Germany) ที่ความเร็ว 6,000 RPM ที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที นำส่วนใสคำนวณหาระดับการย่อยสลาย

2.2 การหาระดับการย่อยสลายโปรตีน (degree of protein hydrolysis ; DH)

ระดับของการย่อยสลายโปรตีน (degree of protein hydrolysis, DH) เป็นวิธีการติดตามปฏิกิริยาย่อยสลายโปรตีนด้วยเอนไซม์โปรติเอส มีความสำคัญในการควบคุมขอบเขตของการย่อยสลายโปรตีน โดยดัชนีที่ใช้ควบคุมการย่อยโดยวิธีตกตะกอนด้วย TCA และนำมาคำนวณตามสูตร (พิริยา, 2555)

$$\% \text{ DH} = \frac{\text{ปริมาณไนโตรเจนที่ละลายในกรดไตรคลอโรอะซิติก (TCA soluble nitrogen)*100}}{\text{ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในวัตถุดิบ}}$$

3. การหาขนาดโมเลกุลของโปรตีนไฮโดรไลเซท

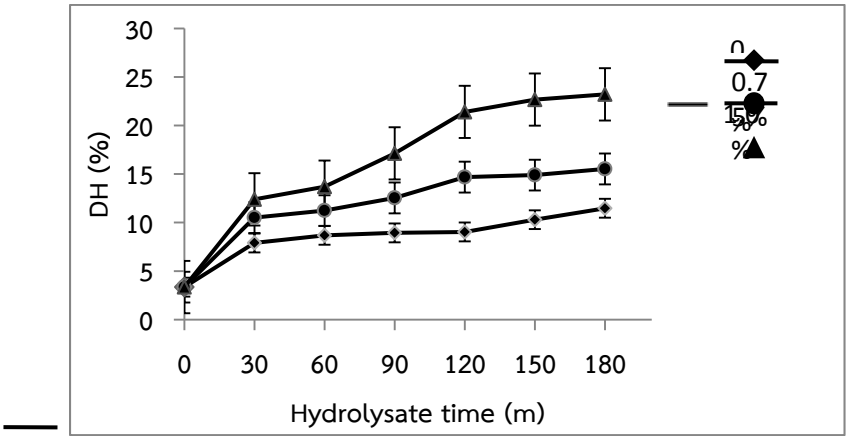
ศึกษาขนาดโมเลกุลของโปรตีนไฮโดรไลเซท เลือกจากขั้นตอนที่ 2 โดยเลือก ปริมาณเอนไซม์ 1% เวลาในการย่อย 0, 30, 60 และ 120 นาที โดยใช้ Gel filtration chromatography ชนิด Bio-Gel P-60 (2.3 x 35 ซม.) โปรตีนไฮโดรไลเซทปริมาตร 0.5 ml ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.05 M (pH 7) เก็บตัวอย่างโดยมีอัตราการไหล 1 มล. / 7 นาที จากนั้นนำตัวอย่างที่เก็บได้ วัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย Spectrophotometer (HACH DR/4000, Loveland, USA) ที่ความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร โดยใช้โปรตีนมาตรฐาน Ovalbumin (Sigma) และ Bovine serum albumin (Sigma)

จากนั้นสร้างกราฟมาตรฐาน Ve/V0 กับ log MW ค่า V0 จะหาได้จากการผ่านคอลัมน์โดยใช้ Blue dextran แล้วนำค่า Ve/V0 ของตัวอย่างเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานนั้นเพื่อหาขนาดโมเลกุลโปรตีนโดรไลเซท

ผลการวิจัย

1. การย่อยสลายโปรตีนไฮโดรไลเซทด้วยเอนไซม์

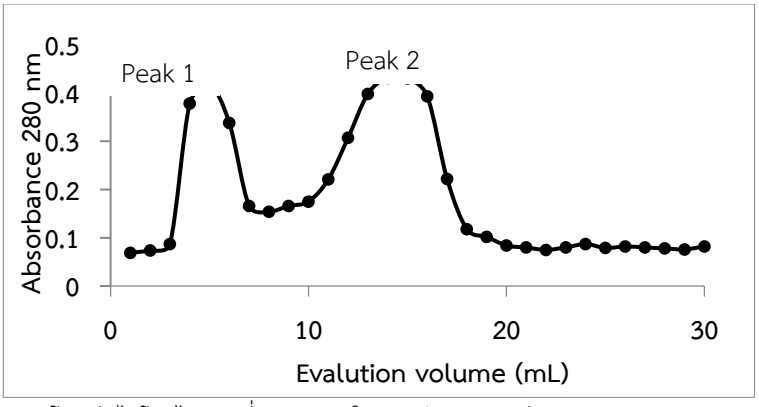
การย่อยสลายไส้ปลาทับทิมด้วยเอนไซม์ปาเปน จากรูปที่ 1 พบว่า การย่อยสลายไส้ปลาทับทิมด้วยเอนไซม์ปาเปน ที่ความเข้มข้นเอนไซม์ 1% มีค่าระดับการย่อยสลายสูงสุด ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเมื่อระดับความเข้มข้นของเอนไซม์สูงขึ้นจะทำให้ระดับการย่อยสลายสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Intarasirisawat et al. (2012) ศึกษาการย่อยสลายโปรตีนไข่ปลาทูน่าพันธุ์ท้องแถบ โดยใช้เอนไซม์อัลคาเลส ความเข้มข้นเอนไซม์ 1 % และ 5 % พบว่า เมื่อระยะเวลาในการย่อยสลายเพิ่มขึ้นจะทำให้ระดับการย่อยสลายโปรตีนไฮโดรไลเซท (DH) เพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์จนถึงจุดหนึ่ง ระดับการย่อยสลายจะคงที่ ดังนั้นถ้ามีปริมาณความเข้มข้นของเอนไซม์มากจะทำให้ระดับการย่อยสลายดี แต่เมื่อจนถึงระดับหนึ่งค่าระดับการย่อยสลายจะคงที่ เพราะมีปริมาณเอนไซม์มากเกินพอสำหรับปริมาณโปรตีนที่มีอยู่ในวัตถุดิบ (พิริยา, 2555)



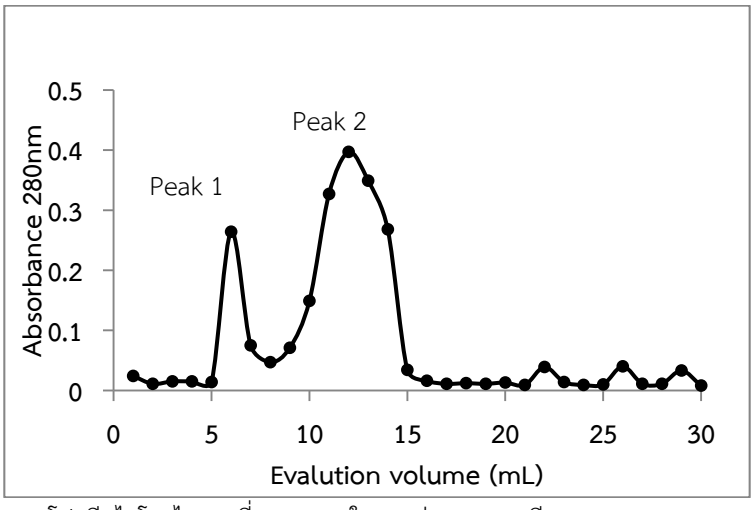
รภาพที่ 1 ระดับการย่อยสลายโปรตีนไฮโดรไลเซทด้วยเอนไซม์ปาเปน

2. ขนาดโมเลกุลโปรตีนไฮโดรไลเซท

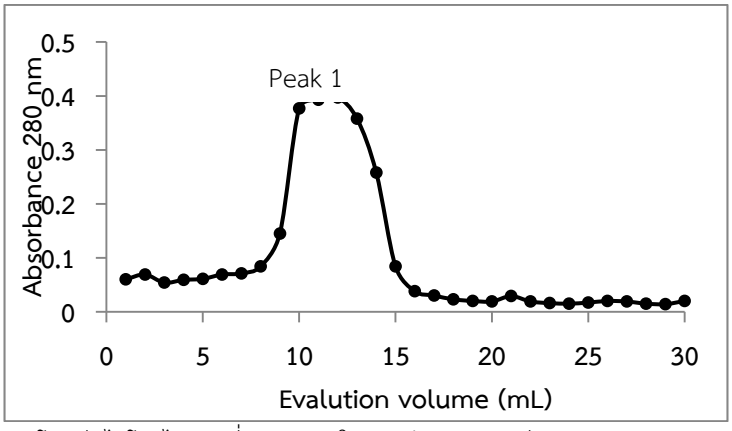
การหาขนาดโมเลกุลโปรตีนไฮโดรไลเซท โดยใช้ Gel filtration chromatography ชนิด Bio-Gel P-60 โดยเลือกความเข้มข้นเอนไซม์ 1% ที่ระยะเวลาในการย่อย 0, 30, 60 และ 120 นาที



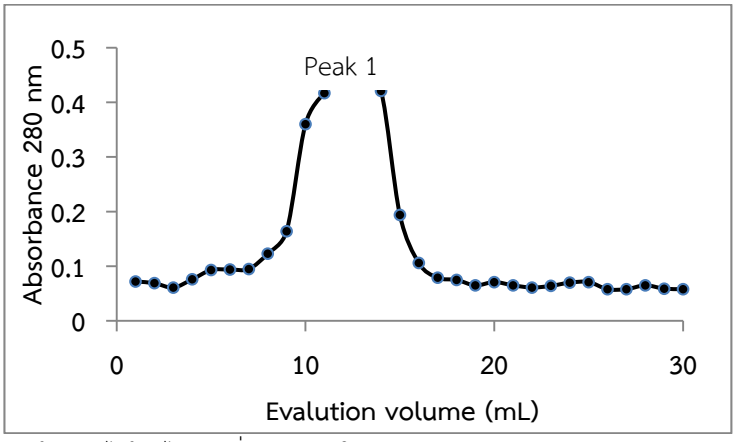
ภาพที่ 2 โครมาโตแกรมของโปรตีนไฮโดรไลเซทที่ระยะเวลาในการย่อย 0 นาที



ภาพที่ 3 โครมาโตแกรมของโปรตีนไฮโดรไลเซทที่ระยะเวลาในการย่อย 30 นาที

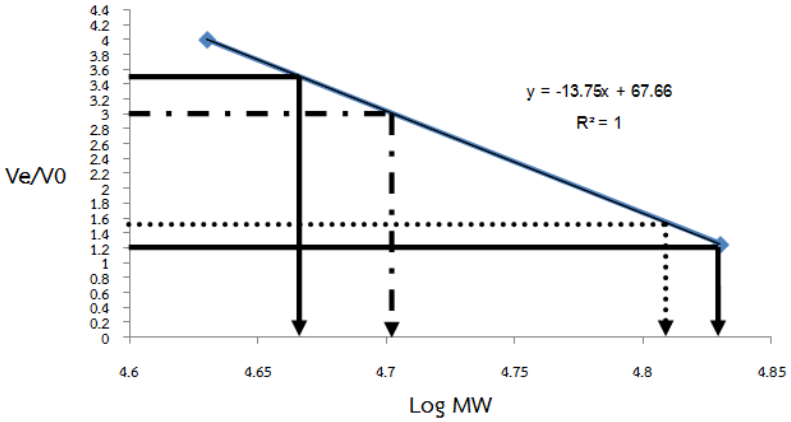


ภาพที่ 4 โครมาโตแกรมของโปรตีนไฮโดรไลเซทที่ระยะเวลาในการย่อย 60 นาที



ภาพที่ 5 โครมาโตแกรมของโปรตีนไฮโดรไลเซทที่ระยะเวลาในการย่อย 120 นาที

จากนั้นสร้างกราฟมาตรฐาน Ve/V_0 กับ log MW ของโปรตีนมาตรฐาน จะได้ดังรูปที่ 6 แล้วนำ Ve/V_0 ของตัวอย่างไปเทียบหาค่า MW จากกราฟมาตรฐานนั้น พบว่า เวลาในการย่อยที่ 0 (รูปที่ 2) มีค่า Ve/V_0 คือ 5 และ 14 เวลาในการย่อย 30 นาที (รูปที่ 3) มีค่า Ve/V_0 คือ 6 และ 12 เวลาในการย่อยที่ 60 (รูปที่ 4) และ 120 นาที (รูปที่ 5) มีค่า Ve/V_0 คือ 12 ดังนั้นความเข้มข้นเอนไซม์ 1 % เวลาในการย่อยที่ 0, 30, 60 และ 120 นาที จะมีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 46- 68, 50–65, 50 และ 50 kDa ตามลำดับ



ภาพที่ 6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Ve/V0 กับ log MW

สรุปผลการวิจัย

สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซท คือ ความเข้มข้นเอนไซม์ปาเปน 1% ระยะเวลาในการย่อย 120 นาที และขนาดโมเลกุลโปรตีนไฮโดรไลเซท ที่ระยะเวลาในการย่อย 0, 30, 60 และ 120 นาที มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ในช่วง 46-48, 50-56, 50 และ 50 kDa ตามลำดับ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การย่อยสลายไส้ปลาทับทิมด้วยเอนไซม์ปาเปน จะมีเปปไทด์สายสั้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุน งบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557 สัญญาเลขที่ R2557B068

เอกสารอ้างอิง

พิริยา ไรเกษ. (2555). **การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซทจากเศษเหลือจากปลาเพื่อใช้เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์.** มหาวิทยาลัยนเรศวร.

Dekkers, E., Raghavan, S., Kristinsson, H.G. & Marshall, M.R. (2011). Oxidative stability of mahi mahi red muscle dipped in tilapia protein hydrolysates. **Food Chemistry**, 124: 640-645.

Intarasirisawat, R., Benjakul, S., Visessanguan, W. & Wu, J. (2012). Antioxidative and functional properties of protein hydrolysate from defatted skipjack (*Katsuwonous pelamis*) roe. **Food Chemistry**, 135: 3039-3048.

Je, J. Y., Park, P. J., & Kim, S. K. (2005). Antioxidant activity of peptide isolated from Alaska pollack (*Theragra chalcogramma*) frame protein hydrolysate. **Food Research International**, 38: 45–50.

Klompong, V., Benjakul, S., Kantachote, D., & Shahidi, F. (2007). Antioxidative activity and functional properties of protein hydrolysate of yellow stripe trevally (*Selaroide leptolepis*) as influenced by the degree of hydrolysis and enzyme type. **Food Chemistry**, 102: 1317–1327.

Li, Y. H., Jiang, B., Zhang, T., Mu, W. M., & Liu, J. (2008). Antioxidant and free radical scavenging activities of chickpea protein hydrolysate (CPH). **Food Chemistry**, 106: 444–450.

Moure, A., Domìnguez, H., & Parajò, J. C. (2006). **Antioxidant properties of ultrafiltration-recovered soy protein fractions from industrial effluents and their hydrolysates**. Process Biochemistry 41: 447–456.

Sakanaka, S., Tachibana, Y., Ishihara, N., & Juneja, L. R. (2004). Antioxidant activity of egg-yolk protein hydrolysates in a linoleic acid oxidation system. **Food Chemistry**, 86: 99–103.

Sathivel, S., Bechtel, P. J., Babbitt, J., Smiley, S., Crapo, C., & Reppond, K.D., (2003). Biochemical and functional properties of herring (*Clupea harengus*) byproduct hydrolysates. **Journal of Food Science**, 68: 2196–2200.

Shahidi, F., Han, X. Q., & Synowiecki, J. (1995). Production and characteristics of protein hydrolysates from capelin (Mallotus villosus). **Food Chemistry,** 53: 285–293.

Suetsuna, K. (2000). Antioxidant peptides from the protease digest of prawn (*Penaeus Japonicus*) muscle. **Marine Biotechnology,** 2: 5–10.

Wu, H. C., Chen, H. M., & Shiau, C. Y. (2003). Free amino acids and peptides as related to antioxidant properties in protein hydrolysates of mackerel (*Scomber austriasicus*)**. Food Research International,** 36: 949–957.

ผลของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและเกลือต่อสมบัติทางเคมีของน้ำปลาร้าจากโครงปลานิล
The effect of extracted protein from soybean meal and salt contents on chemical properties of liquid fermented fish from tilapia frame

ญาณวิรุตม์ วิจิตรพันธ์* ชาญณรงค์ ชมนาวัง และ กรรณิการ์ ห้วยแสน
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชมงคลอีสาน กาฬสินธุ์
*corresponding author e-mail: yanawirut1983@gmail.com

บทคัดย่อ

การใช้วิธีพื้นผิวตอบสนองศึกษาผลปริมาณโปรตีนที่สกัดจากกากถั่วเหลือง (ร้อยละ 5-15) และปริมาณเกลือ (ร้อยละ 15-20) โดยน้ำหนักวัตถุดิบที่ผ่านการย่อยสลาย ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของน้ำปลาร้าจากโครงปลานิลที่ผ่านการย่อยสลายเบื้องต้น โดยใช้แหล่งของเอนไซม์โปรติเนสจากอวัยวะภายในของปลานิลหลังหมักระยะเวลา 4 เดือน ผลการทดลองพบว่าปริมาณโปรตีนที่สกัดจากกากถั่วเหลืองแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH และค่าปริมาณเกลือในตัวอย่างน้ำปลาร้า โดยกราฟพื้นผิวตอบสนองแสดงให้เห็นเมื่อปริมาณโปรตีนที่สกัดจากกากถั่วเหลืองเพิ่มมากขึ้น ค่า pH และค่าปริมาณเกลือมีค่าลดลง ส่วนปริมาณเกลือแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ค่าปริมาณเกลือ ค่า TVB-N และค่าปริมาณโปรตีนในตัวอย่างน้ำปลาร้า โดยกราฟพื้นผิวตอบสนองแสดงให้เห็นเมื่อปริมาณเกลือที่ใช้ในการหมักเพิ่มมากขึ้น ค่าปริมาณเกลือจะมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ค่า pH ค่า TVB-N และค่าปริมาณโปรตีนจะมีค่าลดลง จากการพิจารณาผลการทดลอง พบว่าการใช้โครงปลานิลที่ผ่านการการย่อยสลายโดยใช้แหล่งของเอนไซม์โปรติเนสจากอวัยวะภายในของปลานิลผสมกับเกลือที่ร้อยละ 15 - 20 และทำการหมักระยะเวลา 4 เดือน ผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้าที่ผลิตได้จะมีปริมาณโปรตีนและปริมาณเกลือเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำปลาร้า

คำสำคัญ : การย่อยสลายตัวเอง กากถั่วเหลือง โครงปลานิล ผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้า

Abstract

Response surface methodology was employed to study the effect of extracted protein from soybean meal content (5 - 15 %) and salt content (15 - 20 %) by weight of digested raw material on chemical properties of liquid fermented fish from digested tilapia frame using crude proteinases from tilapia viscera for 4 months fermentation. The result revealed that the extracted protein from soybean meal content affected pH value and salt content of liquid fermented fish in linear manner. The estimation response surfaces showed that the pH value and salt content decreased as extracted protein from soybean meal content increased. The salt content affected pH value, salt content, TVB-N content and protein content of liquid fermented fish in linear manner. The estimation response surfaces showed that the salt content of sample increased as salt content increased but pH value, TVB-N content and protein content decreased. According to the Thai Industrial standard (Local liquid fermented fish standard) for liquid fermented fish product, based on protein and salt aspects, the liquid fermented fish product could be made from digested tilapia frame using crude proteinases from tilapia viscera mixed with 15 - 20 % of salt before fermentation for 4 months.

keywords : autolysis, soybean meal, tilapia frame, liquid fermented fish product

บทนำ

ปลาร้าเป็นผลิตภัณฑ์หมักดองพื้นบ้านที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งการผลิตแต่ละพื้นที่มีขั้นตอนการผลิตที่ใกล้เคียงกัน แต่จะแตกต่างกันในด้านชนิดของปลา อัตราส่วนของปลาต่อเกลือ ระยะเวลาการหมักปลากับเกลือก่อนนำมาผสมรำข้าวหรือข้าวคั่ว สำหรับวิธีทำโดยนำปลามาหมักกับเกลือ จัดใส่ภาชนะปากแคบทิ้งไว้ในระยะเวลาตั้งแต่ 6 เดือน ถึง 1 ปี ปัจจุบันไทยเป็นประเทศที่มีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำหลายชนิด ตั้งแต่ระดับครัวเรือนไปจนกระทั่งถึงระดับอุตสาหกรรม ทำให้เกิดเศษเหลือจากการแปรรูป เช่น เศษที่เหลือจากการตัดแต่ง ครีบ หัว โครงกระดูก หนัง และอวัยวะภายในในปริมาณที่มาก โดยเฉพาะโครงปลานิลที่เป็นเศษเหลือจากการผลิตชิ้นปลานิลแล่แช่เยือกแข็ง (Chomnawang and Yongsawatdigul, 2013) ดังนั้นการนำเศษเหลือจากการแปรรูปเหล่านี้ซึ่งยังมีการนำไปใช้ประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ มาใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จึงเป็นการเพิ่มมูลค่าและยังเป็นการลดปริมาณขยะที่เป็นของแข็งลง (Kim and Mendis, 2006) จากงานวิจัยของชาญณรงค์ และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้าจากโครงปลานิลต่อผลของความเข้มข้นเกลือ (ร้อยละ 15 - 30) และปริมาณโคจิ (ร้อยละ 5 - 15) หมักเป็นระยะเวลา 6 พบว่าปริมาณความเข้มข้นเกลือและโคจิไม่มีผลต่อการเปลี่ยนค่าปริมาณโปรตีน ซึ่งโครงปลานิลเป็นวัตถุดิบที่สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้าได้ แต่ยังพบปัญหาที่เกิดขึ้นกับคุณลักษณะของน้ำปลาร้าที่ได้ กล่าวคือผลิตภัณฑ์ค่อนข้างที่จะมีกลิ่นหืนและปริมาณโปรตีนไม่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำปลาร้า (มผช. 1346/2549 ปริมาณโปรตีนและเกลือโซเดียมคลอไรด์ไม่น้อยกว่า 40 และ 150 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ตามลำดับ) โดยข้อมูลจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า กระบวนการการย่อยสลายวัตถุดิบเบื้องต้นโดยใช้อวัยวะภายในของปลานิลช่วยเร่งกิจกรรมการย่อยสลายวัตถุดิบได้ อีกทั้งยังอาจมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์และลดระยะเวลาในการหมักลงได้ (Nammontree et al., 2014) นอกจากนั้นการเติมแหล่งของโปรตีนจากวัตถุดิบอื่นระหว่างการกระบวนการหมักอาจสามารถช่วยเพิ่มปริมาณโปรตีนของน้ำปลาร้าให้สูงขึ้นได้อีกทางหนึ่งเพื่อให้ผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้าจากโครงปลานิลที่ผลิตได้มีคุณสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ จึงเพื่อศึกษาผลของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีของน้ำปลาร้าจากโครงปลานิลที่ผ่านการย่อยสลายตัววัตถุดิบเบื้องต้นระหว่างการหมักระยะเวลา 4 เดือน

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและความเข้มข้นเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำปลาร้าจากโครงปลานิลที่ผ่านการย่อยสลายวัตถุดิบเบื้องต้นระหว่างการหมักระยะเวลา 4 เดือน

วิธีดำเนิการวิจัย

1.วิธีการเตรียมโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลือง (ดัดแปลงจาก ญาณวิรุฒม์ และอนิรุทธิ์, 2555)

นำกากถั่วเหลืองจากร้านค้าน้ำนมถั่วเหลือง (โปรตีน ร้อยละ 12.33 ความชื้น ร้อยละ 70.93) สับผสมกับน้ำที่อัตราส่วนกากถั่วเหลืองต่อน้ำเท่ากับ 1:3 ด้วยเครื่องสับผสม นาน 5 นาที นำส่วน ผสมที่ผ่านการปั่นไปต้มให้เดือดเป็นเวลา 5 นาที กรองด้วยผ้าขาวบางแยกกากถั่วเหลืองออก นำน้ำถั่วเหลืองที่เตรียมได้ (อุณหภูมิประมาณ 75 องศาเซลเซียส) ทำการเติมสารตกตะกอนโปรตีน (Acetic acid conc. ความเข้มขันร้อยละ 2) ผสมให้เข้ากันโดยการกวนเบา ๆ ทิ้งไว้ 30 นาที ให้ตกตะกอน ใช้ผ้าขาวบางกรองแยกตะกอนโปรตีนออก นำตะกอนที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที แยกส่วนใสออก ตะกอนโปรตีนที่เตรียมได้นำไปใช้ในการทดลองต่อไป

2.วิธีการย่อยสลายโครงปลานิลเบื้องต้น (Nammontree et al., 2014)

2.1 การเตรียมเอนไซม์ย่อยสลายโปรตีนจากอวัยวะภายในของปลานิล

อวัยวะภายในของปลานิลจากตลาดทุ่งนาทอง จ.กาฬสินธุ์ นำมาล้างทำความสะอาด ปั่นผสมกับน้ำที่อัตราส่วนไส้ปลานิลต่อน้ำเท่ากับ 1:1 โดยใช้เครื่องปั่นที่ความเร็วระดับกลาง ระยะเวลา 1 นาที จากนั้นทำการกรองด้วยผ้าขาวบาง ของเหลวที่กรองได้ใช้เป็นเอนไซม์ย่อยสลายโปรตีนจากอวัยวะภายในของปลานิลเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

2.2 การย่อยสลายของโครงปลานิลบด

โครงปลานิลทำการสับเป็นชิ้นเล็กๆ ล้างและแช่น้ำอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 1 คืน เพื่อล้างเมือก เลือด และแยกไขมันปลาออก นำโครงปลานิลบดให้ละเอียดเติมน้ำ อัตราส่วน 1:1 เติมเอนไซม์ย่อยสลายโปรตีนจากอวัยวะภายในของปลานิลร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของวัตถุดิบ (โครงปลานิลบดและน้ำ) พักให้เกิดการย่อยสลายโปรตีนในวัตถุดิบระยะ เวลา 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

3.วิธีการศึกษาผลปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและความเข้มข้นเกลือ ต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำปลาร้าจากโครงปลานิลระหว่างกระบวนการหมัก

การศึกษาผลของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและความเข้มข้นเกลือ ต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของน้ำปลาร้าจากโครงปลานิลที่ผ่านกระบวนการหมัก ระยะเวลา 4 เดือน โดยการจัดหน่วยทดลองแบบ Central composite design (CCD) ประกอบด้วย 2^2 Factorial design ที่ 2 ระดับ (-1, +1) การทดลองที่จุดกึ่งกลาง (Central point) 5 จุด (0) และ 2 ระดับที่ axial point ($-\alpha$, $+\alpha$) โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป (Design-expert Version 7 trial) ช่วงระดับของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย ปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองร้อยละ 5 – 15 และปริมาณเกลือร้อยละ 15 – 20 โดยน้ำหนักของวัตถุดิบที่ผ่านการย่อยสลาย ซึ่งมีหน่วยการทดลองทั้งหมด 13 หน่วยการทดลอง แสดงดังตารางที่ 1 กระบวนการหมักน้ำปลาร้าจากโครงปลานิลทำโดย นำวัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายที่เตรียมได้ บรรจุลงในขวดแก้วขนาด 5 ลิตร ทำการเติมโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและเกลือ ตามปริมาณที่ใช้ในแต่ละหน่วยการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 1 กวนส่วนผสมระยะเวลา 5 นาที ปิดฝาให้สนิท ทำการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 4 เดือน โดยทำการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีกายภาพ

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณของโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและเกลือในแต่ละหน่วยการทดลอง

หน่วยการทดลอง	ปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลือง (%)	ปริมาณเกลือ (%)
1	10.00	17.50
2	10.00	17.50
3	10.00	17.50
4	5.00	15.00
5	10.00	17.50
6	15.00	20.00
7	5.00	20.00
8	10.00	13.96
9	10.00	17.50
10	2.93	17.50
11	10.00	21.04
12	15.00	15.00
13	17.07	17.50

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ โดยนำตัวอย่างไปทำการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 5,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 10 นาที ส่วนใสของตัวอย่างที่ได้นำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีได้แก่ ปริมาณโปรตีน และปริมาณเกลือ (AOAC, 2000) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (Dissaraphong et al., 2006) และค่าปริมาณด่างไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมด (TVB-N; Klomklao et al., 2006)

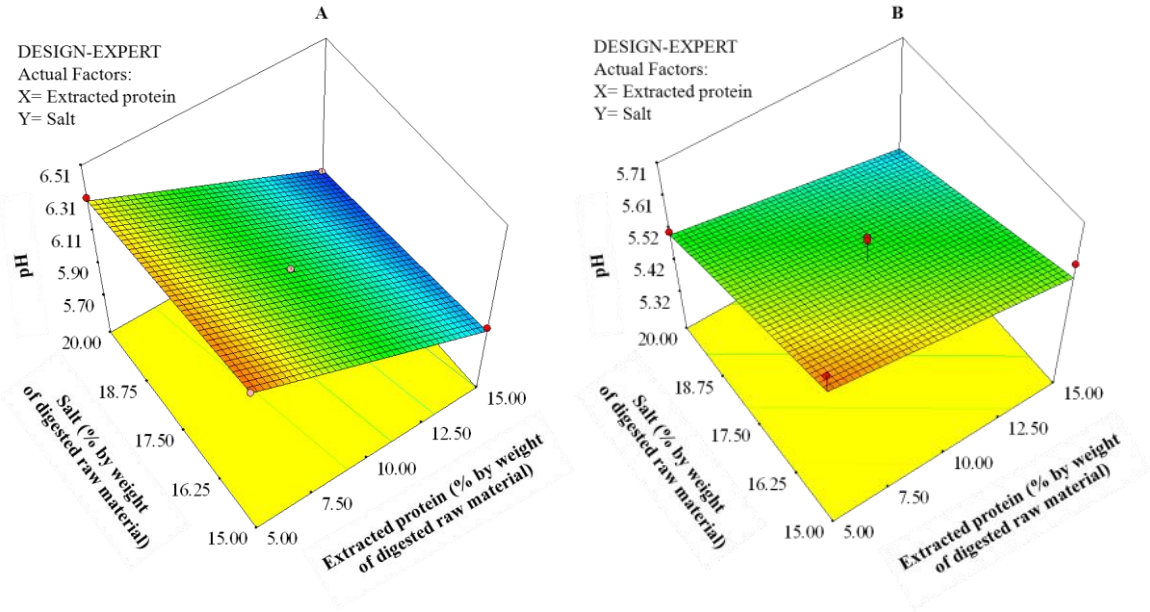
ผลการวิจัยและอภิปราย

1.ผลของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำปลาร้าที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน

การศึกษาผลของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและปริมาณเกลือที่ใช้ในการหมักต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในตัวอย่างน้ำปลาร้าที่ผ่านการหมักเป็นระยะเวลา 4 เดือน ผลของการทดลองพบว่าปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและเกลือ แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับค่า pH ของตัวอย่างที่ผ่านการหมัก ($p<0.05$) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.624 ซึ่งมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและปริมาณเกลือต่อการเปลี่ยนแปลง

ค่า pH ในตัวอย่างน้ำปลาร้าคือ ค่า pH = 6.175 - 0.011(extracted protein) - 0.031 (salt) โดยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้แสดง non-significant lack of fit test ($p>0.05$) ซึ่งแสดงถึงสมการมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการทำนายค่าได้

จากการพิจารณากราฟแสดงการตอบสนองพื้นผิวของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและปริมาณเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของตัวอย่างน้ำปลาร้าพบว่า เมื่อปริมาณของโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองที่เติมเพิ่มมากขึ้นค่า pH ของตัวอย่างก่อนทำการหมักจะมีค่าลดลง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 5.71 – 6.42 (ภาพที่ 1 A) ซึ่งอาจเป็นผลของกรดอะซิติคที่ใช้ในการตกตะกอนโปรตีน เมื่อพิจารณาน้ำปลาร้าที่ผ่านการหมักเป็นระยะเวลา 4 เดือนพบว่า ค่า pH จะมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเริ่มการหมักซึ่งเป็นผลจากปริมาณกรดที่ผลิตขึ้นระหว่างกระบวนการหมัก โดยเมื่อปริมาณเกลือและโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองที่เพิ่มขึ้นค่า pH มีแนวโน้มลดลงซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 5.32 – 5.70 (ภาพที่ 1 B)



ภาพที่ 1 ผลของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและปริมาณเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของน้ำปลาร้าที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน; A = ก่อนการหมัก (เดือนที่ 0) และ B = หลังการหมัก (เดือนที่ 4)

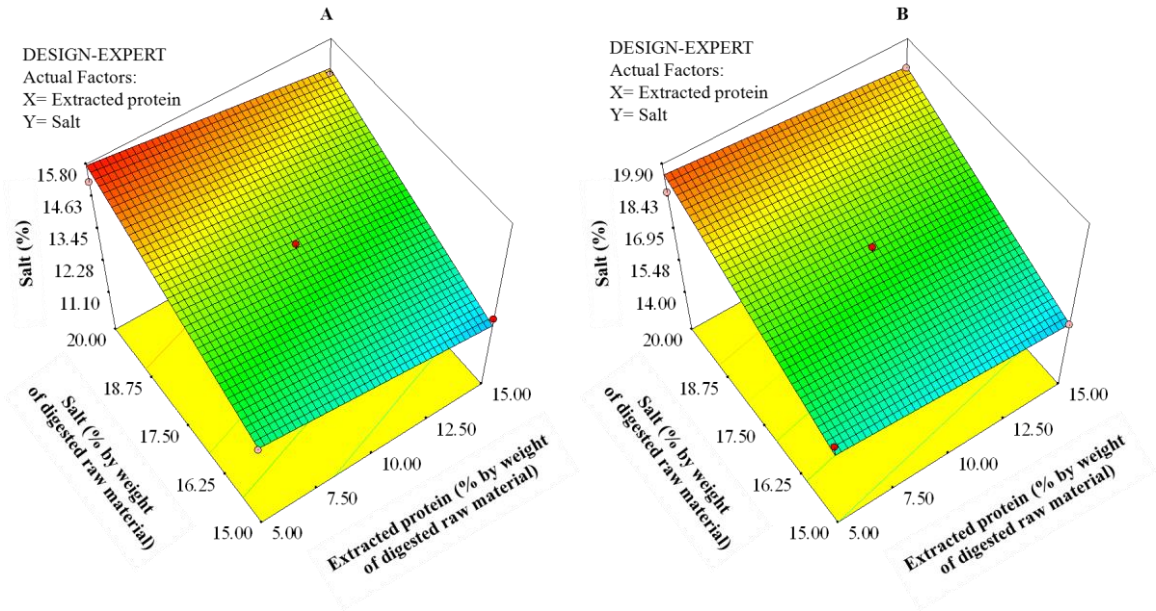
การที่ตัวอย่างที่ใช้เกลือในปริมาณที่สูงมีค่า pH ที่ต่ำกว่าอาจเกิดเนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในระหว่างกระบวนการหมักที่ทำให้เกิดองค์ประกอบที่เป็นด่างที่ระเหยได้ถูกยับยั้ง (Chaveesuk, 1991; Jiang et al., 2007) ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณด่างไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมด โดยพบว่าเมื่อปริมาณเกลือที่ใช้ในการหมักเพิ่มขึ้นค่าปริมาณด่างไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมดจะมีค่าลดลง Xu et al. (2008) รายงานว่า ระหว่างการหมักช่วงแรกค่า pH จะมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และจะมีค่าลดลงเมื่อกระบวนการหมักดำเนินต่อไปจนกระทั่งสิ้นสุดการหมัก โดยการเปลี่ยนแปลงของค่า pH อาจเกิดเนื่องจากการผลิตกรดและด่าง (volatile basic nitrogen) ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหมัก Cooke et al. (1987) ได้ทำการวิเคราะห์ค่า pH และปริมาณกรด (กรดแลคติค) ในตัวอย่างปลาร้าจากสถานที่ต่าง ๆ ของประเทศไทยพบว่า ค่า pH และปริมาณกรดของตัวอย่างจะอยู่ในช่วง 4.7 – 6.2 และร้อยละ 0.4 – 3.2 ตามลำดับ

2.ผลของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและปริมาณเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือ ของน้ำปลาร้าที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน

การศึกษาผลของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและปริมาณเกลือที่ใช้ในการหมักต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณเกลือ ในตัวอย่างน้ำปลาร้าที่ผ่านการหมักเป็นระยะเวลา 4 เดือน ผลของการทดลองพบว่าปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและเกลือ แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับค่าปริมาณเกลือของตัวอย่างที่ผ่านการหมัก ($p<0.05$) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.938 ซึ่งมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและปริมาณเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณเกลือในตัวอย่างคือ ค่าปริมาณเกลือ = 5.712 - 0.071(extracted protein) + 0.705(salt)

โดยที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้แสดง non-significant lack of fit test ($p>0.05$) ซึ่งแสดงถึงสมการมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการทำนายค่าได้

จากการพิจารณากราฟแสดงการตอบสนองพื้นผิวของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและปริมาณเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณเกลือของตัวอย่างน้ำปลาร้าก่อนทำการหมักพบว่า เมื่อปริมาณเกลือที่เติมเพิ่มมากขึ้นค่าปริมาณเกลือในตัวอย่างจะมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่เมื่อปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองที่เติมเพิ่มมากขึ้นค่า



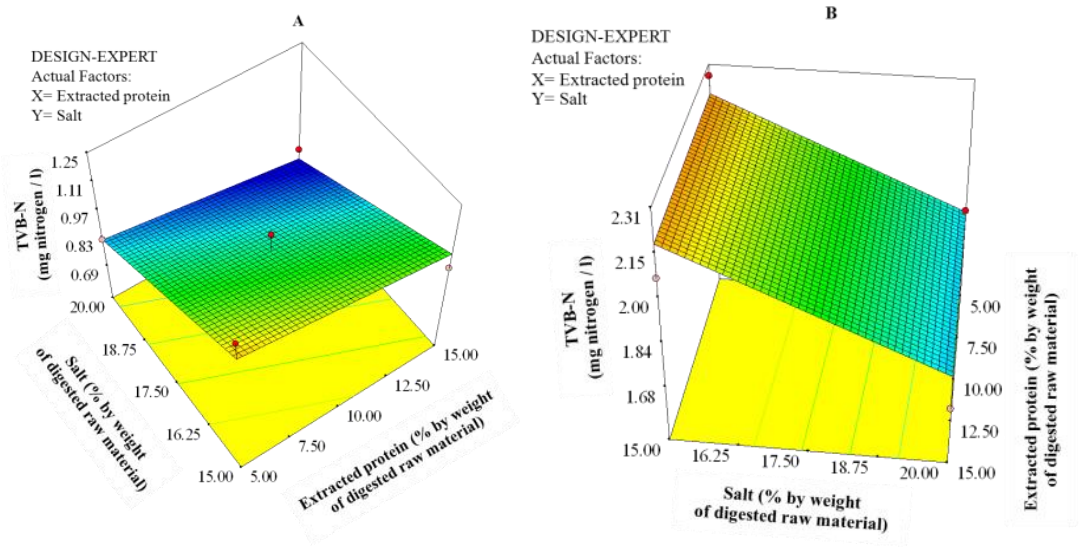
ภาพที่ 2 ผลของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและปริมาณเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณเกลือของน้ำปลาร้าที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน; A = ก่อนการหมัก (เดือนที่ 0) และ B = หลังการหมัก (เดือนที่ 4)

ปริมาณเกลือในตัวอย่างจะมีแนวโน้มลดลง (ภาพที่ 2 A) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 11.10 – 15.19 และเมื่อพิจารณาน้ำปลาร้าที่ผ่านการหมักเป็นระยะเวลา 4 เดือนเปรียบเทียบกับตัวอย่างก่อนเริ่มการหมักพบว่า ค่าปริมาณเกลือในตัวอย่างจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นโดยมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 15.19 – 18.70 (ภาพที่ 2 B) ซึ่งอาจเป็นผลจากการละลายของเกลือที่ทำการเติมในแต่ละหน่วยการทดลองเพิ่มขึ้นระหว่างกระบวนการหมัก

3.ผลของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและปริมาณเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณด่างไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมด (TVB-N) ของน้ำปลาร้าที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน

การศึกษาผลของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและปริมาณเกลือที่ใช้ในการหมักต่อการเปลี่ยนแปลงค่า TVB-N ในตัวอย่างน้ำปลาร้าผลการทดลองพบว่า ปริมาณเกลือที่แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับค่า TVB-N ของตัวอย่างที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน ($p<0.05$) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.674 ซึ่งมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงค่า TVB-N ในตัวอย่างคือ ค่าปริมาณด่างไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมด (TVB-N) = 3.377 - 0.078(salt) โดยที่แบบ จำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้แสดง significant lack of fit test ($p<0.05$) ซึ่งแสดงถึงสมการไม่มีความเหมาะ สมที่จะนำไปใช้ในการทำนายค่า ในขณะที่ปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองไม่แสดงความสัมพันธ์ทั้งเชิงเส้นตรงและเส้นโค้งกับค่า TVB-N ของตัวอย่าง ($p>0.05$)

เมื่อพิจารณากราฟแสดงการตอบสนองพื้นผิวของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงค่า TVB-N ของตัวอย่างก่อนเริ่มการหมักพบว่า เมื่อปริมาณเกลือที่เติมเพิ่มมากขึ้นค่า TVB-N ของตัวอย่างจะมีค่าลดลง ซึ่งอาจเกิดจากการที่อัตราส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองเกิดการเจือจางเมื่ออัตราส่วนของเกลือที่ใช้เพิ่มขึ้น โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.74 – 1.22 mg nitrogen/l (ภาพที่ 3 A) และเมื่อตัวอย่างผ่านการหมักเป็นระยะเวลา 4 เดือนพบว่า ค่า TVB-N ของตัวอย่างจะมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1.68 – 2.30 mg nitrogen/l โดยเมื่อปริมาณเกลือที่ใช้ในการหมักเพิ่มมากขึ้นค่า TVB-N ที่วิเคราะห์ได้จะมีค่าลดลง (ภาพที่ 3 B)

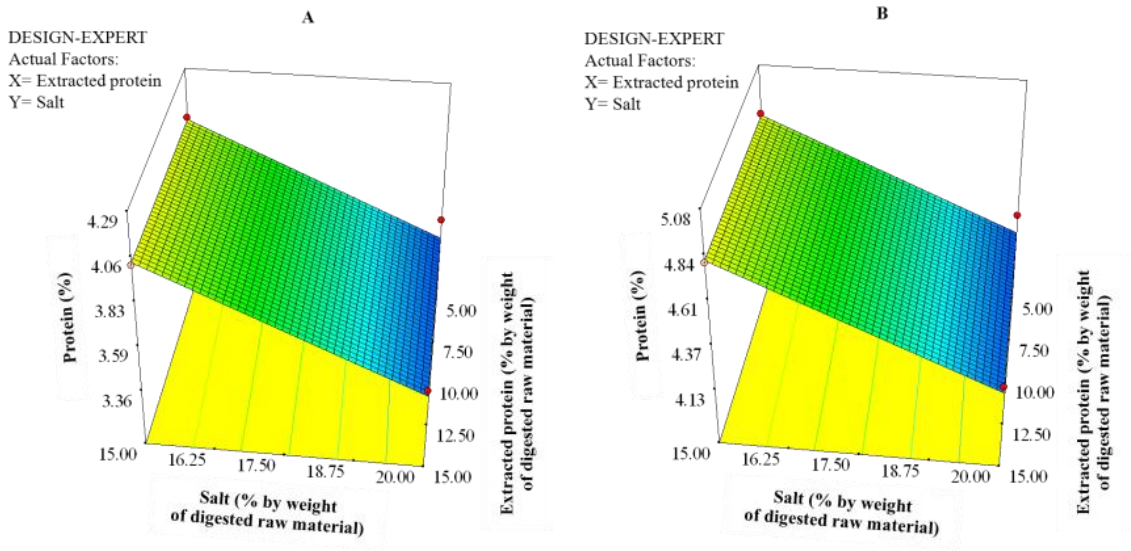


ภาพที่ 3 ผลของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและปริมาณเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงค่า TVB-N ของน้ำปลาร้าที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน; A = ก่อนการหมัก (เดือนที่ 0) และ B = หลังการหมัก (เดือนที่ 4)

การเกิด TVB-N โดยปกติจะมีความ สัมพันธ์กับกิจกรรมของจุลินทรีย์ ซึ่งใช้เป็นตัวบ่งชี้การเน่าเสีย (Özogul and Özogul, 2000 ; Benjakul et al., 2003) โดยที่องค์ประกอบที่เป็นด่างที่ระเหยได้บางส่วนถูกผลิตขึ้นระหว่างกระบวนการย่อยสลายตัวเองของวัตถุดิบ (Xu et al., 2008) หลังจากนั้นจะเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในระหว่างกระบวนการหมัก (Jiang et al., 2007) ซึ่งในการหมักที่ใช้ปริมาณความเข้มข้นของเกลือต่ำ ๆ จะมีผลต่อกระบวนการหมัก เช่น อัตราการย่อยสลายโปรตีนและอัตราการหมักจะเพิ่มขึ้น ซึ่งกิจกรรมของเอนไซม์ย่อยสลายโปรตีนในวัตถุดิบและกิจกรรมของจุลินทรีย์จะมีความสัมพันธ์กับค่าความเข้มข้นของเกลือที่ใช้ โดยถ้ามีการใช้เกลือในการหมักที่ความเข้มข้นสูง ๆ กิจกรรมของเอนไซม์และกิจกรรมของจุลินทรีย์จะถูกยับยั้ง อีกทั้งการใช้แกลือในการหมักที่ความเข้มข้นสูงยังมีผลทำให้เนื้อเยื่อของวัตถุดิบเกิดการแข็งตัวหรือเกาะกันแน่นมากยิ่งขึ้นเนื่องจากการเพิ่มของแรงดันออสโมติค ทำให้เอนไซม์เข้าทำปฏิกิริยาได้ยากขึ้น (Shih et al., 2003; Hjal marsson et al., 2007; Jaing et al., 2007; Xu et al., 2008) จากผลการทดลองพบว่าปริมาณของเกลือที่เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่าปริมาณ TVB-N ของตัวอย่างลดลง ซึ่งอาจเกิดจากที่ค่าความเข้มข้นของเกลือที่สูงมีผลในการลดกิจกรรมของเอนไซม์และจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหมัก (Chaveesuk, 1991; Paludan-MuÖller et al., 2002; Klomklao et al., 2006)

4.ผลของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและปริมาณเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณโปรตีนของน้ำปลาร้าที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน

การศึกษาผลของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและปริมาณเกลือที่ใช้ในการหมักต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณโปรตีนในตัวอย่างน้ำปลาร้าที่ผ่านการหมักเป็นระยะเวลา 4 เดือน ผลการทดลองพบว่า ปริมาณเกลือที่แสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับค่าปริมาณโปรตีนของตัวอย่างที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน ($p<0.05$) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.929 ซึ่งมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณโปรตีนในตัวอย่าง คือ ค่าปริมาณโปรตีน = 6.556 - 0.117(salt) โดยที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้แสดง significant lack of fit test ($p<0.05$) ซึ่งแสดงถึงสมการไม่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการทำนายค่า ในขณะที่ปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองไม่แสดงความสัมพันธ์ทั้งเชิงเส้นตรงและเส้นโค้งกับค่าปริมาณโปรตีนของตัวอย่าง ($p>0.05$)



ภาพที่ 5 ผลของปริมาณโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองและปริมาณเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณโปรตีนของน้ำปลาร้าที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน; A = ก่อนการหมัก (เดือนที่ 0) และ B = หลังการหมัก (เดือนที่ 4)

เมื่อพิจารณากราฟแสดงการตอบสนองพื้นผิวของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณโปรตีนของตัวอย่างก่อนเริ่มการหมักพบว่า เมื่อปริมาณเกลือที่เติมเพิ่มมากขึ้นค่าปริมาณโปรตีนของตัวอย่างจะมีค่าลดลงซึ่งอาจเกิดจากการที่อัตราส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองเกิดการเจือจางเมื่ออัตราส่วนของเกลือที่ใช้เพิ่มขึ้น โดยมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 3.48 – 4.03 (ภาพที่ 4 A) ซึ่งการที่ปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์ได้ในตัวอย่างก่อนที่จะทำการหมักพบในปริมาณสูงอาจเกิดเนื่องจากวัตถุดิบโครงปลานิลที่ใช้ในการทดลองได้ผ่านการย่อยสลายเบื้องต้นโดยใช้แหล่งของเอนไซม์โปรติเนสจากอวัยวะภายในของปลานิลรวมทั้งบางส่วนอาจได้รับจากการละลายของโปรตีนสกัดจากกากถั่วเหลืองที่เติมลงไป และเมื่อพิจารณาตัวอย่างที่ผ่านการหมักเป็นระยะเวลา 4 เดือนพบว่า ค่าปริมาณโปรตีนของตัวอย่างจะมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 4.27 – 4.81 โดยเมื่อปริมาณเกลือใช้ในการหมักเพิ่มมากขึ้นค่าปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์ได้มีค่าลดลง (ภาพที่ 4 B)

จากผลการทดลองจะพบว่า การเติมโปรตีนที่สกัดจากกากถั่วเหลืองไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนที่วิเคราะห์ได้ในตัวอย่างน้ำปลาร้าที่ผ่านการหมักนั้นอาจเกิดเนื่องจากโปรตีนถั่วเหลืองมีค่า isoelectric point (pI) อยู่ในช่วง 4.2 – 4.6 (ไพโรจน์, 2538; กนิฐพร, 2547) การที่สารละลายผสมของตัวอย่างก่อนเริ่มการหมักค่า pH มีค่าอยู่ระหว่าง 5.71 – 6.51 และเมื่อตัวอย่างผ่านการหมักเป็นระยะเวลา 4 เดือน ค่า pH จะมีค่าลดลงโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 5.3 – 5.7 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่า pI ของโปรตีนจากถั่วเหลือง จึงอาจมีผลทำให้โปรตีนที่สกัดจากกากถั่วเหลืองเกิดการละลายน้อยมาก และเมื่อพิจารณาผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า การย่อยสลายวัตถุดิบโครงปลานิลเบื้องต้นโดยใช้แหล่งของเอนไซม์โปรติเนสจากอวัยวะภายในของปลานิล และเติมเกลือระหว่างร้อยละ 15 – 20 โดยน้ำหนักของวัตถุดิบที่ผ่านการย่อยสลาย จากนั้นทำการหมักเป็นระยะเวลา 4 เดือน น้ำปลาร้าที่ผลิตได้เป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำปลาร้า คือมีปริมาณโปรตีนและปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ไม่น้อยกว่า 40 และ 150 กรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ตามลำดับ โดยไม่ต้องเติมโปรตีนที่สกัดจากกากถั่วเหลือง

สรุปผลการวิจัย

ผลิตภัณฑ์น้ำปลาร้าจากโครงปลานิลที่ผ่านการหมักเป็นระยะเวลา 4 เดือน โดยทำการย่อยสลายวัตถุดิบโครงปลานิลเบื้องต้นโดยใช้แหล่งของเอนไซม์โปรติเนสจากอวัยวะภายในของปลานิล จากนั้นเติมเกลือระหว่างร้อยละ 15 – 20 โดยน้ำหนักของวัตถุดิบที่ผ่านการย่อยสลาย ภายหลังการหมักเป็นระยะเวลา 4 เดือน น้ำปลาร้าที่ผลิตได้จะมีปริมาณโปรตีนและปริมาณเกลือเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการที่กำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำปลาร้า โดยไม่ต้องเติมโปรตีนที่สกัดจากกากถั่วเหลือง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการวิจัยการพัฒนาปลาร้าจากโครงปลานิลที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และสารเคมีบางส่วนที่ใช้ในงานวิจัย ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะ อีกทั้งคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์ จนทำให้การศึกษาวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กนิฐพร พ่วงสมบัติ. (2547). **ผลของเอนไซม์โปรทิเอสและสารให้ความคงตัวต่อคุณภาพของน้ำนมถั่วเหลืองผสมน้ำผลไม้.** วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การอาหาร), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ชาญณรงค์ ชมนาวัง กรรณิการ์ ห้วยแสน จิระพันธ์ ห้วยแสน และ ปิยนันท์ ชมนาวัง. (2557). **การพัฒนาปลาร้าจากโครงปลานิล.** รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์. เงินงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ประจำปีงบประมาณ 2556, 62 หน้า.

ญาณวิรุตม์ วิจิตรพันธ์ และ อนิรุทธิ์ พิมพะนิตย์. (2555). **ผลของชนิดและความเข้มข้นของสารตกตะกอนและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่อการตกตะกอนของโปรตีนและคุณภาพของเต้าหู้ที่ผลิตจากกากถั่วเหลือง.** ปัญหาพิเศษหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์.

ไพโรจน์ วิริยจารี. (2538). **เครื่องดื่มน้ำนมถั่วเหลือง: วิธีทางอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม.** มหาวิทยาลัย เชียงใหม่, เชียงใหม่.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2546). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำปลาร้า (มผช. 1346/2549), 8 กุมภาพันธ์ 2557. http://app.tisi.go.th/ otop/pdf_file/tcps1346_49.pdf.

AOAC. (2000). **Official methods of analysis of association of official analytical chemists**. 16 th ed. Maryland.

Benjakul S, Visessanguan W, Thongwaew C and Tanaka M. (2003). **Comparative study on physicochemical changes of muscla proteins from some tropical fish during frozen storage.** Food Research International, 36: 787-795.

Chaveesuk, R. (1991). **Acceleration of fish sauce fermentation using proteolytic enzymes.** M.Sc. thesis, Department of Food Science and Agricultural Chemistry, Faculty of Graduate Studies and Research, Memorial University of Newfoundland, St. John's, Newfoundland, Canada.

Cooke, R.D., Twiddy, D.R. and Alan Reilly, P.J. (1987). **Lactic-acid fermentation as a low-cost means of food preservation in tropical countries**. FEMS Microbiology Reviews: 46: 369-379.

Chomnawang C. and Yongsawatdigul J. (2013). Protein recovery of tilapia frame by-products by pH-shift method. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, Vol. 22 (2): 112-120.

Dissaraphong S., Benjakul S., Visessanguan W. and Kishimura H. (2006). The influence of storage conditions of tuna viscera before fermentation on chemical, physical and microbiological changes in fish sauce during fermentation. **Bioresource Technology,** 97: 2032-2040.

Hjalmarsson G.H., Park J.W. and Kristbergsson K. (2007). Seasonal effects on the physicochemical characteristics of fish sauce made from capelin (Mallotus villosus). **Food Chemistry**, 103: 495–504.

Jiang J.-J., Zeng Q.-X., Zhu Z.-W. and Zhang L.-Y. (2007). Chemical and sensory changes associated with Yu-lu fermentation process A traditional Chiness fish sauce. **Food Chemistry,** 104: 1629-1634.

Kim S.K. and Mendis E. (2006). Bioactive compounds from marine processing byproduct- A review. **Food Research International,** 39: 383-393.

Klomklao S., Benjakul S., Visessanguan W., Kishi- mura H. and Sompson, K. (2006). Effects of the addition of skipjack tuna (Katsuwonus pelamis) on the liquefaction and characteristics of fish sauce made from sardine (Sardinella gibbosa). **Food chemistry**, 98: 440-452.

Nammontree A., Wijitpun Y., Huaisan K., Chomnawang P. and Chomnawang C. (2014). **The optimal conditions of tilapia frame digestion process using crude proteinases from tilapia viscera.** The 5 th Rajamangala University of Technology International Conference (5 th RMUTIC), Technology and Innovation to wards ASEAN, 23 rd -25 st July 2014, At Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi (Huntra) Phra NaKhon Si Ayutthaya, Thailand.

Özogul F. and Özogul Y. (2000). **Comparison of methods used for determination of total volatile basic nitrogen (TVB-N) in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss).** Turk Journal of Zoology, 24: 113-120.

Paludan-MuÖller C., Madsen M., Sophanodora P., Gram L. and Møller P.L. (2002). **Fermentation and microflora of plaa-som,** a Thai fermented fish product prepared with different salt concentrations. International Journal of Food Microbiology, 73: 61– 70.

Shih I., Chenb L., Yu T., Changb W. and Wang S. (2003). **Microbial reclamation of fish processing wastes for the production of fish sauce.** Enzyme and Microbial Technology, 33: 154–162.

Xu W., Yu G., Xue C., Xue Y., and Ren Y. (2008). Biochemical changes associated with fast fermentation of squid processing by-products for low salt fish sauce. **Food Chemistry**, 107: 1597-1604.

การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน บ้านหนองห่าย ตำบลข่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

People’s participation in community forest conservation, Ban Nong Hai, Khuang Pao sub-district, Chom Thong district, Chiang Mai province

ปิติพร ทองจำรูญ* และ สุรพล เศรษฐบุตร
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่
*corresponding author e-mail: pitipporncmu@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน และความสัมพันธ์ระหว่าง ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล สภาพเศรษฐกิจและสังคม ความรู้เกี่ยวกับป่าชุมชน ทัศนคติต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน กับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน โดยใช้สถิติวิเคราะห์คือสหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation) และการวิเคราะห์ถดถอยพหุคุณ (multiple regression) ผลการศึกษาพบว่า ผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในระดับมากที่สุด และมีตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชนในแต่ละด้านดังนี้ ด้านการตัดสินใจ วางแผนการอนุรักษ์ป่าชุมชน ได้แก่ รายได้จากป่าชุมชน และทัศนคติ ด้านการดำเนินการ การปฏิบัติตามแผนการอนุรักษ์ป่าชุมชนได้แก่ ตำแหน่ง หน้าที่ในการจัดการป่าชุมชน การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชน และทัศนคติ ด้านการรับผลประโยชน์จากการอนุรักษ์ป่าชุมชนได้แก่ ประโยชน์ที่ได้จากป่าชุมชน และทัศนคติ และด้านการประเมินผลการอนุรักษ์ป่าชุมชนได้แก่ รายได้จากป่าชุมชน ตำแหน่งหน้าที่ในการจัดการป่าชุมชน การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชน และทัศนคติ นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับผลรวมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน ได้แก่ รายได้จากป่าชุมชน ตำแหน่งหน้าที่ในการจัดการป่าชุมชน การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชน และทัศนคติ ผลการศึกษาที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางการพัฒนา ส่งเสริมการอนุรักษ์ป่าชุมชนของประชาชนในพื้นที่ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่อไป

คำสำคัญ : การมีส่วนร่วม ป่าชุมชน การอนุรักษ์ป่าชุมชน

Abstract

The objective of this research were to study the people’s participation in community forest conservation and the relationship among the person condition, socio - economic characteristics, knowledge of the community forest, attitudes towards community forest conservation and people’s participation in community forest conservation. The study of people's participation in community forest conservation in various aspects of both side 4, found that to participate in high levels. The relationship between the independent variable and the dependent variable using statistical analysis is the multiple regression. The results found that the variables which were significantly related to people's participation in community forest conservation could be divided into four aspects as followed, the variables for the participating in planning decisions on community forest conservation were the income from community forest and attitude; the variables for the participate in the action on community forest conservation were the position responsible for managing the forest community, information receiving, and attitude; the variables for the participate in the benefits on community forest conservation were the benefits from the community forest and attitude; the variables for the participate in the assessment on community forest conservation were the income from community forest, position responsible for managing the forest community, information receiving, and attitude. In addition, the relationship between variable with a total people's participation in community forest conservation were the income from community forest, position responsible for managing the forest community, information receiving, and attitude. The results can be used as a guide for organizations and individuals to development and promote of communities forest conservation.

keywords : participation, community forest, community forest conservation

บทนำ

ทรัพยากรป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีค่าอย่างยิ่ง สามารถอำนวยประโยชน์ให้แก่มนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม นับตั้งแต่ในอดีตที่มนุษย์ได้เริ่มพึ่งพาตนเอง เรียนรู้ที่จะใช้ประโยชน์จากป่าเป็นแหล่งปัจจัยสี่ อันได้แก่ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรค เมื่อมนุษย์เริ่มมีวิวัฒนาการเข้าสู่การเป็นสังคมมากขึ้น ก็เกิดการคิดค้นวิทยาการความก้าวหน้าใหม่ๆ ขึ้นมา เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการดำรงชีพ ทำให้เกิดเป็นสังคมอุตสาหกรรมในหมู่มนุษย์ มีการทำลายทรัพยากรป่าไม้ เพื่อใช้พื้นที่ และใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นอื่นๆ ทำให้ป่าไม้ถูกทำลายเพิ่มมากขึ้นป่าไม้ถือว่าเป็นแหล่งทรัพยากรที่มีคุณค่า การที่ป่าไม้ของประเทศลดลงก่อให้เกิดปัญหามากมาย เช่น ฝนแล้ง ขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตร อุปโภคบริโภค เกิดอุทกภัยบ่อยครั้ง และขาดแคลนทรัพยากรที่มีคุณค่า อื่นๆ ดังนั้นการทำลายป่าไม้ หรือการทำให้ป่าไม้เกิดความเสื่อมโทรมจะส่งผลกระทบต่อสภาวะการดำรงชีพของทั้งมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ดังนั้นการอนุรักษ์ป่าไม้จึงถือเป็นเรื่องสำคัญอย่างยิ่งที่ผู้ใช้ประโยชน์จากป่าไม้อย่างมนุษย์เราควรจะต้องมีส่วนร่วม

ประเทศไทยนั้นได้ตระหนักถึงปัญหาการเสื่อมโทรมของทรัพยากรป่าไม้มาตลอดตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยสะท้อนความคิดเห็นและแนวทางการแก้ไข ออกมาเป็นนโยบายและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ และในแผนพัฒนาเศรษฐกิจฯ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555-2559 ได้กำหนดยุทธศาสตร์การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน โดยมีเป้าหมายคือการเพิ่มทรัพยากรธรรมชาติโดยการรักษาพื้นที่อนุรักษ์ไว้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 19 เพิ่มพื้นที่ป่าให้ได้ร้อยละ 40 ของพื้นที่ประเทศ นอกจากนี้ยังมีแนวทางการพัฒนาการคุ้มครอง ป้องกัน รักษา ฟื้นฟูป่าไม้และเขตอนุรักษ์ เพื่อแก้ไขปัญหาการบุกรุกถือครองที่ดินในพื้นที่ป่าไม้ ส่งเสริมเครือข่ายอนุรักษ์และป้องกันการบุกรุก ส่งเสริมหลักการชุมชนอยู่ร่วมกับป่า ส่งเสริมการจัดการป่าชุมชนฯลฯ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2554) จากนโยบายและแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สะท้อนให้เห็นถึงการเปิดโอกาสให้ชุมชนเข้ามามีบทบาทในการจัดการกับทรัพยากรป่าไม้ของตน ให้มีส่วนร่วมในการดูแลรักษาทรัพยากรในท้องถิ่นตนเองทำให้เกิดศักยภาพในการอนุรักษ์ เนื่องจากทำให้ประชาชนในท้องถิ่นมีสิทธิในการจัดการป่าไม้ได้อย่างยั่งยืน จึงเกิดเป็นกระบวนการจัดการป่าไม้ที่เรียกว่า ป่าชุมชน

จังหวัดเชียงใหม่มีป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญอยู่หลายแห่ง โดยเฉพาะในอำเภอจอมทองซึ่งเป็นที่ตั้งของเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่าจอมทอง ชุมชนบ้านหนองห่าย ตำบลข่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ มีเนื้อที่ประมาณ 1,700 ไร่ เป็นที่ราบเชิงเขา ทางด้านทิศเหนือของชุมชนติดกับเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่าจอมทอง ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นเขตป่าชุมชนบ้านหนองห่าย ที่มีเนื้อที่ประมาณ 400 ไร่ ซึ่งพื้นที่บริเวณนี้ประชาชนในชุมชน ได้ร่วมกันอนุรักษ์ไว้เป็นสมบัติของส่วนร่วม เพื่อเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารของหมู่บ้านรวมทั้งเพื่อการใช้ประโยชน์จากป่า ในอดีตก่อนมีการจัดตั้งป่าชุมชนนั้น เขตป่าบริเวณดังกล่าวถูกบุกรุกโดยบุคคลภายนอก และคนในชุมชนบางกลุ่ม ซึ่งทำการแผ้วถางป่าเพื่อการทำการเกษตร ทำให้ระบบนิเวศป่าไม้เสื่อมโทรม ความอุดมสมบรูณ์ของป่าลดลง น้ำในลำธารขาดหาย ทำให้น้ำที่ใช้ในการทำการเกษตรไม่เพียงพอ ซึ่งหากไม่มีการจัดการที่เหมาะสมอาจส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ จึงทำให้ประชาชนในชุมชนร่วมมือร่วมใจกันก่อตั้งป่าชุมชนขึ้น ปัจจุบันป่าชุมชนบ้านหนองห่ายนอกจากจะใช้ประโยชน์ในด้านการเป็นแหล่งน้ำ และการเก็บของป่าแล้ว ยังได้มีการจัดกิจกรรมอื่น เช่น การทัศนศึกษาจากหน่วยงานภายนอก การเป็นห้องเรียนธรรมชาติของคนในพื้นที่ และการดูงานจากหน่วยงานภายนอก เพื่อเสริมสร้างความเข้มแข็งและการมีบทบาทของประชาชนในการจัดการป่าชุมชน ด้วยสาเหตุนี้จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาถึงการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน เพื่อจะได้ทราบว่าประชาชนในชุมชนบ้านหนองห่าย ตำบลข่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าชุมชนอย่างไร และเพื่อเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องใช้ เป็นแนวทางในการพัฒนาป่าชุมชนในพื้นที่อื่นต่อไป

วัตถุประสงค์การทำวิจัย

เพื่อศึกษาการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน และความสัมพันธ์ระหว่าง ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล สภาพเศรษฐกิจและสังคม ความรู้เกี่ยวกับป่าชุมชน ทัศนคติต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน กับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านพื้นที่ศึกษาวิจัย บ้านหนองห่าย หมู่ 1 ตำบลข่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 1,700 ไร่ ประกอบด้วย 186 ครัวเรือน

ขอบเขตด้านเนื้อหาศึกษาวิจัย ผู้วิจัยเลือกศึกษาข้อมูลจากเอกสารทางวิชาการ เอกสารของทางราชการ และการสัมภาษณ์จากประชาชนในพื้นที่ เพื่อศึกษาถึงการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านหนองห่าย โดยผู้ที่ให้ข้อมูลเป็นหัวหน้าครอบครัวที่อยู่ใน บ้านหนองห่าย หมู่ 1 ตำบลข่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่เท่านั้น

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ประชากรในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือ หัวหน้าครัวเรือนหรือตัวแทนหัวหน้าครัวเรือนที่อาศัยอยู่ในหมู่บ้านหนองห่าย หมู่ 1 ตำบลข่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 186 คน โดยผู้วิจัยได้ทำการสุมขนาดกลุ่มตัวอย่าง (sample size) ด้วยการคำนวณทางสถิติแบบ Taro Yamane (1973, อ้างถึงใน กิติศักดิ์, 2551) ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01 โดยจะได้กลุ่มตัวอย่างที่จะทำการศึกษาในครั้งนี้จำนวนทั้งสิ้น 183 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ศึกษาเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน โดยศึกษาจากลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล สภาพเศรษฐกิจและสังคม ความรู้เกี่ยวกับป่าชุมชน และทัศนคติต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลได้ดำเนินการเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิเกี่ยวกับประชาชน บ้านหนองห่าย ตำบลข่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ จากผู้ใหญ่บ้าน หมู่ 1 บ้านหนองห่าย, คณะกรรมการป่าชุมชนบ้านหนองห่าย และองค์การบริหารส่วนตำบลข่วงเปา

ขั้นตอนที่ 2 เก็บข้อมูลปฐมภูมิโดยใช้แบบสัมภาษณ์ ผู้วิจัยจะชี้แจงแนะนำให้ผู้ให้ข้อมูลเข้าใจในการเก็บข้อมูลโดยการใช้แบบสัมภาษณ์ดังกล่าว

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สถิติวิเคราะห์คือ สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation) และการวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (multiple-regression) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะส่วนบุคคล ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม ความรู้ของประชาชนเกี่ยวกับป่าชุมชน ทัศนคติของประชาชนที่มีต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน กับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน

ผลการวิจัย

การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน

จากการศึกษาเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมในด้านต่างๆ ทั้ง 4 ด้าน พบว่า ด้านการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจวางแผน กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 77.00, ด้านการมีส่วนร่วมในด้านการดำเนินการ กลุ่มตัวอย่างมีส่วนร่วมในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 61.70, ด้านการมีส่วนร่วมในด้านการรับผลประโยชน์ กลุ่มตัวอย่างมีส่วนร่วมในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50.30, ด้านการมีส่วนร่วมในด้านการประเมินผล กลุ่มตัวอย่างมีส่วนร่วมในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 59.60 และการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าชุมชนทั้ง 4 ด้าน ประชากรผู้ให้ข้อมูลส่วนใหญ่มีส่วนร่วมในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 65.00

ความสัมพันธ์ระหว่าง ลักษณะพื้นฐานส่วนบุคคล ลักษณะสภาพเศรษฐกิจและสังคม ความรู้ของประชาชนเกี่ยวกับป่าชุมชน และทัศนคติของประชาชนต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าชุมชน กับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน

จากการศึกษาการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 16 ตัวแปร โดยแบ่งออกเป็น 4 ปัจจัย คือ (1) ลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือน อาชีพหลัก อาชีพรอง และระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในชุมชน (2) ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม ได้แก่ รายได้จากการประกอบอาชีพ รายได้จากป่าชุมชน ขนาดการถือครองที่ดิน ประโยชน์ที่ได้จากป่าชุมชน ตำแหน่ง หน้าที่ในการจัดการป่าชุมชน การรับรู้ข่าวสารด้านป่าชุมชน และความต้องการการสนับสนุนจากหน่วยงานราชการ (3) ความรู้เกี่ยวกับป่าชุมชน (4) ทัศนคติต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน กับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน ซึ่งประกอบด้วย (1) ด้านการตัดสินใจ วางแผนการอนุรักษ์ป่าชุมชน (2) ด้านการดำเนินการตามแผนการอนุรักษ์ป่าชุมชน (3) ด้านการรับผลประโยชน์จากการอนุรักษ์ป่าชุมชนและ (4) ด้านการประเมินผลการอนุรักษ์ป่า โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุ พบว่า

ผลการศึกษาเมื่อตัวแปรต้นคือ การมีส่วนร่วมด้านการตัดสินใจ วางแผนการอนุรักษ์ป่าชุมชน ปัจจัยที่ทำให้ประชาชนมีส่วนร่วมอย่างมีนัยสำคัญ 0.01 ได้แก่ รายได้จากป่าชุมชน และทัศนคติต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน ดังตารางที่ 1 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าถ้าประชาชนมีรายได้จากป่าชุมชนมาก จะส่งผลต่อการมีส่วนร่วมด้านการตัดสินใจ วางแผนกา รอนุรักษ์ป่าชุมชนมากกว่าผู้ที่มีรายได้จากป่าชุมชนน้อย หรือไม่มีรายได้จากป่าชุมชน เช่นเดียวกับการที่มีทัศนคติที่ดีต่อการอนุรักษ์ป่า

ชุมชน ย่อมส่งผลให้การมีส่วนร่วมด้านการตัดสินใจ วางแผนการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากกว่าผู้ที่มีทัศนคติไม่ดีต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน

ผลการศึกษาเมื่อตัวแปรต้นคือ การมีส่วนร่วมด้านการดำเนินการ การปฏิบัติตามแผนการอนุรักษ์ป่าชุมชน ปัจจัยที่ทำให้ประชาชนมีส่วนร่วมอย่างมีนัยสำคัญ 0.01 ได้แก่ ตำแหน่ง หน้าที่ในการจัดการป่าชุมชน การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชน และทัศนคติต่อการอนุรักษ์ป่า ดังตารางที่ 1 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า การมีตำแหน่ง หน้าที่ในการจัดการป่าชุมชน จะส่งผลต่อการมีส่วนร่วมด้านการดำเนินการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากกว่าประชาชนทั่วไป ถ้าจำนวนของผู้ที่มีตำแหน่งหน้าที่ในการจัดการป่าชุมชนลดลง จะส่งผลให้คะแนนการมีส่วนร่วมด้านการดำเนินการอนุรักษ์ป่าชุมชนเปลี่ยนแปลง ในขณะเดียวกันประชาชนผู้ที่ได้รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชนมาก จะการมีส่วนร่วมด้านการดำเนินการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากกว่าประชาชนที่ได้รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชนน้อย สอดคล้องกับประชาชนที่มีทัศนคติที่ดีต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน ย่อมส่งผลให้การมีส่วนร่วมด้านการดำเนินการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากกว่าผู้ที่มีทัศนคติไม่ดีต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน ทำให้คะแนนการมีส่วนร่วมด้านการดำเนินการ อนุรักษ์ป่าชุมชนเปลี่ยนแปลง

ผลการศึกษาเมื่อตัวแปรต้นคือ การมีส่วนร่วมด้านการรับผลประโยชน์จากการอนุรักษ์ป่าชุมชน ปัจจัยที่ทำให้ประชาชนมีส่วนร่วมอย่างมีนัยสำคัญ 0.01 ได้แก่ ประโยชน์ที่ได้จากป่าชุมชน และทัศนคติต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน ดังตารางที่ 1 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าประชาชนที่ได้รับประโยชน์จากป่าชุมชนมาก จะส่งผลต่อการมีส่วนร่วมด้านการรับผลประโยชน์จากการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากกว่าประชาชนที่ไม่ได้รับประโยชน์จากป่าชุมชน เช่นเดียวกับการที่มีทัศนคติที่ดีต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน ที่ส่งผลให้การมีส่วนร่วมด้านการรับผลประโยชน์จากการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากกว่าผู้ที่มีทัศนคติไม่ดีต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน ทำให้คะแนนการมีส่วนร่วมด้านการรับผลประโยชน์จากการอนุรักษ์ป่าชุมชนเปลี่ยนแปลง

ผลการศึกษาเมื่อตัวแปรต้นคือ การมีส่วนร่วมด้านการมีส่วนร่วมด้านการประเมินผลการอนุรักษ์ป่าชุมชน ปัจจัยที่ทำให้ประชาชนมีส่วนร่วมอย่างมีนัยสำคัญ 0.01 ได้แก่ รายได้จากป่าชุมชน ตำแหน่งหน้าที่ในการจัดการป่าชุมชน การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชน และทัศนคติต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน ดังตารางที่ 1 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า ถ้าประชาชนมีรายได้จากป่าชุมชนมาก จะส่งผลต่อการมีส่วนร่วมด้านการประเมินผลการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากกว่าผู้ที่มีรายได้จากป่าชุมชนน้อย หรือไม่มีรายได้จากป่าชุมชน เช่นเดียวกับการมีตำแหน่ง หน้าที่ในการจัดการป่าชุมชน จะส่งผลต่อการมีส่วนร่วมด้านการประเมินผลการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากกว่าประชาชนทั่วไป ถ้าจำนวนของผู้ที่มีตำแหน่งหน้าที่ในการจัดการป่าชุมชนลดลง จะส่งผลให้คะแนนการมีส่วนร่วมด้านการประเมินผลการอนุรักษ์ป่าชุมชนเปลี่ยนแปลงไป ในขณะเดียวกันประชาชนผู้ที่ได้รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชนมาก จะมีส่วนร่วมด้านการประเมินผลการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากกว่าประชาชนที่ได้รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชนน้อย สอดคล้องกับประชาชนที่มีทัศนคติที่ดีต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน ย่อมส่งผลให้การมีส่วนร่วมด้านการประเมินผลการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากกว่าผู้ที่มีทัศนคติไม่ดีต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน ทำให้คะแนนการมีส่วนร่วมด้านการประเมินผลการอนุรักษ์ป่าชุมชนเปลี่ยนแปลงเช่นกัน

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ กับผลรวมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน

จากการศึกษาการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ 16 ตัวแปร โดยแบ่งออกเป็น 4 ปัจจัย คือ (1) ลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา จำนวนสมาชิกในครัวเรือน อาชีพหลัก อาชีพรอง และระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในชุมชน (2) ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม ได้แก่ รายได้จากการประกอบอาชีพ รายได้จากป่าชุมชน ขนาดการถือครองที่ดิน ประโยชน์ที่ได้จากป่าชุมชน ตำแหน่ง หน้าที่ในการจัดการป่าชุมชน การรับรู้ข่าวสารด้านป่าชุมชน และความต้องการ การสนับสนุนจากหน่วยงานราชการ (3) ความรู้เกี่ยวกับป่าชุมชน (4) ทัศนคติต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน กับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน โดยใช้การวิเคราะห์ถดถอยพหุคุณ พบว่าปัจจัยที่ทำให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าชุมชน อย่างมีนัยสำคัญ 0.01 ได้แก่ รายได้จากป่าชุมชน ตำแหน่งหน้าที่ในการจัดการป่าชุมชน การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชน และทัศนคติต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน ดังตารางที่ 1 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าถ้าประชาชนมีรายได้จากป่าชุมชนมาก จะส่งผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากกว่าผู้ที่มีรายได้จากป่าชุมชนน้อย หรือไม่มีรายได้จากป่าชุมชน เช่นเดียวกับการมีตำแหน่ง หน้าที่ในการจัดการป่าชุมชน จะส่งผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากกว่าประชาชนทั่วไป ถ้าจำนวนของผู้ที่มีตำแหน่งหน้าที่ในการจัดการป่าชุมชนลดลง จะส่งผลให้คะแนนการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชนเปลี่ยนแปลง ในขณะเดียวกันประชาชนผู้ที่ได้รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชนมาก จะมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากกว่าประชาชนที่ได้รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชนน้อย สอดคล้องกับประชาชนที่มีทัศนคติที่ดีต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน ย่อมส่งผลให้การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากกว่าผู้ที่มีทัศนคติไม่ดีต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน ทำให้คะแนนการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชนเปลี่ยนแปลงไปเช่นกัน

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ถดถอยพหุคูณ (Multiple regression analysis) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน บ้านหนองห่าย ตำบลข่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

ตัวแปร	ตัวแปรตาม														
	Y1			Y2			Y3			Y4			Y5		
	B	t	sig	B	t	sig	B	t	sig	B	t	sig	B	t	sig
1. เพศ	-0.086	-1.138	0.257	-0.009	-0.165	0.869	0.063	0.912	0.363	-0.135	-1.777	0.077	-0.028	-0.556	0.579
2. อายุ	0.002	0.418	0.677	0.001	0.336	0.737	0.004	1.070	0.286	0.000	-0.036	0.972	0.002	0.600	0.550
3. ระดับการศึกษา	0.040	0.849	0.397	0.019	0.563	0.574	-0.028	-0.655	0.513	-0.008	-0.161	0.872	0.009	0.299	0.765
4. จำนวนสมาชิกในครัวเรือน	-0.023	-0.787	0.432	-0.016	-0.765	0.445	0.015	0.582	0.561	-0.015	-0.509	0.612	-0.010	-0.524	0.601
5. ระยะเวลาอาศัยในชุมชน	0.006	2.071	0.040	0.001	0.568	0.571	-0.005	-1.955	0.052	0.000	0.074	0.941	0.001	0.370	0.712
6. อาชีพหลัก	0.010	0.307	0.759	0.014	0.625	0.533	-0.06	-2.092	0.038	-0.018	-0.564	0.573	-0.008	-0.386	0.700
7. อาชีพรอง	-0.060	-1.939	0.054	-0.020	-0.873	0.384	0.009	0.335	0.738	-0.050	-1.588	0.114	-0.027	-1.288	0.200
8. รายได้	-7.96E-07	-1.458	0.147	5.25E-07	1.332	0.185	1.26E-06	2.534	0.012	1.86E-07	0.338	0.736	3.52E-07	0.964	0.337
9. รายได้จากป่า	**4.52E-05**	**4.195**	**0.000**	1.66E-05	2.130	0.035	7.20E-06	0.734	0.464	**4.00E-05**	**3.690**	**0.000**	**2.42E-05**	**3.349**	**0.001**
10. การถือครองที่ดิน	-0.005	-0.465	0.643	0.004	0.510	0.611	-0.007	-0.648	0.518	-0.007	-0.639	0.524	-0.002	-0.261	0.794
11. การได้รับประโยชน์จากป่า	-0.077	-2.272	0.024	-0.014	-0.578	0.564	**0.153**	**4.988**	**0.000**	-0.054	-1.582	0.116	0.004	0.189	0.85
12. ตำแหน่ง หน้าที่	0.297	2.068	0.040	**0.570**	**5.497**	**0.000**	0.121	0.924	0.357	**0.389**	**2.690**	**0.008**	**0.381**	**3.956**	**0.000**
13. การได้รับข่าวสาร	0.214	1.208	0.229	**0.650**	**5.076**	**0.000**	-0.196	-1.209	0.228	**0.494**	**2.767**	**0.006**	**0.339**	**2.855**	**0.005**
14. ความต้องการการสนับสนุน	0.049	0.957	0.340	0.007	0.194	0.847	-0.05	-1.064	0.289	0.016	0.305	0.761	0.005	0.141	0.888
15. ความรู้	0.061	1.626	0.106	-0.036	-1.304	0.194	0.044	1.283	0.201	-0.045	-1.187	0.237	0.003	0.119	0.906
16. ทัศนคติ	**0.686**	**3.644**	**0.000**	**0.560**	**4.122**	**0.000**	**0.632**	**3.683**	**0.000**	**0.951**	**5.019**	**0.000**	**0.659**	**5.227**	**0.000**

อภิปรายผลการวิจัย

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทั้ง 16 ตัวแปร กับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน ทั้ง 4 ด้านซึ่งประกอบด้วย ด้านการตัดสินใจวางแผน ด้านการดำเนินการ ด้านการรับผลประโยชน์ และด้านการประเมินผล พบว่ามีลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมได้แก่ รายได้จากป่าชุมชน ประโยชน์ที่ได้จากป่าชุมชน ตำแหน่งหน้าที่ในการจัดการป่าชุมชน การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชน และทัศนคติของประชาชนต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน เป็นปัจจัยที่ทำให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าชุมชน ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

รายได้จากป่าชุมชน เป็นลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม ที่มีความความสัมพันธ์กับผลรวมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้พบว่า รายได้จากป่าชุมชนมีความความสัมพันธ์ผลรวมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชนในเชิงบวก จึงสามารถกล่าวได้ว่าถ้าประชาชนมีรายได้จากป่าชุมชนมาก จะส่งผลให้มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากขึ้น

ประโยชน์ที่ได้จากป่าชุมชน เป็นลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม ที่มีความความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมของประชาชนด้านการรับผลประโยชน์จากการอนุรักษ์ป่าชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยที่ประโยชน์ที่ได้จากป่าชุมชน มีความความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมของประชาชนด้านการรับผลประโยชน์จากการอนุรักษ์ป่าชุมชนในเชิงบวก กล่าวคือถ้าประชาชนได้รับประโยชน์ที่ได้จากป่าชุมชนมาก จะส่งผลให้มีส่วนร่วมในด้านการรับผลประโยชน์จากการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากขึ้น

ตำแหน่งหน้าที่ในการจัดการป่าชุมชน เป็นลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม ที่มีความความสัมพันธ์กับผลรวมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ซึ่งพบว่า ตำแหน่งหน้าที่ในการจัดการป่าชุมชน มีความความสัมพันธ์กับผลรวมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชนในเชิงบวก และอธิบายได้ว่า เมื่อประชาชนมีตำแหน่ง หน้าที่ในการจัดการป่าชุมชน เช่น ประธานกรรมการป่าชุมชน หรือกรรมการป่าชุมชน เป็นต้น จะส่งผลให้เกิดการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากขึ้นด้วย

การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชน เป็นลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม ที่มีความความสัมพันธ์กับผลรวมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และพบว่า การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชนชุมชน มีความความสัมพันธ์ผลรวมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชนในเชิงบวก จึงสามารถกล่าวได้ว่าประชาชนที่ได้รับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชนมาก จะส่งผลให้เกิดการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากขึ้น สอดคล้องกับ พงษ์ศักดิ์ (2540), วิรัช (2542), กิติศักดิ์ (2551) และสรรพสิทธิ์ (2552) ที่พบว่าการรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชน มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์และพัฒนาป่าชุมชน เช่นเดียวกับ สุรยุทธ (2544) ที่กล่าวว่าผู้ที่ได้รับข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชนมีส่วนร่วมมากกว่าผู้ที่ได้รับ ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชนน้อย

ทัศนคติของประชาชนต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน มีความสัมพันธ์กับผลรวมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้พบว่า ทัศนคติของประชาชนต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน มีความสัมพันธ์กับผลรวมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชนในเชิงบวก จึงสามารถกล่าวได้ว่าถ้าประชาชนมีทัศนคติที่ดีต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชนในระดับมาก จะส่งผลให้มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากขึ้น สอดคล้องกับ สรรพสิทธิ์ (2552) ที่พบว่าทัศนคติของประชาชนมี ความสัมพันธ์โดยตรงกับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนาป่าชุมชน ด้านการตัดสินใจพัฒนาป่าชุมชน

ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษา

หลังจากผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ผู้ศึกษาวิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. เจ้าหน้าที่ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ป่าชุมชนควรให้ความสำคัญกับการรับรู้ข่าวสารของประชาชน เช่นการทำประชาสัมพันธ์ การทำแผ่นพับข่าวสารฯ เนื่องจากการได้รับข้อมูลข่าวสาร ทำให้เกิดการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าชุมชนมากขึ้น

2. เจ้าหน้าที่ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ป่าชุมชน เช่น องค์การบริหารส่วนตำบล เกษตรอำเภอ และสำนักการจัดการทรัพยากรป่าไม้ ควรจัดโครงการอบรมเพื่อเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์ป่าชุมชน และการบริหารจัดการป่าชุมชน เพื่อเป็นการปลูกจิตสำนึกให้รักและหวงแหนทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น เนื่องจากการมีทัศนคติที่ดีส่งผลต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน

3. เจ้าหน้าที่ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ป่าชุมชน เช่น องค์การบริหารส่วนตำบล เกษตรอำเภอ และสำนักการจัดการทรัพยากรป่าไม้ ควรให้ความสำคัญกับการสนับสนุนเรื่องงบประมาณในการดำเนินงาน หรือทำกิจกรรม

เกี่ยวกับการอนุรักษ์ป่าชุมชน เช่น การจัดทำแผนงบประมาณประจำปีสำหรับกิจกรรมเกี่ยวกับการอนุรักษ์ป่าชุมชนทั้งด้านของกล้าไม้สำหรับปลูก อุปกรณ์การสร้างฝายกั้นน้ำ อุปกรณ์สำหรับกันไฟป่า เป็นต้น

4. เจ้าหน้าที่ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ป่าชุมชน เช่น องค์การบริหารส่วนตำบล เกษตรอำเภอ และสำนักการจัดการทรัพยากรป่าไม้ ควรมีการสนับสนุนให้หน่วยงานต่างๆ ภายในพื้นที่และพื้นที่ใกล้เคียง เช่น โรงเรียน ร้านค้า หน่วยงานรัฐ และรัฐวิสาหกิจเข้ามามีบทบาทร่วมในการดำเนินการอนุรักษ์ป่าชุมชน เพื่อเป็นการบูรณาการความรู้ และเป็นการปลูกจิตสำนึกให้รักและหวงแหนทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่น

5. เจ้าหน้าที่ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ป่าชุมชน เช่น องค์การบริหารส่วนตำบล เกษตรอำเภอ และสำนักการจัดการทรัพยากรป่าไม้ ควรใส่ใจและติดตามการดำเนินงานอนุรักษ์ป่าชุมชน และควรเข้าร่วมกิจกรรมในการอนุรักษ์ป่าชุมชน เช่น ประเพณีสืบชะตาป่า บวชป่า และปลูกป่าสร้างฝาย อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันของประชาชนในหมู่บ้าน

6. เจ้าหน้าที่ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ป่าชุมชน ควรเข้ามามีส่วนร่วมกับคณะกรรมการป่าชุมชน ในการวางแผนดำเนินการอนุรักษ์ป่าชุมชน เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน ทำให้งานอนุรักษ์ป่าชุมชนเกิดการพัฒนามากขึ้น

ข้อเสนอแนะในการทำการวิจัยครั้งต่อไป

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้ทำการวิจัย มีข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. ควรทำการศึกษาถึงแนวทางการอนุรักษ์ และพัฒนาป่าชุมชน เมื่อเกิดการสร้างเป็นเส้นทางท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติ เนื่องจากปัจจุบันเริ่มคิดริเริ่มโครงการเส้นทางท่องเที่ยวเชิงธรรมชาติผาช่อ ซึ่งจะตัดผ่านเขตป่าชุมชน บ้านหนองห่าย ตำบลข่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

2. ควรทำศึกษาถึงบทบาท และการมีส่วนร่วมขององค์การบริหารส่วนท้องถิ่น และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับป่าชุมชน ด้านการอนุรักษ์ป่าชุมชน เพราะหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเหล่านี้เป็นแกนกลางของการดำเนินงานพัฒนา การอนุรักษ์ป่าชุมชน

3. ควรทำการศึกษาถึงวิธีการจัดการป่าชุมชนของประชาชน ในเชิงคุณภาพร่วมด้วย เพื่อใช้ประกอบกับการศึกษาเชิงปริมาณ เพื่อที่จะสามารถอธิบายผลการศึกษาได้อย่างละเอียดมากขึ้น

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน บ้านหนองห่าย ตำบลข่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่ามีปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ด้านการตัดสินใจวางแผน ได้แก่ รายได้จากป่าชุมชน และทัศนคติต่อการอนุรักษ์ป่า, ปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ด้านการดำเนินการ ได้แก่ ตำแหน่ง หน้าที่ในการจัดการป่าชุมชน การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชน และทัศนคติต่อการอนุรักษ์ป่า, ที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ด้านการรับผลประโยชน์ ได้แก่ ประโยชน์ที่ได้จากป่าชุมชน และทัศนคติต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน และปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ด้านการประเมินผล รายได้จากป่าชุมชน ตำแหน่งหน้าที่ในการจัดการป่าชุมชน การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชน และทัศนคติต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน จากผลการศึกษาข้างต้น สามารถยอมรับสมมุติฐานได้ว่า ลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคม ได้แก่ รายได้จากป่าชุมชน ประโยชน์ที่ได้จากป่าชุมชน ตำแหน่งหน้าที่ในการจัดการป่าชุมชน การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับป่าชุมชน และทัศนคติของประชาชนต่อการอนุรักษ์ป่าชุมชน มีความความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ป่าชุมชน บ้านหนองห่าย ตำบลข่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สุรพล เศรษฐบุตร ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถาวร อ่อนประไพ และอาจารย์ ดร. จุฑาทิพย์ เฉลิมผล กรรมการที่ปรึกษา เจ้าหน้าที่จากสาขาวิชาส่งเสริมและเผยแพร่การเกษตรทุกท่าน เจ้าหน้าที่สำนักงานเกษตรอำเภอจอมทอง เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรประจำองค์การบริหารส่วนตำบลข่วงเปา และคณะกรรมการป่าชุมชนบ้านหนองห่าย ตำบลข่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้ให้การสนับสนุนข้อมูลการวิจัยและการดำเนินงาน

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. (2540). **“แผนการดำเนินงานในโครงการส่งเสริมและพัฒนาป่าชุมชนในพื้นที่แนวกันชน”.** ส่วนป่าชุมชน สำนักส่งเสริมการปลูกป่ากรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กิติศักดิ์ วิหาละ. (2551). **การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าไม้ของเกษตรกรในพื้นที่ ตำบลปง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

เกษม จันทร์แก้ว. (2530). **วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม.** ฉบับปรับปรุง. กรุงเทพฯ : อักษรสยามการพิมพ์.

โกมล แพรกทอง และ ชัชวาล สุทธิศิลป์. (2534). **“แนวโน้มการส่งเสริมการป่าไม้ของประเทศไทย”.** เอกสารการสอนมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. นนทบุรี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

โกมล แพรกทอง. (2537). **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของประชาชนเพื่อป่าไม้ชุมชน.** เล่มที่ 1, หน่วยที่ 1. นนทบุรี : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

จรูญรัตน์ หิรัญชุพหะ. (2542). **ปัจจัยการที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในโครงการวนศาสตร์ชุมชนที่สูง ในลุ่มน้ำห้วยองเผาะ จังหวัดกาญจนบุรี.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิระ จินตนุกูล. (2527). **การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ.** กรุงเทพฯ : กองอนุรักษ์สัตว์ป่า กรมป่าไม้.

ทำนอง ภูเกิดพิมพ์. (2551). **แนวคิดการบริหารแบบมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาของชุมชน.** หลักการบริหารแบบมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาของชุมชน. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

นิรันดร์ จงวุฒิเวศย์. (2527). **กลวิธี แนวทาง วิธีส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในงานพัฒนาชุมชน.** กรุงเทพมหานคร. ศูนย์ศึกษานโยบายสาธารณะสุข.

นิวัติ เรืองพานิช. (2537). **การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม,** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิวัติ เรืองพานิช. (2538). **การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ.** กรุงเทพมหานคร : เฉลิมชาญการพิมพ์. ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนแห่งภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก, ศูนย์. 2541. “การจัดการป่าชุมชนอย่างมีส่วนร่วม”. เอกสารประกอบการฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พงษ์ศักดิ์ ฉัตรเตชะ. (2540). **“การมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ในพื้นที่ป่าอนุรักษ์พื้นที่อุทยานแห่งชาติแม่โถ อำเภอฮอด จังหวัดเชียงใหม่”.** การค้นคว้าแบบอิสระ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไพรัตน์ เตชะรินทร์. (2527). **นโยบายและกลวิธีการมีส่วนร่วมของชุมชน ในยุทธศาสตร์การพัฒนาปัจจุบันการมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนา.** กรุงเทพมหานคร : ศักดิ์โสภาการพิมพ์.

มงคล สุกใส. (2536). **การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ กรณีศึกษากิ่งอำเภอบ้านหลวง จังหวัดน่าน.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วรสฤษดิ์ วสุเวส. (2546). **บทบาทของผู้ใหญ่บ้านในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้และสัตว์ป่าที่อยู่ในและรอบนอกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขา สังคมศาสตร์เพื่อการพัฒนา สถาบันราชภัฏเลย.

วิมลลักษณ์ ชูชาติ. (2540). **การนำเสนอรูปแบบของกระบวนการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้สำหรับการอนุรักษ์ ทรัพยากรป่าไม้.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิรัช จันทรโรทัย. (2542). **“การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ป่าชุมชนของชาวบ้านในโครงการชุมชนรักป่า ตำบลแม่นาจร อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่”.** การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สรรเสริญ ทองสมนึก. (2542). **“การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการป่าชุมชน บ้านทรายทอง อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน”.** การค้นคว้าแบบอิสระ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สรรพสิทธิ์ เยาวสกุลมาศ. (2552). **“การมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนาป่าชุมชนบ้านใหม่พัฒนา ตำบลดอนไฟ อำเภอ แม่ทะ จังหวัดลำปาง”.** การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมบุญ สุดดี. (2546). **ทัศนคติและบทบาทของพระสงฆ์ และกลุ่มนักปฏิบัติธรรมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ กรณีศึกษาป่าสงวนแห่งชาติป่าดงมูล อำเภอท่าคันโท จังหวัดกาฬสินธุ์.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสังคมศาสตร์เพื่อการพัฒนา สถาบันราชภัฏมหาสารคาม.

ส่วนวิจัยต้นน้ำ. (2547). **การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการลุ่มน้ำบนพื้นที่สูง.** สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. จังหวัดน่าน.

สุเมธ ทรายแก้ว. (2536). **ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ จังหวัดอุทัยธานี.** วิทยานิพนธ์สังคมสงเคราะห์ศาสตร์มหาบัณฑิต คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุรยุทธ หลิมตระกูล. (2544). **ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ : กรณีศึกษาป่าชุมชนบ้านห้วยสะพาน ตำบลหนองโรง อำเภอพนมทวน จังหวัดกาญจนบุรี.** วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสังคมศาสตร์เพื่อการพัฒนา สถาบันราชภัฏกาญจนบุรี.

สันติ พัฒนาศักดิ์. (2539). **“การมีส่วนร่วมของเกษตรกรในการอนุรักษ์ป่าชุมชนบ้านกาดขี้เหล็ก ตำบลแม่โป่ง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่”.** การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักรัฐมนตรี. (2555). **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555-2559.** กรุงเทพ : สูตรไพศาล.

อคิน รพีพัฒน์. (2527). **การมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนา.** กรุงเทพมหานคร : ศักดิ์โสภาการพิมพ์.

องค์การบริหารส่วนตำบลข่วงเปา. (2557). **แผนพัฒนาสามปี พ.ศ.2556-2558.** งานวิเคราะห์นโยบายและแผน สำนักงานปลัด อบต.ข่วงเปา อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่.

อำนวย คอวนิช. (2538). **“ป่าไม้กับการพัฒนาชนบท”.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร

ผลของวัสดุเคลือบต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง

Effect of coating materials on physical and chemical properties of pandan leave powder using drum dryer

สุพัตรา ภูอาลัย จิระพันธ์ ห้วยแสน และ พนอจิต นิติสุข*
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์
*corresponding author e-mail: spanorjit@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวัสดุเคลือบต่อสมบัติทางกายภาพและเคมีในการผลิตใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่จากการใช้วัสดุเคลือบ 4 ชนิด ได้แก่ โปรตีนถั่วเหลือง (Soy Protein Isolate, SPI) กัมอาราบิค ไข่ขาวผง และคาราจีแนน ผลการศึกษาพบว่าใบเตยผงที่ใช้สารเคลือบทั้ง 4 ชนิด มีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพที่แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าใบเตยผงที่ใช้สารเคลือบกัมอาราบิคมีปริมาณน้ำอิสระและปริมาณความชื้นต่ำสุดคือ 0.32 และ 3.75% ตามลำดับ ส่วนใบเตยผงที่ใช้สารเคลือบโปรตีนถั่วเหลืองให้ค่าความสว่าง (L*) ค่าสีเขียว (-a*) ค่าสีเหลือง (b*) สูงสุด นอกจากนี้ยังพบว่าโปรตีนถั่วเหลืองมีผลต่อการละลายและปริมาณแคโรทีนอยด์สูงสุด (99.72 % และ 0.08 mg/g ตามลำดับ) ส่วนปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระพบว่าการใช้สารเคลือบคาราจีแนนและไข่ขาวผงโดยพบในปริมาณ 38.90 mg GEA/g และ 16.35 mg Trolox/g ตามลำดับ

คำสำคัญ : การทำแห้งแบบลูกกลิ้ง ใบเตยผง วัสดุของสารเคลือบ

Abstract

The purpose of this research was to study on the effect of coating materials on the physical and chemical properties of pandan leaves powder by drum drying. The coating materials were soy protein isolate (SPI), arabic gum, egg white powder and carrageenan. The results revealed that different coating materials affected the physical and chemical properties of pandan leaves powder. The lowest amount of water activity and moisture content has been found in the Arabic gum coating, which were 0.32 (a_W) and 3.75 %, respectively. The powder that coated by SPI has shown the highest brightness (L* value), green colour (-a*), solubility (99.72%) and carotenoid content (0.08 mg/g). Besides, the carrageenan coating also provided the highest anount of phenolic content (38.9 mgGEA/g), and the highest antioxidant activity has been shown in egg white powder coating (16.35 mg Trolox/g).

keywords : drum drying, pandan leave powder, coating materials

บทนำ

ปัจจุบันสีที่ใช้ในอาหารมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค สียังเป็นคุณลักษณะที่แสดงถึงคุณภาพของสินค้าต่างๆ แต่สีอาจจะมีการสูญเสียหรือเปลี่ยนแปลงไปในระหว่างกระบวนการผลิตหรือระหว่างการเก็บรักษา ทำให้สีสังเคราะห์หรือสีผสมอาหารต่างๆ เข้ามามีบทบาทในการเติมแต่งสีของผลิตภัณฑ์อาหารนั้นๆ เนื่องจากให้มีสีที่มีความสม่ำเสมอ และยังเป็นที่ดึงดูดใจของผู้บริโภค โดยทั่วไปสีที่ใช้ในการผสมอาหารจะมีอยู่ 2 ประเภท คือ สีสังเคราะห์ ซึ่งเป็นสีที่ได้จากการสังเคราะห์ของสารเคมีต่างๆ เช่น เออริโธรซิน (Erythrosine) ตาร์ตาร์ซิน (Tartrazine) และสีอีกประเภทหนึ่งคือ สีธรรมชาติ ซึ่งจะได้จากการสกัดจากพืชหรือสัตว์ เช่น สีเหลืองจากดอกคำฝอย สีม่วงจากดอกอัญชัน สีแดงจากกระเจี๊ยบ และสีเขียวจากใบเตย เป็นต้น ซึ่งสีที่ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารส่วนใหญ่จะใช้สีสังเคราะห์ เนื่องจากสีสังเคราะห์เป็นสีที่ทนต่ออุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง และแสง แต่การรับประทานสีสังเคราะห์ที่อนุญาตให้ใช้ในอาหารอาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ เพราะสีสังเคราะห์จะไปเคลือบเยื่อบุกระเพาะอาหารและลำไส้ และยังขัดขวางการดูดซึมอาหารอีกด้วย นอกจากนี้สีผสมอาหารประเภทสี

สังเคราะห์ยังอาจเป็นสาเหตุให้เกิดโรคสมาธิสั้น และยังมีพฤติกรรมไม่หยุดนิ่ง (ไฮเปอร์) ในเด็กอายุระหว่าง 3-9 ขวบ จึงทำให้มีความต้องการสีผสมอาหารที่ได้จากธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น (อรุษา และธีรารัตน์, 2554)

ใบเตยเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีกลิ่นหอมและมีสีของคลอโรฟิลล์ มีชื่อเรียกทางวิทยาศาสตร์ว่า *Pandanus amaryllifolius* และมีน้ำมันหอมระเหยประกอบไปด้วยสารหลายชนิด เช่น ไลนาลิลอะซีเตท (linalyl acetate) เบนซิลอะซีเตท (benzyl acetate) ไลนาโลออล (linalool) และเจอรานิออล (geraniol) และสารที่ทำให้มีกลิ่นหอม คือ คูมาริน (coumarin) และเอทิลวานิลลิน (ethyl vanillin) และสามารถใช้เป็นยาขับปัสสาวะ (Yahya et al, 2010) โดยทั่วไปมีการนำเอาใบเตยมาบีบ คั้น เพื่อให้ได้น้ำใบเตยไปประกอบอาหาร ซึ่งสามารถนำไปประกอบอาหารได้ทั้งอาหารคาว และอาหารหวาน ในการทำแห้งผงใบเตยมีการนำเอากระบวนการเอนแคปซูเลทมาใช้ในการทำแห้ง ซึ่งข้อดีของกระบวนการเอนแคปซูเลทเป็นกระบวนการที่ช่วยรักษากลิ่นรสและสีของตัวอย่างอาหารได้เป็นอย่างดี กระบวนการเอนแคปซูเลชั่นจะมีการนำเอาวัสดุของสารเคลือบทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของโปรตีนและกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต มาใช้ในการห่อหุ้มเพื่อเคลือบสารให้กลิ่นหอมและรงควัตถุสีเขียวของใบเตย

โดยความสำคัญดังกล่าวข้างต้นจึงต้องการศึกษาผลของวัสดุเคลือบต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง โดยการตรวจหาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ค่าสี ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ และความสามารถในการละลาย ซึ่งคาดว่าข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้จะเป็นพื้นฐานในการนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

ใบเตย (*Pandanus amaryllifolius)* สด ที่ได้จากตลาดทุ่งนาทอง จังหวัดกาฬสินธุ์ นำมาปั่นผสมกับน้ำอัตราส่วนใบเตยต่อน้ำ (1:2) แยกน้ำคั้นที่กรองได้ผสมกับวัสดุของสารเคลือบทั้ง 4 ชนิดได้แก่ โปรตีนถั่วเหลือง (Soy Protein Isolate, SPI) กัมอาราบิค ไข่ขาวผง และคาราจีแนน ร้อยละ 5, 3, 5 และ 1 ตามลำดับ ด้วยเครื่องปั่นน้ำผลไม้ นำมาทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส

ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ โดยการวัดค่าสี รายงานในค่า L* a* b* ปริมาณความชื้น (Moisture Content) ปริมาณน้ำอิสระ (Water Activty) ความสามารถในการละลาย (Solubility) และตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric (Singleton *et al*., 1965) ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมด และฤทธิ์ในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดใช้สาร2,2 diphemyl-1-picrylhydrazyl (Brand Williams et al., 1995)

การทดลองนี้ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Complete Randomized Blocks Design) วิเคราะห์ความแตกต่างโดยวิธี Duncan‘ s New multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

1. ผลทางด้านกายภาพ

1.1 ผลของวัสดุเคลือบต่อปริมานความชื้นของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่

ในการศึกษากระบวนการผลิตและชนิดของสารเคลือบโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ โดยใช้วัสดุของสารเคลือบ 4 ชนิด คือ โปรตีนถั่วเหลือง ร้อยละ 5 กัมอาราบิค ร้อยละ 3 ไข่ขาวผง ร้อยละ 5 และคาราจีแนน ร้อยละ 1

จากการศึกษาปริมาณความชื้นของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ โดยใช้วัสดุของสารเคลือบทั้ง 4 ชนิด วัสดุของสารเคลือบกลุ่มของคาร์โบไฮเดรตมีความแตกต่างกันกับวัสดุของสารเคลือบกลุ่มของโปรตีน ($p \leq 0.05$) โดยวัสดุของสารเคลือบชนิดกัมอาราบิค มีปริมาณความชื้นน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 3.75 ส่วนการใช้วัสดุของสารเคลือบชนิดคาราจีแนน โปรตีนถั่วเหลือง และไข่ขาวผง มีปริมาณความชื้นอยู่ที่ร้อยละ 4.39, 5.25 และ 5.58 ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 1) สาเหตุที่วัสดุของสารเคลือบชนิดกัมอาราบิคมีปริมาณความชื้นน้อยกว่าการใช้วัสดุของสารเคลือบชนิดอื่นอาจเกิดจากวัสดุของสารเคลือบกัมอาราบิคเป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ที่อยู่ในกลุ่มของคาร์โบไฮเดรตและมีโครงสร้างของโปรตีนอยู่เล็กน้อย ซึ่งกัมอาราบิคที่บริสุทธิ์จะสามารถละลายน้ำได้ดี และในอุตสาหกรรมการผลิตสารให้กลิ่นจะใช้กัมอาราบิคเคลือบผิวนอกของผลิตภัณฑ์อาหาร (นิธิยา, 2551)

1.2 ผลของวัสดุเคลือบต่อค่า Aw ของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่

จากการศึกษาค่า Aw ของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ โดยใช้วัสดุของสารเคลือบทั้ง 4 ชนิด พบว่า วัสดุของสารคเลือบชนิดโปรตีนถั่วเหลืองไอโซเลต มีค่า Aw ต่างจากวัสดุของสารเคลือบชนิดกัมอาราบิค ($p \leq 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับไข่ขาวผงและคาราจีแนน โดยพบว่า วัสดุของสารเคลือบชนิดกัมอาราบิค มีปริมาณน้ำอิสระน้อยที่สุด คือ 0.30 และวัสดุของสารเคลือบชนิดคาราจีแนน ไข่ขาวผง และโปรตีนถั่วเหลือง มีปริมาณน้ำอิสระอยู่ที่ 0.32, 0.35 และ 0.40 ตามลำดับซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดของ มผช. 765/2548. ที่กำหนดให้ใบเตยผงมีค่าปริมาณน้ำอิสระได้ ไม่เกิน 0.5 (ดังแสดงในตารางที่ 1)

ค่า a_w ของสารสกัดจากใบเตยชนิดผง พบว่าทุกตัวอย่างมีค่า a_w ไม่เกิน 0.6 ซึ่งสามารถคาดการณ์ได้ว่าผลิตภัณฑ์จะไม่มีปัญหาทางด้านการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทั้งนี้เนื่องจากจุลินทรีย์ทุกชนิดจะหยุดการเจริญเมื่ออาหารมีค่า a_w 0.6 หรือต่ำกว่า เนื่องจาก a_w เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บอาหาร และเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร (นิธิยา, 2549) ดังนั้นการลดปริมาณน้ำในอาหารให้เหลือน้อยที่สุด หรือลดค่า a_w ให้ต่ำสุดจึงเป็นวิธีการถนอมอาหารให้เก็บรักษาได้นาน กระบวนการที่ใช้ลดปริมาณน้ำและ a_w เช่น การอบแห้ง ซึ่งเมื่อศึกษาวัสดุของสารเคลือบทั้ง 4 ชนิด แล้วพบว่า เมื่อใช้วัสดุของสารเคลือบชนิดโปรตีนถั่วเหลือง พบว่า ปริมาณน้ำอิสระมากที่สุด แต่ปริมาณความชื้นเมื่อเทียบกับวัสดุของสารเคลือบตัวอื่นแล้วนั้น พบว่าปริมาณความชื้นของวัสดุของสารเคลือบชนิดโปรตีนถั่วเหลืองและวัสดุสารเคลือบชนิดไข่ขาวผงเท่ากัน แต่เมื่อเทียบกับวัสดุตัวอื่นๆ พบปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของวัสดุของสารเคลือบชนิดโปรตีนถั่วเหลืองและไข่ขาวมีปริมาณมากกว่า วัสดุของสารเคลือบชนิดกัมอาราบิคและคาราจีแนน ซึ่งการนำเอาวัสดุของสารเคลือบทั้ง 4 ชนิด จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มของโปรตีน และกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต ซึ่งวัสดุของสารเคลือบชนิดโปรตีนถั่วเหลืองและไข่ขาวผงจัดอยู่ในกลุ่มของโปรตีน จะมีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระมากกว่าวัสดุของสารเคลือบชนิดกัมอาราบิคและคาราจีแนนที่จัดอยู่ในกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต

ค่า a_wในอาหารแห้งจะมีผลต่อการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในใบเตยผง ที่ภาวะ a_w สูงจะทำให้จุลินทรีย์เจริญและเกิดปฏิกิริยาที่เร่งด้วยเอนไซม์ได้ง่าย หากอาหารแห้งมีค่า a_w ต่ำ จะทำให้ไม่มีน้ำเพียงพอในปฏิกิริยาการเปลี่ยนคลอโรฟิลล์ให้เป็นสารฟีโอไฟติน ซึ่งจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เมื่อ a_w อยู่ในช่วง 0-0.32 คลอโรฟิลล์จะมีความคงตัวดีในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เมื่อ a_w เพิ่มขึ้นเป็น 0.52 – 0.75 จะมีฟีโอไฟตินเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (นิธิยา, 2549) ซึ่งในการนำเอาวัสดุของสารเคลือบทั้ง 4 ชนิดมาใช้ในกระบวนการทำแห้งแบบลูกกลิ้งนั้น ปริมาณน้ำอิสระอยู่ในช่วงระหว่าง 0.30-0.40 ทำให้คลอโรฟิลล์ในใบเตยผงมีความคงตัวเมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน

ตารางที่ 1 คุณภาพทางด้านกายภาพของผงสีของใบเตยที่ผ่านการทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่

วัสดุของสารเคลือบ	ปริมาณน้ำอิสระ	ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ความสามารถในการละลาย(ร้อยละ)
โปรตีนถั่วเหลือง 5%	0.40 ± 0.06^{b}	5.25 ± 0.36^{b}	99.72 ± 0.01^{b}
กัมอาราบิค 3 %	0.30 ± 0.06^{a}	3.75 ± 0.57^{a}	99.24 ± 0.13^{a}
ไข่ขาวผง 5%	0.35 ± 0.01^{ab}	5.58 ± 0.19^{b}	99.41 ± 0.41^{ab}
คาราจีแนน 1%	0.32 ± 0.01^{ab}	4.39 ± 0.81^{a}	99.67 ± 0.15^{ab}

หมายเหตุ a, b, c อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

1.3 ผลของวัสดุเคลือบต่อความสามารถในการละลายของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่

จากการศึกษาความสามารถในการละลายของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่พบว่าการใช้วัสดุของสารเคลือบทั้ง 4 ชนิด วัสดุของสารคเลือบชนิดโปรตีนถั่วเหลืองไอโซเลตต่างจากวัสดุของสารเคลือบชนิดกัมอาราบิค ($p \leq 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับไข่ขาวผงและคาราจีแนน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่า วัสดุของสารเคลือบชนิดโปรตีนถั่วเหลือง มีความสามารถในการละลายมากที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 99.72 และวัสดุของสารเคลือบชนิดคาราจีแนน ไข่ขาวผง และกัมอาราบิค มีความสามารถในการละลายอยู่ที่ร้อยละ 99.67, 99.41 และ 99.24 ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 2)

1.4 ผลของวัสดุเคลือบต่อค่าสีของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่

การวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L*) หรือ Lightness โดยค่า L* มีค่าเข้าใกล้ 0 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยจนเป็นสีคล้ำ ถ้าค่า L* เข้าใกล้ 100 หมายถึง ตัวอย่างสว่างมากจนเป็นสีขาว (McGuire, 1992) จากการศึกษาชนิดของวัสดุเคลือบต่อค่าความสว่าง (L*) ของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่า วัสดุของสารเคลือบชนิดไข่ขาวผงและโปรตีนถั่วเหลือง มีค่าความสว่าง (L*) สูงที่สุด (44.38 และ 44.34) รองลงมาเป็นวัสดุของสารเคลือบชนิดกัมอาราบิค (41.17) และคาราจีแนน (38.51)

จากการศึกษาชนิดของวัสดุเคลือบต่อค่าสีเขียว (a*) ของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่า วัสดุของสารเคลือบชนิดโปรตีนถั่วเหลือง มีค่าสีเขียว (a*) มากที่สุด คือ -8.21 รองลงมาเป็นวัสดุของสารเคลือบชนิดไข่ขาวผง คาราจีแนน และกัมอาราบิค มีค่าสีเขียว (a*) อยู่ที่ -7.08, -2.38 และ -2.09 ตามลำดับ

จากการศึกษาชนิดของวัสดุเคลือบต่อค่าสีเหลือง (b*) ของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ โดยวัสดุของสารเคลือบทั้ง 4 ชนิด มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นวัสดุของสารเคลือบชนิดโปรตีนถั่วเหลืองและไข่ขาวผงไม่มีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าวัสดุของสารเคลือบชนิดโปรตีนถั่วเหลือง มีค่าความเป็นสีเหลือง (b*) มากที่สุดคือ 14.46 รองลงมาเป็นวัสดุของสารเคลือบชนิดไข่ข่าวผง กัมอาราบิค และคาราจีแนน มีค่าความเป็นสีเหลือง (b*) อยู่ที่ 14.14, 9.32 และ 6.01 ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 2)

สมบัติทางกายภาพของใบเตยชนิดผงทางด้านสี พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าความสว่างระดับปานกลาง มีสีเขียวอ่อนและสีเหลืองอ่อน โดยสีเขียวเป็นผลมาจากรงควัตถุกลุ่มของคลอโรฟิลล์ ส่วนสีเหลืองเป็นสีของแคโรทีนอยด์ที่เป็นองค์ประกอบของใบเตย ในส่วนของค่าความสว่างที่มีความสว่างปานกลางนั้นเกิดจากการทำแห้ง ซึ่งการทำแห้งทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีผิวของอาหาร และเปลี่ยนการสะท้อนของแสงสี (นิธิยา, 2543) และเนื่องจากวัสดุของสารเคลือบชนิดโปรตีนถั่วเหลืองและไข่ขาวผง จัดอยู่ในกลุ่มโปรตีนและมีลักษณะเป็นสีขาวปนเหลืองทำให้ค่าความสว่างเพิ่มมากกว่าวัสดุของสารเคลือบชนิดกัมอาราบิคและคาราจีแนนซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของคาร์โบไฮเดรต (เสาวรัชรี, 2555)

เมื่อศึกษาทางด้านค่าความเป็นสีเขียว (a*) เนื่องจากคลอโรฟิลล์เสื่อมสลายได้อย่างรวดเร็ว โดยมีสาเหตุได้จากปฏิกิริยาของเอนไซม์ หรือปัจจัยอื่น เช่น กรด ออกซิเจน แสง และความร้อน (Porrarud and Pranee, 2010) ดังนั้นเมื่อวัสดุของสารเคลือบชนิดกัมอาราบิคและคาราจีแนน ที่ผ่านกระบวนการทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่จะสัมผัสกับแสง อากาศ และความร้อนที่ก่อให้เกิดกระบวนทำให้สูญเสียคลอโรฟิลล์ ไปมากกว่าวัสดุของสารเคลือบชนิดโปรตีนถั่วเหลืองและไข่ขาวผง

ตารางที่ 2 ค่าสีผงของใบเตยที่ผ่านการทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่โดยใช้วัสดุของสารเคลือบต่างชนิดกัน

วัสดุของสารเคลือบ	ค่าสี		
	L*	a*	b*
โปรตีนถั่วเหลือง 5%	44.34 ± 0.34^{c}	-8.21 ± 0.11^{a}	14.46 ± 0.29^{c}
กัมอาราบิค 3 %	41.17 ± 0.54^{b}	-2.09 ± 0.08^{d}	9.32 ± 0.25^{b}
ไข่ขาวผง 5%	44.38 ± 0.26^{c}	-7.08 ± 0.11^{b}	14.14 ± 0.09^{c}
คาราจีแนน 1%	38.51 ± 0.27^{a}	-2.38 ± 0.09^{c}	6.01 ± 0.09^{a}

หมายเหตุ a, b, c อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2. ผลทางด้านเคมี

2.1 ผลของวัสดุเคลือบต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่

จากการศึกษาวัสดุเคลือบต่อปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ โดยใช้วัสดุของสารเคลือบทั้งหมด 4 ชนิด พบว่าสารเคลือบทั้งหมดมีผลต่อปริมาณแคโรทีนอยด์แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นวัสดุของสารเคลือบชนิดไข่ขาวผงและคาราจีแนนไม่มีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) พบว่าวัสดุของสารเคลือบชนิดโปรตีนถั่วเหลือง มีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดมากที่สุด คือ 0.08 มิลลิกรัมต่อกรัม รองลงมาเป็นวัสดุของสารเคลือบชนิดกัมอาราบิค คาราจีแนน และไข่ขาวผง มีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดอยู่ที่ 0.05, 0.02 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 3)

แคโรทีนอยด์เป็นรงควัตถุที่ให้สีเหลืองและมีสมบัติไม่สามารถละลายได้ในน้ำแต่ละลายได้ในตัวทำลายอินทรีย์ ซึ่งจะพบมากในพืชสีเขียวแต่คลอโรฟิลล์จะบดบังทำให้ไม่สามารถมองเห็นสีเหลืองของแคโรทีนอยด์ได้ (นิธิยา, 2551) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดในวัสดุของสารเคลือบทั้ง 4 ชนิด กับค่าความเป็นสีเหลือง (b*) แล้วนั้นพบว่า อยู่ในแนวโน้มเดียวกัน คือการนำเอาวัสดุของสารเคลือบชนิดโปรตีนถั่วเหลืองจะมีปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดมากกว่าวัสดุของสารเคลือบชนิดกัมอาราบิค ไข่ขาวผง และคาราจีแนน

2.2 ผลของวัสดุเคลือบต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่

จากการศึกษาวัสดุเคลือบต่อปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ โดยใช้วัสดุของสารเคลือบทั้งหมด 4 ชนิด วัสดุของสารเคลือบชนิดกัมอาราบิคและวัสดุของสารเคลือบชนิดคาราจีแนนมีปริมาณฟีนอลิคทั้งหมดไม่แตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) แต่แตกต่างจากวัสดุของสารเคลือบชนิดโปรตีนถั่วเหลืองและไข่ขาวผง ($p \leq 0.05$) โดยวัสดุของสารเคลือบชนิดคาราจีแนนมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมากที่สุด คือ 38.90 มิลลิกรัมแกลลิกต่อกรัม รองลงมาเป็นวัสดุของสารเคลือบชนิดกัมอาราบิค โปรตีนถั่วเหลือง และไข่ขาวผง มีปริมาณ ฟีนอลิกทั้งหมดอยู่ที่ 38.45, 19.11 และ 17.44 มิลลิกรัมแกลลิกต่อกรัม ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 3)

จากการศึกษาวัสดุเคลือบปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ โดยใช้วัสดุของสารเคลือบทั้งหมด 4 ชนิด พบว่าวัสดุของสารเคลือบกลุ่มของคาร์โบไฮเดรตมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมากกว่าวัสดุของสารเคลือบกลุ่มของโปรตีน ซึ่งจากการทดลองของธัญญรัตน์ (2550) ได้ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของเครื่องดื่มบัวบกผงที่เตรียมโดยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง โดยพบว่าการใส่น้ำตาลช่วยรักษาคุณภาพสี ปริมาณรวมสารประกอบฟีนอลิก และคลอโรฟิลล์ในระหว่างกระบวนการทำแห้ง มีปริมาณมากกว่าเครื่องดื่มใบบัวบกที่ไม่ใส่น้ำตาล

ตารางที่ 3 คุณภาพทางด้านเคมีของผงสีของใบเตยที่ผ่านการทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่

วัสดุของสารเคลือบ	แคโรทีนอยด์ (mg/g)	ฟีนอลิก (mg GAE/g sample)
โปรตีนถั่วเหลือง 5%	0.08 ± 0.00^{c}	19.11 ± 0.48^{b}
กัมอาราบิค 3 %	0.05 ± 0.00^{b}	38.45 ± 0.53^{c}
ไข่ขาวผง 5%	0.01 ± 0.00^{a}	17.44 ± 0.16^{a}
คาราจีแนน 1%	0.02 ± 0.00^{a}	38.90 ± 0.26^{c}

หมายเหตุ a, b, c อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

2.3 ผลของวัสดุเคลือบต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่

จากการศึกษาวัสดุเคลือบต่อฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH ของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ โดยใช้วัสดุของสารเคลือบทั้งหมด 4 ชนิด พบว่าวัสดุของสารเคลือบชนิดโปรตีนถั่วเหลืองและคาราจีแนนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่แตกต่างกับวัสดุของสารเคลือบชนิดกัมอาราบิคและไข่ขาวผง ($p \leq 0.05$) โดยวัสดุของสารเคลือบชนิดไข่ขาวผง มีความสามารถในการเป็นฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสะมากที่สุดคือ 16.35 รองลงมาเป็นวัสดุของสารเคลือบคือ คาราจีแนน โปรตีนถั่วเหลือง และกัมอาราบิค มีความสามารถในการเป็นฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระอยู่ที่ 13.58, 13.87 และ 12.56 มิลลิกรัมโทรอลต่อกรัม ตามลำดับ (ดังแสดงในตารางที่ 4)

จากการศึกษาฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ พบว่าในใบเตยที่เคลือบด้วยวัสดุของสารเคลือบทั้ง 4 ชนิด พบว่ามีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ อยู่ในช่วง 12.56 – 16.35 มิลลิกรัมโทรอลต่อกรัม ขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคลือบแต่ละชนิด (นันท์นภัส, 2551) ได้ทำการศึกษาปริมาณรวมของสารต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิกและวิตามินซีในผักและสมุนไพร พบว่าผักและสมุนไพรที่นำมาศึกษามีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น สารประกอบฟีนอลิก และวิตามินซี เป็นองค์ประกอบ แต่พบว่าผักและสมุนไพรมีปริมาณรวมของสารต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิก และวิตามินซีที่แตกต่างกันตั้งแต่เพียงเล็กน้อยจนอาจถึง 100 เท่า ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ซึ่งในการทดลองของ Nor et al. (2008) ได้ทำการศึกษาการสกัดสารจากใบเตยสดที่สามารถป้องกันการเหม็นหืนของน้ำมันปาล์ม และยังมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

ตารางที่ 4 ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของผงสีของใบเตยที่ผ่านการทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่

วัสดุของสารเคลือบ	ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (mg Trolox/g)
โปรตีนถั่วเหลือง 5%	13.58 ± 0.17^{b}
กัมอาราบิค 3 %	12.56 ± 0.21^{a}
ไข่ขาวผง 5%	16.35 ± 0.26^{c}
คาราจีแนน 1%	13.87 ± 0.54^{b}

หมายเหตุa, b, c อักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลของวัสดุเคลือบต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของใบเตยผงที่ผ่านการทำแห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง โดยศึกษาวัสดุของสารเคลือบทั้งหมด 4 ชนิด คือ โปรตีนถั่วเหลือง กัมอาราบิค ไข่ขาวผง และคาราจีแนน พบว่าคุณภาพทางด้านกายภาพและทางเคมีมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พบว่าการใช้วัสดุของสารเคลือบชนิดโปรตีนถั่วเหลือง ร้อยละ 5 ทำให้ผงใบเตยที่ได้มีปริมาณน้ำอิสระสูง ปริมาณความชื้นสูง ความสามารถในการละลายสูง ค่าสี (L*, a*, b*) สูง ปริมาณแคโรทีนอดย์ทั้งหมดสูง ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดปานกลาง และความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระปานกลาง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์ ที่อนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ธัญญรัตน์ ทวีนุต. (2550). **คุณภาพทางกายภาพและเคมีของเครื่องดื่มบัวบกผงที่เตรียมโดยวิธีการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.tdc.thailis.or.th/tdc (15 พฤศจิกายน 2557).

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2543). **ผลของกระบวนการแปรรูปต่ออาหารและสารอาหาร.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นันท์นภัส เติมวงศ์. (2551). **ปริมาณรวมของสารต้านอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอลิก และวิตามินซีในผักและ**สมุนไพร. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www. sci.bsru.ac.th/dept/mt/menuhead/picnew/n2.doc (15 พฤศจิกายน 2557).

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนใบเตยผงสำเร็จรูป. (2557). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนใบเตยผงสำเร็จรูป มผช. 765/2548.** [ระบบออนไลน]. แหลงที่มาhttp://www.tisi.go.th/ cgi-bin/otop/stdsearch.pl. (15 พฤศจิกายน 2557).

เสาวรัชรี รินอุตย์. (2555). **ผลของการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งโฟม-แมทที่มีต่อความคงตัวของสารสกัดจากใบเตยหอมชนิดผง.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.tdc.thailis.or.th/tdc (15 พฤศจิกายน 2557).

อรุษา เชาวนลิขิต และ ธีรารัตน์ อิทธิโสภณกุล. (2554). **สีธรรมชาติจากเปลือกมังคุด.** [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www. r.swu.ac.th/xmlui/bitstream/handle/123456789/.../Arusa_C_R422334.pdf?... (20 มกราคม 2558)

Brand-Williams, Cuvelier, M.E. and Berset, C. (1995). **Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity.** Lebensm.-Wiss. U.-Technol. 28(19):25-30.

Laohakunjit, N. and Kerdchoechuen, O. (2007). Aroma enrichment and the change during storage of non-aromatic milled rice coated with extracted natural flavor. **Food Chemistry.** 110: 339-334.

McGuire, R.G.(1992). Reporting of objective color measurements. **HortScience,** 27:1254-1255.

Nor, F.M., Mohamed, S., Idris, N.A. and Ismail, R., (2008). Antioxidative properties of Pandanus amaryllifolius leaf extracts in accelerated oxidation and deep frying studies. **Food Chemistry.**

การใช้แป้งดัดแปรแบบพันธะข้ามในขนมทองหยอดแช่เย็น
Use of cross-linked modified starch in chilled kanom tong yod

รุจิรัศม์ มุตธิกุล* และ อารีย์ อู่ทรัพย์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร
*corresponding author e-mail: ruchirus@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปรแบบพันธะข้าม (cross-linked starch) ที่เหมาะสมในการผลิตขนมทองหยอดแช่เย็นสูตรลดปริมาณน้ำตาล โดยแปรผันอัตราส่วนเป็น 4 ระดับคือ 14:0 12:2 10:4 และ 8:6 กรัม ตามลำดับ บรรจุขนมในกล่องพลาสติก oriented polystyrene เก็บขนมไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 21 วัน นำขนมในวันที่ 0 7 14 และ 21 มาวิเคราะห์คุณภาพ พบว่าเมื่อปริมาณแป้งข้าวเจ้าลดลง แป้งดัดแปรแบบพันธะข้ามเพิ่มขึ้นขนมมีปริมาณความชื้น และค่า a_w เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าสี L* a* และความแน่นเนื้อของขนมลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ปริมาณความชื้น ค่า a_w ค่าสี L* และความแน่นเนื้อของขนมเพิ่มขึ้นตามเวลาการเก็บทุกสิ่งทดลอง ส่วนค่าสี a* และ b* ลดลง คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา มีปริมาณไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเรื่องขนมไทย การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าขนมทองหยอดที่ใช้แป้งข้าวเจ้า 10 กรัมต่อแป้งดัดแปรแบบพันธะข้าม 4 กรัม มีคะแนนด้านความฉ่ำน้ำเชื่อม เนื้อสัมผัส ความชอบรวมสูงสุด และลดลงตามเวลาการเก็บโดยผู้ทดสอบไม่ชอบลักษณะปรากฏ รสหวาน ความฉ่ำน้ำเชื่อม เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของขนมในวันที่ 21 ส่วนสิ่งทดลองอื่นนั้นผู้ทดสอบไม่ชอบตั้งแต่วันที่ 14

คำสำคัญ : ขนมทองหยอดแช่เย็น แป้งดัดแปรแบบพันธะข้าม อายุการเก็บ

Abstract

The objective of this study was to investigate the optimum ratio of rice flour : cross-linked modified starch in reduced sugar for making chilled kanom tong yod by ratio of 14:0 12:2 10:4 and 8:6 gram respectively. Kanom tong yod was packed in oriented polystyrene box and stored at 5 °c for 21 days. Samples from 0 7 14 and 21 days were analyzed. When decreasing rice flour and modified starch due to increased, the moisture content and a_W of kanom tong yod increased but decreased L* and a* value, firmness significantly ($P\leq0.05$). Moisture content, a_W, L* value and firmness of all treatments were increased when storage time increased but a* and b* value were decreased. Total plate count, yeast and mold were accepted by community product standard. Sensory evaluation of kanom tong yod showed that using the rice flour and cross-linked starch ratio at 10:4 received the highest preference scores in juiciness texture and overall preference than the others and decreased when storage time increased to dislike score at the 21st day in all attributes while the other treatments received dislike score at the 14th day.

keywords : chilled kanom tong yod, cross-linked modified starch, storage time

บทนำ

วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ ตำบลคู้ยายหมี อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา เกิดจากการรวมกลุ่มของเกษตรกรที่ผลิตข้าวอินทรีย์ขาย กลุ่มมีโรงสีข้าวขนาด 2 ตัน สีข้าวให้กับสมาชิก ผลพลอยได้จากการสีข้าวอย่างหนึ่งคือรำข้าว ซึ่งได้นำมาเลี้ยงเป็ดไข่ ไข่เป็ดที่ผลิตได้มีจุดเด่นคือไข่แดงมีสีเข้มสวยกว่าไข่เป็ดที่ขายทั่วไป กลุ่มได้นำไข่เป็ดมาแปรรูปเป็นไข่เค็มเพื่อเพิ่มมูลค่า ส่วนไข่ที่บุบนำมาดองไข่เค็มไม่ได้ก็นำมาผลิตขนมดอกจอกจำหน่ายให้ชุมชนและ

โรงเรียนในพื้นที่ในราคาถุงละ 10 บาท ต่อมามีปัญหาไข่เค็มเก็บได้ไม่นานเกิดการเน่าเสีย และน้ำเกลือที่เหลือจากการดองไข่ทำให้ดินเสีย กลุ่มจึงเลิกผลิตไข่เค็มและได้นำไข่เป็ดออกจำหน่ายในรูปไข่สดในราคา 130 บาทต่อ 30 ฟอง ประกอบกับการผลิตขนมดอกจอกนั้นใช้การทอดในน้ำมันปาล์มซึ่งมีราคาสูงเมื่อเทียบกับราคาขายของขนม นอกจากนี้ผู้ทอดมีปัญหาสุขภาพจากการสูดไอน้ำมัน ผู้วิจัยจึงได้นำไข่เป็ดของกลุ่มมาผลิตขนมทองหยอดเพื่อเป็นทางเลือกในการแปรรูปให้กลุ่มโดยวัตถุดิบที่ใช้เป็นหลักคือผลผลิตของกลุ่มอยู่แล้ว ส่วนวัตถุดิบอื่นมีต้นทุนไม่สูงมาก จากนั้นพัฒนาสูตรน้ำเชื่อมให้ลดปริมาณน้ำตาลลงโดยใช้สารให้ความหวาน Kontrol® (maltitol syrup และ sucralose) สามารถลดปริมาณน้ำตาลลงได้ประมาณร้อยละ 25 ของสูตรปกติซึ่งจะทำให้ขายในตลาดของกลุ่มคนที่ระวังการบริโภคน้ำตาล ได้แก่ กลุ่มผู้ป่วยเบาหวาน กลุ่มคนที่ควบคุมปริมาณพลังงานจากอาหารที่รับประทาน เป็นต้น ทำให้ขนมมีกลุ่มตลาดที่กว้างขึ้น แต่อย่างไรก็ตามขนมทองหยอดทั้ง 2 สูตรก็มีอายุการเก็บเพียง 2 วันที่อุณหภูมิห้องเท่านั้น แม้จะมีปริมาณน้ำตาลค่อนข้างสูง แต่ไข่ก็เป็นแหล่งอาหารที่ดีของจุลินทรีย์ การยืดอายุการเก็บของขนมทองหยอดนั้นผู้บริโภคมักเก็บในตู้เย็นทำให้ขนมไม่เสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ แต่มีข้อเสียคือขนมจะมีเนื้อสัมผัสแข็งขึ้น ไม่น่ารับประทาน งานวิจัยนี้จึงได้นำแป้งดัดแปรแบบพันธะข้าม ซึ่งมีคุณสมบัติเป็น texturizer ในอาหารแช่เย็นและแช่เยือกแข็งมาใช้ทดแทนแป้งข้าวเจ้า ในขนมทองหยอดสูตรลดปริมาณน้ำตาล ที่นำไปแช่เย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เพื่อให้ทราบสัดส่วนของแป้ง 2 ชนิดที่เหมาะสมในการยืดอายุการเก็บขนมทองหยอด

วิธีดำเนินการวิจัย

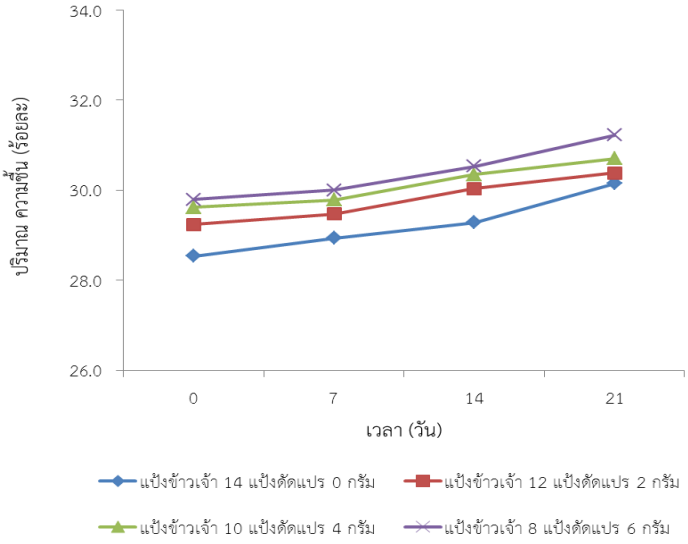
ศึกษาอัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปรแบบพันธะข้าม (บริษัท สยาม มอดิฟายด์ สตาร์ชจำกัด) ที่เหมาะสมในการผลิตขนมทองหยอดแช่เย็น โดย แปรผันอัตราส่วน 4 ระดับคือ 14:0 12:2 10:4 และ 8:6 กรัม ตามลำดับ วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

การผลิตขนมทองหยอด แยกไข่เป็ดโดยเอาเฉพาะไข่แดงกรองผ่านผ้าขาวบาง 100 กรัม เติมน้ำมันปาล์ม 2 กรัม ตีด้วยเครื่องตีไข่แบบมือถือ (HOMEMATE รุ่น HOM-12KP81, China) ความเร็วระดับ 3 เป็นเวลา 3 นาที เติมไข่น้ำค้าง (ไข่ขาวส่วนที่ติดเปลือก มีลักษณะเหลว ใส) 6 กรัม ตีต่อ 2 นาที ชั่งส่วนผสมมา 50 กรัม เติมแป้งที่ร่อนแล้วตามสิ่งทดลอง คนผสมอย่างรวดเร็ว หยอดลงในน้ำเชื่อมเดือด (ใช้แบะแซ Kontrol® และน้ำ ร้อยละ 51 35 และ 14 ตามลำดับ มีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 70 °Brix) 5 นาที ตักออกแช่ในน้ำเชื่อมใส (ใช้แบะแซ Kontrol® และน้ำ ร้อยละ 36 25 และ 39 ตามลำดับ มีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 50 °Brix) 2 นาทีแล้วตักขึ้นพักบนตะแกรง บรรจุขนมใส่กล่อง oriented polystyrene แช่เย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างในวันที่ 0 7 14 และ 21 ไปวิเคราะห์คุณภาพ

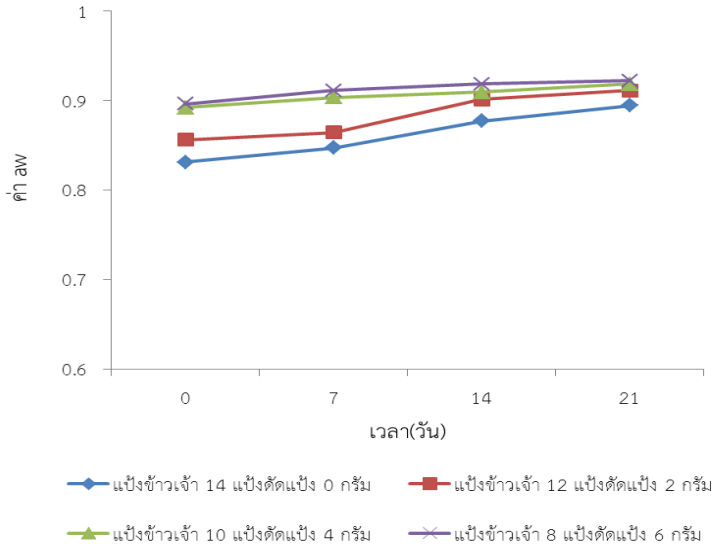
การตรวจสอบคุณภาพขนมทองหยอดแช่เย็น โดยวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) ค่า water activity (AQUA LAB รุ่น CX–3TE, USA) ค่าสี L* a* และ b* (Minolta CR-10, Japan) วัดเนื้อสัมผัสด้านการเกาะตัว (Texture Analyzer รุ่น TA.XT2 plus, UK) วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2000) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสใช้วิธี 9 point Hedonic scale (เพ็ญขวัญ, 2556) โดยผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส 30 คน ประเมินคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี รสหวาน ความฉ่ำน้ำ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of Variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT)

ผลการวิจัย

เมื่อปริมาณแป้งดัดแปรแบบพันธะข้ามเพิ่มขึ้นและแป้งข้าวเจ้าลดลงขนมทองหยอดมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นและเมื่ออายุการเก็บเพิ่มขึ้นขนมมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นดังภาพที่ 1 ส่วนค่า a_w เพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของแป้งดัดแปรแบบพันธะข้ามเช่นกันแต่เมื่อเวลาการเก็บมากขึ้นค่า a_w จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและมีค่าใกล้เคียงกันมากขึ้นในทุกสิ่งทดลอง ดังภาพที่ 2

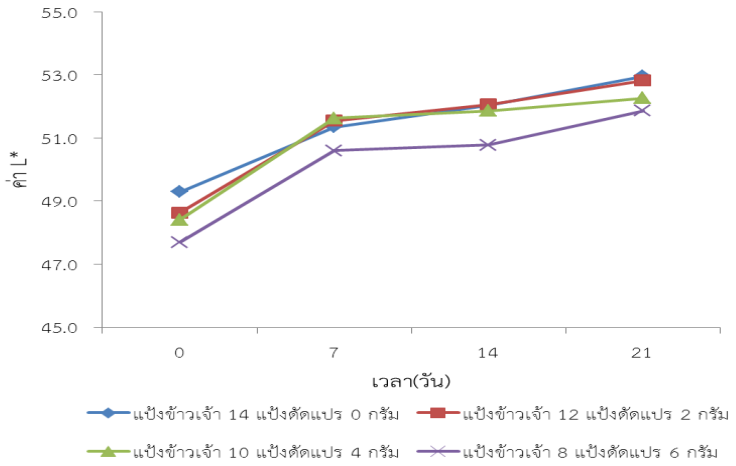


ภาพที่ 1 ปริมาณความชื้นของขนมทองหยอดแช่เย็นระหว่างการเก็บรักษา

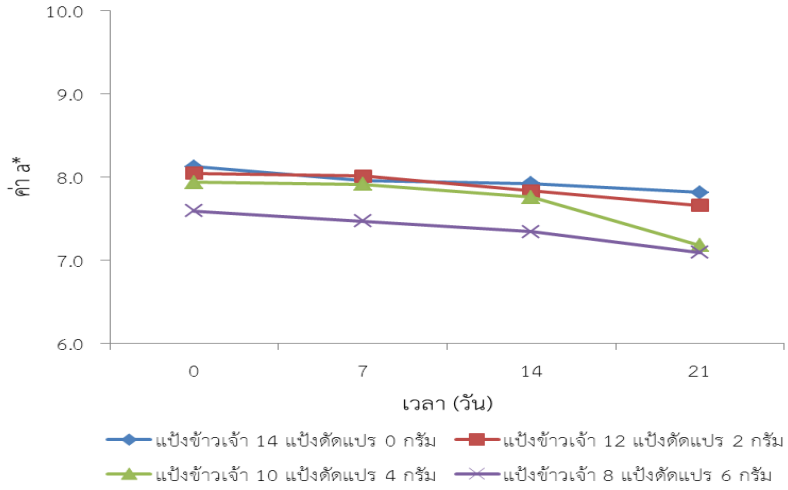


ภาพที่ 2 ค่า a_w ของขนมทองหยอดแช่เย็นระหว่างการเก็บรักษา

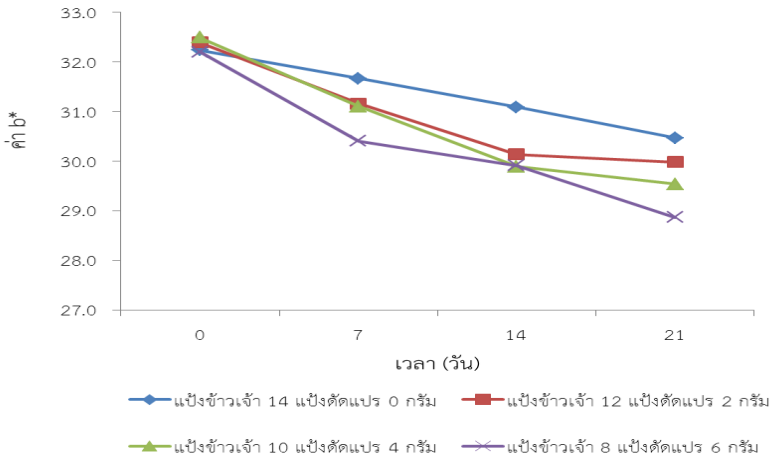
เมื่อปริมาณแป้งดัดแปรแบบพันธะข้ามเพิ่มขึ้นและแป้งข้าวเจ้าลดลงขนมทองหยอดมีค่าสี L^* และ a^* ลดลง ส่วนค่าสี b^* ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นขนมทองหยอดทุกสิ่งทดลองมี ค่าสี L^* เพิ่มขึ้น ค่าสี a^* และ b^* ลดลงดังภาพที่ 3 4 และ 5



ภาพที่ 3 ค่าสี L* ของขนมทองหยอดแช่เย็นระหว่างการเก็บรักษา



ภาพที่ 4 ค่าสี a* ของขนมทองหยอดแช่เย็นระหว่างการเก็บรักษา



ภาพที่ 5 ค่าสี b* ของขนมทองหยอดแช่เย็นระหว่างการเก็บรักษา

เมื่อปริมาณแป้งดัดแปรแบบพันธะข้ามเพิ่มขึ้นและแป้งข้าวเจ้าลดลงขนมทองหยอดมีค่าความแน่นเนื้อลดลงและเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นขนมทองหยอดมีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นทุกสิ่งทดลอง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าความแน่นเนื้อ (กรัม) ของขนมทองหยอดแช่เย็นระหว่างการเก็บรักษา

วันที่	แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรแบบพันธะข้าม (กรัม)			
	14:0	12:2	10:4	8:6
0	306.948±4.04^{a}	289.228±4.40^{b}	274.399±4.33^{c}	260.193±3.90^{d}
7	313.772±2.29^{a}	304.097±2.65^{b}	289.545±2.79^{c}	280.017±2.59^{d}
14	332.498±4.35^{a}	317.797±1.38^{b}	307.268±5.36^{c}	317.142±3.76^{b}
21	352.220±2.66^{a}	336.957±3.81^{b}	312.898±3.83^{c}	331.326±3.47^{b}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยแนวนอนอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ที่เวลาเริ่มต้นการเก็บรักษา สัดส่วนของแป้ง 2 ชนิดไม่มีผลต่อคะแนนความชอบขนมทองหยอดด้านลักษณะปรากฏ สี ความฉ่ำน้ำ เนื้อสัมผัส แต่ขนมทองหยอดที่ใช้แต่แป้งข้าวเจ้ามีคะแนนความชอบด้านรสหวานและความชอบรวมสูงสุด เมื่อเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นจนถึง 21 วันคะแนนความชอบของขนมทองหยอดลดลงตามเวลาการเก็บโดยขนมที่ใช้แป้งข้าวเจ้า 10 กรัมแป้งดัดแปร 4 กรัมมีแนวโน้มสูงกว่าสิ่งทดลองอื่น อย่างไรก็ตามผู้ทดสอบชิมไม่ชอบลักษณะปรากฏ รสหวาน ความฉ่ำน้ำ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของขนมในวันที่ 21 ส่วน treatment อื่นนั้นผู้ทดสอบไม่ชอบตั้งแต่วันที่ 14 ดังตารางที่ 2 ถึง 7

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏของขนมทองหยอดแช่เย็นระหว่างการเก็บรักษา

วันที่	แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรแบบพันธะข้าม (กรัม)			
	14:0	12:2	10:4	8:6
0^{ns}	7.28±0.45	7.19±0.47	7.14±0.59	7.22±0.72
7	5.92±0.87^{b}	6.08±0.69^{b}	6.67±0.65^{a}	6.69±0.47^{a}
14	4.67±0.96^{b}	4.81±0.94^{b}	5.97±0.87^{a}	4.56±0.82^{b}
21	3.39±0.93^{b}	3.83±0.91^{a}	4.22.0.87^{a}	3.19±0.75^{b}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยแนวนอนอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 3 คะแนนความชอบด้านสี ของขนมทองหยอดแช่เย็นระหว่างการเก็บรักษา

วันที่	แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรแบบพันธะข้าม (กรัม)			
	14:0	12:2	10:4	8:6
0^{ns}	7.03±0.60	6.94±0.58	6.94±0.89	7.11±0.78
7	6.75±0.77^{ab}	6.61±0.55^{b}	6.72±0.66^{ab}	7.00±0.42^{a}
14	6.19±0.47^{ab}	6.06±0.47^{b}	6.47±0.87^{a}	6.11±0.78^{b}
21	5.28±0.62^{b}	5.44±0.61^{ab}	5.61±0.68^{a}	5.47±0.51^{ab}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยแนวนอนอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบด้านรสหวาน ของขนมทองหยอดแช่เย็นระหว่างการเก็บรักษา

วันที่	แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรแบบพันธะข้าม (กรัม)			
	14:0	12:2	10:4	8:6
0	7.47±0.87^{a}	7.17±0.77^{ab}	7.06±0.77^{b}	7.17±0.77^{ab}
7	6.44±0.50^{a}	6.33±0.67^{ab}	6.56±0.55^{a}	6.08±0.65^{b}
14	4.67±0.75^{b}	5.28±0.81^{a}	5.31±0.78^{a}	5.03±0.87^{ab}
21	3.72±0.91^{b}	3.86±0.83^{b}	4.44±0.87^{a}	3.61±0.87^{b}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยแนวนอนอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบด้านความฉ่ำน้ำของขนมทองหยอดแช่เย็นระหว่างการเก็บรักษา

วันที่	แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรแบบพันธะข้าม (กรัม)			
	14:0	12:2	10:4	8:6
0^{ns}	7.19±0.95	7.31±0.85	7.39±0.80	7.28±0.88
7	6.08±0.84^{b}	6.19±0.75^{ab}	6.56±0.73^{a}	6.36±0.59^{ab}
14	4.08±0.94^{c}	4.47±0.84^{b}	5.36±0.72^{a}	4.61±0.93^{b}
21	3.67±0.86^{c}	4.06±0.75^{b}	4.86±0.64^{a}	4.25±0.69^{b}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยแนวนอนอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 6 คะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส ของขนมทองหยอดแช่เย็นระหว่างการเก็บรักษา

วันที่	แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรแบบพันธะข้าม (กรัม)			
	14:0	12:2	10:4	8:6
0^{ns}	7.06±0.79	7.14±0.54	7.33±0.63	7.17±0.61
7	5.97±0.61^{b}	6.19±0.57^{ab}	6.33±0.95^{a}	6.06±0.47^{ab}
14	3.89±0.92^{b}	4.28±0.78^{b}	5.01±0.72^{a}	4.19±0.92^{b}
21	3.56±0.69^{b}	3.61±0.69^{b}	4.50±0.69^{a}	3.86±0.83^{b}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยแนวนอนอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)
ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 7 คะแนนความชอบรวม ของขนมทองหยอดแช่เย็นระหว่างการเก็บรักษา

วันที่	แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรแบบพันธะข้าม (กรัม)			
	14:0	12:2	10:4	8:6
0	7.39±0.64^{a}	7.22±0.72^{ab}	7.39±0.54^{a}	6.97±0.73^{b}
7	6.47±0.51^{b}	7.03±0.69^{a}	7.08±0.69^{a}	6.64±0.59^{b}
14	4.56±0.90^{bc}	4.67±0.75^{ab}	5.03±0.73^{a}	4.19±0.89^{b}
21	3.53±0.74^{b}	3.89±0.75^{ab}	4.08±0.77^{a}	3.81±0.92^{ab}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยแนวนอนอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

จุลินทรีย์ทั้งหมดของขนมทองหยอดเพิ่มขึ้นตามเวลาการเก็บแต่ยังมีปริมาณอยู่ในเกณฑ์กำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมไทยดังตารางที่ 8 ส่วนยีสต์รานั้นมีปริมาณเกินเกณฑ์ในวันที่ 21 ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 8 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ของขนมทองหยอดแช่เย็นระหว่างการเก็บรักษา

วันที่	แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรแบบพันธะข้าม (กรัม)			
	14:0	12:2	10:4	8:6
0	$<30\times10^2$	$<30\times10^2$	$<30\times10^2$	$<30\times10^2$
7	1.05×10^3	1.37×10^3	1.45×10^3	1.52×10^3
14	3.13×10^3	3.04×10^3	2.98×10^3	3.01×10^3
21	3.50×10^3	3.61×10^3	3.56×10^3	3.74×10^3

ตารางที่ 9 ปริมาณยีสต์ และราทั้งหมด ของขนมทองหยอดแช่เย็นระหว่างการเก็บรักษา

วันที่	แป้งข้าวเจ้า:แป้งดัดแปรแบบพันธะข้าม (กรัม)			
	14:0	12:2	10:4	8:6
0	<10	<10	<10	<10
7	<10	<10	<10	<10
14	1.68×10^2	1.95×10^2	2.3×10^2	2.18×10^2
21	1.09×10^3	1.32×10^3	1.88×10^3	1.74×10^3

อภิปรายผลการวิจัย

เมื่อสัดส่วนแป้งดัดแปรแบบพันธะข้ามเพิ่มขึ้น แป้งข้าวเจ้าลดลงทำให้ขนมทองหยอดมีความชื้น ค่า a_w เพิ่มขึ้นเนื่องจากแป้งดัดแปรแบบพันธะข้าม (Kreation M2®) เป็นแป้งมันสำปะหลังดัดแปรทางเคมีด้วยวิธี cross linking ทำให้เม็ดแป้งมีคุณสมบัติอุ้มน้ำได้ดี ลดการเกิดรีโทรเกรดของแป้งได้ ช่วยลดการพองตัวของเม็ดแป้ง เพิ่มความแข็งแรงให้กับเม็ดแป้ง เพิ่มความเหนียวให้แก่เม็ดแป้งที่พองตัวทำให้เม็ดแป้งมีลักษณะเป็นหนึ่งเดียวกันไม่แตกออก (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2543) เมื่อผสมแป้งกับไข่แดงที่ตีให้ขึ้นฟูส่วนผสมมีความหนืดเพิ่มขึ้นตามปริมาณแป้งดัดแปรแบบพันธะข้ามแสดงว่าน้ำถูกดูดซับไว้ได้สูงและเมื่อหยอดส่วนผสมลงในน้ำเชื่อมเดือด แป้งทั้ง 2 ชนิดเกิดเจลาติไนซ์ โดยที่แป้งดัดแปรแบบพันธะข้าม นั้นเม็ดแป้งไม่แตกออกจึงเก็บน้ำไว้ในโครงสร้างได้ดีทำให้ขนมมีปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บขนมทองหยอดไว้พบว่าปริมาณความชื้นของขนมเพิ่มขึ้นเนื่องจากน้ำเชื่อมเข้มข้นที่ใช้ประกอบด้วยแบะแซ และ Kontrol ที่มีส่วนผสมของมอลติทอลไซรัป ซึ่งดูดความชื้นได้ดี (สุวรรณา, 2543) ขนมทองหยอดที่มีสัดส่วนแป้งข้าวเจ้ามากกว่าจะมีค่าสี L* สูงกว่า เมื่อเก็บขนมทองหยอดไว้ที่อุณหภูมิต่ำพบว่า ค่าสี L* เพิ่มขึ้นเนื่องจากเจลอะมิโลสของแป้งข้าวเจ้าเกิด syneresis มากขึ้น ทำให้เจลมีลักษณะขาวขุ่นและมีความหนืดเพิ่มขึ้น (กล้าณรงค์ และเกื้อกูล, 2543) ค่าสี L* จึงเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณแป้งดัดแปรแบบพันธะข้ามเพิ่มขึ้นและแป้งข้าวเจ้าลดลง ขนมทองหยอดมีค่าสี a* และ b* ลดลง เนื่องจากแป้งดัดแปรอุ้มน้ำได้ดีทำให้ค่าสี a* และ b* ลดลง นอกจากนั้นแป้งข้าวเจ้ายังเกิด รีโทรเกรเดชันทำให้ขนมมีความแน่นเนื้อ ดังนั้นเมื่อปริมาณแป้งดัดแปรแบบพันธะข้ามเพิ่มขึ้นและแป้งข้าวเจ้าลดลงขนมทองหยอดจึงมีความแน่นเนื้อลดลง เมื่อลดอุณหภูมิให้ต่ำลงไปอีกแป้งข้าวเจ้าการเรียงตัวของโครงสร้างจะหนาแน่นมากขึ้นโมเลกุลอิสระของน้ำที่อยู่ภายในจะถูกบีบออกมานอกเจลซึ่งเรียกว่า syneresis ปรากฏการณ์ทั้งสองนี้จะทำให้เจลมีลักษณะขาวขุ่นและมีความหนืดเพิ่มขึ้นความแน่นเนื้อของขนมทองหยอดจึงเพิ่มขึ้นตามเวลาการเก็บทุกสิ่งทดลอง คะแนนความชอบของขนมทองหยอดลดลงตามเวลาการเก็บทุกสิ่งทดลอง โดยขนมทองหยอดที่ใช้แป้งข้าวเจ้า 10 กรัม แป้งดัดแปรแบบพันธะข้าม 4 กรัมมีคะแนนด้านความฉ่ำน้ำ เนื้อสัมผัส ความชอบรวมสูงสุดและลดลงตามเวลาการเก็บ โดยผู้ทดสอบไม่ชอบลักษณะปรากฏ รสหวาน ความฉ่ำน้ำ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของขนมในวันที่ 21 ส่วนสิ่งทดลอง

อื่นนั้นผู้ทดสอบไม่ชอบตั้งแต่วันที่ 14 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามลำดับแต่ยังไม่เกินมาตรฐานชุมชนที่กำหนด ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^{6} โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม (สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2552) เพราะการแช่เย็นและปริมาณน้ำตาลในขนมสามารถช่วยชะลอการเจริญของจุลินทรีย์ได้ระยะหนึ่ง อย่างไรก็ตามควรศึกษาวิธีการที่จะยืดอายุการเก็บของขนมให้นานกว่านี้โดยอาจศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการชะลอเกิด รีโทรเกรดของแป้ง และชะลอการเจริญของจุลินทรีย์

สรุปผลการวิจัย

อัตราส่วนของแป้งข้าวเจ้าต่อแป้งดัดแปรแบบพันธะข้ามที่เหมาะสมในการผลิตขนมทองหยอดแช่เย็นสูตรลดปริมาณน้ำตาล คือใช้แป้งข้าวเจ้า 10 กรัม แป้งดัดแปร 4 กรัม ขนมทองหยอดมีอายุการเก็บ 14 วัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ผู้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย และบริษัทสยาม มอดิฟายด์ สตาร์ชจำกัด ที่สนับสนุนแป้งดัดแปรแบบพันธะข้ามมาใช้ในงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอต และเกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. (2543). **เทคโนโลยีของแป้ง.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : กรุงเทพมหานคร.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. (2556). **การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค.** พิมพ์ครั้งที่ 2 วิสต้า อินเตอร์ปริ้นท์, กรุงเทพมหานคร.

สุวรรณา สุภิมารส. (2543). **เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพมหานคร.

สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2552). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ขนมไทย** กระทรวงอุตสาหกรรม : กรุงเทพมหานคร.

AOAC. (2000). **Official Method of Analysis.** 15th ed. The Association of Official Analycial. Chemists, Arlington, Verginia. 1985 p.

ผลของระดับการใช้ผงเมล็ดลำไยในสูตรอาหารต่อพารามิเตอร์การย่อยได้ในโคขาวลำพูน
Effects of the level of longan seed powder (LSP) in the ration on ruminal digestion parameters in white Lamphun cattle

จีรณัทย์ บุญป้อ และ จิรวัฒน์ พัสระ*
คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่
*corresponding author e-mail: chirawath.p@cmu.ac.th

บทคัดย่อ

หนึ่งในสาเหตุของภาวะเรือนกระจกมาจากสัตว์เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากจุลินทรีย์ในทางเดินอาหารย่อยโภชนะและปลดปล่อยแก๊สมีเทนจำนวนมาก เมล็ดลำไยซึ่งมีแทนนินเป็นองค์ประกอบ และแทนนินมีความสัมพันธ์กับการปลดปล่อยแก๊สมีเทนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง วัตถุประสงค์งานวิจัยนี้เพื่อเปรียบเทียบผลของการเติมระดับของเมล็ดลำไยผง (longan seed powder, LSP) ในสูตรอาหารต่อค่าพารามิเตอร์การย่อยได้ในโคขาวลำพูนเจาะกระเพาะเพศเมีย 3 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบ change-over แบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม (0%LSP) และกลุ่มทดลอง 1 (10%LSP) และ 2 (15%LSP) ผลการทดลองพบว่าค่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง โปรตีน ไขมัน สารละลายย่อยได้ในกรด และไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรกซ์ไม่แตกต่างกัน แต่การย่อยได้ของเยื่อใยและสารละลายย่อยได้ในสารที่เป็นกลางในกลุ่ม 15%LSP มีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่ม 0%LSP ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนและความเข้มข้นของกรดไขมันที่ระเหยได้ไม่แตกต่างกัน แต่ปริมาณแก๊สมีเทนของกลุ่ม 0%LSP สูงกว่ากลุ่ม 10%LSP และ 15%LSP อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) สรุปได้ว่าการใช้เมล็ดลำไยผงที่ระดับ 15% ในสูตรอาหารมีผลต่อการลดการผลิตแก๊สมีเทนในกระเพาะหมักโคขาวลำพูนและไม่ส่งผลเสียต่อการย่อยได้ของโภชนะ

คำสำคัญ : แก๊สมีเทน โคขาวลำพูน เมล็ดลำไย

Abstract

One of the main reasons of greenhouse gas is emitted by ruminants. Because of their digestion process by microbes produces large amounts of methane (CH_4). Longan seed contained a dietary tannin which is related to methane emissions from ruminants. This study was conducted to determine efficacy of the longan seed powder (LSP) level in feed on rumen digestion parameters in 3 female fistulated White Lamphun cattle by using change-over design. The dietary treatments were divided into 3 treatments, including a control group (0%LSP), 10%LSP and 15%LSP. The results showed that DMD, CPD, EED, ADFD and NFED were not different. But CFD and NDFD of 15%LSP tended to be higher than 0%LSP. In addition, a pH, NH_3-N and VFA concentrations were not significantly different. Moreover, the CH_4 production of a control group (0%LSP) were significantly higher than 10%LSP and 15%LSP, respectively ($P<0.05$). It can be concluded that using 15%LSP in the diet affected on the reduction of CH_4 production in White Lamphun cattle rumen without any negative effects on the digestibility.

keywords : methane, white Lamphun cattle, longan seed

บทนำ

แก๊สมีเทน (methane, CH_4) ที่ปลดปล่อยออกมาจากภาคปศุสัตว์เป็นส่วนหนึ่งที่ส่งผลให้เกิดแก๊สเรือนกระจกไปทั่วโลก (Beauchemin and McGinn, 2005) ซึ่งสัตว์เคี้ยวเอื้องปลดปล่อยแก๊สมีเทนจากกระบวนการหมักภายในร่างกาย โดยกระบวนการหมักนั้นอยู่ในสภาวะไร้ออกซิเจนมีการเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์เป็นแก๊สมีเทนโดยจุลินทรีย์เข้ามา เกิดการผลิตแก๊สมีเทนภายในกระเพาะหมักคิดเป็นร้อยละ 87 และในลำไส้ใหญ่คิดเป็นร้อยละ 13 (Boadi et al., 2004) แก๊สมีเทนที่ผลิตขึ้นภายในกระเพาะหมักจะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปของการหายใจและการเรอ และแก๊สมีเทนที่ผลิตขึ้นภายในลำไส้ใหญ่จะถูก

ปลดปล่อยออกมาในรูปของการผายลม Rossi et al. (2001) รายงานว่า การผลิตแก๊สมีเทนภายในกระเพาะหมักจะทำให้ประสิทธิภาพของพลังงานจากการใช้ประโยชน์จากอาหารของโคนมลดลงและยังทำให้เกิดภาวะเรือนกระจกอีกด้วย ทั้งนี้อาหารที่สัตว์เคี้ยวเอื้องกินเข้าไปนับว่ามีอิทธิพลต่อการผลิตแก๊สมีเทนเป็นอย่างมาก Lascano and Cárdenas (2010) รายงานผลการวิจัยที่มีการใช้พืชอาหารสัตว์ที่มีคุณภาพสูงและมีสารทุติยภูมิ เช่น แทนนินเพื่อลดการปลดปล่อยแก๊สมีเทนออกมาจากตัวสัตว์เคี้ยวเอื้อง Viet et al., 2005 รายงานว่าเมล็ดลำไยมีแทนนินเป็นองค์ประกอบ ซึ่งแทนนินในเมล็ดลำไยอาจช่วยปรับปรุงการหมักย่อยและช่วยลดการผลิตแก๊สมีเทนที่เกิดขึ้นภายในกระเพาะหมักได้ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบค่าการย่อยได้ของอาหารที่ผสมเมล็ดลำไยผงและวิเคราะห์ผลของอาหารที่ผสมเมล็ดลำไยผงต่อสภาพการหมักย่อยภายในกระเพาะหมักของโคขาวลำพูน

วิธีดำเนินการวิจัย

อาหารที่ใช้ในการทดลอง

องค์ประกอบของอาหารที่ใช้ในการทดลองแสดงในตารางที่ 1 โดยให้เมล็ดลำไยผงเป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวโพดบดและปลายข้าวในอาหารสูตรทดลอง คำนวณสูตรอาหารให้มีระดับของโปรตีน 14% (ร้อยละของวัตถุแห้ง)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของวัตถุดิบ ร้อยละของโปรตีนหยาบ และโภชนะย่อยได้รวมจากการคำนวณของอาหารทดลองที่ผสมเมล็ดลำไยผงทั้ง 3 ระดับ (ร้อยละของวัตถุแห้ง)

วัตถุดิบ	0%LSP (control)	10%LSP	15%LSP
กากถั่วเหลือง (%)	10.00	10.00	10.00
กระถิน (%)	7.00	7.00	7.00
ข้าวโพด (%)	27.00	20.20	15.80
รำข้าว (%)	35.40	36.80	37.60
ปลายข้าว (%)	17.20	12.60	11.20
เมล็ดลำไยผง (%)	0.00	10.00	15.00
ไดแคลเซียมฟอสเฟต (%)	2.00	2.00	2.00
เกลือ (%)	1.00	1.00	1.00
พรีมิกซ์ (%)	0.40	0.40	0.40
ร้อยละของโปรตีนหยาบ (%)	14.00	14.00	14.00
โภชนะย่อยได้รวม (%)	74.04	73.79	73.65

แผนการทดลอง สัตว์ทดลอง และการให้อาหาร

ออกแบบการทดลองแบบ change-over โดยใช้โคขาวลำพูนเพศเมียเจาะกระเพาะจำนวน 3 ตัว อายุประมาณ 4 ปี น้ำหนักตัวเริ่มต้น 159±12 กิโลกรัม เลี้ยงในคอกขังเดี่ยว มีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลาและให้ฟางข้าวเป็นอาหารฐาน เนื่องจากจำนวนโคเจาะกระเพาะมีจำนวนจำกัดการทดลองนี้จึงดำเนินการ 3 ช่วงเวลา ช่วงเวลาละ 1 ซ้ำ โดยดำเนินการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ โคแต่ละตัวได้รับอาหารทั้ง 3 สูตรหมุนเวียนกันไปในแต่ละช่วงเวลา ให้อาหารวันละ 2 เวลาคือ 08:00 น. และ 17:00น. ให้โคทดลองได้รับอาหารที่ผสมเมล็ดลำไยผงทั้ง 3 ระดับร่วมกับฟางข้าว ในแต่ละช่วงของการทดลองใช้เวลาทั้งหมด 19 วัน โดย 14 วันแรกให้โคทดลองและจุลินทรีย์ภายในกระเพาะหมักได้ปรับตัวให้เข้ากับอาหารทดลองที่ได้รับ และ 5 วันสุดท้ายสำหรับการเก็บข้อมูล

การหาค่าการย่อยได้แบบวิธีดั้งเดิม

หลังจากทำการปรับกระเพาะโค 14 วัน บันทึกปริมาณอาหารที่กินและมูลที่ขับออกมาในช่วงเก็บข้อมูล 5 วันสุดท้าย โดยสุ่มเก็บมูลมาประมาณร้อยละ 5 ของน้ำหนักสด เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีซึ่งประกอบด้วย การวิเคราะห์โภชนะ

ด้วยวิธี proximate analysis ตามวิธีของ AOAC (2000) และการวิเคราะห์องค์ประกอบที่เป็นโครงสร้างของพืชด้วยวิธี detergent method ตามวิธีของ Van Soest (1982) แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ปรากฏจากสมการสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (%) = [(โภชนะที่กิน - โภชนะที่ขับออก) / โภชนะที่กิน] x 100 สำหรับการประเมินค่าโภชนะย่อยได้รวม (total digestible nutrient, TDN) คำนวณได้จากสมการ TDN = DCP + DNDF + DNFC + (2.25 x DEE) เมื่อ DCP คือโปรตีนหยาบที่ย่อยได้ DNDF คือเยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลางที่ย่อยได้ DNFC คือคาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่เยื่อใยที่ย่อยได้ และ DEE คือไขมันที่ย่อยได้ตามลำดับ

การศึกษาสภาพการหมักย่อยภายในกระเพาะหมัก

เก็บตัวอย่างของเหลวภายในกระเพาะหมักก่อนให้อาหารมื้อเช้า 1 ชั่วโมง และหลังจากให้อาหารมื้อเช้าไป 1 2 3 และ 4 ชั่วโมง (07:00 09:00 10:00 11:00 และ 12:00น.) นำไปปั่นเหวี่ยงใสที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที จากนั้นใช้ปิเปตขนาด 1 มิลลิลิตร ดูดเอาเฉพาะของเหลวส่วนใสด้านบนเพื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักตามวิธี Conway (Voigt and Steger, 1967) และวัดปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ที่เกิดขึ้นภายในกระเพาะหมักโดยใช้เครื่องมือ gas chromatography นำแก๊สที่เหลือจากการวัดค่าการย่อยได้และพลังงานโดยวิธีวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น ณ ชั่วโมงที่ 24 ของการหมักไปฉีดเข้าเครื่อง gas chromatography เพื่อวิเคราะห์หาค่าร้อยละของปริมาณแก๊สมีเทนในห้องปฏิบัติการที่เกิดขึ้นโดยเทียบกับแก๊สมีเทนมาตรฐานที่มีความบริสุทธิ์ 99.0% ตามวิธีของ Eaton *et al*. (2005)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มด้วยวิธี Duncan’s new multiple range test (Steel and Torrie, 1980) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

การหาค่าการย่อยได้แบบวิธีดั้งเดิม

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้ง (dry matter digestibility, DMD) โปรตีนโดยรวม (crude protein digestibility, CPD) ไขมันโดยรวม (ether extract digestibility, EED) เยื่อใยโดยรวม (crude fiber digestibility, CFD) เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกลาง (neutral detergent fiber digestibility, NDFD) เยื่อใยที่ละลายได้ในสารละลายที่เป็นกรด (acid detergent fiber digestibility, ADFD) ลิกนิน (acid detergent lignin digestibility, ADLD) และไนโตรเจนฟรีเอกซ์แทรก (nitrogen free extract digestibility, NFED) ในอาหารทดลองที่ผสมเมล็ดลำไยผงแต่ละระดับไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แต่มีแนวโน้มว่าค่า CFD ของอาหารทดลองสูตร 15%LSP มีค่าสูงที่สุด คือร้อยละ 75.90 รองลงมาคือ อาหารทดลองสูตร 10%LSP และ 0%LSP คือมีค่า 66.41 และ 65.18 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มว่าค่า NDFD ของอาหารทดลองสูตร 15%LSP มีค่าสูงที่สุดเช่นกัน คือร้อยละ 76.57 รองลงมาคือ อาหารทดลองสูตร 10%LSP และ 0%LSP คือมีค่า 69.88 และ 62.82 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งและโภชนะของอาหารทดลองที่ผสมเมล็ดลำไยผงทั้ง 3 ระดับ

โภชนะย่อยได้ (Digestibility, %)	**กลุ่มทดลอง**			**SEM**	**P-value**
	0% LSP	**10% LSP**	**15% LSP**		
วัตถุแห้งย่อยได้ (DMD)	68.11	69.97	76.32	0.978	0.134
โปรตีนย่อยได้ (CPD)	63.75	66.27	69.49	0.980	0.258
ไขมันย่อยได้ (EED)	78.08	83.43	82.24	1.231	0.365
เยื่อใยย่อยได้ (CFD)	65.18	66.41	75.90	1.053	0.088
เยื่อใยละลายได้ในสารละลายเป็นกลางย่อยได้ (NDFD)	62.82	69.88	76.57	1.160	0.079
เยื่อใยละลายได้ในสารละลายกรดย่อยได้ (ADFD)	57.46	56.85	71.12	1.778	0.127
ลิกนินย่อยได้ (ADLD)	46.55	44.76	58.06	3.212	0.373
ไนโตรเจนฟรีเอ็กซ์แทรกย่อยได้ (NFED)	73.67	75.07	80.74	0.781	0.115

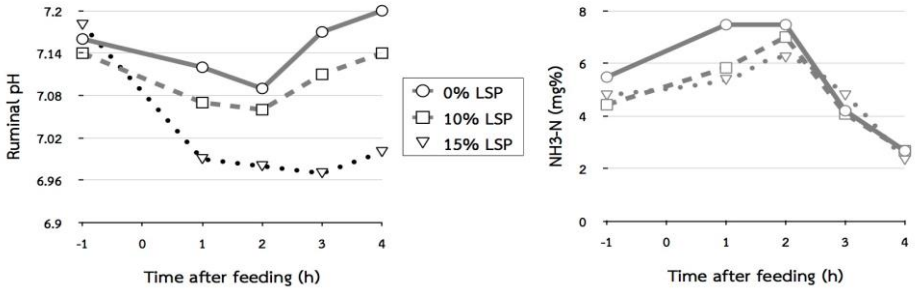
ตารางที่ 3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonia-nitrogen, NH_3-N) และปริมาณแก๊สมีเทน (CH_4) ที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมเมล็ดลำไยผงทั้ง 3 ระดับ

ค่าพารามิเตอร์ในกระเพาะหมัก	กลุ่มทดลอง			SEM	P-value
	0% LSP	10% LSP	15% LSP		
pH (ขณะให้อาหาร)					
ก่อนอาหาร 1 ชั่วโมง	7.16	7.14	7.18	0.058	0.960
หลังอาหาร 1 ชั่วโมง	7.12	7.07	6.99	0.036	0.484
หลังอาหาร 2 ชั่วโมง	7.09	7.06	6.98	0.044	0.639
หลังอาหาร 3 ชั่วโมง	7.17	7.11	6.97	0.057	0.474
หลังอาหาร 4 ชั่วโมง	7.20	7.14	7.00	0.035	0.254
NH_3-N (mg%)					
ก่อนอาหาร 1 ชั่วโมง	5.48	4.43	4.78	0.243	0.382
หลังอาหาร 1 ชั่วโมง	7.47	5.83	5.37	0.237	0.121
หลังอาหาร 2 ชั่วโมง	7.47	7.00	6.22	0.226	0.279
หลังอาหาร 3 ชั่วโมง	4.20	4.08	4.78	0.406	0.779
หลังอาหาร 4 ชั่วโมง	2.68	2.68	2.33	0.117	0.500
In vitro CH_4 production (µmol/ml)	8.21[a]	7.29[b]	5.61[c]	0.105	0.000

การศึกษาสภาพการหมักย่อยภายในกระเพาะหมัก

จากตารางที่ 3 และภาพที่ 1 พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในกระเพาะหมักของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองสูตร 0%LSP และ 10%LSP มีค่าต่ำที่สุดในชั่วโมงที่ 2 หลังจากให้อาหารคือ 7.09 และ 7.06 ตามลำดับ ในขณะที่ค่า pH ของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองสูตร 15%LSP มีค่าต่ำที่สุดในชั่วโมงที่ 3 หลังจากให้อาหารคือ 6.97 แต่ค่าที่ได้ยังใกล้เคียงกับค่าที่ได้หลังจากให้อาหาร 2 ชั่วโมงคือ 6.98 อย่างไรก็ตามค่า pH ของแต่ละทรีทเม้นท์นั้นไม่แตกต่างกัน (P>0.05) หลังจากนั้นค่า pH ในกระเพาะหมักจะค่อยๆเพิ่มขึ้น

ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonia-nitrogen, NH_3-N) ก่อนให้อาหาร 1 ชั่วโมงเท่ากับ 5.48 4.43 และ 4.78 mg% ในอาหารทดลองสูตร 0%LSP 10%LSP และ 15%LSP ตามลำดับ หลังให้อาหาร 2 ชั่วโมงพบว่าค่า NH_3-N มีค่าสูงที่สุดในการเสริมเมล็ดลำไยผงลงในอาหารทุกระดับเท่ากับ 7.47 7.00 และ 6.22 mg% ในอาหารทดลองสูตร 0%LSP 10%LSP และ 15%LSP ตามลำดับ หลังจากนั้นค่า NH_3-N มีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆในชั่วโมงที่ 3 และ 4 หลังให้อาหารทดลองที่ผสมเมล็ดลำไยผงทุกระดับแต่ไม่แตกต่างกัน (P>0.05)



ภาพที่ 1 ค่า pH และ NH_3-N ที่เกิดขึ้นในกระเพาะหมักของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมเมล็ดลำไยผงทั้ง 3 ระดับ

ผลของการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acids, VFAs) ในกระเพาะหมักของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริมเมล็ดลำไยผงทั้ง 3 ระดับ แสดงในตารางที่ 4 พบว่าปริมาณกรดอะซีติกของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริม 10%LSP มีแนวโน้มต่ำที่สุดคือ 26.00 µmol/ml ในขณะที่ 15%LSP และ 0%LSP เท่ากับ 29.98 และ 33.30 µmol/ml ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ส่วนปริมาณกรดโพรพิโอนิกของโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริม 15%LSP มีแนวโน้มสูงที่สุดคือเท่ากับ 22.04 µmol/ml ในขณะที่ 0%LSP และ 10%LSP มีค่า 18.28 และ 16.94 µmol/ml ตามลำดับ แต่ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) เช่นเดียวกับปริมาณกรดบิวทีริกของแต่ละกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน (P>0.05) โดยโคทดลองที่ได้รับอาหารทดลองที่เสริม 10%LSP มีแนวโน้มต่ำที่สุดคือเท่ากับ 2.86 µmol/ml ในขณะที่ 15%LSP และ 0%LSP เท่ากับ 3.36 และ 3.93 µmol/ml ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาถึงสัดส่วนของกรดอะซีติกต่อกรดโพรพิโอนิกพบว่าอาหารทดลองที่เสริม 15%LSP มีแนวโน้มต่ำที่สุดคือเท่ากับ 1.33 รองลงมาคือ 10%LSP มีค่า 1.68 และ 0%LSP และ 1.80 µmol/ml แต่ไม่แตกต่างกัน (P>0.05)

เมื่อวิเคราะห์ปริมาณแก๊สมีเทนโดยวิธี Gas Chromatography (GC) แบบ *In vitro* (ตารางที่ 3) พบว่าอาหารทดลองที่ผสมเมล็ดลำไยผงระดับ 15%LSP สามารถลดการผลิตเกิด CH_4 ในห้องปฏิบัติการได้อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง คือมีค่า 5.61 µmol/ml รองลงมาคือ 10%LSP มีค่า 7.29 µmol/ml และ 15%LSP มีค่า 8.21 µmol/ml (P<0.01)

ตารางที่ 4 กรดไขมันที่ระเหยได้ (volatile fatty acids, VFAs) ในกระเพาะหมักของโคทดลอง

กรดไขมันระเหยได้ (Volatile fatty acids)	**กลุ่มทดลอง**			**SEM**	**P-value**
	0% LSP	**10% LSP**	**15% LSP**		
กรดอะซีติก (µmol/ml)	33.30	26.00	29.98	2.090	0.495
กรดโพรพิโอนิก (µmol/ml)	18.28	16.94	22.04	1.379	0.449
กรดบิวทีริก (µmol/ml)	3.93	2.86	3.36	0.263	0.422
กรดอะซีติก : กรดโพรพิโอนิก	1.80	1.68	1.33	0.110	0.384

อภิปรายผลการวิจัย

การหาค่าการย่อยได้แบบวิธีดั้งเดิม

สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุแห้งและโภชนะของอาหารทดลองที่ผสมเมล็ดลำไยผงทั้ง 3 ระดับไม่แตกต่างกัน (P>0.05) แสดงให้เห็นว่าอาหารทั้ง 3 สูตร สามารถใช้ทดแทนกันได้

การศึกษาสภาพการหมักย่อยภายในกระเพาะหมัก

ค่าความ pH ของแต่ละทรีทเม้นท์นั้นไม่แตกต่างกัน (P>0.05) อาจเนื่องมาจากหลังจากให้อาหารไปแล้ว 2-3 ชั่วโมง คาร์โบไฮเดรตที่ไม่ใช่โครงสร้าง (non-structural carbohydrate) เกิดการย่อยสลายในกระเพาะหมัก pH ในกระเพาะหมักจึงลดลง หลังจากนั้นค่าความเป็นกรด-ด่างในกระเพาะหมักจะค่อยๆเพิ่มขึ้น

ค่า NH_3-N หลังให้อาหาร 2 ชั่วโมง มีค่าสูงที่สุดในการเสริมเมล็ดลำไยผงลงในอาหารทุกระดับ หลังจากนั้นมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆในชั่วโมงที่ 3 และ 4 หลังให้อาหารทดลองที่ผสมเมล็ดลำไยผงทุกระดับ ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกับ Satter and Slyter (1974) ซึ่งรายงานว่าโดยปกติค่า NH_3-N จะสูงที่สุดหลังให้อาหารไปแล้ว 1-2 ชั่วโมง หลังจากนั้นค่าที่ได้จะลดลง โดยปกติค่า NH_3-N เพื่อการดำรงชีพเท่ากับ 3-8 mg% ซึ่งจะมีผลต่อการสังเคราะห์โปรตีนจากจุลินทรีย์ (microbial protein) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปริมาณกรดโพรพิโอนิกของกลุ่ม 15%LSP มีค่าสูงสุด สอดคล้องกับรายงานของ Moss *et al*. (2000) ที่ได้กล่าวถึงการผลิตกรดโพรพิโอนิกทำให้เกิดแก๊สมีเทน (CH_4) ลดลง เนื่องจากการสร้างกรดโพรพิโอนิกจำเป็นต้องใช้ H_2 จึงทำให้ H_2 ที่นำไปสร้าง CH_4 ลดลง และเป็นไปตามสมมติฐานของ Jayanegara *et al*. (2011) ว่าการเพิ่มขึ้นของแทนนินในสูตรอาหารทำให้สัดส่วนของกรดอะซีติกต่อกรดโพรพิโอนิกลดลง

ปริมาณการผลิต CH_4 ลดลงตามระดับการเสริมเมล็ดลำไยผง สอดคล้องกับการทดลองของ Tan *et al*. (2011) ซึ่งได้พบว่าเมื่อทำการเสริมคอนเดนส์แทนนินด้วยวิธีการ *In situ* technique ทำให้ปริมาณการเกิด CH_4 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) นอกจากนี้ Tavendale *et al.* (2005) ได้รายงานว่าแทนนินทำให้เกิดพิษต่อจุลินทรีย์ที่ผลิต CH_4 โดยเฉพาะอย่างยิ่งโปรโตซัวที่ผลิต CH_4 ลดลงตามระดับการเพิ่มของคอนเดนส์แทนนิน

สรุปผลการวิจัย

การใช้เมล็ดลำไยผงที่ระดับร้อยละสิบห้าในสูตรอาหารมีผลต่อการลดการผลิตแก๊สมีเทนได้โดยไม่ส่งผลเสียต่อการย่อยได้ของโภชนะ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรที่เลี้ยงโคที่ต้องการลดการปลดปล่อยแก๊สมีเทนสู่ชั้นบรรยากาศ และการใช้เมล็ดลำไยยังสามารถลดต้นทุนค่าอาหารข้นได้บางส่วน รวมถึงเป็นการใช้เศษเหลือจากการเกษตรให้เกิดประโยชน์สูงสุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนโครงการวิจัยริเริ่มแบบมุ่งเป้าประเภทนักวิจัยรุ่นใหม่ ภายใต้โครงการ “ประสิทธิภาพของการลดการผลิตแก๊สมีเทนในโคเนื้อพันธุ์ขาวลำพูนด้วยการเสริมเมล็ดลำไยผงในอาหาร”

เอกสารอ้างอิง

AOAC. (2000). **Official Methods of Analysis of AOAC International.** AOAC International. Maryland. USA.

Beauchemin, KA. and McGinn, SM. (2005). Methane emissions from feedlot cattle fed barley or corn diets. **Journal of Animal Science,** 83 pp. 653-661.

Boadi, D., Benchaar, C., Chiquette, J. and Massé, D. (2004). Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: Update review. **Canadian Journal of Animal Science,** 84(3), pp.319-335.

Eaton, AD., Clesceri, LS., Rice, EW. and Greenberg, AE. (2005). **Standard methods for the examination of water and wastewater.** American Public Health Association, Washington DC, USA.

Jayanegara, A., Leiber, F. and Kreuzer, M. (2011). Meta-analysis of the relationship between dietary tannin level and methane formation in ruminants from in vivo and in vitro experiments. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition,** 96(3), pp.365-375.

Lascano, C. and Cárdenas, E. (2010). Alternatives for methane emission mitigation in livestock systems. **Revista Brasileira de Zootecnia,** 39, pp.175-182.

Moss, A., Jouany, J. and Newbold, J. (2000). Methane production by ruminants: its contribution to global warming. **Annales De Zootechnie,** 49(3), pp.231-253.

Rossi, F., Vecchia, P. and Masoero, F. (2001). Estimate of methane production from rumen fermentation. **Nutrient Cycling in Agroecosystems** 60(1-3), pp.89-92.

Satter, L. and Slyter, L. (1974). Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition,** 32(2), pp.199-208.

Steel, R. and Torrie, J. (1980). **Principles and procedures of statistics.** McGraw-Hill. New York, USA.

Tan, H., Sieo, C., Abdullah, N., Liang, J., Huang, X. and Ho, Y. (2011). Effects of condensed tannins from Leucaena on methane production, rumen fermentation and populations of methanogens and protozoa in vitro. **Animal Feed Science and Technology,** 169(3-4), pp.185-193.

Tavendale, M., Meagher, L., Pacheco, D., Walker, N., Attwood, G. and Sivakumaran, S. (2005). Methane production from in vitro rumen incubations with Lotus pedunculatus and Medicago sativa, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. **Animal Feed Science and Technology**, 123-124, pp.403-419.

Van Soest, P. (1982). **Nutritional ecology of the ruminant.** Corvallis, Or.: O & B Books.

Viet, TQ., Hoan, TX. and Huyen, LV. (2005). Utilization of longan seed meal (by-products of dried longan pulp processing) as local and available feed resources for dairy goats in winter season of Vietnam. **Workshop-seminar “Making better use of local feed resources”.** MEKARN-CTU, Cantho, Vietnam.

Voigt, J. and Steger, H. (1967). Zur quantitativen Bestimmung von Ammonik, Harnstoff und Ketokörpern in biologischem Material mit Hilfe eines modifizierten Mikrodiffusionsgefäßes. **Archiv für Tierernaehrung,** 17(4-5), pp.289-293.

การพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีโดยการออสโมติกดีไฮเดรชัน
Quality development of strawberry fillinig product using osmotic dehydration

กิตติคุณ ตอพล นภาพันธ์ โชคอำนวยพร และ สุจินดา ศรีวัฒนะ*
คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่
*corresponding author e-mail: sujinda.s@cmu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบคุณภาพของไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่จำหน่ายทางการค้า เพื่อพัฒนาไส้ผลไม้โดยใช้ออสโมติกดีไฮเดรชัน และพัฒนาไส้ผลไม้สูตรลดน้ำตาล ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพทางเคมีกายภาพของไส้ผลไม้ที่จำหน่าย 2 ยี่ห้อมีคุณภาพไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) การเตรียมสตรอเบอรีออสโมติกโดยคลุกสตรอเบอรีกับน้ำตาลทรายอัตราส่วน 2:1 แช่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนน้ำตาลละลายหมด ผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่ไม่ผ่านและผ่านออสโมติกดีไฮเดรชัน มีค่าวอเตอร์แอคติวิที ค่าสี L* a* ค่าเฉดสี ค่าความเข้มสี ปริมาณกรด และความข้นหนืด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) การทดสอบการยอมรับด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 คะแนน (100 คน) มีคะแนนสูงกว่าวิธีการที่ไม่ผ่านออสโมติกดีไฮเดรชันในทุกคุณลักษณะ และมีสเกลความพอดีด้านความหวานเหมาะสม ซึ่งไส้ผลไม้สูตรลดน้ำตาลที่ผลิตได้ มีปริมาณน้ำตาลลดลงจากสูตรปกติร้อยละ 32 โดยมีคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกันที่ระดับชอบเล็กน้อย

คำสำคัญ : ไส้ผลไม้สตรอเบอรี ออสโมติกดีไฮเดรชัน การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

Abstract

The objectives of this research were to investigate the qualities of commercial strawberry filling, to develop strawberry filling using osmotic dehydration (OD) method and to develop reduced-sugar strawberry filling. The results showed that physicochemical qualities of two commercial strawberry fillings were not significantly different ($p>0.05$). Osmotic strawberries were prepared by mixing strawberries with sugar in the ratio 2:1 and stored at 4 °C until the sugar was completely dissolved. The water activity, color values L*, b*, hue value, chroma value, acidity content and viscosity of strawberry filling OD method were significantly different from strawberry filling without OD method ($p\leq0.05$). Consumer acceptance testing using 9-point hedonic scale was conducted (n=100). Strawberry filling using OD method received higher acceptability ratings in all attributes compared to those of without OD method and the Just-About-Right scale in sweetness attribute was appropriated. The developed reduced-sugar strawberry filling could be reduced 32% of sugar from normal formula with no difference of acceptability ratings (like slightly).

keywords : strawberry filling, osmotic dehydration, consumer testing

บทนำ

สตรอเบอรีจัดเป็นไม้ผลเมืองหนาวขนาดเล็ก ในประเทศไทยมีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นจากพื้นที่ปลูกทางภาคเหนือ (ณรงค์ชัย, 2550) จังหวัดเชียงใหม่เป็นแหล่งปลูกที่สำคัญ โดยเฉพาะอำเภอสะเมิง ในปี พ.ศ. 2557 มีพื้นที่ปลูก 3,174 ไร่ ให้ผลผลิตมูลค่า 573 ล้านบาท (สำนักงานเกษตรอำเภอสะเมิง, 2557) สตรอเบอรีมีอายุหลังการเก็บเกี่ยวสั้น เพราะเกิดการเน่าเสียจากเชื้อรา (Mancilla et al., 2013) ทั้งนี้ผู้บริโภคนิยมบริโภคผลสด และผลผลิตช่วงปลายฤดูนำไปขายให้โรงงานแปรรูป (เอกรินทร์, 2550) เพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น แยม น้ำผลไม้ และของหวาน เป็นต้น (Mancilla et al., 2011) ผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีส่วนใหญ่มักมีการเติมสี แต่งกลิ่น และมีน้ำตาลปริมาณสูง ซึ่งปัจจุบันผู้บริโภคหันมาใส่ใจเรื่องสุขภาพมากขึ้น จึงมีความต้องการอาหารที่มีการเติมสี แต่งกลิ่น และมีน้ำตาลในปริมาณที่ลดลง เพื่อประโยชน์ต่อสุขภาพ

กระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน (osmosis dehydration) เป็นกระบวนการที่ดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อของพืชโดยการแช่ในสารละลายออสโมติก ซึ่งน้ำจะถูกดึงออกผ่านกระบวนการออสโมซิส เกิดการแพร่โดยความแตกต่างของแรงดันออสโมติก ทำให้เกิดการถ่ายเทมวลสารระหว่างเนื้อเยื่อของพืชกับสารละลายออสโมติก (Rastogi et al., 2005) น้ำภายในเนื้อเยื่อเกิดการเคลื่อนที่ออกไปสู่สารละลายที่มีความเข้มสูงกว่า ขณะเดียวกันตัวถูกละลายของสารละลายก็ซึมผานเข้าไปภายในเนื้อเยื่อ (Mancilla et al., 2013) เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการดึงน้ำบางส่วนออกมา (Rastogi et al., 2005) สามารถใช้เป็นเทคนิคในการทำ pre-treatment ในการปรับปรุงคุณภาพด้านคุณค่าทางโภชนาการ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของอาหารได้ (Mancilla et al., 2011) มีงานวิจัยการใช้เทคนิคออสโมติกดีไฮเดรชันในการปรับปรุงคุณภาพด้านต่างๆ ของสตรอเบอรี (Mancilla et al., 2011; Blanda et al., 2009) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาคุณภาพไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่จำหน่ายทางการค้า เพื่อพัฒนาคุณภาพของไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีโดยใช้ออสโมติกดีไฮเดรชัน และเพื่อพัฒนาไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีด้วยสูตรลดน้ำตาล

วิธีการดำเนินวิจัย

1. การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่จำหน่ายทางการค้า

นำผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้สตรอเบอรีที่จำหน่ายทางการค้า ยี่ห้ออิมพีเรียล (KCG Coperation, Thailand) และยี่ห้อเบสท์ฟู้ดส์ (Unilever Thai Trading, Thailand) มาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพ โดยทำการวัดปริมาณความชื้น (AOAC, 2000) ค่าวอเตอร์แอคติวิที (AquaLab Lite, Decagon Device Inc, USA) ค่าสี (Chroma meter model CR-400, KONICA MINOLTA, Japan) ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำด้วย Digital refractometer (Atago, Japan) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH-meter, Drion: 520A, USA) และความข้นหนืดโดยใช้ Boswick consistometer เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

2. การเปรียบเทียบคุณภาพของไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่ทำจากสตรอเบอรีที่ไม่ผ่านและผ่านออสโมติกดีไฮเดรชัน

สูตรพื้นฐานโดยการเตรียมสตรอเบอรีออสโมติกโดยคลุกสตรอเบอรีกับน้ำตาลทรายในอัตราส่วน 2:1 แช่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนน้ำตาลละลายหมด แล้วกรองแยกเนื้อสตรอเบอรีแช่อิ่ม และน้ำสตรอเบอรี (ณัฐธิดา และ คณะ, 2551) จากนั้นผสมเนื้อสตรอเบอรีที่บดแล้วกับน้ำ ให้ความร้อน คนให้เข้ากัน เติมน้ำสตรอเบอรี จนความร้อนถึง 85 องศาเซลเซียส นำแป้งดัดแปร (National starch, Thailand) ละลายในน้ำเติมลงไป คนให้เข้ากันจนแป้งสุก เติมกรดซิตริค (O.V. Chemical & Supply, Thailand) บรรจุขณะร้อนลงในขวดที่ล้างและลวกแล้ว ปิดฝาแล้วทำให้เย็น

ในการทดลองนี้มีสิ่งทดลองจำนวน 2 สิ่งทดลอง ได้แก่ ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่ทำจากสตรอเบอรีที่ไม่ผ่านและผ่านออสโมติกดีไฮเดรชัน ผลิตไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีตามสูตรพื้นฐาน ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทั้ง 2 สิ่งทดลอง ไปตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพต่างๆ ตามข้างต้น และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค โดยวิธี 9-point hedonic scale (Peryam and Pilgrim, 1957) โดยให้คะแนนความชอบด้านความชอบโดยรวม สีแดง กลิ่นรสสตรอเบอรี รสหวาน และรสเปรี้ยว ทดสอบกับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 100 คน ซึ่งเป็นผู้ที่รับประทานสตรอเบอรี และผลิตภัณฑ์จากสตรอเบอรี นำเสนอตัวอย่างโดยทาลงบนขนมปัง แต่ละตัวอย่างจะถูกกำหนดด้วยรหัสเลขสุ่ม 3 ตัว สุ่มลำดับการนำเสนอและเสิร์ฟตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) และทำการทดสอบสเกลความพอดี Just-About-Right (JAR) ด้านความหวาน และสีของไส้ผลไม้ นำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี T-test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, USA)

3. การศึกษาผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล

สำหรับสูตรลดน้ำตาล ทำการเตรียมสตรอเบอรีออสโมติกโดยคลุกสตรอเบอรีกับน้ำตาลทรายในอัตราส่วน 2:1 แช่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จนน้ำตาลละลายหมด แล้วกรองแยกเนื้อสตรอเบอรีแช่อิ่ม และน้ำสตรอเบอรี (ณัฐธิดา และ คณะ, 2551) จากนั้นผสมเนื้อสตรอเบอรีที่บดแล้วกับน้ำ ให้ความร้อน เติมน้ำสตรอเบอรี เติมซูคราโลส (JK Sucralose, China) ใช้ทดแทนความหวานของน้ำตาลที่ลดลง โดยคิดเทียบว่าซูคราโลสมีความหวานเป็น 600 เท่าของน้ำตาลทราย คนให้เข้ากัน จนความร้อนถึง 85 องศาเซลเซียส นำแป้งดัดแปร (National starch, Thailand) ละลายในน้ำเติมลงไป คนให้เข้ากันจนแป้งสุก เติมกรดซิตริค (O.V. Chemical & Supply, Thailand) บรรจุขณะร้อนลงในขวดที่ล้างและลวกแล้ว ปิดฝาแล้วทำให้เย็น

สำหรับการทดลองนี้ได้มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาลลงร้อยละ 30 เปรียบเทียบกับสูตรไม่ลดน้ำตาล จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทั้ง 2 สิ่งทดลอง ไปตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพต่างๆ ตามข้างต้น และ

น้ำตาลรีดิวซ์ (Lane and Eyon method) นำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี T-test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 16.0 (SPSS Inc., Chicago, USA)

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่จำหน่ายทางการค้า

ตารางที่ 1 Physicochemical qualities of two commercial strawberry filling products.

Sample	L*	a*	b*	Hue	Chroma	Viscosity (cm/30 sec)
Imperial	17.47±1.67	7.64±1.36	4.78±0.98	9.01±1.66	31.94±1.78	4.03±0.15
Best foods	17.10±1.07	8.03±0.39	4.63±0.19	9.27±0.40	30.01±0.93	2.87±0.15

	Moisture content (%)	a_w	pH	Total soluble solid (°Brix)	Acidity (% as citric acid)
Imperial	60.03±0.14	0.881±0.01	3.68±0.07	37.67±0.23	0.72±0.02
Best foods	70.30±2.13	0.879±0.01	3.34±0.05	38.07±0.12	0.26±0.03

Note: *Values are mean ± standard deviation.

จากตารางจะเห็นได้ว่า ไส้ผลไม้ทั้งสองยี่ห้อมีคุณภาพทางด้านเคมีกายภาพใกล้เคียงกัน อย่างไรก็ตามพบว่ายี่ห้อเบสท์ฟู้ดส์มีปริมาณปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ และมีความหนืดมากกว่ายี่ห้ออิมพีเรียล ขณะที่ยี่ห้ออิมพีเรียลมีปริมาณกรด และค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่ายี่ห้อเบสท์ฟู้ดส์

2. การเปรียบเทียบคุณภาพของไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่ทำจากสตรอเบอรีที่ไม่ผ่านและผ่านออสโมติกดีไฮเดรชัน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางเคมีกายภาพของไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่ทำจากสตรอเบอรีที่ไม่ผ่านและผ่านออสโมติกดีไฮเดรชัน (Table 2) พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้งสองสิ่งทดลองมีคุณภาพทางด้านค่าวอเตอร์แอคติวิที ค่าสีL* ค่าสีa* ค่าเฉดสี ค่าความเข้มสี ปริมาณกรด และความข้นหนืดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยสีและความข้นหนืดเมื่อเปรียบเทียบกับไส้ผลไม้ทางการค้าแล้วมีค่าใกล้เคียงกัน ทำให้ลักษณะปรากฏของไส้ผลไม้มีความใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ทางการค้า ขณะที่ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่ทำจากสตรอเบอรีที่ไม่ผ่านออสโมติกดีไฮเดรชันมีค่าสีb* ปริมาณความชื้น และปริมาณกรดสูงกว่าไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่ผ่านออสโมติกดีไฮเดรชัน

ตารางที่ 2 Physicochemical qualities of strawberry fillings made from strawberries without and with using osmotic dehydration (OD)

Treatment	L*	a*	b*	Hue	Chroma	Viscosity (cm/30 sec)
Without OD	17.87±2.25b	4.51±0.51b	3.45±0.66	5.68±0.86b	37.18±2.09a	3.70±0.37a
With OD	21.90±0.40a	7.15±0.13a	4.26±0.33	8.32±0.42a	30.76±1.16b	2.98±0.43b

	Moisture content (%)	a_w	pH	Total soluble solid (°Brix)	Acidity (%as citric acid)
Without OD	44.99±1.00	0.932±0.009a	3.36±0.03	53.90±3.82	0.69±0.07b
With OD	48.90±2.01	0.905±0.009b	3.30±0.01	50.03±2.89	0.77±0.02a

Note: *Values are mean ± standard deviation. Values with the different letters within each column are significantly different ($p \leq 0.05$).

เมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (Table 3) พบว่า ผู้บริโภคให้ค่าคะแนนความชอบทั้งสองสิ่งทดลองในคุณลักษณะความชอบโดยรวม สีแดง กลิ่นรสสตรอเบอรี รสหวาน และรสเปรี้ยวอยู่ในเกณฑ์บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบถึงชอบปานกลาง โดยที่ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่ผ่านวิธีออสโมติกดีไฮเดรชันได้รับคะแนนการยอมรับสูงกว่าไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่ไม่ผ่านออสโมติกดีไฮเดรชันในทุกคุณลักษณะอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

หลังจากทดสอบสเกลความพอดี (Table 4, Table 5) พบว่า ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่ผ่านวิธีออสโมติกดีไฮเดรชัน ได้ระดับความพอดีด้านความหวานดีและสีแดงดีกว่าไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่ไม่ผ่านออสโมติกดีไฮเดรชัน

ตารางที่ 3 Mean hedonic ratings* of strawberry fillings made from strawberries without and with using osmotic dehydration (OD) as rated by consumers (n=100)

Treatment	Attributes				
	Overall liking	Red color	Strawberry flavor	Sweetness	Sourness
Without OD	6.0±1.9b	5.0±1.9b	5.4±1.9b	5.6±1.9b	5.5±1.9b
With OD	6.9±1.4a	7.2±1.4a	6.5±1.6a	6.5±1.7a	6.3±1.8a

Note: *Values are mean ± standard deviation. Values with the different letters within each column are significantly different ($p \leq 0.05$). Ratings are based on a 9-point hedonic scale.

ตารางที่ 4 Just-About-Right (JAR) of strawberry fillings made from strawberries without and with using osmotic dehydration (OD)

Treatment	Average JAR	Attribute: Sweetness				
		Not Enough	Somewhat Not Enough	Just About Right	Somewhat Too Enough	Too Enough
Without OD	3.3±0.9	17.08	28.75	41.25	10.00	2.92
With OD	3.6±1.0	11.67	16.25	58.33	10.83	2.92

ตารางที่ 5 Just-About-Right (JAR) of strawberry fillings made from strawberries without and with using osmotic dehydration (OD)

Treatment	Average JAR	Attribute: Red color				
		Not Enough	Somewhat Not Enough	Just About Right	Somewhat Too Enough	Too Enough
Without OD	2.9±0.8	2.92	20.0	54.17	20.83	2.08
With OD	3.0±0.8	3.33	10.83	70.25	13.08	2.50

3. การศึกษาผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีสูตรลดน้ำตาล

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางเคมีกายภาพของไส้ผลไม้จากสตรอเบอรีที่ทำจากสตรอเบอรีสูตรปกติและสูตรลดน้ำตาล (Table 6) และเมื่อนำผลิตภัณฑ์ไปทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค (Table 7) พบว่า ผู้บริโภคให้ค่าคะแนนความชอบทั้งสองสิ่งทดลองในทุกคุณลักษณะอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อย โดยไส้ผลไม้ทั้งสองสูตรมีคะแนนความชอบแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญในทุกคุณลักษณะ ($p>0.05$)

ตารางที่ 6 Physicochemical qualities of normal strawberry filling and reduced-sugar strawberry filling

Treatment	L*	a*	b*	Hue	Chroma	Viscosity (cm/30 sec)
Normal	19.58±1.36	6.95±0.54	4.80±0.59	8.46±0.63	34.56±3.36	2.83±0.23
Reduced sugar	18.70±1.62	8.25±0.21	4.40±0.24	9.36±0.15	28.21±1.75	3.30±0.33

	Moisture content (%)	a_w	pH	Total soluble solid (°Brix)	Reducing Sugar (%)	Acidity (%as citric acid)
Normal	47.08±1.97	0.904±0.010	3.26±0.04	51.84±1.53a	48.62±1.40a	0.66±0.01
Reduced sugar	61.93±1.19	0.911±0.010	3.29±0.05	37.13±2.05b	33.08±1.50a	0.57±0.06

Note: *Values are mean ± standard deviation. Values with the different letters within each column are significantly different ($p \leq 0.05$).

ตารางที่ 7 Mean hedonic ratings* of normal strawberry filling and reduced-sugar strawberry filling as rated by consumers (n=100)

Treatment	Attributes				
	Overall liking (ns)	Red color (ns)	Strawberry flavor (ns)	Sweetness (ns)	Sourness (ns)
Normal	6.6±1.6	6.6±1.6	6.6±1.9	6.6±1.7	6.4±1.7
Reduced sugar	6.6±1.3	6.4±1.4	6.6±1.6	6.5±1.5	6.3±1.4

Note: * Values are mean ± standard deviation. Ratings are based on a 9-point hedonic scale.
ns: no significantly different ($p>0.05$)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของการใช้เทคนิคออสโมติกในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้จากสตรอเบอรี พบว่า ผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้ที่ผลิตจากการเตรียมสตรอเบอรีโดยใช้เทคนิคออสโมติกดีไฮเดรชันจะมีค่าความสว่าง (L*) และค่าของสีแดง (a*) สูงกว่าผลิตภัณฑ์ไส้ผลไม้สตรอเบอรีที่ไม่ผ่านออสโมติกดีไฮเดรชัน ดังนั้นการใช้เทคนิคออสโมติกดีไฮเดรชัน จึงสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของไส้ผลไม้จากสตรอเบอรี

ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ทำการปรุงแต่งสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์ ทำให้อาจเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีและกลิ่นได้รวดเร็วมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีการเติมสีและกลิ่นสังเคราะห์ ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงสภาวะการเก็บรักษาที่เหมาะสม เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บที่นานขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนทุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ณรงค์ชัย พิพัฒน์ธนวงศ์. (2550). **การผลิตไม้ผลเมืองหนาวขนาดเล็กในเขตร้อน.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ณัฐธิดา บุญเรือง พรนภัส จันทร์คำ และ สุจินดา ศรีวัฒนะ. (2551). **การพัฒนาคุณภาพแยมสตรอเบอรี.** งานนิทรรศการโครงการ IRPUS51. สยามพารากอน. กรุงเทพฯ.

สำนักงานเกษตรอำเภอสะเมิง. (2557). **ข้อมูลการผลิตสตรอเบอรี อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่.** ออนไลน์ http://samoeng.chiangmai.doae.go.th (1 มกราคม 2557).

เอกรินทร์ ปินทะนา. (2550). **ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จในการปลูกสตรอเบอรีในตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

AOAC. (2000). **Official Method of Analysis.** 16th ed./Rev. 4. Association Official Analytical Chemistry International. Maryland.

Blanda, G., Cerretani, L., Cardinali, A., Barbieri, S., Bendini, A. and Lercker, G. (2009). Osmotic dehydrofreezing of strawberries: Polyphenolic content, volatile profile and consumer acceptance. **Food Science and Technology.** 42: 30–36.

Mancilla Y. N., Perez M., Uribe E., Antonio Gálvez V. A., and Di Scala K. (2013). Osmotic dehydration under high hydrostatic pressure: Effects on antioxidant activity, total phenolics compounds, vitamin C and colour of strawberry (*Fragaria vesca*). **Food Science and Technology.** 52: 151-156.

Mancilla Y. N., Perez M., Antonio Gálvez V. A., Arias V., Munizaga T. G., Labarc B. V., Mondaca L. R. and Di Scala K. (2011). Modeling mass transfer during osmotic dehydration of strawberries under high hydrostatic pressure conditions. **Innovative Food Science and Emerging Technologies.** 12: 338–343.

Peryam D. R. and Pilgrim F. J. (1957). Hedinic scale method of measuring food preferences. **Journal of Food Technology.** 11(9): 9-14.

Rastogi N. K., Raghavarao M. S. and Niranjan K. (2005). **Developments in osmotic dehydration**. Emerging technologies for food processing. Elsevier Ltd.

การใช้ใบมะรุมแห้งป่นในอาหารไก่กระทง
Utilization of moringa leaf meal on broiler diets

สุมิตรา รักกระโทก ประพันธ์ สุวรรณสิทธิ์ และ สุภาวดี แหยมคง*
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author email: suphayaku@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาระดับการใช้ใบมะรุมแห้งป่น และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในอาหารไก่กระทง พันธุ์ Ross 308 อายุ 1 วัน จำนวน 120 ตัว โดยใช้อาหารทดลอง 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 อาหารพื้นฐานกลุ่มที่ 2, 3 และ 4 .ใช้ใบมะรุมแห้งป่นผสมในอาหารที่ระดับ.0.5,. 1.0. และ 1.5. เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s Multiple Range Test ผลการศึกษา พบว่าการใช้อาหารในแต่ละกลุ่ม มีผลต่อน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต ต้นทุนการผลิตและรายได้ ($P<0.05$) ยกเว้นอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว เมื่อพิจารณาความแตกต่างในแต่ละกลุ่มพบว่ากลุ่มที่ 2 มีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต และรายได้สูงสุด รองมาได้แก่ กลุ่มที่ 3, 4 และ 1 ตามลำดับ ยกเว้นต้นทุนการผลิต (กลุ่มที่ 1 มีต้นทุนสูงกว่ากลุ่มที่ 4) การศึกษาครั้งนี้บอกเป็นนัยว่า การใช้ใบมะรุมแห้งป่นที่ระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้และช่วยลดต้นทุนการผลิตให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่กระทงต่อไป

คำสำคัญ : ใบมะรุมแห้งป่น สมรรถนะการผลิต ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ไก่กระทง

Abstract

The objective of this research was to study effects of Moringa leaf meal on growth performance and economic return in broiler. One hundred and twenty 1-day old broiler chicks, (mixed sex Ross 308 chicks) were assigned in to 4 dietary treatments; group 1 = a basal diet; group 2 = a diet mixed Moringa leaf meal 0.5%; group 3 = a diet mixed Moringa leaf meal 1.0% and group 4 = a diet mixed Moringa leaf meal 1.5%. The experiment was done in Completely Randomized Design experiment and mean comparison using Duncan’s New Multiple Range Test. The results showed that utilization in each diet had significant effects on final weight, feed intake, average daily gain, cost, and revenue production per kilogram ($P<0.05$), except for feed conversion ratio. Considering difference among groups, group 2 had the highest final weight, feed intake, average daily gain, and revenue per kilogram followed by group 3, 4 and 1 respectively, except for production cost per kilogram (group 1 had higher than group 4). These results implied that utilize Moringa leaf meal 0.5% in diet could be appropriate to broiler and it could be help decreasing the production cost of broiler farmers.

keywords : Moringa leaf meal, growth performance, economic return, broiler

บทนำ

ปัจจุบันการเลี้ยงไก่กระทงมีอยู่แพร่หลายทั่วทุกภูมิภาคของประเทศ เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงสั้น ดังนั้นจึงให้ผลผลิตและผลตอบแทนเร็วกับผู้เลี้ยง อย่างไรก็ตามในปัจจุบันอาหารสำเร็จรูปมีราคาแพงขึ้น ทำให้ต้นทุนในการเลี้ยงไก่กระทงเพิ่มสูงขึ้น จึงมีการหาวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าอาหารเทียบเท่าหรือดีกว่า มาใช้ผสมในอาหารสัตว์ เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตสัตว์ มะรุม (Horse radish tree หรือ *Moringa oleifera*) เป็นพืชที่มีอยู่ในท้องถิ่น หาได้ง่าย และมีคุณค่าทางโภชนะค่อนข้างสูง โดยในส่วนของใบมะรุมจะมีโปรตีนประมาณ 27.00 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 5.68 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 19.84

เปอร์เซ็นต์ เถ้า 12.82 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานทั้งหมด 4,521.27 แคลอรี่ต่อกรัม (Makkar and Becker, 1996; สมานชัย และคณะ, 2555) นอกจากนี้ยังมีกรดอะมิโนที่จำเป็นหลายชนิดและเทียบเท่ากับถั่วเหลือง (Foidl et al., 2001) ได้แก่ Methionine, Cysteine, Tryptophan และ Lysine ซึ่งพบว่าปริมาณกรดอะมิโนชนิดจำเป็นเหล่านี้ มีปริมาณเพียงพอที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไก่กระทง จึงสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ได้ ซึ่งจากที่กล่าวมา ใบมะรุมสามารถเป็นวัตถุดิบอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรที่จะนำมาใช้ในการเลี้ยงไก่กระทงได้ต่อไป (Makkar and Becker, 1996) ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการใช้ใบมะรุ่มแห้งป่น และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในอาหารไก่กระทง

วิธีดำเนินการวิจัย

สัตว์ทดลองใช้ไก่กระทง พันธุ์ Ross 308 คละเพศ อายุ 1 วัน จำนวน 120 ตัว โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 3 ซ้ำๆ ละ 10 ตัว แผนการทดลองที่ใช้เป็นการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ไก่แต่ละกลุ่มได้รับอาหารทดลอง ดังนี้ กลุ่ม 1 อาหารพื้นฐาน กลุ่ม 2 อาหารผสมใบมะรุมแห้งป่น 0.5 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มอาหารผสมใบมะรุมแห้งป่น 1.0 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่ม 4 อาหารผสมใบมะรุมแห้งป่น 1.5 เปอร์เซ็นต์ โดยคุณค่าโภชนะในอาหารที่ให้ในแต่ละระดับในช่วงการทดลองที่ 1-2 สัปดาห์ (ตารางที่ 1) และการทดลองที่ 3-4 สัปดาห์ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนะของอาหารทดลองช่วงทดลอง 1-2 สัปดาห์ จากการวิเคราะห์โดยวิธี Proximate analysis

องค์ประกอบของโภชนะ (เปอร์เซ็นต์)	สูตรที่ 1 อาหารควบคุม	สูตรที่ 2 ใบมะรุมแห้งป่น 0.5%	สูตรที่ 3 ใบมะรุมแห้งป่น 1.0%	สูตรที่ 4 ใบมะรุมแห้งป่น 1.5%
วัตถุแห้ง	89.97	89.97	89.96	90.21
โปรตีน	26.72	27.03	27.04	26.98
ไขมัน	5.74	6.42	5.72	5.86
เยื่อใย	31.30	31.63	31.60	31.37
เถ้า	1.26	1.26	1.25	1.29

ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนะของอาหารทดลองช่วงทดลอง 3-4 สัปดาห์ จากการวิเคราะห์โดยวิธี Proximate analysis

องค์ประกอบของโภชนะ (เปอร์เซ็นต์)	สูตรที่ 1 อาหารควบคุม	สูตรที่ 2 ใบมะรุมแห้งป่น 0.5%	สูตรที่ 3 ใบมะรุมแห้งป่น 1.0%	สูตรที่ 4 ใบมะรุมแห้งป่น 1.5%
วัตถุแห้ง	89.67	89.75	89.76	89.88
โปรตีน	22.76	23.40	23.42	23.45
ไขมัน	5.33	5.90	5.98	6.12
เยื่อใย	31.29	31.30	31.90	31.51
เถ้า	1.23	1.16	1.09	1.10

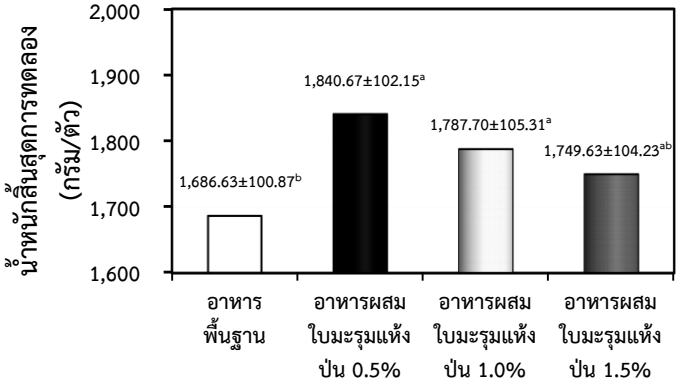
ให้อาหารไก่วันละ 2 ครั้ง คือ เวลาเช้า (07.00 น.) และเวลาเย็น (16.00 น.) ให้น้ำสะอาดตลอดเวลา ชั่งอาหารก่อนไก่ให้กิน และชั่งอาหารที่ไก่กินเหลือทุกครั้ง ทำการเก็บข้อมูล โดยบันทึกปริมาณอาหารที่ไก่กินทุกมื้อ บันทึกน้ำหนักตัวเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดลอง เพื่อคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโต (Average Daily Gain; ADG) ปริมาณอาหารที่กิน (Feed Intake; FI) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวน้ำหนักตัว (Feed Conversion Ratio; FCR) ต้นทุนการผลิตเนื้อ (Cost) และบันทึกอัตราการตายและป่วย ของไก่ทุกสัปดาห์ นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (Analysis of Variances: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) โดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

ผลการวิจัย

จากผลการทดลองการใช้ใบมะรุมแห้งป่นในอาหารไก่กระทงมีผลต่อสมรรถภาพการผลิต โดยได้ผลการทดลอง ดังนี้

1. น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Final Body Weight; FBW)

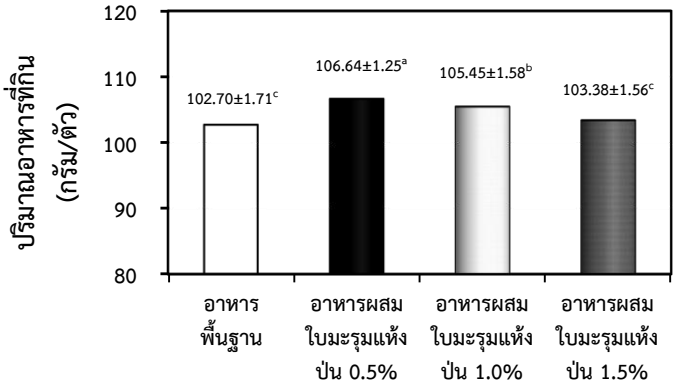
น้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองของไก่กระทง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่า กลุ่มที่ 2 (1,840.67 ± 102.15 กรัมต่อตัว) มีน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการทดลองสูงสุด รองมา ได้แก่ กลุ่มที่ 3 (1,787.70 ± 105.31 กรัมต่อตัว), กลุ่มที่ 4 (1,749.63 ± 104.23 กรัมต่อตัว) และ กลุ่มที่ 1 (1,686.63 ± 100.87 กรัมต่อตัว) ตามลำดับ (กราฟที่ 1)



ภาพที่ 1 น้ำหนักสิ้นสุดการทดลองของไก่กระทง

2. ปริมาณอาหารที่กิน (Feed Intake; FI)

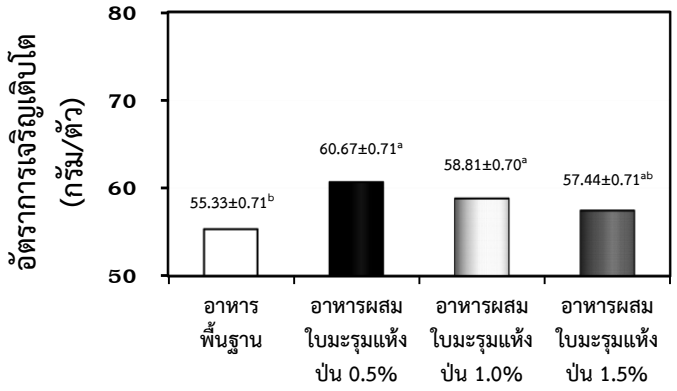
ปริมาณอาหารที่กินของไก่กระทง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่า กลุ่มที่ 2 (106.64 ± 1.25 กรัมต่อตัว) มีปริมาณอาหารที่กินสูงสุด รองมา ได้แก่ กลุ่มที่ 3 (105.45 ± 1.58 กรัมต่อตัว), กลุ่มที่ 4 (103.38 ± 1.56 กรัมต่อตัว) และ กลุ่มที่ 1 (102.70 ± 1.71 กรัมต่อตัว) ตามลำดับ (กราฟที่ 2)



ภาพที่ 2 ปริมาณอาหารที่กิน

3. อัตราการเจริญเติบโต (Average Daily Gain; ADG)

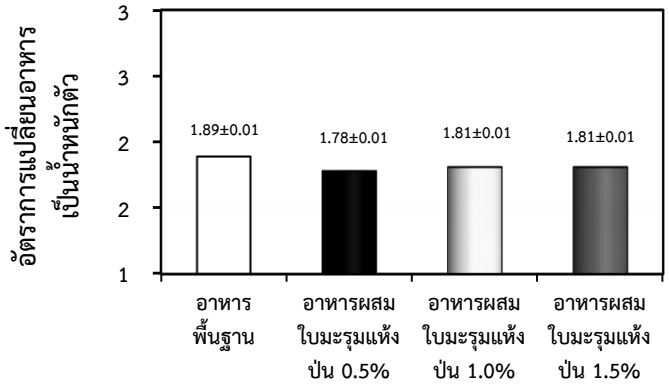
อัตราการเจริญเติบโตของไก่กระทง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยพบว่า กลุ่มที่ 2 (60.67 ± 0.71 กรัมต่อตัวต่อวัน) มีปริมาณอาหารที่กินสูงสุด รองมา ได้แก่ กลุ่มที่ 3 (58.81 ± 0.70 กรัมต่อตัวต่อวัน), กลุ่มที่ 4 (57.44 ± 0.71 กรัมต่อตัววัน) และ กลุ่มที่ 1 (55.33 ± 0.71 กรัมต่อตัวต่อวัน) ตามลำดับ (กราฟที่ 3)



ภาพที่ 3 อัตราการเจริญเติบโต

4. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (Feed Conversion Ratio; FCR)

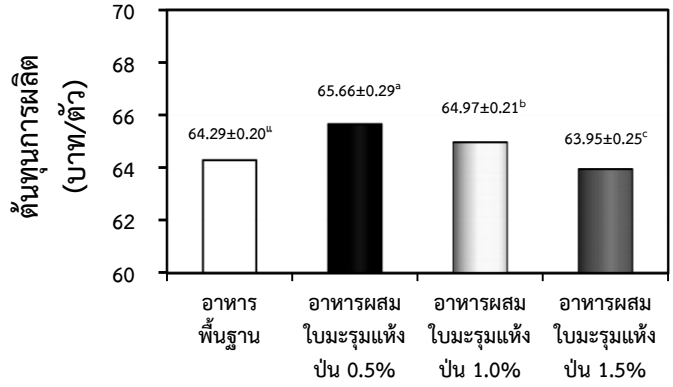
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่กระทง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาแต่ละกลุ่ม พบว่า กลุ่มที่ 2 (1.78 ± 0.01) มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวต่ำสุด รองมา ได้แก่ กลุ่มที่ 3 และ 4 เท่ากัน (1.81 ± 0.01) และ กลุ่มที่ 1 (1.89 ± 0.01) ตามลำดับ (กราฟที่ 4)



ภาพที่ 4 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

5. ต้นทุนการผลิต (Cost of Production; CP)

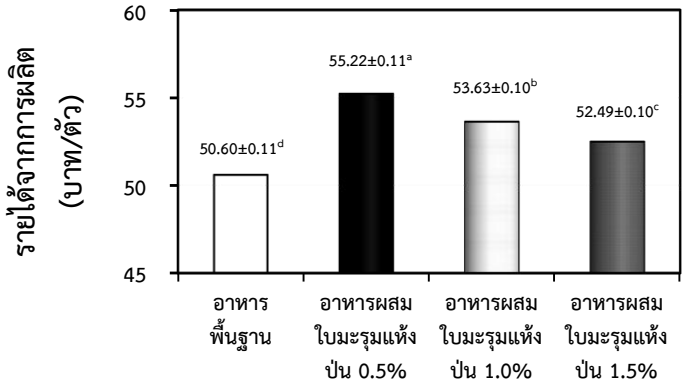
ต้นทุนการผลิตของไก่กระทง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยพบว่า กลุ่มที่ 2 (65.66 ± 0.29 บาทต่อตัว) มีต้นทุนการผลิตสูงสุด รองมา ได้แก่ กลุ่มที่ 3 (64.97 ± 0.21 บาทต่อตัว), กลุ่มที่ 1 (64.29 ± 0.25 บาทต่อตัว) และ กลุ่มที่ 4 (63.95 ± 0.20 บาทต่อตัว) ตามลำดับ (กราฟที่ 5)



ภาพที่ 5 ต้นทุนการผลิต

6. รายได้จากการจำหน่าย (Revenue of Production; RP)

รายได้จากการจำหน่ายไก่กระทง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่า กลุ่มที่ 2 (55.22 ± 0.11 บาทต่อตัว) มีรายได้จากการจำหน่ายสูงสุด รองมา ได้แก่ กลุ่มที่ 3 (53.63 ± 0.10 บาทต่อตัว), กลุ่มที่ 4 (52.49 ± 0.10 บาทต่อตัว) และ กลุ่มที่ 1 (50.60 ± 0.11 บาทต่อตัว) ตามลำดับ (กราฟที่ 6)



ภาพที่ 6 รายได้จากการผลิต

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลอง กลุ่มที่ 2 มีน้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณอาหารการกิน อัตราการเจริญเติบโต รายได้ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มการทดลองที่ 3, 4 และ 1 ตามลำดับ ยกเว้นต้นทุนการผลิต (กลุ่มที่ 1 มีต้นทุนสูงกว่ากลุ่มที่ 4) ทั้งนี้เนื่องมาจากใบมะรุมมีคุณค่าทางโภชนะ และค่าพลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ โดยเฉพาะโปรตีน ซึ่งมีกรดอะมิโนที่จำเป็นหลายชนิด เช่น ไลซีนที่พบในระดับสูง จึงส่งผลต่อการสะสมไนโตรเจนในร่างกายได้มาก ทำให้การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนมีค่าสูง จึงส่งผลให้อาหารที่ใช้ใบมะรุมแห้งป่นที่ระดับต่างๆ มีสมรรถภาพการผลิตดีตามไปด้วย นอกจากนี้ในอาหารที่ผสมใบมะรุมแห้งป่น จะมีปริมาณไขมันสูงขึ้น ทำให้อาหารมีความน่ากินมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้ไก่กระทงมีปริมาณการกินได้มากและส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตดีมากขึ้นตามไปด้วย แต่อย่างไรก็ตามหากใช้ใบมะรุมมากเกินไป จะทำให้เกิดความฟ่าม เนื่องจากมีเยื่อใยสูง และ Makkar and Becker (1996) รายงานว่ามีปริมาณสารแทนนินเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม Richter et al. (2003) ได้ทำการศึกษาพบว่าใชมะรุมแห้งมีสารแทนนินประมาณ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการย่อยได้ แต่หากเสริมในปริมาณเล็กน้อย อาจไม่ส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตได้ (Greg, 2008) เมื่อพิจารณาในส่วนของต้นทุนและรายได้ พบว่า กลุ่มที่ 2 มีค่าสูงสุด สำหรับต้นทุนที่สูงนี้ เนื่องมากจากการมีปริมาณการกินอาหารที่สูงนั่นเอง

สรุปผลการวิจัย

การใช้ใบมะรุมแห้งป่นในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตในไก่กระทง พบว่า กลุ่มที่ 2 (อาหารผสมใบมะรุมแห้งป่น 0.5 เปอร์เซ็นต์) มีผลทำให้น้ำหนักเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเจริญเติบโต ต้นทุนการผลิต และรายได้สูงสุด ($P<0.05$) รองมา ได้แก่ กลุ่มที่ 3 (อาหารผสมใบมะรุมแห้งป่น 1.0 เปอร์เซ็นต์), 4 (อาหารผสมใบมะรุมแห้งป่น 1.5 เปอร์เซ็นต์) และ 1 (อาหารพื้นฐาน) ตามลำดับ ยกเว้นต้นทุนการผลิต (กลุ่มที่ 1 มีต้นทุนสูงกว่ากลุ่มที่ 4) ดังนั้นการใบมะรุมแห้งป่นที่ระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารไก่กระทง พบว่ามีความเหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้เลี้ยง เนื่องจากมีสมรรถภาพการผลิตที่ดี และยังช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่สนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

สมานชัย แพนดี ไพโชค ปัณจะ และดรุณี ศรีชนะ. (2555). **การวิเคราะห์หาปริมาณสารอาหารในใบมะรุม.** ในการประชุมเครือข่ายวิชาการบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 1 (สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

Greg, M. E. (2008). Effect of enzymes on cellulose. **Eur J. of App. Microb. Biotec**. 40: 167-171.

Foidl, N. H., P. S. Makkar and K. Becker. (2001). **The potential of Moringa oleifera for agricultural and industrial uses**. In: The Miracle Tree: The Multiple Attribute of Moringa (ed. By L.J. Fuglie), pp. 45-76. CWS, Dakar, Senegal.

Makkar, H. P. S. and K. Becker. (1996). Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted Moringa oleifera leaves. **Anim. Feed Sci. Tech.** 63: 211-228.

Richter, N., p. Siddhuraju and K. Becker. (2003). **Evaluation of nutritional quality of moringa (Moring oleifera Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (Oreochromis niloticus L.) Aquaculture international.** 217: 599-611.

ผลของการใช้ผักตบชวาทดแทนแหล่งอาหารหยาบต่ออัตราการย่อยได้ในลูกโคนมเพศผู้
Effects of using water hyacinth as a source of roughage on digestibility in male dairy calves

จักรพงษ์พัวพัน กฤษภวัฒน์ ภูมิผล ธนายุทธ อินแผง รสวิภา ทองดี และ ณรกมล เลาห์รอดพันธ์*
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
*corresponding author e-mail: naikaset119@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณโภชนะย่อยได้ ในโคนมเพศผู้ที่ได้รับอาหารหยาบต่างชนิดกัน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่มคือ 1.กลุ่มที่ได้รับหญ้าขนสด (P) 2.กลุ่มที่ได้รับหญ้าขนหมัก (PS) 3.กลุ่มที่ได้รับผักตบชวาสด (WH) และ 4.กลุ่มที่ได้รับผักตบชวาหมัก (WHS) โดยแต่ละกลุ่มได้รับอาหารข้นระดับโปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองพบว่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง การย่อยได้ของไขมันการย่อยได้ของเยื่อใย และการย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยสลายง่ายของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)แต่การย่อยได้ของโปรตีนของกลุ่มที่ได้รับผักตบชวาสดมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับหญ้าขนหมัก (P>0.05) อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโต ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) แต่ปริมาณอาหารที่กินของกลุ่มที่ได้รับหญ้าขนสดมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มของกลุ่มที่ได้รับหญ้าหมัก (P>0.05)จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าผักตบชวาสามารถใช้เป็นอาหารหยาบทดแทนหญ้าขนได้โดยไม่ส่งผลเสียต่อการผลิตโค

คำสำคัญ : ผักตบชวา หญ้าขน การย่อยได้

Abstract

The objectives of this study were to determine the effects of different roughage type on nutrient digestibility in male dairy calves**.** The dietary treatments were divided into 4 treatments follow by; 1.animals were fed with paragrass (P) 2.paragrass silage (PS) 3.waterhyacinth (WH) and 4.waterhyacinth silage (WHS)**.** Each group was fed concentrate feed with the same level of crude protein at 14%**.** The results showed that dry matter digestibility (DMD), ether extract digestibility (EED), crude fiber digestibility (CFD)and nitrogen free extract digestibility (NFED) were not significantly difference (P>0.05)**.** But crude proteindigestibility (CPD)of WH tended to be higher than PS (P>0.05). Feed conversion ratio and average daily gain were no significantly difference among treatments. But feed intake of P tended to be higher than PS (P>0.05).According to the results of this research, it is suggested that water hyacinth could be use as roughage by replacing paragrass without any negative effects on cattle production.

keywords : water hyacinth, paragrass, digestibility

บทนำ

ในสัตว์เคี้ยวเอื้องจำเป็นต้องใช้อาหารหยาบเป็นอาหารหลัก ในอดีตพื้นที่แปลงธรรมชาติมีจำนวนมาก แต่ในปัจจุบันแปลงหญ้าธรรมชาติลดลง เนื่องจากมีการขยายที่อยู่อาศัยประกอบกับหญ้าในเขตร้อนมีเยื่อใยสูง และมีคุณค่าทางโภชนะต่ำ ในช่วงฤดูแล้งประเทศไทยมีอากาศร้อนจัด อาหารหยาบหรือแปลงหญ้าธรรมชาติ จึงไม่เพียงพอต่อการเลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง ดังนั้นการถนอมพืชอาหารสัตว์จึงมีความจำเป็น ซึ่งโดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือการทำพืชอาหารสัตว์หมัก และการทำพืชอาหารสัตว์แห้ง นอกจากนี้การใช้เศษเหลือจากการเกษตร และวัชพืชน้ำเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหาอาหารหยาบขาดแคลนได้ ซึ่งโดยทั่วไปเศษเหลือทางการเกษตรบางชนิดถูกทิ้งให้เป็นปัญหากับสภาพแวดล้อม เช่น หลังการเก็บเกี่ยวข้าวจะมีฟางเป็นเศษเหลือ มีเกษตรกรบางรายใช้วิธีการจุดไฟเผาเพื่อทำลาย หรือการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ต้นข้าวโพดจะถูกเผาทำลาย ทำให้เกิดปัญหาหมอกควัน เป็นต้น แม้แต่ในน้ำ พืชน้ำบางชนิดที่ถูกนำมาทิ้งไว้แล้วเกิดการแพร่ขยายพันธุ์จนเป็น

ปัญหามลภาวะทางน้ำดังที่พบเห็นได้ทั่วไปคือจอก แหน และผักตบชวา การนำเอาเศษเหลือจากการเกษตรหรือพืชน้ำมาใช้ประโยชน์ในแง่ของการทำเป็นอาหารสัตว์ย่อมมีคุณค่ามากกว่าการทำลาย กำจัด ซึ่งต้องสูญเสียทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย จึงมีแนวคิดใช้ผักตบชวานำมาทำเป็นอาหารสัตว์ โดยการหมัก และใช้ในรูปแบบสด ให้สำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากผักตบชวาเป็นพืชน้ำที่หาง่ายมีจำนวนมาก นอกจากนี้การใช้ผักตบชวามาเป็นแหล่งอาหารหยาบใช้เลี้ยงโคนม จึงอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยในการลดต้นทุนการผลิตและค่าอาหารหยาบในการเลี้ยงโคนม โดยเปรียบเทียบกับหญ้าขนที่ใช้เลี้ยงโคทั่วไปในรูปแบบหมักและสด วัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบอัตราการย่อยได้ปรากฏและประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของโคนมที่ได้รับหญ้าขนสด หญ้าขนหมัก ผักตบชวาสด และผักตบชวาหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ

วิธีดำเนินการวิจัย

แผนการทดลอง

ใช้โคนมลูกผสมโฮลส์ไตน์ฟรีเซี่ยน (Holstein Friesian) เพศผู้อายุ 6 เดือน จำนวน 4 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ตามแผนการทดลองแบบเปลี่ยนสลับ (Crossover Design) (Kuehl,R. O., 1994)

กลุ่มที่ 1 ให้กินอาหารข้นระดับโปรตีนร้อยละ 14 และหญ้าขนสด
กลุ่มที่ 2 ให้กินอาหารข้นระดับโปรตีนร้อยละ 14 และหญ้าขนหมัก
กลุ่มที่ 3 ให้กินอาหารข้นระดับโปรตีนร้อยละ 14 และผักตบชวาสด
กลุ่มที่ 4 ให้กินอาหารข้นระดับโปรตีนร้อยละ 14 และผักตบชวาหมัก

การดำเนินงานทดลอง

ระยะเวลาในการทดลองแบ่งออกเป็น 60 วัน แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือระยะปรับตัว (Preliminary period) 7 วัน ให้กินอาหารตามกลุ่มทดลองตามลำดับ เพื่อปรับสภาพของจุลินทรีย์นิเวศน์ของกระเพาะหมัก และระยะทดลอง (Experimental period) 3 วัน เมื่อครบระยะทดลองจะทำการเปลี่ยนสลับกลุ่มอาหารทดลอง และสัตว์จนครบทุกกลุ่มทดลอง

ขั้นตอนการทดลอง

โคนมทุกตัวเลี้ยงในคอกขังเดี่ยว มีรางน้ำ และรางอาหารแยกต่างหาก บันทึกน้ำหนักเริ่มต้นทดลอง และบันทึกน้ำหนักทุก ๆ 1 สัปดาห์ บันทึกปริมาณอาหารที่กินทุกวัน บันทึกค่าใช้จ่ายต่าง ๆ เก็บตัวอย่างอาหารหยาบ เพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี โดยวิธี Proximate analysis ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract, EE) และเยื่อใย (Crude fiber, CF) และลิกนิน (Acid detergent lignin, ADL) (สมศักดิ์ เภาทอง และคณะ, 2553) และทดลองเป็นเวลา 60 วัน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์

1. ระยะก่อนการทดลอง (Preliminary period) เป็นระยะปรับตัว 7 วัน เพื่อนำโคเข้ามาขังเพื่อปรับสภาพ
2. ชั่งน้ำหนักลูกโคนมก่อนการทดลอง
3. ทำการชั่งอาหารก่อนให้โคนมกินทุกครั้ง และทำการชั่งอาหารที่กินเหลือทุกครั้ง
4. ระยะทดลอง (Experimental period) ทำการเก็บข้อมูล 3 วัน ให้อาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่มทดลอง
5. เก็บมูลโค ที่ถ่ายออกมาแต่ละตัว นำไปวิเคราะห์โภชนะเพื่อหาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ (Apparent digestibility coefficient)

การเก็บและการบันทึกข้อมูล

1. บันทึกข้อมูล และการทดลองด้านสมรรถภาพการผลิต
2. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหญ้าขน หญ้าขนหมัก ผักตบชวาสด และผักตบชวาหมัก ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์อาหารสัตว์
3. คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การย่อยได้ปรากฏของโภชนะ

การวิเคราะห์ผลการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณหาค่าต่อไปนี้

- สัมประสิทธิ์การย่อยได้ปรากฏของโภชนะ = (โภชนะที่กินได้ – โภชนะในมูล) ÷ โภชนะที่กินได้ × 100
- โปรตีนที่ย่อยได้ = สัมประสิทธิ์การย่อยของโปรตีน ×ร้อยละของโปรตีนของตัวอย่าง
- เยื่อใยที่ย่อยได้ = สัมประสิทธิ์การย่อยของเยื่อใย ×ร้อยละของเยื่อใยของตัวอย่าง
- ไขมันที่ย่อยได้ = สัมประสิทธิ์การย่อยของไขมัน × ร้อยละของไขมันของตัวอย่าง
- Nitrogen Free Extract, NFE ที่ย่อยได้ = สัมประสิทธิ์การย่อยของ NFE × ร้อยละของ NFE ของตัวอย่าง

การศึกษาประเมินลักษณะทางกายภาพ ของหญ้าขนหมัก และผักตบชวาหมักโดยประมาณลักษณะของกลิ่น เนื้อพืชหมัก สี และค่า pH โดยแบ่งเกณฑ์การให้คะแนนลักษณะทางกายภาพของพืชหมัก (วารุณี พานิชผล, ฉายแสง ไผ่แก้ว, สมคิด พรหมมา, โสภณ ชินเวโรจน์, จันทกานต์ อรณนันท์, วิโรจน์ ฤทธิ์ฤาชัย และคณะ, 2547)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลทั้งหมดทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างกลุ่มทดลอง (Analysis of variance, ANOVA) ด้วยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT หรือ DUNCAN) (Steel & Torrie, 1980) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์ทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง (ตารางที่1) พบว่าหญ้าขนสดมีโปรตีนร้อยละ 2.21 เยื่อใยร้อยละ 32.23 ไขมันร้อยละ 0.48 วัตถุแห้ง ร้อยละ 18.78 NFE ร้อยละ 53.15 หญ้าขนหมักมีโปรตีนร้อยละ 2.08 เยื่อใยร้อยละ 32.7 ไขมันร้อยละ0.51 วัตถุแห้งร้อยละ 20.03 NFE ร้อยละ 51.54 ผักตบชวาสดมีโปรตีนร้อยละ 1.85เยื่อใยร้อยละ 28.38 ไขมัน 0.29 วัตถุแห้งร้อยละ 10.31 NFE ร้อยละ 61.02 ผักตบชวาหมักมีโปรตีนร้อยละ 3.05 เยื่อใยร้อยละ 30.09 ไขมันร้อยละ 0.49 วัตถุแห้งร้อยละ 9.66 และ NFE ร้อยละ 61.45

ตารางที่ 1 คุณค่าทางโภชนะของอาหารทดลอง

	โปรตีน	**เยื่อใย**	**ไขมัน**	**วัตถุแห้ง**	**เถ้า**	**NFE**
หญ้าขนสด	2.21	32.23	0.48	18.78	11.93	53.15
หญ้าหมัก	2.08	32.7	0.51	20.03	13.18	51.54
ผักตบสด	1.85	28.38	0.29	10.31	8.45	61.02
ผักตบหมัก	3.05	30.09	0.49	9.66	4.91	61.45

อัตราการย่อยได้ของโภชนะของพืชทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง (ตารางที่ 2) พบว่าการย่อยได้ของวัตถุแห้ง (DMD, Dry matter digestibility) ของของสัตว์ทดลอง (ร้อยละ 60.60, 59.29,63.14 และ 60.28ตามลำดับ) การย่อยได้ของไขมัน (EED, Ether extract digestibility) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ(P>0.05) (ร้อยละ 66.67, 68.38, 75.63 และ 66.93 ตามลำดับ)การย่อยได้ของเยื่อใย (CFD, Crude fiber digestibility) (ร้อยละ 68.82, 68.38, 71.20 และ 70.37 ตามลำดับ) การย่อยได้ของคาร์โบไฮเดรต (NFED, Nitrogen free extractdigestibility) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ร้อยละ 53.89, 52.63, 57.55 และ 50.98 ตามลำดับ) หญ้าขนสด หญ้าขนหมัก ผักตบชวาสด และผักตบชวาหมักร่วมกับอาหารข้น แต่การย่อยได้ของโปรตีน (Crude protein digestibility) ของสัตว์ทดลองที่ได้รับผักตบชวาสดมีแนวโน้มสูงกว่าที่ได้รับกลุ่มหญ้าขนหมัก (ร้อยละ 90.70 และ 84.97) (P>0.05)

ตารางที่ 2 อัตราการย่อยได้ของโภชนะของสัตว์ที่รับอาหารทดลอง

Item	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4	*P*-value
DMD	60.60±4.97	59.29±5.01	63.14±4.72	60.28±7.54	0.64
CPD	86.19±7.29	84.97±2.36	90.70±3.24	89.74±4.00	0.13
EED	66.67±12.03	68.41±13.26	75.63±19.00	66.93±20.31	0.80
CFD	68.82±4.65	68.38±3.96	71.20±3.76	70.37±6.35	0.63
NFED	53.89±5.63	52.63±6.43	57.55±6.86	50.98±7.93	0.40

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 กลุ่มการทดลอง (ตารางที่ 3) พบว่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) ของกลุ่มที่ได้รับหญ้าขนสด หญ้าขนหมัก ผักตบชวาสด และผักตบชวาหมักร่วมกับอาหารข้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ร้อยละ 8.58, 7.94, 7.16 และ 6.87 ตามลำดับ) อัตราการเจริญเติบโต (ADG) ของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลอง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) (ร้อยละ 0.54, 0.58, 0.38 และ 0.44 ตามลำดับ)แต่ปริมาณอาหารที่กิน (FI) ของหญ้าขนสดมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มผักตบชวาหมัก (ร้อยละ 0.91 และ 0.73) (P>0.05)

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของสัตว์ทดลองที่ได้รับอาหารทดลอง

Item	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3	Treatment 4	*P*-value
FI	0.91±0.18	0.87±0.23	0.76±0.18	0.73±0.25	0.19
ADG	0.54±0.29	0.58±0.17	0.38±0.21	0.44±0.29	0.42
FCR	8.58±1.80	7.94±2.34	7.16±1.59	6.87±2.03	0.24

จากการประเมินลักษณะทางกายภาพของพืชอาหารหมักพบว่า ลักษณะกลิ่นของหญ้าขนหมัก และผักตบชวาหมัก จะมีกลิ่นหอมคล้ายกลิ่นผลไม้ดอง หรือน้ำส้มสายชู ร้อยละ 95 และ 89.17 ตามลำดับ ส่วนลักษณะของหญ้าขนหมัก และผักตบชวาหมัก เนื้อพืชหมัก มีลักษณะแน่น มีส่วนใบ และลำต้นที่ยังคงสภาพเดิม และไม่มีสิ่งเจือปน ร้อยละ 92.50 และ 90 ตามลำดับ ส่วนลักษณะของหญ้าขนหมัก และผักตบชวาหมักมีลักษณะสี เป็นสีเหลืองอมเขียว หรือสีกากี ร้อยละ 90 และ100 และ ค่า pH ของหญ้าขนหมัก และผักตบชวาหมัก มีค่า pH เท่ากับ 4.5 และ 4.2 ตามลำดับ โดยสรุปการประเมินลักษณะทางกายภาพของพืชอาหารหมักโดยรวม พบว่าหญ้าขนหมัก ได้คะแนนร้อยละ 87.20 และผักตบชวาหมักได้ร้อยละ 92.00

ตารางที่ 4 คะแนนประเมินลักษณะทางกายภาพหญ้าขนหมัก

ลักษณะ	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	ร้อยละ
กลิ่น	240	228	95.00
เนื้อพืชหมัก	80	74	92.50
สี	60	54	90.00
คะแนนรวม	500	436	87.20

ค่า pH ของหญ้าหมักอยู่ที่ 4.5

ตารางที่ 5 คะแนนประเมินลักษณะทางภาพผักตบชวาหมัก

ลักษณะ	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	ร้อยละ
กลิ่น	240	214	89.17
เนื้อพืชหมัก	80	72	90.00
สี	60	60	100.00
คะแนนรวม	500	460	92.00

ค่า pH ของผักตบชวาหมักอยู่ที่ 4.2

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์อัตราการย่อยได้ของสัตว์ที่ได้รับหญ้าขนสด หญ้าขนหมัก ผักตบชวาสด และผักตบชวาหมัก โดยพบว่ามีการย่อยได้ของกลุ่มที่ให้หญ้าขนสดร่วมกับอาหารข้น และกลุ่มที่ให้หญ้าหมักร่วมกับอาหารข้น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางทางสถิติ (P>0.05) แต่พบว่าอัตราการย่อยได้ของโปรตีนในกลุ่มที่ได้รับผักตบชวาสด และผักตบชวาหมักมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มหญ้าขน (P>0.05) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wanapat, Maskasem, & Sornsoongnern (1989) ที่เลี้ยงลูกโคนมเพศผู้ตอนอายุ 6 เดือน โดยใช้ฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลัก (Basal roughage) และให้อาหารเสริม (Supplemental feed) วันละ1.2 กก.โดยในอาหารเสริมมีใบผักตบชวาแห้งผสมอยู่ 0.4 กก. หลังจากเลี้ยงได้นาน 90 วัน พบว่า อัตราการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของลูกโค ไม่แตกต่างจากลูกโคที่เลี้ยงด้วยฟางข้าว และอาหารเสริมที่มีกากถั่วเหลืองประกอบอยู่ด้วย และขัดแย้งกับการศึกษาของประทุม ดีนาน, และสุภาพร พิลาศรี(2554) ที่กล่าวว่าการที่โคเนื้อที่ได้รับอาหารเป็นผักตบชวาหมักร้อยละ 50 คิดเป็นน้ำหนักสด 7.6 กิโลกรัม ร่วมกับอาหารข้น 1 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน มีน้ำหนักตัวเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโต สูงกว่ากลุ่มที่ให้อาหารเป็นฟางข้าวร้อยละ 50 คิดเป็นน้ำหนักสด 2.6 กิโลกรัม และ ร่วมกับอาหารข้น 1 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งผักตบชวามีอัตราการย่อยได้ดีกว่ากลุ่มที่ให้อาหารเป็นฟางข้าว

จากการศึกษาเลี้ยงโคนมเพศผู้หลังหย่านมพบว่า อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) ช่วงอายุ 6 เดือนที่กินอาหารทั้ง 4 สูตรไม่แตกต่างกันแต่ อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของกลุ่มที่ได้รับผักตบชวาสด และหมักมีแนวโน้มต่ำกว่า

กลุ่มที่ได้รับหญ้าขนสด และหญ้าขนหมัก เนื่องจากปริมาณอาหารที่กินของกลุ่มที่ได้รับผักตบชวาต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับหญ้าขนสด อัตราการเจริญเติบโต (ADG) และปริมาณอาหารที่กิน (FI) ของทั้ง 4 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่ปริมาณอาหารที่กิน (FI) ของหญ้าขนสดมีแนวโน้มสูงกว่ากลุ่มผักตบชวาหมัก (P>0.05) เนื่องจากหญ้าขนมีความน่ากินมากกว่า

ลักษณะทางกายภาพของอาหารหมัก มีกลิ่นหอมคล้ายผลไม้ดองหรือกลิ่นคล้ายน้ำส้มสายชู เนื้อมีเนื้อแน่นส่วนใบและลำต้นยังคงสภาพเดิมมีสีเหลืองอมเขียว โดยคะแนนประเมินคุณภาพของหญ้าขนหมักได้ ร้อยละ 87.20 และคะแนนประเมินคุณภาพของผักตบชวาหมักได้ ร้อยละ 92.00

ดังนั้นพืชอาหารหมักที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีคุณค่าทางโภชนะเป็นไปตามมาตรฐานอาหารพืชอาหารสัตว์หมัก (วารุณี พานิชผล, ฉายแสง ไผ่แก้ว, สมคิด พรหมมา, โสภณ ชินเวโรจน์, จันทกานต์ อรณนันท์, วิโรจน์ ฤทธิ์ฤาชัย, และคณะ, 2547) โดยผักตบชวาหมักมีค่า pH เท่ากับ 4.2 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก และหญ้าขนหมัก เท่ากับ 4.5 ซึ่งอยู่ในระดับดี ตามมาตรฐานทางเคมีของพืชหมักที่ควรมีค่าอยู่ระหว่าง 3.5-4.2 ซึ่งเป็นช่วงที่จุลินทรีย์ก่อโรคไม่สามารถเจริญได้ และการที่โคที่ได้รับอาหารข้นร่วมกับผักตบชวาหมัก มีน้ำหนักตัว และอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น เพราะโคได้รับพืชอาหารหมักที่มีโปรตีนที่สูงขึ้น และมีการเสริมด้วยอาหารข้น จะช่วยให้จุลินทรีย์ในกระเพาะหมักสามารถทำงาน และใช้ประโยชน์จากอาหารหยาบ และอาหารข้นได้อย่างเต็มที่ และเนื่องจากหญ้าขน และผักตบชวาเป็นวัชพืชที่หาได้ง่าย จึงสามารถช่วยลดต้นทุนค่าอาหารได้

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการใช้พืชอาหารหมักทดแทนอาหารหยาบของโคนมเพศผู้หลังหย่านม โคมีการเจริญเติบโต และอัตราการย่อยได้ของโภชนะไม่แตกต่างกัน ดังนั้นในช่วงที่ขาดแคลนอาหารหยาบ จึงสามารถใช้ผักตบชวาทั้งในรูปแบบสด และหมักทดแทนหญ้าขนได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่สนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ประทุม ดีนาน และ สุภาพร พิลาศรี. (2554). **การเสริมผักตบชวาหมักในอาหารโคเนื้อที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิต.** โครงการปัญหาพิเศษ สาขาวิชาสัตวศาสตร์, มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.

วารุณี พานิชผล ฉายแสง ไผ่แก้ว สมคิด พรหมมา โสภณ ชินเวโรจน์ จันทกานต์ อรณนันท์ วิโรจน์ ฤทธิ์ฤาชัย และวรรณา อ่างทอง. (2547). **มาตรฐานพืชอาหารสัตว์หมักคุณภาพดี.** กองอาหารสัตว์กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 19 – 21.

สมศักดิ์ เภาทอง อานุภาพ เส็งสาย จีระศักดิ์ ชอบแต่ง และ สุวรรณี เกศกมลาสน์. (2553). **ปริมาณการกินได้ และการย่อยได้ของอาหารผสมเสร็จหมักที่มีเปลือกสับปะรดผสมในระดับต่างๆในแพะ.** กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Kuehl. R. O. (1994). **StatisticalPrinciples of Research Design and Analysis.** Wadsworth Publishing Company Belmont, California. 686 p.

Steel, R. G. D. and J. H., Torrie.(1980). **Principles and Procedures of Statistics**. Second Edition, New York: McGraw-Hill Book Company. Inc. 481 p.

Wanapat, M., C.Maskasem and N.Sornsoongnern. (1989). **Utilitzation of dried water hyacinth leaf meal (Eichhorniacrassipes Mart.) in a supplement for crossbred dairy steers**. In Khon-Kaen Agriculture Journal.KaenKaset.17 (1): 50 - 56.

ผลของระดับการใช้แหนเป็ดเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทง
Effects of increasing levels of duckweed as a source of protein in the diets on growth performance of broiler chicken

ปาริฉัตร ครองสิน เมย์วิกา น้อยบัว และ ณรกมล เลาห์รอดพันธ์*
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: naikaset119@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับของการใช้แหนเป็ด (*Lemna perpusilla* Torrey) ต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทง โดยใช้ไก่สายพันธุ์ ROSS จำนวน 90 ตัว แบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่มตามระดับการใช้แหนเป็ดที่ระดับ 0% (0DW) 18% (18DW) และ 22% (22DW) ในสูตรอาหาร จากการทดลองพบว่าน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ปริมาณการกินได้ และประสิทธิภาพการใช้อาหารของกลุ่ม 0DW สูงกว่ากลุ่ม 18DW และ 22DW ($P<0.05$) แต่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของกลุ่ม 0DW ต่ำกว่ากลุ่ม 18DW และ 22DW ($P<0.05$) ทางด้านผลตอบแทนพบว่าต้นทุนการผลิตรวมและราคาขายไก่ของกลุ่ม 0DW สูงกว่ากลุ่ม 18DW และ 22DW ($P<0.05$) ดังนั้นการใช้แหนเป็ดในสูตรอาหารจึงไม่เหมาะสมต่อการผลิตไก่กระทง

คำสำคัญ : แหนเป็ด ไก่กระทง สมรรถภาพการเจริญเติบโต

Abstract

The objective of this study was to determine the effect levels of duckweed on growth performance of broiler chickens**.** Ninety ROSS chicken were used as experimental animals. The dietary treatments were divided into 3 treatments follow by the levels of duckweed at 0% (0DW), 18% (18DW) and 22% (22DW) in the diets. The results showed that final weight, weight gain, ADG, feed intake and feed efficiency of 0DW was significantly higher than 18DW and 22DW ($P<0.05$). But FCR of 0DW was significantly lower than 18DW and 22DW ($P<0.05$). In terms of the economic return show that the total production cost and price of chicken of 0DW was significantly higher than 18DW and 22DW ($P<0.05$). Hence, the utilization of duckweed in the diet was not suitable for broiler chicken production.

keywords : duckweed, broiler chicken, growth performance

บทนำ

การเลี้ยงไก่ในประเทศไทยมีอยู่แพร่หลายทั่วทุกภูมิภาค ส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงเพื่อใช้เป็นอาหาร เช่น ไก่พื้นเมือง หรือไก่บ้าน เพราะเป็นไก่ที่เลี้ยงง่าย ไม่เลือกกิน หากินได้เองตามธรรมชาติ หรือจะเลี้ยงเพื่อใช้ในการแข่งขัน ทั้งทางด้านกีฬา หรือประกวดความสวยงาม เช่น ไก่ชน ไก่แจ้ ไก่ฟ้า เป็นต้น รวมไปถึงการเลี้ยงเพื่อใช้ในการบริโภคในเชิงธุรกิจ เช่น ไก่ไข่ ไก่เนื้อ ไก่สามสาย ไก่งวง เป็นต้น โดยเฉพาะไก่เนื้อที่มีการเลี้ยงกันมากทั้งฟาร์มขนาดใหญ่ตลอดจนฟาร์มขนาดเล็ก แต่การเลี้ยงไก่มักใช้ต้นทุนการผลิตที่สูง ทั้งเรื่องพื้นที่จัดตั้งฟาร์ม โรงเรือน พันธุ์ไก่ อุปกรณ์งานฟาร์ม เวชภัณฑ์ และค่าอาหาร ซึ่งอาหารไก่มักอยู่ในรูปอาหารสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว และวัตถุดิบอาหารที่ใช้เป็นแหล่งโปรตีนหลักในสูตรอาหารมีราคาแพง ซึ่งสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย จึงจำเป็นต้องหาวัตถุดิบอื่นๆที่มีราคาถูกมาเป็นส่วนผสมในสูตรอาหาร เพื่อลดต้นทุนค่าอาหาร แหนเป็ด (*Lemna perpusilla* Torrey) เป็นพืชชนิดหนึ่งที่พบได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำ คูคลอง เจริญเติบโตได้เร็ว และมีโปรตีนค่อนข้างสูง

แหนเป็ด (Duckweed) จัดอยู่ในวงศ์ Lemnaceae เป็นพืชขนาดเล็กลอยน้ำ เจริญเติบโตได้ดีในน้ำนิ่ง เช่น ห้วย หนอง คลอง บึง แพร่ระบาดมากในพื้นที่น้ำนิ่งหรือไหลอย่างช้าๆ และไม่มีสัตว์กินพืช เช่น เป็ด ปลากินพืช แหนเป็นวัชพืชที่มีประโยชน์มากกว่าโทษ ส่วนใหญ่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ หรือการปล่อยปลากินพืชในจำนวนที่เหมาะสมกับขนาดพื้นที่หรืออัตราการขยายพันธุ์ของแหนในพื้นที่นั้น แหนเป็ด หรือเรียกโดยทั่วไปว่าแหนเป็ดเล็ก (Porath *et al.* (1979) อ้าง

โดย ดำรงชัย (2542)) รายงานว่า มีโปรตีนประมาณ 20-40 % เยื่อใยประมาณ 4-6 % และยังเป็นพืชที่นิยมนำไปตากแห้งทำเป็นปุ๋ย เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์หรือผสมในอาหารของสัตว์ เช่น อาหารของเป็ด ห่าน ปลา ไก่ นกกระทา และสุกร เป็นต้น มีผู้ศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มเป็ดพบว่าในระยะเวลา 100 วัน สามารถตรึงปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดได้สูงสุดถึง 49.10 % ดังนั้น จึงนิยมนำแหนเป็ดเล็กมาใช้เป็นอาหารโปรตีนราคาถูกสำหรับเลี้ยงเป็ดเทศ จากคุณสมบัติดังกล่าวแหนเป็ดอาจสามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในอาหารสัตว์ได้ วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาระดับของการใช้แหนเป็ดเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต ต้นทุน และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของไก่กระทง

วิธีดำเนินการวิจัย

สัตว์ทดลอง

ใช้ไก่เนื้อพันธุ์ Ross อายุ แรกเกิด-15 วัน จำนวน 90 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มการทดลอง (Treatments) กลุ่มละ 3 ซ้ำ (Replications) ซ้ำละ 10 ตัว โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) เลี้ยงแบบขังรวมเป็นกลุ่มในโรงเรือน ไก่ทดลองทุกตัวจะได้รับวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลและหลอดลมอักเสบ โดยวิธีหยอดจมูกเมื่ออายุได้ 7 วัน

อาหารทดลอง

อาหารทดลองแบ่งออกเป็น 2 ระยะตามความต้องการด้านโปรตีนของไก่กระทงในแต่ละช่วงอายุ คือ ระยะที่ 1 ช่วงอายุ 1-2 สัปดาห์ ให้อาหารที่มีระดับโปรตีน 23 % และระยะที่ 2 ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์ ให้อาหารที่มีระดับโปรตีน 20 % สูตรอาหารทั้งสองระยะจะมีปริมาณแหนเป็ดแห้ง 18 และ 22 % ในสูตรอาหาร (ตารางที่ 1 และ 2) โดยแบ่งอาหารทดลอง ดังนี้

กลุ่มที่ 1 อาหารควบคุม (0DW)

กลุ่มที่ 2 อาหารที่ใช้แหนเป็ดในสูตรอาหาร 18 % (18DW)

กลุ่มที่ 3 อาหารที่ใช้แหนเป็ดในสูตรอาหาร 22 % (22DW)

การให้อาหารจะให้อาหาร 2 เวลา คือเช้า เวลา 07.00-08.00 น. และเย็น เวลา 16.00-17.00 น. และมีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา

องค์ประกอบทางเคมีของแหนเป็ด

จากการคำนวณองค์ประกอบทางเคมีของแหนเป็ด โดยวิธี Proximate Analysis (AOAC, 2002) พบว่าวัตถุแห้งเท่ากับ 90.11 % โปรตีนเท่ากับ 18.47 % ไขมันเท่ากับ 0.51 % เยื่อใยเท่ากับ 38.86 % และเถ้าเท่ากับ 5.17 % ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของแหนเป็ดจากการวิเคราะห์โดยวิธี Proximate Analysis

องค์ประกอบทางเคมี	%
วัตถุแห้ง	90.11
โปรตีน	18.47
ไขมัน	0.51
เยื่อใย	38.86
เถ้า	5.17

คุณค่าทางโภชนะของอาหารทดลอง ช่วงอายุ 1-2 สัปดาห์

จากการคำนวณคุณค่าทางโภชนะในสูตรอาหารทดลอง 3 สูตรของอาหารทดลองพบว่าอาหารทดลองช่วงอายุ 1-2 สัปดาห์ คิดเป็นวัตถุแห้งเท่ากับ 90.03, 90.00 และ 90.11 % มีโปรตีนเท่ากับ 26.56, 27.02 และ 28.82 % ไขมันเท่ากับ 4.54, 5.01 และ 5.93 % เยื่อใยเท่ากับ 31.68, 34.66 และ 34.07 % และเถ้าเท่ากับ 1.12, 1.70 และ 1.18 % ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณค่าทางโภชนะของอาหารทดลองที่มีแหนเป็ดเป็นส่วนผสมระดับต่างๆ ในสูตรอาหารไก่กระทง ช่วงอายุ 1-2 สัปดาห์ จากการวิเคราะห์โดยวิธี Proximate Analysis

องค์ประกอบของโภชนะ	0DW	18DW	22DW
วัตถุแห้ง (%)	90.03	90.00	90.11
โปรตีน (%)	26.56	27.02	28.82
ไขมัน (%)	4.54	5.01	5.93
เยื่อใย (%)	31.68	34.66	34.07
เถ้า (%)	1.12	1.70	1.18

คุณค่าทางโภชนะของอาหารทดลอง ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์

จากการคำนวณคุณค่าทางโภชนะในสูตรอาหารทดลอง 3 สูตรของอาหารทดลองพบว่าอาหารทดลองช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์ คิดเป็นวัตถุแห้งเท่ากับ 89.83, 90.00 และ 89.98 % โปรตีนเท่ากับ 26.52, 26.94 และ 27.00 % ไขมันเท่ากับ 5.24, 4.53 และ 6.03 % เยื่อใยเท่ากับ 32.27, 36.60 และ 40.78 % และเถ้าเท่ากับ 1.02, 1.69 และ 2.05 %ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนะของอาหารทดลองที่มีแหนเป็ดเป็นส่วนผสมระดับต่างๆ ในสูตรอาหารไก่กระทง ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์ จากการวิเคราะห์โดยวิธี Proximate Analysis

องค์ประกอบของโภชนะ	0DW	18DW	22DW
วัตถุแห้ง (%)	89.83	90.00	89.98
โปรตีน (%)	26.52	26.94	27.00
ไขมัน (%)	5.24	4.53	6.03
เยื่อใย (%)	32.27	36.60	40.78
เถ้า (%)	1.02	1.69	2.05

วิธีการทดลอง

1. จัดเตรียมพื้นที่ หรือโรงเรือนสำหรับเลี้ยงสัตว์ทดลอง ใช้ตาข่ายกั้นแบ่งพื้นที่ออกเป็น 9 ส่วน ตามแผนการทดลอง รองพื้นด้วยแกลบหนา 2-3 นิ้ว จัดวางถาดอาหารและถาดน้ำอย่างละ 1 ใบ และมีหลอดไฟสำหรับกกลูกไก่ 1 หลอดในแต่ละกลุ่มการทดลอง

2. จัดเตรียมอาหารที่ใช้ในการทดลอง ตามระยะของการทดลอง

3. นำลูกไก่มาทำการชั่งน้ำหนักก่อนการทดลอง และชั่งอีกครั้งทุกๆ สัปดาห์ตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง

4. ให้อาหารไก่ตามความต้องการทางโภชนะในแต่ละช่วงอายุตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง โดยมีน้ำสะอาดให้กินตลอดเวลา

5. จดบันทึกข้อมูล น้ำหนักก่อนและหลังการทดลอง ปริมาณการให้อาหาร ปริมาณอาหารที่เหลือ ปริมาณการกินได้ อัตราการเจริญเติบโต ตลอดจนต้นทุน และรายได้จากการผลิต

การบันทึกข้อมูล

1.บันทึกน้ำหนักไก่ก่อนการทดลองของแต่ละกลุ่ม และชั่งน้ำหนักไก่ทุกๆ สัปดาห์ตลอดการทดลอง

2. บันทึกปริมาณอาหารที่ให้ ปริมาณอาหารที่เหลือ และปริมาณอาหารที่กินได้ของแต่ละกลุ่มทุกๆวัน

3. บันทึกการป่วย และอัตราการตายทุกๆวันตลอดการทดลอง

4. บันทึกข้อมูลค่าใช้จ่าย และรายได้จากการทดลอง

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน(Analysis of Variance) ด้วยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) (Steel, R. G. D., & Torrie, J. H., 1980) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป โดยโมเดลทางสถิติคือ

$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$ ซึ่ง

Y_{ij} = น้ำหนักก่อนการทดลองเฉลี่ย, น้ำหนักสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย, อัตราการเจริญเติบโต, อัตราการกินได้, อัตราการเปลี่ยนอาหาร, ประสิทธิภาพการใช้อาหาร, ต้นทุนการผลิตรวม, ราคาขายไก่มีชีวิต และกำไร/ขาดทุนของ i^{th} หน่วยการทดลอง และ j^{th} ซ้ำ

μ = ค่าเฉลี่ย

t_i = ผลของหน่วยทดลองที่ i^{th} หน่วยการทดลอง

e_{ij} = ความคลาดเคลื่อน

ผลการวิจัย

ผลของระดับการใช้แหนเป็ดเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทง

จากการทดลองพบว่าน้ำหนักก่อนการทดลอง และน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ยของกลุ่ม 0DW สูงกว่ากลุ่ม 18DW และกลุ่มที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ด้านน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นช่วงอายุ 1-2 และ 3-4 สัปดาห์พบว่ากลุ่ม 0DW สูงกว่ากลุ่ม 18DW และกลุ่ม 22DW อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ด้านอัตราการเจริญเติบโตช่วงอายุ 1-2 และ 3-4 สัปดาห์พบว่ากลุ่ม 0DW สูงกว่ากลุ่ม 18DW และกลุ่ม 22DW ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ด้านอัตราการกินได้ช่วงอายุ 1-2 และ 3-4 สัปดาห์พบว่ากลุ่ม 0DW สูงกว่ากลุ่ม 18DW และกลุ่ม 22DW อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ด้านอัตราการเปลี่ยนอาหารช่วงอายุ 1-2 และ 3-4 สัปดาห์พบว่ากลุ่ม 0DW มีค่าต่ำกว่ากลุ่ม 18DW และกลุ่ม 22DW อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และด้านประสิทธิภาพการใช้อาหารช่วงอายุ 1-2 และ 3-4 สัปดาห์พบว่ากลุ่ม 0DW มีประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงกว่ากลุ่ม 18DW และกลุ่ม 22DW อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) แต่ผลการทดลองแต่ละกลุ่มการศึกษาของกลุ่ม 18DW และกลุ่ม 22DW ไม่ต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลของการใช้แหนเป็ดเป็นแหล่งโปรตีนที่ระดับต่างๆในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทง

ข้อมูลที่ศึกษา	0DW	18DW	22DW	P-value<
น้ำหนักก่อนการทดลองเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	141.57^{a}	125.27^{b}	119.90^{b}	0.05
น้ำหนักสิ้นสุดการทดลองเฉลี่ย (กรัม/ตัว)	1,648.23^{a}	1,158.60^{b}	1,118.27^{b}	0.05
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (WG) **(กรัม/ตัว)**				
ช่วงอายุ 1-2 สัปดาห์	619.03^{a}	421.83^{b}	404.80^{b}	0.05
ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์	887.63^{a}	611.50^{b}	593.57^{b}	0.05
อัตราการเจริญเติบโต (ADG) (กรัม/ตัว/วัน)				
ช่วงอายุ 1-2 สัปดาห์	44.22^{a}	30.13^{b}	28.91^{b}	0.05
ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์	63.40^{a}	43.68^{b}	42.40^{b}	0.05
อัตราการกินได้ (ADFI) (กรัม/ตัว/วัน)				
ช่วงอายุ 1-2 สัปดาห์	63.50^{a}	56.35^{b}	55.25^{b}	0.05
ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์	136.22^{a}	124.24^{b}	122.80^{b}	0.05
อัตราการเปลี่ยนอาหาร (FCR)				
ช่วงอายุ 1-2 สัปดาห์	1.48^{b}	1.93^{a}	1.96^{a}	0.05
ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์	2.22^{b}	3.18^{a}	3.11^{a}	0.05
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (FE)				
ช่วงอายุ 1-2 สัปดาห์	0.70^{a}	0.53^{b}	0.52^{b}	0.05
ช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์	0.47^{a}	0.35^{b}	0.34^{b}	0.05

^{a,b} อักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

0DW คือกลุ่มที่ 1 อาหารควบคุม

18DW กลุ่มที่ 2 อาหารที่ใช้แหนเป็ดในสูตรอาหาร 18 %

22DW กลุ่มที่ 3 อาหารที่ใช้แหนเป็ดในสูตรอาหาร 22 %

จากการทดลองด้านต้นทุนและรายได้พบว่าต้นทุนการผลิตรวมของกลุ่ม 0DW (63.63 บาท/ตัว) สูงกว่ากลุ่ม 18DW (53.47 บาท/ตัว) และกลุ่ม 22DW (51.67 บาท/ตัว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ต้นทุนมาจากค่าพันธุ์ไก่และค่าเวชภัณฑ์พบว่าแต่ละกลุ่มมีค่าพันธุ์ไก่เท่ากับ 20 บาท/ตัว และค่าเวชภัณฑ์เท่ากับ 6.7 บาท/ตัว ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ด้านรายได้จากการขายไก่มีชีวิตพบว่ากลุ่ม 0DW (52.75 บาท/ตัว) สูงกว่ากลุ่ม 18DW (37.08 บาท/ตัว) และกลุ่ม 22DW (35.78 บาท/ตัว) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) และด้านผลตอบแทนทางเศรษฐกิจพบว่ากลุ่ม 0DW, กลุ่ม 18DW และกลุ่ม 22DW มีการขาดทุนเท่ากับ 10.88, 16.40 และ 15.90 บาท/ตัว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ต้นทุนและรายได้จากการทดลองการใช้แหนเป็ดเป็นแหล่งโปรตีนที่ระดับต่างๆในสูตรอาหาร

ข้อมูลที่ศึกษา	0DW	18DW	22DW	P-value<
ค่าพันธุ์ไก่[1] (บาท/ตัว)	20	20	20	-
ค่าอาหารช่วงอายุ 1-2 สัปดาห์	13.36	9.73	9.09	-
(บาท/ตัว)	23.57	17.05	15.89	-
ค่าอาหารช่วงอายุ 3-4 สัปดาห์				
(บาท/ตัว)				
ค่าเวชภัณฑ์ (บาท/ตัว)	6.7	6.7	6.7	-
ต้นทุนการผลิตรวม (บาท/ตัว)	63.63^{a}	53.47^{b}	51.67^{b}	0.05
ราคาขายไก่มีชีวิต[2] (บาท/ตัว)	52.75^{a}	37.08^{b}	35.78^{b}	0.05
ขาดทุน (บาท/ตัว)	10.88^{a}	16.40^{b}	15.90^{b}	0.05
ค่าพันธุ์ไก่ 1 (บาท/ตัว)	20	20	20	-

^{a,b} อักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

1 ราคาขายลูกไก่ (20 บาท/ตัว)2 ราคาซื้อไก่มีชีวิต (32 บาท/กิโลกรัม) ณ บริษัท เมืองพลการเกษตร จำกัด

อภิปรายผลการวิจัย

การทดลองระดับของการใช้แหนเป็ดเป็นแหล่งโปรตีนในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่กระทง พบว่า น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการกินได้ อัตราการเปลี่ยนอาหาร และประสิทธิภาพการใช้อาหารของกลุ่ม 0DW (กลุ่มควบคุม) มีค่าสูงกว่ากลุ่ม 18DW (ใช้แหนเป็ดที่ระดับ 18 %) และกลุ่ม 22DW (ใช้แหนเป็ดที่ระดับ 22 %) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ของทุกช่วงการทดลอง จากการทดลองจะสังเกตว่า การใช้แหนเป็ดที่ระดับ 18 และ 22 % ในสูตรอาหาร ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของไก่กระทง อาจเนื่องมาจาก การใช้ประโยชน์ได้ของโปรตีนและการใช้ประโยชน์ได้ของกรดอะมิโนในอาหาร ซึ่งสอดคล้องกับ ดำรงชัย โสกัณทัต (2542) รายงานว่า เมื่อเพิ่มระดับแหนเป็ดในสูตรอาหารปริมาณของไลซีนและเมทไธโอนีน ในอาหารจะลดลง กล่าวได้ว่า ไลซีนและเมทไธโอนีนที่พบในแหนเป็ดเป็นกรดอะมิโนที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ สัตว์ไม่สามารถใช้ประโยชน์จากโปรตีนในอาหารโดยเฉพาะในแหนเป็ด การเจริญเติบโตจึงลดลง ซึ่งขัดแย้งกับ (Skillicorn, P., Spira, W., & Journey, W., (1993) อ้างโดย กฤษฎา บูรณารมย์ (2543)) รายงานว่าโปรตีนของแหนเป็ดมีคุณภาพสูง โดยมีกรดอะมิโนที่จำเป็นในระดับสูงใกล้เคียงกับแหล่งโปรตีนจากพืชอื่นๆ และมีศักยภาพสูงในการที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งของโปรตีนในอาหารสัตว์ ในขณะเดียวกันการใช้แหนเป็ดในสูตรอาหารส่งผลต่ออัตราการกินได้ของไก่กระทง เนื่องจาก เยื่อใยและความฟ่ามของอาหาร เยื่อใยในอาหารเพิ่มขึ้นทำให้มีการย่อยได้ลดลง การใช้ประโยชน์ได้ของอาหารในร่างกายสัตว์จึงลดลง ค่าความหนาแน่นของอาหารจะลดลง เมื่อระดับการใช้แหนเป็ดเพิ่มขึ้น ทำให้ไก่ได้รับโภชนะต่ำ การใช้แหนเป็ดในสูตรอาหารทำให้ร่างกายไม่สามารถย่อยและใช้ประโยชน์จากโภชนะที่มีในอาหารได้เต็มที่ ทำให้อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง (Haustein, A. T., Gilman, R. H., Skillicorn, P. W., Hannan, H, Diaz, F., Guevara, V., *et al*. (1994) อ้างโดย ดำรงชัย (2542)) เมื่อสังเกตน้ำหนักก่อนการทดลองตลอดจนน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองของกลุ่ม 0DW มีค่าสูงกว่ากลุ่ม 18DW และกลุ่ม 22DW อาจเนื่องมาจาก การปรับอาหารช่วง 1 สัปดาห์ก่อนการทดลองของไก่ที่กินอาหารควบคุม ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนะสูงกว่าอาหารที่มีแหนเป็ดในสูตรอาหาร ขณะที่ไก่มีอัตราการกินได้สูงจึงได้รับประโยชน์จากอาหารเพียงพอต่อความต้องการ ทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตสูง และมีการเพิ่มน้ำหนักตัวอย่างต่อเนื่อง จึงมีน้ำหนักก่อนการทดลองตลอดจนน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองสูงตามด้วย

ด้านต้นทุนพบว่าต้นทุนการผลิตรวมของกลุ่ม 0DW มีค่าสูงกว่ากลุ่ม 18DW และกลุ่ม 22DW ซึ่งต้นทุนส่วนใหญ่มาจากค่าอาหาร โดยค่าอาหารช่วงอายุ 1-2 และ 3-4 สัปดาห์ของกลุ่มที่ 1 มีค่าอาหารเฉลี่ย 15.02 และ 12.36 บาท/กิโลกรัม สูงกว่ากลุ่มที่ 2 มีค่าอาหารเฉลี่ย 12.33 และ 9.80 บาท/กิโลกรัม และกลุ่มที่ 3 มีค่าอาหารเฉลี่ย 11.75 และ 9.24 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ เนื่องจากสูตรอาหารกลุ่ม 18DW และกลุ่ม 22DW มีแหนเป็ดเป็นส่วนผสมซึ่งแหนเป็ดหาได้เองตามธรรมชาติ ค่าอาหารจึงถูกกว่า ด้านรายได้จากการขายไก่มีชีวิตพบว่ากลุ่ม 0DW (กลุ่มควบคุม) มีค่าสูงกว่ากลุ่ม 18DW (ใช้แหนเป็ดที่ระดับ 18 %) และกลุ่ม 22DW (ใช้แหนเป็ดที่ระดับ 22 %) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เนื่องจากกลุ่ม 0DW มีน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองสูงจึงทำให้มีรายได้จากการขายไก่สูงกว่ากลุ่ม 18DW และกลุ่ม 22DW ขณะที่มีราคาขายเท่ากัน (32 บาท/กิโลกรัม) แต่ทั้งนี้รายได้จากการขายไก่มีค่าต่ำกว่าต้นทุนการผลิตรวม ทำให้เกิดการขาดทุนพบว่ากลุ่ม 0DW ขาดทุนต่ำกว่ากลุ่ม 18DW และกลุ่ม 22DW และเป็นผลเนื่องจากราคาของการขายไก่มีชีวิตมีความผันผวน บางช่วงมีการปรับราคาขายไก่มีชีวิตลงจึงทำให้ราคาขายไก่ไม่เป็นไปตามที่คาดไว้

สรุปผลการวิจัย

การใช้แหนเป็ดที่ระดับ 18 และ 22 % ในสูตรอาหารทำให้สมรรถภาพการผลิตของไก่กระทงลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม เนื่องจากการคำนวณสูตรอาหาร ที่ไม่ตรงกับความต้องการทางโภชนะของไก่กระทง และในแหนเป็ดไม่มีกรดอะมิโนที่จำเป็น จำพวกไลซีนและเมทไธโอนีน มีพลังงานต่ำ มีเยื่อใย และความฟ่ามสูง ส่งผลให้สมรรถภาพการผลิตลดลงทั้งด้านน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการกินได้ และประสิทธิภาพการใช้อาหาร แต่อัตราการเปลี่ยนอาหาร มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม ด้านต้นทุนไก่กระทงกลุ่มที่ใช้แหนเป็ดมีต้นทุนต่ำกว่ากลุ่มควบคุม แต่มีรายได้จากการขายไก่มีชีวิตต่ำกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากกลุ่มควบคุมมีน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองสูงกว่าจึงขายไก่มีชีวิตได้ราคาสูงกว่ากลุ่มที่ใช้แหนเป็ด และราคาขายไก่ในขณะนั้นมีราคาถูก ประกอบกับมีต้นทุนการผลิตสูงกว่ารายได้ จึงส่งผลให้เกิดการขาดทุน ดังนั้นการใช้แหนเป็ดในสูตรอาหารควรใช้ในระดับต่ำกว่า 18 % และควรขายไก่ในช่วงที่ราคาขายไก่มีชีวิตไม่ผันผวน

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา บูรณารมย์. (2543). **การศึกษาการใช้แหนเป็ดเพื่อปรับปรุงคุณภาพทางโภชนาการของมันเส้นในอาหารสุกรเล็ก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ดำรงชัย โสกัณทัต. (2542). **การใช้แหนเป็ดเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนกากถั่วเหลืองในอาหารไก่เนื้อและนกกระทา.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น

AOAC. (2000). **Official methods of Analysis. (17^{Ed}),** Washington, D. C., Association of official analytical chemists.

Haustein, A. T., R. H. Gilman, P. W. Skillicorn, H Hannan, F. Diaz, V. Guevara, V. Vergara, A. Gastanaduy And J. B. Gilman. (1994). Performance of broiler chicken fed diets containing duckweed *(Lemna gibba)*. **Journal of Agricultural Science.** 122:285-289.

Porath D. B. Hepher and A. Koton. (1979). **Duckweed as an aquatic crop: Evaluation of clones for aquaculture.** Aquatic Botany. 7:273-278.

Skillicorn. P. W. Spira and W. Journey. (1993). **Duckweed Aquaculture – A new aquatic farming system for developing counties.** the world bank, Washington: D.C.

Steel, R. G. D. and J. H., Torrie. (1980). **Principles and Procedures of Statistics, Second Edition,** New York: McGraw-Hill Book Company. Inc. 481 p.

การประยุกต์ใช้ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจากแกลบร่วมกับโปรไบโอติคในการผลิตไก่กระทง
Application of insoluble fiber from rice hull including probiotics in Broiler production

ทศพร อินเจริญ[1*] สนธยา นุ่มท้วม[1] คณนา หรั่งประเสริฐ[2] ศราวุฒิ ตรีถัน[1] และ ศราวุธ นคร[1]
[1] คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
[2]โรงพยาบาลสัตว์ รักษ์สัตว์
[*]corresponding author e-mail: tossaporni@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการประยุกต์ใช้ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจากแกลบ (DIF) ร่วมกับโปรไบโอติค (PRO) ในการผลิตไก่กระทง ใช้ไก่กระทงอาร์เบอร์ เอเคอร์ เพศผู้ อายุ 1 วัน จำนวน 160 ตัว โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม อาหารทดลองมีคุณค่าโภชนะเท่าเทียมกัน ทั้ง 4 สูตร ประกอบด้วย สูตรควบคุม (T1) สูตร 5% DIF (T2) สูตร 10% DIF + 0.1% PRO (T3) และ สูตร 10% DIF + 0.2% PRO (T4) ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ที่อายุ 42 วัน พบว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราแลกเนื้อของกลุ่ม T2 T3 และT4 มีแนวโน้มดีขึ้นเล็กน้อย เมื่อเทียบกับกลุ่ม T1 (P>0.05) นอกจากนั้นแล้ว ปริมาณอาหารที่กิน คุณภาพซาก น้ำหนักและความยาวของลำไส้มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นน้ำหนักกึ๋นของกลุ่ม T2 T3 และ T4 ที่มีค่าเพิ่มสูงขึ้น (P<0.05) ปริมาณของแบคทีเรียกรดแลคติคของกลุ่ม T2 T3 และT4 มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับกลุ่ม T1 (P>0.05) ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจากแกลบ ที่ระดับ 5% โดยปราศจากโปรไบโอติค เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยปรับปรุงสมรรถภาพการผลิตไก่กระทง

คำสำคัญ : ไก่กระทง ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ โปรไบโอติค

Abstract

The aim of this study was to determine the application of insoluble fiber from the rice hull (DIF) including probiotics (PRO) in broilers production. A total of 160 Arbor Acres male day-old broiler chicks were separated into 4 groups. Four experimental diets were prepared with similar nutrient component as following; control diet (T1), 5%DIF (T2), 10%DIF + 0.1%PRO (T3) and 10%DIF + 0.2%PRO (T4), respectively. At the end of experiment (42 days-old), the result showed that weight gain and FCR tended to be slightly better in T2, T3 and T4 groups compared to T1 group (P>0.05). However, no significant differences among the groups were found in feed intake, carcass quality, and intestinal weight and length, whereas gizzard weight increased in T2, T3 and T4 groups (P<0.05). The amount of lactic acid bacteria tended to have slightly higher in T2, T3 and T4 groups when compared with T1 group. The current study suggests that the use of insoluble fiber from the rice hull at 5% level without probiotic can be an alternatives to improve the broiler performance.

keywords : broiler, insoluble fiber, probiotics

บทนำ

การใช้สารเสริมใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (dietary insoluble fiber, DIF) เพื่อทดแทนยาปฏิชีวนะกำลังได้รับความสนใจ และนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตไก่กระทงในปัจจุบันกันมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศแถบยุโรปหลายประเทศ ซึ่งมีผลิตภัณฑ์ทางการค้าออกมาจำหน่ายในท้องตลาด 2-3 ยี่ห้อ ได้แก่ Abocel, Opticell และ Jeluvet เป็นต้น สอดคล้องกับผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ในระยะหลัง รายงานว่าการใช้ใยอาหารในระดับที่เหมาะสมในอาหารสัตว์สามารถช่วยกระตุ้นการพัฒนาของอวัยวะย่อยอาหารได้ (Hetland et al., 2005; González-Alvarado et al., 2007; Hetland and Svihus, 2007) และยังช่วยเพิ่มปริมาณกรดเกลือ รวมทั้งเอมไซม์ย่อยอาหารชนิดต่างๆ (Hetland et al., 2003; Svihus, 2011) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคและสรีรวิทยาของอวัยวะในระบบทางเดินอาหารเหล่านี้ ส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มอัตราการย่อย

ได้ของโภชนะ (Rogel et al., 1987; Amerah et al., 2009; Jiménez-Moreno et al., 2009) จึงทำให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตของสัตว์ดีขึ้นตามไปด้วย (Sklan et al., 2003; González-Alvarado et al., 2010)

แต่อย่างไรก็ตาม สำหรับประเทศไทยองค์ความรู้เกี่ยวกับใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำยังไม่มีการศึกษาวิจัยเท่าที่ควร จากผลการทดลองของคณะผู้วิจัยก่อนหน้านี้ พบว่าการเสริมใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำที่ผลิตจากแกลบข้าว (rice hull) ในอาหารไก่เนื้อ สามารถกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงทางมิญชวิทยา (histology) ของอวัยวะในระบบทางเดินอาหาร และอัตราการเจริญเติบโต รวมไปถึงการพบแบคทีเรียกลุ่ม segmented filamentous bacteria เข้าไปฝังตัวบริเวณผนังวิลไลของลำไส้เล็กส่วนปลาย (ileum) ซึ่งแบคทีเรียชนิดนี้สามารถกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน IgA ของสัตว์เลี้ยงได้ (Incharoen, 2013) นอกจากนี้เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าโปรไบโอติค (probiotic, PRO) เป็นกลุ่มของจุลินทรีย์ที่มีชีวิต ที่ได้รับความนิยมนำมาเป็นสารเสริมในอาหารสัตว์อย่างกว้างขวาง เพื่อทำให้สัตว์มีสุขภาพแข็งแรง และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ดังนั้นการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจากแกลบร่วมกับโปรไบโอติคในอาหารไก่กระทงต่อสมรรถภาพการผลิตและจุลชีพที่อาศัยอยู่ภายในไส้ติ่ง

วิธีดำเนินการวิจัย

ใช้ไก่กระทงสายพันธุ์ อาร์เบอร์ เอเคอร์ อายุ 1 วัน เพศผู้ จำนวน 160 ตัว โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 10 ตัว ลูกไก่ทั้ง 4 กลุ่ม จะได้รับอาหารทดลองที่มีคุณค่าโภชนะเท่าเทียมกัน ซึ่งประกอบด้วย สูตรควบคุม (T1) สูตร 5% DIF (T2) สูตร 10% DIF + 0.1% PRO (T3) และ สูตร 10% DIF + 0.2% PRO (T4) ตามลำดับ โดยอาหารทดลองที่ใช้ถูกแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ อาหารระยะ starter ใช้เลี้ยงไก่อายุตั้งแต่ 0-21 วัน กำหนดให้มีโปรตีน 22% พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ (Metabolizable energy, ME) 3,025 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ส่วนอาหารระยะ finisher ใช้เลี้ยงไก่อายุระหว่าง 21-42 วัน กำหนดให้มีโปรตีน 20% พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 3,200 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ลูกไก่ทั้งหมดจะถูกเลี้ยงในคอกที่ปูรองด้วยวัสดุรองพื้นความหนาประมาณ 3-4 นิ้ว และกกลูกไก่ด้วยหลอดไฟฟ้า 200 วัตต์ เพื่อปรับอุณหภูมิในบริเวณพื้นที่กกให้อยู่ที่ 32 องศาเซลเซียล ในช่วงสัปดาห์แรก จากนั้นจึงค่อย ๆ ลดอุณหภูมิลงประมาณสัปดาห์ละ 2.8-3.0 องศาเซลเซียล จนกระทั่งอุณหภูมิภายในโรงเรือนคงที่อยู่ที่ ประมาณ 25-28 องศาเซลเซียล ตลอดระยะเวลาดำเนินการทดลองไก่จะได้รับอาหารและน้ำแบบเต็มที่ (ad libitum)

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ที่อายุ 42 วัน ทำการสุ่มไก่จำนวนกลุ่มละ 10 ตัว เพื่อฆ่าเก็บตัวอย่าง โดยสัตว์ทดลองทุกตัวจะถูกวางยาสลบ โดยการฉีด sodium thiopental เข้าเส้นเลือดดำบริเวณปีก ปริมาณ 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม หลังจากที่รอจนสัตว์หมดความรู้สึกแล้วจึงทำการเคลื่อนข้อต่อกระดูกสันหลังบริเวณคอ (neck dislocation) เพื่อเก็บข้อมูลคุณภาพซากน้ำหนักและความยาวของลำไส้เล็กส่วนต้น (duodenum) ส่วนกลาง (jejunum) และส่วนปลาย (ileum) นอกจากนั้นแล้วทำการสุ่มไก่จำนวน 4 ตัว/กลุ่ม เพื่อเก็บตัวอย่างภายในไส้ติ่ง (cecal contents) ใส่ในถุงพลาสติก แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้แช่แข็ง (-21 องศาเซลเซียล) เพื่อตรวจนับจำนวนแบคทีเรียกรดแลคติค (lactic acid bacteria, LAB) และเชื้อซัลโมเนลล่า (*Salmonella* spp.) สำหรับวิเคราะห์เชื้อแบคทีเรียกรดแลคติค ทำโดยการนำตัวอย่างที่เก็บมาเจือจางในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ และทำการ spread บนอาหาร MRS agar บ่มที่ 37 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใน candle jar แล้วทำการนับจำนวนโคโลนีที่มีบริเวณใส (clear zone) เกิดขึ้น ส่วนการวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลล่า ทำโดยการนำตัวอย่างที่เก็บมาเจือจางในน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ และทำการ spread บนอาหาร Salmonella-Shigella (SS) agar และบ่มที่ 37 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ในสภาวะมีออกซิเจน นับจำนวนโคโรนีที่มีสีดำ ซึ่งคาดว่าจะเป็นเชื้อซัลโมเนลล่า

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองทั้งหมดมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน (analysis of variances, ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) และวิเคราะห์เพื่อเปรียบเทียบ ค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละปัจจัยการทดลองด้วยวิธี Duncan’s new multiple range tests

ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงผลของการเสริมใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจากแกลบข้าวร่วมกับโปรไบโอติคต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่กระทง เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ที่อายุ 42 วัน พบว่าน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราแลกเนื้อของไก่กลุ่ม T2 T3 และT4 มีแนวโน้มดีขึ้นเล็กน้อย เมื่อเทียบกับกลุ่ม T1 (P>0.05) ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการเสริมใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจากเปลือกข้าวโอ๊ต ที่ระดับ 2-3% ในอาหารจะทำให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับไก่ที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของใยอาหารในระดับต่ำ (Mateos et al., 2012) สำหรับการศึกษาครั้งนี้เมื่อพิจารณาในส่วนของปริมาณอาหารที่กิน (ตารางที่ 1) รวมไปถึงคุณภาพซาก น้ำหนักและความยาวของลำไส้ (ตารางที่ 2) จะเห็นได้ว่าทุกกลุ่มการทดลอง มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ สอดคล้องกับการศึกษาของ Incharoen (2013) ที่ระบุว่าใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจากแกลบข้าวช่วยเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต และอัตราแลกเนื้อมีแนวโน้มลดลง โดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพซาก และการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักและความยาวของลำไส้เล็ก อย่างไรก็ตามน้ำหนักกึ๋นของกลุ่ม T2 T3 และT4 มีค่าเพิ่มสูงขึ้น (P<0.05) เมื่อเทียบกับกลุ่ม T1 สอดคล้องกับ Jiménez-Moreno et al. (2010) ที่รายงานว่า ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของใยอาหารจากเปลือกข้าวโอ๊ตจะส่งผลทำให้กึ๋นมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าอาจจะเกิดจากอิทธิพลของใยอาหารที่มีส่วนเข้าไปกระตุ้นกึ๋นให้ทำงานเพิ่มมากขึ้น เพื่อช่วยในการบดย่อยอาหารภายในกระเพาะให้มีอนุภาคเล็กลง จึงส่งผลโดยตรงต่อน้ำหนัก ขนาด และความแข็งแรงของผนังกล้ามเนื้อของกึ๋น ยิ่งไปกว่านั้นจากงานวิจัยต่างประเทศยังชี้ให้เห็นว่าการใช้แหล่งของใยอาหารในระดับที่เหมาะสมจะช่วยกระตุ้นการพัฒนาของอวัยวะย่อยอาหาร (Hetland et al., 2005; González-Alvarado et al., 2007; Hetland and Svihus, 2007) และเพิ่มปริมาณกรดเกลือ รวมทั้งเอมไซม์ย่อยอาหารชนิดต่างๆ (Hetland et al., 2003; Svihus, 2011) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคและสรีรวิทยาของอวัยวะในระบบทางเดินอาหารส่วนต่างๆ นั้น จะส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตโดยรวมของไก่กระทง

ตารางที่ 1 The effect of insoluble fiber from rice hull including probiotics on growth performances of broilers (mean ± SE)

	Experimental groups			
Items	T1	T2	T3	T4
Weight gain, g/b	2205.09 ± 33.31	2304.85 ± 40.34	2272.73 ± 21.85	2273.87 ± 28.63
Feed intake, g/b	4542.50 ± 28.68	4517.50 ± 14.93	4510.00 ± 17.79	4525.00 ± 15.10
FCR	2.06 ± 0.10	1.96 ± 0.05	1.98 ± .009	1.99 ± 0.07

จากการตรวจนับปริมาณเชื้อแบคทีเรียจากตัวอย่างภายในไส้ติ่ง (cecal contents) ของไก่ทดลองทั้ง 4 กลุ่ม (ตารางที่ 3) ไม่พบเชื้อซัลโมเนลล่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการทดลองดังกล่าวมีการจัดการเกี่ยวกับระบบความปลอดภัยทางชีวภาพที่ถูกต้องและเหมาะสม ตามคำแนะนำของกรมปศุสัตว์อย่างเคร่งครัด จึงไม่สามารถตรวจพบเชื้อโรคชนิดดังกล่าว อย่างไรก็ตามปริมาณของแบคทีเรียกรดแลคติคมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยในกลุ่ม T2 T3 และT4 เมื่อเทียบกับกลุ่ม T1 (P> 0.05) จากผลทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่ากลุ่มที่ใช้โปรไบโอติคร่วมใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจากแกลบข้าว ไม่ส่งผลในเชิงบวกโดยตรงต่อจุลชีพที่อาศัยอยู่ภายในไส้ติ่งแต่อย่างใด

ตารางที่ 2 The effect of insoluble fiber from rice hull including probiotics on carcass quality and intestinal gross anatomy of broilers (mean ± SE)

	Experimental groups			
Items	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
Carcass quality (%)				
Dressing	75.11 ± 2.40	75.45 ± 3.77	73.77 ± 4.86	71.06 ± 2.54
Breast	20.04 ± 1.14	19.95 ± 1.39	18.90 ± 1.08	20.32 ± 1.68
Fillet	3.96 ± 0.22	4.07 ± 0.21	3.91 ± 0.26	3.89 ± 0.37
Thigh + Drumstick	23.38 ± 1.28	24.69 ± 0.96	23.58 ± 1.01	22.80 ± 1.17
Wing	7.93 ± 0.28	8.24 ± 0.31	8.18 ± 0.51	8.10 ± 0.58
Heart	0.52 ± 0.04	0.62 ± 0.12	0.55 ± 0.05	0.60 ± 0.02
Liver	2.57 ± 0.13	2.48 ± 0.10	2.34 ± 0.25	2.23 ± 0.18
Proventriculus	0.39 ± 0.02	0.40 ± 0.05	0.44 ± 0.06	0.45 ± 0.03
Gizzard	1.26 ± 0.14[a]	1.44 ± 0.16[b]	1.41 ± 0.09[b]	1.43 ± 0.17[b]
Intestinal weight (g/100 g BW)				
Duodenum	0.73 ± 0.08	0.75±0.06	0.78±0.07	0.79±0.04
Jejunum	1.17 ± 0.06	1.21 ± 0.03	1.19 ± 0.08	1.23 ± 0.05
Ileum	1.09 ± 0.07	1.14 ± 0.05	1.21 ± 0.05	1.11 ± 0.10
Intestinal length (cm/100 g BW)				
Duodenum	1.61 ± 0.07	1.66 ± 0.12	1.71 ± 0.09	1.69 ± 0.06
Jejunum	3.87 ± 0.25	4.01 ± 0.34	3.92 ± 0.15	4.16 ± 0.11
Ileum	3.86 ± 0.31	3.94 ± 0.26	3.89 ± 0.16	4.03 ± 0.21

[ab]Means within each group with different letter designations differ (P<0.05)

ตารางที่ 3 The effect of insoluble fiber from rice hull including probiotics on bacteria counts in cecum of broilers (mean ± SE)

	Experimental groups			
Items	**T1**	**T2**	**T3**	**T4**
Lactic acid bacteria (log CFU/g)	8.40 ± 0.38	8.51 ± 0.37	8.68 ± 0.26	8.50 ± 0.09
Salmonella spp. (log CFU/g)	ND	ND	ND	ND

สรุปผลการวิจัย

การประยุกต์ใช้ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจากแกลบร่วมกับโปรไบโอติคมีผลทำให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราแลกเนื้อมีแนวโน้มดีขึ้น โดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณอาหารที่กิน คุณภาพซาก น้ำหนักและความยาวของลำไส้ รวมไปถึงปริมาณของเชื้อซัลโมเนลล่า และแบคทีเรียกรดแลคติคที่อาศัยอยู่ในไส้ติ่ง อย่างไรก็ตามเมื่อคำนึงถึงต้นทุนการผลิต คณะผู้วิจัยแนะนำให้ประยุกต์ใช้ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจากแกลบที่ระดับไม่เกิน 5% โดยปราศจากโปรไบโอติค เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยเพิ่มสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่กระทง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ กองบริหารการวิจัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้คำปรึกษา และจัดสรรทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณรายได้มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

เอกสารอ้างอิง

Amerah, A.M., Ravindran, V. & Lentle, R.G. (2009). Influence of insoluble fibre and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ilealmicrobiota profile of broiler chickens. Br. **Poult. sci**., 50, 366–375.

González-Alvarado, J.M., Jiménez-Moreno, E., Lázaro, R. & Mateos, G.G. (2007). Effects of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. **Poult. Sci.,** 86, 1705–1715.

González-Alvarado, J.M., Jiménez-Moreno, E., González-Sánchez, D., Lázaro, R. & Mateos, G.G. (2010). Effect of inclusion of oat hulls and sugar beet pulp in the diet on productive performance and digestive traits of broilers from 1 to 42 days of age. **Anim. Feed Sci. Technol.,** 162, 37–46.

Hetland, H., Svihus, B. & Krögdahl, Å. (2003). Effects of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. **Br. Poult. sci.,** 44, 275–282.

Hetland, H., Svihus, B. & Choct, M. (2005). Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. **J. Appl. Poult. Res.,** 14, 38–46.

Hetland, H., & Svihus, B. (2007). Inclusion of dust bathing materials affects nutrient digestion and gut physiology of layers. **J. Appl. Poult. Res.,** 16, 22–26.

Incharoen, T. (2013). Histological adaptations of the gastrointestinal tract of broilers fed diets containing insoluble fiber from rice hull meal. **Am. J. Anim. Vet. Sci.,** 8, 79-88.

Jiménez-Moreno, E., González-Alvarado, J.M., Lázaro, R. & Mateos, G.G. (2009). Effects of type of cereal, heat processing of the cereal, and fiber inclusion in the diet on gizzard pH and nutrient utilization in broilers at different ages. **Poult. Sci.,** 88, 1925–1933.

Jiménez-Moreno, E., González-Alvarado, J.M., González-Sánchez, D., Lázaro, R. & Mateos, G.G. (2010). Effects of type and particle size of dietary fiber on growth performance and digestive traits of broilers from 1 to 21 days of age. **Poult. Sci**., 89, 2197–2212.

Mateos, G.G., Jiménez-Moreno, E., Serrano, M.P. & Lázaro, R.P. (2012). Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics[1]. **J. Appl. Poult. Res**., 21, 156–174.

Rogel, A.M., Balnave, D., Bryden, W.L. & Annison, E.F. (1987). Improvement of raw potato starch digestion in chickens by feeding oat hulls and other fibrous feedstuffs. **Aust. J. Agric. Res**., 38, 629–637.

Sklan, D., Smirnov, A. & Plavnik, I. (2003). The effect of dietary fiber on the small intestines and apparent digestion in the turkey. **Br. Poult. Sci.,** 44, 735–740.

Svihus, B. (2011). The gizzard: Function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. **World’s Poult. Sci. J**., 67, 207–224.

การใช้ฟักทองผงทดแทนแป้งสาลีในขนมปุยฝ้าย
The use of pumpkin powder replacement wheat flour in Pui-Fai dessert

ศศิพร รัตนสุวรณ์* และ ณัฐพร แสงขันทอง
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพฯ
*corresponding author e-mail: sasi.rattana@gmail.com

บทคัดย่อ

ขนมปุยฝ้ายเสริมฟักทองผง เป็นแนวทางเพิ่มการใช้ประโยชน์จากฟักทอง และเป็นการลดปริมาณการใช้แป้งสาลีซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพของฟักทองผงที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ตัวอย่างมีความชื้นร้อยละ 10 เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 7.07 8.36 0.92 6.23 4.83 และ 72.58 ตามลำดับ ค่าสี L* a* b* เท่ากับ 69.13 5.57 และ 36.43 ตามลำดับ จากนั้นนำฟักทองผงมาทดแทนแป้งสาลีในขนมปุยฝ้ายที่ร้อยละ0 5 10 15 และ 20 ของน้ำหนักแป้งทั้งหมด ผลการทดลอง พบว่า เมื่อปริมาณฟักทองผงเพิ่มขึ้น มีผลให้ความชื้น โปรตีน และไขมันของขนมปุยฝ้ายฟักทองมีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) ในขณะที่เยื่อใย เถ้าและคาร์โบไฮเดรตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p > 0.05$) คุณภาพทางกาย พบว่า ค่าสี L* และปริมาตรจำเพาะลดลง ในขณะที่ค่าสี a* b* และค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) การวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ขนมปุยฝ้ายที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยฟักทองผงร้อยละ10 ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม ความยืดหยุ่นและความชอบรวมสูงสุด

คำสำคัญ : ฟักทองผง การทดแทนแป้งสาลี ขนมปุยฝ้าย

Abstract

Pui – Fai dessert added pumpkin was aimed to utilization of pumpkin and reduce the use of wheat flour, which is an important product. The objective of this study was to investigate the chemical composition and physical properties of pumpkin dried at 60°C until moisture content reduced to 10%. It contained 7.07% moisture, 8.36% protein, 0.92% fat, 6.23% crude fiber, 4.83% ash and 72.58% carbohydrate, respectively. For the color value including L* a* b* were 69.13, 5.57 and 36.43, respectively. Wheat flour was substituted by 0 5 10 15 and 20% of pumpkin powder in Pui-Fai dessert. The results showed that the moisture protein and fat contents were decreased, but the trend of fiber ash and carbohydrate contents were increased, with increasing of the pumpkin powder. For the physical properties, the color L* and specific volume were decreased, while color a* b* and firmness were increased. According to sensory evaluation, panelists preferred Pui – Fai dessert which reduced wheat flour by pumpkin powder at 10% with high appearance, color, aroma, taste, softness, springiness and overall acceptance scores.

keywords : pumpkin powder, substitution of wheat flour, Pui-Fai dessert

บทนำ

ขนมปุยฝ้ายเป็นขนมไทยโบราณ ที่ได้รับอิทธิพลจากชาวต่างชาติ นิยมนำไปใช้ในงานมงคลต่าง ๆ เชื่อกันว่าจะได้เฟื่องฟูเหมือนชื่อขนม โดยลักษณะที่ดีของขนมปุยฝ้ายจะต้องนุ่มและฟูเหมือนดอกฝ้าย หน้าขนมจะแตกเป็นแฉก เนื้อละเอียด รสชาติหอมหวาน ซึ่งในขนมปุยฝ้ายจะมีแป้งสาลีชนิดมีโปรตีนต่ำ (ร้อยละ 7 – 9) เป็นส่วนผสมหลัก (จรูญศรี มนัสวานิช, 2536) แป้งสาลีที่ใช้เป็นวัตถุดิบปริมาณร้อยละ 85 เป็นการซื้อข้าวสาลีจากต่างประเทศเข้ามาผลิตเป็นแป้งสาลีภายในประเทศ และอีกประมาณร้อยละ 15 เป็นการนำเข้าแป้งสาลีโดยตรง (จิตธนา แจ่มเมฆและอรอนงค์ นัยวิกุล, 2541) ดังนั้น เพื่อลดการสูญเสียเงินตราต่างประเทศ และเพื่อให้มีการใช้วัตถุดิบที่ผลิตได้ภายในประเทศมากขึ้น จึงได้มีการศึกษา การใช้แป้งชนิดอื่นมาทดแทนแป้งสาลี คือ ฟักทอง โดยฟักทองมีการบริโภคกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะการใช้ประโยชน์จากฟักทองในประเทศ

ไทย ส่วนใหญ่จะใช้แปรรูปสำหรับบริโภคในระดับครัวเรือน ในรูปของอาหารคาวหวาน เช่น สังขยาฟักทอง แกงบวดฟักทอง เป็นส่วนผสมในขนมชนิดต่าง ๆ เช่น ขนมปังฟักทอง เค้ก คุกกี้ ข้าวเกรียบฟักทอง แกงฟักทอง และฟักทองนึ่ง เป็นต้น (จิรภา และ Sharifah, 2540) ฟักทองเป็นพืชผลที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเป็นแหล่งเบต้าแคโรทีน วิตามินบี 2 วิตามินซี และวิตามินเอ ซึ่งเบต้าแคโรทีนจัดเป็นกลุ่มรงควัตถุที่ให้สีเหลือง เหลืองส้ม จนถึงสีแดง เบต้าแคโรทีนที่พบในฟักทอง มีความสำคัญต่อร่างกาย (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2543) และวิตามินเอช่วยในการมองเห็น การเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ การเพิ่มภูมิต้านทานโรค รักษาเยื่อบุต่างๆ ช่วยขับสารที่ป้องกันการติดเชื้อ และยังมีบทบาทในการต่อต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันในร่างกาย โดยจะช่วยรักษาสุขภาพผิวพรรณให้ดูเต่งตึง หรือเรียกว่าช่วยชะลอความแก่ ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคต้อ และโรคประสาทอื่นๆ (ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ, 2540)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ เพื่อศึกษาคุณภาพทางเคมีและกายภาพของฟักทองผงและศึกษาปริมาณที่เหมาะสมในการทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของขนมปุยฝ้าย

วิธีดำเนินการวิจัย

1) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของฟักทองผง

เตรียมฟักทองผง โดยการนำฟักทองที่ล้างทำความสะอาดและปอกเปลือกแล้ว หั่นเป็นชิ้นบางขนาด 3 มิลลิเมตร อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบดละเอียดด้วยเครื่องปั่น ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช ได้ฟักทองผง (ดัดแปลงจากจิรภาและคณะ, 2547)

วิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ

วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ทำได้โดยนำฟักทองผงมาศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น เยื่อใย เถ้า ไขมัน และโปรตีน โดยวิธี AOAC (2000) ปริมาณคาร์โบไฮเดรตได้จากการคำนวณ

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ วัดค่าสี L*a*b* ด้วยเครื่องวัดสี Minolta (CR -10, Japan)

2) ศึกษาปริมาณฟักทองผงที่เหมาะสมในการทดแทนแป้งสาลีในขนมปุยฝ้าย

ศึกษาปริมาณฟักทองผงในการทดแทนแป้งสาลี โดยแปรปริมาณฟักทองผงเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ร้อยละ 0 5 10 15 และ 20 ของน้ำหนักแป้งสาลี (ดังแสดงในตารางที่ 1) แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ 1) ส่วนของแป้ง นำฟักทองผง แป้งสาลีและผงฟูผสมและร่อนผ่านตะแกรงขนาด....เมช ส่วนที่ 2 เตรียมน้ำ สารเสริมคุณภาพ น้ำตาลและไข่ ตีให้เข้ากันด้วยเครื่องตีแป้ง (kitchenaid) (5KPM50 KA, USA) เติมส่วนผสมแป้ง นมข้นจืด และน้ำมะนาว ตีให้เข้ากัน เมื่อเข้ากันดีแล้วตักใส่พิมพ์กระดาษ นึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือด (95$\pm$5 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 15 นาที นำออกจากพิมพ์ ได้ขนมปุยฝ้าย

ตารางที่ 1 สูตรมาตรฐานของปุยฝ้าย

ส่วนผสม	ปริมาณ
แป้งสาลี (กรัม)	140
ผงฟู (กรัม)	2
ไข่ไก่ (ฟอง)	1
น้ำตาลทราย (กรัม)	85
น้ำสะอาด (กรัม)	95
สารเสริมคุณภาพ (กรัม)	8
นมข้นจืด (กรัม)	14
น้ำมะนาว (กรัม)	2

ที่มา : ดัดแปลงจากลลิดา สุวรรณนัจศิริ (2546)

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ

วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ทำได้โดยนำขนมปุยฝ้ายมาศึกษาองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน เยื่อใย เถ้า โดยวิธี AOAC (2000) และปริมาณคาร์โบไฮเดรต (จากการคำนวณ)

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ การวัดค่าสี L* a* b* นำขนมปุยฝ้ายมาวัดค่าสี ด้วยเครื่องวัดสี (Minolta CR-10, Japan) ทำการวัดโดยให้หัววัดของเครื่องวัดสีตั้งฉากกับผิวหน้าของผลิตภัณฑ์ บันทึกค่าที่ได้

คุณภาพทางด้านปริมาตรจำเพาะ โดยนำขนมปุยฝ้าแทนที่ด้วยเม็ดงา (พรทิพย์ ดำแก้ว, 2546)

คุณภาพทางด้านลักษณะเนื้อสัมผัส วัดค่าความแน่นเนื้อด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer รุ่น TA.XT*plus*, Stable Micro Systems, UK)

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

นำขนมปุยฝ้ายที่ได้ มาทดสอบความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม ความยืดหยุ่น และความชอบรวม โดยทดสอบกับผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ด้วยวิธี 9 point- hedonic scale (1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุดและ 9 หมายถึงชอบมากที่สุด) เพื่อคัดเลือกขนมปุยฝ้ายที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบรวมสูงสุด (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2545)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) และวางแผนการการทดสอบชิมแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s New Multiple Range Test (DNMRT)

ผลการวิจัย

1. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของฟักทองผง

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของฟักทองผง ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 2 ฟักทองผงประกอบด้วย ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต โดยเมื่อฟักทองที่มีปริมาณความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 69.10 จำนวน 50 กิโลกรัม มาผ่านกระบวนการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง และบดละเอียดเป็นแป้งฟักทองที่กำหนดความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 ได้แป้งฟักทองจำนวน 6 กิโลกรัม ซึ่งคำนวณเป็นร้อยละ 12.00 ฟักทองผงที่ได้มีลักษณะเป็นผงเนื้อละเอียด มีกลิ่นหอมของฟักทอง และมีสีเหลืองออกน้ำตาล และเมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยนำมาวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี จะได้ค่าความสว่างเท่ากับ 69.13 ค่าความเป็นสีแดงเท่ากับ 5.57 และค่าความเป็นสีเหลืองเท่ากับ 36.43

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของฟักทองผง

องค์ประกอบ	**ปริมาณ**
ปริมาณผลผลิต (yield) (ร้อยละ)	12.00
ทางเคมี (ร้อยละ)	
ความชื้น	7.07±0.06
โปรตีน	8.36±0.06
ไขมัน	0.92±0.04
เยื่อใย	6.23±0.05
เถ้า	4.83±0.10
คาร์โบไฮเดรต	72.58±0.00
ทางกายภาพ	
ค่าสี	
L*	69.13±0.15
a*	5.57±0.25
b*	36.43±0.31



ภาพที่ 1 ฟักทองผง

2. ศึกษาปริมาณฟักทองผงที่เหมาะสมในการทดแทนแป้งสาลีในขนมปุยฝ้าย

จากการศึกษาปริมาณฟักทองผงที่เหมาะสมในการทดแทนแป้งสาลี โดยแปรปริมาณฟักทองผงที่ระดับ 0 5 10 15 และ 20 ของน้ำหนักแป้ง เมื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าปริมาณความชื้น โปรตีน และไขมันมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ปริมาณเยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของขนมปุยฝ้ายฟักทอง (ร้อยละ)

ฟักทองผง (ร้อยละ)	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต
0	$39.90^{a}\pm0.26$	$5.04^{a}\pm0.03$	$4.06^{a}\pm0.03$	$1.10^{e}\pm0.01$	$0.53^{e}\pm0.01$	$49.71^{e}\pm0.34$
5	$38.79^{b}\pm0.47$	$4.84^{b}\pm0.04$	$3.86^{b}\pm0.02$	$1.35^{d}\pm0.02$	$0.72^{d}\pm0.02$	$50.43^{d}\pm0.52$
10	$38.03^{c}\pm0.20$	$4.68^{c}\pm0.03$	$3.66^{c}\pm0.02$	$1.55^{c}\pm0.04$	$0.96^{c}\pm0.04$	$51.12^{c}\pm0.22$
15	$36.98^{d}\pm0.48$	$4.52^{d}\pm0.02$	$3.34^{d}\pm0.03$	$1.77^{b}\pm0.02$	$1.25^{b}\pm0.02$	$52.15^{b}\pm0.52$
20	$36.09^{e}\pm0.30$	$4.33^{e}\pm0.01$	$3.03^{e}\pm0.03$	$1.97^{a}\pm0.02$	$1.36^{a}\pm0.02$	$53.23^{a}\pm0.31$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างกันตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี L* a* b* ค่าความแน่นเนื้อ และปริมาตรจำเพาะ ดังแสดงในตารางที่ 4 พบว่า ค่าสี L* และปริมาตรจำเพาะ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่าสี a* b* และค่าความแน่นเนื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณฟักทองผงเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4 คุณภาพทางกายภาพของขนมปุยฝ้ายฟักทอง

ฟักทองผง (ร้อยละ)	ค่าสี			ความแน่นเนื้อ	ปริมาตรจำเพาะ
	L*	a*	b*		
0	$74.15^{a}\pm0.58$	$5.05^{d}\pm0.45$	$20.45^{e}\pm0.22$	$232.38^{d}\pm11.25$	$2.88^{a}\pm0.07$
5	$72.42^{b}\pm0.81$	$5.25^{cd}\pm0.48$	$30.97^{d}\pm0.89$	$292.46^{c}\pm12.90$	$2.75^{b}\pm0.05$
10	$70.03^{c}\pm0.43$	$5.63^{c}\pm0.16$	$37.03^{c}\pm0.58$	$313.53^{c}\pm12.376$	$2.64^{c}\pm0.04$
15	$69.72^{d}\pm0.84$	$6.23^{b}\pm0.64$	$38.92^{b}\pm0.68$	$440.61^{b}\pm21.37$	$2.54^{d}\pm0.02$
20	$67.35^{e}\pm0.66$	$7.07^{a}\pm0.56$	$40.90^{a}\pm0.65$	$467.04^{a}\pm29.12$	$2.44^{e}\pm0.04$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษแตกต่างตามแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

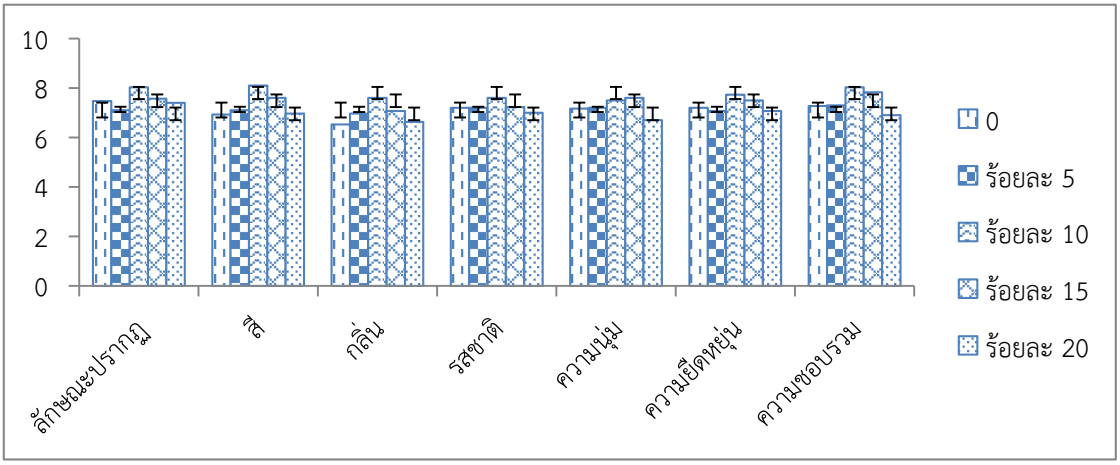
ลักษณะของขนมปุยฝ้ายที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยฟักทองผงที่ระดับต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 2 จากภาพจะเห็นว่าเมื่อปริมาณของฟักทองผงเพิ่มมากขึ้น ขนมปุยฝ้ายจะมีสีที่เข้มมากขึ้น และมีลักษณะของการขึ้นฟูที่น้อยลง เนื้อขนมมีลักษณะแน่นมากขึ้น



ภาพที่ 2 ขนมปุยฝ้ายฟักทองที่แปรปริมาณฟักทองผงที่ระดับต่างๆ

คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปุยฝ้ายที่แปรปริมาณของฟักทองผงทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 0 5 10 15 และ 20 ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปุยฝ้าย

จากผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของขนมปุยฝ้ายจากผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน พบว่า ปริมาณฟักทองผงทดแทนแป้งสาลีมีที่ระดับร้อยละ 10 ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความนุ่ม ความยืดหยุ่น และความชอบรวม สูงสุด มีคะแนนอยู่ในระดับชอบปานกลาง – ชอบมาก

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของฟักทองผง ฟักทองเป็นพืชผลที่มีปริมาณความชื้นค่อนข้างสูง โดยนำมาวิเคราะห์ความชื้นเริ่มต้นเท่ากับร้อยละ 71.35 ซึ่งสอดคล้องกับกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารสุข, 2544) ที่รายงานว่าฟักทอง (ส่วนเนื้อ) มีความชื้นเท่ากับร้อยละ 69.10 ฟักทองจำนวน 50 กิโลกรัม สามารถเป็นผลิตฟักทองผงได้ 6 กิโลกรัม (คิดเป็นปริมาณผลผลิตที่ได้เท่ากับร้อยละ 12.00) โดยส่วนที่หายไปหลักๆ คือ ปริมาณน้ำในเนื้อฟักทอง เปลือกผิวและเมล็ดที่ทำการคัดแยกออกก่อนนำมาอบแห้ง ลักษณะของฟักทองผงที่ได้มีลักษณะเป็นผงละเอียด กลิ่นหอมและมีสีเหลืองออกน้ำตาล ซึ่งผลการทดลองนี้มีความสอดคล้องกับสุลาลักษณ์ ขาวผ่อง (2549) และวิศรุต สุวรรณา (2555).

จากการศึกษาปริมาณฟักทองผงที่เหมาะสมในการทดแทนแป้งสาลี มีผลให้ปริมาณความชื้น โปรตีน และไขมันมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ปริมาณเยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจาก ฟักทองผงมีปริมาณความชื้นเท่ากับร้อยละ 7.07 ซึ่งน้อยกว่าแป้งสาลีที่มีความชื้นร้อยละ 14 (จิตธนา แจ่มเมฆและอรอนงค์ นัยวิกุล, 2541) ปริมาณโปรตีนของขนมปุยฝ้ายมีแนวโน้มลดลงเมื่อปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยฟักทองผงเพิ่มขึ้น เนื่องจากแป้งสาลีมีองค์ประกอบของโปรตีนหลัก คือกลูเตนินและ ไกลอะดิน จึงเป็นผลให้ปริมาณโปรตีนลดลง

สอดคล้องกับการทดลองของปิยวรรณ ศุภวิทิตพัฒนา (2544) ศึกษาปริมาณกลูเตนในแป้งผสมที่ระดับของแป้งฟักทอง 0 5 10 15 และ 20 พบว่าปริมาณกลูเตนมีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับของแป้งฟักทองเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับปริมาณไขมันมีปริมาณลดลงเมื่อปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยฟักทองผงเพิ่มขึ้น เพราะฟักทองผงมีปริมาณไขมันเพียงร้อยละ 0.92 ในขณะที่แป้งสาลีมีไขมันเท่ากับร้อยละ 1.72 ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับ El-Demery (2011) ศึกษาปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งฟักทอง โดยมีปริมาณไขมันลดลงเมื่อระดับของการทดแทนเพิ่มขึ้น

ขนมปุยฝ้ายมีค่าสี L* แนวโน้มที่ลดลง ในขณะที่ค่าสี a* และ b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) เมื่อปริมาณของฟักทองผงเพิ่มขึ้น เนื่องจาก ขนมปุยฝ้ายมีแป้งสาลีเป็นส่วนผสมหลัก ซึ่งแป้งสาลีที่ใช้ในการทดลองมีสีขาว ในขณะที่ฟักทองผงมีสีเหลืองซึ่งมาจากสารสำคัญที่เป็นรงควัตถุสีเหลือง เหลืองส้มจนถึงแดง คือเบต้าแคโรทีน (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2543) ดังนั้นเมื่อปริมาณฟักทองผลเพิ่มขึ้น ค่า a* และ b* จึงมีค่าสูงขึ้น

ค่าความแน่นเนื้อของขนมปุยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ปริมาณจำเพาะของขนมปุยฝ้ายมีแนวโน้มลดลง ($p \leq 0.05$) โดยค่าความแน่นเนื้อมีผลที่สอดคล้องกับปริมาตจำเพาะ กล่าวคือ เนื่องจาก แป้งสาลีมีสมบัติเฉพาะที่ต่างจากแป้งอื่น ประกอบด้วย โปรตีนกลูเตนินและไกลอะดินในสัดส่วนเท่าๆ กัน เมื่อผสมรวมกับน้ำสร้างพันธะไดซัลไฟด์ (disulfidebond) ทำให้ได้กลูเตนซึ่งมีลักษณะเหนียวและยืดหยุ่น สามารถเก็บกักก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตขึ้นโดยสารที่ทำให้ขึ้นฟูไว้ได้ ขนมปุยฝ้ายจึงมีลักษณะฟู เมื่อทดแทนแป้งสาลีด้วยฟักทองผง ขนมปุยฝ้ายจึงมีปริมาณจำเพาะที่ลดลง เนื่องจากปริมาณกลูเตนลดลง ความสามารถในการกักเก็บอากาศน้อย ส่งผลให้การขึ้นฟูของขนมลดลง ซึ่งสอดคล้องกับค่าความแน่นเนื้อที่เพิ่มขึ้น จากการทดลองของ Kulkarni and Joshi (2013) ศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยฟักทองผงที่ระดับร้อยละ 0 2.5 5.0 7.5 และ 10 ต่อคุณภาพของบิสกิต พบว่า บิสกิตมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณฟักทองผงเพิ่มขึ้น

จากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ฟักทองมีผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรสชาติ ความนุ่ม ความยืดหยุ่น และความชอบรวม โดยเมื่อปริมาณฟักทองผงเพิ่มขึ้น ขนมปุยฝ้ายจะมีสีเหลืองเพิ่มขึ้น มีกลิ่นหอมของฟักทองซึ่งสามารถลดกลิ่นคาวของไข่ อีกทั้งยังมีรสชาติที่หวานเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณฟักทองผงที่ระดับร้อยละ 15 และ 20 ส่งผลให้ขนมมีลักษณะที่แน่นขึ้น ไม่ฟู :ซึ่งไม่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของขนมปุยฝ้าย คะแนนความชอบจึงมีแนวโน้มที่ลดลง ดังนั้นขนมปุยฝ้ายสามารถทดแทนแป้งสาลีด้วยฟักทองผงร้อยละ 10 ที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบรวมสูงสุด

จากการศึกษาวิจัยนี้ พบว่า ฟักทองผงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในขนมปุยฝ้าย ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของจิรภา พงษ์จันตาและคณะ (2547) นำฟักทองผงมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมไทยและขนมอบ โดยใช้ได้อยู่ที่ระดับร้อยละ 10-15 และปิยวรรณ ศุภวิทิตพัฒนา (2544) ศึกษาการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งฟักทองในซาลาเปา พบว่าที่ระดับ ร้อยละ 10 ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด

สรุปผลการวิจัย

จากงานวิจัยนี้ เป็นการใช้ประโยชน์จากฟักทองที่เป็นผลิตผลทางการเกษตรที่มีอยู่ในปัจจุบันให้อยู่ในรูปที่สามารถนำมาใช้ได้ในอุตสาหกรรมอาหาร โดยทราบถึงองค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพทางกายภาพของการผลิตฟักทองผง และทราบปริมาณที่เหมาะสมในการทดแทนแป้งสาลีที่เหมาะสมในขนมปุยฝ้ายคือร้อยละ 10 ที่ได้รับคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด และจากผู้วิจัยเกิดแนวความคิดในการนำฟักทองผงมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แป้งขนมกึ่งสำเร็จรูป เช่น แป้งขนมปุยฝ้ายสำเร็จรูป แป้งบัวลอยฟักทองกึ่งสำเร็จรูป ขนมฟักทอง เป็นต้น เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งาน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์จนทำให้วิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2544). **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 1. องค์การทหารผ่านศึก, นนทบุรี.

จรูญศรี มนัสวานิช. (2536). **ขนมไทย.** สายธารคอมพิวเตอร์, นราธิวาส.

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. (2541). **เบเกอรีเทคโนโลยีเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 7. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

จิรภา พงษ์จันตา ณัฐธณาณ์ ศรีสุวอ ทิพวรรณ มานนท์ ธีรวัฒน์ เทพใจกาศ รัตนพล พนมวัน ณ อยุธยา รุ่งทิวา กองคำ ศิริพร แก้วแดง สมชาย จอมดวง อังคณา นวลบุญเรือง และอุบลรัตน์ พรหมฟัง. (2547). **การผลิตฟักทองผงและการใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหาร.** รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง, ลำปาง.

จิรภา พงษ์จันตา และ Sharifah K.M. (2540)**. ผลของวิธีการทำแห้งแป้งฟักทองต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และปริมาณแคโรทีนอยด์.**

จิรภา พงษ์จันตา ณัฐธณาณ์ ศรีสุวอ ทิพวรรณ มานนท์ ธีรวัฒน์ เทพใจกาศ รัตนพล พนมวัน ณ อยุธยา รุ่งทิวา กองคำ ศิริพร แก้วแดง สมชาย จอมดวง อังคณา นวลบุญเรือง และ อุบลรัตน์ พรหมฟัง. (2547). **การผลิตฟักทองผงและการใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์อาหาร.** รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง: ลำปาง.

ทัศนีย์ ลิ้มสุวรรณ. (2540). **บทบาทใหม่เบตาแคโรทีน.**; วารสารฟิตเนส. ปีที่ 8 (90) : 101 – 104.

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2543). **เคมีอาหาร.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่

ปิยวรรณ ศุภวิทิตพัฒนา. (2544). **การศึกษาผลของการใช้แป้งฟักทองที่มีต่อคุณภาพของแป้งซาลาเปา.** รายงานการวิจัย สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม: พิษณุโลก.

พรทิพย์ ดำแก้ว**.** (2546). **ศึกษาขนมสาลี่จากแป้งสาลีผสมเผือกกึ่งสำเร็จรูป.** ปัญหาพิเศษปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร: กรุงเทพมหานคร.

ไพโรจน์ วิริยจารี. (2545). **การประเมินทางประสาทสัมผัส.** ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.

ลลิดา สุวรรณนัจศิริ. (2546). **ขนมปุยฝ้ายจากแป้งฟลาวมันสำปะหลังพันธุ์หวาน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาคหกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพมหานคร.

วิศรุต สุวรรณา. (2555). **การผลิตฟักทอง เผือก และถั่วแดงผง และการนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่.

สุลาลักษณ์ ขาวผ่อง. (2549). **ผลของส่วนผสมและสภาวะการผลิตโดยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชันต่อคุณภาพอาหารเช้าธัญชาติเสริมฟักทองผง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.

AOAC. (2000). **Official Method of Analysis.** 15th ed. The Association of Official Chemists, Arlington, Verginia. 1985p.

EL-Demery M.E. (2011). **Evaluation of physico-chemical properties of toast breads fortified with pumpkin (Cucurbita moschata) flour.** Home Economics Department, Faculty of Specific Education, Kafr-Elsheikh University, Egypt.

Kulkarni A.S. and Joshi D.C. (2013). **Effect of replacement of wheat flour with pumpkin powder on textural and sensory qualities of biscuit.** International Food Research Journal 20 (2) : 587 - 591

Impacts of Rubber Farming on Farmers’ Food Insecurity and Coping Strategies, Oudomxay Province, Lao PDR

Xayasinh Sommany[1*] and Budsara Limnirankul[2]
[1]Faculty of Agriculture, [2]Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand
[*]corresponding author e-mail: sommany397@gmail.com

Abstract

Traditional upland agricultural practices and shifting cultivation play an important role in food security and social welfare for many households in Northern Lao, PDR. Nowadays, land use and land transformation have been changing from shifting cultivation to mono cropping such as rubber plantations, which have been booming and expanding into many agricultural areas. The advantage of rubber plantation policy is that it allows the land used for shifting cultivation to recover and reduce poverty. Besides this policy, agricultural land for food crop production such as upland rice and rice fields have also decreased over time which has affected food security for many households. The aim of this study was carried out to: a) to assess the impact of cropping system changes on food insecurity, and b) to identify future coping strategies for food security. The research methodology of this study employed the participatory rural approach (PRA) method to investigate and assess the impact on household livelihood for food insecurity in rubber plantations at the household level. Firstly, focus group discussions asked key-persons to find out the location of farms, district socio- mapping, key indicators of food insecurity and the number of farmers for each farm types. After that, a purposeful or criterion-based sampling method was used for selecting the sampling size of 60 households in each farm type. The results from this study found that there was a decline in land used for upland rice, paddy rice field, maize, job’s tear, wild vegetables and raising livestock. This affected food security, household welfare and also resulted in a loss of diversity in wild vegetables for the long term utilization in this region.

keywords : upland rice, rubber, food security

Introduction

Oudomxay is a province in the northern part of Lao, PDR with a diverse agricultural production system, socio-economic development and rural development which follow closely to government guidelines. The agricultural sector plays an important role in sustainable rural development and food security, especially in poverty reduction throughout the country. There have been significant changes in livelihood strategies associated with land use change over the past 10 years. Since 1997, upland rice cultivation and animal husbandry which have been considered key features of rural livelihood and food security have also decreased. Many farmers have changed their traditional agricultural production from upland rice into lowland paddy rice and other cash crops such as maize as well as industrial crops, especially rubber plantations throughout the province(Leek, 2007). In 1998/99, the average land holding size in Oudomxay was 1.87 ha which is close to the average size for national land holdings of about 1.62 ha. The average farm size is 0.77 ha per household. It was found that 45% of the total land holdings in Oudomxay are operated under smallholder farming and contract farming with rubber plantation investors. The proportions of rice growing areas, fallow land and other land uses such as forest, grazing and other crops are 60, 28 and 12 percent respectively (FAO, 2001). The upland rice yield was as low as 1.66 tons per ha due to rainfall variability and degraded soil fertility. For this reason, a number of farmers had

switched from upland rice to paddy rice farming systems to get a greater yield per hectare (Schiller *et al.,* 2001).

1. Rational

The present government policies give high priority to reducing the area under slash-and-burn which is resulting in limiting farmers’ access to their fallow land and/or access to forest land. Upland rice is the most important staple food. It is about 41% of total rice production in Northern Laos (Lao-IRRI, 2000). Upland rice production is also dependent on the bio-physical characteristics such as climate condition and soil fertility as well as socio-economics and marketing (Linquist *et al.,* 2006, Pandey *et al.,* 2005). The duration of food shortages is between 3-5 months which affects between 57- 69 percent of all households. In the Lao PDR, the national average rice requirement per capita was 350 kg in 2003/2004 (IFAD, 2011). The estimated capacity for rice production in Namo district in Oudomxay province ranged from 194 kg to 308 kg per capita which is sufficient for between 55 and 88 percent for the population of the district (Douangsavanh *et al.,* 2005, Douangsavanh *et al., 2006*).

The problems of upland rice farming systems have seen declining soil fertility over time, soil erosion and a serious problem with upland weeds. Improving crop production through new varieties and better management should be considered in order to improve the livelihood of households in this area (Pandey *et al.,* 2005). According to MAF (2011), the government put a lot of effort into reducing rural poverty and promoting better land use management to support sustainable rural livelihoods and food security in the Northern Laos. Between 1993 and 2001 in Oudomxay, land use has been changing with increased commercial crops such as rubber and fruit trees as well as increased grazing land (Thongmanivong and Fujita, 2006).

Rubber plantations have been significantly promoted as one popular policy to try to recover green forest in Northern Laos. The trend of rubber plantations show more benefit in improving the rural social-wealth and sustainable agriculture practice (Vongkhamor *et al.,* 2007). The investment from Chinese companies has especially been important for rubber plantations beginning from 2003 to 2008 in Oudomxay province. The area planted with rubber was 4,766 ha with an investment fund of about 12.9 million US dollars from foreigner investors and 3.15 million US dollars from domestic investors (Thongmanivong *et al.,* 2009). The food insecurity occurred during the earlier years of rubber planting when the famers had fewer options to ensure their food security due to a decline in upland land rice areas (Thanthathep *et al.,* 2008).

Therefore, further investigations into the transition from upland cropping systems to mono-cropping such as rubber farming systems could assess the impacts on rural household livelihoods, local socio-economics and local natural resources.

2. Literature review

2.1 Background of agricultural farming systems in Lao PDR

Farming systems research found that farming practices have three systems: lowland agriculture, upland agriculture and plateau farming. These systems share many of the characteristics and problems of the agricultural systems throughout the Lao PDR (Harvey, 1997). A report from the UNDP (2001) covered national human development in the Lao PDR in 2001.

2.2 Trend of upland farming systems

Upland farming systems and livelihood strategies are governed by local policies on land allocation, and land area development. The problems of rural livelihood and farming systems found that, ranked highest to lowest, were (1) effects of drought and flooding, (2) limits on agricultural land, (3) limited financial access and low savings, (4) high damages from pests & diseases, (5) insufficient food (low

yield rice production) and (6) limited access to water (irrigation systems) for cultivation (LNST, 2005, Connell *et al*., 2006).

2.3 Household vulnerability to food security and livelihood in the uplands

According to the food security definition, there are four key factors (food availability, access to sufficient food, stability of food stocks and utilization of food (Khemmarath, 2005). Vulnerabilities are exposed, particularly with trends, shocks and seasonal variations. These factors are sensitive to livelihood strategies (DFID, 1999). Bogale (2012) found that the level of household vulnerability to food insecurity is associated with many factors such as family size, land holding size, soil fertility, and access to water resources.

2.4 Food security indicators and household coping strategies

The concepts of food security are loosely linked to vulnerabilities and natural hazards. The vulnerability context, livelihood assets, livelihood strategies and livelihood outcomes are important key elements to use as household livelihood coping strategies (Kryger et al., 2002). The indicator of household food security is relatively easy to measure as it is how the households manage to cope with a shortfall in food for consumption at the household level (Maxwell et al,. 2003, Mjonono et al., 2009, Riely *et al.,* 1999).

The aim of this study was carried out to: a) assess the impact of cropping system changes on food insecurity, and b) to identify the future coping strategies for food security.

Research Methodology

This study employed the participatory rural approach (PRA) method to investigate and assess the impacts on household livelihood with food insecurity in rubber plantations at the household level.

The farm typology was used to classify the farmers’ households in Namor and Xay district of Oudomxay province into three farm types. The proposed farm typology for rubber farming systems is illustrated in this study (Modified: Vongkhamor *et al*., 2007).

1.1 Sampling size

The target farm households for this study were randomly sampled from the three farm types in Namor and Xay district of Oudomxay province. The sample size and method followed a *purposeful* or *criterion-based sampling* method. The sample size of farmers’ households was random in that it had 60 households for each farm type: (a) upland rice subsistence farm (maize, Job’s tears and other crops), (b) rubber plus other crops (initial period from the first year to the third year), and (c) rubber farms only (close to the tapping period from the fourth year to over six years). This sample had a total of 180 households.

1.2 Data collection and data analysis

The primary data was collected by interviewing individual sampled households using questionnaires regarding socio-economics, household demographics, agricultural practices and NTFPs data. The secondary data was gathered from representative sources from Oudomxay Provincial Agriculture and Forestry Office (PAFO) and Namor and Xay District Agriculture and Forestry Office (DAFO). The PRA method with a semi-structured interview and in-depth interview with key informants was conducted, as well as the farmers’ focus group discussions. Data analysis was computed in an Excel-program.

Results of this study

Farm types and periods of rubber planting were an important element to assess the impact of the transformation from upland rice field to rubber plantations. Upland rice and paddy rice were the main sources of food and security for many households before the rubber plantations were established.

Other crops such maize, job’s tear and non-timber products were secondary sources of household income and saved money for use in case of emergencies as sickness, school fees, household expenditure and buying rice when the upland rice produced was insufficient for their needs. The details of this study are as follows:

1.1 The impact of cropping system changes on food insecurity

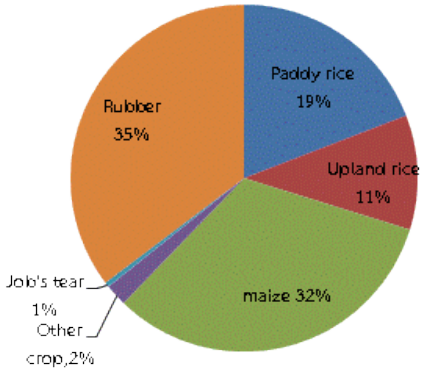


Figure 1 The ratio of agriculture land and rubber plantation areas in Namor and Xay district Oudomxay province 2014

The tradition agriculture practice was one of existing cropping systems in the upland areas. The shifting cultivation used the slash and burn method that had was a problem for the environment and reduced forestry land. Many people were poor with low household incomes which depended on collected non-timber forest products and cultivating upland rice. This resulted in food insecurity for the household. The policy of rubber plantations was one alternative to transform land use for long-term sustainable agricultural practices and increase incomes for the farmers. Although the rubber plantations needed more time to bring profits to the farmers and allow the forest areas to recover, this policy involved social, economic and environmental factors as well as being technical supported and had the farmers backing. However, the examination of upland farming used the farm types according to the research methodology.

The proportion of agricultural land and rubber plantation areas had shown an important scenario for food production and commercial crops as maize, job’s tear and rubber. The agricultural land used over 65% of the total land use in Namor and Xay district with rubber having only 35%. Currently, three farm types had good ratios of land use and food production where upland rice and paddy rice field used 30% of the area. The examination of these three farm types used the livelihood asset category (Five capitals: Human capital, Natural capital, Financial capital, Physical capital and Social capital) to understand the real situation with food insecurity in this region. According to this survey and in-depth interviews with farmers, food insecurity could be explained between the different farm types. There was good evidence regarding food security and food crop production as shown in Figure 1 and Table 1.

1.2 The future coping strategies for food security

Farm types and traditional practices are facing different ways in their coping strategies for food security. There are many aims: to maintain good food production, to reduce the risk to their investment in the farm and get good profits for their households. The upland rice subsistence farmer has a greater coping strategy. In this case, farmers have many alternatives for producing other crops which provide good

sources of income for purchasing food when the farmers cannot produce enough rice for the household consumption.

The rubber plus other crop farming has a slightly better coping strategy than only rubber as rice and other crops (job’s tear and maize) provide the security for the food supply and the income to support household expenditure. However, the farmers need to wait 5-6 years after planting for enhanced profits from rubber. For this reason, farmers need a good coping strategy to meet the household need for food security before tapping a rubber tree. Rubber farms have a high risk in that they are especially vulnerable to food insecurity during the longer period of cultivation, low coping capacity, loss of diversity in food production, decreased diversity in their livelihood, and loss of access to collect wild vegetables (bamboo shoots and wild mushrooms). Therefore, land use transformation has to be concerned about land use for growing food crops, increasing crop productivity, reducing the vulnerability to food insecurity and the need for good management on land use.

Table 1 The problem and factors that influence food security

Farm types	Food security	Economic	Social
(A) Upland rice subsistence farm (maize, Job’s tears and other crops)	● Sufficient food as enough rice produced for the household ● Secure food resources from other crops	● Increased productivity and higher profits from crop production ● Provides an income for the household	● Working opportunities ● Participation from family members. ● Exchanging labor between farmers in a community
(B) Rubber plus other crops (Initial period from the first year to the third year)	● Insufficient rice production. One month wait before harvesting new rice. ● Purchase and borrow rice from relatives and from village rice fund (Interest rate 10%)	● High investment ● High farm input such as fertilizer, rubber seedlings, and weeding control. ● Unsustainable household incomes	● Lack of work opportunity ● Hired labor for weeding control and planting rubber ● Land use reduced for food production ● New production technology used on the farm
(C) Rubber farm only (close to the tapping period from fourth year to over sixth years)	● Purchase rice for household consumption ● Food and household expenditure dependent on selling rubber	● Under contract farming system ● Household’s profit depends on the price of rubber in the market and fluctuation of household income ● Mono cropping	● Work hard ● Large labor force ● Limited land use for other crops when rubber plant are harvested (tapping). ● Need technicians for planting and tapping techniques.

(Source from in dept-interview farmer No. 200, Oudomxay provices)

Conclusion

Rubber farming has expanded enormously in traditional agricultural land practices, especially in upland areas. The decline in agricultural land has a large impact and leads to higher vulnerability for food security and loss of diversity and access to natural resources. With the replacing of shifting cultivation to rubber farming, the impact on sustainable food production has to be considered. Farmers need better coping strategies and coping capacities to secure their food production. The conclusion has to be that changing traditional upland rice subsistence farming to rubber farming has also changed the farmer’s livelihood, economic and social welfare. There are reduced opportunities to grow food and high risks associated with the long cultivation period. The solution should consider land management and support new cultivation technology to increase food availability and food access in this region. Paddy field rice will play an important role to meet household needs in food security in the future.

Acknowledgement

The first thanks to Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture College (SEARCA), Los-Banos, Philippines for funding supported and thankful to faculty of agriculture, Chiang Mai University for an excellence advice.

References

Babatunde R.O., Omotesho O.A., Olorunsanya E.O. and Owotoki G.M. (2008). Determinant of Vulnerability to Food Insecurity: A Gender Based Analysis of Farming Household in Nigeria. **Indian Journal of Agriculture and Economic** 63(1): 116-125.

Bard S. K., and Barry P. J. (2000). Developing a Scale for Assessing Risk Attitudes of Agricultural Decision Makers. **The International Food and Agribusiness Management Review** 3(1): 9-25.

Bogale, A. (2012). Vulnerability of Smallholder Rural Households to Food Insecurity in Eastern Ethiopia. **Food Security** 4(4): 581-591.

Connell J. G., Millar J., Photakoun V., and Pathammavong O. (2004). **Strategies for Scaling Up: Technology Innovation and Agro-enterprise Development.** Workshop on Poverty Reduction and Shifting Cultivation Stabilization in the Uplands of Lao PDR: Technologies, Approaches and Methods for Improving Upland Livelihoods. Luangprabang, Lao PDR.

Demaine, H. (1998). A Livelihood Systems Approach to the Sustainable Development of Upland Farming Systems. **ACIAR Proceedings, Australian Center for International Agricultural** 27-33.

DFID. (1999). **Sustainable Livelihoods Guidance Sheets**. Department for International Development London: DFID.

Douangsavanh L., Bouahom B. and Pouyavong K. (2005). **Enhancing Sustainable Development of Diverse Agriculture in Lao People’s Democratic Republic**.

Douangsavanh L., Polthanee A., and Katawatin R. (2006). Food security of shifting cultivation systems: case studies from Luang Prabang and Oudomxay Provinces, Lao PDR. **Journal of Mountain Science** *3*(1): 48-57.

FAO. (2001). **Profiles of Lao PDR: Farming Systems-Agriculture**. Rome, Italy: FAO.

Hayati D., Ranjbar Z., and Karami E. (2011). Measuring agricultural sustainability. **Biodiversity, Biofuels, Agroforestry and Conservation Agriculture, Springer Netherlands** 73-100.

IFAD. (2011). **Lao PDR: Oudomxai Community Initiatives Support Project Completion Evaluation**. Vientiane, Lao PDR: International Fund for Agricultural Development.

Khemmarath, S. (2005). Cultivated vegetable options for the uplands. **Improving livelihood in upland of the Lao PDR** 47-52.

Khemmarath, S. (2005). Key Concept of Food Security**. Improving Livelihood in Upland of the Lao PDR** 93-98.

Kryger K. N., Thomsen K. A., Whyte M. A. and Dissing M. (2010). **Smallholder Poultry Production–Livelihoods, Food Security and Socio-cultural Significance, Smallholder Poultry Production**. Rome, Italy: FAO.

Lao-IRRI. (2001). **Annual Technical Report 2001**. Vientiane, LAO PDR: National Rice Program.

Leek, K. E. (2007). **Rural Livelihood Strategies and Natural Resources in Oudomxay**, Lao PDR. M.S. Thesis in Natural Resources Management and Ecological Engineering University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna.

Linquist B., Saito K., Keoboualapha B., Phengchan S., Songyikhangsutho K., Phanthaboon K., Vongphoutone B., Navongsai V. and Horie T. (2006). Improving rice base upland cropping systems for the Lao PDR. **Improving livelihood in upland of the Lao PDR** 299-313.

LNST. (2005). **Agricultural Commercialization – a Strategic Direction Farm Families to Overcome Poverty in Lao PDR.** Vientiane, Lao PDR: Lao PDR National Strategy Team.

MAF. (2010). **Strategy for Agricultural Development 2011 to 2020**. Vientiane, Lao PDR: Ministry of Agriculture and Forestry.

Maxwell D., Watkins B., Wheeler R. and Collins G. (2003). **The Coping Strategies Index: a Tool for Rapidly Measuring Food Security and The Impact of Food Aid Programs in Emergencies**. Nairobi, Kenya: CARE and World Food Programme.

Mjonono M., Ngidi M. and Hendriks S. (2009). **Investigating Household Food Insecurity Coping Strategies and The Impact of Crop Production on Food Security Using Coping Strategies Index (CSI)**. Farm Management Congress Bloomington/Normal, Illinois, USA 312-324.

NDP. (2001). **National Human development Report Lao PDR**. Advance Rural Development.

Pandey S., Khiem N. T. and Waibel H. (2005). **Household food security and commercialization of agriculture in uplands of Vietnam: a micro-economic analysis**. Research Monograph Manuscript.

Regassa, N. (2011). Small holder farmers coping strategies to household food insecurity and hunger in Southern Ethiopia. **Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management** 4(1): 39-48

Riely F., Mock N., Cogill B., Bailey L. and Kenefick E. (1999). **Food Security Indicators and Framework for Use in the Monitoring and Evaluation of Food Aid Programs**. Washington, DC: Food and Nutrition Technical Assistance Project.

Roder, W. (2001). **Slash-and-burn rice systems in the hills of northern Lao PDR: description, challenges, and opportunities**. Philippines: International Rice Research Institute.

Schiller J.M., Linquist B., Douangsila K., Inthapanya P., Douangboupha B., Inthavong S. and Sengxua P. (2001). Constraints to Rice Production Systems in Laos. **ACIAR Proceedings, Australian Center for International Agricultural** 101: 3-19.

Thanthathep K., Douangphila P., Skamphanh S., and Phichit S. (2008). **Socio-Economic and Environment Impacts from Rubber Tree Plantation in Hat Nhao and Houay Dam Villages, Luang Namtha Province, Lao PDR**. Khon-Kaen, Thailand: Mekong Institute (MI).

Thongmanivong S. and Fujita Y. (2006). Recent land use and livelihood transitions in northern Laos. **Mountain Research and Development** 26(3): 237-244.

Thongmanivong S., Phengsopha K., Houngphet C.H., Dwyer M. and Oberndorf R. (2009). **Concession or cooperation? Impacts of recent rubber investment on land tenure and livelihoods: A case study from Oudomxai Province, Lao PDR.** Vientiane, Lao PDR: National University of Laos.

Vongkhamor S., Phimmasen K., Silapeth B., Xayxomphou B. and Petterson E.. (2007). **Key Issues in Smallholder Rubber Planting in Oudomxay and Luang Prabang Provinces, Lao PDR**. Vientiane, Lao PDR : National Agriculture and Forestry Research Institute (NAFRI) and Upland Research and Capacity Development Programme.

อิทธิพลของปริมาณเกลือและโคจิต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำปลาจากโครงปลานิล
Influence of salt and koji contents on physicochemical properties of fish sauce from tilapia frame

บุศรินทร์ อัฐนาค* ชาญณรงค์ ชมนาวัง และ กรรณิการ์ ห้วยแสน
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์
*corresponding author e-mail : nicknut1209@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของปริมาณเกลือ (ร้อยละ 5 - 20 โดยน้ำหนักของวัตถุดิบที่ผ่านการย่อย) และโคจิจากถั่วเหลือง (ร้อยละ 3 - 10 โดยน้ำหนักของวัตถุดิบที่ผ่านการย่อย) ต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำปลาจากโครงปลานิลที่ผ่านการหมักเป็นระยะเวลา 4 เดือน โดยใช้วิธีการพื้นผิวตอบสนอง ผลการทดลองพบว่า ปริมาณเกลือแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้งกับค่าความเป็นกรด-ด่าง และแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับค่าปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ และค่าสี L* ของตัวอย่างน้ำปลา ซึ่งจากกราฟแสดงการตอบสนองพื้นผิวพบว่า เมื่อปริมาณเกลือที่ใช้ในการหมักมากขึ้นค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าสี L* ของตัวอย่างจะมีค่าลดลงในขณะที่ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์มีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณโคจิแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับค่าความเป็นสีน้ำตาลและค่าสี L* ของตัวอย่างน้ำปลา โดยเมื่อปริมาณโคจิที่ใช้ในการหมักมากขึ้นค่าความเป็นสีน้ำตาลจะมีค่าเพิ่มขึ้น และค่าสี L* จะมีค่าลดลง ในขณะที่ทั้งปริมาณเกลือและโคจิจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ค่าสี a* และ b* ของตัวอย่าง อย่างไรก็ตามผลการทดลองพบว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของทุกตัวอย่างที่ทำการศึกษามีค่าสูงกว่าที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำปลาพื้นเมือง

คำสำคัญ : น้ำปลา โครงปลานิล การหมัก โคจิ

Abstract

The influence of salt (5 – 20 % w/w of digested raw material) and soybean koji (3 – 10 % w/w of digested raw material) contents on the physicochemical properties of fish sauce from tilapia frame for 4 months fermentation using response surface methodology was studied. The results found that the salt content showed the quadratic effect on pH value and the linear effect on NaCl content and L* of samples. The estimation response surfaces revealed that the pH value and L* value decreased while the NaCl content increased as salt content increased. For the effect of koji, the significant effect of koji contents on nonenzymatic browning value and L* value of fish sauce samples in linear manner was observed. The nonenzymatic browning value of fish sauce increased and L* value decreased as koji content increased. Whereas, non-significant effect of salt and koji contents on total nitrogen content, a* value and b* value of sample was found. However, the total nitrogen content of all treatments was higher than Thai local fish sauce standard.

keywords : fish sauce, tilapia frame, fermentation, koji

บทนำ

น้ำปลาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นของเหลว มีรสเค็ม ใช้ในการปรุงแต่งกลิ่นรสของอาหาร ซึ่งถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ปลาที่ผ่านการหมักที่สำคัญและบริโภคกันอย่างกว้างขวางในประเทศแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และกำลังนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก (Xu et al., 2008) นอกจากนี้น้ำปลายังเป็นแหล่งของสารอาหารที่สำคัญ เช่น โปรตีน กรดอะมิโน และยังมีสารประกอบไนโตรเจน วิตามิน และเกลือแร่ต่างๆ อีกหลายชนิด ซึ่งกระบวนการผลิตน้ำปลาโดยทั่วไปจะเริ่มจากการนำปลาผสมกับเกลือในอัตราส่วนปลาต่อเกลือเท่ากับ 1 : 1 ถึง 3 : 1 โดยน้ำหนัก จากนั้นทำการหมักในบ่อหรือภาชนะหมักเป็นเวลา 6 - 12 เดือน หรือนานกว่า (Tsai et al., 2006) โดยระหว่างกระบวนการหมักเอนไซม์ในตัวปลาและจุลินทรีย์ที่ทน

เกลือจะทำการย่อยโปรตีนปลาได้เป็นกรดอะมิโนอิสระ เปปไทด์ และแอมโมเนีย (Jiang et al., 2007; Taira et al., 2007) ปัจจุบันไทยเป็นประเทศที่มีการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากสัตว์น้ำหลายชนิด ตั้งแต่ระดับครัวเรือนไปจนกระทั่งถึงระดับอุตสาหกรรม ทำให้เกิดเศษเหลือจากการแปรรูปเช่น เศษที่เหลือจากการตัดแต่ง ครีบ หัว โครงกระดูก หนัง และอวัยวะภายในปริมาณที่มาก โดยเฉพาะโครงปลานิลที่เป็นเศษเหลือจากการผลิตชิ้นปลานิลแล่แช่เยือกแข็ง (Chomnawang and Yongsawatdigul, 2013) ดังนั้นการนำเศษเหลือจากการแปรรูปเหล่านี้ซึ่งยังมีการนำไปใช้ประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ มาใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์จึงเป็นการเพิ่มมูลค่าและยังเป็นการลดปริมาณขยะที่เป็นของแข็งลง (Kim and Mendis, 2006) จากกระบวนการผลิตน้ำปลาในปัจจุบันจะเห็นได้ว่าการผลิตค่อนข้างที่จะใช้ระยะเวลานาน และมีการใช้อัตราส่วนของเกลือในปริมาณที่สูง ซึ่งเป็นข้อจำกัดในการบริโภคทั้งในด้านโภชนาการ และผู้ที่มีปัญหาสุขภาพ (Aryanta et al., 1991; Chindapan et al., 2010) จากการตรวจเอกสารรายงานการวิจัยพบว่ากระบวนการการย่อยสลายวัตถุดิบเบื้องต้นโดยใช้อวัยวะภายในของปลานิล (Nammontree et al., 2014) และการใช้โคจิร่วมในระหว่างการหมักน้ำปลา (Hariono et al. 2005) สามารถช่วยเร่งกิจกรรมการย่อยสลายวัตถุดิบซึ่งอาจมีส่วนช่วยลดระยะเวลาในการหมักลงได้ อีกทั้งยังสามารถขจัดลักษณะกลิ่นและรสชาติที่ไม่ต้องการของน้ำปลาได้ (Kunimoto et al., 1992; Hariono et al., 2005; Uchida et al., 2005) โดยจากการสืบค้นงานวิจัยยังไม่มีรายงานการศึกษาการผลิตน้ำปลาที่มีปริมาณเกลือต่ำโดยการใช้วัตถุดิบจากโครงปลานิลที่ผ่านการแล่ร่วมกับการใช้โคจิในระหว่างการหมัก ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ จึงเพื่อศึกษาผลของปริมาณเกลือ (ร้อยละ 5 - 20 โดยน้ำหนักของวัตถุดิบ) และโคจิจากถั่วเหลือง (ร้อยละ 3 - 10 โดยน้ำหนักของวัตถุดิบ) ที่เติมในวัตถุดิบโครงปลานิลที่ผ่านการย่อยสลายเบื้องต้นโดยใช้แหล่งของเอนไซม์โปรติเนสจากอวัยวะภายในของปลานิลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของน้ำปลาที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน โดยใช้วิธีการพื้นผิวตอบสนอง

วิธีดำเนินการวิจัย

1.การเตรียมโคจิจากถั่วเหลือง

กระบวนการเตรียมโคจิที่ ปรับปรุงจากวิธีของ Hariono et al. (2005) โดยเริ่มจากนำเมล็ดถั่วเหลืองมาทำการล้างและนึ่งด้วยไอน้ำจนสุก และทำการอบแป้งสาลีที่อุณหภูมิประมาณ 150 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 ชั่วโมง เมื่ออุณหภูมิของวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิดลดลงต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส ทำการผสมกันในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 โดยน้ำหนัก และทำการเติมกล้าเชื้อ โคจิ ในอัตราส่วนประมาณร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก นำส่วนผสมที่ได้ทำการเกลี่ยบนตะแกรง คลุมด้วยผ้าขาวบางที่เปียกพอหมาด บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องในสถานที่อากาศไหลเวียนได้ดีระยะเวลา 3 วัน หรือเมื่อเชื้อราเจริญเต็มที่และเกิดสปอร์สีเขียวบนเมล็ดถั่วเหลืองจะได้โคจิถั่วเหลือง

2. การเตรียมเอนไซม์ย่อยสลายโปรตีนจากอวัยวะภายในของปลานิล (Nammontree et al., 2014)

อวัยวะภายในของปลานิลจากตลาดทุ่งนาทอง จ.กาฬสินธุ์ นำมาล้างทำความสะอาด ปั่นผสมกับน้ำที่อัตราส่วนไส้ปลานิลต่อน้ำเท่ากับ 1:1 โดยใช้เครื่องปั่นที่ความเร็วระดับกลาง ระยะเวลา 1 นาที จากนั้นทำการกรองด้วยผ้าขาวบาง ของเหลวที่กรองได้ใช้เป็นเอนไซม์ย่อยสลายโปรตีนจากอวัยวะภายในของปลานิลเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

3. การเตรียมวัตถุดิบโครงปลานิลที่ผ่านการย่อยสลายเบื้องต้น

โครงปลานิลทำการสับเป็นชิ้นเล็กๆ ล้างและแช่น้ำอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 1 คืน เพื่อล้างเมือก เลือด และแยกไขมันปลาออก นำโครงปลานิลบดให้ละเอียดเติมน้ำ อัตราส่วนโครงปลานิลบดต่อน้ำเท่ากับ 1:0.3 จากนั้นเติมเอนไซม์ย่อยสลายโปรตีนจากอวัยวะภายในของปลานิลร้อยละ 10 โดยน้ำหนักของวัตถุดิบ (โครงปลานิลบดและน้ำ) พักไว้ที่อุณหภูมิห้องให้เกิดการย่อยสลายโปรตีนในวัตถุดิบระยะ เวลา 12 ชั่วโมง

4. การศึกษาผลของปริมาณเกลือและโคจิต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำปลาจากโครงปลานิลที่ผลิตได้

ทำการศึกษาผลของปริมาณเกลือและโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของน้ำปลาจากโครงปลานิลระหว่างการหมัก ระยะเวลา 4 เดือน โดยใช้การจัดหน่วยการทดลองแบบ Central composite design (CCD) ที่ 2 ระดับ (-1, +1) การทดลองที่จุดกึ่งกลาง (central point) 5 จุด (0) และ 2 ระดับที่ axial point ($-\alpha$, $+\alpha$) โดยใช้ Statistical program (Design-expert Version 5.0.8) ช่วงระดับของแต่ละปัจจัยที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย ปริมาณของเกลือ (เกลือทะเล) ที่ใช้ในการหมักร้อยละ 5 – 20 โดยน้ำหนักของวัตถุดิบ และปริมาณโคจิร้อยละ 3 – 10 โดยน้ำหนักของวัตถุดิบ โดยมีหน่วยการทดลองทั้งหมด 13 หน่วยการทดลอง แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณเกลือและโคจิที่เติมในแต่ละหน่วยการทดลอง

หน่วยการทดลอง	ปริมาณเกลือ (ร้อยละ โดยน้ำหนักของวัตถุดิบ)	ปริมาณโคจิ (ร้อยละ โดยน้ำหนักของวัตถุดิบ)
1	12.50	6.50
2	5.00	10.00
3	5.00	3.00
4	23.11	6.50
5	12.50	6.50
6	1.89	6.50
7	20.00	3.00
8	12.50	11.45
9	12.50	6.50
10	12.50	6.50
11	12.50	1.55
12	20.00	10.00
13	12.50	6.50

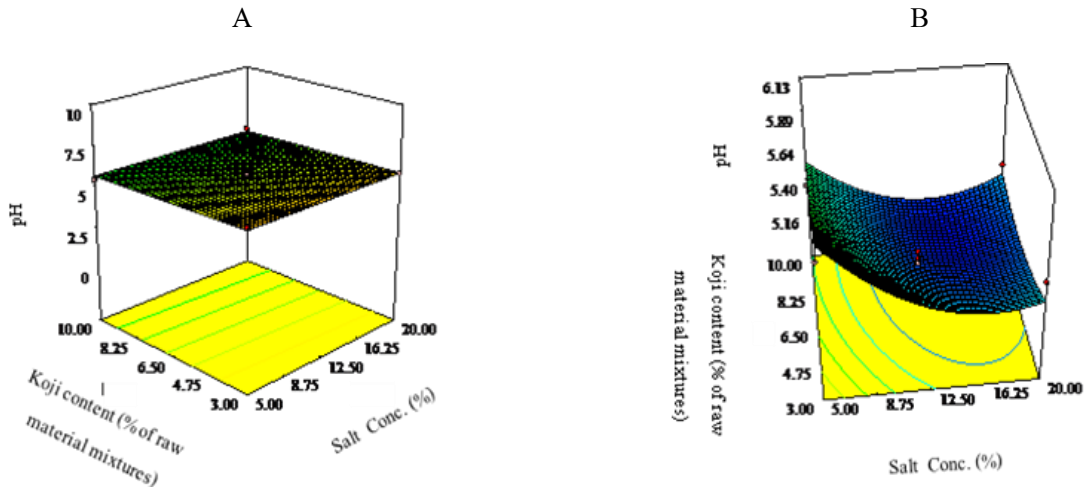
กระบวนการหมักทำโดย นำวัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการย่อยสลายที่เตรียมได้ บรรจุลงในขวดแก้วขนาด 5 ลิตร ทำการเติมเกลือและโคจิตามปริมาณที่ใช้ในแต่ละหน่วยการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 1 กวนส่วนผสมระยะเวลา 5 นาที ปิดฝาให้สนิท ทำการหมักที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 4 เดือน โดยทำการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีกายภาพทุก 1 เดือน ประกอบด้วย ค่าความเป็นกรด-ด่าง (Dissaraphong et al., 2006); ค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ในสารละลายตัวอย่าง (AOAC, 2000); ค่าความเป็นสีน้ำตาล Nonenzymatic Browning (Sappasith et al., 2006) และค่าสี L*, a* และ b* (Berna et al., 2006)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลของปริมาณเกลือและโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำปลาที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน

การศึกษาผลของปริมาณเกลือและโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในตัวอย่างน้ำปลาจากโครงปลานิลที่ผ่านการหมักเป็นระยะเวลา 4 เดือน ผลของการทดลองพบว่า ปริมาณเกลือแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นโค้งกับค่า pH ของตัวอย่างที่ผ่านการหมัก ($p<0.05$) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.848 ซึ่งมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณเกลือ ต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในตัวอย่างน้ำปลาคือ ค่า $pH = 6.939 - 0.146(salt) + 4.129(salt)^2$ โดยที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้แสดง significant lack of fit test ($p<0.05$) ซึ่งแสดงถึงสมการไม่มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการทำนายค่า อย่างไรก็ตามจากการพิจารณากราฟแสดงการตอบสนองพื้นผิวพบว่า เมื่อระยะเวลาในการหมักมากขึ้นค่า pH ของตัวอย่างจะมีค่าลดลง (ภาพที่ 1 A และ B) โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของตัวอย่างที่ผ่านการหมักพบว่า เมื่อปริมาณเกลือเติมเพิ่มมากขึ้นค่า pH ของตัวอย่างจะมีค่าลดลง โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 5.25 – 5.80 (ภาพที่ 1 B) ซึ่งเป็นผลจากปริมาณกรดที่ผลิตขึ้นระหว่างกระบวนการหมัก จุลินทรีย์ที่พบและมีบทบาทในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ปลาหมักหลายชนิดคือแบคทีเรียในกลุ่มของแลคติคแอซิดแบคทีเรีย (Lactic acid bacteria; LAB) โดยในระหว่างกระบวนการหมัก LAB จะผลิตกรดแลคติคขึ้นซึ่งมีผลทำให้ปริมาณกรดทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้ในตัวอย่างน้ำปลามีค่าเพิ่มขึ้น (Paludan-MuÖller et al., 2002); Xu et al. (2008) รายงานว่า ระหว่างการหมักค่า pH ของตัวอย่างน้ำปลาจะมีค่าลดลงจนกระทั่งสิ้นสุดการหมัก โดยการเปลี่ยนแปลงของค่า pH อาจเกิดเนื่องจากการผลิตกรดเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหมัก ซึ่ง

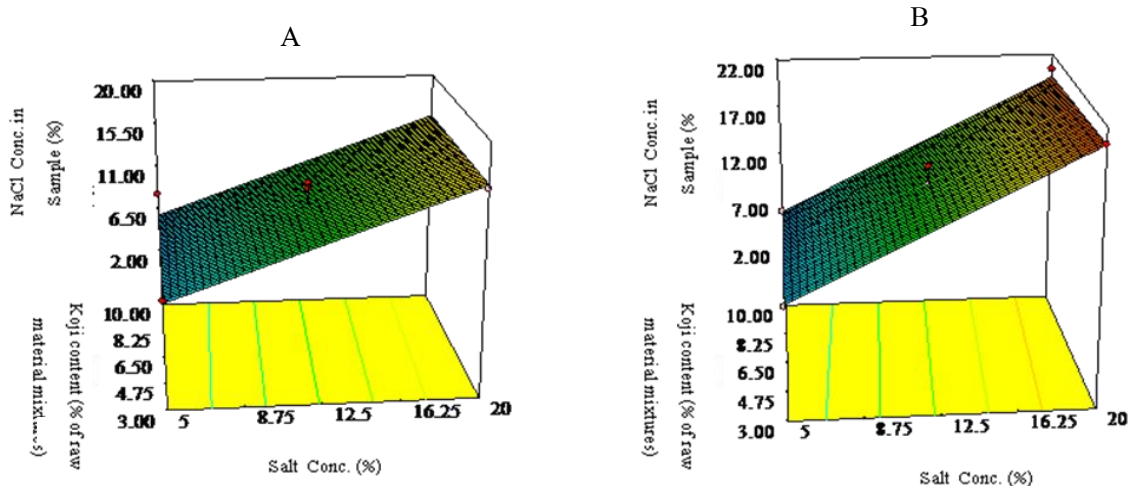
โดยปกติจะสัมพันธ์กับการลดลงของค่า pH ของตัวอย่าง Park et al. (2001) ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของตัวอย่างน้ำปลาที่ผลิตในประเทศแถบเอเชียตะวันออกและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 7 ประเทศ จำนวน 61 ตัวอย่าง พบว่าค่า pH ของตัวอย่างส่วนมากจะมีค่าระหว่าง 5.4 – 5.8 ยกเว้นตัวอย่างน้ำปลาจากประเทศพม่า (6.23) ประเทศลาว (4.90) และประเทศจีน (6.15) การที่ตัวอย่างที่ใช้เกลือในปริมาณที่สูงมีค่า pH ที่ต่ำกว่าอาจเกิดเนื่องจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในระหว่างกระบวนการหมักที่ทำให้เกิดองค์ประกอบที่เป็นด่างที่ระเหยได้ถูกยับยั้ง (Chaveesuk, 1991; Jiang et al., 2007)



ภาพที่ 1 ผลของปริมาณเกลือและโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของน้ำปลาที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน; A = ก่อนการหมัก (เดือนที่ 0) และ B = หลังการหมัก (เดือนที่ 4)

2. ผลของปริมาณเกลือและโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณเกลือ (NaCl) ของน้ำปลาที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน

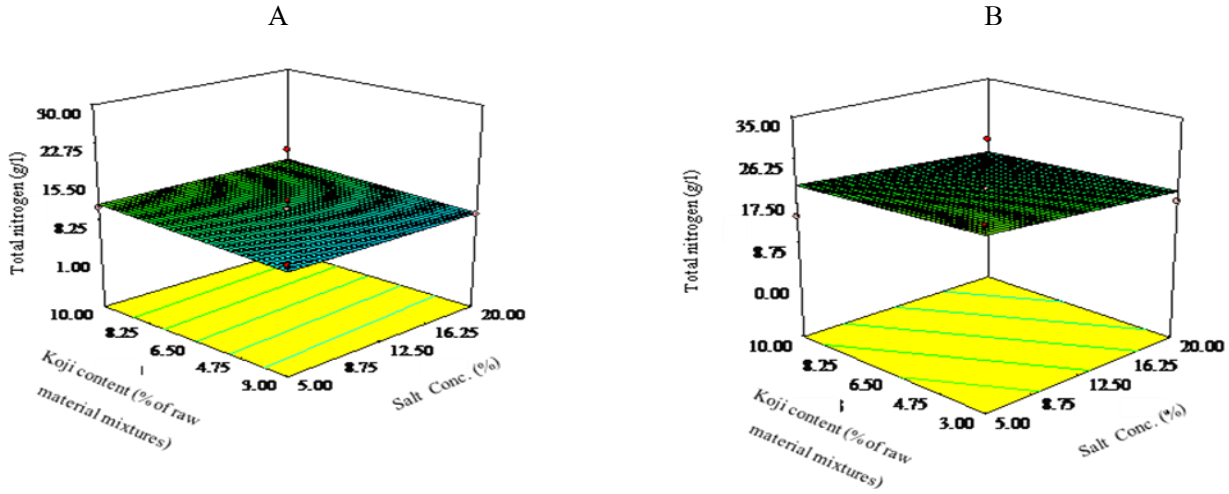
การศึกษาผลของปริมาณเกลือและโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณ NaCl ในตัวอย่างน้ำปลาจากโครงปลานิลที่ผ่านการหมักเป็นระยะเวลา 4 เดือน ผลของการทดลองพบว่า ปริมาณเกลือแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับค่า NaCl ของตัวอย่างที่ผ่านการหมัก ($p<0.05$) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.973 ซึ่งมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณ NaCl ในตัวอย่างน้ำปลาคือ ค่าปริมาณ NaCl (%) = 2.407 + 0.918(salt) โดยที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้แสดง non-significant lack of fit test ($p>0.05$) ซึ่งแสดงถึงสมการมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการทำนายค่าได้ โดยจากการพิจารณากราฟแสดงการตอบสนองพื้นผิวพบว่า เมื่อระยะเวลาในการหมักมากขึ้นปริมาณ NaCl ในตัวอย่างจะมีค่าเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 2 A และ B) โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเกลือต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ NaCl ของตัวอย่างที่ผ่านการหมักพบว่า เมื่อปริมาณเกลือเติมเพิ่มมากขึ้นค่าปริมาณ NaCl ของตัวอย่างจะมีค่าเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 2 B) ซึ่งเป็นผลจากเกิดการละลายของเกลือเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการหมักและปริมาณเกลือที่ใช้เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำปลาพื้นเมือง (มผช.673/2547) ได้กำหนดคุณลักษณะที่ต้องการไว้คือ ผลิตภัณฑ์น้ำปลาจะต้องมีปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 20



ภาพที่ 2 ผลของปริมาณเกลือและโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณ NaCl ของน้ำปลาที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน; A = ก่อนการหมัก (เดือนที่ 0) และ B = หลังการหมัก (เดือนที่ 4)

3. ผลของปริมาณเกลือและโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำปลาที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน

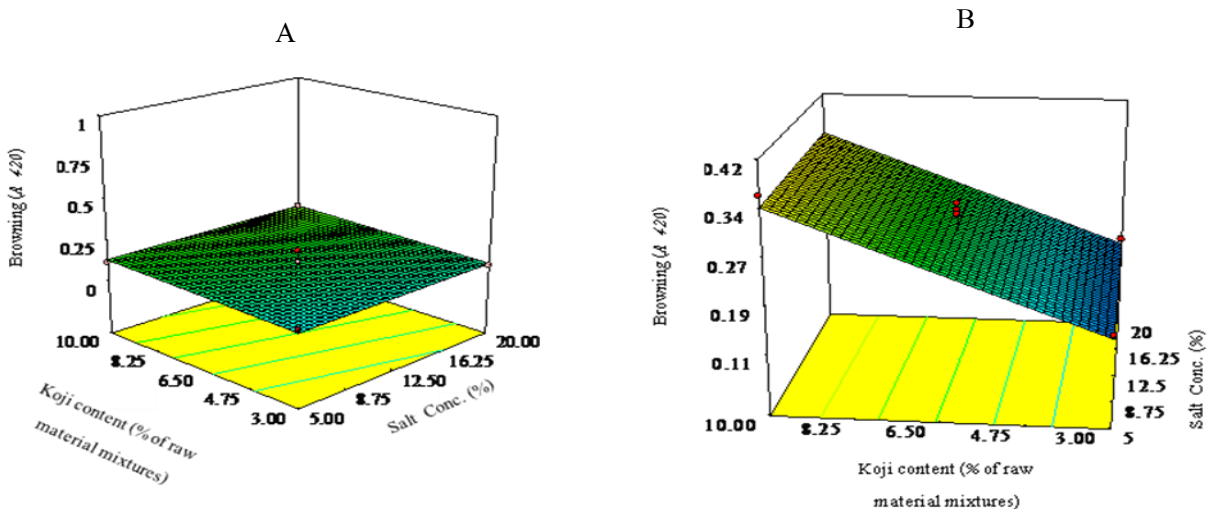
การศึกษาผลของปริมาณเกลือและโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่างน้ำปลาจากโครงปลานิลที่ผ่านการหมักเป็นระยะเวลา 4 เดือน ผลของการทดลองพบว่า ปริมาณเกลือและโคจิที่ใช้ในการหมักไม่มีความสัมพันธ์ทั้งเชิงเส้นตรงและเส้นโค้งต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของตัวอย่างที่ผ่านการหมัก ($p>0.05$) แต่เมื่อพิจารณากราฟแสดงการตอบสนองพื้นผิวพบว่า เมื่อระยะเวลาในการหมักมากขึ้น ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่างจะมีแนวโน้มค่าเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 3 A และ B) ปริมาณของไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่างน้ำปลาได้จากองค์ประกอบที่เป็นโปรตีนในวัตถุดิบและสารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบแต่ไม่ใช่โปรตีนเช่น กรดอะมิโน นิวคลีโอไทด์ เป็ปไทด์ แอมโมเนีย ยูเรีย และอื่น ๆ ซึ่งสารเหล่านี้จะมีผลต่อกลิ่นและรสชาติของผลิตภัณฑ์ (Shahidi et al., 1994; Klomklao et al., 2006; Jiang et al., 2007) ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งระดับคุณภาพของน้ำปลา (Lopetcharat et al., 2001) โดยน้ำปลาคุณภาพสูง จะต้องมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่วิเคราะห์โดยวิธี Kjedahl Method เท่ากับ 20 g N/l หรือมากกว่า สำหรับน้ำปลาชั้นคุณภาพ 1 และเท่ากับ 15 gN/l สำหรับน้ำปลาชั้นคุณภาพ 2 (Thai Industrial Standard, 1983; Klomklao et al., 2006) หรือจะต้องมีปริมาณไนโตรเจนที่ละลายได้ทั้งหมดที่วิเคราะห์โดยวิธี Kjedahl Method เท่ากับร้อยละ 1.5 หรือมากกว่า (Xu et al., 2008) หรือตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำปลาพื้นเมือง (มผช.673/2547) ได้กำหนดคุณลักษณะที่ต้องการไว้คือ ผลิตภัณฑ์น้ำปลาแท้จะต้องมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 9 g N/l และ จะต้องมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 4 g N/l สำหรับน้ำปลาผสม โดยการเพิ่มขึ้นของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของตัวอย่างระหว่างกระบวนการหมักอาจเกิดเนื่องจากการที่โปรตีนในวัตถุดิบถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์โปรติเอสจากทั้งที่พบในวัตถุดิบเองและจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน (Shih et al., 2003; Jiang et al., 2007; Taira et al., 2007; Xu et al., 2008) จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของตัวอย่างที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน จะมีค่าอยู่ในช่วง ระหว่าง 17.93 – 24.66 g N/l ซึ่งมีค่าสูงกว่าที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำปลาพื้นเมือง และมีค่าอยู่ในระดับน้ำปลาชั้นคุณภาพ 2 และ 1 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.3-2536)



ภาพที่ 3 ผลของปริมาณเกลือและโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงค่าไนโตรเจนทั้งหมดของน้ำปลาที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน; A = ก่อนการหมัก (เดือนที่ 0) และ B = หลังการหมัก (เดือนที่ 4)

4. ผลของปริมาณเกลือและโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีน้ำตาล (Nonenzymatic Browning $_{(A420)}$) ของน้ำปลาที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน

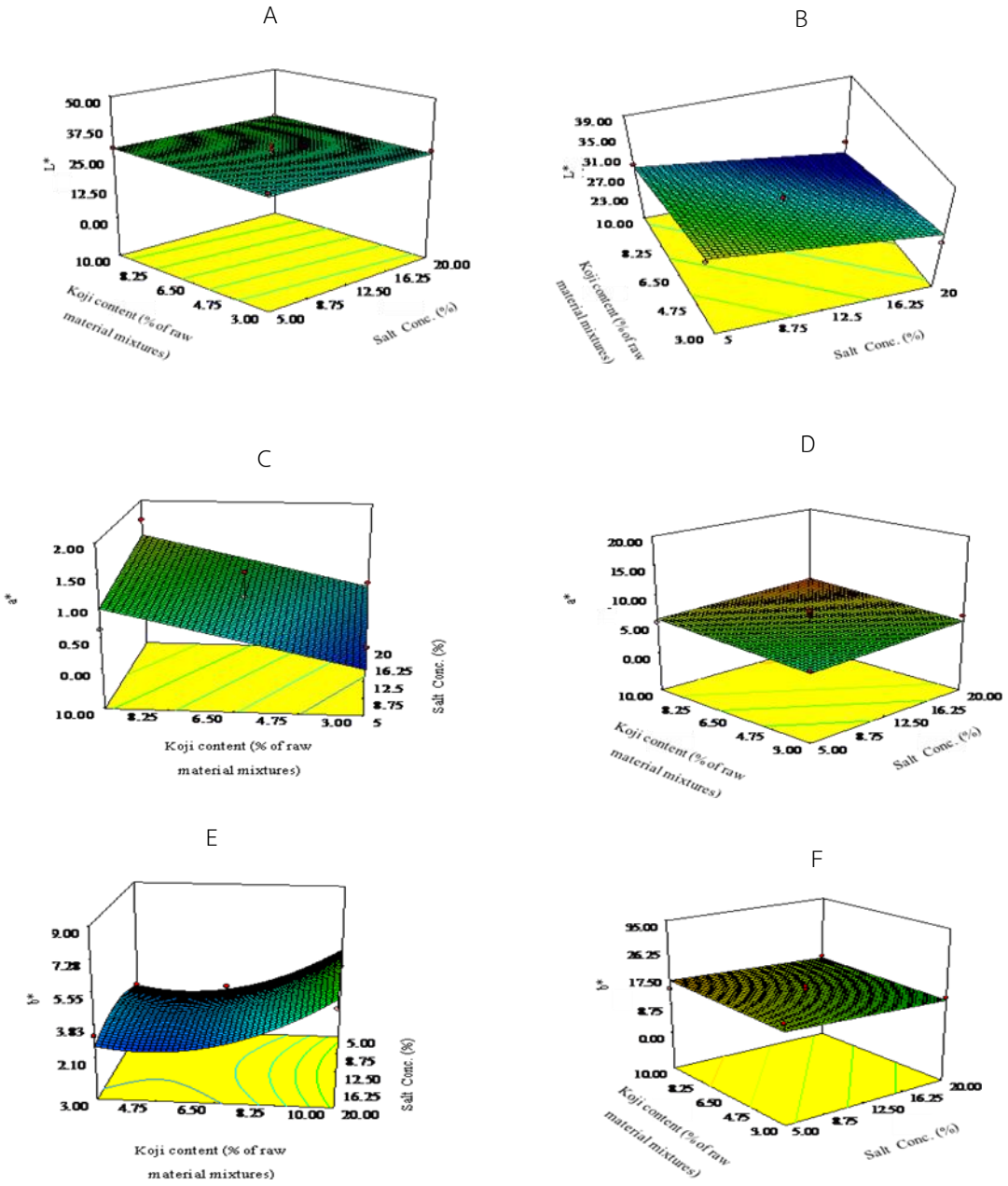
การศึกษาผลของปริมาณเกลือและโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีน้ำตาลในตัวอย่างน้ำปลาจากโครงปลานิลที่ผ่านการหมักเป็นระยะเวลา 4 เดือน ผลของการทดลองพบว่า ปริมาณโคจิแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับค่าความเป็นสีน้ำตาลของตัวอย่างที่ผ่านการหมัก ($p<0.05$) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.851 ซึ่งมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีน้ำตาลในตัวอย่างน้ำปลาคือ Nonenzymatic Browning (A_{420}) = 0.073 + 0.027(koji) โดยที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้แสดง non-significant lack of fit test ($p>0.05$) ซึ่งแสดงถึงสมการมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการทำนายค่าได้ โดยจากการพิจารณากราฟแสดงการตอบสนองพื้นผิวพบว่าเมื่อระยะเวลาในการหมักมากขึ้น ค่าความเป็นสีน้ำตาลในตัวอย่างจะมีค่าเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4 A และ B) โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีน้ำตาลของตัวอย่างที่ผ่านการหมักพบว่า เมื่อปริมาณโคจิเติมเพิ่มมากขึ้นค่าความเป็นสีน้ำตาลของตัวอย่างจะมีค่าเพิ่มขึ้น โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.161 – 0.364 (ภาพที่ 4 B) การวัดค่าความเป็นสีน้ำตาลโดยใช้ spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 420 nm เป็นการวัดค่าความเป็นสีน้ำตาลของตัวอย่างน้ำปลาที่เกิดขึ้นโดยปฏิกิริยา Mailard reaction (Lopetcharat et al., 2001) การเพิ่มขึ้นของค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 420 nm เป็นค่าบ่งชี้ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในตัวอย่าง ซึ่งแสดงถึงการเกิดขึ้นของสารที่ให้สีน้ำตาล (melanoidin) ระหว่างกระบวนการหมักและการเก็บบ่มน้ำปลา นอกจากนั้น reducing sugar และผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันเช่น aldehyde และ carbonyl compounds ยังสามารถทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนอิสระได้ มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่เข้มขึ้น (Ajandou et al., 2001; Klomklao et al., 2006; Jiang et al., 2007) จากผลการทดลองพบว่าเมื่อปริมาณโคจิที่ใช้ในการหมักมากขึ้นค่าความเป็นสีน้ำตาลของตัวอย่างจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้อาจเกิดเนื่องจากโคจิจากถั่วเหลืองเป็นแหล่งของเอนไซม์หลายชนิดโดยเฉพาะเอนไซม์ย่อยสลายโปรตีนและคาร์โบไฮเดรท ดังนั้นเมื่อเติมโคจิในปริมาณที่มากขึ้นจึงมีผลทำให้เกิดองค์ประกอบที่เกิดจากการย่อยสลายโปรตีนและคาร์โบไฮเดรท มากขึ้น และเมื่อทำปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันเกิดสารที่ให้สีน้ำตาลมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีที่เข้มขึ้น ส่วนผลของเกลือที่ใช้ในการหมักต่อค่าความเป็นสีน้ำตาลของตัวอย่างที่ผ่านการหมัก Klomklao et al. (2006) รายงานว่า การเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นสีน้ำตาลในตัวอย่างน้ำปลาจะขึ้นกับค่าความเข้มข้นของเกลือที่ใช้ โดยถ้าใช้เกลือในความเข้มข้นที่สูงการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นสีน้ำตาลของตัวอย่างจะมีค่าน้อยกว่าการใช้เกลือที่ความเข้มข้นต่ำ ๆ อย่างไรก็ตามผลการทดลองที่ได้พบว่า ความเข้มข้นของเกลือที่ใช้ในการหมักไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีน้ำตาลของตัวอย่างน้ำปลาที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน



ภาพที่ 4 ผลของปริมาณเกลือและโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีนาตาลน้ำปลาที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน; A= น้ำปลาที่ผ่านการหมักระยะเวลา 0 เดือน B = น้ำปลาที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน

5. ผลของปริมาณเกลือและโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของน้ำปลาที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน

การศึกษาผลของปริมาณเกลือและโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสี (L* a* และ b*) ในตัวอย่างน้ำปลาจากโครงปลานิลที่ผ่านการหมักเป็นระยะเวลา 4 เดือน ผลของการทดลองพบว่า ปริมาณเกลือและโคจิแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับค่า L* ของตัวอย่างที่ผ่านการหมัก ($p<0.05$) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.708 ซึ่งมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณเกลือและโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงค่า L* ในตัวอย่างน้ำปลาคือ L* = 39.109 – 0.346 (salt) -0.840(koji) โดยที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ได้แสดง non-significant lack of fit test ($p>0.05$) ซึ่งแสดงถึงสมการมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการทำนายค่าได้ จากการพิจารณากราฟแสดงการตอบสนองพื้นผิวพบว่า เมื่อปริมาณเกลือและโคจิเพิ่มขึ้นค่า L* จะมีค่าลดลงโดยมีค่าอยู่ระหว่าง 26.05 – 34.13 (ภาพที่ 5 B) ในขณะที่ปริมาณเกลือและโคจิไม่แสดงความสัมพันธ์ทั้งเชิงเส้นตรงและเส้นโค้งกับค่า a* และ b* ของตัวอย่างที่ผ่านการหมัก ($p>0.05$) โดยค่า a* และ b* ของตัวอย่างที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือนพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 4.92 -7.32 และ 14.07 – 17.56 ตามลำดับ (ภาพที่ 5 D และ F) เมื่อพิจารณาผลของระยะเวลาในการหมักต่อการเปลี่ยนแปลงค่าสีของตัวอย่างพบว่า ระยะเวลาการหมักที่นานขึ้นมีผลทำให้ค่า L* เพิ่มขึ้นเล็กน้อย (L* ก่อนหมัก = 25.26 – 30.79 และ L* หลังหมัก = 26.05 – 34.13) ดังแสดงในภาพที่ 5 A และ B สำหรับค่า a* และ b* ของตัวอย่างพบว่า เมื่อระยะเวลาการหมักที่นานขึ้นมีผลทำให้ค่า a* และ b* ของตัวอย่างมีค่าเพิ่มขึ้น โดยค่า a* ก่อนหมักมีค่าอยู่ระหว่าง 0.06 – 1.65 เพิ่มเป็น 4.92 – 7.32 ภายหลังการหมัก (ภาพที่ 5 C และ D) และ ค่า b* ก่อนหมักมีค่าอยู่ระหว่าง 2.75 – 5.14 เพิ่มเป็น 14.07 – 17.56 ภายหลังการหมัก (ภาพที่ 5 E และ F) ซึ่งผลการทดลองที่ได้พบว่าค่าความเป็นสีแดงและค่าความเป็นสีเหลืองที่เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาในการหมักที่เพิ่มขึ้นจะสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นสีน้ำตาลของตัวอย่างจากผลการทดลองที่ผ่านมา



ภาพที่ 5 ผลของปริมาณเกลือและโคจิต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสี ความสว่าง (L*) ความเป็นสีแดง (a*) และความเป็นสีเหลือง (b*) ของน้ำปลาที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน; A= L* ของน้ำปลาที่ผ่านการหมัก 0 เดือน; B = L* ของน้ำปลาที่ผ่านการหมัก 4 เดือน; C= a* ของน้ำปลาที่ผ่านการหมัก 0 เดือน; D= a* ของน้ำปลาที่ผ่านการหมัก 4 เดือน; E= b* ของน้ำปลาที่ผ่านการหมัก 0 เดือน; F = b* ของน้ำปลาที่ผ่านการหมัก 4 เดือน

สรุปผลการวิจัย

ปริมาณเกลือมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ และค่าสี L* ของผลิตภัณฑ์น้ำปลาจากโครงปลานิลที่ผ่านการหมักระยะเวลา 4 เดือน ส่วนปริมาณโคจิจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีน้ำตาลและค่าสี L* ของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ปริมาณเกลือและโคจิไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ค่าสี a* และ b* โดยผลของระยะเวลาที่ใช้ในการหมักที่นานขึ้นจะมีผลทำให้ค่า pH ลดลง ในขณะที่ปริมาณเกลือโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ค่าความเป็นสีน้ำตาล ค่าสี a* และ b* จะมีค่าเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งยังพบว่า ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของทุกตัวอย่างที่ทำการศึกษามีค่าสูงกว่าที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำปลาพื้นเมือง และมีค่าอยู่ในระดับน้ำปลาชั้นคุณภาพ 2 และ 1 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการวิจัยการพัฒนาน้ำปลาจากโครงปลานิลที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์และสารเคมีบางส่วนที่ใช้ในงานวิจัย ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะ อีกทั้งความช่วยเหลือของคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์ จนทำให้การศึกษาวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช). (2547). **น้ำปลาพื้นเมือง (มผช.673-2547).** สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก). (2536). **น้ำปลาพื้นเมือง (มอก.3-2536).** สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ.

Ajandou, Z.E.H., Tchiakpe, L.S., Ore, F.D., Benajiba, A. and Puigserver, A. (2001). Effect of pH on caramelization and mailard reaction kinetics in fructose-lysine model systems. **Journal of Food Science,** 66: 926-931.

AOAC. (2000). Official methods of analysis of association of official analytical chemists. 16 th ed. Maryland.

Aryanta R.W., Fleet G.H., and Bruckle K.A. 1991. The occurrence and growth of microorganisms during the fermentation of fish sausage. **International Journal of Food Microbiology.** 13; 143-155.

Berna K., Sukran C., Sebnem T., Tolga D. (2006). Chemical, microbiological and sensory changes associated with fish sauce processing. **Eur Food Res Technol.,** 222: 604–613.

Chaveesuk, R. (1991). **Acceleration of fish sauce fermentation using proteolytic enzymes. M.Sc. thesis,** Department of Food Science and Agricultural Chemistry, Faculty of Graduate Studies and Research, Memorial University of Newfoundland, St. John's, Newfoundland: Canada.

Chomnawang C. & Yongsawatdigul J. (2013). Protein Recovery of Tilapia Frame By-Products by pH-Shift Method. **Journal of Aquatic Food Product Technology,** Vol. 22 (2): 112-120.

Chindapan N., Devahastin S., and Chiewchan N. (2010). Effect of electrodialysis pretreatment on physicochemical properties and morphology of spry-dried-fish sauce powder**. Journal of Food Engineering,** 99; 31-39.

Dissaraphong S., Benjakul S., Visessanguan W., and Kishimura H. (2006). The influence of storage conditions of tuna viscera before fermentation on chemical, physical and microbiological changes in fish sauce during fermentation. **Bioresource Technology,** 97; 2032-2040.

Hariono I., Yeap S.E., Kok T.N., and Ang G.T. (2005). Use of koji and protease in fish sauce fermentation. **Singapore J Pri Ind,** 32; 19-29.

Jiang J.-J., Zeng Q.-X., Zhu Z.-W. and Zhang L.-Y. (2007). Chemical and sensory changes associated with Yu-lu fermentation process- A traditional Chiness fish sauce. **Food Chemistry,** 104; 1629-1634.

Kim S.K. and Mendis E. 2006. Bioactive compounds from marine processing byproduct- A review. **Food Research International,** 39: 383-393.

Klomklao S., Benjakul S., Visessanguan W., Kishimura H. and Sompson, K. (2006). Effects of the addition of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) on the liquefaction and charisteristica of fish sauce made from sardine (*Sardinella gibbosa*). **Food chemistry,** 98: 440-452.

Kumimoto T., Terao K., and Kaneniwa M. (1992). Consumtion of trimethylamine and trimethylamine N-oxide by *Aspergillus oryzae*. **Nippon Suisan Gakkaishi,** 58; 1471-1476.

Lopetcharat K. and Park J.W. (2002). Characteristics of Fish Sauce Made from Pacific Whiting and Surimi By-products During Fermentation Stage. **Journal of Food Science**, 67(2): 511-516.

Nammontree A., Wijitpun Y., Huaisan K., Chomnawang P. and Chomnawang C. (2014). **The optimal conditions of tilapia frame digestion process using crude proteinases from tilapia viscera. The 5th Rajamangala University of Technology International Conference (5 th RMUTIC).** Technology and Innovation towards ASEAN, 23 rd -25 st July 2014, At Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi (Huntra) Phra NaKhon Si Ayutthaya: Thailand.

Paludan-MuÖller, C., Madsen, M., Sophanodora, P., Gram, L. and Møller, P.L. (2002). Fermentation and microf lora of plaa-som, a Thai fermented fish product prepared with different salt concentrations. **International Journal of Food Microbiology,** 73: 61– 70.

Park, J., Fukumoto, Y., Fujita, E., Tanaka, T., Washio, T., Otsuka, S., Shimizu, T., Watanabe, K. and Abe, H. (2001). Chemical composition of fish sauces produced in Southeast and East asian countries. **Journal of Food Composition and Analysis,** 14: 113-125.

Sappasith K., Soottawat B., Wonnop V., Hideki K. and Benjamin K.S. (2006). Effects of the addition of spleen of skipjack tuna (Katsuwonus pelamis) on the liquefaction and characteristics of fish sauce made from sardine (Sardinella gibbosa). **Food Chemistry,** 98: 440–452.

Shahidi, F., Sikorski, Z.E. and Pan, B.S. (1994). **Protein from seafood processing discards.** In Sea food Protein (pp. 171-193) New York: Chapman and Hall.

Shih I.L., Chen L.-G., Yu T.-S., Chang W.-T., and Wang S.-L. (2003). Microbial reclamation of fish processing wastes for production of fish sauce. **Enzyme and Microbial Technology,** 33; 154-162.

Taira W., Funatsu Y., Satomi M., Tahano T., and Abe H. (2007). Changes in extractive componets and microbial proliferation during fermentation fish sauce from underutilized fish species and quality of final products. **Fisheries Science,** 73: 913-923.

Thai Industrial Stand. 1983. Local fish sauce standard. Bankkok: Department of Industrial.

Tsai Y.-H, Lin C.-Y., Chien L.-T., Lee T.-M., Wei C.-I., and Hwang D.-F. (2006). Histamine contenta of fermented fish products in Taiwan and isolation of histamine-forming bacteria. **Food Chemistry,** 98; 64-70.

Uchida M., Ou J., Chen B.-W., Yuan C.-H., Zhang X.-H., Chen S.-S., Funatsu Y., Kawasaki K.-I., Satomi M., and Fuguda Y. (2005). Effect of soy sauce koji and lactic acid bacteria on the fermentation of fish sauce from freshwater silver carp Hypophtalmichthys molitrix. **Fisheries Science,** 71; 422-430.

Xu W., Yu G., Xue C., Xue Y., and Ren Y. (2008). Biochemical changes associated with fast fermentation of squid processing by-products for low salt fish sauce. **Food Chemistry,** 107; 1597-1604.

การพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด
Development of appropriate formulations of corn milk yogurt

ศุภชัย ภูลายดอก* พนอจิต นิติสุข กาญจนา กุลวิทิต ณัฏฐพงศ์ เจนวิพากษ์ และ อรนุช สีหามาลา
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์
*corresponding author e-mail: subhachai.bh@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนของนมวัวต่อน้ำนมข้าวโพดในการทำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ 100: 0, 0: 100, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 10: 90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, 50:50 และ 50:50 ต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ จุลินทรีย์และการประเมินผลทางประสาทสัมผัส โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่เตรียมจากน้ำนมข้าวโพดที่มีอัตราส่วนของเมล็ดข้าวโพดต่อน้ำที่ 1:2 มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า 1:1 สำหรับปริมาณของหัวเชื้อเริ่มต้นที่ใช้ในการหมักโยเกิร์ตที่ระดับร้อยละ 1 บ่มที่ 40-45°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เป็นปริมาณที่เหมาะสมในการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดโดยจะมีปริมาณกรดแลคติกอยู่ระหว่างร้อยละ 0.9-1.4 จากผลการทดลองพบว่าปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณกรดทั้งหมด ค่าสี a* และค่าสี b* เพิ่มขึ้นในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณโปรตีน ไขมันและค่าสี L* ลดลงเมื่อปริมาณของน้ำนมข้าวโพดเพิ่มสูงขึ้น จากการทดลอง Mixture design พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำนมโคต่อน้ำนมข้าวโพดสำหรับผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ทำให้ค่าคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมมีคะแนนสูงที่สุดคือ 24.3 : 75.7

คำสำคัญ : น้ำนมข้าวโพด โยเกิร์ต การพัฒนา

Abstract

The aim of this research was to investigate the ratio of cow milk and corn milk in making a corn-milk yogurt at 100:0, 0:100, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 10:90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, 50:50 and 50:50 on the physiochemical, microbiological properties and sensory evaluation. Corn-milk yogurts that was prepared from corn milk with the ratio of corn seed: water at 1:2 gave the lower cost than the 1:1. The 1% of yoghurt-starter culture incubated at 40-45°C for 4 h. for producing of corn-milk yoghurt that was observed lactic acid of 0.9-1.4%. The results found that the moisture content, ash content, total acidity, a* color, and b* color increased whereas pH, protein content, lipid content and L* color decreased at higher concentrations of corn milk. From mixture design experiment, it was found that the optimal ratio of cow milk: corn milk in making a corn-milk yogurt was highest the overall acceptability attribute liking scores of corn-milk yogurt at 24.3:75.7.

keywords : corn milk, yoghurt, development

บทนำ

โยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์นมหมักชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมในหมู่ผู้บริโภคกันอย่างแพร่หลายมานานหลายศตวรรษ เป็นที่รู้กันดีว่าโยเกิร์ตมีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ โยเกิร์ตโดยทั่วไปจะทำจากนมวัวโดยมีหัวเชื้อที่นิยมใช้ในการหมักสองชนิดคือ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* (De Brabandere & De Baerdemaeker, 1999; Lourens-Hattingh & Viljoen, 2001; Tamime & Robinson, 1999) แต่มีงานวิจัยหลายชิ้นที่พยายามจะผลิตโยเกิร์ตโดยใช้วัตถุดิบที่แตกต่างออกไปจากโยเกิร์ตแบบดั้งเดิม เช่น การผลิตโยเกิร์ตจากน้ำนมถั่วเหลือง น้ำนมถั่วเหลืองผสมกะทิ (Kolapo, & Olubamiwa, 2012) นมกระบือ นมแพะ หรือน้ำนมธัญพืช (ปริญญพันธุ์ และคณะ, 2553) เป็นต้น เพื่อเพิ่มความหลากหลายและเหมาะสำหรับผู้แพ้นมวัวหรือผู้ที่รับประทานมังสวิรัติ

ข้าวโพดหวาน (*Zea mays Saccharata*) จะขึ้นชื่อในเรื่องของกลิ่นหอมและรสหวาน (Pulham, 1997) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนำมาผลิตเป็นน้ำนมข้าวโพดจะได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากกลิ่นหอม รสชาติกลมกล่อม สีสวย น้ำนมข้าวโพดพร้อมดื่มที่ผลิตในประเทศไทยจะมีทั้งแบบพาสเจอไรซ์และสเตอริไรเซชั่น เครื่องดื่มชนิดนี้ได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะผู้คนที่รักสุขภาพเนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าเครื่องดื่มผัก มีวิตามินสูง เช่น ไนอาซิน เท่ากับ 0.52 mg/100 g น้ำนมข้าวโพด วิตามินเอ เท่ากับ 24IU/100 g น้ำนมข้าวโพด วิตามินบี 1 เท่ากับ 0.02 mg/100 g น้ำนมข้าวโพด วิตามินบี 2 เท่ากับ 0.03 mg/100 g น้ำนมข้าวโพด วิตามินบี 6 เท่ากับ 0.02 mg/100 g น้ำนมข้าวโพด วิตามินซี เท่ากับ 3.7 mg/100 g น้ำนมข้าวโพด และยังมีปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวและคลอเลสเตอรอลต่ำอีกด้วย (USDA, 2004) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้ก็เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำนมโคต่อน้ำนมข้าวโพดในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด เพิ่มมูลค่าให้กับข้าวโพดหวาน และส่งเสริมการบริโภคและผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดเพื่อจำหน่าย

วิธีดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของข้าวโพดต่อน้ำในการผลิตน้ำนมข้าวโพดที่มีผลต่อการผลิตโยเกริต์น้ำนมข้าวโพด

การเตรียมหัวเชื้อ (Starter)

1 เตรียมน้ำนมดิบที่ใช้ในการเตรียมหัวเชื้อ (Starter) ซึ่งมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid; TSS) ร้อยละ16 โดยใช้นมผงในการปรับผสมกับน้ำนมดิบตามที่คำนวณได้โดยใช้วิธีเพียร์สันสแคว (Pearson’s square) ในการคำนวณ นำมาผสมโดยให้นมผงละลายให้เข้ากัน แล้วจากนั้นนำน้ำนมไปโฮโมจีไนซ์ความเร็วรอบ 1150 rpm เป็นเวลา 3 นาที นำน้ำนมไปพาสเจอไรซ์ในลักษณะหม้อ 2 ชั้น อุณหภูมิ 85-90°ซ นาน 10 นาทีทำให้นมเย็นลงที่อุณหภูมิ 42°ซ

2 อัตราส่วนของหัวเชื้อโยเกิร์ตผง (FD-DVS YC-380 -Yo-Flex) 0.02 กรัมต่อน้ำนม 100 มล. ซึ่งหัวเชื้อนี้จะมีเชื้อจุลินทรีย์ 2 ชนิดคือ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* โดยนำหัวเชื้อโยเกิร์ตผงที่ชั่งได้ตามอัตราส่วนละลายในน้ำนมที่ผ่านการพาสเจอไรซ์แล้ว ละลายเข้ากันพักไว้

3 นำหัวเชื้อโยเกิร์ตที่เตรียมจากข้อ 2 เติมลงในน้ำนมจากข้อ 1 จากนั้นก็นำเข้าบ่มในตู้บ่มควบคุมอุณหภูมิ (Incubator) ที่อุณหภูมิ 40-45°ซ เป็นเวลา 8 ชม. ก็จะได้หัวเชื้อโยเกิร์ต (starter) ที่พร้อมสำหรับใช้ในการผลิตโยเกิร์ตต่อไป

การเตรียมน้ำนมข้าวโพด

1 นำข้าวโพดมาปอกเปลือกใช้มีดตัดแต่งเอาเฉพาะส่วนของเมล็ดข้าวโพด จากนั้นนำเมล็ดข้าวโพดมาชั่งในอัตราส่วนของข้าวโพด:น้ำในการทำน้ำนมข้าวโพดดังนี้ คือ 1:1 และ 1:2 ต้มเดือดที่อุณหภูมิ 98°ซ เป็นเวลา 10-20 นาที

2 นำข้าวโพดมาสกัดน้ำนมข้าวโพดโดยนำส่วนผสมจากข้อ 1 มาปั่นผสมในเครื่องปั่นผสมน้ำผลไม้ความเร็วระดับปานกลางเป็นเวลา 5 นาที

3 กรองผ่านผ้าขาวบาง จะได้น้ำนมข้าวโพดที่ต้องการ

4 คำนวณต้นทุนการผลิตน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตได้

กระบวนการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

1 นำน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตได้มาปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid; TSS) ให้ได้ร้อยละ 16 โดยใช้นมผง เติมเจลาตินร้อยละ 0.4 ของน้ำนมข้าวโพด

2 นำน้ำนมข้าวโพดไปโฮโมจีไนซ์ความเร็วรอบ 1150 rpm เป็นเวลา 3 นาที

3 นำน้ำนมข้าวโพดไปพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 85-90°ซ นาน 10 นาทีทำให้นมเย็นลงที่อุณหภูมิ 42°ซ

4 นำน้ำนมข้าวโพดเติมหัวเชื้อที่เตรียมไว้ลงไปในปริมาณร้อยละ 1 จากนั้นนำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 40-45°ซ เป็นเวลา 4-8 ชั่วโมง จนมีปริมาณกรดแลคติกเท่ากับร้อยละ 0.9-1.4

5 หยุดกระบวนการหมักโดยนำโยเกิร์ตไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4°ซ

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s multiple rang test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 17 โดยปัจจัยที่ต้องการศึกษาคืออัตราส่วนของข้าวโพด:น้ำในการทำน้ำนมข้าวโพดดังนี้ คือ 1:1 และ 1:2 จากนั้นคำนวณต้นทุนในการผลิตน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตได้

2. ศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของหัวเชื้อ (Starter) ในการทำโยเกิร์ต์น้ำนมข้าวโพด

นำหัวเชื้อโยเกิร์ตที่ผลิตได้จากข้อ 1.1 มาศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของหัวเชื้อโยเกิร์ตในการทำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s multiple rang test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 17 โดยปัจจัยที่ต้องการศึกษาคือ ปริมาณของหัวเชื้อโยเกิร์ตที่ปริมาณ ร้อยละ 1, 2 และ 3 ของปริมาณน้ำนมผสมทั้งหมด (น้ำนมผสมจะใช้อัตราส่วนของน้ำนมโคต่อน้ำนมข้าวโพดเท่ากับ 100:0 และ 0:100) จากนั้นนำไปทดสอบคุณภาพทางด้านเคมี คือ ปริมาณกรดทั้งหมด (% total acidity) โดยการไตเตรทในรูปของกรดแลคติกทุก 1 ชั่วโมง จนครบ 8 ชั่วโมง และคำนวณต้นทุนในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตได้

3. การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำนมโคต่อน้ำนมข้าวโพดในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำนมโคต่อน้ำนมข้าวโพดในการทำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด โดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture design แบบ Simplex Lattice โดยมีอัตราส่วนของนมโคต่อน้ำนมข้าวโพดในการทำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดเท่ากับ 100: 0, 0: 100, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 10: 90, 20:80, 30:70, 40:60, 50:50, 50:50 และ 50:50 ส่วนเจลาตินจะกำหนดให้คงที่ทุกการทดลองคือร้อยละ 0.4 ของน้ำนมผสม จากนั้นจะนำน้ำนมผสมแต่ละสิ่งทดลองไปผลิตเป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดดังเช่นการทดลองที่ 1 โยเกิร์ตที่ผลิตได้จะนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ ดังนี้ค่าสี L* a* b* ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ (Total soluble solid; TSS) โดยเครื่อง Refractometer ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติค (lactic acid) โดยการไตเตรท ปริมาณโปรตีน ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้าและปริมาณไขมันของโยเกิร์ตที่ผลิตได้ (AOAC, 1990) สำหรับการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยใช้แบบทดสอบชิมแบบ Hedonic scale scoring ทั้งหมด 9 ระดับ (1 คือไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 คือชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ประเมินคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของข้าวโพดต่อน้ำในการผลิตน้ำนมข้าวโพดที่มีผลต่อการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

จากการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของข้าวโพดต่อน้ำในการผลิตน้ำนมข้าวโพด โดยได้ทำการศึกษาอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำดังนี้คือ 1:1 และ 1:2 สำหรับต้นทุนการผลิตน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตจากข้าวโพดต่อน้ำอัตราส่วน 1:2 ต่ำกว่าการผลิตน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตจากข้าวโพดต่อน้ำอัตราส่วน 1:1 (ตารางที่ 1) เมื่อนำน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตได้ไปทำการหมักด้วยหัวเชื้อโยเกิร์ตทางการค้าคือ FD-DVS YC-380 -Yo-Flex ซึ่งจะมีเชื้อ 2 ชนิดคือ *Lactobacillus bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* ผลิตเป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด พบว่าโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตได้มีคุณภาพดีเทียบเท่าคุณภาพโยเกิร์ตที่ผลิตจากน้ำนมโคแต่จะมีสีเหลืองเข้มกว่าโยเกิร์ตที่ผลิตจากน้ำนมโค และกลิ่นหอมละมุนกว่า ไม่มีกลิ่นคาวของน้ำนมโค สรุปได้ว่าควรจะเลือกอัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำเท่ากับ 1:2 เนื่องจากว่ามีต้นทุนต่ำกว่าซึ่งสำคัญอย่างยิ่งในการนำไปผลิตเชิงอุตสาหกรรม อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปริญญพันธุ์ และ คณะ (2553) ซึ่งเลือกใช้อัตราส่วนของข้าวโพดต่อน้ำเท่ากับ 1:2 ในการผลิตโยเกิร์ตจากน้ำนมธัญพืช

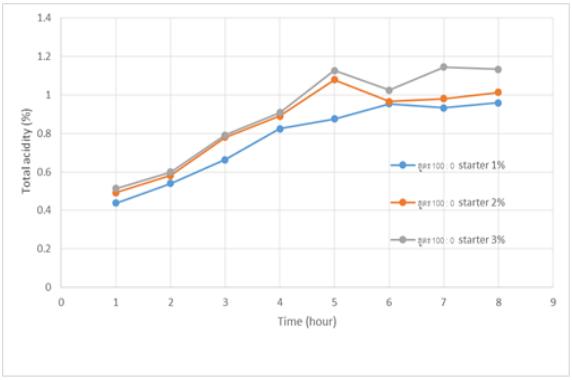
ตารางที่ 1 แสดงต้นทุนการผลิตน้ำนมข้าวโพด

	ต้นทุนการผลิต (บาท/กก)
น้ำนมข้าวโพดที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อข้าวโพดเท่ากับ 1:1	77 ± 0.40^{a}
น้ำนมข้าวโพดที่มีอัตราส่วนของน้ำต่อข้าวโพดเท่ากับ 1:2	38 ± 0.26^{b}

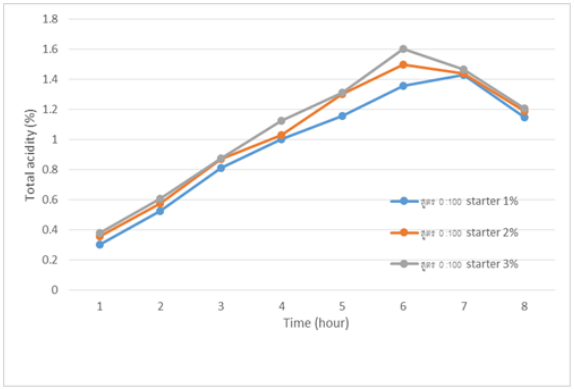
2. ผลการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของหัวเชื้อ (Starter) ในการทำโยเกิร์ต์น้ำนมข้าวโพด

ผลจากการศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของหัวเชื้อโยเกิร์ตโดยนำหัวเชื้อโยเกิร์ตที่ผลิตได้ (เหมือนการทดลองที่ 1) มาศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของหัวเชื้อโยเกิร์ตในการทำโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด โดยปัจจัยที่ต้องการศึกษาคือ ปริมาณของหัวเชื้อโยเกิร์ตที่ปริมาณร้อยละ 1, 2 และ 3 ของปริมาณน้ำนมผสมทั้งหมด จากนั้นนำไปทดสอบคุณภาพทางด้านเคมี คือ ปริมาณกรดทั้งหมด (%acidity) ในรูปของกรดแลคติกโดยกำหนดให้มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.9-1.4 จะได้ผลการทดลองดังภาพที่ 1-2

จากผลการทดลองพบว่าไม่ว่าจะใช้อัตราส่วนของน้ำนมโคต่อน้ำนมข้าวโพดปริมาณเท่าใด ที่เวลาการบ่ม 4 ชั่วโมงจะให้ปริมาณกรดแลคติกประมาณร้อยละ 0.9-1.4 ซึ่งเป็นข้อกำหนดของโยเกิร์ต โดยพบว่าถ้าใช้ปริมาณของหัวเชื้อที่ร้อยละ 1 นั้นจะมีต้นทุนในการผลิตต่ำที่สุด คือประมาณ 33 บาท/โยเกิร์ต 1000 มล. ส่วนการหมักโดยใช้หัวเชื้อร้อยละ 2 และ 3 จะมีต้นทุนในการผลิตเท่ากับ 35 บาท/โยเกิร์ต 1000 มล. และ 38 บาท/โยเกิร์ต 1000 มล. ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าควรจะเลือกใช้ปริมาณหัวเชื้อในการหมักโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ร้อยละ 1 บ่มที่อุณหภูมิ 40-45°ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมงจะได้ปริมาณกรดแลคติกตามมาตรฐานของโยเกิร์ตคือร้อยละ 0.9-1.4 และต้นทุนการผลิตโยเกิร์ตต่ำที่สุด



ภาพที่ 1 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ) ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีอัตราส่วนของน้ำนมโคต่อน้ำนมข้าวโพดเท่ากับ 100:0



ภาพที่ 2 ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ) ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่มีอัตราส่วนของน้ำนมโคต่อน้ำนมข้าวโพดเท่ากับ 0:100

ตารางที่ 2 แสดงต้นทุนการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

	ต้นทุนการผลิต (บาท/ลิตร)
โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อในการหมักร้อยละ 1	33 ± 0.31^{c}
โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อในการหมักร้อยละ 2	35 ± 0.44^{b}
โยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ใช้ปริมาณหัวเชื้อในการหมักร้อยละ 3	38 ± 0.51^{a}

3. ผลของการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำนมโคต่อน้ำนมข้าวโพดในการผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ผลการทดลองทางด้านเคมี

จากการศึกษาผลของส่วนผสมระหว่างน้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพดที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด และทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบต่างๆ ได้แก่ ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linear) เชิงเส้นโค้ง (quadratic) และความสัมพันธ์เชิง special cubic โดยพิจารณาจากค่า p-value ของรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และค่าการทดสอบ lack of fit รวมทั้งข้อเสนอแนะจากโปรแกรม ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 3 และ 4 และภาพแสดงพื้นผิวตอบสนอง ดังภาพที่ 3-8 อีกทั้งได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของคุณสมบัติทางเคมี ดังตารางที่ 5 จากผลการทดลอง (ภาพที่ 3-8) พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ (Total soluble solid; TSS) จะกำหนดให้คงที่ทุกสิ่งทดลองเนื่องจากเป็นข้อกำหนดของโยเกิร์ต (ไม่แสดงค่าในการทดลอง) พบว่าถ้าเพิ่มปริมาณของน้ำนมข้าวโพดในโยเกิร์ตจะทำให้โยเกิร์ตที่ผลิตได้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณโปรตีนและปริมาณไขมันลดลงแต่ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติก ปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้าจะเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้าโยเกิร์ตที่มีส่วนประกอบของน้ำนมข้าวโพดลดลงจะทำให้ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณโปรตีนและปริมาณไขมันเพิ่มมากขึ้นแต่ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติกปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้าจะลดลง อาจเนื่องจากมาว่าน้ำนมข้าวโพดในขั้นตอนการผลิตน้ำนมข้าวโพดมีการเติมน้ำเข้าไปจึงทำให้โยเกิร์ตที่มีอัตราส่วนของน้ำนมข้าวโพดมากมีปริมาณความชื้นมากกว่ามีโยเกิร์ตที่มีอัตราส่วนของน้ำนมข้าวโพดน้อย และน้ำนมข้าวโพดมีไขมันและโปรตีนน้อยกว่าน้ำนมโคดังนั้นโยเกิร์ตที่มีอัตราส่วนของน้ำนมข้าวโพดมากจึงมีปริมาณโปรตีนและไขมันน้อยกว่าโยเกิร์ตที่มีอัตราส่วนของน้ำนมข้าวโพดน้อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Supavititpatana et al. (2010)

ตารางที่ 3 ค่า P-value ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อคุณสมบัติทางด้านเคมีของโยเกิร์ตผสมน้ำนมข้าวโพด

Model	P-value of chemical properties model						
	Moisture Content	Ash content	pH	Total soluble solid	Protein content	Acidity	Lipid content
Linear	0.0002	0.0003	< 0.0001	-	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Quadratic	< 0.0001	0.0679	0.6687	-	< 0.0001	0.2032	0.0132
Cubic	0.1171	0.0217	0.0032	-	0.5193	0.6193	0.0798

ตารางที่ 4 ค่า P-value ของการทดสอบ Lack of fit แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อคุณสมบัติทางด้านเคมีของโยเกิร์ตผสมน้ำนมข้าวโพด

Model	P-value Lack of fit of chemical properties model						
	Moisture content	Ash content	pH	Total soluble solid	Protein content	Acidity	Lipid content
Linear	0.0154	0.0100	0.2407	-	0.0030	0.3503	0.0485
Quadratic	0.0925	0.0126	0.2209	-	0.0190	0.3679	0.0810
Cubic	0.1076	0.0204	0.4725	-	0.0175	0.3389	0.1010

ตารางที่ 5 รูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของคุณสมบัติทางด้านเคมี

คุณสมบัติทางเคมี	**แบบจำลองทางคณิตศาสตร์**	**Adjusted R^2**
ความชื้น	+0.73383 * Milk +0.85481 * Corn milk-2.17216E-003 * Milk * Corn milk	0.9554
เถ้า	+8.20626E-003 * Milk+0.011739 * Corn milk-2.93137E-005 * Milk * Corn milk+6.26657E-007 * Milk * Corn milk * (Milk-Corn milk)	0.8569
ความเป็นกรด-ด่าง	+0.042214 * Milk+0.039291 * Corn milk+2.78493E-006 * Milk * Corn milk+3.25272E-007 * Milk * Corn milk * (Milk-Corn milk)	0.9849
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	-	-
โปรตีน	+0.044296 * Milk+0.019495 * Corn milk+3.32777E-004 * Milk * Corn milk	0.9731
ปริมาณกรดทั้งหมด	+0.011315 * Milk+0.013487 * Corn milk	0.9627
ปริมาณไขมัน	0.081008956 * Milk + 0.029754411 * Corn milk -0.000506799 * Milk * Corn milk	0.8982

ผลการทดลองทางด้านกายภาพ

จากการศึกษาผลของส่วนผสมระหว่างน้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพดที่มีต่อคุณสมบัติทางด้านกายภาพของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด และทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบต่างๆ ได้แก่ ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linear) เชิงเส้นโค้ง (quadratic) และความสัมพันธ์เชิง special cubic โดยพิจารณาจากค่า p-value ของความรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และค่าการทดสอบ lack of fit รวมทั้งข้อเสนอแนะจากโปรแกรม ได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 6-7 และภาพแสดงพื้นผิวตอบสนอง ดังภาพที่ 9-11 อีกทั้งได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของคุณสมบัติทางเคมี ดังตารางที่ 8 จากผลการทดลอง (ภาพที่ 9-11) ด้านสี L* (เป็นบวกหมายถึงความสว่าง) สี a* (เป็นบวก หมายถึงสีแดง) สี b* (เป็นบวก หมายถึงสีเหลือง) พบว่าถ้าเพิ่มปริมาณของน้ำนมข้าวโพดในโยเกิร์ตจะทำให้โยเกิร์ตที่ผลิตได้มีสีเหลืองและสีแดงเพิ่มขึ้นแต่ความสว่างจะลดลง

ในทางตรงกันข้ามถ้าโยเกิร์ตที่มีส่วนประกอบของน้ำนมข้าวโพดลดลงจะทำให้ความสว่างเพิ่มมากขึ้นแต่สีเหลืองและสีแดงจะลดลง โดยสีเหลืองในโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมาจากแคโรทีนที่อยู่ในข้าวโพดและน้ำนมโค (Fox & McSweeney, 1998; Omueti & Ajomale, 2005)

ตารางที่ 6 ค่า P-value ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อคุณสมบัติทางด้านกายภาพของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด แบบ Mixture design แบบ Simplex Lattice

Model	P-value of physical properties model		
	L*	a*	b*
Linear	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Quadratic	0.0002	0.0031	0.0002
Cubic	0.0104	0.1028	0.0063

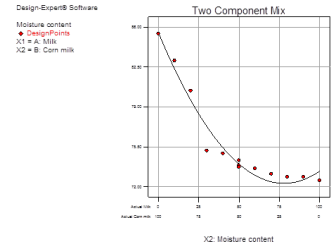
ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและการทดสอบ Lack of fit ของรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อคุณสมบัติทางด้านกายภาพของโยเกิร์ตผสมน้ำนมข้าวโพด โดยการวางแผนการทดลองแบบ Mixture design แบบ Simplex Lattice

Model	P-value Lack of fit of physical properties model		
	L*	a*	b*
Linear	0.0852	0.0640	0.1055
Quadratic	0.2908	0.1378	0.3460
Cubic	0.4954	0.1635	0.6199

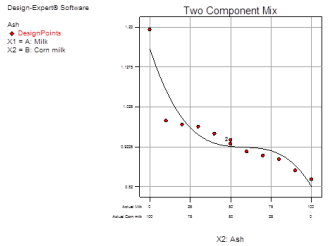
ตารางที่ 8 รูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของคุณสมบัติทางด้านกายภาพของโยเกิร์ตผสมน้ำนมข้าวโพด แบบ Mixture design แบบ Simplex Lattice

คุณสมบัติทางกายภาพ	**แบบจำลองทางคณิตศาสตร์**	Adjusted R^2
L*	+0.22134 * Milk+0.11597 * Corn milk-1.26298E-003 * Milk * Corn milk-1.05442E-005 * Milk * Corn milk * (Milk-Corn milk)	0.9715
a*	+0.055331 * Milk+0.12372 * Corn milk+9.13317E-004 * Milk * Corn milk	0.8954
b*	+0.19577 * Milk+0.37134 * Corn milk-2.03777E-003 * Milk * Corn milk+1.79732E-005 * Milk * Corn milk * (Milk-Corn milk)	0.9748

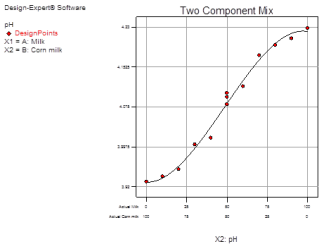
ภาพแสดงพื้นผิวตอบสนองของคุณสมบัติทางด้านเคมีและกายภาพของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด โดยการวางแผนการทดลองแบบ Mixture design แบบ Simplex Lattice ดังภาพที่ 3-12



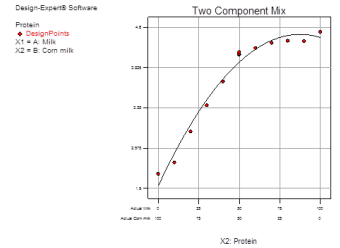
ภาพที่ 3 อิทธิพลของน้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพด ที่มีต่อปริมาณความชื้น (% wet basis) ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด



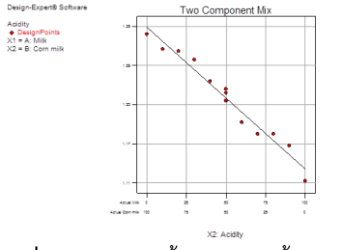
ภาพที่ 4 อิทธิพลของน้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพด ที่มีต่อปริมาณเถ้า (% wet basis) ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด



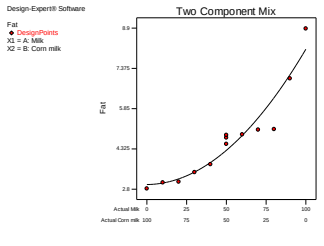
ภาพที่ 5 อิทธิพลของน้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพด ที่มีต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด



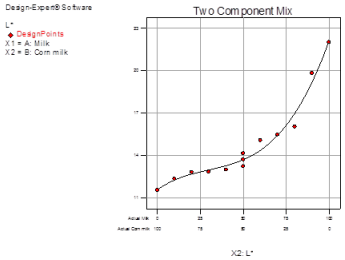
ภาพที่ 6 อิทธิพลของน้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพด ที่มีต่อปริมาณโปรตีนของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด



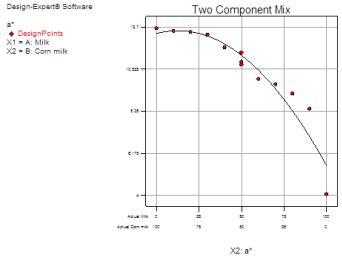
ภาพที่ 7 อิทธิพลของน้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพด ที่มีต่อปริมาณกรดทั้งหมดของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด



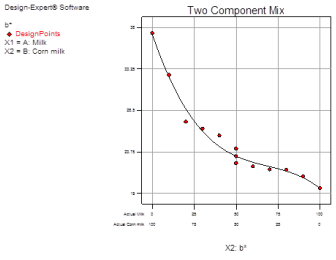
ภาพที่ 8 อิทธิพลของน้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพด ที่มีต่อปริมาณไขมันของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด



ภาพที่ 9 อิทธิพลของน้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพด ที่มีต่อค่าสี L* ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด



ภาพที่ 10 อิทธิพลของน้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพด ที่มีต่อค่าสี a* ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด



ภาพที่ 11 อิทธิพลของน้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพด ที่มีต่อค่าสี b* ของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ผลการทดลองทางด้านประสาทสัมผัส

จากการศึกษาผลของส่วนผสมระหว่างน้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพดที่มีต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตผสมน้ำนมข้าวโพด และทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบต่างๆ ได้แก่ ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linear) เชิงเส้นโค้ง (quadratic) และความสัมพันธ์เชิง special cubic โดยพิจารณาจากค่า p-value ของความรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และค่าการทดสอบ lack of fit รวมทั้งข้อเสนอแนะจากโปรแกรม ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 9-10 และภาพแสดงพื้นผิวตอบสนอง ดังภาพที่ 12-17 อีกทั้งได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของคุณสมบัติทางเคมี ดังตารางที่ 11 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ผลิตได้ ผู้บริโภคให้การยอมรับที่ดี ดังนั้นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับคนรักสุขภาพ เนื่องจากว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีปริมาณไขมัน ปริมาณกรดไขมันอิ่มตัวและคลอเลสเตอรอลต่ำอีกด้วย (USDA, 2004) เป็นอีกทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ไม่บริโภคน้ำนมโคหรือผู้ที่รับประทานมังสวิรัติ

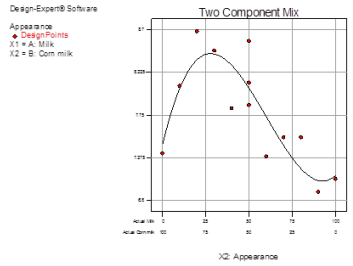
ตารางที่ 9 ค่า P-value ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตผสมน้ำนมข้าวโพด แบบ Mixture design แบบ Simplex Lattice

Model	P-value of sensory properties model					
	Appearance	Color	Odor	Flavor	Texture	Acceptance
Linear	0.0398	0.0985	0.1917	0.3379	0.0376	0.1414
Quadratic	0.0325	0.1131	0.3051	0.2178	0.1367	0.6212
Cubic	0.0349	0.0260	0.2299	0.1577	0.0358	0.0034

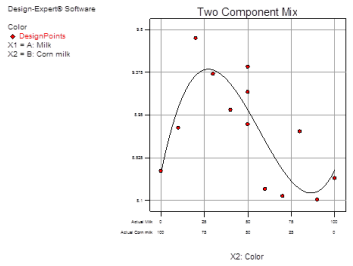
ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนและการทดสอบ Lack of fit ของรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตผสมน้ำนมข้าวโพด โดยการวางแผนการทดลองแบบ Mixture design แบบ Simplex Lattice

Model	P-value Lack of fit of sensory properties model					
	Appearance	Color	Odor	Flavor	Texture	Acceptance
Linear	0.3676	0.2538	0.1782	0.4817	0.4584	0.1072
Quadratic	0.4937	0.2897	0.1775	0.5006	0.5039	0.0983
Cubic	0.6573	0.4255	0.1840	0.5449	0.6666	0.2229

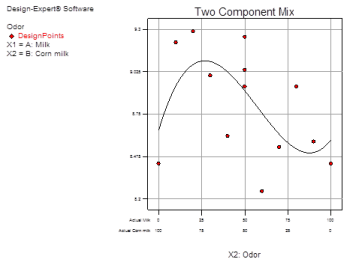
ภาพแสดงพื้นผิวตอบสนองของคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด โดยการวางแผนการทดลองแบบ Mixture design แบบ Simplex Lattice ดังภาพที่ 12-17



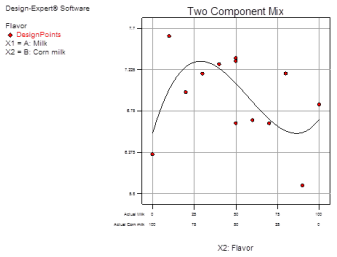
ภาพที่ 12 อิทธิพลของน้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพด ที่มีต่อค่าลักษณะปรากฏของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด



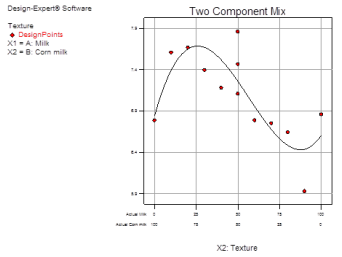
ภาพที่ 13 อิทธิพลของน้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพด ที่มีต่อค่าสีของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด



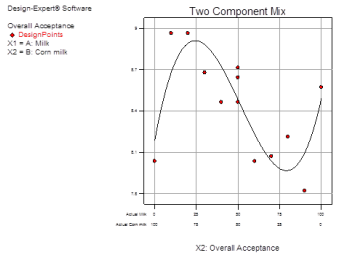
ภาพที่ 14 อิทธิพลของน้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพด ที่มีต่อค่ากลิ่นของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด



ภาพที่ 15 อิทธิพลของน้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพด ที่มีต่อค่ารสชาติของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด



ภาพที่ 16 อิทธิพลของน้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพด ที่มีต่อค่าลักษณะเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด



ภาพที่ 17 อิทธิพลของน้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพด ที่มีต่อค่าการยอมรับรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพด

ตารางที่ 11 รูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของคุณสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสของโยเกิร์ตผสมน้ำนมข้าวโพด แบบ Mixture design แบบ Simplex Lattice

คุณสมบัติทางประสาทสัมผัส	**แบบจำลองทางคณิตศาสตร์**	Adjusted R^2
ลักษณะปรากฏ	+0.070791 * Milk+0.074263 * Corn milk+3.17294E-004 * Milk * Corn milk-5.25516E-006 * Milk * Corn milk * (Milk-Corn milk)	0.6721
สี	+0.084042 * Milk+0.083817 * Corn milk+2.42463E-004 * Milk * Corn milk-5.97319E-006 * Milk * Corn milk * (Milk-Corn milk)	0.5577
กลิ่น	+0.085855 * Milk+0.086504 * Corn milk+1.13075E-004 * Milk * Corn milk-2.66053E-006 * Milk * Corn milk * (Milk-Corn milk)	0.1428
รสชาติ	+0.066594 * Milk+0.064995 * Corn milk+1.94484E-004 * Milk * Corn milk-4.35675E-006 * Milk * Corn milk * (Milk-Corn milk)	0.1758
เนื้อสัมผัส	+0.066093 * Milk+0.068495 * Corn milk+2.11235E-004 * Milk * Corn milk-5.34419E-006 * Milk * Corn milk * (Milk-Corn milk)	0.5817
การยอมรับรวม	+0.084916 * Milk+0.081869 * Corn milk+5.73397E-005 * Milk * Corn milk-5.76854E-006 * Milk * Corn milk * (Milk-Corn milk)	0.6116

จากข้อมูลในตารางที่ 11 เมื่อนำสมการที่มีนัยสำคัญไปแทนค่าปริมาณการใช้จริง เพื่อหาคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสที่มีค่าเข้าใกล้ 9 มากที่สุด พบว่าคุณลักษณะทางด้านการยอมรับรวมของโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดที่ได้จากการทำนายโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีอัตราส่วนของน้ำนมโค : น้ำนมข้าวโพดที่ 24.3:75.7 มีค่าสูงที่สุดคือ 8.91 ดังตาราง 12 เพราะฉะนั้นจากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าอัตราส่วนของน้ำนมโค:น้ำนมข้าวโพด ที่ 24.3:75.7 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมนำไปผลิตเป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมากที่สุด

ตารางที่ 12 อัตราส่วนผสมระหว่าง น้ำนมโค และน้ำนมข้าวโพด ที่ได้จากการทำนายโดยใช้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของค่าคะแนนความชอบรวม

Solutions	ส่วนผสม		ความชอบรวม	Desirability	
	น้ำนมโค	น้ำนมข้าวโพด			
1	24.3	75.7	8.91183	0.954	Selected
2	100.0	0.0	8.49158	0.586	

สรุปผลการวิจัย

อัตราส่วนของข้าวโพด:น้ำเท่ากับ 1:2 เหมาะสำหรับนำไปผลิตเป็นน้ำนมข้าวโพด สำหรับปริมาณหัวเชื้อโยเกิร์ตที่เหมาะสำหรับผลิตโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดคือ ร้อยละ 1 อุณหภูมิในการบ่มโยเกิร์ตคือ 40-45°ซ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จะมีปริมาณกรดแลคติกเท่ากับร้อยละ 0.9-1.4 สำหรับอัตราส่วนของน้ำนมโค:น้ำนมข้าวโพด ที่ 24.3:75.7 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมนำไปผลิตเป็นโยเกิร์ตน้ำนมข้าวโพดมากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ ด้วยงบประมาณประจำปี 2557

เอกสารอ้างอิง

ปริญญพันธุ์ เพชรจรัส, อุมาพร วรรณเขตร์ และ สุริยาพร สารกุล. (2553). การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีของโยเกิร์ตที่ผลิตจากน้ำธัญพืชกับน้ำนมวัว. **ว. วิทย์ . กษ.** 41(3/1)(พิเศษ): 585-588.

AOAC. (1990). Official methods of analysis. 15th Ed. Washington, DC: Association of Official Agricultural Chemists.

De Brabandere, A. G., & De Baerdemaeker, J. G. (1999). Effects of process conditions on the pH development during yogurt fermentation. **Journal of Food Engineering,** 41, 221–227.

Fox, P.F., & McSweeney, P.L.H., (1998). **Dairy Chemistry and Biochemistry**. St. Edmundsbury Press Ltd., Great Britain.

Kolapo, A.L., & Olubamiwa, A.O. (2012). Effect of Different concentrations of coconut milk on the chemical and sensory properties of soy-coconut milk based yoghurt. **Food and Public Health**, 2(4): 85-91.

Lourens-Hattingh, A., & Viljoen, B. C. (2001). Yogurt as probiotic carrier food (a review). **International Dairy Journal,** *11,* 1–17.

Omueti, O., & Ajomale, K. (2005). Chemical and sensory attributes of soy-corn milk types**. African Journal of Biotechnology** 4(6): 847-851.

Pulham, T. (1997). **Sweet corn: breeding and planting for commercial**. Bangkok: O.S. Printing House (in Thai) (pp. 6–9, 93–124).

Supavititpatana, P., Wirjantoro, T.I., & Raviyan, P. (2010). Characteristics and shelf-life of corn milk yogurt. **CMU. J. Nat. Sci.,** 9(1) 133-149.

Tamime, A. Y., & Robinson, R. K. (1999). **Yoghurt science and technology**. (2nd ed.). Cornwall, UK: TJ. International.

USDA (2004). **Search the USDA national nutrient database for standard reference: corn beverage**. http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgibin/list_nut_edit.pl. Retrieved 1.01.15.

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเนื้อหมูและกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งในการผลิตกุนเชียงจากกุ้งฝอย
The optimal ratio of pork, and dried freshwater shrimp in the production of Chinese sausage made from freshwater shrimp

ศุภชัย ภูลายดอก[1*] หนูเดือน สาระบุตร[1] พนิดา วงศ์ปรีดี[1] วิระจิตร คุณราษฎร์[1] พรประภา ชุนถนอม[2] และ อรนุช สีหามาลา[1]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์
[2] คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
*corresponding author e-mail: subhachai.bh@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนของเนื้อหมูต่อมันแข็งหมูและกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งในการทำกุนเชียงกุ้งฝอยน้ำจืดที่ 69.3:27.4:3.3, 56.0:24.4:19.6, 68.0:24.0:8.0, 56.2:29.7:14.1, 62.0:27.0:11.0, 59.9:24.0:16.1, 67.7:29.7:2.6, 65.0:24.3:10.7, 59.0:29.6:11.4, 63.8:29.7:6.5, 56.0:24.4:19.6, 69.3:27.4:3.3 และ 56.2:29.7:14.1 ต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และการยอมรับทางประสาทสัมผัส จากผลการทดลองพบว่าปริมาณความชื้น ปริมาณไขมัน ค่าสี L* a* b* เพิ่มขึ้นในขณะที่ปริมาณเส้นใยอาหารลดลงเมื่อปริมาณของกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งลดลง ปริมาณโปรตีน เถ้า คาร์โบไฮเดรท ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณน้ำอิสระที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ความเป็นกรด-ด่าง ความแน่นเนื้อ และ ความเหนียว มีค่าเท่ากับร้อยละ 31.1-37.7, ร้อยละ 5.1-8.7, ร้อยละ 24.6-34.2, ร้อยละ 0.23-0.32, 0.822-0.856, 6.2-7.9, 3.6-8.9 กก. และ 25.0-41.4 กก. วินาที ตามลำดับจากการทดลอง Mixture design พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมคือ เนื้อหมูร้อยละ 69.3 มันแข็งหมูร้อยละ 28.1 และ กุ้งฝอยน้ำจืดแห้งร้อยละ 2.6 ซึ่งกุนเชียงกุ้งฝอยน้ำจืดที่ผลิตได้มีค่าคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมคือ 7.23

คำสำคัญ : กุนเชียง กุ้งฝอยน้ำจืด เนื้อหมู

Abstract

The aim of this study was to examined the ratio of pork lean meat: pork back fat and dried freshwater shrimp in making a freshwater shrimp Chinese sausage at 69.3:27.4:3.3, 56.0:24.4:19.6, 68.0:24.0:8.0, 56.2:29.7:14.1, 62.0:27.1:11.0, 59.9:24.0:16.1, 67.7:29.7:2.6, 65.0:24.3:10.7, 59.0:29.6:11.4, 63.8:29.7:6.5, 56.0:24.4:19.6, 69.3:27.4:3.3 and 56.2:29.7:14.1 on the physiochemical properties and sensory evaluation. The results found that the moisture content, lipid content, L* color, a* color and b* color increased whereas fiber content decreased at lower concentrations of dried freshwater shrimp. The protein content, ash content, carbohydrate content, total acidity, a_w, pH, firmness and toughness of the samples were 31.1-37.7%, 5.1-8.7%, 24.6-34.2%, 0.23-0.32%, 0.822-0.856, 6.2-7.9, 3.6-8.9 kg and 25.0-41.4 kg sec, respectively. From mixture design experiment, it was found that the main ingredients of freshwater shrimp Chinese sausage were 69.3% pork lean meat, 28.1% pork back fat and 2.6% dried freshwater shrimp. The overall acceptability attribute liking scores of freshwater shrimp Chinese sausage was 7.23.

keywords : Chinese sausage, freshwater shrimp, pork lean meat

บทนำ

กุนเชียง (Chinese style sausages) นิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะผลิตจากเนื้อหมูและไก่ (Raksakulthai et al., 2004) เริ่มแรกกุนเชียงเป็นอาหารที่นิยมรับประทานในหมู่คนไทยเชื้อสายจีน ต่อมาเป็นที่นิยมรับประทานโดยทั่วไป ถือว่าเป็นอาหารขึ้นชื่อชนิดหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากมีสีสวย รสชาติหวานอร่อย มีความชุ่มฉ่ำของไขมัน ไม่แห้งจนเกินไป กุนเชียงจัดเป็นไส้กรอกกึ่งแห้งหรือไส้กรอกที่ใช้เวลาหมักสั้น มีส่วนผสมหลักคือเนื้อสุกรและไขมัน ส่วนส่วนผสมอื่นเช่น เกลือ น้ำตาลทราย ซีอิ้วขาว ผงพะโล้ ผงชูรส แอคคอร์ดใส่ลงไปเพื่อให้กลิ่น รส และปรับปรุงลักษณะ

ของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น (Hedrick et al., 1994) กุ้งฝอยเป็นกุ้งน้ำจืดขนาดเล็ก กุ้งฝอยซึ่งเป็นกุ้งที่มีรสชาติดี มีคุณค่าทางโภชนาการที่สูงทั้งโปรตีน ร้อยละ 15.8 กรัม/กุ้งฝอยสด 100 กรัม ไขมันร้อยละ 1.2 กรัม/กุ้งฝอยสด 100 กรัม แคลเซียม 9.2 กรัม/กุ้งฝอยสด 100 กรัม ฟอสฟอรัส 2.69 กรัม/กุ้งฝอยสด 100 กรัม และเส้นใยอาหารสูง (บัญชา, มปป.) เปลือกกุ้งยังมีสารไคโตซานที่มีสมบัติในการต่อต้านจุลินทรีย์และเชื้อราบางชนิด (สาวิกา และคณะ, 2556) ซึ่งสามารถช่วยให้ผลิตภัณฑ์กุนเชียงมีอายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น อีกทั้งกุนเชียงเป็นอาหารที่มีปริมาณเส้นใยอาหารต่ำ ประกอบกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (Food and Drug Administration; FDA) แนะนำว่าควรบริโภคเส้นใยอาหารประมาณ 20-30 กรัมต่อวัน ปัจจุบันการเลี้ยงกุ้งฝอยมีการส่งเสริมให้เลี้ยงเป็นอาชีพกันมากขึ้น เพราะฉะนั้นถ้านำกุ้งฝอยมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปกุนเชียงกุ้งฝอยถือว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้กับผู้บริโภค และเพิ่มเส้นใยอาหารให้กับกุนเชียงอีกด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเนื้อหมู มันแข็งหมูและกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งในการผลิตกุนเชียงจากกุ้งฝอย

วิธีดำเนินงานวิจัย

การเตรียมกุ้งฝอยน้ำจืดแห้ง

นำกุ้งฝอยน้ำจืดมาล้างทำความสะอาด คัดเอาสิ่งปนเปื้อนที่ติดมาออกพักไว้ให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นมาปั่นด้วยเครื่องบดเนื้อที่ความเร็วระดับปานกลางจนละเอียดดีใช้เวลาประมาณ 5-10 นาที นำมาทำแห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งที่อุณหภูมิ 130°ซ ความเร็วรอบของลูกกลิ้ง 280 rpm จนกุ้งฝอยแห้งดี นำกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่ได้มาปั่นลดขนาดจะได้กุ้งฝอยน้ำจืดแห้งผง

ขั้นตอนการผลิตกุนเชียง

เนื้อหมู มันแข็งล้างให้สะอาด ปล่อยไว้ให้สะเด็ดน้ำ เนื้อหมูตัดแต่งเอาเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อแดง หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ มันแข็งหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นนำเนื้อหมูมาบดให้ละเอียดและมันแข็งบดหยาบ นำเนื้อหมูและมันแข็งที่บดแล้วมาผสมผงแพรกเกลือ น้ำตาลทราย แอคคอร์ด กุ้งฝอยน้ำจืดแห้งและเครื่องปรุงทุกชนิด ให้เข้ากัน พักไว้ที่อุณหภูมิ 4°ซ เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง นำส่วนผสมที่พักไว้ ตีผสมด้วยเครื่องผสมอาหารหัวตีรูปใบไม้ ความเร็วระดับ 4 เป็นเวลา 5 นาที บรรจุในไส้คอลลาเจน ผูกเป็นท่อนยาวท่อนละ 6-8 นิ้ว เจาะไล่อากาศ แขวนในตู้อบลมร้อน ตั้งอุณหภูมิตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลาประมาณ 12 ชม. เพื่อให้กุนเชียงสีแดงสวย อบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 50-60°ซ เป็นเวลา 3-5 ชม. เพื่อลดความชื้นในกุนเชียงทำให้กุนเชียงแห้ง ตัดกุนเชียงเป็นท่อน พักไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง เมื่อทำการบรรจุภาชนะบรรจุจะไม่เกิดไอน้ำ บรรจุถุงพลาสติกแบบสุญญากาศ เก็บกุนเชียงที่อุณหภูมิ 4°ซ เพื่อรอทำการทดลองต่อไป

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Mixture design แบบ D-optimal ซึ่งมีตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 3 ตัวแปร คือ เนื้อหมู มันแข็งหมูและกุ้งฝอยน้ำจืดแห้ง เมื่อดำเนินการออกแบบการทดลองโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert ได้สิ่งทดลองทั้งสิ้น 13 สิ่งทดลองดังตารางที่ 1 สำหรับปัจจัยรอง ได้แก่ ผงเพรกร้อยละ 0.1 น้ำตาลทรายร้อยละ 18.0 เกลือร้อยละ 1.4 ซีอิ๊วขาวร้อยละ 1.4 ผงชูรสร้อยละ 1.0 แอคคอร์ดร้อยละ 0.2 ผงพะโล้ร้อยละ 0.3 ของน้ำหนักเนื้อหมู มันแข็งและกุ้งฝอยแห้งรวมกันจะโดยจะกำหนดให้คงที่ทุกการทดลอง

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพ

กุนเชียงที่ผลิตได้จะนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพ ดังนี้วัดค่าสี L* a* b* (CIE) ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab ลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture analyzer วัดปริมาณน้ำอิสระในอาหารด้วยเครื่อง Water activity ปริมาณไขมันด้วยเครื่อง soxhlet extraction ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติกของกุนเชียงที่ผลิตได้โดยการไตเตรท ปริมาณโปรตีน ปริมาณความชื้น ปริมาณเส้นใยอาหาร ปริมาณเถ้า และปริมาณคาร์โบไฮเดรทของกุนเชียงที่ผลิตได้ (AOAC, 1990)

การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

กุนเชียงจะถูกนำมาตัดเป็นชิ้น ขนาด 0.3 ซม. จากนั้นทอดในน้ำมันถั่วเหลืองที่ อุณหภูมิ 110-120°ซ เวลา 10-15 วินาทีจนสุก นำกุนเชียงที่สุกดีแล้วมาพักไว้ในตะแกรงเพื่อสะเด็ดน้ำมัน สำหรับการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสจะใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ผู้ทดสอบชิมเป็นนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์ ประเมินคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับรวม โดยใช้การทดสอบชิมแบบ Hedonic scale 9 point (1 คือไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 คือชอบมากที่สุด)

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณของส่วนผสมที่ใช้ในแต่ละการทดลอง

สิ่งทดลอง	ส่วนผสม (ร้อยละ)		
	เนื้อหมู	มันแข็งหมู	กุ้งฝอยน้ำจืดแห้ง
1	69.3	27.4	3.3
2	56.0	24.4	19.6
3	68.0	24.0	8.0
4	56.2	29.7	14.1
5	62.0	27.0	11.0
6	59.9	24.0	16.1
7	67.7	29.7	2.6
8	65.0	24.3	10.7
9	59.0	29.6	11.4
10	63.8	29.7	6.5
11	56.0	24.4	19.6
12	69.3	27.4	3.3
13	56.2	29.7	14.1

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการทดลองด้านเคมี

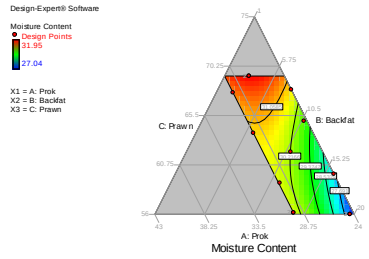
จากการศึกษาผลของส่วนผสมระหว่างเนื้อสุกร มันแข็ง และกุ้งฝอยแห้งป่น ที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีของกุนเชียง และทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบต่างๆ ได้แก่ ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linear) เชิงเส้นโค้ง (quadratic) และความสัมพันธ์เชิง special cubic โดยพิจารณาจากค่า p-value ของรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และค่าการทดสอบ lack of fit รวมทั้งข้อเสนอแนะจากโปรแกรม ได้ผลการทดลองดังแสดงใน ตารางที่ 2 และ 3 และภาพแสดงพื้นผิวตอบสนองดังแสดงในภาพที่ 1 ถึง 9 พบว่าถ้าเพิ่มปริมาณของกุ้งฝอยในกุนเชียงจะทำให้กุนเชียงที่ผลิตได้มีปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันลดลงแต่ปริมาณเส้นใยอาหาร ปริมาณเถ้า ปริมาณคาร์โบไฮเดรทและค่าความเป็นกรด-ด่างจะเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามถ้ากุนเชียงที่มีปริมาณเนื้อหมูสูงขึ้นจะทำให้ปริมาณความชื้นและปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นแต่ปริมาณเส้นใยอาหาร ปริมาณเถ้า ปริมาณคาร์โบไฮเดรท และความเป็นกรด-ด่างจะลดลง (Li & Wick, 2001; Nam et al., 2001) อาจเนื่องจากมาว่าในกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งมีปริมาณเส้นใยอาหารสูงและปริมาณไขมันน้อยกว่าเนื้อหมู กุนเชียงที่มีปริมาณกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งสูงจึงมีปริมาณเส้นใยอาหารสูงและไขมันน้อยตามไปด้วย (Guerrero et al., 1996) สำหรับปริมาณโปรตีนของกุนเชียงที่ผลิตได้ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงมากนักไม่ว่าจะการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของปริมาณกุ้งฝอยน้ำจืดแห้ง ซึ่งบ่งบอกว่ากุ้งฝอยน้ำจืดแห้งมีปริมาณโปรตีนที่สูง (บัญชา, มปป.) สามารถทดแทนเนื้อหมูในการผลิตกุนเชียงได้ อีกทั้งกุนเชียงที่ทดแทนเนื้อหมูด้วยกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งยังมีปริมาณเส้นใยอาหารที่สูงกว่าอีกด้วย

ตารางที่ 2 ค่า P-value ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อคุณสมบัติทางกายเคมีของกุนเชียง

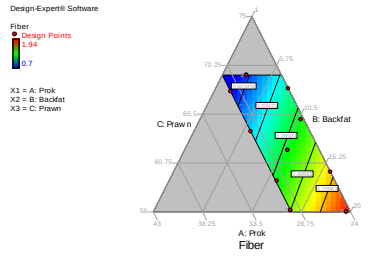
Model	P-value of chemical properties model								
	Moisture content	Fiber	Fat	Protein	Ash	Carbohydrate	a_w	pH	Acidity
Linear	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0901	0.0002	0.0067	0.2776	< 0.0001	0.3996
Quadratic	0.0678	0.6597	0.5977	0.2542	0.6219	0.5511	0.7434	0.2934	0.1180
Special Cubic	0.9658	0.1676	0.3722	0.0293	0.0686	0.2498	0.4570	0.1066	0.3627

ตารางที่ 3 ค่า P-value ของการทดสอบ Lack of fit แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อคุณสมบัติทางกายเคมีของกุนเชียง

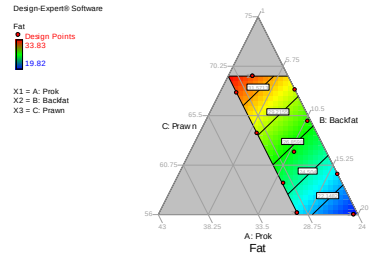
Model	P-value Lack of fit of chemical properties model								
	Moisture content	Fiber	Fat	Protein	Ash	Carbohydrate	a_w	pH	Acidity
Linear	0.0804	0.2459	0.1450	0.1418	0.5402	0.1623	0.2776	0.0489	0.2626
Quadratic	0.1547	0.1746	0.1047	0.1545	0.4399	0.1229	0.7434	0.0486	0.3992
Special Cubic	0.1108	0.2050	0.0912	0.3664	0.7186	0.1234	0.4570	0.0674	0.3719



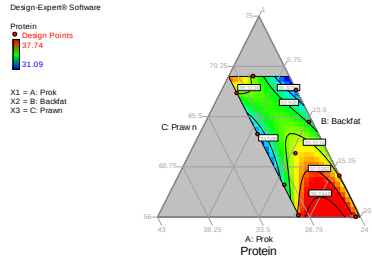
ภาพที่ 1 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อปริมาณความชื้น (% wet basis) ของกุนเชียง



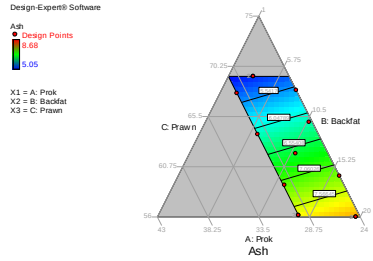
ภาพที่ 2 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อปริมาณเส้นใยอาหาร (% dry basis) ของกุนเชียง



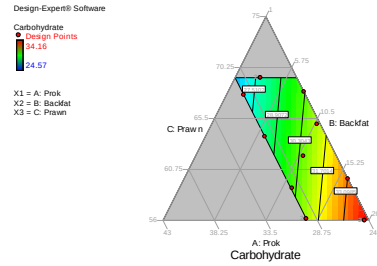
ภาพที่ 3 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อปริมาณไขมัน (% dry basis) ของกุนเชียง



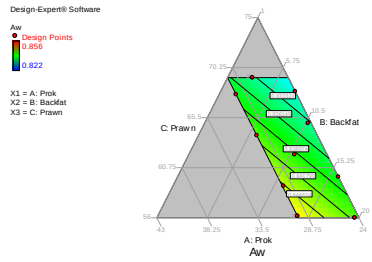
ภาพที่ 4 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อปริมาณโปรตีน (% dry basis) ของกุนเชียง



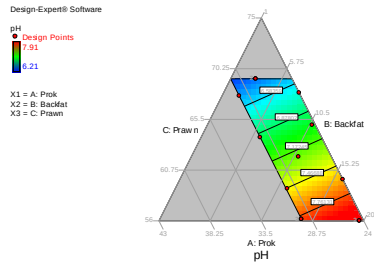
ภาพที่ 5 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อปริมาณเถ้า (% dry basis) ของกุนเชียง



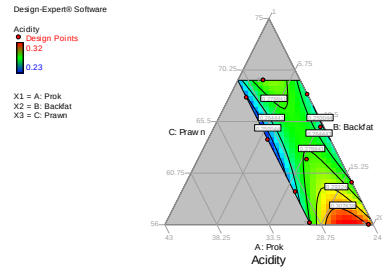
ภาพที่ 6 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อปริมาณคาร์โบไฮเดรท (% dry basis) ของกุนเชียง



ภาพที่ 7 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อปริมาณน้ำอิสระของกุนเชียง



ภาพที่ 8 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อปริมาณความเป็นกรด-ด่างของกุนเชียง



ภาพที่ 9 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อปริมาณกรดทั้งหมดของกุนเชียง

จากการพิจารณารูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของคุณสมบัติทางเคมี ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของคุณสมบัติทางเคมี

คุณสมบัติทางเคมี	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	Adjusted R^2
ปริมาณความชื้น	0.35755 * A-0.65055 * B-0.79054 * C+0.012514 * A * B-6.53593E-003 * A * C+0.059898 * B * C	0.9070
ปริมาณเส้นใยอาหาร	8.39965E-003 * A-2.10785E-003 * B+0.076882 * C	0.9133
ปริมาณไขมัน	0.43274 * A+0.14597 * B-0.39722 * C	0.8647
ปริมาณโปรตีน	-5.26930 * A-31.93974 * B-42.96535 * C+0.65053 * A * B+0.75347 * A * C +2.13656 * B * C-0.029307 * A * B * C	0.6954
ปริมาณเถ้า	3.06385E-003 * A+0.15537 * B+0.20861 * C	0.7802
ปริมาณคาร์โบไฮเดรท	0.33283 * A+0.088192 * B+0.68702 * C	0.5585
ปริมาณน้ำอิสระ	7.76476E-003 * A+9.75804E-003 * B+8.58796E-003 * C	0.0713
ความเป็น กรด-ด่าง	0.040212 * A+0.11271 * B+0.15494 * C	0.9034
ปริมาณกรดทั้งหมด	-0.019654 * A -0.19136 * B+3.25598E-003 * C+3.50971E-003 * A * B-5.80781E-004 * A * C+3.87623E-003 * B * C	0.3519

ผลการทดลองทางกายภาพ

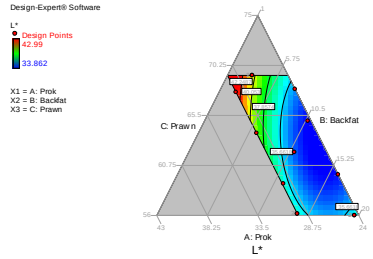
จากการศึกษาผลของส่วนผสมระหว่างเนื้อสุกร มันแข็ง และกุ้งฝอยแห้งป่น ที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพของกุนเชียง และทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบต่างๆ ได้แก่ ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linear) เชิงเส้นโค้ง (quadratic) และความสัมพันธ์เชิง special cubic โดยพิจารณาจากค่า p-value ของความรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และค่าการทดสอบ lack of fit รวมทั้งข้อเสนอแนะจากโปรแกรม ได้ผลการทดลองดังแสดงใน ตารางที่ 5 และ 6 และภาพแสดงพื้นผิวตอบสนอง ดังแสดงในภาพที่ 10 ถึง 14 พบว่าถ้าเพิ่มปริมาณของกุ้งฝอยในกุนเชียงจะทำให้กุนเชียงที่ผลิตได้มีค่าสี L* (เป็นบวก หมายถึงความสว่าง) ค่าสี a* (เป็นบวก หมายถึงสีแดง) ค่าสี b* (เป็นบวก หมายถึงสีเหลือง) ความแน่นเนื้อ (firmness) และความเหนียว (toughness) จะมีค่าลดลง ในทางตรงกันข้ามถ้ากุนเชียงที่มีปริมาณเนื้อหมูสูงขึ้นจะทำให้ค่าสี L* ค่าสี a* ค่าสี b* ความแน่นเนื้อ (firmness) และความเหนียว (toughness) มีค่าเพิ่มขึ้น อาจเนื่องจากมาว่ากุ้งฝอยน้ำจืดเมื่อนำมาทำแห้งจะมีสีแดงน้ำตาลเมื่อนำมาทำเป็นกุนเชียงจะทำให้กุนเชียงที่ผลิตได้มีความสว่างลดลง สีจะเข้มกว่ากุนเชียงที่ผลิตจากเนื้อหมู อีกทั้งกุนเชียงที่มีส่วนผสมของกุ้งฝอยจะมีเนื้อที่ร่วนมากกว่าและมีความเหนียวน้อยกว่ากุนเชียงที่ผลิตจากเนื้อหมู (Bendall & Wismer-Pedersen, 1962; Camou, & Sebranek, 1991).

ตารางที่ 5 ค่า P-value ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพของกุนเชียง

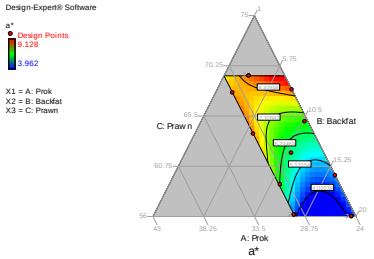
Model	P-value of physical properties model				
	L*	a*	b*	Firmness	Toughness
Linear	0.0374	< 0.0001	0.0001	0.0006	0.0085
Quadratic	0.0180	0.8835	0.0070	0.6229	0.9131
Special Cubic	0.5162	0.0190	0.2631	0.7498	0.8684

ตารางที่ 6 ค่า P-value ของการทดสอบ Lack of fit แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพของกุนเชียง

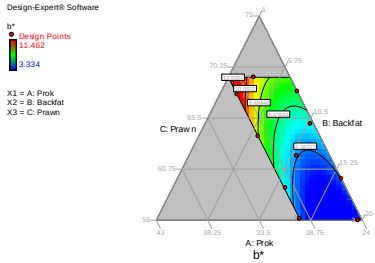
Model	P-value Lack of fit of physical properties model				
	L*	a*	b*	Firmness	Toughness
Linear	0.2905	0.1307	0.1010	0.1019	0.7673
Quadratic	0.8072	0.0742	0.4646	0.0707	0.5770
Special Cubic	0.7591	0.2162	0.4841	0.0508	0.4635



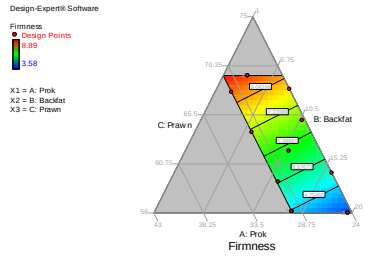
ภาพที่ 10 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อค่าสี L* ของกุนเชียง



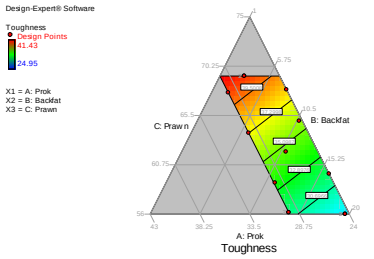
ภาพที่ 11 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อค่าสี a* ของกุนเชียง



ภาพที่ 12 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อค่าสี b* ของกุนเชียง



ภาพที่ 13 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อค่าความแน่นเนื้อของกุนเชียง



ภาพที่ 14 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อค่าความเหนียวของกุนเชียง

จากการพิจารณารูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 รูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของคุณสมบัติทางกายภาพ

คุณสมบัติทางกายภาพ	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	Adjusted R^2
ค่าสี L*	+0.95257 * A+5.39222 * B+5.74358 * C-0.086178 * A * B-0.065480 * A * C-0.14971 * B * C	0.7715
ค่าสี a*	+2.47766 * A+12.76712 * B+21.62417 * C-0.26142 * A * B-0.38444 * A * C-0.99486 * B * C+0.014384 * A * B * C	0.9323
ค่าสี b*	+1.16598 * A+8.40494 * B+3.28815 * C-0.15179 * A * B-0.024545 * A * C-0.20244 * B * C	0.9465
ความแน่นเนื้อ (firmness)	+0.14744 * A-0.039876 * B-0.16836 * C	0.7319
ความเหนียว (toughness)	+0.52948 * A+0.17777 * B-0.27110 * C	0.5375

ผลการทดลองทางด้านประสาทสัมผัส

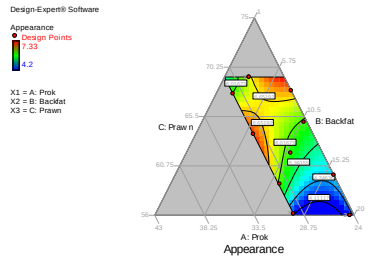
จากการศึกษาผลของส่วนผสมระหว่างเนื้อสุกร มันแข็ง และกุ้งฝอยแห้งป่น ที่มีต่อคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสของกุนเชียง และทำการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบต่างๆ ได้แก่ ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linear) เชิงเส้นโค้ง (quadratic) และความสัมพันธ์เชิง special cubic โดยพิจารณาจากค่า p-value ของความรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และค่าการทดสอบ lack of fit รวมทั้งข้อเสนอแนะจากโปรแกรม ได้ผลการทดลองดังแสดงใน ตารางที่ 8 และ 9 และภาพแสดงพื้นผิวตอบสนอง ดังแสดงในภาพที่ 15 ถึง 20 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่ากุนเชียงจากกุ้งฝอยที่ผลิตได้ ผู้บริโภคค่อนข้างให้การตอบรับที่ดี ดังนั้นกุนเชียงจากกุ้งฝอยน้ำจืด จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับคนรักสุขภาพ เนื่องจากว่ามีคุณค่าทางโภชนาการสูงไม่แตกต่างจากกุนเชียงที่ผลิตจากเนื้อหมู แต่มีปริมาณไขมันต่ำกว่าและเส้นใยอาหารมากกว่า ซึ่งเป็นอีกทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ต้องการความแปลกใหม่ และนิยมรับประทานกุ้งฝอย

ตารางที่ 8 ค่า P-value ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อคุณสมบัติทางกายประสาทสัมผัสของกุนเชียง

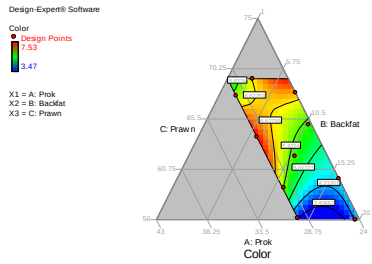
Model	P-value of sensory properties model					
	Appearance	Color	Odor	Flavor	Texture	Acceptance
Linear	0.0038	0.0043	0.0951	0.0124	0.0002	0.0018
Quadratic	0.6971	0.7185	0.7649	0.6445	0.8205	0.7586
Special Cubic	0.0421	0.0244	0.1982	0.1822	0.2036	0.1406

ตารางที่ 9 ค่า P-value ของการทดสอบ Lack of fit แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่มีต่อคุณสมบัติทางกายประสาทสัมผัสของกุนเชียง

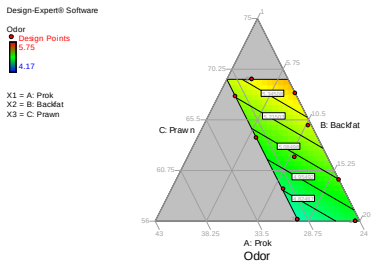
Model	P-value Lack of fit of sensory properties model					
	Appearance	Color	Odor	Flavor	Texture	Acceptance
Linear	0.1065	0.1040	0.8576	0.3654	0.3852	0.3397
Quadratic	0.0695	0.0667	0.7492	0.2742	0.2551	0.2314
Special Cubic	0.1434	0.1746	0.8734	0.3157	0.2815	0.2921



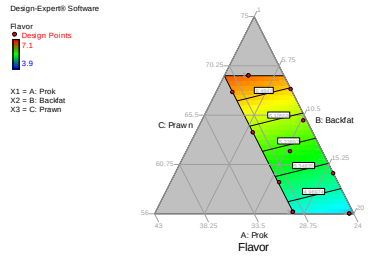
ภาพที่ 15 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อค่าคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏของกุนเชียง



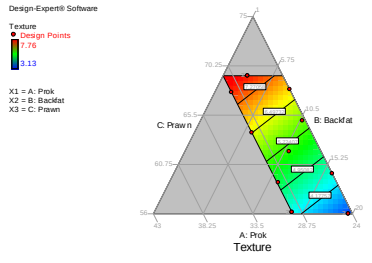
ภาพที่ 16 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อค่าคะแนนความชอบทางด้านสีของกุนเชียง



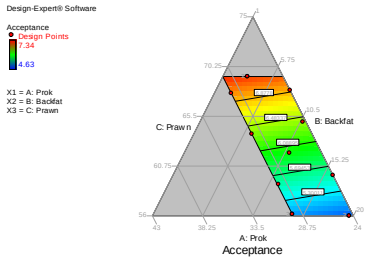
ภาพที่ 17 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อค่าคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นของกุนเชียง



ภาพที่ 18 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อค่าคะแนนความชอบทางด้านรสชาติของกุนเชียง



ภาพที่ 19 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อค่าคะแนนความชอบทางด้านเนื้อสัมผัสของกุนเชียง



ภาพที่ 20 อิทธิพลของเนื้อหมู มันแข็ง และกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งที่มีต่อค่าคะแนนความชอบทางด้านการยอมรับรวมของกุนเชียง

จากการพิจารณารูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 รูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส

คุณสมบัติทางประสาทสัมผัส	แบบจำลองทางคณิตศาสตร์	Adjusted R^2
ลักษณะปรากฏ	+1.61299 * A+8.23028 * B+18.31456 * C-0.16923 * A * B-0.32644 * A*C-0.83344 * B * C+0.012791 * A * B * C	0.7434
สี	+2.13787 * A+11.05981 * B+25.58864 * C-0.22736 * A * B-0.45421 * A * C-1.15301 * B * C+0.017691 * A * B * C	0.7745
กลิ่น	+0.077820 * A-4.50192E-003 * B+0.032911 * C	0.2504
รสชาติ	+0.10622 * A-0.015097 * B-0.049739 * C	0.5015
เนื้อสัมผัส	+0.11970 * A-3.02678E-003 * B-0.16130 * C	0.7873
การยอมรับรวม	+0.11616 * A-0.024487 * B-0.050587 * C	0.6620

จากข้อมูลในตารางที่ 10 เมื่อนำสมการที่มีนัยสำคัญไปแทนค่าปริมาณการใช้จริง (ตารางที่ 1) เพื่อหาคะแนนคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับรวมที่มีค่าเข้าใกล้ 9 มากที่สุด โดยการทำนายโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่าอัตราส่วนของเนื้อหมู : มันแข็ง : กุ้งฝอยน้ำจืดแห้ง เท่ากับ 69.3:28.1:2.6 มีค่าสูงที่สุดคือ 7.23 ดังตาราง 11 เพราะฉะนั้นจากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าอัตราส่วนของเนื้อหมู : มันแข็ง : กุ้งฝอยน้ำจืดแห้ง เท่ากับ 69.3:28.1:2.6 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมนำไปผลิตเป็นกุนเชียงจากกุ้งฝอยมากที่สุด

ตารางที่ 11 อัตราส่วนผสมระหว่าง เนื้อสุกร มันแข็ง และกุ้งฝอยแห้งป่น ที่ได้จากการทำนายโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของค่าคะแนนความชอบรวม

Solutions	ส่วนผสม			ความชอบรวม	Desirability	
	เนื้อสุกร	มันแข็ง	กุ้งฝอยแห้งป่น			
1	69.3	28.1	2.6	7.23045	0.98	**Selected**
2	67.7	29.7	2.6	7.00534	0.878	

สรุปผลการวิจัย

พบว่ากุนเชียงจากกุ้งฝอยที่มีอัตราส่วนของเนื้อหมูต่อมันแข็งต่อกุ้งฝอยน้ำจืดแห้งเท่ากับ 69.3:28.1:2.6 เป็นสูตรที่เหมาะนำไปพัฒนาต่อไป เนื่องจากมีค่าคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมสูงที่สุด มีกลิ่นกุ้งพอเหมาะไม่มากเกินไป สีแดงสวย ไขมันน้อย เนื้อแน่น รสชาติกลมกล่อม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ ด้วยงบประมาณประจำปี 2557

เอกสารอ้างอิง

บัญชา ทองมี. (มปป.). **เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการเพาะเลี้ยงกุ้งฝอยในเชิงพาณิชย์.** คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ร่วมกับโครงการเครือข่าย สวทช.ภาคเหนือ.

สาวิกา กัลปพฤกษ์ ผกายวรรณ กึกก้อง และ สิทธิ กุหลาบทอง. (2556). ไคโตซานในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. **วารสารวิชาการ Veridian E-Journal**, 6(2), 984-993.

AOAC. (1990). **Official methods of analysis.** 15th Ed. Washington, DC: Association of Official Agricultural Chemists.

Bendall, J. R., & Wismer-Pedersen, J. (1962). Some properties of the myofibrillar proteins of normal and Watery pork muscle. **Journal of Food Science,** 27, 144–159.

Camou, J. P., & Sebranek, J. G. (1991). Gelation characteristics of muscle protein from pale, soft, exudative (PSE) pork. **Meat Science,** 30, 207–220.

Guerrero, L., Gou, P., Alonso, P., & Arnau, J. (1996). Study of the physicochemical and sensorial characteristics of dry-cured hams in three pig genetic types. **Journal of Science and Food Agriculture,** 70, 526–530.

Hedrick, H. B., Aberle, E. D., Forrest, J. C., Judge, M. D., & Merkel, R. A. (1994). **Principles of Meat Science.** Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.

Li, C. T., & Wick, M. (2001). Improvement of the physicochemical properties of pale soft and exudative (PSE) pork meat products with an extract from mechanically deboned turkey meat (MDTM). **Meat Science,** 58, 189–195.

Nam, K. C., Ahn, D. U., & Jo, C. (2001). Lipid oxidation, color, volatiles, and sensory characteristics of aerobically packaged and irradiated pork with different ultimate pH. **Journal of Food Science,** 66, 1225–1229.

Raksakulthai, N., Chantikul, S., & Chaiyawat, M. (2004). Production and storage of Chinese style fish sausage from Hybrid Clarias Catfish. **Kasetsart J. (Nat. Sci.),** 38, 102–110.

การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรดและน้ำว่านกาบหอยในการทำน้ำผลไม้พร้อมดื่ม
The optimal ratio of mao, pineapple and commelinaceae juice in making an instant fruit juice

อรนุช สีหามาลา[1*] พนอจิต นิติสุข[1] กาญจนา กุลวิทิต[1] พรประภา ชุนถนอม[2] และ ศุภชัย ภูลายดอก[1]
[1] คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์
[2] คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
*corresponding author e-mail: oranut_si@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรดและน้ำว่านกาบหอยในการทำน้ำผลไม้พร้อมดื่มโดยมีอัตราส่วนดังนี้ 85:10:5, 85:10:5, 83:5:12, 85:5:10, 77:11.5:11.5, 81:9:10, 78:15:7, 75:10:15, 70:15:15, 74:15:11, 90:5:5, 79:6:15, 78:15:7, 90:5:5, 70:15:15 และ 79:6:15 น้ำผลไม้จะถูกนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีกายภาพและจุลินทรีย์ พบว่า ค่าสี L*, a* and b* มีค่าอยู่ระหว่าง 4.03±0.07-8.81±0.08, 23.87±0.08-36.26±0.07 และ 6.53±0.07-15.71±0.07 ตามลำดับ ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ ปริมาณกรดในรูปกรดซิตริก และ ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าอยู่ระหว่าง 13.00±0.10-13.80±0.10%, 0.26±0.01-0.61±0.01% และ 3.71±0.07-3.92±0.02 ตามลำดับ สารแอนโทไซยานินที่ตรวจพบคือสารคูโรมานิน เคอราไซยานิน มาลวิน ไซยานิดิน เพอราโกนิดิน มาลวิดินแต่ตรวจไม่พบสารดีพีนิดิน ตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่มีชีวิต ยีสต์ รา โคลิฟอร์ม อีโคไล และสแต็ปฟิโลคอคคัส ออเรียส จากการทดลอง Mixture design อัตราส่วนที่เหมาะสมในการทำน้ำผลไม้พร้อมดื่มคือ น้ำมะเม่าร้อยละ 70 น้ำสับปะรดร้อยละ 15 และน้ำว่านกาบหอยร้อยละ 15 โดยมีค่าคะแนนทางประสาทสัมผัสทางด้านการยอมรับรวมมีคะแนนสูงที่สุด

คำสำคัญ : น้ำมะเม่า น้ำสับปะรด น้ำว่านกาบหอย แอนโทไซยานิน น้ำผลไม้พร้อมดื่ม

Abstract

This research emphasized that the ratio of Mao juice: Pineapple juice: Oyster Plant juice in making an instant fruit Juice at 85:10:5, 85:10:5, 83:5:12, 85:5:10, 77:11.5:11.5, 81:9:10, 78:15:7, 75:10:15, 70:15:15, 74:15:11, 90:5:5, 79:6:15, 78:15:7, 90:5:5, 70:15:15 and 79:6:15. The color values (L*, a* and b*), titratable acidity, pH and Total soluble solid were analyzed. Samples were also examined microbiologically for total aerobic plate counts (TPC), Yeast and Mold and the presence of *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus* and *E. coli.* The results revealed that L*, a* and b* values of the samples ranged from 4.03±0.07-8.81±0.08, 23.87±0.08-36.26±0.07 and 6.53±0.07-15.71±0.07, respectively. The Total soluble solid, total acidity and pH of the samples were 13.00±0.10-13.80±0.10%, 0.26±0.01-0.61±0.01% and 3.71±0.07-3.92±0.02, respectively. Anthocyanin were found Kuromanin, keracyanidin, malvin, cyanidin, pelargonidin malvidin but was not found dephinidin. Total plate count, Yeast and Mold, coliform and *E. coli* and *Staphylococcus aureus* were not found of all samples. From Mixture design experiment, it was found that the main ingredients of Instant fruit Juice were 70% Mao juice, 15% Pineapple juice and 15% Oyster Plant juice. The overall acceptability attribute liking scores in 70% Mao juice, 15% Pineapple juice and 15% Oyster Plant juice of mix fruit juice treatment were highest.

keywords : mao juice, pineapple juice, commelinaceae juice, anthocyanin, fruit juice

บทนำ

น้ำผลไม้นับว่าเป็นเครื่องดื่มที่มีความสำคัญสำหรับอาหารเพื่อสุขภาพ หนึ่งแก้วของน้ำผลไม้จะมีสารอาหารที่สำคัญ เช่น วิตามินซี โฟเลท โปแตเซี่ยม และสารต้านอนุมูลอิสระ (Landon, 2007) เป็นต้น ปัจจุบันตลาดน้ำผลไม้พร้อมดื่มนั้นขยายตัวเป็นวงกว้าง เนื่องจากวิถีชีวิตในปัจจุบันที่เร่งรีบ ไม่มีเวลาในการประกอบอาหารรับประทาน น้ำผลไม้พร้อมดื่มจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้รักสุขภาพ เนื่องจากหาซื้อได้ง่าย มีหลากหลาย ทั้งรสชาติและสีสัน ปัจจุบันน้ำผลไม้พร้อมดื่มมีการผลิตจำหน่ายเป็นจำนวนมาก เนื่องจากกระบวนการผลิตที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน เครื่องจักรราคาถูก สามารถผลิตแบบอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรืออุตสาหกรรมในครัวเรือนได้

เม่า มะเม่า หมากเม่า หรือเม่าหลวงถือว่าเป็นผลไม้ที่ได้รับความนิยมรับประทานกันอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะรับประทานสด ไวน์มะเม่า น้ำมะเม่าพร้อมดื่ม มะเม่าถ้ามีสีแดงจะมีรสเปรี้ยว อมฝาด เมื่อสุกเต็มที่จะมีสีดำ รสหวาน มีคุณค่าทางโภชนาการสูง (พรประภา และสุกัญญา, 2555) เช่น วิตามินบี 1 วิตามินบี 2 แคลเซียม เหล็ก วิตามินซี สารแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Francis, 1989; Giusti & Wrolstad, 1996) ว่านกาบหอย เมื่อคั้นเป็นน้ำจะมีสีชมพูสวย สีที่เกิดขึ้นเนื่องจากสารแอนโทไซยานิน สำหรับสับปะรดจะมีกลิ่นหอมเฉพาะ หาง่าย ราคาถูก บางฤดูกาลผลผลิตล้นตลาด มีปัญหาเรื่องราคาตกต่ำ หากนำมะเม่า ว่านกาบหอยและสับปะรด ซึ่งเป็นวัตถุดิบในท้องถิ่น ที่ราคาไม่แพง มีสารต้านอนุมูลอิสระ คือแอนโทไซยานิน (Garzon & Wrolstad, 2002) สีสวย รสชาติดีมาผลิตเป็นน้ำผลไม้พร้อมดื่ม ก็จะเป็นอีกทางเลือกให้กับผู้ที่รักสุขภาพ ทั้งยังส่งเสริมเกษตรกรที่ปลูก มะเม่า ว่านกาบหอยและสับปะรดให้มีรายได้เพิ่มขึ้น ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอย ในการทำน้ำผลไม้พร้อมดื่ม

วิธีดำเนินงานวิจัย

การเตรียมน้ำมะเม่า

1.มะเม่าแช่เยือกแข็งหรือมะเม่าสด ผลมะเม่าที่แช่เยือกแข็ง นำมาวางไว้ที่อุณหภูมิ 4°ซ ให้น้ำแข็งละลาย มะเม่าสดนำมาคัดเอาเฉพาะผลมะเม่าดำ

2.นำมาลวกที่อุณหภูมิ 60-62.8°ซ เวลา 5 นาที หรือ 73.9°ซ เวลา 5 นาที

3.นำใส่ถุงผ้าสำหรับเข้าเครื่องบีบน้ำผลไม้

4.นำเข้าเครื่องบีบน้ำผลไม้ กรองน้ำมะเม่าผ่านผ้าขาวบางจะได้น้ำมะเม่าร้อยละ 100

5.นำน้ำมะเม่าผสมน้ำในอัตราส่วน 1:1 จะได้น้ำมะเม่าร้อยละ 50 เก็บที่อุณหภูมิ 4°ซ เพื่อรอทำการทดลองต่อไป

การเตรียมน้ำสับปะรด

1.นำสับปะรดมาปอกเปลือก ตัดแต่งตา เอาแต่เนื้อ

2.นำใส่ถุงผ้าสำหรับเข้าเครื่องบีบน้ำผลไม้

3.จะได้น้ำสับปะรดที่ใส นำกากออกจากถุงผ้า

4.กรองน้ำสับปะรดผ่านผ้าขาวบาง จะได้น้ำสับปะรดร้อยละ 100 เก็บที่อุณหภูมิ 4°ซ เพื่อรอทำการทดลองต่อไป

การเตรียมน้ำว่านกาบหอย

1.ว่านกาบหอยนำมาล้างทำความสะอาด ตัดแต่งตำหนิออก

2.นำมาลวกที่อุณหภูมิ 93°ซ 2 นาที เพื่อป้องกันการเกิดสีน้ำตาล (Sapers, 1993) ทำการลดอุณหภูมิทันทีโดยใช้น้ำหรือน้ำผสมน้ำแข็ง แล้วผึ่งให้สะเด็ดน้ำ

3.หั่นใบว่านกาบหอยเป็นชิ้นๆ ขนาด 2-3 เซนติเมตร

4.เตรียมว่านกาบหอยต่อน้ำสะอาด อัตราส่วน 1:1

5.นำใส่ถุงผ้าสำหรับเข้าเครื่องบีบน้ำผลไม้

6.นำเข้าเครื่องบีบน้ำผลไม้

7.กรองน้ำว่านกาบหอยผ่านผ้าขาวบาง จะได้น้ำว่านกาบหอยร้อยละ 50

8.นำน้ำว่านกาบหอยร้อยละ 50 เก็บที่อุณหภูมิ 4°ซ เพื่อรอทำการทดลองต่อไป

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Mixture design ซึ่งมีตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 3 ตัวแปร คือ น้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และ น้ำว่านกาบหอย โดยนำน้ำผลไม้ที่เตรียมได้มาผสมกันตามอัตราส่วนดังตารางที่ 1 จากนั้นนำน้ำผลไม้ผสมไปพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 62.8-65.4°ซ เป็นเวลา 30 นาที ในลักษณะหม้อ 2 ชั้น ทำการปรับค่า Total Soluble Solid สุดท้ายให้ได้ 14°Brix ด้วยน้ำตาลทรายขาว และค่า acidity สุดท้ายให้ได้ร้อยละ 0.4 ด้วยกรดซิตริค ทำการบรรจุขวดปิดฝา แล้วทำการลดอุณหภูมิลงมาที่ 45°ซ ด้วยน้ำสะอาดหรือน้ำสะอาดผสมน้ำแข็งทันที

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของส่วนผสมน้ำผลไม้ในการทดลองแบบ D-optimal mixture design

ส่วนผสม	สัดส่วนของส่วนผสม			น้ำมะเม่า	น้ำสับปะรด	น้ำว่านกาบหอย
	X_1	X_2	X_3	(%)	(%)	(%)
1	0.850	0.100	0.050	85.0	10.0	5.0
2	0.850	0.100	0.050	85.0	10.0	5.0
3	0.830	0.050	0.120	83.0	5.0	12.0
4	0.850	0.050	0.100	85.0	5.0	10.0
5	0.770	0.115	0.115	77.0	11.5	11.5
6	0.810	0.090	0.100	81.0	9.0	10.0
7	0.780	0.150	0.070	78.0	15.0	7.0
8	0.750	0.100	0.150	75.0	10.0	15.0
9	0.700	0.150	0.150	70.0	15.0	15.0
10	0.740	0.150	0.110	74.0	15.0	11.0
11	0.900	0.050	0.050	90.0	5.0	5.0
12	0.790	0.060	0.150	79.0	6.0	15.0
13	0.780	0.150	0.070	78.0	15.0	7.0
14	0.900	0.050	0.050	90.0	5.0	5.0
15	0.700	0.150	0.150	70.0	15.0	15.0
16	0.790	0.060	0.150	79.0	6.0	15.0

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพ

น้ำผลไม้พร้อมดื่มที่ผลิตได้จะนำไปวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพ ดังนี้ ค่าสี L* a* b* (CIE) ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ในน้ำ (Total soluble solid) โดยเครื่อง Refractometer ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริค (citric acid) โดยการไตเตรท และปริมาณแอนโธไซยานิน โดยใช้เครื่อง HPLC (ดัดแปลงจาก Lee et al, 2005)

การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 27 คน ผู้ทดสอบชิมเป็นนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์ ประเมินคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ ความขุ่นใส และการยอมรับรวม โดยใช้การทดสอบชิมแบบ Hedonic scale scoring ทั้งหมด 9 ระดับ (1 คือไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 คือชอบมากที่สุด)

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

เชื้อ *Staphylococcus aureus* โคลิฟอร์มและ *E. coli* ยีสต์และรา และจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (A.O.A.C, 1990)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการทดลองทางด้านกายภาพและเคมี

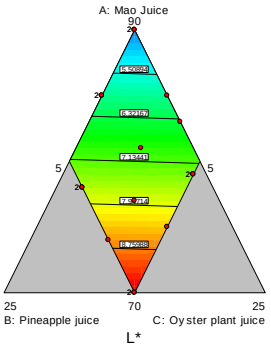
จากการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรดและน้ำว่านกาบหอยในการทำน้ำผลไม้พร้อมดื่ม คุณภาพด้านกายภาพและด้านเคมีแสดงดังในภาพที่ 1-6 และตารางที่ 1 พบว่าค่าสี L* (ความสว่าง), a* (สีแดง), b* (สีเหลือง), TSS (ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในน้ำ), pH และ total acidity (ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริค) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และมีค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังตารางที่ 2 โดยค่าสี L*, b*, TSS และ pH จะมีความสัมพันธ์ในลักษณะเชิงเส้นตรง (Linear) ส่วนค่าสี a* และ acidity จะมีความสัมพันธ์ในลักษณะ Quadratic อธิบายได้ว่าค่าสี L* น้ำผลไม้พร้อมดื่มสูตรที่มีปริมาณน้ำมะเม่าต่ำค่าสี L* จะมีค่าเพิ่มขึ้นแต่ถ้าน้ำผลไม้พร้อมดื่มสูตรที่มีปริมาณน้ำมะเม่าสูงพบว่าค่าสี L* มีค่าลดลงเนื่องจากน้ำมะเม่ามีสีค่อนข้างดำถ้าน้ำผลไม้พร้อมดื่มที่มีปริมาณน้ำมะเม่าสูงก็จะทำให้ค่าสี L* (ความสว่าง) ลดลง สำหรับค่าสี a* (สีแดง) ค่าสี b* (สีเหลือง) ค่า total acidity และค่า TSS จะมีลักษณะตรงกันข้ามกับค่าสี L* กล่าวคือน้ำผลไม้พร้อมดื่มสูตรที่มีปริมาณน้ำมะเม่าสูงค่าสี a*, b* ค่า total acidity และค่า TSS จะมีค่าเพิ่มขึ้นแต่ถ้าน้ำผลไม้พร้อมดื่มสูตรที่มีปริมาณน้ำมะเม่าต่ำค่าสี a*, b* ค่า acidity และค่า TSS จะมีค่าลดลง ส่วนค่า pH จะมีลักษณะเช่นเดียวกับค่าสี L* เนื่องจากมะเม่าเป็นผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวถ้าเพิ่มปริมาณมากขึ้นในส่วนผสมก็จะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงส่วนปริมาณกรดทั้งหมด (total acidity) จะเพิ่มขึ้น (Landon, 2007)

สำหรับปริมาณสารแอนโทไซยานินมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และมีค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังตารางที่ 2 พบว่าสาร Kuromanin, Cyanidin และ Malvidin จะมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linear) ส่วน Keracyanidin, Malvin และ Pelargonidin จะมีความสัมพันธ์แบบ Cubic อธิบายได้ว่าปริมาณแอนโทไซยานิน คือ Kuromanin, Cyanidin, Malvidin, Keracyanidin, Malvin และ Pelargonidin จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณน้ำมะเม่าที่เพิ่มสูงขึ้นและจะมีค่าลดลงตามปริมาณน้ำมะเม่าที่ลดลง ดังภาพที่ 7-12 (Bakker & Timberlake, 1997; Chandra et al., 2001; Durst & Wrolstad, 2001)

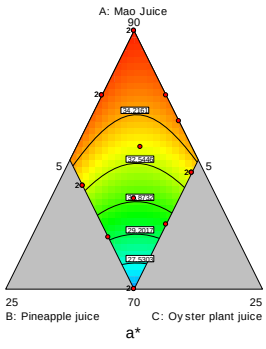
ตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำผลไม้ผสมระหว่างน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอย

สมบัติทางกายภาพและเคมี	**สัมประสิทธิ์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์**							R^2
	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	$X_1X_2X_3$	
ค่าสี L*	0.0226	0.2701	0.2627	-	-	-	-	0.9214
ค่าสี a*	0.3548	0.5897	0.5636	-	-	-0.0723	-	0.9272
ค่าสี b*	0.1997	-0.2385	-0.1795	-	-	-	-	0.9201
ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด	0.1418	0.1019	0.0966	-	-	-	-	0.9001
pH	0.0364	0.0451	0.0445	-	-	-	-	0.8981
ปริมาณกรดทั้งหมด	0.0084	-0.0157	0.0695	-	-0.0011	-	-	0.9042

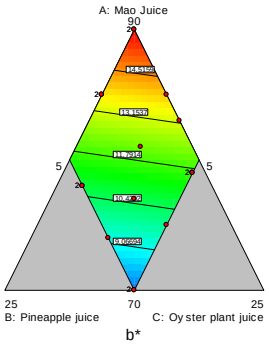
หมายเหตุ : เมื่อ X_1 = ปริมาณน้ำมะเม่า มีค่าระหว่างร้อยละ 70 – 90
X_2 = ปริมาณน้ำสับปะรด มีค่าระหว่างร้อยละ 5 – 15
X_3 = ปริมาณน้ำว่านกาบหอย มีค่าระหว่างร้อยละ 5 – 15



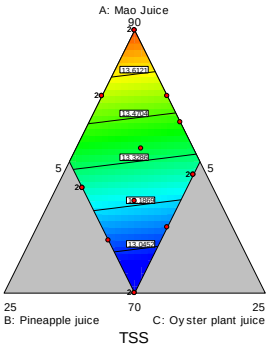
ภาพที่ 1 Ternary contour plot ของอิทธิพลของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอยที่มีต่อค่าสี L* ของน้ำผลไม้



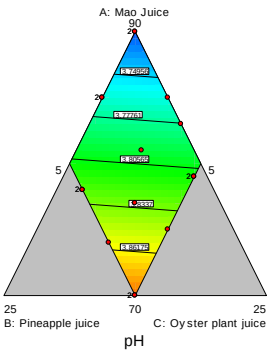
ภาพที่ 2 Ternary contour plot ของอิทธิพลของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอยที่มีต่อค่าสี a* ของน้ำผลไม้



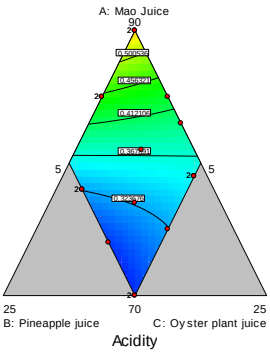
ภาพที่ 3 Ternary contour plot ของอิทธิพลของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอยที่มีต่อค่าสี b* ของน้ำผลไม้



ภาพที่ 4 Ternary contour plot ของอิทธิพลของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอยที่มีต่อปริมาณ TSS ของน้ำผลไม้



ภาพที่ 5 Ternary contour plot ของอิทธิพลของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอยที่มีต่อค่า pH ของน้ำผลไม้

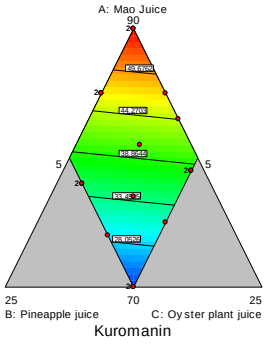


ภาพที่ 6 Ternary contour plot ของอิทธิพลของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอยที่มีต่อปริมาณกรดทั้งหมด ของน้ำผลไม้

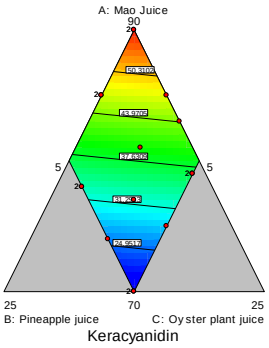
ตารางที่ 2 สัมประสิทธิ์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของแอนโทไซยานินของน้ำผลไม้ผสมระหว่างน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอย

สารประกอบแอนโทไซยานิน	**สัมประสิทธิ์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์**							R^2
	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	$X_1X_2X_3$	
Kuromanin	0.7130	-0.9908	-0.8268	-	-	-		0.9495
Keracyanidin	0.4122	-22.3423	-8.5699	0.2866	0.1154	1.8238	-0.0239	0.9705
Malvin	0.4456	-18.9187	-12.6737	0.2488	0.1687	1.7071	-0.0232	0.9682
Dephinidin	-	-	-	-	-	-		-
Cyanidin	0.4771	-0.3039	-0.1624	-	-	-		0.9611
Pelargonidin	0.2984	-24.4409	-16.6376	0.3134	0.2145	2.1649	-0.0269	0.9573
Malvidin	0.6359	-0.8064	-0.8170	-	-	-		0.9618

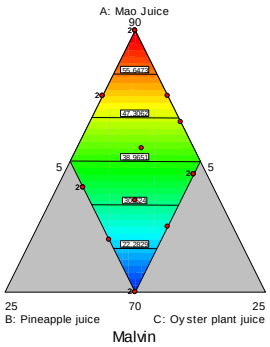
หมายเหตุ : เมื่อ X_1 = ปริมาณน้ำมะเม่า มีค่าระหว่างร้อยละ 70 – 90
X_2 = ปริมาณน้ำสับปะรด มีค่าระหว่างร้อยละ 5 – 15
X_3 = ปริมาณน้ำว่านกาบหอย มีค่าระหว่างร้อยละ 5 – 15



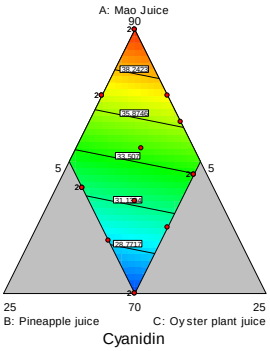
ภาพที่ 7 Ternary contour plot ของอิทธิพลของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอยที่มีต่อปริมาณสาร Kuromanin (mg/l) ของน้ำผลไม้



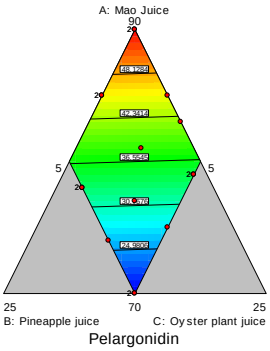
ภาพที่ 8 Ternary contour plot ของอิทธิพลของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอยที่มีต่อปริมาณสาร Keracyanidin (mg/l) ของน้ำผลไม้



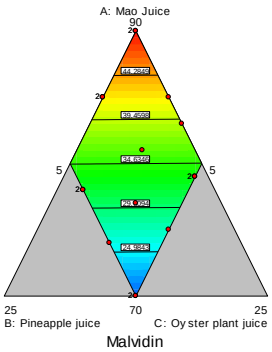
ภาพที่ 9 Ternary contour plot ของอิทธิพลของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอยที่มีต่อปริมาณสาร Malvin (mg/l) ของน้ำผลไม้



ภาพที่ 10 Ternary contour plot ของอิทธิพลของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอยที่มีต่อปริมาณสาร Cyanidin (mg/l) ของน้ำผลไม้



ภาพที่ 11 Ternary contour plot ของอิทธิพลของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอยที่มีต่อปริมาณสาร Pelargonidin (mg/l) ของน้ำผลไม้



ภาพที่ 12 Ternary contour plot ของอิทธิพลของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอยที่มีต่อปริมาณสาร Malvidin (mg/l) ของน้ำผลไม้

ผลการทดลองคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำมะเม่า (มผช.๔๘๖/๒๕๔๗) ซึ่งกำหนดว่า *Staphylococcus aureus* ตองไมพบในตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร *E. coli* ต้องน้อยกว่า 2.2 ต่อตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ยีสตและรา ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร จากการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ในตัวอย่างน้ำผลไม้ทั้ง 16 สูตร พบว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) ยีสต์และรา โคลิฟอร์มและ *E. coli* และ *Staphylococcus aureus* ตรวจไม่พบในตัวอย่างน้ำผลไม้ทุกสูตร ซึ่งอธิบายได้ว่าน้ำผลไม้พร้อมดื่มที่ผลิตได้ปลอดภัยและได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำมะเม่า (มผช.๔๘๖/๒๕๔๗) เนื่องจากน้ำผลไม้พร้อมดื่มนั้นทำการพาสเจอไรซ์เสร็จแล้วบรรจุร้อนทันที จากนั้นก็ทำการลดอุณหภูมิลงมาที่ 45°ซ ด้วยน้ำสะอาดหรือน้ำสะอาดผสมน้ำแข็งทันที ซึ่งเป็นการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ จึงทำให้น้ำผลไม้พร้อมดื่มที่ผลิตได้มีคุณภาพทางด้านเชื้อจุลินทรีย์ได้ตามมาตรฐานของ มผช.๔๘๖/๒๕๔๗

ผลการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

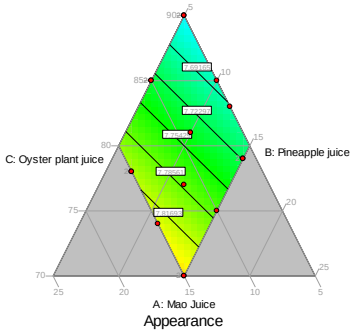
จากการศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรดและน้ำว่านกาบหอยในการทำน้ำผลไม้พร้อมดื่มทางด้านประสาทสัมผัสแสดงภาพที่ 13-18 พบว่าคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏและการยอมรับรวมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนคุณลักษณะทางด้านสี กลิ่น รสชาติ และลักษณะเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และมีค่าสัมประสิทธิ์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ดังตารางที่ 3 โดยคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวมจะมีความสัมพันธ์ในลักษณะเชิงเส้นตรง (Linear) ส่วนคุณลักษณะทางด้านสี และลักษณะเนื้อสัมผัสจะมีความสัมพันธ์ในลักษณะ Quadratic และสมการที่มีนัยสำคัญของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำผลไม้พร้อมดื่มที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอย (ตารางที่ 4) จากข้อมูลในตารางที่ 4 เมื่อนำสมการที่มีนัยสำคัญไปแทนค่าปริมาณการใช้จริงตามตารางที่ 1 เพื่อหาคะแนนความชอบทางด้านประสาท

สัมผัสที่มีค่าเข้าใกล้ 9 มากที่สุด พบว่าคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวมของน้ำผลไม้พร้อมดื่มที่มีอัตราส่วนของน้ำมะเม่า : น้ำสับปะรด : น้ำว่านกาบหอย ที่ 70:15:15 มีค่าสูงที่สุดคือ 7.83,7.63,7.43,7.51 และ 7.69 ตามลำดับ ส่วนคุณลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสสูตรที่มีอัตราส่วนของน้ำมะเม่า : น้ำสับปะรด:น้ำว่านกาบหอย ที่ 90:5:5 มีค่าสูงที่สุดคือ 7.69 เพราะฉะนั้นจากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่าอัตราส่วนของน้ำมะเม่า:น้ำสับปะรด:น้ำว่านกาบหอย ที่ 70:15:15 เป็นอัตราส่วนที่เหมาะสมนำไปผลิตเป็นน้ำผลไม้พร้อมดื่มมากที่สุด อีกทั้งพบว่าผู้ทดสอบชิมชอบน้ำผลไม้พร้อมดื่มที่มีอัตราส่วนของน้ำมะเม่า:น้ำสับปะรด:น้ำว่านกาบหอย เท่ากับ 70:15:15 ซึ่งสีของน้ำผลไม้พร้อมดื่มจะไม่ดำมากเกินไปเพราะมีน้ำมะเม่าในปริมาณที่ต่ำ มีกลิ่นหอมของสับปะรดที่พอเหมาะ รสชาติกลมกล่อม

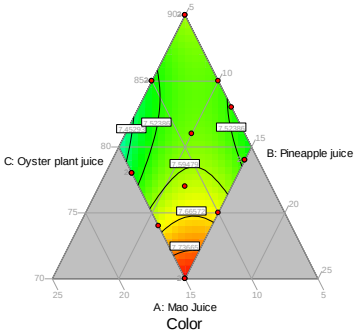
ตารางที่ 3 สัมประสิทธิ์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของค่าคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของน้ำผลไม้ผสมระหว่างน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอย

ค่าคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส	สัมประสิทธิ์ของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์							R^2
	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	$X_1X_2X_3$	
ลักษณะปรากฏ	0.0757	0.0897	0.0804	-	-	0.0053	-	0.3121
สี	0.0791	0.0326	0.0393	-	-	-	-	0.2030
กลิ่น	0.0791	0.0326	0.0393	-	-	-	-	-0.0833
รสชาติ	0.0752	0.0816	0.0721	-	-	-	-	-0.1049
เนื้อสัมผัส	0.0829	0.0477	0.3695	-	-0.0040	-	-	0.3423
การยอมรับรวม	0.0727	0.0941	0.0950	-	-	-	-	0.8857

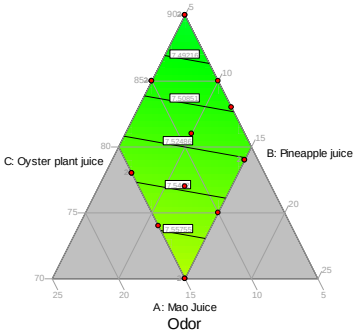
หมายเหตุ : เมื่อ X_1 = ปริมาณน้ำมะเม่า มีค่าระหว่างร้อยละ 70 – 90
X_2 = ปริมาณน้ำสับปะรด มีค่าระหว่างร้อยละ 5 – 15
X_3 = ปริมาณน้ำว่านกาบหอย มีค่าระหว่างร้อยละ 5 – 15



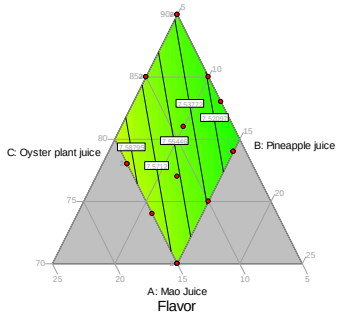
ภาพที่ 13 Ternary contour plot ของอิทธิพลของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอยที่มีต่อลักษณะปรากฏของน้ำผลไม้



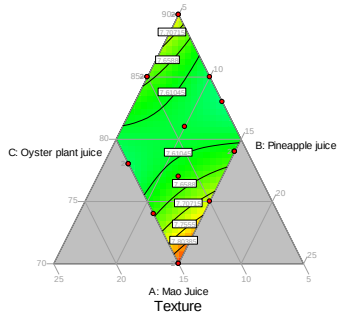
ภาพที่ 14 Ternary contour plot ของอิทธิพลของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอยที่มีต่อค่าสีของน้ำผลไม้



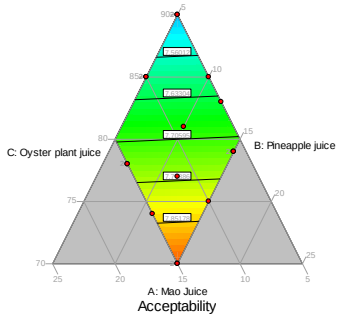
ภาพที่ 15 Ternary contour plot ของอิทธิพลของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอยที่มีต่อลักษณะกลิ่นของน้ำผลไม้



ภาพที่ 16 Ternary contour plot ของอิทธิพลของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอยที่มีต่อลักษณะรสชาติของน้ำผลไม้



ภาพที่ 17 Ternary contour plot ของอิทธิพลของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอยที่มีต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของน้ำผลไม้



ภาพที่ 18 Ternary contour plot ของอิทธิพลของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอยที่มีต่อการยอมรับรวมของน้ำผลไม้

ตารางที่ 4 สมการที่มีนัยสำคัญของคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำผลไม้พร้อมดื่มที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมะเม่า น้ำสับปะรด และน้ำว่านกาบหอย

สมการ	ความสัมพันธ์กับตัวแปร	R^2
ลักษณะปรากฏ	8.035A+7.780B+18.675C-3.708AB-16.974AC+18.389BC	0.9999
สี	7.841A+5.405B+9.853C-1.319AB-5.583AC+25.596BC	0.9996
กลิ่น	7.302A+7.776B-1.363C-1.806AB+10.393AC+20.152BC	0.9998
รสชาติ	7.467A+6.807B+9.097C+0.930AB-2.844AC+4.309BC	0.9997
เนื้อสัมผัส	7.873A+6.735B+5.634C-1.434AB+0.174AC+16.500BC	0.9998
การยอมรับรวม	7.859A+6.573B+6.474C-2.381AB-0.596AC+24.389BC	0.9998

หมายเหตุ : A แทนปริมาณน้ำมะเม่า B แทนปริมาณน้ำสับปะรด C แทนปริมาณน้ำว่านกาบหอย

สรุปผลการวิจัย

พบว่าน้ำผลไม้พร้อมดื่มที่ผู้บริโภคให้คะแนนคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสด้านการยอมรับรวมสูงที่สุด คือ อัตราส่วนของน้ำมะเม่า น้ำสับปะรดและน้ำว่านกาบหอยเท่ากับ 70:15:15 ดังนั้นน้ำผลไม้สูตรนี้จึงเหมาะนำไปพัฒนาต่อไป อีกทั้งสีของน้ำผลไม้พร้อมดื่มที่ผลิตได้จะไม่ดำมากเกินไปเพราะมีน้ำมะเม่าในปริมาณที่ต่ำ มีกลิ่นหอมของสับปะรดที่พอเหมาะ รสชาติกลมกล่อม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ ด้วยงบประมาณประจำปี 2556

เอกสารอ้างอิง

พรประภา ชุนถนอม และ สุกัญญา สายธิ. (2555). ผลของภาชนะบรรจุและการเก็บรักษาต่อคุณค่าทางโภชนาการของน้ำเม่าผสมน้ำสับปะรด. **ว. วิทย. มข.,** 39(4), 630-638.

AOAC. (1990). **Official methods of analysis**. 15th Ed. Washington, DC: Association of Official Agricultural Chemists.

Bakker, J., & Timberlake, C. F. (1997). Isolation, identification, and characterization of new color-stable anthocyanins occurring in some red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** 45, 35–43.

Chandra, A., Rana, J., & Li, Y. (2001). Separation, identification, quantification, and method validation of anthocyanins in botanical supplement raw materials by HPLC and HPLC-MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** 49, 3515–3521.

Durst, R. W., & Wrolstad, R. E. (2001). **Unit F1.3.1-13. Separation and characterization of anthocyanins by HPLC. In R. E. Wrolstad (Ed.),** Current Protocols in Food Analytical Chemistry. New York: Wiley.

Francis, F. J. (1989). Food colorants: Anthocyanins. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition,** 28, 273–314.

Garzon, G. A., & Wrolstad, R. E. (2002). Comparison of the stability of pelargonidin based anthocyanins in strawberry juice and concentrate. **Journal of Food Science,** 67, 1288–1299.

Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (1996). Radish anthocyanin extract as a natural red colorant for maraschino cherries. **Journal of Food Science,** 61, 688–694.

Landon, S. (2007). Fruit juice. **Food Australia,** 59(11), 533-538.

Lee, J., Durst, R.W. and Wrolstad, R.E. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. **J. AOAC Intl,** 88(5), 1269-1278.

Sapers, G .M. (1993). Browning of foods: control by sulfites an antioxidants, and other means. **Food Technology,** 47(1), 75-84.

การทดแทนเนื้อปลานิลจากแมลงสะดิ้งในการทำน้ำพริกนรก
Replacement of meat mango fish by ground cricket in spicy chili dips (Nam Phrik Narok)

อรนุช สีหามาลา[1]* หนูเดือน สาระบุตร[1] พรประภา ชุนถนอม[2] และ ศุภชัย ภูลายดอก[1]
[1]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์
[2]คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
*corresponding author e-mail: oranut_si@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกจากแมลงสะดิ้ง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้แมลงสะดิ้งทดแทนเนื้อปลานิล อัตราส่วนของเนื้อปลานิลแห้งต่อแมลงสะดิ้งแห้งคือร้อยละ 100:0 (สูตรควบคุม), 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 พบว่าอัตราส่วนของเนื้อปลานิลแห้ง:แมลงสะดิ้งที่เหมาะสมในการทำน้ำพริกนรก คือ 75:25 โดยมีคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม เท่ากับ 7.07±0.06, 6.95±0.32, 7.35±0.12, 6.43±0.06, 6.55±0.03, และ 6.88±0.12 ตามลำดับ ปริมาณโปรตีนและไขมันมีค่าเท่ากับร้อยละ 34.3±0.2 และ 6.4±0.1 ตามลำดับ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 7.95x10 cfu/กรัม ตรวจไม่พบยีสต์และรา นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำพริกนรกที่ทดแทนเนื้อปลานิลจากแมลงสะดิ้งทุกตัวอย่างมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และราเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำพริกป่นแห้ง

คำสำคัญ : แมลงสะดิ้ง น้ำพริกนรก ปลานิล

Abstract

The objective of this research was to study opportunity for used ground cricket replacement meat mango fish in spicy chili dips (Nam Phrik Narak) and varied the proportion of dried meat mango fish and dried ground cricket from 100:0 (control), 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100 percentages. The result revealed that the ground cricket used for meat mango fish replacement at 25:75 percentages was not significantly difference ($p>0.05$) with the control and exhibited that the most accepted formulation. The consumer preference for appearance, color, texture, flavor and overall acceptability was rated in the “good acceptability” level. The protein content, lipid content and total aerobic plate count were 34.3±0.2%, 6.4±0.1% and 7.95x10 cfu/g, respectively for the ratio of ground cricket and meat mango fish at 25:75 in spicy chili dips. None of the samples were contaminated with yeast and mold. However total aerobic plate count and yeast and mold were in the permission level of count for spicy chili dips.

keywords : ground cricket, Nam Phrik Narak, meat mango fish

บทนำ

แมลงนิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศกำลังพัฒนา (De Foliart, 1992; Ramos-Elorduy et al., 2011) เช่น เอเชีย แอฟริกา อเมริกากลาง และอเมริกาใต้ แมลงสามารถหาได้ตามธรรมชาติ สามารถแก้ปัญหาการขาดแคลนอาหาร พบได้ทุกฤดูกาล มีหลากหลาย เป็นแหล่งที่สำคัญของโปรตีนราคาถูก (DeFoliart GR., 1999). เนื่องจากสามารถหาแมลงได้จากแหล่งธรรมชาติโดยไม่ต้องซื้อ สามารถทำอาหารได้หลายรูปแบบ โดยอาจรับประทานโดยตรง เช่น สด คั่ว ทอด อบ ต้ม หรือเป็นส่วนประกอบอาหาร เช่น ไข่เจียวใส่ไข่มดแดง น้ำพริก บางครั้งการบริโภคแมลงไม่ได้เกี่ยวข้องกับความยากจนเสมอไป แต่เกี่ยวข้องกับวัฒนธรรม มีความพึงพอใจในรสชาติและความชอบส่วนตัว ปัจจุบันความนิยมรับประทานแมลงได้แพร่หลายไปทั่วโลก มีแมลงที่บริโภคได้มากกว่า 1,500 ชนิด (MacEvilly, 2000) แมลงยังเป็นแหล่งที่สำคัญของโปรตีน ไขมัน (Bednarova et al., 2013, 2014; Bhulaidok et al., 2010; Raksakantong et al., 2010; Sihamala et al., 2010)

ปริมาณของกรดไขมันไม่อิ่มตัว (unsaturated fatty acid) จากแมลงจะคล้ายคลึงกับสัตว์ปีกและปลา แต่แมลงบางชนิดจะมีปริมาณของกรดไขมันที่มีพันธะคู่หลายตำแหน่ง (polyunsaturated fatty acid) มากกว่าที่พบในสัตว์ปีกและปลา (De Foliart G.R., 1991) อีกทั้งแมลงยังอุดมไปด้วยวิตามินและแร่ธาตุโดยเฉพาะอย่างยิ่งเหล็กและสังกะสี (Akinnawo and Ketiku, 2000) นอกจากการใช้แมลงเป็นอาหารของมนุษย์แล้วแมลงยังถูกนำมาผลิตเป็นอาหารสัตว์ (De Foliart G.R., 1989) แมลงสะดิ้ง (ground cricket) เป็นชื่อเรียกจิ้งหรีดขาวตัวเล็ก ซึ่งเป็นภาษาท้องถิ่นของชาวอีสาน มีต้นทุนในการเลี้ยงต่ำ ใช้พื้นที่น้อย มีวงจรชีวิตสั้น เลี้ยงง่าย โตเร็ว ตลาดมีความต้องการสูง คนอีสานนิยมรับประทานเป็นอาหารว่าง ปัจจุบันมีการส่งเสริมให้เลี้ยงเป็นสัตว์เศรษฐกิจ สำหรับการบริโภคแมลงสะดิ้งของคนอีสานน่าจะเกิดจากภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สืบทอดกันมาอย่างยาวนาน (สุปราณี, 2550) อีกทั้งใช้ทดแทนโปรตีนจากสัตว์ที่มีราคาแพง เนื่องจากแมลงสามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น ไม่ต้องซื้อ และแมลงสะดิ้งยังสามารถเพิ่มรายได้ สามารถเลี้ยงเพื่อจำหน่ายเป็นอาชีพเสริม (สิริวัฒน์ และคณะ, 2555; ทัศนีย์, 2543, 2555) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้แมลงสะดิ้งทดแทนเนื้อปลานิลในการทำน้ำพริกนรก เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับแมลงที่บริโภคได้ เพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกร ใช้เป็นแนวทางในการผลิตอาหารในเชิงอุตสาหกรรมและเป็นอีกทางเลือกให้กับผู้บริโภค

วิธีดำเนินงานวิจัย

การเตรียมวัตถุดิบ ปลานิล นำไปต้มที่อุณหภูมิน้ำเดือด 3 นาที ตัดแต่งเอาแต่เนื้อ แมลงสะดิ้ง นำไปเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หอมแดง กระเทียม ปอกเปลือก เอาแต่ส่วนที่บริโภคได้ ล้างให้สะอาด หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ พริกแห้งเม็ดใหญ่และพริกขี้หนูแห้ง นำมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นนำวัตถุดิบแต่ละอย่างไปปั่นด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร (blender) ความเร็วหมายเลข 2 นาน 2 นาที นำวัตถุดิบแต่ละชนิดไปทำให้แห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง (Drum Dryer) ที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส จนตัวอย่างแห้งดี จากนั้นนำวัตถุดิบแต่ละชนิดไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นผสมอาหาร (blender) ความเร็วหมายเลข 2 นาน 2 นาที จะได้วัตถุดิบที่พร้อมนำไปทำการทดลองต่อไป

การแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s multiple rang test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 17 ศึกษาอัตราส่วนของแมลงสะดิ้ง:ปลานิลในการทำน้ำพริกนรก ดังนี้ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 (สูตรควบคุม) สำหรับปัจจัยอื่น ๆ จะกำหนดให้คงที่ทุกการทดลอง ได้แก่ กระเทียมร้อยละ 50 หอมแดงร้อยละ 50 พริกแห้งเม็ดใหญ่ร้อยละ 14.28 พริกขี้หนูแห้งร้อยละ 14.28 เกลือร้อยละ 4.28 โดยน้ำหนักของปลานิลและแมลงสะดิ้งรวมกัน จากนั้นนำวัตถุดิบแต่ละชนิดที่เตรียมแล้วมาผสมรวมกันตามอัตราส่วนโดยใช้เครื่องผสมอาหาร หัวรูปใบไม้ ความเร็วหมายเลข 1 เวลา 3 นาที จนส่วนผสมเป็นเนื้อเดียว จะได้น้ำพริกนรกจากแมลงสะดิ้ง นำน้ำพริกนรกจากแมลงสะดิ้งไปทำการทดสอบคุณภาพทางเคมี กายภาพและการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสต่อไป

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพ

นำผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมีและกายภาพได้แก่ค่าสี L* a* b* ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab ปริมาณน้ำอิสระที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ด้วยเครื่อง Water Activity ปริมาณไขมันด้วยเครื่อง Soxhlet extraction ค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH-meter และปริมาณโปรตีน ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า (AOAC, 1990)

การวิเคราะห์ประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

น้ำพริกนรกจากแมลงสะดิ้งจะถูกนำมาให้ผู้ทดสอบชิมทดสอบความชอบทางด้านประสาทสัมผัสพร้อมกับแตงกวาหั่นเป็นแว่น ใช้แบบประเมินคุณภาพทางประสาทแบบ Hedonic scale scoring ทั้งหมด 9 ระดับ (1 คือไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 คือชอบมากที่สุด) ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 25 คน

การวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ นำผลิตภัณฑ์มาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ และรา (AOAC, 1990) โดย มผช.130/2546 กำหนดว่าผลิตภัณฑ์ต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^4$ cfu/g ยีสต์ และราต้องไม่เกิน 10 cfu/g

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกจากแมลงสะดิ้ง (ตารางที่ 1) พบว่าความชื้นจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 3.1-5.4 โดยมีปริมาณความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของอาหารแห้ง โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ของน้ำพริกป่นแห้ง (มผช.130/2546) ซึ่งกำหนดค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก จากการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของแมลงสะดิ้งป่นแห้งพบว่าผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกจะมีปริมาณความชื้นเพิ่มมากขึ้น สำหรับปริมาณโปรตีนน้ำพริกนรกที่ผลิตได้จะมีปริมาณโปรตีนอยู่ระหว่าง 23.3±0.1-36.0±0.1 พบว่าจะตรงกันข้ามกับปริมาณความชื้นคือถ้าเพิ่มปริมาณแมลงสะดิ้งป่นแห้งผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกจะมีปริมาณโปรตีนลดลง ($p \leq 0.05$) อาจจะเนื่องจากว่าแมลงสะดิ้งที่นำมาทำการทดลองนั้น นำมาทำแห้งทั้งตัวซึ่งจะทำให้มีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าปลานิลแห้งซึ่งนำแต่เนื้อปลาล้วน ๆ มาทำแห้ง สำหรับปริมาณไขมันพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแมลงสะดิ้งปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่สูตรที่ 3, 4 และ 5 ปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่น้ำพริกนรกที่ผลิตได้ก็ยังถือว่ามีปริมาณโปรตีนและไขมันค่อนข้างสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ระบุว่าแมลงเป็นแหล่งของโปรตีน และไขมันที่สำคัญ (Bednarova et al., 2013, 2014; Bhulaidok et al., 2010; Raksakantong et al., 2010; Sihamala et al., 2010) ปริมาณเถ้าพบว่าผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกสูตรควบคุมมีปริมาณเถ้ามากที่สุด ส่วนสูตรที่มีแมลงสะดิ้งป่นแห้งมากที่สุดจะมีปริมาณเถ้าน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) สำหรับปริมาณคาร์โบไฮเดรทจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 51.3-63.4 ส่วนค่า a_w มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน นำพริกป่นแห้ง (มผช.130/2546) กำหนดให้มีค่า a_w ไม่เกิน 0.6 พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกทุกสูตรมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 ซึ่งเป็นไปตามที่มาตรฐานของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนด ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างพบว่าผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 5.80-5.96

ตารางที่ 1 คุณภาพทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกจากแมลงสะดิ้ง

สิ่งทดลองที่	อัตราส่วนของเนื้อปลานิลแห้ง: แมลงสะดิ้งแห้ง	คุณลักษณะทางด้านเคมีของผลิตภัณฑ์น้ำพริกจากแมลงสะดิ้ง						
		ความชื้น (% of wet basis)	โปรตีน (% of dry basis)	ไขมัน (% of dry basis)	เถ้า (% of dry basis)	คาร์โบไฮเดรท (% of dry basis)	a_W	pH
1	100:0 (ควบคุม)	3.1±0.1^{e}	36.0±0.1^{a}	5.9±0.2^{c}	6.8±0.1^{a}	51.3±0.3^{e}	0.48±0.1^{c}	5.96±0.1^{a}
2	75:25	3.6±0.1^{c}	34.3±0.2^{b}	6.4±0.1^{b}	6.1±0.1^{c}	53.2±0.3^{d}	0.47±0.1^{c}	5.92±0.1^{a}
3	50:50	3.4±0.1^{d}	29.6±0.1^{c}	7.0±0.1^{a}	6.4±0.1^{b}	57.0±0.1^{c}	0.48±0.1^{c}	5.83±0.1^{b}
4	25:75	4.2±0.1^{b}	28.0±0.1^{d}	7.0±0.1^{a}	6.5±0.1^{b}	58.5±0.1^{b}	0.50±0.1^{b}	5.80±0.1^{b}
5	0:100	5.4±0.1^{a}	23.3±0.1^{e}	7.3±0.2^{a}	6.0±0.1^{c}	63.4±0.1^{a}	0.54±0.1^{a}	5.85±0.1^{b}

หมายเหตุ :
- ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าสัดส่วนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD)
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันแสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางด้านกายภาพของน้ำพริกนรกจากแมลงสะดิ้งด้านค่าสี L* a* b* (ตาราง 2) พบว่าค่าสี L* มีค่าเป็นบวก (ความสว่าง) มีค่าอยู่ระหว่าง 54.0-59.1 ค่าสี a* เป็นบวก (ค่าสีแดง) มีค่าอยู่ระหว่าง 8.7-10.5 ค่าสี b* เป็นบวก (ค่าสีเหลือง) มีค่าอยู่ระหว่าง 18.2-22.0 โดยถ้าเพิ่มปริมาณแมลงสะดิ้งป่นแห้งผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกจะมีค่าความสว่าง ค่าสีแดงและค่าสีเหลืองลดลง เนื่องจากแมลงสะดิ้งเมื่อป่นแห้งทั้งตัวจะมีสีเข้มมากกว่าเนื้อปลานิล แต่เนื้อปลานิลป่นแห้งสีจะออกเหลืองมากกว่าแมลงสะดิ้งป่นแห้ง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีของอาหารภายหลังการผ่านความร้อนสูงจากการทำแห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้ง เป็นการถนอมอาหารโดยการนำความร้อน อาจทำให้สีของอาหารมีสีเข้มมากกว่าการถนอมอาหารวิธีอื่นซึ่งใช้ความร้อนต่ำ (นิธิยา, 2544) จึงทำให้สีของน้ำพริกนรกที่ผลิตได้มีสีค่อนข้างเข้ม

ตารางที่ 2 คุณภาพทางด้านค่าสี L* a* b* ของผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกจากแมลงสะดิ้ง

สิ่งทดลองที่	อัตราส่วนของเนื้อปลานิลแห้ง:แมลงสะดิ้งแห้ง	ค่าสี		
		L*	a*	b*
1	100:0 (ควบคุม)	59.1±0.1^{a}	10.5±0.1^{a}	22.0±0.1^{a}
2	75:25	57.9±0.2^{b}	9.8±0.1^{b}	19.8±0.2^{b}
3	50:50	57.0±0.2^{c}	9.3±0.1^{c}	18.7±0.4^{c}
4	25:75	55.1±0.4^{d}	8.8±0.3^{d}	18.4±0.4^{c}
5	0:100	54.0±0.4^{e}	8.7±0.2^{d}	18.2±0.2^{c}

หมายเหตุ :
- ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าสัดส่วนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD)
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันแสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \le 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT

ผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำพริกนรกจากแมลงสะดิ้ง ดังตารางที่ 3 พบว่าคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ สี และกลิ่น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \le 0.05$) โดยคุณลักษณะทางด้านลักษณะปรากฏ ด้านสี และกลิ่น พบว่าสิ่งทดลองที่ 1–3 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สำหรับคุณลักษณะทางด้านรสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับรวม พบว่าทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) จากผลการทดลองอธิบายได้ว่าปริมาณของแมลงสะดิ้งแห้งที่เพิ่มขึ้นไม่ได้ทำให้รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมแตกต่างจากสูตรควบคุมอาจเนื่องจากว่าแมลงสะดิ้งมีรสจืด ลักษณะเนื้อสัมผัสหลังจากทำแห้งจะคล้ายเนื้อปลานิลแห้ง จึงทำให้ผู้ทดสอบชิมไม่พบความแตกต่าง แต่ลักษณะด้านกลิ่นจะตรงกันข้ามคือเมื่อเพิ่มปริมาณแมลงสะดิ้งแห้งมากขึ้นคะแนนความชอบด้านกลิ่นจะลดลงอาจเนื่องจากว่าแมลงสะดิ้งมีกลิ่นเฉพาะตัว จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าแมลงสะดิ้งสามารถนำมาทดแทนเนื้อปลานิลแห้งในการทำน้ำพริกนรก ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับที่ดี ดังนั้นการส่งเสริมการเพาะเลี้ยงแมลงสะดิ้งให้มากขึ้น ก็จะทำให้ต้นทุนในการผลิตแมลงสะดิ้งลดลง หาซื้อได้ง่าย ราคาถูก สร้างงาน สร้างรายได้ให้กับเกษตรกร เป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่นิยมรับประทานน้ำพริก และชอบความแปลกใหม่ ทั้งยังส่งเสริมธุรกิจการเลี้ยงแมลงให้มีความยั่งยืน (ทัศนีย์, 2555)

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสของน้ำพริกนรกจากแมลงสะดิ้ง

สิ่งทดลองที่	อัตราส่วนของเนื้อปลานิลแห้ง:แมลงสะดิ้งแห้ง	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ลักษณะเนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
1	100:0 (ควบคุม)	7.19±0.11^{a}	7.03±0.02^{a}	7.27±0.21^{ab}	6.51±0.12	6.60±0.02	6.93±0.13
2	75:25	7.07±0.06^{a}	6.95±0.32^{a}	7.35±0.12^{a}	6.43±0.06	6.55±0.03	6.88±0.12
3	50:50	7.05±0.01^{a}	6.84±0.13^{a}	7.01±0.06^{abc}	6.28±0.11	6.65±0.21	6.89±0.01
4	25:75	6.85±0.03^{ab}	6.93±0.05^{a}	6.83±0.11^{bc}	6.40±0.08	6.61±0.11	6.75±0.09
5	0:100	6.52±0.21^{b}	6.37±0.12^{b}	6.59±0.13^{c}	6.13±0.09	6.36±0.12	6.55±0.08

หมายเหตุ :
- ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าสัดส่วนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD)
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันแสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \le 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเชื้อจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกจากแมลงสะดิ้ง พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด มีค่าอยู่ระหว่าง 7.73x10 - 8.02x10 cfu/g โดยมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำพริกป่นแห้ง (มผช.130/2546) กำหนดว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1x104 cfu/g จากผลการทดลองแสดงว่าผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกจากแมลงสะดิ้งมีความปลอดภัยเนื่องจากมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่กำหนด สำหรับปริมาณเชื้อยีสต์และราตามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของน้ำพริกป่นแห้ง (มผช.130/2546) กำหนดว่าปริมาณเชื้อยีสต์และราต้องไม่เกิน 10 cfu/g จาก

ผลการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกจากแมลงสะดิ้งตรวจไม่พบเชื้อยีสต์และรา เพราะฉะนั้นจึงมั่นใจในความสะอาดของผลิตภัณฑ์น้ำพริกนรกจากแมลงสะดิ้งได้ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำพริกนรกจากแมลงสะดิ้ง

สิ่งทดลองที่	อัตราส่วนของเนื้อปลานิลแห้ง:แมลงสะดิ้งแห้ง	จุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g)	เชื้อยีสต์และรา (cfu/g)
1	100:0 (ควบคุม)	$7.97x10^{ab}$	ND
2	75:25	$7.95x10^{ab}$	ND
3	50:50	$7.73x10^{c}$	ND
4	25:75	$7.88x10^{b}$	ND
5	0:100	$8.02x10^{a}$	ND

หมายเหตุ : – ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าสัดส่วนเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean±SD); ND = Not Detected
– ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกันแสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ DMRT

สรุปผลการวิจัย

อัตราส่วนของเนื้อปลานิลแห้ง : แมลงสะดิ้งแห้ง เท่ากับ 75:25 เป็นสูตรที่เหมาะสมในการทำน้ำพริกนรกจากแมลงสะดิ้ง โดยพบว่าคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับน้ำพริกนรกที่ทำจากเนื้อปลานิลแห้งล้วน อีกทั้งยังมีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ ด้วยงบประมาณประจำปี 2556

เอกสารอ้างอิง

ทัศนีย์ แจ่มจรรยา ชาญชัย ถาวรอนุกูลกิจ วิโรจน์ ขลิบสุวรรณ และ ปิยพงศ์ โทธุโย. (2543). การเลี้ยงจิ้งหรีดทองคำเพื่อการค้า. **วารสารแก่นเกษตร**, 28, 55-57.

ทัศนีย์ แจ่มจรรยา. (2555). ความยั่งยืนของธุรกิจแมลงกินได้. **วารสารแก่นเกษตร,** 40, 203-206.

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2544). **หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น.** โอเดียนสโตร์: กรุงเทพฯ.

สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ รัทนา ทาปา และ สิทธิพงษ์ วงศ์วิลาศ. (2555). แมลงกินได้ ทางเลือกในภาวะเกิดภัยพิบัติ. **วารสารราชบัณฑิตยสถาน,** 37(1), 125-139.

สุปาณี เลี้ยงพรพรรณ. (2550). การบริโภคแมลงส่งผลต่อมนุษย์อย่างไร. **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ,** 10(2), 1-11.

Akinnawo O., & Ketiku A.O. (2000). Chemical composition and fatty acid profile of edible larva of Cirina forda (Westwood). **Afr. J. Biomed. Res.,** 3, 93–96

AOAC. (1990). **Official methods of analysis.** 15th Ed. Washington, DC : Association of Official Agricultural Chemists.

Bednarova, M., Borkovcova, M., Mlcek, J., Rop, O., & Zeman, L., (2013). Edible insects – species suitable for entomophagy under condition of Czech Republic. **Acta Univ. Agric. Silvic. Mendel. Brun.,** 61, 3, 587–593.

Bednarova, M., Borkovcova, M., & Komprda, T. (2014). Purine derivate content and amino acid profile in larval stages of three edible insects. **J. Sci. Food Agric.,** 94, 71–76.

Bhulaidok, S., Sihamala, O., Shen, LR., & Li, D. (2010). Nutritional and fatty acid profiles of sun-dried edible black ants (*Polyrhachis vicina* Roger). **Maejo International Journal of Science and Technology,** 4(01), 101-112.

De Foliart G.R. (1989). The Human used of insects as food and feed. Bull. **Entomol. Soc. Am.,** 35, 22–35.

De Foliart G.R. (1991). Insect fatty acids: similar to those or poultry and fish in their degree of unsaturation but higher in the polyunsaturates. **Food Insects. Newsl**. 4, 1–4.

De Foliart G.R. (1992). Insects as human food. **Crop Prot.,** 11, 395–399.

DeFoliart GR. (1999). Insects as food: Why the western attitude is important. **Annu. Rev. Entomol.,** 44, 21-50.

MacEvilly C. (2000). Bugs in the system. **Nutr. Bull.,** 25, 267–268.

Ramos-Elorduy, J., Moreno, J.M.P., Vázquez, A.I., Landero, I., Oliva-Rivera, H., & Camacho, V.H.M. (2011). Edible Lepidoptera in Mexico: Geographic distribution, ethnicity, economic and nutritional importance for rural people. **J. Ethnobiol. Ethnomed.** 7, 1–22.

Raksakantong, P., Meeso, N., Kubola J., & Siriamornpun S. (2010). Fatty acids and proximate composition of eight Thai edible terricolous insects. **Food Res. Int.,** 43, 350–355.

Sihamala, O., Bhulaidok, S., Shen LR., & Li, D. (2010). Lipids and Fatty Acid Composition of Dried Edible Red and Black Ants. **Agricultural Sciences in China**, 9(7), 1072-1077.

การใช้ข้าวพองจากปลายข้าวหอมมะลิแดงหักในขนมช็อกโกแลตบอล
Use of puffed broken red jasmine rice in chocolate ball confectionary

รุจิรัศม์ มุตธิกุล* และ ดวงจันทร์ วงศ์ชมพู
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร
*corresponding author e-mail: ruchirus@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาขนมหวานที่ใช้วัตถุดิบเศษเหลือจากการผลิตของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งปลายข้าวหอมมะลิแดงสุกที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส พบว่าที่เวลา 100 นาที ปลายข้าวมีปริมาณความชื้นร้อยละ 11.86 และมีอัตราการพองตัวสูงสุด เท่ากับ 2.31 ศึกษาปริมาณแบะแซที่เหมาะสม ในการผลิตขนมหวานรูปทรงกลม ที่มีส่วนผสมของปลายข้าวพอง เศษขนุนทอด เศษเม็ดมะม่วงหิมพานต์อบ และน้ำตาล พบว่าปริมาณแบะแซที่เหมาะสมคือ 45 กรัม ขนมมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 7.75 7.30 9.53 6.91 2.15 และ 66.33 ตามลำดับ นำขนมมาเคลือบช็อกโกแลตแล้วนำไปทดสอบผู้บริโภค 200 คน ผู้บริโภคร้อยละ 81 มีความชอบขนมเคลือบช็อกโกแลตเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง โดยผู้บริโภคมีความสนใจที่จะซื้อขนมร้อยละ 52 และให้ข้อเสนอแนะว่าควรเพิ่มความหวานของขนมให้มากขึ้น

คำสำคัญ : ข้าวพองจากปลายข้าวหอมมะลิแดงหัก การทำแห้ง ขนมช็อกโกแลตบอล

Abstract

The objective of this study was to develop confectionary by using of by-product from the housewives community enterprise of Bung Ta Ke, Chachoengsao province. Optimized drying time of gelatinized broken red jasmine rice at 70 °c was investigated. The results showed that the optimize drying time were 100 minutes, moisture content of gelatinized broken rice was 11.86% and maximum puff ratio was 2.31. Optimize value of glucose syrup that produced confectionary ball from puffed broken rice, crush fried jackfruit, broken baked cashew nuts and sugar was investigated. The result showed that the optimized glucose syrup value was 45 gram. The moisture, protein, lipid, crude fiber, ash and carbohydrate contents of confectionary were 7.75, 7.30, 9.53, 6.91, 2.15 and 66.33%, respectively. Chocolate coated ball confectionary were tested by 200 consumers. 81% of consumers liked chocolate ball confectionary in slightly level to moderately level. 52% of consumers were interested to buy chocolate ball confectionary. They suggested that chocolate ball confectionary should increase the sweetness.

keywords : puffed broken red jasmine rice, drying, chocolate ball confectionary

บทนำ

วิสาหกิจชุมชนกลุ่มแม่บ้านเกษตรกรบ้านบึงตะเข้ ตำบลคู้ยายหมี อำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทราเกิดจากการรวมกลุ่มของเกษตรกรที่ผลิตข้าวขายมีจุดเด่นคือผลิตข้าวกล้องและเป็นข้าวอินทรีย์ ได้แก่ ข้าวกล้องหอมมะลิ ข้าวหอมนิล ข้าวหอมมะลิแดง โดยกลุ่มมีโรงสีข้าวขนาด 2 ตัน สีข้าวให้กับสมาชิก พร้อมกับจัดจำหน่ายข้าวด้วย ส่วนปลายข้าวที่เป็นผลพลอยได้จากการสีข้าวนั้นกลุ่มจำหน่ายให้เกษตรกรในพื้นที่นำไปเลี้ยงสัตว์ในราคากิโลกรัมละ 12 บาท ในขณะเดียวกันกลุ่มก็ซื้อขนุนแก่จัดมาสไลด์เป็นแผ่นบางแล้วนำมาทอดให้กรอบ บรรจุถุงจำหน่ายให้ร้านค้าและโรงเรียนในพื้นที่ ขนุนทอดกรอบ

เป็นผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปที่จำหน่ายได้สูงสุดของกลุ่ม การสไลด์ขนุนนั้นเดิมใช้แรงงานคนซึ่งมีข้อดีคือปริมาณผลผลิตสูง การสูญเสียน้อยแต่มีข้อเสียคือใช้เวลานาน คนทำงานไม่ทัน เมื่อเก็บขนุนไว้อีก 1 วันขนุนสุกเกินไปเมื่อทอดขนุนจะไหม้และไม่กรอบ ต้นทุนค่าแรงสูง กลุ่มจึงต้องใช้เครื่องสไลด์เนื่องจากทำงานได้รวดเร็ว แต่มีเศษขนุนที่เกิดจากการสไลด์ปนอยู่จำนวนมาก เมื่อทอดแล้วเศษขนุนทอดเหล่านี้จำหน่ายไม่ได้ ต้องทิ้งไป ผู้วิจัยจึงได้คิดนำปลายข้าวซึ่งขายได้ราคาต่ำมาผลิตเป็นข้าวพอง โดยได้ศึกษาระยะเวลาการทำแห้งที่ทำให้ปลายข้าวสุกมีอัตราการพองตัวสูงสุด แล้วนำไปผลิตขนมหวานที่มีเศษขนุนทอด เศษเม็ดมะม่วงหิมพานต์อบเป็นส่วนผสม ใช้น้ำตาลและแบะแซเคี่ยวให้เหนียวผสมให้ส่วนผสมเกาะตัวกันแล้วขึ้นรูปเป็นทรงกลม โดยได้ศึกษาปริมาณแบะแซที่เหมาะสมเพื่อให้ขนมเกาะตัวกันดีและมีความชื้นไม่สูงเกินไปจนทำให้ขนมไม่กรอบ นำขนม Treatment ที่ดีที่สุดมาเคลือบช็อกโกแลตแล้วนำไปทดสอบผู้บริโภค 200 คน เก็บข้อมูลเพื่อให้กลุ่มทราบแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งปลายข้าวหอมมะลิแดงสุก

หุงปลายข้าวในอัตราส่วนน้ำ : ข้าวเท่ากับ 2 : 1 นำมาทำแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างทุก 20 นาทีเป็นเวลา 180 นาที มาวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น (AOAC., 2000) นำไปทอดที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วินาที วัดอัตราการพองตัว (วิลาสินี, 2554) และเลือกเวลาการทำแห้งที่มีอัตราการพองตัวสูงสุด

2. ศึกษาปริมาณแบะแซที่เหมาะสมในการผลิตขนมหวาน

ใช้แบะแซ 35 40 45 และ 50 กรัม เป็น Treatment ที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ ผสมกับน้ำตาล 70 กรัม น้ำ 30 กรัม เคี่ยวให้เดือด ผสมเศษขนุนทอด 150 กรัม ข้าวพอง 100 กรัม เศษเม็ดมะม่วงหิมพานต์อบ 100 กรัม คลุกเคล้าให้เข้ากันอัดส่วนผสมลงพิมพ์รูปทรงกลมเคาะออกจากพิมพ์ใส่ถาดพักให้ขนมเย็น 10 นาที วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำขนมมาวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (AOAC., 2000) ค่า water activity (AQUA LAB รุ่น CX–3TE, USA) วัดค่าสี L* a* และ b* (Minolta CR-10, Japan) และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้วิธี Hedonic scale 9 point (เพ็ญขวัญ, 2556) ประเมินความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส การเกาะตัว ความกรอบ และความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คน วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of Variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Duncan’s New Multiple Range Test (DMRT) นำขนม Treatment ที่ดีที่สุดมาวิเคราะห์ ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตโดยวิธีการคำนวณ (AOAC., 2000)

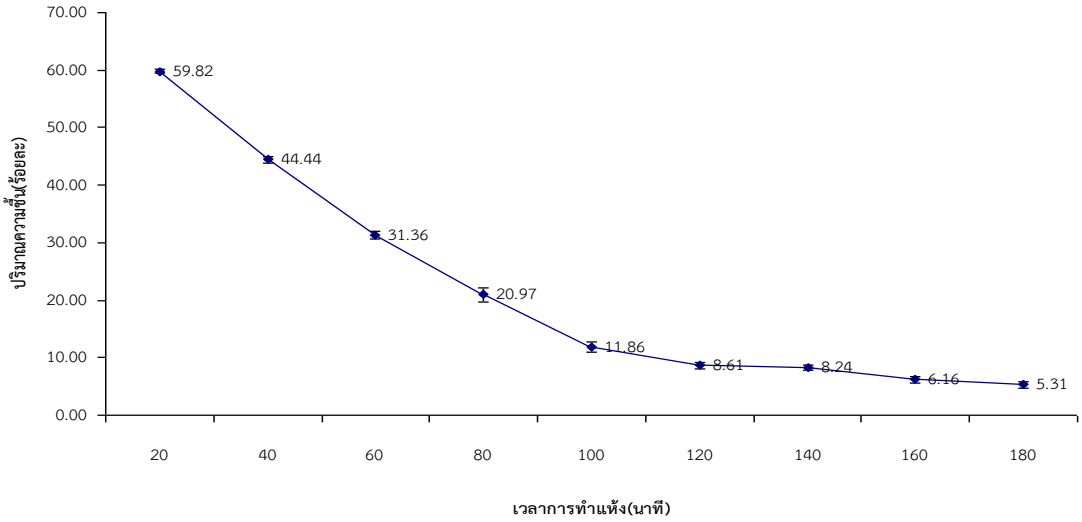
3. การทดสอบผู้บริโภค

นำขนม Treatment ที่ดีที่สุดจากข้อ 2 มาเคลือบช็อกโกแลตแล้วนำไปทดสอบผู้บริโภค 200 คนสอบถามข้อมูลทางด้านลักษณะทางประชากรศาสตร์ พฤติกรรมการบริโภค และความชอบที่มีต่อขนมช็อกโกแลตบอล (ไพโรจน์, 2545)

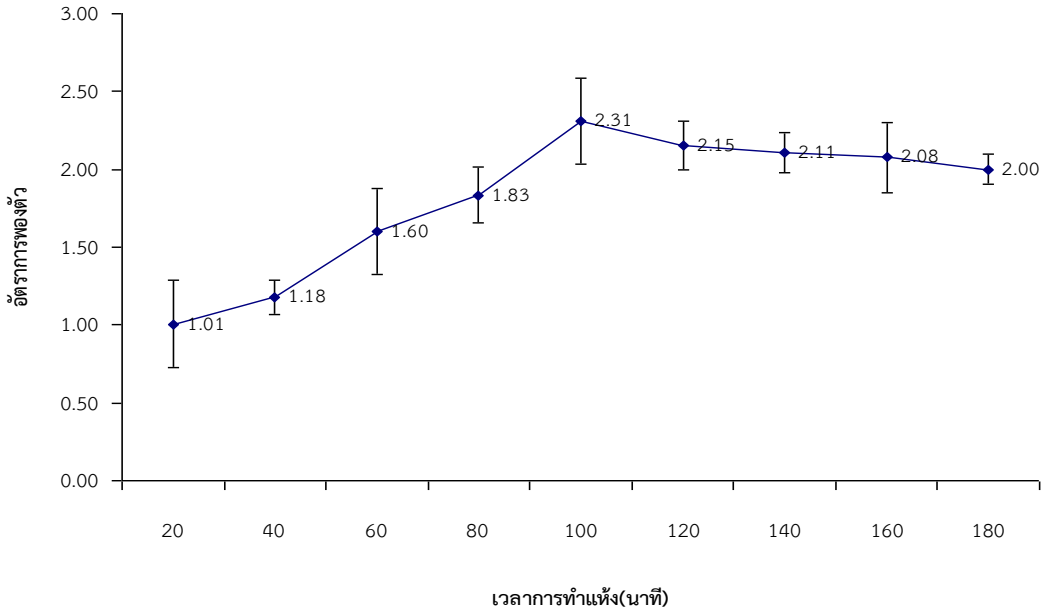
ผลการวิจัย

1. ระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งปลายข้าวหอมมะลิแดงสุก

พบว่าเมื่อเวลาการทำแห้งเพิ่มขึ้น ปริมาณความชื้นของปลายข้าวหอมมะลิแดงสุกลดลงดังภาพที่ 1 ในขณะที่อัตราการพองตัวของปลายข้าวหลังทอดจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาการทำแห้งเพิ่มขึ้นจนมีอัตราการพองตัวสูงสุดเท่ากับ 2.31 ที่เวลาการทำแห้ง 100 นาที จากนั้นอัตราการพองตัวจะลดลงดังภาพที่ 2 โดยปริมาณความชื้นที่เหมาะสมต่อการพองตัวของปลายข้าวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 11.86 จึงเลือกเวลาการทำแห้ง 100 นาทีผลิตข้าวพองเพื่อศึกษาต่อไป



ภาพที่ 1 ปริมาณความชื้นของปลายข้าวหอมมะลิแดงสุกทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 180 นาที



ภาพที่ 2 อัตราการพองตัวของปลายข้าวหอมมะลิแดงสุกทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 180 นาที

2. ปริมาณแบะแซที่เหมาะสมในการผลิตขนมหวาน

เมื่อปริมาณแบะแซเพิ่มขึ้นขนมมีปริมาณความชื้น ค่า water activity ค่าสี a* และ b* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่าสี L* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณความชื้น ค่า water activity ค่าสี L* a* และ b* ของขนมที่ใช้แบะแซปริมาณต่างๆ

ปริมาณแบะแซ (กรัม)	ความชื้น (ร้อยละ)	ค่า water activity	ค่าสี L*	ค่าสี a*	ค่าสี b*
35	$7.11^{c} \pm 0.14$	$0.522^{b} \pm 0.004$	$45.60^{a} \pm 0.89$	$6.68^{b} \pm 0.42$	$9.38^{b} \pm 0.22$
40	$7.42^{b} \pm 0.09$	$0.523^{b} \pm 0.003$	$45.53^{a} \pm 0.80$	$7.00^{ab} \pm 0.30$	$9.61^{ab} \pm 0.41$
45	$7.75^{a} \pm 0.05$	$0.546^{a} \pm 0.001$	$44.61^{ab} \pm 0.22$	$7.18^{ab} \pm 0.33$	$9.93^{ab} \pm 0.21$
50	$7.93^{a} \pm 0.19$	$0.552^{a} \pm 0.004$	$44.17^{b} \pm 0.96$	$7.42^{a} \pm 0.11$	$10.05^{a} \pm 0.13$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าปริมาณแบะแซไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ($p>0.05$) แต่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านการเกาะตัว ความกรอบ และความชอบรวม เมื่อปริมาณแบะแซเพิ่มขึ้น ขนมมีคะแนนความชอบด้านการเกาะตัวเพิ่มขึ้น ในขณะที่คะแนนความชอบด้านความกรอบนั้นเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณแบะแซเพิ่มขึ้นแต่ลดลงเมื่อมีปริมาณมากเกินไป ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมที่ใช้แบะแซปริมาณต่างๆ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ปริมาณแบะแซ (กรัม)			
	35	40	45	50
ลักษณะปรากฏ^{ns}	7.30 ± 0.95	7.07 ± 0.94	7.20 ± 0.80	7.27 ± 0.98
สี^{ns}	7.17 ± 0.79	7.20 ± 0.71	7.17 ± 0.79	7.30 ± 0.98
กลิ่นรส^{ns}	6.90 ± 1.02	7.07 ± 0.82	7.23 ± 0.72	6.93 ± 1.01
การเกาะตัว	$6.40^{b} \pm 1.00$	$6.57^{b} \pm 0.85$	$7.00^{a} \pm 1.08$	$7.13^{a} \pm 0.68$
ความกรอบ	$6.27^{b} \pm 1.01$	$6.87^{a} \pm 0.86$	$6.79^{a} \pm 1.14$	$6.67^{ab} \pm 0.88$
ความชอบรวม	$6.73^{b} \pm 0.90$	$6.90^{ab} \pm 0.92$	$7.23^{a} \pm 1.04$	$7.23^{a} \pm 0.67$

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยในแนวนอนตัวอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
ns หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

เมื่อพิจารณาค่าคุณภาพต่างๆในตารางที่ 1 และ 2 จึงสรุปได้ว่าการใช้แบะแซ 45 กรัมเหมาะสมที่สุด เมื่อนำขนม Treatment นี้ไปวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีพบว่าขนมมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรตโดยวิธีการคำนวณเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 7.75 7.30 9.53 6.91 2.15 และ 66.33 ตามลำดับ

3. การทดสอบผู้บริโภค

ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชายร้อยละ 40 และเพศหญิงร้อยละ 60 ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 31–40 ปี การศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ 44.5 เป็นนักเรียน/นิสิต/นักศึกษา ร้อยละ 55.5 เป็นผู้ประกอบอาชีพต่างๆ ส่วนใหญ่มีรายได้อยู่ในช่วงต่ำกว่า 15,000 บาท จากผู้บริโภค 200 คนพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เคยรับประทานขนมกรุบกรอบเคลือบช็อกโกแลตคิดเป็นร้อยละ 98 และซื้อผลิตภัณฑ์รับประทาน 1–2 ครั้ง / เดือน คิดเป็นร้อยละ 36 ผู้บริโภคตัดสินใจเลือกซื้อขนมกรุบกรอบเคลือบช็อกโกแลตจากร้านสะดวกซื้อคิดเป็นร้อยละ 41.6 ผู้บริโภคร้อยละ 81 มีความชอบขนมเคลือบช็อกโกแลตเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง โดยผู้บริโภคมีความสนใจที่จะซื้อขนมร้อยละ 52 และให้ข้อเสนอแนะว่าควรเพิ่มความหวานของขนมให้มากขึ้น

อภิปรายผล

การศึกษาระยะเวลาการทำแห้งปลายข้าวหอมมะลิแดงสุกนั้นพบว่าปริมาณความชื้นลดลงอย่างรวดเร็วจนถึงเวลา 100 นาที หลังจากนั้นปริมาณความชื้นของปลายข้าวหอมมะลิแดงสุกจะค่อยๆ ลดลง ทั้งนี้เพราะมีความแตกต่างของความดันไอที่ผิวหน้าของอาหารกับความดันไอด้านในอาหารมากในช่วงต้น ความแตกต่างนี้ทำให้เกิดแรงดันเพื่อไล่น้ำออกจากอาหาร (วิไล, 2543) แต่หลังจาก 100 นาทีความแตกต่างนี้ลดลงจึงทำให้ความชื้นของปลายข้าวค่อยๆลดลง และที่เวลาการทำแห้ง 100 นาทีนี้ปลายข้าวมีความชื้นร้อยละ 11.86 และมีอัตราการพองตัวสูงสุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chinnaswamy and Bhattachaya (1983) ซึ่งรายงานว่าปริมาณความชื้นที่เหมาะสมแก่การพองตัวในการผลิตข้าวพองโดยวิธีการทอดในน้ำมันอยู่ในช่วงร้อยละ 8-14 และการทำแห้งในช่วง 20-80 นาที เมื่อใช้แบะแซเพิ่มขึ้นขนมมีปริมาณความชื้นและค่า water activity สูงขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องจากแบะแซมีคุณสมบัติในการดูดความชื้นมีลักษณะเหนียวและหนืด และเมื่อได้รับความร้อนจากการเคี่ยวอาจทำให้เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (สุวรรณา, 2543) จึงทำให้ขนมมีค่าสี L*ลดลง ค่าสี a*และค่าสี b*เพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณแบะแซเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามคุณสมบัติของแบะแซในด้านความเหนียวและการดูดความชื้นมีผลต่อคะแนนความชอบด้านการเกาะตัว ความกรอบของขนม โดยปริมาณแบะแซที่สูงขึ้นทำให้คะแนนความชอบด้านการเกาะตัวสูงขึ้น ความชื้นก็สูงขึ้นด้วยทำให้คะแนนความชอบด้านความกรอบลดลงจึงสรุปได้ว่าการใช้แบะแซ 45 กรัมเหมาะสมที่สุด เมื่อพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีของขนมจะเห็นว่าขนมมีปริมาณโปรตีนค่อนข้างสูงคือร้อยละ 7.3 เนื่องจากส่วนผสมของเม็ดมะม่วงหิมพานต์ ซึ่งมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 18.22 (กองโภชนาการ, 2531) ในขณะที่ปลายข้าวมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 6-12 (สถาบันวิจัยโภชนาการ, 2542) และขนุนมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 5.50 (นฤมล, 2550) จึงทำให้เป็นขนมที่มีคุณค่าทางโภชนาการเหมาะกับผู้ต้องการโปรตีนและพลังงานในการเติบโต อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาข้อมูลจากการทดสอบผู้บริโภคที่ต้องการให้ขนมมีความหวานเพิ่มขึ้นก็อาจใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาขนมเช่นการใช้สารให้ความหวานกลุ่มที่ไม่ให้พลังงานสำหรับผู้ต้องการควบคุมปริมาณน้ำตาลและพลังงานต่อไป

สรุปผลการวิจัย

ระยะเวลาที่เหมาะสมในการทำแห้งปลายข้าวหอมมะลิแดงสุกที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสคือ 100 นาที ปลายข้าวมีอัตราการพองตัวสูงสุดเท่ากับ 2.31 การใช้แบะแซเหมาะสมที่สุดคือ 45 กรัม ผสมกับน้ำตาล 70 กรัม น้ำ 30 กรัม ใช้เศษขนุนทอด 150 กรัม ข้าวพอง 100 กรัม เศษเม็ดมะม่วงหิมพานต์อบ 100 กรัม ผสมเป็นขนม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ผู้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

กองโภชนาการ. 2531. **คุณค่าทางโภชนาการของเม็ดมะม่วงหิมพานต์**. [ออนไลน์]. เข้าถึงข้อมูลได้จาก http://www.greenerald.com.

นฤมล มานิพพาน. 2550. **การเพาะปลูกและขยายพันธุ์ขนุน.** สำนักพิมพ์ ส่งเสริมอาชีพธุรกิจเพชรกะรัต : กรุงเทพมหานคร.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. 2556. **การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและการยอมรับของผู้บริโภค.** พิมพ์ครั้งที่ 2 วิสต้า อินเตอร์ปริ้นท์, กรุงเทพมหานคร.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2545. **การประเมินทางประสาทสัมผัส.** ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิลาสินี ดีปัญญา. 2554. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชน อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์**. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

วิไล รังสาดทอง. 2543. **เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร.** (พิมพ์ครั้งที่ 1) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น : กรุงเทพมหานคร.

สถาบันวิจัยโภชนาการ. 2542. **Thai Food Composition Table**. มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพมหานคร.

สุวรรณา สุภิมารส. 2543. **เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพมหานคร.

A.O.A.C. 2000. **Official Method of Analysis.** 15th ed. The Association of Official Analycial. Chemists, Arlington, Verginia. 1985 p.

Chinnaswamy,R., and Bhattacharya, K.R. 1983. **Studies on Expanded Rice**. Optimum Processing Conditions. Journal of Food Science. 48: 1604-1608.

กลุ่มสาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและวิศวกรรม

การตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งทางถนนระหว่างประเทศไทย- เวียดนาม ในมุมมองของผู้ผลิตสินค้าอิเล็กทรอนิกส์

Decision making for selecting the freight route between thailand-vietnam: electronic manufacturing viewpoint

ธนากร จันทรศรีชา* และ วรพจน์ มีถม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ
*corresponding author e-mail : tanakorn_4015@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งสินค้าทางถนนระหว่างประเทศที่เหมาะสมที่สุดภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจ โดยพิจารณาเส้นทางจากจุดเริ่มต้นที่กรุงเทพมหานครประเทศไทย ไปยัง 3 เมืองเศรษฐกิจหลักในสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม ได้แก่ นครด่าหนัง กรุงฮานอย และนครโฮจิมินห์ โดยทำการประเมินเส้นทางการขนส่งผ่านระบบการตัดสินใจ ซึ่งมีการถ่วงน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจแต่ละเกณฑ์ผ่านกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) จากนั้นประยุกต์ใช้ทฤษฎีการหาคำตอบของไดค์สตราคำนวณหาเส้นทางการขนส่งสินค้าที่เหมาะสม ผลการวิจัยที่ได้รับคือ เส้นทางค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้าที่น้อยที่สุด พร้อมทั้งเวลาในการเดินทางขนส่งสินค้าที่น้อยที่สุด และระดับความเสี่ยงของเส้นทางขนส่งสินค้าที่ต่ำที่สุด

คำสำคัญ : กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ ไดค์สตราอัลกอริทึม การเลือกเส้นทางการขนส่ง

Abstract

This research’s purpose was to support the decision making of international route by considering starting point from Bangkok to three main big cities in Vietnam including Da Nang, Hanoi and Ho Chi Min. Where evaluated transit through the decision-making under the weighted decision criteria. Each tactic criteria from Analytic Hierarchy Process; AHP was performed. Then the application of theory of Dijkstra Algorithm was calculate to find the suitable route. The obtained results showed that the route shipping costs were minimal. The freight travel time was minimal and risk of the freight was also the lowest.

keywords : analytic hierarchy process, decision support system, dijkstra algorithm, path selection

บทนำ

งานวิจัยครั้งนี้จะประเมินการตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งทางบกระหว่างประเทศไทยกับประเทศสาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนามโดยใช้เครื่องมือ คือ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process; AHP) เพื่อช่วยในการให้น้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ที่พิจารณา โดยจะมีการสร้างรูปแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Model) สมการการตัดสินใจคำนวณผลลัพธ์แต่ละเส้นทางใช้ทฤษฎีกราฟเพื่อหาระยะทางที่สั้นที่สุด (Shortest Path หรือ Shortest Route) ในการเชื่อมจุดแต่ละจุดบนระนาบที่เลือกผ่านทางโปรแกรมไมโครซอฟท์ออฟฟิศเอ็กเซล โดยมีการกำหนดเงื่อนไขการตัดสินใจด้านต้นทุนการขนส่ง เวลาในการขนส่งและความเสี่ยงของเส้นทาง เพื่อตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสมสำหรับสินค้าประเภทชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ในแง่ของผู้ผลิต จากการศึกษาข้อมูลการส่งสินค้าระหว่างไทยกับเวียดนามพบว่าการขนส่งสินค้า 1 ตู้คอนเทรนเนอร์ ขนาด 20 ฟุต จากกรุงเทพฯ ไปนครด่าหนัง ค่าใช้จ่าย ประมาณ 1,370 ดอลลาร์สหรัฐ หรือประมาณ 44,000 บาท ใช้เวลาประมาณ 3 วัน จากกรุงเทพฯ ไปกรุงฮานอย มีค่าใช้จ่าย 2500 ดอลลาร์สหรัฐ หรือประมาณ 80,000 บาท ใช้เวลาประมาณ 3 วัน จากกรุงเทพฯ ไปนครโฮจิมินห์ ค่าใช้จ่าย ประมาณ 580 ดอลลาร์สหรัฐ หรือประมาณ 18,560 บาท ใช้เวลาประมาณ 2 วัน (วรพจน์ มีถม และอรรถกร เก่งพล, 2552) ซึ่งหากได้เส้นทางที่เหมาะสมในการทำการค้าระหว่างประเทศ จะเป็นผลดีโดยตรงต่อผู้ประกอบธุรกิจที่จะสามารถทำให้การขนส่งมีประสิทธิภาพ ภาพรวมจะกระตุ้นการส่งออกและการนำเข้าได้มากยิ่งขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพด้านโลจิสติกส์ของประเทศไทยสูงขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการเลือกเส้นทางการขนส่งสินค้ามักจะพบปัจจัยหลักๆ อยู่ 2 ปัจจัยด้วยกัน คือ ปัจจัยด้านต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในการขนส่งสินค้ากับปัจจัยด้านเวลาในการขนส่งสินค้า และปัจจัยทั้ง 2 ปัจจัย ยังสรุปไม่ได้ว่าปัจจัยใดสำคัญกว่ากัน จะสรุปตามความเหมาะสมของสินค้าหรือบริการนั้นๆ ตัวอย่างเช่น สินค้าที่เน่าเสียได้ทางผู้ขนส่งก็จะคำนึงถึงเวลาที่เดินทางเป็นปัจจัยสำคัญ อีกปัจจัยหนึ่งที่งานวิจัยนี้นำมาพิจารณาคือ ปัจจัยด้านความเสี่ยงสำหรับเส้นทางการขนส่งสินค้า ซึ่งคาดว่าน่าจะมีผลต่อการตัดสินใจเลือกเส้นทางการขนส่งสินค้า

ระบบการตัดสินใจ ถูกสร้างขึ้นมามีเพื่อเลือกเส้นทางการขนส่งระหว่างไทยกับเวียดนาม ภายใต้เกณฑ์ตัดสินใจเชิงปริมาณ คือ ต้นทุนในการขนส่งและเวลาที่ใช้ในการขนส่ง และปัจจัยเชิงคุณภาพ คือ ความเสี่ยงของเส้นทางด้านต่างๆ โดยองค์ประกอบระบบการตัดสินใจนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 คือ ส่วนของฐานข้อมูลของระบบการตัดสินใจ ซึ่งจะประกอบไปด้วย ข้อมูลของปัจจัยเชิงปริมาณ คือ ต้นทุนและเวลาในการขนส่งแต่ละเส้นทาง และปัจจัยเชิงคุณภาพ คือ ความเสี่ยงของเส้นทางการขนส่งแต่ละเส้นทาง

การสร้างโครงข่ายการเดินทางโดยกำหนดโหนดการเดินทางเริ่มต้นโหนดแรกที่กรุงเทพมหานครและกำหนดปลายทางมี 3 เมืองเศรษฐกิจในเวียดนาม คือ นครด่าหนัง กรุงฮานอย และนครโฮจิมินห์ เป็นโหนดเป้าหมาย โดยจะเขียนเป็นโครงข่ายการเดินทางเป็น 3 โครงข่าย การเก็บข้อมูลของเส้นทางการ ขนส่งสินค้าทางถนนระหว่างไทยไปเวียดนามจะแบ่งส่วนการเก็บเป็น 3 ส่วนข้อมูล คือ เส้นทางการขนส่งสินค้าจากกรุงเทพฯ ไปนครดาหนัง แสดงในตารางที่ 1 ส่วน เส้นทางการขนส่งสินค้าจากกรุงเทพฯ ไปกรุงฮานอย แสดงในตารางที่ 2 และเส้นทางการขนส่งสินค้าจากกรุงเทพฯ ไปนครโฮจิมินห์ แสดงในตารางที่ 3 ทั้งหมดจะทำการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณคือ ต้นทุนในการขนส่งสินค้าของเส้นทางระหว่างโหนด เวลาในการเดินทางระหว่างโหนด และข้อมูลเชิงคุณภาพ คือ ความเสี่ยงของเส้นทางการขนส่งสินค้า

ตารางที่ 1 ข้อมูลเส้นทางการขนส่งสินค้ากรุงเทพฯ-นครด่าหนัง

เมืองต้นทาง	เมืองปลายทาง	ต้นทุน (บาท)	เวลา (นาที)	ความเสี่ยง (ระดับ)
กทม.	สระบุรี	5127	77	4
กทม.	กบินทร์บุรี	6484	140	4
สระบุรี	นครราชสีมา	6761	111	9
กบินทร์บุรี	นครราชสีมา	5403	109	6
กบินทร์บุรี	สระแก้ว	1441	30	6
นครราชสีมา	ขอนแก่น	7080	142	9
นครราชสีมา	บุรีรัมย์	5763	103	4
สระแก้ว	บุรีรัมย์	9219	186	4
สระแก้ว	อุบลราชธานี	13711	359	4
ขอนแก่น	กาฬสินธุ์	3259	64	4
บุรีรัมย์	ยโสธร	8486	143	4
บุรีรัมย์	อุบลราชธานี	6840	178	4
กาฬสินธุ์	มุกดาหาร	5045	134	4
ยโสธร	มุกดาหาร	5128	87	4
ยโสธร	อุบลราชธานี	3132	82	6
อุบลราชธานี	ปากเซ	3841	99	16
มุกดาหาร	สะหวันนะเขต	885	18	16
สะหวันนะเขต	ปากเซ	7150	185	9
สะหวันนะเขต	ดงฮา	14489	256	9
สะหวันนะเขต	สามัคคีไชย	12133	315	9
ปากเซ	สามัคคีไชย	6374	168	9
สามัคคีไชย	ด่าหนัง	10703	357	9
ดงฮา	ด่าหนัง	4868	181	9

ตารางที่ 2 ข้อมูลเส้นทางการขนส่งสินค้ากรุงเทพฯ-กรุงฮานอย

เมืองต้นทาง	เมืองปลายทาง	ต้นทุน (บาท)	เวลา (นาที)	ความเสี่ยง (ระดับ)
กทม.	สระบุรี	5127	77	4
กทม.	กบินทร์บุรี	6484	140	4
สระบุรี	นครราชสีมา	6761	111	9
กบินทร์บุรี	สระแก้ว	1441	30	6
กบินทร์บุรี	นครราชสีมา	5403	109	6
นครราชสีมา	ขอนแก่น	7080	142	9
นครราชสีมา	บุรีรัมย์	5763	103	4
สระแก้ว	บุรีรัมย์	9219	186	4
ขอนแก่น	อุดรธานี	5264	88	4
ขอนแก่น	กาฬสินธุ์	3259	64	4
บุรีรัมย์	ยโสธร	8486	143	4
อุดรธานี	หนองคาย	2877	53	4
อุดรธานี	นครพนม	11235	185	4
กาฬสินธุ์	มุกดาหาร	6590	134	4
กาฬสินธุ์	นครพนม	10772	173	4
ยโสธร	มุกดาหาร	5128	87	4
หนองคาย	เวียงจันทน์	1144	28	20
นครพนม	ท่าแขก	191	28	20
มุกดาหาร	สะหวันนะเขต	885	18	20
เวียงจันทน์	หลวงพระบาง	15383	268	9
เวียงจันทน์	ปากซัน	6761	119	9
ท่าแขก	สะหวันนะเขต	6035	107	9
ท่าแขก	วิงห์	14913	289	9
ท่าแขก	ด่านน้ำพาว-ก่าวแจว	10926	158	9
หลวงพระบาง	เมืองไชย	9683	168	9
ปากซัน	ด่านน้ำพาว-ก่าวแจว	10430	169	9
เมืองไชย	เตี๋ยนเบียนฟู	9529	198	16
ด่านน้ำพาว-ก่าวแจว	วิงห์	4574	108	9
สะหวันนะเขต	ด่านสะหวัน-ลาวบ๋าว	10845	181	9
ด่านสะหวัน-ลาวบ๋าว	ดงฮา	3644	75	9
เตี๋ยนเบียนฟู	ฮานอย	21727	451	16
วิงห์	ฮานอย	13568	284	9
ดงฮา	วิงห์	13432	300	9

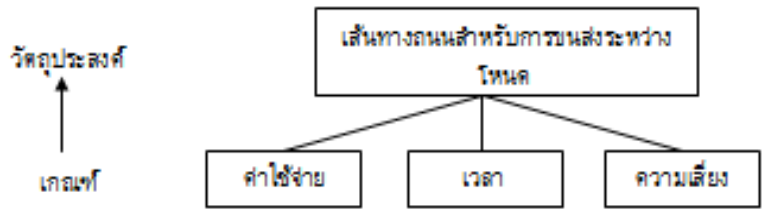
ตารางที่ 3 ข้อมูลเส้นทางการขนส่งสินค้ากรุงเทพฯ-นครโฮจิมินห์

เมืองต้นทาง	เมืองปลายทาง	ต้นทุน (บาท)	เวลา (นาที)	ความเสี่ยง (ระดับ)
กทม.	นครนายก	2539	86	4
กทม.	ฉะเชิงเทรา	1404	42	4
กทม.	ชลบุรี	1691	55	6
นครนายก	กบินทร์บุรี	1521	58	4
ฉะเชิงเทรา	อ.แกลง (ระยอง)	2739	89	4
ชลบุรี	อ.แกลง (ระยอง)	2948	107	4
กบินทร์บุรี	สระแก้ว	831	30	6
อ.แกลง (ระยอง)	จันทบุรี	1430	49	4
สระแก้ว	จันทบุรี	3385	115	4

ตารางที่ 3 ข้อมูลเส้นทางการขนส่งสินค้ากรุงเทพฯ-นครโฮจิมินห์ (ต่อ)

เมืองต้นทาง	เมืองปลายทาง	ต้นทุน (บาท)	เวลา (นาที)	ความเสี่ยง (ระดับ)
สระแก้ว	ปอยเปต	1283	48	6
จันทบุรี	ตราด	1508	53	6
ตราด	เกาะกง	3074	133	6
ปอยเปต	เสียมราฐ	3161	122	12
ปอยเปต	พระตะบอง	2744	99	12
เกาะกง	กำปอต	4993	190	9
เกาะกง	พนมเปญ	6245	237	9
เสียมราฐ	กำปงจาม	5473	214	16
พระตะบอง	พนมเปญ	6342	272	16
กำปอต	พนมเปญ	3207	127	16
กำปงจาม	ไตนิง	2736	125	16
กำปงจาม	พนมเปญ	2829	124	16
พนมเปญ	สวายเรียง	2694	126	16
สวายเรียง	โฮจิมินห์	2185	111	9
ไตนิง	โฮจิมินห์	1932	104	16

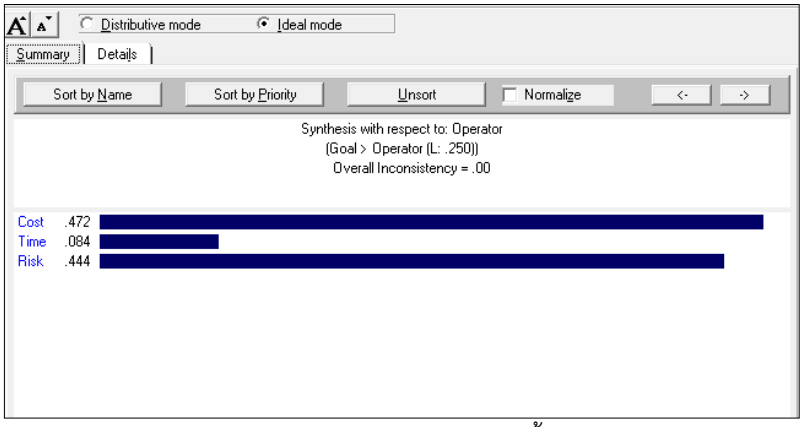
ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของการกำหนดความสำคัญของปัจจัยเชิงปริมาณและปัจจัยเชิงคุณภาพ ผู้ตัดสินใจสามารถกำหนดน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ในการตัดสินใจ แต่ละปัจจัยได้ตามสถานการณ์ และความพึงพอใจของผู้ตัดสินใจ เนื่องจากองค์กรแต่ละองค์กรจะมีพื้นฐาน ตลอดจนในการขนส่งแต่ละครั้งเป็นสินค้าที่แตกต่างกัน จึงต้องกำหนดความสำคัญของปัจจัยแต่ละด้านต่างกัน โดยใช้การเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ ตามแนวทางกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) เป็นเครื่องมือที่นำมาปรับใช้ เพื่อส่งผ่านน้ำหนักความสำคัญที่ได้มีความน่าเชื่อถือในการตัดสินใจ โครงสร้างปัญหาของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ของการเลือกเส้นทางการขนส่งระหว่างโหนดต่อโหนด ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำปัจจัยการวิเคราะห์เส้นทางการขนส่งมา 3 ปัจจัย เป็นข้อมูลดังที่กล่าวมาในส่วนที่ 1 ในภาพที่ 1 แสดงกระบวนการลำดับเชิงวิเคราะห์เพื่อให้น้ำหนัก



ภาพที่ 1 โครงสร้างการจัดลำดับชั้น AHP ในการเลือกเส้นทาง

จุดเด่นของ AHP คือ น้ำหนักความสำคัญที่ได้จากการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ (Pairwise Comparison) ของ AHP สามารถยืนยันความสอดคล้องของการเปรียบเทียบความสำคัญ โดยอัตราส่วนความไม่สอดคล้อง (Consistency Ratio: C.R.) ซึ่งถูกกำหนดว่าควรน้อยกว่า 0.1 Saaty (1980) เพราะฉะนั้นผลลัพธ์ที่ได้จะทำให้ผู้ตัดสินใจมีความมั่นใจในน้ำหนักความสำคัญที่ได้จากเครื่องมือนี้ Kengpol (2008)

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลการสัมภาษณ์จากผู้ประกอบการเพื่อหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต้นทุนการเดินทาง ปัจจัยเวลาในการเดินทางและปัจจัยด้านความเสี่ยงของเส้นทาง แสดงในภาพที่ 2 โดยผู้ประกอบการมีความเห็นว่าปัจจัยด้านต้นทุนในการขนส่งสินค้ามีน้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ 0.472 ส่วนปัจจัยเวลาของการขนส่งสินค้ามีน้ำหนักความสำคัญ เท่ากับ 0.084 และปัจจัยด้านความเสี่ยงของเส้นทางการขนส่งสินค้า เท่ากับ 0.444



ภาพที่ 2 น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์

ส่วนที่ 3 เป็นส่วนที่ใช้ในการคำนวณหาเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสมกับข้อจำกัดของปัจจัยเชิงปริมาณ คือ ด้านต้นทุนการขนส่ง ด้านเวลาการขนส่ง และปัจจัยเชิงคุณภาพ คือ ความเสี่ยงในการขนส่งสินค้าของเส้นทางต่างๆ โดยใช้การประยุกต์ทฤษฎีการแก้ปัญหาแบบ Shortest Path Problem เป็นการแก้ปัญหาที่ต้องการหาเส้นทางสั้นสุดระหว่างโหนดเริ่มต้นถึงโหนดปลายทาง ภายในโครงข่ายเส้นทาง กล่าวคือในเส้นทางสั้นสุดนั้นจะมีผลรวมของน้ำหนักในเส้นเชื่อมหรือเส้นทาง แต่ละเส้นรวมกันแล้วน้อยที่สุดในบรรดาเส้นทางในโครงข่ายทั้งหมด ตัวอย่างปัญหานี้เช่นการหาวิธีเดินทางจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งในแผนที่ ในกรณีนี้ จุดยอดแทนด้วยสถานที่ต่างๆ ส่วนเส้นเชื่อมแทนด้วยถนนหรือเส้นทาง และน้ำหนักบนเส้นเชื่อมแทนด้วยเวลาหรือระยะทางในการเดินทางด้วยถนนหรือเส้นทางนั้นๆ

ทฤษฎีกราฟปัญหาวิถีสั้นสุด (Shortest Path Problem) มีการศึกษามาเป็นเวลานาน โดยวัตถุประสงค์หลักของปัญหาคือต้องการหาระยะทาง ระยะเวลา หรือค่าใช้จ่ายในการเดินทางที่น้อยที่สุดในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง [5] ซึ่งวิธีการหาคำตอบของปัญหาดังกล่าวนี้ในช่วงเริ่มต้นถูกนำเสนอมา 3 วิธี คือ Bellman , Dijkstra และ A* (Bellman, 1958; Hart & Nilsson et.al., 1968) ซึ่งทั้ง 3 วิธีเป็นที่นิยมและถูกนำมาดัดแปลงพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อหาคำตอบของปัญหาวิถีสั้นสุดที่มีเงื่อนไขและวัตถุประสงค์ของปัญหาที่หลากหลายออกไป

การประยุกต์ใช้ทฤษฎีไดค์สตรากับงานวิจัยนี้ คือ ปัจจัยของเกณฑ์การตัดสินใจทั้ง 3 ได้แก่ ต้นทุน เวลา และความเสี่ยงในการขนส่งทั้งหมดในการเดินทางผลที่ต้องการคือค่าต่ำสุดและปัจจัยทั้ง 3 จะมีน้ำหนักความสำคัญจากส่วนที่ 2 ที่กล่าวมาแล้วในขั้นตอนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ จากนั้นผู้วิจัยจึงการสร้างค่ารหัสเทียม (F) ขึ้นโดยสร้างจากน้ำหนักของปัจจัยทั้ง 3 คูณกับค่าร้อยละของแต่ละปัจจัยที่ได้จากสมการที่ 2,3 และ 4 เพื่อเป็นตัวเลขแทนค่าปัจจัยเกณฑ์การตัดสินใจทั้ง 3 ดังสมการที่ 1 ที่จะนำไปสร้างโครงข่ายการเดินทาง และใช้ทฤษฎีไดค์สตราเพื่อหาคำตอบในการเลือกเส้นทางที่มีค่ารหัสเทียมที่ต่ำที่สุดดังสมการ 5

$$F_n = (C_n \times W_c)+(T_n \times W_t)+(R_n \times W_r) \quad (1)$$

$$C_n = \left(\frac{C}{\sum_1^n c} \times 100\right) \quad (2)$$

$$T_n = \left(\frac{T}{\sum_1^n T} \times 100\right) \quad (3)$$

$$R_n = \left(\frac{R}{\sum_1^n R} \times 100\right) \quad (4)$$

$$\text{Minimize } F = \sum_{n=1}^{m} F_o \quad (5)$$

F_n คือ ค่าแทนปริมาณของปัจจัย

F_o คือ ค่าแทนปริมาณของปัจจัยในเส้นทางที่ถูกเลือก

C_n คือ ร้อยละของต้นทุนในเส้นทาง n ต่อค่าใช่จ่ายของทุกเส้นทาง

T_n คือ ร้อยละของเวลาในเส้นทาง n ต่อค่าใช่จ่ายของทุกเส้นทาง

R_n คือ ร้อยละของความเสี่ยงในเส้นทาง n ต่อความเสี่ยงของทุกเส้นทาง

W_c คือ น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการขนส่ง

W_t คือ น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยของเวลาที่ใช้ในการขนส่ง

W_r คือ น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยความเสี่ยงในการขนส่ง

F_o คือ ค่าแทนปริมาณของปัจจัยในเส้นทางที่เลือก

ตัวอย่างการคำนวณ

$$C_{\text{กรุงเทพฯ-สระบุรี}} = \left(\frac{5127}{254559} \times 100\right) = 2.014$$

$$T_{\text{กรุงเทพฯ-สระบุรี}} = \left(\frac{77}{4774} \times 100\right) = 1.613$$

$$R_{\text{กรุงเทพฯ-สระบุรี}} = \left(\frac{4}{278} \times 100\right) = 1.439$$

$$F_{\text{กรุงเทพฯ-สระบุรี}} = (2.014 \times 0.472) + (1.613 \times 0.084) + (1.439 \times 0.444)$$
$$= 1.725$$

เมื่อนำข้อมูลของเส้นทางและน้ำหนักความสำคัญ (F) เข้าระบบการคำนวณแบบไดค์สตราเพื่อหาค่าต่ำสุดของฟังก์ชั่นเส้นทางการขนส่งสินค้า โดยค่าของฟังก์ชันที่ได้จะเป็นค่าต่ำสุด ซึ่งจะเป็นเส้นทางที่เหมาะสมในการขนส่งสินค้าประเภทชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ภายใต้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยในมุมมองของผู้ประกอบการ

ผลการวิจัย

เส้นทางการขนส่งสินค้าที่เหมาะสมจากกรุงเทพฯ-นครดาหนัง คือ กรุงเทพฯ-กบินทร์บุรี- สระแก้ว-อุบลราชธานี-ปากเซ-สามัคคีไชย-นครด่าหนัง ดังแสดงผลการคำนวณในภาพที่ 3 จากโปรแกรมไมโครซอฟท์เอ็กเซลโซลเวอร์ เส้นทางการขนส่งสินค้ากรุงเทพฯ-กรุงฮานอย คือ กรุงเทพฯ-กบินทร์บุรี-นครราชสีมา-ขอนแก่น-กาฬสินธุ์-นครพนม-ท่าแขก-วิงห์-กรุงฮานอย ดังแสดงผลการคำนวณในภาพที่ 4 และเส้นทางการขนส่งสินค้ากรุงเทพฯ-นครโฮจิมินห์ คือ กรุงเทพฯ-ฉะเชิงเทรา-อ.แกลง (ระยอง)-จันทบุรี-ตราด-เกาะกง-พนมเปญ-สวายเรียง-นครโฮจิมินห์ ดังแสดงผลการคำนวณในภาพที่ 5

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
I4	สระบุรี On-Route	0.00	0.00
I5	กบินทร์บุรี On-Route	1.00	1.00
I6	นครราชสีมา On-Route	0.00	0.00
I7	นครราชสีมา On-Route	0.00	0.00
I8	สระแก้ว On-Route	1.00	1.00
I9	ขอนแก่น On-Route	0.00	0.00
I10	บุรีรัมย์ On-Route	0.00	0.00
I11	บุรีรัมย์ On-Route	0.00	0.00
I12	อุบลราชธานี On-Route	1.00	1.00
I13	กาฬสินธุ์ On-Route	0.00	0.00
I14	ยโสธร On-Route	0.00	0.00
I15	อุบลราชธานี On-Route	0.00	0.00
I16	มุกดาหาร On-Route	0.00	0.00
I17	มุกดาหาร On-Route	0.00	0.00
I18	อุบลราชธานี On-Route	0.00	0.00
I19	ปากเซ On-Route	1.00	1.00
I20	สะหวันนะเขต On-Route	0.00	0.00
I21	ปากเซ On-Route	0.00	0.00
I22	ดงฮา On-Route	0.00	0.00
I23	สามัคคีไชย On-Route	0.00	0.00
I24	สามัคคีไชย On-Route	1.00	1.00
I25	ด่าหนัง On-Route	1.00	1.00
I26	ด่าหนัง On-Route	0.00	0.00

ภาพที่ 3 ผลการคำนวณจากระบบการตัดสินใจเส้นทางกรุงเทพฯ-นครดาหนัง

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
I4	สระบุรี On-Route	1.00	0.00
I5	กบินทร์บุรี On-Route	0.00	1.00
I6	นครราชสีมา On-Route	1.00	0.00
I7	สระแก้ว On-Route	0.00	0.00
I8	นครราชสีมา On-Route	0.00	1.00
I9	ขอนแก่น On-Route	1.00	1.00
I10	บุรีรัมย์ On-Route	0.00	0.00
I11	บุรีรัมย์ On-Route	0.00	0.00
I12	อุดรธานี On-Route	0.00	0.00
I13	กาฬสินธุ์ On-Route	1.00	1.00
I14	ยโสธร On-Route	0.00	0.00
I15	หนองคาย On-Route	0.00	0.00
I16	นครพนม On-Route	0.00	0.00
I17	มุกดาหาร On-Route	0.00	0.00
I18	นครพนม On-Route	1.00	1.00
I19	มุกดาหาร On-Route	0.00	0.00
I20	เวียงจันทน์ On-Route	0.00	0.00
I21	ท่าแขก On-Route	1.00	1.00
I22	สะหวันนะเขต On-Route	0.00	0.00
I23	หลวงพระบาง On-Route	0.00	0.00
I24	ปากซัน On-Route	0.00	0.00
I25	สะหวันนะเขต On-Route	0.00	0.00
I26	วิงห์ On-Route	1.00	1.00
I27	ด่านน้ำพาว-ค่าวแจว On-Route	0.00	0.00
I28	เมืองไชย On-Route	0.00	0.00
I29	ด่านน้ำพาว-ค่าวแจว On-Route	0.00	0.00
I30	เดียนเบียนฟู On-Route	0.00	0.00
I31	วิงห์ On-Route	0.00	0.00
I32	ด่านสะหวัน-ลาวบ่าว On-Route	0.00	0.00
I33	ดงฮา On-Route	0.00	0.00
I34	ฮานอย On-Route	0.00	0.00
I35	ฮานอย On-Route	1.00	1.00
I36	วิงห์ On-Route	0.00	0.00

ภาพที่ 4 ผลการคำนวณจากระบบการตัดสินใจเส้นทางกรุงเทพฯ-กรุงฮานอย

Adjustable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value
I4	นครนายก On-Route	0.00	0.00
I5	ฉะเชิงเทรา On-Route	1.00	1.00
I6	ชลบุรี On-Route	0.00	0.00
I7	กบินทร์บุรี On-Route	0.00	0.00
I8	อ.แกลง (ระยอง) On-Route	1.00	1.00
I9	อ.แกลง (ระยอง) On-Route	0.00	0.00
I10	สระแก้ว On-Route	0.00	0.00
I11	จันทบุรี On-Route	1.00	1.00
I12	จันทบุรี On-Route	0.00	0.00
I13	ปอยเปต On-Route	0.00	0.00
I14	ตราด On-Route	1.00	1.00
I15	เกาะกง On-Route	1.00	1.00
I16	เสียมราฐ On-Route	0.00	0.00
I17	พระตะบอง On-Route	0.00	0.00
I18	กำปอต On-Route	0.00	0.00
I19	พนมเปญ On-Route	1.00	1.00
I20	กำปงจาม On-Route	0.00	0.00
I21	พนมเปญ On-Route	0.00	0.00
I22	พนมเปญ On-Route	0.00	0.00
I23	ไตนิง On-Route	0.00	0.00
I24	พนมเปญ On-Route	0.00	0.00
I25	สวายเรียง On-Route	1.00	1.00
I26	โฮจิมินห์ On-Route	1.00	1.00
I27	โฮจิมินห์ On-Route	0.00	0.00

ภาพที่ 5 ผลการคำนวณจากระบบการตัดสินใจเส้นทางกรุงเทพฯ-นครโฮจิมินห์

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาจากการจำลองระบบการตัดสินใจได้ผลสรุปว่าเส้นทางการขนส่งสินค้าทางถนนระหว่างกรุงเทพฯ ไปนครดาหนัง มีต้นทุนเท่ากับ 42,554 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 2 วัน 3 ชั่วโมง 13 นาที (รถบรรทุกวิ่งวันละ 8 ชั่วโมง) มีความเสี่ยงของเส้นทางเท่ากับ 29.63 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเส้นทางการขนส่งสินค้าทางถนนระหว่างกรุงเทพฯ ไปกรุงฮานอย มีต้นทุนเท่ากับ 61,670 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 2 วัน 4 ชั่วโมง 28 นาที มีความเสี่ยงของเส้นทางเท่ากับ 23.38 เปอร์เซ็นต์ และเส้นทางการขนส่งสินค้าทางถนนระหว่างกรุงเทพฯไปนครโฮจิมินห์ มีต้นทุนเท่ากับ 21,279 บาท ใช้เวลาในการขนส่ง 1 วัน 6 ชั่วโมง มีความเสี่ยงของเส้นทางเท่ากับ 26.24 เปอร์เซ็นต์

สรุปผลการวิจัย

จากผลการคำนวณจากระบบการตัดสินใจสามารถบอกได้ถึงเส้นทางที่เหมาะสมภายใต้ปัจจัยที่พิจารณาที่ถูกให้น้ำหนักความสำคัญมาแล้ว คือ จะต้องเป็นเส้นทางที่ต้นทุนในการขนส่งที่ต่ำที่สุดในขณะเดียวกันต้องใช้เวลาในการขนส่งที่ต่ำที่สุดและต้องมีความเสี่ยงของเส้นทางที่ต่ำที่สุดไปพร้อมๆกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่สนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ วณิชชากรพงศ์ และ ณกร อินทร์พยุง. (2556). **“A multi-objective reliable path finding with temporal-correlated link travel times.”** คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

วรพจน์ มีถม. (2553). **"การออกแบบระบบการตัดสินใจ เลือกระบบการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างไทยกับเวียดนาม."** วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

วรพจน์ มีถม และ อรรถกร เก่งพล. (2552). **“การออกแบบระบบการตัดสินใจ เลือกเส้นทางการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบระหว่างไทยกับเวียดนาม.”** ใน เอกสารประกอบการประชุมเสนอผลงานวิจัย ระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 14. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 23.

Bellman, R., (1958). On a routing problem. **Quarterly of Applied Mathematics,** 16(87–90).

Dijkstra, E.W., (1959). A note on two problems in connexion with graphs. **Numerische Mathematik, 1**(269–271).

Hart, P.E., Nilsson, N.J., Raphael, B., (1968). A formal basis for the heuristic determination of minimum cost paths. **IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics SSC4.** 4(2), 100–107.

Kengpol A. (2008). “Design of a decision support system to evaluate logistics distribution network in Greater Mekong Subregion Countries.” **International Journal of Production Economics.** 115: 388-399.

Saaty, T.L. (1980). **The Analytic Hierarchy Process**. Mc Graw Hill: New York.

การเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตข้อต่อเหล็กหล่อ กรณีศึกษาการผลิตขูดแกนไส้โมล
Productivity improvement in cast iron fitting: a case study of scratch core

ภิญญดา เรืองแรงสกุล* และ วรพจน์ มีถม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ
*corresponding author e-mail: rue.pinyada@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่เพื่อผลผลิตของการผลิตข้อต่อเหล็กหล่อในเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 จากเดิม เพื่อขยายกำลังการผลิตและรองรับความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มขึ้นในอนาคต ในปัจจุบันผลผลิตนี้ไม่สามารถผลิตได้ตรงตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ เนื่องจากขั้นตอนการขูดแกนไส้โมลใช้เวลาในการผลิตช้า จึงเกิดปัญหาคอขวด (Bottleneck) ทำให้ขั้นตอนอื่น ๆ ซึ่งทำการผลิตภายหลังขั้นตอนดังกล่าวต้องรอแกนไส้โมล เช่น การประกอบโมล การหล่อผลิตภัณฑ์ และตกแต่งผลิตภัณฑ์ ดังนั้นในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้วิธีการวิเคราะห์กระบวนการผลิตด้วยการศึกษาการทำงาน (Work Study) เพื่อการออกแบบและปรับปรุงกระบวนการทำงานให้ง่ายต่อการปฏิบัติงาน รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือในการทำงาน โดยคาดว่าจะทำให้กระบวนการผลิตข้อต่อเหล็กหล่อมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น และสามารถเป็นแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้

คำสำคัญ : การเพิ่มผลผลิต กระบวนการผลิตข้อต่อเหล็กหล่อ การศึกษาการทำงาน คอขวด

Abstract

This research aimed to increase productivity in cast iron fitting increase 5 percentage. In order to expand capacity and accommodate the needs of customers. At present, the process cannot be produced according to the target set. This process may take up to scratch core to slow the production and thus cause bottleneck make other steps after step, they must wait for core, such as assembling and decorating products, so the product to fix it. The researcher applied method of analyzing process with work study to design and improve process to be easy to perform. Including the application of tools to work. Expected to make production processes more effective in cast iron fitting and can be improved the production of other products with similar characteristic.

keywords : productivity improvement, cast iron fitting production, work study, bottleneck

บทนำ

อุตสาหกรรมเหล็กหล่อเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญกับทุกอุตสาหกรรม เช่นอุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมการเกษตร อุตสาหกรรมการผลิตเครื่องจักรกลเป็นต้น ปริมาณการผลิตรวมของอุตสาหกรรมนี้ เมื่อปี พ.ศ. 2554 ประมาณการอยู่ที่ 415,543 ตัน โดยมีมูลค่าเมื่อชิ้นงานหล่อผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปกว่า 50,000 ล้านบาท โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตข้อต่อเหล็กต่อจากแบบหล่อทรายยอดการผลิตเหล็กหล่อข้อต่อรุ่น Small Size ไม่สามารถผลิตได้ทันตามเป้าหมายที่โรงงานตั้งไว้ ซึ่งเป้าหมายการผลิตคือ 10,600 ชิ้นต่อวัน และเพื่อรองรับการขยายกำลังการผลิตให้ทันความต้องการของลูกค้าที่เพิ่มมากขึ้น พบว่าขั้นตอนขูดแกนไส้โมล เป็นขั้นตอนการทำหลังจากผลิตแกนไส้โมล เพราะการหล่อข้อต่อให้เกิดรูกลวงที่ชิ้นงาน จะต้องทำการวางแกนไส้โมลลงในแผ่นโมลที่เตรียม จากนั้นทำการเทน้ำเหล็กขั้นตอนขูดแกนไส้โมลจึงมีความสำคัญ เนื่องจากแกนไส้โมลที่ผลิตมาจะต้องนำมาขูดครีบและนำส่วนเกินออก ให้แกนไส้โมลมีผิวเรียบ เมื่อผ่านการหล่อข้อต่อจะมีผิวที่เรียบและเป็นรายละเอียดเฉพาะที่ลูกค้า จึงใช้ระยะเวลาการผลิตช้า ขั้นตอนหลังจากขูดแกนไส้โมลเกิดการรอเป็นคอขวด ขั้นตอนการทำงานระหว่างนี้จะต้องรอแกนไส้โมลเพื่อนำมาประกอบแล้วเทน้ำเหล็กให้ออกเป็นชิ้นงาน

วิธีดำเนินการวิจัย

ศึกษาความเป็นมาของปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโรงงาน จากการเก็บข้อมูลเฉลี่ยผลิตภัณฑ์ข้อต่อเหล็กหล่อระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม 2557 พบว่าจำนวนยอดการผลิตที่ผลิตในแต่ละเดือน ไม่สามารถผลิตได้ทันตามที่เป้าหมายกำหนดไว้ จึงเป็นปัญหาที่ต้องเร่งหาทางแก้ไข ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เป้าหมายการผลิตข้อต่อเหล็กหล่อ (หน่วย:ชิ้น)

เดือน	เป้าหมายการผลิต	ยอดการผลิต	ผลต่าง	ร้อยละของเป้าหมายการผลิต
พฤษภาคม	299,600	253,590	-46,010	84.64
มิถุนายน	225,900	202,280	-23,620	89.5
กรกฎาคม	243,700	223,884	-19,816	91.8
สิงหาคม	233,800	191,170	-42,630	81.7
กันยายน	254,600	213,880	-40,720	84
ตุลาคม	259,700	219,650	-40,050	84.5
เฉลี่ย	252,883	217,409	-35,474	85.97

จากข้อมูลตารางที่ 1 สามารถคำนวณข้อมูลเป้าหมายการผลิตเฉลี่ย 10,600 ชิ้นต่อวัน ยอดการผลิตได้เฉลี่ย 9,050 ชิ้นต่อวัน เมื่อคำนวณเป็นจำนวนเงินที่ไม่สามารถผลิตได้ทันตามเป้าหมายกำหนดได้ 32,720.50 บาทต่อวัน หรือ 785,292 บาทต่อเดือน คิดเป็นราคาเฉลี่ยต่อชิ้น เท่ากับ 21.11 บาท โดยทางผู้วิจัยจึงต้องการหาการแก้ไขให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้ทันตามเป้าหมายที่ตั้งไว้และลดมูลค่าของจำนวนเงินที่ไม่สามารถผลิตได้ทันตามเป้าหมาย

ตารางที่ 2 กำลังการผลิตผลิตภัณฑ์ข้อต่อเหล็กหล่อ Small Size (หน่วย:ชิ้น)

กระบวนการผลิต	จำนวนหน่วยที่ผลิตได้ต่อวัน		
	ผลิตต่อวัน (8ชั่วโมง)	ผลิตต่อวัน+ OT 3 ชัวโมง (11ชั่วโมง)	ผลิตต่อวัน+ OT 6 ชัวโมง (14 ชั่วโมง)
1.ผลิตแผ่นโมล	12,387	17,023	
2.ผลิตแกนไส้โมล	8,620	11,852	
3.ขูดแกนไส้โมล	5,728	7,876	10,240
4.ประกอบโมล	7,200	9,900	
5.เทน้ำเหล็ก	7,200	9,900	
6.แกะโมลชิ้นงาน	7,200	9,900	
7.ยิงทรายก่อนอบ	7,200	9,900	
8.อบ	7,200	9,900	
9.เจียรแต่งผิวชิ้นงาน	7,156	9,839	
10.เจียรตาน้ำ	7,149	9,829	
11.ยิงทรายก่อนชุบ	7,149	9,829	
12.ชุบสังกะสี	7,114	9,781	
13.ทำเกลียว	7,101	9,763	
14.ตรวจสอบขั้นตอนสุดท้าย	7,091	9,750	

จากตารางที่ 2 กำลังการผลิตผลิตภัณฑ์ข้อต่อเหล็กหล่อ Small Size พบว่ากระบวนการขูดแกนไส้โมล ผลิตได้น้อยที่สุด เมื่อเทียบกับกระบวนการอื่นๆ ถ้าต้องการให้กระบวนการขูดแกนไส้โมล สามารถผลิตให้ทันตามเป้าหมายที่ทางโรงงานกำหนด จะต้องใช้เวลาทั้งหมด 14 ชั่วโมง กระบวนการนี้จึงจำเป็นต้องได้รับการแก้ไข เนื่องจากกระบวนการผลิตข้อต่อเหล็กหล่อนั้น จะไม่สามารถข้ามกระบวนการใดได้ ต้องทำตามลำดับทุกกระบวนการ เมื่อกระบวนการขูดแกนไส้โมลไม่สามารถผลิตได้ทัน กระบวนการถัดมาจะไม่สามารถทำการผลิตได้ ทำให้เกิดคอขวดบริเวณขูดแกนไส้โมล

1.การศึกษาการทำงาน (Work Study)

การศึกษาการทำงาน คือ การศึกษาวิธี (Method Study) และการวัดผลงาน (Work Measurement) ซึ่งใช้ในการศึกษากระบวนการทำงานและองค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้น และประโยชน์ด้านการพัฒนามาตรฐานของการทำงานและเวลาทำงาน รวมไปถึงการใช้เครื่องมือในการพัฒนามาตรฐานและเวลาในการทำงาน นำไปสู่การเพิ่มผลผลิต

การคำนวณหาเวลาปกติ

$$NT = ST \times RF$$

เมื่อ NT = เวลาปกติ (Normal Time)

ST = เวลาที่ใช้ในการทำงานจริง (Selected Time)

RF = ประสิทธิภาพ ในการทำงาน (Rating Factor)

การคำนวณหาเวลามาตรฐาน

$$Std. = NT + A\,(NT)$$

เมื่อ Std. = เวลามาตรฐาน (Standard Time)

NT = เวลาปกติ (Normal Time)

A = ค่าความเผื่อ (Allowance)

ตารางที่ 4 แสดงถึงการไหลของขั้นตอนขูดแกนไส้โมล ทำการศึกษาขั้นตอนขูดแกนไส้โมลที่มีปัญหาไม่สามารถผลิตได้ทันตามเป้าหมาย พบว่าขั้นตอนนี้มีกิจกรรมย่อยทั้งหมด 4 กิจกรรม มีการตรวจสอบ 1 กิจกรรม การปฏิบัติงาน 2 กิจกรรม และการขนย้าย 1 กิจกรรม ใช้ระยะเวลาในขั้นตอนขูดแกนไส้โมลทั้งหมด 1.98 นาที ระยะทางทั้งหมด 20 เมตร

การวิเคราะห์วิธีการทำงาน

การวิเคราะห์วิธีการทำงาน คือการวิเคราะห์ข้อมูลการทำงานจากการบันทึกและใช้เทคนิคการตั้งคำถาม เพื่อช่วยกำหนดแนวทางการปรับปรุงวิธีการทำงาน เทคนิคการตั้งคำถามนี้ สามารถเรียกย่อว่า “5W-1H” จะใช้กระบวนการตั้งคำถามตรวจสอบข้อมูลที่บันทึกจากวิธีการทำงาน พร้อมทั้งการปรับปรุงจะเกิดขึ้นได้ต้องใช้กระบวนการพิจารณาวิเคราะห์ข้อมูลเทคนิคการตั้งคำถาม ข้อมูลเหล่านั้นสามารถหาคำตอบแนวการปรับปรุงได้จากหลักการ ECRS :ซึ่งมีหลักการดังต่อไปนี้ จากตารางวิเคราะห์ปัญหาจากเทคนิคการตั้งคำถาม ดังตารางที่ 5

Eliminate คือ การกำจัดขั้นตอนที่ไม่มีความจำเป็น ไม่มีมูลค่าออกไปจากกระบวนการ

Combine คือ การหาทางยุบรวมขั้นตอนบางขั้นตอนเข้าด้วยกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

Rearrange คือ การหาทางสลับขั้นตอนที่คิดว่าสลับกันแล้วจะทำให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

Simplify คือ การหาวิธีการทำให้ขั้นตอนต่างๆ ทำได้ง่ายขึ้น

ตารางที่ 3 ผลการคำนวณเวลามาตรฐานในกระบวนการผลิตข้อต่อเหล็ก

งานหลัก	งานย่อย	เวลาเฉลี่ย (นาที)	Rating Factor	เวลาปกติ (Normal time)	เวลาเผื่อ (Allowance time)	เวลามาตรฐาน (Standard Time)
1	1	2.29	100%	2.29	20%	2.74
	2	0.78	100%	0.78	20%	0.936
	3	0.11	100%	0.11	20%	0.138
2	4	0.39	100%	0.39	20%	0.47
	5	0.83	100%	0.83	20%	0.99
	6	0.07	100%	0.07	20%	0.094
3	7	0.52	100%	0.52	20%	0.62
	8	0.06	100%	0.06	20%	0.072
	9	1.01	100%	1.01	20%	1.21
4	10	25.13	100%	25.13	20%	30.15
	11	5.22	100%	5.22	20%	6.26
5	12	12.16	100%	12.16	20%	14.59
	13	5.09	100%	5.09	20%	6.1
	14	187.25	100%	187.25	20%	224.7
	15	0.36	100%	0.36	20%	0.43
6	16	0.66	100%	0.66	20%	0.8
	17	1.16	100%	1.16	20%	1.4
	18	8.58	100%	8.58	20%	10.29
	19	1.18	100%	1.18	20%	1.41
	20	30	100%	30	20%	36
7	21	59.7	100%	59.7	20%	71.64
	22	5.03	100%	5.03	20%	6.04
8	23	2162.6	100%	2162.6	20%	2595
	24	5.01	100%	5.01	20%	6.02
9	25	0.272	100%	0.272	20%	0.32
	26	2.029	100%	2.029	20%	2.43
10	27	0.23	100%	0.23	20%	0.28
	28	3.02	100%	3.02	20%	3.62
11	29	210	100%	210	20%	252
	30	7.07	100%	7.07	20%	8.48
	31	2.38	100%	2.38	20%	2.86
12	32	3.65	100%	3.65	20%	4.38
	33	3.86	100%	3.86	20%	4.63
	34	7.02	100%	7.02	20%	8.42
13	35	0.39	100%	0.39	20%	0.46
	36	5.03	100%	5.03	20%	6.04
14	37	0.14	100%	0.14	20%	0.16

ตารางที่ 4 แผนภูมิการไหลของขั้นตอนขูดแกนไส้โมลก่อนปรับปรุง

กิจกรรมย่อย	ขั้นตอนขูดแกนไส้โมล คำอธิบาย 4 กิจกรรม	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	สัญลักษณ์				
1	ตรวจสอบแกนไส้โมลก่อนขูด		0.08	○	⇨	D	■	▽
2	ขูดแกนไส้โมล		0.62	●	⇨	D	□	▽
3	จัดเรียงแกนไส้โมลใส่ตะกร้า		0.07	●	⇨	D	□	▽
4	ขนย้ายแกนไส้โมลไปสถานีประกอบ	20	1.21	○	➡	D	□	▽
	รวม	20	1.98	2	1	-	1	-

ตารางที่ 5 วิเคราะห์ปัญหาจากเทคนิคการตั้งคำถาม

การตั้งคำถามเบื้องต้น			**คำตอบ**
วัตถุประสงค์	What	กำลังทำงานอะไรอยู่	ขูดครีบแกนไส้โมล
	Why	เหตุใดจึงทำอย่างนั้น	เพื่อให้แกนไส้โมลมีผิวเรียบ
สถานที่	Where	ทำงานนั้นที่ไหน	ใกล้บริเวณผลิตแกนไส้โมล
	Why	เหตุใดจึงต้องทำที่นั่น	ใกล้พื้นที่ผลิตแกนไส้โมล เคลื่อนย้ายสะดวก
ลำดับ	When	ขั้นตอนจังหวะใดจึงทำ	เมื่อผลิตแกนไส้โมลเสร็จแล้ว
	Why	เหตุใดจึงทำเวลานั้น	เพื่อให้ชิ้นงานออกมาเรียบผิวสวย
วิธีการ	Who	ใครเป็นผู้ปฏิบัติงานนั้น	พนักงานขูดแกนไส้โมล
	Why	เหตุใดจึงให้ผู้นั้นทำ	เพราะต้องขูดครีบส่วนที่ไม่เรียบออกให้หมด ก่อนนำมาประกอบโมล
	How	งานใช้วิธีการอย่างไร	ขูดโดยใช้เครื่องมือทุกชิ้น ใช้ระยะเวลานาน
	Why	เหตุใดจึงใช้วิธีการนั้น	เพราะอุปกรณ์และสถานที่การทำงานไม่เหมาะสม

ผลการวิจัย

การขูดแกนไส้โมลต้องทำการขูดครีบหรือส่วนที่เกินออกจากตัวแกนไส้โมลที่ทำมาจากทรายที่มีส่วนผสมเรซิน เพื่อให้ผิวของแกนไส้เรียบด้วยลวดเชื่อมไฟฟ้าที่มีความละเอียดผิวใกล้เคียงกับแกนไส้โมล ก่อนนำไปประกอบโมลและเทน้ำเหล็กออกมาเป็นชิ้นงาน ปัญหาที่เกิดขึ้นคือการขูดแกนไส้โมลใช้ระยะเวลานาน เนื่องจากบางจุดของแกนไส้โมลมีส่วนโค้งและมุมที่ไม่สามารถขูดได้ใช้เวลานานในการขูด ต้องขูดซ้ำทำให้เกิดปัญหาคอขวด จึงทำการออกแบบเครื่องมือขูดแกนไส้โมลใหม่ ดังภาพที่ 1 ถึงภาพที่ 5

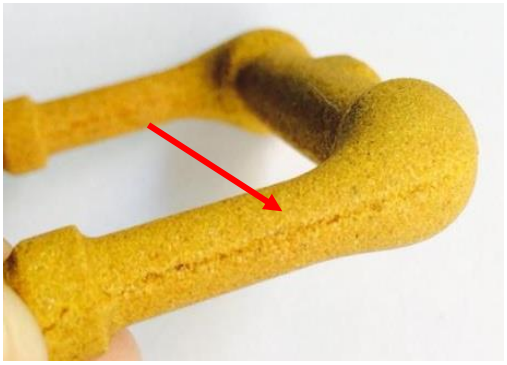




ภาพที่ 1 ลักษณะครีบที่ต้องขูดออก



ภาพที่ 2 ลวดเชื่อมเป็นเครื่องมือขูดครีบแกนไส้โมล





ภาพที่ 3 ชิ้นงานที่มีปัญหาเครื่องมือไม่สามารถขูดเข้ามุมได้





ภาพที่ 4 เครื่องมือใหม่และลักษณะการใช้งาน





ภาพที่ 5 ชิ้นงานดีที่ใช้เครื่องมือใหม่

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

ขั้นตอนการทำงาน	ก่อนปรับปรุง(นาที)	หลังปรับปรุง(นาที)	ความแตกต่าง
1.ตรวจสอบแกนไส้โมลก่อนขูด	0.08	0	ลดลง 0.08
2.ขูดแกนไส้โมล	0.62	0.34	ลดลง 0.28
3.จัดเรียงแกนไส้โมลใส่ตะกร้า	0.06	0.06	-
4.ขนย้ายแกนไส้โมลไปขั้นตอนประกอบโมล	1.21	1.21	-
รวม	1.97	1.61	ลดลง 0.36

จากตารางที่ 6 แสดงถึงการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุง พบว่าก่อนปรับปรุงมีขั้นตอนการทำงานทั้งหมด 4 สถานี ใช้เวลาทั้งหมด 1.97 นาที หลังการปรับปรุงมีขั้นตอนทั้งหมด 3 ขั้นตอน ซึ่งหลังปรับปรุงได้ทำการลดขั้นตอนตรวจสอบแกนไส้โมลก่อนขูดให้ขั้นตอนผลิตขูดแกนไส้โมล เนื่องจากขั้นตอนขูดแกนไส้โมลต้องเสียเวลาในการตรวจแกนไส้ดีและเสีย เพื่อเป็นการลดเวลาสามารถให้ขั้นตอนการผลิตตรวจสอบแกนไส้โมลก่อนส่งมาขั้นตอนขูดแกนไส้โมลและออกแบบเครื่องมือขูดแกนไส้โมลให้ใช้เวลาน้อยก่อนการปรับปรุง

ตารางที่ 7 ตารางเปรียบเทียบผลการศึกษาก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

ผลการศึกษา	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลต่าง	ร้อยละ
เวลา (นาที)	1.97	1.61	- 0.36	ลดลง 18.27
ผลผลิต (ชิ้น)	9,050	10,124	1,074	เพิ่มขึ้น 11.86
ประสิทธิภาพ (%)	85.9	95.5	9.6	เพิ่มขึ้น 11.17
งานรอผลิต (บาทต่อวัน)	32,720.50	22,672.14	-10,048.36	ลดลง 30.70

จากตารางที่ 7 แสดงถึงการเปรียบเทียบผลการศึกษาก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง พบว่าผลจากการศึกษาเวลาและงานรอผลิต ทั้งระยะเวลาและมูลค่าที่ทางโรงงานต้องสูญเสียลดลงจากก่อนปรับปรุง ส่วนผลผลิตและประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจากขั้นตอนก่อนปรับปรุง

อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาจากการศึกษาแผนภูมิการไหลของขั้นตอนขูดแกนไส้โมล การวิเคราะห์จากเทคนิคการตั้งคำถามและการออกแบบเครื่องมือขูดแกนไส้โมลได้ผลสรุปว่าขั้นตอนการขูดแกนไส้โมลหลังปรับปรุงมี 3 ขั้นตอน จากการปรับปรุงโดยใช้หลักการ ECRS ในการกำจัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น (Eliminate) และการหาวิธีการให้ขั้นตอนทำได้ง่ายขึ้น (Simplify) ทำให้เวลาในการทำงานลดลงเหลือ 1.61 นาที ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเป็น 10,124 ชิ้น ประสิทธิภาพในการทำงานคิดเป็น 95.5% และคำนวณจำนวนเงินที่ไม่สามารถผลิตได้ทันตามเป้าหมายกำหนดลดลงจากเดิมคิดเป็น 22,672.14 บาทต่อวัน

สรุปผลการวิจัย

จากการออกแบบเครื่องมือและทำการปรับปรุงขั้นตอนขูดแกนไส้โมล ทำให้สามารถลดปัญหาคอขวด (Bottleneck) เพิ่มผลผลิตได้ตามวัตถุประสงค์โดยลดเวลาในการขูดแกนไส้โมล และยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต พร้อมทั้งเป็นแนวทางในการแก้ไขผลิตภัณฑ์อื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่สนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

จิราพิสิฐ ไชยอารีกุล. (2550). **“การลดเวลาสูญเปล่าจากการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ของเครื่องบรรจุหลอด”.** วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต ภาควิศวกรรมศาสตร์ มหาวิยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

ธนิดา สุนารักษ์. (2555). **“การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิต กรณีศึกษา สายการผลิตขดลวดแม่เหล็ก (Stator) รุ่น D Frame”.** ในเอกสารการประชุมวิชาการการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ.

พิทธพนธ์ พิทักษ์. (2552). **“การศึกษากระบวนการผลิตเพื่อการเพิ่มผลผลิต กรณีศึกษา อุตสาหกรรมล้างขวด”.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการและระบบ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาสงขลานครินทร์

ยุทธณรงค์ จงจันทร์. (2554). **“เพิ่มผลผลิตสายการผลิตจากเตาเหล็กหล่อ กรณีศึกษา บริษัท ที เอ็ม เอ็น แมชชีนแอนด์ฟราวน์ดรี้ จำกัด”.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม. (2552). **“การศึกษางานอุตสาหกรรม”.** สำนักพิมพ์ท้อป จำกัด.

วันชัย ริจิรวนิช. (2545). **“การศึกษาการทำงาน หลักการและกรณีศึกษา”.** จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุพัฒตรา เกษราพงศ์. (2551). **“การเพิ่มการผลิตในสายการผลิตหม้อหุงข้าว โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการปรับปรุงวิธีการทำงานและจัดสมดุลสายการผลิต”** ในเอกสารการประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ.

Luo Tao and Ying-Wei Toh, Yu Hoonsic, Jeung Ji-hong, Pan Younghuan. (2009). **“User Scenario Modeling using 5W1H & 5S in Home Environment”,** 54(4159-4162).

การพยากรณ์ความต้องการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงาน กรณีศึกษาคลังพัสดุทางการแพทย์โรงพยาบาลพุทธชินราช จังหวัดพิษณุโลก

Efficiency improvement using demand forecasting technique : a case study of biomedical material inventory of Pra Putta Chin Na Raad hospital Phitsanulok

อลงกรณ์ เมืองไหว* ธณิดา โขนงนุช และ ศุจินธร ทรงสิทธิเดช
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: alongkornm25@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวโน้มความต้องการการใช้ทรัพยากรของคลังพัสดุทางการแพทย์ โรงพยาบาลพุทธชินราช จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการทำวิจัยได้แก่ข้อมูลการใช้พัสดุของคลังพัสดุทางการแพทย์ที่มีความต้องการใช้มากที่สุดใน 100 รายการแรก ตั้งแต่เดือนมกราคม – เดือนกันยายน พ.ศ. 2557 เพื่อคาดการณ์แนวโน้มการใช้พัสดุทางการแพทย์ในเดือน ตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2557 โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ 4 รูปแบบ ได้แก่ Last Period Demand (LPD), Arithmetic Average (AA), Moving Average (MA), และ Exponential Smoothing และเปรียบเทียบทั้ง 4 รูปแบบ เพื่อหาเทคนิคที่เหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ และในงานวิจัยนี้ยังได้ใช้วิธีการวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อน กับการวิเคราะห์สาเหตุและผลเพื่อหาปัญหาที่เกิดขึ้นในคลังพัสดุทางการแพทย์ให้กับพนักงานด้วย ดังนั้นจากผลการวิจัยที่ได้ทำให้คาดการณ์แนวโน้มการใช้พัสดุทางการแพทย์ในเดือนตุลาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2557 ด้วยเทคนิคที่เหมาะสมที่สุด โดยคาดว่ามีการใช้พัสดุทางการแพทย์ที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และสามารถนำผลการวิจัยที่ได้มาใช้เป็นทางเลือกในการสั่งซื้อและจัดเก็บพัสดุทางการแพทย์ได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ : การพยากรณ์ สินค้าคงคลัง การวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อน วิเคราะห์สาเหตุและผล

Abstract

This research aims to study the demand forecasting for the biomedical material inventory at the Pra Putta Chin Na Raad Hospital in Phitsanulok. The most biomedical material requirements contained in the first 100 lists were collected from January to September 2015 in order to forecast the requirements of biomedical materials in October to December 2015. Four forecasting techniques including Last Period Demand (LPD), Arithmetic Average (AA), Moving Average (MA), and Exponential Smoothing were applied and compared in this research. SWOT analysis and Fish-bone diagram were also implemented in this case for investigating the important problems in the biomedical material inventory. The experimental results indicate that the biomedical materials demands obtained from forecasting techniques were continuously increased in October to December 2015. The results of demand forecasting are the one of alternative ways to specify the appropriate biomedical material procurements and stocks precisely.

keywords : forecasting, Inventory, SWOT analysis, fish-bone diagram

บทนำ

ปัจจุบันโรงพยาบาลมีการเติบโตและแนวโน้มการแข่งขันทางธุรกิจของโรงพยาบาลเอกชนที่เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการนำหลักการบริหารจัดการโลจิสติกส์ จะช่วยให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นสามารถช่วยลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นขององค์กรให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมได้ควบคู่ไปกับการปรับปรุงโครงสร้างการปฏิบัติงานให้มีความคล่องตัว โดยกระบวนการโลจิสติกส์จะประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ ที่ทำให้บรรลุวัตถุประสงค์และประสบผลสำเร็จ โดยหนึ่งในกิจกรรมหลักที่สำคัญ คือ การบริหารจัดการสินค้าคงคลัง เนื่องจากสินค้าคงคลังเป็นตัวเชื่อมระหว่างงานผลิตกับฝ่ายขายให้มีความต่อเนื่อง การทราบจำนวนสินค้าคงคลังที่เหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไปกับความต้องการ ประกอบกับการมีระบบการบริหารจัดการ

สินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพจะช่วยลดต้นทุนการดำเนินงานขององค์กรได้ โดยงานวิจัยนี้ได้มุ่งเป้าที่แผนกคลังพัสดุทางการแพทย์ของโรงพยาบาลพุทธชินราช ซึ่งคลังพัสดุทางการแพทย์ได้มีการกระจายวัสดุไปยังคลังย่อยอีก 4 คลัง ได้แก่ คลังพัสดุศัลกรรม คลังพัสดุกุมาร ห้องคลัง OPD และ คลังสูติ – นรีเวช ซึ่งคลังพัสดุทางการแพทย์มีการกระจายพัสดุไปยังห้องคลังย่อยทุกสัปดาห์

เนื่องจากลักษณะการดำเนินงานของคลังพัสดุทางการแพทย์ ต้องพร้อมรับคำสั่งตรวจวิเคราะห์ของคนไข้จากแพทย์อยู่ตลอดเวลา จึงส่งผลโดยตรงต่อความสำคัญของการบริหารจัดการสินค้าคงคลังที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดังนั้นคลังพัสดุจึงต้องมีการจัดเตรียมและเก็บสำรองพัสดุที่เพียงพอและมีคุณภาพ สามารถตอบสนองกับความต้องการของแพทย์ได้ เพราะฉะนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมและวิเคราะห์แนวโน้มความต้องการใช้พัสดุทางการแพทย์ในแต่ละปี ซึ่งจะทำให้เกิดการลดต้นทุนและค่าใช้จ่ายการดำเนินงานต่างๆ ของห้องปฏิบัติการลงได้ เพื่อให้ธุรกิจห้องปฏิบัติการทางการแพทย์สามารถเติบโตได้อย่างต่อเนื่องในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้เครื่องมือและทฤษฎีอยู่ 5 อย่าง อันได้แก่

1. แผนภูมิก้างปลา (Cause And Effect Diagram) เป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น บางแห่งอาจคุ้นเคยกับแผนผังสาเหตุและผล ในชื่อของ “ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)” เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง หรือหลายๆ คนอาจรู้จักในชื่อของแผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa Diagram)

3.2. การวิเคราะห์ SWOT (SWOT Analysis) เป็นตัวแบบของการประเมินจุดแข็ง (Strengths) จุดอ่อน (Weaknesses) โอกาส (Opportunities) และอุปสรรค (Threats) โดยมีกรอบแนวคิดว่าหากเป็นการพิจารณาเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสภาพภายในองค์กรก็เป็นการค้นหาจุดแข็งและจุดอ่อน แต่หากเป็นการพิจารณาเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสภาพภายนอกองค์กรก็จะเป็นเรื่องการระบุโอกาสและอุปสรรค

3.3. เทคนิคการพยากรณ์ เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการคำนวณค่าที่จะเกิดขึ้นในอนาคต โดยปัจจุบันมีเทคนิคการพยากรณ์อยู่หลากหลายตามสถานการณ์ที่ทำการวิจัย ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เทคนิคการพยากรณ์เบื้องต้นอยู่ 4 วิธีในการช่วยคำนวณหาค่าที่เหมาะสมในอนาคต ได้แก่ 1. Last period demand (LPD) 2. Arithmetic average (AA) 3.Moving average (MA) 4. Exponential Smoothing

เมื่อคำนวณด้วยวิธีดังกล่าวแล้วจะนำข้อมูลในการพยากรณ์ในแต่ละวิธีมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาค่าที่มีความผิดพลาดน้อยที่สุด และนำค่านั้นมาใช้ในการพยากรณ์สั่งซื้อเครื่องมือพัสดุทางการแพทย์เพื่อลดต้นทุนด้านการจัดการสินค้าคงคลังของโรงพยาบาลให้มากที่สุด

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายใน (Internal Environment Analysis)

กาวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายในของคลังพัสดุทางการแพทย์ของโรงพยาบาลพุทธชินราช ได้แก่การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับสมรรถนะและศักยภาพของคลังพัสดุทางการแพทย์เพื่อนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ในการระบุจุดแข็ง (Strength) และจุดอ่อน (Weakness) เพื่อพิจารณาว่าการดำเนินงานขอโรงพยาบาลพุทธชินราช ในอดีตที่ผ่านมามีจุดแข็งและจุดอ่อนอะไรบ้าง และประเด็นใดมีอิทธิพลมากกว่ากัน

2. การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายนอก (External Environment Analysis)

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมภายนอกองค์กร ได้แก่การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในด้านต่างๆ เพื่อนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ในการระบุสถานการณ์ที่เป็นโอกาส(Opportunities) และภัยคุกคาม (Threats) ที่มีผลกระทบต่อการดำเนินงานของคลังพัสดุทางการแพทย์ของโรงพยาบาลพุทธชินราช

จากหลักการวิเคราะห์ SWOT ดังกล่าว สามารถนำมากำหนดประเด็นปัจจัยที่มีผลกระทบกับการดำเนินงานของคลังพัสดุทางการแพทย์ สรุปปัจจัยในแต่ละด้าน ดังนี้

1. ประเด็นจุดแข็ง (Strengths : S) ประกอบด้วย 8 ประเด็น ดังนี้

1.1 เป็นคลังพัสดุทางการแพทย์ ที่มีระบบบริหารคุณภาพและได้รับการรับรองคุณภาพจากสถาบันรับรองคุณภาพสถานพยาบาลมาอย่างต่อเนื่อง

1.2 พัสดุที่ใช้มีคุณภาพและความปลอดภัย

1.3 มีเครือข่ายความร่วมมือที่ดีกับองค์กรทั้งภายนอกและภายใน

1.4 มีนโยบายการกำกับดูแลองค์การที่ดี มีความชัดเจน โปร่งใส เพื่อให้บุคลากรยึดถือเป็นแนวทางปฏิบัติในการดำเนินงาน

1.5 อาคารสถานที่เน้นความสะอาดและเป็นระเบียบเรียบร้อย

1.6 มีการจัดอบรมเพื่อพัฒนาบุคลากรภายใน ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

1.7 มีสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ดี (สถานที่, อุปกรณ์)

1.8 ระบบสารสนเทศที่ดีและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

2. ประเด็นจุดอ่อน (Weaknesses : W) ประกอบด้วย 4 ประเด็น ดังนี้

1.1 บุคลากรมีความชำนาญเฉพาะด้าน (ด้านใดด้านหนึ่ง) รวมทั้งการปฏิบัติงานที่ไม่ตรงตามตำแหน่งงาน

1.2 ขาดงบประมาณในการสนับสนุนการดำเนินงาน

1.3 ขาดการบริหารสินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพ

1.4 ภาระค่าใช้จ่ายด้านบุคลากรอัตราจ้าง ส่งผลให้งบลงทุนในการสั่งซื้อพัสดุต่อปีลดลง

3. ประเด็นโอกาส (Opportunities : O) ประกอบด้วย 4 ประเด็น ดังนี้

1.1 การยกระดับคุณภาพคลังพัสดุทางการแพทย์สู่ระดับสากลเพื่อรองรับการเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน

1.2 มีระบบการควบคุมต้นทุนและการใช้งานอย่างสมเหตุสมผล ทั้งระบบยา การส่งตรวจ พัสดุอุปกรณ์ทางการแพทย์

1.3 ระบบงานได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องด้วยเครื่องมือที่มีคุณภาพหลากหลาย

1.4 การหมุนเวียนของพัสดุทางการแพทย์ มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจากพฤติกรรมการบริโภคและพฤติกรรมรักษาสุขภาพของประชากร

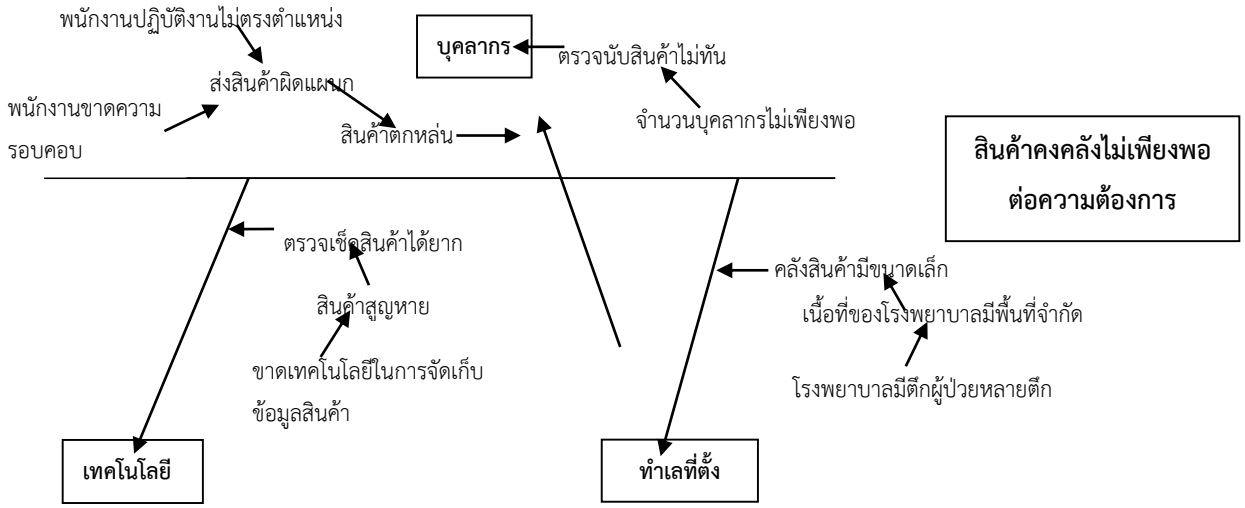
4. ประเด็นอุปสรรค (Threats : T) ประกอบด้วย 3 ประเด็น ดังนี้

1.1 ขาดการสนับสนุนจากทางผู้บริหาร ทำให้อำนาจการต่อรองในการซื้อกับผู้ผลิตบางรายต่ำกว่าที่ควร อีกทั้งยังทำให้มีต้นทุนในการทำรายการส่งเสริมการขายสูงเมื่อเทียบกับคู่แข่ง

1.2 มีข้อจำกัดเรื่องทำเลที่ตั้ง และ ความเสี่ยงจากการจัดระบบจราจร

1.3 เทคโนโลยีทางการแพทย์มีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จึงส่งผลกระทบต่อนโยบาย และต้นทุนในการรักษาระดับสินค้าคงคลังของกิจการ และการวางแผนการส่งเสริมการขายอย่างมาก

และจากการศึกษาโดยนำจุดอ่อนและอุปสรรคที่ได้มาสอบถามพนักงานอีกครั้ง จึงพบว่าสาเหตุที่สำคัญที่สุดของคลังพัสดุทางการแพทย์ที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานนั้นคือ การเกิดสินค้าคงคลังไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้ (1) จำนวนบุคลากรไม่เพียงพอกับการทำงาน จึงทำให้การปฏิบัติงานต้องแข่งกับเวลา เพื่อให้ทันต่อการสั่งซื้อสินค้าในแต่ละครั้ง เพื่อให้ทันต่อความต้องการของแพทย์ ซึ่งจะทำให้เกิดความเสี่ยงในการสั่งสินค้าผิดพลาด (2) พนักงานที่ปฏิบัติงานในคลังสินค้า ทำงานไม่ตรงกับตำแหน่งงานของตนเอง ทำให้เกิดความผิดพลาดในการสื่อสารข้อมูลภายในองค์กร ซึ่งส่งผลไปถึงการจัดส่งสินค้าไปยังแผนกต่างๆ (3) ในการบริหารคลังสินค้าของทางโรงพยาบาลยังขาดเทคโนโลยีที่ทันสมัยในการจัดเก็บข้อมูลสินค้า รวมไปถึงการจัดเรียงสินค้าในคลังสินค้า ทำให้เกิดความวุ่นวายในหยิบสินค้าในแต่ละครั้ง และตรวจเช็คสินค้าได้ยาก (4) โรงพยาบาลพุทธชินราชเป็นโรงพยาบาลขนาดใหญ่ ทำให้มีตึกผู้ป่วยจำนวนมาก ส่งผลให้โรงพยาบาลมีคลังสินค้าที่มีขนาดเล็ก ไม่เพียงพอต่อการจัดเก็บสินค้า ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถเขียนออกมาเป็นแผนภูมิสาเหตุและผลได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผังก้างปลาแสดงสาเหตุของการเกิดสินค้าคงคลังไม่เพียงพอต่อความต้องการ

หลังจากที่ทราบสาเหตุของปัญหาในคลังสินค้าแล้วงานวิจัยนี้จึงได้นำเทคนิคการพยากรณ์มาช่วยในการสั่งซื้อพัสดุทางการแพทย์เพื่อลดต้นทุนด้านการจัดการคลังสินค้า โดยได้นำข้อมูลการใช้พัสดุของคลังพัสดุทางการแพทย์ ของโรงพยาบาลพุทธ-ชินราชที่มีความต้องการใช้มากที่สุด 100 รายการ ดังตารางที่ 1 มาคำนวณหาค่าพยากรณ์แนวโน้มความต้องการใช้พัสดุทางการแพทย์ในอนาคต 3 เดือน โดยใช้รูปแบบการพยากรณ์ 4 รูปแบบได้แก่ Last period demand (LPD), Arithmetic average (AA), Moving average (MA) และ Exponential Smoothing

ตารางที่ 1 ข้อมูลการใช้พัสดุทางการแพทย์ 100 รายการแรก

ลำดับที่	รายชื่อพัสดุทางการแพทย์	ลำดับที่	รายชื่อพัสดุทางการแพทย์
1	แก๊สออกซิเจนเหลว	16	5.0 mm. locking screw, TI, L16-85 mm.
2	APHERESIS SET	17	TRARADIAL SHEATH 6Fr.
3	OXYGENATOR (แคปปิอ๊อกซ์ อาร์เอ็ก์ 25)	18	I.V CATH NEDICUT NO 22GX1"
4	ชุดให้น้ำเกลือ 02-AV แอร์เว้นท์	19	INJECTION PLUG
5	MINI-TREK BALLON	20	3.5 mm. locking head screw, L12-80 mm.
6	BACTEC PLUS AEROBIC/F 50/BOX	21	Tuding Pack (Chest hospital)
7	แผ่นวัดระดับน้ำตาลในเลือด(TERUMO)	22	แถบตรวจหาชนิดและปริมาณสารเคมีในปัสสาวะ
8	อาหารเหลวชนิดผงสำหรับผู้ป่วย/2500 กรัม	23	HT BMW UNIVERSAL II, 190 cm.
9	ถุงมือ EXAM NO.S	24	ซองแพ็ค Swab 6X18 [1 ซอง/5ชิ้น]
10	FLEX LINER 3000 CC	25	โลหะดามกระดูกสันหลังแบบ Mono Screw
11	สเตอแร็ด 100 คาสเซ็ท	26	HT PILOT 50,190 cm.
12	เลนส์แก้วตาเทียมชนิดนิ่มพับได้ รุ่น SQY	27	T-WAY PLASTIC
13	FILM X-RAYFUJI MEDICAL DRY DI-HL	28	2.4 mm.Locking head screw,L6-30mm.
14	โลหะดามกระดูกสันหลังแบบ NUT	29	BLOOD BAG DOUBLE CPD A-1 350ML
15	ผ้าก๊อสพับ ขนาด 3"X4" 8 ชั้น สเตอร์ไรด์	30	BLOOD BAG QUADRUBLE 450CC AS-5

ตารางที่ 1 ข้อมูลการใช้พัสดุทางการแพทย์ 100 รายการแรก (ต่อ)

ลำดับที่	รายชื่อพัสดุทางการแพทย์	ลำดับที่	รายชื่อพัสดุทางการแพทย์
31	เลนส์แก้วตาเทียม รุ่น SA 60 AT	66	Free T4 (200 TESTS)
32	น้ำยาไซเดกซ์ โอพีเอ	67	Reagent pack "B" Phox Plus (350 TESTS)
33	ซองแพ็ค Swab 18X18 [1ซอง/5ชิ้น]	68	สายเครื่องกระตุกหัวใจชนิดอัตโนมัติ
34	ท๊อป DRESSING ขนาด 8"x12" สเตอร์ไรด์	69	TSH 200 (TESTS/PACK)
35	Cobas CREP2 250 tests	70	POTABLATER ADVANCER
36	BLOOD BAG DOUBLE CPD A-1 450 ML	71	FILM X-RAY FUJI MEDICAL DRY DI-HL
37	ออกซิเจน 2 คิว	72	ก้านสะโพกเทียมคอแรล ไซส์ 11
38	SHUNT SENSOR	73	TRITEST CD3/CD4/CD45,50 TESTS
39	SYRINGE PLASTIC 10CC. TERUMO	74	FREE T3 (200 TESTS)
40	BLOOD BAG TRIPLE CPD A-1 450ML	75	INDIFLATER WITH ACCESSORY
41	ELECTRODE EKG 2235	76	K-Phate
42	Peptamen Powder 430 gm	77	เครื่องช่วยฟังชนิดทัดหลังหูด้านขวาไม่มีสาย
43	PRESSURE MONITORING PX260	78	Mitral Vlve No.29
44	เข็มเจาะปลายนิ้ว	79	SPRINTER RX BALLON
45	ซองแพ็คผ้าก๊อสพับ 4x4 ความหนา 8 ชิ้น	80	เลนส์แก้วตาเทียม ชนิดนิ่มพับได้ เบอร์ 23.0
46	แผ่นตรวจน้ำตาลพร้อมเข็มเจาะปลายนิ้ว	81	Carpentier-Edwards Classic
47	MEDINORM ONE WAY 600CC	82	LCP Distal-Radius 2.4 Volar,R/L, 3-5 hole
48	ARROW 3-LUMEN CVC 7X20 CM	83	เครื่องมือชุดผ่าตัดขนาดเล็ก
49	ท๊อป DRESSING ขนาด 4"X6" สเตอร์ไรด์	84	LCP for proximal tibia 6-14 holes (PTP)
50	5.0 MM. locking screw ST, L22-85 mm.	85	น้ำยาล้างเครื่องมือแพทย์ (deconex 36)
51	TAXUS PROMUS ELEMNT	86	DG-GEL COOMBS' (384 TESTS/PACK)
52	XIENCE PRIME	87	PTCA GUILD WIRE FIELDER FC
53	PACEMAKER เครื่องช่วยการเต้นของหัวใจถาวรชนิดกระตุ้นหัวใจสองห้องต่อเนื่องกัน	88	LINEAR CUTTER RELOADING SELECTABLE 55 mm. (SR55)
54	NOBOPI	89	INTEGRA HS TROPONIN-T 100 TESTS
55	เครื่องกระตุกไฟฟ้าหัวใจอัตโนมัติ	90	UltraviewTM Universal DAB detection
56	INTRA-AORTIC BALLOON 7.5 FR 40 CC	91	INTEGRA HDL,200 TESTS
57	ชุดเก็บส่วนประกอบโลหิตอัตโนมัติ TRIMA	92	SURGICEL 7x5 CM W 1913T
58	ATRIAL SEPTAR OCCLUDER	93	LPS-FLEX FEM SZ D RIGH
59	INTRA-AORTIC BALLOON 7.5 FR 34 CC	94	LINEAR CUTTER RELOADING SELECTABLE
60	FINECROSE MICRO CATHETER	95	Blood Cardioplegia Set
61	Frifecta stented tissue valve 19 mm	96	โลหะดามกระดูกสันหลังแบบ Poly screw
62	HIV Combi Elecsys (100 test/PACK)	97	THROMBUSTER II, 140cm.
63	สายเครื่องช่วยการกระตุ้นของหัวใจถาวร	98	COBAS ISE INTERGENT (5x600 ml.)
64	เบ้าสะโพกเทียมดูราล็อก 58 มม.	99	MDT ATS MHV STD mitral 27mm
65	NC SPRINT RX BALLON	100	GUIDING CATHETER JL 3.5 5,6 Fr.

จากตารางที่ 1 ผู้วิจัยได้เลือกตัวอย่างของพัสดุทางการแพทย์มา 1 ตัวอย่างที่ใช้ในการคำนวณหาค่าพยากรณ์เพื่อทำการสั่งซื้อให้เหมาะสมที่สุด จากตารางที่ 2 เป็นยอดการสั่งซื้อ APHERESIS SET ในแต่ละเดือน พ.ศ. 2557

ตารางที่ 2 ยอดการสั่งซื้อ APHERESIS SET

เดือน	จำนวน
ม.ค	73
ก.พ	68
มี.ค	71
เม.ย	67
พ.ค	71
มิ.ย	72
ก.ค	70
ส.ค	74
ก.ย	68
ต.ค	70
พ.ย	
ธ.ค	
รวม	704

และจากตารางที่ 2 สามารถนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าการพยากรณ์โดยใช้เทคนิคการพยากรณ์ทั้ง 4 วิธี แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลสรุปค่าการพยากรณ์ด้วยวิธี LPD, AA , MA และ Exponential Smoothing ของ APHERESIS SET

เดือน	จำ-นวน	Last period Demand (LPD)		Arithmetic Average (AA)		Two-Month Moving Average (MA)		Exponential Smoothing Alpha=0.2	
		ค่าพยากรณ์	ค่าความต่าง	ค่าพยากรณ์	ค่าความต่าง	ค่าพยากรณ์	ค่าความต่าง	ค่าพยากรณ์	ค่าความต่าง
ม.ค	73	0	0	0	0	0	0	73	0
ก.พ	68	73	5	0	0	0	0	73	5
มี.ค	71	68	3	70	0	70	0	72	1
เม.ย	67	71	4	70	3	69	2	71	4
พ.ค	71	67	4	69	1	69	2	70	0
มิ.ย	72	71	1	70	2	69	3	70	1
ก.ค	70	72	2	70	0	71	1	71	1
ส.ค	74	70	4	70	3	71	3	70	3
ก.ย	68	74	6	70	2	72	4	71	3
ต.ค		68		70		71		70	
พ.ย									
ธ.ค									
รวม	634		29		14.21		16.5		19.80

จากตารางที่ 3 สามารถหาค่าความแม่นยำของการพยากรณ์ด้วยวิธีหาค่าความผิดพลาดสมบูรณ์เฉลี่ย หรือ MAD ของรูปแบบการพยากรณ์ Last period demand (LPD) , Arithmetic average (AA) , Moving average (MA) และ Exponential Smoothing ได้ดังนี้

หาค่า MAD ของวิธีการพยากรณ์แบบ LPD ได้จาก

$$MAD_{LPD} = \frac{\sum_{i=l}^{n} \left| Y_i - \hat{Y}_i \right|}{n}$$

$$MAD_{LPD} = \frac{29}{634}$$

$$MAD_{LPD} = 0.045$$

หาค่า MAD ของวิธีการพยากรณ์แบบ AA ได้จาก

$$MAD_{AA} = \frac{\sum_{i=l}^{n} \left| Y_i - \hat{Y}_i \right|}{n}$$

$$MAD_{AA} = \frac{13.29}{634}$$

$$MAD_{AA} = 0.020$$

หาค่า MAD ของวิธีการพยากรณ์แบบ Two-Month MA ได้จาก

$$MAD_{AA} = \frac{\sum_{i=l}^{n} \left| Y_i - \hat{Y}_i \right|}{n}$$

$$MAD_{MA} = \frac{16.5}{634}$$

$$MAD_{MA} = 0.026$$

หาค่า MAD ของวิธีการพยากรณ์แบบ Exponential Smoothingได้จาก

$$MAD = \frac{\sum_{i=l}^{n} \left| Y_i - \hat{Y}_i \right|}{n}$$

$$MAD = \frac{19}{634}$$

$$MAD = 0.029$$

ดังนั้น จากผลการคำนวณแสดงค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์ทั้ง 4 รูปแบบของ APHERESIS SET ซึ่งวิธีการพยากรณ์แบบ AA เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้ในพยากรณ์หาแนวโน้มความต้องการของ APHERESIS SET เพราะมีค่าความผิดพลาดของการพยากรณ์น้อยที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

จากข้อมูลการใช้พัสดุทางการแพทย์ ของโรงพยาบาลพุทธชินราช ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน ของคลังพัสดุทางการแพทย์โดยวิเคราะห์จากปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนและกำหนดกลยุทธ์ทางการตลาด และเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำแผนผังก้างปลา วิเคราะห์สาเหตุและปัญหาที่เกิดขึ้นภายในคลังพัสดุทาง

การแพทย์ จากผลการศึกษาพบว่าปัญหาหลักของคลังพัสดุทางการแพทย์ คือ สินค้าคงคลังไม่เพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งมีผลมาจาก จำนวนบุคลากรไม่เพียงพอกับการทำงาน พนักงานปฏิบัติงานไม่ตรงตามตำแหน่งงาน คลังพัสดุทางการแพทย์มีขนาดเล็ก เนื่องจากเนื้อที่ของโรงพยาบาลมีจำกัด และขาดเทคโนโลยีสารสนเทศในการเก็บข้อมูลสินค้า จากสาเหตุและปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้นำหลักการพยากรณ์ โดยใช้รูปแบบการพยากรณ์ 4 รูปแบบได้แก่ Last Period Demand (LPD) , Arithmetic Average (AA) , Moving Average (MA) และ Exponential Smoothing เพื่อหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับคลังพัสดุทางการแพทย์มากที่สุด โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและเก็บรวมรวมข้อมูลจากการใช้พัสดุของคลังพัสดุทางการแพทย์โรงพยาบาลพุทธชินราช ที่มีความต้องการใช้มากที่สุด 100 รายการ ตั้งแต่เดือนมกราคม – เดือนกันยายน พ.ศ. 2557 ทั้งหมด 9 เดือน เพื่อนำมาพยากรณ์หาค่าแนวโน้มความต้องการใช้พัสดุทางการแพทย์ในอนาคตเป็นระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม – เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557

สำหรับข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งนี้จะเป็นแนวทางให้แก่ผู้สนใจที่จะทำการศึกษาในแนวทางเดียวกันหรือที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เพื่อเป็นประโยชน์ในการทำการศึกษาต่อไป ดังนี้ (1) เทคนิคในการพยากรณ์ข้อมูลยังมีอีกหลายเทคนิคซึ่งอาจจะนำมาใช้ในทดลองทำการพยากรณ์ เพื่อจะได้ทราบถึงเทคนิคที่เหมาะสมกับข้อมูลนั้นๆ มากที่สุด เช่น เทคนิคการพยากรณ์ข้อมูลแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล สำหรับความต้องการที่มีพฤติกรรมของแนวโน้ม (Adjusted Exponential Smoothing) เป็นต้น (2) เมื่อเวลาผ่านไปจะมีค่าความจริงเกิดขึ้นใหม่ จึงต้องตรวจสอบความเหมาะสมของตัวแบบการพยากรณ์ใหม่อีกครั้งว่าเหมาะสมหรือไม่ โดยใช้ข้อมูลใหม่ที่เกิดขึ้นร่วมกับการตรวจสอบด้วย เพื่อจะนำตัวแบบการพยากรณ์ไปใช้ประโยชน์ในครั้งต่อไป

สรุปผลการวิจัย

จากข้อมูลการพยากรณ์ทั้ง 4 รูปแบบ ผู้วิจัยได้ทำการหาค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ เพื่อหารูปแบบการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดกับข้อมูล ด้วยรูปแบบ Mean Absolute Deviation (MAD) จากคำนวณหาค่าความคาดเคลื่อน พบว่า การพยากรณ์หาแนวโน้มความต้องการใช้พัสดุทางการแพทย์ ด้วยการพยากรณ์รูปแบบ Lost Period Demand (LPD) มีแนวโน้มความต้องการใช้พัสดุทางการแพทย์จำนวน 5 รายการ การพยากรณ์รูปแบบ Arithmetic Average (AA) มีแนวโน้มความต้องการใช้พัสดุทางการแพทย์จำนวน 55 รายการ การพยากรณ์รูปแบบ Moving Average (MA) มีแนวโน้มความต้องการใช้พัสดุทางการแพทย์จำนวน 23 รายการ และการพยากรณ์รูปแบบ Exponential Smoothing มีแนวโน้มความต้องการใช้พัสดุทางการแพทย์จำนวน 17 รายการ โดยความต้องการแต่ละรูปแบบในช่วงเดือนตุลาคม – เดือนธันวาคม คาดว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากผลการพยากรณ์พัสดุทางการแพทย์ทั้งหมด พบว่าการพยากรณ์แบบArithmetic Average (AA) มีแนวโน้มความต้องการใช้พัสดุทางการแพทย์มากที่สุด เนื่องจากการพยากรณ์การแบบ Arithmetic Average (AA) เหมาะสำหรับสินค้าที่มีความคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ซึ่งเหมาะกับการสั่งซื้อของโรงพยาบาลพุทธชินราช

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอบคุณคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และงานด้านเอกสารในการทำวิจัยนี้จนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

เอกสารอ้างอิง

จิรวัฒน์ จางพานิชย์. (2555). **การพยากรณ์การใช้ทรัพยากรสำนักงานของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม.** มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

วรางคณา กีรติวิบูลย์. (2556) . **การสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับราคาขายปลีกรายวัน ของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ 95 ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.**

อรรคพล เซี่ยงโหล. (2552). **การพยากรณ์ปริมาณยอดขายของบริษัทผู้ผลิตรถกระบะแห่งหนึ่งในประเทศไทย.**

การศึกษาระบบการจัดการห่วงโซ่อุปทานยางพาราในจังหวัดพิษณุโลก
A study of supply chain management system of rubber in Phitsanulok province

ธณิดา โขนงนุช* และ อลงกรณ์ เมืองไหว
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: thanida02@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบโซ่อุปทานยางพาราในจังหวัดพิษณุโลก โดยเริ่มทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เกษตรกร ไปจนถึงตลาดในการส่งสินค้า ศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการจัดการ โซ่อุปทาน และนำเสนอแนวทางในการพัฒนาระบบโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของยางพารา ในงานวิจัยนี้ได้เลือกพื้นที่ที่ทำการศึกษาได้แก่ อ.นครไทย จ.พิษณุโลก เพราะมีพื้นที่เพาะปลูกกว้างขวางและมากที่สุดใน จ.พิษณุโลก ซึ่งได้มีการพัฒนาแนวคิดและหลักการของแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานโซ่อุปทาน (Supply Chain Operations Reference Model: SCOR Model) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ภายในโซ่อุปทานของยางพารา ร่วมกับหลักการโซ่คุณค่า (Value Chain) ซึ่งจะแบ่งออกเป็นกิจกรรมหลักและกิจกรรมเสริม จากผลการศึกษาวิจัยข้างต้นได้นำไปสู่การเสนอแนวทางในการพัฒนาโซ่อุปทานยางพารา เพื่อให้ทันต่อการตั้งรับกับสถานการณ์หรือการแข่งขันในปัจจุบัน

คำสำคัญ : โลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ยางพารา การบริหารคุณภาพ โซ่คุณค่า แบบจำลองโซ่อุปทานอ้างอิง

Abstract

This research aimed to study the supply chain of rubber in Phitsanulok province. The study commenced from the overview study of the supply chain as well as the people who involve from farmers to the market. Then the difficulties and barriers in supply chain management of rubber are surveyed. The research developed the means to evaluating the supply chain operation, adapted from the concepts of Supply Chain Operations Reference Model (SCOR Model) and Value Chain. All analytical results in this research lead to improving supply chain performance of rubber industry to follow up today’s competitive market.

keywords : logistics and supply chain, rubber, quality management, value chain, supply chain, operation reference model

บทนำ

ปัจจุบันจังหวัดพิษณุโลกให้ความสำคัญกับอุตสาหกรรมยางพาราเพิ่มมากขึ้น โดยพบว่าปริมาณการปลูกยางพาราและผลผลิตจากยางพารามีแนวโน้มที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ในปัจจุบันยังไม่ได้มีการศึกษาระบบการจัดการโซ่อุปทานของยางพาราทั้งระบบในจังหวัดพิษณุโลกอย่างจริงจัง ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญและศึกษาแนวทางการพัฒนาปรับปรุงระบบการจัดการโซ่อุปทานของยางพาราในจังหวัดพิษณุโลกขึ้น ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาพื้นที่ในอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก ที่ปัจจุบันมีพื้นที่ในการปลูกยางพาราจำนวนมากและมีโอกาสที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดการบริหารจัดการอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพต่อเกษตรกรชาวสวนยางพารา ให้สามารถลดต้นทุนและลดการสูญเสียที่เกิดขึ้นในโซ่อุปทาน ตลอดจนเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของกลุ่มเกษตรกรยางพาราและเสริมสร้างความร่วมมือกันในโซ่อุปทานเพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป โดยวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการศึกษาโซ่อุปทานของยางพาราในอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก โดยมีการเก็บข้อมูลกิจกรรมต่างๆ ภายในโซ่อุปทาน เพื่อรวบรวม ประเมิน และหาแนวทางในการพัฒนาปรับปรุงการจัดการโซ่อุปทานยางพารา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แผนภูมิก้างปลา (Cause And Effect Diagram) เป็นแผนผังที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้ที่อาจก่อให้เกิดปัญหานั้น บางแห่งอาจคุ้นเคยกับแผนผังสาเหตุและผล ในชื่อของ “ผังก้างปลา (Fish Bone Diagram)” เนื่องจากหน้าตาแผนภูมิมีลักษณะคล้ายปลาที่เหลือแต่ก้าง หรือหลายๆ คนอาจรู้จักในชื่อของแผนผังอิชิกาว่า (Ishikawa Diagram)

2. การวิเคราะห์ SWOT (SWOT Analysis) เป็นตัวแบบของการประเมินจุดแข็ง (Strengths) จุดอ่อน(Weaknesses) โอกาส (Opportunities) และอุปสรรค (Threats) โดยมีกรอบแนวคิดว่าหากเป็นการพิจารณาเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสภาพภายในองค์กรก็เป็นการค้นหาจุดแข็งและจุดอ่อน แต่หากเป็นการพิจารณาเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสภาพภายนอกองค์กรก็จะเป็นเรื่องการระบุโอกาสและอุปสรรค

3. การจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ (Logistics and Supply Chain Management) การจัดการโซ่อุปทาน เป็นขั้นตอนทุกๆ ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมที่มีผลต่อการตอบสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งไม่เพียงแต่อยู่ในส่วนของผู้ผลิตและผู้จัดส่งวัตถุดิบเท่านั้น แต่รวมถึงส่วนของผู้ขนส่ง คลังสินค้า พ่อค้าคนกลางและลูกค้าอีกด้วย (อภิชาต โสภาแดงและคณะ, 2551)

4. โซ่คุณค่า (Value Chain) การวิเคราะห์โซ่อุปทานโดยจะทำการประยุกต์ใช้แนวคิดโซ่คุณค่ามาใช้เป็นตัวแบบที่ช่วยเก็บข้อมูลของโซ่อุปทานเพื่อให้ทราบถึงบทบาทหน้าที่ของแต่ละหน่วยงานในโซ่อุปทานว่ามีส่วนในการเพิ่มคุณค่าให้กับสินค้าและบริการอย่างไร จนนำไปสู่ผลกำไรในที่สุด (The value Chain M.E. Porter, 1980)

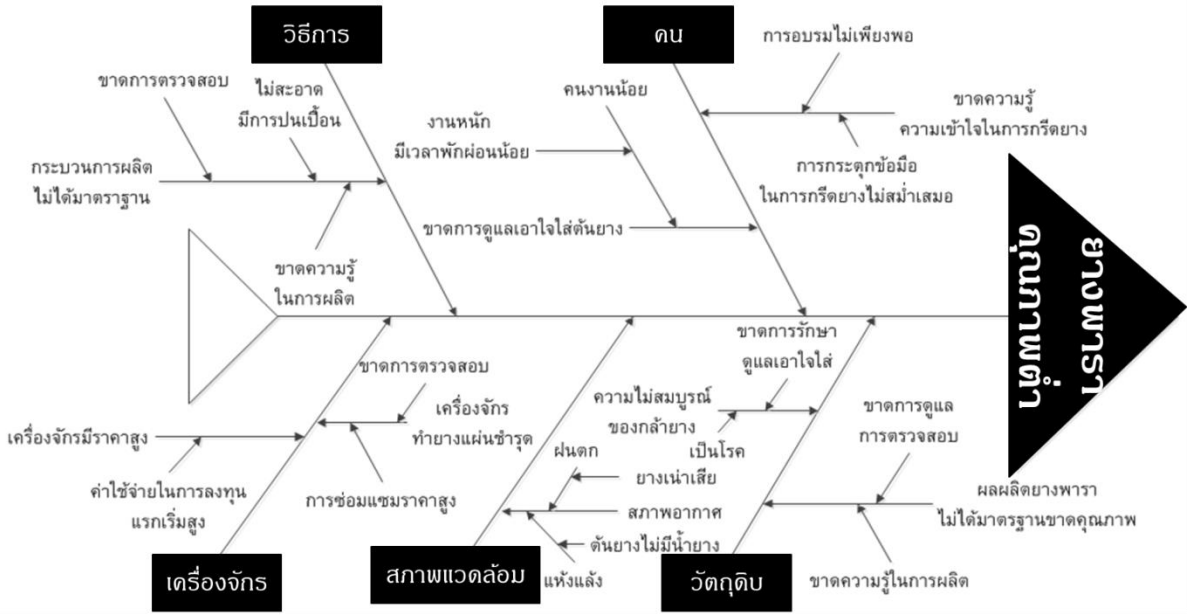
5. ตัวแบบอ้างอิงการปฏิบัติงานโซ่อุปทาน (Supply Chain Operations Reference Model: SCOR Model) แบบจำลองอ้างอิงเป็นการรวบรวมแนวความคิดสำคัญระหว่างการปรับเปลี่ยนกระบวนการทางธุรกิจ การเทียบเคียง และกระบวนการประเมินผล ไปสู่กรอบการทำงานที่มีบทบาทและหน้าที่ที่สอดคล้องกันในการพัฒนาโซ่อุปทานขององค์กร ตัวแบบอ้างอิงการปฏิบัติงานโซ่อุปทานถูกพัฒนาโดย Supply-Chain Council (SCC) เพื่อช่วยให้องค์กรที่เกี่ยวข้องกับโซ่อุปทานสามารถประเมินการปฏิบัติงานเชิงกระบวนการได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Stewart, 1997) ต้องจัดการในกระบวนการสำคัญ 5 ส่วน ดังนี้

(1) การวางแผน (Plan) จะเกี่ยวข้องกับการวางแผนในทุกๆ ด้าน
(2) การจัดหา (Source) ทรัพยากรหรือวัตถุดิบในงานวิจัยนี้ จะหมายถึงสถานที่และผลิตภัณฑ์
(3) การผลิต (Make) แบ่งเป็น การผลิตเพื่อจัดเก็บ การผลิตตามคำสั่งของลูกค้า
(4) การจัดส่ง (Delivery) ทำการจัดส่งสินค้าตามรูปแบบการผลิต
(5) การส่งคืนสินค้า (Return) เป็นกระบวนการจัดการต่อสินค้าที่ลูกค้าส่งคืนด้วยสาเหตุต่างๆ

งานวิจัยนี้ได้เริ่มจากการศึกษาข้อมูล แนวคิด หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเบื้องต้น และศึกษาข้อมูลสภาพปัจจุบันของโซ่อุปทานด้วยเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย เช่น แบบสอบถามและสัมภาษณ์ บุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยางพาราในทุกภาคส่วน ของอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก ได้แก่ เกษตรกรชาวสวนยางที่เป็นเจ้าของจำนวน 6 คน พ่อค้าคนกลางจำนวน 1 คน สหกรณ์ยางพาราอำเภอนครไทย พ่อค้าที่ประมูลยางพาราได้จำนวน 1 คน (จาก 5-6 คนต่อการประมูลในแต่ละครั้ง) ซึ่งผลจากการสอบถามและสัมภาษณ์ดังกล่าวเบื้องต้นพบว่าข้อมูลที่ได้มีลักษณะใกล้เคียงกัน เนื่องจากเป็นกลุ่มเกษตรกรชาวสวนยางที่เป็นอำเภอเดียวกัน ต่อจากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลโดยการสร้างโซ่อุปทาน สร้างแผนภูมิก้างปลา วิเคราะห์ SWOT วิเคราะห์โซ่คุณค่า สร้างแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงาน โซ่อุปทานและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในโซ่อุปทาน สุดท้ายจึงทำการสรุปผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการวิจัย

1. แผนภูมิก้างปลา (Cause And Effect Diagram) แผนภูมิก้างปลาแสดงถึงปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในพื้นที่อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก คือปัญหาเรื่องคุณภาพของยางพารา เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์ยางน้อย เกิดการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกมากจึงส่งผลให้ราคายางตกต่ำ พ่อค้าคนกลางได้ราคาจากโรงงานแปรรูปต่ำ ซึ่งหากแก้ไขปัญหาเรื่องคุณภาพได้จะลดขั้นตอนการทำความสะอาดในกระบวนการแปรรูปและทำให้ลดต้นทุนค่าใช้จ่ายของโรงงานแปรรูป ดังรูปที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภูมิก้างปลาแสดงถึงปัญหาคุณภาพยางพารา อำเภอนครไทย

2. การวิเคราะห์ SWOT

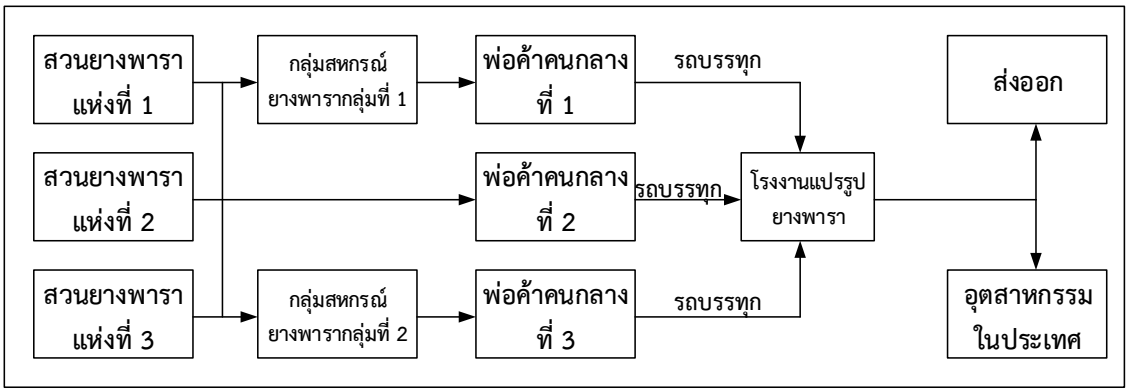
2.1. จุดแข็ง คือ มีพื้นที่ปลูกยางพาราและส่งออกวัตถุดิบยางธรรมชาติเป็นจำนวนมาก มีศักยภาพและความสามารถในการแข่งขันสูงเรื่องการผลิตและการแปรรูปยางพารา โดยเฉพาะอย่างยิ่งยางก้อนถ้วย

2.2. จุดอ่อน คือ ต้นทุนการทำน้ำยางข้นมีราคาสูง เนื่องจากโครงสร้างการปลูกยางเป็นเกษตรกรรายย่อย มีต้นทุนการรวบรวมวัตถุดิบและค่าขนส่งค่อนข้างสูงเทคโนโลยีในการผลิตล้าหลังขาดการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับน้ำยาง

2.3. โอกาส คือ มีแนวโน้มการขยายตัวของอุตสาหกรรมยานยนต์ในเอเชีย จีน และอินเดีย ส่งผลให้มีความต้องการยางพาราเพิ่มขึ้นอาจทำให้มีการส่งออกยางพาราเพิ่มขึ้นอุตสาหกรรมถุงมือยางมีการเจริญเติบโตมากขึ้น

2.4. อุปสรรค คือ ราคายางพาราในตลาดมีความเปลี่ยนแปลงสูง ยางสังเคราะห์มีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกับธรรมชาติมากขึ้น การแข่งขันรุนแรงขึ้น มีผู้ผลิตรายใหม่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง

3. โซ่อุปทานของอุตสาหกรรมยางพารา จากการศึกษา ณ อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก โดยรวบรวมข้อมูล โซ่อุทานอุตสาหกรรมยางพาราเริ่มต้นจากส่วนต้นน้ำ คือ เกษตรกรผู้ปลูกยางพารา ผลผลิตที่ได้จากเกษตรกร จะนำเข้าสู่กลุ่มสหกรณ์ยางพาราของแต่ละพื้นที่ซึ่งทำหน้าที่รวบรวมผลผลิตยางพาราและจัดการประมูลยางพาราเพื่อขายต่อให้กับพ่อค้าคนกลางและส่งต่อให้กับนายทุน แต่เกษตรกรบางรายอาจทำการขายยางพาราให้กับพ่อค้าคนกลางโดยตรง แต่อาจได้ราคาต่ำกว่าการประมูล ส่วนด้านการขนส่งผลผลิตจากยางพาราจากพ่อค้าคนกลางสู่นายทุนจะใช้รถบรรทุกพ่วง โซ่อุปทานของยางพารา



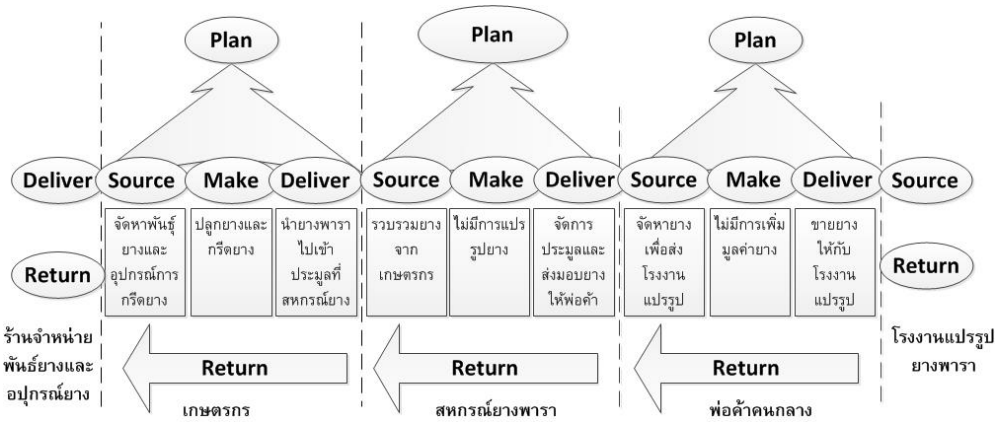
ภาพที่ 2 โซ่อุปทานยางพาราของอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก

3. โซ่คุณค่า (Value Chain) จากการศึกษาข้อมูลและการโครงสร้างโซ่อุปทานโดยรวมแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์กิจกรรมหลักและกิจกรรมสนับสนุนภายในโซ่อุปทาน และแสดงออกมาในรูปแบบของโซ่คุณค่าได้ดังรูปที่ 3 โซ่คุณค่าในกรณีศึกษาสามารถช่วยให้ชาวเกษตรกรหรือชาวสวนยางพาราทราบกิจกรรมหลักและกิจกรรมสนับสนุนในการผลิตน้ำยางพารามากยิ่งขึ้น



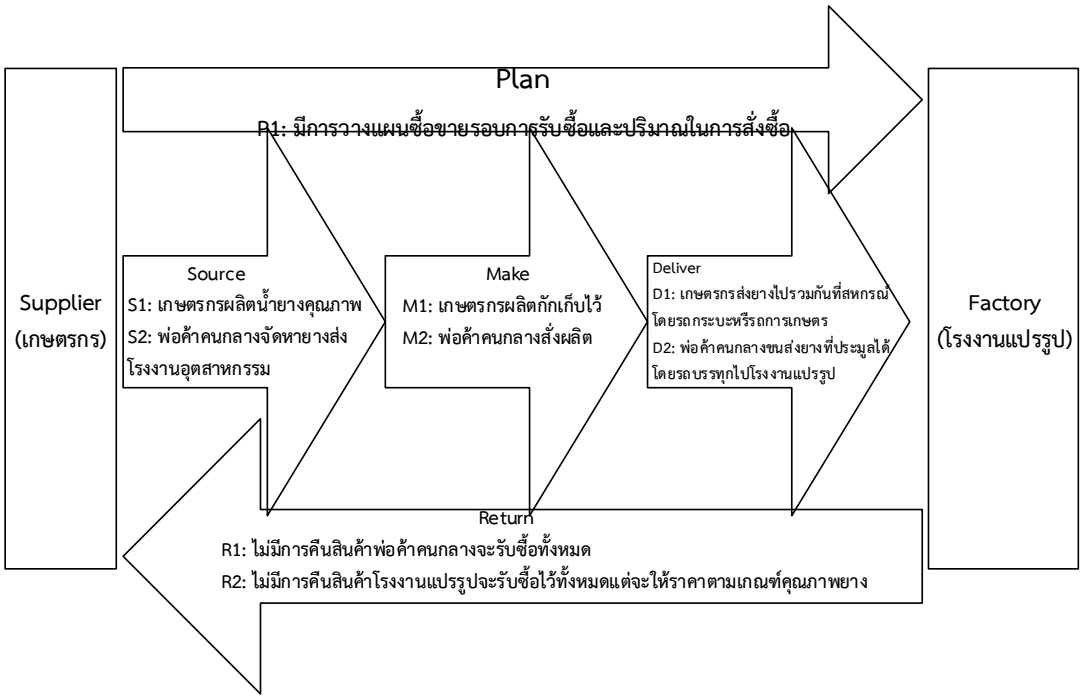
ภาพที่ 3 โซ่คุณค่าแสดงกิจกรรมหลักและสนับสนุนในโซ่อุปทาน

4. การวิเคราะห์แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานโซ่อุปทาน (SCOR Model) การทำแบบจำลอง SCOR Model ของงานวิจัยนี้ทำให้ทราบถึงขั้นตอนโดยรวมของการจัดการยางพาราทั้ง 5 ขั้นตอนในระดับที่ 1 ได้แก่ การวางแผน (Plan) วัตถุดิบ (Source) การผลิต (Make) การขนส่ง (Deliver) และ การขนส่งกลับคืน (Return) ดังรูปที่ 4 และในระดับที่ 2 ดังรูปที่ 5 แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ (1) SCOR Model ระดับเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา และส่วนที่ 2 คือ SCOR Model ระดับกลุ่มสหกรณ์ยางพารา



ภาพที่ 4 SCOR Model ระดับที่ 1

จากรูปที่ 4 เป็นขั้นตอนพื้นฐาน 5 อย่างของ SCOR Model ระดับที่ 1 ที่ทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษา โดยที่ต้นน้ำมาจากเกษตรกรผู้ปลูกสวนยางพาราและผ่านกระบวนการที่มีการวางแผนไว้ทั้ง 5 กระบวนการ ได้แก่ วัตถุดิบจะเป็นยางก้อนถ้วย และยางแผ่น การผลิตจะผลิตน้ำยางพาราโดยการกรีดยางตามลำต้นแล้วบรรทุกขึ้นรถบรรทุกเพื่อขนส่งไปยังสถานที่รับการประมูลยางพารา โดยที่ยางพาราที่ถูกประมูลไปแล้วนั้นจะไม่มีการส่งคืนผู้ผลิต จนไปถึงปลายน้ำคือ โรงงานแปรรูปยางพาราเพื่อผลิตเป็นสินค้าให้กับลูกค้าต่อไป



ภาพที่ 5 SCOR Model ระดับที่ 2

หมายเหตุ: P1, S1, M1, D1, R1คือ SCOR Model ระดับเกษตรกรผู้ปลูกยางพารา
S2, M2, D2, R2 คือ SCOR Model ระดับกลุ่มสหกรณ์ยางพารา

กระบวนการผลิตของยางพาราเริ่มต้นจากเกษตรกรปลูกยางพารา มีการผลิตน้ำยางที่มีคุณภาพโดยผลผลิตที่ได้จะถูกนำมารวมกันที่กลุ่มเกษตรกรหรือมีพ่อค้าคนกลางมารับน้ำยางที่สวนยาง และจะขนส่งยางเข้าสู่โรงงานแปรรูป ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้จะไม่มีการส่งกลับคืนของยางพาราที่ขายไปแล้วเนื่องความต้องการทางตลาดมีสูงกว่าการผลิตอยู่มากแต่จะเป็นการให้ราคาของยางพาราตามมาตรฐานคุณภาพที่กำหนดไว้แทน

อภิปรายผล

สำหรับการศึกษาโซ่อุปทานในงานวิจัยนี้ได้เล็งเห็นถึงความเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมยางพาราที่มีความต้องการเพิ่มมากขึ้นอนาคตและมีการขยายพื้นที่เพาะปลูกจากภาคใต้ขึ้นมาถึงภาคเหนือตอนล่างในเวลาอันรวดเร็ว ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างจำเป็นที่จะต้องรับรู้ข้อมูลข่าวสารและวิธีการในการเพาะปลูกยางพาราที่ถูกต้องเพื่อเป็นการเตรียมตัวสำหรับการแข่งขันในธุรกิจประเภทนี้ต่อไป

ข้อเสนอแนะและแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาระบบโซ่อุปทานอุตสาหกรรมยางพารา

1. สำหรับเกษตรกรควรมีการอบรมโดยนักวิชาการการเกษตรในพื้นที่อย่างต่อเนื่อง ฝึกเกษตรกรในเรื่องต่างๆ ทั้งในด้านการติดตา การเตรียมปลูก การดูแล การกรีดยาง และการเก็บผลผลิตที่ได้อย่างถูกต้องตามหลักเกษตรที่ดีและเหมาะสม (Good Agricultural Practice: GAP) ตลอดจนช่วยเหลือด้านการเงินที่เหมาะสมให้กับเกษตรกร

2. สำหรับพ่อค้าคนกลางควรจะมีการตรวจสอบคุณภาพของยางพารา เพราะที่ผ่านมามีสิ่งปนเปื้อนในยางพาราจำนวนมากเป็นหนึ่งเหตุผลที่ทำให้ราคายางพาราตกต่ำ หากผลผลิตยางพารามีคุณภาพที่ดีแล้วจะสามารถแก้ปัญหาและลดขั้นตอนในกระบวนการผลิตได้ ทั้งยังแก้ปัญหาราคายางตกต่ำได้อีกด้วย

3. พื้นที่ที่ทำการศึกษาคืออำเภอนครไทย เพียงอำเภอเดียว ผู้ที่สนใจสามารถ ทำวิจัยในอำเภออื่นได้ เช่น วังทอง เนินมะปราง เนื่องจากมีการปลูกที่เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อ และเกษตรกรยังไม่มีความรู้ด้านต้นทุนโดยรวมทั้งระบบ ส่วนใหญ่ทำตามๆ กัน โดยไม่ทราบถึงต้นทุนจริงๆ และปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการ และปลูกเพื่อขายอย่างเดียว ยังไม่มีข้อมูลด้านอื่น

สรุปผลการวิจัย

บทสรุปการศึกษาโซ่อุปทานยางพารา กรณีศึกษา

1. สภาพปัญหาที่สวนยางพารา พบว่าเกษตรกรมีประสิทธิภาพในการเพาะปลูกยางพาราค่อนข้างดี แต่บางรายขาดทุนทรัพย์ในการเพาะปลูกส่งผลให้มีปริมาณผลผลิตต่อไร่ต่ำ ส่วนใหญ่ทำการเพาะปลูกโดยใช้ประสบการณ์เป็นหลัก และนิยมปรึกษาปัญหาการเพาะปลูกยางพารากับญาติและเพื่อนบ้าน จึงมักพบว่าเกษตรกรในพื้นที่เดียวกันมักจะดำเนินการเพาะปลูกในลักษณะคล้ายคลึงกันและเป็นไปในรูปแบบเดิม หน่วยงานของรัฐบาลและเอกชน ควรที่จะส่งเสริมการให้ความรู้แก่เกษตรกร ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรสามารถวางแผนการเพาะปลูกได้ดีขึ้น สามารถควบคุมต้นทุนการผลิตและวัดประสิทธิภาพการดำเนินงานของตนได้

2. สภาพปัญหาของผู้ประกอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์ยางพารา พบว่ามีปัญหาคุณภาพวัตถุดิบไม่ได้ตามมาตรฐานและปัญหาภัยธรรมชาติที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ ส่วนประเด็นที่ต้องการได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลภายนอก ได้แก่ การตลาด การเงิน ราคาและการสร้างความร่วมมือ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้การสนับสนุนจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และขอบคุณคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และงานด้านเอกสารในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

นุชนารถ กังพิสดาร. (2548). **เอกสารวิชาการยางพารา การปลูกและการดูแลรักษา.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ . สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (สกย.).

อภิชาติ โสภาแดง และคณะ. (2551). **การศึกษาระบบการจัดการโซ่อุปทานของลำไยสดในประเทศไทย.** สำนักกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.).

Porter, M. (1980). **Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance**. New York: The Free Press.

Stewart, G. (1997). **Supply-Chain Operation Reference Model (SCOR): The First Cross-Industry Framework for Integrated Supply Chain Management**. Logistics Information Management, 10(2): 62-67.

เส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม กรณีศึกษาวัดในเขตอำเภอเมือง พิษณุโลก
Cultural tourism route: a case study of the temples in Muang district, Phitsanulok

ศุจินธร ทรงสิทธิเดช* ภัสสร เอี่ยมใหม่ จิตติศักดิ์ บวบมี และ กนกรัตน์ ชากองมา
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author email: suchinthorn@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลด้านการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม และศึกษาเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม กรณีศึกษา วัดในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ประชากรและกลุ่มตัวอย่างคือผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องด้านการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ นักท่องเที่ยว มัคคุเทศก์ ตำรวจท่องเที่ยว เจ้าที่กรมทางหลวง เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการท่องเที่ยว นักวิชาการด้านการท่องเที่ยว และผู้ประกอบการรถนำเที่ยว โดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์เชิงลึกเป็นเครื่องมือในการทำวิจัย เพื่อวิเคราะห์ลำดับความนิยมของแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม 9 วัดในพื้นที่ศึกษา และปัจจัยความเหมาะสมในการจัดเส้นทางการท่องเที่ยวพบว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการจัดเส้นทางการท่องเที่ยว คือ ด้านระยะทาง ด้านระยะเวลา ด้านสภาพแวดล้อม ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก และด้านป้ายจราจรบอกทาง นำไปสู่การจัดเส้นทางโดยยึดปัจจัยดังที่กล่าวมาได้ 5 เส้นทาง จึงทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ Analysis Hierarchy Process (AHP) เพื่อประเมินศักยภาพความเหมาะสมของเส้นทางจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ปัจจัยด้านสิ่งอำนวยความสะดวก มีความสำคัญเป็นลำดับที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 27.91 รองลงมา คือ ปัจจัยด้านระยะทาง ปัจจัยด้านป้ายจราจรบอกทาง ปัจจัยด้านระยะเวลา ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม ตามลำดับ

คำสำคัญ : เส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม Analysis Hierarchy Process (AHP)

Abstract

This research aimed to study the cultural tourism Information and cultural tourism route of the temples in Mueang Phitsanulok. The population were stakeholders in the area: travelers, tourist guides, tourist police, the highways department officers, tourism promotion officers, academic travels, and tour bus operators. A questionnaire and an in-depth interview were used to collect the data and then the popularity of cultural tourism 9 temples was analyzed. It was found that the suitable factors were the distance, the period of the tour, the environment on the route, the facilities and traffic signs. The Assignment of Analysis Hierarchy Process (AHP) showed that the most suitable factors were a facilities factor (about 27.91%), the distance, the traffic signs, the period and the environment, respectively.

keywords : cultural tourism route, analysis hierarchy process (AHP)

บทนำ

จังหวัดพิษณุโลกเป็นแหล่งประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม และธรรมชาติที่น่าท่องเที่ยว อีกทั้งแหล่งท่องเที่ยงเชิงวัฒนธรรมธรรมที่เก่าแก่มีให้ได้ชมมากมาย ทั้งโบราณสถาน โบราณวัตถุที่บรรพบุรุษทิ้งเป็นมรดกอันสวยสดงดงามไว้ให้ลูกหลานสืบทอดมาจนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะกลุ่มแหล่งท่องเที่ยวที่เป็นวัดในตัวอำเภอเมืองพิษณุโลก เช่น วัดพระศรีรัตนมหาธาตุ วัดนางพญา วัดราชบูรณะ วัดเจดีย์ยอดทอง วัดจุฬามณี วัดธรรมจักร วัดอรัญญิก เป็นต้น แหล่งท่องเที่ยวประเภทวัดเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สวยงามและได้รับความนิยมเป็นอย่างยิ่ง ทั้งของนักท่องเที่ยวชาวไทยและชาวต่างชาติ และยังเป็นความภาคภูมิใจของชาวจังหวัดพิษณุโลกอีกด้วย ซึ่งจะเป็นเครื่องมือสำคัญในการสืบทอดวัฒนธรรมให้คงอยู่ต่อไป กระแสการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในจังหวัดพิษณุโลกได้รับความสนใจสูง

การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในวัดเก่าแก่ของพิษณุโลกจะมีความพิเศษตรงที่นักท่องเที่ยวจะได้ศึกษาหาความรู้ในพื้นที่หรือบริเวณที่มีคุณลักษณะที่สำคัญทางประวัติศาสตร์และวัฒนธรรม สถานที่ดังกล่าวจะมีการบอกกล่าวเรื่องราวในการพัฒนา

ทางสังคมและมนุษย์ผ่านทางประวัติศาสตร์อันเป็นผลเกี่ยวเนื่องกับวัฒนธรรม องค์ความรู้ และคุณค่าของสังคม โดยสะท้อนให้เห็นถึง สภาพชีวิต ความเป็นอยู่ ของคนในพื้นที่ในแต่ละยุคสมัยได้เป็นอย่างดีซึ่งนอกจากสถานที่แล้ว เทศกาลและงานฉลอง รวมไปถึงสินค้าพื้นเมืองต่างๆ ก็ยังสะท้อนให้เห็นถึง วัฒนธรรมในพื้นที่นั้นๆอีกด้วย เช่น การปีนโบสถ์ใส่บาตรที่วัดราชบูรณะ ประเพณีงานสมโภชวัดใหญ่ (วัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร) ซึ่งจะมีเพียงปีละหนึ่งครั้งเพื่อให้ประชาชนได้ขึ้นไปสักการะพระปรางค์ จัดว่าเป็นการท่องเที่ยวที่มีคุณค่าทางวัฒนธรรมเป็นอย่างยิ่ง

ดังนั้น การที่นักท่องเที่ยวให้ความสำคัญและเดินทางเข้ามาท่องเที่ยวยังวัดในตัวเมืองพิษณุโลกนี้เป็นจำนวนมาก จึงทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดเพราะเป็นเขตตัวเมืองและปัญหาการเดินรถเส้นทางต่างๆ เพื่อเดินทางไปยังวัดเก่าแก่ที่คนนอกพื้นที่ยังไม่รู้จักแต่มีความสวยงามและประวัติศาสตร์ที่ยาวนาน ผู้วิจัยจึงได้ใช้ความรู้ที่เรียนมาในด้านโลจิสติกส์ มาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาเหล่านี้ เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่นักท่องเที่ยวในการแก้ปัญหารถติดนี้และเพื่อเดินทางไปยังวัดต่างๆได้อย่างสะดวกขึ้น โดยใช้ทฤษฎีที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดเส้นทาง เข้ามาช่วยในการตัดสินใจเลือกเส้นทาง เพื่อเป็นตัวเลือกให้นักท่องเที่ยวอีกหนึ่งช่องทาง และการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลด้านการท่องเที่ยว เส้นทางการท่องเที่ยว และปัจจัยที่ส่งผลต่อเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลก เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการแนะนำเส้นทางการท่องเที่ยวประเภทวัดที่มีอยู่อย่างมากมายกระจายกันไปยังแต่ละส่วนของตัวเมือง โดยเป็นการวิจัยเชิงเอกสาร (Documentary Research) การวิจัยภาคสนาม (Survey Research) ด้วยวิธีการใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) กับกลุ่มตัวอย่าง การสัมภาษณ์ (Interview) ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องและการสังเกตการณ์ (Observation) พื้นที่วัดท่องเที่ยวในอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ การแจกแจงความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ให้ได้ผลการวิจัยสำหรับวัดที่น่าท่องเที่ยวและเส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม

วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น รวมทั้งแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแหล่งท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์ แหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม โดยได้มุ่งเน้นส่งเสริมการท่องเที่ยวในเชิงวิถีพุทธ ด้านวัฒนธรรม ประเพณีและศาสนา ซึ่งปัจจุบันกำลังได้รับความสนใจจากนักท่องเที่ยวเป็นอย่างมาก การวิเคราะห์สภาพการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมของจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้

ปรัชญาพร พัฒนผล (2554) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง การพัฒนาเส้นทางการท่องเที่ยววัฒนธรรมแม่น้ำเพชรบุรี เป็นการศึกษาโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ โดยผู้ศึกษาได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลภาคเอกสาร ภาคสนามและการสังเกตการณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเป็นแบบสัมภาษณ์ตัวแทนชุมชน และจากผลมีความเห็นด้วยที่จะให้มีการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยววัฒนธรรมให้เป็นไปในทางที่สอดคล้องกัน รวมไปถึงศิลปะ วัฒนธรรม ประเพณีของเพชรบุรีจะเป็นที่รู้จักกันมากขึ้น คนในชุมชนรู้สึกเกิดความภาคภูมิใจในตนเอง และก่อให้เกิดรายได้ภายในชุมชน

สุรชาติ สินวรณ์ (2555) ได้ศึกษาเรื่อง พัฒนาการประเมินศักยภาพการท่องเที่ยวเชิงเกษตรและหัตถกรรมโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน กรณีศึกษา ชุมชนใน อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี โดยทำการศึกษาความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวและประชาชนในท้องถิ่นเกี่ยวกันโดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล เพื่อนำมาพัฒนารูปแบบการท่องเที่ยวให้เหมาะสมกับเกษตรและหัตถกรรม โดยเทคนิค RRA และ PRA และดำเนินการวิเคราะห์ ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสถิติเพื่อการวิจัย รวมถึง AHP ส่งผลทำให้สามารถวิเคราะห์หาความเหมาะสมเพื่อทำกิจกรรมในแต่ละช่วงเวลาได้ เพื่อจะได้แนวทางสำหรับกิจกรรมในการพัฒนารูปแบบการท่องเที่ยวที่เหมาะสมที่สุด

เถกิงศักดิ์ ชัยชาญ และคณะ (2553) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การจัดการโลจิสติกส์สำหรับการท่องเที่ยวในอำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชศรีมา โดยทำการศึกษาข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม รวม 5 พื้นที่ และเมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบโลจิสติกส์การท่องเที่ยวกับความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่นำมาสู่การกลับมาเที่ยวซ้ำ รวมทั้งการมีงบประมาณสนับสนุนเพิ่มขึ้น การจัดการโลจิสติกส์เพื่อช่วยในการวางแผนการสนับสนุนการควบคุมการไหลอย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล และเก็บรักษาสินค้า บริการกับสารสนเทศที่เกี่ยวข้องจากจุดเริ่มต้นไปสู่จุดสุดท้าย เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า

ชื่น ศรีสวัสดิ์และคณะ (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม กรณีศึกษา วัฒนธรรมชุมชนชาวกรวยในเขตอีสานใต้ และลาวใต้ จากการศึกษาพบว่า อาณาจักรล้านช้างในอดีตหรือสาธารณประชาธิปไตยประชาชนลาว ปัจจุบันนับว่าเป็นอาณาจักรที่มีความเจริญรุ่งเรืองมาก่อน ทำให้ลักษณะทางวัฒนธรรมของชุมชนชาวกรวยมีความน่าสนใจอีกทั้งยังมี

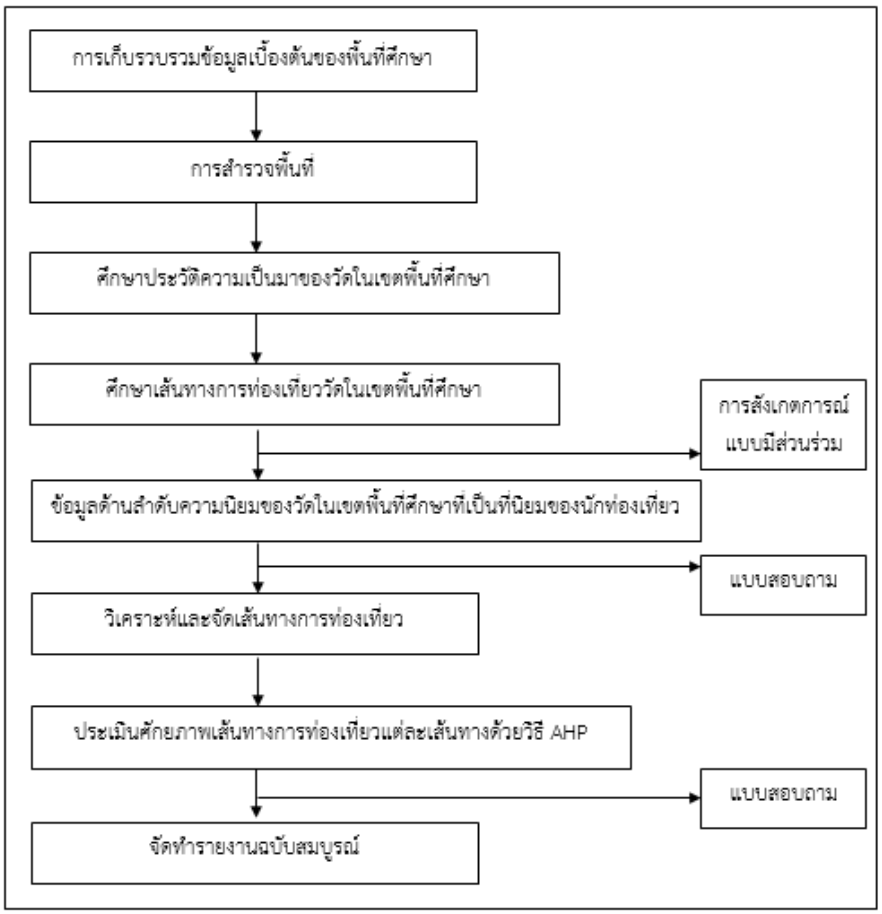
ความเชื่อมโยงสัมพันธ์กับชุมชนชาวกรวยในเขตอีสานใต้ของประเทศไทย ผลการศึกษาจะนำไปสู่ความเข้าใจอันดีระหว่างชุมชนชาวกวยในประเทศไทยและชาวกรวยใน ส.ป.ป.ลาว และสามารถนำไปเผยแพร่ในเชิงวิชาการในการจัดการเรียนการสอน ดังนั้นการรักษาหรือธำรงไว้ซึ่งวัฒนธรรมเดิมจึงต้องมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาวัฒนธรรมให้เหมาะสมมีประสิทธิภาพตามยุคสมัย จำแนกออกเป็น 2 ประเภท คือ วัฒนธรรมทางวัตถุ และวัฒนธรรมทางจิตใจ

ดำเกิง โถทอง และคณะ (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเส้นทางการท่องเที่ยวสายอารายธรรมขอมในประเทศไทย กัมพูชา และลาว โดยใช้เทคนิคการวิจัยแบบผสมผสานระหว่างการวิจัยเชิงปริมาณและการวิจัยเชิงคุณภาพด้วยการศึกษาเอกสาร สำรวจภาคสนาม เพื่อนำมากำหนดรูปแบบโปรแกรมการท่องเที่ยวและใช้วิธีประเมินโปรแกรมการท่องเที่ยวโดยผู้เชี่ยวชาญ นำมาปรับปรุงและนำเสนอรูปรูปแบบการท่องเที่ยวสังเคราะห์ ปรับปรุงรูปแบบการท่องเที่ยวที่เหมะสมและสอดคล้องกับความต้องการของนักท่องเที่ยวได้เพื่อวิพากษ์เส้นทางการท่องเที่ยว มีประเด็นพิจารณาด้านความเหมาะสมจำนวนวันความเป็นไปได้และจุดน่าสนใจเพิ่มเติมเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของนักท่องเที่ยวมากที่สุด

ชัยยนต์ ชิโนกุล (2548) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการโลจิสติกส์ หมายถึงกระบวนการเคลื่อนย้ายสินค้าหรือบริการทั้งภาคการผลิตและภาคบริการในส่วนภาคบริการนั้นได้แก่ ส่วนงานของภาครัฐ โรงพยาบาล ธนาคาร การค้าส่งและการค้าปลีก นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาการจัดการขั้นสุดท้าย การขจัด การแปรสภาพ เนื่องจากโลจิสติกส์มีขอบข่ายความรับผิดชอบสูงขึ้นซึ่งไม่ได้เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตเท่านั้น แต่กิจกรรมโลจิสติกส์เกี่ยวเนื่องไปทุกกิจกรรม

2.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาตามกรอบแนวความคิดในการวิจัย ผู้วิจัยทำการแจกแบบสอบถามออกไปยังกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 ชุด จัดหมวดหมู่ของข้อมูลแบบสอบถาม เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ทั้งการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยการคำนวณหาค่าร้อยละ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อหาศักยภาพในการจัดเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมประเภทวัดในเขตอำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลก ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ผลการวิจัย

การศึกษาเรื่อง เส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม กรณีศึกษา วัดในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาข้อมูลด้านการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม และเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

3.1 ข้อมูลของประชากรกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาจะเป็นนักท่องเที่ยวชาวไทยที่เดินทางเข้ามาเที่ยวในอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบว่าประชากรกลุ่มตัวอย่างที่จำแนกตามเพศส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 55 รองลงมา เป็นเพศหญิงคิดเป็นร้อยละ 45 ซึ่งส่วนใหญ่นั้น มีอายุอยู่ในช่วง 20-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 47.5 รองลงมามีอายุอยู่ในช่วง 40-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 45 ช่วง อายุต่ำกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 7.5 โดย โดยกลุ่มตัวอย่างจากนักท่องเที่ยวทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ และด้านระดับการศึกษา ระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 55 รองลงมาคือระดับมัธยมศึกษาคิดเป็นร้อยละ 15 และอนุปริญญา คิดเป็นร้อยละ 15 ระดับประถมศึกษาคิดเป็นร้อยละ 7.5 และระดับตั้งแต่ปริญญาตรีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 7.5 ประเภทรถที่ใช้ในการเดินทางเพื่อการท่องเที่ยวส่วนใหญ่จะใช้รถส่วนตัว คิดเป็นร้อยละ 67.5 รองลงมาคือรถตู้ คิดเป็นร้อยละ30 รถอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 2.5 โดยจำนวนคนที่เดินทางมาท่องเที่ยวส่วนใหญ่ มาจำนวน 4-5 คน คิดเป็นร้อยละ 40 รองลงมาคือ 2-3 คน คิดเป็นร้อยละ 35 มาท่องเที่ยวมากกว่า 5 คน (หมู่คณะ) คิดเป็นร้อยละ 25 และปัจจัยที่เกี่ยวกับเส้นทางการท่องเที่ยว พบว่านักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านต่างๆ ดังนี้ (1) ด้านระยะทาง เนื่องจากนักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้ามาเที่ยวมีความต้องการใช้เส้นทางท่องเที่ยวที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด (2) ด้านระยะเวลา เนื่องจากนักท่องเที่ยวให้ความสำคัญกับระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางและช่วงเวลาในการเดินทางเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการจราจรติดขัด (3) ด้านป้ายจราจรเนื่องจากป้ายจราจรบอกทาง และป้ายแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวจะช่วยอำนวยความสะดวกในการเดินทางไปท่องเที่ยวให้กับนักท่องเที่ยวต่างจังหวัดที่ไม่รู้จักเส้นทางและแหล่งท่องเที่ยวได้ (4) ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม (5) ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก เนื่องจากนักท่องเที่ยวเห็นว่าสภาพแวดล้อมไม่มีผลอิทธิพลต่อการเดินทางและสิ่งอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับสถานที่จอดรถ ร้านค้า จะมีเพียงพออยู่แล้ว จึงให้ความสำคัญน้อย

3.2 ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดลำดับของความนิยมของวัดที่ประชาชนทั่วไปนิยมไปท่องเที่ยว

ผลการวิเคราะห์จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามจากประชากรกลุ่มตัวอย่าง ทำให้ได้ ข้อมูลเกี่ยวกับลำดับความนิยมของวัดที่นักท่องเที่ยวนิยมเดินทางไป 9 วัดแรกตามร้อยละความนิยม ดังต่อไปนี้

อันดับที่ 1 เลือกวัดพระศรีรัตนมหาธาตุวรมหาวิหาร คิดเป็น 100 %
อันดับที่ 2 เลือกวัดนางพญา คิดเป็นร้อยละ 50
อันดับที่ 3 เลือกวัดราชบูรณะ คิดเป็นร้อยละ 42.5
อันดับที่ 4 เลือกวัดจันทร์ตะวันตก คิดเป็นร้อยละ 25
อันดับที่ 5 เลือกวัดจันทร์ตะวันออก คิดเป็นร้อยละ 27.5
อันดับที่ 6 เลือกวัดจุฬามณี คิดเป็นร้อยละ 20
อันดับที่ 7 เลือกวัดอรัญญิก คิดเป็นร้อยละ 15
อันดับที่ 8 เลือกวัดตาปะขาวหาย คิดเป็นร้อยละ 12.5

3.3 เส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม

จากการศึกษา เส้นทางการท่องเที่ยวในกรณีศึกษาทำให้ได้เส้นทางการท่องเที่ยวทั้งหมด 5 เส้นทางและวิ่งด้วยความเร็วเฉลี่ย 40-60 กม./ชม. ตามปัจจัยด้านต่างๆดังต่อไปนี้

เส้นทางที่ 1 เดินทางโดยคำนึงถึงปัจจัยด้านระยะทาง อาทิเช่น ระยะทางในการเดินทาง และระยะทางที่สั้นที่สุด โดยใช้ระยะทางรวม 24.98 กม. ใช้เวลารวม 49 นาที

เส้นทางที่ 2 เดินทางโดยคำนึงถึงปัจจัยด้านระยะเวลา อาทิเช่น ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทาง และช่วงเวลาในการเดินทาง โดยใช้ระยะทางรวม 24.08 กม. ใช้เวลารวม 42 นาที

เส้นทางที่ 3 เดินทางโดยคำนึงถึงปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม อาทิเช่น การจราจร สภาพอากาศและลักษณะทางกายภาพของถนน เป็นหลักโดยใช้ระยะทางรวม 25.98 กม. ใช้เวลารวม 55 นาที

เส้นทางที่ 4 เดินทางโดยคำนึงถึงปัจจัยด้านสิ่งอานวยความสะดวก อาทิเช่น สถานที่จอดรถ ระบบขนส่งสาธารณะ และร้านค้า โดยใช้ระยะทางรวม 25.18 กม. ใช้เวลารวม 53 นาที

เส้นทางที่ 5 โดยคำนึงถึงปัจจัยด้านป้ายจราจร อาทิเช่น ป้ายแนะนำสถานที่ท่องเที่ยว และป้ายบอกทาง โดยใช้ระยะทางรวม 24.28 กม. ใช้เวลารวม 54 นาที

3.4 ผลการจัดลำดับความสำคัญปัจจัยด้านเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมจากแนวคิดสนับสนุนการตัดสินใจ

ข้อมูลเบื้องต้นเป็นข้อมูลที่นำมาสู่การจัดลำดับความสำคัญโดยการเก็บแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 8 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ที่เกี่ยวข้องกับและมีส่วนได้เสีย (Stakeholders) กับการท่องเที่ยวภายในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลก ได้แก่ มัคคุเทศก์ ตำรวจท่องเที่ยว เจ้าที่กรมทางหลวง เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการท่องเที่ยว นักวิชาการด้านการท่องเที่ยว ผู้ประกอบการรถนำเที่ยว ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามนี้ จะนำมาทำการวิเคราะห์หาลำดับความสำคัญ (ค่าน้ำหนักของหลักเกณฑ์) ซึ่งผลที่ได้จะทำให้เราทราบถึงหลักเกณฑ์ต่างๆที่มีผลต่อการตัดสินใจในการเลือกเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมทั้ง 5 เส้นทาง ดังภาพที่ 1

ปัจจัย	ผู้เชี่ยวชาญ								ผลรวม	ค่าเฉลี่ย
	1	2	3	4	5	6	7	8		
ปัจจัยด้านระยะทาง	0.1192	0.3743	0.3317	0.4103	0.1239	0.0283	0.0328	0.5197	1.9402	24.25
ปัจจัยด้านระยะเวลา	0.3009	0.1848	0.1314	0.1508	0.1553	0.0988	0.0931	0.1601	1.2752	15.94
ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม	0.1064	0.0594	0.0655	0.0679	0.2308	0.1545	0.1784	0.1578	1.0207	12.76
ปัจจัยด้านสิ่งอำนวยความสะดวก	0.3664	0.2711	0.3561	0.1909	0.2768	0.4092	0.2754	0.0868	2.2327	27.91
ปัจจัยด้านป้ายจราจร	0.1074	0.1105	0.1153	0.1801	0.2132	0.3093	0.4204	0.0755	1.5317	19.14
CR	0.0933	0.0967	0.0575	0.0975	0.0965	0.0791	0.0957	0.0976		

ภาพที่ 1 ลำดับความสำคัญของปัจจัยหลักของผู้เชี่ยวชาญ 8 ท่าน

เป็นการให้ลำดับความสำคัญของปัจจัยหลักด้านต่างๆของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 8 ท่าน พบว่า ผู้เชี่ยวชาญทุกคนมีความคิดเห็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยให้ปัจจัยด้านสิ่งอานวยความสะดวก มีความสำคัญเป็นลำดับที่ 1 โดยการให้ลำดับความสำคัญเท่ากับร้อยละ 27.91 เพราะเส้นทางที่จัดโดยคำนึงถึงการช่วยอำนวยความสะดวกในการรองรับนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาเที่ยวเส้นทางด้านนี้จะช่วยกระตุ้นเศรษฐกิจ และเป็นการกระจายรายได้สู่ชุมชนอีกทางหนึ่ง จึงทำให้เป็นเส้นทางที่น่าสนใจ รองลงมา คือ ปัจจัยด้านระยะทาง โดยให้ลำดับความสำคัญเท่ากับร้อยละ 24.25 เพราะนักท่องเที่ยวต้องการเดินทางจากสถานที่หนึ่งไปยังสถานที่หนึ่งโดยต้องการเส้นทางที่มีระยะทางที่สั้นที่สุด เพื่อประหยัดเวลา และประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ปัจจัยด้านป้ายจราจรมีการให้ลำดับความสำคัญเท่ากับร้อยละ 19.14 เพราะนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ที่มาจากต่างจังหวัดจะไม่รู้จักเส้นทางและสถานที่ท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมมากนัก จึงต้องการให้มีป้ายบอกทางและป้ายแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวเพื่ออำนวยความสะดวกในการเดินทางไปท่องเที่ยว ปัจจัยด้านระยะเวลามีการให้ลำดับความสำคัญเท่ากับร้อยละ 15.94 เพราะนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ที่มาเที่ยวไม่ได้เร่งรีบมากนัก จึงไม่ได้ให้ความสำคัญในปัจจัยด้านระยะเวลา และผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญน้อยที่สุด คือ ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมของการใช้เส้นทาง เช่น สภาพการจราจร และลักษณะทางกายภาพของถนน ซึ่งมีการให้ลำดับความสำคัญเท่ากับร้อยละ 12.76 เพราะนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่เดินทางมาท่องเที่ยวโดยรถส่วนตัว รถทัวร์ และรถโดยสาร ทำให้ปัจจัยด้านนี้ไม่ส่งผลกระทบในการเดินทางมาท่องเที่ยวมากนัก จึงได้ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านนี้เป็นอันดับสุดท้าย

อภิปรายผลการวิจัย

1. เนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ ศึกษาเส้นทางท่องเที่ยวในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลกเท่านั้น ทั้งนี้นอกเขตอำเภอเมืองยังมีสถานที่ท่องเที่ยวและมรดกทางวัฒนธรรมที่น่าสนใจอีกมากมาย ดังนั้นการศึกษาในครั้งต่อไปสามารถศึกษาเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม เพิ่มเติมจากนอกเขตอำเภอเมือง

2. เส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นส่วนใหญ่ เส้นทางที่ใช้ จะเป็นเส้นทางสำหรับรถส่วนบุคคล ซึ่งควรหาข้อมูลเพิ่มเติมในการจัดเส้นทางสำหรับรถทัวร์ ที่มีนักท่องเที่ยวมาเป็นหมู่คณะ

3. ควรดำเนินการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวทั้งด้านแหล่งท่องเที่ยวและงานเทศกาลประเพณี ต่างๆอย่างสม่ำเสมอ เพื่อประชาสัมพันธ์ให้นักท่องเที่ยวรู้จัก และมาท่องเที่ยวซึ่งนับเป็นการกระจายรายได้สู่ชุมชนอีกทางหนึ่ง

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาจะเป็นการนำความรู้ด้านโลจิสติกส์ มาบูรณาการกับความรู้ด้านการจัดการการท่องเที่ยวเข้าด้วยกัน โดยจะใช้ประชากรกลุ่มตัวอย่างที่เกี่ยวข้องได้แก่นักท่องเที่ยวที่เดินทางเข้าเที่ยวในจังหวัดพิษณุโลก และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้แก่การสัมภาษณ์และแบบสอบถาม ซึ่งผลการศึกษาที่ได้จะนำมาใช้ในการจัดเส้นทางการท่องเที่ยว ทาให้ได้เส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมไหว้พระ 9 วัด ทั้งหมด 5 เส้นทาง โดยแต่ละเส้นทางจะมีจุดเด่นแตกต่างกันออกไปตามปัยจัยของเส้นเส้นทางการท่องเที่ยวทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ เส้นทางที่จัดโดยคำนึงถึงปัจจัยด้านระยะทางเป็นหลัก เส้นทางที่จัดโดยคำนึงถึงปัจจัยด้านระยะเวลาเป็นหลัก เส้นทางที่จัดโดยคำนึงถึงปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมเป็นหลัก เส้นทางที่จัดโดยคำนึงถึงปัจจัยด้านสิ่งอานวยความสะดวกเป็นหลัก และเส้นทางที่จัดโดยคำนึงถึงปัจจัยด้านป้ายจราจรเป็นหลัก และเมื่อได้เส้นทางการท่องเที่ยวแต่ละเส้นแล้ว จะนำไปทำการประเมินศักยภาพโดยผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง ผลการจัดลำดับความสำคัญปัจจัยด้านเส้นทางการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมจากแนวคิดสนับสนุนการตัดสินใจ พบว่า ความสำคัญเป็นลำดับที่ 1 คือ ปัจจัยด้านสิ่งอำนวยความสะดวก อาทิเช่น สถานที่จอดรถ ระบบขนส่งสาธารณะ และร้านค้า โดยใช้ระยะทางรวม 25.18 กม. ใช้เวลารวม 53 นาที

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บุคคล และกลุ่มบุคคลต่างๆที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำช่วยเหลือ อย่างดียิ่ง ทั้งในด้านวิชาการ การลงพื้นที่ภาคสนาม และด้านการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2542). **การวิเคราะห์สถิติ: สถิติเพื่อการตัดสินใจ.** พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์วิทยาลัย.

การตัดสินใจด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงลาดับชั้น. (2557). **Analysis Hierarchical Process: (AHP).** (3 มิถุนายน 2557). เข้าถึง www.e-book.ram.edu.

การท่องเที่ยวแห่งประประเทศไทย. (2557). **สถิติการท่องเที่ยวในจังหวัดพิษณุโลก.** (10 มิถุนายน 2557). เข้าถึง www2.tat.or.th/ stat/web/static_tst.php.

ชัยยนต์ ชิโนกุล. (2548). **การจัดการโซ่อุปทานและลอจิสติกส์.** กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดวี. เจ. พริ้นติ้ง.

ชื่น ศรีสวัสดิ์ และคณะ. (2550). **การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม กรณีศึกษาวัฒนธรรมชุมชนชาวกรวยในเขตอีสานใต้และลาวใต้.**งานวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว).

ดำเกิง โถทอง. (2550). **เส้นทางการท่องเที่ยวสายอารายธรรมขอมในประเทศไทย กัมพูชา และลาว.** งานวิจัยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว).

เถกิงศักดิ์ ชัยชาญ. (2553). **การจัดการโลจิสติกส์สำหรับการท่องเที่ยวในอำเภอวังน้าเขียว จังหวัด นครราชศรีมา.** สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว).

ปรัชญาพร พัฒนผล. (2554). **การพัฒนาเส้นทางการท่องเที่ยววัฒนธรรมแม่น้าเพชรบุรี.** สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว). ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ. (1มิถุนายน 2557). เข้าถึง www.sirikitdam.egat.com.

วชิรพงศ์ สาลีสิงห์. (2547). **การสำรวจทัศนคติของพนักงานด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์.** Productivity World. ปีที่ 9 ฉบับที่ 48 สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ.

ศิริลักษณ์ สุวรรณวงษ์. (2556). **เทคนิคการสร้างแบบสอบถาม.** (26 มิถุนายน 2557). เข้าถึง. www.rucharea.wordpress.com.

ศูนย์การท่องเที่ยวจังหวัดพิษณุโลก. (2557). **ยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดพิษณุโลก ปีงบประมาณ 2557.**

สุรชาติ สินวรณ์. (2555). **การศึกษาวิจัยเรื่อง พัฒนาการประเมินศักยภาพท่องเที่ยวเชิงเกษตรและหัตถกรรมโดยการมีส่วนร่วม ของชุมชน กรณีศึกษาชุมชนในอำเภอจันตคาม.** งานวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.).

สำนักงานจังหวัดพิษณุโลก. (2557). **สรุปผลการวิเคราะห์(SWOT Analysis) จังหวัดพิษณุโลก.** (6 มิถุนายน 2557). เข้าถึง. www.phitsanulok.go.th.

สำนักงานพระพุทธศาสนาจังหวัดพิษณุโลก. (2557). **ประวัติความเป็นมาของจังหวัดพิษณุโลก และหลักฐานการสร้างวัดในเขตอำเภอเมือง.** SWOT Analysis. (5 มิถุนายน 2557). เข้าถึง. http://www.dip.go.th.

การลดความสูญเสียในการปฏิบัติงานโดยใช้เทคนิคการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง กรณีศึกษา กระบวนการรับและการจ่ายน้ำมันของคลังน้ำมัน

Loss reduction in operations with focus improvement technique a case study of process flow of oil terminal

ขจรพงศ์ จีนขจร* และ เปรมพร เขมาวุฒฒ์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ
*corresponding author e-mail: bamboo_ptt@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความสูญเสียหลักทั้ง 16 ประการของกระบวนการรับน้ำมันของคลังน้ำมัน โดยการค้นหาความสูญเสียเบื้องต้นพบว่า ความสูญเสียที่มากที่สุดเกิดจากเครื่องจักรจำนวน 58 จุดจากความสูญเสียทั้งหมด 102 จุด ซึ่งความสูญเสียในจุดโรงรับน้ำมันทางรถยนต์และรถไฟมีจำนวนมากที่สุดอยู่ที่ 12 จุด จึงทำให้ทางผู้จัดทำได้เล็งเห็นว่าควรจะมีแผนในการบำรุงรักษาแบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมเข้ามาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาความสูญเสียในองค์กร โดยได้เลือกหัวข้อของการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง ซึ่งอยู่ในเสาที่ 1 ของการบำรุงรักษาแบบทวีผล โดยมุ่งเน้นในการค้นหาและกำจัดความสูญเสียหลักทั้ง 16 ประการ ด้วยการใช้เครื่องมือหรือวิธีการในการวิเคราะห์ความสูญเสียที่เกิดขึ้นและใช้เครื่องมือในการแก้ไขความสูญเสียที่ค้นพบ ผลที่ได้รับจากหัวข้อ การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง คือ การลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรในจุดโรงรับน้ำมันทางรถยนต์และรถไฟ โดยสามารถลดค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 233,126 บาทต่อปี

คำสำคัญ : การบำรุงรักษาแบบทวีผล การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง ความสูญเสียหลักทั้ง 16 ประการ

Abstract

This research's purpose to reduction the losses main of 16 major for process flow in oil terminal. The finding the initial loss in oil terminal found that most of the losses caused by the machines of 58 points from losing all 102 points. This loss in the retail oil cars and trains have a maximum of 12 points. as a result, the provider is seeing there should be a plan for total productive maintenance has applied to resolve the problem the loss of organization. By choose the topic of focus improvements, which is in pillars 1 of total productive maintenance. With the focus on finding a losses and eliminate the main loss of 16 major. Also using the tools and methods to analysis the losses occurred, and use tools to edit the losses discovered. Results obtained from the topic focus improvements is reduction of expenses on maintenance in the retail oil cars and trains. By reducing the cost of 233,126 baht per year.

keywords : total productive maintenance, focus improvements, 16 major loss

บทนำ

ในปัจจุบันมีการแข่งขันในการดำเนินธุรกิจค่อนข้างสูง ส่งผลให้บริษัทต่างๆ พยายามค้นหาวิธีการต่างๆ เพื่อทำการแข่งขันในการตลาด รวมไปถึงวิธีการลดต้นทุนของบริษัท ซึ่งบริษัทชั้นนำในประเทศไทย ได้ยอมรับแนวการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาแบบทวีผลที่ทุกคนในองค์กรมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance: TPM) ตามแนวทางของสถาบัน (Japan Institue of Plant Maintenance: JIPM) ของประเทศญี่ปุ่น เป็นแนวทางหนึ่งของการบริหารงานอุตสาหกรรม โดยจะเพิ่มผลผลิตและประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร อีกทั้งยังเพิ่มความรู้ความสามารถของคนภายในองค์กรด้วย จากการศึกษาเบื้องต้นของคลังน้ำมัน ในส่วนของกระบวนการรับและการจ่ายผลิตภัณฑ์น้ำมัน ทางผู้จัดทำได้พบสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากความสูญเสียของคน เครื่องจักร และการใช้ทรัพยากรในการผลิต โดยความสูญเสียเนื่องจากคน เช่น พนักงานไม่มีความรู้และความชำนาญเพียงพอ ความสูญเปล่าของสำนักงานในระหว่างรอเอกสารจากแผนกต่างๆ อีกทั้งยังส่งผลต่อการปฏิบัติงานที่ผิดพลาด เป็นต้น และความสูญเสียเนื่องจากเครื่องจักร เช่น เครื่องจักรหยุดเดินเครื่อง เนื่องจากเกิดการชำรุด

เสียหาย รวมถึงความสูญเสียจากการใช้ทรัพยากรในการผลิต อาทิ ความสูญเสียที่เกิดจากการไม่ได้ใช้อุปกรณ์หรือเครื่องจักรได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เป็นต้น โดยจากการค้นหาความสูญเสียเบื้องต้นพบว่า ความสูญเสียที่เกิดจากเครื่องจักรมีจำนวนมากที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยครั้งนี้ ผู้จัดทำได้นำหลักการบำรุงรักษาแบบทวีผลที่ทุกคนในองค์กรมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance) เข้ามาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาความสูญเสียในองค์กร โดยทางผู้จัดทำได้มุ่งเน้นไปที่หัวข้อการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Focus Improvement) ซึ่งกิจกรรมของหัวข้อดังกล่าว มุ่งเน้นในการค้นหาความสูญเสียและพยายามที่จะกำจัดความสูญเสียหลักทั้ง 16 ประการ (Loss 16 Major) โดยการใช้เครื่องมือในการปรับปรุง เพื่อการแยกแยะความสูญเสีย แล้วทำการวิเคราะห์ความสูญเสียที่เกิดขึ้นและใช้เครื่องมือในการแก้ไขความสูญเสียที่พบ อาทิ Why-Why Analysis, Qc 7 Tools, Fmea, Kaizen และ Makigami เป็นต้น โดยผลที่ได้จากการทำในหัวข้อ การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง คือ การลดต้นทุนการดำเนินงาน และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของคนและเครื่องจักร ซึ่งเป็นสิ่งที่ทุกองค์กรต้องดำเนินการโดยการลดความสูญเสียหลักให้มีค่าน้อยที่สุด เพื่อการลดต้นทุนให้ได้ผลนั้น จะต้องเกิดจากการใช้เครื่องมืออย่างถูกต้อง และเลือกเครื่องมือหรือวิธีการที่เหมาะสมกับปัญหาที่เกิดขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อลดความสูญเสียหลักของกระบวนการรับน้ำมันของคลังน้ำมัน และการศึกษาวิธีการใช้เครื่องมือในการปรับปรุงต่างๆ ที่ใช้ในการลดความสูญเสียหลักทั้ง 16 ประการ ให้เหลือน้อยที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

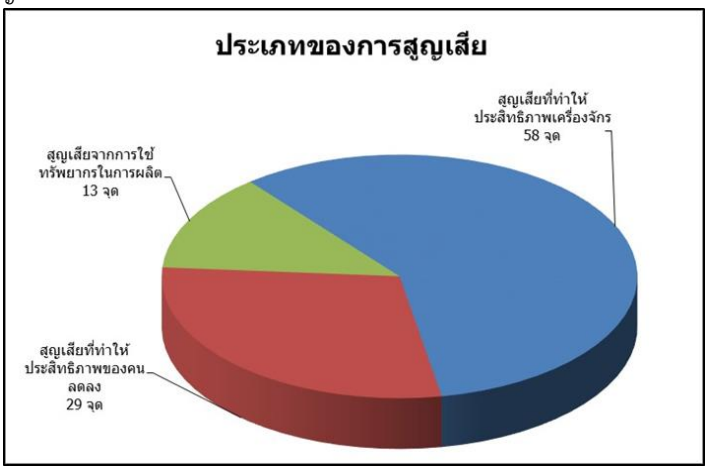
1. ศึกษาขั้นตอนการทำงานของคลังน้ำมันและรวบรวมข้อมูลของปัญหาเกิดขึ้น
2. ศึกษาทฤษฎีและรายเอียดที่เกี่ยวข้องกับการบำรุงรักษาแบบทวีผล
3. ศึกษาทฤษฎีและรายเอียดที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง
4. ดำเนินการตามขั้นตอนการปรับปรุงเฉพาะเรื่องทั้ง 7 ขั้นตอน โดยการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์คือ why-why analysis, Qc 7 tools เป็นต้น และการใช้วิธีการในการแก้ปัญหาความสูญเสียที่ค้นพบคือ Kaizen เป็นต้น
5. เปรียบเทียบผลก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง
6. สรุปผลจากการดำเนินงานวิจัย

ผลจากการวิจัย

การดำเนินกิจกรรมตามขั้นตอนการปรับปรุงเฉพาะเรื่องทั้ง 7 ขั้นตอน

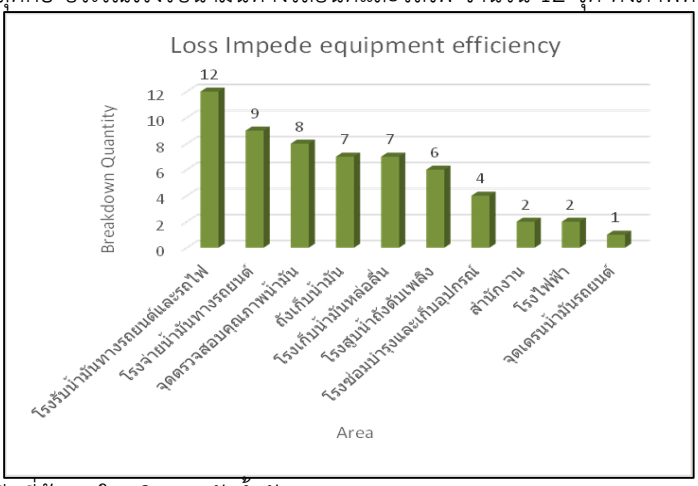
1. ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจพื้นที่และสภาพปัญหาที่ค้นพบ

การสำรวจพื้นที่ในบริเวณจุดกระบวนการจ่ายและการรับของคลังน้ำมัน พบว่ามีสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจากความสูญเสียของคน เครื่องจักร และการใช้ทรัพยากรในการผลิตเป็นจำนวนมาก โดยจากการรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 พบว่า ประเภทของความสูญเสียที่เกิดจากเครื่องจักรมีค่ามากที่สุด ซึ่งมีจำนวน 58 จุด จากความสูญเสียที่ค้นพบทั้งหมด รองลงมาคือ ความสูญเสียที่เกิดจากคน มีจำนวน 29 จุด และความสูญเสียจากการใช้ทรัพยากรในการผลิต มีจำนวน 12 จุด จากความสูญเสียที่ค้นพบทั้งหมด ดังภาพที่ 1



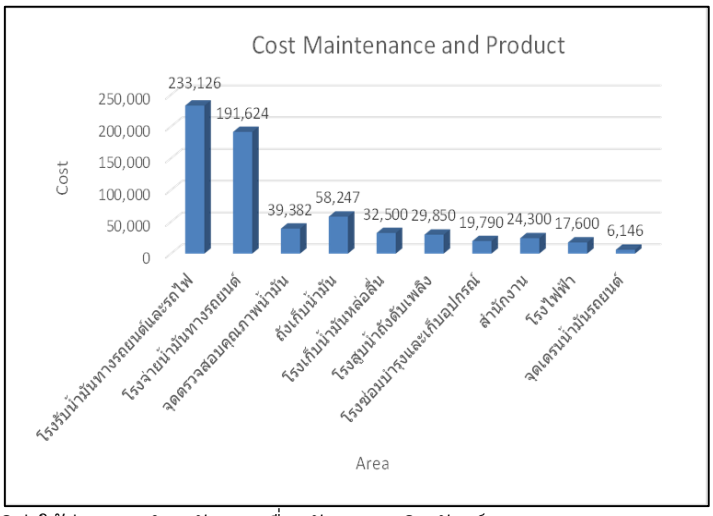
ภาพที่ 1 กราฟแสดงประเภทความสูญเสียที่ค้นพบ

หลังจากการดำเนินการค้นหาความสูญเสียหลักทั้ง 16 ประการในเบื้องต้น ทางผู้จัดทำได้แบ่งแยกประเภทความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักร ในจุดกระบวนการรับและการจ่ายน้ำมันทั้งหมด 58 จุดที่ค้นพบ โดยความสูญเสียของเครื่องจักรที่เกิดขึ้นมากที่สุดคือ บริเวณโรงรับน้ำมันทางรถยนต์และรถไฟ จำนวน 12 จุด ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 พื้นที่ความสูญเสียที่ค้นพบในบริเวณคลังน้ำมัน

ส่วนค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาเครื่องจักรและผลิตภัณฑ์ในคลังน้ำมัน พบว่า จุดโรงรับน้ำมันทางรถยนต์และรถไฟมีค่าใช้จ่ายสูงที่สุด ซึ่งอยู่ประมาณ 223,186 บาทต่อปี ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนภูมิค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษาเครื่องจักรและผลิตภัณฑ์

2. ขั้นตอนที่ 2 การลงทะเบียนความสูญเสียและทำการประเมินผล

หลังจากการค้นหาความสูญเสียในจุดโรงรับน้ำมันทางรถยนต์และรถไฟแล้ว จึงทำการลงทะเบียนความสูญเสียที่ค้นพบจากกระบวนการรับน้ำมันทั้ง 12 จุด โดยกำหนดวันที่ค้นพบความสูญเสีย กำหนดหัวข้อเรื่อง รายละเอียดของค่าใช้จ่ายและการกำหนดผู้รับผิดชอบ ดังภาพที่ 3

Focused Improvement Themes

ลำดับ (No.)	วันที่ลงทะเบียน	Focused Improvement Theme (หัวข้อการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง)	ความสูญเสียและผลประโยชน์ที่จะได้รับ รายละเอียด	ค่าใช้จ่าย (บาท/ปี)	Responsibility (ความรับผิดชอบ)
		โรงรับน้ำมันทางรถยนต์และรถไฟ			
1	5/7/2557	น้ำมันรั่วบริเวณแม็กซีล	ค่าใช้จ่ายวัสดุ ครั้งละ 50000 บ./ตัว (ค่าวัสดุ+ค่าแรง)	60,000	Small Group
2	14/7/2557	ใบพัดของปั๊มรับน้ำมันแตก	ค่าใช้จ่ายวัสดุ ครั้งละ 48000 บ./ตัว (ค่าวัสดุ+ค่าแรง)	58,000	Small Group
3	29/6/2557	ลูกปืนปั๊มสูบรับแตก	ค่าใช้จ่ายวัสดุ ครั้งละ 35000 บ./ตัว(ค่าวัสดุ+ค่าแรง)	45,000	Small Group
4	14/7/2557	แมคเนติกส์ของมอเตอร์เสียบ่อย เกิดการไหม้	ค่าใช้จ่ายวัสดุ 2,500 บ./ตัว (ค่าวัสดุ+ค่าแรง)	3,250	Small Group
5	25/7/2557	น้ำมันล้นถัง เนื่องจากการไล่ลม	จำนวนลิตร*ราคา	10,440	Small Group
6	17/8/2557	ปั๊มรับน้ำมันมีเสียงดังผิดปกติ ระหว่างการรับน้ำมัน	ค่าติดตั้งอุปกรณ์ 1 ชุด (ค่าวัสดุ+ค่าแรง)	15,000	Small Group
7	20/7/2557	น้ำมันรั่วซึมบริเวณห้องเกียร์เครื่องปั๊ม ขณะสูบรับน้ำมัน	จำนวนลิตร*ราคา	4,176	Small Group
8	16/8/2557	น้ำมันรั่วซึมหัวต่อรับน้ำมัน ขณะสูบรับน้ำมัน	จำนวนลิตร*ราคา	6,960	Small Group
9	4/9/2557	Pressure gage เสีย	ค่าใช้จ่ายตัวละ 3,000 บาท/ตัว	3,000	Small Group
10	21/6/2557	น้ำมันสูญหายเนื่องจากสายรับน้ำมันแตก	จำนวนลิตร*ราคา+ค่าติดตั้งอุปกรณ์+ค่าแรง	4,080	Small Group
11	19/7/2557	น้ำมันสูญหายเนื่องจากท่อทางใต้ดินรั่วซึม	จำนวนลิตร*ราคา+ค่าขุดลอกแซม+ค่าแรง	20,220	Small Group
12	13/10/2557	หม้อกรองน้ำมันรั่ว เนื่องจากไส้กรองขาด	ค่าใช้จ่ายวัสดุ ครั้งละ บ./ตัว(ค่าวัสดุ+ค่าแรง)	3,000	Small Group
			Total Cost	233,126	

ภาพที่ 3 แสดงการลงทะเบียนความสูญเสียที่ค้นพบในจุดโรงรับน้ำมัน

3. ขั้นตอนที่ 3 การจัดแบ่งประเภทความสูญเสียและจัดลำดับความสำคัญ

การจัดลำดับความสำคัญของความสูญเสียที่ค้นพบในพื้นที่โรงรับน้ำมันทางรถยนต์และรถไฟจำนวน 12 จุด และทำการแบ่งประเภทของความสูญเสียของเครื่องจักร 8 ประการ ดังภาพที่ 4 โดยเมื่อทำการแบ่งประเภทความสูญเสียของเครื่องจักรในจุดโรงรับน้ำมัน พบว่า ความสูญเสียที่เกิดจากการขัดข้องของเครื่องจักรอยู่ที่ 7 จุด และความสูญเสียที่เกิดจากการหยุดเดินเครื่องจักรชั่วคราวอยู่ที่ 5 จุด

Categorization of Losses FI

No.	รายการ	สูญเสียที่ทำให้ประสิทธิภาพเครื่องจักร: สูญเสียจากการรวมและดูแลเครื่องจักร	สูญเสียจากการติดตั้งเครื่องมือเปลี่ยนแม่พิมพ์	จัดปรับของเครื่องจักร	หัวเสียจากการเปลี่ยนเม็ด	สูญเสียจากระยะเริ่มติดเครื่อง / หยุดเครื่อง	สูญเสียจากการผลิตที่ไม่เข้าเกณฑ์ความร้อนปกติ	เกิดของเสีย	น้ำหนักน้อยต่ำ	สูญเสียที่ทำให้ประสิทธิภาพของคนลดลง: สูญเสียจากการจัดการ	สูญเสียจากการเคลื่อนไหว	สูญเสียจากการจัดวางสถานการผลิต	สูญเสียจากการไม่ประมวลผลได้ไม่เต็มที่	สูญเสียจากการวัดและปรับค่าบ่อย	สูญเสียจากการใช้ทรัพยากรในการผลิต: สูญเสียจากการผลิต (Yield loss)	สูญเสียพลังงาน	สูญเสียจากเครื่องมือ ที่ และแม่พิมพ์	Transportation Cost Loss
	โรงรับน้ำมันทางรถยนต์																	
1	น้ำมันรั่วบริเวณแม็กซีล			✓														
2	ใบพัดของปั๊มรับน้ำมันแตก			✓														
3	ลูกปืนปั๊มสูบรับแตก			✓														
4	แมคเนติกส์ของมอเตอร์เสียบ่อย เกิดการไหม้			✓														
5	น้ำมันล้นถัง เนื่องจากการไล่ลม			✓											✓			
6	การปรับปรุงหัวต่อรับน้ำมัน			✓											✓			
7	น้ำมันรั่วซึมบริเวณห้องเกียร์เครื่องปั๊ม ขณะสูบรับน้ำมัน			✓											✓			
8	น้ำมันรั่วซึมหัวต่อรับน้ำมัน ขณะสูบรับน้ำมัน					✓									✓			
9	Pressure gage เสีย					✓												
10	น้ำมันสูญหายเนื่องจากสายรับน้ำมันแตก					✓									✓			
11	น้ำมันสูญหายเนื่องจากท่อทางใต้ดินรั่วซึม					✓									✓			
12	หม้อกรองน้ำมันรั่ว เนื่องจากไส้กรองขาด					✓									✓			

ภาพที่ 4 แบ่งประเภทความสูญเสียและการจัดความสำคัญในจุดโรงรับน้ำมัน

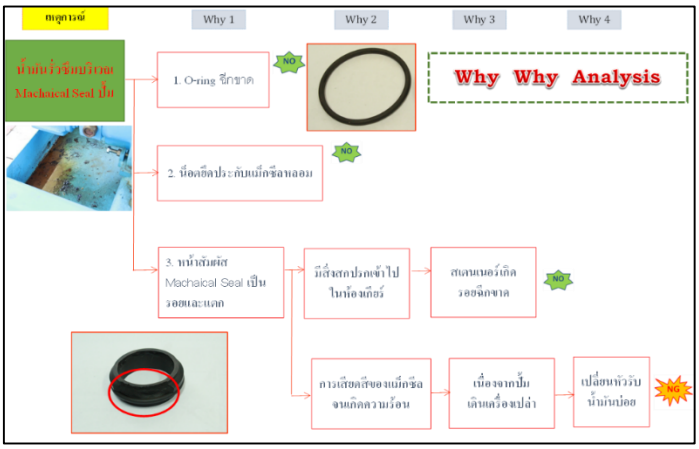
หลังจากนั้นจัดตั้งทีมโครงการหรือกลุ่มย่อย ในการวางแผนในการระดมความคิด ทำการวิเคราะห์ และช่วยในการปรับปรุงงานที่เกิดจากความสูญเสียที่ค้นพบของเครื่องจักรในจุดโรงรับน้ำมัน ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การจัดตั้งทีมสมาชิกกลุ่มย่อยในจุดโรงรับน้ำมัน

4. ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์ความสูญเสีย โดยใช้เครื่องมือและวิธีการในวิเคราะห์ปรับปรุง

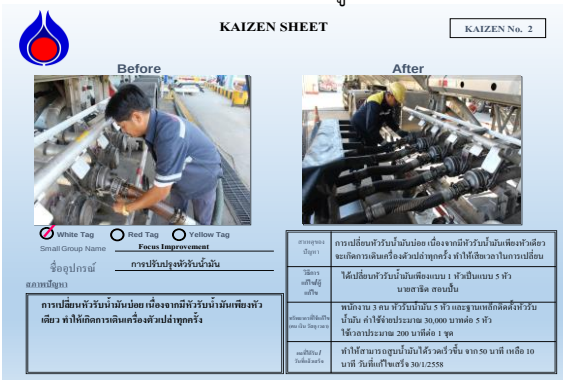
การใช้เครื่องมือหรือวิธีการที่สามารถใช้ได้ทั้งหมดในการวิเคราะห์หาปัจจัย เช่น why-why analysis, Qc 7 tool, Fmea, Ecrs, เป็นต้น โดยในจุดโรงรับน้ำมัน ได้เลือกหัวข้อน้ำมันรั่วซึมของแม็กซีลของเครื่องปั้มสูบน้ำมัน ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูงสุดในจุดโรงรับน้ำมัน โดยได้นำเครื่องมือ why-why analysis มาวิเคราะห์ เพื่อหาสาเหตุดังภาพที่ 6 ซึ่งผลจากการวิเคราะห์พบว่า น้ำมันรั่วซึมบริเวณแม็กซีลของปั้มเกิดจากการเปลี่ยนหัวรับน้ำมันบ่อย ทำให้เครื่องปั้มสูบน้ำมันเกิดการเดินเครื่องเปล่าจนแม็กซีลเกิดการแตกหักหรือเป็นรอยร้าวขึ้น



ภาพที่ 6 การวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ why-why analysis ในบริเวณเครื่องปั้มจุดโรงรับน้ำมัน

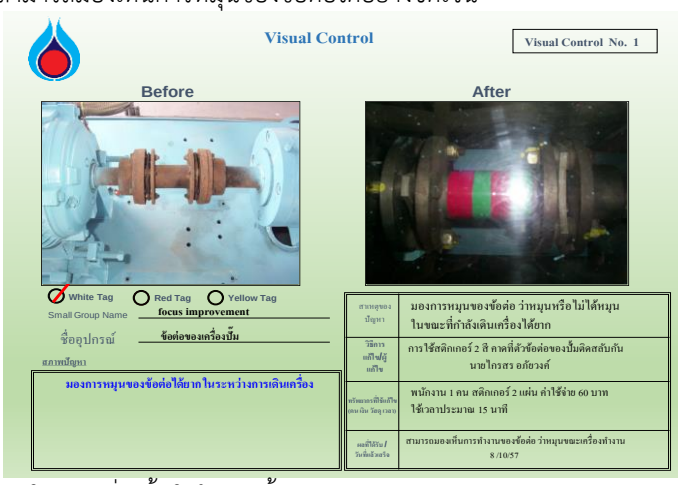
5. ขั้นตอนที่ 5 การวางแผนและการดำเนินงานการปรับปรุงความสูญเสียที่เกิดขึ้น

หลังจากการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ปัญหาที่พบ ซึ่งจะเริ่มดำเนินการสร้างตามข้อเสนอแนะในการปรับปรุง โดยการใช้วิธีการในการแก้ไขปัญหาที่ค้นพบในจุดโรงรับน้ำมัน ได้เลือกหัวข้อน้ำมันรั่วซึมของแม็กซีลของเครื่องปั้มสูบน้ำมัน ดังภาพที่ 7 ซึ่งก่อนการปรับปรุงพบว่า มีหัวรับน้ำมันเพียงหัวเดียว ทำให้ต้องเปลี่ยนช่องรับน้ำมันบ่อย หลังการปรับปรุงพบว่ามีการเพิ่มหัวรับน้ำมันแบบ 1 หัวเป็นแบบ 5 หัว ทำให้สามารถสูบน้ำมันได้เร็วขึ้น จากเดิมใช้เวลา 50 นาทีเหลืออยู่ที่ 10 นาที



ภาพที่ 7 การดำเนินการตามข้อเสนอแนะในการปรับปรุงในบริเวณเครื่องปั้มจุดโรงรับน้ำมัน

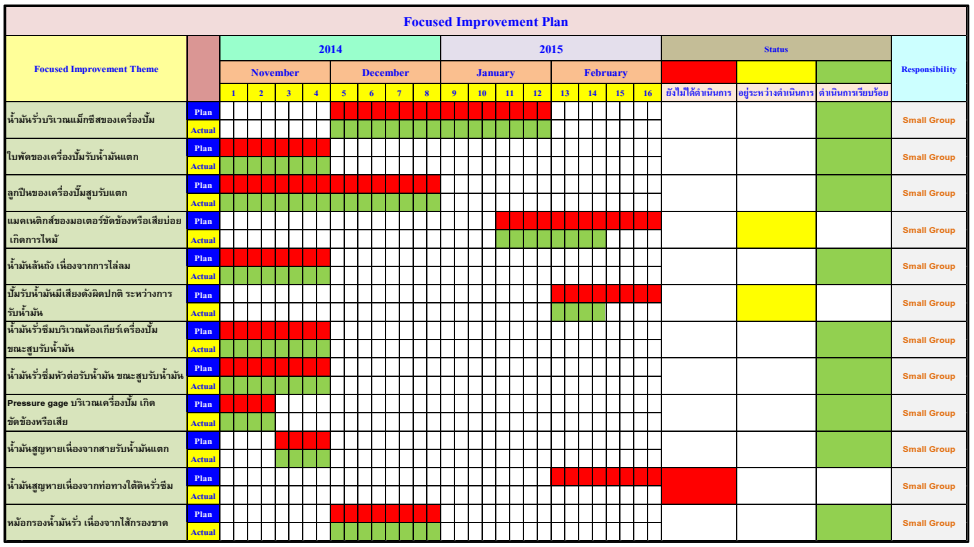
เมื่อมีการดำเนินการตามข้อเสนอแนะในการปรับปรุง จึงจะต้องมีการควบคุมด้วยสายตา (Visual Control) เพื่อให้พนักงานสามารถมองสิ่งที่ผิดปกติในเครื่องจักร โดยใช้บอร์ด ป้าย สัญลักษณ์สีและอื่นๆ เพื่อสื่อสารให้พนักงานทราบถึงข้อมูลข่าวสารที่สำคัญของสถานที่ทำงาน โดยในจุดเครื่องปั้มของโรงรับน้ำมัน ดังภาพที่ 8 ซึ่งก่อนปรับปรุงจะเห็นว่า พนักงานมองไม่เห็นการหมุนของข้อต่อเครื่องปั้มระหว่างเดินเครื่อง หลังได้ทำการปรับปรุง โดยการติดสติ๊กเกอร์แถบ 2 สีบนข้อต่อของเครื่องปั้ม ทำให้พนักงานสามารถมองเห็นการหมุนของข้อต่อได้อย่างชัดเจน



ภาพที่ 8 การควบคุมด้วยตาในจุดเครื่องปั้มในโรงรับน้ำมัน

6. ขั้นตอนที่ 6 การตรวจสอบแผนงานและประเมินผลที่ได้จากการปรับปรุง

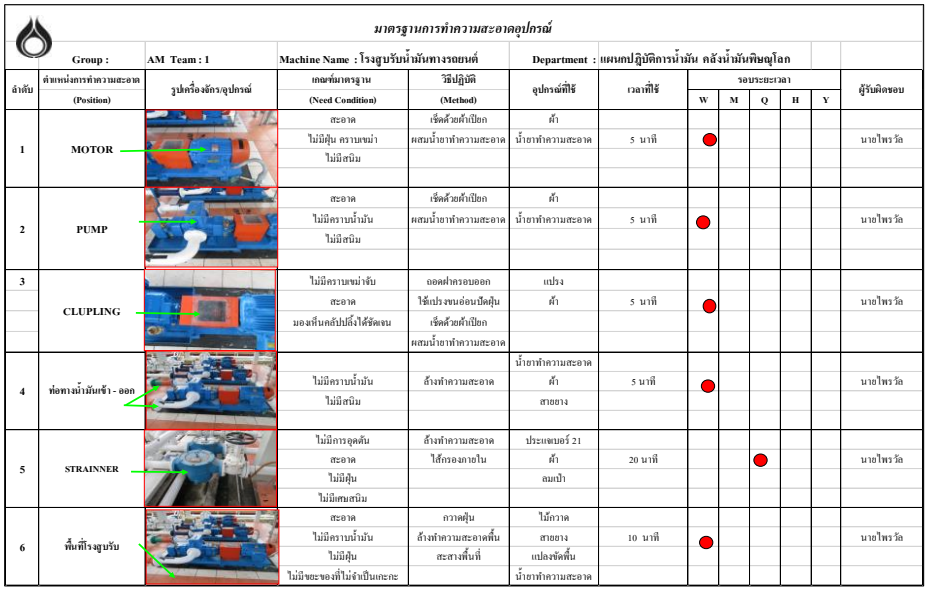
ดำเนินการติดตามและตรวจสอบแผนงานที่ได้วางแผนในจุดโรงรับน้ำมันและดำเนินการประเมินในแต่ละช่วงเวลาหลังจากการปรับปรุง จากภาพที่ 9 ซึ่งจะเห็นว่า ในจุดโรงรับน้ำมันมีแผนการดำเนินงานในช่วงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 จนถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 โดยมีการดำเนินการเสร็จเรียบร้อยในแถบสีเขียวจำนวน 9 จุด นอกจากนี้ยังอยู่ในระหว่างดำเนินการในแถบสีเหลืองจำนวน 2 จุด และยังไม่ได้ดำเนินการในแถบสีแดงจำนวน 1 จุด



ภาพที่ 9 แผนการติดตามการดำเนินงานในจุดโรงรับน้ำมัน

7. ขั้นตอนที่ 7 การจัดทำมาตรฐานป้องกัน

การจัดทำเกณฑ์มาตรฐานในการควบคุมการดูแลหรือรักษาสภาพของเครื่องจักร โดยจะจัดทำร่วมกับสมาชิกกลุ่มย่อยจากเสาการบำรุงรักษาด้วยตัวเอง (Autonomous Maintenance) และเสาการบำรุงรักษาตามแผน (Planned Maintenance) ในการกำหนดแผนการตรวจสอบบำรุงรักษาของเครื่องจักร ซึ่งจะมีการจัดทำมาตรฐานการขันแน่น มาตรฐานการทำความสะอาด และมาตรฐานการหล่อลื่น ดังภาพที่ 10



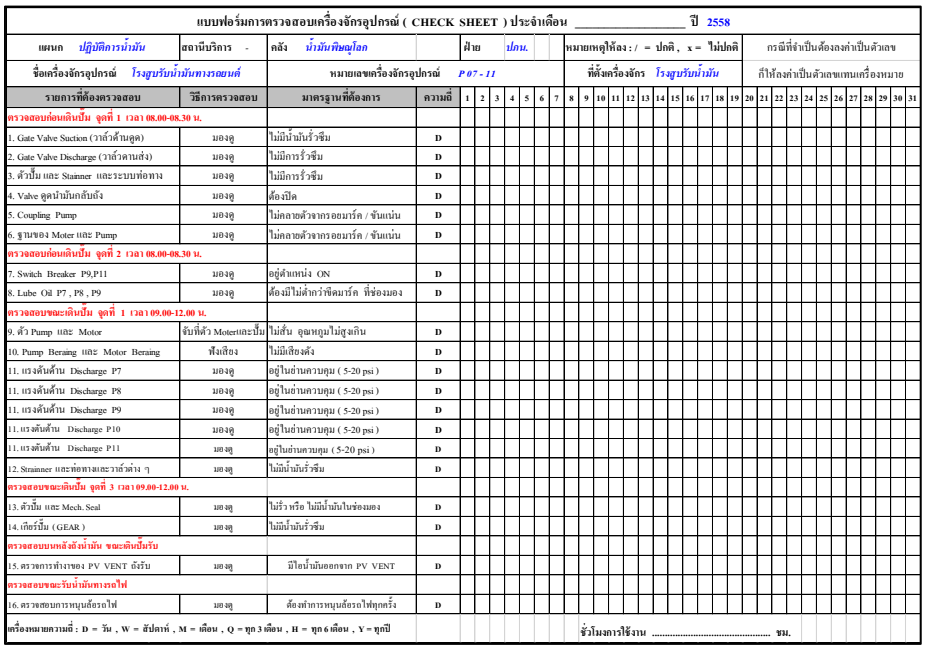
มาตรฐานการทำความสะอาดอุปกรณ์

Group : | AM Team : 1 | Machine Name : โรงสูบรับน้ำมันทางรถยนต์ | Department : แผนกปฏิบัติการน้ำมัน คลังน้ำมันพิษณุโลก

ลำดับ	ตำแหน่งการทำความสะอาด (Position)	รูปเครื่องจักร/อุปกรณ์	เกณฑ์มาตรฐาน (Need Condition)	วิธีปฏิบัติ (Method)	อุปกรณ์ที่ใช้	เวลาที่ใช้	รอบระยะเวลา W	M	Q	H	Y	ผู้รับผิดชอบ
1	MOTOR		สะอาด ไม่มีฝุ่น คราบเหม่า ไม่มีสนิม	เช็ดด้วยผ้าเปียก ผสมน้ำยาทำความสะอาด	ผ้า น้ำยาทำความสะอาด	5 นาที	●					นายไพรวัล
2	PUMP		สะอาด ไม่มีคราบน้ำมัน ไม่มีสนิม	เช็ดด้วยผ้าเปียก ผสมน้ำยาทำความสะอาด	ผ้า น้ำยาทำความสะอาด	5 นาที	●					นายไพรวัล
3	CLUPLING		ไม่มีคราบหม่าจับ สะอาด มองหินกลับปลั๊งได้ชัดเจน	ถอดฝาครอบออก ใช้แปรงขนอ่อนปัดฝุ่น เช็ดด้วยผ้าเปียก ผสมน้ำยาทำความสะอาด	แปรง ผ้า	5 นาที	●					นายไพรวัล
4	ท่อทางน้ำมันเข้า - ออก		ไม่มีคราบน้ำมัน ไม่มีสนิม	ล้างทำความสะอาด น้ำยาทำความสะอาด	ผ้า สายยาง	5 นาที	●					นายไพรวัล
5	STRAINNER		ไม่มีการอุดตัน สะอาด ไม่มีฝุ่น ไม่มีเศษสนิม	ล้างทำความสะอาด ไส้กรองกายใน	ประแจบอร์ 21 ผ้า ลมเป่า	20 นาที			●			นายไพรวัล
6	พื้นที่โรงสูบรับ		สะอาด ไม่มีคราบน้ำมัน ไม่มีฝุ่น ไม่มีขยะของที่ไม่จำเป็นกองกะกะ	กวาดฝุ่น ล้างทำความสะอาดพื้น สะสางพื้นที่	ไม้กวาด สายยาง แปลงขัดพื้น น้ำยาทำความสะอาด	10 นาที	●					นายไพรวัล

ภาพที่ 10 มาตรฐานการทำความสะอาดของเครื่องปั๊มสูบน้ำมัน

หลังจากการจัดทำเกณฑ์มาตรฐานในการควบคุมสภาพของเครื่องจักรแล้ว ได้จัดทำแบบฟอร์มตรวจสอบเครื่องจักรและคู่มือการปฏิบัติในการทำงาน ให้พนักงานสามารถดูแลรักษาเครื่องได้ด้วยตัวเองตามแบบฟอร์มที่ใช้การตรวจสอบเครื่องจักร ดังภาพที่ 11



แบบฟอร์มการตรวจสอบเครื่องจักรอุปกรณ์ (CHECK SHEET) ประจำเดือน _____ ปี 2558

แผนก ปฏิบัติการน้ำมัน | สถานีบริการ - | คลัง น้ำมันพิษณุโลก | ฝ่าย ปกน. | หมายเหตุให้ลง : / = ปกติ , x = ไม่ปกติ | กรณีที่จำเป็นต้องลงค่าเป็นตัวเลข

ชื่อเครื่องจักรอุปกรณ์ โรงสูบรับน้ำมันทางรถยนต์ | หมายเลขเครื่องจักรอุปกรณ์ P07 - 11 | ที่ตั้งเครื่องจักร โรงสูบรับน้ำมัน | ก็ให้ลงค่าเป็นตัวเลขแทนเครื่องหมาย

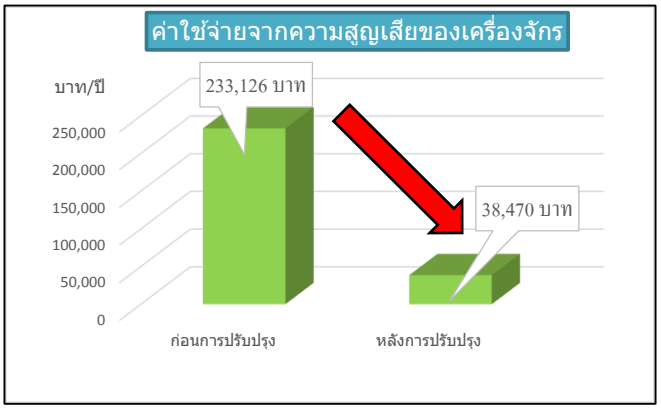
รายการที่ต้องตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบ	มาตรฐานที่ต้องการ	ความถี่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
ตรวจสอบก่อนเดินปั๊ม จุดที่ 1 เวลา 08.00-08.30 น.																																		
1. Gate Valve Suction (วาล์วด้านดูด)	มองดู	ไม่มีน้ำมันรั่วซึม	D																															
2. Gate Valve Discharge (วาล์วด้านส่ง)	มองดู	ไม่มีการรั่วซึม	D																															
3. หัวปั๊ม และ Stainner และระบบท่อทาง	มองดู	ไม่มีการรั่วซึม	D																															
4. Valve ดูดน้ำมันกลับถัง	มองดู	ต้องเปิด	D																															
5. Coupling Pump	มองดู	ไม่คลาดตัวจากรอยมาร์ค / ขันแน่น	D																															
6. ฐานของ Moter และ Pump	มองดู	ไม่คลาดตัวจากรอยมาร์ค / ขันแน่น	D																															
ตรวจสอบก่อนเดินปั๊ม จุดที่ 2 เวลา 08.00-08.30 น.																																		
7. Switch Breaker P9,P11	มองดู	อยู่ตำแหน่ง ON	D																															
8. Lube Oil P7 , P8 , P9	มองดู	ต้องมีไม่ต่ำกว่าขีดมาร์ค ที่ช่องมอง	D																															
ตรวจสอบขณะเดินปั๊ม จุดที่ 1 เวลา 09.00-12.00 น.																																		
9. หัว Pump และ Motor	จับที่หัว Moterและปั๊ม	ไม่สั่น จุดหลุดไม่สูงเกิน	D																															
10. Pump Beraing และ Motor Beraing	ฟังเสียง	ไม่มีเสียงดัง	D																															
11. แรงดันด้าน Discharge P7	มองดู	อยู่ในย่านควบคุม (5-20 psi)	D																															
11. แรงดันด้าน Discharge P8	มองดู	อยู่ในย่านควบคุม (5-20 psi)	D																															
11. แรงดันด้าน Discharge P9	มองดู	อยู่ในย่านควบคุม (5-20 psi)	D																															
11. แรงดันด้าน Discharge P10	มองดู	อยู่ในย่านควบคุม (5-20 psi)	D																															
11. แรงดันด้าน Discharge P11	มองดู	อยู่ในย่านควบคุม (5-20 psi)	D																															
12. Strainner และท่อทางและวาล์วต่าง ๆ	มองดู	ไม่มีน้ำมันรั่วซึม	D																															
ตรวจสอบขณะเดินปั๊ม จุดที่ 3 เวลา 09.00-12.00 น.																																		
13. หัวปั๊ม และ Mech. Seal	มองดู	ไม่รั่ว หรือ ไม่มีน้ำมันในช่องมอง	D																															
14. เกียร์ปั๊ม (GEAR)	มองดู	ไม่มีน้ำมันรั่วซึม	D																															
ตรวจสอบบนหลังถังน้ำมัน ขณะเดินปั๊มรับ																																		
15. ตรวจการทำงานของ PV VENT ถังรับ	มองดู	มีไอน้ำมันออกจาก PV VENT	D																															
ตรวจสอบขณะรับน้ำมันทางรถไฟ																																		
16. ตรวจสอบการหมุนล้อรถไฟ	มองดู	ต้องทำการหมุนล้อรถไฟทุกครั้ง	D																															

เครื่องหมายความถี่ : D = วัน , W = สัปดาห์ , M = เดือน , Q = ทุก 3 เดือน , H = ทุก 6 เดือน , Y = ทุกปี | ชั่วโมงการใช้งาน _____ ชม.

ภาพที่ 11 แบบฟอร์มตรวจสอบของเครื่องปั๊มสูบน้ำมัน

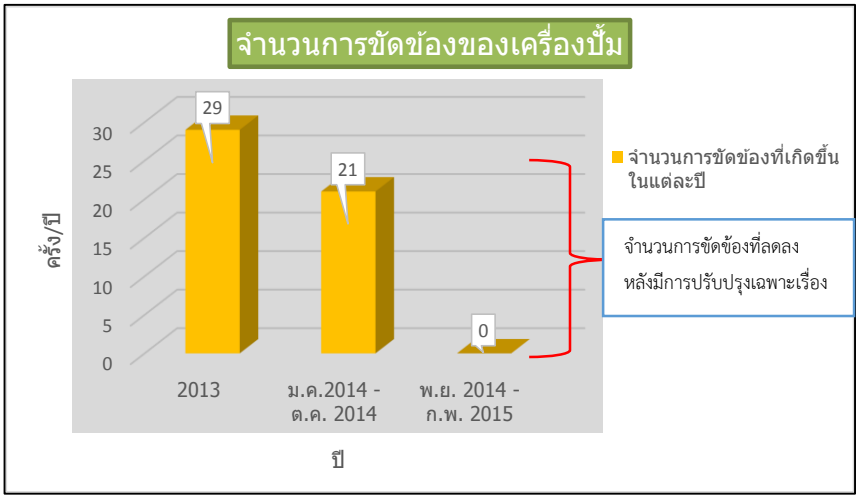
อภิปรายผลการวิจัย

ผลที่ได้จากการดำเนินการตามขั้นตอนการปรับปรุงเฉพาะเรื่องทั้ง 7 ขั้นตอนในจุดโรงรับน้ำมันทางรถยนต์และรถไฟ โดยพบว่า ก่อนการปรับปรุงมีค่าใช้จ่ายจากการบำรุงรักษาเครื่องจักร ซึ่งจากเดิมอยู่ที่ 233,126 บาทต่อปี หลังจากทำการปรับปรุงในจุดโรงรับน้ำมันเสร็จเรียบร้อยแล้วจำนวน 9 จุด และให้พนักงานดูแลรักษาเครื่องจักรได้ตัวเองนั้น ทำให้ค่าใช้จ่ายเหลืออยู่ที่ 38,470 บาทต่อปี ซึ่งสามารถลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่องจักรได้ถึง 194,656 บาทต่อปี ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายจากการบำรุงรักษาเครื่องจักรในจุดโรงรับน้ำมัน

ผลของจำนวนการขัดข้องเครื่องจักรที่ได้จากการดำเนินการตามขั้นตอนการปรับปรุงเฉพาะเรื่องทั้ง 7 ขั้นตอนในจุดโรงรับน้ำมันทางรถยนต์และรถไฟ โดยพบว่า อัตราการขัดข้องของเครื่องจักรในเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ไม่เกิดการขัดข้องของเครื่องจักร ดังแสดงในภาพที่ 13 ซึ่งจะเห็นได้ว่า จำนวนการขัดข้องเครื่องจักรนั้นลดลงจากเดิม



ภาพที่ 13 กราฟแสดงจำนวนการขัดข้องของเครื่องจักรในจุดโรงรับน้ำมัน

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการตามขั้นตอนการปรับปรุงเฉพาะเรื่องในจุดโรงรับน้ำมันทางรถยนต์และรถไฟตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 7 โดยหลังจากการปรับปรุงในช่วงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 จนถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายในการดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักรอยู่ที่ 233,186 บาทต่อปี ส่วนความสูญเสียของเครื่องจักรที่ค้นพบในจุดโรงรับน้ำมันทางรถยนต์และรถไฟมีจำนวน 12 จุด โดยแบ่งเป็นประเภทความสูญเสียของเครื่องจักรได้ 8 ประการคือ การขัดข้องของเครื่องจักรจำนวน 7 จุด และการหยุดเดินเครื่องชั่วคราวจำนวน 5 จุด ซึ่งหลังจากการปรับปรุงตามขั้นตอนการปรับปรุงเฉพาะเรื่องและการใช้เครื่องมือในแก้ไขปัญหาของความสูญเสียในช่วงเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 จนถึงเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 โดยได้ดำเนินการแก้ไขเสร็จเรียบร้อยจำนวน 9 จุด และอยู่ระหว่างการดำเนินการจำนวน 3 จุด ทำให้สามารถลดความสูญเสียของเครื่องจักรที่ค้นพบทั้ง 8 ประการในจุดโรงรับน้ำมันทางรถยนต์และรถไฟ สามารถแบ่งเป็นการขัดข้องของเครื่องจักรจำนวน 5 จุด และการหยุดเดินเครื่องชั่วคราวจำนวน 4 จุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คลังน้ำมันพิษณุโลกที่ได้ให้ความร่วมมือและตรวจสอบทุกขั้นตอนในระหว่างการปฏิบัติงาน นาย ณัชพล จีนขจร ผู้จัดการส่วนคลังน้ำมันศรีราชา ที่สละเวลาในการตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องของงานวิจัย และให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการทำวิจัย ตรวจทานความถูกต้องของภาษาและเนื้อหาที่ใช้ในงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

สมชัย อัครทิวา. (2550). **การดำเนินกิจกรรม TPM เพื่อการปฏิรูปการผลิต ฉบับอุตสาหกรรมกระบวนการ.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

ไกรวิทย์ เศรษฐวนิช. (2555). **การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

สุรพล ราษฎร์นุ้ย. (2545). **วิศวกรรมการบำรุงรักษา.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

ธนะรัตน์ รัตนกูล กลางเดือน โพชนา และ ธเนศ รัตนวิไล. (2553). **การประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาด้วยตนเองในโรงงานผลิตกล่องกระดาษ.** ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

ประสิทธิ์ เดชนครินทร์. (2550). **การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยเทคนิคการบำรุงรักษาแบบทวีผล กรณีศึกษา โรงงานอาหารกึ่งสำเร็จรูป.** ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ.

การพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวร่วมกับเซ็นเซอร์วัดความเร่งเพื่อวิเคราะห์การเดินของมนุษย์
Development of cooperating embedded system and accelerometer for motion analysis of human walking

วชิระ ลิ้มศรีประพันธ์* และ วิทยา เรืองนามกิจ
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: limceprapan@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวในการวิเคราะห์การเดินของมนุษย์ด้วยอุปกรณ์ตรวจสอบความเร่งแบบ 3 แกน ที่สามารถระบุจำนวนก้าวและความเร็วเฉลี่ยการเดินของมนุษย์ แล้วนำไปเป็นข้อมูลในการประเมินการกายภาพบำบัดโดยเทียบกับเกณฑ์การเดินของมนุษย์ปกติ ที่ความเร็ว 1 เมตร/วินาที การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพในการวิเคราะห์หาจำนวนก้าวและความเร็วเฉลี่ยการเดิน โดยมีเงื่อนไขในการทดลอง คือ การเดินโดยมีและไม่มีอุปกรณ์ช่วยเดิน ตำแหน่งการติดอุปกรณ์ตรวจจับ ที่หัวเข่าและข้อเท้า รูปแบบการเดิน และระยะห่างในการก้าวเดิน ผลการวิจัยพบว่า มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์จำนวนก้าวเท่ากับ 87.5% และประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ความเร็วในเดินเท่ากับ 97.8% และรูปแบบการเดินที่สามารถวิเคราะห์จำนวนก้าวได้ที่ดีสุดคือ การเดินแบบลากก้าว ซึ่งมีค่าเท่ากับ 92.9% ส่วนการวิเคราะห์ความเร็วในการเดินที่ดีสุด คือ การเดินแบบยกชิด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 97.8%

คำสำคัญ : ระบบสมองกลฝังตัว การวิเคราะห์การเดินของมนุษย์ อุปกรณ์ตรวจสอบความเร่ง

Abstract

The objective of this study was to develop cooperating embedded system and accelerometer 3 axes for motion analysis of human walk which specifies number of pace and the average speed of the human walking. The data obtained from the analysis used to evaluate physical therapy analysis when compared with normal human walking speed at 1 m/s. The experiment for find the efficiency of number of pace and average speed analysis had conditions following: 1) walking is with and without walker 2) position to installation position detecting device at knee and ankle 3) walking pattern 4) Walking distance. The result of the research was illustrated, firstly the efficiency of number of pace analysis was 87.5% Secondly effectiveness, average speed analysis was 97.8%. The walking patterns can be analyzed at the best number of pace is shuffling pattern at 92.9% and walking, raised up pattern can be analyzed at the best average speed at 97.8%

keywords : embedded system, motion analysis of human walk, accelerometer

บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันผู้ป่วยโรคกล้ามเนื้ออ่อนแรงบริเวณส่วนล่างของร่างกาย (Amyotrophic Lateral Sclerosis: ALS) มีจำนวนมากขึ้น สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการเสื่อมสภาพของเซลล์ประสาท โดยจะมีอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรง กล้ามเนื้อลีบหรือกระตุกและเกร็ง ทำให้ไม่สามารถควบคุมกล้ามเนื้อได้ โดยปกติผู้ป่วยจะมีอาการแบบค่อยเป็นค่อยไป ยกเว้นแต่ในผู้ป่วยบางรายจะมีอัตราการลุกลามของอาการได้อย่างรวดเร็ว หรือในกรณีที่เกิดจากอุบัติเหตุและจำเป็นต้องเข้าเฝือกเพื่อทำการรักษาอาการบาดเจ็บเป็นเวลานาน ทำให้เมื่อถอดเฝือกออกในช่วงพักฟื้นผู้ป่วยจำเป็นต้องทำกายภาพบำบัดเพื่อเสริมสร้างความแข็งแรงให้กับกระดูกและกล้ามเนื้อกลับสู่สภาพการเดินที่เป็นปกติ และรวมถึงในกรณีของผู้ป่วยสูงอายุที่มีร่างกายอ่อนแรงทำให้ไม่สามารถเดินได้ด้วยตัวเอง

การกายภาพบำบัดเป็นขั้นตอนหนึ่งในการรักษาอาการดังกล่าว เพื่อเป็นการบำบัดกล้ามเนื้อแขนขาเพื่อปรับสภาพของการเดินให้เป็นปกติ โดยผู้ป่วยจะเริ่มต้นทำการกายภาพบำบัดโดยใช้ราวเหล็กคู่ขนาน และต้องมีเจ้าหน้าที่คอยดูแลอย่าง

ใกล้ชิด หลังจากที่ผู้ป่วยเริ่มพยุงตัวเองได้จะเปลี่ยนเป็นการใช้เครื่องช่วยเดิน (Walkers) ในการทำกายภาพบำบัดด้วยการฝึกเดินด้วยตัวเองซึ่งในกระบวนการนี้สิ่งที่สำคัญที่สุดคือ ผู้ป่วยจะต้องพยายามทำการกายภาพด้วยการเดินและเคลื่อนที่ให้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเครื่องช่วยเดิน (Walkers) เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ใช้ในการช่วยกายภาพบำบัด และเหมาะสำหรับผู้ป่วยที่ผ่านดุลพินิจของแพทย์ว่า มีสภาพร่างกายพร้อมในการใช้งาน เนื่องจากผู้ป่วยจำเป็นต้องใช้แรงทั้งแขนและขาในการเคลื่อนที่และยกเครื่องช่วยเดินไปพร้อมกัน ถึงแม้ว่าเครื่องช่วยเดินบางชนิดจะมีน้ำหนักเบาหรือมีล้อในการช่วยเคลื่อนที่ก็ตาม แต่ก็ยังคงมีปัญหาในการใช้งานอยู่ดี เนื่องจากผู้ป่วยแต่ละบุคคลมีอาการรุนแรงไม่เท่ากันทำให้มีความสามารถในการก้าวและความเร็วในการเดินไม่เท่ากัน การทำกายภาพของผู้ป่วยจึงจำเป็นต้องมีผู้ดูแลฝึกฝนให้ผู้ป่วยทำการฝึกเดินให้อยู่ในความเร็วและระยะก้าวที่เหมาะสมของแต่ละบุคคลเพื่อให้ผู้ป่วยสามารถฝึกเดินเพื่อทำการกายภาพให้สามารถเดินให้ได้อยู่ในเกณฑ์การเดินของคนปกติ

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดที่จะพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวร่วมกับเซ็นเซอร์วัดความเร่งเพื่อวิเคราะห์การเดินของมนุษย์ ที่สามารถวิเคราะห์หาความเร็วและระยะก้าวเฉลี่ยในการเดินของผู้ป่วยแต่ละบุคคล เพื่อนำไปเป็นข้อมูลที่สนับสนุนในการประเมินอาการพัฒนาการของผู้ป่วยว่าสามารถเดินได้อยู่ในเกณฑ์การเดินของคนปกติหรือไม่ ทำให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนกายภาพของผู้ป่วยโรคกล้ามเนื้ออ่อนแรงได้ วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาเกี่ยวกับการก้าวเดินของมนุษย์ ในการใช้เป็นข้อมูลในการออกแบบวิธีการวิเคราะห์การก้าวเดินของมนุษย์ด้วยเซนเซอร์วัดความเร่งเป็นตัวจับการก้าวเดินและพัฒนาระบบสมองกลฝังตัวในการวิเคราะห์หาระยะก้าวเดินและความเร็วเฉลี่ย แล้วหาประสิทธิภาพของระบบในการวิเคราะห์การเดิน เพื่อสามารถนำไปใช้ในการประเมินเปรียบเทียบกับความเร็วการเดินของคนปกติที่ 1 เมตร/วินาที

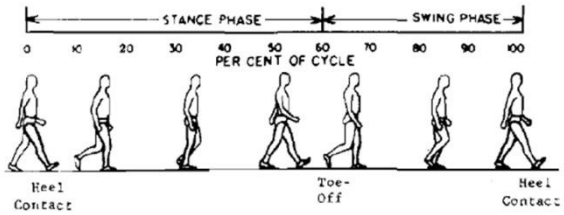
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อมุ่งหาประสิทธิของระบบสมองกลฝังตัวร่วมกับเซนเซอร์วัดความเร่งในการวิเคราะห์การเดินของ โดยมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการเดิน

การเดินคือ การเคลื่อนไหวของขา 2 ข้างสลับกัน (Alternating) อย่างเป็นจังหวะ (Rhythmic) และมีการเคลื่อนไหวของลำตัวเพื่อให้จุดศูนย์ถ่วง (Center of gravity) ของร่างกายเคลื่อนไปข้างหน้า การเดินจะต้องเป็นวงจร (Cycle) หรือเรียกว่า “Gait cycle” การเดินจะมีระยะของฝีเท้าเกิดขึ้นทุกครั้งที่มีการก้าวเดิน ซึ่งจะคลอบคลุมระยะ 2 ระยะ คือ 1) Stance phase คือ ระยะที่ขาข้างนั้นยังคงวางอยู่บนพื้น 2) Swing phase คือ ระยะที่ขาข้างนั้นยกลอยขึ้นจากพื้น ระยะปกติในแต่ละฝีก้าว คือ 70 – 130 ก้าว/นาทีการเดินของคนปกติอยู่ที่ 1 เมตร/วินาที

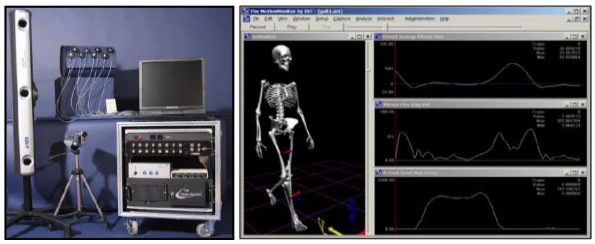


ภาพที่ 1 ขั้นตอนการเดินปกติของมนุษย์

1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์การเดินของมนุษย์

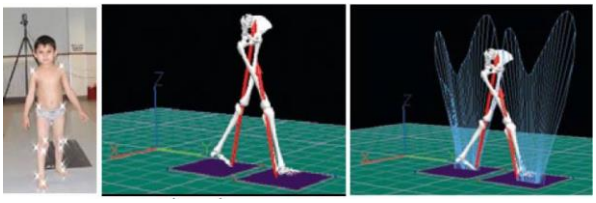
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวมีด้วยกันหลายวิธีเช่น การใช้ มาร์คเกอร์แบบ Passive มาร์คเกอร์, แบบ Active, Angle sensor, Accelerative sensor, มาร์คเกอร์ less ซึ่งแต่ละวิธีจะมีหลักการแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการนำไปใช้งาน ซึ่งเครื่องมือที่มีอยู่ในปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้เทคนิคในการติดตำแหน่งหรือมาร์คเกอร์ แล้วใช้กระบวนการในคัดแยก มาร์คเกอร์ จากภาพเพื่อนำไปคำนวณค่าทางจลศาสตร์ ในเรื่องตำแหน่งหรือเทคนิคในติดการติด มาร์คเกอร์ ซึ่งส่วนใหญ่มีตำแหน่งตามทฤษฎีต่างๆ ของตำแหน่ง แต่อาจมีการเพิ่มตำแหน่งในการติดมากขึ้น เพื่อให้ค่าที่ได้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น ส่วนเรื่องวิธีการคัดแยกภาพ กระบวนต่างๆเป็นทฤษฎีพื้นฐานของกระบวนการภาพขึ้นอยู่กับกระบวนการใดเหมาะสม เครื่องมือที่มีอยู่ในปัจจุบัน เช่น

1.2.1 เครื่อง Motion Monitoring ของบริษัท The Motion Monitoring เป็นการใช้มาร์คเกอร์แบบแม่เหล็กร่วมกับข้อมูลภาพจากกล้องวิดีโอ เพื่อใช้ในการสร้างภาพสามมิติ โดยสามารถหามุมข้อสะโพก และข้อเข่า และข้อเท้า ความเร็วและความเร่งชิงมุม และแรงลัพธ์ที่กระทำกับขาท่อนบนและขาท่อนล่าง โดยการใช้งานร่วมกับรองเท้าที่มีเซนเซอร์วัดแรงกด (Foot Pressure Sensor) เพื่อหาแรงที่ขาแต่ละส่วน



ภาพที่ 2 เครื่อง Motion Monitoring

1.2.2 เครื่อง Qualisys ของบริษัท Qualisys Medical AB เป็นการใช้มาร์คเกอร์แบบ Active โดยรับภาพจากกล้องมากกว่า 1 ตัว เพื่อใช้ในการสร้างภาพสามมิติ โดยสามารถหามุมของข้อสะโพก และข้อเข่า และข้อเท่า ความเร็วและความเร่งเชิงมุม และแรงลัพธ์ที่กระทำกับขาท่อนบนและขาท่อนล่าง



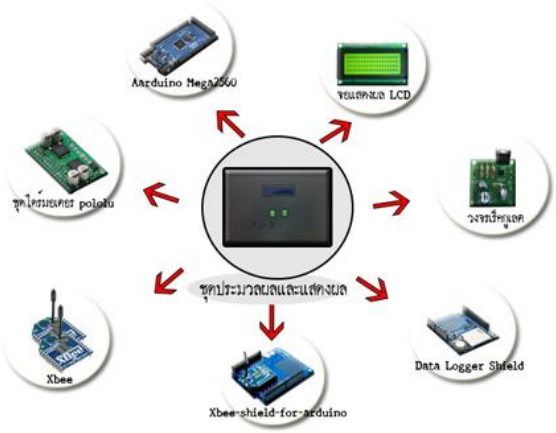
ภาพที่ 3 เครื่อง Qualisys

2. ออกแบบและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ออกแบบเครื่องช่วยเดินที่ใช้ในวิเคราะห์การเดิน

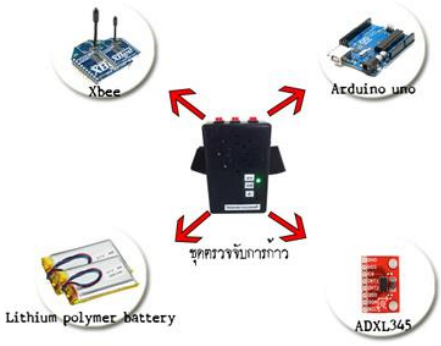
เพื่อใช้ในการทดสอบการเดินและวิเคราะห์ข้อมูลระยะและความเร็วเฉลี่ยในการเดิน ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักคือ

1) ส่วนควบคุมและประมวลผลด้วยระบบสมองกลฝังตัว ทำหน้าที่รับสัญญาณแบบไร้สายมาตรฐาน Xbee (IEEE 802.15.4) จากอุปกรณ์ตรวจจับการเดินที่ทำงานโดยเซนเซอร์วัดความเร่งซึ่งติดอยู่กับผู้ทดลอง แล้วทำการประมวลผลรวมกับข้อมูลระยะทางที่คำนวณได้อุปกรณ์เอนโค้ดเดอร์ (Encoder) ที่ติดอยู่ที่ล้อเพื่อวิเคราะห์ออกมาเป็นระยะทางและความเร็วเฉลี่ย พร้อมกับบันทึกข้อมูลการเดินลงหน่วยบันทึกข้อมูล (SD Card)



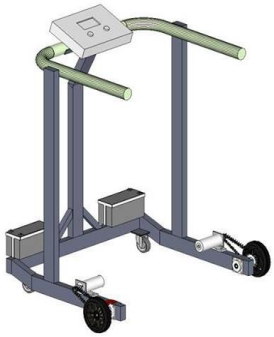
ภาพที่ 4 ส่วนควบคุมและประมวลผลด้วยระบบสมองกลฝังตัว

2) ส่วนตรวจจับการก้าวเดิน ทำหน้าที่ตรวจจับการก้าวเดินแล้ว ส่งสัญญาณแบบไร้สายมาตรฐาน Xbee (IEEE 802.15.4) ซึ่งออกแบบให้สามารถติดอยู่กับผู้ทดลอง และสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

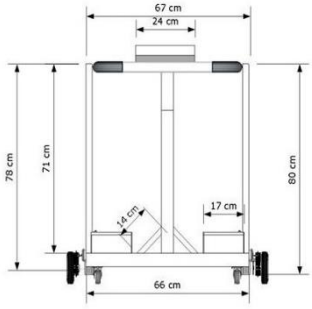


ภาพที่ 5 ส่วนตรวจจับการก้าวเดิน

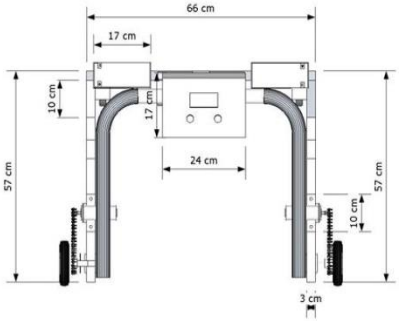
3) โครงสร้างของเครื่องช่วยเดิน ที่ทำหน้าที่หลักในการติดตั้งอุปกรณ์ของระบบ



ภาพที่ 6-1 แสดงภาพโครงสร้างของเครื่องช่วยเดิน



ภาพที่ 6-2 แสดงภาพโครงสร้างของเครื่องช่วยเดิน (ด้านหน้า)

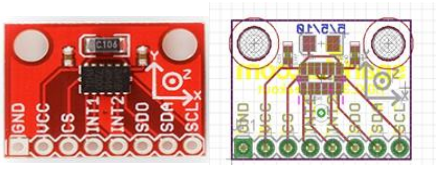


ภาพที่ 6-3 แสดงภาพโครงสร้างของเครื่องช่วยเดิน (ด้านบน)

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.2.1 อุปกรณ์วัดสัญญาณความเร่ง ADXL345

อุปกรณ์วัดสัญญาณความเร่งรุ่น ADXL345 ซึ่งเป็นอุปกรณ์วัดความเร่งแบบ 3 แกน (สามแกน X, Y และ Z) ที่มีคุณสมบัติในการทำงาน Dynamic Acceleration และ Static Acceleration และประหยัดพลังงาน



ภาพที่ 7 ผังบอร์ดของอุปกรณ์วัดสัญญาณความเร่ง ADXL345

2.2.2 อุปกรณ์การสื่อสารแบบไร้สาย

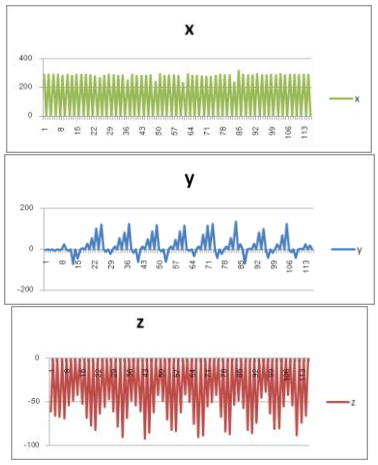
Zigbee เป็นการสื่อสารแบบไร้สายที่มีอัตราการรับส่งข้อมูลต่ำ ใช้พลังงานต่ำ ราคาถูก จุดประสงค์เพื่อให้สามารถสร้างระบบที่เรียกว่า Wireless Sensor Network ได้โดยมีมาตรฐาน IEEE802.15 เป็นการทำงานแบบ WPAN (Wireless Personal Area Network) และรองรับการทำงานกับอุปกรณ์ประเภท Low Data Rate และ Long Battery Life ซึ่งเป็นอุปกรณ์เกี่ยวกับ sensor ด้านการแพทย์ อุตสาหกรรม และการรักษาความปลอดภัย รวมถึงมีระยะการสื่อสารในช่วง 10-75 เมตร โดยใช้ความถี่ที่ช่วงของ unlicensed RF worldwide โดยใช้ Xbee เป็นอุปกรณ์ที่ใช้รับส่งข้อมูลแบบไร้สาย ซึ่งสามารถแบ่งหน้าที่การทำงานของ ตามรูปแบบการสื่อสารในลักษณะต่างๆได้ เช่น Coordinator, Router, End Device และสามารถรับและส่งข้อมูลกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทาง UART (TTL) ได้โดยตรง



ภาพที่ 8 อุปกรณ์การสื่อสารแบบไร้สาย Xbee

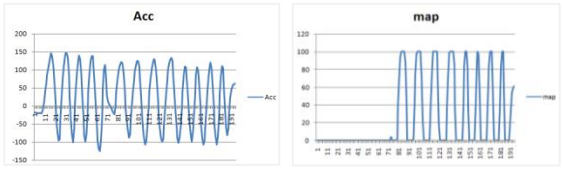
3. ติดตั้งและทดสอบระบบ

ทำการทดสอบการเชื่อมต่อส่วนประมวลผลและส่วนตรวจจับการเดินเพื่อทดสอบค่าที่ได้จากเซนเซอร์วัดความเร่งเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การก้าวเดินจากผลการทดลองพบว่าแกนที่สามารถใช้ในการจับการก้าวเดินคือ แกน Y เนื่องจากเกินการเปลี่ยนแปลงเมื่อเกิดการก้าวเดิน



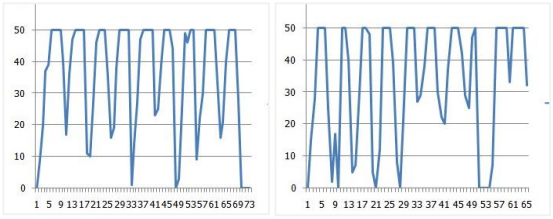
ภาพที่ 9 ภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าจากเซนเซอร์วัดความเร่งระหว่างแกน X , Y และ Z

ในการวิเคราะห์การก้าวเดินจำเป็นต้องรู้เวลาของจังหวะ Stance phase คือ ระยะที่ขาข้างนั้นยังคงวางอยู่บนพื้น และจังหวะ Swing phase คือ ระยะที่ขาข้างนั้นยกลอยขึ้นจากพื้น เพื่อให้ได้มาซึ่งระยะเวลาและระยะทางในการก้าวและคำนวณเป็นความเร็วในการก้าว จึงจำเป็นต้องนำค่าจริงที่ได้จากเซนเซอร์วัดความเร่งผ่านการทำ Low Pass Filter: LPF ดังภาพที่ 10

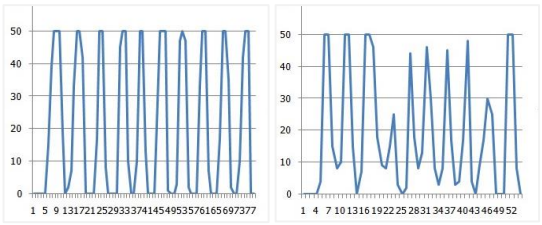


ภาพที่ 10 ภาพแสดงการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากเซนเซอร์วัดความเร่ง แกน Y กับค่าที่ผ่านกระบวนการวิเคราะห์แล้ว

จากภาพที่ 11-12 จะเห็นว่าค่าจากเซนเซอร์วัดความเร่งแกน Y ที่ได้จากการมีเครื่องช่วยเดินและไม่มีเครื่องช่วยเดินจะความถูกต้องในการวิเคราะห์ก้าวเดินมากกว่า



ภาพที่ 11 ภาพแสดงการค่าจากเซนเซอร์วัดความเร่งแกน Y ที่ติดอุปกรณ์ตรวจจับที่บริเวณหัวเข่าเปรียบเทียบระหว่างมีเครื่องช่วยเดินและไม่มีเครื่องช่วยเดิน

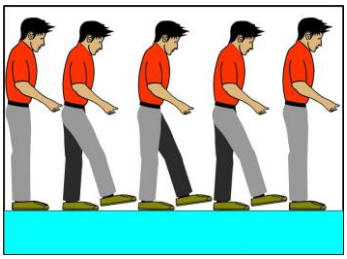


ภาพที่ 12 ภาพแสดงการค่าจากเซนเซอร์วัดความเร่งแกน Y ที่ติดอุปกรณ์ตรวจจับที่บริเวณข้อเท้าเปรียบเทียบระหว่างมีเครื่องช่วยเดินและไม่มีเครื่องช่วยเดิน

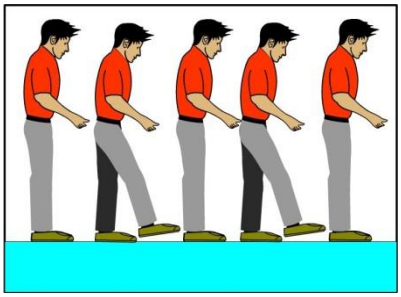
4. วางแผนการทดลอง

ผู้วิจัยได้วางแผนการทดลอง เพื่อให้คลอบคลุมรูปแบบการเดินที่เกิดขึ้นกับผู้ป่วยให้ได้มากที่สุด โดยกำหนดเงื่อนไขในการทดลอง 3 เงื่อนไขหลัก คือ

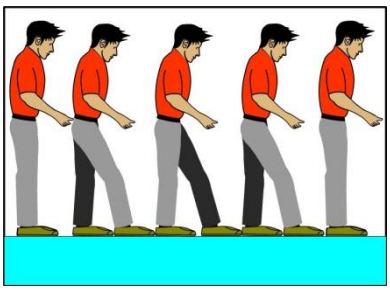
1) ระยะในการก้าวเดิน 3 ระยะคือ 12, 15, 18, 25 และ 30 เซนติเมตร
2) การติดส่วนตรวจจับการก้าวเดิน คือ ตำแหน่งข้อเท้า และตำแหน่งหัวเข่า
3) รูปแบบการก้าวเดินในการทดลอง 4 รูปแบบ ดังแสดงในภาพที่ 13 – 16



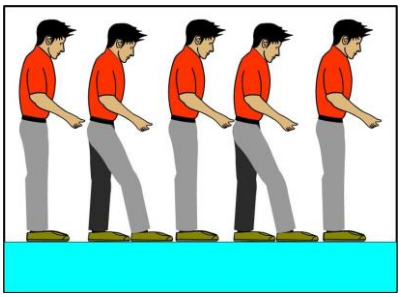
ภาพที่ 13 ลักษณะการก้าวเดินแบบปกติ



ภาพที่ 14 ลักษณะการเดินยกเก้าชิด



ภาพที่ 15 ลักษณะการเดินลากเก้า



ภาพที่ 16 ลักษณะการเดินลากเก้าชิด

5. ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ได้กำหนดกลุ่มทดลองจำนวน 10 คน ให้ทดลองเดินด้วยเครื่องช่วยเดินจำนวน 10 ก้าวโดยให้ทำซ้ำจำนวน 5 รอบ ในแต่ละเงื่อนไขที่กำหนด โดยในแต่ละรอบการทดลองจะมีการบันทึกค่าระยะทางที่ก้าวเดินในหน่วยเซนติเมตรและจับความเร็วในการเดินในหน่วยวินาที เพื่อใช้ในการหาประสิทธิภาพของการวิเคราะห์การก้าวเดินของระบบ

ผลการวิจัย

เปรียบเทียบระยะห่างระหว่างการก้าว

รูปแบบการเดิน	ระยะห่างระหว่างการก้าว				
	12 ซม.	15 ซม.	18 ซม.	25 ซม.	30 ซม.
	จำนวนก้าวเฉลี่ยต่อการเดิน 5 รอบ	จำนวนก้าวเฉลี่ยต่อการเดิน 5 รอบ	จำนวนก้าวเฉลี่ยต่อการเดิน 5 รอบ	จำนวนก้าวเฉลี่ยต่อการเดิน 5 รอบ	จำนวนก้าวเฉลี่ยต่อการเดิน 5 รอบ
การเดินปกติ	7.6	7.2	8.2	7.2	8.2
การเดินลากก้าว	7.8	8.2	7.4	7.6	7.6
การเดินลากชิด	7.8	7.6	7.4	8.2	7.2
การเดินยกชิด	7.6	7.8	7.8	7	7
ค่าเฉลี่ย	**7.7**	**7.7**	**7.7**	**7.5**	**7.5**

ภาพที่ 1 เปรียบเทียบระยะห่างระหว่างการก้าวมีทั้งหมด 5 ระยะคือ 12 , 15, 18, 25 และ 30 ซม.

จากภาพ สรุปได้ว่าระยะห่างระหว่างการก้าว 12 ,15 และ 18 ซม. มีค่าเฉลี่ยจำนวนก้าวที่วิเคราะห์ได้เท่ากันคือ 7.7 ก้าว และระยะห่างระหว่างก้าว 25 ซม. กับ 30 ซม. มีค่าเฉลี่ยจำนวนก้าวที่วิเคราะห์ได้เท่ากันคือ 7.5 ก้าว ทำให้เห็นได้ว่าช่วงระยะในการก้าวไม่มีผลต่อการวิเคราะห์การก้าวเดินในระยะ 12 ,15 และ 18 ซม. กับ ระยะ 25 และ 30 ซม. ในการทดลองที่ 2 จึงทำซ้ำในเงื่อนไขต่างๆด้วย 2 ระยะคือ 18 และ 30 ซม.

ระยะห่างระหว่างก้าว 18 ซม.						
รูปแบบการเดิน	ค่าที่ได้จากเครื่อง		ค่าความเป็นจริง			
	จำนวนก้าวเฉลี่ย/การเดิน 5 รอบ	ความเร็วเฉลี่ย/ก้าว (เครื่อง) (m/s)	จำนวนก้าวเฉลี่ย/การเดิน 5 รอบ	ความเร็ว(คำนวณ) (m/s)	เวลา(s)	ระยะทาง(m)
การเดินปกติ	9.4	0.234	10	0.232	36.636	8.64
การเดินลากก้าว	9.6	0.234	10	0.23	37.012	8.64
การเดินลากชิด	7.4	0.152	10	0.162	27.036	4.44
การเดินยกชิด	7.6	0.142	10	0.158	27.296	4.44
ค่าเฉลี่ย	**8.5**	**0.1905**	**10**	**0.1955**	**31.995**	**6.54**

ภาพที่ 2 แสดงผลการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพในการวิเคราะห์การก้าวเดินระยะห่างระหว่างก้าว 18 ซม.

ระยะห่างระหว่างก้าว 30 ซม.						
รูปแบบการเดิน	ค่าที่ได้จากเครื่อง		ค่าความเป็นจริง			
	จำนวนก้าวเฉลี่ย/การเดิน 5 รอบ	ความเร็วเฉลี่ย/ก้าว (เครื่อง) (m/s)	จำนวนก้าวเฉลี่ย/การเดิน 5 รอบ	ความเร็ว(คำนวณ) (m/s)	เวลา(s)	ระยะทาง(m)
การเดินปกติ	9.8	0.29	10	0.294	39.048	11.04
การเดินลากก้าว	10	0.288	10	0.296	36.884	11.04
การเดินลากชิด	8.6	0.176	10	0.178	30.704	5.64
การเดินยกชิด	9.2	0.176	10	0.176	31.518	5.64
ค่าเฉลี่ย	**9.4**	**0.2325**	**10**	**0.236**	**34.5385**	**8.34**

ภาพที่ 3 แสดงผลการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพในการวิเคราะห์การก้าวเดินระยะห่างระหว่างก้าว 30 ซม.

จากภาพที่ 2 สรุปได้ว่าระยะห่างในการเดินเฉลี่ยจากทุกรูปแบบการเดินด้วยระยะห่างก้าวที่ระยะ 30 ซม. มีค่าการวิเคราะห์จำนวนก้าวเฉลี่ยจากการเดิน 10 ก้าวอยู่ที่ 9.4 ซึ่งมากกว่าการการเดินด้วยระยะห่างก้าวที่ระยะ 18 ซม. ซึ่งมีค่าจำนวนก้าวเฉลี่ยที่ 9.4 ก้าว ทำให้ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์จำนวนก้าวมีค่าเท่ากับ 94%

ส่วนความเร็วเฉลี่ยต่อการก้าวเดินจากการเฉลี่ยของการเดินทุกรูปแบบ ค่าที่ได้จากระยะห่างก้าวที่ระยะ 30 ซม. มีค่าผลต่างของเวลาการวัดค่าจริงและให้ระบบวิเคราะห์อยู่ที่ 0.003 ซึ่งเร็วกว่ามากกว่าค่าที่ได้จากระยะห่างก้าวที่ระยะ 18 ซม. ที่มีค่าผลต่างอยู่ที่ 0.005 ทำให้ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์จำนวนก้าวมีค่าเท่ากับ 97%

รูปแบบการเดินที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์การเดินที่น้อยกว่า 80% คือ เฉลี่ยอยู่ที่ 7.4 ก้าว และ 7.6 ก้าวของรูปแบบการเดิน แบบการเดินลากชิดและการเดินยกชิด ในระยะห่างก้าวที่ระยะ 18 ซม. ตามลำดับ

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

การวิเคราะห์การเดินที่มีประสิทธิภาพคือ การทดลองที่ใช้เครื่องช่วยเดินและมีตำแหน่งการติดอุปกรณ์ตรวจจับที่ตำแหน่งหัวเข่า มีระยะห่างก้าวที่ระยะ 30 ซม. และมีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์จำนวนก้าวเท่ากับ 87.5% และประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ความเร็วในเดินเท่ากับ 97.8% และรูปแบบการเดินที่สามารถวิเคราะห์จำนวนก้าวได้ที่ดีสุดคือการเดินแบบลากก้าว ซึ่งมีค่าเท่ากับ 92.9% ส่วนการวิเคราะห์ความเร็วในการเดินที่ดีสุด คือ การเดินแบบยกชิด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 97.8%

ข้อเสนอแนะ

ประสิทธิภาพในการวิเคราะห์การเดินของรูปแบบการเดินบางรูปแบบที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่า 80% อาจจะเกิดจากการใช้จำนวนส่วนตรวจจับเพียงแค่ 1 ตำแหน่งทำให้การตรวจสอบจังหวะการเดินผิดพลาดไป ในการทดลองครั้งต่อไปควรทดสอบโดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับ 2 หรือ 3 ตำแหน่ง เพื่อเพิ่มความแม่นยำ และนำไปพัฒนาเพื่อใช้ในการควบคุมเครื่องช่วยเดินให้สามารถเคลื่อนที่และประคองผู้ป่วยให้เดินในระยะและความเร็วที่เหมาะสมกับผู้ใช้แต่ละรายต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่สนับสนุนงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

เฉลิมพล คงเขียว. (2553). **ระบบภาพเคลื่อนไหวสำหรับการวิเคราะห์การเดินของมนุษย์**. งานวิจัย. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศิริชัย ประทุมขันธ์. (2550). **ระบบตรวจสอบและวิเคราะห์การสั่นสะเทือน**. งานวิจัย. ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เทคโนโลยีไร้สายประเภท ZigBee. (2557). [ออนไลน์] แหล่งที่มา : http://zigbeeyoyo.blogspot.com / /2007 /08zigbee.html. 25 มีนาคม 2557

พงษ์ศักดิ์ กีรติวินทกร. **เทคโนโลยีสื่อสารระยะใกล้**. [ออนไลน์] แหล่งที่มา : http:// www.thaitelecomkm.org/ TTE/ topic/attach/Bluetooth_and_Zigbee/index.php

KOASAS. (2557). **Estimation of Walking Behavior Using Accelerometers in Gait Rehabilitation.** [ออนไลน์] แหล่งที่มา : http://dspace.kaist.ac.kr/bitstream //1/8430/10203IntJ_.061pdf

การศึกษาระบบการจัดการห่วงโซ่อุปทานมันสำปะหลังในจังหวัดพิษณุโลก
A study of supply chain management system of cassava in Phitsanulok province

ธณิดา โขนงนุช* และ อลงกรณ์ เมืองไหว
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: thanida02@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบโซ่อุปทานสำหรับอุตสาหกรรมมันสำปะหลัง โดยเริ่มทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่เกษตรกร ไปจนถึงตลาดในการส่งสินค้า ศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการจัดการโซ่อุปทาน และนำเสนอแนวทางในการพัฒนาระบบโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของมันสำปะหลัง ในงานวิจัยนี้ได้เลือกพื้นที่ที่ทำการศึกษาได้แก่ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก เพราะมีพื้นที่เพาะปลูกกว้างขวางและมากที่สุดใน จ.พิษณุโลก ซึ่งได้มีการพัฒนาแนวคิดและหลักการของแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานโซ่อุปทาน (Supply Chain Operations Reference Model: SCOR Model) เพื่อแสดงความสัมพันธ์ภายในโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมมันสำปะหลัง ร่วมกับหลักการโซ่คุณค่า (Value Chain) ซึ่งจะแบ่งออกเป็นกิจกรรมหลักและกิจกรรมเสริม อีกทั้งยังได้นำหลักการการวิเคราะห์สายธารคุณค่า (Value Stream Mapping: VSM) เข้ามาช่วยในการระบุกิจกรรมตั้งแต่ขั้นตอนการเพาะปลูกจนกระทั่งถึงกระบวนการขนย้ายไปยังตลาดส่งสินค้า ว่ากิจกรรมใดเป็นกิจกรรมที่มีคุณค่าเพิ่ม กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่มีคุณค่าเพิ่ม และกิจกรรมที่ไม่มีคุณค่าเพิ่ม จากผลการศึกษาวิจัยข้างต้นได้นำไปสู่การเสนอแนวทางในการพัฒนาโซ่อุปทานอุตสาหกรรมมันสำปะหลัง เพื่อให้ทันต่อการตั้งรับกับสถานการณ์หรือการแข่งขันในปัจจุบัน

คำสำคัญ : มันสำปะหลัง การจัดการห่วงโซ่อุปทาน แบบจำลองอ้างอิงโซ่อุปทาน โซ่คุณค่า สายธารคุณค่า

Abstract

This research aimed to study the supply chain of cassava industry. The study commenced from the overview study of the supply chain as well as the people who involve from farmers to the market. Then the difficulties and barriers in supply chain management of cassava are surveyed. The research developed the means to evaluating the supply chain operation, adapted from the concepts of Supply Chain Operations Reference Model (SCOR Model) and Value Chain. Moreover, Value Stream Mapping (VSM) is used to pinpoint all activities starting from cultivation to process of shipping products to the market into three categories which is value added activities (VA), necessary but non value added activities (NNVA) and non value added activities (NVA). All analytical results in this research lead to improving supply chain performance of cassava industry to follow up today’s competitive market.

keywords : cassava, supply chain management, SCOR model, value chain, value stream

บทนำ

มันสำปะหลังมีการแพร่กระจายในสมัยที่มีการล่าอาณานิคมในคริสต์ศตวรรษที่ 15 โดยพวกนักค้าทาสได้นำมันสำปะหลังจากบราซิลไปปลูกในทวีปอัฟริกา และต่อมาในปี พ.ศ.2282 ได้มีชาวโปรตุเกสนำมันสำปะหลังไปปลูกที่เกาะรียูเนียน (Reunion) และแพร่กระจายไปยังมาดากัสกา มีการนำมันสำปะหลังมาปลูกครั้งแรกในทวีปเอเชียที่ประเทศฟิลิปปินส์ ในคริสต์ศตวรรษที่ 17 โดยชาวสเปนได้นำมาจากเม็กซิโก และในเวลาต่อมาก็มีการปลูกที่ประเทศอินโดนีเซีย นอกจากนี้ มีหลักฐานว่า เมื่อ พ.ศ. 2337 ได้มีการนำมันสำปะหลังจากอัฟริกามาปลูกที่อินเดีย เพื่อใช้ในการทดลอง

สำหรับประเทศไทยยังไม่มีหลักฐานที่แน่นอนว่ามีการนำมันสำปะหลังเข้ามาปลูกเมื่อใด คาดว่าคงจะเข้ามาปลูกในระยะเดียวกันกับการเข้าสู่ประเทศศรีลังกา และฟิลิปปินส์ คือ ประมาณปี พ.ศ.2329-2383 มันสำปะหลัง เดิมเรียกกันว่า มันสำโรง มันไม้ ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า“มันต้นเตี้ย” ทางภาคใต้เรียก “มันเทศ” (แต่เรียกมันเทศว่า มันหลา) คำว่า

สำปะหลัง คนส่วนใหญ่นิยมเรียก อาจมาจากคำว่า “สัมเปอ (Sampou)” ของชาวตะวันตก มันสำปะหลังเป็นพืชอาหารที่สำคัญเป็นอันดับ 5 ของโลกรองจากข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวและมันฝรั่ง เป็นพืชอาหารที่สำคัญของประเทศในเขตร้อน โดยเฉพาะประเทศต่างๆ ในทวีปอัฟริกาและทวีปอเมริกาใต้ ในทวีปเอเชีย ประเทศอินโดนีเซียและประเทศอินเดียมีการบริโภคมันสำปะหลังกันเป็นจำนวนมาก ปริมาณการผลิตในปี 2544 ทั่วโลกผลิตได้ 139.827 ล้านตัน ปริมาณผลผลิตที่ได้ในแต่ละปี ร้อยละ 60 ใช้เป็นอาหารของมนุษย์ ร้อยละ 27.5 ใช้ทำเป็นและอาหารสัตว์ และร้อยละ 12.5 ใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ

ประเทศไทยปลูกมันสำปะหลังได้ตั้งแต่พื้นที่ทางใต้สุดจนจนถึงเหนือสุดของประเทศในบริเวณเส้นรุ้งที่ 2-60 องศาเหนือ เส้นแวง 99-105 องศาตะวันออก แหล่งที่ปลูกมันสำปะหลังมากที่สุดคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,200-1,500 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิเฉลี่ยของเดือนไม่ต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส พื้นที่ปลูกอยู่บริเวณที่มีความสูง 0-200 เมตร จากระดับน้ำทะเล

ปัจจุบันจังหวัดพิษณุโลกให้ความสำคัญกับอุตสาหกรรมการส่งออกซึ่งมีอัตราการเติบโตสูงขึ้นทุกปีประกอบกับจังหวัดพิษณุโลกได้ทำการตกลงเป็นศูนย์กลางทางการค้าเสรีหรือสี่แยกอินโดจีนซึ่งเป็นศูนย์กลางในการ ส่งออก-นำเข้า ของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีการปรับตัว เพื่อรองรับการขยายตัวในด้านการส่งออกของจังหวัด นอกจากนี้สถานการณ์การค้าของประเทศไทยที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทำให้อุตสาหกรรมหลักต่างๆ ในอำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก มีการพัฒนาปรับปรุงขีดความสามารถในการแข่งขันโดยเฉพาะในด้านการจัดการห่วงโซ่อุปทานซึ่งส่วนใหญ่ผู้ประกอบการในอำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก ยังขาดการบริหารจัดการที่ดี ดังนั้นการจัดการ ห่วงโซ่อุปทานจะช่วยเพิ่มศักยภาพอุตสาหกรรมการส่งออก–นำเข้า ช่วยได้เปรียบทางการค้า และนำไปสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน การศึกษาการจัดการห่วงโซ่อุปทานในภาคอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างจริงจังจะช่วยให้มาซึ่งแนวทางในการวางนโยบาย เพื่อปรับปรุงและส่งเสริมกิจกรรมในห่วงโซ่อุปทานให้สามารถรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรม และสามารถ ลดต้นทุนด้านโลจิสติกส์และต้นทุนรวมในการจัดการห่วงโซ่อุปทาน

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อ (1) ศึกษาระบบการจัดการห่วงโซ่อุปทานตั้งแต่ต้นน้ำจนถึงปลายน้ำ (2) วิเคราะห์สายธารคุณค่า (Value Stream Mapping : VSM) สำหรับการจัดการห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง และศึกษาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของการวิเคราะห์สายธารคุณค่า (3) วิเคราะห์ห่วงโซ่คุณค่า (Value Chain) สำหรับการจัดการห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง และศึกษาแนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ห่วงโซ่คุณค่า (4) ศึกษาการปรับรูปแบบของแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain Operating Reference Model : SCOR Model) จากวัตถุประสงค์ดังกล่าวทั้ง 4 ข้อจะสามารถบอกกิจกรรมต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการผลิตมันสำปะหลังได้เป็นอย่างดีและยังสามารถลดต้นทุนที่ไม่จำเป็นลงได้อีกด้วย

วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้วิธีการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. การศึกษาสภาพปัจจุบันของระบบโซ่อุปทานมันสำปะหลัง

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโซ่อุปทานโดยรวมและได้จากวางแผนการสำรวจกิจกรรมในโซ่อุปทานแล้ว จากนั้นทำการเข้าไปศึกษากิจกรรมภายในแต่ละหน่วยงานในโซ่อุปทาน คือ เกษตรกรและลานรับซื้อมัน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.1 นำเสนอรายละเอียดงานวิจัยที่ชัดเจนให้ผู้ที่เกี่ยวข้องแต่ละฝ่าย

1.2 ศึกษาภาพรวมของแต่ละหน่วยงานที่ได้มีการสำรวจเกี่ยวกับการดำเนินงานของเกษตรกร และลานรับซื้อมัน

1.3 ศึกษากิจกรรมของแต่ละหน่วยของโซ่อุปทานตั้งแต่กิจกรรมในการเตรียมการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยวผลผลิต เก็บข้อมูลกิจกรรมการไหลของวัตถุดิบ การเก็บรวบรวมข้อมูลจะเป็นข้อมูลแบบปฐมภูมิ จากการสัมภาษณ์และข้อมูลทุติยภูมิ จากข้อมูลเอกสารที่ได้เก็บรวบรวมไว้ ทั้งบันทึกข้อความและเอกสารการทำงานซึ่งมีลักษณะการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

(1) จากการสำรวจขั้นตอนการดำเนินการจริงของแต่ละกิจกรรมที่สามารถเข้าถึงได้กล่าวคือ เข้าไปสำรวจการดำเนินการจริงของแต่ละหน่วยงานตั้งแต่ เกษตรกรเตรียมพื้นที่ ท่อนพันธุ์ การเก็บเกี่ยว จนถึงการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์มันเส้น

(2) จากการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องในแต่ละกิจกรรมนั้นๆ ผู้ที่เกี่ยวข้องดังกล่าวของส่วนงานในแต่ละระดับและสัมภาษณ์ถึงกิจกรรมหรือขั้นตอนที่สามารถเข้าถึง เช่น การเตรียมพื้นที่ การดูแล การเก็บเกี่ยว เป็นต้น

(3) เก็บข้อมูลจากเอกสารการทำงานและบันทึกข้อความต่างๆ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ใช้ประกอบการดำเนินงานของแต่ละส่วนงานที่ให้เป็นหลักฐานบันทึกข้อความ รวมถึงการทำงานในอดีต
ตัวอย่างข้อมูลที่จำเป็นในการหาสถานะปัจจุบัน ได้แก่ กระบวนการไหลของวัตถุดิบ (เกษตร จนถึง ลานรับซื้อมัน)

1.4 บันทึกกิจกรรมต่างๆ เพื่อมาวิเคราะห์ประเภทของแต่ละกิจกรรม คือ การดำเนินการการเคลื่อนที่ที่จัดเก็บ และการตรวจสอบ โดยได้นำหลักการวิเคราะห์ของห่วงโซ่คุณค่า (Value Chain Analysis : VCA) เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์กิจกรรมในระบบโซ่อุปทาน และเพื่อวิเคราะห์ว่ากิจกรรมใดเป็นกิจกรรมหลัก กิจกรรมใดเป็นกิจกรรมย่อย และกิจกรรมใดเป็นกิจกรรมเสริม/สนับสนุน

1.5 วิเคราะห์กิจกรรมต่างๆในโซ่อุปทาน ซึ่งแบ่งเป็นกิจกรรมตามคุณค่าของกิจกรรมนั้นๆ คือ กิจกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่า กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า และกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า ด้วยหลักการวิเคราะห์สายธารคุณค่า (Value Stream Mapping : VSM) แบ่งเป็นกิจกรรมต่างๆ เป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม (Value Added : VA) กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่า (Non – Value Added : NVA) และกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า (Necessary – Non – Value Added : NNVA)

1.6 วิเคราะห์กระบวนการทำงานของระบบโซ่อุปทานและสร้างแบบจำลองที่ใช้เพื่ออธิบายลักษณะการดำเนินการการจัดการโซ่อุปทาน ตามหลักแบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานห่วงโซ่อุปทาน (SCOR Model) ซึ่งสามารถวิเคราะห์กระบวนการออกเป็นกระบวนการต่างๆ คือ การวางแผน (Plan) การจัดหา (Source) การผลิต (Make) การจัดส่ง (Delivery) การส่งคืนสินค้า (Return)

1.7 สำรวจปัญหาในแต่ละหน่วย จากการสัมภาษณ์ทั้งในระดับผู้จัดการและระดับของการปฏิบัติงาน รวมถึงจากข้อมูลเอกสารการบันทึกย้อนหลังเกี่ยวกับปัญหาต่างๆ โดยมุ่งไปที่ปัญหาอัน เกิดจากสิ่งสูญเปล่า 7 ประการของลีน คือ การผลิตสินค้าที่มากเกินไป สินค้าคงคลัง การลำเลียง ข้อบกพร่อง การดำเนินการผลิต การปฏิบัติงาน และการว่างงาน

1.8 เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาในข้างต้นกับผู้ที่เกี่ยวข้องตามหลักการและความเป็นไปได้ จากนั้นจึงได้ทำการสร้างแผนภาพสายธารคุณค่าสถานะปัจจุบันต่อไป

2. การจัดทำแผนผังสารธารคุณค่าปัจจุบัน

เมื่อได้ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมดังข้อ 1 แล้วทำการเขียนแผนผังสายธารคุณค่าแสดงสถานะปัจจุบัน ซึ่งทำให้เห็นภาพรวมโซ่อุปทานในกรณีศึกษา ทั้งการไหลของวัตถุดิบ การไหลของข้อมูลสารสนเทศ และการควบคุมในระบบห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งการเขียนแผนภาพดังกล่าวจะแสดงให้เห็นถึงความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นในแต่ละจุดรวมถึงแนวทางในการปรับปรุง โซ่อุปทานเบื้องต้นอีกด้วย โดยได้ทำการประยุกต์ใช้เครื่องมือผังสายธารคุณค่าที่มักใช้ในกระบวนการภายในโรงงานมาทำการออกแบบสำหรับกิจกรรมในระดับมหาภาคคือในห่วงโซ่อุปทานขนาดใหญ่ของแต่ละกรณีศึกษาโดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 สร้างแผนภาพด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์

2.2 สร้างกล่องในแต่ละหน่วยที่เกี่ยวข้องกับการไหลในโซ่อุปทานทั้งวัสดุและข้อมูลสารสนเทศซึ่งการดำเนินการไหลของสินค้าหรือวัสดุเริ่มต้นจากซ้ายไปขวา ส่วนการดำเนินการไหลของข้อมูลสารสนเทศเริ่มต้นจากขวาไปซ้าย (จากลูกค้าไปยังลานรับซื้อมัน)

2.3 เมื่อได้วาดกล่องแต่ละหน่วยงานรวมถึงผู้จัดส่งและลูกค้าแล้วทำการเชื่อมโยงการไหลด้วยลูกศรการเคลื่อนที่ทั้งวัสดุและข้อมูลสารสนเทศ

2.4 ออกแบบกล่องข้อมูลในแต่ละหน่วยงาน ซึ่งมีข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการผลิตเป้าหมายการผลิต เปอร์เซ็นต์ข้อบกพร่อง เป็นต้น

2.5 นำข้อมูลด้านเวลาในแต่ละหน่วยงานทั้งเวลาในกระบวนการ แสดงระยะเวลาในการจัดเก็บและเวลาการส่งมอบ บนเส้นเวลาด้านล่างสุดของแต่ละกิจกรรม และแสดงระยะเวลาในกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มบนเส้นระยะเวลาด้านล่างของแต่ละกิจกรรม

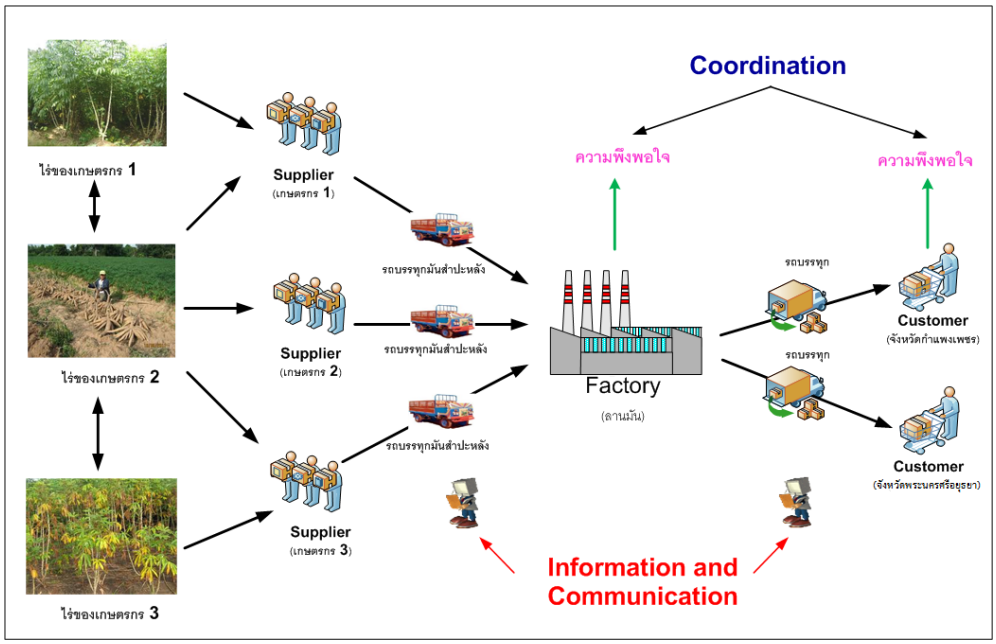
2.6 รวบรวมวิเคราะห์เวลาในกระบวนการทั้งโซ่อุปทาน และระยะเวลาที่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มสรุปทางด้านซ้ายสุดของเส้นระยะเวลา

2.7 วิเคราะห์การจัดจำแนกระยะเวลาในแต่ละกิจกรรมจากการวิเคราะห์สายธารคุณค่าถึงร้อยละของกิจกรรมคือ VA NNVA และ NVA

2.8 ตรวจสอบความถูกต้องเทียบจากการดำเนินการจริงในปัจจุบัน

ผลการวิจัย

1. โซ่อุปทานของผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังของอำเภอวัดโบสถ์แสดงได้ดังในภาพที่ 1 โซ่อุปทานของผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเริ่มต้นจากส่วนต้นน้ำ คือ เกษตรกรผู้ผลิตมันสำปะหลังในอำเภอวัดโบสถ์ ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูก 73,430 ไร่ มีผลผลิตหัวมันสดเฉลี่ย 2.67 ตันต่อไร่ คิดเป็นผลผลิตรวม 202,659 ตัน (ข้อมูลในปีพ.ศ. 2552 โดยสำนักงานเกษตรจังหวัดพิษณุโลก) เกษตรกรที่มีปริมาณผลผลิตน้อย จะขายผลผลิตให้กับพ่อค้าคนกลางซึ่งรวบรวมมันสำปะหลังสดไปขายต่อให้กับลานมันและโรงงานแปรรูป สำหรับเกษตรกรที่มีผลผลิตมากพอจะสามารถขายผลิตผลโดยตรงให้กับลานมันและโรงงานแปรรูป การขนส่งหัวมันมันสำปะหลังสดจากไร่ของเกษตรกรไปยังลานมันและโรงงานแปรรูปโดยจะใช้รถบรรทุกทางการเกษตร นอกจากนี้ จะมีการใช้รถจักรยานยนต์ขนส่งบ้าง ในกรณีขนส่งปริมาณน้อยเพื่อไปขายให้กับพ่อค้าคนกลางหรือลานมัน ส่วนมากเกษตรกรจะขายผลผลิตให้กับลานมัน หรือโรงงานแปรรูปที่อยู่ในเขตพื้นที่ใกล้เคียง ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โซ่อุปทานผลิตมันสำปะหลัง ในอำเภอวัดโบสถ์

ลานมันเป็นผู้ประกอบการที่รับซื้อหัวมันสำปะหลังสดจากเกษตรกรรายย่อยแล้วจึงทำการแปรรูปจากหัวมันสดเป็นมันเส้น และจำหน่ายให้กับผู้ส่งออกมันเส้น นอกจากนี้ การขนส่งมันเส้นจากลานมันไปคลังสินค้าของผู้ส่งออกมันเส้นและโรงงานต่างๆจะใช้ รถบรรทุกสิบล้อ และรถบรรทุกพ่วง ขึ้นอยู่กับปริมาณที่ขนส่งและระยะทางในการขนส่ง โดยมากจะใช้รถบรรทุกพ่วง สำหรับการขนส่งมันเส้นจากคลังสินค้าของผู้ส่งออกไปยังท่าเรือส่งออกต่างๆ ทำได้ 1 วิธี คือ ขนส่งทางถนนด้วยรถบรรทุกสิบล้อ หรือรถบรรทุกพ่วง เพื่อขนต่อไปยังผู้รับซื้อแต่ผู้ส่งออกต่างจังหวัดได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชร และจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2. การวิเคราะห์ห่วงโซ่คุณค่า

สำหรับแบบจำลองห่วงโซ่คุณคุณค่าได้มั่งเน้นความสำคัญกับกิจกรรม ตั้งแต่การจัดหาแหล่งวัตถุดิบ การแปรรูป ตลอดจนกระบวนการส่งมอบสินค้า การบริการลูกค้า โดยมุ่งสร้างความสมารถการแข่งขันทางธุรกิจด้วยการวิเคราะห์คุณค่าเพิ่มที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนหรือกิจกรรม ดังนั้นใน ห่วงโซ่คุณค่า จึงเป็นการเชื่อมโยงกิจกรรมต่างๆ ที่สร้างคุณค่าเพิ่มให้กับธุรกิจ ซึ่งเชื่อมโยงกิจกรรมที่เกิดขึ้นทั้งภายในและภายนอกองค์กรที่ส่งผลต่อการแข่งขัน

3. การวิเคราะห์แผนผังสารธารคุณค่า

วัตถุประสงค์ของการนำ VSM มาประยุกต์ในอุตสาหกรรมมันสำปะหลังเพื่อใช้เป็นเครื่องมือเบื้องต้นที่ช่วยมองเห็นภาพสถานะของกระบวนการปัจจุบัน (Visualize the Current State) เพื่อใช้เป็นแนวทางระบุสถานะที่ควรเป็นอนาคต (Future State) และปรับปรุงกระบวนการธุรกิจให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นหลังจากที่ได้การศึกษากระบวนการผลิตในระบบโซ่อุปทานของมันสำปะหลัง จึงทำหารสร้างแผนภาพกระบวนการผลิต จำแนกตามภาพกิจกรรม

(Process Activity Mapping) ตั้งแต่การร่อนมันสะปะหลังจนกระทั่งถึงกระบวนการขนย้ายผลิตภัณฑ์ไปยังผู้ส่งออก จากนั้นจึงวิเคราะห์แต่ละกิจกรรมเพื่อจำแนกกิจกรรมเหล่านั้นออกเป็น

1.กิจกกรมที่มีคุณค่าเพิ่ม (VA)

2.กิจกรรมที่จำเป็นแต่ไม่มีคุณค่าเพิ่ม (NNVA)

3.กิจกรรมที่ไม่มีคุณค่าเพิ่ม (NVA)

และจัดประเภทของกิจกรรมออกเป็นการดำเนินการ (Operation) การตรวจสอบ (Inspection) การขนส่ง (Transportation) และการจัดเก็บ (Storage) รวมทั้งระบุระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมและระยะเวลารวมทั้งกระบวนการผลิตจนกระทั่งส่งไปยังผู้ส่งออก

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ทั้ง ข้อมูลที่ได้จากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง พบว่าสมารถจำแนกกิจกรรมได้ทั้งสิ้น 7 กิจกรรม แต่เนื่องจากเวลาในแต่ละกิจกรรมในอุตสาหกรรมมันสำปะหลังมีความแตกต่างกัน ทำให้ไม่สามารถกำหนดเวลาของการทำงานแต่ละงานเป็นค่าตัวเลขที่แน่นอนได้จึงเปรียบเสมือนเป็นตัวแปรเชิงสุ่ม ซึ่งต้องการทำการประมาณเวลาการทำงาน ซึ่งเวลาในการปฏิบัติงานของแต่ละกิจกรรมเก็บรวบรวมดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

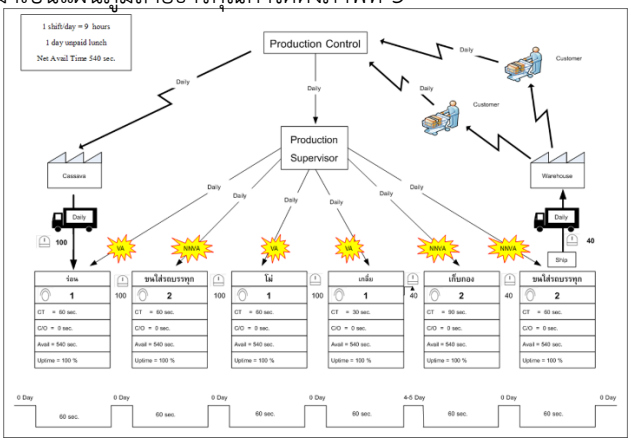
ตารางที่ 1 ขั้นตอนการทำงานในอุตสาหกรรมมันสำปะหลัง ใน 1 วัน

กิจกรรมในอุตสาหกรรมมันสำปะหลัง	เวลาเฉลี่ย (นาที)	○	⇨	□	▽
ร่อน	60	VA			
ขนไปยังลาน	60		NNVA		
โม่	60	VA			
ตาก	2700	VA			
เกลี่ยมัน	30	VA			
เก็บมันรวมกอง	90	NNVA			
ขนส่งไปยังโกดัง	60		NNVA		
ส่งไปยังผู้ส่งออก	2880				NNVA

ตารางที่ 2 เวลาที่ใช้โดยแยกตามกิจกรรม

กิจกรรม	เวลา (นาที)	เปอร์เซ็น(%)
VA	2850	47.98
NNVA	3090	52.02
รวม	5940	100

จากข้อมูลในตารางสามารถเขียนออกมาเป็นแผนภูมิสายธารคุณค่าได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนผังสายธารคุณค่าปัจจุบัน

4. การวิเคราะห์ตัวแบบอ้างอิงการปฏิบัติงานโซ่อุปทานสำหรับการศึกษาโซ่อุปทานมันสำปะหลัง

4.1 การเพาะปลูกและการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังที่เกษตรกร

SCOR-Model Level 1

ระดับที่ 1 เป็นการกำหนดขอบเขตและตั้งเป้าหมายในการปรับปรุงประสิทธิภาพของโซ่อุปทานแบบจำลองกระบวนการของ เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง โดยอ้างอิงจากแบบจำลองกระบวนการ (SCOR-Model) มีรูปแบบของกระบวนการในการวางแผน การจัดหา การจัดส่ง และการส่งคืน โดยเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง จะไม่มีกระบวนการส่งคืนสินค้า เพราะกระบวนการของธุรกิจมันสำหลังจะเป็นธุรกิจ ที่ต้องส่งไปเพื่อดำเนินการต่อไป

SCOR-Model Level 2

ระดับที่ 2 สร้างแบบจำลองโซ่อุปทานในองค์กรของตนเอง โดยทำการกำหนดลักษณะสภาพแวดล้อมขององค์กรเข้ากับแบบจำลอง

4.2 การรวบรวมและแปรรูปเบื้องต้นที่ลานมันและโรงงานแปรรูป

SCOR-Model Level 1

ระดับที่ 1 เป็นการกำหนดขอบเขตและตั้งเป้าหมายในการปรับปรุงประสิทธิภาพของโซ่อุปทานแบบจำลองกระบวนการของ เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง โดยอ้างอิงจากแบบจำลองกระบวนการ (SCOR-Model) มีรูปแบบของกระบวนการในการวางแผน การจัดหา การจัดส่ง และการส่งคืน โดยเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง จะไม่มีกระบวนการส่งคืนสินค้า เพราะกระบวนการของธุรกิจมันสำหลังจะเป็นธุรกิจ ที่ต้องส่งไปเพื่อดำเนินการต่อไป

SCOR-Model Level 2

ระดับที่ 2 สร้างแบบจำลองโซ่อุปทานในองค์กรของตนเอง โดยทำการกำหนดลักษณะสภาพแวดล้อมขององค์กรเข้ากับแบบจำลอง

อภิปรายผลการวิจัย

สำหรับการศึกษาโซ่อุปทานในงานวิจัยนี้ได้มีแหล่งที่มาของข้อมูล คือ (1) ตามลักษณะทางประชากรศาสตร์ของเกษตรกรผู้ตอบแบบสอบถามเกษตรกรผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นหญิง (ร้อยละ 73.33) มีอายุอยู่ในช่วง 36-55 ปี (ร้อยละ 33.33) ระดับการศึกษาของเกษตรกรอยู่ในระดับชั้น ประถมศึกษามากที่สุด (ร้อยละ 63. 33) ดังนั้น ในการถ่ายทอดความรู้ ควรหลีกเลี่ยงการใช้ศัพท์ทางวิชาการที่เข้าใจยาก และควรมีการให้ความรู้อย่างละเอียด ผ่านการอบรมปฏิบัติจริง โดยเฉพาะในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ สำหรับประสบการณ์ของเกษตรกรในด้านการเพาะปลูกส่วนใหญ่จะมีประสบการณ์ในการปลูก มันสำปะหลังมายาวนานกว่า 20ปี (ร้อยละ26.67) แสดงให้เห็นว่าผลตอบแทนจากการลงทุนปลูกมันสำปะหลังยังจูงใจเกษตรกรให้ทำการเพาะปลูก แต่จากการที่เกษตรกรมีประสบการณ์ยาวนาน เกษตรกรอาจจะยึดถือการผลิตแบบเดิมที่เคยทำมา จึงเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่อาจส่งผลต่อการยอมรับการถ่ายทอดความรู้ใหม่ๆ ส่วนด้านพื้นที่การเพาะปลูกเกษตรกรในท้องถิ่นที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่ใช้พื้นที่ของตนเองในการปลูกมันสำปะหลัง (ร้อยละ90.32) แต่ก็มีบางส่วนเช่าหรือเช่าพื้นที่ในการเพาะปลูก และบางส่วนทำการเพาะปลูกทั้งบนพื้นที่ของตนเองและพื้นที่เช่า (2) การรับรู้ข้อมูลและความรู้เกี่ยวกับการปลูกมันสำปะหลังเกษตรกรที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ได้รับความรู้เกี่ยวกับการปลูกมันสำปะหลังจากเพื่อนบ้านที่ปลูกมันสำปะหลัง (ร้อยละ 24.24) รองลงมาคือ เจ้าหน้าที่กรมส่งเสริมการเกษตร (ร้อยละ 18.18) และสมาชิกในครอบครัว (ร้อยละ 16.67) ตามลำดับ ดังนั้น กรมส่งเสริมการเกษตรควรให้ความสำคัญเกี่ยวกับการฝึกอบรมและพัฒนาเจ้าหน้าที่ให้มีความรู้ที่ถูกต้อง สามารถถ่ายทอดความรู้ให้เกษตรกรได้เป็นอย่างดี ซึ่งนอกจากจะเป็นการช่วยเหลือเกษตรกรที่มาติดต่อเจ้าหน้าที่โดยตรงแล้ว ยังส่งผลต่อการเผยแพร่ความรู้กันเองในหมู่เกษตรกรอีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากหากเกษตรกรส่วนหนึ่งในพื้นที่สามารถยอมรับเทคโนโลยีใหม่ๆ ได้ ก็อาจจะส่งผลให้เกษตรกรรายอื่นๆ ได้เห็นและรับรู้ถึงผลของการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากเกษตรกรเพื่อนบ้านหรือญาติ และปฏิบัติตาม แหล่งข้อมูลและความรู้หลักอื่นๆ ของเกษตรกร ได้แก่ ร้านจำหน่ายอุปกรณ์การเกษตร (ร้อยละ 9.09) การฝึกอบรม (ร้อยละ 7.58) นักวิชาการ หรืออาจารย์ (ร้อยละ 7.58) และแปลงสาธิต (ร้อยละ 6.06)

สำหรับสื่อข่าวสารความรู้เกี่ยวกับการปลูกมันสำปะหลังที่เกษตรกรใช้มีหลากหลาย แต่ส่วนมากเกษตรกรจะทราบสื่อข่าวสารความรู้ได้จากโทรทัศน์ (ร้อยละ 40.54) จากคำแนะนำและเอกสารเผยแพร่(ร้อยละ 27.03) และจากวิทยุ (ร้อยละ 5.41) ดังนั้น การส่งเสริมความรู้หรือเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหารวมถึงการเตือนเกี่ยวกับการระบาดของโรคมันสำปะหลัง ควรเน้นการสื่อสารผ่านสื่อต่างๆ เหล่านี้เป็นหลัก และหากเกษตรกรมีปัญหาเกี่ยวกับการปลูกมันสำปะหลัง ส่วน

ใหญ่จะปรึกษาปัญหากับเพื่อนบ้านและผู้นำท้องถิ่น(ร้อยละ 30.00) รองลงมาคือ การศึกษาด้วยตนเอง (ร้อยละ 20.09) เจ้าหน้าที่ของรัฐ (ร้อยละ 15.72) และเกษตรกรผู้นำท้องถิ่น (ร้อยละ 15.00) ซึ่งการที่เกษตรกรเลือกปรึกษาปัญหากับเพื่อนบ้านเป็นหลัก อาจเนื่องมาจากมีความใกล้ชิดกัน สามารถปรึกษาปัญหาได้ตลอดเวลา อย่างไรก็ตาม เกษตรกรร้อยละ 80.00 มีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่กรมส่งเสริมการเกษตรด้วย จึงถือได้ว่าเจ้าหน้าที่กรมส่งเสริมการเกษตรก็มีบทบาทสำคัญมากเช่นกัน ดังนั้น ในการเลือกเจ้าหน้าที่มาปฏิบัติงาน ควรคัดเลือกผู้ที่มีความรู้ความสามารถเพื่อจะได้ช่วยเหลือเกษตรกรได้เป็นอย่างดี การฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ให้ได้เรียนรู้เทคโนโลยีและความรู้ใหม่ๆ รวมทั้งทันต่อข่าวสารอยู่เสมอ จะช่วยการพัฒนาระบบการผลิตมันสำปะหลังได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ การนำเทคนิคการจัดการความรู้ (Knowledge management) มาใช้ก็จะช่วยส่งเสริมการพัฒนาเจ้าหน้าที่ให้สามารถให้ความรู้และช่วยแก้ปัญหาในการผลิตมันสำปะหลังให้แก่เกษตรกรได้ดียิ่งขึ้น

นอกจากนี้ พบว่าเกษตรกรจำนวนหนึ่งมีการบันทึกข้อมูลการเพาะปลูก (ร้อยละ 50.00) ส่วนใหญ่บันทึกข้อมูลเนื่องจากต้องการทราบต้นทุนการผลิต และนำมาใช้คำนวณผลกำไรเป็นหลัก มีเพียงเกษตรกรบางส่วนเท่านั้นที่บันทึกข้อมูลเพื่อประโยชน์ในการจัดการแปลงเพาะปลูก เช่น บันทึกข้อมูลการใส่ปุ๋ยแต่ละครั้งโดยเฉพาะผู้ที่มีแปลงเพาะปลูกหลายแปลง หรือนำข้อมูลที่บันทึกมาใช้ในการวางแผนการเพาะปลูกในรอบถัดไป หรือเพื่อเปรียบเทียบผลการปฏิบัติตามเทคโนโลยีการผลิตใหม่ๆ ที่ได้เรียนรู้มาส่วนเกษตรกรที่ไม่บันทึกข้อมูลนั้น ส่วนใหญ่ให้เหตุผลว่า ยุ่งยาก เห็นว่าไม่มีความจำเป็น หรือไม่ทราบว่าควรจะบันทึกข้อมูลใดบ้าง ดังนั้น การให้ความรู้เกษตรกรในเรื่องการบันทึกข้อมูลและการนำข้อมูลที่ได้บันทึกไว้มาใช้ประกอบการตัดสินใจ ก็น่าจะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรอย่างมาก

ข้อเสนอแนะของงานวิจัย

จากผลการสำรวจแสดงให้เห็นว่า ผู้ประกอบกิจการแปรรูปผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังควรให้ความสำคัญกับประเด็นต่างๆ แตกต่างกัน ประเด็นที่ควรให้ความสำคัญมากเป็นพิเศษ คือ ประเด็นกลยุทธ์ในกลุ่มที่มีความสำคัญมากที่สุด ซึ่งประกอบไปด้วย (1) การประสานงานกับคู่ค้าในโซ่อุปทาน โดยควรประสานงานกับทั้งผู้ส่งมอบวัตถุดิบและลูกค้า (2) การตลาด ควรมีการวางแผนและพัฒนาตลาดใหม่ๆอย่างสม่ำเสมอ (3) ผู้ประกอบการควรคำนึงถึงความพึงพอใจของลูกค้าอย่างมาก เพื่อให้เกิดความสามารถในการแข่งขัน (4) ผู้ประกอบการต้องมีการพัฒนาบุคลากรขององค์กรอย่างต่อเนื่องและทั่วถึง และ (5) ผู้ประกอบการต้องมีนโยบายประหยัดพลังงานและมีการปฏิบัติตามนโยบายนั้น ซึ่งทั้ง 5 ประเด็นเป็นประเด็นที่ควรได้รับการพัฒนาและถือปฏิบัติเป็นอันดับต้นๆ ส่วนประเด็นในหัวข้อกลยุทธ์ที่มีความสำคัญมาก พอสมควร และน้อยนั้น ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญมากน้อยลงไปตามลำดับ

ประเด็นที่น่าสนใจจากผลการสำรวจ คือ การให้ความรู้แก่เกษตรกร จากข้อมูลที่สำรวจพบว่ายังมีผู้ผลิตที่ให้ความรู้การเพาะปลูกแก่เกษตรกรน้อยมาก ซึ่งอาจเป็นผลให้ไม่สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างการให้ความรู้แก่เกษตรกรกับความสามารถในการแข่งขันอย่างมีนัยสำคัญได้ แต่จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการบางรายที่มีการดำเนินกิจกรรมนี้ พบว่าการจัดการอบรมให้ความรู้แก่เกษตรกรจะช่วยสร้างความสัมพันธ์ที่ดีระหว่างเกษตรกรผู้ส่งมอบมันสำปะหลังและผู้ประกอบการได้มาก ดังนั้นหากผู้ผลิตได้มีการให้ความรู้แก่เกษตรกรและประสานงานกันมากขึ้น ก็อาจส่งผลให้เพิ่มความสามารถในการแข่งขันแก่ผู้ประกอบการได้

สรุปผลการวิจัย

1. สภาพปัญหาที่ไร่มันสำปะหลัง

พบว่าเกษตรกรที่เพาะปลูกมันสำปะหลังมานานจะมีประสิทธิภาพในการเพาะปลูกมันสำปะหลังค่อนข้างดี แต่บางรายขาดทุนทรัพย์ในการลงทุนเพาะปลูก ทำให้ไม่สามารถเตรียมการเพาะปลูกและดูแลพืชได้เต็มที่ ทั้งนี้เพื่อลดต้นทุนการผลิตของตน ส่งผลให้มีปริมาณผลผลิตต่อไร่ต่ำกว่าที่ควร เกษตรกรส่วนใหญ่ทำการเพาะปลูกโดยใช้ประสบการณ์เป็นหลัก และนิยมปรึกษาปัญหาการเพาะปลูกกับญาติและเพื่อนบ้านซึ่งเป็นเกษตรกรด้วยกัน จึงมักพบว่าเกษตรกรในพื้นที่เดียวกันมักจะดำเนินการเพาะปลูกในลักษณะคล้ายคลึงกัน และเป็นไปในรูปแบบเดิมๆ แต่อย่างไรก็ตาม พบว่ามีเกษตรกรจำนวนหนึ่งที่มีความสนใจเรียนรู้เทคโนโลยีการเพาะปลูกและการเพิ่มผลผลิตใหม่ๆ เพิ่มเติมอยู่เสมอ ดังนั้น หากหน่วยงานของรัฐฯ และเอกชนสามารถจัดการฝึกอบรมและนำเสนอความรู้และเทคโนโลยีการผลิตที่สามารถให้ผลสำเร็จได้จริงแก่เกษตรกรจำนวนหนึ่งแล้ว ก็จะสามารถผลักดันให้เกษตรกรในพื้นที่เดียวกันปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตตามได้ นอกจากนี้ ควรส่งเสริมการให้ความรู้แก่เกษตรกรอย่างทั่วถึง โดยอาจเน้นในพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกมากก่อน เพื่อเร่งรัดการปรับปรุงประสิทธิภาพการเพาะปลูกในภาพรวมของประเทศ

การส่งเสริมการพัฒนาและฝึกอบรมเจ้าหน้าที่กรมส่งเสริมการเกษตรในพื้นที่อย่างต่อเนื่องจัดเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้เพื่อให้เจ้าหน้าที่มีความรู้ความสามารถอย่างพอเพียง ทันต่อข้อมูลข่าวสารและเทคโนโลยีใหม่ๆ สามารถถ่ายทอดความรู้ รวมทั้ง ให้คำแนะนำเพื่อช่วยแก้ปัญหาการผลิตพืชผลแก่เกษตรกรได้อย่างถูกต้อง ประเทศไทยได้มีการวิจัยและพัฒนาพันธุ์ รวมทั้ง ศึกษาเทคนิคการเพาะปลูกมันสำปะหลังมาเป็นเวลานานแล้ว แต่ความรู้ที่มีอยู่ยังกระจัดกระจายค่อนข้างมาก การนำระบบการจัดการความรู้(Knowledge management) มาใช้ จะช่วยสนับสนุนการทำงานของเจ้าหน้าที่กรมส่งเสริมการเกษตรและส่งเสริมการพัฒนาระบบการผลิตมันสำปะหลังของไทยได้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้ ควรมีการฝึกอบรมให้เกษตรกรได้เรียนรู้วิธีการบันทึกข้อมูลการเพาะปลูก การจัดทำบัญชีธุรกิจการเกษตรอย่างง่าย และการวางแผนการเพาะปลูกอย่างเป็นระบบและครบวงจร ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรสามารถวางแผนการเพาะปลูกได้ดีขึ้น สามารถควบคุมต้นทุนการผลิตและวัดประสิทธิภาพการดำเนินงานของตนเองได้ ซึ่งข้อมูลที่เกษตรกรจัดเก็บยังเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรรายอื่นๆ อีกด้วย

ในการกำหนดราคารับซื้อหัวมันสำปะหลังสด พบว่ามีระบบราคา 1 ระบบ คือ การรับซื้อหัวมันสำปะหลังสดแบบคละหรือเหมารวม ผู้ประกอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังโดยมากรับซื้อมันสำปะหลังแบบเหมารวม เพื่อจูงใจเกษตรกรทั้งในพื้นที่และนอกพื้นที่ให้นำมันสำปะหลังมาจำหน่าย การรับซื้อมันสำปะหลังแบบเหมารวมนั้นทำให้เกษตรกรในบางพื้นที่ไม่ใส่ใจที่จะปรับปรุงคุณภาพการเพาะปลูก จะเน้นแต่การเพิ่มปริมาณผลผลิตเท่านั้น

2. สภาพปัญหาของผู้ประกอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง

จากการสำรวจด้วยแบบสอบถาม พบว่า ปัญหาที่ผู้ประกอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังจะพบมาก ได้แก่ ปัญหาปริมาณวัตถุดิบไม่ได้ตามแผน (ร้อยละ100) ปัญหาคุณภาพวัตถุดิบไม่ได้ตามมาตรฐาน (ร้อยละ 11.11) และปัญหาเครื่องจักรเสียกะทันหันบ่อยๆ (ร้อยละ 9.26) ส่วนประเด็นที่ผู้ประกอบการต้องการได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลภายนอก ได้แก่ การตลาดการเงิน และอยากได้ราคาดี ซึ่งมีสัดส่วนของผู้ประกอบการที่ต้องการความช่วยเหลือในประเด็นดังกล่าวประมาณร้อยละ 100 ของผู้ตอบแบบสอบถาม ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างกลยุทธ์การดำเนินธุรกิจและความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง พบว่า การสร้างความร่วมมือและประสานงานระหว่างผู้ประกอบการกับทั้งเกษตรกร/ผู้ส่งมอบวัตถุดิบและลูกค้า จะช่วยให้องค์กรสามารถแข่งขันได้ในทั้งด้านราคา คุณภาพ เวลานำ การจัดส่งสินค้า เอกลักษณ์ของสินค้า และความหลากหลายของสินค้า การทำแผนการตลาดอย่างสม่ำเสมอ และการพัฒนาตลาดใหม่ๆ จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการแข่งขันขององค์กรในหลายๆ ด้าน เช่นเดียวกับการให้ความสำคัญกับความพึงพอใจของลูกค้าในระดับสูง โดยกำหนดเป็นหนึ่งในนโยบายหลักขององค์กร องค์กรควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาความรู้ความสามารถของบุคลากรในทุกระดับ ในทุกตำแหน่งและหน้าที่ อย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะความรู้ด้านระบบคุณภาพต่างๆ การให้ความสำคัญกับการประหยัดพลังงานก็จะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันได้ ทั้งนี้เนื่องจากอุตสาหกรรมมันสำปะหลังเป็นอุตสาหกรรมที่มีสัดส่วนกำไรต่อต้นทุนของสินค้าไม่มากนัก การมีนโยบายด้านการประหยัดพลังงานและนำไปปฏิบัติจริง จะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตสินค้าลงได้มา

3. สภาพปัญหาของการขนส่ง

การขนส่งในโซ่อุปทานผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังเป็นการขนส่งด้วยถนนเป็นหลัก จากการศึกษาพบว่าเกษตรกรนิยมใช้รถบรรทุกขนาดเล็ก (รถอีแต๋น) ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงต่ำในการขนส่งหรือขนส่งผลิตผลไม่เต็มคันรถ การรวมผลิตผลของเกษตรกรเพื่อขนส่งด้วยรถเที่ยวเดียวจะช่วยลดปัญหานี้ได้ สำหรับการขนส่งออกจากโรงงานจะใช้รถบรรทุกขนาดใหญ่ขึ้น และยังมีโอกาสในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการขนส่งและประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิง ซึ่งการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิง แม้เพียงเล็กน้อย ก็จะช่วยลดต้นทุนโดยรวมได้มาก

นอกจากนี้ พบว่า ผู้ให้บริการด้านการขนส่งนิยมคิดอัตราค่าขนส่งตามน้ำหนักบรรทุกที่ขนส่ง ได้แก่ การคิดในหน่วยบาทต่อกิโลกรัม สำหรับการขนส่งจากไร่ไปจำหน่ายยังสถานประกอบการแปรรูปผลิตภัณฑ์ หรือในหน่วยบาทต่อตันสำหรับการขนส่งจากสถานประกอบการไปยังแหล่งอื่นๆ หากมีการขนส่งในระยะทางที่ไกลขึ้น เช่น นอกเขตพื้นที่ ก็จะคิดอัตราค่าขนส่งที่แพงขึ้นในหน่วยบาทต่อน้ำหนักบรรทุก ซึ่งตามหลักการแล้ว การคิดอัตราค่าขนส่งควรพิจารณาทั้งระยะทางและปริมาณสินค้าที่บรรทุกการกำหนดโครงสร้างอัตราค่าขนส่ง คำนวณอัตราค่าขนส่งอย่างมีหลักการ โดยพิจารณาทั้งน้ำหนักบรรทุกและระยะทางในการขนส่ง บรรทุกเต็มคันรถภายใต้พิกัดน้ำหนักที่กฎหมายกำหนด รวมทั้งบันทึกข้อมูลการขนส่ง เพื่อควบคุมต้นทุนการดำเนินการ จะช่วยให้ทั้งผู้ประกอบการขนส่งและผู้ว่าจ้างได้รับประโยชน์ สามารถลดการได้เปรียบ-เสียเปรียบระหว่างผู้ประกอบการขนส่งและผู้ว่าจ้างได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้การสนับสนุนจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และขอบคุณคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และงานด้านเอกสารในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

โกศล ดีศีลธรรม. (2547). **เพิ่มศักยภาพการแข่งขันด้วยแนวคิดลีน (How To Go Beyond Lend Enterprise)**. บริษัท ซีเอ็นยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

จรุงสิทธ์ ลิ่มศิลา และ อัจฉรา ลิ่มศิลา. (2547). **เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง.**กรุงเทพฯ: หจก.ไอเดีย สแควร์.

เจริญศักดิ์ โรจนฤทธิ์พิเชษฐ์.(2532) **มันสำปะหลัง การปลูก อุตสาหกรรมแปรรูปและการใช้ประโยชน์**. กรุงเทพฯ:ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จำลอง เจียวจำนรรจา. (2542). **มันสำปะหลัง.** กรุงเทพฯ: ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิทยา สุหฤทดำรง และคณะ. (2550). **โครงงานวิจัย การพัฒนาแบบจำลองโซ่อุปทานในการทำงานร่วมกันระหว่างธุรกิจค้าส่ง-ค้าปลีก และ การพัฒนาดัชนีวัดสมรรถนะโซ่อุปทาน ธุรกิจการค้าปลีก**. น 91 – 110.

นิพนธ์ บัวแก้ว. (2547). **รู้จักระบบการผลิตแบบลีน**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

พวงเพ็ชร นริทราพร. (2526). **การใช้ประโยชน์จากมันสำปะหลัง**.กรุงเทพฯ:สหสารการพิมพ์.

ปราถนา ปรารถนาดี และคณะ. (2552). **โครงงานวิจัย การจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังในประเทศไทย**.สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

ธนัญญา วสุศรี และคณะ. (2550). **โครงงานวิจัย การจัดการโซ่อุปทานของอุตสาหกรรม สับปะรด**.สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

อภิชาติ โสภาแดง และคณะ. (2551**). โครงงานวิจัย การศึกษาระบบการจัดการโซ่อุปทานของลำไยสดในประเทศไทย**. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

วลัยลักษณ์ อัตธีรวงศ์ และคณะ. (2549). **โครงงานวิจัยเรื่องการจัดการโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมกุ้งขาวลิโทพีเนียสแวนาไมในประเทศไทย**.สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

วีระพงษ์ อินทร์ทอง. (2549). **มันสำปะหลัง**. เอกสารประกอบการสอนรายวิชาพืชไร่เศรษฐกิจ.

สำนักงานพาณิชย์จังหวัดพิษณุโลก. (10 เมษายน 2549). **เรื่อง ภาวะราคาซื้อขายมันสำปะหลัง**.

สมพงษ์ กาทอง และ อนุชิต ทองกล่ำ. (2547). **การปลูกมันสำปะหลัง**. เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง. กรุงเทพฯ: หจก.ไอเดีย สแควร์.

สุรพงษ์ เจริญรัก. (2547). **เอกสารวิชาการมันสำปะหลัง**. กรุงเทพฯ: หจก. ไอเดีย สแควร์.

ศตวรรษ สถิตย์เพียรศิริ. (2555). **Value Chain ห่วงโซ่คุณค่า**.สืบค้นเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ 2555,จาก

Hines,P.et al. (2002). **Value Stream Management** : Strategy and Excellence in the Supply Chain. Harlow: Prentice Hall.

การประยุกต์ใช้หลักการบริหารคุณภาพเพื่อการจัดการโลจิสติกส์ในธุรกิจร้านอาหารขนาดกลาง

Applying principle administrates the quality for logistics management in the mid-sized restaurant business

ยอดเพชร ทองขาว* อลงกรณ์ เมืองไหว และ ธณิดา โขนงนุช
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: yoto15@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการประยุกต์หลักการบริหารคุณภาพเพื่อการจัดการโลจิสติกส์ของร้านอาหารกรณีศึกษา เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าและช่วยการบริหารงานของธุรกิจให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยใช้การวิเคราะห์แข็งและจุดอ่อน (SWOT) ให้กับธุรกิจ ร่วมกับการประยุกต์เครื่องมือบริหารคุณภาพได้แก่ แผนผังก้างปลา (Fish-Bone Diagram) การวิเคราะห์โซ่คุณค่า (Value Chain) และการจัดการสินค้าคงคลังของวัตถุดิบโดยงานวิจัยนี้ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นเพื่อช่วยเพิ่มความสามารถในการดำเนินงานให้มีความสะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น จากผลการทดลองที่ได้ธุรกิจสามารถรับรู้ถึงกลยุทธ์ในการเตรียมความพร้อมขององค์กรได้จากการวิเคราะห์จุดแข็งและจุดอ่อน สามารถรู้ถึงปัญหาหลักและสาเหตุของปัญหาในการประกอบธุรกิจจากการระดมสมองของพนักงานทั้งหมดในองค์กร รับรู้ถึงกิจกรรมหลักและกิจกรรมสนับสนุนที่จะส่งผลต่อกำไรของธุรกิจโดยรวม และเกิดความสะดวกรวดเร็วลดเวลาในการดำเนินงานจากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่พัฒนาขึ้นมา กล่าวโดยสรุปในงานวิจัยนี้คือ ธุรกิจกรณีศึกษาเกิดความมุ่งมั่นในการพัฒนาและรับรู้ถึงปัญหาและอุปสรรคมีการเตรียมความพร้อมในการดำเนินงานในอนาคต รวมไปถึงเกิดความรวดเร็วในการทำงานที่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของผลกำไรในภาพรวมของธุรกิจที่มากขึ้น

คำสำคัญ : การบริหารคุณภาพ โลจิสติกส์ โซ่อุปทาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

Abstract

This research aim to apply quality management techniques with a case study of restaurant business to improve the logistics management performance. SWOT Analysis, Fish-Bone Diagram, Value Chain Analysis, and Inventory Management are used to evaluate logistics management performance. Moreover, computer programming is developed to increase operation performance. The result shows that a case study of restaurant business can improve the logistics management performance by apply quality management techniques and the proposed computer program.

keywords : quality management, logistics, supply chain, computer programming

บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันมีการแข่งขันทางธุรกิจที่สูงมาก ผลผลิตหรือสินค้าที่ออกสู่ท้องตลาดมีความหลากหลายและมีลักษณะเฉพาะของตัวสินค้า ในการรองรับความต้องการของลูกค้าหรือผู้บริโภคที่เพิ่มมากขึ้น เมื่อดูผลผลิตจากภายนอกแล้วจะไม่สามารถบอกได้ว่าผลผลิตหรือสินค้าชนิดใดมีคุณภาพที่ดีกว่ากัน ด้วยเหตุนี้จึงต้องมองไปถึงกระบวนการบริหารจัดการการผลิตของแต่ละชนิดว่ามีขั้นตอนและการบริหารจัดการการผลิตที่เป็นมาตรฐานและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมภายในชุมชน เมื่อระบบการบริหารจัดการมีการวางแผนที่ดีแล้ว ก็จะส่งผลให้สินค้าที่ออกสู่ตลาดเพียงพอกับความต้องการของลูกค้า ได้รับการยอมรับและเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายของผู้บริโภค ซึ่งเป็นการเพิ่มรายได้ให้กับผู้ประกอบการ กระจายรายได้ให้กับชุมชนและส่งเสริมสภาพที่เศรษฐกิจของประเทศให้เกิดสภาพที่คล่องตัวอีกทางหนึ่งด้วย

ธุรกิจร้านอาหารเป็นอีกธุรกิจหนึ่งที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภค โดยเฉพาะธุรกิจร้านอาหารขนาดกลาง (50-80 ที่นั่ง) ที่มีการบริการลูกค้าที่ครบวงจร เช่น มีห้องจัดเลี้ยงสังสรรค์ พนักงานที่มีมนุษย์สัมพันธ์ที่ดี อาหารที่มีรสชาติอร่อย มีความรวดเร็ว

ต่อการให้บริการ ตลอดจน มีวัตถุดิบที่เพียงพอในการทำอาหารตามเมนูทุกรายการเมื่อลูกค้าสั่ง แต่ในปัจจุบันธุรกิจร้านอาหารขนาดกลางส่วนใหญ่ประสบปัญหา คือไม่สามารถประกอบอาหารตามเมนูให้กับลูกค้าได้ทั้งหมด เนื่องจากว่ามีวัตถุดิบในคลังสินค้าไม่เพียงพอเพราะไม่ทราบถึงจำนวนหรือปริมาณของวัตถุดิบว่าควรจะสั่งซื้อวัตถุดิบเป็นจำนวนเท่าไร (Economic Order Quantity: EOQ) และควรจะเริ่มสั่งซื้อวัตถุดิบเมื่อวัตถุดิบลดลงถึงระดับไหนของสินค้าคงคลัง (Reorder point: ROP) เพื่อใช้ในการประกอบอาหาร และประกอบกับต้นทุนวัตถุดิบในการประกอบการที่สูงขึ้นเป็นอย่างมากจึงส่งผลต่อการตัดสินใจในการสั่งซื้อวัตถุดิบในการทำอาหารแต่การที่ร้านอาหารจะขึ้นราคาอาหารเพื่อแก้ไขปัญหาต้นทุนวัตถุดิบที่สูงขึ้นอาจไม่เป็นการแก้ปัญหาที่ดี เนื่องจากปัจจัยสำคัญต่อความพึงพอใจของลูกค้าประการหนึ่งคือราคาอาหาร (Kivera, 1997) การลดต้นทุนด้วยการจัดการที่ดีโดยเฉพาะการจัดการเชิงโลจิสติกส์เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถลดผลกระทบของการที่วัตถุดิบมีราคาสูงขึ้นได้

ร้านอาหารขนาดกลางที่ใช้เป็นกรณีตัวอย่าง เป็นร้านอาหารขนาดกลางที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคและมีลูกค้าเข้ามาใช้บริการเป็นจำนวนมาก ปัญหาที่พบในปัจจุบันก็คือการจัดการคลังสินค้า เพราะไม่ทราบถึงจำนวนวัตถุดิบที่จัดซื้อในแต่ละวันและไม่สามารถบอกได้ว่าเวลาไหนควรจะจัดซื้อวัตถุดิบ เนื่องจากยังไม่มีการจัดการระบบที่แน่นอนและขาดการวิเคราะห์ตามหลักการของการบริหารคุณภาพที่และการจัดการระบบโลจิสติกส์

งานวิจัยนี้จึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการมีวัตถุดิบในสินค้าคงคลังที่เพียงพอในการประกอบอาหารให้กับลูกค้าหรือผู้บริโภคจึงได้ประยุกต์ใช้หลักการบริหารคุณภาพที่ทางวิศวกรรมและการจัดการโลจิสติกส์ (ชัยวัฒน์ เจริญรัตน์และคณะ, 2551 หน้า 468-480) เข้ามาบริหารจัดการการควบคุมสินค้าคงคลังเพื่อตอบสนองอุปสงค์ของลูกค้า

วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยได้รวบรวมและเก็บข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ข้อมูลวัตถุดิบ ข้อมูลการขายอาหาร ข้อมูลจากพนักงานและลูกค้า เป็นต้น และนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ SWOT

สำหรับการวิเคราะห์ SWOT หรือการวิเคราะห์ข้อได้เปรียบเสียเปรียบขององค์กร ในงานวิจัยนี้ได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากเจ้าของสถานประกอบการ พนักงาน และลูกค้า เพื่อหาข้อมูลที่จะทำให้สถานประกอบการเกิดข้อได้เปรียบในการแข่งขันและเตรียมรับมือกับสถานการณ์ที่ไม่คาดคิดที่จะเกิดขึ้นในอนาคตได้

2. การใช้หลักการบริหารคุณภาพ

การใช้หลักการบริหารคุณภาพที่ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้แผนผังสาเหตุและผลหรือ (Fish Bone Diagram) เพื่อหาที่มาของสาเหตุหลักและองค์ประกอบของสาเหตุย่อย เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงและแก้ไขปัญหาให้กับสถานประกอบการณ์ต่อไป

3. การจัดการห่วงโซ่อุปทาน

การวิเคราะห์โซ่อุปทานในงานวิจัยนี้เพื่อหาที่มาของวัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบอาหารตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้าย โดยขั้นตอนแรกจะเริ่มจากการจัดหาวัตถุดิบและขั้นตอนสุดท้ายได้แก่ผู้บริโภคได้รับประทานอาหาร

4. การจัดการสินค้าคงคลัง

การจัดการสินค้าคงคลังในงานวิจัยนี้จะทำการสำรวจรายการของอาหารและคัดออกมา 20 รายการแรกที่ใช้บ่อยครั้งหรือมีความต้องการของผู้บริโภคที่สูง เพื่อทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

5. การประยุกต์โปแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในงานวิจัยนี้จะเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นที่ใช้ช่วยในการคำนวณหาปริมาณของวัตถุดิบในคลังสินของสถานประกอบเพื่อให้สถานประกอบการมีการบริงานที่คล่องตัวมากยิ่งขึ้นและสามารถเพิ่มความรวดเร็วในการคิดคำนวณค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ออกมาอย่างรวดเร็วอีกทั้งยังสามารถบอกถึงปริมาณของวัตถุดิบที่มีความต้องการเร่งด่วนได้อีด้วย ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นนี้จะสามารถใช้ได้กับกรณีศึกษานี้เท่านั้น

ผลการวิจัย

1. การเก็บข้อมูลเบื้องต้น

1.1 ข้อมูลรายการอาหารของร้านกรณีศึกษาดังตารางที่ 1 และในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้ข้อมูลของอาหารที่ขายดีจำนวน 20 รายการแรกของร้านมาทำการวิเคราะห์และประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งจะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป

ตารางที่ 1 รายการอาหารร้านกรณีศึกษา

ลำดับที่	รายการอาหาร	ลำดับที่	รายการอาหาร
1	ไก่ผัดมะม่วงหินมะพาน	23	ลาบทอด
2	ไก่ทอดเค็ม	24	แซบแห้ง
3	ไก่กระเบื้อง	25	ไวไวแซบแห้ง
4	หมูแดดเดียว	26	ปลาหมึกผัดซอสมะขาม
5	เอ็นไก่ทอด	27	ซี่โครงน้ำแดง
6	เฟรนฟราย	28	ปูอัด
7	สะเก็ดระเบิด	29	กุ้งแช่น้ำปลา
8	ฮอทดอกทอด	30	หมูมะนาว
9	เม็ดมะม่วงหินมะพาน	31	ข้าวกระเพาหมู
10	ถั่วทอด	32	ข้าวไข่ระเบิด
11	ต้มยำรวม	33	ข้าวคลุกไข่ระเบิด
12	ต้มแซบซี่โครง	34	ข้าวผัดกุ้ง
13	ต้มยำซี่โครง	35	ข้าวหมูเส้นทอด
14	ยำคะน้ากุ้งสด	36	ข้าวกระเพาไก่-เอ็นไก่
15	ยำชิดนี่ย์	37	ข้าวกระเพากุ้ง-แหนม-กุ้ง
16	ยำแหนม	38	เนื้อแดดเดียว
17	ยำรวมทะเล	39	ข้าวไข่เจียวทรงเครื่อง
18	ยำเม็ดมะม่วงหินมะพาน	40	ข้าวหมูกระเทียม-หมูเส้น
19	ยำวุ้นเส้น	41	ข้าวผัดไข่
20	ยำถั่วพู	42	ยำไข่ดาว
21	ยำผักกรอบ	43	ยำไส้กรอกหมูสับ
22	ยำเอ็นไก่	44	ข้าวเปล่า

จากข้อมูลในตาราง 1 แสดงให้เห็นว่ารายการอาหารของร้านกรณีศึกษามีมากถึง 44 รายการแต่รายการอาหารที่เป็นจุดเด่นของร้านหรือที่มีผลกระทบต่อยอดขายของร้านโดยตรงนั้นอาจจะมีไม่ถึงตามรายการทั้งหมด ดังนั้นจึงต้องมีการวิเคราะห์รายการอาหารของร้านเพื่อหารายการอาหารที่เป็นผลกระทบต่อยอดขายจริง ๆ

1.2 วัตถุดิบในการทำอาหาร

จากการเก็บข้อมูลจากร้านอาหารกรณีศึกษานอกจากจะทำให้ทราบถึงรายการอาหารต่าง ๆ แล้วผู้วิจัยยังเก็บข้อมูลของวัตถุดิบต่าง ๆ ที่ใช้ในการประกอบอาหารได้แก่ มะเขือเทศ แตงกวา ผักชี คะน้า หอมใหญ่ มะระ ข้าวโพด แครอท ใบมะกรูด ตั่งโอ๋ พริกชี้ฟ้า ผักกาดหอม ต้นหอม ผักชี พริกอ่อน กระเพรา โหรพา ผักบุ้ง ถั่วพู ตะไคร้ ข่า ขิง เห็ดฟาง กะหล่ำปลี หอมแดง ขิงดอง พริกขี้หนู ลูกชิ้น หอย ไก่ เอ็นไก่ ปลาหมึก หมู เนื้อ ไข่ กุนเชียง วาซาบิ เฟร้นฟราย ปูอัด กุ้ง ลักกี้ แหนม หมูยอ แซนวิททูน่า เนย น้ำมันพืช พริกป่น ข้าวสาร น้ำตาล น้ำปลา ถั่วลิสง นมจืด น้ำมันหอย ซอลพริก ซอสมะเขือเทศ เกลือ พริกไทย มา-ยองเนส ซีอิ้วขาว เม็ดมะม่วงหินมะพาน มะนาว พริกเผา หอมเจียว กระเทียมเจียว เกร็ดขนมปัง ซึ่งส่วนประกอบดังกล่าวจะมีผลต่อต้นทุนของการประกอบอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาหารที่ต้องใช้ส่วนประกอบหลายอย่างที่มาจากแล่งผลิตที่แตกต่างกัน อันจะส่งผลกระทบต่อราคาของอาหารแต่ละประเภทอีกด้วย

2. การวิเคราะห์ SWOT

(1) ยุทธศาสตร์และเภทลุย-เร่งขยาย: SO

- มีรายการอาหารที่หลากหลายและทันสมัย
- อาหารที่คิดขึ้นมาเองและมีรสชาติอร่อย
- มีการบริการที่เป็นกันเองกับลูกค้า
- มีทำเลที่ตั้งอยู่ใจกลางเมืองและมีลูกค้าผ่านตลอดเวลา
- มีการลงโฆษณาตามสิ่งพิมพ์เพื่อเป็นการประชาสัมพันธ์

(2) ยุทธศาสตร์ประเภท ลด-เลิก-โอนย้าย: WT

- ที่นั่งไม่เพียงพอต่อการรองรับการมาถึงของลูกค้า
- การบริการยังไม่ทั่วถึงตลอดทั้งร้านอาหาร
- อาหารหรือวัตถุดิบมีไม่เพียงพอต่อการรับบริการ
- ยังไม่มีการเก็บวัตถุดิบที่เหมาะสมและยังไม่มีการสั่งที่แน่นอน

3. การใช้หลักการบริหารคุณภาพ

สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้หลักการบริหารคุณภาพที่เข้ามามีส่วนสำคัญในการบริหารจัดการสินค้าคงคลังและคลังสินค้าเพื่อให้ได้คุณภาพที่เหมาะสมที่สุดกับกรณีศึกษา จากการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นผู้วิจัยได้ประเด็นที่เป็นสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของต้นทุนโลจิสติกส์ที่ส่งผลโดยตรงต่อการได้มาซึ่งกำไรของสถานประกอบการและยังอาจส่งผลต่อความได้เปรียบในการแข่งขันในระยะยาวอีกด้วย ประเด็นดังกล่าวแบ่งออกเป็น 2 อย่าง โดยผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลายได้แก่ การใช้แผนผังก้างปลาหรือแผนภาพที่การวิเคราะห์สาเหตุและปัญหา

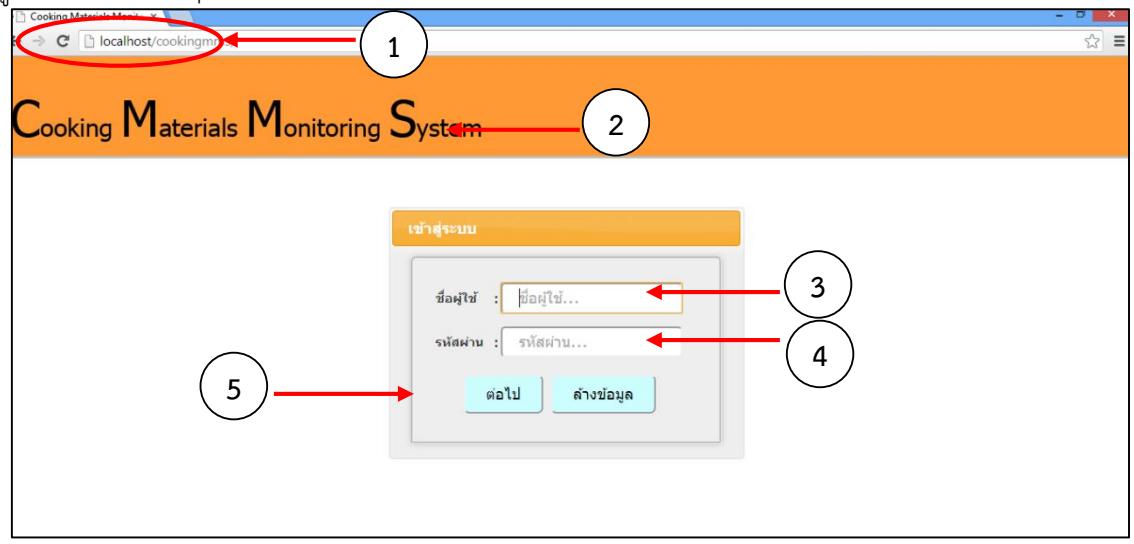
ปัญหาที่เกิดในการจัดการสินค้าคงคลังนั้นมาจากหลายสาเหตุในที่นี้ระบุสาเหตุหลักออกเป็น 4 สาเหตุได้แก่ วัตถุดิบ ในการทำอาหาร พนักงาน การผลิตอาหาร และวิธีการ ซึ่งแต่ละสาเหตุหลักก็จะมีที่มาเป็นสาเหตุย่อยเช่นเดียวกับในภาพที่ 2 เป็นการแสดงที่มาของปัญหาที่ลูกค้าที่เข้ามาในร้านแล้วไม่สั่งรายการอาหารประเภทอื่นซึ่งแบ่งออกเป็น 4 สาเหตุหลักเช่นเดียวกัน ได้แก่ การผลิตอาหาร พนักงาน การบริการ และสถานที่ เป็นต้น

4. การจัดการห่วงโซ่อุปทาน

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์การจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานเพื่อเขียนเป็นโครงสร้างของการผลิตและการให้บริการลูกค้าตลอดทั้งระบบตั้งแต่ต้นน้ำถึงปลายน้ำ ดังภาพที่ 3 จะแสดงโครงสร้างของระบบโลจิสติกส์และโซ่อุปทานของร้านอาหารกรณีศึกษา โดยงานวิจัยนี้จะเน้นไปที่การจัดการสินค้าคงคลังและคลังสินค้าของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตอาหารเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภคในแต่ละวัน ซึ่งจะใช้หลักของการพยากรณ์วัตถุดิบล่วงหน้าและวิธีนี้จะทำให้เกิดการลดต้นทุนในด้านโลจิสติกส์ลงได้ ส่งผลให้เกิดความได้เปรียบในการแข่งขัน

5. การประยุกต์โปแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

สำหรับงานวิจัยนี้ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพที่ในการดำเนินงานของสถานประกอบการในกรณีศึกษา โดยมีรายละเอียดรูปร่างหน้าตาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ดังภาพที่ 4 และมีการป้อนข้อมูลและแสดงผลต่างๆ ออกมาดังภาพที่ 5



ภาพที่ 4 รายละเอียดรูปร่างหน้าตาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น



ภาพที่ 5 แสดงวัตถุดิบคงเหลือทั้งหมดในปัจจุบัน

อภิปรายผลการวิจัย

จากข้อมูลการใช้พัสดุทางการแพทย์ ของโรงพยาบาลพุทธชินราช ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน ของคลังพัสดุทางอภิปรายและวิจารณ์ผล

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าสถานประกอบการหรือธุรกิจจะประสบความสำเร็จหรือสร้างประสิทธิภาพที่ให้กับการดำเนินงานนั้นจำเป็นต้องอาศัยทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนั้นๆ เข้ามาช่วยในการปรับปรุงการดำเนินงาน ซึ่งในที่นี้ได้เสนอหลักการที่ใช้ได้แก่ (1) การวิเคราะห์ SWOT (2) การใช้หลักการบริหารคุณภาพที่ (3) การจัดการห่วงโซ่อุปทาน (4) การจัดการสินค้าคงคลัง (5) การประยุกต์โปแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ซึ่งหลักการดังกล่าวได้เลือกมาเพื่อให้เหมาะสมกับการจัดการสินค้าคงคลังและเพิ่มประสิทธิภาพที่ในการดำเนินงานของสถานประกอบการกรณีศึกษานี้เท่านั้น

การวิเคราะห์ SWOT จะบอกถึงจุดแข็ง จุดอ่อน ขององค์กรที่มีอยู่เพื่อเตรียมความพร้อมกับการแข่งขันที่จะมาถึงในอนาคต และยังบอกถึงโอกาสและอุปสรรคภายนอกที่คอยสนับสนุนและข้อจำกัดต่างๆ จากภายนอกที่มากระทบต่อการดำเนินงานของสถานประกอบการ หลักการบริหารคุณภาพที่นั้นจะใช้แผนผังก้างปลาในการหาปัญหาและสาเหตุที่มาของปัญหานั้น การศึกษาโซ่อุปทานจะบอกถึงที่มาของวัตถุดิบจนถึงผู้บริโภคทั้งระบบและยังใช้โซ่คุณค่าในการประเมินที่มาของผลสำเร็จที่จะได้มาซึ่งผลกำไรขององค์กร ส่วนการจัดระบบสินค้าคงคลังนั้นจะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นเข้ามาช่วยในการดำเนินงานเพื่อให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการดำเนินงานอย่างเหมาะสมที่สุด

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าสถานประกอบการในกรณีศึกษานี้รู้ถึงปัญหาต่างๆ ที่ซ่อนอยู่ภายในองค์กรซึ่งเป็นปัญหาที่ประสบอยู่ทุกวันแต่สถานประกอบการไม่สามารถรับรู้ได้ โดยขั้นตอนแรกทำการสัมภาษณ์เจ้าของสถานประการและพนักงานที่ปฏิบัติอยู่อย่างเป็นประจำด้วยการวิเคราะห์ SWOT ผลที่ได้ปรากฏว่าได้ยุทธศาสตร์ที่สถานประกอบจะต้องเร่งทำคือ เพิ่มรายการอาหารที่หลากหลายและทันสมัย อาหารควรคิดขึ้นมาเองมีลักษณะและรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวที่ไม่เหมือนใคร การบริการต้องเป็นกันเองกับลูกค้ามากขึ้น และควรมีการลงโฆษณาตามสิ่งพิมพ์ เช่น วิทยุ สื่อท้องถิ่น แผ่นพับ เป็นต้น เพื่อเป็นการประชาสัมพันธ์ของร้านเนื่องจากร้านอาหารเป็นร้านอาหารขนาดกลางและยังไม่เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวาง และยุทธศาสตร์ที่ต้องควรระวัง ได้แก่ จำนวนที่นั่งของร้านอาหารยังไม่เพียงเนื่องจากการจัดผังที่ไม่ถูกวิธี ยังมีพนักงานไม่ทั่วถึงสำหรับการให้บริการลูกค้า อาหารหรือวัตถุดิบมีไม่เพียงพอต่อการรับบริการ และยังมีการจัดการสินค้าคงคลังที่ไม่เหมาะสมส่งผลกระทบต่อต้นทุนในการดำเนินงานโดยตรง

สำหรับการหาปัญหาโดยใช้แผนผังก้างปลาด้วยการระดมสมองของพนักงานที่ปฏิบัติงานได้ปัญหาหลักอยู่ 2 ปัญหา คือ ปัญหาในการจัดสินค้าคงคลังและลูกค้าไม่สั่งอาหารรายการอื่นของทางร้าน ซึ่งที่มาของปัญหาจะมาจากสาเหตุหลักและแต่ละสาเหตุหลักก็จะมาจากสาเหตุย่อยหลาย ๆ สาเหตุ ด้านการวิเคราะห์โซ่อุปทานมีรายละเอียดดังนี้ วัตถุดิบเข้ามาสู่กระบวนการของโลจิสติกส์ (การจัดซื้อ การประกอบอาหาร การบริการลูกค้า) มาสู่กระบวนการถัดมาคือลูกค้า และลูกค้าจะเป็นตัวบ่งบอกถึงความต้องการอาหารในครั้งต่อไป ซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์สินค้าคงคลังที่เป็นแหล่งจัดเก็บวัตถุดิบรวมไปถึงการวางแผนการผลิต การวางแผนการจัดซื้อ ได้อย่างถูกต้อง อีกหลักการหนึ่งคือการวิเคราะห์โซ่คุณค่าเพื่อบ่งบอกถึงกิจกรรมหลักและกิจกรรมสนับสนุนในสถานประกอบการกรณีศึกษาว่าอะไรบ้างตอนนี้ที่ส่งผลต่อกำไรให้กับองค์กร ซึ่งกิจกรรมหลัก

ประกอบไปด้วย การขนส่งวัตถุดิบ การผลิตอาหาร อาหารที่ทำเสร็จแล้วและการบริการลูกค้า ส่วนกิจกรรมสนับสนุนประกอบไปด้วย โครงสร้างพื้นฐานของบริษัท การจัดการทรัพยากร การพัฒนาเทคโนโลยีเมื่อนำทั้งสององค์ประกอบนี้มารวมกันและสนับสนุนการทำงานซึ่งกันและกันแล้วก็จะส่งผลกำไรให้กับบริษัทได้และในส่วนสุดท้ายได้นำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นมาช่วยในการดำเนินงานและควบคุมวัตถุดิบแต่ละชนิด เพื่อมาช่วยในการดำเนินงานด้านการจัดการสินค้าคงคลังง่ายต่อคำนวณค่าใช้จ่ายและรักษาระดับสินค้าคงคลัง ตลอดจนลดต้นทุนของสถานประกอบการให้ได้มากที่สุด

ข้อเสนอแนะในงานวิจัยนี้ทางผู้วิจัยได้ใช้หลักการและทฤษฎีที่จำเป็นในการจัดการด้านโลจิสติกส์มาเพิ่มประสิทธิภาพที่ในการดำเนินงานให้กับสถานประกอบการกรณีศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกการจัดการปัญหาด้านสินค้าคงคลังซึ่งถือได้ว่าเป็นกิจกรรมหนึ่งในกิจกรรมด้านโลจิสติกส์เท่านั้น ผู้ที่สนใจสามารถที่จะทำการแก้ไขปัญหาด้านอื่นของสถานประกอบการแห่งนี้ได้หรือทำการวิจัยต่อยอดด้านสินค้าคงคลังด้วยวิธีอื่นที่จะทำให้เกิดประสิทธิภาพที่ในการดำเนินให้มากยิ่งในอนาคตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอบคุณคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และงานด้านเอกสารในการทำวิจัยนี้จนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

เอกสารอ้างอิง

ชัยวัฒน์ เจริญรัตน์ อัษฎา จิรประยุกต์เลิศ และ เจริญชัย โขมพัตราภรณ์. (2551). **การประยุกต์ใช้หลักการคุณภาพเพื่อแก้ปัญหาโลจิสติกส์ในธุรกิจร้านอาหาร.** การประชุมเชิงวิชาการประจำปีด้านการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ครั้งที่ 8. หน้า 468-480.

ณัฐวิชช์ บุญศรี. (2551). **คณะการจัดการโลจิสติกส์.** มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.

พันธ์ศักดิ์ พลสารัมย์. (2543). TQM กับการพัฒนาคุณภาพโดยรวมของสถาบันอุดมศึกษาไทย. **วารสารครุศาสตร์.** (กรกฎาคม – ตุลาคม 2543) : หน้า 19-33.

เรืองวิทย์ เกษสุวรรณ. (2549). หลัก TQM และการประยุกต์ใช้. **วารสารดำรงราชานุภาพ.** (เมษายน – มิถุนายน 2549) : หน้า 19 – 50.

ลักษณ์ ขุนพลแก้ว และ ศุภชัย อาชีวระงับโรค. (2548). **คู่มือ TQM สู่ความเป็นเลิศในภาคธุรกิจบริการ = Guide to TQM in service industries.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

วิทยา สุหฤทดำรง. (2546). **โลจิสติกส์และการจัดการโซ่อุปทาน.** สำนักพิมพ์บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น.

สมศักดิ์ ดลประสิทธิ์. (2539). **การนำแนวคิด TQM มาประยุกต์ใช้ในการบริหารการศึกษา.** วารสารกองทุนสงเคราะห์การศึกษาเอกชน. ปีที่ 7 ฉบับที่ 64 (สิงหาคม 2539) : หน้า 56-61.

สุนทร พูนพิพัฒน์. (2542). **รูปแบบและการประยุกต์ใช้ TQM สำหรับสถานศึกษา. For Quality.** (มีนาคม – เมษายน 2542) : หน้า 132 -135.

อภิชาติ โสภาแดง และคณะ. (2551). **โครงงานวิจัย การศึกษาระบบการจัดการโซ่อุปทานของลำไยสดในประเทศไทย.** สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.

อุทิศ ขาวเธียร. (2546). **การวางแผนกลยุทธ์.** สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย.

Ballou, R.H. (2004). **“Business Logistics / Supply Chain Management,” 5e, Prentice Hall. Gryna,F.M., Chua, R.C.H., Defeo, J.A. (2007).** “Juran’s Quality Planning and Analysis,” 5e, McGraw -Hill.

Chen & Paulraj, (2004). **“Understanding supply chain management: critical research and atheoretical framework”**, p.133.

Dheeraj Mehrotra. (2007). **Applying Total Quality Management In Academics (online).**

Kivela, J.J. (1997). **“Restaurant marketing: selection and segmentation in Hong Kong”.** International Journal of Contemporary Hospitality Management. Vol.9, No.3. 116-123.

Mark, M. Davis, Nicholas, J. Aquilano, and Richard, B. Chase. (2003). **Fundamentals of Operations Management,** 2003: 251.

การพัฒนาไส้กรองน้ำเซรามิกจากเถ้าแกลบสำหรับใช้ประโยชน์ในครัวเรือน
Development of household ceramic water filters from husk ash

สนิท ปิ่นสกุล
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
corresponding author e-mail: sanit17@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองส่วนผสมเนื้อดินไส้กรองน้ำเซรามิกโดยใช้เถ้าแกลบเป็นส่วนผสมและเพื่อทดลองผลิตไส้กรองน้ำเซรามิกสำหรับใช้ประโยชน์ในครัวเรือน เผาทดลองที่อุณหภูมิ 1,050 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน ขึ้นรูปชิ้นงานด้วยวิธีการหล่อแบบพิมพ์ ใช้วัตถุดิบ 4 ชนิด คือ เถ้าแกลบ ดินขาวลำปาง อะลูมินาและโดโลไมต์ ผลการศึกษาพบว่าเถ้าแกลบสามารถใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินไส้กรองน้ำเซรามิกได้ ส่วนผสมที่เหมาะสมประกอบด้วยเถ้าแกลบร้อยละ 20 ดินขาวลำปางร้อยละ 30 โดโลไมต์ร้อยละ 30 อะลูมินาร้อยละ 20 เนื้อดินขึ้นรูปได้ดี ความหดตัวก่อนเผาเฉลี่ยร้อยละ 0.67 ความหดตัวหลังเผาเฉลี่ยร้อยละ 1.22 ความแข็งแรงก่อนเผาเฉลี่ย 1.90 กก./ตร.ซม. ความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ย 5.77 กก./ตร.ซม. การดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 48.36 มีสีครีม ทดลองผลิตไส้กรองน้ำเซรามิกและทดสอบการกรองน้ำประปาในครัวเรือนและทดสอบคุณภาพน้ำโดยศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 2 พิษณุโลก พบว่าน้ำที่ผ่านการกรองด้วยไส้กรองน้ำเซรามิกมีคุณภาพตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

คำสำคัญ : ไส้กรองน้ำ เซรามิก เถ้าแกลบ

Abstract

The purpose of this research was to develop ceramics water filter mixture by using husk ash as one on the ingredients and to produce ceramic water filters for household use. The firing process was at 1,050°C under oxidation atmosphere. By the casting method. Using 4 types of raw are Husk ash, Lampang kaolin, alumina and dolomite. The results show that husk ash was found to be the most appropriate ingredient for mixing ceramics water filter. The best physical properties of the body were included 20% husk ash, 30% Lampang kaolin, 20% alumina and 30% dolomite. It can be formed with a casting method . The shrinkage before firing is 0.67% and the fired shrinkage is 1.22%. The green strength was 1.90 kg/cm^2, after firing the strength was increased to 5.77 kg/cm^2. The water absorption is 48.36% and the color was cream. From ceramics water filter casting method and Test the water supply to the households. And water quality testing The Health Sciences Center Phitsanulok 2. The water is filtered through a ceramic filter, water quality, according to the Ministry of Public Health Drinking. Water in sealed containers.

keywords : ceramics water filters, ceramics, husk ash

บทนำ

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว มีพระราชดำรัส เมื่อวันที่ 17 มีนาคม 2529 ณ พระตำหนักจิตรลดารโหฐาน สวนจิตรลดา ความตอนหนึ่งว่า "..หลักสำคัญต้องมีน้ำ น้ำบริโภคและน้ำใช้ น้ำเพื่อการเพาะปลูกเพราะชีวิตอยู่ที่นั่น ถ้ามีน้ำคนอยู่ได้ ถ้าไม่มีน้ำคนอยู่ไม่ได้ ไม่มีไฟฟ้าคนอยู่ได้ แต่ถ้ามีไฟฟ้า ไม่มีน้ำ คนอยู่ไม่ได้" น้ำ นั่นคือ ชีวิต ตลอดระยะเวลาอันยาวนานของการทรงงานพัฒนาเพื่อพสกนิกรขององค์พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว งานหลักส่วนใหญ่คือการพัฒนาแหล่งน้ำ ด้วยว่าน้ำนั้นคือลมหายใจของเกษตรกรไทยทั้งประเทศ พระราชดำรัสนี้บ่งบอกชัดเจนถึงความสำคัญของน้ำต่อชีวิตของผู้คนในการยังชีพรวมถึงใช้ในการบริโภคด้วย (มนูญ มุกข์ประดิษฐ์,2554) สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (EPA USA) กล่าวว่า โรค ร้อยละ 80 ของทั้งหมด เกิดจากน้ำดื่มที่ไม่บริสุทธิ์ ที่มีสารพิษปนเปื้อนอยู่มาก ทำให้คนเราเกิดการเจ็บป่วย ในอดีตน้ำดื่มหาได้ง่ายตามแหล่งน้ำธรรมชาติ แต่ปัจจุบันเกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม ทำให้แหล่งน้ำตามธรรมชาติมีความไม่

สะอาดไม่สามารถนำมาใช้ดื่มได้ การทำให้น้ำสะอาดในปัจจุบันใช้ระบบประปาและใช้คลอรีนเพื่อทำให้น้ำสะอาดแต่คลอรีนก็เป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรคมะเร็งได้ จึงมีการคิดหาวิธีใหม่ โดยใช้วิธีการกรองผ่านเครื่องกรองน้ำ การกรองสามารถช่วยกรองสิ่งสกปรกต่างๆ กำจัดเชื้อโรค แบคทีเรีย ที่ปะปนมากับน้ำให้สะอาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ การกรองในปัจจุบันได้มีการผลิตสารกรองและไส้กรองที่มีคุณสมบัติในการกรองแตกต่างๆกัน ดังเช่น สารกรองแมงกานีส กำจัดสารโลหะ สารละลายเหล็ก และยังเติมออกซิเจนให้กับน้ำ สารกรองแอนทราไซต์ กำจัดตะกอนและสนิมเหล็ก สารกรองคาร์บอน ใช้กรองตะกอน กลิ่น สี คลอรีน และไส้กรองเซรามิก กรองเชื้อโรคในน้ำได้เป็นอย่างดี เช่นเชื้อจุลินทรีย์ แบคทีเรียบางชนิด มีความละเอียดในการกรอง 30 ไมครอน (Green water Atlantis Technology (Thailand) Co.Ltd.,2557) แต่เนื่องจากเครื่องกรองน้ำที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดในปัจจุบันมีราคาค่อนข้างสูงทำให้ผู้บริโภคในระดับชาวบ้านไม่มีกำลังซื้อ การทำน้ำดื่มส่วนใหญ่ชาวบ้านใช้น้ำประปาใส่โอ่งหรือภาชนะใส่น้ำพักไว้ แล้วใช้สารส้มช่วยทำให้น้ำตกตะกอนและใสขึ้นเพื่อนำไปใช้ดื่มกิน

การผลิตไส้กรองเซรามิกสำหรับกรองน้ำดื่มที่จำหน่ายตามท้องตลาดโดยทั่วไป ทำจากวัตถุดิบที่ ประกอบด้วย ดินเหนียว ดินขาว อะลุมินา โดโลไมท์ ไดอะทอไมท์ และสารที่ช่วยเพิ่มความพรุนตัว เช่น ผงคาร์บอน หรือขี้เลื่อย เพื่อให้ไส้กรองมีความพรุนตัวเหมาะสมและสามารถกรองน้ำดื่มได้ดี จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากเถ้าแกลบเป็นส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเซรามิกหลายเรื่อง ผู้วิจัยเห็นว่าเถ้าแกลบที่เป็นของเหลือทิ้งจากกระบวนการเผาอิฐมอญสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่ใช้ในการผลิตไส้กรองน้ำเซรามิกได้ ดังนั้นจึงเป็นแรงจูงใจที่ผู้วิจัยต้องการพัฒนาการทำไส้กรองน้ำเซรามิกจากเถ้าแกลบ ที่มีราคาถูก สำหรับใช้ประโยชน์ได้ในระดับครัวเรือน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการพัฒนา ใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งของท้องถิ่นอย่างคุ้มค่าต่อเนื่องและยั่งยืน อีกทั้งยังเป็นการช่วยแก้ปัญหาเรื่องการขาดแคลนน้ำดื่มสำหรับประชาชนในภาวะประสบปัญหาได้อีกทางหนึ่ง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การกำหนดสูตรส่วนผสม

ส่วนผสมของเนื้อดินได้จากวัตถุดิบ 4 ชนิดคือ ดินขาวลำปาง อะลูมินา โดโลไมต์และเถ้าแกลบ กำหนดส่วนผสมจากตารางสี่เหลี่ยม จำนวน 41 ตัวอย่าง อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบดังตารางที่ 1

2. การบดผสมวัตถุดิบ

ชั่งน้ำหนักส่วนผสมวัตถุดิบสูตรละ 2,000 กรัม ผสมกับน้ำและบดผสมด้วยหม้อบดขนาดความจุ 5 กิโลกรัม ใส่ลูกบดจำนวน 2 กิโลกรัม ใช้เวลาในการบดผสมสูตรละ 4 ชั่วโมง โดยควบคุมความถ่วงจำเพาะอยู่ระหว่าง 1.75 -1.80

3. การขึ้นรูปชิ้นทดลอง

ขึ้นรูปชิ้นทดลองด้วยวิธีการหล่อแบบพิมพ์ ขนาด 12 x 2 x 1.5 เซนติเมตร สูตรส่วนผสมละ 6 แท่ง แล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส

4. การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพก่อนและหลังเผา

ทดสอบความสามารถในการขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อแบบพิมพ์ โดยพิจารณาจากความสมบูรณ์ของชิ้นทดลองหลังผ่านการขึ้นรูป ทดสอบความหดตัวก่อนเผาและหลังเผา โดยคำนวณจากการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตรของชิ้นทดลองหลังจากอบแห้งและหลังเผา ใช้สูตรของ Rhedes (1974) และทดสอบความแข็งแรงก่อนเผาและหลังเผา โดยการทดสอบความทนต่อแรงกดของชิ้นทดลองหลังจากอบแห้งและหลังเผา ทดสอบโดยใช้สูตรของ Andrewe (1957) ทดสอบการดูดซึมน้ำของเนื้อดิน โดยเปรียบเทียบค่าน้ำหนักแห้งของแท่งทดลองกับความสามารถในการดูดซึมน้ำ คำนวณโดยใช้สูตรของ Rhodes (1974) ทดสอบสีของเนื้อดิน โดยการวัดค่าสีด้วยสายตาและเปรียบเทียบกับแผ่นเทียบสีมาตรฐาน Pantone Formula Guides

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของเนื้อดินไส้กรองน้ำเซรามิกส์

สูตรที่	อัตราส่วนผสมวัตถุดิบ (กรัม)				สูตรที่	อัตราส่วนผสมวัตถุดิบ (กรัม)			
	เถ้าแกลบ	ดินขาวลำปาง	โดโลไมต์	อลูมินา		เถ้าแกลบ	ดินขาวลำปาง	โดโลไมต์	อลูมินา
1	45	5	5	45	22	25	35	25	15
2	45	15	5	35	23	25	45	25	5
3	45	25	5	25	24	20	10	30	40
4	45	35	5	15	25	20	20	30	30
5	45	45	5	5	26	20	30	30	20
6	40	10	10	40	27	20	40	30	10
7	40	20	10	30	28	15	5	35	45
8	40	30	10	20	29	15	15	35	35
9	40	40	10	10	30	15	25	35	25
10	35	5	15	45	31	15	35	35	15
11	35	15	15	35	32	15	45	35	5
12	35	25	15	25	33	10	10	40	40
13	35	35	15	15	34	10	20	40	30
14	35	45	15	5	35	10	30	40	20
15	30	10	20	40	36	10	40	40	10
16	30	20	20	30	37	5	5	45	45
17	30	30	20	20	38	5	15	45	35
18	30	40	20	10	39	5	25	45	25
19	25	5	25	45	40	5	35	45	15
20	25	15	25	35	41	5	45	45	5
21	25	25	25	25					

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นสำหรับไส้กรองน้ำเซรามิกโดยใช้เถ้าแกลบเป็นส่วนผสม

จากการเผาทดลองเนื้อดินปั้นไส้กรองน้ำเซรามิกก่อนเผาและหลังเผาอุณหภูมิ 1,050 องศาเซลเซียสบรรยากาศออกซิเดชัน พบว่าเนื้อดินปั้นสูตรที่ 24-27 และสูตรที่ 30-41 สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อได้ เนื้อดินปั้นสูตรที่ 1-23 และสูตรที่ 28-29 ไม่สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อได้ เนื้อดินปั้นที่มีความหดตัวก่อนเผาเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 37 ความหดตัวก่อนเผาเฉลี่ยร้อยละ 2.36 เนื้อดินปั้นที่มีความหดตัวก่อนเผาเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 24 ความหดตัวก่อนเผาเฉลี่ยร้อยละ 0.53 เนื้อดินที่มีความหดตัวหลังเผาเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 41 ความหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 4.14 เนื้อดินที่มีความหดตัวหลังเผาเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 24 ความหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 1.14 เนื้อดินปั้นที่มีความแข็งแรงก่อนเผาเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 41 ความแข็งแรงเฉลี่ย 2.59 กก./ตร.ซม เนื้อดินปั้นที่มีความแข็งแรงก่อนเผาเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 25 ความแข็งแรงเฉลี่ย 1.65 กก./ตร.ซม เนื้อดินปั้นที่มีความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 41 ความแข็งแรงเฉลี่ย 8.58 กก./ตร.ซม เนื้อดินปั้นที่มีความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 25 ความแข็งแรงเฉลี่ย 4.97 กก./ตร.ซม เนื้อดินปั้นที่มีการดูดซึมน้ำเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 26 การดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 48.36 เนื้อดินปั้นที่มีการดูดซึมน้ำเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 40 การดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 35.02 สีของเนื้อดินปั้นมีสีใกล้เคียงกันคือสีครีม เนื้อดินปั้นสามารถทนไฟที่อุณหภูมิ 1,050 องศาเซลเซียสได้ คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้น ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นไส้กรองน้ำเซรามิก

สูตรที่	คุณสมบัติทางกายภาพก่อนเผา		คุณสมบัติทางกายภาพหลังเผา		
	ความหดตัวเฉลี่ย (ร้อยละ)	ความแข็งแรงเฉลี่ย (กก./ตร.ซม)	ความหดตัวเฉลี่ย (ร้อยละ)	ความแข็งแรงเฉลี่ย (กก./ตร.ซม)	การดูดซึมน้ำเฉลี่ย (ร้อยละ)
24	0.53	1.75	1.14	5.73	45.62
25	0.61	1.65	1.17	4.97	45.37
26	0.67	1.90	1.22	5.77	48.36
27	1.58	1.69	1.25	5.46	47.39
30	2.25	2.06	2.44	6.09	46.17
31	1.17	1.74	2.00	6.11	47.37
32	1.64	2.17	2.36	6.10	46.20
33	0.72	2.02	1.69	5.89	42.08
34	0.83	2.31	2.00	6.17	47.61
35	1.00	2.28	2.61	6.35	44.07
36	1.75	2.23	3.33	6.17	44.26
37	2.36	2.15	1.72	6.52	42.49
38	0.97	2.22	2.58	6.95	37.60
39	1.56	2.44	3.17	8.18	44.69
40	1.44	2.24	3.86	8.16	35.02
41	2.14	2.59	4.14	8.58	36.62

2. การทดลองผลิตไส้กรองน้ำเซรามิกสำหรับใช้ประโยชน์ในครัวเรือน

จากการเทียบเคียงคุณสมบัติทางกายภาพของไส้กรองน้ำเซรามิกที่จำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไปทางด้านการดูดซึมน้ำและสี พบว่าเนื้อดินปั้นไส้กรองน้ำเซรามิกที่มีคุณสมบัติทางกายภาพเหมาะสมที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 26 ในส่วนผสมมีเถ้าแกลบร้อยละ 20 ดินขาวลำปางร้อยละ 30 โดโลไมต์ร้อยละ 30 อะลูมินาร้อยละ 20 เนื้อดินปั้นสามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อแบบพิมพ์ได้ ความหดตัวก่อนเผาเฉลี่ยร้อยละ 0.67 ความหดตัวหลังเผาเฉลี่ยร้อยละ 1.22 มีความแข็งแรงก่อนเผาเฉลี่ย 1.90 กก./ตร.ซม. มีความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ย 5.77 กก./ตร.ซม. ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 48.36 สีครีม และสามารถทนความร้อนที่อุณหภูมิ 1,050 องศาเซลเซียสได้ ผู้วิจัยนำสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นสูตรที่ 26 ไปขึ้นรูปไส้กรองน้ำเซรามิก ด้วยวิธีการหล่อแบบพิมพ์ สูตรส่วนผสมเนื้อดินปั้นขึ้นรูปได้ดี หลังผ่านการเผาสามารถนำมาใช้เป็นไส้กรองน้ำเซรามิกได้ กระบวนการหล่อขึ้นรูปไส้กรองน้ำเซรามิกดังภาพที่ 1



ภาพที่ 2 แบบพิมพ์ปลาสเตอร์สำหรับหล่อขึ้นรูป (ก) การหล่อขึ้นรูปด้วยน้ำดิน (ข) การแกะชิ้นงานออกจากแบบพิมพ์ (ค) การเผาชิ้นงานไส้กรองน้ำ (ง) ไส้กรองน้ำเซรามิกที่ขัดตกแต่งแล้ว (จ) ไส้กรองน้ำเซรามิกที่พร้อมนำไปใช้งาน (ฉ)

อภิปรายผล

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นไส้กรองน้ำเซรามิก โดยใช้เถ้าแกลบเป็นวัตถุดิบในสูตรส่วนผสมก่อนเผาและหลังเผาอุณหภูมิ 1,050 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชัน คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นไส้กรองน้ำเซรามิกก่อนเผา จากการทดลองทำให้ทราบว่าปริมาณเถ้าแกลบที่มีอยู่ในสูตรส่วนผสมที่แตกต่างกันมีส่วนทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นไส้กรองน้ำเซรามิกแตกต่างกัน กล่าวคือ ปริมาณเถ้าแกลบที่มีมากเกินไปในสูตรส่วนผสมมีผลทำให้เนื้อดินปั้นไม่สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อแบบพิมพ์ได้ ดังเช่นเนื้อดินปั้นสูตรที่ 1-23 ไม่สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อได้ เนื่องจากมีปริมาณเถ้าแกลบอยู่มากในสูตรส่วนผสมในช่วงร้อยละ 25-45 ถ้าในสูตรส่วนผสมมีปริมาณเถ้าแกลบไม่มากจนเกินไปจะทำให้เนื้อดินปั้นสามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อแบบพิมพ์ได้ ดังเช่นเนื้อดินปั้นสูตรที่ 24-27 และเนื้อดินปั้นสูตรที่ 30-41 สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อแบบพิมพ์ได้ เนื่องจากมีปริมาณเถ้าแกลบอยู่ในปริมาณที่เหมาะสมในสูตรส่วนผสมในช่วงร้อยละ 5-20 ปริมาณของเถ้าแกลบในสูตรส่วนผสมยังส่งผลทำให้เนื้อดินปั้นมีความหดตัวก่อนเผาแตกต่างกัน ดังนี้ ปริมาณเถ้าแกลบที่มีอยู่มากในสูตรส่วนผสมมีส่วนช่วยทำให้เนื้อดินปั้นมีความหดตัวก่อนเผาน้อย ดังเช่นเนื้อดินปั้นสูตรที่ 24 ความหดตัวก่อนเผาเฉลี่ยร้อยละ 0.53 มีปริมาณเถ้าแกลบร้อยละ 20 ซึ่งมีความหดตัวก่อนเผาน้อยกว่าเนื้อดินปั้นสูตรที่ 37 ความหดตัวก่อนเผาเฉลี่ยร้อยละ 2.36 ซึ่งมีปริมาณของเถ้าแกลบร้อยละ 5 นอกจากนี้ปริมาณเถ้าแกลบที่มีอยู่มากในสูตรส่วนผสมจะส่งผลทำให้เนื้อดินปั้นมีความแข็งแรงน้อยกว่าเนื้อดินปั้นที่มีปริมาณเถ้าแกลบอยู่น้อยในสูตรส่วนผสม ดังเช่น เนื้อดินปั้นสูตรที่ 25 ความแข็งแรงเฉลี่ย 1.65 กก./ตร. มีความแข็งแรงน้อยกว่าเนื้อดินปั้นสูตรที่ 41 ความแข็งแรงเฉลี่ย 2.59 กก./ตร.ซม สาเหตุที่ทำให้เนื้อดินปั้นมีคุณสมบัติทางกายภาพก่อนเผาแตกต่างกันดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เนื่องจากเถ้าแกลบจัดเป็นวัตถุดิบในกลุ่มที่ไม่มีความเหนียวเป็นวัตถุดิบที่ให้ซิลิกาและมีปริมาณของซิลิกาอยู่สูง เมื่อมีอยู่มากในสูตรส่วนผสมจะมีผลทำให้เนื้อดินปั้นมีความเหนียวลดน้อยลง ส่งผลทำให้เนื้อดินปั้นบางสูตรไม่สามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อได้และทำให้เนื้อดินปั้นมีความหดตัวน้อย ซึ่งในทางเซรามิกเนื้อดินปั้นมีความหดตัวน้อยถือว่ามีผลในทางดี นอกจากนี้ยังส่งผลทำให้เนื้อดินปั้นมีความแข็งแรงน้อยตามมาอีกด้วย สอดคล้องกับคำกล่าวของ ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์ (2541) ที่กล่าวว่า ซิลิกา มีผลในการลดความเหนียวของเนื้อดิน ลดการหดตัวในระหว่างการทำให้แห้งและลดความแข็งแกร่งของเนื้อดินด้วย และยังสอดคล้องกับคำกล่าวของ ปุณณรัตน์ พิชญไพบูลย์ (2538) ที่กล่าวสนับสนุนอีกว่า คุณสมบัติของซิลิกาเป็นตัวลดความเหนียวในเนื้อดิน และยังลดอัตราการหดตัวในเนื้อดินเมื่อแห้งและหลังการเผา

คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นไส้กรองน้ำเซรามิกหลังเผา จากการใช้ประโยชน์จากเถ้าแกลบเป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้นไส้กรองน้ำเซรามิกในปริมาณที่แตกต่างกันในสูตรส่วนผสม ส่งผลทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาแตกต่างกัน ดังต่อไปนี้ ปริมาณของเถ้าแกลบที่มีอยู่มากในสูตรส่วนผสมมีผลทำให้เนื้อดินปั้นไส้กรองน้ำเซรามิกมีความ

หดตัวหลังเผาน้อยกว่าเนื้อดินปั้นที่มีปริมาณของเถ้าแกลบในปริมาณน้อย ดังเช่น เนื้อดินปั้นสูตรที่ 24 ความหดตัวหลังเผาเฉลี่ยร้อยละ 1.14 ในสูตรส่วนผสมมีปริมาณของเถ้าแกลบร้อยละ 20 มีความหดตัวน้อยกว่าเนื้อดินปั้นสูตรที่ 41 ความหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 4.14 ซึ่งมีปริมาณของเถ้าแกลบอยู่ในสูตรส่วนผสมร้อยละ 5 ในส่วนของความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผา ก็เช่นเดียวกัน เนื้อดินปั้นที่มีปริมาณของเถ้าแกลบในปริมาณที่มากเกินไป จะส่งผลทำให้เนื้อดินปั้นมีความแข็งแรงน้อยกว่าเนื้อดินปั้นสูตรที่มีปริมาณเถ้าแกลบน้อยกว่า ถึงแม้นว่าเถ้าแกลบจะเป็นวัตถุดิบในกลุ่มที่ให้ซิลิกา ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างและช่วยเพิ่มความแข็งแรงหลังเผาก็ตาม ดังเช่นเนื้อดินปั้นสูตรที่ 25 ความแข็งแรงเฉลี่ย 4.97 กก./ตร.ซม มีปริมาณของเถ้าแกลบในสูตรส่วนผสมร้อยละ 20 มีความแข็งแรงน้อยกว่า เนื้อดินปั้นสูตรที่ 41 ความแข็งแรงเฉลี่ย 8.58 กก./ตร.ซม ซึ่งในสูตรส่วนผสมมีปริมาณของเถ้าแกลบร้อยละ 5 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเถ้าแกลบเป็นสารประกอบของซิลิกา เมื่อมีมากในสูตรส่วนผสมทำให้เนื้อดินปั้นมีความหดตัวหลังเผาน้อยและทำให้ความแข็งแรงหลังเผาน้อยตามมากด้วย สอดคล้องกับคำกล่าวของ ปุณณรัตน์ พิชญไพบูลย์ (2538) ที่กล่าวว่า ซิลิกามีส่วนช่วยลดอัตราการหดตัวของเนื้อดินภายหลังการเผา และยังสอดคล้องกับ คำกล่าวของ ปรีดา พิมพ์ขาวขำ (2539) ที่กล่าวว่า ซิลิกามีส่วนช่วยทำให้เนื้อดินปั้นมีความหดตัวก่อนเผาและหลังเผาลดน้อยลง ในส่วนของความทนไฟของเนื้อดินปั้น เนื้อดินปั้นสูตรที่ 24-25 และสูตรที่ 30-41 สามารถทนไฟที่อุณหภูมิ 1,050 องศาเซลเซียสได้ สาเหตุที่เนื้อดินปั้นสามารถทนไฟได้เนื่องจากในสูตรส่วนผสมทั้งหมดเป็นวัตถุดิบในกลุ่มที่เป็นวัตถุทนไฟ ได้แก่ เถ้าแกลบ ดินขาวลำปาง โดโลไมต์ และอะลูมินา ประกอบกับอุณหภูมิที่ใช้เผาไม่สูงมากนัก จึงทำให้เนื้อดินปั้นสามารถทนไฟ ได้ ดังคำกล่าวของ โกมล รักษ์วงศ์ (2531) ที่กล่าวว่า โดโลไมต์ทนความร้อนได้ถึง 1,700 องศาเซลเซียส ใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้นและวัตถุทนไฟ สอดคล้องกับคำกล่าวของ อายุวัฒน์ สว่างผล (2543) ที่กล่าวว่า อะลูมินาเป็นเป็นตัวทำให้เนื้อดินมีความทนไฟได้ในอุณหภูมิช่วงกว้างกว่าธาตุอื่นๆ นอกจากนี้ ไพจิตร อึ่งศิริวัฒน์ (2547) ยังได้กล่าวอีกว่า เถ้าแกลบมีปริมาณของซิลิกาอยู่สูงหากนำไปใช้โดยลำพังจะทนไฟ และนอกจากนี้ Peter (1991) ยังได้กล่าวเพิ่มเติมอีกว่า ดินขาวเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญของเนื้อดินปั้นและเคลือบสำหรับงานเซรามิกอุณหภูมิสูง การดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้น เนื้อดินปั้นทุกสูตรส่วนผสมที่สามารถขึ้นรูปได้แล้วผ่านการเผา จะมีค่าการดูดซึมน้ำอยู่สูงตั้งแต่ช่วงร้อยละ 35.02 – 48.36 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาไม่สูงมากนัก ประกอบกับวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมเป็นวัตถุดิบที่ทนไฟสูง ทำให้เนื้อดินเผาไม่ถึงจุดสุกตัว จึงเกิดช่องว่างในเนื้อดินมากหรือมีความพรุนตัวสูงทำให้ค่าการดูดซึมน้ำสูงตามมา โดยที่เนื้อดินปั้นที่มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 26 การดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 48.36 เนื้อดินที่มีการดูดซึมน้ำเฉลี่ยน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 40 การดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ35.02 สอดคล้องกับคำกล่าวของ ปรีดา พิมพ์ขาวขำ (2539) ที่กล่าวว่า ความพรุนของเนื้อดินสามารถบอกให้รู้ว่าเนื้อดินสุกตัวดีมากน้อยเพียงใด สีของเนื้อดินปั้นเนื้อดินปั้นมีสีใกล้เคียงกันคือสีครีม สีของเนื้อดินปั้นเกิดจากสีของวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสม ได้แก่ เถ้าแกลบ ดินขาวลำปาง โดโลไมต์ และอะลูมินา ซึ่งวัตถุดิบดังกล่าวเมื่อผ่านการเผาแล้วจะให้เนื้อดินปั้นที่มีสีเทาหรือสีขาวครีม สอดคล้องกับคำกล่าวของ Jones & Barand (1993) ที่กล่าวว่า ดินขาวเมื่อผ่านการเผาแล้วจะให้สีขาวครีมจนถึงสีขาวการผลิตไส้กรองน้ำเซรามิก โดยใช้เถ้าแกลบเป็นวัตถุดิบในสูตรส่วนผสมจากการเทียบเคียงคุณสมบัติทางกายภาพทางด้านการดูดซึมน้ำและสีของไส้กรองน้ำเซรามิกที่จำหน่ายทั่วไปพบว่าเนื้อดินปั้นไส้กรองน้ำเซรามิกที่มีคุณสมบัติทางกายภาพเหมาะสมที่สุดได้แก่เนื้อดินปั้นสูตรที่ 26 ในส่วนผสมมี เถ้าแกลบร้อยละ 20 ดินขาวลำปางร้อยละ 30 โดโลไมต์ร้อยละ 30 อะลูมินาร้อยละ 20 เนื้อดินปั้นสามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อแบบพิมพ์ได้ ความหดตัวก่อนเผาเฉลี่ยร้อยละ 0.67 ความหดตัวหลังเผาเฉลี่ยร้อยละ 1.22 มีความแข็งแรงก่อนเผาเฉลี่ย 1.90 กก./ตร.ซม. มีความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ย 5.77 กก./ตร.ซม. ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 48.36 มีสีครีม และสามารถทนความร้อนที่อุณหภูมิ 1,050 องศาเซลเซียสได้ ผู้วิจัยนำสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นสูตรที่ 26 ไปขึ้นรูปไส้กรองน้ำเซรามิกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร หนา 0.5 เซนติเมตร ด้วยวิธีการหล่อแบบพิมพ์ สูตรส่วนผสมเนื้อดินปั้นขึ้นรูปได้ดี หลังผ่านการเผาสามารถนำมาใช้เป็นไส้กรองน้ำเซรามิกได้ จากการทดสอบอัตราการกรองที่ระดับแรงดันน้ำประปา ของบ้านเลขที่ 1/26 ถนนสนามบิน ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบว่ามีอัตราการกรองเท่ากับ 84 ลิตร /ชั่วโมง ซึ่งถือว่ามีอัตราการกรองที่สูงกว่างานวิจัยของ ธิติมา คุณยศยิ่ง (2554) ที่ได้ศึกษาไว้พบว่ามีอัตราการกรองที่แรงดันน้ำประปา 15 ลิตรต่อชั่วโมง ผู้วิจัยได้นำน้ำที่ผ่านการกรองด้วยไส้กรองน้ำเซรามิกไปตรวจสอบคุณภาพมาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท และตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2) ตรวจวิเคราะห์โดย ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 2 พิษณุโลก ผลการตรวจพบว่าน้ำที่ผ่านการกรองด้วยไส้กรองน้ำเซรามิก มีคุณภาพผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีผลวิเคราะห์ดังนี้ ปริมาณสารทั้งหมด 130.8 มก./ล. ความกระด้างทั้งหมด 98.4 มก./ล. คลอไรด์ 6.06 มก.

/ล. ไนเตรท 0.27 มก./ล. เหล็ก ไม่พบ ตะกั่ว ไม่พบ MPN.Coliforms/100 มก.น้อยกว่า 1.1 E.coli/100 ไม่พบ Salmonellae spp./100 มก. ไม่พบ S.aureus/100 มก. ไม่พบ

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พบว่าเถ้าแกลบสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้นในการทำไส้กรองน้ำเซรามิกได้ โดยส่วนผสมที่มีคุณสมบัติทางกายภาพเหมาะสมประกอบด้วย เถ้าแกลบร้อยละ 20 ดินขาวลำปางร้อยละ 30 โดโลไมต์ร้อยละ 30 อะลูมินาร้อยละ 20 เนื้อดินปั้นสามารถขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อแบบพิมพ์ได้ดี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติที่สนับสนุนทุนวิจัย ขอบคุณสาขาวิชาเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ให้ความสนับสนุนสถานที่ดำเนินการวิจัย ขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้การสนับสนุนด้วยดีเสมอมา ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

โกมล รักษ์วงศ์. (2531). **วัตถุดิบที่ใช้ในงานเครื่องปั้นดินเผาและเนื้อดินปั้น.** กรุงเทพฯ: วิทยาลัยครูพระนคร.

ธิติมา คุณยศยิ่ง. (2554).**ส่วนผสมเนื้อดินในการเตรียมไส้กรองเซรามิกสำหรับกรองน้ำอุปโภค.** วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.7(13). 87.

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. (2539). **เซรามิก** (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปุณณรัตน์ พิชญไพบูลย์. (2538). **เครื่องเคลือบดินเผาเทคนิคและวิธีการสร้างสรรค์**. กรุงเทพฯ :โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์. (2541). **เนื้อดินเซรามิก.** กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

มนูญ มุกข์ประดิษฐ์.(2554). น้ำคือชีวิต. [On-line].www.panyathai.or.th/wiki/index.php. [2554 กันยายน 22]

อายุวัฒน์ สว่างผล. (2543). **วัตถุดิบที่ใช้แพร่หลายในงานเซรามิก.** กรุงเทพฯ: โอเดียสสโตร์.

Andrews, A.I. (1957). **Ceramic test and calculation**. New York: John Willey and Sons.

Jones,J.T.and Barand,M.F. (1993). **Ceramics : industrial processing and testing.** Unidted Ststes of America : Lowa State University.

Peter,L. (1991). **Introduction to Ceramics**. Italy: Pylyne Books/Toensend Typesetters.

Rhodes, D. (1974). **Clay and Glazes for the Potter**. New York: Chilton Book.

การออกแบบมอเตอร์เหนี่ยวนำเชิงเส้นแบบสองด้านสำหรับรถไฟฟ้าขนาดเล็ก
The design of a double side linear induction motor for miniature train

ณัฐพล สิทธิศรีจันทร์* บุญฤทธิ์ วังงอน เอกรัฐ ชอุ่มเอียด พงษ์นรินทร์ ชูเที่ยง วรากร ดอกอินทร์ และ ธนวิชญ์ ปัญญาเครือ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก
*corresponding author email: nataphon_ee@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบมอเตอร์เหนี่ยวนำเชิงเส้นแบบสองด้าน สำหรับรถไฟฟ้าขนาดเล็ก โดยใช้วิธีการควบคุมแรงดันไฟฟ้า 3 เฟส เพื่อควบคุมความเร็วรถไฟฟ้าขนาดเล็ก (โรเตอร์) ประกอบด้วย ชุดแกนเหล็ก (สเตเตอร์) แบบ EI เบอร์ 76 จำนวน 2 แถว แถวละ 13 แกน และขดลวดทองแดงเบอร์ 31 AWG จำนวน 1,500 รอบ ทั้งหมด 48 ขด เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำตัวรถไฟฟ้าให้เคลื่อนที่ ซึ่งทำจากอลูมิเนียมขนาด กว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร หนา 0.34 มิลลิเมตร จากผลการทดลองพบว่า รถไฟฟ้าเริ่มเคลื่อนที่ ขณะแรงดันไฟฟ้า 200 V, 0.85 A, กำลังไฟฟ้า 101 W, ภาระไฟฟ้า 0.33 p.f. lagging ทำความเร็วได้ 0.5 m/s และสามารถทำความเร็วสูงสุดได้ที่ 380 V, 1.6 A, กำลังไฟฟ้า 343 W ภาระไฟฟ้า 0.33 p.f. lagging ทำความเร็ว 2.2 m/s

คำสำคัญ : มอเตอร์เหนี่ยวนำเชิงเส้น, โรเตอร์, สเตเตอร์, ขดลวดทองแดง

Abstract

This research presents the design of a double-sided linear induction motor. For small train using a 3-phase voltage regulator to control the speed of the train is small (rotor). Comprise EI stator No. 76 amount 2 rows of 13 cores. And No. 31 AWG copper wire and 1,500 turns of 48 coils. For a magnetic field induced a rapid movements. It is made of aluminum width 2 cm, long 15 cm, high 3.5 cm and thickness 0.34 mm. The results showed that, began moving train the voltage 200 V, 0.85 A, 101 W, 0.33 p.f. lagging speed is 0.5 m/s and has a top speed of 380 V, 1.6 A, 343 W, 0.33 p.f. lagging speed of 2.2 m/s

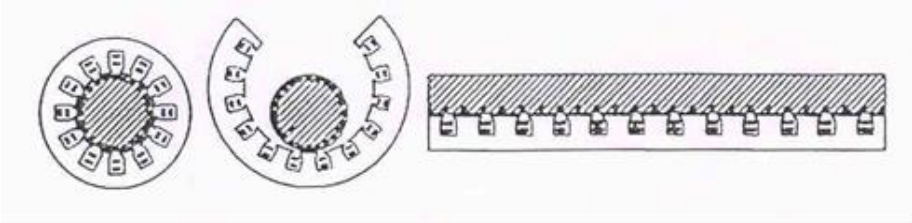
keywords : linear induction motor, rotor, stator, coil copper

บทนำ

ปัจจุบันรถไฟฟ้าได้ถูกพัฒนาขึ้นมาโดยตลอด โดยใช้หลักการของเส้นแรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและการนำกระแสของตัวนำ ทำให้รถไฟฟ้ามีการทำงานที่เร็ว และการทำงานที่เร็วขึ้นนั้น จะใช้หลักการของลิเนียร์มอเตอร์ โดยมอเตอร์แบบนี้เหมือนกับมอเตอร์ไฟฟ้าทั่วไปเพียงแต่มอเตอร์ธรรมดาจะมีแกนหมุนรอบแกนตัวเอง เนื่องจากลิเนียร์มอเตอร์นี้จะหมุนในแนวราบ โดยเกิดจากการผ่าครึ่งมอเตอร์แบบธรรมดาและคลี่ออกในแนวราบ เมื่อมีการป้อนกระแสเข้าสู่ราง ก็จะเกิดการดูดและการผลักสลับกันในแนวราบ ทำให้ขบวนรถซึ่งเป็นโรเตอร์ สามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาพื้นฐานของรถไฟฟ้าหลักการของมอเตอร์เหนี่ยวนำเชิงเส้น เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของรถไฟฟ้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน แนวคิดดังกล่าวนี้คณะผู้วิจัยได้ออกแบบมอเตอร์เหนี่ยวนำเชิงเส้นแบบสองด้าน เพื่อจำลองให้เห็นหลักการทำงานของรถไฟฟ้าในปัจจุบันที่มีความเร็วสูงเป็นอย่างไร

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบมอเตอร์เหนี่ยวนำเชิงเส้นโดยคล้ายกับทฤษฎีของเครื่องจักรไฟฟ้าแบบชนิดหมุน การจะศึกษาเกี่ยวกับเครื่องจักรแบบเชิงเส้นนั้น จะใช้ผลที่ได้จากเครื่องจักรชนิดหมุนมาผ่าแล้วคลี่ออกเป็นแผ่นราบดัง ภาพที่ 1



ภาพที่ 1 โครงสร้างการประยุกต์เครื่องจักรไฟฟ้าชนิดหมุนเป็นแบบเชิงเส

และได้ศึกษาทฤษฎีของหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อนำมาใช้หาวิธีผลคูณพื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็ก โดยได้ชุดแกนเหล็ก (สเตเตอร์) แบบ EI เบอร์ 76 จำนวน 2 แถว แถวละ 13 แกน และขดลวดทองแดงเบอร์ 31 SWG จำนวน 1,586 รอบ ทั้งหมด 48 ขด เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำตัวรถไฟฟ้าให้เคลื่อนที่ ซึ่งทำจากอลูมิเนียมแผ่นขนาดหนา 0.35 และอลูมิเนียมแผ่นขนาด 0.50 มม. ดังนี้

1. การออกแบบราง (Stator)

1.1 หาขนาดแกนเหล็กโดยการหาจากพื้นที่หน้าตัด [4]

จากสูตรพื้นที่หน้าตัด

$$Ai = WT$$

$$= 2.5 \times 2$$

$$= 5 \quad \text{ตร.ซม.} \qquad \text{..... (1)}$$

Ai = พื้นที่หน้าตัดแกนเหล็ก (ตร.ซม.)

W = ความกว้างของขากลางแกนเหล็กตัวอี (ซม.)

T = ความหนาของแผ่นเหล็กที่อัดเข้าด้วยกัน (มม.)

m = จำนวนเท่าที่ค่า T มากกว่า W

$$T = mW \qquad \text{..... (2)}$$

$$\frac{T}{W} = m$$

$$m = \frac{2}{2.5}$$

$$m = 0.8$$

จากสมการที่ (2) นำไปแทนในสมการที่ (1)

$$Ai = mW^2 \qquad \text{..... (3)}$$

จากสมการพื้นที่หน้าตัดแกนเหล็กหาแรงดันไฟฟ้าที่ปรากฏ จากสูตร

$$Ai = 1.156\sqrt{VA} \qquad \text{..... (4)}$$

$$\frac{Ai}{1.156} = \sqrt{VA}$$

$$\frac{5}{1.156} = \sqrt{VA}$$

$$4.325 = \sqrt{VA}$$

$$4.325^2 = VA$$

$$18.7 = VA$$

จัดรูปสมการ (3) เท่ากับสมการ (4) ได้

$$mW^2 = 1.156\sqrt{VA} \qquad \text{..... (5)}$$

$$W^2 = \frac{1.156}{m}\sqrt{VA}$$

$$W = \sqrt{1.156}\sqrt[4]{VA}\sqrt{m^{-1}}$$

$$W = 1.075\sqrt[4]{14}\sqrt{0.8^{-1}}$$

$$W = 1.075 * 2.08 * 1.12$$

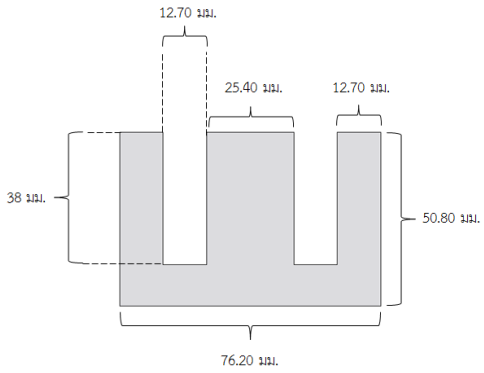
$$W = 2.50 \text{ ซม.}$$

เมื่อเทียบจากตารางที่ 3.1 ค่าความกว้างของขาแกนเหล็กตัวอี W = 2.50 เซนติเมตร ซึ่งใช้ในตารางที่ 1 จะมีค่าใกล้เคียงคือ W = 2.54 เซนติเมตร (ตารางที่ 1 มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร = 25.40 มิลลิเมตร) ดังนั้นจึงควรเลือกใช้แกนเหล็กเบอร์ EI 76 ที่มีขนาด 2.54 เซนติเมตร ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มาตรฐานแกนเหล็ก

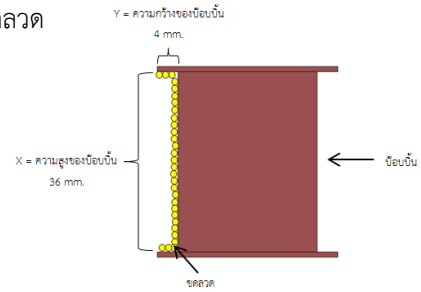
PAT. NO.	ความหนา	A	B	C	D	E	F	U	V	W	X	Y
EI-66H	0.50	55.0	66.00	44.00	4.00	44.00	56.00	11.00	11.00	22.00	11.00	33.00
EI-76	0.35	63.5	76.20	50.80				12.70	12.70	25.40	12.70	38.00
2A.B	0.35		76.20	51.80				12.00	12.00	24.00	14.10	39.50

หมายเหตุ หน่วยเป็นมิลลิเมตร (มม.)



ภาพที่ 2 แกนเหล็ก EI-76

1.2 การหาจำนวนรอบของขดลวด



ภาพที่ 3 บ๊อบบิ้น

หาได้จากพื้นที่ $X \times Y$

X = พื้นที่ความสูงของบ๊อบบิ้น/เส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวด

เส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวดใช้เบอร์ 31 SWG มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ 0.29460 มม.

$$= 36/0.29460$$

$$= 122 \text{ รอบ}$$

Y = พื้นที่ความกว้างของปีกบ๊อบบิ้น/เส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวด

เส้นผ่านศูนย์กลางของขดลวดใช้เบอร์ 31 SWG มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ 0.29460 มม.

$$= 4/0.29460$$

$$= 13 \text{ รอบ}$$

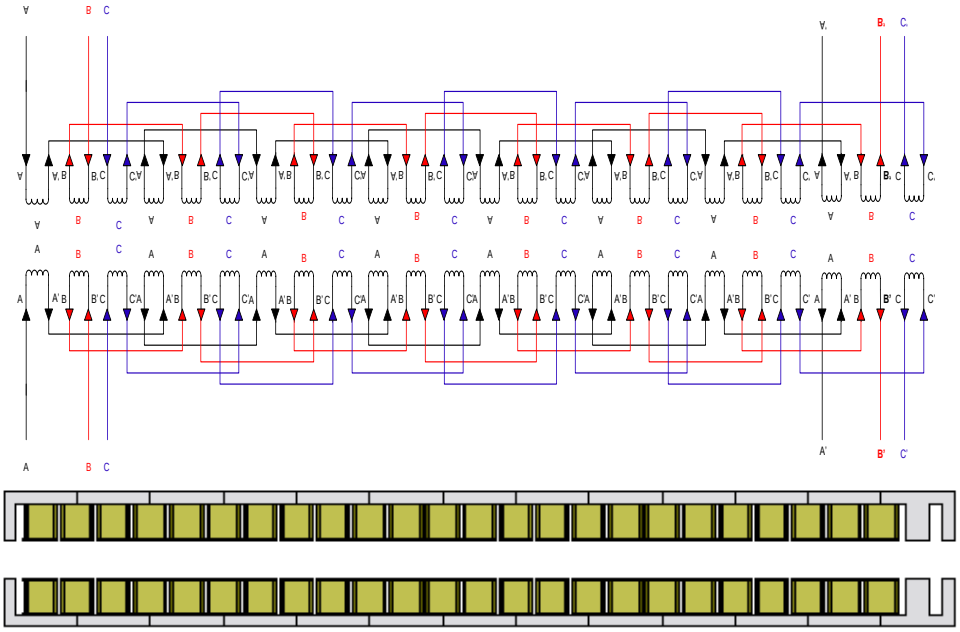
จำนวนรอบ = $X \times Y$

$$= 122 \times 13$$

$$= 1586 \text{ รอบ}$$

ตารางที่ 2 ตารางเทียบขนาดสายและน้ำหนัก

เบอร์ลวด		กระแสหันหม้อแปลงไฟฟ้า	เส้นผ่านศูนย์กลาง			พื้นที่หน้าตัด			น้ำหนัก	
AWG	SWG		Mil	Inch	mm.	Cir.mil	Inch^2	mm.^{2}	LB/1000	Kg/Km
-	30	0.342	12.4000	0.01240	0.31500	153.6	0.00012080	0.07791	0.465600	0.6926
-	31	0.299	11.6000	0.01160	0.29460	134.6	0.00010570	0.06818	0.407400	0.6061
29	-	0.282	11.2600	0.01126	0.28590	126.8	0.00009959	0.06425	0.383800	0.5712



ภาพที่ 4 การพันขดลวดและการต่อขดลวด

ขนาดความยาวของรางสเตเตอร์โดยมีความยาว 1 เมตร ได้มาจากการคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็ก การหาขนาดของแกนเหล็ก และการหาจำนวนแผ่นของแกนเหล็ก และนำมาเรียงต่อกันให้ได้ครบจำนวนเฟส 24 ขด ทั้งหมดแถวละ 13 แกนเหล็ก

2. การออกแบบตัวรถไฟฟ้า (Rotor)

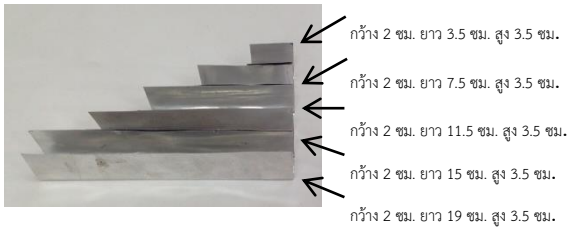
ในการออกแบบจะเลือกใช้อลูมิเนียมแผ่นขนาดหนา 0.35 มิลลิเมตร และอลูมิเนียมแผ่นขนาดหนา 0.50 มิลลิเมตร โดยอลูมิเนียมแผ่นแต่ละขนาดแบ่งออกเป็น 5 ขนาด โดยความกว้างและความสูงจะมีขนาดเท่ากับแกนเหล็กต่อ 1 แกนดัง และขนาดความยาวตัวรถผู้ออกแบบแบ่งออกเป็น 5 ขนาดความยาวตามขนาดของแกนต่อ 1 แกน ดังรูปที่ 5 ดังนี้

2.1 อลูมิเนียมแผ่นขนาดหนา 0.35 มิลลิเมตร

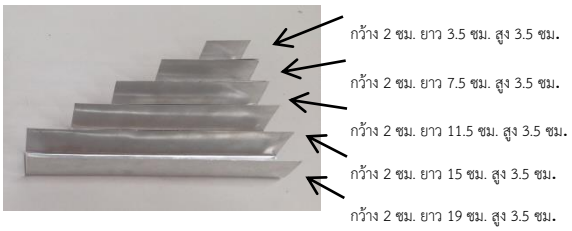
1) ขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 3.5 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร
2) ขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 7.5 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร
3) ขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 11.5 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร
4) ขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร
5) ขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 19 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร

2.2 อลูมิเนียมแผ่นขนาดหนา 0.50 มิลลิเมตร

1) ขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 3.5 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร
2) ขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 7.5 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร
3) ขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 11.5 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร
4) ขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร
5) ขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 19 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร



(ก) อลูมิเนียมแผ่นขนาดหนา 0.35 มิลลิเมตร



(ข) อลูมิเนียมแผ่นขนาดหนา 0.50 มิลลิเมตร

ภาพที่ 5 ตัวรถไฟฟ้า 2 ขนาด

3. วิธีดำเนินการสร้างแบบจำลองมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบเชิงเส้น

ขั้นตอนที่ 1 ตัดอะคีลิคให้ได้ตรงตามขนาดที่กำหนดไว้และประสานน้ำยาอะคีลิคเข้าด้วยกัน ให้ตรงตามแบบบ๊อบบิ้นตามขนาดที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ **6**



ภาพที่ 6 ตัดอะคีลิคเพื่อสร้างบ๊อบบิ้น

ขั้นตอนที่ 2 นำบ๊อบบิ้นที่ได้สร้างไว้ มาพันขดลวดทองแดง จำนวน 1,500 รอบ เมื่อพันขดลวดเสร็จแล้วนำมาใส่ในแกนเหล็ก ให้ได้ 13 แกน 2 แถว ดังรูปที่ 7



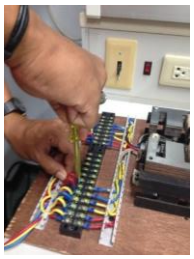

ภาพที่ 7 พันขดลวดเข้ากับบ๊อบบิ้นแล้วนำมาใส่ในแกนเหล็ก

ขั้นตอนที่ 3 นำเหล็กที่เป็นฐานรองรางรถไฟฟ้าที่เชื่อมเสร็จแล้วมายึดติดกับแกนเหล็ก 2 แถว โดยหันหน้าแกนเหล็กตัว E หันหน้าเข้าหากัน และยึดเหล็กฐานรองรถไฟฟ้าเข้ากับแผ่นไม้อัด ดังรูปที่ 8



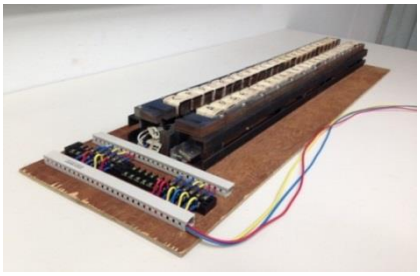
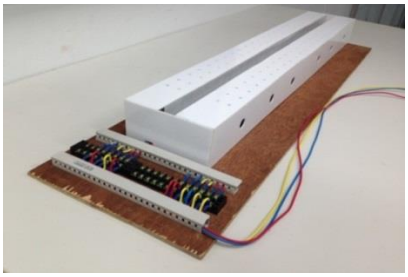

ภาพที่ 8 ประกอบชุดเหล็กฐานรองรถไฟฟ้าและแกนเหล็กตัว E ที่พันเสร็จแล้ว

ขั้นตอนที่ 4 ยึดรางเทอร์มินอลเข้ากับแผ่นไม้อัดและต่อสายไฟเข้ากับรางเทอร์มินอล ดังรูปที่ 9



ภาพที่ 9 เชื่อมต่อสายไฟเข้ากับรางเทอร์มินอล

ขั้นตอนที่ 5 เมื่อต่อสายไฟเสร็จแล้ว จะสร้างกรอบครอบแกนเหล็ก เพื่อความปลอดภัยในการทดลองและเก็บผล

(ก) แบบเปลือย (ข) แบบสมบูรณ์

ภาพที่ 10 โครงสร้างแบบจำลองมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบเชิงเส้น (ก) แบบเปลือย และ (ข) แบบสมบูรณ์

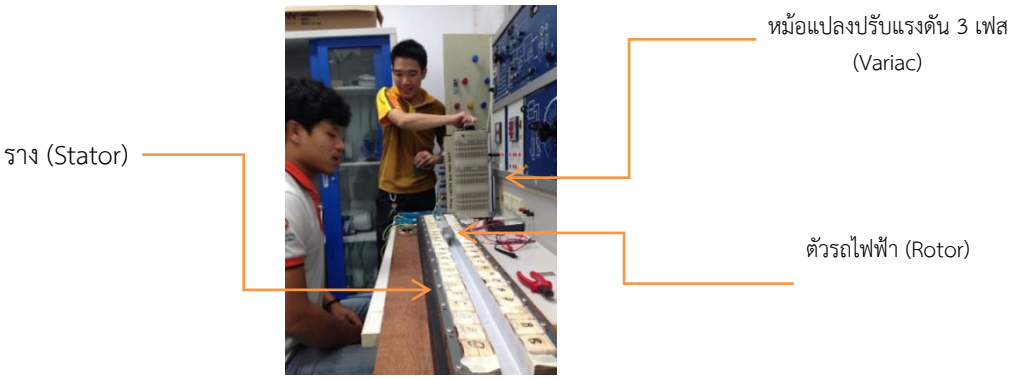
4. ผลการทดลอง

การทดสอบและเก็บข้อมูลของแบบจำลองมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบเชิงเส้น เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบจำลองมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบเชิงเส้น โดยทดสอบผลการเคลื่อนที่ของตัวรถไฟฟ้า โดยแบ่งตัวรถไฟฟ้า ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ตัวรถไฟฟ้าขนาดหนา 0.35 มิลลิเมตร และตัวรถไฟฟ้าขนาดหนา 0.50 มิลลิเมตร โดยแต่ละขนาดจะแบ่งออกเป็น 5 ขนาด ดังนี้

1) ขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 3.5 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร
2) ขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 7.5 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร
3) ขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 11.5 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร
4) ขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร
5) ขนาดกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 19 เซนติเมตร สูง 3.5 เซนติเมตร

วิธีการทดสอบ

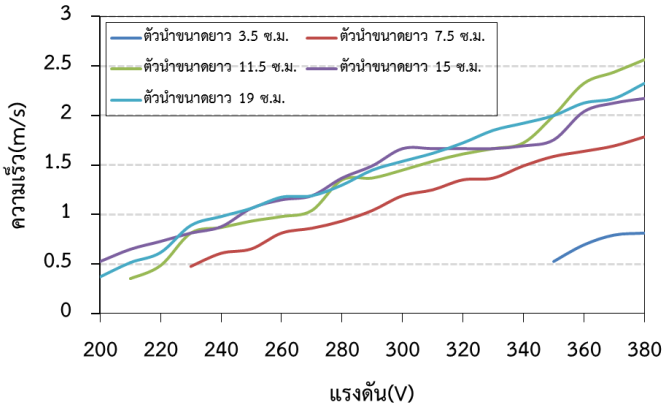
โดยเริ่มการทดสอบการเคลื่อนที่ตัวรถไฟฟ้าขนาดหนา 0.35 มิลลิเมตรก่อน จากขนาดความยาว 3.5 เซนติเมตร ถึงขนาดความยาว 19 เซนติเมตร โดยเริ่มปรับแรงดันไฟฟ้าที่ 0 V โดยเพิ่มทีละ 20 V จนถึงแรงดันไฟฟ้าที่ 380 V และเริ่มจับเวลาจากนาฬิกาขณะตัวรถเริ่มเคลื่อนที่และเมื่อตัวรถเคลื่อนที่สิ้นสุดราง จะหยุดเวลาจากนาฬิกาและจะทราบว่าขนาดตัวนำขนาดไหน มีผลต่อการเคลื่อนที่ได้ดีที่สุด หลังจากนั้นจะเริ่มทดสอบรถไฟฟ้าขนาดหนา 0.50 มิลลิเมตร จากขนาดความยาวเท่ากับขนาดหนา 0.35 มิลลิเมตร แล้วเริ่มการทดสอบเช่นเดียวกับตัวรถไฟฟ้าขนาดหนา 0.35 มิลลิเมตร และบันทึกค่าที่ได้ลงตารางบันทึกผล



ภาพที่ 11 ทดสอบแบบจำลองมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบเชิงเส้นและการเคลื่อนที่ของรถไฟฟ้า

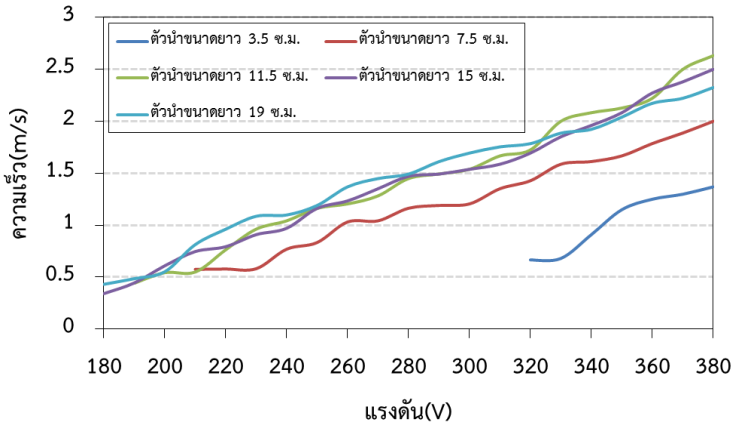
ผลการวิจัย

กราฟเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าของแผ่นอลูมิเนียมขนาดหนา 0.35 มิลลิเมตร และแผ่นอลูมิเนียมขนาดหนา 0.50 มิลลิเมตร



ภาพที่ 12 แสดงการเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้ากับความเร็วของตัวรถไฟฟ้าขนาดหนา 0.35 มม.

จากกราฟ จะเห็นได้ว่าตัวนำขนาด 11.5 มิลลิเมตร ทำความเร็วได้สูงสุด ที่ 2.564 เมตรต่อวินาที ที่แรงดัน 380 V 1.61 A สังเกตได้ว่าตัวนำขนาด 15 มิลลิเมตร และขนาด 19 มิลลิเมตร จะเริ่มเคลื่อนที่ก่อน เพราะ มีพื้นที่ในการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กมากกว่า แต่ความเร็วสูงสุดจะเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าขนาด 11.5 มิลลิเมตร เพราะ เกิดจากน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้เกิดแรงเสียดทานทำให้การเคลื่อนที่ช้าลง



ภาพที่ 13 แสดงการเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้ากับความเร็วของตัวรถไฟฟ้าขนาดหนา 0.50 มิลลิเมตร

จากกราฟ จะเห็นได้ว่าตัวนำขนาด 11.5 มิลลิเมตร ทำความเร็วได้สูงสุดที่ 2.632 m/s ที่แรงดัน 380 V 1.60 A สังเกตได้ว่าตัวนำขนาด 15 มิลลิเมตร และขนาด 19 มิลลิเมตร จะเริ่มเคลื่อนที่ก่อน เพราะ มีพื้นที่การเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กมากว่า แต่ความเร็วสูงสุดจะเคลื่อนที่ได้ช้ากว่าขนาด 11.5 มิลลิเมตร เพราะ เกิดจากนำหนักที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้เกิดแรงเสียดทานทำให้การเคลื่อนที่ช้าลง

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดลอง ผลของตัวนำขนาด 0.35 มม. ความยาวของตัวนำ 11.5 ซม. มีความเร็วสูงที่สุดคือ 2.564 m/s ที่แรงดัน 380 V 1.61 A และ ตัวนำขนาด 0.50 มม. ความยาวของตัวนำ 11.5 ซม. มีความเร็วสูงที่สุดคือ 2.632 m/s ที่แรงดัน 380 V 1.60 A ทำให้ทราบว่าขนาดของตัวนำ 0.50 มม. มีความเร็วมากกว่าตัวนำขนาด 0.35 มม. อยู่ที่ 0.068 m/s ที่แรงดันไฟฟ้า 380 V เนื่องจากตัวนำมีขนาดหนากว่า ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กมากขึ้น ส่งผลให้ความเร็วของตัวรถที่มีขนาดหนา 0.50 มม. มีการเคลื่อนที่เร็วขึ้น

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาหลักการทำงานของรถไฟฟ้าโดยใช้หลักการของมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบเชิงเส้น โดยการสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำทำให้เกิดการเคลื่อนที่ โดยใช้อลูมิเนียมเป็นตัวนำในการทดลองการเคลื่อนที่ โดยตัวนำมีความหนาบางต่างกัน และความยาวของตัวนำต่างกัน การทดลองพบว่า ตัวนำขนาดบาง 0.35 มิลลิเมตร ความยาวของตัวนำ 11.5 เซนติเมตร มีความเร็วสูงที่สุดคือ 2.564 เมตรต่อวินาที ที่แรงดัน 380 โวลต์ 1.61 แอมแปร์ และ ตัวนำขนาด 0.50 มิลลิเมตร ความยาวของตัวนำ 11.5 เซนติเมตร มีความเร็วสูงที่สุดคือ 2.632 เมตรต่อวินาที ที่แรงดัน 380 โวลต์ 1.60 แอมแปร์ ทำให้ทราบว่าขนาดของตัวนำ 0.50 มิลลิเมตร มีความเร็วมากกว่าตัวนำหนา 0.35 มิลลิเมตร อยู่ 0.068 เมตรต่อวินาที ที่แรงดันไฟฟ้า 380 โวลต์ เนื่องจากตัวนำมีขนาดหนากว่า ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กมากขึ้น ส่งผลให้ความเร็วของตัวรถที่มีขนาดหนา 0.50 มิลลิเมตร มีการเคลื่อนที่เร็วขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยฯ ใคร่ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ได้อนุมัติทุนอุดหนุนการวิจัยจาก “โครงการยกระดับปริญญานิพนธ์เป็นงานวิจัยตีพิมพ์ งานสร้างสรรค์ และงานบริการวิชาการสู่ชุมชน”

เอกสารอ้างอิง

เกียรติศักดิ์ พิมพ์ภา และ ปริญญา รอดแกว. (2546). **“แบบจำลองรถไฟฟ้า ระยะที่ 3”.** ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิตภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแกน.

นคร จันทรศร. (2554). **ความรู้ทั่วไปด้านวิศวกรรมรถไฟ โดย โครงการพัฒนาระบบขนส่งทางรางและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่องของประเทศไทย.** สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,

ทรงกรด ศรีปรางค์ และ วันชัย ทรัพย์สิงห์. (2553). **“การดำเนินการควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำเชิงเส้นโดยใช้ dsPIC30F2010” การประชุมวิชาการ “แม่ฟ้าหลวงวิชาการ”.** ประจำปี พ.ศ. 2553:12 ปี ตามรอยสมเด็จย่า วันที่ 19-20 พฤศจิกายน.

ธวัชชัย นัยสถิต และ วิริยะ พิเชฐจำเริญ. (2545). **“การออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้า 50-kHz โดยใช้วิธีผลคูณพื้นที่”**. วิศวกรรมลาดกระบัง.

พงษ์ศักดิ์ มากมิ่ง พรชัย เงาฉาย สุวิทย์ ป้องคำสิงห์. (2541). **“มอเตอร์เหนี่ยวนำเชิงเส้นแบบแกนกระบอก”.** ปริญญานิพนธ์ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, หน้า 12-26.

สุนทร เผือกพงษ์ และ อดุลย์ ดีพลกรัง. (2546). **“มอเตอร์เหนี่ยวนำเชิงเส้นที่มีจานโลหะหมุนเป็นขดทุติยภูมิ”.** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต วิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือนครราชสีมา

การออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 380/220V 480 VA โดยใช้วิธีผลคูณพื้นที่
The design of a 380/220V 480 VA three phase transformer using area product approach

ณัฐพล สิทธิศรีจันทร์ บุญญฤทธิ์ วังงอน เอกรัฐ ชะอุ่มเอียด อนุพล สุวรรณทา* และ ณภัทร ปิ่นทอง
วรวุฒิ เขียวฉวี และ ปองภิรมย์ ปานเกิด
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: nataphon_ee@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส 380/220 V ขนาด 480 VA โดยวิธีผลคูณพื้นที่ของพื้นที่หน้าตัดแกนเหล็กหม้อแปลงไฟฟ้า และพื้นที่หน้าตัดของช่องหน้าต่างที่ใช้บรรจุขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิ นำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส โดยได้ขนาดแกนเหล็กแบบ EI เบอร์ 132 และขดลวดด้านปฐมภูมิเบอร์ 21 AWG จำนวน 605 รอบ ด้านทุติยภูมิเบอร์ 19 AWG จำนวน 350 รอบ จากผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าโดยต่อเข้ากับโหลดมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส ขนาด 270 W 220V ภาระไฟฟ้า 0.98 p.f.lagging พบว่าผลจากการต่อโหลด มีค่า โวลต์เตจเรกกูเลชั่น (Voltage regulation) 6.5 % และมีค่าประสิทธิภาพ 88.84%

คำสำคัญ : หม้อแปลงไฟฟ้า ผลคูณพื้นที่ โวลต์เตจเรกกูเลชั่น ประสิทธิภาพ

Abstract

This study aims to present the distribution of 3 phase transformer 380/220 V size 480 VA using the area product approach or Faraday between steel axle surface and windows surface using Primary Winding and Secondary Winding. The researchers apply this calculation in the process of transformer design and use core steel EI type no.132 and Primary Winding no.21 AWG 605 turns. And Secondary Winding no. 19 AWG 350 turns. The researchers observe the test of the transformer using 3 phase induction motor size 270 W 220 V load factor 0.98 p.f.lagging. From this experiment, researchers found out that the voltage regulation is 6.5 % and the efficiency is 88.84%

keywords : transformer, using area product approach, voltage regulation, efficiency

บทนำ

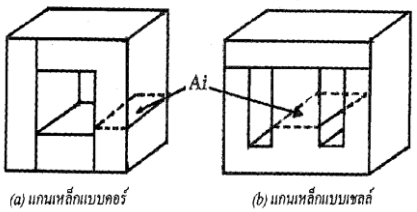
หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformers) ถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการส่งจ่ายระบบไฟฟ้าซึ้งทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าให้เพิ่มหรือลดลงตามระดับแรงดันไฟฟ้า เพื่อความเหมาะสมต่อระบบส่งจ่ายในปัจจุบันหม้อแปลงไฟฟ้าได้ถูกนำมาใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั้งในด้าน การส่งจ่ายไฟฟ้า ด้านอุตสาหกรรม และด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จากที่กล่าวมาไม่ว่าจะเป็นการส่งจ่ายหรือด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆที่ขาดไม่ได้ก็คือหม้อแปลงไฟฟ้าที่ต้องแปลงแรงดันไฟฟ้า ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงเห็นความสำคัญของหม้อแปลงไฟฟ้า จึงมีแนวคิดที่จะศึกษา ทฤษฎีพื้นฐานของหม้อแปลงไฟฟ้า,โครงสร้างของหม้อแปลงไฟฟ้า, สมการการออกแบบสร้างหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อให้เข้าใจในหลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้า และสามารถออกแบบสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการที่จะศึกษาการออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสเพื่อเป็นแหล่งจ่ายให้กับมอเตอร์ 3 เฟส 220 V โดยที่ไฟฟ้าปัจจุบันไม่สามารถต่อได้เนื่องจากไฟฟ้าในปัจจุบันจะเป็นระบบ 3 เฟส 380 V ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในการออกแบบสร้างหม้อแปลง 3 เฟส 220 V เพื่อเป็นแหล่งจ่ายแห่งใหม่ให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส ขนาด 270 W 220V โดยที่ไม่ต้องไปเปลี่ยนแปลงระบบของการไฟฟ้า และจะได้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส 380/220 V ขนาด 480 VA โดยวิธีผลคูณพื้นที่ของพื้นที่หน้าตัดแกนเหล็กหม้อแปลงไฟฟ้าและพื้นที่หน้าตัดของช่องว่างหน้าต่างที่ใช้บรรจุขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิ ในการออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

การออกแบบและคำนวณหาขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสขนาด 480 VA โดยมีด้านปฐมภูมิ(Primary Winding) 380 V และด้านทุติยภูมิ (Secondary Winding) 220 V แกนเหล็กแบบ (Core Type) เพื่อค่ากำลังไฟฟ้า 1.25 นำมาคูณ 480 VA จะได้ 600 VA

1.หาพื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็กได้จากสูตร [7]



ภาพที่ 1 พื้นที่หน้าตัดแบบคอร์และเชลล์

$$Ai = 1.156\sqrt{VA} \quad \text{.....(1)}$$

$$= 1.156\sqrt{600}$$

∴ พื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็กมีค่าเท่ากับ = 28.316 ตร.ซม

เมื่อ Ai คือ พื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็ก

VA คือ พิกัดกำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้า (วัตต์)

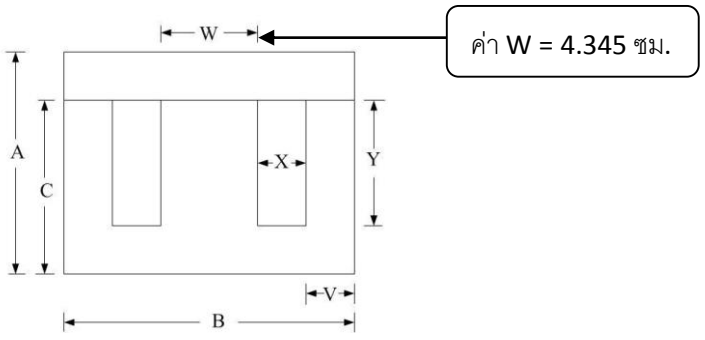
2. หาขนาดของแกนเหล็กโดยการหาขนาดความกว้างของแกนเหล็กตัวอี [7]

$$W = 0.878\sqrt[4]{VA} \quad \text{.....(2)}$$

$$= 0.878\sqrt[4]{600}$$

∴ ขนาดความกว้างของแกนเหล็ก = 4.345 ซม

เมื่อ W คือ ความกว้างของขากลางแกนเหล็กตัวอี



ภาพที่ 2 ขนาดของแกนเหล็กตัว E

หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 600 VA เมื่อนำไปแทนในสมการที่ (2) จะได้ค่าความกว้างของขาแกนเหล็กตัวอี W = 4.345 ซม. ซึ่งใช้ในตารางที่ 1 จะมีค่าใกล้เคียงคือ W = 44 ซม. (ตารางที่ 1 มีหน่วยเป็น มม.) ดังนั้นจึงควรเลือกใช้แกนเหล็กที่มีขนาด 132 ซม.

ตารางที่ 1 ตารางมาตรฐานแกนเหล็ก

PAT. No.	ความหนา	A	B	C	D	E	F	U	v	W	X	Y
EI-126	0.56	84	126			21		19.00	21	42	21	63
EI-132	0.57	88	132			22		19.02	22	44	22	66
EI-133	0.58	88.8	133.2			22.2		19.30	22.2	44.4	22.2	66.6

หมายเหตุ หน่วยเป็นมิลลิเมตร (มม.)

3. หาจำนวนรอบของขดลวดตัวนำ [7]

3.1 ด้านปฐมภูมิจากสูตร

$$N_H = \frac{E_H}{4.44 f B_M A_i} \quad \text{.....(3)}$$

$$= \frac{380}{4.44 \times 50 \times 1 \times 28.316 \times 10^{-4}}$$

$$= 604.503$$

$\therefore$ รอบที่ได้ = 605 รอบ

E_H คือ แรงดันไฟฟ้าด้านสูง (โวลต์) f คือ ความถี่ไฟฟ้า (เฮิร์ต)

E_L คือ แรงดันไฟฟ้าด้านต่ำ.(โวลต์) N_H คือ จำนวนรอบด้านสูง (รอบ)

N_L คือ จำนวนรอบด้านแรงต่ำ (รอบ)

Ai คือ พื้นที่หน้าตัดแกนเหล็กที่หาได้จากสมการ (1) 10^{-4} มาจาก ตร.ซม แปลงเป็น ตร.ม

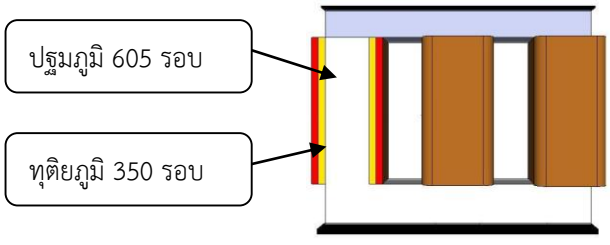
B_M คือ ความเข้มของสนามแม่เหล็กในวงจรแม่เหล็กที่ยังไม่อิ่มตัว (ใช้ 64,500 เส้น/นิ้ว^2 หรือ10,000 เส้น/ซม.^{2} หรือ 1 เวเบอร์/ม^2)

3.2 ด้านทุติยภูมิจากสูตร

$$N_L = \frac{E_L}{E_H} N_H \quad \text{.....(4)}$$

$$= \frac{220}{380} \times 605$$

$\therefore$ รอบที่ได้ = 350 รอบ



ภาพที่ 3 จำนวนรอบด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิ

4. หาขนาดของลวดตัวนำ [7]

4.1 ด้านปฐมภูมิจากสูตร

$$I_H = \frac{VA}{E_H} \quad \text{.....(5)}$$

$$= \frac{600}{380}$$

$$= 1.579\text{A}$$

เมื่อเลือกใช้ค่า 450 เซอร์คูลาร์มิล/แอมป์ จะได้พื้นที่หน้าตัดลวด

$= 1.579 \times 450 = 710.55$ ซอร์คูลาร์มิล

ซึ่งเป็นลวดเบอร์ 21 AWG ตามมาตรฐาน

เมื่อ I_H คือ กระแสด้านปฐมภูมิ

4.2 ด้านทุติยภูมิจากสูตร

$$I_L = \frac{VA}{E_L} \quad \text{.....(6)}$$

$$= \frac{600}{220}$$

$$= 2.727\text{A}$$

เมื่อเลือกใช้ค่า 450 เซอร์คูลาร์มิล/แอมป์ จะได้พื้นที่หน้าตัดลวด

$= 2.727 \times 450 = 1{,}227.15$ ซอร์คูลาร์มิล

ซึ่งเป็นลวดเบอร์ 19 AWG ตามมาตรฐาน

เมื่อ I_L คือ กระแสด้านทุติยภูมิ

เซอคูลาร์มิล ได้มาจากขนาดของลวดตัวนำที่ใช้พันเป็นขดลวดของหม้อแปลงไฟฟ้านั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดซึ่งจะต้องไม่ให้ขดลวดร้อนจนเกินไปเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปเต็มพิกัดพิจารณาดูลักษณะการใช้งานที่เหาะสมด้วยซึ่งลักษณะดังกล่าวอาจแบ่งออกได้ดังนี้

1) หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้งานชั่วคราวคือการที่หม้อแปลงไฟฟ้าทำงานเป็นครั้งคราวไม่ต่อเนื่องก็ควรเลือก 450 เซอคูลาร์มิล/แอมแปร์

2) หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ต่อเนื่องเป็นเวลานานในลักษณะการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบนี้จะทำงานต่อเนื่องเป็นเวลานานหลายชั่วโมงและมีอากาศถ่ายเทพอสมควรก็ควรใช้ตัวเลขประมาณ 600 เซอคูลาร์มิล/แอมแปร์

3) หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้งานต่อเนื่องหรือตลอดเวลาโดยที่การถ่ายเทอากาศไม่ดีพอก็ควรเลือกค่าประมาณ 700 เซอคูลาร์มิล/แอมแปร์

(เพราะฉะนั้นหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสที่ได้ออกแบบผู้วิจัยจึงใช้ 450 เซอคูลาร์มิล/แอมแปร์) ทำงานเป็นครั้งคราวไม่ต่อเนื่อง

ตารางที่ 2 ตารางมาตรฐานขดลวด

เบอร์ลวด AWG	จำนวนรอบ / พท. 1 ซม.^{2}	พื้นที่หน้าตัด (CM.)	เบอร์ลวด AWG	จำนวนรอบ / พท. 1 ซม.^{2}	พื้นที่หน้าตัด (CM.)
18	84.94000	1624.00	33	2511.0050	50.130
19	105.5550	1288.00	34	3029.2360	39.750
20	132.0600	1021.00	35	3875.0070	35.300
21	165.0710	810.000	36	4913.5000	25.000
22	207.7000	642.600	37	6138.0120	19.830

ทุติย

ปฐมภูมิ

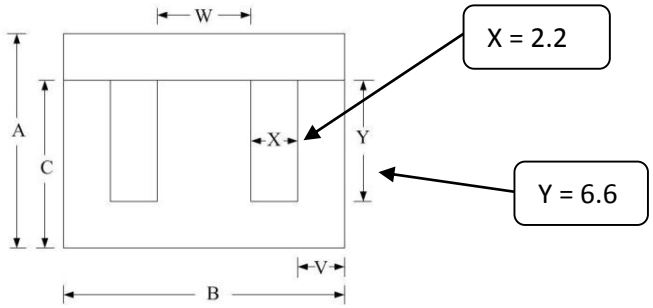
5. หาพื้นที่ช่องว่างที่ต้องพันขดลวด [7]

$$Aair = 0.9\,XY \quad \text{.....(7)}$$

$$= 0.9 \times 2.2 \times 6.6$$

$$= 13.068 \quad \text{ตร.ซม}$$

Aair คือ ช่องว่างที่ต้องพัดขดลวด



ภาพที่ 4 ขนาดของช่องหน้าต่างที่ต้องพัดขดลวด

X และ Y ดูมาจากตารางมาตรฐานแกนเหล็กตารางที่ 1 (มม.แปลงเป็น ซม.)

6.หาพื้นที่หน้าตัดของขดลวด [7]

6.1 ด้านปฐมภูมิจากสูตร

$$A_{WH} = N_H / C_H \quad \text{.....(8)}$$

$$= 605 \;/\; 165.071$$

$$= 3.665 \quad \text{ตร.ซม}$$

A_{WH} คือ พื้นที่หน้าตัดของขดลวดด้านปฐมภูมิ

C_H คือ จำนวนรอบต่อพื้นที่ 1 ตร.ซม ด้านปฐมภูมิ (จากตารางที่ 2)

6.2 ด้านทุติยภูมิจากสูตร

$$A_{WL} = N_L / C_L \quad \text{.....(9)}$$

$$= 350 \;/\; 105.55$$

$$= 3.315 \quad \text{ตร.ซม}$$

A_{WL} คือ พื้นที่หน้าตัดของขดลวดด้านทุติยภูมิ

C_L คือ จำนวนรอบต่อพื้นที่ 1 ตร.ซมด้านทุติยภูมิ (จากตารางที่ 2)

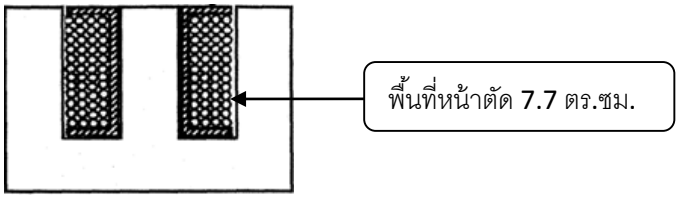
$A_{WH} + A_{WL}$ = $3.665 + 3.315$

หาพื้นที่หน้าตัด = 7.0 ตร.ซม

เผื่อความหนา 10%

= 7.0×1.10

= 7.7 ตร.ซม



ภาพที่ 5 พื้นที่หน้าตัดของขดลวด

ดำเนินการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส

จากที่คำนวณหาหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสได้ขนาดตามที่กำหนดแล้วจึงดำเนินการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสมี 6 ขั้นตอน มีดังต่อไปนี้



(1) นำบ๊อบบินมาติดกระดาษฉนวน



(2) การพันลวดทองแดงเข้ากับบ๊อบบิ้น



(3) นำกระดาษฉนวนพันทับขดลวด

ภาพที่ 6 ขั้นตอนการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส



(4) การประกอบแผ่นเหล็ก E I



(5) ประกอบหม้อแปลงโดยใช้น็อตยึด



(6) ทดสอบแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้า

ภาพที่ 7 ขั้นตอนการสร้างและทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส

วิธีการทดลองและเก็บข้อมูล

ในการทดลองและเก็บผลครั้งนี้ผู้วิจัยได้มีวิธีดำเนินดังต่อไปนี้

จากการออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสโดยการนำหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสไปต่อกับโหลดเข้ากับโหลดมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส ขนาด 270 W 220V มีค่าภาระไฟฟ้า 0.98 p.f.lagging

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่าและเก็บข้อมูล

1.แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าชนิดปรับค่าได้ (Variac)

2.เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า

3.ชุดหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส

4.สายต่อทดลอง

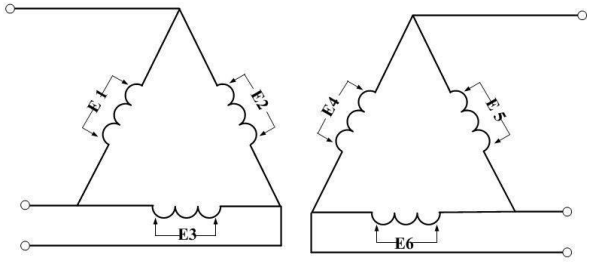
5.ออสซิลโลสโคป

ในการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส 50 Hz จะใช้ Variac จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับทางด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้า ส่วนทางด้านทุติภูมิจะถูกต่อกับกับโหลดเข้ากับโหลดมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟสและทำการบันทึกค่า แรงดัน กระแส และ วัตต์ ของหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสเพื่อหาโวลต์เตจเรกกูเรชั่นและประสิทธิภาพ

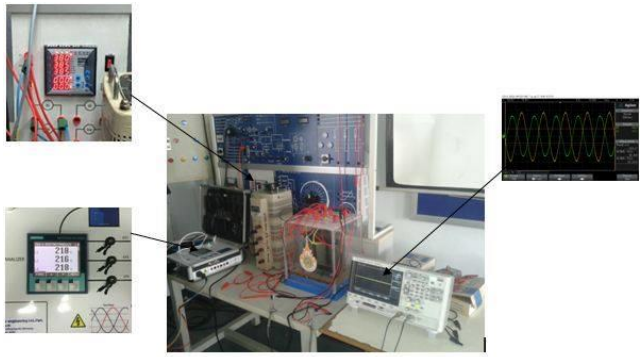
ผลการวิจัย

จากการที่ได้ออกแบบสร้างหม้อแปลงไฟฟ้า 3 ได้ทำการวิเคราะห์หลักการทำงานทั่วไปทดสอบแรงดัน ทดสอบเปรียบเทียบมุมเฟส และทดสอบการต่อโหลดมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส ของหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสเพื่อหาค่าสูญเสียของหม้อแปลงไฟฟ้า,มุมเฟส,โวลต์เตจเรก-กูเลชั่น และประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสมีขั้นดังต่อไปนี้

1. ผลการทดสอบอัตราส่วนแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิ เดลต้า – เดลต้า



ภาพที่ 8 การต่อหม้อแปลงแบบ เดลต้า – เดลต้า



ภาพที่ 9 รูปการทดลองต่อโหลดมอเตอร์

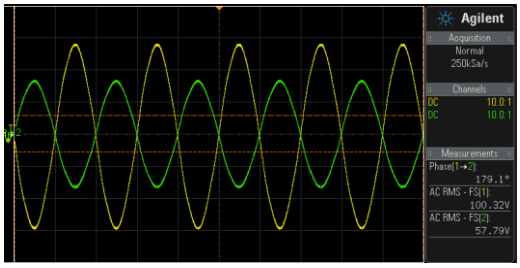
ป้อนแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิมีค่าการทดลองดังนี้

E_1 = 380 Vac E_2 = 380 Vac E_3 = 380 Vac

ป้อนแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิมีค่ากสนทดลองดังนี้

E_4 = 220 Vac E_5 = 220 Vac E_6 = 220 Vac

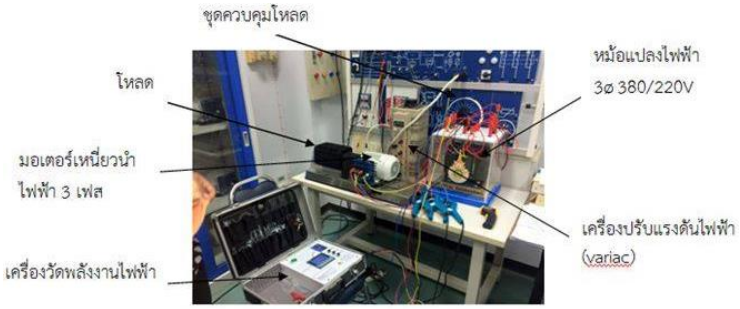
ต่อออสซิโลสโคปแล้วจับสัญญาณแรงดัน E_2 กับ E_4



ภาพที่ 10 รูปคลื่นไซน์

จากการทดสอบพบว่าความแตกต่างมุมเฟสด้านทุติยภูมิ E2 ตามหลังด้านปฐมภูมิ E4 อยู่ 179.1 องศา

2.ทดสอบประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส



ภาพที่ 11 การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส

การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส โดยต่อเข้ากับโหลดมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส ขนาด 270 W 220 V มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.98 lagging ต่อแบบเดลต้า - เดลต้า มีผลการทดลองดังตารางที่ 1

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟส

ปฐมภูมิ (เดลต้า)				ทุติยภูมิ (เดลต้า)				สภาวะ
แรงดัน(V) 3ø	กระแส (I) 3ø	กำลัง (W) 3ø	p.f. laggig	แรงดัน (V) 3ø	กระแส (I) 3ø	กำลัง (W) 3ø	p.f. lagging	
380	0.47	79.8	0.73	215	0.51	173	0.97	มอเตอร์ไม่มีโหลด
389	0.49	81.1	81.1	220	0.51	198	0.97	มอเตอร์ไม่มีโหลด
380	0.58	233	0.84	208	0.57	208	0.98	มอเตอร์มีโหลด
405	0.59	277	0.83	220	0.66	246	0.98	มอเตอร์มีโหลด

เมื่อเปลี่ยนค่าแรงดันด้านทุติยภูมิให้คงที่ 220 V ขณะตอนโหลดเต็มพิกัด แรงดันด้านปฐมภูมิจะเปลี่ยนแปลงซึ่งกำหนดให้ค่าการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า โวลต์เตจเรกกูเรชั่น หามาจากแรงดันด้านปฐมภูมิ คือ 405V ลบด้วยพิกัดของแรงดันด้านปฐมภูมิคือ 380V และหารด้วย 380V ดังสมการ

$$Voltage\ regulation = \frac{V_1 - V'_2}{V'_2} \times 100 = \frac{405-380}{380} \times 100 = 6.5\%$$

ประสิทธิภาพ (η) ของหม้อแปลงไฟฟ้าได้มาจากกำลังด้านทุติยภูมิหารกำลังด้านปฐมภูมิ ในกรณีนี้ผู้วิจัยศึกษาการต่อแบบ เดลต้า-เดลต้า ขณะโหลดเต็มพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า

$$\eta = \frac{Pout}{Pin} \times 100 = \frac{246}{277} \times 100 = 88.8\%$$

อภิปรายผลการวิจัย

จากการทดลองเมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับทางด้านปฐมภูมิเป็น 380 V มีกระแส 0.47 A และกำลังฟ้า 79.8 W ภาระไฟฟ้า 0.73 p.f.laggin และทางด้านทุติยภูมิจะมีค่าแรงดันอยู่ที่ 215 มีกระแส 0.51 A และกำลังฟ้า 173 W ภาระไฟฟ้า 0.97 p.f.lagging สภาวะมอเตอร์ไม่มีโหลด ต่อมาป้อนแรงดันทางด้านทุติยภูมิเป็น 220 V มีกระแส 0.51 A และกำลังฟ้า 198 W ภาระไฟฟ้า 0.97 p.f.lagging และทางด้านปฐมภูมิจะมีค่าแรงดันเป็น 389 V มีกระแส 0.49 A และกำลังฟ้า 81.1 W ภาระไฟฟ้า 81.1 p.f.lagging สภาวะมอเตอร์ไม่มีโหลด และเปลี่ยนมาป้อนแรงดันด้านปฐมภูมิเป็น 380 V มีกระแส 0.58 A และกำลังฟ้า 233 W ภาระไฟฟ้า 0.84 p.f.lagging และทางด้านทุติยภูมิจะมีค่าแรงดัน 208 V จะมีกระแส 0.57 A และกำลังฟ้า 208 W ภาระไฟฟ้า 0.98 p.f.lagging สภาวะมอเตอร์มีโหลด และต่อมาจ่ายโหลดเต็มพิกัดทางด้านทุติยภูมิจะมีค่าแรงดัน 220 V จะมีกระแส 0.66 A และกำลังฟ้า 246 W ภาระไฟฟ้า 0.98 p.f.lagging และทางด้านอินพุตจะได้แรงดันที่ 405 V จะมีกระแส 0.59 A และกำลังฟ้า 277 W ภาระไฟฟ้า 0.83 p.f.lagging สภาวะมอเตอร์มีโหลด

ในการวิจัย การวิเคราะห์และออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้ ในปัจจุบันระบบไฟฟ้าของประเทศไทยจะเป็นระบบไฟฟ้า 3 เฟสขนาด 380 V แต่ถ้าเรามีอุปกรณ์ไฟฟ้า 3 เฟสขนาด 220 V เราไม่สามารถต่อเข้ากับระบบของการไฟฟ้าได้ เนื่องจากระบบของการไฟฟ้าเป็นระบบ 3 เฟสขนาด 380 V ทางผู้วิจัยจึงศึกษาค้นคว้าแหล่งจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า 3 เฟสขนาด 220 V โดยที่ไม่ต้องไปแก้ไขระบบของการไฟฟ้า ผู้วิจัยจึงออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสขนาด 220 V เพื่อให้นำไปใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้า 3 เฟสขนาด 220 V ได้

สรุปผลการวิจัย

ผลการทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสต่อเข้ากับโหลดมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำ 3 เฟส ขนาด 270 W 220 V มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.98 lagging ต่อแบบเดลต้า - เดลต้า พบว่าผลจากการต่อโหลด มีค่าโวลต์เตจเรกกูเลชั่น 6.5 % และมีค่าประสิทธิภาพ 88.8% และทำการทดสอบอุณหภูมิความร้อนพบว่าก่อนต่อโหลดมีอุณหภูมิอยู่ที่ 31.52 องศาเวลาผ่านไป 1 ชั้วโมงอุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 42.01 องศา จากการทดลองจึงสามารถสรุปได้ว่าหม้อแปลงไฟฟ้า 3 เฟสจากการออกแบบสามารถนำไปจ่ายโหลดให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟสขนาด 220 V ได้ โดยที่ไม่ต้องไปเปลี่ยนแปลงระบบของการไฟฟ้าเพียงสร้างหม้อแปลง 3 เฟสแห่งใหม่เป็นเป็นแหล่งจ่ายให้กับมอเตอร์

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ได้อนุมัติทุนอุดหนุนการวิจัยจาก “โครงการยกระดับปริญญานิพนธ์เป็นงานวิจัยตีพิมพ์ งานสร้างสรรค์ และงานบริการวิชาการสู่ชุมชน”

เอกสารอ้างอิง

รัชนัย อินทุใส และคณะ. (2546). **หม้อแปลงไฟฟ้า.** สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ 211/21-22 ซอยดำเนินกลางเหนือ (มุมอนุสาวรีย์ประชาธิปไตย) ถนนราชดำเนินกลางแขวงบวรนิเวศ เขตพระนคร. กรุงเทพฯ.

ไชยชาญ หินเกิด. (2549). **หม้อแปลงไฟฟ้า.** สำนักพิมพ์กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย – ญี่ปุ่น.

พีรศักดิ์ วรสุนทโรสถ. (2523). เครื่องกลไฟฟ้า 1 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตพระนครเหนือ

วัชชัย นัยสถิต และ วิริยะ พิเชฐจำเริญ. (2545). **“การออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้า 50-kHz โดยใช้วิธีผลคูณพื้นที่”วิศวกรรมลาดกระบัง.** กรุงเทพฯ.

ดุสิต สูรย์ราช. (2546). **หม้อแปลงไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

ณรงค์ ชอนตะวัน. (2527). **หม้อแปลงไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ: เอราวัณการพิมพ์.

ธวัสชัย อัตถวิบูลย์กุล. (2536). **ทฤษฎีหม้อแปลงไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ : เจริญธรรม.

สว่าง จันทร์ขาว. (2547). **หม้อแปลงไฟฟ้า.** กรุงเทพ ฯ : เอมพันธ์.

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากังหันลมความเร็วต่ำ
Fabrication of a low speed wind turbine generator

เอกรัฐ ชะอุ่มเอียด* ณัฐพล สิทธิศรีจันทร์ ธีรพงษ์ ท่าสะอาด และ สัมฤทธิ์ แสนบุญยัง
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก
*corresponding author e-mail: akira@rmutl.ac.th

บทคัดย่อ

เพื่อศึกษาความการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลมความเร็วรอบต่ำ จังหวัดพิษณุโลกมีความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับ class 1 ความเร็วลม 0.1-4.4 เมตรต่อวินาที โดยอาศัยหลักการทางกลศาสตร์และไฟฟ้า เข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกัน โดยนำพลังงานลมมาหมุนกังหันลมและหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลมชุดนี้ ประกอบไปด้วย กังหัน เครื่องกำเนิด เร็กติไฟเออร์ และแบตเตอรี่ ซึ่งกังหันลมจะหมุนที่ความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที และทำการเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ได้ไว้ในแบตเตอรี่ขนาด 12 VDC ผลการทดลองเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากังหันลมสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าและทำการชาร์จแบตเตอรี่ตั้งแต่ละช่วงความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที วัดความเร็วรอบที่ใบพัดสามารถทำได้ 118 รอบต่อนาที แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 13.8 VDC โดนผ่านกระแสไฟฟ้าที่วัดได้ 10 mA กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ 138 mW ซึ่งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมสามารถทำงานเต็มสมรรถภาพที่ความเร็วลม 5 เมตรต่อวินาที ความเร็วใบพัดที่วัดได้ 296 รอบต่อนาที ได้แรงดันไฟฟ้า 34 VDC กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ 33 mA กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ 1,122 mW

คำสำคัญ : กังหันลม เครื่องกำเนิดไฟฟ้า พลังงาน

Abstract

The design of the wind turbine for low speed wind velocity for study a working method of wind energy by applied to gather of fluid mechanics and electrical theory. Wind energy at every area can be used for produce electric current by wind turbine for drive D.C. generator 12 volt. This components of wind energy generator are wind turbine, shaft, generator, cutout and battery. Wind turbine to begin to spin at wind velocity about 2 m/s and charge D.C. 12 volt into battery.

keywords : wind turbine, generator, energy

บทนำ

ปัจจุบันความต้องการในการใช้พลังงานสูงขึ้น [1] ทั้งพลังงานเชื้อเพลิงและพลังงานไฟฟ้าที่มีการใช้อยู่ตลอดเวลา จนทำให้ขาดแหล่งวัตถุดิบ เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ในการผลิตกระแสไฟฟ้า และพลังงานดังกล่าวยังส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม พลังงานสะอาดจัดเป็นพลังงานทางเลือกอีกประเภทหนึ่งที่สามารถนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าได้ พลังงานลมเป็นพลังงานที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ลมเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งเกิดจากความแตกต่างของอุณหภูมิ ความกดดันของบรรยากาศและแรงจากการหมุนของโลก สิ่งเหล่านี้เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความเร็วลมและกำลังลม เนื่องจากเป็นพลังงานจากธรรมชาติ และเป็นการส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาระบบการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมในอนาคตได้ การเปลี่ยนพลังงานลมให้อยู่ในรูปของพลังงานไฟฟ้าจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและกังหันลมเพื่อช่วยรับพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมให้เป็นพลังงานกลเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าได้ การพัฒนากังหันลมเพื่อใช้ประโยชน์มีมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน โดยการออกแบบกังหันลมจะต้องอาศัยความรู้ เพื่อให้ได้กำลังงาน และพลังงานที่มี ประสิทธิภาพสูงสุด กังหันลมติดตั้งได้ผลดีมากในพื้นที่โล่ง ริมทะเล เชิงเขา ดาดฟ้าอาคารสูงในเมือง สำหรับบ้านพักอาศัย รีสอร์ท ช่วยงานเกษตรกรรม หรือเป็นไฟฟ้าสำรองยามฉุกเฉิน ผลิตไฟฟ้าพอสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าระบบแสงสว่าง แต่ไม่เหมาะกับ เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำอุ่น เพราะใช้กำลังไฟฟ้าสูงต้องอาศัยการพัฒนาต่อไปในอนาคต ชิ้นส่วนต่างๆของกังหันลมล้วนสามารถหาซื้อได้ง่าย กังหันลมได้ถูกพัฒนาขึ้นหลายชนิด แต่กังหันลมแนวนอนได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและมีการใช้งานมากในปัจจุบัน

การศึกษาออกแบบการผลิตกังหันลมในประเทศไทยโดยพาะในจังหวัดพิษณุโลกมีความเร็วลมค่อนข้างต่ำ ที่ระดับ Class 1 : ความเร็วลม 0.0 - 4.4 เมตรต่อวินาที [2] ด้วยเหตุผลนี้จึงได้เลือกที่จะพัฒนากังหันลมความเร็วรอบต่ำที่ 2 เมตรต่อวินาที เพื่อสร้างกังหันลมผลิตกระแสไฟฟ้าที่ใช้ความเร็วลมต่ำ เป็นแนวทางในการปรับปรุง พัฒนากังหันลมให้มีกำลังการผลิตสูงขึ้น สามารถนำไปใช้เป็นพลังงานทดแทนได้ในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง [3-5] และทำการออกแบบชุดกังหันลมผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลม ศึกษาวงจรส่วนประกอบของระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมแต่ละส่วน และทำการคำนวณความเร็วรอบของใบพัดกังหันลม โดยมีปัจจัยจะหมุนด้วยความเร็วรอบเท่าไรขึ้นอยู่กับปัจจัยสามอย่างคือ ความเร็วลม จำนวนใบ และความโตของใบพัด เราสามารถคำนวณความเร็วรอบ

$$\text{ความเร็วรอบ (RPM)} = \text{ความเร็วลม (m/s)} \times \left[\frac{TSRx60}{\frac{22}{7} xD} \right]$$

กำลังของกังหัน = 0.15 x (เส้นผ่าศูนย์ กลาง)^2 x (ความเร็วลม)^3

ทำการสร้างชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับจากทฤษฎีแรงเคลื่อนไฟฟ้า โดยปัจจัยที่ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากแม่เหล็กถาวรโดยให้เป็นสมการดังนี้

แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (e) = B × l × v

(B) ความเข้มเส้นแรงสนามแม่เหล็ก เวเบอร์/ตารางเมตร (Weber/m^2)

(l) ความยาวของขดลวดตัวนำหรือจำนวนรอบ (l) เมตร (m)

(v) ความเร็วในการเคลื่อน (v) เมตร/วินาที (m/s)

หาค่าความหนาแน่นของสนามแม่เหล็ก (B)

$$B = \frac{E_{rms}}{4.44 \times N_s \times A \times f}$$

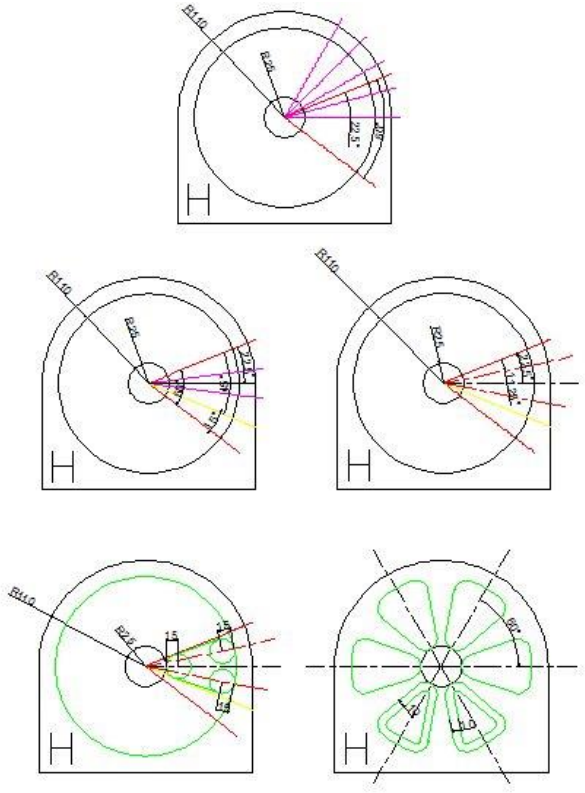
เร็กติไฟเออร์เต็มคลื่นแบบบริดจ์ **(Full Bidge)**

$$V_{DC} = 0.636\ V_{max}$$

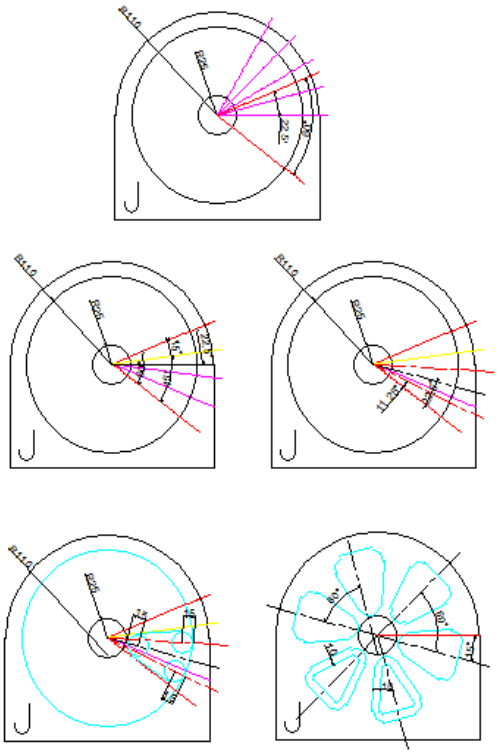
ตารางที่ 1 คุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

Rated voltage	12 VDC (nominal)
Cut in speed	2 m/s
Number of coils	27
Turns of wire per coil	600 turns (using 12 coil)
Connection	Series

การติดตั้งกังหันลมแนวนอนส่วนใหญ่ [6-8] มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ใบพัดทำมาจากวงล้อจักยานอลูมิเนียม มีขนาด 22 นิ้ว ทำหน้าที่รับแรงลมแล้วเปลี่ยนพลังงานจลน์จากลมเป็นพลังงานกลและส่งต่อไปยังเพลาหมุน ชุดขดลวดที่ใช้ในการพันเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เบอร์ 27 AWB มาตรฐาน US พัน 600 รอบ จำนวนขดลวด 12 ขด ชุดแม่เหล็กถาวรสำหรับเคลื่อนที่ตัดผ่านขดลวดมี 6 ชิ้น แม่เหล็กถาวรมีขนาด 25*50*10 มิลลิเมตร



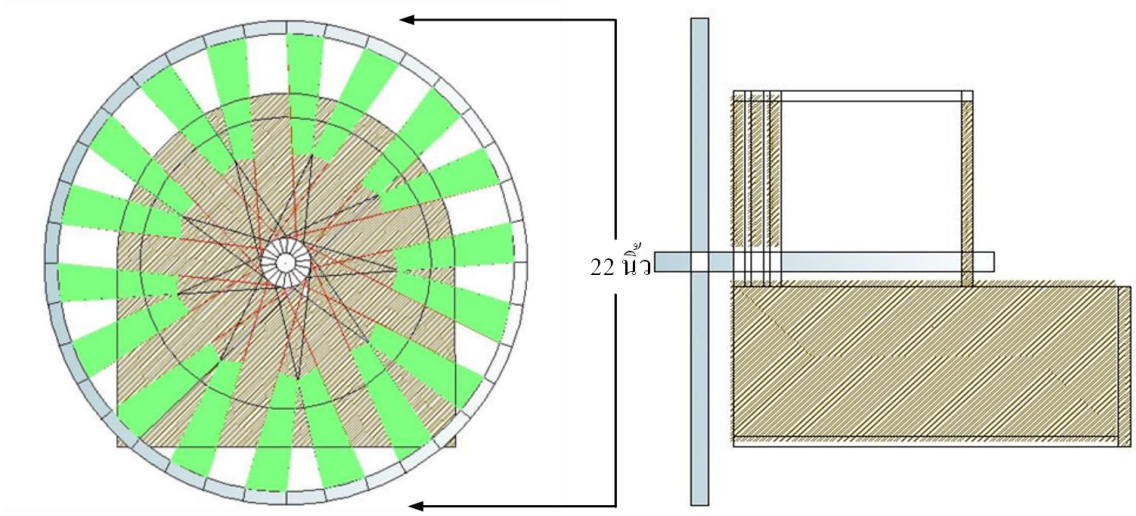
ภาพที่ 1 การออกแบบการวางขดลวดชุดที่ 1 60 องศา



ภาพที่ 2 การออกแบบการวางขดลวดชุดที่ 2 เยื้อง 15 องศาจากขดลวดชุดที่ 1



ภาพที่ 3 ภาพลักษณะการวางซ้อนชุดแม่เหล็กกับชุดขดลวด

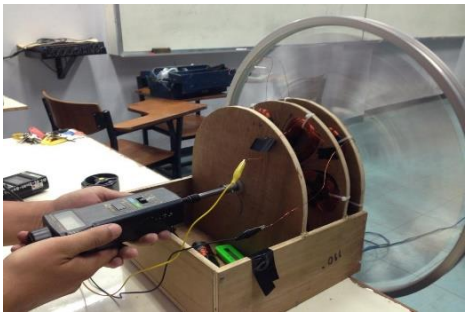


ภาพที่ 5 โครงสร้างของชิ้นงาน



ภาพที่ 6 จานขดลวดและจานแม่เหล็ก

เมื่อลมมาปะทะจนทำให้กังหันหมุนทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับที่มีอยู่ติดกับส่วนของเพลาหมุนผลิตกระแสไฟฟ้ากระแสสลับผ่านชุดแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง ส่งเข้าเครื่องควบคุม เพื่อเก็บกระแสไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ขนาด 12 VDC



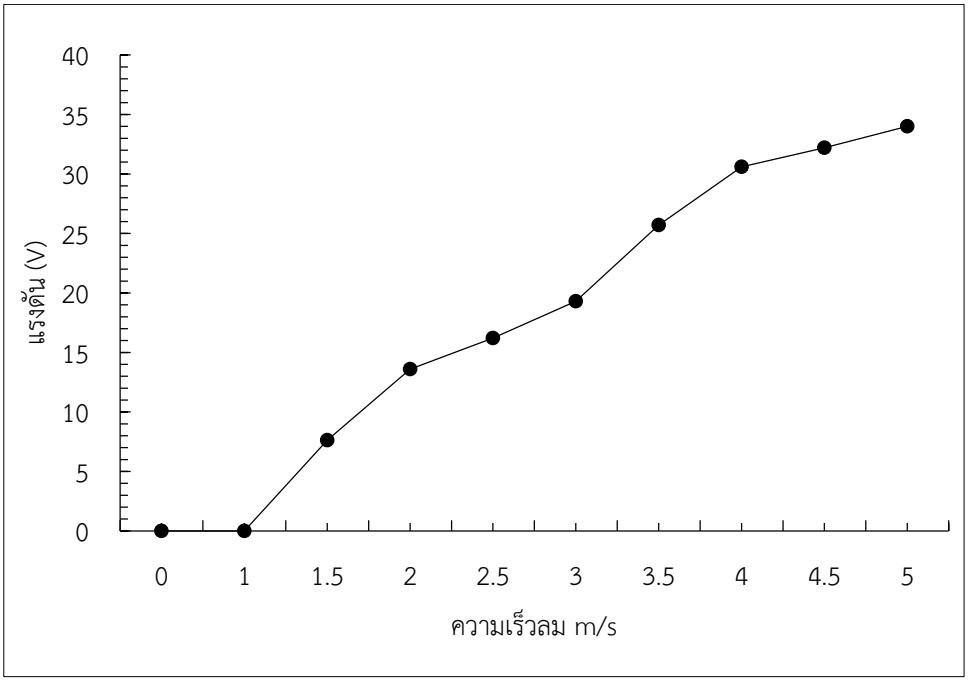
ภาพที่ 7 การทดสอบการเก็บความเร็วรอบ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

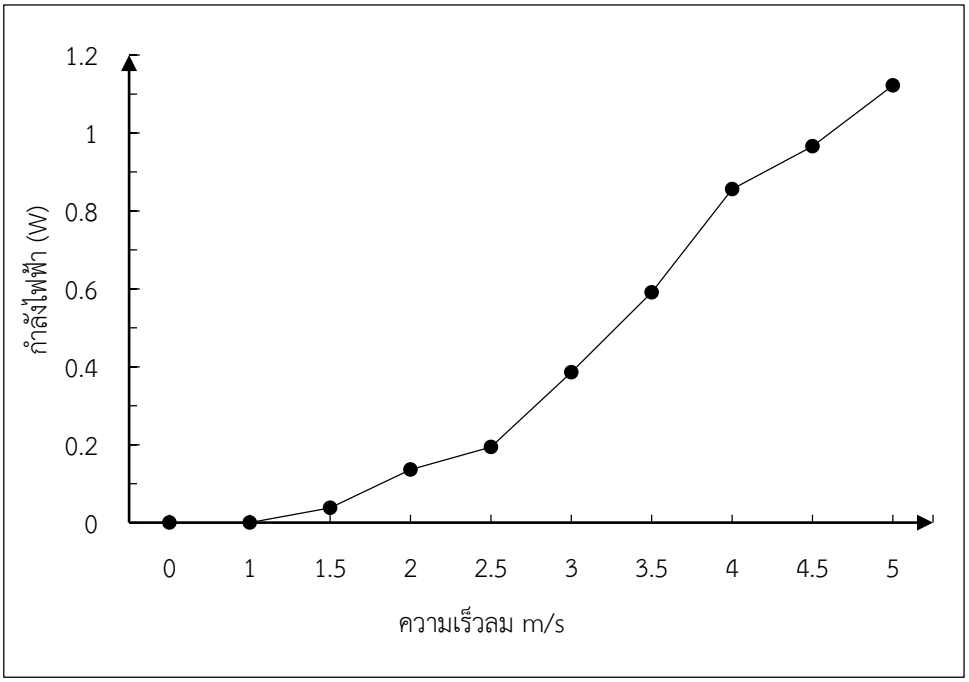
จากการศึกษาค้นคว้า [9-12] เรื่องเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและกังหันลมจึงทำให้เราสามารถออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าความเร็วรอบต่ำทีมีลักษณะดังนี้ เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทีใช้แม่เหล็กถาวรจำนวน 6 ขั้ว และใช้ขดลวดทองแดงจำนวน 2 ชุด ชุดละ 6 ขด โดยให้ขดลวดทำการต่อแบบอนุกรมกันและวางตัดกับแม่เหล็กถาวรในแนวแกนนอนโดยให้จานแม่เหล็กอยู่ตรงกลางและให้ขดลวดทั้งสองชุดประกบทั้งสองด้านส่วนของใบพัดนั้นเราได้ใช้วงล้อจักยานชนิดอลูมิเนียมที่มีขนาด 22 นิ้ว

ตารางที่ 2 การทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลม ความเร็วใบพัด และแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า

ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	ความเร็วใบพัด (รอบ/นาที)	แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ (V)	กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ (mA)	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (W)
1.5	80	7.6	5	0.38
2.0	118	13.8	10	0.14
2.5	135	16.2	12	0.20
3.0	165	19.3	20	0.39
3.5	217	25.7	23	0.61
4.0	256	30.6	28	0.86
4.5	280	32.2	30	1.00
5.0	296	34.0	33	1.12

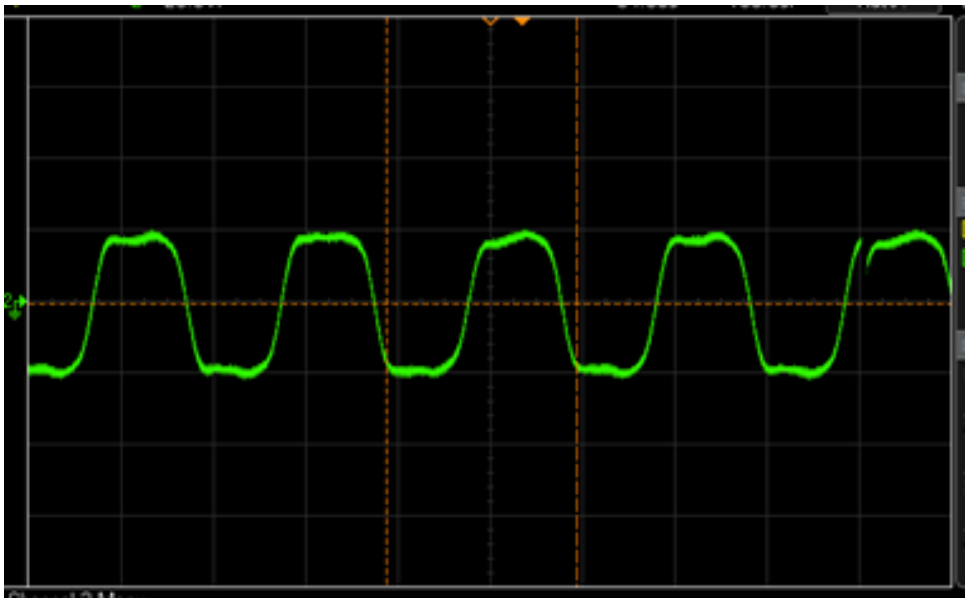


ภาพที่ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและแรงดัน

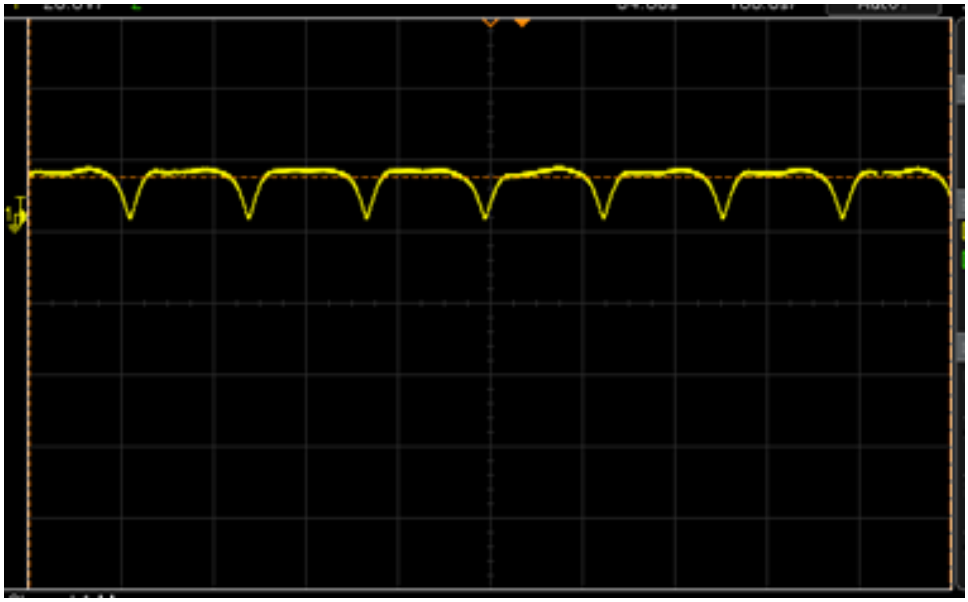


ภาพที่ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและกำลังไฟฟ้า

จากตารางที่ 2 พบว่า เครื่องกำเนิดไฟฟ้าความเร็วลมต่ำ โดยจากการทดสอบ คือ ความเร็วลม เท่ากับ 2 เมตรต่อวินาที ความเร็วใบพัด เท่ากับ 118 รอบต่อนาทีแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้เฉลี่ยเท่ากับ 13.8 โวลต์ กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่วัดได้เท่ากับ 10 มิลลิแอมป์ และ กำลังไฟฟ้าที่วัดได้เฉลี่ยเท่ากับ 138 มิลลิวัตต์ ในการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าความเร็วลมต่ำ จะเริ่มชาร์จแบตเตอรี่ได้ตั้งแต่ช่วงความเร็วลมระดับ 2 เมตรต่อวินาที มีความเร็วใบพัด 118 รอบต่อนาที แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 13.8 โวลต์



ภาพที่ 10 แสดงลักษณะลูกคลื่นทางไฟฟ้าก่อนผ่านวงจรบริดจ์ เร็กติไฟเออร์



ภาพที่ 11 แสดงลักษณะลูกคลื่นไฟฟ้าผ่านวงจรบริดจ์ เร็กติไฟเออร์

สรุปผลการวิจัย

โดยที่ลมในประเทศไทยนั้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่คลาส 1 คือ ความเร็วลมที่ 1 – 2 เมตรต่อวินาทีและจังหวัดพิษณุโลกนั้น มีค่าเฉลี่ยลมอยู่ที่ คลาส 1 คือความเร็วลมอยู่ที่ 1 – 2 เมตรต่อวินาที ในเขตพื้นที่ อำเภอเมือง ความเร็วลมอยู่ที่ 2 เมตรต่อวินาที ดังนั้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลมความเร็วรอบต่ำ ที่ความเร็วลม 2 m/s โดยอาศัยหลักการทางกลศาสตร์และไฟฟ้า เข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกัน โดยนำพลังงานลมมาหมุนกังหันลมและหมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาด 12 VDC เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลมชุดนี้ ประกอบไปด้วย กังหัน เครื่องกำเนิด และแบตเตอรี่ ซึ่งกังหันลมจะหมุนที่ความเร็วลมต่ำและทำการเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ได้ไว้ในแบตเตอรี่ขนาด 12 V ผลการทดลองเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากังหันลมความเร็วต่ำสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าและทำการชาร์จแบตเตอรี่ตั้งแต่ละช่วงความเร็วลม 2 เมตรต่อวินาที ความเร็วใบพัดที่วัดได้ 118 rpm แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 13.8 VDC กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ 10 mA กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ 138 mW ซึ่งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมสามารถทำงานเต็มสมรรถภาพที่ความเร็วลม 5 m/s ความเร็วใบพัดที่วัดได้ 296 rpm แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ 34 VDC กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ 33 mA กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ 1,122 mW จากผลการทดลองพบว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากังหันลมความเร็วรอบต่ำสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของ โครงการยกระดับปริญญานิพนธ์เป็นงานวิจัยตีพิมพ์ งานสร้างสรรค์ และงานบริการวิชาการสู่ชุมชน

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน. (2551). **“ลมพลังงานยั่งยืนแห่งอนาคต”, รักษ์พลังงาน.** 2551 (ฉบับที่ 53): 12-15.

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2550). **สถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 25 ปี.**

M. Jang-Oh, C. Amanullah, A. Maziar, K. Richard, L. Young-Ho. (2013). “Effects of wind speed changes on wake instability of a wind turbine in a virtual wind tunnel using large eddy simulation”, Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, Vol 117, pp.38-56.

A.K. Wright, D.H. Wood. (2004). “The starting and low wind speed behaviour of a small horizontal axis wind turbine”, **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, Vol 92, pp.1265-1279.

K. Abe, M. Nishidab, A. Sakuraia, Y. Ohyac, H. Kiharaa, E. Wadad, K. Sato, A. (2005). “Experimental and numerical investigations of flow fields behind a small wind turbine with a flanged diffuser”. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics,** Vol 93, pp.951-970.

F. Ping, H. and F. Masoud. (2010). “A CFD approach for modeling the rime-ice accretion process on a horizontal-axis wind turbine”. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, Vol 98, pp.181-188.

G. España, S. Aubrun, S. Loyer, P. Devinant. (2012). “Wind tunnel study of the wake meandering downstream of a modelled wind turbine as an effect of large scale turbulent eddies”. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics,** Vol 101, pp.24-33.

S. Aubrun, Chen, S. Loyera, P.E. Hancockb, P. Hayden. (2013). “Wind turbine wake properties: Comparison between a non-rotating simplified wind turbine model and a rotating model”. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics,** Vol 120, pp.1-8.

Y.D. Song, B. Dhinakarana, X.Y. Bao. (2000). “Variable speed control of wind turbines using nonlinear and adaptive algorithms”. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics,** Vol 85, pp.298-308.

K. Saranyasoontorn, L. Manuel. (2004). “Efficient models for wind turbine extreme loads using inverse reliability”. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, Vol 92, pp.789-804.

P.A. Fernando, W. Yu-Ting, L. Hao, C. J. Robert. (2011). “Large-eddy simulation of atmospheric boundary layer flow through wind turbines and wind farms”. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, Vol 99, pp.154-168.

S. McTavish, D. Feszty, F. Nitzsche. (2013). “Evaluating Reynolds number effects in small-scale wind turbine experiments”. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**, Vol 120, pp.81-90.

การพัฒนาเครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายแบบยั่งยืนให้คงความเป็นอัตลักษณ์ของจังหวัดพิษณุโลก
The sustainable development of tapakhao-hai pottery to maintain identity of Phitsanulok province

ขันแก้ว สมบูรณ์
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม พิษณุโลก
Corresponding author e-mail: Khan_13@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนารูปแบบเครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายแบบยั่งยืนเพื่อพัฒนาเทคนิคใหม่ให้เป็นอัตลักษณ์ของท้องถิ่น โดยการผลิตเครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายในรูปแบบใหม่จำนวน 15 แบบ เผาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ ขึ้นรูปเครื่องปั้นดินเผาด้วยวิธีแป้นหมุน โดยการพัฒนารูปแบบเครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายที่ได้รับการพัฒนาแล้วลงสู่ชุมชน ซึ่งการวิจัยครั้งมีชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมโดยการผสานกับแนวคิดภูมิปัญญาท้องถิ่นด้วยสาเหตุความโดดเด่นทางองค์ประกอบทางด้านศิลปกรรมเครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหาย ความหดตัวของเนื้อดินปั้นหลังการเผาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น เกิดจากอนุภาคของดินที่มีขนาดและรูปร่างของอนุภาค การนำหินเขี้ยวหนุมานไปใช้เป็นส่วนผสมในเนื้อดินปั้นจะทำให้เนื้อดินปั้นมีความแข็งแรงเป็นโครงสร้างช่วยป้องกันการบิดเบี้ยวและความหดตัวของผลิตภัณฑ์ จากการวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยได้ทำการเผาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหาย โดยเผาผลิตภัณฑ์ด้วยบรรยากาศออกซิเดชั่น (Oxidation Firing) อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียล โดยแบ่งการเคลือบผลิตลักษณะคือ ชนิดไม่เคลือบจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นสีน้ำตาลจนถึงสีน้ำตาลดำผิวหยาบเกิดจากคุณสมบัติของเนื้อดินปั้นมีสารเฟอร์ริกออกไซด์อยู่ในเนื้อดินปั้นจำนวนมาก เครื่องปั้นดินเผาชนิดเคลือบจะได้ผลิตภัณฑ์เป็นสีน้ำตาลถึงน้ำตาลอมดำเป็นเพราะในเนื้อดินปั้นมีส่วนผสมของเฟอร์ริกออกไซด์อยู่ในเนื้อดินปั้นจำนวนมากจึงทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นสีน้ำตาลถึงอมดำมีผิวเรียบแวววาวเกิดจากการเคลือบผลิตภัณฑ์

คำสำคัญ : เครื่องปั้นดินเผา แบบยั่งยืน ความเป็นอัตลักษณ์

Abstract

This research aims to study the sustainable development of the Tapakhao-Hai pottery model and develop new techniques to local identities by the 15 new productions of Tapakhao-Hai pottery models burned at 1,230 Celsius degrees at burning completely atmosphere forming pottery with a throwing method. Developing the Tapakhao-Hai pottery model has been developed into the community in which the research is the community to participate by merging with the local knowledge because of the distinctive elements of the Tapakhao-Hai pottery art at 200 pieces. The study found that the clay is shrinking after burning an average of 15 percent shrinkage of clay pottery products after burning the Tapakhao-Hai pottery model is dependent on several factors, such as caused by soil particle size and particle shape.Mixing crystal stone to a mixture of clay to make the clay has a strong structure prevents the distortion of the contraction of the product from such research method was burnt Tapakhao-Hai pottery products. Burning the products at the atmosphere by oxidation (oxidation Firing) temperature 1,230 degrees Celsius by the coating manufacturer in 2 types of products can be brown or black surface. The benefits of clay substance by Ferric oxide In a lot of clay. Glazed pottery products can be brown to black tears suffer because of a mixture of clay. Ferric oxide in clay so many products made in brown and with black has a smooth gloss of the coating products, plaster on the surface continuously coating compound is silicate when heated to melt homogeneity with transparent resistant to acids and bases as well.

keywords : pottery, sustainability, identity

บทนำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เป็นสภาอุดมศึกษา สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ. 2547 เป็นสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่นเสริมสร้างภูมิปัญญาฟื้นฟูศิลปะสร้างสรรค์เพื่อความมั่นคงและยั่งยืนการจัดการการบำรุงรักษาและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและมีความยั่งยืนโดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาและส่งเสริมถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภูมิปัญญาท้องถิ่น การทำนุบำรุงศิลปกรรมของท้องถิ่นให้อยู่คู่กับชุมชน การพัฒนารูปแบบเครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหาย จากการขุดค้นพบแหล่งเครื่องปั้นดินเผาของนักโบราณคดีพบว่าแหล่งเครื่องปั้นดินเผาของคนไทยมีอายุไม่น้อยกว่า 8,000 ปีมาแล้วและมีแหล่งผลิตเครื่องปั้นดินเผาของอาณาจักรสุโขทัยจึงรวมถึงที่พิษณุโลก ได้มีการขุดค้นแหล่งผลิตเครื่องปั้นดินเผาโบราณมีอายุราว 600 – 700 ปี ตั้งอยู่บริเวณบ้านตาปะขาวหาย ตำบลหัวรอ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ประเภท ไห, แจกัน, ครก ฯลฯ มีรูปแบบของเครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อแกร่งโดยมีการเคลือบและไม่เคลือบ ผลิตภัณฑ์ยังขาดการสืบทอดอย่างจริงจัง

ด้านแนวคิดดังกล่าวผู้วิจัยเห็นว่าชุมชนสามารถพัฒนาความรู้ความสามารถและทักษะทางด้านศิลปกรรมท้องถิ่นเพื่อร่วมกันอนุรักษ์และพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายและบริหารจัดการชุมชนรวมทั้งกระบวนการภูมิปัญญาท้องถิ่นแบบยั่งยืนต่อไปจากการศึกษารูปแบบของเครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหาย ผู้วิจัยพบว่ารูปแบบเครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายแบบดั้งเดิมมีคุณค่าและอัตลักษณ์เฉพาะคือลวดลายที่ภูมิปัญญาดั้งเดิมได้สั่งสมไว้ควรได้รับการสืบทอดศิลปกรรมดังกล่าวในรูปแบบของการพัฒนารูปแบบใหม่โดยยังคงอนุรักษ์คุณค่าของดั้งเดิมไว้โดยให้ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาอย่างยั่งยืน จากการวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบขึ้นมาใหม่จำนวน 15 แบบเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากการวิจัยโดยใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นโดยมีส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากดินของทุ่งทะเลแก้วซึ่งมีคุณสมบัติมีความเหนียวสามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ได้ดี โดยการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนจำนวน 200 ชิ้นและเผาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายด้วยอุณหภูมิ 1,230 องศา เซลเซียล ในบรรยากาศออกซิเดชั่นจะได้ผลิตภัณฑ์สีน้ำตาลจนถึงน้ำตาลดำ ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการพัฒนาและการใช้ประโยชน์จากวัสดุของท้องถิ่นอย่างคุ้มค่าและต่อเนื่องเพื่อร่วมกันอนุรักษ์ศิลปกรรมท้องถิ่นให้คงอยู่และยั่งยืนสืบไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนาโดยผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสืบค้นข้อมูลด้านภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนปฏิบัติการด้านศิลปกรรมเครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหาย อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ได้แก่ การศึกษาทางด้านเอกสาร ตำรา และการศึกษาประวัติศาสตร์ จากการบอกเล่าในส่วนที่เกี่ยวข้องกับชุมชนตาปะขาวหาย ตำบลหัวรอ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยนำผลการสำรวจมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันโดยมีเครื่องมือ ได้แก่ การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก การสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหาย ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์จากขั้นตอนที่ 1 มาเป็นกรอบและวิเคราะห์เปรียบเทียบในมิติต่างๆ ในการออกแบบและการสร้างและพัฒนาแบบจำนวน 15 แบบ ที่เกิดจากการผสมผสานกับเอกลักษณ์โดยยึดหลักการมีส่วนร่วมและแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันของชุมชนเพื่อให้เกิดการพัฒนาที่อยู่บนพื้นฐานของตนเองพร้อมๆ กับการทำงานและความรู้ของนักวิชาการ จากนั้นผู้วิจัยจะนำผลงานจำนวน 200 ชิ้น จัดแสดงในลักษณะนิทรรศการโดยใช้วิธีการศึกษาเชิงคุณภาพและมีเป้าหมายได้รูปแบบเครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายที่ได้รับการพัฒนาโดยมีอัตลักษณ์ท้องถิ่นผสมผสานระหว่างชุมชนรวมทั้งอัตลักษณ์ศิลปกรรมร่วมสมัยในการปรับปรุงพัฒนารูปแบบโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ศิลปินพื้นบ้านเป็นบุคคลที่สามารถแก้ไขปัญหาและพัฒนาเครื่องปั้นดินเผาซึ่งเป็นอัตลักษณ์ของท้องถิ่นตนเองทำให้รู้จักรักและห่วงแหนรวมทั้งขยายผลไปสู่บุคคลอื่นได้อย่างยั่งยืนรวมทั้งทำให้เกิดเป็นชุมชนปฏิบัติการทางด้านความรู้ทางศิลปกรรมในท้องถิ่นตนเองและร่วมกับนักวิจัยที่เป็นตัวแทนของศิลปกรรมร่วมกับศิลปินท้องถิ่นที่เป็นตัวแทนของอัตลักษณ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายและประชาชนที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการสังเคราะห์มาจากความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะของรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายจำนวน 200 ผลงานที่มีความสัมพันธ์กับบริบทชุมชนอันจะนำไปสู่ชุมชนและสังคมแห่งการเรียนรู้

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาเพื่อพัฒนาเครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหาย

จากการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายโดยขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนจำนวน 200 ชิ้น การเผาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายด้ายเตาแก๊สทางเดินลมร้อนลงที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียล บรรยากาศออกซิเดชั่น โดยใช้ไพโรมิเตอร์เทคโมคอปเปิลและไพโรเมตริกโคน เบอร์ 7 สำหรับวัดอุณหภูมิ ในการพัฒนารูปแบบเครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวจำนวน 15 แบบ และได้ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายจำนวน 200 ชิ้น ผลจากการศึกษาพบว่าเนื้อดินปั้นมีความหดตัว หลังการเผาเฉลี่ยมากที่สุดร้อยละ 15 เนื่องจากสาเหตุจากความเหนียวของเนื้อดินปั้นทำให้มีความหดตัวมากซึ่งไม่มีผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์โดยเนื้อดินมีทรายผสมอยู่จำนวนมาก ทรายจึงเป็นวัตถุดิบที่มีซิลิกาสูงเช่นเดียวกับหินเขี้ยวหนุมานจึงทำให้โครงสร้างของเนื้อผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงไม่บิดเบี้ยว สีของผลิตภัณฑ์จะได้สีน้ำตาลจนถึงน้ำตาลอมดำ ซึ่งเกิดจากส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่มีส่วนผสมของอินทรีย์สารแร่ธาตุต่างๆ เช่น เหล็กออกไซด์ เป็นต้น อาจจะมีส่วนผสมเป็นจำนวนมากหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียล บรรยากาศออกซิเดชั่นทำให้เนื้อดินจะมีสีน้ำตาลถึงน้ำตาลดำดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปภาพผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียล



ภาพที่ 2 กระบวนการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน การผึ่งผลิตภัณฑ์ให้แห้ง การเตรียมเผาผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ผ่านการเผาอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียล

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์การขึ้นรูปเครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหาย

ลำดับที่	รูปแบบของจำนวนผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน รูปแบบ/รูปทรง/ลวดลาย	จำนวน/ชิ้น
1	แจกันลายอุขนาดสูง 22.8 ซม. รอบตัว 51.7 ซม. ปากกว้าง 13.3 ซม.	10
2	โอ่งมีหู 2 ข้าง ขนาดสูง 13.9 ซม. รอบตัว 28.6 ซม. ปากกว้าง 6.2 ซม.	5
3	โอ่งมีหู 4 ข้าง ขนาดสูง 13.9 ซม. รอบตัว 28.6 ซม. ปากกว้าง 6.2 ซม.	10
4	แจกันลายอุม้วนออกด้านนอก ขนาดสูง 22.8 ซม. รอบตัว 13.3 ซม. ปากกว้าง 51.7 ซม.	5
5	แจกันลายอุ สูง 14.4 ซม. รอบตัว 33.6 ซม. ปากกว้าง 8.3 ซม.	10
6	แจกันลายอุ สูง 8.9 ซม. รอบตัว 33.4 ซม. ปากกว้าง 8.3 ซม.	10
7	แจกันลายอุมีหู 2 ข้าง สูง 15.5 ซม. รอบตัว 31 ซม. ปากกว้าง 6.8 ซม.	10
8	แจกันลายอุมีหู 4 ข้าง สูง 14.3 ซม. รอบตัว 26.4 ซม. ปากกว้าง 4.9 ซม.	10
9	ไหมีหู 3 หู สูง 15.5 ซม. รอบตัว 31 ซม. ปากกว้าง 6.8 ซม.	10
10	แจกันทรงกลม สูง 25 ซม. รอบตัว 27 ซม. ปากกว้าง 9.1 ซม.	20
11	แจกันทรงกลม สูง 26.5 ซม. ขนาดรอบตัว 22 ซม. ปากกว้าง 10.3 ซม.	20
12	แจกันทรงปากกว้าง สูง 10.9 ซม. รอบตัว 22.5 ซม. ปากกว้าง 18.5 ซม.	20
13	ชามปากกว้าง สูง 7.5 ซม. รอบตัว 12.5 ซม. ปากกว้าง 20.5 ซม.	20
14	แจกันลายอุครึ่งซีก	20
15	ไหไม่มีหู สูง 30.5 ซม. รอบตัว 25 ซม. ปากกว้าง 12 ซม.	20
	รวม	200

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหาย เป็นขั้นตอนตามแผนการวิจัยที่พัฒนาขึ้นใหม่จำนวน 15 รูปแบบได้ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายจำนวน 200 ชิ้น จากการศึกษาพบว่าเนื้อดินปั้นมีความหดตัวหลังการเผาเฉลี่ยมากที่สุด ความหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 15 ในส่วนของเนื้อดินปั้นความหดตัวของเนื้อดินปั้นก่อนเผามาจากหลายองค์ประกอบ แต่สิ่งหนึ่งที่ทำให้เนื้อดินปั้นมีความหดตัวก่อนเผาอาจเกิดจากในส่วนผสมของเนื้อดินปั้นเป็นดินที่มีความเหนียวมาก ดินมีขนาดเล็กมากจึงทำให้เกิดความหดตัวก่อนเผา สอดคล้องกับคำกล่าวของปรีดา (2547) ที่กล่าวว่า ความหดตัวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ ได้แก่ ขนาดของอนุภาคของดินรูปร่างของอนุภาค กล่าวโดยทั่วไปดินเม็ดละเอียดจะให้ความเหนียวและความหดตัวและความแข็งแรงเนื้อแข็งมากกว่าดินเม็ดหยาบ เมื่อส่วนผสมของเนื้อดินปั้นมีปริมาณของทรายอยู่เป็นจำนวนมาก ทรายจะเป็นวัตถุดิบที่มีซิลิกาสูงเช่นเดียวกับหินเขี้ยวหนุมาน เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจะมีความหดตัวน้อยตามมาสอดคล้องกับคำกล่าวของโกมล (2531) ที่กล่าวว่าหินเขี้ยวหนุมานเป็นวัตถุดิบให้ซิลิกาสูง การนำหินเขี้ยวหนุมานไปใช้เป็นส่วนผสมในเนื้อดินปั้นจะทำให้เนื้อดินมีความแข็งแรงเป็นโครงสร้างป้องกันการบิดเบี้ยวและความหดตัวของผลิตภัณฑ์

ความหดตัวของเนื้อดินปั้นหลังการเผาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายจากตารางที่ 1 ลำดับที่ 1 แจกันลายอุขนาดความสูง 22.8 ซม. รอบตัว 51.7 ซม. ปากกว้าง 13.3 ซม. อาจเนื่องมาจากในส่วนผสมเนื้อดินปั้นอาจมีส่วนผสมวัตถุดิบอยู่ในสัดส่วนที่เหมาะสมผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียล จะทำให้เนื้อดินนั้นประสานรวมตัวกัน จึงทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงสูง ซึ่งในส่วนผสมของเนื้อดินปั้นอาจมีสารอื่น เช่น ไมกา เมื่อผ่านการเผาอุณหภูมิสูงจะเกิดคริสโตบาไลท์ขึ้น ทำให้เกิดการประสานของอนุภาคเนื้อดินเข้าด้วยกันเป็นผลทำให้รูพรุนลดน้อยลง จึงทำให้มีความแข็งแรงมากสอดคล้องกับคำกล่าวของปรีดา (2539) ที่กล่าวว่าแร่ Kaolinite ที่ไม่บริสุทธิ์ เช่นมีพวก Mica ปนอยู่เมื่อผ่านการเผาอุณหภูมิสูงกว่า 980 องศาเซลเซียลจะเกิด Cnistobalite ขึ้นเมื่ออุณหภูมิถึง 1,230 องศาเซลเซียล ปฏิกิริยาคงดำเนินต่อไปในรูปการประสานเนื้ออนุภาคเข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดรูพรุนน้อยลง

ความสามารถในการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน สามารถขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนได้ดีเนื่องจากในเนื้อดินปั้นมีความเหนียวมาก และมีเนื้อดินที่ละเอียดสามารถขึ้นแป้นหมุนได้ดีมีการทรงตัวที่ดีไม่ยุบตัวขณะขึ้นรูป สอดคล้องกับคำกล่าวของโกมล (2538) ที่กล่าวว่า เนื้อดินปั้นที่นำมาขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนจะต้องเป็นเนื้อดินที่มีความเหนียวสูง และอีกประการหนึ่งคือเกิดจากความชำนาญของช่างปั้นจึงทำให้เนื้อดินปั้นสามารถขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนได้สอดคล้องกับคำกล่าวของทวี (2523) ที่กล่าวว่า การขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนเป็นวิธีการที่อาศัยความชำนาญของช่างปั้นเป็นอย่างมาก

ปริมาณน้ำที่ใช้ผสมเนื้อดินปั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบ วัตถุดิบบางชนิดที่มีความเหนียวอยู่มาก หากวัตถุดิบชนิดที่ไม่มีความเหนียวอยู่มากจะใช้ปริมาณน้ำผสมทำให้เกิดความเหนียวน้อย สอดคล้องกับคำกล่าวของปรีดา (2547). ที่กล่าวว่าปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียวจะมีค่ามากสำหรับดินที่มีความเหนียวมาก ดินที่ละเอียดมากจะมีค่าต่ำลงสำหรับดินทรายและดินที่ปราศจากความเหนียว

ความสามารถในการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน เนื่องจากเนื้อดินปั้นมีความเหนียวและเนื้อละเอียดเมื่อนำมาขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนสามารถขึ้นรูปได้ดีไม่บิดเบี้ยว สอดคล้องกับคำกล่าวของโกมล (2538) ที่กล่าวว่า เนื้อดินปั้นที่นำมาขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนจะต้องเป็นเนื้อดินที่มีความเหนียวสูง และอีกประการหนึ่ง คือ เกิดความชำนาญของช่างปั้นจึงทำให้เนื้อดินปั้นสามารถขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนได้สอดคล้องกับคำกล่าวของทวี (2523) การขึ้นรูปด้วยแป้นเป็นวิธีการที่อาศัยความชำนาญของนายช่างปั้นเป็นอย่างมาก

เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายชนิดเคลือบ

เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายชนิดเคลือบนั้นจะแสดงคุณสมบัติหลากหลายที่ประกอบไปด้วยลักษณะเฉพาะของส่วนที่เป็นแก้ว (glass) และส่วนที่เป็นเครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายชนิดเคลือบเป็นพหุผลึก (Polycrystalline ceramics) อยู่ในตัวของวัสดุชิ้นเดียวกันซึ่งทำให้มีคุณสมบัติที่แตกต่างไปจากแก้วโดยทั่วไปเป็นวัสดุที่มีความใสแข็งแต่เปราะและแตกต่างไปจากเครื่องปั้นดินเผาชนิดเคลือบที่มีความเป็นพหุผลึกทั้งหมดการผลิตเครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายชนิดเคลือบนี้ในขั้นตอนแรกจะทำการเติมแมงกานิสไดออกไซด์ เหล็กออกไซด์เคลือบมีความมันวาวเกิดสัดส่วนของวัตถุดิบหลักคือในปริมาณของเนื้อดินปั้นมีสัดส่วนที่เหมาะสมต่อการหลอมละลายของเคลือบเมื่อผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียล ทำให้เคลือบสุกตัวมีความมันวาว นอกจากนี้ในสูตรเคลือบยังมีแมงกานิสไดออกไซด์ และเหล็กออกไซด์ เป็นสารเพิ่มเติม ที่มีส่วนช่วยทำให้เคลือบมีความมันวาวมากขึ้น สอดคล้องกับคำกล่าวของสุรศักดิ์ (2534) ที่กล่าวไว้ว่าแมงกานิสไดออกไซด์ใช้ในการเคลือบที่มีเหล็กออกไซด์ของเหล็กสูงจะได้เคลือบที่มันวาว (Luster) เคลือบที่มีผิวกึ่งด้านกึ่งมันบนผิวผลิตภัณฑ์ลักษณะของการเกิดเคลือบกึ่งด้านกึ่งมันเหมือนการเคลือบด้าน ชนิดผิวไม่เรียบแต่ที่มีผิวกึ่งด้านกึ่งมันอาจเป็นเพราะมีบางส่วนของเคลือบที่ตกผลึกเท่านั้นที่ตกผลึกบางส่วนยังมีความมันวาวจึงทำให้เกิดเคลือบลักษณะกึ่งด้านกึ่งมันขึ้นสอดคล้องกับคำกล่าวของไพจิตร (2537) ที่กล่าวว่าเคลือบกึ่งด้านกึ่งมันคือเคลือบด้านที่ทำปฏิกิริยาในการตกผลึกละเอียดเป็นบางส่วนที่เป็นฝ้าทึบบังผิวเคลือบแต่ยังคงมีบางส่วนที่เคลือบยังมีความมันวาว สามารถสะท้อนแสงได้บ้าง สีของเคลือบที่มีสีน้ำตาลถึงน้ำตาลดำ ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียล บรรยากาศออกซิเดชั่น จึงทำให้เคลือบมีสีน้ำตาลจนถึงดำสอดคล้องกับคำกล่าวของ สุรศักดิ์ (2534) กล่าวไว้ว่าเหล็กออกไซด์ถ้าใช้ในเคลือบทั่วๆ ไปจะใช้สีน้ำตาลแดงเลือดนกจนถึงสีน้ำตาลดำ

สีของเนื้อดินปั้นทั้งลำดับที่ 1 – 11 มีสีน้ำตาลจนถึงน้ำตาลดำ สีของเนื้อดินปั้นหลังการเผา อาจเกิดจากส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่มีส่วนผสมของอินทรีย์สารต่างๆ และแร่ธาตุต่างๆ เช่น เหล็กออกไซด์ ไททาเนียม ไดออกไซด์ อาจมีส่วนผสมเป็นจำนวนมากหลังผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียล บรรยากาศออกซิเดชั่นทำให้เนื้อดินปั้นจะมีสีน้ำตาลจนถึงน้ำตาลดำสอดคล้องกับคำกล่าวของปุณณรัตน์ (2538) ที่กล่าวว่า เมื่อนำดินเหนียวที่มีเหล็กออกไซด์ไปเผาในบรรยากาศที่สมบูรณ์ให้เนื้อดินปั้นที่มีสีค่อนข้างดำถึงน้ำตาลดำของเหล็กออกไซด์

สรุปการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหาย จำนวน 200 ชิ้น จากการพัฒนารูปแบบและรูปทรงตลอดจนลวดลายที่ได้ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายและได้รับการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยได้ทำการเผาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหาย โดยเป็นการเผาผลิตภัณฑ์ด้วยบรรยากาศออกซิเดชั่น (Oxidation Firing) อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียล

เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายชนิดไม่เคลือบ ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตาปะขาวหายชนิดไม่เคลือบเกิดจากการเผาคุณสมบัติของวัสดุที่ผสมอยู่ในเนื้อดินปั้น โดยเฉพาะเนื้อดินปั้นที่มีความเหนียวสามารถอุ้มน้ำได้ดี เมื่อผสมกับน้ำและเนื้อดินปั้นจะเพิ่มความเหนียวและสามารถขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนได้ดี ดินซึ่งประกอบด้วยผลึกในตระกูลของ “Alomina Silica” จะมีการเปลี่ยนแปลงสัณฐานทางเคมี สารประกอบอัลคาไลน์ (Alkaline) เป็นสารชนิดหนึ่งที่สามารถทำปฏิกิริยาเคมีกับผลึกดินที่อุณหภูมิสูง พลังความร้อนสามารถขับให้เกิดการเปลี่ยนแปลงผลึกของดินโดยจะทำให้เกิดสารประกอบเป็นหลัก

สารประกอบนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวประสานอนุภาคดินที่เหลือทำหน้าที่เป็นโครงสร้างเข้าด้วยกันทำให้เนื้อวัสดุหลังการเผามีความแข็งแกร่งสอดคล้องกับคำกล่าวของเลิศชาย(2554). ที่กล่าวว่าการเผาไหม้สารอินทรีย์เป็นขั้นตอนสำคัญเพราะการเผาไหม้ได้หมดหรือปฏิกิริยาในระหว่างการเผาไหม้โดยที่ไม่สามารถควบคุมได้จะก่อให้เกิดตำหนิชนิดต่างๆ ขึ้นในผลิตภัณฑ์ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและสถานที่ทำการวิจัย ขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

โกมล รักษาวงค์. (2542). **เตาและการเผาในเอกสารประกอบการอบรมเทคโนโลยีเตาเผา.** เอกสารอ้างอิงเซรามิกส์.

ทวี พรหมพฤกษ์. (2523). **เครื่องปั้นดินเผาเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

นราภรณ์ หะวานนท์. (2539). **“ทฤษฎีฐานราก : ทางเลือกในการสร้างองค์ความรู้” ในพัฒนาศึกษาศาสตร์ : ศาสตร์แห่งการเรียนรู้และถ่ายทอดการพัฒนา.** บรรณาธิการ โดยนภาภรณ์ หะวานนท์. หน้า 97 – 108. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

นันทสาร สีสลับ และคณะ. (2540). **รายงานการวิจัยแนวทางส่งเสริมภูมิปัญญาไทยในการจัดการศึกษา.** กรุงเทพฯ : ศูนย์มานุษย์วิทยาสิรินทร มหาวิทยาลัยศิลปากร.

บุญชัย แซ่โง้ว. (2543). **แนวทางการพัฒนาพื้นที่ชานเมืองด้านตะวันตกเฉียงใต้ของเมืองพิษณุโลกเพื่อรองรับการขยายตัวของมหาวิทยาลัยนเรศวร.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สถาปัตยกรรมศาสต์ (การวางแผนภาค). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประโชติ สังขนุกิจ. (2545). **ความเป็นมาของเมืองพิษณุโลกและเตาเครื่องปั้นดินเผาวัดตาปะขาวหาย.** ในเอกสารประกอบการสัมมนา “ผู้นำวัฒนธรรมท้องถิ่นบ้านตาปะขาวหาย” ตำบลหัวรอ อำเภอเมืองพิษณุโลก (หน้า 7). พิษณุโลก : สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.

ปราณี แจ่มขุนเทียน. (2545). **ชุมชนโบราณบ้านตาปะขาวหาย.** ในเอกสารประกอบการสัมมนา “ผู้นำวัฒนธรรมท้องถิ่นบ้านตาปะขาวหาย” ตำบลหัวรอ อำเภอเมืองพิษณุโลก (หน้า 21). พิษณุโลก : สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม.

ปริวรรต ธรรมปรีดากร และ กฤษฎา พิณศรี. (2533). **ศิลปะเครื่องถ้วยในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แอคมี.

ปรีดา ปัญญาจันทร์. (2529) **ราชบุรีมีโอ่ง.** กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. (2547). **เซรามิกส์.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.

ปุณณรัตน์ พิชญไพบูลย์. (2538). **เครื่องเคลือบดินเผาเทคนิคและวิธีการสร้างสรรค์.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์. (2541). **เนื้อดินเซรามิกส์.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สนิท ปิ่นสกุล. (2552). **งานวิจัยเรื่องการศึกษาเนื้อดินปั้นบ้านแสงดาวและเคลือบเพื่อผลิตเครื่องปั้นดินเผาวัดตาปะขาวหาย.** มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.

สมศักดิ์ ธรรมาปรีชากร. (2530). **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องถ้วย.** เครื่องถ้วยในเอเชียอาคเนย์ระหว่างพุทธศตวรรษที่ 15 – 22. กรุงเทพฯ : บริษัทโอสถสภา(เต๊กเฮงหยู)จำกัด.

สุรพินโญ พลาพล. (2543). **การอนุรักษ์และสืบสานวัฒนธรรมเครื่องปั้นดินเผาวัดตาปะขาวหาย อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. (2542). **การควบคุมเตาเผาและเทคโนโลยีการเผา.** ในเอกสารประกอบการอบรม เทคโนโลยีเตาเผาเซรามิกส์. กรุงเทพฯ : สถาบันราชภัฏพระนคร.

อายุวัฒน์ สว่างผล. (2536). **เทคโนโลยีเครื่องปั้นดินเผาเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การส่งเสริมทหารผ่านศึก.

การพัฒนาชุดฝึกอาร์เอฟไอดีในการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าในอาคาร
A development of RFID experimental set for maintaining electrical building system.

ณรงค์ เครือกันทา[1*] และ จันทร์ขาว สายแปลง[2]
[1] คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง [2] วิทยาลัยอินเตอร์เทคลำปาง ลำปาง
corresponding author e-mail: knarong@lpru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างชุดฝึกในงานซ่อมบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าในอาคาร โดยใช้อาร์เอฟไอดีแบบพาสซีฟ มาตรฐาน ISO 14443 ร่วมกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นฐานโดยการทดสอบหาระยะการรับส่ง ผ่านตัวกลาง ได้แก่ ปูนซีเมนต์ ไม้ และเหล็ก ซึ่งเป็นวัสดุที่ใช้ในการติดตั้งไฟฟ้าในอาคารโดยทั่วไป ผลการทดสอบพบว่าเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี ที่สร้างขึ้น สามารถอ่านค่าในตัวกลางที่เป็นปูนซีเมนต์ได้ดีที่สุดโดยมีระยะการตรวจสอบเฉลี่ยที่ 11.54 เซนติเมตร ในขณะตัวกลางที่เป็นไม้ มีระยะการตรวจสอบเฉลี่ยที่ 5.37 เซนติเมตร และตัวกลางที่เป็นโลหะไม้มีระยะการตรวจสอบเฉลี่ยที่ 0.34 เซนติเมตร จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำอาร์เอฟไอดี ไปใช้ในการหาตำแหน่งแนวการติดตั้งสายไฟฟ้าในบริเวณผนังอาคาร และนำข้อมูลไปใช้ในการตรวจซ่อมและบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าต่อไป

คำสำคัญ : เทคโนโลยีการชี้เฉพาะด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ระบบไฟฟ้าในอาคาร ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

The purpose of this study aimed to invent a Radio Frequency Identification (RFID) experimental set for maintaining electrical building system. The experimental set was invented based on the idea of passive RFDI, ISO 14443 and the RFDI reader with micro-controller based. The experiment on sending and receiving distance through the medium such as cement, wood, and iron, which are generally used in installing electrical building system. The results revealed that the best medium which the reader can read was iron, the, cement at the average distance of 11.54 centimeters. Whereas, wood at the average distance of 5.37 centimeters and metal at the average distance of 0.34 centimeters. Thus, it would be possible to utilize the RFID in searching the location in wiring electrical building system and utilize data for maintaining electrical system.

keywords : radio frequency identification, electrical building system, microcontroller

บทนำ

อัคคีภัยถือเป็นเหตุของการสูญเสียอย่างร้ายแรง เนื่องจากไฟที่เกิดขึ้นจะมีการลุกลามและเผาไหม้อย่างซึ่งจะส่งผลเสียหายต่อผู้ได้รับอัคคีภัยและทรัพย์สินดังที่ปรากฏในสื่ออย่างต่อเนื่อง สาเหตุสำคัญประการหนึ่งคือขาดการบำรุงรักษาอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอ ทำให้ต้องมีการออกมาตรการบังคับ เพื่อป้องกันอัคคีภัย อาทิ ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง การป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงาน (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2552) ที่กำหนดให้โรงงานต้องมีการตรวจสอบ ทดสอบและบำรุงรักษาระบบและอุปกรณ์อยู่เสมอ แต่สำหรับอาคารที่อยู่อาศัยหรือสำนักงานยังขาดมาตรการดังกล่าว ทำให้ผู้อาศัยต้องทำการตรวจสอบ บำรุงรักษาระบบด้วยตัวเองหรอทำการว่าจ้างบุคคลภายนอกมาทำการตรวจสอบและแก้ไขปัญหา ซึงปัญหาสำคัญโดยเฉพาะอาคารหรือสำนักงานเก่าคือการเก็บรักษาแผนผังการติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคารอันจะทำให้การตรวจสอบแก้ไขทำได้ไม่ถูกต้องเพราะไม่สามารถระบุตำแหน่ง ของสายไฟได้ชัดเจนโดยเฉพาะสายไฟที่เดินใน

ผนังหรือซ่อนใต้วัสดุปิดผนังอาคาร ฉะนั้นผู้วิจัยจึงได้มีแนวความคิดในการนำอาร์เอฟไอดี (Radio Frequency Identification) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการระบุตำแหน่งของสินค้าและมีข้อดีในการทนต่อวัสดุ และแรงกดดันโดยรอบ มาจัดสร้างเป็นชุดฝึก เพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบหาตำแหน่งของสายไฟฟ้าในอาคาร ซึ่งจะส่งผลให้การตรวจสอบมีความแม่นนำ และลดความเสี่ยงต่อการอัคคีภัยได้

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ เป็นการสร้างชุดฝึกในงานซ่อมบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าในอาคาร โดยใช้อาร์เอฟไอดีแบบพาสซีฟ มาตรฐาน ISO 14443 ร่วมกับเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นฐาน โดยกระบวนการวิจัยดำเนินการดังนี้

การศึกษาข้อมูล ประกอบด้วย

วัสดุปิดผนังในอาคาร เนื่องจากการติดตั้งระบบไฟฟ้าที่ต้องการความสวยงาม ส่วนใหญ่จะทำการติดตั้งซ่อนอยู่ในวัสดุปิดผนังอาคาร ซึ่งผลการสำรวจข้อมูลจากร้านจำหน่ายวัสดุก่อสร้างในตัวเมืองจังหวัดลำปางจำนวน 8 ร้านค้า พบว่าวัสดุปิดผนังอาคารบ้านเรือนที่นิยมใช้ร่วมกับการติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคารสูงสุด 3 อันดับแรกได้แก่ แผ่นเหล็ก ซีเมนส์ และไม้ จึงนำวัสดุเป็นวัสดุหลักในการทดสอบ

ป้ายอาร์เอฟอดี (RFID Tag) ขั้นตอนนี้จะทำการคัดเลือกแผ่นอาร์เอฟไอดี ที่มีความเหมาะสมต่อการติดตั้งร่วมกับสายไฟฟ้า ที่อยู่ภายในผนังอาคาร ซึ่งพบว่าป้าย อาร์เฟไอดีแบบฉลาก (RFID Label) มีความเหมาะสมมากที่สุด เพราะสามารถโค้งงอได้ตามรูปแบบของผนังอาคาร และมีราคาถูกเหมาะสมกับการนำไปติดตั้งบนสายไฟฟ้า เพื่อกำหนดตำแหน่งจำนวนมากๆได้

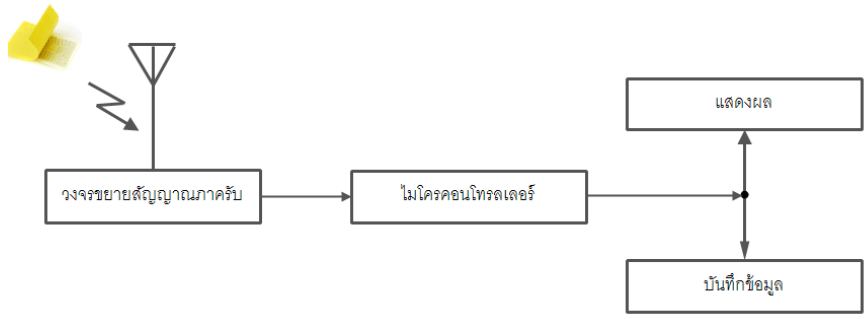
การสร้างชุดฝึก ผู้วิจัยได้เชิญผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นอาจารย์จำนวน 3 ท่าน ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาการติดตั้งไฟฟ้า หรือมีประสบการณ์ในการเป็นผู้ตรวจรับการจัดจ้างที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้า หรือเป็นผู้มีอาชีพเสริมที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร มาประชุมเพื่อกำหนดกรอบของการสร้างชุดฝึก

การสร้างเครื่องอ่านบัตรอาร์เอฟไอดี เนื่องจาก อาร์เอฟไอดีมีมาตรฐานการใช้งานที่หลากหลายประเภท แต่ผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องอ่านบัตรอาร์เอฟไอดี มาตรฐาน ISO 13444A Type A เนื่องจากเป็นมาตรฐานที่มีการใช้งานในย่านความถี่สูงที่ 13.56 เมกกะเฮิรตซ์ จัดหาซื้อได้ง่าย และเขียนโปรแกรมควบคุมได้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยลักษณะของบัตรอาร์เอฟไอดีแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 บัตรอาร์เอฟไอดี

การทำงานเริ่มต้นจากภาครับสัญญาณ ทำการรับสัญญาณที่อ่านได้จากบัตรอาร์เอฟไอดี มาผ่านวงจรขยายสัญญาณภาครับ ซึ่งเป็นวงจรขยายสัญญาณความถี่ในช่วง 13.56 MHz และทำการถอดรหัสด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อทำการอ่านค่าของบัตร และนำมาแสดงผลเป็นหมายเลขของสายไฟฟ้าที่ตรวจสอบได้ โดยแผนผังการทำงานแสดงดังภาพที่ 2

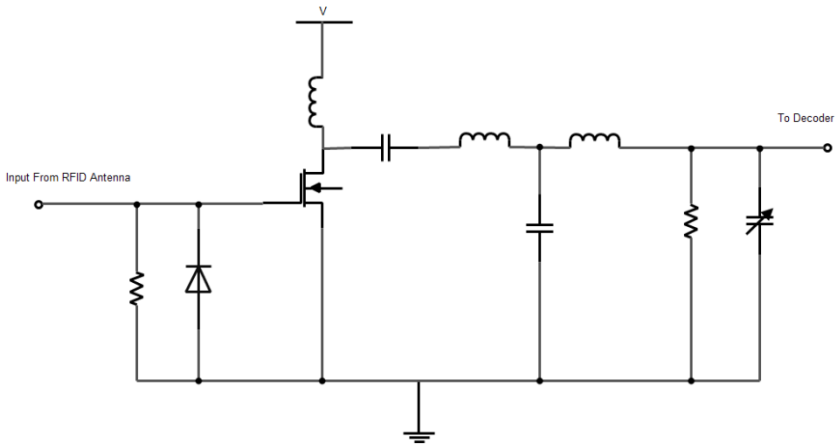


ภาพที่ 2 แผนผังการทำงานของระบบ

การกำหนดกลุ่มตัวอย่างและประชากร กลุ่มตัวอย่างในการทดลองครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 กลุ่มคือนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าจำนวน 20 คนที่มีประสบการณ์ด้านการติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคาร และช่างไฟฟ้าประจำมหาวิทยาลัยจำนวน 3 ท่าน มาร่วมทดสอบชุดฝึกที่สร้างขึ้น

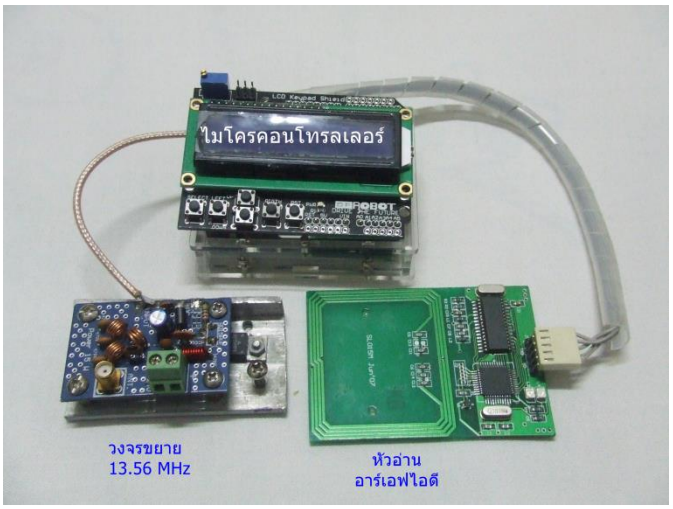
ผลการวิจัย

3.1 ผลการสร้างเครื่องอ่านบัตรอาร์เอฟไอดี แสดงดังภาพที่ 3 โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอาร์ดูอิโน เป็นหลักในการอ่านค่าบัตรอาร์เฟไอดีผ่านวงจรขยายสัญญาณ 13.56 เมกกะเฮิรตซ์ ดังภาพที่ 3 เพื่อขยายสัญญาณที่ได้รับ และนำสัญญาณที่ได้ไปถอดรหัสค่าบัตรอาร์เอฟไอดี ซึ่งค่าบัตรที่อ่านได้จะถูกบันทึกลงบนหน่วยความจำภายในตัวเครื่อง หากทำการสั่งการบันทึกข้อมูล จะทำการนำข้อมูลในหน่วยความจำบันทึกลงบนเมมโมรี่การ์ด เพื่อสะดวกในการจัดเก็บข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์ต่อไป



ภาพที่ 3 วงจรขยายสัญญาณ 13.56 เมกกะเฮิรตซ์

โดยเครื่องอ่านบัตรอารเอฟไอดีที่สร้างเสร็จ แสดงดังภาพที่ 4 และผลการอ่านค่าบัตรแสดงดังภาพที่ 5

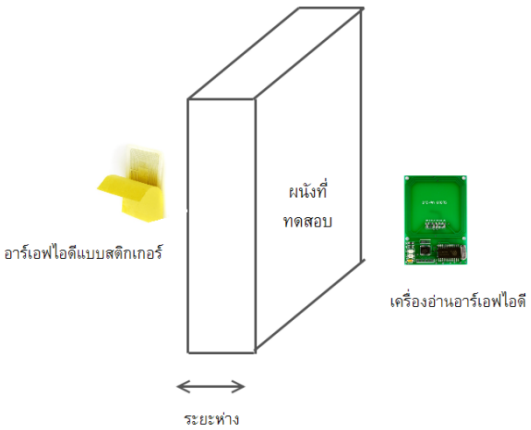


ภาพที่ 4 เครื่องอ่านบัตรอาร์เอฟไอดี



ภาพที่ 5 จอแสดงผลการอ่านค่าบัตร

ผลการทดสอบระยะการตรวจจับบัตรอาร์เอฟไอดี ผ่านตัวกลางต่างๆ การทดสอบนี้จะนำบัตรอาร์เอฟไอดีไปติดตั้งในพื้นผิวผนัง ซึ่งได้แก่ ปูนซีเมนส์ เหล็ก และไม้ และทำการอ่านด้วยเครื่องอ่านบัตรอาร์เอฟไอดีที่สร้างขึ้น หากเครื่องสามารถอ่านค่าบัตรได้อย่างถูกต้อง จะใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์ทำการวัดหาระยะที่อ่านได้ ซึ่งรูปแบบการทดสอบหาระยะห่างแสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 รูปแบบการทดสอบระยะห่างของบัตร

ผลการทดสอบพบว่าเครื่องอ่านอาร์เอฟไอดี ที่สร้างขึ้น สามารถอ่านค่าในตัวกลางที่เป็นปูนซีเมนต์ดีที่สุดโดยมีระยะการตรวจสอบเฉลี่ยที่ 11.54 เซนติเมตร ในขณะตัวกลางที่เป็นไม้ มีระยะการตรวจสอบเฉลี่ยที่ 5.37 เซนติเมตร และตัวกลางที่เป็นโลหะมีระยะการตรวจสอบเฉลี่ยที่ 0.34 เซนติเมตร

ผลการสร้างชุดฝึก ประกอบด้วยชุดฝึกจำนวน 3 ใบงานคือ 1) การอ่านค่าอาร์เอฟไอดี 2) การบันทึกค่าอาร์เอฟไอดี 3) การวาดแผนที่ตำแหน่งของสายไฟฟ้าที่ตรวจสอบได้จากบัตรอาร์เอฟไอดี ซึ่งผู้ที่ผ่านการใช้ชุดฝึกจะต้องทำการบันทึกตำแหน่งของรหัสบัตรอาร์เอฟไอดีที่อ่านได้ และนำมากำหนดจุดในการสร้างแผนที่การติดตั้งสายไฟฟ้าของพื้นผิวที่ทำการทดสอบ

การประเมินค่าความพึงพอใจของ ภายหลังที่ผู้เข้ารับการฝึกได้ใช้ชุดฝึกที่สร้างขึ้น ผู้วิจัยได้ใช้แบบประเมินค่าความพึงพอใจ ซึ่งปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดฝึก

หัวข้อ	ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ	
	กลุ่มช่างไฟฟ้า	กลุ่มนักศึกษา
ความปลอดภัยต่อการใช้งาน	3	3.25
ความสะดวก	3.33	3.14
ความแม่นยำในการอ่านค่า	3.33	3.22
ความเหมาะสมของเอกสารคู่มือ	3.33	3.54
รูปแบบการฝึกที่เหมาะสม	3.33	4
ค่าเฉลี่ย	**3.22**	**3.43**

จากตารางที่ พบว่าในภาพรวมมีความพึงพอใจในระดับปานกลางทั้ง 2 กลุ่ม โดยในกลุ่มของนักศึกษาความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ที่ 3.43 อยู่ในระดับปานกลาง และกลุ่มของช่างไฟฟ้าภาพรวมอยู่ที่ 3.22 อยู่ในระดับปานกลาง

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการทดสอบพบว่า เครื่องอ่านอาร์เอฟไอดีที่สร้างขึ้นสามารถอ่านค่าหมายเลขของบัตรอาร์เอฟไอดี ได้ดีสุดในตัวกลางที่เป็นปูนซีเมนต์ แต่ในทางตรงกันข้ามไม่สามารถอ่านค่าหมายเลขบัตรอาร์เอฟไอดีในตัวกลางที่เป็นโลหะ ทั้งนี้เนื่องจากใช้อาร์เอฟไอดีที่มีการสื่อสารในย่านความถี่สูง ที่ใช้การเหนี่ยวนำด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Inductive Coupling) ฉะนั้นเมื่อนำไปใกล้กับแผ่นเหล็ก คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าก็สามารถเหนี่ยวนำกับแผ่นเหล็กได้ดีกว่าขดลวดบนแผ่นอาร์เอฟไอดี (ปิยะ, 2552) ซึ่งสอดคล้องกับ ปรีชญา (2552) ที่นำอาร์เฟไอดีไปประยุกต์ใช้กับงานระบบใต้ดิน ในการตรวจสอบหาตำแหน่งของแนวท่อใต้ดิน จึงสามารถประยุกต์ใช้ อาร์เอฟไอดีในการทำงานร่วมกับการตรวจสอบระบบใต้ดินอื่นๆ เช่นการตรวจหาแนวท่อแก๊ส แนวท่อประปาที่ฝังอยู่ใต้ดิน

นอกจากนี้ จากผลการทดสอบอนึ่งในการทดลองนี้ มีข้อเสนอแนะ 3 ประการคือ 1) เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะเรื่องขนาดอุปกรณ์ควรมีขนาดเล็ก ราคาถูก และสามารถพกพาไปใช้งานได้โดยง่าย ทำให้ต้องใช้วิธีการขยายภาครับสัญญาณของบัตร โดยใช้สายอากาศขนาดเท่าเดิม ซึ่งมีข้อเสียตรงตำแหน่งของสายอากาศของเครื่องอ่านกับบัตรอาร์เฟไอดี ต้องอยู่ในแนวดิ่งเดียวกัน ดังนั้นหากต้องการประยุกต์ใช้อารเอฟไอดีในการตรวจสอบระบบใต้ดิน หรือระบบปิดใดๆ ภายนอกอาคาร ควรใช้สายอากาศขนาดใหญ่ เช่น สายอากาศแบบลูป (Loop Antenna) ซึ่งสามารถอ่านค่าสัญญาณจากบัตรอาร์เอฟไอดี ได้แม่นยำกว่า (Kirschenbaum & Wool, 2008) และไม่จำเป็นต้องใช้วิธีการขยายสัญญาณภาครับ (Pui-Yi Lau, 2010) ซึ่งต้องใช้พลังงานที่สูง 2) ในการทดสอบวัสดุตัวกลางไม่ได้ทำการทดสอบกับตัวกลางอื่นๆ ที่มีการใช้งานอย่างมากในปัจจุบัน เช่น บอร์ดซีเมนส์เอนกประสงค์ (Smart Board) แผ่นยิปซั่มเอนกประสงค์ จึงควรที่จะทำการทดสอบเพิ่มเติมต่อไป

นอกจากนี้การติดตั้งแผ่นป้ายอาร์เฟไอดี ควรติดตั้งกับแนวสายไฟในตอนที่เริ่มก่อสร้างบ้านหรืออาคาร ซึ่งจะช่วยระบุตำแหน่งของแนวสายไฟได้อย่างแม่นยำ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดสอบที่เกิดขึ้น แสดงให้เห็นว่าสามารถประยุกต์ใช้งานอาร์เอฟไอดีในการตรวจสอบหาแนวสายไฟในบ้านหรืออาคารได้ เนื่องจากวัสดุปิดผนังที่นิยมใช้ในการก่อสร้างบ้านและอาคารส่วนใหญ่ทำมาจากซีเมนส์เป็นหลัก ทำให้ผู้ที่เข้ามาบำรุงรักษาถึงแม้ ผู้เข้ามาดูแลไม่ทราบตำแหน่งของสายไฟ แต่สามารถใช้เครื่องอ่านอาร์เฟไอดีในการตรวจสอบตำแหน่งของสายไฟ และนำกลับไปวาดเป็นแผนผังระบบไฟฟ้า เพื่อใช้ในการบำรุงรักษาครั้งต่อไป ซึ่งจะส่งผลให้การตรวจสอบระบบไฟฟ้าทำได้สะดวกมากขึ้น และลดปัญหาการเกิดอัคคีภัยได้ในที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปางที่ให้ทุนสนับสนุน

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงอุตสาหกรรม. (2552). **ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การป้องกันและระงับอัคคีภัยในโรงงาน พ.ศ. 2552 : กระทรวงอุตสาหกรรม.**

ปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์. (2552). **ระบบบ่งชี้อัตโนมัติด้วยคลื่นความถี่วิทยุ (RFID system) : ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.**

ปรีชญา มหัทธนทวี. (2552). **การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ RFID เพื่อระบุตำแหน่งของท่องานระบบใต้ดิน.** มหาวิทยาลัยศิลปากร: กรุงเทพมหานคร.

Kirschenbaum, I., Wool, A. (2008). **How to Build a Low-Cost, Extended-Range RFID Skimmer.** Paper present at USENIX Security Symposium 15th: Canada.

Pui-Yi Lau. (2010). A Low-Cost Printed CP Patch Antenna for RFID Smart Bookshelf in Library. **IEEE transactions on industrial electronics.** vol57, may 2010.

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผศ.ดร. คงศักดิ์ ศรีแก้ว	ดร. มนตรา ศรีษะแย้ม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ธัชคณิน จงจิตวิมล	ดร. ยุทธศักดิ์ แช่มมุ่ย	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ธันวดี ศรีธาวิรัตน์	ดร. ยุวดี ตรงต่อกิจ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. นิวัตร พัฒนะ	ดร. รำไพ โกฏสืบ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. ปิยวรรณ ศุภวิทิตพัฒนา	ดร. วราภรณ์ น้อยโขง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ	ดร. วิสูตร จันทร์อิฐ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. วิษณุ ธงไชย	ดร. สุภาวดี แหยมคง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. สุขสมาน สังโยคะ	ดร. อรชร ฉิมจารย์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร. อัญชนา ปรีชาวรพันธ์	อ. กษมะ ดุรงค์ศักดิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ. ประกรณ์ เลิศสุวรรณไพศาล	อ. กิ่งแก้ว สำรวยรื่น	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ. พิมพ์ชนก พริกบุญจันทร์	อ. เกียรติชัย บรรลุผลสกุล	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ. ไพโรจน์ เยียระยง	อ. ธณิดา โขนงนุช	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ. ยิ่งลักษณ์ มูลสาร	อ. ปณิธาน สุระยศ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ. อนงค์นาฏ คงประชา	อ. พันธุ์ธิดา ลิ้มศรีประพันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ. สนิท ปิ่นสกุล	อ. ยอดเพชร ทองขาว	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. กาญจนา วงศ์กระจ่าง	อ. วิภาดา ศรีเจริญ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. จิตติพร ตังควิเวชกุล	อ. วิมล ทองดอนกลิ้ง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. จิตศิริน ลายลักษณ์	อ. ศุจินธร ทรงสิทธิเดช	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. เฉลิมพร ทองพูน	อ. อรรถพล รอดแก้ว	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. นิธิพงศ์ ศรีเบญจมาศ	อ. เอกภพ จันทร์สุคนธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. ปิยะดา วชิระวงศกร	ดร. พิชิตชัย ปิมแปง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
รศ.ดร. ธีรพร กงบังเกิด	ผศ.ดร. อนุพันธ์ กงบังเกิด	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รศ.ดร. วิจิตรา แดงปรก	มหาวิทยาลัยแม่โจ้	
ผศ.ดร. ศกร คุณวุฒิฤทธิรณ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	
ดร. เกียรติศักดิ์ แซ่อิว	วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดพิษณุโลก	
ดร. ชัยวิชิต เชียรชนะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	
ดร. ธีรพันธ์ มาจันทร์	มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง	
อ. ดรุณี มณีทัศน์	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี	