



รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาขาเกษตรศาสตร์และอุตสาหกรรมอาหาร

มิถุนายน 2558

ณ อาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

คำนำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เครือข่ายวิจัยภาคกลางตอนบน สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา สำนักงานปลัด กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีก 8 แห่ง ได้จัดประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6 ในหัวข้อ “เทคโนโลยีและนวัตกรรมสู่อาเซียน” ระหว่างวันที่ 23 - 25 กรกฎาคม 2557 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ และเผยแพร่ผลงานการวิจัย เทคโนโลยีและนวัตกรรม สู่สังคมภายนอก ตลอดจนเป็นเวทีให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และระดมความคิดเห็นระหว่างนักวิจัย นักวิชาการ เกิดเครือข่ายนักวิจัย อันนำไปสู่การพัฒนาและสร้างสรรค์ผลงานวิจัยเพื่อนำไปใช้พัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศชาติต่อไป

เอกสารฉบับนี้เป็นรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6 รวบรวมผลงานวิจัยทั้งภาคบรรยายและโปสเตอร์ของสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสาขาเกษตรศาสตร์และอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งได้ผ่านการประเมินจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิประจำสาขา คัดเลือกให้นำเสนอในการประชุมวิชาการในครั้งนี้ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าหรือการอ้างอิง และใช้ประโยชน์ทางวิชาการด้านต่างๆ ต่อไป

ในนามของคณะกรรมการดำเนินงานจัดประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6 จัดประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6 ขอขอบคุณนักวิจัย นักวิชาการ คณาจารย์ที่ได้นำผลงานมานำเสนอ และผู้ที่เข้าร่วมประชุมทุกท่านที่ร่วมแลกเปลี่ยน ระดมความคิดเห็น เพื่อพัฒนางานวิจัย ขอขอบคุณคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้ประเมินและให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงผลงานวิจัยให้ได้คุณภาพ ขอขอบคุณคณะกรรมการจัดงานทุกฝ่ายที่สละเวลา แรงกาย แรงใจและความคิด ขอขอบคุณหน่วยงานและผู้สนับสนุนที่ร่วมเป็นเจ้าภาพในการจัดประชุมวิชาการครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติ บุญเลิศนิรันดร์
บรรณาธิการ

สารบัญ

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การพัฒนาเกมบทเรียนเรื่องธาตุและตารางธาตุสำหรับพัฒนาการเรียนรู้ในวิชาเคมี 1
โดย นัดดา อังสุโวทัย
การสร้างแถบสีมาตรฐานวัดค่าพีเอชจากสารสกัดธรรมชาติ 13
โดย ศศิธร ปรือทอง , เริงนภรณ์ โม้พวง และ ประภาภรณ์ พ่วงเพ็ง
การศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหารตามแนวคิดอาหารพลังงานสด 18
โดย ศันสนีย์ ทิมทอง , ฤทัยทิพย์ สุระเสียง และ ชมภูนุช เผื่อนพิภพ
การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำดื่มที่ให้บริการในคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 22
โดย นันทวรรณ จินากุล , เสาร์ ปรางทิพย์ และ ชาญเดช แสงงาม
การวิเคราะห์ปริมาณปรอทในปลากระบอก ปลาทู และกุ้งขาวบริเวณอ่าวปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช 30
โดยเทคนิคโวลแทมเมตรี
โดย รัตติยา สารดิษฐ์ และ จุฑาภรณ์ หนูฉิม
การจำแนกข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจด้วยเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและเบย์อย่างง่ายภายใต้ข้อมูลที่มีจำกัด 36
โดย ภาสพิชญ์ ชูใจ , นิตยา เกิดประสพ และ กิตติศักดิ์ เกิดประสพ
พัฒนาการย้อมเส้นไหมด้วยดอกอัญชัน 47
โดย สายัญ พันธ์สมบูรณ์ , ชนิดา เยรัมย์ , สุพิชญ์พงศ์ ภูหวล และ ปิยะพงษ์ บุญสรรค์
การเปรียบเทียบสีปิดทอง : กรณีการใช้สีน้ำมันทดแทนยางรักในการปิดทอง 52
โดย สุรัฐ บุญทรง , นริศ เหมวิจิตร และ สุดวดี สุวรรณ
การพัฒนาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ด้วยชุดอุปกรณ์เคมีย่อส่วน 59
โดย นัดดา อังสุโวทัย , สุภาภรณ์ ตันจ้อย และประเสริฐ ศศิธรโรจนชัย
ความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาและรูปแบบการดื้อสารต้านจุลชีพของเชื้อที่แยกได้จากเนื้อไก่ในตลาดจังหวัดปทุมธานี 68
โดย สุวดี อิสรายุวพร และ การันต์ ชีพนุรัตน์
ประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันและไขมันของน้ำเสียจากโรงอาหารโดยใช้ไคโตซานจากเปลือกกุ้ง 74
โดย สมปรารถนา วินิจฉัย , สัมฤทธิ์ กาญจนจิตร , อารียา บุตรฤทธิ์ และ ภัทริกา สูงสมบัติ
เครื่องมือสำหรับเทคโนโลยีสะอาดในงานก่อสร้าง โดยใช้หลักการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน 79
โดย เกริกรัฐ ตั้งวงษ์อุทัย และ ขวัญชัย จันทนา
ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง 89
โดย อภิศักดิ์ วัฒิวรรณผล
การลดค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานสเตรนเกจในอุปกรณ์ตรวจจับความดันชนิดเปียโซรีซิสทีฟ 102
โดยใช้การปรับปริมาณสารเจือในกระบวนการยิงฝังประจุ
โดย อัคคพงศ์ พันธุ์พฤกษ์ , วรนุศย์ ทองพูล , กฤษฎา ใจตรง และ สิขรินทร์ อยู่คง
ผลของอนุภาคนาโนซิลิกอนไดออกไซด์ต่อสมบัติเชิงพื้นผิวของแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิตพีวีดีเอฟ 112
โดย กฤษณา กนัยนาท, พนัส คล้ายนาค, วรวัชร เทียมประกาศิต, อันชัญ หมวกงาม และ มรกต พุทธกาล

สารบัญ (ต่อ)

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ต่อ)

การเปรียบเทียบผลของสารสกัดจากพืช 12 ราศีและสารฆ่าแมลงบางชนิดต่อเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนห่อใบข้าว 119
โดย ศุลีพร เออร์–ราฮีบีย์ และ ยรรยง เฉลิมแสน

ศึกษาสูตรอาหาร MS และ WPM ในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของแคลลัสกานพลู 125
โดย นพรัตน์ พุทธกาล, เสาวณีย์ บัวโทน, สุพรรณ โพธิ์ศรี, ดลนภา แก้วภา และ กาญจนา ภิญโญภาพ

การพัฒนาฐานข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องการทอผ้า ของกลุ่มสตรีทอผ้าหมู่บ้านเขาเต่า อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ 137
โดย พัชราภรณ์ ชัยพัฒนเมธี

การศึกษาเปรียบเทียบสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็นระหว่างกลุ่มที่มีผลการตรวจทางจุลชีววิทยาที่แตกต่างกันในคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 148
โดย เสาร์ ปรางทิพย์, ชาญเดช แสงงาม และ นันทวรรณ จินากุล

ความคิดเห็นของชาวประมงต่อการจัดการประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง (Portunus pelagicus Linnaeus, 1758) ในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง 157
โดย อภินันท์ ชั้นสกุล และ ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ

การพัฒนาของเล่นพื้นบ้านไทยเป็นของเล่นอัจฉริยะ 168
โดย เที่ยง เหมียดไธสง แล ะศิวาพร เหมียดไธสง

ความเข้มข้นและการกระจายขนาดของฝุ่นจากเครื่องถ่ายเอกสาร 175
โดย ภาสกร โสมมนัส และ อังก์ศิริ ทิพยมรมณ์

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของมหาหงส์ 181
โดย สุภามาส อินทฤทธิ์ และ จุฑาพร ราชน้ำคำ

การสืบค้นภาษาอาเซียนด้วยเสียง 187
โดย ต้องใจ แย้มผกา

ระบบการเขียนอักขระภาษาอังกฤษ-เวียดนามบนแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ 195
โดย ณรรฐวรรณ์ พูลสน , ฤทัย ด่านระหาร และ วนิดา นามอาสา

การจำแนกข้อมูลโดยใช้การคัดเลือกด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม 206
โดย ณัฐวุฒิ ปั้นรูป , อัฐพร กิ่งบู และ Guangqian Chen

การเปรียบเทียบชนิดผงถ่านที่มีต่อคาร์บอนที่ผิวของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำในกระบวนการแพ็คคาร์บูไรซิ่ง 216
โดย พิบูลย์ เครือคำอ้าย , ทศพร เงินเนตร และ ธวัชชัย ไชยลังการ

ความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อ Staphylococcus spp. ที่แยกได้จากสุนัขที่เป็นผิวหนังอักเสบเป็นหนอง 222
โดย มาริยา เสวกะ , จงกล สายสิงห์ , วัชระ ดวงจันทร์ , ชลธิชา เจียรเจริญ และ สุทธิรัตน์ ทองปรีชา

สารบัญ (ต่อ)

สาขาเกษตรศาสตร์และอุตสาหกรรมอาหาร

การพัฒนาเครื่องมือปรับสภาพเมล็ดในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวชุมชน 231
โดย ผดุงศักดิ์ วานิชชัง ใจทิพย์ วานิชชัง และ นฤมล บุญกระจ่าง
ศักยภาพการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเขียวพันธุ์ส่งเสริมในพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 242
โดย ระวีวรรณ สุวรรณศร สุชาดา บุญเลิศนิรันดร์ และ กิตติ บุญเลิศนิรันดร์
การพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวในการปลูกข้าวแอโรบิก 251
โดยผดุงศักดิ์ วานิชชัง ใจทิพย์ วานิชชัง นฤมล บุญกระจ่าง และ เพียงขวัญ วานิชชัง
อิทธิพลของเอนไซม์โปรติเอสระหว่างกระบวนการย่อยโปรตีนในน้ำซุปปลาสกัดจากโครงปลานิลเพื่อผลิตซุปปลาสกัดพร้อมดื่ม 262
โดย จิระพันธ์ ห้วยแสน กรรณิการ์ ห้วยแสน ชาญณรงค์ ชมนาวัง และ หนูเดือน สาระบุตร
การผลิตขนมขบเคี้ยวจากพืชสมุนไพรไทยพื้นบ้านด้วยเทคโนโลยีเอ็กซ์ทรูชั่น 270
โดย ชมภูนุช เผื่อนพิภพ
การใช้ใบมะรุมในอาหารไก่ไข่ 275
โดย ณิฐิมา เฉลิมแสน บุญชู นาวานุเคราะห์ อรรถพล ตันไสว และ ธัญรัตน์ จารี
ผลของกลีเซอรอลและซอร์บิทอลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของสับปะรดกวน 283
โดย ณัฏวลิณคล เศรษฐปราโมทย์ ชณิชา จินาการ และ รุ่งทิวา กองเงิน
การพัฒนาแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียนสำหรับผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก 292
โดย อภิรัติโสฬศ นิอร ดาวเจริญพร และ รุ่งฤทัย รำพึงจิต
อุบัติการณ์ของโรคที่นำโดยเห็บในสุนัขที่พบในอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรีตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2555 ถึงเดือนมีนาคม 2557 298
โดย สุทธิทัศน์ ทองคำใส วรรณิษา นาพูน คณิตานันท์ ตันสกุล ธิตินันท์ เวหล
พิมลพรรณ ศรีพิรมย์ ธัญญลักษณ์ เสริมศรี และ อธิคม ชินอ่อน
ผลการใช้ครีมน้ำมันมะพร้าวในอาหารไก่กระทง 303
โดย กัณหา ไฝขาว
การตรวจโรคมงคล่อเทียมของช้างเลี้ยงในจังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดพังงาด้วยวิธี Indirect Haemagglutination Test 310
โดย วิภาวี แสงสร้อย โสภิดา พุทธะสุภะ ภรณ์ทิพย์ ทองมณี กรกช ทองธวัช
และ จิตรลดา บริพันธ์
การพัฒนาเครื่องแหวกร่องต้นข้าวเพื่อกลุ่มเกษตรกร 318
โดย อำนวยพศ ทองคำ
การใช้ฮอร์โมน $PGF_{2\alpha}$ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ และเหนี่ยวนำการเป็นสัดในโคเนื้อของเกษตรรายย่อย 327
โดย สหัส นุชนารถ

สารบัญ(ต่อ)

สาขาเกษตรศาสตร์และอุตสาหกรรมอาหาร (ต่อ)

การประดิษฐ์ตะแกรงปรับระดับเพื่อใช้แช่แข็งหลอดน้ำเชื้อโคในกล่องโฟม 336
โดย สหัส นุชนารถ
การศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพน้ำนมแพะในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา 341
โดย ฐานิศวร์ ชิตธนาเศรษฐ์ มานะ สุภาดี นชษร ปภาภูวโรจน์ และ สนทยา มูลศรีแก้ว
การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมในหลายสภาพแวดล้อม 349
โดย พรทิพย์ พรสุริยา ปราโมทย์ พรสุริยา และ ปฏิยุทธ์ ขวัญอ่อน
สูตรที่เหมาะสมและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มาร์ชแมลโลว์สอดไส้ครีมสับปะรด 359
โดย รุ่งทิวา กองเงิน ณัฏวลิณคล เศรษฐปราโมทย์ และ ชณิชา จินาการ
ผลของไคโตซานต่อผลผลิตมะเขือเทศเชอรีนอกฤดูภายใต้สภาพโรงเรือนตาข่าย 371
โดย กิตติ บุญเลิศนิรันดร์ และ สายน้ำผึ้ง ยิ้มแย้ม
คุณภาพน้ำและปริมาณธาตุอาหารในน้ำบริเวณปากแม่น้ำตรัง จังหวัดตรัง 378
โดย ดำรง โลหะลักษณาเดช กฤษฎา พราหมณ์ชูเอม และ นิคม อ่อนศรี
การเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาของต่อมเบอร์ซ่าหลังจากทำวัคซีนกัมโบโร 388
โดย วรรษกร ขอพลอยกลาง คมปกร ตาณะสุต และวรินทร์ธร ไทรงาม
ผลของผงกรด 5-อะมิโนลีวูลินิกที่ผ่านการฟรีซดรายจากน้ำเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียสังเคราะห์แสง 399
Rhodopseudomonaspalustris JP255 ต่อความยาวรากต้นกล้าข้าวพันธุ์เล็บนก
โดย จตุพล มีสวัสดิ์ วิรุฬห์ศักดิ์ ทองสุภา และ อังคณา ใสเกื้อ
ผลของการต่อกิ่งและติดตาสำรองบนต้นตอสำรองและสำรองกะโหลกในแปลงปลูก 406
โดย มาโนชญ์ กูลพฤกษี ชัยวัฒน์ มครเพศ และ บัญชา เวียงสมุทร
การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มังคุดผสมคาราจีแนนและผงบุก 414
โดย วิทิต เลิศนิมิตมงคล นิภาพร คังคะวิสุทธิ์ และ สรัลรัตน์ พ่วงบริสุทธิ์
การผลิตมังคุดผิวมันโดยใช้สารสกัดจากพืช 420
โดย ชัยวัฒน์ มครเพศ และ ลาวัลย์ จั่นสังข์
การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานิลแดงระหว่างการให้อาหารในช่วงเวลากลางวัน 428
และช่วงเวลากลางคืน
โดย รุ่งพฤทธิ์ จงเจริญสุข วราห์ เทพาหุดี เจษฎา อิสเหาะ ธนิต เบี้ยแก้ว และ ธนพล ปั้นดี
ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีกับสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง 436
โดย ใจทิพย์ วานิชชัง ผดุงศักดิ์ วานิชชัง เพียงขวัญ วานิชชัง และ วิโรจน์ เครือภู่
พิษเฉียบพลันของความเค็มต่อไรน้ำนางฟ้าไทยที่อายุแตกต่างกัน 444
โดย จามรี เครือหงส์ จงดี ศรีนพรัตน์วัฒนะ สุรภี ประชุมพล และ ปริญญา พันบุญมา
ความไวต่อยาต้านจุลชีพของ *Bacillus cereus*ที่แยกได้จากนมสด 452
โดย กุลชัย นาคบุปผา ขวัญชัย จรัสแผ้ว ปิยวรรณ บุญเกิด ธีรพงษ์ เหรียญอารีย์
พิชชานันท์ อินกอ นริศรา พระยาเม้ง และสุทธิทัศน์ ทองคำใส

สารบัญ(ต่อ)

สาขาเกษตรศาสตร์และอุตสาหกรรมอาหาร (ต่อ)

คุณค่าทางโภชนาการและกรดอะมิโนในสาหร่าย *Nostoccommune*Voucherก่อนการผ่านกรรมวิธีไฮโดรไลเซท 460
โดย อุไรวรรณ วัฒนกุล และ วัฒนา วัฒนกุล
ความหลากชนิดปลาในแม่น้ำสา (แม่น้ำสาขาของลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน) จังหวัดน่าน 468
โดย อมรชัย ล้อทองคำ เชาวลีย์ ใจสุข และ ปกรณ์ สุนทรเมธ
ผลของกระบวนการทำแห้งต่อคุณภาพของย่านางผงปรุงสำเร็จ 479
โดย พนอจิต นิติสุข หนูเดือน สาระบุตร พนิดา วงศ์ปรีดี จิตตะวัน กุโบลา
และ เกียรติพงษ์ เจริญจิตต์
การประเมินสมรรถนะการผสมของแตงกวา 7 สายพันธุ์ 489
โดย จานุลักษณ์ ขนบดี และ พัชรดา ทองลา
ผลของวิธีการหมักชาต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และความชอบของผู้บริโภคต่อชาใบย่านาง 495
โดย หนูเดือน สาระบุตร กรรณิการ์ ห้วยแสน พนอจิต นิติสุข และ อนันต์ พันธ์พิบูลย์
สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสละกวน (แบบแผ่น) 503
โดย วรรณศิริ หิรัญเกิด สุภร พงษ์สำราญ บุณฑริกา สุมะนา รุ่งโรจน์ ตับกลาง
และ ชูศักดิ์ หอมหวาน
การเปรียบเทียบผลผลิต, มวลชีวภาพและความหนาแน่นของหญ้าทะเล 3 ชนิด(หญ้าใบมะกรูด,หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาล,หญ้าชะเงาใบยาว) ในจังหวัดตรัง 510
โดย พรเทพ วิรัชวงศ์
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 518
รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ สาขาเกษตรศาสตร์และอุตสาหกรรมอาหาร 520

การพัฒนาเกมบทเรียนเรื่องธาตุและตารางธาตุสำหรับพัฒนาการเรียนรู้ในวิชาเคมี

The Development of Lesson Games in Title of Element and Periodic Table for Development of Learning in Chemistry Subject

นัดดา อังสุโวทัย[1*]

Nadda Angsuwotai[1*]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้และหาประสิทธิภาพของการใช้เกมในการเรียนวิชาเคมี และสร้างแหล่งเรียนรู้เรื่องธาตุและตารางธาตุ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาหลักเคมี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 30 คน เกมเรื่องธาตุและตารางธาตุที่สร้างขึ้นมีจำนวน 5 ชุด โดยสามารถเล่นได้ทั้งเดี่ยวและกลุ่มบนกระดานแม่เหล็ก สำหรับชุดที่ 4 เป็นเกมทางคอมพิวเตอร์ เวลาที่ใช้เล่นเกมเฉลี่ย 3 - 5 นาที ซึ่งเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้เคมี การหาประสิทธิภาพ พบว่า กลุ่มตัวอย่างสามารถเล่นเกมได้ตามวัตถุประสงค์ของเกมแต่ละชุด และสามารถใช้เวลาเป็นเกณฑ์ในการประมวลผลและการกำหนดคะแนนการเรียนรู้เคมีได้ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อการเรียนเคมีด้วยเกม เพราะทำให้เกิดความจำสัญลักษณ์ของธาตุ ชื่อธาตุ และตำแหน่งในตารางธาตุได้โดยง่าย ไม่เบื่อหน่ายในการเรียน เกมมีความสนุกสนาน เล่นได้อย่างเข้าใจ โดยเฉพาะเกมชุดที่ 4 เกมคอมพิวเตอร์ ชอบมากที่สุด รองลงมาเป็นเกมชุดที่ 2 , 3 และ 5 ตามลำดับ

คำสำคัญ : แหล่งเรียนรู้ เกมเพื่อการเรียนรู้ ธาตุในตารางธาตุ

Abstract

The objectives of this research were to develop learning model and examine effectiveness of using games and make learning resource for studying the elements in the periodic table. The sample group was 30 first-year students majoring in computer science. In addition, there were 5 sets of games which could be played individually or in group on a magnetic board and game 4 could be played in computer. On average, they spent 3 – 5 minutes per game under the expectation. The result showed that the samples could achieve the objective of each set and time could be used as measurement and scoring criteria. Furthermore, it was also found that the samples enjoyed playing the games and were satisfied with learning Chemistry through games because they could remember the symbols and the positions of the elements in the periodic table easily, not bored in learning, enjoyed and understand how to play the games. The samples preferred game 4 , 2 , 3 and 5 respectively.

Keywords: Learning resource, Games to learning, periodic table

[1]สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ 10120

[1]Chemistry Division, Faculty of Science and Technology Rajamangala University of Technology Krungthep 10120

*Corresponding author. E-mail: nadda_ang@hotmail.com

บทนำ

สภาพการณ์ในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมอย่างรวดเร็ว มนุษย์จึงต้องมีการปรับตัวให้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง ความจำเป็นที่ทุกคนต้องรู้จักเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง การศึกษาตามระบบอาจไม่สามารถฝึกฝนได้ทันเหตุการณ์ แต่สามารถให้คำแนะนำ ให้การปรึกษา และใช้กระบวนการให้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ เสริมประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเองให้มาก ปลูกฝังนิสัยการเรียนรู้ตลอดชีวิตตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ฉบับที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 (กระทรวงศึกษาธิการ. 2545) กล่าวถึง หมวด 4 แนวการจัดการศึกษา มาตรา 23 ข้อ 5 ให้ผู้สอนจัดบรรยากาศสภาพแวดล้อม สื่อการเรียน และอำนวยความสะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีความรอบรู้ รวมทั้งสามารถใช้การวิจัยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ ทั้งนี้ ผู้สอนและผู้เรียนอาจเรียนรู้ไปพร้อมกันจากสื่อการเรียนการสอนและแหล่งวิทยาการประเภทต่างๆ ดังนั้น ครูจึงมีบทบาทสำคัญในการสร้างสื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้โดยง่าย และเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ ซึ่งมีโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ที่สามารถสร้างสื่อเทคโนโลยีที่ทันสมัย มีแหล่งเรียนรู้ที่เกิดขึ้นทางอินเทอร์เน็ตจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม ข้อมูลเหล่านั้นผู้เรียนต้องพิจารณาความถูกต้องและความสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการศึกษาเรียนรู้ ถ้าหากมีผู้ผลิตสื่อเรียนรู้ในวิชาที่ยากแก่ความเข้าใจ และมีบางคนรู้สึกเบื่อหน่ายที่จะเรียน คิดว่าตนเองเรียนอย่างไรก็ยังไม่เข้าใจ ทำให้ไม่ใส่ใจที่จะเรียน โดยเฉพาะวิชาทางวิทยาศาสตร์ สาขาเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และคณิตศาสตร์ การปรับกระบวนทัศน์ในการเรียนการสอนให้เป็นรูปธรรมอาจส่งผลดีต่อความรู้สึกของผู้เรียน เช่น ทำให้ผู้เรียนสนุกสนาน เข้าใจสิ่งที่เรียนได้ง่าย จำได้ง่าย และมีเพื่อนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ เกิดบรรยากาศการเรียนรู้เป็นกลุ่ม สร้างความเข้าใจแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ดังคำกล่าวว่า เรียนเป็นเล่น เล่นเป็นเรียน หรือเน้นวิธีการเรียนมากกว่าวิธีการสอน Chaiwat Chueamang (2011) ได้ทำการวิจัย เรื่อง A virtual chemistry laboratory for science high school ผลการวิจัยพบว่า การใช้สื่อเสมือนในการปฏิบัติการเคมีสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนเนื้อหาปฏิบัติการเคมีได้ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ มีการกำหนดวัตถุประสงค์และคำถามที่เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพและทางเคมี มีคำถามและให้หาคำตอบจากสื่อเสมือนนี้ซึ่งผู้เรียนจะเรียนรู้ผ่านทางอินเทอร์เน็ตหรือหลังเลิกเรียนแล้วก็ได้ ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจมโนทัศน์และมีทัศนคติเชิงบวกต่อสื่อเสมือนในการปฏิบัติการเคมี ผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดจัดทำสื่อประเภทเกมมาใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชาเคมี ทำให้ผู้เรียนได้สนุกกับสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น มีการโต้ตอบ สื่อสารที่เข้าใจง่าย เปิดโอกาสให้คิดจะได้จดจำได้ ไม่เบื่อหน่าย และสนุกกับเกม

จากรายงานสรุปผลการเรียนการสอนรายวิชาหลักเคมี รหัสวิชา 2110109 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 เป็นรายวิชาของหมวดวิชาชีพพื้นฐาน จัดโดยคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ พบว่า ผู้เรียนมาจากคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร กับผู้เรียนของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ และ เทคโนโลยีและการจัดการความปลอดภัยของอาหาร จำนวนรวมทั้งสิ้น 322 คน ผู้เรียนมีทั้งจบมัธยมศึกษาปีที่ 6 สายวิทยาศาสตร์ สายศิลปศาสตร์ และ ปวช. ที่มีหลากหลายสาขาอีกด้วย ทำให้ยากในการจัดการเรียนการสอน เพราะผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน ผลการเรียนปรากฏว่า ผู้ได้ระดับ A มีจำนวน 4 คน ระดับ B^+ จำนวน 2 คน B จำนวน 20 คน ระดับ C^+ จำนวน 25 คน ระดับ C จำนวน 73 คน ระดับ D^+ จำนวน 94 คน และระดับ D จำนวน 93 คน ไม่ผ่านรายวิชานี้คือ ระดับ F จำนวน 8 คน นอกจากนี้ มี W คือ ถอนวิชานี้ จำนวน 1 คน และ ติด I คือ รอผลการเรียน จำนวน 2 คน (คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี..

2554) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่า ภาพรวมของวิชาเคมีระดับที่ต้องปรับปรุง (D^+ และ D) มีจำนวนมากที่สุด 187 คน คิดเป็นร้อยละ 58.07 อาจกล่าวได้ว่า ผู้เรียนเกินกว่าร้อยละ 50 อยู่ในเกณฑ์ต่ำต้องปรับปรุง ทั้งนี้ผู้เรียนได้ให้ข้อมูลว่า วิชาเคมียาก ไม่เคยเรียนมาก่อน จึงไม่เข้าใจ จำไม่ได้ ผู้วิจัยจึงคิดว่า การปรับปรุงการเรียนการสอนของวิชานี้ อาจเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้ใหม่ โดยเสริมการเรียนรู้ผ่านเกม นำเนื้อหาเคมีสอดแทรกในเกมเพื่อสร้างความสนใจ และให้เกิดความเข้าใจ จำได้ง่าย เป็นการเรียนแบบเล่น ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เกมน่าจะเป็นแหล่งเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพส่งผลต่อการเรียนของผู้เรียนได้ และเป็นการลดการสูญเปล่าทางการศึกษา อีกทั้งกระตุ้นผู้เรียนได้ใฝ่รู้สนใจเรียนยิ่งขึ้น งานวิจัยนี้ต้องการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมในการเรียนวิชาเคมีและหาประสิทธิภาพของการเรียนเพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้ จึงเลือกบทเรียนที่เป็นส่วนสำคัญ เป็นพื้นฐานของการเรียนเคมีในบทต่อๆ ไป นั่นก็คือ เรื่อง ธาตุและตารางธาตุ ซึ่งเป็นเนื้อหาแรกของการเรียนวิชาเคมี ที่จะต้องจดจำชื่อธาตุและสัญลักษณ์ รวมถึงตำแหน่งของธาตุ และสามารถนำความรู้นี้มาอธิบายหรือทำนายสมบัติของธาตุได้ จึงนำเนื้อหาเคมีเรื่องนี้มาสร้างเกมให้เป็นเครื่องมือหนึ่งช่วยในการจดจำ เล่นแล้วสนุก เสริมสติปัญญา สามารถเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง หรือเรียนรู้ผ่านเกมร่วมกันเป็นกลุ่ม

วิธีการศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัยมี 5 ขั้น ประกอบด้วย ขั้นเตรียม ขั้นออกแบบ ขั้นจัดทำต้นแบบ ขั้นทดลองใช้ และขั้นประเมินผลหาประสิทธิภาพ มีรายละเอียดดังนี้

ขั้นเตรียม

เป็นการศึกษาเอกสารและหลักการที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ได้แก่ การสร้างและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ใช้สถานการณ์จำลองและเกมเพื่อการเรียนรู้ จิตวิทยาการเรียนรู้ การมีส่วนร่วม ขั้นตอนต่างๆ ของกิจกรรมการประเมินผลการเรียนรู้ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้สำรวจความเป็นไปได้ในการใช้เกมประกอบการเรียนการสอนวิชาหลักเคมีกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 พบว่า นักศึกษาสนุกกับการเรียน และได้ให้นักศึกษาร่วมออกแบบเกมการเรียนรู้ในวิชาหลักเคมีให้ด้วย ซึ่งได้นำมาพัฒนาใช้ในงานวิจัยนี้ต่อไป

ขั้นออกแบบ

การออกแบบสถานการณ์จำลองและเกมเพื่อการเรียนรู้ ได้กำหนดให้ครอบคลุมเนื้อหาเคมีในบทเรียนที่สำคัญ เข้าใจยากเพื่อช่วยในการจดจำ ให้เกิดการเรียนรู้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองหรือใช้ฝึกร่วมกันเป็นกลุ่ม ได้กำหนดเนื้อหา วัตถุประสงค์ของสถานการณ์จำลองและเกมในบทเรียนวิชาหลักเคมี ได้เลือกเรื่องที่เป็นพื้นฐานสำคัญ เป็นความรู้นำไปสู่หัวข้ออื่นๆ คือ **เรื่อง ธาตุและตารางธาตุ** เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกและจดจำธาตุ ประกอบด้วย สถานการณ์จำลองและเกมรวม 5 ชุด แต่ละชุดกล่าวถึงข้อมูล ชื่อเกม วัตถุประสงค์ของเกมเพื่อการเรียนรู้เคมี เนื้อหาบทเรียน อุปกรณ์การเล่น วิธีเล่น และการประเมินผล

ขั้นจัดทำต้นแบบ

จากการออกแบบเกมที่กำหนด สำหรับชุดที่ 1 ใช้แผ่นโฟมขนาดใหญ่เป็นตารางธาตุที่เจาะเป็นช่องๆ รูปทรงลูกบาศก์ และมีกล่องลูกบาศก์ที่กำหนดเป็นธาตุชนิดต่างๆ นำมาบรรจุในแผ่นตารางธาตุนี้ ทำเป็นตารางธาตุ สำหรับชุดที่ 2 และชุดที่ 3 ใช้กระดานแม่เหล็กเป็นอุปกรณ์สำคัญทำเป็นตารางธาตุ และเม็ดแม่เหล็กเป็นธาตุ หมู่ I A ถึง หมู่ VIII A และธาตุทรานสิชั่น คาบที่ 4 และอีกบางธาตุของหมู่ B รวม 62 ธาตุ เป็นธาตุที่ผู้เรียนควรเรียนรู้ ซึ่งพบธาตุเหล่านี้ในชีวิตประจำวัน เกมที่คิดขึ้นเน้นการเล่นที่สะดวก เล่นเดี่ยวและเป็นกลุ่มได้

และจัดทำร่างคู่มืออธิบายการใช้เกมประกอบการเรียนการสอน ได้ทดลองใช้เกมที่สร้างขึ้นกับนักศึกษากลุ่มเล็กประมาณ 3 - 5 คน เพื่อตรวจความเข้าใจวิธีการเล่น และได้นำมาปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง สำหรับเกมชุดที่ 1, 2 , 3 และ 5 ผู้วิจัยได้จัดทำแผ่นแม่เหล็กตารางธาตุจำนวน 10 ชุด เพื่อใช้พอเหมาะกับจำนวนผู้เรียนแบ่งเป็น 10 กลุ่ม ๆ ละ 3 คน และสามารถให้ผู้เรียนหรือกลุ่มตัวอย่างฝึกเล่นด้วยตนเองนอกเวลาได้ สำหรับชุดที่ 4 เป็นเกมตารางธาตุเล่นทางคอมพิวเตอร์

ขั้นทดลองใช้

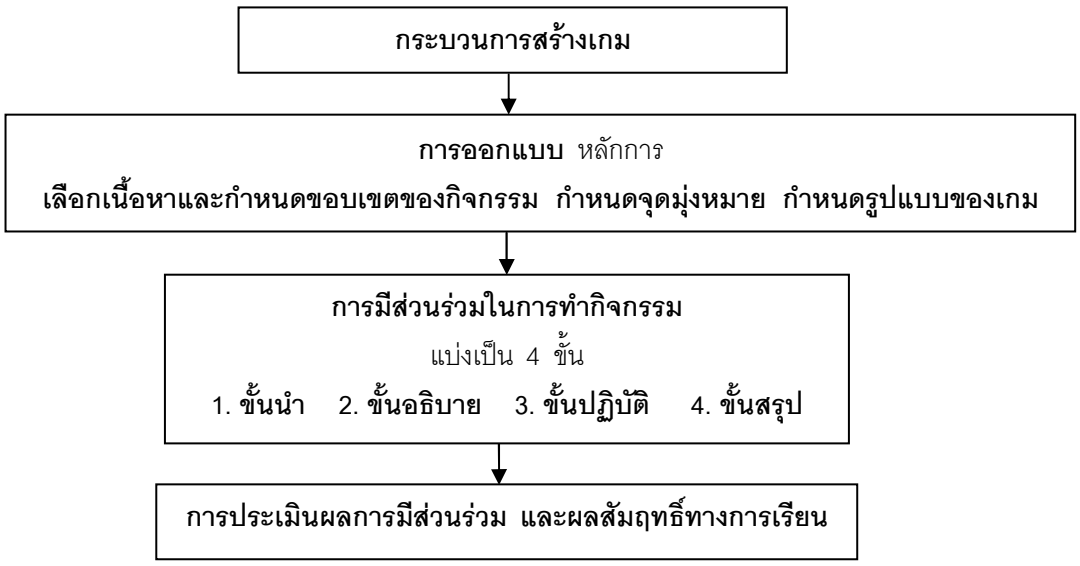
การทดลองใช้เกมที่สร้างขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ มีหลักการให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมโดยรูปแบบการดำเนินการสอน แบ่งเป็น 4 ขั้น ขั้นนำ ขั้นอธิบาย ขั้นปฏิบัติ และขั้นสรุป สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เรียน คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาหลักเคมี ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 30 คน ซึ่งนักศึกษาสาขานี้มีพื้นความรู้หลากหลาย เป็นผู้ที่จบทั้งสายสามัญและอาชีพเหมือนผู้เรียนในสาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่ได้กล่าวถึงในขั้นเตรียม การทดลองได้ใช้เกมประกอบการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียน และนอกห้องเรียน ใช้ในการสอนเรื่องธาตุและตารางธาตุ เวลาในการทดลอง 6 สัปดาห์

ขั้นประเมินผลหาประสิทธิภาพ

ในการทดลองใช้เกมเพื่อการเรียนรู้เคมี เรื่องธาตุและตารางธาตุ ได้เก็บข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของเกม คือ จับเวลาที่ใช้ในการเล่นเกม กติกาในการแข่งขัน การตัดสินผล ปัญหาที่เกิดขึ้น และผลลัพธ์ที่ผู้เรียนได้รับ อาทิ ความสนุกสนาน ความพึงพอใจต่อการเล่นเกมเพื่อการเรียนรู้และความเข้าใจเรื่องธาตุและตารางธาตุ รวมถึงข้อเสนอแนะของผู้เรียน เพื่อการปรับปรุงต่อไป

กรอบแนวคิดในการสร้างเกมเพื่อการเรียนรู้เคมี

องค์ประกอบความสำเร็จของการนำเกมไปใช้สอน ได้แก่ กระบวนการสร้างที่คำนึงถึง เนื้อหาความรู้เคมี วัตถุประสงค์การเรียนรู้ จิตวิทยาการเรียนรู้ ความเข้าใจการนำสถานการณ์จำลองและเกมไปใช้ การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ และการมีส่วนร่วมต่อกิจกรรมระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ผู้เรียนและผู้เรียนด้วยกัน และการประเมินผลการมีส่วนร่วมในกิจกรรม สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังนี้



แผนภาพที่ 1 กรอบความคิดในการวิจัย

จากกระบวนการสร้างเกม ดังกล่าว ทำให้สามารถได้ชุดเกม 5 ชุด มีรายละเอียด ดังนี้

ชุดที่ 1 ชื่อเกม ร่วมแรงร่วมใจจับธาตุใส่ตาราง (เกมเล่นหมู่ เล่นกันทั้งห้อง)

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ผู้เรียนจำสัญลักษณ์ ชื่อ และตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุโดยใช้กระบวนการกลุ่มในการเล่นเกม

เนื้อหาบทเรียน

การจัดธาตุลงในตารางธาตุ ตารางธาตุ แบ่งเป็นธาตุ หมู่ A และ หมู่ B จัดเป็น 8 หมู่ 7 คาบ เช่น ธาตุหมู่ I A มีสมบัติเป็นโลหะซึ่งมีคุณสมบัติว่องไวในการผสมธาตุมาก ละลายน้ำเป็นเบส มีชื่อเรียกว่า alkaline metal และมีอิเล็กตรอนวงนอกสุดอยู่ 1 ตัว เป็นต้น ส่วนธาตุหมู่ B เป็นโลหะธาตุทรานสิชั่น (Transition elements) ฯลฯ

อุปกรณ์การเล่น

1. ตารางธาตุแผ่นใหญ่ ขนาด 90 x 51 ซม. ทำด้วยแผ่นโฟม หนา 4.5 ซม. เจาะโฟมให้ลึกลงไปเป็นช่องรูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์กว้างยาวขนาด 3.3 x 3.3 ซม. ลึก 2.5 ซม. จำนวน 111 ช่อง ตามตำแหน่งของธาตุต่างๆ ในตารางธาตุ เพื่อวางกล่องของธาตุนั้นลงในช่องที่เจาะไว้ให้ตรงกับตำแหน่งของธาตุนั้นๆ ในตารางธาตุ ยกเว้น inner transition ธาตุกลุ่ม Lanthanide series และ Actinide series จะเขียนชื่ออาตุนั้นๆ ลงในช่องที่เจาะ
2. กล่องลูกบาศก์ขนาด 3 x 3 x 3 ซม. ทำด้วยกระดาษ ซึ่งสามารถวางกล่องนี้ในช่องที่เจาะไว้ในแผ่นตารางธาตุ ในข้อ 1 ได้ ด้านหนึ่งของกล่องเขียนสัญลักษณ์ของธาตุตามตารางธาตุของภาพที่ 1
3. แผ่นเฉลยตารางธาตุที่ใช้ในชุดนี้

วิธีเล่น (นักศึกษากลุ่มตัวอย่างมี 30 คน)

1. แบ่งผู้เรียนเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 15 คน ตั้งกรรมการจับเวลา และบันทึกเวลาที่ใช้ในการแข่งขันของฝ่ายตรงข้าม
2. อธิบายกติกาการแข่งขัน เกม ร่วมแรงร่วมใจจับธาตุใส่ตาราง คือ
   - ให้สมาชิกแต่ละคนในกลุ่มหยิบกล่องธาตุจับใส่ในช่องที่ว่างที่ตรงกับตำแหน่งของธาตุนั้นของแผ่นตารางธาตุ แล้วเรียกชื่อธาตุนั้นออกมา
   - สมาชิกคนต่อมาทำเชนเดียวกันจนหมดจำนวนกล่องชื่อธาตุ เป็นอันจบเกม
   - หากมีสมาชิกคนใดวางผิด สมาชิกคนต่อมาสามารถวางกล่องในตำแหน่งใหม่และเรียกชื่อธาตุนั้นแล้วจึงหยิบกล่องธาตุของตนเองต่อไป
3. บันทึกการใช้เวลาทั้งหมดที่กลุ่มนี้ใช้ในการแข่งขัน
4. ให้อีกกลุ่มเข้าแถว แล้วเริ่มต้นเล่นต่อไปจนหมดจำนวนกล่องชื่อธาตุ บันทึกเวลาที่ใช้

การประเมินผล กรรมการตรวจหาตำแหน่งที่วางผิดที่ หักตำแหน่งละ 1 คะแนน (ติดลบ)

เกณฑ์การคิดคะแนน

- กลุ่มที่ใช้เวลาน้อยที่สุดได้คะแนนเต็ม 10 คะแนน กลุ่มที่ใช้เวลามากกว่าให้หักคะแนน 30 วินาทีต่อ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน และหักคะแนนที่ติดลบออก เป็นคะแนนที่แต่ละกลุ่มทำได้
- กลุ่มใดได้คะแนนมากที่สุดเป็นฝ่ายชนะ

ชุดที่ 2 ชื่อเกม จับธาตุเข้าบ้านในตาราง (เกมเล่นคู่ และเล่นเดี่ยว)

วัตถุประสงค์ เพื่อฝึกการจำสัญลักษณ์ของธาตุ และเรียกชื่อธาตุในตารางธาตุ

เนื้อหาบทเรียน กล่าวถึงในชุดที่ 1

อุปกรณ์การเล่น

1. แผ่นเหล็กตารางธาตุ ทำจากแผ่นเหล็กอย่างบางรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดเท่ากับกระดาษ A 4 (21 cm x 29.7 cm) ติดแผ่นตารางธาตุที่จัดทำขึ้น ตารางธาตุจะแสดงข้อมูลสัญลักษณ์ของธาตุ เลขอะตอม และชื่อของธาตุเป็นภาษาอังกฤษ

2. เม็ดธาตุแม่เหล็กแบบกลม ขนาด 15 mm. มีสีต่างๆ ติดสัญลักษณ์ของธาตุที่เม็ดแม่เหล็ก มีจำนวน 62 ธาตุ (เม็ด) ต่อ 1 ตารางธาตุ ธาตุที่เลือกทำเม็ดแม่เหล็ก ได้แก่ หมู่ A ทั้งหมด และ หมู่ B ธาตุทรานสิชั่นในคาบที่ 4 และธาตุทรานสิชั่นอีกบางธาตุ คือ Cd Hg Ag Au Pd Pt Th และ U

วิธีเล่น

1. ผู้เล่นวางธาตุที่เป็นเม็ดแม่เหล็กบนแผ่นเหล็กตารางธาตุให้ตรงกับตำแหน่งของธาตุนั้นในตารางธาตุ จนครบ 62 ธาตุ ที่กำหนดไว้ในเกมชุดนี้

2. จับเวลาที่ใช้ในการวางธาตุในตารางธาตุ

การประเมินผล

กรรมการตรวจหาตำแหน่งที่วางผิดที่ หักตำแหน่งละ 1 คะแนน (ติดลบ)

เกณฑ์การคิดคะแนน

- ผู้เล่นที่ใช้เวลาน้อยที่สุดได้คะแนนเต็ม 10 คะแนน ผู้เล่นที่ใช้เวลามากกว่าให้หักคะแนน ทีละ 1 คะแนน ทุกๆ 30 วินาที จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน และหักคะแนนที่ติดลบจากการวางผิดที่ออกด้วยเป็นคะแนนที่ผู้เล่นทำได้

- ผู้เล่นที่ได้คะแนนมากที่สุดเป็นฝ่ายชนะ

ชุดที่ 3 ชื่อเกม จับธาตุลงกล่องเปล่า (เกมเล่นคู่ และเล่นเดี่ยว)

วัตถุประสงค์ เพื่อทบทวนและยืนยันการจำสัญลักษณ์และตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุ

เนื้อหาบทเรียน กล่าวถึงในชุดที่ 1

อุปกรณ์การเล่น ใช้ชุดอุปกรณ์เดียวกับอุปกรณ์ชุดที่ 2 แต่ตารางธาตุเป็นแผ่นเปล่า มีแต่กรอบตาราง และเลขอะตอม ไม่มีสัญลักษณ์หรือข้อมูลใดๆ ในตารางธาตุ

วิธีเล่น เช่นเดียวกับเกมชุดที่ 2 คือ

1. ผู้เล่นวางธาตุที่เป็นเม็ดแม่เหล็กบนแผ่นเหล็กตารางธาตุให้ตรงกับตำแหน่งของธาตุนั้นในตารางธาตุ จนครบ 62 ธาตุ ที่กำหนดไว้ในเกมชุดนี้

2. จับเวลาที่ใช้ในการวางธาตุในตารางธาตุ

การประเมินผล

กรรมการตรวจหาตำแหน่งที่วางผิดที่ หักตำแหน่งละ 1 คะแนน (ติดลบ)

เกณฑ์การคิดคะแนน

- ผู้เล่นที่ใช้เวลาน้อยที่สุด และใช้เวลาไม่เกิน 5 นาที ได้คะแนนเต็ม 10 คะแนน ผู้เล่นที่ใช้เวลามากกว่าหรือใช้เวลาเกิน 5 นาที ให้หักคะแนน ทีละ 1 คะแนน ทุกๆ 30 วินาที จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน และหักคะแนนที่ติดลบจากการวางผิดที่ออกด้วย เป็นคะแนนที่ผู้เล่นทำได้

- ผู้เล่นที่ได้คะแนนมากที่สุดเป็นฝ่ายชนะ

หมายเหตุ เกมชุดที่ 2 และ ชุดที่ 3 เหมือนกัน เพียงแต่เกมชุดที่ 3 ตารางธาตุว่างเปล่า ไม่มีสัญลักษณ์ให้สังเกต ผู้เล่นต้องจำธาตุได้แล้ว จึงเป็นการทดสอบเพื่อยืนยันการจำธาตุในตารางธาตุได้

ชุดที่ 4 ชื่อเกม จับคู่หาธาตุ (เกมโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ เล่นเดี่ยว)

วัตถุประสงค์ เพื่อทบทวนการจำสัญลักษณ์ ชื่อ และตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุด้วยตนเอง

เนื้อหาบทเรียน กล่าวถึงในชุดที่ 1

อุปกรณ์การเล่น จัดทำเป็นเกมคอมพิวเตอร์ ใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์สร้างโครงตารางธาตุ ใส่ชื่อธาตุ เลขอะตอมของธาตุ สร้างปุ่ม ทำภาพเคลื่อนไหวต่างๆ และใช้ชุดคำสั่งหรือภาษาคอมพิวเตอร์ แอคชั่นสคริปต์ (Action Script) ในการควบคุมหรือสั่งการโปรแกรม เช่น การควบคุมปุ่มต่างๆ แสดงเวลา แสดงคะแนน

เกมในชุดที่ 4 นี้แบ่งเป็น 2 เกมย่อย เกมที่ 1 ชื่อว่า **"ใครไว จับธาตุเข้าเส้นชัย"** เกมที่ 2 ชื่อว่า **"เรียกชื่อธาตุในตาราง"** แต่ละเกมประกอบด้วย 3 ชุด ตามระดับความยาก พิจารณาจาก

การกำหนดเวลา ผู้เล่นต้องใช้เวลาในการเล่นตามกำหนดเวลาที่เลือกไว้ คือ 3 นาที หรือ 5 นาที ถ้ามีความสามารถจำธาตุได้แล้ว ควรใช้เวลาในการเล่นน้อยลง

โอกาสการให้แก้ตัว คือ วางตัวผิดแล้วสามารถเปลี่ยนได้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ แต่ต้องระวังเวลาในการเล่นจะหมดเสียก่อนได้ ทั้งนี้ผู้เล่นสามารถเลือกที่จะเล่นเกมใด ชุดใดก่อนก็ได้ตามความต้องการ

วิธีเล่น

เมื่อเริ่มเล่นจะเข้าสู่หน้าเมนูหลักของเกม จะมีเกมให้เลือกกดปุ่มเล่นอยู่ 2 เกมย่อย

เกมที่ 1 ชื่อว่า "ใครไว จับธาตุเข้าเส้นชัย" ให้เลือกว่าจะเล่นชุดใดใน 3 ชุด

ชุดที่ 1 ให้ผู้เล่นจับธาตุเข้าตารางภายใน 5 นาที วางผิดวางใหม่ให้ถูกต้อง

ชุดที่ 2 ให้ผู้เล่นจับธาตุเข้าตารางภายใน 5 นาที วางได้ครั้งเดียว

ชุดที่ 3 ให้ผู้เล่นจับธาตุเข้าตารางภายใน 3 นาที วางได้ครั้งเดียว

วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบความจำสัญลักษณ์และตำแหน่งของธาตุ (62 ธาตุ) ในตารางธาตุ

การเล่น เป็นการนำสัญลักษณ์ของธาตุจากกองโจทย์ที่ปรากฏขึ้นโยงเข้าไปวางในตำแหน่งของธาตุนั้นในตารางธาตุ

เกมที่ 2 ชื่อว่า "เรียกชื่อธาตุในตาราง" ให้เลือกว่าจะเล่นชุดใดใน 2 ชุด

ชุดที่ 1 ให้ผู้เล่นกดสัญลักษณ์ของธาตุในตาราง ให้ตรงกับชื่อที่กำหนด ภายใน 5 นาที

กดผิด กดใหม่ ให้ถูกต้อง ตอบผิด ตอบใหม่ จนถูก

ชุดที่ 2 ให้ผู้เล่นกดสัญลักษณ์ของธาตุในตาราง ให้ตรงกับชื่อที่กำหนด ภายใน 3 นาที แต่ละชื่อตอบได้ครั้งเดียว

รายละเอียดของเกมชุดที่ 4 คือ

วัตถุประสงค์ เพื่อทดสอบการจำชื่อและตำแหน่งของธาตุ (62 ธาตุ) ในตารางธาตุ

การเล่น เป็นการกดชื่อธาตุในตารางธาตุให้ตรงกับชื่อของธาตุที่ปรากฏขึ้นในกองโจทย์

การประเมินผล (ทั้งเกมที่ 1 และเกมที่ 2 เหมือนกัน)

1. เมื่อหมดเวลา หรือ เล่นจนตัวเลือกหมด เกมจะสิ้นสุดลง
2. ผู้ชนะคือ ผู้ที่เล่นเสร็จทันเวลาที่กำหนด หรือใช้เวลาน้อยที่สุด และได้คะแนนมากที่สุด

คำแนะนำ

1. ควรเล่นเกมที่ 1 ก่อน ตามด้วยเกมที่ 2 แต่ละเกมกำหนดเวลาไว้ เมื่อหมดเวลา เกมจะสิ้นสุดทันที
2. ให้เริ่มเล่นใหม่ ถ้ายังไม่สามารถจำตำแหน่งได้ทันเวลา
3. หากเกมจบลง โปรแกรมจะแสดง คะแนน และ เวลา ที่ใช้ในการเล่นให้ด้วย

ชุดที่ 5 ชื่อเกม จับธาตุหาสมบัติ

วัตถุประสงค์ เพื่อทบทวนการจำสัญลักษณ์ ชื่อ สมบัติของธาตุและตำแหน่งของธาตุในตารางธาตุด้วยตนเอง

และใช้ทดสอบความรู้สมบัติของธาตุในตารางธาตุที่ควรรู้จัก (35 ธาตุ)

เนื้อหาบทเรียน กล่าวถึงในชุดที่ 1 และสมบัติของธาตุตามตารางธาตุ ดังข้อมูลในตารางต่อไปนี้

เลขอะตอม	การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม	สัญลักษณ์ของธาตุ	สมบัติของธาตุ
1	1	H	ธาตุที่เบาที่สุด ติดไฟได้
11	2, 8, 1	Na	ใส่ในน้ำได้ก๊าซที่ติดไฟได้ รวมตัวกับแก๊สคลอรีนจะได้เกลือแกง
12	2, 8, 2	Mg	เป็นโลหะ เมื่อจุดไฟจะให้เปลวไฟสว่างสีขาว
19	2, 8, 8, 1	K	เป็นโลหะ และเป็นธาตุที่เป็นอาหารหลักของพืช

อุปกรณ์การเล่น

1. แผ่นกระดานแม่เหล็ก 1 แผ่น มีช่องให้เติมเต็ม 4 ช่อง คือ ช่องที่ 1 เลขอะตอม ช่องที่ 2 การจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอม ช่องที่ 3 สัญลักษณ์ของธาตุ และช่องที่ 4 สมบัติของธาตุ สำหรับช่องที่ 1 ได้เติมเลขอะตอมให้เรียบร้อยแล้ว มีธาตุทั้งหมด 35 ธาตุ
2. แผ่นป้ายที่เติมเต็มมี 3 ชุด ประกอบด้วย
   ชุดที่ 1 ตัวเลขของเลขอะตอมของธาตุ
   ชุดที่ 2 ตัวเลขแสดงการจัดเรียงอิเล็กตรอนในอะตอมธาตุต่างๆ
   ชุดที่ 3 ตัวอักษรกล่าวถึงสมบัติของธาตุในตารางธาตุ
3. แผ่นป้ายเติมเต็มทั้ง 3 ชุด สอดคล้องกับธาตุในตารางธาตุ 35 ธาตุนั้น
4. รวมแผ่นป้ายทั้งหมดในชุดที่ 5 จำนวน 1 , 35 , 35 , 35 รวมจำนวน 106 แผ่น

วิธีการเล่น เล่นได้ทั้งแบบเดี่ยวและเป็นกลุ่ม ดังนี้

ถ้าเล่นคนเดียว

1. ให้ผู้เล่นจัดวางแผ่นป้ายเติมเต็มทีละชุดในช่องที่ 2, 3, 4 บนแผ่นกระดานแม่เหล็กตามลำดับ ให้ตรงกับเลขอะตอมที่กำหนดไว้ในช่องที่ 1 ซึ่งมีอยู่ 35 ธาตุ และก่อนที่จะวางแผ่นป้ายในชุดต่อไป ให้ตรวจความถูกต้องกับแผ่นเฉลยก่อน เพื่อไม่ให้การวางในช่องถัดไปผิดพลาดได้
2. ให้คะแนนการวางแผ่นป้ายได้ถูกต้องแต่ละชุด วางถูกต้องได้แผ่นละ 1 คะแนน และรวมคะแนนทุกชุดไว้
3. จับเวลาที่ใช้ในการจัดวางแผ่นป้ายแต่ละชุด เป็นสถิติไว้เปรียบเทียบในครั้งต่อไป

ถ้าเล่นเป็นกลุ่ม

1. ให้แบ่งผู้เล่นเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 10 คน แต่ละกลุ่มจับสลากเลือกชุดของแผ่นป้ายเติมเต็ม
2. ให้กลุ่มที่จับได้แผ่นป้ายช่องที่ 2 เป็นผู้เล่นก่อน โดยวางแผ่นป้ายบนแผ่นกระดานแม่เหล็กให้ตรงกับเลขอะตอมที่กำหนดไว้ในช่องที่ 1 ซึ่งมีอยู่ 35 ธาตุ
3. ตรวจให้คะแนนการวางแผ่นป้ายได้ถูกต้อง แผ่นละ 1 คะแนน
4. ถ้ามีการวางผิดที่ให้จัดวางใหม่ให้ถูกต้อง เพื่อเป็นฐานข้อมูลของการวางแผ่นช่องถัดไป
5. ให้กลุ่มที่จับได้แผ่นป้ายช่องที่ 3 เป็นผู้เล่นลำดับต่อไป และกลุ่มที่จับได้แผ่นป้ายช่องที่ 4 เป็นผู้เล่นลำดับสุดท้าย เล่นหลังจากตรวจและจัดวางแผ่นที่ถูกต้องของช่องที่ 3 แล้ว
6. จับเวลาที่ใช้ในการแข่งขันของทุกกลุ่มไว้ด้วย

การประเมินผล

1. ถ้าวางแผ่นป้ายได้ถูกต้องตรงตามธาตุที่กำหนดเลขอะตอมไว้ในช่องที่ 1 จะได้คะแนน

ช่องละ 1 คะแนน คะแนนเต็มช่องละ 35 คะแนน รวม 3 ช่อง เป็น 105 คะแนน

2. ถ้าเล่นเป็นกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนมากที่สุด และใช้เวลาน้อยที่สุดเป็นผู้ชนะ

ผลการศึกษา (Results)

ผลการวิจัยสรุปเป็น 2 ประเด็น ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ รูปแบบของเกมในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและตารางธาตุ และประสิทธิภาพของการใช้เกมในการเรียนรู้เคมี ดังจะนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปนี้

1. **รูปแบบของเกมในการเรียนวิชาเคมี**

องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จของการนำเกมไปใช้สอน ได้แก่ กระบวนการสร้างเกมตามกรอบความคิดในการวิจัยโดยคำนึงถึง เนื้อหาความรู้วิชาเคมี วัตถุประสงค์การเรียนรู้ ความเข้าใจการนำเกมไปใช้ การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ ให้มีส่วนร่วมต่อกิจกรรมระหว่างผู้สอนและผู้เรียน ผู้เรียนและผู้เรียนด้วยกัน และการประเมินผล ได้รูปแบบของเกมในการเรียนวิชาเคมีเรื่องธาตุและตารางธาตุจำนวน 5 ชุด มีผลการประเมิน ดังนี้

ชุดที่ 1 ชื่อเกม ร่วมแรงร่วมใจจับธาตุใส่ตาราง (เกมเล่นหมู่ เล่นกันทั้งห้อง)

ผลการแข่งขันของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม พบว่า กลุ่มที่ 1 ใช้เวลา 311 วินาที กลุ่มที่ 2 ใช้เวลา 420 วินาที ไม่มีการวางตำแหน่งธาตุผิดที่ (มีการวางผิดที่ แต่สมาชิกช่วยเปลี่ยนให้) คิดเป็นคะแนน

กลุ่มที่ 1 ได้คะแนนเต็ม 10 คะแนน

กลุ่มที่ 2 ได้คะแนน 10 – 3.6 = 6.4 คะแนน (ส่วนต่างของเวลาทั้ง 2 กลุ่ม = 420-311 = 109 วินาที ส่วนต่าง 30 วินาที = 1 คะแนน คิดเป็นคะแนนที่นำไปหักจากคะแนนเต็ม = 3.6 คะแนน)

หมายเหตุ การกำหนดให้สมาชิกในกลุ่ม สามารถเปลี่ยนตำแหน่งของธาตุที่วางผิดที่ได้ เพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมในกลุ่ม สร้างโอกาสให้เพื่อนช่วยเพื่อน เกิดบรรยากาศให้สมาชิกสังเกตและตรวจสอบความถูกต้องของผลการเล่นเกม

ชุดที่ 2 ชื่อเกม จับธาตุเข้าบ้านในตาราง (เกมเล่นคู่ และเล่นเดี่ยว)

ผลการแข่งขันของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างใช้เวลาในการแข่งขันเล่นเดี่ยวโดยเฉลี่ย 5 นาที เล่นคู่เวลาโดยเฉลี่ย 1.72 นาที ไม่มีการวางธาตุผิดตำแหน่งเพราะตารางมีสัญลักษณ์ให้สังเกตดูธาตุได้ สำหรับเกมชุดที่ 2 นี้ และอาจนำเวลาเฉลี่ย 5 นาที มากำหนดเป็นเวลามาตรฐานในการกำหนดให้เป็นคะแนนเต็ม 10 คะแนน เวลามากกว่านี้หักลดคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

เจตนาสร้างการเรียนรู้ ถ้าผู้เล่นเป็นคนช่างสังเกต จะพบว่า ธาตุกลุ่มเดียวกันจะใช้สีเดียวกัน แต่สีอาจซ้ำกันบ้าง เพราะเม็ดแม่เหล็กมีสีจำกัด ดังตัวอย่าง

เม็ดแม่เหล็ก **ใสและไม่มีสี** จัดเป็นธาตุโลหะ **หมู่** I A

เม็ดแม่เหล็ก **ใสและสีชมพู** จัดเป็นธาตุโลหะ **หมู่** II A

เม็ดแม่เหล็ก **ใสและสีเหลือง** จัดเป็นธาตุ **โลหะทรานสิชั่น คาบที่** 4

เม็ดแม่เหล็ก **ใสและสีชมพู** จัดเป็นธาตุกึ่งโลหะ **เมทัลลอยด์**

เม็ดแม่เหล็ก **ทึบและสีขาว** จัดเป็นธาตุโลหะใต้ขั้นบันได **หมู่** III A , IV A , V A

เม็ดแม่เหล็ก **ใสและสีฟ้า** จัดเป็นธาตุอโลหะเหนือขั้นบันได **หมู่** IV A, V A, VI A, VII A , VIII A

เม็ดแม่เหล็ก **สีขาวทึบ** จัดเป็นธาตุโลหะ**ทรานสิชั่น คาบที่ 7 (ธาตุกัมมันตรังสี)**

ชุดที่ 3 ชื่อเกม จับธาตุลงกล่องเปล่า (เกมเล่นคู่ และเล่นเดี่ยว)

ผลการแข่งขันของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างเล่นเดี่ยวใช้เวลาในการแข่งขันโดยเฉลี่ย 7 นาที เล่นคู่ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 4 นาที มีการวางธาตุผิดตำแหน่งบ้าง ทำให้ใช้เวลามากขึ้น เพราะเกิดความลังเล ไม่แน่ใจ ธาตุที่พบว่า มีการวางตำแหน่งผิดมาก ได้แก่ ธาตุที่อยู่ใกล้ขั้นบันได เช่น Pb Sn Sb As Bi Po

ชุดที่ 4 ชื่อเกม จับคู่หาธาตุ (เกมโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ เล่นเดี่ยว) มี 2 เกมย่อย

ผลการแข่งขันของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างสามารถเข้าใจวิธีการเล่นได้ดี มีความสนุกกับเกมแข่งขัน ใช้เวลาเล่นเกมได้ทันตามเวลาที่เลือกไว้ (3 นาที และ 5 นาที) สำหรับการเลือกเกมที่กำหนดเวลาเล่น 5 นาที กลุ่มตัวอย่างใช้เวลาโดยเฉลี่ย เกมย่อยที่ 1 และเกมย่อยที่ 2 เป็น 3.35 และ 3.09 นาทีตามลำดับ ซึ่งเกมชุดที่ 5 นี้ได้ให้กลุ่มตัวอย่างนำไปฝึกเล่นที่บ้านได้ เพื่อช่วยทดสอบการจดจำตำแหน่ง และชื่อธาตุต่างๆ ในตารางธาตุ

ชุดที่ 5 ชื่อเกม จับธาตุหาสมบัติ

ผลการแข่งขันของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ในการเล่นเดี่ยว กลุ่มตัวอย่างสามารถวางแผ่นป้ายได้ถูกต้องทั้ง 105 แผ่น การเล่นครั้งแรกใช้เวลาค่อนข้างนานโดยเฉลี่ย 20 นาที สำหรับการเล่นเป็นกลุ่ม กลุ่มตัวอย่างได้ช่วยกันจัดวางแผ่นป้าย และตรวจสอบความถูกต้องอย่างสนุกสนานตามกติกาที่กำหนดไว้ ใช้เวลาในการเล่นรวมทั้ง 3 กลุ่ม 15 นาที

ประสิทธิภาพของการใช้เกมในการเรียนวิชาเคมี

กลุ่มตัวอย่างสามารถเล่นเกมได้ตามวัตถุประสงค์ของเกมแต่ละชุด การใช้เวลาเป็นเกณฑ์ในการประเมินการแข่งขัน สามารถกระตุ้นการมีส่วนร่วม เร้าใจผู้เรียนให้สนุกกับเกม ทำให้ผู้สอนสามารถควบคุมเวลาในการสอน และนำเวลาจากการเล่นเกมมาแปลงเป็นคะแนนผลการเรียนรู้ได้อีกด้วย พบว่า **การเล่นเกมแบบเดี่ยวโดยเฉลี่ย** เกมชุดที่ 5 จับธาตุหาสมบัติ ใช้เวลามากที่สุด (20 นาที) รองลงมาเป็นเกมชุดที่ 3 (7 นาที) เกมชุดที่ 2 (5 นาที) และเกมชุดที่ 4 มีเกมย่อยที่ 1 และเกมย่อยที่ 2 ถ้าเลือกเวลาเล่นภายใน 5 นาที ผู้เล่นใช้เวลา 3.35 และ 3.09 นาทีตามลำดับ

กลุ่มตัวอย่างได้แสดงความคิดเห็นต่อการเล่นเกมเคมีว่า มีความสนุก ไม่เบื่อในการเรียน เพิ่มความจำในเนื้อหามากขึ้น สามารถจำตำแหน่งของธาตุต่างๆ จำชื่อธาตุได้ง่าย รู้สึกผ่อนคลาย ไม่เครียด การเล่นเกมแบบกลุ่มทำให้เกิดความสามัคคีกันในกลุ่มอีกด้วย และมีความพึงพอใจต่อการเรียนเคมีเรื่อง ธาตุและตารางธาตุในระดับดีมาก ชอบเกมเคมีทางคอมพิวเตอร์คือ ชุดที่ 4 มากที่สุด รองลงมาเป็นเกมชุดที่ 2, 3 และ 5 ตามลำดับ อันแสดงถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องนี้

อภิปรายผล

ผู้เรียนให้ความสนใจกับการเล่นเกมโดยแสดงความคิดเห็นในทางเดียวกันว่า เกมทำให้เรียนเคมีได้สนุก จำสัญลักษณ์ของธาตุได้ง่ายขึ้น และควรใช้เกมมาประกอบการเรียนต่อๆ ไป นอกจากนี้ เกมกระดานแม่เหล็ก ถ้ามีสัญลักษณ์ของธาตุเป็นพื้น ผู้เรียนจะวางธาตุได้เร็วเป็นการฝึกในช่วงแรก และเกิดการเรียนรู้ตำแหน่งทำให้จดจำได้ ส่วนเกมทางคอมพิวเตอร์กลุ่มตัวอย่างชอบมากที่สุด ใช้เวลามากหรือน้อยอาจเนื่องมาจากทักษะการใช้เมาส์จับลากคำตอบทำให้เสียเวลาบ้าง นอกจากนี้ พบว่า ผู้เรียนชอบเล่นเป็นคู่ ทำให้สนุกสนานขึ้น ช่วยกันคิด ถ้าเล่นเป็นกลุ่มเกิดการแข่งขันแบบมีเพื่อนมากขึ้น ทำให้สนุกได้แข่งขันกัน ช่วยเหลือเหลือกัน สร้างความสามัคคีในกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับทิศนา แขมมณี (2551) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้เกม เป็นกระบวนการที่ผู้สอนช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการให้ผู้เรียนเล่นเกมตามกติกาและนำเนื้อหาและข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลของการเล่นเกมของผู้เรียนมาใช้ในการสรุปการเรียนรู้โดยมีจุดประสงค์เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องต่างๆ อย่างสนุกสนาน และท้าทายความสามารถ

สรุป

การพัฒนาเกมให้เป็นแหล่งเรียนรู้ เรื่องธาตุและตารางธาตุในการเรียนวิชาเคมี ทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

1. ได้รูปแบบเกมที่ใช้ในวิชาเคมี เรื่องธาตุและตารางธาตุ จำนวน 5 ชุด แต่ละชุด ประกอบด้วย ชื่อเกม วัตถุประสงค์ เนื้อหาบทเรียน อุปกรณ์การเล่น วิธีการเล่น การประเมินผล ซึ่งเกมที่สร้างขึ้นผู้เรียนมีความเข้าใจเล่นได้ตามวัตถุประสงค์ของเกมแต่ละชุด สามารถใช้เวลาเป็นเกณฑ์ในการประมวลผลการเรียนรู้เคมีผ่านเกม และแปลงเวลาเป็นคะแนนการเรียนรู้วิชาเคมีได้

2. ประสิทธิภาพของการใช้เกมในการเรียนรู้เคมี ทำให้ผู้เรียนสามารถเล่นเกมได้อย่างเข้าใจ การเล่นเกมทำให้เกิดความสนุกสนาน จำเนื้อหาที่เรียนได้ง่ายขึ้น เป็นการผ่อนคลาย สร้างบรรยากาศการเรียน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนด้วยกัน ครูกับผู้เรียน ผู้สอนสามารถสังเกตพฤติกรรมผู้เรียน รู้จักผู้เรียนได้มากขึ้น

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยงบประมาณแผ่นดิน ปี 2556 ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่สนับสนุนงบประมาณทุนวิจัยในครั้งนี้ และนักศึกษาทุกคนที่ร่วมสนุกในการเล่นเกม

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ฉบับที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545.* สำนักงานการศึกษาแห่งชาติ กรุงเทพ ฯ.

ทิศนา แขมมณี. (2551). *14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ*. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). *สถิติผลการเรียนรายวิชาของสาขาเคมี*. เอกสารประกอบการประชุมผู้บริหารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ เดือนตุลาคม, 2554.

Chaiwat Chueamang. (2011). *A virtual chemistry laboratory for science high school*. Proceeding of 3rd International ThaiSim Conference, 2011: Quality, life-long learning through simulation/gaming. Ayuthaya, Thailand. 24-25 March, 2011. pp. 25-26.

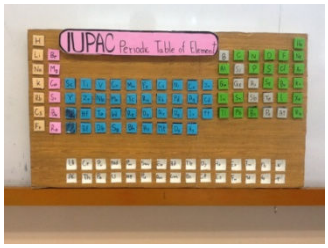


Figure 1 Big Form Periodic Table



Figure 2 Magnetic Periodic Table with symbol of elements



Figure 3 Magnetic Periodic Table without symbol of elements

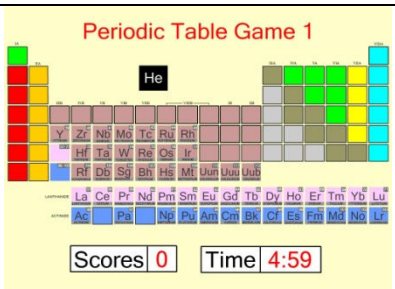


Figure 4 Finding Position of Elements in Periodic Table Game

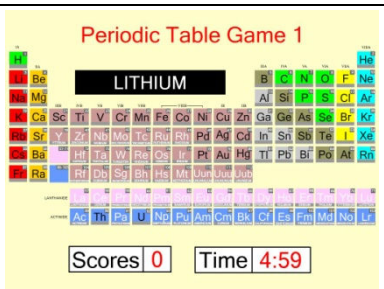


Figure 5 Finding Symbols of Given Name of Elements in Periodic Table Game

การสร้างแถบสีมาตรฐานวัดค่าพีเอชจากสารสกัดธรรมชาติ

Production of Standard pH Strips from Natural Extract Solution

ศศิธร ปรือทอง,[1*] เริงนภรณ์ โม้พวง[2] และ ประภาภรณ์ พ่วงเพ็ง[2]

Sasithorn Pruetong,[1*] Rerngnaporn Mopoung[2] And Prapaporn Poungpeng[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแถบสีมาตรฐานวัดค่าพีเอชจากสารสกัดธรรมชาติสำหรับนำไปใช้ในการเรียนการสอนและการบริการวิชาการ มีวิธีการวิจัยโดยใช้สารสกัดจากดอกอัญชันสีน้ำเงินอมม่วงและจากดอกกุหลาบสีแดงเข้ม ทดสอบกับสารละลายกรดเบสในห้องปฏิบัติการและน้ำดินเพื่อหาสีในแต่ละช่วงพีเอช ดำเนินการโดยเตรียมสารละลายพีเอช1-14 จำนวน 4 ชุด ชุดที่ 1 ใช้กรดไฮโดรคลอริกกับโซเดียมไฮดรอกไซด์ ชุดที่ 2 ใช้กรดซัลฟิวริกกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ชุดที่ 3 ใช้กรดแอซิติกกับแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ และชุดที่ 4 ใช้กรดฟอร์มิกกับโซเดียมแอซิเตต ทั้งนี้เพื่อจะทดสอบว่ากรดแก่ เบสแก่ กรดอ่อน และเบสอ่อนจะให้แถบสีเหมือนหรือต่างกันอย่างไรและเพื่อจะได้ข้อมูลเป็นข้อมูลอนุมานสู่สภาพความเป็นกรดมาก กรดปานกลาง กลาง เบส(ด่าง)ปานกลาง หรือเบส(ด่าง)มาก นอกจากนี้ได้ใช้สารสกัดจากดอกอัญชันสีน้ำเงินอมม่วงและจากดอกกุหลาบสีแดงเข้มทดสอบความเป็นกรด เบสกับน้ำดิน ผลการวิจัยพบว่าสีที่ได้จากการใช้สารสกัดจากดอกอัญชันสีน้ำเงินอมม่วงทดสอบกับสารละลายกรดแก่ เบสแก่ ในห้องปฏิบัติการและน้ำดินให้สีที่แตกต่างกันชัดเจนในความเป็นกรดมาก กรดปานกลาง กลาง เบสปานกลาง และเบสมาก มากกว่าสารละลายกรดอ่อนและเบสอ่อนส่วนสารสกัดจากดอกอัญชันสีน้ำเงินอมม่วงให้ผลการทดลองดีกว่าสีจากการใช้สารสกัดจากดอกกุหลาบสีแดงเข้มในทุกสิ่งทดลอง ดังนั้นสารสกัดธรรมชาติโดยเฉพาะสารสกัดจากดอกอัญชันสีน้ำเงินอมม่วง สามารถทำเป็นแถบสีมาตรฐานเพื่อใช้เป็นสิ่งเปรียบเทียบความเป็นกรด เบส ในห้องปฏิบัติการและในภาคสนามได้

คำสำคัญ: -แถบสีมาตรฐานวัดค่าพีเอช -สารสกัดธรรมชาติ

Abstract

This research used extracts from blue-violet butterfly peas and red roses tomake standard pH strip from natural e xtracts for use in teaching and in academic services. Extracts from blue-violet butterfly peasand red roses were tested with laboratory acid-base solutions with 1-14 pH. The acid solution was prepared from strong hydrochloricand sulfuricacids and weak acetic and formic acids. The strongbases were preparedfrom sodium hydroxide and calcium hydroxide while the we ak baseswere preparedfromammonium hydroxide and sodium acetate. All strong acid, weak acid, strong baseand weak b ase were tested for difference in color strip in order to gain data that indicated strongacidity, medium acidity, neutrality,me dium base,and strong base of the solution. In addition,extract from blue-violet butterfly peas and red roses was also used t o testacidity-base of soil water. Results indicatethat color gained from blue-violet butterflypeas showed more clearly differe nt colorat pH 1-14 when tested with strong acid andstrong base laboratory solutions than with weakacid and weak base sol utions. Extractsfrom blue-violet butterfly peas also yielded better test resultswith strong acid solution,strong base solution, a nd soil water than extract from red roses. Therefore, natural extract,especially extract from blue-violet butterfly peas, could be used to make standard colorstrip to measure acidity and base both in laboratory and in field test.

Key words: - Standard pH Strip - Natural extract Solution

[1]อาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก 65000

[2]อาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก 65000

[2]เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก 65000

*Corresponding author. E-mail: sasi_pruetong@yahoo.com

บทนำ

งานวิจัยนี้ เป็นงานวิจัยต่อยอดจากงานวิจัย เรื่อง การศึกษาและแปรรูปสารสกัดจากพืชเพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ความเป็นกรด–เบส ที่พบว่าดอกอัญชันสีน้ำเงินอมม่วง กะหล่ำปลีม่วงและดอกกุหลาบสีแดงใช้เป็นตัวบ่งชี้ความเป็นกรด เบส ได้(ศศิธรและคณะ.2551) และงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาคุณภาพสารสกัดสีจากธรรมชาติเพื่อใช้เป็นอินดิเคเตอร์กรด – เบส ผลการวิจัยพบว่า สารสกัดจากดอกอัญชันสีน้ำเงินอมม่วงที่เติมสารกันบูดความเข้มข้นร้อยละ 1.5 โดยมวลต่อปริมาตรป้องกันการบูดเน่าของสารสกัดที่อุณหภูมิห้องได้ถึง 5 สัปดาห์ (ศศิธรและคณะ.2553) จากงานวิจัยทั้งสองเรื่องที่ผ่านมาผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะขยายผลการนำสารสกัดจากดอกอัญชันสีน้ำเงินอมม่วงไปใช้ประโยชน์ทางด้านอื่นๆ และจากงานบริการวิชาการในโครงการการอบรมเชิงปฏิบัติการการสกัดและใช้สารสกัดธรรมชาติทดสอบความเป็นกรด เบส แก่อาจารย์กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ ในจังหวัดพิษณุโลก ผู้เข้าอบรมประเมินว่าโครงการดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้จริงและมีข้อเสนอแนะว่าน่าจะมีการพัฒนาเรื่องสารสกัดธรรมชาติที่นำไปใช้ประโยชน์ที่ง่ายและสะดวก ผู้วิจัยจึงทำการทดลองสร้างแถบสีเพื่อวัดค่าพีเอชจากสารสกัดธรรมชาติ ผลการทดลองสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน และเกษตรกรสามารถนำไปเป็นตัวเปรียบเทียบในการตรวจสอบความเป็นกรด เบส ของ ดิน น้ำ ปุ๋ยได้ด้วยตนเองที่ง่ายและสะดวก

วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. สกัดสารจากธรรมชาติ

1.1 สกัดสารจากดอกอัญชันสีน้ำเงินอมม่วง

1.2 สกัดสารจากกลีบดอกกุหลาบสีแดงเข้ม

2. เตรียมสารละลายพีเอช 1-14จำนวน 4 ชุด

ชุดที่ 1 ใช้กรดไฮโดรคลอริกกับโซเดียมไฮดรอกไซด์

ชุดที่ 2 ใช้กรดซัลฟิวริกกับแคลเซียมไฮดรอกไซด์

ชุดที่ 3 ใช้กรดแอซิติกกับแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์

ชุดที่ 4 ใช้กรดฟอร์มิกกับโซเดียมแอซิเตต

3. หาแถบสีช่วงกรดมาก กรดปานกลาง กลาง เบส(ด่าง)ปานกลาง และเบส(ด่าง)มากจากสารละลายทั้ง 4 ชุดด้วยสารสกัดจากดอกอัญชันสีน้ำเงินอมม่วง

4. หาแถบสีช่วงกรดมาก กรดปานกลาง กลาง เบส(ด่าง)ปานกลาง และเบส(ด่าง)มากจากสารละลายทั้ง 4 ชุดด้วยสารสกัดจากดอกกุหลาบสีแดงเข้ม

5. เตรียมน้ำดินในสภาพมีความเป็นกรดมาก กรดปานกลาง กลาง เบส(ด่าง)ปานกลาง และเบส(ด่าง)มาก

6. หาแถบสีช่วงกรดมาก กรดปานกลาง กลาง เบส(ด่าง)ปานกลาง และเบส(ด่าง)มากจากน้ำดินด้วยสารสกัดจากดอกอัญชันสีน้ำเงินอมม่วง

7. หาแถบสีช่วงกรดมาก กรดปานกลาง กลาง เบส(ด่าง)ปานกลาง และเบส(ด่าง)มากจากน้ำดินด้วยสารสกัดจากดอกกุหลาบสีแดงเข้ม

8. สร้างแถบสีมาตรฐานโดยเลือกแถบสีจากข้อ 3 และ 6 ที่ช่วงความเป็นกรดมาก กรดปานกลาง กลาง เบส(ด่าง)ปานกลาง เบส(ด่าง)อ่อน

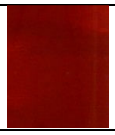
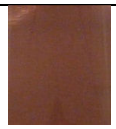
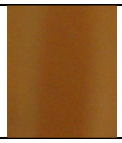
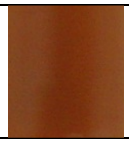
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการวิจัยได้แถบสีมาตรฐานที่สร้างจากสารสกัดดอกอัญชันสีน้ำเงินอมม่วงใช้วัดค่าพีเอชของสารละลายในห้องปฏิบัติการและน้ำดินเหมือนกัน คือ ช่วงพีเอช1-2 ให้สีแดง ช่วงพีเอช 4-5 ให้สีน้ำเงินอมม่วง ช่วงพีเอช7-8 ให้สีน้ำเงิน ช่วงพีเอช10-11 ให้สีน้ำตาลอมเหลือง น้ำดินได้สีเขียวอมเหลือง และช่วงพีเอช13-14 ให้สีเหลือง น้ำดินให้สีเหลืองอมเขียว สอดคล้องกับศศิธร(2551) พบว่า สารสกัดจากดอกอัญชันสีน้ำเงินอมม่วงให้สีแดงในสารละลายกรดให้สีเหลืองในสารละลายเบส

สารละลายในห้องปฏิบัติการ	ช่วงพีเอช	1-2	4-5	7-8	10-11	13-14
	ความเป็นกรดเบส	กรดมาก	กรดปานกลาง	กลาง	เบสปานกลาง	เบสมาก
	สี					

น้ำดิน	ช่วงพีเอช	1-2	4-5	7-8	10-11	13-14
	ความเป็นกรดเบส	กรดมาก	กรดปานกลาง	กลาง	เบสปานกลาง	เบสมาก
	สี					

และแถบสีมาตรฐานที่สร้างจากสารสกัดดอกกุหลาบสีแดงเข้มใช้วัดค่าพีเอชของสารละลายในห้องปฏิบัติการและน้ำดินเหมือนกัน คือ ช่วงพีเอช1-2 ให้สีแดง ส่วนช่วงพีเอชอื่นๆให้สีต่างกันดังนี้ สารละลายในห้องปฏิบัติการช่วงพีเอช 4-5ให้สีน้ำตาลอมแดง ช่วงพีเอช7-8 ให้สีส้มแดง ช่วงพีเอช10-11 ให้สีน้ำตาล และช่วงพีเอช13-14 ให้สีน้ำตาลอมเหลืองสอดคล้องกับศศิธร(2553) พบว่า สารสกัดจากดอกกุหลาบสีแดงให้สีแดงในสารละลายกรดและให้สีน้ำตาลอมเหลืองในสารละลายเบสน้ำดินช่วงพีเอช 4-5 ให้สีน้ำน้ำตาลอมเหลือง ช่วงพีเอช7-8 ให้สีน้ำตาล ช่วงพีเอช10-11 ให้สีน้ำตาลอมส้ม และช่วงพีเอช13-14 ให้สีส้ม

สารละลายในห้องปฏิบัติการ	ช่วงพีเอช	1-2	4-5	7-8	10-11	13-14
	ความเป็นกรดเบส	กรดมาก	กรดปานกลาง	กลาง	เบสปานกลาง	เบสมาก
	สี					
น้ำดิน	ช่วงพีเอช	1-2	4-5	7-8	10-11	13-14
	ความเป็นกรดเบส	กรดมาก	กรดปานกลาง	กลาง	เบสปานกลาง	เบสมาก
	แถบสี					

สรุปผลการวิจัย

1. สารสกัดจากดอกอัญชันสีน้ำเงินอมม่วงและสารสกัดจากดอกกุหลาบสีแดงเข้ม นำมาใช้วัดค่าพีเอชของสารละลายในห้องปฏิบัติการ และน้ำดินได้

2. แถบสีมาตรฐานที่ได้จากสารสกัดจากดอกอัญชันสีน้ำเงินอมม่วง ใช้วัดค่าพีเอชของสารละลายในห้องปฏิบัติการ และน้ำดินได้ดีกว่าแถบสีมาตรฐานจากสารสกัดดอกกุหลาบสีแดงเข้ม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ที่สนับสนุนทุนวิจัย และผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหาและความถูกต้องของภาษา

เอกสารอ้างอิง

แซงเรย์มอนด์. 2543. **เคมีเล่ม 2**. แมคกรอ-ฮิล, กรุงเทพฯ. 432 หน้า.

นงนิตย์ มรกต. 2553. **หลักเคมี 1**. คลังนานาวิทยา,ขอนแก่น.323 หน้า.

ยงยุทธ เจียมไชยศรี.2555. http://www.phutalay.com/home.(18 มิถุนายน 2555)

ศศิธร ปรือทอง,คชรัตน์ ทองฟักและสุวารี สายจีน. 2551. **รายการวิจัยเรื่องการศึกษาและแปรรูปสารสกัดสีธรรมชาติเพื่อใช้เป็นอินดิเคเตอร์กรด – เบส**.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก, พิษณุโลก. 16 หน้า.

ศศิธร ปรือทอง.คชรัตน์ ทองฟักและวาสนา ชัยเสนา. 2553. **รายงานโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการการสกัดและใช้สารสกัดธรรมชาติทดสอบกรด เบส**.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก.พิษณุโลก. 12 หน้า.

ศศิธร ปรือทอง.สุวารี สายจีน,คชรัตน์ ทองฟักและประภาภรณ์ พ่วงเพ็ง. 2553. **รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนาคุณภาพสารสกัดสีธรรมชาติเพื่อใช้เป็นอินดิเคเตอร์ กรด เบส**.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก. พิษณุโลก. 23หน้า.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.2555.วิธีตรวจวัดค่าพีเอช.
http://globethailand.ipst.ac.th(16 มิถุนายน 2555)

นิรนาม. 2555. **ตัวอย่างค่าพีเอชของสารต่าง ๆ**.http://www.google.co.th(16 มิถุนายน 2555**)**

การศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหารตามแนวคิดอาหารพลังงานสด

Study of Consumable Behaviour on the Slow Food Concept

ศันสนีย์ ทิมทอง,[1*] ฤทัยทิพย์ สุระเสียง[1] และ ชมภูนุช เผื่อนพิภพ[1]

Sansanee Thimthong,[1*] Ruethaithip Surasiang[1] and Chompoonuch Phuenpipob[1]

บทคัดย่อ

อาหารพลังงานสด ในงานวิจัยนี้ หมายถึง อาหารพลังงานสดเป็นอาหารที่ไม่ผ่านไฟหรือไม่ผ่านการปรุงด้วยความร้อนที่เกิน 42 องศาเซลเซียสมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตำรับมาตรฐานอาหารพลังงานสดที่เหมาะสมกับสุขภาพ และศึกษาพฤติกรรมผู้บริโภคที่มีต่อตำรับมาตรฐาน ตำรับอาหารที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ 1) สลัดเต้าหู้ญี่ปุ่นงาดำ (565.7 กิโลแคลอรี) 2) สลัดปลาแซลมอน น้ำสลัดบล็อคโคลี่ (352.3 กิโลแคลอรี)3) ยำก้านคะน้ากุ้งสด (190.7 กิโลแคลอรี)4) พล่าปลาแซลมอนผลไม้รวม (235.1 กิโลแคลอรี)5) ยำปลาทูน่า (128.7 กิโลแคลอรี)นำตำรับอาหารที่ได้มาทดสอบโดยใช้แบบสอบถาม กับบุคลากรคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ จำนวน 50 คน วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปโดยใช้ค่าร้อยละ (Percentage) วิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อตำรับอาหาร โดยค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)พบว่า ตำรับที่ 4 คือ พล่าปลาแซลมอนผลไม้รวม มีคะแนนการยอมรับมากที่สุด 3 ใน 5 ด้าน คือ 1) ด้านการจัดตกแต่งเหมาะสม 4.65 อยู่ในระดับมากที่สุด 2) ด้านวิธีทำที่มีความละเอียดและสามารถปฏิบัติตามได้ 4.44 อยู่ในระดับมากที่สุด และ 3) ด้านของการนำคู่มือไปประยุกต์ใช้ได้จริง 4.62 อยู่ในระดับมากที่สุด ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาคือบุคลากรสามารถนำคู่มือตำรับอาหารมาตรฐานนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมโภชนาการที่ดีต่อไปในอนาคตได้ และเป็นประโยชน์ในการเพิ่มองค์ความรู้ให้กับบุคคลากรในองค์กรและผู้ที่จะนำไปในการศึกษาต่อยอดต่อไป

คำสำคัญ: อาหารพลังงานสด ตำรับมาตรฐาน

Abstract

In this study, slow food refers to food prepared with temperatures not exceeding 42 °C. The standard recipes for slow food were examined from a nutritional viewpoint. Consumer satisfaction with the standard recipes was also investigated. The recipes chosen were 1) Japanese tofu salad with black sesame dressing (565.7 Kcal.), 2) salmon salad with broccoli dressing (352.3 Kcal.), 3) spicy kale branch with shrimp salad (190.7 Kcal.), 4) spicy salmon salad with mixed fruits (235.1 Kcal.) and 5) spicy tuna salad (128.7 Kcal.). A questionnaire was used to collect the data. The participants consisted of 50 staff from the Faculty of Home Economics. Data was analysed by the percentage, average and standard deviation.

Results revealed that spicy salmon salad with mixed fruits was the most acceptable in three of five aspects; 1) the highest level of proper decoration was 4.65, 2) the highest level of detailed and understandable direction was 4.44 and 3) the highest level of recipe application was 4.62. The expected benefits from this study are that the staff can apply these standard recipes to promote nutrition in the future. Also, the staff and others, who conduct further studies, may obtain more knowledge about nutrition and food preparation.

Keywords: slow food, standard recipes, nutrition

[1]คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร

*Corresponding author. E-mail :Sansanee.th@rmutp.ac.th

ความสำคัญและที่มา

การเพิ่มขึ้นของผู้ป่วยโรคอ้วนเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อการสาธารณสุขในหลายประเทศ โดยเฉพาะประเทศในกลุ่มตะวันตก และประเทศกำลังพัฒนาอาหารที่บริโภคและโภชนาการเป็นปัจจัยสำคัญที่จะส่งเสริมภาวะโภชนาการตลอดช่วงชีวิต หากอาหารการกินผิดหลักโภชนาการที่ดีก็จะส่งผลกระทบให้เกิดภาวะโภชนาการขาดหรือเกินได้ ซึ่งปัญหาส่วนใหญ่ในโลกมักเกิดจากภาวะโภชนาการเกิน ทำให้ประชากรโลกเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังต่างๆ ตามมา

สถานการณ์โรคอ้วนในประชากรไทยข้อมูลจากการสำรวจสภาวะสุขภาพอนามัยของประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกายครั้งที่ 1 - 4ระหว่างปี พ.ศ. 2534 – 2552 ในประชากรไทยอายุ 18 -59 ปี พบว่าประชากรไทยมีแนวโน้มของค่าดัชนีมวลกายตั้งแต่ 25 kg/m^2 เพิ่มขึ้นทุกปี โดยพบปัญหาของโรคอ้วนในเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ซึ่งการสำรวจครั้งล่าสุดพบว่าผู้หญิงไทยมีปัญหาโรคอ้วนเกือบร้อยละ 50 ของประชากรทั้งหมด (2-4) จากรายงานการประชุมวิชาการทางโภชนาการแห่งชาติ ครั้งที่ 5 วันที่ 5-7 กันยายน 2554 พบว่า ร้อยละ 22 – 27 ของผู้ป่วยอ้วนมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอ้วนลงพุง (Metabolic Syndrome) ซึ่งเกี่ยวข้องกับระดับน้ำตาลในเลือดสูง ความดันโลหิตสูง และระดับไขมันในเลือดผิดปกติ (4) ซึ่งเป็นปัญหาที่การแพทย์และสาธารณสุขไทยจำเป็นต้องเร่งแก้ไขอย่างเร่งด่วน

อาหารพลังงานสด (Slow Food) เป็นอาหารสุขภาพที่กำลังได้รับความสนใจและ เหมาะกับทุกเพศ ทุกวัย ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการบริโภคอาหารธรรมชาติ เช่น อาหารพลังงานสดจะเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้บริโภคได้รับอาหารที่ดี มีคุณภาพ มีคุณค่าทางโภชนาการและดีต่อสุขภาพเนื่องจากอาหารพลังงานสดเป็นอาหารที่ไม่ผ่านความร้อนหรือผ่านการปรุงด้วยความร้อนที่ไม่เกิน 42 องศาเซลเซียส ทำให้เสียคุณค่าทางโภชนาการน้อย และวัตถุดิบที่เลือกใช้ในการประกอบอาหารประเภทนี้ต้องแป็นวัตถุดิบที่รับประทานสดได้ เช่น ผัก ผลไม้ สมุนไพร หรือเป็นวัตถุดิบที่ปรุงสุกได้ที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้ผู้บริโภคได้รับสารอาหารและคุณค่าทางโภชนาการมากที่สุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 ศึกษาตำรับมาตรฐานอาหารพลังงานสดที่เหมาะสมกับสุขภาพ

2.2 ศึกษาพฤติกรรมผู้บิโภคที่มีต่อตำรับมาตรฐานอาหารพลังงานสด

วิธีการดำเนินการ

ขั้นที่ 1 ศึกษาตำรับมาตรฐานอาหารพลังงานสด ซึ่งสามารถจัดปรุงประกอบได้เอง อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ตามแนวคิดอาหารที่ปรุงโดยไม่ผ่านความร้อน หรือใช้ความร้อนไม่เกิน 42 องศาเซลเซียส ในการปรุงประกอบ จำนวน 5 เมนู

ขั้นที่ 2 ผู้วิจัยทดลองทำตำรับมาตรฐานตามหลักการ คำควณคุณค่าทางโภชนาการและจัดทำเป็นคู่มือ

ขั้นที่ 3 นำคู่มือตำรับอาหารที่ได้พร้อมกับแบบสอบถามศึกษาพฤติกรรม ความพึงพอใจของผู้บริโภค ซึ่งเป็นบุคลากรคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ จำนวน 50 คน เพื่อดูการยอมรับคู่มือตำรับอาหารแต่ละตำรับ

ประโยชน์ของการวิจัย

1. ได้ตำรับอาหารมาตรฐานตามแนวคิด อาหารพลังงานสด
2. นำคู่มือตำรับอาหารมาตรฐานนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมโภชนาการที่ดีต่อไปในอนาคตได้
3. เป็นประโยชน์ในการเพิ่มองค์ความรู้ให้กับบุคคลากรในองค์กรและผู้ที่จะนำไปในการศึกษาต่อยอดต่อไป

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ตำรับมาตรฐานอาหารพลังงานสดที่ใช้ในการศึกษา5 ตำรับ คือ สลัดเต้าหู้ญี่ปุ่นงาดำ (565.7 กิโลแคลอรี) สลัดปลาแซลมอน น้ำสลัดบล็อคโคลี่ (352.3 กิโลแคลอรี)ยำก้านคะน้ากุ้งสด (190.7 กิโลแคลอรี)พล่าปลาแซลมอนผลไม้รวม (235.1 กิโลแคลอรี)ยำปลาทูน่า (128.7 กิโลแคลอรี)

โดยเมื่อนำตำรับมาตรฐานอาหารพลังงานสดที่เหมาะสมกับสุขภาพทั้ง 5 ตำรับไปทดสอบความพึงพอใจจากกลุ่มบุคคลากรคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ จำนวน 50คน ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่าเป็นเพศหญิง ร้อยละ 80 และเพศชาย ร้อยละ 20 อายุ ระหว่า 21-30 ปี ร้อยละ 36.4 รองลงมา มีอายุระหว่าง 31-40 ปี คิดเป็น ร้อยละ 23.6 สังกัดสาขาวิชาอาหารและโภชนาการมากที่สุด คิดเป็น ร้อยละ 36.4รองลงมาสังกัดสาขาวิชาบริหารธุรกิจคหกรรมศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 23.6

ตารางที่ 1 ความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อคู่มือตำรับมาตรฐานอาหารพลังงานสด

ข้อคิดเห็นต่อตำรับมาตรฐาน	ตำรับที่ 1	ตำรับที่ 2	ตำรับที่ 3	ตำรับที่ 4	ตำรับที่ 5
การจัดตกแต่งเหมาะสม	2.31±0.94^{a}	3.67±0.96^{b}	3.78±0.79^{b}	4.65±0.48^{c}	2.38±0.81^{a}
คุณค่าทางโภชนาการเหมาะสม	1.80±0.87^{a}	4.55±0.57^{c}	4.16±0.71^{b}	4.60±0.60^{c}	4.89±0.32^{c}
วัตถุดิบชัดเจน หาง่าย	3.89±1.18^{bc}	3.09±0.65^{a}	4.15±0.80^{c}	3.55±0.96^{ab}	3.36±0.87^{ab}
สามารถปฏิบัติตามได้	3.64±0.68^{a}	3.64±0.83^{a}	3.89±0.66^{a}	4.44±0.50^{b}	3.60±1.05^{a}
สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง	4.09±0.73^{a}	4.13±0.75^{ab}	4.15±0.80^{bc}	4.62±0.49^{c}	4.00±0.77^{ab}

ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อคู่มือตำรับมาตรฐานอาหารพลังงานสดพบว่าตำรับที่ได้รับการยอมรับโดยภาพรวมมากที่สุด ได้แก่ พล่าปลาแซลมอนผลไม้รวม มีคะแนนการยอมรับมากที่สุด 3 ใน 5 ด้าน คือ 1) ด้านการจัดตกแต่งเหมาะสม 2) ด้านวิธีทำที่มีความละเอียดและสามารถปฏิบัติตามได้ และ 3) ด้านของการนำคู่มือไปประยุกต์ใช้ได้จริง เมื่อรวมคะแนนความพึงพอใจในภาพรวมทั้ง 5 ตำรับ มีความพึงพอใจในภาพรวมทั้ง 5 ด้าน ของตำรับตำรับมาตรฐานอาหารพลังงานสดอยู่ใน**ระดับมาก**

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาตำรับมาตรฐานอาหารตามแนวคิดอาหารเพื่อพลังงานสดคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้การสนับสนุนอนุเคราะห์สถานที่ในการดำเนินงาน ขอขอบคุณนักศึกษาสาขาวิชาอุตสาหกรรมการบริการอาหาร อาจารย์ เจ้าหน้าที่ที่มีส่วนร่วมในความสำเร็จของงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

World Health Organization. Diet, Nutrition and The Prevention of Chronic Diseases. WHO Technical Report Series 916. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2003.

Leelahagul P, Tanphaichitr V. Current Status on diet-related chronic diseases in Thailand. Intern Med 1995; 11: 28-33.

Aekplakorn W, Chaiyapong Y, Neal B, Chariyalertsak S, Kunanusont C, Phoolcharoen W, et al. Prevalence and determinants of overweight and obesity in Thai adults: Results of the Second National Health Examination Survey. J Med Assoc Thai 2004; 87: 685-93.

ลัดดาเหมาะสุวรรณ.อ้วนและอ้วนลงพุง: ความท้าทายสู่ความมั่นคงทางโภชนาการ. การประชุมวิชาการโภชนาการแห่งชาติครั้งที่ 5 “ความมั่นคงด้านอาหารรากฐานโภชนาการและสุขภาพ”วันที่ 5-7 กันยายน 2554. ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทคบางนากรุงเทพมหานคร.

Garrow JS. Obesity and related disease. London: Churchill Livingstone, 1988: 1-16.

Pitchford P. Healing with whole foods: Oriental traditions and modern nutrition. California: North Atlantic Books.

Rauma AL, Torronen R, Hanninen O, Verhagen H, Mykkanen H. 1995. Antioxidant status in long-term adherents to strict uncooked vegan diet. Am J ClinNutr 62(6): 1221-7.

นัยนา บุญทวียุวัฒน์ นันทจิต บุญมงคล และปาริฉัตร. (2553). ปริมาณไฟเตทในพืชผักชนิดต่างๆ. โภชนาสาร 24ซ 1-8.

AsvapakaN . (1986). Effect of germination, soaking and boiling on phytate in mungbeaen(*Phaesolusaureus*).J NutrAssoc Thailand. 20:129-142.

การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำดื่มที่ให้บริการในคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

Microbial contaminationof drinking water inFaculty of Pharmacy, Mahidol University

นันทวรรณ จินากุล,[1] เสาร์ ปรางทิพย์[1] และ ชาญเดช แสงงาม[1*]

Nanthawan Jinakul,[1] Saur Prangtip[1] And Chandetch Sang-ngam[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา แบบภาคตัดขวาง มีวัตถุประสงค์ เพื่อ ทำการสำรวจข้อมูลทั่วไปของเครื่องกรองน้ำ ศึกษาการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำดื่ม และดำเนินการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ทั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังติดตามคุณภาพน้ำดื่มทางด้านจุลชีววิทยาและใช้เป็นแนวทางในการทำแผนการบำรุงและดูแลรักษาเครื่องกรองน้ำได้ โดยใช้ตัวอย่างน้ำดื่มจากตู้น้ำเย็นที่ผ่านเครื่องกรอง น้ำดื่มจากตู้น้ำร้อนที่ผ่านเครื่องกรอง น้ำดื่มจากก๊อกน้ำที่ผ่านเครื่องกรอง และน้ำประปาที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการกรองทั้งสองอาคารเป็นตัวควบคุม จากการสำรวจข้อมูลทั่วไปของเครื่องกรองน้ำ พบว่า ประกอบด้วยไส้กรองโพลีโพรพีลีน ไส้กรองคาร์บอนชนิดผง และไส้กรองเรซิ่น คิดเป็นร้อยละ 67 ไส้กรองคาร์บอนชนิดอัดแท่ง และไส้กรอง UF คิดเป็นร้อยละ 33 ไส้กรองซีรามิคและไส้กรองยูวี คิดเป็นร้อยละ17 มีระบบถังพักเก็บน้ำกรอง และตู้ทำน้ำเย็น ร้อยละ 83 ตู้ทำน้ำร้อน ร้อยละ 33 โดยที่ไม่มีเจ้าหน้าที่ประจำในการทำความสะอาดและดูแลรักษา ผลการตรวจการปนเปื้อนจุลินทรีย์ พบว่าน้ำดื่มจากตู้น้ำเย็นที่ผ่านเครื่องกรอง พบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *Salmonella*เกินมาตรฐานร้อยละ 33 และ ร้อยละ17 ตามลำดับ น้ำดื่มจากก๊อกน้ำที่ผ่านเครื่องกรอง พบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เกินมาตรฐาน ร้อยละ 17 จึงทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำและทำการตรวจซ้ำ พบว่า น้ำดื่มจากตู้น้ำเย็นยังคงพบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *Salmonella*เกินมาตรฐาน ร้อยละ 17 เนื่องจากตู้น้ำเย็นมีสภาพเก่าจึงไม่ควรนำมาใช้งาน ผลการวิจัย ที่ได้สามารถนำมาเป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังโรคทางเดินอาหารจากน้ำเป็นสื่อ และใช้เป็นแนวทางจัดทำแผนการดูแลรักษาเครื่องกรองน้ำให้เป็นระบบ

คำสำคัญ: เครื่องกรองน้ำ น้ำดื่ม ตู้กดน้ำดื่ม คุณภาพน้ำดื่ม

Abstract

This descriptive cross-sectional study was aimed at exploring thegeneral information ofwater filter, examining themicrobial contaminantsin drinking water andimproving its quality. This can be served as surveillance data of themicrobiologicalqualityof drinking waterand guidelines for planningand maintenance. In this test, the cold drinking water, hot water and drinkingtapwater throughfilters were used and using normal tap water as control. It was found that there were 67% of polypropylenefilter, carbon filterpowderandresinfilter,33 % of carbon block filter and UF filter,17% of ceramicfilterandUV filter and 83% of these are storage tank and dispensing system of cold water and 33% hot water, respectively. There was no responsible staffto cleanand maintain the drinking water system. The results of microbial contamination detection showed that thecold waterhad 33% coliform bacteriaand17% *Salmonella*exceedingthe standard limitations, respectively. It was found that the drinking water had17% coliform bacteria exceeding the standard.Thereforethe improvement of the water qualityandthe examination had been repeated and found that the cold drinking water still had both coliform bacteria and *Salmonella* at 17% beyond the standard. The cold drinking water system was in a very old condition so it should notbe used. The results from this research can be used to develop the drinking water treatmentsystem, includingthe surveillanceand monitoring ofthe digestive tract infectious disease.

Keywords:Water filter,Drinking water,Water cooler, Drinking water quality

[1]คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ 10400

[1] Faculty of Pharmacy, Mahidol UniversityBangkok 10400

*Corresponding author. E-mail: chandetch.san@mahidol.ac.th

บทนำ

น้ำดื่มมีความสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เพื่อใช้ในการรักษาสภาวะสมดุลย์ของร่างกายให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเราจึงต้องดื่มน้ำที่สะอาด ปลอดภัย ปราศจากจุลินทรีย์และสารเคมีที่เป็นอันตรายต่างๆดังนั้นเครื่องกรองน้ำจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการกรองสารเจือปนเหล่านี้ออกไปเพื่อให้น้ำที่จะนำมาดื่มสะอาดปลอดภัย สถานการณ์ของโรคติดต่อปี พ.ศ.2547-2556 และแนวโน้มของการเกิดโรคติดต่อ ปี พ.ศ.2557 จากข้อมูลในระบบรายงาน 506 ของสำนักระบาดวิทยา ได้ทำการวิเคราะห์สถานการณ์โรคติดต่อจำนวน 31 โรค ระหว่างปี พ.ศ.2547-2556 พร้อมทั้งดูแนวโน้มของการเกิดโรคใน ปี พ.ศ.2557 พยากรณ์โรคโดยใช้รูปแบบจำลองกับชุดข้อมูลรายเดือนและรายปี โดยใช้ข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2547 ถึงวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ.2556 เพื่อพยากรณ์ข้อมูลช่วงวันที่ 1 มกราคม -31 ธันวาคม พ.ศ.2557 เทียบกับจำนวนป่วยปี 2556 พบว่า โรคจากอาหารและน้ำ คือ Cholera มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 3.8 เท่า,Food poisoning มีแนวโน้มลดลงร้อยละ 20, Diarrhea มีแนวโน้มลดลงร้อยละ 12, Typhoid มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 19, Dysentery มีแนวโน้มคงที่ (กลุ่มพัฒนาระบบเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาโรคติดต่อ, 2557)ธัญธิมา สุรวิทย์ รายงานว่าน้ำดื่มจากตู้ทำความเย็นในหอพักสถาบันราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวน 6 หอพัก จำนวน 4 สัปดาห์ ในแต่ละสัปดาห์มีหอพักต่างๆ พบแบคทีเรียรวมเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มสำหรับการบริโภคตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ธัญธิมา, 2545)ยุวดี พร้อมสันเทียะ และดวงใจ เผ่นโคกสูง ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาเพื่อสามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำบริโภคในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมาให้ปลอดภัยจากโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อโดยการศึกษาคุณภาพน้ำบริโภคที่ผ่านเครื่องกรองน้ำของมหาวิทยาลัย สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำบริโภคที่จุดบริการ 9 จุด ผลการศึกษาด้านจุลชีววิทยา พบ โคลิฟอร์มแบคทีเรียและฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภคของกรมอนามัย (ยุวดี และดวงใจ, 2549)ดาริวรรณเศรษฐีธรรมและเนตรนภาเจียระแม รายงานว่า โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลจังหวัดมหาสารคามจำนวน 55 แห่งที่ให้บริการน้ำดื่มและผลิตเครื่องดื่มเพื่อให้บริการประชาชนที่มาใช้บริการของโรงพยาบาล พบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย,*E.coli* และ*S.aureus* เกินมาตรฐานร้อยละ 98.2, 92.7 และ 74.5 เครื่องดื่มพบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย,*E.coli* ,*S.aureus* และยีสต์และราเกินมาตรฐานร้อยละ 85.7, 85.7, 71.4 และ 42.9 ภาชนะบรรจุน้ำดื่มและภาชนะใส่น้ำดื่มพบโคลิฟอร์มเกินมาตรฐานร้อยละ 65.5 และ 70.9 จุลินทรีย์ที่ตรวจพบในน้ำดื่มเครื่องดื่มภาชนะบรรจุและแก้วอาจบ่งชี้ถึงแหล่งที่มาของการปนเปื้อนจากมือ (*S.aureus* และ*E.coli*) และสิ่งแวดล้อมหมายถึงความสะอาดของภาชนะบริเวณที่ตั้งและพฤติกรรมของผู้จัดบริการการปนเปื้อนจุลินทรีย์ดังกล่าวอาจเป็นสาเหตุของโรคทางเดินอาหารจากน้ำเป็นสื่อที่เกิดขึ้นในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลได้ (ดาริวรรณและเนตรนภา, 2555) คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ได้จัดเครื่องทำน้ำดื่มไว้บริการ ภายในคณะฯ จึงมีความจำเป็นต้องตรวจสอบคุณภาพของน้ำดื่มเพื่อสร้างความปลอดภัยและมั่นใจแก่ผู้ใช้บริการ ผู้วิจัยซึ่งเป็นคณะกรรมการดำเนินการโครงการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม ตามยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัยมหิดล จึงได้ทำการตรวจสอบและวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มทางด้านจุลชีววิทยาจากเครื่องทำน้ำดื่มที่จัดให้บริการแก่ อาจารย์ บุคลากร และนักศึกษา เครื่องทำน้ำดื่มที่จัดไว้บริการตามจุดต่างๆภายในคณะฯ จำนวนทั้งหมด 6 จุด โดยในอาคารเทพรัตน์ มีจำนวน 4 จุด คือ ชั้น 1,2, 5 และ7 อาคารราชรัตน์บริเวณโรงอาหาร มีจำนวน 2 จุด เครื่องทำน้ำดื่มจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ เครื่องกรองน้ำ และตู้น้ำดื่ม โดยตู้น้ำดื่มจะแบ่งเป็น ตู้น้ำเย็น และตู้น้ำร้อน ส่วนเครื่องกรองน้ำที่จัดไว้บริการในคณะฯ มีหลายรุ่นและมีระบบการกรองที่แตกต่างกันตามชนิดของสารกรอง หรือเรียกว่าไส้กรองน้ำ ดังนี้

ไส้กรองโพลีโพรพีลีน หรือ ไส้กรองตะกอน (PP: Polypropylene Filter หรือ Sediment Filter) มีความยาว 10 นิ้ว ความละเอียด 5 ไมครอน สามารถกรองตะกอน ฝุ่น สิ่งสกปรก สารแขวนลอยต่างๆ

ไส้กรองคาร์บอนชนิดผง (Granular Activated Carbon) บรรจุในกระบอกพลาสติก สำหรับดักจับสี กลิ่น รส คลอรีน สารพิษต่างๆ และสารอินทรีย์ที่ปะปนมากับน้ำ

ไส้กรองเรซิ่น หรือ ไส้กรองหินปูน (Ion Exchange Resin Filter) เป็นตัวกลางในการดูดสารละลายจำพวกหินปูน เช่น แคลเซียมและแมกนีเซียมแล้วปล่อยประจุที่เป็นโซเดียมลงสู่น้ำทำให้น้ำปราศจากหินปูน นุ่มนวล ชวนดื่มมากขึ้น

ไส้กรองคาร์บอนชนิดอัดแท่ง(Block Carbon Filter)สามารถกำจัดตะกอน สี กลิ่น รส คลอรีน สารอินทรีย์ที่ปะปนมากับน้ำ

ไส้กรองUF หรืออัลตร้าฟิวเตรชั่น(UF-membrane, Ultra Filtration) มีความสามารถในการกรอง0.01 ไมครอนกรองสิ่งสกปรก คลอรีน เชื้อโรคต่างๆทั้งแบคทีเรีย ไวรัส ปรสิต และสารละลายต่างๆ ได้อย่างดี (ดริ้งดี, ม.ป.ป.)

ไส้กรองซีรามิค (Ceramic) มีรูเล็กๆให้น้ำผ่านมีประสิทธิภาพสูง สามารถล้างและนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีกทำให้ประหยัด ซีรามิคจะมีรูพรุนเกิดขึ้นประมาณ 80 ล้านรู สามารถดักเชื้อจุลินทรีย์ ปรสิต หรือสิ่งแปลกปลอมที่มีขนาดตั้งแต่ 0.22 ไมครอน ขึ้นไปได้ จัดได้ว่าน้ำที่ผ่านออกมาปราศจากแบคทีเรีย คือ กรองได้ 99.90 เปอร์เซ็นต์

ไส้กรองยูวี หรือรังสีอุลตร้าไวโอเลต (UV) โดยให้น้ำไหลผ่านหลอดไฟที่เปล่งรังสีอุลตร้าไวโอเลต ถ้าใช้ถูกวิธีสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำได้ทั้งหมด สามารถฆ่าไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคตับอักเสบได้ รังสีจะเข้าไปทำลาย DNA ถ้าน้ำขุ่นจะทำให้ประสิทธิภาพของการฆ่าเชื้อลดลงเพราะรังสีถูกบัง (สมศักดิ์, 2553)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

สำรวจข้อมูลทั่วไปของเครื่องกรองน้ำเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำดื่มและดำเนินการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ทั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังติดตามคุณภาพน้ำดื่มทางจุลชีววิทยาและใช้เป็นแนวทางในการทำแผนการบำรุงและดูแลรักษาเครื่องกรองน้ำ

วิธีการศึกษา

รูปแบบการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive study)เปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

กลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำดื่มมีทั้งหมดจำนวน 6 จุดโดยอาคารเทพรัตน์ มีจำนวน 4 จุด คือ ชั้น 1, 2, 5 และ 7 อาคารราชรัตน์บริเวณโรงอาหาร มีจำนวน 2 จุดโดยมีตัวอย่างน้ำจากตู้น้ำเย็นที่ผ่านเครื่องกรอง 5จุด คือ อาคารเทพรัตน์ชั้น 1, 5 และ 7 อาคารราชรัตน์บริเวณโรงอาหาร มีจำนวน 2 จุด น้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำร้อนที่ผ่านเครื่องกรองบริเวณโรงอาหาร 2 จุด น้ำดื่มจากก๊อกน้ำที่ผ่านเครื่องกรองทั้งหมด6 จุด และน้ำประปาที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการกรองทั้งสองอาคารเป็นตัวควบคุม

การเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำทำตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่๓๔๗๐ (พ.ศ.๒๕๔๙) ก.2.1.2โดยใช้ขวดปากกว้างที่ปราศจากเชื้อ เช็ดปากก๊อกน้ำดื่ม และปุ่มกดน้ำดื่มด้วยแอลกอฮอล์เพื่อฆ่าเชื้อโรคใช้ไฟจากตะเกียงแอลกอฮอล์ลน

ปากขวดจนร้อนเปิดขวดรองรับน้ำดื่มประมาณ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตรใช้ไฟลนปากขวดและจุกอีกครั้งก่อนปิดขวด การทดสอบให้ทำทันที หากจำเป็นให้ทดสอบภายในเวลาไม่เกิน 30 ชั่วโมงหลังจากเก็บตัวอย่างโดยเก็บรักษาตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส

มาตรฐานการตรวจวิเคราะห์

เกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในการอ้างอิง ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่๓๔๗๐ (พ.ศ.๒๕๔๙) เรื่องกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค(5) มาตรฐานเลขที่ มอก. 257-2549 ซึ่งได้กำหนดพารามิเตอร์ ดังนี้

1. โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ต้องน้อยกว่า 1.1 ในตัวอย่าง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยวิธี MPN
2. เอสเชอริเชีย โคไล (*E.coli*)ต้องไม่พบในตัวอย่าง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
3. สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*S.aureus*)ต้องไม่พบในตัวอย่าง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
4. ซาลโมเนลลา (*Salmonella*) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร
5. ครอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

เครื่องมือที่ใช้และการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

ส่วนที่ 1 แบบสำรวจข้อมูลทั่วไปของเครื่องกรองน้ำ

ส่วนที่ 2 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำอ้างอิงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค(5) มาตรฐานเลขที่ มอก. 257-2549 โดยวิธีมาตรฐานดังนี้

1. การตรวจหา Coliform Bacteria และ *E.coli*ปฏิบัติตาม Bacteriological Analytical Manual Online, February 2013, Chapter 4โดยวิธี Multiple Tube Fermentation Technique
2. การตรวจหา *S.aureus*ปฏิบัติตาม Bacteriological Analytical Manual Online, January 2001, Chapter 12
3. การตรวจหา *Salmonella* ปฏิบัติตาม ISO 6340 : Water Quality-Detection of salmonellaspecies First Edition 1995-12-01
4. การตรวจหา *Clostridium perfringens* ปฏิบัติตาม Bacteriological Analytical Manual Online, January 2001, Chapter 16

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลในแบบสำรวจเป็นค่าร้อยละ และวิเคราะห์จุลินทรีย์โดยการตรวจวิเคราะห์เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค(5) มาตรฐานเลขที่ มอก. 257-2549

ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไปเครื่องกรองน้ำ

สำรวจชนิดของไส้กรองน้ำที่ใช้กรองสำหรับทำน้ำดื่ม พบว่า มี ไส้กรองโพลีโพรพีลีน หรือไส้กรองตะกอน 4จุด (ร้อยละ 67)ไส้กรองคาร์บอนชนิดผง4จุด (ร้อยละ 67)ไส้กรองเรซิ่น4จุด (ร้อยละ 67) ไส้กรองคาร์บอนชนิดอัดแท่ง2จุด (ร้อยละ 33)ไส้กรอง UF 2จุด (ร้อยละ 33) ไส้กรองซีรามิค1จุด (ร้อยละ17)และไส้กรองยูวี1จุด (ร้อยละ17)มีระบบถังพักเก็บน้ำกรอง5จุด (ร้อยละ 83)มีตู้น้ำเย็น5จุด (ร้อยละ 83)มีตู้น้ำร้อน2จุด (ร้อยละ 33) และไม่มีเจ้าหน้าที่ประจำในการทำความสะอาดและดูแลรักษา

การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำดื่มก่อนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ(ตรวจซ้ำ 2 ครั้ง)
น้ำดื่มที่ผ่านเครื่องกรองน้ำทั้งหมดจำนวน 6 จุด พบว่าน้ำดื่มจากตู้น้ำเย็นที่ผ่านเครื่องกรอง พบโคลิฟอร์มแบคทีเรียเกินมาตรฐาน จำนวน 2 จุด (ร้อยละ 33)คือ อาคารเทพรัตน์ชั้น 5 และอาคารราชรัตน์ภายนอกโรงอาหาร พบ *Salmonella*เกินมาตรฐานจำนวน 1 จุด (ร้อยละ 17)คือ อาคารเทพรัตน์ชั้น 5 น้ำดื่มจากตู้น้ำร้อนที่ผ่านเครื่องกรองไม่พบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ น้ำดื่มจากก๊อกน้ำที่ผ่านเครื่องกรองพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียเกินมาตรฐาน จำนวน 1 จุด (ร้อยละ 17)คือ อาคารเทพรัตน์ชั้น 5 การตรวจสอบน้ำประปาที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการกรองทั้งสองอาคารที่ใช้เป็นตัวควบคุมพบว่า น้ำประปาทั้งสองอาคารไม่พบการปนเปื้อนจุลินทรีย์เกินมาตรฐาน แสดงในตารางที่ 1

การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำดื่มหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำ(ตรวจซ้ำ 2 ครั้ง)
ตัวอย่างน้ำดื่มที่ผ่านเครื่องกรองน้ำทั้งหมดจำนวน 6 จุด พบว่าน้ำดื่มจากตู้น้ำเย็นที่ผ่านเครื่องกรอง พบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เกินมาตรฐาน จำนวน 1 จุด (ร้อยละ 17) คือ อาคารเทพรัตน์ชั้น 5 และ *Salmonella*เกินมาตรฐาน จำนวน 1 จุด(ร้อยละ 17)คือ อาคารเทพรัตน์ชั้น 5 น้ำดื่มจากตู้น้ำร้อนที่ผ่านเครื่องกรอง และน้ำดื่มจากก๊อกน้ำที่ผ่านเครื่องกรอง ไม่พบการปนเปื้อนจุลินทรีย์เกินมาตรฐาน การตรวจสอบน้ำประปาที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการกรองทั้งสองอาคารที่ใช้เป็นตัวควบคุมพบว่า ทั้งสองอาคารไม่พบการปนเปื้อนจุลินทรีย์เกินมาตรฐาน แสดงในตารางที่ 1

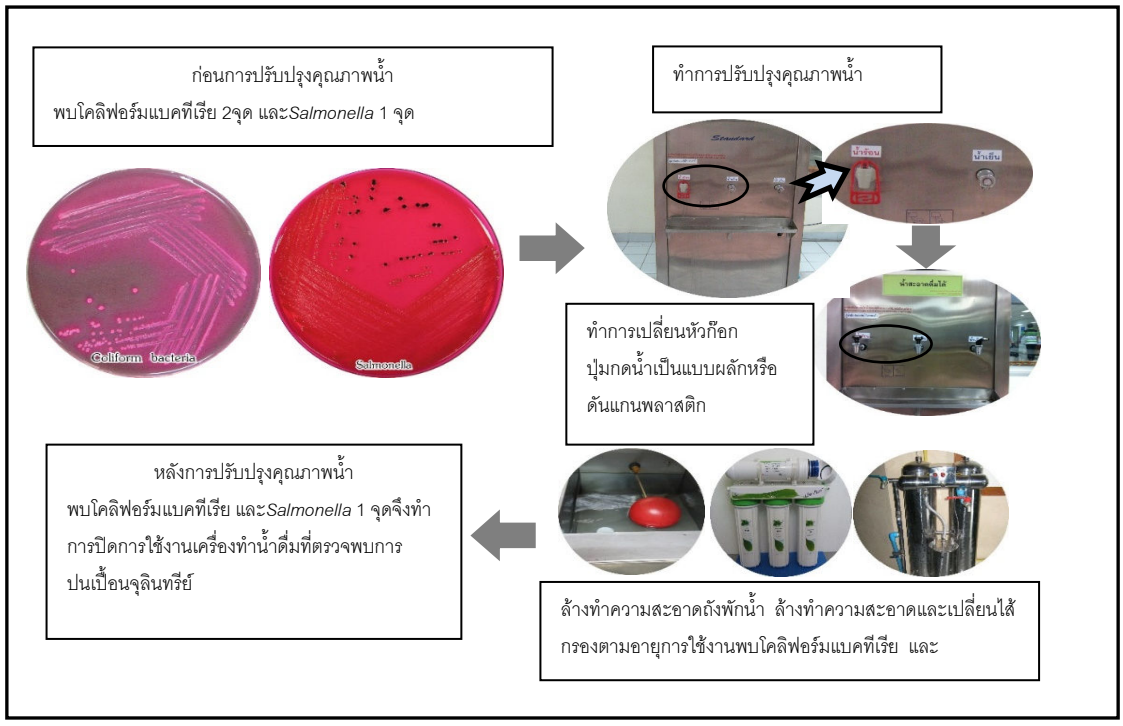
ตารางที่ 1ผลตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนจุลินทรีย์ ก่อน และหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

ตัวอย่างน้ำดื่ม (100 ลูกบาศก์เซนติเมตร)	ผลการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนจุลินทรีย์	
	ก่อนการปรับปรุงคุณภาพน้ำ	หลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำ
1. อาคารเทพรัตน์ ชั้น 1		
น้ำดื่มจากตู้น้ำเย็นที่ผ่านเครื่องกรอง	ไม่พบ	ไม่พบ
น้ำดื่มจากก๊อกน้ำที่ผ่านเครื่องกรอง	ไม่พบ	ไม่พบ
2. อาคารเทพรัตน์ ชั้น 2		
น้ำดื่มจากก๊อกน้ำที่ผ่านเครื่องกรอง	ไม่พบ	ไม่พบ
3. อาคารเทพรัตน์ ชั้น 5		
น้ำดื่มจากตู้น้ำเย็นที่ผ่านเครื่องกรอง	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย >1.1 และ*Salmonella*	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย >1.1 และ*Salmonella*
น้ำดื่มจากก๊อกน้ำที่ผ่านเครื่องกรอง	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย >1.1	ไม่พบ
4. อาคารเทพรัตน์ ชั้น 7		
น้ำดื่มจากตู้น้ำเย็นที่ผ่านเครื่องกรอง	ไม่พบ	ไม่พบ
น้ำดื่มจากก๊อกน้ำที่ผ่านเครื่องกรอง	ไม่พบ	ไม่พบ
5. อาคารราชรัตน์ภายในโรงอาหาร		
น้ำดื่มจากตู้น้ำเย็นที่ผ่านเครื่องกรอง	ไม่พบ	ไม่พบ
น้ำดื่มจากก๊อกน้ำที่ผ่านเครื่องกรอง	ไม่พบ	ไม่พบ
น้ำดื่มจากตู้น้ำร้อนที่ผ่านเครื่องกรอง	ไม่พบ	ไม่พบ
6. อาคารราชรัตน์ภายนอกโรงอาหาร		
น้ำดื่มจากตู้น้ำเย็นที่ผ่านเครื่องกรอง	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย >1.1	ไม่พบ

น้ำดื่มจากก๊อกน้ำที่ผ่านเครื่องกรอง	ไม่พบ	ไม่พบ
น้ำดื่มจากตู้น้ำร้อนที่ผ่านเครื่องกรอง	ไม่พบ	ไม่พบ
น้ำประปาของอาคารเทพรัตน์	ไม่พบ	ไม่พบ
น้ำประปาของอาคารราชรัตน์	ไม่พบ	ไม่พบ

อภิปรายผล

จากผลการสำรวจข้อมูลทั่วไปของเครื่องกรองน้ำ จำนวน6จุดซึ่งแต่ละจุดจะมีระบบการกรองแตกต่างกันตามชนิดของไส้กรองน้ำ ได้แก่ ไส้กรองโพลีโพรพีลีน หรือ ไส้กรองตะกอน ไส้กรองคาร์บอนชนิดผง ไส้กรองเซรามิคและไส้กรองยูวีซึ่งไส้กรองน้ำแต่ละชนิดจะมีอายุการใช้งานแตกต่างกันมีระบบถังพักเก็บน้ำกรอง มีตู้น้ำเย็น มีตู้น้ำร้อน ไม่มีเจ้าหน้าที่ประจำในการทำความสะอาดและดูแลรักษาทำให้มีผลต่อคุณภาพน้ำดื่ม ซึ่งเมื่อทำการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำดื่มก่อนการปรับปรุงคุณภาพน้ำจากตู้น้ำเย็นและน้ำดื่มจากก๊อกน้ำที่ผ่านเครื่องกรองพบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *Salmonella*ซึ่งอาจเกิดจากการไม่ได้ล้างหรือเปลี่ยนไส้กรอง ไม่ได้ทำความสะอาดถังพักเก็บน้ำกรองและตู้น้ำเย็นหัวก๊อกเป็นแบบปุ่มกดน้ำซึ่งทำความสะอาดยากทำให้เกิดการสะสมของสิ่งสกปรกมีตะไคร่น้ำอยู่ที่หัวก๊อก จึงทำการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยการล้างทำความสะอาดและเปลี่ยนไส้กรองล้างทำความสะอาดถังพักเก็บน้ำทำความสะอาดตู้ทำน้ำเย็นและก๊อกน้ำดื่มเปลี่ยนหัวก๊อกปุ่มกดน้ำที่เป็นสแตนเลสให้เป็นหัวก๊อกที่ทำจากวัสดุพลาสติกใช้งานโดยการผลักหรือดันแกนพลาสติกในการจ่ายน้ำเย็นซึ่งสามารถเปลี่ยนได้เพียง2จุดคือ ก๊อกตู้น้ำเย็นอาคารราชรัตน์บริเวณโรงอาหารซึ่งมีจำนวน2จุด ส่วนตู้น้ำเย็นอีก3จุดไม่สามารถเปลี่ยนหัวก๊อกได้เนื่องจากตู้น้ำเย็นเป็นรุ่นเก่าใส่หัวก๊อกแทนกันไม่ได้จัดเจ้าหน้าที่ประจำในการทำความสะอาดดูแลรักษาเครื่องกรองน้ำ หลังจากนั้นได้ตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำดื่มหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำพบว่าน้ำดื่มจากตู้น้ำเย็นที่ผ่านเครื่องกรองยังคงพบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *Salmonella*แต่น้ำดื่มจากก๊อกน้ำที่ผ่านเครื่องกรองจุดเดียวกันไม่พบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ ส่วนการตรวจสอบน้ำประปาที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการกรองทั้งสองอาคารที่ใช้เป็นตัวควบคุมพบว่าทั้งสองอาคารไม่พบการปนเปื้อนจุลินทรีย์เกินมาตรฐานทั้งนี้อาจเกิดจากถังพักเก็บน้ำกรองของตู้น้ำเย็นไม่สะอาดเพียงพอตู้น้ำเย็นมีสภาพเก่ามากจึงทำการปิดการใช้งานเครื่องทำน้ำดื่มที่ตรวจพบการปนเปื้อนดังกล่าว แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1ผลตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนจุลินทรีย์ ก่อน และหลังการปรับปรุงคุณภาพน้ำ

สรุป

การสำรวจระบบการกรองของเครื่องกรองน้ำทำให้ทราบว่าไส้กรองแต่ละชนิดมีอายุการใช้งานที่จำกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำที่เข้าสู่ระบบการกรอง และปริมาณของการใช้น้ำ ดังนั้นจึงควรจัดทำแผนการดูแลรักษา การทำความสะอาดระบบเครื่องกรองน้ำตามช่วงเวลาที่กำหนดอย่างเป็นระบบ ทำการล้างหรือเปลี่ยนไส้กรองตามอายุควบคู่ไปกับการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านเคมี และด้านจุลชีววิทยาเพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำดื่ม กล่าวคือ กำหนดอายุการใช้งานของไส้กรองชนิดต่างๆ ได้แก่ ไส้กรองโพลีโพรพีลีนไส้กรองคาร์บอนชนิดผงไส้กรองเรซิ่นและ ไส้กรองคาร์บอนชนิดอัดแท่งมีอายุการใช้งาน 6 -9 เดือน ไส้กรอง UFไส้กรองซีรามิคมีอายุการใช้งาน 1-1½ ปี และไส้กรองยูวีมีอายุการใช้งานจนกว่าหลอดไฟจะเสียหรือชำรุด จัดเจ้าหน้าที่ประจำสำหรับทำการล้างระบบถังพักเก็บน้ำกรอง อย่างน้อยเดือนละ 1 ครั้งทำความสะอาดหัวก๊อกน้ำและภายนอกตู้น้ำดื่ม อย่างน้อยอาทิตย์ละ 2 ครั้งทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านจุลชีววิทยา ทุกๆ 6 เดือน ซึ่งเป็นมาตรการในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดื่มเพื่อลดความเสี่ยงจากโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ ดังนั้น การตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยาที่พบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ *Salmonella*เกินมาตรฐานสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังและตรวจติดตามการเกิดโรคในระบบทางเดินอาหารตามแนวโน้มของการเกิดโรคติดต่อ ปี พ.ศ.2557 ของสำนักระบาดวิทยาได้ อีกทั้งงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางให้หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนได้ตระหนักถึงความสำคัญของความสะอาดในน้ำดื่มที่ใช้บริโภคโดยควรจัดให้มีการดูแลรักษาความสะอาดเครื่องกรองน้ำให้เป็นระบบ และมีการตรวจสอบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำดื่มเป็นระยะตามที่ได้กำหนดในมาตรฐานเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการบริโภคน้ำดื่มซึ่งเป็นการเสริมสร้างสุขภาวะที่ดีของบุคลากรในองค์กร

ข้อเสนอแนะ

ควรทำการศึกษาหาสาเหตุที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำดื่มซึ่งจะช่วยในการหาข้อมูลเพื่อทำการเฝ้าระวังโรคและจะได้กำหนดแนวทางในการหามาตรการในการพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภคให้สะอาดปลอดภัยต่อไป

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. จุฑามณี สุทธิสีสังข์ คณบดีคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลรองศาสตราจารย์ ดร.ม.ล.สุมาลย์ สาระยา หัวหน้าภาควิชาจุลชีววิทยาและอาจารย์ ดร. จตุรงค์ ประเทืองเดชกุล ที่กรุณาตรวจติดตามผลการดำเนินการและให้การสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มพัฒนาระบบเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาโรคติดต่อ สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค. (29มกราคม 2557). สถานการณ์ของโรคติดต่อ ปี พ.ศ. 2547-2556 และแนวโน้มของการเกิดโรคติดต่อ ปี พ.ศ.2557. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.boe.moph.go.th/files/news/20140129_91006694.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล : 9 กุมภาพันธ์ 2557).

ดริ้งดี. ม.ป.ป.. คู่มือประกอบและติดตั้งเครื่องกรองน้ำ 5 ขั้นตอน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.drinkdee.com/index.php?page=showtopics&fn=view&id=5. (วันที่ค้นข้อมูล : 17 กรกฎาคม 2556).

ดาริวรรณเศรษฐีธรรม และเนตรนภาเจียระแม. 2555. สถานการณ์การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำดื่ม เครื่องดื่ม

และภาชนะที่ให้บริการในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จังหวัดมหาสารคาม. *วิจัยสาธารณสุขศาสตร์* มหาวิทยาลัยขอนแก่น 5: 87-96.

ธัญธิมา สุรวิทย์. 2545.การตรวจคุณภาพน้ำดื่มในหอสถาบันราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, ปทุมธานี.

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๓๔๗๐ (พ.ศ.๒๕๔๙) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.๒๕๑๑. (๒๕๔๙, ๖ กรกฎาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม ๑๒๓ ตอนที่ ๖๔ ง. หน้า๑๗๔.

ยุวดี พร้อมสันเทียะ และดวงใจ เผ่นโคกสูง. 2549. การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. รายงานการวิจัยปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

สมศักดิ์ วรคามิน. 2553. Water for Life. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สามเจริญพาณิชย์.

การวิเคราะห์ปริมาณปรอทในปลากระบอก ปลาทู และกุ้งขาว บริเวณอ่าวปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช โดยเทคนิคโวลแทมเมตรี

Determination of Mercury in Mullet Fish, Mackerel Fish and Shrimp at Pakpanang Bay, Nakhon Si Thammarat by Voltammetric Technique

รัตติยา สารดิษฐ์[1*] และ จุฑาภรณ์ หนูฉิม[1]

Rattiya Saradit[1*] And Jutaporn Nuchim[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของปรอทในปลากระบอก ปลาทู และกุ้งขาว บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยเทคนิคโวลแทมเมตรี ซึ่งดำเนินการเก็บตัวอย่างและทำการวิเคราะห์ทุกๆ 3 เดือน เป็นเวลาทั้งหมด 1 ปี เพื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของปรอทตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย ซึ่งได้กำหนดปริมาณปรอทในอาหารทะเลไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักเปียก ซึ่งพบปริมาณปรอทอยู่ในช่วง 0.27-0.83, 0.38-0.88 และ0.37-0.85 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักเปียก สำหรับปลากระบอก ปลาทู และกุ้งขาว ตามลำดับ ซึ่งในช่วงเดือนพฤศจิกายนมีปริมาณปรอทเกินเกณฑ์มาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

คำสำคัญ: ปรอท อ่าวปากพนัง โวลแทมเมตรี

Abstract

The quantity of mercury in mullet fish, mackerel fish and shrimp at Pakpanang bay, Nakhon Si Thammarat province was determined by the voltammetry techniques. The sampling and analysis were performed every 3 months for 1 year. The levels of mercury concentration were compared with standard values according to the Ministry Public Health of Thailand, the maximum concentration allowed in seafood was 0.5 mg/kg wet weight. The average concentrations in mullet fish, mackerel fish and shrimp were found in the range of 0.27-0.83, 0.38-0.88 and 0.37-0.85 mg/kg wet weight respectively. It suggests that the quantity of mercury found in November was significant ($p < 0.05$) higher than standard value.

Keywords: Mercury, Pakpanang bay, Voltammetry

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช จ.นครศรีธรรมราช 80110

[1]Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya Nakhon Si Thammarat 80110

*Corresponding author. E-mail: kek315@hotmail.com

บทนำ

ปัญหาสิ่งแวดล้อมชุมชนและการตกค้างของสารพิษ กากของเสียเป็นปัญหาที่กำลังทวีความรุนแรงและปัญหาที่เป็นข้อจำกัดของการพัฒนาประเทศในอนาคต โดยเฉพาะบริเวณอ่าวปากพนังหรืออ่าวนครศรีธรรมราช ตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งมีลักษณะภูมิศาสตร์ทางกายภาพเป็นอ่าวตื้น (กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2545) มีลักษณะของน้ำเป็นทั้งน้ำกร่อยและน้ำเค็ม อ่าวปากพนังเป็นแหล่งที่มีความอุดมสมบูรณ์ด้วยทรัพยากรสัตว์น้ำ รอบอ่าวเป็นป่าชายเลน วิถีชีวิตของชุมชนประมงอ่าวปากพนัง มีการทำมาหากินและประกอบรายได้เลี้ยงครอบครัวด้วยการทำการประมงพื้นบ้าน โดยใช้ภูมิปัญญาและเครื่องมือประมงพื้นบ้านในการจับสัตว์น้ำและเก็บเกี่ยวผลผลิตจากป่าชายเลน จากอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากร และการบุกรุกและทำลายพื้นที่ป่าชายเลนทำให้ป่าชายเลนได้ถูกเปลี่ยนสภาพไปอย่างรวดเร็ว จากจำนวน 96,875 ไร่ ใน พ.ศ 2518 เหลือเพียง 48,012ไร่ ใน พ.ศ. 2535 รวมทั้งการใช้เครื่องมือดักจับสัตว์ที่ผิดวิธี ทันสมัยมากขึ้น และหนาแน่นเกินไป การใช้สารเคมีที่มีพิษในการจับสัตว์น้ำ ขยะมูลฝอยจากบ้านเรือน การสร้างส้วมริมฝั่งคลอง คราบน้ำมันจากเรือประมง น้ำเสียจากร้านค้า บ้านเรือน รวมทั้งสถานที่ราชการและโรงงานอุตสาหกรรมที่ระบายผ่านท่อน้ำทิ้งลงสู่อ่าวปากพนัง ทำให้เกิดผลกระทบต่อปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมและคุณภาพของสัตว์น้ำ แต่ก็ยังมีสัตว์น้ำอาศัยอยู่ชุกชุม ชาวบ้านที่อยู่ในแถบนั้นนิยมจับสัตว์น้ำไปจำหน่ายและบริโภคอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลานาน(กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

ปรอทจัดเป็นสารพิษอันตรายมีหลายรูปแบบ คือปรอทในรูปโลหะ ปรอทในรูปของสารประกอบอินทรีย์และปรอทในรูปของสารประกอบอนินทรีย์ ในสภาวะอุณหภูมิปกติปรอทบริสุทธิ์จะมีสถานะเป็นของเหลวสีขาวคล้ายเงิน สามารถเป็นของแข็งและระเหยเป็นไอได้ ปรอทที่แพร่กระจายหรือปนเปื้อนอยู่ในดิน แหล่งน้ำและอากาศ สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทางปาก ทางผิวหนังและการหายใจ ผ่านเข้าไปในกระแสเลือดและอวัยวะต่างๆ การสูดดมไอปรอทบ่อยๆจะส่งผลต่อระบบสมอง ไขสันหลัง สายตาและไต ถ้าสัมผัสปรอทในปริมาณมากก่อให้เกิดผลเฉียบพลัน ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดโรคปอดและมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง โรคที่เกิดจากพิษปรอทเรียกว่า โรคพิษปรอท หรือโรคมินามาตะ ซึ่งมีรายงานการเกิดโรคนี้ในประเทศญี่ปุ่นใน พ.ศ. 2499 มีรายงานผู้ป่วยและเสียชีวิตหลายรายโดยที่บริเวณอ่าวมินามาตะ เนื่องจากมีการปล่อยสารปรอทออกมากับของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และเปลี่ยนเป็นสารปรอทอินทรีย์โดยแบคทีเรียในทะเลแล้วเข้าสู่วงจรอาหาร ทำให้มีสัตว์เลี้ยงและคนที่กินสัตว์ทะเลบริเวณนั้น ป่วยด้วยโรคพิกลพิการและบางกรณีรุนแรงถึงเสียชีวิต (กระทรวงสาธารณสุข, 2529) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการปนเปื้อนของสารปรอทในปลาทุกชนิด อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภค ยกเว้น ปลาทรายแดงกระโดง (ธันยาภรณ์ คงจันทร์ และคณะ, 2550) การปนเปื้อนของปรอทในอาหารทะเลนำเข้าได้แก่ ปลาหิมะ ซึ่งมีปริมาณปรอทสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานถึง 1 เท่า (Fatima M. *et al*, 2006) การวิเคราะห์หาปริมาณปรอทในตัวอย่างปลา โดยใช้เทคนิคสทริปปิง ครอโน โพเทนทิโอเมททรี พบปริมาณปรอทในตัวอย่างปลา มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.157 ไมโครกรัมต่อกรัม (Nicolae I. *et al*, 2011) และ ปริมาณปรอทในปลานิล มีค่าเฉลี่ย 0.24 มิลลิกรัมต่อลิตร (Hussein and Mohey, 2011) การปนเปื้อนปรอทในสัตว์ทะเลได้มีการศึกษาอย่างกว้างขวางเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อาหารและมีผลต่อผู้บริโภคโดยตรง (ณรงค์ ณ เชียงใหม่, 2530)

จากปัญหาดังกล่าวจึงได้ทำงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาปริมาณปรอทที่สะสมอยู่ในปลากระบอก ปลาทู และกุ้งขาว บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชโดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข

วิธีการศึกษา

การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างสัตว์น้ำมา 3 ชนิดได้แก่ ปลาทู ปลากระบอก และกุ้งขาว บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ทุกๆ 3 เดือน เป็นเวลาทั้งหมด 1 ปี

การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างปลาและตัวอย่างกุ้งมาแล่เนื้อและสับให้ละเอียดใส่ลงในบีกเกอร์แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในตู้อบความชื้นและนำไปชั่งน้ำหนัก ทำซ้ำจนน้ำหนักของตัวอย่างคงที่ นำตัวอย่างไปบดให้ละเอียด อบให้แห้งอีกครั้งทิ้งให้เย็นในตู้อบความชื้น ปิดปากบีกเกอร์ด้วยนัมฟอยล์ ติดป้ายให้เรียบร้อย

การย่อยตัวอย่าง

ใช้วิธีย่อยตาม A.O.A.C. (1990) โดยชั่งเนื้อปลาแห้งและเนื้อกุ้งที่แห้งบดประมาณ 2 กรัม ใส่ในหลอดย่อย เติมกรดไนตริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอดแล้วใส่ในเครื่องย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 360 นาที เติมกรดเปอร์คลอริก 8 มิลลิลิตร ในหลอดย่อยปิดฝาแล้วใส่ในเครื่องย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 420 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นและเติมน้ำกลั่นปราศจากไอออน กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน เทใส่ขวดพลาสติกเพื่อป้องกันการดูดซับโลหะหนักและนำไปวิเคราะห์

เครื่องมือ

เครื่อง VA 797 Computrace Analyzer connected to a Mertrohm VA 797 multimode electrode ประกอบด้วย 3 อิเล็กโทรด คือ ขั้ว Au rotating disk electrode เป็น working electrode ขั้ว Ag/AgCl saturated เป็น reference electrode และขั้ว glassy carbon เป็น counter electrode

การวิเคราะห์ปริมาณปรอทในตัวอย่าง

เติมสารละลายตัวอย่างปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใน measuring vessel เติมสารละลาย $HClO_4$ 0.4 มิลลิลิตร NaCl 1 มิลลิลิตร และ EDTA 0.2 มิลลิลิตร ประกอบขั้วไฟฟ้าทั้ง 3 ชนิด พ่นแก๊สไนโตรเจนบริสุทธิ์ (99.99%) เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นวิเคราะห์หาความเข้มข้นของปรอทในตัวอย่างโดยใช้เทคนิคโวลแทมเมตรี

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ปริมาณของปรอทในปลากระบอก ปลาทู และกุ้งขาว

จากการศึกษาปริมาณปรอทในปลากระบอก ปลาทู และกุ้งขาว โดยใช้เทคนิคโวลแทมเมตรี ซึ่งเก็บตัวอย่างทุกๆ 3 เดือน เป็นเวลา 1 ปี พบปริมาณปรอทสูงสุดในปลาทูอยู่ในช่วง 0.38 – 0.88 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักเปียก รองลงมาคือกุ้งขาวอยู่ในช่วง 0.37– 0.85 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักเปียก และปริมาณปรอทต่ำสุดในในปลากระบอกอยู่ในช่วง 0.27– 0.83 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักเปียก ดังแสดงในตารางที่ 1

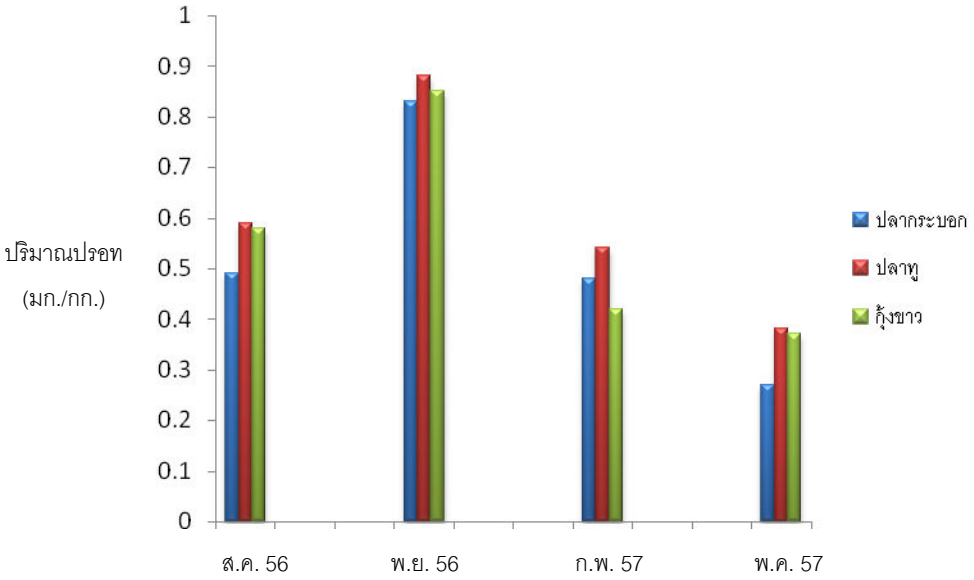
ตารางที่ 1 ปริมาณปรอทในปลากระบอก ปลาทู และกุ้งขาว

ช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง	ปริมาณของปรอท (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)		
	ปลากระบอก	ปลาทู	กุ้งขาว
ส.ค.56	0.49	0.59	0.58
พ.ย.56	0.83	0.88	0.85
ก.พ.57	0.48	0.54	0.42
พ.ค.57	0.27	0.38	0.37

ปริมาณปรอทที่วิเคราะห์ได้มีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยเรื่องการตรวจสอบปริมาณปรอทในน้ำบริเวณอ่าวปากพนัง โดยมีปริมาณปรอทอยู่ในช่วง 0.082-1.281 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (กลุ่มวิจัยสิ่งแวดล้อมแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2550) และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณปรอทในปลากระบอก ปลาทู และกุ้งขาว พบว่าในปลาทูมีปริมาณปรอทมากที่สุดเนื่องจากปลาทูเป็นปลาที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่ง ซึ่งเป็นศูนย์รวมของแหล่งน้ำที่ไหลลงสู่ทะเลทำให้มีปรอทสะสมในปริมาณมาก (กรมประมง, 2544)

การเปรียบเทียบปริมาณของปรอทกับค่ามาตรฐาน

จากการเปรียบเทียบปริมาณของปรอทในปลากระบอก ปลาทู และกุ้งขาว โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย Codex Alimentarius Commission (2005) และ EU (2006) กำหนดให้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าวเป็นเกณฑ์เดียวกับที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขของไทย (กระทรวงสาธารณสุข, 2529) พบว่าปริมาณปรอทในปลากระบอกในช่วงเดือนสิงหาคม กุมภาพันธ์และพฤษภาคม เท่ากับ0.49 0.48 และ 0.27 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักเปียก ตามลำดับ ซึ่งปริมาณปรอทยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่ปริมาณปรอทในปลากระบอกในช่วงเดือนพฤศจิกายนเท่ากับ 0.83 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักเปียก ซึ่งมีปริมาณเกินเกณฑ์มาตรฐาน ปริมาณปรอทในปลาทูในช่วงเดือนพฤษภาคมเท่ากับ 0.38 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักเปียก ซึ่งปริมาณยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่ปริมาณปรอทในปลาทูในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ สิงหาคม และพฤศจิกายนเท่ากับ 0.54, 0.59 และ0.88 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักเปียก ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณปรอทเกินเกณฑ์มาตรฐาน และปริมาณปรอทในกุ้งขาวในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ และพฤษภาคม เท่ากับ 0.42 และ 0.37 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักเปียก ตามลำดับ ซึ่งปริมาณยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่ปริมาณปรอทในกุ้งขาวในช่วงเดือนสิงหาคมและพฤศจิกายนเท่ากับ 0.58 และ0.85 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักเปียก ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณปรอทเกินเกณฑ์มาตรฐาน(ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 เปรียบเทียบปริมาณของปรอทในปลากระบอก ปลาทู และกุ้งขาว

การสะสมของปรอทในปลากระบอก ปลาทูและกุ้งขาวมีความสัมพันธ์กับฤดูกาล ซึ่งจะพบปริมาณปรอทมากที่สุดในช่วงเดือนพฤศจิกายนเพราะเป็นช่วงฤดูฝนที่มีปริมาณฝนตกมาก จึงทำให้เกิดการชะล้างสารปรอทลงสู่แหล่งน้ำและทำให้สัตว์ที่อาศัยอยู่ได้รับปริมาณปรอทเข้าไปในปริมาณค่อนข้างสูง (ณรงค์ ณ เชียงใหม่, 2530) การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลมีผลทำให้ปริมาณการสะสมของปรอทมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

สรุป

จากการวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนของปรอทในปลากระบอก ปลาทู และกุ้งขาว บริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยเทคนิคโวลแทมเมตรี พบปริมาณปรอทในปลาทูมากที่สุด โดยปริมาณของปรอทในปลากระบอก ปลาทูและกุ้งขาวมีความสัมพันธ์กับฤดูกาล ซึ่งจะพบปริมาณปรอทมากที่สุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งมีปริมาณปรอทมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนดให้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย งบประมาณรายได้ ประจำปี พ.ศ. 2557

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2547. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมทะเล จังหวัดนครศรีธรรมราช. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. 2545. ชุมชนประมงอ่าวปากพนัง. หน้า 129

กระทรวงสาธารณสุข. 2529. ความรู้ทั่วไปที่เกี่ยวกับสิ่งเป็นพิษและความเป็นอันตราย. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

กรมประมง. 2544. การเลี้ยงปลาน้ำกร่อย. กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

กลุ่มวิจัยสิ่งแวดล้อมแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง.2550. ตรวจสอบผลของสิ่งแวดล้อมต่อการประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจากการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำ ปากพนังจังหวัดนครศรีธรรมราช. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา.

ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2530. ปริมาณปรอทในปลาจากทะเลสาบสงขลา. หน่วยเวชศาสตร์ชุมชน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธันยาภรณ์ คงจันทร์, หร้อหวี ทองด้วง และ นงค์พงา เกตุชู 2550. การศึกษาปริมาณสารปรอทในปลาทูน่านำเข้าและปลาภายในประเทศ. ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำสงขลา.

อภิรดี เมืองเดช. 2551. ปริมาณโลหะหนักในหอยแครง(Anadara granosa) บริเวณแม่น้ำบางปะกง . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Fatima M. Silva, Ildiko V. Toth, and Antonio O. Rangle 2006. Determination of Mercury in Fish by Cold Vapor Atomic Absorption Spectrophotometry Using a Multicommuted Flow Injection Analysis System. Analytical Sciences, 861-864 p.

Hussein A. Kaoud and Mohey M. Mekawy. 2011. Bioremediation the Toxic Effect Mercury-Exposure in Nile Tilapia (Oreochromis Niloticus) by using Lemna gibba L. Facult yof Veterinary Medicine. Cairo University. Journal of American Science. 336-343 p.

Nicolae I. Cristea. M. Cristinaradulescu And R. Ciomartan.2011. Mercury Determination in Fish Samples by Flow Injection Using Gold Electrodes Made from CD-Rs. University of Bucharest. Faculty of Chemistry. 90-92 Sos. Panduri. Bucharest. Romania. REV. CHIM. (Bucharest).

การจำแนกข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจด้วยเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและเบย์อย่างง่ายภายใต้ข้อมูลที่มีจำกัด

A Heart Disease Data Classification Using Support Vector Machine and Naïve Bays Under Limited Number of Available Samples

ภาสพิชญ์ ชูใจ,[1*] นิตยา เกิดประสพ[1] และ กิตติศักดิ์ เกิดประสพ[1]

Pasapitch Chujai,[1*] Nittaya Kerdprasopan[1] And Kittisak Kerdprasop[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการจำแนกข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจด้วยเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และเบย์อย่างง่าย สำหรับฟังก์ชันแก่นหรือเคอร์เนลของเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนที่นำมาใช้นั้นประกอบด้วย Radial Basic, Linear, Polynomial และ Sigmoid และฟังก์ชันการกระจายข้อมูลของเบย์อย่างง่าย คือ Bernoulli, Multinomial และ Gaussian ในขณะทำการทดลองได้ทำการปรับค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละเทคนิควิธี ผลที่ได้ปรากฏว่า ทั้งสองเทคนิคสามารถจำแนกข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจได้อย่างแม่นยำเฉพาะชุดข้อมูลHungarianที่มีจำนวนคลาสสองคลาสเท่านั้น ในขณะที่ชุดข้อมูลClevelandที่มีจำนวนคลาสห้าคลาสนั้นไม่สามารถจำแนกข้อมูลได้อย่างแม่นยำทั้งนี้เนื่องมาจากจำนวนข้อมูลที่ใช้สำหรับสอนมีจำกัด ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองแบ่งกลุ่มข้อมูลของ Clevelandออกเพียงสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่ไม่ปรากฏอาการ และกลุ่มที่ปรากฏอาการเท่านั้น พบว่าเทคนิควิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนที่ใช้ฟังก์ชันแก่นแบบ Polynomial จะให้ค่าความแม่นยำที่สูงที่สุดที่ 85% สำหรับข้อมูลCleveland และ 86% สำหรับข้อมูลHungarian

คำสำคัญ: การจำแนกข้อมูล ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนเบย์อย่างง่ายข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ

Abstract

This research studiesheart disease data classificationusing Support Vector Machine (SVM) and Naïve Bays algorithms. The kernel functions of SVM used in this research consist of Radial Basic, Linear, Polynomial, andSigmoid, and data distribution in Naïve Bays consists of Bernoulli, Multinomial, andGaussian. During experiments, we have tuned the appropriate parameters for each technique. The results show that both techniques can be used to classify heart disease patients precisely when the data set has two classes of Hungarian data set. While the data set with five classes of Cleveland data cannot be precisely classified due to the limited number in the training set. Therefore, this research has transformed the five classes of Cleveland data set into two groups:symptomatic and asymptomatic. The results show that polynomial kernel of the SVM algorithm has the highest precision of 85% for Cleveland data set and 86% for Hungarian data set

Keywords: Classification, Support Vector Machine, Naïve Bays, Heart Disease Data

[1]สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000

School of Computer Engineering, Institute of Engineering, Suranaree University of Technology,NakhonRatchasima30000

*Corresponding author. E-mail:pasapitchchujai@gmail.com

บทนำ

โรคหัวใจเป็นหนึ่งในปัญหาโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่เป็นสาเหตุของการเสียชีวิตของประชากรโลกซึ่งเกิดขึ้นได้เท่าเทียมกันทั้งในผู้หญิงและผู้ชายโดยมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นในอนาคต ซึ่งปัญหานี้เป็นปัญหาที่ต้องการมาตรการเร่งด่วนในการแก้ปัญหา เพราะการเจ็บป่วยด้วยโรคนี้จะนำไปสู่การสูญเสียโอกาสทางเศรษฐกิจของประเทศได้

ปัจจุบันมีนักวิจัยจำนวนมากได้นำวิธีการทางคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะเทคนิคทางด้านเหมืองข้อมูล (Bhatia และ Jyoti, 2012)เข้ามาเป็นเครื่องมือช่วยในการวินิจฉัยหาสาเหตุของโรคนี้นักวิจัยเหล่านี้ได้พยายามคิดค้นและนำเสนอวิธีการต่าง ๆ ที่หลากหลายเพื่อนำมาใช้สำหรับจำแนกข้อมูลได้อย่างแม่นยำ วิธีการที่นำมาประยุกต์ใช้ เช่น เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ(Decision Tree Models) (Shoumanและคณะ, 2011) เทคนิคเครือข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks หรือ ANN)(Temurtasและคณะ, 2009) เทคนิคซัพพอร์ตแวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine หรือ SVM) (Oliveira และคณะ, 2013) เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้จากงานวิจัยดังต่อไปนี้

PalaniappanและAwang(2008)ได้นำเทคนิคทางด้านเหมืองข้อมูล คือ Decision Trees, Naïve Bayes และNeural Network มาใช้ในการจำแนกข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ Cleveland ซึ่งมีข้อมูลทั้งหมด 909กรณีตัวอย่าง15 แอททริบิวต์ และ 2 คลาสการทดสอบโมเดลนั้นได้ทำการแบ่งข้อมูลสำหรับสอน และข้อมูลสำหรับทดสอบเป็น 455 กรณีตัวอย่างและ454กรณีตัวอย่างตามลำดับ พร้อมทั้งใช้ Lift Chart และ Classification Matrix สำหรับแสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล พบว่า เทคนิคแบบเบย์อย่างง่ายนั้นให้ค่าความแม่นยำสูงที่สุด คือ 86.53%

Das และคณะ (2009) ได้นำเสนอการจำแนกข้อมูลด้วยวิธีแบบร่วมกันตัดสินใจจากพื้นฐานของเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมสำหรับวินิจฉัยโรคหัวใจ Cleveland สำหรับกลุ่มที่ปรากฏอาการและกลุ่มที่ไม่ปรากฏอาการ พบว่า โมเดลที่นำเสนอมีความถูกต้อง 89.01% ค่า sensitivity ที่ 80.95% และค่า specificity ที่ 95.91%

Anbarasiและคณะ (2010) ได้นำเสนอเทคนิคNaive Bayes, Decision Tree และการจำแนกข้อมูลที่ผ่านการจัดกลุ่มมาก่อนร่วมกับการเลือกตัวแทนที่เหมาะสมด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมกับข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ Cleveland จำนวน 909กรณีตัวอย่าง จำนวน 2 คลาส และมีการคัดเลือกตัวแทนที่เหมาะสมจาก 13 แอททริบิวส์เป็น 6 แอททริบิวต์ผลที่ได้ปรากฏว่า Decision Tree นั้นสามารถจำแนกข้อมูลได้อย่างมีประสิทธภาพ และมีความถูกของการจำแนกข้อมูลที่ 99.2 %

ChaitraliและApte(2012) ได้นำเสนอเทคนิค Neural Networkเพื่อใช้ในการจำแนกข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ สำหรับข้อมูลที่นำมาทดสอบนั้นมี 573 กรณีตัวอย่าง13 แอททริบิวต์ และ 2 กลุ่มอาการ พวกเขาได้ทำการแบ่งเป็นชุดข้อมูลสำหรับสอน 303 กรณีตัวอย่าง และสำหรับทดสอบ 270 กรณีตัวอย่าง ผลที่ได้คือมีความแม่นยำในการจำแนก 99.25 % และพวกเขาได้ทำการเพิ่มแอททริบิวต์ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับโรคอ้วนและพฤติกรรมการสูบบุหรี่ ผลที่ได้คือมีความแม่นยำเพิ่มขึ้นเป็น 100 %

Chen และคณะ (2011) ได้นำเทคนิค Artificial Neural Network เพื่อใช้ในการจำแนกข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ ซึ่งผลที่ได้จะมีความแม่นยำ 80% และทีมวิจัยได้มีการนำเทคนิคนี้มาพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อใช้สำหรับการจำแนกข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ(HDPS) ด้วยภาษาซี (C Programming Language)และภาษาซีชาร์ป (C# Programming Language)

จากงานวิจัยที่กล่าวมาแล้วนั้นจะพบว่า นักวิจัยได้ให้ความสำคัญกับความแม่นยำของโมเดลเพื่อการจำแนกโดยการนำเสนอวิธีการต่าง ๆ ที่หลากหลายเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวจำแนกข้อมูลด้วยซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและเบย์อย่างง่ายที่มีประสิทธิภาพพร้อมทั้งกำหนด

ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม เพื่อให้ได้โมเดลที่มีความแม่นยำสูงสำหรับจำแนกข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจซึ่งมีข้อจำกัดเกี่ยวกับจำนวนข้อมูลที่นำมาใช้สำหรับการสอน

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เบย์อย่างง่าย (Naïve Bay)

เป็นเทคนิคที่ใช้ทฤษฎีของ Bayes โดยอยู่บนสมมติฐานการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่นำมาจัดกลุ่มกันนั้นจะต้องเป็นอิสระต่อกัน :ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละตัวกับตัวแปรตาม เพื่อนำมาใช้สำหรับการสร้างเงื่อนไขความน่จะเป็นสำหรับแต่ละความสัมพันธ์ ดังสมการที่ 1

$$P(E|Y) = \frac{P(Y|E) * P(E)}{P(Y)} \quad (1)$$

โดยที่

$P(Y)$ คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ Y

$P(E)$ คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ E

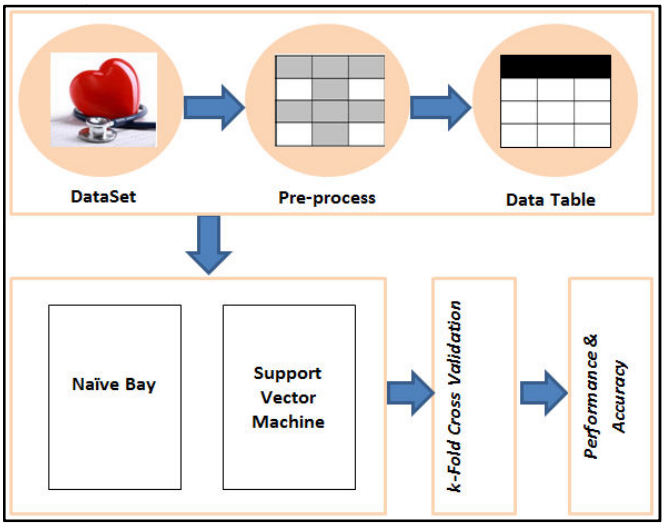
$P(E|Y)$คือ ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์ Eเมื่อเกิดเหตุการณ์ Y

เทคนิคซัพพอร์ตแวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine : SVM)

เป็นเทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลถูกเสนอเป็นครั้งแรกโดย Vapnik(1995) มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้จากสถิติ พัฒนาขึ้นมาเพื่อนำมาใช้งานทางด้านการรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition) โดยมีหลักการคือ ให้อินพุตที่เป็นชุดฝึกสอนเป็นเวคเตอร์ในสเปซ N มิติ เช่น ถ้าในกรณีของ 2 มิติ จะเป็นจุดที่อยู่ในระนาบ (x,y) และกรณี 3 มิติ คือ สเปซ (x,y,z) จากนั้นทำการสร้างไฮเปอร์เพลน (Hyper-plane) เพื่อแยกกลุ่มของเวกเตอร์อินพุตออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ในกรณีที่เป็น 2 มิติ ไฮเปอร์เพลน คือ เส้นตรง และไฮเปอร์เพลนสำหรับ 3 มิติ คือ ระนาบ จุดเด่นของ SVM คือ จะทำการแมป (Map) เวกเตอร์ในสเปซอินพุตให้เข้าสู่ Feature Space โดยใช้ฟังก์ชันเคอร์เนล (Kernel Function) ใน Feature Space

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยนี้ได้นำสองเทคนิควิธีดังกล่าวข้างต้นมาทำการจำแนกข้อมูลเกี่ยวกับโรคหัวใจโดยมีกรอบแนวคิดดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการจำแนกข้อมูลของโรคหัวใจ

จากรูปที่ 1 ดำเนินการพัฒนาโมเดลด้วยภาษา Python (https://store.continuum.io/cshop/anaconda/) ซึ่งเป็น Open Sourceและสามารถอธิบายขั้นตอนวิธีการดำเนินงานได้ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่หนึ่ง การเตรียมข้อมูล (Preprocessing)

เนื่องจากข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจทั้งสองชุดข้อมูลนั้นมีจำนวนข้อมูลที่ขาดหายไป(Missing Data) อยู่จำนวนหนึ่ง ดังนั้นก่อนที่จะนำไปใช้งานจะต้องทำการเติมข้อมูลที่ขาดหายเหล่านั้นก่อน ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้ค่าเฉลี่ย(Mean Value) ของข้อมูลเหล่านั้น หลังจากนั้นทำการแปลงข้อมูล(Normalization)ให้อยู่ในรูปแบบปกติที่ลดความลำเอียง โดยจะมีค่าอยู่ในช่วง 0-1

ขั้นตอนที่สอง การสร้างโมเดลระบบ

1. สร้างโมเดลซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนแบบที่ใช้ kernel ด้วยฟังก์ชัน Radial Basic (RBF), Linear, Polynomial และ Sigmoidพร้อมทั้งกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมดให้กับโมเดลด้วยวิธีการค้นหาแบบกริด(Grid Search)โดยกำหนดค่า C ซึ่งเป็นค่าถ่วงน้ำหนักที่ให้ความสำคัญระหว่างระยะแยกแยะและค่าความผิดพลาดให้กับทุก kernel ค่าแกมมาสำหรับ kernel BBF, Polynomial และSigmoid ค่า coefficientและ degree สำหรับ kernel Polynomial และSigmoid
2. สร้างโมเดลNaïve Bayด้วยฟังก์ชันBernoulliNB, MultinomialNBและ GaussianNB
3. ทำการปรับพารามิเตอร์ด้วย Grid Search

ขั้นตอนที่สาม การวัดประสิทธิภาพ

จำนวนข้อมูลทั้งสองชุดนั้นจะทำการทดสอบด้วย 5-Fold Cross Validation แบบ Stratified Sampling

ข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการวัดประสิทธิภาพของโมเดลด้วยชุดข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจซึ่งเป็นข้อมูลจาก UCI(http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Heart+Disease)โดยนำมาจากสองแหล่งคือ

1. ข้อมูลของ Cleveland Heart Disease (Cleveland Clinic Foundation (cleveland.dat)ข้อมูลชุดนี้ได้ทำการแยกอาการของโรคหัวใจออกเป็น 5ระดับอาการ(0,1,2,3,4) ชุดข้อมูลที่ใช้ทั้งหมดมี 303 กรณีตัวอย่าง

2. ข้อมูลของ Hungarian Heart Disease (Hungarian Institute of Cardiology, Budapest (hungarian.dat)ข้อมูลชุดนี้ได้ทำการแยกอาการของโรคหัวใจออกเป็น 2 ระดับอาการ (0,1) ชุดข้อมูลที่ใช้ทั้งหมดมี 294 กรณีตัวอย่าง

ข้อมูลทั้งสองแหล่งข้อมูลนั้นประกอบด้วยแอททริบิวต์ที่เป็นข้อมูลอินพุตซึ่งเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกข้อมูลจำนวน 13 แอททริบิวต์ และแอททริบิวต์ที่แสดงเอาต์พุตคลาสหรือแอททริบิวต์ที่แสดงคลาสของโรคหัวใจ 1 แอททริบิวต์สำหรับรายละเอียดของคลาสและจำนวนผู้ป่วยของชุดข้อมูล Cleveland และ Hungarianนั้นได้แสดงดังตารางที่ 1 และ 2ตามลำดับ

ตารางที่ 1คลาสของข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจจากชุดข้อมูล Cleveland

คลาส	ความหมาย	จำนวนผู้ป่วย (คน)
0	ผู้ป่วยที่ไม่ปรากฏอาการของโรคหัวใจ	164
1	ผู้ป่วยที่ปรากฏอาการของโรคหัวใจขั้นเริ่มต้น	55
2	ผู้ป่วยที่ปรากฏอาการของโรคหัวใจขั้นกลาง	36
3	ผู้ป่วยที่ปรากฏอาการของโรคหัวใจขั้นรุนแรง	35
4	ผู้ป่วยที่ปรากฏอาการของโรคหัวใจขั้นรุนแรงที่สุด	13

ตารางที่ 2คลาสของข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจจากชุดข้อมูล Hungarian

คลาส	ความหมาย	จำนวนผู้ป่วย (คน)
0	ผู้ป่วยที่ไม่ปรากฏอาการของโรคหัวใจ	188
1	ผู้ป่วยที่ปรากฏอาการของโรคหัวใจ	106

สำหรับรายละเอียดแอททริบิวต์ของทั้งสองชุดข้อมูลนั้นแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3รายละเอียดแอททริบิวต์ของข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ

ชื่อ	ชนิดข้อมูล	รายละเอียด
Age	ตัวเลขต่อเนื่อง	อายุ
Sex	ตัวเลขไม่ต่อเนื่อง	เพศ (1=ผู้ชาย, 0=ผู้หญิง)
Cp	ตัวเลขไม่ต่อเนื่อง	อาการเจ็บหน้าอก 1: โรคหลอดเลือดหัวใจตีบทั่วไป 2: โรคหลอดเลือดหัวใจตีบที่ผิดปกติ 3: ความเจ็บปวดที่ไม่ใช่โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ 4: ไม่แสดงอาการ

ชื่อ	ชนิดข้อมูล	รายละเอียด
Trestbps	ตัวเลขต่อเนื่อง	ความดันโลหิต (หน่วยเป็นmm Hg)
Chol	ตัวเลขต่อเนื่อง	ระดับโคเลสเตอรอลในmg/dl
Fbs	ตัวเลขไม่ต่อเนื่อง	น้ำตาลในเลือดหลังอดอาหารมีค่า> 120 mg/dl) (1 = จริง; 0 = ไม่จริง)

ตารางที่ 3รายละเอียดแอททริบิวต์ของข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ(ต่อ)

ชื่อ	ชนิดข้อมูล	รายละเอียด
Restecg	ตัวเลขไม่ต่อเนื่อง	restecg: resting electrocardiographic results 0: ปกติ 1: มีคลื่น ST-Tที่ผิดปกติ 2: showing probable or definite left ventricular hypertrophy by Estes' criteria
Thalach	ตัวเลขต่อเนื่อง	อัตราการเต้นหัวใจสูงสุด
Exang	ตัวเลขไม่ต่อเนื่อง	การออกกำลังกายส่งผลให้เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ (1 = ใช่; 0 = ไม่ใช่)
Oldpeak	ตัวเลขต่อเนื่อง	ST ภาวะซึมเศร้าที่เกิดจากการออกกำลังกายเมื่อเทียบกับการพักผ่อน
Slope	ตัวเลขไม่ต่อเนื่อง	จุด peak ของการออกกำลังที่ส่วน ST 1: ไม่มีความชัน 2: ราบ 3: ความชันลดลง
Ca	ตัวเลขไม่ต่อเนื่อง	จำนวนเส้นเลือดที่สำคัญ (0-3) สีที่ได้จากการส่อง
Thal	ตัวเลขไม่ต่อเนื่อง	3 = ปกติ 6 = ข้อบกพร่องคงที่ 7 = ข้อบกพร่องย้อนกลับ
num	Discrete	การวินิจฉัยโรค

สำหรับการทดลองวัดความแม่นยำในการจำแนกข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้นำ 7โมเดลมาทำการทดลอง ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4รายละเอียดโมเดลที่ทดลอง

โมเดล	รายละเอียดโมเดลที่ทดลอง	ชื่อย่อ
1	Naïve BayBernoulli	BernoulliNB
2	Naïve Bay Multinomial	MultinomialNB
3	Naïve Bay Gaussian	GaussianNB
4	SVM RBF	SVMrbf
5	SVM Linear	SVMlinear
6	SVM Polynomial	SVMpoly
7	SVM Sigmoid	SVMsigm

จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยได้ทำการแบ่งกลุ่มข้อมูลเพื่อใช้สำหรับสอนและทดสอบโมเดลโดยใช้เทคนิควิธีk-Fold Cross Validation แบบ Stratified Sampling ที่ k=5 การประเมินผลจะพิจารณาจากประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลโดยการวัดค่าความแม่นยำ (Accuracy) ดังสมการที่ 2

$$Accuracy = \left(\frac{TP + TN}{TP + FN + TP + FP}\right) * 100 \quad (2)$$

โดยที่ TP คือค่า True Positive TN คือค่า True Negative
FP คือค่า False Positive FN คือค่า False Negative

ผลการวิจัย

การทดสอบข้อมูลด้วยอัลกอริทึมเบย์อย่างง่ายชนิดต่าง ๆ และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน kernel แบบต่าง ๆ นั้น ผู้วิจัยได้ทำการปรับค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนเพื่อให้ได้โมเดลที่มีประสิทธิภาพรายละเอียดดังตารางที่ 5และ 6

ตารางที่ 5 รายละเอียดค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจจากชุดข้อมูล Hungarian

Kernal	C	degree	coefficient	gamma
RBF	1000000.0			15.0
Linear	1000000.0			
Polynomial	1000000.0	25.0	1.0	1.0
Sigmoid	1000000.0	25.0	0.05	1.0

ตารางที่ 6 รายละเอียดค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจจากชุดข้อมูล Cleveland

Kernal	C	degree	coefficient	gamma
RBF	1000.0			10.0
Linear	100000.0			
Polynomial	1000.0	25.0	1.0	1.0
Sigmoid	100.0	0.1	0.1	200.0

ผลการทดลองที่ได้จากงานวิจัย พบว่าโมเดลที่มีความแม่นยำสูงที่สุดสำหรับข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ Hungarianคือ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนที่ใช้ kernel แบบ Polynomial ที่ 86%และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนที่ใช้ kernel แบบ RBF ที่ 61% สำหรับข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ Clevelandรายละเอียดดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7ผลการทดสอบกับข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ

โมเดล	รายละเอียดโมเดล	ความแม่นยำ	
		Hungarian	Cleveland
1	Naïve BayBernoulli	80%	56%
2	Naïve Bay Multinomial	64%	54%
3	Naïve Bay Gaussian	83%	56%
4	SVM RBF	85%	**61%**
5	SVM Linear	84%	58%
6	SVM Polynomial	**86%**	60%
7	SVM Sigmoid	84%	60%

สำหรับผลการทดสอบเมื่อนำทั้งชุดข้อมูลสำหรับสอนและชุดข้อมูลสำหรับทดสอบไปทำการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลนั้น ผลที่ได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8ผลการทดสอบกับข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ

โมเดล	รายละเอียดโมเดล	ความแม่นยำ			
		Hungarian		Cleveland	
		Testing Set	Training Set	Testing Set	Training Set
1	Naïve BayBernoulli	81%	80%	54%	57%
2	Naïve Bay Multinomial	59%	65%	53%	55%
3	Naïve Bay Gaussian	84%	83%	47%	54%
4	SVM RBF	86%	**89%**	49%	62%
5	SVM Linear	84%	84%	**61%**	**65%**
6	SVM Polynomial	**88%**	**89%**	53%	62%
7	SVM Sigmoid	85%	84%	49%	61%

จากตารางที่ 8พบว่า โมเดลที่ทดสอบประสิทธิภาพสำหรับข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ Hungarianด้วยชุดข้อมูลสอนแล้วมีความแม่นยำสูงที่สุด คือ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนที่ใช้ kernel แบบ Polynomial และ RBFที่ 89% และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนที่ใช้ kernel แบบ Polynomial ที่ 88% สำหรับชุดข้อมูลทดสอบ และสำหรับข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ Cleveland นั้นพบว่า ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนที่ใช้ kernel แบบ Linear จะให้ประสิทธิภาพที่สูงที่สุดทั้งชุดข้อมูลสอนและข้อมูลทดสอบที่ 65% และ 61% ตามลำดับ

สำหรับผลการทดสอบความแม่นยำเมื่อนำตัววัด Precision, Recall และ F-measureสำหรับข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ Hungarianนั้นผลที่ได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9ตารางเปรียบเทียบความแม่นยำของแต่ละตัววัดสำหรับข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจHungarian

รายละเอียดโมเดล	Precision	Recall	F-measure	Class
Naïve BayBernoulli	0.81	0.89	0.85	กลุ่มไม่ปรากฏอาการ
	0.81	0.70	0.75	กลุ่มปรากฏอาการ

รายละเอียดโมเดล	Precision	Recall	F-measure	Class
Naïve Bay Multinomial	0.59	1.00	0.75	กลุ่มไม่ปรากฏอาการ
	0.00	0.00	0.00	กลุ่มปรากฏอาการ
Naïve Bay Gaussian	0.85	0.89	0.87	กลุ่มไม่ปรากฏอาการ
	0.82	0.77	0.79	กลุ่มปรากฏอาการ
SVM RBF	0.85	0.93	0.89	กลุ่มไม่ปรากฏอาการ
	0.88	0.77	0.82	กลุ่มปรากฏอาการ
SVM Linear	0.82	0.93	0.87	กลุ่มไม่ปรากฏอาการ
	0.88	0.70	0.78	กลุ่มปรากฏอาการ
SVM Polynomial	**0.87**	**0.93**	**0.90**	กลุ่มไม่ปรากฏอาการ
	0.89	**0.80**	**0.84**	กลุ่มปรากฏอาการ

ตารางที่ 9ตารางเปรียบเทียบความแม่นยำของแต่ละตัววัดสำหรับข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจHungarian (ต่อ)

รายละเอียดโมเดล	Precision	Recall	F-measure	Class
SVM Sigmoid	0.84	0.93	0.88	กลุ่มไม่ปรากฏอาการ
	0.88	0.73	0.80	กลุ่มปรากฏอาการ

สำหรับข้อมูลของผู้ป่วยโรคหัวใจ Clevelandนั้นค่าความถูกต้องที่ได้จะมีค่าต่ำมาก ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการทดลองปรับพารามิเตอร์ รวมทั้งตัดแอททริบิวต์ที่เป็นตัวเลขไม่ต่อเนื่องออก แต่ค่าความถูกต้องที่ได้ก็ยังคงเป็นค่าต่ำเช่นเดิม ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนข้อมูลที่ใช้สำหรับการสอนมีจำนวนจำกัด ถ้าหากจำนวนข้อมูลของแต่ละคลาสมีจำนวนมากพอ ผู้วิจัยคาดว่าเทคนิควิธีการที่กล่าวไปข้างต้นแล้วนั้นสามารถนำมาใช้และให้ประสิทธิภาพของแต่ละโมเดลที่สูงขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองโดยนำข้อมูลชุดนี้ไปทำการแบ่งกลุ่มใหม่ออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มที่เป็น 0 ก็ยังคงเป็นกลุ่มเดิม และกลุ่มที่เหลือ คือ 1,2,3,4 จะทำการรวมข้อมูลเข้าด้วยกันเป็นกลุ่มใหม่คือ 1 ซึ่งหมายถึงกลุ่มที่แสดงอาการผลที่ได้จากการทดลอง พบว่าโมเดลที่มีความแม่นยำสูงที่สุดสำหรับข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ Cleveland คือ ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนที่ใช้ kernel แบบ Polynomial ที่ 85% รายละเอียดดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10ผลการทดสอบกับข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจCleveland

โมเดล	รายละเอียดโมเดล	Testing Set	Training Set	5-Fold
1	Naïve BayBernoulli	76%	80%	80%
2	Naïve Bay Multinomial	53%	55%	54%
3	Naïve Bay Gaussian	82%	87%	86%
4	SVM RBF	82%	85%	85%
5	SVM Linear	**84%**	**86%**	84%
6	SVM Polynomial	82%	85%	**85%**
7	SVM Sigmoid	82%	85%	84%

สำหรับผลการทดสอบความแม่นยำเมื่อนำตัววัด Precision , Recall และ F-measureสำหรับข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ Clevelandนั้นพบว่า ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนที่ใช้ kernel แบบ Linear ให้ค่าPrecision 0.80 กับกลุ่มไม่

ปรากฏอาการ และ 0.90 กับกลุ่มปรากฏอาการค่า Recall 0.93 กับกลุ่มไม่ปรากฏอาการ และ 0.75 กับกลุ่มปรากฏอาการ และค่าF-measure 0.86 กับกลุ่มไม่ปรากฏอาการ และ 0.82 กับกลุ่มปรากฏอาการผลที่ได้ดังตารางที่ 11

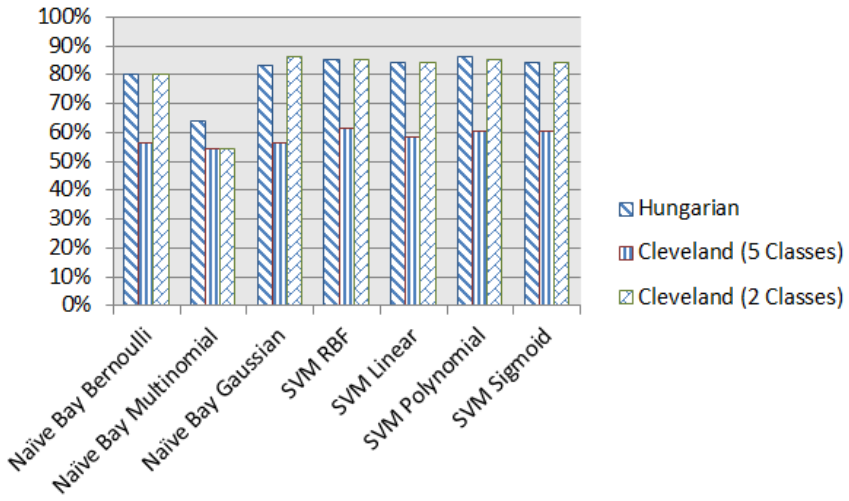
ตารางที่ 11ตารางเปรียบเทียบความแม่นยำของแต่ละตัววัดสำหรับข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจCleveland

รายละเอียดโมเดล	Precision	Recall	F-measure	Class
Naïve BayBernoulli	0.78	0.78	0.78	กลุ่มไม่ปรากฏอาการ
	0.75	0.75	0.75	กลุ่มปรากฏอาการ
Naïve Bay Multinomial	0.53	1.00	0.69	กลุ่มไม่ปรากฏอาการ
	0.00	0.00	0.00	กลุ่มปรากฏอาการ
Naïve Bay Gaussian	0.80	0.88	0.83	กลุ่มไม่ปรากฏอาการ
	0.84	0.75	0.79	กลุ่มปรากฏอาการ

ตารางที่ 11ตารางเปรียบเทียบความแม่นยำของแต่ละตัววัดสำหรับข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจCleveland (ต่อ)

รายละเอียดโมเดล	Precision	Recall	F-measure	Class
SVM RBF	0.77	0.93	0.84	กลุ่มไม่ปรากฏอาการ
	0.89	0.69	0.78	กลุ่มปรากฏอาการ
SVM Linear	0.80	0.93	0.86	กลุ่มไม่ปรากฏอาการ
	0.90	0.75	0.82	กลุ่มปรากฏอาการ
SVM Polynomial	0.77	0.93	0.84	กลุ่มไม่ปรากฏอาการ
	0.89	0.69	0.78	กลุ่มปรากฏอาการ
SVM Sigmoid	0.77	0.93	0.84	กลุ่มไม่ปรากฏอาการ
	0.89	0.69	0.78	กลุ่มปรากฏอาการ

ผลการทดลองที่ได้พบว่า เทคนิควิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนที่ใช้ฟังก์ชันแบบ Polynomial จะให้ค่าความแม่นยำที่สูงที่สุดที่ 85% สำหรับข้อมูลCleveland และ 86% สำหรับข้อมูลHungarianดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 กราฟเปรียบเทียบความแม่นยำของแต่ละโมเดล

สรุปผล

วัตถุประสงค์ของบทความวิจัยนี้เพื่อสร้างโมเดลที่มีประสิทธิภาพสำหรับใช้ในการจำแนกข้อมูลเพื่อใช้ในการวินิจฉัยผู้ป่วยโรคหัวใจซึ่งเป็นงานที่ต้องการความถูกต้องที่สูง ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพของการจำแนกข้อมูลทั้งซัพพอร์ตแวกเตอร์แมชชีนและเบย์อย่างง่ายสำหรับชุดข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ Hungarian นั้นพบว่าความถูกต้องของข้อมูลอยู่ในระดับสูงแต่ชุดข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ Cleveland สำหรับคลาสที่มีจำนวนข้อมูลน้อยจะส่งผลให้ความถูกต้องของแต่ละโมเดลอยู่ในระดับต่ำ แต่สำหรับคลาสที่มีจำนวนข้อมูลที่เพียงพอกับการสอนจะพบว่าความถูกต้องของข้อมูลอยู่ในระดับสูง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพของโมเดลนั้นจะมีความสัมพันธ์กับจำนวนข้อมูลที่ใช้สำหรับสอนของโมเดล ดังนั้น ผู้วิจัยได้นำชุดข้อมูลผู้ป่วยโรคหัวใจ Cleveland มาแบ่งกลุ่มใหม่เป็น2 กลุ่ม คือ กลุ่มไม่ปรากฏอาการและกลุ่มปรากฏอาการผลที่ได้พบว่าเทคนิควิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนที่ใช้ฟังก์ชันแบบ Polynomial จะให้ค่าความแม่นยำที่สูงที่สุดที่ 85% สำหรับข้อมูลCleveland และ 86% สำหรับข้อมูลHungarian

เอกสารอ้างอิง

Anbarasi, M., Anupriya, E., and Iyengar, N. C. 2010. Enhanced prediction of heart disease with feature subset selection using genetic algorithm. International Journal of Engineering Science and Technology, 2(10):5370-5376.

Bhatia, N., and Jyoti, K. 2012. An analysis of heart disease prediction using different data mining Techniques. International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT), 1.

Chaitrali , D. S., and Apte,S.S. 2012. A data mining approach for prediction of heart disease using neural networks. International Journal of Computer Engineering & Technology (IJCET), 3(3):30-40.

Chen,A. H., Huang, S. Y., Hong, P. S., Cheng, C. H., and Lin,E. J. 2011. Hdps: Heart disease prediction system. Computing in Cardiology,:557-560.

Das, R., Turkoglu, I., andSengur, A. 2009. Effective diagnosis of heart disease through neural networks ensembles. Expert Systems with Applications, 36(4):7675-7680.

Oliveira, A.L.I., Cabral,G.G.,Mattos, S.S., and Grigorio,R. 2013. Preprocessing unbalanced data using weighted support vector machines for prediction of heart disease in children. Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN),:1-8.

Palaniappan, S., and Awang,R. 2008. Intelligent heart disease prediction system using data mining techniques. International Journal of Computer Science and Network Security (IJCSNS), 8(8).

Shouman,M., Turner, T., and Stocker,R. 2011. Using decision tree for diagnosing heart disease patients. Proceedings of the Ninth Australasian Data Mining Conference, 121:23-30.

Temurtas, H., Yumusak, N., andTemurtas,F. 2009. A comparative study on diabetes disease diagnosis using neural networks.Expert Systems with applications, 36(4):8610-8615.

Vapnik, V. 1995.The Nature of Statistical Learning Theory, Springer-Verlag, New York.

พัฒนาการย้อมเส้นไหมด้วยดอกอัญชัน

Development Dyeing Silk Yarn With*Clitoriaternatea*Linn.

สายัญ พันธ์สมบูรณ์,[1*] ชนิดา เยรัมย์,[1] สุพิชญ์พงศ์ ภูหวล[1] และ ปิยะพงษ์ บุญสรรค์[1]

Sayun Phansomboon,[1*]Chanida Yaeram,[1]Sutpitchpong Puhual[1] And Piyapong Boonsan[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดกรองสี และพัฒนาการย้อมเส้นไหมด้วยดอกอัญชัน โดยใช้สารช่วยติด 6 ชนิด ทดสอบการติดทนโดยการซักด้วยน้ำเปล่า และผงซักฟอก พบว่า ต้มสีย้อมที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสระยะเวลาในการต้ม30 นาที ที่อัตราส่วนระหว่างดอกอัญชัน กับน้ำ ที่ 1 ต่อ 1000 โดยน้ำหนัก อุณหภูมิขณะย้อม30 - 35 องศาเซลเซียสระยะเวลาในการย้อม30 นาที โดยศึกษาการย้อมแบบใช้สารช่วยติดสีติดดีกว่าแบบไม่ใช้สารช่วยติดสี และเส้นไหมที่ผ่านการย้อมสีจะได้สีแตกต่างกันขึ้นกับ สารช่วยติดที่เลือกใช้ คุณสมบัติของเส้นไหมที่ผ่านการย้อมสีจะมีความคงทนของสีต่อการซักล้างต่อเหงื่อและต่อน้ำอยู่ในระดับดี ถึงดีมากแต่จะมีความคงทนของสีต่อแสงอยู่ในระดับปานกลางถึงดี นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะของสีเส้นไหมที่ย้อมระหว่างห้องปฏิบัติการ กับกลุ่มผู้ผลิตผ้าทอพื้นเมืองในเขตจังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่า ไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ: พัฒนาการ, ย้อมเส้นไหม, ดอกอัญชัน

Abstract

The objective of this research was to study silk dyeing by *Clitoriaternatea*Linn., The optimum preparative condition that yielded in control of dyes on silk was as follows; the temperature at extraction of dye solution was 80 °C, the ratio of the *Clitoriaternatea* Linn. : water was 1 : 1000 by weight, the dying processed was 30 min, the dying temperature was 30 – 35 ° C, the number ofdye was 1 time. The resulting shades obtained by dyeing with DI water unmordanted and without were compared. When the dye was applied in all products the result of fastness properties of the dyed fabrics was good. In addition, when comparing the colors dyed silk between laboratories with local textiles manufacturers in Kalasin province were not different.

Keywords : Development, Dyeing Silk Yarn, *Clitoriaternatea*Linn.

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์ กาฬสินธุ์46000

[1]Deparment of Plant Production, Technology Faculty of Agro-Industrial Technology, Rajamangala University of Technology Isan Kalasin Campus, Thailand 46000

*Corresponding author. E-mail: Sayun.ph@rmuti.ac.th

บทนำ

กลุ่มผู้ผลิตผ้าทอย้อมสีธรรมชาติประสบปัญหาเกี่ยวกับจำนวนโทนสีที่ย้อมได้มีไม่มากและไม่ตรงตามตลาดต้องการของผู้ซื้อ เนื่องจากกระบวนการผลิตผ้าทอพื้นเมืองย้อมด้วยสีจากวัตถุดิบธรรมชาติ ขาดการสานต่อภูมิปัญญาท้องถิ่น มีปัญหาในการเลือกและจัดหาวัตถุดิบธรรมชาติที่ให้สี สีติดไม่ทน คุณภาพสีในการย้อมแต่ละครั้งต่ำ ทำให้สีจากวัตถุดิบธรรมชาติยังจำกัดอยู่ในวงแคบไม่มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภูมิปัญญาระหว่างผู้รู้ และผู้ผลิตรุ่นใหม่ รวมถึงกลุ่มเยาวชนที่จะเป็นผู้สืบทอดภูมิปัญญาของชุมชนต่อไป จากปัจจัยดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนากระบวนการย้อมสีธรรมชาติที่มีอยู่เป็นจำนวนมากในท้องถิ่นทดแทนการใช้สีเคมีสังเคราะห์ เพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ชุมชน ให้มีช่องทางการจำหน่ายมากขึ้น รายได้ของชุมชนมากขึ้น คุณภาพชีวิตของชุมชนดีขึ้น และเป็นการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรมของชุมชน และอาจนำไปสู่การปลูกและอนุรักษ์ป่าเพื่อเป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับการผลิตผงสีของชุมชนได้ในอนาคต

วิธีการศึกษา

พัฒนาและทดสอบการย้อมสีติดบนเส้นไหมด้วยผงสีธรรมชาติจากดอกอัญชันโดยควบคุมสภาวะการทดลองดังนี้ อัตราส่วนระหว่างดอกอัญชันชนิด และปริมาณของสารช่วยติด ซึ่งในที่นี้เลือกใช้สารช่วยติด น้ำมะขามน้ำมะนาว AlK(SO_2.12($_4H_2O$, NaCl,$CuSO_4$.5H_2O และ $FeSO_4$ จำนวนครั้งที่ย้อมระยะเวลาในการต้มสกัดสีย้อม และการย้อมอุณหภูมิในการต้มสกัด และการย้อม ทดสอบความทดทานต่อการซักล้างที่ 45 °C และ 60°Cวัดการเคลือบติดสีด้วยเครื่องวัดสี CIELab และเปรียบเทียบค่ามาตรฐานเกรย์เสกล (standard grey scale), 1 =ความคงทนต่ำ, 8 = ความคงทนดีเลิศ)

ผลการศึกษา

ย้อมไหมด้วยดอกอัญชันโดยการปรับอัตราส่วนของสารช่วยติดในที่นี้เลือกใช้น้ำมะขามน้ำมะนาว AlK(SO_4)$_2$.12H_2O NaClCuSO_4.5H_2O และ $FeSO_4$ต้มสีย้อมที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสระยะเวลาในการต้ม30 นาที ที่อัตราส่วนระหว่างดอกอัญชัน กับน้ำ ที่ 1 ต่อ 1000 โดยน้ำหนัก อุณหภูมิขณะย้อม30 - 35 องศาเซลเซียสระยะเวลาในการย้อม30 นาทีโดยทำการย้อม 1 ครั้งให้ผลการเคลือบติดสีดีที่สุด โดยทดสอบการซักล้างที่อุณหภูมิ 45 C และ 60 C ด้วยน้ำเปล่าและน้ำยาซักล้าง ผลการทดลองพบว่าและทดสอบการติดทนสีโดยการอาบแสงซีนอพบว่าการย้อมที่ความแตกต่างของอัตราส่วนของสารช่วยติดให้ความคงทนต่อการติดสีไม่แตกต่างกันดังแสดงในตาราง 1 และผลความคงทนต่อการซักด้วยน้ำผงซักฟอกพบว่าการซักด้วยผงซักฟอกทำให้ความสดใสของสีลดลงกว่าการใช้น้ำเปล่าซักนอกจากนี้ยังพบว่าการซักด้วยน้ำยาซักล้างเมื่อเพิ่มจำนวนการซักมากขึ้น เป็น 3 ครั้งและ 6 ครั้ง ความสดใสของสีไม่ลดลง ผลที่ได้ดังแสดงในตาราง2

ตารางที่ 1.ค่าสีของเส้นไหมซักล้างด้วยน้ำยาซักล้าง 6 washed(แทนด้วยแกนCIELab)

สารช่วยติด	Nautral dye			washing @ 45 C6 washed			Detergent washing @ 60 C6 washed		
	*L**	*a**	*b**	*L**	*a**	*b**	*L**	*a**	*b**
ไม่ใช้สารช่วยติด	46.74	20.19	22.3	42.07	18.17	20.07	37.39	16.15	17.84

น้ำมะขาม	43.35	20.22	22.1	39.02	18.20	19.89	34.68	16.18	17.68
น้ำมะนาว	45.67	15.29	29.9	41.10	13.76	26.91	36.54	12.23	23.92
$AlK(SO_4)_2.12H_2O$	42.14	7.53	0.97	37.93	6.78	0.87	33.71	6.02	0.78
NaCl	44.50*	18.22	14.98	40.05	16.40	13.48	35.60	14.58	11.98
$CuSO_4.5H_2O$	47.34	16.33	23.88	42.61	14.70	21.49	37.87	13.06	19.10
$FeSO_4$	37.72	8.73	6.67	33.95	7.86	6.00	30.18	6.98	5.34

ค่ามาตรฐานเกรย์เสกล (standard grey scale), 1 =ความคงทนต่ำ, 8 = ความคงทนดีเลิศ)

ตารางที่2.ค่าสีของเส้นไหมทดสอบความคงทนของสีต่อเหงื่อต่อน้ำและความคงทนของสีต่อแสง

สารช่วยติด	ความคงทนของสีต่อเหงื่อ	ความคงทนของสีต่อน้ำ	ความคงทนของสีต่อแสง
ไม่ใช้สารช่วยติด	ดี	ดีมาก	ปานกลาง - ดี
น้ำมะขาม	ดี	ดีมาก	ปานกลาง - ดี
น้ำมะนาว	ดี	ดีมาก	ปานกลาง - ดี
$AlK(SO_4)_2.12H_2O$	ดี	ดีมาก	ปานกลาง - ดี
NaCl	ดี	ดีมาก	ปานกลาง - ดี
$CuSO_4.5H_2O$	ดี	ดีมาก	ปานกลาง - ดี
$FeSO_4$	ดี	ดีมาก	ปานกลาง - ดี



รูปที่ 1. ลักษณะทางกายภาพการย้อมติดบนไหมของสีจากวัตถุดิบธรรมชาติ:อัญชันก ไม่ใช้สารช่วยติด, ข น้ำมะขาม, ค น้ำมะนาว, งAlK$(SO_4)_2.12H_2O$, จNaCl, ฉ$CuSO_4.5H_2O$ และ ช $FeSO_4$

อภิปรายผล

การย้อมสีเส้นไหมด้วยเทคนิคการย้อมร้อน ได้ศึกษาผลของการใช้สารช่วยติด และระยะเวลาในการย้อมที่อุณหภูมิ 80°C ที่มีต่อการติดของสีบนเส้นไหม พบว่าเส้นไหมที่ได้จะมีโทนสีแดง และ การเคลือบติดจะดีขึ้นเมื่อระยะเวลาในการย้อมนานขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นไหมที่ไม่ได้ใช้สารช่วยติดในขณะย้อมจะได้เส้นไหมโทนสีแดงเทา การใช้สารช่วยติดมากขึ้น หรือ น้อยลงจะไม่มีผลต่อการเคลือบติดสีที่การย้อม 2 รอบ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ซึ่งจะได้

สีโทนสีแดงตามต้องการ ทั้งนี้คาดว่าการย้อมที่เวลา 4 ชั่วโมง การเคลือบติดของสีบนเส้นไหมเกิดสมบูรณ์แล้ว การเพิ่ม หรือลดอัตราส่วนสารช่วยติดมีผลต่อโทนสีที่ได้กล่าวคือ ที่อัตราส่วน 1 : 1 จะได้โทนสีที่เข้มกว่าที่อัตราส่วน 1 : 2 และ1 : 4 นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้สารช่วยติดทำให้ค่า pH ของสารละลายจะอยู่ในช่วงที่เป็นกรดแก่ คือ 2.9 กล่าวคือ pH2.9 เป็นการเร่งให้โมเลกุลของสารให้สีแดงในสัตว์ ส่งผลให้จำนวนโมเลกุลของสารให้สีแดงในระบบรอบๆ เส้นใยมากขึ้น เส้นไหมที่เตรียมได้มีโทนสีแดงที่เข้มขึ้น ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ระยะเวลาในการย้อมที่ 1ครั้งเป็นเวลา 4 ชั่วโมง น้ำมะขามที่ละลายในน้ำกลั่น อัตราส่วน 1 : 2 เป็นสารสารช่วยติด ที่ให้ลักษณะการเคลือบติดของสีบนเส้นไหมที่มีความสม่ำเสมอ มากกว่า ย้อม 1 ครั้ง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และให้โทนสีที่ชันเจนและสวยงามกว่าการย้อมแบบไม่ใช้สารช่วยติดในการศึกษาผลของตัวแปรอื่นๆ ต่อไป [1]ตารางที่ 1ผลของสารช่วยติด และเวลาในการย้อม

สรุป

เส้นไหมที่ย้อมด้วยดอกอัญชันได้สี ม่วง น้ำเงิน/ฟ้า และเทาโดยเทคนิคย้อมร้อนร่วมกับสารมอร์แดนต์โดยงานวิจัยนี้เลือกใช้สารมอร์แดนต์ประเภท กรดน้ำส้มจากสารสกัด มะขาม และ มะนาว สารละลายของเกลือโลหะหนักจากการทดลองพบว่า ภาวะที่เหมาะสมที่ทำให้สีจากวัตถุดิบธรรมชาติเคลือบติดบนเส้นไหมที่มีประสิทธิภาพและมีเสถียรภาพเหมาะสมแก่การนำไปใช้งาน คือย้อมด้วยเทคนิคการย้อมร้อนที่ 80 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที อัตราส่วนของวัตถุดิบธรรมชาติให้สี ต่อ น้ำกลั่น 1 ต่อ 21 ต่อ 50 และ 1 ต่อ 1000 ต้มสกัดน้ำย้อมที่ 80 °C เป็นระยะเวลา 30 นาที ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการทดลองของ Vankarและคณะ การย้อมมอร์แดนต์พร้อมการย้อมสี ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการทดลองของ D. Jothiเป็นสภาวะที่ได้เส้นไหมที่เหมาะสำหรับผลิตแพรวามากที่สุด การตรวจสอบเสถียรภาพของสีที่เคลือบติดบนเส้นไหมเหล่านี้ สามารถตรวจวัดเสถียรของสีที่เคลือบติด ด้วยวิธีการทดสอบมาตรฐาน ISO105-CO1 พบว่า เป็นไปตามภาวการณ์ทดลอง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2554 ซึ่งเอื้ออำนวยต่อการดำเนินการ จนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

เอกสารอ้างอิง

สายัญ พันธ์สมบูรณ์ และจิรัฐ บุญแสนแผน “พัฒนาการย้อมเส้นไหมด้วยผงสีจากวัตถุดิบธรรมชาติ” การประชุมวิชาการระดับชาติ และนานาชาติ การพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน ครั้งที่ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย จังหวัดหนองคาย ระหว่างวันที่ 21 – 23 มกราคม 2553

JiratBoonsanphan and SayunPhansomboon “The Research and Development Processof Natural Dyes (Lac) Kalasin’s Traditional Silk: Praewa” National Conference on the Role of Universities in Hands-On Education Chiangmai Thailand 23 -28 August 2009.

พินัย ห้อยทองแดงติ โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพันธุ์ไม้ย้อมสีธรรมชา .พระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี ศูนย์อนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ ตำบลคลองไผ่ อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ,2548.

M.M. Kamel, R.M. El-shishatavy, B.M. Youssef, H. Mashaly “Ultrasonic assisted dyeing. III. Dying of wool with lac natural dye” Dyes and Pigments. 2005, 65, 103-110.

M.M. Kamel, R.M. El-shishatavy, B.M. Youssef, H. Mashaly “Ultrasonic assisted dyeing. IV. Dying of cationised cotton with lac natural dye” Dyes and Pigments. 2007, 73, 279-284

P.S. Vankar, R. Shanker, J. Srivastava “Ultrasonic dyeing of cotton fabric with aqueous etract of Eclipta alba” Dyes and Pigments. 2007, 72, 33-37

D.Jothi “Extraction of Natural Dyes from African Marigold flower (TagetesEreectal) For Textile Coloration” AUTEX Research Joumal. 2008, Vol 8, No.2.

T.Bechtold, A. Mahmud-Ali, R. Mussak “Natural dyes for textile dyeing: A comparison of methods to assess the quality of Canadian golden rod plant material” Dyes and Pigments. 2007, 75, 283-293.

P. Guinot, A. Gargadennec, G. Valette, A. Fruchier and C. Andary “Primary Flavonoids in Marigold Dye: Extraction, Strucyure and Invoement in the Dyeing Process” Phytochemical Analysis. 2008, 19, 46-51.

การเปรียบเทียบสีปิดทอง : กรณีการใช้สีน้ำมันทดแทนยางรักในการปิดทอง

Color Comparisons of Gilding Golden Leaf : Gilding by using oil color instead of lacquer varnish

สุรัฐ บุญทรง,[1*] นริศ เหมวิจิตร[1] และ สุดวดี สุวรรณ[1]

Surat Boonthrong,[1*] Narit Hgmvichit[1] And Sudvadee Suwan[1]

บทคัดย่อ

งานเชิงช่างปิดทองเป็นเทคนิคที่ใช้ในงานประเภทประณีตศิลป์ ซึ่งต้องใช้ยางรักทาลงบนวัตถุที่เป็นภาชนะหรือสิ่งของก่อนทำการปิดทอง ปัจจุบันแหล่งผลิตยางรักลดลง ทำให้ยางรักขาดแคลน มีราคาสูง และผู้ใช้บางรายแพ้พิษยางรัก จึงมีการนำสีน้ำมัน FLEX มาผสมน้ำมันตังอิ๊วใช้ทดแทนยางรัก แต่เนื่องด้วยสีน้ำมัน FLEX มีแหล่งจำหน่ายเฉพาะไม่แพร่หลาย ทำให้เกิดปัญหาในการจัดหามาใช้ในการปิดทอง ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษา ทดลองการเปรียบเทียบการใช้สีน้ำมัน FLEX และสีน้ำมันยี่ห้ออื่น ว่ามีคุณลักษณะเป็นสีน้ำมันที่สามารถนำมาใช้ในกระบวนการงานปิดทองทดแทนยางรักได้หรือไม่ อย่างไร

การทดลองได้ใช้สีตัวอย่าง 4 ชนิด คือ FLEX-yellow , FLEX- black , BIG และ RUST-OLEUM ทาบนพื้นผิววัตถุที่แตกต่างกัน 3 ประเภท ได้แก่ โลหะ ไม้ และพลาสติก นำมาผสมน้ำมันตังอิ๊วใช้ทดแทนยางรัก ทำการเปรียบเทียบคุณภาพของการใช้งานด้านคุณลักษณะของสี ระยะเวลารอคอยในกระบวนการทำงาน ความเงางามของชิ้นงานเมื่อแล้วเสร็จ แหล่งจัดจำหน่ายและราคา

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า สีน้ำมัน BIG หาแหล่งจำหน่ายได้ง่ายตามร้านขายสีทั่วไปทั้งในกรุงเทพฯและต่างจังหวัด มีราคาต่ำกว่ายี่ห้ออื่น ใช้ปิดทองได้คุณภาพปานกลาง สีน้ำมัน RUST-OLEUM และสีน้ำมัน FLEX ทั้ง yellow และ black มีคุณภาพของสีไม่แตกต่างกันมากนัก คือ ทาเรียบง่าย ให้ชิ้นงานที่เงางาม แต่ราคาสูงกว่าสีน้ำมัน BIG และมีแหล่งจำหน่ายเฉพาะที่ต่างกันคือ สีน้ำมัน RUST-OLEUM หาซื้อได้ในร้านจำหน่ายสีตามห้างสรรพสินค้า ส่วนสีน้ำมัน FLEX หาซื้อได้ง่ายเฉพาะย่านเสาชิงช้าและร้านค้าจำหน่ายอุปกรณ์ประเภทศิลปะบางแห่งเท่านั้น ผลการปิดทองของสีทุกยี่ห้อสามารถใช้ทดแทนยางรักในงานปิดทองได้เหมือนกัน ส่วนคุณภาพของชิ้นงาน และระยะเวลารอคอยขึ้นอยู่กับเทคนิควิธีการ และความชำนาญการของผู้ใช้งาน

คำสำคัญ : ยางรัก, ทองคำเปลว

Abstract

Gilding is a special technique, used in creating a very neat carpentry and handcraft. Lacquer varnish was used for coating materials before attaching the golden leaves. Nowadays Lacquer varnish becomes more expensive and in short supply, because Lacquer varnish manufacturing is going down. Moreover, some users are allergic. So it comes up with using FLEX oil color combining with Tung oil instead of Lacquer varnish. But the FLEX oil colors are also difficult to find due to the limited markets. They cause the users material problems in Gilding. Therefore, it is interesting to make an experiment about comparing FLEX oil colors to other brand oil colors to solve the problems. The procedures provide the information about the possibility to use other brands of oil colors in Gilding and how they work.

[1]สาขาวิชาหัตถศิลป์ วิทยาลัยเพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ กรุงเทพฯ 10200

Delicate Handicrafts Pohchang Academy Of Arts Rajamangala University of Technology Ratanakosin Bangkok 10200.

Corresponding author. E-mail: [1] Surat.B@rmutr.ac.th

In research, we used 4 example colors, FLEX- yellow, FLEX- black, BIG and RUST-OLEUM to apply on 3 different materials which are metal, wood and plastic. Mixed them with Tung oil to replace the using of Lacquer varnish to compare the quality of usage, quality of colors, time consuming in process, polish of the complete products, markets and costs.

As a result, the BIG oil color is easy to find in stores within Bangkok and other provinces with lower price and fair quality. RUST-OLEUM oil, FLEX- yellow and FLEX- black oil are alike in quality that are smooth and give polish on products, but in higher price. RUST-OLEUM oil can be found in department stores but FLEX oil is available at only Sao Ching-cha area or a few art stores. All in all, every brand is equal in Gilding usability. The quality of products and time consuming process depends on technique, skills and proficiency of workers.

Keywords : Lacquer varnish, Gold leaf

บทนำ

ศาสตร์แห่งงานเชิง “ช่างปิดทอง” เป็นวิธีการหนึ่งในงานช่างสิบหมู่ เพื่อรังสรรค์ผลงานประณีตศิลป์หรือหัตถศิลป์ที่ปรากฏอยู่บนสิ่งของเครื่องใช้ เครื่องประดับตกแต่ง และสถาปัตยกรรม ความนิยมในการประดับตกแต่งด้วยทองคำ ทำให้เกิดสีสันตระการตา สีเหลืองทองอร่าม เปล่งแสงแวววาวดึงดูด ชวนให้ผู้คนทุกยุคทุกสมัย หลงใหลในความงามทางศิลปะและคุณค่าของวัตถุที่มีอยู่ในตัวเอง อันเป็นความเชื่อในสังคมไทยจากอดีตสู่ปัจจุบัน แสดงถึงคุณค่าและภูมิปัญญาแห่งบรรพบุรุษในการสรรหาวิธีการปิดทองคำเปลวลงบนวัตถุแทนการใช้ทองคำขึ้นรูปทั้งหมด

งานเชิง “ช่างปิดทอง” มักถูกนำไปใช้ร่วมกับงานช่างอื่น ๆ โดยเป็นกระบวนการหนึ่งหรือกรรมวิธีหนึ่งในงานช่างแขนงต่าง ๆ เช่น งานปิดทองประดับกระจก งานลงรักปิดทอง งานช่างศิราภรณ์ งานช่างหัวโขน งานช่างลายรดน้ำ เป็นต้น

กรรมวิธีการปิดทองแบบโบราณ จะใช้ “**ยางรัก**” ซึ่งเป็นน้ำยางธรรมชาติที่มีคุณสมบัติเป็นกาวเหนียว ทาลงบนพื้นผิววัตถุที่เป็นภาชนะหรือสิ่งของ เป็นการรองพื้นก่อนทำการปิดทองคำเปลวทับ ซึ่งในปัจจุบันแหล่งผลิตยางรักลดลง ทำให้ยางรักขาดแคลน มีราคาสูง คุณภาพของยางรักในการนำมาใช้งานมีมาตรฐานไม่คงที่ ทำผู้ใช้ต้องเสียเวลาทดสอบ ยากแก่การใช้งาน นอกจากนี้ยังมีผู้ใช้บางรายแพ้พิษยางรัก จึงมีการนำสีน้ำมันมาผสมกับน้ำมันตังอิ๊วแล้วใช้ทดแทนยางรัก สีน้ำมันที่ใช้ในกลุ่มช่าง คือ สีน้ำมัน FLEX สีเหลือง (ตราทหาร) เบอร์ 2613 แต่ด้วยสีน้ำมัน FLEX มีแหล่งจำหน่ายจำกัด ไม่แพร่หลาย เป็นปัญหากับผู้ต้องการนำไปใช้ในงานช่างปิดทองต่าง ๆ ผู้วิจัย จึงสนใจทำการศึกษาทดลองการใช้สีน้ำมันยี่ห้ออื่น กับสีน้ำมัน FLEX สีเหลืองเพื่อทำการเปรียบเทียบว่า มีคุณลักษณะเป็นสีน้ำมันที่สามารถนำมาใช้ทดแทนยางรักในงานปิดทองได้หรือไม่ อย่างไร

วิธีการศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นการทดลองการใช้สีน้ำมัน FLEX-yellow (ตราทหาร) และสีน้ำมันยี่ห้ออื่น ในกระบวนการงานปิดทองทดแทนยางรัก เพื่อเปรียบเทียบคุณลักษณะของสี ระยะเวลารอคอยในกระบวนการทำงาน ความเงางามของชิ้นงานเมื่อแล้วเสร็จ แหล่งจัดจำหน่าย และราคา

การทดลองจะใช้สีน้ำมัน 4 ชนิด คือ

- สีน้ำมัน FLEX -Yellow
- สีน้ำมัน FLEX -Black
- สีน้ำมัน BIG
- สีน้ำมัน RUST-OLEUM

โดยทำการศึกษาการใช้สีน้ำมัน 4 ชนิดข้างต้น บนพื้นผิววัตถุ 3 ประเภท ได้แก่

- แผ่นโลหะ
- แผ่นไม้อัด
- แผ่นพลาสติก

และใช้วัสดุอุปกรณ์ประกอบด้วย

1. พู่กันและแปรงขนาดต่าง ๆ สำหรับการทาสีและปิดทอง
2. น้ำมันตังอิ้ว/น้ำมันสน ในการผสมสี (การศึกษาครั้งนี้เลือกใช้น้ำมันตังอิ้ว)
3. สีพ่นรองพื้นรถยนต์ (สีสเปรย์เลย์แลนด์) กันสนิมชนิดแห้งเร็วสีเทา
4. แชล็กทาไม้ (ใช้สำหรับทาไม้หรือการย้อมสีในเนื้อไม้) ผสมด้วยเม็ททิลแอลกอฮอล์
5. กระดาษทรายเบอร์ 250 – 500 ชนิดละเอียด
6. แผ่นทองคำเปลว 100 % (คัดพิเศษ)

การดำเนินการทดลอง

1. การเตรียมพื้นก่อนทาสีปิดทอง

เป็นการทำความสะอาดพื้นผิววัตถุชิ้นงาน และจัดการสภาพพื้นผิววัตถุให้เรียบตึง ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญส่งผลต่อการปิดทองให้ได้สีทองสุกปลั่ง สว่าง แวววาว และสวยงาม การทำพื้นมีกรรมวิธีแตกต่างกันตามประเภทของวัตถุที่เป็นชิ้นงาน การทดลองได้ดำเนินการดังนี้

- พื้นผิวโลหะ ทำความสะอาดจนสิ่งสกปรกต่าง ๆ หลุดออกให้หมด แล้วใช้สีรถยนต์กันสนิมชนิดแห้งเร็ว (Leyland No. A42 Gray) สีเทา พ่นรองพื้นให้ทั่วชิ้นงานที่เป็นแผ่นโลหะ การพ่นให้พ่นบาง ๆ ห่างจากแผ่นโลหะประมาณ 1 ฟุต ทิ้งไว้ประมาณ 10 -20 นาที จนแห้งสนิท แล้วพ่นทับอีก 1- 2 ครั้ง

- พื้นผิวไม้อัด แผ่นไม้อัดที่นำมาปิดทองคำเปลว พบว่ามีร่องรอยของผิวไม้มองเห็นอยู่อย่างชัดเจน ทำความสะอาดด้วยการปัดฝุ่นออกแล้วใช้สีรถยนต์กันสนิมชนิดแห้งเร็วสีเทา พ่นรองพื้นบนแผ่นไม้อัด พ่นให้ทั่ว ๆ บาง ๆ ห่างจากชิ้นงานประมาณ 1 ฟุต แล้วทิ้งให้แห้งประมาณ 10 -20 นาที จึงทำการพ่นทับอีก 3-4 ครั้ง จนกว่ารอยเสี้ยนไม้หมดไป วางทิ้งไว้จนสีสเปรย์แห้งสนิทเห็นพื้นผิวที่เรียบจึงใช้ได้

- พื้นผิวพลาสติก เนื่องจากแผ่นพลาสติกมีผิวมันและลื่นจึงต้องใช้กระดาษทรายเบอร์ละเอียดขัดเบา ๆ ก่อนเพื่อลดความมันของพื้นผิว แล้วใช้สีสเปรย์พ่นบาง ๆ ห่างจากชิ้นงานประมาณ 1 ฟุต รอจนแห้งแล้วพ่นทับอีกครั้ง สีสเปรย์จะเกาะติดบนพื้นพลาสติกได้ดีกว่าพื้นผิวประเภทอื่นจึงไม่ต้องพ่นหลายครั้ง เมื่อพ่นทั่วชิ้นงานแล้วให้รอจนสีแห้งสนิท

2. การทำสีรองพื้นก่อนทาสีปิดทอง

ในทุกขั้นตอนก่อนทำการทาสีจะต้องดูแลทำความสะอาดพื้นผิวให้สะอาดไม่ให้มีผงฝุ่นเกาะ การทำสีรองพื้นก่อนทาสีปิดทอง จะทำการทาสีทับกัน 2 ครั้ง เพื่อให้เนื้อสีมีความแน่น โดยครั้งที่หนึ่งเมื่อทาเสร็จจะทิ้งไว้ 1 วันก่อนทาสีครั้งที่สอง โดยการทดลองจะใช้สีน้ำมัน 4 ชนิด ได้แก่ สีน้ำมัน BIG-yellow สีน้ำมัน FLEX –black สีน้ำมัน FLEX – yellow สีน้ำมัน RUST –OLEUM – yellow ทาลงบนวัตถุตัวอย่างทั้งสามประเภท คือ แผ่นโลหะ แผ่นไม้อัด และแผ่นพลาสติก

3. กระบวนการทาสีและปิดทอง

เมื่อทำสีรองพื้นและรอจนแห้งสนิทแล้ว ต้องทำความสะอาดพื้นผิว ดูไม่ให้มีฝุ่นผงต่าง ๆ ติดอยู่ จึงนำชิ้นงานทั้ง 3 ประเภท มาทำการทดลองทาด้วยสี 4 ชนิด และปิดทอง ดังนี้

- ใช้สีน้ำมัน BIG ผสมน้ำมันตังอิ้ว และปิดทอง

- ใช้สีสีน้ำมัน FLEX –black ผสมน้ำมันตังอิ้ว และปิดทอง
- ใช้สีสีน้ำมัน FLEX – yellow ผสมน้ำมันตังอิ้ว และปิดทอง
- ใช้สีน้ำมัน RUST –OLEUM – yellow ผสมน้ำมันตังอิ้ว และปิดทอง

อัตราส่วนในการผสมน้ำมันตังอิ้วกับสีน้ำมันทุกชนิดที่ทำการทดลองเป็นอัตราส่วนเดียวกัน

ผลการทดลองและการอภิปรายผล

สรุปผลการวิเคราะห์งานวิจัยและการทดลองจากกลุ่มตัวอย่างและปัญหาการวิจัย

1. คุณสมบัติสีในการเปรียบเทียบขณะทาสีเพื่อทำพื้นก่อนปิดทองและทาสีเพื่อการปิดทองคำเปลว

(1) ผลจากการใช้สีน้ำมัน BIG มีเนื้อสีน้อย ผสมแป้งมาก ทำให้ทาได้ยาก และไม่เรียบ เป็นคลื่นง่าย โดยเฉพาะบนพื้นผิวประเภทโลหะ

(2) ผลจากการใช้สีน้ำมัน FLEX สีเหลือง_ เนื้อสีมาก สีค่อนข้างยึดเกาะพื้นผิววัสดุได้ง่าย การทาสีทับบนสีเดิมครั้งที่ 2 สามารถใช้เทคนิคการผสมสีอื่นเล็กน้อยเพื่อให้เกิดความแตกต่างของสีเดิมกับสีใหม่ทำให้มองเห็นและทาสีทั่วถึงได้ง่าย

(3) ผลจากการใช้สีน้ำมัน FLEX สีดำ คุณสมบัติของสีเหมือนสีน้ำมัน FLEX สีเหลือง แต่ความเป็นสีดำทำให้การทาทับครั้งที่ 2 อาจเกิดการทาสีทับไม่ครบในบางจุดได้ง่าย การใช้เทคนิคนำสีอื่นมาผสมกับสีดำให้เกิดความแตกต่างของสีได้นั้นต้องใช้สีอื่นในปริมาณมากมีผลต่อคุณสมบัติของเนื้อสีที่อาจเปลี่ยนไป

(4) ผลจากการสีน้ำมัน RUST-OLEUM เนื้อสีมาก ทาเรียบง่าย สีเสมอไม่เป็นคลื่น ยึดเกาะวัตถุชิ้นงานตัวอย่างทั้ง 3 ประเภทได้ดี

2. คุณสมบัติสีในการเปรียบเทียบขณะพักสีรอแห้งหมาดในกระบวนการปิดทอง

(1) ผลจากการใช้สีน้ำมัน BIG สีแห้งค่อนข้างเร็วกว่ากำหนด (คือใช้เวลาประมาณ2-3 ชั่วโมง) เนื่องจากสีมีแป้งและส่วนผสมอื่นมาก ต้องมีการซ่อมทองที่ปิดบ้างเล็กน้อยเนื่องจากสีแห้งเร็ว

(2) ผลจากการใช้สีน้ำมัน FLEX สีเหลือง ระยะเวลาการแห้งหมาดของสีประมาณ 3-4 ชั่วโมง เนื้อสีมาก มีความเหนียวและยืดหยุ่นของเนื้อสีขณะสีแห้งหมาดทำให้ปิดทองคำเปลวแล้วเกิดรอยแตกน้อย ซ่อมทองง่าย สีเหลืองจะกลืนกับสีทองทำให้เห็นริ้วรอยน้อยกว่าการใช้ด้วยสีน้ำมัน FLEX สีดำ แต่ความเงาและความเข้มของสีทองคำเปลวจะซีดกว่าการใช้สีน้ำมัน FLEX สีดำ

(3) ผลจากการใช้สีน้ำมัน FLEX สีดำ ระยะเวลาการแห้งหมาดของสีประมาณ 3-4 ชั่วโมง เหมือนสีน้ำมัน FLEX สีเหลือง หากแต่การใช้สีน้ำมันสีดำในการปิดทองคำเปลวจะให้ลักษณะสีทองที่เข้มกว่าการใช้สีน้ำมันสีเหลือง การซ่อมหรือการเกิดรอยระหว่างการปิดทองจะเห็นเป็นรอยชัดกว่า เนื่องจากสีดำเป็นสีทึบ

(4) ผลจากการใช้สีน้ำมัน RUST-OLEUM ระยะเวลาการแห้งหมาดของสีอยู่ที่ประมาณ 3-4 ชั่วโมง ไม่แตกต่างจากสีน้ำมัน FLEX คงความเหนียวไว้ได้นานกว่าทำให้เพิ่มระยะเวลาในการปิดทองได้มากกว่าการใช้สีน้ำมันชนิดอื่น เหมาะกับการทำงานบนชิ้นงานที่มีลวดลายร่องลึก

3. วัตถุของชิ้นงานที่ต่างประเภทกัน มีผลต่อสีน้ำมันสำหรับการทำพื้นก่อนปิดทองและการทาสีในกระบวนการปิดทองที่นำมาเปรียบเทียบ

(1) แผ่นโลหะ เป็นวัสดุเนื้อเรียบ ตัวแปรสำคัญของการทำงานปิดทองบนวัสดุประเภทนี้คือ สภาพอากาศขณะดำเนินงาน เนื่องจากโลหะมีความไวต่ออุณหภูมิ ถ้าสถานที่ที่ปฏิบัติงานมีอากาศร้อนจะทำให้สีแห้งหมาดเร็ว ต้องควบคุมการปิดทองให้ทันก่อนสีแห้งหมดยางทำให้ไม่สามารถปิดทองได้ต่อเนื่อง การปิดทองทับอาจทำ

ให้เกิดรอยด่างหรือเป็นจ้ำได้ และหากอากาศเย็นเกินไปชิ้นงานประเภทโลหะจะดูดซับความเย็นของอากาศเข้าไปสีจะแห้งช้าอาจแห้งไม่ถึงเนื้อใน หากทำการปิดทองลงไปจะทำให้เกิดรอยฝ้าบนผิวทองเนื่องจากความเย็น หรือที่เรียกกันว่า “ทองแฉะ” สีของทองจะด้านไม่เงางาม อาจมองเห็นรอยนิ้วมือหรือรอยแปรงที่ทำการกรวดทอง

(2) แผ่นไม้อัด โดยปกติคุณสมบัติของไม้จะดูดซับความชื้นได้ดีกว่าวัสดุอื่น จึงมีผลต่อการทำพื้นและการทาสี เนื่องจาก สีมีลักษณะเป็นของเหลว เมื่อเริ่มทาสีบนพื้นครั้งแรก สีจะถูกดูดซับลงเนื้อไม้หายไปอย่างรวดเร็ว มองดูเนื้อสีบาง ด้าน ต้องมีการขัดและทาสีทับหลาย ๆ รอบ จนกว่าสีจะอิ่มตัวบนพื้นไม้ แล้วจึงทาสีปิดทอง

(3) พลาสติก การทาสีทำพื้นก่อนการปิดทองและทาสีเพื่อกระบวนการปิดทองลงบนพลาสติกนั้น การยึดเกาะอาจไม่ดีเท่าวัสดุอื่น เนื่องจากความมันของพลาสติกเป็น ตัวแปรของเนื้อสีและสารเคมีในส่วนผสมของสี จึงต้องมีการทำพื้นพลาสติกด้วยการขัดพื้นเบา ๆ ให้ความลื่นลดลง การทาสีต้องทาทับหลายครั้ง เพื่อให้สียึดเกาะบนพื้นผิว ซึ่งมีผลต่อความเงาและการสะท้อนแสงของสีทองคำเปลว

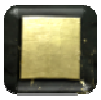
ตารางที่ 1 : สรุปเปรียบเทียบคุณสมบัติสีน้ำมันในการปิดทองและผลการปิดทองบนพื้นผิววัตถุที่ต่างกัน

ยี่ห้อ สีน้ำมัน	การทาสีทำพื้นและลักษณะสี	การทิ้งระยะรอปิดทองเมื่อผสมตั้งอิ๊วและการปิดทอง	ความเงางามเมื่อแล้วเสร็จ	แหล่งจำหน่าย/ราคา
BIG	เนื้อสีน้อย มีส่วนผสมของแป้งมาก ทาสีเรียบได้ยาก สีเป็นคลื่นง่าย	การแห้งของสีจะเร็วกว่ายี่ห้ออื่น เนื่องจากมีส่วนผสมของแป้งมากกว่า ทำให้การผสมสีให้เข้ากับน้ำมันตังอิ๊วค่อนข้างยาก หากสีไม่เข้ากันนำไปใช้จะทำให้สีแห้งไม่สม่ำเสมอ มีผลต่อการปิดทอง	ความเงางามของสีทองคำเปลวจากพื้นสีน้ำมัน BiG บนในวัตถุประเภทโลหะทึบแสงจะให้สีเหลืองเข้มสวยงามกว่าการใช้กับวัสดุไม้หรือพลาสติก	แหล่งจำหน่าย หาได้ง่ายตามร้านขายสีทั่วไปทั้งในกรุงเทพฯ และต่างจังหวัด/ราคาถูกกว่าสียี่ห้ออื่น

ยี่ห้อ สีน้ำมัน	การทาสีทำพื้นและลักษณะสี	การทิ้งระยะรอปิดทองเมื่อผสมตั้งอิ๊วและการปิดทอง	ความเงางามเมื่อแล้วเสร็จ	แหล่งจำหน่าย/ราคา
FLEX สีเหลือง	เนื้อสีมาก ลื่น ทาให้เรียบได้ง่าย	การทิ้งระยะรอคอยสีแห้งเพื่อปิดทอง จะรับรู้ได้จากกลิ่นของสีที่ระเหยออกมา	ความเงางามของสีทองคำเปลว จากพื้นสีน้ำมัน FLEX สีเหลือง จะให้ความเงาวาว เนียนและสว่าง	แหล่งจำหน่าย หาได้ง่ายเฉพาะร้านค้าย่านเสาชิงช้า และร้านค้าจำหน่ายอุปกรณ์ประเภทศิลปะบางแห่งเท่านั้น/ราคาค่อนข้างสูง
FLEX สีดำ	เหมือนสี FLEX สีเหลือง	เหมือนสี FLEX สีเหลือง	ความเงางามของสีทองคำเปลว จากพื้นสีน้ำมัน FLEX สีดำจะให้ความเงาวาว เนียนแน่นและเข้มกว่าสี FLEX เหลือง	เหมือนสี FLEX สีเหลือง

RUST - OLEUM	เนื้อสีมาก ลื่น ทาสีเรียบได้ง่าย สามารถเกลี่ยได้ไกลในพื้นที่เท่ากันจึงจะใช้ปริมาณสีน้อยกว่า	การทิ้งระยะรอคอยสีแห้งเพื่อปิดทอง จะรับรู้ได้จากกลิ่นของสีที่ระเหย แต่ไม่รุนแรงเท่าสีน้ำมัน FLEX และคงความเหนียวได้นานกว่าทำให้มีช่วงเวลาในการปิดทองที่มากกว่า	ความเงางามของสีทองคำเปลว จากพื้นสีน้ำมัน RUST - OLEUM ให้ความมันเงา สุกสว่างจากเนื้อสีที่เหลืองเข้มกว่า	แหล่งจำหน่าย หาได้ตามห้างสรรพสินค้าที่มีร้านจำหน่ายสี/ ราคาสูง

ภาพที่ 1 : ชิ้นงานที่ทำแล้วเสร็จโดยสีน้ำมันทั้ง 4 ประเภท

ชนิดสี	แผ่นโลหะ	แผ่นไม้อัด	แผ่นพลาสติก
BIG **สีเหลือง**			
FLEX **สีเหลือง**			
FLEX **สีดำ**			
RUST -OLEUM			

สรุป

สีน้ำมันแต่ละชนิดที่ใช้ทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบในการศึกษาครั้งนี้ มีคุณสมบัติสามารถใช้ในกระบวนการปิดทองทดแทนยางรักได้ แต่ตัวแปรสำคัญที่ทำให้กระบวนการงานปิดทองเกิดความสวยงาม คือ เทคนิควิธีการ และความชำนาญของผู้ปฏิบัติงาน เช่น ทักษะในการผสมสีน้ำมันกับน้ำมันตังอิ้ว การคำนวณระยะเวลารอคอยการพักสีที่เหมาะสมก่อนปิดทอง การเลือกใช้ชนิดของทองคำเปลว เทคนิคการปูทอง การกรวดทอง การกระทุ้งทอง และสภาพอากาศขณะปิดทอง เป็นต้น

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนในการทำงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ วรวินัย หิรัญมาศ ผู้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ในการทำงานวิจัยจนสำเร็จเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านในสาขาวิชาหัตถศิลป์ วิทยาลัยเพาะช่าง ที่ให้การสนับสนุนด้านข้อมูลและเอื้อเฟื้อในการให้ใช้สถานที่ดำเนินงาน

เอกสารอ้างอิง

กรมศิลปากร. 2544. **งานศิลปกรรมช่างโลหะ**. กรุงเทพฯ: บริษัท เอ.พี. กราฟิคดีไซน์และการพิมพ์.

กรมศิลปากร.2551. **สัมมนาวิชาการ ศึกษายางรักเพื่อการอนุรักษ์ภูมิปัญญาไทย อันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชวดี**. กรุงเทพฯ : อมรินทร์ติ้งแอนพับลิชชิ่ง จำกัด.

คุรุสภา. 2542. **มรดกช่างศิลป์ไทย**. กรุงเทพฯ : บริษัทสตาร์ปริ้นท์จำกัด.

จุลทรรศน์ พยาฆรานนท์. 2516. **ลายรดน้ำและลายกำมะลอ**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สมาคมสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย โรงพิมพ์พิฆเณศ.

บุญเตือน ศรีวรพจน์. 2543. **ภูมิปัญญาไทยในงานศิลป์ ถิ่นเมืองกรุง** Bangkok Regional Wisdom Through Art and Craft. กรุงเทพฯ : กองวรรณกรรมและประวัติศาสตร์.

บุณเตือน ศรีวรพจน์, 2542. ประภัสสร โพธิ์ศรีทอง. **เครื่องทองรัตนโกสินทร์**. กรุงเทพฯ : บริษัท สตาร์ปริ๊นท์ จำกัด.

ประทุม ชุ่มเพ็งพันธุ์. 2537. **การใช้ทองในสมัยกรุงศรีอยุธยา**. ศิลปากร ปีที่37, ฉบับที่ 6.

เปี่ยมสุข เหรียญรุ่งเรืองและคณะ. 2545. **ความรู้ทั่วไปในงานช่างศิลป์ไทย**. กรุงเทพฯ : ครีเอทีฟคอร์เนอร์จำกัด.

สุเชาวน์ พลอยชุม,แปล. 2534. **สุนทรีย์ศาสตร์ : ปัญหาและทฤษฎีว่าด้วยความงามและศิลปะ**.กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหามงกุฎราชวิทยาลัย, .

สุมิตรา ทองเผือก.2533. **“ทองคำ วัตถุมีชีวิตในพิพิธภัณฑ์.”** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วัฒนธรรมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุวรรณพร มณีโชติ. 2537. “ช่างปิดทองและประดับกระจก” **ช่างศิลปไทย**. กรุงเทพฯ : บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่งจำกัด.

สำนักนายกรัฐมนตรี. 2548. **เรื่องเครื่องเงินเครื่องทองและลายไทย**. พระนคร : ม.ป.ท.

การพัฒนาประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ด้วยชุดอุปกรณ์เคมีย่อส่วน

Development of Efficiency in Organic Chemistry Laboratory Directions by Using Small Scale Chemistry Lab KIT

นัดดา อังสุโวทัย,[1*] สุภาภรณ์ ตันจ้อย[1] และ ประเสริฐ ศศิธรโรจนชัย[1]

Nadda Angsuwotai,[1*] Supaporn Tontoy[1] And Prasert Sasithornrojanachai[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เพื่อสร้างและพัฒนาบทปฏิบัติการเคมีอินทรีย์โดยใช้ชุดอุปกรณ์เคมีย่อส่วน และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการที่ใช้ชุดอุปกรณ์เคมีย่อส่วนกับอุปกรณ์ปกติ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จำนวน 24 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม การออกแบบบทปฏิบัติการใช้สารเคมีที่ปลอดภัย ปริมาณสารเหมาะสมกับอุปกรณ์เคมีย่อส่วน ผลการวิจัยพบว่าชุดอุปกรณ์เคมีย่อส่วนใช้สารน้อยกว่าชุดอุปกรณ์ปกติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการใช้อุปกรณ์ปฏิบัติการทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 การใช้บทปฏิบัติการย่อส่วนในวิชาเคมีอินทรีย์นี้ ช่วยให้ผู้เรียนทำการทดลองได้รวดเร็ว สะดวก ปลอดภัย ประหยัด และไม่เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: ประสิทธิภาพ, บทปฏิบัติการ, เคมีย่อส่วน, เคมีอินทรีย์

Abstract

The objectives of this research were to make and develop an organic chemistry laboratory direction by using small scale chemistry lab kit and compare the efficiency of the laboratory direction between 2 groups using small scale chemistry and regular method. The samples were 24 students of Faculty of Home Economics, Rajamangala University of Technology Krungthep divided into 2 groups: experiment and control group. The laboratory direction was designed in order to be safe and to know suitable amount of chemical substances. The results showed the small scale chemistry used less chemical substances at the significant level of .01 . The achievement and attitude of using laboratory equipments of the 2 groups were not significantly different at level of .05 . The experiment using small scale chemistry was fast, convenient, safe and did not make pollution.

Keywords : Efficiency, Laboratory Directions, Small Scale Chemistry, Organic Chemistry

[1] สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ 10120

[1]Chemistry Division, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep 10120

*Corresponding author. E-mail: nadda_ang@hotmail.com

บทนำ

วิชาเคมีเป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการทดลองโดยทั่วไปถือว่าการทดลองเป็นหัวใจของวิชาเคมีเนื้อหาปฏิบัติการพื้นฐานทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ วิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับสารอินทรีย์ทั้งหลายในชีวิตประจำวัน สารละลายกรด เบส เกลือ กระบวนการในการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลเคมีและเซลล์ไฟฟ้าเคมี เป็นต้น ส่วนอีกปฏิบัติการหนึ่ง เป็นวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับสารเคมีอินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับประเภทของสารหลายชนิด การใช้สารเคมีในการทดลองมักเป็นสารที่ระเหยง่าย และมีความเป็นพิษ บางชนิดมีกลิ่นเหม็น ผู้ทดลองต้องรู้จักหลีกเลี่ยงและระมัดระวังการสัมผัสสารโดยตรง สำหรับนักศึกษาที่ไม่เคยเรียนวิชาเคมีมาก่อน ผู้สอนต้องให้ความรู้ในเบื้องต้นและอธิบายให้เข้าใจถึงข้อควรระวังในห้องปฏิบัติการ ให้ผู้เรียนตระหนักถึงภัยที่จะเกิดขึ้นหากประมาทไม่ปฏิบัติตามคู่มือปฏิบัติการและคำแนะนำของผู้สอน นอกจากนี้ผู้สอนต้องใช้เวลาในการจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีค่อนข้างยุ่งยาก ในบางการทดลองจำต้องเตรียมสารใหม่ๆ จึงทำให้ผลการทดลองได้ผล การทดลองแต่ละครั้งผู้สอนต้องใช้เวลาจัดเตรียมอุปกรณ์ เตรียมสารเคมี ทำความสะอาดอุปกรณ์และจัดเก็บเมื่อใช้เสร็จแล้ว สารเคมีที่เหลือใช้ต้องทิ้งและกำจัดซึ่งบางครั้งขาดความรู้ทิ้งลงท่อก็ทำให้สารเคมีกระจายไปในชุมชนสิ่งแวดล้อมเกิดมลภาวะได้ มีความสิ้นเปลืองงบประมาณในการใช้สารเคมีค่อนข้างมาก อีกทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองก็เป็นเครื่องแก้ว ราคาแพง อาจต้องใช้ภาชนะที่ทนกรด เบส และทนไฟ รวมถึงมีมาตรฐานของอุปกรณ์ที่มีคุณภาพทำให้ผลการทดลองเชื่อถือได้ จะเห็นได้ว่า งบวัสดุจากการซื้อสารเคมีและอุปกรณ์ทางเคมีเป็นจำนวนระดับแสนบาทในแต่ละปี ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยคิดว่า การใช้ชุดอุปกรณ์เคมีย่อส่วนจะเป็นการแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ เพราะผู้เรียนสามารถจัดเตรียมการทดลองได้ทุกที่ ใช้สารอย่างประหยัด สารไม่ฟุ้งกระจาย สะดวกในการทดลอง ไม่มีสารเหลือทิ้งสู่สิ่งแวดล้อม และมีงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศให้ความสนใจกับเทคโนโลยีสะอาด ปฏิบัติการเคมีย่อส่วนมีรูปแบบหลักๆ คือ ใช้สารเคมีน้อยลงถึง 1 ใน 1,000 ของปริมาณที่ใช้โดยทั่วไป ทำให้เกิดข้อดีมากมาย อาทิ ใช้สารเคมีปริมาณน้อยลงเป็นพันเท่า ค่าใช้จ่ายจัดซื้อสารเคมีน้อยลง การสัมผัสและการปลดปล่อยสารพิษน้อยลง ค่าใช้จ่ายในการกำจัดสารพิษลดลง ลดความเสี่ยงจากอันตรายบางปฏิกิริยา เช่น การระเบิด การติดไฟง่าย เมื่ออุปกรณ์ขนาดเล็กก็สามารถพกพาสะดวก สามารถใช้ได้ทั้งในห้องปฏิบัติการ ภาคสนาม และห้องเรียนปกติได้ (พรพรรณ อุดมกาญจนนันท์. 2546) แม้การทดลองย่อส่วนจะมีขนาดเล็ก แต่ผลการทดลองน่าเชื่อถือได้ในระดับของงานวิจัย ศุภวรรณ ตันติยานนท์ (Supawan Tantayanon, 2002). ได้ทำการวิจัยพัฒนาชุดอุปกรณ์การทดลองย่อส่วนนี้เผยแพร่และจัดพิมพ์หนังสือออกแบบการทดลองประกอบการใช้อุปกรณ์นี้ นอกจากนี้ ในต่างประเทศ เช่น ประเทศญี่ปุ่น โอกิโนะ (Ogino, Kazuko) ได้ออกแบบการทดลองเคมีย่อส่วนในเรื่อง สารละลายอิเล็กโตรไลซิส และเรื่องอื่นๆ มากมาย มีการนำอุปกรณ์เคมีย่อส่วนมาใช้ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาบางแห่ง (พรพรม ชัยชาติพรศักดิ์ และ ศุภวรรณ ตันติยานนท์. 2550). นอกจากนี้ ระดับอุดมศึกษาในต่างประเทศ เช่น ประเทศอเมริกา ได้ศึกษาปฏิกิริยาเคมีที่เน้นเทคโนโลยีสะอาด เพื่อลดมลภาวะ (Kenneth M. Doxsee and James E. Hutchison. 2004). ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในการพัฒนาบทปฏิบัติการเคมีเพื่อการเรียนรู้เคมีอย่างปลอดภัย ประหยัดงบประมาณ ควรได้นำชุดอุปกรณ์เคมีย่อส่วนมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพและแพร่หลายต่อไป

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาชุดอุปกรณ์เคมีในการสอนเคมีแบบย่อส่วนอย่างแพร่หลายอยู่บ้าง ซึ่งมีทั้งอุปกรณ์ที่เป็นเครื่องแก้ว และพลาสติก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้สนับสนุนงบประมาณพัฒนาชุดอุปกรณ์ย่อส่วนใช้ชื่อทางการค้าว่า Small – Lab Kit ชุด Small-Lab Kit สามารถใช้ทำการปฏิบัติการทดลองเคมี สำหรับหลักสูตรมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา เช่น การกลั่นแบบธรรมดา การรีฟลักซ์ การกลั่นลำดับส่วน การระเหิด การหา

จุดเดือด การหาจุดหลอมเหลว การกรองด้วยชุดกรองสุญญากาศ และการแยกสารโดยใช้โครมาโทกราฟีแบบคอลัมน์ เป็นต้น ชุด Small-Lab Kit ประกอบด้วย อุปกรณ์เครื่องแก้วขนาดเล็กจำนวน 26 ชิ้น ใช้ข้อต่อมาตรฐานขนาด 14/10 ซึ่งได้ออกแบบให้มีรูปร่างเฉพาะสำหรับการทดลองที่มีปริมาตรตั้งแต่ 1 ถึง 25 มิลลิลิตร ฮ็อตเพลตหรือเตาให้ความร้อนขนาดเล็ก บล็อกกระจายความร้อนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.5 เซ็นติเมตร โดยออกแบบให้มีหลุมที่มีขนาดและรูปร่างในการรองรับเครื่องแก้วได้พอดี สามารถปรับและควบคุมอุณหภูมิได้สูงสุด 190 องศาเซลเซียส ด้วยความละเอียด $\pm$1 องศาเซลเซียส เทอร์โมมิเตอร์ ลูกยาง ขาตั้งปฏิบัติการซึ่งถอดเก็บได้ แคลมป์และที่ยึดแคลมป์ และจอยต์คลิป บรรจุในกระเป๋าไม้ที่มีโฟมแข็งเพื่อป้องกันเครื่องแก้วแตก จัดเก็บง่ายและขนย้ายสะดวก (http://www.212cafe.com/ freewebboard/view.php?user=rujida&id=23) ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาบทปฏิบัติการเคมีอินทรีย์โดยนำชุดอุปกรณ์เคมีย่อส่วน ที่เรียกว่า small scale chemistry lab kit มาใช้ในปฏิบัติการเรื่องการหาจุดเดือด จุดหลอมเหลว การกลั่น การสกัด เป็นต้น ตัวอย่างอุปกรณ์เคมีย่อส่วนที่สำคัญ ได้แก่ ฮ็อตเลต (hot plate) บล็อกกระจายความร้อน (hat dissipation block) หัวกลั่นดักสาร (receiver distilling still) คอนเดนเซอร์ (condenser) ขวดก้นกลม (round bottom flask) เป็นต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้อย่างมีคุณภาพยิ่งขึ้น และวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการที่ใช้ชุดอุปกรณ์เคมีย่อส่วนกับอุปกรณ์ปฏิบัติการเคมีปกติที่เรียนในวิชาเคมีอินทรีย์

วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน คือ

ขั้นตอนก่อนการทดลอง ผู้วิจัยได้ศึกษาโครงสร้างหลักสูตร เนื้อหารายวิชา เอกสารประกอบการสอนเดิมในวิชาเคมีอินทรีย์ ศึกษาวิธีการใช้ชุดปฏิบัติการเคมีย่อส่วน และวิธีเขียนบทปฏิบัติการ การออกแบบการทดลองของบทปฏิบัติการตามเนื้อหาของหลักสูตรด้วยการใช้ชุดอุปกรณ์เคมีย่อส่วน โดยคำนึงถึงการเลือกใช้สารเคมีที่มีความปลอดภัย ปริมาณสารที่ใช้ และวิธีทำการทดลองหัวข้อที่กำหนดในบทปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ ประกอบด้วย จุดประสงค์ วิธีทำการทดลอง ตารางบันทึกผล การวิเคราะห์ผล และการสรุปผลการทดลอง แล้วนำบทปฏิบัติการที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กประมาณ 2 – 4 คน 1 กลุ่ม หาข้อบกพร่อง และปรับปรุงแก้ไข ให้อาจารย์ในสาขาเคมีประเมินคุณภาพและจัดทำคู่มือบทปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ก่อนนำไปใช้ในห้องเรียน

ขั้นการทำการทดลอง ได้ดำเนินการกำหนดกลุ่มตัวอย่างและทำการทดลองเพื่อเก็บข้อมูล ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 106 คน ที่เรียนวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พื้นฐาน จำนวน 4 ห้องเรียน ส่วนกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้จากการสุ่มอย่างง่ายจากประชากร จำนวน 1 ห้องเรียน ที่เรียนวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พื้นฐาน ซึ่งเป็นนักศึกษาสาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารและสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 24 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองเรียนด้วยบทปฏิบัติการเคมีอินทรีย์แบบย่อส่วน และกลุ่มควบคุมเรียนด้วยบทปฏิบัติการแบบปกติ กลุ่มละ 12 คน ใช้เวลาในการทดลอง 6 สัปดาห์ โดยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังทดลองเสร็จแต่ละการทดลองเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 3 การทดลอง และเมื่อเสร็จสิ้นทุกการทดลองแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบประเมินวัดจิตวิทยาศาสตร์นำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และวัดเจตคติที่มีต่อการใช้อุปกรณ์ในการทดลองแต่ละครั้ง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ ประกอบด้วย การทดลอง 5 เรื่อง คือ การหาจุดเดือด จุดหลอมเหลว การกลั่น การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย โครมาโทกราฟี และปฏิกิริยาการเตรียมสารไฮโดรคาร์บอน สารที่เตรียม คือ อะเซทิลีน (Acetylene)

2. แบบทดสอบก่อนการทดลอง และหลังการทดลองสำหรับปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 3 การทดลอง คือ การหาจุดเดือด จุดหลอมเหลว การกลั่น

3. แบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ เกี่ยวกับพฤติกรรมและความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการทดลองตามบทปฏิบัติการเคมีอินทรีย์

4. แบบวัดเจตคติที่มีต่อการใช้อุปกรณ์แต่ละการทดลอง เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ออกแบบตารางวิเคราะห์ประสิทธิภาพบทปฏิบัติการที่สร้างขึ้น เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบบทปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ชุดอุปกรณ์ย่อส่วนกับอุปกรณ์เคมีปกติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์ประสิทธิภาพบทปฏิบัติการโดยคำนวณปริมาณสารเคมีที่ใช้ทุกการทดลอง

2. เปรียบเทียบปริมาณสารเคมีที่ใช้ทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มปกติ โดยใช้ ค่าที (t-test)

3. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มปกติ โดยใช้ ค่าที (t-test)

4. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของทั้ง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มปกติ โดยใช้ ค่าที (t-test)

5. เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดเจตคติที่มีต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มปกติ โดยใช้ ค่าที (t-test)

ผลการศึกษา และ อภิปรายผล

ผู้วิจัยได้ทำการทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูลจากผลการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล จะนำเสนอเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

ผลการวิจัยได้ข้อสรุปสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ชุดปฏิบัติการเคมีย่อส่วนใช้ปริมาณสารน้อยกว่าชุดปฏิบัติการปกติอย่างมากทุกการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. การทดลองเรื่องการกลั่น จุดเดือด และจุดหลอมเหลว พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบชุดปฏิบัติการเคมีย่อส่วนและชุดปฏิบัติการปกติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การทดลองเรื่องการกลั่น จุดเดือด และจุดหลอมเหลว พบว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบประเมินจิตวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนชุดปฏิบัติการเคมีย่อส่วนและชุดปฏิบัติการปกติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

1. ปริมาณการใช้สารเคมีในการเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ด้วยชุดอุปกรณ์เคมีย่อส่วนกับอุปกรณ์ปฏิบัติการเคมีปกติ

จำนวนกลุ่มทดลองทั้ง 2 ชุด เท่ากัน ประกอบด้วย ชุดละ 4 กลุ่มๆ ละ 3 คน รวมชุดละ 12 คน

จากผลการทดลองตามตารางที่ 1 พบว่า ชุดปฏิบัติการเคมีย่อส่วนใช้ปริมาณสารน้อยกว่าชุดปฏิบัติการปกติอย่างมากทุกการทดลอง เนื่องจากอุปกรณ์เคมีย่อส่วนมีขนาดเล็ก ทำให้ใช้สารจำนวนน้อยก็สามารถแสดงผลของการทดลอง ตรวจสอบข้อมูลได้ โดยเฉพาะ เรื่องการกลั่น หาจุดเดือด และใช้แยกสารได้ อีกทั้งมีความสะดวกในการทดลองอย่างมาก

จากผลการทดลองเรื่อง การกลั่น ตามตารางที่ 2 พบว่า ชุดปฏิบัติการเคมีย่อส่วนใช้ปริมาณสารน้อยกว่าชุดปฏิบัติการปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการทดลองเรื่องจุดเดือดและจุดหลอมเหลว ตามตารางที่ 3 พบว่า ชุดปฏิบัติการเคมีย่อส่วนใช้ปริมาณสารน้อยกว่าชุดปฏิบัติการปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการใช้อุปกรณ์ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ระหว่างผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดอุปกรณ์เคมีย่อส่วนกับอุปกรณ์ปฏิบัติการเคมีปกติ

ผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างใช้เวลาในการเรียนวิชาเคมีอินทรีย์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ทำการทดลอง 5 การทดลอง แต่การวิจัยครั้งนี้ใช้เพียง 3 การทดลอง ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน นำคะแนนที่ได้ไปหาคะแนนเฉลี่ยเปรียบเทียบระหว่างคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเป็นดัง ตารางที่ 4

จากผลการทดลองเรื่อง การกลั่น ตามตารางที่ 4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบชุดปฏิบัติการเคมีย่อส่วนและชุดปฏิบัติการปกติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากผลการทดลองเรื่อง จุดเดือด และจุดหลอมเหลว ตามตารางที่ 5 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบชุดปฏิบัติการเคมีย่อส่วนและชุดปฏิบัติการปกติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ในการเปรียบเทียบผลใช้เพียง 3 การทดลอง คือ จุดเดือด จุดหลอมเหลว และการกลั่น เนื่องจากเป็นไปตามขอบเขตของการวิจัยที่เลือกการทดลองที่ส่งผลต่อปริมาณสาร ความสะดวก ความปลอดภัย เพื่อสร้างบทปฏิบัติการมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนต่อไป

3. ประสิทธิภาพของบทปฏิบัติการที่ใช้ชุดอุปกรณ์เคมีย่อส่วนกับอุปกรณ์ปฏิบัติการเคมีปกติที่เรียนในวิชาเคมีอินทรีย์

จากข้อมูลปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง พบว่า บทปฏิบัติการเคมีย่อส่วนใช้สารเคมีน้อยกว่าบทปฏิบัติการเคมีปกติอย่างมาก ผู้เรียนทำการทดลองเสร็จเร็วกว่า ใช้เวลาน้อยกว่า เนื่องจากไม่จำเป็นต้องเตรียมอุปกรณ์มาก และใช้น้ำในการทำความสะอาดเครื่องมือน้อย ผู้เรียนปลอดภัยจากสารเคมีและมีเจตคติที่ดีต่ออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองทั้ง 2 กลุ่ม แต่กลุ่มทดลองให้ความสนใจในการทดลองมาก เพราะอุปกรณ์เป็นของใหม่ไม่เคยใช้มาก่อน

ผลการทดลองครั้งนี้ได้ข้อค้นพบซึ่งสามารถนำมาอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

การใช้บทปฏิบัติการเคมีย่อส่วนในวิชาเคมีอินทรีย์ ช่วยให้ผู้เรียนทำการทดลองได้อย่างรวดเร็ว ปลอดภัย แต่ยังไม่เกิดผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจเนื่องมาจากระยะเวลาในการทดลองค่อนข้างสั้น ซึ่งถ้าทำการ

ทดลองอย่างต่อเนื่องทุกการทดลอง จะเป็นการดีทั้งครูผู้สอนจะใช้เวลาเตรียมอุปกรณ์และการทดลองน้อยลง อันจะส่งผลต่อการอภิปรายผลหลังการทดลองของผู้เรียนได้มากขึ้น

สรุป

1. เสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ด้านนโยบาย

ควรสนับสนุนงบประมาณจัดซื้อและจัดทำอุปกรณ์เคมีย่อส่วนทุกการทดลองเพื่อลดงบประมาณสารเคมีและอุปกรณ์ในอนาคตได้

1.2 ด้านการปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอน

พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ชุดปฏิบัติการเคมีย่อส่วนทั้งในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ ซึ่งทำให้การสอนเป็นแบบบูรณาการไม่ต้องแยกวิชาทฤษฎีและปฏิบัติการ เพราะสามารถนำอุปกรณ์เคลื่อนย้ายได้ง่าย

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ออกแบบและพัฒนาชุดอุปกรณ์เคมีย่อส่วนให้เหมาะสมกับทุกการทดลองทางเคมีและวิเคราะห์ผลการทดลองว่ามีมาตรฐานเพียงใด

เอกสารอ้างอิง

พรพรม ชัยชาติพรศักดิ์ และ ศุภวรรณ ตันติยานนท์. (2550). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาผ่านการทดลองวิทยาศาสตร์ด้วยชุดปฏิบัติการย่อส่วน. ภาควิชาเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรพรรณ อุดมกาญจนนันท์. (2546). เปิดโลกเคมี สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Siripong Namnai and Supawan Tantayanon. (2007). Conducting Hands-On Experiments in Distance Learning Using Small-Lab Kit. 1st International Conference on Science Education in the Asia-Pacific 2007. Bangkok, Thailand.

Supawan Tantayanon. (2002). Small Scale Laboratory: Organic Chemistry at University Level. Department of Chemistry, Faculty of Science Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.

Kenneth M. Doxsee and James E. Hutchison. (2004). Green Organic Chemistry. Strategies, Tools, and Laboratory Experiments. Thomson- Brooks/cole.

Ogino, Kazuko. (2007). Small Scale and Green Chemistry Approach for Education Workshop. 1st International Conference on Science Education in the Asia-Pacific 2007. Bangkok, Thailand.

http://www.212cafe.com/freewebboard/view.php?user=rujida&id=23 วันที่สืบค้น 8 มีนาคม 2554.

Table 1 Compare volume of chemical in organic chemistry laboratory between Experiment group and Control group

Title of laboratory	volume of chemical (cm^3)/group		Total volume of chemical (cm^3)	
	Experiment group	Control group	Experiment group	Control group
Distillation	4.2	66.0	4.2 x 4 = 16.8	66.0 x 4 = 264.0
Boiling Point and Melting Point	0.3	1.3	0.3 x 4 = 1.2	1.3 x 4 = 5.2
Total volume of chemical	4.5	67.9	18.0	269.2

Table 2 Compare Mean and S.D of chemical volume in Distillation laboratory between Experiment group and Control group

group Type	Mean	S.D.	t	df
Experiment group	4.2	1.04	40.33*	22
Control group	66.0	23.58		

* p< .10

Table 3 Compare Mean and S.D of chemical volume in Boiling Point and Melting Point Laboratory between Experiment group and Control group

group Type	Mean	S.D.	t	Df
Experiment group	0.3	0.42	3.54*	22
Control group	1.3	0.55		

* p< .10

Table 4 Compare Mean of achievement in Distillation experiment between Experiment group and Control group

group Type	Mean	S.D.	t	Df
Experiment group	1.62	1.01	0.25	42
Control group	1.71	0.76		

p< .05

Table 5 Compare Mean of Boiling Point and Melting Point experiment between Experiment group and Control group

group Type	Mean	S.D.	T	Df
Experiment group	2.33	0.98	1.03	42
Control group	1.92	1.00		

p< .05

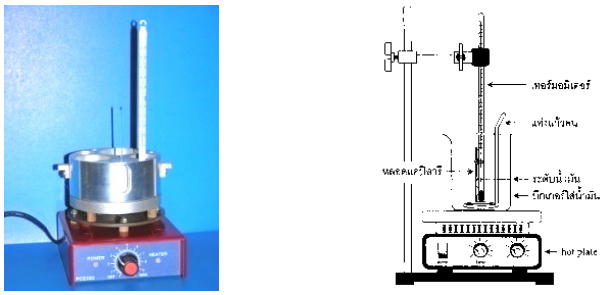


Figure 1 small-scale equipment and normal equipment in Boiling Point Experiment

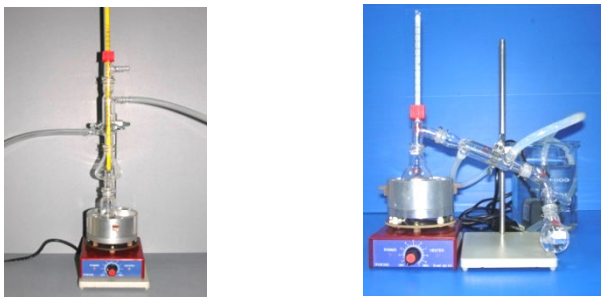
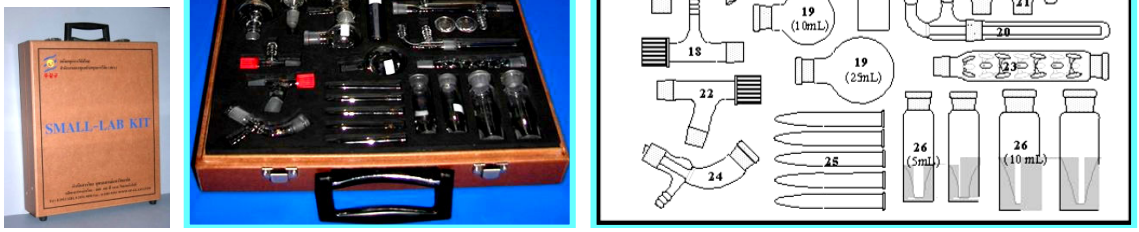


Figure 2 small-scale equipment in Distillation experiment



1. lab stand pole	2. lab stand base	3. hot plate
4. heat dissipation block	5. clamps (2)	6. clamp holders (2)
7. thermometers (2)	8. capillary tubes	9. joint clips (5)
10. rubber bulb	11. stirring rod	12. pasteur pipette
13. receiver distilling still	14. suction glass funnel	15. filtering flask
16. suction flask	17. condenser	18. thermometer adapter
19. round bottom flasks (2)	20. cold finger	21. glass stoppers (2)
22. three - way adapter	23. fractionation column	24. receiver adapter
25. test tube	26. conical bottom flasks (4)	

Figure 3 Small-scale chemistry Set

ความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาและรูปแบบการดื้อสารต้านจุลชีพของเชื้อที่แยกได้จากเนื้อไก่ในตลาดจังหวัดปทุมธานี

Prevalence of Salmonella spp.and Antimicrobial Resistance Pattern Isolated from Retail Chicken Meats in the Market from Pathumthani Province

สุวดี อิสรายุวพร[1*] และ การันต์ ชีพนุรัตน์[1]

Suwadee Isarayuwaporn[1*]And Karun Cheepnurat[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาและรูปแบบการดื้อสารต้านจุลชีพของเชื้อที่แยกได้จากเนื้อไก่ในตลาดจังหวัดปทุมธานีโดยเก็บตัวอย่างเนื้อไก่ระหว่างเดือนมกราคมถึง ธันวาคมพ.ศ. 2555พบอัตราความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาคิดเป็น38 %และแยกได้ 13ซีโรวาร์ได้แก่ S.Corvallis (34.21%),S.Albany(18.42 %),S.Schwarzengrund(7.89 %),S.Stanley(7.89 %),S.Bovismorbificans(5.26 %),S.Mbandaka(5.26 %), S.Enteritids(5.26 %), S.Kentucky(2.63%), S.Rissen(2.63%),S.entericser.6,8:-:1,5(2.63%),S.Give(2.63%),S.Agona(2.63%)และS.Hadar(2.63%)ผลการทดสอบความไวต่อสารต้านจุลชีพจำนวน14ชนิดด้วยวิธี disk diffusion ต่อเชื้อซัลโมเนลลาที่แยกได้ พบว่าเชื้อมีความไวต่อ Colistin, Cephalothin, Gentamicin, Norfloxacin และ Doxycycline ดังนี้ 97.37 %, 89.47 %,84.21 %, 76.31 % และ 68.42 %ตามลำดับและพบว่าเชื้อที่แยกได้ดื้อสารต้านจุลชีพต่อ Sulfamethoxazole,Streptomycin, Kanamycin,Nalidixic acid และEnrofloxacinดังนี้94.74 %, 94.74 %, 92.10%, 71.05%และ 68.42%ตามลำดับรูปแบบการดื้อสารต้านจุลชีพที่พบมากที่สุด คือAMC-AMP-ENR-SMZ-STR-TMP(5.26 %)

คำสำคัญ: ความชุก, เชื้อซัลโมเนลลา, รูปแบบการดื้อสารต้านจุลชีพ

Abstract

The purpose of this research was to study the prevalence of Salmonella spp.and antimicrobial resistance pattern isolated from retail chicken meats in the market from Pathumthani province. Retail chicken meats werecollected during January to December 2012. The prevalenceof Salmonellaspp. was found at 38 % and all isolates were 13 serovars : S. Corvallis (34.21%), S. Albany (18.42%),S.Schwarzengrund (7.89%),S. Stanley (7.89%), S.Bovismorbificans (5.26%), S.Mbandaka (5.26%), S.Enteritids (5.26%), S. Kentucky (2.63%), S.Rissen (2.63%), S. enteric ser. 6,8: -: 1,5 (2.63%), S. Give (2.63%), S.Agona (2.63%) and S.Hadar (2.63%).Thesensitivity test of Salmonellaon 14 antimicrobial drugs by disk diffusion method show thatcolistin, cephalothin, gentamicin,norfloxacin and doxycycline are 97.37%, 89.47%, 84.21%, 76.31% and 68.42%, respectively and antimicrobial resistance to sulfamethoxazole, streptomycin, kanamycin, nalidixic acid and enrofloxacin as follows: 94.74%, 94.74%, 92.10%, 71.05% and 68.42%, respectively. The antimicrobial resistance pattern mostly found was AMC-AMP-ENR-SMZ-STR-TMP (5.26%).

Keywords: Prevalence, Salmonella spp.,Antimicrobial Resistance Pattern

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และวิทยาศาสตร์สุขภาพสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12130

[1]Department of Technology of Animal Production and Animal Health Science

Faculty of Agricultural TechnologyRajamongala University of ThanyaburiPathumthani Province 12130

*Corresponding author. E-mail: suwadee-i@hotmail.com

บทนำ

เชื้อซัลโมเนลลาหลายซีโรวาห์เป็นสาเหตุของโรคอุจจาระร่วงชนิด Non-Typhoidal Salmonellosis ในคนและสัตว์ และยังเกิดปัญหาการดื้อยา ซึ่งเป็นปัญหาใหญ่ไปทั่วโลก ทำให้คนและสัตว์ป่วยต้องใช้ระยะเวลานานในการรักษา ซึ่งคนส่วนใหญ่ได้รับเชื้อจากการรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนเชื้อและอาหารที่ปรุงไม่ถูกสุขลักษณะที่โดยเฉพาะอาหารที่เป็นผลิตภัณฑ์จากสัตว์ (อรษา, 2541) จากการสำรวจการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อไก่จังหวัดขอนแก่นของ Angkititrakul*et al.*(2005) พบอัตราความชุกของเชื้อในเนื้อไก่ร้อยละ 75 โดยเชื้อส่วนใหญ่ดื้อต่อยา AMC (30%)CHL (26.7%) GEN (6.7%) SXT (20%)TET(100%) และLertworapreecha*et al.*(2013) ได้สำรวจอัตราความชุกในจังหวัดพัทลุงพบร้อยละ 67.5 โดยเชื้อซัลโมเนลลาที่แยกได้ดื้อต่อ STR (92%)NAL (76%) AMP(68%) และCHL (68%)ปัจจุบันประเทศไทยมีการเลี้ยงสัตว์ปีกในระบบอุตสาหกรรมมีการส่งออกไก่และผลิตภัณฑ์ไปจำหน่ายต่างประเทศ โดยส่งไปจำหน่ายประเทศในสหภาพยุโรปมากที่สุดซึ่งได้ออกมาตรการด้านความปลอดภัยของอาหารมีการห้ามนำเข้าสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์ที่ปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาโดยเฉพาะ*S.* Enteritidis (SE) และ*S.* Typhimurium (ST) สหภาพยุโรปจึงได้มีมาตรการควบคุมโรคซัลโมเนลลาในฟาร์มสัตว์ปีกรวมทั้งเฝ้าระวังการดื้อยาเพื่อลดปัญหาการดื้อยาในสัตว์และคน

จากรายงานการสำรวจเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อไก่ยังมีแนวโน้มปนเปื้อนและการดื้อยาค่อนข้างสูงซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความชุกและการดื้อสารต้านจุลชีพของเชื้อซัลโมเนลลาที่แยกได้จากเนื้อไก่ในตลาดจังหวัดปทุมธานี ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ในการเฝ้าระวังโรคต่อไป

วิธีการศึกษา

การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างเนื้อไก่ดิบจากตลาดสด9 อำเภอในจังหวัดปทุมธานี จำนวน 100ตัวอย่าง ระหว่างเดือนมกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2555เก็บในถุงพลาสติกกันน้ำแล้วแช่เย็นในกล่องเก็บความเย็น และนำส่งห้องปฏิบัติการเพื่อทำการเพาะแยกเชื้อ(Patricia *et al.*, 2003)

การเพาะแยกเชื้อ

การแยกเชื้อใช้วิธีตามมาตรฐานของ ISO 6579 (1993) เตรียม Pre-enrichment mediumโดยใช้ตัวอย่างเนื้อไก่ดิบ25กรัมบดเป็นชิ้นเล็กๆ ใส่ลงใน Buffered Peptone Water (BPW) (Oxiod, England)ปริมาตร225มิลลิลิตรนำไปบ่มที่อุณหภูมิ37°C นาน18-24ชั่วโมงหลังจากนั้นดูด Pre-enrichment medium ปริมาตร 1.0, 0.1.มิลลิลิตร ลงในTetrathionate broth(TTB) (Oxiod, England) และ Rappaport-Vassiliadissoy (RVS) peptone broth (Oxiod, England) ตามลำดับ แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ37 ° C และ 42 ° C นาน 24 ชั่วโมง ตามลำดับ จากนั้นดูดTTB และ RVS อย่างละ 10 ไมโครลิตรลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อXylose lysine desoxycholate agar (XLD) (Oxiod, England)และ Brilliant green agar (BGA) (Difco, USA)นำไปบ่มที่อุณหภูมิ37°Cนาน18-24ชั่วโมงเลือกโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะของเชื้อซัลโมเนลลาบนXLD และบนBGAนำมาตรวจยืนยันคุณสมบัติทางชีวเคมี(Quinn*et al.*, 2004)

การตรวจหาซีโรวาร์

เชื้อซัลโมเนลลาที่ผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีแล้วนำมาตรวจหาซีโรวาร์ด้วยวิธีการตกตะกอนซีรั่มด้วยแอนติซีรั่มที่จำเพาะต่อ O และ H แอนติเจน(S&A Laboratory Ltd., Thailand)ตามวิธีการของ Gard (Gard,

1938) Kauffmann-White scheme (Popoff, 2001)โดยส่งตัวอย่างไปที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข เพื่อตรวจยืนยันซีโรวาร์

การทดสอบการดื้อต่อสารต้านจุลชีพ

นำเชื้อซัลโมเนลลามาทดสอบการดื้อต่อสารต้านจุลชีพ ด้วยวิธี disk diffusion test (NCCLS, 2002) โดยใช้แผ่นสารต้านจุลชีพ14 ชนิด ได้แก่amoxicillin(AMC) (10 µg), ampicillin (AMP) (10 µg), cephalothin(CET) (30 µg), colistin(COL) (10 µg), doxycycline(DOX) (30 µg), enrofloxacin(ENR) (5 µg), gentamicin(GEN) (10 µg), kanamycin (KAN) (30 µg), norfloxacin(NOR) (10 µg), streptomycin(STR) (10 µg), trimethoprim(TMP) (5 µg), sulfamethoxazole(SMZ) (25 µg), tetracycline(TET) (30 µg) และnalidixic acid (NAL) (30 µg) (Oxiod, England)เชื้อควบคุมคุณภาพการทดลอง คือ *Escherichia coli*สายพันธุ์ ATCC 25922

ผลการศึกษา

ผลการตรวจหาเชื้อซัลโมเนลลาและการดื้อต่อสารต้านจุลชีพในเนื้อไก่สดพบเชื้อซัลโมเนลลา จำนวน 38 ตัวอย่าง (38 %)โดยซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลลาที่พบมีจำนวน 13 ซีโรวาร์ คือ *S.* Corvallis (13ตัวอย่าง) (34.21 %), *S.* Albany (7ตัวอย่าง) (18.42 %), *S.*Schwarzengrund(3ตัวอย่าง) (7.89 %), *S.* Stanley (3ตัวอย่าง) (7.89 %), *S.*Bovismorbificans(2 ตัวอย่าง) (5.26 %),*S.*Mbandaka(2ตัวอย่าง) (5.26 %), *S.*Enteritidis(2ตัวอย่าง)(5.26 %), *S.* Kentucky(1ตัวอย่าง)(2.63 %), *S.*Rissen (1ตัวอย่าง)(2.63 %), *S.enteric* ser.6,8:-:1,5 (1ตัวอย่าง)(2.63 %), *S.* Give (1ตัวอย่าง)(2.63 %), *S.*Agona (1ตัวอย่าง)และ *S.*Hadar (1ตัวอย่าง) (2.63 %)และผลการตรวจการดื้อต่อสารต้านจุลชีพทั้ง 14 ชนิดพบว่าเชื้อซัลโมเนลลามีความไวต่อสารต้านจุลชีพมากที่สุด 5 ลำดับแรกคือ colistin(37 ตัวอย่าง)(97.37 %),cephalothin (34ตัวอย่าง)(89.47 %),gentamicin (32ตัวอย่าง)(84.21 %),norfloxacin(29 ตัวอย่าง)(76.31 %) และ doxycycline (26ตัวอย่าง)(68.42 %)ส่วนการดื้อต่อสารต้านจุลชีพมากที่สุด 5 ลำดับแรกคือคือ sulfamethoxazole(36ตัวอย่าง)(94.74 %),streptomycin (36ตัวอย่าง)(94.74 %),kanamycin(35ตัวอย่าง)(92.10%) nalidixic acid(27ตัวอย่าง)(71.05%) และ enrofloxacin(26ตัวอย่าง)(68.42%) รูปแบบการดื้อต่อสารต้านจุลชีพที่พบมากที่สุด คือ AMC-AMP-ENR-SMZ-STR-TMP(2ตัวอย่าง)(5.26 %)(ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 รูปแบบการดื้อสารต้านจุลชีพของเชื้อซัลโมเนลลาที่แยกจากเนื้อไก่สดในจังหวัดปทุมธานี

รูปแบบการดื้อสารต้านจุลชีพ	จำนวนตัวอย่าง (%)
AMC-CET-SMZ-STR-TMP	1 (2.62)
AMC-AMP-ENR-SMZ-STR-TMP	2 (5.26)
AMC-AMP-CET-DOX-SMZ-STR-TMP-TET	1 (2.62)
DOX-ENR-SMZ-STR-TET	1 (2.62)
CET-SMZ-STR	1 (2.62)
SMZ-STR	1 (2.62)
NAL-SMZ-STR	1 (2.62)
KAN-NAL-SMZ-STR	1 (2.62)

AMC-AMP-DOX-GEN-KAN-NAL-SMZ-STR-TMP-TET	1 (2.62)
AMC-AMP-DOX-ENR-GEN-KAN-NAL-NOL-SMZ-STR-TMP-TET	1 (2.62)
AMC-AMP-NAL-SMZ	1 (2.62)
SMZ-STR	1 (2.62)
DOX-SMZ-TET	1 (2.62)
AMC-AMP-DOX-SMZ-STR-TET	1 (2.62)
AMC-AMP-GEN-NAL-SMZ	1 (2.62)
SMZ	1 (2.62)
AMC-AMP-COL-ENR-NAL-SMZ-STR-TMP-TET	1 (2.62)
AMP-SMZ-STR-TMP	1 (2.62)
AMC-AMP-ENR-NAL-SMZ-STR-TMP-TET	1 (2.62)
AMC-ENR-GEN-KAN-SMZ-STR	1 (2.62)
NAL-SMZ-STR-TET	1 (2.62)
AMC-AMP-NAL-SMZ-STR-TET	1 (2.62)
COL-NAL-SMZ-TET	1 (2.62)
ENR-NAL-SMZ	1 (2.62)

ตารางที่ 5 (ต่อ)

รูปแบบการดื้อสารต้านจุลชีพ	**จำนวนตัวอย่าง (%)**
ENR-NAL-NOR-SMZ-STR	1 (2.62)
ENR-NAL-SMZ-STR	1 (2.62)
AMC-AMP-NAL-SMZ-STR-TMP-TET	1 (2.62)
COL-ENR-SMZ-STR-TMP-TET	1 (2.62)
ENR-NAL-NOR	1 (2.62)
DOX-ENR-SMZ-STR-TET	1 (2.62)
AMC-AMP-KAN-NAL-SMZ-STR-TMP-TET	1 (2.62)
DOX-ENR-GEN-NAL-SMZ-STR-TET	1 (2.62)
DOX-ENR-KAN-SMZ-STR-TET	1 (2.62)
SMZ-STR	1 (2.62)
AMC-AMP-NAL-SMZ-STR-TMP-TET	1 (2.62)
STR-TMP	1 (2.62)
ไม่พบการดื้อต่อสารต้านจุลชีพ	1 (2.62)
	38 (38.0)

หมายเหตุ

AMC: amoxicillin(10 µg), AMP: ampicillin (10 µg), CET: cephalothin(30 µg), COL: colistin(10 µg), DOX: doxycycline (30 µg), ENR: enrofloxacin (5 µg), GEN: gentamicin(10 µg)KAN: kanamycin (30 µg), NAL: nalidixic acid (30 µg), NOR: norfloxacin (10 µg), SMZ:sulfamethoxazole(25 µg), STR: streptomycin (10 µg) TMP: trimethoprim(5 µg), TET: tetracycline(30 µg)

อภิปรายผล

เนื้อไก่จากตลาดสดในจังหวัดปทุมธานีพบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลลาคิดเป็น38% ซึ่งต่ำกว่าเมื่อเทียบกับ Padungtod and Kaneene, 2006ที่สำรวจความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาในแถบภาคเหนือพบเชื้อซัลโมเนลลาในเนื้อไก่คิดเป็น57% และ Lertworapreecha*et al*., 2013 ได้สำรวจความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาในแถบภาคใต้ที่จังหวัดพัทลุงพบเชื้อซัลโมเนลลาคิดเป็น67.5% และรายงานของAngkititrakul*et al*.(2005)พบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลลาในอัตราที่สูงถึง75 %

เมื่อนำเชื้อมาแยกซีโรวาห์โดยพบมากที่สุดคือ *S*. Corvallis(34.21%) และ *S*. Albany(18.42 %) ตามลำดับ ซึ่งต่างจาก Angkititrakul*et al*., 2005ที่นำเชื้อมาแยกซีโรวาร์โดยพบมากที่สุดคือ S.Anatum (33.3%) และS.Rissen (16.7%)ตามลำดับ

เมื่อนำเชื้อซัลโมเนลลามาทดสอบความไวต่อสารต้านจุลชีพพบว่าเชื้อดื้อต่อสารต้านจุลชีพมากที่สุดคือ sulfamethoxazole(94.74 %) และ streptomycin (94.74 %)สอดคล้องกับรายงานของAngkititrakul*et al*.(2005)ที่พบเชื้อดื้อต่อstreptomycin (100%), sulfamethoxazole (100 %) และ tetracycline(100%)และรายงานของ Lertworapreecha*etal*.(2012) ที่พบการดื้อต่อ streptomycin (92.0%) เช่นกัน

สรุป

อัตราความชุกของเชื้อซัลโมเนลลาที่แยกจากเนื้อไก่จากตลาดต่างๆในจังหวัดปทุมธานี ระหว่างเดือนมกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2555 พบร้อยละ 38 เมื่อนำแยกซีโรวาห์ได้13 ซีโรวาร์ คือ*S*. Corvallis จำนวน 13 ตัวอย่าง (34.21 %), *S*. Albany จำนวน 7 ตัวอย่าง (18.42 %),*S*.Schwarzengrundจำนวน 3 ตัวอย่าง (7.89 %), *S*. Stanley จำนวน 3 ตัวอย่าง (7.89 %),*S*.Bovismorbificansจำนวน 2 ตัวอย่าง (5.26 %), *S*.Mbandakaจำนวน 2 ตัวอย่าง (5.26 %),*S*.Enteritidisจำนวน 2 ตัวอย่าง (5.26 %) ส่วน *S*. Kentucky, *S*.Rissen, *S*.*enteric* ser.6,8:-:1,5, *S*. Give, *S*.Agonaและ *S*.Hadarพบอย่างละ 1 ตัวอย่าง (2.63 %)ส่วนการดื้อสารต้านจุลชีพของเชื้อซัลโมเนลลาพบว่ามีความไวต่อสารต้านจุลชีพมากที่สุด 5 ลำดับแรกคือ colistin (37 ตัวอย่าง), cephalothin (34 ตัวอย่าง), gentamicin (32 ตัวอย่าง), norfloxacin (29 ตัวอย่าง) และ doxycycline (26 ตัวอย่าง) ส่วนการดื้อต่อสารต้านจุลชีพพบมากที่สุด 5 ลำดับแรกคือคือ sulfamethoxazole(36 ตัวอย่าง),streptomycin (36 ตัวอย่าง), kanamycin(35 ตัวอย่าง), nalidixic acid (27 ตัวอย่าง) และenrofloxacin (26 ตัวอย่าง) มี1 ตัวอย่าง(CM21) ไม่พบการดื้อสารต้านจุลชีพ รูปแบบการดื้อสารต้านจุลชีพที่พบมาก คือ AMC-AMP-ENR-SMZ-STR-TMP จำนวน 2 ตัวอย่าง (5.26 %)และรูปแบบอื่นๆอีก 35 รูปแบบ

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีผู้สนับสนุนเงินงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2555

เอกสารอ้างอิง

อรษาสุตเธียรกุล. 2541. โรคติดเชื้อที่เกิดจากอาหารและน้ำ (Foodborn and water disease) น. 264-295. ในโรคติดเชื้อ (Infectious disease). กนกรัตน์ ศิริพานิชกร (บรรณาธิการ). โฮลิสติก พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

Angkititrakul, S., C. Chomvarin, T. Chaita, K. Kanistanon and S. Waethewutajarn.2005. EpidermiologyofAntimicrobial Resistancein Salmonellaisolatedfrom Pork, Chicken Meat and Humansin Thailand. Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health. 36: 1510-1515.

Gard, A.1938. Das Schwarmphanomen in der Salmonella-grouppe und seine praktische Ausnutzung. Z. Hyg. Infektionskr. 120: 615-619.

ISO 6579.1993.Microbiology General Guidance on Methods for the Detection of Salmonella. International Organization of Standardization, Geneva, Switzerland.

Lertworapreecha, M., S. Sutthimusk and K. Tontikapong. 2013. Antimicrobial Resistancen in *Salmonella enterica* Isolated From Pork, Chicken and Vegetable in Southern Thailand. JundishapurMicrobiol. 6(1) : 36 – 41.

NationalCommitteeforClinicalLaboratoryStandards(NCCLS).2002.Performance Standards for Antimicrobial DiskandDilution SusceptibilityTests for Bacterial Isolated from Animals.ApprovedStandardM31-A2:2nd ed. NationalCommitteefor Clinical Laboratory Standards.Wayne, PA.

Padungtod, P. and J. B. Kaneene. 2006. Salmonellain food animals and humans in northern Thailand. International Journal of Food Microbiology.108: 346-354.

Patricia A., R. Cristina, J. C. Sousa, L. Peixe and N. Pestana. 2003. Incidence of *Salmonella* from poultry productsand their susceptibility to antimicrobial agents. International Journal of Food Microbiology.82: 97-103.

Popoff, M. Y. 2001. Antigenic formulas of the *Salmonella* serovars, 8thed. W. H. O. Collaborating Centre for Reference and Research on *Salmonella*.Institute Pasteur, Paris, France.

Quinn P. J., M. E. Cater, B. K. Markey and G. R. Cater. 2004. CLINICAL VETERINARY MICROBIOLOGY.Wolfe Publishing, Mosby-Year Book Europe Limited.

ประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันและไขมันของน้ำเสียจากโรงอาหารโดยใช้ไคโตซานจากเปลือกกุ้ง

The Removal Efficiency of Oil and Grease from Cafeteria Wastewater by Using Chitosan from Shrimp Shell

สมปรารถนา วินิจฉัย,[1] สัมฤทธิ์ กาญจนจิตร,[1] อารียา บุตรฤทธิ์[1] และ ภัทริกา สูงสมบัติ[1*]

Sompratana Winitchay,[1] Sumrit Kanchanachrit,[1] Areeya Butrith[1] And Patarika Soongsombat[1*]

บทคัดย่อ

ไคโตซานเป็นสารโพลีแซคคาไรด์ธรรมชาติที่มีประจุบวก สังเคราะห์ได้จากไคตินเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญในโครงสร้างภายนอกของกุ้ง ด้วยกระบวนการหลักของการกำจัดหมู่อะซิติล เนื่องด้วยไคโตซานมีคุณสมบัติเฉพาะหลากหลาย เช่น ความไม่เป็นพิษ ความเข้ากันได้ทางชีวภาพ การย่อยสลายทางชีวภาพได้ดี ไคโตซานจึงถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในสิ่งแวดล้อม เพื่อการดูดซับไขมันและโลหะหนัก ในการศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์ เพื่อทดสอบความสามารถของไคโตซานที่สังเคราะห์จากเปลือกกุ้ง ในการดูดซับลดน้ำมันและไขมันจากน้ำทิ้ง พบว่าจากการเตรียมไคตินจากเปลือกกุ้งได้ปริมาณร้อยละ 50 เมื่อเปลี่ยนเป็นไคโตซานได้ปริมาณร้อยละ 25 ด้วยกระบวนการกำจัดโปรตีน แร่ธาตุ และหมู่อะซิติล พบว่าตัวอย่างไคโตซานปริมาณ 0.6 กรัม ทดสอบกับน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีน้ำมันและไขมัน เข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อลิตร เขย่าที่ 90 รอบต่อนาที นาน 10 นาที ก่อนทิ้งให้เข้าสู่สมดุลอีก 15 นาที ที่อุณหภูมิห้อง มีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันและไขมันสูงสุดร้อยละ 72 ซึ่งมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับ ไคโตซานที่มีขายในตลาด (ร้อยละการดูดซับเท่ากับ 86 และ 85 ตามลำดับ) เมื่อทดลองใช้ไคโตซานในการดูดซับน้ำตัวอย่างจากน้ำทิ้งที่ได้จากโรงอาหารที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ศูนย์พระนครเหนือ ที่มีน้ำมันและไขมันเพิ่มขึ้น 570 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าสามารถดูดซับไขมันได้ร้อยละ 68.42 จากผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าไคโตซานที่เตรียมมาจากเปลือกกุ้งมีความสามารถในการดูดซับน้ำมันและไขมัน สามารถนำไปพัฒนาเพื่อช่วยลดไขมันในระบบบำบัดน้ำเสียต่อไปในอนาคตได้

คำสำคัญ : ไคโตซาน ไคติน ไขมัน น้ำมัน

Abstract

Chitosan, natural cationic polysaccharides is synthesized by deacetylation of chitin, one of the major structural elements of exoskeleton of crustacean shrimps. Due to its combination of many unique properties such as no toxicity, biocompatibility, and biodegradability, chitosan has been widely used to adsorb fat and heavy metal absorbents. The present study was undertaken to demonstrate that chitosan extracted from shrimp shell wastes had ability in fat and oil adsorption. In the process, 50% chitin in shrimp shells was first obtained and converted into for 25% chitosan through demineralization, deproteination and deacetylation process. The highest adsorption performance at 72% was achieved at the chitosan sample at the condition composed of 0.6 g chitosan agitating in 400 mg/L of synthetic water comprising of fat and oil, shaking at 90 rpm/for 10 min. and thus equilibrating for 15 min. at room temperature. Its fat and oil removal efficiency was a effectively close the with that of commercial chitosan (86% and 85% oil and grease removal efficiency). The synthetic chitosan revealed 68.42% adsorption efficiency in treating in water sample with 570 mg/L of oil and fat from the effluent in the canteen at Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, North Campus. Therefore the chitosan prepared from shrimp shells could possibly be further developed for future application in oil and fat removal from waste water treatment system.

Keywords : Chitosan, Chitin, Oil, Fat

[1]สาขาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800

*Corresponding author. E-mail address: patari24@gmail.com

บทนำ

ไคโตซานสามารถนำไปใช้เป็นประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมได้อย่างกว้างขวาง เช่น อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมเส้นใย การเกษตร นอกจากนี้ยังนำไปใช้ในการบำบัดน้ำเสีย เนื่องจาก ไคโตซานเป็นตัวสร้างตะกอนและตกตะกอน (Flocculent and Coagulation Agent) เนื่องจากการมีหมู่อะมิโนจำนวนมากที่สามารถแตกตัวเป็นประจุบวกและจับกับสารที่เป็นประจุลบได้ เช่น โปรตีน โลหะหนัก สีย้อม และพอลิเมอร์อื่นๆ และที่สำคัญสามารถสกัดได้จากวัสดุธรรมชาติโดยเฉพาะ จากแกนปลาหมึก กระดองปู และเปลือกกุ้ง (ภรณ์ภิตา, 2555) เพราะในปัจจุบันปัญหาน้ำเสียมีปริมาณที่สูงขึ้นและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พืช สัตว์ และมนุษย์เอง

วิธีการศึกษา

การเตรียมไคโตซานจากเปลือกกุ้ง[1*]

1. นำเปลือกกุ้งมาล้างให้สะอาด ตากให้แห้ง ปั่นด้วยเครื่องปั่นจนละเอียด

2. กระบวนการแยกโปรตีน

- ใช้สารละลายไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 4 ในอัตราส่วน 1: 4 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง กรองและล้างด้วยน้ำกลั่น จนมีค่าพีเอชเป็นกลาง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

3. กระบวนการแยกแร่ธาตุ

- ใช้กรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้นร้อยละ 4 ในอัตราส่วน 1: 4 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง กรองและล้างด้วยน้ำกลั่น จนมีค่าพีเอชเป็นกลาง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ซึ่งจะได้ไคตินออกมา

4. กระบวนการดึงหมู่อะซิติล

- นำไคติน มาต้มในสารละลายไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 50 ในอัตราส่วน 1: 4 ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง กรองและล้างด้วยน้ำกลั่นจนมีค่าพีเอชเป็นกลาง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ได้ไคโตซาน (ศูนย์ชีวภาพไคติน-ไคโตซาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2556)

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการดูดซับน้ำมันและไขมันของไคโตซาน

เตรียมปริมาณของไคโตซานเท่ากับ 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 และ 0.7 กรัม และนำไปปรับพีเอช 4, 5, 6, 7 และ 8 ตามลำดับ จากนั้นนำไปเขย่าด้วยความเร็วรอบ 80, 90,100, 110 และ 120 รอบต่อนาที ใช้เวลาในการเขย่า 0, 5, 10, 15 และ 20 นาที และตั้งทิ้งไว้เข้าสู่สมดุล เป็นเวลา 0, 5, 10, 15 และ 20 นาที แล้วนำไปผ่านการกรอง และวิเคราะห์ไขมันต่อไป

การประยุกต์ใช้กับน้ำเสียสังเคราะห์ในการดูดซับน้ำมันและไขมันโดยเปรียบเทียบระหว่างไคโตซานที่สกัดได้กับไคโตซานทางการค้า

ทำการทดลองโดยใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นของน้ำมันและไขมันเท่ากับความเข้มข้นของน้ำเสียโรงอาหารคือ 570 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้ปริมาณไคโตซาน และปรับพีเอช จากนั้นนำไปเขย่าในความเร็วรอบและระยะเวลาเขย่า และตั้งทิ้งไว้นานเท่ากับระยะเวลาเข้าสู่สภาวะสมดุลที่ให้ร้อยละการดูดซับดีที่สุด ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันและไขมัน

ผลการศึกษา

ปริมาณไคโตซานที่เหมาะสมในการดูดซับคือ 0.6 กรัม ค่าพีเอชเท่ากับ 5 ใช้ความเร็วรอบในการเขย่า 90 รอบนาน 10 นาที และให้เข้าสู่สมดุล 15 นาที และระหว่างไคโตซานจากการสกัดได้กับไคโตซานทางการค้า พบว่าประสิทธิภาพการดูดซับอยู่ที่ 88.62 และ 85.88 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 แสดงประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันและไขมันในการประยุกต์กับน้ำเสียสังเคราะห์

	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นที่เหลืออยู่ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	±S.D.	ร้อยละการดูดซับ
ไคโตซานที่สกัดขึ้นได้	76.25	15.20	86.62
ไคโตซานทางการค้า	80.50	13.43	85.88

อภิปรายผล

จากผลการทดลองสามารถดูดซับน้ำมันและไขมันในน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นเท่ากับน้ำเสียโรงอาหาร 570 มิลลิกรัมต่อลิตร ด้วยการดูดซับที่ร้อยละ 72 และพบว่าดีกว่าแกนปลาหมึกที่มีผู้ทำการศึกษามาก่อนแล้ว และมีค่าประสิทธิภาพในการดูดซับเพียงร้อยละ 40.35 (ภรณ์ภิตา, 2555) ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพพื้นผิวของเปลือกกุ้ง และความพรุนของพื้นผิวที่มีผลต่อการดูดซับน้ำมันและไขมัน

สรุป

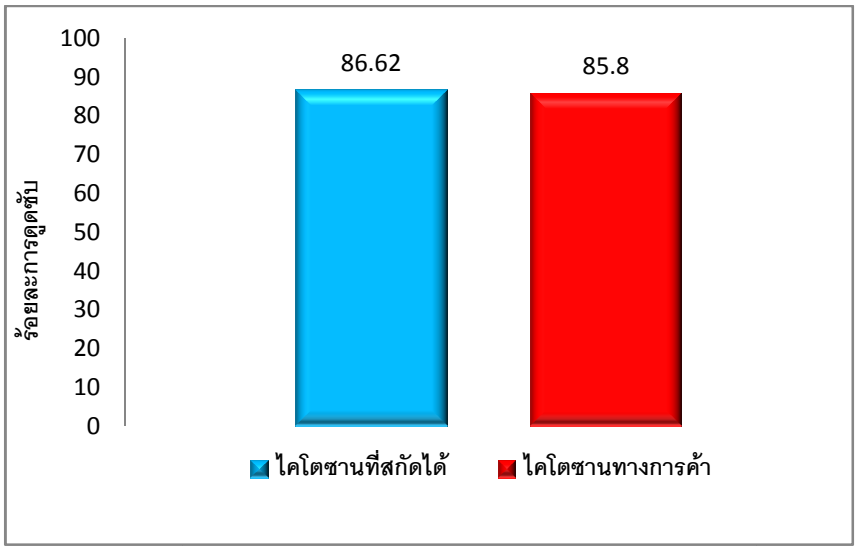
จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับ พบว่า ปริมาณไคโตซานที่เหมาะสมในการดูดซับคือ 0.6 กรัม ค่าพีเอชเท่ากับ 5 ใช้ความเร็วรอบในการเขย่า 90 รอบ นาน 10 นาที และให้เข้าสู่สมดุล 15 นาที สามารถดูดซับน้ำมันและไขมันในน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นเท่ากับน้ำเสียโรงอาหาร 570 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าระหว่างไคโตซานจากการที่สกัดได้กับไคโตซานทางการค้า พบว่าประสิทธิภาพการดูดซับอยู่ที่ 88.62 และ 85.88 ตามลำดับ ไคโตซานสกัดได้จึงมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับไคโตซานทางการค้า

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุนสนับสนุนงานวิจัยโครงการส่งเสริมสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมเพื่อคนรุ่นใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557 ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร และขอกราบขอบพระคุณ ประธานกรรมการ อาจารย์ที่ปรึกษาและกรรมการ จากสาขาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ ที่เสียสละเวลา ให้คำแนะนำจนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี



รูปที่ 1 ไคโตซานที่ได้จากเปลือกกุ้ง



รูปที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบร้อยละการดูดซับน้ำมันและไขมันของไคโตซานที่สกัดได้กับไคโตซานทางการค้า

อ้างอิง

ศูนย์ชีวภาพไคติน-ไคโตซาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2556. **ไคโตซาน**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก http://www.material.chula.ac.th/CCB/Home.htm (วันที่ค้นข้อมูล: 16 ธันวาคม 2556).

ภรณ์ภิตา พงษ์ประสิทธ์. 2555. การกำจัดไขมันและน้ำมันจากน้ำทิ้งโรงอาหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (วิทยาเขตบางเขน) ด้วยไคตินและไคโตซานจากแกนหมึกกล้วย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุปราณี กนกวรรณจำรัส. 2544. **การศึกษาจลพนศาสตร์ของกระบวนการผลิตไคติน-ไคโตซาน**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า.

เครื่องมือสำหรับเทคโนโลยีสะอาดในงานก่อสร้าง โดยใช้หลักการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน

Tool for Clean Technology in Construction use The Principle Logistic and Supply chain

เกริกรัฐ ตั้งวงษ์อุทัย [1*] และ ขวัญชัย จันทนา[2]

Kerkrat Tangvonguthai[1*] And Kwanchai Jantana[2]

บทคัดย่อ

การนำเอากระบวนการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานมาใช้ในการก่อสร้าง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเครื่องมือสำหรับเทคโนโลยีสะอาดในงานก่อสร้างโดยใช้หลักการลำเลียงสินค้า โดยการใช้แบบสอบถามในการสำรวจกลุ่มตัวอย่างจากโครงการก่อสร้างจำนวน 100 ชุดและผู้ประกอบการขนาดเล็กและขนาดกลางจำนวน 100 ชุด วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาด้วยค่าร้อยละค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษาพบว่าปัจจุบันทางโครงการก่อสร้างมีการใช้หลักการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานเพื่อเพิ่มความสามารถในการลดต้นทุนในการผลิตเศรษฐกิจในปัจจุบันส่งผลกระทบทำให้ต้นทุนในการโลจิสติกส์สูงขึ้น ต้องมีการจัดทำบันทึกข้อมูลราคาวัสดุทุกรอบบิล ศึกษาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการและประเมินราคาหลังการก่อสร้างเสร็จจากการศึกษาใช้เครื่องมือวัดค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSSพบว่าค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้จากโครงการก่อสร้างเท่ากับร้อยละ 98.7และค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้จากผู้ประกอบการขนาดเล็กและขนาดกลางเท่ากับร้อยละ 98.9 และเมื่อนำกระบวนการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานในโครงการก่อสร้างและผู้ประกอบการมาเปรียบเทียบความแตกต่างในการใช้หลักการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ0.05 อยู่ 2 ด้าน คือ การควบคุมคุณภาพและการคาดการณ์ล่วงหน้า

คำสำคัญ: โลจิสติกส์ห่วงโซ่อุปทาน งานก่อสร้าง เทคโนโลยีสะอาด

Abstract

Adoption process logistics and supply chain used in construction. The objective is to study the construction of a suitable building. Using clean technologies of the logistics and supply chain. By a questionnaire survey with project construction 100 sample,small and medium entrepreneur 100 sample. Analyze the data using descriptive statistics with the average percentage standard deviation.

The results showed that the current construction project for the use of logistics and supply chain to enhance its ability to reduce production costs. Current economic impact in costs.Requires the preparation of information materials every billing cycle. Study the feasibility of the project and assess the price after the construction is completed.The conclusion from study with statistical program packages find that a confidence of construction at 98.7percent And thereliability ofdata fromenterprisesto smalland medium-sized,at 98.9percentwhen comparedto the difference intheprinciples oflogistic sandsupply chain.Found that thedifference wassignificantat the 0.05 levelintwoareas:quality controlandforward-looking.

Keywords :logistics, supply chain, construction, clean technologies

[1]สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรอาคาร[1]สาขาวิชาการจัดการงานก่อสร้าง [2]คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

Major of Facility Management[1] Major of Construction Management [2] Faculty of Architecture and design Rajamangala University of Technology Rattanakosin

*Corresponding author. E-mail: kr_off@hotmail.com, kr_off@rmutr.ac.th

บทนำ

จากอดีตในประเทศไทยนั้นมีรูปแบบการบริหารจัดการวางแผนลำเอียงวัสดุทางด้านงานก่อสร้างเป็นไปตามประสบการณ์ของบุคคล แต่เมื่อมีการนำหลักแนวคิดและเทคโนโลยีต่างๆ ที่ช่วยให้สามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขนส่งได้จึงต้องมีการพัฒนาขึ้นเนื่องจากการบริหารจัดการด้านการวางแผนที่ดีด้านการลำเลียงวัสดุอุปกรณ์ที่สั่งซื้อมายังไม่ค่อยมีการให้ความสำคัญมากนักจนทำให้การสั่งซื้อวัสดุจะเกิดขึ้นเมื่อต้องการใช้งานวัสดุทำให้ก่อสร้างต้องหยุดชะงักเนื่องจากวัตถุดิบไม่เพียงพอต่อการใช้งานส่งผลให้เกิดความล่าช้าและเสียเวลาในการทำงานบ่อยครั้ง นอกจากนี้ต้นทุนยังเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากการใช้การขนส่งแบบเร่งด่วนในการส่งมอบการที่ไม่มีการวางแผนการส่งมอบวัตถุดิบมาที่ไซท์งานนอกจากทำให้เกิดความล่าช้าทำให้เกิดการจัดเก็บวัตถุดิบที่เกินความจำเป็นซึ่งโครงการที่มีพื้นที่จำกัดและส่งผลให้เกิดให้เกิดการหยุดชะงักของงานการขนย้ายวัสดุเกินความจำเป็น

เครื่องมือสำหรับเทคโนโลยีสะอาดโดยการนำเอากระบวนการลำเลียงสินค้าและห่วงโซ่อุปทานมาใช้ในการก่อสร้างเป็นกระบวนการเน้นกิจกรรมเกี่ยวกับการเคลื่อนย้ายการจัดเก็บการกระจายสินค้าและบริการการวางแผนการผลิตและการส่งมอบสินค้าจากผู้ผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายให้ไปยังปลายทางตามระยะเวลาที่กำหนดและมีต้นทุนการลำเลียงที่น้อยส่วนห่วงโซ่อุปทานจะเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการปฏิสัมพันธ์ของกระบวนการของหน่วยงานทั้งภายในองค์กรให้มีความสอดคล้องหรือบูรณาการร่วมกันในการทำงานให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อการส่งมอบสินค้าให้มากที่สุดเป็นกระบวนการที่สำคัญกับงานก่อสร้างในการก่อสร้างจะต้องมีการวางแผนทำร่วมกันระหว่างผู้ออกแบบผู้รับเหมาและผู้จำหน่ายวัสดุส่งผลให้ความเข้าใจในการก่อสร้างอาคารที่ดีขึ้นและได้แลกเปลี่ยนความคิดที่เหมาะสมโดยไม่ต้องพึ่งพาการส่งมอบเร่งด่วนเพราะในการส่งแบบเร่งด่วนจะมีค่าใช้จ่ายที่มีราคาสูงกว่าปกติและยังมีการทำงานที่เร่งรีบทำให้วัสดุอุปกรณ์ที่สั่งมานั้นทำให้เกิดความผิดพลาดในการจัดส่งหรือทำให้มีความเสียหายหรือชำรุดในในขณะที่ส่งของมาได้และยังรวมถึงการจัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์ในการขนย้ายวัสดุที่เหมาะสมด้วย

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเรื่องการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับเทคโนโลยีสะอาดในงานก่อสร้างเพื่อที่จะนำเอาไปเป็นความรู้ที่ได้มาไปพัฒนาใช้ร่วมกับงานก่อสร้างเพื่อไม่ให้งานก่อสร้างต้องมีการสูญเสียของวัสดุและอุปกรณ์ในการขนส่งไม่สูญเสียทรัพยากรต่างๆและมีความสะดวกรวดเร็วและชัดเจนประหยัดต้นทุนสินค้าในการขนส่งได้และช่วยลดต้นทุนในการก่อสร้างได้โดยเฉพาะด้านการลำเลียงสินค้าและในการวางแผนการจัดการห่วงโซ่อุปทานเพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุดในงานก่อสร้าง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สถาพรอมรสวัสดิ์วัฒนา (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่องโลจิสติกส์แบบ JUST IN TIME ในอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้างผลการศึกษาพบว่าการบริหารต้นทุนด้านโลจิสติกส์ในการก่อสร้างให้ประสบความสำเร็จจะต้องอาศัยการวางแผนที่ดีและการจัดการในแต่ละวันที่รวดเร็วต้องทำร่วมกันระหว่างผู้ออกแบบผู้รับเหมาและผู้จำหน่ายวัสดุ

นอกจากนี้ต้นทุนยังเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากการใช้การขนส่งแบบเร่งด่วนในการส่งมอบการไม่มีการวางแผนการส่งมอบวัตถุดิบมาที่ไซท์งานนอกจากทำให้เกิดความล่าช้าแล้วบางครั้งอาจทำให้เกิดการจัดเก็บสต็อกของวัตถุดิบที่เกินความจำเป็นซึ่งไซท์งานส่วนใหญ่จะมีพื้นที่จำกัดและส่งผลให้เกิดการหยุดชะงักของงานการขนย้ายวัสดุเกินความจำเป็นการสูญเสียการจัดเก็บจากงานวิจัยพบว่าการจัดส่งมอบวัสดุที่ขาดประสิทธิภาพส่งผลต่อต้นทุนด้านวัสดุที่สูงขึ้นร้อยละ10-15

ญาณัญฎาศิรภัทร์ธาดา (2549) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษารูปแบบของโลจิสติกส์ตามความต้องการของผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในเขตกรุงเทพมหานคร

ผลการศึกษาพบว่าผู้ประกอบการที่มีอยู่ในอุตสาหกรรมโลจิสติกส์ของประเทศไทยมีความเหลื่อมล้ำกันมาก โดยเฉพาะผู้ที่ให้บริการที่เป็นคนไทยและที่เป็นของต่างชาติโดยลักษณะผู้ประกอบการไทยเกือบทั้งหมดที่อยู่ในกลุ่มที่หนึ่งหรือด้านการขนส่งสินค้าและในกลุ่มที่สองหรือการจัดเก็บดูแลและบริหารคลังสินค้าจะอยู่ในลักษณะผู้ให้บริการงานโลจิสติกส์ประเภทให้เช่าสินทรัพย์ทางโลจิสติกส์ซึ่งผู้ประกอบการไทยส่วนใหญ่ยังขาดการวางแผนการดำเนินการระยะยาวจึงทำให้ขาดการลงทุนในด้านที่เป็นทั้งสินทรัพย์ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศการสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้างานด้านกำลังคนที่สามารถรับผิดชอบงานโลจิสติกส์ซึ่งถือว่าเป็นจุดอ่อนของคนไทยเนื่องจากต้นทุนของระบบที่สูงประกอบกับระยะเวลาในการเรียนรู้เพื่อใช้ระบบเทโนโลยีสารสนเทศในงานโลจิสติกส์ที่จำเป็นต้องใช้เวลาในการศึกษาทำให้บริษัทของคนไทยขาดการลงทุนและการเอาใจใส่จุดนี้

เทพฤทธิ์สินธำรงรักษ์ (2553) ได้ทำการวิจัยเรื่องระบบการสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับประเมินศักยภาพของการจัดการโลจิสติกและห่วงโซ่อุปทานผลของการศึกษาระบบการสนับสนุนการตัดสินใจที่พัฒนาขึ้นมานี้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้คือระบบสามารถจัดกลุ่มข้อมูลและสามารถให้คำแนะนำด้านแนวทางการพัฒนาปัจจัยด้านการจัดการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานขององค์กรผู้เข้ามาใช้ระบบได้

เพชร์รัตลิ้มสุปรียารัตน์ (2554) ได้ทำการวิจัยเรื่อง4 แนวทางการประเมินการจัดการโซ่อุปทานในงานก่อสร้างผลการศึกษาพบว่าโซ่อุปทานและการจัดการโซ่อุปทานโซ่อุปทานคือโครงข่ายขององค์กรที่เกี่ยวข้องกันโดยมีการเชื่อมต่อในกระบวนการที่แตกต่างกันซึ่งให้ผลลัพธ์ในรูปของผลิตภัณฑ์และบริการที่จะส่งไปยังผู้บริโภค

การจัดการโซ่อุปทานเป็นการประสานงานกันของกิจกรรมต่างๆระหว่างผู้ขายกับผู้ผลิตและผู้ผลิตกับลูกค้าเพื่อที่จะนำสินค้าและบริการไปตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้ทันเวลาละเชื่อถือได้การจัดการโซ่อุปทานที่มีประสิทธิภาพจะทำให้เกิดความได้เปรียบเชิงแข่งขันก่อให้เกิดความสมดุลระหว่างความพึงพอใจสูงสุดของลูกค้าและต้นทุนต่ำสุดได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.เพื่อศึกษาเครื่องมือสำหรับเทคโนโลยีสะอาดในงานก่อสร้างโดยใช้หลักการลำเลียงสินค้าและห่วงโซ่อุปทาน

2.เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการลำเลียงสินค้าและห่วงโซ่อุปทานระหว่างโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการ

วิธีการศึกษา

ข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างผู้บริหารงานโครงการก่อสร้างของหน่วยงานและองค์กรต่างๆภาคสนามซึ่งได้เข้าถึงกลุ่มตัวอย่างด้วยการสุ่มแบบเจาะจงรวมจำนวน 100 ราย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการสำรวจแบบสอบถาม

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนาที่ใช้ประกอบด้วยค่าความถี่ค่าร้อยละค่าอันดับการแปลความหมายและค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา

แหล่งข้อมูลที่เข้าไปศึกษาวิจัยเป็นโครงการก่อสร้างขนาดเล็กและขนาดกลาง จำนวน 20 โครงการในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ช่วงระยะเวลา เดือน ตุลาคม 2556 ถึง เดือนมกราคม 2557

ผลการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างในการใช้เครื่องมือสำหรับเทคโนโลยีสะอาดในงานก่อสร้าง โดยใช้หลักการของโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานด้านโครงการก่อสร้าง พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 94.00 มีอายุอยู่ในช่วง 31 – 40 ปีคิดเป็นร้อยละ 56.00 มีรายได้อยู่ระหว่าง 25,001 - 30,000 บาทต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 40.00 มีระดับการศึกษาปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 68.00 เป็นบริษัทจำกัด คิดเป็นร้อยละ 77.00 ตั้งอยู่ที่กรุงเทพมหานคร คิดเป็นร้อยละ 76.00มีตำแหน่งวิศวกรคิดเป็นร้อยละ 84.00 มีประสบการณ์ในการทำงาน 11– 15 ปี คิดเป็นร้อยละ 42.00 โดยที่โครงการก่อสร้างส่วนใหญ่ได้ข้อมูลจากใช้การดำเนินการในเรื่องการขนส่งคิดเป็นร้อยละ 54.00 รองลงมาเป็นการจัดเก็บดูแลและบริหารคลังสินค้าคิดเป็นร้อยละ 22.00

ด้านผู้ประกอบการ พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 77.00 มีอายุอยู่ในช่วง 31 – 40 ปี คิดเป็นร้อยละ 50.00 มีรายได้อยู่ระหว่าง 25,001 - 30,000 บาทต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 38.00 มีระดับการศึกษาปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 63.00 เป็นกิจการเจ้าของคนเดียว คิดเป็นร้อยละ 77.00 ตั้งอยู่ที่กรุงเทพมหานคร คิดเป็นร้อยละ 76.00 มีตำแหน่งเป็นผู้ประกอบการทั้งหมดมีประสบการณ์ในการทำงาน 6 – 10ปี คิดเป็นร้อยละ 65.00โดยที่โครงการก่อสร้างส่วนใหญ่ได้ข้อมูลจากใช้การดำเนินการในเรื่องการขนส่งคิดเป็นร้อยละ 78.00 รองลงมาเป็นการควบคุมคุณภาพในการผลิตคิดเป็นร้อยละ 10.00

ตารางที่ 1ข้อมูลของการใช้งานการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน

หัวข้อ	การโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานในโครงการก่อสร้างและผู้ประกอบการ
1. การบริหารจัดการวางแผน	- มีการนำหลักการในการลำเลียงสินค้าจะช่วยทำให้ประหยัดต้นทุนในการก่อสร้างเพื่อให้ได้ต้นทุนต่ำที่สุดและจะได้มีผลกำไรที่มากขึ้น - มีความต้องการบุคลากรผู้เชี่ยวชาญในเรื่องการลำเลียงสินค้าเพื่อช่วยในเรื่องการลดต้นทุนในเรื่องระบบการลำเลียงสินค้าและได้กำไรที่เพิ่มมากขึ้น - การลำเลียงสินค้ามาใช้ในโครงการจะทำให้งานในโครงการก่อสร้างมีประสิทธิภาพมากกว่าปกติและทำให้แผนการทำงานมีความราบรื่นมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 1ข้อมูลของการใช้งานการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน (ต่อ)

หัวข้อ	การโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานในโครงการก่อสร้างและผู้ประกอบการ
2. การขนส่ง	- มีการใช้บริการบริษัทขนส่งสินค้ามากเพราะจะทำให้การขนส่งสินค้ามาที่โครงการก่อสร้างมีคุณภาพสินค้าไม่เสียหายและลดต้นทุนการขนส่ง - ช่วยลดความเสียหายของสินค้าได้มากที่สุดอาจเพราะว่าถ้าจ้างบริษัทมาขนส่งจะทำให้ความรับผิดชอบต่อสินค้าอยู่กับบริษัทขนส่งจึงมีความระมัดระวังมาก - โครงการก่อสร้างจะใช้การขนส่งทางบกเป็นส่วนมากเพราะการขนส่งทางอื่นนั้นมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่มากกว่าและใช้เวลามากกว่า
3. ต้นทุนรวม	- ระบบการโลจิสติกส์จะช่วยลดต้นทุนรวมได้เพราะระบบการลำเลียงสินค้าจะทำการวางแผนไว้ล่วงหน้าทำให้การทำงานเป็นไปตามแผน - ผลกระทบทางเศรษฐกิจมีผลโดยตรงกับการลำเลียงสินค้า - ต้นทุนในการลำเลียงสินค้าจะแปรผันตามราคาเชื้อเพลิง

4. การควบคุมคุณภาพ	- มีบุคลากรในการตรวจสอบคุณภาพที่เพียงพอและมีความสามารถที่ตรงตามงาน - มีเอกสารรายงานการตรวจสอบที่มีข้อมูลครบถ้วนและมีคุณภาพ
5. การคาดการณ์ล่วงหน้า	- มีบุคลากรวิเคราะห์ราคาสินค้าที่ทำให้เกิดผลประโยชน์ในโครงการมากที่สุด - มีการทำข้อมูลบัญชีการสั่งซื้อเพื่อเป็นฐานข้อมูลในครั้งต่อไป
6. การบริหารคลังสินค้า	- มีการตรวจสอบวัสดุในโครงการก่อสร้างต้องมีการตรวจสอบอยู่เป็นประจำให้เพียงพอต่อความต้องการ - มีการจัดเก็บวัสดุในโครงต้องจัดเก็บอย่างมีคุณภาพเหมาะสมต่อวัสดุอุปกรณ์แต่ละประเภท และแบ่งแยกประเภทเป็นหมวดหมู่อย่างชัดเจน
7. การจัดซื้อวัสดุ	- มีการประชุมเพื่อตกลงความต้องการก่อนการจัดซื้อตามความจำเป็นและเหมาะสม - มีการขอใบเสนอราคาไปยังผู้จัดจำหน่ายหลายแห่งเพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ราคาสินค้า - มีการทดสอบสินค้าตัวอย่างเพื่อให้ตรงตามความต้องการอย่างแท้จริง - มีบุคลากรคอยดูแลและรับผิดชอบโดยตรงในการจัดซื้อวัสดุ
8. การซ่อมบำรุงเครื่องจักร	- มีการวางแผนการซ่อมบำรุงรักษาการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ตามรอบที่เหมาะสมอยู่เสมอ - มีการจัดทำคู่มือและวิธีการทำงานของเครื่องจักรที่ถูกวิธีเพื่อลดความเสียหายจากการใช้งานผิดประเภท - มีบันทึกการซ่อมบำรุงอย่างชัดเจนสามารถตรวจสอบได้

วิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิต SPSS

ตารางที่ 2 ความน่าเชื่อถือของข้อมูลของโครงการก่อสร้าง

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
0.987	34

จากตารางที่ 2 ผลสรุปการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของข้อมูลจากแบบสอบถามของโครงการก่อสร้างมีค่าความน่าเชื่อถือของแบบสอบถาม (Cronbach's Alpha) เท่ากับ 0.987 ของจำนวนข้อมูลทั้งหมด (N of Items) เท่ากับ 34 ข้อโดยค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลนั้นถ้าข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากที่สุดจะเท่ากับ 1.00ดังนั้นความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้จากโครงการก่อสร้างจะมีค่าเท่ากับร้อยละ98.7

ตารางที่ 3แสดงความน่าเชื่อถือของข้อมูลของผู้ประกอบการ

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
0.989	34

จากตารางที่ 3 ผลสรุปการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของข้อมูลจากแบบสอบถามของผู้ประกอบการมีค่าความน่าเชื่อถือของแบบสอบถาม (Cronbach's Alpha) เท่ากับ 0.989ของจำนวนข้อมูลทั้งหมด (N of Items) เท่ากับ 34 ข้อโดยค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลนั้นถ้าข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากที่สุดจะเท่ากับ 1.00ดังนั้นความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้จากผู้ประกอบการจะมีค่าเท่ากับร้อยละ98.9

ตารางที่ 4การเปรียบเทียบการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานระหว่างโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการ ด้านการบริหารจัดการวางแผน

การบริหารจัดการวางแผน	N	$\overline{X}$	S.D	t	df	p-value
โครงการก่อสร้าง	100	4.50	0.574	1.189	98	0.658
ผู้ประกอบการ	100	4.35	0.670			

จากตารางที่ 4พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการบริหารจัดการวางแผนในการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานของกลุ่มตัวอย่างโครงการก่อสร้างสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของผู้ประกอบการ และการบริหารจัดการวางแผนของโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ0.05

ตารางที่ 5การเปรียบเทียบการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานระหว่างโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการ ด้านการขนส่ง

การขนส่ง	N	$\overline{X}$	S.D	t	Df	p-value
โครงการก่อสร้าง	100	4.46	0.513	0.911	98	0.894
ผู้ประกอบการ	100	4.43	0.738			

จากตารางที่ 5พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการขนส่งในการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานของกลุ่มตัวอย่างโครงการก่อสร้างสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของผู้ประกอบการ และการขนส่งของโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ0.05

ตารางที่ 6การเปรียบเทียบการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานระหว่างโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการ ด้านต้นทุนรวม

ต้นทุนรวม	N	$\overline{X}$	S.D	t	df	p-value
โครงการก่อสร้าง	100	4.84	0.402	1.196	98	0.796
ผู้ประกอบการ	100	4.76	0.429			



จากตารางที่ 6พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากต้นทุนรวมในการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานของกลุ่มตัวอย่างโครงการก่อสร้างสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของผู้ประกอบการ และต้นทุนรวมของโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ0.05

ตารางที่ 7การเปรียบเทียบการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานระหว่างโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการ
ด้านการควบคุมคุณภาพ

การควบคุมคุณภาพ	N	$\overline{X}$	S.D	t	df	p-value
โครงการก่อสร้าง	100	4.69	0.470	1.647	98	0.037
ผู้ประกอบการ	100	3.65	0.754			

จากตารางที่ 7พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการควบคุมคุณภาพในการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานของกลุ่มตัวอย่างโครงการก่อสร้างสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของผู้ประกอบการ และการควบคุมคุณภาพของโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ0.05

ตารางที่ 8การเปรียบเทียบการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานระหว่างโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการ
ด้านการคาดการณ์ล่วงหน้า

การคาดการณ์ล่วงหน้า	N	$\overline{X}$	S.D	t	df	p-value
โครงการก่อสร้าง	100	4.58	0.502	1.875	98	0.024
ผู้ประกอบการ	100	3.49	0.491			

จากตารางที่ 8พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการคาดการณ์ล่วงหน้าในการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานของกลุ่มตัวอย่างโครงการก่อสร้างสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของผู้ประกอบการ และการคาดการณ์ล่วงหน้าของโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ0.05

ตารางที่ 9การเปรียบเทียบการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานระหว่างโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการ
ด้านการบริหารคลังสินค้า

การบริหารคลังสินค้า	N	$\overline{X}$	S.D	t	df	p-value
โครงการก่อสร้าง	100	4.27	0.746	-.725	98	0.736
ผู้ประกอบการ	100	4.38	0.717			

จากตารางที่ 9พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการบริหารคลังสินค้าในการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานของกลุ่มตัวอย่างผู้ประกอบการสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของโครงการก่อสร้าง และการบริหารคลังสินค้าของโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ0.05

ตารางที่ 10การเปรียบเทียบการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานระหว่างโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการ
ด้านการจัดซื้อวัสดุ

การจัดซื้อวัสดุ	N	$\overline{X}$	S.D	t	df	p-value
โครงการก่อสร้าง	100	4.41	0.704	1.231	98	0.580
ผู้ประกอบการ	100	4.26	0.663			

จากตารางที่ 10พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการจัดซื้อวัสดุในการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานของกลุ่มตัวอย่างโครงการก่อสร้างสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของผู้ประกอบการ และการจัดซื้อวัสดุของโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ0.05

ตารางที่ 11การเปรียบเทียบการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานระหว่างโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการ ด้านการซ่อมบำรุงเครื่องจักร

การซ่อมบำรุงเครื่องจักร	N	$\overline{X}$	S.D	t	df	p-value
โครงการก่อสร้าง	100	4.68	0.562	1.344	98	0.258
ผู้ประกอบการ	100	4.35	0.657			

จากตารางที่ 11พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการซ่อมบำรุงเครื่องจักรในการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานของกลุ่มตัวอย่างโครงการก่อสร้างสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของผู้ประกอบการ และการซ่อมบำรุงเครื่องจักรของโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ0.05

อภิปรายผล

เครื่องมือสำหรับเทคโนโลยีสะอาดในงานก่อสร้าง โดยใช้หลักการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน มีการแบ่งออกเป็นด้านต่างๆ คือ การบริหารจัดการวางแผน การขนส่ง ต้นทุนรวม การควบคุมคุณภาพ การคาดการณ์ล่วงหน้า การบริหารคลังสินค้า การจัดซื้อวัสดุและการซ่อมบำรุงเครื่องจักร พบว่าทั้งสองส่วนที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้าง คือ โครงการก่อสร้างและผู้ประกอบการ ส่วนใหญ่มีการใช้หลักการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน เข้ามาเกี่ยวข้องทั้งในทางตรงและทางอ้อมแต่หลังการมีการเปรียบเทียบในการนำมาใช้พบว่ามีบางส่วนอาจจะแตกต่างกันไปตามแต่ละกรณี

จากการเปรียบเทียบการลำเลียงสินค้าและห่วงโซ่อุปทานระหว่างโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อยู่ 2ด้าน คือ การควบคุมคุณภาพและการคาดการณ์ล่วงหน้า เนื่องจากเป็นการควบคุมคุณภาพในงานก่อสร้างจะมีขั้นตอนในการวางแผนงานและการตรวจสอบที่มีความละเอียดกว่าทางด้านผู้ประกอบการ ที่ดูแต่เพียงความสมบูรณ์ของสินค้าและจำนวนตามที่ได้สั่งซื้อมา และโครงการก่อสร้างจะมีการคาดการณ์ล่วงหน้าหรือมีการวางแผนที่ละเอียดกว่าและมีความแตกต่างกันที่สำคัญคือ มีการวิเคราะห์ราคาและความเป็นไปได้ของโครงการก่อนการก่อสร้างและประเมินผลเก็บเป็นข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในโครงการต่อไปที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Suthikarnnarunai, N. (2008)พบว่าปัญหาที่สำคัญ 9 ด้านได้แก่การขนถ่ายภายในไซท์งานการเก็บวัสดุภายในไซท์งานความสูญเสียจากการทำงานการสูญหายจากการลักขโมยการขาดแคลนวัตถุดิบการส่งมอบที่ผิดพลาดการส่งคืนวัสดุการแตกหักของวัสดุและความเสียหายต่องานที่ทำเสร็จแล้วซึ่งปัญหาต่างๆเหล่านี้มักจะเกิดขึ้นซ้ำซากเพราะถูกมองข้ามจากผู้บริหารโดยมีสาเหตุมาจากการขาดการวางแผนของการทำงาน

จากการเปรียบเทียบการลำเลียงสินค้าและห่วงโซ่อุปทานระหว่างโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการมีความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ0.05อยู่6 ด้าน คือ การบริหารจัดการวางแผน การขนส่ง ต้นทุนรวม การบริหารคลังสินค้า การจัดซื้อวัสดุและการซ่อมบำรุงเครื่องจักร

ดังนั้นในการใช้เครื่องมือสำหรับเทคโนโลยีสะอาดในงานก่อสร้าง โดยใช้หลักการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน จะต้องมีการเลือกนำไปใช้ให้เหมาะสมทั้งโครงการก่อสร้างและผู้ประกอบการซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย

ของญาณัญฏาศิรภัทร์ธาดา (2549) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษารูปแบบของโลจิสติกส์ตามความต้องการของผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในเขตกรุงเทพมหานครที่กล่าวว่า ผู้ประกอบการไทยส่วนใหญ่ยังขาดการวางแผนการดำเนินการระยะยาวจึงทำให้ขาดการลงทุนในด้านที่เป็นทั้งสินทรัพย์ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศการสร้างความสัมพันธ์กับลูกค้าและหมายรวมถึงแผนงานด้านกำลังคนที่สามารถรับผิดชอบงานโลจิสติกส์ทั้งของบริษัทและของลูกค้าผู้ใช้บริการซึ่งตรงจุดนั้นถือว่าเป็นจุดอ่อนของคนไทยทำให้เสียเปรียบกับบริษัทต่างประเทศที่มีแผนงานระยะยาว

สรุป

จากการวิจัยเครื่องมือสำหรับเทคโนโลยีสะอาดในงานก่อสร้าง โดยใช้หลักการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานวัตถุประสงค์ของการศึกษาในหัวข้อเครื่องมือสำหรับเทคโนโลยีสะอาดในงานก่อสร้างโดยใช้หลักการลำเลียงสินค้าและห่วงโซ่อุปทานพบว่าปัจจุบันทางโครงการก่อสร้างมีการใช้หลักการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานเพื่อเพิ่มความสามารถในการลดต้นทุนในการผลิตเศรษฐกิจในปัจจุบันส่งผลกระทบทำให้ต้นทุนในการ โลจิสติกส์สูงขึ้นต้องมีการจัดทำบันทึกข้อมูลราคาวัสดุทุกรอบบิล ศึกษาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการและประเมินราคาหลังการก่อสร้างเสร็จ จากการศึกษาใช้เครื่องมือวัดค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิตพบว่าค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้จากโครงการก่อสร้างเท่ากับร้อยละ 98.7 และค่าความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้จากผู้ประกอบการขนาดเล็กและขนาดกลางเท่ากับร้อยละ 98.9 และเมื่อนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างในการใช้หลักการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทาน

และจากการศึกษาเปรียบเทียบการลำเลียงสินค้าและห่วงโซ่อุปทานระหว่างโครงการก่อสร้างกับผู้ประกอบการพบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อยู่ 2 ด้าน คือ การควบคุมคุณภาพและการคาดการณ์ล่วงหน้า และมีความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อยู่6 ด้าน คือ การบริหารจัดการวางแผน การขนส่ง ต้นทุนรวม การบริหารคลังสินค้า การจัดซื้อวัสดุและการซ่อมบำรุงเครื่องจักร

คำขอบคุณ

ในการศึกษาวิจัยเครื่องมือสำหรับเทคโนโลยีสะอาดในงานก่อสร้าง โดยใช้หลักการโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ที่ได้จัดสรรทุนวิจัยในงบประมาณแผ่นดิน พ.ศ. 2557 รวมทั้งอาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ อาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการงานก่อสร้างและสาขาวิชาการจัดการทรัพยากรอาคาร ที่ให้คำแนะนำ

และขอขอบคุณโครงการก่อสร้างและผู้ประกอบการทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาให้ความอนุเคราะห์เรื่องการตอบตอบแบบสอบถาม

เอกสารอ้างอิง

ญาณัญฏาศิรภัทร์ธาดา.การศึกษารูปแบบของโลจิสติกส์ตามความต้องการของผู้ประกอบการวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมในเขตกรุงเทพมหานคร.วิทยาการจัดการมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. 2549

สถาพรอมรสวัสดิ์วัฒนา. โลจิสติกส์แบบ JUST IN TIME ในอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้าง.2553

เทพฤทธิ์สินธำรงรักษ์. ระบบการสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับประเมินศักยภาพของการจัดการโลจิสติกและห่วงโซ่อุปทาน.วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2553

เพชร์รัตลิ้มสุปรียารัตน์. แนวทางการประเมินการจัดการโซ่อุปทานในงานก่อสร้าง. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554

Suthikarnnarunai, N. (2008), Automotive Supply Chain and Logistics Management, Proceeding ofInternational Multi-conference of Engineering and Computer Scientists 2008, March 18 – 21,2008, HongKong

ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง

Creative Sculpture Relief Content Elephant

อภิศักดิ์ วัฒิวรรณผล[1*]

Apisak Wattiwanpol[1*]

บทคัดย่อ

การสร้างสรรค์ผลงานหัวข้อเรื่องผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวความคิดและเนื้อหาในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง ศึกษามูลฐานทางทัศนศิลป์และโครงสร้างทางทัศนศิลป์ในงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง และศึกษาประเภท กลวิธีและวัสดุในการสร้างสรรค์ประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้างผลการศึกษาพบว่าเนื้อหาที่ปรากฏในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่ มีรายละเอียดเกี่ยวกับมนุษย์กับธรรมชาติ การแสดงออกทางด้านจิตวิทยา ความรัก เพศ การแต่งงาน ความกลัว ความเปล่าเปลี่ยว ความทะเยอทะยาน การแสดงออกทางด้านความตายและอารมณ์ที่น่ากลัว ไม่ปรากฏในเนื้อหา เนื้อหาเรื่องของมนุษย์กับบุคคลอื่น ครอบครัว การแสดงสนุกสนานและการกีฬาความต้องการทำงาน ความหลอกลวง ความเปลี่ยนแปลงทางวัย เนื้อหาเรื่องของมนุษย์และความเชื่อ ความงาม การแสดงออกทางด้านจิตศรัทธา การแสดงออกทางด้านความงาม โครงสร้างทางทัศนศิลป์ในงานประติมากรรม 1) สี ส่วนใหญ่ใช้ สีสเปรย์เลียนแบบโลหะทองแดง (เทียม) และเป็นสีวรรณะร้อน 2) รูปร่าง ส่วนใหญ่เป็นรูปร่างธรรมชาติ 3) รูปทรง ส่วนใหญ่เป็นรูปทรงอินทรีรูป 4) มิติ ทำให้เกิดระยะใกล้ไกลแบ่งออกเป็น 3 ระยะ 5) พื้นผิว ประกอบด้วย พื้นผิวเกิดขึ้นโดยมนุษย์สร้างขึ้นเป็นผิวที่ล้อธรรมชาติ และลักษณะของผิวมีลักษณะเป็นพื้นเทียม 6) เอกภาพในการสร้างสรรค์ปรากฏเนื้อหาเพียงเรื่องเดียว 7) ดุลยภาพปรากฏการจัดความสมดุลแบบซ้าย- ขวาเท่ากัน ประเภทของประติมากรรม ผลงานประติมากรรมประเภทนูนเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง จำนวน 5 ชิ้น ได้แก่ ประเภทนูนต่ำจำนวน 2 ชิ้น และประเภทนูนสูง จำนวน 3 ชิ้น กลวิธีในการ ใช้กลวิธีการปั้น การทำพิมพ์ การหล่อการเผาทำสี วัสดุในการสร้างสรรค์ มีการใช้วัสดุ 7 ชนิด ประกอบด้วย ดินน้ำมัน ปูนปลาสเตอร์ ยางซิลิโคน ไฟเบอร์กล๊าส สีสเปรย์ ผงโลหะและดินสโตนแวร์

คำสำคัญ: ประติมากรรมเกี่ยวกับช้าง

Abstract

The purposes of this research were to study concepts and contents of creating round relief sculptures related to elephants, study fundamental details and structures of visual arts expressed through round relief sculptures related to elephants and study types, methods and materials used in creating round relief sculptures related to elephants. The research results revealed that contents of creating round relief sculptures related to elephants are about human being and nature as well as love, genders, marriage, fear, solitude and ambition. Details about human being and others, families, cheerfulness and spots, work, dupability, ages, belief and beauty are expressed through creating round relief sculptures related to elephants. Death and terrible feeling are not expressed in creating round relief sculptures related to elephants Visual arts structures include 1) colors: warm tone and copper 2) figures: natural figures 3 forms: Organic 4) textures: nature imitation 6) unity: single story 7) equality: balance Methods of creating round relief sculptures related to elephants are sculpture, print, cast, burn and color. Material used in creating round relief sculptures related to elephants are plasticine, plaster, silicone, fiberglass, spray, metal powder and stoneware.

Keywords : Creative Sculpture Relief Content Elephant

[1]สาขาวิชาประติมากรรมไทย วิทยาลัยเพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
เลขที่ 86 ถนนตรีเพชร แขวงวังบูรพาภิรมย์ เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200 ,
86 Treepetch road, Wangburaphaphirome, Pranakorn, Bangkok 10200)
*Corresponding author. E-mail: thaisculpture@hotmail.com

บทนำ

ในอดีตประเทศไทยอยู่รอดจากการเป็นเมืองขึ้นเพราะบรรพบุรุษได้เอาเลือดเนื้อและชีวิตเข้าแลกไว้ พระมหากษัตริย์ทรงช้างเป็นพาหนะในการเดินทางหรือการออกศึกในหลาย ๆ ครั้ง เพราะช้างเป็นสัตว์ที่มีพละกำลังมหาศาลที่มีการบันทึกเป็นประวัติศาสตร์ถือได้ว่า ช้างเป็นสัตว์ที่มีบุญคุณต่อประเทศชาติ เช่น ศึกที่สมเด็จพระนเรศวรมหาราชแสดงถึงการกระทำยุทธหัตถีนำชัยชนะเหนือพระมหาอุปราชาแห่งพม่า ฯลฯ จากบุญคุณดังกล่าวมานี้ช้างได้รับการยกย่องให้เป็นสัญลักษณ์ของชาติ โดยปรากฏในธงชาติไทยในสมัยพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 6 ชื่อของช้างถูกเอ่ยในวรรณคดี สุภาษิตและคำพังเพยจำนวนมาก โดยเฉพาะคนไทยมีคติความเชื่อว่าช้างเป็นสัตว์มงคลคู่บารมีของกษัตริย์จึงมีการประกอบพิธีขึ้นระวางช้างเพื่อถวายแก่พระมหากษัตริย์ซึ่งเป็นพิธีที่สำคัญถ่ายทอดมาถึงปัจจุบัน

ช้างเป็นสัตว์บกที่มีขนาดใหญ่ จึงจำเป็นต้องกินอาหารเป็นจำนวนมากเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของร่างกาย ในแต่ละวันนั้นช้างจะใช้เวลาหมดไปกับการกินจนกล่าวได้ว่า ช้างเป็นเครื่องจักรบริโภคใช้เวลาในการหาอาหารอยู่ระหว่าง 12-19 ชั่วโมงต่อวัน กินอาหารประมาณ 250 กิโลกรัม ต่อวัน กินน้ำ 150-200 ลิตรต่อวัน ในแหล่งที่มีหญ้าและน้ำอุดมสมบูรณ์อาจพบโขลงช้างตั้งแต่ 30-50 เชือก ปัจจุบันพื้นที่ป่าไม่มีความอุดมสมบูรณ์ ทำให้จำนวนช้างในโขลงลดลงตามสภาวะภูมิศาสตร์ อาจเหลือเพียงจำนวน 10-20 เชือกเท่านั้น มีบทความทางวิชาการเขียนโดย โรเบิร์ต จอห์น โดเปียส ได้กล่าวถึงเหตุการณ์ในปัจจุบันที่มีข้อมูลอันน่า สลดใจ ว่าช้างกำลังเหลือน้อยเต็มทีและกำลังจะสูญพันธุ์ไปจากแผ่นดินไทย ช้างป่ามีมากมายในอดีตเคยมีการสำรวจของนักสำรวจต่างชาติ ที่เดินทางเข้ามาในแถบเทือกเขาทางภาคเหนือของไทยระหว่างปี พ.ศ. 2403-2413 ได้บันทึกว่าทุกหมู่บ้านที่เขาเดินผ่านมีการเลี้ยงช้างบ้านไว้ประมาณ 50-100 เชือก เฉพาะในเขตภาคเหนือของประเทศ พบประชากรช้างบ้านมากกว่า 20,000 เชือก พออนุมานได้ว่าช้างในประเทศไทยมีช้างอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ในปัจจุบันนี้ประเทศไทยมีประชากรช้างป่าเหลืออยู่เพียง 2,000 – 3,000 เชือก ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในเขตอุทยานแห่งชาติและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า สังกัดกรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (โรเบิร์ต จอห์น โดเปียส. 2533 : 56-58)

จากบทความดังกล่าวพอสรุปได้ว่า ปัญหาเกิดจากมนุษย์บุกรุกป่าเพื่อต้องการที่ทำกิน เช่น การปลูกพืชไร่ การเผาป่า การลักลอบตัดต้นไม้ ฯลฯ ทำให้ระบบนิเวศเกิดความเสียหาย ส่งผลทำให้ป่าไม้ขาดความอุดมสมบูรณ์ ส่งผลกระทบโดยตรงต่อช้างและสัตว์ป่าชนิดต่าง ๆ ช้างขาดแคลนอาหารจึงเดินทางออกจากป่ามาขโมยกินพืชไร่ของชาวบ้าน ทำให้ชาวบ้านใช้อาวุธปืน ทำกับดักหลุมพรางหรือใช้ไฟฟ้าช็อตจนบางเชือกถึงเสียชีวิตบางเชือกได้รับบาดเจ็บ ทางหน่วยงานทางภาครัฐเล็งเห็นความสำคัญในปัญหา จึงได้จัดตั้งศูนย์อนุรักษ์ช้างไทยขึ้นที่จังหวัดลำปางเพื่อคอยดูแลรักษา และช่วยเหลือช้างที่ได้รับบาดเจ็บทั่วประเทศ

ในส่วนของการสร้างสรรค์ผลงานศิลปะเนื้อหาเกี่ยวกับช้างในอดีต มีการสร้างสรรค์ผลงานในแขนงต่าง ๆ ที่มีความสำคัญเป็นประวัติศาสตร์ เช่น ผลงานจิตรกรรมที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักกันทั่วเป็นภาพฝีพระหัตถ์ของสมเด็จพระเจ้าบรมวงศ์เธอ เจ้าฟ้ากรมพระยานริศรานุวัดติวงศ์เป็นภาพที่เขียนขึ้นจากพงศาวดาร เช่น ภาพสีน้ำพระสุริโยทัยขาดคอช้าง ในแผ่นดินสมเด็จพระมหาจักรดิพรรดิแห่งกรุงศรีอยุธยา ผลงานประติมากรรมลอยตัวเจดีย์ยุทธหัตถีที่สมเด็จพระนเรศวรมหาราชแสดงถึงการกระทำยุทธหัตถีชนะมหาอุปราชาแห่งพม่า ประติมากรรมประกอบสถาปัตยกรรมที่สำคัญแห่งหนึ่งชื่อ ที่เจดีย์วัดเชียงมั่นเป็นประติมากรรมรูปช้างล้อมหนุนฐานเจดีย์ทรงสูงประกอบด้วยซุ้มจรนำด้านละ 3 ซุ้มเป็นเจดีย์แบบแรกของล้านนา วรรณกรรมต่าง ๆ เช่น นวนิยายไทยมีเนื้อหาเกี่ยวข้องช้างที่มีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับ เช่น พลายมะลิวัลลิ์บทประพันธ์ของถนอม มหาเปารยะ เรื่องสั้นที่ได้รับรางวัล

ยอดเยี่ยมระดับเอเชีย ในส่วนนิทาน ได้แก่ พลายชุมพล นางนกไส้กับช้าง นางคชสารสองตัว ช้างน้อยเพื่อน ช้างน้อยใจอารี ช้างอวดเก่ง เป็นต้น ทางด้านดนตรีและการแสดงของช้างในปัจจุบันนี้เป็นที่นิยมมาก เช่น การแสดงความสามารถ การแสดงประกอบดนตรี การแสดงความสามารถ และการให้คนลอดใต้ท้อง การแสดงดังกล่าวสามารถทำรายได้ให้กับผู้ประกอบการ

ในส่วนของผลงานประติมากรรมประเภทนูนส่วนใหญ่มีการสร้างสรรค์เป็นจำนวนมาก เช่น เหรียญที่ระลึกที่มีรูปช้าง 5 เหรียญ คือเหรียญกลมชนิดกะไหล่ทอง เหรียญที่ระลึก “รามราฆพ” เหรียญรางวัลสยามรัฐ เหรียญพิพิธภัณฑ์แบบ 1,2 เหรียญที่ระลึกพระราชพิธีขึ้นระวางสมโภชช้างเผือก เหรียญกษาปณ์ที่มีรูปช้าง เหรียญเงินราชบรรณาการ เหรียญเงินตราพระเกี้ยว เหรียญเงินตราแผ่นดิน ฯลฯ(สุทธิลักษณ์ อำพันวงศ์.2537)

จากการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง เป็นเวลา 4 ปี มีการแสดงนิทรรศการ 3 ครั้ง เพื่อเป็นการจัดหาทุนให้กับสถาบันคชบาลในพระอุปถัมภ์ของสมเด็จพระเจ้าพี่นางเธอเจ้าฟ้ากัลยานิวัฒนากรมหลวงนราธิวาสราชนครินทร์ และมูลนิธิคืนช้างสู่ธรรมชาติเพื่อตอบสนองพระราชดำริของสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ได้จัดนิทรรศการศิลปะภายใต้โครงการ “เพาะช่าง : ศิลปินเพื่อช้างครั้ง 1-3” นิทรรศการ “ศิลปินเพื่อช้าง” ครั้งที่ 3 มูลนิธิ อารี สุทธิพันธุ์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ทุกนิทรรศการดังที่กล่าวมาจัดขึ้นเพื่อจัดหาทุนเพื่อนำไปบริจาคให้กับมลูนิธิ และอีกนัยหนึ่งเพื่อเป็นการบริการวิชาการ อันเป็นภาระกิจหลักของสถาบันอุดมศึกษา ซึ่งมหาวิทยาลัยเป็นผู้นำความรู้บริการวิชาการสู่สังคมโดยใช้วิธีการค้นคว้าวิจัยเชิงสร้างสรรค์ที่มีระบบ นำเสนอองค์ความรู้ที่ถูกต้องและทันสมัยเผยแผ่สู่สาธารณชน

ดังนั้นข้าพเจ้าสนใจที่จะศึกษาผลงานประติมากรรมที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง โดยศึกษาแนวความคิด เนื้อหา มูลฐานทางทัศนศิลป์ โครงสร้างทางทัศนศิลป์ กลวิธี และวัสดุในการสร้างสรรค์ผลงาน เพื่อนำผลสรุปเขียนรายงาน

วิธีการศึกษา

ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง จากแหล่งข้อมูลโดยการแบ่งเป็นประวัติผลงานประติมากรรมในอดีตที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้างในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมล้วนให้ความสำคัญของเนื้อหาเกี่ยวกับช้างเป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นรูปช้างเต็มทั้งตัว หรือการนำอวัยวะในส่วนต่าง ๆ ของช้างมาจัดองค์ประกอบสร้างสรรค์ขึ้นใหม่ สังเกตได้ว่าในประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับช้างเพราะถือได้ว่าช้างเป็นสัตว์มงคลมีความสำคัญทั้ง 3 สถาบันหลักของไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เช่น 1)สถาบันชาติในสมัยรัชกาลที่ 4 – 5 ประเทศของเราใช้รูปช้างเป็นสัญลักษณ์ในธงชาติ 2)สถาบันศาสนามีนิทานชาดก , ประติมากรรมช้างประกอบสถาปัตยกรรมเป็นจำนวนมากถือว่าช้างเป็นสัตว์ที่ช่วยค้ำจุนศาสนาพุทธ 3) สถาบันกษัตริย์ ถือว่าช้างเป็นสัตว์คู่บารมีของกษัตริย์และในอดีตเคยออกศึกเคียงบ่าเคียงไหล่เพื่อรักษาชาติดังที่ปรากฏในอดีตและประวัติของพระพิฆเณศวร พระพิฆเณศวรหรือพระคเณศเป็นเทพของชาวฮินดูประเทศไทยและประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พระพิฆเณศวรเป็นที่เคารพนับถือของพวกหมอเฒ่า ผู้เลี้ยงช้าง ผู้โพนช้าง คล้องช้างและฝึกสอนช้าง กิจกรรมต่างๆ จะต้องอาศัยพิธีเกี่ยวกับช้างผู้ทำพิธีจะต้อง ทำการบวงสรวงบูชานมัสการพระพิฆเณศวรโดยนับถือเป็นเทพเจ้าประจำช้างและเป็นเทพประจำศิลปวิทยา

ดำเนินการสร้างสรรค์ผลงานภายใต้แนวความคิดและเนื้อหา ในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้างมีการแสดงสร้างสรรค์ผลงานใน 3 ช่วงเวลาโดย แนวคิดและเนื้อหาในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้างมีการแสดงครั้งที่ 1 ปี พ.ศ. 2549 ผลงานทั้ง 3 ชิ้น มีแนวคิดในการ

นำเสนอมุมมองเกี่ยวกับรายละเอียดของความสวยงามของผิวหนังของช้างอวัยวะส่วนต่าง ๆ ต้องการให้ผู้คนที่ไม่เคยได้ใกล้ชิดกับช้าง ไม่กล้าสัมผัสเพราะช้างมีขนาดใหญ่และน่ากลัวครั้งที่ 2 ปี พ.ศ. 2551 ผลงานจำนวน 2 ชิ้น มี 1 แนวคิด คือ พระพิฆเณศวรเทพเจ้าที่มีความสำคัญต่อช้าง ครั้งที่ 3 ปี พ.ศ. 2552 ผลงานจำนวน 1 ชิ้น มี 1 แนวคิด คือ ในเรื่องความรักของแม่ลูก ความรับผิดชอบของแม่รับในการดูแลลูกช้างที่ไม่ใช่ลูกของตน ในการสร้างสรรค์ผลงานทั้ง 3 ครั้งนะยะเวลา 4 ปี

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลงานของตน เพื่อนำมาทบทวนในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของผลงาน กลวิธีในการสร้างสรรค์ วัสดุ เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านรูปแบบ แนวคิด จากรูปช้างและครอบครัว เป็นเรื่องการสะท้อนของความเชื่อคนเลี้ยงช้าง กลวิธีและวัสดุ จากการปั้นหล่อทำพิมพ์ และหล่อด้วยเรซิ่นหรือไฟเบอร์กลาสเปลี่ยนเป็นวัสดุทางด้านดินเผา ทำให้เห็นการเปลี่ยนแปลงเรื่องคุณค่าและมูลค่า ความคงทนถาวร

ศึกษาเกณฑ์การวิเคราะห์และนำผลงานมาวิเคราะห์ผลงานในประเด็น แนวความคิด เนื้อหา มูลฐานทางทัศนศิลป์ โครงสร้างทางทัศนศิลป์ ประเภทกลวิธีและวัสดุ โดยนำองค์ความรู้จากนักวิชาการหลายท่านที่ได้กล่าวถึงประเด็นต่างเรื่องนำมาสรุปเป็นเกณฑ์เพื่อนำมาวิเคราะห์ทางด้าน แนวความคิด เนื้อหา มูลฐานทางทัศนศิลป์ โครงสร้างทางทัศนศิลป์ ประเภทกลวิธีและวัสดุ ได้ดังนี้

1.เกณฑ์การวิเคราะห์เนื้อหาในการสร้างสรรค์ผลงาน 1)เนื้อหาเรื่องของมนุษย์กับธรรมชาติ การแสดงออกทางด้านจิตวิทยา ความรัก เพศ การแต่งงาน ความกลัว ความเปล่าเปลี่ยว ความทะเยอทะยาน การแสดงออกทางด้านความตายและอารมณ์ที่น่ากลัว 2)เนื้อหาเรื่องของมนุษย์กับบุคคลอื่น ครอบครัว การแสดงสนุกสนานและการกีฬาความต้องการทำงาน ความหลอกลวง ความเปลี่ยนแปลงทางวัย 3)เนื้อหาเรื่องของมนุษย์และความเชื่อ ความงาม ความฉลาดสกัดตัดทอน ความคิดสร้างสรรค์ การแสดงออกทางด้านจิตศรัทธา การแสดงออกทางด้านความงาม

2.เกณฑ์การวิเคราะห์เส้นในการสร้างสรรค์ผลงาน1)ลักษณะของเส้น2)ประเภทของเส้น เช่น เส้นที่เกิดขึ้นจริง (Actual Line) เส้นเชิงนัย (Implied Line) เส้นที่ไม่มีตัวตน (Invisible Line or Psychic Line)

3.เกณฑ์การวิเคราะห์สีในการสร้างสรรค์ผลงาน1)ประเภทของการใช้สี 2) วรรณะของสี 3)การใช้สีสร้างความกลมกลืน

4.เกณฑ์การวิเคราะห์รูปร่างในการสร้างสรรค์ผลงานผลงานแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ 1) รูปร่างธรรมชาติ 2) รูปร่างเรขาคณิต 3) รูปร่างอิสระ

5.เกณฑ์การวิเคราะห์รูปทรงในการสร้างสรรค์ผลงานแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ1) รูปทรงเรขาคณิต 2) รูปทรงอินทรียรูป 3) รูปทรงอิสระ

6.เกณฑ์การวิเคราะห์มิติในการสร้างสรรค์ผลงาน1)มิติทำให้เกิดระยะใกล้ไกลแบ่งออกเป็น 3 ระยะ เช่น ระยะที่ 1 ระยะที่ใกล้ที่สุดหรือในส่วนที่ยื่นออกมา กำหนดพื้นที่ให้มีสีขาว ระยะที่ 2 ระยะที่อยู่ตรงกลาง กำหนดพื้นที่ให้มีสีเทา ระยะที่ 3 ระยะที่อยู่ไกลที่สุด กำหนดพื้นที่ให้มีสีดำและมิติแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ มิติจริง มิติลวง

7.เกณฑ์การวิเคราะห์บริเวณว่างในการสร้างสรรค์ผลงาน แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือพื้นที่บริเวณว่างภายนอกผลงาน พื้นที่ในงานประติมากรรม พื้นที่บริเวณว่างภายในผลงาน

8.เกณฑ์การวิเคราะห์พื้นผิวในการสร้างสรรค์ผลงาน1) พื้นผิวเกิดมี 3 ลักษณะ คือ เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เกิดขึ้นโดยมนุษย์สร้างขึ้น เกิดขึ้นโดยกระบวนการผลิตของเครื่องจักร 2)พื้นผิวแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ พื้นผิวจริง พื้นผิวเทียม

9.เกณฑ์การวิเคราะห์เอกภาพในการสร้างสรรค์ผลงานเอกภาพแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ1) ความเป็นเอกภาพในส่วนเนื้อหา เช่น เนื้อหาเดียว มากกว่า 1 เรื่อง 2)ความเป็นเอกภาพในการใช้ส่วนประกอบทางศิลปะ เช่น เส้น สี รูปร่าง รูปทรง มิติ บริเวณว่างและพื้นผิว

10.เกณฑ์การวิเคราะห์ดุลยภาพในการสร้างสรรค์ผลงาน 1)ความสมดุลแบ่งออกได้ 2 ลักษณะ การจัดแบบความสมดุลซ้าย – ขวาเท่ากันทุกประการ การจัดแบบความสมดุลซ้าย - ขวาเท่ากันโดยความรู้สึก2) เส้นแกนดิ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ เส้นแกนทางดิ่ง (Vertical Axis) เส้นแกนทางราบ (Horizontal Axis)เส้นแกนทแยงมุม (Diagonal Axis)

11.เกณฑ์การวิเคราะห์ประเภทในการสร้างสรรค์ผลงาน ประติมากรรมประเภทนูน แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะนูนต่ำ ลักษณะนูนสูง

12.เกณฑ์การวิเคราะห์กลวิธีในการสร้างสรรค์ผลงาน กลวิธีการสร้างสรรค์แบ่งออกเป็น กลวิธีทางบวกหรือวิธีการปั้น กลวิธีทางลบหรือวิธีการแกะสลัก กลวิธีทางการแทนค่าหรือวิธีการทำพิมพ์ การเผา การเคลือบ

13.เกณฑ์การวิเคราะห์การใช้วัสดุในการสร้างสรรค์ผลงาน ประเภทของวัสดุแบ่งออกได้ดังนี้ วัสดุที่เกิดจากธรรมชาติวัสดุที่เกิดจากมนุษย์สร้างขึ้น

ผลการศึกษา

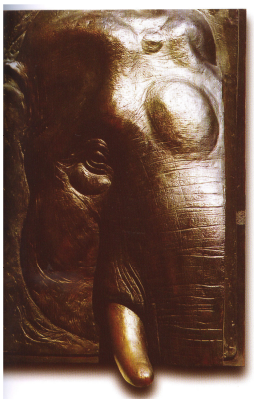
1. ทำให้ทราบถึงที่มาของประวัติ แนวความคิด เนื้อหา มูลฐานทางทัศนศิลป์ โครงสร้างทางทัศนศิลป์ กลวิธีและวัสดุในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมประเภทที่มีนูนเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง
2. สามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยมาพัฒนาในรูปแบบของผู้วิจัยต่อไป
3. เป็นประโยชน์ต่อการศึกษากระบวนการ กลวิธี วัสดุในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรม เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ในการสร้างสรรค์ประติมากรรมต่อไป

การศึกษาวิจัยผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง ปรากฏเนื้อหาเรื่องของมนุษย์กับบุคคลอื่น ครอบครัว การแสดงสนุกสนานและการกีฬาความต้องการทำงาน ความหลอกลวง ความเปลี่ยนแปลงทางวัย จำนวน 1 ชิ้น คือ ความรักของครอบครัว ในผลงานชิ้นที่ 5 ผลงานชื่อ แม่รับกับ AI

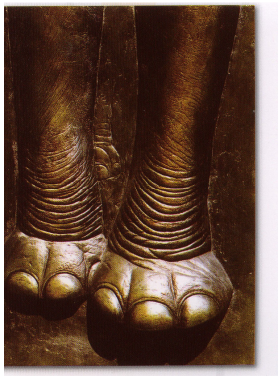


เนื้อหาเรื่องของมนุษย์และความเชื่อ ความงาม ความฉลาดสกัดตัดทอน ความคิดสร้างสรรค์ การแสดงออกทางด้านจิตศรัทธา การแสดงออกทางด้านความงาม จำนวน 4 ชิ้น ในผลงานชิ้นที่ 2 ผลงานชื่อ หน้าช้าง. ผู้วิจัยต้องการนำเสนอเนื้อหาบริเวณใบหน้าของช้างที่ประกอบไปด้วย นัยน์ตาช้าง เป็นส่วนที่มีขนาดเล็กมากเมื่อเปรียบเทียบกับรูปร่างอันสูงใหญ่ แต่สามารถมองเห็นสิ่งต่างๆ ได้ชัดเจนดีเห็นได้แต่ระยะไกล ใบหูมีลักษณะเป็นแผ่นคล้ายพัด

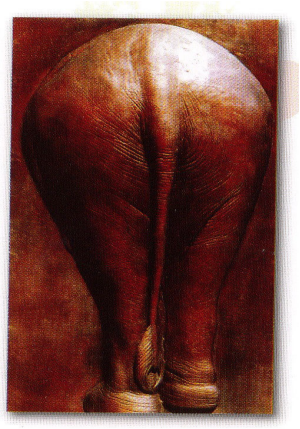
โบกไปมาอยู่เสมอ เมื่อช้างกางใบหูออกจะได้ยินเสียงจากที่ไกลๆ งาช้างเป็นสิ่งสวยงามและมีราคามากที่สุดในตัวช้าง งาช้างคือฟันหน้าหรือเขี้ยวของช้าง งอกออกจากขากรรไกรบนช้างละอันมี 2 ชนิด คือ งาปลีมีความยาวไม่มาก แต่มีลำใหญ่วัดโดยรอบประมาณ 15 นิ้วฟุตขึ้นไปในส่วนงาเครือหรืองาหวาย หมายถึงงาที่ยาวรี มีความกว้างโดยรอบไม่ถึง 14 นิ้ว



ในผลงานชิ้นที่ 3 ผลงานชื่อ ขาช้าง ช้างมีนิ้วท้าสั้นที่สุดจนเห็นแต่อุ้งเท้า มีเล็บโผล่ให้เห็นเป็นบางเล็บ ส่วนมากมี 18 เล็บ คือ เท้าหน้าข้างละ 5 เล็บ เท้าหลังข้างละ 4 เล็บบางตัวมี 16 บางตัวมี 20 เล็บ



ในผลงานชิ้นที่ 4 ผลงานชื่อ บั้นท้าย แสดงถึงกายวิภาคของช้างที่มีมุมมองจากด้านหลัง



ปรากฏเนื้อหาเรื่องของมนุษย์และความเชื่อ การแสดงออกทางด้านจิตศรัทธา ในผลงานชิ้นที่ 4 ผลงานชื่อ พระพิฆเนศวร 1. พระพิฆเณศวรเป็นที่เคารพนับถือของพวกหมอเฒ่า ผู้เลี้ยงช้าง ผู้โพนช้าง คล้องช้างและฝึกสอนช้าง กิจกรรมต่างๆ จะต้องอาศัยพิธีเกี่ยวกับช้างผู้ทำพิธีจะต้อง ทำการบวงสรวงบูชานมัสการพระพิฆเณศวรโดยนับถือเป็นเทพเจ้าประจำช้างและเป็นเทพประจำศิลปวิทยา



1.1 ผลสรุปการวิเคราะห์เส้น โดยมีรายละเอียดดังนี้ ผลงานทั้งหมดจำนวน 5 ชิ้น ลักษณะของเส้นมีการใช้เส้นตรง , จำนวน 4 ชิ้น , มีการใช้เส้นโค้งจำนวน 5 ชิ้นและมีการใช้เส้นอิสระจำนวน 5 ชิ้น ปรากฏเส้นที่มีอยู่จริงเป็นจำนวนมากเพราะผลงานส่วนใหญ่ต้องการนำเสนอเรื่องของพื้นผิวหนัง สัดส่วน กายวิภาคของช้าง

1.2 ผลสรุปการวิเคราะห์สีโดยมีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 ประเภทของสีจากผลงานทั้งหมดจำนวน 5 ชิ้น มีการใช้สีของวัตถุจำนวน 1 ชิ้น , สีสเปรย์เลียนแบบโลหะทองแดง(เทียม)จำนวน 3 ชิ้นและสีจากเฟอร์ริก จำนวน 1 ชิ้น

1.2.2 วรรณะของสีจากผลงานทั้งหมดจำนวน 5 ชิ้น เป็นสีวรรณะร้อนจำนวน 5 ชิ้นไม่ปรากฏสีวรรณะเย็น

1.3 ผลสรุปการวิเคราะห์รูปร่างโดยมีรายละเอียดดังนี้ประเภทของรูปร่างประเภทของรูปร่างธรรมชาติปรากฏ จำนวน 5 ชิ้น , ประเภทของรูปร่างเรขาคณิตปรากฏ จำนวน 2 ชิ้น , ประเภทของรูปร่างอิสระปรากฏ จำนวน 1 ชิ้น

1.4 ผลสรุปการวิเคราะห์รูปทรงโดยมีรายละเอียดดังนี้ผลงานปรากฏประเภทของรูปทรงแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ รูปทรงอินทรียรูป, ปรากฏจำนวน 5 ชิ้น รูปทรงเรขาคณิต จำนวน 2 ชิ้น , รูปทรงอิสระ จำนวน 1 ชิ้น

1.5 ผลสรุปการวิเคราะห์มิติในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง มิติทำให้เกิดระยะใกล้ไกลแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ผลงานที่ปรากฏ 2 ระยะคือ บั้นท้าย หน้าช้าง ขาช้าง ส่วนงานที่ปรากฏ 3 ระยะคือ แม่รับกับAI พระพิฆเณศวร

1.6 ผลสรุปการวิเคราะห์บริเวณว่างในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้างทั้ง 5 ชิ้น

1.7 ผลสรุปการวิเคราะห์พื้นผิว มีผิวเลียนแบบธรรมชาติทั้ง 5 ชิ้น

1.8 ผลสรุปการวิเคราะห์เอกภาพในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง ปรากฏเนื้อหาเรื่องเดียวทั้งจำนวน 5 ชิ้น

1.9 ผลสรุปการวิเคราะห์ดุลยภาพ ผลงานประติมากรรมประเภทนูนเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง ใช้ดุลยภาพ 2 ประเภท จำนวน 5 ชิ้น ปรากฏการจัดความสมดุลแบบซ้าย- ขวาเท่ากันด้วยความรู้สึก ปรากฏจำนวน 3 ชิ้นและปรากฏการจัดความสมดุลแบบซ้าย – ขวาเท่ากันทุกประการ ปรากฏจำนวน 5 ชิ้น

1.10ผลสรุปการวิเคราะห์ประเภทของประติมากรรม ผลงานประติมากรรมประเภทนูนเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง จำนวน 5 ชิ้น ได้แก่ ประเภทนูนต่ำจำนวน 2 ชิ้น และประเภทนูนสูง จำนวน 3 ชิ้น

1.5 ผลสรุปการวิเคราะห์การวิเคราะห์กลวิธีในการสร้างสรรค์ ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง ใช้การวิเคราะห์กลวิธีในการสร้างสรรค์จำนวน 5 ชิ้น ปรากฏกลวิธีดังนี้ ใช้กลวิธีการปั้น จำนวน 5 ชิ้น ใช้กลวิธีการการทำพิมพ์ จำนวน 5 ชิ้น ใช้กลวิธีการหล่อ จำนวน 5 ชิ้น ใช้กลวิธีการเผา จำนวน 1 ชิ้นใช้กลวิธีทำสีด้วย จำนวน 5 ชิ้น

1.6 ผลสรุปการวิเคราะห์วัสดุในการสร้างสรรค์ ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง ใช้วัสดุในการสร้างสรรค์จำนวน 5 ชิ้น มีการใช้วัสดุ 7 ชนิด ปรากฏรายละเอียดดังนี้ ดินน้ำมัน จำนวน 5 ชิ้น ปูนปลาสเตอร์ จำนวน 5 ชิ้น ยางซิลิโคน จำนวน 4 ชิ้น ไฟเบอร์กล๊าสจำนวน 4 ชิ้น สีสเปรย์ จำนวน 3 ชิ้น ผงโลหะจำนวน 1 ชิ้น ดินสโตนแวร์จำนวน 1 ชิ้น

อภิปรายผล

1. เนื้อหาและแนวความคิดในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง ผลที่ได้จากการศึกษาหรือการทบทวนวรรณกรรม พบว่าการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้างมีการสร้างสรรค์ผลงานเป็นจำนวนมาก โดยสร้างกันมาตั้งแต่ในอดีตเพราะ ประเทศสยามหรือประเทศไทยของเราได้ให้ความสำคัญกับช้างมี การสร้างสรรค์ผลงานทั้ง 5 ชิ้นนี้ ความสอดคล้องกับเนื้อหา วิรุณ ตั้งเจริญ (2527: 89 – 95) เรื่องของสังคม ทุกคนต่างก็มีชีวิตเลือดเนื้อ ความรัก ความชื่นชม และแยกย่อยออกเป็นส่วนต่างๆ การแสดงออกทางด้านจิตวิทยา การแสดงออกทางด้านความรัก เพศ การแต่งงาน การแสดงออกทางด้านความตายและอารมณ์ที่น่ากลัว การแสดงออกทางด้านเนื้อหาความรัก ผลงานประติมากรรมประเภทนูนเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง ผลงานชื่อ แม่รับกับ AI แนวคิดเกิดจากความประทับใจจากการเดินทางเข้าร่วมโครงการฯ ในเรื่องความรักของแม่ลูก ระหว่างการศึกษาดูงานได้พบ ช้างแม่ลูกคู่หนึ่ง ชื่อ พังตะวันและลูกช้างชื่อ AI พังตะวันไม่ใช่แม่ตัวจริงของ AI แต่ภาษาควาญช้างเรียกว่า แม่รับ คือ ช้างมีสัญชาติญาณอย่างหนึ่งของแม่ช้าง เมื่อรู้สึกตัวว่าท้องแก่มากก็มักจะหาช้างพังด้วยกันไว้เป็นเพื่อน ซึ่งจะช่วยทำหน้าที่เลี้ยงลูกช้าง แม่รับจะรักและหวงแหนลูกช้างยิ่งกว่าแม่จริงเสียอีก ผู้วิจัยมีความประทับใจในความหมายของแม่รับเป็นความรักของแม่ลูก ความรับผิดชอบของแม่รับในการดูแลลูกช้างที่ไม่ใช่ลูกของตน การแสดงออกทางด้านเนื้อหาจิตศรัทธา ผลงานที่แสดงในครั้งที่ 2 ปี พ.ศ. 2551 ผลงานชื่อ พระพิฆเณศวรเทพเจ้า ต้องการนำเสนอแนวคิด พระพิฆเณศวรเป็นเทพเจ้าแห่งช้าง ผู้เลี้ยงช้างหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับช้างจะต้องทำพิธีบวงสรวงก่อนทำกิจกรรมใดทั้งสิ้น ชีวิตความเป็นอยู่ของช้างและเจ้าหน้าที่รวมทั้งควาญช้าง จะต้องบวงสรวงพระพิฆเณศวร โดยการทำพิธีของควาญช้าง การแสดงออกเนื้อหาเรื่องความงาม ปรากฏในผลงานครั้งที่ 1 ปี พ.ศ. 2549 ผลงานทั้ง 3 ชิ้น มีแนวคิดในการนำเสนอมุมมองเกี่ยวกับรายละเอียดของความสวยงามของผิวหนัง

ของช้างอวัยวะส่วนต่างๆ ต้องการให้ผู้คนที่ไม่เคยได้ใกล้ชิดกับช้าง ไม่กล้าสัมผัสเพราะช้างมีขนาดใหญ่ ผลงานชื่อ บั้นท้าย ต้องการนำเสนอแนวคิดในส่วนต่างๆ ของอวัยวะที่สำคัญแสดงรายละเอียดของพื้นผิว ริ้วรอยในส่วนบั้นท้าย มุมมองจากด้านหลังบริเวณขาด้านหลัง ผลงานชื่อ หน้าช้าง. ต้องการนำเสนอแนวคิดในส่วนต่างๆ ของอวัยวะที่สำคัญแสดงรายละเอียดของพื้นผิว ริ้วรอยในส่วนบริเวณใบหน้า โคนงวง ตา คาง ฯลฯ และผลงานชื่อ ขาช้าง ที่สำคัญแสดงรายละเอียดของพื้นผิว ริ้วรอยในส่วนขาด้านหน้า ผลงานเหล่านี้ได้พยายามเลียนแบบผิวหนังริ้วรอยของช้าง ชลูด นิ่มเสมอ(2531:22-23)ได้กล่าวถึง ผลงานที่นำเสนอในเรื่องของคน และสัตว์ สิ่งของหรือเหตุการณ์นั้นเป็นเนื้อหาที่เป็นผลสืบเนื่องมาจากเนื้อหาภายใน ผลงานทั้ง 5 ชิ้นนำเสนอเนื้อหาจากสัตว์ได้แสดงเนื้อหาภายในเป็นความหมายของเรื่องและแนวเรื่องที่แปลออกมาโดยรูปทรง ในงานแบบรูปธรรมจะมีเนื้อหาทั้งภายในและภายนอก ให้อารมณ์ทั้งทางศิลปะและอารมณ์อื่นๆ ควบคู่กันไป

2. มูลฐาน-โครงสร้างทางทัศนศิลป์ในงานประติมากรรมประเภทนูนเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง

ในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมประเภทนูนเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง มีการใช้หลักการมูลฐานทางทัศนศิลป์ทั้งสิ้น โดยที่ผู้สร้างสรรค์ต้องทำความเข้าใจและสามารถนำส่วนประกอบต่างๆ เหล่านี้มาใช้อย่างเหมาะสม จะอ้างอิงธรรมชาติหรือสร้างขึ้นใหม่ เพื่อตอบสนองทางการสื่อสารระหว่างผู้สร้างสรรค์กับผู้ชมทางด้านอารมณ์และเนื้อหาสอดคล้องกับ ชลูด นิ่มเสมอ (2544:64)ได้ให้ความหมายเกี่ยวกับทัศนธาตุหรือมูลฐานทางทัศนศิลป์ไว้ว่าทัศนธาตุ คือ ธาตุต่างๆที่ศิลปินใช้ในการสร้างรูปทรงเพื่อให้เห็น ประกอบด้วย

1) จุด(Point) เป็นธาตุเบื้องต้นที่สุดของการมองเห็นมีมิติเป็นศูนย์ ไม่มีความกว้างความยาว ผลงานทั้ง 5 ชิ้นใช้จุดเป็นส่วนประกอบทั้งสิ้น

2) เส้น(Line)จุดที่ต่อกันในทางยาวหรือร่องรอยของจุดที่เคลื่อนที่มีมิติเดียว คือความยาว ทำหน้าที่เป็นขอบเขตของที่ว่าง ขอบเขตของสิ่งของขอบเขตของรูปทรง ขอบเขตของน้ำหนัก ขอบเขตของสี ขอบเขตของกลุ่มรูปทรงที่รวมกันอยู่หรือเป็นแกนโครงสร้างของรูปทรง ผลงานทั้งหมดจำนวน 5 ชิ้น ลักษณะของเส้นมีการใช้เส้นตรง , จำนวน 4 ชิ้น , มีการใช้เส้นโค้งจำนวน 5 ชิ้นและมีการใช้เส้นอิสระจำนวน 5 ชิ้น ปรากฏเส้นที่มีอยู่จริงเป็นจำนวนมากเพราะผลงานส่วนใหญ่ต้องการนำเสนอเรื่องของพื้นผิวหนัง สัดส่วน กายวิภาคของช้าง

3) สี (Color) เป็นทัศนธาตุหนึ่งที่มีคุณลักษณะของทัศนธาตุทั้งหลายรวมกันครบถ้วน คือ เส้น น้ำหนัก แบบรูปที่ว่างและ ลักษณะผิว นอกจากนั้นยังมีคุณลักษณะพิเศษเพิ่มขึ้นอีก 2 ประการ คือความเป็นสี และความจัดของสีประเภทของสีจากผลงานทั้งหมดจำนวน 5 ชิ้น มีการใช้สีของวัตถุจำนวน 1 ชิ้น , สีสเปรย์เลียนแบบโลหะทองแดง(เทียม)จำนวน 3 ชิ้นและสีจากเฟอร์ริก จำนวน 1 ชิ้น วรรณะของสีจากผลงานทั้งหมดจำนวน 5 ชิ้น เป็นสีวรรณะร้อนจำนวน 5 ชิ้นไม่ปรากฏสีวรรณะเย็น

4) รูปร่าง(Shape)และรูปทรง (Form)รูปร่างเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ของส่วนประกอบสำคัญของศิลปะอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายๆ อย่างพร้อมกัน ได้แก่ จุด เส้น สีหรือพื้นผิว ฯลฯ รูปร่างมีความสัมพันธ์กับรูปทรงอย่างใกล้ชิด ในทางศิลปะจำเป็นต้องแยกรูปร่างและรูปทรงออกให้ชัดเจน โดยรูปทรงจะมีความหนาเป็น 3 มิติ รูปร่างโดยมีรายละเอียดดังนี้ประเภทของรูปร่างประเภทของรูปร่างธรรมชาติปรากฏ จำนวน 5 ชิ้น , ประเภทของรูปร่างเรขาคณิตปรากฏ จำนวน 2 ชิ้น , ประเภทของรูปร่างอิสระปรากฏ จำนวน 1 ชิ้นและรูปทรงโดยมีรายละเอียดดังนี้ผลงานปรากฏประเภทของรูปทรงแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ รูปทรงอินทรียรูป, ปรากฏจำนวน 5 ชิ้น รูปทรงเรขาคณิต จำนวน 2 ชิ้น , รูปทรงอิสระ จำนวน 1 ชิ้น

5)มิติและบริเวณว่างเป็นส่วนประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญต่อผลงานประติมากรรมเป็นอย่างมาก ศิลปินผู้สร้างต้องมีความเข้าใจในเรื่องต่างๆ เช่น ระยะ มิติ ความใกล้ไกล และพื้นที่ว่างที่มีความสัมพันธ์กัน ปรากฏมิติและบริเวณว่างในสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้างทั้ง 5 ชิ้น

6) ลักษณะผิว (Texture) คือ บริเวณพื้นผิวของสิ่งต่างๆ ที่มีลักษณะต่างกันเมื่อสัมผัสจับต้อง เช่น หยาบ ละเอียด มัน ด้าน ขรุขระ เรียบ ฯลฯ ปรากฏลักษณะพื้นผิวในผลงานส่วนใหญ่มีผิวเลียนแบบธรรมชาติทั้ง 5 ชิ้น

3. โครงสร้างทางทัศนศิลป์ในงานประติมากรรมประเภทนูนเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง โครงสร้าง แทนคำว่าองค์ประกอบศิลป์ ซึ่งมีความหมายกว้างอันหมายถึง ทุกสิ่งทุกอย่างที่ศิลปินนำมาใช้ในการสร้างภาพไม่ว่าจะเป็นเอกภาพ ดุลยภาพ จังหวะและความเคลื่อนไหว การลดหลั่นและทิศทาง ความกลมกลืน การย้ำและการตัดกัน ความหลากหลายและสัดส่วนหลัก หลักการจัดภาพหรือการนำองค์ประกอบต่างๆของศิลปะมาจัดประสานสัมพันธ์กันเพื่อให้เกิดคุณค่าทางความงาม มีการจัดภาพให้ปรากฏเด่นและจัดเรื่องราวส่วนประกอบต่างๆในภาพเข้าด้วยกันอย่างเหมาะสม เทียนชัย ตั้งพรประเสริฐ(2540 : 2-3) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบศิลปะไว้ว่าภายในงานศิลปะในผลงานวิจิตรศิลป์จนเรียกว่า “องค์ประกอบศิลปะ” (Composition)และผลงานทางด้านศิลปะประยุกต์จะเรียกว่า “การออกแบบ”(Design) ซึ่งการจัดระเบียบภายในงานศิลปะทั้ง 2 ประเภทนี้ จะนำส่วนประกอบสำคัญของศิลปะได้แก่ จุด เส้น สี น้ำหนัก พื้นผิว บริเวณว่างหรือรูปทรงรูปร่างนำมาสร้างเป็นภาพหรือสัญลักษณ์อย่างเดียวกันซึ่งผู้ทำงานศิลปะอาจนำส่วนประกอบสำคัญของศิลปะมาเพียงบางส่วนหรือนำมาทั้งหมด เพื่อสร้างสรรค์หรือออกแบบงานศิลปะก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของงานศิลปะแต่ละชิ้น นอกจากการนำส่วนประกอบของศิลปะมาสร้างสรรค์แล้ว เรายังต้องใช้หลักเกณฑ์ขององค์ประกอบศิลปะ ได้แก่ เอกภาพ ดุลยภาพ จุดเด่น การเน้น เข้าร่วมสร้างสรรค์งานศิลปะเหล่านั้นด้วย

โครงสร้างทางทัศนศิลป์ที่เกี่ยวข้องที่นำมาใช้ในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมประเภทนูนเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง มีดังนี้

1. เอกภาพ (Unity)การสร้างงานศิลปะ คือ การสร้างเอกภาพขึ้นจากความสับสน ความยุ่งเหยิง เป็นการจัดระเบียบ และดุลยภาพ ให้แก่สิ่งที่ขัดแย้งกันเพื่อให้รวมตัวกันได้ โดยการเชื่อมโยงส่วนต่างๆ ให้สัมพันธ์กันเอกภาพของงานศิลปะ มีอยู่ 2 ประการ คือ ประการแรก เอกภาพของการแสดงออก หมายถึง การแสดงออกที่มีจุดมุ่งหมายเดียว แน่นอน และมี ความเรียบง่าย ผลงานศิลปะชิ้นเดียว จะแสดงออกในหลายความคิด หลายอารมณ์ไม่ได้จะทำให้มีสับสนขาดเอกภาพและประการที่สองการแสดงออกด้วยลักษณะเฉพาะตัวของศิลปินแต่ละคน ก็สามารถทำให้เกิดเอกภาพแก่ผลงาน ชลูด นิ่มเสมอ(2531 : 62) ได้ให้ความหมายเอกภาพ คือ สภาพที่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันสอดคล้องกลมกลืนกัน การประสานกันหรือการจัดระเบียบส่วนต่างๆ เพื่อสร้างผลรวมอันเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันและเทียนชัย ตั้งพรประเสริฐ (2533:4)ได้กล่าวเพิ่มเติมว่า เอกภาพ คือ การนำส่วนประกอบสำคัญของศิลปะหรือรูปทรงมาจัดเข้าด้วยกัน ให้แต่ละหน่วยมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องซึ่งกันและกันประสานกลมกลืนกันเกิดเป็นผลรวมซึ่งมิอาจแบ่งแยกได้โดยมีการถ่ายทอดเป็นผลงานทางทัศนศิลป์ ด้วยกระบวนการทางศิลปะของแต่ละแขนง ปรากฏมีความเป็น เอกภาพในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง เรื่องเดียวทั้งจำนวน 5 และมีเอกภาพในการใช้ส่วนประกอบทางศิลปะ เช่น เส้น สี รูปร่าง รูปทรง มิติ บริเวณว่างและพื้นผิวทั้งสิ้น

2. ดุลยภาพ(Balance)กราเวอร์(1951:146) ได้ให้ความหมายว่า ดุลยภาพ คือ สภาพที่ถ่วงดุลกันได้ของแรงที่ตรงกันข้ามซึ่งมีสองชนิด ได้แก่ ชนิดแรกดุลยภาพแบบซ้ายขวาเท่ากัน และชนิดที่สองแบบดุลยภาพแบบซ้าย

ขวาไม่เท่ากัน โดยมีแกนสมมุติเป็นตัวกำหนดการถ่วงดุล อาร์ดเล่ย์และแมทเทอร์ (1987: 40)ได้ให้ความหมายว่า ความสมดุลเกี่ยวกับแรงดึงดูดของโลก ซึ่งจะดึงดูดวัตถุทุกชนิดและการทรงตัวของวัตถุเกี่ยวข้องกับแกนกลางของน้ำหนักของวัตถุนั้นๆ (Center of Gravity) มีกฎอยู่ว่า วัตถุที่สมดุลตั้งวางบนพื้นราบได้ เราสามารถลากเส้นตั้งฉากกับพื้นผ่านฐานและจุดแกนกลางของน้ำหนักเป็นเส้นเดียวกัน ซีแลนสกี้และฟิตเซอร์ (1991: 192-193)ได้อธิบายรายละเอียด ว่าทั้งสองจะต้องเท่ากันจริงความสมดุลแบ่งออกได้ 2 ลักษณะ ได้แก่

1) ความสมดุลซ้าย - ขวาเท่ากันทุกประการ(Symmetrical Balance or Formal Balance or Bilateral Symmetry)

2) ความสมดุลซ้าย - ขวาเท่ากันโดยความรู้สึก(Asymmetrical Balance or In Formal Balance) ปรากฏมีความเป็น ดุลยภาพในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง ใช้ดุลยภาพ 2 ประเภท จำนวน 5 ชิ้น ปรากฏการจัดความสมดุลแบบซ้าย- ขวาเท่ากันด้วยความรู้สึก ปรากฏจำนวน 3 ชิ้นและปรากฏการจัดความสมดุลแบบซ้าย – ขวาเท่ากันทุกประการ ปรากฏจำนวน 5 ชิ้น

4.ประเภท กลวิธีและวัสดุในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง

ประติมากรรมประเภทนูน (Relief Sculpture) สามารถแยกออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ประติมากรรมนูนต่ำและประติมากรรมนูนสูง วิเชียร อินทรกระทึก(2539:39) ได้กล่าวว่า ประติมากรรมนูนต่ำ เป็นการปั้นหรือการแกะสลักรูปที่ยื่นออกมาจากพื้นหลังน้อยกว่ารูปนูนสูงรูปที่ยื่นออกมานั้นมีความนูนของภาพลดหลั่นกันตามสัดส่วนของมัน แต่ต้องอยู่ในลักษณะแบนราบกล่าวคือต้องปั้นหรือแกะสลักรูปนั้นให้มีพื้นราบเสมอกันทั้งหมดทั่วไปทั้งองค์ประกอบไม่ให้เกิดการผลักระยะใกล้ไกลจนมีลักษณะสอบเข้าไปเหมือนอย่างภาพทิวทัศน์ซึ่งไม่เหมาะแก่เทคนิคของรูปนูนต่ำก็คือ รูปเหรียญต่างๆ ชาญณรงค์ ดิฐานนท์(2545 : 215) ได้ให้ความหมาย ประติมากรรมนูนต่ำ ไว้ว่าประติมากรรมนูนต่ำ หมายถึง การปั้นหรือการสลักรูปที่ยื่นออกมาจากพื้นหลัง รูปที่ยื่นออกมานั้น อาจจะยื่นออกมาสูง – ต่ำมากหรือน้อยตามส่วนของมัน แต่อย่างไรก็ตามรูปนั้นต้องอยู่ในลักษณะแบน กล่าวคือ ต้องปั้นหรือแกะสลักรูปนั้นให้มีพื้นที่แบนราบเสมอกันหมดทั่วไปทั้งองค์ประกอบ แม้แต่พื้นหลังจะลึกก็ตามที่ มิใช่เป็นรูปที่บางส่วนยื่นออกมามากนักและบางส่วนก็ยื่นออกมาน้อยไปงานประติมากรรมนูนต่ำนั้นเปรียบได้กับการวาดเส้นหรืองานวาดเขียน (Drawing)ในงานจิตรกรรมแต่ในงานประติมากรรมประเภทนูนต่ำค่าของแสงเงา(Chiaroscuro) ไม่ได้เกิดจากแสงเงาหรือการเน้นเส้นหนักเบา เช่น การวาดเขียน หากเกิดจากคุณค่าของปริมาตร(Volume) ของวัสดุที่ใช้สร้างผลงานประติมากรรมนั้นๆ ปริมาตร(Volume) จึงมีความสำคัญในงานประติมากรรมทุกรูปแบบ ในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมประเภทนูนเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง จำนวน 5 ชิ้น ปรากฏประเภทนูนต่ำจำนวน 2 ชิ้น

ข. ประติมากรรมนูนสูง (High - Relief)

ชาญณรงค์ ดิฐานนท์(2545 : 220) ได้อธิบายถึง ประติมากรรมนูนสูง ไว้ว่าประติมากรรมนูนสูงไม่ได้ทำให้สูงกว่าประติมากรรมนูนต่ำเท่านั้น หากประติมากรรมรูปนูนสูงยังมีลักษณะเฉพาะบางประการอันเป็นความแตกต่างระหว่างรูปนูนทั้งสอง ลักษณะพิเศษของรูปนูน คือ รูปปั้นนั้นยื่นออกมามากจากพื้นหลังจนเกือบดูว่าลอยเด่นไม่ติดกับพื้นและบางส่วนอาจจะหลุดออกมาเพราะฉะนั้นรูปนูนสูงไม่ว่าจะเป็นรูปคน สัตว์หรือรูปอื่นๆ จะดูคล้ายรูปลอยตัวเกาะอยู่กันเป็นกลุ่มอยู่ตรงหน้าของพื้นระนาบ(Plane) คือ พื้นหลัง รูปเหล่านั้นยื่นออกมามากหรือน้อยจากพื้นหลังสุด แล้วแต่ระยะใกล้ไกลของพื้นหลัง เป็นทำนองคล้ายรูปของจริงตามธรรมชาติแต่ยังคงมีการย่อระยะ

มิติเช่นเดียวกับรูปนูนต่ำอยู่บ้างแต่น้อยกว่า จุดการมองรูปนูนสูงมองเช่นเดียวกับรูปนูนต่ำ คือ มองในจุดกึ่งกลางของภาพ ในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมประเภทนูนเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง จำนวน 5 ชิ้น ปรากฏประเภทนูนสูง จำนวน 3 ชิ้น

กลวิธีในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมประเภทนูนเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง

- การปั้น (Modeling) เป็นกลวิธีหนึ่งที่มีความสำคัญในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นวิธีเพิ่ม(Addition) วิธีการปั้น คือ เป็นการเพิ่มวัสดุที่มีความอ่อนสามารถยึดเกาะเหนียวแน่นหรือพอกให้เป็นมวล (Mass) กลุ่มก้อน ในบางครั้งก็สามารถนำวัสดุหลายๆ ชนิดเข้ามารวมกันเป็นโครงสร้างทางประติมากรรมหรือเรียกว่า การปั้น (Modeling) คือการนำส่วนย่อยเพิ่มเข้าไปเป็นโครงสร้างส่วนรวมเหมาะสำหรับวัสดุที่เปลี่ยนแปลงสภาพได้ แต่ประติมากรรมที่สร้างด้วยวิธีการนี้ยังไม่คงทนถาวร ในการสร้างสรรค์ผลงานประติมากรรมโดยกลวิธีการปั้นและหล่อด้วยวัสดุสำริด

- การทำพิมพ์และการหล่อ หลังจากสร้างสรรค์ผลงานจากการปั้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว แต่วัสดุในการปั้นเป็นวัสดุอ่อนไม่มีความคงทน ถาวร

-การหล่อไฟเบอร์กลาส หลังจากแม่พิมพ์แล้วต้องนำเรซิ่นผสมกับใยแก้ว

กลวิธีในการสร้างสรรค์ ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง ใช้การวิเคราะห์กลวิธีในการสร้างสรรค์จำนวน 5 ชิ้น ปรากฏกลวิธีดังนี้ ใช้กลวิธีการปั้น จำนวน 5 ชิ้น ใช้กลวิธีการการทำพิมพ์ จำนวน 5 ชิ้น ใช้กลวิธีการหล่อ จำนวน 5 ชิ้น ใช้กลวิธีการเผา จำนวน 1 ชิ้นใช้กลวิธีทำสีด้วย จำนวน 5 ชิ้น

วัสดุในการสร้างสรรค์ ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง ชาญณรงค์ พรรุ่งโรจน์ (2543 : 28)ได้อธิบายว่า วัสดุที่ใช้ในการสร้างสรรค์งาน 3 มิติ นั้นขึ้นอยู่กับเทคนิค กลวิธีการ เช่น การปั้น (Modeling) นิยมใช้ดินเหนียว ดินน้ำมัน ขี้ผึ้ง ปูนปลาสเตอร์ หรือซีเมนต์ เป็นต้น การแกะสลัก (Carving) นิยมใช้ไม้ ปูน หินอ่อน สบู่ เป็นต้น การหล่อ (Casting) นิยมใช้วัสดุทองเหลือง ทองแดง ทองคำ ปูน เรซิ่นหรือไฟเบอร์กล๊าส เป็นต้น ในการสร้างสรรค์จำนวน 5 ชิ้น มีการใช้วัสดุ 7 ชนิด ปรากฏรายละเอียดดังนี้ ดินน้ำมันจำนวน 5 ชิ้น ปูนปลาสเตอร์ จำนวน 5 ชิ้น ยางซิลิโคน จำนวน 4 ชิ้น ไฟเบอร์กล๊าสจำนวน 4 ชิ้น สีสเปรย์จำนวน 3 ชิ้น ผงโลหะจำนวน 1 ชิ้น ดินสโตนแวร์จำนวน 1 ชิ้น

คำขอบคุณ

การวิจัยเพื่อสร้างสรรค์ประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง มีลักษณะวิจัยสร้างสรรค์ผลงานสร้างสรรค์ เป็นการแสวงหาเพื่อให้เกิดความรู้ทั้งด้านแนวคิด เนื้อหา สาระ รูปแบบ กระบวนการในการสร้างสรรค์และได้นำองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาวิจัยไปพัฒนาเป็นผลงานประติมากรรม ดังปรากฏอยู่ผลงานวิจัยเรื่องประติมากรรมสร้างสรรค์: ผลงานประติมากรรมประเภทนูนที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับช้าง นับเป็นผลสำเร็จที่ได้รับกระบวนการเรียนรู้ทางด้านวิชาการ ด้านการปฏิบัติตลอดจนถึงประสบการณ์ในการพัฒนาวิธีการค้นคว้าจากสาขาวิชาประติมากรรมไทย วิทยาลัยเพาะช่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ที่สนับสนุนทุนส่วนหนึ่งในการศึกษาวิจัย

ขอขอบคุณสาขาวิชาประติมากรรมไทย แผนกห้องสมุดวิทยาลัยเพาะช่าง ขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์พิเศษ อารี สุทธิพันธุ์ ศาสตราจารย์ ดร. วิรุณ ตั้งเจริญ ที่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้เชิงวิชาการ หลักการวิจัย และเพิ่มประสบการณ์เชิงปฏิบัติแนวคิดใหม่ๆ อยู่ตลอดเวลา ขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์วัฒนา แช่มวงษ์ ที่

เป็นผู้ตรวจทางด้านภาษาและเป็นที่ปรึกษาโครงการวิจัยตั้งแต่เริ่มต้นจนจบกระบวนการ และกราบขอบคุณพ่อและแม่ผู้ให้การสนับสนุนทางด้านแรงกายแรงใจมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

ชลูด นิ่มเสมอ. (2531). องค์ประกอบของศิลปะ. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

(2534). องค์ประกอบของศิลปะ. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

(2544). องค์ประกอบของศิลปะ. พิมพ์ครั้งที่ 6 กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

ชาญณรงค์ พรรุ่งโรจน์. (2543). กระบวนการสร้างค่ายศิลปะ. กรุงเทพฯ : บริษัทแม็กปอยท์ จำกัด.

ชาญณรงค์ ดิฐานนท์. (2545). ประติมากรรม. กรุงเทพฯ : เอกสารทางวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเพาะช่าง.

เทียนชัย ตั้งพรประเสริฐ. (2533). องค์ประกอบศิลป์ 1. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ:บริษัท เฟื่องฟ้า พริ้นติ้ง.

(2540). องค์ประกอบศิลป์ 1. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : กรมอาชีวศึกษา.

โรเบิร์ต จอห์น โดเปียส. (2533). ช้างไทย. กรุงเทพฯ.

วิรุณ ตั้งเจริญ. (2527). ศิลปะร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : วิฒวลอาร์ต.

(2535). ศิลปะกับความงาม. กรุงเทพฯ :โอเดียนสโตร์.

(2542). ศิลปะสมัยจินตทัศน์. กรุงเทพฯ : สันติศิริ การพิมพ์

(2545). ประวัติศาสตร์ศิลป์และการออกแบบ. กรุงเทพฯ : อี แอนด์ ไอคิว.

วิเชียร อินทรกระทึก. (2539). ประติมากรรม. กรุงเทพฯ : อักษราพิพัฒนา.

สมศักดิ์ ชวาลาวัณย์. (2541). เซรามิก. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สุทธิลักษณ์ อำพันวงศ์. (2537). ช้างไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : มติชน.

อารี สุทธิพันธุ์. (2516). ศิลปนิยม. พิมพ์ครั้งที่ 3.กรุงเทพฯ : บริษัทสำนักพิมพ์ วัฒนาพานิช จำกัด.

(2527). การออกแบบ. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

(2532). มนุษย์กับจินตนาการ. กรุงเทพฯ :ต้นอ้อ.

(2532). ทัศนศิลป์และความงาม. กรุงเทพฯ :ต้นอ้อ.

Ardley,N and Matthews,R. (1987) Physics Today.Chicago : Scott Fetzer.

Brainrd, Shirl. (1991).A Design and Manual. New Jersey : PrenticeHall.Inc Englewood Cliffs.

Cleaver , D.G. (1966). Art : An Introduction. New York : Harcourt Brave & World.

Graver,Maitland.(1951) The Art of Colour and Design. New York : Mc Graw- Hill Book Company.

การลดค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานสเตรนเกจในอุปกรณ์ตรวจจับความดันชนิดเปียโซรีซิสทีฟโดยใช้การปรับปริมาณสารเจือในกระบวนการยิงฝังประจุ

Reduction of Temperature Coefficient of Resistivity of the Strain Gauge in Piezoresistive Pressure Sensor using Dose Variation in Ion Implantation Process

อัคคพงศ์ พันธุ์พฤกษ์,[1*] วรนุศย์ ทองพูล,[1] กฤษฎา ใจตรง[1] และ สิขรินทร์ อยู่คง[2]

Akapong Phunpueok,[1*] Voranuch Thongpool,[1] Krissada Jaitrong[1]
And Sikarin Yoo-Kong[2]

บทคัดย่อ

อุปกรณ์ตรวจจับความดันชนิดเปียโซรีซิสทีฟสร้างจากฟิล์มบางโพลีซิลิคอนที่เจือสารด้วยโบรอนทำเป็นสเตรนเกจ เมื่อนำอุปกรณ์นี้ไปวัดความดันที่มีความละเอียดสูง พบว่าอุณหภูมิจะส่งผลต่อการวัดอย่างมีนัยสำคัญ การศึกษาวิธีการลดค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานจึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาอุปกรณ์ตรวจจับความดันนี้ จากการศึกษางานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องพบว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารเจือในกระบวนการยิงฝังประจุทำให้ค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และเมื่อนำมาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทาน ทำให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานเปลี่ยนแปลงเป็น ลบ ศูนย์ และบวก ในการศึกษาฟิล์มโพลีซิลิคอนครั้งนี้ จะมุ่งเน้นไปที่การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารเจือในกระบวนการยิงฝังประจุที่จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานมีค่าเข้าใกล้ศูนย์

คำสำคัญ : สัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทาน อุปกรณ์ตรวจจับความดันชนิดเปียโซรีซิสทีฟ

Abstract

In this research, the strain gauge of the Piezoresistive pressure sensor was built through the silicon thin film mixed with Boron process. Measuring the pressure in an extremely fine scale, it turns out that the temperature of surrounding of the sensor plays a significant role to measurable results. Then to improve the efficiency of the sensor, low temperature coefficient of resistivity is required. To this contribution, the concentration of dopant in ion implantation process is varied in the structure of the strain gauge. The results of varying concentration of dopant from the analysis process show that the temperature coefficient of resistivity can be negative, zero or positive. In this work, the amount of concentration of dopant resulting zero temperature coefficient of resistivity was experimentally obtained.

Keywords : Temperature Coefficient of Resistivity, Piezoresistive Pressure Sensor

[1] สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี 12110

[1] Division of Physics, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12110

[2] ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140

[2] Department of Physics, Faculty of Science, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140

*Corresponding author. E-mail: aumaum18@hotmail.com

บทนำ

อุปกรณ์ตรวจจับความดันขนาดจุลภาค เป็นอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เชิงกลซึ่งใช้เทคโนโลยีการสร้างเช่นเดียวกับวงจรรวมในระดับไมโครเมตร ด้วยความสามารถในการทำงานและมีขนาดที่เล็ก จึงมีการนำไปประยุกต์ใช้งานในบริเวณที่ขนาดเล็กทางด้านอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่นอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมการแพทย์ และอุตสาหกรรมรถยนต์ เป็นต้น ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและความต้องการนำไปใช้งานจึงได้มีการพัฒนาให้มีขนาดเล็กลง การเพิ่มย่านการทำงานและความไวในการตอบสนองต่อความดันให้สูงมากขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานในด้านต่าง ๆ โดยอุปกรณ์ตรวจจับความดันที่สร้างขึ้นมีวัตถุประสงค์การนำไปใช้งานที่แตกต่างกัน เช่น ความต้องการใช้อุปกรณ์ตรวจจับความดันสำหรับวัดความดันในหลอดเลือดหัวใจ การนำไปวัดในระบบความดันภายในล้อรถยนต์ (Tire Pressure Monitor System ; TPMS) การนำไปวัดความลึกของระดับบ่อน้ำมันหรือการนำไปประยุกต์ใช้เป็นไมโครโฟนขนาดเล็ก เป็นต้น จากการประยุกต์ใช้งานที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่าอุปกรณ์ตรวจจับความดันได้มีบทบาทต่อการนำไปใช้งานในอุตสาหกรรม แต่ขีดความสามารถในการใช้งานยังมีข้อจำกัดไม่ว่าจะเป็นย่านความดันการใช้งานที่แคบ ไม่สามารถตรวจวัดความดันได้ทั้งความดันสูงและความดันที่ต่ำกว่าความดันบรรยากาศภายในอุปกรณ์ตรวจจับความดันตัวเดียวกันได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีการศึกษาค่าความต้านทานของสเตรนเกจในอุปกรณ์ตรวจจับความดัน ที่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารเจือในกระบวนการยิงฝังประจุ เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน และพฤติกรรมของอุปกรณ์ตรวจจับความดัน ก่อนนำไปสร้างเป็นอุปกรณ์ตรวจจับความดันจริง

สำหรับอุปกรณ์ตรวจจับความดันที่ได้ศึกษาในงานวิจัยนี้ เป็นอุปกรณ์ตรวจจับความดันชนิดเปียโซรีซิสทีฟ (Piezo-resistive pressure sensor) ที่มีโครงสร้างเชิงผิว ซึ่งมีโครงสร้างและองค์ประกอบที่สำคัญของอุปกรณ์ตรวจจับความดันดังนี้ คือ มีการออกแบบตัวต้านทานโพลีรีซิสเตอร์ (Poly resistor) จากฟิล์มโพลีซิลิคอนด้วยเทคนิค LPCVD และทำการเจือสารด้วยกระบวนการยิงฝังประจุ เพื่อให้เป็นตัวต้านทานโพลีรีซิสเตอร์ แล้วเมื่อนำไปทดสอบที่อุณหภูมิสูงย่อมมีผลกระทบต่อการทำงาน โดยหลักการวิเคราะห์ผลกระทบของอุณหภูมิที่มีต่ออุปกรณ์ตรวจจับความดัน สามารถพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทาน (Temperature Coefficient of Resistivity: TCR) เมื่อมีค่าเป็นบวก หมายถึง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นค่าความต้านทานจะเพิ่มขึ้นเป็นอย่างเชิงเส้นซึ่งเป็นคุณสมบัติของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ โดยในทางทฤษฎีสำหรับตัวต้านทานโพลีรีซิสเตอร์ที่สร้างขึ้นจากวัสดุเดียวกันและปริมาณสารเจือที่เท่ากัน อีกทั้งมีขนาดที่เท่ากันย่อมมีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานตามอุณหภูมิที่เท่ากัน ดังนั้นผลต่างของค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานจึงควรมีค่าน้อยซึ่งจะทำให้การชดเชยอุณหภูมิมีประสิทธิภาพดี

วิธีการศึกษา

กระบวนการสร้างชั้นโพลีซิลิคอนที่ต้องการศึกษา

สำหรับกระบวนการสร้างชั้นโพลีซิลิคอนที่ใช้เป็นตัวต้านทานเปียโซรีซิสทีฟ มีลำดับกระบวนการสร้างดังนี้

1. สร้างชั้นซิลิคอนไดออกไซด์และซิลิคอนไนไตรด์ลงบนฐานรองซิลิคอนเวเฟอร์ชนิดพี
2. สร้างชั้นโพลีซิลิคอน และทำการเจือสารโบรอนลงในชั้นโพลีซิลิคอน เพื่อทำเป็นโพลีรีซิสเตอร์ ด้วยเทคนิคการยิงฝังประจุที่ปริมาณสารเจือ $5.5x10^{14}$ $1x10^{15}$ $2.5x10^{15}$ $3x10^{15}$ $3.5x10^{15}$ $5.5x10^{15}$ และ $1x10^{16}$ ion/cm^2 ตามลำดับ ที่พลังงาน 50 keV จากนั้นนำไปวัดค่าความต้านทานเชิงแผ่นด้วยเครื่องโพร์พอยท์โพรบ

3. หลังจากนั้นทำการกัดชั้นโพลีซิลิคอนให้เป็นลวดลายเป็นโพลีรีซิสเตอร์ ปลูกชั้นซิลิคอนไดออกไซด์และกัดชั้นซิลิคอนไดออกไซด์ให้ออกเป็นช่องสำหรับสร้างขั้วต่อโลหะอลูมิเนียมกับโพลีรีซิสเตอร์

4. สร้างชั้นโลหะอลูมิเนียมและกัดเป็นลวดลาย เพื่อการวางตำแหน่งของเข็มโพรบให้สัมผัสกับบริเวณขั้วไฟฟ้าของโพลีรีซิสเตอร์ได้แม่นยำยิ่งขึ้น

5. ตัวต้านทานที่สร้างจากฟิล์มโพลีซิลิคอนโดยใช้เครื่อง LPCVD เคลือบลงบนฐานรองซิลิคอนขนาด 6 นิ้ว ที่ทำการเจือสารโบรอนในปริมาณที่สูง แล้วนำไปทำการ Anneal ที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แสดงดัง Figure 1

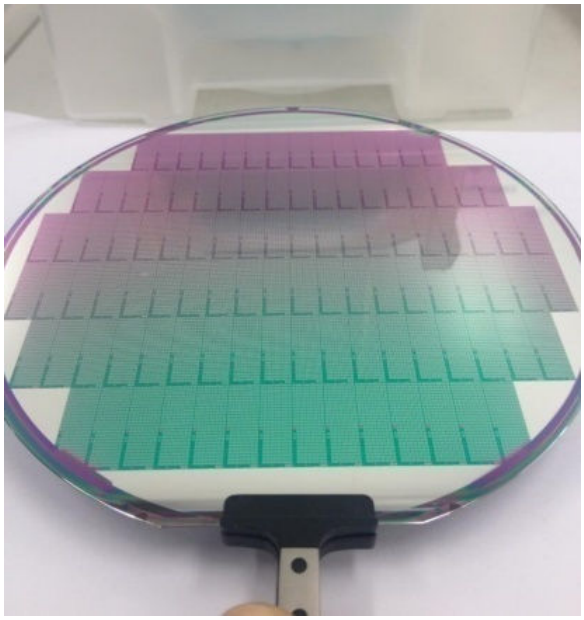


Figure 1 Polysilicon was made on silicon wafer

การวัดค่าความต้านทานเชิงแผ่นจากเครื่องโฟร์พอยท์โพรบ

เป็นกระบวนการวัดค่าความต้านทานเชิงแผ่น ด้วยเครื่องโฟร์พอยท์โพรบ รุ่น Prometrix Rs-30 โดยจะนำเอาแผ่นเวเฟอร์ทั้ง 7 แผ่น หลังจากการยิงปริมาณสารเจือลงไปในแผ่นซิลิคอนเวเฟอร์ ที่ปริมาณสารเจือที่ต่างกัน ขั้นตอนแรกทำการติดตั้งหัววัดเข้าไปในเครื่องโพร์พอยท์โพรบ จากนั้นนำแผ่นซิลิคอนเวเฟอร์เข้าไปในเครื่องโพร์พอยท์โพรบ แล้วทำการปิดฝาเครื่องให้สนิท เครื่องโพร์พอยท์โพรบจะทำการวัดโดยอัตโนมัติ ทำการวัดค่าความต้านทานเชิงแผ่นทั้งหมด 49 จุดทั่วทั้งแผ่นเวเฟอร์ ในการทำงานของเครื่องโพร์พอยท์โพรบซึ่งสามารถทำการวัดแผ่นซิลิคอนเวเฟอร์ได้ครั้งละแผ่นเท่านั้น

การวัดค่าความต้านทานของโพลีรีซิสเตอร์บนแผ่นซิลิคอนเวเฟอร์

สำหรับการวัดค่าความต้านทานของโพลีรีซิสเตอร์บนแผ่นซิลิคอนเวเฟอร์ มีรายละเอียดลำดับและขั้นตอนการทดสอบดังนี้

โดยเริ่มจากการวางแผ่นซิลิคอนเวเฟอร์ที่ต้องการทดสอบในเครื่องโพรบสเตชัน จากนั้นจ่ายความร้อนให้กับฐานรองแผ่นซิลิคอนเวเฟอร์ ที่อุณหภูมิ 27 50 70 90 110 และ 130 องศาเซลเซียส โดยที่อุณหภูมิเดียวกันจะทำการวัดทั้งหมด 9 จุดดังนี้ E2 J2 K3 P2 S4 P5 J5 E5 และ B4 ดัง Figure 2 แล้วค่อยมาเริ่มจุดแรกอีกครั้งที่อุณหภูมิค่าใหม่ ทำซ้ำจนครบทุกอุณหภูมิ และทุกแผ่นซิลิคอนเวเฟอร์ โดยในงานวิจัยนี้ได้นำเอาแผ่นซิลิคอนเวเฟอร์ มาทำการทดสอบทั้งหมด 7 แผ่น จากขั้นตอนการทดสอบค่าความต้านทานบนแผ่นซิลิคอนเวเฟอร์ ซึ่งแผ่นซิลิคอนเวเฟอร์หนึ่งแผ่นจะได้เซนเซอร์วัดความดันจำนวนมากหรือประมาณ 20,000 ตัว ซึ่งในกระบวนการทดสอบต้องทำการสุ่มตรวจสอบ เพื่อที่จะใช้เป็นตัวแทนของค่าความต้านทานภายในแผ่นเดียวกัน

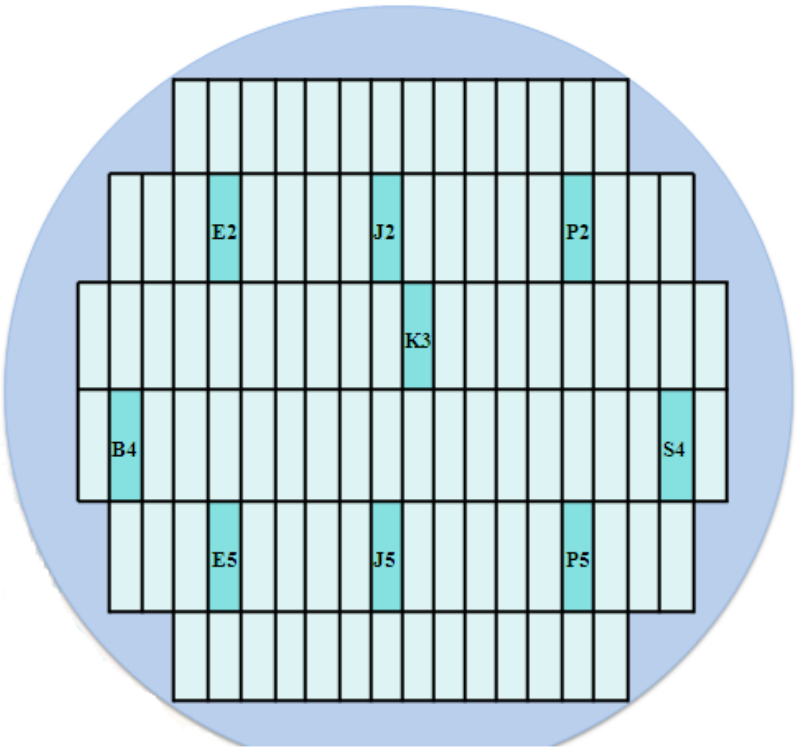


Figure 2 Positions of resistance measurement on silicon wafer

การรวบรวมและวิเคราะห์ผล

ในขั้นตอนนี้เป็นการนำค่าความต้านทานที่ทำการวัดได้ในแต่ละขั้นตอนของการทดสอบ ทั้งค่าความต้านทานเชิงแผ่น และค่าความต้านทานของโพลีซิลิคอนเวเฟอร์ มาทำการรวบรวม และวิเคราะห์ผล โดยนำค่าที่วัดได้จากการทดลองแต่ละขั้นตอนมาหาค่าเฉลี่ย แล้วทำการเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับอุณหภูมิ และปริมาณสารเจือ เพื่อทำการวิเคราะห์ผลในขั้นตอนต่อไป

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานเชิงแผ่นกับปริมาณสารเจือ

จาก Figure 3 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานเชิงแผ่นกับปริมาณสารเจือ ซึ่งได้นำเอาค่าความต้านทานเชิงแผ่น จากการวัดด้วยเครื่องโพร์พอยท์โพรบทั้งหมด 49 จุด นำค่าที่วัดได้มาหาค่าเฉลี่ยเพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณสารเจือ จะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มปริมาณสารเจือ ทำให้ค่าความต้านทานเชิงแผ่นที่วัดได้ มีค่าลดลงตามปริมาณสารเจือ ซึ่งเกิดจากค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าในโพลีซิลิคอนลดลงทำให้ค่าความต้านทานลดลง

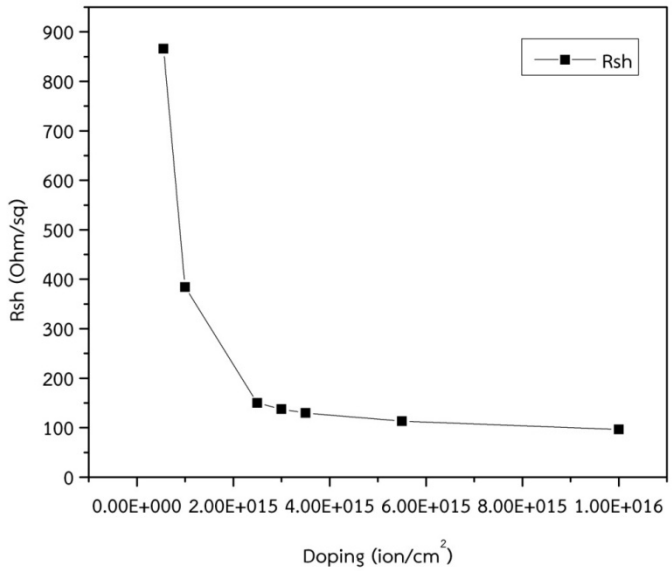


Figure 3 Relation between sheet resistance and doping

การเลือกใช้ปริมาณสารเจือ

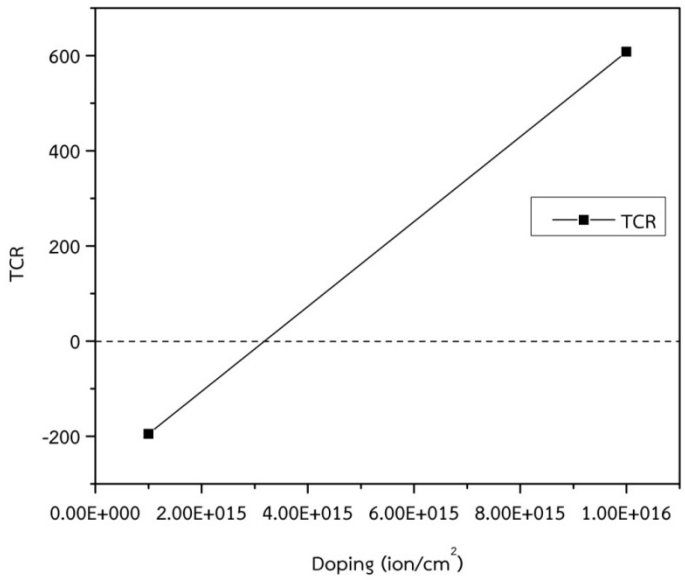


Figure 4 The linear relationship between TCR and doping

ขั้นตอนแรกคือทำการสร้างฟิล์มโพลีซิลิคอนบนฐานรองซิลิคอนเวเฟอร์จำนวน 2 แผ่น โดยใช้ปริมาณสารเจือในกระบวนการยิงฝังประจุที่ต่างกัน คือ $1.0x10^{15}$ และ $1.0x10^{16}$ ion/cm^2 ซึ่งได้ค่า TCR ดังนี้ -194.93 และ 608.35 ตามลำดับ นำค่าที่ได้มาหาความสัมพันธ์ ดัง Figure 4 ซึ่งสมมุติว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า TCR กับปริมาณสารเจือเป็นเชิงเส้น โดยทำการลากเส้นตรงเพื่อดูจุดตัดที่ตำแหน่งศูนย์ เพื่อจะได้เลือกใช้ปริมาณสารเจือที่จะทำให้ค่า TCR เข้าใกล้ศูนย์ ซึ่งผลการทดลองที่คาดว่าค่า TCR ที่ได้จะเข้าใกล้ศูนย์ แต่กลับเป็นว่าไม่ใช่ ซึ่งได้ค่า TCR ที่เป็นบวก ดัง Figure 5 จึงสมมุติฐานได้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่า TCR กับปริมาณสารเจือไม่เป็นเชิงเส้น แต่อาจจะเป็นแบบ Log Scale เพราะอัตราการเปลี่ยนแปลงไม่เท่ากัน คือว่าปริมาณสารเจือที่ $1.0x10^{16}$ ion/cm^2 แม้ลดปริมาณสารเจือลงมาครึ่งหนึ่งมันก็ไม่เหมือนกับลดค่า TCR ลงไปครึ่งหนึ่ง

การหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานกับอุณหภูมิ

จาก Figure 5 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานกับอุณหภูมิ โดย R คือ ค่าความต้านทาน และ R_0 คือค่าความต้านทานที่อุณหภูมิ 27 ^{o}C ของแต่ละแผ่นเวเฟอร์ ซึ่งได้นำเอาค่าความต้านทานของโพลีรีซิสเตอร์บนแผ่นซิลิคอนเวเฟอร์ จากการวัดด้วยเครื่องทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้า และเครื่องโพรบสเตชัน โดยได้นำค่าความต้านทานของจุด K3 ตำแหน่ง RM1 ของแต่ละแผ่นมาทำการเปรียบเทียบกับอุณหภูมิแค่ตำแหน่งเดียว เนื่องจากผลจากการวัดค่าความต้านทานแต่ละจุดของตำแหน่งต่าง ๆ มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงได้เลือกค่าความต้านทานของจุด K3 ตำแหน่ง RM1 ของแต่ละแผ่นมาทำการเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ใกล้ศูนย์กลางแผ่นเวเฟอร์มากที่สุด

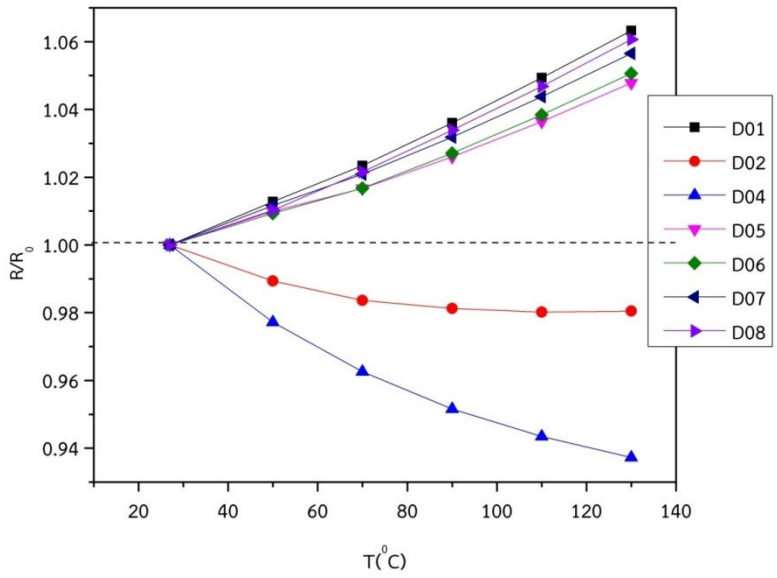


Figure 5 Relation between resistance and temperature

จากการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการวัด เกิดการเปลี่ยนแปลงของความต้านทาน หรือค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานมีค่าเป็นค่าบวก โดยเฉพาะแผ่นเวเฟอร์ D01 D05 D06 D07 และ D08 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการวัดมากขึ้น ซึ่งเกิดจากการใช้ปริมาณสารเจือที่มากกว่า $2.5x10^{15}$ – $1.0x10^{16}$ ion/cm^2 แต่สำหรับแผ่นซิลิคอนเวเฟอร์ D02 และ D04 ที่มีค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความ

ต้านทานลดลง เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการวัดมากขึ้น ซึ่งเกิดจากการใช้ปริมาณสารเจือที่น้อยเกินไป โดยใช้ปริมาณสารเจือที่ $1.0x10^{15}$ และ $1.0x10^{14}$ ion/cm^2 ตามลำดับ

จากการทดลอง Figure 5 การหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความความต้านทานกับอุณหภูมิที่คาดว่าจะได้ คือ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานเพิ่มขึ้น หรือลดลงเป็นเชิงเส้น แต่เมื่อสังเกตจากรูปที่ 5 จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวที่ได้จากการทดลองเมื่อสังเกตแล้วไม่เป็นเชิงเส้น จากการหาความสัมพันธ์ดังกล่าวจึงได้เสนอให้เป็นโพลิโนเมียล โดยนำค่าความต้านทานแต่ละตำแหน่ง มาทำการสร้างผลการทดลองขึ้นมาให้เป็นกราฟโพลิโนเมียล จากสมการที่ 1 เพื่อหาค่า α และ β

$$R(T_1) = R_0(1 + \alpha T_1 + \beta T_1^2) \qquad (1)$$

โดยที่ α คือ สัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทาน และ β คือ สัมประสิทธิ์ของอุณหภูมิ จากภาคนั้นนำค่าความต้านทานของจุด K3 ตำแหน่ง RM1 ทุกแผ่นเวเฟอร์ มาสร้างเป็นกราฟโพลิโนเมียล ด้วยโปรแกรม Maxima เพื่อหาค่า α และ β ซึ่งได้ผลการทดลองดัง Table 1

Table 1 Experimental data for temperature coefficient of resistivity (α) and temperature coefficient (β) of each silicon wafer

แผ่นซิลิคอนเวเฟอร์	ปริมาณสารเจือ (ion/cm^2)	α (/^{o}C)	β (/^{o}C)^2
D01	1.0E+16	0.0024	5.09E-6
D02	1.0E+15	-0.0083	5.05E-5
D04	5.5E+14	-0.0338	1.38E-4
D05	2.5E+15	0.0023	8.26E-6
D06	3.0E+15	0.0021	1.00E-5
D07	3.5E+15	0.0027	6.19E-6
D08	5.5E+15	0.0024	7.53E-6

การหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า TCR กับปริมาณสารเจือ

จาก Figure 6 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานกับปริมาณสารเจือ โดยนำเอาค่าความต้านทานที่วัดจากเครื่องทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าและเครื่องโพรบสเตชัน นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่า TCR จากสมการที่ 2 ซึ่งได้ผลการทดลองดัง Figure 6 จะเห็นได้ว่า เมื่อใช้ปริมาณสารเจือน้อยเกินไปทำให้ค่า TCR เป็นลบ แต่เมื่อปรับปริมาณสารเจือมากขึ้นไปเรื่อย ๆ จะเห็นการเปลี่ยนแปลงของค่า TCR ที่มีค่าเป็นบวก ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับค่าความต้านทานเชิงแผ่นดัง Figure 6 คือเมื่อใช้ปริมาณสารเจือที่ต่ำ จะทำให้ค่าความ

ต้านทานเชิงแผ่นสูง แต่ได้ค่า TCR เป็นลบ แต่เมื่อปรับปริมาณสารเจือที่มากขึ้น ทำให้ค่าความต้านทานเชิงแผ่นลดลง แต่ทำให้ค่า TCR มีค่าเป็นบวก

$$TCR = \alpha = (R_1 - R_0)/R_0(T_1 - T_A) \qquad (2)$$

โดยที่ TCR คือ สัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทาน R_0 คือ ความต้านทานที่อุณหภูมิห้อง R_1คือ ความต้านทานที่อุณหภูมิใด ๆ T_A คือ อุณหภูมิห้อง และ T_1 คือ อุณหภูมิใดๆ

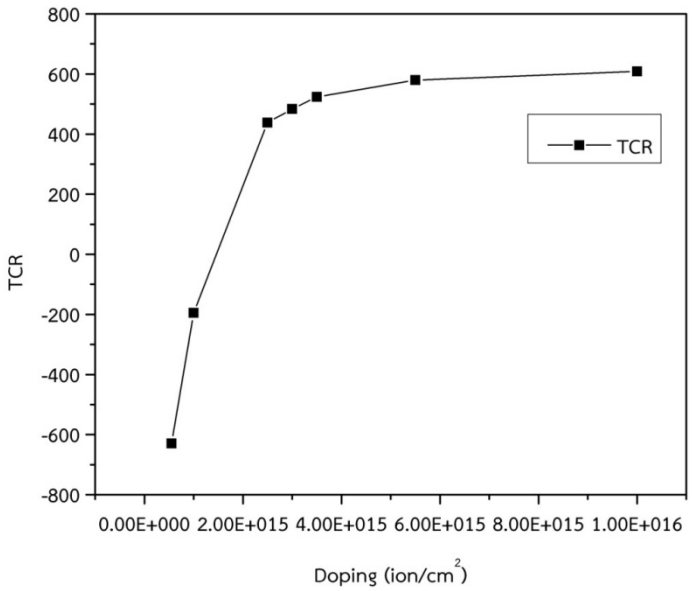


Figure 6 Relation between TCR and doping

สรุป

จากการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานเชิงแผ่นกับปริมาณสารเจือ ซึ่งนำเอาแผ่นเวเฟอร์มาทำการทดลองทั้งหมด 7 แผ่น คือแผ่น D01 D02 D04 D05 D06 D07 และ D08 โดยแต่ละแผ่นเวเฟอร์ใช้ปริมาณสารเจือในกระบวนการยิงฝังประจุที่ต่างกันคือ $1.0x10^{16}$ $1.0x10^{15}$ $5.5x10^{14}$ $2.5x10^{15}$ $3.0x10^{15}$ $3.5x10^{15}$ และ $5.5x10^{15}$ ion/cm^2 ตามลำดับ ผลจากการวัดค่าความต้านทานเชิงแผ่นด้วยเครื่องโพร์พอยท์โพรบ ซึ่งได้ค่าความต้านทานเชิงแผ่นเฉลี่ยดังนี้ 96.7 384.2 865.7 150.2 137.7 129.9 และ 113.3 Ohm/sq ตามลำดับ

จากการศึกษาการทดสอบค่าความต้านทานที่วัดด้วยเครื่องทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าและเครื่องโพรบสเตชันของโพลีซิลิคอนเวเฟอร์ โดยหนึ่งแผ่นซิลิคอนเวเฟอร์จะทำการวัดค่าความต้านทานทั้งหมด 9 จุด จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า แผ่นซิลิคอนเวเฟอร์ที่ใช้ปริมาณสารเจือ $1.0x10^{16}$ $2.5x10^{15}$ $3.0x10^{15}$ $3.5x10^{15}$ และ $5.5x10^{15}$ ion/cm^2 เมื่อเพิ่มอุณหภูมิมากขึ้น ค่าความต้านทานของโพลีซิลิคอนเวเฟอร์มีค่าเพิ่มขึ้น แต่สำหรับแผ่นซิลิคอนเวเฟอร์ที่ใช้ปริมาณสารเจือ $1.0x10^{15}$ และ $5.5x10^{14}$ ion/cm^2 มีค่าความต้านทานลดลง เมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิในการวัด

จากการวัดค่าความต้านทานด้วยเครื่องทดสอบคุณสมบัติทางไฟฟ้าและเครื่องโพรบสเตชัน เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการวัดมากขึ้น จากการทดลองสรุปได้ว่าแผ่นซิลิคอนเวเฟอร์ D05 D06 D07 D08 และ D01 เมื่อใช้ปริมาณสารเจือในกระบวนการยิงฝังประจุที่มากกว่า $2.0x10^{15}$ – $1.0x10^{16}$ ion/cm^2 ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานเป็นบวก ซึ่งได้ค่าดังนี้ 438.45 483.48 523.54 579.78 และ 608.35 ตามลำดับ สำหรับแผ่นซิลิคอนเวเฟอร์ D02 และ D04 ที่ใช้ปริมาณสารเจือในกระบวนการยิงฝังประจุ $1.0x10^{15}$ และ $1.0x10^{14}$ ion/cm^2 ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานเป็นลบ ซึ่งมีค่าดังนี้ -194.93 และ -629.93 ตามลำดับ

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มปริมาณสารเจือมากกว่า $2x10^{15}$ ion/cm^2 ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานเป็นบวก แต่เมื่อใช้ปริมาณสารเจือที่น้อยกว่า $1.0x10^{15}$ ion/cm^2 ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานเป็นลบ โดยในการทดลองครั้งนี้ ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานที่เข้าใกล้ศูนย์มากที่สุด ซึ่งได้ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานเท่ากับ -194.9254 คือแผ่นซิลิคอนเวเฟอร์ D02 โดยใช้ปริมาณสารเจือที่ $1.0x10^{15}$ ion/cm^2

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ดร.อัมพร โพธิ์ใย ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ ดร.โอกาส ตรีทวีศักดิ์ หัวหน้างานวิจัยและพัฒนาอิเล็กทรอนิกส์ คุณวิทวัส แย้มวงษ์ และคุณบุญเกื้อ พิญโญ ฝ่ายงานวิจัยและพัฒนาอิเล็กทรอนิกส์ ศูนย์เทคโนโลยีไมโครอิเล็กทรอนิกส์ ที่ให้คำปรึกษา และให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือขั้นสูงต่างๆ ขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้ทุกๆด้าน

เอกสารอ้างอิง

การุณ แซ่จอก. 2550. การศึกษาความต้านทานของฟิล์มโพลีซิลิคอนและอมอร์ฟัสซิลิคอน หลังกระบวนการยิงฝังประจุเพื่อใช้ในอุปกรณ์ตรวจจับความดัน. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,กรุงเทพฯ.

บุญเกื้อ พิญโญ. 2552. ผลของความหนาของโพลีซิลิคอนไดอะแฟรมที่มีต่อความไวของอุปกรณ์ตรวจจับความดันเปียโซรีซิสทีปแบบโครงสร้างเชิงผิว. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

สิทธิชัย โภไคยอุดม. 2551. อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำสำหรับวงจรรวมยุคใหม่. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, กรุงเทพฯ.

ทีมงาน SHINE โรงเรียนศรีกระนวนวิทยาคม จ.ขอนแก่น. 2549. การนำไฟฟ้า. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/2549/khonkhan/electric/content/(20 เมษายน 2557)

Mosser, V., Suski, J., Goss, J., and Qbermeier, E. 1991. Piezoresistive pressure sensors based on polycrystalline silicon., Sensor and actuators A:Physical 28(2): 113-132.

Raman, M.S., Kifle, T., Bhattacharya, E., and Bhat, K.N. 2006. Physical model for the resistivity and temperature coefficient of Resistivity in heavily doped polysilicon., IEEE Transactions on electron devices 53(8): 1885-1892.



Saejok, k., Phinyo, B., Chaowicharat, E., Ratanaudomphisut, E., Treethaveesak, O., Hruanun, C., and Poyai, A. 2008. Effect of temperature to characteristics of polysilicon based surface micromachining
piezoresistive pressure sensor. pp. 813-816. presented at 5th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON 2008) 14 -17 May 2008. Krabi, Thailand.

ผลของอนุภาคนาโนซิลิกอนไดออกไซด์ ต่อสมบัติเชิงพื้นผิวของแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิตพีวีดีเอฟ

The Effect of SiO_2Nanopaticles to the Morphology of Polyvinylidene fluoride Nanocomposite Membranes

กฤษณา กนัยนาท,[1] พนัส คล้ายนาค,[1] วรวัชร เทียมประกาศิต,[1] อันชัญ หมวกงาม[1] และ มรกต พุทธกาล[1*]

Kridsana Kanainat,[1] Phanat Khlainak,[1] Voravat Teamprakasit,[1] Anchan Muakngam[1] And Moragote Buddhakala[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้สังเคราะห์แผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิตพอลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์กับอนุภาคนาโนซิลิกอนไดออกไซด์ในตัวทำละลายไดเมทธิลอะเซตาไมด์และอะซิโตนด้วยเทคนิคการหล่อแบบโดยแปรค่าความเข้มข้นของอนุภาคนาโนซิลิกอนไดออกไซด์ จากนั้นนำแผ่นเยื่อที่สังเคราะห์ได้ไปตรวจสอบลักษณะเชิงพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดตรวจสอบสมบัติการดูดซับของเหลวด้วยการวัดเปอร์เซ็นต์การอุ้มน้ำและตรวจสอบสมบัติการเปียกด้วยเครื่องวัดมุมสัมผัส พบว่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับของเหลว และสมบัติความชอบน้ำของแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิตพอลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์แปรผันตรงกับความเข้มข้นของอนุภาคนาโนซิลิกอนไดออกไซด์

คำสำคัญ: แผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิตพอลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์ซิลิกอนไดออกไซด์

Abstract

The Polyvinylidene fluoride/Silicon dioxide nanocomposite membranes was prepared by cast on technique with different proportion of SiO_2nanopaticles. The membranes morphology was investigated by SEM. The membranes solution uptake and wettability were observed by water uptake and contact angle, respectively. It was found that the level of water uptakeand the wettability increased with increasing of SiO_2 nanopaticles.

Keywords :nanocomposite membranes, Polyvinylidene fluoride, Silicon dioxide

[1]สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

[1]Division of Physics, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Kong6, Thanyaburi, Pathumthani 12110, Thailand

*Corresponding author. E-mail: morak555@gmail.com

บทนำ

จากความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างมากของประชากรโลก ทำให้มีการค้นคว้าแหล่งพลังงานอื่นเพื่อทดแทนพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่มีอยู่อย่างจำกัด พลังงานเซลล์เชื้อเพลิงถือได้ว่าเป็นแหล่งพลังงานทดแทนอีกรูปแบบหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสูง และไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เซลล์เชื้อเพลิงแบบเมทานอลโดยตรง (direct methanol fuel cell; DMFC) เป็นเซลล์เชื้อเพลิงที่ได้รับความสนใจ เนื่องจากสภาวะการทำงานเกิดขึ้นที่อุณหภูมิและความดันต่ำจึงสะดวกในการทำงาน สามารถสร้างให้มีขนาดกะทัดรัดได้ และไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการกัดกร่อน

แผ่นเยื่ออิเล็กโทรไลต์ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่งของเซลล์เชื้อเพลิงชนิดดังกล่าว ซึ่งสมบัติที่สำคัญของแผ่นเยื่ออิเล็กโทรไลต์ที่ดี คือ มีสภาพการนำโปรตอนดี นำอิเล็กตรอนต่ำ ทนต่อปฏิกิริยาออกซิเดชัน ดูดซับน้ำได้ดีที่อุณหภูมิสูง ทนต่อสารเคมี คงสภาพ มีสมบัติเชิงกลที่ดีและมีความพรุนของแผ่นเยื่อ รวมถึงการกระจายตัวของรูพรุนที่ดี แผ่นเยื่อทางการค้าที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีชื่อทางการค้าว่า แนฟฟิออน (nafion) ซึ่งกลไกการนำโปรตอนของแผ่นเยื่อชนิดนี้จะใช้น้ำเป็นตัวพาหะ แต่มีข้อเสีย คือ มีราคาสูง และถ้านำมาใช้งานในเซลล์เชื้อเพลิงแบบเมทานอลโดยตรงจะทำให้สมบัติในการแลกเปลี่ยนโปรตอนและความคงทนแข็งแรงของแผ่นเยื่อลดลงอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะเกิดการข้ามผ่านของเมทานอล (crossover) เนื่องจากอุณหภูมิการทำงานที่สูงกว่าและการใช้เมทานอลเป็นสารเชื้อเพลิง จึงได้มีการค้นคว้าและวิจัยเพื่อแก้ปัญหาการเสียสภาพของ แนฟฟิออน โดยการเตรียมแผ่นเยื่ออิเล็กโทรไลต์จากวัสดุชนิดอื่นขึ้นทดแทน โดยวัสดุชนิดหนึ่งที่ได้รับความสนใจคือพอลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์ (polyvinylidene fluoride; PVdF) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ที่มีจุดเด่น คือ มีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกสูง มีสมบัติเชิงกลและสมบัติการทนความร้อนที่ดี อีกทั้งยังทนต่อสารเคมีและทนต่อการละลายน้ำอย่างไรก็ตามเพื่อให้พอลิเมอร์ดังกล่าวสามารถนำโปรตอนได้ดี จึงจำเป็นต้องทำการปรับปรุงสมบัติของแผ่นเยื่อ โดยในงานวิจัยนี้จะทำการเพิ่มอนุภาคนาโนซิลิกอนไดออกไซด์ (silicon dioxide; SiO_2) เพื่อให้เกิดเป็นวัสดุเชิงประกอบระดับนาโนระหว่างสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ (organic-inorganic nanocomposites) ซึ่งจะเป็นการอาศัยสมบัติความคงทนของอนุภาคนาโนของสารอนินทรีย์เข้ามาช่วยเสริมประสิทธิภาพ ด้วยเทคนิคการหล่อแบบ (solution casting) เพื่อปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงไฟฟ้าของแผ่นเยื่ออิเล็กโทรไลต์ที่สังเคราะห์ได้ให้ดียิ่งขึ้นและมีราคาลดลง

วิธีการทดลอง

กระบวนการเตรียมสารละลาย PVdF

งานวิจัยนี้ใช้สารละลาย PVdF(polyvinylidene fluoride; PVdF, M_w = 534,000, ผลิตโดยบริษัท SIGMA - ALDRICH)เข้มข้น 10% โดยน้ำหนักที่อัตราส่วนของตัวทำละลาย DMAc(dimethylacetamide; DMAc, M_w = 87.12, Analytical Grade, ผลิตโดยบริษัท FLUKA ANALYTICAL)ต่อ acetone(acetone, M_w = 58.08, Analytical Grade, ผลิตโดยบริษัท J.T.BAKER)เป็น 4 : 6 ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าถ้าอัตราส่วนของ DMAcมากกว่า acetone จะเติมอนุภาคนาโน SiO_2(silicon dioxide; SiO_2, nanopowder, 10 – 20 nm particle size, Analytical Grade, ผลิตโดยบริษัท SIGMA - ALDRICH) ได้ปริมาณน้อยและสารละลายจะมีความหนืดมาก ดังนั้นที่อัตราส่วนของตัวทำละลาย 4 : 6 จึงมีความเหมาะสมในการเตรียมแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิตPVdF ในโครงงานนี้จึงเลือกใช้เงื่อนไข

ดังกล่าวมาเป็นข้อมูลเบื้องต้น โดยจะทดลองแปรค่าความเข้มข้นของ SiO_2ที่0 % โดยน้ำหนักถึง2.0 % โดยน้ำหนักดังตารางที่ 1

ตัวอย่างที่	ความเข้มข้น SiO_2 (%)	ปริมาณสาร (กรัม)			
		PVdF	acetone (6)	DMAc (4)	SiO_2
1	0.0	1	5.4	3.6	0.00
2	0.5	1	5.4	3.6	0.05
3	1.0	1	5.4	3.6	0.10
4	1.5	1	5.4	3.6	0.15
5	2.0	1	5.4	3.6	0.20

ตารางที่ 1 ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการสังเคราะห์แผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิต PVdF

จากนั้นคนสารละลายโดยเครื่องคนสารละลายด้วยแรงแม่เหล็ก ที่อุณหภูมิ 40องศาเซลเซียสด้วยความเร็ว 350 รอบ/นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อสารละลายเข้ากันดีแล้วทำการคนสารละลายอีกครั้งที่อุณหภูมิห้องด้วยความเร็ว 125รอบ/นาที เป็นเวลา 30 นาที เพื่อให้อุณหภูมิของสารละลายลดลงและไม่ให้เกิดฟองอากาศในสารละลาย

การสังเคราะห์แผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิต PVdFด้วยเทคนิคการหล่อแบบ

การสังเคราะห์แผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิต PVdFด้วยเทคนิคการหล่อแบบโดยการใช้กระจกสร้างแบบให้มีขนาด 6x6 ตารางเซนติเมตร จากนั้นเทสารละลาย PVdF ลงแบบที่สร้างไว้ ใช้กระจกสไลด์ลากตามแนวระนาบช้าๆ เพื่อให้สารละลาย PVdFที่อยู่ในแบบที่สร้างขึ้นมีความหนาเท่ากัน ปล่อยให้แผ่นเยื่อคงสภาพเป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

การตรวจสอบลักษณะเชิงพื้นผิวของแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิต PVdF

เตรียมชิ้นงานโดยการตัดแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิตPVdF ขนาดประมาณ 1 x 1 ตารางเซนติเมตร จำนวนตัวอย่างละ 1 แผ่น นำชิ้นงานไปติดลงบนแท่นวางชิ้นงาน (stub) ด้วยเทปคาร์บอน แล้วนำไปเคลือบทองเพื่อให้แผ่นเยื่อนำไฟฟ้า จากนั้นนำไปตรวจสอบลักษณะเชิงพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope; SEM) ที่กำลังขยาย 500 เท่า โดยใช้อิเล็กตรอนพลังงาน20 กิโลโวลต์บันทึกภาพที่ได้

การตรวจสอบสมบัติการดูดซับของเหลว

เตรียมชิ้นงานโดยการตัดแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิตPVdF ขนาดประมาณ 1.5 x 1.5 ตารางเซนติเมตร จำนวนตัวอย่างละ 3 แผ่น นำชิ้นงานที่ได้ไปชั่งมวลด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 4 ตำแหน่ง โดยกำหนดให้เป็นมวลแห้ง (m_{dry}) แล้วนำไปแช่น้ำกลั่นปริมาตร 40 มิลลิลิตรเป็นเวลา 6 ชั่วโมงขั้นตอนต่อไปนำชิ้นงานที่ผ่านการแช่น้ำมาซับน้ำออกด้วยกระดาษทิชชูไร้ขนแล้วนำไปชั่งมวลด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลอีกครั้งกำหนดให้เป็นมวลเปียก (m_{wet}) นำค่ามวลที่ได้ทั้ง 2 มาหาค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับของเหลวตามสมการที่ 1 ดังนี้

$$\% \, Water \, Uptake = \frac{m_{wet} - m_{dry}}{m_{dry}} \, x \, 100\% \quad (1)$$

เมื่อ m_{wet} คือ มวลของแผ่นเยื่อก่อนแช่น้ำ (กรัม)

m_{dry}คือ มวลของแผ่นเยื่อหลังแช่น้ำ (กรัม)

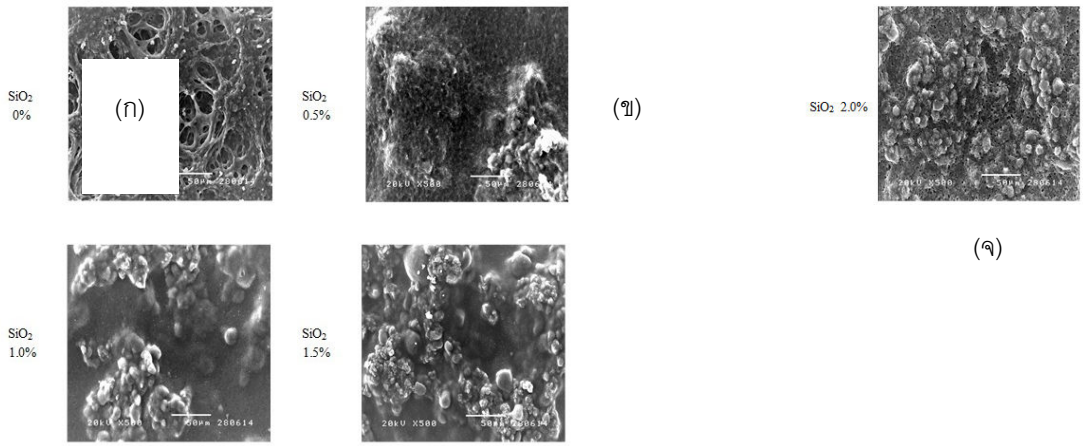
การตรวจสอบสมบัติการเปียก

การตรวจสอบสมบัติการเปียกจะทำการวัดค่ามุมสัมผัสโดยใช้โปรแกรม Interface Measurement & Analysis System (FAMAS) ทำการเตรียมชิ้นงานโดยการตัดแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิตPVdF ขนาดประมาณ 0.5 x 2.0ตารางเซนติเมตร จำนวนตัวอย่างละ 2แผ่นนำมาติดลงบนกระจกสไลด์ นำชิ้นงานไปวางบนฐานของเครื่องวัดมุมสัมผัสปรับตั้งให้อยู่ในแนวระดับด้วยระดับน้ำ หยดน้ำลงบนแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิตPVdF โดยหมุนสกรูที่ด้านบนของหลอดฉีดให้ได้ปริมาตร 0.3 ไมโครลิตรจากนั้นเลื่อนฐานของเครื่องวัดมุมสัมผัสให้สัมผัสกับหยดน้ำ โปรแกรมจะทำการบันทึกภาพและคำนวณค่ามุมสัมผัส ทำการวัดตัวอย่างละ 6 ครั้ง แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์

ผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ทำสังเคราะห์แผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิตPVdFด้วยเทคนิคการหล่อแบบที่ความเข้มข้นของPVdF10 % โดยน้ำหนักโดยแปรค่าความเข้มข้นของอนุภาคนาโน SiO_2 จากนั้นนำแผ่นเยื่อที่สังเคราะห์ได้ไปตรวจสอบลักษณะเชิงพื้นผิวด้วยSEMตรวจสอบสมบัติการดูดซับของเหลวด้วยการวัดเปอร์เซ็นต์การอุ้มน้ำและตรวจสอบสมบัติการเปียกด้วยเครื่องวัดมุมสัมผัสซึ่งผลที่ได้แสดงดังต่อไปนี้

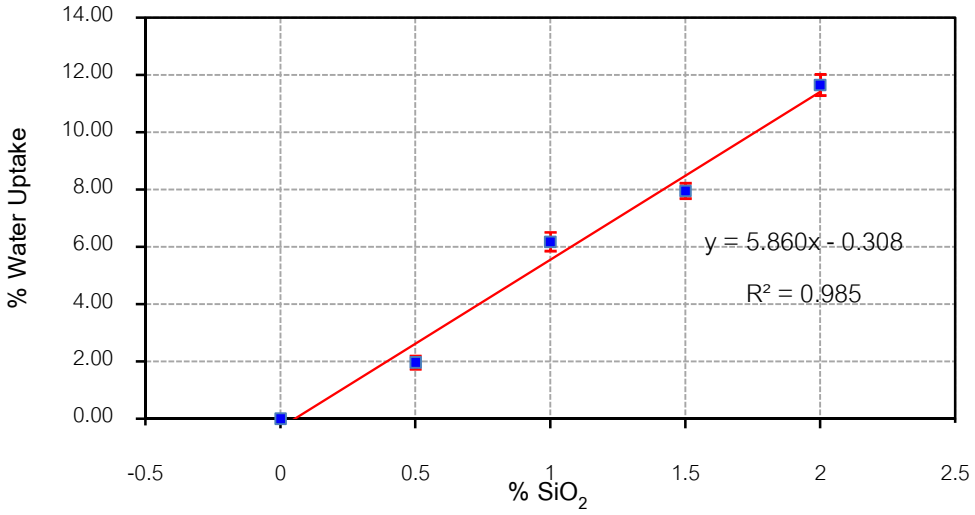
ผลการตรวจสอบลักษณะเชิงพื้นผิวด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด



รูปที่ 1 แผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิต PVdFที่ความเข้มข้นของ SiO_2(ก) 0 %, (ข) 0.5 %, (ค) 1.0 %, (ง) 1.5% และ(จ) 2.0 % จาก SEM.

ผลการตรวจสอบสมบัติการดูดซับของเหลว

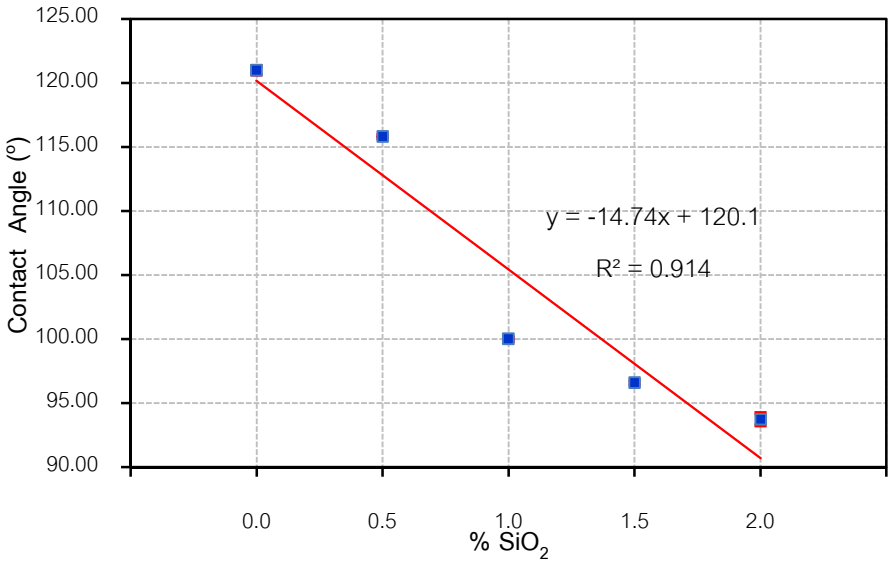
สมบัติการดูดซับของเหลวนับเป็นอีกสมบัติหนึ่งที่มีผลต่อการทำงานของแผ่นเยื่ออิเล็กโทรไลต์ เนื่องจากแผ่นเยื่อที่มีสมบัติในการดูดซับของเหลวที่ดีจะส่งผลให้แผ่นเยื่อสามารถนำโปรตอนได้ดีขึ้นดังนั้นจึงมีการตรวจสอบสมบัติการดูดซับของเหลวของแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิต PVdFที่สังเคราะห์ได้ เพื่อศึกษาผลของอนุภาคนาโนSiO_2ต่อสมบัติในการดูดซับของเหลวของแผ่นเยื่อ



รูปที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ SiO_2กับเปอร์เซ็นต์การดูดซับของเหลวของแผ่นเยื่อนาโน-คอมโพสิต PVdF

ผลการตรวจสอบสมบัติการเปียก

สมบัติการเปียกเป็นสมบัติหนึ่งที่มีผลต่อการทำงานของแผ่นเยื่ออิเล็กโทรไลต์ ในที่นี้จะใช้เทคนิคการวัดมุมสัมผัสของของเหลวเพื่อศึกษาผลของอนุภาคนาโนSiO_2ต่อสมบัติการเปียกของแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิต PVdFที่สังเคราะห์ได้



รูปที่ 3กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ SiO_2กับมุมสัมผัสของแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิต PVdF

อภิปรายผล

จากผลการตรวจสอบลักษณะเชิงพื้นผิวของแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิต PVdFที่ทำการแปรค่าความเข้มข้นของอนุภาคนาโน SiO_2แสดงดังรูปที่ 1พบว่าที่ความเข้มข้นของอนุภาคนาโน SiO_2 0 % พื้นผิวของแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิต PVdFที่สังเคราะห์ได้มีลักษณะเป็นโพรงพรุนที่มีขนาดไม่สม่ำเสมอดังรูปที่ 1 (ก) ซึ่งโพรงพรุนที่เกิดขึ้นนี้เป็นผลมาจากการระเหยอย่างรวดเร็วของตัวทำละลายทำให้เนื้อสารเกิดการเปลี่ยนสถานะอย่างรวดเร็ว ที่ความเข้มข้นของอนุภาคนาโน SiO_2ระหว่าง 0.5 % ถึง 1.5 % พบว่าลักษณะพื้นผิวของแผ่นเยื่อมีความเป็นเนื้อเดียวกันมากขึ้นและยังสังเกตเห็นอนุภาคนาโนของ SiO_2ที่รวมกันเป็นกลุ่มก้อนปรากฏบนเนื้อของแผ่นเยื่อดังรูปที่ 1 (ข) ถึงรูปที่ 1 (ง) อันเนื่องจากอนุภาคนาโนของ SiO_2มีการดูดซับตัวทำละลายเอาไว้ส่งผลให้ตัวทำละลายระเหยช้าลง แผ่นเยื่อจึงมีระยะเวลาในการจัดเรียงตัวที่ดีขึ้นทำให้พื้นผิวมีความเป็นเนื้อเดียวกันมากกว่าแผ่นเยื่อที่ไม่เติมอนุภาคนาโนของ SiO_2และที่ความเข้มข้นของอนุภาคนาโน SiO_2 2.0 % พบว่าลักษณะพื้นผิวของแผ่นเยื่อที่สังเคราะห์ได้มีลักษณะเป็นรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมากและยังคงสังเกตเห็นกลุ่มก้อนขนาดต่างๆ ของอนุภาคนาโน SiO_2ดังรูปที่ 1 (จ) รูพรุนขนาดเล็กๆ ที่ปรากฏบนพื้นผิวของแผ่นเยื่อเกิดจากการกระจายตัวเป็นกลุ่มก้อนของอนุภาคนาโน SiO_2แล้วเกิดเป็นรูพรุนเล็กๆ ที่ผิวหน้าของแผ่นเยื่อขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ XingtaoZuo(2009)

จากผลการตรวจสอบสมบัติในการดูดซับของเหลวของแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิต PVdFแสดงดังรูปที่ 2 พบว่าแผ่นเยื่อที่สังเคราะห์ได้มีค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับของเหลวระหว่าง 0 % ถึง 11.65 % ที่ความเข้มข้นของอนุภาคนาโน SiO_2ตั้งแต่ 0 % ถึง 2.0 % โดยค่าความเข้มข้นของอนุภาคนาโน SiO_2จะแปรผันตรงกับค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับของเหลว เมื่อความเข้มข้นของอนุภาคนาโน SiO_2เพิ่มขึ้นค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับของเหลวจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากอนุภาคนาโนของ SiO_2 นั้นมีสมบัติ hydrophilic จึงส่งผลให้แผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิต PVdFที่สังเคราะห์ได้สามารถดูดซับของเหลวได้มากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ XingtaoZuo(2009)

จากผลการตรวจสอบสมบัติการเปียกของแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิต PVdFแสดงดังรูปที่ 3พบว่าค่ามุมสัมผัสของแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิต PVdFมีค่าระหว่าง 93.76°ถึง 121.00°ที่ความเข้มข้นของอนุภาคนาโน SiO_2ตั้งแต่ 0 % ถึง 2.0 % โดยค่าความเข้มข้นของอนุภาคนาโน SiO_2จะแปรผกผันกับค่ามุมสัมผัสเมื่อความเข้มข้นของอนุภาคนาโน SiO_2เพิ่มขึ้นค่ามุมสัมผัสจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญสอดคล้องกับผลการตรวจสอบสมบัติการดูดซับของเหลวของแผ่นเยื่อ เนื่องจากอนุภาคนาโนของ SiO_2 มีสมบัติ hydrophilic จึงส่งผลให้มุมสัมผัสมีค่าลดลง แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคนาโน SiO_2ทำให้แผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิต PVdFมีสมบัติการเปียกที่ดีขึ้นหรือมีความชอบน้ำมากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ วรวัชร(2557)

สรุป

งานวิจัยนี้ทำการดัดแปรและศึกษาสมบัติของแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิตพอลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์ด้วยเทคนิคการหล่อแบบ ที่ความเข้มข้นของพอลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์ 10 % โดยน้ำหนักในตัวทำละลายผสมระหว่างไดเมทธิล-อะเซตาไมด์และอะซิโตนที่อัตราส่วน 4 : 6 โดยทำการแปรค่าความเข้มข้นของอนุภาคนาโนซิลิกอนไดออกไซด์ที่ 0 % โดยน้ำหนักถึง 2.0 % โดยน้ำหนักเพื่อศึกษาผลของอนุภาคนาโนซิลิกอนไดออกไซด์ต่อสมบัติต่างๆ ของแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิตพอลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์แล้วนำแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิตพอลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์ที่สังเคราะห์ได้ไป

ตรวจสอบลักษณะเชิงพื้นผิวด้วย SEM ตรวจสอบสมบัติการดูดซับของเหลวด้วยการวัดเปอร์เซ็นต์การอุ้มน้ำและตรวจสอบสมบัติการเปียกด้วยเครื่องวัดมุมสัมผัสโดยผลการวิจัยเป็นดังนี้

จากการศึกษาสมบัติของแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิตพอลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์ที่แปรค่าความเข้มข้นของอนุภาคนาโนซิลิกอนไดออกไซด์พบว่าที่ความเข้มข้นของอนุภาคนาโนซิลิกอนไดออกไซด์ 2.0 % โดยน้ำหนักเหมาะสมในการสังเคราะห์แผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิตพอลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์ เนื่องจากแผ่นเยื่อมีลักษณะเชิงพื้นผิวเป็นรูพรุนขนาดเล็กจำนวนมากกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอ จากผลการตรวจสอบสมบัติการเปียกด้วยการหาค่ามุมสัมผัสพบว่าแผ่นเยื่อนาโนคอมโพสิตพอลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์มีค่ามุมสัมผัสสูงอันเนื่องมาจากสมบัติความไม่ชอบน้ำของพอลิเมอร์ แต่เมื่อเติมอนุภาคนาโนซิลิกอนไดออกไซด์จะพบว่าความเข้มข้นของอนุภาคนาโนซิลิกอนไดออกไซด์จะแปรผกผันกับค่ามุมสัมผัสและแปรผันตรงกับค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับของเหลว

เอกสารอ้างอิง

วรวัชร เทียมประกาศิต. 2557. การเตรียมและศึกษาสมบัติของแผ่นนาโนคอมโพสิตพอลิไวนิลลิดีนฟลูออไรด์. ปริญญานิพนธ์ วิทยาศาสตรบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

XingtaoZuo, Shuili Yu, Xia Xu, Jun Xu, RuilingBaoand Xiaoju Yan.2009. New PVDF organic–inorganic membranes: The effect of SiO_2nanoparticles content on the transport performance of anion-exchange membranes. Journal of Membrane Science :206–213.

การเปรียบเทียบผลของสารสกัดจากพืช 12 ราศีและสารฆ่าแมลงบางชนิดต่อเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนห่อใบข้าว (CnaphalocrocismedinalisGuenée)

The Comparison of Plant Extract and some Insecticides on Mortality of Rice Leaffolder (CnaphalocrocismedinalisGuenée)

ศุลีพร เออร์– ราฮีบี้ย์[1*] และ ยรรยง เฉลิมแสน[1]

SuleepornEr – rahyby[1*] And Yanyong Chalermsan[1]

บทคัดย่อ

หนอนห่อใบข้าว (*Cnaphalocrocismedinalis*Guenée) เป็นศัตรูข้าวที่สำคัญ พบการระบาดของหนอนห่อใบข้าวในหลายพื้นที่ การนำสารสกัดจากพืชมาใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนห่อใบข้าวจะเป็นทางเลือกหนึ่งในการป้องกันกำจัดหนอนห่อใบข้าวอย่างยั่งยืนและปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม จึงได้ดำเนินการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช 12 ราศีและสารฆ่าแมลงบางชนิดที่เกษตรกรนิยมใช้ในการควบคุมหนอนห่อใบข้าว โดยทดสอบกับหนอนห่อใบข้าว 2 วิธีคือ วิธีหยดสารลงบนตัวแมลง และวิธีการจุ่มใบพืช วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 7 สิ่งทดลองสิ่งทดลองละ 4 ซ้ำ ผลการศึกษาพบว่า วิธีการจุ่มใบพืชมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงทดสอบสูงกว่าวิธีหยดสารลงบนตัวแมลง และสารสกัดจากพืช 12 ราศีที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การตายหนอนห่อใบข้าวคือ 63.16 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับการใช้สารคาร์โบซัลแฟนและฟิโปรนิล65.79 และ 55.26 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังนั้นการใช้สารสกัดจากพืช 12 ราศีที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ จึงสามารถใช้ทดแทนสารเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: หนอนห่อใบข้าว (*Cnaphalocrocismedinalis*Guenée) สารสกัดจากพืช

Abstract

Rice Leaffolder (*Cnaphalocrocismedinalis*Guenée), is one of the major rice pests. It is commonly found in rice growing areas in the world. Insecticides are mainly used as control agents that cost huge of farmers investment. Natural products are being use as alternative controlling agent to the pest. These studies were to compare applications and effect of local herbal extract (12 Ra Si) with some recommended insecticides. The applications were topical application and leaf dipping method. The experiment was carried out by Completely Randomized Design (CRD) with 4 repetitions. The results showed degree of effects on rice leaffolder is largely dependent on the application, chemicals and their concentrations. The leaf dipping method caused the highest percent of rice leaffolder's mortality, Carbosulfan, 30 percent concentration of plant extracts and Fipronil caused larval mortality respectively.

Keywords :rice leaffolders (*Cnaphalocrocismedinalis*Guenée), plant extracts

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดพิษณุโลก 65000

[1]Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University Of Technology Lanna, Phitsanulok Campus, Phitsanulok Province 65000

* Corresponding author. E-mail: fosithia@hotmail.com

บทนำ

หนอนห่อใบข้าว (rice leaffolder) *Cnaphalocrocis medinalis*Guenée (Lepidoptera: Pyralidae) จัดเป็นแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญและพบการระบาดทั่วไปทั้งในประเทศและต่างประเทศแถบเอเชียและโอเชียเนียมีรายงานการระบาดของหนอนห่อใบข้าวในหลายพื้นที่ของประเทศจีน ญี่ปุ่น และเกาหลี บางส่วนของพื้นที่ประเทศอินเดีย ศรีลังกา บังคลาเทศ เนปาล และมาเลเซีย (Khan *et al*., 1989; Kaushik, 2010) ประเทศไทยพบการระบาดของหนอนห่อใบข้าวในพื้นที่นาเขตชลประทานในปีพ.ศ. 2555 และพบการระบาดมากขึ้นอย่างต่อเนื่องในหลายพื้นที่ในปัจจุบัน (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2556) หนอนห่อใบข้าวจัดเป็นแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อปริมาณผลผลิตข้าวที่ได้ หากพบความเสียหายของใบข้าวจากการทำลายของหนอนห่อใบข้าว60-70% จะส่งผลต่อผลผลิตข้าวที่ได้ลดลง 80%(Shrivastava, 1989; Prabal and Saikia,1999; Alvi *et al*., 2003) โดยหนอนห่อใบข้าวจะสร้างใยเหนียวดึงขอบใบตามแนวยาว (longitudinally) หนอนจะอยู่ด้านในกัดแทะผิวใบข้าวส่วนที่เป็นสีเขียว เหลือไว้เพียงโครงสร้างของใบเป็นแถบสีขาว ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงของใบข้าวลดลง ส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าว (เสน่ห์, 2524; ธวัชและเพชรหทัย, 2554; Khan *et al*., 1988) นอกจากนี้ ใบข้าวที่ถูกหนอนห่อใบข้าวทำลาย ยังง่ายต่อการเกิดโรคที่มีสาเหตุมาจากแบคทีเรียและเชื้อรา (Bashir *et al*., 2004)ที่ผ่านมาการควบคุมการระบาดของหนอนห่อใบข้าวนิยมใช้สารเคมีฆ่าแมลงเป็นหลัก ทำให้เกิดการลดปริมาณลงอย่างรวดเร็วของแมลงศัตรูธรรมชาติ ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้น และปัญหาสภาพแวดล้อม ยิ่งไปกว่านั้น ยังไม่สามารถควบคุมการระบาดของหนอนห่อใบข้าวได้ (Heong, 2005)งานวิจัยด้านการบริหารจัดการแมลงศัตรูข้าว (rice insect pest management)โดยการใช้สารจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติทดแทนการใช้สารเคมีฆ่าแมลงจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ได้รับความสนใจและต้องการการพัฒนาคือ การใช้สารจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพื่อป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าว ซึ่งนอกจากช่วยลดปริมาณการระบาดของแมลงศัตรูข้าวแล้ว ยังเป็นการลดต้นทุนในการผลิตข้าวจากการนำสิ่งที่หาได้ในท้องถิ่นมาใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูข้าว และมีความปลอดภัยต่อเกษตรกร ผลผลิต และสภาพแวดล้อม การวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาผลของสารสกัดจากพืชที่หาได้ในท้องถิ่นเปรียบเทียบกับสารเคมีที่นิยมใช้ในปัจจุบันต่อเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนห่อใบข้าว เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับใช้ในการบริหารจัดการแมลงศัตรูข้าวได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

วิธีการศึกษา

การเตรียมตัวอย่างแมลงเพื่อใช้ในการทดสอบ

ดำเนินการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนห่อใบข้าว ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว นำหนอนห่อใบข้าวที่ได้มาเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ โดยทำการเพาะเลี้ยงในกล่องพลาสติก ขนาด 15 x 21 x 7 เซนติเมตร ให้ใบข้าวปลอดสารเคมีที่เพาะปลูกเองเป็นอาหารแก่ตัวหนอน เมื่อเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย แยกออกใส่กรงเลี้ยงแมลงขนาด ขนาด 1 x 1 x 1เมตร ให้น้ำผสมน้ำผึ้ง 10% เป็นอาหาร และใส่ข้าวซึ่งปลูกในกระถางเพื่อให้ผีเสื้อวางไข่ ใช้หนอนห่อใบข้าววัยที่ 3 ในการทดสอบ

การเตรียมสารทดสอบ

สารฆ่าแมลงที่ใช้ในการทดสอบ เลือกจากคำแนะนำการป้องกำจัดแมลงศัตรูข้าวสำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมวิชาการเกษตร และใช้อัตราสูงสุดตามคำแนะนำเป็นเกณฑ์ในการทดสอบ ได้แก่ ฟิโปรนิล (fipronil) และคาร์

โบซัลแฟน(carbosulfan)สารสกัดจากพืช 12 ราศีเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านของนายนิรุต ม่วงเนียม หมู่ที่ 1 ตำบลบ้านกร่าง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก และใช้น้ำกลั่นเป็นสิ่งควบคุม

การทดสอบอัตราการตาย

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) จำนวน 4 ซ้ำ แต่ละหน่วยทดลองใช้หนอนห่อใบข้าวจำนวน 10 ตัวสารที่ทำการทดสอบ 3 ชนิด คือ สารสกัดจากพืช12 ราศีฟิโปรนิล 5 เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ และคาร์โบซัลแฟน 20 เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ การทดสอบใช้วิธีหยดสารทดสอบลงบนตัวแมลง (topical application method) และ วิธีการจุ่มใบพืช (leaf dipping method) กับหนอนวัยที่ 3 แต่ละกรรมวิธีมีความเข้มข้นของสารทดสอบดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุม (น้ำเปล่า)

กรรมวิธีที่ 2 สารสกัดจากพืช 12 ราศี ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 3 สารสกัดจากพืช 12 ราศี ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 4 สารสกัดจากพืช 12 ราศี ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 5 สารสกัดจากพืช 12 ราศี ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 6 ฟิโปรนิล 5 เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ ในอัตราส่วน 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 7 คาร์โบซัลแฟน 20 เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ ในอัตราส่วน 110 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

วิธีหยดสารทดสอบลงบนตัวแมลง (ดัดแปลงจาก Balasubramanian, 1987) ใส่หนอนห่อใบข้าววัยที่ 3 ที่อดอาหารเป็นเวลา24 ชั่วโมงจำนวน 10 ตัว ลงในกล่องพลาสติกขนาด 15 x 21 x 7 เซนติเมตร ใช้ micro pipet ดูดสารที่ทำการทดสอบปริมาณ 0.5 ไมโครลิตร หยดลงบนส้นหลังบริเวณอกของหนอนห่อใบข้าว จำนวน1 หยด จนครบทั้ง 10 ตัว แล้วปิดฝากล่อง ตรวจสอบการตายของหนอนที่เวลา 1 ชั่วโมง, 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 วัน หลังทำการทดสอบ

วิธีการจุ่มใบพืช(ดัดแปลงจากเสน่ห์, 2524; Heong, 1990) นำใบข้าวปลอดสารพิษขนาดยาว 7 เซนติเมตร มาจุ่มในสารที่ใช้ทำการทดสอบ โดยใช้ใบข้าว 1 ใบต่อ 1 หน่วยการทดลอง นำใบข้าวที่จุ่มสารทดสอบไปวางในกระป๋องพลาสติกขนาด 15 x 21 x 7 เซนติเมตรจากนั้นใส่หนอนห่อใบข้าววัยที่ 3 ที่อดอาหารเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จำนวน 10 ตัว ลงในแต่ละหน่วยทดลอง แล้วปิดฝากล่อง ตรวจสอบการตายของหนอนที่เวลา 1 ชั่วโมง, 1, 2, 3, 4, 5, 6 และ 7 วัน หลังทำการทดสอบ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

คำนวณเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนห่อใบข้าว โดยใช้สูตร Abbott's formula (Abbott, 1925) เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ตายที่แท้จริง นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล(analysis of variance) จากนั้นเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารทดสอบโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลอง

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช 12 ราศี และสารเคมีที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำ ได้แก่ ฟิโปรนิลและคาร์โบซัลแฟน พบว่า เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนห่อใบข้าวในกลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากพืช 12 ราศี ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ มีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับฟิโปรนิลและคาร์โบซัลแฟน ค่าเฉลี่ยการตายสูงสุดคือการได้รับฟิโปรนิล โดยวิธีการจุ่มใบพืช รองลงมา คือ กลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากพืชที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ โดยวิธีการจุ่มใบพืชเช่นเดียวกัน โดยค่าเฉลี่ยที่ได้ คือ 65.79 และ 63.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งในกลุ่มควบคุมที่ได้รับ

น้ำเปล่านั้น มีค่าเฉลี่ยการตายของหนอนห่อใบข้าวน้อยที่สุด คือ 2.50 และ 5.00เปอร์เซ็นต์(Table 1) โดยทั้งสองวิธีการ ได้แก่ การหยดสารทดสอบลงบนตัวแมลงและการจุ่มใบพืช มีค่าเฉลี่ยการตายของหนอนห่อใบข้าวแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (Table 2)

จากผลการทดสอบสาร พบว่า ภายหลังจากวันที่สามที่หนอนห่อใบข้าวได้รับสารทดสอบแล้ว เปอร์เซ็นต์การตายของหนอนห่อใบข้าวเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติ(Table 3)เช่นเดียวกับการทดสอบของ Wen (2010) ที่มีการทดสอบสารเคมีฆ่าแมลงต่างๆ เปรียบเทียบกัน โดยสารฆ่าแมลงในกลุ่มฟีนิลไพราโซล์ คือ สารฟิโปรนิล แสดงประสิทธิภาพการควบคุมหนอนห่อใบข้าวได้ดีในช่วงวันที่สาม และประสิทธิภาพจะคงที่ภายหลังจากการให้สารแล้วหนึ่งสัปดาห์

Table 1 Mortality of the 3rd instar larva (*Cnaphalocrocismedinalis*Guenée)after 7 days exposed to insecticide and plant extract (12 Ra Si) by topical application methodand leaf dipping method

Treatment	Topical application method		Leaf dipping method	
	Mortality (mean±S.D.)	% mortality	Mortality (mean±S.D.)	% mortality
Control	0.31±1.77a[1/]	2.50	3.75±4.91a	5.00
5% plant extract	5.00±5.08b	5.26	7.81±9.41a	5.26
10% plant extract	4.69±5.07b	5.26	12.50±6.22ab	10.53
20% plant extract	9.69±11.77c	10.53	16.88±10.91b	18.42
30% plant extract	11.56±8.47c	18.42	42.50±25.02c	63.16
fipronil	13.44±8.65c	21.05	37.81±22.39c	55.26
carbosulfan	10.94±7.77c	15.79	43.75±24.98c	65.79
F-test	*		*	

Note: [1/] Means within a column followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$).

Table 2 Compare mortality of the 3rd instar larva (*Cnaphalocrocismedinalis*Guenée) after 7 days between topical application method and leaf dipping method

Method	Mortality (mean±S.D.)	% mortality	F-test
topical application	12.86±9.76	12.72	*
leaf dipping	34.64±27.42	36.40	

Table 3 Mortality of the 3rd instar larva (*Cnaphalocrocismedinalis*Guenée)between consecutive days

Day	Topical application method	Leaf dipping method
	Mean of % mortality	Mean of % mortality
0	1.07a[1/]	1.78a
1	5.00ab	14.64b
2	5.71b	14.64b
3	8.21bc	21.79bc
4	9.29bc	31.79cd
5	10.71c	34.64d
6	10.71c	35.08d
7	12.85c	35.08d
F-test	*	*

Note: [1/] Means within a column followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$).

สรุปผลการทดลอง

หนอนห่อใบข้าว เป็นศัตรูที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าว และรายได้ของเกษตรกร การใช้สารสกัดจากพืช เช่น สารสกัดจากพืช 12 ราศี ที่ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนห่อใบข้าวได้ไม่แตกต่างจากสารเคมีที่ได้รับการแนะนำจากหน่วยงานราชการ การใช้สารสกัดจากพืช นอกจากจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตข้าว โดยการใช้ทรัพยากรที่หาได้ในท้องถิ่นมาใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูข้าว โดยเฉพาะหนอนห่อใบข้าว การใช้สารสกัดจากพืช ยังมีความปลอดภัยทั้งต่อตัวเกษตรกรผู้ใช้ และแหล่งผลิต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวพิษณุโลก และศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ที่ให้ความอนุเคราะห์ในส่วนของเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ในการดำเนินการวิจัยจนสำเร็จเรียบร้อย

เอกสารอ้างอิง

ธวัช ปฏิรูปานุสร และเพชรหทัย ปฏิรูปานุสร. 2554. ศัตรูข้าวและศัตรูธรรมชาติ. สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. กรมการข้าว, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. น. 88-91

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว. 2556. สถานการณ์ศัตรูข้าว. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://brrd.in.th/main/index.php?option=com_content&view=section&id=11&Itemid=15(1 พฤษภาคม 2557).

เสน่ห์ ฤกษ์วีรี. 2524. ศัตรูธรรมชาติของหนอนห่อใบข้าว Cnaphalocrocismedinalis (Guenee) (Lepidoptera: Pyralidae) ในประเทศไทย. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขากีฏวิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 81 น.

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol* 265-267.

Alvi, M.S., M.A. Alvi., S.U. Chaudhary and S. Iqbal. 2003. Population trends and chemical control of rice leaf-folder, *Cnaphalocrocismedinalis* on rice. Direct. Adap. Res. Punjab Lahore. *Int. J. Agri. Bio.* 5(4): 615-617.

Balasubramanian, M. 1987. Effect of diflubenzurondimilin on the feeding behavior of *Cnaphalocrocismedinalis*gueneepyralidaelepidoptera. *Journal Of Research Apau*1: 119-123.

Bashir, K., T. Husnain, T. Fatima, Z. Latif, S.A. Mehdi and S. Riazuddin. 2004. Field evaluation and risk assessment of transgenic indica basmati rice. *Molec. Breed*13(4): 301-312.

Heong, K.L. 1990. Feeding rates of the rice leaffolder, *Cnaphalocrocismedinalis* (Lepidoptera: Pyralidae), on different plant stages. *J. Agric. Entomol*7(2): 81-90.

Heong, K.L. 2005.Strategies to attain ecologically sustainable pest management in rice systems. Adv. Rice Sci., Proceed. Intern. Rice Sci. Conf., 2005, Suwon, Korea, pp. 111-123.

Kaushik, C. 2010. Extent of damage by leaf folder, *Cnaphalocrocismedinalis* (Guenee) in paddy cultivars at Raig.anj, Uttar Dinajpur, West Bengal. *Current Biotica*4: 365-367.

Khan, Z.R., A.T. Barrion, J.A. Litsinger, N.P. Castilla and R.C. Joshi.1988. A bibliography of rice leaf folders (Lepidoptera: Pyralidae). *Insect Science and its Application*9: 129-174.

Khan, M.R., M. Ahmad and S. Ahmad. 1989. Some studies on biology, chemical control and varietal preference of rice leaf folder, *Cnaphalocrocismedinalis*. *Pak. J. Agric. Sci.* 26: 253–63.

Prabal, P.S. and P. Saikia. 1999. Assessment of yield losses at different growth stages of rice due to rice leaf folder, *Cnaphalocrosismedinalis*Guenee. *Annals Plant protect Sci* 7: 135-138.

Shrivastava, S.K. 1989. Leaffolder (LF) damage and yield loss on some of the selected rice varieties. *Int RiceRes Newsl* 14(5): 10.

Wen, JiZheng. 2010. Evaluation of control effect of chlorantraniliprole on *CnaphalocrocisMedinalis* (Guenee) and its influence on rice growth. M.D. Dissertation. Yangzhou University, Jiangsu. China.

ศึกษาสูตรอาหาร MS และ WPM ในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของแคลลัสกานพลู

(Study on MS & WPM Medium for Stimulating of Clove Callus)

นพรัตน์ พุทธกาล,[1*] เสาวณีย์ บัวโทน,[2] สุพรรณ โพธิ์ศรี,[1] ดลนภา แก้วภา[1] และ กาญจนา ภิญโญภาพ[1]

Nopparat Buddhakala,[1*] Saowanee Buatone,[2] Suphan Phosri,[1] Dolnapa Keawpa[1] And Kanjana Pinyopab[1]

บทคัดย่อ

กานพลูเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำการขยายพันธุ์ยาก งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการ เร่งการเจริญเติบโตของแคลลัสกานพลู และเพื่อเปรียบเทียบผลผลิตของเนื้อเยื่อที่ได้จากการเพาะเลี้ยงกานพลู โดยนำชิ้นส่วนใบ ตายอด และตาข้างของกานพลู ฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอรอกซ์ที่มีระดับความเข้มข้นและระยะเวลาการฟอกแตกต่างกันพบว่าการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอรอกซ์ 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที ตามด้วยสารละลายคลอรอกซ์ 5 เปอร์เซ็นต์ 10 นาที สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสของกานพลูได้ และจากการศึกษาสารควบคุมการเร่งการเจริญเติบโตต่อแคลลัสของกานพลูโดยทำการเปรียบเทียบระหว่างอาหารสูตร MS และ WPM พบว่าอาหารสูตร WPM ที่เติมฮอร์โมน TDZ และ2, 4 - D ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้แคลลัสของเนื้อเยื่อกานพลูพัฒนาได้ดี

คำสำคัญ : กานพลู การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ อาหารสูตร MS อาหารสูตร WPM ฮอร์โมนควบคุมการเจริญเติบโต

Abstract

Clove is an economic plant that the propagation is difficult. This research was to study the suitable medium for the tissue culture and determined the yield of different medium formulas. The process in tissue culture was carried out using leave, terminal buds and axillary buds bleached in various clorox concentrations for various periods of time. It was found that the sterilization by bleaching in 10% clorox for 10 min was the most effective followed by 5% clorox for 10 min respective. The results showed of 50% survival rate in the best effective subsequently. The plant growth regulators induced callus from a part of clove in MS and WPM mediums were studies. It was found that MS medium supplemented with TDZ (0.1 mg/l) induced 30% maximum callus of clove terminal buds. Callus in WPM medium supplemented with TDZ (0.1 mg/l) and 2, 4–D (0.1 mg/l) was induced clove terminal bud tissues

Keyword : Clove, Tissue culture, MS medium, WPM medium stimulated clove callus development.

---

[1]สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี

[2]ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษารังสิตจตุมุขธานี E-mail: ntongyos@gmail.com) http//www.rmutcon.rmutsb.ac.th

คำสำคัญ : กานพลู การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ อาหารสูตร MS อาหารสูตร แคลลัสกานพลู

Keywords: Clove, Tissue culture, MS medium, WPM medium, Plant growth regulators

*Corresponding author. E-mail: ntongyos@gmail.com

บทนำ

กานพลู (*Syzygium aromaticum* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจและเป็นเครื่องเทศเก่าแก่ที่รู้จักกันแพร่หลายและนำมาเป็นสมุนไพรกันมานาน เพราะกานพลูมีกลิ่นหอมและมีรสเผ็ดร้อนใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องแกงและแต่งกลิ่นอาหาร นอกจากนี้กานพลูยังเป็นสมุนไพรที่มีสรรพคุณต่าง ๆ เช่น ดอกตูมแห้งจะมีรสชาติเผ็ด สามารถเคี้ยวทั้งดอกเพื่อใช้ระงับกลิ่นปากได้ ทั้งยังสามารถนำมาสกัดเอาน้ำมันหอมระเหยใช้สำลีพันปลายไม้จุ่มน้ำมันกานพลูทาบริเวณที่ปวดฟันจะทำให้อาการปวดทุเลาลงได้ และดอกตูมสด 4 - 6 ดอกทุบให้แตกชงในน้ำต้มสุกดื่มครั้งละครึ่งแก้ว สามารถแก้อาการท้องอืด ขับลมได้ เป็นต้น เนื่องจากการขยายพันธุ์กานพลูทำได้โดยการเพาะเมล็ดซึ่งต้องทำการเพาะทันทีหลังจากเก็บเมล็ดจากต้น หากทิ้งไว้นานเกินกว่าหนึ่งสัปดาห์จะทำให้อัตราการงอกของเมล็ดลดลง แต่ปัจจุบันยังมีความต้องการที่จะใช้กานพลูในอุตสาหกรรมเครื่องเทศ และอุตสาหกรรมสมุนไพร จึงมีการนำเข้ากานพลูจากต่างประเทศและมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเข้ามาเป็นส่วนช่วยเพิ่มผลผลิตกานพลู การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (Plant tissue culture) เป็นทางเลือกหนึ่งในการขยายพันธุ์พืชที่สามารถเลี้ยงชิ้นส่วนอวัยวะของพืชในอาหารสังเคราะห์ที่เร่งการเจริญเติบโตเป็นพืชให้สมบูรณ์ ยังช่วยเพิ่มปริมาณจากเดิม 5 - 10 เท่าโดยใช้สูตรอาหารวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อเปรียบเทียบสูตรอาหารที่เหมาะสม (Yapabandara, 1990) กับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกานพลูเพื่อให้เพียงพอต่อการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพตามสรรพคุณทางยาของกานพลู และมีประโยชน์ด้านชีวเคมี พันธุศาสตร์ การปรับปรุงพันธุ์พืช โรคพืช พฤกษศาสตร์ เภสัชศาสตร์และอุตสาหกรรม เป็นต้น (รังสฤษดิ์, 2541) เนื่องจากการเพาะเลี้ยงอวัยวะพืช (Organ culture) อวัยวะต่าง ๆ ที่แยกออกมาจากต้นพืชสามารถเจริญได้ในอาหารสังเคราะห์ อาทิเช่น ลำต้น กิ่ง ราก ใบ ตา ดอก ก้านดอกและรังไข่ อวัยวะเหล่านี้อาจจะเจริญขึ้นมาเป็นอวัยวะต่าง ๆ เหมือนเดิมหรือบางครั้งอาจจะเจริญขึ้นมาเป็นพืชต้นใหม่ได้ (ศิวพงศ์ (2546) อ้างถึง (อรดี, 2538; Pierik, 1987; Abbort, 1988)

การเร่งเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ฮอร์โมนที่นิยมใช้กันมากมี 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มออกซิน (Auxin) และกลุ่มไซโทไคนิน (Cytokinin) ในกลุ่มออกซินช่วยให้เซลล์พืชยืดตัวและเกิดราก ส่วนในกลุ่มไซโทไคนินช่วยให้เกิดการแบ่งเซลล์และการเกิดยอด ซึ่งสารทั้งสองกลุ่มนี้มีปฏิกิริยาร่วมกันและยังได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางสภาพแวดล้อมอีกด้วย เช่น แสงและอุณหภูมิ สิ่งที่สำคัญที่สุด คือ อาหารเพาะเลี้ยงจะต้องมีอัตราส่วน และชนิดของฮอร์โมนที่เหมาะสมที่สุด การเจริญของชิ้นส่วนพืชในอาหารเพาะเลี้ยงที่มีออกซินและไซโทไคนินในสูตรอาหาร 2 สูตร คือ อาหารสูตร Murashige and Skoog (MS) เป็นสูตรอาหารที่นิยมใช้เป็นมาตรฐานกันอย่างกว้างขวาง อาหารสูตร Woody plant medium (WPM) เป็นสูตรอาหารที่ปรับปรุงและพัฒนาเพื่อการเจริญของพืชยืนต้น หรือไม้เนื้อแข็ง โดยการแปรผันสูตรอาหาร WPM เพียงเล็กน้อยก็จะสามารถเพาะเลี้ยงพืชยืนต้นได้หลายชนิด เช่น กุหลาบ ไรโดเดนดอน แอปเปิ้ล ขนุน เป็นต้น อาหารสูตร WPM และ MS แตกต่างกันที่ปริมาณของโซเดียมและคลอไรด์ ซึ่งแตกต่างกันในปริมาณเพียงเล็กน้อย โดยสูตร WPM ต้องการแอมโมเนียมและไนเตรตเพียง 75% และโพแทสเซียมเพียง 60% ของสูตร MS

ความสัมพันธ์ระหว่างออกซินกับไซโทไคนินที่มีต่อพืช ในขณะที่พืช เจริญเติบโต จะมีการเจริญทั้งยอดและราก ปริมาณของออกซินและไซโทไคนินจะมีการเปลี่ยนแปลงขึ้น ๆ ลง ๆ จากการศึกษาพบว่า ขณะที่พืชเกิดราก จากปริมาณออกซินจะสูงแต่ปริมาณไซโทไคนินจะต่ำ และขณะที่พืชเจริญทางยอด ปริมาณออกซินจะต่ำและไซโทไคนินจะสูง จึงสรุปได้ว่า อัตราส่วนของปริมาณออกซินและไซโทไคนินที่เหมาะสม จำเป็นต่อการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของพืช สำหรับในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช จะมีผลให้การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อดีกว่าการใช้ออกซินหรือไซโทไคนินเพียง อย่างเดียว บทบาทของสารสองชนิดที่มีผลร่วมกันนี้ เรียกว่า Synergistic effect การเกิดเป็นต้น ราก หรือแคลลัสของพืชแต่ละชนิด ขึ้นกับความสมดุลของปริมาณออกซิน และไซโทไคนินในอาหารที่มีต่อเนื้อเยื่อ ถ้าอัตราส่วนของออกซินต่อไซโทไคนินเหมาะสมเนื้อเยื่อจะเจริญเป็นต้นและราก ที่สมบูรณ์ แต่ถ้าอัตราส่วนออกซินต่อไซโทไคนินไม่เหมาะสมเนื้อเยื่อจะเจริญไปเป็นยอด หรือราก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของออกซินและไซโทไคนินว่าสารกลุ่มใดมีมากกว่ากัน หากมีปริมาณของออกซินมากมีไซโทไคนินน้อย ทำให้อัตราส่วนออกซินต่อไซโทไคนินสูงกว่าอัตราส่วนสมดุล เนื้อเยื่อจะเจริญเป็นก้อนแคลลัสและราก ถ้ามีปริมาณออกซินน้อย แต่มีไซโทไคนินมาก ทำให้อัตราส่วนออกซินต่อไซโทไคนินต่ำกว่าอัตราส่วนสมดุล จะทำให้เนื้อเยื่อเจริญเป็นยอดมาก จึงเห็นได้ว่าความสมดุลของออกซินและไซโทไคนินมีความสำคัญมาก ในการควบคุมการเกิดยอดและรากของเนื้อเยื่อที่เลี้ยง (ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2536)

ไซโตไคนินเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชที่ส่งเสริมารเจริญเติบโต โดยกระตุ้นการแบ่งเซลล์ กระตุ้นการแตกตาข้าง และชะลอการเสื่อม วัตถุประสงค์ของการใช้ ไซโตไคนินในการเลี้ยงเนื้อเยื่อก็เพื่อทำให้สมดุลของฮอร์โมนเปลี่ยนไป กระตุ้นการแบ่งเซลล์ กระตุ้นการสร้างและการเพิ่มจำนวนตา ซึ่งนิยมใช้สารสังเคราะห์ของไซโตไคนินมากกว่าชนิดที่พบในธรรมชาติ เพราะมีราคาถูกกว่า สามารถแบ่งไซโตไคนินตามโครงสร้างทางเคมี 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือกลุ่มสารประกอบ Purine และกลุ่มสาร Phenylureas โดยสารประกอบ purineที่เป็นสารสังเคราะห์ ได้แก่6-benzylaminopurine (BA) และ 6-furfuryl aminopurine (Kinetin) ส่วนอีกกลุ่ม Phenylureas เช่น thidiazuron(TDZ) ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์คล้ายไซโตไคนินที่มีฤทธิ์แรง แม้จะมีราคาสูงแต่การใช้งานอยู่ในระดับความเข้มข้นต่ำ

การทดลองในครั้งนี้ได้ทำค้นหาเปอร์เซ็นต์คลอรอกซ์ที่เหมาะสมในการฟอกฆ่าเชื้อก่อน จึงทำการศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสโดยการทดลองเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนใบ ตายอด และตาข้างของกานพลูในสูตรอหารแตกต่างกัน 10 สูตร ณ สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

วิธีการศึกษา

2.1 ขั้นตอนการเตรียมอาหารสูตร MS และ WPM (ปริมาตร 1ลิตร)

2.1.1 ทำการเตรียมสารเป็น Stock โดยเตรียมเป็น Stock A Stock B Stock C และ Stock D

2.1.2 ตวงสารละลายจาก Stock ต่าง ๆ ที่เตรียมไว้มารวมกันโดยใช้ปริมาตรแต่ละ Stock ตามที่ได้คำนวณไว้ แล้วเติมสารที่เป็นแหล่งคาร์บอน (Carbon source) ซึ่งก็คือน้ำตาลลงไป เติมสารควบคุมการเจริญเติบโตตามระดับความเข้มข้นฮอร์โมนที่ได้กำหนดไว้ดังตารางที่ 1

2.1.3 ปรับความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้กรดเกลือ (HCl) และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) โดยปรับค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในระหว่าง 5.67- 5.70 และปรับปริมาตร 1 ลิตร เติมวุ้น 8 กรัม นำไปตั้งไฟอ่อน ๆ เพื่อเคี่ยวอาหารจนหลอมวุ้นให้ละลายโดยใช้เตาลวดความร้อน จึงเทอาหารใส่ในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ให้ได้ปริมาตร 20 มิลลิลิตร จากนั้นนำอาหารที่เทลงขวดเรียบร้อยแล้ว ปิดฝา นำไปฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ (Autoclave) ที่ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เวลา 15 นาที เมื่ออาหารฆ่าเชื้อเสร็จแล้ว ควรตั้งทิ้งไว้ให้เย็น จึงสามารถนำไปใช้สำหรับเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้ หรือเก็บในห้องที่มีความสะอาด

2.2 ศึกษาวิธีการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนพืชของกานพลู

2.2.1 เลือกชิ้นส่วนพืชของใบ และตายอด ตาข้างกานพลูที่สมบูรณ์ มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสบู่เพื่อขจัดคราบฝุ่นละอองหรือเศษซากของแมลงที่อาจติดอยู่บนพื้นผิว และเป็นการช่วยลดแรงตึงผิวของใบด้วย

2.2.2 แช่ยอดอ่อนและใบอ่อนกานพลูในแอลกอฮอล์ 70% นาน 1 นาที จากนั้นนำมาฟอกฆ่าเชื้อ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุดการทดลองดังนี้

ชุดที่ 1 ฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 10% ผสมสารจับใบ (Tween 20) จำนวน 1-2 หยด เขย่าเบาๆเป็นเวลา10นาที จากนั้นย้ายยอดอ่อนและใบอ่อนลงในสารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ที่ผสมสารจับใบจำนวน 1-2 หยดทำการเขย่าเป็นระยะ ๆ เวลา 10 นาทีและล้างด้วยน้ำกลั่น

ชุดที่ 2 ฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 15% ผสมสารจับใบ (Tween 20) จำนวน 1-2 หยด เขย่าเบาๆเป็นเวลา10 นาที จากนั้นย้ายยอดอ่อนและใบอ่อนลงในสารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ที่ผสมสารจับใบจำนวน 1-2 หยดทำการเขย่าเบาๆเป็นเวลา 10 นาทีและล้างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง

ชุดที่ 3 ฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 20% ผสมสารจับใบ (Tween 20) จำนวน 1-2 หยด เขย่าเบาๆ เป็นเวลา15 นาที จากนั้นย้ายยอดอ่อนและใบอ่อนลงในสารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ที่ผสมสารจับใบจำนวน 1-2 หยด ทำการเขย่าเป็นระยะ ๆ เวลา 30 นาทีและล้างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง

2.3 เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกานพลูในสูตรอาหารแตกต่างกัน ทำการย้ายตัวอย่างเนื้อเยื่อกานพลูลงในจานแก้ว ทำการตัดแต่งตัวอย่างให้ได้ขนาดที่เหมาะสมประมาณ 1x1 ตารางเซนติเมตรและทิ้งไว้ให้แห้งพอหมาดๆจึงย้ายลงเลี้ยงในอาหารแข็งสูตร MS และ WPM ที่ไม่มีการเติมฮอร์โมนและนำไปวางไว้บนชั้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส และให้รับแสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 21 วันเพื่อบันทึกเปอร์เซ็นต์การปราศจากเชื้อโรคและเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตจากการฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารละลายคลอรอกซ์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในช่วงเวลา 0, 7, 14 และ 21 วัน

2.4 ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการชักนำให้ชิ้นส่วนกานพลูเกิดแคลลัสในอาหารชุดที่ 1 สูตร MS และอาหารชุดที่ 2 สูตร WPM จึงนำชิ้นส่วนกานพลูที่ผ่านการฟอกฆ่าเชื้อด้วยวิธีที่มีอัตราการรอดสูงที่สุดแล้วนำมาเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งทั้งสองสูตรที่เติมฮอร์โมน BA ความเข้มข้น 0.1 มก./ลิตร (ชุดการทดลองละ 10 ซ้ำ) ดังตารางที่ 1 แล้วนำขวดชิ้นส่วนกานพลูไปวางบนชั้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส และให้รับแสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 21 วัน แล้วบันทึกเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของฮอร์โมนต่าง ๆ ที่เติมในอาหารแข็งสูตร MS ที่ใช้ชักนำให้ชิ้นส่วนกานพลูเกิดแคลลัส

ฮอร์โมนที่เติมในอาหารสูตร MS	ฮอร์โมนที่เติมในอาหารสูตร WPM	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)
BA	BA	0.1
TDZ	TDZ	0.1
2, 4 –D	2, 4 –D	0.1
TDZ และ 2,4–D	TDZ และ 2, 4 –D	0.1

2.5 ทำการบันทึกข้อมูล โดยหาค่าร้อยละการรอดชีวิตที่ปลอดเชื้อโรคจากการฟอกฆ่าเชื้อในชุดต่าง ๆ จนมีการเจริญเติบโตเป็นแคลลัสของใบหรือตาข้างกานพลูในอาหารสูตร MS และสูตรอาหาร WPM ที่ได้รับการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตในระดับความเข้มแตกต่าง

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผลการทดลอง

3.1 การฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนใบของกานพลู จากการดัดแปลงวิธีการฟอกฆ่าเชื้อ 3 ชุดทดลองเพื่อศึกษาการปนเปื้อนเชื้อโรค (Contaminate) และการรอดชีวิตของชิ้นเนื้อเยื่อในระยะเวลาแตกต่างกัน

ชุดการทดลองที่ 1 พบว่าการใช้ใบกานพลูฟอกด้วยสารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 10% เป็นเวลา 10 นาที สารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 5 % 10 นาที ต่อจากนั้นได้ย้ายชิ้นส่วนของกานพลูลงในอาหารเพาะเลี้ยง พบว่าวันที่ 1 ลักษณะของชิ้นเนื้อเยื่อยังสด และไม่เกิดการปนเปื้อน (อัตราการรอด 100 %) วันที่ 7 ลักษณะของชิ้นเนื้อเยื่อมีสีเหลืองอ่อนลง และเกิดการปนเปื้อนจากแบคทีเรีย (อัตราการรอด 60 %) วันที่ 14 ลักษณะของชิ้นเนื้อเยื่อมีการไหม้เป็นสีน้ำตาลแห้งมีการปนเปื้อนแบคทีเรีย และวันที่ 21 ไม่มีการเปลี่ยนแปลง หลังจากวันที่ 14 พบอัตราการรอด 50 % ดังตารางที่ 2

ชุดการทดลองที่ 2 ใบกานพลูฟอกในสารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 15% เป็นเวลา 10 นาที สารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 5% เป็นเวลา 10 นาที จึงย้ายชิ้นส่วนของกานพลูลงในอาหารเพาะเลี้ยง พบว่าวันที่ 1 ลักษณะของชิ้นเนื้อเยื่อยังสด และไม่เกิดการปนเปื้อน (อัตราการรอด 100 %) วันที่ 7 ลักษณะของชิ้นเนื้อเยื่อบางชิ้นมีการไหม้เป็นสีน้ำตาลที่บริเวณขอบใบและบริเวณเหนืออาหาร (อัตราการรอด 70 %) วันที่ 14 ลักษณะของชิ้นเนื้อเยื่อส่วนใหญ่มีการไหม้เป็นสีน้ำตาลแห้ง และมีการปนเปื้อนจากราอัตราการรอด 30 % และ วันที่ 21 ชิ้นเนื้อเยื่อส่วนใหญ่มีการปนเปื้อนเชื้อรา (อัตราการรอด 10 %) ดังตารางที่ 2

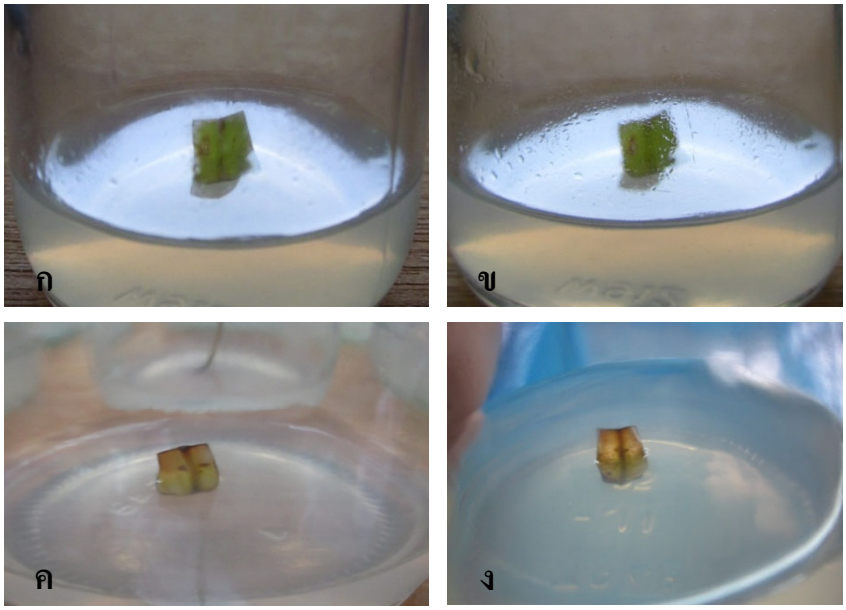
ชุดการทดลองที่ 3 ใช้ใบกานพลูฟอกด้วยสารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 20% เป็นเวลา 15 นาที สารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 15% เป็นเวลา 30 นาที ต่อจากนั้นได้ย้ายชิ้นส่วนของกานพลูลงในอาหารเพาะเลี้ยง พบว่าวันที่ 1 ลักษณะของชิ้นเนื้อเยื่อยังสด และไม่เกิดการปนเปื้อน (อัตราการรอด 100 %) วันที่ 7 ลักษณะของชิ้นเนื้อเยื่อบางชิ้นมีการไหม้เป็นสีน้ำตาล (อัตราการรอด 90 %) วันที่ 14 ลักษณะของชิ้นเนื้อเยื่อส่วนใหญ่มีการไหม้เป็นสีน้ำตาล และมีการปนเปื้อนจากรา (อัตราการรอด 30 %) และวันที่ 21 ชิ้นเนื้อเยื่อส่วนใหญ่มีการปนเปื้อนเชื้อรา (อัตราการรอด 20 %) ดังตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตจากการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 21 วัน พบว่าชุดการทดลองที่ 1 (คลอรอกซ์ 10% และ 5%) มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของชิ้นส่วนใบกานพลูสูงสุด 50 % ชุดการทดลองที่ 2 เท่ากับ 10% และสูตรการทดลองที่ 3 เท่ากับ 20% ดังตารางที่ 2 ภาพที่ 1 ดังนั้นชุดการทดลองที่ 1 จึงมีความเหมาะสมในการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนพืชของกานพลูมากที่สุด

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของชิ้นส่วนใบกานพลูจากการฟอกฆ่าเชื้อ

ชุดการทดลอง (% คลอรอกซ์)	เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต (%)			
	ระยะเวลาที่ทำการเพาะเลี้ยง (วัน)			
	1	7	14	21
1 (10% & 5%)	100	60	50	50
2 (15% & 5%)	100	70	30	10
3 (20% & 15%)	100	90	30	20

จากการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนของใบกานพลู พบว่าวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนของใบกานพลูคือวิธีการชุดการทดลองที่ 1 ที่ใช้สารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 10% นาน 10 นาที สารละลายคลอรอกซ์

ความเข้มข้น 5% นาน 10 นาที ซึ่งมีอัตราการรอดชีวิตสูงที่สุดคือ 50% โดยอัตราการรอดชีวิตจะสังเกตจากการปนเปื้อนและการไหม้ของชิ้นส่วนใบกานพลู ในชุดการทดลองนี้ชิ้นส่วนของใบกานพลูเกิดปนเปื้อนมากกว่าเกิดการไหม้ ส่วนชุดการทดลองอื่น ๆ นั้นไม่เหมาะในการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนใบกานพลูเพราะว่า ชุดการทดลองที่ 2-3 ที่ใช้สารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 15% นาน 10 นาที สารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 5%นาน 10 นาที พบว่าใบเกิดการไหม้มีสีน้ำตาล และยังมีการปนเปื้อนแบคทีเรียเกิดขึ้นสอดคล้องกับผลการศึกษาของ เสนาะ (2541)

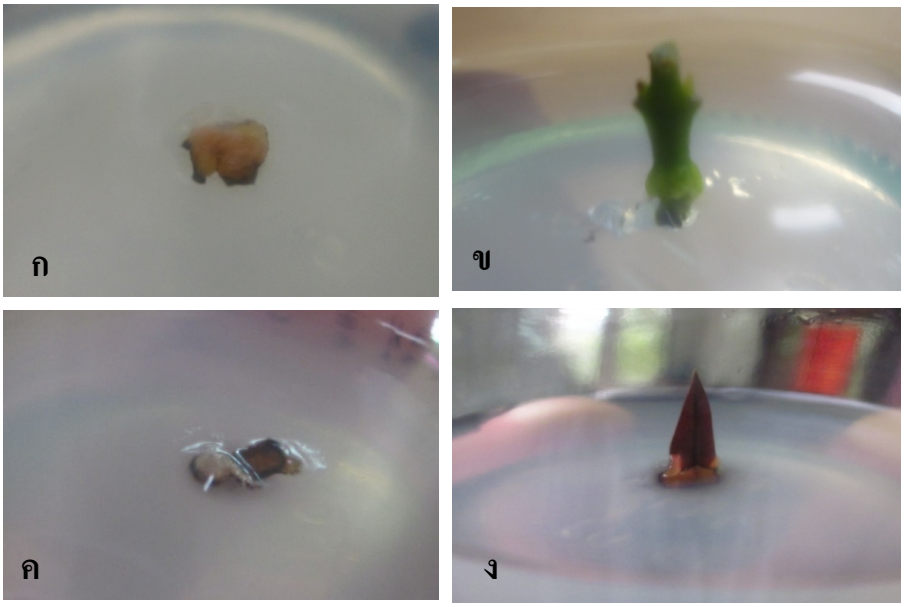


ภาพที่ 1 ลักษณะของชิ้นส่วนใบของกานพลูที่รอดชีวิตจากการปนเปื้อน โดยการฟอกด้วยชุดการ ทดลองที่ 1 (ก. วันที่ 1 ข. วันที่ 7 ค. วันที่ 14 ง. วันที่ 21)

3.2 การศึกษาสารกระตุ้นการเจริญเติบโตต่อการชักนำกานพลูให้เกิดแคลลัสในอาหารสูตร MS

พบว่าเมื่อทำการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนของกานพลูเป็นเวลา 7 วัน ชิ้นส่วนยอดของกานพลูเริ่มมีสีเขียวคล้ำมากขึ้น และมีการปล่อยสารฟีนอลิกออกมารอบ ๆ ดังภาพที่ 2 จึงต้องทำการย้ายลงอาหารขวดใหม่เสมอ ๆ แต่ส่วนใหญ่ชิ้นส่วนกานพลูที่ปล่อยสารฟีนอลิกจะไม่สามารถเจริญต่อไปได้ ซึ่งสอดคล้องกับ สรัญญา (2539; Yadav, Lal, and Jaiswal, 1990) กล่าวว่าจากการปล่อยสารในกลุ่มฟีนอลออกมาจากเนื้อเยื่อพืช ถึงแม้จะเปลี่ยนอาหารทุก 3 วัน เมื่อเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ไปจนอายุ 4 สัปดาห์ก็ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ส่วนกานพลูที่รอดจากการปล่อยสารฟีนอลิกที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS 5 ชุดการทดลอง ๆ ละ 10 ซ้ำ (ตารางที่ 1) ในระยะ 45 วัน พบว่าอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมน TDZ 0.1 มก./ลิตร สามารถชักนำทำให้ยอดกานพลูเกิดแคลลัสได้ (Khan, Hausman. and Rao, 1999) สูงสุดเท่ากับ 40 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคืออาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมน 2, 4 - D 0.1 มก./ลิตร เกิดแคลลัสได้ 30 เปอร์เซ็นต์ ดังภาพที่ 2 ใกล้เคียงกับผลการทดลองของสามารถ และเจตพงศ์ (2546) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของ

ฮอร์โมน BA และ TDZ ต่อการเกิดยอดรวมของกฤษณาที่เลี้ยงในสูตรอาหารสูตร MS ผลปรากฏว่าที่ใช้ TDZ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตรและ BA 2.0 มก./ลิตร สามารถชักนำให้เกิดการเจริญได้ดีที่สุด และตามการศึกษาของเยาวนุช (2535) รายงานว่าในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากส่วนตาข้าง ตายอด และใบ ลงในสูตรอาหาร MS พบว่าเพาะเลี้ยงส่วนของตายอดกานพลูลงในสูตรอาหาร MS ที่มีแนปทาลีน อซิติค แอซิค (NAA) 1.0 มก./ลิตร และ kinetin 2.0 มก./ลิตร สามารถกระตุ้นให้เนื้อเยื่อกานพลูมีการตอบสนองในการเจริญและพัฒนาได้ ซึ่งฮอร์โมน NAA เป็นฮอร์โมนกลุ่มเดียวกับ 2,4–D คือกลุ่มของออกซิน และฮอร์โมน kinetin เป็นฮอร์โมนกลุ่มเดียวกับฮอร์โมน TDZ

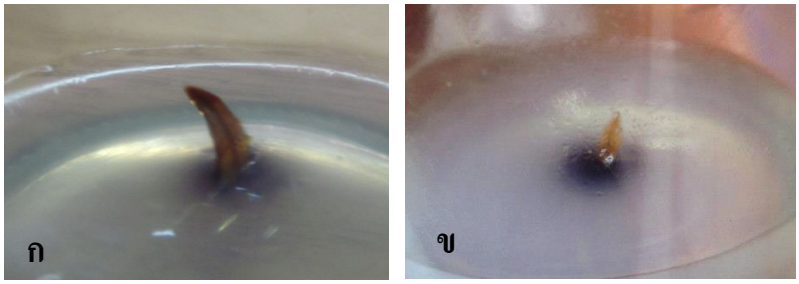


ภาพที่ 2 ลักษณะการเกิดแคลลัสของชิ้นส่วนกานพลูที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมน TDZ 0.1 มก./ลิตร (ก ค-ง ชิ้นส่วนใบกานพลูที่เกิดแคลลัส ข. ชิ้นส่วนตาข้างกานพลูที่เกิดแคลลัส)

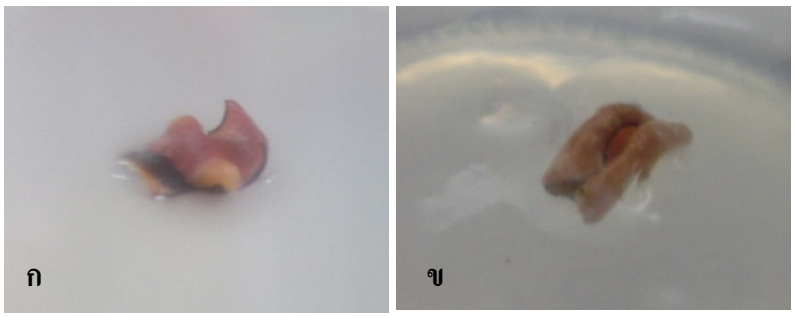
3.3 การศึกษาสารกระตุ้นการเจริญเติบโตต่อการชักนำกานพลูให้เกิดแคลลัสในอาหารสูตร WPM

จากการนำชิ้นส่วนตายอด ตาข้าง และใบของกานพลูไปเพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร WPM พบว่าเมื่อทำการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนของกานพลูเป็นเวลา 7 วัน ชิ้นส่วนยอดของมีการปล่อยสารฟีนอลิกออกมารอบ ๆ (Mathew and Hariharan, 1989) ดังภาพที่ 4-5 เมื่อย้ายลงอาหารขวดใหม่เสมอ ๆ จากช่วงปล่อยสารฟีนอลิกแล้วนำชิ้นส่วนกานพลูที่รอดจากการปล่อยสารฟีนอลิกไปเลี้ยงบนอาหารสูตร WPM 5 ชุดการทดลอง ๆ ละ 10 ซ้ำ ประกอบด้วย อาหารสูตร WPM (Control) และอาหาร MS ที่เติมฮอร์โมน BA 0.1 มก./ลิตร TDZ 0.1 มก./ลิตร, 2,4 - D 0.1 มก./ลิตร และ TDZ+2,4 – D 0.1 มก./ลิตร จากนั้นทำการเลี้ยงต่อไปเป็นเวลาเวลา 52 วัน พบว่าอาหารสูตร WPM ที่เติมฮอร์โมน TDZ+2,4 – D 0.1 มก./ลิตร สามารถชักนำทำให้ยอดกานพลูเกิดแคลลัสได้ (30%) และอาหารสูตร WPM ที่เติมฮอร์โมน TDZ 0.1 มก./ลิตร สามารถชักนำทำให้ยอดกานพลูเกิดแคลลัสได้ (30%) เช่นกัน รองลงมาคืออาหารสูตร

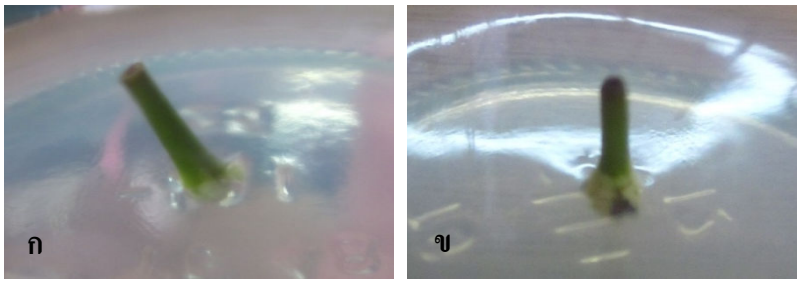
WPM ที่เติมฮอร์โมน 2,4 – D 0.1 มก./ลิตร สามารถชักนำทำให้ยอดกานพลูเกิดแคลลัสได้ (20%) โดยอาหารสูตร WPM สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ในการเติมฮอร์โมน TDZ+2,4 – D 0.1 มก./ลิตร อาหารสูตร WPM จะมีปริมาณแอมโมเนียมและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในอาหารน้อยกว่าอาหารสูตร MS รังสฤษฎ์ (2541) ได้รายงานว่าความเข้มข้นของสารประกอบแอมโมเนียม (NH_4^+) และไนเตรต (NO_3^-) มีผลต่อการเพาะเลี้ยง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระดับของไอออนแอมโมเนียม ถ้าลดความเข้มข้นของแอมโมเนียมไนเตรต (NH_4NO_3) และโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) ในสูตร MS ลง 4 เท่า



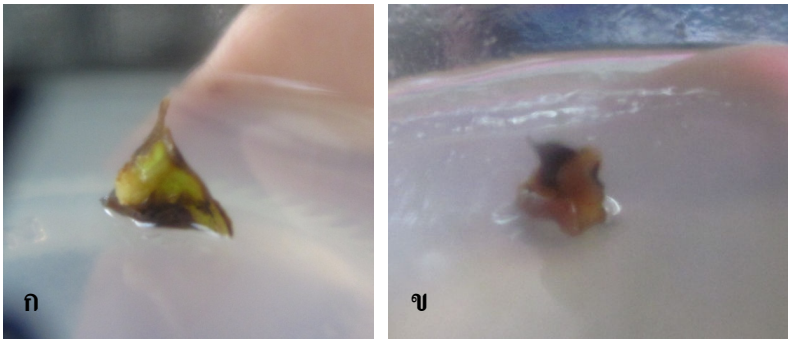
ภาพที่ 3 ลักษณะการปล่อยสารฟีนอลิกออกมาระหว่างการเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร WPM
(ก. ใบกานพลูที่ปล่อยสารฟีนอลิก ข. ตายอดกานพลูที่ปล่อยสารฟีนอลิก)



ภาพที่ 4 ลักษณะการเกิดแคลลัสของชิ้นส่วนใบกานพลูที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร WPM ที่เติมฮอร์โมน 2, 4 - D 0.1 มก./ลิตร



ภาพที่ 5 ลักษณะการเกิดแคลลัสของชิ้นส่วนตาข้างกานพลูที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร WPM ที่เติมฮอร์โมน TDZ 0.1 มก./ลิตร (ก. และ ข. ชิ้นส่วนตาข้างกานพลูที่เกิดแคลลัส)



ภาพที่ 6 การเกิดแคลลัสของชิ้นส่วนใบกานพลูในอาหารสูตร WPM ที่เติมฮอร์โมน TDZ + 2,4 – D 0.1 มก./ลิตร

3.4 การเปรียบเทียบสูตรอาหาร MS และ WPM ต่อการเกิดแคลลัสของกานพลู

จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนตายอด ตาข้าง และใบบนอาหารสูตร MS 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 10 ซ้ำ ประกอบด้วย อาหารสูตร MS (Control) และอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมน BA 0.1 mg/L, TDZ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร, 2,4 - D 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตรและ TDZ+2,4 – D 0.1 มก./ลิตร ทั้งหมด 50 ขวด ชักนำให้เกิดแคลลัสได้รวมทั้งหมด 7 ขวด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 14% เมื่อเทียบกับอาหารสูตร WPM 5 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 10 ซ้ำ ที่มีการเติมฮอร์โมนเช่นเดียวกับอาหารสูตร MS สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ 8 ขวด คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เท่ากับ 16 % พบว่าอาหารทั้งสองสูตรไม่มีความแตกต่างกัน (Yapabandara, 1990)

ในการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนตายอด ตาข้าง และใบกานพลูเกิดปัญหาการปล่อยสารฟีนอลิกทำให้ชิ้นส่วนกานพลูที่เหลือไม่เพียงพอต่อการนำไปเพาะเลี้ยงเพื่อเปรียบเทียบกันในแต่ละส่วนของพืช จึงทำการเพาะเลี้ยงโดยคละชิ้นส่วนกานพลูในแต่ละสูตรอาหารทั้งหมด โดยในจำนวนทั้งหมดจะมีชิ้นส่วนของใบมากที่สุดเนื่องจากสามารถเก็บจากต้นเพื่อนำมาเพาะเลี้ยงได้จำนวนมากกว่าตายอดและตาข้าง

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการชักนำให้ชิ้นส่วนตายอด ตาข้าง และใบของกานพลูให้เจริญเป็นแคลลัสและยอด สรุปได้ดังนี้ การฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนพืชของกานพลู จากการนำชิ้นส่วนใบของกานพลูมาทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพบว่าสารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 10% เป็นเวลา 10 นาที และสารละลายคลอรอกซ์ความเข้มข้น 5% เป็นเวลา 10 นาที ตามลำดับ (ชุดการทดลองที่ 1) มีประสิทธิภาพในการฟอกฆ่าเชื้อดีที่สุดเท่ากับ 50%

การศึกษาการกระตุ้นการเจริญเติบโตต่อการชักนำให้ชิ้นส่วนกานพลูให้เกิดแคลลัสในอาหารสูตร MS พบว่าอาหารสูตร MS ที่เติมฮอร์โมน TDZ ความเข้มข้น 0.1 มก./ลิตร สามารถชักนำชิ้นส่วนตาข้างและใบของกานพลูเกิดแคลลัสได้ดีกว่าการกระตุ้นการชักนำให้ชิ้นส่วนตาข้างและใบของกานพลูให้เกิดแคลลัสในอาหารสูตร WPM พบว่าอาหารสูตร WPM ที่เติมฮอร์โมน TDZ และ 2, 4 - D ความเข้มข้น 0.1 มก./ลิตร และการศึกษาครั้งนี้สามารถชักนำทำ

ให้ยอดกานพลูเกิดแคลลัสได้เช่นเดียวกันกับอาหารสูตร WPM ที่เติมฮอร์โมน TDZ ความเข้มข้น 0.1 มก./ลิตร สามารถชักนำทำให้ยอดกานพลูเกิดแคลลัสสูงสุดเท่ากับ 30% ทั้งนี้เนื่องจากสูตรอาหาร WPM เป็นสูตรอาหารที่มีผลต่อการกระตุ้นการเจริญของแคมเบียมไม้ยืนต้นได้ดี (บุญยืน กิจวิจารณ์., 2547)

จากการศึกษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพบว่าเมื่อเติมฮอร์โมน TDZ และ 2, 4 - D ความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในอาหารทั้งสองสูตรพบว่าชิ้นส่วนใบ และตาข้างสามารถเกิดแคลลัสได้ดีที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมีปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการเกิดแคลลัส ได้แก่ สารยับยั้งการเกิดออกซิเดชั่น (antioxidant) ชนิดของชิ้นส่วนพืช ชนิดและความเข้มข้นของสารกระตุ้นการเจริญเติบโต และสภาพการเลี้ยง

สรุป

ดังนั้นชุดการทดลองที่ 1 ในการฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอรอกซ์ 10% เวลา 10 นาที ตามด้วยคลอรอกซ์ 5% เวลา 10 นาที จึงมีความเหมาะสมในการฟอกฆ่าเชื้อชิ้นส่วนของกานพลูมากที่สุด ส่วนการศึกษาสารควบคุมการเร่งการเจริญเติบโตต่อแคลลัสของกานพลูโดยทำการเปรียบเทียบระหว่างอาหารสูตร MS และ WPM พบว่าอาหารสูตร WPM ที่เติมฮอร์โมน TDZ และ2, 4 - D ความเข้มข้น 0.1 มก./ลิตร สามารถชักนำให้แคลลัสของเนื้อเยื่อกานพลูมีอัตราการขยายตัวมากกว่าสูตร MS อย่างชัดเจน ทั้งนี้งานวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนเพื่อต่อยอดให้ศึกษาวิจัยปีงบประมาณ 2558 ด้านการนำสารสกัดจากแคลลัสกานพลูไปศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพต่อสัตว์ทดลองอันจะเป็นประโยชน์ต่อการลดต้นทุนในการนำเข้ากานพลูจากต่างประเทศ และเพื่อประโยชน์แก่สรรพคุณทางยาไทยในอนาคตต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคุณหทัย ตัณบุญเติม เจ้าของสวนตันบุญเติม คลองเก้า อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี ที่เอื้อเฟื้อ สถานที่ทำการทดลองและถ่ายทอดเทคนิคปลอดเชื้อให้แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณสภาการวิจัยแห่งชาติ ที่ให้ทุนสนับสนุนในปีงบประมาณ 2556 ซึ่งทำให้สามารถวางแผนการศึกษาต่อยอดในปีงบประมาณ 2558 ได้อีกต่อไป

เอกสารอ้างอิง

บุญยืน กิจวิจารณ์. 2547. เทคโนโลยีเบื้องต้น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่อการพัฒนาพันธุ์พืช. คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น. 168 หน้า.

ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2536.เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. โอเดียนสโตร์,กรุงเทพฯ. 158 หน้า.

เยาวนุช หงษรานนท์ เสียงใส พิริยพฤนต์ และธารทิพย์ เพชระบูรณ์. 2535. การขยายพันธ์กานพลูโดยวิธีเลี้ยงเนื้อเยื่อ. เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ ประจำปี 2535 กลุ่มพืชสมุนไพรและเครื่องเทศ. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพ. หน้า 156-166 . (อัดสำเนา).

รังสฤษฎ์ กาวีต๊ะ. 2541. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช : หลักการและเทคนิค. พิมพ์ครั้งที่ 2. เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด. กรุงเทพฯ. หน้า 1-20.

สรัญญา ณ ลำปาง. 2539. การขยายพันธุ์โกงกางใบเล็ก *Rhizophora apiculataBlurne* ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและการปักชำ. วิทยานิพนธ์ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต หลักสูตรเทคโนโลยีทางชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

เสนาะ ศรีเมฆ. 2541. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชมพู่เพชรสายรุ้ง. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันราชภัฏเพชรบุรี. เพชรบุรี.

สามารถ วรรณสะโร และเจตตะพงษ์ ชิตมณี. 2546. การศึกษาอิทธิพลของสาร BA (Benzyladenine) และ TDZ (Thidiazuron) ต่อการเกิดการรวมยอดของกฤษณา (Aquilariamalaccensis) ที่เลี้ยงในสูตรอาหาร MS เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ. รายงานการวิจัย. สถาบันราชภัฏสงขลา, สงขลา.

สิริพงศ์ คุ้มภัย และคณะ, 2546 การชักนำให้เกิดเอมบริออยด์ในถั่วแดง. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 29 4-7 กุมภาพันธ์ 2534 รายงานผลการวิจัย สาขา สิ่งแวดล้อม วิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรมเกษตร คหกรรมศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์ ศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ, 2534, หน้า 241-246 (858 หน้า)…

Khan, P.S.S.V., Hausman, J.F. and Rao, K.R. 1999.Effect of agar, MS medium strength, sucrose and polyamine on In Vitro rooting of Syzygium alternifolium.BiologiaPlantarum. 42(3) : 333-340.

Mathew, M. K. and Hariharan, M. 1989. In Vitro Multiple Shoot Regeneration in Syzygiumaromaticum. Annals of Botany.65 : 277-279.

Yadav, U., Lal, M. and Jaiswal, V.S. 1990.In vitro Micropropagation of the Tropical Fruit Tree Syzygium cuminiiL. Plant Cell. 21: 87-92.

Yapabandara, Y. M. H. B. 1990. In Vitro Propagation of Nutmeg (Myristica fragrans) and Clove (Syzygium aromaticum). Department of Minor Export Crop, Sri Lanka.

การพัฒนาฐานข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องการทอผ้า ของกลุ่มสตรีทอผ้าหมู่บ้านเขาเต่า อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

The Development of Local Wisdom Database about Cloth Weaving of the Kaotao Village Weaving Women Group Amphur Huahin Prachuapkhirikhan Province.

พัชราภรณ์ ชัยพัฒนเมธี[1*]

Patcharaporn Chaipattanamatee[1*]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องการทอผ้า ของกลุ่มสตรีทอผ้าหมู่บ้านเขาเต่า อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ ฐานข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องการทอผ้า และแบบสอบถาม กลุ่มตัวอย่างสุ่มแบบเจาะจง จำนวน 50 คน ที่ผ่านเกณฑ์ข้อตกลงเบื้องต้น ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถาม สถิติที่ใช้ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของฐานข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องการทอผ้าที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับปานกลาง และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยภาพรวม 4.14 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 โดยคะแนนสูงสุด 3 ข้อ ได้แก่ 1) รายงานตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ 2) การใช้รูปภาพสื่อความหมายและความเป็นมาตรฐานการออกแบบหน้าจอ และ 3) ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบหน้าจอ สรุปได้ว่าฐานข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นที่พัฒนาขึ้นผู้ใช้มีความพึงพอใจในระดับมาก และนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ฐานข้อมูล ภูมิปัญญาท้องถิ่น การทอผ้า

Abstract

This research aims to develop a database of local knowledge about weaving of women weaving village of KhaoTao HuaHin Prachuapkhirikhan. Tools used include local knowledge about weaving databases and questionnaire. Proposive sampling of 50 peoples who passed the preliminary agreement. Data were collected by questionnaire. Statistics are the average percentage and standard deviation.

The results showed that the Local knowledge about database performance evaluated by experts in the medium level and evaluation of user satisfaction at a high level. Has an average overall 4.14 standard deviation 0.59 by the top 3 questions are 1) The needs of the users 2) The use of picture interpretation and design standard screens and 3) Appropriate positioning of the components. Concluded that the local database developed user satisfaction levels and deployed effectively.

Keyword: Database , Local Wisdom , Cloth Weaving

[1]คณะบริหารธุรกิจมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

[1]Faculty of Business Administration Rajamangala University of Technology Rattanakosin

*Corresponding author. E-mail: ppphim@gmail.com

บทนำ

ภูมิปัญญาทำให้ชุมชนสามารถดำรงความเป็นชุมชนได้ เป็นองค์ความรู้ที่มีคุณค่าช่วยจรรโลงชีวิตและวิถีชุมชนให้อยู่ร่วมกับธรรมชาติและสภาวะแวดล้อมได้อย่างกลมกลืนและสมดุล ภูมิปัญญาเป็นพื้นฐานการประกอบอาชีพและเป็นรากฐานการพัฒนาที่เริ่มจากการพัฒนาเพื่อการพึ่งพาตนเอง ภูมิปัญญาท้องถิ่น มีคุณค่าและความสำคัญไม่เพียงแต่สำหรับผู้คนหรือท้องถิ่นเท่านั้น แต่ยังเอื้อประโยชน์อย่างใหญ่หลวงต่อการพัฒนาประเทศ โดยรวมให้สามารถพัฒนาได้อย่างยั่งยืนและมั่นคง สำนักคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ (2534) ได้ให้ความหมายของภูมิปัญญาท้องถิ่น (local wisdom) ไว้ว่าเป็นการสะสมขึ้นมาจากประสบการณ์ของชีวิต สังคม และในสภาพสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันและถ่ายทอดสืบทอดกันมาเป็นวัฒนธรรม การดำเนินงานด้านวัฒนธรรมจึงต้องใช้ปัญญาค้นหาสิ่งที่มีอยู่ ฟื้นฟู ประยุกต์ ประดิษฐ์ เสริมสร้างสิ่งใหม่บนรากฐานสิ่งเก่าที่ค้นพบ นักประดิษฐ์ที่คิดค้นทางวัฒนธรรมพื้นบ้านจะถูกเรียกว่า “ปราชญ์ชาวบ้าน” และสติปัญญาที่นำมาใช้ในการสร้างสรรค์นี้เรียกว่า “ภูมิปัญญาชาวบ้าน”หรือ “ภูมิปัญญาท้องถิ่น” ประเวศ (2533) กล่าวถึงความสำคัญของภูมิปัญญาท้องถิ่นไว้ว่า เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นและดำรงอยู่กับสังคมมนุษย์มาช้านาน เป็นการดำรงอยู่ในชีวิตที่เกี่ยวพันกับธรรมชาติของแต่ละท้องถิ่น โดยมีการปรับสภาพการดำเนินชีวิตให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมธรรมชาติตามกาลเวลา เป็นการเชื่อมโยงเรื่องของอาชีพ เศรษฐกิจ ความเป็นอยู่ การใช้จ่าย และการศึกษาวัฒนธรรมเข้าด้วยกัน นิธิ (2536) แบ่งความสำคัญของภูมิปัญญาท้องถิ่นไว้ 4 ข้อ ดังนี้ 1) ความรู้และระบบความรู้ที่ชาวบ้านมองเห็นความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ 2) การสั่งสมและการกระจายความรู้ไปยังผู้อื่น 3) การถ่ายทอดความรู้ภูมิปัญญากระบวนการถ่ายทอดความรู้จากคนรุ่นหนึ่งไปสู่คนอีกรุ่นหนึ่ง และ 4) การสร้างสรรค์และปรับปรุงระบบความรู้จากประสบการณ์

ศูนย์หัตถกรรมทอผ้าบ้านเขาเต่า เกิดขึ้นจากพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว โดยจุดประสงค์ของการจัดตั้งศูนย์หัตถกรรมทอผ้าบ้านเขาเต่า เนื่องจากต้องการส่งเสริมให้ราษฎรมีอาชีพด้วยการทอผ้าฝ้ายเพื่อสร้างรายได้ให้กับครอบครัว อีกทั้งยังเป็นการสานต่อโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว การพัฒนาวิธีการทอผ้าให้แก่สมาชิกที่เข้ามาอยู่ในชมรมการทอผ้าของศูนย์หัตถกรรมทอผ้าบ้านเขาเต่าแห่งนี้มาอย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านการให้ความรู้ในเรื่องของการทำกี่กระตุก การทอผ้าฝ้ายทอมือ การผลิตผ้าเมตร และผ้าขาวม้า รวมถึงการแนะนำวิธีพัฒนาลายผ้า การใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพ ตลอดจนวิธีการทำให้ผ้าเนียนสวยได้มาตรฐาน ประกอบด้วยผ้าเมตร ผ้าฝ้ายยกดอก ผ้าขาวม้าลายพุ่ง 9 เส้น ผ้าฝ้ายชุดสำเร็จรูป และผ้าฝ้ายทอมือ ซึ่งในปัจจุบันกรมส่งเสริมอุตสาหกรรมได้ให้การสนับสนุนด้วยแนวคิดที่จะยกระดับผ้าฝ้ายทอมือของไทยให้กลายเป็นสินค้าระดับแนวหน้าในกลุ่มอาเซียนจึงผลักดันการพัฒนารูปแบบและลวดลายให้มีความสวยงามทันสมัยมากยิ่งขึ้น รวมถึงการนำวัตถุดิบสมัยใหม่เข้ามาประยุกต์ใช้ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ผ้าเขาเต่าที่มีความโดดเด่นและแตกต่างจากที่อื่น นอกจากนี้ยังได้ส่งเสริมให้มีการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลาย ผลิตภัณฑ์ผ้าทอของศูนย์หัตถกรรมทอผ้าบ้านเขาเต่า เกิดจากการผสมผสานภูมิปัญญาดั้งเดิมกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ ด้วยการนำเส้นด้ายเมอร์เซอไรซด์ (mercerized) ที่มีความเบาและมันเงาสวยงามเหมือนไหม ทำให้หน้าร้อนใส่แล้วไม่ร้อน ส่วนหน้าหนาวใส่แล้วอุ่นสบาย นำมาทอร่วมกันกับใยฝ้ายก็จะทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ผ้าขาวม้าที่มีความสวยงาม แปลกใหม่ประกอบกับฝีมือการทอผ้าที่มีความประณีตและมีจุดเด่นอันเป็นเอกลักษณ์ งานวิจัยที่เกี่ยวกับผ้าทอ พัชรวรรณและกิตติพันธ์ (2555) ศึกษาเกี่ยวกับการตัดสินใจซื้อผ้าฝ้ายทอมือของกลุ่มเจนเนอเรชั่นวายในเขตกรุงเทพมหานคร

ลักษณะของประชากร ได้แก่ เพศ อายุ เงินเดือน การศึกษา และสถานภาพสมรสที่แตกต่างจะส่งผลต่อการตัดสินใจซื้อผ้าฝ้ายทอมือต่างกัน สมโชค (2552) ศึกษาแนวทางการเรียนรู้สู่ความเป็นเลิศของการพัฒนาอาชีพทอผ้าไหมตามโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลาง ในการถ่ายทอดภูมิปัญญาเกี่ยวกับการทอผ้าสู่รุ่นหลานในระดับครัวเรือน และมีการรวมตัวเป็นกลุ่มอาชีพ โดยอาศัยแรงจูงใจภายในครัวเรือนและแรงจูงใจภายนอกเป็นนโยบายของรัฐบาล ทำให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนากลุ่มอาชีพทอผ้าไหมที่เข้มแข็ง และรมิดา (2553) ศึกษาการทอผ้าลวดลายแบบดั้งเดิมของไทยลื้อ : กรณีศึกษาลายผ้าห่มตำก้าว อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา พบแนวทางการอนุรักษ์กระบวนการทอผ้าไทยลื้อลวดลายแบบดั้งเดิมที่สามารถทำได้ 3 แนวทางหลัก ได้แก่ มุ่งเน้นการสร้างจิตสำนึก มุ่งเน้นการมีส่วนร่วม และมุ่งเน้นการใช้เทคโนโลยี

แม้ว่าภูมิปัญญาท้องถิ่นจะเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาประเทศ แต่การเปลี่ยนแปลงประเทศที่ผ่านมา มีการนำความรู้สมัยใหม่เข้ามาใช้ในการพัฒนา ทำให้การพัฒนาประเทศตามแบบสมัยใหม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ มากมาย ส่งผลให้เกิดการสูญเสียภูมิปัญญาท้องถิ่น ทำให้สถาบันครอบครัวและสถาบันอื่น ๆ ของสังคมอ่อนแอลงจนประสบภาวะวิกฤติ ภาวะดังกล่าวทำให้ภูมิปัญญาท้องถิ่นหรือภูมิปัญญาชาวบ้านได้รับความสนใจจากองค์กรต่าง ๆ มากขึ้น ซึ่งหากพิจารณาแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติรวมถึงแผนการศึกษาแห่งชาติจะพบว่าต่างก็ได้กำหนดแนวทางเกี่ยวกับการดำเนินงานภูมิปัญญาท้องถิ่นหรือภูมิปัญญาชาวบ้านไว้อย่างชัดเจน การยอมรับและให้ความสำคัญเกี่ยวกับภูมิปัญญาท้องถิ่น ชวน (2547) ได้กล่าวถึงการพัฒนาที่เกิดจากการผสมผสานองค์ความรู้สากลบนฐานภูมิปัญญาเดิมเพื่อให้เกิดเป็นภูมิปัญญาใหม่ที่เหมาะสมกับยุคสมัยมีคุณค่าต่อท้องถิ่นและคนในชุมชน อีกทั้งยังเอื้อประโยชน์อย่างมากต่อการวางแผนพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนและมั่นคงต่อไป ภูมิปัญญาเป็นมรดกทางปัญญาที่ได้มีการสั่งสมและสืบทอดจนถึงปัจจุบัน หากคนรุ่นใหม่ไม่เห็นความสำคัญภูมิปัญญาก็อาจสูญหายได้ตามกาลเวลา เพราะขาดการเชื่อมโยงระหว่างอดีตกับปัจจุบัน สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2545) กล่าวถึงแนวทางการสืบทอดภูมิปัญญามิให้สูญหายไว้หลายวิธี ดังนี้ 1) การส่งเสริมภูมิปัญญาท้องถิ่น 2) การสรรหาบุคคลที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่น 3) การรวบรวมข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่น 4) การส่งเสริมการเผยแพร่ 5) การสนับสนุนให้มีการศึกษาค้นคว้าและวิจัย 6) การสนับสนุนให้มีการถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น 7) การจัดทำเป็นหลักสูตรทางการศึกษา 8) การร่วมมือกันระหว่างหน่วยงานของรัฐและเอกชนการสนับสนุนจากรัฐบาล และ 9) การสนับสนุนคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา จะเห็นได้ว่าแนวทางสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นจะต้องอาศัยความร่วมมือจากหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน ในการสรรหาบุคคลที่เป็นภูมิปัญญาในแต่ละสาขาเพื่อส่งเสริมให้เป็นที่รู้จักและเกิดการยอมรับอย่างแพร่หลาย โดยการดำเนินการรวบรวมข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นจัดเก็บในรูปสื่อต่าง ๆ ทั้งสื่อสิ่งพิมพ์ และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ในวงกว้างยิ่งขึ้น และสามารถนำไปเป็นแนวปฏิบัติได้

มนุษย์คิดค้นวิธีการรวบรวมข้อมูลเข้าไว้ด้วยกันมาตั้งแต่อดีต โดยขบวนการในการบันทึกข้อมูลเริ่มจากการบันทึกไว้ที่ผนังถ้ำ ใบลาน และกระดาษ เมื่อมีการพัฒนาคอมพิวเตอร์และนำมาใช้ในเก็บการรวบรวมข้อมูลในยุคแรกจัดเก็บในรูปของระบบแฟ้มข้อมูล (File System) ต่อมาเมื่อมีการใช้ข้อมูลและสารสนเทศมากขึ้น จึงมีการพัฒนาเป็นระบบฐานข้อมูล (Database System) โอภาส (2546) ให้ความหมายของระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System : DBMS) ไว้ว่า ซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ดูแลจัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูล อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้ทั้งในด้านการสร้าง การปรับปรุงแก้ไขและการเข้าถึงข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ศิริลักษณ์

(2545) กล่าวถึงชนิดของฐานข้อมูลที่โครงสร้างการออกแบบสามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพมีอยู่ 3 แบบ ได้แก่ ฐานข้อมูลลำดับชั้น ฐานข้อมูลเครือข่าย และฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ที่เก็บข้อมูลในรูปตารางข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ทำให้สามารถทราบข้อมูลส่วนอื่นที่มีความสัมพันธ์กันได้ งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาระบบสารสนเทศ สนั่น (2553) ศึกษาการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อจัดเก็บและสืบค้นสำหรับการบริหารงานบุคคล คณะอักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ระบบที่พัฒนาสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข และสืบค้นข้อมูล พิมพ์รายงาน และมีความปลอดภัยในการใช้งาน สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นอย่างดี กาญจนา(2549) ศึกษาการพัฒนาระบบฐานข้อมูลลายผ้าไหมพื้นบ้านจังหวัดมหาสารคาม- กาฬสินธุ์ เพื่อจัดเก็บข้อมูลผ้าไหมพื้นบ้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาสามารถเพิ่มลบ และแก้ไขข้อมูล ช่วยอำนวยความสะดวกในการค้นหาและเผยแพร่ข้อมูล

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาฐานข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องการทอผ้าที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล กล่าวคือ ข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องการทอผ้าถูกออกแบบและจัดเก็บด้วยเทคโนโลยีฐานข้อมูลที่เก็บข้อมูลได้ถูกต้องครบถ้วน จัดเก็บในสื่อบันทึกข้อมูลที่มีความคงทนไม่สูญหายไปตามกาลเวลาหรือตัวบุคคล ผู้ใช้สามารถเรียกใช้งานข้อมูลการทอผ้าที่จัดเก็บในฐานข้อมูลได้อย่างสะดวกรวดเร็ว

วิธีการศึกษา

ในการดำเนินงานมีวิธีการศึกษาประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ได้แก่ การศึกษารวบรวมข้อมูล การสร้างเครื่องมือ การตรวจสอบ การทดสอบ การนำไปใช้ การเก็บรวบรวมข้อมูล การประมวลผล การวิเคราะห์และสรุปผลข้อมูล รายละเอียดมีดังนี้

2.1 กลุ่มตัวอย่างและสถานที่

สถานที่ คือ ชุมชนหมู่บ้านเขาเต่า อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ชาวบ้านในชุมชนหมู่บ้านเขาเต่า จำนวน 50 คน ใช้เทคนิคการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คุณสมบัติของกลุ่มตัวอย่าง คือ เพศหญิงที่อาศัยอยู่ในหมู่บ้านเขาเต่า และเป็นผู้ที่ต้องการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการทอผ้าในศูนย์หัตถกรรมทอผ้าบ้านเขาเต่า มีอายุระหว่าง 10-40 ปี

2.2 ช่วงเวลาดำเนินการวิจัย ระยะเวลาดำเนินงาน 1 ปี เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ.2555 ถึงวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2556 แผนในการดำเนินงานตลอดโครงการ มีดังนี้

- ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	ตุลาคม 2555
- รวบรวมและวิเคราะห์ความต้องการและออกแบบฐานข้อมูล	พฤศจิกายน 2555- มกราคม 2556
- พัฒนาและทดสอบ	กุมภาพันธ์ 2556 – เมษายน 2556
- สร้างและประเมินแบบสอบถาม	มิถุนายน 2556
- เก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล	กรกฎาคม 2556
- เรียบเรียงและพิมพ์รายงาน	สิงหาคม 2556 – กันยายน 2556

2.3 การสร้างเครื่องมือ

เครื่องมือในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ระบบฐานข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องการทอผ้า และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

2.3.1 การพัฒนาระบบฐานข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องการทอผ้า ดำเนินขั้นตอนด้วยแบบจำลองน้ำตก (Water Fall Model) ตามที่ Hans Van Vliet (2008) แบ่งไว้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ วิศวกรรมความต้องการ (Requirement

Engineering) การออกแบบ (Design) การนำไปใช้ (Implementation) การทดสอบ (Testing) และการดูแลรักษา (Maintenance) โดยในแต่ละขั้นตอนมีการตรวจสอบความตรงตามคุณลักษณะของระบบ (Verification) และการตรวจสอบความตรงตามความต้องการของผู้ใช้ (Validation) มีขั้นตอนดังนี้

(1) การรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ รวมถึงองค์ประกอบที่ต้องรวมอยู่ในระบบที่จะทำให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้

(2) การออกแบบฐานข้อมูล นำข้อมูลและความต้องการที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์ข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องการ แสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ต้องการจัดเก็บโดยใช้แผนภาพอีอาร์ไดอะแกรม (E-R diagram) ศุภชัย และขจรศักดิ์ (2551) กล่าวถึงความสำคัญของอีอาร์ไดอะแกรมว่า เป็นสิ่งที่จะช่วยทำให้เห็นข้อมูลที่ควรมีในระบบ และทำให้ทราบเงื่อนไขความสัมพันธ์ของข้อมูล สามารถเพิ่มเติมหรือปรับแต่งแก้ไขเอ็นติตี้ (Entity) และความสัมพันธ์ (Relationship) ได้ถูกต้อง

(3) การพัฒนาฐานข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องการทอผ้า ใช้ภาษา PHP Hypertext Preprocessor ในการเขียนโปรแกรม โปรแกรม Appserve ใช้จำลองเซิร์ฟเวอร์จัดการฐานข้อมูลโปรแกรม Macromedia Dream Weaver ใช้ออกแบบและเขียนภาษา HTML

(4) การทดสอบการทำงานของระบบ ได้แก่ การตรวจสอบว่าระบบสามารถทำงานได้ตรงตามข้อกำหนด (Specification) และการทดสอบการยอมรับระบบของผู้ใช้ (Acceptance Testing) เป็นการทดสอบร่วมกันระหว่างผู้ใช้ระบบและผู้พัฒนาระบบ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การทดสอบแอลฟ่า (Alpha testing) ทดสอบความสมบูรณ์ของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาข้อบกพร่องและแก้ไขตามคำแนะนำเพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพดีขึ้น และการทดสอบเบต้า (Beta testing) ทดสอบความสมบูรณ์ของระบบโดยผู้ใช้ ทำการใช้งานระบบภายใต้สถานการณ์ และข้อมูลจริง

2.3.2 การสร้างแบบสอบถาม มีขั้นตอนดังนี้

(1) ศึกษาคุณลักษณะที่จะต้องการจะวัดโดยดูจากวัตถุประสงค์หรือกรอบแนวคิดของการวิจัย ศึกษาจากเอกสาร ตำรา หรือผลการวิจัยที่มีลักษณะเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน

(2) กำหนดประเภทของข้อคำถาม โดยพิจารณาประเภทของข้อคำถามที่จะวัดคุณลักษณะที่ต้องการ ซึ่งข้อคำถามในแบบสอบถามมี 2 ประเภท คือ คำถามปลายเปิด และคำถามปลายปิด

(3) การร่างแบบสอบถาม ทำการลงมือเขียนข้อคำถามให้ครอบคลุมทุกคุณลักษณะหรือประเด็นที่จะวัด โดยเขียนตามโครงสร้างของแบบสอบถาม และหลักการในการสร้างแบบสอบถาม

(4) การปรับปรุงแบบสอบถาม โดยเสนอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา และขอคำแนะนำเกี่ยวกับความเหมาะสมของ

(5) นำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (try out) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพ โดยการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง จากนั้นนำแบบสอบถามที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม ทำโดยหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และค่าความเชื่อมั่นด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟ่าของครอนบาค

(6) ปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ทำการแก้ไขข้อบกพร่องที่ได้จากผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบถาม และตรวจสอบเพื่อให้แบบสอบถามมีความสมบูรณ์และมีคุณภาพ

(7) จัดพิมพ์แบบสอบถามจัดพิมพ์แบบสอบถามที่ปรับปรุงเรียบร้อยแล้ว นำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจริง โดยที่จำนวนการจัดพิมพ์แบบสอบถามไม่น้อยกว่าจำนวนที่ต้องการเก็บรวบรวมข้อมูล และมีการพิมพ์แบบสอบถามสำรองไว้ในกรณีที่สูญหาย หรือผู้ตอบไม่ตอบแบบสอบถามกลับมา

2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการนัดหมายเวลาและสถานที่ อธิบายชี้แจงเกี่ยวกับการตอบแบบสอบถาม จากนั้นแจกแบบสอบถามให้กลุ่มตัวอย่าง และขั้นตอนสุดท้ายรวบรวมแบบสอบถาม และตรวจสอบความสมบูรณ์ของคำตอบ การบันทึกข้อมูลมีขั้นตอนดังนี้

2.4.1 ตรวจสอบความสมบูรณ์ของการตอบคำถาม แบบสอบถามทุกฉบับต้องตอบคำถามทุกข้อให้สมบูรณ์และครบถ้วน

2.4.2 ตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้

2.4.3 นำข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมดประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ เพื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ ใช้เกณฑ์การประเมินแบบมาตราวัดตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) ประกอบด้วยมาตรอันดับ (Rating Scale) เชิงคุณภาพ 5 ระดับ และมาตรอันดับเชิงประมาณ 5 อันดับ โดยจะให้คะแนนในแต่ละข้อตามความเหมาะสม แสดงเกณฑ์และความหมายของคะแนนตามตารางที่ 1

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ใช้สถิติพื้นฐาน หรือสถิติเชิงพรรณนา ประกอบด้วย ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษา

3.1 ผลการพัฒนาระบบ

การใช้งานระบบ แบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนของผู้ใช้งาน สามารถเลือกรายการ ได้แก่ การจัดการข้อมูลการค้นหาข้อมูล การตั้งรหัสผ่าน และจบการทำงาน 2) ส่วนของผู้ดูแลระบบ สามารถเลือกรายการ ได้แก่ การจัดการเพิ่ม/ลบ/แก้ไขข้อมูล ประกอบด้วย ข้อมูลสมาชิก ข้อมูลเครื่องมือทอผ้า ข้อมูลผ้า และข้อมูลลวดลายผ้า การจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน และจบการทำงาน หัวข้อการประเมินแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการวิเคราะห์และออกแบบระบบ ด้านการออกแบบฐานข้อมูล และด้านการใช้งานโปรแกรมฐานข้อมูล ผลการประเมิน ผลการประเมินความเหมาะสมของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าเฉลี่ยภาพรวมเท่ากับ 3.66 อยู่ในระดับปานกลาง สรุปผลการประเมินได้ว่าระบบฐานข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องการทอผ้าที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงในตารางที่ 2

3.2 ผลการประเมินความพึงพอใจ

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อการใช้งานฐานข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องการทอผ้า แบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชั่นของระบบ และด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก พิจารณาข้อที่คะแนนสูงสุด 3 ลำดับ ได้แก่ ความเป็นมาตรฐานเดียวกันในการออกแบบหน้าจอภาพและความเหมาะสมในการใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพในการสื่อความหมาย มีคะแนนเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 98 และความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบหน้าจอ คิดเป็นร้อยละ 96.6 แสดงในตารางที่3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชั่นของระบบ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก พิจารณาข้อที่คะแนนสูงสุด 3

ลำดับ ได้แก่ ลำดับแรกรายงานสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ คิดเป็นร้อยละ 99.4 รองลงมาการประมวลผลของระบบช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการปฏิบัติงาน และการประมวลผลของระบบทำได้อย่างรวดเร็วมี

คะแนนเท่ากัน คิดเป็นร้อยละ 83.4 แสดงในตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ความสามารถในการตรวจสอบสิทธิ์ในการเข้าใช้งานได้อย่างถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 88 และความสามารถในการเข้าใช้งานได้ตามสิทธิ์ที่กำหนดได้อย่างถูกต้องคิดเป็นร้อยละ 87.4 แสดงในตารางที่ 5

อภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้นำเอาเทคโนโลยีฐานข้อมูลมาใช้จัดเก็บข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องการทอผ้า ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งในการสืบทอดภูมิปัญญาตามที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติได้กำหนดไว้ช่วยอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งาน ซึ่งแต่เดิมในอดีตข้อมูลภูมิปัญญาเรื่องการทอผ้ายังไม่มีการรวบรวมและจัดเก็บอย่างเป็นระบบ ผลการประเมินความเหมาะสมของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อวิเคราะห์ผลการประเมินโดยพิจารณาในแต่ละด้านที่ทำการประเมินพบว่า ด้านการวิเคราะห์และออกแบบ การเลือกโมเดลการพัฒนาซอฟต์แวร์มีความเหมาะสมกับการวิเคราะห์ สามารถใช้แนวทางในการพัฒนาระบบในอนาคต ด้านการออกแบบฐานข้อมูลมีการกำหนดคาร์ดินาลิตี้ที่เหมาะสมทำให้ความสัมพันธ์ของข้อมูลในฐานข้อมูลมีความถูกต้องและด้านการใช้งานโปรแกรมฐานข้อมูลมีการกำหนดรูปแบบตัวอักษรเหมาะสมง่ายต่อการอ่าน การจัดวางองค์ประกอบแต่ละส่วนภายในหน้าจอมีความเหมาะสมผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้พบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อวิเคราะห์ผลการประเมิน โดยพิจารณาในแต่ละด้านที่ทำการประเมินพบว่า ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบทุกรายการประเมินมีคะแนนร้อยละ 80 หมายถึง การเลือกใช้ชนิด ขนาดและสีของตัวอักษร ข้อความและสัญลักษณ์สื่อความหมาย การวางตำแหน่งส่วนประกอบหน้าจอและการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้ทำได้อย่างเหมาะสม ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันของระบบ รายการประเมินที่ระดับคะแนนไม่ถึงร้อยละ 80 ได้แก่ ความชัดเจนของรายงาน ความรวดเร็วการพิมพ์รายงาน และการนำเสนอรายงานต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง หมายถึงต้องมีการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้สามารถทำงานได้ตามที่ผู้ใช้ต้องการ และด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลทุกรายการประเมินมีคะแนนร้อยละ 80 หมายถึง การตรวจสอบสิทธิ์และใช้งานได้ตามสิทธิ์เป็นไปอย่างเหมาะสม

ผลการวิจัยการพัฒนาฐานข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องการทอผ้า ของกลุ่มสตรีทอผ้าหมู่บ้านเขาเต่า อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ สามารถจัดการข้อมูลในรูปแบบเทคโนโลยีฐานข้อมูลที่มีการจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ ผู้ใช้สามารถจัดการกับข้อมูลได้อย่างสะดวกรวดเร็ว สอดคล้องกับงานวิจัยของกาญจนา (2549) ที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์รวบรวมข้อมูลลายผ้าไหมพื้นบ้านจังหวัดมหาสารคาม- กาฬสินธุ์ จัดเก็บในรูปของฐานข้อมูลลงในสื่อบันทึกข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ ช่วยอำนวยความสะดวกในการค้นหาข้อมูล และงานวิจัยของรมิดา (2553) ที่มีการใช้เทคโนโลยีมาเป็นแนวทางการอนุรักษ์กระบวนการทอผ้าไทยลื้อลวดลายแบบดั้งเดิมที่ศึกษาการทอผ้าลวดลายแบบดั้งเดิมของไทยลื้อ : กรณีศึกษาลายผ้าห่มตำก้าว อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา การพัฒนาฐานข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องการทอผ้าของกลุ่มสตรีทอผ้าหมู่บ้านเขาเต่ามีประโยชน์ต่อชาวบ้านในชุมชนที่ต้องการศึกษาหาความรู้เรื่องการทอผ้าเพื่อเป็นการสืบทอดภูมิปัญญาเรื่องการทอผ้าสู่คนรุ่นหลัง และเป็นการช่วยอนุรักษ์ภูมิปัญญาที่จัดเป็นองค์ความรู้ที่อยู่คู่กับคนในชุมชนมิให้สูญหายไปตามกาลเวลา อีกทั้งยังเป็นแหล่งเผยแพร่ข้อมูลที่มีประโยชน์ต่อบุคคลทั่วไปที่มีความสนใจในเรื่องการทอผ้า ให้สามารถเข้าถึงและใช้งานได้อย่างสะดวก

สรุป

ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถดำเนินงานแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก ดังนี้ 1) ความสามารถในการเพิ่ม ลบ แก้ไข และค้นหาข้อมูล 2)ความสามารถในการแยกประเภทข้อมูลตามที่ผู้ใช้ต้องการ และ 3)ความสามารถในการตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้งาน ผลการประเมินความเหมาะสมของระบบพบว่า ระบบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาหัวข้อการประเมินทั้ง 3 ด้าน ลำดับแรกด้านการออกแบบฐานข้อมูล รองลงมาด้านการวิเคราะห์และออกแบบ และลำดับสุดท้ายด้านการใช้งานโปรแกรม ระบบสามารถนำไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งาน เป็นชาวบ้านในชุมชนหมู่บ้านเขาเต่าที่ต้องการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับการทอผ้าในศูนย์หัตถกรรมทอผ้าบ้านเขาเต่า จำนวน 50 คน ค่าเฉลี่ยภาพรวมเท่ากับ 4.14 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 อยู่ในระดับมาก สรุปผลการประเมินว่าผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก แสดงในตารางที่ 6

ข้อเสนอแนะ

ในการพัฒนาระบบฐานข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่นครั้งต่อไป มีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับระดับทักษะในการใช้งานของผู้ใช้ที่ต้องคำนึงถึงอยู่ 2 ข้อ ได้แก่ 1) ควรใช้เทคนิคการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล (Data Validation Techniques) เพื่อให้ระบบช่วยตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ในกรณีที่ผู้ใช้อาจตรวจสอบไม่พบความผิดพลาดในการป้อนข้อมูลด้วยตนเอง เช่น ค่าของข้อมูลต้องอยู่ในช่วงที่กำหนด หรือชนิดของข้อมูลจะต้องเป็นไปตามที่กำหนดไว้ เป็นต้น เนื่องจากในบางกรณีข้อมูลมีความสำคัญ มากดังนั้นข้อมูลจะไม่สามารถผิดพลาดได้ และ 2) ควรกำหนดให้ผู้ใช้สามารถกำหนด หรือปรับรูปแบบการนำเข้าข้อมูลและแสดงผลข้อมูลได้ ควรมีการออกแบบให้ผู้ใช้กำหนดรูปแบบได้ตามความต้องการเพื่อความยืดหยุ่นและเหมาะสมกับการใช้งานของผู้ใช้

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้โดยการให้ความร่วมมือและสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ สนับสนุนงบประมาณโครงการวิจัย เจ้าหน้าที่ศูนย์หัตถกรรมทอผ้าบ้านเขาเต่า ชาวบ้านในชุมชนที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ รวมถึงการสนับสนุนให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ และผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้อนุเคราะห์ในการประเมิน และชี้แนะแนวทางในการพัฒนาระบบ

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา คำสมบัติ. 2549. ระบบฐานข้อมูลลายผ้าไหมพื้นบ้านจังหวัดมหาสารคาม - กาฬสินธุ์. เอกสารวิชาการ. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.

ชวน เพชรแก้ว. 2547. การยกระดับและการปรับใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นในสถานการณ์ปัจจุบัน. สารภาษาไทย 2 : 14-23.

นิธิ เอียวศรีวงศ์. 2536. การศึกษาของชาติกบภูมิปัญญาท้องถิ่น. อัมรินทร์พริ้นติ้งกรุ๊ฟ, กรุงเทพฯ.

ประเวศ วะสี. 2533. การสร้างสรรค์ภูมิปัญญาไทยเพื่อการพัฒนา. น. 31-34. ใน : การสัมมนาทางวิชาการ เนื่องในงานมหกรรมวัฒนธรรมพื้นบ้านไทย วันที่ 30 พฤษภาคม 2533. สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

พัชรวรรณ ลิ่มรัตนมงคล และ กิตติพันธ์ คงสวัสดิ์เกียรติ. 2555. การตัดสินใจซื้อผ้าฝ้ ายทอมือของกลุ่มเจนเนอเรชั่นวาย ในเขตกรุงเทพมหานคร. การเงิน การลงทุน การตลาด และการบริหารธุรกิจ 2 : 337-338.

รมิดา รอดสุข. 2553. การทอผ้าลวดลายแบบดั้งเดิมของไทยลื้อ : กรณีศึกษาลายผ้าห่มตำก้าว อำเภอเชียงคำ จังหวัดพะเยา. การค้นคว้าแบบอิสระ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ศิริลักษณ์ โรจนกิจอำนวย. 2545. การออกแบบและบริหารฐานข้อมูล : Database Design and Administration. ดวงกมล, กรุงเทพฯ.

ศุภชัย จิวะรังสินี และ ขจรศักดิ์ สังข์เจริญ. 2551. คู่มือระบบฐานข้อมูล Oracle 11g ขั้นพื้นฐาน : Oracle Database 11g Fundamental. เทรนลิสต์, กรุงเทพฯ.

สนั่น หวานแท้. 2553. การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดเก็บและการสืบค้น สำหรับการบริหารงานบุคคล คณะอักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. การค้นคว้าแบบอิสระ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

สมโชค เฉตระการ. 2552. แนวทางการเรียนรู้สู่ความเป็นเลิศของการพัฒนาอาชีพทอผ้าไหม กรณีศึกษา: โครงการหนึ่งตำบล หนึ่งผลิตภัณฑ์ ในเขตภาตะวันออกเฉียงเหนือ ตอนกลาง. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. 2545. การมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการศึกษาของสถานศึกษา. สำนักนายกรัฐมนตรี, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ. 2534. ภูมิปัญญาชาวบ้านกับการดำเนินงานด้านวัฒนธรรมและการพัฒนาชนบท. อมรินทร์พริ้นติ้งกรุ๊ป, กรุงเทพฯ.

โอภาส เอี่ยมสิริวงศ์. 2546. การออกแบบและจัดการฐานข้อมูล. ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ.

Hans Van Vliet. 2008. SOFTWARE ENGINEERING Principle and Practice. John Wiley&Sons, New York.

Table 1 basis points qualitative and quantitative criteria

Basis points		Meaning
Qualitative	Quantitative	
most	4.51 – 5.00	most level
very	3.51 – 4.50	very level
medium	2.51 – 3.50	medium level
little	1.51 – 2.50	little level
least	1.00 – 1.50	least level

Table 2 summarizes the overall assessment of the system

Assessment items	$\bar{X}$
1. Analysis and Design	3.88
2. Database design	3.91
3. Using the database	3.38
sum	**3.66**

Table 3 shows the results of user satisfaction easy to use of system

Assessment items	Level of Satisfaction		
	$\bar{x}$	S.D.	%
1. The difficulty in using the system.	4.38	0.58	87.6
2. The right to choose the font type on the screen.	4.16	0.66	83.2
3. The right to choose the font size on the screen.	4.21	0.56	84.2
4. The appropriate use of color, fonts and pictures.	4.07	0.60	81.4
5. The appropriate use of text to explain meaning.	4.02	0.68	80.4
6. Appropriate to use symbols or pictures to convey meaning.	4.90	0.69	98
7. The same standard in the design screen.	4.90	0.69	98
8. Suitable for interactive dialog with the user.	4.78	0.75	95.6
9. The proper positioning of the components.	4.83	0.62	96.6
total average	**4.03**	**0.64**	**80.6**

Table 4 shows the results of user satisfaction working as a function of the system

Assessment items	Level of Satisfaction		
	$\bar{x}$	S.D.	%
1.Processing system improves the efficiency of the operation.	4.17	0.45	83.4
2. Processing system quickly.	4.17	0.45	83.4
3. Complete report.	4.05	0.68	81
4. Reports are accurate and complete information.	4.08	0.61	81.6
5. The report is a clear.	3.91	0.61	78.2
6. Report a sequence of information needs.	4.00	0.68	80
7.The report presents current information.	4.00	0.59	80
8. Reports can be printed quickly.	3.88	0.71	77.6
9. Reports can be presented to those involved quickly.	3.91	0.61	78.2
10. Reports can be for user need	4.97	0.61	99.4
total average	**4.01**	**0.60**	**80.2**

Table 5 shows the results of user satisfaction security of information

Assessment items	Level of Satisfaction		
	$\bar{x}$	S.D.	%
1. The ability to determine the right to use it correctly.	4.40	0.49	88
2. The ability to access it on the permissions set correctly.	4.37	0.59	87.4
total average	**4.39**	**0.54**	**87.8**

Table 6 summarizes the overall satisfaction of users every aspect

Assessment items	$\bar{X}$	S.D.
1. Easy to use of system.	4.03	0.64
2. Working as a function of the system.	4.01	0.60
3. Security of information.	4.39	0.54
sum	**4.14**	**0.59**

การศึกษาเปรียบเทียบสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็นระหว่างกลุ่มที่มีผลการตรวจทางจุลชีววิทยาที่แตกต่างกันในคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

Comparison of the sanitary of drinking water dispenser between the group of different microbiological contamination result in Faculty of Pharmacy, Mahidol University

เสาร์ ปรางทิพย์,[1] ชาญเดช แสงงาม[1] และ นันทวรรณ จินากุล[1*]

Saur Prangtip,[1] Chandetch Sang-ngam[1] And Nanthawan Jinakul[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงเปรียบเทียบ (Causal comparative research) เพื่ออธิบายสาเหตุของสภาพสุขาภิบาลที่มีต่อผลการตรวจคุณภาพน้ำดื่มทางจุลชีววิทยาโดยใช้คะแนนสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็นที่ผ่านเกณฑ์การตรวจทางจุลชีววิทยามาเปรียบเทียบกับคะแนนสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็นที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจทางจุลชีววิทยา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1)สำรวจสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็น 2) เปรียบเทียบสภาพทางสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็นที่มีผลการตรวจทางจุลชีววิทยา 3)สำรวจระบบมาตรฐานและความปลอดภัยของเครื่องกรองน้ำและตู้น้ำเย็น 4)หาแนวทางกำหนดมาตรการในการพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภคให้สะอาดปลอดภัย โดยเก็บข้อมูลจาก 30 ตัวอย่าง จากตู้น้ำเย็นจำนวน 5 ตู้ ในคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ด้วยแบบสำรวจสภาพสุขาภิบาลตู้น้ำดื่ม ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS โดยใช้สถิติ Mann-Whitney U Test จากการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนสภาพสุขาภิบาลของกลุ่มผ่านเกณฑ์กับไม่ผ่านเกณฑ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (p=.000) มีระบบตัดไฟเมื่อไฟฟ้าลัดวงจร ในระดับดี ร้อยละ 80 มีสายกราวด์เพื่อป้องกันไฟดูดในระดับต้องปรับปรุงร้อยละ 40 เครื่องกรองน้ำได้รับมาตรฐานการผลิตในระดับดี ร้อยละ60 ตู้น้ำเย็นระบุข้อความเตือน “อันตรายถึงชีวิตถ้าไม่ติดตั้งสายดินให้ถูกวิธี” ในระดับปรับปรุงร้อยละ 60 และตู้น้ำเย็นระบุข้อความเตือน"ห้ามใช้สารตะกั่วบัดกรีในการซ่อมโดยเด็ดขาด" ในระดับปรับปรุงร้อยละ 60 ข้อเสนอแนะจากการศึกษาครั้งนี้ ควรมีการกำหนดมาตรการในการพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภคให้สะอาดปลอดภัย เช่น มาตรการด้านนโยบายของผู้บริหาร มาตรการการตรวจสอบคุณภาพน้ำบริโภค มาตรการด้านการส่งเสริมการศึกษาวิจัย และมาตรการการติดตามประเมินผล

คำสำคัญ : น้ำดื่ม คุณภาพน้ำดื่ม สุขาภิบาลน้ำดื่ม ตู้น้ำเย็น

Abstract

This causal comparative research was done by comparing between passed and not passed score of sanitary for dispensers in microbiological aspect, in order to explain the sanitary conditions affecting the microbial quality examination of drinking water. The aimed of this research as followed 1) the survey the sanitary of drinking water dispensers 2) to compare the sanitary of drinking water dispensers which were examined microbiologically 3) to determine the standards and safety of water filters and water dispensers 4) to improve the quality of drinking water. The 30 water samples were collected from five cold water dispensers in Faculty of Pharmacy, Mahidol University and were determined according to the standards of drinking water sanitation and statistical analysis by SPSS with Mann-Whitney U Test. It was found that the sanitary condition of the two groups were significantly different at 0.001 (p=.000). The electrical cut off system was 80 percent in good condition and 40 percent of the ground wire system was to be improved, 60 percent of the water dispensers passed the standards of production. The cold water dispenser showed the warning sign "Life threatening if not properly installed and grounded" and "Do not use lead in reparing the products " 60 percent both, respectively. This study recommended that the standards of the drinking water system shoud be established for the safety of the population in the Faculty of Pharmacy, Mahidol University.

Keywords : Drinking water, Drinking water quality, Sanitation of drinking water, Water cooler

[1] คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ 10400

[1] Faculty of Pharmacy, Mahidol University Bangkok 10400

*Corresponding author. E.mail: tikjune@hotmail.com, nanthawan.jin@mahidol.ac.th

บทนำ

การบริการสุขภาพและการจัดการสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการจัดหาน้ำสะอาดสำหรับบริโภคในสถานศึกษาเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการส่งเสริมสุขภาพของนักศึกษาและบุคลากรในองค์กรเพื่อป้องกันการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เจ็บป่วยด้วยโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ โดยโคลิฟอร์มแบคทีเรียจะเป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำดื่มซึ่งจะมีที่มาจากลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น อุจจาระของมนุษย์ต้องมีโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เช่น *Escherichia coli* (*E.coli*) ดังนั้นถ้าพบ *E.coli* ในน้ำ นั่นแสดงว่าน้ำนั้นปนเปื้อนอุจจาระ ทั้งที่ *E.coli* ไม่ค่อยมีอันตรายต่อมนุษย์ แต่เป็นตัวชี้วัดว่าน้ำนั้นสกปรกแน่นอนและน่าจะมีเชื้อโรคชนิดอื่นๆปะปนมาด้วย ส่วนซาลโมเนลลาอยู่ในสกุล Enterobacteriaceae เช่นเดียวกับเชื้อ *E.coli* ก่อโรคซัลโมเนลโลซิส (Salmonellosis) (สมศักดิ์, 2553)

ประสิทธิ์ เหลืองรุ่งเกียรติ และคณะ กล่าวว่าการบ่งชี้ทางสภาวะสุขาภิบาล (Sanitation Index) โดยการใช้เชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นดัชนีบ่งชี้สภาวะการปนเปื้อน เนื่องจากปกติโคลิฟอร์มแบคทีเรียจะถูกขับออกมาพร้อมกับอุจจาระในจำนวนที่สม่ำเสมอ โดยแบคทีเรียในกลุ่มนี้บางตัวอาศัยตามสิ่งแวดล้อม เช่น อาศัยตามพื้นดิน และเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียสามารถพิสูจน์เชื้อได้ง่ายและทนต่อสภาพแวดล้อม ส่วนฟีคัลโคลิฟอร์มเป็นกลุ่มที่มีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมภายนอกน้อยกว่าโคลิฟอร์มแบคทีเรีย คือ ไม่สามารถมีชีวิตอยู่ภายนอกลำไส้ได้นาน ดังนั้น โคลิฟอร์มแบคทีเรียจึงถูกเลือกมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สภาวะทางสุขาภิบาล (Sanitation Index) (ประสิทธิ์ และคณะ, 2552)

กลุ่มวิจัยและพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภค กรมอนามัย ได้แนะนำแนวทางการแก้ไขและปรับปรุงคุณภาพน้ำบริโภคว่า ให้ตรวจสอบความสะอาดของก๊อกน้ำ โดยการทำความสะอาดหรือเปลี่ยนในกรณีชำรุด เป็นสนิม ตรวจสอบแนวท่อ-ข้อต่อต่างๆ หากพบว่ามีรอยรั่วซึมจะต้องทำการซ่อมแซมหรือเปลี่ยน ล้างทำความสะอาดและเปลี่ยนวัสดุกรองในระบบการกรองน้ำเป็นประจำ ตามคำแนะนำของผลิตภัณฑ์หรือเมื่อการไหลของน้ำผิดปกติ ล้างทำความสะอาดภาชนะเก็บน้ำ เช่น ถังน้ำ แท็งก์ คูลเลอร์อย่างสม่ำเสมอเป็นประจำ (กลุ่มวิจัยและพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภค, 2554)

ดารณี หมู่ขจรพันธ์ ได้สรุปปัจจัยของความเสี่ยงในการผลิตน้ำดื่มว่า จุดติดตั้งเครื่องผลิตน้ำดื่มที่มีผู้คนอยู่หนาแน่น อยู่ริมถนน แสงแดดส่องถึงและมีฝุ่นมาก ปัจจัยเหล่านี้ทำให้เกิดตะไคร่น้ำ มีฝุ่นละอองทำให้เกิดการปนเปื้อนแก่หัวจ่ายน้ำซึ่งมักจะพบการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ถังพักน้ำหากไม่ทำความสะอาดและมีการปล่อยน้ำพักไว้ในถังเป็นเวลานานจะเป็นสาเหตุให้ปริมาณจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นในเวลาอันรวดเร็วเช่นกัน (ดารณี, 2008)

จากเหตุการณ์ที่มีการรายงานข่าวเรื่องสารตะกั่วปนเปื้อนในตู้น้ำเย็น และ ตู้น้ำเย็นไฟรั่ว ช็อต นักเรียนในโรงเรียนเสียชีวิตหลายครั้งจึงได้มีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตู้น้ำเย็นบริโภค เฉพาะด้านความปลอดภัย ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๔๑๐๐ (พ.ศ.๒๕๕๒) และคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภคประกาศให้เครื่องทำน้ำเย็นเป็นสินค้าที่ควบคุมฉลากและห้ามขายเครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้ตะกั่วเป็นตัวประสานรอยต่อตามประกาศคณะกรรมการว่าด้วยฉลาก ฉบับที่ ๒๑ (พ.ศ. ๒๕๔๙) และฉบับที่ ๒๖ (พ.ศ. ๒๕๕๐) ซึ่งคณะเภสัชศาสตร์ได้มีการติดตั้งระบบจากท่อน้ำประปาผ่านเครื่องกรองน้ำเข้าตู้น้ำดื่มโดยมีถังพักเก็บน้ำซึ่งเป็นสแตนเลส มีระบบไฟฟ้าเพื่อต่อกับเครื่องทำน้ำเย็น เมื่อทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยาพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียและซาลโมเนลลา ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ผู้วิจัยจึงได้ทำการสำรวจสภาพสุขาภิบาลตู้น้ำเย็น เพื่ออธิบายสาเหตุของสภาพสุขาภิบาลที่มีต่อผลการตรวจคุณภาพน้ำดื่มทางจุลชีววิทยาโดยใช้คะแนนสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็นที่ผ่านเกณฑ์มาเปรียบเทียบกับคะแนนสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็นที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจทางจุลชีววิทยาพร้อมทั้ง

สำรวจระบบมาตรฐานและความปลอดภัยของเครื่องกรองน้ำและตู้น้ำเย็นเพื่อหาแนวทางกำหนดมาตรการในการพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภคให้สะอาดปลอดภัยต่อไป

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อสำรวจสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็น
2. เพื่อเปรียบเทียบสภาพทางสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็นที่มีผลการตรวจทางจุลชีววิทยา
3. เพื่อสำรวจระบบมาตรฐานและความปลอดภัยของเครื่องกรองน้ำและตู้น้ำเย็น
4. เพื่อหาแนวทางกำหนดมาตรการในการพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภคให้สะอาดปลอดภัย

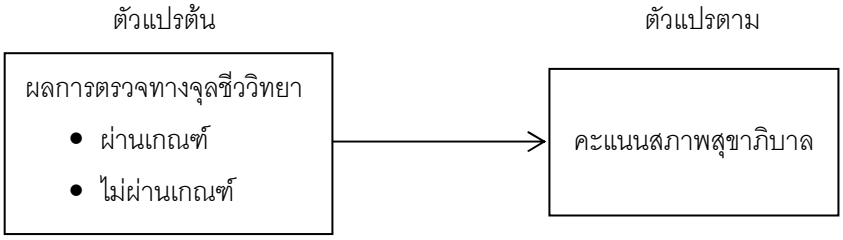
สมมติฐานการวิจัย

ค่าเฉลี่ยคะแนนสภาพสุขาภิบาลของกลุ่มผ่านเกณฑ์มีค่าแตกต่างจากกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจทางจุลชีววิทยาที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($\alpha = 0.05$)

H_0 : ค่าเฉลี่ยคะแนนสภาพสุขาภิบาลของกลุ่มผ่านเกณฑ์มีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

H_1 : ค่าเฉลี่ยคะแนนสภาพสุขาภิบาลของกลุ่มผ่านเกณฑ์มีค่าแตกต่างจากกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

กรอบแนวคิดการศึกษา



วิธีการศึกษา

รูปแบบการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงเปรียบเทียบสาเหตุ (Causal comparative)) ที่มีต่อผลการตรวจคุณภาพน้ำดื่มทางจุลชีววิทยาโดยใช้คะแนนสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็นของกลุ่มผ่านเกณฑ์นำมาเปรียบเทียบกับกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจทางจุลชีววิทยา โดยเก็บข้อมูล 30 ตัวอย่างจากตู้น้ำเย็น 5 ตู้ ในคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยโดยแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสำรวจสภาพสุขาภิบาลตู้น้ำดื่มสำหรับเก็บข้อมูลสภาพสุขาภิบาลดัดแปลงจากบันทึกการตรวจสถานที่ผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2551) โดยทำการสำรวจและให้คะแนนสภาพสุขาภิบาล ซึ่งแบ่งเป็น ระดับดีให้ 2 คะแนน ระดับพอใช้ให้ 1 คะแนน และระดับต้องปรับปรุงให้ 0 คะแนน

ส่วนที่ 2 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค(5) มาตรฐานเลขที่ มอก. 257-2549 (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม, ๒๕๔๙) ซึ่งได้กำหนดพารามิเตอร์ ดังนี้

1. โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ต้องน้อยกว่า 1.1 ในตัวอย่าง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยวิธี MPN
2. เอสเชอริเชีย โคไล (*E.coli*) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3. สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*S.aureus*) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

4. ซาลโมเนลลา (*Salmonella*) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

5. ครอสตริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำอ้างอิงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค(5) (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม, ๒๕๔๙) มาตรฐานเลขที่ มอก. 257-2549 โดยวิธีมาตรฐานดังนี้

1. การตรวจหา Coliform Bacteria และ *E.coli* ปฏิบัติตาม Bacteriological Analytical Manual Online, February 2013, Chapter 4 โดยวิธี Multiple Tube Fermentation Technique
2. การตรวจหา *S.aureus* ปฏิบัติตาม Bacteriological Analytical Manual Online, January 2001, Chapter 12
3. การตรวจหา *Salmonella* ปฏิบัติตาม ISO 6340 : Water Quality-Detection of salmonella species First Edition 1995-12-01
4. การตรวจหา *Clostridium perfringens* ปฏิบัติตาม Bacteriological Analytical Manual Online, January 2001, Chapter 16

ส่วนที่ 3 แบบสำรวจระบบมาตรฐานและความปลอดภัยของเครื่องกรองน้ำและตู้น้ำเย็น ตามประกาศคณะกรรมการว่าด้วยฉลาก ฉบับที่ ๒๑ (คณะกรรมการว่าด้วยฉลาก, ๒๕๔๙) และฉบับที่ ๒๖ (คณะกรรมการว่าด้วยฉลาก, ๒๕๕๐) โดยทำการสำรวจและให้คะแนน ซึ่งแบ่งเป็น ระดับดีให้ 2 คะแนน ระดับพอใช้ให้ 1 คะแนน และระดับต้องปรับปรุงให้ 0 คะแนน

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบสำรวจ และผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา มาทำการลงรหัสข้อมูลแล้วประมวลผลข้อมูลทางสถิติ โดยใช้ โปรแกรม SPSS for Windows version 18.0 ของมหาวิทยาลัยมหิดล และนำค่าสถิติต่างๆ ไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อแปรผล โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และเมื่อทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยสถิติ Kolmogorov-Sminov test พบว่าข้อมูลมีการกระจายแบบไม่เป็นโค้งปกติ จึงทดสอบสมมติฐานด้วย ค่าสถิติ แมน-วิทนีย์ ยู (Mann-Witney U test)

ผลการศึกษา

1. สำรวจสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็น

จากการสำรวจสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็น ด้วยแบบสำรวจสภาพสุขาภิบาลตู้น้ำดื่มดัดแปลงจากบันทึกการ ตรวจสถานที่ผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา จำนวน ทั้งหมด 14 ข้อ พบว่า คะแนนสภาพสุขาภิบาลส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี ได้แก่ ไม่มีการสะสมสิ่งของที่ไม่ใช้แล้ว, ไม่มีการสะสมสิ่งปฏิกูล, ไม่มีวัตถุอันตราย, ไม่มีมูลสัตว์หรือสัตว์เลี้ยง, มีท่อหรือทางระบายน้ำเพื่อรุบายน้ำทิ้ง, ไม่มีแสงแดดส่องถึง, ก๊อกน้ำเย็นมีความสะอาดไม่เป็นสนิม, ถาดรองน้ำไม่มีคราบสิ่งสกปรก, หัวก๊อกจ่ายน้ำไม่มีตะไคร้น้ำ, ความสะอาดภายนอกตู้น้ำเย็น, มีการล้างหรือเปลี่ยนไส้กรองน้ำตามอายุ และ มีเจ้าหน้าที่ประจำดูแลทำความสะอาด

คะแนนสภาพสุขาภิบาลที่อยู่ในระดับพอใช้ ได้แก่ ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก
คะแนนสภาพสุขาภิบาลที่อยู่ในระดับต้องปรับปรุง ได้แก่ สภาพฝุ่นควันมาก และมีเจ้าหน้าที่ประจำดูแลทำความสะอาด มีคะแนนสภาพสุขาภิบาลต้องปรับปรุงสูงถึงร้อยละ 40

ค่าเฉลี่ยคะแนนสภาพสุขาภิบาล เท่ากับ 1.4762 และค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.42167 ($\bar{X}$) = 1.4762, S.D = 0.42167 แสดงใน Table 1

Table 1 The investigation of sanitary drinking water dispensers (n=30)

Sanitation Quality	Good (2 Scores)	Fair (1 Score)	Must be improved (0 Score)
	Percent (Amount)	Percent (Amount)	Percent (Amount)
1. Without accumulation of waste	70 (21)	30 (9)	0 (0)
2. Without accumulation of sewage	56.7 (17)	23.3 (7)	20 (6)
3. No dust or smoke contamination	26.7 (8)	33.3 (10)	40 (12)
4. Without hazardous waste	100 (30)	0 (0)	0 (0)
5. Without animal excrement or domestic animal	86.7 (26)	10 (3)	3.3 (1)
6. Without logged water or polluted water	33.3 (10)	53.3 (16)	13.3 (4)
7. Installed tile drain or drainage line for sewage	100 (30)	0 (0)	0 (0)
8. No sun exposure	100 (30)	0 (0)	0 (0)
9. Clean water taps without staining	63.3 (19)	16.7 (5)	20 (6)
10. Clean drip trays	50 (15)	23.3 (7)	26.7 (8)
11. Clean water taps, no moss or lichens	43.3 (13)	30 (9)	26.7 (8)
12. Clean outside barrels	50 (15)	23.3 (7)	26.7 (8)
13. Filters were cleaned according to the maintenance time	53.3 (16)	36.7 (11)	10 (3)
14. Take care by official staffs	60 (18)	0 (0)	40 (12)
	$\bar{X}$ = 1.4762, S.D = 0.42167		

2. การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค(5) มาตรฐานเลขที่ มอก. 257-2549 โดยเก็บข้อมูล 30 ตัวอย่างจากตู้น้ำเย็น 5 ตู้ ผลการตรวจพบ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย จำนวน 9 ตัวอย่าง ซึ่งพบว่าเป็น *Salmonella* จำนวน 2 ตัวอย่าง จึงทำให้ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 9 ตัวอย่าง ส่วน *E.coli*, *S.aureus* และ *Clostridium perfringens* ไม่พบการปนเปื้อนในน้ำดื่ม ทั้งนี้อาจเกิดจากสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็นไม่สะอาดถูกสุขลักษณะจึงทำให้เกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ จึงได้นำคะแนนสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็น

กลุ่มที่ผ่านเกณฑ์มาเปรียบเทียบความแตกต่างกันของคะแนนสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็นกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจทางจุลชีววิทยา พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนสภาพสุขาภิบาลของกลุ่มผ่านเกณฑ์กับไม่ผ่านเกณฑ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.001 (p=.000) แสดงใน Table 2

Table 2 Comparison of water cooler (dispenser) sanitation scores of passed and not passed microbiological water quality analysis (n=30)

Microbiology analysis results	Percent (Amount)	Mean Rank	Sum of Ranks	U	P
Passed	70 (21)	20	420	0.001	0.000*
Not passed	30 (9)	5	45		

* significantly difference ($p<0.05$)

3. สำรวจระบบมาตรฐานและความปลอดภัยของเครื่องกรองน้ำและตู้น้ำเย็น ตามประกาศคณะกรรมการว่าด้วยฉลาก ฉบับที่ ๒๑ (พ.ศ. ๒๕๔๙) และฉบับที่ ๒๖ (พ.ศ. ๒๕๕๐) พบว่า มีระบบตัดไฟเมื่อไฟฟ้าลัดวงจร มีสายกราวด์เพื่อป้องกันไฟดูด และเครื่องกรองน้ำได้รับมาตรฐานการผลิตส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี ส่วนที่ต้องปรับปรุง คือ ตู้น้ำเย็นระบุข้อความเตือน " อันตรายถึงชีวิตถ้าไม่ติดตั้งสายดินให้ถูกวิธี " และ ตู้น้ำเย็นระบุข้อความเตือน " ห้ามใช้สารตะกั่วบัดกรีในการซ่อมโดยเด็ดขาด" อยู่ในระดับต้องปรับปรุงร้อยละ 60 และ มีสายกราวด์เพื่อป้องกันไฟดูดอยู่ในระดับต้องปรับปรุงร้อยละ 40 โดยมีค่าเฉลี่ยคะแนนระบบมาตรฐานและความปลอดภัย เท่ากับ 1.360 และ ค่าเฉลี่ยเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.8104 ($\bar{x}$ = 1.360, SD = 0.8104) แสดงใน Table 3

Table 3 The investigation of the standard and safety system for strainers and dispensers (n=5)

Standard and safety system for strainer and dispenser	Good (2 Scores)	Fair (1 Score)	Must be improved (0 Score)
	Percent (Amount)	Percent (Amount)	Percent (Amount)
1. The electrical cut off system	80 (4)	20 (1)	0 (0)
2. The ground wire system	40 (2)	20 (1)	40 (2)
3. The water dispensers passed the standards of production	60 (3)	40 (2)	0 (0)
4. The cold water dispenser showed the warning sign "Life threatening if not properly installed and grounded"	40 (2)	0 (0)	60 (3)
5. The cold water dispenser showed the warning sign "Do not use lead in reparing the products"	40 (2)	0 (0)	60 (3)
	$\bar{x}$ = 1.360, S.D = 0.8104		

อภิปรายผล

1. สำรวจสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็น

การสำรวจสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็น พบว่า มีสภาพของฝุ่นควันมากจึงควรมีการจัดการหรือมีมาตรการป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนจากฝุ่นละอองหรือสิ่งสกปรก และต้องจัดเจ้าหน้าที่ดูแลทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากตู้น้ำเย็นบางจุดตั้งอยู่บริเวณที่มีลมพัด ทางลมผ่าน และบริเวณในโรงอาหารมีฝุ่นควันจากร้านอาหารซึ่งเป็นจุดเสี่ยงต่อการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย รวมทั้งหัวก๊อกจ่ายน้ำไม่มีตะไคร่น้ำอยู่ในระดับพอใช้และต้องปรับปรุง ทั้งนี้หัวก๊อกน้ำทำความสะอาดได้ยากเป็นจุดเสี่ยงต่อการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียได้เช่นกัน (ดารณี, 2008) ควรมีการป้องกันไม่ให้สุนัขและแมวเข้ามาภายในคณะฯ ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรกส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ซึ่งจะมีน้ำล้นจากถาดรองน้ำทำให้แฉะและสกปรก ไม่มีวัตถุอันตรายและสารเคมีอันอาจก่อให้เกิดการปนเปื้อน มีท่อหรือทางระบายน้ำนอกอาคารเพื่อระบายน้ำทิ้งอยู่ในสภาพดีไม่มีรอยแตกรั่ว และไม่มีแสงแดดส่องถึงอยู่ใน ระดับดีเนื่องจากตู้น้ำเย็นทุกตู้อยู่ภายในอาคาร ก๊อกน้ำเย็นมีความสะอาดไม่เป็นสนิมอยู่ในระดับปรับปรุงร้อยละ 20 เนื่องจากตู้น้ำเย็นมีสภาพที่เก่ามากควรทำความสะอาดหรือเปลี่ยนก๊อกน้ำใหม่ ความสะอาดภายนอกตู้ต้องทำความสะอาดสม่ำเสมอ ควรมีการล้างหรือเปลี่ยนไส้กรองน้ำตามอายุ ต้องกำกับดูแลจัดเจ้าหน้าที่ประจำอย่างเพียงพอ ส่วนปัญหาฝุ่นควันมากและเจ้าหน้าที่ประจำที่ทำความสะอาดไม่เพียงพอนั้น น่าจะเป็นสาเหตุสำคัญที่มีต่อผลการตรวจวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

2. การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค(5) มาตรฐานเลขที่ มอก. 257-2549 ซึ่งเมื่อนำคะแนนสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็นที่ผ่านเกณฑ์มาเปรียบเทียบความแตกต่างกันของคะแนนสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็นที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจทางจุลชีววิทยา พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนสภาพสุขาภิบาลของกลุ่มผ่านเกณฑ์กับกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์มีความแตกต่างกันอย่างมาก นั่นแสดงว่าสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็นเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในน้ำดื่มได้ จึงควรทำการปรับปรุงสภาพสุขาภิบาลให้อยู่ในระดับดี เพื่อป้องกันและลดความเสี่ยงจากโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ

3. สำรวจระบบมาตรฐานและความปลอดภัยของเครื่องกรองน้ำและตู้น้ำเย็น

เมื่อทำการตรวจสอบระบบไฟฟ้า ฉลาก มาตรฐานการผลิตเครื่องกรองน้ำและตู้น้ำเย็น เพื่อจะได้ทราบถึงความปลอดภัยต่อผู้บริโภคตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๔๑๐๐ (พ.ศ.๒๕๕๒) และตามประกาศคณะกรรมการว่าด้วยฉลาก ดังนั้นจึงควรมีการตรวจสอบระบบไฟฟ้าและสายกราวด์อย่างสม่ำเสมอเพื่อความปลอดภัย ส่วนเครื่องกรองน้ำที่ได้รับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแต่สภาพเก่ามีอายุการใช้งาน 18 ปี ซึ่งพอที่จะใช้งานได้หากมีการล้างเปลี่ยนไส้กรองตามอายุ ตู้น้ำเย็นระบุข้อความเตือน " อันตรายถึงชีวิตถ้าไม่ติดตั้งสายดินให้ถูกวิธี " และ ตู้น้ำเย็นระบุข้อความเตือน " ห้ามใช้สารตะกั่วบัดกรีในการซ่อมโดยเด็ดขาด" ส่วนใหญ่อยู่ในระดับต้องปรับปรุงร้อยละ 60 จำนวน 3 ตู้ ซึ่งเป็นตู้เก่ามากใช้งานเกิน 10 ปี จึงไม่ได้ระบุข้อความเตือนดังกล่าว ดังนั้น เพื่อให้เป็นระบบมาตรฐานและความปลอดภัย จึงควรทำการเปลี่ยนตู้น้ำเย็นใหม่ให้ตรงตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมและตามประกาศคณะกรรมการว่าด้วยฉลาก

สรุป

จากผลการศึกษาคะแนนสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็นที่ผ่านเกณฑ์การตรวจทางจุลชีววิทยาเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็นที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจทางจุลชีววิทยามีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การตรวจคุณภาพน้ำดื่มทางจุลชีววิทยาไม่ผ่านเกณฑ์เนื่องจากสภาพสุขาภิบาลไม่เหมาะสมอันก่อให้เกิดการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และซาลโมเนลลา ดังนั้น การสำรวจสภาพสุขาภิบาลของตู้น้ำเย็น การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา และการสำรวจระบบมาตรฐานและความปลอดภัยของเครื่องกรองน้ำและตู้น้ำเย็นจะต้องมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง หากพบว่าคะแนนอยู่ในเกณฑ์ที่ต้องปรับปรุงควรดำเนินการปรับปรุงให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้อย่างปลอดภัย มีการจัดทำแผนงานการบริหารจัดการคุณภาพน้ำดื่มประจำปี

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ ควรมีการกำหนดมาตรการในการพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภคให้สะอาดปลอดภัย ดังนี้

1. มาตรการด้านนโยบายของผู้บริหาร ควรสนับสนุนงบประมาณในการบริหารจัดการน้ำดื่ม กำหนดนโยบายการมีส่วนร่วมในการเฝ้าระวัง และการพัฒนาคุณภาพน้ำดื่มให้สะอาดปลอดภัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการน้ำดื่มเพื่อการบริโภคในระดับองค์กร
2. มาตรการการตรวจสอบคุณภาพน้ำบริโภค ควรมีการส่งเสริมให้มีการตรวจคุณภาพน้ำดื่ม จัดทำแผนการทำความสะอาด บำรุงดูแลรักษา สำรวจ ตรวจสอบ และวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มทั้งทางด้านเคมี และจุลชีววิทยาอย่างเป็นระบบต่อเนื่องเป็นประจำทุกปี
3. มาตรการด้านการส่งเสริมการศึกษาวิจัย เพื่อพัฒนาองค์ความรู้และเทคโนโลยีต่างๆมาใช้ในการแสวงหารูปแบบ และกลวิธีที่เหมาะสมในการป้องกัน และลดความเสี่ยงจากโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ รวมทั้งเผยแพร่ความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในการบริโภคน้ำที่สะอาดปลอดภัยในองค์กร
4. มาตรการการติดตามประเมินผล ควรมีการตรวจติดตามเพื่อประเมินผลการดำเนินการอย่างต่อเนื่องทุกๆ ครึ่งปี เพื่อทราบความก้าวหน้า ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ เพื่อดำเนินการแก้ไขอย่างเป็นรูปธรรมต่อไป

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. จุฑามณี สุทธิสีสังข์ คณบดีคณะเภสัชศาสตร์ รองศาสตราจารย์ ดร.ม.ล. สุมาลย์ สาระยา หัวหน้าภาควิชาจุลชีววิทยา และ อาจารย์ ดร. จตุรงค์ ประเทืองเดชกุล คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่กรุณาตรวจติดตามผลการดำเนินการและให้การสนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยและพัฒนาคุณภาพน้ำบริโภค กรมอนามัย. 2554. ข้อแนะนำในการปรับปรุงคุณภาพน้ำบริโภค. *สุขาภิบาลอาหารและน้ำ 2* : 36-42.

ดารณี หมู่ขจรพันธ์. 2008. ความเสี่ยงที่ควรรู้ในการเลือกซื้อน้ำดื่มหยอดเหรียญ ตอนที่ 2. *For Ouality 15* : 85-87.

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๓๔๗๐ (พ.ศ.๒๕๔๙) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.๒๕๑๑. (๒๕๔๙, ๖ กรกฎาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม ๑๒๓ ตอนที่ ๖๔ ง. หน้า๑๗๔.

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๔๑๐๐ (พ.ศ.๒๕๕๒) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.๒๕๑๑. (๒๕๕๓, ๑๑ มีนาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม ๑๒๗ ตอนพิเศษ ๓๒ ง. หน้า ๙.

ประกาศคณะกรรมการว่าด้วยฉลาก ฉบับที่ ๒๑ (พ.ศ.๒๕๔๙) เรื่อง ให้เครื่องทำน้ำเย็นเป็นสินค้าที่ควบคุมฉลาก. (๒๕๔๙, ๓ เมษายน). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม ๑๒๓ ตอนพิเศษ ๔๖ ง. หน้า ๑๗.

ประกาศคณะกรรมการว่าด้วยฉลาก ฉบับที่ ๒๖ (พ.ศ.๒๕๕๐) เรื่อง ให้เครื่องทำน้ำเย็นเป็นสินค้าที่ควบคุมฉลาก (ฉบับที่ ๒). (๒๕๕๐, ๑๗ ตุลาคม). ราชกิจจานุเบกษา. เล่ม ๑๒๔ ตอนพิเศษ ๑๕๗ ง. หน้า ๒๔.

ประสิทธิ์ เหลืองรุ่งเกียรติ และคณะ. 2552. คู่มือน้ำดื่มหยอดเหรียญ สะอาด ปลอดภัย. กรุงเทพฯ: บอร์น ทู บี พับลิชชิ่ง.

สมศักดิ์ วรคามิน. 2551. Water for Life. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สามเจริญพาณิชย์.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2551. คู่มือการตรวจสถานที่ผลิตตามหลักเกณฑ์ GMP น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

ความคิดเห็นของชาวประมงต่อการจัดการประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง (Portunus pelagicus Linnaeus, 1758) ในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

Attitude small scale fisherman for ovigerous blue swimming crab (Portunus pelagicus Linnaeus, 1758) management, a case study in Sikao district, Trang province.

อภินันท์ ชั้นสกุล[1]* และ ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ[1]

Apinan Chansakul[1]* And Thongchai Nitiratsuwan[1]

บทคัดย่อ

ความคิดเห็นของชาวประมงต่อการจัดการประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดองเป็นส่วนสำคัญในการกำหนดนโยบายและมาตรการต่างๆ เพื่อให้ดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพจึงดำเนินการศึกษาโดยใช้แบบสัมภาษณ์ชาวประมงขนาดเล็กในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง และจัดการประชุมกลุ่มย่อย พบว่าชาวประมงมีความรู้ในเรื่องชีววิทยาของปูม้าที่มีไข่นอกกระดองค่อนข้างดี แนวทางการจัดการที่ชาวประมงเห็นด้วยอย่างยิ่งคือ การจัดประชุมเพื่อการจัดการปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง การออกมาตรการจัดการปูม้าโดยหน่วยงานของรัฐ การกำหนดพื้นที่อนุรักษ์พ่อแม่พันธุ์ปูม้า การชักชวนเพื่อนบ้านปล่อยปูที่มีไข่นอกกระดอง การให้ความร่วมมือและแสดงความคิดเห็นในการออกมาตรการจัดการปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง การกำหนดพื้นที่อนุรักษ์ปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง และการปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองกลับสู่ทะเล หากพิจารณาตามหมู่บ้านพบว่าชาวประมงบ้านบางค้างคาวและฉางหลางมีความคิดเห็นต่อการจัดประชุมการจัดการปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง การให้ความร่วมมือและแสดงความคิดเห็นในการออกมาตรการจัดการปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง และการกำหนดพื้นที่อนุรักษ์พ่อแม่พันธุ์ปูม้าต่ำกว่าหมู่บ้านอื่น ส่วนความร่วมมือในการปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองหลังจากการจัดประชุมกลุ่มย่อยชาวประมงพร้อมที่จะปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองที่มีสีดำสูงถึงร้อยละ 94.83 ของชาวประมงที่เข้าร่วมประชุม โดยกลุ่มทุ่งทอง ฉางหลาง และปากแมง พร้อมให้ความร่วมมือทั้งหมด ยกเว้นแหลมไทรที่ให้ความร่วมมือเพียงร้อยละ 86.36 ของกลุ่ม

คำสำคัญ: ปูม้า, ปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง, ชาวประมงขนาดเล็ก, จังหวัดตรัง

Abstract

Attitude small scale fisherman for ovigerous female blue swimming crab (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) management are important factor for create management strategies. In this study, we used in depth interview and meeting small scale fisherman in Sikao district, Trang province. The result shown that, small scale fisherman has a good knowledge about biology of ovigerous female blue swimming crab. Management strategies which small scale fisherman are absolutely agree consist of (1) Participation in meeting in management strategies policies for ovigerous female blue swimming crab (2) Participation in policies that regulated by government (3) Zoning for crab spawning (4) Invite neighbor releasing ovigerous female blue swimming crab to the sea (5) Participation in recommendations in policies for management strategies of ovigerous female blue swimming crab (6) Zoning for ovigerous female blue swimming crab (7) Partial releasing ovigerous female blue swimming crab to the sea. Furthermore, fisherman in Bangkangkao and Changlang villages are participated in strategies (1), (3) and (5) less than other villages. The vote about releasing ovigerous female blue swimming crab to the sea after meeting small scale fisherman, 94.83% of all fisherman agree with releasing black egg ovigerous female blue swimming crab. Fisherman in Toungtong, Changlang and Pakmeng villages are agree 100% but fisherman in Leamsai village are agree only 86.36% for releasing black egg ovigerous female blue swimming crab.

Keyword: Blue swimming crab, Ovigerous female blue swimming crab, Small scale fisherman, Trang province

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง อ.สิเกา จ.ตรัง 92150
Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang campsus, Sikao district ,Trang 92150, Thailand
*Corresponding author. E-mail: o_apinan@hotmail.com

บทนำ

ปูม้า (*Portunus pelagicus*) เป็นทรัพยากรสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่นำปูม้าขึ้นมาใช้ประโยชน์เป็นอันดับ 4 ของโลก มีปริมาณ 15,654 เมตริกตัน หรือร้อยละ 11.82 โดยจำหน่ายในรูปของ ปูสดและแปรรูปส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศ แต่หลังจากปี 2543 จนถึงปี 2554 ผลผลิตปูม้าของไทยมีปริมาณลดลงจาก 43,871 เมตริกตัน เหลือเพียง 18,900 เมตริกตัน (FAO, 2013) เนื่องจากการจับปูม้าขึ้นมาใช้ประโยชน์เกินศักยภาพการผลิตของธรรมชาติ (Overfishing) และการจับปูม้าที่มีไข่นอกกระดองส่งผลให้ปูม้าในธรรมชาติไม่สามารถเกิดทดแทนได้ทันและอยู่ในสภาพถดถอย (ธงชัย และคณะ ,2547 ; วารินทร์ และคณะ, 2547) หากแนวโน้มผลผลิตปูม้ายังคงลดลงก็จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อชาวประมงขนาดเล็ก

จังหวัดตรังเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีชาวประมงขนาดเล็กทำประมงปูม้าเป็นจำนวนมากโดยมีชาวประมงปูม้ารวม 752 ราย (ธงชัย และคณะ, 2550) จากการศึกษาของ ธงชัย และคณะ (2547) พบว่าสถานภาพปูม้าในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง เกิดการเสื่อมโทรมอันเนื่องมาจาก 3 ปัจจัยหลัก คือ 1) การจับปูม้าขนาดเล็ก 2) การทำประมงเกินขนาด และ 3) การใช้ประโยชน์ปูม้าที่มีไข่นอกกระดองซึ่งมีมากถึงร้อยละ 9.3 ของปูม้าเพศเมียที่จับได้ ซึ่งสามารถพบเห็นตามท้องตลาดยังพบเห็นปูม้าที่มีไข่นอกกระดองมีวางจำหน่ายเป็นจำนวนมากอยู่รวมกับปูม้าที่ไม่มีไข่นอกกระดอง จากที่กล่าวมาแสดงให้เห็นถึงการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรปูม้าที่ไม่เหมาะสมและส่งผลกระทบต่อการแทนที่ของทรัพยากรรุ่นใหม่ ทำให้ทรัพยากรปูม้าที่เคยอุดมสมบูรณ์ในบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดตรังเกิดความเสื่อมโทรม

จึงทำการศึกษาแนวทางการจัดการทรัพยากรปูม้าที่มีไข่นอกกระดองอย่างเหมาะสมจากชาวประมงเรื่องความรู้และความคิดเห็นต่อการจัดการประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดองและลดการทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดองบริเวณอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการเสนอแนวทางการจัดการประมงปูม้าให้มีความเหมาะสมต่อการจัดการทรัพยากรปูม้าที่มีไข่นอกกระดองอย่างยั่งยืนต่อไป

วิธีการศึกษา

ดำเนินการศึกษาด้วยการสัมภาษณ์และประชุมชาวประมงและผู้มีส่วนร่วมได้เสียกลุ่มย่อย ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือ ชาวประมงขนาดเล็กที่ทำการประมงปูม้าในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง จำนวน 138 ราย กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยกำหนดให้ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 5 จากประชากรโดยวิธีการของ Yamane (1973; อ้างใน ณรงค์, 2542) จำนวนตัวอย่าง 102 ราย กำหนดตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multistage sampling) โดยจำแนกกลุ่มตัวอย่างจากหมู่บ้านประกอบด้วย ฉางหลาง ปากเมง โต๊ะบัน บางค้างคาว แหลมมะขาม ทุ่งทอง และแหลมไทร และประเภทเครื่องมือประมงที่ใช้ทำประมงปูม้า กำหนดตัวอย่างด้วยวิธีการจับฉลาก ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์ชาวประมงจำนวน 1 ครั้ง ร่วมกับการสัมภาษณ์แบบหยั่งลึกและการสังเกต ระหว่างเดือนมกราคมถึงมีนาคม พ.ศ.2556 การวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นของชาวประมงขนาดเล็กใช้เกณฑ์การแบ่งระดับความคิดเห็นดังนี้ 1.00 -1.75 = ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง, 1.76 - 2.50 = ไม่เห็นด้วย, 2.51 - 3.25 = เห็นด้วย และ 3.26 – 4.00 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง บรรยายข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความแตกต่างของความคิดเห็นของชาวประมงด้วยความแปรปรวนแบบทางเดียว (one-way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Scheffe

การประชุมกลุ่มชาวประมงขนาดเล็กที่ทำการประมงปูม้าและผู้มีส่วนได้เสียในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ดำเนินการประชุม 3 กลุ่ม ประกอบด้วย บ้านทุ่งทอง และบ้านแหลมไทร ตำบลเขาไม้แก้ว บ้านฉางหลาง และบ้านปากเมง ตำบลไม้ฝาด อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ดำเนินการในเดือนธันวาคม 2556

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ความรู้ด้านชีววิทยาของปูม้าที่มีไข่นอกกระดองของชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้าในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

ความรู้ของชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้าในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง เกี่ยวกับชีววิทยาของปูม้าที่มีไข่นอกกระดองค่อนข้างดี โดยแบ่งความรู้ออกเป็น 3 ส่วน คือ พัฒนาการของไข่นอกกระดองของปูม้า ฤดูกาลวางไข่ และพื้นที่ที่พบปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง

1) ความรู้เกี่ยวกับพัฒนาการไข่นอกกระดองของปูม้าพบว่า 1) ชาวประมงทราบว่าปูม้าขนาดใหญ่มีจำนวนไข่นอกกระดองมากกว่าปูม้าขนาดเล็กสูงถึงร้อยละ 98.09 ของชาวประมงทั้งหมด จากการศึกษาของ Johnson et al. (2010) และ ธงชัย และคณะ (2547) รายงานว่าปูม้าที่มีความกว้างกระดองใหญ่ขึ้นจะมีไข่จำนวนมากขึ้น

2) ชาวประมงทราบว่าไข่นอกกระดองของปูม้ามีพัฒนาการของสีไข่แบ่งออกเป็น 4 สี คือ ส้ม-เหลือง น้ำตาล เทา และดำ และทราบว่าไข่ปูม้าระยะแรกไม่ใช่ไข่สีน้ำตาลมากถึงร้อยละ 88.02 และ 90.48 ของชาวประมงทั้งหมดตามลำดับ การแบ่งสีไข่นอกกระดองของปูม้านั้นมีเกณฑ์ในการจำแนกสีแตกต่างกัน แต่มีวัตถุประสงค์เดียวกันคือการใช้สีของไข่เป็นตัวบ่งชี้ระยะพัฒนาการของตัวอ่อนที่อยู่ภายในและระยะเวลาการฟักของไข่ การที่ชาวประมงส่วนใหญ่ทราบว่าสีไข่นอกกระดองของปูม้ามี 4 สี คือ ส้ม-เหลือง น้ำตาล เทา และดำนั้น เนื่องมาจากชาวประมงในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ส่วนใหญ่เคยเข้าร่วมโครงการธนาคารปูและได้รับความรู้เกี่ยวกับสีไข่และพัฒนาการของปูแต่ละระยะ (จินตนา และคณะ, 2553)

3) ชาวประมงทราบว่าปูม้าที่มีไข่สีดำจะวางไข่ในอีก 1 วัน สูงถึงร้อยละ 97.14 ของชาวประมงทั้งหมด ต่างจากผลการศึกษาของ สัมพันธ์ และคณะ (2550) ที่รายงานว่าชาวประมงปูม้าทางฝั่งทะเลอันดามันทราบว่าไข่ของปูม้าเพศเมียที่มีสีเทาหมายความว่าพร้อมที่จะวางไข่น้อยเพียงร้อยละ 62.00 ของชาวประมงทั้งหมด อาจเนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาจากชาวประมงที่ทำประมงปูม้าเป็นหลัก

4) ชาวประมงทราบว่าปูม้าที่มีไข่สีดำพบได้น้อยกว่าปูม้าที่มีไข่สีส้มสูงถึงร้อยละ 74.29 ของชาวประมงทั้งหมด การที่พบปูม้าที่มีไข่สีดำน้อยกว่าสีส้ม เนื่องจากไข่สีดำมีระยะเวลาในการพัฒนาเพียง 1-2 วัน ไข่ปูจะฟักออกมา แต่ไข่สีส้มใช้เวลา 7-10 วัน ไข่จึงจะฟักเป็นตัวจึงมีโอกาสที่จะพบปูที่มีไข่สีส้มได้มากกว่า (จินตนา และคณะ, 2553) จากรายงานของจินตนา และคณะ (2551) ที่ทำการศึกษาสัดส่วนของปูม้าที่มีไข่นอกกระดองแบ่งตามสีไข่พบปูม้าไข่นอกกระดองสีส้ม-น้ำตาล ร้อยละ 15.49 และไข่สีเทา-ดำ ร้อยละ 11.40 โดยปูม้าไข่นอกกระดองสีส้ม-น้ำตาลมีจำนวนมากกว่าไข่สีเทา-ดำ 1.4 เท่า

5) ชาวประมงทราบว่าปูม้าที่มีไข่สีดำอาศัยอยู่บริเวณน้ำลึก และปูม้าที่มีไข่สีส้มอาศัยอยู่บริเวณน้ำตื้น ร้อยละ 51.43 และ 65.71 ของชาวประมงทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าชาวประมงยังมีความรู้เกี่ยวกับการกระจายของปูม้าที่มีไข่นอกกระดองค่อนข้างน้อย โดยพื้นที่ที่พบปูม้าเพศเมียที่มีไข่นอกกระดองแบ่งออกเป็น 2 บริเวณ คือ พื้นที่ที่อยู่ห่างจากชายฝั่งมักอยู่บริเวณไกลฝั่งโดยน้ำลึกมากกว่า 10 เมตร และพื้นที่ที่อยู่ใกล้ชายฝั่ง เป็นพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นร่องน้ำลึก โดยเฉพาะพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับปากคลอง แม่น้ำ และบริเวณที่มีหญ้าทะเล (ธงชัย และคณะ, 2555) โดยปูม้าเพศ

เมียจะอพยพไปยังบริเวณน้ำลึกเพื่อวางไข่จึงพบปูม้าที่มีไข่สีดำบริเวณน้ำลึกมากกว่าปูม้าที่มีไข่สีอื่น เนื่องจากปูม้าที่มีไข่สีดำเป็นระยะที่พร้อมวางไข่นั่นเอง (จินตนา และคณะ, 2551 ; จินตนา และคณะ, 2553 ; Xiao and Kumar, 2004 ; Trisak et al., 2009)

6) ชาวประมงทราบว่าปูม้าที่มีไข่นอกกระดองพบได้ตลอดทั้งปี และพบมากในเดือนตุลาคมถึงธันวาคมสูงถึงร้อยละ 93.33 และ 87.62 ของชาวประมงทั้งหมด แต่ทราบว่าพบปูม้าที่มีไข่นอกกระดองมากในเดือนมีนาคมถึงเมษายนเพียงร้อยละ 69.52 ของชาวประมงทั้งหมด อย่างไรก็ตามชาวประมงในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ยังมีความรู้สูงกว่าชาวประมงกลุ่มอื่น (จารุภา และคณะ, 2550 และสัมพันธ์ และคณะ, 2550) ฤดูกาลวางไข่ของปูม้าพบว่าปูม้าวางไข่ตลอดทั้งปีโดยพบปูม้าที่มีไข่นอกกระดองได้ตลอดปี แต่ช่วงที่พบปูม้าที่มีไข่นอกกระดองมากนั้นจะแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ (เขียน, 2520 ; จินตนา, 2554) ในแหล่งทำประมงปูม้าในจังหวัดตรังพบปูม้าที่มีไข่นอกกระดองมากในช่วงเดือนตุลาคมถึงมกราคม และเมษายนถึงพฤษภาคม โดยในเดือนตุลาคม พบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 55.00 ของปูม้าเพศเมีย รองลงมาคือเดือนเมษายนร้อยละ 29.17 ของปูม้าเพศเมีย (ธงชัย และคณะ, 2555) ส่วนบริเวณอ่าวไทยตอนบนพบปูม้าที่มีไข่นอกกระดองมากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม (เขียน, 2520 ; จินตนา และคณะ, 2551)

7) ชาวประมงทราบว่าปูม้าที่มีไข่นอกกระดองพบได้ทุกพื้นที่มากถึงร้อยละ 82.86 ของชาวประมงทั้งหมด แต่ทราบว่าปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสามารถพบได้เฉพาะพื้นทรายเพียงร้อยละ 54.29 ของชาวประมงทั้งหมด สอดคล้องกับรายงานของ ธงชัย และคณะ (2555) ที่พบว่าสามารถพบปูม้าที่มีไข่นอกกระดองได้ทุกพื้นที่แต่จะพบชุกชุมบริเวณที่มีความลึกตั้งแต่ 6 เมตร รวมถึงมีลักษณะพื้นท้องน้ำที่มีอนุภาคตะกอนดินขนาดกลาง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ความรู้ด้านชีววิทยาของปูม้าที่มีไข่นอกกระดองของชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้าในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

ความรู้ด้านชีววิทยาของปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง	ระดับความรู้ (%)		
	ใช่	ไม่ใช่	ไม่แน่ใจ
พัฒนาการของไข่นอกกระดองของปูม้า			
ปูม้าขนาดใหญ่มีจำนวนไข่นอกกระดองมากกว่าปูม้าขนาดเล็ก	98.09	1.90	0.01
ไข่นอกกระดองของปูม้ามีพัฒนาการของสีไข่แบ่งออกเป็น 4 สี คือ ส้ม-เหลือง น้ำตาล เทา และดำ	88.02	11.98	0.00
ไข่ปูม้าระยะแรกไม่ใช่สีน้ำตาล	90.48	5.71	3.81
ปูม้าที่มีไข่สีดำอาศัยอยู่บริเวณน้ำลึก	51.43	46.67	1.90
ปูม้าที่มีไข่สีส้มอาศัยอยู่บริเวณน้ำตื้น	65.71	27.62	6.67
ปูม้าที่มีไข่สีดำพบได้น้อยกว่าปูม้าที่มีไข่สีส้ม	74.29	19.04	6.67
ปูม้าที่มีไข่สีดำจะวางไข่ในอีก 1 วัน	97.14	2.86	0.00
ฤดูกาลวางไข่ของปูม้า			
ปูม้าที่มีไข่นอกกระดองพบได้ตลอดทั้งปี	93.33	6.67	0.00
ปูม้าที่มีไข่นอกกระดองพบมากในเดือนตุลาคมถึงธันวาคม	87.62	6.67	5.71
ปูม้าที่มีไข่นอกกระดองพบมากในเดือนมีนาคมถึงเมษายน	69.52	23.81	6.67
พื้นที่ที่พบปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง			

ปูม้าที่มีไข่นอกกระดองพบได้ทุกพื้นที่	82.86	16.19	0.95
ปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสามารถพบได้เฉพาะพื้นทราย	43.81	54.29	1.90

หมายเหตุ: <40 = ต่ำ, 40-49 = พอใช้, 50-69 = ปานกลาง, 70-79 = ดี และ >80 = ดีมาก

แนวทางการจัดการทรัพยากรปูม้าที่มีไข่นอกกระดองของชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้าในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

ความคิดเห็นของชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้าในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ต่อการจัดการทรัพยากรปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง ชาวประมงเห็นด้วยอย่างยิ่งใน 7 หัวข้อ ดังนี้

1) การจัดประชุมการจัดการปูม้าที่มีไข่นอกกระดองหากมีการจัดการประชุมชาวประมงพร้อมที่จะให้ความร่วมมือสูงถึงร้อยละ 83.81 ของชาวประมงทั้งหมด โดยพร้อมให้ความร่วมมือต่อนโยบายที่กำหนดโดยที่ประชุมและให้ข้อคิดเห็นในการดำเนินการจัดการประมง สอดคล้องกับการศึกษาของ ธงชัย และคณะ (2553) จารุภา และคณะ (2550) และ สัมพันธ์ และคณะ (2550) ชาวประมงพร้อมร่วมประชุมปรึกษากับเจ้าหน้าที่ในการกำหนดการจัดการปูม้าร้อยละ 95.00, 75.00 และ 78.00 ตามลำดับ เนื่องจากเห็นด้วยว่าทรัพยากรปูม้ามีจำนวนและขนาดลดลงจากในอดีตจึงต้องการที่จะฟื้นฟูทรัพยากรปูเพื่อให้มีใช้อย่างยั่งยืน

2) การออกมาตรการจัดการปูม้าโดยหน่วยงานของรัฐ ชาวประมงพร้อมให้ความร่วมมือร้อยละ 76.19 ของชาวประมงทั้งหมด ซึ่งปัจจุบันชาวประมงก็ได้ปฏิบัติตามมาตรการที่ออกมา เช่น การไม่ทำประมงในพื้นที่ปิดอ่าว การไม่ทำประมงในเขตอนุรักษ์ การใช้เครื่องมือประมงตามที่กำหนด เป็นต้น

3) การกำหนดพื้นที่อนุรักษ์พ่อแม่พันธุ์ปูม้า ชาวประมงเห็นด้วยร้อยละ 62.86 ของชาวประมงทั้งหมด โดยพร้อมเข้าร่วมดูแล รักษา และจัดสร้างขอบเขตพื้นที่เพาะและอนุบาลปูม้า รวมถึงไม่เข้าทำการประมงบริเวณพื้นที่เพาะและอนุบาลปูม้า สอดคล้องกับการศึกษาของ ธงชัย และคณะ (2553) โดยชาวประมงปูม้าในจังหวัดตรังเห็นด้วยกับมาตรการนี้สูงถึงร้อยละ 92.00 ต่างจากการศึกษาของ สัมพันธ์ และคณะ (2550) ซึ่งชาวประมงปูม้าทางฝั่งทะเลอันดามันเห็นด้วยกับมาตรการนี้เพียงร้อยละ 57.00

4) การชักชวนเพื่อนบ้านปล่อยปูที่มีไข่นอกกระดองกลับคืนสู่ทะเล ชาวประมงพร้อมให้ความร่วมมือร้อยละ 57.14 ของชาวประมงทั้งหมด ซึ่งมากกว่าการศึกษาของ จารุภา และคณะ (2550) ที่ชาวประมงพร้อมที่จะการชักชวนเพื่อนบ้านปล่อยปูที่มีไข่นอกกระดองกลับคืนสู่ทะเลเพียงร้อยละ 31.00 แต่น้อยกว่าการศึกษาของ สัมพันธ์ และคณะ (2550) โดยชาวประมงพร้อมที่จะการชักชวนเพื่อนบ้านปล่อยปูที่มีไข่นอกกระดองกลับคืนสู่ทะเลสูงถึงร้อยละ 80.00 ของชาวประมงทั้งหมด

5) การให้ความร่วมมือและแสดงความคิดเห็นในการออกมาตรการจัดการปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง ชาวประมงพร้อมให้ความร่วมมือร้อยละ 56.19 ของชาวประมงทั้งหมด ชาวประมงมีการเสนอแนวทางการจัดการทรัพยากรปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสำหรับชุมชนคือโครงการธนาคารปู เนื่องจากชาวประมงที่เคยได้ร่วมโครงการธนาคารปูและเห็นถึงการเพิ่มขึ้นของทรัพยากรปูหลังจากทำโครงการ สอดคล้องกับการการศึกษาของ จารุภา และคณะ (2550) ที่รายงานว่าชาวประมงยอมรับต่อแนวทางจัดการทรัพยากรปูม้าโดยวิธีจัดตั้งโครงการธนาคารปูร้อยละ 49.00 ของชาวประมงทั้งหมด

6) การกำหนดพื้นที่อนุรักษ์ปูม้าที่มีไข่นอกกระดองชาวประมงเห็นด้วยกับวิธีการนี้แต่พร้อมให้ความร่วมมือเพียงร้อยละ 45.71 ของชาวประมงทั้งหมด ซึ่งการกำหนดพื้นที่อนุรักษ์พ่อแม่พันธุ์ปูม้า ชาวประมงต้องพิจารณาถึง

มาตรการต่างๆ ที่ออกมาว่าส่งผลกระทบต่ออาชีพการทำประมงปูม้าหรือไม่ โดยมาตรการที่ออกมาต้องเอื้อประโยชน์ให้แก่ชาวประมงให้มีพื้นที่ทำกินและสามารถหาปูม้าได้เพียงพอต่อการดำรงชีพ

7) การปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองกลับสู่ทะเลหากจับมาได้ ชาวประมงพร้อมให้ความร่วมมือเพียงร้อยละ 49.52 ของชาวประมงทั้งหมด การที่ชาวประมงเห็นด้วยกับการปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองน้อยเนื่องจากการปล่อยปูม้าทั้งตัวส่งผลให้ชาวประมงสูญเสียรายได้ไป ซึ่งอาจจะเสนอแนวทางการให้ตับปิ้งหรือการนำปูม้าที่มีไข่นอกกระดองไปเพาะพันธุ์และนำแม่พันธุ์คืนให้แก่ชาวประมงหลังจากเพาะพันธุ์ได้ซึ่งจะได้รับการยอมรับมากกว่า

เรื่องที่ชาวประมงไม่เห็นด้วยมี 2 หัวข้อ ดังนี้ 1) การกำหนดฤดูหยุดทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง และ 2) กฎหมายห้ามทำการประมงปูทะเลที่มีไข่นอกกระดองในช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม โดยให้ความร่วมมือเพียงร้อยละ 30.48 และ 26.67 ของชาวประมงทั้งหมด ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ใกล้เคียงกับการศึกษาของสัมพันธ์ และคณะ (2550) โดยชาวประมงไม่เห็นด้วยกับมาตรการดังกล่าวโดยให้ความร่วมมือเพียงร้อยละ 12.00 และ 57.00 ของชาวประมงทั้งหมด การที่ชาวประมงไม่เห็นด้วยเนื่องจากเป็นการประกาศห้ามทำประมงในช่วงที่มีปริมาณของปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสูงจึงกระทบต่อรายได้ของชาวประมงโดยตรง อีกทั้งในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงกันยายนเป็นช่วงที่มีมรสุมและคลื่นลมค่อนข้างแรงส่งผลให้ออกทำประมงได้น้อยทำให้ขาดรายได้ในช่วงนี้ไป ดังนั้นหากห้ามทำการประมงในช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคมแล้วจะส่งผลให้ช่วงเวลาที่สามารถทำประมงปูม้าของชาวประมงลดลงและเป็นการขาดรายได้จากการทำประมงนานเกินไป ชาวประมงจึงไม่ปฏิบัติตามถึงแม้ว่าจะมีกฎหมายห้าม (มาลา และคณะ , 2532) จากการศึกษาของธงชัย และคณะ (2553) เกี่ยวกับนโยบายการจัดการปูม้าที่มีไข่นอกกระดองชาวประมงเห็นด้วยกับการให้ตับปิ้งปูม้าที่มีไข่นอกกระดองเพื่อไปเพาะพันธุ์แต่หากนำปูม้าทั้งตัวไปชาวประมงเห็นด้วยแต่น้อยกว่าการให้เพียงตับปิ้ง ซึ่งหากเสนอวิธีการหักตับปิ้งแก่ชาวประมงเห็นด้วยมากกว่าการกำหนดฤดูหยุดทำประมงปูและการออกกฎหมายห้ามทำการประมงปูทะเลที่มีไข่นอกกระดอง เนื่องจากในแต่ละช่วงของปีชาวประมงจะมีช่วงที่หยุดทำการประมงอยู่แล้ว เช่น ช่วงฤดูมรสุม ช่วงทำประมงแมงกะพรุน เป็นต้น ซึ่งจะเป็นช่วงที่ไม่ได้ทำการประมงและปล่อยให้ทรัพยากรปูม้ามีการฟื้นตัว

ตารางที่ 2 ความคิดเห็นของชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้าในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง ต่อการจัดการทรัพยากรปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง

การจัดการทรัพยากรปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความหมาย	การให้ความร่วมมือ (%)
การจัดประชุมการจัดการปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง	3.84	0.37	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	83.81
การออกมาตรการจัดการปูม้าโดยหน่วยงานของรัฐ	3.74	0.5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	76.19
การกำหนดพื้นที่อนุรักษ์พ่อแม่พันธุ์ปูม้า	3.53	0.73	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	62.86
การชักชวนเพื่อนบ้านปล่อยปูที่มีไข่นอกกระดองกลับคืนสู่ทะเล	3.45	0.78	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	57.14
การให้ความร่วมมือและแสดงความคิดเห็นในการออกมาตรการจัดการปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง	3.42	0.76	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	56.19
การกำหนดพื้นที่อนุรักษ์ปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง	3.42	0.62	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	45.71
การปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองกลับสู่ทะเลหากจับ	3.33	0.92	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	49.52

มาได้				
การกำหนดฤดูหยุดทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง	2.26	1.39	ไม่เห็นด้วย	30.48
กฎหมายห้ามทำการประมงปูทะเลที่มีไข่นอกกระดอง ในช่วงเดือนตุลาคมถึงธันวาคม	1.88	1.36	ไม่เห็นด้วย	26.67

หมายเหตุ: 1.00 - 1.75 ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง, 1.76 - 2.50 = ไม่เห็นด้วย, 2.51 - 3.25 = เห็นด้วย และ 3.26 – 4.00 = เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นของชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้าในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง เกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรปูม้ามีไข่นอกกระดอง

ชาวประมงที่อาศัยอยู่ในหมู่บ้านต่างๆ มีความคิดเห็นต่อแนวทางการจัดการประมงปูม้าแตกต่างกัน ดังนี้

1) การจัดประชุมการจัดการปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง ชาวประมงในทุกหมู่บ้านเห็นด้วยอย่างยิ่งกับมาตรการนี้ โดยชาวประมงในหมู่บ้านทุ่งทองพร้อมที่จะให้ความร่วมมือมากที่สุด รองลงมาคือชาวประมงในหมู่บ้านแหลมไทร ฉางหลาง แหลมมะขาม ปากเมง และบางค้างคาว ตามลำดับ การที่ชาวประมงส่วนใหญ่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับมาตรการนี้เนื่องจากหากมีการจัดประชุมจะช่วยดึงชาวประมงในหมู่บ้านเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรอย่างเต็มรูปแบบ มีแบบแผนที่ชัดเจน และสามารถตกลงข้อกำหนดในการจัดการให้ไปในทิศทางเดียวกัน สำหรับชาวประมงในหมู่บ้านบางค้างคาวที่เห็นด้วยกับมาตรการนี้ต่ำที่สุดอาจเนื่องมาจากยังไม่แน่ใจถึงผลลัพธ์ที่จะได้จากการประชุมเพราะยังไม่เคยเข้าร่วมประชุมในรูปแบบเช่นนี้ ซึ่งต่างจากชาวประมงในหมู่บ้านอื่นๆ ที่เคยร่วมประชุมและทำกิจกรรมเกี่ยวกับปูม้าร่วมกัน เช่น การจัดตั้งธนาคารปู เป็นต้น

2) การกำหนดพื้นที่อนุรักษ์พ่อแม่พันธุ์ปูม้า ชาวประมงในหมู่บ้านปากเมง แหลมมะขาม ทุ่งทอง และแหลมไทร เห็นด้วยอย่างยิ่งกับมาตรการนี้ ต่างจากชาวประมงในหมู่บ้านบางค้างคาวเห็นด้วยกับมาตรการนี้ ยกเว้นชาวประมงในหมู่บ้านฉางหลางที่ค่อนข้างไม่เห็นด้วยเนื่องจากชาวประมงในหมู่บ้านฉางหลางเกือบทั้งหมดใช้ลอบแดงเป็นเครื่องมือในการทำประมงซึ่งจะมีแหล่งทำประมงอยู่บริเวณแนวชายฝั่งเท่านั้น (ธงชัย และคณะ, 2550) ซึ่งหากมีการกำหนดพื้นที่อนุรักษ์พ่อแม่พันธุ์ปูม้าเพิ่มจะส่งผลให้พื้นที่ทำการประมงลดลง และหากต้องออกไปทำประมงในบริเวณที่ไกลออกไปก็ไม่คุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่เพิ่มขึ้นทั้งค่าน้ำมันและการเปลี่ยนชนิดของเครื่องประมงเพื่อให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่

3) การให้ความร่วมมือและแสดงความคิดเห็นในการออกมาตรการจัดการปูม้าที่มีไข่นอกกระดองชาวประมงในหมู่บ้านปากเมง ทุ่งทอง และแหลมไทร เห็นด้วยอย่างยิ่งกับมาตรการนี้ ส่วนชาวประมงในหมู่บ้านฉางหลางและแหลมมะขาม เห็นด้วยกับมาตรการนี้ แต่ชาวประมงในหมู่บ้านบางค้างคาวกลับค่อนข้างไม่เห็นด้วยกับมาตรการนี้ เนื่องจากเห็นว่ามาตรการที่ออกมาโดยหน่วยงานของรัฐก็ดีอยู่แล้วและทุกคนควรร่วมกันปฏิบัติให้ได้ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นของชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้าในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง เกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรปูม้ามีไข่นอกกระดอง

การจัดการทรัพยากรปูม้ามีไข่นอกกระดอง	หมู่บ้าน					
	ฉางหลาง	ปากเมง	บางค้างคาว	แหลมมะขาม	ทุ่งทอง	แหลมไทร
การจัดประชุมการจัดการปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง	3.86$^{ก ข}$	3.75$^{ก ข}$	3.46^{ก}	3.85$^{ก ข}$	4.00^{ข}	3.89$^{ก ข}$
การกำหนดพื้นที่อนุรักษ์พ่อแม่พันธุ์ปูม้า	2.43^{ก}	3.75^{ข}	3.15$^{ก ข}$	3.62^{ข}	3.80^{ข}	3.64^{ข}
การให้ความร่วมมือและแสดงความคิดเห็นในการออกมาตรการจัดการปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง	3.14$^{ก ข}$	3.63^{ข}	2.46^{ก}	3.15$^{ก ข}$	3.90^{ข}	3.57^{ข}

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่เขียนอยู่เหนือหรือมุมขวาบนแสดงถึงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยภายในแถว ภายใต้ระดับนัยสำคัญ 0.01

การประชุมกลุ่มย่อยชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้าและผู้มีส่วนได้เสียกับการทำประมงปูม้าในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

การประชุมเริ่มโดยการให้ความรู้เกี่ยวกับปัญหาการลดลงของทรัพยากรปูม้าในระดับประเทศ ซึ่งสอดคล้องกับช่วงเดือนที่ผ่านมาชาวประมงจับปูม้าได้ลดลงเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา การพัฒนาการของไข่ปูม้า และผลการศึกษาจากแบบสัมภาษณ์ที่ผ่านมา สุดท้ายทำการสอบถามชาวประมงแบบอิสระในเรื่องการปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองจำแนกตามสีต่างๆ พบว่าชาวประมงพร้อมที่จะปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองที่มีสีดำสูงถึงร้อยละ 94.83 ของชาวประมงที่เข้าร่วมประชุม โดยกลุ่มทุ่งทอง ฉางหลาง และปากเมง พร้อมให้ความร่วมมือทั้งหมด ยกเว้นหมู่บ้านแหลมไทรที่ไม่ให้ความร่วมมือร้อยละ 13.64 ของกลุ่ม เนื่องจากชาวประมงกลุ่มนี้ทำประมงโดยใช้อวนจมปูม้าส่งผลให้จับปูม้าที่มีไข่นอกกระดองสูงกว่าชาวประมงกลุ่มอื่น และปูม้าที่จับได้มีขนาดใหญ่กว่าชาวประมงกลุ่มอื่น หากปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองแล้วจะกระทบต่อรายได้มากนั่นเอง (ตารางที่ 4) ซึ่งผลการศึกษาจากการสัมภาษณ์แตกต่างจากการประชุมเนื่องจากมีการให้ความรู้ก่อนการดำเนินการ

ตารางที่ 4 ความร่วมมือในการปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองระยะต่างๆ (สีไข่) ของชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้าในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

หมู่บ้าน	จำนวนชาวประมง	การปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง					
		ส้มเหลือง		น้ำตาล		ดำ	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
แหลมไทร	22	14	63.64	17	77.27	19	86.36
ทุ่งทอง	24	21	87.50	24	100.00	24	100.00
ฉางหลาง	8	8	100.00	8	100.00	8	100.00
ปากเมง	4	3	75.00	4	100.00	4	100.00
รวม	58	46	79.31	53	91.38	55	94.83

หมายเหตุ: <40 = น้อย, 40-49 = พอใช้, 50-69 = ปานกลาง, 70-79 = มาก และ >80 = มากที่สุด

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. ชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้าในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง มีความรู้ในเรื่องชีววิทยาของปูม้าที่มีไข่นอกกระดองค่อนข้างดีในเรื่องพัฒนาการของไข่นอกกระดองของปูม้า ฤดูกาลวางไข่ และพื้นที่ที่พบปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง
2. แนวทางการจัดการประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดองที่ชาวประมงเห็นด้วยอย่างยิ่งประกอบด้วย 1) การเข้าร่วมประชุมการจัดการปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง 2) การให้ความร่วมมือกับมาตรการในการจัดการปูม้า 3) การกำหนดพื้นที่อนุรักษ์พ่อแม่พันธุ์ปูม้า 4) การชักชวนเพื่อนบ้านปล่อยปูที่มีไข่นอกกระดองกลับคืนสู่ทะเล 5) การแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกมาตรการในการปฏิบัติ 6) การกำหนดพื้นที่อนุรักษ์ปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง และ 7) การปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองกลับสู่ทะเล ส่วนแนวทางที่ชาวประมงไม่เห็นด้วยประกอบด้วย 1) การกำหนดฤดูหยุดทำประมงปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง และ 2) กฎหมายห้ามทำการประมงปูทะเล
3. ชาวประมงในบ้านบางค้างคาวมีความคิดเห็นในเรื่องการจัดประชุมการจัดการปูม้าที่มีไข่นอกกระดอง และการให้ความร่วมมือและแสดงความคิดเห็นในการออกมาตรการจัดการปูม้าที่มีไข่นอกกระดองต่ำกว่าชาวประมงในหมู่บ้านอื่นๆ ส่วนชาวประมงบ้านฉางหลางมีความคิดเห็นในเรื่องการกำหนดพื้นที่อนุรักษ์พ่อแม่พันธุ์ปูม้าต่ำกว่าชาวประมงในหมู่บ้านอื่นๆ
4. ชาวประมงพร้อมที่จะปล่อยปูม้าที่มีไข่นอกกระดองที่มีสีดำสูงถึงร้อยละ 94.83 ของชาวประมงที่เข้าร่วมประชุม โดยกลุ่มทุ่งทอง ฉางหลาง และปากเมง พร้อมให้ความร่วมมือทั้งหมด ยกเว้นหมู่บ้านแหลมไทรที่ให้ความร่วมมือเพียงร้อยละ 86.36 ของกลุ่ม จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ที่จะให้ชาวประมงปล่อยปูไข่ดำ ซึ่งในการดำเนินงานควรต้องทำการศึกษาผลกระทบทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของมาตรการต่อชาวประมง เพื่อนำมากำหนดมาตรการและการดำเนินงานที่เหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

เขียน สินอนุวงศ์. 2520. การศึกษาชีววิทยาของปูม้า *Portunus pelagicus* (Linnaeus) ในอ่าวไทย. รายงานประจำปี 2520. งานสัตว์น้ำอื่นๆ. กองประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตรและ สหกรณ์.

จารุภา ศิริ, ธีระยุทธ ศรีคุ้ม และสุวิชา ใจเปี่ยม. 2550. ทัศนคติของชาวประมงต่อการจัดการทรัพยากรปูม้าบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2550. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จินตนา จินดาลิขิต, จักรพัฒน์ ปิ่นพุทธศิลป์, ขนิษฐา เสรีลักษณ์ และสุวรักษ์ วงโท. 2551. ชีววิทยาและการประเมินทรัพยากรปูม้า *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) บริเวณอ่าวไทยตอนบน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2551. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จินตนา จินดาลิขิต, อังสุนีย์ ชุณหปราณ, ปิยวรรณ หัสดี, จักรพัณณ์ ปิ่นพุทธศิลป์, ขนิษฐา เสรีรักษ์, สุวรักษ์ วงษ์โท และ ปุณณวิทย์ แก้วมูล. 2553. การเลี้ยงปูม้าไข่นอกกระดองในธนาคารปู อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 1/2553.สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จินตนา จินดาลิขิต, ขนิษฐา เสรีรักษ์, มงคล ธีระธาร, สมคิด ศรีประภา และอนงค์ เส็งวงศ์. 2553. ปูม้า(*Portunus pelagicus*) จากเครื่องมืออวนลากและอวนรุนขนาดเล็ก บริเวณอ่าวไทยตอนใน. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 2/2553.สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จินตนา จินดาลิขิต, ธิดารัตน์ คงชัย, กมลรัตน์ พุทธรักษา และบุญศรี จารุธรรมโสภณ. 2554. ฤดูวางไข่ ความดกไข่และอัตราส่วนเพศของปูม้าในน่านน้ำไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 13/2554. ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนบน สถาบันวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีประมงทะเล สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล กรมประมง.

ณรงค์ ศรีสวัสดิ์. 2542. วิธีการวิจัยทางสังคมวิทยา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ, อภิรักษ์ สงรักษ์, ชาญยุทธ์ สุดทองคง และกังวาลย์ จันทรโชติ. 2547. โครงการการจัดการประมงปูม้าในอำเภอสิเกา จังหวัดตรัง. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ, บัญชา สมบูรณ์สุข และสมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ. 2550. สภาพเศรษฐกิจ สังคม และการทำประมงปูม้าของชาวประมงขนาดเล็กในจังหวัดตรัง. ว.เกษตรศาสตร์ สาขาสังคมศาสตร์ 28: 309 - 320.

ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ, บัญชา สมบูรณ์สุข และสมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ. 2553. ความคิดเห็นของชาวประมงขนาดเล็กที่ทำประมงปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ต่อการจัดการทรัพยากรปูม้าในจังหวัดตรัง. น. 218-225. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 48.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, กรุงเทพฯ.

ธงชัย นิติรัฐสุวรรณ, สุวัจน์ ธัญรส และกันย์สินี พันธ์วนิชดำรง. 2555. แนวทางการจัดการปูม้าที่มีไข่นอกกระดองที่เหมาะโดยชุมชนประมง.วารสารการวิจัยเพื่อพัฒนาเชิงพื้นที่ 5(2): 19-31.

มาลา สุพงษ์พันธ์, สุพล จิตราพงษ์ และกิตติพงศ์ กลิ่นรอด. 2532. การประมงอวนลอยปูม้า. เอกสารเผยแพร่วิชาการ 2532. กลุ่มประเมินสภาวะทรัพยากรและการประมง กองประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วารินทร์ ธนาสมหวัง, พรทิพย์ อังศุกาญจนกุล และจิรานุวัฒน์ ชูเพชร. 2545. การฟักไข่ปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus) จากตับปิ้งของแม่ปูไข่นอกกระดอง. วารสารการประมง 55(4): 319-323.

วารินทร์ ธนาสมหวัง, พรทิพย์ ทองบ่อ, ฉลอง ทองบ่อ และวุฒิชัย ทองล่ำ . 2547. การอนุบาลลูกปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ในที่กักขังโดยให้ที่หลบซ่อนต่างชนิด. ว.การประมง 57: 505-514.

วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม และวราห์ เทพหุดี. 2553. ความสัมพันธ์ทางกายภาพต่อปริมาณไข่และอัตราการฟักไข่ของแม่ปูม้า (*Portunus pelagicus* Linnaeus, 1758) ที่ได้จากการเลี้ยงในบ่อดิน. น. 503-514. ใน : การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

สัมพันธ์ ปานจรัตน์, มนตรี สุมณฑา, กำพล ลอยชื่น, วิทยา พันธะกิจ และวรรลี สิงห์ธงยาม. 2550. ทัศนคติของชาวประมงต่อการจัดการทรัพยากรปูม้าทางฝั่งทะเลอันดามัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 14/2550. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

FAO. 2013. Total production 1950-20011. http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en. Accessed 1 Aug 2013.

Johnson, D. D., Gray, C. A. and Macbeth, W. G. 2010. Reproductive Biology of *Portunus pelagicus* in a South-East Australian Estuary. Journal of Crustacean Biology 30(2): 200-205.

Trisak, J., H. Soasung and P. Wongkaew. 2009. Seasonal variations in catches and effects of a small-scale swimming crab trap fishery in the Eastern Gulf of Thailand. Songklanakarin Journal Science Technology 31: 373-380.

Xiao, Y. and Kumar, M. 2004. Sex ratio, and probability of sexual maturity of females at size, of the blue swimmer crab, Portunus pelagicus Linneaus, off southern Australia. Fisheries Research 68: 271-282.

การพัฒนาของเล่นพื้นบ้านไทยเป็นของเล่นอัจฉริยะ

Development Thai Folk Toy of Smart Toy

เที่ยง เหมียดไธสง[1*] และ ศิวาพร เหมียดไธสง[2]

Thiang Meadthaisong[1*] And Siwaporn Meadthaisong[2]

บทคัดย่อ

ของเล่นโบราณพื้นบ้านของไทยกว่า 300 ชนิดกำลังจะสูญหายไปจากสังคมไทย เพราะสังคมมีการเปลี่ยนแปลงจากสังคมชนบทเป็นสังคมเมือง เด็กไทยหันไปเล่นเกมส์ เล่นอินเตอร์เนต ติดโทรศัพท์มือถือ ทำให้ของเล่นพื้นบ้านไทยบางอย่างได้เกือบสูญหายไป เช่น ลูกข่างตะปู พะโพละ จานบินไม้ไผ่ เป็นต้น ของเล่นพื้นบ้านไทยเหล่านี้ล้วนมีคุณค่าทางด้านการบ่งบอกวิถีชีวิต วัฒนธรรม การดำเนินชีวิตและความเป็นอยู่ ของเล่นพื้นบ้านไทยไม่เพียงแต่เป็นการบ่งบอก ภูมิปัญญาหรือมรดกทางวัฒนธรรมเท่านั้น แต่ยังเป็นของเล่นเพื่อให้เด็กเกิดการเรียนรู้ กระตุ้นและเสริมสร้าง สติปัญญาของเด็ก งานวิจัยนี้ได้พัฒนาแนวคิดและนำเสนอ การพัฒนาลูกข่าง ซึ่งเป็นของเล่นพื้นบ้านไทย มาพัฒนาให้เป็นของเล่นอัจฉริยะ โดยการฝังไมโครคอนโทรลเลอร์ ไจโคสโคป และแอคซิลโรมิเตอร์ ไว้ในลูกข่าง ซึ่งจะทำให้เด็กสามารถเรียนรู้เกี่ยวกับมุม การเอียงและการหมุน โดยแสดงผลผ่าน โทรศัพท์ มือถือ หรือ แท็บเล็ต งานวิจัยนี้พบว่า ลูกข่างอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นสามารถทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ เกี่ยวกับ การทำงานของ ไจโคสโคป และแอคซิลโรมิเตอร์ ในการหมุนและการเอียงในการเรียนรู้เกี่ยวกับ อากาศยานต่างๆ ซึ่งเดิมจะเรียนรู้ในระดับวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยเท่านั้น

คำสำคัญ: ของเล่นพื้นบ้านไทย ,ของเล่นอัจฉริยะ,ไมโครคอนโทรลเลอร์

Abstract

Thai folk toy than 300 species are lost from the society. Because the society is changing from the rural to urban. Children to play games, the Internet on mobile phones. Make a toy of Thai traditional something almost lost, such as Loogkang , Phaphao , UFO bamboo, etc. all of these valuable folk toys in the of life culture life and well-being. Not only is the sign of Thai folk toys Wisdom or cultural heritage. But also to play to children learning to stimulate and strengthen the wisdom of children. This research has developed the concept and present development of Loogkang. Which belongs to play folk to improve the intelligent toys. The embedded microcontroller gyroscope and accelerometer in Loogkang , so that the kids can learn about the corner , tilt and rotation. The display through the mobile phone or tablet. This research found that It developed can make children learn about the function of the gyroscope and accelerometer in rotation and tilt. To learn about various aircraft, which was to learn in college and universities.

Keyword: Thai Folk Toy, Smart Toy, Microcontroller

[1]โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี อ.เมือง จ.เพชรบุรี 76000.

[1]Computer Electronics Technology Program Phetchaburi Rajabhat University Muang Phetchaburi Thailand 76000.

[2] โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี อ.เมือง จ.เพชรบุรี 76000.

[2]Computer applied Program Phetchaburi Rajabhat University Muang Phetchaburi Thailand 76000.

*Corresponding author .E-mail: thiangone@hotmail.com.

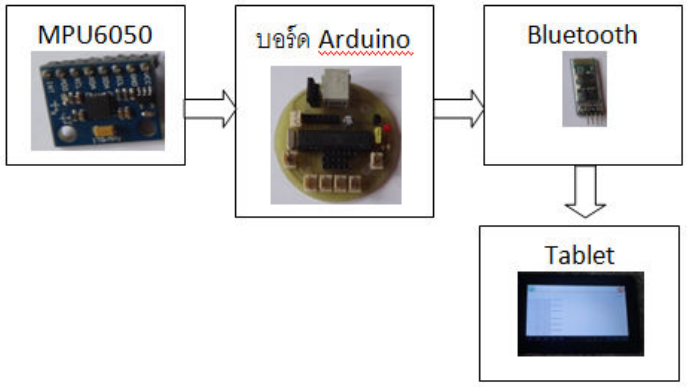
บทนำ

ของเล่นโบราณพื้นบ้านของไทยกว่า 300 ชนิดกำลังจะสูญหายไปจากสังคมไทย เพราะสังคมมีการเปลี่ยนแปลงจากสังคมชนบทเป็นสังคมเมือง เด็กไทยหันไปเล่นเกมส์ เล่นอินเตอร์เนต ติดโทรศัพท์มือถือ ทำให้ของเล่นพื้นบ้านไทยบางอย่างได้เกือบสูญหายไปแล้ว เช่น ลูกข่างตะปู พะโพละ จานบินไม้ไผ่ เป็นต้น ของเล่นพื้นบ้านไทยเหล่านี้ล้วนมีคุณค่าทางด้านการบ่งบอกวิถีชีวิต วัฒนธรรม การดำเนินชีวิตและความเป็นอยู่ ของเล่นพื้นบ้านไทยไม่เพียงแต่เป็นการบ่งบอก ภูมิปัญญาหรือมรดกทางวัฒนธรรมเท่านั้น แต่ยังเป็นของเล่นเพื่อให้เด็กเกิดการเรียนรู้ กระตุ้นและเสริมสร้าง สติปัญญาของเด็ก กระตุ้นเซลล์สมองให้มีการพัฒนาเต็มที่ ส่งผลต่อประสิทธิภาพทางด้านร่างกาย จิตใจ ความฉลาดทางด้านอารมณ์ คลายเครียด เข้าใจหลักการทางด้านวิทยาศาสตร์ ที่ผ่านมามีการพัฒนาสื่อการเรียนรู้สำหรับเด็กโดย Froebel (1826) เป็นบุคคลแรกได้นำเสนอการสร้างและการออกแบบสิ่งต่าง ๆ จากของเล่นเพื่อการสร้างความรู้สำหรับเด็ก และต่อมา Resnick, et al (1998) ได้นำเสนอการจัดกระทำดิจิทัล (digital manipulative) ซึ่งเป็นการพัฒนาแนวคิดการจัดกระทำของ Froebel ในการสร้างและเข้าถึงความรู้ของเด็กรูปแบบใหม่โดยการฝังคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (tiny computer) เข้าไปในวัตถุการจัดกระทำ ซึ่งเด็กใช้วัตถุการจัดกระทำดิจิตอลในการสร้างความรู้ ซึ่งเป็นการสร้างความรู้ด้วยการจัดกระทำรูปแบบใหม่ Resnick, et al (1998) ได้พัฒนาลูกปัดดิจิตอล(bead digital) ที่สามารถศึกษาและทำความเข้าใจเกี่ยวกับ แนวคิด ระบบกระจายศูนย์(decentralized systems) และ ปรากฏการเกิดขึ้นทันทีทันใด(emergent phenomena) นอกจากนั้นยังได้พัฒนาลูกบอลดิจิตอล (bitball) เพื่อศึกษาเกี่ยวกับความเร่ง เป็นต้น ลูกข่างเป็นของเล่นที่ให้ความสนุกโดยการแข่งขันลูกข่างใครหมุนอยู่ในวงและได้นานที่สุดจะเป็นผู้ชนะทำให้ลูกข่างเป็นเพียงการแข่งขันที่จะเอาชนะและความสนุกเท่านั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและศึกษาการพัฒนาลูกข่างอัจฉริยะเพื่อให้เด็กเกิดการเรียนรู้หลักการของ ไจโรสโคปและแอคซิโรมิเตอร์ ซึ่งปกติแล้วมีสอนในวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยเท่านั้น อีกทั้งมีความทราบซึ้งต่อของเล่นพื้นบ้านไทยที่กำลังจะศูนย์หาย ผู้วิจัย จึงได้พัฒนาของเล่นพื้นบ้านไทยซึ่งได้แก่ลูกข่างมาพัฒนาให้สามารถศึกษาปรากฏการณ์เกี่ยวกับ การเอียง ความเร่ง ความเร็วเชิงมุม โดยทำการฝังไมโครคอนโทรลเลอร์(microcontroller) แอคซิโรมิเตอร์ (accelerometor) และ ไจโร สโคป(gyroscope) ทำให้ลูกข่างไม่เป็นเพียงของเล่นเท่านั้นยังเป็นวัตถุการเรียนรู้ (object learning) เกี่ยวกับการศึกษา แอคซิโรมิเตอร์และไจโรสโคปด้วย

วิธีการศึกษา

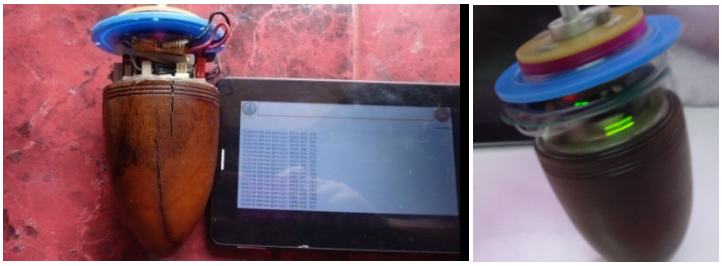
การออกแบบและพัฒนาระบบลูกข่างอัจฉริยะ

การออกแบบลูกข่างอัจฉริยะแสดงดังภาพที่ 1 โดยอินพุท จะรับค่าเซ็นเซอร์จาก บอร์ด MPU6050 (Botched,2014) ซึ่งเป็นบอร์ดที่ให้ค่า แอคซิโรมิเตอร์ ในแนวแกน X แกน Y และ แกน Z และค่าไจโรสโคป ในแนวแกน X แกน Y และ แกน Z การเชื่อมต่อ MPU6050 กับบอร์ด Arduino (Arduino,2014) ด้วยสายสัญญาณ I^2C เพื่อนำมาประมวลผลและส่งค่าที่ได้ทั้งสองค่าไปยัง ชุดส่งสัญญาณ Bluetooth เพื่อส่งค่าแอคซิโรมิเตอร์และค่าไจโรมิเตอร์ไปยัง แท็บเล็ต(tablet)



ภาพที่ 1 บล็อกไดอะแกรมลูกข่างอัจฉริยะ

ลูกข่างจะทำจากไม้เนื้อแข็งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซ็นติเมตร และ สูง 10 เซนติเมตร บอร์ดลูกข่างทั้ง 3 ส่วนจะใส่ไว้ด้านบนของลูกข่างดังภาพที่ 2 โดยด้านบนสุดของลูกข่างจะมีด้ามจับที่ใช้จับประคองในขณะที่หมุนลูกข่าง



ภาพที่ 2 ลูกข่างอัจฉริยะและขณะกำลังหมุน

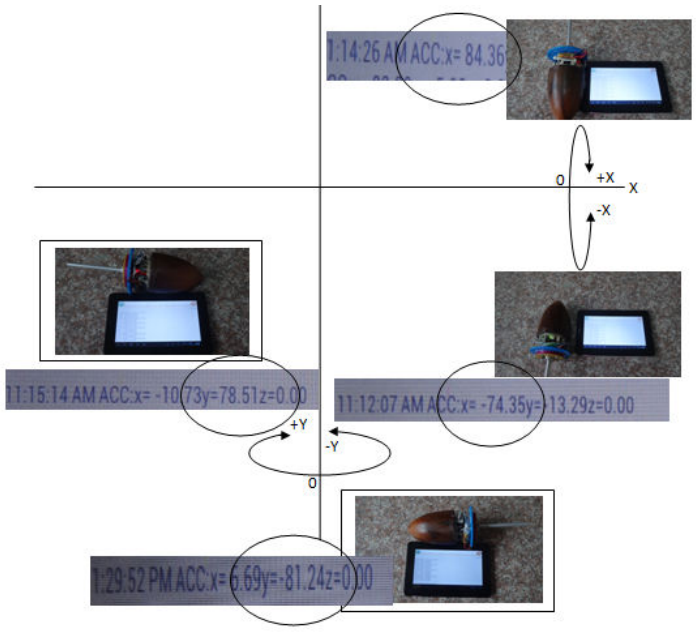
ผลการศึกษา

การทดสอบลูกข่างอัจฉริยะ

การทดสอบลูกข่างอัจฉริยะจะทำการทดสอบลักษณะการเอียงและการหมุน การเอียงจะทดสอบลักษณะการเอียงของแอคซิโรมิเตอร์ในแนวแกน X,Y และZ ไจโรสโคปในแนวแกน X,Y และZ นอกจากการทดสอบลักษณะการทำงานของแอคซิโรมิเตอร์และไจโรสโคปแล้วยังศึกษาการเรียนรู้ของเด็กในการทำความเข้าใจ การเอียง ความเร่งและความเร็วเชิงมุม

การทดสอบลูกข่างอัจฉริยะกับแอคซิโรมิเตอร์

การทดสอบแอคซิโรมิเตอร์แสดงดังภาพที่ 3 แอคซิโรมิเตอร์มีคุณสมบัติในการวัดค่าความเร่ง(Acceleration) โดยทำการทดสอบการส่งข้อมูลของค่าแอคซิโรมิเตอร์ในแนวแกน X โดยจะทำการเอียงลูกข่างอัจฉริยะให้นอนกับพื้นโดยด้ามจับชี้ขึ้นไปด้านบนขนานกับ แท็บเล็ต ผลการทดสอบพบว่าเมื่อเราตั้งลูกข่างแนวดิ่ง องศาการเอียงมีค่าเท่ากับ 0 และเมื่อค่อยๆเอียงให้ลูกข่างอัจฉริยะให้นอนลงจะทำให้ค่าแอคซิโรมิเตอร์ในแนวแกน X มีค่ามุมเพิ่มขึ้นจาก 0 - 84.36 องศา เมื่อเอียงลูกข่างอัจฉริยะลูกข่างตั้งขึ้นเหมือนเดิมจะทำให้ลูกข่างอัจฉริยะมีมุมเท่ากับ 0 องศา และต่อไปเมื่อเอียงลูกข่างอัจฉริยะไปในทิศทางตรงข้ามกับกรณีแรกพบว่ามุมองศาการเอียงจะกลายเป็นลบโดยจะมีค่าตั้งแต่ -74.35 - 0 องศา การทดสอบในแนวแกน Y จะทำการตั้งลูกข่างในแนวแกนดิ่ง ซึ่งพบว่า ลูกข่างอัจฉริยะมีมุมในแนวแกน Y เท่ากับ 0 เมื่อเอียงลูกข่างอัจฉริยะไปทางด้านซ้ายมือโดยค่อยเอียงพบว่าค่ามุมจะมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0 – 78.51 เมื่อจับลูกข่างอัจฉริยะตั้งขึ้นพบว่าองศาการเอียงมีค่าเป็น 0 องศา เมื่อเอียงลูกข่างไปทางด้านขวามือพบว่าค่ามุมของลูกข่างมีค่าลดลง จาก -82.24 -0 องศา สำหรับการทำงานของแอคซิโรมิเตอร์ในแนวแกน Z ไม่ได้ทำการทดสอบ

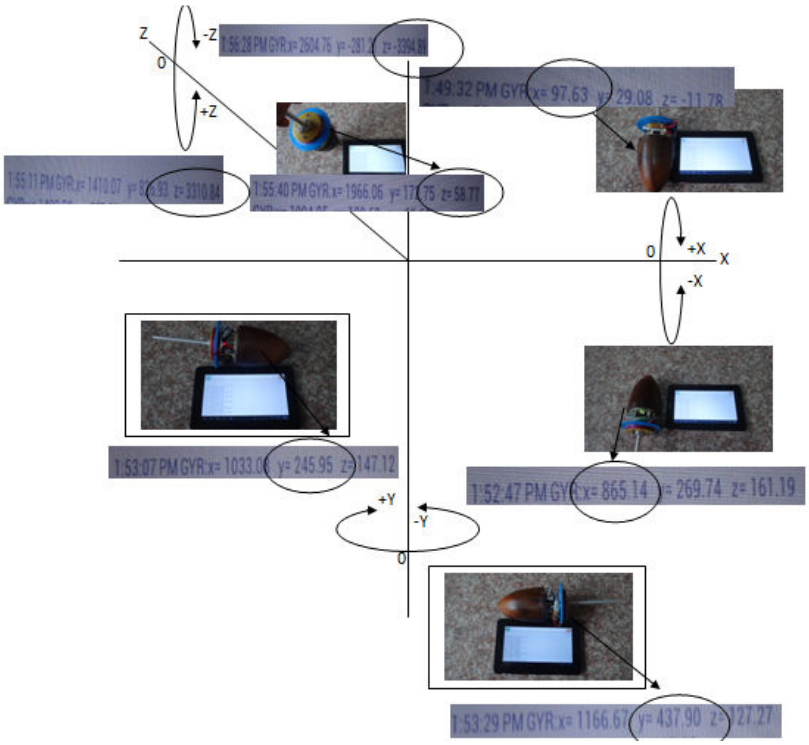


ภาพที่ 3 ทดสอบแอคซิโรมิเตอร์ของลูกข่างอัจฉริยะในแนวแกน XและY

การทดสอบลูกข่างอัจฉริยะกับไจโรสโคป

การทดสอบค่าไจโรสโคปแสดงดังภาพที่ 4 ไจโรสโคปจะใช้ในการวัดค่าความเร็วเชิงมุมและ จะทำงานก็ต่อเมื่อมีการเคลื่อนที่ของวัตถุ ดังนั้นถ้าวัตถุอยู่นิ่งค่าไจโรสโคปทั้ง 3 แกนจะมีค่าเป็นศูนย์ เนื่องจากค่าไจโรสโคปจะให้ค่าในการวัดเมื่อมีการเคลื่อนที่ ดังนั้นการทดสอบค่าในแนวแกน X และแกนY พบว่าการเอียงจะให้ค่าขึ้นอยู่กับความเร็วในการเคลื่อนที่โดยจะให้ค่าทั้งทางด้านค่าบวกและค่าลบ สำหรับค่าไจโรสโคปในแนวแกน Z จะให้ค่าที่ชัดเจนในการทดสอบเพราะสามารถที่จะหมุนลูกข่างแล้วแสดงค่าองศาการเปลี่ยนแปลงการหมุน องศาต่อวินาทีได้โดยจะให้ค่าความเร็วในการหมุนที่แสดงออกมาเป็นองศาต่อวินาที การทดสอบแกน Z พบว่าถ้าจับลูกข่างอัจฉริยะตั้งขึ้นแล้วหยุด

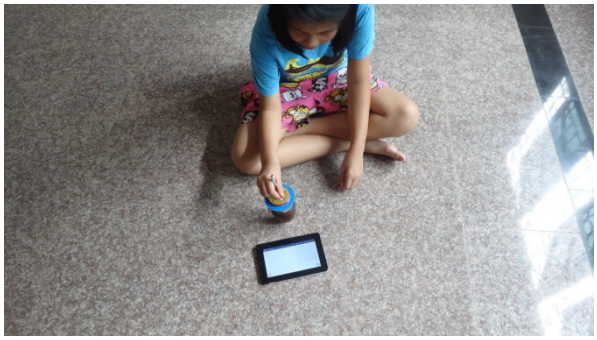
นิ่งพบว่าค่ามุมจะมีค่าเป็น 0 แต่เมื่อเริ่มหมุนลูกข่างอัจฉริยะทวนเข็มนาฬิกาจะให้ค่ามุมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆเป็นค่าบวกเพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ แต่เมื่อหมุนตามเข็มนาฬิกาพบว่าค่ามุมจะให้ค่าเป็นลบและค่าจะลดลงเรื่อยๆ



ภาพที่ 4 ทดสอบไจโรสโคปของลูกข่างอัจฉริยะในแนวแกน X , Y และ Z

การทดสอบการใช้งานกับเด็ก

การทดสอบจะทำการทดสอบความเข้าใจ แอคซิโรมิเตอร์และ ไจโคสโคป โดยให้เด็กที่กำลังเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาซึ่งเป็นวัยที่มีการเรียนรู้ในรูปแบบรูปธรรม)Concrete Operation Stage) ขั้นนี้จะเริ่มจากอายุ 7-11 ปี ได้เล่นกับลูกข่างอัจฉริยะแสดงดังภาพที่ 5 ในลำดับแรกจะให้เล่นลูกข่างอัจฉริยะ โดยอิสระ พบว่าเด็กได้หมุนลูกข่างเล่นแล้วดูว่าลูกข่างอัจฉริยะหมุนอยู่ได้นานขนาดไหน จากนั้นผู้วิจัยได้นำแท็บเล็ต มาใช้ในการประกอบกับการเล่นลูกข่างอัจฉริยะพบว่าเด็กมีความตื่นเต้นมากกว่าเล่นลูกข่างอัจฉริยะโดยไม่มีแท็บเล็ต ผู้วิจัยได้ทดลองการเอียงลูกข่างอัจฉริยะและให้เด็กดูค่าตัวเลขจากแท็บเล็ต ซึ่งพบว่าเด็กไม่สนใจเท่าไร แต่พอบอกว่า ตัวเลขนี้คล้ายกับการเอียงของโทรศัพท์ มือถือ iPhone ดูตัวเลขที่เป็นค่า X นี้ผู้วิจัยชี้ให้เห็นตัวเลขที่จอ Tablet มันคือค่าของจอโทรศัพท์ด้านกว้าง และค่า Y คือด้านยาวของโทรศัพท์ พบว่า เด็กให้ความสนใจและสามารถเข้าใจแกน X และ Y ในลูกข่างอัจฉริยะได้ โดยได้จับลูกข่างเอียงซ้ายขวาและดูค่าตัวเลข Xและ Y บนจอภาพแท็บเล็ต แล้วพูดว่า นี่คือด้านกว้างของโทรศัพท์ และนี้คือด้านยาวของโทรศัพท์ หลังจากนั้น ผู้วิจัยได้ปรับโหมดการทำงานของลูกข่างอัจฉริยะเพื่อให้เด็กได้ศึกษาเรียนรู้ หลักการทำงานของ ไจโรสโคป โดยให้เด็กได้หมุนลูกข่างอัจฉริยะแล้วให้สังเกตค่าของ ไจโคสโคปแกน Z ซึ่งเด็กพบว่า ถ้าหมุนลูกข่างอัจฉริยะหมุนตามเข็มนาฬิกา ค่าตัวเลขจะเพิ่มขึ้น แต่ถ้าหมุนกลับทางตัวเลขจะลดลง เด็กระดับนี้สามารถเรียนรู้และเข้าใจการหมุนของลูกข่างอัจฉริยะว่าจะให้ค่าเป็นค่าบวกและค่าจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆถ้าหมุนทวนเข็มนาฬิกาแต่ถ้าหมุนตามเข็มนาฬิกาจะให้ค่าเป็นลบและลดค่าลงเรื่อยๆ



ภาพที่ 5 เด็กชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 กำลังเล่นกับลูกข่างอัจริยะ

อภิปรายผล

ของเล่นพื้นบ้านไทยมีคุณค่าต่อความเป็นไทย ของเล่นเหล่านี้ได้แสดงออกถึงวิถีชีวิตความเป็นอยู่และการละเล่นในสมัยโบราณที่นำเอาวัสดุในท้องถิ่นมาทำให้เป็นของเล่นให้เด็กได้เล่น นอกจากการเล่นที่สนุกแล้วของเล่นได้ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ไปพร้อมกัน ลูกข่างอัจฉริยะที่เดิมลูกข่างธรรมดาจะไม่สามารถเห็นการเอียงและการหมุนด้วยมุมที่ลูกข่างเอียงไปเท่าไร การหมุนด้วยความเร็วเชิงมุมเท่าไร เห็นแต่เพียงว่าลูกข่างหมุนเท่านั้น จะไม่สามารถที่จะเรียนรู้และเข้าใจลักษณะการหมุนและการเอียงได้ การบรรจุเทคโนโลยีซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กเข้าไปในลูกข่างทำให้ขยายความสามารถของลูกข่างที่เป็นเพียงการเล่นโดยหมุนให้ลูกข่างหมุนตั้งตรงได้นานที่สุด เป็นการศึกษาและเรียนรู้ การเอียงและการหมุนของวัตถุที่สามารถเห็นองศาการเอียงและการหมุนเป็นตัวเลขได้ ซึ่งงานวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Resnick, et al (1998) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการฝังคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กและตัววัดความเร่งเข้าไปในลูกบอลเพื่อศึกษาการเคลื่อนที่ของลูกบอลในอากาศโดยคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ฝังอยู่ในลูกบอลจะบันทึกค่าอัตราการเร่งจากเซ็นเซอร์ของลูกบอล ซึ่งสามารถนำค่าที่บันทึกไว้มาทำการสร้างกราฟเพื่อดูความเร่งของลูกบอลได้ ซึ่งปกติแล้วถ้าไม่ฝังคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กในลูกบอลจะไม่สามารถทราบค่าความเร่งของลูกบอลได้ เช่นเดียวกับลูกข่างอัจฉริยะถ้าไม่ฝังคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก เซ็นเซอร์วัดความเร่ง และเซ็นเซอร์วัดความเร็วเชิงมุมจะไม่ทราบค่าการเอียงและความเร็วเชิงมุมได้ ลูกข่างอัจฉริยะในอนาคตจะเป็นต้นแบบของการประยุกต์เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับของเล่นพื้นบ้าน อื่นๆ เป็นวัตถุการเรียนรู้(object learning)ที่มีพลังในการศึกษาเกี่ยวกับแอคซิโรมิเตอร์และไจโรสโคปก่อนที่จะนำอุปกรณ์เหล่านี้ไปประยุกต์ใช้งานในอนาคต เช่นเดียวกับ smartPhone หรือแท็บเล็ต

สรุป

ลูกข่างอัจฉริยะ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ 1) ส่วนอินพุต ซึ่งใช้ บอร์ด MPU6050 เป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับความเร่งในแนวแกน X, Y และZ และตรวจจับความเร็วเชิงมุมในแนวแกน X,Y และแกน Z 2) ส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ในส่วนนี้จะประมวลผลและส่งค่าเซ็นเซอร์ที่ได้จากการตรวจจับความเร่งและตรวจจับความเร็วเชิงมุมไปยังส่วนส่งสัญญาณไปแสดงผล 3) ส่วนของ Bluetooth ในส่วนนี้จะส่งสัญญาณไปยัง อุปกรณ์ แท็บเล็ต การทดสอบ ลูกข่างอัจฉริยะ สามารถวัดการเอียงและความเร็วเชิงมุมได้โดยค่าแอคซิโรมิเตอร์พบว่าสามารถแสดงค่าในแนวแกน X และแกน Y ส่วนไจโรสโคปสามารถบอกค่าความเร็วเชิงมุมได้ทั้ง 3 แกน นอกจากนั้นเมื่อนำไปทดลองใช้กับเด็กในระดับประถมศึกษาพบว่า เด็กสามารถเรียนรู้และเข้าใจ การทำงานของแอคซิโรมิเตอร์และไจโรสโคปได้ ซึ่งความรู้เหล่านี้จะมีเรียนในระดับวิทยาลัยและมหาวิทยาลัยเท่านั้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา(สกอ.)ที่ให้ทุนสนับสนุน มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี ที่เอื้อเฟื้อห้องปฏิบัติการและสถานที่

เอกสารอ้างอิง

Arduino. 2014. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.arduino.cc/ (10 มีนาคม 2557).

Botched.2014. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.botched.co.uk/pic-tutorials/mpu6050-setup-data-aquisition/(20 มีนาคม 2557).

Froebel,F .1826. On the Education of man(Die Menschenerziehung), Keilhau/Leipzig:wienbrach.

Resnick, M. et al .1998.Digital manipulatives:New toys to think with. Proceeding of CHI 1998.

ความเข้มข้นและการกระจายขนาดของฝุ่นจากเครื่องถ่ายเอกสาร

Study of Levels and Size Distributions of Total Suspended Particles (TSP) from Photocopying Machines

ภาสกร โสมมนัส[1] และ อังก์ศิริ ทิพยมรมณ์[1*]

Passakorn Sommanat[1] And Aungsiri Tipayarom[1*]

บทคัดย่อ

ในปัจจุบัน เครื่องถ่ายเอกสารเป็นอุปกรณ์สำนักงานที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ซึ่งอุปกรณ์ชนิดนี้ไม่แม้ว่าจะมีประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน แต่ก่อให้เกิดปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร การศึกษานี้ได้ศึกษาความเข้มข้น และการกระจายขนาดของฝุ่นรวมภายในร้านถ่ายเอกสาร ซึ่งตั้งอยู่ในมหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม โดยเก็บตัวอย่าง 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงเปิดภาคการศึกษาใหม่ๆ ช่วงการเรียนการสอนปกติ และช่วงสอบ การเก็บตัวอย่างฝุ่นรวมใช้กระดาษกรองชนิดเซลลูโลสร่วมกับเครื่องดูดอากาศส่วนบุคคล และวิเคราะห์ด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำกระดาษกรองไปหาการกระจายขนาดของฝุ่นโดยวิธี Projected area diameter นอกจากนี้ยังได้ตรวจวัดฝุ่นรวมภายนอกร้านถ่ายเอกสารด้วยวิธีการเดียวกันในเวลาเดียวกันด้วย ผลการศึกษาแสดงให้ทราบว่า ระดับของฝุ่นรวมภายในอาคารมีค่าน้อยกว่าภายนอกอาคารเล็กน้อย และในช่วงเปิดภาคการศึกษาใหม่ๆ จะมีระดับของฝุ่นแขวนลอยทั้งหมด (Total suspended particles; TSP) สูงที่สุด ค่าอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นรวมภายในอาคารต่อภายนอกอาคารสูงสุดเท่ากับ 0.97 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การระบายอากาศที่ดีภายในร้านสามารถลดความเข้มข้นของฝุ่นรวมภายในร้านลงได้ การวิเคราะห์กระจายขนาดของฝุ่นรวมพบว่า ขนาดฝุ่นที่พบมากที่สุดคือฝุ่นขนาด 4-5 ไมครอน ซึ่งเป็นฝุ่นขนาดที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมปอดได้ (Respirable dusts)

คำสำคัญ: ฝุ่นรวม การกระจายขนาด เครื่องถ่ายเอกสาร คุณภาพอากาศภายในอาคาร

Abstract

Nowadays, photocopiers have become common office equipment generally used. The advent of this equipment not only has improved work efficiency, but also has caused indoor air quality problems. Total suspended particles (TSP) concentrations together with their size distributions from a photocopy center in Silpakorn University, Nakhon Pathom in three periods – first week of new semester, regular class and exam period – were investigated. Area samples were collected by cellulose filters equipped with personal air pumps and were analyzed by gravimetric method for mass concentrations. Sample filters were subsequently analyzed for particle size distributions by projected area diameter method. Simultaneously, TSP outdoor measurements were performed in the same manner as were the indoor measurements. The results show that the indoor levels of total suspended particles (TSP) were slightly lower than the outdoor levels. During first week of new semester, the TSP levels increased. The maximum ratio of the indoor to outdoor concentrations of TSP was estimated to be 0.97. This value proved that good ventilation could decrease the indoor TSP concentrations. Particle size distributions analyses indicate that the most abundant particle size was 4 – 5 μm, which was respirable dust.

Keywords : Total Suspended Particles, Size distributions, Photocopying Machines, Indoor Air Quality

[1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม 73000

[1]Department of Environmental Science, Faculty of Science, Silpakorn University,NakhonPathom 73000

*Corresponding author. E-mail: aungsiri@gmail.com

บทนำ

ในปัจจุบัน อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องพิมพ์ และเครื่องถ่ายเอกสาร กลเป็นอุปกรณ์จำเป็นซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายสำนักงานทั่วไป อย่างไรก็ตาม สิ่งหนึ่งที่มักถูกมองข้ามคือปัญหาสิ่งแวดล้อมภายในอาคารที่เกิดจากการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ในระหว่างการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสาร จะเกิดสารมลพิษอากาศขึ้นซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ดังนั้น ผลกระทบจากการใช้เครื่องถ่ายเอกสารจึงเป็นเรื่องที่น่าศึกษา The National Institute for Occupational Safety and Health หรือ NIOSH กล่าวว่า เครื่องถ่ายเอกสารเป็นตัวการที่ก่อให้เกิดกลุ่มอาการอาคารป่วย (Sick building syndrome) (NIOSH, 1991)

ฝุ่นจัดเป็นสารมลพิษสำคัญชนิดหนึ่งที่เกิดจากกระบวนการถ่ายเอกสาร การศึกษาที่ผ่านมาได้แสดงให้ทราบว่าฝุ่นที่ปลดปล่อยออกมาในขณะที่เครื่องถ่ายเอกสารทำงานมีความเป็นพิษแตกต่างจากผงหมึกภายในเครื่องถ่ายเอกสาร การศึกษาของ Lin and Mermelstein (1994) ในหนูและกระต่ายที่ได้รับสัมผัสกับฝุ่นที่ปลดปล่อยออกมาจากเครื่องถ่ายเอกสาร ไม่พบความผิดปกติใดๆ ดังนั้น สิ่งที่จะบอกได้ว่าฝุ่นที่ปลดปล่อยออกมาจากเครื่องถ่ายเอกสารจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์หรือไม่นั้นไม่ใช่องค์ประกอบในฝุ่น แต่คือขนาดของฝุ่นนั่นเอง ซึ่งในปัจจุบันข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของฝุ่นที่พบมากจากการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสารยังมีไม่มากนัก

การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นรวมภายในร้านถ่ายเอกสารเพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้น และขนาดของฝุ่นที่พบมากที่สุด จากการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสาร อีกทั้งยังใช้วิธีการเดียวกันในการตรวจวัดฝุ่นรวมภายนอกร้านถ่ายเอกสาร เพื่อวิเคราะห์ว่าการระบายอากาศมีอิทธิพลต่อความเข้มข้นของฝุ่นภายในร้านถ่ายเอกสารหรือไม่

วิธีการศึกษา

1.1 ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาความเข้มข้นและขนาดของฝุ่นภายในและภายนอกร้านถ่ายเอกสารบริเวณใต้อาคารเรียน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จังหวัดนครปฐม ในช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกัน 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงเปิดภาคการศึกษาใหม่ๆ ช่วงการเรียนการสอนปกติ และช่วงสอบ เก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาให้บริการเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00 – 16.00 น. เก็บตัวอย่างช่วงละ 5 วัน วันละ 2 ซ้ำ รวมจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 60 ตัวอย่าง (ภายในร้าน 30 ตัวอย่าง และภายนอกร้าน 30 ตัวอย่าง) การเก็บตัวอย่างใช้กระดาษกรองชนิดเซลลูโลส ร่วมกับปั๊มดูดอากาศส่วนบุคคล (Personal air sampler) วิเคราะห์หาความเข้มข้นของฝุ่นรวมโดยวิธี Gravimetric method และวิเคราะห์หาการกระจายขนาดของฝุ่นรวมใช้วิธี Projected area diameter

1.2 วิธีการเก็บตัวอย่าง

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเริ่มจากการเตรียมกระดาษกรองโดยก่อนเก็บตัวอย่างต้องนำกระดาษกรองใส่ในโถดูดความชื้น (Desiccators) เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง จากนั้นชั่งน้ำหนักกระดาษกรองด้วยเครื่องชั่งห้าตำแหน่ง บันทึกเป็นน้ำหนักก่อนเก็บตัวอย่าง จากนั้นเตรียมเครื่องเก็บตัวอย่างโดยประจุไฟให้แก่ปั๊มดูดอากาศ และปรับเทียบอัตราการไหลของอากาศสำหรับการเก็บตัวอย่างฝุ่นรวมให้ได้ 2.0 ลิตรต่อนาที เมื่อเริ่มเก็บตัวอย่างนำกระดาษกรองใส่ในตลับกระดาษกรองแล้วต่อเข้ากับปั๊มดูดอากาศ เปิดสวิตช์ปั๊มดูดอากาศให้เริ่มทำงานพร้อมบันทึกอุณหภูมิและความดันขณะเก็บตัวอย่าง เมื่อสิ้นสุดการเก็บตัวอย่าง ปิดสวิตช์ปั๊มดูดอากาศให้เครื่องหยุดการทำงาน

พร้อมจดบันทึกเวลาสิ้นสุดการเก็บตัวอย่างจากนั้นนำกระดาษกรองที่ได้ไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นของฝุ่นรวม และการกระจายขนาดของฝุ่นบนกระดาษกรอง

1.3 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่าง

การวิเคราะห์การกระจายขนาดของฝุ่นรวมโดยตัดกระดาษกรองออกเป็น 8 ชิ้น ด้วยพิซซ่าคัตเตอร์ ดังรูปที่ 1 วิธี Projected area diameter ทำได้โดยใช้ Porton reticule ดังแสดงในรูปที่ 1 จากนั้นหยด Mediumsolution นำกระดาษกรองมา 1 ชิ้น วางบนกระจกสไลด์ แล้วปิดด้วยกระจกสไลด์ นำไปนับจำนวนฝุ่นตามขนาดต่างๆ โดยใช้ Porton reticule ดังแสดงในรูปที่ 2 โดยนับเฉพาะฝุ่นที่อยู่ในช่องสี่เหลี่ยม 6 ช่องทางด้านซ้ายมือเท่านั้น บันทึกจำนวนฝุ่นขนาดต่างๆ แล้วคำนวณเปอร์เซ็นต์สะสมของฝุ่นแต่ละขนาด จากนั้นนำข้อมูลขนาดของวงกลมบน Porton reticule (ซึ่งวัดด้วยStage micrometer)และเปอร์เซ็นต์สะสมไปเขียนลงบนกระดาษกราฟ Log-probability ดังรูปที่ 3 เพื่อคำนวณหาขนาดของฝุ่นส่วนใหญ่และส่วนเบี่ยงเบนเรขาคณิตโดยใช้สมการ

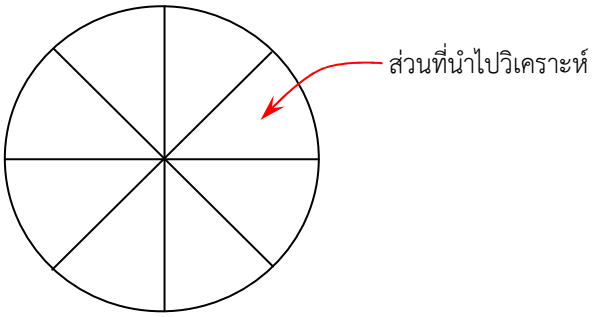
ขนาดฝุ่นส่วนใหญ่ = ขนาดของฝุ่นที่เปอร์เซ็นต์สะสมร้อยละ 50

ขนาดของฝุ่นที่เปอร์เซ็นต์สะสมร้อยละ 84.13= กราฟการแสดงการกระจายของฝุ่น ดังรูปที่ 3

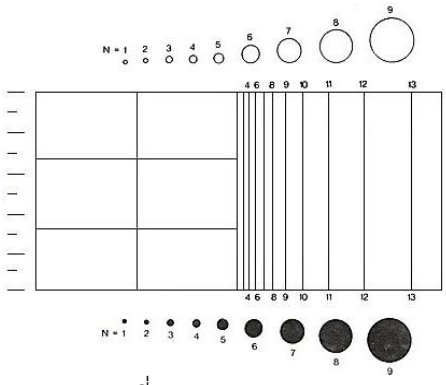
$$\text{ส่วนเบี่ยงเบนเรขาคณิต} = \frac{\text{ขนาดของฝุ่นที่เปอร์เซ็นต์สะสมร้อยละ 84.13}}{\text{ขนาดของฝุ่นที่เปอร์เซ็นต์สะสมร้อยละ 50}}$$

1.4 วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ

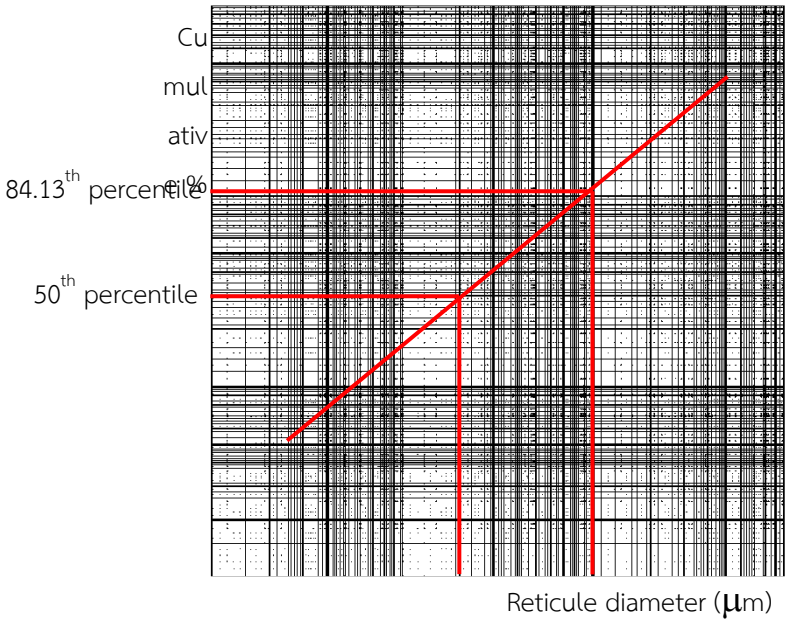
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในการศึกษานี้ใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 12 เพื่อวิเคราะห์ค่าต่างๆ ทางสถิติและความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นรวมในช่วงเวลาต่างๆ โดยสถิติที่ใช้ในการทดสอบ ได้แก่ สถิติเชิงพรรณนาสำหรับการหาค่าสูงสุด-ต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล และสถิติ T-test สำหรับการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นรวมระหว่างช่วงเวลาต่างๆ โดยทุกการทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 1 การตัดกระดาษกรองออกเป็น 8 ชิ้น เพื่อนำไปวิเคราะห์



รูปที่ 2 Porton reticule

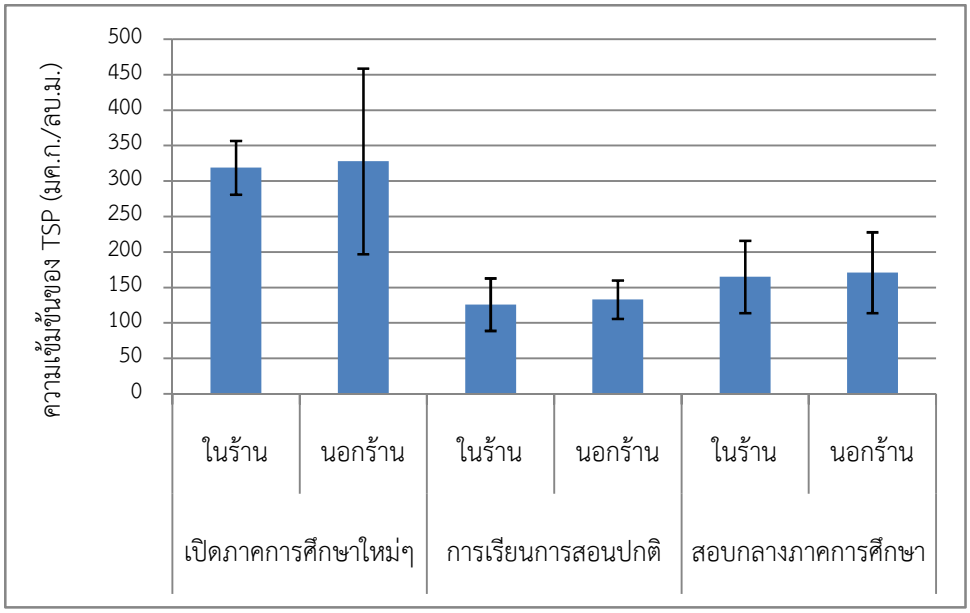


รูปที่ 3 การเขียนกราฟแสดงการกระจายขนาดของฝุ่น

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1.ความเข้มข้นของฝุ่นรวม

จากผลการศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นรวม (TSP) ที่เกิดจากการปลดปล่อยฝุ่นของเครื่องถ่ายเอกสาร ภายในร้านถ่ายเอกสารและภายนอกร้านถ่ายเอกสาร บริเวณใต้อาคารเรียนคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พบว่าปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นรวมภายในร้านถ่ายเอกสารช่วงเปิดภาคการศึกษาใหม่ๆ มีระดับสูงสุด (319±38 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) รองลงมาคือช่วงสอบกลางภาค (165±51 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และช่วงการเรียนการสอนปกติ (126±37 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4 ผลการทดสอบด้วย T-test พบว่า ความเข้มข้นของฝุ่นรวมในแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ส่วนความเข้มข้นของฝุ่นรวมระหว่างภายในและภายนอกร้านไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



รูปที่ 4 ความเข้มข้นของฝุ่นรวมภายในและภายนอกร้านถ่ายเอกสารในช่วงเวลาต่างๆ

เมื่อพิจารณาถึงความเข้มข้นของฝุ่นรวม ณ จุดเก็บตัวอย่างภายในและภายนอกร้านถ่ายเอกสารทั้ง 3 ช่วงเวลา พบว่า ความเข้มข้นของฝุ่นรวมภายนอกร้านมีค่ามากกว่าภายในร้านเล็กน้อย ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่าอัตราส่วน I/O ช่วงเวลาต่างๆ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ได้มีค่าน้อยกว่า 1 แต่ใกล้เคียง 1 ซึ่งจากการวัดการระบายอากาศ พบว่า ภายในร้านถ่ายเอกสารมีการระบายอากาศที่ดี ทำให้ฝุ่นรวมที่พบภายในร้านถ่ายเอกสารมีความเข้มข้นน้อยกว่าภายนอกร้านถ่ายเอกสารเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากอากาศภายนอกร้านถ่ายเอกสารได้รับฝุ่นที่ระบายออกมาจากร้านถ่ายเอกสาร และฝุ่นจากลานจอดรถจักรยานยนต์ด้วย

3.2 การกระจายขนาดฝุ่นรวม

เมื่อพิจารณาถึงขนาดของฝุ่นรวม ณ จุดเก็บตัวอย่างภายในร้านถ่ายเอกสารทั้ง 3 ช่วงเวลา พบว่าในช่วงเปิดภาคการศึกษาใหม่ๆ ขนาดของฝุ่นที่เก็บภายในร้านถ่ายเอกสารส่วนใหญ่มีขนาด4.7±0.8 ไมโครเมตรและภายนอกร้านถ่ายเอกสารส่วนใหญ่มีขนาด 5.1±0.3ไมโครเมตร ช่วงการเรียนสอนปกติ ขนาดของฝุ่นภายในร้านถ่ายเอกสารส่วนใหญ่มีขนาด 3.5±0.7ไมโครเมตร และภายนอกร้านถ่ายเอกสารส่วนใหญ่มีขนาด 3.8±0.8ไมโครเมตร และช่วงสอบกลางภาคการศึกษา ขนาดของฝุ่นภายในร้านถ่ายเอกสารส่วนใหญ่มีขนาด 4.3±0.7ไมโครเมตรและภายนอกร้านถ่ายเอกสารส่วนใหญ่มีขนาด 4.4±0.6ไมโครเมตรโดยขนาดของฝุ่นรวมภายนอกร้านถ่ายเอกสารมีขนาดใหญ่กว่าภายในร้าน เนื่องจากฝุ่นที่เกิดขึ้นภายในร้านเป็นฝุ่นละเอียดที่เกิดจากกระบวนการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสาร ส่วนฝุ่นภายนอกร้านจะมาจากฝุ่นภายในร้าน จากยานพาหนะ และจากการฟุ้งกระจายของฝุ่นขนาดใหญ่ภายนอกอาคารจึงมีขนาดใหญ่กว่า นอกจากนี้ยังสามารถสรุปได้ว่า ฝุ่นที่เกิดจากกิจกรรมการถ่ายเอกสารมีขนาดประมาณ 4 – 5 ไมโครเมตรซึ่งเป็นฝุ่นขนาดที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมปอดได้ (Respirable dusts)

สรุป

จากผลการศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นรวมภายในและภายนอกร้านถ่ายเอกสารพบว่าปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นรวมภายในร้านถ่ายเอกสารช่วงเปิดภาคการศึกษาใหม่ๆ มีระดับสูงสุด (319±38 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) รองลงมาคือช่วงสอบกลางภาค (165±51 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และช่วงการเรียนการสอนปกติ (126±37 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) เนื่องมาจากช่วงเปิดภาคการศึกษาใหม่ๆ นักศึกษามีการถ่ายเอกสารเพื่อเตรียมตัวในการเรียนเป็นจำนวนมาก และเมื่อพิจารณาถึงความเข้มข้นของฝุ่นรวมณ จุดเก็บตัวอย่างภายในและภายนอกร้านถ่ายเอกสารทั้ง 3 ช่วงเวลาพบว่าความเข้มข้นของฝุ่นรวมภายนอกร้านมีค่ามากกว่าภายในร้านเล็กน้อย ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่าอัตราส่วน I/O ช่วงเวลาต่างๆ พบว่า ค่าเฉลี่ยที่ได้มีค่าน้อยกว่า 1 แต่ใกล้เคียง 1 ซึ่งจากการวัดการระบายอากาศพบว่า ภายในร้านถ่ายเอกสารมีการระบายอากาศที่ดี ทำให้ฝุ่นรวมที่พบภายในร้านถ่ายเอกสารมีความเข้มข้นน้อยกว่าภายนอกร้านถ่ายเอกสารเล็กน้อยเท่านั้น เนื่องจากอากาศภายนอกร้านถ่ายเอกสารได้รับฝุ่นที่ระบายออกมาจากร้านถ่ายเอกสารและฝุ่นจากลานจอดรถการวิเคราะห์ทั้งหมดแสดงให้ ทราบว่า พนักงานถ่ายเอกสารภายในร้านถ่ายเอกสารที่เก็บตัวอย่างน่าจะได้รับผลกระทบจากฝุ่นที่เกิดจากเครื่องถ่ายเอกสาร เนื่องจากพนักงานได้รับสัมผัสเป็นระยะเวลานานกว่า 20 ปี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขนาดฝุ่นที่พบมากเป็นฝุ่นขนาดที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมปอดได้ ทั้งนี้ ผลจากแบบสอบถามก็แสดงให้ถึงอาการเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจซึ่งสัมพันธ์กับการได้รับสัมผัสฝุ่นเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

Lee, C.W. and D.J. Hsu. 2007. Measurements of fine and ultrafine particles formation in photocopy centers in Taiwan. *Atmos. Environ.*41:6598-6609.

Lin, G.H.Y.andR. Mermelstein.1994. Acute toxicity studies of Xerox reprographic toners. *J Am Coll Toxicol*13:2-20.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (1991). Indoor air quality and work environment study. HETA 88-364-2104. Library of Congress, Washington, DC.

ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของมหาหงส์

Antioxidant activity and total phenolic content of *Hedychium coronarium*

สุภามาส อินทฤทธิ์[1*] และ จุฑาพร ราชน้ำคำ[1]

Supamas Intharit[1*] And Jutaporn Ratnamkam[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของมหาหงส์(*Hedychium coronarium*) จากส่วนสกัดเมทานอล และส่วนสกัดย่อยเอทิลแอซิเตต โดยทำการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน BHT จากการทดลองพบว่า ส่วนสกัดย่อยเอทิลแอซิเตตจากใบมีปริมาณสูงสุด รองลงมาคือส่วนสกัดจากลำต้น และส่วนสกัดจากเหง้า ตามลำดับ และพบว่า ส่วนสกัดจากใบมีค่า IC_{50} สูงที่สุด รองลงมาคือส่วนสกัดจากลำต้น และส่วนสกัดจากเหง้า มีค่า IC_{50} เท่ากับ 17.01±0.22, 21.80±0.17 และ 50.23±3.30 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ โดยสารสกัดจากใบมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระใกล้เคียงกับสารมาตรฐานBHT (16.37±0.05µg/ml) เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในส่วนสกัดหยาบเมทานอลโดยใช้วิธี Folin – Ciocalteu พบว่า ส่วนสกัดจากใบ มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด รองลงมาคือส่วนสกัดจากลำต้น และส่วนสกัดจากเหง้า นอกจากนี้พบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.872

คำสำคัญ : มหาหงส์ สารประกอบฟีนอลิก ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

The study of antioxidant activity and total phenolic compound of *Hedychium coronarium* from methanol and ethyl acetate sub-fraction extract, the antioxidant activity were tested by using DPPH radical scavenging assay, compared with standard BHT. The results were found that, the ethyl acetate sub-fraction from leave exhibited the highest antioxidant activity nearly BHT (16.37 ± 0.05µg/ml) which is the reference standard . Stem and rhizome also showed high antioxidant activity (IC_{50} = 17.01 ± 0.22, 21.80 ± 0.17 and 50.23 ± 3.30 µg/ml, respectively). The result of total phenolic compound of the methanol extract by using Folin-Ciocalteu method indicated that leave extract showed higher total phenolic content than stem and rhizome. Moreover, the correlation between antioxidant activity and total phenolic content was observed with the correlation coefficient of 0.872.

Keywords : *Hedychium coronarium*, Phenolic, Antioxidant activity

[1] สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดนครศรีธรรมราช 80110

[1] Department of Science, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Sivijaya, Nakhon si thammarat. 80110.

*Corresponding author, E-mail : supamas_in@hotmail.com

บทนำ

อนุมูลอิสระ (free radical) เป็นอะตอมหรือโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนไม่ครบคู่ ไม่เสถียรและว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี อนุมูลอิสระเกิดขึ้นเองได้ในร่างกายจากกระบวนการหายใจระดับเซลล์ โดยมีความเครียด มลพิษ ควันบุหรี่ แสงแดดและสารเคมีเป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เกิดสภาวะที่ไม่สมดุลระหว่างอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย เรียกว่า ภาวะเครียดออกซิเดชัน (Oxidative stress) เป็นสาเหตุของความชราและริ้วรอย และก่อให้เกิดโรคต่างๆ อาทิ โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคอัลไซเมอร์ได้

การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้อาหารประเภทที่มีไขมันและสารอินทรีย์ไม่อิ่มตัวเป็นองค์ประกอบ เกิดการเหม็นหืนได้ ทำให้คุณค่าทางโภชนาการลดลงและเสื่อมสภาพเร็วกว่าที่ควร (Halliwell and Gutteridge, 1998) วิธีการป้องกันยับยั้งการเกิดออกซิเดชันในอาหารมีหลายวิธี เช่น การเก็บรักษาอาหารไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ การบรรจุในภาชนะสุญญากาศ การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการออกซิเดชัน หรือการลดปริมาณของออกซิเจนหรือการเติมก๊าซไนโตรเจน แต่วิธีที่นิยมกันโดยทั่วไปคือการเติมสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเกิดออกซิเดชัน (Oxidant inhibitor)หรือมักเรียกว่าสารแอนติออกซิแดนท์(Antioxidant) ลงไป เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และมีประสิทธิภาพสูง(สุภามาส, 2547) มีรายงานว่าการรับประทานอาหารหรือผลิตภัณฑ์เสริมที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น วิตามินซี สารประกอบฟีนอลิกหรือสารสกัดจากพืชสามารถช่วยป้องกันโรคได้ (Packer *et al*., 1999) ทำให้เกิดกระแสนิยมการบริโภคผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน ผู้ผลิตสินค้าจำเป็นต้องตอบสนองความต้องการของตลาดผู้บริโภคโดยใช้สารสกัดจากธรรมชาติ

สารต้านอนุมูลอิสระพบได้ในธรรมชาติ ในคนและสัตว์มีน้อย โดยมากจะพบในพืชผัก ผลไม้และสมุนไพร พืชพื้นเมืองและพืชสมุนไพรจึงเป็นแหล่งวัตถุดิบที่สามารถนำมาสกัดสารต้านอนุมูลอิสระได้ จากการศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของพืชวงศ์ขิง เช่น ขิง ข่า ขมิ้น ไพล พบว่ามีสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิดรวมทั้งสารประกอบฟีนอลิกด้วย (วิภาดา และ ยิ่งยง, 2554) มหาหงส์(*Hedychium coronariu*) ชื่อภาษาอังกฤษเรียกว่า butterfly lily หรือ white ginger จัดเป็นไม้ล้มลุกในวงศ์ *Zingiberaceae* พวกเดียวกับขิง ข่า และขมิ้น จึงน่าจะมีสารสกัดที่ออกฤทธิ์คล้ายกัน งานวิจัยนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของมหาหงส์ เพื่อเป็นทางเลือกใหม่ในการใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติ สำหรับผู้ประกอบการธุรกิจอาหาร ยาและเครื่องสำอาง สามารถนำไปประยุกต์เป็นผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเพื่อทดแทนสารเคมีสังเคราะห์ได้

วิธีการศึกษา

การเตรียมสารสกัดมหาหงส์

นำส่วนใบ ลำต้นและเหง้าของมหาหงส์มาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้งแล้วหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 50 ^{o}C จนกระทั่งแห้ง ชั่งน้ำหนัก แล้วบดให้ละเอียด จากนั้นนำไปแช่ในตัวทำละลายเมทานอลในโถแก้วปิดฝาให้สนิทเป็นเวลา 5 วัน กรองส่วนสกัดหยาบที่ได้ นำกากมหาหงส์ไปแช่ในตัวทำละลายเมทานอลซ้ำอีกครั้ง นำส่วนสกัดที่ได้ทั้งหมดไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน นำส่วนสกัดหยาบมาละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ 3 ชนิด คือ ปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether) เอทิลแอซิเตต (Ethyl acetate) และเอทานอล (Ethanol) เพื่อแยกส่วนสกัดหยาบออกเป็นส่วนย่อย แล้วนำไประเหยตัวทำละลายออกอีกครั้ง ชั่งน้ำหนักส่วนสกัดย่อย และหาร้อยละของน้ำหนักที่ได้

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH ดัดแปลงจากวิธีของ Nagaia และคณะ (2005) โดยเตรียมสารละลาย DPPH [2,2-diphenyl-1-picryhydrazyl] ในเมทานอลความเข้มข้น 0.2 มิลลิโมล ปิเปตสารละลาย BHT ที่ละลายในเมทานอลที่ความเข้มข้น 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร หรือใช้ส่วนสกัดย่อยที่ต้องการทดสอบปริมาตร 1 มิลลิลิตร และสารละลาย DPPH ปริมาตร 2 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์(UV-Vis spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยใช้ BHT เป็นสารควบคุม แล้วคำนวณค่าร้อยละของการต้านอนุมูลอิสระ (% Inhibition activity) จากสมการที่ 1 และรายงานด้วยค่า IC_{50}

ร้อยละของการต้านอนุมูลอิสระ = $[(A_{control} - A_{sample}) / A_{control}] \times 100$ สมการที่ 1

เมื่อ $A_{control}$ = ค่าการดูดกลืนแสงของสารควบคุม

A_{sample} = ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัด ดัดแปลงจากวิธีของ Mongkolsilp และคณะ (2004) สร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิกในเมทานอลที่ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร นำสารละลายกรดแกลลิก จำนวน 1 มิลลิลิตร เติม Folin – Ciocalteu reagent ที่เจือจางด้วยน้ำสิบเท่า จำนวน 1 มิลลิลิตร เติม 7%Na_2CO_3 จำนวน 8 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร นำสารตัวอย่าง 1 กรัม ละลายในเมทานอล 1 มิลลิลิตร แล้วทดสอบเช่นเดียวกับสารละลายมาตรฐาน คำนวณปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเฉลี่ยในรูปมิลลิกรัมของกรดแกลลิกต่อสารสกัด 1 กรัม (mg GAE/g extracted)

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ปริมาณสารสกัดมหาหงส์ที่ได้

จากการสกัดหยาบส่วนต่างๆของมหาหงส์โดยใช้เมทานอลเป็นตัวทำละลาย จะได้ส่วนสกัดหยาบจากเหง้ามีปริมาณสูงสุด รองลงมาคือ ส่วนสกัดจากใบ และลำต้น คิดเป็นร้อยละ 16.62, 5.29 และ 4.38 ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ เมื่อนำส่วนสกัดหยาบเมทานอลมาทดสอบการละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ 3 ชนิด คือ ปิโตรเลียมอีเทอร์ เอทิลแอซิเตต และเอทานอล พบว่า เอทิลแอซิเตตสามารถละลายส่วนสกัดได้ดีที่สุด จึงใช้เอทิลแอซิเตตเป็นตัวทำละลาย เพื่อแยกส่วนสกัดหยาบออกเป็นส่วนสกัดย่อย เนื่องจากคุณสมบัติการมีขั้วและไม่มีขั้วของตัวทำละลายมีผลต่อการสกัด (Moure *et al*., 2001 ; Xu *et al*., 2004) ปริมาณของส่วนสกัดย่อยของมหาหงส์ด้วยเอทิลแอซิเตตเปรียบเทียบกับส่วนสกัดหยาบมีแนวโน้มเหมือนกัน คือ ส่วนสกัดที่มีปริมาณสูงสุดคือ ส่วนสกัดจากเหง้า รองลงมาคือ จากใบ และลำต้น คิดเป็นร้อยละ 31.06, 26.54 และ 19.89 ตามลำดับ

ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH

การทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH จากส่วนสกัดย่อยเอทิลแอซิเตตของส่วนใบ ลำต้น และเหง้าของมหาหงส์ ซึ่งอนุมูล DPPH เป็นอนุมูลอิสระที่เสถียรมีสีม่วง อยู่ในรูปอนุมูล โดยไม่ต้องทำปฏิกิริยาเพื่อให้เกิดเป็น

อนุมูล จะเปลี่ยนเป็นสารละลายสีเหลืองเนื่องจากสารต้านอนุมูลอิสระให้อิเล็กตรอนและอนุมูลไฮโดรเจนแก่อนุมูล DPPH (โอภาและคณะ, 2550) จากการทดลองพบว่า ส่วนสกัดจากใบมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH สูงที่สุด รองลงมาคือ ส่วนสกัดจากลำต้น และเหง้า ตามลำดับ และพบว่าส่วนสกัดทุกชนิดมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้น (Figure 1) เมื่อนำไปคำนวณหาค่า IC_{50} ซึ่งเป็นความเข้มข้นในการต้านอนุมูลอิสระที่ 50% พบว่าส่วนสกัดจากใบมีค่าสูงที่สุด รองลงมา คือ ส่วนสกัดจากลำต้น และเหง้า โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 17.01±0.22, 21.80±0.17 และ 50.23±3.30 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ โดยสารสกัดจากใบมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระใกล้เคียงกับสารมาตรฐาน BHT ซึ่งเท่ากับ 16.37±0.05 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร

ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในส่วนสกัดหยาบจากใบ ลำต้น และเหง้าของมหาหงส์ โดยใช้วิธี Folin – Ciocalteu และคำนวณจากสมการเส้นตรงของกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิกที่ได้จากการทดลอง (Figure 2) ซึ่งมีค่าเท่ากับ $y = 3.834x + 0.026$ พบว่า ส่วนสกัดหยาบเมทานอลจากใบมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดสูงที่สุด รองลงมาคือ ส่วนสกัดหยาบเมทานอลจากลำต้น และส่วนสกัดหยาบเมทานอลจากเหง้า โดยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดเท่ากับ 6.12, 5.16, และ 0.47 mg GAE/g extracted ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเมทานอลจากใบลำต้นและเหง้าของขิง (*Zingiber officinale*) พบว่าสารสกัดเมทานอลจากใบมีสารต้านอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณฟีนอลิกรวมและฟลาโวนอยด์สูงกว่าสารสกัดจากลำต้นและเหง้า (Ghasemzadeh *et.al*., 2010)

นอกจากนี้ พบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(correlation coefficient) เท่ากับ 0.872 แสดงว่า ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดแปรผันตรงกับฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Mongkolsilp *et al*. (2004) รวิวรรณและทรงพร (2549)และ พัชรี (2550) ที่พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดกับฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของส่วนสกัดจากพืชมีลักษณะแปรผันตรง

สรุป

การสกัดหยาบส่วนใบ ลำต้น และเหง้าของมหาหงส์ด้วยเมทานอล พบว่าส่วนสกัดจากเหง้าจะให้ปริมาณสารสกัดสูงที่สุด รองลงมาคือส่วนสกัดจากใบ และลำต้น และส่วนสกัดย่อยเอทิลแอซิเตตจากใบ จะมีปริมาณสูงที่สุด รองลงมาคือ ส่วนสกัดจากลำต้น และเหง้า ความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH ของสารสกัดย่อยเอทิลอะซิเตตของมหาหงส์ พบว่า ส่วนสกัดจากใบมีฤทธิ์สูงที่สุด รองลงมาคือส่วนสกัดจากลำต้น และเหง้า โดยส่วนสกัดจากใบมีค่า IC_{50} ใกล้เคียงกับสารมาตรฐาน BHT มากที่สุด การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด พบว่า ส่วนสกัดจากใบมีปริมาณสูงสุด รองลงมาคือ ส่วนสกัดจากลำต้น และเหง้า และพบว่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรงกับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ปฏิบัติการทดลอง และได้สนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2557

เอกสารอ้างอิง

พัชรี คล้ายวัฒนะ. 2550. ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน และปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมของส่วนสกัดจากต้นขิงแม่โขง. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

วาริน แสงกิตติโกมล. 2546. การเปรียบเทียบปริมาณสารโพลีฟีโนลิกส์และปริมาณรวมการต้านอนุมูลอิสระในผักและสมุนไพร. *วารสารสหเวชศาสตร์* 3 : 91-99.

วิภาดา กันทยศ และยิ่งยง ไพสุขศานติวัฒนา. 2554. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณเคอร์คูมินอยด์รวมในพืชสกุลขิงที่พบในประเทศไทย. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล : http://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC4901006.pdf (25 เมษายน 2556)

ระวิวรรณ แก้วอมตวงศ์ และทรงพร จึงมั่นคง. 2549. ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ DPPH และปริมาณสารฟีนอลรวมของสารสกัดพืชสมุนไพรไทยบางชนิด. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี* 8 (2): 76-78.

สุภามาส อินทฤทธิ์. 2547. สารแอนติออกซิแดนท์. วารสารวิทยาศาสตร์. 58(3) : 156 - 163.

โอภา วัชระคุปต์, ปรีชา บุญจูง, จันทนา บุญยรัตน์ และมาลีรักษ์ อัตต์สินทอง. 2550. สารต้านอนุมูลอิสระ. นิวไทยมิตรการพิมพ์ : กรุงเทพฯ.

Ghasemzadeh, A. Jaafar, H. Z. E. and Rahmat, A. 2010. Antioxidant Activities, Total Phenolics and Flavonoids Contentin Two Varieties of Malaysia Young Ginger (Zingiber officinale Roscoe) *Molecules* 15, 4324-4333. Available : www.mdpi.com/journal/molecules.

Halliwell, B., and Gutteridge, J.M.C. 1998. Free Radicals in Biology and Medicine. Clarendon Press: Oxford, UK.

Indu B. Jaganath. and Alan Crozier. 2009. Dietary Flavonoids and Phenolic Compounds. In Cesar G. Fraga.(editor), Plant phenolics and human health: biochemistry, nutrition, and pharmacology. 1-18. John Wiley & Sons, Inc.: New Jersey.

Mongkolsilp, S., Pongbupakit, P., Sae-Lee, N. and Sithithaworn, W. 2004. Radical scavenging activity and total phenolic content of medical plants used in primary health care. *SWU J Pharm Sci* 9 : 32- 35.

Moure, A., Cruz, J.M., Franco, D., Domonguez,J.M., Sineiro, J., Domonguez, M., Anez, M.J.N. and Parajo, J.C. 2001. Review: Natural Antioxidants from Residual Sources. *Food Chemistry* 72: 145-171.

Nagaia, T., Myoda, T. and Nagashima, T. 2005. Antioxidative activities of water extract and ethanol extract from field horsetail (tsukushi) Equisetum arvense L. *Food Chem* 91: 389-394.

Packer, L., Hiramatsu, M., and Yoshikawa, T. 1999. Antioxidant food supplements in human health. Academic Press : London, UK.

Xu, M., Deng, Z., Li, M., Fu, H., Proksch, P. and Lin, W., 2004, Chemical Constituents from the Mangrove Plant, *Aegiceras corniculatum*. *Journal of Natural Products* 67: 762-766.

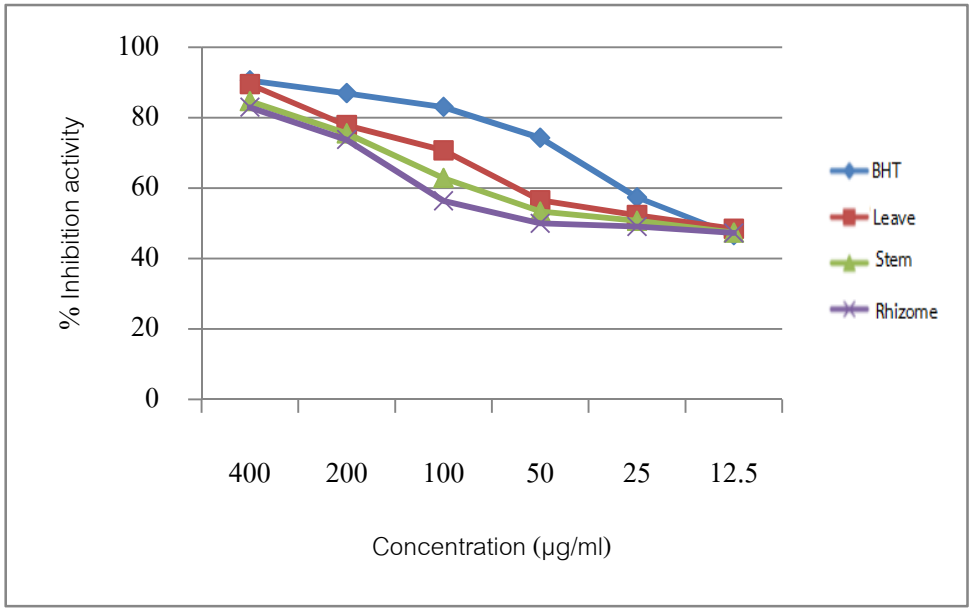


Fig 1 Antioxidant activities of leave, stem, and rhizome of *Hedychium coronarium*

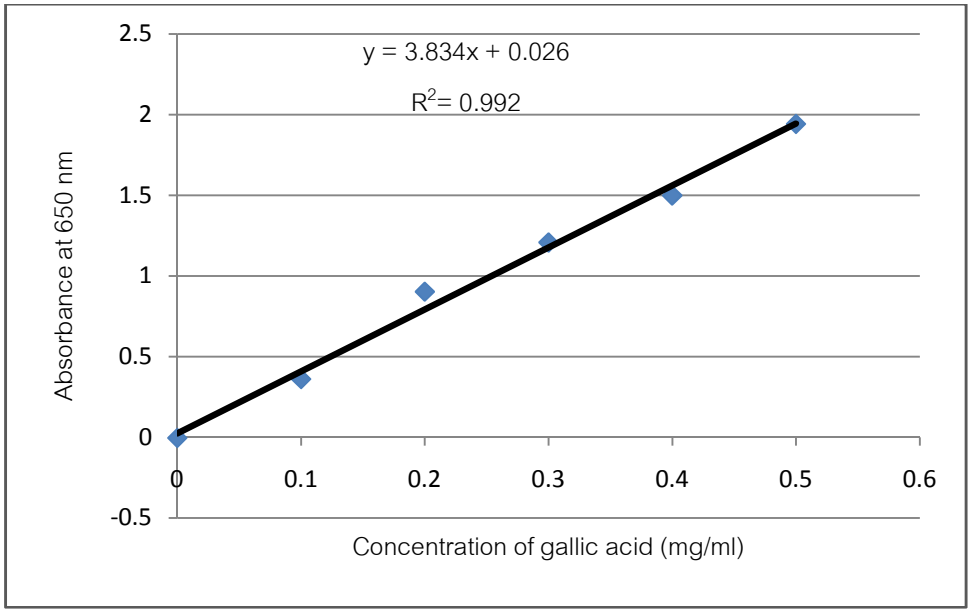


Fig 2 Calibration curve of gallic acid

การสืบค้นภาษาอาเซียนด้วยเสียง

Voice Search for ASEAN Languages

ต้องใจ แย้มผกา[1*]

TONGJAI YAMPAKA[1*]

บทคัดย่อ

บทความนี้ได้ศึกษาภาษาที่ใช้ในกลุ่มประเทศอาเซียนเพื่อจัดทำแอพพลิเคชั่นในการแปลคำพูดและฟังการออกเสียงคำนั้น ในการใส่คำสำคัญที่ต้องการแปลความหมายจะใช้เทคโนโลยีการรู้จำเสียงที่สามารถใช้การพูดแทนการพิมพ์ข้อความ ส่วนของการแปลความหมายและฟังการออกเสียงจากภาษาหนึ่งไปอีกภาษาหนึ่งจะส่งคำสำคัญไปสืบค้นกับบริการของเว็บไซต์แปลภาษาของกูเกิล และจะรับผลลัพธ์เป็นคำแปลและการออกเสียงมาแสดงบนแอพพลิเคชั่น แอพพลิเคชั่นพัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษาจาวาสามารถใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ผลการพัฒนาแอพพลิเคชั่นสามารถใช้คำพูดในการใส่คำแทนการพิมพ์ข้อความได้ 7 ภาษาในประเทศกลุ่มอาเซียน และภาษาอังกฤษ ในการแปลความหมายและฟังการออกเสียงสามารถแปลได้ 10 ภาษา และภาษาอังกฤษ การใช้แอพพลิเคชั่นนี้จะช่วยในการศึกษาและเรียนรู้ภาษาในกลุ่มประเทศอาเซียน และสามารถนำใช้ประโยชน์ในการแปลภาษาในการท่องเที่ยวได้ในการพัฒนาแอพพลิเคชั่นนี้ยังเป็นเพียงการสืบค้นจากบริการของกูเกิลผู้ใช้ยังไม่สามารถเพิ่มหรือแก้ไขประโยคหรือคำพูดได้เองแนวทางการพัฒนาทำให้ผู้ใช้สามารถเพิ่มคำได้เอง หรือสามารถพูดและแปลความหมายได้อย่างอิสระเสมือนเครื่องแปลภาษาจะทำให้เกิดฐานข้อมูลภาษาอาเซียนที่ครอบคลุมมากขึ้นและจะเป็นประโยชน์ในการสื่อสารในกลุ่มประเทศอาเซียนได้ดีขึ้น

คำสำคัญ: ภาษาอาเซียน, การรู้จำเสียง, การค้นหาด้วยเสียง

Abstract

The purpose of this work developed an application which can translate ASEAN words and can pronounce them. It uses speech recognition technique that users can use they speech inputting their keywords instead of small virtual keyboard on smartphone. Translation methods are sent to Google Translator, and then Google Translator returned word and pronunciation that showed on application. The application developed by JAVA programming language and launched on android devices. This application can use speech input seven languages and can translate nine languages in ASEAN and including English too.The application uses for learning ASEAN language and travel. This work, users can not add or modify the sentence or word by themselves.Development approach allows users to add their own. Or able to speak freely and interpret virtual machine translation will cause more comprehensive database Asian languages, and will be useful for better communication among the ASEAN countries.

Keywords: ASEAN language, voice recognition, voice search

[1]คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจักรพงษภูวนารถ กรุเทพมหานคร10400

[1]Business and Information Technology Department, Rajamangala University of Technology, Tawan-Ok ChakrabongseBhuvanarth CampusBangkok 10400, Thailand

*Corresponding author. E-mail: tongjai@cpc.ac.th

บทนำ

ในปี 2558 กำลังก้าวเข้าสู่ประชาคมอาเซียน (Association of South East Asian Nation : ASEAN) ถึงแม้จะมีข้อตกลงใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาราชการแต่การศึกษาวัฒนธรรมเพื่อสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างประเทศก็เป็นสิ่งที่น่าสนใจ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สนใจที่จะศึกษาภาษาในกลุ่มประเทศอาเซียน และได้พัฒนาแอพพลิเคชั่นที่ใช้สำหรับค้นหาภาษาอาเซียนขึ้น

จากสถิติของสำนักงานสถิติแห่งชาติพบว่า (วัชรพงษ์, 2013) ในปี 2554 มีประชากรอายุ 6 ปีขึ้นไปทั้งสิ้นประมาณ 62.4 ล้านคนมีผู้ใช้งานอินเตอร์เน็ตในการสืบค้นข้อมูลร้อยละ 23.7 ใช้งานสมาร์ทโฟนร้อยละ 66.4 จากสถิติจะเห็นได้ว่าประชาชนมีความตื่นตัวที่จะใช้เทคโนโลยี และส่งผลให้เกิดการพัฒนาด้านซอฟท์แวร์ต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการพัฒนาแอพพลิเคชั่นบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น แทบเลต หรือสามาร์ทโฟน เพื่อใช้ในการสืบค้นภาษาอาเซียนเพื่อให้ผู้ใช้ได้นำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาภาษาในกลุ่มประเทศอาเซียนได้สะดวกสามารถใช้ได้ทุกที่ ทุกเวลา

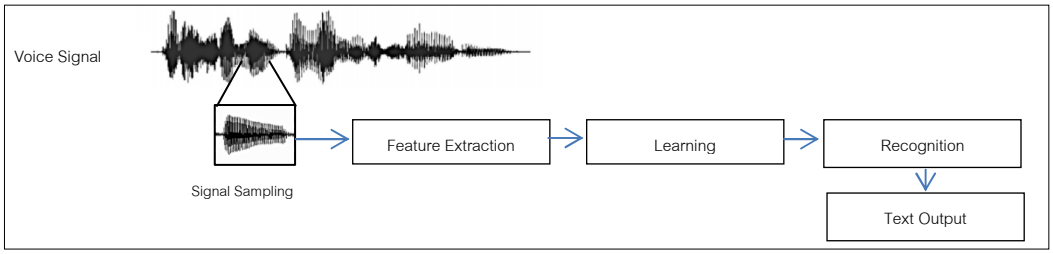
การใช้งานแป้นพิมพ์ของอุปกรณ์เคลื่อนที่มีความไม่สะดวก แป้นพิมพ์และตัวอักษรที่มีขนาดเล็ก ดังนั้นในปัจจุบันมีเทคโนโลยีที่นำทฤษฎีการรู้จำเสียงพูด (Speech Recognition)จะใช้เสียงพูดมาช่วยในการสั่งงานอุปกรณ์ เช่น Smart Car หรือใช้ใส่ข้อความที่เป็นคำสำคัญนำไปสืบค้นสารสนเทศที่ต้องการ เทคโนโลยีดังกล่าวเรียกว่าการพิมพ์ข้อความด้วยเสียง (Voice Typing) จะใช้เสียงเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้แทนการกดปุ่ม หรือแป้นพิมพ์ ผู้ใช้งานบนแทบเล็ต หรือสมาร์ทโฟน สามารถพูดข้อความที่ต้องการแล้วจากนั้น Voice Typing จะทำการแปลงเสียงพูดเป็นตัวอักษร เทคโนโลยีดังกล่าวจะช่วยลดปัญหาการพิมพ์ข้อความจากแป้นพิมพ์ที่มีขนาดเล็ก และช่วยให้การพิมพ์ข้อความที่ยาวขึ้นได้ การใช้งาน Voice Typing นั้นมีการพัฒนาทั้งบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ของบริษัทกูเกิล (Google Voice Typing) และบนระบบปฏิบัติการไอโอเอสของบริษัทแอปเปิล (Siri)

Voice Typingใช้ทฤษฎีการรู้จำเสียงพูด (Speech Recognition) จะประกอบด้วย 3 กระบวนการดังนี้(ธีราพร , 2553)

1) การประมวลผลเบื้องต้น (Preprocessing)เป็นขั้นตอนในการจัดเตรียมเสียงพูด โดยเริ่มตั้งแต่การแปลงสัญญาณเสียงพูดที่ได้มาจากการบันทึกเสียงมาตัดแบ่ง และกรองทางความถี่เพื่อสุ่มสัญญาณนำไปใช้ประมวลผลในขั้นตอนต่อไป

2) การสกัดจุดเด่นของเสียงในคำ(Feature Extraction) การสกัดค่าลักษณะสำคัญโดยการวิเคราะห์สัญญาณเสียงพูดเพื่อหาค่าที่เพื่อนำมาแทนข้อมูลเสียงพูดที่ได้เก็บรวบรวมลักษณะสำคัญของเสียงพูดแต่ละเสียงโดยจะนำค่าเหล่านี้ไปฝึกฝนระบบให้รับรู้ถึงความแตกต่างของเสียงพูดแต่ละเสียงและใช้ในการเปรียบเทียบเพื่อแบ่งแยกความแตกต่างของเสียงพูดแต่คำ

3) การรู้จำ (Recognition)สำหรับขั้นตอนของการรู้จำนี้จะประกอบด้วย 2 หน้าที่หลัก คือการนำเวกเตอร์ของค่าลักษณะสำคัญของสัญญาณเสียง ที่อยู่ในชุดอ้างอิงหรือชุดฝึกฝน มาทำการเรียนรู้ เมื่อเรียนรู้แล้วเวกเตอร์ของสัญญาณเสียงที่ต้องการทดสอบจะถูกนำเข้ามาเทียบเคียงเพื่อรู้จำเพื่อหาว่าเสียงที่เปล่งออกมานั้นตรงกับคำใดในชุดข้อมูลแบบจำลองภาษาที่เก็บไว้จากนั้นจะให้ระบบรู้จำเสียงพูดจะแปลงเสียงพูดออกมาเป็นอักษรดังที่แสดงในรูปที่ 1 ขั้นตอนการรู้จำเสียงซึ่งในแต่ละภาษามีรูปแบบการออกเสียงที่แตกต่างกันไปในการสร้างระบบการรู้จำเสียงแต่ละภาษาก็มีความแตกกัน ดังนั้นการที่จะสร้างระบบรู้จำเสียงในภาษาอาเซียนได้ครบนั้นมีความซับซ้อนต้องสร้างแบบจำลองภาษาเพื่อใช้ในการเรียนรู้ให้ครบทุกภาษา



รูปที่ 1 ขั้นตอนระบบรู้จำเสียง

ได้มีงานวิจัยที่มีการใช้เทคโนโลยีการรู้จำเสียงพูดมาประยุกต์ใช้ เช่น การสืบค้นข้อมูลด้วยเสียงสำหรับข่าวภาษาไทย (ปภาณิน, 2552) ได้จัดทำระบบสืบค้นข้อมูลข่าวจากฐานข้อมูลข่าวภาษาไทยของศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) และสร้างข้อมูลไฟล์เสียงที่เป็นคำสำคัญไปสืบค้นข้อมูลข่าวภาษาไทย พบว่าระบบสามารถรู้จำเสียงที่เป็นคำสำคัญได้อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้สร้างแบบจำลองภาษาเพื่อใช้รู้จำเสียงเฉพาะการสืบค้นข่าวเป็นภาษาไทยเท่านั้น การที่จะรู้จำเสียงพูดได้ครอบคลุมทุกภาษาจะต้องมีการเก็บรวบรวมแบบจำลองภาษาได้ครบทุกภาษา

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาภาษาที่ใช้ในกลุ่มประเทศอาเซียนและจัดทำแอพพลิเคชั่นในการแปลคำพูดและฟังการออกเสียงคำนั้น แอพพลิเคชั่นนี้สามารถใช้ประโยชน์ในด้านการศึกษาภาษาในกลุ่มประเทศอาเซียนและใช้ประโยชน์ในการท่องเที่ยวได้ ในการที่จะสร้างระบบการรู้จำเสียงพูดได้ครบทุกภาษาในอาเซียนนั้นมีความซับซ้อนทางผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้ Google Voice Typingซึ่งเป็นบริการที่มีอยู่ในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เวอร์ชั่น 4.2.1 ขึ้นไปมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแอพพลิเคชั่นปัจจุบัน Google Voice Typing สามารถรองรับภาษาในโลกได้มากกว่า 20 ภาษารวมถึงกลุ่มภาษาในอาเซียนรองรับได้ถึง 6 ภาษายกเว้น ลาว กัมพูชา และพม่า ดังนั้นในการสืบค้นภาษาอาเซียนในแอพพลิเคชั่นนี้จึงไม่สามารถใช้ในส่วนของ Voice Typing ใน 3 ประเทศนี้ได้แต่ยังสามารถใส่คำสำคัญจากแป้นพิมพ์ในภาษานั้น ๆ แทนได้ส่วนของการแปลความหมาย และฟังการออกเสียงจากภาษาหนึ่งเป็นอีกภาษาหนึ่งงานวิจัยนี้ได้ใช้หลักการส่งคำสำคัญไปสืบค้นกับบริการของ Google Translator และรับผลลัพธ์เป็นข้อความและเสียงมาแสดงบนแอพพลิเคชั่น แต่ด้วยข้อจำกัดของ Google Translator นั้นจะต้องมีการเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตขณะใช้งาน เพื่อให้แอพพลิเคชั่นสามารถใช้งานได้ในกรณีที่ไม่ได้เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตงานวิจัยนี้จึงได้เพิ่มการบันทึกข้อมูลการค้นหาไว้ในฐานข้อมูลบนอุปกรณ์เพื่อสามารถค้นหาแบบออฟไลน์ได้

วิธีการศึกษา

การศึกษาภาษาในกลุ่มประเทศอาเซียน

ภาษาในกลุ่มประเทศอาเซียน[1]

ประเทศไทย : ภาษาไทย หรือ ภาษาไทยถิ่นกลาง เป็นภาษาทางการของประเทศไทย และภาษาแม่ของชาวไทย และชนเชื้อสายอื่นในประเทศไทย ภาษาไทยเป็นภาษาในกลุ่มภาษาไท ซึ่งเป็นกลุ่มย่อยของตระกูลภาษาไท-กะได สันนิษฐานว่า ภาษาในตระกูลนี้มีถิ่นกำเนิดจากทางตอนใต้ของประเทศจีน และนักภาษาศาสตร์บางท่านเสนอว่า ภาษาไทยน่าจะมีความเชื่อมโยงกับ ตระกูลภาษาออสโตร-เอเชียติก ตระกูลภาษาออสโตรนีเซียน ตระกูลภาษาจีน-ทิเบต

ประเทศเวียดนาม : ภาษาเวียดนามจัดอยู่ในสาขาเหวียด-เหมื่อง (Viet-Muong) ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งในตระกูลภาษามอญ-เขมร (Mon-Khmer) หรือตระกูลออสโตรเอเชียติก (Austroasiatic) ประกอบด้วยภาษาเขมร ภาษามอญ ภาษามุนดา เป็นต้น

ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และบรูไน : Bahasa Indonesia,Bahasa Melayu, Bahasa Malaysia จะใช้ภาษามลายูเช่นเดียวกันแต่จะถูกเรียกต่างกันและภาษาถิ่นบางส่วนที่ต่างกันออกไป สาเหตุที่เรียกต่างกันไปเพราะความขัดแย้งในการแบ่งเขตและพื้นที่จากอดีตที่ผ่านมา ทั้งสามภาษานี้ถึงแม้จะเรียกต่างกันแต่มีความคล้ายคลึงกันมากกว่าร้อยละ 95

ประเทศฟิลิปปินส์ : Filipino เป็นภาษาประจำชาติและภาษาราชการภาษาหนึ่งของประเทศฟิลิปปินส์คู่กับภาษาอังกฤษ กำหนดเมื่อ พ.ศ. 2530 ภาษานี้เป็นสำเนียงมาตรฐานของภาษาตากาล็อก เมื่อ 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2480 สถาบันภาษาแห่งชาติเลือกภาษาตากาล็อกซึ่งเป็นภาษาท้องถิ่นที่มีการใช้เป็นภาษาเขียนมากที่สุดมาเป็นพื้นฐานของภาษาประจำชาติภาษาใหม่ใน พ.ศ. 2504 ภาษานี้เป็นที่รู้จักในชื่อ ปิลิปีโน และเปลี่ยนชื่อเป็นภาษาฟิลิปีโนเมื่อ พ.ศ. 2515

ประเทศสิงคโปร์ : สิงคโปร์มีภาษาราชการถึง 4 ภาษา คือ อังกฤษ จีน มาเลย์ และภาษาทมิฬ ภาษาประจำชาติ คือภาษามาเลย์ ภาษาราชการที่ใช้กันอยู่คือ ภาษาจีนกลางมีการใช้ถึงร้อยละ 49 ของประเทศดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกภาษาจีนเป็นภาษาในหารสืบค้นภาษาอาเซียน

ประเทศกัมพูชา : ภาษาเขมร (ភាសាខ្មែរภาสาแขฺมร) เป็นหนึ่งในภาษาหลักของภาษากลุ่มออสโตรเอเชียติก และได้รับอิทธิพลมาจากภาษาสันสกฤต และภาษาบาลีภาษาเขมรแปลกไปจากภาษาในประเทศเพื่อนบ้าน (ภาษาไทย ภาษาลาว และภาษาเวียดนาม) เนื่องจากไม่มีเสียงวรรณยุกต์

ประเทศลาว : ภาษาลาว (ພາສາລາວ) เป็นภาษาราชการของประเทศลาว เป็นภาษาที่มีวรรณยุกต์ในภาษากลุ่มไท และสัมพันธ์ใกล้ชิดกับภาษาอีสานของประเทศไทยซึ่งเป็นสำเนียงหนึ่งของภาษาลาว ระบบการเขียนในภาษาลาวจะใช้อักษรลาว ซึ่งเป็นระบบอักษรสระประกอบ (ระบบการเขียนที่ประกอบด้วยสัญลักษณ์แทนพยัญชนะและตามด้วยสระที่จะอยู่ด้านหน้า หลัง บน ล่าง ของพยัญชนะ) และสัมพันธ์ใกล้ชิดกับอักษรไทย

ประเทศพม่า : ภาษาพม่า เป็นภาษาราชการของประเทศพม่า จัดอยู่ในในตระกูลภาษาย่อยทิเบต-พม่า โดยเป็นภาษาแม่ของคนประมาณ 32 ล้านคนในพม่า และเป็นภาษาที่สองของชนกลุ่มน้อยในพม่า และในประเทศอินเดีย ประเทศบังคลาเทศ ประเทศมาเลเซีย ประเทศไทย ภาษาพม่าเป็นภาษาที่มีระดับเสียง หรือวรรณยุกต์ มีวรรณยุกต์ 4 เสียงและเขียนโดยใช้อักษรพม่า ซึ่งดัดแปลงจากอักษรมอญอีกทอดหนึ่ง และจัดเป็นสมาชิกในตระกูลอักษรพราหมี

การสืบค้นภาษาอาเซียนในงานวิจัยนี้จะใช้บริการของ Google Translator ในการแปลภาษาและค้นหาเสียงพูดของคำที่สืบค้น การเรียกใช้บริการของ Google Translator จะต้องส่งพารามิตเตอร์ที่ใช้ในการสืบค้นว่าต้องการแปลจากภาษาต้นทางภาษาอะไร และภาษาปลายทางเป็นภาษาอะไรโดยจะใช้รหัสภาษาISO 639-1 เป็นพารามิตเตอร์ระบุภาษาในการสืบค้น ประเทศในกลุ่มอาเซียนจะมีภาษาที่ใช้เป็นภาษาย่อย ๆ ในประเทศอีกหลายภาษางานวิจัยนี้เลือกใช้ภาษาและรหัสภาษาดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1รหัสภาษาประเทศในกลุ่มอาเซียนที่ใช้ในงานวิจัย[1]

Countries	**ภาษาที่ใช้**	**รหัสภาษา** ISO 639-1
Thai	Thai	th
Vietnam	Viet-Muong	vi
Indonesia	Bahasa Indonesia	ms
Malaysia	Bahasa Malaysia	ms
Brunei	Bahasa Melayu	ms
Philippines	Filipino (Tagalog)	tl
Singapore	Chinese	zh
Lao	Lao	lo
Cambodia	Cambodia	km
English	English	en

จากตารางที่ 1 พบว่าภาษาประเทศในกลุ่มอาเซียนที่ใช้ในงานวิจัยเพียง 9ประเทศยังขาดอีก 1ประเทศ คือ พม่า เนื่องจากงานวิจัยนี้ประยุกต์ใช้ Google Translatorยังไม่ได้รองรับภาษาพม่าและในการใช้ Voice Typing ยังไม่รองรับ 2 ภาษาได้แก่ ลาว และกัมพูชาแต่ผู้ใช้ยังสามารถสืบค้นได้โดยการใช้แป้นพิมพ์ภาษาลาว แป้นพิมพ์ภาษากัมพูชาได้งานวิจัยนี้ยังได้เพิ่มในส่วนภาษาอังกฤษไว้อีกด้วย

การสร้างแอพพลิเคชั่น

การสร้างแอพพลิเคชั่นอยู่บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เนื่องด้วย Voice Typing บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์รองรับภาษาในกลุ่มอาเซียนได้หลายภาษา ต่างจาก Siri บนระบบปฏิบัติการไอโอเอสจะรองรับได้ 15 ภาษาในกลุ่มประเทศทางยุโรป รวมทั้งเครื่องมือที่ใช้สร้างแอพพลิเคชั่นแอนดรอยด์นั้นเป็นระบบเปิดไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย โดยใช้โปรแกรมEclipeเป็นเครื่องมือในการเขียนโปรแกรม ใช้ภาษาจาวาเขียนฟังก์ชันการทำงาน ใช้ภาษาเอ็กซ์เอ็มแอลในการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้

การออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้มีส่วนเมนูรายการเพื่อให้ผู้ใช้ได้เลือกภาษา Voice Typing ของตนเองเพื่อใช้ในการพูดข้อความที่ต้องการค้นหาแทนการพิมพ์ ส่วนหน้าค้นหาจะมีส่วนรับคำสำคัญแล้วส่งไปค้นหายังบริการของ Google Translator การเขียนฟังก์ชัน Voice Typing จะเรียกใช้ Intent Voice Typing ที่อุปกรณ์แอนดรอยด์เวอร์ชัน 4.2.1 ขึ้นไปมีให้บริการ จากนั้นจะนำคำสำคัญดังกล่าวไปสืบค้นและส่งผลลัพธ์กลับมาเป็นข้อความและเสียงพูดตามคำสำคัญที่ผู้ใช้ระบุ ผู้ใช้สามารถเล่นไฟล์เสียงนั้น ๆ เพื่อฟังการออกเสียงของคำนั้น ๆ

ผู้วิจัยได้สร้างระบบการสืบค้นข้อมูลไว้ 2 แบบ 1) การสืบค้นแบบออนไลน์ คือ ส่งคำสำคัญไปสืบค้นกับ Google Translator ซึ่งผู้ใช้งานต้องเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต การสืบค้นแบบออนไลน์จะใช้ฟังก์ชั่น Voice Typing ได้ตามปกติ และสามารถเล่นไฟล์เสียงเพื่อฟังการออกเสียงได้ 2) การสืบค้นแบบออฟไลน์ คือ ผู้ใช้ต้องทำการสืบค้นคำที่ต้องการและเก็บบันทึกไว้ในฐานข้อมูลบนอุปกรณ์ การบันทึกข้อมูลลงบนอุปกรณ์จะใช้ MySQL Lite เป็นฐานข้อมูล ข้อมูลที่เก็บ คือ รหัสภาษาต้นทาง (sl) รหัสภาษาปลายทาง (tl) คำสำคัญที่ใช้สืบค้นต้นทาง (keyword)คำแปลภาษาปลายทาง (translate) คำอ่านในการออกเสียง(karaoke) แต่ข้อจำกัดของการสืบค้นแบบออฟไลน์จะไม่สามารถใช้งาน Voice Typing ได้และไม่สามารถเปิดฟังการออกเสียงได้

การทดสอบ

การทดสอบความถูกต้องแบ่งเป็น 2 ส่วน

- ทดสอบความถูกต้องการรับคำสำคัญโดยการใช้เสียงพูด จะทดสอบโดยเปรียบเทียบการใช้เสียงพูดบนเว็บไซต์Google Translator กับฟังก์ชัน Voice Typing บนแอพพลิเคชั่น

- ทดสอบความถูกต้องในการแปลความหมายและเสียงพูดที่ได้รับกลับมากับคำที่ใช้ทดสอบบนเว็บไซต์ภาษาอาเซียนกับน้องอุ่นใจของ บริษัท แอดวานซ์อินโฟเซอร์วิส (AIS) ซึ่งเป็นบริการให้ความรู้ด้านคำในภาษาอาเซียนจะมีคำพูด ความหมาย และการออกเสียงเพื่อใช้เรียนรู้ภาษาอาเซียน และทดสอบความถูกต้องการแปลความหมายกับเว็บไซต์ Google Translator

ผลการศึกษา

การสืบค้นภาษาอาเซียน

จากการจัดทำแอพพลิเคชั่นสืบค้นภาษาอาเซียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการศึกษาภาษาอาเซียนและสามารถประยุกต์ใช้ประโยชน์ในด้านการศึกษาภาษาอาเซียน และเพื่อใช้ในการท่องเที่ยวเบื้องต้นได้ สามารถใช้การพูดแทนการพิมพ์ข้อความสืบค้นและส่งคำค้นดังกล่าวไปแปลความหมาย ฟังการออกเสียงพูดโดยใช้บริการของ Google Translator จากผลการทดสอบความถูกต้องของการออกเสียงโดยใช้เสียงพูดจากผู้ใช้งานที่เป็นมนุษย์ในภาษาไทย ภาษาลาว ภาษากัมพูชา และภาษาอังกฤษ โดยมีผู้ใช้งานที่เป็นชาวไทย ชาวลาว และชาวกัมพูชาเป็นต้นแบบประเทศละ 1 คน ส่วนภาษาอื่นๆ ผู้วิจัยได้ใช้เสียงพูดที่ได้จากเว็บไซต์ Google Translator และการทดสอบการแปลความหมายจากเว็บไซต์ภาษาอาเซียนกับน้องอุ่นใจของ บริษัท แอดวานซ์อินโฟเซอร์วิส (AIS)และจากเว็บไซต์ Google Translator จำนวนครั้งที่ใช้ในการทดสอบแต่ละคำจะทดสอบจำนวนคำละ 10 ครั้ง ได้ผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คำภาษาอาเซียนที่ใช้ทดสอบ

Countries /Categories	Greeting	Goodbye	Thank you	Place	ผลการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง
Thai	สวัสดี	ลาก่อน	ขอบคุณ	สนามบิน	10	100%
Vietnam	cha□o	t□mbi□t	c□m□n	sân bay	9	90%
Indonesia	selamat	bye	terima	bandara	8	80%
Malaysia	selamat	selamattingul	terimakasih	lapaganterbang	9	90%
Brunei	selamat	selamattingul	terimakasih	lapaganterbang	9	90%
Philippines	kumusta	paalam	salamat	paliparan	9	90%
Singapore	你好	再见	谢谢	机场	8	80%
Lao	ສະບາຍດີ	ລາກ່ອນ	ຂໍຂອບໃຈ	ສະຫນາມບິນ	10	100%

ตารางที่ 2 คำภาษาอาเซียนที่ใช้ทดสอบ (ต่อ)

Countries /Categories	Greeting	Goodbye	Thank you	Place	ผลการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง
Cambodia	ស ំ រ ា ប ល ា	ែ ជ ង ព ្ រ ល ា ន			10	100%

	សួរ		អំណរគុណ	យន្តហោះ		
English	Hello	Bye	Thank	Airport	10	100%

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบแสดงให้เห็นว่าเมื่อการรับคำสำคัญจากการพูดมาผิด ก็จะส่งผลเรื่องการแปลความหมายด้วย จากการทดสอบเมื่อใช้เสียงพูดที่เป็นมนุษย์จะมีความถูกต้องที่ 100 เปอร์เซ็นต์ กรณีที่ทดสอบเสียงพูดจากคอมพิวเตอร์ให้ความถูกต้องที่ 80-90 เปอร์เซ็นต์

แอพพลิเคชั่นการสืบค้นภาษาอาเซียนด้วยเสียง

ผู้ใช้งานจะได้แอพพลิเคชั่นในการสืบค้นภาษาอาเซียน โดยการค้นหาสามารถใช้เสียงแทนการพิมพ์ข้อความด้วย Voice Typing ซึ่งเป็นบริการที่มีอยู่บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เวอร์ชัน 4.2.1 ขึ้นไปประกอบไปด้วยฟังก์ชันการทำงานดังนี้

- Select your country ผู้ใช้สามารถเลือกภาษาใช้ในการพูดเพื่อใส่คำสำคัญโดยไม่ต้องเปลี่ยนภาษาของอุปกรณ์ในโหมดตั้งค่าอุปกรณ์ สามารถเลือกภาษาในเมนูนี้ได้ทันที

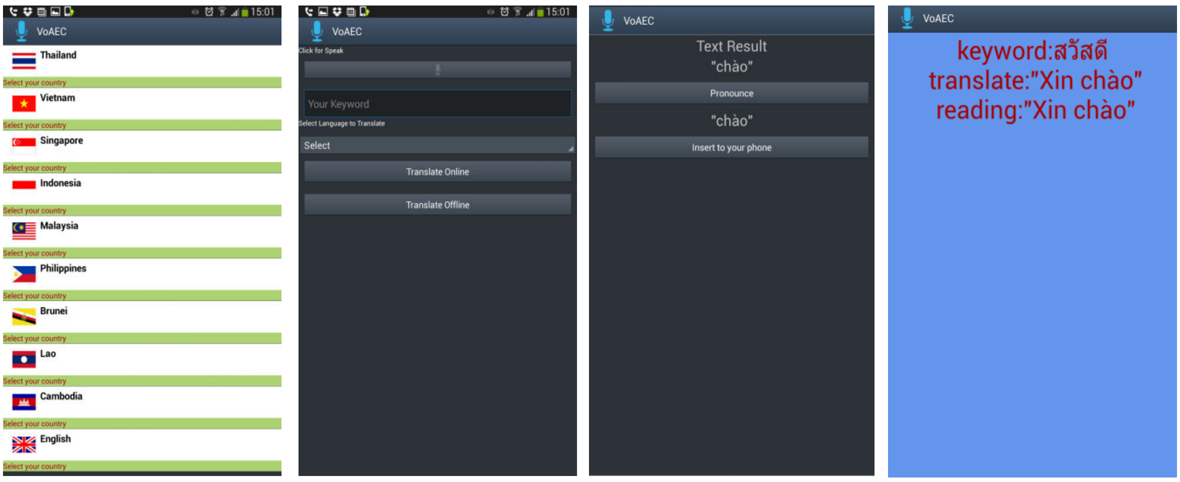
- Click to Talk เป็นฟังก์ชันสำหรับพูดเพื่อใส่คำสำคัญ ฟังก์ชันนี้จะแปลภาษาพูดเป็นข้อความเพื่อใช้เป็นคำสำคัญในการค้นหาคำในฐานข้อมูล

- Translator ผู้ใช้สามารถแปลความหมายของคำที่ต้องการสืบค้นกับบริการของ Google Translator ในรูปแบบออนไลน์

- Translator Offline ผู้ใช้สามารถแปลความหมายของคำที่ต้องการสืบค้นกับฐานข้อมูลในเครื่องที่ทำการบันทึกไว้

- Play ผู้ใช้สามารถเล่นไฟล์เสียงตามคำที่ค้นหาสามารถเลือกฟังภาษาของประเทศใดก็ได้

- Save to Database ผู้ใช้สามารถบันทึกคำสืบค้น และคำแปลไว้ในฐานข้อมูลเพื่อใช้ในรูปแบบออฟไลน์กรณีที่ไม่ได้เชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต



รูปที่ 2 ขั้นตอนการใช้งานแอพพลิเคชั่น

อภิปรายผล

จากการทดสอบฟังก์ชัน Voice Typing จากคำที่กำหนดสามารถแปลงเสียงพูดไปเป็นข้อความได้ถูกต้องทุกคำ จากการทดสอบฟังก์ชันการค้นหาข้อมูลในฐานข้อมูลพบว่าสามารถนำคำสำคัญมาแปลความหมายอย่างถูกต้องทุกคำและสามารถฟังการออกเสียงได้ถูกต้อง สามารถใช้ได้ทั้งรูปแบบออนไลน์กรณีที่มีการเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตและแบบออฟไลน์กรณีที่ไม่ได้เชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตแต่แอพพลิเคชั่นนี้ยังมีข้อจำกัดกรณีที่ผู้ใช้ใช้งานแบบออฟไลน์จะสามารถแปลได้เพียงคำที่บันทึกเก็บไว้ในฐานข้อมูลเท่านั้น และไม่สามารถฟังการออกเสียงได้

สรุป

จากงานวิจัยนี้ได้ศึกษาภาษาในกลุ่มประเทศอาเซียน การรวบรวมคำในการศึกษาภาษาของกลุ่มประเทศในแต่ละประเทศมีความหลากหลายงายวิจัยนี้ยังไม่สามารถรวบรวมคำได้หมดงานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้การให้บริการแปลภาษาของ Google Translator มาใช้ในการค้นหาและแปลความหมายรวมถึงสามารถฟังการออกเสียงคำนั้นๆ ได้มีการประยุกต์ใช้ Voice Typing ในการแปลงคำพูดเป็นข้อความพัฒนาโดยบริษัทกูเกิล มาเป็นส่วนรับคำสำคัญแทนการใช้แป้นพิมพ์เพื่อความสะดวกของผู้ใช้งาน แต่เนื่องจาก Voice Typing ยังไม่สามารถแปลงคำพูดเป็นข้อความได้ครบทั้ง 10 ประเทศของอาเซียนยังขาด 3 ประเทศได้แก่ ลาว กัมพูชา และพม่า แต่ประเทศดังกล่าวยังสามารถค้นหาคำโดยการพิมพ์คำสำคัญด้วยแป้นพิมพ์ภาษาของตนเองแทนการใช้เสียงพูดได้ตามปกติ

แอพพลิเคชั่นสำหรับการสืบค้นภาษาอาเซียนด้วยเสียงสามารถทำงานได้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เนื่องจากปัจจุบันอุปกรณ์เคลื่อนที่กำลังได้รับความสนใจและใช้งานกันอย่างแพร่หลาย แอพพลิเคชั่นนี้จะให้ประโยชน์ในการเรียนรู้ภาษาอาเซียน เป็นการกระตุ้นให้ผู้ใช้สนใจศึกษาภาษาอาเซียนผ่านแอพพลิเคชั่น

แนวทางการพัฒนาทำให้ผู้ใช้สามารถเพิ่มคำได้เอง หรือสามารถพูดและแปลความหมายได้อย่างอิสระเสมือนเครื่องแปลภาษาจะทำให้เกิดฐานข้อมูลภาษาอาเซียนที่ครอบคลุมมากขึ้นและจะเป็นประโยชน์ในการสื่อสารในกลุ่มประเทศอาเซียนได้ดีขึ้น

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้อาศัยการทดสอบคำภาษาอาเซียนจากเว็บไซต์ภาษาอาเซียนกับน้องอุ่นใจของบริษัท แอดวานซ์อินโฟเซอร์วิส (AIS) และการแปลความหมาย การฟังเสียงพูดด้วย Google Translator ของบริษัทกูเกิล

เอกสารอ้างอิง

ธีราพร เรือนจำรูญ. 2553. แนวทางการพัฒนา Speech Recognition กับภาษาไทย. วารสารร่มพฤกษ์ ปีที่ 8. น. 24-52.

ปภาณิน เดชเทวัญดำรง. 2552. การสืบค้นข้อมูลด้วยเสียงสำหรับข่าวภาษาไทย. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ : ประเทศไทย

วัชรพงษ์ พจนีย์นนท์. 2013. โครงการแอพพลิเคชั่นแนะนำร้านอาหารแบบเครือข่ายบนสมาร์ทโฟนด้วยCloud Computing Real Cloud (Cloud Application of Restaurant). ใน : Proceedings of 6th Rajamangala University of Technology Tawan-ok Research Conference. 2013. น. 223-227.

ระบบการเขียนอักขระภาษาอังกฤษ-เวียดนามบนแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์

Writing System for English-Vietnam Alphabet on Tablet Computer

ณรรฐวรรณ์ พูลสน,[1*] ฤทัย ด่านระหาร[1] และ วนิดา นามอาสา[1]

NatthawanPhoonson,[1*] Ruetai Danraharn[1] And Wanida Namarsa[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยฝึกทักษะด้านการเขียนอักษรภาษาอังกฤษและอักษรภาษาเวียดนามรวมทั้งตัวเลข บนอุปกรณ์แท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ระบบนี้แบ่งการทำงานออกเป็นสองโมดูลหลักคือ โมดูลฝึกทักษะเขียนตัวอักษรที่มีตัวอย่างไว้แล้วผู้ใช้เพียงสัมผัสหน้าจอภาพตามลำดับการเขียนที่ถูกต้อง และโมดูลที่สองเป็นการทดสอบการเขียนตัวอักษรโดยไม่มีต้นแบบการพัฒนาระบบในส่วนแรกได้ใช้วิธีการตรวจสอบการเขียนด้วยวิธีรับข้อมูลจุดพิกัดX,Y ที่ผู้ใช้กดสัมผัสหน้าจอไปเปรียบเทียบกับจุดพิกัดที่เป็นต้นแบบของระบบ และส่วนของการทดสอบทักษะการเขียนแบบไม่มีตัวอย่างก็ใช้ทั้งวิธีการตรวจสอบจุดพิกัดและการหาค่าความชันของการเขียนตัวอักษร จากการทดสอบการใช้งานโปรแกรมผลปรากฏว่าประสิทธิภาพของโปรแกรมในการตรวจสอบความถูกต้องของระบบอยู่ในเกณฑ์ดี การใช้งานมีความสะดวกสบาย มีการโต้ตอบแบบรวดเร็ว มีผลทำให้การพัฒนาทักษะในด้านการเขียนและการจดจำเป็นไปตามรูปแบบที่ถูกต้องและตามความสนใจของผู้เรียน

คำสำคัญ:แท็บเล็ตคอมพิวเตอร์,ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์, หน้าจอสัมผัส, ความชันของเส้นตรง

Abstract

Theproposes of thisarticle is todevelopandroid application for writing system of Vietnam-Englishs on tablet computer. This system is divided into two modules. The first module is training for a class -based model . Accurate by using the touch-screen tablet to write each letter . The second module is a written test character. There is space on the screen , the system will call the function to check the touch screen to find the coordinates X, Y and how to find the slope of a line, the user drags a letter to help in the investigation. The direction of each letter the test results show that the performance of application programs to verify the accuracy of the system is satisfactory . Applications are comfortable . A fast interactive Has resulted in the development of skills in writing and recognition is based on the correct form and by the interest of the students.

Keywords : Tablet Computer, Android Operating System, Touch Screen, Slopeof Line

[1]สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี 64 ถ.ทหาร ต.หมากแข้งอ.เมืองจ.อุดรธานี 41000 ผู้รับผิดชอบส่งบทความ.E-mail: 398@udru.ac.th*

(Program of Computer Science and Information Technology, Faculty of Science,

UdonThaniRajabhat University (UDRU), 64 Thaharn Rd., Muang District, Udonthani 41000)

Corresponding author. E-mail: 398@udru.ac.th

บทนำ

ปีพุทธศักราช 2558จะมีการรวมตัวกันเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนอย่างเป็นรูปธรรมทำให้ประชากรทั้งสิบประเทศต้องใช้ภาษาติดต่อสื่อสารระหว่างกันซึ่งกฎบัตรของอาเซียนจะมีการบัญญัติถึงภาษาที่ใช้เป็นภาษากลางในการสื่อสารคือภาษาอังกฤษ ในขณะเดียวกันประเทศเวียดนามเป็นประเทศที่กำลังพัฒนาตัวเองอย่างก้าวกระโดดทั้งด้าน การศึกษาเศรษฐกิจ และเทคโนโลยี ดังนั้นการเรียนรู้ภาษาเวียดนามจึงมีความจำเป็นระดับต้นๆ ที่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม เพื่อใช้ติดต่อสื่อสารกับคนในประเทศนั้นได้

การเรียนรู้ตัวอักษรของภาษาใดๆ แต่เดิมต้องเริ่มต้นเขียนตัวอักษรทีละตัวแล้วต้องรอให้คุณครูตรวจให้คะแนน ซึ่งทำให้ไม่ได้รับความสะดวกในการตรวจสอบว่าเขียนถูกหรือเขียนผิด หรือมีความถูกต้องคล้ายคลึงกับตัวอักษรต้นแบบมากน้อยเพียงใด หากมีการพัฒนาเครื่องมือสื่อการเรียนเพื่อมาช่วยเหลือผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกหัดได้มากตามต้องการก็จะเป็นการส่งเสริมที่ดีซึ่งแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่สะดวกในการพกพา ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้ง่าย รวดเร็ว สามารถเป็นได้ทั้งสื่อและเครื่องมือสำหรับใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งเนื้อหาจะถูกบรรจุไว้ในรูปแบบ Mobile Application แล้วนำไปติดตั้งในแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์เพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนรู้ในเรื่องต่างๆ

จากที่มาและปัญหาดังกล่าวข้างต้นทางทีมงานจึงคิดพัฒนาแอพพลิเคชันการเขียนตัวอักษรภาษาอังกฤษและภาษาเวียดนามบนอุปกรณ์แท็บเล็ตผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อเป็นสื่อการเรียนรู้ของเด็กหรือบุคคลที่สนใจทั่วไป โดยมีรูปแบบการทำงานที่ออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจะเป็นการฝึกทักษะให้ผู้เรียนเขียนตามรูปแบบที่ถูกต้องโดยใช้ระบบการสัมผัสหน้าจอแท็บเล็ตเพื่อเขียนอักษรแต่ละตัว ระบบได้สร้างเครื่องนำทางของการเขียนอักขระตั้งแต่จุดเริ่มต้นจนถึงจุดสุดท้าย ส่วนที่สองเป็นแบบทดสอบการเขียนอักขระ โดยจะมีพื้นที่ว่างๆ ที่หน้าจอภาพ แล้วให้ผู้ใช้เลือกตัวอักขระที่จะทดลองเขียนโดยไม่มีเครื่องนำทางการเขียนไว้ให้ ระบบจะเรียกใช้ฟังก์ชันการตรวจสอบการสัมผัสหน้าจอเพื่อหาพิกัด X,Yและวิธีการหาค่าความชันของเส้นที่ผู้ใช้ลากเป็นตัวอักษรเข้ามาช่วยในการตรวจสอบหาทิศทางของข้อมูล ระบบสามารถตรวจสอบการเขียนอักขระของผู้ใช้ว่ามีความถูกต้องหรือไม่แล้วแสดงผลลัพธ์ออกมา เป็นเปอร์เซ็นต์ของความถูกต้อง ทำให้สะดวกกับผู้เรียนที่ฝึกทักษะเขียนได้มากตามที่ต้องการและมีระบบตรวจสอบที่จะตอบสนองให้รู้ว่าการเขียนตัวอักษรแต่ตัวนั้นมีความถูกต้องมากเพียงใดเปรียบเสมือนมีคุณครูประจำตัวที่คอยชี้แนะเรื่องการเขียนอักษรภาษาอังกฤษและภาษาเวียดนาม ดังภาพที่ 1 แนวคิดในการพัฒนาระบบ



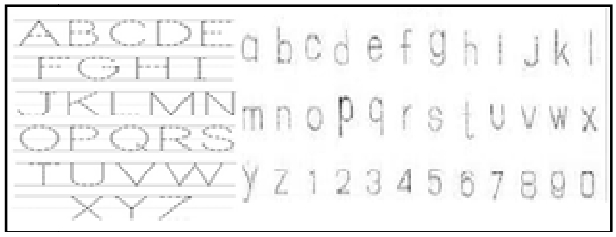
ภาพที่ 1:แนวคิดในการพัฒนาระบบ

วิธีการศึกษา

2.1หลักการทฤษฎีที่ใช้

2.1.1รูปแบบการเขียนอักขระภาษาอังกฤษ-เวียดนาม

อักษรคือสัญลักษณ์หรือเครื่องหมายแทนหน่วยเสียงแบบแผนที่ว่าด้วยตัวหนังสือนั้นจะเรียกว่าอักขระวิธีซึ่งว่าด้วยการเขียน การอ่าน การประสมตัวอักษร และการใช้ตัวอักษรอย่างถูกต้อง พยัญชนะภาษาอังกฤษมีทั้งหมด 26ตัว ประกอบด้วยตัวอักษรพิมพ์เล็ก a-zและรูปแบบตัวอักษรพิมพ์ใหญ่A-Zดังภาพที่ 2อักษรแต่ละตัวจะมีวิธีการเขียนที่ต้องมีลำดับของจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายดังภาพที่3



ภาพที่ 2 : อักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็ก

ตัวเอพิมพ์ใหญ่	วิธีการเขียน	ตัวเอพิมพ์เล็ก	วิธีการเขียน
	1. เขียนจากจุดกึ่งกลางจากบนลงล่างซ้ายมือ 2. เขียนจากจุดกึ่งกลางจากบนลงล่างขวามือ 3. เขียนจากซ้ายไปขวา		1. เขียนจากบนลงล่างแล้วยกขึ้น 2. เขียนจากจุดค้างบนลงล่าง

ภาพที่ 3:ตัวอย่างลำดับการเขียนของอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็ก

อักษรภาษาเวียดนามเป็นภาษาที่มีวรรณยุกต์และเป็นภาษาแม่ของประเทศเวียดนาม ด้านของระบบการเขียนแต่เดิมใช้ตัวเขียนจีนเรียกว่าจื๋อญอ ต่อมาชาวเวียดนามได้พัฒนาตัวเขียนจีนให้เป็นภาษาเวียดนามเรียนว่าโกวักหงือ ซึ่งเป็นอักษรละตินที่เพิ่มเติมเครื่องหมายต่างๆ เข้ามาเพื่อให้มีอักษรเพียงพอที่จะใช้เขียนภาษามีตัวอักษรทั้งหมด 29ตัว ประกอบด้วยรูปแบบตัวอักษรพิมพ์เล็กและตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ ดังภาพที่ 4และตัวอย่างลำดับการเขียนดังภาพที่ 5

A	Ă	Â	B	C	D	a	ă	â	b	c	d
Đ	E	Ê	G	H	I	đ	e	ê	g	h	i
K	L	M	N	O	Ô	k	l	m	n	o	ô
Ơ	P	Q	R	S	T	ơ	p	q	r	s	t
U	Ư	V	X	Y		u	ư	v	x	y	

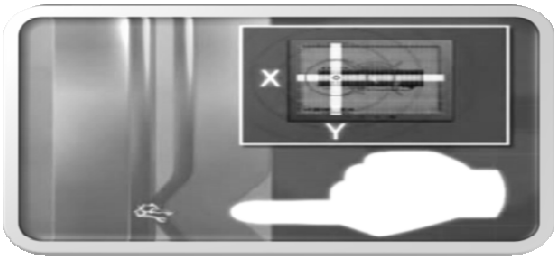
ภาพที่ 4 : อักษรภาษาเวียดนามพิมพ์ใหญ่และพิมพ์เล็ก

ตัวอ๊าพิมพ์ใหญ่	วิธีการเขียน	ตัวอ๊าพิมพ์เล็ก	วิธีการเขียน
	1. เขียนจากจุดกึ่งกลางจากบนลงล่างซ้ายมือ 2. เขียนจากจุดกึ่งกลางจากบนลงล่างขวามือ 3. เขียนจากซ้ายไปขวา 4. เขียนบนหัวอักขระ จากจากบนโค้งเส้นแล้วลากขึ้น		1. เขียนจากบนลงล่างแล้วยกขึ้น 2. เขียนจากจุดค้างบนลงล่าง 3. เขียนจากบนหัวอักขระ จากเส้นซ้ายไปขวาโค้งเล็กน้อย

ภาพที่ 5:ตัวอย่างลำดับการเขียนของอักษรภาษาเวียดนามและพิมพ์เล็ก

2.1.2 ระบบตรวจสอบหน้าจอสัมผัส

หน้าจอสัมผัสคือ จอภาพที่รับข้อมูลจากการสัมผัสที่หน้าจอโดยเป็นจอภาพแสดงผลชนิดพิเศษสามารถรับคำสั่งได้โดยใช้นิ้วกดสัมผัสที่ผิวของโครงสร้างหน้าจอ เมื่อใช้นิ้วกดบนหน้าจอผิวพลาสติกชั้นบนก็จะโค้งลงไปกระทบกับแผ่นกระจกชั้นล่าง ทำให้ตัวนำไฟฟ้าที่ฉาบไว้แตะกัน เกิดเป็นกระแสแรงดันไหลผ่านเข้าไปในวงจรแล้วทำการคำนวณออกมาเป็นพิกัด X,Y ส่งให้กับตัวประมวลผลของอุปกรณ์เพื่อที่จะแสดงผลคำสั่งออกมาบนหน้าจอ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6:หลักการทำงานของหน้าจอสัมผัส

ในการพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพาสิ่งที่ขาดไม่ได้คือการตรวจสอบการสัมผัสหน้าจอของผู้ใช้ ไม่ว่าจะเป็นระบบปฏิบัติการของไอโอเอส วินโดวส์โฟน และแอนดรอยด์ ความสามารถในการทำงานไม่ต่างกันมากขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมควบคุมรูปแบบการแสดงออก (gesture)ที่เกิดขึ้นที่หน้าจอสัมผัสอย่างไร

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์จะมีแอปพลิเคชันที่ชื่อว่า GestureOverlayViewใช้สำหรับออกแบบเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบนหน้าจอในรูปแบบต่างๆ เช่นการสไลด์ การวาดรูปสัญลักษณ์บนหน้าจอ สามารถเขียนเงื่อนไขขึ้นมาตรวจสอบการกระทำแบบนั้นๆ แล้วจะให้เกิดเหตุการณ์ตอบสนองอย่างไร ในระบบที่พัฒนาขึ้นนี้จะใช้ความสามารถของแอพพลิเคชันตัวนี้ช่วยในการตรวจสอบการเขียนตัวอักษรภาษาอังกฤษ-เวียดนามของผู้ใช้ ทั้งรูปแบบการฝึกเขียนตัวอักษรที่มีแสดงเครื่องนำทางเพื่อแสดงลำดับการเขียนที่ถูกต้อง ระบบงานนี้ยังมีส่วนของระบบการฝึกเขียนที่ไม่มีการแสดงเครื่องนำทางผู้ใช้ต้องจดจำลำดับการเขียนที่ถูกต้อง ผู้ใช้สามารถจะเขียนตัวอักษรอย่างไรก็ได้ในพื้นที่ว่างๆ ที่มีการจัดเตรียมไว้ ทำให้พบปัญหาว่าถ้าเป็นตัวอักษรที่มีการยกมือสัมผัสหน้าจอตั้งแต่สามครั้งขึ้นเพื่อเขียนตัวอักษรหนึ่งตัว ฟังก์ชัน GestureOverlayViewไม่สามารถจะตรวจสอบความถูกต้องของการเขียนได้ ดังนั้นจึงมีการใช้สมการหาค่าความชันเข้าช่วย ที่จะอธิบายการทำงานในหัวข้อถัดไป

2.1.3 สมการตรวจสอบหาค่าความชันของเส้น

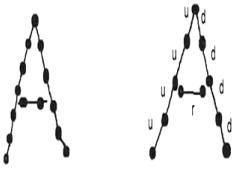
ในการพัฒนาระบบนี้ใช้วิธีการหาค่าความชันเข้ามาช่วยเพื่อมาหาทิศทางของข้อมูลโดยหลักการคือ จะวนลูปค่าพิกัดของตำแหน่งX,Yที่ได้จากการสัมผัสหน้าจอของผู้ใช้ในการทดสอบการเขียนตัวอักษรแต่ละตัวไว้เป็นชุดข้อมูล จากนั้นนำไปคำนวณในสมการหาค่าความชัน แล้วนำค่าที่ได้นำมาตรวจสอบทิศทางของข้อมูล ว่าตรงหรือมีความคล้ายคลึงกับชุดข้อมูลของอักษรแต่ละตัวที่ระบบมีการการจัดเตรียมไว้ก่อนเพียงใดโดยมีขั้นการการทำงานดังนี้

1) เมื่อผู้ใช้เขียนตัวอักษรลงบนหน้าจอสัมผัสระบบจะมีการจัดเก็บพิกัด X,Yไว้เป็นชุดข้อมูลดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: ภาพแนวคิดการจัดเก็บจุดพิกัดบนจอภาพ

2) เลือกจุดพิกัด X,Yที่จะใช้ในการคำนวณเพื่อหาทิศทางการเขียนตัวษรของผู้ใช้จำนวน 25จุดดังภาพที่8



ภาพที่ 8:ภาพแนวคิดการกำหนดทิศทางการสัมผัสหน้าจอ

3) นำจุดพิกัดทั้ง25จุดไปคำนวณในสมการหาค่าความชันการสัมผัสหน้าจอภาพของผู้ใช้ ดังภาพที่9

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

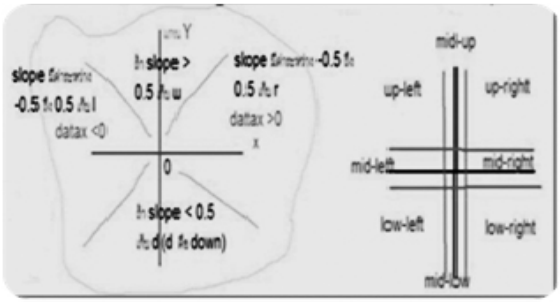
ภาพที่ 9:สมการหาค่าความชันของการสัมผัสหน้าจอภาพ

ระหว่างจุดสองจุดบนเส้นหรืออัตราส่วนสูงที่เปลี่ยนแปลงต่อระยะทางตามแนวนอนระหว่างจุดสองจุดใดๆ บนเส้นดังภาพที่10



ภาพที่ 10:การหาทิศทางของตัวอักษรโดยใช้สมการค่าความชัน

การหาตำแหน่งว่าผู้ใช้สัมผัสหน้าจอจากตำแหน่งจุดเริ่มต้นไปทางซ้ายหรือทางขวาด้วยสูตรdataX = x2 – x1 ผลลัพธ์ที่ได้จะนำไปหาช่วงของข้อมูลของตัวอักษรที่ผู้ใช้สัมผัสหน้าจอภาพ โดยมีหลักการดังภาพที่ 11และคำอธิบายภาพดังตารางที่ 1



ภาพที่ 11:ภาพแนวคิดการหาค่าช่วงของข้อมูล

ตารางที่1:ความหมายของค่าความชัน

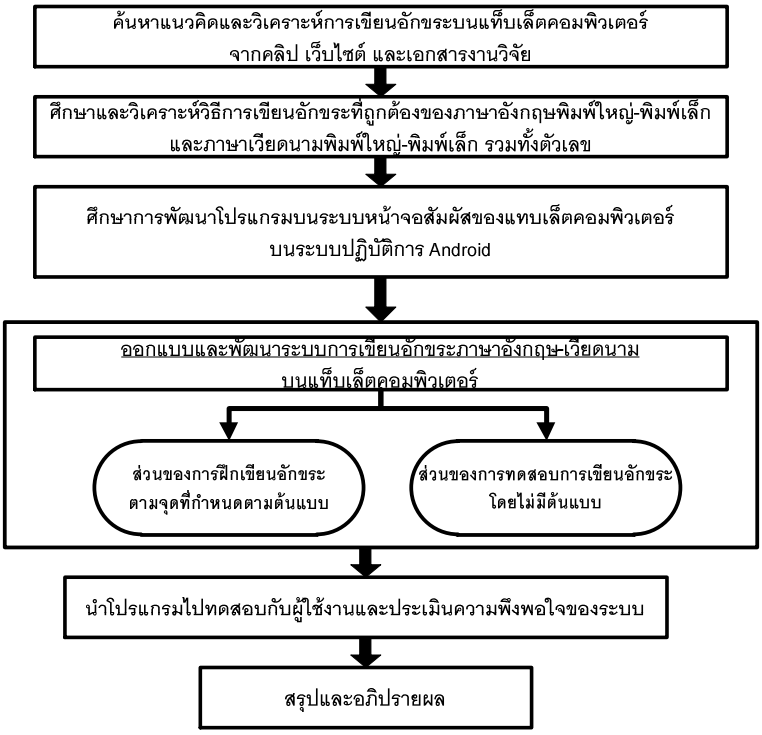
ค่าความชัน	ความหมาย	สัญลักษณ์
ถ้าค่าความชันมากกว่า 0.5	ผู้ใช้สัมผัสหน้าจอจากล่างไปบน	u (upper)
ถ้าค่าความชันน้อยกว่า 0.5	ผู้ใช้สัมผัสหน้าจอจากบนลงล่าง	d (down)
ถ้าค่าความชันมีค่าระหว่าง-0.5ถึง 0.5และค่า dataX มากกว่า0	ผู้ใช้สัมผัสหน้าจอจากซ้ายไปขวา	r (right)
ถ้าค่าความชันมีค่าระหว่าง -0.5 ถึง 0.5 และค่า dataXน้อยว่า 0	ผู้ใช้สัมผัสหน้าจอจากขวาไปซ้าย	l (left)

นำผลลัพธ์ที่ได้มาเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของตัวอักษรที่ผู้ใช้เขียนลงบนหน้าจอสัมผัสกับข้อมูลชุดต้นแบบของตัวอักษรแต่ละตัวที่ระบบมีการจัดเตรียมไว้แล้ว โดยสามารถตั้งเงื่อนไขความถูกต้องคล้ายคลึงออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นก็แล้วแต่ว่าระบบต้องการให้ผู้เขียนมีความตั้งใจในการเขียนตัวอักษรมากขนาดไหน

2.2 การดำเนินการศึกษาและพัฒนาระบบ

2.2.1 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 : ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

2.2.2 แนวคิดในการพัฒนาระบบงาน

ในการพัฒนาระบบการเขียนอักขระภาษาอังกฤษ-เวียดนามบนแท็บเล็ตคอมพิวเตอร์จากวิธีการและข้อมูลที่ได้รวบรวมมานั้น สามารถสรุปองค์ประกอบของโมดูลที่เกี่ยวข้องกันดังภาพที่ 13



ภาพที่ 13:ภาพรวมระบบการเขียนอักขระภาษาอังกฤษ-เวียดนาม

ผู้ใช้งานคือผู้ที่มีความต้องการฝึกเขียนอักขระภาษาอังกฤษและภาษาเวียดนามรวมถึงตัวเลข โมดูลหลักประกอบด้วย (1) ส่วนของการฝึกเขียนอักขระตามรูปแบบกำหนด (2) ตรวจสอบและจัดเก็บค่าพิกัด X,Y เพื่อนำไปคัดเลือกให้เหลือ 25 จุด (3) ตรวจสอบการเขียนโดยนำชุดข้อมูลที่ผู้ใช้เขียนเข้ามาไปตรวจสอบกับค่าพิกัดต้นแบบของอักษรแต่ละตัวที่ระบบจัดเตรียมไว้แล้ว (4) แสดงผลลัพธ์โดยให้ค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ความเหมือนกับชุดอักษรต้นแบบโดยมีสูตรคือนำจำนวนตำแหน่งทั้งหมดที่ผู้ใช้สัมผัสจุดบนตัวอักษรทั้งหมดคูณด้วยหนึ่งร้อยและหารด้วยจำนวนจุดทั้งหมดของอักษรตัวต้นแบบ เพื่อให้ผู้ใช้มีความตั้งใจที่จะฝึกเขียนให้เหมือนกับตัวอย่างให้มากที่สุด

ส่วนโมดูลการทดสอบการเขียนตัวอักษรผู้ใช้จะเลือกตัวอักษรต้นแบบที่จะทดลองเขียนเสียก่อน ขั้นตอนต่อไปประกอบด้วย (1) ตรวจสอบค่าพิกัด x,yและจำนวนครั้งของยกมือสัมผัสหน้าจอภาพของผู้ใช้ (2) การตรวจสอบหาค่าความชันของเส้นจะถูกนำมาใช้เมื่อมีการตรวจสอบพบว่าตัวอักษรตัวนั้นมีการยกมือสัมผัสหน้าจอตั้งแต่สามครั้งขึ้นไป (3) ตรวจสอบกับชุดต้นแบบที่ระบบมีการจัดเก็บไว้ทั้งในกรณีมีการยกมือสัมผัสหน้าจอหนึ่งครั้ง สองครั้ง หรือตั้งแต่สามครั้งขึ้นไป (4) การแสดงผลลัพธ์ของการเขียนตัวอักษรออกมาให้ผู้ใช้ทราบว่าลักษณะการเขียนตัวอักษรมีรูปแบบการสัมผัสหน้าจอเริ่มต้นจนสิ้นสุดเหมือนต้นฉบับที่ถูกต้องมากเพียงใด โดยระบบจะใช้เกณฑ์มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปถือว่าถูกต้อง เพื่อเป็นการเสริมแรงให้กับนักเรียนหรือผู้ใช้ที่ฝึกฝนการเขียนใหม่ๆ ถ้าระบบตั้งเกณฑ์สูงมากขึ้นเท่าไหร่ความสวยงามถูกต้องของการเขียนก็เพิ่มขึ้นเท่านั้น

ผลการศึกษา

จากโมดูลหลักๆ (1) ระบบที่มีส่วนของการฝึกเขียนอักขระภาษาอังกฤษและภาษาเวียดนามแบบมีเครื่องหมายนำทาง (2) การทดสอบการเขียนอักขระบนหน้าจอภาพเปล่าๆ ผลการพัฒนาโปรแกรมแบ่งหลักๆ ดังนี้

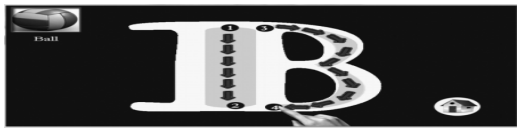
3.1 โมดูลการฝึกเขียนอักขระ

หน้าแรกของโปรแกรมผู้ใช้สามารถเลือกการทำงานในโมดูลการฝึกเขียนอักขระหรือทดสอบการเขียนดังภาพที่ 14

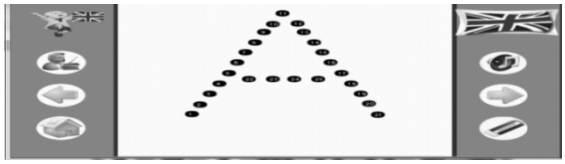


ภาพที่ 14:ส่วนของหน้าแรกของโปรแกรม

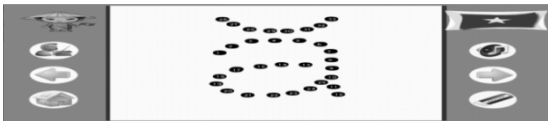
เมื่อผู้ใช้เลือกการทำงานในโมดูลการฝึกเขียนภาษาอังกฤษ จะมีทางเลือกว่าจะเขียนอักษรพิมพ์ใหญ่หรือพิมพ์เล็ก ถ้าผู้ใช้เลือกฝึกเขียนอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ ระบบจะแสดงตัวอักษรที่มีเครื่องหมายนำทางเป็นตัวเลขให้รู้ว่าลำดับการเขียนเริ่มต้นจนสิ้นสุด รวมถึงตัวอย่างการเขียนอักษรแต่ละตัวที่ระบบทำไว้เป็นตัวอย่างก่อนการเขียนจริง ดังภาพที่ 15-16-17



ภาพที่ 15 : ส่วนของตัวอย่างลำดับการเขียนอักษร



ภาพที่ 16 : ส่วนของการฝึกเขียนตามจุดที่กำหนดอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่



ภาพที่ 17 : ส่วนของการฝึกเขียนตามจุดที่กำหนดอักษรเวียดนามพิมพ์เล็ก

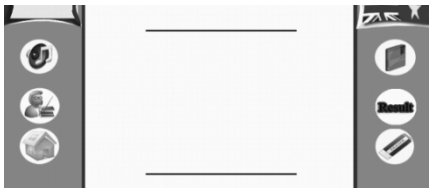
ถ้าผู้ใช้เขียนอักขระหรือสัมผัสหน้าจอไปตามตำแหน่งของตัวเลขนำทางของอักษรแต่ละตัวแล้วถ้าระบบตรวจสอบว่ามีความถูกต้องมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์โดยมีใช้วิธีคิดจากการนับจำนวนพิกัด X,Yที่ผู้ใช้สัมผัสบนหน้าจอทั้งหมดคูณด้วยหนึ่งร้อยและหารด้วยจำนวนจุดทั้งหมดของอักษรตัวนั้นที่เป็นต้นแบบจะแสดงข้อความดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18:ส่วนของผลลัพธ์เมื่อเขียนได้ตามเกณฑ์

3.2 โมดูลการทดสอบการเขียนอักขระ

เมื่อผู้ใช้ต้องการเขียนอักขระโดยไม่ต้องมีตัวอย่างลำดับการเขียนสามารถเลือกโมดูลการทดสอบการเขียนอักขระ โปรแกรมจะมีหน้าจอว่างแล้วเพื่อให้ผู้ใช้ได้ทดสอบด้วยตัวเองดังภาพที่19

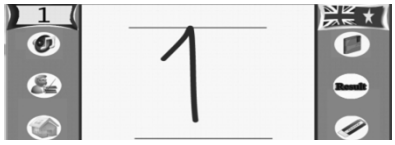


ภาพที่ 19 : หน้าจอส่วนของการทดสอบการเขียน

การทดสอบจะมีไอคอนให้ผู้ใช้เลือกตัวอักขระที่ต้องการจะเขียนไว้ก่อน จากตัวอย่างเมื่อผู้ใช้จะทดสอบการเขียนอักขระเลขหนึ่งดังภาพที่20-21



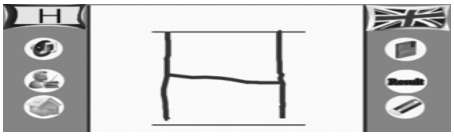
ภาพที่ 20 : หน้าจอแสดงตัวอักขระเพื่อให้ผู้เลือก



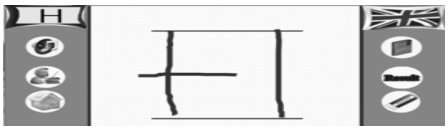
ภาพที่ 21 : ส่วนของการทดสอบเขียนอักขระเลขหนึ่ง

3.3กรณีการทดสอบเขียนที่ต้องยกมือสามครั้งขึ้นไป

ในการเขียนตัวอักษรนั้นมีจำนวนครั้งในการยกมือสัมผัสหน้าจอไม่เท่ากัน บางตัวใช้เพียงหนึ่งหรือสองครั้ง แต่จะมีอักษรบางตัวต้องใช้การยกมือเพื่อลากเส้นในตำแหน่งต่างๆ ตั้งแต่สามครั้ง เช่น Hหรือ Kระบบจะเรียกใช้สมการหาค่าความชันหรือการหาช่วงของข้อมูลเพื่อนำไปตรวจความคล้ายคลึงของตัวอักษรของระบบที่มีการกำหนดรูปแบบไว้แล้ว ถ้ามีความคล้ายคลึงมากกว่าห้าสิบเปอร์เซ็นต์จะถือว่าเขียนได้ถูกต้องแล้ว ที่ระบบตั้งเกณฑ์ไว้ค่อนต่ำเพื่อเป็นแรงเสริมให้กับผู้เรียนที่เริ่มต้นในการเรียนรู้ทั้งภาษาอังกฤษและภาษาเวียดนามจะได้มีกำลังใจในการศึกษาในระดับสูงต่อไป ดังภาพที่ 22-23



ภาพที่ 22 : การทดสอบเขียนอักษร Hกรณีที่ระบบให้ผลลัพธ์ถูกต้อง



ภาพที่ 23 : การทดสอบเขียนอักษร Hกรณีที่ระบบให้ผลลัพธ์ยังไม่ถูกต้อง

อภิปรายผล

ระบบที่พัฒนาขึ้นได้นำไปทดสอบกับผู้ใช้จำนวน 15 คน ที่ประสงค์จะฝึกเขียนอักขระภาษาอังกฤษและเวียดนามตามกระแสที่มาแรงของการก้าวสู่ยุคของ AEC เพื่อฝึกการเขียนตัวอักษรที่ถือว่าภาษาอังกฤษเป็นภาษากลางของการสื่อสารของและภาษาเวียดนามที่จะต้องเรียนรู้เพราะประเทศนี้เศรษฐกิจกำลังก้าวกระโดดเป็นอันดับต้นๆ ของภูมิภาคนี้ เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ โดยรายการประเมินในด้านต่างๆ มีคะแนนเต็ม 5 และผลการประเมินมีดังนี้ (1)ด้านความยากง่ายในการในงานของระบบ($\bar{X}$=4.13,S.D.=0.35) (2)ด้านความถูกต้องของระบบ ($\bar{X}$=4.27,S.D.=0.46)(3)ด้านความมั่นคงและความปลอดภัยของระบบ ($\bar{X}$=4.07,S.D.=0.59)(4)ด้านความถูกต้องในการออกเสียงและภาพ ($\bar{X}$=4.07,S.D.=0.70)(5)ด้านความคิดสร้างสรรค์ ($\bar{X}$=4.47,S.D.=0.74)(6)ด้านความสวยงามในการออกแบบหน้าจอ ($\bar{X}$=4.20,S.D.=0.86) (7)ด้านความชัดเจนในการแสดงผลในการทำงานของระบบต่อผู้ใช้($\bar{X}$=4.07,S.D.=0.59)(8)ด้านความฉลาดของระบบ ($\bar{X}$=4.00,S.D.=0.65) (9)ด้านความสมบูรณ์ของข้อมูล ($\bar{X}$=3.93,S.D.=0.80)ผลการประเมินโดยรวมในทุกด้านมีค่าเฉลี่ยเป็น 4.11 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.16 ซึ่งถือว่าโดยรวมระบบสามารถทำงานมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี

สรุป

โปรแกรมนี้พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยฝึกทักษะด้านการเขียนอักษรภาษาอังกฤษและภาษาเวียดนามรวมทั้งตัวเลข มีสองโมดูลหลักคือ โมดูลฝึกทักษะเขียนตัวอักษรที่มีตัวอย่างไว้แล้วผู้ใช้เพียงสัมผัสหน้าจอภาพตามลำดับการเขียนที่ถูกต้อง และโมดูลการทดสอบการเขียนตัวอักษร ดังนั้นในการพัฒนาโปรแกรมได้ใช้วิธีการตรวจสอบการเขียนด้วยวิธีรับข้อมูลจุดพิกัดที่ผู้ใช้กดสัมผัสหน้าจอไปเปรียบเทียบกับจุดพิกัดที่เป็นต้นแบบของระบบ และส่วนของการทดสอบทักษะการเขียนแบบไม่มีตัวอย่างก็ใช้ทั้งวิธีการตรวจสอบจุดพิกัดและการหาค่าความชันของการเขียนตัวอักษร

แนวทางในการพัฒนาต่อไปในอนาคตในส่วนของการทดสอบการเขียนโดยผู้ใช้ไม่ต้องเลือกตัวอักษรก่อนแล้วระบบสามารถตรวจสอบได้ว่าตัวอักษรนั้นคืออักษรตัวอะไร และอัลกอริทึมที่จะมาตรวจสอบความคล้ายคลึงของตัวอักษรที่มีการสัมผัสหน้าจอเพื่อเขียนตัวอักษรได้มีความถูกต้อง แม่นยำมากยิ่งขึ้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ที่สนับสนุนทุนวิจัย และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยอุดรธานี ที่ให้เอื้อเฟื้อความรู้สำหรับพัฒนาทักษะในด้านต่างๆ สำหรับผู้เริ่มต้น

เอกสารอ้างอิง

กฤตเมธ โสภาและอานนท์ ราชสงฆ์. 2555. การจดจำลายเขียนบนสมาร์ทโฟน. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

กิตติ ภักดีวัฒนะกุล. 2547.การรู้จำตัวอักขระภาษาไทยโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม.พิมพ์ครั้งที่ 5.ดอนซัลท์. กรุงเทพฯ.

ขนิษฐา รบไพรี, ขวัญนภา พิมพ์ชารีย์และโอฬาริก สุรินต๊ะ.2552. การรู้จำตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทยด้วยอัลกอริทึมการแบ่งกลุ่มข้อมูลด้วยตัวเอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ทิวารี โฆษิตภฺธนเกียรติ.2545.ภาษาเวียดนามเบื้องต้น. กรุงเทพ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นฤมล ลับลิพ และนายศรุติ อัศวเรืองสุข. (ม.ป.ป).โปรแกรมอ่านภาพอักขระภาษาไทยบนAndroid. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รุจิพันธุ์ โกษารัตน.2551. การรู้จำตัวอักขระภาษาไทยโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิริวัฒน์ ภูขาว และพุทธิพงศ์ เพ็งประโคน.2550.การรู้จำลายมือเขียนอักขระไทยแบบออนไลน์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ.วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

การจำแนกข้อมูลโดยใช้การคัดเลือกด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม

Classification using Genetic Algorithm for Feature Selection

ณัฐวุฒิ ปั้นรูป,[1*] อัฐพร กิ่งบู[2] และ Guangqian Chen[1]

Natthawoot Punroob,[1*] Athaporn Kingboo[2] And Guangqian Chen[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์นำเสนอวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลแบบต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree: DT) ด้วยการคัดเลือก (Feature Selection) ลักษณะข้อมูลที่มีความสำคัญด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm :GA) ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบโมเดลเรียกว่าการจำแนกข้อมูลโดยใช้การคัดเลือกด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Classification using Genetic Algorithmfor Feature Selection: CGAF) นำไปวิเคราะห์ข้อมูลแบบสำรวจพฤติกรรมการใช้เครือข่ายทางสังคม (Social Network) ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก จากการวิจัยพบว่าหากเปรียบเทียบระหว่างการใช้และไม่ใช้เทคนิค GA คัดเลือกลักษณะข้อมูลที่สำคัญก่อนนำไปจำแนกข้อมูลแบบต้นไม้ตัดสินใจ ผลลัพธ์การใช้เทคนิค GA ทำให้กฎความสัมพันธ์ที่ได้ลดลง 86.08 % เมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้เทคนิค GA แสดงให้เห็นว่าถ้ามีการคัดเลือกลักษณะข้อมูลที่สำคัญก่อนการนำไปจำแนกข้อมูลเป็นการลดเวลาในการตรวจสอบกฎความสัมพันธ์และเพิ่มประสิทธิภาพในการคำนวณมากขึ้น

คำสำคัญ: เหมืองข้อมูล การคัดเลือก การจำแนก ต้นไม้ตัดสินใจ ขั้นตอนเชิงวิธีพันธุกรรม

Abstract

This research aims to present how to make efficient increase of Decision Tree classification by Feature Selection technique which can select important attribute through Genetic Algorithm. A model combined Decision Tree and Genetic Algorithms is created for increasing the accuracy of classification, named CGAF (Classification Using Genetic Algorithm for Feature Selection). The data is RMUTL (Rajamangala University of Technology Lanna, Tak) students' social network use behavior. The findings show that the classification result from Decision Tree based on GA, which is 86.08% better than that don't use GA. This means CGAF method can increase the efficiency processing of data classification.

Keyword: Data Mining, Feature Selection, Classification, Decision Tree, Genetic Algorithm

[1]คณะบริหารธุรกิจและศิลปะศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชมงคลล้านนาตาก 41 ถ.พหลโยธิน ต.ไม้งามอ.เมือง จ.ตาก 63000

[2]คณะศิลปะศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ 319 ต.โพธิ์ อ.เมือง จ.ศรีสะเกษ 33000

*Corresponding author. E-mail: natthakub2inter@outlook.com

บทนำ

ในปัจจุบันบุคคลหลากหลายอาชีพเข้ามาเป็นผู้ใช้สังคมออนไลน์มากขึ้นเนื่องจากสังคมออนไลน์สามารถตอบสนองความต้องการผู้ใช้บริการหลากหลายด้าน เช่น การท่องเที่ยว การทำงาน การศึกษา การซื้อสินค้า ให้ความบันเทิง [1]

จากการสำรวจในปี 2013 รายงานว่าการเกิดขึ้นของสังคมออนไลน์มีความสำคัญต่อบุคคลในการรักษาความสัมพันธ์ของกลุ่มคน และพบว่าผู้คนจำนวนถึง 35% มีส่วนร่วมกับเว็บสังคมออนไลน์มากกว่าหนึ่งแหล่งซึ่งลักษณะพฤติกรรมนี้แสดงให้เห็นถึงเว็บสังคมออนไลน์แหล่งหนึ่งสามารถดึงดูดความสนใจของผู้ที่ใช้เว็บสังคมออนไลน์แหล่งอื่นได้ [2]

ซึ่งมีผลต่อผู้ให้บริการเว็บสังคมออนไลน์ที่ต้องเปลี่ยนรูปแบบทางด้านธุรกิจโดยต้องพัฒนาความสามารถเว็บสังคมออนไลน์ให้เชื่อมโยงกับเว็บสังคมออนไลน์อื่นได้ และปัญหาดังกล่าวมีผลต่อผู้ใช้บริการที่ต้องรับข้อมูลจากกลุ่มบุคคลของเว็บสังคมออนไลน์ที่ตนมีมากกว่าหนึ่งแหล่งทำให้เสียเวลาในการอ่านข้อมูลในปริมาณที่มากอย่างไม่เหมาะสม[3]

การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถจำแนกข้อมูล (Data Classification) พฤติกรรมการเข้าใช้งานระหว่างสังคมออนไลน์[4]จากข้อมูลลักษณะส่วนตัวผู้ใช้งานเปรียบเทียบข้อมูลเรียนรู้ (Training Data) ที่เก็บไว้จำนวนมาก โดยเทคนิคที่นิยมใช้กับการจำแนกพฤติกรรมคือเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree: DT) [5]และเทคนิคนี้มีให้ใช้ในรูปแบบซอฟต์แวร์ประยุกต์ทางด้านการทำเหมืองข้อมูล เช่น MATLAB, SPSS, Rapid Miner และ WEKA เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล [6]

การเพิ่มประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลด้วยการคัดเลือก (Feature Selection) เพื่อให้ประสิทธิภาพในการทำนายให้สูงขึ้น เช่น การนำเทคนิค Naïve Bayes ใช้ลดข้อมูลรบกวน (Noise Data) ก่อนและใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจเลือกเลือกคุณลักษณะข้อมูลมีความสำคัญสูงสุดและมีอิทธิพลต่อผลลัพธ์มากที่สุดได้ [7]แต่ก็ยังคงติดข้อจำกัดในการลดข้อมูลรบกวนที่ใช้ได้กับข้อมูลที่เป็นข้อมูลระดับนามบัญญัติ (Nominal Scale) เท่านั้น หรือการประยุกต์เทคนิค SVM (Support Vector Machine) ใช้คัดแยกลักษณะข้อมูลที่ผิดปกติไปจากรูปแบบทางสถิติแล้วจึงใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจระบุลักษณะของข้อมูลที่ดีที่สุด[8]แต่ก็มีข้อจำกัดในการเลือกรูปแบบทางสถิติใดที่เหมาะสมกับข้อมูลต่างๆกัน

การเพิ่มประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลด้วยการคัดเลือกเพื่อลดความซับซ้อนของรูปแบบโมเดล เช่นการนำเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจพยากรณ์ข้อมูลในอนาคตจากฐานข้อมูลเก่า แล้วจึงนำเทคนิคขั้นตอนเชิงพันธุกรรมมาหาชุดคุณลักษณะที่ดีที่สุดทำให้ลดกฎความสัมพันธ์จากโมเดลต้นไม้ตัดสินใจลดน้อยลง [9]แต่ก็ยังพบข้อจำกัดคือลักษณะข้อมูลทุกด้านถูกกำหนดความสำคัญเท่ากัน หากมีลักษณะข้อมูลด้านใดเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อผลลัพธ์ไม่เท่ากันประสิทธิภาพการค้นหาคำตอบจะมีค่าความแม่นยำที่น้อยลง

การศึกษาถึงการกำหนดน้ำหนัก (Weighted) ให้กับคุณลักษณะข้อมูลที่มีความสำคัญไม่เท่ากัน ด้วยเทคนิคการจัดกลุ่มมินโคสกี (MinKowski Weighted K-means) ทำให้ประสิทธิภาพการค้นหาคำตอบมีค่าแม่นยำมากขึ้น[6] แต่ก็ยังมีข้อจำกัดที่ต้องกำหนดจำนวนกลุ่มที่เหมาะสมก่อนก่อนการจัดกลุ่มข้อมูล (Clustering)

จากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงประยุกต์นำเทคนิคขั้นตอนเชิงพันธุกรรมมาคัดเลือกลักษณะข้อมูลด้นที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อผลลัพธ์ในลักษณะน้ำหนักในแต่ด้านของลักษณะข้อมูลแล้วจำแนกข้อมูลด้วยเทคนิคต้นไม้

ตัดสินใจ และเรียกโมเดลนี้ว่าการจำแนกข้อมูลโดยใช้การคัดเลือกด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Classification using Genetic Algorithm for Feature Selection: CGAF) นำไปวิเคราะห์ข้อมูลแบบสำรวจพฤติกรรมการใช้เครือข่ายทางสังคมของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก โดยมีจุดประสงค์ศึกษาคือ 1) การคัดเลือกด้วยขั้นตอนเชิงพันธุกรรมช่วยลดปริมาณกฎความสัมพันธ์หลังจากการจำแนกข้อมูลด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ 2) เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำนายด้านความถูกต้อง ระหว่างการจำแนกข้อมูลโดยใช้การคัดเลือกด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมร่วมกับการจำแนกข้อมูลด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ และ การจำแนกข้อมูลด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจเพียงเทคนิคเดียว

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ออกแบบโมเดล CGAF โดยการนำเทคนิคขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม และเทคนิคการจำแนกข้อมูลแบบต้นไม้ตัดสินใจมาประยุกต์ทำงานร่วมกัน ซึ่งอัลกอริธึมในโมเดล CGAFมีความแตกต่างจากอัลกอริธึมแบบดั้งเดิมบางส่วนผู้วิจัยขอกล่าวถึงรายละเอียดอัลกอริธึมเทคนิคเบื้องต้นก่อนเป็นอันดับแรก

2.1 การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

การทำเหมืองข้อมูลเป็นกระบวนการกลั่นกรองข้อมูลจากฐานข้อมูลขนาดใหญ่โดยมีเทคนิคจำแนกแบบต้นไม้ตัดสินใจเป็นเทคนิคหนึ่งของการทำเหมืองข้อมูลซึ่งมีความเหมาะสมในเรื่องทำนายแนวโน้มพฤติกรรมของผลลัพธ์ของข้อมูลที่ยังไม่เกิดในลักษณะกฎความสัมพันธ์ [5]

2.2 เทคนิคการคัดเลือกข้อมูล (Feature Selection)

เป็นวิธีการเลือกลักษณะข้อมูลในด้านที่มีความสำคัญน้อยออกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำนายหลังจากที่ได้ตัดลักษณะข้อมูลบางตัวออกมีค่าความถูกต้องสูงขึ้นเพราะลักษณะข้อมูลที่เหลืออยู่มีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ทำนายมากกว่าที่ถูกนำออก [7]

2.3 ค่าน้ำหนัก(Weight)

คุณลักษณะของข้อมูลแต่ละด้านมีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ไม่เท่ากัน การกำหนดค่าน้ำหนักคุณลักษณะของข้อมูลแต่ละด้านก่อนกระบวนการจำแนกแบบต้นไม้ตัดสินใจจึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพแก่ผลลัพธ์ [6]

2.4 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมคืออัลกอริธึมเพื่อค้นหาการเพิ่มประสิทธิภาพที่ดีด้วยการปรับตัว (Adaptive Global Optimization) โดยอัลกอริธึมมีขั้นตอนจำลองหลักการคัดเลือกตามธรรมชาติที่ต้องผ่านสภาพแวดล้อมธรรมชาติที่เหมาะสม (Fitness Function) ด้วยการวิวัฒนาการพันธุกรรม มีขั้นตอนต่างๆ เช่น การคัดเลือกพันธุกรรม (Selection)การสลับสายพันธุ์ (Crossover) การกลายพันธุ์ (Mutation) [10]

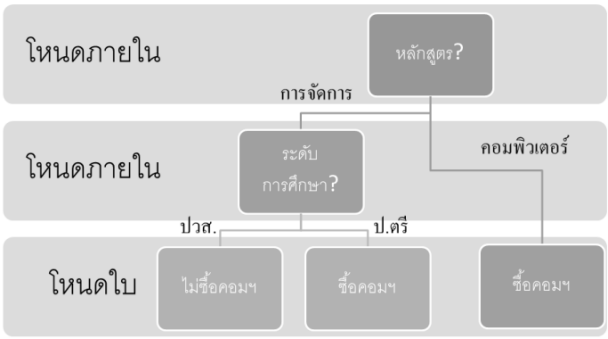
เทคนิคGAมีข้อดีในการค้นหาข้อมูลขนาดใหญ่และค้นหาโดเมนข้อมูลที่มีความอิสระระหว่างกันในแต่ละด้านของข้อมูล จึงถูกนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับการทำงานหลากหลายแขนงเช่น การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) เครื่องมือเรียนรู้ (Machine Learning) การออกแบบวงจรVLSI [11]

2.5 การจำแนกแบบต้นไม้ตัดสินใจ(Decision Tree Classification)

การจำแนกแบบต้นไม้ตัดสินใจเป็นกระบวนการสร้างต้นไม้ขึ้นมาเพื่อใช้ในการตัดสินใจจากข้อมูลที่มีหมวดหมู่ข้อมูลแนบอยู่ด้วย ต้นไม้ตัดสินใจจะประกอบด้วยโหนดภายใน (Internal Node) ถูกใช้ในการแสดงถึงเงื่อนไขหรือลักษณะหนึ่งๆของข้อมูล โดยแต่ละกิ่งก้านของโหนดภายในหมายถึงค่าที่เป็นไปได้จากการทดสอบกับ

ลักษณะข้อมูลนั้นๆ และโหนดใบ (Leaf Node) ที่จะแสดงผลลัพธ์ของการทำนาย โดยตัวอย่างต้นไม้ตัดสินใจถูกแสดงในรูปภาพที่ 1 ที่ทำนายคุณลักษณะของลูกค้าที่จะทำการซื้อคอมพิวเตอร์

ในช่วงปลายยุค 1970 ได้มีนักวิจัยทางด้านการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) คือ J.Ross Quinlan ได้คิดค้นอัลกอริทึมสำหรับสร้างต้นไม้ตัดสินใจที่มีชื่อว่า ID3(Iterative Dichotomiser) ต่อมาเขาได้พัฒนาต่อยอด ID3 ไปเป็น C4.5 ซึ่งปัจจุบันกลายเป็นอัลกอริทึมพื้นฐานที่ใช้สำหรับการจำแนกแบบต้นไม้ตัดสินใจ



ภาพที่ 1:ตัวอย่างต้นไม้ตัดสินใจสำหรับจำแนกคุณลักษณะของลูกค้าที่ทำการซื้อคอมพิวเตอร์

3. การจำแนกข้อมูลโดยใช้การคัดเลือกด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (CGAF)

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์นำเทคนิคขั้นตอนเชิงพันธุกรรมและเทคนิคการจำแนกแบบต้นไม้ทำงานร่วมกันโดยผู้วิจัยได้แสดงขั้นตอนในการสร้างโมเดลการจำแนกข้อมูลโดยใช้การคัดเลือกด้วยขั้นตอนเชิงพันธุกรรม (Classification using Genetic Algorithm for Feature Selection: CGAF) แสดงดังแผนผังการทำงานอัลกอริธึมในภาพที่ 2 ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 2:แผนผังแสดงโมเดลCGAF

3.1 ขั้นตอนรูปแบบโครโมโซม (Chromosome Encoding)

รูปแบบโครโมโซมคือ การกำหนดรูปแบบโครงสร้างโครโมโซมตามคุณลักษณะของข้อมูลแบบสำรวจพฤติกรรมการใช้เครือข่ายทางสังคมของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก ประกอบด้วย คุณลักษณะ ดังตารางที่ 1 และส่งผลรูปแบบพฤติกรรมของนักศึกษาที่ใช้งานสังคมออนไลน์เกิดการเชื่อมโยงกับเว็บสังคมออนไลน์ดังตัวอย่างในภาพที่ 3 โดยแบ่งคุณลักษณะตัวแปรต้นนำเข้าได้ 8 คุณลักษณะ ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดรูปแบบโครงสร้างของโครโมโซมด้วยไบนารสตริง(Binary String) ประกอบด้วย 8 บิตสตริง

ตารางที่1:คุณลักษณะของข้อมูลแบบสำรวจพฤติกรรม

กลุ่ม	ลักษณะข้อมูล
1	ระดับการศึกษา
2	หลักสูตร
3	เพศ
4	อายุ
5	รายรับต่อเดือน
6	สถานะแต่งงาน
7	สังคมออนไลน์ที่ชื่นชอบ
8	จำนวนสังคมออนไลน์ที่มี

3.2 ประชากรต้นกำเนิด (Initial Population)

ประชากรต้นกำเนิด คือ การกำหนดประชากรก่อนเข้ากระบวนการขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ประชากรต้นกำเนิดจะได้จากการสุ่ม (Random) จากประชากรทั้งหมด โดยผู้วิจัยได้กำหนดประชากรเริ่มต้นจำนวน 256 โครโมโซม ตามเซตของโอกาสเกิดทั้งหมดตามคุณลักษณะที่ส่งผลจะมี 256กรณี และในการสุ่มจะต้องสุ่มให้ได้จำนวนเท่ากับขนาดของรุ่นที่ได้กำหนดไว้

3.3 ฟังก์ชั่นความเหมาะสม (Fitness Function)

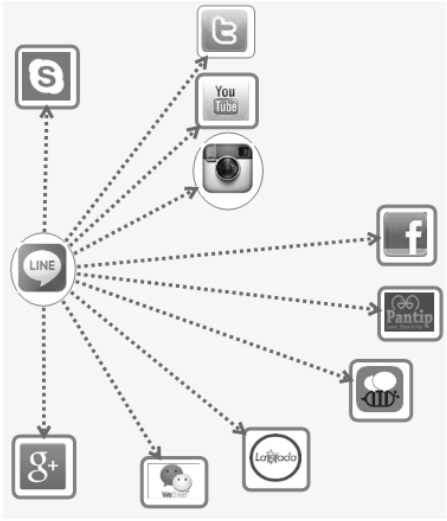
ฟังก์ชั่นความเหมาะสม (Fitness Function) คือโครโมโซมทุกตัวต้องมีค่าซึ่งบอกถึงความเหมาะสมที่จะพิจารณาว่าสมควรสืบสายพันธุ์ต่อหรือไม่ โดยใช้สมการหาค่าความเหมาะสมที่สอดคล้องกับปัญหาจากฟังก์ชั่นจุดประสงค์(Objective Function) ของการศึกษางานวิจัยครั้งนี้คือการค้นหาค่าถ่วงน้ำหนักคุณลักษณะข้อมูลที่มีความสำคัญซึ่งมีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ทำนายมากที่สุด

ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการจัดกลุ่มตามค่าความแตกต่าง (Dissimilarity) เป็นฟังก์ชั่นจุดประสงค์ โดยในขั้นตอนนี้จะสุ่มค่าตัวแทนข้อมูลสมาชิกกลุ่ม (Centroid) หลังจากนั้นจะวัดค่าความตกต่างระหว่างข้อมูลฝึกสอนทีละตำแหน่งโดยใช้สมาการที่ (1) หากคำนวณค่าความแตกต่างใดที่อยู่น้อยที่สุดจะจัดข้อมูลอยู่ในกลุ่มนั้น

$$min(dw(x,y)) = min\sqrt[2]{\sum_{i=1}^{N} w(x_i - y_i)^2} \quad (1)$$

จากสมการที่(1) กำหนดให้$min(dw(x,y))$คือค่าความแตกต่างที่น้อยที่สุดในการจัดกลุ่ม โดยw คือค่าถ่วงน้ำหนักคุณลักษณะข้อมูลที่ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมกำหนดให้ ณ ตำแหน่ง(x_i, y_i)ใดๆในฐานข้อมูลN ข้อมูลและถ่วงน้ำหนักด้วยwมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

เมื่อจัดกลุ่มข้อมูลแล้วจะพบว่าในกลุ่มๆหนึ่งมีผลลัพธ์ในการทำนายมากกว่าหนึ่งรูปแบบดังรูปภาพที่ 3 ผู้วิจัยจึงได้กำหนดผลลัพธ์ที่เป็นตัวแทนในการทำนายของกลุ่มนั้นมาจากผลลัพธ์ที่มากที่สุดของข้อมูลที่สมาชิกในกลุ่มนั้น ในขั้นตอนนี้จะได้น้ำหนักคุณลักษณะข้อมูลที่มีความสำคัญทั้ง 8 ด้าน ซึ่งแสดงค่าน้ำหนักมีอิทธิผลต่อผลทำนายมากที่สุด ผู้วิจัยจะเลือกค่าความเหมาะสมที่มากที่สุดซึ่งวัดจากการเปรียบเทียบความถูกต้องระหว่าง การทำนายผลลัพธ์ที่เป็นตัวแทนของกลุ่มเทียบกับผลลัพธ์ของข้อมูลสมาชิกในกลุ่ม



ภาพที่ 3:ความสัมพันธ์ระหว่างสังคมออนไลน์

3.4 การดำเนินการทางพันธุกรรม (Genetic Operation)

การดำเนินการทางพันธุกรรมคือ กระบวนการที่สำคัญของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมประกอบด้วย a) ขั้นตอนการคัดเลือก (Selection) เป็นขั้นตอนคัดเลือกโครโมโซมเพื่อที่จะนำมาเป็นพ่อแม่ในการสืบสายพันธุ์ b) ขั้นตอนการสลับสายพันธุ์(Crossover) เป็นการสลับสายพันธุ์ระหว่าง 2 โครโมโซมให้ได้โครโมโซมใหม่ โดยผู้วิจัยได้เลือกวิธีการสุ่มตำแหน่งเพียงหนึ่งตำแหน่ง (Single Point) และทำการคัดลอกรหัสโครโมโซมทุกอย่างที่อยู่หน้าตำแหน่งสลับสายพันธุ์ของโครโมโซมพ่อ แล้วคัดลอกรหัสโครโมโซมทุกอย่างที่อยู่หลังตำแหน่งสลับสายพันธุ์ของโครโมโซมแม่ ซึ่งจะได้โครโมโซมลูกตัวที่หนึ่ง จากนั้นทำการคัดลอกรหัสโครโมโซมทุกอย่างที่อยู่หน้าตำแหน่งสลับสายพันธุ์ของโครโมโซมแม่ แล้วคัดลอกรหัสโครโมโซมทุกอย่างที่อยู่หลังตำแหน่งสลับสายพันธุ์ของโครโมโซมพ่อ ซึ่งจะได้โครโมโซมลูกตัวที่สอง c) ขั้นตอนการกลายพันธุ์ (Mutation) เป็นการนำโครโมโซมลูกจากขั้นตอนก่อนหน้า ทำการสุ่มตำแหน่งเพื่อเปลี่ยนค่ายีนในโครโมโซม โดยเปลี่ยนจาก 1 เป็น 0 หรือ จาก 0 เป็น 1 และโอกาสของการกลายพันธ์อยู่ที่ค่าความน่าจะเป็น 0.01

3.5 เงื่อนไขหยุด (Stopping Criteria)

เงื่อนไขการหยุด คือ การกำหนดเงื่อนไขให้หยุดเทคนิคขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม โดยผู้วิจัยได้กำหนดเงื่อนไขการหยุดไว้เมื่อ เมื่อสร้างโครโมโซมลูกถึงรุ่น (Generation) ที่ 25 หรือค่าความเหมาะสม (Fitness Function) มีค่าค้างค่าเดิม (Stall Generation) เกิน 5 รุ่น

3.6 การจำแนกแบบต้นไม้ตัดสินใจ(Decision Tree Classification)

หลังจากเทคนิคขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมเลือกคุณลักษณะที่สำคัญน้อยออก เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลด้วยต้นไม้ตัดสินใจ ทำให้เงื่อนไขที่ได้จากกฎความสัมพันธ์ที่ลดลงมีผลให้ประสิทธิภาพการทำงานมีเวลาในการประมวลผลลดลง เงื่อนไขลดลงและผลลัพธ์ในการทำนายถูกต้องสูงขึ้น

3.7 วัดความถูกต้อง (Accuracy of Measurement)

กฎความสัมพันธ์ที่ได้จากการจำแนกข้อมูลโดยใช้การคัดเลือกด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมถูกใส่เป็นเกณฑ์ในคำสั่งสืบค้น SQL เพื่อค้นสืบค้นวัดผลลัพธ์มีความถูกต้องและถูกเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับการจำแนกแบบต้นไม้ตัดสินใจที่ไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะที่มีความสำคัญน้อยออก

ผลการวิจัย

ข้อมูลแบบสอบสำรวจพฤติกรรมการใช้เครือข่ายทางสังคมของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่ตาก จำนวน 327 แบบสอบถาม แบ่งเป็นข้อมูลสำหรับสอน (Training Data) จำนวน 2 ใน 3 ส่วน และแบ่งข้อมูลสำหรับทดสอบ (Test Data) จำนวน 1 ใน 3 ส่วน นำเข้าสู่กระบวนการจัดเก็บบันทึกข้อมูลด้วยระบบฐานข้อมูล จากนั้นเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลสารสนเทศจำแนกข้อมูลโดยใช้การคัดเลือกด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมโดยดำเนินการตามโมเดล CGAF

ผู้วิจัยได้นำเทคนิคขั้นตอนเชิงพันธุกรรมคัดเลือกลักษณะข้อมูลแบบสำรวจพฤติกรรมการใช้เครือข่ายทางสังคมที่สำคัญ โดยค้นหาน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะข้อมูลในแต่ละด้านที่มีอิทธิพลต่อผลลัพธ์ ผู้วิจัยได้ใช้อัลกอริทึมตามสมการที่ (1) เพื่อเป็นฟังก์ชั่นจุดประสงค์ แล้วใช้โปรแกรมช่วยในการประมวลผลคือMatlab 2012b ซึ่งมีผลทดลองเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะข้อมูลแสดงผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 : ผลน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะข้อมูล

อันดับ	คุณลักษณะ	ค่าน้ำหนัก
1	หลักสูตร	0.2507
2	ช่วงอายุ	0.1810
3	ระดับการศึกษา	0.1682
4	เพศ	0.1258
5	สถานะสมรส	0.0595
6	จำนวนสังคมออนไลน์ที่มี	0.0495
7	รายรับต่อเดือน	0.1344
8	สังคมออนไลน์ที่ชื่นชอบ	0.0301

ผู้วิจัยได้เลือกคุณลักษณะข้อมูลที่มีน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะข้อมูลที่มีค่ามากกว่า 0.15 ประกอบด้วยคุณลักษณะด้านหลักสูตร ช่วงอายุ ระดับการศึกษา เป็นคุณลักษณะที่มีอิทธิพลต่อผลลัพธ์อันดับต้น ซึ่งนำไปใช้ต่อในกระบวนการจำแนกแบบต้นไม้ตัดสินใจ

ผู้วิจัยได้นำเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจใช้จำแนกข้อมูลแบบสำรวจพฤติกรรมการใช้เครือข่ายทางสังคม โดยผลลัพธ์ของการทำนายจะถูกแสดงในรูปแบบกฎความสัมพันธ์ จากปัจจัยที่เป็นคุณลักษณะดังตารางที่ 1 สู่พฤติกรรมการใช้เครือข่ายทางสังคม

ซึ่งผลทดลองเปรียบเทียบระหว่างเทคนิคการจำแนกข้อมูลด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจเพียงเทคนิคเดียวซึ่งได้ใช้คุณลักษณะข้อมูล 8 ด้าน กับ เทคนิคการจำแนกข้อมูลโดยใช้การคัดเลือกด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมตามโมเดล CGAF ที่ได้คัดเลือกจำนวนคุณลักษณะที่สำคัญเหลือ 3 ด้าน กับ โดยเปรียบเทียบในด้านปริมาณกฎความสัมพันธ์ที่ได้ใช้โปรแกรมช่วยในการประมวลผลคือRapidMiner อัลกอริทึม C4.5 และเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำนายด้านความถูกต้องใช้โปรแกรมช่วยในการประมวลผลคือ MS-Accessดังผลแสดงตารางที่ 3

ตารางที่ 3 : ผลน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะข้อมูล

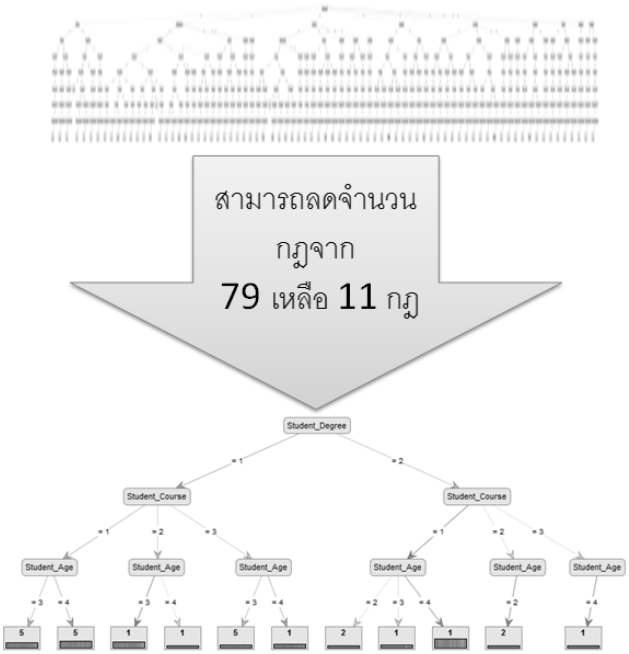
เทคนิค	จำนวนคุณลักษณะ	จำนวนกฎ	ความถูกต้อง (%)
ต้นไม้ตัดสินใจ	8	79	81.165
โมเดล CGAF	3	11	84.686

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์นำเสนอวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการจำแนกข้อมูลแบบต้นไม้ตัดสินใจ โดยกระมวลการการคัดเลือกลักษณะข้อมูลที่มีความสำคัญด้วยเทคนิคขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการประมวลโดยการลดกฎความสัมพันธ์จากการจำแนกข้อมูลแบบต้นไม้ตัดสินใจ และ เพิ่มประสิทธิภาพในการทำนายด้านความถูกต้อง ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบโมเดลการจำแนกข้อมูลโดยใช้การคัดเลือกด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Classification using Genetic Algorithm for Feature Selection: CGAF)

จากการวิจัยการจำแนกข้อมูลพฤติกรรมการใช้เครือข่ายทางสังคมโดยโมเดล CGAF พบว่าการจำแนกข้อมูลตามลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างสังคมออนไลน์สองแหล่ง ด้วยเทคนิคการจำแนกข้อมูลตามโมเดล CGAF มีปริมาณกฎความสัมพันธ์น้อยกว่า การจำแนกข้อมูลแบบต้นไม้ตัดสินใจ อยู่ 86.08% แสดงให้เห็นว่าการคัดเลือกด้วยขั้นตอนเชิงพันธุกรรมช่วยลดปริมาณกฎความสัมพันธ์หลังจากการจำแนกข้อมูลด้วยเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพดีมาก ดังแสดงในรูปภาพที่ 4 และหากนำเทคนิคการจำแนกข้อมูลตามโมเดล CGAF ไปใช้วิเคราะห์ผลจะช่วยลดการทำงานในการประมวลผลคอมพิวเตอร์ในการตรวจสอบตามกฎความสัมพันธ์ลงอย่างมาก ซึ่งมีผลลัพธ์จากการวิจัยมีความสอดคล้องในทางเดียวกันกับงานวิจัย [9]

และผู้วิจัยพบว่าการจำแนกข้อมูลตามลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างสังคมออนไลน์สองแหล่ง ด้วยเทคนิคการจำแนกข้อมูลตามโมเดล CGAF มีประสิทธิภาพในการทำนายด้านความถูกต้องมากกว่าเล็กน้อยกับ การจำแนกข้อมูลแบบต้นไม้ตัดสินใจ แสดงให้เห็นว่าการนำเทคนิคโมเดล CGAF เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำนายด้านความถูกต้องให้กับการจำแนกข้อมูล



ภาพที่ 4:กฎความสัมพันธ์ความสัมพันธ์จากต้นไม้ตัดสินใจ

ในอนาคตเทคนิคการจำแนกข้อมูลโดยใช้การคัดเลือกด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม CGAF ถูกนำไปวิเคราะห์ข้อมูลแบบสำรวจพฤติกรรมการใช้เครือข่ายทางสังคม ของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก ที่มากขึ้นเพื่อค้นหารูปแบบในสื่อโฆษณาประชาสัมพันธ์ในการเปิดรับสมัครนักศึกษา เพื่อให้สื่อโฆษณาประชาสัมพันธ์เข้าถึงพฤติกรรมของนักศึกษาและตรงกับความสนใจของนักศึกษาได้มากที่สุด ยกตัวอย่าง เช่น กฎความสัมพันธ์การจำแนกข้อมูล (หลักสูตร='ระบบสารสนเทศ' อายุ='15-20 ปี' ระดับการศึกษา='ปริญญาตรี' มีผลลัพธ์ของกฎความสัมพันธ์คือ 'Facebook =>Youtube'

การโฆษณาหลักสูตรระบบสารสนเทศจะวางสื่อโฆษณาไว้ที่สังคมออนไลน์ Facebook และเนื้อหาประชาสัมพันธ์จะอยู่ในรูปแบบวีดีโอบนสังคมออนไลน์ Youtubeซึ่งจะเป็นการวางโฆษณาและประสัมพันธ์ในสิ่งที่ตรงกับพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมายที่สนใจมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

P. Roy, A. J. Martínez, G. Miscione, M. H. P. Zuidgeest, and M. F. A. M. van Maarseveen, "Using Social Network Analysis to profile people based on their e-communication and travel balance," J. Transp. Geogr., vol. 24, pp. 111–122, Sep. 2012.

A. Mitchell, "News Use Across Social Media Platforms," Pew Research Center's Journalism Project,14-Nov- 2013

Y.-M. Li, H.-W. Hsiao, and Y.-L. Lee, "Recommending social network applications via social filtering mechanisms," Inf. Sci., vol. 239, pp. 18–30, Aug. 2013.

D. F. Nettleton, “Data mining of social networks represented as graphs,” Comput. Sci. Rev., vol. 7, pp. 1–34, Feb. 2013.

J. Kim, M. Hwang, D.-H. Jeong, and H. Jung, “Technology trends analysis and forecasting application based n decision tree and statistical feature analysis,” Expert Syst. Appl., vol. 39, no. 16, pp. 12618– 12625, Nov. 2012.

R. C. de Amorim, “Constrained clustering with Minkowski Weighted K-Means,” presented at the 2012 IEEE 13th International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI), 2012,pp. 13–17.

D. M. Farid, L. Zhang, C. M. Rahman, M. A. Hossain, and R. Strachan, “Hybrid decision tree and naïve Bayes classifiers for multi-class classification tasks,” Expert Syst. Appl., vol. 41, no. 4, Part 2, pp.1937– 1946, Mar. 2014.

V. Sugumaran, V. Muralidharan, and K. I. Ramachandran, “Feature selection using Decision Tree and classification through Proximal Support Vector Machine for fault diagnostics of roller bearing,” Mech. Syst. Signal Process., vol. 21, no. 2, pp. 930–942, Feb. 2007.

M. Gerdes, “Decision trees and genetic algorithms for condition monitoring forecasting of aircraft air conditioning,” Expert Syst. Appl., vol. 40, no. 12, pp. 5021–5026, Sep. 2013.

W. Min and Y. Siqing, “Improved K-means clustering based on genetic algorithm,” presented at the 2010 International Conference on Computer Application and System Modeling (ICCASM), 2010, vol.6, pp. V6–636–V6–639.

K. Krishna and M. N. Murty, “Genetic K-means algorithm,” IEEE Trans. Syst. Man Cybern. Part B Cybern., vol. 29, no. 3, pp. 433–439, 1999.

การเปรียบเทียบชนิดผงถ่านที่มีต่อคาร์บอนที่ผิวของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำในกระบวนการแพ็คคาร์บูไรซิ่ง

Comparative of Different Charcoal Powder on Carbon at Surface of Low Carbon Steel in Pack Carburizing Process

พิบูลย์ เครือคำอ้าย,[1*] ทศพร เงินเนตร[1] และ ธวัชชัย ไชยลังการ[1]

Phiboon Kruekumary,[1*] Tasaporn Ngernnate[1] And Tawatchai Chailungkarn[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างของผงถ่านที่ได้จาก (กะลามะพร้าว แกลบ และซังข้าวโพด) ที่แพร่ซึมเข้าสู่ผิวของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ (St 37) ด้วยกระบวนการแพ็คคาร์บูไรซิ่ง การเตรียมขนาดผงถ่านทั้ง 3 ชนิดจะนำไปบดละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 200 เมช การทดลองนี้ จะใช้อัตราส่วนผสมของผงถ่านกับสารเร่งปฏิกิริยาในอัตรา 80:20 โดยน้ำหนัก ทำการอบชิ้นงานที่อุณหภูมิคงที่ 930 องศาเซลเซียส เปลี่ยนเวลาในการอบแช่เป็น 3, 6 และ 9 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นตัวในอากาศ ผลการทดลองพบว่าผงถ่านจากแกลบสามารถเพิ่มปริมาณของคาร์บอนร้อยละ 0.77, 0.79 และ 0.80 ตามเวลาอบแช่ 3, 6, 9 ชั่วโมงตามลำดับ

คำหลัก: แพ็คคาร์บูไรซิ่ง / การชุบผิวแข็ง / ผงถ่าน

Abstract

Objective of this research was to compare the different charcoal powders(coconut shell, husk, and cob) diffusing the surface of low carbon steel (St. 37) through the pack carburizing process. Three charcoal powders were prepares and sieved via 200 meshes. This experiment was carried out at temperature constant of 930 °C by varying three various duration time of 3, 6 and 9 hr and air cooled. The ratio of catalyst per charcoal powder was conducted by weight of 80:20. The result showed that husk powder can increase the percentage by weight of carbon 0.77, 0.79 and 0.80 for 3, 6, and 9 hr, respectively.

Keywords: Pack Carburizing / Surface Hardening / Charcoal Powder

[1]สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก

Industrial Engineering, Engineering Faculty of Rajamangala University of Technology Lanna Tak

*Corresponding author. E-mail: bossbest_@hotmail.com

บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมด้านการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล และอุปกรณ์ต่างๆ จำเป็นจะต้องมีการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับงานเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ โดยการพัฒนาหรืออาจต้องมีการปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆ ของวัสดุให้เหมาะสม ชิ้นส่วนที่ทำจากวัสดุที่เป็นเหล็กกล้าก็จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการปรับปรุงคุณสมบัติให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน ทั้งนี้เพราะเหล็กแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป คุณสมบัติบางอย่างที่ผู้ออกแบบชิ้นส่วนต้องการไม่สามารถหาวัสดุที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตของโรงงานมาตอบสนองคุณสมบัติที่ตรงตามความต้องการนั้นได้ จึงจำเป็นต้องนำวัสดุที่มีอยู่ มาปรับปรุงคุณสมบัติต่างๆให้ตรงตามความต้องการ เช่น ต้องการให้วัสดุมีความอ่อนตัวเพื่อต้องการขึ้นรูปได้สะดวกมากขึ้น ต้องการให้วัสดุมีความแข็งสูง เพื่อทนต่อการเสียดสี หรือต้องการให้วัสดุมีความเหนียวเพื่อใช้งานที่มีแรงกระแทกและการบิดตัวสูง เป็นต้น คุณสมบัติของวัสดุต่างๆเหล่านี้สามารถทำให้เกิดขึ้นได้จาก การอบชุบด้วยความร้อนซึ่งมีอยู่หลายวิธี เช่น การอบอ่อนเพื่อปรับปรุงเกรนภายในให้มีเกรนสม่ำเสมอเพื่อให้ง่ายต่อการขึ้นรูป การอบชุบเพื่อคลายเครียดซึ่งตกค้างภายในอันเนื่องมาจากกรรมวิธีการผลิต การชุบแข็งเพื่อให้วัสดุทนต่อการเสียดสี มีความแข็งสูง และการชุบผิวแข็งเพื่อให้ชิ้นงานที่ทำจากเหล็กกล้ามีความแข็งบริเวณผิวแต่ภายในยังคงความเหนียวเพื่อทนต่อแรงกระแทก เป็นต้น (เหรียญ พลต้าง : 2541)

การชุบผิวแข็งของเหล็กกล้านั้นเป็นกระบวนการทางความร้อนที่ถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณสมบัติของโลหะ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้ผิวเหล็กมีความต้านทานการเสียดสี และต้านทานการสึกหรอ ส่วนแกนภายในยังคงความเหนียวไว้เช่นเดิม ทำให้ทนต่อแรงกระแทกได้ดี โดยไม่แตกหัก ชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่นิยมทำการชุบผิวแข็ง ได้แก่ เพลาข้อเหวี่ยง เฟือง เกียร์ เป็นต้น การชุบผิวแข็งของเหล็กมี 3 วิธี คือการเพิ่มคาร์บอนโดยใช้สารแข็ง การเพิ่มคาร์บอนโดยใช้แก๊ส และ การเพิ่มคาร์บอนโดยใช้ของเหลว (ศิริพร,วิชิร : 2549)

การเพิ่มคาร์บอนที่ผิวเหล็กที่นิยมกันนั้น คือการเพิ่มคาร์บอนโดยใช้แก๊ส และการเพิ่มคาร์บอนโดยใช้สารแข็ง แต่กระบวนการเพิ่มคาร์บอนโดยใช้แก๊สนั้น ต้องใช้เตาเฉพาะที่สามารถควบคุมบรรยากาศภายในเตาได้ ทำให้การลงทุนค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเพิ่มคาร์บอนโดยใช้สารแข็ง ซึ่งไม่ต้องการเตาพิเศษแต่อย่างใด สามารถใช้เตาที่ใช้กับกระบวนการอบชุบอื่นๆได้ วิธีการนี้จะประหยัดและมีวิธีการไม่ยุ่งยากมากนัก การเพิ่มคาร์บอนโดยใช้สารแข็งหรือวิธีแพ็คคาร์บูไรซิ่งจะอาศัยผงแกรไฟต์ (80%) เป็นส่วนผสมหลักในการเพิ่มคาร์บอนให้กับเหล็กที่ผิว และมีตัวกระตุ้น (20%) ที่จะทำให้เกิดการแตกตัวของคาร์บอนไม่ว่าจะเป็นโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3), แบเรียมคาร์บอเนต ($BaCO_3$) และแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) (มนัส สถิรจินดา : 2549) เพื่อให้ได้คาร์บอนที่ผิวร้อยละ 0.8 โดยน้ำหนัก เพราะเมื่อนำไปชุบแข็งจะได้โครงสร้างเป็นมาร์เทนไซด์อย่างเดียว

จากข้อมูลดังกล่าวทางคณะผู้วิจัยจึงได้เล็งเห็นแนวทางในการศึกษาหาผงถ่านเพื่อนำมาทดแทนผงแกรไฟต์ โดยถ่านที่ได้จากกรรมวิธีการเผา ล้วนมีส่วนประกอบของคาร์บอน หากนำมาทำการบดเป็นผงให้ละเอียดนั้นจะสามารถทดแทนผงแกรไฟต์ที่เป็นตัวเพิ่มปริมาณคาร์บอนของเหล็ก โดยการศึกษาจะมุ่งเน้นที่จะทำการเปรียบเทียบชนิดผงถ่านที่มีผลต่อการเพิ่มคาร์บอนที่ผิวในกระบวนการแพ็คคาร์บูไรซิ่ง และจะใช้เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำเป็นวัสดุในการทดลอง เนื่องจากวัสดุชนิดนี้เป็นวัสดุที่มีความเหนียวแต่ไม่สามารถทนแรงเสียดสีได้มากนักและมีปริมาณคาร์บอนต่ำ โดยจะนำมาเพิ่มปริมาณคาร์บอนที่ผิวของชิ้นงานเพื่อเพิ่มความแข็งที่ผิว ซึ่งนำไปสู่กระบวนการชุบแข็งต่อไป โดยกระบวนการแพ็คคาร์บูไรซิ่ง จะใช้ผงถ่าน 3 ชนิด ได้แก่ ผงถ่านแกลบ ผงถ่านกะลามะพร้าว ผงถ่านซัง

ข้าวโพด ซึ่งข้อมูลที่ได้จะทำให้ทราบว่าผงถ่านชนิดใดที่มีปริมาณคาร์บอนมากที่สุดและมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับผงแกรไฟต์มากน้อยเพียงใดเมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน

วิธีการศึกษา

1.นำเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำที่ใช้เป็นวัสดุในการทดลองไปทำการตรวจสอบปริมาณคาร์บอนด้วยเครื่องวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีในโลหะยี่ห้อ Thermo ELECTRON COPORATION รุ่น ARL Assure ซึ่งเป็นเครื่องวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีในโลหะแบบ Optical Emission Spectrometer พบว่ามีปริมาณคาร์บอนอยู่ที่ 0.16%

2.นำผงถ่านทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ ผงถ่านแกลบ ผงถ่านกะลามะพร้าว ผงถ่านซังข้าวโพดมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 200 mesh

3. ผสมสารเร่งปฏิกิริยาในอัตรา 80:20 ประกอบด้วย โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2Co_3), แบเรียมคาร์บอเนต ($BaCO_3$) และ แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ซึ่งเป็นสารเพิ่มคาร์บอนให้กับเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ เกรด St 37 จากนั้นนำไปผสมกับผงถ่านในแต่ละชนิดในกล่องบรรจุชิ้นงานที่เตรียมไว้

4. ออกแบบการทดลองเพื่อหาปริมาณคาร์บอนที่ซึมลึกลงไปในเนื้อวัสดุทดลอง โดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 930 องศาเซลเซียส อบแช่เป็นเวลา 3,6 และ 9 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นตัวในอากาศ

5. วิเคราะห์ปริมาณคาร์บอน

ผลการทดลองและอภิปรายผล

1. ปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มขึ้นคือ ชนิดผงถ่านและเวลาในการอบแช่ จากผลการออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของปัจจัย แสดงข้อมูลดังตารางที่ 1 และจากการทดสอบสมมติฐานของปัจจัยหลักและผลกระทบจากความสัมพันธ์ร่วมของปัจจัย เพื่อหาอิทธิพลว่ามีผลต่อค่าปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มขึ้นหรือไม่ ณ ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

ตารางที่ 1 ผลการทดลองหาปริมาณคาร์บอน (wt.%) ที่พบหลังการทำ pack carburizing ของผงถ่านแต่ละชนิด ที่เวลาอบแช่ 3 , 6 และ 9 ชั่วโมง

ชนิดผงถ่าน	ครั้งที่ทดลอง	เวลาอบแช่ (ชม.)		
		3	6	9
กะลามะพร้าว	1	1.062	1.117	1.186
	2	1.061	1.133	1.216
	3	1.070	1.205	1.206
ซังข้าวโพด	1	1.163	1.159	1.252
	2	1.103	1.235	1.321
	3	1.080	1.205	1.204
แกลบ	1	0.735	0.796	0.819
	2	0.790	0.764	0.792
	3	0.790	0.828	0.793

จากตารางที่ 1 สามารถวิเคราะห์ความแปรปรวนของแต่ละปัจจัยและ อันตรกิริยาร่วม ได้ดังนี้

Analysis of Variance for ปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มขึ้น, using Adjusted SS for Tests

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
ผงถ่าน	2	0.85913	0.85913	0.42956	335.86	0.000
เวลา	2	0.04940	0.04940	0.02470	19.31	0.000
ผงถ่าน*เวลา	4	0.01235	0.01235	0.00309	2.41	0.087
Error	18	0.02302	0.02302	0.00128		
Total	26	0.94390				

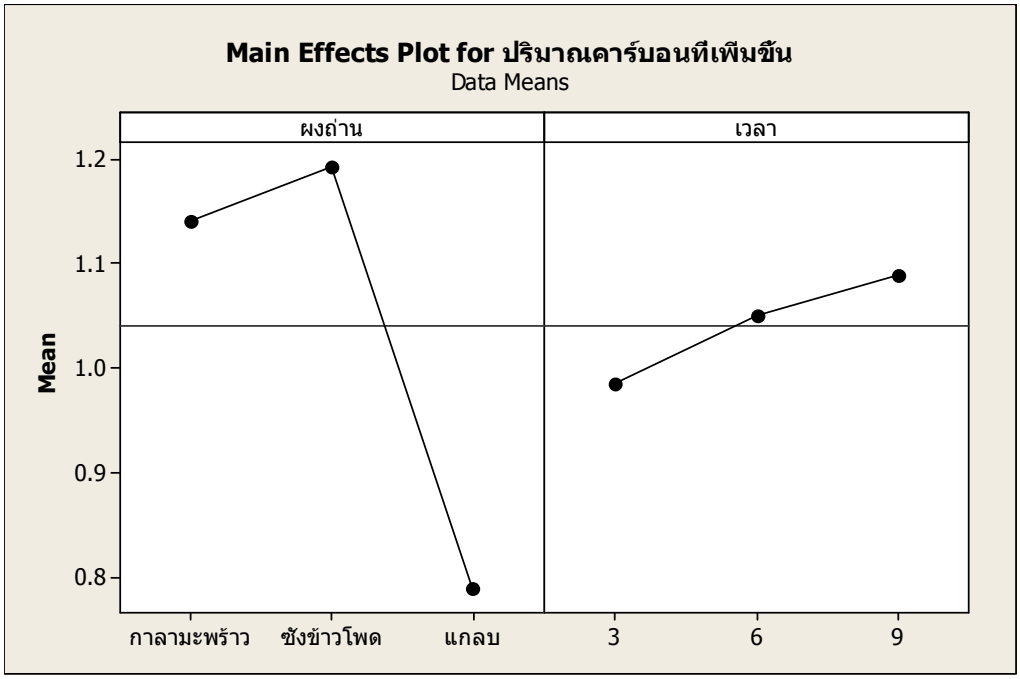
S = 0.0357632 R-Sq = 97.56% R-Sq(adj) = 96.48%

จากข้อมูลด้านบนแสดงถึงปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ พบว่า ปัจจัย A (ชนิดของผงถ่าน) ปัจจัย B (เวลาในการอบแช่) มีผลต่อค่า Y (ปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มขึ้น) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($P<0.05$)

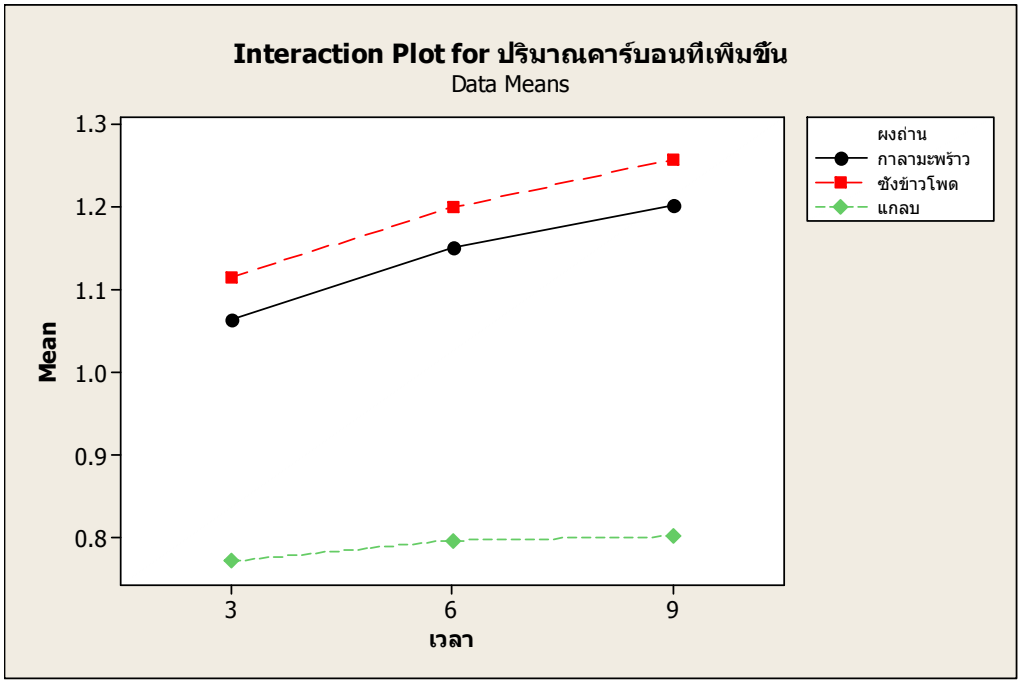
2. การหาสภาวะที่เหมาะสม

เป็นการศึกษาว่าควรกำหนดค่าของแต่ละปัจจัยอย่างไร หากต้องการให้คุณภาพของปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มขึ้น โดยพิจารณาจากรูปที่ 1และรูปที่ 2

จากรูปที่ 1 การวิเคราะห์ Main Effects จะเห็นว่า ชนิดผงถ่าน ที่ทำให้ปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มเข้าใกล้ค่า 0.8 คือ แกลบ



รูปที่ 1 กราฟค่าเฉลี่ยของชนิดของผงถ่าน และเวลาในการอบแช่



รูปที่ 2 กราฟผลกระทบร่วมระหว่างชนิดของผงถ่านและเวลาในการอบแช่

จากการวิเคราะห์กราฟผลกระทบร่วมระหว่างชนิดของผงถ่านและเวลาในการอบแช่ ซึ่งในที่นี้หมายถึงตัวแปรอื่นที่ไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง จากรูปที่ 2 สามารถสรุปได้ว่า ปริมาณคาร์บอนที่เพิ่มขึ้นที่เข้าใกล้ร้อยละ 0.8 โดยน้ำหนัก มากที่สุดคือ แกลบ โดยทำการอบแช่เป็นเวลา 3,6 และ 9 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นตัวในอากาศ นำไปวิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมี ผลการทดลองพบว่าผงถ่านแกลบทำให้เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ มีปริมาณคาร์บอนที่ผิวเพิ่มจากเดิมเป็นร้อยละ 0.77, 0.79 และ 0.80 ตามเวลาอบแช่ที่ 3,6 และ 9 ชั่วโมง ตามลำดับ ตามเวลาอบแช่ตามลำดับ

สรุป

จากการทดลอง พบว่าชนิดของผงถ่านและ เวลาในการอบแช่ เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณคาร์บอนอย่างมีนัยสำคัญ โดยผงถ่านจากแกลบมีคุณสมบัติทำให้เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ มีปริมาณคาร์บอนที่ผิวเพิ่มขึ้นมากกว่าผงถ่านอีกสองชนิด อาจเนื่องมาจากมีองค์ประกอบของธาตุเคมีบางชนิดที่ช่วยเสริมและกระตุ้นการแพร่ซึมของธาตุคาร์บอนที่มีอยู่ในผงถ่านจากแกลบ และสามารถนำมาทดแทนผงแกรไฟต์ได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนเครื่องมือในการทดลองจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

เอกสารอ้างอิง

ณรงค์ศักดิ์ ธรรมโชติ. 2549. **“วัสดุวิศวกรรม”**.กรุงเทพฯ: ซีเอ็นยูเคชั่น.

ปราโมทย์ ปูนขุนทด และอนิรุตติ์ มีคำ, **การศึกษาประสิทธิภาพของถ่านชนิดต่างๆ ที่มีผลต่อการชุบแข็งที่ผิวเหล็กกล้าคาร์บอนด้วยกรรมวิธีแพ็คคาร์เบอร์ไรซิ่ง** ปริญญานิพนธ์สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน,2548.

มนัส สถิรจินดา, **วิศวกรรมการอบชุบเหล็ก**, พิมพ์ครั้งที่ 4.กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือแห่งชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมศักดิ์ แก้วพลอย, **การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบชุบเหล็กกล้าผสมด้วยความร้อน**, คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, 2550.

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องจักรกล และโลหะการ, 2538, “Pack Carburizing Compun” งานอบชุบโลหะด้วยความร้อน, กรุงเทพฯ.

ศิริพร ดาวพิเศษ และ วชิร ฉายสุวรรณ, **เม็ดถ่านสำหรับใช้ในการเติมคาร์บอนที่ผิวเหล็ก**, ภาควิชา วิศวกรรมการผลิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2541.

เหรียญ พลต้าง, **การทดลองหาส่วนผสมที่ เหมาะสมที่สุดของสารแพ็คคาร์เบอร์ ไรซิ่ง ในกระบวนการการชุบผิวแข็งโลหะ ด้วยวิธีเปลี่ยนส่วนผสมทางเคมี**, ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541.

ความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อ Staphylococcus spp. ที่แยกได้จากสุนัขที่เป็นผิวหนังอักเสบเป็นหนอง

Antimicrobial susceptibility of Staphylococcus spp. isolated from pyoderma in dog.

มาริยา เสวกะ,[1*] จงกล สายสิงห์,[1] วัชระ ดวงจันทร์,[2] ชลธิชา เจียรเจริญ[2] และ สุทธิรัตน์ ทองปรีชา[2]

Mariya Sewaka,[1*] Jongkon Saising,[1] Watchara Duangjan ,[2] Chonticha Jianjaroen [2] And Sutthirat Thongpreecha [2]

บทคัดย่อ

โรคผิวหนังอักเสบเป็นหนองในสุนัขเป็นปัญหาที่พบได้ทั่วไปซึ่งต้องทำการรักษาต่อเนื่องเป็นเวลานาน เชื้อก่อโรคที่สำคัญคือ แบคทีเรียในกลุ่มสแตปฟิโลคอคไค ซึ่งเป็นเชื้อที่เกิดการดื้อยาได้ง่ายเนื่องจากการใช้ยาปฏิชีวนะที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นการวิจัยนี้จึงทำการศึกษาชนิดของเชื้อ *Staphylococcus* spp. และศึกษาความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อ *Staphylococcus* spp. ที่แยกได้จากสุนัขที่เป็นโรคผิวหนังอักเสบเป็นหนอง 50 ตัว จากนั้นนำมาทดสอบทางชีวเคมีเพื่อตรวจสอบสายพันธุ์ของ *Staphylococcus* spp. โดยผลการทดลองพบว่าสามารถแยกเชื้อกลุ่มสแตปฟิโลคอคไคได้ทั้งหมด 62 ไอโซเลต พบว่าเชื้อ *S. pseudintermedius* เป็นเชื้อที่พบการก่อโรคผิวหนังอักเสบเป็นหนองจากสุนัขมากที่สุดคือ 75.81% รองลงมาคือ *S. aureus* 3.22% ส่วนอีก 20.97% เป็น *Staphylococcus* spp. สายพันธุ์อื่น จากนั้นนำเชื้อที่แยกได้ไปทดสอบเปรียบเทียบความไวของเชื้อต่อยาต้านจุลชีพ 4 ชนิด ได้แก่ cephalexin (CL 30 µg), amoxicillin-clavulanic acid (AMC 30 µg), enrofloxacin (ENR 5 µg) และ sulfa-trimethoprim (SXT 25 µg) โดยวิธี disc diffusion test พบว่า cephalexin (CL 30 µg) เป็นยาต้านจุลชีพที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อสแตปฟิโลคอกไคได้ดีที่สุด โดย *S. pseudintermedius* มีความไว 95.74%, *S. aureus* มีความไว 100% และ *Staphylococcus* spp. นอกเหนือจาก *S. pseudintermedius* และ *S. aureus* มีความไว 100% ตามลำดับ

คำสำคัญ: ยาปฏิชีวนะ, *Staphylococcus* spp.,โรคผิวหนังอักเสบเป็นหนอง

Abstract

Canine pyoderma is the common cause of skin infections which require repeat and prolong treatment. Opportunistic pathogens that can cause serious disease of skin are bacteria in the staphylococci. The increasing problems of drug resistance in the staphylococcal infections has been documented. The drug resistance staphylococci are associated with inappropriate empiric antibiotic therapy. This research study the type of *Staphylococcus* spp. infection and study the antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus* spp. isolated from pyoderma in dog. The results showed that 62 isolates of *Staphylococcus* spp. were isolates from 50 pyoderma dogs skin disease. The species of *Staphylococcus* spp. were identified by the biochemical tests. *S. pseudintermedius*, *S. aureus* and the other of *Staphylococcus* spp. apart from the *S. pseudintermedius* and *S. aureus*. were found in 75.81%, 3.22% and 20.97% of all isolates, respectively. All isolates were determined as susceptible with four type of antimicrobial drugs such as cephalexin (CL 30 µg), amoxicillin-clavulanic acid (AMC 30 µg), enrofloxacin (ENR 5 µg) and sulfa-trimethoprim (SXT 25 µg). The results showed that cephalexin (CL 30 µg) is the best antimicrobial to inhibit the growth of staphylococci bacteria. The percentages of *Staphylococcus* spp. susceptible to cephalexin were as follows: 95.74% of *S. pseudintermedius*, 100% of *S. aureus* and 100% of *Staphylococcus* spp. apart from the *S. pseudintermedius* and *S. aureus*.

Keyword : Antibiotic, *Staphylococcus* spp., Pyoderma

[1] อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ทุ่งใหญ่ นครศรีธรรมราช 80240

[2] นักศึกษาชั้นปีที่ 5 ปีการศึกษา 2556 คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

[1] Research advisors Faculty of Veterinary Science Rajamangala University of Technology Srivijaya, ,ThaungYai, Nakhon Si Thammarat 80240,Thailand.

[2] Fifth years students, Year 2013, Faculty of Veterinary Science. Rajamangala University of Technology Srivijaya.

*Corresponding author. E-mail: Earliya@gmail.com

บทนำ

สุนัขเป็นสัตว์เลี้ยงที่มีความสำคัญใกล้ชิดกับมนุษย์มาเป็นเวลานาน สุนัขเป็นสัตว์เลี้ยงที่ฉลาดมีความซื่อสัตย์และรักเจ้าของ สุนัขจึงเป็นสัตว์เลี้ยงยอดนิยม จะเห็นได้ว่าในปัจจุบันคนนิยมเลี้ยงสุนัขกันมากขึ้นเพราะนอกจากเลี้ยงไว้เฝ้าบ้านแล้ว ยังสามารถเป็นเพื่อนแก้เหงา เลี้ยงเป็นอาชีพ หรือเพื่อการประกวด สุนัขบางสายพันธุ์ยังสามารถนำมาฝึกเพื่อใช้ทางการทหาร ตรวจอาวุธสงครามและยาเสพติดและเป็นสุนัขนำทางให้กับผู้พิการอีกด้วย จึงมีธุรกิจที่เกี่ยวข้องกับสุนัขเกิดขึ้นมากมาย และเนื่องจากสุนัขมีความใกล้ชิดกับคนมากนี่เอง ผู้เลี้ยงสุนัขจึงต้องมีความเอาใจใส่และระมัดระวังโรคต่างๆ ที่มีมากมาย ซึ่งบางโรคยังสามารถติดต่อมาสู่คนได้ ในการเลี้ยงดูสุนัขนั้น ต้องคำนึงถึงเรื่องที่อยู่อาศัยและอาหารที่ใช้เลี้ยง เรื่องสุขภาพของสุนัขก็เป็นสิ่งสำคัญ ทั้งปัญหาจากสภาพแวดล้อม ความผิดปกติของสุนัขรวมถึงเรื่องโรคต่างๆ ที่พบในสุนัขซึ่งมีความมากมายหลายโรค โดยเฉพาะโรคผิวหนังซึ่งเป็นโรคที่สามารถพบได้บ่อยและทำให้สุนัขมีรูปลักษณ์ที่เปลี่ยนไป

ปัจจุบันโรคผิวหนังในสุนัขที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียเป็นโรคที่พบได้บ่อยและสร้างปัญหาให้กับตัวสุนัขเองเช่น ขนร่วง ผิงหนังแดง ระคายเคือง ทำให้อักเสบ ผิวหนังลอก เกิดการติดเชื้อและยังสามารถทำให้เกิดปัญหาแก่เจ้าของสัตว์อีกด้วย เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียส่วนใหญ่ที่พบอยู่บนผิวหนังของสุนัขสามารถติดสู่คนได้ ส่วนใหญ่แบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคที่ผิวหนังมักเป็นพวก Coagulase-positive *Staphylococcus* ซึ่งได้แก่ *Staphylococcus pseudintermedius*, *Staphylococcus schleiferi*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus intermedieus* และ *Staphylococcus hyicus* ซึ่งเชื้อกลุ่มนี้มีบทบาทเป็นทั้งเชื้อประจำถิ่นและเชื้อก่อโรค ทำให้เกิดแผลหนองและผิวหนังอักเสบในสุนัข

การรักษาโรคผิวหนังในสุนัขที่ติดเชื้อค่อนข้างยุ่งยากและเป็นปัญหาในการรักษาเนื่องจากเชื้อ *Staphylococcus* spp. ตอบสนองต่อยาต้านจุลชีพน้อยชนิด จำเป็นต้องเลือกยาที่เหมาะสมจึงจะให้ผลดี และต้องใช้ระยะเวลายาวนานในการรักษา อาจทำให้เชื้อพัฒนาการดื้อยาได้ นอกจากนี้ความสำเร็จในการรักษายังเกี่ยวข้องกับสภาพความต้านทานโรคของสัตว์อีกด้วย ดังนั้นในการทำวิจัยครั้งนี้จึงศึกษาชนิดของเชื้อ *Staphylococcus* spp. และศึกษาความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อ *Staphylococcus* spp. ที่แยกได้จากสุนัขที่เป็นโรคผิวหนังอักเสบเป็นหนองเพื่อหายาปฏิชีวนะที่มีประสิทธิภาพในการรักษาโรคติดเชื้อ *Staphylococcus* spp. ในสุนัขและเป็นการลดความเสี่ยงจากการดื้อยา

วิธีการศึกษา

วิธีการเก็บเชื้อจากผิวหนังสุนัขที่เป็นโรคผิวหนังอักเสบเป็นหนอง

การเลือกเก็บเชื้อจากสุนัขที่เป็นโรคผิวหนังอักเสบเป็นหนอง โดยดูจากรอยโรคบนผิวหนังสุนัขที่เป็น pyoderma ในพื้นที่รัศมี 20 กิโลเมตร รอบบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช พื้นที่ทุ่งใหญ่ โรค pyoderma จะมีลักษณะเป็นตุ่มหนองและนูน โดยใช้ Cotton swab ที่ทำการ sterile แล้ว ซึ่งเลือก swab บริเวณที่พบรอยโรค กดลงไปให้ตุ่มหนองแตกออก แล้วนำ cotton swab ที่ได้ไปเตะ ลงบน MSA (Mannitol salt agar) ที่เตรียมไว้ในจานเพาะเชื้อ ซึ่งเป็น Selective media จำเพาะต่อเชื้อ *Staphylococcus* spp. โดยนำเชื้อที่ได้มาทำการ streak ในตู้ปลอดเชื้อในห้องปฏิบัติการอีกครั้ง ด้วยวิธี sterile technique เพื่อลดโอกาส

การปนเปื้อนเชื้อชนิดอื่นๆ และนำไปบ่มในตู้บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นานประมาณ 24 ชั่วโมง เพื่อดูลักษณะโคโลนี แยกชนิดของโคโลนีที่แตกต่างกัน

หลังจากได้โคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด MSA แล้วทำการเลือกโคโลนีเดี่ยวๆ และมีลักษณะตรงตามความจำเพาะของเชื้อ *Staphylococus* spp. โดยในจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้นั้นอาจมีลักษณะของโคโลนีที่แตกต่างกันเกิน 1 โคโลนี ให้นำแต่ละโคโลนีที่เลือกไป Swab ลงบน TSA (Trypticase soy agar) เพื่อให้ได้เป็นเชื้อเดียว ทำการบ่มในตู้บ่มเชื้อที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง นำเชื้อที่ได้ไปทดสอบในขั้นตอนต่อไป

วิธีการจัดจำแนกสายพันธุ์ของ *Staphylococcus* spp. ที่คัดเลือกได้จากโรคผิวหนังอักเสบเป็นหนอง

ในการศึกษาทางสัณฐานวิทยาและคุณลักษณะทางกายภาพ โดยการดูจากลักษณะภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จากนั้นการทดสอบทางชีวเคมีเพื่อตรวจสอบสายพันธุ์ของ *Staphylococcus* spp. 3 ชนิด ได้แก่ *S. aureus*, *S. intermedius* และ *S. pseudintermedius* โดยการทำการทดสอบ Maltose, Galactose และ Mannitol (aerobic) ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางชีวเคมีของ *Staphylococcus* spp. แต่ละชนิด

Species	Biocham test					
	Coagulase test	Voges-Proskauer test	Maltose	Galactose	Mannitol (aerobic)	Arginine dihydrolase
S. aureus	+	+	+	+	+	+
S. intermedius	+	-	+	-	-	-
S. pseudintermedius	+	-	+	+	-	+

วิธีเตรียมความขุ่นมาตรฐานสำหรับเทียบจำนวนเชื้อ

ความขุ่นมาตรฐาน McFarland standard No. 0.5 เตรียมโดยใช้ 1.175% $BaCl_2.2H2O$ จำนวน 0.5 มล. ผสมกับ 1% H_2SO_4 จำนวน 99.5 มล. เก็บไว้ในหลอดทดลองจุกเกลียวที่อุณหภูมิห้อง ในที่มืดได้นาน 6 เดือน ก่อนใช้เทียบความขุ่นต้องเขย่าให้เข้ากันทุกครั้ง และควรใช้หลอดทดลองขนาดเดียวกับที่ใช้เลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย ความขุ่นมาตรฐาน McFarland No. 0.5 นี้ ตรวจสอบได้โดยใช้ spectrophotometer วัดค่า absorbance ที่ 625 nm จะได้ค่า OD ระหว่าง 0.08-0.10 หรือถ้าเทียบด้วยสายตาให้จับหลอดของเชื้อ และหลอด McFarland standard คู่กัน วางเทียบบนกระดาษสีขาว ซึ่งขีดไว้ด้วยเส้นสีดำ และควรให้มีแสงสว่างอย่างเพียงพอ

วิธีเตรียมเชื้อด้วยวิธี direct colony suspension method (DCS)

เลือก isolated colony มีลักษณะเหมือนกัน จำนวน 3-5 colonies ซึ่งเพาะบนอาหารเพาะเชื้อชนิด tryptic soy agar ไม่เกิน 16-24 ชั่วโมง โดยใช้ loop แตะส่วนบนของ colony ใสในอาหารเพาะเชื้อ Mueller Hinton broth หลอดละประมาณ 4 มิลลิลิตร จากนั้นปรับความขุ่นเท่ากับความขุ่นของ McFarland standard No.0.5 ถ้าเชื้อขุ่นมากกว่าความขุ่นมาตรฐาน ให้เจือจางด้วย normal saline solution (NSS) หรือ Mueller Hinton broth เชื้อที่มีความขุ่นเท่ากับความขุ่นมาตรฐานนี้จะมีจำนวนเชื้อประมาณ 1-2× 108 CFU/ml

วิธีการทดสอบเปรียบเทียบความไวต่อยาต้านจุลชีพ (Antimicrobial Drugs Susceptibility)

หลังจากเทียบความขุ่นกับ McFarland แล้ว ให้เพาะเชื้อลงบนอาหารเพาะเชื้อ Mueller Hinton agar โดยมีเชื้อ *Staphylococcus aureus* สายพันธุ์มาตรฐาน ATCC 25923 เป็นเชื้อควบคุม ใช้ sterile swab จุ่มลงในเชื้อหมุน swab หลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เชื้อซึมเข้าให้ทั่ว แตะ swab กับผิวด้านในของหลอดแล้วหมุนให้ swab พอหมาด ๆ นำมาป้ายเป็น 3 ระนาบ ให้เชื้อกระจายทั่วผิวของอาหารเพาะเชื้อ แล้วป้ายรอบขอบด้านในของอาหารเพาะเชื้ออีกครั้งหนึ่ง ปล่อยให้ผิวอาหารเพาะเชื้อแห้ง ใช้ forceps ที่ทำให้ปราศจากเชื้อคีบแผ่น disk ยาต้านจุลชีพทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ Amoxicillin-clavulanic, Cephalexin, Enrofloxacin และ Sulfa-trimethoprim มาวางบนผิวของอาหารเพาะเชื้อ กดเบาๆ ให้แผ่น disk ติดกับวุ้น จากนั้น incubate ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ทันที หรือภายใน 15 นาที เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง โดยวางคว่ำให้ด้านที่เป็นวุ้นอยู่ข้างบน

วิธีการอ่านผลการทดสอบเปรียบเทียบความไวต่อยาต้านจุลชีพ

นำจานเพาะเชื้อที่ incubate ครบเวลาแล้วมาตรวจสอบ ถ้าเตรียมเชื้อได้ถูกต้องขอบของ inhibition zone จะเรียบ เชื้อที่ขึ้นนอก zone จะขึ้นอย่างสม่ำเสมอ ไม่หนาเกินไปและไม่บางเกินไป (confluent lawn of growth) ไม่มี colony ที่แยกอยู่เดี่ยว ๆ หากมีแสดงว่าความเข้มข้นของเชื้อที่นำมาทดสอบมากเกินไป ต้องทดสอบใหม่ ทำการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของ inhibition zone เป็นมิลลิเมตร โดยใช้ sliding calipers หรือไม้บรรทัด แล้วรายงานเป็น R (resistant), I (intermediate) หรือ S (susceptible) โดยแปลผลตาม Clinical and Laboratory Standards Institute standards and criteria (CLSI, 2008)

ผลการศึกษา

การจัดจำแนกสายพันธุ์ของ *Staphylococcus* spp. ที่คัดเลือกได้จากโรคผิวหนังอักเสบเป็นหนอง

จากการจำแนกสายพันธุ์ของ *Staphylococcus* spp. ที่คัดเลือกได้จากโรคผิวหนังอักเสบเป็นหนอง โดยคุณลักษณะทางกายภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และการทดสอบทางชีวเคมีเพื่อตรวจสอบสายพันธุ์ของ *Staphylococcus* spp. 3 ชนิด ได้แก่ *S. aureus*, *S. intermedius* และ *S. pseudintermedius* โดยการทำการทดสอบ Maltose, Galactose และ Mannitol (aerobic) ผลการทดลองที่ได้จากสุนัข 50 ตัวจำนวน 62 ไอโซเลต สามารถจำแนกเชื้อได้ 2 ชนิด ได้แก่ *S. pseudintermedius* 75.81% และ *S. aureus* 3.22% ส่วนอีก 20.97% ที่เหลือเป็น *Staphylococcus* spp. เนื่องจากประสิทธิภาพของการทดลองทางชีวเคมีมีข้อจำกัด สำหรับ *S. intermedius* การทดลองนี้ไม่พบเชื้อดังกล่าว

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนของเชื้อแต่ละชนิด (เปอร์เซ็นต์) ที่แยกได้จากสุนัข 50 ตัว ทั้งหมด 62 ไอโซเลต

Species	Number of Isolate	Number of Species (%)
S. aureus	2	3.22
S. intermedius	0	0
S. pseudintermedius	47	75.81
Staphylococcus spp.	13	20.97
Total	62	100

การทดสอบเปรียบเทียบความไวต่อยาต้านจุลชีพ (Antimicrobial Drugs Susceptibility)

จากการทดสอบเปรียบเทียบความไวต่อยาต้านจุลชีพต่อเชื้อ *S. pseudintermedius, S. aureus* และ *Staphylococcus* spp. ที่ได้จากสุนัข 50 ตัวจำนวน 62 ไอโซเลต โดยใช้แผ่นยาปฏิชีวนะ 4 ชนิด คือ cephalexin (CL 30 µg), Amoxicillin-clavulanic acid (AMC 30 µg), Enrofloxacin (ENR 5 µg) และ Sulfa-trimethoprim (SXT 25 µg) ผล inhibitor zone ที่ได้นำมาเทียบค่าความไวโดยแปลผลตาม Clinical and Laboratory Standards Institute standards and criteria (CLSI, 2008)

ผลความไวต่อยาปฏิชีวนะ cephalexin (CL 30 µg) ของเชื้อ *S. pseudintermedius* จำนวน 47 ไอโซเลต มีความ Susceptible(S) จำนวน 45 ไอโซเลตและ Resistant (R) จำนวน 2 ไอโซเลต คิดเป็น 95.74% และ 4.26% ตามลำดับ สำหรับความไวต่อยาปฏิชีวนะ amoxicillin-clavulanic acid (AMC 30 µg) มีความ susceptible (S) จำนวน 43 ไอโซเลตและ Resistant (R) จำนวน 4 ไอโซเลต คิดเป็น 91.49% และ 8.51%ตามลำดับ ส่วนความไวต่อยาปฏิชีวนะ enrofloxacin (ENR 5 µg) มีความ susceptible(S) จำนวน 45 ไอโซเลต, intermediate resistant (I) จำนวน 1 ไอโซเลตและ resistant (R) จำนวน 1 ไอโซเลต คิดเป็น 95.74%, 2.13% และ 2.13% ตามลำดับ และความไวต่อยาปฏิชีวนะ sulfa-trimethoprim (SXT 25 µg) มีความ susceptible (S) จำนวน 40 ไอโซเลต, intermediate resistant (I) จำนวน 5 ไอโซเลตและ resistant (R) จำนวน 2 ไอโซเลต คิดเป็น 85.11%, 10.63% และ 4.26% ตามลำดับ

ตารางที่ 3 แสดงความไวของยาปฏิชีวนะแต่ละชนิดต่อเชื้อ *S. pseudintermedius*

Antimicrobial agents	Susceptible(S)		Intermediate resistant (I)		Resistant (R)	
	No. of Isolate	%	No. of Isolate	%	No. of Isolate	%
Cephalexin (CL 30 µg)	45	95.74	0	0	2	4.26
Amoxicillin-clavulanic acid (AMC 30 µg)	43	91.49	0	0	4	8.51
Enrofloxacin (ENR 5 µg)	45	95.74	1	2.13	1	2.13
Sulfa-trimethoprim (SXT 25 µg)	40	85.11	5	10.63	2	4.26

ผลความไวต่อยาปฏิชีวนะ cephalexin (CL 30 µg) ของเชื้อ *S. aureus* จำนวน 2 ไอโซเลต มีความ susceptible(S) จำนวน 2 ไอโซเลต คิดเป็น 100% สำหรับความไวต่อยาปฏิชีวนะ Amoxicillin-clavulanic acid (AMC 30 µg) มีความ susceptible(S) จำนวน 1 ไอโซเลตและ resistant (R) จำนวน 1 ไอโซเลต คิดเป็น 50% และ 50% ตามลำดับ ส่วนความไวต่อยาปฏิชีวนะ enrofloxacin (ENR 5 µg) มีความ susceptible(S) จำนวน 2 ไอโซเลต คิดเป็น 100% และความไวต่อยาปฏิชีวนะ sulfa-trimethoprim (SXT 25 µg) มีความ susceptible(S) จำนวน 1 ไอโซเลตและ intermediate resistant (I) จำนวน 1 ไอโซเลต คิดเป็น 50%, และ 50% ตามลำดับ

ตารางที่ 4 แสดงความไวของยาปฏิชีวนะแต่ละชนิดต่อเชื้อ *S. aureus*

Antimicrobial agents	Susceptible(S)		Intermediate resistant (I)		Resistant (R)	
	No. of Isolate	%	No. of Isolate	%	No. of Isolate	%
Cephalexin (CL 30 µg)	2	100	0	0	0	0
Amoxicillin-clavulanic acid (AMC 30 µg)	1	50	0	0	1	50
Enrofloxacin (ENR 5 µg)	2	100	0	0	0	0
Sulfa-trimethoprim (SXT 25 µg)	1	50	1	50	0	0

ผลความไวต่อยาปฏิชีวนะ cephalexin (CL 30 µg) ของเชื้อ *Staphylococcus* spp. จำนวน 13 ไอโซเลต มีความ susceptible (S) จำนวน 13 ไอโซเลต คิดเป็น 100% สำหรับความไวต่อยาปฏิชีวนะ amoxicillin-clavulanic acid (AMC 30 µg) มีความ Susceptible (S) จำนวน 12 ไอโซเลตและ resistant (R) จำนวน 1 ไอโซเลต คิดเป็น 92.31% และ 7.69% ตามลำดับ ส่วนความไวต่อยาปฏิชีวนะ enrofloxacin (ENR 5 µg) มีความ susceptible (S) จำนวน 11 ไอโซเลตและ intermediate resistant (I) จำนวน 2 ไอโซเลต คิดเป็น 84.62% และ 15.38% ตามลำดับ และความไวต่อยาปฏิชีวนะ sulfa-trimethoprim (SXT 25 µg) มีความ Susceptible (S) จำนวน 12 ไอโซเลตและ intermediate resistant (I) จำนวน 1 ไอโซเลต คิดเป็น 92.31% และ 7.69% ตามลำดับ

ตารางที่ 5 แสดงความไวของยาปฏิชีวนะแต่ละชนิดต่อเชื้อ *Staphylococcus* spp.

Antimicrobial agents	Susceptible(S)		Intermediate resistant (I)		Resistant (R)	
	No. of Isolate	%	No. of Isolate	%	No. of Isolate	%
Cephalexin (CL 30 µg)	13	100	0	0	0	0
Amoxicillin-clavulanic acid (AMC 30 µg)	12	92.31	0	0	1	7.69
Enrofloxacin (ENR 5 µg)	11	84.62	2	15.38	0	0
Sulfa-trimethoprim (SXT 25 µg)	12	92.31	1	7.69	0	0

อภิปรายผล

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการเก็บตัวอย่างสุนัขที่เป็นโรคผิวหนังอักเสบเป็นหนองในพื้นที่รัศมี 20 กิโลเมตรรอบโรงพยาบาลสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จำนวน 50 ตัว จากการจำแนกสายพันธุ์ของ *Staphylococcus* spp. สามารถแยกได้จำนวน 62 ไอโซเลต โดย *S. pseudintermedius* เป็นเชื้อที่พบการก่อโรคผิวหนังอักเสบเป็นหนองจากสุนัข มากที่สุดคือ 75.81% รองลงมาคือ *S. aureus* 3.22% ส่วนอีก 20.97% เป็น *Staphylococcus* spp. ที่ไม่ใช่ *S. pseudintermedius* และ *S. aureus* ซึ่งมีความสอดคล้องกับรายงานของพรรณพิชญา (2552) เรื่องอุบัติการณ์ของเชื้อกลุ่ม Coagulase positive *Staphylococcus* spp. (CPS) ที่แยกจากสุนัขที่เข้ามารับการรักษาที่โรงพยาบาลสัตว์เล็ก คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่าเชื้อในกลุ่ม CPS ที่พบในสุนัขมากที่สุดได้แก่ *S. pseudintermedius*

จากผลการวิจัยความไวของยาปฏิชีวนะต่อเชื้อ *Staphylococcus* spp.บ่งบอกได้ว่าเชื้อ*S.pseudintermedius*, *S. aureus* และ *Staphylococcus* spp. มีความไวต่อยาปฏิชีวนะ cephalexin มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพิทยาและคณะ (2551) ได้ศึกษาความไวต่อยาต้านจุลชีพ 5 ชนิดได้แก่ cephalexin, doxycycline, methicillin, erythromycin และ sulfa-trimethoprim จากตัวอย่างทั้งหมด 100 ไอโซเลต โดยแบ่งเป็น กลุ่ม staphylococci coagulase negative 50 isolates และ coagulase positive 50 isolates โดยมี *S. aureus* ATCC25923 เป็นเชื้อควบคุมในการทดลอง พบว่า cephalexin เป็นยาต้านจุลชีพที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ Staphylococci coagulase negative และ coagulase positive ได้ดีที่สุด อีกทั้งการวิจัยครั้งนี้ยังสอดคล้องกับรายงานของ Kawakami et al. (2010) ซึ่งทำการแยกเชื้อ staphylococci ได้ 190 ตัวอย่าง แบ่งเป็น *S. pseudintermedius* 170 ตัวอย่าง และ *S. schleiferi* 20 ตัวอย่าง แล้วนำเชื้อที่แยกได้มาทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะ 7 ชนิด คือ cefalexin (CEX), amoxicillin/clavulanic acid (CVA/AMPC), minocycline (MINO), ofloxacin (OFLX), norfloxacin (NFLX), lincomycin (LCM) และ clindamycin (CLDM) ผลที่ได้คือความไวต่อ ยาของเชื้อ *S. pseudintermedius* 38.2, 52.4, 34.7, 31.2, 34.1, 1.2 และ 11.2% ตามลำดับ และ *S. schleiferi* 55% ไวต่อยา CEX, 80% CVA/AMPC, 70% MINO, 45% OFLX หรือ NFLX และ 30% CLDM

จากการทดสอบเปรียบเทียบความไวของเชื้อ *S. pseudintermedius, S. aureus* และ *Staphylococcus* spp. นอกเหนือจาก *S. pseudintermedius* และ *S. aureus* ต่อยาต้านจุลชีพ cephalexin (CL 30 µg), amoxicillin-clavulanic acid (AMC 30 µg), enrofloxacin (ENR 5 µg) และ sulfa-trimethoprim (SXT 25 µg) พบว่ายาปฏิชีวนะทั้ง 4 ชนิด สามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus* spp. แต่ละชนิดได้ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Vanni et al. (2009) ได้ศึกษาความไวของเชื้อ *S. intermedius* และ *S. schleiferi* ที่แยกได้จากสุนัข พบว่า *S. intermedius* มีความไวต่อยา cephalosporins, cotrimoxazole และ amoxicillin–clavulanic acid ซึ่งปัจจุบันใช้ในการรักษา pyoderma ซึ่งคลายคลึงกับรายงานของ Hughes et al. (2012) โดยทำการประเมินแบบสอบถามการใช้ยาต้านจุลชีพในการรักษา pyoderma ของสัตวแพทย์ 900 คนในสหราชอาณาจักร พบว่า การใช้ยา cefalexin ในการรักษา pyoderma มากที่สุด รองลงมา คือ clavulanate-amoxicillin, sulfa-trimethoprim, clindamycin, fusidic acid, cefovecin, amoxicillin, marbofloxacin และ oxytetracycline ตามลำดับ

จากผลการวิจัยครั้งนี้ สามารถนำไปประยุกต์และเป็นแนวทางในการเลือกใช้ยาปฏิชีวนะ เพื่อรักษาโรคผิวหนังอักเสบเป็นหนองของสุนัขในทางคลินิกได้อย่างเหมาะสม เพื่อลดปัญหาการดื้อยาของเชื้อ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Lima et al. (2012) ที่ได้กล่าวว่าการใช้ยาปฏิชีวนะที่ผิดวิธีจะส่งเสริมให้เกิดการดื้อยาหลายชนิดของเชื้อ

staphylococci มากขึ้น กลไกการดื้อยาของ *S. pseudintermedius* จะคล้ายกับกลไกของ staphylococci สายพันธุ์อื่น การทนต่อ chloramphenicol โดยเชื้อจะผลิต enzyme chloramphenicol acetyl transferase ที่ควบคุมโดย (cat) gene บริเวณ plasmid pSCS ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับ (cat) gene ของ *S. aureus* ส่วนการทนต่อยา erythromycin ของ *S. pseudintermedius*, *S. xylosus* และ *S. hyicus* เกิดขึ้นโดย *ermB* gene ที่มี ribosomal methylase เป็นสื่อกลาง และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Huert et al. (2011) ได้ศึกษาปัจจัยเสี่ยงในการดื้อยาปฏิชีวนะของเชื้อ staphylococci ที่แยกจากสุนัขที่เป็น pyoderma พบว่าปัจจัยที่เกิดการดื้อส่วนใหญ่จะเกิดกับสุนัขที่มีประวัติในการใช้ยาปฏิชีวนะทำให้เกิด methicillin-resistant (MRS) สำหรับสุนัขที่อยู่ในเมืองจะพบการดื้อยาหลายชนิดรวมกันกว่าสุนัขที่อยู่ในชนบท และสุนัขเพศผู้จะมีการดื้อยามากกว่าสุนัขเพศเมีย และยังเป็นไปในทางเดียวกับการรายงานของ พรรณพิชญา (2552) ซึ่งได้ศึกษาการดื้อต่อยาของเชื้อ *Staphylococcus* spp. โดยเฉพาะอย่างยิ่งดื้อต่อ cefalexin ซึ่งเป็นยาที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการรักษาทางสัตวแพทย์ การที่เชื้อที่มีสารพันธุกรรมดื้อยา *blaZ* และ *mecA* ทำให้อาจเกิดการถ่ายทอดสารพันธุกรรมดังกล่าวให้เชื้อในกลุ่ม *Staphylococcus* spp.อื่นซึ่งรวมถึง *S. aureus* อาจทำให้เกิดปัญหาแพร่กระจายของเชื้อ MRSA ในชุมชนได้

สรุป

จากการจำแนกสายพันธุ์ของ *Staphylococcus* spp. ที่คัดเลือกได้จากโรคผิวหนังอักเสบเป็นหนองจากสุนัข 50 ตัวแยกได้จำนวน 62 ไอโซเลต โดยใช้คุณลักษณะทางกายภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และการทดสอบทางชีวเคมี ได้แก่ maltose, galactose และ mannitol (aerobic) เพื่อตรวจสอบสายพันธุ์ของ *Staphylococcus* spp. โดย *S. pseudintermedius* เป็นเชื้อที่พบในการก่อโรคผิวหนังอักเสบเป็นหนองจากสุนัขมากที่สุดคือ 75.81% รองลงมาคือ *S. aureus* 3.22% ส่วนอีก 20.97% เป็น *Staphylococcus* spp. ที่นอกเหนือจาก *S. pseudintermedius* และ *S. aureus*

จากการทดสอบเปรียบเทียบความไวของเชื้อ *S. pseudintermedius*, *S. aureus* และ *Staphylococcus* spp. ต่อยาต้านจุลชีพ cephalexin (CL 30 µg), amoxicillin-clavulanic acid (AMC 30 µg), enrofloxacin (ENR 5 µg) และ sulfa-trimethoprim (SXT 25 µg) พบว่า *S. pseudintermedius*, *S. aureus* และ *Staphylococcus* spp. มีความไว (susceptible) ต่อยา cephalexin (CL 30 µg) มากที่สุด คิดเป็น 95.74%, 100% และ 100% ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ายาปฏิชีวนะที่นำมาทดสอบมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อได้และเชื้อ *Staphylococcus spp.* ที่แยกได้ยังไม่เกิดการดื้อต่อยาปฏิชีวนะกลุ่มที่นำมาทดสอบ ข้อมูลที่ได้ทำให้เป็นประโยชน์ต่อการเลือกใช้ยาปฏิชีวนะที่เหมาะสมเพื่อการรักษาสุนัขที่**เป็นผิวหนังอักเสบเป็นหนอง**และเป็นประโยชน์ในการป้องกันการดื้อยาปฏิชีวนะของเชื้อ *Staphylococcus spp.*

คำขอบคุณ

ขอบคุณอาจารย์ มาริยา เสวกะ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย ที่ให้คำปรึกษาในขั้นตอนการปฏิบัติการต่างๆ และการตรวจทานรายงานต้นฉบับ ขอขอบคุณอาจารย์จงกล สายสิงห์ ในการให้คำปรึกษาแนวทางการทำวิจัยและแนวทางการการศึกษาข้อมูล รวมทั้งการแนะนำและแก้ไขปัญญา ที่เกิดจากการดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณจากอาจารย์ประวิทย์ รอดจันทร์ อาจารย์ประจำวิชาที่ให้คำแนะนำในการนำเสนองานวิจัยและการจัดทำรูปเล่มฉบับสมบูรณ์ ขอขอบคุณนางสุภาพร กาญจนศิราธิป รวมไปถึงพนักงานวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับข้อมูลการ

ทดสอบและการใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงอำนวยความสะดวกด้านสารเคมีและอุปกรณ์และห้องปฏิบัติการเพื่อการทำงานวิจัย ขอขอบคุณอาจารย์และนักวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช พื้นที่ทุ่งใหญ่ ที่อนุเคราะห์สารเคมีที่ใช้ทำการทดลองในงานวิจัย และขอขอบคุณทางศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคใต้ที่ให้คำแนะนำในการจัดหาอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณทางโรงพยาบาลสัตว์เล็ก และศูนย์ชันสูตร คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช พื้นที่ทุ่งใหญ่ ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

พรรณพิชญา ฟุ้งวิทยา. 2552. สปีชี่ส์และการตอบสนองต่อยาต้านจุลชีพของเชื้อ Methicillin - resistant coagulase-positive *Staphylococcus* spp. (MRCPS) ที่แยกได้จากสุนัขในประเทศไทย. สาขาวิชาเภสัชวิทยาทางสัตวแพทย์.

พิทยา ภาภิรมย์, ไพโรจน์ วงศ์หทัยไพศาล, กชามาส เจียมพิริยะ, นัฐธิภาภรณ์ คิมรัมย์, รุ่งทิพย์ บุญส่งเจริญ. 2551. การศึกษาเปรียบเทียบความไวต่อยาต้านจุลชีพของเชื้อกลุ่มสแตปฟิโลคอคไคที่แยกได้จากผิวหนังสุนัข. ประชุมวิชาการสัตวแพทยศาสตร์ มช. ครั้งที่ 9 “สัตวแพทย์ทางเลือกวันนี้” 11-12 มิถุนายน 2551 คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Huerta, B., Maldonado, A., Ginel, P.J., Tarradas, C., Gasco´, L.G., Astorga, R.J., et al. 2011. Risk factors associated with the antimicrobial resistance of staphylococci in canine pyoderma. Veterinary Microbiology 150: 302–308.

Hughes, L.A., Williams, N., Clegg, P., Callaby, R., Nuttall, T., Coyne, K., et al. 2012. Cross-sectional survey of antimicrobial prescribing patterns in UK small animal veterinary practice.Preventive Veterinary Medicine 104 (2012) 309– 316.

Kawakami, T., Shibata, S., Murayama, N., Nagata, M., Nishifuji, K., Iwasaki, T., et al. 2010. Antimicrobial susceptibility and methicillin resistance in *Staphylococcus pseudintermedius* and *Staphylococcus schleiferi* coagulans isolated from dogs with pyoderma in Japan. J. Vet. Med. Sci. 72(12): 1615–1619.

Lima, L. F. A., Lira, A. C., Coutinho, H. D. M., Júnior, J. P. S. and Barreto, H. M. 2012. Antimicrobial resistance in staphylococci isolated from canine pyoderma. Comunicata Scientiae 3(3): 181-185.

Vanni, M., Tognetti, R., Pretti, C., Crema, F., Soldani, G., Meucci, V. and Intorre, L. 2009. Antimicrobial susceptibility of *Staphylococcus intermedius* and *Staphylococcus schleiferi* isolated from dogs. Research in Veterinary Science 87 192–195.

การพัฒนาเครื่องมือปรับสภาพเมล็ดในกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวชุมชน

The Development of Seed Processing Machine for Community Paddy Rice Seed Production

ผดุงศักดิ์ วานิชชัง[1*] ใจทิพย์ วานิชชัง[1] และ นฤมล บุญกระจ่าง[1]

Padungsak Wanitchang,[1*] Jaitip Wanitchang[1] and Narumon Boonkrachang[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับชุมชน และตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยใช้ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ผ่านการคัดแยกสิ่งเจือปนด้วยเครื่องทำความสะอาดแบบตะแกรงโยกสองชั้นและพัดลมดูด และการคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์โดยใช้เครื่องคัดแยกด้วยความถ่วงจำเพาะแบบช่องแยก ณ สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและเทคโนโลยี คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี จากผลการทดสอบพบว่า เมื่อเพิ่มอัตราป้อนของเครื่องทำความสะอาดแบบตะแกรงสองชั้นและพัดลมดูดให้สูงขึ้น จะทำให้เครื่องมีความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้น ได้เมล็ดข้าวเปลือกที่มีความบริสุทธิ์สูงกว่า 99 เปอร์เซ็นต์ หลังการคัดแยกเมล็ดข้าวเปลือกด้วยเครื่องคัดแยกด้วยความถ่วงจำเพาะแบบช่องแยกจะมีอัตราการงอก ความหนาแน่นรวม ความถ่วงจำเพาะ เมล็ดสมบูรณ์ และความบริสุทธิ์มากกว่าเมล็ดข้าวเปลือกก่อนการคัดแยก และที่ความเร็วรอบ 180 รอบต่อนาที เมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกที่คัดแยกได้จะมีอัตราการงอก ความหนาแน่นรวม และความถ่วงจำเพาะสูงที่สุด 95.67 เปอร์เซ็นต์ 0.59 และ1.18 กรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ขณะที่มีความบริสุทธิ์ของเมล็ด และเมล็ดสมบูรณ์คัดแยกโดยน้ำเกลือมีค่าค่อนข้างสูง จึงน่าจะเป็นความเร็วรอบที่เหมาะสมในการคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105

จากผลการทดสอบพอสรุปได้ว่า การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับชุมชนสามารถเลือกใช้เครื่องทำความสะอาดแบบตะแกรงโยกสองชั้นและพัดลมดูด และเครื่องคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ด้วยความถ่วงจำเพาะแบบช่องแยก ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่มีขนาดเล็ก มีความสามารถในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ประมาณ 40 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

คำสำคัญ: การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว

Abstract

The objectives of this study were to develop a community paddy seed processing and test its qualities. The KDML 105 rice variety were processed combination with impurities separation by using a double sieve with aspirator paddy pre-cleaner and immature paddy separation by using a compartment type gravity separator. The experiments were conducted at the Department of Agricultural Engineering and Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resource, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Bangpra Campus, Sriracha, Chonburi. The results showed that an increase in feed rate of paddy pre-cleaner increased the capacity, while received more than 99 percent, paddy purity. After immature paddy separation by a compartment type gravity separator, the germination rate, bulk density, specific gravity, mature paddy and purity were increased higher than the beginning paddy grain. Working at 180 rpm received the highest germination rate, bulk density and

[1] คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ จ.ชลบุรี

[1] Faculty of Agriculture and Natural Resource, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Bangpra Campus, Chonburi.

* Corresponding author. E-mail: pwanitchang@yahoo.com

specific gravity at 95.67 percent, 0.59 and 1.18 gram per milliliter, respectively, while received immediately high in purity and mature grain percent, which demonstrated a suitable revolution speed for KDML 105 paddy seed processing.

From the study, it could be concluded that the community paddy seed processing could be used a double sieves with aspirator paddy pre-cleaner and a compartment type gravity separator with comfortable small size and approximately 40 kilogram per hour, capacity.

Keyword: Paddy Rice Seed Processing

บทนำ

การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวมีขั้นตอนสำคัญตั้งแต่การทำความสะอาดเพื่อคัดแยกสิ่งเจือปนทั้งที่มีขนาดใหญ่ ขนาดเล็ก ฝุ่นละออง เมล็ดลีบ และเมล็ดวัชพืช การคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์(เมล็ดอ่อน) และการคัดขนาดความหนาเมล็ด เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่มีเศษสิ่งเจือปน มีขนาดใกล้เคียงกัน และมีการสุกแก่เท่าๆกันทุกเมล็ด เมื่อนำไปใช้มีอัตราการงอกสูง และงอกในเวลาที่ใกล้เคียงกันจะได้มีการเจริญเติบโตอย่างสม่ำเสมอง่ายต่อการดูแลรักษา ปัจจุบันการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวจะดำเนินการผลิตโดยศูนย์เมล็ดพันธุ์ข้าวของภาครัฐ สหกรณ์การเกษตร และโรงงานเมล็ดพันธุ์ภาคเอกชนที่ใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ในการผลิตตั้งแต่การทำความสะอาดโดยใช้เครื่องทำความสะอาดแบบตะแกรงและพัดลมดูด และการคัดแยกเมล็ดที่สมบูรณ์โดยใช้เครื่องคัดแยกด้วยน้ำหนักจำเพาะ แต่ก็ยังผลิตได้ไม่เพียงพอกับความต้องการ การใช้เมล็ดพันธุ์ที่ดีจะทำให้ได้ต้นกล้าที่สมบูรณ์ นอกจากนั้นยังช่วยลดปริมาณการใช้เมล็ดพันธุ์ลงได้อีกด้วย ในแต่ละปีประเทศไทยใช้เมล็ดพันธุ์จำนวนมากในการเพาะปลูก เมล็ดพันธุ์นี้ได้จากการเก็บรักษาของเกษตรกรโดยใช้วิธีการดั้งเดิมและมีการใช้อุปกรณ์ช่วยในการผลิตง่ายๆส่วนใหญ่ก็จะมีเพียงเครื่องทำความสะอาด แต่ยังไม่มีเครื่องคัดแยก จึงทำให้คุณภาพเมล็ดพันธุ์ไม่ดีเท่าที่ควร มีความบริสุทธิ์ และมีอัตราการงอกต่ำต้องสิ้นเปลืองเมล็ดพันธุ์ข้าวในการปลูกและมีต้นทุนในการผลิตสูง ขณะที่เมล็ดพันธุ์จากผู้ผลิตแม้จะมีคุณภาพดีแต่ก็มีราคาแพง การผลิตเมล็ดพันธุ์ดีส่วนใหญ่ดำเนินการโดยผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์รายใหญ่หรือหน่วยงานของรัฐที่ต้องใช้อุปกรณ์ขนาดใหญ่ในการผลิตเมล็ดพันธุ์

กรมส่งเสริมสหกรณ์ได้ส่งเสริมให้สถาบันเกษตรกรผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวขึ้นใช้เองเพื่อให้มีเมล็ดพันธุ์เพียงพอกับความต้องการ(กรมส่งเสริมสหกรณ์, 2554) และจากภัยพิบัติน้ำท่วมในปลายปี 2554 ทำให้ผลผลิตข้าวได้รับความเสียหายจำนวนมากในหลายพื้นที่ ทำให้เกษตรกรต้องเร่งปลูกข้าวทดแทนข้าวที่ได้รับความเสียหาย และจำเป็นต้องใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวจำนวนมากส่งผลให้เมล็ดพันธุ์ข้าวคุณภาพดีซึ่งมีจำนวนจำกัดไม่เพียงพอต่อความต้องการและมีราคาแพง ทำให้เกษตรกรจะต้องมีการเตรียมเมล็ดพันธุ์ข้าวขึ้นใช้เอง และถ้าผลิตได้มากก็สามารถจัดจำหน่ายเพิ่มรายได้ได้อีกด้วย ปัจจุบันยังขาดแคลนอุปกรณ์ในศูนย์ข้าวชุมชน จึงควรพัฒนากระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโดยใช้เครื่องจักรขนาดเล็กเข้ามาช่วยในการทำความสะอาด คัดแยกสิ่งเจือปน เมล็ดลีบ และเมล็ดวัชพืช คัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์และขนาดความหนาของเมล็ดข้าว ได้เมล็ดที่สะอาดและมีอัตราการงอกสูง จนสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ดีได้อย่างเพียงพอกับความต้องการและมีราคาถูก

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาและพัฒนากระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับชุมชน
2. ตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าว

วิธีการศึกษา

การวิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวทั้งการทำความสะอาด และการคัดแยกเมล็ดไม่สมบูรณ์ออกจากเมล็ดที่สมบูรณ์ โดยพัฒนาเครื่องทำสะอาด และคัดแยกที่มีขนาดเล็กเพื่อใช้ในการทดสอบ

2. ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องทำความสะอาดแบบตะแกรงสองชั้นและพัดลมดูดเพื่อคัดแยกสิ่งเจือปน

2.1 ป้อนข้าวเปลือก 10 กิโลกรัมกำหนดอัตราป้อนมาก จับเวลาตั้งแต่เมล็ดไหลออกจากช่องป้อนจนหมด แล้วบันทึกผลและคำนวณหาอัตราการทำงาน โดยใช้สูตร

$$MC = W / T$$

MC = อัตราการทำงาน (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)
W = น้ำหนักผลผลิตที่ได้ (กิโลกรัม)
T = เวลาที่ใช้ในการทำงาน (ชั่วโมง)

2.2 สุ่มตัวอย่างข้าวเปลือก 100 กรัม เพื่อตรวจสอบความบริสุทธิ์ทั้งก่อน และหลังการทำความสะอาด ชั่งน้ำหนักเมล็ดข้าวที่แยกได้ บันทึกผลแล้วคำนวณโดยใช้สูตร

$$P = (1 - q) / W$$

P = ความบริสุทธิ์ของข้าวเปลือก(เปอร์เซ็นต์)
q = น้ำหนักของสิ่งเจือปน(กรัม)
W = น้ำหนักของข้าวเปลือก(กรัม)

2.3 ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง

เปลี่ยนกำหนดอัตราป้อนเป็นปานกลาง และน้อย แล้วทำการทดลองเช่นเดียว กับข้อ 2.1 - 2.3

3. ตรวจสอบสมบัติความถ่วงจำเพาะของเมล็ดที่สมบูรณ์ และเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์

4. ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ออกจากเมล็ดที่สมบูรณ์

4.1 ป้อนข้าวเปลือก 5 กิโลกรัม กำหนดความเร็ว 185 รอบต่อนาทีที่มุมเอียง 5 องศา จับเวลาตั้งแต่เมล็ดไหลออกจากช่องป้อนจนหมด แล้วบันทึกผลและคำนวณหาอัตราการทำงาน โดยใช้สูตร

$$MC = W / T$$

MC = อัตราการทำงาน (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)
W = น้ำหนักผลผลิตที่ได้ (กิโลกรัม)
T = เวลาที่ใช้ในการทำงาน (ชั่วโมง)

4.2 ระหว่างคัดแยก สุ่มข้าวที่ช่องทางออกเมล็ดสมบูรณ์ และเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ช่องละ 100 กรัม เพื่อตรวจสอบหาความบริสุทธิ์ชั่งน้ำหนักเมล็ดข้าวที่แยกได้ แล้วบันทึกผลโดยใช้สูตร

P_{11} = $I - q_2 / W_1$

P_{22} = $I - q_1 / W_2$

P_{11}, P_{22} = ความบริสุทธิ์ของเมล็ดสมบูรณ์ และเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์

q_1, q_2 = น้ำหนักของวัสดุที่ปนอยู่ในวัสดุที่ต้องการแยก

W_1, W_2 = น้ำหนักของวัสดุที่แยกได้

4.3 ทำการสุ่มเมล็ดข้าวเปลือกหลังจากผ่านการคัดแยกที่ได้จากช่องเมล็ดสมบูรณ์และช่องเมล็ดไม่สมบูรณ์มาตรวจสอบคุณภาพ โดยหาเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด ความบริสุทธิ์ของเมล็ด ค่าเมล็ดสมบูรณ์คัดแยกโดยการแช่น้ำเกลือ และความหนาแน่นของเมล็ด ซึ่งจะใช้วิธีการตรวจสอบเช่นเดียวกับการตรวจสอบก่อนการคัดแยก แล้วบันทึกผลการตรวจสอบ

4.4 ทำการทดลองซ้ำอีก 2 ครั้ง

4.5 ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 4.1-4.4 โดยอินเวอร์เตอร์ปรับความถี่ โดยใช้ความเร็วรอบ 180, 175 และ 173 รอบต่อนาที ที่มุมเอียง 5 องศา

5. การตรวจสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว

5.1 ตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะ ของเมล็ดสมบูรณ์และเมล็ดไม่สมบูรณ์ โดยสุ่มนับเมล็ดสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์อย่างละ 100 เมล็ด นำไปชั่งน้ำหนักของเมล็ด จากนั้นชั่งน้ำหนักของขวดวัดความถ่วงจำเพาะขนาด 25 มิลลิลิตร แล้วใส่น้ำให้เต็มขวดและชั่งน้ำหนักอีกครั้ง เมื่อหักน้ำหนักของขวดออกจะได้น้ำหนักน้ำในปริมาตรขวด 25 มิลลิลิตร นั่นคือค่าความหนาแน่นของน้ำ จากนั้นใส่เมล็ดลงไปในขวดวัดความถ่วงจำเพาะที่มีน้ำใส่อยู่เต็มขวดซึ่งเมล็ดจะเข้าไปแทนที่น้ำ แล้วจึงชั่งน้ำหนักอีกครั้ง เมื่อหักน้ำหนักขวดและน้ำหนักเมล็ดออก จะได้น้ำหนักน้ำที่เหลือในขวดซึ่งจะคำนวณหาปริมาตรของน้ำได้ และเมื่อหักปริมาตรน้ำออกส่วนที่เหลือจึงเป็นปริมาตรเมล็ด ซึ่งจะทำให้ทราบค่าความถ่วงจำเพาะของเมล็ดโดยการนำค่าน้ำหนักของเมล็ดหารด้วยปริมาตรเมล็ด ทำการทดลองซ้ำอีก 9 ครั้ง และบันทึกผล

5.2 อัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์ ทำการตรวจสอบ โดยการสุ่มตัวอย่างเมล็ดข้าวจำนวน 100 เมล็ด เพาะในกระดาษเพาะชุ่มน้ำ โดยวางเรียงเมล็ดไว้บนแผ่นหนึ่ง แล้วนำกระดาษเพาะที่ชุ่มน้ำอีกแผ่นหนึ่งมาวางทับ จากนั้นม้วนกระดาษจนสุดความยาว แล้วจึงนำใส่ถุงพลาสติก ซึ่งจะเปิดออกมานับการงอกในวันที่ 14 ของการเพาะ จำนวนเมล็ดที่งอกคือเปอร์เซ็นต์การงอก

5.3 ความบริสุทธิ์ของเมล็ด ทำการตรวจสอบโดยผ่านเครื่องทำความสะอาดแบบพัดลมดูด โดยการสุ่มชั่งตัวอย่างเมล็ด จำนวน 200 กรัม แล้วผ่านเครื่องทำความสะอาด จากนั้นชั่งน้ำหนักอีกครั้ง บันทึกผลแล้วหาความบริสุทธิ์ของเมล็ด โดยใช้สูตร

ความบริสุทธิ์ = $\frac{\text{น้ำหนักหลังคัดแยก}}{\text{น้ำหนักก่อนคัดแยก}}$

5.4 การคัดแยกเมล็ดสมบูรณ์โดยการแช่น้ำเกลือ ทำการตรวจสอบโดยการสุ่มชั่งตัวอย่างเมล็ด จำนวน 100 กรัม นำมาแช่ในน้ำเกลือที่มีอัตราส่วน 10 ลิตรต่อเกลือ 1.7 กิโลกรัม จากนั้นนำเมล็ดที่จมน้ำและลอยน้ำมาชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าเมล็ดสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ ซึ่งสามารถหาค่าเมล็ดสมบูรณ์ได้จากสูตร

$$\text{ค่าเมล็ดสมบูรณ์} = \frac{\text{น้ำหนักเมล็ดจม}}{(\text{น้ำหนักเมล็ดจม}+\text{น้ำหนักเมล็ดลอย})}$$

5.5 ความหนาแน่นรวมของเมล็ด ตรวจสอบโดยการเทเมล็ดข้าวลงในภาชนะที่ทราบปริมาตร (ขนาด 0.5 ลิตร) แล้วชั่งน้ำหนักเมล็ดที่เทลงไป จากนั้นบันทึกผลแล้วคำนวณหาค่าความหนาแน่นของเมล็ด โดยใช้สูตร

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{น้ำหนัก}}{\text{ปริมาตร}}$$

6. นำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพกระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว

7. จัดทำรายงานผลการวิจัย

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการวิจัยสามารถแบ่งเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. กระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว
2. ประสิทธิภาพการทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ข้าว
3. ประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ออกจากเมล็ดพันธุ์ข้าว
4. คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว

1. กระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว

กระบวนการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวสำหรับชุมชนถูกออกแบบให้มีขั้นตอนสำคัญสองขั้นตอน คือ การทำความสะอาด และการคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ โดยใช้เครื่องมือขนาดเล็กและมีความสามารถในการผลิตไม่สูงนักเพื่อให้เกษตรกรสามารถเป็นเจ้าของได้ และสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์เพื่อใช้เอง และจำหน่ายให้กับเกษตรกรเพื่อนบ้านในชุมชนเพื่อเพิ่มรายได้และเพิ่มความคุ้มค่าในการใช้เครื่องจักร การทำความสะอาดเป็นการคัดแยกเอาสิ่งเจือปนที่มีขนาด และน้ำหนักที่แตกต่างกันออกจากกัน เช่น เศษใบ ฟางท่อน เมล็ดลีบ เมล็ดวัชพืช ฝุ่นละออง ก้อนดิน และเศษกรวด ที่ปนอยู่ในเมล็ดข้าวเปลือกออกไป ดังนั้นเครื่องมือทำความสะอาดที่เลือกใช้จึงต้องประกอบด้วยตะแกรงสองชั้นเพื่อแยกสิ่งเจือปนที่มีขนาดเล็ก และใหญ่ เช่น เศษใบ ฟางท่อน เมล็ดวัชพืช ก้อนดิน และเศษกรวด ออกจากเมล็ดข้าวเปลือก และพัดลม เพื่อคัดแยกสิ่งเจือปนที่มีน้ำหนักเบากว่าเมล็ดข้าวเช่น ฝุ่นละออง และเมล็ดลีบ ออกไป ได้ข้าวเปลือกที่มีความบริสุทธิ์สูงปราศจากสิ่งเจือปน โดยเฉพาะเมล็ดวัชพืช แต่เมล็ดข้าวเปลือกที่ได้ยังคงมีเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ที่มีขนาดใกล้เคียงกับเมล็ดข้าวเปลือกที่สมบูรณ์แล้วแต่มีน้ำหนักแตกต่างกับเมล็ดที่สมบูรณ์และยังปนอยู่กับเมล็ดที่สมบูรณ์แล้ว ส่งผลให้เมล็ดพันธุ์มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอจึงต้องคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ออกจากเมล็ดที่สมบูรณ์โดยใช้การคัดแยกโดยน้ำหนักจำเพาะที่แตกต่างกัน เครื่องคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ได้ประยุกต์ใช้เครื่องคัดแยกเมล็ดข้าวเปลือกออกจากข้าวกล้องซึ่งเป็นแบบ

ผนังซิกแซ็กเคลื่อนที่ในแนวราบตั้งฉากกับความเอียงของชุดแยก เมล็ดข้าวเปลือกสมบูรณ์ซึ่งมีน้ำหนักจำเพาะมากกว่าจะไหลลงตามความเอียงแยกออกทางด้านล่าง ส่วนเมล็ดข้าวเปลือกที่ไม่สมบูรณ์ซึ่งมีน้ำหนักจำเพาะน้อยกว่าจะถูกผนังซิกแซ็กผลักให้ลอยขึ้นแยกออกทางด้านบนของความเอียง เมล็ดสมบูรณ์ที่แยกได้จึงเป็นเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ปราศจากสิ่งเจือปน มีความบริสุทธิ์ และมีอัตราการงอกสูง

2. ประสิทธิภาพการทำความสะอาดเมล็ดพันธุ์ข้าว

Table 1 Paddy cleaner efficiency at different feed rate using KDML 105 rice variety at 12.70 % wb. moisture content.

Feed rate	Seed purity (%)	
(Kg./hr.)	Before cleaning	After cleaning
114.06±1.47	94.50±0.14	99.44±0.02
212.68±4.17	94.50±0.14	99.63±0.04
241.82±7.14	94.50±0.14	99.69±0.04

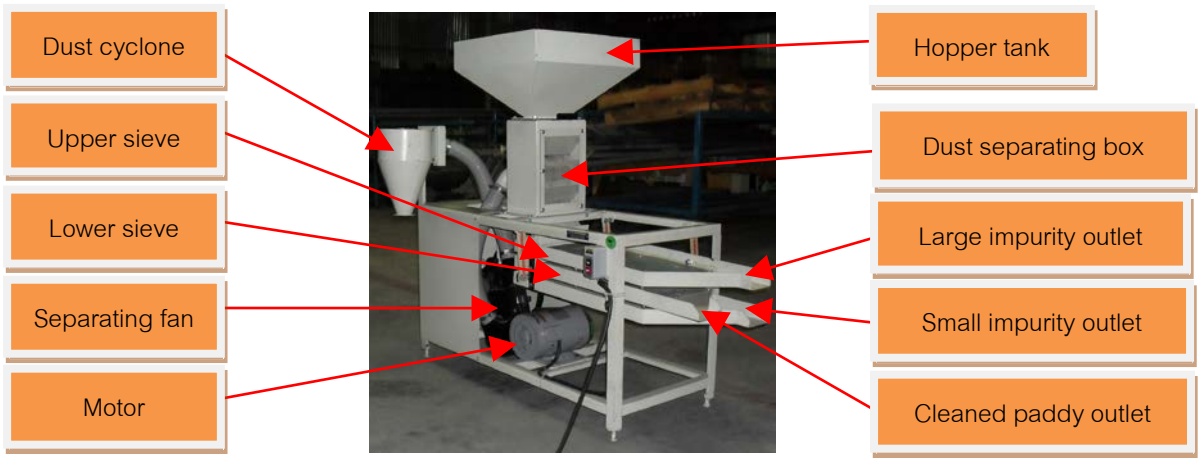


Figure 1 Double cleaning sieve with aspirator paddy seed cleaners

จากภาพที่ 1 การทำความสะอาดเมล็ดข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 โดยใช้เครื่องทำความสะอาดแบบตะแกรงโยกสองชั้น และพัดลม และจากตารางที่ 1 ที่อัตราป้อนน้อยเครื่องทำความสะอาดมีความสามารถเฉลี่ย 114.06 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สามารถทำให้ข้าวเปลือกมีความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้นประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์จากที่มีความบริสุทธิ์เฉลี่ย 94.50 เปอร์เซ็นต์ เป็น 99.44 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเพิ่มอัตราป้อนให้มากขึ้นระดับปานกลางเครื่องทำความสะอาดมีความสามารถเฉลี่ย 212.68 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สามารถทำให้ข้าวเปลือกมีความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้นประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์จากที่มีความบริสุทธิ์เฉลี่ย 94.50 เปอร์เซ็นต์ มีความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้นเป็น 99.63 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเพิ่มอัตราป้อนให้มากขึ้นระดับมาก

เครื่องทำความสะอาดมีความสามารถเฉลี่ย 241.82 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สามารถทำให้ข้าวเปลือกมีความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้นประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์จากที่มีความบริสุทธิ์เฉลี่ย 94.50 เปอร์เซ็นต์ มีความบริสุทธิ์เพิ่มขึ้นเป็น 99.69 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพอสรุปได้ว่า เมื่อเพิ่มอัตราป้อนให้สูงขึ้นจะทำให้เครื่องมีความสามารถในการทำงานเพิ่มขึ้น ได้เมล็ดข้าวเปลือกที่มีความบริสุทธิ์สูงกว่า 99 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กรมการข้าวกำหนดในมาตรฐานเมล็ดพันธุ์ข้าว(กรมการข้าว, 2552 และ 2554)

3. ประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ดข้าวเปลือกที่ไม่สมบูรณ์ออกจากเมล็ดพันธุ์ข้าว

จากภาพที่ 2 การคัดแยกเมล็ดข้าวเปลือกที่ไม่สมบูรณ์ออกจากเมล็ดข้าวเปลือกที่สมบูรณ์โดยใช้เครื่องคัดแยกด้วยความถ่วงจำเพาะแบบช่องแยก จากตารางที่ 2 เมล็ดข้าวเปลือกสมบูรณ์มีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 1.16 กรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าเมล็ดข้าวเปลือกที่ไม่สมบูรณ์ที่มีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 0.98 กรัมต่อมิลลิลิตร จากความแตกต่างของความถ่วงจำเพาะของเมล็ดข้าวสมบูรณ์กับเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ จึงสามารถนำมาใช้ในการคัดแยกเมล็ดทั้งสองแบบออกจากกันได้

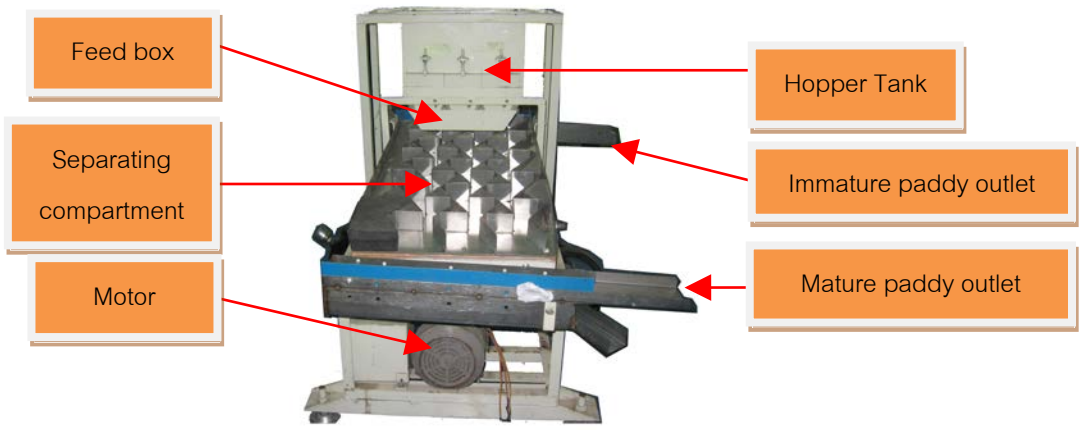


Figure 2 Compartment type immature paddy seed gravity separator

Table 2 Specific gravity of mature and immature paddy grain

No	Specific gravity (g./ml.)	
	Mature paddy grain	Immature paddy grain
1	1.16	0.93
2	1.16	0.98
3	1.14	0.98
4	1.14	1.03
5	1.19	0.91
6	1.15	0.99
7	1.15	1.05
8	1.15	0.98
9	1.16	1.01
10	1.15	0.97
Ave	1.16	0.98

จากตารางที่ 3 ที่มุมเอียงของช่องแยก 5 องศา เครื่องคัดแยกทำงานที่ความเร็วรอบ 185 รอบต่อนาที เครื่องคัดแยกเมล็ดข้าวเปลือกที่ไม่สมบูรณ์มีอัตราการทำงานเฉลี่ย 40.57 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เมื่อลดความเร็วรอบลงเป็น 180 รอบต่อนาที เครื่องคัดแยกจะมีอัตราการทำงานเฉลี่ย 38.66 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เมื่อลดความเร็วรอบลงเป็น 175 รอบต่อนาที เครื่องคัดแยกจะมีอัตราการทำงานเฉลี่ย 36.31 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และเมื่อลดความเร็วรอบลงเป็น 173 รอบต่อนาที เครื่องคัดแยกจะมีอัตราการทำงานเฉลี่ย 35.04 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อลดความเร็วรอบการทำงานจะทำให้อัตราการทำงานมีค่าลดลงเรื่อยๆ

Table 3 Paddy seed compartment type gravity separator efficiency for separating immature paddy seed at different stroke speed

Stroke peed (rpm)	Tilt angle (degree)	Paddy weight (g.)	Time (min.)	Working rate (Kg./hr.)
185	5	5000±0.00	7.40±0.15	40.57±0.83
180	5	5000±0.00	7.79±0.58	38.66±2.99
175	5	5000±0.00	8.26±0.15	36.31±0.64
173	5	5000±0.00	8.72±1.39	35.04±6.13

4. คุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าว

Table 4 Comparison of bulk density and specific gravity of paddy seed before and after gravity separating at different stroke speed

Stroke peed (rpm)	Bulk density (g/ml)	Specific gravity (g/ml)
Before separating	0.54±0.01	1.12±0.02
185	0.59±0.01	1.17±0.02
180	0.59±0.01	1.18±0.01
175	0.58±0.00	1.16±0.01
173	0.57±0.00	1.16±0.01

จากตารางที่ 4 ผลการตรวจสอบความหนาแน่นรวม และความถ่วงจำเพาะของเมล็ดข้าวเปลือกก่อนการทดสอบมีค่าเฉลี่ย 0.54 และ 1.12 กรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ หลังการคัดแยกเมล็ดมีความหนาแน่นรวมและความถ่วงจำเพาะเพิ่มขึ้น โดยที่ความเร็วรอบ 185 รอบต่อนาที เมล็ดมีความหนาแน่นรวมและความถ่วงจำเพาะ 0.59 และ 1.17 กรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อลดความเร็วรอบเป็น 180 รอบต่อนาทีเมล็ดมีความหนาแน่นรวมและความถ่วงจำเพาะ 0.59 และ 1.18 กรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เมื่อลดความเร็วรอบเป็น 175 รอบต่อนาทีเมล็ดมีความหนาแน่นรวมและความถ่วงจำเพาะ 0.58 และ 1.16 กรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ และเมื่อลดความเร็วรอบเป็น 173 รอบต่อนาทีเมล็ดมีความหนาแน่นรวมและความถ่วงจำเพาะ 0.57 และ 1.16 กรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าหลังการคัดแยกเมล็ดข้าวเปลือกจะมีความหนาแน่นรวมและความถ่วงจำเพาะไม่แตกต่างกัน แต่มีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับเมล็ดข้าวเปลือกก่อนการคัดแยก โดยที่ความเร็วรอบ 180 รอบต่อนาทีเมล็ดข้าวเปลือกมีความหนาแน่นรวมและความถ่วงจำเพาะสูงที่สุด

จากตารางที่ 5 ผลการตรวจสอบคุณภาพของเมล็ดข้าวเปลือกก่อนการคัดแยกมีความบริสุทธิ์ เมล็ดสมบูรณ์คัดแยกโดยน้ำเกลือ และอัตราการงอกเฉลี่ย 95.44, 90.77 และ 79.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อผ่านการคัดแยกด้วยเครื่องคัดแยกที่ความเร็วรอบ 185 รอบต่อนาที ได้ข้าวเปลือกที่มีความบริสุทธิ์ เมล็ดสมบูรณ์คัดแยกโดยน้ำเกลือ และอัตราการงอกเฉลี่ย 98.30, 95.52 และ 92.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อผ่านการคัดแยกด้วยเครื่องคัดแยกที่ความเร็วรอบ 180 รอบต่อนาที ได้ข้าวเปลือกที่มีความบริสุทธิ์ เมล็ดสมบูรณ์คัดแยกโดยน้ำเกลือ และอัตราการงอกเฉลี่ย 97.20, 95.20 และ 95.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อผ่านการคัดแยกด้วยเครื่องคัดแยกที่ความเร็วรอบ 175 รอบต่อนาที ได้ข้าวเปลือกที่มีความบริสุทธิ์ เมล็ดสมบูรณ์คัดแยกโดยน้ำเกลือ และอัตราการงอกเฉลี่ย 97.06, 95.55 และ 93.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อผ่านการคัดแยกด้วยเครื่องคัดแยกที่ความเร็วรอบ 173 รอบต่อนาที ได้ข้าวเปลือกที่มีความบริสุทธิ์ เมล็ดสมบูรณ์คัดแยกโดยน้ำเกลือ และอัตราการงอกเฉลี่ย 96.95, 91.82 และ 89.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Table 5 Comparison of germination rate, mature seed from salt solution and seed purity of paddy seed before and after gravity separating at different stroke speed

Speed (rpm)	Germination rate (%)	mature seed from salt solution (%)	Seed purity (%)
Before separating	79.00±1.00	90.77±0.50	95.44±0.47
185	92.67±4.04	95.52±0.55	98.30±0.48
180	95.67±2.08	95.20±0.75	97.20±0.96
175	93.33±2.52	95.55±0.99	97.06±0.67
173	89.00±2.08	91.82±1.12	96.95±0.19

จากผลการทดลองจะเห็นว่า ที่ความเร็วรอบ 180 รอบต่อนาที เมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกที่คัดแยกได้มีอัตราการงอก ความหนาแน่นรวม และความถ่วงจำเพาะสูงที่สุด 95.67 เปอร์เซ็นต์ 0.59 และ1.18 กรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ขณะที่มีความบริสุทธิ์ของเมล็ด และเมล็ดสมบูรณ์คัดแยกโดยน้ำเกลือค่อนข้างสูง จึงน่าจะเป็นความเร็วรอบที่เหมาะสมในการคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105 และสามารถจะเลือกใช้ความเร็วรอบระหว่าง 175-185 รอบต่อนาทีสำหรับการคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกพันธุ์อื่นๆที่อาจมีสมบัติบางประการที่แตกต่างกัน(ตาราง 4 และ 5)

สรุป

สรุปผลการวิจัย

1. เมื่อใช้อัตราป้อนสูงสุด(241.82 กิโลกรัมต่อชั่วโมง) ของเครื่องทำความสะอาดแบบตะแกรงสองชั้นและพัดลมดูดยังทำให้ได้เมล็ดข้าวเปลือกที่มีความบริสุทธิ์สูงกว่า 99 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กรมการข้าวกำหนดในมาตรฐานเมล็ดพันธุ์ข้าว

2. หลังการคัดแยกเมล็ดข้าวเปลือกด้วยเครื่องคัดแยกด้วยความถ่วงจำเพาะจะมีอัตราการงอก ความหนาแน่นรวม ความถ่วงจำเพาะ เมล็ดสมบูรณ์ และความบริสุทธิ์มากกว่าเมื่อเทียบกับเมล็ดข้าวเปลือกก่อนการคัดแยก

3. ที่ความเร็วรอบ 180 รอบต่อนาที เมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกที่คัดแยกได้มีอัตราการงอก ความหนาแน่นรวม และความถ่วงจำเพาะสูงที่สุด 95.67 เปอร์เซ็นต์ 0.59 และ1.18 กรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ขณะที่มีความบริสุทธิ์ของเมล็ดและเมล็ดสมบูรณ์คัดแยกโดยน้ำเกลือค่อนข้างสูง จึงน่าจะเป็นความเร็วรอบที่เหมาะสมในการคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกขาวดอกมะลิ 105

4. การผลิตเมล็ดพันธุ์สำหรับชุมชนสามารถเลือกใช้เครื่องทำความสะอาดแบบตะแกรงโยกสองชั้นและพัดลมดูดและเครื่องคัดแยกเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์ออกจากเมล็ดที่สมบูรณ์ด้วยความถ่วงจำเพาะแบบช่องแยกผนังซิกแซ็ก ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่มีขนาดเล็ก มีความสามารถในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวได้ประมาณ 40 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเลือกปรับความเร็วรอบระหว่าง 175-185 รอบต่อนาทีสำหรับการคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวเปลือกพันธุ์อื่นๆที่อาจมีสมบัติบางประการที่แตกต่างกัน

2. ควรมีการพัฒนาเครื่องจักรในเชิงพาณิชย์เพื่อให้เกษตรกรผู้ปลูกข้าวสามารถซื้อเป็นเจ้าของเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวใช้เอง และสามารถจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ในชุมชน และบริเวณข้างเคียงได้

3. ควรมีการส่งเสริมและฝึกอบรมให้เกษตรกรสามารถผลิตเมล็ดพันธุ์ได้เอง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานวิจัยและพัฒนาข้าว. 2554. หลักการปฏิบัติการเกษตรที่ดีสำหรับการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว. กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักเมล็ดพันธุ์ข้าว. 2553. การผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าว. กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

IRRI .-----. Paddy Rice Postharvest Technology Rice Knowledge Bank. Los Banos Laguna, Philippines.

Satake, Toshihiko. 1990. Modern Rice Milling Technology. University of Tokyo Press, Japan.

Wimberly, E James. 1983. Technical Handbook for the Paddy Rice Postharvest Industry in Developing Countries. International Rice Research Institute Los Banos Laguna, Philippines.

ศักยภาพการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเขียวพันธุ์ส่งเสริมในพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Growth and Yield Potential of Recommended Mungbean Varieties in Phranakhon Si Ayutthaya Province

ระวีวรรณ สุวรรณศร[1*] สุชาดา บุญเลิศนิรันดร์[1] และ กิตติ บุญเลิศนิรันดร์[1]

Raweewun Suvannasara,[1*] Suchada Boonlertnirun[1] and Kitti Boonlertnirun[1]

บทคัดย่อ

พันธุ์เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเขียว การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเขียวพันธุ์ส่งเสริม 4 พันธุ์ในพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทำการทดลองที่แปลงเกษตร ตำบลบ้านเกาะ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ระหว่างเดือน เมษายน 2556 ถึงเดือน กรกฎาคม 2556 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ ทำ 4 ซ้ำ ใช้ถั่วเขียว 4 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์กำแพงแสน 2 พันธุ์ชัยนาท 36 พันธุ์ชัยนาท 72 และพันธุ์ มทส.1 ผลการทดลองพบว่า ความสูง พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้ง อัตราการเจริญเติบโต ผลผลิตชีวภาพ ดัชนีเก็บเกี่ยว น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ผลผลิตเศรษฐกิจ จำนวนฝัก/ต้น และจำนวนเมล็ด/ฝักมีความแตกต่างกัน พันธุ์ถั่วเขียวที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงสุด (361 กิโลกรัม/ไร่) และให้เมล็ดขนาดใหญ่คือพันธุ์ชัยนาท 72

คำสำคัญ : ถั่วเขียว ศักยภาพการเจริญเติบโตและผลผลิต

Abstract

Variety is one of important factors affecting mungbean yield. This study was aimed to determine growth and yield of recommended mungbean varieties in the area condition of. Phranakhon Si Ayutthaya province. This experiment was conducted at farmer field in Ban Khoa district, Phranakhon Si Ayutthaya, from April to July 2013. The experimental design was set up in RCB with four mungbean varieties (treatments) : Kamphang Saen 2 (KPS 2), Chainat 36 (CN 36), Chainat 72 (CN 72), SUT-1, and four replications. The result found that plant height, leaf area, dry weight, crop growth rate, biological yield, harvest index, 1000-grain weight and yield of all varieties did not show any significant difference whereas economic yield, pod number/plant, seed number/pod had significant difference. Chainat 72 positively tended to produce more yield, 361 kg/rai and larger seed size than the other varieties.

Keywords: mungbean, growth and yield potential

[1] สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พระนครศรีอยุธยา

[1] Plant Science Section, Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Pranakhon Si Ayutthaya Province, 13000, THAILAND

* Corresponding author. E-mail: Suvannasara@yahoo.com

บทนำ

ถั่วเขียว (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) มีถิ่นกำเนิดในอินเดียและพม่า ส่วนใหญ่ปลูกในทวีปเอเชีย แอฟริกา ภาคใต้และภาคเหนือของทวีปอเมริกา และออสเตรเลีย เพื่อใช้เมล็ดเป็นอาหารซึ่งมีโปรตีนสูง (Bhardwaj *et al*., 1999) มีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน แร่ธาตุ และวิตามิน 51% 24-26% 4% และ 3% ตามลำดับ (Mondal *et al*., 2012) เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีอายุสั้น ใช้น้ำน้อย ปลูกง่ายเจริญเติบโตได้ในดินแทบทุกชนิดและสามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี จึงนิยมปลูกกันเป็นทั้งพืชหลักและพืชรองในระบบการปลูกพืช ค่อนข้างทนทานต่อความแห้งแล้ง จึงปลูกได้ดีในเขตร้อน สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้กว้าง และยังต้องการการดูแลรักษาน้อยกว่าพืชตระกูลถั่วอื่นๆ ให้ผลผลิตเฉลี่ย 109 กิโลกรัมต่อไร่ ถั่วเขียวที่นิยมปลูกเพื่อการบริโภคภายในประเทศและส่งออกต่างประเทศ คือถั่วเขียวผิวมัน (mungbean ; *Vigna radiata*) และถั่วเขียวผิวดำ (blackgram ; *V.mungo*) (กรมวิชาการเกษตร, 2552 และกมลาและคณะ, 2547) ที่รากมีปมเป็นที่อาศัยของแบคทีเรียสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศเป็นการช่วยเพิ่มไนโตรเจนให้กับพืชที่ปลูกร่วมกับถั่วเขียว ถั่วเขียวผิวมันมีอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 65-70 วัน ปลูกได้ตลอดปี ส่วนถั่วเขียวผิวดำอายุการเก็บเกี่ยวประมาณ 90 วันส่วนใหญ่ปลูกปลายฝน การใช้ประโยชน์ถั่วเขียวผิวมันใช้ทำวุ้นเส้น แป้ง ถั่วงอก และบริโภคในรูปเมล็ด เช่น ทำขนมต่างๆ ส่วนถั่วเขียวผิวดำใช้ทำแป้งและเพาะถั่วงอก ไม่ใช้ในอุตสาหกรรมวุ้นเส้นเพราะคุณสมบัติร่วนไม่เหนียว ถั่วเขียวยังมีศักยภาพใช้เป็นปุ๋ยพืชสดและเป็นพืชอาหารสัตว์ (นันทวรรณ, 2547 และ Bhardwaj *et al*., 1999) สารัถและคณะ (2539) เปรียบเทียบพันธุ์ถั่วเขียว 6 พันธุ์ พบว่าในระยะแรกของการเจริญเติบโตถั่วเขียวทุกพันธุ์ให้อัตราการเจริญเติบโต การเพิ่มน้ำหนักแห้ง และดัชนีพื้นที่ใบใกล้เคียงกัน ส่วนระยะหลังของการเจริญเติบโตพบว่าถั่วเขียวผิวดำพันธุ์อู่ทอง 2 ให้อัตราการเพิ่มน้ำหนักแห้งและผลผลิตสูงสุด ศรีชาติ (2542) พบว่าถั่วเขียวสายพันธุ์ปรับปรุง K2BC4 และ PSU1-BC4 ให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ เนื่องจากถั่วเขียวสายพันธุ์ปรับปรุงมีความต้านทานโรคใบจุด Rehman *et al*. (2009) พบว่าความสูง จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ด/ฝัก ผลผลิตของถั่วเขียวไม่แตกต่างกันเมื่อใช้พันธุ์ต่างกัน แต่น้ำหนัก 1,000 เมล็ดมีความแตกต่างกัน แต่ Rasul *et al*. (2012) พบว่าการใช้พันธุ์ถั่วเขียวที่ต่างกัน จะมีผลทำให้ ความสูง จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ด/ฝัก ผลผลิต และ ดัชนีเก็บเกี่ยว มีความแตกต่างกัน พันธุ์ที่มีศักยภาพต่ำและการปฏิบัติทางการเกษตรไม่ดีจะเป็นสาเหตุที่สำคัญต่อการให้ผลผลิตต่ำในพืชพวกถั่ว เช่นเดียวกับ Singh *et al*. (2006) พบว่าความสูง จำนวนกิ่ง/ต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด ผลผลิตชีวภาพ ดัชนีเก็บเกี่ยวแตกต่างกัน เมื่อใช้พันธุ์ถั่วเขียวต่างกัน และพันธุ์ที่อายุสั้น มีดัชนีเก็บเกี่ยวการเคลื่อนย้ายสารอาหารไปยังเมล็ดดีกว่า เมื่ออยู่ในสภาพความความชื้นที่เพียงพอ Sadeghipour (2008) จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และผลผลิตมีความแตกต่างกันเมื่อใช้พันธุ์ถั่วเขียวต่างกัน การขาดน้ำที่ระยะออกดอกและติดฝักมีผลต่อผลผลิตมากกว่าระยะอื่นๆ พันธุ์ที่ให้ผลผลิตมากจะมีจำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝักมาก อุษาและไพศาล (2543) พบว่าผลผลิตของถั่วเขียวมีความสัมพันธ์ทางบวกกับน้ำหนักเมล็ดต่อต้นมากที่สุด รองลงมาคือขนาดเมล็ด ส่วนอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ พบว่าขนาดเมล็ดมีอัตราพันธุกรรมถึง 98 % ส่วนความสูงมีอัตราพันธุกรรมค่อนข้างต่ำเพียง 29% Vijaylaxmi and Bhattacharya (2007) สรุปว่าสิ่งที่กำหนดผลผลิตในทางบวกคือการสะสมน้ำหนักแห้งในต้นถั่วเขียวที่ระยะติดฝักและที่ 20 วันหลังออกดอก แต่เป็นไปในทางลบเมื่อน้ำหนักแห้งไปสะสมที่ใบและลำต้น อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างออกดอกและ 20 วันหลังออกดอกมีผลมากต่อผลผลิต ปัจจัยที่จำกัดการให้ผลผลิตสูงสุดคือการสะสมน้ำหนักแห้งที่เพียงพอระหว่างก่อนและหลังออกดอก Mondal *et al*. (2011a) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของถั่วเขียวจะเป็นไปอย่างช้าๆ ในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้น น้ำหนักแห้งช่วงก่อนออก

ดอกมีน้อย และมากช่วงหลังออกดอก CGR สูงสุดเป็นผลมาจากช่วงติดฝักมีการพัฒนาพื้นที่ใบสูงสุด ดังนั้นพื้นที่ใบและCGR จะไปสนับสนุนการสร้างน้ำหนักแห้ง พันธุ์ถั่วเขียวที่ให้ผลผลิตสูงจะมีพื้นที่ใบใหญ่ ความสามารถผลิตน้ำหนักแห้งสูง CGR สูงทุกระยะการเจริญเติบโต สาเหตุหลักที่ทำให้พืชตระกูลถั่วได้ผลผลิตต่ำเนื่องจากดอกจะร่วงและฝักไม่สมบูรณ์ ทั้งที่มีการผลิตดอกมากแต่การติดฝักจะน้อย (Mondal *et al.*,2011b) ในช่วง10ปีที่ผ่านมาของประเทศไทย พบว่าพื้นที่เพาะปลูกถั่วเขียวลดลงจาก 1.520 ล้านไร่ในปี 2546 เป็น 0.916 ล้านไร่ในปี 2555 ผลผลิตลดลงจาก 0.178 ล้านตันเป็น 0.103 ล้านตัน แต่ผลผลิตต่อไร่ไม่ได้ลดลง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2556) สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากเกษตรกรเปลี่ยนไปปลูกพืชชนิดอื่นที่มีรายได้ดีกว่าและใช้แรงงานน้อย อย่างไรก็ตามกระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตรมีนโยบายส่งเสริมการปลูกถั่วเขียวเป็นพืชแรกหลังฤดูทำนาเป้าหมายปีละ 1 ล้านไร่เริ่มดำเนินการปี 2554-2557 ดังนั้นถ้ามีการเลือกใช้พันธุ์ถั่วเขียวและเทคโนโลยีการปลูกที่เหมาะสมน่าจะสามารถช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการให้ผลผลิตของถั่วเขียวได้ระดับหนึ่ง จากการวิจัยการปลูกพืชตามหลังข้าวโพดพบว่าถั่วเขียวเป็นพืชที่ปลูกง่ายและอายุสั้นกว่าพืชอื่นจึงได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบศักยภาพของถั่วเขียวพันธุ์ส่งเสริมเพื่อให้ได้พันธุ์ถั่วเขียวที่เหมาะสมสำหรับจังหวัดพระนครศรีอยุธยาใช้ปลูกต่อไป

วิธีการศึกษา

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบลอคสมบูรณ์ (Randomized complete block design) ใช้พันธุ์ถั่วเขียว 4 พันธุ์ ได้แก่ กำแพงแสน 2 ชัยนาท 36 ชัยนาท 72 และ มทส 1 ทำ 4 ซ้ำ

2. วิธีการดำเนินงาน

ทำการทดลองที่แปลงเกษตรกร ตำบลบ้านเกาะ อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ระหว่างเดือน เมษายน 2556 ถึงเดือน กรกฎาคม 2556 สภาพดินเป็นดินเหนียว ขนาดอนุภาค sand 23% silt 28% และ clay 49% pH 4.8 มีอินทรียวัตถุ 1.7 มีฟอสฟอรัส 392 มก./ก.ก. โพแทสเซียม 180 มก./ก.ก. แคลเซียม 2,712 มก./ก.ก. แมกนีเซียม 338 มก./ก.ก.

การปลูกและการดูแลรักษา ไถดะ ตากดิน 7 วัน ไถแปรและยกร่อง ขนาดแปลงย่อย 4.5 x 6 ตารางเมตร ระยะปลูก 75 x 20 เซนติเมตร หยอดเมล็ด 5 เมล็ดต่อหลุม เมื่อถั่วเขียวอายุ 20 วันหลังปลูก ถอนแยกเหลือ 3 ต้นต่อหลุม ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ และกำจัดวัชพืช ให้น้ำแบบร่องทุกๆ 7 วัน จนเก็บเกี่ยว

3. การบันทึกข้อมูล

3.1 ความสูงต้นที่อายุ 20 วัน 36 วัน(เริ่มออกดอก) และ 47 วัน(สิ้นสุดการออกดอก) สุ่มวัด 5 ต้น/แปลงย่อย วัดความสูงจากพื้นดินถึงข้อสุดท้าย

3.2 พื้นที่ใบเมื่ออายุ 20 วัน และ 47 วัน สุ่มวัด 5 ต้น/แปลงย่อย ใช้เครื่องวัดพื้นที่ใบรุ่น WinDias3 ยี่ห้อ Delta-T Devices

3.3 น้ำหนักแห้งต้นเมื่ออายุ 20 วัน 36 วัน และ 47 วัน สุ่มวัด 5 ต้น/แปลงย่อย

3.4 อัตราการเจริญเติบโตช่วงอายุ 20 วันถึงอายุ 36 วัน และช่วงอายุ 36 วันถึงอายุ 47 วัน จากสูตร

$$\text{Crop Growth Rate (CGR)} = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \quad \text{(Beadle,1993)}$$

3.5 จำนวนฝัก/ต้นสุ่มนับจาก 5 ต้น/แปลงย่อย จำนวนเมล็ด/ฝักสุ่มนับจาก 20 ฝัก/แปลงย่อย และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดสุ่มจากเมล็ดที่ได้จาก 5 ต้น/แปลงย่อย

3.6 ผลผลิตต่อพื้นที่ (กิโลกรัม/9 ตารางเมตร) เก็บเกี่ยวผลผลิต 2 ครั้ง เมื่ออายุ 57 วัน และ 71 วัน ในแต่ละแปลงย่อยตากให้แห้งชั่งน้ำหนัก นวดคัดเมล็ดดีชั่งน้ำหนัก

3.7 ดัชนีเก็บเกี่ยว (harvest index : HI) จากสูตร

$$\text{arvest index (HI)} = \frac{\text{economic yield}}{\text{Biological yield}} \quad \text{(เฉลิมพล, 2535)}$$

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี LSD (Least significant difference)

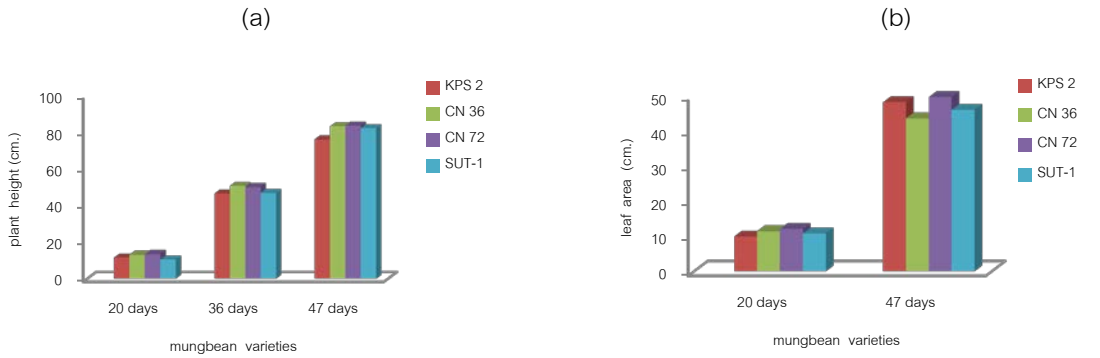
ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1. ความสูง

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมและลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงออกของพืชมีความสำคัญต่อความสูง จากการทดลองครั้งนี้พบว่าความสูงของถั่วเขียวแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่อายุ 20 วัน 36 วัน (เริ่มออกดอก) และ 47 วัน(สิ้นสุดการออกดอก) ถั่วเขียวมีความสูงระหว่าง 10.55-13.62 เซนติเมตร 46.77-50.65 เซนติเมตร และ 76.20-83.87 เซนติเมตรตามลำดับ จะเห็นว่าถั่วเขียวที่อายุ 20 วันมีการเจริญเติบโตด้านความสูงน้อย หลังจากนั้นความสูงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อเริ่มออกดอก และเพิ่มขึ้นน้อยลงเมื่อสิ้นสุดการออกดอก (Figure1a) สอดคล้องกับการทดลองของ Rehman *et al.*(2009) พบว่าพันธุ์ถั่วเขียวไม่มีผลต่อความสูง แต่วันปลูกมีผลต่อความสูง ส่วนอุษาและไพศาล (2543) พบว่าความสูงของถั่วเขียวจะแปรปรวนไปตามสภาพแวดล้อม ความสูงไม่มีผลต่อการคัดเลือกเพื่อเพิ่มผลผลิต และผลผลิตมีความสัมพันธ์ทางลบกับความสูง แต่ Kabir and Sarkar (2008) พบว่าความสูงของถั่วเขียวมีความแตกต่างกันเนื่องจากมีพันธุกรรมต่างกัน

2. พื้นที่ใบ

ถั่วเขียวทุกพันธุ์ในระยะแรกของการเจริญเติบโตที่อายุ 20 วัน มีพื้นที่ใบอยู่ระหว่าง 9.9-12.14 ตารางเซนติเมตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระยะสิ้นสุดการออกดอก (47 วัน) มีพื้นที่ใบเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 43.65-49.75 ตารางเซนติเมตรและไม่มีความแตกต่างกันเมื่อใช้พันธุ์ต่างกัน (Figure1b) สอดคล้องกับสารัถและคณะ(2539) พบว่าถั่วเขียวพันธุ์ส่งเสริม 6 พันธุ์มีดัชนีพื้นที่ใบใกล้เคียงกัน พื้นที่ใบถั่วเขียวใหญ่สุดที่ระยะติดฝัก (Mondal *et al.*, 2011a)



Plant height (cm.)

LSD.05 = ns

C.V. (%) = 12.62, 8.40, 6.51

Leaf area (cm^2) 47 days

LSD.05 = ns

C.V. (%) = 29.49, 42.19

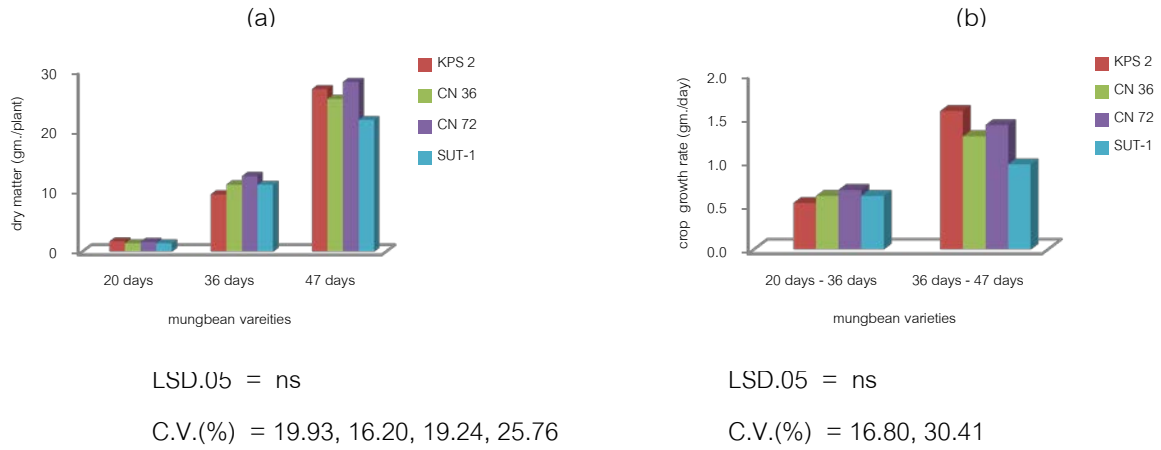
Figure 1 Effect of mungbean varieties on plant height (a) and leaf area (b) at various growth stages

3. น้ำหนักแห้ง

ในระยะแรกการเจริญเติบโตของถั่วเขียวแต่ละพันธุ์ให้หนักแห้งน้อย และเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงระยะสิ้นสุดการออกดอก แต่อย่างไรก็ตามพบว่าน้ำหนักแห้งของถั่วเขียวทุกระยะการเจริญเติบโตของแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกัน ถั่วเขียวให้น้ำหนักแห้งระหว่าง 1.42-1.71 กรัม/ต้น เพิ่มขึ้นเป็น 9.58-12.60 กรัม/ต้น และ 21.84-28.20 กรัม/ต้น เมื่ออายุ 20 วัน 36 วัน และ 47 วันตามลำดับ(Figure2a) สอดคล้องกับ Mondal *et al*. (2011a) พบว่าถั่วเขียวผลิตน้ำหนักแห้งได้น้อยในช่วงก่อนออกดอก และมากขึ้นในช่วงหลังที่ออกดอกแล้ว พื้นที่ใบและอัตราการเจริญเติบโตจะสนับสนุนให้มีน้ำหนักแห้งมากขึ้น ขณะที่ Kabir and Sarkar (2008) พบว่าถั่วเขียวที่ต้นเตี้ยและมีจำนวนกิ่งต่อต้นน้อย ส่งผลให้ได้น้ำหนักแห้งน้อย

4. อัตราการเจริญเติบโต

พบว่าทุกระยะการเจริญเติบโตของถั่วเขียวแต่ละพันธุ์มีอัตราการเจริญเติบโตของถั่วเขียวไม่แตกต่างกัน ในระยะถั่วเขียวอายุ 20 ถึง 36 วัน ถั่วเขียวที่มีอัตราการเจริญเติบโตน้อยสุดคือพันธุ์ CN 72 มีค่าเท่ากับ 0.68 กรัม/วัน ส่วนในระยะที่อายุ 36 ถึง 47 วัน ถั่วเขียวมีค่าอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดคือพันธุ์ KPS 2 มีค่าเท่ากับ 1.58 กรัม/วัน อัตราการเจริญเติบโตในระยะถั่วเขียวอายุ 36 ถึง 47 วันสูงกว่าในระยะถั่วเขียวอายุ 20 ถึง 36 วัน (Figure2b) สอดคล้องกับ Mondal *et al*. (2011a) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของถั่วเขียวจะสูงสุดเนื่องจากมีพื้นที่ใบสูงสุดในระยะติดฝัก



LSD.05 = ns
C.V.(%) = 19.93, 16.20, 19.24, 25.76

LSD.05 = ns
C.V.(%) = 16.80, 30.41

Figure 2 Effect of mungbean varieties on dry matter (a) and crop growth rate (b) at various growth stages

5. ผลผลิต

พบว่าผลผลิตของถั่วเขียวพันธุ์ส่งเสริมไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ให้ผลผลิตระหว่าง 1.66-2.03 กิโลกรัม/9 ตารางเมตร (295–361 กิโลกรัม/ไร่) สำหรับพันธุ์ที่ให้ผลผลิตต่ำสุดคือพันธุ์ มทส.1 ส่วนพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงสุด คือ พันธุ์ชัยนาท 72 (Table 1) สอดคล้องกับ Rehman *et al.*(2009) แต่ Rajput *et al.* (1993) พบว่าผลผลิตระหว่างพันธุ์ถั่วเขียวมีความแตกต่างกัน Mondal *et al.* (2011a) พบว่าพันธุ์ถั่วเขียวที่ให้ผลผลิตสูง เนื่องจากมีพื้นที่ใบใหญ่กว่า ความสามารถในการผลิตน้ำหนักแห้งสูงกว่า อัตราการเจริญเติบโตดีกว่าทุกระยะการเจริญเติบโต ส่วนอุษาและไพศาล (2543)พบว่าผลผลิตถั่วเขียวมีความสัมพันธ์อย่างสูงกับขนาดเมล็ด จำนวนฝัก/ต้น และน้ำหนักเมล็ด/ต้น Singh *et al.* (2006) สรุปว่าถั่วเขียวที่มีจำนวนฝัก/ต้น และจำนวนกิ่งมากจะสนับสนุนให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น

6. องค์ประกอบของผลผลิต

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของผลผลิตพบว่า จำนวนฝัก/ต้นและจำนวนเมล็ด/ฝัก มีความแตกต่างกันทางสถิติสอดคล้องกับ Singh *et al.* (2006), Sadeghipour (2008) และ Rasul *et al.*(2012) พันธุ์ชัยนาท 36 ให้จำนวนฝัก/ต้นน้อยสุดเท่ากับ 43.60 ฝัก/ต้น แต่ไม่แตกต่างกับพันธุ์ มทส.1 และพันธุ์มทส.1 มีจำนวนเมล็ด/ฝักต่ำสุดเท่ากับ 10.55 เมล็ด/ฝัก สำหรับน้ำหนัก 1,000 เมล็ดอยู่ระหว่าง 59.70-66.20 กรัม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ พันธุ์ที่มีน้ำหนัก 1,000 เมล็ด สูงสุดและต่ำสุด คือพันธุ์ชัยนาท 72 และกำแพงแสน 2 ตามลำดับ (Table 1) ลักษณะขนาดเมล็ดถั่วเขียวมีอัตราพันธุกรรมสูงถึง 98 เปอร์เซ็นต์ (อุษาและไพศาล, 2543)

Table 1 Effect of mungbean varieties on yield and yield component

mungbean varieties	yield		yield component		
	(kg./9 m^2)	(kg/rai)	pod/plant	seed/pod	1,000 seed weight (gm.)
KPS 2	1.73	308	59.40[a]	12.09[a]	59.70
CN 36	1.96	349	43.60[b]	11.46[b]	65.15
CN 72	2.03	361	58.95[a]	11.35[b]	66.20
SUT-1	1.66	295	51.90[ab]	10.55[c]	65.04
LSD.05	ns	ns	11.70	0.62	ns
C.V. (%)	10.22	10.22	13.68	3.34	4.86

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสดมท์เดียวกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

7. ผลผลิตชีวภาพ ผลผลิตเศรษฐกิจ และดัชนีเก็บเกี่ยว

ผลผลิตชีวภาพของถั่วเขียวพันธุ์ส่งเสริม อยู่ระหว่าง 13.23-15.88 กรัม/ต้น พันธุ์ที่ให้ผลผลิตชีวภาพสูงสุดและต่ำสุดคือพันธุ์ชัยนาท 72 และพันธุ์ชัยนาท 36 ตามลำดับ และพบว่าผลผลิตชีวภาพไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 2) สอดคล้องกับ Rasul *et al*.(2012) ส่วน Ghafoor *et al*. (1993) พบว่าผลผลิตชีวภาพมีสหสัมพันธ์ในทางลบอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วเขียว (-0.1232)

ผลผลิตเศรษฐกิจของถั่วเขียวพันธุ์ส่งเสริม พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ พันธุ์ที่ให้ผลผลิตเศรษฐกิจสูงสุดคือพันธุ์ชัยนาท 72 แต่ไม่แตกต่างกับพันธุ์กำแพงแสน 2 ส่วนพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเศรษฐกิจต่ำสุดคือพันธุ์ มทส.1 (Table 2) ผลผลิตเศรษฐกิจสูงเนื่องจากถั่วเขียวมีความสามารถในการกระจายน้ำหนักแห้งที่ผลิตได้ระหว่างระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นไปยังระยะการเจริญเติบโตติดดอกออกผล (Mondal *et al*. 2011a)

ดัชนีเก็บเกี่ยวของถั่วเขียวพันธุ์ส่งเสริม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ค่าดัชนีเก็บเกี่ยวอยู่ระหว่าง 0.55-0.68 พันธุ์ที่มีดัชนีเก็บเกี่ยวต่ำสุด คือพันธุ์ มทส.1(Table 2) ดัชนีเก็บเกี่ยวถูกนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์พืช ค่านี้คือประสิทธิภาพของต้นพืชในการกระจายน้ำหนักแห้งที่พืชสร้างได้ไปสะสมในส่วนผลผลิตพืช ปกติพืชจำพวกถั่วมักมีค่าดัชนีเก็บเกี่ยวต่ำกว่าพวกธัญพืช ผลผลิตของถั่วเขียวมีสหสัมพันธ์ในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยิ่งกับดัชนีเก็บเกี่ยว ดัชนีเก็บเกี่ยวมีผลในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อผลผลิตของถั่วเขียว (0.7749) และดัชนีเก็บเกี่ยวมีค่าอัตราทางพันธุกรรมถึง 0.63 (Ghafoor *et al*,1993) อุษาและไพศาล(2543) พบว่าการคัดเลือกพันธุ์ถั่วเขียวโดยใช้ลักษณะทางลำต้นนั้นดัชนีเก็บเกี่ยวให้ผลดีที่สุด

Table 2 Effect of mungbean varieties on biological yield, economic yield and harvest index

mungbean varieties	biological yield (gm./plant)	economic yield (gm./plant)	harvest index (HI)
KPS 2	15.83	6.19^{ab}	0.68
CN 36	13.23	4.81^{bc}	0.58
CN 72	15.88	6.46^{a}	0.68.
SUT-1	13.56	4.67^{c}	0.55
LSD.05	ns	1.44	ns
C.V. (%)	23.32	16.27	23.32

*ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในสดมท์เดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สรุป

ศักยภาพการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเขียวพันธุ์ส่งเสริม ได้แก่ พันธุ์กำแพงแสน 2 พันธุ์ชัยนาท 36 พันธุ์ชัยนาท 72 และพันธุ์ มทส.1 มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูง พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้ง อัตราการเจริญเติบโต ผลผลิตชีวภาพ ดัชนีเก็บเกี่ยว ผลผลิต และน้ำหนัก 1,000 เมล็ดไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนผลผลิตเศรษฐกิจ จำนวนฝัก/ต้น และจำนวนเมล็ด/ฝัก มีความแตกต่างทางสถิติ พันธุ์ที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตและน้ำหนัก 1,000 เมล็ด สูงในแปลงเกษตร ตำบลบ้านเกาะ จังหวัดพระนครศรีอยุธยาคือพันธุ์ชัยนาท 72

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย และขอบคุณนางวรรณี วุฒิพิศาส เกษตรบ้านเกาะที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กมลา โอเลย รังสฤษฎ์ กาวีต๊ะ วิภา หงส์ตระกูล วรวิทย์ โสรัสจาภินันท์ สนั่น ริ้วทองชุ่ม และพีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2547. การถ่ายทอดลักษณะฝักสีขาว สีเมล็ดดำ และผิวเมล็ดในถั่วเขียว. น. 7-14. *ใน* การประชุมทางวิชาการถั่วเขียวแห่งชาติ ครั้งที่ 9, 5-6 มีนาคม 2547 ณ โรงแรมลำปางเวียงทอง จังหวัดลำปาง.

กรมวิชาการเกษตร. 2552. ถั่วเขียว. [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก : http://it.doa.go.th/vichakan/news .php?newsid=33

เฉลิมพล แซมเพชร. 2535. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. สำนักพิมพ์ โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ. 188 น.

นันทวรรณ สโรบล. 2547. ยกร่างแผนยุทธศาสตร์ถั่วเขียวปี 2547-2551. น. 163-179. *ใน* การประชุมทางวิชาการถั่วเขียวแห่งชาติ ครั้งที่ 9, 5-6 มีนาคม 2547 ณ โรงแรมลำปางเวียงทอง จังหวัดลำปาง.

ศรีชาติ พลฉิม. 2542. การศึกษาและเปรียบเทียบพันธุ์ถั่วเขียวพันธุ์ส่งเสริมและสายพันธุ์ปรับปรุงในสภาพการปลูกที่แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 89 น.

สารัถ สัตยารักษ์ ไพศาล เหล่าสุวรรณ และอภินันท์ กำนัลรัตน์. 2539. การศึกษาเปรียบเทียบพันธุ์ถั่วเขียวแนะนำ. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี. 3 : 9-13.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2556. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2555. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ 199 น.

อุษา เผื่อนกลาง และไพศาล เหล่าสุวรรณ. 2543. การเปรียบเทียบพันธุ์ถั่วเขียวโดยใช้องค์ประกอบผลผลิตและลักษณะทางลำต้น. วารสารเทคโนโลยีสุรนารี. 7 : 242-249.

Beadle, C.L. 1993. Growth analysis. In (Hall, D.O. *et al*. Ed.) Photosynthesis and Production in the Changing Environment: A Field and Laboratory Manual. Chapman & Hall : London.

Bhardwaj, H. L., M. Rangappa and A. A. Hamama. 1999. Chickpea, Faba Bean, Lupin, Mungbean, and Pigeonpea : Potential New Crops for the Mid–Atlantic Region of the United States, pp. 202–205. In J.Janick (ed). Perspective on new crops and new use, ASHS Press, Alexandria, VA.

Ghafoor, A., M. Zubair and B.A. Malik. 1993. Harvest index in mungbean. Pakistan. J. Agric. Res. Vol14 (4). 309-313.

Kabir, M. H. and M. A. R. Sarkar. 2008. Seed yield of mungbean as affected by variety and plant spacing in *Kharif*-I season. J. Bangladesh Agril. Univ. 6(2) : 239-244.

Mondal, M. M. A., M. Fakir, M. N. Islam and M. Samad. 2011a. Physiology of seed yield in mungbean : Growth and dry matter production. Bangladesh J. Bot. 40(2): 133-138.

Mondal, M. M. A., M. S. A. Fakir, A. S. Juraimi, M. A. Hakim, M. M. Islam and A T. M. Shamsuddoha. 2011b. Effects of flowering behavior and pod maturity synchrony on yield of mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek]

Mondal, M. M. A., A. B. Puteh, M. A. Malek, M. R. Ismail, M. Y. Rafii and M. A. Latif. 2012. Seed yield of mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilczek] in relation to growth and developmental aspects. The Scientific World Journal : 1-7.

Sadeghipour, O. 2008. Effect of withholding irrigation at different growth stages on yield and yield components of mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek) varieties. American-Eurasian J. Agric.& Environ.Sci.,4(5) : 590-594.

Rajput, M. J., S. M. Alam and A. M. Mangharher. 1993. Effect of row spacings on the growth and yield of mungbean. Pakistan. J. Agric. Res. Vol14 (2). 159-161.

Rasul, F., M. A. Cheema, A. Sattar, M. F. Saleem and M. A. Wahid. 2012. Evaluating the performance of three mungbean varieties grown under varying inter-row pacing. J. Anim. Plant Sci. 22(4) : 1030-1035.

Rehman, A.,S. K. Khalil, S. Nigar, S. Rehman. 2009. Phenology,plant height and yield of mungbean varieties in response to planting date. Sarhad J. Agric. Vol.25(2). 147-151.

Singh,J., N. Mathur, S. Bohra, A. Bohra and A. Vyas. 2006. Comparative performance of mung bean (*Vigna radiata* L.) varieties under rainfed condition in Indian Thar Desert. American-Eurasian J. Agric.& Environ.Sci.,1(1) : 48-50.

Vijaylaxmi and A. Bhattacharya. 2007. Mungbean seed yield : 1. Effect of dry matter distribution and temperature at different crop growth stages. Indian J. Agric. Res.,41(1) : 23-28

การพัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวในการปลูกข้าวแอโรบิก

Development of Rice Spacing Drill for Aerobic Rice Production

ผดุงศักดิ์ วานิชชัง[1*] ใจทิพย์ วานิชชัง[1] นฤมล บุญกระจ่าง[1] และ เพียงขวัญ วานิชชัง[2]

Padungsak Wanitchang,[1*] Jaitip Wanitchang,[1] Narumon Boonkrachang[1] and Piengkhuan Wanitchang[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวแอโรบิก และทดสอบสมรรถนะการทำงานในการปลูกข้าวแอโรบิก พัฒนา ออกแบบ สร้าง และทดลอง ณ. สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและเทคโนโลยี คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตบางพระ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี เครื่องหยอดเมล็ดข้าวประกอบด้วยอุปกรณ์เปิดร่องแบบใบมีดกำหนดเมล็ดโดยใช้จานตักเมล็ดแนวดิ่งขับเคลื่อนโดยใช้ล้อขับ และเคลื่อนที่โดยใช้รถไถเดินตาม จากผลการทดลองพบว่า เครื่องหยอดเมล็ดข้าวใช้จานตัก D12, E12 และ F12 มีอัตราหยอดเฉลี่ย 2.27, 4.56 และ 15.88 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ การทดสอบในพื้นที่โดยใช้จานตัก E12 มีความสามารถการทำงานทางไร่จริงเฉลี่ย 0.70 ไร่ต่อชั่วโมง ที่ประสิทธิภาพการทำงานทางไร่เฉลี่ย 76.06 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการหยอดเมล็ดเฉลี่ย 4.29 กิโลกรัมต่อไร่ มีระยะห่างระหว่างแถวปลูกเฉลี่ย 30 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างหลุมเฉลี่ย 16.66 เซนติเมตร และมีจำนวนเมล็ดต่อหลุมเฉลี่ย 4.60 เมล็ดต่อหลุม โดยมีความลึกการหยอดเมล็ดเฉลี่ย 3.14 เซนติเมตร

จากผลการทดสอบพอสรุปได้ว่า เครื่องหยอดเมล็ดข้าวสามารถประหยัดเมล็ดพันธุ์ได้มากเนื่องจากอัตราการหยอดมีค่าต่ำมากเมื่อเทียบกับเครื่องปลูกและวิธีการปลูกดั้งเดิม

คำสำคัญ : เครื่องหยอดเมล็ดข้าวในการปลูกข้าวแอโรบิก

Abstract

The objectives of this study were to develop an aerobic rice spacing drill and performance test. The development and experiment were conducted at Department of Agricultural Engineering and Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resource, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Bangpra Campus, Sriracha, Chonburi. An aerobic rice spacing drill was power tiller mounted, consisted of a runner opener and vertical dipping plate driven by ground wheel. The results showed that the application rate using D12, E12 and F12 dipping disc were 2.27, 4.56 and 15.88 kilogram per rai. The effective field capacity using E12 dipping plate in sandy loam soil was 0.70 rai per hour at field efficiency of 76.06 percent, while the application rate in the field was 4.29 kilogram per rai at 30 centimeters row space and 16.66 centimeters hill spacing, respectively with 3.14 centimeter depth.

From the study, it could be concluded that an aerobic rice spacing drill could save rice seed used comparable with the conventional machine and method.

Keywords: Aerobic Rice Spacing Drill

[1] คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

[2] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี 20110

* Corresponding author. E-mail : pwanitchang@yahoo.com

บทนำ

การผลิตข้าวต้องใช้น้ำในปริมาณที่มากในแต่ละฤดูปลูกซึ่งนับรวมตั้งแต่การใช้น้ำเพื่อการเตรียมดิน และการสูญเสียจากการซึมน้ำในแปลง(deep percolation) และไหลบ่า(lateral movement) ต้องใช้น้ำมากถึง 3,000-5,000 ลิตรในการให้ผลผลิตข้าวเปลือก 1 กิโลกรัม (Bouman et al, 2002) ในหนึ่งฤดูปลูกต้องขังน้ำในแปลงนาตลอดเวลาซึ่งปกติจะรักษาระดับน้ำในนา 5-10 เซนติเมตร ตลอดช่วงจนถึงราว 10 วัน ก่อนการเก็บเกี่ยวจึงระบายน้ำออก โดยทั่วไปจะใช้น้ำรวมตั้งแต่ 1,000-2,000 มิลลิเมตร(Tuong and Bouman, 2003) ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ สภาพดิน และสภาพน้ำ นำมาสู่การพัฒนาเทคโนโลยีการปลูกข้าวแบบประหยัดน้ำ (water saving technology) โดยได้นำเทคนิคต่างๆมาใช้เพื่อให้มีการใช้น้ำน้อยต่อหนึ่งรอบของการปลูกข้าว(Bouman, 2001; Bouman and Tuong, 2001) อย่างไรก็ตามถึงจะมีการนำวิธีให้น้ำแบบประหยัดมาใช้ปริมาณน้ำที่ให้ควรเพียงพอต่อความต้องการของการปลูกข้าว คือต้นข้าวใช้น้ำในการคายน้ำผ่านทางลำต้น ระเหยน้ำในพื้นที่ปลูก และชดเชยการสูญเสียน้ำจากการซึมน้ำในแปลง การปลูกข้าวโดยไม่ต้องขังน้ำในแปลงหรือการให้น้ำเป็นช่วงๆ (intermittent irrigation) กล่าวคือทำให้แปลงปลูกข้าวในช่วงหนึ่งมีน้ำท่วมขังในแปลงจากนั้นทิ้งไว้จนกระทั่งน้ำในแปลงแห้งลงแล้วจึงให้น้ำครั้งใหม่เช่นนี้จนถึงระยะเก็บเกี่ยว เทคนิคต่างๆที่นำมาใช้ในการจัดการน้ำสามารถลดการใช้น้ำได้เป็นอย่างมากถึง 54-66% น้อยกว่าการปลูกแบบปกติ (Xiaoguang et al., 2002) ข้าวแอโรบิกหมายถึงข้าวที่ปลูกในสภาพดินที่มีการระบายน้ำดี ไม่มีการทำเทือก และดินไม่อิ่มน้ำ(non-saturated soils) และพื้นที่ปลูกอาจอยู่ในพื้นที่ข้าวไร่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ บนที่ดอนลอนคลื่น หรือในพื้นที่นาชลประทานที่มีน้ำไม่เพียงพอ(Bouman, 2001) แต่โดยทั่วไปการพัฒนาข้าวแอโรบิกมีเป้าหมายหลักคือมุ่งไปที่พื้นที่ปลูกนาชลประทาน ข้าวไร่ซึ่งปลูกโดยไม่มีน้ำขังนา(ไม่มีคันนา) สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพดินแห้ง(aerobic soil condition) นับได้ว่าเป็นข้าวแอโรบิกด้วย ข้าวแอโรบิกในแนวคิดของสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ(IRRI)ต้องมีความสามารถในการให้ผลผลิตสูง ปลูกในสภาพแปลงนาที่ไม่ต้องทำเทือก(ทำให้ประหยัดน้ำที่ต้องใช้ในการทำเทือก) และดินมีสภาพแห้งในช่วงการปลูก(Bouman, 2001)

การปลูกข้าวแอโรบิกส่วนใหญ่จะใช้วิธีการหยอดหรือโรยเมล็ดเป็นแถวเพื่อให้สามารถเข้าไปกำจัดวัชพืชได้สะดวก เนื่องจากการปลูกข้าวแอโรบิกจะไม่มีการขังน้ำจึงไม่สามารถควบคุมวัชพืชด้วยน้ำได้ และมีความจำเป็นต้องใช้สารเคมีหรือเครื่องกำจัดวัชพืชเข้าควบคุมวัชพืชแทน ในสภาวะปัจจุบันการใช้สารเคมีจะมีต้นทุนค่อนข้างสูงและมีอันตรายแก่ผู้ใช้มาก การพัฒนาเครื่องปลูกข้าว และกำจัดวัชพืชติดตั้งบนโครงรวม และใช้ต้นกำลังเป็นรถไถเดินตาม หรือรถแทรกเตอร์ขนาดเล็กที่เกษตรกรมีอยู่แล้วจะช่วยให้เกษตรกรสามารถปลูกข้าวแอโรบิกได้สะดวกและรวดเร็วมากขึ้น ขณะที่หลังการปลูกก็สามารถใช้เครื่องกำจัดวัชพืชระหว่างแถวข้าวได้โดยไม่ต้องขังน้ำ ก็จะสามารถประหยัดน้ำ ขณะเดียวกันในการปลูกข้าวก็ไม่ต้องมีชั้นดินดานไว้กักน้ำให้ท่วมแปลงจึงสามารถไถได้ลึกทำให้สามารถเก็บน้ำเอาไว้ในดินได้มากขึ้น และสามารถนำน้ำใต้ผิวดินขึ้นมาใช้เพื่อการเจริญเติบโตได้ด้วย เป็นการลดต้นทุนการใช้น้ำ นอกจากนั้นการซึมของน้ำฝนลงไปในดินและเก็บไว้ใต้ดินจะสามารถลดปัญหาน้ำท่วมขัง และน้ำไหลบ่าจนสามารถลดปัญหาอุทกภัยได้อีกทางหนึ่ง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวแอโรบิก
2. ทดสอบสมรรถนะการทำงานในการปลูกข้าวแอโรบิก

วิธีการศึกษา

การวิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. พัฒนาเครื่องหยอดเมล็ดข้าวที่สามารถใช้หยอดได้ทั้งในสภาวะดินแห้ง และดินเทือกที่มีความชื้นในดินสูง โดยพัฒนาอุปกรณ์กำหนดปริมาณเมล็ดเป็นแบบจานหยอดแบบหลุมตักเมล็ดหมุนในแนวดิ่งขับเคลื่อนด้วยล้อขับ อุปกรณ์ลำเลียงเมล็ดลงร่องปลูก อุปกรณ์เปิดร่องแบบใบมีด สามารถหยอดเมล็ดเป็นแถวมีระยะห่างระหว่างแถวที่ชัดเจน

2. ทดสอบหาอัตราการหยอดของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวสามารถทำได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

. 2.1 หาความกว้างการทำงานของเครื่องปลูก โดยใช้สูตร :

ความกว้าง(เมตร) = จำนวนแถว x ระยะห่างแถว

2.2 หาความยาวแถวที่ทำงานได้หนึ่งหน่วยพื้นที่ แล้วหาจำนวนรอบของล้อขับที่หมุนได้ตามความยาวที่กำหนด และบนพื้นที่ 1/25 ไร่

2.3 คำนวณจำนวนรอบการหมุนต่อนาที หมุนอุปกรณ์ควบคุมอัตราการหยอด แล้วชั่งน้ำหนักเมล็ดที่หล่นจากช่องทางออก คำนวณจำนวนเมล็ดต่อหน่วยพื้นที่

2.4 ทดลองซ้ำ 3 ซ้ำ แล้วเปลี่ยนอัตราการหยอด

2.5 สุ่มตัวอย่างเมล็ดมาตรวจสอบความเสียหายก่อนการทดสอบ

2.6 สุ่มตัวอย่างเมล็ดหลังการทดสอบมาตรวจสอบการแตกหักเสียหายอีกครั้ง

2.7 ชั่งน้ำหนักเมล็ดที่เสียหายมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ โดยใช้สูตร

เปอร์เซ็นต์เมล็ดเสียหาย = (2.6)-(2.5) x 100 / เมล็ดทั้งหมด

2.8 เปลี่ยนใช้จานกำหนดเมล็ด 3 ชุดเพื่อเปรียบเทียบอัตราการหยอดและเลือกจานที่เหมาะสมในการปลูกข้าว

3. การทดสอบความสม่ำเสมอในการหยอดโดยการใช้กระบะทราย (sand bed method)

3.1 เตรียมกระบะทรายละเอียดความลึก 25 เซนติเมตร ความยาวมากกว่า 5 เมตร ความกว้างเท่ากับเครื่องปลูก

3.2 เดินเครื่องปลูกให้ท่อนำเมล็ดอยู่เหนือพื้นทราย สังเกตเมล็ดที่ตกและระยะห่างเฉลี่ยทุกความยาว 1 เมตร

3.3 ทำการทดลองสามซ้ำ

3.4 เปลี่ยนใช้จานกำหนดเมล็ด 3 ชุดเพื่อเปรียบเทียบอัตราการหยอดและเลือกจานที่เหมาะสมในการปลูกข้าว

4. การทดสอบหาอัตราการหยอดเมล็ดในพื้นที่

4.1 ถอดท่อนำเมล็ดออกจากอุปกรณ์เปิดร่อง นำถุงพลาสติกสวมที่ปลายท่อเพื่อรวบรวมเมล็ด ที่อัตราที่กำหนดตามต้องการ

4.2 ทดลองปลูกข้าวด้วยเครื่องหยอดเมล็ดข้าว หาตำแหน่งของเมล็ด โดยคุ้ยดินหาเมล็ด วัดความลึกของเมล็ดที่หยอด หาระยะห่างของเมล็ด

5. ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดข้าว

5.1 เตรียมพื้นที่ขนาด 10X25 เมตร โดยไถเตรียมดินครั้งแรกด้วยไถหัวหมูติดรถไถเดินตาม ทิ้งพื้นที่ไว้ประมาณ 2 สัปดาห์แล้วไถเตรียมดินขั้นที่สองด้วยล้อหมุนตีดินติดรถไถเดินตาม แล้วคราดปรับระดับผิวดินด้วยล้อหมุนตีดินและคราดติดรถไถเดินตาม

5.2 วัดแรงต้านทานของดินโดยใช้เครื่องวัดความแข็งของดิน

5.3 จับเวลาที่เครื่องเคลื่อนที่ผ่านระยะทาง 10 เมตร เพื่อคำนวณหาความเร็วในการทำงานโดยใช้สูตร

ความเร็ว(เมตร/วินาที) = ระยะทาง(10 เมตร) / เวลา(วินาที)

5.4 วัดระยะห่างระหว่างแถว เพื่อหาความกว้างในการทำงานโดยใช้สูตร

ความกว้าง(เมตร) = ระยะห่างระหว่างแถว x จำนวนแถว

5.5 คำนวณหาความสามารถเชิงทฤษฎีทางไร่ โดยใช้สูตร

ความสามารถทฤษฎีทางไร่(ไร่/ชั่วโมง) = ความเร็ว x ความกว้าง

5.6 จับเวลาตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้ววัดขนาดพื้นที่ที่ทำงานได้ คำนวณหาความสามารถจริงทางไร่ โดยใช้สูตร

ความสามารถจริงทางไร่(ไร่/ชั่วโมง) = พื้นที่ที่ทำงานได้ / เวลาที่ใช้ทำงาน

5.7 คำนวณหาประสิทธิภาพการทำงานทางไร่ โดยใช้สูตร

ประสิทธิภาพในการทำงานทางไร่ = ความสามารถจริงทางไร่ X 100 / ความสามารถทฤษฎีทางไร่

6. ทดสอบความแม่นยำในการทำงาน วัดระยะห่างระหว่างแถว ระยะระหว่างหลุม ความลึกในการปลูก จำนวนเมล็ดต่อหลุม

7. ให้น้ำ ใส่ปุ๋ย กำจัดวัชพืช และดูแลรักษาข้าวระหว่างการเจริญเติบโต

8. สรุปผลการทดสอบสมรรถนะทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดข้าว

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ส่วนประกอบ และหลักการทำงานของเครื่องปลูกข้าว

เครื่องปลูกข้าวที่พัฒนาขึ้นเป็นเครื่องหยอดเมล็ดข้าวเป็นแถวจำนวนสองแถวปลูกติดกับรถไถเดินตามขนาดเล็กใช้เครื่องยนต์แก๊สโซลีน ขนาด 5 แรงม้า มีส่วนประกอบหลักที่สำคัญคือ โครงเครื่องหลักขนาด 260x680 มิลลิเมตร ต่อจากจุดลากของรถไถเดินตามและเป็นที่ยึดของชุดเครื่องปลูก อุปกรณ์เปิดร่องแบบใบมีดทำหน้าที่เปิดร่องรูปตัววีติดอยู่ที่ปลายท่อนำเมล็ด ถังเมล็ดที่แบ่งเป็นสองช่องคือช่องเก็บเมล็ด และช่องตักเมล็ดโดยมีประตูป้อนซึ่งสามารถปรับอัตราป้อนได้เพื่อควบคุมปริมาณการตัก อุปกรณ์กำหนดเมล็ดเป็นแบบจานตักเมล็ดแนวดิ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 176 มิลลิเมตรที่สามารถเลือกขนาดของถ้วยตักเมล็ดจำนวน 12 ถ้วยบนขอบจานเพื่อกำหนดปริมาณเมล็ดต่อหลุมที่หยอดโดยมีขนาดหลุม 10, 12 และ 15 มิลลิเมตร ใช้สปริงกดจานให้แนบกับหน้าแปลนซึ่งมีช่องปล่อยเมล็ดข้าวเมื่อถ้วยตัดหมุนในแนวดิ่งมาถึงช่องปล่อยเมล็ด เมล็ดข้าวในถ้วยตักก็จะถูกปล่อยออกทางช่องปล่อยเมล็ดลงในท่อนำเมล็ดในแนวดิ่งลงไปในร่องปลูก ท่อนำเมล็ดซึ่งติดกับถังเมล็ดและใบมีดเปิดร่อง ใบมีดกลบดินสองใบติดอยู่ด้านหลังของใบมีดเปิดร่องสามารถปรับมุมได้เพื่อเกลี่ยดินกลบเมล็ดที่วางลงในร่องปลูก และล้อกดดินกลบเมล็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 390 มิลลิเมตรกว้าง 60 มิลลิเมตร ติดอยู่ด้านหลังทำหน้าที่กดดินให้เกาะกับเมล็ดให้แน่นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการงอก การขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆอาศัยล้อขับเคลื่อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 390 มิลลิเมตรกว้าง 60 มิลลิเมตรมีซี่ขับยาว 30 มิลลิเมตรจำนวน 24 ซี่

บนขอบล้อ ล้อขับเคลื่อนจะติดอยู่บนเพลาเดียวกับล้อกดดินที่ส่งกำลังผ่านโซ่ไปยังจานตักเมล็ด เมื่อเครื่องปลูกข้าวถูกรถไถเดินตามลากไปข้างหน้าล้อขับเคลื่อนซึ่งถ่ายทอดกำลังผ่านจานโซ่ขับที่ล้อขับเคลื่อนขนาด 16 ซี่ไปขับจานโซ่ของจานตักเมล็ดขนาด 26 ซี่เพื่อขับจานตักเมล็ดข้าวให้ตักเมล็ดจากช่องตักด้านก้นถังเมล็ดแล้วหมุนลำเลียงเมล็ดข้าวขึ้นตามแนวดิ่งจนถึงด้านบนของถังบริเวณช่องปล่อยเมล็ด เมล็ดในถ้วยตักแต่ละถ้วยจะถูกปล่อยลงในท่อนำเมล็ดตกลงในแนวดิ่งลงสู่ท้องร่องปลูกที่ถูกเปิดไว้โดยใบมีดเปิดร่อง จากนั้นเมล็ดในร่องปลูกจะถูกใบมีดกลบดินเกลี่ยดินข้างร่องมากลบเมล็ดก่อนที่ล้อกดดินจะหมุนกดดินเกาะกับเมล็ดให้แน่นเพื่อรับความชื้นจากดินเพื่อช่วยในการงอก

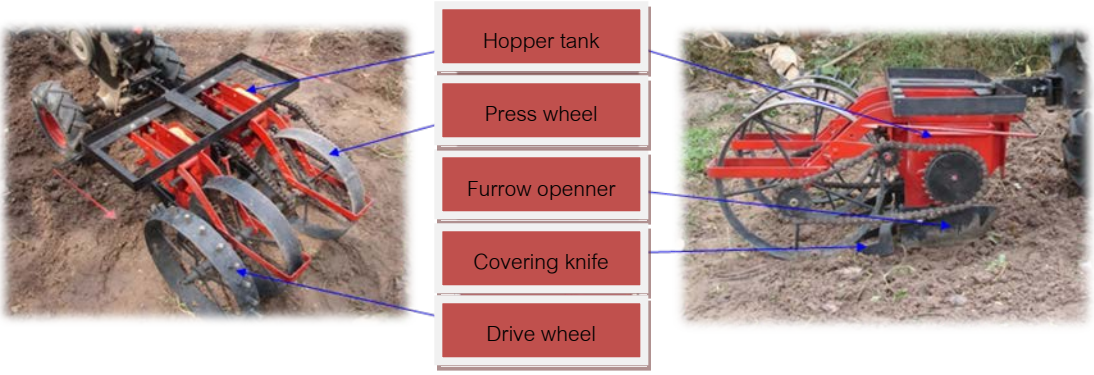


Figure 1 Rice Spacing Drill for Aerobic Rice

สมรรถนะการทำงานของเครื่องปลูกข้าว

Table 1 Germinated rate of experiment rice seed

Chinat 1 rice variety		RD 31 rice variety	
No	Germinated rate (%)	No	Germinated rate (%)
1	74.00	1	98.00
2	73.00	2	93.00
3	65.00	3	100.00
4	58.00	4	95.00
5	65.00	5	97.00
6	71.00	6	95.00
Ave	67.67	Ave	96.33
SD	6.12	SD	2.50

จากตารางที่ 1 เมล็ดพันธุ์ข้าวที่จะใช้ในการทดสอบสมรรถนะของเครื่องปลูกข้าวสองพันธุ์ คือ ข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 ซึ่งมีอัตราการงอกเฉลี่ยค่อนข้างต่ำเพียง 67.67 เปอร์เซ็นต์ และพันธุ์ กข.31ซึ่งมีอัตราการงอกเฉลี่ยค่อนข้างสูงถึง 96.33 เปอร์เซ็นต์ จึงเลือกใช้เมล็ดพันธุ์ข้าว กข.31เพื่อใช้ในการทดสอบสมรรถนะในการทำงานของเครื่องปลูก

Table 2 Rice seed application rate using 3 different dipping plate of rice spacing drill in laboratory test

Seed dipping plate	row	D12	E12	F12
Cup size(mm.)		10.00±0.00	12.00±0.00	15.00±0.00
Weight of rice grain	left	46.81±6.06	91.00±8.59	348.09±29.13
(g.)	right	44.09±2.78	91.44±5.90	287.10±8.31
	total	90.90±8.62	182.44±13.52	635.19±34.05
Application rate(Kg/rai)		2.27±0.22	4.56±0.34	15.88±0.85
Damage seed	left	0.05±0.03	0.04±0.02	0.24±0.11
(%)	right	0.03±0.02	0.04±0.04	0.08±0.05

จากตารางที่ 2 การหาอัตราการหยอดเมล็ดข้าวของจานหยอดเมล็ดข้าวแบบถ้วยตักในแนวดิ่งในห้องปฏิบัติการ พบว่า จานตัก D12 ซึ่งมีถ้วยตักขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร จำนวน 12 ถ้วย หมุนตักเมล็ดขึ้นในแนวดิ่ง สามารถปล่อยเมล็ดจากถังซ้าย และขวาเฉลี่ย 46.81 และ 44.09 กรัม ตามลำดับ รวมสองแถวมีเมล็ดถูกปล่อยลงในพื้นที่ 90.90 กรัม คิดเป็นอัตราหยอดเฉลี่ย 2.27 กิโลกรัมต่อไร่ เมล็ดพันธุ์ข้าวได้รับความเสียหายจากถังซ้ายและขวาน้อยมาก เพียง 0.05 และ 0.03 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่จานตัก E12 ซึ่งมีถ้วยตักขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร จำนวน 12 ถ้วย หมุนตักเมล็ดขึ้นในแนวดิ่งสามารถปล่อยเมล็ดจากถังซ้าย และขวาเฉลี่ย 91.00 และ 91.44 กรัม ตามลำดับ รวมสองแถว มีเมล็ดถูกปล่อยลงในพื้นที่ 182.44 กรัม คิดเป็นอัตราหยอดเฉลี่ย 4.56 กิโลกรัมต่อไร่ เมล็ดพันธุ์ข้าวได้รับความเสียหาย จากถังซ้ายและขวาน้อยมากเพียง 0.04 และ 0.04 เปอร์เซ็นต์ ส่วนจานตัก F12 ซึ่งมีถ้วยตักขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 มิลลิเมตร จำนวน 12 ถ้วย หมุนตักเมล็ดขึ้นในแนวดิ่งสามารถปล่อยเมล็ดจากถังซ้าย และขวาเฉลี่ย 348.09 และ 287.10 กรัม ตามลำดับ รวมสองแถวมีเมล็ดถูกปล่อยลงในพื้นที่ 635.19 กรัม คิดเป็นอัตราหยอดเฉลี่ย 15.88 กิโลกรัมต่อไร่ เมล็ดพันธุ์ข้าวได้รับความเสียหายจากถังซ้ายและขวาน้อยมากเพียง 0.24 และ 0.08 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นว่าเครื่องหยอดข้าว สามารถประหยัดเมล็ดพันธุ์ได้มากเนื่องจากอัตราการหยอดมีค่าต่ำมากเมื่อเทียบกับเครื่องปลูกและวิธีการปลูกดั้งเดิมที่ใช้เมล็ดพันธุ์ 10-20 กิโลกรัมต่อไร่ (ประพาส, 2526) ถ้าอัตราการงอกของเมล็ดสูงอาจเลือกจานตัก D12 ซึ่งมีอัตราการหยอดเมล็ดพันธุ์เพียง 2.27 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ถ้าเมล็ดพันธุ์มีอัตราการงอกไม่สูงก็อาจจะเลือกใช้จานตัก E12 หรือ F12 เพื่อลดความเสี่ยงจากการปลูกพลาดเนื่องจากเมล็ดไม่งอก และในการทดลองปลูกในพื้นที่จริงเลือกใช้จานตัก E12 ซึ่งมีอัตราการหยอด 4.56 กิโลกรัมต่อไร่



Figure 2 Rice Spacing Drill for Aerobic Rice during planting



Figure 3 Rice growth after 1, 3 and 7 week of planting

Table 3 Average number of seed dropped per hill using 3 different dipping plate of rice spacing drill in sand bed test

dipping plate	row	D12(grain)	E12(grain)	F12(grain)
1st hill	left	2.80±1.48	6.20±1.64	13.60±1.14
	right	2.60±1.34	5.40±1.67	14.40±2.51
2nd hill	left	3.00±0.71	5.40±1.52	12.80±2.77
	right	3.20±1.64	5.40±2.41	15.40±1.95
3rd hill	left	3.00±1.00	5.60±2.41	11.00±4.06
	right	3.40±1.14	4.60±1.82	13.00±3.08
4th hill	left	3.40±1.14	7.40±2.30	11.40±5.41
	right	3.40±0.89	4.80±1.92	13.60±1.95
5th hill	left	3.00±1.58	6.80±1.30	13.80±2.95
	right	2.60±0.89	4.40±1.14	14.20±1.30
6th hill	left	3.00±2.00	5.00±2.00	13.80±2.17
	right	4.40±2.19	5.60±1.95	13.00±1.87
	Ave	3.15±1.33	5.55±1.84	13.33±2.60

จากตารางที่ 3 การทดสอบความสม่ำเสมอในการหยอดเมล็ดในกระบะทรายเพื่อหาจำนวนเมล็ดต่อหลุมโดยใช้จานหยอดขนาดต่างๆ พบว่า จานตัก D12 มีจำนวนเมล็ดต่อหลุมเฉลี่ย 3.15 เมล็ด จานตัก E12 มีจำนวนเมล็ดต่อหลุมเฉลี่ย 5.55 เมล็ด และจานตัก F12 มีจำนวนเมล็ดต่อหลุมเฉลี่ย 13.33 เมล็ด ซึ่งจะเห็นว่า จานตัก D12 และ E12 มีจำนวนเมล็ดต่อหลุมอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม แต่จาน D12 อาจมีความเสี่ยงกับการหยอดพลาด ส่วนจานตัก F12 อาจจะมีจำนวนเมล็ดต่อหลุมมากเกินไป จึงเลือกใช้จานตัก E12 ในการทดสอบในพื้นที่

Table 4 Average hill spacing using 3 different dipping plate of rice spacing drill in sand bed test

dipping plate	Row	D12 (cm.)	E12 (cm.)	F12 (cm.)
1st hill	left	19.00±2.65	19.80±3.03	18.80±1.30
	right	20.80±2.28	19.84±2.07	19.00±3.00
2nd hill	left	15.40±4.45	18.00±1.22	20.40±2.19
	right	17.40±3.13	18.00±3.54	20.40±2.70
3rd hill	left	22.60±2.41	20.80±3.11	19.20±1.10
	right	18.00±2.83	18.40±2.30	18.00±2.12
4th hill	left	21.40±1.67	19.20±1.48	19.00±2.74
	right	21.00±2.00	21.40±2.19	20.40±2.30
5th hill	left	19.60±5.22	18.60±2.61	17.20±3.83
	right	21.00±2.65	19.20±4.15	18.20±2.49
6th hill	left	22.60±2.41	20.80±3.11	19.20±1.10
	right	18.00±2.83	18.40±2.30	18.00±2.12
	Ave	19.73±2.88	19.33±2.59	18.98±2.25

จากตารางที่ 4 การทดสอบความสม่ำเสมอในการหยอดเมล็ดในกระบะทรายเพื่อหาระยะห่างระหว่างหลุมโดยใช้จานหยอดขนาดต่างๆ พบว่า จานตัก D12 มีระยะห่างระหว่างหลุมเฉลี่ย 19.73 เซนติเมตร จานตัก E12 มีระยะห่างระหว่างหลุมเฉลี่ย 19.33 เซนติเมตร และจานตัก F12 มีระยะห่างระหว่างหลุมเฉลี่ย 18.98 เซนติเมตร โดยจะมีเมล็ดบางเมล็ดตกแยกห่างจากกลุ่มเมล็ดระหว่างหลุมถัดไป ซึ่งจะเห็นว่า จานตัก D12, E12 และ F12 มีระยะห่างระหว่างหลุมเฉลี่ยใกล้เคียงกันทั้งสามขนาด โดยมีระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร

Table 5 Soil properties of experiment field

No	Soil resistance(N/cm^2) at different depths				Soil moisture content
	5	10	15	20	(% wb.)
1	54.05	228.22	258.25	246.24	7.17
2	42.05	138.13	240.24	300.30	6.95
3	21.02	126.12	168.16	138.13	7.20
4	60.06	150.15	150.15	258.25	6.92
5	120.12	288.28	300.30	300.30	7.06
Ave	59.46	186.18	223.42	248.64	7.06
SD	37.05	69.65	62.91	66.42	0.13

จากตารางที่ 5 ดินในพื้นที่ทดสอบสมรรถนะการปลูกเป็นดินร่วนปนทรายมีชั้นดินดานลึกประมาณ 20 เซนติเมตร มีค่าความชื้นเฉลี่ย 7.05 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าแรงต้านทานดินที่ความลึก 5, 10, 15 และ 20 เซนติเมตรเฉลี่ย 59.46, 186.18, 223.42 และ 248.64 นิวตัน/ซม^2 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าดินจะค่อยๆแข็งขึ้นเมื่อความลึกเพิ่มขึ้น

Table 6 Field efficiency of power tiller mounted Rice Spacing Drill

No	Engine speed	Field capacity (Rai/hr.)		Field efficiency
	(rpm)	Theoretical	Effective	(%)
1	1600.00	0.96	0.69	71.47
2	1600.00	0.84	0.68	80.59
3	1600.00	0.96	0.74	76.28
4	1600.00	0.84	0.67	78.84
5	1600.00	0.96	0.71	73.12
Ave	1600.00	0.92	0.70	76.06
SD	0.00	0.07	0.03	3.81

จากตารางที่ 6 การหาประสิทธิภาพในการทำงานทางไร่ของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวติดรถไถเดินตามในพื้นที่ทดสอบจริงโดยเลือกใช้จานตัก E12 ในการกำหนดปริมาณเมล็ดพันธุ์ข้าว พบว่า เครื่องหยอดเมล็ดข้าวทำงานที่ความเร็วรอบเครื่องยนต์เฉลี่ย 1600 รอบต่อนาที มีความสามารถการทำงานทางไร่เชิงทฤษฎีเฉลี่ย 0.92 ไร่ต่อชั่วโมง ความสามารถการทำงานทางไร่จริงเฉลี่ย 0.70 ไร่ต่อชั่วโมง โดยมีประสิทธิภาพการทำงานทางไร่เฉลี่ย 76.06 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นว่าประสิทธิภาพการทำงานทางไร่มีค่าค่อนข้างต่ำเนื่องจากพื้นที่ที่ทำการทดลองมีความยาวน้อยจึงต้องเสียเวลาในการเลี้ยวกลับรถไถบ่อยครั้ง ในการใช้งานจริงหากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานทางไร่ก็ต้องจัดรูปแปลงนาให้มีความยาวมากขึ้น

Table 7 Planting efficiency of power tiller mounted Rice Spacing Drill

No	Application rate (Kg./Rai)	Row space (cm.)	Hill space (cm.)	Average no. of seed per hill (seed)	Seed depth (cm.)
1	4.31	30.00	16.66	5.33	3.30
2	4.39	30.00	16.66	5.33	2.90
3	4.35	30.00	16.66	3.66	3.40
4	4.47	30.00	16.66	4.00	3.00
5	3.92	30.00	16.66	4.66	3.10
Ave	4.29	30.00	16.66	4.60	3.14
SD	0.21	0.00	0.00	0.76	0.21

จากตารางที่ 7 การตรวจสอบคุณภาพการทำงานของเครื่องหยอดเมล็ดข้าวติดรถไถเดินตามในพื้นที่ทดสอบจริง โดยเลือกใช้จานตัก E12 ในการกำหนดปริมาณเมล็ดพันธุ์ข้าว พบว่า เครื่องหยอดเมล็ดข้าวมีอัตราการหยอดเมล็ดข้าวเฉลี่ย 4.29 กิโลกรัมต่อไร่ มีระยะห่างระหว่างแถวปลูกเฉลี่ย 30 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างหลุมเฉลี่ย 16.66 เซนติเมตร มีจำนวนเมล็ดต่อหลุมเฉลี่ย 4.60 เมล็ดต่อหลุม โดยมีความลึกการหยอดเมล็ดเฉลี่ย 3.14 เซนติเมตร ซึ่งจะเห็นว่า การทดสอบในพื้นที่จริงเครื่องหยอดเมล็ดมีอัตราการหยอดเมล็ด ระยะห่างระหว่างหลุม และจำนวนเมล็ดต่อหลุมลดลงซึ่งอาจจะเกิดจากสภาพผิวหน้าดินไม่เรียบและมีก้อนหินอยู่บ้างจึงอาจทำให้เกิดการลื่นไถล ส่วนความลึกในการหยอดมีค่าอยู่ในเกณฑ์ปกติค่อนข้างลึกเนื่องจากดินมีความชื้นขณะปลูกน้อย

สรุป

สรุปผลการวิจัย

1. เครื่องหยอดข้าวสามารถประหยัดเมล็ดพันธุ์ได้มากเนื่องจากอัตราการหยอดมีค่าต่ำมากโดยจานตัก D12 มีอัตราหยอดเฉลี่ย 2.27 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่จานตัก E12 มีอัตราหยอดเฉลี่ย 4.56 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนจานตัก F12 มีอัตราหยอดเฉลี่ย 15.88 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อเทียบกับเครื่องปลูกและวิธีการปลูกดั้งเดิมที่ใช้เมล็ดพันธุ์ 10-20 กิโลกรัมต่อไร่ (ประพาส, 2531)

2. จานตัก D12 มีจำนวนเมล็ดต่อหลุมเฉลี่ย 3.15 เมล็ด มีระยะห่างระหว่างหลุมเฉลี่ย 19.73 เซนติเมตร จานตัก E12 มีจำนวนเมล็ดต่อหลุมเฉลี่ย 5.55 เมล็ด มีระยะห่างระหว่างหลุมเฉลี่ย 19.33 เซนติเมตร และจานตัก F12 มีจำนวนเมล็ดต่อหลุมเฉลี่ย 13.33 เมล็ด มีระยะห่างระหว่างหลุมเฉลี่ย 18.98 เซนติเมตร ซึ่งจะเห็นว่า จานตัก D12 และ E12 มีจำนวนเมล็ดต่อหลุมอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ส่วนจานตัก F12 อาจจะมีจำนวนเมล็ดต่อหลุมมากเกินไป จานตักทั้งสามขนาดมีระยะห่างระหว่างหลุมเฉลี่ยใกล้เคียงกัน โดยมีระยะห่างระหว่างแถว 30 เซนติเมตร

3. เครื่องหยอดเมล็ดข้าวโดยใช้จานตัก E12 มีความสามารถการทำงานทางไร่จริงเฉลี่ย 0.70 ไร่ต่อชั่วโมง ที่ประสิทธิภาพการทำงานทางไร่เฉลี่ย 76.06 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าค่อนข้างต่ำเนื่องจากพื้นที่ที่ทำการทดลองมีความยาวน้อย จึงต้องเสียเวลาในการเลี้ยวกลับรถไถบ่อยครั้ง

4. เครื่องหยอดเมล็ดข้าวใช้จานตัก E12 มีอัตราการหยอดเฉลี่ย 4.29 กิโลกรัมต่อไร่ มีระยะห่างระหว่างแถวปลูกเฉลี่ย 30 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างหลุมเฉลี่ย 16.66 เซนติเมตร มีจำนวนเมล็ดต่อหลุมเฉลี่ย 4.60 เมล็ดต่อหลุม โดยมีความลึกการหยอดเมล็ดเฉลี่ย 3.14 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าลดลงซึ่งอาจจะเกิดจากการลื่นไถล

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มความยาวของแปลงนาให้มากขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานทางไร่

2. ควรเตรียมดินให้ละเอียดมีขนาดเม็ดดินที่เหมาะสมกับการงอกของเมล็ด ปรับผิวหน้าดินให้เรียบเพื่อให้สามารถหยอดเมล็ดที่ระดับความลึกเดียวกัน และให้ดินมีความชื้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์

3. ถ้าอัตราการงอกของเมล็ดสูงควรเลือกจานตัก D12 ซึ่งมีอัตราการหยอดเมล็ดพันธุ์เพียง 2.27 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ถ้าเมล็ดพันธุ์มีอัตราการงอกไม่สูงควรเลือกใช้จานตัก E12 หรือ F12 เพื่อลดความเสี่ยงจากการปลูกพลาดเนื่องจากเมล็ดไม่งอก

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ประพาส วีระแพทย์ . 2531. ความรู้เรื่องข้าว. สำนักพิมพ์ ไทยวัฒนาพานิช กรุงเทพฯ 108 น.

Bouman B.A.M.2001. Water-efficient management strategies in rice production. Int. Rice Res. Notes 16(2): 17-22.

Bouman B.A.M., Tuong T.P. 2001. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated rice. Agric. Water Manage. 49:11-30.

Tuong T.P. and Bouman B.A.M. 2002. Rice production in water scarce environments. In 'Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement'. (Eds.JW Kijne, R Barker,D Molden). The Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Series, Volume 1, CABI Publishing, Wallingford, UK. : 13-42.

อิทธิพลของเอนไซม์โปรติเอสระหว่างกระบวนการย่อยโปรตีนในน้ำซุปปลาสกัดจากโครงปลานิลเพื่อผลิตซุปปลาสกัดพร้อมดื่ม

The Influence of protease enzyme during extracted fish soup from tilapia frame digestion processfor producing ready to drink fish soup

จิระพันธ์ ห้วยแสน[1*], กรรณิการ์ ห้วยแสน[1], ชาญณรงค์ ชมนาวัง[1] และหนูเดือน สาระบุตร[1]
Jirapun Huaisan[1*],Kannika Huaisan[1],Channarong Chomnawang[1] and Nuduan Saraboot[1]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของเอนไซม์โปรติเอส และระยะเวลาการย่อยน้ำซุปสกัดจากโครงปลานิลเพื่อผลิตซุปปลาสกัดพร้อมดื่มต่อร้อยละของระดับการย่อยโปรตีน ค่าสี (*L**, *a** และ *b**) ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยมีขั้นตอนการเตรียมน้ำซุปสกัดดังนี้ ใช้อัตราส่วนของโครงปลานิลต่อน้ำเท่ากับ 1 ต่อ 1.5 โดยน้ำหนัก ทำการต้มสกัดโปรตีนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 10 นาที นำตัวอย่างแช่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมงเพื่อแยกไขมันออก ตัวอย่างที่ผ่านการสกัดนำไปทำการย่อยโปรตีนโดยการเติมเอนไซม์โปรติเอสที่ความเข้มข้น 30, 60 และ 90 ยูนิตต่อกรัมโปรตีน บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการย่อย 1, 3 และ 5 ชั่วโมง ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โดยการต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้นของเอนไซม์โปรติเอสมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลือง และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ในขณะที่ระยะเวลาที่ใช้ในการย่อยมีผลต่อค่าร้อยละของระดับการย่อยโปรตีน ค่าความสว่าง และค่าความเป็นสีแดง ของน้ำซุปสกัดที่ผ่านการย่อย อย่างไรก็ตามไม่พบอิทธิพลร่วมกันของสองปัจจัยต่อทุกค่าสังเกตที่ทำการศึกษา จากผลการทดลอง สภาวะที่เหมาะสมในการย่อยโปรตีนในน้ำซุปสกัดจากโครงปลานิลเพื่อผลิตซุปปลาสกัดพร้อมดื่มคือ ใช้ความเข้มข้นของเอนไซม์โปรติเอส 30 ยูนิตต่อกรัมโปรตีน และบ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5 ชั่วโมง

คำสำคัญ: เอนไซม์โปรติเอส ซุปปลาสกัดพร้อมดื่ม โครงปลานิล ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมด ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

The objective of this research was to study the effect of protease concentration and digestion time on degree hydrolysis (%) color value (L*, a* and b*) total phenolic content and antioxidant activities of digested fish soup for producing ready to drink fish soup. The extracted fish soup from tilapia frame was prepared by using the ratio of tilapia frame to water of 1:1.5 by weight. The sample was boiled at 85 ^{0}C for 10 min, and then extracted liquid was chilled at 4 ^{0}C for 12 hrs to removed fat. The protein in extracted sample was digested by added 30, 60 and 90 units/g protein of proteolytic enzyme and incubated at 60^{0}C for 1, 3 and 5 hrs. The activity of protease was inhibited by boiling at 90 ^{0}C for 15 min. The result revealed that there was significant effect of protease concentration yellowness (*b**) and antioxidant activities of digested fish soup. Whereas, The effect of digestion time on degree hydrolysis (%), lightness (*L**) and redness (*a**) of digested samples were observed. However, there were no interaction of two factors on all observation studied. From the result, the optimal conditions for extracted fish soup digestion for producing ready to drik fish soup from tilapia frame was using 30 units/g protein of protease enzyme and incubated at 60^{0}C for 5 hrs.

Keywords : Protease enzymes, Ready to drink fish soup, Tilapia frame, Total phenolic content, Antioxidant activities

[1] สาขาวิชาวิทยาศาตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยเขตกาฬสินธุ์, กาฬสินธุ์ 4600

[1] Division of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industrial Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Kalasin campus, Kalasin 46000

* Corresponding author. E-mail: yuksausage@yahoo.com

บทนำ

ซุปปลาสกัด (Extracted fish soup) มีส่วนประกอบของโปรตีนที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและช่วยซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย ให้กรดอะมิโนที่จำเป็นต่อการสร้างโปรตีนชนิดต่าง ๆ ในร่างกาย การทำน้ำซุปปลาสกัดเข้มข้นมีขั้นตอนในการทำน้ำซุปปลาสกัดเข้มข้น โดยนำน้ำนึ่งปลาไปย่อยโปรตีนให้มีโมเลกุลเล็กลง ด้วยน้ำย่อยโปรติเอส จนได้ปริมาณสารละลายพอเพียงจึงหยุดปฏิกิริยาของน้ำย่อยด้วยความร้อน ผ่านการกรองเพื่อแยกกากและทำให้เข้มข้นขึ้น ทำการกรองละเอียดอีกครั้ง จะได้น้ำซุปปลาสกัดเข้มข้น ที่มีความเข้มข้น 80 บริกซ์ (^{O}Brix) สามารถใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสหรือทำเป็นน้ำซอสปรุงรสต่อไป (นิรนาม, มปพ.) จากผลการวิจัยของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) (2554) พบว่าน้ำนึ่งปลา มีกรดอะมิโน 8 ชนิดที่จำเป็นต่อร่างกายในปริมาณสูง ได้แก่ ลูซีน ไอโซลูซีน ไลซีน เมโทโอนีน เฟนิลอะลานิน ทรีโอนีน ทริฟโทเฟน และวาลีน จากการพัฒนาการผลิตซุปปลาทูน่าโปรตีนสูงจากน้ำนึ่งปลาทูน่า ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำนึ่งปลาทูน่าที่แยกไขมันออก พบว่ามีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า เกลือและของแข็งทั้งหมด เท่ากับ ร้อยละ 6.0, 0.01, 1.58, 0.70 และ 8.3 ตามลำดับ มีปริมาณฮีสตามีน ไนอะซิน และค่าพีเอช เท่ากับ 9.3 พีพีเอ็ม 27.05 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และ 6.42 ตามลำดับ กรดอะมิโนที่มีปริมาณสูง ได้แก่ ฮีสทิดีน ไกลซีน และกรดกลูตามิก จากการใช้เอนไซม์อัลคาเลสที่ระดับ ร้อยละ 0.025, 0.05, 0.075 และ 0.10 น้ำหนักโดย น้ำหนัก ที่ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง พบว่าความเข้มข้นของเอนไซม์ไม่มีผลต่อการเพิ่มระดับการย่อยสลาย และ พบว่าผู้ทดสอบชอบตัวอย่างที่ใช้เอนไซม์ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.05 ขึ้นไป การกรองน้ำนึ่งปลาทูน่าผ่านกระดาษกรองเบอร์หนึ่ง โดยใช้ diatomaceous earth ร้อยละ 1 เป็นสารช่วยกรองเป็นวิธีที่ดีที่สุดที่ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์น้ำซุปที่มีความใสและไม่เกิดการตกตะกอนหลังจากการให้ความร้อนสูงที่ 121 องศาเซลเซียส การลดความคาวของน้ำซุป โดยการเติมเครื่องเทศ ได้แก่ ใบกระวาน ลูกผักชี ลูกจันทน์ ขิงและยี่หร่า ร้อยละ 0.5 ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีพรรณนาเชิงปริมาณ (QDA) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการ ฝึกฝน 15 คน พบว่าน้ำซุปที่เติมใบกระวาน ลูกผักชีและยี่หร่า มีคะแนนกลิ่นและกลิ่นรสคาวต่ำกว่าชุดควบคุม (ก่องกาญจน์, 2554) จากผลการวิจัยของ Nilsang *et al*. (2005) ที่ได้ศึกษาสภาวะเหมาะของเอนไซม์โปรติเอสทางการค้าในการย่อยน้ำซุปปลาเข้มข้ม (fish soluble concentrate) ที่เหลือจากน้ำนึ่งปลาทูน่า จากอุตสาหกรรมปลาทูน่ากระป๋อง เพื่อใช้ในการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซทจากปลา โดยใช้เอนไซม์ทางการค้า 2 ชนิด คือ Flavourzyme™ และ Kojizyme™ พบว่าสภาวะการย่อยที่เหมาะสมของการใช้เอนไซม์ Flavourzyme™ ที่ความเข้มข้น 50 LAPU (Leucine Aminopeptidase Unit) ต่อโปรตีน 1 กรัม ความเข้มข้นของซับสเตรท ร้อยละ 20 น้ำหนักต่อน้ำหนัก อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง ส่วนผลการเติมเอนไซม์ Kojizyme™ ทำให้เกิดรสขม เป็นผลมาจากเกิดกรดอะมิโนทริปโตเฟน (tryptophan) ระหว่างกระบวนการย่อย ในขณะที่การย่อยด้วยเอนไซม์ Flavourzyme™ จะไม่พบรสขมและมีปริมาณโปรตีนสูงร้อยละ 66 ต่อมา Hu *et al*. (2011) ได้ใช้เอนไซม์ย่อยโปรตีนปลาแมคคาเรลที่ผ่านการแยกไขมันออก เพื่อให้มีรสขมลดลง โดยมีขั้นตอนการสกัดแยกไขมันดังนี้ นำปลาแมคคาเรลบด 1 ส่วนต่อไอโซโพรพานอล (isopropanol) 2 ส่วนโดยน้ำหนักต่อปริมาตร ผสมให้เข้ากัน วางในเครื่องอัลตร้าโซนิคที่ความถี่ 40±6 kHz นาน 10 นาที ที่อุณหภูมิห้อง และเหวี่ยงแยกด้วยเครื่องเหวี่ยงแยกที่ความเร็วรอบ 6000x*g* นาน 20 นาที ทำการตกตะกอนโดยการเติมไอโซโพรพานอล หรือเอทิลอะซิเตท (ethylacetate) อีกครั้ง แล้วนำเข้าเครื่องอัลตร้าโซนิค(40±6 kHz) นาน 10 นาที ทำการเหวี่ยงแยกอีกครั้ง แยกส่วนบนไปแยกลิปิดในสภาวะภายใต้ความดัน พบว่าสภาวะเหมาะของเอนไซม์ที่ใช้คือ Mixed enzymes for animal proteolysis (MEAP) ร้อยละ 4 ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาการย่อย 300 นาที ช่วยให้โปรตีนไฮโดรไลเซทที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงร้อยละ 84.28 และเมื่อเปรียบเทียบโปรตีนมาตรฐาน (protein reference) ของ FAO/WHO พบว่ามีกรดอะมิโนกลูตามิคและกรดอะมิโนจำเป็นสูงกว่า โดยลักษณะโปรตีนและไขมันที่ได้ จากศึกษาการใช้เอนไซม์โปรติเอสทางการค้า 4 ชนิด ได้แก่ Protease-P-Amano6, Alcalase® , Protex 7L และ Neutrase ใช้ย่อยวัสดุเหลือจากอุตสาหกรรมปลาเพื่อให้การได้คืน (recovery) ของปริมาณไขมันและโปรตีนเพิ่มขึ้น จากการประเมินผลของปริมาณไขมันและโปรตีนที่ได้กลับคืน พบว่าการใช้เอนไซม์โปรติเอสจากเชื้อราคือ Protease-P-Amano6 จะให้การได้คืนของไขมันสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 74.90 รองลงมาคือ เอนไซม์ Alcalase (ร้อยละ 61.7) ค่าเพอร์ออกไซด์ (peroxide value; PV) ของน้ำมันที่ได้มีค่าเท่ากับ 40.48 (PV คือมิลลิลิตรสมบูรณ์ของเพอร์ออกไซด์ออกซิเจนที่มีในไขมันหรือน้ำมัน 1 กิโลกรัม) และเมื่อเทียบกับน้ำมันปลาที่สกัดจากปลาสด (8.7) ผลของระดับของการย่อย (degree of hydrolysis) พบว่าเอนไซม์โปรติเอสจากเชื้อรา มีระดับของการย่อยสูงสุด เท่ากับ ร้อยละ 49.1 และ เอนไซม์ Neutrase มีค่า total antioxidant activity สูงกว่าเอนไซม์โปรติเอสจากเชื้อรา โดยโปรตีนไฮโดรไลเซทที่ย่อยด้วยเอนไซม์โปรติเอสจากเชื้อรา มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (diphenyl picrylhydrazyl radical scavenging activity) สูงกว่าเอนไซม์ชนิดอื่น (Swapna *et al.*, 2011) ภัทราวดีและคณะ(2553) ได้พัฒนาซุปปลาสกัดพร้อมดื่มจากซุปปลาสกัดเข้มข้นที่ผลิตจากผลพลอยได้ในกระบวนการผลิตปลานิลแล่แช่เยือกแข็ง ผู้ทดสอบมีความพอใจ ลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และลักษณะโดยรวม ของซุปปลาสกัดพร้อมดื่ม ในสูตรยาจีน (ต้นตำรับ) มาก และเมื่อผู้ทดสอบมีอายุ สูงกว่า 51 ปี ความชอบซุปปลาสกัดพร้อมดื่มมี ความสัมพันธ์ในเชิงบวก โดยคุณค่าทางอาหาร และรสชาติเป็นปัจจัยสำคัญในการตัดสินใจซื้อซุปปลาสกัดพร้อมดื่ม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์อิทธิพลของเอนไซม์โปรติเอสระหว่างกระบวนการย่อยโปรตีนในน้ำซุปปลาสกัดจากโครงปลานิลเพื่อผลิตซุปปลาสกัดพร้อมดื่ม

วิธีการศึกษา

วัตถุดิบ ปลานิลสดจากตลาดทุ่งนาทอง อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ตัดแต่งให้ได้โครงปลานิลผ่านการลดขนาดและล้างด้วยน้ำสะอาด , เอนไซม์โปรติเอส (Protease from Aspergillus oryzae CAS 9014-01-1, Sigma-Aldrih)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. **การเตรียมตัวอย่าง** โครงปลานิลผ่านการลดขนาดและคำนวณสัดส่วนวัตถุดิบโครงปลานิลต่อน้ำสะอาด อัตราส่วน 1 ต่อ 1.5 โดยน้ำหนัก ทำการต้มสกัดโปรตีนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 10 นาที นำตัวอย่างแช่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง เพื่อแยกไขมันออก หลังจากนั้นนำตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนโดยวิธี Kjeldahl (AOAC., 2000 method 968.06) และคำนวณการเติมเอนไซม์โปรติเอสที่ความเข้มข้น 30, 60 และ 90 ยูนิตต่อกรัมโปรตีน บ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลาการย่อย 1, 3 และ 5 ชั่วโมง ยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์โดยการต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที บรรจุใส่ขวดแก้วที่มีฝาปิดทำให้เย็นและเก็บไว้ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ระหว่างรอวิเคราะห์

2. **การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี** ได้แก่ วัดค่าสี (ระบบ CIELab *L* a* b**) ด้วยเครื่องรุ่น Ultra Scan® Pro (บริษัท Hunter Lab VA., ประเทศสหรัฐอเมริกา) วิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดโดยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetric (Shen *et al.*, 2009) โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานกรดแกลลิค ความเข้มข้น 0,

50, 100, 150, 200, 250 และ 300 พีพีเอ็ม (ppm.) ความสามารถในการรีดิวซ์ของสารต้านอนุมูลอิสระ [Ferric reducing antioxidant power (FRAP) assay] โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน $FeSO_4.7H_2O$ ความเข้มข้น 50, 100, 150, 200, 250 และ 300 ไมโครโมลและวิเคราะห์ความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระด้วยสาร 2,2-diphenyl-1-picrylhy-drazyl (DPPH) assay (Brand-Willians *et al*., 1995) โดยรายงานความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระ DPPH assay (ร้อยละ) = (100x [1 - $A_{control}$- A_{sample}) /A_{blank}] และเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานโทรล็อกซ์ ที่ความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60 และ 70 ไมโครโมล

3. **การวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล** จัดหน่วยการทดลองแบบ 3x3 Factorial in Completely Randomized Design (CRD) ปัจจัยที่ 1 ความเข้มข้นของเอนไซม์โปรติเอส 3 ระดับ คือ 30, 60 และ 90 ยูนิตต่อกรัมโปรตีน ปัจจัยที่ 2 ระยะเวลาการย่อย 3 ระดับ คือ 1, 3, และ 5 ชั่วโมง วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA (Analysis of Variance)และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

Table 1 Effect of digestion time and enzyme concentration on color parameter of ready to drink fish soup from tilapia frame.

Treatment	*L**	*a**	*b**
A : Digestion time (hours)			
1	23.40±1.02^{a}	-1.72±0.14^{b}	5.87±0.73^{b}
3	22.74±0.96^{b}	-1.51±0.12^{a}	6.21±0.69^{a}
5	22.60±0.94^{b}	-1.48±0.17^{a}	5.58±0.55^{c}
F-value	*	*	*
B: Protease enzyme conc. (Unit)			
30	22.84±0.79	5.87±0.15	5.50±0.76^{b}
60	22.88±0.79	6.21±0.17	5.85±0.57^{a}
90	23.01±1.26	5.58±0.21	6.10±0.83^{a}
F-value	ns	ns	*
A×B	ns	ns	ns

Data were expressed as the mean ± SD (n = 3). Different letters (a–b) in the same column of factor (A and B) are significantly different at $p \leq 0.05$. ns means no significant effect ($p > 0.05$).

จากตารางที่ 1 ผลของระยะเวลาในการย่อยและความเข้มข้นของเอนไซม์ ต่อคุณสมบัติด้านสีของผลิตภัณฑ์ซุปปลาสกัดจากกระดูกปลานิล พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมของสองปัจจัยที่ศึกษา ($p>0.05$) แต่มีผลจากปัจจัยหลักคือระยะเวลาในการย่อย จะเห็นว่าเมื่อระยะเวลาการย่อยนานขึ้น ค่าความสว่างมีค่าลดลง ค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น

ค่าความเป็นสีเหลืองลดลง ส่วนปัจจัยหลักระดับความเข้มข้นของเอนไซม์โปรติเอส จะเห็นว่าความสว่างและค่าความเป็นสีแดง พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) มีค่าอยู่ในช่วง 22.84 ถึง 23.01 และ 5.58 ถึง 6.21 ตามลำดับ แต่ระดับความเข้มข้นของเอนไซม์โปรติเอสกลับมีผลต่อค่าความเป็นสีเหลือง เมื่อระดับความเข้มข้นของเอนไซม์โปรติเอสเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น เท่ากับ 5.85 ถึง 6.10 เป็นไปได้ว่าระยะเวลาการย่อยและความเข้มข้นของเอนไซม์โปรติเอสที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีการย่อยให้ได้กรดอะมิโนเพิ่มขึ้น เมื่อนำไปผ่านความร้อนส่งผลให้กรดอะมิโนเปลี่ยนแปลงเนื่องจากปฏิกิริยาเมลลร์ด (Maillard reaction) (Fabienne and Sumaya-Martinez., 2003)

Table 2 Effect of digestion time and enzyme concentration on Total phenolic compound and FRAP assay of ready to drink fish soup from tilapia frame.

Treatment	Total phenolic compound (mg GAE/ml sample)	FRAP assay (□M of $FeSO_4.7H_2O$)
A : Digestion time (hours)		
1	180.70±42.18	676.07±203.06
3	173.53±42.88	707.67±137.80
5	157.63±21.07	769.20±201.78
F-value	ns	ns
B: Protease enzyme conc. (Unit)		
30	153.32±52.54	640.48±79.48
60	166.51±22.60	681.06±173.20
90	192.03±52.54	831.40±240.99
F-value	ns	ns
A×B	ns	ns

Data were expressed as the mean ± SD (n = 3), ns means no significant effect (p>0.05).

ผลของระยะเวลาในการย่อยและความเข้มข้นของเอนไซม์โปรติเอสต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการรีดิวซ์ของสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี FRAP ของผลิตภัณฑ์ซุปปลาสกัดจากโครงปลานิล พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันของสองปัจจัยศึกษาและปัจจัยหลักทั้งสอง และแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) (ตารางที่ 2) โดยปัจจัยระยะเวลาในการย่อยมีค่าปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการรีดิวซ์ของสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี FRAP อยู่ในช่วง 157.63 ถึง 180.70 มิลลิกรัมแกลลิกต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง และ 676.07 ถึง 769.20 ไมโครโมลของ $FeSO_4.7H_2O$ ตามลำดับ และปัจจัยความเข้มข้นของเอนไซม์โปรติเอส (ยูนิต) จะเห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของเอนไซม์โปรติเอสเพิ่มขึ้น ให้ค่าสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการรีดิวซ์ของสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี FRAP มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (p>0.05) มีค่าอยู่ในช่วง 153.32 ถึง 192.03

มิลลิกรัมแกลลิกต่อมิลลิลิตรตัวอย่าง และ 640.48 ถึง 831.40 ไมโครโมลของ $FeSO_4.7H_2O$ ตามลำดับ เป็นไปได้ว่าน้ำซุปปลาจากโครงปลานิลถูกย่อยด้วยเอนไซม์โปรติเอสให้ได้เปปไทด์และกรดอะมิโน ซึ่งทำหน้าที่ให้อิเล็กตรอนจับกับอนุมูลอิสระ ดังนั้นจึงป้องกันหรือชะลอการเกิดออกซิเดชันของลิปิดโดยผ่านกระบวนการรีดิวซ์ของสารต้านอนุมูลอิสระ และมีความสามารถเข้าจับกับโลหะ (Yaowapa, Benjakul and Shahidi, 2007)

Table 3 Effect of digestion time and enzyme concentration on DPPH Radical scavenging activity assay of ready to drink fish soup from tilapia frame.

Treatment	DPPH Radical scavenging activity assay	
	%	μM Trolox /ml sample
A : Digestion time (hours)		
1	37.50±7.28	60.01±15.95
3	37.29±7.29	59.63±16.01
5	34.73±11.01	54.00±24.17
F-value	ns	ns
B: Protease enzyme conc. (Unit)		
30	33.30±8.05^{b}	50.86±17.66^{b}
60	35.18±4.99^{ab}	55.00±10.96^{ab}
90	40.60±10.71^{a}	66.89±23.52^{a}
F-value	*	*
A×B	ns	ns

Data were expressed as the mean ± SD (n = 3). Different letters (a–b) in the same column of factor (A and B) are significantly different at $p \leq 0.05$. ns= means no significant effect($p>0.05$).

จากตารางที่ 3 ผลของระยะเวลาในการย่อยและความเข้มข้นของเอนไซม์โปรติเอสต่อความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH ของผลิตภัณฑ์ซุปปลาสกัดจากโครงปลานิล พบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกันของสองปัจจัยศึกษาและปัจจัยหลักคือ เวลาการย่อย (ชั่วโมง) ($p>0.05$) จะเห็นได้ว่าความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH (ร้อยละ) และเทียบกับสารมาตรฐานโทรล็อกซ์ มีค่าอยู่ในช่วง 34.73 ถึง 37.50 และ 54.40 ถึง 60.01 ไมโครโมลของโทรล็อกซ์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนปัจจัยหลักคือ ความเข้มข้นของเอนไซม์โปรติเอส (ยูนิต) พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยความเข้มข้นขอเอนไซม์โปรติเอสที่ 90 ยูนิต มีความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH (ร้อยละ) และเทียบกับสารมาตรฐานโทรล็อกซ์ มีค่ามากที่สุดคือ 40.60 และ 66.89 ไมโครโมลของโทรล็อกซ์ต่อมิลลิลิตร แต่อย่างไรก็ตามกลับพบว่าแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับการสกัดด้วยเอนไซม์โปรติเอสที่ความเข้มข้น 60 ยูนิต ($p>0.05$) ซึ่งฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์ซุปปลาสกัดจาก

โครงปลานิลเพิ่มขึ้น ผลจากเอนไซม์โปรติเอสย่อยโปรตีนปลาได้เปปไทด์ขนาดเล็กและกรดอะมิโนอิสระ (Vilailak *et al*., 2007; Chalamaiah *et al*. 2012)

สรุป

การเติมเอนไซม์โปรติเอสเพื่อย่อยโปรตีนจากเนื้อปลานิลที่ติดโครงปลานิลในการผลิตผลิตภัณฑ์ซุปปลาสกัดจากโครงปลานิล เมื่อระยะเวลาการย่อยเพิ่มขึ้นส่งผลต่อค่าสี และความเข้มข้นของเอนไซม์โปรติเอส มีผลให้สารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดและความสามารถในการรีดิวซ์ของสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี FRAP มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งเห็นได้ชัดเจนจากการวิเคราะห์ความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH โดยสภาวะที่เหมาะสมในการย่อยโปรตีนในน้ำซุปสกัดจากโครงปลานิลเพื่อผลิตซุปปลาสกัดพร้อมดื่มคือ ใช้ความเข้มข้นของเอนไซม์โปรติเอส 30 ยูนิตต่อกรัมโปรตีน และบ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 5 ชั่วโมง

เอกสารอ้างอิง

ก่องกาญจน์ กิจรุ่งโรจน์. 2554. การพัฒนาการผลิตซุปปลาทูน่าโปรตีนสูงจากน้ำนึ่งปลาทูน่า. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.researchgate.net/publication/39024642_(20 พฤษภาคม 2554).

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) . 2554. ซุปปลาสกัดเข้มข้นและพร้อมดื่ม. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.tistr-foodprocess.net/innovation_tistr/innovation6.html (19 เมษายน 2554).

นิรนาม. มปพ. Chapter 5 “ บทที่ 5 การลดปริมาณและการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:http//www.diw.go.th. (24 พฤษภาคม 2554).

ภัทราวดี ศรีปัญญา สันติสุข วรวัฒนธรรม และลลิตา ฤกษ์สำราญ. 2553. เรื่อง ทัศนคติและการยอมรับของผู้บริโภคต่อซุปปลาสกัดพร้อมดื่มจากซุปปลาสกัดเข้มข้น. ประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล:researchconference.kps.ku.ac.th/article_7/pdf/p_an_vet02.pdf (2 มิถุนายน 2557).

AOAC. 2000. Official method of analysis 968.06 (17th Edition) Volume I. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Maryland, USA..

Brand-Williams, W., M.E. Cuvelier and C. Berset. 1995. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. Lebensm.-Wiss. u.-Technol. 28. 25-30.

Chalamaiah, M., B. Dinesh kumar., R. Hemalatha and T. Jyothirmayi. 2012. Fish protein hydrolysates: Proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: A review. Food Chemistry. 135. 3020–3038

Fabienne, G. and M-T. Sumaya-Martinez. 2003. Antioxidant effects of protein hydrolysates in the reaction with glucose. JAOCS. 80 . 467-470.

Hou, H., L. Bafang and Z. Xue. 2011. Enzymatic hydrolysis of defatted mackerel protein with low bitter taste. J. Ocean Univ. China (Oceanic and Coastal Sea Research). 10. 85-92.

Nilsang, S., S. Lertsiri., M. Suphantharika and A. Assavanig. 2005. Optimization of enzymatic hydrolysis

of fish soluble concentrate by commercial proteases.Journal of Food Engineering. 70. 571–578.

Shen Y., L. Jin., P. Xiao., Y. Lu and J. Bao. 2009. Total phenolics, flavonoids, antioxidation capacity in rice grain their relation to grain color, size and weight. Journal Cereal Science. 49. 106-111.

Swapna, C. H., B. Bijinu., A.M. Rai and B. Narayan. 2011. Simultaneous recovery of lipids and proteins by enzymatic hydrolysis of fish industry waste using different commercial proteases. Applied Biochemistry Biotechnol. 164. 115–124.

Vilailak, K., S. Benjakul., D. Kantachote and F. Shahidi. 2007. Antioxidative activity and functional properties of protein hydrolysate of yellow stripe trevally (*Selaroides leptolepis*) as influenced by the degree of hydrolysis and enzyme type. Food Chemistry. 102. 1317–1327.

Yaowapa, T., S. Benjakul and F. Shahidi. 2007. Compositions, functional properties and antioxidative activity of protein hydrolysates prepared from round scad (Decapterus maruadsi). Food Chemistry. 103. 1385–1394.

การผลิตขนมขบเคี้ยวจากพืชสมุนไพรไทยพื้นบ้านด้วยเทคโนโลยีเอ็กซ์ทรูชั่น

Production of Thai Local Herb Snack (TLHS) by Extrusion Technology

ชมภูนุช เผื่อนพิภพ[1*]

Chompoonuch Phuenpipob[1*]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาชนิด ปริมาณ และสภาวะที่เหมาะสมของสมุนไพรที่เหมาะสมในการผลิตขนมขบเคี้ยวด้วยเทคโนโลยีเอ็กซ์ทรูชั่น โดยวางแผนการทดลองการศึกษาแบบ 3x3 Factorial design in CRD มีการใช้สมุนไพรไทยพื้นบ้าน 3 ชนิด คือ ตะไคร้ (*Cymbopogon citratus*) ใบมะกรูด(*Citrus hystrix*) และพริกไทยดำ (*Piper nigrum* L.) นำมาบดเป็นผงแห้งขนาดไม่เกิน 80 เมซ และศึกษาปริมาณผงที่ 3 ระดับ คือร้อยละ 10, 15 และ 20 ผลิตด้วยเทคโนโลยีเอกซ์ทรูชั่น ด้วยเครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว ความเร็วสกรู 300 rpm, อุณหภูมิบาร์เรล์ 134-165 ˚C, เส้นผ่านศูนย์กลางหน้าแปลน 2 mm., ความเร็วใบมีด 95 rpm พบว่า ผลทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้วยวิธี 9 Points Hedonic Scale ที่มีต่อพริกไทยดำ มีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก คุณลักษณะของสี 7.37± 0.01, ความกรอบ 7.33± 0.01 และความชอบโดยรวม 7.70± 0.01 โดยเฉพาะกลิ่น 7.63± 0.01, และรสชาติ 7.38± 0.03 ซึ่งมีความแตกต่างกับตะไคร้และใบมะกรูดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่า a_w 0.34±0.02, อัตราการพองตัว 1.69±0.01, ค่าความหนาแน่น 0.15±0.001, ร้อยละของโปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 7.88 ± 0.16, 0.07 ± 0.16 , 1.85 ± 0.16 , 1.31 ± 0.16 และ 82.3 ± 0.16 มีปริมาณยีสต์และราอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคและไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

คำสำคัญ: ขนมขบเคี้ยว สมุนไพรไทยพื้นบ้าน เทคโนโลยีเอกซ์ทรูชั่น

Abstract

Research objectives were to study the type, quantity and condition to produce TLHS by extrusion technology. The experimental design was 3x3 Factorial design in CRD at 3 local thai herbs such as lemon grass (*Cymbopogon citratus*), bergamot leave (*Citrus hystrix*) and black pepper (*Piper nigrum* L.) which was dried and grinded to reduce size less than 80 mesh and study at 3 levels such as 10, 15 and 20%. This study used the extrusion technology which the specification fallow as; a speed of single screw was 300 rpm, Barrel temperature was 134-165 ˚C, a diameter in front of machine was 2 mm., a speed of blade 95 rpm. The results of sensory test by 9 Points Hedonic Scale method for black pepper formula found the characteristic for color was 7.37± 0.01, texture in crisp was 7.33± 0.01 and overall acceptance was 7.70± 0.01. Especially, odor was 7.63± 0.01, and taste was 7.38± 0.03 there were significant differences *($p \leq 0.05$)* with lemon grass and bergamot leave. The finished product had a_w0.34±0.02, %extended ratio1.69±0.01, %bulk density 0.15± 0.001. Chemical Properties for %protein 7.88±0.16, %lipid 0.07±0.16, %fiber 1.85±0.16, %ash 1.31±0.16, and %carbohydrate 82.3±0.16. The Total Plate Count was acceptable whereas both Yeast and Mold.

Keywords: Snack Local Thai Herbs Extrusion technology

[1] คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร 10300 ประเทศไทย

[1] Faculty of Home Economic Technology, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok ,10300, Thailand.

* Corresponding author. E-mail: chompoonuch.p@rmutp.ac.th โทร. 0 2282 9756-8 ต่อ 2306

บทนำ

ขนมขบเคี้ยวเป็นที่สนใจของผู้บริโภคเพราะผู้บริโภคที่เป็นกลุ่มนักเรียน วัยรุ่น วัยเริ่มทำงาน นิยมรับประทานขนมขบเคี้ยวในระหว่างวันกันมากขึ้น ขนมขบเคี้ยวที่จำหน่ายในท้องตลาดนั้นให้คุณค่าทางโภชนาการต่ำแต่ให้พลังงานสูงเนื่องจากมีคาร์โบไฮเดรตและไขมันเป็นองค์ประกอบ โดยอาจมีโปรตีนในปริมาณร้อยละ 3.3-8.3 ขึ้นกับส่วนผสมที่นำมาผลิต (นิรนาม, 2545) และปัจจุบันขนมขบเคี้ยวได้มีการผสมวัตถุดิบที่ให้คุณค่าทางอาหารแก่ผู้บริโภคมากขึ้น ซึ่งวัตถุดิบที่นิยมมาก คือ ลูกเดือย ข้าวโพด งาดำ ข้าวไรซ์เบอรี่ ถั่วเหลือง ผักและผลไม้อบแห้ง เป็นต้น แต่สมุนไพรไทยยังถูกนำมาแปรรูปค่อนข้างน้อยและจำกัดเพียงผลิตภัณฑ์บางประเภท เช่น เครื่องดื่มพาสเจอไรส์ ยาเม็ด แคปซูล เป็นต้น ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่นิยมบริโภค ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะใช้พืชสมุนไพรไทยพื้นบ้าน อาทิเช่น ตะไคร้(*Cymbopogon citratus*) ส่วนต้นใช้เป็นยาแก้ขับลม แก้เบื่ออาหาร แก้ผมแตก แก้โรคทางเดินปัสสาวะ, ใบมะกรูด (*Citrus hystrix*) ส่วนใบใช้เป็นยาลดความดันโลหิตสูง, พริกไทยดำ (*Piper nigrum* L.) ส่วนเมล็ดพริกไทยมีสารฟินอลิกส์และสารพิเพอรีน ซึ่งช่วยต่อต้านอนุมูลอิสระ เป็นสารอัลคาลอยด์ที่มีส่วนช่วยรักษาและป้องกันการเกิดโรคอัลไซเมอร์ในผู้สูงอายุได้ (สุนทร, 2556) ในการผลิตขนมขบเคี้ยวโดยเทคโนโลยีเอ็กซ์ทรูชั่นเป็นขบวนการที่ทำให้ส่วนผสมอาหารชื้นก่อนแล้วทำให้สุกอัดออกมาเป็นรูปทรง ความร้อนจะเปลี่ยนแป้งดิบให้เป็นเจล อย่างสมบูรณ์ อัดพองเป็นรูปต่างๆ โดยผ่านรูไดแล้วอบให้แห้งกรอบ (Kadan, 2003) งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิด ปริมาณ และสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตขนมขบเคี้ยวด้วยเทคโนโลยีเอ็กซ์ทรูชั่น

วิธีการศึกษา

ศึกษาชนิด ปริมาณ และสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตขนมขบเคี้ยวด้วยเทคโนโลยีเอ็กซ์ทรูชั่น

มีการใช้สมุนไพรไทยพื้นบ้าน 3 ชนิด คือ ตะไคร้ (*Cymbopogon citratus*) ใบมะกรูด(*Citrus hystrix*) และพริกไทยดำ (*Piper nigrum* L.) ที่ซื้อจากตลาดสดเทเวศน์ นำมาบดเป็นผงแห้งขนาดไม่เกิน 80 เมชของตะแกรงร่อน ทำการทดสอบปริมาณผงสมุนไพรที่ผสมในขนมขบเคี้ยวที่ 3 ระดับ คือร้อยละ 10, 15 และ 20 วางแผนการทดลองการศึกษาแบบ 3x3 Factorial design in CRD ผลิตด้วยเทคโนโลยีเอ็กซ์ทรูชั่น ด้วยเครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว, Collet (รุ่น D50L300, บริษัทเจริญทัศน์)

เริ่มจากการผสมเกล็ดข้าวโพดกับน้ำ เพื่อปรับค่าความชื้นของวัตถุดิบเริ่มต้นให้ได้ร้อยละ 12 โดยใส่ถุงปิดไว้นาน 5 ชั่วโมง จากนั้นเปิดเครื่องอัดรีดเพื่อให้ได้อุณหภูมิ134-165 องศาเซลเซียส จากนั้นใส่ส่วนผสมทั้งหมดลงเครื่องแล้วรอเก็บผลิตภัณฑ์ที่ออกมาทางช่องได เพื่อนำเรียงใส่ถาดและเข้าตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส 30 นาที เป็นการไล่ความชื้นที่หลงเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ จนได้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายและนำมาสุ่มตรวจสอบคุณภาพพร้อมทั้งทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9 Points Hedonic Scale ให้คะแนนความชอบจาก 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) ถึง 9 (ชอบมากที่สุด) โดยผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ซึ่งวางแผนการทดสอบตัวอย่างแบบ (Randomized Completely block Design, RCBD) และวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA), เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's new multiple range test (DMRT)

ตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์สุดท้าย

- วัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) เครื่อง Aqua lab นำตัวอย่างอาหารขบเคี้ยวบดด้วยเครื่องบดอาหาร(blender) ให้ละเอียดนำตัวอย่างที่บดได้มาวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ทำการวัดจำนวน 3 ซ้ำ
- อัตราการการพองตัว คำนวณจากค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลางของอาหารขบเคี้ยวที่ได้จากการวัด 3 ตำแหน่ง (มิลลิเมตร) หารด้วยความกว้างเส้นผ่าศูนย์กลางของช่องเปิดที่หน้าแปลนรูปวงกลม (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร) แต่ละสิ่งทดลองทำการวัด 20 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย
- ความหนาแน่นโดยรวม โดยใช้กระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร เทตัวอย่างลงไปประมาณ 2/3 ของกระบอกตวง จากนั้นเคาะ 15 ครั้ง เติมตัวอย่างที่เหลือให้ล้นแก้วแล้วทำการเคาะ 5 ครั้ง แล้วปาดตัวอย่างที่เกินขอบแก้วออก ชั่งน้ำหนักแล้วนำค่าไปหารด้วยปริมาตรของแก้ว จะได้ค่าความหนาแน่น หน่วยเป็น กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ดัดแปลงมาจากวิธีการของ (ธงชัย, 2535)

$$\text{ความหนาแน่น} = \frac{\text{น้ำหนักของข้าวพอง (กรัม)}}{\text{ปริมาตรของข้าวพอง (ซม.}^3\text{)}}$$

- คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000)
- การตรวจสอบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธีการ pour plate ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar (AOAC, 2000)
- การตรวจสอบปริมาณยีสต์และรา โดยวิธีการ pour plate ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (AOAC, 2000)

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมขบเคี้ยวที่มีศึกษาชนิดของสมุนไพรไทยพื้นบ้าน 3 ชนิด คือ ตะไคร้ ใบมะกรูด และพริกไทยดำ ที่ปริมาณ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 10, 15 และ 20 พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยด้าน สี ความกรอบ ความชอบโดยรวม ของพริกไทยดำที่ร้อยละ 15 มีคะแนนอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก โดยเฉพาะกลิ่นและรสชาติ ซึ่งมีความแตกต่างกับพริกไทยดำที่ร้อยละ 10 และ 20, ตะไคร้และใบมะกรูดที่ร้อยละ 10, 15 และ 20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p \leq 0.05$) เนื่องด้วยพริกไทยดำมีสารที่สำคัญที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ คือ พิเพอรีน (Piperine) ที่ทำให้เผ็ดร้อนและมีกลิ่นฉุน ในพริกไทยดำจะมีตัวยามากกว่าพริกไทยขาว (สุนทร, 2556) จึงมีกลิ่นและรสชาติเข้มข้นกว่าสูตรอื่น ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะผ่านการทำให้ส่วนผสมของวัตถุดิบผสมเข้ากัน ทำให้สุก ทำให้เกิดรูปร่าง และทำให้พองจนได้ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูป (Sriburi,P. and S.E. Hill, 2000) สภาวะของกระบวนการดังกล่าวแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สภาวะการผลิตด้วยเครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว (2 กิโลกรัมต่อสูตร)

ข้อมูล	รายละเอียด
Screw speed(rpm)	300
เส้นผ่านศูนย์กลางหน้าแปลน Ø (มม.)	2
จำนวนใบมีด(ใบ)	2
ความเร็วใบมีด(rpm)	95
อุณหภูมิบาเรล์ (องศาเซลเซียส)	135
อุณหภูมิหน้าไดน์ (องศาเซลเซียส)	153
โวลต์ (volt)	380
กระแสไฟ(แอมแปร์)	8.5
พลังงานกลจำเพาะ(Wh/g)	2.12
กำลังการผลิต(kg/h)	14.4

ตารางที่ 2 คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ของขนมขบเคี้ยวจากสมุนไพรพื้นบ้านด้วยเทคโนโลยีเอ็กซ์ทรูชั่น (เครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยว)

คุณภาพ	รายละเอียด
<u>คุณภาพทางกายภาพ</u>	
อัตราการพองตัว	1.69 ± 0.01
ความหนาแน่น(กรัม/ลบ.ซม.)	0.15 ± 0.001
ปริมาณน้ำอิสระ(Aw)	0.34 ± 0.02
<u>คุณภาพทางเคมี</u>	
โปรตีน (ร้อยละ)	7.88 ± 0.16
ไขมัน (ร้อยละ)	0.07 ± 0.16
เยื่อใย (ร้อยละ)	1.85 ± 0.16
เถ้า (ร้อยละ)	1.31 ± 0.16
คาร์โบไฮเดรต (ร้อยละ)	82.3 ± 0.16
<u>คุณภาพทางจุลินทรีย์</u>	
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/G)	<1x10
จำนวนยีสต์และรา (CFU/G)	ND

หมายเหตุ: ND หมายถึง ไม่พบจำนวนจุลินทรีย์

จากตารางที่ 2 คุณภาพทางกายภาพ พบว่า มีค่าปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วง 0.40-0.49 จัดเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทอาหารแห้งที่เกิดการเน่าเสียได้ยาก อีกทั้งค่าปริมาณน้ำอิสระที่วิเคราะห์ได้อยู่ในช่วง 0-0.50 จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้สามารถเก็บรักษาได้นาน แต่ถ้าการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ไม่เหมาะสมอาจทำให้เกิดการเสื่อมเสียจากเชื้อราได้ (รุ่งนภา,2550) ส่วนคุณภาพทางเคมีที่แสดงถึงคุณค่าทางโภชนการ พบว่า ขนมขบเคี้ยวมีปริมาณไขมันต่ำเพียงร้อยละ 0.07 ± 0.16 เทียบกับขนมขบเคี้ยวแบบที่ผ่านการทอดด้วยน้ำมันที่มีปริมาณไขมันร้อยละ 28.95 ± 0.12 (วิลาสินี, 2554) จะพบว่าปริมาณไขมันที่ผู้บริโภคจะได้รับมีอัตราที่ลดลงกว่าร้อยละ 50 สำหรับคุณภาพทางจุลินทรีย์ พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีน้อยกว่าเกณฑ์ และไม่พบยีสต์ รา ซึ่งในเกณฑ์คุณภาพทาง

จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ขนมอบกรอบจากธัญชาติ ที่กำหนดโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1534-2541) ซึ่งกำหนดไว้ดังนี้ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^4 CFU/g จำนวนยีสต์และราน้อยกว่า 1×10 CFU/g ซึ่งทำให้ผู้บริโภคเชื่อมั่นได้ว่าผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยจากจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

สรุป

การศึกษาชนิด ปริมาณ และสภาวะที่เหมาะสมของสมุนไพรที่เหมาะสมในการผลิตขนมขบเคี้ยวด้วยเทคโนโลยีเอ็กซ์ทรูชั่น พบว่า พืชสมุนไพรไทยพื้นบ้านที่เหมาะสม คือ พริกไทยดำบดเป็นผงที่ร้อยละ 15 ผลิตโดยเครื่องอัดรีดชนิดสกรูเดี่ยวที่ความเร็วรอบของสกรู 300 รอบต่อนาที, อุณหภูมิบาร์เรล์ 134-165 °C, เส้นผ่านศูนย์กลางหน้าแปลน 2 mm., ความเร็วใบมีด 95 rpm

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่สนับสนุนงานวิจัยโครงการนี้เป็นอย่างดียิ่งและขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือและการใช้สถานที่ในการปฏิบัติการทดลองวิจัยเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

ธงชัย สุวรรณสิชณน์. 2535. การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวจากแป้งถั่วลิสงไขมันต่ำผสมแป้งมันสำปะหลังชนิดพรีเจลาติไนซ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ

นิรนาม. 2545. ขนมขบเคี้ยว. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2550/food0950-jl_ch1.pdf (7 พฤษภาคม 2558)

วิลาสินี ดีปัญญา. 2554. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากข้าวเคลือบปรุงแต่งกลิ่นรส. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://research.pcru.ac.th/rdb/pro_data/files/5401026.pdf (7 พฤษภาคม 2558)

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2550. รูปแบบการสอนอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร.

สุนทร ตรีนันทวัน. 2556. พริกไทยดำ ราชาแห่งเครื่องเทศ. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.thaihealth.or.th (7 พฤษภาคม 2558)

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2541. มาตราผลิตภัณฑ์ขนมกรอบจากธัญชาติ. มอก.1534-2541.

A.O.A.C. 2000. Official method of Analysis. (16th ed.) Arillington. The Association of Official Analytical Chemists.

Kadan, R.S., Bryant R.J. and Pepperman A.B. 2003. Functional properties of extruded rice flours. Cereal Chemistry. 68:1669-1672.

Sriburi, P. and S.E. Hill. 2000. Extrusion of cassava starch with either variation in ascorbic acid concentratation or pH. International J. Food Sci. and Tech. 35:141-154.

การใช้ใบมะรุมในอาหารไก่ไข่

The Use of Moringa (*Moringa oleifera* Lam.) Leaf Meal in Laying Hen Diets.

ณิฐิมา เฉลิมแสน[1*] บุญชู นาวานุเคราะห์[1] อรรถพล ตันไสว[1] และ ธัญรัตน์ จารี[1]
Nitima Chalermsan,[1*] Bunchoo Navanukraha,[1] Attapoln Tansawai[1] and Tunyarat Jaree[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาการใช้ใบมะรุมในอาหารไก่ไข่มีวัตถุประสงค์เพื่อหาระดับที่เหมาะสมของใบมะรุมแห้งบดในสูตรอาหารไก่ไข่โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก ใช้ไก่ไข่พันธุ์อีซ่าบราวน์อายุ 38 สัปดาห์จำนวน 180 ตัว เลี้ยงในกรงตับภายในโรงเรือนปิดที่ควบคุมอุณหภูมิ 4 แถว ในแต่ละแถวใช้กรงตับไก่ชุดละ 9 ตัว จำนวน 20 ชุด ในแต่ละแถวสุ่มไก่ในแต่ละชุดให้ได้รับอาหารทดลอง 5 สูตร คือ อาหารผสมใบมะรุม 0, 2, 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ เก็บข้อมูลด้านสมรรถภาพการผลิตไข่ และคุณภาพไข่ 5 ช่วง (period) ช่วงละ 28 วัน ช่วงท้ายของการทดลอง สุ่มเก็บมูลไก่มาเพาะเชื้อ และตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์รวม โคลิฟอร์ม ซัลโมเนลลา และแลคติกแอซิคแบคทีเรีย ผลการทดลองปรากฏว่า ในทุกช่วงการทดลองไก่ที่ได้รับอาหารทดลองทุกกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์การให้ไข่ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม และต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม รวมทั้งคุณภาพไข่ในด้านน้ำหนักไข่ ความสูงไข่ขาว ค่า Haugh unit และความหนาเปลือกไข่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม พบว่าไก่ที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมมีการกินอาหารในปริมาณต่ำกว่าไก่ที่กินอาหารที่ไม่มีการผสมใบมะรุม ($P<0.01$) แต่ไก่ที่กินอาหารผสมใบมะรุม 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์มีค่าสีของไข่แดงสูงกว่ากลุ่มอื่น ($P<0.01$) จำนวนจุลินทรีย์รวม โคลิฟอร์ม และ ซัลโมเนลลา ในมูลไก่ทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนแลคติกแอซิคแบคทีเรียในมูลไก่ที่กินอาหารผสมใบมะรุม 8 เปอร์เซ็นต์มีจำนวนสูงกว่ากลุ่มอื่น ($P<0.01$)

คำสำคัญ: ใบมะรุม ไก่ไข่ สีไข่แดง จุลินทรีย์ในมูลไก่ แลคติก แอซิคแบคทีเรีย

Abstract

The aim of this research was to investigate the suitable percentage of moringa leaf meal in layer diets. Randomized complete block design was used in this experiment. One hundred eighty of 38 weeks Isa-brown breed layers were divided into 20 groups of 4 rows, 9 birds of each group, 3 birds per cage. The group in each row was randomly assigned to 5 treatments: 0, 2, 4, 6 and 8 % of moringa leaf meal in diets respectively. All birds were placed in separate pen where feed and water were provided ad libitum. There were 5 periods (28 days per period) to collect data of egg production and egg quality. In the last period, the excreta of each group were random collected to determine number of microorganism (total plate count, coliform, salmonella and lactic acid bacteria). The results showed that, there were no statistical difference among 5 groups on egg production (hen day and hen house percentage), feed conversion ratio, feed cost per 1 kilogram of egg and egg quality ($P>0.05$), except daily feed intake was lower in moringa leaf meal diets ($P<0.01$). However, the color of egg yolk of layers fed 6 and 8 % moringa leaf meal diets were higher than the other groups ($P<0.01$). Besides, there were no statistical difference among 5 groups on number of total plate count, coliform and salmonella, but higher in lactic acid bacteria in excreta of layers fed 8 % moringa leaf meal diet ($P<0.01$).

Key words: moringa leaf meal, laying hen, egg yolk color, excreta microorganism, lactic acid bacteria

[1] สาขาสัตวศาสตร์และประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก

[1] Department of Animal science and Fishery, Faculty of Sciences and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Phitsanulok Campus, Phitsanulok Province.

* Corresponding author. E-mail: nokgapood@gmail.com

บทนำ

การเลี้ยงสัตว์ปีกในอดีตจนถึงปัจจุบัน ผู้เลี้ยงยังคงนิยมใช้สารเสริมอาหาร ในรูปของสารเคมี และสารปฏิชีวนะต่างๆ ในสูตรอาหารเพื่อป้องกันโรค กระตุ้นการเจริญเติบโต เพิ่มสีในไข่แดง และผิวหนังไก่ อย่างไรก็ตาม การใช้สารปฏิชีวนะเป็นเวลานาน จะทำให้เชื้อโรคเกิดการดื้อยา และมีผลตกค้างในซากสัตว์ปีกได้ จึงมีการพยายามลดการใช้สารปฏิชีวนะเพื่อลดปัญหาดังกล่าว นอกจากนี้ เนื่องจากการใช้สารสีสังเคราะห์ในอาหารไก่ เพื่อเพิ่มสีในไข่แดงอาจส่งผลต่อผู้บริโภคได้ ดังนั้น ในปัจจุบันเริ่มมีการใช้สารสีจากธรรมชาติมากขึ้น เช่นดอกดาวเรือง เป็นต้น มะรุมเป็นพืชสมุนไพรที่น่าสนใจในปัจจุบันเพราะมีสรรพคุณทางยาสูง ช่วยรักษาโรคต่างๆ ใบมะรุมมีโปรตีนสูงคือ 23.2–29.0 เปอร์เซ็นต์ของ วัตถุแห้ง (ณิฐิมา และคณะ, 2557; Foidl *et al*., 2001; Richter *et al*., 2003 and Price, 2007) มีสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสัตว์ในระดับต่ำ แต่มีสารต้านอนุมูลอิสระในระดับสูง และใช้เป็นอาหารสัตว์ได้ นอกจากนี้ ใบมะรุมยังมีแคโรทีนซึ่งเป็นโปรวิตามินเอสูงอีกด้วย (สุธาทิพย์, 2550) ใบมะรุมจึงน่าจะเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดใหม่ที่มีศักยภาพทั้งการเป็นแหล่งของโปรตีน วิตามิน และสารสี รวมทั้ง สารต้านอนุมูลอิสระ และต้านจุลินทรีย์ทดแทนวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นแหล่งของโปรตีน และสารเคมีเสริมอาหาร ซึ่งมีราคาแพง ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ และมีปัญหาเรื่องการตกค้างในผลิตภัณฑ์สัตว์ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาระดับที่เหมาะสมในการใช้ใบมะรุมผสมอาหารไก่ไข่ โดยพิจารณาจากสมรรถภาพการผลิต คุณภาพไข่ และจำนวนจุลินทรีย์ในมูลไก่ เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดใหม่ ที่สอดคล้องกับการผลิตปศุสัตว์อินทรีย์ สำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ในอนาคตต่อไป ทั้งนี้เกษตรกรสามารถปลูกมะรุมใช้ได้เองในฟาร์ม รวมถึงการบริโภคภายในครัวเรือนได้อีกด้วย

วิธีการศึกษา

ดำเนินการที่แผนกสัตว์ปีก สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนมิถุนายน 2556 โดยมีรายละเอียดวิธีการวิจัยดังนี้

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomized Complete Block Design, RCBD) โดยกำหนดให้บล็อก คือ ตำแหน่งของแถวกรงตับภายในโรงเรือน มี 4 แถว ในแต่ละแถวใช้กรงตับไก่ชุดละ 9 ตัว เลี้ยงไก่ไข่พันธุ์อีซ่าบราวน์ ในกรงตับกรงละ 3 ตัว รวม 180 ตัว ในแต่ละแถวสุ่มไก่ในแต่ละชุด ให้ได้รับอาหารทดลอง 5 สูตรดังนี้

สูตรที่ 1 อาหารไก่ไข่ผสมใบมะรุมแห้งบด 0 % ในสูตรอาหาร (control)
สูตรที่ 2 อาหารไก่ไข่ผสมใบมะรุมแห้งบด 2 % ในสูตรอาหาร
สูตรที่ 3 อาหารไก่ไข่ผสมใบมะรุมแห้งบด 4 % ในสูตรอาหาร
สูตรที่ 4 อาหารไก่ไข่ผสมใบมะรุมแห้งบด 6 % ในสูตรอาหาร
สูตรที่ 5 อาหารไก่ไข่ผสมใบมะรุมแห้งบด 8 % ในสูตรอาหาร

อาหารทดลองทุกสูตรได้คำนวณให้มีโภชนะ ได้แก่ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ แคลเซียม ฟอสฟอรัส กรดอะมิโนที่จำเป็น เช่น ไลซีน และเมทไธโอนีน ตรงตามความต้องการของไก่ไข่ที่แนะนำโดย NRC (1994) ทั้งนี้สูตรอาหารไก่ไข่ทดลองแต่ละสูตรแสดงใน Table 1 ไก่ทุกกรงจะได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ (ad libitum) โดยให้วันละ 2 มื้อ คือ เช้าและบ่าย กำหนดโปรแกรมให้แสงสำหรับไก่จำนวน 16 ชั่วโมงต่อวัน

2. การบันทึกข้อมูล

การบันทึกผลการทดลองจะทำเป็นช่วงๆ โดยแบ่งเป็น 5 ช่วง (period) ช่วงละ 28 วัน คือช่วงที่ไก่ไข่อายุ 38 -41, 42-45, 46-49, 50- 53 และ 54 -57 สัปดาห์ ในแต่ละช่วงมีการเก็บข้อมูล ปริมาณอาหารที่กิน ผลผลิตไข่แต่ละวัน และจำนวนไก่ตาย นอกจากนี้ทุก 3 วันสุดท้ายของแต่ละช่วง สุ่มไข่ไก่ซ้ำละ 4 ฟองต่อวัน เพื่อนำมาตรวจวัดคุณภาพไข่ไก่ ได้แก่ น้ำหนักไข่ สีไข่แดง ความสูงไข่ขาว และความหนาของเปลือกไข่ เป็นต้น

ช่วงท้ายของการทดลองสุ่มเก็บมูลไก่ในแต่ละกลุ่มมาศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์รวม (Total plate count) จุลินทรีย์ที่ก่อโรค ได้แก่ จุลินทรีย์กลุ่มโคลิฟอร์ม (coliform) หรือ อี โคไล (*E. Coli*) และ ซัลโมเนลลา (salmonella) และจุลินทรีย์ ที่เป็นประโยชน์ ได้แก่จุลินทรีย์ในกลุ่ม lactic acid bacteria ตามวิธีของ Downes and Ito (2001)

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

คำนวณสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การไข่ ปริมาณอาหารที่กินต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม อัตราการรอดชีวิต Haugh unit และ ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม แล้วนำข้อมูลด้านสมรรถภาพการผลิต และคุณภาพไข่มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS version 8 (SAS, 1990) สำหรับจำนวนจุลินทรีย์ ทำการแปลงข้อมูลเป็นค่า log แล้ววิเคราะห์ทางสถิติ เนื่องจากมีข้อมูลสูญหายของจำนวนจุลินทรีย์ในไก่ทดลองบางกลุ่มจึงวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้ GLM Procedure และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยใช้ Least Squares Means ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS version 8 (SAS, 1990)

Table 1 Experimental diets of laying hens.

Feed ingredients (kg)	diet 1	diet 2	diet 3	diet 4	diet 5
Corn	54.92	53.58	52.21	50.90	49.60
Rice bran	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Soybean meal	17.87	17.02	16.18	15.31	14.47
Fish meal	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Moringa leaf meal	0.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Dicalciumphosphate	0.50	0.50	0.50	0.45	0.45
Oyster shell	8.70	8.60	8.50	8.40	8.30
DL-methionine	0.00	0.02	0.04	0.06	0.08
Plant oil	2.26	2.53	2.82	3.07	3.35
Salt	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Premix	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Calculated nutrient composition					
Crude protein (%)	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00

Metabolizable energy (Kcal/kg)	2900	2900	2900	2900	2900
Calcium (%)	3.76	3.77	3.77	3.77	3.77
Phosphorus (%)	0.36	0.36	0.37	0.36	0.36
Crude fiber (%)	3.67	3.74	3.80	3.88	3.94
Lysine (%)	0.88	0.93	0.99	1.05	1.11
Methionine (%)	0.62	0.62	0.62	0.62	0.63
Tryptophan (%)	0.19	0.20	0.20	0.21	0.21
Threonine (%)	0.63	0.62	0.60	0.59	0.57
Price/kg	14.55	14.46	14.38	14.28	14.19

ผลการศึกษา

จากการศึกษาการใช้ใบมะรุมในอาหารไก่ไข่ โดยเปรียบเทียบอาหารผสมใบมะรุมในระดับ 0, 2, 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ปรากฏผลดังนี้

1. สมรรถภาพการผลิต

สมรรถภาพการผลิตเฉลี่ยตลอดการทดลอง ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมในระดับต่างกัน แสดงใน Table 2 พบว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารทดลองทุกกลุ่ม มี เปอร์เซ็นต์ไข่ (Hen day และ Hen house percentage) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม และอัตราการรอดชีวิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ส่วนปริมาณอาหารที่กินต่อวันพบว่า ไก่ที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุม 0 เปอร์เซ็นต์มีการกินอาหารมากที่สุด รองลงมาคือ ไก่ที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุม 8, 4, 6 และ 2 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (P<0.01)

Table 2 Productive performance (mean ± SD) of laying hens fed dietary moringa leaf meal

Performance	Moringa leaf meal in laying hen diets (%)					P-value
	0	2	4	6	8	
Hen day (%)	75.60 ± 5.91	67.61 ± 5.49	73.76 ± 7.58	64.95 ± 6.33	74.29 ± 8.27	0.444
Hen house (%)	75.18 ± 6.24	67.62 ± 5.49	73.45 ± 7.16	64.67 ± 5.98	72.99 ± 7.03	0.426
Daily feed intake (g/bird/day)	112.57 ± 1.91^{a}	97.14 ± 6.55^{c}	102.85 ± 2.55^{bc}	101.60 ± 1.69^{bc}	104.40 ± 5.72^{b}	0.003
FCR (feed/1 kg of egg)	2.44 ± 0.19	2.40 ± 0.07	2.33 ± 0.19	2.65 ± 0.17	2.35 ± 0.27	0.245
Feed cost (baht/1 kg of egg)	35.57 ± 2.82	34.78 ± 1.00	33.51 ± 2.69	37.80 ± 2.43	33.26 ± 3.82	0.242
Survival rate (%)	99.44 ± 1.11	100.00± 0.00	99.44 ± 1.11	99.44 ± 1.11	98.89 ± 2.22	0.840

^{abc} Means with different superscripts on the same row differ significantly (P<0.01)

2. คุณภาพไข่

คุณภาพไข่ของไก่ที่ได้รับอาหาร ของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมในระดับต่างกันแสดงใน Table 3 พบว่าคุณภาพไข่เฉลี่ยตลอดการทดลองของไก่ทดลองทุกกลุ่ม ได้แก่ น้ำหนักไข่เฉลี่ย ความสูงไข่ขาวเฉลี่ย ค่า Haugh unit และความหนาของเปลือกไข่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ส่วนคะแนนสีไข่แดง พบว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุม 8 เปอร์เซ็นต์มีคะแนนสีของไข่แดงสูงที่สุด (P<0.01) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนสีไข่แดงของไก่ที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุม 6 เปอร์เซ็นต์ และไก่ที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุม 0 เปอร์เซ็นต์มีคะแนนสีของไข่แดงต่ำที่สุด

Table 3 Egg quality (mean ± SD) of laying hen fed dietary moringa leaf meal.

Egg quality	Moringa leaf meal in laying hen diets (%)					P-value
	0	2	4	6	8	
Egg weight (g/egg)	60.07 ± 2.00	60.66 ± 1.63	60.77 ± 1.92	60.48 ± 0.82	61.38 ± 1.45	0.759
Albumen height (mm)	5.43 ± 0.46	5.88 ± 0.65	5.50 ± 0.53	5.21 ± 0.58	5.16 ± 0.36	0.410
Egg yolk colour score	9.52 ± 0.06^{d}	10.01±0.29^{c}	10.45 ± 0.19^{b}	10.79± 0.16^{a}	10.89±0.07^{a}	<0.001
Haugh unit	67.12 ± 5.06	69.12 ± 6.00	65.47 ± 1.98	61.37 ± 3.34	63.36 ± 5.48	0.221
Eggshell thickness (mm)	0.42 ± 0.02	0.43 ±0.01	0.43 ± 0.01	0.42±0.01	0.42 ±0.01	0.510

^{abcd} Means with different superscripts on the same row differ significantly (P<0.01)

3. จำนวนจุลินทรีย์ในมูล

จากการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ในมูลของไก่ไข่ที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมในระดับต่างกัน พบว่าไก่ไข่ที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมทุกกลุ่มมีจำนวนจุลินทรีย์รวม จุลินทรีย์โคลิฟอร์ม และซัลโมเนลลาในสิ่งขับถ่ายไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) แต่มีจำนวนจุลินทรีย์กรดแลคติกแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.01) โดยไก่ที่กินอาหารผสมใบมะรุม 8 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนจุลินทรีย์กรดแลคติกในมูลที่สุด ส่วนไก่ที่กินอาหารผสมใบมะรุม 0 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนจุลินทรีย์กรดแลคติกในมูลที่สุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับในมูลของไก่ที่กินอาหารผสมใบมะรุม 2 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (Table 4)

Table 4 The number of microorganism (Lsmean ± SE) in excreta of laying hen fed dietary moringa leaf meal (log of cfu/g).

microorganism	Moringa leaf meal in laying hen diets (%)					P-value
	0	2	4	6	8	
total plate count	12.94±0.27	12.67± 0.27	12.50±0.27	12.56±0.28	12.76±0.28	0.809
coliform	6.98±0.31	6.69 ±0.31	7.43± 0.26	7.18±0.31	6.67± 0.32	0.379
Salmonella	3.72±0.25	3.84 ± 0.25	4.47± 0.30	4.11± 0.25	3.71± 0.25	0.313
Lactic acid bacteria	10.58±0.15^{c}	10.82± 0.15^{c}	11.50± 0.18^{b}	10.64± 0.15^{c}	12.29± 0.15^{a}	0.0001

^{abc} Means with different superscripts on the same row differ significantly (P<0.01)

อภิปรายผล

จากการศึกษาการใช้ใบมะรุมแห้งป่นในสูตรอาหารไก่ไข่ที่ระดับ 0,2, 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ผลการทดลองปรากฏว่าในทุกช่วงการทดลอง ไก่ที่ได้รับอาหารทดลองทุกกลุ่มมีเปอร์เซ็นต์การให้ไข่ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม และต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม รวมทั้งคุณภาพไข่ในด้านน้ำหนักไข่ ความสูงไข่ขาว ค่า Haugh unit และความหนาเปลือกไข่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) อย่างไรก็ตามไก่ที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมมีการกินอาหารเฉลี่ยทุกช่วงอายุของการทดลองในปริมาณต่ำกว่าไก่ที่กินอาหารที่ไม่มีการผสมใบมะรุม (P<0.01) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ashong and Brown (2011) ที่ได้รายงานว่าการใช้ใบมะรุมผสมในอาหารเลี้ยงไก่พันธุ์เล็กฮอร์นขาวพบว่าการใช้ใบมะรุม 10 เปอร์เซ็นต์ทำให้การกินอาหารลดลง นอกจากนี้ Kakengi *et el*. (2007) ได้รายงานถึงการศึกษาผลของการใช้ใบมะรุมแห้งป่นทดแทนกากเมล็ดทานตะวันต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่ไข่ในประเทศแทนซาเนีย โดยใช้ใบมะรุมทดแทนกากเมล็ดทานตะวันที่ระดับ 0, 10, 15, และ 20 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร ผลปรากฏว่า น้ำหนักไข่ของไก่ที่ได้รับอาหารเสริมใบมะรุม 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุดส่วน ที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ทำให้น้ำหนักไข่ต่ำที่สุด และเมื่อมีการเสริมใบมะรุมในระดับที่สูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้เปอร์เซ็นต์การให้ไข่ลดลง ในทำนองเดียวกัน มวลของไข่ที่ผลิตได้ลดลงเมื่อมีการเสริมใบมะรุมที่ระดับ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณอาหารที่กินต่อวัน (dairy feed intake, DFI) และปริมาณอาหารที่กินต่อวันคิดเป็นวัตถุแห้ง (dry matter intake, DMI) เพิ่มขึ้นในไก่ที่ได้รับอาหารเสริมใบมะรุม 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ไก่ที่ได้รับอาหารเสริมใบมะรุม 20 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่สูงที่สุด ซึ่งผลจากการทดลองดังกล่าวนี้ชี้ให้เห็นว่าการเสริมใบมะรุมที่เหมาะสมในไก่ไข่ควรอยู่ที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ ถ้าเสริมในระดับที่สูงกว่านี้ควรพิจารณาให้สัตว์ได้รับพลังงานอย่างเพียงพอ

เมื่อพิจารณาคุณภาพไข่ของไก่ทดลองที่ได้รับอาหารผสมใบมะรุมพบว่าไก่ที่กินอาหารผสมใบมะรุม 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์มีค่าสีของไข่แดงสูงกว่ากลุ่มอื่น (P<0.01) ทั้งนี้เพราะใบมะรุมมีสารแคโรทีนอยด์ คือเบต้าแคโรทีน ซึ่งเป็นโปรวิตามินเอ และสารแซนด์โทรฟิวส์ซึ่งเป็นสารให้สีเหลืองในระดับสูง (Zanu *et al*., 2012) จึงเป็นสารสีธรรมชาติที่ส่งผลต่อสีของไข่แดงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์สารเบต้าแคโรทีนในใบมะรุมผึ่งแดดแห้งที่พบว่ามีสารดังกล่าว 2,423.87 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม นอกจากนี้ ปฐม (2552) และ Price (2007) ได้รายงานว่าใบมะรุมแห้งบดมีสารเบต้าแคโรทีน 16.3 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ส่วนจำนวนจุลินทรีย์รวม โคลิฟอร์ม และซัลโมเนลลา ในสิ่งขับถ่ายของไก่ทุกกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ส่วน แลคติกแอซิดแบคทีเรียในสิ่งขับถ่ายไก่ที่กินอาหารผสมใบมะรุม 8 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนมากที่สุด และไก่ที่กินอาหารผสมใบมะรุม 0 เปอร์เซ็นต์มีจำนวนแลคติกแอซิดแบคทีเรียในสิ่งขับถ่ายน้อยที่สุด ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะสารสำคัญที่มีในมะรุมหลายชนิด ได้แก่ สารเบนซิลไทโอไซยาเนตโคไซด์ และเบนซิลกลูโคซิโนเลตมีฤทธิ์ต้านจุลชีพได้ (สุธาทิพย์, 2550) จึงส่งผลต่อการรักษาสมดุลของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหารโดยไปยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค และส่งผลในจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในทางเดินอาหารเพิ่มขึ้น แม้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ก่อโรคในสิ่งขับถ่ายของไก่ที่กินอาหารผสมใบมะรุมไม่ลดลงอย่างชัดเจน แต่ก็มีรายงานว่าอาหารที่เสริมใบมะรุมทำให้เพิ่มภูมิคุ้มกัน และลดจำนวน *E. coli* รวมทั้งเพิ่มจำนวน *Lactobacillus* ในลำไส้เล็กตอนปลายอีกด้วย (Ray-Yu Yang *et al*., 2006) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Rahman *et al*. (2010) ที่กล่าวว่าสารสกัดจากใบมะรุมมีศักยภาพในการควบคุมเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มได้ในระดับสูงใกล้เคียงกับยาปฏิชีวนะ เตตร้า ซัยคลิน

สรุป

จากการศึกษาการใช้ใบมะรุมในอาหารไก่ไข่สรุปได้ว่า สามารถใช้ใบมะรุมผสมในอาหารไก่ไข่ได้ถึง 8 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ไข่ ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ 1 กิโลกรัม และต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตไข่ 1 กิโลกรัม รวมทั้งคุณภาพไข่ในด้านน้ำหนักไข่ ความสูงไข่ขาว ค่า Haugh unit และความหนาเปลือกไข่ แต่ทำให้มีค่าสีของไข่แดงสูงขึ้น แม้ว่าการผสมใบมะรุมในสูตรอาหารไก่ไข่ไม่ทำให้จำนวนจุลินทรีย์ที่ก่อโรคลดลงอย่างชัดเจน แต่ทำให้จำนวนแลคติกแอซิคแบคทีเรียเพิ่มขึ้น ดังนั้นใบมะรุมจึงน่าจะมีความเหมาะสมในการใช้เป็นวัตถุดิบอาหารที่เป็นแหล่งของโปรตีนอีกชนิดหนึ่งสำหรับไก่ไข่ ซึ่งหาได้ง่ายในท้องถิ่นและไม่มีปัญหาในเรื่องสารพิษ

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณประจำปี 2555

เอกสารอ้างอิง

ณิฐิมา เฉลิมแสน บุญชู นาวานุเคราะห์ ธัญรัตน์ จารี สมเพชร สุริยวงษ์ สุชาดา พูลเกตุ และสุธามาศ ผลมา. 2557. การประเมินคุณค่าทางโภชนะของใบมะรุมเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสำหรับไก่กระทง. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร (ฉบับพิเศษ): 42 – 47.

ปฐม โสมวงศ์. 2552. คุณค่าทางอาหารและทางยาสมุนไพรมะรุม. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: www.pharm.chula.ac.th/PDF_52/มะรุม.doc (15 สิงหาคม 2553).

สุธาทิพย์ ภมรประวัติ. 2550. มะรุม ลดไขมันป้องกันมะเร็ง. นิตยสารหมอชาวบ้าน. เล่มที่ 338 เดือนมิถุนายน. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.doctor.or.th/node/1245 (2 กรกฎาคม 2553).

Ashong, J. O. and D. L. Brown. 2011. Safety and efficacy of *Moringa Oleifera* powder for growing poultry. J. Anim. Sci. 89 E-Suppl. (1): 84.

Downes, F.P. and K. Ito. 2001. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of 4th ed. America Public Health Association. Washington D.C.

Foidl N., H.P.S. Makkar and K. Becker. 2001. The Potential of *Moringa oleifera* for Agricultural and Industrial Uses. (online). Available: http://www.moringanews.org/actes/foidl_en.doc (27 May 2010).

Kakengi, A. M. V., J. T. Kaijage, S. V. Sarwatt, S. K. Mutayoba, M. N. Shem and T. Fujihara. 2007. Livestock research rural development. (online). Available: http://www.lrrd.org/lrrd 19/8/cont1908. htm (4 July 2010).

NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry 9th Revised Edition. Academy of Sciences. Wachington DC. 155 p.

Price, M. L. 2007. The Moringa tree. ECHO technical note. (online). Available: http://www.echonet.org/chenetwork.org/files_pdf/Moringa.pdf (4 July 2010).

Rahman, M.M., M.M. Rahman, S. Akhter, M.A.H.M. Jamal, D.R. Pandeya, M.A. Haque, M.F. Alam and A. Rahman. 2010. Control of coliform bacteria detected from diarrhea associated patients by extracts of *Moringa oleifera*. Nepal Med. Coll. J. 12(1): 12-19.

Ray-Yu Yang, Lien-Chung Chang, Jenn-Chung Hsu, B. B. C. Weng, M.C. Palada, M. L. Chadha and V. Levasseur. 2006. Nutritional and Functional Properties of Moringa Leaves - From Germplasm, to Plant, to Food, to Health. *pp* 1-8 *in* Moringa and other highly nutritious plant resources: Strategies, standards and markets for a better impact on nutrition in Africa. Accra, Ghana, November 16-18, 2006.

Richter, N. P. Siddhuraju and K. Becker. 2003. Evaluation of nutritional quality of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) Aquaculture 217: 599-611.

SAS. 1990. SAS/STAT User's Guide (Vol. 2). SAS Inst. Inc., Cary, NC.

Zanu, H.K., P. Asiedu, M. Tampuori, M. Abada and I. Asante. 2012. Possibilities of using moringa (*Moringa Oleifera)* leaf meal as a partial substitute for fishmeal in broiler chickens diets. Online J. Anim. Feed Res. 2(1): 70-75.

ผลของกลีเซอรอลและซอร์บิทอลต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของสับปะรดกวน

Glycerol and Sorbitol Affected to Quality and Storage of Pineapple Paste

ณัฏวลิณคล เศรษฐปราโมทย์[1*] ชณิชา จินาการ[1] และ รุ่งทิวา กองเงิน[1]

Natwalinkhol Settapramote[1*] Chanicha Jinakarn[1] and Rungtiwa Kong-ngoen[1]

บทคัดย่อ

สับปะรดกวนเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมเป็นเวลานาน ปัญหาที่มักพบคือการเกิดสีน้ำตาลคล้ำระหว่างการเก็บรักษา โดยปัจจัยที่ศึกษา 2 ปัจจัย ปัจจัยแรกคือสารลดปริมาณน้ำอิสระ 2 ชนิด กลีเซอรอล และซอร์บิทอล ปัจจัยที่สองคือ ความเข้มข้นของสารลดปริมาณน้ำอิสระ 3 ระดับ คือร้อยละ 0.3 0.6 และ 0.9 ของน้ำหนักสับปะรด วางแผนการทดลองแบบ 2x3 factorial in CRD พบว่าผลิตภัณฑ์สับปะรดกวนที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 0.9 มีประสิทธิภาพในการลดลงของปริมาณน้ำอิสระ และ ดัชนีสีน้ำตาลมากที่สุด เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ และเคมี ระหว่างการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 0.9 และตัวอย่างควบคุม พบว่าผลิตภัณฑ์ที่เติมกลีเซอรอล มีค่าดัชนีสีน้ำตาล ปริมาณน้ำอิสระ และความชื้นน้อยกว่าตัวอย่างควบคุมและมีการยอมรับด้านประสาทสัมผัสมากกว่าตัวอย่างชุดควบคุมในทุกระยะการเก็บรักษา

คำสำคัญ : สับปะรดกวน ปริมาณน้ำอิสระ กลีเซอรอล ซอร์บิทอล

Abstract

Pineapple paste is a popular product, however is always have dark-brown color occur in the product during storage. This study aimed to evaluate the effect of humectant types and levels on the quality of pineapple paste. The 2x3 factorial in CRD was used in the experimental design. Two types of humectants: glycerol and sorbitol were selected and supplemented in pineapple paste (0.3 0.6 and 0.9 % w/w). It was found that the application of 0.9% glycerol was the best effectiveness to reduce A_w and browning index. The result of physicochemical properties of the selected sample and control during their shelf life demonstrated that the 0.9% glycerol sample had less in browning index A_w and relative humidity than control. Pineapple paste supplemented with 0.9% glycerol was more acceptable over control throughout storage period.

Keyword: Pineapple paste, Water Activity, Glycerol, Sorbital

บทนำ

สับปะรดกวนเป็นอาหารกึ่งแห้งพื้นบ้านที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมาเป็นเวลานาน การผลิตสับปะรดกวนถือว่าเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน มีปัญหาเกี่ยวกับด้านสีของผลิตภัณฑ์ที่มีสีคล้ำ ไม่น่ารับประทาน ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การเติมกลีเซอรอล และซอร์บิทอล ซึ่งเป็นสารลดปริมาณน้ำอิสระในอาหาร อาจช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ เนื่องจากค่าปริมาณน้ำอิสระมีผลต่อการเกิดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์ อาหารกึ่งแห้งเมื่อปริมาณน้ำอิสระลดลง การเกิดสีน้ำตาลจะมีค่าลดลงเช่นกัน (ไพโรจน์, 2539) จิรวัฒน์และคณะ (2551) ศึกษาการลดปริมาณน้ำอิสระขนมโมจิโดยแทนที่น้ำตาลซูโครสในไส้เผือกกวน ด้วยสารฮิวเมกแตนท์ 3 ชนิด ได้แก่ กลีเซอรอล ซอร์บิทอล และกลูโคส

[1] สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

* Corresponding author. E-mail: koonjip@gmail.com

ร้อยละ 20 30 50 70 และ 80 พบว่ากลีเซอรอลลดระดับปริมาณน้ำอิสระสูงสุด และนิษณา (2542) ทำการศึกษาการใช้สารกลีซอรอล เพื่อลดค่าปริมาณน้ำอิสระในผลิตภัณฑ์สับปะรดอบแห้งแบบหวานน้อย โดยศึกษาความเข้มข้นของกลีเซอรอลที่ ร้อยละ 5 10 15 และ 20 พบว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 20 สามารถลดค่าปริมาณน้ำอิสระได้ต่ำสุด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของกลีซอรอล และซอร์บิทอล ต่อคุณภาพทางกายภาย ทางเคมี ตลอดจนการยอมรับของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์สับปะรดกวน

วิธีการศึกษา

1. ศึกษาชนิดและปริมาณสารฮิวเมกแตนท์แทนน้ำตาลต่อผลิตภัณฑ์สับปะรดกวน

สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย ได้จากตลาดต้นยาง อ.เมืองลำปาง จ.ลำปาง นำมาปอกเปลือก ล้างน้ำให้สะอาด สับเป็นชิ้นเล็กๆ นำมากวน จนกระทั่งได้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 30 องศาบริกซ์ เติมสารลดปริมาณน้ำอิสระ (กลีเซอรอล หรือซอร์บิทอล) ร้อยละ 0.3, 0.6 และ 0.9 ของน้ำหนักสับปะกวนก่อนกวน กวนต่อจนปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 50 องศาบริกซ์ เติมแบะแซร้อยละ 15 ของน้ำหนักสับปะกวนก่อนกวน กวนจนกระทั่งสับปะรดเหนียวข้น นำมาวิเคราะห์คุณภาพดังนี้ ปริมาณความชื้นตามวิธีการของ AOAC (2006) ปริมาณน้ำอิสระ ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ ยี่ห้อ Aqualab รุ่น LITE ค่าสี (colorimeter) L, a*,b* ด้วยเครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Color Quest XE ค่าดัชนีสีน้ำตาล (browning index) ตามวิธีการ Palou และคณะ (1999) และทำการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์สับปะรดกวน โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน โดยใช้สเกลความชอบ 9 คะแนน (9 Point Hedonic Scale Test) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

นำข้อมูลปริมาณน้ำอิสระ ค่าสี L, a*,b* และค่าดัชนีสีน้ำตาล ออกแบบการทดลอง 2x3 Factorial in CRD สำหรับข้อมูลทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส ออกแบบ2x3 Factorial in RCRD วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of variance, ANOVA) และทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลองที่ได้โดยวิธี Duncan 's New Multiple 's Range test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ โดยคัดเลือกชุดการทดลองที่มีค่าปริมาณน้ำอิสระและค่าดัชนีสีน้ำตาลต่ำที่สุด เพื่อนำไปศึกษาต่อ

2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมีระหว่างการเก็บรักษา

นำสับปะรดกวนชุดการทดลองที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 1 และสับปะรดกวนที่ไม่เติมสารลดปริมาณน้ำอิสระ (ตัวอย่างควบคุม) บรรจุในบรรจุภัณฑ์ 100 กรัม เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง สังเกตการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีทุกๆ วันที่ 14, 28, 42 และ 70 วัน ทำการทดลอง 2 ซ้ำ นำไปวิเคราะห์คุณภาพเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

ออกแบบการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) นำข้อมูลจากการทดสอบผลิตภัณฑ์สับปะรดกวนที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1

ผลการศึกษา

1. ผลของชนิดและปริมาณสารฮิวเมกแตนท์แทนน้ำตาลต่อผลิตภัณฑ์สับปะรดกวน

1.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมี

จากผลการศึกษาอิทธิพลหลักชนิดของสารชนิดของสารกลีเซอรอลและซอร์บิทอล ผลิตภัณฑ์ที่เติมกลีเซอรอลมีค่าสี L*(ค่าความสว่าง) สี a*(ค่าความเป็นสีแดง-เขียว) น้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่เติมซอร์บิทอลอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และอิทธิพลหลักความเข้มข้นที่ร้อยละ 0.3 0.6 และ 0.9 ผลิตภัณฑ์ที่มีเติมสารลดปริมาณ

น้ำอิสระที่ร้อยละ 0.9 ค่าสี L*(ค่าความสว่าง) สูงที่สุดอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) สำหรับอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดสารลดปริมาณน้ำอิสระและความเข้มข้นสารลดปริมาณน้ำอิสระ ค่าสี L*(ค่าความสว่าง) สี a*(ค่าความเป็นสีแดง-เขียว) และ สี b*(ค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน) ของผลิตภัณฑ์สับปะรดกวน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 25.72-29.00 7.39-9.33 และ 25.71-28.18 ตามลำดับ

ในขณะที่อิทธิพลหลักชนิดของสารชนิดลดปริมาณน้ำอิสระ ไม่มีผลต่อดัชนีสีน้ำตาลอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีผลต่อปริมาณความชื้น และค่าปริมาณน้ำอิสระอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) และอิทธิพลหลักความเข้มข้นที่ร้อยละ 0.9 ของสารลดปริมาณน้ำอิสระ มีค่าดัชนีสีน้ำตาล ความชื้น และค่าปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุด ($p\leq0.05$) สำหรับอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดสารลดปริมาณน้ำอิสระและความเข้มข้นสารลดปริมาณน้ำอิสระ ค่าดัชนีสีน้ำตาล ความชื้น และ ปริมาณน้ำอิสระ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ดังตารางที่ 1 โดยผลิตภัณฑ์ที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 0.9 มีค่าดังกล่าวน้อยที่สุด Labuza (1998) กล่าวว่าในการเติมกลีเซอรอลทำให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณน้ำอิสระลดลงเป็นผลให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโต และทำให้ชะลอการเกิดสีน้ำตาล

Table 1 Mean and standard deviation of physicochemical measurements of pineapple paste

Treatment	Browning Index (BI)	Moisture	Aw
Humectant			
Glycerol	31.15±1.97^{ns}	17.40±0.88^{b}	0.704±0.49^{b}
Sorbitol	31.60±1.03^{ns}	19.81±1.78^{a}	0.729±0.59^{a}
Concentration (%)			
0.3	32.49±0.87^{a}	19.98±2.12^{a}	0.756±0.02^{a}
0.6	31.34±1.06^{a}	18.71±1.37^{b}	0.723±0.00^{a}
0.9	30.29±1.83^{b}	17.13±0.76^{b}	0.671±0.05^{b}
Humectant x Concentration (%)			
Glycerol x 0.3	32.66±0.22^{a}	18.20±0.92^{c}	0.765±0.03^{a}
Glycerol x 0.6	31.99±1.08^{a}	17.53±0.80^{c}	0.722±0.00^{bc}
Glycerol x 0.9	28.79±1.00^{b}	16.48±0.04^{d}	0.626±0.01^{d}
Sorbitol x 0.3	32.31±1.44^{a}	21.76±0.11^{a}	0.747±0.00^{ab}
Sorbitol x 0.6	31.80±0.71^{ab}	19.89±0.08^{b}	0.724±0.00^{bc}
Sorbitol x 0.9	31.60±0.08^{a}	17.78±0.14^{c}	0.716±0.01^{c}

a, b, c : Means in same column with different letters are significantly different ($p\leq0.05$)

ns : Means in same column are not significantly different ($p>0.05$)

1.2 คุณภาพด้านประสาทสัมผัส

จากการทดลองทางด้านประสาทสัมผัสอิทธิพลหลักชนิดของสารลดปริมาณน้ำอิสระ อิทธิพลหลักความเข้มข้นสารลดปริมาณน้ำอิสระ และอิทธิพลร่วมระหว่างชนิดสารลดปริมาณน้ำอิสระและความเข้มข้นสารลดปริมาณน้ำอิสระ พบว่า กลิ่นรส เนื้อสัมผัส รสหวาน รสเปรี้ยว ความชอบรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่ขณะที่อิทธิพลหลักชนิดของสารลดปริมาณน้ำอิสระ มีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านสีเหลืองทองของสับปะรดกวน โดยสับปะรดกวนที่เติมกลีเซอรอลจะมีค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบมากกว่าที่เติมซอร์บิทอล ($p\leq0.05$) อิทธิพลหลักความเข้มข้นสารลดปริมาณน้ำอิสระ มีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบสีเหลืองทองของสับปะรดกวน ($p\leq0.05$) อิทธิพลร่วมระหว่างชนิดสารลดปริมาณน้ำอิสระและความเข้มข้นสารลดปริมาณน้ำอิสระ มีผลต่อค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบสีเหลืองทองของสับปะรดกวน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) สับปะรดที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 0.9 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบมากที่สุด ดังตารางที่ 2

ดังนั้นในการทดลองขั้นต่อไปจึงเลือกสับปะรดที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 0.9 เพราะค่าคะแนนเฉลี่ยความชอบด้านสีเหลืองทองสูงที่สุด ขณะเดียวกันมีค่าดัชนีสีน้ำตาล และปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุด

Table 2 Mean and standard deviation of sensory score of pineapple paste product

Treatment	Attributes					
	Yellowness	Flavor	Texture	Sweet	Sour	overall
Humectant		ns	ns	ns	ns	ns
Glycerol	7.51±0.70 [a]	7.18±0.80	7.08±0.87	6.91±0.84	6.83±0.99	7.17±0.92
Sorbitol	7.07±1.04 [b]	7.14±0.84	6.99±0.92	6.97±0.82	6.79±0.98	7.07±0.94
Concentration (%)		ns	ns	ns	ns	ns
0.3	6.73±0.92 [b]	7.04±0.84	6.93±0.92	6.86±0.85	6.62±1.00	6.78±0.98
0.6	7.58±0.67 [a]	7.23±0.79	7.13±0.78	6.95±0.77	7.04±0.93	7.35±0.84
0.9	7.55±0.85 [a]	7.20±0.87	7.05±0.98	7.05±0.87	6.76±0.98	7.23±0.87
Humectant x Concentratio (%)		ns	ns	ns	ns	ns
Glycerol x 0.3	7.03±0.61 [c]	7.13±0.81	7.01±0.88	6.83±0.83	6.67±1.01	6.83±0.95
Glycerol x 0.6	7.55±0.58 [b]	7.16±0.77	7.07±0.83	6.95±0.78	7.06±0.99	7.33±0.88
Glycerol x 0.9	7.95±0.58 [a]	7.23±0.85	7.17±0.94	6.95±0.95	6.75±0.94	7.35±0.84
Sorbitol x 0.3	6.43±1.08 [d]	6.95±0.88	6.85±0.97	6.90±0.88	6.58±1.00	6.73±1.01
Sorbitol x 0.6	7.62±0.76 [ab]	7.30±0.82	7.20±0.74	6.95±0.78	7.01±0.88	7.37±0.81
Sorbitol x 0.9	7.17±0.91 [c]	7.17±0.80	6.93±1.03	7.05±0.80	6.77±1.04	7.12±0.90

a, b, c: Means in same column with different letters are significantly different ($p\leq0.05$)

ns : Means in same column are not significantly different ($p>0.05$)

2. ผลการทดลองศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมีระหว่างการเก็บรักษา

2.1 คุณภาพทางกายภาพและเคมี

จากการศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาสับปะรดกวนที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 0.9 คุณภาพทางด้านกายภาพและ เคมีได้แก่ ค่าสี a* ค่าดัชนีสีน้ำตาล (Browning index) และ ปริมาณน้ำอิสระไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีค่าสี L* ค่าสี b* และปริมาณความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ในขณะที่สับปะรดชุดควบคุมคุณภาพด้านกายภาพและ เคมีทุกด้านมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยมีค่าสี a* ค่าดัชนีสีน้ำตาล (Browning index) เพิ่มขึ้น และมีค่าค่าสี L* ค่าสี b* ปริมาณความชื้นลดลง และปริมาณน้ำอิสระลดลง ดังแสดงในภาพ ที่ 1-6 ซึ่งสอดคล้องกับอภิรดาและอภิชญา (2550) ที่ศึกษาคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของธัญพืชแท่ง พบว่ามีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระลดลงตลอดระยะเวลาที่ทำการเก็บรักษา

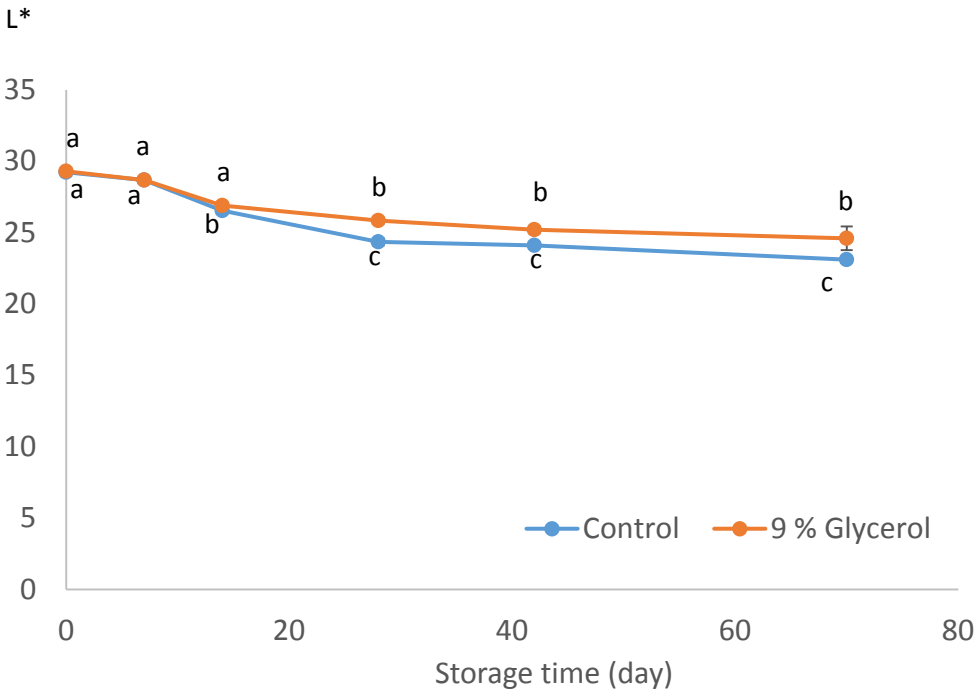


Figure 1 L* of storage pineapple paste product during storage

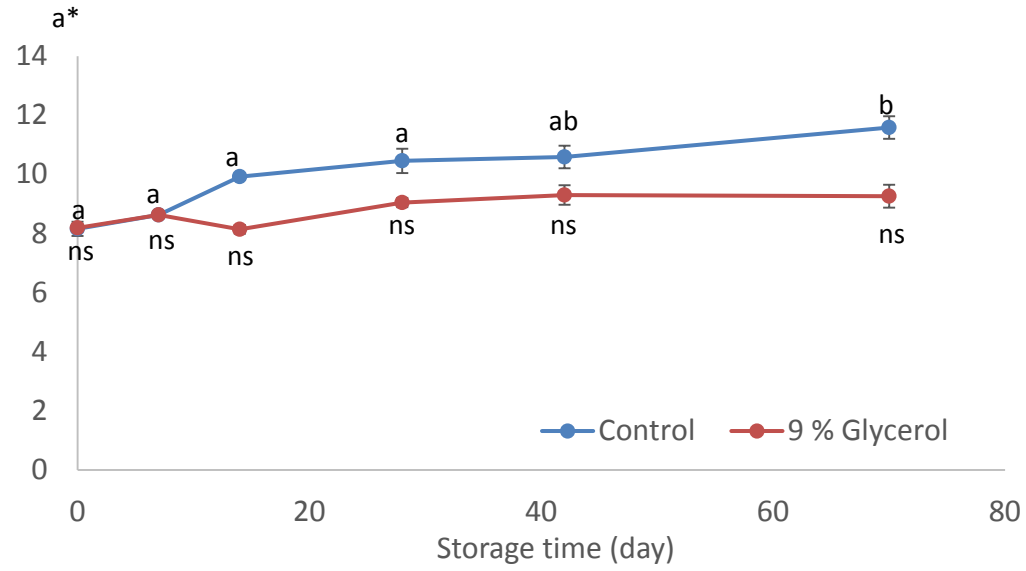


Figure 2 a* of storage pineapple paste product during storage

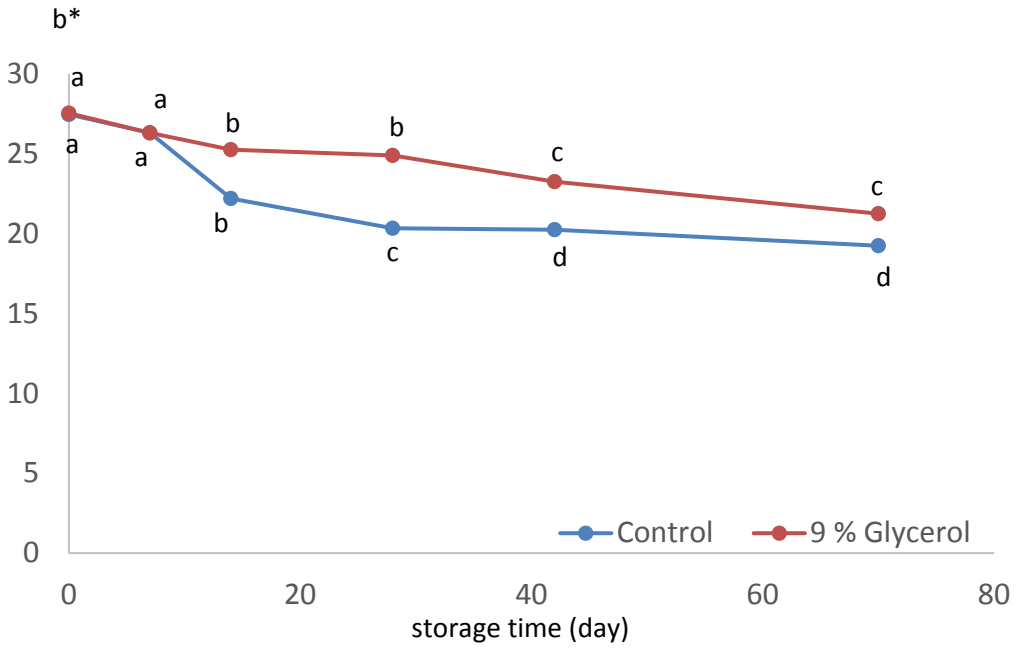


Figure 3 b* of storage pineapple paste product during storage

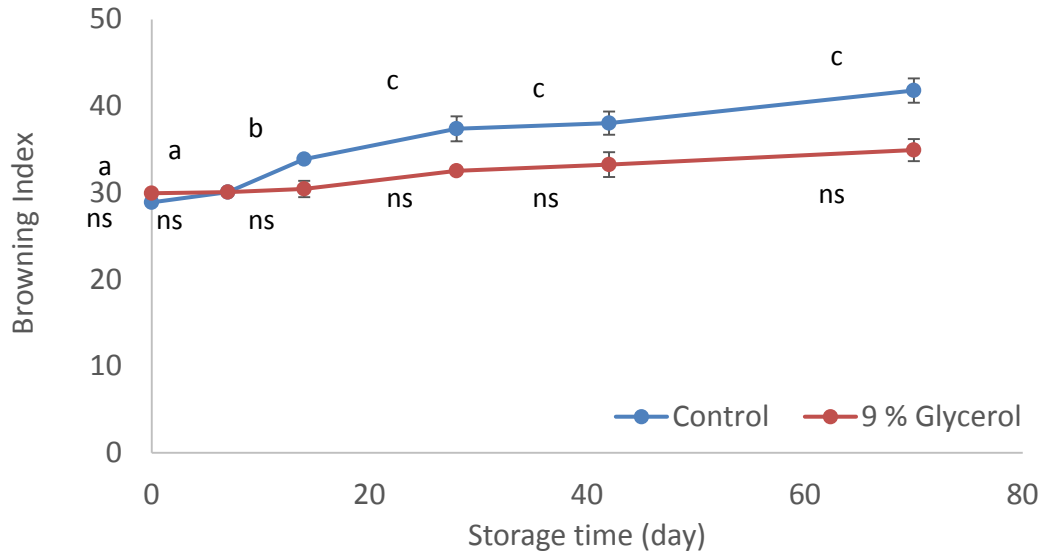


Figure 4 Browning index of storage Pineapple paste product during storage

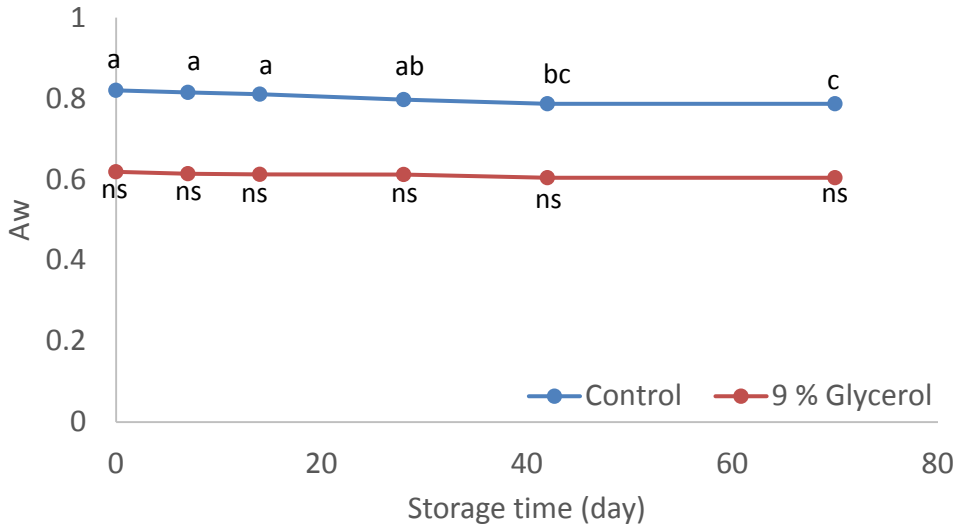


Figure 5 Water activity of storage Pineapple paste product during storage

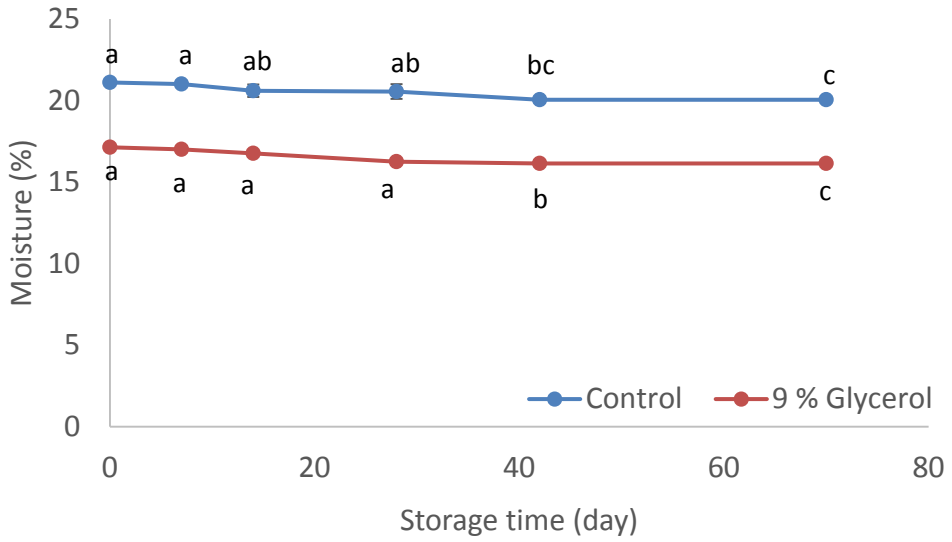


Figure 6 Moisture of storage Pineapple paste product during storage

2.2 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

จากผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น คุณภาพทางประสาทสัมผัสของสับปะรดกวนชุดควบคุม และสับปะรดกวนผสมกลีเซอรอล มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีเหลืองทองของผลิตภัณฑ์ สีของผลิตภัณฑ์ และความชอบรวม สับปะรดกวนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการเก็บรักษาในวันที่ 14 มีความแตกต่างกับวันที่เริ่มเก็บตัวอย่าง (วันที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามสับปะรดกวนผสมกลีเซอรอลมีคะแนนความชอบทุกคุณลักษณะและทุกช่วงระยะเวลาการเก็บรักษามากกว่าสับปะรดกวนชุดควบคุม ดังแสดงตารางที่ 3

Table 3 Mean and standard deviation of sensory scores of storage pineapple paste product

Attribute	Sample	Storage (day)				
		0	14	28	42	70
Yellowness	Control	7.96 ± 0.70^{ns}	7.54 ± 1.12^{b}	7.12 ± 1.19^{bc}	6.92 ± 0.70^{c}	6.79 ± 0.62^{c}
	Add Glyerol	8.71 ± 0.45^{ns}	8.12 ± 0.68^{b}	7.83 ± 1.03^{bc}	7.71 ± 0.81^{bc}	7.38 ± 0.80^{c}
Color	Control	7.88 ± 0.64^{ns}	7.50 ± 1.12^{b}	7.08 ± 1.12^{b}	6.42 ± 0.56^{b}	7.18 ± 0.96^{c}
	Add Glyerol	8.62 ± 0.48^{ns}	8.08 ± 0.70^{b}	7.83 ± 0.98^{bc}	7.67 ± 0.65^{bc}	7.42 ± 0.70^{c}
Overall	Control	8.12 ± 0.57^{ns}	7.50 ± 1.11^{b}	7.08 ± 1.14^{bc}	7.00 ± 0.60^{bc}	6.75 ± 0.62^{c}
	Add Glyerol	8.62 ± 0.48^{ns}	8.12 ± 0.68^{b}	7.87 ± 0.96^{bc}	7.92 ± 0.67^{bc}	7.42 ± 0.76^{c}

a, b, c: Means in same column of each attributes with different letters are significantly different ($p \leq 0.05$)

ns : Means in same column of each attributes are not significantly different ($p > 0.05$)

สรุป

ผลิตภัณฑ์สับปะรดกวนที่เติมกลีเซอรอล หรือซอร์บิทอลที่ปริมาณความเข้มข้นต่างๆ คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส ความหวาน ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวม ไม่มีความแตกต่างกัน แต่สับปะรดกวนที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 0.9 ของน้ำหนัก สับปะกวนก่อนกวน มีปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระต่ำที่สุด ดังนั้นจึงเลือกสับปะรดกวนดังกล่าวมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในระหว่างการเก็บรักษาควบคู่กับสับปะรดกวนชุดควบคุม (ไม่เติมกลีเซอรอล) เมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นดัชนีสีน้ำตาล และปริมาณน้ำอิสระ ของสับปะรดกวนที่เติมกลีเซอรอลร้อยละ 0.9 ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่สับปะรดกวนชุดควบคุมค่าคุณภาพดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโครงการสนับสนุนโครงงาน/ปัญหาพิเศษนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จิรวัฒน์ กันต์เกรียงวงศ์, สุธาสินี ชูจิตร, ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์ และวรพจน์ สุนทรสุข. 2551. การลด Water Activity ผลิตภัณฑ์ขนมโมจิด้วยสารฮิวเมกเตนท์. 318 -325 น.*ใน*: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 29 ม.ค. - 1 ก.พ. 2551. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

นิษณา ลุงรุ่ง. 2542. การพัฒนาบรรจุภัณฑ์สำหรับผลิตภัณฑ์ผลไม้แช่อิ่มอบแห้งชนิดที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำปราศจากกลุ่มเมตาไบซัลไฟต์และไม่มีการเติมวัตถุกันเสีย และศึกษาอายุการเก็บ. โครงงานวิจัยสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2539. อาหารกึ่งแห้ง. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อภิรดา ริมพล และอภิชญา ทองทับ. 2550. การศึกษาคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของธัญพืชแท่งพลังงานต่ำในบรรจุภัณฑ์ประเภทต่างๆ.(ระบบออนไลน์).แหล่งข้อมูล: http://www.research.cmru.ac.th/2013/ris/inde (5 มกราคม 2557).

AOAC International. 2006. Offcial Method of Analysis of AOAC.17th edition.Gaitherburg, MD, USA, Association of Official Analytical Communities.

Palou, E., A. López-Malo, G. V. Barbosa-Cánovas, J. Welti-Chanes and B. G. Swanson. 1999. Polyphenoloxidase Activity and Color of Blanched and High Hydrostatic Pressure Treated Banana Puree. *J. Food sci. 64* : 42-45.

Labuza, T.P. and C.R Hyman, 1998. Moisture migration and control in multi-domain foods. *Trends in Food Science & Technology 9* : 47-55.

การพัฒนาแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียนสำหรับผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก

Development of Durian Rind Dough for Souvenir Products

อภิรัติ โสพศ[1*] นิอร ดาวเจริญพร[1] และ รุ่งฤทัย รำพึงจิต[1]

Apirat Sorose,[1*] Nion Daochareonporn[1] and Rungrutai Rampeungjit[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการพัฒนาแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียนสำหรับผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก ทำการศึกษาสูตรแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียนที่เหมาะสมสำหรับการประดิษฐ์ของที่ระลึก จำนวน 3 สูตร ประเมินและให้คะแนนความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์ดอกไม้และศิลปะประดิษฐ์ จำนวน 5 ท่าน ผลการศึกษาพบว่า สูตรที่ 1 แป้งเปลือกทุเรียน 240 กรัม แป้งข้าวเหนียว 260 กรัม กาวลาเท็กซ์ 250 กรัม สารกันบูด 2 กรัม และน้ำมันมะกอก 4 กรัม มีความเหมาะสมที่ค่าเฉลี่ย 3.92 (มาก) สูตรที่ 2 แป้งเปลือกทุเรียน 250 กรัม แป้งข้าวเหนียว 250 กรัม กาว ลาเท็กซ์ 250 กรัม สารกันบูด 2 กรัม และน้ำมันมะกอก 4 กรัม มีความเหมาะสมที่ค่าเฉลี่ย 4.12 (มาก) และสูตรที่ 3 แป้งเปลือกทุเรียน 260 กรัม แป้งข้าวเหนียว 240 กรัม กาวลาเท็กซ์ 250 กรัม สารกันบูด 2 กรัม และน้ำมันมะกอก 4 กรัม มีความเหมาะสมที่ค่าเฉลี่ย 4.14 (มาก) สรุปได้ว่าผู้เชี่ยวชาญให้การยอมรับแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียนสูตรที่ 3 เป็นสูตรที่มีความเหมาะสมในการผลิตของที่ระลึกมากที่สุด

จากนั้น นำแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียนสูตรที่ได้รับการยอมรับจากผู้เชี่ยวชาญ ทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyser) พบว่า มีค่าความยืดหยุ่น ค่าความแน่นเนื้อ และระยะยืดของแป้งปั้น เท่ากับ 100.98 ± 5.518 g/sec 904.344 ± 40.743 g at 50% strain และ 52.836 mm ± 10.509 ตามลำดับ

คำสำคัญ : แป้งปั้นจากเปลือกทุเรียน ผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก

Abstract

The study was about the development of Durian rind dough for souvenir products. The researcher studied three formulas of Durian rind dough for proper molding. Five specialists in flower inventions and artificial arts evaluated and scored the appropriateness of Durian rind dough. The results of the study were found that the mean of the first formula was 3.92 (high) and it consisted of 240 gram of Durian rind dough, 260 gram of sticky rice dough, 250 gram of latex glue, 2 gram of borax and 4 gram of olive oil. The mean of the second formula was 4.12 (high) and it consisted of 250 gram of Durian rind dough, 250 gram of sticky rice dough, 250 gram of latex glue, 2 gram of borax and 4 gram of olive oil. The mean of the third formula was 4.14 (high) and it consisted of 260 gram of Durian rind dough, 240 gram of sticky rice dough, 250 gram of latex glue, 2 gram of borax and 4 gram of olive oil. Therefore, the third formula was the most appropriateness to make the souvenir.

For the physical property of Durian rind dough by using Texture Analyzer, it was found that the mean of the elasticity was 100.98 ± 5.518 g/sec, the mean of the firmness was 904.344 ± 40.743 g at 50% strain, and the mean of the maximum firmness was extensibility was 52.836 mm ± 10.509.

Keywords: Durian Rind Dough, Souvenir Product

[1] สาขาวิชาการบริหารธุรกิจคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพฯ 10300

[1] Home Economics Business Administation , Faculty of Home Economics Technology Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

* Corresponding author. E-mail: apirat.s@rmutp.ac.th

บทนำ

ประเทศไทยเป็นแหล่งผลิตทุเรียนรายใหญ่ของโลก อีกทั้งเป็นผลไม้ส่งออกที่มีศักยภาพการผลิตและมีแนวโน้มที่ดีในการส่งออก เมื่อเกิดผลผลิตและมีการแปรรูปทุเรียนในระบบอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกที่มากขึ้น ทำให้เปลือกทุเรียนกลายเป็นวัสดุเหลือใช้จากการบริโภคและการแปรรูปมีมากขึ้นด้วยตามลำดับ ส่งผลกระทบต่อระบบสิ่งแวดล้อม ที่ผ่านมามีการศึกษาและวิจัยในเรื่องการใช้ประโยชน์จากเปลือกทุเรียนเกิดขึ้นหลายผลงาน เช่น กระดาษจากเปลือกทุเรียนที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับกระดาษสา ผลงานของกรมวิชาการเกษตร ผลิตภัณฑ์พอลิแซคคาไรด์จากเปลือกผลทุเรียนและเภสัชผลิตภัณฑ์เตรียมจากทุเรียน ผลงานคณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และการพัฒนาถ่านกัมมันต์และแผ่นยิปซั่มจากเปลือกทุเรียนโดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ทั้งนี้ ยังไม่พบการนำเปลือกทุเรียนมาใช้ประโยชน์ในงานศิลปะประเภทงานประดิษฐ์ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาข้อมูลของเปลือกทุเรียนเบื้องต้นพบว่าลักษณะทางกายภาพของเนื้อติดเปลือกทุเรียนมีเนื้อสัมผัสที่หนานุ่ม เมื่อนำไปตากแดดหรืออบแห้ง บดเป็นผง จะทำให้ได้เจลพอลิแซคคาไรด์ ซึ่งเป็นสารประกอบน้ำตาลเชิงซ้อน มีลักษณะเป็นกากใย สามารถพองตัวและละลายน้ำได้ดี(สุนันท์,2544) ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีในการทำงานศิลปะประเภทงานปั้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการศึกษาการนำเปลือกทุเรียนมาใช้ประโยชน์ ด้วยการแปรรูปเปลือกทุเรียนให้เป็นส่วนผสมหลักในการทำแป้งปั้นสำหรับใช้ในงานประดิษฐ์ เพื่อสร้างองค์ความรู้ในด้านการเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ส่งเสริมการสร้างงานสร้างอาชีพให้กับเกษตรกรและผู้สนใจ ตลอดจนนำผลที่ได้จากการวิจัยไปเป็นแนวทางการสร้างองค์ความรู้ในเรื่องการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1. ศึกษาสูตรแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียนที่เหมาะสมสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก
2. ศึกษาลักษณะทางกายภาพของแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียน

วิธีการศึกษา

โครงการวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) เพื่อศึกษาสูตรการทำแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียนที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก มีขั้นตอนดำเนินงาน คือ 1.ศึกษาแนวคิดและค้นคว้าเอกสารที่เกี่ยวข้อง 2.เตรียมเปลือกทุเรียนเพื่อใช้เป็นส่วนผสมในสูตรแป้งปั้น 3.ทดลองสูตรแป้งปั้นเปลือกทุเรียน จำนวน 3 สูตร 4.ผู้เชี่ยวชาญคัดเลือกสูตรแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียน 5.ศึกษาลักษณะทางกายภาพของแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียน 6.พัฒนาผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกจากแป้งปั้นเปลือกทุเรียน จำนวน 2 รูปแบบ 7.วิเคราะห์ผล

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม ลักษณะข้อ คำถามแบบปลายเปิด (Open ended Questions) จำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 2 คำถามสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของลักษณะแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียน ลักษณะเป็นข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จำนวน 10 ข้อ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองสูตรแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียน ได้แก่

2.1 เครื่องชั่งดิจิตอลทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ OHAUS รุ่น Pioneer ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.2 เครื่องอบลมร้อนยี่ห้อ Dorrer รุ่น abc

2.3 เครื่องปั่นอาหาร

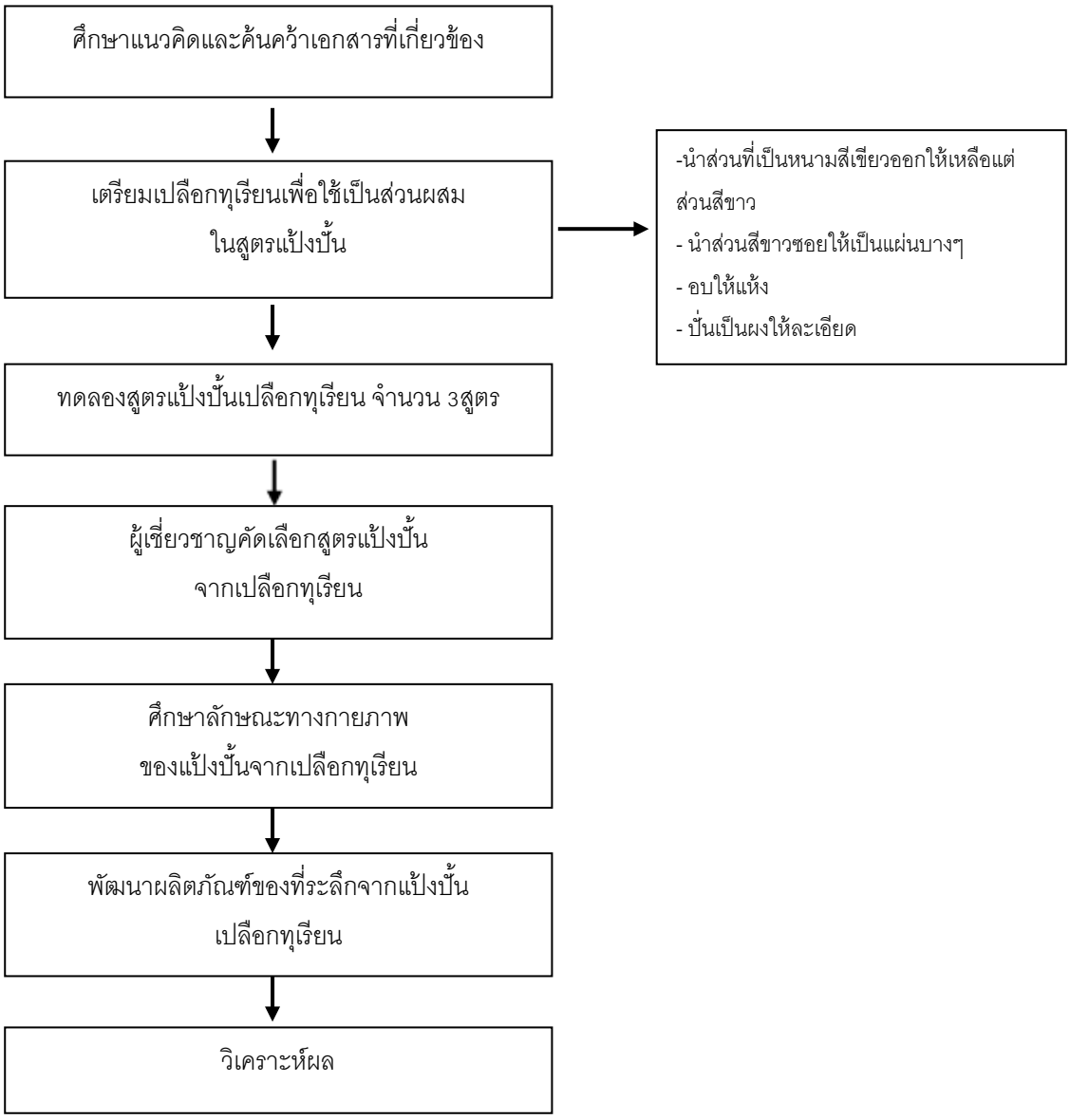
2.4 ถ้วยตวงของเหลว

3. เครื่องมือทดสอบลักษณะทางกายภาพของแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียน

3.1 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyser)

กระบวนการดำเนินงาน

โครงการวิจัย เรื่อง การพัฒนาแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียนสำหรับผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Research) เพื่อศึกษาสูตรการทำแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียนที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก มีกระบวนการดำเนินงาน ดังนี้



ผลการศึกษา

1. ผลการศึกษาสูตรการทำแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียนที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก

ศึกษาสูตรตั้งต้นโดยมีส่วนผสม คือ แป้งขนมปังปั่น 250 กรัม แป้งข้าวเหนียว 250 กรัม กาวลาเท็กซ์ 250 กรัม สารกันบูด 2 กรัม และน้ำมันมะกอก 4 กรัม จากนั้นทำการศึกษาการนำแป้งเปลือกทุเรียนมาใช้ทดแทนแป้งขนมปังปั่น จำนวน 3 สูตร ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน ดังนี้

Table 1: Ratio of Durian rind dough compensate powdered bread flour amount 3 formulas

Ingredient	quantity (gram)		
	(1)	(2)	(3)
Durian rind dough	240	250	260
sticky rice dough	260	250	240
latex glue	250	250	250
borax	2	2	2
olive oil	4	4	4

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นและระดับความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่าแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียนสูตรที่3 เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.14 (มาก) รองลงมาคือสูตร ที่ 2 ค่าเฉลี่ย 4.12 (มาก) และสูตรที่ 1ค่าเฉลี่ย3.92 (มาก) ตามลำดับ

2. ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียนด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส Texture Analyser

ผลการทดสอบแรงอัด หรือ การทดสอบค่าต้านแรงกด

ความเร็วที่ใช้ในการทดสอบ	:	2 มิลลิเมตร/วินาที
ระยะทดสอบ	:	70% strain
หัวทดสอบ	:	P/35 – หัววัดรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร
น้ำหนักตัวอย่าง	:	7 กรัม
ขนาดตัวอย่าง	:	ทรงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตร

ผลการทดสอบแรงดึง

ความเร็วที่ใช้ในการทดสอบ	:	5 มิลลิเมตร/วินาที
ระยะทดสอบ	:	100 มิลลิเมตร
หัวทดสอบ	:	เส้นสปาเก็ตตี/เส้นก๋วยเตี๋ยว
น้ำหนักตัวอย่าง	:	10 กรัม
ขนาดตัวอย่าง	:	ความยาว = 100 มิลลิเมตร, ความกว้าง = 17 มิลลิเมตร ความหนา = 7 มิลลิเมตร

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพ มีค่าเฉลี่ยดังนี้ ค่าความยืดหยุ่น 100.98 ± 5.518 g/sec ค่าความแน่นเนื้อ 904.344 ± 40.743 g at 50% strain ค่าความแน่นเนื้อสูงสุด 3,714.517 ± 147.015 g ค่าการเกาะติด -245.5 ± 50.956 g.s ค่าความเค้นสูงสุด 134.206 ± 11.902 (g) และระยะยืดของแป้งปั้น 52.836 mm ± 10.509

อภิปรายผล

1. ด้านความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่ทำการประเมินลักษณะทางกายภาพของแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียน จำนวน 3 สูตร ผลของค่าเฉลี่ยในแต่ละสูตรจะมีความใกล้เคียงกัน มีค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.14 4.12 และ 3.92 ตามลำดับ ผลที่ปรากฏดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า แป้งปั้นจากเปลือกทุเรียน ทั้ง 3 สูตร มีความเป็นไปได้และมีความเหมาะสมที่จะนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ของขวัญของที่ระลึกและสามารถต่อยอดในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไป และเมื่อเปรียบเทียบกันทั้ง3 สูตร พบว่า สูตรที่ 3 ที่ได้รับการคัดเลือกเป็นสูตรที่มีปริมาณการใช้แป้งเปลือกทุเรียนมากที่สุด อาจกล่าวได้ว่าแป้งเปลือกทุเรียนมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกับแป้งขนมปัง สามารถใช้ทดแทนกันได้ สามารถปั้นขึ้นรูปทำชิ้นงานได้ดี ลักษณะเนื้อสัมผัสของแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียน มีความใกล้เคียงกับเนื้อแป้งปั้นขนมปัง หรือแป้งปั้นดินไทย สอดคล้องกับการสัมภาษณ์กับผู้เชี่ยวชาญที่กล่าวไว้ว่าเนื้อแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียนสามารถใช้งานได้จริง ปั้นขึ้นรูปได้ดี และมีคุณสมบัติใกล้เคียงไม่แตกต่างกับแป้งปั้นทั่วไป

2. ด้านลักษณะทางกายภาพของแป้งปั้นเปลือกทุเรียน จำนวน 4 ลักษณะ คือ ในด้านความเหนียว ความเนียน ความนิ่ม และความทรงตัว พบว่าแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียน สูตรที่ 3 ที่มีการใช้แป้งเปลือกทุเรียนในปริมาณ 260 กรัม ต่อส่วนผสมทั้งหมด อาจกล่าวได้ว่า การใช้แป้งเปลือกทุเรียนในปริมาณที่มากกว่าแป้งข้าวเหนียว ทำให้เนื้อแป้งปั้นมีลักษณะการทรงตัวดี มีโครงสร้างแข็งแรง ขณะปั้นไม่หดตามมือ และเมื่อแป้งแห้งไม่มีร่องรอยการแตกร้าว แสดงให้เห็นว่าความชื้นของแป้งเปลือกทุเรียนนั้นมีน้อย เพราะร่องรอยการแตกร้าวและการหดตัวของแป้งเกิดมาจากของเหลวในแป้งนั้นมีมาก

สรุป

1. สรุปผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของลักษณะแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียน

จำนวน 3 สูตร ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ 1. ด้านความเหนียว 2. ความเนียน 3.ความนิ่ม 4. ความทรงตัว ผลการศึกษาในแต่ละสูตร ปรากฏดังนี้

สูตรที่ 1 ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ให้ระดับความคิดเห็นของลักษณะเนื้อแป้งปั้นในด้านความทรงตัวมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.00 อยู่ในระดับมาก รองลงมาคือด้าน ความเหนียว ค่าเฉลี่ย3.93 อยู่ในระดับมาก ความนิ่ม ค่าเฉลี่ย 3.86 อยู่ในระดับมาก และความเนียน ค่าเฉลี่ย3.80 อยู่ในระดับมาก และให้ความคิดเห็นโดยรวมเกี่ยวกับความเหมาะสมของลักษณะแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียน มีค่าเฉลี่ย 3.92 อยู่ในระดับมาก

สูตรที่ 2 ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ให้ระดับความคิดเห็นของลักษณะเนื้อแป้งปั้นในด้านความนิ่มมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือด้านความทรงตัว ค่าเฉลี่ย 4.13 อยู่ในระดับมาก ด้านความเหนียวและความเนียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากันคือ 3.80 อยู่ในระดับมาก และให้ความคิดเห็นโดยรวมเกี่ยวกับความเหมาะสมของลักษณะแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียน มีค่าเฉลี่ย 4.12 อยู่ในระดับมาก

สูตรที่ 3 ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน ให้ระดับความคิดเห็นของลักษณะเนื้อแป้งปั้นในด้านความทรงตัวมากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือด้านความเหนียว ค่าเฉลี่ย 4.20 อยู่ในระดับมาก ด้านความ

นิ่ม ค่าเฉลี่ย 3.93 อยู่ในระดับมาก ด้านความเนียน ค่าเฉลี่ย 3.80 อยู่ในระดับมาก และให้ความคิดเห็นโดยรวมเกี่ยวกับความเหมาะสมของลักษณะแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียน มีค่าเฉลี่ย 4.14 อยู่ในระดับมาก

สรุปผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นและระดับความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ ด้านความเหมาะสมของลักษณะแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียน 3 สูตร พบว่า มีค่าดังนี้ สูตรที่ 1 3.92 (มาก) สูตรที่ 2 4.12 (มาก) และสูตรที่ 3 4.14 (มาก) ซึ่งจะเห็นได้ว่าผู้เชี่ยวชาญด้านงานประดิษฐ์ดอกไม้และศิลปะประดิษฐ์ให้คะแนนความเหมาะสมแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียน สำหรับการทำผลิตภัณฑ์ของที่ระลึก สูตรที่ 3 มากที่สุด

2. ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียนด้วยเครื่องมือวัดลักษณะเนื้อสัมผัส Texture Analyser

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของแป้งปั้นจากเปลือกทุเรียนด้วยเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyser) มีค่าเฉลี่ยดังนี้ ค่าความยืดหยุ่น 100.98 ± 5.518 g/sec ค่าความแน่นเนื้อ 904.344 ± 40.743 g at 50% strain ค่าความแน่นเนื้อสูงสุด 3,714.517 ± 147.015 g ค่าการเกาะติด -245.5 ± 50.956 g.s ค่าความเค้นสูงสุด 134.206 ± 11.902 (g) และระยะยืดของแป้งปั้น 52.836 mm ± 10.509

เอกสารอ้างอิง

กรมศุลกากร. 2553. การส่งออกทุเรียน. แหล่งที่มา : http://www.customs.go.th . 1 ธันวาคม 2553.

สุชาติ เถาทอง, สังคม ทองมี,ธำรงศักดิ์ ธำรงเสิศฤทธิ์, รอง ทองดาดาษ. 2551. ศิลปศึกษา. แหล่งที่มา:http://krumek.igetweb.com/index. 21 พฤศจิกายน 2553.

สุนันท์ พงษ์สามารถ. 2544. การพัฒนาสารโพลี่แซคคาไรด์จากเปลือกของผลทุเรียนเพื่อใช้ทางการเภสัชกรรม. รายงานการวิจัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ ศรีสมบุญ, อนุวัฒน์ จันทรสุวรรณ, สุพจน์ กิติบุญญา, สมยศ พิชิตพร, อลงกรณ์ กรณ์ทอง สม เจตน์ ประทุมมินทร์, จิรากร โกศัยเสวี, 2548. เป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ทุเรียน ปี 2549-2555 แหล่งที่มา:http://as.doa.go.th/fieldcrops/phinut/oth/003.pdf. 21 มกราคม 2553.

อัญชลี มีมุข. 2538. การศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดองค์กรแบบสหการในการจัดการขยะของเทศบาลจังหวัดสมุทรสาคร. สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อัญชลี เบญจโลหนันท์. 2549. รายงานโครงการวิจัยเรื่องการพัฒนาถ่านกัมมันต์จากเปลือกทุเรียน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

อุบัติการณ์ของโรคที่นำโดยเห็บในสุนัขที่พบในอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2555 ถึงเดือนมีนาคม 2557

Incidence of Tick-borne Disease in dogs in Sriracha, Chonburi from July 2012 to March 2014

สุทธิทัศน์ ทองคำใส[2*] วรรณิษา นาพูน[2] คณิตานันท์ ตันสกุล[2] ธิตินันท์ เวหล[2]
พิมลพรรณ ศรีพิรมย์[3] ธัญญลักษณ์ เสริมศรี[3] และ อธิคม ชินอ่อน[1]
Suttitas Tongkamsi,[2*] Wannisa Napoon,[2] Kanittanan Tunsakun,[2] Thitinan Wehon[2]
Pimonpan Sripirom,[3] Tanyalak Sermsri[3] and Athicom Chin-On[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาสุนัขจำนวน 306 ตัวที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลอายุ เพศ พันธุ์ และค่าโลหิตวิทยา และตรวจหา *Ehrlichia canis* และ *Hepatozoon canis* ที่หน่วยชันสูตรโรคสัตว์ ด้วยการย้อมฟิลม์เลือด กลุ่มอายุของสุนัขที่ติดเชื้อ *H.canis* มากที่สุดคือ มากกว่า 5 ปี *E.canis* กลุ่มอายุของสุนัขที่ติดเชื้อมากที่สุดคือ ระหว่าง 6 เดือนถึง 2 ปีและ มากกว่า 5 ปี สุนัข 50% (10/20) ที่ติดเชื้อ *H.canis* เป็นพันธุ์ผสม เช่นเดียวกับการติดเชื้อ *E.canis* สุนัขที่ติดเชื้อเป็นพันธุ์ผสม 60% (9/15) สุนัขเพศเมียที่ติดเชื้อ *H.canis* มีจำนวนมากกว่าเพศผู้ ในขณะที่การติดเชื้อ *E.canis* พบในสุนัขเพศผู้มากกว่าเพศเมีย สุนัขแสดงภาวะโลหิตจางและเกล็ดเลือดต่ำเล็กน้อยในการติดเชื้อ *H.canis* สุนัขที่ติดเชื้อ *E.canis* แสดงภาวะโลหิตจางและเกล็ดเลือดต่ำปานกลาง และพบภาวะเกล็ดเลือดต่ำรุนแรงในสุนัขที่ติดเชื้อร่วมกันของ *H.canis* และ *E.canis* รายงานนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนป้องกันโรคที่นำโดยเห็บในสุนัขในพื้นที่นี้

คำสำคัญ: อุบัติการณ์ โรคที่นำโดยเห็บ สุนัข ศรีราชา ชลบุรี

Abstract

The studies on 306 dogs were presented to the Animal Hospital, Faculty of Veterinary Medicine, Rajamanglala University of Technology Tawan-Ok, from July 2012 to March 2014. Data on age, sex, breed and hematological profiles were analyzed and detected *Ehrlichia canis and Hepatozoon canis* at Veterinary Diagnostic Laboratory Center by blood smear staining. The age groups of the most positive dogs were more than 5 years old for *H.canis* and 6 months to 2 years and more than 5 years old for *E.canis*. Almost 50% (10/20) of dogs for *H.canis* were mixed breed, same as, 60 % (9/15) of dogs for *E.canis* were mixed breed. Female dogs were more positive for *H.canis* than male, meanwhile male dogs were more positive for *E.canis* than female. Dogs presented with mild anemia and thrombocytopenia for *H.canis*, moderate anemia and

[1] คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
[2] หน่วยชันสูตรโรคสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
[3] โรงพยาบาลสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
* Corresponding author. E-mail: pang_pao8@hotmail.com

thrombocytopenia for *E.canis* and severe thrombocytopenia for co-infection of *H.canis* and *E.canis* these results as baseline information for preventive strategies against Tick-borne disease in this area.

Keywords: Incidence, Tick-borne disease, Dogs, Sriracha, Chonburi

บทนำ

การติดโรคที่นำโดยเห็บ (Tick-borne disease) ที่สำคัญในสุนัขที่พบได้ในประเทศไทย ได้แก่ *Ehrlichia canis* และ *Hepatozoon canis* โดยการติดเชื้อปรสิตกลุ่มนี้ มีเห็บตระกูล *Rhipicepharus* (Brown dog tick) เป็นพาหะ สุนัขที่ติดเชื้อปรสิตกลุ่มนี้มักจะแสดงอาการทางคลินิกที่ไม่จำเพาะได้แก่ มีไข้สูง อ่อนแรง เบื่ออาหาร น้ำหนักลด ตับและม้ามโต ต่อมน้ำเหลืองขยาย เลือดกำเดาไหล ปื้นเลือดออกที่ผิวหนัง สุนัขบางตัวอาจแสดงอาการของระบบหมุนเวียนโลหิต ระบบทางเดินหายใจหรือระบบประสาทด้วย การวินิจฉัยโรคมักใช้การหาปรสิตในสเมียร์เลือด ที่ย้อมด้วยสีจิมซ่า ร่วมกับค่าทางโลหิตวิทยาที่มักพบภาวะปริมาณเกล็ดเลือดลดลง (Thrombocytopenia) ร่วมกับภาวะโลหิตจาง (Anemia) วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาอายุ พันธุ์ เพศและค่าโลหิตวิทยาของการติดโรคที่นำโดยเห็บในสุนัข เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการตรวจวินิจฉัยโรคต่อไป

วิธีการศึกษา

กลุ่มตัวอย่างสุนัข

ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2555 ถึงเดือนมีนาคม 2557 โรงพยาบาลสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก มีสุนัขเข้ามาเจาะเลือดเพื่อตรวจวินิจฉัยการติดเชื้อปรสิตในเลือดจำนวน 306 ตัว โดยสุนัขทุกตัวจะได้รับการตรวจร่างกายเบื้องต้นโดยสัตวแพทย์ และบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสุนัขได้แก่ อายุ เพศ และพันธุ์

การเก็บและตรวจตัวอย่างเลือด

การเก็บตัวอย่างเลือดโดยการเจาะหลอดเลือดดำบริเวณขาหน้า (Cephalic vein) หรือขาหลัง (Saphenous vein) จำนวน 1 มล. ภายในหลอดบรรจุสารกันเลือดแข็งตัว Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) เพื่อตรวจจำนวนเม็ดเลือดแดง จำนวนเม็ดเลือดขาว จำนวนเกร็ดเลือด ที่หน่วยชันสูตรโรคสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกด้วยเครื่อง VetAutoread (IDEXX Laboratories, Westbrook, Maine, USA) และย้อมสีเพื่อตรวจปรสิต การตรวจตัวอย่างทำการหยดเลือดลงบนสไลด์แก้ว 2 แผ่น ป้ายเป็นแผ่นบางและย้อมด้วยสีจิมซ่า (Voigt and Swist, 2012) ตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดแสงสว่างด้วยกำลังขยาย 100 เท่าดูลักษณะของปรสิตในเลือด

ผลการศึกษา

อุบัติการณ์ของการติดเชื้อ *Hepatozoon canis* ในอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2555 ถึงมีนาคม 2557 อยู่ที่ 6.53% (20/306) โดยพบมากที่สุดในสุนัขอายุมากกว่า 5 ปีคิดเป็น 50% (10/20) ดังแสดง Table 1 ในขณะที่การติดเชื้อ *Ehrlichia canis* อยู่ที่ 4.90% (12/306) โดยพบมากที่สุดในสุนัขอายุระหว่าง 6 เดือนถึง 2 ปี และอายุมากกว่า 5 ปี คิดเป็น 40% (6/15) แตกต่างจากรายงานของ Yuasa และคณะ ในปี 2012 ที่ทำการสำรวจสุนัขในประเทศ

ไต้หวันจำนวน 344 ตัว พบอุบัติการณ์ของการให้ผลบวกทางซีรั่มวิทยาต่อเชื้อนี้ 14% โดยพบมากที่สุดในสุนัขที่อายุมากกว่า 4 ปี ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Asgarali และคณะ ในปี 2012 ที่ทำการสำรวจสุนัขในประเทศตรินิแดดจำนวน 92 ตัว ถูกตรวจด้วยวิธี indirect immunofluorescent antibody พบสุนัขอายุมากกว่า 1 ปีติดเชื้อ *E.canis* จำนวน 59.7% ในขณะที่สุนัขที่อายุน้อยกว่า 1 ปีติดเชื้อ 13.3% อาจสรุปได้ว่าโอกาสในการติดเชื้อจะเพิ่มขึ้นตามอายุสุนัขที่เพิ่มขึ้น เพราะสุนัขที่มีอายุมากจะมีระยะเวลาที่เสี่ยงต่อการติดเห็บสูงกว่า

Table 1 Distribution in Age of dogs with Tick-borne disease in Sriracha, Chonburi from July 2012 to March 2014

Group age	*Hepatozoon canis*	*Ehrlichia canis*
< 6 m	2 (10%)	1 (6.66%)
6 m – 2y	4 (20%)	6 (40%)
2 – 5 y	1 (5%)	2 (13.33%)
>5 y	10 (50%)	6 (40%)
Total	20 (100%)	15 (100%)

Table 2 พบสุนัขติดเชื้อ *H.canis* แบ่งเป็นพันธุ์แท้ 50% (10/20)ได้แก่ พูดเดิล 20% (4/20) โกลเด้น รีทรีพเวอร์ 20% (4/20) ดัชชุน 5% (1/20) และมิเนเจอร์ พินเชอร์ 5%(1/20) เป็นพันธุ์ผสม 35% (7/20) สุนัขติดเชื้อ *E.canis* แบ่งเป็นพันธุ์แท้ 40% (6/15) ได้แก่ พูดเดิล 13.33% (2/15) โกลเด้น รีทรีพเวอร์ 6.66% (1/15) ลาบราดอร์ รีทรีพเวอร์ 6.66% (1/15) ไทยบางแก้ว 6.66% (1/15) และเซนต์ เบอร์นาร์ด 6.66% (1/15) เป็นพันธุ์ผสม 60% (9/15) แตกต่างจากรายงานของ Yuasa และคณะ ในปี 2012 ที่ทำการสำรวจในประเทศไต้หวันจำนวน 344 ตัวด้วยวิธี commercial dot-ELISA พบสุนัขพันธุ์แท้ติดเชื้อนี้ 5.7% และสุนัขพันธุ์ผสมติดเชื้อ 11.3%

Table 2 Distribution in Breed of dogs with Tick-borne disease in Sriracha, Chonburi from July 2012 to March 2014

Breed	*Hepatozoon canis*	*Ehrlichia canis*
Poodle	4 (20%)	2 (13.33%)
Golden Retriever	4 (20%)	1 (6.66%)
Dachshund	1 (5%)	-
Miniature Pinscher	1 (5%)	-
Labrador Retriever	-	1 (6.66%)
Thai bangkaew	-	1 (6.66%)
Saint Bernard	-	1 (6.66%)
Mixed	7 (35%)	9 (60%)
Total	20 (100%)	15 (100%)

Table 3 พบสุนัขติดเชื้อ *H.canis* แบ่งเป็น เพศเมีย 40% (8/20) เพศผู้ 60% (12/20) สุนัขติดเชื้อ *E.canis* แบ่งเป็น เพศเมีย 80% (12/15) เพศผู้ 20% (3/15) แตกต่างจากรายงานของ Asgarali และคณะ ในปี 2012 ที่ทำการสำรวจสุนัขในประเทศตรินิแดดจำนวน 92 ตัว ถูกตรวจด้วยวิธี indirect immunofluorescent antibody พบสุนัขเพศเมียติดเชื้อ 40.4% และเพศผู้ 50% ซึ่งโดยปกติแล้วเพศผู้จะมีโอกาสสัมผัสกับเห็บมากกว่าเพศเมีย เนื่องจากสุนัขเพศผู้มีพฤติกรรมที่เสี่ยงต่อการติดเห็บสูงกว่า แต่เนื่องจากสุนัขที่เข้ามารับบริการในโรงพยาบาลสัตว์ มักจะเป็นเพศเมียจึงทำให้จำนวนสุนัขเพศเมียที่ติดเชื้อสูงกว่าเพศผู้

Table 3 Distribution in Sex of dogs with Tick-borne disease in Sriracha, Chonburi from July 2012 to March 2014

Sex	*Hepatozoon canis*	*Ehrlichia canis*
Female	8 (40%)	12 (80%)
Male	12 (60%)	3 (20%)
Total	20 (100%)	15 (100%)

Table 4 พบสุนัขติดเชื้อ *H.canis* มีค่า Hematocrit 32.9% ซึ่งต่ำกว่าปกติ (35-55%) แสดงถึงภาวะโลหิตจาง มีค่าเกล็ดเลือด 196.05 $\times 10^9$/L ต่ำกว่าปกติ (200-900$\times 10^9$/L) แต่มีค่าเม็ดเลือดขาวอยู่ในระดับปกติ แตกต่างจาก Loftis และคณะ ในปี 2013 ที่ทำการสำรวจสุนัขใน West Indies จำนวน 55 ตัว ที่ผลบวกด้วยวิธี PCR ต่อเชื้อนี้มีค่า Hematocrit อยู่ในระดับปกติ มีค่าเกล็ดเลือดอยู่ในระดับปกติ แต่มีค่าเม็ดเลือดขาวต่ำกว่าปกติ พบสุนัขติดเชื้อ *E.canis* มีค่า Hematocrit ต่ำกว่าปกติแสดงถึงภาวะโลหิตจาง มีค่าเกล็ดเลือดต่ำกว่าปกติ แต่มีค่าเม็ดเลือดขาวอยู่ในระดับปกติ แตกต่างจาก Loftis และคณะ ในปี 2013 ที่พบสุนัขที่ให้ผลบวกต่อเชื้อนี้มีค่า Hematocrit อยู่ในระดับปกติ มีค่าเกล็ดเลือดต่ำกว่าปกติ แต่มีค่าเม็ดเลือดขาวอยู่ในระดับปกติ พบสุนัขติดเชื้อ *H.canis* ร่วมกับ *E. canis* มีค่าเกล็ดเลือดต่ำกว่าปกติมาก ซึ่งโดยปกติการติดเชื้อร่วมมักจะทำให้ค่าโลหิตวิทยาผิดปกติรุนแรงขึ้นได้ เนื่องจากการติดเชื้อร่วมจะทำให้เกิดพยาธิสภาพกับอวัยวะภายในที่สำคัญได้แก่ ตับ อย่างรุนแรง (De Tomasi et al, 2013)

Table 4 Hematological finding in dogs with Tick-borne Disease in Sriracha, Chonburi from July 2012 to March 2014

Pathogen	Number of dogs	Hematocrit (%)	Platelets($\times 10^9$/L)	WBC($\times 10^9$/L)
Hepatozoon canis	20	32.9 ± 1.05	196.05 ±2.45	15.20 ± 0.57
Ehrlichia canis	15	28.40 ±1.15	126.41 ± 1.06	14.42 ± 0.07
Hepatozoon canis + *Ehrlichia canis*	1	35.8	89	11.3
Normal range	-	35-55	200-900	6-17

* Normal range (Latimer, 2011)

สรุป

สุนัขที่มีอายุมากมีความเสี่ยงต่อการติดโรคที่นำโดยเห็บมากกว่าสุนัขที่มีอายุน้อย สุนัขพันธุ์ผสมมีความเสี่ยงต่อการติดโรคไม่แตกต่างจากสุนัขพันธุ์แท้ เช่นเดียวกับเพศของสุนัขต่อการติดโรคก็ไม่มีความแตกต่างระหว่าเพศผู้และเพศเมีย ในขณะที่ค่าทางโลหิตวิทยาของสุนัขที่ติดโรคเดียวจะพบความผิดปกติเล็กน้อย และจะพบค่าความผิดปกติมากขึ้นเมื่อติดเชื้อร่วมกัน ข้อมูลดังกล่าวสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนการป้องกันโรคในพื้นที่ได้

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงพยาบาลสัตว์ น.สพ. สมชาย โสมไพศาลย์ศิลป์ สัตวแพทย์ประจำโรงพยาบาล น.สพ. ธนกฤต จันทร์คง ที่ช่วยเก็บตัวอย่างเลือดสุนัข และอาจารย์ น.สพ. ปิติพัฒน์ กิตติ์พิพัฒนกุล สพ.ญ.ธาริณี ทับทิม สพ.ญ.วีณา จุงพันธ์ที่ให้คำปรึกษา

เอกสารอ้างอิง

Asgarali Z,, Pargass I, Adam J, Mutani A, and Ezeokoli C. 2012. Haematological parameters in stray dogs seropositive and seronegative to *Ehrlichia canis* in North Trinidad. Ticks and Tick-borne Diseases 3: 207– 211

De Tommasi A S, Otranto D, Dantas-Torres F, Capelli G, Breitschwerdt E B and de Caprariis D. 2013. Are vector-borne pathogen co-infections complicating the clinical presentation in dogs? Parasites and vectors , 6:97

Latimer K.S., 2011. Generating and Interpreting Test result Test validity.In: Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Pathology. Chapter 13. Wiley-Blackwell, pp. 365-383.

Loftis A.D., Kelly P.J., Freeman M. D., Fitzharris S., Beeler-Marfisi J., Wang C. 2013. Tick-borne pathogens and disease in dogs on St. Kitts, West Indies. Veterinary Parasitology 196; 44– 49

Voigt G.J. and Swist S.L. 2012.Blood smear and Staining. In: Hematology Techniques & Concepts for Veterinary Technicians. Wiley-Blackwell, pp.33-40.

Yuasa Y, Hsu Tien-Huan, Chou Chi-Chung, Huang Chia-Cheng, Huang Wen-Cheng, and Chang Chao-Chin. 2012. The comparison of spatial variation and risk factors between mosquito-borne and tick-borne diseases: Seroepidemiology of Ehrlichia canis, Anaplasma species, and Dirofilaria immitis in dogs. Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases 35; 599– 606

ผลการใช้ครีมน้ำมันมะพร้าวในอาหารไก่กระทง

The Effects of Coconut Oil Cream in Broiler Feed

กัณหา ไฝขาว[1*]

Kanha Faikhoa[1*]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาระดับการใช้ครีมน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตไก่กระทง 4 ระดับ คือ 0, 2, 4 และ 6 % ใช้ไก่กระทง คละเพศ สายพันธุ์ ทางการค้า บริษัทเซนทาโก อายุ 1 วัน จำนวน 192 ตัว วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 4 ซ้ำ ๆ ละ 12 ตัว สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย และ การเปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่าง ทรีตเมนต์ โดยวิธี Duncan 's New Multiple Range Test. พบว่า การใช้ครีมน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารไก่กระทงในระดับ 6 % มีผลทำให้ไก่กระทงมีน้ำหนักตัวเพิ่ม (2535.47±29.07 กรัม) อัตราการเปลี่ยนอาหารดีที่สุด (1.82±0.78)($p < 0.01$) และ ต้นทุนต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ต่ำสุด (27.51±2.73 บาท) ($p < 0.01$) และ ทุกองค์ประกอบซากไก่กระทงไม่รวมเครื่องใน เนื้อหน้าอก สะโพก ปีก และ กึ๋น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ % น่องไก่เพศผู้ (11.04) สูงกว่า เพศเมีย (10.13) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิต ($p < 0.01$) % ไขมันช่องท้อง เพศเมีย มีค่าสูงกว่าเพศผู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ไม่ปรากฏอิทธิพลร่วมระหว่างสูตรอาหารที่มีระดับครีมน้ำมันมะพร้าวกับเพศของไก่

คำสำคัญ: ครีมน้ำมันมะพร้าว ไก่กระทง

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effect of coconut oil cream in feed on performance of broilers. The levels of coconut oil cream were 0, 2, 4 and 6 %. Total of 192 mixed-sex Centaco commercial one-day old were used. Completely Randomized design, with 4 replications and 12 chickens per experimental unit, were used. Data were statistically analyzed Duncan's New Multiple Range Test was used to compare and separate means when main effects were significant. The coconut oil cream inclusion levels had significant affected on broilers performance; Weight gain (2535.47±29.07 g.) and feed conversion ratio (FCR) (1.82±0.78) had improved when broiler fed 6 % coconut oil cream and reduced cost (27.51±2.73 bath) ($p < 0.01$). All carcass components excluding giblet, breast, thigh, wing, and gizzard were not difference ($p > 0.05$). However, male broiler chicken thigh yield was highly significant (11.04) ($p < 0.01$) higher than female broiler chicken (10.13) Female abdominal fat and carcass yield were highly significant ($p < 0.01$) higher than male broiler chicken. There was no interaction between the coconut oil cream inclusion levels and sex of chickens.

Keywords: Coconut oil cream, Broiler Chickens

[1] คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรี

[1] Faculty of Agriculture Rajamangala University of Technology Srivijaya

* Corresponding author E-mail: k_faikhoa @ hotmail.com

บทนำ

การเลี้ยงสัตว์ในปัจจุบัน ผู้เลี้ยงพยายามที่จะหาวิธีการเพื่อลดต้นทุนค่าอาหาร ในการเลี้ยง และนับวันอาหารสัตว์จะมีราคาสูงมากขึ้น ดังนั้นการหาวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่น ที่มีส่วนประกอบทางเคมี หรือ มีโภชนะตามที่สัตว์ต้องการ สามารถที่จะนำมาให้สัตว์กินได้ หรือนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ ก็จะช่วยลดต้นทุนค่าอาหารได้ระดับหนึ่งและเป็นการ ใช้วัตถุดิบที่เหลือใช้ให้เกิดประโยชน์ อีกทั้ง ช่วยลดมลพิษ อีกด้วย และจากการที่เกษตรกรปลูกมะพร้าวประสบกับปัญหา ราคามะพร้าวตกต่ำมาก จึงหันมาผลิตน้ำมันมะพร้าวโดยวิธีการสกัดเย็น เพื่อเพิ่มมูลค่าผลมะพร้าวให้สูงขึ้น จากการสกัดน้ำมันมะพร้าววิธีนี้ จึงมีส่วนที่เหลือมีลักษณะเป็นครีมและยังมีน้ำมันเหลืออยู่มาก ซึ่งครีมมะพร้าวส่วนนี้ เกษตรกรที่ผลิตน้ำมันมะพร้าวได้เอาไปให้สัตว์กิน แต่เนื่องจากยังไม่มีข้อมูลของครีมน้ำมันมะพร้าว และ ระดับการใช้ในสูตรอาหารสัตว์ จึงนำไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมี โดยการประมาณ (Proximate analysis) ตามวิธีของ AOAC (2000) พบว่าครีมน้ำมันมะพร้าวมีวัตถุแห้ง 90.95% โปรตีนรวม 28.47% ไขมันรวม 52.09 % เยื่อใยรวม 0.00% คาร์โบไฮเดรตที่ละลายง่าย 8.92% เถ้า 1.47% แคลเซียม 0.097% ฟอสฟอรัส 0.54% และ พลังงานรวม 618.37 kcal/kg รวมทั้ง กรดไขมันชนิดอิ่มตัว 66.09% และ กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว 7.23% จากส่วนประกอบทางเคมีจะเห็นได้ว่า มีคาร์โบไฮเดรทที่ละลายง่าย และ เถ้าต่ำ แต่มีไขมันรวมสูง เมื่อเปรียบเทียบกับกากน้ำมันมะพร้าวที่สกัดจากโรงงาน ประพจน์และคณะ(2551) รายงานว่า มีส่วนประกอบทางเคมี โปรตีน 21.50 เยื่อใย 10.86 ไขมัน 8.54 เถ้า 7.11 ปริมาณไนโตรเจนฟรีแอกแทรกซ์ 51.99 % พลังงานรวม 4663.82 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัมของวัตถุแห้ง และแนะนำใช้กากน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารได้ไม่เกิน 20 % ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้ต้องการนำครีมน้ำมันมะพร้าวมาผสมในสูตรอาหารไก่กระทงเพื่อศึกษาสมรรถภาพการผลิต องศ์ประกอบซาก และเพื่อหาระดับการใช้ที่เหมาะสมต่อไป

วิธีการศึกษา

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบรูณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ใช้ไก่กระทงบริษัทเซนทาโก คละเพศ อายุ 1 วัน จำนวน 192 ตัว แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มๆละ 4 ซ้ำๆละ 12 ตัว กลุ่มทดลองจะได้รับสูตรอาหารคำนวณตามความต้องการของไก่กระทงตามคำแนะนำของ NRC (1994) โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะ 0-3 สัปดาห์ และระยะ 4-6 สัปดาห์) ดังนี้ กลุ่ม ที่ 1 สูตรอาหารเปรียบเทียบไม่ใช้ครีมน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารระดับ 0 % กลุ่ม ที่ 2 ใช้ครีมน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารระดับ 2% กลุ่ม ที่ 3 ใช้ครีมน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารระดับ 4% และกลุ่ม ที่ 4 ใช้ครีมน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารระดับ 6% เนื่องจากหากใช้ไขมัน หรือ น้ำมันในระดับสูงอาจทำให้สูตรอาหารเกิดการหืน และการที่สัตว์ได้รับปริมาณมากเกินความต้องการของร่างกายส่วนที่เหลือจะสะสมในส่วนของเนื้อเยื่อไขมัน (ศศิพันธ์ ,2546)

ขั้นตอนและวิธีการทดลอง

1. การเตรียมครีมน้ำมันมะพร้าว ที่ได้จากการผลิตน้ำมันมะพร้าวโดยวิธีสกัดเย็น เอาเฉพาะส่วนที่เป็นครีมนำไปตั้งไฟให้ครีมน้ำมันมะพร้าวมีลักษณะแห้ง มีความชื้นไม่เกิน 13 % เพื่อนำไปผสมในสูตรอาหารทดลอง

2. การศึกษาสมรรถภาพการผลิตไก่กระทง โดยสุ่มและชั่งน้ำหนักลูกไก่กระทงแต่ละกลุ่มตามแผนการทดลอง เลี้ยงในโรงเรือนระบบเปิด มีแกลบเป็นวัสดุรองพื้น และ กก เป็นเวลา 3 สัปดาห์ เมื่อลูกไก่อายุ 7 วันทำวัคซีนรวมป้องกันโรคนิวคาสเซิล และหลอดลมอักเสบติดต่อ

3. บันทึกข้อมูล น้ำหนักไก่เริ่มต้นทดลอง น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง ปริมาณอาหารที่กิน และอัตราการตายแต่ละสัปดาห์ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหา น้ำหนักตัวเพิ่ม อัตราการเปลี่ยนอาหาร และต้นทุนต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง สุ่มไก่ทดลองซ้ำละ 2 ตัว เพศผู้ 1 ตัว เพศเมีย 1 ตัว ฆ่าชำแหละ เพื่อศึกษาองค์ประกอบซาก แล้วนำข้อมูลที่ได้วิเคราะห์หาความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลอง ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test, DNMRT (อนันต์ชัย, 2542)

4. สถานที่ทดลอง ฟาร์มสัตว์ปีก สาขาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราชไสใหญ่ ระยะเวลาศึกษา เดือน ตุลาคม 2554 ถึง เดือน มกราคม 2555

Table 1 Ingredient Composition and Calculated Analysis of Experimental Diets

Ingredients (%)	Level of Coconut Oil Cream (%)							
	Age 0-3 Weeks				Age 4-6 Weeks			
Raw material	0.00	2.00	4.00	6.00	0.00	2.00	4.00	6.00
Ground Yellow Corn (8 %)	50.05	46.00	45.40	46.00	52.00	53.00	52.90.	54.00
Rice bran (12%)	7.00	8.00	8.00	8.00	7.00	5.00	6.00	6.00
Soybean meal (44%)	30.40	30.50	29.50	26.00	25.60	26.80	23.30	21.70
Fish meal (55%)	8.00	8..00	8.00	8.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Coconut Oil Cream (28.47%)	0.00	2.00	4.00	6.00	0.00	2.00	4.00	6.00
Oil	2.85	2.90	2.35	1.35	0.35	3.85	3.45	2.35
Oyster Shell	0.60	0.80	0.90	0.80	0.70	0.50	0.70	0.50
Monocalcium phosphate (P 21%)	0.30	0.80	0.80	0.80	0.70	0.30	0.70	0.60
DL- Methionine	0.20	0.40	0.30	0.40	0.40	0.40	0.40	0.30
Common Salt	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35
Pre-mixed	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Total(kg)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Cost (Bath/Kg)	16.00	16.09	15.72	15.06	17.51	16.21	15.77	14.89
Calculation								
Crude Protein	22.97	23.03	23.00	23.04	21.00	21.00	21.00	21.00
Metabolizable Energy (Kcal/Kg)	3050	3050	3050	3050	3206	3205	3211	3212
Calcium(%)	1.10	1.30	1.00	1.20	1.12	0.95	1.12	1.01
Phosphorus(%)	0.60	0.70	0.60	0.60	0.58	0.50	0.60	0.59
Methionine(%)	0.50	0.90	0.90	0.90	1.09	0.72	1.08	0.97
Lysine(%)	1.10	1.10	1.20	1.00	1.19	1.23	1.16	1.13

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

น้ำหนักตัวเพิ่ม และปริมาณอาหารที่กิน

ใน Table 2 พบว่าทุกช่วงอายุ คือ 0-3 ,4-6 สัปดาห์ และ ตลอดการทดลอง(0-6 สัปดาห์) ไก่ทดลอง มีน้ำหนักตัวเพิ่มและปริมาณอาหารที่กิน มีค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) จะเห็นได้ว่ากลุ่มไก่ทดลองที่ได้รับสูตรอาหารที่มีครีมน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหาร ระดับ 6 % มีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่มและปริมาณอาหารที่กินสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อาจเนื่องจาก ในสูตรอาหารที่มีครีมน้ำมันมะพร้าว มีความน่ากิน และช่วยลดฝุ่นผงในอาหารได้ส่วนหนึ่ง ทำให้อาหารจับตัวกันมากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับ รายงาน ของ Moteos และ Sell (1981) ว่า อาหารไขมันจะช่วยชะลอการเคลื่อนที่ ของอาหาร ในทางเดินอาหาร ให้ช้าลง ส่งผลทำให้โภชนะในอาหารถูกย่อยมากขึ้น และ การดูดซึมโภชนะต่างๆได้เพิ่มมากขึ้น จึงทำให้สัตว์มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น แต่ขณะเดียวกัน ในสูตรอาหารที่มีกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง ทำให้สูตรอาหารมีกลิ่นหืนง่าย อาจจะส่งผลให้คุณภาพทางเคมีของอาหารลดลงได้ ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณการกินอาหารของสัตว์ได้เช่นกัน แต่การทดลองครั้งนี้ แตกต่างจาก รายงาน ของ salmon (1986) ว่า สัตว์ปีกในระยะเล็ก มีข้อจำกัดในการตอบสนอง ต่อการย่อย และ การดูดซึมสารอาหารพลังงาน ได้ต่ำ และ ชมัยพร (2551) ในสูตรอาหาร ที่มีไขมันและพลังงานที่สูงมาก ทำให้ไก่กระทงกินอาหารลดลง

อัตราการเปลี่ยนอาหาร

ใน Table 2 พบว่าไก่ทดลอง อายุ 0-3 สัปดาห์ อัตราการเปลี่ยนอาหาร มีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกลุ่มที่ได้รับครีมน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหาร ระดับ 4 % มีอัตราการเปลี่ยนอาหาร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.36±0.67 แต่ช่วงอายุ 4 -6 สัปดาห์ อัตราการเปลี่ยนอาหาร ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) และไก่กลุ่มที่ได้รับครีมน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหาร 6 % มีอัตราการเปลี่ยนอาหาร เท่ากับ 2.08±0.83 ตลอดการทดลอง (อายุ 0-6 สัปดาห์) มีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) ไก่กลุ่มที่ได้รับครีมน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหาร 6 % ดีที่สุด เท่ากับ 1.82±0.78 ผลการทดลองครั้งนี้ สอดคล้องกับรายงานของ Burnham และ คณะ (1994) อาหารที่เสริมไขมัน มีผลทำให้อัตราการเปลี่ยนอาหารดีกว่าสูตรอาหารที่ไม่เสริมไขมัน ($p<0.01$) แม้ว่าไขมันที่ใช้แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากไก่กระทงอายุมากขึ้น ระบบทางเดินอาหารจะพัฒนามีความสามารถในการย่อยและการดูดซึมสาร อาหาร โดยเฉพาะไขมันดีขึ้น และดีกว่าในไก่กระทงอายุน้อย

ต้นทุนต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

ต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ดังแสดงใน Table 2 พบว่า ช่วงอายุ 0-3, 4-6 สัปดาห์ และตลอดการทดลอง (0-6 สัปดาห์) ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.01$) โดยพบว่า การใช้ครีมน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารระดับ 6 % มีผลทำให้ต้นทุนค่าอาหารต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p < 0.01$) จะเห็นได้ว่าในการประกอบสูตรอาหาร นอกจากใช้ข้าวโพดเป็นแหล่งพลังงานแล้ว มีความจำเป็นต้องเสริมน้ำมันพืช เพื่อให้มีพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในสูตรอาหารเพียงพอกับความต้องการของสัตว์ตามคำแนะนำของ NRC(1994) และน้ำมันพืชมีราคาค่อนข้างสูง จึงทำให้ต้นทุนค่าอาหารสูง และ กลุ่มที่ 1 กลุ่มเปรียบเทียบ ที่ไม่ใช้ครีมน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหาร จะเห็นว่าในช่วงอายุ 4-6 สัปดาห์ และ อายุ 0-6 สัปดาห์ มีต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม สูงกว่ากลุ่มอื่นๆ ดังนั้นจากการทดลองครั้งนี้ สามารถใช้ครีมน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารได้ถึง 6% เมื่อพิจารณาถึงต้นทุนค่าอาหารต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

Table 2 Effect of Coconut Oil Cream in Diets on Performance of Broilers

performance	Level of Coconut Oil Cream (%)			
	0	2	4	6
Weight initial (g/b)	53.53±7.30	53.74±7.33	55.41±7.44	54.8±7.40
Weight final (g/b)	2379.08±48.77	2352.72±48.50	2433.04±49.32	2590.76±0.76
Weight gain (g/b)	2,325.47±29.47	2298.98±47.94	2377.63±48.76	2535.96±50.35
Age 0-3 week	891.72±17.24	880.02±17.12	919.58± 17.50	932.51±17.48
Age 4- 6 week	1,433.75±21.86	1,418.96±21.74	1,458.05±20.04	1,603.45±23.11
Age 0-6 week	2,325.47±29.47	2,298.98±27.68	2,377.63±28.15	2,535.96±29.07
Feed intake(g/b/d)				
Age 0-3 week	1,264.88±20.52	1,261.77± 20.50	1,253.73±20.54	1,278.57± 20.64
Age 4-6 week	3,281.4±33.07	3,142.49±32.36	3,214.76±32.72	3,346.19±33.39
Age 0- 6 week	4,546.29±38.92	4,404.26±38.31	4,468.50±38.59	4,624.77±39.26
Feed conversion rate				
[1] Age 0-3 week	1.41±0.68ab	1.43±0.69a	1.36±0.67c	1.37±0.67bc
Age 4-6 week	2.28±0.87	2.21±0.86	2.20±0.85	2.08±0.83
[2] Age 0-6 week	1.95±0.80a	1.91±0.79b	1.87±0.79c	1.82 ±0.78d
Mortality (%)	0.36±0.6	0.36±0.6	0.24±0.48	0.12±0.34
Feed Cost per kilogram gain (bath/kg)				
[2] Age 0-3 week	22.77±2.73a	22.97±2.73a	21.46±2.65b	21.37±2.64b
[2]Ag e 4 -6 week	40.82±3.64a	35.90±2.45b	34.75±3.40bc	31.06±3.22c
[2]Age 0-6 week	33.41±2.85a	30.95±2.78b	29.62±2.77c	27.51±2.73d

Different letters represent statistically significant differences ($p<0.05$)[1] and ($p<0.01$)[2]

องค์ประกอบซากไก่กระทง

ดังแสดงใน Table 3 พบว่า ทุกองค์ประกอบซากของไก่กระทง % น้ำหนักซากไม่รวมเครื่องใน เนื้ออกหน้าอก สะโพก ปีก และ กึ๋น ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วน % น่อง และ ไขมันช่องท้อง ระหว่างเพศผู้กับเพศเมีย มีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) เพศผู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.04, 1.49 เพศเมีย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.13 และ 2.87 ตามลำดับ ซึ่ง Halvorson et al.(1988) อ้างโดย ชมัยพร (2551) รายงาน ว่า % ไขมันช่องท้องสูงเกิดจากการสะสมของไขมันที่เพิ่มขึ้น เกิดจากพลังงานใช้ประโยชน์ได้ในอาหารสูง และสอดคล้องกับรายงานของ Shen และ คณะ (1985) และ ศศิพันธ์ (2546) อ้างโดย ชมัยพร (2551) การเพิ่มพลังงานโดยไม่เพิ่มโปรตีนในอาหารทำให้อัตราส่วนของพลังงานต่อโปรตีน (Caloric: Protein) เพิ่มขึ้น ทำให้มีการสะสมของไขมันมากขึ้น ซึ่งการสะสมของไขมันส่วนใหญ่จะพบที่ช่องท้อง และใต้ผิวหนังของไก่เพศเมีย มากกว่า ไก่เพศผู้

Table 3 Composition of Carcass of Broiler at 6 Weeks

Level of coconut oil cream (%)	Live Body Weight (kg)	Dressing (%)	Breast (%)	Thigh (%)	Drumstick (%)	Wing (%)	Gizzard (%)	Fat Pad (%)
0	2400	84.51	23.20	13.81	10.77	8.67	1.04	1.86
2	2373	83.14	23.96	14.51	10.12	8.39	1.09	1.76
4	2420	81.80	22.66	14.61	10.62	8.02	1.00	1.86
6	2565	81.62	25.03	14.17	10.83	7.98	1.02	1.88
Male		82.20	23.16	14.40	11.04a	8.40	1.06	1.49b
Female		83.52	24.37	14.15	10.13b	8.13	1.01	2.87a
CV (%)	8.02	2.5969	8.4871	6.5171	3.7996	3.0661	6.6012	15.757

Different letters represent statistically significant differences ($p < 0.05$)

สรุปผล

การใช้ครีมน้ำมันมะพร้าวในสูตรอาหารไก่กระทง ตลอดการทดลอง (อายุ 0 - 6 สัปดาห์) สามารถใช้ได้ถึง 6 % มีผลทำให้น้ำหนักตัวเพิ่ม อัตราการเปลี่ยนอาหารดีที่สุด และต้นทุนค่าอาหารต่ำสุด สูตรอาหาร ไม่มีอิทธิพลต่อซากไก่กระทง ($p>0.05$) ขณะที่ไก่ เพศเมีย มีสัดส่วนของ น่อง (Drumstick) และไขมันช่องท้อง (Fat Fad) มากกว่าไก่เพศผู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.0277$, $p=0.0158$ ตามลำดับ) และไม่ปรากฏอิทธิพลร่วมระหว่างสูตรอาหารที่มีระดับครีมน้ำมันมะพร้าวกับเพศของไก่

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณประจำปี 2554

เอกสารอ้างอิง

ชมัยพร สิทธิเกษมกิจ. 2551. ศึกษาการใช้ประโยชน์ได้ของเนื้อในเมล็ดปาล์มน้ำมันอบแห้งไขมันเต็มที่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของไก่กระทง.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.นครศรีธรรมราช.

ประพจน์ มลิวัลย์ สมคิด ชัยเพชร และ พิน นวลศรีทอง. 2551. การประเมินคุณค่าทางโภชนาการของกากมะพร้าวในไก่พื้นเมือง. น.138-145 ใน : การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 สาขาสัตว์ และสัตวแพทยศาสตร์ กรุงเทพฯ.

ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส. 2546. อิทธิพลของปริมาณและสัดส่วนของไขวัว กับน้ำมันถั่วเหลืองในอาหารต่อการสะสมไขมันในซากไก่เนื้อ.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต,.มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น

อนันต์ชัย เขื่อนธรรม. 2542. หลักการวางแผนทดลอง.ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

AOAC, 2000. Official Method of Analysis.17th.ed, Association of Official Agricultural Chemists, Inc., Verginia.

Burnham, L.L., Cabrera, M.R. and Hancock, J.D. (1994). Effect of fat source and level on performance of broiler chicks. *Poult. Sci.* 73 : 110. (Abstr)

Moteos, G.G. and Sell. J.L. (1981). Nature of the extra metabolic effect of supplement fat used in semi-purified diets for laying hen. *Poult. Sci.* 60 : 1925-1930

N R C. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.

Salmon, R.E. (1986). Effect of nutrient density and energy to protein ratio on performance and carcass quality

การตรวจโรคมงคล่อเทียมของช้างเลี้ยงในจังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดพังงา ด้วยวิธี Indirect Haemagglutination Test

Melioidosis Detection in Captive Elephants in Surat Thani and Phang Nga Provinces Using Indirect Haemagglutination Test

วิภาวี แสงสร้อย[1*] โสภิดา พุทธะสุภะ[1] ภรณ์ทิพย์ ทองมณี[1] กรกช ทองธวัช[1] และ จิตรลดา บริพันธ์[1]

Wipawee Saengsoi,[1*] Sopida Puttasupa,[1] Porntip Thongmanee,[1] Korakot Thongthawat[1] and Jitlada Boripan[1]

บทคัดย่อ

โรคมงคล่อเทียมมีสาเหตุมาจากเชื้อแบคทีเรีย *Burkholderia pseudomallei* ซึ่งก่อให้เกิดอาการทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรังในมนุษย์และสัตว์ เนื่องจากยังไม่มีรายงานการสำรวจโรคนี้ของช้างในภาคใต้ตอนบนประเทศไทย งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการสำรวจโรคมงคล่อเทียมทางซีรั่มวิทยาของช้างเลี้ยงในปางช้างเขตจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดพังงา จากตัวอย่างจำนวน 84 ตัวอย่าง ที่นำมาตรวจหาแอนติบอดีชนิด IgG ต่อเชื้อ *B. pseudomallei* โดยวิธี indirect haemagglutination (IHA) test พบว่ามีตัวอย่างซีรั่มที่ให้ผลบวกต่อโรคมงคล่อเทียมร้อยละ 1.19 ให้ผลสงสัยร้อยละ 8.33 และให้ผลลบร้อยละ 90.48 แต่อย่างไรก็ตามวิธี IHA ไม่สามารถแยกระหว่างการติดเชื้อปัจจุบันกับการที่เคยได้รับเชื้อก่อนหน้า ดังนั้นการพบตัวอย่างที่ให้ผลบวกหรือน่าสงสัย ควรแยกสัตว์ตัวนั้นออกจากฝูง และควรตรวจซ้ำทุกๆ 6 เดือนจนกว่าระดับแอนติบอดีไตเตอร์ที่เฝ้าระวังจะคงที่

คำสำคัญ : โรคมงคล่อเทียม ช้างเลี้ยง indirect haemagglutination

Abstract

Melioidosis is an infectious disease caused by *Burkholderia pseudomallei*, which can cause both acute and chronic pathology in humans and animals. To date, there has not been a report on the disease in captive elephants in the upper southern part of Thailand. Therefore, this research aimed to survey the Melioidosis using indirect haemagglutination (IHA) test in captive elephants around Surat Thani and Phang Nga provinces. Eighty-four serum samples were examined for IgG antibodies against *B. pseudomallei*. The results showed 1.19 % of serum samples were positive, 8.33 % were suspected, and 90.48 % were negative. However, the IHA method is unable to distinguish between current infection and previous infection. Therefore, the positive or suspicious animal should be separated from the herd and the test should undergo repeated testing every 6 months, until the antibody titer is constant.

Keywords: Melioidosis, Captive elephant, Indirect haemagglutination

[1] สาขาเวชศาสตร์คลินิกทางสัตวแพทย์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ทุ่งใหญ่ นครศรีธรรมราช 80240

[1] Department of Veterinary Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Science, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Thungyai, Nakhon Si Thammarat 80240

* Corresponding author. E-mail: wipawee.s@rmutsv.ac.th

บทนำ

โรคมงคล่อเทียม (Melioidosis, Pseudoglanders, Whitmore's disease) เป็นโรคติดเชื้อแบคทีเรียโรคหนึ่งในมนุษย์และสัตว์ ลักษณะเฉพาะของโรคนี้คือ วิการเป็นหนอง หรือก้อนหนองคล้ายเนยแข็งที่ต่อมน้ำเหลืองและอวัยวะภายใน สาเหตุของมงคล่อเทียม คือเชื้อแบคทีเรียรูปแท่ง แกรมลบ ขนาดกลาง (0.5-1.0 x 1.5-5.0 µm) เคลื่อนไหวได้โดยอาศัยแฟลคเจลลาที่ปลายทั้งสองข้าง ต้องอาศัยออกซิเจนในการอยู่รอด อาศัยอยู่ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเชื้อไม่สร้างสปอร์ แต่สามารถสร้าง hydrated glycocalyx polysaccharide capsule เพิ่งได้รับการจัดกลุ่มใหม่คือ *Burkholderia pseudomallei* แทน *Pseudomonas pseudomallei* (Sprague, 2004) เจริญเติบโตได้ในดินที่มี pH 4-8 ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 10-15 และอุณหภูมิ 4-42 องศาเซลเซียส แต่ไม่เพิ่มจำนวนในน้ำกร่อย หรือน้ำเค็ม สามารถแยกได้จากดินและน้ำโคลนในเขตที่มีโรคนี้ประจำถิ่น เชื้อจะอาศัยใน rhizosphere (Pitt *et al*., 2000) สามารถมีชีวิตในน้ำที่อุณหภูมิห้อง และอยู่ได้นาน 8 สัปดาห์ ส่วนน้ำในโคลนอยู่ได้นาน 7 เดือน และในดินที่อยู่ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อยู่ได้นาน 30 เดือน เชื้อจะพบในชั้นผิวดิน ชั้นดินเหนียว และพบได้เสมอในชั้นดินที่ลึกลงไป 25-120 เซนติเมตร แบคทีเรียชนิดนี้ไม่ทนต่อรังสี UV หรือแสงอาทิตย์ (*ศุภลักษณ์*, 2544) ดังนั้นผิวน้ำและดินจึงเป็นแหล่งเก็บกักโรคที่สำคัญ มีรายงานที่เชื่อว่าโรคนี้ติดต่อกันได้ระหว่างคน (Groves, 1979) การติดต่อของโรคมงคล่อเทียมระหว่างสัตว์และคนมีรายงานน้อยมาก แต่มีความเป็นไปได้ที่คนจะติดเชื้อเข้าสู่บาดแผลจากการสัมผัสสิ่งคัดหลั่งของสัตว์ที่เป็นโรค โดยทั้งคนและสัตว์สามารถติดโรคนี้โดยสัมผัสกับดินหรือน้ำที่ปนเปื้อนเชื้อ กลไกการติดเชื้อขั้นแรกที่สำคัญคือ เชื้อเข้าทางแผลถลอก และอาจติดเชื้อโดยการหายใจเอาฝุ่นที่มีเชื้อ หรือกินน้ำที่มีเชื้อเข้าไป การเกิดโรคนี้ทั้งในคนและในสัตว์พบมากในช่วงฤดูฝน (Choy *et al*., 2000)

ช้างเป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม มีการใช้ชีวิตสัมผัสกับดินโคลน จึงมีโอกาสติดเชื้อโรคมงคล่อเทียมได้เช่นเดียวกับ โค กระบือ แพะ แกะ และสุกร เป็นต้น (Limmathurotsakul *et al*., 2012) โดยในปัจจุบันได้มีการนำช้างมาใช้ในธุรกิจท่องเที่ยวกันอย่างแพร่หลาย ทำให้ช้างมีความใกล้ชิดกับทั้งนักท่องเที่ยวและคนเลี้ยงมากขึ้น นอกจากนี้ในบริเวณภาคใต้ตอนบนยังมีการเลี้ยงช้างเพื่อใช้งานลากไม้ยางพาราในพื้นที่ที่ยานพาหนะไม่สามารถเข้าถึงได้ ทำให้สภาพแวดล้อมการใช้ชีวิตของช้างเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมซึ่งอยู่ในป่า มาอยู่ในปางช้างและในชุมชน ทำให้มีโอกาสสัมผัสกับเชื้อโรคทั้งจากคนและจากสัตว์ได้มากขึ้น อีกทั้งในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาถึงการเกิดโรคมงคล่อเทียมในช้างอย่างจริงจัง โดยเฉพาะการศึกษาในช้างเลี้ยงทางภาคใต้ตอนบนของประเทศไทย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการสำรวจเกิดโรคมงคล่อเทียมในช้างเลี้ยงในภาคใต้ตอนบนโดยใช้วิธี indirect haemagglutination test (IHA) เนื่องจากเป็นวิธีที่ใช้ค่าใช้จ่ายน้อย ทำได้ง่ายและมีความไวสูงโดยเลือกทำการศึกษาในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดพังงาซึ่งมีปางช้างและช้างที่ใช้งานเพื่อลากไม้ค่อนข้างมาก เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการป้องกันและควบคุมโรคสัตว์สู่คนทางด้านสาธารณสุขได้ต่อไป

วิธีการศึกษา

ตัวอย่างที่ศึกษา

ทำการซักประวัติ ตรวจร่างกาย และเก็บตัวอย่างซีรั่มจากช้างเลี้ยงจำนวน 84 เชือก (Figure 1) โดยเป็นช้างเลี้ยงที่อยู่ในจังหวัดสุราษฎร์ธานีจำนวน 28 เชือก และจังหวัดพังงา จำนวน 56 เชือก ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างเลือดจาก

ช้างเลี้ยงทุกตัวที่พบในปางช้างและช้างที่ใช้ลากไม้ โดยเก็บเลือดจากหลอดเลือดดำบริเวณใบหู (ear vein) ปริมาณ 10 มิลลิลิตรต่อเชือก (Figure 2) ใส่ในหลอดเก็บเลือดที่ไม่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือดในกล่องน้ำแข็งอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อทำการขนส่งตัวอย่างซีรั่มไปตรวจ ณ ห้องปฏิบัติการแผนกอิมมูนและซีรั่มวิทยา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคใต้ จังหวัดนครศรีธรรมราช



Figure 1 History taking and physical examination of an elephant in the elephant camp.



Figure 2 Blood collection from ear vein of an elephant (arrow).

วิธีการตรวจ

การตรวจหาแอนติบอดีชนิด IgG ต่อเชื้อ *B. pseudomallei* ด้วยวิธี IHA test โดยนำตัวอย่างซีรั่มที่ต้องการทดสอบหยอดลงใน deep well microplate หลุมละ 50 ไมโครลิตร แล้วนำไป inactivate ใน water bath ที่ 56 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที จากนั้นเติม 5% sRbc glutaraldehyde หลุมละ 450 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่อง shaker และ incubate ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงที่ 2,000-2,500 รอบต่อนาที นาน 10 นาที เพื่อให้ได้ absorbed serum จากนั้นเติมPBS 50 ไมโครลิตร ลงใน U-shape microplate 96 wells คอลัมน์ที่ 2 - 9 และ 11 แล้วดูด absorbed serum ที่เตรียมไว้ปริมาณ 50 ไมโครลิตร ลงใน microplate คอลัมน์ที่ 1, 2 และ 12 ทำการเจือจางซีรั่ม 50 ไมโครลิตร จากคอลัมน์ที่ 2 ถึง 9 (two-folds serial dilution) เติม 0.5% sensitized antigen 50 ไมโครลิตร ลงในแถวที่ 1 ถึง 10 เติม 5% sRbc glutaraldehyde ที่เตรียมจากเม็ดเลือดแดงแกะ 50 ไมโครลิตร ลงในแถวที่ 11 และ 12 (Table 1) เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่อง shaker ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 2 ชั่วโมง จึงทำการอ่านผล (สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ, 2552)

Table 1 IHA test procedure for *B. pseudomallei* antibody detection in a deep well microplate.

Titer	1:10	1:20	1:40	1:80	1:160	1:320	1:640	1:1,280	1:2,560	Ctrl Ag	Ctrl sRBC	Ctrl Serum
Well No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.Diluent (µl)	0	50	50	50	50	50	50	50	50	0	50	0
2.Absorbed serum (µl)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	0	0	50
Mixed and transfer from well no. 2-9	 discard											
3. 0.5% Melioidin sRbc Antigen (µl)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	0	0
4. 0.5% sRbc glutaral-dehyde (µl)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50

การอ่านผล

ดูปฏิกิริยาการจับกลุ่มระหว่างแอนติเจนกับแอนติบอดีจากการจับกลุ่มของเม็ดเลือดแดง (haemagglutination) กับซีรั่มทดสอบโดยพิจารณาที่หลุมสุดท้ายที่มีการจับกลุ่ม (หลุม 12) ของแต่ละแถว ซึ่งเป็นหลุมควบคุมต้องไม่มีการรบกวนจาก heterophile antibody คือไม่มีการเกาะกลุ่มของเม็ดเลือดแดง (Figure 3) อีกทั้งค่าไตเตอร์ของซีรั่มควบคุมผลบวกและซีรั่มควบคุมผลลบจะต้องเท่าเดิมทุกครั้งที่ทำการทดสอบ การแปลผล หากซีรั่มมีแอนติบอดีไตเตอร์ที่ มากกว่าหรือเท่ากับ 1:320 ถือว่าให้เป็นบวก ซีรั่มที่มีแอนติบอดีไตเตอร์ที่ 1:160 ตัดสินเป็นผลสงสัย และซีรั่มมีแอนติบอดีไตเตอร์ต่ำกว่า 1:160 ถือว่าให้ผลเป็นลบ

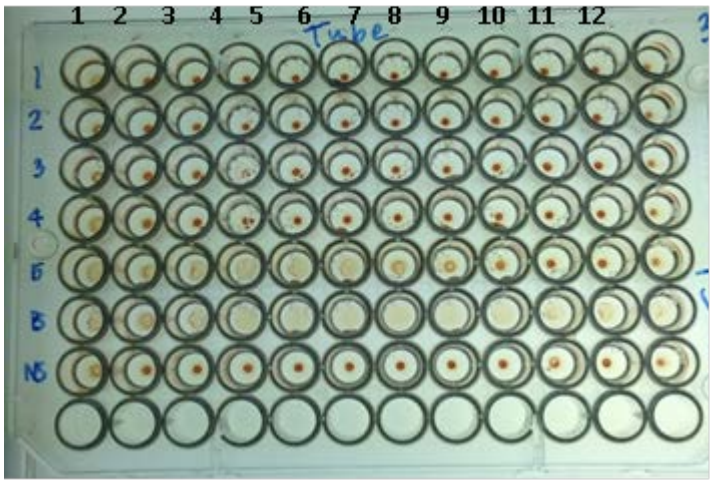


Figure3 Interpretation of test results by reading agglutination patterns in well 12 of each row.

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยคำนวณและแสดงค่าเป็นร้อยละ (%) ของการพบตัวที่ให้ผลลบ ผลสงสัย และผลบวก โดยวิธี IHA test จากจำนวนตัวอย่างที่ตรวจทั้งหมด

ผลการศึกษา

ตัวอย่างซีรั่มจากช้างเลี้ยงจำนวน 84 เชือก ในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดพังงา พบว่ามีตัวอย่างซีรั่มที่ให้ผลบวกต่อโรคมงคล่อเทียมที่ระดับไตเตอร์มากกว่าหรือเท่ากับ 1:320 จำนวน 1 ตัวอย่าง ให้ผลสงสัยที่ระดับไตเตอร์เท่ากับ 1:160 จำนวน 7 ตัวอย่าง ซึ่งตัวอย่างซีรั่มที่ให้ผลบวกและตัวอย่างที่ให้ผลสงสัยล้วนมาจากช้างที่เลี้ยงอยู่ในจังหวัดพังงา และตัวอย่างซีรั่มที่เหลือจำนวน 76 ตัวอย่าง ให้ผลลบที่ระดับไตเตอร์น้อยกว่า 1:160 (Table 2)

Table 2 Numbers of melioidosis infection dependent on antibody titer level in elephant sera.

Provinces	Antibody titer level		
	≥ 1:320 (positive)	1:160 (suspected)	< 1:160 (negative)
Surat Thani (n=28)	0	0	28
Phang Nga (n=56)	1	7	48
Total number (%)	1 (1.19%)	7 (8.33%)	76 (90.48%)

อภิปรายผล

จากการสำรวจโรคมงคล่อเทียมของช้างเลี้ยงในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดพังงา มีตัวอย่างซีรั่มที่ให้ผลบวกต่อโรคมงคล่อเทียมจำนวน 1 ตัวอย่าง และให้ผลสงสัยจำนวน 7 ตัวอย่าง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาระบาดวิทยาการติดเชื้อ *B. pseudomallei* ในสวนสัตว์สงขลา โดยอรรถพร (2556) ไม่พบผลบวกในช้างเอเชียที่ทำการตรวจทั้ง 3 เชือก อาจเนื่องมาจากจำนวนตัวอย่างน้อย จึงทำให้โอกาสตรวจพบได้ยาก โดยเมื่อดูจากระดับไตเตอร์ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 1:160 ตามการศึกษาของนิตยาและ องอาจ (2551) พบการติดเชื้อ *B. pseudomallei* ใน โค แพะ แกะ สุกร และกวาง ร้อยละ 0.33 2.56 6.83 7.23 และ 7.23 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลงานวิจัยครั้งนี้ซึ่งพบการติดเชื้อในช้างเลี้ยงถึงร้อยละ 9.52 ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าสัตว์ทุกชนิดที่ทำการศึกษา จากการตรวจร่างกายของช้างเชือกที่ให้ผลบวกต่อโรคมงคล่อเทียมพบว่ามีตุ่มหนองที่ผิวหนังบริเวณส่วนท้ายของลำตัว และจากการซักประวัติจากเจ้าของช้างเชือกนี้ พบว่าช้างเชือกนี้มีนิสัยชอบเล่นโคลน จึงมีความเป็นได้ที่ช้างเชือกนี้มีการติดโรคมงคล่อเทียมจริง โดยอาจได้รับเชื้อ *B. pseudomallei* *จากแหล่งดินโคลนที่ช้างอาศัยอยู่* ซึ่งได้มีการตรวจพบเชื้อ *B. pseudomallei* จากดินในภาคต่างๆ ของประเทศไทย โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือตรวจพบเชื้อมากที่สุดถึง 50% ของบริเวณที่เก็บตัวอย่างดิน รองลงมาได้แก่ ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคเหนือ (Vuddhakul *et al*., 1999) ซึ่งเป็นที่น่าสนใจว่าจากการสัมภาษณ์ควาญช้างเกี่ยวกับแหล่งที่มาของช้างแล้ว พบว่าช้างบางส่วนมาจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ จึงมีความเป็นไปได้เช่นกันที่ช้างจะได้รับเชื้อจากถิ่นที่อยู่อาศัยเดิมก่อนมาอยู่ที่ภาคใต้ ดังนั้นควรมีการตรวจโรคก่อนการขนย้ายช้างเพื่อป้องกันการระบาดของโรคไปยังที่ต่างๆ

วิธีการชันสูตรวินิจฉัยโรคมงคล่อเทียม ได้แก่ การเพาะแยกเชื้อ การวินิจฉัยโดยอาศัยเทคนิคทางอณูวิทยาและการทดสอบทางซีรั่มวิทยา ในการศึกษาเชิงสำรวจโรคมงคล่อเทียมในช้างเบื้องต้นครั้งนี้เลือกใช้วิธีการตรวจเดียวกับกรมปศุสัตว์ โดยใช้วิธี IHA เนื่องจากเป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายน้อย ทำได้ง่าย สะดวก และมีความไวสูงถึงร้อยละ 80-100 โดยมีความจำเพาะสูงกว่าวิธี complement fixation test (CFT) ซึ่งให้ผลดีในแพะและสุกร แต่วิธี IHA มีข้อเสียคือ ไม่สามารถแยกระหว่างการติดเชื้อปัจจุบัน หรือจากการที่สัตว์เคยได้รับเชื้อมาก่อน ดังนั้นควรแยกสัตว์ตัวที่ให้ผลบวกหรือให้ผลสงสัยออกจากฝูงและตรวจเลือดซ้ำทุกๆ 6 เดือนจนกว่าไตเตอร์ที่เฝ้าระวังจะคงที่ จึงจะสรุปได้ว่าสัตว์เคยได้รับเชื้อมาแล้วและมีการสร้างภูมิคุ้มกันขึ้น แต่ถึงอย่างไรควรจะมีการยืนยันโดยวิธีการทางซีรั่มวิทยาอื่นๆ ที่มีความไวและความจำเพาะที่สูงกว่า หรือเป็นวิธีที่สามารถยืนยันได้ว่ามีการติดเชื้ออยู่ในขณะนั่น เช่น วิธี indirect fluorescent antibody test วิธี enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) และวิธี dot immunoassay สำหรับตรวจหา IgG หรือ IgM ซึ่งจะให้ผลดีในคน โดยวิธีการดังกล่าวอาจจะช่วยให้สามารถคัดแยกสัตว์ที่เป็นโรคแต่ไม่แสดงอาการ หรือแสดงอาการไม่เด่นชัดออกจากฝูง (สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ, 2552) ส่วนในช้างยังไม่มีรายงานหรือการศึกษาถึงความไวและความจำเพาะของแต่ละวิธีที่ใช้ทดสอบ หรือการยืนยันถึงการติดเชื้อในช้าง ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาถึงวิธีการตรวจวินิจฉัยโรค อาการทางคลินิก และปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับกับการเกิดโรคในช้าง รวมทั้งควรมีการเก็บตัวอย่างดินจากสิ่งแวดล้อมในบริเวณที่อยู่อาศัยของช้างเพื่อค้นหาแหล่งที่มาของการติดเชื้อ เนื่องจากผิวน้ำและดินเป็นแหล่งเก็บกักโรคที่สำคัญ เพื่อเป็นการเฝ้าระวังโรคและหาแนวทางในการป้องกันโรคต่อไป

สรุป

งานวิจัยนี้เป็นรายงานแรกที่ตรวจพบการเกิดโรคมงคล่อเทียมในช้างเลี้ยงในบริเวณภาคใต้ตอนบนของประเทศไทย โดยการตรวจจากซีรั่มช้างด้วยวิธี IHA test มีความเป็นไปได้ว่าช้างเหล่านี้อาจได้รับเชื้อมาจากดินและน้ำบริเวณที่ช้างอยู่อาศัย หรืออาจรับเชื้อมาจากถิ่นที่อยู่อาศัยเดิมก่อนการขนย้ายมาอยู่ในที่อยู่อาศัยปัจจุบัน ดังนั้นควรที่จะให้ความรู้ในเรื่องของโรคมงคล่อเทียมแก่ผู้เลี้ยงช้างและบุคคลที่เกี่ยวข้องทราบและตระหนักถึงความสำคัญของโรคนี้ อีกทั้งควรที่จะทำการศึกษาโรคนี้ในช้างอย่างจริงจังในเชิงลึกเพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรค

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่แผนกอิมมูนและซีรั่มวิทยา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคใต้ที่ให้ความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการในการทำวิจัยและให้ความรู้ทางด้านการตรวจโรคทางซีรั่มวิทยา อาจารย์และเจ้าหน้าที่ฝ่ายชันสูตร คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช (ทุ่งใหญ่) ที่ทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

นิตยา ศรีแก้วเขียว และองอาจ เลาหวินิจ. 2551. การศึกษาการตรวจหาแอนติบอดีชนิด IgG ต่อเชื้อ *Burkhoderia pseudomallie* โดยวิธี ELISA และวิธี indirect haemagglutination test (IHA). น. 375-382. *ใน*: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 (สาขาสัตว์ และสัตวแพทยศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จ. กรุงเทพฯ.

สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ. 2552. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเรื่องการประเมินผลการชันสูตรโรค Brucellosis และ Melioidosis ในสัตว์. สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ กรมปศุสัตว์ จ. กรุงเทพฯ. 3-4 มิถุนายน 2552.

ศุภลักษณ์ จันทร์อุดม. 2544. โรคมงคล่อเทียมในแกะเนื้อพันธุ์ซานตาอินเนสและการตรวจหาระดับภูมิคุ้มกันในปศุสัตว์, น.113-120. ใน : การประชุมสรุปผลการดำเนินงานวิจัยประจำปี 19-22 มิถุนายน 2544. โรงแรมโลตัสปางสวนแก้ว จ. เชียงใหม่.

อรรถพร จีนพันธ์. 2556. ระบาดวิทยาการติดเชื้อ *Burkholderia pseudomallei* ในสวนสัตว์สงขลา ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ระบาดวิทยาทางสัตวแพทย์) สาขาระบาดวิทยาทางสัตวแพทย์ ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 71 หน้า.

Choy, J.L., Mayo, M., Janmaat, A. and Currie, B.J. 2000. Animal melioidosis in Australia. Acta Tropica 74: 153-158

Groves, M.G. 1979. Melioidosis in CRC Handbook series in Zoonosis, Section A:bacterial,Rickettsial and mycotic Diseases, Vol.1 Steele,J.H.,(Ed). CRC Press,Boca Raton, FL pp 465-472.

Limmathurotsakul, D., Thammasart, S., Warrasuth, N., Thapanagulsak, P., Jatapai, A.,Pengreungrojanachai, V., Anun, S., Joraka, W., Thongkamkoon, P., Saiyen, P., Wongratanacheewin, S., Day, N.P.J. and Peacock, S. J. 2012. Melioidosis in animals, Thailand, 2006-2010. Emerg Infect Dis 18: 325-327.

Pitt, T.L., Trakulsomboon, S. and Dance, D.A. 2000. Molecular phylogeny of Burkholderia pseudomallei. Acta Tropica 74: 181–185.

Sprague, L.D. and Neubauer, H. 2004. Melioidosis in animals: a review on epizootiology, diagnosis and clinical presentation. J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health 51(7): 305-320.

Vuddhakul, V., Tharavichitkul, P., Na-Ngam, N., Jitsurong, S., Kunthawa, B., Noimay, P., Noimay, P., Binla, A. and Thamlikitkul, V. 1999. Epidemiology of *Burkholderia pseudomallei* in Thailand. Am J Trop Med Hyg 60(3): 458.

การพัฒนาเครื่องแหวกร่องต้นข้าวเพื่อกลุ่มเกษตรกร

Development Separate Trunk Rice Machine for Farmers.

อำนวยพศ ทองคำ[1*]

Amnuaypos Thongkam[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ พัฒนา และทดสอบประสิทธิภาพเครื่องแหวกร่องต้นข้าวเพื่อเกษตรกร โดยเครื่องมีลักษณะส่วนหัวแหลมและส่วนท้ายกว้าง 57 เซนติเมตร ลำตัวเครื่องยาว 211.5 เซนติเมตร สูง 57 เซนติเมตร ซึ่งเมื่อเครื่องแหวกผ่านต้นข้าวแล้วจะทำให้แยกออกจากกันเป็นร่องทางเดิน ตัวเครื่องใช้เครื่องยนต์เล็กเป็นต้นกำลังส่งกำลังผ่านโซ่ ไปยังล้อให้หมุนซึ่งมีอัตราทด 6 : 1 พาเครื่องเคลื่อนที่โดยมีคนควบคุม เครื่องแหวกร่องต้นข้าวนี้เหมาะกับการใช้แหวกร่องในนาหว่าน ระยะห่างการแหวกร่องให้ห่างกัน 4 เมตร เพื่อให้ระยะของการพ่นยาถึงกันหรือซ้อนกัน ในแต่ละแนว ดำเนินการทดสอบในในพื้นที่เพาะปลูกข้าวที่บ้านไร่แตงโม ต.หนองแม่ไก่ อ.โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง ผลการทดลองพบว่าเครื่องแหวกร่องต้นข้าวสามารถแหวกร่องต้นข้าวให้ห่างออกจากกันเป็นร่องกว้าง 25 เซนติเมตร โดยไม่ทำให้ต้นข้าวเสียหาย ซึ่งจากการทดลองในนาข้าวพื้นที่ 1 ไร่ (1600 ตร.ม.) กว้าง 40 ม. ยาว 40 ม. แหวกร่องจำนวน 5 แนว ใช้เวลา ในการแหวกร่องต้นข้าวเฉลี่ย 4.21 นาที/ไร่ สิ้นเปลืองน้ำมันทั้งสิ้น 225 มิลลิลิตร เสร็จเร็วกว่าการใช้แรงงานคนแหวกร่อง 16.06 นาที มีประสิทธิภาพในการทำงานเฉลี่ยร้อยละ 70.70

คำสำคัญ : เครื่องแหวกร่องต้นข้าว

Abstract

The objective of this research is to design development and performance Testing Separate Trunk Rice Machine for Farmers. The machine can be separate into three parts, both head and tail are 57 cm. in length, while the body section is 211.5 cm. in length, with the height of 57 cm. In action, machine will past of Standing Rice and create a walkway, power from small engine will be transfer to the parting machine via chain to rotate with gear ratio of 6:1. Parting machine needs one man to operate. The machine is suitable to create a walkway in paddy-sown field for instillation; Separation between partings of the head rice should be 4 m. to produce efficient spray that overlapped each other. Experiments were done at Banraitangmo Nhongmaekai district, Phothong Prefecture, Angthong Province. Result of the experiment shows that parting machine can part nook of the head rice with width of 25 cm. without causing damage to the head rice, based on paddy with size of 1600 m. and width and depth of 40 m. each. To part of 5 walkways consume average time of 4.21 minutes, with fuel consumption of 225 milliliters, compared to manual labor to do the same task of 16.06 minutes. the field efficiency was 70.70 %.

Keywords: Separate Trunk Rice Machine

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พระนครศรีอยุธยา 13000

[1] Agricultural Machinery Technology Faculty of Agriculture and Agro-Industry Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Phra Nakhon Si Ayutthaya.

* Corresponding author: E-mail: Amnuay_thk@hotmail.com Tel: +66-8-1447-8817.

บทนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญพืชหนึ่งของประเทศไทยชนิดหนึ่ง จากสถิติพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีของประเทศไทยปี พ.ศ. 2555/2556 มีพื้นที่เพาะปลูกรวมทั้งประเทศ 65.158 ล้านไร่ ให้ผลผลิตรวมทั้งประเทศ 27.008 ล้านตัน มีผลผลิตต่อไร่เฉลี่ย 414 กิโลกรัม(ศูนย์สารสนเทศการเกษตร,2555) โดยวิธีการปลูกข้าวของเกษตรกรมีอยู่ 4 วิธี คือ นาหว่านน้ำตม นาหว่านดินแห้ง นาดำ และนาโยนกล้า โดยการทำนาด้วยวิธีนาหว่านน้ำตม นาหว่านดินแห้ง และนาโยนกล้านั้นลักษณะของต้นข้าวจะขึ้นแบบไม่เป็นแถว ไม่เป็นแนว ทำให้ยากต่อการบำรุงดูแลรักษาและป้องกันการรบกวนของแมลงศัตรูพืช เมื่อเกษตรกรลงปฏิบัติงานในแปลงนาจะเกิดการเหยียบย่ำต้นข้าว ก่อให้เกิดความเสียหายกับต้นข้าว จึงได้คิดค้นประดิษฐ์เครื่องมือในการแหวกร่องต้นข้าว เพื่อให้ต้นข้าวแยกออกจากกันเป็นร่องทางเดิน ทำให้ลดความสูญเสียและเสียหายของต้นข้าวเนื่องจากการเหยียบย่ำ โดยการทำงานจะอาศัยแรงงานคนในการควบคุมเครื่องดังกล่าว

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ประดิษฐ์เครื่องแหวกร่องต้นข้าวเพื่อเกษตรกร โดยออกแบบ และสร้างเครื่องให้เกิดความสะดวกรวดเร็ว ทำงานง่าย ลดความเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าในการปฏิบัติงาน โดยมีพื้นฐานแนวคิดในการติดตั้งเครื่องยนต์ขนาดเล็กเป็นตัวช่วยในการขับเคลื่อนเครื่องแหวกร่องต้นข้าว

วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องแหวกร่องต้นข้าว ทดสอบสมรรถนะ โดยเก็บบันทึกข้อมูลภาคสนามที่บ้านไร่แตงโม หมู่ที่ 2 ต.หนองแม่ไก่ อ.โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง โดยมีการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 หมวด ดังนี้ คือ

1) การศึกษาการฉีดพ่นยาของเกษตรกร โดยการศึกษาถึงการลงในแปลงนาของเกษตรกรเพื่อฉีดพ่นยาซึ่ง ต้องเดินเหยียบย่ำลงในแปลงนาที่เต็มไปด้วยต้นข้าวได้รับความเสียหายรวมทั้งต้องเสียแรงมากกว่าปกติเมื่อต้องเดินผ่านต้นข้าวที่หนาและไขว่กันไปมาเพื่อพ่นยา แล้วนำมาวิเคราะห์การออกแบบ

2) ออกแบบเครื่องแหวกร่องต้นข้าว โดยการออกแบบให้ส่วนหัวของเครื่องที่นำหน้านั้นแหลมเพื่อเป็นตัวแหวกนำแทรกเข้าไประหว่างต้นข้าว และส่วนท้ายต้องกว้างเพื่อให้ต้นข้าวที่ผ่านส่วนท้ายของเครื่องแล้วแยกออกเป็นร่องดังภาพ

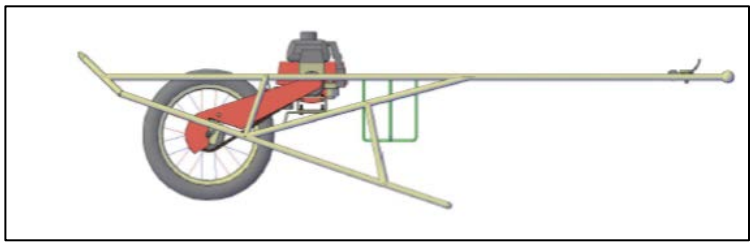


Figure 1 Separate Trunk Rice Machine Inside.

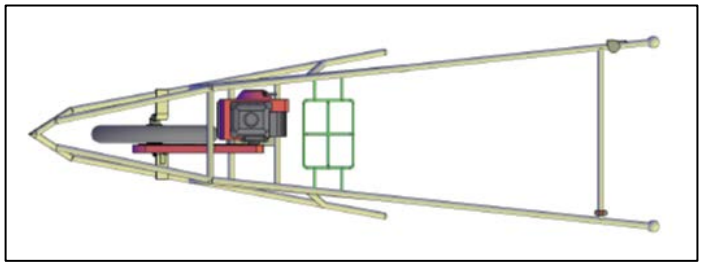


Figure 2 Designed to be the head of the Cape and The wide end to separate the rice into the groove.

ส่วนบนของเครื่องมีแขนยาวยื่นไปด้านหลังเพื่อเป็นโครงบังคับเครื่องโดยออกแบบให้ใช้ต้นกำลังเป็นเครื่องยนต์เล็กซึ่งส่งกำลังโดยโซ่ไปยังล้อยางเพื่อขับเคลื่อนที่

3) การศึกษาสมรรถนะเครื่องแหวกร่องต้นข้าวแบบภาคสนามที่มีการทำงานในพื้นที่จริง และแผนผังการทดสอบซึ่งมีการเก็บข้อมูล ความเร็วในการทำงาน ความสามารถในการทำงานเชิงไร่ ประสิทธิภาพในการทำงาน อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ดังสมการต่อไปนี้

การหาความสามารถในการทำงานเชิงไร่ จากสมการ

$$Ca = A / T \quad (1)$$

Ca = ความสามารถในการทำงานเชิงไร่ (rai per hour)

A = พื้นที่การทำงาน (rai)

T = เวลาในการทำงานทั้งหมด (hour)

การหาประสิทธิภาพในการทำงาน จากสมการ

$$Ef = Ts / T \quad (2)$$

Ef = ประสิทธิภาพในการทำงาน (%)

Ts = เวลาปฏิบัติงานไม่รวมเวลาสูญเสีย (hour)

T = เวลาในการทำงานทั้งหมดรวมเวลาสูญเสีย (hour)

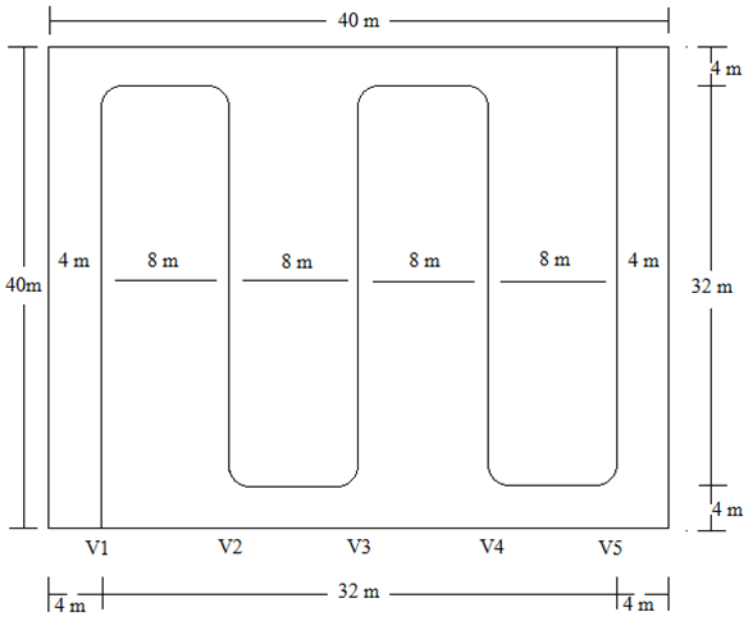


Figure 3 The schematic of performance in rice field .

จากแผนผังการทดสอบเก็บบันทึกข้อมูลภายในแปลงนาข้าวดังแสดงใน Figure 3 แปลงนาที่ทดสอบกว้าง 40 m. ยาว 40 m. ซึ่งเท่ากับ 1 ไร่ กำหนดให้ V1-V5 คือ แนวที่ทดสอบการแหวกร่องต้นข้าว และวัดความเร็วในการเคลื่อนที่ โดยเริ่มต้นที่ V1 และสิ้นสุดการทดสอบที่ปลายสุดของ V5 รวมทั้งจับเวลาการสูญเสียของการทดสอบด้วยโดยให้มีระยะต่างๆ ดังแผนผังซึ่งเป็นช่วงระยะที่แหวกร่องต้นข้าวแล้วสามารถพ่นยาได้เหมาะสมที่สุด ดีที่สุด



Figure 4 Separate Trunk Rice Machine



Figure 5 machine will past of Standing Rice and create a walkway.

จาก Figure 4, Figure 5 แสดงให้เห็นถึงเครื่องแหวกร่องต้นข้าว ซึ่งเมื่อเครื่องแหวกผ่านต้นข้าวแล้วจะทำให้ต้นข้าวนั้นแยกออกจากกันเป็นร่องทางเดินสำหรับฉีดพ่นฮอร์โมน หรืออาหารเสริมต่างๆ แก่ต้นข้าว ดังนั้นการแหวกร่องต้นข้าวเพื่อลดความเสียหายในการเหยียบย่ำต้นข้าว ทำให้การทำงานง่าย สะดวกมากยิ่งขึ้น และหลังจากการแหวกร่องต้นข้าวดังกล่าวแล้วต้นข้าวจะตั้งขึ้นเหมือนเดิมภายใน 5 วัน

4) การทดสอบภาคสนาม เป็นการทดสอบพื้นที่จริงโดยใช้แปลงนาของเกษตรกรเปรียบเทียบ 2 ตัวแปรคือ แบบใช้แรงงานคน และแบบใช้เครื่องแหวกร่องต้นข้าว

4.1 ตารางทดสอบการแหวกร่องต้นข้าวโดยใช้แรงงานคน

Table 1 Results performance Testing by The Farmars.

Test	Lost Time/ minutes	Real Time/ minutes	Time Total/ minutes
1	8.28	15.50	23.78
2	10.65	15.93	26.58
3	14.35	16.76	31.11
Average	**11.09**	**16.06**	**27.15**

จาก Table 1 ซึ่งเป็นผลจากการทดสอบโดยใช้แรงงานคนในการแหวกร่องต้นข้าว จะเห็นได้ว่าในแปลงที่ 1ผู้ทดสอบยังไม่เหนื่อยล้ามากจึงมีความสูญเสียเวลาอยู่ในระดับหนึ่ง และเวลาในการทดสอบจริง 15.50 นาที แต่ในแปลงที่ 2 และแปลงที่ 3 เกิดความเหน็ดเหนื่อย เมื่อยล้ามากขึ้น จึงมีความสูญเสียเวลามากขึ้นตามลำดับ รวมถึงการใช้เวลาทำงานจริงมากขึ้นตามไปด้วย เป็นผลทำให้ในภาพรวมใช้เวลาในการแหวกร่องต้นข้าวมากขึ้นตามลำดับ

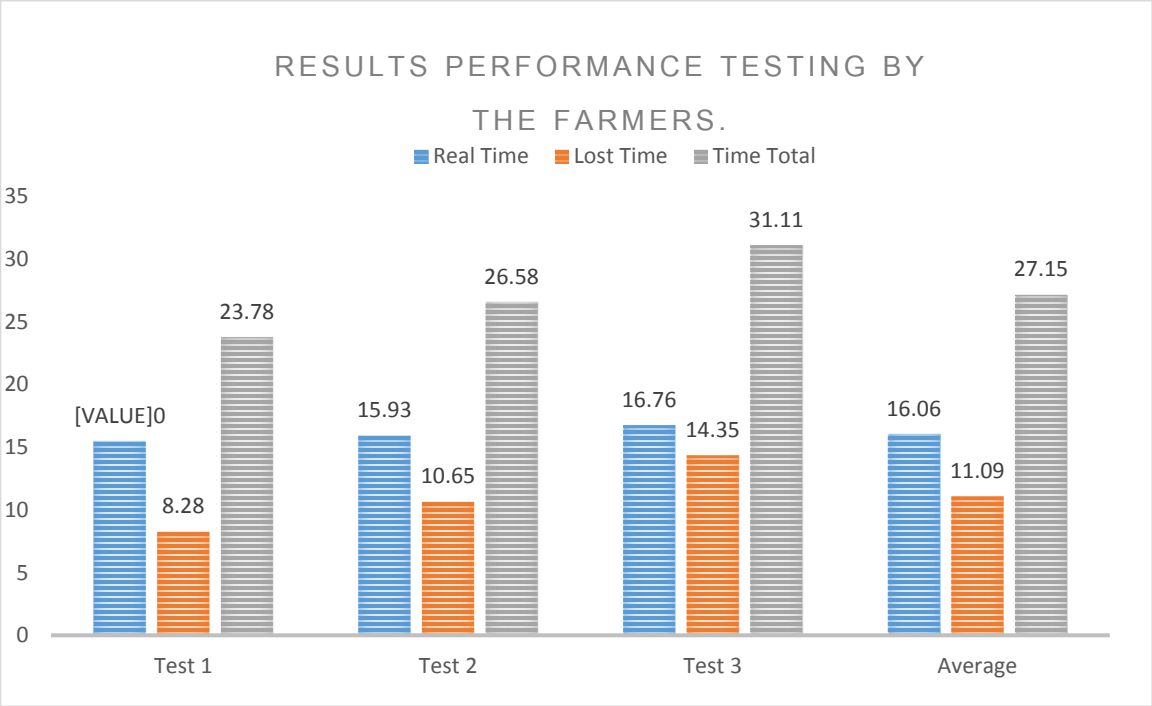


Figure 3 performance Testing by The Farmers.

4.2 ตารางทดสอบการแหวกร่องต้นข้าวโดยใช้เครื่องแหวกร่องต้นข้าว

Table 2 Results performance Testing Development Separate Trunk Rice Machine

Test	Lost Time/ minutes	Real Time/ minutes	Time Total/ minutes	Fuel/ ml
1	2.56	3.69	6.25	325
2	2.04	4.44	6.48	230
3	0.60	4.50	5.10	120
Average	**1.73**	**4.21**	**5.94**	**225**

จาก Table 2 เป็นผลการทดสอบโดยใช้เครื่องแหวกร่องต้นข้าว จะเห็นได้ว่าความสูญเสียเวลาในการทดสอบแปลงที่ 1, 2, 3 นั้นเวลาลดลงตามลำดับอันเป็นผลมาจากผู้ทดสอบควบคุมเครื่องได้เข้าใจ และรู้แนวทางของการทดสอบได้ดีขึ้นเป็นผลทำให้เสียเวลาจากการทดสอบลดลงตามลำดับ แต่ขณะเดียวกันผู้ควบคุมเครื่องเริ่มมีความเหนื่อยเมื่อยล้ามากขึ้นในแปลงที่ 2, 3 ทำให้ใช้เวลาทดสอบจริงมากขึ้นตามลำดับ อีกตัวแปรหนึ่งที่ทำให้ใช้เวลามากขึ้นหรือน้อยลงในการทดสอบคือ พื้นดินของแปลงนามีน้ำมากหรือน้อยรวมทั้งดินเป็นโคลนมากน้อยเพียงใด แต่พื้นที่แปลงนาจากการทดสอบครั้งนี้ในแปลงนามีน้ำน้อยมาก และดินไม่หล่มมาก

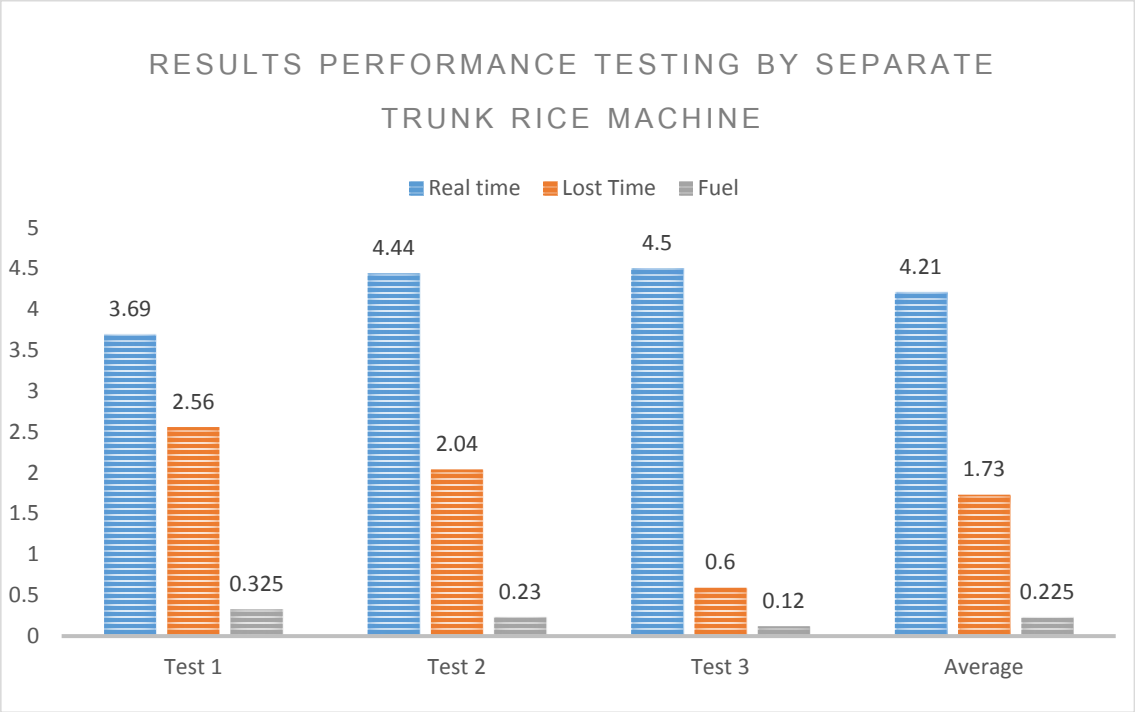


Figure 4 performance Testing by Separate Trunk Rice Machine.

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการทดสอบเครื่องแหวกร่องต้นข้าวโดยเก็บข้อมูลการทำงานของเครื่องแหวกร่องต้นข้าวแบบภาคสนามลงทดสอบในแปลงนาข้าวของเกษตรกร ซึ่งมีระยะเวลาของการปลูกข้าวที่ 70 วัน และอยู่ในช่วงที่ต้องบำรุงต้นข้าวให้แข็งแรงสมบูรณ์โดยการทดสอบการแหวกร่องต้นข้าวแบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ

วิธีที่ 1. ทดสอบโดยใช้แรงงานคน

วิธีที่ 2. ทดสอบโดยใช้เครื่องแหวกร่องต้นข้าว

จากการทดสอบทั้ง 2 วิธี และบันทึกเก็บข้อมูลดัง Table1ซึ่งเป็นการทดสอบโดยใช้แรงงานคนซึ่งเป็นเกษตรกร โดยแบ่งแปลงนาออกเป็นแปลงๆ ละ 1 ไร่ เท่าๆกันทั้ง 3 แปลง ส่วน Table 2 เป็นการทดสอบโดยใช้เครื่องแหวกร่องต้นข้าวและดำเนินการแบ่งแปลงนาทดสอบออกเป็น 3 แปลงเช่นเดียวกัน และเก็บข้อมูลผลการทดสอบ และนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกัน

3.1 เปรียบเทียบการใช้แรงงานคนแหวกร่องต้นข้าว กับการใช้เครื่องแหวกร่องต้นข้าว

Table 3 Results performance Testing The Farmers and Machine

Test	Lost Time/ minutes	Real Time/ minutes	Time Total/ minutes	Performance %	feild capability rai / hour
1. Farmers	11.09	16.06	27.15	59.16	0.062
2. Machine	2.06	4.21	5.94	70.70	0.238
Distinction	**9.03**	**11.85**	**21.21**	**11.54**	**0.176**

จาก Table 3 เป็นผลการทดสอบโดยใช้แรงงานคนแหวกร่องต้นข้าวเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องแหวกร่องต้นข้าว จะเห็นได้ว่าความแตกต่างในด้านความสูญเสียเวลาในการทดสอบของเครื่องน้อยกว่าคน 9.03 นาที เวลาที่ใช้ทดสอบจริงต่างกัน 11.85 นาที เวลารวมที่ใช้ทดสอบต่างกัน 21.21 นาที ประสิทธิภาพของเครื่องต่างกับแรงงานคน 11.54 % และมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ยของเครื่องต่างจากแรงงานคน 0.176 rai per hour ทั้งนี้มีตัวแปรที่สำคัญอีกคือ พื้นดินของแปลงนานั้นมีน้ำขังอยู่ในพื้นที่ของแปลงนามาก หรือน้อย รวมทั้งดินเป็นโคลนมากน้อยเพียงใด แต่พื้นที่แปลงนาจากการทดสอบครั้งนี้ ในแปลงนามีน้ำน้อยมาก และดินไม่หล่ม ทำให้การเคลื่อนที่เป็นไปด้วยดี

3.2 เปรียบเทียบความเร็วเฉลี่ยในการเคลื่อนที่แหวกร่องต้นข้าวในแปลงนา ทั้งแบบใช้แรงงานเกษตรกร และแบบใช้เครื่องแหวกร่องต้นข้าว ดังนี้

1) แบบใช้แรงงานเกษตรกร จาก Figure 3 ซึ่งเป็นแผนผังของการทดสอบในแปลงนา ระยะความทางของการแหวกร่องใน 1 ไร่ จำนวน 3 แปลง มีระยะทางเฉลี่ย 200 เมตร/ไร่ จาก Table 1 ใช้เวลาในการแหวกร่องต้นข้าวจริงไม่รวมเวลาสูญเสียเฉลี่ย 16.06 นาที คิดเป็นความเร็วเฉลี่ยในการเคลื่อนที่การแหวกร่องต้นข้าว 12.45 เมตร/นาที

2) แบบใช้เครื่องแหวกร่องต้นข้าว จาก Table 2 จำนวนแปลงนาที่ทดลอง จำนวน 3 แปลงๆ ละ 1 ไร่ มีระยะทางเฉลี่ย 200 เมตร/ไร่ ใช้เวลาในการแหวกร่องต้นข้าวจริงไม่รวมเวลาสูญเสียเฉลี่ย 4.21 นาที คิดเป็นความเร็วเฉลี่ยในการเคลื่อนที่ของเครื่องแหวกร่องต้นข้าว 47.50 เมตร/นาที ซึ่งเป็นความเร็วที่เหมาะสม และไม่ทำให้ต้นข้าวหักเสียหาย

สรุปผล

จากการทดสอบการแหวกร่องต้นข้าวในแปลงนาทดลองโดยใช้แรงงานคนเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องแหวกร่องต้นข้าว พบว่า

1 การแหวกร่องต้นข้าวโดยใช้แรงงานคนใช้เวลาจริงไม่รวมเวลาสูญเสียเฉลี่ยต่อไร่16.06 นาที มากกว่าเครื่องแหวกร่องต้นข้าว 11.85 นาที

2 การแหวกร่องต้นข้าวโดยใช้แรงงานคนมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 0.62 ไร่/ชั่วโมง น้อยกว่าเครื่องแหวกร่องต้นข้าว 0.176 ไร่/ชั่วโมง

3 การแหวกร่องต้นข้าวโดยใช้แรงงานคนมีประสิทธิภาพในการทำงานเฉลี่ย 59.16 % น้อยกว่าเครื่องแหวกร่องต้นข้าว 11.54 %

4 การแหวกร่องต้นข้าวโดยใช้แรงงานคนแหวกร่องได้ระยะทางในการแหวกร่องต้นข้าวเฉลี่ย 12.45 เมตร/นาที น้อยกว่าเครื่องแหวกร่องต้นข้าว 35.05 เมตร/นาที

ดังนั้นประสิทธิภาพ และความสามารถโดยรวมของเครื่องแหวกร่องต้นข้าวดีกว่าการใช้แรงงานคนแหวกร่องต้นข้าวประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายต่างๆ จึงเป็นเครื่องที่เหมาะกับเกษตรกรที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการทำนาต่อไป

คำขอบคุณ

ผู้เขียนขอขอบคุณนายขวัญเมือง ลาภประทุม เกษตรกรทำนาบ้านไร่แตงโม ต.หนองแม่ไก่ อ.โพธิ์ทอง จ.อ่างทอง ที่ให้ความอนุเคราะห์แปลงนาในการทดลองทั้งหมดจนสำเร็จลุล่วง และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่จัดสรรงบประมาณในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

วินิต ชินสุวรรณ. 2530. เครื่องจักรกลการเกษตรและการจัดการเบื้องต้น. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร. คณะ วิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.220 หน้า.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2555. “การพยากรณ์ผลผลิตการเกษตร”. ปีที่ 27 : ฉบับที่ 4 (ธันวาคม,2555) .

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว .2555. องค์ความรู้เรื่องข้าว. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : http//www. Brr.in.th/rkb/management/index.php-file=content.php&id=2.htm. 7 ,b56okpo 2557.

Smith, Sims and O’Neill. 1994. Testing and Evaluation of Agricultural Machinery and Equipment. Food and Agriculture Organization of the United Nation Rome Italy,272 pp.

การใช้ฮอร์โมน $PGF_{2\alpha}$ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ และเหนี่ยวนำการเป็นสัดในโคเนื้อของเกษตรรายย่อย

The Use of Prostaglandin $F_{2\alpha}$ Programs to Improve Reproductive Performance and Estrus Synchronization of Beef Cows in Small Holder Farms

สหัส นุชนารถ[1*]

บทคัดย่อ

$PGF_{2\alpha}$ มีคุณสมบัติหลายประการ ในด้านการสืบพันธุ์สัตว์สามารถช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ และเหนี่ยวนำการเป็นสัดกับแม่โคเนื้อภายหลังการคลอดลูก งานทดลองครั้งนี้ศึกษาในฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา อ่างทอง และ สุพรรณบุรี ประกอบด้วย 2 งานทดลองคือ **งานทดลองที่ 1** มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ $PGF_{2\alpha}$ ในการเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ในแม่โคเนื้อ โดยใช้โคสายเลือด 25-75% บราห์มัน จำนวน 71 ตัว แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือควบคุม และกลุ่มที่ฉีด $PGF_{2\alpha}$ ในวันที่ 8-24 และ 35-38 หลังคลอด พบว่า ค่า กลูโคส Blood Uria Nitrogen (BUN) และ Beta-hydroxybutyric acid (BHBA) ในเลือด ในช่วง 4 สัปดาห์หลังคลอดและค่าดัชนีการสืบพันธุ์ไม่แตกต่างกัน ทางสถิติ ($p>0.05$) โดยอัตราการผสมติดครั้งแรกของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$) อีกทั้งค่าเฉลี่ยวันท้องว่างหลังคลอดของกลุ่มทดลอง (118.68วัน) สั้นกว่าที่พบในกลุ่มควบคุม(176.52วัน) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) **งานทดลองที่ 2** มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ $PGF_{2\alpha}$ เพื่อเหนี่ยวนำการเป็นสัดหลังคลอดลูกในแม่โคเนื้อสายเลือด 25-75% บราห์มัน จำนวน 39 ตัว แบ่งโคออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ เหนี่ยวนำการเป็นสัดด้วย การฉีด$PGF_{2\alpha}$ 25 mg พบว่า ค่าดัชนีการสืบพันธุ์ รวมทั้งอัตราการผสมติดครั้งแรกของทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ($p>0.05$) คือ 75.00 และ 73.68% ตามลำดับ โดยที่ค่าเฉลี่ยวันท้องว่างหลังคลอดของกลุ่มทดลอง(133.41วัน) สั้นกว่าที่พบในกลุ่มควบคุม(160.62วัน) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) จากการทดลองที่มีจำนวนโคทดลองที่น้อยนี้สรุปได้ว่า การใช้ $PGF_{2\alpha}$ มีศักยภาพสูงที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์แก่แม่โคเนื้อหลังคลอดได้ โดยที่ค่าเฉลี่ยวันท้องว่างหลังคลอดได้ลดลง 58วันและ 27วัน ในการทดลองที่หนึ่งและสองตามลำดับจากการใช้ $PGF_{2\alpha}$ แม้ความแตกต่างนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$)

คำสำคัญ: ฮอร์โมนพรอสตาแกลนดินเอฟทูแอลฟา ระบบสืบพันธุ์หลังคลอด การเหนี่ยวนำการเป็นสัด โคเนื้อ

Abstract

$PGF_{2\alpha}$ injection has been used to improve reproductive performances in postpartum beef cows and estrus synchronization in beef cows. Two experiments have been performed with the post partum cows of the farmers in Ayutthaya, Ang Thong and Suphan Buri provinces. In experiment 1, seventy one beef cows (25-75 % Brahman crossed) were randomly assigned into two groups (control group and $PGF_{2\alpha}$ administration group at 8- 24 and 35-38 days postpartum period.). It has been found that the concentrations of glucose, blood urea nitrogen and beta-hydroxybutyric acid in the serum and reproductive performance were not different significant.ly. However, the first service conception rate in the $PGF_{2\alpha}$ treated group was higher non-significantly ($p>0.05$) as well as the average of days open in the treated group (118.68 days) was shorter than that of the control group (176.52 days) non-significantly ($p>0.05$). In experiment .2, Thirty nine beef cows were randomly divided into control group and $PGF_{2\alpha}$ injected group receiving 25 mg $PGF_{2\alpha}$ 12-15 weeks

[1] คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

* Corresponding author. E-mail: agrihuntra@hotmail.com

post partum. The results of the studies indicated that the first service conception rate were not different significantly (p>0.05) in the control (75%) and treated groups (73.68%) respectively. Whereas, the average of days open in the treated group (133.41 days) was shorter than that of the control group (160.62 days) non-significantly (p>0.05). With the limitation of rather low numbers of experimental units, this studies have shown the potential of using $PGF_{2\alpha}$ to improve the reproductive performances in the post partum beef cows, as showing that the averages days open have been reduced, even non-significantly (p>0.05), 58 and 27 days in experiments one and two respectively in $PGF_{2\alpha}$ treated group.

Keywords: prostaglandin $F_{2\alpha}$, postpartum reproduction, estrus synchronization and beef cattle

บทนำ

การเลี้ยงโคเนื้อประสบปัญหาหลายประการ เช่น ปัญหาการขาดแคลนอาหารสัตว์ และปัญหาด้านการสืบพันธุ์เป็นต้น แต่เป็นปัญหาการสืบพันธุ์นับได้ว่ามีความสำคัญยิ่ง โดยเฉพาะการไม่กลับสัดหลังคลอดลูกที่มีระยะเวลานานจนส่งผลให้ช่วงห่างการตกลูกยาวนานตามมา การแก้ปัญหาระบบสืบพันธุ์ดังกล่าวสามารถแก้ไขได้ โดยการหาแนวทางเร่งให้แม่โคกลับมาเป็นสัดหลังคลอด และผสมติดให้เร็วโดยให้อยู่ในช่วงไม่เกิน 60-90 วัน หลังคลอด (ปราจีน และคณะ, 2548)

ในโคสามารถเหนี่ยวนำให้เป็นสัดได้โดยการฉีดฮอร์โมน Prostaglandin $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงผลของการใช้ $PGF_{2\alpha}$ ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ และเหนี่ยวนำการเป็นสัดกับแม่โคเนื้อภายหลังการคลอดลูกสำหรับเกษตรกรรายย่อย

วิธีการศึกษาวิจัย

งานทดลองครั้งนี้ศึกษาในฟาร์มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา อ่างทอง และสุพรรณบุรี ประกอบด้วย 2 งานทดลองคือ

<u>งานทดลองที่ 1</u> การใช้ Prostaglandin $F_{2\alpha}$ ในการเพิ่มประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ ในโคเนื้อ หลังคลอด

ใช้โคใช้แม่โคพันธุ์บราห์มัน เลือด 25-75% ของเกษตรกรรายย่อย ในเขต 3 จังหวัด คือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา อ่างทอง และสุพรรณบุรี เป็นหน่วยทดลองทั้งหมด 71 ตัว สุ่มแบ่งให้กับ treatment ทั้ง 2 วิธีในจำนวนเท่าๆ กัน คือ 1) ไม่ฉีดฮอร์โมน (กลุ่มควบคุม) และ 2) ฉีดฮอร์โมน $PGF_{2\alpha}$ 25 mg ต่อตัว ในวันที่ 8, 24 และ 35-38 หลังคลอด

กลุ่มสัตว์ทดลอง	**โปรแกรมการจัดการหลังคลอด**
ควบคุม	ไม่ใช้
กลุ่ม treatment	ฉีด $PGF_{2\alpha}$ 25 mg ต่อตัว ในวันที่ 8, 24 และ 35-38 หลังคลอด

การจัดการด้านระบบสืบพันธุ์

โดยมีการจับสัด 2 เวลา คือ 06.00 น และ 18.00 น. ทุกวัน และดำเนินการผสมเทียม โดยใช้พนักงานผสมเทียมที่มีความชำนาญคนเดียวตลอดงานทดลอง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เก็บข้อมูลคะแนนรูปร่างของโค(body condition score; BCS)ตามวิธีของ กรมปศุสัตว์ (2547) ด้วยค่าคะแนน1-9 ก่อนทดลอง และทุกๆ 15 วัน จนสิ้นสุดการทดลอง

2. ณ วันที่ 0 (วันคลอด) 7, 14, 21 และ 28 หลังคลอดจะทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเลือดที่โคนหาง เพื่อนำมาวิเคราะห์วัดระดับ ความเข้มข้น ของน้ำตาลกลูโคส ความเข้มข้นของ urea (blood urea nitrogen) กรดเบตาไฮดรอกซีบิวทาลิก (beta-hydroxy butyric acid; BHBA) โดยส่งเลือดเข้าตรวจในห้องปฏิบัติการ ณ ห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลสัตว์มหาวิทยาลัยขอนแก่น

3. ณ วันที่ 7±5, 24± 5, 45±5, 55±5 และ 60±5 หลังคลอด จะทำการตรวจระบบสืบพันธุ์ โดยตรวจการเข้าอู่ของมดลูก ขนาดของปีกมดลูก โดยใช้มือเปล่า (rectal palpation)

4. ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ หลังคลอด ได้แก่การจดบันทึกข้อมูลด้านจำนวนวันหลังคลอดถึงผสมเทียมครั้งแรก จำนวนวันหลังคลอดถึงมดลูกเข้าอู่ จำนวนวันท้องว่าง หรือ days open (จำนวนวันจากคลอดถึงผสมติด) จำนวนครั้งที่ผสมติด และอัตราการผสมติดครั้งแรก

<u>งานทดลองที่ 2</u> การใช้ Prostaglandin $F_{2\alpha}$ ในการเหนี่ยวนำการเป็นสัดในโคเนื้อ หลังคลอด

การเหนี่ยวนำการเป็นสัดในโคเนื้อหลังคลอด โดยใช้แม่โคพันธุ์บาร์มัน เลือด 25-75 % ของเกษตรกรรายย่อยในเขต 3 จังหวัด คือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา อ่างทอง และสุพรรณบุรี จำนวน 39 ตัว เป็นหน่วยทดลอง ที่มีจำนวนวัน 90±10 วัน หลังคลอด และยังไม่กลับสัด โดยแบ่งโคให้ได้รับโปรแกรมการใช้ Prostaglandin $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) ขนาด 25 mg ต่อตัว ดังต่อไปนี้

กลุ่มโค	โปรแกรมการเหนี่ยวนำการเป็นสัด
กลุ่ม 1	กลุ่มควบคุม
กลุ่ม 2	เหนี่ยวนำการเป็นสัดโดยฉีด $PGF_{2\alpha}$ 3 ครั้ง ดังนี้ ครั้งที่ 1 ณ 90±10 วัน หลังคลอด ถ้าโคเป็นสัดก็ผสม ถ้าไม่เป็นสัด ฉีดซ้ำห่างจากครั้งแรก 10-14 วัน หลัง ฉีด $PGF_{2\alpha}$
กลุ่ม 3	ฉีด $PGF_{2\alpha}$ ซ้ำห่างจากครั้งแรก 10-14 วัน และ ฉีด ซ้ำห่างจากครั้งที่สอง 8-10 ชั่วโมง ในโคจากกลุ่ม 2 ที่ไม่กลับสัดหลัง ฉีด $PGF_{2\alpha}$

การจัดการด้านระบบสืบพันธุ์

โดยมีการจับสัด 2 เวลา คือ 06.00 น และ 18.00 น. ทุกวัน โดยใช้ระบบการผสมเทียม ใช้พนักงานผสมเทียมที่มีความชำนาญ คนเดียวตลอดงานทดลอง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. เก็บข้อมูลคะแนนความสมบูรณ์ของร่างกายโคหรือ Body condition scores(BCS)ก่อนทดลอง และทุกๆ 15 วัน จนสิ้นสุดการทดลอง

2. สุ่มเก็บเลือดในวันที่ฉีด $PGF_{2\alpha}$ เพื่อวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของ urea (blood urea nitrogen) กลูโคส และ BHBA ในซีรัม โดยส่งเลือดเข้าตรวจในห้องปฏิบัติการ ณ.ห้องปฏิบัติการ โรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

3. เก็บข้อมูลประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ หลังคลอดได้แก่ เปอร์เซ็นต์การกลับเป็นสัดหลังฉีด $PGF_{2\alpha}$ เปอร์เซ็นต์การผสมติดในโคที่กลับเป็นสัดหลังเหนี่ยวนำการเป็นสัด จำนวนวันหลังคลอดถึงผสมเทียมครั้งแรก จำนวนวันท้องว่าง (จำนวนวันจากคลอดถึงผสมติด) จำนวนครั้งที่ผสมติด และอัตราการผสมติดครั้งแรก

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

นำข้อมูลตัวชี้วัดผลของการใช้ $PGF_{2\alpha}$ ในการเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ และการเหนี่ยวนำการเป็นสัดแบบเปรียบเทียบสัดส่วนโดยใช้ Chi-square test

ผลการทดลอง

งานทดลองที่ 1 โปรแกรมการใช้ Prostaglandin $F_{2\alpha}$ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ในแม่โคเนื้อหลังคลอด

ค่าคะแนนความสมบูรณ์ร่างกายโค(BCS)ทั้ง 2 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ฉีด $PGF_{2\alpha}$ ตลอดทั้ง 4 สัปดาห์ภายหลังคลอด พบว่า มีค่าคะแนนอยู่ในเกณฑ์พอใช้คือ ระดับคะแนน 4-5 และทุกสัปดาห์มีค่าไม่แตกต่างกัน (p>o.o5) (Table 1.)

Table 1. Body condition score (BCS) of beef cows postpartum period (1^{first} week – 4^{fort} week)(mean ± sd.)

Postpartum Period (week)		BCS in animals groups(score= 9) (treatment)	
		control(n=36)	$PGF_{2\alpha}$ injection(n=35)
BCS	First week	5.14 ± 1.07	4.60 ± 1.52
	Second week	4.71± 0.76	4.80±1.10
	Third week	4.57 ± 0.98	5.20 ± 1.30
	Forth week	4.71 ± 1.11	5.40 ± 1.34

Note : No significant differences (p>o.o5)

การเปลี่ยนแปลงค่าน้ำตาลกลูโคส ค่า BUN ค่า BHBA และ ในซีรั่มของแม่โคเนื้อหลังจากคลอด พบว่าทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p>o.o5) ดังแสดงในTable 2.

Table 2. Effect of $PGF_{2\alpha}$ injection in beef cows on glucose BUN, BHBA in serum during 4 weeks after calving (mean ± sd)

Postpartum period (week)	Treatments	
	control(n=36) (n=36)	$PGF_{2\alpha}$ injection(n=35)
Serum glucose (mg/dl.)		
First week	71.29 ± 9.76	76.20 ± 4.55
Second week	78.57 ± 7.09	78.40±9.21
Third week	72.43 ± 6.33	72.80 ± 2.77
Forth week	83.67 ± 7.63	74.20 ± 7.6
Serum BUN (mg./dl.)		
First week	21.43 ± 6.57	16.92 ± 8.53
Second week	15.71± 8.09	10.94 ± 4.40
Third week	16.53 ± 5.16	10.54 ± 11.71
Forth week	13.50 ± 5.80	16.56 ± 11.71
Serum BHBA (mg.%/dl.)		
First week	4.96 ± 1.65	6.04 ± 1.30
Second week	4.81± 3.08	3.94 ± 1.15
Third week	4.52± 0.95	4.00 ± 2.16
Forth week	3.65 ±1.14	5.74 ± 2.80

Note : No significant differences of each animal groups in each period (p>o.o5)

ค่าดัชนีการสืบพันธุ์ของโคทั้ง 2 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ได้รับ ฉีด $PGF_{2\alpha}$ ได้แก่จำนวนวันการเข้าอู่ของมดลูก จำนวนวันหลังคลอดจนถึงได้รับการผสมเทียมครั้งแรก จำนวนวันหลังคลอดจนถึงได้รับการผสมเทียมครั้งแรก จำนวนวันท้องว่าง(calving to conception) พบว่าไม่แตกต่างกัน ดังแสดงใน Table 3.

Table 3. Effect of $PGF_{2\alpha}$ injection in beef cows on reproductive performance after calving (mean ± sd).

Item	Treatment	
	Control	$PGF_{2\alpha}$ injection
No. beef cows(head)	36	35
No. days of uterine revolution(days)	26.11 ± 6.21	30.29 ± 3.34
No. days of calving to AI. service (days)	155.92 ± 87.33	114.35 ± 21.39
No. days of calving to conception) (days)	176.52 ± 66.94	118.68 ± 22.05
No. AI. Services per conception (time)	1.56 ±1.06	1.34 ± 0.45
First service conception rate (%)	66.66	77.14
	(24/36)	(27/35)

Note : No significant differences (p>o.o5)

งานทดลองที่ 2 โปรแกรมการใช้ Prostaglandin $F_{2\alpha}$ เหนี่ยวนำการเป็นสัดในแม่โคเนื้อที่ไม่เป็นสัด

ผลการประเมินค่าคะแนนความสมบูรณ์ของร่างกายโค(BCS) หลังคลอดระหว่างสัปดาห์ที่12-15 ของโคทั้ง 2 กลุ่ม และค่าคะแนนเฉลี่ยทุกสัปดาห์ไม่แตกต่างกัน (Table 4.)

Table 4. Body condition score (BCS) of beef cows at postpartum period (12^{th} week – 15^{th} week)(mean ± sd.).

Postpartum Period (week)		Treatments	
		Control	$PGF_{2\alpha}$ injection
BSC	12^{th} week	4.89 ±1.05	4.00 ±0.71
	13^{th} week	4.67 ±0.71	4.40 ±0.89
	14^{th} week	4.56±0.88	4.40 ±1.14
	15^{th} week	4.56±1.01	4.60 ±1.14

Note : No significant differences (p>o.o5)

ค่าน้ำตาลกลูโคส ค่า BUN และ ค่า BHBA ในซีรั่มของแม่โคเนื้อหลังจากคลอดขณะฉีด $PGF_{2\alpha}$ ในโคทั้ง 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันดัง Table 5.

Table 5. Effect of $PGF_{2\alpha_i}$ in blood parameter at 90 ± 10 days after calving (mean ± sd.)

Blood Parameter	Treatment		
	control	$PGF_{2\alpha}$ injection	
		unresponsive	responsive
Serum glucose (mg./dl.)	68.20±9.83	73.20±3.27	83.20±38.51
Serum BUN (mg./dl)	16.78±8.53	18.38±7.78	34.36±29.47
Serum BHBA (mg.%/dl.)	5.54±2.05	4.88±1.25	4.32±29.47

Note : No significant differences (p>o.o5)

การฉีด $PGF_{2\alpha}$ ให้กับแม่โคทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า ค่าดัชนีการสืบพันธุ์ไม่แตกต่างกันสถิติ ข้อมูลดัง Table 6.

Table 6. Effect of estrus synchronization programs ($PGF_{2\alpha}$ injection) on reproductive performance of beef cows at postpartum.(mean ± sd)

Reproductive performance	Treatments		
	Control	$PGF_{2\alpha}$ Injection	
		(program I)	(program II)
No. beef cows(head)	20	19	11
No. of days after calving to AI. service (days)	144.40± 75.13	126.44 ± 71.20	-
No. days of calving to conception or days open (days)	160.62 ± 83.10	133.41 ± 1.18	-
No. of AI. service per conception (time)	1.35 ±0.71	1.18 ± 0.39	-
Estrus resumption rate at $PGF_{2\alpha}$ injection (%) (no. of estrus cows/ no. of total cows)	–	42.10 (8/19)	25.00 (3/11)
Conception rate at First AI. Service (%)	75.00 (15/20)	73.68 (14/19)	

Note: No significant differences (p>o.o5)

อภิปรายผล

แม่โคเนื้อที่ใช้ในงานทดลองนี้มีค่าคะแนนร่างกายอยู่ในเกณฑ์พอใช้ กล่าวคือเมื่อใช้การประเมินระบบคะแนนเต็ม 9 งานทดลองนี้โคมีคะแนนอยู่ระหว่าง 4.6 – 5.14 คะแนน จึงหมายความว่าภายหลังคลอดโคเนื้อมีสภาพร่างกายไม่อ้วน ไม่ผอม (Spitzer and Herd, 1986 อ้างโดยกรมปศุสัตว์, 2547) แต่ถ้าสภาวะร่างกายมีค่าคะแนนต่ำกว่า 4 จะส่งผลให้การสืบพันธุ์เป็นไปอย่างล่าช้า และแม่โคที่คะแนนร่างกายเท่ากับ 5 หรือสูงกว่าจะมีสมรรถนะการสืบพันธุ์ดีกว่าค่าระดับคะแนนที่ต่ำกว่า (Selk et al.,1987) ส่วนค่าระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือดนับได้เป็นดัชนีที่สำคัญเช่นกัน โดยเป็นตัวบ่งบอกสถานะของสัตว์มีพลังงานที่เพียงพอ โดยค่าปกติจะมีค่า 40 mg/dl แต่งานทดลองนี้ พบว่า ค่าน้ำตาลในซีรั่มสูงกว่า 68 mg/dl แต่ Ganong (1991) กล่าวว่าน้ำตาลในเลือดมีค่าคงที่ประมาณ 70 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ส่วนค่า BUN (blood urea nitrogen) เป็นยูเรียที่ได้จากร่างกายเป็นผลจากการเผาผลาญโปรตีน ปกติในโคมีค่าอยู่ประมาณ 10 – 20 mg/dl แต่ถ้าค่านี้เพิ่มขึ้นแสดงว่าโคมีการสลายโปรตีนมาใช้มากอาจจะมาจากความเครียด หรือมีการให้อาหารที่มีโปรตีนสูง หรือได้รับ NPN (non protein nitrogen) มาก (Ganong, 1991) อย่างไรก็ตามในงานทดลองที่ 1 ค่า BUN อยู่ในเกณฑ์ปกติ ส่วนค่า BHBA(beta-hydroxy butyric acid) เป็นค่าที่บ่งบอกสภาวะความสมดุลของพลังงาน ถ้ามีค่าสูงกว่ามาตรฐานแสดงถึงมีการสูญเสียพลังงานอย่างรุนแรง ปกติมีค่าอยู่ระหว่าง 4.16-13.52 mg/dl (Cote and Hoff, 1999) ซึ่งในงานทดลองทั้ง 2 งานมีค่าอยู่ระหว่าง 3.65-5.54 mg/dl ส่วนข้อมูลการเข้าอู่ของมดลูก พบว่า มีค่าเฉลี่ยจำนวนวันหลังคลอดจนมดลูกเข้าอู่อยู่ในช่วง 26.11-30.29 วันใกล้เคียงกับรายงานของ Lindell et al.(1982) ที่รายงานว่ามดลูกโคจะเข้าอู่อย่างสมบูรณ์หลังคลอด 16-53 วัน จำนวนวันหลังคลอดจนถึงได้รับการผสมเทียมครั้งแรกมีค่าสูงกว่ามาตรฐานคือในสัตว์ทดลองทั้ง 2 กลุ่มมีค่ามากกว่า 60 วัน (Wattiaux , 2009) และค่าเฉลี่ยของจำนวนวันวันท้องว่างในโคทั้ง 2 กลุ่มยังไม่เป็นที่น่าพอใจเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของประเทศไทยโดยมีรายงานจากกรมปศุสัตว์ (2552) ที่รวบรวมสถิติการสืบพันธุ์ของโคทั้งประเทศ พบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 เป็นต้นมาแม่โคมีค่าเฉลี่ยของจำนวนวันท้องว่าง(calving to conception) อยู่ระหว่าง 178.77 ±75.07 วัน และลดลงบ้างในปี พ.ศ. 2551 มีรายงานจำนวนวันท้องว่างลดลงเหลือ 139.66± 11.31 อย่างไรก็ตามในงานทดลองนี้ค่าเฉลี่ยของจำนวนวันท้องว่างในโคกลุ่มที่ฉีด $PGF_{2\alpha}$ มีค่าคอนข้างต่ำกว่ากลุ่มควบคุมทั้งสองการทดลอง นั่นคือ 118.68วัน และ133.41 วัน แต่จำนวนประชากรโคที่ใช้ทดลองยังมีน้อยเกินไป แต่ถ้าพิจารณาด้านอัตราการผสมติดครั้งแรกในงานทดลองนี้อยู่ในเกณฑ์ปกติมีค่าอยู่ระหว่าง 66.66-75 % ซึ่งค่าปกติมีค่าสูงกว่า 60 % และ จำนวนครั้งในการผสมต่อการตั้งท้องอยู่ในเกณฑ์ปกติ คือค่าที่มีปัญหาถ้าสูงกว่า 1.75 ครั้ง (Varner et al.,2009) ความสำเร็จในการเหนี่ยวการเป็นสัดในโคเนื้อในงานทดลองนี้แม้จะค่อนข้างต่ำ คือประสบความสำเร็จเพียง 40.10 % อย่างไรก็ตามการเหนี่ยวนำให้โคเป็นสัดได้สำเร็จมีหลายปัจจัยเกี่ยวข้อง เช่น สัตว์ต้องโตเต็มวัย ไม่เป็นโรคทางระบบสืบพันธุ์ มีการจัดการเลี้ยงดูที่ดี ไม่ควรเหนี่ยวนำก่อน 40 วันหลังคลอดคลอด และสัตว์ควรมีวงรอบการเป็นสัดมาก่อน (พีรศักดิ์ และดวงพร, 2535)

สรุป

การฉีด $PGF_{2\alpha}$ ให้แม่โคเนื้อหลังคลอดตลอดระยะเวลา 1– 4 สัปดาห์มีศักยภาพที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ให้ดีขึ้นได้ เมื่อพิจารณาจากการที่วันท้องว่างหลังคลอดได้ลดลง58 และ 27 วันจากการฉีด $PGF_{2\alpha}$ ในการทดลองที่หนึ่งและสองตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2552. สถิติการผสมเทียม. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมปศุสัตว์. 2547. การเลี้ยงโคเนื้อ. กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ กองบำรุงพันธุ์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 249 หน้า.

ปราจีน วีรกุล พรรณพิไล เสกสิทธ์ มงคล เตชะกำพุ วิษณุ ไพศาลรุ่งพนา สุณีรัตน์ เอี่ยมละมัย และสุวิชัย โรจนเสถียร. 2548. การผสมเทียมโค. กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 209 หน้า.

พีระศักดิ์ จันทร์ประทีป และดวงพร จรัญยานนท์. 2535. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ส่งเสริมปศุสัตว์ เทคโนโลยีทางการสืบพันธุ์เพื่อเพิ่มผลผลิตปศุสัตว์. ภาควิชาสูติศาสตร์และเธนุเวชวิทยา คณะสัตว์แพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 156 หน้า.

Cote, J. F. and B. Hoff. 1999. Interpretation of blood profile in problem dairyherd. The Bovine pract. 26: 7

Ganong, W. F. 1991. Review of medical Physiology. 5th ed. Pretic-Hall Internation, Inc.Egle wood Clift.New Jersey. 754 p.

Lindell, J. O., H. Kindahl, L. Jansson and L. E. Edqvist. 1982. Post-partum release of prostaglanin $F_{2\alpha}$ and uterine involution in cow. Theriogenology 17(3): 237-245.

Selk, G. E., R. P. Wetteman and S. Lusby. 1987. Relationship among weigh change, body condition and reproductive performance of beef cow. J..Anim. Sci 66:3153.

Varner, M. A., J. L. Majeskie and S. C. Garlichs. 2009. Interpreting reproductive efficiency indexes. Retrieved September 18, 2009, from http:www.wvu.ed

Wattiaux, M. A. 2009. Managing reproductive efficiency. Retrieved September 15, 2010. from http://babcock.wis.edu

การประดิษฐ์ตะแกรงปรับระดับเพื่อใช้แช่แข็งหลอดน้ำเชื้อโคในกล่องโฟม

The Adjusted Rack of Frozen Straw for Bull Semen Cryopreservation with Styrofoam Freezing Box

สหัส นุชนารถ[1*]

บทคัดย่อ

การประดิษฐ์ตะแกรงรองรับหลอดน้ำเชื้อปรับระดับความสูงและผลของวิธีการแช่แข็งที่แตกต่างกันมีผลต่อคุณภาพน้ำเชื้อโคแช่แข็ง การทดลองครั้งนี้วางแผนแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยใช้น้ำเชื้อจากโคเนื้อพันธุ์อเมริกัน บราห์มัน ที่เจือจางในสารละลาย Egg yoke Tris และ Glycerol 5% มีความเข้มข้น ของตัวอสุจิ 40 X 10^6 ตัวต่อโด๊ส บรรจุน้ำเชื้อใส่ในหลอดขนาด 0.25 มิลลิลิตร ผ่านวิธีการแช่แข็ง 3 วิธี คือ วิธีที่ 1 แช่แข็งเหนือระดับไนโตรเจนเหลว 4 ซม. เป็นเวลา 10 นาที วิธีที่ 2 แช่แข็งเหนือระดับไนโตรเจน 4 ซม และ 2 ซม.เป็นเวลาระยะละ 10 นาที และ วิธีที่ 3 แช่แข็งเหนือระดับไนโตรเจน 4 ซม. 2 ซม. และ 1 ซม. เป็นเวลาระยะละ 10 นาที หลังจากนั้นเก็บน้ำเชื้อนาน 7 วัน ก่อนนำหลอดน้ำเชื้อมาตรวจคุณภาพ พบว่า การแช่แข็งแบบวิธีที่ 3 ทำให้ตัวอสุจิเคลื่อนที่สูงกว่า (28.83±5.44, 39.25±4.96 และ 44.08±5.90 % ตามลำดับ) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p<0.01$) อย่างไรก็ตาม เปอร์เซ็นต์การตายของตัวอสุจิจากแต่ละกลุ่มการทดลองไม่แตกต่างกัน การทดลองนี้สรุปได้ว่า ตะแกรงประดิษฐ์เพื่อใช้รองรับหลอดน้ำเชื้อแบบอังหลอดน้ำเชื้อที่ผ่านวิธีการแช่แข็งวิธีที่ 3 สามารถเพิ่มตัวอสุจิเคลื่อนที่ภายหลังแช่แข็งได้ดีกว่า

คำสำคัญ : น้ำเชื้อโค การแช่แข็งน้ำเชื้อในกล่องโฟม ตะแกรงอังหลอดน้ำเชื้อ

Abstract

The modified rack for putting semen straw used for semen freezing with vapor liquid nitrogen (LN_2) were adjusted to 4, 2 and 1 centre meters high above the LN_2 in the Styrofoam box. The American Brahman bull was used for semen collection with artificial vaginal, the semen was diluted to 40 X 10^6 sperm cells /dose then packaged in 0.25 ml French straws. The semen straws were divided in to 3 groups consisting of 1) the one step of freezing program (4 cm. above LN_2 at 10 min), 2) the two step of freezing program (4 cm. and 2 cm. above LN_2 for 10 min each) and 3) the three step of freezing program (4 cm., 2 cm. and 1 cm. above LN_2 for 10 min each). Seven days after freezing, there frozen semen were thawed at 38 ºC for quality assessment. It was found that the motility rates of the three step freezing program (44.08 ± 5.90%) was higher significantly ($p<0.01$) than the two step (28.65±5.44%) and the one step freezing program (39.25±4.96%). However, post-thaw percentage of dead sperm cells were not different significantly ($p>0.05$) between treatment. groups (26.81±9.20, 28.65±8.15 and 28.53±5.47 %, respectively). This study indicated that three steps of lowering the straw rack from 4 cm. to 2 cm. and 1 cm above the LN_2 with the holding time of 10 min each increased the quality of frozen semen.

Keywords: bull semen, semen cryopreservation with styrofoam box, rack of frozen semen

[1] สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

* Corresponding author. E-mail: agrihuntra@hotmail.com

บทนำ

ความสำเร็จในการแช่แข็งน้ำเชื้อโคมีหลายปัจจัยมาเกี่ยวข้อง เช่น ขั้นตอนการผลิต(processing) อัตราการลดอุณหภูมิน้ำเชื้อให้เย็นลง (cooling rate) อัตราการแช่แข็งและทำละลาย(freezing and thawing rate) เป็นต้น (Vishwanath and Shannon, 2000) อย่างไรก็ตามอัตราการแช่แข็ง(freezing rate) นับได้ว่ามีความสำคัญมากเช่นกัน ด้วยต้องอาศัยอุปกรณ์หรือเครื่องมือมาทำการแช่แข็ง อย่างเช่น การแช่แข็งภายใต้สภาพไอไนโตรเจนในกล่องโฟมซึ่งส่งผลให้คุณภาพน้ำเชื้อไม่สูงนัก มีอัตราการรอดชีวิตในช่วง 25- 44 เปอร์เซ็นต์ (Roussel et al.,1964; เทวินทร์ และคณะ, 2542; พิรวิทร์ และคณะ, 2551) ขณะที่การแช่แข็งด้วยเครื่องแช่แข็งอัตโนมัติที่ทันสมัยมีอัตรารอดชีวิตค่อนข้างสูง จากรายงานของ Anzar et al. ,2011) พบว่ามีอัตราการรอดชีวิตอยู่ระหว่าง 72-80 เปอร์เซ็นต์ แต่การใช้เครื่องแช่แข็งยังมีข้อจำกัดด้วยราคาเครื่องแข็งน้ำเชื้อโคแบบอัตโนมัตินั้นมีราคาแพง และต้องพึ่งพาอาศัยเทคโนโลยีจากต่างประเทศ ดังนั้นการแช่แข็งน้ำเชื้อโคภายใต้สภาพไอไนโตรเจนในกล่องโฟมจึงยังคงมีโอกาสใช้ต่อไป และถ้าหากมีการประดิษฐ์อุปกรณ์เสริมเพื่อใช้ร่วมกับวิธีการแช่แข็งอย่างง่ายภายใต้สภาพไอไนโตรเจนในกล่องโฟมอาจจะเพิ่มโอกาสให้การแช่แข็งประสบผลสำเร็จมากขึ้น ตะแกรงรองรับหลอดน้ำเชื้อนับว่าเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในการแช่แข็งน้ำเชื้อแบบหลอดในกล่องโฟม ถ้าหากมีการปรับแต่งให้สามารถลดระดับหลอดน้ำเชื้อให้ได้รับไอเย็นจากไนโตรเจนเหลวที่อยู่ในกล่องโฟมให้ค่อยเป็นไปได้หลายระดับความสูง จะส่งผลให้อสุจิมีชีวิตรอดภายหลังจากแช่แข็งและทำละลายสูงขึ้นได้

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประดิษฐ์ตะแกรงรองรับหลอดน้ำเชื้อที่ปรับระดับความสูงได้หลายระดับ และศึกษาผลของการใช้ตะแกรงรองรับหลอดน้ำเชื้อในการแช่แข็งน้ำเชื้อโคในภาคสนามด้วยกล่องโฟม เพื่อนำข้อมูลมาพัฒนาอุปกรณ์การแช่แบบง่ายๆของเซลล์สืบพันธุ์สัตว์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การรีดเก็บน้ำเชื้อและการเจือจางน้ำเชื้อ

รีดเก็บน้ำเชื้อจากโคเนื้อพันธุ์อเมริกัน บราห์มัน (American Brahaman) โดยใช้ช่องคลอดเทียม (artificial vagina; AV) ให้อุณหภูมิภายในช่องคลอดเทียมอยู่ที่ประมาณ 38 องศาเซลเซียส เก็บน้ำเชื้อจากการหลั่ง 2 ครั้ง เจือจางน้ำเชื้อโคด้วยสารละลาย egg yolk tris ร่วมกับใช้กลีเซอรอลเข้มข้น 5 % ลดอุณหภูมิน้ำเชื้อจากอุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียสจนถึง 5 องศาเซลเซียสใช้เวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นบรรจุน้ำเชื้อโคเข้มข้น 40 x 10^6 sperm cells /dose ในหลอดน้ำเชื้อขนาด 0.25 ml.

การแผนการทดลอง

สุ่มน้ำเชื้อที่บรรจุหลอดแล้วเข้างานทดลองที่วางแผนการทดลองแบบ CRD (complete randomized design) เปรียบเทียบระบบการแช่แข็ง 3 วิธีคือ

1.กลุ่มควบคุม (control) แช่แข็งหลอดน้ำเชื้อแบบอังไอไนโตรเจนขั้นตอนเดียวเหนือระดับไนโตรเจน 4 เซนติเมตร นาน 10 นาทีในกล่องโฟม ตามวิธีการของ Dumangas and Perena (1984); Entwistle and Winantea (1982) อ้างโดย เทวินทร์ (2542) จำนวน 25 หลอด

2.แช่แข็งแบบอังไอไนโตรเจน 2 ขั้นตอน คือ การแช่แข็งหลอดน้ำเชื้อแบบอังไนโตรเจนเหนือระดับไนโตรเจน 4 เซนติเมตร นาน 10 นาที และลดระดับตะแกรงรองรับหลอดน้ำเชื้อเหนือระดับไนโตรเจนเหลว 2 เซนติเมตร นาน 10 นาที จำนวน 25 หลอด

3.แช่แข็งแบบอังไอไนโตรเจน 3 ขั้นตอน คือ การแช่แข็งหลอดน้ำเชื้อแบบอังไนโตรเจนเหนือระดับไนโตรเจน 4 เซนติเมตร นาน 10 นาที ลดระดับตะแกรงรองรับหลอดน้ำเชื้อเหนือระดับไนโตรเจนเหลว 2 เซนติเมตร นาน 10 นาที และลดระดับตะแกรงรองรับหลอดน้ำเชื้อเหนือระดับไนโตรเจนเหลว 1 เซนติเมตร นาน 10 นาที จำนวน 25 หลอด

การเก็บข้อมูล

ภายหลังแช่แข็งน้ำเชื้อเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ละลายน้ำเชื้อในน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นเก็บข้อมูลด้านคุณภาพของน้ำเชื้อภายใต้กล้องจุลทรรศน์ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ของตัวอสุจิที่เคลื่อนที่ไปข้างหน้า และเปอร์เซ็นต์ตัวเป็นตัวตาย แช่แข็งน้ำเชื้อ ตามวิธีการของ Evan and Maxell (1987) อ้างโดย เทวินทร์ (2542)

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติผลของวิธีการแช่แข็งต่อคุณภาพของน้ำเชื้อวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ใช้วิธี DMRT (Duncan's New Multiple Rang Test)

ผลการทดลอง

เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของตัวอสุจิภายหลังการแช่แข็งและทำละลาย

จากการแช่แข็งน้ำเชื้อโคในกล่องโฟมทั้ง 3 วิธี คือการแช่แข็งโดยการอังหลอดน้ำเชื้อ แบบขั้นตอนเดียว แบบการอังหลอดน้ำเชื้อ 2 ขั้นตอน และแบบการอังหลอดน้ำเชื้อ 3 ขั้นตอน พบว่า วิธีการอังหลอดน้ำเชื้อทั้งสามวิธีส่งผลให้คุณภาพน้ำเชื้อมีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่แตกต่างกันคือ 28.83±5.44, 39.25±4.96 และ 44.08±5.90 % ตามลำดับ ($p<0.01$) (Table1.)

เปอร์เซ็นต์การตายของตัวอสุจิภายหลังการแช่แข็งและทำละลาย

ภายหลังจากแช่แข็งน้ำเชื้อโคในกล่องโฟมทั้ง 3 วิธี คือการแช่แข็งโดยการอังหลอดน้ำเชื้อแบบขั้นตอนเดียว การอังหลอดน้ำเชื้อ 2 ขั้นตอน และการอังหลอดน้ำเชื้อ 3 ขั้นตอน พบว่า วิธีการอังหลอดน้ำเชื้อทั้งสามวิธีส่งผลให้คุณภาพน้ำเชื้อมีเปอร์เซ็นต์ตัวอสุจิตายไม่แตกต่างกัน คือ 28.83±5.47, 28.65±8.18 และ 26.81±9.2 % ตามลำดับ (Table 1.)

Table 1. Effect of freezing program on bull spermatozoa quality after freeze-thawing (mean% ± sd.)

Semen quality	Freezing program		
	One step	two step	Three step
Motility (%)	28.83± 5.44[a]	39.25 ±4.96[b]	44.08 ±5.90[c]
Dead (%)	28.83± 5.47	28.65 ± 8.18	26.81 ± 9.2

Value with different superscripts within row differ significantly at $p < 0.01$

อภิปรายผล

การศึกษาวิธีการแช่แข็งครั้งนี้ พบว่า การแช่แข็งน้ำเชื้อโคโดยใช้ตะแกรงแบบเลื่อนละดับเข้าใกล้ระดับไนโตรเจนในกล่องโฟมแบบ 3 ขั้นตอนได้น้ำเชื้อคุณภาพดีกว่าการแช่แข็งแบบขั้นตอนเดียว และแบบสองขั้นตอน สอดคล้องกับการแช่แข็งของ Anzar et al.(2011) ที่รายงานการแช่แข็งโดยใช้เครื่องแช่แข็งแบบอัตโนมัติแบบลดอุณหภูมิ 3 ขั้นตอนส่งผลให้อสุจิฟื้นภายหลังแช่แข็งและทำละลายสูง 72± 1.70 เปอร์เซ็นต์ แต่การแช่แข็งครั้งนี้ให้คุณภาพน้ำเชื้อสูงกว่างานทดลองของ พิรวิทย์ และคณะ (2551) ที่พบว่า การแช่แข็งแบบขั้นตอนเดียวส่งผลให้มีตัวอสุจิเคลื่อนที่รายตัว 25.55±10.18 เปอร์เซ็นต์ และต่ำกว่างานทดลองของ เทวินทร์ และคณะ (2542) ที่แช่แข็งน้ำเชื้อโคพื้นเมืองแบบขั้นตอนเดียวในกล่องโฟมเช่นเดียวกัน ซึ่งมีอัตราการรอดชีวิตภายหลังการแช่แข็งและทำละลายเฉลี่ย 41.60 ± 16.5 เปอร์เซ็นต์ แต่การฟื้นภายหลังแช่แข็งและทำละลายของงานทดลองนี้ยังไม่สูงนักเมื่อเปรียบเทียบกับการแช่แข็งด้วยเครื่องแช่แข็งอัตโนมัติ การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการแช่แข็งแบบ 3 ขั้นตอนสามารถเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของน้ำเชื้อโคได้ กล่าวคือ สามารถเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของตัวอสุจิจากกลุ่มควบคุม (แช่แข็งแบบขั้นตอนเดียว) 28.83 ± 5.44 เปอร์เซ็นต์ เป็น 44.08 ± 5.90 เปอร์เซ็นต์ในการแช่แข็งแบบ 3 ขั้นตอน ซึ่งช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิตถึง 15.20 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้การแช่แข็งแบบ 3 ขั้นตอนนี้อาจจะส่งผลให้น้ำในเซลล์ของอสุจิถูกดึงออกได้อย่างสมบูรณ์ เมื่ออยู่ภายใต้สภาพอุณหภูมิต่ำกว่าศูนย์องศาเซลเซียส การเกิดผลึกน้ำแข็งจึงอาจจะเกิดได้น้อยจึงส่งผลให้อสุจิมีอัตราการรอดสูงกว่าการแช่แข็งทั้ง 2 วิธี ดังนั้นการแช่แข็งแบบนี้จึงคล้ายคลึงกับการใช้เครื่องแช่แข็งอัตโนมัติ อย่างไรก็ตามคุณภาพของน้ำเชื้อโคแช่แข็งยังขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยด้วยกัน เช่น 1)คุณภาพของน้ำเชื้อก่อนการแช่แข็ง โดยพบว่าถ้าน้ำเชื้อภายหลังจากการรีดเก็บน้ำเชื้อมีคุณภาพดีแล้วจะส่งผลให้การแช่แข็งประสบความสำเร็จมากขึ้น(Herman et al., 1994) 2)ความสามารถในการทนทานต่อกระบวนการแช่แข็งและทำละลายของน้ำเชื้อของพ่อพันธุ์แต่ละตัว(freezing ability) (Dhami and Sahni, 1995; เทวินทร์ และคณะ, 2542) 3)ชนิดของสารละลาย (Watson, 1979 ; Vishwanath and Shannon, 2000) 4)ชนิดและความเข้มข้นของสารป้องกันอันตรายจากการแช่แข็ง(cryoprotectant) 5)ระยะเวลาในการบ่มน้ำเชื้อ(equilibration time) และ 6)อุณหภูมิในการทำละลายน้ำเชื้อเป็นต้น(Herman et al., 1994; Salisbury et al., 1978; Anzar et al.,2011)

สรุป

การศึกษาครั้งนี้ได้ประดิษฐ์ตะแกรงปรับระดับสำหรับรองรับหลอดน้ำเชื่อโคในขั้นตอนการแช่แข็งสามารถปรับระดับความสูงเหนือไอไนโตรเจนได้ 3 ระดับเหมาะสำหรับใช้กับการแช่แข็งในกล่องโฟม และเมื่อทดลองนำมาใช้แช่แข็งควรเลือกใช้การแช่แข็งน้ำเชื้อแบบลดอุณหภูมิ 3 ระดับด้วยทำให้คุณภาพน้ำเชื้อดีกว่าระดับอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

เทวินทร์ วงษ์พระลับ. 2542. การสืบพันธุ์ในสัตว์เลี้ยง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เทวินทร์ วงษ์พระลับ บัญญัติ เหล่าไพบูลย์ พิชรัตน์ แสนไทยสุริยา ปิยศักดิ์ สุวรรณี ประมร เมืองพรม และพิทักษ์ เผ่าผา. 2542. การศึกษาเบื้องต้นในการเก็บรักษาคุณภาพน้ำเชื้อแบบแช่แข็งในโคพื้นเมืองไทย. วารสารวิจัย มข. 4(1):22-28.

พิรวิทย์ เชื้อวงษ์บุญ นันทา วงษ์ถาวร พรรณธิภา นาคำ วสันต์ โคโต และอรอุมา ทองหล่อ. 2551. อิทธิพลของระดับกลีเซอรอล และ เอ-ทิลินไกลคอลที่ใช้ในการเป็นสารป้องกันการแข็งตัวของน้ำเชื้อโคพื้นเมืองแช่แข็งที่เก็บด้วยเครื่องกระตุ้นไฟฟ้า. ประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ครั้งที่ 4 คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 131-135.

Anzar, M, T. Kroetsch and L. Boswall. 2011. Cryopreservation of bull semen shipped overnigh and its effect on post-thaw sperm motility, plasma membrane integrity, mitochondrial membrane potential and normal acrosomes. Anim. Repro. Sci. 126:23-31.

Dhami, A. J. and K. L. Sahni. 1995. Deep-freezing of cattle and buffalo semen with or without equilibration and its fertility trials : A comparative study. J. Anim. Sci. 65: 59-64.

Herman, H. A., J. R. Mitchell. and G. A. Doak. 1994. The artificial insemination and embryo transfer of dairy and beef. Illinois: Interstate.

Roussel, J. D., H. C. Kellgren and T. E. Patrick. 1964. Bovine semen frozen in liquid nitrogen vapor. J. dairy sci. 47:1403-1406.

Salisbury, G. W., N. L. Van Dermark and J. R. Lodge. 1978. Physiology of reproduction and Artificial Insemination of cattle. 2nd ed. W.H. Freeman and Company, San Francisco.

Vishwanath, R. and P. Shannon. 2000. Storage of bovine semen in liquid and frozen state. Anim. Reprod. Sci. 62: 23–53.

Watson, P. F. 1979. The preservation of semen in animal. In oxford of reproductive programmed freezer on post-thaw survival. J. Anim. Sci. 53: 1432-1439.

การศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพน้ำนมแพะในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Study on Composition and Quality of Goat Milk in Ayutthaya Province

ฐานิศวร์ ชิตธนาเศรษฐ์[1*] มานะ สุภาดี[1] นชษร ปภาภูวโรจน์[2] และ สนทยา มูลศรีแก้ว[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพน้ำนมแพะพันธุ์ลูกผสมพื้นเมือง ที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า จากฟาร์มแพะในจังหวัดพระนครศรีอยุยา จำนวน 4 ฟาร์ม เก็บตัวอย่างน้ำนมแพะมื้อเช้า ตัวอย่าง ละ 500 มิลลิลิตรจำนวน 80 ตัว เพื่อศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพของน้ำนมแพะเดือนละ 2 ครั้ง เป็นระยะเวลา 10 เดือน (มิถุนายน 2554-มีนาคม 2555) วิเคราะห์ข้อมูลด้วย T-Test พบว่า ไขมัน โปรตีน แลคโตส ของแข็งทั้งหมด ของแข็งทั้งหมดไม่รวมมันเนย ความถ่วงจำเพาะ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำนมแพะจากการที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยแปลงหญ้า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ตรวจไม่พบปฏิชีวนะในน้ำนม และพบว่าชั่วโมงการเปลี่ยนสีของเมทธิลีนบลู และเรซาซูริน ของแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกเร็วกว่าแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า

คำสำคัญ: น้ำนมแพะ องค์ประกอบของน้ำนม ความเป็นกรด-ด่าง เมทธิลีนบลู รีซาซูรีน เลี้ยงแบบขังคอก เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า

Abstract

The experiment was designed to study on raw goat milk quality and composition of native crossed dairy goat, raised in pen comparing to free grazing, from four farms in Ayutthaya Province. Morning milk sampling 500 cc./head (80 heads) were collected to study milk composition and quality in ten month (2 time/ month; june, 2011-March, 2012). Data were evaluated by using T-Test. There were no statistical significant differences (p>0.05) in the compositions of fat, protein, lactose, total solid, solid not fat, as well as milk density and pH for the milk from both treatment groups. The result reviewed that milk from dairy goats which have been confined in pen shown non-significantly (p>0.05) shorter time to cause the change in the color of methylene blue and resazurin test.

Keywords: milk goat, milk composition, pH, methylene blue, resazurin, raised in pen, free to roam.

บทนำ

แพะเป็นสัตว์เลี้ยงที่เก่าแก่ของมนุษยชาติที่มีหลักฐานการเลี้ยงในแถบเอเชียตะวันตก ในช่วงก่อนปี 6,000-7,000 ก่อนคริสตศักราช (โลกสัตว์เลี้ยง, 2553) ในปัจจุบันพบว่าน้ำนมแพะมีคุณค่าทางอาหารสูง ประเทศในแถบเมดิเตอร์เรเนียนนิยมดื่มน้ำนมแพะกันมาก เพราะเชื่อว่าทำให้เม็ดเลือดขาวทำงาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2553) ในน้ำนมแพะมีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีโปรตีนโมเลกุลเล็กกว่าน้ำนมโคทำให้โปรตีนย่อยง่าย ไขมันที่พบในนมแพะมีขนาดเล็กกว่าน้ำนมโค จึงไม่จำเป็นต้องผ่านขบวนการตีไขมันให้แตก (บุญเสริม,2546) ในคนที่มีปัญหาแพ้น้ำนมโคที่มีสาเหตุมาจากการแพ้น้ำเหลืองโค (bovine serum) น้ำนมแพะจึงเป็นทางเลือกหนึ่ง (อุไรพร,

[1] สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

[2] สาขาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

* Corresponding author. E-mail: Cdhanishivash@hotmail.com

2549) หลังการดื่มน้ำนมแพะ 20 นาที สารอาหารในน้ำนมแพะจะถูกย่อยและดูดซึมไปใช้ประโยชน์ จึงทำให้ความนิยมในการบริโภคน้ำนมแพะเพิ่มขึ้น และยังพบว่ามีแคลเซียม โปรตัสเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส ครอรีน และแมงกานีสสูงกว่านมโค (ธีรพงษ์ ,2536 และ อุไรพร.2549) ยังพบว่าน้ำนมแพะมีการเปลี่ยนคาโรทีนทั้งหมดให้อยู่ในรูปไวตามินเอ และไนอาซีนสูงกว่าน้ำนมโค (อุไรพร, 2549) นอกจากนี้ยังมีกรดไขมันชนิดพิเศษ คือ กรดคาโปรอิค (Caproic) คาพริลิค (Caprylic) และ คาปริค (Capric) ซึ่งวงการแพทย์ให้ความสนใจเพราะกรดไขมันเหล่านี้ช่วยรักษาโรคเกี่ยวกับการดูดซึมอาหาร เช่น โรคเกี่ยวกับการดูดซึมอาหารบกพร่อง หรือลำไส้ทำงานผิดปกติ ในคนที่เป็นโรคกระเพาะอาหาร ยังช่วยลดการอักเสบของแผลในกระเพาะอาหารได้ทั้งนี้เนื่องจากน้ำนมแพะมีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.4-6.7 ซึ่งเป็น pH ที่เหมาะสมในการปรับสภาพกระเพาะให้เป็นกลาง (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2553) แพะเป็นสัตว์เคี้ยวเอื้องขนาดเล็กที่สามารถปรับตัวในสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่น และสามารถใช้วัสดุเหลือทางการเกษตรเปลี่ยนเป็นเนื้อและน้ำนมได้ดี จึงทำให้การเลี้ยงแพะในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น (กรมปศุสัตว์, 2551)

การผลิตน้ำนมแพะ ต้องมีเป้าหมายการผลิตน้ำนมที่ปลอดภัยปราศจากจุลินทรีย์ ที่ให้เกิดโรคและสารตกค้าง เกษตรกรผู้เลี้ยงแพะในประเทศไทยส่วนใหญ่ทำฟาร์มแพะขนาดเล็ก น้ำนมแพะที่ผลิตได้มักมีปัญหาในด้านความสะอาด ทั้งนี้โรคที่ติดต่อมาสู่ผู้บริโภคทางน้ำนมมีหลายชนิด จึงจำเป็นต้องนำน้ำนมแพะไปผ่านขบวนการฆ่าเชื้อ (pasteurize) โดยใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที หรือ 72 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที (หทัยสรวง,2537) โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคที่มีความสำคัญในการผลิตน้ำนมแพะอย่างมาก คือ โรคแท้งติดต่อในแพะ (*Bruecella melitensis*) ซึ่งมีความร้ายแรงมากกว่าโรคแท้งติดต่อที่พบในโค (*Bruecella abortus*) ซึ่งสามารถแพร่ระบาดจากแพะเข้าสู่คนโดยการบริโภคน้ำนมดิบ และสัมผัสน้ำเมือกจากอวัยวะสืบพันธุ์(บรรจง, 2546 และ 2548)

ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่า มีเกษตรกรผู้เลี้ยงแพะนม จำนวน 45 ครัวเรือน มีแพะ จำนวน 1,083 ตัว (กรมปศุสัตว์,2552) การเลี้ยงแพะในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นโดย พบว่า ปี 2553 มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น 2,724 ตัว และเพิ่มเป็น 3,380 ตัว โดยเป็นแพะนม 1,353 ตัว ในปี 2554 (กรมปศุสัตว์,2555) ในปี 2555 จำนวนแพะได้เพิ่มขึ้นเป็น 3,768 ตัว เกษตรกรผู้เลี้ยงแพะ 173 ครัวเรือน (กรมปศุสัตว์,2557) แต่การผลิตน้ำนมยังขาดมาตรฐาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสุขาภิบาลในการผลิตน้ำนม ตลอดจนการจัดการด้านอาหารและการเลี้ยงดู ส่งผลให้คุณภาพน้ำนมแพะที่ผลิตได้ต่ำ ดังนั้น จึงควรทำการศึกษาถึงองค์ประกอบและคุณภาพของน้ำนมแพะที่เกษตรกร ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาผลิตได้ เพื่อนำไปใช้ในการส่งเสริมเกษตรกรต่อไป .การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพน้ำนมแพะดิบในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
2. เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการในการจัดการฟาร์มแพะและเพื่อเพิ่มมูลค่าการผลิตน้ำนมแพะต่อไป

วิธีการศึกษา

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนมแพะจากฟาร์มเกษตรกรที่เลี้ยงแพะนมพันธุ์ลูกผสมพื้นเมืองที่เลี้ยงแบบขังคอก และเลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้าตามธรรมชาติจำนวน 4 ฟาร์ม ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยเก็บน้ำนมมื้อเช้าเดือนละสองครั้ง เป็นเวลา 10 เดือน จำนวน 80 ตัวอย่าง ใส่ในขวดพลาสติกปลอดเชื้อตัวอย่างละ 500 มิลลิลิตร นำน้ำนมแช่ที่มีอุณหภูมิ 4-7 องศาเซียลเซียส เพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำนมและคุณภาพของน้ำนมดังนี้

1. เพื่อทำการศึกษาองค์ประกอบเป็นรายตัว คือ โปรตีน ไขมัน น้ำตาลแลคโตส และของแข็งทั้งหมด ของแข็งทั้งหมดไม่รวมมันเนย

โปรตีนวิเคราะห์ด้วยวิธี Formal Titration โดยใช้ตัวอย่างนน้ำนม 10 มิลลิลิตร มาผสมกับ Phenolphthaleine 1 เปอร์เซ็นต์ เป็น Indicater แล้วเติม Potassium Oxalate 0.4 มิลลิลิตร เขย่าตั้งทิ้งไว้ 2 นาที แล้วนำไปไตเตรทกับ 0.1 N. ของ NaOH จนถึงจุด End point ที่มีสีชมพูอย่างถาวร จากนั้นเติมด้วย Formaldehyde 40 เปอร์เซ็นต์ 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำไปไตเตรทอีกครั้งกับ 0.1 N.ของ NaOH จนถึงจุด End point ที่มีสีชมพูอย่างถาวร นำจำนวนของ 0.1 N. ของ NaOH ที่ไตเตรท ครั้งหลังไปคำนวนหาโปรตีน (ตามวิธีของสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่,2556) และตรวจซ้ำด้วยเครื่องตรวจองค์ประกอบในน้ำนม (Milk Analyzes) รุ่น Lacto Scan 90

ไขมันนมวิเคราะห์ด้วยวิธี Gerber Method โดยเติมกรดกำมะถันเข้มข้น 10 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Butyrometer Tube ชนิดหาไขมัน แล้วใช้หลอดแก้วขนาด 10.75 มิลลิลิตร ดูดตัวอย่างน้ำนม 10.75 มิลลิลิตร ค่อยๆใส่ลงใน Butyrometer Tube เติม Isoamyl alcohol 2 มิลลิลิตร ปิดจุกให้แน่น เขย่าให้เข้ากัน นำไปปั่นในเครื่องปั่นนาน 5 นาที อ่านผลตาม Scale ออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ไขมัน (ตามวิธีของสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่,2556)และตรวจซ้ำด้วยเครื่องตรวจองค์ประกอบในน้ำนม (Milk Analyzes) รุ่น Lacto Scan 90

น้ำตาลแลคโตส และของแข็งทั้งหมด ของแข็งทั้งหมดไม่รวมมันเนย ตรวจด้วยเครื่องตรวจองค์ประกอบในน้ำนม (Milk Analyzes) รุ่น Lacto Scan 90

2. ศึกษาคุณภาพของน้ำนมรวม เป็นเวลา 10 เดือน โดยหาความเป็นกรด-ด่าง เปอร์เซ็นต์กรดแลคติค ความถ่วงจำเพาะ ตรวจความเสถียรของโปรตีนมด้วยการต้ม (Colt on boiling) ตรวจจุลินทรีย์ โดยดูการเปลี่ยนสีของเมทธีลีนบลู และเรซาซูรีน ตรวจหาปฏิชีวนะ และตรวจหาความถ่วงจำเพาะ

ความเป็นกรด-ด่าง ตรวจด้วย pH meter

ตรวจเปอร์เซ็นต์กรดแลคติค วิเคราะห์ด้วยวิธี Formal Titration โดยใช้ตัวอย่างนน้ำนม 9 มิลลิลิตร มาผสมกับ Phenolphthaleine 1 เปอร์เซ็นต์ เป็น Indicater แล้วนำไปไตเตรทกับ 0.1 N ของ. NaOH จนถึงจุด End point ที่มีสีชมพูอย่างถาวร นำจำนวนของ 0.1 N.ของ NaOH ที่ได้ไปคูณกับ 0.1 เป็นค่าของเปอร์เซ็นต์กรดแลคติค

ตรวจความเสถียรของโปรตีนนมด้วยการต้ม นำน้ำนมใส่หลอดทดลอง 5 มิลลิลิตร นำไปเขย่าในน้ำเดือด 5 นาที ถ้าน้ำนมตกตะกอนแสดงว่าโปรตีนนมไม่เสถียรมีความเป็นกรดสูง

ตรวจจุลินทรีย์โดยดูการเปลี่ยนสีของเมทธิลีนบลู นำน้ำนมใส่หลอดทดลอง 10 มิลลิลิตร เติมสารละลายเมทธิลีนบลู 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จับเวลาการเปลี่ยนสีของเมทธิลีนบลูทุกๆ ครึ่งชั่วโมง

ตรวจจุลินทรีย์โดยดูการเปลี่ยนสีของเรซาซูรีน นำน้ำนมใส่หลอดทดลอง 10 มิลลิลิตร เติมสารละลายของเรซาซูรีน 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จับเวลาการเปลี่ยนสีของของเรซาซูรีน ภายในเวลา 1 ชั่วโมง

ตรวจหาปฏิชีวนะ ด้วยโยเกิร์ต นำน้ำนมใส่หลอดทดลอง 10 มิลลิลิตร ผสมกับโยเกิร์ตธรรมดา 1 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง ดูเจลที่เกิดขึ้น ในน้ำนมที่มีปฏิชีวนะปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในโยเกิร์ตไม่สามารถเจริญได้น้ำนมจะมีลักษณะเหลว (หทัยสรวง,2537)

ตรวจหาความถ่วงจำเพาะ ใช้ Lactometer หย่อนลงในกระบอกตวงขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีน้ำนมเกือบเต็ม ระวังอย่าให้ Lactometer กระทบกระบอกตวง อ่านค่าความถ่วงจำเพาะ

การตรวจด้วย 68 เปอเซ็นต์ แอลกอฮอล์ เป็นการตรวจเพื่อดูความเป็นกรดของน้ำนม น้ำนมที่มีความเป็นกรดสูงจะเกิดการตกตะกอน รวมทั้งน้ำนมปลายระยะการให้นม และน้ำนมที่มีอัลบูมิน โดยนำน้ำนมใส่หลอดทดลอง 5 มิลลิลิตร ผสมกับ 68 เปอเซ็นต์ แอลกอฮอล์ 5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันดูตะกอนที่เกิดขึ้น (ตามวิธีของสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ ,2556)

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Complete Randomized Design) โดยมี 2 Treatments คือ

Treatment ที่ 1 แพะที่เลี้ยงแบบขังคอก

Treatment ที่ 2 แพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า

วิเคราะห์ข้อมูลโดย T-Test

ผลการศึกษา

องค์ประกอบของน้ำนม

จากการศึกษาองค์ประกอบของน้ำนมแพะ ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่เลี้ยงแบบขังคอก และปล่อยในแปลงหญ้า พบว่า องค์ประกอบของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยในแปลงหญ้า มีองค์ประกอบของน้ำนมไม่แตกต่างกัน (P>0.05) กล่าวคือ ไขมันนมของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกเท่ากับ 3.58 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยในแปลงหญ้ามีไขมันนมเท่ากับ 3.55 เปอร์เซ็นต์ (P>0.05) โปรตีนของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกเท่ากับ 3.95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยในแปลงหญ้ามีไขมันนมเท่ากับ 3.94 เปอร์เซ็นต์ (P>0.05) แลคโตสของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกเท่ากับ 4.21 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยในแปลงหญ้ามีไขมันนมเท่ากับ 4.25 เปอร์เซ็นต์ (P>0.05) ของแข็งทั้งหมดของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกเท่ากับ 12.44 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยในแปลงหญ้ามีไขมันนมเท่ากับ 12.42 เปอร์เซ็นต์ (P>0.05) และของแข็งทั้งหมดไม่รวมมันเนย ในน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกเท่ากับ 8.86 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้าเท่ากับ 8.87เปอร์เซ็นต์ (P>0.05) แพะที่เลี้ยงแบบขังคอกมีแนวโน้มไขมันนมและของแข็งทั้งหมดสูงกว่าแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า

Table 1 Mean percentages of Fat, Protein, Lactose, Total solid and Solid not fat, Density, pH, Lactic acid, Antibiotic Test and 68 % alcohol Test on row goat milk

Composition and qualitative of milk	raised in pen (n=40)	raised in free (n=40)	Thai Agricultural Commodity and Food Standard TACFS640-2007
Fat (%)	3.58	3.55	> 3.25
Protein (%)	3.95	3.94	> 3.1
Lactose (%)	4.21	4.25	-
Total solid (%)	12.44	12.42	> 11.4
Solid not fat (%)	8.86	8.87	> 8.25
Density	1.036	1.034	>1.028
pH	6.62	6.63	6.5-6.8
Lactic acid (%)	0.21	0.23	-
Antibiotic Test	No	No	No
Colt on boiling	Non-curd	Non-curd	Non-curd
68 % alcohol Test	Soft-curd	Soft-curd	-

คุณภาพน้ำนมแพะทางกายภาพและทางเคมี

จากการศึกษาพบว่าความเป็นกรด-ด่าง และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคในน้ำนมและของแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้ามีค่าความเป็นกรด-ด่าง ใกล้เคียงกัน กล่าวคือค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.62 และ 6.63 เปอร์เซ็นต์ (P>0.05) ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์กรดแลคติคในน้ำนมของแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.21 และ 0.23 (P>0.05) ตามลำดับ ส่วนค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้าไม่ต่างกัน (P>0.05) คือ1.036 และ 1.034 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในการตรวจการตกตะกอนด้วยแอลกอฮอล์ 68 เปอร์เซ็นต์ น้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอก และแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้ามีตะกอนละเอียดขนาดเล็ก เมื่อนำไปต้มไม่พบตะกอน และการตรวจปฏิชีวนะที่ตกค้างในนมด้วยโยเกิร์ตไม่พบปฏิชีวนะทั้งในน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า

การตรวจด้านจุลินทรีย์โดยดูชั่วโมงการเปลี่ยนสีของน้ำนมด้วยเมทธิลีนบลูและเรซาซูลิน ซึ่งเป็นการตรวจด้านสุขศาสตร์ของน้ำนมแพะดิบ พบว่าน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอกและแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้า มีค่าเฉลี่ยชั่วโมงในการเลี่ยนสีไม่แตกต่างกัน น้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอก และแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้ากล่าวคือ 4.3 และ 4.7

ตามลำดับ สำหรับการตรวจด้วยเรซาซูลินน้ำของนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอก และแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลงหญ้ามีเกรดเท่ากับ 4.5 และ 4.6 (P>0.05) ตามลำดับ

Table 2 Mean of hours Methylene blue change color and Resazurin grade.

Microbiological Teste	raised in pen			raised in free			TACFS 6406-2007
	Minimum	Maximum	Average	Minimum	Maximum	Average	
Methylene blue change color (hr)	2	5	4.3	2	5	4.7	>4
Grade Resazurin	2	6	4.5	2	6	4.6	>4.5

อภิปรายผล

จากผลการศึกษานี้จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบ ของน้ำนมแพะที่เลี้ยงแบบขังคอก และปล่อยในแปลงหญ้ามีองค์ประกอบของน้ำนมตรงตามมาตรฐานน้ำนมแพะดิบ (มกษ.6406-2007,2551) ที่กำหนดไว้คือ น้ำนมแพะดิบต้องมีไขมันไม่น้อยกว่า 3.25 เปอร์เซ็นต์ โปรตีนไม่น้อยกว่า 3.1 เปอร์เซ็นต์ ของแข็งทั้งหมดไม่น้อยกว่า 11.7 เปอร์เซ็นต์ และของแข็งทั้งหมดไม่รวมมันเนย 8.25 เปอร์เซ็นต์ และค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำนมแพะดิบ ต้องมีค่าความถ่วงจำเพาะไม่ต่ำกว่า 1.028 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ชั่วโมงการเปลี่ยนสีของน้ำนมด้วยเมทธิลีนบลูและเรซาซูลิน เป็นไปตามการกำหนดคุณภาพน้ำนมแพะดิบ ที่ต้องมีชั่วโมงการเปลี่ยนสีของน้ำนมด้วยเมทธิลีนบลูมากกว่า 4 ชั่วโมง ส่วนการเปลี่ยนสีของเรซาซูลินใน 1 ชั่วโมง ต้องไม่น้อยกว่าเกรด 4.5

ในการเลี้ยงแพะแบบขังคอกมีแนวโน้มว่าไขมันนม โปรตีน และของแข็งทั้งหมดในน้ำนมสูงกว่าแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยในแปลงหญ้า ทั้งนี้เพราะแพะที่เลี้ยงแบบปล่อยในแปลงหญ้าต้องใช้พลังงานส่วนหนึ่งไปกับการเดินหาอาหารในแปลงหญ้าจึงส่งผลให้การนำเอาโภชนะที่ได้จากอาหารมาสังเคราะห์เป็นองค์ประกอบในน้ำนมไม่เต็มที่ (เทอดชัย,2532) ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีแนวโน้มต่ำกว่าตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกษ.6406-2007,2551) ที่กำหนดไว้คือ 6.5-6.8 ทั้งนี้เนื่องจากในเต้านมของแพะมีจุลินทรีย์ที่สามารถเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตสให้เป็นกรดแลคติค และมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์หลังการรีดนมส่งผลให้ค่าความเป็นกรดสูงขึ้นได้ อีกทั้งการเก็บตัวอย่างน้ำนมต้องใช้เวลาในการเดินทางจากฟาร์มเกษตรกรมายังห้องปฏิบัติการซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่ากรด-ด่างลดลงได้

สรุป

การศึกษาองค์ประกอบและคุณภาพน้ำนมแพะดิบที่เลี้ยงแบบขังคอกและปล่อยในแปลงหญ้า ของฟาร์มเกษตรกรในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา น้ำนมที่ได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานน้ำนมแพะดิบ (มคอช.6006-2007, 2551) ที่กำหนดไว้ ในการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าของแข็งทั้งหมดและของแข็งที่ไม่รวมไขมันมีแนวโน้มสูงกว่าน้ำนมแพะที่สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2551)กำหนด ดังนั้นน้ำนมแพะนี้จึงเหมาะในการบริโภคและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์นม

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาในฟาร์มแพะขนาดเล็กจากสภาพที่เกษตรกรที่เลี้ยง ปัจจัยบางอย่างไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ เช่น จำนวนอาหารที่กิน คุณภาพของอาหารที่กิน แต่ทั้งนี้ฟาร์มที่ศึกษาเป็นฟาร์มขนาดเล็ก เกษตรกรมีการเลี้ยงแพะแบบปราณีต มีการสุขาภิบาลที่ดี จึงส่งผลให้มาตรฐานด้านจุลินทรีย์ออกมาดี ซึ่งควรทำซ้ำโดยเก็บตัวอย่างให้มากขึ้น และเก็บตัวอย่างให้กระจายในหลายจังหวัดและภูมิภาค อันจะนำไปสู่คุณภาพที่แท้จริงของน้ำนมแพะในประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2551. ตารางแสดงจำนวนสัตว์ในประเทศแยกรายภาค ปี 2550 สถิติข้อมูลปศุสัตว์ (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล: http://www.dld.go.th/ict/yearly/yearly50/stock50.html.(23 สิงหาคม 2551).

----------. 2553. สถิติปศุสัตว์, จำนวนแพะ แกะ กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

_____.2555. ตารางแสดงจำนวนสัตว์ในประเทศแยกรายภาค ปี 2550 สถิติข้อมูลปศุสัตว์ (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล : http://www.dld.go.th/ict/yearly/yearly50/stock54.html.(23 สิงหาคม 2555).

_____.2557. ตารางแสดงจำนวนสัตว์ในประเทศแยกรายภาค ปี 2557 สถิติข้อมูลปศุสัตว์ (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล : http://www.dld.go.th/ict/yearly/yearly50/stock54.html.(29 มิถุนายน 2557).

เทอดชัย เวียนศิลป์ 2532. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 383 หน้า

ธีรพงษ์ ธีรภัสรสกุล 2536. การเลี้ยงแพะเชิงธุรกิจ พิมพ์ครั้งที่ 1 สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 202 น.

บรรจง จงรักวัฒนา. 2546. น้ำนมแพะ. สำนักสุขศาสตร์สัตว์และอนามัยที่ 9. กรมปศสัตว์ (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล : http://www.go.th/regiong/index.htm. (19 ธันวาคม 2555).

---------- 2548.โรคแพะ, สำนักสุขศาสตร์สัตว์และอนามัยที่ 9 กรมปศสัตว์ (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล: http://www.go.th/regiong/index.htm.(19 ธันวาคม 2555).

บุญเสริม ชีวะอิสระกุล 2546 การเลี้ยงแพะและการจัดการแพะ . ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ : 145น.

โลกสัตว์เลี้ยง. 2553. สาระความรู้เกี่ยวกับสัตว์เคี้ยงเอื้องขนาดเล็ก-แพะ (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล.: http://www.vet.ku.ac.th/library-homepagw/db/-uminant/goat.(11 มีนาคม 2555).

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ 2551 .มาตรฐานสินค้าเกษตร การกำหนดสินค้าเกษตร (ระบบ ออนไลน์) แหล่งข้อมูล: http://www.acf.go.th/standard-steps.php.(29 มิถุนายน 2557).

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย . 2553. นมแพะและผลิตภัณฑ์จากนม นมแพะอีกทางเลือกของคนรักนม.ผ่ายเทคโนโลยีอาหาร (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูล :http//www.tristr_Foodpross.net/ dairy loher_dairy_article.htm. (11 มีนาคม 2555)

หทัยสรวง ชีตารักษ์.2537.น้ำนมและผลิตภัณฑ์นม.สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครศรีอยุธยา หันตรา

อุไรพร จิตต์แจ้ง . 2549 . น้ำนมแพะควรดื่มหรือไม่ . นิตยสารหมอชาวบ้าน ปีที่ 28 ฉบับที่ 326 มิถุนายน 2546.

การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสมในหลายสภาพแวดล้อม

Varietal Trial of Super Sweet Corn Hybrids in Multi-Environments

พรทิพย์ พรสุริยา[1*] ปราโมทย์ พรสุริยา[1] และ ปฏิยุทธ์ ขวัญอ่อน[2]

Pornthip Pornsuriya[1*] Pramote Pornsuriya[1] and Patiyut Kuan-On[2]

บทคัดย่อ

การทดสอบพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสม 6 พันธุ์ ใน 5 สภาพแวดล้อม ได้แก่ การปลูกแบบใช้ปุ๋ยอินทรีย์ การปลูกแบบใช้ปุ๋ยเคมี และการปลูกโดยใช้ทั้งปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ในฤดูปลูกที่ 1 และการปลูกแบบใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และการปลูกแบบใช้ปุ๋ยเคมี ในฤดูปลูกที่ 2 โดยในแต่ละสภาพแวดล้อมวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ 6 ทรีตเมนท์ ได้แก่ พันธุ์ไฮบริกซ์-3 พันธุ์ทอปสวีท-801 พันธุ์ชูการ์-75 พันธุ์ชูการ์สตาร์ พันธุ์ออโรรา และพันธุ์อินทรีย์-2 และวิเคราะห์ผลรวม (combined analysis) ระหว่างสภาพแวดล้อมที่มีเอกภาพของความคลาดเคลื่อนของการทดลอง ผลการทดลองพบว่าผลผลิตฝักปอกเปลือกต่อไร่มีความแตกต่างกันทั้งระหว่างสภาพแวดล้อมและระหว่างพันธุ์ ($P < 0.01$) และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ($P \geq 0.05$) โดยที่สภาพการปลูกที่ใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ในฤดูปลูกที่ 1 ให้ผลผลิตมากที่สุด (2,266 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ที่มีผลผลิตสูง 3 อันดับแรก ได้แก่ พันธุ์ชูการ์สตาร์ ชูการ์-75 และไฮบริกซ์-3 (2,055, 2,004 และ 1,956 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ)

คำสำคัญ: *Zea mays saccharata* พันธุ์ลูกผสม สภาพแวดล้อม ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยเคมี

Abstract

The yield trial of 6 super sweet corn hybrids was conducted under 5 environments: organic, chemical, chemical + organic fertilizer grown in the first season, and organic and chemical fertilizer grown in the second season. In each environment, randomized complete block design (RCBD) with 4 replications was used. The 6 cultivars (treatments) were Hybrix-3, Topsweet-801, Sugar-75, Sugarstar, Aurora and Insee-2. Combined analysis among environments having homogeneity of error variances was performed. The results revealed that husked ear yield per rai was significantly different among both environments and cultivars ($P < 0.01$), and the interaction between cultivars and environments was not detected ($P \geq 0.05$). Application of the chemical + organic fertilizer in the first season gave the highest yield (2,266 kg/rai). The three cultivars having high yield were Sugarstar, Sugar-75 and Hybrix-3 (2,055, 2,004 and 1,956 kg/rai), respectively.

Keywords: *Zea mays saccharata*, hybrids, environments, organic fertilizer, chemical fertilizer

บทนำ

ข้าวโพดหวาน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* L. var. *saccharhata* (Sturtev.) L.H. Bailey. (Porcher, 2005) เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่ง ทำรายได้ให้ประเทศคิดเป็นมูลค่าปีละหลายพันล้านบาท ในประเทศไทยข้าวโพดหวานเริ่มมีบทบาทและความสำคัญมากยิ่งขึ้น นอกจากการปลูกเพื่อจำหน่ายฝักสดแล้วยังสามารถปลูกเป็นพืชอุตสาหกรรมเพื่อจำหน่ายโรงงานแปรรูปและส่งจำหน่ายไปยังต่างประเทศทำรายได้เข้าสู่ประเทศเป็นจำนวน

[1] คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี 20110

[2] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี 20110

[1] Faculty of Agriculture and Natural Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok, Chonburi, Thailand 20110

[2] Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok, Chonburi, Thailand 20110

* Corresponding author. E-mail : piyaball@hotmail.com

มาก ข้าวโพดหวานสามารถปลูกได้ดีในทั่วทุกภาคของประเทศไทย มีพื้นที่ปลูกในปี 2556 จำนวน 207,618 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2557) การปลูกข้าวโพดหวานของเกษตรกรส่วนใหญ่ในปัจจุบันนิยมปลูกพันธุ์ลูกผสม (F_1 Hybrids) ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์ผสมปล่อย (open cultivars) ซึ่งในหลักการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์นั้น การใช้พันธุ์ลูกผสมจะก่อให้เกิดปัญหาคือพืชมีความหลากหลายทางพันธุกรรมลดลง ซึ่งจะส่งผลต่อการระบาดทำลายของแมลงศัตรูและโรคพืช Alfoldi (2001) และ Verhoog *et al.*(2003) รายงานว่าเทคนิคการปรับปรุงพันธุ์พืชและการผลิตเมล็ดพันธุ์พืชในปัจจุบันอาจไม่เหมาะสมสำหรับการผลิตพืชในระบบอินทรีย์ เนื่องจากไม่สะท้อนถึงแนวคิดที่เป็นธรรมชาติ (naturalness) นอกจากนี้แล้วการปลูกพืชในสภาพแวดล้อมต่างๆ มีผลต่อการตอบสนองของพันธุ์พืช ดังนั้นในการผลิตพืชในฤดูปลูกหรือสภาพแวดล้อมต่างกันจึงมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม (G x E) เสมอ โดยที่พันธุ์ที่มีเสถียรภาพสูงหมายถึงพันธุ์ที่ให้ผลผลิตได้ใกล้เคียงกันในสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างแตกต่างกันมาก อย่างไรก็ตาม เกษตรกรย่อมต้องการพันธุ์ที่ดีที่สุดในแต่ละพื้นที่หรือสภาพแวดล้อม (กฤษฎา, 2544) ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตและลักษณะทางการเกษตรของพันธุ์ข้าวโพดหวาน ภายใต้การปลูกแบบอินทรีย์ (ไม่ใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีอื่นๆ) การปลูกแบบเคมี (ใช้ปุ๋ยเคมี) และการปลูกโดยใช้ทั้งปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ และผลของสภาพแวดล้อมการปลูกดังกล่าวต่อข้าวโพดหวานลูกผสมทั้ง 6 พันธุ์

วิธีการศึกษา

ฤดูปลูกที่ 1 (ธันวาคม 2553 – มีนาคม 2554) ปลูกเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสม 6 พันธุ์ ใน 3 สภาพการปลูก ได้แก่ (1) การปลูกแบบให้ปุ๋ยอินทรีย์ (ไม่มีการให้ปุ๋ยเคมีและไม่มีการใช้สารเคมีทุกชนิด) (2) การปลูกโดยให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (3) การปลูกโดยให้เฉพาะปุ๋ยเคมี ฤดูปลูกที่ 2 (เมษายน – มิถุนายน 2554) ปลูกใน 2 สภาพการปลูก ได้แก่ (1) การปลูกแบบให้ปุ๋ยอินทรีย์ (2) การปลูกโดยให้เฉพาะปุ๋ยเคมี โดยปลูกซ้ำในพื้นที่เดิมของแต่ละสภาพการปลูกในฤดูปลูกที่ 1 โดยในแต่ละสภาพการปลูกมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ และ 6 ทรีตเมนต์ คือข้าวโพดหวานลูกผสม 6 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ไฮบริกซ์-3 พันธุ์ทอปสวีท-801 พันธุ์ซูการ์-75 พันธุ์ซูการ์สตาร์ พันธุ์ออโรรา และพันธุ์อินทรีย์-2 โดยเตรียมแปลงปลูกจำนวน 24 แปลงย่อย ขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 3 เมตร ระยะห่างระหว่างแปลง 50 เซนติเมตร ระยะปลูก 25 × 75 เซนติเมตร (ระยะต้น × ระยะแถว) ปลูกแปลงย่อยละ 2 แถว จำนวน 24 หลุมต่อแปลงย่อย การให้ปุ๋ย (1) ในการปลูกแบบอินทรีย์ ก่อนปลูกทำการผสมปุ๋ยอินทรีย์ (มูลโค) คลุกเคล้ากับดินในแปลงปลูก จำนวน 7 ตันต่อไร่ (2) ในการปลูกแบบเคมี การให้ปุ๋ย ให้ปุ๋ยโดยแบ่งใส่สามครั้ง ครั้งแรกรองก้นหลุมด้วยสูตรปุ๋ย 15 - 15 - 15 อัตรา 80 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่รองก้นหลุมก่อนปลูกและใส่ปุ๋ยยูเรีย (46 - 0 - 0) อัตรา 30 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง ครั้งที่หนึ่งอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ และครั้งที่สองอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ที่อายุ 20 และ 45 วัน ตามลำดับ และ (3) ในการปลูกโดยให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ให้ปุ๋ยมูลโคคลุกเคล้ากับดินในแปลงปลูก จำนวน 3.5 ตันต่อไร่ และให้ปุ๋ยเคมี ให้ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ใส่สองครั้งเมื่อข้าวโพดอายุ 10 และ 45 วัน อัตราครั้งละ 15 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 80 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวโพดอายุ 25 วัน บันทึกข้อมูล ได้แก่ ความสูงต้นและเส้นผ่านศูนย์กลางต้นที่อายุเก็บเกี่ยว (วัด 10 ต้นต่อแปลงย่อย) ความยาวฝัก (วัดจากโคนฝักถึงปลายฝัก) และความกว้างฝัก (วัดส่วนที่กว้างที่สุดของฝัก) หลังปอกเปลือก ความหวานของเมล็ด (วัดจากฝักสดโดย hand refractometer) น้ำหนักฝักทั้งเปลือก และน้ำหนักฝักปอกเปลือก (วัด 10 ฝักต่อแปลงย่อย) ผลผลิตฝักทั้งเปลือกต่อไร่ และผลผลิตฝักปอกเปลือกต่อไร่ (คำนวณจากผลผลิตต่อแปลงย่อย) การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างของ

ค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) และการวิเคราะห์ผลรวม (combined analysis) ของทั้ง 5 สภาพแวดล้อม (สุรพล, 2537) โดยทดสอบความเป็นเอกภาพของความแปรปรวนด้วยวิธี Bartlett's test for homogeneity of variance (Little and Hills, 1978)

ผลการศึกษา

จากการเปรียบเทียบพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อมและการวิเคราะห์ผลรวมของทุกสภาพแวดล้อม ได้ผลการศึกษาของแต่ละลักษณะดังนี้

ความสูงต้น พบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ในสภาพการปลูกแบบอินทรีย์และการปลูกโดยใช้ทั้งปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในฤดูปลูกที่ 1 และการปลูกแบบอินทรีย์และแบบเคมีในฤดูปลูกที่ 2 ในขณะที่ในการปลูกแบบเคมีในฤดูปลูกที่ 1 ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ (Table 1) โดยทั้ง 5 สภาพแวดล้อมมีความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของการทดลองที่ไม่เป็นเอกภาพจึงไม่วิเคราะห์ผลรวม

เส้นผ่านศูนย์กลางต้น พบว่ามีเพียงการปลูกแบบสารเคมีในฤดูปลูกที่ 1 ที่ให้ผลความแตกต่างระหว่างพันธุ์ในลักษณะเส้นผ่านศูนย์กลางต้น ในขณะที่ในการปลูกในอีก 4 สภาพแวดล้อมไม่มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ (Table 2) โดยที่ไม่พบนัยสำคัญของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ($P \geq 0.05$) แสดงว่าในการพิจารณาลักษณะนี้สามารถใช้ค่าเฉลี่ยของพันธุ์จากทั้ง 5 สภาพแวดล้อมได้ เนื่องจากการตอบสนองของพันธุ์ต่อสภาพแวดล้อมเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และพบว่าการปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีในฤดูปลูกที่ 1 ให้ค่าเฉลี่ยของทั้ง 6 พันธุ์มากที่สุด

ความยาวฝัก มีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ในทุกสภาพแวดล้อม (Table 3) และพบนัยสำคัญของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ($P < 0.05$) ดังนั้นในการพิจารณาความยาวฝักของพันธุ์จึงควรพิจารณาแยกกันในแต่ละสภาพแวดล้อม เนื่องจากมีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมในทิศทางที่ต่างกัน และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของสภาพแวดล้อมพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกัน ($P \geq 0.05$)

ความกว้างฝัก พบว่ามีเพียงการปลูกในสภาพอินทรีย์ในฤดูปลูกที่ 1 ที่ไม่มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ ส่วนในสภาพการปลูกที่เหลือทั้ง 4 แบบ พบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ (Table 4) โดยที่พันธุ์ไฮบริกซ์-3 และพันธุ์ซูการ์สตาร์มีแนวโน้มมีความกว้างฝักมากที่สุดในแต่ละสภาพแวดล้อม และพบว่ามีความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนของการทดลองไม่เป็นเอกภาพกันจึงไม่วิเคราะห์ผลรวมของลักษณะนี้

ความหวานของเมล็ด พบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ในทุกสภาพแวดล้อม ยกเว้นในสภาพการปลูกแบบเคมีในฤดูปลูกที่ 1 (Table 5) จากการวิเคราะห์ผลรวมของสภาพแวดล้อมที่มีเอกภาพของความแปรปรวน (ยกเว้นการปลูกแบบให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ในฤดูปลูกที่ 1) พบนัยสำคัญของปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ($P < 0.01$) ดังนั้นในการพิจารณาความหวานของเมล็ดจึงควรพิจารณาพันธุ์ในแต่ละสภาพแวดล้อม เนื่องจากมีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมในทิศทางที่ต่างกัน

น้ำหนักฝักทั้งเปลือก มีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ในทุกสภาพแวดล้อม (Table 6) แต่ไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ($P \geq 0.05$) แสดงว่าในการพิจารณาลักษณะนี้สามารถใช้ค่าเฉลี่ยของพันธุ์จากทั้ง 5 สภาพแวดล้อมได้ เนื่องจากการตอบสนองของพันธุ์ต่อสภาพแวดล้อมเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยพบว่าพันธุ์อินทรีย์ 2 มีน้ำหนักฝักทั้งเปลือกต่ำสุด และพบว่าค่าเฉลี่ยของสภาพแวดล้อมมีความแตกต่างกัน

น้ำหนักฝักปอกเปลือก ให้ผลในทำนองเดียวกันกับน้ำหนักฝักทั้งเปลือก โดยมีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ในทุกสภาพแวดล้อม (Table 7) แต่ไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ($P \geq 0.05$) แสดงว่าในการพิจารณาลักษณะนี้สามารถใช้ค่าเฉลี่ยของพันธุ์จากทั้ง 5 สภาพแวดล้อมได้ เนื่องจากการตอบสนองของพันธุ์ต่อสภาพแวดล้อมเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยพบว่าพันธุ์อินทรีย์ 2 มีน้ำหนักฝักทั้งเปลือกต่ำสุด และพบว่าค่าเฉลี่ยของสภาพแวดล้อมมีความแตกต่างกัน

ผลผลิตฝักทั้งเปลือกต่อไร่ มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ใน 4 สภาพแวดล้อม โดยในสภาพแวดล้อมการปลูกแบบอินทรีย์ในฤดูปลูกที่ 1 ไม่พบความแตกต่างระหว่างพันธุ์ (Table 8) จากการวิเคราะห์ผลรวมของสภาพแวดล้อมที่มีเอกภาพของความแปรปรวน (ยกเว้นการปลูกแบบให้ปุ๋ยเคมีในฤดูปลูกที่ 2) ไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ($P \geq 0.05$) ดังนั้นจึงสามารถใช้ค่าเฉลี่ยของพันธุ์จาก 4 สภาพแวดล้อมนี้ได้ โดยพบว่าพันธุ์อินทรีย์ 2 มีผลผลิตฝักทั้งเปลือกต่อไร่ต่ำสุด

ผลผลิตฝักปอกเปลือกต่อไร่ มีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ในทั้ง 5 สภาพแวดล้อม (Table 9) จากการวิเคราะห์ผลรวมของสภาพแวดล้อมที่มีเอกภาพของความแปรปรวน (ยกเว้นการปลูกแบบให้ปุ๋ยเคมีในฤดูปลูกที่ 2) ไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ($P \geq 0.05$) ดังนั้นจึงสามารถใช้ค่าเฉลี่ยของพันธุ์จาก 4 สภาพแวดล้อมนี้ได้ โดยพบว่าพันธุ์อินทรีย์ 2 มีผลผลิตฝักปอกเปลือกต่อไร่น้อยที่สุด และพบว่าการปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ให้ผลผลิตฝักทั้งเปลือกและผลผลิตฝักปอกเปลือกต่อไร่มากที่สุด (Table 8, 9)

Table 1 Plant height of 6 super sweet corn cultivars planted in 5 environments.

Cultivars	Plant height (cm)				
	Season 1 Organic	Season 1 Chemical	Season 1 Or. + Chem.	Season 2 Organic	Season 2 Chemical
Hybrix 3	178.7 b	152.3	177.7 ab	170.8 a	171.6 ab
Topsweet	186.6 a	164.2	189.8 a	176.8 a	180.7 a
Sugar 75	177.2 b	168.6	176.9 abc	168.8 a	170.1 b
Sugarstar	172.7 b	179.8	170.1 bcd	173.3 a	171.6 ab
Aurora	164.5 c	166.2	161.3 d	155.2 b	147.3 c
Insee 2	158.6 c	167.9	161.9 cd	153.3 b	153.5 c
F-test	**	ns	**	**	**
CV. (%)	2.31	8.26	5.51	3.61	3.81
Env. Means	173.0	166.5	172.9	166.3	165.8

ns and ** = not significant and significant at $P < 0.01$, respectively.

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at $DMRT_{0.05}$

Note: Combined analysis was not performed because of heterogeneous of variances.

Table 2 Stem diameter of 6 super sweet corn cultivars planted in 5 environments.

Cultivars	Stem diameter (cm)					Combined
	Season 1 Organic	Season 1 Chemical	Season 1 Or. + Chem.	Season 2 Organic	Season 2 Chemical	Cultivars Means*
Hybrix 3	3.10	3.39 bc	3.11	2.29	2.28	2.83 b
Topsweet	3.04	3.70 ab	3.19	2.20	2.11	2.85 b
Sugar 75	3.10	3.49 bc	3.14	2.27	2.25	2.85 b
Sugarstar	3.17	3.96 a	3.15	2.36	2.41	3.01 a
Aurora	3.09	3.44 bc	3.07	2.39	2.35	2.86 b
Insee 2	3.05	3.12 c	2.96	2.25	2.38	2.75 b
F-test	ns	**	ns	ns	ns	*
CV. (%)	6.93	6.77	5.35	7.59	10.23	7.26
Env. Means**[Z]	3.09 b	3.52 a	3.10 b	2.29 c	2.29 c	
F-test (combined): Cultivars (C)*, Environments (E)**, (C x E)[ns]						

ns, * and ** = not significant and significant at $P < 0.05$ and 0.01, respectively.

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at $DMRT_{0.05}$

[Z] Means in a row (env. means) followed by the same letter are not significantly different at $DMRT_{0.05}$

Table 3 Ear length of 6 super sweet corn cultivars planted in 5 environments.

Cultivars	Ear length (cm)					Combined
	Season 1 Organic	Season 1 Chemical	Season 1 Or. + Chem.	Season 2 Organic	Season 2 Chemical	Cultivars Means**
Hybrix 3	21.00 ab	20.39 b	20.60 ab	20.44 a	20.20 b	20.53 ab
Topsweet	21.35 a	21.53 a	21.40 a	20.63 a	20.26 b	21.03 a
Sugar 75	19.53 cd	19.58 c	19.58 bc	19.15 b	20.74 ab	19.71 c
Sugarstar	19.63 cd	20.89 ab	21.05 a	20.66 a	21.22 a	20.69 ab
Aurora	19.95 bc	20.51 b	20.53 abc	19.10 b	19.90 b	20.00 bc
Insee 2	18.49 d	18.49 d	19.18 c	17.41 c	18.54 c	18.42 d
F-test	**	**	*	**	**	**
CV. (%)	4.13	2.61	4.23	3.86	2.80	3.59
Env. Means[ns]	19.99	20.23	20.39	19.56	20.14	
F-test (combined): Cultivars (C)**, Environments (E)[ns], (C x E)*						

ns, * and ** = not significant and significant at $P < 0.05$ and 0.01, respectively.

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at $DMRT_{0.05}$

Table 4 Ear width of 6 super sweet corn cultivars planted in 5 environments.

Cultivars	Ear width (cm)				
	Season 1 Organic	Season 1 Chemical	Season 1 Or. + Chem.	Season 2 Organic	Season 2 Chemical
Hybrix 3	4.22	5.19 a	5.44 a	5.17 a	5.65 a
Topsweet	4.12	4.71 cd	5.18 ab	4.86 b	5.29 b
Sugar 75	4.65	4.80 bcd	5.18 ab	4.52 cd	5.13 bc
Sugarstar	4.60	5.14 ab	5.48 a	4.80 b	5.51 a
Aurora	4.63	5.05 abc	5.23 a	4.65 bc	5.06 c
Insee 2	4.56	4.50 d	4.84 b	4.38 d	4.84 d
F-test	ns	**	*	**	**
CV. (%)	7.09	4.81	4.16	3.05	2.15
Env. Means	4.46	4.90	5.22	4.73	5.25

ns, * and ** = not significant and significant at $P < 0.05$ and 0.01, respectively.

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at $DMRT_{0.05}$

Note: Combined analysis was not performed because of heterogeneous of variances.

Table 5 Kernel sweetness of 6 super sweet corn cultivars planted in 5 environments.

Cultivars	Kernel sweetness (°Brix)					Combined
	Season 1 Organic	Season 1 Chemical	Season 1 Or. + Chem.	Season 2 Organic	Season 2 Chemical	Cultivars Means^{ns}
Hybrix 3	12.95 a	11.04	13.75 bc	14.3 b	14.1 b	13.08
Topsweet	12.93 a	11.25	14.25 ab	15.0 a	15.0 a	13.52
Sugar 75	12.95 a	11.48	13.75 bc	14.0 b	14.0 b	13.11
Sugarstar	12.86 a	11.55	13.75 bc	15.3 a	15.4 a	13.76
Aurora	12.66 ab	11.66	12.88 c	14.1 b	14.1 b	13.13
Insee 2	12.11 b	10.96	15.25 a	14.9 a	14.9 a	13.22
F-test	*	ns	*	**	**	ns
CV. (%)	2.98	4.49	5.26	2.26	2.50	3.02
Env. Means**^{Z}	12.74 b	11.32 c	(13.94)^{X}	14.58 a	14.56 a	
F-test (combined):	Cultivars (C)^{ns},	Environments (E)**,	(C x E)**			

ns, * and ** = not significant and significant at $P < 0.05$ and 0.01, respectively.

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at $DMRT_{0.05}$

^{Z} Means in a row (env. means) followed by the same letter are not significantly different at $DMRT_{0.05}$

^{X} Excluded from combined analysis because of heterogeneity of error variance.

Table 6 Un-husked ear weight of 6 super sweet corn cultivars planted in 5 environments.

Cultivars	Un-husked ear weight (g)					Combined
	Season 1 Organic	Season 1 Chemical	Season 1 Or. + Chem.	Season 2 Organic	Season 2 Chemical	Cultivars Means**
Hybrix 3	405 a	454 ab	432 a	337 a	389 bc	403 ab
Topsweet	375 ab	419 bc	385 ab	321 ab	350 cd	370 c
Sugar 75	425 a	434 ab	395 ab	295 ab	397 b	389 bc
Sugarstar	415 a	467 a	449 a	326 a	456 a	423 a
Aurora	349 b	382 c	391 ab	277 b	336 d	347 d
Insee 2	294 c	298 d	330 b	220 c	288 e	286 e
F-test	**	**	*	**	**	**
CV. (%)	9.15	6.90	12.08	10.08	7.95	9.40
Env. Means**[Z]	377 bc	409 a	397 ab	296 d	369 c	
F-test (combined):	Cultivars (C)**,	Environments (E)**,	(C x E)[ns]			

ns, * and ** = not significant and significant at $P < 0.05$ and 0.01, respectively.

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at $DMRT_{0.05}$

[Z] Means in a row (env. means) followed by the same letter are not significantly different at $DMRT_{0.05}$

Table 7 Husked ear weight of 6 super sweet corn cultivars planted in 5 environments.

Cultivars	Husked ear weight (g)					Combined
	Season 1 Organic	Season 1 Chemical	Season 1 Or. + Chem.	Season 2 Organic	Season 2 Chemical	Cultivars Means**
Hybrix 3	254 a	312 a	291 ab	265 a	315 ab	287 ab
Topsweet	227 a	267 b	295 ab	241 ab	279 cd	232 c
Sugar 75	264 a	287 ab	286 ab	220 bc	302 bc	272 bc
Sugarstar	251 a	320 a	324 a	247 ab	347 a	298 a
Aurora	219 ab	266 b	257 bc	200 cd	250 de	238 d
Insee 2	176 b	208 c	215 c	167 d	230 e	199 e
F-test	**	**	**	**	**	**
CV. (%)	12.61	9.04	10.85	10.24	7.68	10.05
Env. Means**[Z]	232 b	277 a	278 a	223 b	287 a	
F-test (combined):	Cultivars (C)**,	Environments (E)**,	(C x E)[ns]			

ns and ** = not significant and significant at $P < 0.01$, respectively.

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at $DMRT_{0.05}$

[Z] Means in a row (env. means) followed by the same letter are not significantly different at $DMRT_{0.05}$

Table 8 Un-husked ear yield of 6 super sweet corn cultivars planted in 5 environments.

Cultivars	Un-husked ear yield (kg/rai)					Combined
	Season 1 Organic	Season 1 Chemical	Season 1 Or. + Chem.	Season 2 Organic	Season 2 Chemical	Cultivars Means**
Hybrix 3	2,868	2,810 ab	3,360 a	2,307 a	2,948 b	2,836 ab
Topsweet	2,509	2,658 b	3,288 a	2,366 a	2,586 c	2,705 b
Sugar 75	3,201	3,078 ab	3,520 a	2,112 a	2,952 b	2,978 a
Sugarstar	2,756	3,304 a	3,511 a	2,391 a	3,458 a	2,991 a
Aurora	2,655	2,589 b	3,376 a	2,032 a	2,664 bc	2,663 b
Insee 2	2,047	2,040 c	2,453 b	1,546 b	2,157 d	2,021 c
F-test	ns	**	**	**	**	**
CV. (%)	17.54	11.94	11.12	12.10	7.46	13.41
Env. Means**[Z]	2,673 b	2,746 b	3,251 a	2,126 c	(2,794)[X]	

F-test (combined): Cultivars (C)**, Environments (E)**, (C x E)[ns]

ns and ** = not significant and significant at $P < 0.01$, respectively.

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at $DMRT_{0.05}$

[Z] Means in a row (env. means) followed by the same letter are not significantly different at $DMRT_{0.05}$

[X] Excluded from combined analysis because of heterogeneity of error variance.

Table 9 Husked ear yield of 6 super sweet corn cultivars planted in 5 environments.

Cultivars	Husked ear yield (kg/rai)					Combined
	Season 1 Organic	Season 1 Chemical	Season 1 Or. + Chem.	Season 2 Organic	Season 2 Chemical	Cultivars Means**
Hybrix 3	1,946 a	1,871 ab	2,328 a	1,680 a	2,345 ab	1,956 ab
Topsweet	1,590 ab	1,571 bc	2,239 a	1,760 a	2,011 c	1,790 b
Sugar 75	1,924 a	2,124 a	2,497 a	1,469 ab	2,246 b	2,004 ab
Sugarstar	1,755 a	2,284 a	2,480 a	1,701 a	2,522 a	2,055 a
Aurora	1,775 a	1,852 ab	2,331 a	1,395 ab	1,898 cd	1,838 ab
Insee 2	1,204 b	1,311 c	1,724 b	1,108 b	1,689 d	1,337 c
F-test	*	*	*	*	**	**
CV. (%)	17.27	18.47	13.33	18.06	6.98	16.57
Env. Means**[Z]	1,699 b	1,836 b	2,266 a	1,519 c	(2,119)[X]	

F-test (combined): Cultivars (C)**, Environments (E)**, (C x E)[ns]

ns, * and ** = not significant and significant at $P < 0.05$ and 0.01, respectively.

Means in a column followed by the same letter are not significantly different at $DMRT_{0.05}$

[Z] Means in a row (env. means) followed by the same letter are not significantly different at $DMRT_{0.05}$

[X] Excluded from combined analysis because of heterogeneity of error variance.

อภิปรายผล

เมื่อพิจารณาลักษณะที่สำคัญพบว่ามีความแตกต่างกันระหว่างพันธุ์ในลักษณะน้ำหนักฝักก่อนปอกเปลือกและน้ำหนักฝักหลังปอกเปลือกในทุกสภาพแวดล้อม เมื่อเฉลี่ยผลผลิตต่อไร่จาก 4 สภาพแวดล้อมที่มีเอกภาพของความแปรปรวน พบว่าพันธุ์มีความแตกต่างกันเช่นกัน โดยพันธุ์ที่มีผลผลิตสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ พันธุ์ชูการ์สตาร์ ชูการ์-75 และไฮบริกซ์-3 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสภาพแวดล้อมในการปลูกเฉลี่ยทั้ง 6 พันธุ์ พบว่า การปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ในฤดูปลูกที่ 1 ให้ผลผลิตต่อไร่ของฝักทั้งเปลือกและฝักปอกเปลือกสูงสุด โดยการปลูกแบบให้ปุ๋ยเคมีกับแบบให้ปุ๋ยอินทรีย์ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ในฤดูปลูกที่ 2 การปลูกแบบให้ปุ๋ยเคมีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกแบบให้ปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วมีรายงานว่าปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งของการปลูกพืชในระบบอินทรีย์คือการขาดธาตุไนโตรเจน (Sean *et al*., 1999) ในการทดลองนี้พบว่าผลผลิตของการปลูกในแบบให้ปุ๋ยอินทรีย์มีแนวโน้มให้ผลผลิตต่ำกว่าการปลูกแบบให้ปุ๋ยเคมีเช่นกัน สอดคล้องกับการทดลองของ Brumfield *et al*. (2000) ที่รายงานว่าการปลูกข้าวโพดหวานแบบอินทรีย์ให้ผลผลิตต่ำกว่าการปลูกแบบทั่วไป 7 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นแล้ว Burger et al. (2008) ยังรายงานว่าผลผลิตเฉลี่ยของการผลิตในระบบอินทรีย์ต่ำกว่ากว่าการปลูกแบบทั่วไป 16 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่ามีสาเหตุมาจากการที่พืชได้รับไนโตรเจนน้อย (Pimentel *at al*., 2005) ซึ่งในการทดลองครั้งนี้ประสบปัญหาดังกล่าว โดยสังเกตได้จากสีใบที่พบว่าการปลูกในแบบให้ปุ๋ยเคมีข้าวโพดหวานมีใบสีเขียวเขียวเข้มกว่าการปลูกให้ปุ๋ยอินทรีย์ Mader, *et al*. (2002) กล่าวว่าระบบการจัดการในการปลูกพืชแบบอินทรีย์มีความแตกต่างอย่างชัดเจนจากระบบการปลูกแบบปกติทั่วไป เช่น การไม่ใช้ปุ๋ยเคมี และสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช แต่กลับมาเน้นในด้านการจัดการความอุดมสมบูรณ์ของดินและระบบการปลูกพืชหมุนเวียน และใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศน์เกษตรโดยการกระตุ้นภูมิคุ้มกันภายในระบบจากความหลากหลายทางชีวเกษตร แทนการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรู อย่างไรก็ตามหากในการปลูกแบบอินทรีย์มีให้ธาตุไนโตรเจนในรูปของปุ๋ยอินทรีย์ให้อย่างเพียงพอก็สามารถลดปัญหาดังกล่าวลงได้

เมื่อพิจารณาพันธุ์ที่เหมาะสมในการปลูกแบบให้ปุ๋ยอินทรีย์ พบว่ามีเพียงพันธุ์อินทรีย์ 2 เท่านั้นที่ให้ผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์อื่นๆ โดยพันธุ์ที่มีแนวโน้มให้ผลผลิตมากที่สุดในการปลูกแบบให้ปุ๋ยอินทรีย์ในฤดูปลูกที่ 1 และ 2 คือพันธุ์ไฮบริกซ์ 3 และชูการ์สตาร์ ตามลำดับ นอกจากนี้แล้วยังพบว่าพันธุ์ชูการ์สตาร์ยังมีแนวโน้มให้ผลผลิตมากที่สุดในทุกสภาพการปลูก แสดงว่าเป็นพันธุ์ที่ตอบสนองต่อทุกสภาพแวดล้อมของการปลูกได้ดีหรือจัดว่าเป็นพันธุ์ที่มีเสถียรภาพสูง และจากการทดลองของ ปราโมทย์ และพรทิพย์ (2555) ในการทดสอบพันธุ์ข้าวโพดหวานใน 2 ฤดูปลูก พบว่าพันธุ์ไฮบริกซ์ 3 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตสูงใน 3 อันดับแรกของพันธุ์ที่ปลูกทดลองในฤดูปลูกที่ 1 โดยเป็นการทดลองในสภาพการปลูกแบบให้ปุ๋ยเคมี เมื่อพิจารณาถึงความหวานของเมล็ด จากการทดลองในการปลูกแบบให้ปุ๋ยอินทรีย์ในฤดูปลูกที่ 1 พบว่าพันธุ์ไฮบริกซ์ 3 และชูการ์สตาร์ให้ความหวานไม่แตกต่างกัน แต่ในฤดูปลูกที่ 2 ของการปลูกแบบให้ปุ๋ยอินทรีย์พบว่าพันธุ์ชูการ์สตาร์มีความหวานของเมล็ดสูงกว่าพันธุ์ไฮบริกซ์ 3 ดังนั้นเมื่อพิจารณาร่วมกับลักษณะอื่นๆ เช่น น้ำหนักฝักและความยาวฝัก พบว่าพันธุ์ชูการ์สตาร์จึงเป็นพันธุ์ที่เหมาะสำหรับการปลูกในระบบการปลูกแบบให้ปุ๋ยอินทรีย์ในการทดลองนี้ ซึ่งสามารถนำมาทดลองปลูกในระบบการปลูกแบบอินทรีย์ต่อไป

สรุป

จากการวิเคราะห์ผลรวมพบว่าผลผลิตฝักปอกเปลือกต่อไร่มีความแตกต่างกันทั้งระหว่างสภาพแวดล้อมและระหว่างพันธุ์ ($P < 0.01$) และไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์กับสภาพแวดล้อม ($P \geq 0.05$) โดยที่สภาพการ

ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ในฤดูปลูกที่ 1 ให้ผลผลิตมากที่สุด (2,266 กิโลกรัมต่อไร่) และพันธุ์ที่มีผลผลิตสูง 3 อันดับแรก ได้แก่ พันธุ์ซูการ์สตาร์ ซูการ์-75 และไฮบริกซ์-3 (2,055, 2,004 และ 1,956 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาร่วมกับลักษณะอื่นๆ พบว่าพันธุ์ซูการ์สตาร์เป็นพันธุ์ที่น่าสนใจในการนำมาปลูกในระบบการปลูกแบบอินทรีย์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2557. ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านเกษตร online. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: report/ http://production.doae.go.th/report_main2.php?report_type=1. (20 เมษายน 2557).

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2544. ปรับปรุงพันธุ์พืช: ความหลากหลายแนวคิด. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปราโมทย์ พรสุริยา และ พรทิพย์ พรสุริยา. 2555. การเปรียบเทียบพันธุ์ข้าวโพดหวานลูกผสม 6 พันธุ์ ใน 2 ฤดูปลูก. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก 5(1): 24-34.

สุรพล อุปดิสสกุล. 2537. สถิติ การวางแผนการทดลอง เล่ม 2. สหมิตรออฟเซท, กรุงเทพฯ.

Alfoldi, Th. 2001. Plant breeding techniques-an evaluation for organic plant breeding. FiBL-dossier no. 2, Institute for Organic Agriculture (FiBL), Frick, Switzerland.

Brumfield, R.G., A. Rimal and S. Reiners. 2000. Comparative cost analyses of conventional, integrated crop management, and organic methods. HortTechnology. 10: 785-793.

Burger, H., M. Schloen, W. Schmidt and H.H. Geiger. 2008. Quantitative genetic studies on breeding maize for adaptation to organic farming. Euphytica 163: 501-510

Little, T.M. and F.J. Hills. 1978. Agricultural Experimentation Design and Analysis. John Wiley & Sons, Inc. Canada.

Mader, P., D. Fliessbach, D. Dubois, L. Gunst, P. Fried and U. Niggli. 2002. Soil fertility and biodiversity in organic farming. Science 296: 1694-1697.

Pimentel, D., P. Hepperly, J. Hanson, R. Seidel and D. Douds. 2005. Organic and conventional farming systems: Environmental and economic issues. College of Agriculture and Life Sciences, Cornell University, Ithaca, NY, USA. Available from: <http://ecommons.library.cornell.edu/bitstream /1813/2101/1/pimentel_report_05-1.pdf>. Accessed: Nov. 27, 2011.

Porcher, M.H. 2005. “Sorting Zea Names. (online). Available: www.plantnames.unimelb.edu.au/Sorting/ Zea.html (26 April 2011).

Sean, C., K. Klonsky, P. Livingston, and S.T. Temple. 1999. Crop-yield and economic comparisons of organic, low-input, and conventional farming systems in California’s Sacramento Valley. American Journal of Alternative Agriculture. 14: 109-121.

Verhoog, H., M. Matze, E. Lammerts van Bueren and T. Baars. 2003. The role of the concept of the natural (naturalness) in organic farming. Journal of Agricultural and Environmental Ethics 16, 29-49.

สูตรที่เหมาะสมและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มาร์ชแมลโลว์สอดไส้ครีมสับปะรด

The Optimized Formulation and Sensory Quality of Marshmallow with Pineapple Cream Filling Product

รุ่งทิวา กองเงิน[1*] ณัฏวลิณคล เศรษฐปราโมทย์[1] และ ชณิชา จินาการ[1]
Rungtiwa Kongngoen,[1*] Natwalinkhol Settapramote[1] and Chanicha Jinakarn[1]

บทคัดย่อ

มาร์ชแมลโลว์จัดเป็นลูกกวาดชนิดที่มีฟองอากาศ จึงมักนิยมใช้กลิ่นสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นรูปแบบที่พบในมาร์ชแมลโลว์ที่มีจำหน่ายทั่วไป ดังนั้นจึงได้มีแนวคิดในการผลิตมาร์ชแมลโลว์ให้มีกลิ่นรสของสับปะรดโดยธรรมชาติในรูปแบบของมาร์ชแมลโลว์สอดไส้ครีมสับปะรด โดยทำการศึกษาเพื่อหาปริมาณน้ำสับปะรดเข้มข้นที่เหมาะสมในการผลิตมาร์ชแมลโลว์ซึ่งใช้น้ำสับปะรดเข้มข้นในปริมาณที่แตกต่างกัน 5 ระดับทดแทนน้ำในสูตรมาตรฐาน ตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ในด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส สีกลิ่นสับปะรด รสชาติ และความชอบรวมโดยวางแผนการทดลองแบบ RCBD พบว่าการใช้น้ำสับปะรดเข้มข้นทดแทนน้ำในสูตรมาตรฐานทั้งหมด จะทำให้ได้มาร์ชแมลโลว์ที่มีคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงสุดในทั้ง 6 คุณลักษณะอยู่ในช่วง 7.00-7.40 จากนั้นจึงนำมาร์ชแมลโลว์ที่คัดเลือกได้มาทำการสอดไส้ครีมสับปะรด โดยศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของส่วนผสมในการทำไส้ครีมสับปะรดระหว่างน้ำสับปะรด น้ำตาลทรายและแป้งกวนไส้ วางแผนการทดลองแบบ Mixture design ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คนให้คะแนนความชอบแบบ 9 point hedonic scale พบว่า มาร์ชแมลโลว์ที่มีไส้ทำจาก น้ำสับปะรด น้ำตาลทรายและแป้งกวนไส้ ในปริมาณร้อยละ 50 42 และ 8 ตามลำดับ ให้คะแนนทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูงสุดแก่ผลิตภัณฑ์ ในด้านลักษณะปรากฏ (ขนาด-รูปร่าง) ลักษณะปรากฏ (สีมาร์ชแมลโลว์) เนื้อสัมผัส สีของไส้ครีมสับปะรด กลิ่นสับปะรด รสชาติ และความชอบรวม โดยมีคะแนนคุณภาพดังกล่าวทั้งหมดอยู่ในช่วง 7.00-7.70

คำสำคัญ: มาร์ชแมลโลว์ ไส้ครีมสับปะรด น้ำสับปะรดเข้มข้น คุณภาพทางประสาทสัมผัส

Abstract

Marshmallow is classified to aerated foam candy. The commercial artificial flavors are popular used in marshmallow product. Therefore, the idea of marshmallow production with the natural pineapple flavor was investigated as marshmallow with pineapple cream filling style. The optimal level of concentrated pineapple juice used in marshmallow production was studied. The five levels of concentrated pineapple juice were substituted for water in standard formulation. To evaluate sensory in appearance texture color pineapple odor flavor and overall acceptance quality using RCBD for experimental design, the results found that the concentrated pineapple juice substituted for the whole water content in standard formula had the highest scores in all 6 sensory characteristics with the scores in the range of 7.00-7.40. After that, the selected marshmallow was filled with pineapple cream filling. The mixture design was employed to study the optimum ratio of pineapple juice sugar and flour for pineapple cream filling preparation. The 30 panelists evaluated the sensory quality by rating the samples using 9-point hedonic scale. It was found that marshmallow with the filling prepared from pineapple juice sugar and flour at the ratio of 50 42 and 8,respectively showed the highest score in appearance (size

[1] สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

[1] Department of Agro-Industry, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang

* Corresponding author. E-mail: tukkatafay@hotmail.com โทร.0-5434-2547-8

and shape) appearance (marshmallow color) texture color of pineapple cream filling pineapple odor taste and overall acceptance with the scores in the range of 7.00-7.70.

Keywords: Marshmallow, Pineapple cream filling, Concentrated pineapple juice, Sensory quality

บทนำ

มาร์ชแมลโลว์จัดเป็นลูกกวาดชนิดที่มีฟองอากาศ มีลักษณะนุ่มเบาเหมือนโฟม ทำให้การผลิตจำเป็นต้องใส่กลิ่นในปริมาณมาก จึงมักนิยมใช้กลิ่นสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นรูปแบบที่พบได้ในมาร์ชแมลโลว์ที่มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไปในปัจจุบัน ดังนั้นจึงได้มีแนวคิดในการผลิตมาร์ชแมลโลว์ให้มีกลิ่นรสของสับปะรดโดยธรรมชาติในรูปแบบของมาร์ชแมลโลว์สอดไส้ครีมสับปะรดซึ่งจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการใช้สับปะรดเป็นส่วนผสมตัวหลักในผลิตภัณฑ์ทั้งนี้เนื่องจากสับปะรดเป็นพืชที่มีศักยภาพในการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ ได้ เป็นผลไม้ที่ค่อนข้างหาได้ง่ายภายในท้องถิ่น มีสรรพคุณทางสมุนไพรได้แก่ ช่วยในการย่อยอาหารเสริมสร้างการดูดซึมอาหารของร่างกาย การลดความร้อนของร่างกาย นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาวิจัยพบว่าผู้ที่รับประทานสับปะรดเป็นประจำ จะช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคไตอักเสบและโรคความดันสูง ช่วยลดอาการบวมน้ำของร่างกาย ช่วยขับปัสสาวะ ช่วยลดความร้อนของร่างกาย ลดอาการกระสับกระส่าย ปัสสาวะไม่ออก เป็นต้น (จิรภา และคณะ,2554) อีกทั้งยังเป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วยวิตามินหลายชนิดโดยเฉพาะวิตามินซี (กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2535) นอกจากนี้ยังมีสารประกอบฟีนอลค่อนข้างสูง (ประมาณ 355-361 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) เมื่อเทียบกับผักหรือผลไม้ชนิดอื่น (สโรบล และชัยรัตน์, 2554) จากคุณประโยชน์ของสับปะรดดังกล่าวข้างต้นจึงได้นำสับปะรดมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์มาร์ชแมลโลว์สอดไส้ครีมสับปะรด ซึ่งนับเป็นการช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบสับปะรดและเป็นการสร้างความหลากหลายให้แก่ผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น ก่อให้เกิดรายได้เพิ่มให้กับกลุ่มแม่บ้านหรือเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดได้อีกทางหนึ่ง วัตถุประสงค์ของการทดลองนี้คือ เพื่อศึกษาหาปริมาณของน้ำสับปะรดเข้มข้นที่เหมาะสมในการผลิตตัวมาร์ชแมลโลว์และหาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไส้ครีมสับปะรดที่ใช้ส่วนผสมหลัก ได้แก่น้ำสับปะรด น้ำตาลและแป้งกวนไส้ ทั้งนี้เพื่อให้ได้สูตรและวิธีการผลิตที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์มาร์ชแมลโลว์สอดไส้ครีมสับปะรดที่มีกลิ่นรสสับปะรดโดยธรรมชาติที่ปราศจากการใช้กลิ่นสังเคราะห์

วิธีการศึกษา

1. ศึกษาผลของการใช้น้ำสับปะรดเข้มข้นที่มีผลต่อคุณภาพมาร์ชแมลโลว์

1.1 การเตรียมน้ำสับปะรดเข้มข้น

นำสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย จากแปลงเกษตรกร ตำบลบ้านเสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ทำการปอกเปลือกตัดตาออกแล้วทำการล้างให้สะอาด จากนั้นจึงทำการหั่นให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่นผสม ทำการกรองกากออกด้วยผ้าขาวบางแล้วนำไปตุ๋่นด้วยหม้อสองชั้นจนกระทั่งได้น้ำสับปะรดที่มีความเข้มข้น 65 ^{O}Brix มีค่าความเป็นกรดด่าง 4.46 และมีปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก ร้อยละ 0.52

1.2 การดำเนินการทดลอง

ศึกษาผลของการใช้น้ำสับปะรดเข้มข้น 65^{O}Brix ที่มีต่อคุณภาพของตัวมาร์ชแมลโลว์ในปริมาณต่าง ๆ ได้แก่ ร้อยละ 60 ,70, 80, 90 และ 100 ทดแทนน้ำในสูตรพื้นฐาน ร่วมกับการใช้ส่วนผสมอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 และดำเนินการผลิตดังภาพที่ 1 (ดัดแปลงจากสุวรรณา, 2543)

Table 1 The different levels of ingredients used in marshmallow at different levels of concentrated pineapple juice substituted water levels in marshmallow formulation

Ingredients (grams)	The different levels of concentrated pineapple juice substituted water levels in marshmallow formulation (%)				
	60	70	80	90	100
Concentrated pineapple juice	39	45.5	52	58.5	65
Water	26	19.5	13	6.5	-
Egg white	6	6	6	6	6
Gelatin	20	20	20	20	20
Glucose syrup	245	245	245	245	245
Sugar	115	115	115	115	115

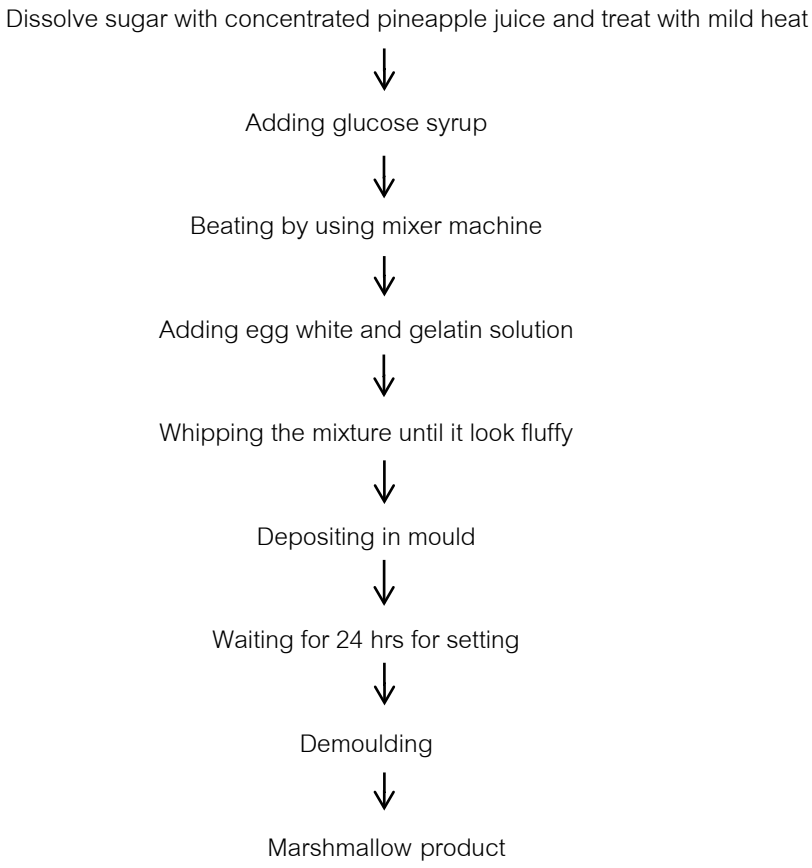


Figure 1 Marshmallow production

1.3 การทดสอบคุณภาพทางกายภาพ

1.3.1 การวัดค่าสี ในระบบ CIE L* a* b* ด้วยเครื่องวัดสี Colorimeter รุ่น Color Quest XE ยี่ห้อ Hunter Lab

1.3.2 การวัดค่าเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง Texture Analyzer ยี่ห้อ TA.XT.Plus โดยวัดแบบ Texture Profile Analysis (TPA)

1.4 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน จะทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ให้คะแนนความชอบในด้านรสชาติ ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส สี ความเข้มของกลิ่นสับปะรด และความชอบรวม โดยวิธี 9-Point Hedonic Scale โดยที่ระดับคะแนน 1 คือไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คือชอบมากที่สุด (Stone and Sidel, 2004)

1.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลผลการวิเคราะห์ทางกายภาพที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ (Analysis of Variance ; ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design;CRD) ส่วนข้อมูลทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ตามแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design ; RCBD) และวิเคราะห์ความแตกต่างโดย Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

2. ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไส้ครีมสับปะรดเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการผลิตมาร์ชแมลโลว์สอดไส้ครีมสับปะรด

2.1 การดำเนินการทดลอง

ทำการศึกษาเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่าง น้ำสับปะรด น้ำตาลทราย และแป้งกวนไส้ ในการผลิตเป็นไส้ครีมสับปะรดเพื่อใช้ในการสอดไส้มาร์ชแมลโลว์ที่ผ่านการคัดเลือกมาจากตอนที่ 1 โดยปัจจัยที่ศึกษามี 3 ปัจจัยได้แก่ น้ำสับปะรดร้อยละ 50-55 น้ำตาลทราย ร้อยละ 40-45 และแป้งกวนไส้ร้อยละ 5-10 วางแผนการทดลองในแบบ Mixture design (ไพโรจน์, 2545) ได้สิ่งทดลองทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง (ภาพที่ 2) โดยสามารถแสดงเป็นส่วนประกอบที่ใช้ในการทำไส้ครีมสับปะรดที่ประกอบด้วย น้ำสับปะรด น้ำตาลทราย และแป้งกวนไส้ในปริมาณที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2 และดำเนินการผลิตเป็นไส้ครีมสับปะรดดังภาพที่ 3 (ดัดแปลงจากศิริลักษณ์, 2525)

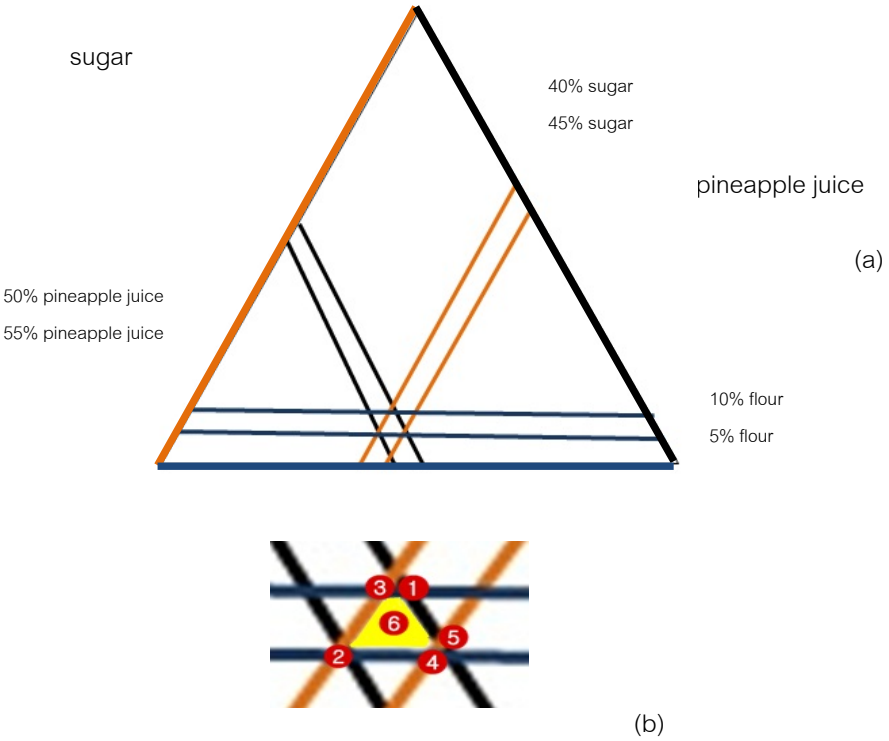


Figure 2 Mixture design of main ingredients used for pineapple cream filling (a) the percentage of main ingredients; pineapple juice sugar and flour (b) magnifying image of main ingredients used in pineapple cream filling formulation

Table 2 The percentage of ingredients used for pineapple cream filling production

Ingredients	Ingredients used in each treatment (%)					
	1	2	3	4	5	6
Pineapple juice	50	55	50	50	52	51
Sugar	40	40	45	42	43	41
Flour	10	5	5	8	5	8

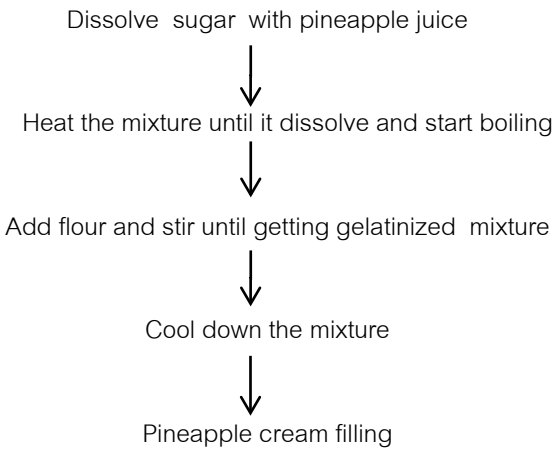


Figure 3 Pineapple cream filling production

2.2 การทดสอบคุณภาพทางกายภาพ

ทำการวัดคุณภาพทางกายภาพของไส้ครีมสับปะรด โดยวัดค่าสีของไส้ครีมสับปะรด ในระบบ CIE L* a* b* ด้วยเครื่องวัดสี Colorimeter รุ่น Color Quest XE ยี่ห้อ Hunter Lab

2.3 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน จะทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์มาร์ชแมลโลว์สอดไส้ครีมสับปะรด โดยให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ(ขนาดรูปร่าง) ลักษณะปรากฏ(สีมาร์ชแมลโลว์) เนื้อสัมผัส สีของไส้ กลิ่นสับปะรด รสชาติ และความชอบรวมโดยวิธี 9-Point Hedonic Scale โดยที่ระดับคะแนน 1 คือไม่ชอบมากที่สุด และ 9 คือชอบมากที่สุด (Stone and Sidel, 2004)

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลผลการวิเคราะห์ทางกายภาพที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ (Analysis of Variance ; ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design;CRD) ส่วนข้อมูลทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ตามแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design ; RCBD) และวิเคราะห์ความแตกต่างโดย Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT)

ผลการศึกษา

1.ศึกษาผลของการใช้น้ำสับปะรดเข้มข้นที่มีผลต่อคุณภาพมาร์ชแมลโลว์

จากผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพด้านสีและเนื้อสัมผัสของตัวมาร์ชแมลโลว์ ได้ผลดังตารางที่ 3 และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส สี ความเข้มกลิ่นสับปะรด รสชาติ และความชอบรวม ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4

Table 3 Physical characteristics in color and texture of marshmallow at the different levels of concentrated pineapple juice substituted water levels in marshmallow formulation

Physical Characteristics	Levels of concentrated pineapple juice substituted water levels in marshmallow formulation (%)				
	60	70	80	90	100
Color					
L*	91.13±2.23^{a}	90.84±0.25^{a}	90.37±0.21^{b}	89.82±0.09^{c}	89.60±0.90^{c}
a*	0.61±0.61^{bc}	0.37±0.06^{c}	0.42±0.39^{c}	1.29±0.09^{a}	0.87±0.26^{a}
b*	12.35±0.52^{b}	12.36±0.05^{b}	12.29±0.34^{b}	13.03±0.3^{a}	13.54±0.01^{a}
Texture					
Hardness (N)	7.52±0.14^{d}	8.27±0.13^{c}	8.26±0.13^{c}	9.30±0.149^{b}	11.42±0.380^{a}
Springiness(mm)	0.46±0.17^{c}	0.56±0.78^{b}	0.57±0.52^{b}	0.51±0.61^{b}	0.67±0.02^{a}
Cohesiveness^{ns}	0.56±0.01	0.92±0.15	0.92±0.47	0.89±0.54	0.96±0.00
Gumminess(N)	6.66±0.36^{c}	7.88±0.46^{b}	7.60±0.42^{b}	8.32±0.40^{b}	10.58±0.37^{a}
Chewiness(Nmm)	3.11±0.23^{c}	4.47±0.40^{b}	4.41±0.62^{b}	4.78±0.74^{b}	7.09±0.46^{a}

^{ns} Means were not significantly different ($p>0.05$)

Mean were compared in the same row in each groups of factor, the different letter, the statistical difference at $p \leq 0.05$

Table 4 Sensory characteristics scores of marshmallow produced from the different levels of concentrated pineapple juice

Levels of concentrated pineapple juice (%)	Appearance	Texture	Color	Intensity of pineapple odor	Taste	Overall acceptance
60	7.19±0.94^{ab}	6.81±1.21^{b}	7.02±0.96^{b}	6.79±1.21^{ab}	6.83±1.25^{ab}	7.03±1.15^{ab}
70	6.96±1.18^{b}	6.77±1.34^{b}	6.97±1.31^{b}	6.66±1.35^{b}	6.72±1.35^{b}	6.87±1.22^{b}
80	7.07±1.07^{ab}	6.97±1.28^{ab}	6.90±1.31^{b}	6.59±1.29^{b}	6.68±1.22^{b}	6.80±1.17^{b}
90	7.19±1.10^{ab}	6.30±1.32^{b}	6.96±1.22^{b}	6.73±1.32^{b}	6.92±1.18^{ab}	7.02±1.0^{ab}
100	7.27±1.14^{a}	7.28±1.25^{a}	7.36±0.93^{a}	7.07±1.11^{a}	7.09±1.05^{a}	7.29±1.14^{a}

Mean were compared in the same column in each groups of factor, the different letter, the statistical difference at $p \leq 0.05$

สำหรับคุณภาพด้านสีของมาร์ชแมลโลว์ (ตารางที่ 3) จะเห็นได้ว่า เมื่อพิจารณาค่า L* ซึ่งแสดงถึงค่าความสว่าง พบว่า การใช้น้ำสับปะรดเข้มข้นทดแทนน้ำในสูตรพื้นฐานที่ปริมาณร้อยละ 60 จะให้ค่าความสว่างสูงที่สุด(91.13±2.23) และเมื่อเพิ่มปริมาณการใช้น้ำสับปะรดเข้มข้นมากขึ้น ค่าความสว่าง L* มีแนวโน้มลดลงทั้งนี้เนื่องจากน้ำสับปะรดเข้มข้นที่ใช้มีสีเข้มออกน้ำตาลแดง เมื่อใช้ในปริมาณที่มากขึ้นจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่างลดลง

ส่วนค่า a* ที่แสดงถึงค่าความเป็นสีแดง ที่มีค่าค่อนไปทางสีแดงมากขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณการใช้น้ำสับปะรดเข้มข้น โดยจะเห็นได้ว่าการใช้น้ำสับปะรดเข้มข้นทดแทนน้ำในสูตรทั้งหมดจะทำให้ค่าความเป็นสีแดง a* มีค่าสูงขึ้น ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างจากการใช้น้ำสับปะรดเข้มข้นทดแทนน้ำในสูตรที่ปริมาณร้อยละ 90 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งจะมีค่า a* สูงสุด และเมื่อพิจารณาถึงค่า b* ที่แสดงถึงค่าความเป็นสีเหลือง จะเห็นได้ว่า เมื่อเพิ่มปริมาณการใช้น้ำสับปะรดเข้มข้นมากขึ้น ค่า b* จะมีแนวโน้มของความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นเช่นกัน ทั้งนี้เป็นผลเนื่องจากการใช้น้ำสับปะรดเข้มข้นในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นซึ่งน้ำสับปะรดเข้มข้นที่ใช้จะมีสีน้ำตาลออกแดง (ภาพที่ 4)

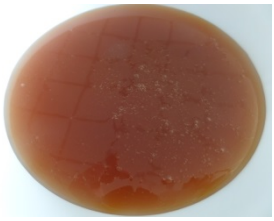


Figure 4 Concentrated pineapple juice used for marshmallow production

เมื่อทำการวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์มาร์ชแมลโลว์ (ตารางที่ 3) พบว่าการใช้น้ำสับปะรดเข้มข้นทดแทนน้ำในสูตรทั้งหมดจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่า Hardness (แรงที่ใช้ในการทำให้ตัวอย่างเกิดการเสียรูป) Springiness (ค่าที่บอกถึงความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์หรือความสามารถในการคืนตัวกลับมาเหมือนเดิมของผลิตภัณฑ์เมื่อมีการถอนแรงออกไป) Gumminess (พลังงานที่ทำให้อาหารกึ่งของแข็งซึ่งมีค่าความแข็งน้อยแต่พลังงานในการเกาะกันภายในสูงแตกออกจนสามารถกลืนได้) และ Chewiness (ค่าที่บอกถึงพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในการเคี้ยวบดอาหาร) (texture profile analysis, 2558) สูงสุด โดยมีค่าเท่ากับ 11.42±0.38 นิวตัน 0.67±0.02 มิลลิเมตร 10.58±0.37 นิวตัน และ 7.09±0.46 นิวตัน-มิลลิเมตร ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวทั้ง 4 มีความแตกต่างกันกับค่าที่สภาวะการใช้น้ำสับปะรดเข้มข้นทดแทนน้ำในสูตรที่ปริมาณต่าง ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้นค่า Cohesiveness ที่มีค่าไม่แตกต่างกันกับสภาวะที่มีการใช้น้ำสับปะรดเข้มข้นในทุกปริมาณอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p> 0.05$) การที่ผลิตภัณฑ์มีค่า Hardness Springiness Gumminess และ Chewiness สูง นั้นอาจเป็นผลเนื่องจากส่วนผสมเหลวของสภาวะที่มีการใช้น้ำสับปะรดเข้มข้นทดแทนน้ำในสูตรทั้งหมดมีค่าความหนืดก่อนการขึ้นรูปสูงสุด (ข้อมูลไม่ได้แสดงในผลการทดลอง) เมื่อผลิตภัณฑ์เกิดการคงตัวภายหลังการขึ้นรูปจึงทำให้ค่าดังกล่าวทั้ง 4 ค่าสูงตามไปด้วย ทั้งนี้ค่า Chewiness จะให้ผลสอดคล้องกับค่าความหนืด Hardness และ Cohesiveness โดยถ้าส่วนผสมที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ก่อนการขึ้นรูปมีค่าความหนืดสูงจะทำให้ผลิตภัณฑ์หลังการขึ้นรูปมีความแข็งและเคี้ยวยากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมก่อนการขึ้นรูปที่มีค่าความหนืดต่ำกว่า (Jones, 1977)

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มาร์ชแมลโลว์ (ตารางที่ 4) พบว่าการใช้น้ำสับปะรดเข้มข้นทดแทนน้ำในสูตรทั้งหมดจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์มีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสสูงสุดในทุก ๆ ด้าน ได้แก่ด้านลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส สี ความเข้มกลิ่นสับปะรด รสชาติ และความชอบรวม โดยมีคะแนนเป็น 7.27±1.14 7.28±1.25 7.36±0.93 7.07±1.11 7.09±1.05 และ 7.29±1.14 ตามลำดับ ดังนั้นจึงทำการคัดเลือกผลิตภัณฑ์มาร์ชแมลโลว์ที่ผลิตโดยการใช้น้ำสับปะรดเข้มข้นทดแทนน้ำในสูตรทั้งหมด ศึกษาในขั้นตอนต่อไป

2 ศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตไส้ครีมสับปะรดเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการผลิตมาร์ชแมลโลว์สอดไส้ครีมสับปะรด

จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านสี (L* a* b*) ของไส้ครีมสับปะรดพบว่าได้ผลดังตารางที่ 5 จากนั้นจึงทำการผลิตผลิตภัณฑ์มาร์ชแมลโลว์ที่ผ่านการคัดเลือกจากการทดลองในข้อ 1 ทำการสอดไส้ครีมสับปะรดโดยใช้ส่วนผสมของครีมสับปะรดที่ประกอบด้วยน้ำตาล น้ำสับปะรด และ แป้งกวนไส้ ที่ปริมาณต่าง ๆ กัน ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์มาร์ชแมลโลว์สอดไส้ครีมสับปะรด ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะปรากฏ (ขนาดรูปร่าง) ลักษณะปรากฏ (สีมาร์ชแมลโลว์) เนื้อสัมผัส สีของไส้ กลิ่นสับปะรด รสชาติ และความชอบรวม ได้ผลดังตารางที่ 6

คุณภาพด้านสีของไส้ครีมสับปะรด (ตารางที่ 5) เมื่อพิจารณาค่าความสว่าง L* พบว่าสิ่งทดลองที่ 1, 4 และ 5 มีค่าความสว่าง L* สูง ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 79.46±3.43 ถึง 85.29±1.78 โดยจะเห็นได้ว่าสิ่งทดลองทั้ง 3 มีส่วนผสมของน้ำสับปะรดในปริมาณที่สูงกว่าสิ่งทดลองที่ 3 และ 6 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มปริมาณน้ำสับปะรดจะมีผลทำให้ค่าความสว่าง L* ของไส้ครีมสับปะรดมีค่าสูงขึ้นด้วย ทั้งนี้เนื่องจากน้ำสับปะรดที่ใช้ในการทำไส้จะมีสีเหลืองสด (ภาพที่ 5 a) เมื่อใช้ในปริมาณที่มากขึ้น ค่าความสว่าง L* จึงมีค่าสูงขึ้น สำหรับค่าสี a* ไส้ครีมสับปะรดที่ผลิตได้จะมีค่าสี a* ค่อนไปทางสีเขียว เมื่อมีการใช้ปริมาณน้ำสับปะรดในปริมาณที่มากขึ้นจะส่งผลให้ไส้ครีมสับปะรดมีค่าสีค่อนไปทางสีเขียวมากขึ้น และเมื่อพิจารณาถึงค่าสี b* พบว่าค่าความเป็นสีเหลืองของไส้ครีมสับปะรดมีค่ามากขึ้นตามปริมาณการใช้น้ำสับปะรดที่เพิ่มขึ้น โดยพบว่าไส้ครีมสับปะรดจะมีค่าสีออกไปทางเหลืองออกเขียวเล็กน้อย (ภาพที่ 5 b)



(a)



(b)

Figure 5 (a) pineapple juice used for pineapple cream filling production (b) pineapple cream filling

Table 5 Color characteristic of pineapple cream filling

Color characteristic	Treatments					
	1	2	3	4	5	6
L*	82.60±3.07^{a}	73.73±1.93^{bc}	69.40±3.40^{c}	79.46±3.43^{ab}	85.29±1.78^{a}	72.23±6.09^{c}
a*	-0.19±0.20^{a}	-0.37±0.13^{ab}	-0.82±0.50^{b}	-0.28±0.17^{a}	-0.27±0.18^{a}	-0.18±0.02^{a}
b*	9.93±0.51^{b}	14.78±0.55^{a}	14.35±1.34^{a}	14.38±0.25^{a}	9.82±0.39^{b}	10.48±0.16^{b}

Mean were compared in the same column in each groups of factor, the different letter, the statistical difference at $p \leq 0.05$

Treatments 1 : The percentage of pineapple juice sugar and flour 50 40 10, respectively for pineapple cream filling
2 : The percentage of pineapple juice sugar and flour 55 40 5, respectively for pineapple cream filling
3 : The percentage of pineapple juice sugar and flour 50 45 5, respectively for pineapple cream filling
4 : The percentage of pineapple juice sugar and flour 50 42 8, respectively for pineapple cream filling
5 : The percentage of pineapple juice sugar and flour 52 43 5, respectively for pineapple cream filling
6 : The percentage of pineapple juice sugar and flour 51 41 8, respectively for pineapple cream filling

Table 6 Sensory characteristics scores of marshmallow with pineapple cream filling product

Treatments	Appearance in size and shape	Appearance in color of marshmallow	Texture	Color of pineapple cream filling	Pineapple odor	Taste	Overall acceptance
1	7.21±0.7^{a}	7.07±0.8^{ab}	7.02±0.9^{ab}	7.01±0.8^{ab}	7.20±0.8^{ab}	7.21±1.1^{b}	7.28±0.8^{b}
2	7.02±1.0^{ab}	7.10±0.8^{ab}	6.74±1.3^{b}	6.94±0.9^{b}	7.11±0.8^{abc}	7.10±1.1^{b}	7.04±1.1^{bc}
3	6.98±1.2^{ab}	7.22±0.8^{a}	6.72±1.4^{b}	7.20±0.9^{a}	7.01±1.0^{bc}	6.81±1.5^{c}	7.02±1.2^{bc}
4	6.96±0.6^{ab}	7.24±0.6^{a}	7.21±1.2^{a}	6.98±0.7^{ab}	7.27±1.1^{a}	7.51±0.9^{a}	7.71±0.9^{a}
5	7.09±0.9^{ab}	7.06±0.7^{ab}	7.11±0.9^{a}	6.84±0.9^{b}	7.12±0.8^{abc}	7.09±0.9^{b}	7.29±0.9^{b}
6	6.91±1.1^{b}	7.04±0.8^{b}	6.36±1.2^{c}	7.04±0.9^{ab}	6.97±0.9^{c}	6.80±1.0^{c}	6.90±1.1^{c}

Mean were compared in the same column in each groups of factor, the different letter, the statistical difference at $p \leq 0.05$

Treatments 1 : The percentage of pineapple juice sugar and flour 50 40 10, respectively for pineapple cream filling
2 : The percentage of pineapple juice sugar and flour 55 40 5, respectively for pineapple cream filling
3 : The percentage of pineapple juice sugar and flour 50 45 5, respectively for pineapple cream filling
4 : The percentage of pineapple juice sugar and flour 50 42 8, respectively for pineapple cream filling
5 : The percentage of pineapple juice sugar and flour 52 43 5, respectively for pineapple cream filling
6 : The percentage of pineapple juice sugar and flour 51 41 8, respectively for pineapple cream filling

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มาร์ชแมลโลว์สอดไส้ครีมสับปะรด ในด้านลักษณะปรากฏ (ขนาดรูปร่าง) ลักษณะปรากฏ (สีมาร์ชแมลโลว์) เนื้อสัมผัส สีของไส้ กลิ่นสับปะรด รสชาติ และความชอบรวม (ตารางที่ 6) พบว่า สิ่งทดลองที่ 4 ซึ่งก็คือผลิตภัณฑ์มาร์ชแมลโลว์สอดไส้ครีมสับปะรดที่มีส่วนประกอบของไส้ครีมสับปะรดประกอบด้วย น้ำสับปะรด น้ำตาล และแป้งกวนไส้ ที่ร้อยละ 50 42 และ 8 ตามลำดับ โดยได้รับคะแนนความมากที่สุดในด้านลักษณะปรากฏ (สี) เนื้อสัมผัส กลิ่นสับปะรด รสชาติและความชอบรวม โดยมีคะแนนเป็น 7.24±0.6 7.21±1.2 7.27±1.1 7.51±0.9 และ 7.71±0.9 ตามลำดับ ซึ่งค่าคะแนนความชอบดังกล่าวอยู่ในระดับความชอบปานกลาง

สรุป

ในการผลิตมาร์ชแมลโลว์สอดไส้ครีมสับปะรดเพื่อให้ได้กลิ่นและรสชาติของสับปะรดอย่างเด่นชัดควรทำการผลิตโดยใช้น้ำสับปะรดเข้มข้นทดแทนน้ำในสูตรทั้งหมด ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสี กลิ่นและรสชาติของสับปะรดที่มีความโดดเด่นมากขึ้น ส่วนไส้ครีมสับปะรดพบว่าควรใช้ส่วนประกอบในการทำไส้ครีมสับปะรด ได้แก่ น้ำสับปะรด น้ำตาล และแป้งกวนไส้ ที่ร้อยละ 50 42 และ 8 ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์มาร์ชแมลโลว์สอดไส้ครีมสับปะรดที่ได้รับคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ (สี) เนื้อสัมผัส กลิ่นสับปะรด รสชาติและความชอบรวม อยู่ในระดับความชอบปานกลาง ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้จะเป็นแนวทางหนึ่งในการใช้ประโยชน์จากสับปะรด สามารถนำไปต่อยอดในการผลิตเพื่อการค้าต่อไปในอนาคตได้ ซึ่งนับเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัตถุดิบสับปะรดได้อีกทางหนึ่ง

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย ภายใต้โครงการวิจัยการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากสับปะรด และปรับปรุงกระบวนการผลิตให้ถูกต้องตามหลักสุขลักษณะที่ดี งบประมาณแผ่นดิน ประจำปี พ.ศ. 2556

เอกสารอ้างอิง

กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2535. คุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก. กรุงเทพมหานคร. 97 น.

จิรภา พงษ์จันตา อัณณ์กาญจน์ นวลบุญเรือง นิอร โฉมศรี ลชินี ปานใจ ธัญลักษณ์ บัวผัน และวรรณพร เขื่อน เพชร. 2554. โครงการการผลิตน้ำเชื่อมสับปะรดเพื่อใช้ประโยชน์ในอาหารและพัฒนาเป็นสารสีคาราเมลจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2545. การวางแผนและการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส. ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุวรรณา สุภิมารส. 2543. เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

สโรบล สโรชวิกสิต และชัยรัตน์ ตั้งดวงดี. 2554. ผลของอุณหภูมิการอบแห้งและสารช่วยอบแห้งต่อคุณภาพของน้ำสับปะรดผงโดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย,วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. 34(3) : 203-215.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2525. ทฤษฎีอาหาร.เล่ม 3 หลักการถนอมอาหาร. ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Jones,N.R.1977. Uses of gelatin in edible products, pp. 365-394. In A.G.Ward and A.Courts,eds. The Science and Technology of Gelatin. Academic Press, London.

Stone,H. and Sidel, J.L. 2004. Sensory Evaluation Practice, Elsevier Academic Press. UK. 377p.

Texture Profile Analysis .2558. [on line] Available :http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/0987/texture-profile-analysis. Retrieved: [15.01.2015]

ผลของไคโตซานต่อผลผลิตมะเขือเทศเชอรีนอกฤดูภายใต้สภาพโรงเรือนตาข่าย

Effect of chitosan on yield of off season cherry tomato production under net house condition

กิตติ บุญเลิศนิรันดร์ [1*] และ สายน้ำผึ้ง ยิ้มแย้ม [1]

Kitti Boonlertnirun[1*] and SainampungYim-Yam

บทคัดย่อ

ไคโตซานเป็นสารอินทรีย์ธรรมชาติ มีสมบัติในการกระตุ้นการเจริญโตและช่วยเพิ่มผลผลิตของพืชได้ การทดลองมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอิทธิพลของไคโตซานต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมะเขือเทศเชอรี พันธุ์TA104 ที่ปลูกในสภาพโรงเรือน ทำการทดลอง 2 ฤดูปลูก คือ ฤดูปกติ ปลูกในฤดูหนาวระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 และนอกฤดู ปลูกในฤดูฝนระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2556 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556 ณ สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พระนครศรีอยุธยา วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ ทำ 4 ซ้ำ มี 5 สิ่งทดลอง คือ ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 0 (กรรมวิธีควบคุม), 20, 40, 60 และ 80 ppm โดยฉีดพ่นทุกสัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า มะเขือเทศที่ปลูกในฤดูหนาวให้ผลผลิตสูงกว่าในฤดูฝน ($p<0.01$) เนื่องจากในฤดูฝนพบการหลุดร่วงของผลในช่วงการเจริญของผล โดยมะเขือเทศที่ปลูกในฤดูหนาว ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1.09 กก./ต้น จำนวนผลเฉลี่ย 104ผล/ต้น มีจำนวนดอก/ช่อ 19 ดอก จำนวนผล/ช่อ 12 ผล ขนาดผลมีความกว้าง ความยาว และความหนาเนื้อ คือ 23.1, 40.5 และ 4.2 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนการปลูกในฤดูฝน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 0.35 กก./ต้น จำนวนผล 45 ผล/ต้น จำนวนดอก/ช่อ 21ดอก จำนวนผล/ช่อ 10 ผล ขนาดผลมีความกว้าง ความยาว และความหนาเนื้อ คือ 20.7, 36.0 และ 3.2 มิลลิเมตร ตามลำดับ การใช้ไคโตซานในทุกระดับความเข้มข้น ไม่มีผลต่อผลผลิตของมะเขือเทศในทั้ง 2 ฤดูปลูก และไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ($p>0.05$)

คำสำคัญ: มะเขือเทศ การผลิตนอกฤดู ไคโตซาน

Abstract

Chitosan, a natural compound, can be used to stimulate growth and increase crop yield. The objective was to study the effects of chitosan on yield and yield components of cherry tomato cv. TA104 grown under net house condition. The experiment was conducted in 2 seasons, on-season in winter (December 2012 to March 2013) and off season in rainy season (June to September 2013), at Plant Science section, faculty of Agricultural Technology and Agro-industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Phranakhon Si Ayutthaya using randomized complete block design with 4 replications and 5 treatments. The treatments were five chitosan concentrations including 0 (control), 20, 40, 60 and80 ppm, applied once a week through the crop season. The results showed that tomato grown in winter season had higher yield than in the rainy season ($p<0.01$) because of the fruit drop during fruit growth in the rainy season. Yield of tomato grown in the winter was 1.09 kg/plant

[1] สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พระนครศรีอยุธยา 13000

[1] Plant Science Section, Agricultural Technology and Agro-industryFaculty, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, PhraNakhon Si Ayutthaya.

* Corresponding author. E-mail: kitti.b@rmutsb.ac.th

from104 fruits/plant. Yield components, floret and fruit number per inflorescence were 19 florets and 12 fruits, respectively. Fruits size in fruit diameter, fruit length and flesh thickness was 23.1, 40.5 and 4.2 mm, respectively. With regard to rainy season, yield was 0.36 kg/plant from 45 fruits/plant. Yield components, floret and fruit number per inflorescence were 21 florets and 10 fruits, respectively. Fruits size in fruit diameter, fruit length and flesh thickness was 20.7, 36.0 and 3.2 mm, respectively. Application of chitosan in all concentrations had no effect on yield of tomato grown in both seasons, and showed no significant difference from the control ($p>.0.05$).

Keywords: tomato, off season production, chitosan

บทนำ

มะเขือเทศ เป็นแหล่งของสารอาหารและพฤกษเคมีที่สำคัญ สารต้านอนุมูลอิสระที่พบในมะเขือเทศ ได้แก่ ไลโคปีน วิตามิน ซี ฟีโนลิค ฟลาโวนอยด์ และวิตามิน อี สารดังกล่าวมีมากเป็นพิเศษในมะเขือเทศเชอรี (Kaur *et al*. 2004) มะเขือเทศมีอัลฟ่าและเบต้าแคโรทีนมากสุดในระยะผลสุก ขณะที่ปริมาณไลโคปีนมีความสัมพันธ์กับระดับสีแดงของผล (Passam *et al*., 2007) การขยายตัวของเขตเมือง และพฤติกรรมของผู้บริโภคที่ต้องการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพ ทำให้ความต้องการมะเขือเทศผลสดที่มีคุณภาพเพิ่มมากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค ทำให้มีการขยายพื้นที่การผลิตมะเขือเทศเชอรีในเขตภาคกลางมากขึ้น โดยฤดูกาลผลิตที่เหมาะสมอยู่ในช่วงฤดูหนาว จึงมีผลผลิตออกสู่ตลาดมาก แต่มักขาดแคลนในฤดูร้อนและฝน เนื่องจากปัญหาอัตราการติดผลต่ำและผลหลุดร่วงก่อนเก็บเกี่ยว การปลูกในฤดูฝน ยังพบปัญหาการระบาดของโรคพืชที่รุนแรงกว่าในฤดูหนาว ทำให้ได้ผลผลิตต่ำ (กรุง, 2540) มะเขือเทศที่ปลูกในฤดูร้อนและฝนจึงมีราคาแพง

ไคโตซานเป็นสารโพลีแซคคาไรด์โพลีเมอร์ (polysaccharide polymer) ที่มีโครงสร้างคล้ายองค์ประกอบของเปลือกกุ้ง ปู และแมลง เป็นสารที่ย่อยสลายได้ในธรรมชาติ จึงไม่เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเมื่อเติมลงไปในน้ำ หรือใส่ในดินเพื่อการเกษตร (ปิยบุตร, 2546) ไคโตซานมีคุณสมบัติที่สามารถออกฤทธิ์กระตุ้นให้พืชผลิตเอนไซม์และสารเคมีเพื่อป้องกันตนเองหลายชนิดจึงช่วยทำให้ต้านทานต่อโรคและแมลง (สุวลี, 2543)ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชและเพิ่มผลผลิตพืช (สุวลีและคณะ 2546; อรรจนาและคณะ, 2553; พงศ์สิริและคณะ, มปป) ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (Zhi-huan *et al*., 2011; Li-Qiang, 2012) และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำของพืช (Bittelli *et al*.,2001)การนำไคโตซานมาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตมะเขือเทศเชอรีที่ปลูกในฤดูฝน จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ และมีรายงานการใช้ไคโตซานที่ได้ผลกับผักชนิดต่างๆ ด้วยอัตราความเข้มข้นที่หลากหลาย ตั้งแต่ 30–1000 ppm (สุวลีและคณะ 2546) และยังไม่พบรายงานการใช้กับมะเขือเทศเชอรีในประเทศไทย การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลผลิตมะเขือเทศเชอรีที่ปลูกในฤดูหนาวและฤดูฝน และทดสอบความเข้มข้นของไคโตซานชนิดโพลีเมอร์กับมะเขือเทศที่ปลูกในฤดูหนาวและฤดูฝน

วิธีการศึกษา

การวางแผนการทดลอง ปลูกมะเขือเทศ 2 ฤดูปลูก คือ ฤดูหนาว (เดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556) และฤดูฝน (เดือนมิถุนายน ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2556) แต่ละฤดูปลูกวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) สิ่งทดลอง คือ การฉีดพ่นไคโตซานชนิดโพลิเมอร์ ที่ความเข้มข้นต่างกัน

5 ระดับ คือ 0 (กรรมวิธีควบคุม), 20, 40, 60 และ 80 ppm ทำ 4 ซ้ำ ฉีดพ่นไคโตซาน สัปดาห์ละ 1 ครั้งในช่วงเย็น เริ่มตั้งแต่หลังย้ายกล้ามะเขือเทศได้ 15 วัน จนกระทั้งสิ้นสุดการทดลองแต่ละหน่วยทดลองใช้มะเขือเทศพันธุ์ TA 104จำนวน 10 ต้น

การปฏิบัติ ดูแลรักษามะเขือเทศ เพาะกล้ามะเขือเทศในถาดเพาะที่ใช้พีทเป็นวัสดุเพาะ เมื่อต้นกล้าอายุ 25 วัน ย้ายกล้าลงปลูกในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว ใช้วัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของ ดิน:ปุ๋ยหมัก:มะพร้าวสับ ในอัตราส่วน 1:1:1 การใส่ปุ๋ย ใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ผสมกับยูเรีย ชนิดละ 10 กรัมใส่บริเวณขอบกระถางทุก 15 วัน ตลอดการทดลอง ตัดแต่งกิ่งให้เหลือเฉพาะกิ่งหลัก โดยปลิดกิ่งแขนงข้างออกขณะที่กิ่งยังเล็กและแขวนต้นด้วยเชือกไนล่อนเพื่อพยุงต้นให้ตั้งตรง ให้น้ำอย่างสม่ำเสมอด้วยระบบน้ำหยด เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อผลสุกเป็นสีแดง

การบันทึกข้อมูล บันทึกข้อมูลลักษณะต่างๆ ดังนี้

1. จำนวนดอกต่อช่อ โดยนับจำนวนดอกของช่อที่ 3 สุ่มนับ 5 ต้นแล้วหาค่าเฉลี่ย
2. จำนวนผลต่อช่อ โดยนับจำนวนผลของช่อที่ 3 สุ่มนับ 5 ต้นแล้วหาค่าเฉลี่ย
3. จำนวนผลต่อต้นเก็บเกี่ยวผลมะเขือเทศ 10 ต้น โดยทยอยเก็บเกี่ยวผลสุก นับจำนวนผลทุกครั้งของการเก็บเกี่ยว แล้วนำมารวมกัน เมื่อสิ้นสุดการเก็บเกี่ยว แล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นจำนวนผลต่อต้น
4. ผลผลิตต่อต่อต้นเก็บเกี่ยวผลมะเขือเทศ 10 ต้น โดยทยอยเก็บเกี่ยวผลสุก ชั่งน้ำหนักทุกครั้งของการเก็บเกี่ยว แล้วนำข้อมูลมารวมกันเมื่อสิ้นสุดการเก็บเกี่ยวแล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นผลผลิตต่อต้น
5. ขนาดผล สุ่มผลมะเขือเทศ 10 ผล/หน่วยทดลอง วัดความกว้างผลและความยาวผลด้วยเวอร์เนีย แล้วหาค่าเฉลี่ย หน่วยเป็น มิลลิเมตร
6. ความหนาเนื้อ นำผลมะเขือเทศจากข้อ 5ใช้มีดผ่าผลตามขวางวัดความหนาของเนื้อด้วยเวอร์เนีย แล้วหาค่าเฉลี่ย หน่วยเป็น มิลลิเมตร
7. จำนวนเมล็ดต่อผล นำผลมะเขือเทศจากข้อ 6 บีบให้เมล็ดหลุดออกจากผลมะเขือเทศนับจำนวนเมล็ดแล้วหาค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวนในแต่ละฤดูกาลตามแผนการทดลองและวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมของทั้งสองฤดูกาล (combined analysis) ในลักษณะที่ความแปรปรวนมีเอกภาพ ตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยสิ่งทดลองด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

สถานที่ดำเนินงาน ดำเนินงานที่โรงเรือนปลูกพืชทดลอง สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิพระนครศรีอยุธยา

ผลการทดลอง

ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

พบว่า การใช้ไคโตซานที่ความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ในลักษณะผลผลิตจำนวนผลต่อต้น จำนวนดอกต่อช่อ และจำนวนผลต่อช่อ (Table1) แสดงว่าไคโตซานไม่มีอิทธิพลต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของมะเขือเทศที่ปลูกในทั้ง 2 ฤดู โดยมะเขือเทศที่ปลูกในฤดูหนาว ให้ผลผลิตเฉลี่ย 1.09 กิโลกรัม/ต้น และมีจำนวนผล 104 ผลต่อต้น มากกว่าการปลูกในฤดูฝน ซึ่งให้ผลผลิตผลผลิตเฉลี่ย 0.35 กิโลกรัม/ต้น และมีจำนวนผล 45 ผลต่อต้น ($p<0.01$)

การปลูกในฤดูหนาวและฤดูฝน มะเขือเทศมีจำนวนดอกต่อช่อไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีจำนวนผลต่อช่อแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมะเขือเทศที่ปลูกในฤดูหนาวและฤดูฝนมีจำนวนดอกต่อช่อเฉลี่ย 19 และ 21 ดอก/ช่อ มะเขือเทศที่ปลูกในฤดูฝนมีจำนวนผลต่อช่อน้อยกว่าในฤดูหนาว โดยในฤดูฝนมีจำนวนผลต่อช่อเฉลี่ย 10 ผล/ช่อ และในฤดูหนาวมีจำนวนผลต่อช่อเฉลี่ย 12 ผล/ช่อ (Table1) แสดงว่าการติดผลของมะเขือเทศในฤดูฝนมีอัตราต่ำกว่าในฤดูหนาว ผลผลิตมะเขือเทศในฤดูฝนต่ำกว่าในฤดูหนาวมากและยังมีสาเหตุมาจากการหลุดร่วงของผลก่อนการเก็บเกี่ยว

ขนาดผล

มะเขือเทศเชอรีพันธุ์ TA104 ที่ปลูกในฤดูหนาวและฤดูฝนมีขนาดผล และความหนาเนื้อแตกต่างกันทางสถิติ($p<0.01$) โดยการปลูกในฤดูหนาว มะเขือเทศมีความกว้างผล ความยาวผล และความหนาเนื้อเฉลี่ย 23.1, 40.5 และ 4.2 มิลลิเมตร ตามลำดับ (Table2) ผลมีขนาดใหญ่กว่ามะเขือเทศที่ปลูกในฤดูฝน ซึ่งมีความกว้างผล ความยาวผล และความหนาเนื้อเฉลี่ย 20.7, 36.0 และ 3.2 มิลลิเมตร ตามลำดับการใช้ไคโตซานที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน ไม่มีอิทธิพลต่อขนาดผลและความหนาเนื้อของมะเขือเทศและไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมในการทดสอบทั้งสองฤดู สำหรับจำนวนเมล็ด/ผล พบว่า มะเขือเทศที่ปลูกในฤดูหนาวมีการติดเมล็ดที่ดีกว่าในฤดูฝน และผลในช่อแรกมีจำนวนเมล็ดมากกว่าผลในช่อที่ 5 ในทั้งสองฤดูปลูก โดยในฤดูหนาวมีจำนวนเมล็ดในช่อแรกและช่อที่ 5 คือ 13 และ 2.3 เมล็ด/ผล ตามลำดับ และในฤดูฝนมีจำนวนเมล็ดในช่อแรกและช่อที่ 5 คือ 3.6 และ 1.5 เมล็ด/ผล ตามลำดับการใช้ไคโตซานที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน ไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเมล็ด/ผล เช่นกัน

Table 1 Effects of chitosan on yield and yield components of cherry tomato cv. TA104 grown in different seasons.

Chitosan concentration (ppm)	Fruit no. per plant (fruit)		Yield (kg./plant)		Floret no. per inflorescence (floret)		Fruit no. per inflorescence (fruit)	
	winter	rainy	winter	rainy	winter	rainy	winter	rainy
0	105	46	1.07	0.34	22	20	13	10
20	103	49	1.06	0.40	20	21	11	10
40	107	42	1.12	0.30	17	21	11	10
60	106	45	1.10	0.37	19	20	12	10
80	96	45	1.10	0.36	18	21	10	11
mean	104	45	1.09	0.35	19	21	12	10
F-Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	14.31	11.03	10.64	24.21	15.64	14.59	11.05	20.18
Season (S)	**		**		ns		*	
Chitosan (C)	ns		ns		ns		ns	
S x C	ns		ns		ns		ns	

Table 2 Effects of chitosan on fruit size and seed number of cherry tomato cv. TA104 grown in different seasons.

Chitosan concentrations (ppm)	Fruit diameter (mm)		Fruit length (mm)		Flesh thickness (mm)		Seed number per fruit (seed)			
							1st inflorescence		5th inflorescence	
	winter	rainy	winter	rainy	winter	rainy	winter	rainy	winter	rainy
0	23.1	20.0	39.0	35.8	4.0	3.3	10.3	3.0	4.6	1.0
20	22.5	21.5	40.6	37.7	4.3	3.2	12.3	3.0	4.1	1.8
40	23.4	20.4	41.7	34.2	4.3	3.1	12.3	0.9	3.8	0.9
60	22.8	21.0	39.5	35.7	4.2	3.0	12.3	2.0	2.1	1.1
80	23.6	20.9	41.8	36.7	4.4	3.3	17.9	2.6	3.5	2.9
mean	23.1	20.7	40.5	36.0	4.2	3.2	13.0	2.3	3.6	1.5
F-Test	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	3.33	5.73	6.35	7.77	13.86	7.97	57.96	76.32	36.91	119.73
Season (S)	**		**		**		**		**	
Chitosan (C)	ns		ns		ns		ns		ns	
S x C	ns		ns		ns		ns		ns	

อภิปรายผล

มะเขือเทศพันธุ์ TA104 ที่ปลูกในฤดูหนาว ได้ผลผลิตและขนาดผลที่ดีกว่าการปลูกในฤดูฝน เนื่องจากในฤดูกาลหนาวมีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศ ซึ่งต้องการอุณหภูมิที่เหมาะสมในช่วงระหว่าง 15 – 28 องศาเซลเซียส การปลูกในฤดูฝนได้ผลผลิตต่ำ เนื่องจากสาเหตุ คือ ในฤดูฝนในเขตภาคกลาง มีอุณหภูมิสูง ซึ่งการที่อุณหภูมิกลางวันสูงกว่า 32 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิกลางคืนสูงกว่า 22 องศาเซลเซียส ทำให้การติดผลของมะเขือเทศลดลง (Kuo *et al*., 1978) มะเขือเทศที่ติดผลในสภาพอุณหภูมิสูงยังมีจำนวนเมล็ด/ผลน้อยลงด้วย ในการทดลองครั้งนี้ มะเขือเทศพันธุ์ TA104 ที่ปลูกในฤดูฝนยังสามารถติดผลได้ดี มีการติดผลประมาณ 47.6 เปอร์เซ็นต์ แต่พบการหลุดร่วงของผลตั้งแต่ขนาดยังเล็กเนื่องจากถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 40 องศาเซลเซียสติดต่อกัน 4 ชั่วโมง ทำให้เอ็นโดสเปิร์มแห้งและเกิดความเสียหายต่อ pre embryo ได้ จึงเป็นสาเหตุให้ผลร่วง (Iwahori, 1966) นอกจากปัญหาการติดผลและการหลุดร่วงของผลการปลูกในฤดูฝนยังพบปัญหาการระบาดของโรคพืชที่รุนแรงกว่าในฤดูหนาว ทำให้ได้ผลผลิตต่ำ (กรุง, 2540)

การใช้ไคโตซานที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน ไม่มีอิทธิพลต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และขนาดผลของมะเขือเทศ และไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ในการทดสอบทั้งสองฤดูปลูก ซึ่งต่างจากที่รายงานในผักชนิดอื่น เช่น ในคะน้า การใช้ไคโตซาน 250-1000 ppm สามารถช่วยเพิ่มขนาดและน้ำหนักของต้นคะน้าได้ และยังมีผลลดการทำลายของด้วงหมัดผักและหนอนใยผัก (พงศ์สิริและคณะ, มปป) ในพริก การใช้ไคโตซานที่สกัดจากเปลือกกุ้งก้ามกราม ความเข้มข้น 200-400 ppm ทำให้ต้นพริกมีขนาดทรงพุ่มและลำต้นใหญ่ขึ้น แต่ไม่ได้รายงานการให้ผลผลิต (อรรจนาและคณะ, 2553) อย่างไรก็ตามทั้งสองการทดลองใช้ความเข้มข้นของไคโตซานสูงกวาการทดลองนี้แต่ไม่ได้ระบุลักษณะของไคโตซานที่ใช้ ซึ่งศุภจิตรา (2547) ได้กล่าวว่าการประยุกต์ใช้ไคโตซานกับพืชชนิดใดชนิดหนึ่งควรคำนึงถึงลักษณะโมเลกุลของไคโตซาน

ชนิดและสายพันธุ์ของพืช เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้นสำหรับในมะเขือเทศอาจต้องปรับความเข้มข้นของไคโตซานให้สูงขึ้นซึ่งจะได้มีการทดลองในโอกาสต่อไป

สรุป

1. มะเขือเทศเชอรีพันธุ์ TA104 ที่ปลูกในฤดูหนาวให้จำนวนผลและผลผลิตมากกว่าการปลูกในฤดูฝน และมีขนาดผลใหญ่กว่า แต่มีจำนวนดอก/ช่อไม่แตกต่างกัน

2. การใช้ไคโตซานที่ความเข้มข้น 20, 40, 60 และ 80 ppm ไม่มีอิทธิพลต่อผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต และขนาดผลของมะเขือเทศที่ปลูกทดสอบทั้งสองฤดูปลูก

เอกสารอ้างอิง

กรุง สีตะธานี. 2540. มะเขือเทศเชอรี. เกษตรก้าวหน้า. 12(2): 61-62

ปิยะบุตร วานิธิพงษ์พันธุ์. 2546. ยุทธศาสตร์ไคติน – ไคโตซาน เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทย. ว. เทคโนโลยีธนบุรี 3(1): 18-26.

พงศ์สิริ สิริวรรัชว์ กฤษณา รุ่งโรจน์วณิชย์ และพงศ์พันธุ์ เธียรหิรัญ.มปป.การศึกษาผลของการใช้สารไคโตซานในการผลิตผักคะน้า น. 1-15 *ในการประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษามสธ.ครั้งที่ 3* หาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, นนทบุรี

ศุภจิตราชัชวาล. 2547. ผลของไคโตซานในพืช. เอกสารประกอบการสัมมนา การใช้ไคโตซานในไม้ดอก. วันที่ 29-30 เมษายน 2547 ณ สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ

สุวลีจันทร์กระจ่าง. 2543.ความรู้เรื่องสารไคติน–ไคโตซาน สำหรับเกษตรกร. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนา เกษตรยุคใหม่กับไคติน-ไคโตซาน. วันที่ 9-10 พฤศจิกายน 2543. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, กรุงเทพฯ

สุวลีจันทร์กระจ่างเพ็ญใจสมพงษ์ชัยกุลและสมชายต่วนต่าน. 2546. ผลของการใช้ไคโตซานในการปลูกพืชผักสวนครัวแบบผสมผสาน. น. 158 – 160 *ในเอกสารประกอบการประชุมไคติน–ไคโตซานแห่งประเทศไทย,*ศูนย์วัสดุชีวภาพไคติน–ไคโตซานสถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ

อรรจนาด้วงแพงอนันต์เพชรเกลื่อนและนิเทศบุตรดี. 2553. ผลของการฉีดพ่นไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของพริก 6 สายพันธุ์. ว. วิทย์. กษ. 41(3)(พิเศษ): 525-528

Bittelli M., M. Flury, G.S. Campbell, E.J. Nichols. 2001. Reduction of transpiration through foliar application of chitosan. Agricultural and Forest Meteorology. 107: 167–175

Li-Qiang, G.. 2012. Effects of chitosan on physiological characteristics of tomato seedlings under salt stress. Agri. Sci. & Tech. - Hunan 13 (3): 551-553

Iwahori, S. 1963. High temperature injurious in tomato. V. Fertilization and development of embryo with special reference to the abnormalities caused by high temperature. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 33: 379-384.

Kaur C., B. George, N. Deepa, B. Singh, H.C. Kapoor. 2004. Antioxidant statusof fresh and processed tomato - A review. Journal of Food Science and Technology41: 479-486

Kuo, C.G., B.W. Chen, M.H. Chov, C.L. Tsai and J. S. Tsay. 1978. Tomato fruit set at high temperature. pp. 94-108 *In* Proceeding of 1st International Symposium on Tropical Tomato, Shanhua.

Passam, H.C., I.C. Karapanos, P. J. Bebeli and D. Savvas. 2007.A Review of recent research on tomato nutrition, breeding and post-harvest technology with reference to fruit quality. The European Journal of Plant Science and Biotechnology 1(1):1-21

Zhi-huan, W., Y. Ying-mei, Z. Xiao-ming. 2011. Effects of chitosan on physiological Indices of tomato seedlings under low temperature and poor light level. J. of Jilin Agri. University 33(1): 42-46.

คุณภาพน้ำและปริมาณธาตุอาหารในน้ำบริเวณปากแม่น้ำตรัง จังหวัดตรัง

Water Quality and Nutrients at Trang Estuary, Trang Province

ดำรงค์ โลหะลักษณาเดช[1*] กฤษฎา พราหมณ์ชูเอม[1] และ นิคม อ่อนศรี[1]

Dumrong Lohalaksanadech,[1*] Krisada Phramchuaim[1] and Nikom Onsri[1]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารของน้ำบริเวณปากแม่น้ำตรัง อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง การศึกษาในช่วงเดือนมกราคมถึงมิถุนายน 2556 โดยกำหนดการเก็บตัวอย่าง 4 สถานี แต่ละสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ 2 ระดับ พบว่า การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารทั้งบริเวณปากแม่น้ำมีค่าต่ำสุดและสูงสุดในรอบ 6 เดือน ดังนี้ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ 5.07±0.23 - 2.07±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเค็มของน้ำ 28.50±0.01 – 0.10±0.01 psu. อุณหภูมิของน้ำ 30.07±0.12 – 26.80±0.00 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดด่าง 7.83±0.29 – 7.40±0.14 ความนำไฟฟ้า 40,706.67±161.97 – 119.43±70.12 µs/cm และความโปร่งแสงของน้ำ 120.00±0.01 – 10.00±0.01 เซนติเมตร ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน 0.36±0.08 – 0.01±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร, ออโธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส 0.168±0.01 – 0.002±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร,ไนไตรท์-ไนโตรเจน 0.308±0.01–0.007±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนเตรท-ไนโตรเจน 0.038±0.01–0.071±0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐานของคุณภาพน้ำทะเลและชายฝั่ง ยังอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญของสัตว์น้ำ

คำสำคัญ : การเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหาร คุณภาพน้ำ ปากแม่น้ำตรัง จังหวัดตรัง

Abstract

The objective of this study was investigated variation of nutrient at the area of Trang estuary, Trang province. The water samples were carried out on January – June 2013. Water samples were collected from 4 stations and 2 water levels. The results demonstrated that dissolved oxygen, salinity, water temperature, pH, conductivity, transparency ranged between 5.07±0.23 – 2.07±0.01 mg/l, 28.50±0.01– 0.10±0.01 psu, 30.07±0.12 – 26.80±0.01 °C, 7.83±0.29 – 7.40±0.14, 40,706.67±161.97 – 119.43±70.12 µs/cm, 120.00±0.01 – 10.00±0.01 cm., 27.6-31.5 °C. respectively. Nutrient concentrations of surface water, i.e. ammonium-nitrogen, orthophosphate phophorus, nitrite-nitrogen and nitrate-nitrogen ranged between 0.36±0.08-0.01±0.01 mg/l, 0.168±0.01-0.002±0.01 mg/l, 0.308±0.01±0.01-0.007±0.01 mg/l and 0.038±0.01-0.038±0.01-0.071±0.01 mg/l, respectively .Overall results indicated that water quality in Trang estuary was not over standard that suitable for the growth of aquaculture.

Keywords: nutrients variation, water quality, Trang estuary, Trang province.

บทนำ

แม่น้ำตรังเป็นแม่น้ำสายใหญ่ที่มีความสำคัญสายหนึ่งทางภาคใต้ของประเทศไทย โดยไหลเชื่อมผ่านระหว่างจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดตรัง มีสภาพภูมิศาสตร์ที่โดดเด่นเป็นเอกลักษณ์ของพื้นที่ชุ่มน้ำได้แก่ ปากแม่น้ำ ป่าชายเลน ธรรมชาติ พื้นที่ปลูกป่าชายเลนและแม่น้ำ จึงมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง โดยเฉพาะเป็นถิ่นที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตทั้งสัตว์บกและสัตว์น้ำ รวมทั้งบางช่วงของวงจรชีวิตของสัตว์น้ำอีกหลายชนิดด้วยกัน อีกทั้งสภาพป่าชาย

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

[1] Faculty of Science and Fisheries Technology Rajamangala University oF Technology Srivijaya Trang Cam Pus

* Corresponding author. Dumronglo@yahoo.co.th

เลนที่อุดมสมบูรณ์ พื้นที่ชุ่มน้ำแห่งนี้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของสัตว์น้ำนานาชนิด และเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อนที่สำคัญทางเศรษฐกิจอีกด้วย อย่างไรก็ตามปัจจุบันสภาพป่าชายเลนบริเวณแม่น้ำตรัง เสื่อมโทรมลงไปมาก จากรายงานของ (จารุวรรณและสมหมาย, 2540) พบว่าคุณภาพน้ำบริเวณปากแม่น้ำตรัง มีค่าไนเตรท-ไนโตรเจน 0.806 µm ฟอสเฟตรวม 1.05 µm และซิลิเกต 8.57 µm ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำชายฝั่งเหมาะสมแก่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แต่แนวโน้มของคุณภาพน้ำบริเวณดังกล่าวเสื่อมโทรมลง และในปี 2542 (กรมควบคุมมลพิษ, 2542) ได้มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน พบว่าบริเวณปากแม่น้ำตรัง มีคุณภาพน้ำไม่เหมาะสมต่อการใช้ประโยชน์ของกิจกรรมในพื้นที่ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2545) เนื่องจากมีการแสวงหาผลประโยชน์จากทรัพยากรโดยไม่คำนึงถึงผลกระทบที่ตามมา การบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อขยายเขตชุมชน ที่พักอาศัย โรงงานอุตสาหกรรม การเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณชายฝั่ง การทำสวนยาง สวนปาล์ม กิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ก็จะส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในน้ำบริเวณปากแม่น้ำตรังได้ โดยเฉพาะการปล่อยน้ำเสียจากโรงงาน ชุมชน ตลอดจนการเลี้ยงกุ้ง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ อีกทั้งป่าชายเลนที่อุดมสมบูรณ์จึงเหลือน้อยลง นอกจากนี้ในลำน้ำตรังรวมทั้งในคลองสาขาบางแห่งมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่เป็นส่วนมาก ในบริเวณที่มีความเหมาะสม ในการเลี้ยงหอยจะพบการปักหลักเลี้ยงหอยอย่างมากมาย ครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง แต่จะมีการเว้นเพียงพื้นที่ที่เป็นปากคลองสาขาและช่วงน้ำไว้เป็นทางสัญจรเดินเรือเท่านั้น การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำตรัง รวมไปถึงในลำน้ำ ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ โดยเฉพาะคุณภาพน้ำมีแนวโน้มเสื่อมโทรมลง หากแม่น้ำนี้ไม่สามารถรองรับน้ำเสียได้ก็จะเกิดผลกระทบต่างๆมากมาย การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารบริเวณปากแม่น้ำตรัง จังหวัดตรัง มีการเปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงไร สามารถบ่งบอกถึงปริมาณธาตุอาหารในน้ำ ซึ่งนับว่าเป็นข้อมูลที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการนำมาประเมินสถานภาพของแม่น้ำตรัง เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกมาตรการวางแผนควบคุมได้อย่างเหมาะสม และทันท่วงทีต่อปัญหาที่จะเกิดขึ้น

วิธีการศึกษา

สถานที่เก็บตัวอย่าง

กำหนดสถานที่เก็บตัวอย่างให้ครอบคลุมบริเวณปากแม่น้ำตรัง กำหนดจุดเก็บตัวอย่างเป็นบริเวณแหล่งชุมชนหรือบริเวณที่มีการทำการเกษตร (สวนยางและสวนปาล์ม) และบริเวณแหล่งเลี้ยงสัตว์น้ำ (กุ้งทะเล) ทั้งหมด 4 สถานี ดังนี้

Station A: บริเวณสะพานย่านซื่อ ตำบลย่านซื่อ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง พิกัด 7° 26' 26.39 เหนือ 99° 31' 58.32 ตะวันออก

Station B: บริเวณสะพานท่าปาป ตำบลบางเป้า อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง พิกัด 7° 26' 2.39 เหนือ 99° 31' 55.26 ตะวันออก,

Station C: บริเวณสถานีวนวิจัย ตำบลกันตังใต้ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง พิกัด 7° 21' 42.12 เหนือ 99° 30' 29.48 ตะวันออก

Station D: บริเวณท่าเรือบ้านเกาะเคี่ยม ตำบลกันตังใต้ อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง พิกัด 7° 20' 6.59 เหนือ 99° 30' 30. 84 ตะวันออก (Figure 1)

การเก็บตัวอย่างน้ำและการวิเคราะห์

เก็บตัวอย่างน้ำโดยใช้กระบอกเก็บน้ำตัวอย่างทั้งหมด 2 ระดับ ได้แก่ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตรจากผิวน้ำ และระดับเหนือผิวดินตะกอน (Overlying water) จุดละ 3 ซ้ำ โดยวิเคราะห์ที่ภาคสนามและบรรจุใส่ขวดพลาสติกปริมาณ 500 มิลลิลิตร แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และนำกลับมาที่ห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนไตรท์-ไนโตรเจน, ไนเตรท-ไนโตรเจน และออโธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ธาตุอาหารอัตโนมัติ (Nutrients Automatic Analyzer)

ศึกษาคุณภาพน้ำและปริมาณธาตุอาหารโดยทำการตรวจคุณภาพน้ำภาคสนามเบื้องต้น ได้แก่ ปริมาณออกซิเจน, ความเค็มของน้ำ, อุณหภูมิของน้ำ, ความเป็นกรดด่าง, ความนำไฟฟ้า, ความโปร่งแสงของน้ำ ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ระยะเวลาในการศึกษาตั้งแต่เดือนมกราคมถึงมิถุนายน 2556

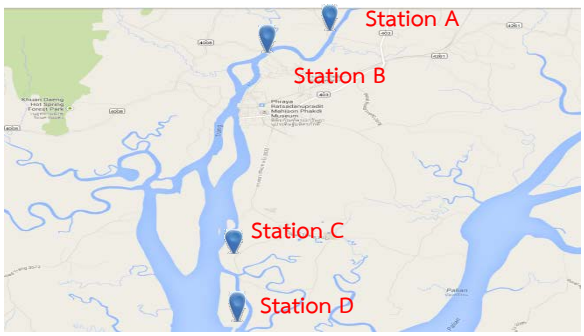


Figure 1 Water sampling Station at trang Estuary. Trang province.

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลที่ได้นำมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติคือ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการศึกษา

ทิศทางและความเร็วของกระแสน้ำ

จุดตรวจวัดบริเวณตอนบนของแม่น้ำตรังมีความลึก 6 เมตร กว้าง 140 เมตร ลักษณะน้ำขึ้นและน้ำลงในพื้นที่เป็นแบบน้ำคู่ พบการไหลเวียนของน้ำเกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงและน้ำท่าเป็นหลัก กระแสน้ำไหลลงมีความแรงสูง 0.78 เมตร/วินาที ที่ทิศ 212 องศา และกระแสน้ำขึ้นไหลแรงสุด 0.66 เมตรต่อวินาที ทิศ 27 องศา กระแสน้ำไหลลงเฉลี่ยด้วยความเร็ว 0.40 เมตรต่อวินาที ทิศทาง 29 องศา ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลของน้ำท่าดันน้ำให้ไหลไปทิศใต้ทำให้กระแสน้ำที่ไหลลงมีความเร็วกว่าขณะไหลขึ้น

ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)

ปริมาณน้ำฝนเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน เท่ากับ 35.9 23.7 64.9 133.1, 220.1 และ 225 มิลลิลิตร ปริมาณน้ำฝนจะเริ่มเพิ่มขึ้นมากตั้งแต่เดือนมิถุนายนเป็นต้นไป ซึ่งจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหารในน้ำ

คุณภาพน้ำและปริมาณธาตุอาหาร

คุณภาพน้ำและปริมาณธาตุอาหารในน้ำบริเวณปากแม่น้ำตรัง ตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน 2556 จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำเบื้องต้นของปริมาณธาตุอาหารในบริเวณปากแม่น้ำตรังพบว่าค่าเฉลี่ยออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l) ทั้ง 4 สถานี 3.81±0.35, 4.08±0.78,3.29±1.07 และ 3.61±0.67 และ มีค่าสูงสุด ค่าต่ำสุดแต่ละสถานี (4.33±0.81, 3.49±0.17), (5.07±0.23, 2.93±0.17), (4.20±0.01, 2.07±0.01), และ (3.80±0.24, 2.14±0.14) ตามลำดับ (Figure 2)

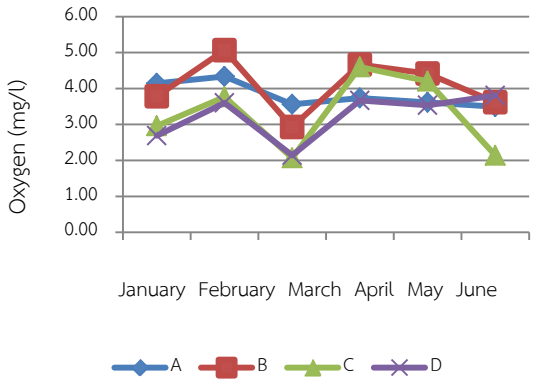


Figure 2 The average amount of oxygen(mg/l) during the mount of January - June

ค่าเฉลี่ยความเค็มของน้ำ (psu) ทั้ง 4 สถานี เท่ากับ 2.37±4.89, 1.54±2.09, 15.35±8.87 และ 20.35±5.39 และ 20.35±5.39 psu. มีค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดแต่ละสถานี เท่ากับ (12.33±8.08, 0.10±0.01), (5.67±0.58,0.13±0.06), (28.50±0.01, 4.70±0.01), และ (25.33±5.03,12.80±2.40) ตามลำดับ(Figure 3)

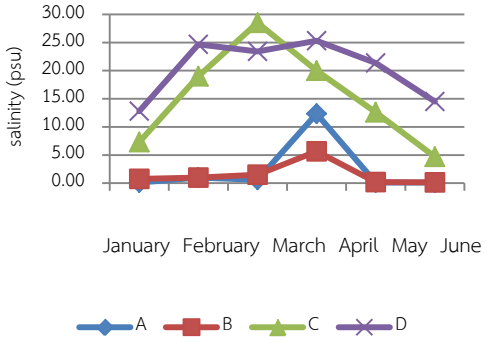


Figure 3 The average amount of Salinity(psu.) during the mount of January - June

ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำ (°C) ทั้ง 4 สถานี เท่ากับ 28.51±1.03, 28.55±1.07, 28.44±0.78 และ 29.29±0.78 °C มีค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดแต่ละสถานี เท่ากับ (29.73±0.06, 26.80±0.01), (29.55±0.07, 29.90±0.01), 29.70±0.01, 27.50±0.01), และ (30.07±0.12, 28.30±0.28) ตามลำดับ (Figure 4)

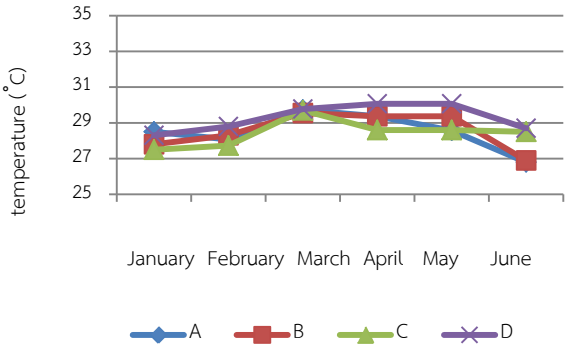


Figure 4 The average amount of temperature(°C) during the mount of January - June

ค่าเฉลี่ยความเป็นกรดด่าง ทั้ง 4 สถานี เท่ากับ7.48±0.04, 7.56±0.18, 7.60±0.15 และ 7.48±0.04 มีค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดแต่ละสถานี เท่ากับ (7.50±0.01,7.40±0.14), (7.83±0.29,7.43±0.12), (7.80±0.01, 7.50±0.01) และ (7.50±0.01,7.43±0.12) ตามลำดับ (Figure 5)

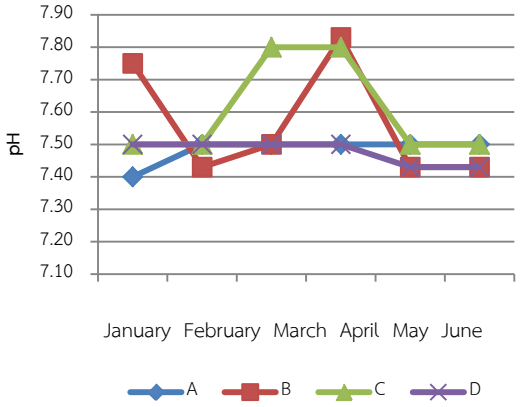


Figure 5 The average amount of pH during the mount of January - June

ค่าเฉลี่ยความนำไฟฟ้า(µs/cm) ทั้ง 4 สถานีเท่ากับ708.42±565.59, 1,170.74±1,055.68,11,628.95±11, 032.26 และ 21,703.83±15,996.08 µs/cm มีค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด เท่ากับ (1,504.50±748.83,119.43±70.12), (3,115.00±55.15, 317.70±13.97), (32,410.01±0.01, 217.00±0.01) และ (40,706.67±161.97, 2,196.33±52.55) ตามลำดับ (Figure 6)

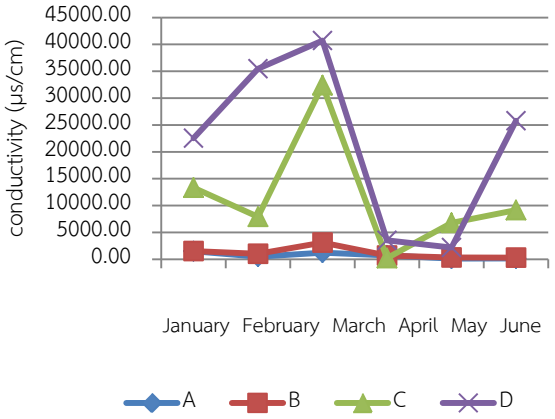


Figure 6 The average amount of conductivity(µs/cm) during the mount of January - June

ค่าเฉลี่ยความโปร่งแสงของน้ำ (cm) ทั้ง 4 สถานี เท่ากับ59.83±27.35, 62.50±35.81, 46.67±16.33 และ 46.67±14.72 cm. มีค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดแต่ละสถานี เท่ากับ (89.00±0.01, 10.00±0.01), (120.00±0.01, 15.00±0.01), (60.00±0.01, 20.00±0.01) และ (60.00±0.01, 30.00±0.01) ตามลำดับ (Figure 7)

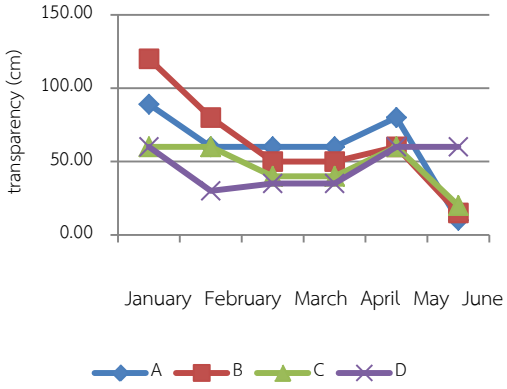


Figure 7 The average amount of transparency(cm) during the mount of January - June

ค่าเฉลี่ยแอมโมเนียในน้ำ(mg/l) ทั้ง 4 สถานี เท่ากับ 0.10±0.07, 0.14±0.11, 0.19±0.14 และ 0.12±0.08 มีค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดแต่ละสถานี เท่ากับ (0.18±0.04, 0.02±0.01), (0.30±0.35, 0.01±0.01), (0.36±0.08, 0.01±0.01) และ (0.21±0.08, 0.01±0.01) ตามลำดับ (Figure 8)

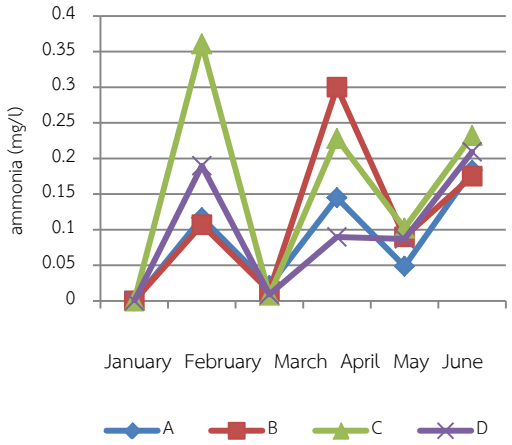


Figure 8 The average amount of ammonia (mg/l) during the mount of January - June

ค่าเฉลี่ยออโธฟอสเฟตในน้ำ (mg/l) ทั้ง 4 สถานี เท่ากับ 0.04±0.04, 0.04±0.06, 0.05±0.07 และ 0.05±0.06 มีค่าสูงสุดและมีค่าต่ำสุดแต่ละสถานี เท่ากับ (0.102±0.02, 0.005±0.01), (0.144±0.03, 0.002±0.01), (0.168±0.01, 0.011±0.01) และ (0.163±0.06, 0.014±0.01) ตามลำดับ (Figure 9)

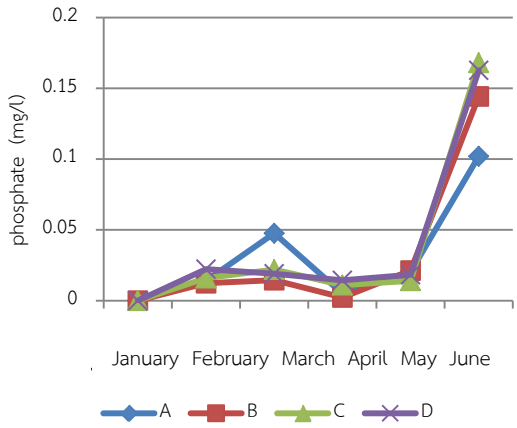


Figure 9 The average amount of phosphate(mg/l) during the mount of January - June

ค่าเฉลี่ยไนไตรท์ในน้ำ (mg/l) ทั้ง 4 สถานี เท่ากับ 0.100±0.082, 0.080±0.066, 0.151±0.11 และ0.126±0.055 มีค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดแต่ละสถานี เท่ากับ (0.214±0.02, 0.007±0.01), (0.171±0.03, 0.008±0.01), (0.308±0.01, 0.015±0.01) และ (0.202±0.01, 0.049±0.02) ตามลำดับ (Figure 10)

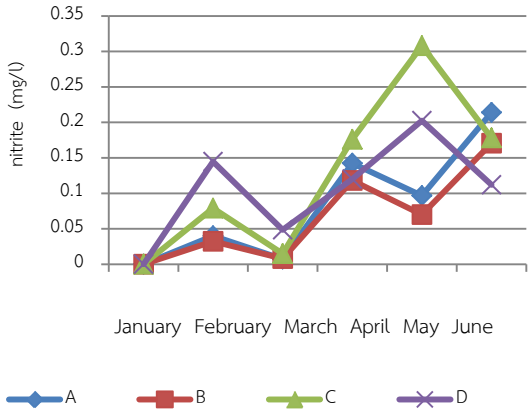


Figure 10 The average amount of nitrite (mg/l) during the mount of January - June

ค่าเฉลี่ยไนเตรทในน้ำ (mg/l) ทั้ง 4 สถานี เท่ากับ 0.224±0.09, 0.180±0.07, 0.189±0.08 และ 0.165±0.03 มีค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดแต่ละสถานี เท่ากับ (0.291±0.12, 0.082±0.01), (0.272±0.09 ,0.071±0.01), (0.308±0.01, 0.096±0.01) และ (0.201±0.03, 0.124±0.01) ตามลำดับ (Figure 11)

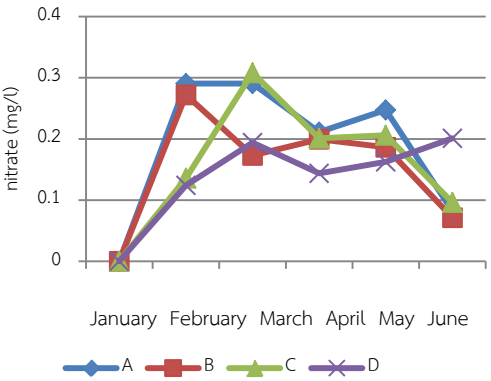


Figure 11 The average amount of nitrate (mg/l) during the mount of January - June

สรุปและการอภิปรายผล

คุณภาพน้ำและปริมาณธาตุอาหารในบริเวณปากแม่น้ำตรัง พบว่าพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษา 6 เดือน ที่ผ่านมาอยู่ในเกณฑ์ที่สัตว์น้ำสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ตามมาตรฐานของคุณภาพน้ำทะเลและชายฝั่งของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2550

คุณภาพน้ำและปริมาณธาตุอาหารของน้ำได้รับอิทธิพลจากปริมาณน้ำฝน การขึ้นลงของน้ำทะเล สภาพภูมิประเทศ ความลึก ความกว้างของแม่น้ำและกิจกรรมภาคเกษตร ได้แก่ การเลี้ยงกุ้ง การทำสวนปาล์ม และสวนยางพารา และความหนาแน่นของชุมชน

จากการศึกษา คุณภาพน้ำและปริมาณธาตุอาหารของน้ำในบริเวณปากแม่น้ำตรัง จังหวัดตรัง พบว่า ค่าพารามิสเตอร์ แต่ละสถานที่ทำการเก็บตัวอย่าง ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมิถุนายน 2556 ค่าออกซิเจนที่ละลาย

ในน้ำ (mg/l) จากการศึกษาช่วง 6 เดือน ที่ผ่านมา อยู่ในระดับเกณฑ์ที่สัตว์น้ำสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ และแต่ละสถานที่ ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนด้านความเค็ม มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะสถานที่ C และ D จะมีความเค็มสูงกว่า สถานที่ A และ B เนื่องจากอยู่ในบริเวณที่เชื่อมต่อระหว่างน้ำทะเล หรืออยู่บริเวณปากแม่น้ำมากที่สุด จึงมีโอกาสระดับของความเค็มจะมากกว่าจุดอื่นๆ ส่วนด้านอุณหภูมิทั้ง 4 สถานีไม่มีความแตกต่างกัน ความเป็นกรดเป็นด่างไม่มีความแตกต่างและอยู่ในเกณฑ์ที่สัตว์น้ำสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ค่าความนำไฟฟ้า (µs/cm) ซึ่งแสดงจากผลการติดตามดูการเปลี่ยนแปลง จะเห็นได้ว่า สถานที่ C และ D โดยเฉพาะสถานที่ 4 มีค่าความนำไฟฟ้าที่สูงสุด ซึ่งเป็นไปตามสภาพของแหล่งน้ำ ถ้าบริเวณใดมีระดับไอออนต่ำ โอกาสค่าความนำไฟฟ้าก็จะต่ำเช่นเดียวกัน และบริเวณใดที่มีไอออนมาก หรือบริเวณปากน้ำ ค่าความนำไฟฟ้าก็จะสูงด้วยเช่นเดียวกัน ส่วนด้านความโปร่งแสงของน้ำ ทั้ง 4 สถานีไม่มีความแตกต่าง และอยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ค่าแอมโมเนียในน้ำ (mg/l) ไม่มีความแตกต่าง โดยในธรรมชาติจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และการปนเปื้อนมากับการชะล้างของน้ำฝนจากพื้นดิน การเปลี่ยนแปลงของออโธฟอสเฟต (mg/l) จากการศึกษาพบว่าทั้ง 4 สถานีไม่มีความแตกต่างกัน และมีค่าค่อนข้างต่ำ การเปลี่ยนแปลงจะเป็นไปตามช่วงเวลา อิทธิพลของปริมาณน้ำฝน และการขึ้นลงของน้ำ โดยมีการปนเปื้อนมากับการชะล้างของน้ำฝนจากพื้นดิน ปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในน้ำ พบว่าทั้ง 4 สถานี ไม่มีความแตกต่างกัน การเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับการปนเปื้อนจากการชะล้างธาตุอาหาร และสิ่งปฏิกูลจากพื้นดินลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งผลจากการศึกษาดังกล่าว มีความสอดคล้องกับ (Reid, 1976) ธาตุอาหารในแหล่งน้ำแต่ละแหล่ง จะมีองค์ประกอบเป็นรูปแบบที่คงตัวตามลักษณะของแหล่งน้ำนั้น ในแหล่งน้ำเปิดจะได้รับอิทธิพลของน้ำจากแหล่งอื่นๆ ไหลเข้ามา ส่วนในแหล่งน้ำปิดมักจะมีการเปลี่ยนแปลงน้อย ได้รับอิทธิพลจากภายนอกค่อนข้างน้อย ในแหล่งน้ำไหลจะมีการแปรผันมากกว่าในแหล่งน้ำนิ่ง ยกเว้นในแหล่งน้ำที่มีขนาดใหญ่ มักจะมีสารประกอบของธาตุอาหารคล้ายคลึงกับในแหล่งน้ำเปิด เช่นการที่น้ำจืดไหลผ่านบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งเป็นน้ำกร่อยจึงมีการเปลี่ยนแปลงจากผลของปฏิกิริยาระหว่างระบบของน้ำในแม่น้ำ และน้ำทะเล ทำให้บริเวณปากแม่น้ำจะมีลักษณะขององค์ประกอบต่างๆ ทางเคมีในช่วงกว้าง ส่วน (Seitzinger, 1988) ปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในเขตน้ำกร่อย จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างคงที่ ภายในช่วงเวลา และสถานที่เดียวกันเนื่องมาจาก การรับเข้าและนำออกจากการไหลของแม่น้ำ และการแลกเปลี่ยนในทะเล การส่งถ่ายของธาตุอาหาร จึงเป็นพื้นฐานในการเข้าใจถึงระบบนิเวศในเขตน้ำกร่อย (John, 1989) ในเขตน้ำกร่อยจะมีธาตุอาหารมากในช่วง ฤดูมรสุม เนื่องจากมีการชะล้างจากน้ำจืดที่ไหลจากแผ่นดิน ของเสียจากแหล่งชุมชน และเขตพื้นที่เกษตรกรรมก็เป็นแหล่งธาตุอาหารที่มีอิทธิพลเป็นอย่างมาก และ (Jordan, 1991) รายงานว่าปฏิกิริยา denitrification ในบริเวณชายฝั่งมีอัตราที่สูง เนื่องจากตะกอนดิน บริเวณชายฝั่งมีปริมาณของสารอินทรีย์สูงและตะกอนเป็นตัวการที่สำคัญในการพัดพาธาตุอาหารสู่แหล่งน้ำ

การแพร่กระจายของธาตุอาหารโดยการผสมผสานกันระหว่างน้ำจืดและน้ำทะเลจะมีความแตกต่างกันออกไป สำหรับแหล่งน้ำกร่อยในแต่ละแห่งโดยการกระจายจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของการหมุนเวียนของน้ำการผสมผสานกระบวนการทางกายภาพชีวภาพและทางเคมีรวมถึงการตกตะกอนด้วย (มนูวดี, 2532) ได้สรุปถึงอิทธิพลต่างๆที่ควบคุมการกระจายของธาตุอาหารในแหล่งน้ำกร่อย ได้แก่ 1) การผสมผสานระหว่างน้ำจืดกับน้ำทะเลโดยการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงจะมีผลในการเปลี่ยนแปลงปริมาตรน้ำในแหล่งน้ำกร่อยการถ่ายเทธาตุอาหารจะเป็นไปในลักษณะเปลี่ยนแปลงชั่วคราว 2) การหมุนเวียนของน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งการแบ่งชั้นของน้ำในแหล่งน้ำกร่อยบางแห่งทำให้เกิดความต่างของระดับความเข้มข้นของสารทั้งในแนวนอนและแนวดิ่ง 3) ข้อจำกัดในรูปร่างลักษณะของแหล่งน้ำกร่อยอาจจำกัด

การหมุนเวียนถ่ายเทของน้ำ 4) ระบบกระแสน้ำชายฝั่งและปากแม่น้ำทำให้เกิดการทับถมของตะกอนในการตกตะกอนและการกลับลอยขึ้นด้วยปัจจัยต่างๆมีผลกระทบต่อปริมาณของแร่ธาตุที่ละลายอยู่ในน้ำ 5) ปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นในระหว่างการผสมผสานของน้ำจากแม่น้ำและน้ำเค็มจากทะเลอาจนำไปสู่การจำกัดปริมาณหรือการเพิ่มปริมาณการละลายของแร่ธาตุสารอาหารนอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงความเค็มและอุณหภูมิจะมีผลต่อการละลายอีกด้วย และ 6) กระบวนการทางชีวภาพและ Metabolism มีอิทธิพลอย่างมากต่อการเกิดและการกระจายของธาตุอาหาร นอกจากนี้ปริมาณของธาตุอาหารที่ถูกปล่อยทิ้งและความลึกของแหล่งน้ำก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการกระจายของธาตุอาหาร

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัย ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่สนับสุนนงบประมาณในการทำวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2556

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2542. รายงานสถานการณ์ และการจัดการปัญหามลพิษทางน้ำ ปี พ.ศ. 2541-2542. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

จารุวรรณ สมศิริ และ สมหมาย เจนกิจการ. 2540. การศึกษาเรื่องระบบนิเวศน้ำพืชน้ำและสัตว์น้ำ. โครงการสำรวจจัดทำ บัญชีรายชื่อ สถานภาพ และฐานข้อมูลพื้นที่ชุ่มน้ำภาคกลาง.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต. 2539. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

มนูวดี หังสพฤกษ์. 2532. สมุทรศาสตร์เคมี.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 123 น.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2545. รายงาน สถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2544. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

Fogg G.E., 1975. Algal Cultures and Phytoplankton Ecology. Second Ed. The University of Wisconsin Press, 175 pp.

Fogg, G.E. 1980. Phytoplanktonic Primary Production. pp. 24-285. In Fundamentals of Aquatic Ecosystems (R.S.K. Barnes and K.H. mann, eds.). Blankwell Scientific Publication, London.

John, W.D. Jr. 1989. Estuarine ecology. John Wiley and Son. Inc. New York.

Jordan,T.E., D.L.Correll, J.Miklas, D. E. Weller,1991. Nutrients and chlorophyll at the interface of a watershed and an estuary, *Limnol. Oceanogr.*, (36): 251–267.

Reid, G.K. and Wood, R.D. 1976. Ecology of Inland Waters and Estuaries 2nd edition New York: D. Van Nostrand.

Seitzinger, P. 1988. Denitrification in Freshwater and Coastal Marine Ecosystems: Ecology and Geochemical Significane. Limnor Oceanogr (33): 702-724.

การเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาของต่อมเบอร์ซ่าหลังจากทำวัคซีนกัมโบโร

Histopathology of bursa after Gumboro vaccination

วรรษกร ขอพลอยกลาง[1*] คมปกร ตาณะสุต[1] และ วรินทร์ธร ไทรงาม[1]

Vassakorn Khoploklang,[1*] Khompakorn Thanasut [1] and Varinton Saingam[1]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาของต่อมเบอร์ซ่าในไก่เนื้อ ที่ได้รับการทำวัคซีน ต่อมเบอร์ซ่าอักเสบติดต่อ หรือวัคซีนกัมโบโร ที่มีความรุนแรงระดับปานกลางพิเศษ(IBA-VACST) โดยการสุ่มจับไก่เนื้อที่ได้รับวัคซีนเมื่ออายุ 14 วัน จากฟาร์มของเกษตรกรเมื่อไก่มีอายุ 21 28 และ 35 วัน ครั้งละ 5 ตัว โดยทำการชั่งน้ำหนัก ผ่าชาก เพื่อตรวจหารอยโรคที่สำคัญของโรคต่อมเบอร์ซ่าอักเสบติดต่อ ทำการเก็บตัวอย่างชิ้นเนื้อของต่อมเบอร์ซ่า และย้อมสี Hematoxylin and Eosin (H&E) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยา จากผลการศึกษาทางจุลพยาธิวิทยาในไก่เนื้ออายุ 21 และ 28 วัน พบการเสื่อมแบบแวคคิวโอลาที่เยื่อบุของต่อม พบจุดเลือดออกและถุงน้ำในลิมฟอยด์ฟอลลิเคิล และจำนวนของเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ ในลิมฟอยด์ฟอลลิเคิลลดลงร้อยละ 15 และ 30 ตามลำดับ ในไก่อายุ 35 วัน พบว่าจำนวนของเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ในลิมฟอยด์ฟอลลิเคิลลดลงร้อยละ 35 และพบเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ เกิดการตายแบบแข็งตัว(pyknotic nucleus) ในลิมฟอยด์ฟอลลิเคิลพบ ถุงน้ำ การเสื่อมแบบแวคคิวโอล่า และการเกิดไฟโบรซิส การศึกษานี้สามารถนำไปแยกแยะรอยโรคที่เกิดจากการติดเชื้อตามธรรมชาติหรือวัคซีนได้ ช่วยให้การวินิจฉัยโรคมีความแม่นยำมากขึ้น

คำสำคัญ: โรคต่อมเบอร์ซ่าอักเสบติดต่อ วัคซีนกัมโบโร จุลพยาธิวิทยา

Abstract

This study was designed to investigate the histopathological changes of Bursa of Fabricius (BF) in broilers after vaccination with intermediate-plusinfectious Bursal disease (IBD) or Gumboro vaccines (IBA-VACST).Randomly sampling of 5 broilers from commercial farm at 21th,28thand 35thdays of age were performed. Samples were weighed and checked for important lesions of infectious Bursal disease on organs. Collecting of tissue of bursa glands for staining by Hematoxylin's and Eosin;s methods (H&E) . Results of bursa tissue histopathological examination at 21th and 28th days showed that they had vacuolar degeneration at bursal epithelium hemorrhage and cyst in lymphoid follicle and 15 % and 30 % lymphoid depletion respectively.In broiler at 35thdays,it was found that they had fibrosis, vacuolar degeneration and cyst in lymphoid follicle and 35 % lymphoid depletion with lymphoid necrosis (pyknotic nucleus). These results suggested that diagnosis of bursa lesion possibly indicate the difference between IBD virus and IBD vaccine broilers and thus assist to obtain more accurate diagnosis of such histopathological changes.

Keywords: infectious Bursal disease, intermediate-plus Infectious Bursal Disease vaccines, Histopathological changes

[1] คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย 133 ม.5 ต. ทุ่งใหญ่ อ.ทุ่งใหญ่ จ. นครศรีธรรมราช 80240

[1] Faculty of Veterinary Science, Rajamangala University of Technology Srivijaya 133 thungyai thungyai NST 80240

* Corresponding author. E-mail: bvassakorn@hotmail.com

บทนำ

โรคกัมโบโร(Gumboro) โรคเบอร์ซ่าอักเสบติดต่อ (infectious bursal disease) หรือโรคไอบีดี (IBD) เป็นโรคสำคัญในไก่ เกิดจากเชื้อไวรัสในสกุล Avibirnavirus วงศ์ Birnaviridae (Lukert and Saif, 2003) เป็นโรคติดเชื้อที่มีความรุนแรงและแพร่เชื้อได้อย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากโดยเฉพาะในไก่อายุต่ำกว่า 6 สัปดาห์ ลักษณะเด่นของโรค คือ เชื้อไวรัสมีเป้าหมายในการทำลายลิมโฟไซต์ ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการสร้างภูมิคุ้มกัน อวัยวะเป้าหมายที่สำคัญของเชื้อไวรัส คือ ต่อมเบอร์ซ่า (bursa of Fabricius) ซึ่งเป็นแหล่งสร้าง B lymphocytes ที่สำคัญในไก่ ความรุนแรงของโรคมีความสัมพันธ์กับจำนวนลิมโฟไซต์ที่อยู่ภายในต่อมเบอร์ซ่า พบว่ามีจำนวนมากที่สุดในช่วงอายุ 3 ถึง 6 สัปดาห์ เนื่องจากเป็นช่วงที่มีพัฒนาการของต่อมเบอร์ซ่าอย่างรวดเร็ว จึงเป็นสาเหตุให้ไก่ในช่วงอายุดังกล่าว มีความไวรับต่อการเกิดโรคแบบแสดงอาการ โดยอาการที่พบเมื่อไก่ป่วย เช่น ซึม ขนหยองและท้องเสียให้เห็นอย่างชัดเจน การติดเชื้อไวรัสในไก่ที่ช่วงอายุ 0 - 3 สัปดาห์ จะแสดงอาการแบบไม่รุนแรงหรือไม่แสดงอาการป่วย และพบว่ามีอัตราการตายต่ำ แต่ไก่ที่ได้รับเชื้อในช่วงอายุดังกล่าวจะเกิดภาวะกดการสร้างภูมิคุ้มกันต่อการติดเชื้อต่างๆ ภายหลังการหายจากโรคแบบแสดงอาการหรือจากการได้รับเชื้อไวรัสในระยะแรก เป็นผลให้เกิดการฝ่อของเนื้อเยื่อน้ำเหลืองภายในต่อมเบอร์ซ่า ส่งผลให้เกิดความบกพร่องในการสร้างภูมิคุ้มกัน ไก่จึงมีโอกาสป่วยด้วยโรคต่างๆ ได้ง่ายกว่าปกติ (Sharma et al., 2000) วิการของโรคกัมโบโร ที่แสดงให้เห็นได้อย่างชัดเจน คือ พบรอยเลือดออกตามกล้ามเนื้อ และที่ต่อมเบอร์ซ่าจะมีลักษณะบวม (สุรวัฒน์ และจารุณี, 2554) วัคซีนที่ใช้มักจะให้วัคซีนเชื้อเป็นในลูกไก่โดยแบ่งตามคุณสมบัติความรุนแรงของเชื้อไวรัสเป็น 4 ระดับ คือ ระดับอ่อน (mild) ระดับปานกลาง (intermediate) ระดับแรงปานกลางพิเศษ(intermediate-plus) และระดับรุนแรง (hot) ซึ่งเชื้อไวรัสของวัคซีนระดับอ่อนและแรงปานกลางจะโดนหักล้าง (neutralized) โดยแอนติบอดีในลูกไก่ที่ได้รับถ่ายทอดมาจากแม่ไก่ (maternal derived antibodies, MDA) ดังนั้น วัคซีน 2 ชนิดแรกนี้จะกระตุ้นภูมิคุ้มกันได้ดีเฉพาะในลูกไก่ที่มี MDA ในระดับต่ำ ส่วนวัคซีนชนิดแรงปานกลางพิเศษสามารถป้องกันเชื้อไวรัสชนิดรุนแรงได้ดี แต่การให้วัคซีนชนิดนี้แก่ลูกไก่ที่ไม่มี MDA หรือมี MDA ในระดับต่ำ ไวรัสของวัคซีนสามารถทำให้เกิดรอยโรคที่ต่อมเบอร์ซ่าได้ ประเทศไทยพบการแพร่ระบาดของโรคกัมโบโร ชนิดรุนแรงในปี พ.ศ. 2533 จนถึงปัจจุบัน ยังคงพบอุบัติการณ์ของโรคเป็นครั้งคราว แม้ไก่จะได้รับวัคซีนแล้วก็ตาม ซึ่งปัจจุบันวัคซีนป้องกันโรคกัมโบโร ในไก่เนื้อชนิดที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ ชนิดแรงปานกลางพิเศษ ประกอบกับมีการให้วัคซีนชนิดเชื้อตายในไก่พ่อแม่พันธุ์ ไก่พ่อแม่พันธุ์จึงมีแอนติบอดีต่อไวรัสของโรคกัมโบโรในระดับสูง ส่งผลให้ลูกไก่มี MDA ในระดับสูงเช่นเดียวกัน (จิโรจ และคณะ, 2550)

วิธีการศึกษา

สัตว์ทดลอง

เก็บตัวอย่างจากไก่เนื้อที่ทำการเพาะเลี้ยง ไก่เนื้อพันธุ์ COBB 500 จำนวน 15 ตัว โดยมีการสุ่มเก็บตัวอย่างไก่เนื้อจากฟาร์มของเกษตรกร ที่มีการเลี้ยงเป็นระบบปิด อำเภอจุฬาภรณ์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

วัคซีนและวิธีให้

วัคซีนป้องกันโรคต่อมเบอร์ซ่าอักเสบติดต่อ(IBA-VACST) เป็นวัคซีนเชื้อเป็น (live vaccine) ที่มีความรุนแรงระดับกลางพิเศษวัคซีนมีไวรัสไม่น้อยกว่า $10^{2.0}$ 50% embryoinfectious dose (EID_{50}) /โดส ตามลำดับ วัคซีนอยู่ในรูป freeze-dried (lyophilized) ให้วัคซีนโดยการผสมน้ำให้กินในโรงเรือน

วิธีการทำ

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเมื่อไก่มีอายุ 21วัน (หลังทำวัคซีน 7 วัน) 28 วัน (หลังทำวัคซีน 14 วัน) และ 35 วัน (หลังทำวัคซีน 21 วัน) โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่าง ครั้งละ 5 ตัว (ช้องมาศ, 2554) และชั่งน้ำหนัก ทำการผ่าซากเพื่อตรวจหารอยโรคที่สำคัญของโรค ต่อมเบอร์ซ่าอักเสบติดต่อดังรูปภาพที่ 1 และ 2



Figure 1 (a) Randomly 5 chicken, (b) weigh sample

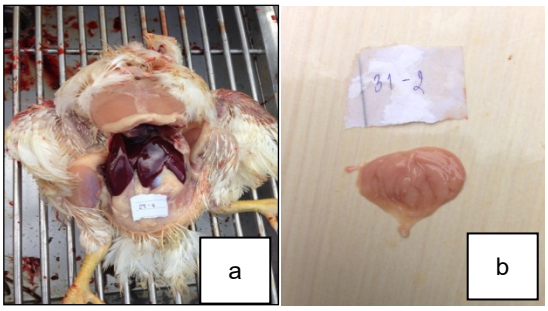


Figure 2 (a) and (b) necropsy and recorded the lesion on organ and Bursa glands

การเก็บตัวอย่างต่อมเบอร์ซ่า

ทำการสุ่มไก่ครั้งละ 5 ตัว ที่อายุ 21 วัน 28 วัน และ 35 วัน ทำการผ่าซากเพื่อดูรอยโรคแล้วนำต่อมเบอร์ซาจากการผ่าซากไก่แต่ละครั้งใส่ใน 10% neutral buffered formalin เพื่อตัด section และย้อมด้วยสี H&E เพื่อศึกษาและประเมินความเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยา ดังรูปภาพที่ 3-6

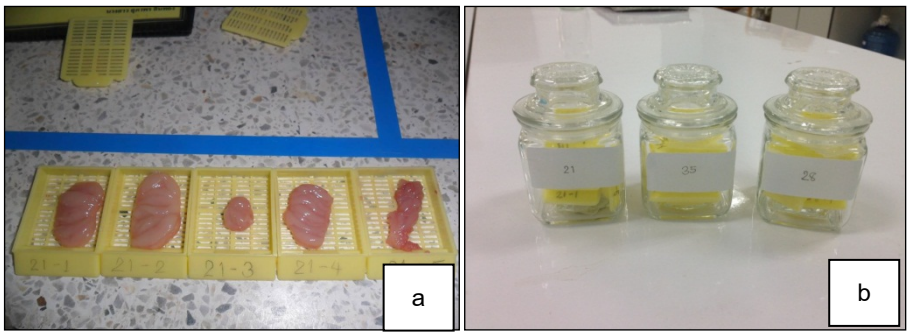


Figure 3 (a) Bursa collected, (b) The bursal specimens were fixed in 10% buffered formalin.

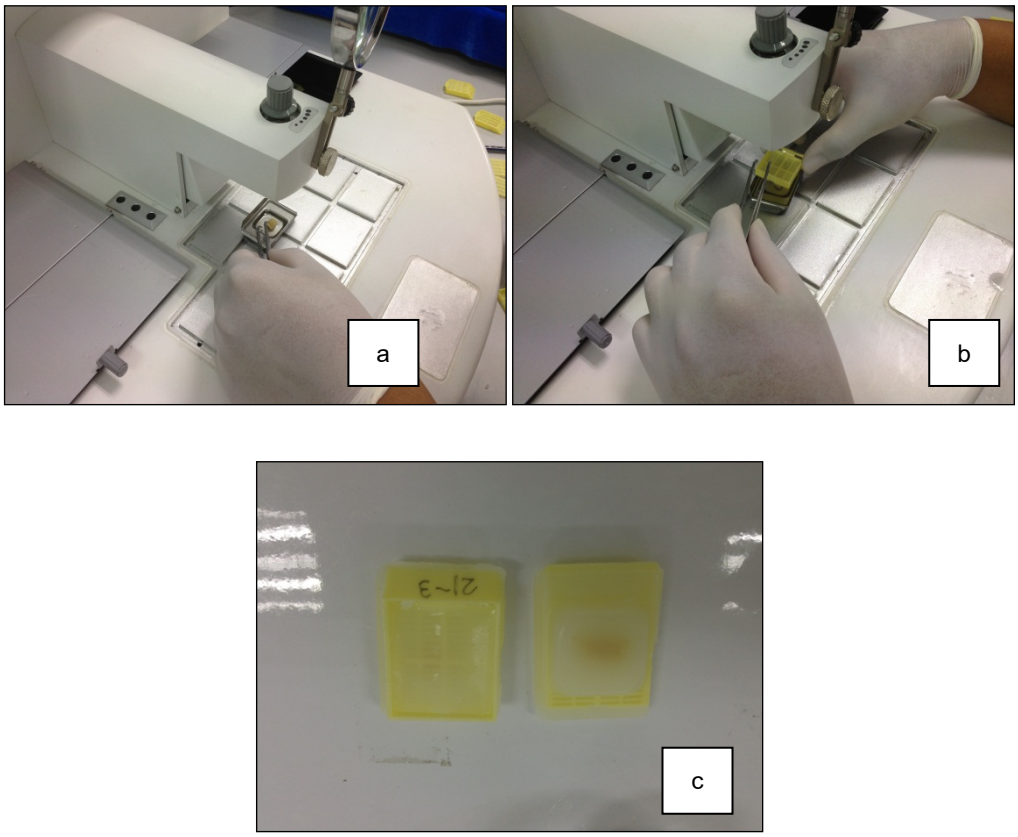


Figure 4 (a)(b)and (c) embedded in paraffin wax,

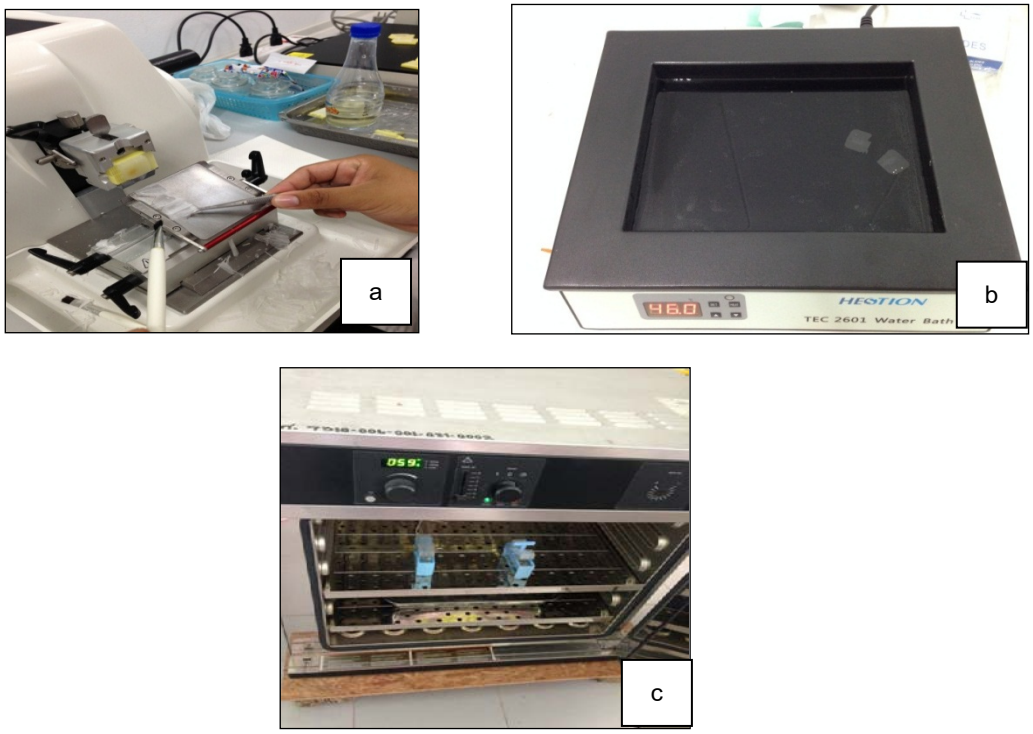


Figure 5 (ก) Each piece of tissue wax was trimmed at 7 microns (μ) in thickness, (b) floated tissue on water at 46 °c and (c) Melted the paraffin in hot air oven at 60 °c

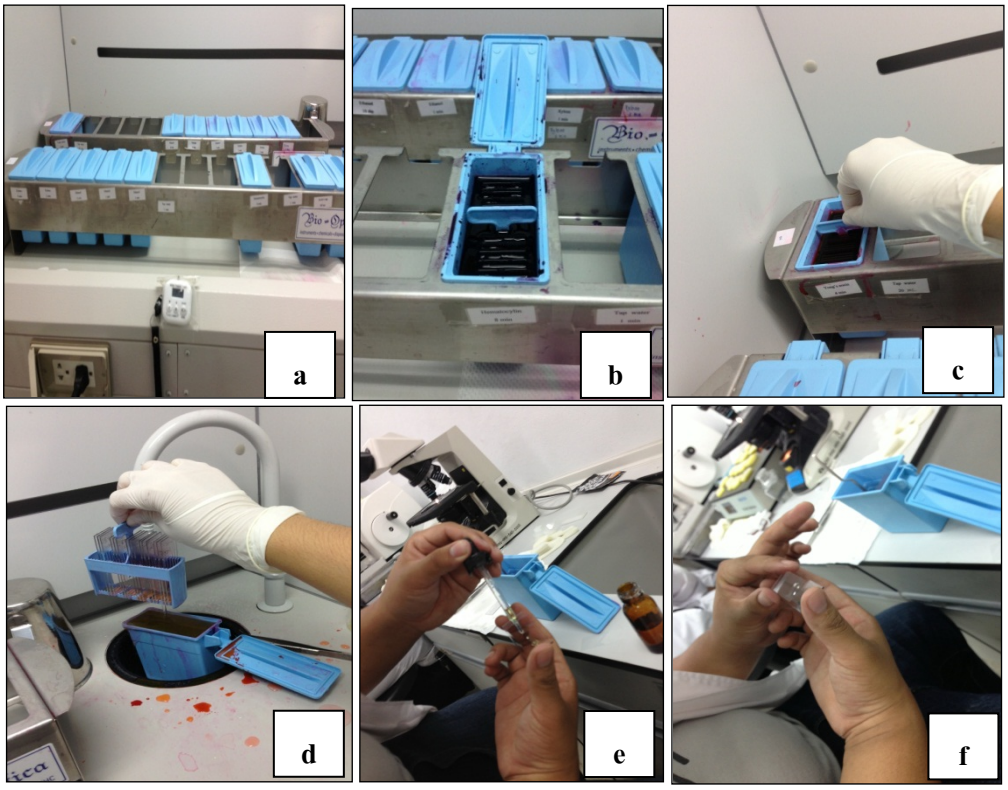


Figure 6 (a)(b)(c)and(d)The sections were stained with Mayer's Hematoxylin and eosin (e) and (f) Mounted slide and closed cover slide

ผลการวิจัย

จากการส่องต่อมเบอร์ซ่าภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาของต่อมเบอร์ซ่าดังนี้ ในกลุ่มตัวอย่างของไก่เนื้อช่วงอายุ 21 วัน (หลังทำวัคซีน 7 วัน) พบว่าพบการเสื่อมแบบแวคคิวโอลาที่เยื่อบุของต่อม พบจุดเลือดออกและถุงน้ำในลิมฟอยด์ฟอลลิเคิล และจำนวนของเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ ในลิมฟอยด์ฟอลลิเคิลลดลงประมาณ 15 เปอร์เซ็น ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตามรูปภาพที่ 7- 9 การเปลี่ยนแปลงทางจุลกายวิภาคของต่อมเบอร์ซ่าในกลุ่มตัวอย่างของไก่เนื้อ ในไก่ช่วงอายุ 28 วัน (หลังทำวัคซีน 14 วัน) พบว่าพบการเสื่อมแบบแวคคิวโอลาที่เยื่อบุของต่อม พบจุดเลือดออกและถุงน้ำในลิมฟอยด์ฟอลลิเคิล และจำนวนของเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ ในลิมฟอยด์ฟอลลิเคิลลดลงประมาณ 30 เปอร์เซ็น ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตามรูปภาพที่ 10 และ 11 การเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาของต่อมเบอร์ซ่าในกลุ่มตัวอย่างของไก่เนื้อในไก่ช่วงอายุ 35 วัน (หลังทำวัคซีน 21 วัน) พบว่าจำนวนของเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ในลิมฟอยด์ฟอลลิเคิลลดลงประมาณ 35 เปอร์เซ็น และพบเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์เกิดการตายแบบแข็งตัว ในลิมฟอยด์ฟอลลิเคิลพบถุงน้ำ การเสื่อมแบบแวคคิวโอล่า และภาวะไฟโบรซิส ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงตามรูปภาพที่ 12-15

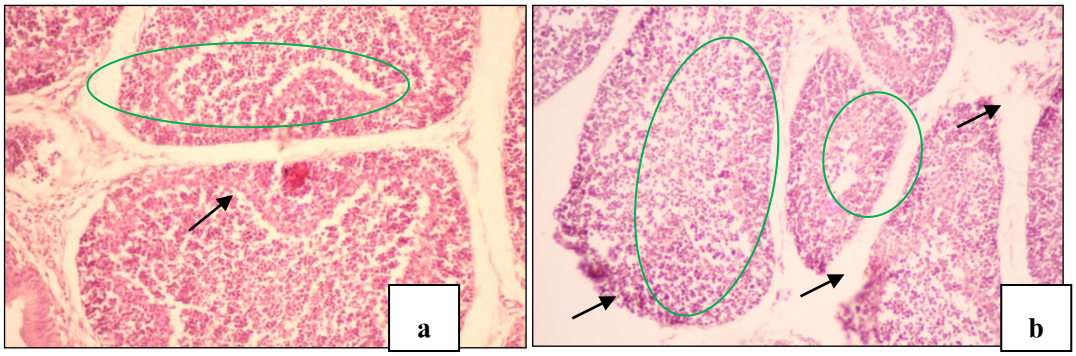


Figure. 7 (a) and (b) Bursa of Fabricius of boiler at 21st day(after vacined 7 day) (H and E) showed hemorrhage in Lymphoid follicle (black arrow) and lymphocytes depletion in the follicles (decrease 15%) (green circle)

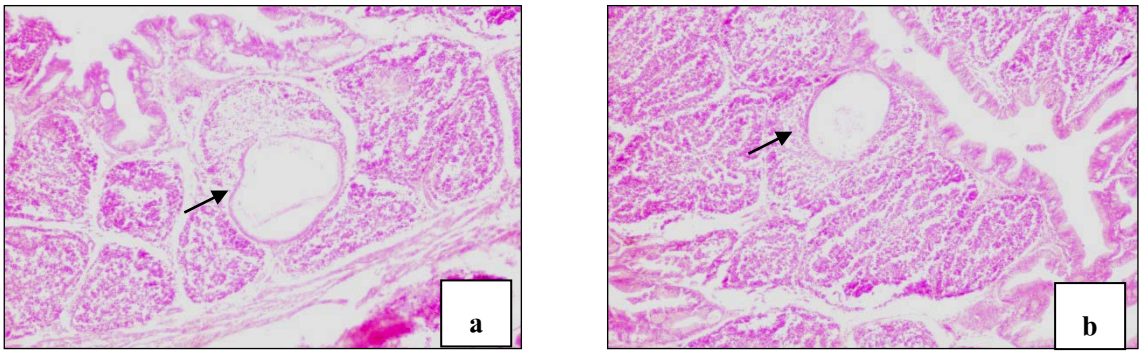


Figure 8: (a) and (b) Bursa of Fabricius of boiler at 21st day(after vacined 7 day) (H and E) showed cyst in lymphoid follicle (black arrow)

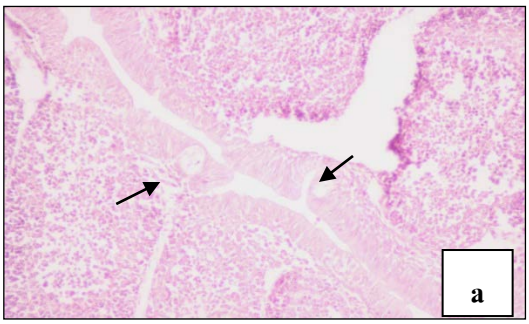


Figure 9 (a) Bursa of Fabricius of boiler at 21st day(after vacined 7 day) (H and E) showed cyst on epithelium of bursa gland (black arrow)

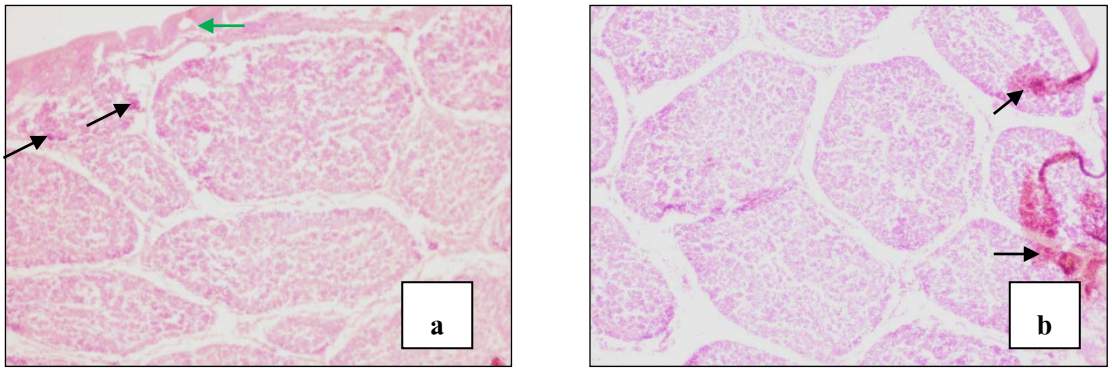


Figure 10 (a) and (b) Bursa of Fabricius of boiler at 28th day(after vacined 14 day) (H and E)showed hemorrhage in Lymphoid follicle (black arrow) and cyst on epithelium of bursa gland (green arrow)

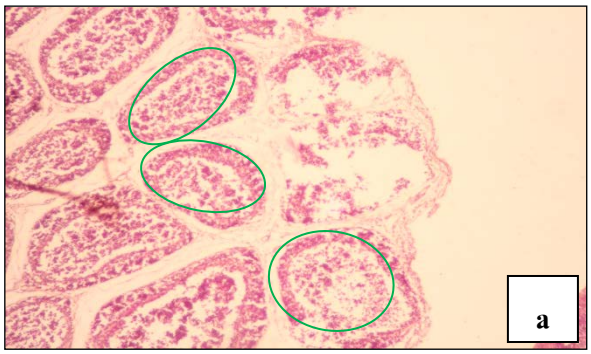


Figure 11 (a) Bursa of Fabricius of boiler at 28th day(after vacined 14 day) (H and E)showed lymphocytes depletion in the follicles (decrease 30%) (green circle)

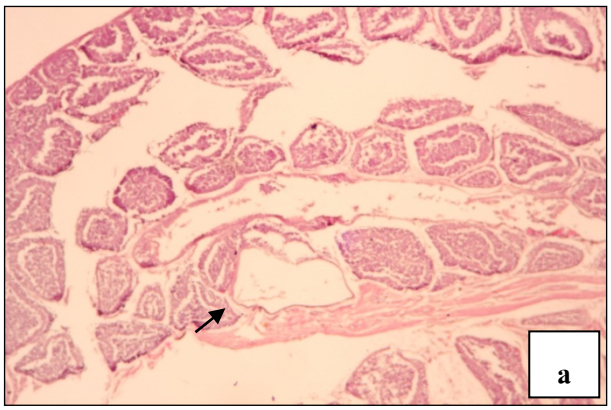


Figure 12 (a) Bursa of Fabricius of boiler at 28th day(after vacined 14 day) (H and E)showed cyst in Lymphoid follicle (black arrow)

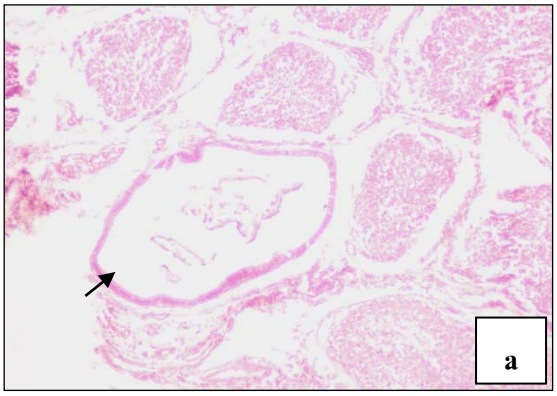


Figure 13 (a) Bursa of Fabricius of boiler at 35th day(after vacined 21 day) (H and E)showed showed cyst in Lymphoid follicle (black arrow)

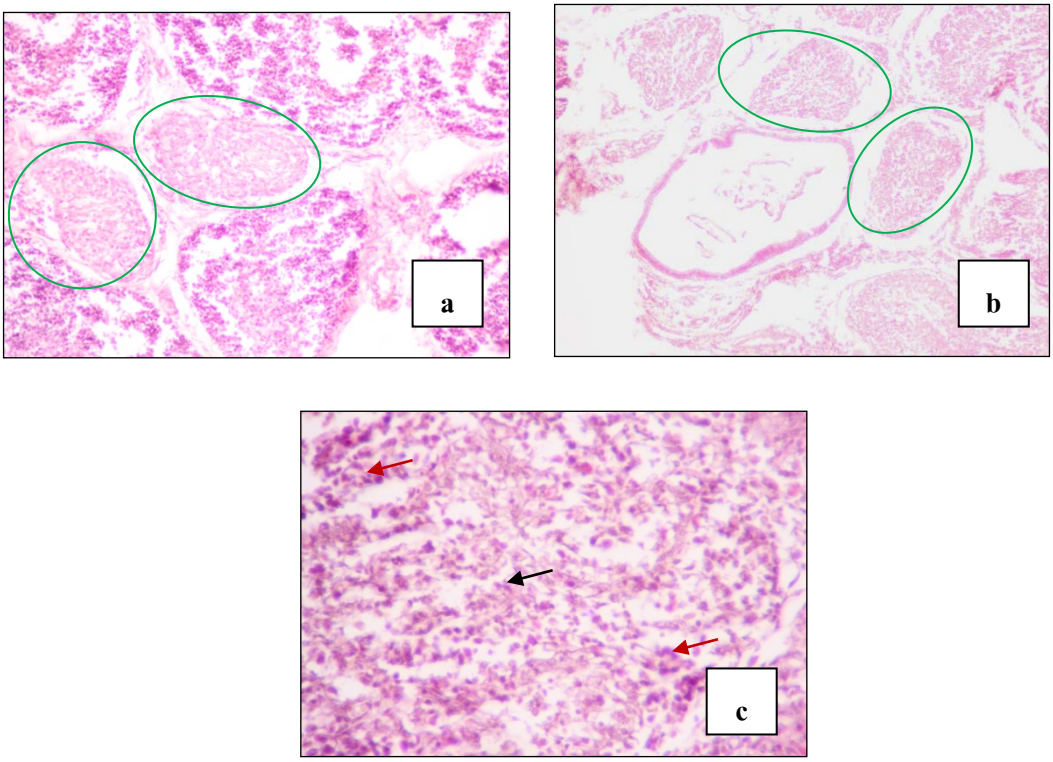


Figure 14 (a) and (b) Bursa of Fabricius of boiler at 35th day(after vacined 21 day) (H and E)showed lymphocytes depletion in the follicles (decrease 30%) (green circle) (c) showed Fibrosis in Lymphoid follicle(black arrow) and lymphocyte necrosis(pyknotic nucleus). (red arrow)

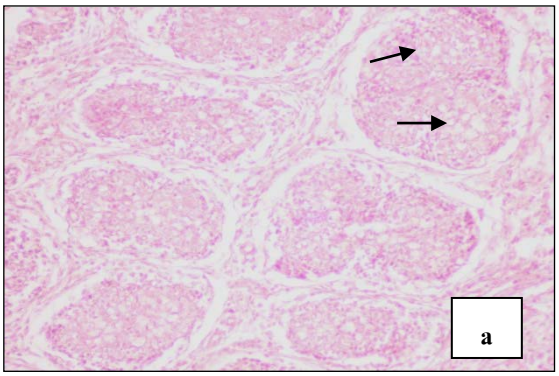


Figure 15 (a) and (b) Bursa of Fabricius of boiler at 35th day(after vacined 21 day) (H and E)showed Vacuolar degeneration in Lymphoid follicle(red arrow)

อภิปรายผล

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาของต่อมเบอร์ซ่า ที่ได้รับการทำวัคซีนป้องกันโรคกัมโบโร ชนิดความรุนแรงปานกลางพิเศษนั้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยา ที่สามารถสังเกตได้อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นผลมาจากการทำวัคซีน ซึ่งสอดคล้องกับ Davelaar และคณะ (2007) ได้รายงานไก่เนื้อที่มีการทำวัคซีนป้องกันโรคกัมโบโร ยังพบรอยโรคมากกว่า 53% โดยมีลักษณะต่อเบอร์ซ่าฝ่อลีบ และ เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์ลดลง และในบางรายที่รุนแรงจะเกิดfollicular lymphoid necrosis และ interfollicular interstitial fibrosis Ezeokoli และคณะ (1990) ได้ทำการประเมินทางจุลพยาธิวิทยาของต่อมเบอร์ซ่าที่ได้รับการทำวัคซีนป้องกันโรคกัมโบโร พบว่าเกิดรอยโรคอย่างรุนแรงในระหว่าง 3-7 วันหลังจากการทำวัคซีน ซึ่งสอดคล้องกับ Rautenschlein และคณะ (2005) ที่รายงานว่าไก่เนื้อที่มีการฉีดวัคซีนป้องกันโรคกัมโบโร โดยชนิดของความรุนแรงของวัคซีนที่แตกต่างกันระหว่าง intermediate และ intermediate plus แสดงความรุนแรงของรอยโรคที่ต่างกัน โดยวัคซีนชนิด intermediate แสดงรอยโรคเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในขณะที่วัคซีนชนิด intermediate plus แสดงความรุนแรงของโรครุนแรง ซึ่งสอดคล้องกับ Abu Tabeekh และ Al-Mayah (2012) ได้กล่าวไว้ว่าวัคซีนป้องโรคกัมโบโรชนิดรุนแรงปานกลางพิเศษเป็นสาเหตุให้เกิดความเสียหายต่อต่อมเบอร์ซ่า ซึ่งต่างจากวัคซีนชนิดปานกลางที่สร้างความเสียหายเพียงเล็กน้อย

สรุป

ในการทดลองครั้งนี้พบว่าจากการเก็บตัวอย่างต่อมเบอร์ซ่าในไก่เนื้อช่วงอายุ 21 วัน (หลังทำวัคซีน 7 วัน) อายุ 28 วัน (หลังทำวัคซีน 14 วัน) และอายุ 35 วัน (หลังทำวัคซีน 21 วัน) ในช่วงอายุ 21 วัน มีการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาของต่อมเบอร์ซ่าโดยพบจุดเลือดออก และถุงน้ำ ใน Lymphoid follicle มีการลดลงของจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์(ลดลง15%)และ มีการเกิดถุงน้ำที่ผนังเยื่อบุ ในช่วงอายุ 28 วันพบว่าเกิดจุดเลือดออก และถุงน้ำใน Lymphoid follicle มีการลดลงของจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์(ลดลง30%)และ มีการเกิดถุงน้ำที่ผนังเยื่อบุ เช่นเดียวกับไก่ในช่วงอายุ21 วัน ส่วนไก่ในช่วงอายุ 35 วันพบว่ามีถุงน้ำ เกิดFibrosis และมีการเสื่อมของ Vacuolar ที่ Lymphoid follicle เกิดการลดลงของจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์(ลดลง35%)และเกิดเนื้อตายของเนื้อเยื่อลิมโฟไซต์ในฟลอลิเคิล ในการศึกษานี้สามารถนำไปแยกแยะรอยโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสหรือวัคซีนได้ ช่วยให้การวินิจฉัยโรคมีความแม่นยำมากขึ้น

คำขอบคุณ

รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาของต่อมเบอร์ซ่าหลังจากทำวัคซีนกัมโบโร สำเร็จได้ เนื่องจากบุคคลหลายท่านได้กรุณาช่วยเหลือให้ข้อมูล ข้อเสนอแนะ คำปรึกษา ความคิดเห็น กำลังใจและตัวอย่างในการทำงานวิจัย จึงขอขอบพระคุณ สมศักดิ์ฟาร์ม นักวิทยาศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ทุกท่านที่เอื้ออำนวยในการใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อ.น.สพ.คมปกร ตาณะสุต ที่ปรึกษางานวิจัย ที่ช่วยสนับสนุน และให้คำแนะนำในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จิโรจ ศศิปรียรักษ์, วรรณจันทร์ สุวรัตน์ และนิวัตร จันทร์ศิริพรชัย. 2550. ประสิทธิภาพของวัคซีน ป้องกันโรคเบอร์ซา อักเสบติดต่อชนิดแรงปานกลางพิเศษ3ชนิด ในไก่เนื้อ. ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สัตวแพทยสาร. 58(3): 58-67น.

ช้องมาศ อันตรเสน. 2554. โรคเบอร์ ซ่าอักเสบติดต่อ. ศูนย์การศึกษาต่อเนื่องทางสัตวแพทย์. Available online: http://vc.vetcouncil.or.th/download/Q11/307540038.pdf

วิโรจน์ จันทรัตน์. 2545. คู่มือเทคนิคการผ่าซากภาคสนาม วิการชี้เฉพาะของโรคที่สำคัญ การวินิจฉัยโรคในฟาร์มไก่ และการวินิจฉัยโรคต่างๆในสุกร. การอบรมเชิงปฏิบัติการของเกษตรกร เรื่อง โรคและการสุขาภิบาลสัตว์ปีก และสุกร.16-20น.

สุรวัฒน์ ชะลอสันติสกุล และ จารุณี เกสรพิกุล. 2554. โรคไก่ Commom chicken disease. 7-9 น.

Davelaar, F.G.; Pistra,B.J.; Wiltenburg, N.V. 2007.Infectious bursitis vaccine. US Patent Issued on May 1.

Ezeokoli, C. D ; Jtyondo, E. A.; Nwannenna, A. and Umoh, J.U. 1990. Immunossupression and histopathological changes in the bursa of Fabricius associated with infectious bursal disease vaccination in chicken. Comp. Immunol. Microbiol. and Infect. Dis.13 (4):181-188.

Lukert, P.D. and Saif, Y.M. 2003. Infectious bursal disease. In: Diseases of Poultry. 11th ed., edited by Y.M. Saif, H.J. Barnes, A.M. Fadly, J.R. Glisson, L.R. McDougald and D.E. Swayne. Iowa State Press, Iowa. p. 161-179.

Mudhar A. S. Abu Tabeekh and Ali A.S. Al-Mayah. 2012. Histopathological Changes of Bursa Fabricius of Imported Broilers and Local Chicks Vaccinated With Two Types of Infectious Bursal Disease Vaccines. Department of Pathology and Poultry Diseases, College of Veterinary Medicine, University of Basrah, Basrah, Iraq.(1)-6. p. 80-95.

Sharma, J.M., Kim, I.J., Rautenschlein, S. and Yeh, H.Y. 2000. Infectious bursal disease virus of chicken : Pathogenesis and immunosuppression. Dev. Comp. Immunol. 24: 223-235.

ผลของผงกรด 5-อะมิโนลีวูลินิกที่ผ่านการฟรีซดรายจากน้ำเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียสังเคราะห์แสง*Rhodopseudomonas palustris* JP255 ต่อความยาวรากต้นกล้าข้าวพันธุ์เล็บนก

Effect of 5-Aminolevulinic Acid Powder Freeze Dried from Photosynthetic Bacteria *Rhodopseudomonas palustris* JP255 on Root Length of Lep-Nok Rice Seedlings

จตุพล มีสวัสดิ์[1] วิรุฬศักดิ์ ทองสุภา[1] และ อังคณา ใสเกื้อ[1*]

Jatupol Meesawat,[1] Wiroonsak Thongsupa[1] and Angkana Saikeur[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของผงกรด 5-อะมิโนลีวูลินิก (ALA) ที่ผ่านการทำฟรีซดรายจากน้ำเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียสังเคราะห์แสง *Rhodopseudomonas palustris* JP255 ที่คัดแยกได้จากดินเปรี้ยวในจังหวัดนครศรีธรรมราชต่ออัตราการงอกของรากข้าวพันธุ์เล็บนก ซึ่งเป็นสายพันธุ์พื้นเมืองทางภาคใต้โดยใช้แช่เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ระดับความเข้มข้น 0 , 5 , 10 , 50 และ 100 ไมโครโมลาร์ (ในที่มืดนาน 4 วัน) แล้วนำเมล็ดที่ได้ไปเพาะต่อในถาดหลุมอีก 15 วัน จากนั้นจึงนำมาวัดความยาวของรากข้าว โดยพบว่า ALA ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 50 ไมโครโมลาร์ สามารถกระตุ้นความยาวรากเพิ่มขึ้นร้อยละละ 43.44, 24.04 และ 0.27 ตามลำดับในขณะที่ ALA ความเข้มข้น 100 ไมโครโมลาร์ กลับทำให้ความยาวรากลดลงถึงร้อยละ 6.56 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำผง ALA จากน้ำเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียสังเคราะห์แสงที่ระดับความเข้มข้น 5-10 µM ไปกระตุ้นความยาวรากต้นกล้าของข้าวพันธุ์เล็บนกในระยะก่อนปักดำ อันเป็นแนวทางการนำสารชีวภาพซึ่งผลิตจากสิ่งมีชีวิต ผลิตได้ง่าย ราคาถูก และปลอดภัยต่อเกษตรกรและผู้บริโภคมาใช้แทนฮอร์โมนสังเคราะห์ได้อีกแนวทางหนึ่งด้วย

คำสำคัญ : กรด 5-อะมิโนลีวูลินิก ข้าวพันธุ์เล็บนก แบคทีเรียสังเคราะห์แสง

Abstract

This study aimed to investigate the effects of 5–aminolevulinic acid (ALA) freeze dried powder from photosynthetic bacteria *Rhodopseudomonas palustris* JP255 isolated from acid soil in Nakhon Si Thammarat province for the germination and root growth of Lep-Nok rice, a cultivar native to the south. Lep-Nok rice seeds were soaked with ALA at the concentrations of 0, 5, 10, 50 and 100 µM (in the dark for 4 days) and then the seeds were cultured for 7 days in the pan. It was found that ALA at the concentrations of 5, 10 and 50 µM can stimulate root length by increasing 43.44%, 24.04% and 0.27%, respectively over the control. However ALA at the concentration of 100 µM reduced root length 6.56% comparing to the control. So it is possible to apply ALA produced by photosynthetic bacteria at low concentrations (5-10 µM) for stimulating root length of Lep-Nok rice seedlings before transplanting. This biological agent production is simple, cheap and safe for farmers and consumers and may be used to replace synthetic hormones using in rice.

Keywords: 5– Aminolevulinic acid (ALA), Lep-Nok Rice, Photosynthetic bacteria

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช 80110

[1] Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Nakhon Si Thammarat, 80110

* Corresponding author. E-mail: angkana_kung@yahoo.com

บทนำ

ปัจจุบันมีการใช้ฮอร์โมนและปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ทำให้มีต้นทุนสูงและนำเข้าปุ๋ยจำนวนมาก ก่อให้เกิดผลกระทบต่อเกษตรกรและผู้บริโภค การทำการเกษตรอินทรีย์เป็นระบบการผลิตหนึ่งที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม เน้นการใช้สารอินทรีย์ในการปรับปรุงบำรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์สามารถต้านทานโรคและแมลงได้ มีรายงานว่ากรด 5-อะมิโนลีวูลินิก (ALA) ซึ่งเป็นสารชีวภาพที่สามารถผลิตโดยจุลินทรีย์ที่มีบทบาทเป็นสารเร่งการเจริญเติบโตสามารถนำมาใช้ทดแทนปุ๋ยได้ โดยสารดังกล่าวเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์แสง สารประกอบเตตระไพโรลรวมทั้งพอร์ไฟรินที่พืชนำไปใช้ในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ ALA ที่ระดับความเข้มข้นต่ำๆ (60-600 μM) สามารถนำไปใช้ในการเร่งการเจริญเติบโตของพืช และที่ความเข้มข้นสูงๆ (5000 μM ขึ้นไป) นำไปใช้เป็นสารกำจัดวัชพืช และยาฆ่าแมลง และส่งเสริมให้พืชทนต่อสภาวะเครียดต่างๆ ได้ (Hotta *et al*., 1997ab; Kumar, 1999; Watanabe *et al*., 2000) ALA ไปเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ไนเทรทรีดักเทส มีผลต่อการนำไนเตรทเข้าสู่รากและยังช่วยตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้ชีวมวล (biomass) ของแบคทีเรียสังเคราะห์แสง (ซึ่งเป็นจุลินทรีย์กลุ่มหลักที่สามารถผลิต ALA ได้) มีบทบาทสำคัญในการตรึงธาตุไนโตรเจนจากดิน มีรายงานการใช้สารดังกล่าวกับพืชหลายชนิดและเพิ่มผลผลิตได้ 10-60% ในข้าวบาเลย์ หัวไชเท้า มันฝรั่ง, กระเทียม และถั่วลันเตา (Hotta *et al*., 1997b) ข้าวสาลี (Bingshan *et al*., 1998) และข้าว (Hotta *et al*., 1997a) ยังมีรายงานอีกว่า การฉีดพ่นสาร ALA ยังสามารถช่วยส่งเสริมการเพิ่มปริมาณ ฟลาโวนอยด์ในใบแปะก๊วยอีกด้วย (Feng *et al*., 2011) ALA สามารถสังเคราะห์ได้ทางเคมีโดยกระบวนการรีดักชั่นของ acyl cyanide หรือผ่านทางกระบวนการ dye-sensitized oxygenation ของ *N*-furfurylphthalimide (Pfaltz and Anwar, 1984; Takeya *et al*., 1989) อย่างไรก็ตามการสังเคราะห์ทางเคมีจะต้องใช้ขั้นตอนอย่างน้อย 4 ขั้น และได้ผลผลิตน้อยกว่า 60% เป็นเหตุให้สารที่ผลิตได้มีราคาสูง การผลิต ALA จึงมีการนำจุลินทรีย์ เช่น *Clostridium thermoaceticum* กลุ่มผลิตมีเทน กลุ่มสาหร่ายสีเขียว (*Chlorella* spp.) และแบคทีเรียกลุ่มสังเคราะห์แสงมาใช้ ในงานวิจัยนี้ได้นำแบคทีเรียสังเคราะห์แสง *Rhodopseudomonas palustris* JP255 ที่คัดแยกได้จากนาข้าวในพื้นที่ดินเปรี้ยวในจังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อนำมาผลิต ALA ในสภาวะมีอากาศน้อย มีแสง ในอาหารสูตรพิเศษที่เร่งการสร้าง ALA จากนั้นนำน้ำเลี้ยงเชื้อไปปั่นเหวี่ยงเพื่อตกตะกอนเซลล์แล้วนำส่วนใสที่ได้ไปทำฟรีซดรายเพื่อให้เป็นผง ALA เทคนิคนี้เป็นการดึงน้ำออกจากผลิตภัณฑ์โดยใช้อุณหภูมิต่ำ ซึ่งจะช่วยรักษาคุณค่าของสารในระหว่างขั้นตอนการเปลี่ยนของเหลวเป็นของแข็ง (Marques *et al*., 2007) จากการที่น้ำเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียมีความคงตัวต่ำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะความเป็นกรดเบสจากการสร้างของเสียออกมาภายนอกเซลล์ของแบคทีเรีย เทคนิคนี้จะช่วยหยุดกิจกรรมเหล่านี้ได้ ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำผง ALA ที่ได้ไปใช้แช่เมล็ดพันธุ์ข้าวเล็บนกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการใช้สาร ALA ซึ่งเป็นสารชีวภาพ มาใช้ทดแทนปุ๋ยสังเคราะห์ ตลอดจนสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการเกษตรในอนาคต

วิธีการศึกษา

1. การเตรียมตัวอย่าง

1.1) การเตรียมตัวอย่างเชื้อแบคทีเรียสังเคราะห์แสง

เตรียมเชื้อเริ่มต้นของแบคทีเรียสังเคราะห์แสง *R. palustris* JP255 ที่คัดแยกจากนาข้าวใน อ.จุฬาภรณ์ จ.นครศรีธรรมราช ในอาหารเหลว GM (Saikeur *et al*., 2009) ประกอบด้วย L-glutamic acid (3.8 g/l) DL-malic acid (2.7 g/l) yeast extract (2.0 g/l) $(NH_4)_2HPO_4$ (0.8 g/l) KH_2HPO_4 (0.5 g/l) K_2HPO_4 (0.5 g/l) $MgSO_4.7H_2O$

(0.2 g/l) $CaCl_2.2H_2O$ (0.053 g/l) $MnSO_4.7H_2O$ ($1.2x10^{-3}$ g/l) Thiamine-HCl ($1.0x10^{-3}$ g/l) Nicotinic acid ($1.0x10^{-3}$ g/l) และ Biotin ($1.0x10^{-3}$ g/l) ปรับพีเอชอาหารเป็น 7.0 ด้วยเครื่องวัดพีเอช (Concort รุ่น C8) บ่มเชื้อในสภาวะมีอากาศน้อยมีแสง (5000 lux) ที่อุณหภูมิ 35ºC นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นถ่ายเชื้อลงในอาหารสูตรเดิมปริมาตร 300 มิลลิลิตรที่บรรจุในขวดแม่โขงแบน บ่มเชื้อที่สภาวะเดิมแล้วนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 10,000 rpm นาน 10 นาที ด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง (Hettich Zentrifugen รุ่น UNIVERSAL32) เพื่อตกตะกอนเชื้อแล้วเทสารละลายส่วนใสทิ้ง ล้างตะกอนเซลล์ 2 ครั้งด้วยสารละลายน้ำเกลือ (0.85% NaCl) จากนั้นปรับปริมาณกล้าเชื้อเริ่มต้นด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Biochrom6 รุ่น Libra S22) ที่ความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร ให้มีค่าความขุ่นเท่ากับ 1.0 แล้วดึงเชื้อเริ่มต้นมา 10% เพื่อเติมลงในอาหาร GM modified (อังคณา, 2556) ซึ่งเป็นสูตรอาหาร GM เดิมแต่เพิ่ม glycine (5 mM), succinate (10 mM), propionic acid (1 mM), $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ (20 mM) และ glucose (10 mM) ลงไป และปรับพีเอชเริ่มต้นเป็น 6.5 บ่จากนั้นมเชื้อที่สภาวะเดิมอีกครั้งจนครบ 24 ชั่วโมงจึงเติม levulinic acid (10 mM) ลงไป แล้วบ่มเชื้อต่อจนครบ 72 ชั่วโมง นำน้ำเลี้ยงเชื้อมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 10,000 rpm นาน 10 นาที เพื่อแยกตะกอนเซลล์ออกไป และนำส่วนใสไปทำการฟรีซดรายด้วยเครื่องระเหิดแบบสุญญากาศ (EYELA รุ่น FDU2100) เพื่อทำให้สารละลาย ALA เปลี่ยนเป็นผง เพื่อนำมาศึกษาผลต่อความยาวรากของต้นกล้าข้าวพันธุ์เล็บนกสำหรับการตรวจสอบ ALA ทำได้โดยทดสอบด้วยการเทียบสี (Mauzerall and Granick,1956)

1.2) การหาความเข้มข้นของ ALA

นำสารละลาย ALA มาตรฐานที่เจือจางอย่างเหมาะสมที่ความเข้มข้น 0, 2, 4, 6, 8, 10, 20, 30, 40, 50, 100, 150 และ 200 µM ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เติมโซเดียมอะซิเตทที่ความเข้มข้น 1 M (pH 4.7) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และเติมอะซิติลอะซิโตนปริมาตร 50 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันและนำส่วนผสมทั้งหมดไปต้มในน้ำเดือดนาน 15 นาที ทำให้เย็นอย่างรวดเร็วโดยแช่ในอ่างบรรจุน้ำแข็ง หลังจากนั้นเติม modified Ehrlich's reagent ปริมาตร 3.5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 15 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 553 นาโนเมตร และเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ ALA กับค่าการดูดกลืนแสง ในการทดสอบใช้น้ำเลี้ยงเชื้อหรือผง ALA จำนวน 1 มิลลิลิตรมาเติมแทนสารละลายมาตรฐานจากนั้นเติมสารตามลำดับ นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ไปแทนค่าในสมการ

1.3) การเตรียมเมล็ดข้าวพันธุ์เล็บนก

การศึกษาปริมาณความเข้มข้นของ ALA ต่อการเจริญของข้าวพันธุ์เล็บนกทำโดยนำเมล็ดข้าวพันธุ์เล็บนกมีค่าเปอร์เซ็นต์การงอกไม่ต่ำกว่า 90% แล้วนำมาฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 10% (w/v) นาน 15 นาที จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง เพื่อนำไปทดสอบต่อไป

2. การศึกษาความความเข้มข้นของผง ALA ต่อการเจริญของข้าวพันธุ์เล็บนก

นำเมล็ดข้าวพันธุ์เล็บนกที่เตรียมไว้มาแช่ในสารละลาย ALA ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10, 50 และ100 µM เป็นเวลา 4 คืนในสภาวะมืดแล้วนำเมล็ดพันธุ์ข้าวมาหยอดลงหลุมจำนวน 2 เมล็ดต่อหลุม (จำนวน 5 ซ้ำต่อชุดการทดลอง) ในถาดเพาะชนิด 60 หลุม ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 48 มิลลิเมตรและมีความสูงขนาด 43 มิลลิเมตร) โดยใช้ดินที่เตรียมโดยผสมระหว่างดินกับมูลวัว 10% แล้วจึงนำไปทำให้ปราศจากเชื้อด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Hirayama รุ่น HG50) ก่อนนำมาใช้ เมื่อเพาะเมล็ดลงหลุมแล้วให้รดน้ำเช้าเย็นจนครบ 15 วัน จากนั้นถอนต้นกล้าออกมาวัดความยาวรากด้วยไม้บรรทัดแล้วบันทึกผล

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

มีการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวเล็บนกแช่ในสารละลายผง ALA ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ คือ 0, 5, 10, 50 และ 100 μM ในที่มืดนาน 4 วัน จากนั้นนำไปเพาะในถาดหลุมต่ออีก 15 วัน แล้วจึงนำมาวัดความยาวราก พบว่า ALA ที่ระดับความเข้มข้น 5, 10 และ 50 μM สามารถกระตุ้นความยาวของรากข้าวได้ 10.50, 9.08, และ 7.34 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1) โดยมีความยาวรากเพิ่มขึ้น 43.44, 24.04 และ 0.27% ตามลำดับ ส่วน ALA ที่ระดับความเข้มข้น 100 μM ต้นข้าวมีความยาวราก 6.84 เซนติเมตร ซึ่งรากกลับมีความยาวลดลง 6.56% เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (Figure 1) ซึ่งสอดคล้องกับ Nishihara *et al*. (2003) ที่ใช้สารชีวภาพ ALA ที่ระดับความเข้มข้นต่ำๆ (60-600 ไมโครโมลาร์) สามารถส่งเสริมการเจริญของพืชโดยไปเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ไนเตรทรีดักเทส ซึ่งเป็นเอนไซม์ตัวแรกในวิถีการใช้ไนเตรท (nitrate assimilation) เอนไซม์ดังกล่าวมีผลต่อการนำไนเตรทเข้าสู่พืช ไนเตรทในดินจะถูกนำผ่านเยื่อหุ้มเซลล์เข้าสู่เซลล์รากพืชแล้วจะถูกรีดิวซ์ไปเป็นไนไตรท์ตรงบริเวณราก หรือถูกส่งไปยังลำต้นผ่านทางท่อลำเลียงน้ำ นอกจากนี้ Virgin (1996) ยังพบว่า ALA ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ (5 mM) ช่วยส่งเสริมการสังเคราะห์โปรโตคลอโรฟิลไลด์ ใน mesocotyl ของข้าวโพดและข้าวโอ๊ต เมื่อเจริญในสภาวะไม่มีแสงได้

Table 1 Effect of ALA powder concentration on mean of root length

Treatments	ALA	Root length
	μM	cm.
1	0	7.32b
2	5	10.5c
3	10	9.08b
4	50	7.34b
5	100	6.84a

Different letters represent statistically significant difference at $p<0.05$ โดยวิธี DMRT

Zhang *et al*. (2013) ได้ใช้ ALA 10 mg/l แช่เมล็ดชุมเห็ด (*Cassia obtusifolia* L.) พบว่าอัตราการงอกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ส่วน Watanabe *et al*. (2004) ได้รายงานว่าการสเปรย์ ALA ที่ 0.18-0.6 mM ช่วยให้เมล็ดมะเขือเทศและข้าวสาลีที่ปลูกในประเทศซาอุดิอาระเบียสามารถเพิ่มอัตราการสังเคราะห์แสง การตรึงคาร์บอนไดออกไซด์และลดการหายใจในที่มืด นอกจากนี้ Korkmaz *et al*. (2010) ได้แช่เมล็ดพริกไทยด้วย ALA ที่ระดับความเข้มข้น 25 ppm พบว่าสามารถป้องกันสภาวะกดดันจากอากาศเย็นได้โดยไม่กระทบต่ออัตราการงอกของเมล็ด และ ALA ที่ระดับ

ความเข้มข้น 30 mg/l สามารถส่งเสริมความยาวรากและความยาวยอดเพิ่มปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ใบของผักกาดก้านขาว (oilseed rape) ที่ปลูกในดินเค็มที่มีเกลือถึง 200 mM (Naeem *et al*., 2010) นอกจากนี้ ALA ที่ระดับ 0.1-1 ppm ยังช่วยให้เมล็ดข้าวทนทานต่อความหนาวเย็นได้อีกด้วย (Hotta *et al*., 1998) จากผลการศึกษาครั้งนี้จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำผง ALA ที่ผ่านการทำฟรีซดรายที่ช่วยรักษาสภาพของสารให้มีความคงตัว สามารถนำมาใช้กระตุ้นความยาวรากต้นกล้าของข้าวพันธุ์เล็บนก อันเป็นแนวทางการนำสารชีวภาพซึ่งผลิตจากสิ่งมีชีวิต ผลิตได้ง่าย ราคาถูก และปลอดภัยต่อเกษตรกรและผู้บริโภคมาใช้แทนฮอร์โมนสังเคราะห์ได้อีกแนวทางหนึ่งด้วย

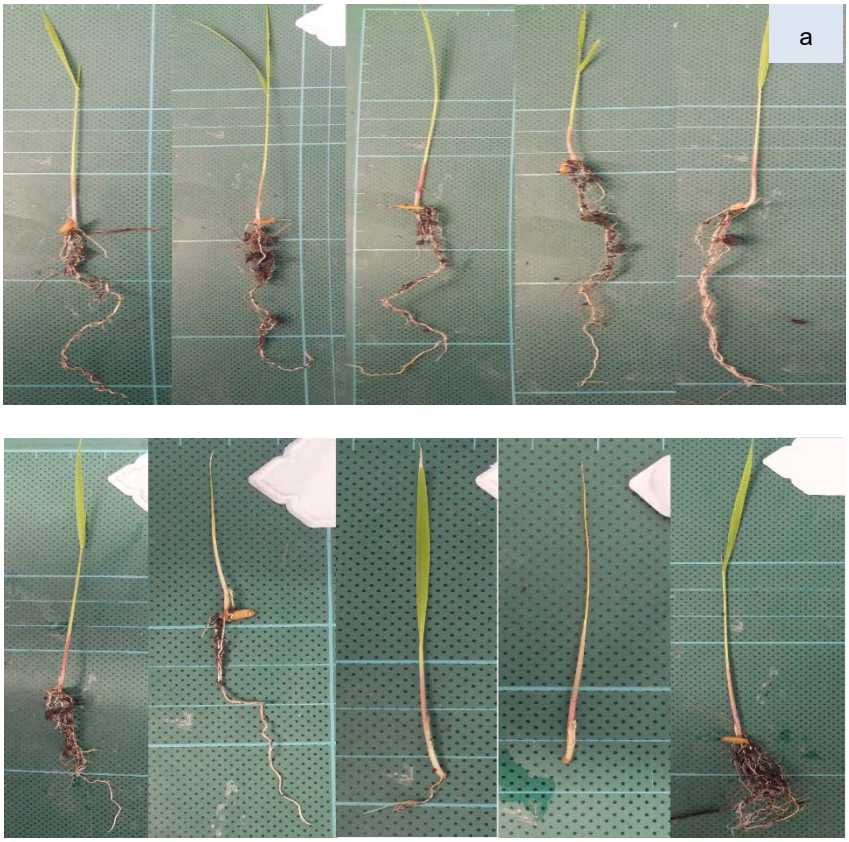


Figure 1 Effect of ALA powder from photosynthetic bacteria *Rhodopseudomonas palustris* JP255 at 5 μM (a) and negative control (b) on root length of Lep-Nok seedlings

สรุป

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของผงกรด 5-อะมิโนลีวูลินิก (ALA) ที่ผ่านการทำฟรีซดรายจากน้ำเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียสังเคราะห์แสง *Rhodopseudomonas palustris* JP255 เพื่อช่วยรักษาความคงตัวและยืดอายุการเก็บรักษาของสาร แล้วนำไปใช้กระตุ้นการงอกของรากต้นกล้าข้าวพันธุ์เล็บนก (ซึ่งเป็นสายพันธุ์พื้นเมืองทางภาคใต้) พบว่าผง ALA ที่ระดับความเข้มข้น 5-10 ไมโครโมลาร์ สามารถกระตุ้นความยาวรากเพิ่มขึ้นได้

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากทุนอุดหนุนโครงการวิจัย ประเภทอุดหนุนทั่วไป ประจำปีงบประมาณ 2556 จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

เอกสารอ้างอิง

อังคณา ใสเกื้อ. 2556. การคัดแยกแบคทีเรียสังเคราะห์แสงทนกรด/ชอบกรด จากเขตดินเปรี้ยวในจังหวัดนครศรีธรรมราชและส่งเสริมการผลิตชีวมวลและกรด 5-อะมิโนลีวูลินิกโดยเทคนิค Plackett-Burmann. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.ธัญบุรี. 3(2): 75-89.

Bingshan, L., Hotta, Y., Yinglan, Qu., Jingsong, Z., Tanaka, T., Takeuchi, Y. and Konnai, M. Effects of 5-aminolevulinic acid on the growth and ripening of wheat. *J. Pest Sci.* 23: 300-303.

Feng, X., Cheng, S, Zhu, J., Zhang, W., Wang, Y. 2011. Effects of 5-Aminolevulinic Acid on Chlorophyll, Photosynthesis, Soluble Sugar and Flavonoids of *Ginkgo biloba*. *Not Bot Hort Agrobot Cluj.* 39(1): 41-47.

Hotta, Y., Tanaka, T., Bingshan, L., Takeuchi, Y. and Konnai, M. 1998. Improvement of cold resistance in rice seedlings by 5-aminolevulinic acid. *J. Pest Sci*. 23: 29-33.

Hotta, Y., Tanaka, T., Takaoka, H., Takeuchi, Y., Konnai, M. 1997(a). New physiological effect of 5-aminolevulinic acid in plants: the increase of photosynthesis, chlorophyll content, and plant growth. *Biosci. Biotechnol. Biochem*. 61: 2025-2028.

Hotta, Y., Tanaka, T., Takaoka, H., Takeuchi, Y., Konnai, M. 1997(b). Promotive effects of 5-aminolevulinic acid on the yield of several crops. *Plant Growth Regul*. 22: 109-114.

Kormaz, A., Kormaz, Y. and Demirkiran, A.R. 2010. Enhancing chilling stress tolerance of pepper seedling by exogenous application of 5-aminolevulinic acid. *Environ Exp Bot*. 67: 495-501.

Kumar, A.M., Chaturvedi, S., SÖll, D. 1999. Selective inhibition of HEMA gene expression by photooxidation in *Arabidopsis thaliana*. *Phytochem*. 51: 847-851.

Mauzerall, D. and Granick, S. 1956. The occurrence and determination of delta aminolevulinic acid and porphobilinogen in urine. *J. of Biol Chem*. 219: 435-446.

Marques, L.G., Ferreira, M. C. and Freire, J. T. 2007. Freeze-drying of acerola (*Malpighia glabra* L.) Cheml Eng Process. 46: 451–457.

Naeem, M.S., Jin, Z.L., Wan, G.L., Liu, D., Liu, H.B., Yoneyama, K. and Zhou, W.J. 2010. *Plant Soil*. Publish online: 20 February 2010.

Nishihara, E., Kondo, K., Masud, Parvez, M., Takahashi, K., Watanabe, K., Tanaka, K. 2003. Role of 5-aminolevulinic acid (ALA) on active oxygen-scavenging system in NaCl-treated spinach (*Spinacia oleracea). Plant Physiol*. 160: 1085-1091.

Pfaltz, A. and Anwar, S. 1984. Synthesis of α-aminoketones via selective reduction acyl cyanides. *Technohedron Lett*. 25: 2977-2980.

Saikeur, A., Choorit, W., Prasertsan, P., Kantachote, D. and Sasaki, K. 2009. Influence of precursors and inhibitor on the production of extracellular 5-aminolevulinic acid: and biomass by *Rhodopseudomonas palustris* KG31. *Biosci Biotech Biochem*. 73(5) 987-992.

Takeya, H., Ukei, H., Miyanari, S., Shimizu, T. and Kojima, M. 1996. A new synthesis of 5-aminolevulinic acid via dye-sensitizing oxy genation of N-furfurylphtalimide. *J. Photochem. Photobiol, A: Chem*. 94: 167-171.

Virgin, H.I. 1996. Pigmebts in mesocotyls of corn (*Zea mays*) and oats (*Avena sativa*) in darkness, and after irradiation and treatment with 5-aminolevulinic acid. *Physiol Plant*. 98: 714-722.

Watanabe, K., Ryoji, O., Rasid, M.M., Suliman, A., Tohuru, T., Hitoshi, K. and Yasutomo, T. 2004. Effects of 5-aminolevulinic acid to recover salt damage on cotton, tomato, and wheat seedlings in Saudi Arabia. *J. Arid Land Stud*. 14: 105-113.

Watanabe, K., Tanaka, T., Hotta, Y., Kuramochi, H. and Takeuchi, Y. 2000. Improving salt tolerance of cotton seedling with 5-aminolevulinic acid. *Plant Growth Regul*. 32: 97-101.

Zhang, C.P., Li, Y.C., Yuan, F.G., Hu, S.J., Liu, H.Y. and He, P. 2013. Role of 5-aminolevulinic acid in the salinity stress response of the seeds and seedling of the medicinal plant *Cassia obtusifolia* L. *Bot Stud*. 54: 18.

ผลของการต่อกิ่งและติดตาสำรองบนต้นตอสำรองและสำรองกะโหลกในแปลงปลูก

Effect of Malva Nut Grafting and Budding on Rootstock of *Scaphium affine* (Mast.) Pierre and *S. scaphigerum* (Wall. ex G. Don) Guibourt & G.Planch.) in an Open Field

มาโนชญ์ กูลพฤกษี[1*] ชัยวัฒน์ มครเพศ[1] และ บัญชา เวียงสมุทร[1]

Manoch Koolpluksee,[1*] Chaiwat Makhonpas,[1] and Bancha Wiangsamut[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการต่อกิ่งและติดตาสำรองบนต้นตอสำรองและสำรองกะโหลกในแปลงปลูก ใช้วิธีการต่อกิ่ง 1 วิธีแบบ side-veneer และการติดตา 3 วิธี แบบchip แบบplate และแบบT ใช้แผนการทดลอง RCBD (2x4 factorial) ทำ 3 ซ้ำ หน่วยทดลองละ 10 ต้น ทดลองที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี ระหว่างเดือนมิถุนายน 2552-สิงหาคม 2553 บันทึกเปอร์เซ็นต์การติด จำนวนวันที่ใช้ในการแตกตา เปอร์เซ็นต์ต้นที่แตกตาจากต้นที่ติด เปอร์เซ็นต์ต้นที่แตกตาจากต้นที่ทดลอง ความยาวของยอดที่แตกใหม่ และเส้นผ่าศูนย์กลางของยอดที่แตกใหม่ พบว่า ต้นตอทั้ง 2 ชนิดให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกข้อมูลที่ศึกษา วิธีการต่อกิ่งแบบ side-veneer และการติดตาทั้ง 3 แบบก็ไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้งเปอร์เซ็นต์การติด เปอร์เซ็นต์ต้นที่แตกตาจากต้นที่ติด เปอร์เซ็นต์ต้นที่แตกตาจากต้นที่ทดลอง และเส้นผ่าศูนย์กลางของยอดที่แตกใหม่ แต่การต่อกิ่งแบบ side-veneer ให้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลดังกล่าวสูงกว่าการติดตาทั้ง 3 แบบเล็กน้อย วิธีการทั้ง 4 แบบให้เปอร์เซ็นต์ต้นที่แตกตาจากต้นที่ทดลองประมาณ 85 – 95 เปอร์เซ็นต์ การต่อกิ่งแบบ side-veneer ให้จำนวนวันที่ใช้ในการแตกตาน้อยกว่า และความยาวของยอดที่แตกใหม่ยาวกว่าเมื่อเทียบกับการติดตาทั้ง 3 แบบ

คำสำคัญ : การขยายพันธุ์ การต่อกิ่ง การติดตา สำรอง

Abstract

This research aimed to study the grafting and budding propagation of malva nut on the rootstocks of both *Scaphium affine* and *S. scaphigerum* in an open field. The side-veneer grafting and 3 budding methods (chip-budding, plate-budding, and T-budding) were used and tested. The experiment was laid out in an RCBD (2x4 factorial) with 3 replications. Ten treats per experimental unit were used. This study was conducted at Rajamangala University of Technology Tawan-ok Chanthaburi Campus during June 2009 to August 2010. Percentage of scion survival, Time of maximum budburst, percentage of budburst of scion survival, percentage of budburst of total treated, new shoot axis length, and new shoot axis diameter were recorded. The results showed that both *S. affine* and *S. scaphigerum* rootstocks gave no significant difference in any case. The side-veneer grafting and 3 budding methods on *S. affine* or *S. scaphigerum* rootstocks were not significant in percentage of scion survival, percentage of budburst of scion survival, percentage of budburst of total treated and new shoot axis diameter, but the side-veneer grafting tended to give better results. On average, the side-veneer grafting method gave a shorter time of maximum budburst

[1] คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี

[1] Faculty of Agro-Industrial Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok Chanthaburi Campus

* Corresponding author: E-mail: nod2503@hotmail.com

and a longer new shoot axis length than those of 3 budding methods. These four methods resulted in an 85–95% budburst of total treated.

Keywords: propagation, grafting, budding, *Scaphium affine*

บทนำ

สำรอง (พุงทะลายหรือหมากจอง) เป็นพืชวงศ์ Sterculiaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Scaphium affine* (Mast.) Pierre (Phonsena and Willkie, 2008) เป็นพืชท้องถิ่นของประเทศไทย พบมากในจังหวัดอุบลราชธานี จันทบุรี และตราด เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ มีความสูงถึง 40 เมตร วุ้นจากเมล็ดของสำรองใช้เป็นอาหารและเป็นสมุนไพร เช่น ทำน้ำสำรองกระป๋อง ใช้วุ้นพอกแก้อาการตาอักเสบบวมแดง ใช้ปรุงร่วมกับน้ำตาลทรายแดงเพื่อดื่มหรือจิบแก้อาการร้อนใน แก้กระหายน้ำ แก้ไข้ แก้เจ็บคอ ใช้วุ้นทำสำรองผงสำหรับชงดื่ม วุ้นสำรองยังมีคุณสมบัติช่วยดูดซับน้ำตาล ไขมันและสารพิษในร่างกาย (สุภาภรณ์, 2550) ช่วยลดระดับน้ำตาลและไขมันในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ (รัตติยา, 2548) ช่วยกระตุ้นให้เกิดการขับถ่ายอุจจาระได้สะดวกขึ้น จึงช่วยลดโอกาสเสี่ยงในการเกิดโรคมะเร็งในลำไส้ใหญ่ได้ (นุชนาฏ, 2549) มีรายงานการใช้วุ้นสำรองทดแทนไขมันในอาหารหลายชนิด ซึ่งหากใช้ในปริมาณที่เหมาะสมก็จะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เช่น ใช้วุ้นสำรองทดแทนบางส่วนของไขมันในการทำขนมเค้กบราวนี่สูตรไขมันต่ำ (อุลิสาณ์และคณะ,2552) ใช้วุ้นสำรองทดแทนบางส่วนของไขมันในการทำหมูยอ (ประภาศรีและคณะ, 2549) กุนเชียงหมู (สุนทร, 2554) และไส้กรอกปลา (อุไรวรรณ, 2556) ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมันลดลง และมีเยื่อใยอาหารมากขึ้น ใช้วุ้นสำรองเป็นส่วนผสมในการทำเยลลี่ลูกสำรองและเยลลี่รสกระเจี๊ยบ (ชนัญชิดาและคณะ, 2547) ใช้วุ้นสำรองที่อบแห้งแล้วป่นเป็นผงเพื่อทดแทนบางส่วนของไขมันในการทำน้ำสลัดเธาซันด์ไอส์แลนด์ (พันธุ์ทิพย์, 2553) และใช้สำรองผงทดแทนบางส่วนของแป้งสาลีในน้ำแป้งในการทำไก่บดปรุงรสชุบแป้งทอด(ศิริรัตน์ , 2554) เป็นต้น

จากศักยภาพของเมล็ดสำรองในการถูกนำมาใช้ประโยชน์ดังกล่าว ทำให้เกิดความต้องการเมล็ดสำรองจำนวนมากเพื่อเป็นวัตถุดิบ แต่เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีการปลูกสำรองเป็นการค้า เมล็ดสำรองจึงมักได้มาจากการเก็บหาจากป่าธรรมชาติ และมักเกิดปัญหาการขาดแคลนเมล็ดสำรองอยู่เสมอ ทำให้เมล็ดสำรองมีราคาแพง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกษตรกรหลายรายต้องการปลูกสำรองเพื่อผลิตเมล็ดขาย แต่ปัจจุบันความรู้ด้านการขยายพันธุ์สำรองยังมีให้ศึกษาน้อยมาก เพราะในอดีตที่ผ่านมานั้นสำรองยังไม่ใช่พืชที่อยู่ในความสนใจของนักวิชาการ นอกจากทราบกันว่าสามารถขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดได้ แต่เกษตรกรโดยทั่วไปก็ไม่ต้องการปลูกสำรองจากเมล็ดโดยตรงเพราะไม่ต้องการต้นสำรองที่มีเรือนพุ่มสูงและให้ผลผลิตช้า แต่ต้องการต้นพันธุ์ที่ได้จากการขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ และเกษตรกรต้องการทราบวิธีการที่สามารถเรียนรู้และปฏิบัติได้ด้วยตนเอง การศึกษาวิธีการขยายพันธุ์แบบไม่ใช้เพศของสำรองจึงมีความสำคัญ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการต่อกิ่งและติดตาสำรองบนต้นตอสำรองและสำรองกะโหลกในแปลงปลูกเพื่อให้เป็นทางเลือกวิธีหนึ่งในการขยายพันธุ์สำรอง ซึ่งจะเป็นส่วนหนึ่งในการช่วยเพิ่มวัตถุดิบเมล็ดสำรองและช่วยเพิ่มทางเลือกชนิดพืชปลูกให้กับเกษตรกรได้

วิธีการศึกษา

ใช้ต้นกล้าอายุ 1 ปีจากการเพาะเมล็ดของต้นตอ 2 ชนิดคือ สำรอง (*Scaphium affine* (Mast.) Pierre) และสำรองกะโหลก (*S. scaphigerum* (Wall. ex G. Don) Guibourt & G.Planch.) (Figure 1) ปลูกในแปลงปลูกช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม) ใช้ระยะปลูก 0.30 × 1.00 เมตร เป็นเวลา 1 ปี มีการให้น้ำในช่วงแล้งและ

ทำการต่อกิ่งและติดตารวม 4 วิธีในช่วงฤดูฝน (มิถุนายน) ต้นตอมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.20-1.50 ซม. ที่ความสูง 10 ซม. โดยทำการต่อกิ่ง 1 วิธีแบบ side-veneer (ใช้ยอดพันธุ์ระยะกึ่งแก่ที่ผิวของกิ่งยังคงเป็นสีเขียว ตัดให้มีความยาวจากปลายยอดลงมาประมาณ 4 เซนติเมตร ลิดใบและก้านใบออกทั้งหมด พันแผลด้วยพลาสติกปิดทับตลอดความยาวของยอดพันธุ์) และติดตา 3 แบบคือ แบบ chip แบบ plate และแบบ T (การติดตาทั้ง 3 แบบ ใช้ตาพันธุ์จากกิ่งยอดที่สมบูรณ์ระยะกึ่งแก่ที่ผิวของกิ่งยังคงเป็นสีเขียว) (Figure 2 และ Figure 3) ต่อกิ่งและติดตาที่ความสูง 10 เซนติเมตรของต้นตอ วางแผนการทดลองแบบ RCBD (2×4 factorial) ทำ 3 ซ้ำ แต่ละหน่วยการทดลองทำ 10 ต้น ภายหลังการต่อกิ่งและติดตาแล้ว 30 วันจึงเปิดพลาสติกออก ตัดต้นตอเหนือยอดพันธุ์หรือตาพันธุ์ และบันทึกข้อมูลดังนี้

1 เปอร์เซ็นต์การติด คิดจากจำนวนต้นที่ยอดพันธุ์หรือตาพันธุ์ยังมีความสดเมื่อครบกำหนด 30 วันจากวันที่ทำการต่อกิ่งหรือติดตา

2 จำนวนวันที่ใช้ในการแตกตา นับจำนวนวันจากวันที่ทำการต่อกิ่งหรือติดตา โดยพิจารณาจากวันที่มีจำนวนยอดพันธุ์หรือตาพันธุ์แตกตามากที่สุด

3 เปอร์เซ็นต์ต้นที่แตกตาจากต้นที่ติด คิดจากจำนวนต้นที่ยอดพันธุ์หรือตาพันธุ์แตกตาจากต้นที่ยอดพันธุ์หรือตาพันธุ์ยังมีความสดเมื่อครบกำหนด 30 วันจากวันที่ทำการต่อกิ่งหรือติดตา

4 เปอร์เซ็นต์ต้นที่แตกตาจากต้นที่ทดลอง คิดจากจำนวนต้นที่ยอดพันธุ์หรือตาพันธุ์มีการแตกตา จากจำนวนต้นที่ทำการต่อกิ่งหรือติดตาทั้งหมด

5 ความยาวของยอดที่แตกใหม่ วัดเป็นเซนติเมตรด้วยไม้บรรทัดถึงตายอดเมื่อใบของยอดที่แตกใหม่กางเต็มที่และสีน้ำตาลแดงของใบจางหายไปกลายเป็นสีเขียว

6 เส้นผ่าศูนย์กลางของยอดที่แตกใหม่ วัดเป็นเซนติเมตรด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ที่ความสูง 1 เซนติเมตรจากโคนของยอดที่แตกใหม่ ในช่วงเดียวกับการวัดความยาวของยอดที่แตกใหม่

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ SAS (Statistical Analysis System)

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

พบว่า ต้นตอทั้ง 2 ชนิดที่ใช้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกรายการข้อมูลที่ศึกษา การต่อกิ่ง แบบ side-veneer และการติดตาแบบ chip แบบ plate และแบบ T ก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งเปอร์เซ็นต์การติด เปอร์เซ็นต์ต้นที่แตกตาจากต้นที่ติด เปอร์เซ็นต์ต้นที่แตกตาจากต้นที่ทดลอง และเส้นผ่าศูนย์กลางของยอดที่แตกใหม่ แต่การต่อกิ่งแบบ side-veneer มีค่าเฉลี่ยของข้อมูลดังกล่าวสูงกว่าการติดตาทั้ง 3 แบบเล็กน้อย ส่วนจำนวนวันที่ใช้ในการแตกตา และความยาวของยอดที่แตกใหม่นั้น พบว่าการต่อกิ่งแบบ side-veneer ให้จำนวนวันที่ใช้ในการแตกตาน้อยกว่า และให้ความยาวของยอดที่แตกใหม่ยาวกว่าเมื่อเทียบกับการติดตาทั้ง 3 แบบ และในการทดลองนี้ไม่พบ interaction ระหว่างชนิดของต้นตอกับวิธีการทั้ง 4 แบบที่ใช้ (Table 1 และ Table 2)

การที่ต้นตอสำรองและต้นตอสำรองกะโหลกให้เปอร์เซ็นต์การติด จำนวนวันที่ใช้ในการแตกตา เปอร์เซ็นต์ต้นที่แตกตาจากต้นที่ติด เปอร์เซ็นต์ต้นที่แตกตาจากต้นที่ทดลอง ความยาวของยอดที่แตกใหม่ และเส้นผ่าศูนย์กลางของยอดที่แตกใหม่ใกล้เคียงกัน เป็นเพราะว่าต้นตอทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นพืชที่มีความใกล้เคียงกันมากในทางพฤกษศาสตร์ คืออยู่ในสกุล Scaphium เช่นเดียวกัน (Phonsena and Willkie, 2008) และต้นตอทั้ง

2 ชนิดนี้ก็สามารถประสานเนื้อไม้กันได้ดีในการใช้เป็นต้นตอในการต่อกิ่งหรือติดตาสำรอง (มาโนชญ์,2554) ส่วนการที่การต่อกิ่งแบบ side-veneer ให้จำนวนวันที่ใช้ในการแตกตาน้อยกว่า และให้ความยาวของยอดที่แตกใหม่ยาวกว่าเมื่อเทียบกับการติดตาทั้ง 3 แบบ เป็นเพราะว่ายอดพันธุ์ที่ใช้ต่อกิ่งแบบ side-veneer ซึ่งมีความยาวประมาณ 4 เซนติเมตร ย่อมมีอาหารสะสมมากกว่าชิ้นส่วนของตาพันธุ์ซึ่งมีเฉพาะส่วนของตาและเนื้อเยื่อบริเวณฐานตาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งชิ้นส่วนของกิ่งพันธุ์ดีที่มีขนาดเล็กย่อมมีอาหารสะสมอยู่น้อย (จิรา,2542) ดังนั้นยอดพันธุ์ที่ใช้ต่อกิ่งแบบ side-veneer ซึ่งมีอาหารสะสมมากกว่าย่อมจะมีความพร้อมในการแตกตาได้ดีกว่า จึงแตกตาได้เร็วและสร้างยอดใหม่ได้ยาวกว่าชิ้นส่วนของตาพันธุ์

Table 1 Percentage of scion survival, time of maximum budburst, percentage of budburst of scion survival, percentage of budburst of total treated, new shoot axis length and new shoot axis diameter in the propagation of *Scaphium affine* using rootstocks of *S. affine* and *S. scaphigerum* in an open field

Rootstock	Percentage of Scion Survival (%)	Time of Maximum Budburst (days)	Percentage of Budburst of Scion Survival (%)	Percentage of Budburst of Total Treated (%)	New Shoot Axis Length (cm)	New Shoot Axis Diameter (cm)
S.affine	91.67 ± 1.78	7.50 ± 2.11	99.08 ± 3.17	90.83 ± 7.93	10.27 ± 0.87	0.50 ± 0.04
S.scaphigerum	90.00 ± 6.03	7.00 ± 2.26	98.25 ± 4.09	88.33 ± 5.77	10.54 ± 0.88	0.52 ± 0.04

In the same column means without the letter is not significantly different at 0.05 probability level using Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

Table 2 Percentage of scion survival, time of maximum budburst, percentage of budburst of scion survival, percentage of budburst of total treated, new shoot axis length and new shoot axis diameter in the propagation of *Scaphium affine* using the side-veneer grafting, chip-budding, plate-budding, and T-budding methods in an open field

Propagation Method	Percentage of Scion Survival (%)	Time of Maximum Budburst (days)	Percentage of Budburst of Scion Survival (%)	Percentage of Budburst of Total Treated (%)	New Shoot Axis Length (cm)	New Shoot Axis Diameter (cm)
Side-veneer grafting	95.00 ± 5.48	4.00 ± 1.10 a	100.00 ± 0.00	95.00 ± 5.47	11.36 ± 0.75 a	0.54 ± 0.05
Chip-budding	93.33 ± 5.16	8.67 ± 0.82 b	98.33 ± 4.08	91.67 ± 4.08	10.07 ± 0.52 b	0.50 ± 0.04
Plate-budding	86.67 ± 5.16	8.33 ± 1.03 b	98.17 ± 4.49	85.05 ± 5.48	9.97 ± 0.49 b	0.49 ± 0.01
T-budding	83.33 ± 7.53	8.00 ± 1.10 b	98.17 ± 4.49	86.67 ± 8.16	10.22 ± 0.93 b	0.50 ± 0.03

In the same column means without the letter or with the same letter is not significantly different at 0.05 probability level using DMRT

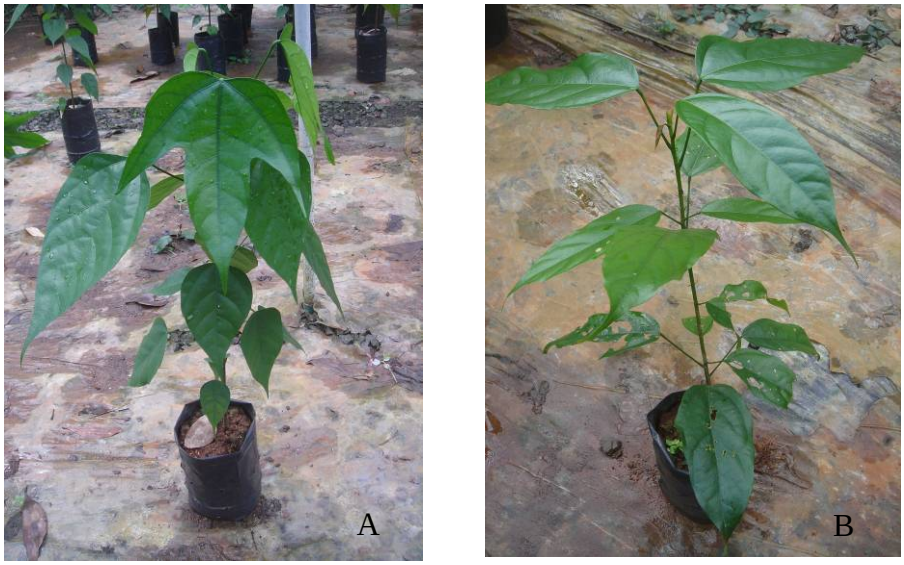


Figure 1: A. Rootstock of *Scaphium affine* (Mast.) Pierre
B. Rootstock of *S. scaphigerum* (Wall. ex G. Don) Guibourt & G.Planch



Figure 2 Side-veneer grafting propagation method



A. Chip-budding



B. Plate-budding



C. T-budding

Figure 3: A. Chip-budding propagation method
B. Plate-budding propagation method
C. T-budding propagation method

สรุป

การต่อกิ่งและติดตาสำรองบนต้นตอสำรองและสำรองกะโหลกในแปลงปลูกสามารถสรุปได้ว่า ต้นตอทั้ง 2 ชนิด ให้ผลไม่แตกต่างกัน ส่วนวิธีการต่อกิ่งแบบ side-veneer และการติดตาแบบ chip แบบ plate และแบบ T ก็ให้ผลคล้ายกัน แต่การต่อกิ่งแบบ side-veneer ให้จำนวนวันที่ใช้ในการแตกตาน้อยกว่า และความยาวของยอดที่แตกใหม่ยาวกว่าเมื่อเทียบกับการติดตาทั้ง 3 แบบ การต่อกิ่งแบบ side-veneer ให้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การติด เปอร์เซ็นต์ต้นที่แตกตาจากต้นที่ติด เปอร์เซ็นต์ต้นที่แตกตาจากต้นที่ทดลอง และเส้นผ่าศูนย์กลางของยอดที่แตกใหม่สูงกว่าการติดตาทั้ง 3 แบบเล็กน้อย วิธีการทั้ง 4 แบบให้เปอร์เซ็นต์ต้นที่แตกตาจากต้นที่ทดลองประมาณ 85 – 95 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบ interaction ระหว่างชนิดของต้นตอกับวิธีการขยายพันธุ์ทั้ง 4 แบบที่ใช้ ดังนั้นจึงสามารถใช้วิธีขยายพันธุ์สำรองในแปลงปลูกได้โดยตรงซึ่งไม่ต้องอาศัยโรงเรือนและการไม่ต้องซื้อกล้าพันธุ์ก็จะเป็นข้อดีที่จะได้ต้นสำรองที่มีการเจริญของรากอย่างอิสระในแปลงปลูกต่างจากต้นกล้าจากถุงชำที่รากจะถูกจำกัดการเจริญอยู่ในถุงชำ อย่างไรก็ตาม วิธีการต่อกิ่งและติดตาดังกล่าวนี้ผู้ปฏิบัติจะต้องมีทักษะและมีความชำนาญ เนื่องจากมีผลอย่างมากต่อความสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

จิรา ณ หนองคาย. 2542. การขยายพันธุ์พืชแบบไม่ใช้เพศ. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์นายสุข จำกัด, กรุงเทพฯ.

ชนัญชิดา บุญสิทธิ์, สิริพร มังกรศิลานนท์, ศรีวิกรณ์ ดิษฐอุดมโพธิ์และสิทธิวัฒน์ เลิศศิริ. 2547. การศึกษาชนิดและปริมาณของสารปรับปรุงเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์เยลลี่ลูกสำรอง. น.160-161. ใน : รวบรวมผลงานโครงการที่ได้รับทุน IRPUS ประจำปี 2547 ครั้งที่ 3 วันที่ 1-3 พฤษภาคม 2548 ณ ห้องพระราม 2 ฮอลล์ ศูนย์การค้าเซ็นทรัล พระราม 2, กรุงเทพฯ.

นุชนาฏ กิจเจริญ. 2549. อาหารสมุนไพรยาระบาย :ใยอาหาร. ไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ 1(2):153-158.

ประภาศรี เทพรักษา, นณีน อ่อนหวาน และอุทัยวรรณ ทองทั้งวงศ์. 2549. การใช้ลูกสำรองทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์หมูยอ. วารสารอาหาร 36 (3) : 238-246.

พันธุ์ทิพย์ เชาวน์สมบูรณ์. 2553. รายงานการวิจัย โครงการวิจัยเรื่องการใช้เนื้อลูกสำรองเพื่อทดแทนไขมันในน้ำสลัดเธาซันด์ไอส์แลนด์. คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, กรุงเทพฯ.

มาโนชญ์ กูลพฤกษี. 2554. สำรอง (พุงทะลาย,หมากจอง)ไม้ผลพื้นบ้าน-ไม้ผลแปรรูป. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.

รัตติยา วีระนิตินันท์. 2548. ผลทางคลินิกของการบริโภคน้ำลูกสำรองในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่โรงพยาบาลสองพี่น้อง จังหวัดจันทบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาอาหารเคมีและโภชนศาสตร์ทางการแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ศิริรัตน์ ปราบปัญจะ. 2554. การผลิตและการใช้สำรองผงเป็นสารเพิ่มความข้นหนืดในน้ำแป้ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

สุภาภรณ์ ปิติพร. 2550. สำรอง. หมอชาวบ้าน 28 (35): 18-22.

สุนทร ฟักเฟื่อง. 2554. รายงานการวิจัย การใช้สำรองทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์กุนเชียง. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก, จันทบุรี.

อุไรวรรณ ฉิมสุด. 2556. การใช้เจลลูกสำรองทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกปลาดุกอุยเทศ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี, จันทบุรี.

อุลิสาณ์ พาชีครีพาพล, รัตนชดา เอี่ยมกล่ำและตุลยา จันทร์ศิริ. 2552. การใช้วุ้นสำรองทดแทน ไขมันในเค้กบราวนี่. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40 (1)(พิเศษ): 397- 400.

Phonsena, P. and P. Willkie. 2008. *Scaphium affine* (Mast.) Pierre (Sterculiaceae) New for Thailand.Thai Forest Bullatin (Botany) 36: 61-69.

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มังคุดผสมคาราจีแนนและผงบุก

Development of Mangosteen Jelly Containing Carrageenan and Konjac Powder

วิทิต เลิศนิมิตมงคล[1*] นิภาพร คังคะวิสุทธิ์[1] และ สรัลรัตน์ พ่วงบริสุทธิ์[1]

Witit Lertnimitmongkol,[1*] Nipaporn Kangkavisut[1] and Saranrat Phuangborisut[1]

บทคัดย่อ

มังคุดเป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วยวิตามิน แร่ธาตุ สารต้านอนุมูลอิสระ และสารอินทรีย์ต่างๆ ที่ดีต่อสุขภาพ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เยลลี่มังคุดผสมคาราจีแนนและผงบุก ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มมูลค่ามังคุดและช่วยแก้ปัญหาในสภาวะมังคุดล้นตลาด การศึกษาอัตราส่วนคาราจีแนนต่อผงบุกที่เหมาะสม ใช้วิธีวางแผนการทดลองแบบแฟคทอเรียล 3x3 ในแผนการทดลองแบบบล็อกสมบูรณ์ (3x3 Factorial in RCBD) ผลการศึกษาพบว่าเยลลี่มังคุดที่มีปริมาณคาราจีแนนต่อผงบุกร้อยละ 0.20: 0.50 ได้คะแนนความชอบมากที่สุด ซึ่งมีปริมาณน้ำอิสระ (A_w) เท่ากับ 0.94 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 21 องศาบริกซ์ ปริมาณเส้นใยร้อยละ 0.76 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 3.52 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัมแต่ไม่พบโคลิฟอร์มและยีสต์ ราในผลิตภัณฑ์ จากการทดสอบผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาแล้ว จำนวน 100 คน พบว่า ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.05)

คำสำคัญ : มังคุด เยลลี่ คาราจีแนน ผงบุก

Abstract

Mangosteen fruit contains vitamins, minerals, anti-oxidants and organic substances that good for heath. This research was conducted to develop formulation for mangosteen jelly product contains carageenan and konjac powder. It was an alternative way for added value for mangosteen and solved the problem of mangosteen's overproduction in the market. Optimum ratio of carageenan and konjac was study by using 3x3 Factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) The results show that the mangosteen jelly contains 0.20: 0.50 (%) ratio of Carrageenan: Konjac Powder was the highest of liking score. Product had 0.94 of water activity (A_w), 21° Brix of total soluble solid, 0.76 % of fiber and pH 3.52 respectively. Total bacterial count was < 30 CFU/g but not coliforms and yeasts/molds were not found in product. From the consumer test of 100 people on developed product found that product was accepted with the moderate liking score (7.05).

Keywords: Mangosteen, Jelly, Carrageenan, Konjac Powder

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการและพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี ต.พลวง อ.เขาคิชฌกูฏ จ.จันทบุรี 22210

[1] Department of Development and Management Technology, Faculty of Agro-Industry Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-Ok, Chanthaburi Campus

* Corresponding author. E-mail: witit.le@hotmail.com

บทนำ

มังคุด หรือ ราชินีผลไม้ เป็นผลไม้ที่มีผู้นิยมบริโภคอย่างแพร่หลาย ทั้งภายในและต่างประเทศ เนื่องจากรสชาติที่ไม่เหมือนผลไม้ชนิดใด นอกจากนี้ มังคุดยังเป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง จัดเป็นผลไม้ที่อุดมด้วยวิตามิน เกลือแร่ และส่วนที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพอัน ได้แก่ สารเยื่อใย วิตามินซี วิตามันเอ โฟเลท แคลเซียมโพแทสเซียม และแมกนีเซียม ยังพบอีกว่ามังคุดมีสรรพคุณในการรักษาโรค เนื่องจากมี สารประกอบที่สำคัญที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ เช่น สารประกอบกลุ่มแซนโทน (Garcinia mangostana) ซึ่งเป็นโครงสร้างแกนหลักของสาร Mangostin มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย การอักเสบ และมะเร็ง มีผลการวิจัยทางการแพทย์รายงานว่า สารในกลุ่มนี้อันได้แก่ Alpha- and beta-mangostins and garcinone B มีผลในการยับยั้งต่อเชื้อ Mycobacterium tuberculosis (TB) และมีรายงานเกี่ยวกับคุณสมบัติการเป็นสารแอนติ- ออกซิแดนซ์ หรือ คุณสมบัติในการกำจัดอนุมูลอิสระของสารประกอบกลุ่มแซนโทน(กรมวิชาการเกษตร, 2557)นอกจากนำมารับประทานสดแล้ว ทุกวันนี้ยังมีการนำมังคุดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ กันมากขึ้น และผลิตภัณฑ์ประเภทเยลลี่กำลังเป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายโดยมีส่วน ประกอบหลัก คือ น้ำผลไม้, น้ำตาล และมีส่วนประกอบย่อยที่แตกต่างกันไป ในปัจจุบันมังคุดเป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญอีกชนิดหนึ่งของจังหวัดจันทบุรี มักประสบปัญหาราคาตกต่ำในช่วงที่มีผลผลิตออกสู่ตลาดในปริมาณมาก(ผู้จัดการออนไลด์, 2557) ผู้วิจัยจึงเลงเห็นว่ามังคุดยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเยลลี่ ซึ่งใช้หลักการและขั้นตอนของการพัฒนาผลิตภัณฑ์มาใช้ในการวิจัย โดยทำการศึกษาส่วนประกอบหลัก ได้แก่ อัตราส่วนผสมระหว่างคาราจีแนนและผงบุกที่เหมาะสมในการผลิตเยลลี่มังคุดให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับวัตถุดิบในท้องถิ่น และเป็นอีกทางเลือกที่ช่วยระบายมังคุดในช่วงล้นตลาดและมาแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมังคุดในเชิงการค้าได้ในอนาคต

วิธีการศึกษา

การทำเยลลี่มังคุดผสมคาราจีแนนและผงบุก เริ่มจากการนำเนื้อมังคุดผสมน้ำให้ได้น้ำมังคุดเข้มข้น ร้อยละ 25 นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที จากนั้นกรองน้ำมังคุดด้วยกระชอน เพื่อป้องกันมิให้ยางมังคุดติดไปกับน้ำผลไม้ คำนวนเติมน้ำตาลให้ได้ร้อยละ 18 แล้วแบ่งน้ำตาลออกเป็นสองส่วนโดยเติมน้ำตาลหนึ่งส่วน กรดซิตริกร้อยละ 0.1 และเกลือป่นร้อยละ 0.1 ลงไปในน้ำมังคุด และคนให้น้ำตาลละลายจนหมด จากนั้นผสมคาราจีแนน ผงบุก (ตามแผนการทดลอง) ลงในน้ำตาลส่วนที่เหลือแล้วค่อยๆ เติมลงในน้ำมังคุดทีละน้อย ซึ่งขณะเติมให้คนเบาๆ และต้องคนตลอดเวลา เพื่อให้คาราจีแนนและผงบุกละลายจนหมด แล้วเทเยลลี่มังคุดที่ได้ลงไปในถ้วยบรรจุ แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เยลลี่คงตัวที่อุณหภูมิห้อง (25 องศาเซลเซียส) เป็นดัดแปลงจากภัทราภรณ์ และคณะ (2549) ศึกษาปริมาณคาราจีแนนและผงบุกที่เหมาะสมโดยวางแผนการทดลองแบบ 3x3 Factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) ใช้อัตราส่วนคาราจีแนน 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.20, 0.30 และ 0.40 และใช้ปริมาณผงบุก 3 ระดับ คือ ร้อยละ 0.25, 0.50 และ 0.75 ได้สิ่งทดลอง 9 สิ่งทดลอง นำมาวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (Color meter รุ่น ZE-2000 / NIPPON) วัดค่าความสว่าง (L) ค่าความเป็นสีแดง (a) และค่าความเป็นสีเหลือง (b) ใช้ Spare lamp (55919) เป็นแสงมาตรฐานในการวัด ทำการวัดเนื้อสัมผัส(แรงกด) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texturometer รุ่น LLOYD INTRUMENTS TA 500) โดยใช้โปรแกรม Nexygen ใช้ Load cell 10 N และหัววัดทรงกลม (Ball probe) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ทดลอง 3 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่าง

ของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบทางประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน(Untrained panelist) จำนวน 50 คน ที่เป็นใช้แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบ 9-point Hedonic scale (1 ไม่ชอบมากที่สุด – 9 ชอบมากที่สุด) วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธีแบบ Duncan' new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

นำตัวอย่างจากสิ่งทดลองที่ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุดมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำอิสระ(a_w) วิเคราะห์หาปริมาณเส้นใยอาหาร (Fiber) วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix) ตามวิธีที่กำหนดโดย AOAC (1995) หาปริมาณยีสต์ รา จุลินทรีย์ทั้งหมด โดยวิธี Standard plate count ตามคู่มือปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางอาหารของสุมาลี (2543) และหาปริมาณโคลิฟอร์มโดยวิธีมาตรฐานของ Bacteriological Analytical Manual (BAM) ซึ่งได้แก่ วิธี most probable number (MPN) ตามวิธีที่กำหนดโดย AOAC (1998) ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่มังคุดผสมคาราจีแนนและผงบุกที่ผ่านการพัฒนาสูตรเรียบร้อยแล้วโดยทำการสำรวจภาคสนามใช้แบบสอบ ถามจำนวนทั้งสิ้น 100 คน เพื่อสอบถามไปยังผู้บริโภคที่เป็นกลุ่มเป้าหมายโดยทั่วไป โดยใช้วิธี 9-point Hedonic scale จากนั้นรวบรวมแบบสอบถามทั้งหมด ทำการวิเคราะห์ผลทางโดยใช้โปรแกรม SPSS

ผลการศึกษาและการอภิปราย

จากผลการวัดค่าด้านสี พบว่า อัตราส่วนของคาราจีแนนและผงบุก มีผลต่อค่า L a และ b อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) ซึ่งปริมาณของคาราจีแนนและผงบุกเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าความสว่าง(L) มีแนวโน้มของค่าเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของญาตา และคณะ(2555) ปริมาณของคาราจีแนนและผงบุกเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่า a มีแนวโน้มของค่าเพิ่มขึ้น แต่มีผลทำให้ค่า b มีแนวโน้มของค่าลดลง

จากผลการวัดค่าเนื้อสัมผัส(แรงกด)พบว่า อัตราส่วนของคาราจีแนนและผงบุก มีผลต่อค่าแรงกด (นิวตัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p<0.05$) โดย ที่ปริมาณของคาราจีแนนเพิ่มขึ้น มีผลเนื้อสัมผัส(แรงกด) มีแนวโน้มของค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของวราภรณ์ (2543) ที่ศึกษาผลของเจลผสมระหว่างคาราจีแนนกับกลูโคสแมนแนนในผลิตภัณฑ์เยลลี่ พบว่า เมื่อปริมาณคาราจีแนนมากขึ้น ค่าความแข็งของเจลจะมีค่าเพิ่มขึ้น โดยการแข็งตัวของเจลเกิดจาก เมื่อคาราจีแนนอยู่ในรูปของสารละลายในน้ำจะมีโครงสร้างเป็น Random coil ขณะเย็นตัวลงจะเกิดเป็นโครงสร้างแบบ Double helices โดยโพลีเมอร์แต่ละสายจะรวมตัวเข้ามาใกล้กันและเกิดเป็น Junction point เมื่อรวมตัวกันมากขึ้นจะทำให้เกิดการแข็งตัวเป็นเจล(นิธิยา, 2545) (ตารางที่ 1)

Table 1 Texture and Color value (L a b) of Mangosteen Jelly Containing Carrageenan and Konjac Powder

Carrageenan : Konjac Powder (%) (Tretment : T)		Color value			Hardness (N)
		L	a	b	
T 1	0.20 : 0.25	$14.07^{b}\pm0.01$	$2.10^{b}\pm0.01$	$-2.04^{c}\pm0.01$	$0.43^{d}\pm0.01$
T 2	0.20 : 0.50	$14.07^{b}\pm0.01$	$2.10^{b}\pm0.01$	$-2.04^{c}\pm0.01$	$0.43^{d}\pm0.01$
T 3	0.20 : 0.75	$14.07^{b}\pm0.00$	$2.11^{a}\pm0.01$	$-2.03^{b}\pm0.00$	$0.43^{d}\pm0.01$
T 4	0.30 : 0.25	$14.07^{b}\pm0.01$	$2.11^{a}\pm0.01$	$-2.03^{b}\pm0.00$	$0.45^{c}\pm0.00$
T 5	0.30 : 0.50	$14.07^{b}\pm0.00$	$2.11^{a}\pm0.01$	$-2.03^{b}\pm0.00$	$0.45^{d}\pm0.01$
T 6	0.30 : 0.75	$14.07^{b}\pm0.00$	$2.11^{a}\pm0.01$	$-2.02^{a}\pm0.00$	$0.45^{d}\pm0.00$
T 7	0.40 : 0.25	$14.07^{b}\pm0.00$	$2.11^{a}\pm0.01$	$-2.02^{a}\pm0.00$	$0.47^{b}\pm0.00$
T 8	0.40 : 0.50	$14.08^{a}\pm0.01$	$2.11^{a}\pm0.01$	$-2.02^{a}\pm0.00$	$0.47^{b}\pm0.00$
T 9	0.40 : 0.75	$14.08^{a}\pm0.00$	$2.11^{a}\pm0.01$	$-2.02^{a}\pm0.00$	$0.48^{a}\pm0.01$

Mean values in the same column with different superscripts indicated significant differences ($p < 0.05$)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า อัตราส่วนของคาราจีแนนและผงบุกมีผลต่อคะแนนความชอบด้านสี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยสิ่งทดลองที่ 2 ที่อัตราส่วนคาราจีแนนต่อผงบุก ร้อยละ 0.20 : 0.50 ได้คะแนน ความชอบเฉลี่ย ที่สูงกว่า สิ่งทดลองอื่นๆ ทั้งด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม (ตารางที่ 2)

Table 2 Sensory preference of 9 formulas of Mangosteen Jelly Containing Carrageenan and Konjac Powder

Carrageenan : Konjac Powder (%) (Tretment : T)		Sensory preference				
		Color	Odor	Taste	Texture	Over all
T 1	0.20 : 0.25	$6.32^{b}\pm1.59$	$5.52^{c}\pm1.35$	$6.18^{ab}\pm1.32$	$5.80^{cd}\pm1.44$	$6.38^{ab}\pm1.35$
T 2	0.20 : 0.50	$6.78^{a}\pm1.41$	$5.88^{a}\pm1.33$	$6.46^{a}\pm1.23$	$6.82^{a}\pm1.58$	$6.78^{a}\pm1.26$
T 3	0.20 : 0.75	$6.22^{b}\pm1.44$	$5.78^{abc}\pm1.38$	$6.10^{abc}\pm1.48$	$6.38^{ab}\pm1.79$	$6.76^{a}\pm1.40$
T 4	0.30 : 0.25	$6.48^{ab}\pm1.38$	$5.54^{bc}\pm1.16$	$5.70^{c}\pm1.69$	$5.40^{d}\pm1.72$	$6.22^{b}\pm1.26$
T 5	0.30 : 0.50	$6.46^{ab}\pm1.43$	$5.84^{abc}\pm1.34$	$6.30^{a}\pm1.60$	$6.66^{a}\pm1.79$	$6.72^{a}\pm1.37$
T 6	0.30 : 0.75	$6.38^{ab}\pm1.36$	$5.86^{ab}\pm1.26$	$5.76^{bc}\pm1.45$	$6.18^{bc}\pm1.27$	$6.38^{ab}\pm1.46$
T 7	0.40 : 0.25	$6.42^{ab}\pm1.42$	$5.86^{ab}\pm1.45$	$6.54^{a}\pm1.32$	$5.78^{cd}\pm1.82$	$6.64^{ab}\pm1.06$
T 8	0.40 : 0.50	$6.06^{bc}\pm1.36$	$5.64^{abc}\pm1.12$	$6.34^{a}\pm1.31$	$5.88^{cd}\pm1.70$	$6.24^{b}\pm1.36$
T 9	0.40 : 0.75	$5.78^{c}\pm1.75$	$5.82^{abc}\pm1.24$	$6.34^{a}\pm1.33$	$6.12^{bc}\pm1.74$	$6.36^{ab}\pm1.43$

Mean values in the same column with different superscripts indicated significant differences ($p<0.05$)

เลือกตัวอย่าง จากสิ่งทดลองที่ยอมรับมากที่สุด คือ สิ่งทดลองที่ 2 มาตรวจสอบทางเคมี และจุลินทรีย์ พบว่า มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 21 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรดด่าง(pH) 3.52 ปริมาณความชื้นอิสระ(a_w) 0.94 และปริมาณเส้นใยอาหารร้อยละ 0.76 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม และไม่พบยีสต์รา และโคลิฟอร์ม ต่ำกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์เยลลี่ (มผช. 519/2547) เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) 3.52 จะส่งผลต่อการยับยังการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (บุษกร, 2550) ความเป็นกรด-ด่าง ของอาหารส่งผลต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย โดยส่วนใหญ่แบคทีเรียมักเจริญได้ดีในช่วงความเป็นกรด-ด่าง 6.5-7.5 ดังนั้นกรดอินทรีย์จึงมักถูกนำมาใช้ถนอมอาหาร(วีรานุช, 2555) (ตารางที่ 3)

Table 3 Chemical and Microbiological Analysis of Mangos teen Jelly Containing Carrageenan and Konjac Powder (Tretment 2 = Carrageenan : Konjac Powder ; 0.20 : 0.50 (%))

Analysis	$\bar{X}$	S.D.
Chemical Analysis		
TSS (°Brix)	21	± 0.00
pH	3.52	± 0.01
a_w	0.94	± 0.02
Fiber (%)	0.76	± 0.01
Microbiological Analysis		
Total bacterial count (CFU/g)	< 30	
Yeasts/Molds and Coliforms (CFU/g)	Non	

ผลการทดสอบผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เยลลี่มังคุดผสมคาราจีแนนและผงบุกจากสิ่งทดลองที่เหมาะสมที่สุด (สิ่งทดลองที่ 2) มาทดสอบชิมโดยผู้ทอดสอบ จำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบรวมอยู่ในระดับความชอบปานกลางมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 38 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 7.05 คะแนน รองลงมาคือ ชอบมาก คิดเป็นร้อยละ 27 (ภาพที่ 1)

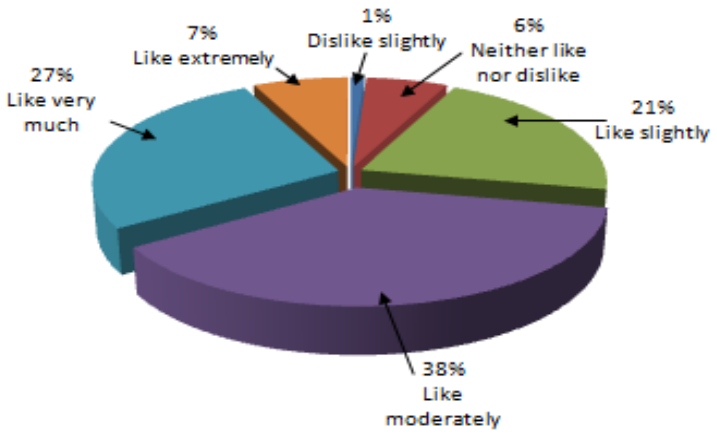


Figure 1 Pie chart of Consumers accepted score

สรุป

อัตราส่วนของคาราจีแนนและผงบุกที่เหมาะสมในการทำเยลลี่มังคุดผสมคือ อัตราส่วนคาราจีแนนและผงบุกร้อยละ 0.20 : 0.50 ทำให้มีค่า L a และ b เป็น 14.07 20.11 และ – 2.04 ตามลำดับ วัดค่าเนื้อสัมผัส(แรงกด)เท่ากับ 0.43 นิวตัน มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด(TSS) 21 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 3.52 ปริมาณความชื้นอิสระ(a_w) 0.94 และ มีปริมาณเส้นใยอาหารร้อยละ 0.76 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด น้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม และไม่พบยีสต์ รา และโคลิฟอร์ม ทดสอบผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม จำนวน 100 คน พบว่า ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลาง (7.05)

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2557. แปรรูปมังคุด เพื่อพัฒนาสู่อุตสาหกรรม. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://it.doa.go.th/pibai/pibai/n11/v_11-dec/jakfam.html (20 มกราคม 2557)

ญาดา เอกสุวรรณ, พนิดา หลาบางช้าง, จุฑามาศ สุทธิรักษ์ และอินทิรา ลิจันทร์พร. 2555. ผลของคาราจีแนนต่อคุณภาพของเยลลี่ลองกอง. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, กรุงเทพฯ

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. เคมีอาหาร. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 504 น.

บุษกร อุตรภิชาติ. 2550. จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิน, สงขลา. 451 น.

ผู้จัดการออนไลน์. 2557. จันทบุรี เตรียมพร้อมป้องกันแก้ไขปัญหาผลผลิตล้นตลาด. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.manager.co.th/Local/ViewNews.aspx?NewsID=9570000028138 (10 ธันวาคม 2556)

ภัทราภรณ์ ศรีสมรรถการ, ธีรวัลย์ ชาญฤทธิเสน และพยุงศักดิ์ มะโนชัย. 2549. ผลของผงบุกและคาราจีแนนต่อคุณภาพของเยลลี่มะเกี๋ยง. สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

วราภรณ์ วิทยาภรณ์. 2543. การศึกษาสมบัติของเจลผสมระหว่างแคปป้า-คาร์ราจิแนนกับกลูโคสแมนแนนและการประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์เยลลี่. วิทยานิพนธ์ปริญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

วีรานุช หลาง. 2555. คู่มือตรวจสอบวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ 184 น.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2540. คู่มือปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางอาหาร. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, กรุงเทพฯ. 127 น.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเยลลี่เหลว เยลลี่อ่อน และ เยลลี่แข็ง (มผช 519/2547) . [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps518_47.pdf. (10 พฤษภาคม 2556)

AOAC. 1995. Offical Methods of Analysis. 16th ed., Association of Official Analytical Chemistry. Arlington, VA.

AOAC. 1998. Bacteriological Analytical Manual (BAM). 8th edition Revision A, Published and distribute by AOAC International, USA

การผลิตมังคุดผิวมันโดยใช้สารสกัดจากพืช

Glossy Skinned Fruits of Mangosteen Production by Plants Extracts Spraying

ชัยวัฒน์ มครเพศ[1*] และ ลาวัลย์ จั่นสังข์[1]

Chaiwat Makhonpas[1*] and Lawan Junsung[1]

บทคัดย่อ

ศึกษาการผลิตมังคุดผลผิวมันโดยฉีดพ่นสารสกัดจากพืชในช่วงต้นฤดูการผลิตมังคุดในเดือนมกราคมทั้งปี 2552 และ 2553 ณ แปลงวิจัยไม้ผล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี พบว่าการฉีดพ่นสารสกัดจากพืชได้แก่ สารสกัดจากรากหางไหล สารสกัดจากตะไคร้หอม ในลักษณะการฉีดพ่นเดี่ยว ฉีดพ่นแบบผสม หรือฉีดพ่นแบบผสมสารเคมีป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟอะบาเม็กติน 1.8 % w/v EC อัตรา 10 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร ในอัตราส่วนสารผสมแต่ละชนิด 1:1 พบว่าสารสกัดจากรากหางไหลมีแนวโน้มในการช่วยควบคุมปริมาณของเพลี้ยไฟในช่วงออกดอกและติดผลอ่อนของมังคุดได้ อย่างไรก็ตาม พบว่าการฉีดพ่นสารสกัดจากพืชแต่ละชนิดแบบเดี่ยว แทบจะไม่ได้ช่วยลดพื้นที่ผิวของผลมังคุดที่ถูกเพลี้ยไฟทำลาย

คำสำคัญ : มังคุด เพลี้ยไฟ สารสกัดจากพืช

Abstract

The study on glossy skinned fruits of mangosteen production by plants extracts spraying in early season of magosteen production in January of both 2009 and 2010 at Fruit Research Field of Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chanthaburi Campus, the results showed that the spraying of plants extracts each individual or mixed of derris root extract, citronella extract and thrips insecticide abamectin 1.8% w/v EC at rate 10 cc/20 liters in ratio 1:1, it showed that the derris root extract was likely to help control the amount of thrips at the flowering and young fruits stages of mangosteen. However, found that the each individual of plants extracts sprayings would not reduce the surface area of the fruits that were damaged by thrips.

Keywords : mangosteen, thrips, plants-extracts,

บทนำ

คุณภาพภายนอกของผิวผลมังคุดเป็นสิ่งหนึ่งที่จะเป็นสิ่งกำหนดราคาขายของมังคุด โดยมังคุดที่ได้รับการดูแลรักษาด้วยการฉีดพ่นสารเคมีในระยะผลอ่อนเป็นอย่างดี เมื่อผลสุกแก่จะมีลักษณะผิวเกลี้ยงเกาสวยงามจะเป็นที่ต้องการของตลาด เกษตรกรจะสามารถขายได้ในราคาสูงกว่าผลมังคุดที่ผิวผลถูกทำลายตั้งแต่ระยะผลอ่อนด้วยเพลี้ยไฟ หรือไรขาว

โดยปกติแมลงศัตรูที่สำคัญในมังคุด คือ เพลี้ยไฟพริก (*Scirtothrips dorsalis* Hood) หนอนชอนใบ (*Phyllocnistis* sp.) และหนอนกินใบอ่อน (*Stictoptera cucullioides* Guenee) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพลี้ยไฟทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบอ่อน ดอก และผลอ่อน ทำให้ผลมีผิวเปลือก หยาบกร้าน ขรุขระ และขายได้ในราคาต่ำ การ

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี

[1] School of Crop Production and Landscape Technology, Faculty of Agro-Industrial Technology Rajamangala University of Technology, Chanthaburi Campus

* Corresponding author. E-mail: cmakhonpas@gmail.com

ป้องกันกำจัดปกติจะใช้วิธีการฉีดพ่นสารฆ่าแมลง 3 ครั้ง ในระยะก่อนดอกบาน 7 วัน ขณะดอกบานและหลังดอกบาน 7 วัน โดยใช้ fipronil, imidacloprid, carbosulfan หรือ chlopyrifos/cypermethrin อย่างใดอย่างหนึ่งโดยพ่นสลับกัน เพื่อป้องกันการสร้างความต้านทานสารเคมีของเพลี้ยไฟ ในมังคุดแมลงศัตรูที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งที่พบ คือ เพลี้ยแป้ง *Pseudococcus cryptus* ซึ่งได้ศึกษาชีวประวัติและการป้องกันกำจัดพบสารที่ให้ผลดีในการป้องกันกำจัด คือ chlopyrifos 40% EC และ chlopyrifos/cypermethrin 50%/5% EC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร (เกรียงไกร และคณะ (ก) , มปป.)

เพลี้ยไฟ จากการศึกษาของศิริณี (2535) พบเพลี้ยไฟศัตรูมังคุด 2 ชนิด คือ เพลี้ยไฟพริก (*Scirtothrips dorsalis* Hood) และเพลี้ยไฟมังคุด (*Scirtothrips oligochaetus* Karny) ประมาณร้อยละ 90 เป็นเพลี้ยไฟพริก ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของเพลี้ยไฟจะทำลายโดยการดูดกินน้ำเลี้ยงจากส่วนต่าง ๆ ของพืช ถ้าทำลายใบอ่อนหรือยอดอ่อนจะทำให้ชะงักการเจริญเติบโต หงิกงอ แคระแกรน และแสดงอาการใบไหม้ เป็นเหตุให้มังคุดขาดความสมบูรณ์ ถ้าระบาดขณะออกดอกและติดผลอ่อนอาจทำให้ดอกและผลอ่อนร่วง ผลที่ไม่ร่วงและถูกทำลายจะมีผิวเปลือกขรุขระ หรือที่ชาวบ้านเรียกว่า ขี้กลาก ผลมังคุดที่มีลักษณะดังกล่าวจะขายได้ในราคาต่ำ เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกษตรกรต้องพ่นสารฆ่าแมลงเพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟอยู่เป็นประจำ โดยเฉพาะในระยะออกดอกติดผลเกษตรกรไม่ต้องการให้มีเพลี้ยไฟเลยในสภาพสวนทั่ว ๆ ไป มังคุดแต่ละต้นมีความสมบูรณ์ไม่เท่าเทียมกัน จึงมีการแตกใบอ่อนไม่พร้อมกัน ทุกครั้งที่ในสวนที่มีต้นมังคุดแตกใบอ่อน ใบอ่อนที่แตกใหม่ จะเป็นตัวดึงดูดให้เพลี้ยไฟเข้าทำลาย เมื่อมังคุดมีการทะยอยแตกใบอ่อน จึงเกิดการระบาดของเพลี้ยไฟอย่างต่อเนื่อง จนอาจมีการระบาดถึงระยะที่มังคุดออกดอก และติดผลอ่อนและเป็นการระบาดที่รุนแรง ทำให้เกษตรกรต้องสูญเสียค่าสารฆ่าแมลง และค่าแรงในการพ่นเป็นจำนวนมาก

พิชัย (2537) รายงานว่า เพลี้ยไฟพริก *Scirthrips dorsalis* มีลำตัวสีเหลือง หรือน้ำตาลอ่อน ขนาดยาว 0.7-0.8 มิลลิเมตร กว้าง 0.075 มิลลิเมตร เคลื่อนไหวได้เร็ว ไข่มีขนาดเล็ก ฝังอยู่ในเนื้อเยื่อของพืช ระยะไข่ประมาณ 6-9 วัน จึงฟักเป็นตัวอ่อน ซึ่งระยะตัวอ่อนใช้เวลา 6-7 วัน จึงเตรียมเข้าดักแด้ ระยะก่อนดักแด้ 1-2 วัน และตัวเต็มวัยอยู่ได้นานประมาณ 22 วัน เพศเมียแต่ละตัววางไข่ได้เฉลี่ย 60 ฟอง Dev (1964) ได้ศึกษาชีวประวัติของเพลี้ยไฟพริกในชา พบว่าจากระยะไข่จนเป็นตัวเต็มวัยประมาณ 13.2-17.8 วัน

สำหรับวิธีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูมังคุดโดยวิธีผสมผสานนั้น (เกรียงไกร และคณะ (ข), มปป.) พบว่าวิธีการโดยใช้ระดับเศรษฐกิจร่วมกับการใช้เชื้อชีวินทรีย์ และสารป้องกันกำจัดแมลง คือ ระยะแตกใบอ่อน ถ้าเพลี้ยไฟระบาดเกิน 1 ตัว/ยอด พ่น carbosulfan และพ่นเชื้อแบคทีเรีย Bt. (Bactospeine FC) เมื่อหนอนกินใบอ่อนระบาดเกิน 20% ส่วนระยะออกดอกติดผลอ่อนถ้าเพลี้ยไฟระบาดเกิน 1 ตัว/ดอกหรือผล พ่นสารที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น imidacloprid, fipronil หรือ cypermethrin/phosalone สลับกัน ทำให้สามารถผลิตมังคุดคุณภาพดีได้ในปริมาณที่สูงตามเป้าหมาย

ในปัจจุบันได้มีการใช้สารสกัดจากพืชมาใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงกันมาก ซึ่งสารสกัดจากพืชแต่ละก็มีคุณสมบัติแตกต่างกันไป สำหรับในเพลี้ยไฟนั้น เกษตรกรได้รู้จักวิธีใช้สารสกัดจากพืชบางชนิด เช่น รากหางไหลหรือโล่ติ้น มาฉีดพ่นป้องกันเพลี้ยไฟในพริกมานานแล้ว โดยในเอกสารแนะนำของกรมส่งเสริมการเกษตร (2550) กล่าวว่าหางไหลสามารถใช้ทดแทนสารเคมีพวก imidacloprid และ cypermethrin ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในพริกโดยใช้หางไหลสดน้ำหนัก 500 กรัมถึง 1 กิโลกรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ ตะไคร้หอมสกัดด้วยน้ำอุ่น ประมาณ 80 องศาเซลเซียส อัตรา 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 20 ลิตรฉีดพ่นป้องกันเพลี้ยไฟในผัก ในมังคุดนั้นปัจจุบันก็มีเกษตรกรนำเอาหัว

กลอยมาหมักกับหัวเชื้อปุ๋ยหมักชีวภาพ แล้วฉีดพ่นในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟอย่างได้ผล โดยผลผลิตมังคุดที่ได้มีการทำลายของเพลี้ยไฟลดลงอย่างเห็นได้ชัด

อย่างไรก็ดีแนวทางในการผลิตมังคุดปลอดภัยจากสารเคมีทางการเกษตร หรือการผลิตมังคุดอินทรีย์นั้นให้ประสบผลสำเร็จนั้นนอกจากการจะใช้สารสกัดจากพืชแล้ว การใช้วิธีการอื่นร่วมด้วยเป็นสิ่งจำเป็นด้วย เช่น การใช้กับดักกาวเหนียว ซึ่ง อรัญ (2549) พบว่าสีเหลืองมีประสิทธิภาพในการดึงดูดเพลี้ยไฟได้ดีที่สุด โดยในทางปฏิบัติอาจจะใช้แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดสีเหลืองขนาด 24x26 เซนติเมตร บรรจุในถุงพลาสติก ทาด้วยกาวเหนียวล่อแมลงทั้งสองด้าน ผูกด้วยเชือกแขวนไว้บริเวณรอบทรงพุ่มของต้นมังคุดทั้ง 4 ทิศ จำนวน 4 กับดักต่อต้น ตั้งแต่มังคุดเริ่มแตกใบอ่อน ทำการเปลี่ยนกับดักทุก 2 สัปดาห์ ในขณะที่ Affandi และคณะ (2008) รายงานว่าการใช้กาวเหนียวทาบนแผ่นพลาสติกสีเหลืองเพื่อควบคุมเพลี้ยไฟในมังคุดจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อใช้ร่วมกับการจัดการทำความสะอาดแปลงปลูกด้วยการกำจัดวัชพืช และการไถพรวนดินร่วมกับการฉีดพ่นละอองน้ำ โดยสามารถลดความหนาแน่นและเปอร์เซ็นต์ของขี้กลากบนผิวผลมังคุดที่ถูกเพลี้ยไฟทำลายลง 32.14% และ 42.82% ตามลำดับ

นอกจากนั้นการใช้วิธีการฉีดพ่นน้ำบริเวณทรงพุ่มมังคุดในระยะที่มังคุดออกดอกถึงระยะติดผลอ่อน โดยใช้เครื่องยนต์สะพายหลัง โดยควบคุมความแรงของเครื่องให้อยู่ในระดับที่สามารถฉีดล้างต้นได้ แต่ระดับความแรงต้องไม่สูงมากจนทำให้ดอกมังคุดร่วง มักจะใช้ปริมาณน้ำในการฉีดพ่นประมาณ 5 ลิตรต่อต้น ขึ้นกับขนาดของต้นมังคุด โดยฉีดพ่นทุก 2-3 วัน การฉีดพ่นต้องทำให้ทั่วทรงพุ่ม เน้นฉีดที่บริเวณดอกและผลอ่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งดอกที่อยู่ด้านบนของทรงพุ่มมังคุด ซึ่งมีการทำลายของเพลี้ยไฟรุนแรงมากกว่าจุดที่อยู่ใต้ทรงพุ่ม ซึ่งพบว่าการฉีดพ่นน้ำจะสามารถช่วยลดความเสียหายจากเพลี้ยไฟได้ไม่แตกต่างกับการฉีดพ่นสาร imidacloprid ซึ่งเป็นสารเคมีที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมเพลี้ยไฟ ที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำให้ใช้ในมังคุด นอกจากนั้นประโยชน์ทางอ้อมที่ได้จากการฉีดพ่นน้ำยังถือว่าเป็นการให้น้ำหรือเพิ่มความชื้นกับดอกและผลของมังคุดที่เจริญเติบโตในฤดูแล้งซึ่งเป็นช่วงที่มีความชื้นในอากาศต่ำ สามารถลดความเสียหายของผลมังคุด จากอาการไหม้ที่ผิวผลเนื่องจากแดดเผา (อรัญ, 2549)

การทดลองในครั้งนี้ เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชบางชนิดที่มีผลต่อการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในการผลิตมังคุดผิวมัน

วิธีการศึกษา

ในช่วงต้นฤดูการผลิตมังคุด เดือนมกราคม 2552 ตั้งแต่มังคุดเริ่มออกดอก ทำการคัดเลือกต้นมังคุดที่ให้ผลผลิตอายุระหว่าง 10-15 ปี มีการเจริญเติบโตสม่ำเสมอกัน นำสารสกัดจากพืชที่สกัดโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลายและสารเคมีที่เตรียมไว้ มาฉีดพ่น ดังนี้คือ

วิธีการที่ 1 ฉีดพ่นน้ำเปล่า

วิธีการที่ 2 ฉีดพ่นสารสกัดจากรากหางไหล อัตรา 1 กิโลกรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร

วิธีการที่ 3 ฉีดพ่นสารสกัดจากตะไคร้หอม อัตรา 1 กิโลกรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร

วิธีการที่ 4 ฉีดพ่นสารสกัดจากส่วนผสมของรากหางไหล 0.5 กิโลกรัม กับ ตะไคร้หอม 0.5 กิโลกรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร

วิธีการที่ 5 ฉีดพ่นสารสกัดจากรากหางไหลอัตรา 0.5 กิโลกรัม ร่วมกับ สารเคมีกำจัดเพลี้ยไฟอะบาเม็กติน 1.8 % w/v EC อัตรา 10 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร

วิธีการที่ 6 ฉีดพ่นสารสกัดจากตะไคร้หอมอัตรา 0.5 กิโลกรัม ร่วมกับ สารเคมีกำจัดเพลี้ยไฟอะบาเม็กติน 1.8 % w/v EC อัตรา 10 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร

วิธีการที่ 8 ฉีดพ่นสารเคมีกำจัดเพลี้ยไฟอะบาเม็กติน 1.8 % w/v EC อัตรา 20 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) โดยดำเนินการทั้งหมด 4 ซ้ำๆ ละ 2 ต้น

การบันทึกข้อมูล ประกอบด้วย

1. ปริมาณการระบาดของเพลี้ยไฟในช่อดอกและผลอ่อนมังคุด ตลอดการทดลอง โดยการเคาะช่อดอกและผลอ่อนมังคุดที่กำหนดเป็นตัวแทนจำนวนต้นละ 10 ช่อ บนแผ่นกระดาษขาวขนาด A4 และนับจำนวนเพลี้ยไฟในแต่ละครั้ง

2. เปอร์เซ็นต์การถูกทำลายของผลมังคุดหลังจากการเก็บเกี่ยวแล้ว โดยใช้ตัวแทนผลมังคุดจากช่อดอกที่ใช้ในการศึกษาปริมาณการระบาดของเพลี้ยไฟในข้อ 1 (จำนวน 10 ต่อช่อ)

โดยพิจารณาจากผิวของมังคุดในระดับคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ

1 = ผิวผลมังคุดมีลักษณะมันสวย ไม่มีร่องรอยของขี้กลาก
2 = ผิวผลมังคุดมีขี้กลากเล็กน้อย ประมาณ 5-20 % ของผิวผลทั้งหมด
3 = ผิวผลมังคุดมีขี้กลากปานกลาง ประมาณ 20-50 % ของผิวผลทั้งหมด
4 = ผิวผลมังคุดมีขี้กลากค่อนข้างมาก ประมาณ 50-75 % ของผิวผลทั้งหมด
5 = ผิวผลมังคุดมีขี้กลากมากกว่า 75 % ของผิวผลทั้งหมด

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติ ด้วยโปรแกรม R

ทำการทดลองระหว่าง เดือนมกราคม 2552 ถึงเดือนกันยายน 2553 เป็นโครงการต่อเนื่องระยะเวลา 2 ปี ณ แปลงวิจัยไม้ผล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี

ผลการศึกษา

ปริมาณการระบาดของเพลี้ยไฟในช่อดอกมังคุด

จากการศึกษาปริมาณการระบาดของเพลี้ยไฟในช่อผลมังคุด ในการทดลองปีแรก 2552 เมื่อทำการฉีดพ่นสารแต่ละชนิดพบว่า ในวิธีการที่ฉีดพ่นน้ำเปล่าจะมีการระบาดของเพลี้ยไฟสูงสุด รองลงมาได้แก่การฉีดพ่นสารสกัดจากตะไคร้หอม สารสกัดจากหางไหลผสมกับตะไคร้หอม และสารสกัดจากรากหางไหลอย่างเดียว ตามลำดับ โดยที่สารผสมระหว่างสารเคมีกำจัดเพลี้ยไฟอะบาร์แม็กตินกับหางไหลและตะไคร้หอม จะมีการระบาดของเพลี้ยไฟค่อนข้างน้อย และการใช้เฉพาะสารเคมีกำจัดเพลี้ยไฟอะบาร์แม็กตินเพียงอย่างเดียวจะมีผลในการควบคุมการระบาดของเพลี้ยไฟในช่อผลมังคุดสูงสุดและพบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญ กับวิธีการที่ฉีดพ่นน้ำเปล่าและวิธีการที่ฉีดพ่นสารสกัดตะไคร้หอม (Table 1.)

ในขณะที่การทดลองในปีที่สองคือฤดูการผลิตมังคุดปี 2553 พบว่าแนวโน้มการระบาดของเพลี้ยไฟแต่ละวิธีการยังคงมีลักษณะเช่นเดียวกับการทดลองในปี 2552 คือการใช้น้ำเปล่าจะมีผลต่อเปอร์เซ็นต์การระบาดของเพลี้ยไฟสูงกว่าวิธีการอื่น โดยที่การฉีดพ่นด้วยสารสกัดจากตะไคร้หอมมีเปอร์เซ็นต์การระบาดของเพลี้ยไฟที่สูงกว่าการใช้น้ำเปล่า ส่วนการใช้สารสกัดจากรากหางไหลเพียงอย่างเดียวมีประสิทธิภาพการลดปริมาณเพลี้ยไฟลงได้ในระดับที่ค่อนข้างสูง โดยไม่พบความแตกต่างทางสถิติกับวิธีการที่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟอะบาเม็กติน และวิธีการที่ใช้สารผสม

ระหว่างสารสกัดจากพืชไม่ว่าจะเป็นตะไคร้หอมหรือรากหางไหลผสมกับสารเคมีป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟอะบาเม็กติน (Table 1.)

เปอร์เซ็นต์การถูกทำลายของผลมังคุดหลังจากการเก็บเกี่ยว

จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคุณภาพผิวผลมังคุดในการทดลองปี 2552 พบว่า สารเคมีกำจัดเพลี้ยไฟอะบาร์แม็กติน มีผลทำให้ผิวของผลมังคุดมีการถูกทำลายของเพลี้ยไฟน้อยที่สุด รองลงมา ได้แก่ สารสกัดจากรากหางไหลแดงร่วมกับสารเคมีกำจัดเพลี้ยไฟอะบาร์แม็กติน, สารสกัดจากตะไคร้หอมร่วมกับสารเคมีกำจัดเพลี้ยไฟอะบาร์แม็กติน ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยยะสำคัญยิ่ง กับวิธีการที่ใช้สารสกัดจากรากหางไหลแดง, น้ำเปล่า, สารสกัดจากรากหางไหลแดงร่วมกับสารสกัดจากตะไคร้หอม และสารสกัดจากตะไคร้หอม (Table 2)

ในขณะที่จากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคุณภาพผิวผลมังคุดในการทดลองปี 2553 พบว่า สารอะบาแมกตินมีระดับคะแนนความเสียหายของผิวผลมังคุดค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ 1.22 รองลงมาคือ หางไหลแดง+สารอะบาแมกติน ตะไคร้หอม+สารอะบาแมกติน ตะไคร้หอม หางไหลแดง และ น้ำเปล่าเท่ากับหางไหลแดง+ตะไคร้หอม มีระดับคะแนนความเสียหายของผิวผลมังคุดเฉลี่ยเท่ากับ 1.44, 1.74 , 1.76 , 2.12 และ 2.14 ตามลำดับ (Table 2)

อภิปรายผล

จากการใช้สารสกัดจากพืชชนิดต่างๆ ร่วมกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ มีแนวโน้มว่าสารสกัดจากรากหางไหลจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟได้ดี โดยให้ผลเด่นชัดด้านการลดจำนวนการระบาดของเพลี้ยไฟลงได้เด่นชัดเทียบเท่าการใช้สารป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟทั้งการใช้แบบเดี่ยว และผสมกับสารสกัดจากพืชได้แก่ รากหางไหล หรือ ตะไคร้หอม แต่เมื่อพิจารณาจากความเสียหายของผิวผลมังคุดแล้ว สารสกัดจากพืชทั้งรากหางไหลและตะไคร้หอมไม่สามารถป้องการกัน ความเสียหายของผิวผลได้ดีนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทดลองในฤดูการผลิต 2553 ซึ่งน่าจะเกิดจากในช่วงที่เริ่มต้นฉีดพ่นสารตามวิธีการที่กำหนดในการทดลองนั้นเป็นช่วงมีอัตราการระบาดของเพลี้ยไฟสูงมาก จึงทำให้สารที่ฉีดพ่นไม่สามารถป้องกันการทำลายผิวผลของมังคุดได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่าที่ควร

แต่อย่างไรก็ตามการใช้สารสกัดชีวภาพบางชนิดเช่น สารสกัดจากเมล็ดสะเดา ซึ่งมีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดแมลง โดยมีผลในการยับยั้งการลอกคราบของแมลง ยับยั้งการวางไข่ และเป็นสารไล่แมลง หลายชนิดซึ่งรวมทั้งเพลี้ยไฟ ซึ่งหากมีการใช้วิธีควบคุมเพลี้ยไฟด้วยชีววิธี เช่น มวนตัวห้ำเพลี้ยไฟ เชื้อราขาว เชื้อราเขียว บางชนิด จะช่วยทำให้การควบคุมเพลี้ยไฟมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (งานวิชาการเกษตร, มปป.; Mahr และคณะ, 2001) ดังนั้นการใช้สารสกัดจากพืชจึงมีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยไฟ ได้ดีกว่าการฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่า นอกจากหางไหลและตะไคร้หอมแล้ว สารสกัดจาก สาบเสือ หนอนตายหยาก กระเทียม ยางมะละกอ เลี่ยน ดาวเรือง บอระเพ็ด พริก พริกไทย ดีปลี แค ข่า สะเดา ก็สามารถใช้ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟได้เช่นกัน (ศูนย์ปฏิบัติการข่าวเกษตร, 2556)

สรุป

การใช้สารสกัดจากพืชทั้งสองชนิดในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพบว่าสารสกัดจากรากหางไหลจะมีประสิทธิภาพป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟได้ดีกว่าสารสกัดจากตะไคร้หอม และการผสมสารสกัดจากพืชกับสารเคมีป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟจะสามารถใช้ป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟได้ค่อนข้างดี

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ในการให้ทุนสนับสนุนการวิจัย และสาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและภูมิทัศน์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตรมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี ในการสนับสนุน พื้นที่ และแปลงทดลอง ตลอดจนอุปกรณ์ครุภัณฑ์ที่จำเป็นในการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2550. สารธรรมชาติทางการเกษตร. เข้าถึงได้จากhttp://agriqua.doae.go.th/news/bio.doc สืบค้น วันที่ 27 กันยายน 2550.

เกรียงไกร จำเริญมา วิทย์ นามเรืองศรี สราญจิต ไกรฤกษ์ บุษบง มนัสมั่นคง และอรุณี วงษ์กอบรัษฎ์. มปป. (ก.) การศึกษาชีววิทยาและการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูไม้ผล 5 ชนิด (ลิ้นจี่ ลำไย ส้มโอ มังคุด มะม่วง) เพื่อการทำบัญชีรายชื่อศัตรูพืชในไม้ผลส่งออก, กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

เกรียงไกร จำเริญมา ศรุต สุทธิอารมณ์ วิทย์ นามเรืองศรี และอรุณี วงษ์กอบรัษฎ์. มปป. (ข.) การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูมังคุดโดยวิธีผสมผสาน, กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

งานวิชาการเกษตร. มปป.คู่มือการผลิตไม้ผลเศรษฐกิจ. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนฯสำนักวิจัยและพัฒนาการเษตรเขตที่ 6 กรมวิชาการเกษตร. 23 หน้า

พิชัย สราญรมย์. 2537. การศึกษามังคุดฉัตรละ 3 กิ่ง (มังคุดนางพญา) ในจังหวัดจันทบุรี. ภาควิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิชาเกษตรและอุตสาหกรรม วิทยาลัยรำไพพรรณี จันทบุรี. 121 น.

ศิริณี พูนไชยศรี. 2535. ชนิดของเพลี้ยไฟที่พบในไม้ผล. แมลงและสัตว์ศัตรูพืช 2535. น. 386-434. ใน เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาทางวิชาการ ครั้งที่ 8, 23-26 มิถุนายน 2535. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.

ศูนย์ปฏิบัติการข่าวเกษตร. 2556. สมุนไพรป้องกันกำจัด ศัตรูพืช ทำง่าย ใช้ได้จริง.สำนักงานเกษตรอำเภอสุคิริน จ. นราธิวาส Available at http://sukhirin.narathiwat.doae.go.th/data/newsongserm/newsongserm02-4-56.pdf (verified 17 April 2015).

อรัญ งามผ่องใส. 2549. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่องการระบาดและความเสียหายของมังคุดที่เกิดจากเพลี้ยไฟในภาคใต้ของประเทศไทย และแนวทางการควบคุม. ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.

Affandi, D. Emilda, and M. Jawal A.S. 2008. Application of Fruit Bagging, Sanitation, and Yellow Sticky Trap to Control Thrips on Mangosteen. Indonesian Journal of Agricultural Science 9(1): 19–23.

Dev, H.N. 1964. Preliminary studies on the biology of the Assam Thrips, Scirtothrips dorsalis Hood on tea. Indian J. Entomol. 26 : 184-194.

Mahr, S.E.R., R.A. Cloyd, D.L. Mahr, and C.S. Sadof. 2001. Biological control of insects and other pests of greenhouse crops. University of Wisconsin-Extension, Cooperative Extension.

Table 1 Mean of total thrips numbers per fruit of mangosteen 1 day after plant-extract spray treatments in 2009 and 2010

Treatments	Total thrips numbers per fruit of mangosteen	
	2009	2010
Control	4.51 c	6.22 de
Extract of derris root	3.03 abc	2.56 ab
Extract of citronella	3.85 bc	7.20 e
Extract of derris root + citronella	3.34 abc	4.86 cd
Extract of derris root + abamectin	1.69 ab	3.14 bc
Extract of citronella + abamectin	1.71 ab	3.22 bc
Abamectin	1.46 a	0.92 a
F-Test	*	**
C.V. (%)	84.21	26.57

Means followed by the same letter in the same column had no significant difference by LSD.

*, ** indicate significance at 5% and 1% levels of probability, respectively.

Table 2 Comparison of mangosteen fruit peel quality means after harvesting after plant-extract spray treatments in 2009 and 2010

Treatments	Peel quality score of mangosteen fruits after harvesting	
	2009	2010
Control	2.88 bc	2.14
Extract of derris root	2.45 b	2.12
Extract of citronella	3.48 c	1.76
Extract of derris root+ citronella	3.00 bc	2.14
Extract of derris root+abamectin	1.48 a	1.44
Extract of citronella+abamectin	1.50 a	1.74
Abamectin	1.38 a	1.22
F-Test	**	NS
C.V. (%)	13.17	36.99

Means followed by the same letter in the same column had no significant difference by LSD.

** indicate significance at 1% levels of probability, NS = not significant.

Score details

1 = Mangosteen fruit peel looked waxy smooth. No signs of roughness and scratches.

2 = Mangosteen fruit peel had a little rough and scars around 5-10% of the total surface.

3 = Mangosteen fruit peel had a moderate rough and scars around 20-50% of the total surface.

4 = Mangosteen fruit peel had a quite rough and scars around 50-75% of the total surface

5 = Mangosteen fruit peel had rough and scars more than 75% of the total surface

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานิลแดงระหว่างการให้อาหารในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน

Comparison of growth performance of Red tilapia (*Oreochromis niloticus*) between feeding during daytime and nighttime.

รุ่งพฤทธิ์ จงเจริญสุข[1*] วราห์ เทพาหุดี[1] เจษฎา อิสเหาะ[2] ธนิต เบี้ยแก้ว[1] และ ธนพล ปั้นดี[1]

Roongparit Joongjaraunsuk,[1*] Wara Taparhudee,[1] Jesada Is-haak,[2] Thanit biakaew[1] and Tanapon pandee[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานิลแดง (*Oreochromis niloticus*) ระหว่างการให้อาหารเฉพาะช่วงเวลากลางวันและการให้อาหารเฉพาะเวลากลางคืนระยะเวลาในการทดลอง 30 วันในห้องปฏิบัติการ โดยจะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลองชุดการทดลองละ 2 ซ้ำแต่ละชุดการทดลองประกอบด้วยปลานิลแดงน้ำหนักเฉลี่ย 124.72±26.76 ในถังไฟเบอร์ซึ่งบรรจุน้ำที่ปริมาตร 800 ลิตรโดยการทดลองนี้จะใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสองกลุ่มประชากรซึ่งเป็นอิสระต่อกัน (Two Independence Samples) โดยจะมีการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน ชุดการทดลองที่ให้อาหารเฉพาะกลางวันคือ 9.00 น., 13.00 น. และ 17.00 น. และชุดการทดลองที่ให้อาหารเฉพาะตอนกลางคืนคือ 19.00 น, 23.00 น. และ 3.00 น. ตามลำดับโดยในแต่ละชุดการทดลองจะใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติในการให้อาหาร เมื่อสิ้นสุดการทดลองปรากฏผลว่า อัตราการเจริญเติบโต, อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ, อัตราการรอดตายและค่าคุณภาพน้ำแต่ละพารามิเตอร์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าคุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลา จากผลงานวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาการให้อาหารที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปลานิลแดง

คำสำคัญ : ปลานิลแดง ช่วงเวลาการให้อาหาร ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

Abstract

This study was aimed to compare growth performance of Red tilapia (*Oreochromis niloticus*) between feeding during daytime and nighttime. It was performed for 30 days in a laboratory using two treatments with two replicates. Each replication consisted of 10 of 124.72±26.76 g weight Red tilapia in 800-L fiberglass tank. Two independent samples method was applied for this experiment. During daytime feeding, fish were fed at 09.00, 13.00 and 17.00 h while during nighttime feeding, it was done at 19.00, 23.00 and 03.00 h. Automatic fish feeders were applied for feeding in both treatments. After the experiment finished, the results of weight gain, FCR and survival rate were not significant different (P>0.05) between both treatments. The

[1] ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ 10900

[2] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พระนครศรีอยุธยา 13000

[1] Department of Fisheries, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkhaen, Bangkok. 10900

[2] Department of Fisheries Science, Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Pranakhonsiayutthaya 13000

* Corresponding author. E-mail: Roongparit@windowslive.com

water quality parameters were also not significant different (P>0.05) and all were in acceptable levels for fish growth. Based on the present findings, it could conclude that the feeding times were no effect on growth of Red tilapia.

Keywords: Red tilapia, Feeding time, growth performance

บทนำ

ปลานิลเป็นปลาเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมในการเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายเกือบทั่วโลกเพราะ เป็นปลาที่เลี้ยงง่าย โตเร็ว และมีความต้านทานโรคสูง (A.-F.M. EL-Sayed, 2006) และเป็นที่ต้องการของตลาดโลกสูง Tveteras (2013) ได้คาดการณไว้ว่าในปี 2014 ผลผลิตปลานิลรวมของโลกจะมีค่าเพิ่มขึ้นถึง 3.9 ล้านตัน และจากรายงานของประเทศไทยพบว่าในไตรมาสแรกของปี 2555 จะมีผลผลิตปลานิลจำนวน 3912 ตัน คิดเป็นมูลค่า 157.7 ล้านบาท (ศูนย์สารสนเทศกรมประมง, 2555) ปัจจุบันรูปแบบการเลี้ยงปลานิลในประเทศไทยเริ่มมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเลี้ยงเข้าสู่การเลี้ยงในกระชังที่แขวนในบ่อดินมากขึ้นซึ่งการเลี้ยงด้วยวิธีนี้จะมีข้อดีคือ สามารถช่วยลดความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงด้านคุณภาพน้ำที่เกิดจากปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอกได้ดี การจัดการสะดวก และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จากหลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำให้ประสบผลสำเร็จ ผู้เลี้ยงจำเป็นต้องอาศัยหลักการจัดการที่ดีในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยผู้เลี้ยงต้องเน้นให้ความสำคัญกับปัจจัยดังต่อไปนี้คือ 1) ลูกพันธ์สัตว์น้ำ 2) อาหารและการวิธีการให้อาหาร 3) คุณภาพน้ำ 4) เครื่องให้อากาศ และ 5) นักวิชาการและแรงงานที่ดี จากปัจจัยดังกล่าวข้างต้น ปัจจัยด้านอาหารและวิธีการให้อาหารปลา นับเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง ที่จะชี้ถึงความสำเร็จหรือความล้มเหลวของการเลี้ยงได้ ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้คณะผู้วิจัยจึงมุ่นเน้นให้ความสำคัญกับอาหาร และวิธีการให้อาหารเป็นหลัก เพื่อทราบถึงพฤติกรรมการกินอาหารของปลานิลแดง โดยจะเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานิลแดงระหว่างการให้อาหารเฉพาะช่วงเวลากลางวัน และเฉพาะช่วงเวลากลางคืน เหตุผลของการศึกษาดังกล่าวก็เพื่อที่จะทราบถึงการตอบสนองของปลานิลแดงต่อการให้อาหารเฉพาะช่วงเวลากลางวันและเฉพาะช่วงเวลากลางคืน เพื่อที่จะสามารถใช้ฐานข้อมูลดังกล่าวเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจเข้ามาจัดการเกี่ยวกับระบบการใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติในการให้อาหารปลาต่อไปในอนาคต

วิธีการศึกษา

การเตรียมการทดลอง

การทดลองนี้ดำเนินการที่คณะประมง ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขนระหว่างวันที่ 22 มกราคม-20 กุมภาพันธ์ 2557 โดยใช้ปลานิลแดงในการทดลองทั้งสิ้น 40 ตัว ใช้ถังไฟเบอร์ขนาด 1,000 ลิตร 4 ถัง แต่ละถังจะใช้หัวทราย 2 หัว และกรองฟองน้ำ 1 ตัว วางแผนการทดลองโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสองกลุ่มประชากรซึ่งเป็นอิสระต่อกัน (Two Independence Samples) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลองคือ ชุดการทดลองที่ให้อาหารเฉพาะช่วงเวลากลางวัน และชุดการทดลองที่ให้อาหารเฉพาะช่วงเวลากลางคืน ชุดการทดลองละ 2 ซ้ำ

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ในการทดลองจะใช้ปลานิลแดงน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ยอยู่ที่ 124.72±26.76 กรัม โดยรับมาจากฟาร์มเอกชนที่จังหวัดนครนายกก่อนเริ่มทำการทดลองได้มีการนำปลาทั้งหมดจำนวน 50 ตัว นำมาพักและปรับสภาพให้ชินกับสภาพแวดล้อม รวมทั้งปรับให้ชินกับอาหารที่ให้สำหรับการทดลองเป็นระยะเวลา 14 วันจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักเพื่อนำลงในถังไฟเบอร์ซึ่งบรรจุน้ำที่ปริมาตร 800 ลิตร อัตราความหนาแน่น 10 ตัว/ถัง (12 ตัว/ลบ.ม.)และใช้เวลาพักปรับสภาพอีก 1 วันก่อนเริ่มทำการทดลอง

การให้อาหารและการใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติ

ในการทดลองจะใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีปริมาณ โปรตีน 25% ไขมัน 3% เถ้า 8% และ ความชื้น 12% ตามลำดับ สำหรับทั้งสองชุดการทดลองจะใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติโดยชุดการทดลองที่ให้อาหารเฉพาะกลางวันช่วงเวลาการให้อาหารคือ 9.00 น. 13.00 น. และ 17.00 น. และชุดการทดลองที่ให้อาหารเฉพาะกลางคืนช่วงเวลาในการให้อาหารคือ 19.00 น, 23.00 น. และ 3.00 น. โดยทั้งสองชุดการทดลองจะใช้เปอร์เซนต์อาหารต่อน้ำหนักตัวตามทฤษฎีของ (Marty, 2003)

การจัดการด้านคุณภาพน้ำ

ระหว่างการทดลองจะมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 20 % และดูดตะกอนก้นถังรวมทั้งล้างกรองฟองน้ำทุกวันในทุกชุดการทดลอง

การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล

ค่าคุณภาพน้ำเช่น แอมโมเนีย ไนไตร์ท ไนเตรท และอัลคาไลน์นิตี้จะมีการตรวจสัปดาห์ละ 1 ครั้งในห้องปฏิบัติการ (วิธีการ เช่น APHA, 2005) ในกรณีของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ อุณหภูมิ จะตรวจสอบทุกวันเช้า-เย็น และค่าความเป็นกรดเป็นด่างจะตรวจทุกวันเฉพาะช่วงเย็นโดยใช้เครื่อง YSI professional plus เมื่อครบกำหนด 30 วัน จะทำการชั่งน้ำหนักปลาและนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยโปรแกรมสำเร็จรูปที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P-value $\leq$0.05) เพื่อประเมินผลน้ำหนักตัวปลาที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

ผลการศึกษาและอภิปลายผล

ผลการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานิลแดงระหว่างการให้อาหารเฉพาะช่วงเวลากลางวันกับการให้อาหารเฉพาะช่วงเวลากลางคืนพบว่าน้ำหนักตัวปลาที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยและ อัตราการรอดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) ดังแสดงใน table 1

Table 1 Growth performance of *O. niloticus* raised under different feeding

Parameters	treatment		
	Daytime feeding	Nighttime Feeding	*P*-value
Weight gain (g/Individual^{-1})	191.55±18.03	195.60±10.04	>0.05
Weight gain (g/tank^{-1})	662.00±330.92	715.00±128.69	>0.05
SGR%/day	1.80±0.16	1.51±0.24	>0.05
FCR	1.92±0.96	1.56±0.19	>0.05
Survival rate (%)	100±0.00	100±0.00	>0.05

ส่วนค่าคุณภาพน้ำตลอดการทดลองพบว่าค่าคุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (P>0.05) ในระหว่างชุดการทดลองที่ให้อาหารเฉพาะช่วงเวลากลางวันกับชุดการทดองที่ให้อาหารเฉพาะช่วงเวลากลางคืนดังแสดงใน table 2 และตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำใน Fig. 1 และ Fig. 2

ซึ่งในการศึกษาในครั้งนี้คุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิลดังที่ อุดม (2537) รายงานว่าคุณสมบัติของน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลานิล อุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วงระหว่าง 19-32 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วงระหว่าง 6.5-8.5 ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำไม่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัม/ลิตร ค่าอัลคาไลน์นิตี้ในช่วงระหว่าง 20-300 มิลลิกรัม/ลิตร ไนไตรต์ควรมีค่าไม่เกิน 0.25 มิลลิกรัม/ลิตร ไนเตรตควรมีค่าไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร และแอมโมเนียรวมควรมีค่าไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร (โชคชัย, 2548) ในขณะที่ EL–SHERIF (2009) รายงานว่าอุณหภูมิน้ำที่แตกต่างกันจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานิลซึ่งที่อุณหภูมิน้ำ 25 และ 30 องศาเซลเซียสจะทำให้ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานิลดีที่สุด An Tran-Duy *et al*. (2007) รายงานว่าที่ระดับออกซิเจนแตกต่างกัน 2 ระดับคือเฉลี่ย 3.0 มิลลิกรัม/ลิตร และเฉลี่ย 5.6 มิลลิกรัม/ลิตร จะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของปลานิลมีความแตกต่างกันโดยที่ระดับออกซิเจนเฉลี่ย 5.6 มิลลิกรัม/ลิตร ประสิทธภาพในการเจริญเติบโตของปลาจะดีกว่า

Table 2 Comparison Water quality parameters under different feeding

Parameters	Treatment		
	Daytime Feeding	Nighttime feeding	*P*-value
DO (mg L^{-1})	7.52±0.39	7.58±0.33	>0.05
Water Temp. (ºC)	24.10±2.39	24.12±2.37	>0.05
TAN	0.20±0.004	0.40±0.006	>0.05
pH	7.28±0.24	7.28±0.19	>0.05
Nitrite (mg L^{-1})	0.13±0.006	0.11±0.016	>0.05
Nitrate (mg L^{-1})	0.03±0.11	0.05±0.09	>0.05
Alkalinity (mg L^{-1} as $CaCO_3^{2-}$)	104.25±2.47	104.50±1.87	>0.05

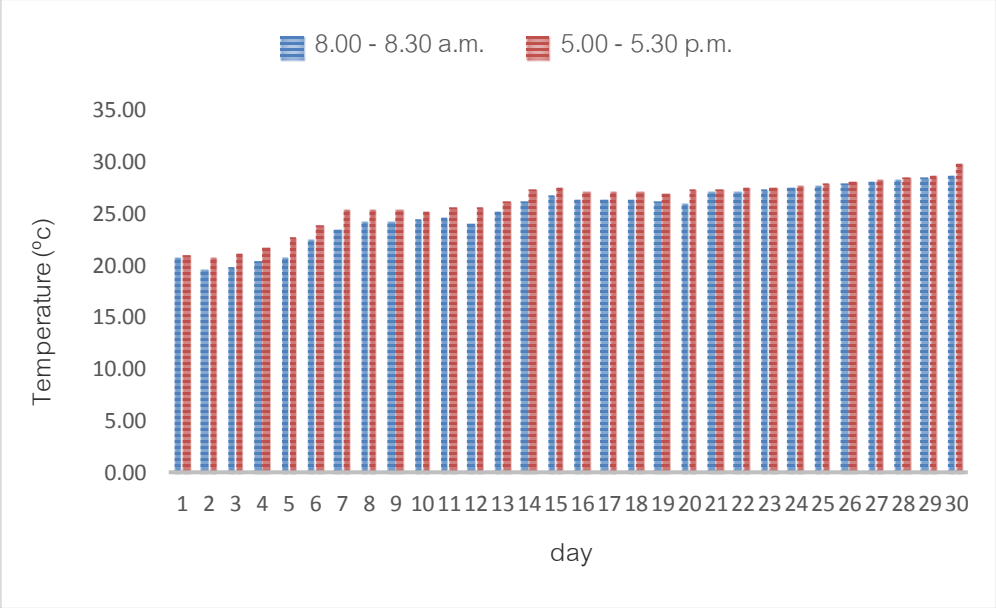


Figure 1 Dissolved oxygen in experimental for 4 weeks during 8.00-8.30 a.m. to 5.00-5.30 p.m.

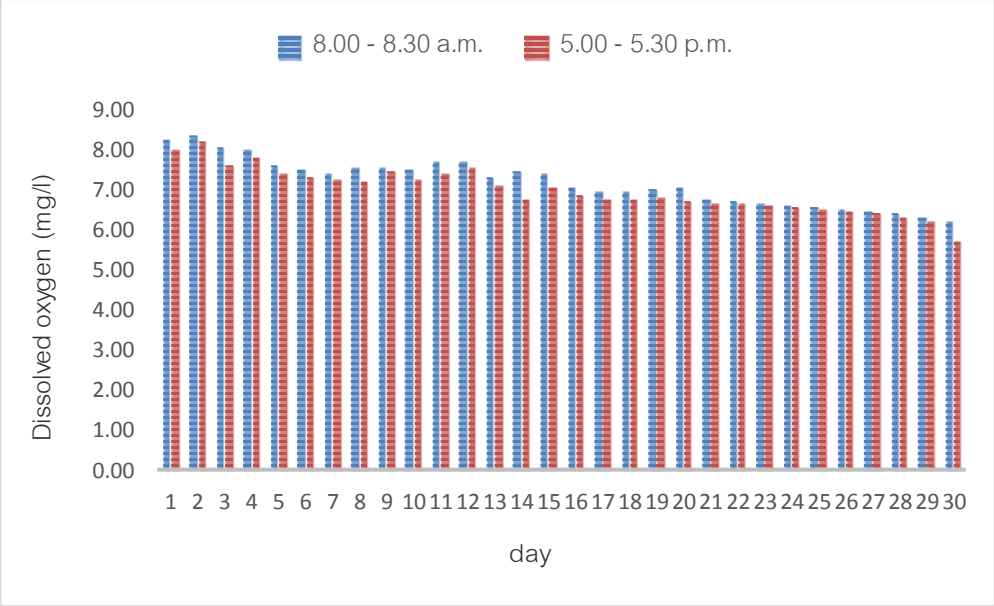


Figure 2 Water temperature in experimental for 4 weeks during 8.00-8.30 a.m. to 5.00-5.30 p.m.

จากผลการศึกษาดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าช่วงเวลาในการให้อาหารปลาไม่ได้มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโต อัตรารอด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อปลาแต่อย่างใด แสดงว่าปลานิลแดงสามารถบริโภคอาหารได้ดีทั้งในช่วงเวลากลางวันและช่วงเวลากลางคืน แต่จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวข้องกับการบริโภคอาหารของปลาหลายชนิดที่ผ่านมาพบว่ามีความแตกต่างกันมาก ซึ่งสาเหตุอาจเนื่องมาจากฤดูกาล พฤติกรรมของปลาชนิดนั้นๆ และคุณภาพน้ำ เช่น Sánchez-Vázquez *et al*. (1998) รายงานว่าพฤติกรรมการบริโภคอาหารของปลา European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.) ในช่วงฤดูหนาวปลาจะมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารในช่วงเวลากลางคืนและปลาจะเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคอาหารมาเป็นช่วงเวลากลางวันในช่วงฤดูร้อนและฤดูใบไม้ผลิ Azzaydi *et al*. (2000) รายงานว่าในช่วงฤดูหนาวปลา European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.) มีการบริโภคอาหารในช่วงเวลากลางคืนมากกว่าช่วงเวลากลางวัน R. Fortes-Silva (2010) รายงานว่าปลานิลมีพฤติกรรมการเคลื่อนไหวในช่วงเวลากลางวันดีกว่าในช่วงเวลากลางคืนแต่ปลานิลจะมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารในช่วงเวลากลางคืนดีกว่าช่วงเวลากลางวัน Sánchez-Vázquez *et al*.(1996) รายงานว่าปลาทองจะมีพฤติกรรมการบริโภคอาหารในช่วงกลางวันและจะเคลื่อนไหวมากในช่วงกลางคืน และจากผลการศึกษาของ Sousa *et al*. (2002) ในปลานิลพบว่าการบริโภคอาหารจะลดลงในเวลากลางคืนอาจเนื่องมาจากปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำกว่าในช่วงเวลากลางวัน เพราะในเวลาบริโภคอาหารปลาจะต้องการออกซิเจนมากกว่าในสภาวะปกติ

ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติในการให้อาหารจึงทำให้ช่วงเวลาในการรับอาหารของปลานิลแดงถูกฝึกให้สอดคล้องกับช่วงเวลาในการให้อาหารซึ่งจะส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารตามธรรมชาติของปลานิลแดง และในกรณีของคุณภาพน้ำทุกพารามิเตอร์อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลาโดยเฉพาะปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่ามากกว่า 7 มิลลิกรัมต่อลิตร และอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 24 องศาเซลเซียส จึงทำให้น้ำหนัก

ปลาที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตายไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการให้อาหารในเวลากลางวันและกลางคืน ดังนั้นการเลี้ยงปลานิลแดงจึงมีความเป็นไปได้ในการปรับรูปแบบและวิธีการในการให้อาหารปลานิลใหม่ กล่าวคือในกรณีของระบบการเลี้ยงที่มีการให้อากาศอย่างเต็มที่ซึ่งจะส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในช่วงเวลากลางคืนอยู่ในระดับเหมาะสมต่อการกินอาหารของปลานิลแดง ผู้เลี้ยงสามารถให้อาหารเพิ่มเติมโดยอิงจากปริมาณการกินอาหารต่อน้ำหนักตัวต่อวัน หรือมีการให้อาหารเพิ่มเติมในช่วงเวลากลางคืนตามพฤติกรรมการกินอาหารของปลา (กินจนอิ่ม) ซึ่งวิธีการดังกล่าวเป็นแนวทางในการลดระยะเวลาการเลี้ยงปลานิลแดงต่อรอบการผลิตลงได้ โดยการให้อาหารช่วงเวลากลางคืนโดยให้เสริมจากช่วงเวลากลางวันในกรณีบ่อดิน หรือกระชังแม่น้ำ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลแบบละเอียด เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาปรับให้เหมาะสมกับระบบการเลี้ยงเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดต่อการเจริญเติบโตของปลาและต้นทุนการผลิต และข้อมูลทีได้จากผลการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลกับการใช้เครื่องให้อาหารอัตโนมัติในอนาคตต่อไปได้

สรุป

จากผลงานวิจัยในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาของการให้อาหารที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต, อัตรารอด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลานิลแดง

คำขอบคุณ

ขอบขอบคุณภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้สนับสนุนเอื้อเฟื้อเครื่องมือ, อุปกรณ์ และสถานที่สำหรับสถานที่ในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

เจษฎา อิสเหาะ. มปป. อาหารและการให้อาหารสัตว์น้ำ. แหล่งที่มา: http://www.site.rmutt.ac.th/elearning/2012/02/16/fish-feed, 20 เมษายน 2557.

โชคชัย เหลืองธุวปราณีต. 2548. หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท ก้าวใหม่ จำกัด, กรุงเทพฯ. 481 หน้า.

นิพนธ์ อุปการัตน์, สมพร โกศล, นิภา กาลศรี และ วรัณยู ขุนเจริญรักษ์. 2556. การเลี้ยงปลาดุกอุยในกระชังโดยการให้อาหารในเวลาที่ต่างกัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2556 ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดแพร่. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. 25 หน้า.

นวลมณี พงศ์ธนา. 2553. ปัจจัยการเพาะเลี้ยงปลานิลและปลานิลแดงให้ประสบผลสำเร็จ. เอกสารฉบับที่ 2/2553. ศูนย์วิจัยและทดสอบพันธุ์สัตว์น้ำปทุมธานี. สถาบันวิจัยและพัฒนาพันธุกรรมสัตว์น้ำ. 43 หน้า.

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด 2555. โครงการยกระดับมาตรฐานฟาร์มเพาะเลี้ยงปลานิลเพื่อการส่งออกองค์ความรู้ปราชญ์ปลานิล กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 65 หน้า

อุดม เรืองนพคุณ. 2555. การเพาะพันธุ์และการเลี้ยงปลานิล. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักพิมพ์ เกษตรสยาม, กรุงเทพฯ

ABDEL FATTAH M. EL–SAYED. 2006. Tilapia Culture. CABI Publishing, Egypt.

An Tran-Duy, W. Schrama Johan, A. van Dam Anne and A.J. Verreth Johan. 2007. Effects of oxygen concentration and body weight on maximum feed intake, growth and hematological parameters of Nile tilapia, Oreochromis niloticus. Aquaculture 275: 152-162.

Azzaydi, M., ,F.J Martınez, S Zamora, F.J Sánchez-Vázquez and J.A Madrid. 2000. The influence of nocturnal vs. diurnal feeding under winter conditions on growth and feed conversion of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). Aquaculture: 329-338.

Baras, E.; X. Thoreau and Melard. 1995. Influence of feeding time on growth and feed conversion rates in juvenile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Cah. Etholfoldam Appl. Hum., v.15: 71-80.

Fraser, N.H.C. and N.B. Metcalfe. 1997. The cost of becoming nocturnal: feeding efficiency in relation to light intensity in juvenile Atlantic salmon. Funct. Ecol. 11: 385–391.

Jørgensen, E.H. and M. Jobling. 1992. Feeding behaviour and effect of feeding regime on growth of Atlantic salmon, *Samo salar*. Aquaculture 101: 135–146.

Marty Riche. 2003. Feeding Tilapia in Intensive Recirculating Systems. North Central Regional Aquaculture Center In cooperation with USDA. 4 p

Mohamed Saad El-Sherif and Amal Mohamed Ibrahim El-Feky. 2009. Performance of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fingerlings. II. Influence of Different Water Temperature. International journal of Agriculture & Biology vol. 11 (2009): 301-305.

Tveteras, R. 2013. Global fish production and trends in 2012-2013. Vietfish international. Vol 10, Issue 01(51) Jan - Feb 2013.

Sánchez-Vázquez, F.J., M. Azzaydi, F.J. Martinez, S. Zamora and J.A. Madrid. 1998. Annual rhythms of demand-feeding activity in sea bass: evidence of a seasonal phase inversion of the diel feeding pattern. Chronobiol. Int. 15: 607–622.

Sousa, R.M.R., C.A. Agostinho, F.A. Oliveira, D. Argentim, P.K. Novelli and S.M.M. Agostinho. 2012. Productive performance of Nile tilapia (Oreochromis niloticus) fed at different frequencies and periods with automatic dispenser. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., V.64, n.1: 192-197.

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีกับสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง

Correlation between Milling Quality and Physical Properties of Rough Rice and Brown Rice

ใจทิพย์ วานิชชัง[1*] ผดุงศักดิ์ วานิชชัง[1] เพียงขวัญ วานิชชัง[2]และวิโรจน์ เครือภู่[3]

Jaitip Wanitchang[1*], Padungsak Wanitchang[1], Piengkhuan Wanitchang[2] and Wiroj Kheapou[3]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีกับสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ทำการทดลอง ณ. สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและเทคโนโลยี คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี สมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวกล้องที่ศึกษา ได้แก่ น้ำหนัก 100 เมล็ด ความหนาแน่นรวม น้ำหนักจำเพาะ และค่าสี พร้อมทั้งตรวจวัดรอยร้าวในเมล็ดและความแข็งข้าวกล้อง ก่อนตรวจสอบคุณภาพการสีของข้าว เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสี กับสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง พบว่า เปอร์เซ็นต์ข้าวหักทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวกล้องมากกว่าเปอร์เซ็นต์ข้าวขาวและ ข้าวต้น โดยที่ค่าสี (Whiteness index and Yellowness index) ค่าความชื้นและน้ำหนัก 100 เมล็ดของข้าวเปลือกมีค่า Pearson correlation มากกว่าสมบัติอื่นๆ ($p<0.05$) ส่วนในข้าวกล้องค่าสี b ค่าความแข็งและเปอร์เซ็นต์รอยร้าวในเมล็ดมีค่า Pearson correlation มากกว่าสมบัติอื่นๆ ($p<0.05$)

คำสำคัญ : คุณภาพการสี ข้าวขาวดอกมะลิ สมบัติทางกายภาพของข้าว

Abstract

The objectives of this study were to investigate the correlation between the milling quality and physical properties of rough rice and brown rice in KDML 105 variety. The experiments were conducted at Department of Agricultural Engineering and Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resource, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Sriracha, Chonburi. The physical properties of rice were measured as 100-grain weight, bulk density, specific weight and grain color. Moreover the grain crack and hardness of brown rice were examined before the milling quality of rice was assessed. The milling quality of rice and physical properties of rough rice and brown rice were analyzed. The result revealed that the total broken rice had higher correlation with physical properties than milled rice and head rice. However, in rough rice the whiteness index and

[1] คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี

[2] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี

[3] คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี

[1] Faculty of Agricultural and Resources, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chonburi, 20110 Thailand

[2] Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chonburi, 20110 Thailand

[3] Faculty of Science Burapra University 20000 Thailand

* Corresponding author. E mail: j.wanitchang@gmail.com

yellowness index moisture content and 100-grain weight shown higher correlation than other properties ($p<0.05$). Where as in brown rice the color b, grain hardness and grain crack shown higher correlation than other properties ($p<0.05$).

Keywords: Milling quality, KDML105, Physical properties of rice

บทนำ

ในกระบวนการผลิตข้าวสารเพื่อการส่งออกและการบริโภคภายในประเทศนั้น มีปัจจัยหลายอย่างที่เข้ามาเกี่ยวข้องและที่เป็นปัญหามากที่สุดคือ คุณภาพข้าวเปลือกที่นำมาแปรรูป หากข้าวเปลือกมีคุณภาพดีแนวโน้มที่จะสีได้ข้าวสารคุณภาพดีก็จะเป็นไปได้มากเช่นกัน ซึ่งคุณภาพข้าวเปลือกนั้นจะขึ้นอยู่กับพันธุ์ข้าว วิธีการเพาะปลูก วิธีการเก็บเกี่ยว วิธีการเก็บรักษา และการจัดการข้าวเปลือกหลังการเก็บเกี่ยว (งามชื่น, 2547) ซึ่งเป็นปัจจัยทั้งจากตัวข้าวเปลือกและปัจจัยจากสิ่งแวดล้อม การรับซื้อข้าวเปลือกโรงสีข้าวจึงต้องตรวจสอบคุณภาพการสีของข้าว เพื่อกำหนดราคารับซื้อโดยวิธีการตรวจสอบคุณภาพการสีของข้าวที่ถูกต้องนั้นมีขั้นตอนตั้งแต่การกะเทาะเปลือกด้วยเครื่องทดสอบการกะเทาะ การขัดขาวเพื่อแยกรำออกจากข้าวกล้องด้วยเครื่องขัดขาว และการคัดแยกข้าวหักด้วยเครื่องคัดแยกข้าวหัก เพื่อให้ทราบว่าเมื่อนำข้าวเปลือกที่รับซื้อไปเข้าสู่กระบวนการสีแปรรูปจะได้ปริมาณเนื้อข้าวมากน้อยเพียงไร (ผดุงศักดิ์, 2544) แต่เนื่องจากการตรวจสอบด้วยวิธีดังกล่าวต้องใช้เวลาและเครื่องมือ โรงสีส่วนใหญ่จึงไม่มีการตรวจสอบคุณภาพการสีของข้าว กำหนดราคารับซื้อข้าวจากการวัดความชื้นของข้าวเท่านั้น ในขณะที่รัฐบาลประกาศราคารับซื้อข้าวจากความชื้นของข้าวและคุณภาพการสีของข้าว โรงสีบางแห่งมีการตรวจสอบคุณภาพการสีของข้าวโดยใช้เครื่องตรวจสอบแบบที่ใส่ข้าวเปลือกเข้าในเครื่องแล้วจะได้ข้าวสารออกมา ซึ่งจะทำงานได้รวดเร็วแต่คุณภาพการสีของข้าวที่ได้จะต่ำกว่าค่าที่เป็นจริงมากกว่า 10% ทำให้การประเมินคุณภาพการสีข้าวคลาดเคลื่อนหรือผิดพลาดมากซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียข้าวในระบบการผลิตข้าวของประเทศ จากการที่กระทรวงพาณิชย์ได้ประมาณการผลผลิตข้าวเปลือกของประเทศไทยในปี 2553 ว่าจะมีผลผลิตข้าวเปลือกประมาณ 28-30 ล้านตัน ถ้าหากมีการประเมินคุณภาพการสีของข้าวไม่ถูกต้อง ถ้าคิดการสูญเสียที่ประมาณ 5 % มูลค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นประมาณ 1.4 -1.5 ล้านตัน ดังนั้น ถ้าสามารถประเมินคุณภาพการสีของข้าวจากสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวกล้องได้จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ ในการศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อ. ประเมินคุณภาพการสีและสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีกับสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง

วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ได้เตรียมตัวอย่างข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกข้าวกล้อง ได้แก่ ความชื้น น้ำหนัก100 เมล็ด ความหนาแน่นรวม น้ำหนักจำเพาะ ค่าสี และคุณภาพการสีของข้าว เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ข้าวกล้อง (Brown rice) ข้าวขาว (Milled rice) ข้าวต้น (Head rice) และข้าวหัก (Broken rice) ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ชั่งข้าวเปลือกตัวอย่างละ 50 กรัม ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือก ได้แก่ ความชื้น น้ำหนัก 100 เมล็ด ความหนาแน่นรวม น้ำหนักจำเพาะ

2. ตรวจวัดสีของข้าวเปลือกโดยเครื่องวัดสี Spectrophotometer Hunter Color Flex 450 โดยค่าสี L (ค่าความสว่าง L มีค่าจากมืดถึงสว่าง เป็น 0 ถึง 100) ค่าสี a (แสดงค่าสีแดงเมื่อมีค่าเป็น + และค่าสีเขียวเมื่อมีค่าเป็น-) ค่าสี b (แสดงค่าสีเหลือง เมื่อมีค่าเป็น + และค่าสีน้ำเงิน เมื่อมีค่าเป็น -) ค่า WI (Whiteness index) ค่า YI (Yellowness index) และค่า Brightness at 457 nm ซึ่งค่าเหล่านี้อ่านได้โดยตรงจากเครื่องวัด

3. ตรวจวัดรอยร้าวของเมล็ดข้าวกล้อง โดยการกะเทาะข้าวเปลือก 100 เมล็ด โดยใช้แผ่นไม้บดข้าวเปลือกและแยกเมล็ดข้าวกล้องด้วยมือ ส่องดูรอยร้าวของเมล็ดข้าวกล้องด้วยเครื่อง Grainscope ยี่ห้อ Kett รุ่น TA 200 บันทึกค่าเป็นเปอร์เซ็นต์รอยร้าว

4. วัดความแข็งของข้าวกล้อง 100 เมล็ด โดยใช้เครื่องวัดความแข็ง ยี่ห้อ Chatillon รุ่น DFM-100 โดยกดเมล็ดข้าวกล้องจนแตก (Compression test) และบันทึกค่าแรงกดสูงสุดเป็น กิโลกรัม

5. ตรวจสอบคุณภาพการสีของข้าวเปลือก โดยการกะเทาะข้าวเปลือกด้วยเครื่องทดสอบการกะเทาะแบบลูกยาง ชั่งน้ำหนักข้าวกล้องที่ได้ และคัดแยกข้าวกล้องหักออกด้วยเครื่องทดสอบการคัดแยกข้าวหักแบบตะแกรงทรง กระบอก

6. ตรวจวัดสมบัติทางกายภาพและตรวจวัดสีของข้าวกล้อง เช่นเดียวกับที่ทำกับข้าวเปลือก และเพิ่มการวัดสีของข้าวกล้องด้วยด้วยเครื่อง Milling meter ยี่ห้อ Satake รุ่น MM1B เป็นค่า ความขาว (Whiteness) ความใส (Transparency) และค่าระดับการขัดสี (Milling degree)

7. นำข้าวกล้องที่ได้หลังจากตรวจวัดแล้วไปขัดขาวด้วยเครื่องขัดขาวแบบลูกเหล็ก ชั่งน้ำหนักข้าวขาวที่ได้ และนำไปเข้าเครื่องคัดข้าวหัก ชั่งน้ำหนักข้าวเต็มเมล็ดหรือข้าวต้นและข้าวหักที่ได้ รวมข้าวหักทั้งหมดจากข้าวกล้องหักและข้าวขาว

8. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีกับสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

คุณภาพการสีของข้าวเปลือก

จากตารางที่ 1 ผลการตรวจสอบคุณภาพการสีของข้าวเปลือกตัวอย่าง พบว่า มีข้าวกล้อง ข้าวขาว และข้าวต้นเฉลี่ย 71.44, 50.42 และ 43.51เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 1.8-3.20 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าข้าวมีการแตกหักตั้งแต่ขั้นตอนการกะเทาะ โดยมีข้าวกล้องหักและข้าวขาวหักเฉลี่ย 11.84 และ6.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และปริมาณข้าวหักทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยถึง 18.76 เปอร์เซ็นต์ โดยค่าความแปรปรวน (%CV) ของข้าวหักมีค่าค่อนข้างสูง แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างข้าวเปลือกที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ มีคุณภาพการสีแตกต่างกัน**ใน**ขณะที่ปริมาณข้าวขาวและปริมาณข้าวต้นมีค่า %CV เท่ากับ 5.97 และ 7.36 ตามลำดับ จะเห็นว่าปริมาณข้าวหักทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระหว่างการสีข้าวสามารถใช้ประเมินคุณภาพการสีของข้าวได้ สอดคล้องกับที่ Jongkaewwattana and Geng, 2001 กล่าวว่า การต้านทานการแตกหักของข้าวเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของเมล็ดข้าว

Table 1 Milling quality of rough rice

	Max	Min	Mean	SD	CV%
Brown rice (%)	79.78	65.96	71.44	1.82	2.54
Broken brown rice (%)	19.98	6.84	11.84	2.78	23.46
Milled rice (%)	63.57	35.46	50.42	3.01	5.97
Head rice (%)	55.35	25.23	43.51	3.20	7.36
Broken milled rice (%)	12.20	4.57	6.92	1.38	20.01
Total broken rice (%)	28.47	13.50	18.76	3.51	18.70

สมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง

จากตารางที่ 2 เมื่อตรวจวัดสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือก ได้แก่ ค่าความชื้น น้ำหนัก 100 เมล็ด ความหนาแน่นรวม น้ำหนักจำเพาะ ค่าสี L, a, b, WI, YI และค่า 457Brightness พบว่า ข้าวเปลือกตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของความชื้นเป็น 11.6 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 2.69 กรัม มีความหนาแน่นรวมเฉลี่ย 0.53 กรัมต่อมิลลิลิตร มีน้ำหนักจำเพาะเฉลี่ย 1.26 กรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าสี L, a, b, WI, YI และค่า 457Brightnessเฉลี่ยเป็น 49.84, 7.11, 19.14, -177.28, 81.30 และ 11.18 ตามลำดับ โดยสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกนี้มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าความแปรปรวนไม่มากนัก

Table 2 Physical properties of rough rice and brown rice

Sample	Properties	Max	Min	Mean	SD	CV%
Rough rice	Moisture content (%)	14.10	9.80	11.60	0.80	6.86
	100 grain wt (g)	3.15	2.12	2.69	0.13	4.76
	Bulk density (g/ml)	0.57	0.47	0.53	0.02	3.23
	Specific wt (g/ml)	1.52	1.05	1.26	0.08	6.75
	L	51.51	47.82	49.84	0.74	1.48
	a	7.93	6.35	7.11	0.21	2.91
	b	20.01	18.19	19.14	0.36	1.91
	WI E313	-165.12	-187.75	-177.28	4.70	-2.65
	YI E313	85.14	77.12	81.30	1.51	1.86
	457 Brightness	12.41	9.86	11.18	0.48	4.28
Brown rice	Hardness(kg)	14.43	7.35	10.26	1.31	12.81
	Grain crack (%)	19.00	3.00	10.29	3.25	31.64
	100 grain wt (g)	2.25	2.04	2.14	0.03	1.61

Bulk density (g/ml)	0.85	0.70	0.76	0.02	2.55
Specific wt (g/ml)	1.81	1.13	1.49	0.09	6.32
L	59.22	55.25	57.40	0.54	0.95
a	4.54	3.37	3.86	0.16	4.25
b	17.86	16.11	17.33	0.21	1.23
WI E313	-113.58	-127.87	-120.43	2.58	-2.14
YI E313	63.59	58.23	60.67	0.89	1.47
457 Brightness	20.49	17.62	18.87	0.47	2.49
Whiteness	27.00	21.70	24.73	0.91	3.66
Transparency	1.66	1.10	1.36	0.10	7.09
Milling degree	31.00	0.00	9.96	12.04	120.86

ส่วนสมบัติทางกายภาพของข้าวกล้อง พบว่า ข้าวกล้องตัวอย่าง มีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 2.14 กรัม มีความหนาแน่นรวมเฉลี่ย 0.76 กรัมต่อมิลลิลิตร มีน้ำหนักจำเพาะเฉลี่ย 1.49 กรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าสี L, a, b, WI, YI และค่า 457Brightness เฉลี่ยเป็น 57.40, 3.86, 17.33, -120.43, 60.67 และ 18.87 ตามลำดับ จะเห็นว่าข้าวกล้องมีสมบัติทางกายภาพแตกต่างจากข้าวเปลือกเล็กน้อย มีค่าความสว่างมากกว่าแต่ค่าสีเหลืองน้อยกว่าข้าวเปลือก ส่วนค่าความแข็งและค่ารอยร้าว มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.26 กิโลกรัม และ 10.29เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีค่าความแปรปรวนมากกว่าสมบัติอื่นๆ

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีกับสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวกล้อง

จากตารางที่ 3 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีกับสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือก โดยแสดงเฉพาะสมบัติที่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) คุณภาพการสีที่นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ได้แก่ ข้าวขาว ข้าวต้น และข้าวหักทั้งหมด

Table 3 Significant correlation coefficient ($p<0.05$) between milling quality and physical properties of rough rice

Properties	Rough rice	Milled rice	Head rice	Total broken
Milling quality	Milled rice	1.00	0.90	-0.22
	Head rice	0.90	1.00	-0.49
	Total broken	-0.22	-0.49	1.00
Physical properties	Moisture	-	0.15	-0.47
	100 grain weight	-0.20	-0.32	0.43
	Bulk density	-0.16	-0.23	0.32
	Specific wt	-	-	-
	Color_L	0.20	0.21	-0.23
	Color_a	-	-0.12	0.14
	Color_b	-	-0.19	0.30
	Whiteness index(WI)	0.25	0.39	-0.52
	Yellowness index (YI)	-0.23	-0.37	0.48
	457Brightness	0.26	0.34	-0.42

จะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์ข้าวขาวมีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงกับเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นมีค่าถึง 0.90 สอดคล้องกับงานของ Hossain et al, 2010 นอกจากนี้สมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือก มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ข้าวหักทั้งหมด มากกว่าข้าวขาวและข้าวต้น โดยสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกที่สัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ข้าวหักทั้งหมดเรียงจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ค่า WI, YI, ความชื้น น้ำหนัก 100เมล็ด ค่า 457 Brightness, ค่าความหนาแน่นรวม ค่าสีb, L และ a มีค่า correlation coefficient เท่ากับ 0.52, 0.48, 0.47, 0.43, 0.42, 0.32, 0.30, 0.23 และ 0.14 ตามลำดับ โดยที่ค่าความชื้น ค่าสี L, WI และ 457 Brightness มีความสัมพันธ์ทางตรงกันข้าม คือ ข้าวเปลือกความชื้นต่ำการแตกหักจะเพิ่มขึ้น และข้าวเปลือกที่มีค่าสี L, WI และ 457 Brightness ต่ำการแตกหักจะเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 4 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีกับสมบัติทางกายภาพของข้าวกล้อง โดยแสดงเฉพาะสมบัติที่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) คุณภาพการสีที่นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ได้แก่ ข้าวขาว ข้าวต้น และข้าวหักทั้งหมด

Table 4 Significant correlation coefficient ($p<0.05$) between milling quality and physical properties of brown rice

Properties	Brown rice	Milled rice	Head rice	Total broken rice
Milling quality	Milled rice	1.00	0.90	-0.22
	Head rice	0.90	1.00	-0.49
	All broken	-0.22	-0.49	1.00
Physical properties	Hardness	-	-	0.38
	Crack	-	-0.14	0.34
	100 grain weight	-	-	-0.27
	Bulk density	-	-	0.11
	Specific wt	-	-	0.11
	Whiteness	-	-	-
	Transparency	-	-	-0.21
	Milling degree	-	-0.10	0.17
	Color_L	0.12	0.15	-0.25
	Color_a	0.15	0.17	-0.32
	Color_b	0.13	0.23	-0.42
	Whiteness index(WI)	-	-	0.14
	Yellowness index (YI)	-	0.12	-0.24
	457Brightness	-	-	-

จะเห็นว่าสมบัติทางกายภาพของข้าวกล้อง มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ข้าวหักทั้งหมด มากกว่าข้าวขาวและข้าวต้น โดยสมบัติทางกายภาพของข้าวกล้องที่สัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ข้าวหักทั้งหมดเรียงจากมากไปหาน้อย ได้แก่ ค่าสี b, ความแข็ง รอยร้าว ค่าสี a, น้ำหนัก 100 เมล็ด ค่าสี L, YI, Transparency, Milling degree, WI, ความหนาแน่นรวม และน้ำหนักจำเพาะ มีค่า correlation coefficient เท่ากับ 0.42, 0.38, 0.34, 0.32, 0.27, 0.25, 0.24, 0.21, 0.17, 0.14 และ 0.11 ตามลำดับ โดยค่าสี และน้ำหนักข้าวกล้อง 100 เมล็ด มีความสัมพันธ์ตรงกันข้ามกับเปอร์เซ็นต์ข้าวหัก

สรุป

1. ข้าวเปลือกที่มีคุณภาพการสีต่ำจะมีการแตกหักตั้งแต่ขั้นตอนการกะเทาะเปลือกเป็นข้าวกล้องและขั้นตอนการขัดขาวข้าวกล้องเป็นข้าวขาว

2. เปอร์เซ็นต์ข้าวหักทั้งหมดที่เกิดขึ้นในระหว่างการสีข้าวมีความสัมพันธ์กับสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวกล้องมากกว่าเปอร์เซ็นต์ข้าวรวมและเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น

3. เปอร์เซ็นต์ข้าวหักทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวกล้องมากกว่าเปอร์เซ็นต์ข้าวขาวและ ข้าวต้น โดยที่ค่าสี (Whiteness index and Yellowness index) ค่าความชื้นและน้ำหนัก 100 เมล็ดของข้าวเปลือกมีค่า Pearson correlation มากกว่าสมบัติอื่นๆ ($p<0.05$) ส่วนในข้าวกล้องค่าสี b ค่าความแข็งและเปอร์เซ็นต์รอยร้าวในเมล็ดมีค่า Pearson correlation มากกว่าสมบัติอื่นๆ ($p<0.05$)

ข้อเสนอแนะ

1. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพการสีของข้าวกับสมบัติทางกายภาพของข้าวเปลือกและข้าวกล้องมีค่าค่อนข้างน้อย ควรพัฒนาเทคนิคอื่นๆที่สามารถใช้ทำนายคุณภาพการสีของข้าว

2. ควรทดลองใช้ค่าการสะท้อนแสงช่วง NIR ประเมินคุณภาพการสีของข้าวแบบไม่ทำลายตัวอย่าง

เอกสารอ้างอิง

งามชื่น คงเสรี. 2547. คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย. บริษัทจิรวัฒน์เอ็กซ์เพรส. กรุงเทพฯ.

ผดุงศักดิ์ วานิชชัง. 2544. การจัดการโรงสีข้าว. คณะเกษตรศาสตร์บางพระ. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

Jongkaewwattana, S and S. Geng. 2001. Inter-relationships amongst grain characteristics, grain-filling parameters and rice (Oryza sativa L.) milling quality. *J. Agronomy & Crop Science* 187: 223-229.

Hossain, M.F., M.S.U. Bhuiya and M. Ahmed. 2010. Inter-relationship among quality characters in aromatic rice. *J. Agro for. Environ*. 3(2): 9-10.

พิษเฉียบพลันของความเค็มต่อไรน้ำนางฟ้าไทยที่อายุแตกต่างกัน

Acute Toxicity of Salinity to Thai Fairy Shrimp (*Branchinella thailandensis*) of different ages

จามรี เครือหงษ์[1*] จงดี ศรีนพรัตน์วัฒนะ[1] สุรภี ประชุมพล[1] และ ปริญญา พันบุญมา[2]

Jamree Krueahong,[1*] Chongdee Srinoparatawatana[1], Surapee Prachumpon[1] and Parinya Panboonma[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาพิษเฉียบพลัน (Acute toxicity) ของความเค็มโดยวิธี static bioassay ต่อไรน้ำนางฟ้าไทย (*Branchinella thailandensis*) อายุแตกต่างกันพบว่าการตายของไรน้ำนางฟ้าไทยมากขึ้นตามค่าของระดับความเค็มที่เพิ่มขึ้น และไรน้างฟ้าอายุมากกว่าสามารถทนความเค็มได้สูงกว่าอายุน้อย ความเค็มที่ทำให้ไรน้ำนางฟ้าไทยอายุ 5 วันตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50}) ทนพิษเฉียบพลันของความเค็มที่ 10, 30 นาที, 1, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง มีค่าความเค็มเท่ากับ 20.43(17.93-23.10), 12.63(10.73-14.49), 11.15(10.70-11.63), 5.80(5.34-6.25), 0.20(0.08-0.36) และ 0.10(0.02-0.21) ppt ตามลำดับ ไรน้ำนางฟ้าไทยอายุ 10 วัน ทนพิษเฉียบพลันของความเค็มที่ 10, 30 นาที, 1, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 21.84 (18.79-24.59), 13.89 (13.31-14.44), 11.30(10.85-11.77), 6.44 (6.05-6.90), 0.42(0.21-0.65) และ 0.15(0.04-0.31) ppt ตามลำดับ ไรน้ำนางฟ้าไทยอายุ 15 วัน ทนพิษเฉียบพลันของความเค็มที่ 10, 30 นาที, 1, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 21.99(18.35-25.17), 14.95(14.43-15.40), 11.32(10.86-11.81), 6.87(6.44-7.34), 0.62(0.36-0.90) และ 0.26(0.09-0.47) ppt ตามลำดับ ไรน้ำนางฟ้าไทยอายุ 20 วัน ทนพิษเฉียบพลันของความเค็มที่ 10, 30 นาที, 1, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 22.14(17.63-25.91), 15.14(13.41-16.81), 12.43(11.93-12.94), 7.26(6.69-7.81), 0.77(0.34-1.24) และ 0.35(0.15-0.59) ppt ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าไรน้ำนางฟ้าไทยจะสามารถทนความเค็มได้น้อยลงเมื่อระยะเวลานานขึ้น

คำสำคัญ: ความเค็ม พิษเฉียบพลัน ไรน้ำนางฟ้าไทย

Abstract

The acute toxic effect of salinity to Thai Fairy Shrimp (*Branchinella thailandensis*) different age of 5, 10, 15 and 20 days was examined by using static bioassay, It was found that the mortality of age 5 days increased with an increase of salinity concentration. The lethal concentration at 50% population of the tested (LC_{50}) values at 10, 30, 60 minute, 6, 12 and 24 hours were found to be 20.43(17.93-23.10), 12.63(10.73-14.49), 11.15(10.70-11.63), 5.80(5.34-6.25), 0.20(0.08-0.36) and 0.10(0.02-0.21) ppt, respectively. The mortality of age 10 days LC_{50} values at 10, 30, 60 minute, 6, 12 and 24 hours were found to be 21.84 (18.79-24.59), 13.89 (13.31-14.44), 11.30(10.85-11.77), 6.44 (6.05-6.90), 0.42(0.21-0.65) and 0.15(0.04-0.31) ppt respectively. The mortality of age 15 days LC_{50} values at 10, 30, 60 minute, 6, 12 and 24 hours were found to be 21.99(18.35-25.17), 14.95(14.43-15.40), 11.32(10.86-11.81), 6.87(6.44-7.34), 0.62(0.36-0.90) and 0.26(0.09-0.47) ppt respectively. The mortality of age 20 days LC50 values at 10, 30, 60 minute, 6, 12 and 24 hours were found to be

[1] คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ต. นครสวรรค์ตก อ. เมือง จ. นครสวรรค์ 60000

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดชัยภูมิ ต. ละหาน อ. จัตุรัส จ. ชัยภูมิ 36130

[1] Faculty of Agricultural Technology and Industrial Technology. Department of Agricultural Technology. Nakhon Sawan Rajabhat University, Muang district, Nakhon Sawan 60000.

[2] Chaiyaphum Inland Fisheries Research and Development Center, Tambon Lahan. Jatturat district, Chaiyaphum 36130.

* Corresponding author. E-mail: aggie39_kku@hotmail.com

22.14(17.63-25.91), 15.14(13.41-16.81), 12.43(11.93-12.94), 7.26(6.69-7.81), 0.77(0.34-1.24) and 0.35(0.15-0.59) ppt respectively. It can be seen that Thai Fairy Shrimp can't tolerate salinity is less time consuming.

Keywords: Acute Toxicity, Salinity, Thai Fairy Shrimp

บทนำ

ไรน้ำนางฟ้าไทยเป็นสัตว์น้ำจืดชนิดหนึ่งมีลักษณะคล้ายกุ้ง แต่มีเปลือกอ่อนนุ่ม ถูกค้นพบในประเทศไทย ในปัจจุบันนี้ไรน้ำนางฟ้าไทยสามารถเพาะเลี้ยงเพื่อเป็นอาหารเลี้ยงปลาสวยงามหรือปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม สามารถเพาะเลี้ยงเพื่อเป็นการค้าทดแทนอาร์ทีเมีย ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยเราต้องนำเข้าไข่อาร์ทีเมียเพื่อมาอนุบาลลูกกุ้ง ลูกปลา รวมทั้งสัตว์น้ำวัยอ่อนจำนวนปีละไม่ต่ำกว่า 200-600 ตัน มูลค่ากว่า 500 ล้านบาท และที่ต้องนำเข้าไข่อาร์ทีเมีย เนื่องจากในประเทศไทยเราไม่สามารถผลิตได้เพียงพอกับความต้องการ จึงหาสัตว์น้ำตัวอื่นเพื่อทดแทน (ละออศรีและคณะ, 2549) ซึ่งไรน้ำนางฟ้าไทยเป็นอาหารมีชีวิตที่กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพราะไรน้ำนางฟ้าไทยเป็นอาหารมีชีวิตที่มีคุณค่าทางอาหารสูงเนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารสูง ซึ่งตัวเต็มวัยมีโปรตีนร้อยละ 64-69 (นุกูล, 2547) ขณะที่อาร์ทีเมียมีโปรตีนร้อยละ 56 เท่านั้น (อนันต์และคณะ, 2536) เมื่อนำมาเลี้ยงปลาสวยงามจะทำให้ปลาเจริญเติบโตได้ดีและทำให้สัตว์น้ำมีสีสันสวยงาม ในปัจจุบันนี้สามารถนำไข่ไรน้ำนางฟ้าไทยไปเพาะเลี้ยงและเพิ่มผลผลิตจนสามารถส่งขายให้กับธุรกิจการเพาะเลี้ยงปลาสวยงามได้ในราคาสูง อีกทั้งความสามารถพัฒนาศักยภาพของอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทย และส่งขายในตลาดต่างประเทศได้ ซึ่งนับว่าเป็นแนวทางที่ดีในการพัฒนาและขยายตลาดอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงไรน้ำนางฟ้าไทยให้แพร่หลายยิ่งขึ้น การศึกษาพิษเฉียบพลันของความเค็มต่อไรน้ำนางฟ้าไทยที่อายุแตกต่างกันนี้จะเป็นข้อมูลเบื้องต้น เพื่อประกอบการใช้ไรน้ำนางฟ้าไทยในธุรกิจการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทะเล สามารถเป็นแนวทางสำหรับนำมาใช้ประโยชน์กับการอนุบาลสัตว์น้ำกร่อยได้ โดยเฉพาะธุรกิจการเลี้ยงกุ้งที่สามารถนำเงินตราเข้าสู่ประเทศเป็นอันดับหนึ่ง ได้ในอนาคต

วิธีการศึกษา

การศึกษาความเป็นพิษของความเค็มต่อไรน้ำนางฟ้าไทยที่อายุแตกต่างกัน คือ 5, 10, 15 และ 20 วัน ทำการทดลองแบบใช้น้ำนิ่ง (static bioassay) ภายใต้อุณหภูมิห้องโดยไม่เปลี่ยนแปลงสารละลายและปิดภาชนะทดลองตลอดการทดลอง ความเป็นพิษแสดงเป็นค่าระดับความเข้มข้นของความเค็มที่ทำให้ไรน้ำนางฟ้าไทยตายภายในเวลา 24 ชั่วโมง (24 h LC_{50}) วิธีการทดลองส่วนใหญ่ดำเนินการตามวิธี Toxicity Test Method (APHA et al., 1989) ดังมีรายละเอียดดังนี้

การเตรียมน้ำทดลอง

กรองน้ำประปาผ่านผ้ากรองขนาด 60 ไมครอนลงในถังพลาสติก ใส่หัวทรายเพื่อให้อากาศตลอดเวลา ทิ้งไว้อย่างน้อย 3 วันให้คลอรีนหมดก่อนเริ่มทดลอง

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ฟักไข่ไรน้ำนางฟ้าไทยในถังฟักโดยใช้น้ำจากข้างต้น ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง หลังจากลูกไรน้ำนางฟ้าไทยฟักเป็นตัวแล้วนำมาเลี้ยงด้วยคลอเรลลาเพื่อให้ได้อายุตามที่กำหนดไว้ในแผนทดลอง

การเตรียมสารละลายในการทดลอง

นำสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง คือเกลือทะเล มาเตรียมเป็นสารละลายเข้มข้น (stock solution) โดยการทดลองแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ

ขั้นตอนที่ 1 การทดลองขั้นต้น (Preliminary test)

เป็นการทดลองเพื่อหาระดับความเข้มข้นของความเค็มที่ใช้ในการทดลองในช่วงที่กว้าง ๆ ที่ทำให้ไรน้ำนางฟ้าไทยตายทั้งหมด 100% และไม่มีการตายเลยทั้ง 100% ทั้งนี้เพื่อจะได้กำหนดระดับความเข้มข้นได้ถูกต้องและเหมาะสมในการทำการทดลองจริง

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองขั้นสุดท้าย (full-scale test)

เป็นการทดลอง เพื่อหาค่า LC_{50} โดยกำหนดระดับความเข้มข้นในระดับที่ใกล้เคียง และละเอียดมากกว่าการทดลองขั้นต้นโดยนำค่าพิสัยอัตราการตายที่ใกล้เคียงกับ 50% ของไรน้ำนางฟ้าไทยในการทดลองขั้นต้นมาใช้ทดสอบเพื่อให้ทราบถึงระดับความเข้มข้นของความเค็มที่ทำให้ไรน้ำนางฟ้าไทยตาย 50% ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ในแต่ละระดับความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละชนิด ซึ่งทำการทดลอง 3 ซ้ำ และมีโหลควบคุมที่ไม่ได้ใส่ความเค็มเป็นตัวควบคุม (control) 1 โหลทดลอง สังเกตและบันทึกอัตราการตายเมื่อครบ 10, 30, 60 นาที, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ ไรน้ำนางฟ้าไทยที่ตายทำการนำออกจากภาชนะทันทีเมื่อตรวจพบ การตัดสินใจการตายของไรน้ำนางฟ้าไทยถือตามหลักเกณฑ์ดังนี้

1) รยางค์ทั้งหมดหยุดการเคลื่อนไหว
2) ไม่มีการบิดหรืองอตัว
3) ไม่แสดงอาการเมื่อใช้พู่กันถู
4) เมื่อนำไปวางในน้ำปกติที่ไม่มีสารละลายจะไม่สามารถฟื้นขึ้นมาได้อีก

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำก่อน ระหว่างและหลังการทดลอง โดยคุณภาพน้ำที่วิเคราะห์ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์หาค่า LC_{50} พร้อมทั้งช่วงแห่งความเชื่อมั่นที่ 95% จากข้อมูลการตายของไรน้ำนางฟ้าไทยและเปรียบเทียบความรุนแรงของความเป็นพิษด้วยการหาค่าอัตราส่วนความรุนแรง

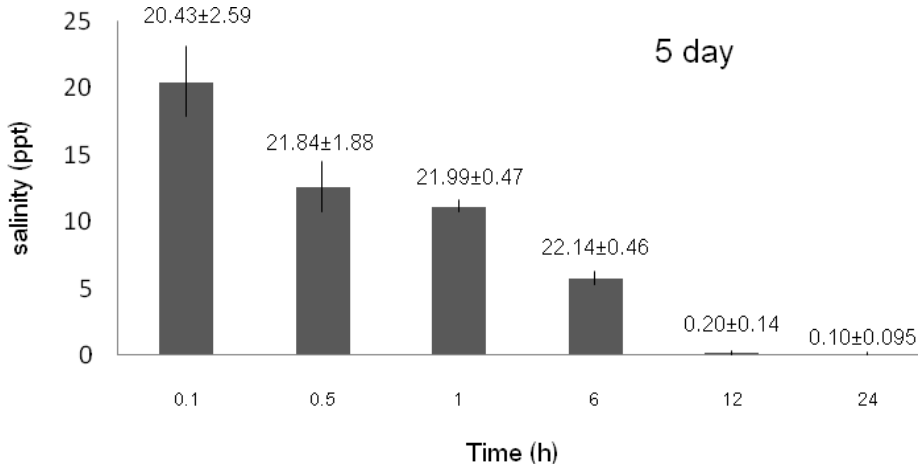
ผลการศึกษาและอภิปรายผล

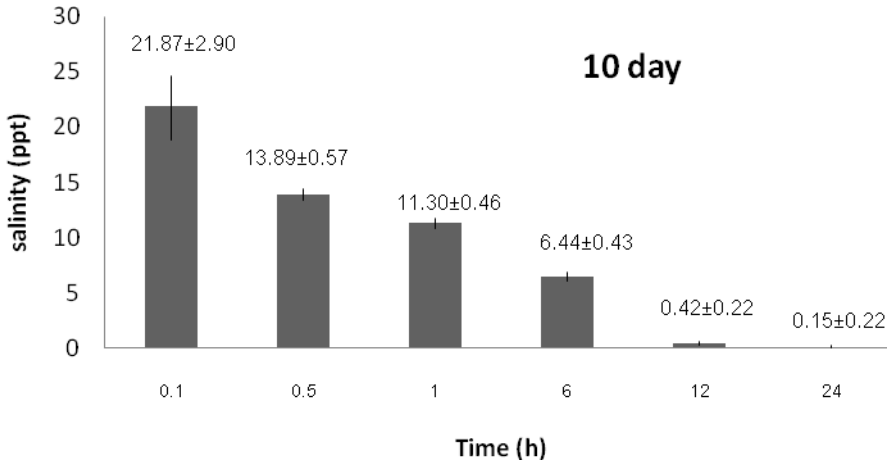
การศึกษาความเป็นพิษของความเค็มต่อไรน้ำนางฟ้าไทยที่อายุแตกต่างกัน คือ 5, 10, 15 และ 20 วัน จากการทดลองขั้นตั้นพบว่า ไรน้ำนางฟ้าไทยที่ระดับความเค็ม 30 ppt ไม่สามารถทนความเค็มได้ถึง 10 นาที พบว่าระดับความเค็มที่ทำให้ไรน้ำนางฟ้าไทยรอด 100 เปอร์เซ็นต์ และตาย 100 เปอร์เซ็นที่ 10 นาที อยู่ที่ 0-25 ppt จึงนำระดับความเค็มดังกล่าวมาทดลองแบบระเอียดอีกครั้ง โดยระยะห่างกัน 0.5 ppt พบว่าไรน้ำนางฟ้าไทยอายุมากกว่าสามารถพิษเฉียบพลันของความเค็มได้สูงกว่าไรน้ำนางฟ้าไทยอายุน้อย (Figure 1; Figure 2) และไรน้ำทนพิษเฉียบพลันของความเค็มได้น้อยลงเมื่อระยะเวลานานขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่า ไรน้ำนางฟ้าไทยอายุ 5 วัน ทนพิษเฉียบพลัน

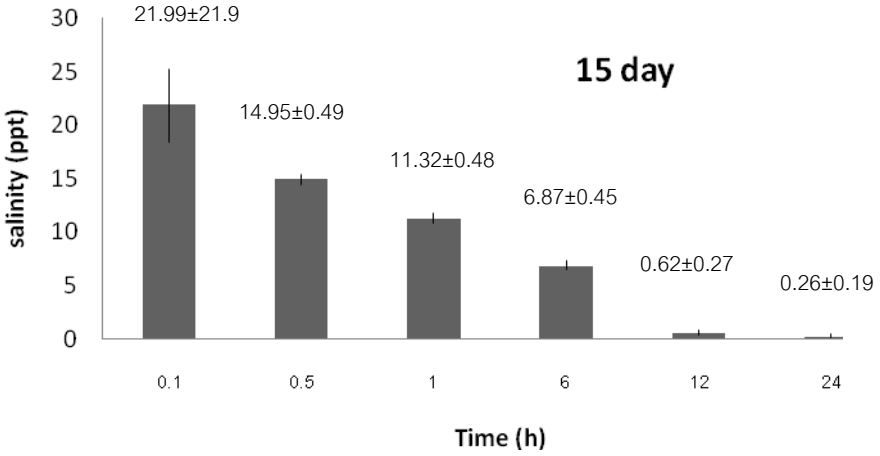
ของความเค็มที่ 10, 30 นาที, 1, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง มีค่าความเค็มเท่ากับ 20.43(17.93-23.10), 12.63(10.73-14.49), 11.15(10.70-11.63), 5.80(5.34-6.25), 0.20(0.08-0.36) และ 0.10(0.02-0.21) ppt ตามลำดับ (Table 1) ไรน้ำนางฟ้าไทยอายุ 10 วัน ทนพิษเฉียบพลันของความเค็มที่ 10, 30 นาที, 1, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 21.84 (18.79-24.59), 13.89 (13.31-14.44), 11.30(10.85-11.77), 6.44 (6.05-6.90), 0.42(0.21-0.65) และ 0.15(0.04-0.31) ppt ตามลำดับ ไรน้ำนางฟ้าไทยอายุ 15 วัน ทนพิษเฉียบพลันของความเค็มที่ 10, 30 นาที, 1, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 21.99(18.35-25.17), 14.95(14.43-15.40), 11.32(10.86-11.81), 6.87(6.44-7.34), 0.62(0.36-0.90) และ 0.26(0.09-0.47) ppt ตามลำดับ ไรน้ำนางฟ้าไทยอายุ 20 วัน ทนพิษเฉียบพลันของความเค็มที่ 10, 30 นาที, 1, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง มีค่าเท่ากับ 22.14(17.63-25.91), 15.14(13.41-16.81), 12.43(11.93-12.94), 7.26(6.69-7.81), 0.77(0.34-1.24) และ 0.35(0.15-0.59) ppt ตามลำดับ สอดคล้องกับ Young-Lai et al. (1991) และ Ostrensky and Wasielesky (1995) ได้ทดสอบในกุ้งพบว่าที่เลี้ยงอายุมากกว่าสามารถทนพิษเฉียบพลันของสารเคมีพวก แอมโมเนีย ได้ดีกว่าเช่นเดียวกับ บรรจงและคณะ (2545) ที่ได้ทดสอบพิษของสารเคมีต่าง ๆ ได้แก่ ดิฟเทอร์เร็กซ์ ฟอร์มาลิน และมาลาไคกรีนท์ กับปลาแรดอายุ 15 และ 55 วัน พบว่าที่อายุ 55 วันมีระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัยสูงกว่า

Table 1 LC_{50} (95% confidence interval) of Salinity to Thai Fairy Shrimp of different ages

ages (day)	Time					
	10 minutes	30 minutes	60 minutes	6 hours	12 hours	24 hours
5	20.43 (17.93-23.10)	12.63 (10.73-14.49)	11.15 (10.70-11.63)	5.80 (5.34-6.25)	0.20 (0.08-0.36)	0.10 (0.02-0.21)
10	21.84 (18.79-24.59)	13.89 (13.31-14.44)	11.30 (10.85-11.77)	6.44 (6.05-6.90)	0.42 (0.21-0.65)	0.15 (0.04-0.31)
15	21.99 (18.35-25.17)	14.95 (14.43-15.40)	11.32 (10.86-11.81)	6.87 (6.44-7.34)	0.62 (0.36-0.90)	0.26 (0.09-0.47)
20	22.14 (17.63-25.91)	15.14 (13.41-16.81)	12.43 (11.93-12.94)	7.26 (6.69-7.81)	0.77 (0.34-1.24)	0.35 (0.15-0.59)


5 day
salinity (ppt)
Time (h)
20.43±2.59
21.84±1.88
21.99±0.47
22.14±0.46
0.20±0.14
0.10±0.095
0.1
0.5
1
6
12
24


10 day
salinity (ppt)
Time (h)
21.87±2.90
13.89±0.57
11.30±0.46
6.44±0.43
0.42±0.22
0.15±0.22
0.1
0.5
1
6
12
24


15 day
salinity (ppt)
Time (h)
21.99±21.9
14.95±0.49
11.32±0.48
6.87±0.45
0.62±0.27
0.26±0.19
0.1
0.5
1
6
12
24

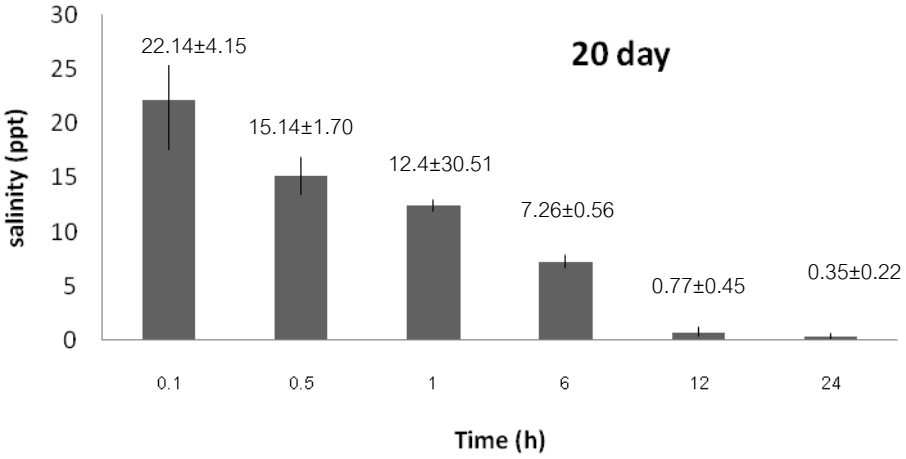


Figure 1 LC_{50} (95% confidence interval) of Salinity to Thai Fairy Shrimp of different ages

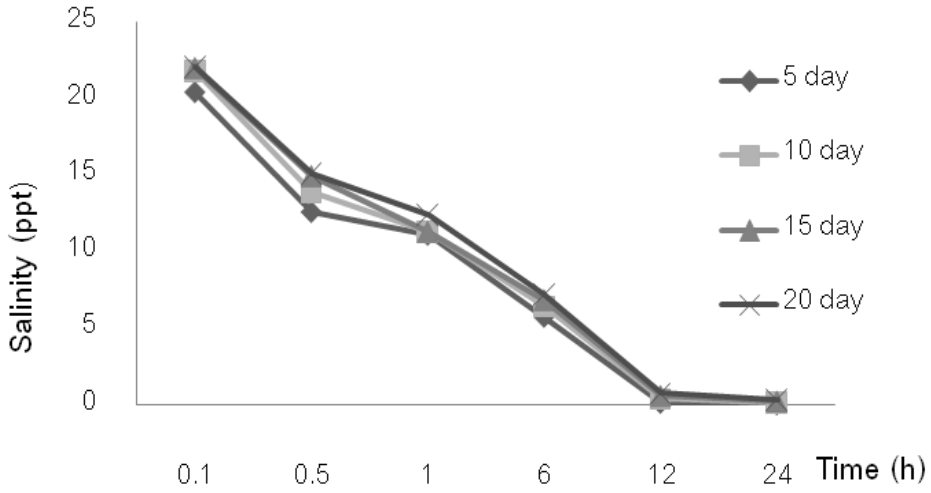


Figure 2 LC_{50} of Salinity to Thai Fairy Shrimp of different ages

ส่วนคุณภาพน้ำก่อนและหลังทดลองคุณภาพน้ำมีค่าใกล้เคียงกันโดยไม่แสดงความแตกต่างทางสถิติ (P>0.05; Table 2) ซึ่งอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 25-26 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.55-7.57 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเท่ากับ 3.98-4.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ใกล้เคียงกับ สำรวย (2532) ที่พบว่าอาร์ทีเมียน้ำจืดมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ที่ 5..5-7.0 ความเค็ม 0-10 ppt และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเท่ากับ 4.4-8.8 มิลลิกรัมต่อลิตร

Table 2 Water Quality before and after to Thai Fairy Shrimp of different ages

ages (days)	temperature (°C)		pH		DO (mg/l)	
	before	after	before	after	before	after
5	26.10±0.29	26.13±0.12	7.55±0.01	7.54±0.01	3.98±0.02	4.00±0.01
10	25.83±0.05	25.90±0.08	7.56±0.02	7.57±0.01	4.02±0.02	4.03±0.01
15	25.97±0.12	26.10±0.08	7.55±0.01	7.55±0.01	4.00±0.02	4.03±0.02
20	25.83±0.12	25.97±0.05	7.56±0.01	7.56±0.00	4.01±0.02	4.01±0.01

ความเค็มที่มีค่าสูงกว่าส่งผลต่อการตายของไรน้ำนางฟ้าไทยสูงขึ้น มีแนวโน้มที่จะเป็นไปได้ว่าเมื่อสัตว์น้ำ ไม่อยู่ในช่วงของสภาวะออสโมติกสมดุล (isosmotic) อาจทำให้ไรน้ำนางฟ้าต้องใช้พลังงานและมีการแลกเปลี่ยนไอออนและน้ำมากขึ้นทำให้มีโอกาสได้รับสารมากกว่าไรน้ำนางฟ้าที่อยู่ในช่วงของสภาวะออสโมติกสมดุลสอดคล้องกับ Song and Brown (1998) พบว่า อาร์ทีเมีย (Artemia sp.) ซึ่งเป็นไรน้ำเค็มได้ทดสอบในที่สภาวะออสโมติกสมดุลมีความทนต่อพิษของสารกำจัดศัตรูพืช มากกว่าสัตว์ทดลองที่อยู่ในความเค็มที่สูงกว่าสภาวะออสโมติกสมดุล (hyper osmotic) เช่นเดียวกับไรน้ำนางฟ้าไทยเป็นสัตว์น้ำจืดที่สามารถทนความเค็มได้กำจัด ดังนั้นในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีความเค็มสูง เช่น น้ำกร่อย น้ำนาเกลือ จะไม่พบไรน้ำนางฟ้าไทย

สรุป

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ความเค็มมีผลต่อความเป็นพิษของไรน้ำนางฟ้าไทยคือไรน้ำนางฟ้าอายุมากกว่าไรสามารถทนความเค็มได้สูงกว่าไรน้ำนางฟ้าอายุน้อย นอกจากนี้ความเป็นพิษของความเค็มเพิ่มขึ้นเมื่อเวลานานขึ้น ความเค็มที่เหมาะสมในการนำไปใช้เพื่ออนุบาลลูกสัตว์น้ำให้กินหมดภายใน 10 นาทีอยู่ที่ ประมาณ 20-22 ppt ภายใน 30 นาที ประมาณ 12-15 ppt ภายใน 1 ชั่วโมง 11-13 ppt ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความเป็นไปได้สำหรับการนำไรน้ำนางฟ้าไทยเพื่อไปใช้ในการเลี้ยงและอนุบาลสัตว์น้ำกร่อยและทะเล

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ ได้รับเงินทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสถาบันวิจัย ฯ และอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ที่กรุณาให้งบประมาณสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณสาขาเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ที่สนับสนุนสถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำวิจัยจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

บรรจง จำนงศิตธรรม ชิดชนก ศรีวิรัตน์ และประสิทธิ์ นิยมไทย. 2545. พิษเฉียบพลันของสารเคมีบางชนิดต่อลูกปลาแรดอายุ 15 และ 55 วัน. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2545 สถานีประมงน้ำจืดอุทัยธานี กองประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นุกูล แสงพันธุ์. 2547. การเพาะเลี้ยงไรน้ำนางฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 1. หจก.โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ขอนแก่น.

ละออศรี เสนาะเมือง ภัทยา ภาคมฤค วาสนา ศิริแสนและศิริวงศ์ บูรรุ่งโรจน์. 2549. การใช้ไรน้ำนางฟ้าสิรินธรและอาร์ทีเมียเป็นอาหารเสริมต่อสมรรถนะปลาหมอสี. ใน ไรน้ำนางฟ้า : จิ๋วแต่แจ๋ว .หน้า 61-69.

สำรวย เสร็จกิจ. 2532. อาร์ทีเมียน้ำจืด. เคหการเกษตร มี.ค. 2532 13(3). หน้า 86-88.

อนันต์ ตันสุตะพานิช นภดล ภูวพานิช ธนัญช์ สังกรธนกิจ และธงชัย เพิ่มงาน. 2536. การเพาะเลี้ยงและการใช้ประโยชน์จากอาร์ทีเมีย. กองส่งเสริมการประมง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

APHA. 1989. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17th edition. American Public Health Association, Washington, DC, pp. 10– 203.

Ostrensky, A., Wasielesky, W., 1995. Acute toxicity of ammonia to various life stages of the São Paulo shrimp, *Penaeus paulensis* Pérez-Farfante, 1967. Aquaculture 132, 339–347.

Song, M. Y. and Brown, J. J.1998. Osmotic effects as a factor modifying insecticide toxicity on Aedes and Artemia. Ecotoxicology and environmental safety. 41: 195-202.

Young-Lai, W.W., Charmantier-Daures, M., Charmantier, G., 1991. Effect of ammonia on survival and osmoregulation in different life stages of the lobster *Homarus americanus*. Mar. Biol. 110, 293–300.

ความไวต่อยาต้านจุลชีพของ *Bacillus cereus* ที่แยกได้จากนมสด

Antimicrobial Susceptibility of *Bacillus cereus* Isolated form Fresh Milks

กุลชัย นาคบุปผา[2] ขวัญชัย จรัสแผ้ว[1] ปิยวรรณ บุญเกิด[1] ธีรพงษ์ เหรียญอารีย์[1]
พิชชานันท์ อินกอ[1] นริศรา พระยาเม้ง[1] และ สุทธิทัศน์ ทองคำใส[2*]

Kulchai Nakbubpa[2] Kwanchai Charatpaew[1] Piyawan Boonkerd[1] Teerapong Rienar-re[1]
Pitchanan Inkor[1] Narisara Prayameng[1] and Suttitas Tongkamsi[2*]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความต้านทานต่อยาต้านจุลชีพของเชื้อ *Bacillus cereus* ที่ทำการเพาะแยกเชื้อจากตัวอย่างนมสด จากโรงเรียนในตำบลต่างๆ ในอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี จำนวน 98 ตัวอย่าง ด้วยวิธี direct plate count ซึ่งใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Mannitol-Egg Yolk-Polymyxin (MYP) agar ผลการศึกษาพบว่า 24.48% (24/98) ของตัวอย่างมีเชื้อ *B. cereus* และทำการทดสอบความไวของเชื้อ *B. cereus* จำนวน 24 ตัวอย่าง ที่แยกได้ต่อยาปฏิชีวนะได้แก่ อะมิคาซิน อะม็อกซีซิลลินผสมกรดคลาวูลานิก คลอแรมเฟนิคอล คลินดามัยซิน เจนตามัยซิน นอร์ฟล็อกซาซิน ออกซาซิลลิน และเตตราไซคลิน ผลการทดสอบดังกล่าวพบว่า *B. cereus* ที่แยกได้ทั้งหมดไวต่อ เจนตามัยซินและเตตราไซคลิน ไวต่อ อะมิคาซิน 95.83% นอร์ฟล็อกซาซิน 91.66% คลินดามัยซิน 70.83% อะม็อกซีซิลลินผสมกรดคลาวูลานิก 45.83% ออกซาซิลลิน 33.33% และคลอแรมเฟนิคอล 20.83% จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า สามารถพบเชื้อ *B. cereus* ที่ต้านทานต่อยาต้านจุลชีพ ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาในทางสาธารณสุขได้ในวงกว้าง

คำสำคัญ: *Bacillus cereus* นมสด ความไวต่อยาปฏิชีวนะ

Abstract

The study was conducted to quantify the antimicrobial resistance in *Bacillus cereus* isolated from 98 fresh milk samples, that were collected from schools in sub-districts of Sriracha district Chonburi Province to isolate *B. cereus* by direct plate count on Mannitol-Egg Yolk-Polymyxin (MYP) agar. The results revealed that 24.48% (24/98) of fresh milk samples. Susceptibility tests of 24 isolates of *B. cereus* were carried out on antimicrobial agents, amikacin, amoxycillin mixed with clavulanic acid, chloramphenicol, clindamycin, gentamicin, norfloxacin, oxacillin, and tetracycline. The results demonstrated that all isolated *B. cereus* were sensitive to gentamicin (100%), tetracycline (100%), amikacin (95.83%), norfloxacin (91.66%), clindamycin (70.83%), amoxicillin mixed with clavulanic acid (45.83%), oxacillin (33.33%), chloramphenicol (20.83%). From this study, the antimicrobial resistant *B. cereus* was observed, which might cause the global public problem.

Keywords: *Bacillus cereus* Fresh milk Antibiotic susceptibility

[1] นักศึกษาชั้นปีที่ 6 คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี 20110

[2] คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ชลบุรี 20110

* Corresponding author. E-mail : pang_pao8@hotmail.com

บทนำ

นม ถือเป็นแหล่งของสารอาหารที่ได้มาจากธรรมชาติ ประกอบไปด้วยโปรตีนและแคลเซียม ซึ่งโปรตีนที่มีอยู่ในปริมาณสูงในนม มีประโยชน์ต่อการเสริมสร้างเนื้อเยื่อ เลือด กระดูก ส่วนแคลเซียม เป็นสารอาหารที่จำเป็นและมีประโยชน์ต่อการเจริญของกระดูกและฟัน ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตและส่วนสูงของเด็ก (เวณิกา และคณะ, 2549)

ผ่านกระบวนการผลิตในหลายขั้นตอน จนถึงผู้บริโภค เพื่อให้ได้ประโยชน์และความปลอดภัยได้มีกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทั้งทางด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียจุลินทรีย์บ่งชี้ลักษณะการผลิตอาหาร เชื้อโคลิฟอร์ม (Coliform) และเชื้ออี. โคไล (*E. coli*) จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค เชื้อสแตปฟิโลคอกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) เชื้อซาลโมเนลล่า (*Salmonella spp.*) เชื้อบาซิลลัส ซีเรียส (*Bacillus cereus*) และเชื้อลิสทิเรีย โมโนไซโตจิเนส (*Listeria monocytogenes*) คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ เนื้อนมไม่รวมไขมัน ไขมัน และโปรตีน สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสารจุลชีพตกค้าง (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2556) มีรายงานการพบเชื้อ *Cronobacter sakazakii* ในศูนย์รับนม 33.33% (กรรณิกา และอดิศร, 2554) การตรวจพบเชื้อ *E.coli* O157:H7 ในน้ำนมดิบ ด้วย Petrifilm3M ร้อยละ 27.19 (จิราวรรณ และคณะ, 2540) และการตรวจพบเชื้อ *Clostridium botulinum* ในหางนมที่นำเข้าจากประเทศนิวซีแลนด์ (กระทรวงสาธารณสุข, 2557)

เชื้อบาซิลลัส ซีเรียส จัดเป็นแบคทีเรียแกรมบวก (Gram positive bacteria) ลักษณะเป็นรูปท่อนตรง ขนาด 0.3-2.2 x 1.2-7.0 ไมโครเมตร ส่วนใหญ่สามารถเคลื่อนที่ได้ สร้างสปอร์ซึ่งมีความทนทานต่อความร้อน (Heat resistant spore) ดังนั้นความร้อนที่ระดับพาสเจอร์ไรส์และยูเอชที จะไม่สามารถทำลายเอนไซม์โปรติเอสได้ ส่งผลให้นมพาสเจอร์ไรส์ และยูเอชทีมีโอกาสที่จะเกิดรสขมได้จากการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มดังกล่าว (ธิดา, 2556) และถือเป็นแบคทีเรียอันดับต้น ๆ ที่มีปริมาณมากเกินมาตรฐานซึ่งมักพบได้เสมอในผลิตภัณฑ์นมและอาหารหลายชนิด อีกทั้งยังพบได้ทั่วไปในธรรมชาติ ในดิน ฝุ่นละออง ผลิตภัณฑ์จากพืชเช่น ข้าว ธัญพืช แป้ง ผลิตภัณฑ์จากแป้ง เครื่องเทศ ผลิตภัณฑ์จากสัตว์ และเครื่องปรุงแต่งรสต่าง ๆ โดยมีรายงานการแพร่กระจายของบาซิลลัส ซีเรียส ในซูชิตรวจพบเท่ากับ 43 MPN/g และเมื่อเทียบกับตาราง MPN แล้วมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในช่วง 9-180 CFU/g ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าเชื้ออาจมีปริมาณมากกว่า 100 CFU/g พบว่ามีแนวโน้มเกินเกณฑ์ที่กำหนด (สุดสายชล, 2554) นอกจากนี้ยังพบว่ามีการปนเปื้อนของ *B. cereus* ในตัวอย่างเครื่องดื่มธัญพืชชนิดแห้งและชนิดเหลวสูงถึงร้อยละ 20.0 และ 11.8 (สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2557)

B. cereus ทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร ซึ่งแบ่งตามลักษณะและอาการของโรคได้เป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ อาการท้องเสีย (diarrhea type) เกิดจากสารพิษจากแบคทีเรียเรียกว่า diarrhea toxin ทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการคลื่นไส้แต่ไม่มีอาการอาเจียน ปวดท้อง ท้องเสีย โดยทั่วไปไม่มีไข้ อาการของโรคเกิดหลังจากบริโภคอาหารไปแล้ว 6 – 15 ชั่วโมง แต่ส่วนใหญ่จะอยู่ระหว่าง 12 – 13 ชั่วโมง และอาการอาเจียน (emetic หรือ vomiting type) *B. cereus* บางสายพันธุ์จะสร้างสารพิษ emetic toxin ชนิดของสารพิษเป็น cyclic peptide ทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ครั่นเนื้อครั่นตัว ระยะเวลาเพาะตัว 0.5 – 5 ชั่วโมง ส่วนระยะเกิดโรคตั้งแต่ 6 – 24 ชั่วโมง (สวรรณมนท์, 2546) รายงานการดื้อต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อนี้พบว่า มีการดื้อต่อยากลุ่ม β-Lactamase (Fenselau *et al*, 2008) ดื้อต่อยาแบคซิตราซิน (Bacitracin), อิริโทรมัยซิน (Erythromycin), เพนิซิลิน (Penicillin) และ สเตรปโตมัยซิน (Streptomycin) (Jansen *et al*, 2001) ดื้อต่อยา อะม็อกซีซิลลินผสมกรดคลาวูลานิก (Amoxicillin-Clavulanic acid), เซฟโฟแทกซิม

(Cefotaxime), อิริโทรมัยซิน, เพนิซิลิน และ เตตราไซคลิน (Tetracycline) (Turmbull *et al*, 2004) และดื้อต่อยา อะม็อกซีซิลลิน (Amoxicillin), แอมพิซิลลิน (Ampicillin), เซฟไตรอะโซน (Ceftriaxone), เพนิซิลิน และ ออกซาซิลลิน (Oxacillin) (Luna *et al*, 2007) การใช้ยาต้านจุลชีพอย่างไม่ถูกต้องย่อมส่งผลกระทบในวงกว้างต่อ ตัวสัตว์ ผู้เลี้ยง ผู้บริโภค อันจะนำมาซึ่งปัญหาที่มีการกล่าวถึงกันอย่างแพร่หลาย คือ ปัญหาเชื้อดื้อยาและปัญหายาต้านจุลชีพตกค้างในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ โดยสามารถ ก่อให้เกิดความเสียหายในเชิงสุขภาพอนามัย การใช้ยาต้านจุลชีพในสัตว์ยังก่อให้เกิดการตกค้างของยาในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ เช่น น้ำนม และไข่ ได้ ทั้งยังสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ได้แก่ เกิดอาการข้างเคียง ของยา เกิดการแพ้ยา เช่น ยาในกลุ่มเพนิซิลิน (Penicillins) เนื่องจากยาปฏิชีวนะที่ใช้ในสัตว์นั้นส่วนใหญ่แล้ว เป็นยาในกลุ่มเดียวกับที่ใช้ในคน เช่น ยากลุ่มเตตราไซคลิน (Tetracyclines) ยากลุ่มแมคโครไลด์ (Macrolides) ยากลุ่มเพนนิซิลิน (Penicillins) ยากลุ่มซัลโฟนาไมด์ (Sulfonamides) และยากลุ่มฟลูออโรควิโนโลน (Fluoroquinolones) ยาบางชนิด เป็นชนิดเดียวกับที่ใช้ในคน ได้แก่ อิริโทรมัยซิน , ลินโคมัยซิน (Lincomycin) และ เตตราไซคลิน เป็นต้น (ใจพร, 2557) มีการรายงานการศึกษาการดื้อยาปฏิชีวนะของเชื้อ พบว่า *B. cereus* ดื้อต่อยากลุ่ม บีตา-แลคแทม (β-lactam) และ ไตรเมโธพริม-ซัลฟาเมธอกซาโซล (trimethoprim-sulphamethoxazole) ดื้อต่อยา แบคซิตราซิน, อิริโทรมัยซิน, เพนิซิลิน และ สเตรปโตมัยซิน ดื้อต่อยา นิซาพลิน (Nisaplin) ที่ 5000 IU คิดเป็น 60% ดื้อต่อยา อะม็อกซีซิลลินผสมกรดคลาวูลานิก เซฟโฟแทกซิม, อิริโทรมัยซิน, เพนิซิลิน และ เตตราไซคลิน และดื้อต่อยา อะม็อกซีซิลลิน, แอมพิซิลลิน, เซฟไตรอะโซน, เพนิซิลิน และ ออกซาซิลลิน (ซูฮัยลา, 2552)

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความต้านทานต่อยาต้านจุลชีพของเชื้อ *B. cereus* ที่แยกได้

วิธีการศึกษา

การเก็บตัวอย่างนมสด

ตัวอย่างนมสดจากโรงเรียน ทั้งหมด 98 ตัวอย่าง จากโรงเรียนจำนวน 25 โรงเรียน ในเขตอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี โดยเก็บตัวอย่างในระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2556 ตัวอย่างถูกเก็บไว้ที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส และตรวจตัวอย่างภายใน 12 ชั่วโมง

การแยกเชื้อ

1. ปิเปตตัวอย่างนมสด ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Mannitol-Egg Yolk-Polymyxin (MYP) ตัวอย่างละ 2 จาน ทำการเกลี่ย (Spread) ให้กระจายทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 -72 ชั่วโมง

2. ตรวจสอบโคโลนีที่ขึ้นภายในจานเลี้ยงเชื้อโดยเลือกโคโลนีที่มีลักษณะสีชมพู มีโซนขาวขุ่นรอบโคโลนี โดยเลือกจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนโคโลนีตั้งแต่ 15 -150 โคโลนี ไว้เพื่อใช้ทดสอบในขั้นต่อไป โดยเลือกมาทดสอบ 5 โคโลนี

การทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของ *B. cereus* (ดัดแปลงจาก Lattuada and McClain, 1998)

เลือกโคโลนีบนอาหาร Mannitol egg-yolk phenol red polymyxin (MYP) agar ที่มีลักษณะสีชมพู มีโซนสีขาวขุ่นรอบโคโลนี 5 โคโลนี มาทดสอบด้วยการย้อมสีแกรม และทดสอบทางชีวเคมี คือ Catalase test Motility test

Nitrate reduction test Modified Voges-Proskauer test Rhizoid growth และ Hemolytic test ดังแสดง Table 1 เทียบผลกับแบคทีเรียอ้างอิง *B. cereus* TISTR 687

Table 1 Physiological and biochemical characteristics of *Bacillus cereus*

Characteristics	Results
Gram stain	Positive
Catalase test	Positive
Motility test	Positive
Nitrate reduction test	Positive
Modified Voges-Proskauer test	Positive
Rhizoid growth	Negative
Hemolytic test	Beta-hemolysis

การทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะบางชนิด

นำเชื้อบริสุทธิ์ที่ถูกทดสอบแล้วว่าเป็น *B. cereus* มาทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะ ด้วยวิธี disc diffusion method (ดัดแปลงจาก CLSI, 2012) โดยเขี่ยเชื้อที่อยู่บนอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด Mannitol Egg Yolk Polymyxin Agar (MYP) ใส่ลงหลอดทดลองที่มี Phosphate Buffer Saline (PBS) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร แล้วทำการปรับความขุ่นให้ได้เทียบเท่ากับสารละลายมาตรฐานของ 0.5 McFarland standard หลังจากนั้น ปิเปตเชื้อบริสุทธิ์ ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร ใส่ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ Meuller – Hinton agar แล้วทำการ Spread plate ให้ทั่วผิวอาหารเลี้ยงเชื้อจนกว่าจะแห้งสนิท ให้ตั้งทิ้งไว้ไม่เกิน 10 นาที แล้วนำ sensitivity disc ของยาปฏิชีวนะทั้ง 8 ชนิด ได้แก่ อะมิคาซิน (Amikacin) เข้มข้น 30 ไมโครกรัม อะม็อกซีซิลลินผสมกรดคลาวูลานิก (Amoxicillin mixed with Clavulanic acid) เข้มข้น 30 ไมโครกรัม คลอแรมเฟนิคอล (Chloramphenicol) เข้มข้น 30 ไมโครกรัม คลินดามัยซิน (Clindamycin) เข้มข้น 2 ไมโครกรัม เจนตามัยซิน (Gentamicin) เข้มข้น 10 ไมโครกรัม นอร์ฟล็อกซาซิน (Norfloxacin) เข้มข้น 10 ไมโครกรัม ออกซาซิลลิน (Oxacillin) เข้มข้น 1 ไมโครกรัม และเตตราไซคลิน (Tetracycline) เข้มข้น 30 ไมโครกรัม มาวางบนผิวอาหารเลี้ยงเชื้อดังกล่าวแล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37±1 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

การตรวจผลความไวต่อยาปฏิชีวนะของเชื้อ *B. cereus* จะใช้การวัดขนาดของ inhibition zone หรือ clear zone คือบริเวณที่ยาปฏิชีวนะแพร่กระจายไปยับยั้งหรือทำลายเชื้อเกิดเป็นวงใสรอบ sensitivity disc โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของ inhibition zone แล้วนำไปเปรียบเทียบกับตารางมาตรฐานการเปรียบเทียบความไวต่อยาปฏิชีวนะของ Oxoid (England) แล้วแปรผลเป็นเชื้อที่มีความไวต่อการถูกทำลาย (sensitivity) อยู่ระหว่างการดื้อยาและความไวต่อการถูกทำลาย (intermediate) หรือดื้อต่อยา (resistance)

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการตรวจวิเคราะห์นมสดจากโรงเรียนในเขตจังหวัดชลบุรีทั้งหมด 98 ตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่า 24.48% (24/98) ของตัวอย่างมีเชื้อ *B. cereus* มีการศึกษารายงานว่านมผงในประเทศชิลีร้อยละ 45.90 มีสปอร์ *B. cereus*

ปนเปื้อนที่ระดับ 3.0-10^4/g (ศิริโฉม, 2551) และพบการปนเปื้อนของเชื้อ *B. cereus* ในนมยูเอชทีของประเทศบราซิล (Pacheco-Sanchez *et al*., 2007) และเนื่องจาก *Bacillus* สร้างสปอร์ที่ทนความร้อนได้จึงรอดชีวิตในระหว่างการแปรรูปอาหารหรือสปอร์อาจปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์หลังการแปรรูปและเมื่อสภาวะเหมาะสมสปอร์จะงอกเป็นเซลล์และเจริญเพิ่มจำนวนทำให้อาหารเน่าเสียหรือเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (ศิริโฉม, 2551)

เมื่อนำเชื้อ *B. cereus* มาทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะจำนวน 8 ชนิด ได้แก่ อะมิคาซิน อะม็อกซีซิลลินผสมกรดคลาวูลานิก คลอแรมเฟนิคอล คลินดามัยซิน เจนตามัยซิน นอร์ฟล็อกซาซิน ออกซาซิลลิน และเตตราไซคลิน ผลความไวต่อยาปฏิชีวนะดังแสดง Table 2 เพื่อนำข้อมูลที่ได้ใช้เป็นแนวทางในการเฝ้าระวังการปนเปื้อนหรือการเพิ่มจำนวนของ B. cereus ในระหว่างการผลิต การขนส่ง การเก็บรักษานมโรงเรียนรวมทั้งเป็นแนวทางในการเฝ้าระวังการปนเปื้อนหรือเพิ่มจำนวนของ B. cereus ในระหว่างการผลิต การขนส่ง การเก็บรักษานม รวมทั้งเป็นแนวทางในการรักษาผู้ป่วยต่อไป ทั้งนี้มีรายงานการศึกษาการดื้อยาปฏิชีวนะของเชื้อ *B. cereus* โดยพบว่าเชื้อชนิดนี้ไวต่อยาคลอแรมเฟนิคอล อิริโทรมัยซิน เจนตามัยซิน กานามัยซิน กรดนาลิดิสิค สเตรปโตมัยซิน และ ซัลฟาเมททอกซาโซล-ไตรเมธโธพริม แต่ดื้อต่อยา เพนิซิลลิน (Wong *et al*., 1987) ดื้อต่อยา อะม็อกซีซิลลินผสมกรดคลาวูลานิก 60% และเตตราไซคลิน 6% (Turmbull *et al*., 2004) ดื้อต่อยา อะม็อกซีซิลลิน แอมพิซิลลิน อิริโทรมัยซิน เพนิซิลลิน และออกซาซิลลิน (Luna *et al*., 2007) ดื้อต่อยา ออกซาซิลลิน และแอมพิซิลลิน (สมหวัง, 2546) และมีการศึกษาเกี่ยวกับความไวของยาปฏิชีวนะต่อ *B. cereus* พบว่าเชื้อไวต่อยา เจนตามัยซิน และไซโปรฟลอกซาซิน 100% (Turmbull *et al*., 2004) ไวต่อยา เจนตามัยซิน และแวนโคมัยซิน (Güven *et al*., 2006) และไวต่อยา นอร์ฟล็อกซาซิน คลอแรมเฟนิคอล เตตราไซคลิน และเจนตามัยซิน (สมหวัง, 2546) เนื่องจากเจนตามัยซินออกฤทธิ์ต่อการสร้างโปรตีนของเชื้อแบคทีเรียเหมือนยาในกลุ่มอะมิโนไกลโคไซด์ตัวอื่นแต่ยานี้จะมีขอบเขตการออกฤทธิ์กว้างกว่ายาในกลุ่มอะมิโนไกลโคไซด์ตัวอื่นๆ กล่าวคือยานี้จะออกฤทธิ์ได้ดีต่อเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกหลายชนิดด้วย เตตราไซคลินยับยั้งการสร้างโปรตีนของเซลแบคทีเรียที่กำลังเจริญเติบโตและแบ่งเซล โดยยาจะไปเกาะกับส่วน 30S ribosome subunit ของ 70S ribosome (กมลชัย, 2547)

Table 2 Antimicrobial susceptibility of 24 isolates of *Bacillus cereus*

Antimicrobial disc (ug)	Sensitive(%)	Intermediate(%)	Resistant(%)
Amikacin (30)	23(95.83)	1(4.16)	0
Amoxycillin+Clavulanic acid (20+10)	11(45.83)	0	13(54.16)
Chloramphenicol (30)	5(20.83)	4(16.66)	15(62.50)
Clindamycin (2)	17(70.83)	3(12.50)	4(16.66)
Gentamicin (10)	24(100)	0	0
Norfloxacin (10)	22(91.66)	2(8.33)	0
Oxacillin (1)	8(33.33)	1(4.26)	15(62.50)
Tetracycline (30)	24(100)	0	0

สรุป

จากการเก็บตัวอย่างนมสดจากโรงเรียนในเขตจังหวัดชลบุรีทั้งหมด 98 ตัวอย่าง พบว่า 24.48% (24/98) ของตัวอย่างมีเชื้อ *B. cereus* เมื่อนำเชื้อ *B. cereus* มาทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะจำนวน 8 ชนิด ได้แก่ อะมิคาซิน อะม็อกซีซิลลินผสมกรดคลาวูลานิก คลอแรมเฟนิคอล คลินดามัยซิน เจนตามัยซิน นอร์ฟล็อกซาซิน ออกซาซิลลิน และเตตราไซคลิน พบว่า *B. cereus* ที่แยกได้ทั้งหมดไวต่อ เจนตามัยซินและเตตราไซคลิน ไวต่อ อะมิคาซิน 95.83% นอร์ฟล็อกซาซิน 91.66% คลินดามัยซิน 70.83% อะม็อกซีซิลลินผสมกรดคลาวูลานิก 45.83% ออกซาซิลลิน 33.33% และคลอแรมเฟนิคอล 20.83% ดื้อต่อยา คลอแรมเฟนิคอล 62.50% ออกซาซิลลิน 62.50% อะม็อกซีซิลลินผสมกรดคลาวูลานิก 54.16% และคลินดามัยซิน 16.66% จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า สามารถพบเชื้อ *B. cereus* ที่ต้านทานต่อยาต้านจุลชีพ ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาในทางสาธารณสุขได้ในวงกว้าง

จากผลการตรวจพบเชื้อ *B. cereus* ในนมสดจากโรงเรียนของการศึกษานี้ มีความเป็นไปได้ว่าการควบคุมอุณหภูมิขณะขนส่งและการเก็บรักษานมโรงเรียน อาจไม่มีความเหมาะสม เพื่อเป็นการควบคุมปริมาณเชื้อ *B. cereus* ให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค คณะผู้ทำการศึกษาจึงมีข้อเสนอแนะว่า จึงควรควบคุมอุณหภูมิระหว่างขนส่งและการเก็บรักษาให้เหมาะสม โดยการเก็บรักษา นมพาสเจอร์ไรส์ควรเก็บในตู้เย็น ที่ควบคุมอุณหภูมิ ไม่เกิน 5 องศาเซลเซียส ถังแช่ ไม่ควรเกิน 8 องศาเซลเซียส ส่วนนมยูเอชที ต้องไม่เก็บในที่ร้อนหรือโดนแดด ไม่วาง ซ้อนกันจนสูงเกินไปควรวางกล่องผลิตภัณฑ์ให้เป็นระเบียบในแนวตั้งและสูง ไม่เกิน 1 เมตร รักษาความสะอาดบริเวณที่เก็บนมเสมอ และมีมาตรการ ป้องกันหนู มด และ แมลงต่าง ๆ

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออกที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย สำนักงานวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยที่ให้ความอนุเคราะห์เชื้อมาตรฐานในการทำวิจัยและขอบพระคุณ สัตวแพทย์หญิงกนกวรรณ สิงห์อาษา สัตวแพทย์หญิงธาริณี ทับทิม และ นางสาวสิริกัญญ์ กาหยี ที่ช่วยลงเก็บตัวอย่างในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กมลชัย ตรงวานิชนาม. 2547. การใช้ยาต้านจุลชีพในสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 216 หน้า.

กรรณิกา คุณสมบัติ และอดิศร เสวตวิวัฒน์. 2554. การปนเปื้อนของ Cronobacter sakazakii ในกระบวนการรับน้ำนมดิบของศูนย์รับนม. วารสารอุตสาหกรรมเกษตรพระจอมเกล้า 3(2) : 53-63

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2557. ตรวจคุณภาพนมโรงเรียน เพื่อเด็กไทย. [online]. เข้าถึงจาก http://www.moph.go.th/ops/iprg/include/admin_hotnew/show_hotnew.php?idHot_new=56550 : 2557

กระทรวงสาธารณสุข. 2557. กรณีพบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในโปรตีนเข้มข้นจากหางนมของประเทศนิวซีแลนด์. [online]. เข้าถึงจาก http://www.fda.moph.go.th/www_fda/data_center/ifm_mod/nw/ : 2557

จิราวรรณ อุ่นเมตตาอารี ประเวทย์ ตุ้ยเต็มวงศ์ ฆรณี ตุ้ยเต็มวงศ์ อรุณี สาระยา และมาลิน จุลศิริ. 2540. การตรวจหาเชื้อ Escherichia coli O157:H7 ในน้ำนมดิบและเนื้อหมูบด. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: 281-286

ใจพร พุ่มคำ. 2557. อาหาร(ไม่)ปลอดภัย. [online]. เข้าถึงจาก http://journal.fda.moph.go.th/journal/032555/02.pdf: 2557

ซูฮัยลา ดอละ. 2552. ฤทธิ์ของสารสกัดจากใบกระทุ่มต่อเชื้อ *Bacillus cereus* ที่แยกได้จากอาหาร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ธิดา กันสุวีโร. 2556. นมรส…ขม. [online]. เข้าถึงจาก http://www.foodsafetymobile.org/category/F563145.pdf/ : 2556

เวณิกา เบ็ญจพงษ์ เรณู ทวิชาติวิทยากุล และนริศรา ม่วงศรีจันทร์. 255. มารักษาคุณภาพนมโรงเรียนกันเถอะ ฉบับโรงเรียน [online]. เข้าถึงจาก http://newsser.fda.moph.go.th/food/file/BenefitAdmin/SchoolMilk/Quality_milk_manual(School).pdf : 2557

ศิริโฉม ทุ่งเก้า. 2551. คุณภาพทางจุลชีววิทยาของหมึกแห้งปรุงรสพร้อมบริโภคที่จำหน่ายปลีกในตลาดหนองมน ชลบุรี. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45: สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : 750-755.

สมหวัง จรรยาขันติกุล. 2546. การตรวจหายีน enterotoxin จากเชื้อ *Bacillus cereus* โดยเทคนิคปฏิกิริยาลูกโซ่โพลิเมอเรส. วิทยานิพนธ์ เภสัชศาสตรมหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยมหิดล.

สวรรณมนท์ เหล็กเพ็ชร์. 2546. การเจริญและการอยู่รอดของสแตฟฟิโลคอคคัส ออเรียส และ บาซิลลัส ซีเรียส เซลล์และสปอร์ในก๋วยเตี๋ยวแช่เย็นและแช่แข็ง. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุดสายชล หอมทอง. 2554. การแพร่กระจายของ *Staphylococcus aureus* และ *Bacillus cereus* ในซูชิ. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 16 (2554) 1 : 69-76.

สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2557. การปนเปื้อน *Bacillus cereus* ในเครื่องดื่ม บรรจุภาชนะที่ปิดสนิท. [online]. เข้าถึงจาก http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_food/a_fd_4_00t.asp? info_id=545 : 2557

CLSI. 2012. Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial disk and dilution susceptibility tests for bacteria isolated from animals;approved standard. (3rd) : M31-A3.

Fenselau, C., Havey C., Teerakulkittipong N., Swatkoski S., Laine O., and Edward N. 2008. Identification of B-Lactamase in Antibiotic-Resistant *Bacillus cereus* Spores. Applied and Environmental Microbiology. 74(3). p.904-906.

Güven, K., Mutlu, M.B., and Avci, O. 2006. Incidence and characterization of *Bacillus cereus* in meat and meat products consumed in Turkey. J. Food Safety. 26: 30-40.

Jensen, L.B., Baloda, S., Boye, M. and Aarestrup, F.M. 2001. Antimicrobial resistance among *Pseudomonas* spp. And the *Bacillus cereus* group isolated from Danish agricultural soil. J. Environ Int. 20: 581-587.

Lattuada, C.P. and McClain, D. 1998. Examination of Meat and Poultry Products for *Bacillus cereus*. In USDA/FSIS Microbiology Laboratory Guidebook. (3rd Ed). : 12-1-12-6.

Luna, V.A., King, D. S., Gulledge, J., Cannons, A.C., Amuso, P.T. and Cattani, J. 2007. Susceptibility of *Bacillus anthracis, Bacillus cereus, Bacillus mycoides, Bacillus pseudomycoides* and *Bacillus thuringiensis* to 24 antimicrobials using Sensititre® automated microbroth dilution and Etest® agar gradient diffusion methods. J. Antimicrob Chemother. 22: 1-13.

Pacheco-Sanchez, P.C.,and Massaguer, R.P. 2007. *Bacillus cereus* in Brazilian Ultra-high temperature milk. Sci. Agric. 64: 152-161.

Turmbull, P.C.B., Sirianni, N.M. and LeBron, C.I. 2004. MICs of Selected Antibiotics for *Bacillus anthracis, Bacillus cereus, Bacillus thuringiensis,* and *Bacillus mycoides* from a Range of Clinical and Environmental Sources as Determined by the Etest. J Clin Microbiol. 42: 3626-3634.

Wong, H., Chang, M. and Fan, J. 1987. Incidence and Characterization of *Bacillus cereus* Isolates Contaminating Dairy Products. Appl. Environ. Microbiol. 54: 699-702.

คุณค่าทางโภชนาการและกรดอะมิโนในสาหร่าย *Nostoc commune* Voucher ก่อนการผ่านกรรมวิธีไฮโดรไลเซท

Nutritional Values and Amino Acids in Algae, *Nostoc commune* Voucher Before Hydrolysis Process

อุไรวรรณ วัฒนกุล[1*] และ วัฒนา วัฒนกุล[1]

Uraiwan wattanakul[1*] and Wattana wattanakul[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการบางประการ กรดอะมิโน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสาหร่าย *Nostoc commune* Voucher ที่ทำการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ ก่อนการนำไปผ่านกรรมวิธีไฮโดรไลเซท โดยการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน เถ้า ไขมัน สารแอนโธไซยานิน และกรดอะมิโนในตัวอย่าง ผลการวิจัย พบว่าคุณค่าทางโภชนาการในสาหร่ายดังกล่าวต่อน้ำหนักฐานแห้งปริมาณ 100 กรัม มีปริมาณความชื้นร้อยละ 15.50 ปริมาณโปรตีนร้อยละ 18.53 ปริมาณเถ้าร้อยละ 9.14 ปริมาณไขมันร้อยละ 1.50 ปริมาณสารแอนโธไซยานิน มีค่า 16.77 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักสด และร้อยละของการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH เท่ากับ 12.9 เมื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโนในสาหร่ายน้ำหนักสด พบจำนวน 16 ชนิด จัดเป็นกรดอะมิโนจำเป็น จำนวน 8 ชนิด กรดอะมิโนที่พบในปริมาณสูง ได้แก่ Cystine, Alanine, Glutamic acid, Aspartic acid ,Isoleucine , Glycine , Serine และ Leucine ตามลำดับ แต่ไม่พบกรดอะมิโนจำเป็นชนิด ฮีสติดีน ในสาหร่ายชนิดนี้

คำสำคัญ : คุณค่าทางโภชนาการ กรดอะมิโน ไฮโดรไลเซท สาหร่าย *Nostoc commune* Voucher

Abstract

This research aims to study some nutritional values, amino acids and radical scavenging activity of algae, *Nostoc commune* Voucher by laboratory cultured before hydrolysated processing. Nutritional values analyzed including moisture content, protein, ash content, fat, anthocyanin compound and amino acids profile. The results showed that algae, *Nostoc commune* Voucher amount 100 grams dry weight had percentage of moisture content, protein, ash content, lipid were 15.50, 18.53, 9.14, 1.50 respectively. Anthocyanin content was 16.77 milligram/gram fresh weight. The percentage of inhibition DPPH radical scavenging was 12.9. Amino acid profiles in fresh weight found 16 amino acids divided to 8 essential amino acids. Highly quantities included Cystine, Alanine, Glutamic acid, Aspartic acid ,Isoleucine , Glycine , Serine and Leucine, respectively. While, not found Histidine; essential amino acid, in these algae.

Keywords: nutritional values , amino acid , Hydrolysate, algae; *Nostoc commune* Voucher

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วข. ตรัง จ. ตรัง 92150

[1] Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang

* Corresponding author. E-mail : uraiwan16@gmail.com

บทนำ

สาหร่ายและผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายมีบทบาทในชีวิตประจำวันและเศรษฐกิจของประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เพราะสาหร่ายประกอบด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ (กาญจนภาชน์, 2527) ส่วนญี่ปุ่นใช้สาหร่ายทะเลเป็นอาหารมาก โดยใช้ในรูปผัก เครื่องปรุงรส เครื่องเคียง ห่อซูชิ นอกจากนั้นยังนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อาหาร ยา และเครื่องสำอาง ฯลฯ (Burtin, 2003) การบริโภคสาหร่ายจึงส่งผลดีต่อสุขภาพ สำหรับประเทศไทยพบสาหร่ายได้ทั่วไปบริเวณภาคใต้ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยและอันดามัน ซึ่งสาหร่ายมีสัดส่วนของคุณค่าทางอาหารแตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่ม สารอาหารที่พบเจอในสาหร่ายได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโนจำเป็น กรดไขมันจำเป็น เยื่อใย วิตามินและแร่ธาตุ ซึ่งให้ปริมาณสูงกว่าพืชอาหารที่ปลูกทั่วไป (Burtin, 2003) สาหร่ายกลุ่มสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวดังเช่น สาหร่ายนอสตอค (*Nostoc* spp.) เป็นสาหร่ายน้ำจืดอีกชนิดหนึ่งที่นิยมมากและมีการบริโภคในหลายประเทศ โดยเฉพาะ *Nostoc commune* จัดเป็นสาหร่ายที่น่าสนใจสำหรับการนำมาใช้ประโยชน์ทั้งในอาหารมนุษย์และในอาหารสำหรับสัตว์น้ำ โดยอาภารัตน์ (2546) รายงานถึงคุณค่าทางอาหารของสาหร่าย *N. commune* ว่ามีโปรตีนที่จำเป็นต่อร่างกายมนุษย์ครบทั้งหมด มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและมีปริมาณเยื่อใยค่อนข้างสูง สอดคล้องกับการศึกษาของ Chu and Tsang (1988) ที่วิเคราะห์หาสารอาหารในสาหร่าย *N. commune* ที่ปักกิ่ง และเจียงสู พบว่าให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนค่อนข้างสูงเช่นเดียวกัน แต่สาหร่ายประกอบด้วยสารโพลีแซคคาไรด์ และไฟเบอร์ชนิดไม่ละลายน้ำปริมาณมาก ซึ่งย่อยในระบบทางเดินอาหารได้น้อย การบริโภคสาหร่ายในรูปสดหรือปรุงอาหาร ทำให้ร่างกายรับสารอาหารชนิดอื่นๆ ที่มีในสาหร่ายน้อย ดังนั้นการแปรรูปสาหร่ายให้อยู่ในรูปโปรตีนไฮโดรไลเซท นอกจากจะทำให้ได้สารอาหารที่มีประโยชน์ เช่น โปรตีน เปปไทด์ กรดอะมิโนจำเป็น และแร่ธาตุจำนวนมากแล้ว โปรตีนไฮโดรไลเซทยังให้กลิ่นรสที่ดีแก่อาหารและสามารถใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสได้อีกด้วย (Levinson and Basa, 1976)

สารแอนโทไซยานิน (anthocyanins) เป็นรงควัตถุที่อยู่ในกลุ่มสารประกอบฟลาโวนอยด์ พบในผลไม้ เช่น แอปเปิล กระเจี๊ยบ องุ่น ทับทิม และผลไม้ประเภทเบอร์รี่ เป็นต้น ละลายน้ำได้ จะมีสีแดง มีสมบัติเป็นสารแอนติออกซิแดนต์ ช่วยลดความเสี่ยงการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน โรคมะเร็ง ชะลอความแก่ บำรุงสมอง และลดระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยโรคเบาหวานได้อีกด้วย (Zhao, C. *et al*., 2004) ทั้งนี้ ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) เป็นสารประกอบฟินอลิก ประเภทโพลีฟีนอล มีสูตรโครงสร้างทางเคมีเป็นวงแหวนอะโรมาติก ส่วนใหญ่มักพบอยู่รวมกับน้ำตาลในรูปของสารประกอบไกลโคไซด์ (Glycoside) ได้แก่ flavonol, flavonone, flavone, isoflavone, flavonol catechin, anthocyanins จากรายงานของปริญญา และอมรรัตน์ (2556) ศึกษาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดของสารสกัดจากสาหร่ายในตัวทาละลายเอทานอล พบว่าสารสกัดสาหร่ายเทา สาหร่ายไกและสาหร่ายเห็ดลาบ (Nostoc Commune) มีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (TFC) 4.59, 4.99 และ 2.66 mg QE/1g สารสกัดตามลำดับ

ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงทำการเพาะเลี้ยงสาหร่าย *N. Commune* ในห้องปฏิบัติการและนำมาตรวจสอบหาคุณค่าทางอาหาร กรดอะมิโน สารต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารแอนโทไซยานิน ในตัวอย่างสด เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นก่อนการผ่านกรรมวิธีไฮโดรไลเซท คาดว่าผลการวิจัยเบื้องต้นจะนำไปสู่การพัฒนาการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายชนิดนี้เพิ่มมากขึ้น

วิธีการศึกษา

การเตรียมตัวอย่างสาหร่ายและศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ

การเตรียมเชื้อสาหร่ายเริ่มต้น

นำหัวเชื้อสาหร่ายจากหลอด Stock นำไปเลี้ยงในอาหารสูตร BG-11 ในฟลาสก์ขนาด 250 มิลลิลิตร (aseptic technique) โดยเติมอาหารปริมาตร 100 มิลลิลิตร นำไปวางบนเครื่องเขย่าเลี้ยงสาหร่าย ความเร็ว 150 รอบต่อนาที โดยให้ความเข้มแสง 1,000 ลักซ์ จากหลอดฟรอเรสเซนต์ ช่วงรับแสงมืด : สว่าง; 12 : 12 ชั่วโมง (Guan, *et al*., 2004) ที่อุณหภูมิ 28±1°C เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ดัดแปลงมาจาก Kim *et al*., 2006 และ Kawaguchi *et al*., 2001 เมื่อได้ความหนาแน่นของเชื้อเพียงพอ นำเชื้อไปขยายต่อใน ฟลาสก์ 500 มิลลิลิตร ที่บรรจุอาหารปริมาตร 200 มิลลิลิตร แล้วนำไปเลี้ยงที่สภาวะเหมือนเดิม จนได้ปริมาตรของเชื้อเพียงพอสำหรับการทดลองขั้นต่อไป

การเตรียมตัวอย่างเพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ

นำสาหร่ายที่ได้มาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปา แล้วอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง บดให้ละเอียด ด้วยเครื่อง hammer mill ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 40 เมซ จากนั้นบรรจุในถุงสุญญากาศ เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำกากสาหร่ายที่ได้มาวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ กรดอะมิโน ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และสารแอนโทไซยานิน ดังนี้

วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ตามวิธีการ A.O.A.C., 2000 ดังนี้

- ปริมาณความชื้นตามวิธีของ Loss on drying at 135 องศาเซลเซียส (A.O.A.C., 2000)
- ปริมาณเถ้า (A.O.A.C., 2000)
- ปริมาณโปรตีนตามวิธีของ Kjeldahl method (A.O.A.C., 2000)
- ปริมาณไขมันตามวิธีของ Soxhlet extraction method (A.O.A.C., 2000)
- ชนิดและปริมาณกรดอะมิโน ส่งวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาสงขลา ตามวิธีการ In house method on Journal of Assoc.Off.Anal.Chem.Vol 72.No.6 (1989)

วิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน ตามวิธีการของ Abdel-Aal and Hucl (1999) ดังนี้

โดยการสกัดตัวอย่างในสารละลาย 1.0 N HCl และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 nm ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น UV-1601 spectrophotometer ยี่ห้อ shimadzu

วิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH radical scavenging assay (Murakami *et al*., 2004)

ทดสอบความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) โดยสกัดตัวอย่างใน 80% ethanol ทำปฏิกิริยากับสารละลาย 0.8 mM DPPH และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 nm ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รุ่น UV-1601 spectrophotometer ยี่ห้อ shimadzu นำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบหาค่าเฉลี่ยของข้อมูล จำนวน 3 ซ้ำ

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

คุณค่าทางโภชนาการของสาหร่าย *N. Commune*

นำสาหร่ายสด และสาหร่ายหลังอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง มาทำการหาปริมาณความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน (A.O.A.C., 2000) แอนโธไซยานิน (Abdel-Aal and Hucl ., 1999) รวมถึงความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH (Murakami *et al*. 2004) โดยทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ ได้ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 1

Table 1 nutritional values of algae *Nostoc commune Voucher* (dry weight)

nutritional values	Amount (%)
Moisture	15.50±0.32
Ash	9.14±0.14
protein	18.53±0.19
Fat	1.50±0.03

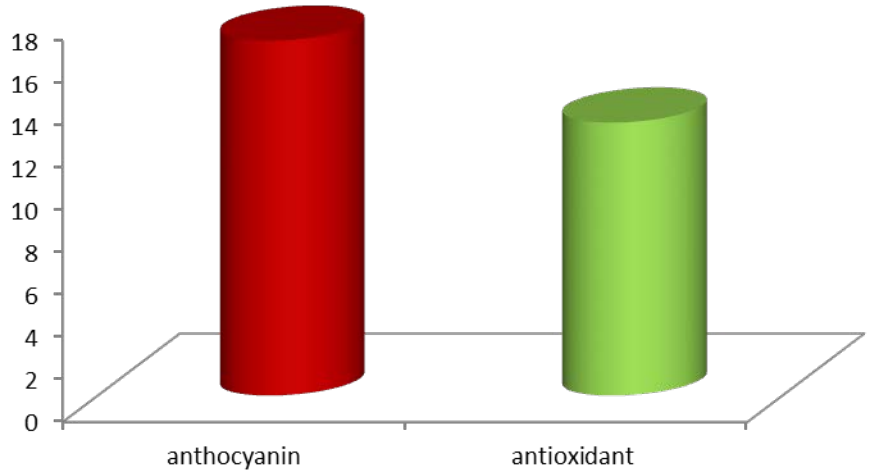


Figure 1 Anthocyanin content and antioxidant activity of algae *Nostoc commune Voucher* (wet weight)

Table 2 Amino acids profiles and nutritional values of algae, *Nostoc commune* Voucher (wet weight)

list (unit)	Algae; *Nostoc commune* Voucher
Moisture (g/ 100 g wet weight)	90.62+0.85
protein (g / 100 g wet weight)	6.34+0.23
Ash (g / 100 g wet weight)	0.69+0.11
Fat (g / 100 g wet weight)	0.05+0.01
amino acids (mg/100 g wet weight)	
Alanine	190.00
Arginine	0.00
Aspartic acid	150.00
Cystine	200.00
Glutamic acid	190.00
Glycine	130.00
Histidine	0.00
Isoleucine	150.00
Leucine	120.00
Lysine	80.00
Methionine	70.00
Phenylalanine	70.00
Proline	90.00
Serine	120.00
Threonine	90.00
Tryptophan	20.00
Tyrosine	110.00
Valine	90.00

ผลการทดลองในสาหร่ายแห้ง หลังอบ (ตารางที่ 1) และสาหร่ายสด (ตารางที่ 2) พบว่าปริมาณความชื้นมีค่าร้อยละ 15.50 และ 90.62 ตามลำดับ ใกล้เคียงกับงานทดลองของ อาภารัตน์ (2549) ที่พบว่าสาหร่ายนี้จากแหล่งธรรมชาติมีความชื้น 95-96% เมื่อนำไปอบจนแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ความชื้นจะมีค่า 12.97% ความชื้นดังกล่าวสามารถเก็บตัวอย่างสาหร่ายที่อุณหภูมิต่ำได้นานกว่าสาหร่ายสด ส่วนปริมาณเถ้ามีค่าเท่ากับร้อยละ 9.14 และ 0.69 ตามลำดับ เช่นเดียวกับ รายงานปริมาณเถ้าในสาหร่ายแห้งของอาภารัตน์ (2549) ที่มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 9.89-16.20% ที่ความชื้น 1.10-12.97% และใกล้เคียงกับค่าการวิเคราะห์เถ้าของสาหร่ายนี้ในประเทศจีนที่มีค่า 0.60-15.20% ที่ความชื้น 8.40-14.90% แสดงให้เห็นว่าสาหร่ายในแต่ละแหล่งมีปริมาณสารอาหารและแร่ธาตุไม่แตกต่างกัน ซึ่งปริมาณเถ้าสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของอาหารและผลิตภัณฑ์อาหารได้ ส่วนปริมาณโปรตีนมีค่าเท่ากับร้อยละ 18.53 และ 6.34 ตามลำดับ ต่ำกว่าการวิเคราะห์ในสาหร่ายแห้งของ อาภารัตน์ (2549) ที่ให้ค่า

เท่ากับร้อยละ 20.84 (ความชื้นร้อยละ 12.97) ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณความชื้นต่อปริมาณโปรตีนพบว่าปริมาณโปรตีนแปรผกผันกับค่าความชื้น แปรผันเมื่อมีความชื้นสูง ปริมาณโปรตีนในตัวอย่างจะลดลง เมื่อพิจารณาปริมาณคาร์โบไฮเดรต ซึ่งได้จากการคำนวณ จะพบว่าสาหร่ายที่ทดลองมีคาร์โบไฮเดรต เท่ากับร้อยละ 55.33 แสดงให้เห็นว่าในตัวอย่างสาหร่ายอบแห้ง และสาหร่ายสดมีคุณค่าทางโภชนาการแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับความชื้นและปัจจัยจากการเพาะเลี้ยง แต่คุณค่าทางโภชนาการในสาหร่ายชนิดนี้จัดว่ามีคุณค่าที่ดี เพราะมีโปรตีนสูง ไขมันต่ำ และมีกรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วน เหมาะในการนำไปใช้เป็นอาหารสุขภาพทั้งนี้จากการมีคุณค่าทางโภชนาการเริ่มต้นที่ดี สอดคล้องกับรายงานของ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2548) ศึกษาข้อมูลทางโภชนาการของสาหร่ายเห็ดลาบที่พบในธรรมชาติ พบว่า มีปริมาณโปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์ โดยมีกรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วน มีไขมันต่ำและมีใยอาหารสูงถึง 43 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสาหร่ายที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ พบว่า มีกรดอะมิโนจำเป็นเพิ่มขึ้น แต่มีใยอาหารลดลง 17 เท่า

ปริมาณแอนโทไซยานินและสารต้านอนุมูลอิสระ

ปริมาณแอนโทไซยานิน ในสาหร่ายสด ความชื้นร้อยละ 90.62 มีค่าเท่ากับร้อยละ 16.77 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณสารสีแอนโทไซยานินในตัวอย่างพืช เช่นข้าวที่มีสี จะแสดงค่าอยู่ในช่วง 0.001-6.676 แสดงให้เห็นว่าในตัวอย่างสาหร่ายมีปริมาณสารสีแอนโทไซยานินสูงกว่าในพืชกลุ่มข้าวทั้งที่วิเคราะห์ในตัวอย่างสด แต่มีค่าต่ำกว่าปริมาณแอนโทไซยานินในสารสกัดจากเนื้อเปลือกลูกหว้าในระยะผลสุกที่สกัดด้วย 0.1% HCl ในเมทานอล (นิตยา, 2550) แสดงสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระได้ เมื่อนำมาวิเคราะห์ค่าปริมาณการต้านอนุมูลอิสระ พบว่ามีค่าเท่ากับร้อยละ 12.9 บ่งชี้ว่าสาหร่ายในกลุ่มสีน้ำเงินแกมเขียวมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ เช่นเดียวกับการทดลองของรจนา และคณะ (2550) ที่พบว่าสาหร่ายสไปรูลินามีค่า IC50 อยู่ในช่วง 0.552-2.045 mg/ml ส่วนปริมาณรงควัตถุสารสีในสาหร่ายก็ส่งผลต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ เช่นเดียวกับสารสีในพืชอื่น ดังเช่น Suttajit *et al.* (2006) กล่าวว่าเมล็ดข้าวกล้องสีดำและแดงมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระสูงกว่าเมล็ดข้าวกล้องสีขาว และสอดคล้องกับ Qui *et al* (2002) กล่าวว่า *N. Commune* เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่นิยมนำมาบริโภคเป็นอาหาร และมีสมบัติทางเภสัช กรรมในการลดการอักเสบ และช่วยลดปริมาณอนุมูลอิสระ (Li *et al.*, 2001) และ Chu and Tsang (1998) ทำการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการในสาหร่ายจากมณฑลเจียงซี ประเทศจีน พบว่ามีปริมาณ น้ำ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เถ้า และ เยื่อใย เท่ากับร้อยละ 14.9, 14.6, 58.2, 0.2, 15.2 และ 3.9 ตามลำดับ

ปริมาณกรดอะมิโนในสาหร่าย

นำตัวอย่างสาหร่ายส่งวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโน (ตารางที่ 2) พบว่า ปริมาณกรดอะมิโนในสาหร่ายสด มีจำนวน 16 ชนิด ได้แก่ Cystine, Alanine, Glutamic acid, Aspartic acid ,Isoleucine , Glycine Leucine Serine Tyrosine Proline Threonine Valine Lysine Methionine Phenylalanine และ Tryptophan โดยมีปริมาณเท่ากับ 200 190 190 150 150 130 120 120 110 90 90 90 80 70 70 และ 20 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักสด จัดอยู่ในกลุ่มกรดอะมิโนจำเป็น จำนวน 8 ชนิด กรดอะมิโนที่พบในปริมาณสูง ได้แก่ Cystine, Alanine, Glutamic acid, Aspartic acid ,Isoleucine , Glycine, Leucine และ Serine ตามลำดับ ทั้งนี้จากการวิเคราะห์กรดอะมิโนที่น่าจะมีผลต่อการนำไปผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซต ได้แก่ กรดอะมิโนกลูตามิก พบว่าผลการวิเคราะห์ได้ค่าที่สูง ส่วนกรดอะมิโนจำเป็น ฮีสติดีน ไม่พบในสาหร่ายนี้ ต่างจากงานทดลองของอาภารัตน์ (2549) ที่ทำการวิเคราะห์กรดอะมิ

โนในสาหร่าย *Nostoc commune* ที่ค่าความชื้นร้อยละ 1.10 – 12.97 พบปริมาณกรดอะมิโนจำนวน 17 ชนิด จัดเป็นกรดอะมิโนจำเป็น 9 ชนิด แต่ไม่พบ Cystine ขณะที่จากการวิเคราะห์พบเพียง 16 ชนิด โดยไม่พบ Arginine และ Histidine ซึ่งอาภารัตน์ (2549) พบกรดอะมิโนทั้งสองในปริมาณต่ำ มีค่าเท่ากับ 566.22-1015.52 และ 297.57-886.22 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม โดยสาหร่ายไข่หินที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการด้วยสูตรอาหารที่เหมาะสมพบว่า มีกรดอะมิโนจำเป็นเมไทโอนีน ลูซีน และทริปโตเฟน เพิ่มเป็น 5, 2 และ 3 เท่า ตามลำดับ ในขณะที่มีใยอาหารเพียง 1 ใน 17 ส่วนของตัวอย่างจากแหล่งธรรมชาติ และสาหร่ายสดจากแหล่งธรรมชาติมีความชื้นประมาณ 95-96% อาจเป็นไปได้ว่า เนื่องจากในสาหร่ายสดความชื้นมีค่าร้อยละ 90.62 ส่งผลให้วิธีการวิเคราะห์ตรวจไม่พบกรดอะมิโนที่มีปริมาณน้อย แต่จากการทดลองบ่งชี้ว่าสาหร่ายที่ได้มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีเหมาะในการนำไปเพื่อพัฒนาแปรรูปต่อไป

สรุป

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า คุณค่าทางโภชนาการในสาหร่ายแห้ง และ สาหร่ายสด *N. Commune* ได้แก่ ความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน มีค่าร้อยละ 15.50, 9.14, 18.53, 1.50 และ 90.62, 0.69, 6.34, 0.05 ตามลำดับ ปริมาณสารแอนโทไซยานิน มีค่า 16.77 มิลลิกรัมต่อกรัม และร้อยละการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ในสาหร่ายสด มีค่าเท่ากับร้อยละ 12.9 ส่วนปริมาณกรดอะมิโนในสาหร่ายสด พบจำนวน 16 ชนิด จัดอยู่ในกลุ่มกรดอะมิโนจำเป็นจำนวน 8 ชนิด กรดอะมิโนที่พบในปริมาณสูง ได้แก่ Cystine, Alanine, Glutamic acid, Aspartic acid ,Isoleucine , Glycine, Serine และ Leucine ตามลำดับ ส่วนกรดอะมิโนจำเป็น ฮีสติดีน ไม่พบในสาหร่ายนี้ ดังนั้นการนำสาหร่ายชนิดนี้มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบต่างๆ หรืออาหารเสริมสุขภาพ น่าจะมีความเป็นไปได้สูง รวมถึงการพัฒนาไปเป็นอาหารเสริมโปรตีนในรูปแบบโปรตีนไฮโดรไลเซตที่ร่างกายสามารถนำไปใช้งานได้ดีกว่าเดิม อาจนำไปสู่การพัฒนาการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายชนิดนี้เพิ่มมากขึ้น

คำขอบคุณ

คณะผู้ทำวิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย และได้รับการสนับสนุนจาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณประจำปี 2557

เอกสารอ้างอิง

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2527. สาหร่าย (ALGAE). คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 343 น.

นิตยา เขียวอ่อน. 2550. การศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระในลูกหว้า. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท สาขาวิชาเคมีศึกษา ภาควิชาเคมี. มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อาภารัตน์ มหาขันธ์. 2546. การเพาะเลี้ยงสาหร่ายน้ำจืด. กรุงเทพฯ : ศูนย์จุลินทรีย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 47 หน้า.

อาภารัตน์ มหาขันธ์,อุษา กลิ่นหอม , มยุรี ตั้งธนานุวัฒน์ ,เจษฎา ทิพยะสุขศรี และวัลลภา อรุณไพโรจน์. 2549. การศึกษาคุณสมบัติด้านอาหารของสาหร่าย “เห็ดลาบ”(*Nostoc commune* Voucher,Cyanophyta). วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 21 ฉบับที่ 1 มกราคม – มีนาคม 2549. หน้า 69 – 73.

Abdel-Aal E-SM,and P.Hucl.1999.A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleuone and purple pericarp wheats.Cereal Chem. 76:350-354.

AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 16th ed. :Association of Official Analyticcal chemists.Washington, D.C. Dreher, M. I. 1987. Hand book of dietary fiber. : Dekker M. and Basel, Inc. New York.

Burtin, P. 2003. Nutrition value of seaweeds. Electronic Journal of Environmental Agricultural and Food Chemistry. Vol. 2 (4). Pp 498-503.

Chu, H-J. and C.T. Tsang. 1988. Research and Utilization of Cyanobacteria in China :A Report. Arch Hydrobio. Supply. 5(80):573-584.

Chu, H–J. Tsang. C-T. 1988. Research and utilization of cyanobacteria in China: a report. *Arch. Hydroloiol. Suppl.* 80:1-4.

Guan Y.F., Deng, M.C.,Yu, X.J., Zhang, W. 2004. Two-stage photo-biological production of hydrogen by marine green alga *platyntonas subcontiformis*.Biochem. Eng. J. 19,69-73.

Kawaguchi, H., Hashimoto, K., Hirate, K. and Miyamoto, K. 2001. H2 production from algal biomass by a mixed culture of *Rhodobium marinum* A-501 and *Lactobacillus amylovorus. J Bosci Bioeng,* 91, 277-282.

Kim, J. and Della Penna, D. 2006. Defining the primary route for lutein synthesis in plants: The role of *Arabidopsis* carotenoid β-ring hydroxylase CYP97A3.*Proc Natl.Acad.Sci.USA* 103, 3474-79.

Murachi, T. and H. Neurath. 1960. Fractionation and specificity studies on stem bromelain. Journal of Biological Chemistry. Vol. 335, pp. 99.

Murakami ,M.,Yamaguchi,T.,Takamura,H.,Matoba,T.2004. Effects of thermal treatment on radical – scarvenging activity of single and mixed polyphenolic compounds.*J.Food Sci.*69:FCT7-FCT10.

ความหลากชนิดปลาในแม่น้ำสา (แม่น้ำสาขาของลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน) จังหวัดน่าน

Diversity of fish in Sa River (a tributary of the upper Nan River basin), Nan province

อมรชัย ล้อทองคำ[1*] เชาวลีย์ ใจสุข[1] และ ปกรณ์ สุนทรเมธ[1]

Amornchai Lothongkham[1*], Chaowalee Jaisuk[1] and Pakorn Sunthornmeth[1]

บทคัดย่อ

การสำรวจความหลากชนิดปลาในแม่น้ำสา (แม่น้ำสาขาของลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน) จังหวัดน่าน มีเป้าหมายเพื่อศึกษาชนิดปลาที่มีการแพร่กระจายในแม่น้ำสา ผลจากการสำรวจระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2556 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 จากทั้งหมด 10 สถานี ตลอดความยาวของแม่น้ำ พบปลาไม่น้อยกว่า 8 อันดับ 23 วงศ์ 49 สกุล และ 54 ชนิด โดยอันดับที่มีชนิดมากที่สุด คือ Cypriniformes พบไม่น้อยกว่า 32 ชนิด (59.2%) อันดับรองลงมา ได้แก่ Siluriformes และ Perciformes พบจำนวนชนิดเท่ากัน คือ 8 ชนิด (29.6%) ตามลำดับ สำหรับวงศ์ที่มีชนิดมากที่สุด คือ วงศ์ปลาตะเพียน จำนวน 22 ชนิด (40.7%) วงศ์ที่มีชนิดรองลงมา ได้แก่ วงศ์ปลาค้อ และวงศ์ปลากดเหลือง จำนวน 4 ชนิด (7.4%) และ 3 ชนิด (5.5%) ตามลำดับ ในจำนวนปลา 54 ชนิด พบว่ามีปลาที่มีการแพร่กระจายกว้าง จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ปลาขี้ยอก ปลาน้ำหมึกโคราช และ ปลากระทิง พบปลาประจำถิ่นจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ปลาติดหินแม่น้ำน่าน ปลาค้อแม่น้ำน่าน และปลาค้อหัวดำหรือปลาค้อปากกว้าง พบปลาที่หาได้ยาก 1 ชนิด คือ ปลาหมูคอก และพบปลาต่างถิ่น 2 ชนิด ได้แก่ ปลาดุกเทศ และ ปลานิล

คำสำคัญ : ความหลากหลาย ปลา แม่น้ำสา ลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน จังหวัดน่าน

Abstract

A survey on diversity of fish in Sa River (a tributary of the Upper Nan River basin), Nan province was aimed for studying fish distribution in Sa River. This survey was conducted from May 2013 to March 2014 from 10 sampling stations followed longitudinal gradient. There were eight orders, 23 families, 49 genera, 54 species which were found. The most dominant order was Cypriniformes (32 species [59.2%]), followed by Siluriformes (8 species [14.8%]) and Perciformes (8 species [14.8%]) respectively. The most dominant family was Cyprinidae (22 species [40.7%]), followed by Nemacheilidae (4 species (4 species [7.4%]) and Bagridae (3 species [5.5%]) respectively. There were three species, *Mystacoleucus marginatus*, *Opsarius koratensis* and *Mastacembelus armatus* which were widely distributed. There were three species, *Hemimyzon nanensis*, *Schistura menanensis* and *Sectoria atriceps* which were an endemic species to the river. There was one rare species, *Yasuhikotakia morleti*, and there were two alien species, *Clarias gariepinus* and *Oreochromis niloticus* which were found.

Keywords: diversity, fish, Sa River, upper Nan River basin, Nan province

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน จังหวัดน่าน 55000

[1] Faculty of Science and Agricultural Technology, Ragamangala University of Technology Lanna Nan, Phu Phieng, Nan Province 55000, Thailand.

* Corresponding author E-mail: amornchai@rmutl.ac.th

บทนำ

แม่น้ำสาเป็นแม่น้ำสาขาที่สำคัญสายหนึ่งของลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน ที่มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาทางด้านทิศตะวันตกของอำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน (สุภาพ, 2543) แม่น้ำสามีความสำคัญยิ่งต่อการดำรงชีวิตของคนในพื้นที่อำเภอเวียงสา ทั้งทางการเกษตร การปศุสัตว์ การประมง เพื่อการอุปโภคและบริโภคของชุมชนต่าง ๆ แต่ปัจจุบันสภาพทางธรรมชาติของแม่น้ำสาเปลี่ยนแปลงไปค่อนข้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับอดีตที่ผ่านมา อันเนื่องมาจากการคุกคามของคนในพื้นที่อย่างต่อเนื่องและยาวนาน โดยเฉพาะการบุกรุกถางป่าต้นน้ำเพื่อใช้เป็นพื้นที่ทำการเกษตรกรรม เช่น ปลูกข้าวโพด ปลูกข้าวไร่ และปลูกยางพารา เป็นต้น มีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้กำจัดวัชพืชและแมลงในกระบวนการเพาะปลูกพืช มีการทิ้งน้ำเสีย สิ่งปฏิกูลและขยะลงในแหล่งน้ำ ตลอดจนการขุดลอกแม่น้ำ จากปัจจัยและปัญหาเหล่านี้อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำ ความเป็นอยู่ของประชาชนที่อาศัยตามแนวริมฝั่งแม่น้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง “ปลา” ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของคนในชุมชนและอยู่ในวิถีการดำรงชีวิตของคนในพื้นที่มานาน ต้องได้รับผลกระทบโดยตรงทั้งต่อความหลากหลายชนิด แหล่งที่อยู่อาศัยและการแพร่กระจายของปลาในแม่น้ำสา นอกจากนี้แล้วพื้นที่ในจังหวัดน่านยังจัดเป็นบริเวณที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงและอยู่ในสภาวะที่ถูกคุกคามสูงเช่นกัน (Kottelat & Whiten, 1996) ขณะเดียวกันก็ได้รับผลกระทบจากสภาวะภูมิอากาศของโลกเปลี่ยนแปลง (climate change) และปรากฏการณ์โลกร้อน (global warming) และยังพบว่าการศึกษาวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในแม่น้ำสานั้นยังมีการศึกษาวิจัยอย่างจริงจังน้อยมาก ซึ่งทำให้ท้องถิ่นขาดฐานข้อมูลที่สำคัญที่จะนำไปสู่การต่อยอดในเรื่องที่เกี่ยวข้อง (อมรชัย, 2551)

ดังนั้น สาขาวิชาประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาน่าน ซึ่งเป็นหน่วยงานในสถาบันการศึกษาที่สำคัญของจังหวัดน่าน ได้ตระหนักถึงความสำคัญถึงประเด็นปัญหาต่าง ๆ ข้างต้น จึงได้ทำการสำรวจและศึกษาชนิดปลาที่มีอยู่ในปัจจุบันของแม่น้ำสา โดยคาดหวังว่าข้อมูลที่ได้นี้หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจะนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการ การอนุรักษ์ทรัพยากรปลา เพื่อให้ปลาชนิดต่าง ๆ ยังคงอยู่ในแม่น้ำสาสืบต่อไป

วิธีการศึกษา

1. ศึกษาบริบทของแม่น้ำสา และศึกษาพฤติกรรมต่าง ๆ ของคนในชุมชนที่ตั้งถิ่นอาศัยตลอดแนวฝั่งของแม่น้ำที่มีผลต่อปลาด้วยวิธีสอบถาม เพื่อนำไปสู่การกำหนดสถานีสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างปลา จากข้อมูลที่ได้จึงสามารถกำหนดสถานีเพื่อการสำรวจทั้งหมด 10 สถานี (Fig. 1)

2. ทำการสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาจากสถานีที่กำหนด โดยสำรวจสถานีละ 3 ครั้ง ตามฤดูกาล ได้แก่ ฤดูฝน ฤดูหนาว และ ฤดูร้อน ทำการสำรวจระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2556 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2557 โดยใช้เครื่องมือทำการประมงท้องถิ่น ได้แก่ แห อวนติดตา และสวิง เก็บรวบรวมตัวอย่างปลา ชนิดปลาที่รวบรวมได้ในแต่ละสถานีจะนำมาสลบด้วยน้ำแข็ง ทำการถ่ายภาพปลาแต่ละชนิดที่จำแนกแบบคร่าว ๆ ในภาคสนาม แล้วนำตัวอย่างปลาทั้งหมดในแต่ละสถานีมาตรึงสภาพในน้ำยาฟอร์มาลีนเข้มข้น 10 % นาน 14 วัน จากนั้นนำไปรักษาสภาพในแอลกอฮอล์ เข้มข้น 75 % จึงทำการวิเคราะห์ชนิดปลาโดยใช้เอกสารวิชาการต่าง ๆ ทางด้านอนุกรมวิธานของปลาน้ำจืดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Doi & Kottelat, 1998; Kottelat, 1990, 2001; Nelson, 2006; Rainboth, 1996a, 1996b; Smith, 1931, 1945) เพื่อแยกปลาออกเป็นชนิดต่าง ๆ ทำการถ่ายภาพชนิดปลาที่ยังไม่ได้ถ่ายใน

ภาคสนาม และเก็บรักษาตัวอย่างปลาทั้งหมดไว้ที่ห้องปฏิบัติการมีนวิทยา สาขาวิชาประมง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน

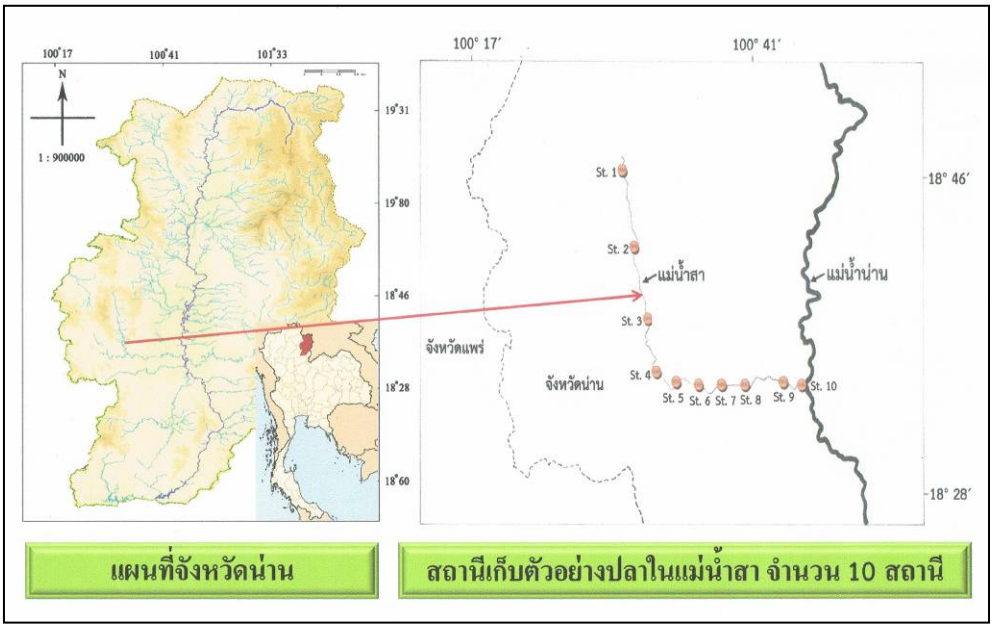


Figure 1 Sampling stations for collect fishes in the Sa River

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1.ความหลากชนิดปลาในแม่น้ำสา (แม่น้ำสาขาของลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน) จังหวัดน่าน จากทั้งหมด 10 สถานี ตลอดความยาวของแม่น้ำ พบปลาไม่น้อยกว่า 8 อันดับ 23 วงศ์ 49 สกุล และ 54 ชนิด (Table 1) โดยอันดับที่มีชนิดมากที่สุด คือ Cypriniformes พบไม่น้อยกว่า 32 ชนิด (59.2%) อันดับรองลงมา ได้แก่ Siluriformes และ Perciformes พบจำนวนชนิดเท่ากัน คือ 8 ชนิด (29.6%) ตามลำดับ (Fig. 2A) ซึ่งปลาในอันดับ Cypriniformes นั้นถือว่ามีความโดดเด่นและมีชนิดมากที่สุดของปลาน้ำจืดทั้งหมดที่มีการแพร่กระจายพันธุ์ในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Kottelat, 2001; Nelson, 2006) สำหรับปลาในอันดับ Siluriformes นั้นเป็นอันดับของปลาที่พบว่ามีการแพร่กระจายในทุกทวีป และส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่ในน้ำจืด (Talwer & Jhingran, 1991) สำหรับวงศ์ที่มีชนิดมากที่สุด คือ วงศ์ปลาตะเพียน (Cyprinidae) จำนวน 22 ชนิด (40.7%) วงศ์ที่มีชนิดรองลงมา ได้แก่ วงศ์ปลาค้อ (Nemacheilidae) และวงศ์ปลากดเหลือง (Bagridae) จำนวน 4 ชนิด (7.4%) และ 3 ชนิด (5.5%) ตามลำดับ (Fig. 2B) ซึ่งปลาวงศ์ Cyprinidae นั้นเป็นวงศ์ปลาน้ำจืดที่มีโดดเด่นและมีชนิดมากที่สุดของปลาน้ำจืดทั้งหมด (Berra, 2001; Kottelat, 2001; Moyle & Cech, 2004; Nelson, 2006) สำหรับปลาในวงศ์ Nemacheilidae นั้นเป็นวงศ์ที่มีความโดดเด่นมากที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เมื่อเปรียบเทียบกับปลาในวงศ์เดียวกันที่แพร่กระจายอยู่ในภูมิภาคอื่น ๆ ของโลก และมีจำนวนชนิดมากรองจากปลาในวงศ์ Cyprinidae ซึ่งปลาในวงศ์นี้เป็นปลาที่อาศัยอยู่ในลำธารบนพื้นที่สูง มีกระแสน้ำไหลเชี่ยว และมีคุณภาพน้ำดีมาก จึงจัดให้ปลาในวงศ์นี้เป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงสภาพแหล่งน้ำ (indicator species) อีกประเภทหนึ่ง ดังนั้นหากพบปลาในวงศ์นี้ในแหล่งน้ำ แสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำนั้นมีคุณภาพน้ำดี (Kottelat, 1990) สำหรับจังหวัดน่านพบปลาในวงศ์นี้อาศัยอยู่อย่างหนาแน่นตามลำห้วย แม่น้ำสาขาและบริเวณต้นน้ำของแม่น้ำน่านตอนบน (อมรชัย, 2551; อมรชัย และ เอกชัย, 2553; อมรชัยและพรรณพร, 2554; อมรชัย และคณะ, 2552; อมรชัย และคณะ, 2556)

ดังนั้นคุณภาพน้ำของลุ่มแม่น้ำน่านตอนบนจึงมีคุณภาพดี แต่อย่างไรก็ตามในปัจจุบันสภาพแหล่งน้ำบนพื้นที่สูงของจังหวัดน่านกำลังเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากมีการบุกรุกพื้นที่ป่าต้นน้ำอย่างกว้างขวาง ซึ่งคาดว่าจะส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของปลาเหล่านี้อย่างแน่นอน ดังนั้นควรมีการศึกษาถึงผลกระทบดังกล่าว เพื่อให้ทราบข้อมูลที่แท้จริง ที่จะนำไปสู่การบริหารจัดการ รักษา หรือแก้ไขปรับปรุงพื้นที่ป่าต้นน้ำและแหล่งน้ำต่าง ๆ ของจังหวัดน่านให้มีสภาพที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของปลาต่อไป

จากการสำรวจชนิดปลาในรอบปี สามารถรวบรวมชนิดปลาได้ในจำนวนที่แตกต่างกัน โดยการสำรวจครั้งที่ 1 คือ ฤดูฝน สามารถสำรวจพบปลาไม่น้อยกว่า 8 อันดับ 17 วงศ์ 32 สกุล และ 38 ชนิด ในการสำรวจครั้งที่ 2 คือ ฤดูหนาว พบปลาไม่น้อยกว่า 8 อันดับ 15 วงศ์ 33 สกุล และ 36 ชนิด และในการสำรวจครั้งที่ 3 คือ ฤดูร้อน พบปลาไม่น้อยกว่าทั้งสิ้น 7 อันดับ 16 วงศ์ 35 สกุล และ 36 ชนิด จากจำนวนตัวอย่างชนิดปลาทั้ง 3 ครั้ง พบว่าจำนวนชนิดปลาที่เก็บรวบรวมในฤดูฝน มีจำนวนชนิดปลามากกว่าในฤดูหนาวและฤดูร้อน สาเหตุที่สามารถรวบรวมตัวอย่างปลาในฤดูฝนได้มากกว่าเพราะปลาส่วนใหญ่ในเขตร้อนจะมีการผสมพันธุ์วางไข่ในฤดูฝน นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำของแม่น้ำสาในฤดูฝนจะมีกระแสน้ำที่ไหลเชี่ยว ระดับน้ำลึก และน้ำมีความขุ่นสูงมาก ซึ่งลักษณะดังกล่าว กระตุ้นให้ปลามีการอพยพไปยังแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำที่ดีกว่า จึงมีส่วนทำให้สามารถเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาได้มากที่สุด ส่วนในฤดูหนาวนั้น พบว่าน้ำมีอุณหภูมิต่ำ กระแสน้ำยังไหลเชี่ยวและช่วงต้นฤดูน้ำยังมีความขุ่นแต่จะใสในช่วงกลางฤดู จึงทำให้การรวบรวมตัวอย่างปลาเป็นไปด้วยความลำบาก แต่ในฤดูร้อนนั้นแม่น้ำสามีปริมาณน้ำน้อย ระดับน้ำไม่ลึก กระแสน้ำไหลไม่เชี่ยวจนเกินไป และน้ำมีความใสมาก จึงสามารถรวบรวมตัวอย่างปลาในวงศ์ของปลาที่ชอบน้ำไส ได้แก่ วงศ์ปลาค้อ วงศ์ปลาผีเสื้อติดหิน ได้มากกว่าในฤดูอื่น ซึ่งสอดคล้องกับอมรชัย (2551) อมรชัย และ เอกชัย (2553) อมรชัย และพรรณพร (2554) อมรชัย และคณะ (2552) และอมรชัย และคณะ (2556) ที่ได้ทำการสำรวจความหลากชนิดปลาในแม่น้ำสาขาต่าง ๆ ของลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน ดังนั้นจากจำนวนปลาที่รวบรวมได้ในแต่ละฤดูจะเห็นว่าฤดูกาลเป็นอุปสรรคและเป็นปัจจัยจำกัดในการศึกษาความหลากชนิดปลาในลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน

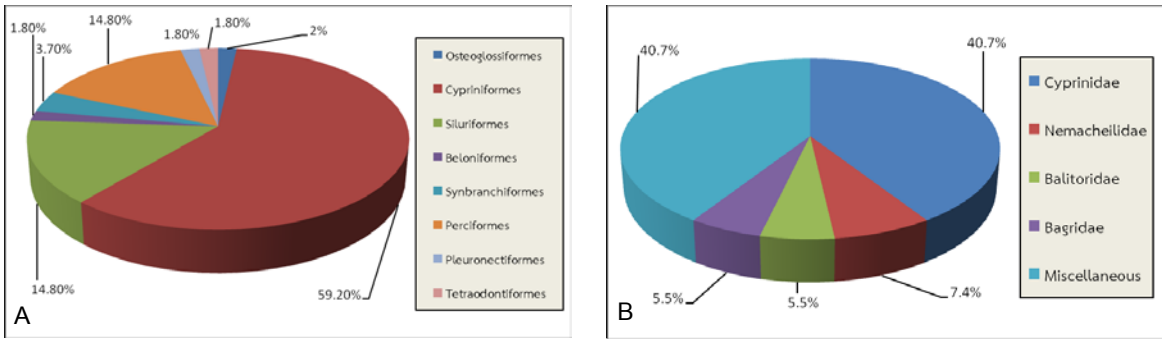


Figure 2 Percentage of Orders (A) and Families (B) of fishes in the Sa River

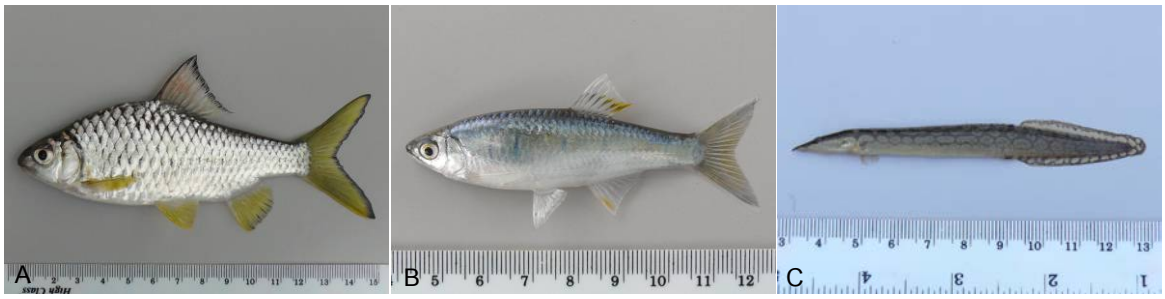


Figure 3 Species of fishes are wide spread the Sa River; *Mystacoleucus marginatus* (A), *Opsarius koratensis* (B) and *Mastacembelus armatus* (C)

Table 1 Checklist of fishes found on this survey and its distribution on each sampling station in Sa River.

Order/Family/Scientific name	Collect time			Station (no. of station)
	R	W	S	
Order Osteoglossiformes				
Family Notopteridae				
1. *Notopterus notopterus* (Pallas, 1780)	✓	✓	✓	1, 5, 9, 10 (4)
Order Cypriniformes				
Family Cyprinidae				
2. *Amblyrhynchichthys micracanthus* Ng & Kottelat, 2004	✓			10 (1)
3. *Barbodes rhombeus* (Kottelat, 2000)	✓	✓	✓	1 (1)
4. *Cirrhinus molitorella* (Valenciennes, 1844)			✓	8 (1)
5. *Cyclocheilichthys armatus* (Valenciennes, 1842)	✓	✓	✓	3, 5, 7, 8, 9, 10 (6)
6. *Esomus metallicus* Ahl, 1924			✓	8 (1)
7. *Garra cambodgiensis* (Tirant, 1884)	✓	✓	✓	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 (8)
8. *Garra fuliginosa* Fowler, 1934	✓	✓	✓	4, 6 (2)
9. *Gymnostomus siamensis* (Sauvage, 1881)	✓	✓		8, 9, 10 (3)
10. *Hampala macrolepidota* (Valenciennes, 1842)	✓	✓	✓	1, 3, 5, 6, 8, 9 (6)
11. *Hypsibarbus vernayi* (Norman, 1925)	✓	✓	✓	4, 6, 7, 8, 9, 10 (6)
12. *Lobocheilos rhabdoura* (Fowler, 1934)	✓	✓		6, 9 (2)
13. *Mystacoleucus chilopterus* Fowler, 1935	✓	✓		9 (1)
14. *Mystacoleucus marginatus* (Valenciennes, 1842)	✓	✓	✓	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 (10)
15. *Opsarius koratensis* (Smith, 1931)	✓	✓	✓	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 (10)
16. *Pethia stoliczkana* (Day, 1871)	✓		✓	2, 3, 5, 7 (4)
17. *Poropuntius laoensis* (Günther, 1868)	✓	✓	✓	1 (1)
18. *Puntioplites proctozystron* (Bleeker, 1865)	✓	✓		8, 9, 10 (3)
19. *Raiamas guttatus* (Day, 1869)		✓	✓	9, 10 (2)
20. *Rasbora aurotaenia* Tirant, 1885	✓	✓		9, 10 (2)
21. *Rasbora paviena* (Tirant, 1885)	✓	✓	✓	1, 2, 3, 5, 6 (5)
22. *Systomus rubripinnis* (Valenciennes, 1842)	✓	✓	✓	1, 4, 7, 8, 9, 10 (6)

Table 1 (continued)

Order/Family/Scientific name	Collect time			Station (no. of station)
	R	W	S	
23. *Tor tambroides* Bleeker, 1854	✓			8 (1)
Family Gyrinocheilidae				
24. *Gyrinocheilus aymonieri* (Tirant, 1884)	✓	✓		4, 6, 8 (3)
Family Cobitidae				
25. *Acantopsis* 'small spot'		✓	✓	8, 9 (2)
26. *Yasuhikotakia morleti* (Tirant, 1885)		✓	✓	8 (1)
Family Balitoridae				
27. *Balitoropsis leonardi* (Hora, 1941)		✓	✓	4, 6 (2)
28. Hemimyzon nanensis Doi & Kottelat, 1998		✓	✓	4 (1)
29. *Homalopteroides smithi* (Hora, 1932)		✓	✓	4, 5 (2)
Family Nemacheilidae				
30. *Nemacheilus binotatus* Smith, 1933	✓			9 (1)
31. *Nemacheilus pallidus* Kottelat, 1990	✓		✓	1, 3, 4 (3)
32. *Schistura menanensis* (Smith, 1945)	✓	✓	✓	1, 2, 3, 4, 5, 6 ,7, 10 (8)
33. *Sectoria atriceps* (Smith, 1945)		✓	✓	1, 4, 7 (3)
Order Siluriformes				
Family Sisoridae				
34. *Bagarius yarrelli* Sykes, 1838		✓		9 (1)
35. *Glyptothorax lampris* Fowler, 1934	✓	✓	✓	3, ,4 ,5, 6, 10 (5)
Family siluridae				
36. *Micronema cheveyi* (Durand, 1940)	✓			10 (1)
Family Clariidae				
37. *Clarias gariepinus* (burchell, 1822)		✓	✓	8, 9 (2)
Family Pangasiidae				
38. *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878)	✓			10 (1)
Family Bagridae				
39. *Hemibragus nemurus* (Valenciennes, 1839)		✓	✓	8, 10 (2)
40. *Mystus singaringan* (Bleeker, 1846)	✓			9 (1)
41. *Pseudomystus siamensis* (Regan, 1913)			✓	3, 6 (2)
Order Beloniformes				
Family Belonidae				
42. *Xenentodon cancila* (Hamilton, 1822)	✓	✓	✓	1, 2, 3, 5, 10 (5)
Order Synbranchiformes				
Family Synbranchidae				
43. *Monopterus albus* (Zuiew, 1793)	✓			9 (1)
Family Mastacembelidae				

Table 1 (Continued)

Order/Family/Scientific name	Collect time			Station (no. of station)
	R	W	S	
44. *Mastacembelus armatus* (Lacepède, 1800)	✓	✓	✓	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 (10)
Order Perciformes				
Family Ambassidae				
45. *Parambassis siamensis* (Fowler, 1937)	✓	✓	✓	5, 6, 8, 9, 10 (5)
Family Eleotridae				
46. *Oxyeleotris marmorata* (Bleeker, 1852)		✓		10 (1)
Family Gobiidae				
47. *Rhinogobius mekongianus* (Pellegrin & Fang, 1940)			✓	6 (1)
Family Nandidae				
48. *Pristolepis fasciata* (Bleeker, 1851)			✓	4 (1)
Family Cichlidae				
49. *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757)	✓		✓	8, 9, 10 (3)
Family Anabantidae				
50. *Ananbas testudineus* (Bloch, 1792)	✓			9 (1)
Family Channidae				
51. *Channa gachua* (Hamilton, 1822)	✓		✓	1, 3 (2)
52. *Channa striata* (Bloch, 1795)	✓			1, 9 (2)
Order Pleuronectiformes				
Family Soleidae				
53. *Brachirus harmandi* (Sauvage, 1878)	✓	✓		9, 10 (2)
Order Tetraodontiformes				
Family Tetraodontidae				
54. *Pao cochinchinensis* (Steindachner, 1866)	✓	✓	✓	3, 4, 5, 7, 9, 10 (6)

Remark : R=Rain, W=Winter and S= Summer

2. จากชนิดปลาทั้งหมด 54 ชนิด มีปลา 3 ชนิดที่พบว่ามีการแพรกระจายได้กว้างมาก ได้แก่ ปลาขี้ยอก (*Mystacoleucus marginatus*) (Fig. 3A) ปลาน้ำหมึกโคราช (*Opsarius koratensis*) (Fig. 3B) และ ปลากระทิง (*Mastacembelus armatus*) (Fig. 3C) ซึ่งปลาขี้ยอกและปลาน้ำหมึกโคราชนั้น สามารถเก็บตัวอย่างได้ทั้งบริเวณที่มีกระน้ำไหลเร็ว พื้นท้องน้ำเป็นกรวด หรือหิน จนถึงบริเวณที่มีกระแสน้ำไหลเอื่อย ๆ พื้นท้องน้ำเป็นโคลนหรือทราย หรือโคลนปนทราย และพบว่าปลาทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถแพร่กระจายได้ทั้งลำน้ำเล็ก ๆ จนถึงแม่น้ำสายหลัก (Rainboth, 1996) นั่นแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับแหล่งอาศัยที่ปลาทั้ง 2 ชนิดอาศัยอยู่ได้เป็นอย่างดี ส่วนปลากระทิงนั้นสามารถรวบรวมได้จากแหล่งน้ำที่มีกระแสน้ำไหลเร็วจนถึงไหลเชี่ยว พื้นท้องน้ำเป็นก้อนหินที่มีสาหร่ายเกาะติดอยู่ (Kottelat, 1990; Lothongkham & Musikasinthorn, 2005) นอกจากนี้ยังพบว่าตามพื้นท้องน้ำจะมีสัตว์หน้าดิน (Benthos) อยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งสัตว์หน้าดินเหล่านี้เป็นอาหารของปลากระทิง (Rainboth, 1996)

3. ปลาประจำถิ่น ในการสำรวจในแม่น้ำสาครั้งนี้สามารถพบปลาประจำถิ่น 3 ชนิดที่มีการแพร่กระจายเฉพาะในลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน ได้แก่ ปลาผีเสื้อติดหินแม่น้ำน่าน (*Hemimyzon nanensis*) (Fig. 4A) ซึ่งปลาชนิดนี้

เป็นปลาที่มีการบรรยายครั้งแรก (Original description) จากลุ่มแม่น้ำน่านในเขตจังหวัดน่าน โดย Doi and Kottelat ในปี พ.ศ. 1998 ปลาค้อแม่น้ำน่าน (*Schistura menanensis*) (Fig 4B) และ ปลาค้อหัวดำหรือปลาค้อปากกว้าง (*Sectoria atriceps*) (Fig. 4C) และพบว่าปลาทั้ง 3 ชนิดมีการแพร่กระจายทั้งในลำธาร แม่น้ำสาขา และต้นน้ำของแม่น้ำน่านตอนบน (อมรชัย, 2551; อมรชัย และ เอกชัย, 2553; อมรชัย และ พรรณพร, 2554; อมรชัยและคณะ, 2552; อมรชัย และคณะ, 2556)



Figure 4 Endemic species of fishes in the upper Nan River basin; *Hemimyzon nanensis* (A), *Schistura menanensis* (B) and *Sectoria atriceps* (C)

4. ปลาที่พบยาก ในการสำรวจชนิดปลาของแม่น้ำสา พบปลาที่หาได้ยาก 1 ชนิด คือ ปลาหมูคอก (*Yasuhikotakia morleti*) เป็นปลาจากธรรมชาติอีกชนิดหนึ่งที่ถูกจับมาขายเป็นปลาสวยงาม (Rainboth, 1996) ซึ่งในปัจจุบันปลาชนิดนี้รวบรวมได้ยากมาก เพราะเนื่องจากสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป

5. ปลาต่างถิ่น (Alien species) ที่สำรวจพบในแม่น้ำสามีจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ปลาปลาดุกเทศหรือปลาดุกยักษ์ (*Clarias gariepinus*) และ ปลานิล (*Oreochromis niloticus*) ซึ่งปลาทั้ง 2 ชนิดนี้เป็นปลาที่นำเข้ามาในประเทศไทยเพื่อการเพาะเลี้ยงทั้งสิ้น (Thiemmedh, 1996; Welcomme & Vidthayanon, 2003) จากการรายงานปลาต่างถิ่นที่มีการแพร่กระจายในลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน ได้แก่ แม่น้ำน่าน แม่น้ำว้าในเขตอำเภอบ่อเกลือ แม่น้ำแหง แม่น้ำยาว และแม่น้ำกอน พบปลาต่างถิ่นไม่น้อยกว่า 9 ชนิด ได้แก่ ปลาไน ปลาดุกยักษ์ ปลากดเกราะ ปลากินยุง ปลาหางนกยูง ปลานิล ปลานิลแดงหรือปลาทับทิม และปลาชะโด (อมรชัย, 2551, 2552; อมรชัย และ เอกชัย (2553); อมรชัย และพรรณพร, 2554; อมรชัย และคณะ, 2552; อมรชัย และคณะ, 2556) ดังนั้นการสำรวจพบปลาต่างถิ่นในแม่น้ำสาจึงเป็นการสร้างฐานข้อมูลการแพร่กระจายของปลาต่างถิ่นในจังหวัดให้กว้างขึ้น แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการรายงานถึงผลกระทบของปลาต่างถิ่นในเขตจังหวัดน่านเลย แต่ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงพฤติกรรมของปลาต่างถิ่นทั้ง 2 ชนิดที่พบในแม่น้ำสาครั้งนี้ จะเห็นว่าปลาทั้ง 2 ชนิดน่าจะมีผลกระทบต่อการแพร่กระจายของปลาท้องถิ่นทั้งในด้านชนิดและจำนวนของปลาท้องถิ่นทั้งคู่ เนื่องจากพบว่าปลาดุกเทศเป็นปลาล่าเหยื่อ (Burgess, 1989; Rainboth,1996) ซึ่งสามารถล่าเหยื่อที่มีขนาดหนึ่งในสี่ส่วนของตัวมันเองได้ (Welcomme & Vidthayanon, 2003) ส่วนปลานิลนั้นจัดเป็นปลาที่กินอาหารไม่เลือก รวมถึงกินปลาขนาดเล็กด้วย ซึ่งกระทบต่อปลาพื้นเมืองอย่างแน่นอนและบางครั้งพบว่าปลาพื้นเมืองบางชนิดสูญหายไปจากบริเวณนั้นไปเลย (Kottelat, 2001; Rainboth, 1996) แต่ในทางตรงกันข้ามกันกลับพบว่าปลาพื้นเมืองบางชนิดก็กินลูกปลานิลเป็นอาหารด้วยเช่นกัน ดังนั้นเพื่อให้รู้ถึงข้อเท็จจริง จึงควรมีการศึกษาถึงผลกระทบของปลาต่างถิ่นที่มีต่อปลาพื้นเมืองในแม่น้ำสาทั้งทางด้านแหล่งที่อยู่อาศัย อาหาร การ

กระจายพันธุ์ของปลาชนิดอื่น ตลอดจนสภาพแวดล้อมในแหล่งน้ำ เพื่อจะได้มีข้อมูลถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน และหาแนวทางการแก้ไขหากปลาต่างถิ่นมีผลกระทบต่อปลาพื้นเมืองจริง

สรุป

ในการสำรวจความหลากชนิดปลาในแม่น้ำสาพบปลาไม่น้อยกว่า 8 อันดับ 23 วงศ์ 49 สกุล และ 54 ชนิด โดยอันดับที่มีชนิดมากที่สุด คือ Cypriniformes พบไม่น้อยกว่า 32 ชนิด อันดับรองลงมา ได้แก่ Siluriformes และ Perciformes พบจำนวนชนิดเท่ากัน คือ 8 ชนิด ตามลำดับ สำหรับวงศ์ที่มีชนิดมากที่สุด คือ Cyprinidae จำนวน 22 ชนิด วงศ์ที่มีชนิดรองลงมา ได้แก่ Nemacheilidae และ Bagridae จำนวน 4 ชนิด และ 3 ชนิด ตามลำดับ พบปลาที่แพร่กระจายกว้างจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ปลาขี้ยอก ปลาน้ำหมึกโคราช และปลากระทิง พบปลาประจำถิ่นจำนวน 3 ชนิด คือ ปลาผีเสื้อติดหินแม่น้ำน่าน ปลาค้อแม่น้ำน่าน และ ปลาค้อปากกว้าง พบปลาที่ได้ยากจำนวน 1 ชนิด คือ ปลาหมูคอก พบปลาต่างถิ่นที่แพร่กระจายในแม่น้ำสาจำนวน 2 ชนิด คือ ปลาดุกเทศและปลานิล นอกจากนี้แล้วควรมีการศึกษาชนิดปลาที่สามารถพัฒนาต่อยอดไปสู่การเพาะเลี้ยงได้ เพื่อเป็นการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพของท้องถิ่น และเป็นโอกาสในการสร้างอาชีพทางเลือกให้กับเกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำสาอีกทางหนึ่งด้วย

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช) ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้นำชุมชนทุกชุมชนที่กรุณาให้ความสะดวกในการเก็บรวบรวมตัวอย่างปลา ตลอดจนกรุณาให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานในภาคสนาม จนทำให้การทำงานในภาคสนามเสร็จสมบูรณ์ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

สุภาพ สิริบรรสพ. 2543. การจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยชุมชนบ้านหาดผาขน จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

อมรชัย ล้อทองคำ. 2551. ความหลากชนิดของปลาในลุ่มแม่น้ำน่าน (ระบบแม่น้ำเจ้าพระยา) ในเขตจังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

อมรชัย ล้อทองคำ และ เอกชัย ดวงใจ. 2553. ความหลากชนิดปลาของปลาในลุ่มน้ำว้า (แม่น้ำสาขาของแม่น้ำน่านตอนบน) ในเขตอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน. น. 415-426. *ใน*: การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48 ฟื้นเศรษฐกิจชาติ เกษตรศาสตร์กู้วิกฤติ พิชิตโลกร้อน 3-5 กุมภาพันธ์ 2553 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร.

อมรชัย ล้อทองคำ เจียมจิตร ช่างสาร และ เอกพงษ์ ไชยช่อฟ้า. 2552. การสำรวจความหลากชนิดของปลาในลุ่มแม่น้ำแหง แม่น้ำสาขาของแม่น้ำน่านตอนบน. น. 517-524. *ใน*:การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 เกษตรนำไทย: อาหารและพลังงานทดแทนสู่สมดุลอย่างยั่งยืน 17-20 มีนาคม 2552. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร.

อมรชัย ล้อทองคำ และ พรรณพร กุลมา. 2554. ความหลากชนิดของปลาในแม่น้ำยาว (แม่น้ำสาขาของลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน) จังหวัดน่าน. น. 454-462. *ใน*: การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49 เทิดพระเกียรติ 84 พรรษากับเศรษฐกิจพอเพียง 1-4 กุมภาพันธ์ 2554. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพมหานคร.

อมรชัย ล้อทองคำ เชาวลีย์ ใจสุข และ เจนจิรา บุญธิมา. 2556. ความหลากชนิดของปลาในแม่น้ำกอน (แม่น้ำสาขาของลุ่มแม่น้ำน่านตอนบน) จังหวัดน่าน. น. 94-101. *ใน*: การประชุมสัมมนาทางวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ครั้งที่ 6 15-17 พฤษภาคม 2556. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก โรงแรมชลจันทร์ รีสอร์ท พัทยา จ. ชลบุรี.

Berra, T. M. 2001. Freshwater fish distribution. Academic Press, San diego.

Burgess, W.E. 1989. An atlas of freshwater and marine catfishes, a preliminary survey of the Siluriformes. T.F.H. Publication, Inc., New Jersey.

Doi, A. and M. Kottelat. 1998. *Hemimyzon nanensis*, a new balitorid fish from the Chao Phrayabasin, Thailand. *Ichthyol. Res.* 45 (1): 7-11.

Kottelat, M. 1990. Indochinese Nemacheilines. A Revision of Nemacheiline Loaches (Pisces: Cypriniformes) of Thailand, Burma, Laos, Cambodia and southern Viet Nam. Pfeil, Munchen.

Kottelat, M. 2001. Fishes of Laos. Gunaratne Offset Ltd., Colombo.

Kottelat, M. and T. Whitten. 1996. Freshwater biodiversity in Asia with special reference to fish. The world Bank Technical Paper No. 343.

Lothongkham, A. and P. Musikasintorn. 2005. First record of the cyprinid fish, *Onychostoma gerlachi* (Cypriniformes: Cyprinidae), from the Nan river basin of the Chao phraya river system, northern Thailand. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 53 (2): 237-243.

Moyle, P. B. and J. J. Cech Jr., 2004. Fishes, an introduction to ichthyology 5th. Pearson Benjamin Cummings, San Francisco.

Nelson, J. S. 2006. Fishes of the World, 4th ed. John Wiley & Sons, New Jersey.

Rainboth, W. J. 1996a. Fishes of Cambodian Mekong. FAO Species Identification Field Guide for Fisheries Purpose. Mekong River Commission, FAO and DANIDA. Rome.

Rainboth, W. J. 1996b. The taxonomy, systematic, and zoogeography of Hypsibarbus, a new Genus of large barbs (Pisces, Cyprinidae) from the rivers of Southeasthern Asia. University of California press, California.

Smith, H. M. 1931. Description of new genera and species of Siam fishes. *Proc. U.S. Nat. Mus.* 79: 1-48.

Smith, H. M. 1945. The freshwater fishes of Siam, or Thailand. *Bull. U.S. Nat. Mus.* 188: 1-622.

Talwer, P.k. and A.G. Jhingran. 1991. Inland fishes of India and adjacent countries Vol. 2. Oxford & IBH Publishing Co., New delhi.

Thiemmedh, J. 1966. The introduction into Thailand of foreign species of fishes. *The Kasetsart Jour*. 6(2): 75-93.

Welcomme, R.L. and C. Vidthayanon, 2003. The impacts of introductions and stocking of exotic species in the Mekong Basin and policies for their control. MRC Technical paper No. 9. Mekong River commission, Phnom Penh.

ผลของกระบวนการทำแห้งต่อคุณภาพของย่านางผงปรุงสำเร็จ

Effect of Drying Process on the Quality of the Yanang (*Tiliacora triandra*) Instant Powder

พนอจิต นิติสุข[1*] หนูเดือน สาระบุตร[1] พนิดา วงศ์ปรีดี[1] จิตตะวัน กุโบลา[1] และเกียรติพงษ์ เจริญจิตต์

Panorjit Nitisuk,[1*] Nuduan Saraboot,[1] Panida Womgpreedee,[1] Jittawan Kubola[1] and Keattipong Jareanjit

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการผลิตย่านางผงปรุงสำเร็จ เพื่อหาสภาวะอุณหภูมิการทำแห้ง ที่เหมาะสมในการทำแห้งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต โดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ (drum dryer) วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ได้แก่ ย่านาง ตะไคร้ ใบแมงลัก กระชาย ปลาร้า และพริกชี้ฟ้าแดง โดยใช้อุณหภูมิในการทำแห้งที่ระดับ 120 130 และ 140 องศาเซลเซียส พบว่าระดับอุณหภูมิในการทำแห้งมีผลต่อค่าคุณภาพของวัตถุดิบ ได้แก่ ปริมาณความชื้น ค่าสี ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณแคโรทีนอยด์ และฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ ($P \leq 0.05$) โดยพบว่าอุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งวัตถุดิบทุกชนิดยกเว้นย่านางที่พบค่าคุณภาพดีที่สุดเมื่อ ใช้อุณหภูมิทำแห้งที่ 140 องศาเซลเซียส เมื่อศึกษาส่วนผสมในการผลิตย่านางผงปรุงสำเร็จที่มีการแปรปริมาณย่านางในสูตรที่ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 20 30 และ 40 พบความแตกต่างคุณภาพของย่านางผงปรุงสำเร็จในด้านปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ค่าสี และปริมาณแคโรทีนอยด์ ($P \leq 0.05$) ในการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสของย่านางผงปรุงสำเร็จ โดยทดสอบค่าคุณภาพด้านลักษณะปรากฏ สีของผลิตภัณฑ์ กลิ่น รสชาติ ความข้นหนืด และการยอมรับรวม พบว่าทุกค่าคุณภาพมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าย่านางผงปรุงสำเร็จสูตรที่ 2 มีลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความชอบรวมสูงสุด

คำสำคัญ: ย่านาง สารต้านอนุมูลอิสระ แคโรทีนอยด์ การทำแห้ง ผง

Abstract

The objective of this research was to feasibility study the Yanang (*Tiliacora triandra*) instant powder processing on the optimum drying temperature by drum dryer. The ingredients (Yanang, lemongrass, hoary basil, fingerroot, red chilli and fermented fish) were dried under varied temperature conditions (120, 130 and 140 C). The results revealed that the different temperature affected to their physicals, chemicals and antioxidant properties ($p \leq 0.05$). The 130 C drying condition was found as the optimum temperature by the results above. Additionary, the instant powder was studied by the different ratio of Yanang (20, 30 and 40 percent.), and the results had shown the different of their physicals, chemicals properties and carotenoids value ($p \leq 0.05$). By the sensory acceptance, test by testing the quality of appearance, color of the product , smell , flavor, viscous and overall acceptance test, the 30 percent Yanang instant powder had got the highest score of overall acceptance by Hedonic scoring 9-point test. This research can use for the products and instant soup powder development from Yanang)

Keywords: Yanang, antioxidants, carotenoids, drying, powder

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์ 46000

[1] Division of Food science and Technology, Faculty of Agro-Industrial Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Kalasin Campus 46000, Thailand

* Corresponding author. E-mail: spanorjit@gmail.com

บทนำ

ปัจจุบันการดำรงชีวิตของประชากรในเมืองใหญ่ต่างมีชีวิตความเป็นอยู่ที่เร่งรีบต้องทำงานแข่งกับเวลา การประกอบอาหารเพื่อบริโภคในครัวเรือนจึงลดบทบาทลง ทำให้ผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป เครื่องปรุงสำเร็จรูปพร้อมปรุง และวัตถุดิบกึ่งสำเร็จรูปเริ่มทวีความสำคัญมากขึ้น พร้อมทั้งมีความหลากหลายจะเห็นได้ว่าอาหารสำเร็จรูปของไทยเป็นที่นิยมไปทั่วโลก เช่น ต้มยำกุ้ง แกงเขียวหวาน แกงพะแนง ผัดไทย เป็นต้น และกลายเป็นส่วนที่มีความจำเป็นเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ อาหารอีสานเป็นอาหารอีกกลุ่มหนึ่งซึ่งเป็นที่นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายในทุกๆภาค เช่น ส้มตำ ข้าวเหนียวไก่ย่าง ลาบ น้ำตก ซุปหน่อไม้ แกงหน่อไม้ แกงไข่มดแดง แม้กระทั่ง แกงอ่อม อาหารอีสานส่วนใหญ่มีรสจัดและส่วนผสมบางอย่างเป็นพืชสมุนไพร เช่น ย่านาง ตะไคร้ ใบมะกรูด ใบแมงลัก พริก เป็นต้น ซึ่งพืชสมุนไพรเหล่านี้ นอกจากจะให้กลิ่นรสแล้วยังให้สรรพคุณทางยา สามารถรักษาโรคได้หลายชนิด

ย่านางเป็นพืชสมุนไพรที่ใช้ปรุงในอาหารอีสานและจัดเป็นอาหารที่เป็นยามาแต่โบราณ ใบย่านางสามารถเก็บมาบริโภคได้ตลอดปี ยอดอ่อนแตกใบมากในฤดูฝน ชาวอีสานและชาวลาวใช้ใบย่านางคั้นเอาน้ำปรุงอาหารต่างๆ ทำให้น้ำซุปข้นขึ้น เช่น แกงหน่อไม้ ซุปหน่อไม้ ย่านางสามารถลดฤทธิ์กรดยูริกในหน่อไม้ได้ ลดความขมของหน่อไม้ เพิ่มคลอโรฟิลล์และบีตาแคโรทีนให้กับอาหารนอกจากนั้นยังพบว่าใบย่านางมีคุณค่าทางสารอาหาร โดยเฉพาะสารเบต้าแคโรทีน แคลเซียม และธาตุเหล็ก ในปริมาณสูง ส่วนรากย่านาง มีสารอัลคาลอยด์หลายชนิด เช่น ทิเรียโครีน (Tiliacorine) ทิเรียโคลินิน (Tiliacorinine) นอร์ทิเรียโครินิน (Nor-tiliacorinine) (Jittra and others, 2009) เป็นต้น ชาวบ้านมักใช้รากย่านางมาต้มดื่มเพื่อใช้เป็นยาแก้พิษและแก้ไข้ เกือบทุกชนิด เช่นไข้หวัด ไข้อีสุกอีใส เป็นต้น (สมโชค และคณะ, 2552)

จากที่กล่าวมาจะพบว่าย่านางจัดเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อสุขภาพ และมีการบริโภคทั่วไป แต่เนื่องจากการใช้ประโยชน์จากย่านางมีขั้นตอนยุ่งยากเนื่องจากต้องผ่านขั้นตอนการคั้น ปั่น บีบกรอง ซึ่งอาจไม่สะดวกต่อผู้ที่ชื่นชอบการบริโภคอาหารจากการปรุงด้วยน้ำย่านาง ฉะนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการทราบถึงกระบวนการที่เหมาะสมในการผลิตย่านางผงปรุงสำเร็จ เพื่อเป็นทางเลือกให้กลุ่มผู้บริโภคได้รับความสะดวกสบาย สามารถปรุงแกงหน่อไม้ หรือผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงได้โดยง่าย และสะดวกยิ่งขึ้น

วิธีการศึกษา

1. เตรียมการทำแห้งวัตถุดิบปรุงสำเร็จโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ โดยนำย่านาง ตะไคร้ พริกขี้ฟ้า ใบแมงลัก และกระชาย มาล้างทำความสะอาด นำมาหั่นให้มีขนาดเล็ก ส่วนปลายข้าว และปลาร้า นำมาบดให้ละเอียด นำย่านางที่หั่นแล้วมาปั่นผสมกับน้ำโดยอัตราส่วน 1:2 แล้วกรองด้วยผ้าขาวบางให้ได้น้ำย่านางที่เขียวเข้ม นำปลายข้าวที่บดแล้วมาผสมกับน้ำย่านางร้อยละ 30 แช่ไว้ 30 นาที นำน้ำย่านางที่แช่กับปลายข้าวบดแล้วมาเติมมอลโตเด็กซ์ตริน ร้อยละ 20 แล้วนำไปให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นนำย่านางที่ให้ความร้อนแล้วมาทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ (Drum dryer) ที่อุณหภูมิ 120 , 130 และ 140 องศาเซลเซียส กำหนดความเร็วรอบของลูกกลิ้งคือ 1 รอบ/นาที ปรับระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองเป็น 1 มิลลิเมตรส่วนตะไคร้ พริกขี้ฟ้า ใบแมงลัก กระชายและปลาร้า ที่ปั่นแล้วมาทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ (Drum dryer) ที่อุณหภูมิ 120 , 130 และ 140 องศาเซลเซียส แล้ว นำย่านาง ตะไคร้ พริกขี้ฟ้า ใบแมงลัก กระชาย และ ปลาร้า ที่ผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิ 120 , 130 และ 140 องศาเซลเซียส ไปทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีเพื่อคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้ง

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี เพื่อคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมที่ใช้ในการทำแห้ง โดยวิเคราะห์ค่าคุณภาพต่างๆ ดังนี้ได้แก่ ค่าสี (L*a*b*) ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) วิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โดยวิธี ACAC 2001 การทดสอบฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH radical scavenging activity และวิเคราะห์หาปริมาณสารแคโรทีนอยด์ โดยใช้เครื่อง UV-spectrophotometer

2. ศึกษาปริมาณผงย่านางที่เหมาะสมในการทำแห้งย่านางผงปรุงสำเร็จ โดย นำวัตถุดิบที่ได้จากข้อ 1 โดยใช้ย่านาง ตะไคร้ ใบแมงลัก กระชาย ปลาร้า พริกชี้ฟ้า มาปั่นผสมกับย่านางที่แปรปริมาณแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 1 จากนั้นบรรจุลงในถุงอลูมิเนียมฟอยด์และปิดปากถุงให้สนิท

Table 1 Composition of Yanang instant powder (with spices cooked)

composition	recipe 1	recipe 2	recipe 3
	(%)	(%)	(%)
Yanang powder	20	30	40
Lemon grass	26	23	19
Fermented fish	24	21	18
Finger root	6	5	4
chili	3	3	3
basil leaf	4	3	3
monosodium glutamate	6	5	4
salt	11	10	9
Total	100	100	100

3 การประเมินคุณภาพทางประสามสัมผัสของย่านางผงปรุงสำเร็จ โดยวิธี Hedonic 9 Scale Test

ประเมินผลในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ รส ความหนืด และการยอมรับรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน 10 คน ดำเนินการทอสอบโดยนำเครื่องแกงย่านางผงปรุงสำเร็จ 1 ซอง ในน้ำ 500 มล. พอเดือดเติม หน่อไม้ที่ต้มสุกแล้ว ต้มต่อ 5 นาที ยกลงเตรียมเสิร์ฟขณะร้อน

4. การออกแบบและการวิเคราะห์ทางสถิติ

4.1 การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีใช้การวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design ทดลอง 3 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

4.2 ในการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสใช้การวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design ทดลอง 3 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1.ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตย่านางผงปรุงสำเร็จ ได้แก่ ย่านาง ตะไคร้ ใบแมงลัก กระชาย ปลาร้า และพริกชี้ฟ้าหลังการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ (Drum dryer)

ด้านปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของวัตถุดิบที่ได้ทำการศึกษาสภาวะการทำแห้งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตย่านางผงปรุงสำเร็จ ได้แก่ ย่านาง ตะไคร้ ใบแมงลัก กระชาย ปลาร้า และพริกชี้ฟ้า ด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ ที่ 3 อุณหภูมิ คือ 120, 130 และ 140 องศาเซลเซียส พบว่าวัตถุดิบทุกชนิดที่ผ่านการทำแห้งทั้ง 3 อุณหภูมิมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าที่สภาวะการทำแห้ง 140 องศาเซลเซียส มีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระต่ำสุด โดยค่าความชื้นของย่านาง ตะไคร้ ใบแมงลัก กระชาย ปลาร้า และพริกชี้ฟ้า ร้อยละ 1.52 6.89 8.26 5.83 4.75 และ 1.52 ตามลำดับ และมีปริมาณน้ำอิสระ ร้อยละ 0.10 0.45 0.33 0.25 0.38 และ 0.10 ตามลำดับ (ตารางที่ 2-7) การศึกษาคุณภาพทางกายภาพด้านปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระโดยพบว่าย่านาง ตะไคร้ ใบแมงลัก กระชาย ปลาร้า และพริกชี้ฟ้า ที่สภาวะการทำแห้งโดยใช้เครื่อง ทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ เมื่ออุณหภูมิในการทำแห้งเพิ่มขึ้นจะพบว่าปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระในย่านาง ตะไคร้ ใบแมงลัก กระชาย ปลาร้า และพริกชี้ฟ้าลดลง ส่งผลดีต่อวัตถุดิบเนื่องจากปฏิกิริยาที่เกิดจากจุลินทรีย์และปฏิกิริยาทางเคมีชีวเคมีกิจกรรมของจุลินทรีย์ ส่วนใหญ่จะถูกยับยั้งที่ปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.6 เชื้อราส่วนใหญ่จะถูกยับยั้งการเจริญที่ปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.7 ส่วนยีสต์และแบคทีเรียส่วนใหญ่ถูกยับยั้งการเจริญที่ปริมาณน้ำอิสระต่ำกว่า 0.8 และ 0.9 ตามลำดับในขณะที่อาหารสด เช่นผักผลไม้ เนื้อสัตว์ รวมทั้งสัตว์ปีกและปลา มีปริมาณน้ำอิสระอยู่ระหว่าง 0.97-1.00 ซึ่งเป็นสภาพที่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่

Table 2 Physiochemical properties of Yanang Powder (drum dryer)

Drying temperature (˚C)	Moisture content (%)	water activity (a_w)	L*	a*	b*
120	3.33^{a}±0.51	0.20^{a}±0.05	48.68^{a}±0.81	0.36^{b}±0.02	9.02±0.96
130	2.38^{b}±0.30	0.13^{b}±0.09	47.20^{b}±0.84	0.65^{a}±0.03	9.06±0.58
140	1.52^{c}±0.85	0.10^{b}±0.02	48.65^{a}±0.69	0.63^{a}±0.12	8.52±0.61

$^{a, b, c}$ Means within a column with different superscript's are significantly different ($p \leq 0.05$)

Table 3 Physiochemical properties of Lamon grass Powder (drum dryer)

Drying temperature (˚C)	Moisture content (%)	water activity (a_w)	L^*	a^*	b^*
120	7.55^{a}±0.13	0.87^{a}±0.05	69.87^{b}±1.29	4.14^{c}±0.59	19.29±1.02
130	7.20^{a}±0.10	0.74^{b}±0.12	69.25^{b}±1.56	4.44^{b}±1.28	19.55±1.15
140	6.89^{b}±0.93	0.45^{c}±0.09*	70.73^{a}±2.13	4.73^{a}±0.30	19.12±0.89

$^{a, b, c}$ Means within a column with different superscript's are significantly different ($p \leq 0.05$)

Table 4 Physiochemical properties of Basil leaf Powder (drum dryer)

Drying temperature (˚C)	Moisture content (%)	water activity (a_w)	L*	a*	b*
120	18.08^{a}±0.60	0.35^{a}±0.05	42.48^{b}±1.95	-2.74^{b}±0.53	6.59^{b}±0.36
130	14.25^{b}±0.23	0.26^{b}±0.09	43.02^{a}±1.68	-2.42^{a}±0.64	7.53^{a}±0.94
140	8.26^{c}±0.35	0.33^{a}±0.12	41.50^{c}±1.96	-2.44^{a}±0.26	7.02^{b}±1.32

$^{a, b, c}$ Means within a column with different superscript's are significantly different ($p \leq 0.05$)

การลดปริมาณน้ำอิสระเพื่อไม่ให้จุลินทรีย์สามารถนำน้ำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้มีหลายวิธี เช่น การทำแห้ง โดยทั่วไปการทำแห้งอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิและอัตราการทำแห้งที่ต่ำกว่าตัวทำละลายจะเคลื่อนที่จากด้านในไปยังผิวอาหารในระหว่างที่น้ำถูกกำจัดออกในขั้นตอนการทำแห้งกลไกและอัตราการเคลื่อนที่มีความจำเป็นเพาะสำหรับตัวละลายแต่ละชนิดและขึ้นอยู่กับชนิดของอาหารและสภาวะการทำแห้ง การระเหยของน้ำทำให้ตัวละลายที่ผิวอาหารมีความเข้มข้นมากขึ้น อุณหภูมิที่สูงของอากาศทำให้อาหารโดยเฉพาะผลไม้ ปลาและเนื้อเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพอย่างซับซ้อนที่ผิวหน้าอาหารและทำให้ผิวแห้งแข็งหรือที่เรียกว่า การเกิดแห้งแข็ง (case hardening) (วิไล, 2546)

ค่าสีของวัตถุดิบพบว่าการทำแห้งของย่านางที่สภาวะการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ที่ 3 อุณหภูมิ คือ 120, 130 และ 140 องศาเซลเซียส พบว่าการทำแห้งทั้ง 3 อุณหภูมิ มีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าค่าสีของย่านางที่ได้มีค่า L* ที่สภาวะการทำแห้ง 120 องศาเซลเซียส มีค่า L* (ความสว่าง) สูงสุด ส่วนค่า a*(ค่า a* เป็นบวกให้สีแดง เป็นลบให้สีเขียว) ที่สภาวะการทำแห้ง 130 องศาเซลเซียสค่า a* มีค่าสูงสุด ส่วนค่า b* (ค่า b* เป็นบวกให้สีเหลือง เป็นลบให้สีน้ำเงิน) ไม่พบความแตกต่าง ($p>0.05$) จากการทำแห้งของตะไคร้ พบว่าตะไคร้ที่ผ่านการทำแห้งทั้ง 3 อุณหภูมิ มีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าค่าสี L* ที่สภาวะการทำแห้ง 140 องศาเซลเซียส มีค่า L* (ความสว่าง) สูงสุด ส่วนค่า a* ที่สภาวะการทำแห้ง 140 องศาเซลเซียส มีค่า a* สูงสุด ส่วนค่า b* ไม่มีความแตกต่างกัน ($p>0.05$) จากการทำแห้งของใบแมงลัก พบว่าใบแมงลักที่ผ่านการทำแห้ง ทั้ง 3 อุณหภูมิมีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)โดยพบว่าค่าสี L* ของใบแมงลักที่สภาวะการทำแห้ง130 องศาเซลเซียส ค่า L* (ความสว่าง) มีค่าสูงสุด ส่วนค่า a* พบว่าที่สภาวะการทำแห้ง 130 องศาเซลเซียสค่า a* มีค่าสูงสุด และพบว่าที่สภาวะการทำแห้ง 130 องศาเซลเซียสค่า b* มีค่าสูงสุด ส่วนการทำแห้งของกระชาย พบว่ากระชายที่ผ่านการทำแห้งทั้ง 3 อุณหภูมิ มีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าค่าความสว่าง (L*) ของกระชายที่สภาวะการทำแห้ง 130 องศาเซลเซียส มีค่าสูงสุด ส่วนค่า a* ที่สภาวะการทำแห้ง 140 องศาเซลเซียสค่า a* มีค่าสูงสุด และค่า b* พบว่าที่สภาวะการทำแห้ง 140 องศาเซลเซียสค่า b* มีค่าสูงสุด และจากการทำแห้งของปลาร้าที่สภาวะการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ ทั้ง 3 อุณหภูมิ คือ 120, 130 และ 140 องศาเซลเซียส พบว่าปลาร้าที่ผ่านการทำแห้งทั้ง 3 อุณหภูมิ มีความแตกต่างกันทาง ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าค่าสีของปลาร้าที่ได้มีค่าความสว่าง (L*) ที่สภาวะการทำแห้ง 120 องศาเซลเซียส มีค่าสูงสุด เท่ากับ 54.92 ส่วนค่า a* พบว่าที่สภาวะการทำแห้ง 120 องศาเซลเซียส ค่า a* มีค่าสูงสุดคือ 24.30 และ ค่า b* พบว่าที่สภาวะการทำแห้ง 120 องศาเซลเซียส ค่า b* มีค่าสูงสุด เท่ากับ 25.13 จากการทำแห้งของพริกชี้ฟ้าที่ ที่ 3 อุณหภูมิ คือ 120, 130 และ 140 องศาเซลเซียส พบว่าพริกชี้ฟ้าที่ผ่านการทำแห้งทั้ง 3 อุณหภูมิ มีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าค่าสีของพริกชี้ที่ได้มีค่าความสว่าง (L*) ที่สภาวะการทำแห้ง140 องศา

เซลเซียสค่าL*(ความสว่าง)มีค่าสูงสุด เท่ากับ 68.20 ส่วนค่า a* ที่สภาวะการทำแห้ง 120 องศาเซลเซียส ให้ค่าสูงสุด เท่ากับ 8.48 และ ค่า b* ที่สภาวะการทำแห้ง 130 องศาเซลเซียส ค่า b* มีค่าสูงสุด เท่ากับ 29.69 (ตารางที่ 2-7)

Table 5 Physiochemical properties of Finger root Powder (drum dryer)

Drying temperature (˚C)	Moisture content (%)	water activity(a_w)	L*	a*	b*
120	17.89^{a}±1.36	0.56^{a}±0.13	48.16^{c}±0.88	8.04^{c}±0.82	12.60^{c}±2.16
130	12.11^{b}±2.29	0.32^{b}±0.12	51.91^{a}±1.25	9.56^{b}±2.40	15.48^{b}±2.64
140	5.83^{c}±2.15	0.25^{c}±0.06	50.12^{b}±1.29	12.70^{a}±2.21	30.19^{a}±1.58

$^{a, b, c}$ Means within a column with different superscript's are significantly different ($p \leq 0.05$)

Table 6 Physiochemical properties of fermented fish (drum dryer)

Drying temperature (˚C)	Moisture content (%)	water activity (a_w)	L*	a*	b*
120	5.69^{a}±0.82	0.65^{a}±0.04	54.92^{a}±0.93	24.30^{a}±1.26	25.13^{a}±2.18
130	5.31^{a}±2.14	0.62^{a}±0.08	53.64^{b}±1.01	24.08^{a}±2.16	24.64^{a}±1.26
140	4.75^{b}±2.56	0.38^{b}±0.10	54.01^{b}±1.25	22.42^{b}±2.19	23.30^{b}±2.54

$^{a, b, c}$ Means within a column with different superscript's are significantly different ($p \leq 0.05$)

Table 7 Physiochemical properties of chili Powder (drum dryer)

Drying temperature (˚C)	Moisture content (%)	water activity (a_w)	L*	a*	b*
120	3.33^{a}±0.86	0.20^{a}±0.06	64.77^{c}±1.96	8.48^{a}±1.28	28.17^{b}±2.16
130	2.38^{b}±0.54	0.13^{b}±0.07	66.57^{b}±2.86	7.69^{b}±1.34	29.69^{a}±3.14
140	1.52^{c}±0.56	0.10^{b}±0.02	68.20^{a}±3.54	6.48^{c}±2.63	28.38^{b}±2.07

$^{a, b, c}$ Means within a column with different superscript's are significantly different ($p \leq 0.05$)

จากการทำแห้งของย่านาง ตะไคร้ ใบแมงลัก กระชาย ปลาร้า และ พริกชี้ฟ้าหลังการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ ด้านสีของ ย่านาง ตะไคร้ ใบแมงลัก กระชาย ปลาร้า พริกชี้ฟ้า ที่สภาวะการทำแห้ง 140 องศาเซลเซียส มีค่า L* สูงที่สุดเนื่องจากมีลักษณะที่ปรากฏมีความสว่างอยู่แล้วของตัวอย่าง และเมื่อใช้อุณหภูมิที่สูงขึ้น อุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของวัตถุดิบทั้ง 6 ชนิด มาก เพราะการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์จะขึ้นอยู่

กับอุณหภูมิและระยะเวลาในการทำแห้ง ที่สภาวะการทำแห้ง โดยใช้อุณหภูมิที่ 120 องศาเซลเซียส และ 130 องศาเซลเซียส จะมีค่า L* ลดต่ำลงตามลำดับ ถ้าหากมีการลดอุณหภูมิในการทำแห้งต่ำลง ตัวอย่างที่ได้ก็จะมีค่า L* ต่ำลง ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นพร้อมกับการทำแห้งอีกอย่างหนึ่ง อาจจะเรียกว่า browning หรือ burning หรือ heat damage ก็ได้ (จิตธนา, 2539)

2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์ย่านางผงปรุงสำเร็จ

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพด้านปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระของผลิตภัณฑ์ย่านางผงปรุงสำเร็จทั้ง 3 สูตรคือ สูตรที่ 1 (ปริมาณย่านางผงร้อยละ 20) สูตรที่ 2 (ปริมาณย่านางผงร้อยละ 30) และ สูตรที่ 3 (ปริมาณย่านางผงร้อยละ 40) พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าสูตรที่ 1 มีปริมาณความชื้นที่สูงสุด รองลงมา คือสูตรที่ 2 และ สูตรที่ 3 โดยมีปริมาณความชื้นร้อยละ 9.59, 8.89 และ 8.75 ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำอิสระพบว่า สูตรที่ 1 มีปริมาณ น้ำอิสระ สูงสุด รองลงมา คือสูตรที่ 2 และ สูตรที่ 3 โดยมีปริมาณน้ำอิสระ0.51, 0.50 และ 0.49 ตามลำดับ ซึ่งอธิบายได้ว่าเมื่อปริมาณย่านางผงเพิ่มขึ้นปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระลดลง ส่งผลดีต่อผลิตภัณฑ์เนื่องจากเป็นสภาวะที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญได้ต้องมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (นิธิยา, 2549) ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 858/2548 ที่กำหนดไว้ว่าปริมาณน้ำอิสระต้องไม่เกิน 0.6 และปริมาณน้ำอิสระเป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บอาหาร และเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของอาหาร โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอด การเจริญ และการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2548)

การวัดค่าสีของผลิตภัณฑ์ย่านางผงปรุงสำเร็จทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าค่าสีของผลิตภัณฑ์ย่านางผงปรุงสำเร็จ ที่ได้มีค่า L*และ ค่า b* ของทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) ส่วนค่า a* ของผลิตภัณฑ์ พบว่ามีความแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$)โดยพบว่า สูตรที่ 1 มีค่า a* สูงสุด มีค่าเท่ากับ 3.75 ทั้งนี้เนื่องจากผลิตภัณฑ์ย่านางผงปรุงสำเร็จสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ย่านางผงปรุงสำเร็จมีค่าความสว่างลดลง ส่วนค่าความเป็นสีแดง สูตรที่ 2 ละสูตรที่ 3 มีค่าความเป็นสีแดงะลดลง เนื่องจากในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ย่านางผงปรุงสำเร็จมีปริมาณย่านางผงที่เพิ่มขึ้น จึงทำให้มีความสว่างและความเป็นสีแดงของผลิตภัณฑ์ลดลงและค่าความเป็นสีเหลืองในสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 จะมีค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น และพบความแตกต่าง ($p \leq 0.05$) ของปริมาณสารแคโรทีนอยด์และร้อยละในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (radical scavenging activity โดยใช้สาร DPPH) ของย่านางผงปรุงสำเร็จทั้ง 3 สูตร พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงสุด คือย่านางผงที่ผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส โดยมีปริมาณสารแคโรทีนอยด์ 3.92 mg/g และร้อยละในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 15.16 ส่วนในผลิตภัณฑ์ย่านางผงที่ปรุงสำเร็จสูตรที่ 3 (ใช้ผงย่านางร้อยละ 40) พบออกฤทธิ์ทางชีวภาพสูงสุด โดยมีปริมาณสารแคโรทีนอยด์ 0.10 mg/g และร้อยละในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 7.06 (ตารางที่ 7-8)

Table 8 Carotenoids content of Yanang powder (difference temperature of drying)

Drying temperature (˚C)	Carotenoids (mg/g sample)	radical scavenging activity DPPH (%)
120	0.98^{c}±0.19	10.31^{c}±1.05
130	1.97^{b}±0.21	14.08^{b}±2.08
140	3.92^{a}±0.28	15.16^{a}±1.06

$^{a, b, c}$ Means within a column with different superscript's are significantly different ($p \leq 0.05$)

Table 9 Physiochemical properties of Yanang Instant Powder

Yanang powder (%)	Moisture content (%)	water activity (a_w)	L*	a*	b*
Recipe 1 (Yanang powder 20 %)	9.59^{a}±0.59	0.51^{a}±0.04	55.39±0.86	3.75^{a}±3.30	18.95±0.95
Recipe2 (Yanang powder 30 %)	8.89^{b}±0.28	0.50^{b}±0.12	54.79±1.26	2.90^{b}±1.43	18.23±1.86
Recipe3 (Yanang powder 40 %)	8.75^{b}±1.20	0.49^{c}±0.24	53.96±1.28	3.04^{b}±1.30	19.40±2.14

$^{a, b, c}$ Means within a column with different superscript's are significantly different ($p \leq 0.05$)

Table 10 Carotenoids content and radical scavenging activity of Yanang powder

Recipe of Yanang instant powder (with spices cooked)	Carotenoids (mg/g sample)	radical scavenging activity DPPH (%)
Recipe 1 (Yanang powder 20 %)	0.05^{c}±0.02	3.31^{c}±0.98
Recipe2 (Yanang powder 30 %)	0.06^{cb}±0.02	4.28^{b}±0.25
Recipe3 (Yanang powder 40 %)	0.10^{c}±0.02	7.06^{a}±0.21

$^{a, b, c}$ Means within a column with different superscript's are significantly different ($p \leq 0.05$)

3. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ย่านางผงปรุงสำเร็จ ซึ่งมีการทดสอบคุณลักษณะดังต่อไปนี้ คือ ลักษณะปรากฏ สีของผลิตภัณฑ์ กลิ่น รสชาติ ความข้นหนืดและการยอมรับรวม พบว่าทุกคุณลักษณะที่ทดสอบมี

ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยพบว่าลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความชอบรวมสูงสุด คือ สูตรที่ 2 มีค่าเท่ากับ 7.47 คุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ พบว่าสูตรที่ 2 และ 3 ได้รับความชอบสูงสุด มีค่าเท่ากับ 7.20 และ 7.23 ตามลำดับ คุณลักษณะด้านกลิ่นและข้นหนืด พบว่าสูตรที่ 2 และ 3 ได้รับความชอบรวมสูงสุดเท่ากับ 7.27, 7.30 และ7.07, 7.47 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.10 ด้านการยอมรับรวม พบว่าสูตรที่ 2 ได้รับความชอบสูงสุดเท่ากับ 7.27 ยกเว้นคุณลักษณะด้านรสชาติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

Table 11 Sensory score of Yanang Instant Powder (with spices cooked)

characteristics	Yanang instant powder (with spices cooked)		
	Recipe 1	Recipe 2	Recipe 3
Appearance	6.57^{c}±2.10	7.47^{a}±2.18	6.93^{b}±2.3
color	6.37^{bc}±2.40	7.20^{ab}±2.01	7.23^{a}±2.96
flavor	6.60^{a}±0.82	7.27^{a}±1.18	7.30^{a}±1.28
taste	6.57^{b}±0.87	6.77^{b}±0.91	6.97±1.06
viscosity	6.03^{b}±1.91	7.07^{ab}±1.57	7.47^{a}±1.98
Overall acceptance	6.63^{b}±1.83	7.27^{a}±0.95	6.90^{b}±1.34

$^{a, b, c}$ Means within a column with different superscript's are significantly different ($p \leq 0.05$)

สรุป

การศึกษากระบวนการทำแห้งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตย่านางผงปรุงสำเร็จดังนี้คือ ย่านาง ตะไคร้ ใบแมงลัก กระชาย ปลาร้า และพริกชี้ฟ้าหลังการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบลูกกลิ้งคู่ ที่อุณหภูมิ 120, 130 และ 140 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการทำแห้งวัตถุดิบ การศึกษาผลิตภัณฑ์ย่านางผงปรุงสำเร็จรูปที่มีปริมาณย่านางร้อยละ 20, 30 และ 40 โดยทำการ ทดสอบการเรียงลำดับความชอบแบบ Hedonic 9 point Scale Test เพื่อหาความชอบทางคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความหนืด และ การยอมรับรวม พบว่า ที่ปริมาณย่านางผงร้อยละ 20, 30 และ40 มีคะแนนความชอบคิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.63, 7.27 และ 6.90 ตามลำดับ และที่ปริมาณย่านางผง 30 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนความชอบสูงสุด คิดเป็นค่าเฉลี่ย 7.27 เนื่องจากผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และ ความหนืด มากกว่าปริมาณย่านางผง และการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า องค์ประกอบทางเคมีผลิตภัณฑ์ย่านางผงปรุงสำเร็จรูปที่มีปริมาณย่านางผงเพิ่มขึ้นปริมาณความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ ลดลง ส่งผลให้จุลินทรีย์ไม่เจริญเติบโตและทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 858/2548 กำหนดไว้

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์

ที่อำนวยความสะดวกเรื่องสถานที่ เครื่องมือและอุปกรณ์บางส่วนในการวิจัย นักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะกรรมการตรวจติดตามงานวิจัยที่ให้คำแนะนำ และประชาชนทั่วไปซึ่งเข้ารับการถ่ายทอดเทคโนโลยี ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

จิตธนา และคณะ. 2539. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2549. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. โอเดียนสโตร์, 504 หน้า

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2553. มผช.858/2548. ใบย่านางผงสำเร็จรูป. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา : http:// www. library.tisi.go.th (วันที่ 22 ธันวาคม 2553)

วิไล รังสาดทอง. 2546. เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพ. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 500 หน้า

สมโชค บรรดาศักดิ์และคณะ. 2552. การผลิตเครื่องปรุงรสผัดไทแบบก้อน. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.dcms.thailis.or.th (วันที่ 24 พฤศจิกายน 2553).

Jittra, S., N. Suwayd and C. Steve W. 2009. Extraction and physicochemical characterisation of polysaccharide gum from Yanang (Tiliacora triandra) leaves. Food Chemistry [Online] 114 : 1301–1307. Availale http:// www. elsevier.com/locate/foodchem (25 December 2010)

การประเมินสมรรถนะการผสมของแตงกวา 7 สายพันธุ์

Combining Ability Evaluation of 7 Cucumber Lines

จานุลักษณ์ ขนบดี[1*] และ พัชรดา ทองลา[1]

Chanulak Khanobdee[1*] and Patcharada Thongla[1]

บทคัดย่อ

การประเมินสมรรถนะการผสมของแตงกวา 7 สายพันธุ์ ในลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตเพื่อคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีสมรรถนะการผสมทั่วไปสูง (GCA) และสมรรถนะการผสมเฉพาะสูง (SCA) วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 2 บล็อก ทำการผสมพันธุ์แบบพบกันหมดได้พันธุ์ลูกผสมตรงและสลับอย่างละ 21 คู่ผสม จากนั้นวิเคราะห์ผลทางพันธุกรรมโดยใช้วิธีของ Griffing วิธีที่ 1 ระหว่างมกราคม ถึง เมษายน พ.ศ. 2557 ณ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร จ. ลำปาง พบว่า สมรรถนะการผสมทั่วไปลักษณะผลผลิตดีไม่มีความแตกต่าง ($p>0.05$) แต่สมรรถนะการผสมเฉพาะมีความแตกต่างกัน พันธุ์ลูกผสมสลับของลักษณะความยาวของผลและอายุการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่าง ($p<0.05$) สายพันธุ์ล้านนา 3 ให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุดของลักษณะผลผลิตดี และคู่ผสมของสายพันธุ์ล้านนา 3 x ล้านนา 14 ล้านนา 6 x ล้านนา 3 ล้านนา 5 x ล้านนา 2 ล้านนา 4 x ล้านนา 1 และ ล้านนา 6 x ล้านนา 2 ให้ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะของลักษณะผลผลิตดีสูง

คำสำคัญ : แตงกวา สมรรถนะการผสม

Abstract

Combining ability of 7 cucumber lines were evaluated for general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) on yield and yield components. The experimental design was RCB with 2 blocks. The diallel progenies comprised 21 direct and 21 reciprocal crosses following Griffing's method 1. The progenies were grow during January to April, 2014 at Agricultural Technology Research Institute, Lampang province. Marketable yield was different in SCA but not in GCA. The reciprocal effects were significant in length of fruit and harvesting date. The crosses of Lanna 3 x Lanna 14, Lanna 6 x Lanna 3, Lanna 5 x Lanna 2, Lanna 4 x Lanna 1 and Lanna 6 x Lanna 2 were high in SCA for marketable yield.

Keywords: cucumber, combining ability test

บทนำ

แตงกวา (*Cucumis sativus* L.) เป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ นิยมบริโภคกันอย่างแพร่หลายทั่วโลก ในประเทศไทยจัดเป็นพืชผักที่มีการปลูกกันอย่างแพร่หลายเนื่องจากปลูกง่ายและระยะเวลาในการปลูกสั้น อายุ 35 - 45 วันสามารถเก็บเกี่ยวได้ แหล่งที่มีการปลูกแตงกวาที่สำคัญ 3 อันดับแรกของโลก คือ จีน แคเมอรูน และอิหร่าน คิดเป็นร้อยละ 54.5 9.2 และ 3.3 ของพื้นที่ปลูกแตงกวาและแตงกวาดองทั่วโลก ประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่พื้นที่มากที่สุด คือ ประเทศอินโดนีเซียเป็นอันดับที่ 9 ของโลก คิดเป็นร้อยละ 2.4 และ ประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 12 ของโลก ร้อยละ 1.2 คิดเป็นพื้นที่ปลูกแตงกวา 162,500 ไร่ (FAOSTAT, 2014) ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกพืชผัก ทั้งหมด

[1] สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตู้ ปณ 89 อ. เมือง จ. ลำปาง 52000

[1] Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna. P.O. Box 89, Muang, Lampang Province 52000,

* Corresponding author. E-mail: januluk@yahoo.com

3.2 ล้านไร่ ซึ่งพืชวงศ์แตงที่สำคัญที่ประเทศไทยนิยมปลูกมาก 3 อันดับแรก คือ แตงโม แตงกวา และฟักทอง (รวมถึงสควอชและน้ำเต้า) เท่ากับร้อยละ 48.7 29.0 และ 22.3 ตามลำดับ ผลผลิตต่อไร่ของแตงกวาเท่ากับ 1.7 ตัน ในปี พ.ศ. 2555 ประเทศไทยส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุมที่มีมูลค่ามาก 3 อันดับแรก คือ ข้าวโพด มะเขือเทศ และแตงโม คิดเป็นร้อยละ 34.9 16.4 และ 9.8 มูลค่า 1,362 638 และ 381 ล้านบาท ตามลำดับ แตงกวาอยู่ในอันดับที่ 6 คือ ร้อยละ 6.7 มีมูลค่า 260 ล้านบาท (กรมวิชาการเกษตร, 2556) แตงกวาสามารถปลูกได้กลางแจ้งและโรงเรือน และเป็นผักวงศ์แตงที่ได้รับการศึกษาและพัฒนาพันธุ์เป็นอย่างมากภายในประเทศ (จานุลักษณ์, 2550)

แตงกวาเป็นพืชผสมข้าม Antonio (2004) กล่าวว่า พืชผสมข้ามเมื่อผสมตัวเองสามารถเพิ่มค่าเฉลี่ยสภาพอัลลีลคู่เหมือน (homozygous) ให้แก่พืชได้ แต่ไม่เป็นไปตามธรรมชาติของพันธุกรรมของพืชผสมข้าม และอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดความเสื่อมถอยทางพันธุกรรม (inbreeding depression) กฤษฎา (2551) กล่าวว่า โดยปกติประชากรพืชผสมข้ามจะมีลักษณะที่มีอัลลีล (allele) ต่างกัน (heterozygous) องค์ประกอบทางพันธุกรรมดังกล่าวก่อให้เกิดความเสื่อมถอยทางพันธุกรรมขึ้น เมื่อมีการผสมเลือดชิดสายพันธุ์ที่ได้จะมีความเสื่อมลงของลักษณะต่างๆ ทำให้ผลผลิตลดลง วิธีที่ลดการเสื่อมถอยทางพันธุกรรมนั้นอาจใช้แหล่งพันธุกรรมที่นำมาจากพันธุ์ผสมปล่อย พันธุ์สังเคราะห์ พันธุ์ลูกผสม หรือสายพันธุ์แท้ที่ได้จากการผสมตัวเองสลับกับการผสมแบบระหว่างต้นภายในสายพันธุ์ เมื่อนำมาผสมกันจะได้ลูกผสมที่ดีกว่าพ่อแม่ หรือลูกผสมแสดงลักษณะดีเด่น (heterosis) แตงกวาเป็นพืชที่นิยมนำมาสร้างพันธุ์ลูกผสมเนื่องจากสามารถให้ผลผลิตและคุณภาพสูงกว่าการใช้พันธุ์ผสมปล่อย

การพิจารณาการสร้างพันธุ์ลูกผสม ระหว่างกลุ่มของสายพันธุ์แท้ที่ผ่านการคัดเลือก (selected inbred lines) สามารถแบ่งออกได้เป็น สมรรถนะการผสมทั่วไป (GCA: General Combining Ability) คือ สมรรถนะของสายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่งที่ได้จากการนำสายพันธุ์นั้นไปผสมพันธุ์กับสายพันธุ์อื่นๆ และสมรรถนะการผสมเฉพาะ (SCA: Specific Combining Ability) คือ ค่าเปรียบเทียบระหว่างลูกผสมแต่ละคู่ว่ามีค่าสูงกว่าหรือต่ำกว่า ค่าสมรรถนะเฉลี่ยของสายพันธุ์เหล่านั้น เพื่อคัดเลือกเป็นพันธุ์ลูกผสมเดี่ยว (ประวิตร, 2548) แผนการผสมพันธุ์แบบพบกันหมดที่ใช้ได้ทั้งการประเมินความแปรปรวนทางพันธุกรรมของสายพันธุ์แท้หรือสายพันธุ์บริสุทธิ์ และใช้ในการพิจารณาการสร้างพันธุ์ลูกผสมระหว่างกลุ่มของสายพันธุ์แท้ที่ผ่านการคัดเลือก ตามวิธีของ Griffing (1956) มี 4 วิธี ได้แก่ 1) วิเคราะห์สายพันธุ์พ่อแม่ร่วมกับพันธุ์ลูกผสมตรงและสลับ 2) วิเคราะห์สายพันธุ์พ่อแม่ร่วมกับพันธุ์ลูกผสมตรง 3) วิเคราะห์เฉพาะพันธุ์ลูกผสมตรงและลูกผสมสลับ และ 4) วิเคราะห์เฉพาะพันธุ์ลูกผสมตรง

จานุลักษณ์ และคณะ (2544) ทดสอบสมรรถนะการผสมแตงกวา 7 สายพันธุ์ พบว่าทุกลักษณะที่ศึกษามีความแตกต่างระหว่างพันธุ์ในสมรรถนะการผสมทั่วไป ส่วนลักษณะสมรรถนะการผสมเฉพาะมีอิทธิพลต่อทุกลักษณะ ยกเว้นลักษณะช่วงเวลาเก็บเกี่ยว และความเป็นโรคราน้ำค้าง Wadid *et al*. (2003) ศึกษาสมรรถนะการผสมของแตงกวา 5 สายพันธุ์ ตามวิธีของ Griffing's (1956) วิธีที่ 1 พบว่า P_1 ให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไป และพันธุ์ลูกผสม P_1x P_4 ให้ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะของผลผลิตสูงสุด

วิธีการศึกษา

วิธีดำเนินการ

แตงกวา 7 สายพันธุ์ คือ ล้านนา 1 (P 1) ล้านนา 2 (P 2) ล้านนา 3 (P 3) ล้านนา 4 (P 4) ล้านนา 5 (P 5) ล้านนา 6 (P 6) และล้านนา 14 (P 14) ที่ได้จากหน่วยบริหารเชื้อพันธุกรรมพืชวงศ์แตงกวา ของสถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ทำการผสมแบบพบกันหมด ซึ่งได้พันธุ์ลูกผสมตรงและลูกผสมสลับอย่างละ 21 พันธุ์ ปลูกทดสอบระหว่างเดือนมกราคม ถึง เมษายน พ.ศ. 2557 วางแผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ จำนวน 2 บล็อก พื้นที่ศึกษา 0.3 ไร่ ที่สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร จังหวัดลำปาง

การเขตกรรม

เพาะเมล็ดแตงกวาในถาดเพาะโดยใช้วัสดุเพาะสำเร็จรูป เมื่อต้นกล้าแตงกวามีอายุ 7-10 วันหลังเพาะจึงย้ายปลูก เตรียมพื้นที่ขนาดแปลงกว้าง 1.5 เมตร ระยะระหว่างแปลง 0.5 เมตร รองพื้นด้วยปุ๋ยคอกอัตรา 1 ตันต่อไร่ จากนั้นคลุมแปลงด้วยพลาสติกดำ-เงิน ระยะระหว่างต้น 0.5 เมตร ระหว่างแถว 1.0 เมตร ย้ายกล้า 1 ต้นต่อหลุม ให้ปุ๋ยแต่งหน้าหลังย้ายปลูกทุก 7 วัน จำนวน 4 ครั้ง ใส่ปุ๋ยหมักอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำแบบน้ำหยด ป้องกันกำจัดแมลงโดยใช้สารสกัดจากธรรมชาติ ปักค้างแบบสองเส้าหลังย้ายปลูก 15 วัน เก็บเกี่ยวผลผลิต 30 วันหลังย้ายปลูก

การบันทึกข้อมูล

ลักษณะผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิต เก็บตัวอย่างผลผลิตดีและเสีย (กิโลกรัม/ต้น) จำนวนผล/ต้น จำนวน 6 ต้นต่อแปลงย่อย หลังจากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่างแตงกวา จำนวน 10 ผลต่อสายพันธุ์หรือคู่พันธุ์ เพื่อบันทึกน้ำหนัก/ผล (กรัม) และลักษณะองค์ประกอบของผลผลิต ได้แก่ ขนาดผลกว้างและยาว (เซนติเมตร) อายุเก็บเกี่ยว ช่วงเวลาเก็บเกี่ยว

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตมาวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มภายในบล็อกสมบูรณ์ เมื่อพบความแตกต่างทางสถิติจึงเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดย DMRT (Duncan's New Multiple Range Tests) และวิเคราะห์องค์ประกอบทางพันธุกรรมโดยใช้วิธีของ Griffing (1956) วิธีที่ 1

ผลการศึกษา

พบว่าคู่ผสมมีความแตกต่างทางสถิติในทุกลักษณะที่ศึกษา ยกเว้นความกว้างของผล สายพันธุ์ P 6 P 14 และ P 3 ให้ผลผลิตต่อไร่สูงสุดและรองลงมาเท่ากับ 1.6 1.4 และ 1.3 ตัน พันธุ์ลูกผสมให้ผลผลิตมากกว่า 2 ตันต่อไร่ มีจำนวน 6 คู่ผสม ได้แก่ P 4 x P 1 และ P 4 x P 14 ให้ผลผลิตต่อไร่ 2.7 และ 2.6 ตันตามลำดับ (Table 1)

ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ในทุกลักษณะ ยกเว้นลักษณะผลผลิตต่อไร่ และ ช่วงเก็บเกี่ยว ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะพบความแตกต่างทางสถิติในทุกลักษณะที่ศึกษา ยกเว้นความกว้างผลและช่วงเวลาเก็บเกี่ยว ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะของลูกผสมสลับ พบว่าลักษณะความยาวของผล อายุเก็บเกี่ยวและช่วงเวลาเก็บเกี่ยวมีอิทธิพลจากการสลับสายพันธุ์แม่พ่อลักษณะอื่นไม่มีอิทธิพล เมื่อพิจารณาลักษณะผลผลิตต่อไร่พบว่าสมรรถนะการผสมทั่วไปอิทธิพลของยีนไม่เป็นผลบวก สายพันธุ์ P 3 และ P 5 มีแนวโน้มให้ผลผลิตต่อไร่สูงสุดและรองลงมา เท่ากับ 0.20 และ 0.10 ตัน ค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะของลูกผสมตรงในลักษณะผลผลิตต่อไร่มีความแตกต่างทางสถิติ แสดงว่าได้รับอิทธิพลของยีนแบบไม่เป็นผลบวก พันธุ์ลูกผสม P 3 x P 14 P 6 x P 3

P 5 x P 2 P 4 x P 1 P 6 x P 2 และ P 2 x P 1 ให้ค่ามากที่สุดและรองลงมา คือ 0.81 0.66 0.50 0.47 0.31 และ 0.25 ตัน ตามลำดับ ความสำคัญของ GCA เมื่อเทียบกับ SCA ซึ่งแสดงอิทธิพลของยีนแบบไม่เป็นผลบวก พบว่ามีค่าต่ำในลักษณะผลผลิตต่อไร่ มีค่าปานกลางในลักษณะจำนวนผลต่อต้น น้ำหนักผล ความกว้างของผล อายุเก็บเกี่ยวและช่วงเวลาเก็บเกี่ยว และมีค่าสูงในลักษณะความยาวผล (Table 2 และ Table 3)

Table 1 Yield and yield components of elite crosses and inbred lines tested during January to April 2014.

Crosses/Lines	Yield/rai		Fruits/plant		Fruit weight		Fruit size (cm)				Harvesting (days)	
Maternal X Paternal	(t)				(g)		Length		Width		Date	Period
P 1	0.5	g[2/]	4.0	gh	49.4	a-h	6.5	ij	3.7	30.0 d-j	14.5	d-f
P 2	1.1	b-g	12.7	a-f	41.0	f-i	6.1	j	3.5	29.0 e-j	22.5	ab
P 3	1.2	a-g	10.7	a-g	47.4	a-i	8.1	b-e	3.2	29.0 e-j	17.5	a-f
P 4	0.9	e-g	5.2	f-h	42.2	e-i	7.8	d-g	3.3	29.0 e-j	14.5	d-f
P 5	0.7	fg	5.0	f-h	46.2	b-i	7.3	f-h	3.2	31.5 b-g	17.5	a-f
P 6	1.6	a-g	10.5	a-g	56.3	a-e	8.9	ab	3.5	32.5 b-f	14.5	d-f
P 14	1.4	a-g	10.0	a-g	60.8	a	8.7	a-c	3.5	29.0 e-j	19.5	a-e
P 4 x P 1	2.7	a	16.2	a-d	59.9	a-c	7.9	c-f	3.6	30.5 c-i	17.5	a-f
P 4 x P 14	2.6	ab	22.4	a	49.9	a-h	8.0	b-e	3.4	33.0 b-e	16.0	a-f
P 5 x P 2	2.2	a-c	17.5	a-c	54.1	a-g	7.5	d-g	3.6	33.0 b-e	21.0	a-d
P 14 x P 4	2.1	a-d	16.1	a-d	53.6	a-g	8.8	a-c	3.3	29.0 e-j	20.0	a-e
P 2 x P 4	2.0	a-e	16.3	a-c	45.3	d-i	7.1	f-i	3.5	30.8 c-i	16.1	a-f
P 2 x P 1	2.0	a-e	14.6	a-f	50.9	a-g	7.2	f-i	3.6	28.0 g-j	21.0	a-d
F – test [1/]	*		**		**		**		ns	**	*	
C.V. (%)	14.5		17.7		5.4		2.3		2.1	2.4	7.1	

[1/] ns, * and ** = not significant and significant at 5 % and 1 % levels of probability, respectively.

[2/] Means followed by the same letters in the same column were not significantly different at the level 5% probability level by DMRT.

Table 2 Combining ability of 7 cucumber lines, 21 F_1 hybrids and 21 reciprocal crosses.

		Yield/rai		Fruits/ plant		Fruit weight		Fruit size (cm)			Harvesting (days)		
Source	Df	(t)				(g)		Length	Width		Date	Period	
GCA	6	0.24	ns[1/]	24.53	*	48.54	*	2.05	** 0.07		9.26	** 8.07	ns
SCA	21	0.35	**	19.72	**	46.49	**	0.31	** 0.02		5.59	** 5.33	ns
Reciprocal	21	0.21	Ns	11.17	ns	28.04	ns	0.23	** 0.02		5.36	** 7.32	*
error	48	0.14		8.65		16.51		0.06	0.01		1.29	3.78	
GCA/SCA	0.3	0.70		1.24		1.04		6.64	2.71		1.65	1.51	
SCA/GCA	3.5	1.43		0.80		0.96		0.15	0.37		0.60	0.66	
C.V. (%)		14.51		17.65		5.39		2.26	2.14		2.40	7.08	

[1/] ns, * and ** = not significant and significant at 5 % and 1 % levels of probability, respectively.

Table 3 General combining ability effects (diagonal values), specific combining ability effects (above diagonal values) and reciprocal combining ability effects (below diagonal values) on yield per rai of 7 cucumber lines, 21 F_1 hybrids and 21 reciprocal crosses.

Lines	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 14
P 1	**0.05**	0.16	-0.34	-0.01	0.04	-0.08	0.03
P 2	0.25	**-0.18**	0.01	-0.33	-0.48	0.56	-0.26
P 3	-0.38	-0.53	**0.20**	0.11	0.25	-0.66	0.81
P 4	0.47	-0.01	0.13	**-0.09**	0.03	0.05	-0.46
P 5	-0.36	0.50	0.17	0.20	**0.10**	-0.56	-0.28
P 6	-0.19	0.31	0.66	-0.38	0.15	**-0.10**	0.08
P 14	0.53	0.17	0.25	-0.08	0.30	0.38	**0.01**

สรุป

สายพันธุ์ล้านนา 3 และ ล้านนา 5 ให้ค่าสมรรถนะการผสมทั่วไปสูงสุดและรองลงมา พันธุ์ลูกผสมที่มีค่าสมรรถนะการผสมเฉพาะสูงคือพันธุ์ล้านนา 3/ล้านนา 14 พันธุ์ล้านนา 6/ ล้านนา 3) และพันธุ์ล้านนา 5/ ล้านนา 2

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่ให้ทุนสนับสนุนงบประมาณดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กฤษฎา สัมพันธารักษ์. 2551. ปรับปรุงพันธุ์พืช พื้นฐาน วิธีการ และแนวคิด. ภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 272 น.

กรมวิชาการเกษตร. 2556. ปริมาณและมูลค่าการส่งออกเมล็ดพันธุ์ควบคุม ปี 2555. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: www.doa.go.th/.../พันธุ์พืช/.../ปริมาณและมูลค่าการส่งออกฯรายเมล็ดพันธุ์ควบคุม ปี 2555.pdf (27 ตุลาคม 2556).

จานุลักษณ์ ขนบดี. 2550. การประเมินสายพันธุ์แตงกวาที่ต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง.(ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: http://www.kucon.lib.ku.ac.th/cgi-bin/kucon.exe?rec_d.pdf (19 มิถุนายน 2556)

จานุลักษณ์ ขนบดี จินันทนา จอมดวง และพีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2544. การทดสอบสมรรถนะการผสมของแตงกวาสำหรับบริโภคผลผลิตสด. ใน การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 39. น. 118 – 126.

ประวิตร พุทธานนท์. 2548. ไบโอเมตริกส์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์พืช. คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่. 243 น.

Antonio I.I.C. 2004. Depression by inbreeding after four successive self- pollination squash generations. Journal of Agricultural Science 61(2): 224-227.

FAOSTAT. 2014. Value of Agricultural Production. (online) Available: http://www. faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor.htm (25 June2014).

Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Journal of Biological Sciences 9: 463-493.

Wadid, M.M., M.A. Medany and A.F. Abou-Hadid. 2003. Diallel analysis of yield and vegetative characteristics in cucumber (*Cucumis sativus* L.) under low temperature condition. Journal of Acta Horticulturae 598: 279-287.

ผลของวิธีการหมักชาต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และความชอบของผู้บริโภคต่อชาใบย่านาง

Effect of fermentation method on physical, chemical properties and consumer preference on Yanang leaves (*Tiliacora triandra*) tea

หนูเดือน สาระบุตร[1*] กรรณิการ์ ห้วยแสน[1] พนอจิต นิติสุข[1] และ อนันต์ พันธ์พิบูลย์[1]

Nuduan Saraboot,[1*] Kannika Huaisan,[1] Panorjit Nitisuk[1] and Anan Panpiboon[1]

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของการหมักใบย่านางต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และความชอบของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ชาใบย่านาง ผลการทดลองพบว่า คุณสมบัติด้านสี(L*, a* และ b*) ของผงชาใบย่านางที่ผ่านและไม่ผ่านการหมักมีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามน้ำชาที่เตรียมได้จะพบเฉพาะค่าความเป็นสีแดง(a*) ที่มีความแตกต่างกัน(p<0.05)ส่วนผลต่อสมบัติทางเคมีพบว่า ปริมาณความชื้น แอคทิวิตี้ของน้ำ(a_w) กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของผงชาที่เตรียมได้มีความแตกต่างกัน (p<0.05)โดยผงชาใบย่านางที่ผ่านการหมักและไม่ผ่านการหมักมีปริมาณความชื้น (5.81% และ6.08%) กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (13.52 และ 5.95%) และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด(25.64 และ15.31 mg GAE/g)ตามลำดับ ในขณะที่ผงชาใบย่านางที่ผ่านการหมักมีค่า a_w ต่ำกว่าผงชาใบย่านางที่ไม่ผ่านการหมัก โดยไม่พบความแตกต่างของปริมาณวิตามินซี(p>0.05) ผลของการหมักและไม่หมักใบย่านางต่อสมบัติทางเคมีของน้ำชาที่เตรียมได้พบว่า กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (6.93% และ4.70%) และปริมาณวิตามินซีของน้ำชาที่เตรียมได้จากผงชาใบย่านางที่ผ่านการหมักจะมีค่าที่สูงกว่าผงชาใบย่านางที่ไม่ผ่านการหมัก(0.11 และ 0.06มิลลิกรัม/กรัม) โดยไม่พบความแตกต่างของปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด (p>0.05) สำหรับการประเมินความชอบของผู้บริโภคพบว่า ไม่พบความแตกต่างในด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ และเนื้อสัมผัส(p>0.05) ส่วนด้านสี กลิ่น และความชอบรวมมีความแตกต่างกัน(p<0.05)ซึ่งผู้ประเมินมีความชอบรวมต่อผลิตภัณฑ์ผงชาใบย่านางที่ผ่านการหมักสูงกว่าที่ระดับความชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

คำสำคัญ: ใบย่านาง กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ การหมักชา

Abstract

The objective of this researchwas to study the effect of Yanang leavesfermentation on physiochemical properties and consumer liking of Yanang leavestea product. The significant effects of fermented and non-fermentedYanang leavestea powder on colour properties (L*, a* and b*) were observed. However, the different of only redness value (a*)in prepared tea water was found (p<0.05). For chemical properties; there was significant effect of Yanang leavesfermentation on moisture content, a_w value, antioxidant activities and total phenolic content (p<0.05). The results of fermented and non-fermented Yanang leavestea powder showed higher moisture content, (5.81%and 6.08%),antioxidant activities(13.52and 5.95%) and total phenolic content(25.64 and 15.31 mg GAE/g)and lower a_w value of fermented Yanang leavestea powder than green tea. In addition, no different effect on vitamin C was detected (p>0.05). The effect of fermented and non-

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตกาฬสินธุ์ 46000

[1] Division of Food science and Technology, Faculty of Agro-Industrial Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Kalasin Campus 46000, Thailand

* Corresponding author. E-mail: nuduans@hotmail.com

fermented Yanang leaves on chemical properties of prepared tea water was investigated. The antioxidant activities (6.93% and 4.70%)and vitamin C content (0.11 and 0.06 mg/g)of tea water prepared form fermented Yanang leaves tea powder higher than green tea powder. No significantly different of total phenolic content was observed. For consumer liking evaluation; there was no significant effect of Yanang leaves fermentation on consumer liking in appearance, taste and texture of sample (p>0.05). The differently liking in colour, aroma and overall acceptance were found (p<0.05). The overall preferences of fermented Yanang leaves tea powder higher than non-fermented Yanang leaves tea powder with the value of like slightly to like moderately.

Keywords: Yanang leaves, Antioxidant activity, Tea fermentation

บทนำ

ในปัจจุบันมนุษย์หันมาดำรงชีวิตแบบพึ่งพาธรรมชาติมากขึ้นซึ่งพบได้จากการที่ประชาชนส่วนให้ความสนใจด้านสุขภาพและค้นหาวิธีป้องกันตนเองจากโรคต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการบริโภคอาหารชีวจิต รวมถึงการหันมาใช้สมุนไพรเพื่อป้องกันและบำบัดโรค ซึ่งฤทธิ์ของสมุนไพรฤทธิ์หนึ่งได้รับความสนใจมากคือ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจากรายงานการศึกษาพบว่า เป็นกลไกที่มีบทบาทสำคัญอย่างหนึ่งของร่างกายในการป้องกันอันตรายจากสารออกซิเดนท์โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อนุมูลอิสระ ซึ่งเชื่อว่าเป็นตัวการหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคต่างๆ เนื่องจากมีส่วนทำให้เซลล์เสียหายหรือแปรสภาพ ชาเป็นเครื่องดื่มที่เก่าแก่ที่สุดในโลกและมีการนำใบชามาใช้ประโยชน์ทางเภสัชกรรมมานานแล้ว ต้นชามีถิ่นกำเนิดในเอเชียตะวันออก แล้วกระจายพันธุ์ไปทั่ว ประเทศไทยปลูกมากทางภาคเหนือ กรรมวิธีการกรรมวิธีการผลิตชามี 3 แบบคือชาเขียว (green tea) ชาอู่หลง (oolong tea) และชาดำ (black tea) ต่อมามีการนำพืชชนิดอื่นๆ เช่น ใบเตย ว่านหางจระเข้ ดอกคำฝอย หรือแม้แต่ใบหม่อนมาทำเป็นเครื่องดื่มเช่นเดียวกันกับชา ดังนั้นจึงใช้คำว่า “ชา” นำหน้าพืชชนิดนั้นๆ เช่นชาใบเตย ชาดอกคำฝอย ชาใบหม่อนเป็นต้น ใบย่านางนับว่าเป็นพืชที่มีประโยชน์อีกชนิดหนึ่ง มีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยเฉพาะสารเบต้าแคโรทีน แคลเซียม ธาตุเหล็ก วิตามินเอและซี นิยมนำมาใช้ในการประกอบอาหารพื้นบ้านไทยหลายๆ ตำรับ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยสารอาหารสำคัญอื่นๆ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน ไฟเบอร์ แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ไทอะมีน ไรโบฟลาวิน และไนอะซีน สำหรับสรรพคุณในทางยา ย่านางถือเป็นยาเย็น มีความโดดเด่นด้านการดับพิษและลดไข้ โดยรากใช้แก้ไข้ทุกชนิด เช่น ไข้พิษ ไข้เหนือ ไข้หัด สุกใส ไข้กาฬ ขับกระทุ้งพิษไข้ ถอนพิษ และแก้เบื่อเมา ส่วนใบและเถา จะใช้แก้ไข้ ลดความร้อน สามารถลดฤทธิ์กรดยูริกในหน่อไม้ได้ลดความขมของหน่อไม้ เพิ่มคลอโรฟิลล์ให้กับอาหารส่วนรากย่านาง มีสารอัลคาลอยด์หลายชนิด เช่น ทิเรียโครีน (Tiliacorine) ทิเรียโคลินิน (Tiliacorinine) นอร์ทิเรียโครินิน (Nor-tiliacorinine) เป็นต้น ชาวบ้านมักใช้รากย่านางมาต้มดื่มเพื่อใช้เป็นยาแก้พิษและแก้ไข้ เกือบทุกชนิด เช่นไข้หวัด ไข้อีสุกอีใส เป็นต้น เมื่อศึกษาถึงองค์ประกอบทางเคมีในใบพบว่า ประกอบด้วย สารโพลีฟีนอล เช่น monoepoxy-betacarotene, flavanone glycoside cinnamic acids, minecoside, flavone glycoside cinnamic acids derivative และ*p*-hydroxybenzoic acid เป็นต้น แคลเซียมออกซาเลท และอัลคาลอยด์กลุ่ม isoquinoline (ปานทิพย์และคณะ, 2552)สำหรับการศึกษาวิจัยฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของย่านาง ส่วนใหญ่เป็นการทดลองในหลอดทดลองและสัตว์ทดลอง ยังไม่พบรายงานการวิจัยในคน โดยพบว่าย่านางมีฤทธิ์ในการลดไข้ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อมาลาเรียแก้ปวด ลดความดันโลหิต ต้านการเจริญของเซลล์มะเร็ง ยับยั้งเอนไซม์ acetylcholinesterase และมีฤทธิ์อย่างอ่อนๆ ในการต้านอนุมูลอิสระ(กรรณธิชา และสุนิสา, 2546) จากความสำคัญดังกล่าว งานวิจัยครั้งนี้จึงมี

วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษา วิธีการผลิตชาใบย่านางที่แตกต่างกัน 2 วิธี คือ การผลิตชาจากใบย่านางที่ผ่านและไม่ผ่านการหมักต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และความชอบของผู้บริโภค

วิธีการศึกษา

1. เตรียมวัตถุดิบโดยการเก็บใบย่านางสดมาผ่านการล้างและผึ่งให้แห้ง ซึ่งมีความชื้นคงเหลือร้อยละ 60 หลังจากนั้นแบ่งใบย่านางออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1ทำการอัดก๊าซไนโตรเจนเข้าไปในภาชนะหมักทิ้งไว้ รวมระยะเวลาประมาณ 22 ชั่วโมง แล้วนำมาลวกที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสนาน 45 วินาที และทำให้แห้งโดยการคั่วที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ส่วนที่ 2 นำใบย่านางมาลวกที่อุณหภูมิ95 องศาเซลเซียสนาน45 วินาที แล้วทำให้แห้งโดยคั่วที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที จากนั้นนำชาแต่ละชนิดบดเป็นผงละเอียดและร่อนผ่านตระแกรงขนาด 25 เมช (mesh)บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ปิดผนึกและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 1 วันเพื่อรอวิเคราะห์คุณภาพทางด้านค่าสี (L* a* และ b*) ด้วยเครื่องHunter Lab ยี่ห้อ Easy Math QC รุ่น CQXE.USVIS.US-PROแอคทิวิตี้ของน้ำด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้(Water activity :a_w) ยี่ห้อ AQUALAB รุ่น 04048713 Rร้อยละความชื้นโดยใช้เครื่องMoisture balance รุ่น MA-100 (Sartorius Cooperation Analytical & Measuring Instruments, Germany)ปริมาณวิตามินซีด้วยเครื่อง HPLC (Abushita *et al.*,1997) ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด และ % DPPH radical scavenging ด้วยเครื่องUV–VIS spectrophotometer และ การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคจำนวน 30 คน โดยใช้วิธี Hedonic scale 9 point

2. การออกแบบและการวิเคราะห์ทางสถิติ

2.1 ในการทดลองนำข้อมูลทางเคมีกายภาพที่ได้มาวิเคราะห์ตามหลักสถิติ แบบ T-Test (Paired T-Test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

2.2 ในการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสแบบ Hedonic Scaling ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คน โดยเตรียมตัวอย่างชาบรรจุในซองชาจำนวน 3 กรัม/ซอง จากนั้นนำซองชาใส่ในแก้วสำหรับทดสอบชิมและเติมน้ำร้อนปริมาณ 150 มิลลิลิตรทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นนำมาทำการทดสอบชิม นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางหลักสถิติ แบบ T-Test (Paired T-Test) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1. ผลของกระบวนการผลิตชาใบย่านางที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการหมักต่อคุณสมบัติด้านสีของผงชาและน้ำชาใบย่านางที่เตรียมได้

ผลของกระบวนการหมักและไม่หมักใบย่านางในขั้นตอนการผลิตชาใบย่านางต่อคุณสมบัติด้านสี (L* a* และ b*) ของผงชาและน้ำชาที่ได้พบว่าสีของผงชาใบย่านางที่เตรียมได้ทั้ง 2 วิธี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)โดยผลจากการทดลองพบว่า ค่า L* (ค่าความสว่าง) ของผงชาใบย่านางที่ไม่ผ่านการหมักและผ่านการหมักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.97±0.20 และ 27.72±0.27ตามลำดับ ค่า a*(ค่าสีแดง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.32±0.06 และ 1.26±0.17 ตามลำดับ และค่า b*(ค่าสีเหลือง) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.54±0.31 และ 13.60±0.34 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 ส่วนผลต่อคุณสมบัติด้านสีของน้ำชาที่ได้พบว่าค่า L* และ b* น้ำชาที่ชงได้จากผงชาใบย่านางที่ไม่ผ่านและผ่านการหมักไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) โดยพบว่าน้ำชาที่ชงจากผงชาใบย่านางที่ไม่ผ่านและผ่าน

กระบวนการหมักมีค่า L* เฉลี่ยเท่ากับ 12.08±0.23 และ 11.90±0.49 ตามลำดับ ค่า a* มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.23±0.03 และ -0.01±0.04 ตามลำดับ และ ค่า b* มีค่าเท่ากับ 5.25±0.41 และ 5.16±0.50 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

Table 1 Physiochemical properties of Yanang leavestea powder of fermented and non-fermented tea product.

Tea powder product	Colour values (CIE system)		
	L*	a*	b*
Non-fermentedtea	26.97±0.20	2.32±0.06	12.54±0.31
Fermented tea	27.72±0.27	1.26±0.17	13.60±0.34
p	0.03	0.00	0.04

Table 2 Physiochemical properties of Yanang leavestea water of fermented and non-fermented tea product.

Tea waterproduct	Colour values (CIE system)		
	L*	a*	b*
Non-fermentedtea	12.08±0.23	0.23±0.03	5.25±0.41
Fermented tea	11.90±0.49	-0.01±0.04	5.16±0.50
p	0.21	0.001	0.23

จากผลการทดลองพบว่าสีของผงชาและน้ำชาที่ได้ในตัวอย่างชาใบย่านางที่ผ่านการหมักค่อนข้างที่จะมีสีเขียวสดมากกว่าผงชาที่ได้จากตัวอย่างที่ไม่ผ่านการหมัก อาจเกิดเนื่องจากการหมักใบย่านางในภาชนะที่ปิดสนิทที่มีการอัดก๊าซไนโตรเจนเข้าไปทำให้ระหว่างกระบวนการหมักตัวอย่างไม่เกิดการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนทำให้ผงชาที่ได้มีสีคล้ำน้อยกว่า(นิธิยา, 2549) นอกจากนี้ สาโรจน์ (2551) รายงานว่าก๊าซไนโตรเจนส่งผลต่อ สี กลิ่น และรสชาติของน้ำชาที่ได้โดยชาที่ผ่านการหมักจะมีสารที่มีกลิ่นหอมรวม(aroma complex) และมีสีเขียวคล้ำน้อยกว่าชาที่ไม่ผ่านกระบวนการหมัก

2. ผลของกระบวนการผลิตชาใบย่านางที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการหมักต่อคุณสมบัติทางเคมีของผงชาและน้ำชาใบย่านางที่เตรียมได้

2.1 ผลของกระบวนการหมักและไม่หมักใบย่านางในขั้นตอนการผลิตชาใบย่านางต่อปริมาณความชื้นและa_wของผงชาใบย่านางที่ได้พบว่าปริมาณความชื้นและ a_wของผงชาใบย่านางที่เตรียมได้ทั้ง 2 วิธี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)โดยผลจากการทดลองพบว่า ค่าปริมาณความชื้นของผงชาใบย่านางที่ไม่ผ่านการหมักและผ่านการหมักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 6.08±0.73 และ 5.81±0.89 ตามลำดับส่วนค่า a_w มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.37±0.03 และ 0.32±0.00 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

Table 3 Moisture content and water activity (a_w) of Yanang leavestea powder of fermented and non-fermented tea product.

Tea powder product	Chemical properties	
	Moisture content (%)	water activity(a_w)
Non-fermentedtea	6.08±0.73	0.37±0.03
Fermented tea	5.81±0.89	0.32±0.00
p	0.05	0.00

2.2 ผลของกระบวนการหมักและไม่หมักใบย่านางในขั้นตอนการผลิตชาใบย่านางต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณวิตามินซี และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด ของผงชาและน้ำชาใบย่านางที่ได้พบว่ากิจกรรมต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของผงชาใบย่านางที่เตรียมได้ทั้ง 2 วิธี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)โดยผลจากการทดลองพบว่า ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของผงชาใบย่านางที่ไม่ผ่านการหมักและผ่านการหมักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 5.95±0.08 และ 13.52±2.33 ตามลำดับ ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.31±3.50 และ 25.64±6.86mg GAE/g ตามลำดับ ส่วนผงชาใบย่านางที่ไม่ผ่านการหมักและผ่านการหมักปริมาณวิตามินซีจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยพบว่าผงชาใบย่านางที่ไม่ผ่านและผ่านกระบวนการหมักมีปริมาณวิตามินซีเฉลี่ยเท่ากับ 1.11±0.31 และ 1.15±0.06 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4 ส่วนผลต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณวิตามินซี และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดของน้ำชาใบย่านางที่ได้ พบว่าน้ำชาที่ชงได้จากผงชาใบย่านางที่ไม่ผ่านและผ่านการหมักปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) โดยพบว่าน้ำชาที่ชงจากผงชาใบย่านางมีปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดเฉลี่ยเท่ากับ 1.38±0.29 และ 1.47±0.13 ตามลำดับ กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70±0.27 และ 6.93±0.41 ตามลำดับ ปริมาณวิตามินซีมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.06±0.05 และ 0.11±0.01 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5

Table 4 Antioxidant activities ,total phenolic content and vitamin C content of Yanang leavestea powder of fermented and non-fermented tea product.

Tea powder product	Antioxidant activities(%)	Vitamin C content (mg/g)	Total phenolic content (mg GAE/g)
Non-fermentedtea	5.95±0.08	1.11±0.31	15.31±3.50
Fermented tea	13.52±2.33	1.15±0.06	25.64±6.86
p	0.00	0.74	0.00

Table 5 Antioxidant activities ,total phenolic content and vitamin C content of Yanang leavestea water of fermented and non-fermented tea product.

Tea waterproduct	Antioxidant activities(%)	Vitamin C content (mg/g)	Total phenolic content (mg GAE/g)
Non-fermentedtea	4.70±0.27	0.06±0.05	1.38±0.29
Fermented tea	6.93±0.41	0.11±0.01	1.47±0.13
p	0.00	0.01	0.48

จากผลการทดลองพบว่าวิธีการผลิตชาที่แตกต่างกันทั้ง 2 วิธี มีผลต่อ a_wซึ่งมีความสอดคล้องและแปรผันตรงกับร้อยละปริมาณความชื้น ซึ่งการลด a_wจะลดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ไม่ต้องการให้เกิดในระหว่างการเก็บรักษาด้วย ซึ่งจุลินทรีย์ไม่สามารถนำน้ำอิสระมาใช้ทำปฏิกิริยากับองค์ประกอบของอาหารได้ (กิตติพงษ์, 2540)นอกจากนี้ สาโรจน์ (2551) รายงานว่าในผลิตภัณฑ์ชาหมักยังคงมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระเช่นเดียวกับ ชาเขียว และเมื่อทำการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และองค์ประกอบของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพระหว่างชาหมักและชาที่ไม่ผ่านการหมักในใต้หวันพบว่า ชาทั้งหมด 56 ตัวอย่าง(ชาเขียว 28 ตัวอย่างและชาหมัก 28 ตัวอย่าง) มีปริมาณความชื้น ,ค่าสี L*a* และ b* สารประกอบฟีนอลิก ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด กรดไขมัน และวิตามินซี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) อย่างไรก็ตามชากาบาจะมีค่าสี a* และ b* สูงกว่าในขณะที่ชาเขียวมีกรดแอสคอบิกที่สูงกว่า ($p\leq$0.05) (Hsueh*et al.*,2006)นอกจากนี้ยังมีการศึกษาสารสกัดชาที่เตรียมได้จากวิธีเย็นและร้อนที่กลั่นให้ความร้อนด้วยไอน้ำของชาเขียว จะมีความเข้มข้นที่แตกต่างกัน การศึกษาคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระ ผลผลิตที่สกัดได้ในน้ำร้อน (17.49-28.27%)ที่สูงกว่าที่สกัดในน้ำเย็น (11.72-14.70%) อย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณของสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมด คือ 221.71-330.22 มิลลิกรัม/กรัม ในขณะที่คาเตชินทั้งหมดในการสกัดแบบเย็นและร้อนคือ 135.05-193.14 และ 161.57-195.05 มิลลิกรัม/กรัม ตามลำดับ สารสกัดที่ได้ในน้ำร้อนจะมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระได้ อย่างไรก็ตามการสกัดในน้ำเย็นก็จะมีประสิทธิภาพในการกำจัดสารต้านอนุมูลอิสระและความสามารถในการรีดิวซ์เฟอร์ริกของสารต้านอนุมูลอิสระ (ferric ion reducing antioxidant power assay , FRAP) สูงเช่นกันดังนั้นวิธีการชงแบบเย็นจึงเป็นอีกทางเลือกที่จะนำไปใช้ในการชงชา (Sheng-Dun Lin*et al.*,2008)

3. ผลของกระบวนการผลิตชาใบย่านางที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการหมักต่อการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์น้ำชาใบย่านางที่เตรียมได้จากผงชาใบย่านาง

การทดสอบทางประสาทสัมผัส แบบ Hedonic Scaling ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมรวมตามลำดับ โดยเตรียมตัวอย่างผงชาใบย่านางบรรจุในซองชาจำนวน 3 กรัม/ซอง จากนั้นนำซองชาใส่ในแก้วสำหรับทดสอบชิมและเติมน้ำร้อนปริมาณ 150 มิลลิลิตรทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นนำมาทำการทดสอบชิม ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคพบว่าน้ำชาที่เตรียมได้ทั้ง 2 วิธี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยน้ำชาที่เตรียมได้จากผงชาใบย่านางที่ไม่ผ่านและผ่านกระบวนการหมักไม่พบความแตกต่างในด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ และเนื้อสัมผัส (p>0.05) มีคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏเฉลี่ย 6.57±1.50 และ 6.83±1.26 ตามลำดับ ด้านรสชาติเฉลี่ย 5.93±1.70 และ 6.10±1.49 ตามลำดับ และด้านเนื้อสัมผัสเฉลี่ย

6.13±1.75 และ 6.53±1.35 ตามลำดับ ส่วนคุณลักษณะด้านสี กลิ่น และการยอมรับรวมพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) โดยมีคะแนนความชอบด้านสีเฉลี่ย 6.37±1.65 และ 6.83±1.26 ตามลำดับ ด้านกลิ่นเฉลี่ย 6.13±1.30 และ 6.50±1.33 ตามลำดับ และด้านความชอบรวมเฉลี่ย 6.17±1.53 และ 6.53±1.35 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 6

Table 6 Sensory characteristics of Yanang leavestea water of fermented and non-fermented tea product on satisfaction level.

Yanang leaves tea product	Sensory characteristics					
	appearance	colour	aroma	taste	texture	Overall preference
Non-fermented tea	6.57±1.50	6.37±1.65	6.13±1.30	5.93±1.70	6.13±1.75	6.17±1.53
Fermented tea	6.83±1.26	6.97±1.21	6.50±1.33	6.10±1.49	6.37±1.52	6.53±1.35
p	0.08	0.01	0.01	0.47	0.33	0.01

จากผลการศึกษาพบว่าการหมักใบย่านางในภาชนะที่ปิดสนิทที่มีการอัดก๊าซไนโตรเจนเข้าไปทำให้ระหว่างกระบวนการหมักตัวอย่างไม่เกิดการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนทำให้น้ำชาที่ได้มีสีคล้ำน้อยกว่า(นิธิยา, 2549) นอกจากนี้สาโรจน์ (2551) รายงานว่าก๊าซไนโตรเจนส่งผลต่อ สี กลิ่น และรสชาติของน้ำชา โดยชาหมักจะมีสารที่มีกลิ่นหอมรวม(aroma complex) อยู่ประมาณ 650 ชนิด ต่างจากในชาเขียวที่มีอยู่ประมาณ 250 ชนิด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาหลักที่เกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนของการหมักชาส่งผลให้ผู้บริโภคให้การยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ชาใบย่านางที่ผ่านการหมักสูงกว่าที่ระดับความชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง

สรุป

การผลิตชาที่แตกต่างกันทั้ง 2 วิธี คือ ชาใบย่านางที่ผ่านการหมัก และไม่ผ่านการหมัก มีผลต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (% DPPH radical scavenging) โดยผงชาและน้ำชาใบย่านางหมักมีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณฟีนอลิกทั้งหมดมีนัยสำคัญสูงกว่าผงชาและน้ำชาที่ไม่ผ่านการหมัก และไม่พบความแตกต่างของปริมาณวิตามินซีในผงชาทั้ง 2 วิธีแต่พบความแตกต่างในน้ำชา โดยน้ำชาจากใบย่านางหมักจะมีปริมาณวิตามินซีสูงกว่าน้ำชาที่ไม่ผ่านการหมัก ร้อยละความชื้นและ a_w มีค่าแปรผันตรงกัน โดยผงชาใบย่านางหมักมีนัยสำคัญน้อยกว่าผงชาที่ไม่ผ่านการหมัก นอกจากนี้วิธีการผลิตชาที่แตกต่างกันมีผลต่อค่าสีของผงชาและน้ำชาใบย่านางอย่างมีนัยสำคัญ โดยผงชาและน้ำชาที่ผ่านการหมักจะมีสีเขียว-เหลืองสูงกว่าผงชาและน้ำชาที่ไม่ผ่านการหมัก ซึ่งเกิดจากผลของการผ่านก๊าซไนโตรเจนจะทำให้สีของผลิตภัณฑ์ชาใบย่านางไม่เกิดการออกซิเดชัน อีกทั้งการลวกใบย่านางก่อนการคั่วเป็นการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่ทำให้เกิดสีน้ำตาล ทำให้สีของชาใบย่านางที่ผ่านการหมักมีสีเขียวสว่างกว่า และผลต่อการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น และความชอบรวม โดยชาใบย่านางที่ผ่านการหมักจะให้สีเขียวสว่าง มีกลิ่นหอมรวมมากกว่าและรสชาติดีกว่าชาที่ไม่ผ่านการหมัก ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบรวมผลิตภัณฑ์ชาทั้งสองชนิดอยู่ในเกณฑ์ชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ ด้วยงบประมาณรายได้ ประจำปี 2556

เอกสารอ้างอิง

กรรณธิชา งามละม่อม และ สุนิสา รื่นนางแย้ม. 2546. การศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในสารสกัดจากใบย่านาง. [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: http:// www.dcms.thailis.or.th(16 กรกฎาคม 2556).

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์. 2540. กระบวนการแปรรูปอาหาร. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2549. เคมีอาหาร. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ปานทิพย์ บุญส่ง, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ อรพิน เกิดชูชื่น. 2552. การวิเคราะห์สารประกอบ polyphenolics และสารให้สีจากใบ Tiliacora triandra (Diels). [ระบบออนไลน์]. แหล่งข้อมูล:http://www. Intranet. Dip.go.th (20 มิถุนายน 2556).

สาโรจน์ ศิริศันสนียกุล. 2551. การศึกษาเบื้องต้นของการหมักชายูนนาน.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ยูนนาน, สาธารณรัฐประชาชนจีน.วารสารการวิจัยและพัฒนา มธจ. 31(2): 275-289.

Abushita, A.A. Hebshi, A.E., Daocd, and Biacs, A.P. 1997. Determination of antioxidant vitamins in tomatoes. *Food chemistry* 60(2): 207-212.

Hsueh Fang, W., Yung Sheng, T., Mu Lien L. 2006. Comparison of bioaetivecomponents in GABA tea and green tea produced in taiwan.*Food chemistry* 96: 648-653.

Sheng-Dun, L., En-Hui Li., Jeng-Leun, M. 2008. Effect of different brewing methods on antioxidant properties of steaming green tea. *LWT-Food science and technology*: 41:1616-1623.

สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสละกวน (แบบแผ่น)

The Optimum Conditions to Produce Sala Leather

วรรณศิริ หิรัญเกิด[1*] สุภร พงษ์สำราญ[1] บุณฑริกา สุมะนา[1] รุ่งโรจน์ ตับกลาง[1] และ ชูศักดิ์ หอมหวาน[1]

Wannasiri Hirankerd,[1*] Suporn Pongsumran,[1] Boondarika Sumana,[1] Rungroj Tubklang[1] and Chusak Homhwan[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาถึงสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสละกวน(แบบแผ่น) ที่มีสูตรการผลิต คือ เนื้อสละ น้ำสะอาด น้ำตาลทราย กลูโคสไซรัป กลีเซอรอลกัวร์กัม และ เกลือ ในปริมาณ ร้อยละ 42.3, 42.3, 10.8, 1.7 0.4, 0.4 และ 0.1 ตามลำดับ โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการอบแห้ง 2 ปัจจัย คือ อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งที่ 60 และ 70 องศาเซลเซียส และ เวลาของการอบแห้งที่ 4, 5, 6 และ 7 ชั่วโมง พบว่าผลิตภัณฑ์สละกวน (แบบแผ่น) ที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 7 ชั่วโมง มีคะแนนการยอบรับจากผู้บริโภคมากที่สุดโดยใช้การทดสอบทางประสาทสัมผัส วิธี 9-Point Hedonic Scale ทั้งด้าน สี กลิ่นรส ความเหนียว และความชอบรวม คือมีคะแนนการยอมรับเท่ากับ 7.03, 7.03, 7.47 และ 7.33 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์สละกวน (แบบแผ่น) ที่ได้มีสีเหลืองอมน้ำตาลสม่ำเสมอ สำหรับคุณภาพทางเคมีที่ตรวจสอบพบว่ามีปริมาณกรดทั้งหมด (กรดซิตริก) ร้อยละ 0.39 ปริมาณน้ำอิสระ เท่ากับ 0.55 นอกจากนี้ยังพบว่ามีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสติและรา น้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งมีไม่มากเกินกว่าที่ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.35/2546) ผลไม้กวน กำหนดไว้

คำสำคัญ : สละ ผลไม้กวน ผลไม้แผ่น การอบแห้ง

Abstract

The objectives of this study are optimum conditions of producing for Sala Leather which were 42.3% Sala , 42.3% water, 10.8% sugar, 1.7% glucose syrup, 0.4% glycerol, 0.4% guar gum and 0.1% salt by using two different drying temperatures at 60 and 70 ºC and drying time at 4, 5, 6 and 7 hrs. The result showed that Sala leather was drying at 60 ºC and 7 hrs. gave good sensory acceptability on color, flavor, stickiness and overall at 7.03, 7.03, 7.47 and 7.33 by using 9-Hedonic scale. Sala leather product was yellow-brown. The final product characteristics were 0.39% total acidity (citric acid), a_w0.55. Microbial quality of product was less than 30cfu/g total viable microbiology and yeast and mold count which was not exceeded over the limit of the notification of the Thai Community Product Standard 35/2546.

Keywords: Sala, Fruit leather, Fruit preserved, Drying

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี 22210

[1] Department of Food Technology, Faculty of Agro-Industrail, Rajamangala Tawan-ok of Technology University, Chanthaburi Campus 22210

* Corresponding author. E-mail: Wannasiri_ft@hotmail.com

บทนำ

ผลิตภัณฑ์ผลไม้แผ่น (Fruit leather product) คือผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเนื้อผลไม้บด (Fruit puree) หรือน้ำผลไม้เข้มข้น (Fruit juice concentrate) อาจมีหรือไม่มีการเติมส่วนผสมอื่นลงไปในขั้นตอนการตีป่นและการทำให้เป็นแผ่นบางก่อนนำไปผ่านกระบวนการอบแห้ง (Raab and Oehler, 2000 ; Huang and Hsieh, 2005) ปัจจุบันการแปรรูปผลไม้ขึ้นรูปเริ่มเป็นที่นิยมในการบริโภคเป็นอาหารว่างที่รับประทานงาน พกพาสะดวก น้ำหนักเบา เก็บรักษาได้นาน มีกลิ่นรสน่ารับประทาน และมีคุณค่าทางอาหาร ผลไม้แผ่นจึงเริ่มเป็นรู้จักของผู้บริโภค ดังนั้นนักวิจัยหลายท่านได้ศึกษาและพัฒนากระบวนการแปรรูปผักและผลไม้แผ่นมากยิ่ง เช่น ในการใช้สารช่วยปรับปรุงเนื้อสัมผัสชนิดต่างๆ ในปริมาณที่เหมาะสมกับผลไม้แต่ละชนิด การอบแห้งด้วยสภาวะที่แตกต่างกัน ตลอดจนเทคโนโลยีขั้นสูง เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ผักและผลไม้แผ่นที่มีรสชาติและเนื้อสัมผัสที่ดี และมีอายุการเก็บรักษา 3-6 เดือน (รัตนาและคณะ, 2550) จากการศึกษาและพัฒนาการแปรรูปผักและผลไม้แผ่น ทั้งสูตรและกรรมวิธีการผลิตที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ผู้ประกอบการมีศักยภาพในการผลิตอันเป็นการสนับสนุนและแก้ไขปัญหาภาวะราคาตกต่ำและล้นตลาด งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำผลไม้ไทยที่มีการปลูกมากในภาคตะวันออก ออกผลผลิตตลอดทั้งปี เน่าเสีย ผิวเปลือกมีหนามละเอียด แต่มีกลิ่นและรสชาติที่ดี การนำผลไม้ชนิดนี้มาทำการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ยังไม่มีความหลากหลาย ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวคิดนำสละมาทำการแปรรูปเป็นผลไม้กวน (แบบแผ่น) โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสละกวน (แบบแผ่น) ด้วยการอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สละกวน (แบบแผ่น) ที่มีสี กลิ่น กลิ่นรส และความเหนียว ที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สละกวน (แบบแผ่น) ที่มีคุณลักษณะที่ดี

วิธีการศึกษา

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในผลิตสละกวน (แบบแผ่น) โดยคำนึงถึงอุณหภูมิและระยะเวลาในการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตสละกวน (แผ่น) ที่มีความแตกต่างกัน คือ อุณหภูมิในการอบแห้งที่ 60 และ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4, 5, 6 และ 7 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบ 2x4 Factorial in Completely Randomized Design สูตรการผลิตสละกวน (แผ่น) มีส่วนประกอบดังนี้คือ เนื้อสละ น้ำสะอาด น้ำตาลทราย กลูโคสไซรัป กลีเซอรอล กัวร์กัม และเกลือ ในปริมาณ ร้อยละ 42.3, 42.3, 10.8, 1.7 0.4, 0.4 และ 0.1 ตามลำดับ (สุกัญญา, 2552) กรรมวิธีการในการผลิตปอกเปลือกสละ ลอกเยื่อออก แล้วคว้านเมล็ดออก นำส่วนที่เป็นเนื้อสละมาทำการปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นผลไม้ พร้อมกับเติมน้ำเพื่อให้ง่ายต่อการปั่น จากนั้นผสมน้ำตาทรายและกัวร์กัมคลุกเคล้าให้เข้ากัน เพื่อนำไปผสมกับเนื้อสละที่ทำการปั่นเรียบร้อยแล้วคนส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันจนน้ำตาลทรายและกัวร์กัมละลายไม่เป็นจับตัวเป็นก้อน นำส่วนผสมที่ได้นี้เทลงในหม้อสแตนเลส ตั้งไฟให้ความร้อนโดยใช้ไฟระดับอ่อนถึงปานกลางทำการกวนเป็นระยะเวลาประมาณ 15 นาที ลดความร้อนของไฟลงใช้ระดับอ่อน จากนั้นเติมกลูโคสไซรัป กลีเซอรอล และเกลือ กวนต่อไปอีกประมาณ 1 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งส่วนผสมนั้นจะเริ่มมีความข้นหนืด และมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดโดยประมาณอยู่ในช่วง 40 องศาบริกซ์ ตักส่วนผสมที่ได้ลงบนถาดและเกลี่ยให้เป็นวงกลมบาง แล้วนำไปอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่ทำการศึกษา นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ใส่บรรจุปิดสนิทเพื่อรอการตรวจสอบต่อไป

การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ ในด้านการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยใช้แบบประเมินความชอบแบบ 9-point Hedonic scale โดยประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสทางด้าน

สี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ตรวจสอบคุณภาพทาง กายภาพ ได้แก่ ค่าแรงตัด ด้วยเครื่อง Texture analyzer (TA PLUS) Load cell 500 นิวตัน การวัดค่าสี L, a และ b ด้วยเครื่องวัดค่าสี ทางเคมี ได้แก่ ค่าความชื้น ด้วยเครื่องวิเคราะห์ความชื้นแบบอินฟราเรด ค่า a_w ด้วยเครื่องวัดค่า a_w (ยี่ห้อ Novasina รุ่น TH-500) และทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ด้วยวิธี Total plate count ปริมาณยีสต์และราด้วยวิธี Pour plate

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสละกวน โดยทำการอบสละกวน (แผ่น) ด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4, 5, 6 และ 7 ชั่วโมง ผลทดลองพบว่า

การประเมินคุณภาพด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์สละกวน (แผ่น) อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งไม่มีผลต่อค่าคะแนนความชอบของผู้บริโภคในทางด้าน สี และกลิ่น โดยค่าคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลางอยู่ในช่วง 6.47-7.03 และ 6.13-6.70 ตามลำดับ

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าค่าคะแนนความชอบด้าน กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมนั้นผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบด้านกลิ่นรส ในค่าคะแนนความชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (6.17- 7.03) โดยในสิ่งทดลองที่มีการอบแห้งอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4, 5, 6 และ 7 ชั่วโมง และการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 4 และ 5 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยสิ่งทดลองที่มีอบแห้งอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง มีคะแนนความชอบสูงที่สุดเท่ากับ 7.03 และสิ่งทดลองที่มีการอบแห้งอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง มีคะแนนความชอบต่ำที่สุดเท่ากับ 6.17 ซึ่งจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิต่อคะแนนความชอบของผู้ทดสอบที่มีต่อคุณลักษณะทางด้านกลิ่นรส เนื่องจากการอบแห้งในอุณหภูมิและระยะเวลาที่แตกต่าง ส่งผลให้คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสมีความแตกต่างกัน เนื่องจากในกระบวนผลิตเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Browning reaction) ชนิดที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (Non enzymatic browning reaction) เกิดขึ้นระหว่างน้ำตาลรีดิวส์ (Reducing sugar) กับกรดอะมิโน โปรตีน หรือสารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ โดยมีความร้อนเร่งปฏิกิริยาผลิตผลที่ได้จากปฏิกิริยาเมลลาร์ดเป็นสารประกอบหลายชนิดที่ให้สีน้ำตาลและกลิ่นรสต่างๆ ทั้งที่พึงประสงค์ และไม่พึงประสงค์ (นิธิยา, 2544)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์สละกวน (แบบแผ่น) พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในระดับไม่ชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง (4.83-7.47) โดยสิ่งทดลองที่มีการอบแห้งอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 7 ชั่วโมง ได้รับคะแนนความชอบสูงที่สุดเท่ากับ 7.47 และในสิ่งทดลองที่มีการอบแห้งอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 7 ชั่วโมง ได้รับคะแนนความชอบต่ำที่สุดมีค่าเท่ากับ 4.83 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อค่าคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส โดยเฉพาะอุณหภูมิและระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้คะแนนความชอบลดลง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความชื้นและปริมาณน้ำอิสระซึ่งผันแปรตามอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง (นิธิยา, 2544) ส่วนประกอบเหล่านั้นลดน้อยลงทำให้เนื้อสัมผัสมีความแห้งแข็งมากยิ่งขึ้น

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคด้านความชอบรวมของสละกวน (แบบแผ่น) พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบรวมในระดับเฉยๆ ถึงชอบปานกลาง (5.57- 7.33) สิ่งทดลองที่มีการอบแห้งอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 7 ชั่วโมง ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงที่สุดเท่ากับ 7.33 และสิ่งทดลองที่มีการอบแห้งอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 7 ชั่วโมง ได้รับคะแนนความชอบรวมน้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ 5.57 เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีค่อนข้างคล้ำและมีกลิ่นรสที่ไม่พึงประสงค์จากการใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลาในการอบแห้งที่นานเกินไป

จากตารางที่ 2 ค่าด้านแรงตัดของผลิตภัณฑ์สละกวน (แบบแผ่น) ที่ทำการอบแห้งอุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 4, 5, 6 และ 7 ชั่วโมง พบว่าผลิตภัณฑ์สละกวนมีค่าแรงตัดที่แตกต่างกัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยผลิตภัณฑ์สละกวนในสิ่งทดลองที่มีการอบแห้งอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง มีค่าแรงตัดสูงที่สุดอยู่ที่ 70.37 นิวตัน และสิ่งทดลองที่มีการอบแห้งอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง มีค่าแรงตัดต่ำที่สุดอยู่ที่ 21.11 นิวตัน ซึ่งเหตุผลที่ทำให้ค่าแรงตัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบทางเคมี เช่น ความชื้น และปริมาณน้ำอิสระ ซึ่งผันแปรตามอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง กล่าวคือ อุณหภูมิที่สูงและการใช้ระยะเวลาในการอบแห้งยิ่งนาน จะทำให้แรงตัดแนวโน้มเพิ่มขึ้น (นิธิยา, 2544) และผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านความเหนียวหรือเนื้อสัมผัสลดน้อยละ

การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพด้านสี โดยมีค่าสีความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของผลิตภัณฑ์สละกวนโดยอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 4, 5, 6 และ 7 ชั่วโมง พบว่าผลิตภัณฑ์สละกวนมีความแตกต่างกัน และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยผลิตภัณฑ์สละกวนมีค่าสีความสว่าง (L) สูงที่สุดอยู่ที่ 20.75 ค่าสีแดง (a) สูงที่สุดอยู่ที่ 25.99 และค่าสีเหลือง (b) สูงที่สุดอยู่ที่ 28.03 จากผลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าค่าสีความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของผลิตภัณฑ์สละกวนมีแนวโน้มค่าสีที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการให้ความร้อนจะเป็นการเร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (นิธิยา, 2544)

สำหรับค่าความชื้น และค่า a_W (ตารางที่ 3) พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่าค่าความชื้นและค่า a_W มีแนวโน้มลดลง โดยค่าความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 1.02 – 2.25 ค่า a_w อยู่ในช่วง 0.52-0.56 เพราะความร้อนและระยะเวลาในการอบแห้งที่นาน จะทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของน้ำในอาหาร น้ำหรือไอภายในอาหารจะเคลื่อนที่มาที่ผิวหน้าของอาหาร จากนั้นน้ำที่ผิวหน้าจะกลายเป็นไอระเหยออกไปสู่รอบบรรยากาศของตู้อบ (ไพบูลย์, 2532)

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสติและรา น้อยกว่า 30 โคโลนีต่อกรัม ซึ่งมีไม่มากเกินกว่าที่ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.35/2546) ผลไม้กวน กำหนดไว้ เพราะความร้อนทำให้ความชื้นหรือปริมาณน้ำที่มีในผลิตภัณฑ์นั้นลดลงจนถึงระดับที่สามารถระงับการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้

สรุป

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตสละกวน โดยกำหนดให้สิ่งทดลองมีการอบในสภาวะที่แตกต่างกันคือ ที่อุณหภูมิ 60 และ 70 องศาเซลเซียส และศึกษาระยะเวลาในการอบแห้ง 4 ระดับ คือ 4, 5, 6 และ 7 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่าผลิตภัณฑ์สละกวนในสิ่งทดลองที่มีการอบแห้งอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 7 ชั่วโมง ซึ่งได้รับค่าคะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดจากการประเมินผลทางประสาทสัมผัสคุณลักษณะด้านสี กลิ่นรส ความเหนียว และความชอบรวม มีค่าเท่ากับ 7.03, 7.03, 7.47 และ 7.33 ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะสีเหลืองอมน้ำตาล มีกลิ่นหอมของสละ รสชาติเปรี้ยวอมหวาน เนื้อเนียน และเหนียวนุ่มไม่แห้งแข็ง ปริมาณความชื้น ค่า a_w ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ผลไม้กวน

เอกสารอ้างอิง

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2544. หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 160 หน้า

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูอาหาร. โรงพิมพ์ โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮาส์,กรุงเทพ. 310 หน้า

รัตนา อัตตปัญโญ, สายลม สัมพันธ์เวชโสภา และอนุวัตร แจ้งชัด. 2550. การพัฒนาผลไม้กวน (ผลไม้แผ่น) เพื่อยกระดับมาตรฐานและการศึกษาตลาด. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุกัญญา พวงพิกุล. 2552. การศึกษาปริมาณกัวร์กัมและระยะเวลาในการอบแห้งที่เหมาะสมในผลิตสละกวน. สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี.

Huang, X. and Hsieh, F. 2005 Physical properties, sensory attributes, and consumer preference of pear fruit leather. J. Food Sci. 70: E177-E178.

Raab, C. and N. Oehler. 2000. Making dried fruit leather. Oregon State University, Oregon. 232 p.

Table 1 Mean difference score of sala leather product in different temperatures and drying time.

Treatment	Temperature:Time (°c: hours)	Color^{ns}	Odor^{ns}	Flavor	Texture	Overall
1	60:4	6.57±1.41	6.33±1.40	7.03±1.25^{a}	6.03±1.67^{bc}	6.53±1.50^{b}
2	60:5	6.67±1.12	6.30±0.92	6.83±0.95^{ab}	6.23±1.74^{bc}	6.87±1.17^{ab}
3	60:6	6.47±1.41	6.60±1.33	6.63±1.25^{abc}	6.87±1.57^{ab}	6.70±1.73^{ab}
4	60:7	7.03±1.35	6.53±1.14	7.03±1.16^{a}	7.47±1.25^{a}	7.33±0.96^{a}
5	70:4	6.57±1.30	6.53±1.07	6.47±1.17^{abc}	6.30±1.60^{bc}	6.57±1.28^{b}
6	70:5	6.60±1.04	6.70±1.06	6.73±1.44^{abc}	5.90±1.79^{cd}	6.27±1.60^{bc}
7	70:6	6.47±1.11	6.13±1.33	6.17±1.21^{c}	5.10±2.36^{de}	5.63±1.92^{cd}
8	70:7	6.53±1.41	6.23±1.10	6.33±1.35^{bc}	4.83±1.95^{e}	5.57±1.96^{d}

Footnote : a,b,c Difference letters in the same column indicated significant difference(P<0.05)
ns Not significant

Table 2 Physicochemical qualities of sala leather product in different temperatures and drying time.

Treatment	Temperature:Time (°c: hours)	Cutting force (N)	L	a	b
1	60:4	24.32±0.69^{d}	11.84±0.82^{d}	6.67±0.57^{e}	7.58±0.36^{f}
2	60:5	21.11±0.71^{d}	13.50±0.28^{c}	8.44±0.82^{de}	8.89±0.74^{ef}
3	60:6	36.31±1.33^{c}	14.93±0.41^{bc}	9.79±0.35^{de}	10.91±1.43^{de}
4	60:7	42.16±6.20^{bc}	15.34±0.56^{bc}	11.79±2.93^{cd}	11.88±0.40^{d}
5	70:4	48.51±0.48^{b}	15.81±2.80^{b}	15.22±3.22^{bc}	12.37±1.45^{d}
6	70:5	66.18±4.83^{a}	19.11±0.29^{a}	18.51±1.40^{b}	19.20±1.60^{c}
7	70:6	70.37±13.70^{a}	19.69±0.96^{a}	24.62±2.09^{a}	23.56±2.16^{b}
8	70:7	70.05±4.09^{a}	20.75±0.53^{a}	25.99±3.27^{a}	28.03±0.30^{a}

Footnote : a,b,c Difference letters in the same column indicated significant difference (P<0.05)
Hunter color value : L lightness (100 = light, 0 = dark)
a = + show redness, - show greenness
b = + show yellowness, - show blueness

Table 3 Chemical qualities of sala leather product in different temperatures and drying time.

Treatment	Temperature:Time (°c: hours)	Moisture content (%)	a_w
1	60:4	2.25±0.41[a]	0.56±0.17[a]
2	60:5	1.9±0.66[ab]	0.56±0.01[a]
3	60:6	1.77±0.44[abc]	0.56±0.01[a]
4	60:7	1.52±0.24[abc]	0.55±0.00[a]
5	70:4	2.15±0.61[a]	0.55±0.01[a]
6	70:5	1.06±0.41[c]	0.52±0.01[b]
7	70:6	1.12±0.24[bc]	0.53±0.01[b]
8	70:7	1.02±0.35[c]	0.53±0.02[b]

Footnote : a,b,c Difference letters in the same column indicated significant difference (P<0.05)

Table 4 Microbiological qualities analysis of sala leather product in different temperatures and drying time.

Treatment	Temperature:Time (°c: hours)	Total viable count (CFU/g)	Yeast and mold (CFU/g)
1	60:4	<30	-
2	60:5	<30	-
3	60:6	<30	-
4	60:7	-	-
5	70:4	<30	-
6	70:5	<30	-
7	70:6	-	-
8	70:7	-	-

การเปรียบเทียบผลผลิต, มวลชีวภาพและความหนาแน่นของหญ้าทะเล 3 ชนิด (หญ้าใบมะกรูด,หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาล,หญ้าชะเงาใบยาว) ในจังหวัดตรัง

Comparisonof Production, Biomassand Shoot Density for 3 Seagrass Species (*Halophilaovalis, Cymodocearotundata,Enhalusacoroides)* in Trang Province

พรเทพ วิรัชวงศ์[1*]

Pornthep Wirachwong[1*]

บทคัดย่อ

การเปรียบเทียบผลผลิตและพารามิเตอร์อื่น ๆ ของหญ้าใบมะกรูด(*Halophilaovalis*), หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาล (*Cymodocearotundata*)และหญ้าชะเงาใบยาว(*Enhalusacoroides*)ในแหล่งหญ้าทะเลซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศที่ต่างกัน ได้แก่ แหลมหยงหลำ,เกาะลิบงและหาดมดตะนอยในจังหวัดตรัง พบว่า ผลผลิตของหญ้าชะเงาใบยาว,หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาล และหญ้าใบมะกรูด มีค่าเฉลี่ย 12.9 ± 3.63, 3.50 ± 0.87และ 1.18 ± 0.38 กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร/วัน ตามลำดับ ผลผลิตของหญ้าชะเงาใบยาวมีค่ามากกว่าหญ้าใบมะกรูด (p<0.05) ส่วนผลผลิตหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลไม่แตกต่างกับหญ้าชะเงาใบยาวและหญ้าใบมะกรูดมวลชีวภาพเหนือดินของหญ้าชะเงาใบยาว, หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูด มีค่าเฉลี่ย 462 ± 79.2, 76.8 ± 11.5, และ 55.1 ± 8.8กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร ตามลำดับมวลชีภาพเหนือดินของหญ้าชะเงาใบยาวมากกว่าหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูด(p<0.05)ส่วนมวลชีวภาพเหนือดินของหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูดไม่แตกต่างกันมวลชีวภาพใต้ดินของหญ้าชะเงาใบยาว, หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูด มีค่าเฉลี่ย 1,091 ±213, 109 ± 24.8 และ 59.0 ± 11.3 กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร ตามลำดับมวลชีวภาพใต้ดินของหญ้าชะเงาใบยาวมากกว่าหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูด(p<0.05) ส่วนมวลชีวภาพใต้ดินของหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลไม่แตกต่างกับหญ้าใบมะกรูดความหนาแน่นของหญ้าชะเงาใบยาว,หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูดมีค่าเฉลี่ย 89.0 ± 3.1, 451 ± 47.6 และ 2,177 ± 410ต้น/ตารางเมตรตามลำดับความหนาแน่นของหญ้าใบมะกรูดมากกว่าหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและมากกว่าหญ้าชะเงาใบยาว(p<0.05)อย่างไรก็ตามอัตราการเจริญเติบโตของหญ้าทั้งสามชนิดไม่แตกต่างกัน(p>0.05) โดยมีค่าระหว่าง 0.02 ± 0.01 ถึง 0.08 ± 0.03 มิลลิเมตร/มิลลิเมตร/วัน ความแตกต่างของผลผลิต, มวลชีวภาพเหนือดิน,มวลชีวภาพใต้ดินและความหนาแน่นขึ้นอยู่กับชนิดของหญ้าทะเล

คำสำคัญ: หญ้าทะเล ผลผลิต มวลชีวภาพ ความหนาแน่น จังหวัดตรัง

ABSTRACT

Comparisons of production and other parameter for *Halophilaovalis,Cymodocearotundata*and *Enhalusacoroides* were measured in different geography of seagrass meadows at Yang LamCape, and Libong island, Modtanoy beach in Trang province. Productionof *Enhalusacoroides*, *Cymodocearotundata*and *Halophilaovalis*averaged 12.9 ± 3.63, 3.50 ± 0.87 and1.18 ± 0.38 g DW m^{-2} d^{-1},respectively. Productionof *Enhalusacoroides* was higher than for *Halophilaovalis*

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ตรัง 92150

[1] Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang 92150

* Corresponding author. E-mail: thep1969@gmail.com

(p<0.05), whereas *Cymodocearotundata* was no significant differences with *Enhalusacoroides* and *Halophilaovalis*. Above-ground biomass of *Enhalusacoroides*, *Cymodocearotun*data and *Halophilaovalis*averaged 462 ± 79.2, 76.8 ± 11.5and55.1 ± 8.8 g DW m^{-2}, respectively. Above-ground biomass of *Enhalusacoroides* were higher than for *Cymodocearotund*ata and *Halophilaovalis* (p<0.05), whereas *Cymodocearotundat*a was no significances different with *Halophilaovalis*. Below-ground biomass of *Enhalusacoroides*, *Cymodocearotundata*and *Halophilaovalis*averaged 1,091 ±213, 109 ± 24.8 and 59.0 ± 11.3 g DW m^{-2}, respectively. Below-ground biomass of *Enhalusacoroides* was higher than for *Cymodocearotundata* and *Halophilaovalis* (p<0.05), whereas *Cymodocearotundata* was no significant differences with *Halophilaovalis*. Density of *Enhalusacoroides*, *Cymodocearotundata*and *Halophilaovalis*, averaged 89.0 ± 3.1, 451 ± 47.6 และ2,177 ± 410 shoot m^{-2},respectively. Density of *Halophilaovalis* was higher than for *Cymodocearotundata* and *Enhalusacoroides* (p<0.05). However, there were no significant differences in growth rate between three seagrassspecies (p>0.05). Growth rate of all three seagrassspeciesranged 0.02 ± 0.01 to 0.08 ± 0.03 mm mm^{-1} day^{-1}. Differences of production, above-ground biomass, below-ground biomass and density depend on seagrass species.

Keywords: seagrass, production, biomass, shoot density, Trang province

บทนำ

แหล่งหญ้าทะเลเป็นแหล่งผลิตที่มีกำลังผลิตมากแหล่งหนึ่งของระบบนิเวศ โดยมีกำลังผลิตเฉลี่ย 961 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตรต่อปี, สาหร่ายขนาดใหญ่ มีกำลังผลิตเฉลี่ย 365 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตรต่อปี,แนวปะการัง มีกำลังผลิตเฉลี่ย 292 กรัมน้ำหนักแห้งต่อตารางเมตรต่อปี(Duarte and Chiscano,1999) แหล่งหญ้าทะเลในจังหวัดตรังมีความสำคัญทั้งในด้านความหลากหลายทางชีวภาพซึ่งประกอบไปด้วยสาหร่ายขนาดเล็ก, สาหร่ายขนาดใหญ่, สัตว์หน้าดิน, สัตว์น้ำพวกกุ้ง ปู, ปลา รวมทั้ง เต่า และพะยูน นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งผลิตและอนุบาลสัตว์ทะเล ซึ่งทำให้เกิดการทำประมงที่สำคัญ ได้แก่ การทำการประมงปูม้า รวมทั้งเป็นแหล่งการเก็บหอยของชาวประมงพื้นบ้านแหล่งหญ้าทะเลมีกำลังผลิตขั้นที่หนึ่ง (primary productivity)และขั้นที่สอง (secondary productivity) สูงจึงทำให้มีความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายของปลาและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังมาก(Gillanders, 2006)องค์ประกอบที่สำคัญของข่ายใยอาหารในแหล่งหญ้าทะเลประกอบหญ้าทะเลและสาหร่ายที่อยู่บนหญ้า (epiphytic algae), สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กที่กินพืช (invertebrate mesograzers),สัตว์ที่กินเศษซากพืชซากสัตว์เป็นอาหาร (detritivores),สัตว์มีกระดูกสันหลังที่กินพืช, ผู้ล่าขนาดเล็กซึ่งกินสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเป็นอาหาร (small invertebrate-feeding predators)และ ผู้ล่าขนาดใหญ่ (large predators)โดยที่สัตว์มีไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กที่กินพืชเป็นตัวเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างผู้ผลิตเบื้องต้นกับผู้บริโภคระดับสูงในระบบนิเวศ ส่วนใหญ่สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กที่กินพืชจะกินสาหร่ายที่อยู่บนหญ้าทะเลเป็นอาหาร (Vallentine and Duffy, 2006) อย่างไรก็ตามแหล่งหญ้าทะเลในจังหวัดตรังประกอบไปด้วยหญ้าทะเลหลายชนิด อีกทั้งมีขนาดที่แตกต่างกันจึงมีความจำเป็นในการศึกษาเปรียบเทียบผลผลิต, มวลชีวภาพ, ความหนาแน่นและอัตราการเจริญเติบโตของหญ้าทะเล 3 ชนิด(หญ้าใบมะกรูด,หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาล,หญ้าชะเงาใบยาว) ซึ่งมีขนาดที่แตกต่างกัน

วิธีการศึกษา

ทำการศึกษาวิจัยที่บริเวณแหล่งหญ้าทะเลในจังหวัดตรัง ได้แก่ แหลมหยงหลำ, เกาะลิบงและหาดมดตะนอย โดยทำการศึกษาหญ้าทะเล 3 ชนิด คือ หญ้าใบมะกรูด (*Halophilaovalis*),หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาล (*Cymodocearotundata*) และ หญ้าชะเงาใบยาว (*Enhalusacoroides*)ทำการตัวอย่างหญ้าทะเล 5จุดต่อหญ้าหนึ่งชนิดต่อแหล่งหญ้า

1.การศึกษากำลังผลิตของหญ้าทะเลโดยทำการเจาะลำต้นของหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าทะเลชะเงา ใบยาวด้วยเข็มบริเวณเหนือกาบใบ (leafsheath)ตามวิธีของ Short and Duarte (2001) ส่วนหญ้าใบมะกรูดจะใช้วิธีประยุกต์จากวิธีการของ Short and Duarte (2001) โดยการใช้สายรัดพลาสติกขนาดเล็กรัดบริเวณส่วนของลำต้นใต้ดินในตำแหน่งก่อนข้อปลายสุดเพื่อจะดูต้นที่จะงอกใหม่ที่เกิดขึ้น หลังจากนั้น 3 สัปดาห์ ทำการเก็บหญ้าทะเลดังกล่าวด้วยคอร์อะคริลิคที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 15-20 เซนติเมตร มีความยาว 30 เซนติเมตร สำหรับหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและใบมะกรูดทำการขุดด้วยพลั่วมือขนาดเล็ก ส่วนหญ้าชะเงาใบยาวใช้พลั่วขุด

2.การหาความหนาแน่นของหญ้าทะเลทำการสุ่มด้วยกรอบสี่เหลี่ยมขนาด 30x30 เซนติเมตร สำหรับหรับหญ้าใบมะกรูดและหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาล ส่วนหญ้าชะเงาใบยาวใช้กรอบสี่เหลี่ยมขนาด 50X50 เซนติเมตร แล้วนับจำนวน

3. การหามวลชีวภาพเหนือดินและใต้ดินของหญ้าใบมะกรูดและหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลทำการเก็บตัวอย่างด้วยคอร์อะคริลิคขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง เส้นผ่าศูนย์กลาง 15-20 เซนติเมตร มีความยาว 30-50 เซนติเมตร ส่วนหญ้าชะเงาใบยาวใช้เก็บด้วยคอร์โลหะ จากนั้นแยกส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินแล้วทำการอบที่ 60^{o}C นาน 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนัก

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติระหว่างผลผลิต, มวลชีวภาพเหนือดิน, มวลชีวภาพใต้ดิน, ความหนาแน่นและอัตราการเจริญเติบโตด้วย 2-way Analysis of Variance (ANOVA)โดยใช้โปรแกรม Sigma Stat Version 3.5

ผลการศึกษา

จากการศึกษาหญ้าทะเลสามชนิดใน 3 พื้นที่ คือ หญ้าใบมะกรูด, หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาล และหญ้าชะเงาใบยาว บริเวณพื้นที่แหลมหยงหลำ, เกาะลิบงและหาดมดตะนอย ในพื้นที่อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง พบว่าผลผลิตของหญ้าชะเงาใบยาว,หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาล และ หญ้าใบมะกรูด มีค่าเฉลี่ย 12.9 ± 3.63, 3.50 ± 0.87 และ 1.18 ± 0.38 กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร/วัน ตามลำดับผลผลิตของหญ้าชะเงาใบยาวมีค่ามากกว่าหญ้าใบมะกรูด (p<0.05) ส่วนผลผลิตหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลไม่แตกต่างกับหญ้าชะเงาใบยาวและหญ้าใบมะกรูด(ตารางที่ 1, ภาพที่ 1) มวลชีวภาพเหนือดินของหญ้าชะเงาใบยาว, หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูด มีค่าเฉลี่ย 462 ± 79.2, 76.8 ± 11.5, และ 55.1 ± 8.8 กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร ตามลำดับ มวลชีภาพเหนือดินของหญ้าชะเงาใบยาวมากกว่าหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูด(p<0.05)ส่วนมวลชีวภาพเหนือดินของหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูดไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1, ภาพที่ 2) มวลชีวภาพใต้ดินของหญ้าชะเงาใบยาว, หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูด มีค่าเฉลี่ย 1,091 ±213, 109 ± 24.8 และ 59.0 ± 11.3 กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร ตามลำดับมวลชีวภาพใต้ดินของหญ้าชะเงาใบยาวมากกว่าหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูด(p<0.05) ส่วนมวลชีวภาพใต้ดินของหญ้าชะเงาใบสั้น

สีน้ำตาลไม่แตกต่างกับหญ้าใบมะกรูด (ตารางที่ 1, ภาพที่ 3) ความหนาแน่นของหญ้าชะเงาใบยาว,หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูดมีค่าเฉลี่ย 89.0 ± 3.1, 451 ± 47.6 และ 2,177 ± 410 ต้น/ตารางเมตร ตามลำดับความหนาแน่นของหญ้าใบมะกรูดมากกว่าหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและมากกว่าหญ้าชะเงาใบยาว (p<0.05)หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลมีความหนาแน่นมากกว่าหญ้าชะเงาใบยาว(ตารางที่ 1, ภาพที่ 4) อย่างไรก็ตามอัตราการเจริญเติบโตของหญ้าทั้งสามชนิดไม่แตกต่างกัน(p>0.05) โดยมีค่าระหว่าง 0.02 ± 0.01 ถึง 0.08 ± 0.03 มิลลิเมตร/มิลลิเมตร/วัน

Table 1 Production, above-ground biomass, below-ground biomass, density and grow rate of three sea grass species

ชนิด	ผลผลิต (กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร/วัน)	มวลชีวภาพเหนือดิน (กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร)	มวลชีวภาพใต้ดิน (กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร)	ความหนาแน่น (ต้น/ตารางเมตร)	อัตราการเจริญเติบโต (มม./มม./วัน)
หญ้าชะเงาใบยาว	12.9 ± 3.63^{A}	462 ± 79.2^{A}	1,091 ±213^{A}	89 ± 3.1^{A}	0.02 ± 0.01
หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาล	3.50 ± 0.87^{AB}	76.8 ± 11.5^{B}	109 ± 24.8^{B}	451 ± 47.6^{B}	0.05 ± 0.01
หญ้าใบมะกรูด	1.18 ± 0.38^{B}	55.1 ± 8.8^{B}	59.0 ± 11.3^{B}	2,177 ± 410^{C}	0.08 ± 0.03

อักษรตัวใหญ่แทนความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

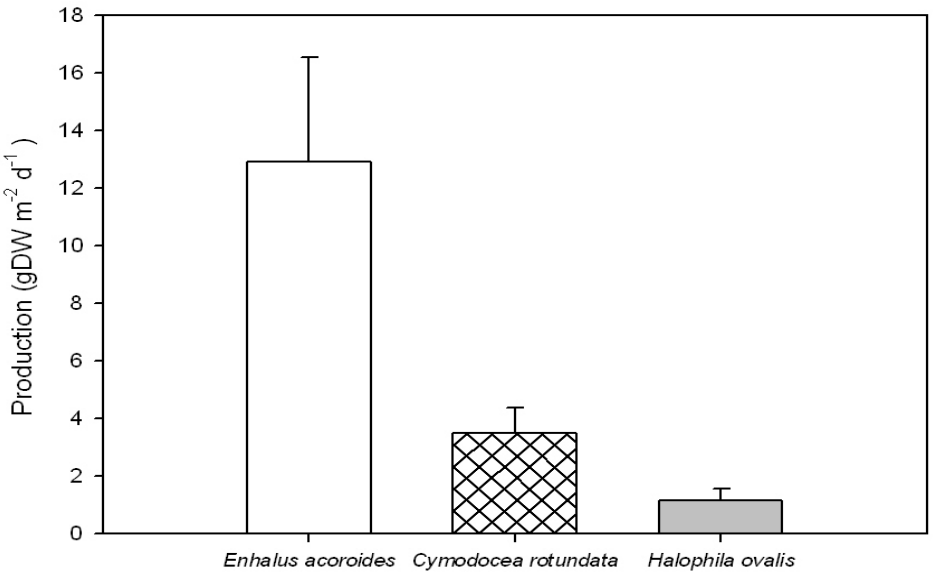


Figure 1 Production of *Enhalusacoroides*, *Cymodocearotundata* and *Halophilaovalis*

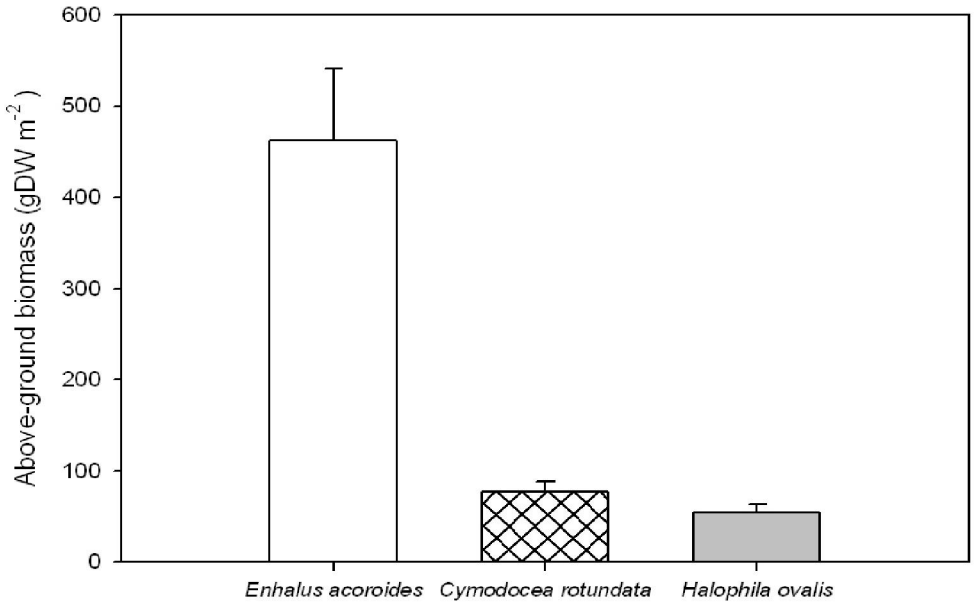


Figure 2 Above-ground biomass of *Enhalusacoroides, Cymodocearotundata* and *Halophila ovalis*

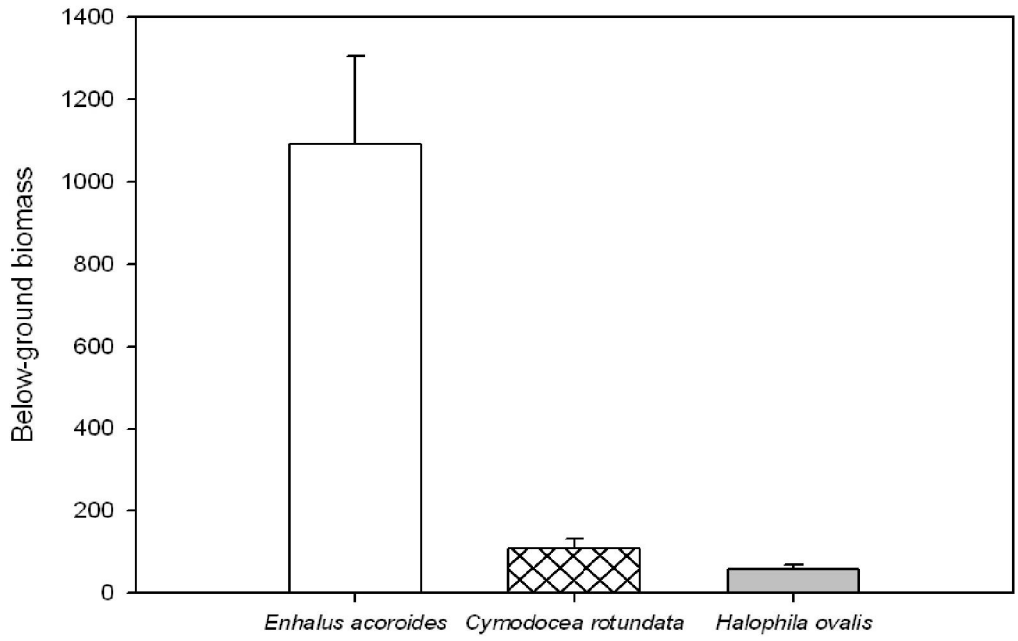


Figure 3 Below-ground biomass of *Enhalusacoroides, Cymodocearotundata* and *Halophila ovalis*

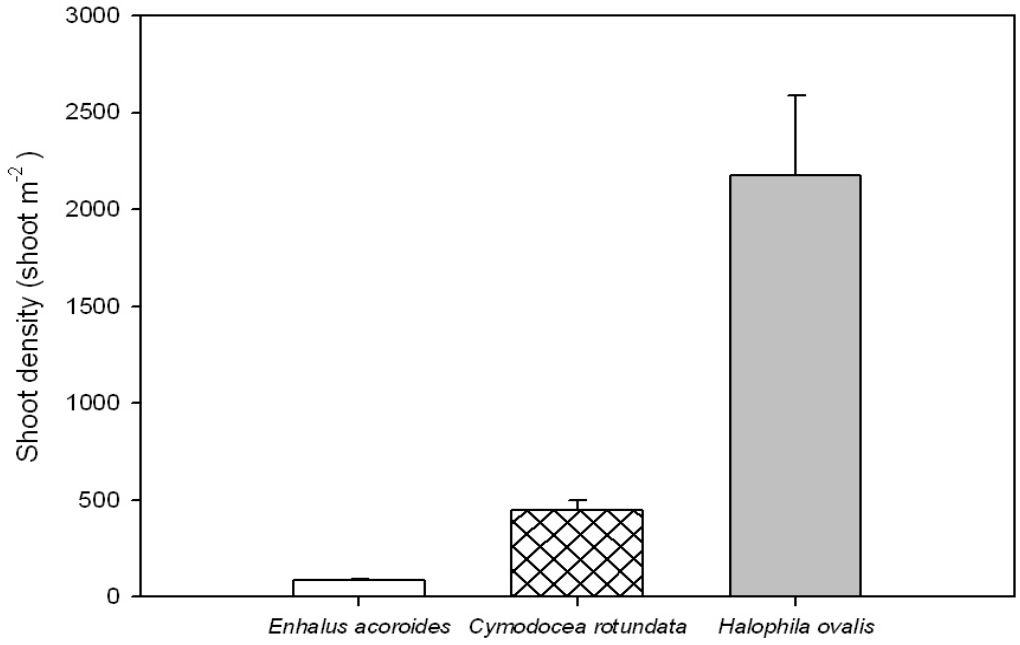


Figure 4 Density of *Enhalusacoroides, Cymodocearotundata* and *Halophilaovalis*

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลผลิตของชะเงาใบยาว, หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูดผลผลิตของหญ้าชะเงาใบยาวมีค่าสูงกว่าหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูดทั้งนี้เนื่องจากหญ้าชะเงาใบยาวเป็นหญ้าขนาดใหญ่ (Enriguez*et al*., 1992) จึงมีมวลชีวภาพเหนือดินสูง ทำให้ผลผลิตเหนือดินมีค่ามากกว่าหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูดซึ่งเป็นหญ้าขนาดกลางและขนาดเล็กในการศึกษาครั้งนี้ หญ้าชะเงาใบยาวมีผลผลิตเฉลี่ย 12.9 ± 3.63 กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร/วันซึ่งมีค่าผลผลิตที่สูงกว่าการศึกษาของ Vichkovitten (1998) มีค่า1.05 ±4, 4.24 กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร/วันตามลำดับ ซึ่งเป็นการศึกษาในประเทศฟิลิปปินส์และฝั่งทะเลอ่าวไทยส่วนหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลมีผลผลิตเฉลี่ย 2.92 ± 0.87 กรัมซึ่งมีค่าค่าผลผลิตสูงกว่าการศึกษาของDuarte and Chiscano(1999) มีค่า0.45 ± 2 กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร/วันส่วนหญ้าใบมะกรูด มีผลผลิตเฉลี่ย 1.18±0.38 กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร/วัน มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของErftemeijerand Stapel (1999) มีผลผลิตเฉลี่ย 0.83–1.38

มวลชีวภาพเหนือดินของหญ้าชะเงาใบยาวสูงกว่าหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูดเนื่องจากหญ้าชะเงาใบยาวเป็นหญ้าขนาดใหญ่จึงมีมวลชีวภาพส่วนเหนือดินมากกว่าหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูดในการศึกษาครั้งนี้หญ้าชะเงาใบยาวมีมวลชีวภาพส่วนเหนือดินเฉลี่ย 462 ± 79.2 กรัมน้ำแห้ง/ตารางเมตร ซึ่งมีค่าที่สูงกว่าการศึกษาของ Agawin *et al*. (2001)และ Vichkovitten (1998) มีมวลชีวภาพเหนือดินเฉลี่ย 72 ± 29 และ 146 ±37 กรัมน้ำแห้ง/ตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลมีมวลชีวภาพเหนือดิน 76.8 ± 11.5 กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร ซึ่งมีค่าที่สูงกว่าการศึกษาของDuarte *et al*. (1998) มีมวลชีวภาพเหนือดินเฉลี่ย 35.0 กรัมน้ำแห้ง/ตารางเมตรส่วนหญ้าใบมะกรูด มีมวลชีวภาพเหนือดิน 55.1 ± 8.8 กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร ซึ่งมีค่าใกล้เคียงการศึกษาของAgawin*et al*. (2001)มีมวลชีวภาพเหนือดินเฉลี่ย 54.8 ± 34 กรัมน้ำแห้ง/ตารางเมตร

มวลชีวภาพใต้ดินของหญ้าชะเงาใบยาวสูงกว่าหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูดเนื่องจากหญ้าชะเงาใบยาวเป็นหญ้าขนาดใหญ่จึงมีส่วนของลำต้นใต้ดินและรากขนาดใหญ่กว่าหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูดซึ่งเป็นหญ้าขนาดกลางและขนาดเล็กในการศึกษาครั้งนี้ หญ้าชะเงาใบยาว มีมวลชีวภาพใต้ดินเฉลี่ย1,091 ± 213 กรัมน้ำแห้ง/ตารางเมตรซึ่งมีมวลชีวภาพใต้ดินที่สูงกว่าการศึกษาของAgawin *et al*. (2001), Vermaat*et al*. (1995) และVichkovitten (1998) มีค่า 392 ± 18, 180 และ 457 - 905 กรัมน้ำแห้ง/ตารางเมตร ตามลำดับส่วนหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาล มีมวลชีวภาพใต้ดินดินเฉลี่ย 109 ± 24.8 กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลมีค่าที่สูงกว่าการศึกษาของDuarte and Chiscano(1999) มีมวลชีวภาพใต้ดินเฉลี่ย 62.5 ± 20 กรัมน้ำแห้ง/ตารางเมตรส่วนหญ้าใบมะกรูด มีมวลชีวภาพใต้ดิน 59.0 ± 11.3 กรัมน้ำหนักแห้ง/ตารางเมตร หญ้าใบมะกรูดมีมวลชีวภาพใต้ดินที่สูงกว่าการศึกษาของDuarte and Chiscano (1999) มีค่าเฉลี่ย 21.1 ± 11 กรัมน้ำแห้ง/ตารางเมตร

ความหนาแน่นของหญ้าใบมะกรูดมากกว่าหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าชะเงาใบยาว เนื่องจากเป็นหญ้าขนาดเล็กจึงมีจำนวนต้นต่อตารางเมตรที่หนาแน่นกว่าหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลซึ่งมีขนาดกลางและหญ้าชะเงาใบยาวซึ่งมีขนาดใหญ่ในการศึกษาครั้งนี้ หญ้าใบมะกรูด ความหนาแน่นเฉลี่ย 2,177 ± 410 ต้น/ตารางเมตร หญ้าใบมะกรูดมีความหนาแน่นสูงกว่าการศึกษาของErftemeijer and Stapel(1999) มีความหนาแน่นเฉลี่ย 1,099 ต้น/ตารางเมตรส่วนหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาล มีความหนาแน่นเฉลี่ย 451 ± 47.6 ต้น/ตารางเมตร หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลมีค่าสูงกว่าการศึกษาของVermaat*et al*. (1995), Duarte*et al*. (1998) และ Agawin*et al*. (2001) มีความหนาแน่นเฉลี่ย171 ± 22, 171และ 155 ± 20.3 ต้น/ตารางเมตร ตามลำดับส่วนหญ้าชะเงาใบยาว มีความหนาแน่นเฉลี่ย 89 ± 3.07 ต้น/ตารางเมตร หญ้าชะเงาใบยาวมีค่าสูงกว่าการศึกษาของVermaat*et al*. (1995), Duarte*et al*. (1998),Vichkovitten (1998) และ Agawin*et al*. (2001) มีค่าเฉลี่ย 21 ± 3, 21, 4.24 และ 20.1 ± 2.6ต้น/ตารางเมตร ตามลำดับ

อัตราการเจริญเติบโตของหญ้าชะเงาใบยาวมีการเจริญเติบโต 0.02 ± 0.01 มิลลิเมตร/มิลลิเมตร/วัน ซึ่งมีการเจริญเติบโตที่น้อยกว่าการศึกษาของ Agawin*et al*. (2001) ที่ได้ทำการศึกษาในประเทศฟิลิปปินส์ มีการเจริญเติบโต 3.78 ± 0.37 ตารางเซนติเมตร/ต้น/วันส่วนหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลมีการเจริญเติบโต 0.05 ± 0.01มิลลิเมตร/มิลลิเมตร/วันมีการเจริญเติบโตที่น้อยกว่าการศึกษาของAgawin*et al*.(2001) ในประเทศฟิลิปปินส์มีการเจริญเติบโต 0.88 ± 0.05 มิลิเมตร/มิลิเมตร/วัน ส่วนหญ้าใบมะกรูดมีการเจริญเติบโต 0.08 ± 0.03 มิลลิเมตร/มิลลิเมตร/วัน/ต้นมีการเจริญเติบโตที่น้อยกว่าการศึกษาของกาญจนา (2554) ที่ทำการศึกษาหญ้าทะเลในฝั่งอ่าวไทยตอนบน มีการเจริญเติบโต 0.015 - 0.019 มิลลิเมตร/วัน อัตราการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลที่ศึกษาในครั้งนี้ต่ำกว่าการศึกษาอื่น ๆ แต่กลับมีค่าผลผลิต, มวลชีวภาพเหนือดิน, ใต้ดินและ ความหนาแน่นสูงกว่าทั้งนี้เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้เป็นแหล่งหญ้าทะเลที่มีความหนาแน่นของหญ้าทะเลสูง (จำนวนต้นต่อตารางเมตร) จึงมีผลผลิต, มวลชีวภาพเหนือดิน, ใต้ดิน ต่อพื้นที่มีค่าสูง

สรุป

หญ้าชะเงาใบยาว, หญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและหญ้าใบมะกรูด บริเวณแหลมหยงหลำ, เกาะลิบงและหาดมดตะนอย อำเภอกันตังจังหวัดตรัง ผลผลิตเหนือดินของหญ้าชะเงาใบยาวมีค่ามากกว่าหญ้าใบมะกรูดส่วนหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลไม่แตกต่างกับหญ้าชะเงาใบยาวและหญ้าใบมะกรูด มวลชีวภาพเหนือดินและ

มวลชีวภาพใต้ดินของหญ้าชะเงาใบยาวมีค่ามากกว่าหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและมากกว่าหญ้าใบมะกรูด ความหนาแน่นของหญ้าใบมะกรูดมากกว่าหญ้าชะเงาใบสั้นสีน้ำตาลและมากกว่าหญ้าชะเงาใบยาว อัตราการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลทั้งสามชนิดไม่แตกต่างกันอย่างไรก็ตามผลผลิต, มวลชีวภาพเหนือดินและมวลชีวภาพใต้ดิน,ความหนาแน่น และการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลในบริเวณสามพื้นที่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้นความแตกต่างของผลผลิต, มวลชีวภาพเหนือดิน,มวลชีวภาพใต้ดินและความหนาแน่นขึ้นอยู่กับชนิดของหญ้าทะเล

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา อดุลยานุโกศล. 2554.การเจริญเติบโตของหญ้าทะเล: หญ้าอำพัน, หญ้าใบมะขาม (*Halophilaovalis*).ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน. (ระบบออนไลน์) แหล่งข้อมูลhttp ://www.mcrc-upper.go.th/?p=1095 (28 พฤศจิกายน 2554)

Agawin, N.S.R., Duarte, C.M., Fortes, M.D,.Uri, J.S. and Vermaat, J.E. 2001. Temporal changes in the abundance, leaf growth and photosynthesis of three co-occurring Philippine seagrasses.Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 260: 217–239.

Duarte, C.M. and Chiscano, C.L. 1999. Seagrass biomass and production: a reassessment. Aquatic Botany 65: 159-174.

Duarte, C.M.,Merino,M., Agawin, N.S.R., Uri, J., Fortes, M.D., Gallegos, M.E., Marba, N. and Hemminga. M.A.1998. Root production and belowground seagrass biomass. Marine Ecology Progress Series 171: 97-108.

Enriquez, S., Agusti, S. and Duarte, CM. 1992. Light absorption by seagrass (*Posidonia oceanic*) (L.) Delie) leaves. Marine Ecology Progress Series 89: 201-204.

Erftemeijer, P.L.A. and Stapel, J.1999. Primary production of deep-water *Halophilaovalis*meadows. Aquatic Botany 650: 71–82.

Gillanders, B.M. 2006. Seagrasses, fish, and fisheries. In: Larkum, A.W.D., Orth, R.J., Duarte, C.M. (Eds.), Seagrasses:biology, ecology and conservation. Springer, pp. 503-536.

Short, F.T. and Duarte, C.M. 2001.Methods for the measurement of seagrass growth and production. In: Short, F.T., Cole, R.G. (Eds.), Global seagrass research methods, Elsevier, pp 155-182.

Valentine, J.F. and Duffy, J.E. 2006.The central role of grazing in seagrass ecology. In: Larkum, A.W.D., Orth,R.J., Duarte, C.M. (Eds.), Seagrasses:biology, ecology and conservation. Springer, pp. 463-501.

Vermaat, J.E.,Agawin, N.S.R., Duarte, C.M., Fortes, M.D., Marb, N.and Uri, J.S. 1995. Meadow maintenance, growth and productivity of a mixed Philippine seagrass bed. Marine Ecology Progress Series 124: 215-225.

Vichkovitten, T. 1998. Biomass, Growth and Productivity of Seagrass; *Enhalusacoroides*(Linn. f) in KhungKraben Bay, Chanthaburi, Thailand.Kasetsart Journal 32: 109-115.

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิผู้ประเมินบทความ (Peer Review)

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รองศาสตราจารย์ ดร.รวีวรรณ เดื่อมขันมณี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ดร.วิจิตรา เหลียวตระกูล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ทศพร นามโฮง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ละอองศรี ศิริเกษร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
รองศาสตราจารย์อุดมลักษณ์ มัจฉาชีพ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ดร.บุญสมหญิง พลเมืองดี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุมพต พุ่มศรีภานนท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
รองศาสตราจารย์เจษฎา อิสเหาะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติ บุญเลิศนิรันดร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี สังข์ทอง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรรณา ศรีเพ็ชราพร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชื่นสุมณ ยิ้มถิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ดร.อดุลย์ หาญวังม่วง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ดร.รุจิรา คงนุ้ย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ดร.ณัฐพงศ์ วงษ์ดำเนิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ดร.เอนก เจริญภักดี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ดร.ธารณี นวัสนธี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรรณดี แสงดี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ อริยะเครือ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ดร.วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์อุดมเดชา พลเยี่ยม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ดร.ดวงฤทัย นิคมรัฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำเริง รักซ้อน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ วิโรจน์ชีวัน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภฉัตร ศิริเธียร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ดร.เมธิญาณินฆ์ คำขาว	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ดร.กัลทิมา เชาว์ชาญชัยกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ดร.ดวงฤทัย นิคมรัฐ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ดร.ธเนศวร นวลใย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ดร.รัฐศักดิ์ พรหมมาศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิผู้ประเมินบทความ (Peer Review) (ต่อ)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธานินทร์ ปัจจุโส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จตุพร เผ่าพงษ์ไทย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รองศาสตราจารย์วสันต์ กันอ่ำ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.สิงห์โต สกุลเขมฤทัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จาตุรงค์ ลังกาพินธ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.อังคนา ใสเกื้อ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ดร.มาหามะซูไฮมี มะแซ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เสาวณี ชัยเพชร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธวิช อินทรพันธุ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชงโค แซ่ตั้ง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัลยา ปริญโญกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วีระพล แจ่มสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ดร.สุดารัตน์ สกุลคู	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
รองศาสตราจารย์เกรียงไกร อายุวัฒน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนู บุญญานุวัตร	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
ดร.พิทยา ใจคำ	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
ดร.สุวนิตย์ รุ่งราตรี	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
ดร.คงศักดิ์ ปัตตาฤทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
รองศาสตราจารย์ประกาศิต ตันติอลงการ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ ดร.นิรัช สุดสังข์	มหาวิทยาลัยนเรศวร

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิผู้ประเมินบทความ (Peer Review)(ต่อ)

สาขาเกษตรศาสตร์และอุตสาหกรรมอาหาร

ผศ.ดร.วันเพ็ญ จิตรเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
รศ.ประพฤติ พรหมสมบูรณ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
รศ.อำนวยพศ ทองคำ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ดร.ดิเรก ฉิมชนะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผศ.ดร.จุฑามาศ ร่มแก้ว	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.ดร.สมชาติ หาญวงษา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผศ.ดร.เสาวนีย์ ชัยเพชร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผศ.ดร.น้อมจิตต์ แก้วไทย อันเดร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
รศ.ดร.เกียรติศักดิ์ สร้อยสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผศ.ดร.วีระพล แจ่มสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
รศ.ดร.สุชาดา บุญเลิศนิรันดร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผศ.ดร.อภิชาต ชิดบุรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ดร.ทัศนีย์ นลวชัย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
รศ.เจษฎา อิสเหาะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผศ.ดร.เสมอใจ บุรีนอก	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
รศ.ดร.พรรณระพี อำนวยสิทธิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
รศ.ดร.สุวัจน์ ธัญรส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
รศ.เดชา นาวานุเคราะห์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
รศ.ดร.วันชัย จันทร์ประเสริฐ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.ผดุงศักดิ์ วานิชชัง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ดร.ดำรง ลีนานุรักษ์	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รศ.ดร.กิตติ บุญเลิศนิรันดร์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
รศ.ดร.ชูศักดิ์ จอมพุก	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.อุดมลักษณ์ มัจฉาชีพ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
รศ.ดร.คมสัน อำนวยสิทธิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผศ.ดร.ปราโมทย์ พรสุริยา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ผศ.ดร.ชงโค แซ่ตั้ง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
รศ.ดร.รวีวรรณ เดื่อมขันมณี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผศ.ดร.อัญชลี สวาสดิ์ธรรม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.ธีระพัศธ์ ศิลปสมบูรณ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผศ.ดร.สุภาวดี โกยดุลย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผศ.ดร.ฉัตรพงษ์ สุขเกื้อ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ศ.ดร.พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิผู้ประเมินบทความ (Peer Review) (ต่อ)

สาขาเกษตรศาสตร์และอุตสาหกรรมอาหาร

ดร.นิอร โฉมศรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผศ.ดร.จิรภา พงษ์จันตา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
ผศ.ดร.นัยวิท เฉลิมนนท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ดร.วิจิตรา เหลียวตระกูล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผศ.ดร.ชูจิตร รินทะวงศ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
รศ.ดร.อภิรักษ์ เพียรมงคล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ศ.ดร.สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผศ.ทศพร นามโฮง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
รศ.สพ.ญ.ปฐมาพร เอมะวิศิษฏ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.น.สพ.ดร.จตุพร หนูสุด	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รศ.น.สพ.สถาพร จิตตปาลพงศ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.น.สพ.ดร.พรชัย สัญฐิติเสรี	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ.ดร.ศรีปาน เชยกลิ่นเทศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผศ.สหัส นุชนารถ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผศ.ละอองศรี ศิริเกษร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
รศ.ดร.เทวินทร์ วงษ์พระลับ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผศ.ดร.สมชาย จอมดวง	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

6th RMUTNC & 5th RMUTIC
Rajamangala University of Technology
Ayutthaya Thailand 2014

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

๖๐ หมู่ที่ ๓ ถ.สายเอเชีย ต.หันตรา อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา

โทรศัพท์ ๐ ๓๕๗ ๙๑๐๓ โทรสาร ๐ ๓๕๗๐ ๙๑๐๕

http://www.rmutcon.rmutsb.ac.th

E-mail: rmutcon2014@gmail.com