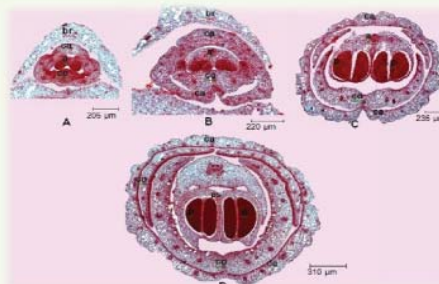




รายงาน การประชุมทางวิชาการ ประจำปี 2553



ISBN 978-974-8444-98-7

26-27 พฤษภาคม 2553

ณ ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ
สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ภาคโปสเตอร์

คำนำ

รายงานเล่มนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อรายงานผลการนำเสนอผลงานทางวิชาการจากที่ประชุมทางวิชาการ ประจำปี 2553 ในวันที่ 26-27 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 ณ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ โดยมีเป้าหมายในการนำเสนอความก้าวหน้าด้านการวิจัย ตลอดจนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและความเคลื่อนไหวทางด้านวิชาการทั้งในปัจจุบันและอนาคต เนื้อหาของรายงานประกอบด้วยภาคบรรยายและภาคโปสเตอร์รวมทั้งสิ้น 126 เรื่อง มีสาขาวิชาต่างๆ ได้แก่ สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิศวกรรมและอุตสาหกรรม เกษตร และสาขาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ ซึ่งในการประชุมครั้งนี้มีการอภิปรายและเสวนา 4 เรื่อง คือ “ความมั่นคงด้านอาหาร ความยั่งยืนของเกษตรไทย” “ความยั่งยืนของการจัดการศึกษาด้านการเกษตร” “ชาวสวนลำไยมีอาชีพทำสวนอย่างไรจึงจะประสบผลสำเร็จ” และ “ความมั่นคงด้านอาหารระดับชุมชน” ซึ่งทั้ง 2 หัวข้อหลังได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้

สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตรขอขอบคุณวิทยากร นักวิจัย นักวิชาการ และผู้เข้าร่วมประชุม และขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่เสียสละเวลาในการตรวจผลงานและให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย ตลอดจนคณะผู้จัดทำและแหล่งทุนที่ให้การสนับสนุนการประชุมทางวิชาการในครั้งนี้ หวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อวงการวิจัยของไทยและผู้สนใจทั่วไป



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พาวิณ มะโนชัย)

ประธานคณะกรรมการดำเนินงาน

การประชุมทางวิชาการประจำปี 2553

สารบัญ

หน้า

ผลงานทางวิชาการภาคโปสเตอร์

สาขาเกษตรศาสตร์: พืชศาสตร์

1-148

การพัฒนาลำไยพันธุ์เศรษฐกิจของภาคเหนือ

ทวีสิน แก้วศรีนวม ประสิทธิ์ โนรี พาวิน มะโนชัย และสห ตูลพงศ์ 1

ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไยในจังหวัดเชียงใหม่

อดิศักดิ์ จูมวงษ์ จินตนา จูมวงษ์ ฉัตรลดา วงศ์สถาน และพาวิน มะโนชัย 9

อิทธิพลของระยะปลูกและขนาดทรงต้นที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพของลำไยพันธุ์ต่อ

นพดล จรัสสัมฤทธิ์ และสุขใจ จินอ่อน 17

การศึกษาคุณภาพผลผลิตลำไยพันธุ์ต่อที่ได้จากต้นลำไยที่มีทรงพุ่มชิดกัน

และมีการตัดแต่งกิ่งต่างระดับกัน

สุขใจ จินอ่อน และนพดล จรัสสัมฤทธิ์ 24

อิทธิพลของระดับไนโตรเจนที่ต่างกันต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และไนโตรเจนในใบของลำไย

ชิตี ศรีตันทิพย์ ยุทธนา เขาสุเมรุ และสันติ ช่างเจรจา 30

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการหลุดร่วงของช่อดอกของหลังการเก็บเกี่ยว

ประพิณพร แต่สกุล และจรัสแท้ ศิริพานิช 36

ผลของการตัดจิบเบอเรลลินต่อคุณภาพของผลมะเงี๋ยง

ศิริศักดิ์ บุตรกระจำ อภินันท์ เมฆบงวัน และนัฐพร ศิริรัตน์ดำรงกุล 44

ผลของก๊าซเอทิลีนในการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพผลมะเงี๋ยง

ศิริศักดิ์ บุตรกระจำ ปุณณภา เผ่าพงศ์วนา และอภินันท์ เมฆบงวัน 52

การตกค้างของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ในผลมะพร้าวอ่อน

กิรินันท์ เหมาะประมาณ และจรัสแท้ ศิริพานิช 60

จำนวนโครโมโซมของกล้วยเทพรส (*Musa spp.*)

นลินี รุ่งเรืองศรี และอุทัย รุ่งเรืองศรี 66

การศึกษาโครโมโซมของแคลลัสแตกกวาโดยการหยดโปรโตพลาสต์

สิริรักษ์ สำเภาแก้ว ชลิต พงศ์ศุภสมิทธิ์ และนลินี รุ่งเรืองศรี 72

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

อิทธิพลของไม้ร่มเงาต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของต้นผักหวานป่า วินัย โสมณวัตร.....	76
ผลกระทบของการเสื่อมสภาพทางชีววิทยาต่อคุณภาพเชิงกลของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ยศนันท์ พรหมโชติกุล อรุณี วิณิน และกิตติพัฒน์ ลิขิตวรโชติ.....	84
การสะสมปริมาณน้ำตาล (%ปริกซ์) ในข้าวฟ่างหวานพันธุ์ต่างกัน บรรลือ ลังการรัตน์ เศรษฐา ศิริพิณฑุ์ อนันต์ ปินดารักษ์ และอภิชาติ สวนคำทอง.....	92
การตอบสนองของผลผลิตและปริมาณแป้งของพันธุ์มันสำปะหลังต่อฤดูปลูก บนดินชุดร่อยเอ็ดในเขตจังหวัดอุทัยธานี อารดา มาสรี วันชัย ถนอมทรัพย์ จิราลักษณ์ ภูมิไธสง และเชาวนาถ พฤทธิเทพ.....	99
ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพ ในถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ต่างกัน ปวิณ โกชนา เศรษฐา ศิริพิณฑุ์ อนันต์ ปินดารักษ์ และดนุวัต เพ็งอ้น.....	107
การศึกษาการเจริญเติบโต การพัฒนา และศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ถั่วอะซูกิ ที่เหมาะสมสำหรับปลูกในพื้นที่สภาพไร่ ชัยพฤษณ์ รัตน์ไตรแก้ว เศรษฐา ศิริพิณฑุ์ สุรัตน์ นักร้อง และดนุวัต เพ็งอ้น.....	116
ผลของเอทิลีนต่อการชีดางของกลีบดอกกล้วยไม้สกุลหวาย วีรณัฐ ตักดีสิงห์ อัมพันธ์ฐาน มงคลชัยพฤษ์ และสายชล เกตุษา.....	125
การประเมินความเสียหายเนื่องจากโรคของกล้วยไม้เอื้องแซะหอม ประพันธ์ โอสถาพันธุ์.....	132
ประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดราบางชนิดต่อรา <i>Alternaria solani</i> และ <i>Phytophthora infestans</i> สาเหตุโรคใบจุดวงและใบไหม้ของมันฝรั่งในห้องปฏิบัติการ พิภพร เจียมพิริยะกุล จิรพรรณ โสภี จิรพรรณ กุลยะสอน อัมพิกา สายน้ำเย็น และฐาปนี เมฆหมอก.....	140

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

สาขาเกษตรศาสตร์: ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม 149-166

ความสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอนที่ถูกออกซิไดส์ด้วยเปอร์แมงกาเนต
และอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในดินชนิดต่างๆ

ศุภจิตา อำทอง พิทวัส สุสิงสา และกนกกาญจน์ กันทะวงษ์ 149

ความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัสของดินและฟอสฟอรัสซอร์พชันไฮโซเทอร์ม

ศุภจิตา อำทอง และวริช แคนคอง 156

สาขาเกษตรศาสตร์: สัตวศาสตร์ 167-190

ระดับแอนติบอดีในโคนมที่ติดเชื้อ *Streptococcus uberis* เข้าเต้านมและโคนม
ที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเชื้อ *Streptococcus uberis* ที่เป็นสาเหตุเต้านมอักเสบ

อาภาภรณ์ เทพสิทธิ์ สิริวรรณศิลป์ และกิตติศักดิ์ อัจฉริยะขจร 167

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันให้นมและองค์ประกอบน้ำนมของโคนมลูกผสม
โฮลสไตน์ฟriesian ในอำเภอยะปริงการ จังหวัดเชียงใหม่

ศุภसानต์ วาวว และณัฐพล จงกลกิจ 175

การเลี้ยงแพะนมด้วยพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

ฉัตรชัย โรจนเบญจวงศ์ ปราโมช ศีตะโกเศศ สมชาย องค์ประเสริฐ
และปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร 182

สาขาเกษตรศาสตร์: เทคโนโลยีการประมง 191-253

การสำรวจสัตว์น้ำในบริเวณแนวหญ้าทะเลบริเวณอ่าวมะขามป้อม จังหวัดระยอง

อริยวรรณ รัตนพันธ์ ชัยรี แก้วสุริยิต และอิสริยา วุฒิสินธุ์ 191

การใช้เทคนิคชีววิถีเพื่อลดปริมาณสารกลีนาสาบโคลนในเนื้อปลาบึก

บัญญัติ มนเกียรติอาสน์ และขจรเกียรติ ศรีนวลสม 199

การเลี้ยงปลาเผาะร่วมกับปลาบึกด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกัน

สุตาพร ตงศิริ วีรภัทร ผ่องศรี และอศวพงศ์ มะป้อ 208

การศึกษาหาเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของอาการตับอักเสบในกุ้งขาว
จากฟาร์มเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย

นุชนาฏ ตาตม คมศิลป์ พลแดง ทิมโมที วิลเลียม เฟลเกล และวรรณสิกา เกียรติปฐมชัย 218

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

สถานการณ์การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการประมงที่ดี ของเกษตรกรในอำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี นพดล จันทรมณี.....	230
ศึกษาความเต็มใจที่จะจ่ายต่อการซื้อกุ้งกุลาดำอินทรีย์ของผู้ประกอบการค้าส่ง และปลีกอาหารทะเลในเขตกรุงเทพมหานคร กษมา วัชรินทร์ชัย และวรัณห์ ดุลยพฤษ.....	240
การดำเนินงานและความต้องการของโรงเรียนในโครงการสนับสนุนด้านการประมง ตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี อำเภอมวกก่อ จังหวัดเชียงใหม่ สิริยา หนูแดง ชนกนันท จิตต์มนัส และประจวบ ฉายบุ.....	246
สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	255-336
การเตรียมผ้าฝ้ายและไหมด้วยสารประจุบวกก่อนพิมพ์ด้วยสีธรรมชาติครั้งและดาวเรือง มณฑล นาคปฐม นุชศรา นฤมลดี และบุปผา สมบูรณ์.....	255
ศึกษาสมบัติของแป้งมันสำปะหลังเพื่อผลิตพอลิเมอร์ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ พันธวิญญ์ สมวงศ์ษา วราภรณ์ ตันรัตนกุล เตมศักดิ์ ศรีศิริพันธ์ และชุติมา เอี่ยมโชติชวลิต.....	261
การแยกสารบริสุทธิ์และพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารสกัดจากเปลือกมังคุด ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟี รุ่งทิพย์ กาวารี.....	271
Ar-turmerone และ 1,8-cineole ในน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากจังหวัดเชียงราย พิษณุโลก เลย และสุราษฎร์ธานี ทรรศนีย์ พัฒนเสรี ชานนท์ วงศ์จำปา และวรินทร์ ขวศิริ.....	281
เออาร์-เทอร์เมอร์โรนในน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันจากจังหวัดเชียงราย พิษณุโลก เลย และสุราษฎร์ธานี ทรรศนีย์ พัฒนเสรี กมลวรรณ สมออด และวรินทร์ ขวศิริ.....	289
การหาสภาวะที่เหมาะสมในการฟัรทีทและไฮโดรไลซิสใบหญ้าแฝกหอม สมคิด ดีจริง และอภาพร บุญทา.....	297

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน มยุรา ศรีกัลยานุกูล และธนศ พึ่งเกิดผล	305
การหมักลำไยอบแห้งปราศจากน้ำตาลโดยใช้รา 5 สายพันธุ์เพื่อผลิตเอนไซม์เซลลูเลส ไซลาเนส แมนนาเนส และเพกติเนส ชนาวุธ แก้วคำปา นพพล เล็กสวัสดิ์ และรณชัย ปรรณนาผล	312
การคัดแยกและการผลิตไลเปสของจุลินทรีย์ไลโปไลติกจากดินบนเกาะสีชัง ธนธร วิทิตสานต์ เอนก โสภณ สุภางค์ จุฬาลักษณ์านุกูล กัลยา วัฒนากร และวรุณี จุฬาลักษณ์านุกูล	320
การโคลนนิ่งและการแสดงออกของเอนไซม์ไฟรูเวทิดีคาร์บอกไซเลส จาก <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ใน <i>Pichia pastoris</i> จักรพันธ์ กัลยา นพพล เล็กสวัสดิ์ และรณชัย ปรรณนาผล	329
สาขาวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร	337-366
การประยุกต์ใช้โปรแกรม HACCP สำหรับกระบวนการผลิตนมยูเอชที: กรณีศึกษา โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ฉัตรทิพย์ ขอบงาม วรรณา ตั้งเจริญชัย และมยุรฉัตร นาทวรทัต	337
ระบบการคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวโดยใช้แรงสนามไฟฟ้า ศิศิโรตม์ เกตุแก้ว	348
การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศด้วยคลื่นไมโครเวฟ วิศยา เขียวยา พัชราพรพรณ คีร์วรรณ อัจฉรา แก้วกล้า ณัฐวุฒิ ดุษฎี นิกราน หอมดวง และอุกฤษฏ์ สมัครสมาน	354
กระดาดตากแห้งจากเห็ดทำลายไม้ ยศนันท์ พรหมโชติกุล อรุณี วิณิน และธีรวัฒน์ บุญทวีคุณ	361

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

สาขาสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์

367-441

กระบวนการพัฒนาการจัดการระบบประกันคุณภาพภายในอย่างมีส่วนร่วม: กรณีศึกษา
โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนรปปอร์ต อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

ปรีชา วังจินา ปราโมช ศีตะโกเศศ สมชาย องค์กรประเสริฐ และปรารธนา ยศสุข 367

การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในทัศนะของนักศึกษาที่เรียนในรายวิชา
ของสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รุ่งกานต์ ใจวงศ์ยะ 377

การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในมุมมองของคณาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รุ่งกานต์ ใจวงศ์ยะ 387

ผลของรายการละครวิทยุเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ
เรื่อง ยิ่งด้วยบิตุรงค์และหมอกสลายที่ปลายฟ้า

สุพัตรา ศรีสุวรรณ อนุพร สุวรรณวาทกิจ และธีรบุญฤทธิ์ ควรรหาเวชศิษฐ์ 396

การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคลากรต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารสำนักงาน
โดยใช้มาตรการทางด้านเศรษฐศาสตร์

น้ำเพชร วินิจญกุล และรัตนา โพธิ์สุวรรณ 402

การประเมินความเสี่ยงต่อการขนส่งเอทีเอ็มใดคอลไรต์ในจังหวัดสมุทรปราการ

วีระศักดิ์ ชาวแดง 411

ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการจัดการป่าชุมชน: กรณีศึกษา บ้านขุนแจและบ้านสามลี
อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

ประสิทธิ์ กาบจันทร์ นิคม วงศ์นันตา และวิทยา เจริญอรุณวัฒนา 420

แนวคิดการท่องเที่ยวเกษตรเชิงนิเวศในทัศนะของประชาชนบ้านแม่สาใหม่
ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

ประสิทธิ์ กาบจันทร์ นิคม วงศ์นันตา และวิทยา เจริญอรุณวัฒนา 427

วิธีการทดสอบความอ่อนตัวที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงวัยไทย

ทศพล ทองเดิม อาริรัตน์ สุพุทธิธาดา ประวิตร เจริญวรรณกุล
และชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์ 433

ผลงานทางวิชาการ

ภาคโปสเตอร์

สาขาเกษตรศาสตร์: พืชศาสตร์

การพัฒนาลำไยพันธุ์เศรษฐกิจของภาคเหนือ

Northern Economic Longan Improvement

ทวีสิน แก้วศรีนวม* ประสิทธิ์ โนรี พาวิน มะโนชัย และสห ตูลพงศ์

Taweasin Kaewsenuam*, Prasit Noree, Pawin Manochai and Sahha Toolapong

ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: nampu_kaepomo@hotmail.com

บทคัดย่อ

การพัฒนาลำไยโดยวิธีการผสมพันธุ์ในปี 2551 และ 2552 ณ หมู่ 3 ตำบลเหมืองง่า อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน โดยปี 2551 ทำการผสมพันธุ์จำนวน 19 คู่ผสม จากจำนวน 6 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์อีดอ ดอหลวง แห้ว สีชมพู หยก เบี้ยวเขียว และแม่โจ้ทะวาย และปี 2552 จำนวน 23 คู่ผสม จาก 7 สายพันธุ์ เมื่อนำเมล็ดที่ได้จากการผสมทั้งสองปีไปเพาะเมล็ด พบว่า ได้ต้นกล้า 254 และ 562 ต้น ตามลำดับ การผสมติดของลำไยแต่ละคู่ผสม เท่ากับ 30.03 และ 43.56% ตามลำดับ ดอกที่ผสมติดและพัฒนาไปเป็นผล 21.16 และ 31.91% การร่วงของผลลำไยในแต่ละคู่ผสม 33.86 และ 29.00% ตามลำดับ ส่วนความงอกของเมล็ดลำไยทั้งสองปีมี 54.50 และ 83.60% ตามลำดับ หลังจากนั้นนำยอดต้นกล้าปี 2551 ไปเสียบบนต้นลำไยที่ให้ผลผลิตแล้ว ณ หมู่ 5 ตำบลยางเนิ้ง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ มีจำนวนกิ่งที่เสียบติด 16 คู่ผสม (55กิ่ง) ขณะนี้กำลังให้สารโปแตสเซียมคลอไรด์เพื่อชักนำให้ออกดอกติดผลต่อไป

คำสำคัญ: การปรับปรุงพันธุ์ ลำไย การเสียบยอด

Abstract

This experiment was conducted at longan orchard, moo 3, Mueang Nga sub-district, Muang district, Lamphun province in 2008 and 2009. Six cultivars were used for 19 crosses in 2008 and seven cultivars were used for 23 crosses in 2009. There were 254 and 562 seedlings from each year. 30.03% in 2008 and 43.56% in 2009 of fruit sets flower were found. And 21.16% of seeds among crosses in 2008 as well as 31.91% of seeds in 2009 were harvested. According to collecting data, fail to fruit setting were recorded as 33.86% in 2008 but 29.00% in 2009. The seed germinations were 54.50 and 83.60%, respectively because day of sowing was not the same. The seedlings from 19 crosses of 2008 were sown for one year. After one year, this one seedlings were grafted with mature longan plants at moo 5, Yang Noeng sub-district, Saraphi district, Chiang Mai in 2009. Among 19 crosses,

Keywords: breeding, longan, grafting

คำนำ

ลำไย (Longan) จัดเป็นพืชที่อยู่ในตระกูล Sapindaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Dimocarpus longan* Lour. (พาวิน และคณะ, 2547) เป็นไม้ผลเขตร้อน (subtropical) จัดได้ว่าเป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย พาวิน (2543) ในอดีตการผลิตลำไยส่วนใหญ่จำกัดอยู่เฉพาะทางเขตภาคเหนือตอนบนโดยเฉพาะอย่างยิ่งจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน ซึ่งเป็นแหล่งที่มีอากาศหนาวเย็น ทั้งนี้เนื่องจากลำไยจะออกดอกได้ดีนั้นต้องผ่านอากาศหนาวเย็นช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งการปรับปรุงพันธุ์พืชในปัจจุบันนั้นมีการพัฒนาที่ไม่ต่อเนื่องและเป็นไปอย่างล่าช้าโดยเฉพาะในไม้ผลชนิดต่างๆ ที่มีระยะยาวยาวนานไม่สามารถตรวจสอบคุณภาพของผลผลิตได้ในระยะเวลานั้น ซึ่งในไม้ผลบางชนิดได้มีการศึกษาถึงวิธีการลดระยะยาวของสายพันธุ์ที่ได้จากการปรับปรุงพันธุ์ เช่น การปลูกแอปเปิ้ลในโรงเรือน พบว่า สามารถลดระยะยาวได้โดยต้นแอปเปิ้ลสามารถออกดอกได้เมื่อต้นมีอายุ 16-20 เดือน หลังจากการงอกของเมล็ด แต่ปัจจุบันนี้ยังมีสารโพรแทสเซียมคลอเรตที่สามารถกระตุ้นให้ลำไยออกดอกได้ โดยที่ไม่ได้รับอุณหภูมิต่ำ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสายพันธุ์ลำไยลูกผสมโดยการผสมพันธุ์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการปรับปรุงพันธุ์ลำไยจากสายพันธุ์ต่างๆ และเพื่อศึกษาระยะเวลาการออกดอกลูกผสมโดยการเสียบกิ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

เลือกต้นพันธุ์ลำไยทั้ง 7 สายพันธุ์ ได้แก่ อีตอ ดอกหลวง แห้ว สีชมพู หยก เบี้ยวเขียว และแม่โจ้ ทะวาย เมื่อลำไยออกดอกทำการสุ่มช่อดอกในแต่ละพันธุ์เพื่อทำการผสมเกสร โดยทำการเก็บละอองเกสรลำไยใส่ในหลอดแก้ว แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็น ช่วงเวลาที่เก็บละอองเกสร 11.00-13.00 น. เมื่อได้ละอองเกสรแล้ว เวลา 14.00-17.00 น. ทำการคลุมดอกตัวเมียที่กำลังจะบานในวันต่อไปไว้ โดยใช้ถุงกระดาษที่ทำจากกระดาษลอกลาย เพื่อไม่ให้เกิดการผสมกับเกสรไม่พึงประสงค์ ในวันถัดมาเวลา 7.30-10.30 น. นำละอองเกสรที่เตรียมไว้ในแต่ละสายพันธุ์มาทำการผสมกับดอกที่คลุมไว้ โดยใช้พู่กันแตะละอองเกสรที่เตรียมไว้แล้วไปแตะที่ยอดเกสรตัวเมียซึ่งจะปรากฏน้ำเยิ้มๆ อยู่ ทำการคลุมดอกที่ผสมเสร็จไว้เหมือนเดิม เพื่อป้องกันการผสมซ้ำ ทั้งไว้ 4 สัปดาห์ จะเริ่มติดผลอ่อน ทำการแกะถุงที่คลุมดอกออก ดูแลผลอ่อนจนถึงผลแก่ (สามารถเก็บผลผลิตได้) ทำการเก็บผล เมื่อได้ผลลำไยมาแล้วนำเมล็ดลำไยที่ได้มาเพาะเมล็ดโดยใช้ดินผสมและบันทึกผล ดูแลให้ต้นกล้ามีอายุประมาณ 8-10 เดือนจากนั้นนำยอดของต้นกล้าที่เพาะไว้ไปเสียบยอดต้นตอ ทำการคัดเลือกต้นลำไยพันธุ์อีตอที่จะใช้เป็นต้นตอในการเสียบยอดของต้นกลาลำไยที่เพาะไว้แล้วในแต่ละกลุ่มผสม โดยทำการต่อกิ่งแบบเสียบลิ้ม (cleft grafting) ขั้นตอนในการเสียบยอดเมื่อนารอยแผลมาประกบกันเรียบร้อยแล้วจึงพันด้วยพลาสติกให้แน่นหลังจากนั้นประมาณ 3-4 สัปดาห์ ยอดก็จะเริ่มเจริญ ช่วงที่ทำการเสียบยอดคือ ประมาณปลายเดือนพฤษภาคม-ต้นเดือนมิถุนายน จัดบันทึกจำนวนยอดที่เสียบติด ดูแลและบำรุงกิ่งเสียบให้สมบูรณ์จนถึงปลายเดือนพฤศจิกายนจึงทำการให้สารโพรแทสเซียมคลอเรตทางดิน อัตรา 20 กรัมต่อตารางเมตร เพื่อช่วยกระตุ้นให้กิ่งเสียบลำไยออกดอกในฤดูกาลเมื่อลำไยออกดอก

ผลการทดลอง

การผสมเกสรและพัฒนาการของผล

การพัฒนาลำไยโดยการผสมพันธุ์ที่มีการบันทึกข้อมูลตั้งแต่เริ่มผสมพันธุ์ จนถึงการเสียบยอดตามลำดับ ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2551 ถึงเดือน สิงหาคม 2552 พบว่า การผสมติดของลำไยแต่ละกลุ่มสมเท่ากับ 30.03% โดยมีการผสมติดตั้งแต่ 14.00-53.33% จำนวนดอกที่ผสมติดและพัฒนาไปเป็นผล 21.16% โดยกลุ่มสมที่มีการผสมติดน้อยที่สุด คือ (5.00%) ได้แก่ ลำไยพันธุ์หัวผสมพันธุ์สีชมพู ส่วนกลุ่มสมที่ติดผลมากที่สุด (45.33%) ได้แก่ ลำไยพันธุ์ดอหลวงผสมพันธุ์หัว (Table 1) การร่วงของผลลำไยในแต่ละกลุ่มสม 33.86% หรือตั้งแต่ 15.00-80.00% และทำให้ได้ต้นกล้าทั้งหมด 254 ต้น

การผสมพันธุ์ลำไยในปี 2552 พบว่า จำนวนดอกที่ผสมติดเฉลี่ย 43.56% โดยมีการผสมติดตั้งแต่ 12.00-78.00% การผสมติดของดอกและเจริญไปเป็นผล 31.91% โดยมีตั้งแต่ 11.00-64.00% จำนวนผลที่ร่วง 29.00% โดยมีผลร่วงตั้งแต่ 8.33-47.82% และทำให้ได้ต้นกล้าทั้งหมด 562 ต้น

ความงอกของเมล็ดลำไย

ปี 2551 การงอกของเมล็ดลำไยในแต่ละกลุ่มสม พบว่า มีความงอกเฉลี่ย 54.50% โดยมีความงอกตั้งแต่ 17.85-88.88% กลุ่มสมที่มีความงอกมากที่สุด (88.88%) ได้แก่ หัวผสมอืดอ กลุ่มสมที่มีความงอกน้อยที่สุด (17.85%) ได้แก่ หยกผสมหัว ส่วนในปี 2552 ความงอกของเมล็ดในแต่ละกลุ่มสม พบว่า มีความงอกเฉลี่ย 83.60% โดยมีความงอกตั้งแต่ 69.99-100% กลุ่มสมที่มีความงอกมากที่สุด ได้แก่ หยกผสมสีชมพู, เปี้ยวเขียวผสมสีชมพู และทะวายผสมเปี้ยวเขียว 100% กลุ่มสมที่มีความงอกน้อยที่สุด ได้แก่ อีตอผสมหัว 69.99%

การเสียบยอดลำไย

การเสียบยอดของต้นกล้าลำไยในแต่ละกลุ่มสม จำนวน 19 กลุ่มสม พบว่า มี 3 กลุ่มสมที่เสียบยอดไม่ติด (หัวผสมหยก หยกผสมดอหลวง และหยกผสมสีชมพู) โดยได้จำนวนยอดที่เสียบ 222 ยอด มีการเจริญและพัฒนา 55 ยอด โดยมีการเสียบติดในแต่ละกลุ่มสม ตั้งแต่ 0.00-66.66% กลุ่มสมที่เสียบติดมากที่สุด (66.66%) ได้แก่ หัวผสมสีชมพู ส่วนกลุ่มสมที่ติดน้อยที่สุด (6.25%) ได้แก่ ดอหลวงผสมหยก ขณะนี้กำลังให้สารโพแทสเซียมคลอไรด์เพื่อกระตุ้นให้กิ่งเสียบออกดอก

วิจารณ์ผลการทดลอง

การพัฒนาลำไยโดยการผสมพันธุ์ คือ การผสมด้วยมือ (hand pollination) การผสมแบบนี้จะต้องมีการทำลายหรือตัดเอาดอกตัวผู้ที่ไม่ต้องการออกเสียก่อนที่จะทำการผสมเกิดขึ้นและพร้อมกับการคลุมดอกตัวเมียเพื่อไม่ให้เกสรจากต้นอื่นที่ไม่ต้องการมาผสม และเมื่อดอกตัวเมียที่คลุมไว้พร้อมที่จะผสมได้ ก็จะทำเกสรตัวผู้จากต้นพันธุ์ที่ต้องการมาผสมด้วยมือ วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ต้องใช้เวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง ไม่เหมาะสมที่จะทำเป็นงานใหญ่ๆ แต่เป็นวิธีที่ใช้กันในการทำไม้ดอกลูกผสม (สนั่น, 2526) ส่วนการถ่ายละอองเกสร ก็มีความจำเป็นมากหากมีการถ่ายละอองเกสรมากก็จะทำให้มีจำนวนลูกติดมากไปด้วย (Furusato, 1953) สำหรับลำไยมีดอกอยู่ 3 ชนิด คือ ดอกเพศผู้ ดอกเพศเมีย และดอกสมบูรณ์เพศ ละอองเกสรจากดอกเพศผู้มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่าละอองเกสรของดอกสมบูรณ์เพศ ส่วนละอองเกสรที่เป็น

ส่วนประกอบในดอกเพศเมียจะไม่มีการงอกเลย เมื่อนำละอองเกสรของไม้ผลมาตรวจสอบการงอก พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงหลังจากอับละอองแตกแล้วไม่เกิน 6 ชั่วโมง ความมีชีวิตของละอองเกสรมะม่วงจะดีที่สุด เมื่อเก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ระดับความชื้นสูง ส่วนละอองเกสรของเกสรลันจีและลำไยจะเก็บรักษาได้ดีที่ 4 องศาเซลเซียส ระดับความชื้นต่ำลำไยมีเปอร์เซ็นต์การติดผลสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ มะม่วง และลันจี ตามลำดับ (เรืองยศ, 2531) ส่วนการออกดอก ลำไยที่ปลูกด้วยกิ่งตอนที่มีสภาพของต้นสมบูรณ์จะเริ่มออกดอกในปีที่สอง โดยการผลิซอดดอกส่วนใหญ่เกิดที่ส่วนยอดของแต่ละยอดอาจผลิตดอกไม่พร้อมกันทั้งต้น โดยเริ่มมีการแทงช่อดอกราวปลายเดือนธันวาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพันธุ์ พื้นที่ปลูก และสภาพแวดล้อมแต่ละปี สำหรับการออกดอกของต้นลำไยนั้นมักออกดอกไม่สม่ำเสมอ บางปีออกดอกมาก บางปีออกดอกน้อย (พาวัน, 2543) สาเหตุเกิดจากความสมบูรณ์ของต้น และปัจจัยภายนอก ได้แก่ ความหนาวเย็น ความชื้นในดิน น้ำฝน แสงแดด เป็นต้น (วิรัตน์, 2543)

มนตรี และคณะ (2535) ได้ทำการทดสอบสายต้นพันธุ์ (clones) ของลำไยพันธุ์ดอที่ผ่านการคัดเลือกแล้วว่ามี khả năngให้ผลผลิตติดต่อกัน 3 ปี โดยปลูกเปรียบเทียบสายต้นพันธุ์ดอทั่วไป ได้ดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ระหว่างปี 2529-2535 หลังจากปลูกได้ 6 ปี พบว่า สายต้นพันธุ์ที่คัดเลือกไว้นั้นยังคงมีความสามารถให้ผลผลิตได้ติดต่อกันทุกปีเหมือนเดิม แม้ว่าเปอร์เซ็นต์การติดผลจะไม่สูงเท่ากันทุกปีแต่ก็ไม่แตกต่างกับสายพันธุ์ที่ใช้เปรียบเทียบ โดยลำไยดอทุกสายต้นพันธุ์เริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุ 3 ปี และให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดในปีที่ 4 มंत्री และบุญแกม (2541) กล่าวว่า ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ได้ดำเนินการคัดเลือกพันธุ์ลำไยร่วมกับศูนย์เกษตรภาคเหนือ สำนักงานส่งเสริมเกษตรภาคเหนือ สำนักงานเกษตรจังหวัดเชียงใหม่ สำนักงานเกษตรจังหวัดลำพูน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ตั้งแต่ปี 2523-2525 โดยศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายได้ผสมพันธุ์ลำไย และทดสอบผลผลิตและคุณภาพลูกผสมตั้งแต่ปี พ.ศ.2529-2533 จำนวน 6 คู่ผสม จากการดำเนินการได้ลูกผสมทั้งหมด 542 ต้น และนำยอดลูกผสมไปต่อกิ่งบนต้นลำไยพันธุ์ดอกิ่งตอน พบว่า ลำไยลูกผสมเริ่มออกดอกจากต้นเสียบยอดเพียง 3 คู่ผสม

Subhadhrabanhu (1990) กล่าวว่า ต้นที่ได้จากการเพาะเมล็ดจะมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง แต่มีข้อเสียที่มักจะให้ผลที่มีขนาดเล็ก โดยลักษณะดังกล่าวถูกควบคุมโดยยีนเด่น ส่วนเมล็ดลำไยจัดเป็น recalcitrant seeds ดังนั้นเมื่อแกะเอาเนื้อออกควรรีบนำไปเพาะทันที หากเก็บเมล็ดไว้นานเมล็ดจะสูญเสียความงอกเร็ว มีการศึกษาเกี่ยวกับการเก็บรักษาเมล็ดลำไย พบว่า เมล็ดที่แกะออกจากผลแล้วนำไปเก็บไว้ในอุณหภูมิห้อง พบว่า เพียง 10 วัน เมล็ดลำไยจะไม่งอกเลย ในกรณีที่จะเก็บเมล็ดไว้นานๆ ควรเก็บไว้ทั้งผล โดยแช่ในยาแก้นราพวกเบนโนไมด์ ความเข้มข้น 0.05 กรัม สามารถเก็บไว้ได้นาน 30 วัน โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอกถึง 85 เปอร์เซ็นต์ (Choo, 1992) การเพาะอาจเพาะลงในถุงพลาสติกหรือในกระบะ ฝังเมล็ดให้ลึกประมาณ 0.5 เซนติเมตร รดน้ำให้ชุ่มประมาณ 2 สัปดาห์ เมล็ดจะเริ่มงอก

สรุปผลการทดลอง

การพัฒนาลำไยโดยการผสมพันธุ์ ปี 2551 พบว่า การผสมติดเฉลี่ย 30.03% การผสมติดและพัฒนาไปเป็นผลเฉลี่ย 21.16% ผลเล็กที่ร่วงเฉลี่ย 33.86% โดยมีการร่วงของผลตั้งแต่ 15.00-80.00% และความงอกของเมล็ดเฉลี่ย 45.50%

การเสียบยอด พบว่า เสียบไม่ติด 3 กลุ่ม ติด 16 กลุ่ม ยอดที่เสียบติดแต่ละกลุ่มเฉลี่ย 26.36% โดยมีการเสียบติดในแต่ละกลุ่มตั้งแต่ 0-66.66% ขณะนี้กำลังให้สารโปแตสเซียมคลอไรด์เพื่อเร่งให้กิ่งเสียบออกดอก

การพัฒนาลำไยโดยการผสมพันธุ์ ปี 2552 พบว่า การผสมติดเฉลี่ย 43.56% การผสมติดและพัฒนาไปเป็นผล เฉลี่ย 31.91% จำนวนผลของลำไยที่ร่วง 29.00% และความงอกของเมล็ดเฉลี่ย 83.60%

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สห ตูลพงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ โนรี และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พาวิน มะโนชัย

เอกสารอ้างอิง

- พาวิน มะโนชัย. 2543. ลำไย. สิรินาฏการพิมพ์ เชียงใหม่. 115 น.
- พาวิน มะโนชัย ยุทธนา เขาสุเมรุ ชิตี ศรีตันทิพย์ และสันติ ช่างเจรจา. 2547. เทคโนโลยีการผลิตลำไย. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์: กรุงเทพฯ. 125 น.
- มนตรี ทศานนท์. 2535. ทดสอบสายต้นพันธุ์ลำไยพันธุ์ดอที่คัดเลือกแล้ว. สถาบันศูนย์วิจัยพืชสวน เชียงราย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: เชียงราย.
- มนตรี ทศานนท์ และบุญแถม ถาคำฟู. 2541. เทคโนโลยีการผลิตลำไยครบวงจร. รายงานสัมมนาทาง วิชาการเชิงปฏิบัติการ, 14-15 กันยายน 2541 ณ โรงแรมเชียงใหม่ภูคำ: เชียงใหม่. น 39-40.
- เรืองยศ ลาภบุญเรือง. 2531. สัมมนาการออกและความมีชีวิตหลังการเก็บรักษาของละอองเกสร มะม่วง ลิ้นจี่และลำไย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่. 213 น.
- สนั่น ขำเลิศ. 2526. หลักและวิธีการขยายพันธุ์พืช. พิมพ์ครั้งที่ 3. พันธุ์พืชบลิซซิง: กรุงเทพฯ. น 46-47.
- Choo, W. Studies on the propagation, Seed storage and fruit storage of *Dimocarpus longan* subspecies *Malesianus* variety *Malesianus*. **Acta Hort. (ISHS)**. 292: 69-72.
- Furusato, K. 1953. Studies on polyembryony in *Citrus*. Ann. Rep Natl. **Inst. Genet (japan)**. 4: 56.
- Subhadrabandhu, S. 1990. **Lychee and Longan cultivation in Thailand**. Rumthai Publication Bangkok: Thailand. 40 p.

Table 1 Number of crossing, of fruit sets flower, of fail to fruit setting, of seed germinated in 2008

Crossing	Number of			
	Crosses	Fruit sets flower (%)	Fail to fruit setting (%)	Seeds (%)
Edor × Dorloang	50	11(22.00)	4(36.00)	7(14.00)
Edor × Haew	115	35(30.43)	11(31.42)	24(20.87)
Edor × Seechompoo	50	15(30.00)	6(40.00)	9(18.00)
Edor × Yok	100	20(20.00)	3(15.00)	17(17.00)
Dorloang × Edor	100	14(14.00)	4(28.57)	10(10.00)
Dorloang × Haew	75	40(53.33)	6(15.00)	34(45.33)
Dorloang×Seechompoo	85	35(41.17)	11(31.42)	24(28.23)
Dorloang × Yok	150	62(41.33)	12(19.35)	50(33.33)
Biew Kiew × Edor	250	84(33.60)	9(10.71)	75(30.00)
Biew Kiew × Dorloang	200	38(19.00)	9(23.68)	29(14.50)
Biew Kiew × Haew	150	52(34.66)	18(31.03)	34(22.66)
Haew × Edor	50	17(34.00)	8(47.05)	9(18.00)
Haew × Dorloang	75	17(22.66)	6(35.29)	11(14.66)
Haew × Seechompoo	100	25(25.00)	20(80.00)	5(5.00)
Haew × Yok	80	21(26.25)	10(47.61)	11(13.75)
Yok × Edor	80	41(51.25)	9(21.95)	32(40.00)
Yok × Dorloang	100	32(32.00)	6(18.75)	26(26.00)
Yok × Haew	120	54(19.99)	26(48.14)	28(23.33)
Yok × Seechompoo	40	8(20.00)	5(62.50)	3(7.50)
Total	1970	621(570.67)	183(643.47)	438(402.16)
Average	103.68	32.68(30.03)	9.63(33.86)	23.05(21.16)

Table 2 Number of seed germinated, number of grafting and number of survival in shoot grafted in 2008

Crossing	Number of		
	Seed germinated (%)	Grafted	Shoot grafted (%)
Edor × Dorloang	4(57.14)	4	1(25.00)
Edor × Haew	12(50.00)	11	5(45.45)
Edor × Seechompoo	5(55.00)	5	3(60.00)
Edor × Yok	10(58.82)	10	4(40.00)
Dorloang × Edor	8(80.00)	8	1(12.50)
Dorloang × Haew	13(38.23)	12	5(41.66)
Dorloang×Seechompoo	19(79.16)	15	3(20.00)
Dorloang × Yok	40(80.00)	32	2(6.25)
Biew Kiew × Edor	59(78.66)	49	10(20.40)
Biew Kiew × Dorloang	21(72.41)	18	5(27.77)
Biew Kiew × Haew	16(47.05)	14	5(35.71)
Haew × Edor	8(88.88)	7	1(14.28)
Haew × Dorloang	4(36.36)	4	1(25.00)
Haew × Seechompoo	3(60.00)	3	2(66.66)
Haew × Yok	3(27.27)	3	0(0.00)
Yok × Edor	18(56.25)	17	6(35.29)
Yok × Dorloang	5(19.23)	5	0(0.00)
Yok × Haew	5(17.85)	4	1(25.00)
Yok × Seechompoo	1(33.33)	1	0(0.00)
Total	254(1305.60)	222	55(505.97)
Average	13.36(54.5)	11.68	2.89(26.36)

Table 3 Number of crossing, of fruit sets flower, of fail to fruit setting, of seed germinated in 2009

Crossing	Number of				
	Crosses	Fruit sets flower (%)	Seeds (%)	Fail to fruit setting (%)	Seed germinated (%)
Yok x Edor	100	45(45.00)	36(36.00)	9(20.00)	29(80.55)
Yok x Seechompoo	50	13(26.00)	7(14.00)	6(46.15)	7(100.00)
Yok x Biew Kiew	25	10(40.00)	6(24.00)	4(40.00)	5(83.33)
Yok x Tawaii	40	12(30.00)	10(25.00)	2(16.66)	8(80.00)
Yok x Haew	45	26(57.77)	15(33.33)	11(42.30)	11(73.33)
HaewxSeechompoo	120	59(49.16)	40(33.33)	19(32.20)	33(82.50)
Haew x Yok	50	11(22.00)	7(14.00)	4(36.36)	5(71.42)
Haew x Edor	180	96(53.33)	74(41.11)	22(22.91)	65(87.83)
Haew x Biew Kiew	70	23(32.85)	12(17.14)	11(47.82)	10(83.33)
BiewKiewxChompoo	100	12(12.00)	11(11.00)	1(8.33)	11(100.00)
Biew Kiew xTawaii	60	20(33.33)	13(21.66)	7(35.00)	10(76.92)
Biew Kiew x Yok	50	15(30.00)	9(18.00)	6(40.00)	7(77.77)
Biew Kiew x Haew	100	40(40.00)	30(30.00)	10(25.00)	25(83.33)
Biew Kiew x Edor	150	101(67.33)	76(50.66)	25(24.75)	58(76.31)
Edor x Yok	50	28(56.00)	22(44.00)	6(21.42)	18(81.81)
Edor x Haew	50	38(76.00)	30(60.00)	8(21.05)	21(69.99)
Edor xSeechompoo	85	51(60.00)	40(47.06)	11(21.56)	30(75.00)
Edor x Biew Kiew	50	39(78.00)	32(64.00)	7(17.94)	30(93.75)
Edor x Tawaii	50	18(36.00)	13(36.00)	5(27.77)	10(76.92)
Seechompoox Edor	280	181(64.64)	148(52.85)	33(18.23)	139(93.91)
SeechompooxHaew	30	12(40.00)	8(26.66)	4(33.33)	8(100.00)
Tawaii x Edor	70	22(31.42)	16(22.85)	6(27.27)	12(75.00)
Tawaii x Biew Kiew	80	17(21.25)	10(12.50)	7(41.17)	10(100.00)
Total	1885	889(1002.08)	665(735.15)	224(667.22)	562(1923.00)
Average	81.95	38.65(43.56)	28.91(31.96)	9.73(29.00)	24.43(83.60)

ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไยในจังหวัดเชียงใหม่

Effect of Environmental Factors on Longan Yield in Chiang Mai

อดิศักดิ์ จูมวงษ์^{1*}, จินตนา จูมวงษ์², ฉัตรลดา วงศ์สถาน³ และพาวิณ มะโนชัย⁴

Adisak Joomwong^{1*}, Jintana Joomwong², Chatlada Wongsathan³ and Pawin Manochai⁴

¹สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

²สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

³สาขาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

⁴สาขาไม้ผล คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

¹Division of Biotechnology, Faculty of Science, Maejo University, Chaing Mai, Thailand 50290

²Division of Mathematics, Faculty of Science, Maejo University, Chaing Mai, Thailand 50290

³Division of Statistics, Faculty of Science, Maejo University, Chaing Mai, Thailand 50290

⁴Division of Pomology, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chaing Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: joomwong@mju.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไยในจังหวัดเชียงใหม่ ในช่วง 10 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2541 ถึง 2550 โดยใช้เทคนิควิเคราะห์เส้นทาง (Path analysis) ผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไย คือ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย เบอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย โดยที่อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยมีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไยทางตรง ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไยทางอ้อม เบอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยและอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยมีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไยทั้งทางตรงและทางอ้อม

คำสำคัญ: ลำไย สภาพแวดล้อม ผลผลิต

Abstract

Effect of environmental factors on longan yield was studied in Chiang Mai during year 1998 to 2007. The technique path analysis was using. The results showed that environmental factor that effected longan yield were maximum temperature, average RH, minimum temperature and average rainfall. The maximum temperature directly affected on longan production. The average rainfall indirectly effect on longan production. The RH and minimum temperature were both directly and indirectly effected to longan production.

Keywords: longan, environmental factors, production

คำนำ

ลำไยเป็นผลไม้ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยที่สามารถทำรายได้จากการส่งออกไม่ต่ำกว่าปีละ 5,000 ล้านบาท แหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ในจังหวัดภาคเหนือตอนบน ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน เชียงราย และพะเยา (พาวัน, 2552) การผลิตลำไยนั้นเกษตรกรต้องรับภาระความเสี่ยงเกี่ยวกับการให้ผลผลิตของลำไย เนื่องจากการออกดอก และการติดผลนั้นมีผลจากปัจจัยสภาพแวดล้อมหลายประการ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ปริมาณแสงและความเข้มแสง และปริมาณน้ำฝน นอกจากนี้ยังรวมถึงสภาพแวดล้อมของพื้นที่ในการเพาะปลูก ประสบการณ์ในการผลิตลำไยของเกษตรกรที่แตกต่างกันอีกด้วย คณะผู้วิจัยสนใจสาเหตุที่น่าสนใจและคาดว่าจะมีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไย คือ สภาพภูมิอากาศในพื้นที่การเพาะปลูก เพื่อทราบเป็นข้อมูลของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไยในจังหวัดเชียงใหม่

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลผลผลิตลำไยและข้อมูลของสภาพภูมิอากาศในจังหวัดเชียงใหม่ย้อนหลัง 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 ถึงปี พ.ศ. 2550 จากข้อมูลของสำนักงานเขตเศรษฐกิจเกษตร (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2551) และข้อมูลของสถานีตรวจอากาศเกษตรเชียงใหม่ (สถานตรวจอากาศเกษตรเชียงใหม่, 2551)

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลของปริมาณผลผลิตลำไยและสภาพของภูมิอากาศมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมทางสถิติ SPSS Version 14.1

ผลการวิจัย

ในการศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไยในจังหวัดเชียงใหม่ ครั้งนี้ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษามี 6 ตัวแปรซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ ดังนี้

ตัวแปรตาม :

Y คือปริมาณผลผลิตลำไย (หน่วย: ตัน)

ตัวแปรอิสระ :

Tmax คือ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย

Tmin คือ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย

Taver คือ อุณหภูมิเฉลี่ย

RH คือ เปอร์เซนต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย

Rain คือ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งได้ทำการรวบรวมย้อนหลัง 10 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 ถึงปี พ.ศ. 2550 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไยในจังหวัดเชียงใหม่

ปี	Y	Tmax	Tmin	Taver	RH	Rain
2541	14,000	36.72	17.59	26.48	68.4	62.99
2542	56,200	35.06	17.84	26.34	70.7	95.13
2543	126,500	34.37	17.91	26.09	71.0	94.13
2544	65,200	34.62	18.29	26.08	73.1	101.68
2545	172,100	32.43	20.47	25.59	77.4	4.08
2546	136,700	31.70	20.92	25.57	74.8	2.66
2547	202,300	31.86	20.62	25.60	72.8	3.40
2548	220,200	32.66	20.97	25.92	75.6	4.07
2549	140,900	32.43	20.47	25.59	77.4	4.08
2550	160,900	31.91	20.68	25.57	74.8	3.06

การวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS Version 14.1 ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) หาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ตารางที่ 2) และตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย พบว่า ตัวแปรทุกตัวมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ตารางที่ 3) แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ที่ว่าตัวแปรอิสระต้องไม่มีความสัมพันธ์กัน

ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร

	Mean	Std. Deviation	N
Y	129500.00	66135.786	10
TMAX	33.3770	1.70240	10
TMIN	19.5760	1.45465	10
TAVER	25.8830	.34897	10
RH	73.6000	2.96011	10
RAIN	33.9280	41.13682	10

ตารางที่ 3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร

		Y	TMAX	TMIN	TAVR	RH	RAIN
Y	Pearson	1	-0.865(**)	0.854(**)	-0.775(**)	0.697(*)	-0.714(*)
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	.	0.001	0.002	0.009	0.025	0.020
	N	10	10	10	10	10	10
TMAX	Pearson	-0.865(**)	1	-0.940(**)	0.964(**)	-0.808(**)	0.802(**)
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	0.001	.	0.000	0.000	0.005	0.005
	N	10	10	10	10	10	10
TMIN	Pearson	0.854(**)	-0.940(**)	1	-0.900(**)	0.826(**)	-0.913(**)
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	0.002	0.000	.	0.000	0.003	0.000
	N	10	10	10	10	10	10
TAVR	Pearson	-0.775(**)	0.964(**)	-0.900(**)	1	-0.833(**)	0.767(**)
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	0.009	0.000	0.000	.	0.003	0.010
	N	10	10	10	10	10	10
RH	Pearson	0.697(*)	-0.808(**)	0.826(**)	-0.833(**)	1	-0.686(*)
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	0.025	0.005	0.003	0.003	.	0.029
	N	10	10	10	10	10	10
RAIN	Pearson	-0.714(*)	0.802(**)	-0.913(**)	0.767(**)	-0.686(*)	1
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	0.020	0.005	0.000	0.010	0.029	.
	N	10	10	10	10	10	10

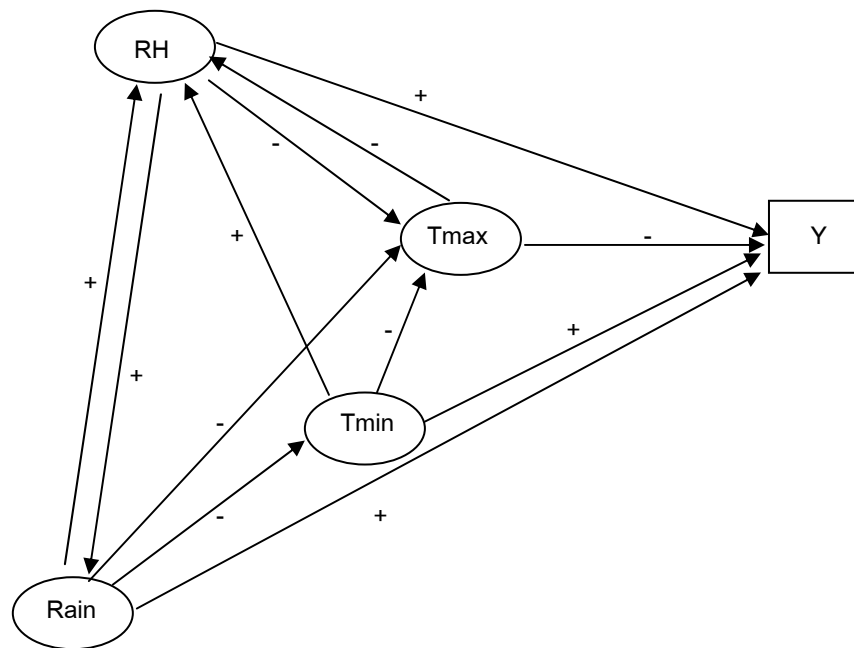
** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

2) เนื่องจากข้อมูลมีคุณสมบัติไม่เป็นไปตามเงื่อนไขของการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ และจากการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไย ผู้วิจัยได้แนวความคิดว่า ปริมาณผลผลิตลำไยในแต่ละปีจะมีมากน้อยเพียงใดนั้นจะขึ้นอยู่กับ

- 2.1) อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (Tmax) ถ้าปีใดอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยมีค่าสูง (ร้อนมาก) ปริมาณผลผลิตจะต่ำ
- 2.2) อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย (Tmin) ถ้าปีใดอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยมีค่าต่ำ (หนาวมาก) ปริมาณผลผลิตจะสูง
- 2.3) เปอร์เซนต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (RH) ถ้าปีใดมีเปอร์เซนต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูง ปริมาณผลผลิตจะสูง
- 2.4) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (Rain) ถ้าปีใดปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมาก ปริมาณผลผลิตจะสูง

นอกจากนี้แล้วผู้วิจัยยังมีแนวคิดว่าอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย เปอร์เซนต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย น่าจะมีความสัมพันธ์กัน ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ กับปริมาณผลผลิต (Y)

จากภาพที่ 1 เขียนเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ที่ต้องทำการวิเคราะห์ได้ดังนี้

$$Y = \beta_1 T_{\max} + \beta_2 RH + \beta_3 T_{\min} + \beta_4 \text{ Rain} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$T_{\max} = \beta_5 T_{\min} + \beta_6 RH + \beta_7 \text{ Rain} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$T_{\min} = \beta_8 \text{ Rain} \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$RH = \beta_9 T_{\max} + \beta_{10} T_{\min} + \beta_{11} \text{ Rain} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Rain} = \beta_{12} RH \quad \dots\dots\dots (5)$$

3) ผลจากการวิเคราะห์เป็นดังนี้

จากสมการ (1) พบว่า ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตทางตรง คือ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ -0.871 และ -0.007 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.865 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 0.749 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณเท่ากับ 37,587.906 ดังแสดงในสมการที่ (6)

$$Y = -0.871 T_{\max} - 0.007 RH \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$R = 0.865, R^2 = 0.749, SEE = 37,587.906, F = 10.431, \text{Sig of } F = 0.008$$

จากสมการ (2) พบว่า ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่ออุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยทางตรง คือ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ -0.859 และ -0.098 ตามลำดับ ค่า

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.942 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 0.887 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณเท่ากับ 0.649 ดังแสดงในสมการที่ (7)

$$T_{\max} = -0.859 T_{\min} - 0.098 RH \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$R = 0.942, R^2 = 0.887, SEE = 0.649, F = 27.438, Sig \text{ of } F = 0.000$$

จากสมการ (3) พบว่า ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่ออุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยทางตรง คือ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ -0.913 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.913 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 0.834 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณเท่ากับ 0.628 ดังแสดงในสมการที่ (8)

$$T_{\min} = -0.913 Rain \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$R = 0.913, R^2 = 0.834, SEE = 0.628, F = 40.220, Sig \text{ of } F = 0.000$$

จากสมการ (4) พบว่า ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยทางตรง คือ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย และ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ 1.207 และ 0.416 ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.844 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 0.712 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณเท่ากับ 1.803 ดังแสดงในสมการที่ (9)

$$RH = 1.207 T_{\min} + 0.416 Rain \quad \dots\dots\dots (9)$$

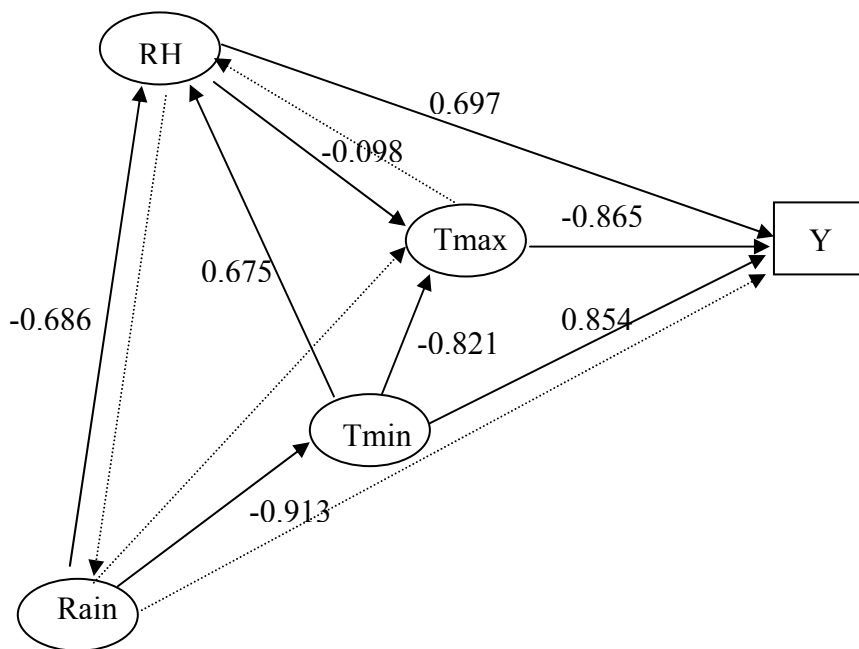
$$R = 0.844, R^2 = 0.712, SEE = 1.803, F = 8.632, Sig \text{ of } F = 0.013$$

จากสมการ (5) พบว่า ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยทางตรง คือ เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่ากับ -0.686 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.686 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเท่ากับ 0.470 และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณเท่ากับ 31.765 ดังแสดงในสมการที่ (10)

$$Rain = -0.686 RH \quad \dots\dots\dots (10)$$

$$R = 0.686, R^2 = 0.470, SEE = 31.765, F = 7.094, Sig \text{ of } F = 0.029$$

4) จากผลการวิเคราะห์สมการและการอ่านผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 3) สามารถแสดงเส้นทางความสัมพันธ์ตามผลที่ได้จากการวิเคราะห์สมการทั้ง 5 สมการ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เส้นทางความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิต (Y) กับตัวแปรต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์

จากภาพที่ 2 พบว่า ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตทางตรงเพียงอย่างเดียว คือ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ส่วนเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยและอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย มีผลทั้งทางตรงและทางอ้อม และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมีผลทางอ้อมเท่านั้น ซึ่งผลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตทั้งทางตรงและทางอ้อมแสดงได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลของปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตทั้งทางตรงและทางอ้อม

ปัจจัยสภาพแวดล้อม	ผลเชิงสาเหตุ		รวม
	ทางตรง	ทางอ้อม	
Tmax	-0.865	-	-0.865
Tmin	0.854	1.237	2.09
RH	0.697	0.084	0.781
Rain	-	2.014	2.014

สรุปผลการวิจัย และวิจารณ์

ผลการศึกษาวิจัยพบว่าปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลทางตรงเพียงอย่างเดียวต่อปริมาณผลผลิต คือ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย ส่วนเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย มีผลทั้งทางตรงและทางอ้อม และ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมีผลทางอ้อมเท่านั้น ซึ่งหากพิจารณาถึงสภาพของพื้นที่การเพาะปลูกจริงนั้น ทุกปัจจัย สภาพแวดล้อมต้องมีผลต่อปริมาณผลผลิตลำไย และต้องเป็นผลจากปัจจัยร่วมกัน แต่ในกรณีศึกษาได้แสดงให้เห็นถึงปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีผลทางตรงและทางอ้อมอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมร่วมกัน โดยกรณีที่ผลทางตรงหรือทางอ้อมกรณีเดียวนั้น ค่าของสหสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์เมื่อแทนค่าในสมการจะมีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียงกับค่าการคำนวณ ส่วนกรณีที่ผลทั้งทางตรงและทางอ้อมค่าของสหสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์เมื่อแทนค่าในสมการจะมีค่ามากกว่าค่าการคำนวณ คาดว่าน่าจะเกิดจากการนำค่าสหสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์ของสมการร่วมกันของปัจจัยมาแทนค่าอีกครั้ง ทำให้ผลรวมของสมการมีค่ามากกว่าจริง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ในการสนับสนุนงบประมาณการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กัลยา วาณิชย์ปัญญา. 2540. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย **SPSS for windows**. ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ.
- พาวิน มะโนชัย. 2552. โครงการการผลิตลำไยนอกฤดู คุณภาพดี ต้นทุนต่ำ. วารสารวิจัยเพื่อพัฒนาชนบท. 1(4). ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2551. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปี 2551. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: กรุงเทพฯ.
- สถานีตรวจอากาศเกษตรเชียงใหม่. 2551. สรุปรายงานสภาพอากาศจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2541-2550. รายงานประจำปี 2551.
- สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. 2548. เทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์. สำนักพิมพ์สามลดา: กรุงเทพฯ.

อิทธิพลของระยะปลูกและขนาดทรงต้นที่มีผลต่อผลผลิตและคุณภาพ
ของลำไยพันธุ์ดอ

Effects of Tree Spacing and Sizes on Yield and Fruit Quality of Longan
(*Dimocarpus longan* Lour.) cv. “Daw”

นพดล จรัสสัมฤทธิ์* และสุขใจ จินอ่อน

Nopadol Jarassamrit* and Sukjai Jen-on

ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand, 50290

*Corresponding author: nopadol88@yahoo.com

บทคัดย่อ

การศึกษาระยะปลูกและขนาดทรงต้นที่มีผลต่อคุณภาพของผลผลิตลำไยพันธุ์ดอ ณ สวนเกษตรกรในบริเวณบ้านสันนาเม็ง ตำบลแม่หอพระ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2552 ประกอบด้วย 1) แปลงลำไยที่มีระยะปลูก 3X5 เมตร 2) แปลงลำไยที่มีระยะปลูก 5X6 เมตร และ 3) แปลงลำไยที่มีระยะปลูก 8X8 เมตร ที่มีอายุต้น 8 ปีเท่ากัน ซึ่งมีขนาดทรงต้นที่แตกต่างกัน จากผลการทดลองพบว่า สวนลำไยที่มีระยะปลูก 3X5 เมตรและมีขนาดทรงต้นกว้าง 4 เมตร มีน้ำหนักผลผลิตต่อต้นต่ำสุดเท่ากับ 16.9 กิโลกรัมต่อต้น แต่มีน้ำหนักผลผลิตต่อไร่และต่อผลสูงสุด คือ 1,645 กิโลกรัมต่อไร่และ 11.96 กรัมต่อผลตามลำดับ จึงส่งผลให้สามารถจำหน่ายผลผลิตต่อพื้นที่ 1 ไร่ได้สูงสุด คือ 16,975.74 บาทต่อไร่ ถึงแม้ว่าจะมีรายได้ต่อต้นน้อยสุดเพียง 174.40 บาทต่อต้นก็ตาม โดยค่าดัชนีพื้นที่ใบที่วัดได้จากเครื่องวัดพื้นที่ใบเท่ากับ 4.69 และมีเปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสงเท่ากับ 24.91 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่างจากการวิธีอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: ลำไย จำนวนผล ดัชนีพื้นที่ใบ คุณภาพผลผลิต

Abstract

The study of tree spacing and sizes on “Daw” longan fruit quality at the commercial orchard in Ban San Na Meng, Mae Hor Pra Subdistrict, Mae Tang District, Chiang Mai Province, during October 2008 to September 2009. The study included three different longan plots with the spacing of 3X5 m., 5X6 m. and 8X8 m., all the trees were at the same age of 8 years old with different tree canopy sizes. The results showed that the longan trees at the spacing of 3X5 m. with the tree canopy size of 4 m. in diameter, produced significantly higher yield per rai, lower yield per tree and higher fruit weight of 1,645 kg/rai, 16.9 kg/tree, and 11.96 g/fruit, respectively, when compared to other spacing and tree sizes. Therefore, the significantly larger fruit size made the higher income

per rai at 16,975.74 baht/rai, though the income per tree was only 174.40 baht/tree which was the lowest. In addition, the longan trees of 3x5 m. also gave significantly different leaf area index of 4.69 and light penetration of 24.91%, when compared to other treatments.

Keywords: longan (*Dimocarpus longan* Lour.), fruit number, leaf area index, fruit quality

คำนำ

ในปัจจุบันพื้นที่ทำการเกษตรต่อจำนวนประชากรเริ่มลดลง เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรแต่พื้นที่ยังคงมีเท่าเดิม จึงจำเป็นต้องมีการจัดการการใช้พื้นที่เพาะปลูกที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด การปลูกลำไยก็เช่นเดียวกัน ถึงแม้ว่าปัจจุบันจะมีการใช้เทคโนโลยีการผลิตที่ได้จากการศึกษาวิจัยจากหน่วยงานต่างๆ มาใช้ เช่น การจัดทรงต้น การปลิดผล การตัดช่อผล เพื่อพัฒนาคุณภาพผลผลิตก็ตาม แต่สิ่งเหล่านี้ก็ยังไม่เพียงพอที่จะทำให้กระบวนการผลิตลำไยมีความยั่งยืนหรือเทียบเท่ากับประเทศที่มีการพัฒนาได้ จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาวิธีการจัดการสวนลำไยให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ในไม้ผลหลายชนิดจะใช้ค่าดัชนีพื้นที่ใบมาเป็นตัวกำหนดความเหมาะสมต่างๆ ในการจัดการสวน จนทำให้ได้ผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูกสูงสุด จากการศึกษาในเบื้องต้นของนพดล (2550) และสุขใจ (2550) พบว่า ถ้ามีการจัดการค่าดัชนีพื้นที่ใบให้เหมาะสมกับรูปทรงของลำไย จะสามารถเพิ่มปริมาณและพัฒนาคุณภาพผลผลิตลำไยให้ดียิ่งขึ้น และยังเป็นการลดต้นทุนการผลิตเกี่ยวกับการใช้สารกำจัดศัตรูพืชได้เป็นอย่างดี เพราะค่าดัชนีพื้นที่ใบ จะเป็นตัวบ่งบอกถึงประสิทธิภาพการทำงานของใบที่สามารถรับแสงเอาไว้ได้ เนื่องจากแสงเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช (ประวิตร และคณะ, 2535; เกลิมพล, 2542; นพดล, 2547) ซึ่งถ้าใบพืชสามารถรับแสงได้ทั่วถึงอย่างมีประสิทธิภาพจะทำให้ต้นพืชมีการสะสมอาหารได้สูงสุด

ดังนั้นแนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ปลูกลำไยให้มีประสิทธิภาพสูงสุดจึงควรใช้ค่าดัชนีพื้นที่ใบ มาเป็นตัวกำหนดความเหมาะสมของจำนวนต้นต่อพื้นที่ปลูก ขนาดของทรงต้น ระยะปลูกที่เหมาะสม และการจัดทรงต้น รวมถึงการจัดการด้านอื่นๆ ให้เหมาะสม เพื่อความยั่งยืนในอาชีพการผลิตลำไยได้ต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการศึกษาโดยการคัดเลือกแปลงลำไยจำนวน 3 แปลงที่มีระยะปลูก 3X5, 5X6 และ 8X8 เมตร ที่ต้นลำไยมีอายุ 8 ปีเท่ากัน (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4, 5 และ 7 เมตรตามลำดับ) โดยมีการดูแลและจัดการสวนในเรื่องของการให้น้ำและปุ๋ยที่เหมือนกัน ยกเว้นการคุมขนาดทรงต้นที่ไม่เท่ากัน ณ แปลงลำไยเกษตรกรบริเวณหมู่บ้านสันนาเม็ง ตำบลแม่หอพระ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ เริ่มทำการทดลองตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2552 โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) มี 3 กรรมวิธี 5 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น รวมเป็น 15 หน่วยทดลอง ดังต่อไปนี้ กรรมวิธีที่ 1 มีระยะปลูก 3X5 เมตร กรรมวิธีที่ 2 มีระยะปลูก 5X6 เมตร กรรมวิธีที่ 3 มีระยะปลูก 8X8 เมตร

การทดลองเริ่มจากการกระตุ้นให้ลำไยออกดอกในฤดูกาลปกติ ช่วงเดือนมกราคม 2552 และทำการคัดเลือกต้นลำไยที่เป็นตัวอย่างในแต่ละแปลง จำนวนแปลงละ 5 ต้นต่อพื้นที่ 1 ไร่ จำนวน 3 แปลงต่อกรรมวิธี แล้วจึงทำการเก็บข้อมูลปริมาณผลผลิตต่อต้น ต่อไร่ ขนาดของผล และคุณภาพ รวมถึงการคัดเกรดผลผลิต รายได้จากการจำหน่ายผลผลิต เปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสงและค่าดัชนีพื้นที่ใบ (เครื่องวัดความเข้มแสงรุ่น Accu PAR ยี่ห้อ Decacon® ผลิตจากสหรัฐอเมริกา) และนำข้อมูลไปวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

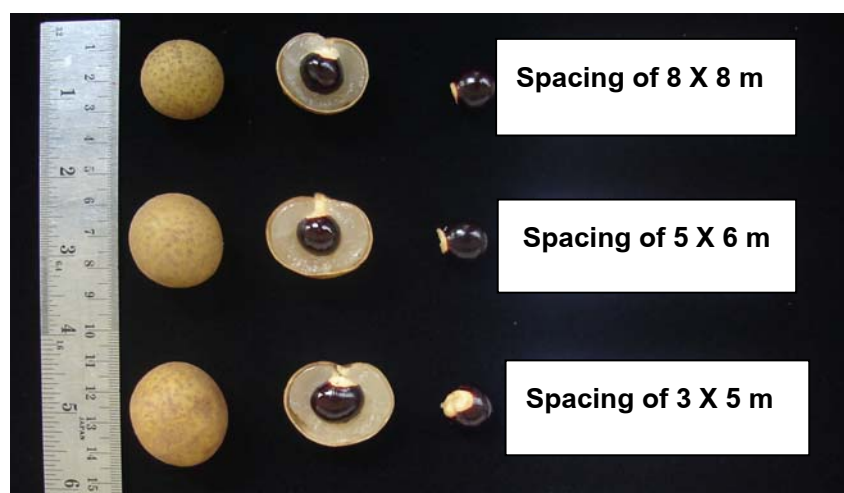


Figure 1 Fruit, aril and seed of the longan harvested from 8-year-old longan trees at different spacing

ผลการทดลอง

น้ำหนักผลผลิต

จากการศึกษา พบว่า น้ำหนักผลผลิตต่อต้นระยะที่ปลูกระยะ 8X8 เมตร มีน้ำหนักต่อต้นสูงที่สุด รองลงมาคือ ระยะปลูก 5X6 และ 3X5 เมตร ซึ่งมีผลผลิตต่อต้นเท่ากับ 61.6, 30.4 และ 16.9 กิโลกรัมต่อต้น ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบต่อกับพบว่า ในระยะปลูก 3X5 เมตร มีน้ำหนักต่อพื้นที่สูงสุด รองลงมาคือ ระยะปลูก 5X6 และ 8X8 เมตร มีผลผลิตเท่ากับ 1,645, 1,373 และ 1,237 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ส่วน ระยะปลูก 3X5 เมตรมีน้ำหนักต่อผล (11.96 กรัม/ผล) น้ำหนักเนื้อ (8.48 กรัม/ผล) และน้ำหนักเปลือก (1.91 กรัม/ผล) มากกว่าระยะปลูก 5X6 และ 8X8 เมตร ยกเว้นในส่วนช่อกของน้ำหนักเมล็ด (อยู่ในช่วง 1.49-1.57 กรัมต่อผล) และสัดส่วนของเนื้อ (อยู่ในช่วง 68.99-70.88 เปอร์เซ็นต์) ที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1)

Table 1 Yield as weight per rai, weight per tree, fruit, aril, pericarp and seed weight, and aril recovery percentage of longan harvested from 8-year-old longan trees at different spacing

Treatments	Yield (kg)		Weight (g)				Aril recovery percentage
	Per rai	Per tree	Fruit	Aril	Pericarp	Seed	
Spacing of 3X5 m.	1,645 ^a	16.9 ^c	11.96 ^a	8.48 ^a	1.91 ^a	1.57	70.88
Spacing of 5X6 m.	1,373 ^b	30.4 ^b	10.78 ^b	7.49 ^b	1.79 ^{ab}	1.50	69.39
Spacing of 8X8 m.	1,237 ^b	61.6 ^a	10.34 ^b	7.14 ^b	1.71 ^b	1.49	68.99
F-test	*	**	**	**	*	ns	ns

Means in the same column followed by the different alphabet show significant differences using Least Significant Difference, ** = significant difference at $p=0.01$, * = significant difference at $p=0.05$, ns = non significant

ขนาดและคุณภาพของผลผลิต

จากการศึกษาพบว่า ระยะปลูกมีผลต่อคุณภาพผลผลิตลำไยอย่างเห็นได้ชัด จากต้นลำไยที่มีระยะปลูก 3X5 เมตร มีผลให้ขนาดของผลผลิตใหญ่กว่าระยะปลูก 5X6 และ 8X8 เมตร ตามลำดับ โดยมีขนาดผลเท่ากับ 28.34, 26.90 และ 26.06 มิลลิเมตรตามลำดับ ส่วนความหนาเนื้อและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทุกระยะปลูกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเท่ากับ 7.24-7.39 มิลลิเมตรและ 20.72-21.00 องศาบริกซ์ ส่วนความหนาเปลือก พบว่า ระยะปลูก 3X5 เมตร มีความหนาเปลือกหนากว่าระยะปลูก 8X8 เมตร (Table 2)

ค่าดัชนีพื้นที่ใบ เปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสงในทรงพุ่ม และสัดส่วนจำนวนผลต่อพื้นที่ใบ 1 ม²

ค่าดัชนีพื้นที่ใบที่วัดได้มีความสัมพันธ์กับปริมาณแสงที่ส่องผ่านได้อย่างชัดเจน โดยค่าดัชนีพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ปริมาณแสงที่ส่องผ่านลดลง จากการปลูกต้นลำไยระยะ 3X5 เมตรมีค่าดัชนีพื้นที่ใบน้อยที่สุดคือ 4.69 แต่มีปริมาณแสงที่ส่องผ่านสูงที่สุดคือ 24.91 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกันเช่นเดียวกับการปลูกระยะอื่นๆ ส่วนจำนวนผลต่อพื้นที่ใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนผลในช่วง 10.8-20.1 ผลต่อพื้นที่ใบ 1 ตารางเมตร (Table 3)

Table 2 Sizes of fruit and seed, thickness of aril and pericarp and total soluble solids of longan harvested from 8-year-old longan trees at different spacing.

Treatments	Sizes (mm)		Thickness (mm)		Total Soluble Solids (°Brix)
	Fruit	Seed	Aril	Pericarp	
Spacing of 3X5 m.	28.34 ^a	13.03 ^a	7.34	0.89 ^a	21.00
Spacing of 5X6 m.	26.90 ^b	12.15 ^b	7.39	0.84 ^{ab}	20.72
Spacing of 8X8 m.	26.06 ^c	12.98 ^a	7.24	0.81 ^b	20.82
F-test	**	**	ns	*	ns

Means in the same column followed by the different alphabet show significant differences using Least Significant Difference, ** = significant difference at $p=0.01$, * = significant difference at $p=0.05$, ns = non significant

Table 3 Leaf area indices (LAI), light penetration percentages, and fruit number per leaf area (1 m^2) of 8-year-old longan trees at different spacing

Treatments	Leaf area index	Light penetration percentage	Fruit number per leaf area (1 m^2)
Spacing of 3X5 m	4.69 ^c	24.91 ^a	20.1
Spacing of 5X6 m	6.29 ^b	17.15 ^b	15.1
Spacing of 8X8 m	8.67 ^a	10.70 ^c	10.8
F-test	**	**	ns

Means in the same column followed by the different alphabet show significant differences using Least Significant Difference, ** = significant difference at $p= 0.01$, ns = non significant

Table 4 Return per rai and per tree of the longan harvested from 8-year-old longan trees at different spacing.

Treatments	Return per tree (Baht)	Return per rai (Baht)
Spacing of 3X5 m	174.40 ^c	16,975.74 ^a
Spacing of 5X6 m	299.22 ^b	13,517.45 ^{ab}
Spacing of 8X8 m	595.48 ^a	11,954.73 ^b
F-test	**	*

Means in the same column followed by the different alphabet show significant differences using Least Significant Difference, ** = significant difference at $p= 0.01$, * = significant difference at $p= 0.05$

Longan fruit price on 15 September 2009; Class AA at 12 Baht/kg, Class A at 8 Baht/Kg
Class B at 3 Baht/kg, Class C at 0.5 Baht/kg

ต้นทุนและผลตอบแทน

เมื่อนำผลผลิตไปจำหน่ายในลักษณะเป็นผลเดี่ยวสำหรับอบแห้ง มีการคัสดขนาดด้วยเครื่องคัดลำไย รุ่งยิ่งรวบ ของบริษัทลิขิตชีวัน และได้จำหน่ายผลผลิตเป็นไปตามขนาดที่กำหนด ณ วันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2552 พบว่า รายได้เฉลี่ยต่อต้นของระยะปลูก 8X8 เมตร สูงที่สุดรองลงมา คือ ระยะ 5X6 และ 3X5 เมตร โดยมีรายได้ต่อต้นเท่ากับ 595.48, 299.22 และ 174.40 บาทต่อต้น ตามลำดับ แต่เมื่อคิดเป็นต่อพื้นที่ 1 ไร่กลับพบว่า ระยะปลูก 3X5 เมตร สามารถสร้างรายได้สูงสุดรองลงมา คือ ระยะปลูก 5X6 และ 8x8 เมตร โดยมีรายได้ต่อไร่ เท่ากับ 16,975.74, 13,517.45 และ 11,954.73 บาทต่อไร่ ตามลำดับ (Table 4)

เปอร์เซ็นต์ของชั้นผล

ระยะปลูกมีผลต่อคุณภาพของผลผลิตอย่างเห็นได้ชัด จากระยะปลูก 3X5 เมตร มีผลทำให้ลำไยเกรด 1 เพิ่มขึ้นมากกว่าผลของลำไยที่ปลูกในระยะเวลาปลูก 8X8 เมตร จึงทำให้มูลค่าการจำหน่ายที่ได้เพิ่มขึ้นตามไปด้วย (Figure 2)

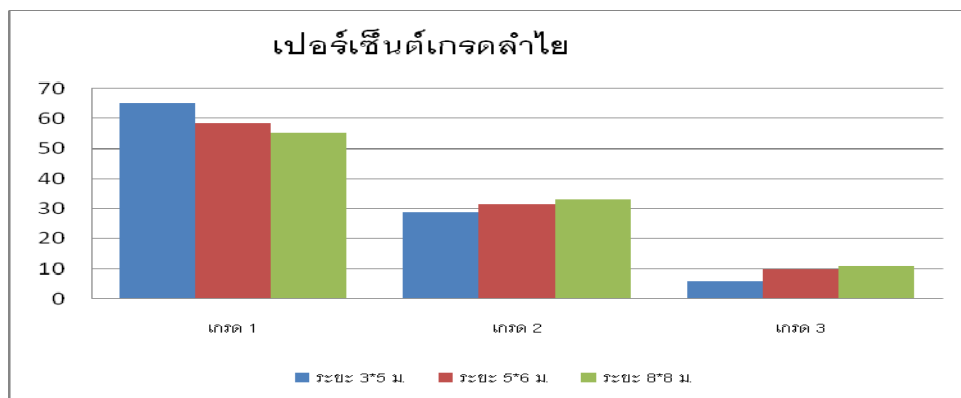


Figure 2 Class percentage of the longan harvested from 8-year-old longan trees at different spacing

หมายเหตุ: คัดขนาดด้วยเครื่องคัดของบริษัทชิตชีวัน รุ่งยิ่งรวย

การคัดแยกขนาดของชั้นผลไม่ได้ทำการคัดแยกเป็นซ้ำ จึงไม่สามารถวิเคราะห์ผลได้

วิจารณ์ผลการทดลอง

การพัฒนาศักยภาพการผลิตลำไยให้ถึงจุดสูงสุดนั้น จำเป็นต้องใช้หลายปัจจัยร่วมกัน แต่ปัจจัยหลักที่สำคัญ คือ ประสิทธิภาพของต้นลำไยที่สามารถสร้างและสะสมอาหารสุทธิได้สูงสุด ด้วยการจัดการทรงต้นและระยะปลูกให้เหมาะสมกับการจัดการ จากการศึกษาเกี่ยวกับระยะปลูกที่แตกต่างกัน 3 แปลง พบว่า ขนาดทรงต้นมีผลทำให้ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตดียิ่งขึ้น จากสวนลำไยที่มีระยะปลูก 3X5 เมตร (มีเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม 4 เมตร) สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้สูงสุดคือ 1,645 กิโลกรัมต่อไร่ และยังมีขนาดและคุณภาพของผลผลิตที่ดีกว่าสวนลำไยที่มีระยะปลูก 5X6 และ 8X8 เมตร โดยมีน้ำหนักต่อผลเท่ากับ 11.96 กรัม มากกว่าน้ำหนักผลของลำไยเกรด 1 (จัมโบ้) ที่จะต้องมีน้ำหนักต่อผลมากกว่า 11.7 กรัม (กรมวิชาการ, มปป) จึงส่งผลให้รายได้จากการจำหน่ายผลผลิตแบบร่วงโดยใช้เครื่องคัดลำไยของบริษัทชิตชีวัน (รุ่งยิ่งรวย) ในสวนลำไยที่มีระยะปลูก 3X5 เมตรมีรายได้เท่ากับ 16,975.74 บาทต่อไร่ มากกว่าสวนลำไยที่มีระยะปลูก 5X6 และ 8X8 เมตร โดยมีรายได้ 13,517.45 และ 11,954.73 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของนพดล (2552) ที่ได้ทำการศึกษานาของทรงต้นลำไยที่มีขนาดเท่ากันแต่มีระยะปลูกที่ต่างกันต่อคุณภาพผลผลิตลำไย พบว่า ต้นลำไยที่มีระยะปลูก 6X6 และ 8X8 เมตร ส่งผลให้มีปริมาณผลผลิต และรายได้จากการจำหน่ายสูงกว่าต้นลำไยที่มีระยะปลูก 4X4 เมตร โดยมีปริมาณผลผลิตต่อไร่เท่ากับ 2,022, 1,927 และ 1,542 กิโลกรัมต่อไร่ และมีรายได้เท่ากับ 19,768.13, 19,588.56 และ 14,867.14

บาทต่อไร่ ตามลำดับ ซึ่งน่าจะมีผลมาจากขนาดทรงต้นที่แตกต่างกัน จึงทำให้ความสามารถในการส่องผ่านของแสงสู่ใบได้ไม่ทั่วถึง จึงทำให้ความสามารถในการสร้างผลผลิตของต้นลำไยไม่ถึงจุดสูงสุด

ดังนั้นในการปรับปรุงคุณภาพผลผลิตลำไยจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับแสงของใบภายในต้นลำไยเป็นสิ่งสำคัญ เพราะถ้าใบสามารถรับแสงได้ทั่วถึงอย่างมีประสิทธิภาพจะทำให้ต้นพืชมีการสะสมอาหารได้สูงสุด (ประวิตร และคณะ, 2535; เณิมพล, 2542; นพดล, 2547) โดยเปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสงควรเท่ากับ 24.91 เปอร์เซ็นต์ ในสวนลำไยที่มีระยะปลูก 3X5 เมตร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของนพดล (2552) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ปลูกลำไยโดยใช้ค่าดัชนีพื้นที่ใบพบว่า การที่ได้ผลตอบแทนสูงสุดนั้นควรมีการจัดทรงต้นให้มีเปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสงประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับ สุขใจ (2550) ที่ศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพผลผลิตลำไยพันธุ์ต่อที่ได้จากการตัดแต่งทรงต้น: ศึกษาในเชิงดัชนีพื้นที่ใบและความสัมพันธ์กับจำนวนผลนั้น พบว่า เปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสงที่เหมาะสมในการผลิตลำไยให้ได้คุณภาพควรอยู่ในช่วง 25-30 เปอร์เซ็นต์

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. มปป. **มาตรฐานลำไยของประเทศไทย**. คณะกรรมการคุณภาพมาตรฐานและตรวจสอบสินค้าเกษตร. 9 น.
- เณิมพล แคมเพชร. 2542. **สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่**. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่. 276 น.
- นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2547. **เอกสารประกอบการสอนวิชาสรีรวิทยาพืชสวนขั้นสูง**. ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่. 102 น.
- นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2550. **การปรับปรุงคุณภาพผลผลิตลำไยในเชิงประสิทธิภาพใบและการพัฒนาของผลภายใต้ระบบจัดแต่งทรงต้นที่แตกต่างกัน**. รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่. 33 น.
- นพดล จรัสสัมฤทธิ์. 2552. **รายงานผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ปลูกลำไยโดยใช้ค่าดัชนีพื้นที่ใบ**. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. 27 หน้า.
- ประวิตร โสภโณตร สายัณห์ สดุดี และอภิรักษ์ กำนัลรัตน์. 2535. **เอกสารคำสอนสรีรวิทยาการผลิตพืช**. ภาควิชาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์: สงขลา 120 น.
- สุขใจ จินอ่อน. 2550. **คุณภาพผลผลิตลำไยพันธุ์ต่อที่ได้จากการตัดแต่งทรงต้น: ศึกษาในเชิงดัชนีพื้นที่ใบและความสัมพันธ์กับจำนวนผล**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาพืชสวน มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่. 119 น.

การศึกษาคุณภาพผลผลิตลำไยพันธุ์ดอที่ได้จากต้นลำไยที่มีทรงพุ่มชิดกัน
และมีการตัดแต่งกิ่งต่างระดับกัน

**Study of “Daw” Longan (*Dimocarpus longan* Lour.) Fruit Quality Harvested
from Closed Canopy Trees with Different Pruning Levels**

สุขใจ จินอ่อน* และนพดล จรัสสัมฤทธิ์

Sukjai Jen-on* and Nopadol Jarassamrit

ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: sukjai09@gmail.com

บทคัดย่อ

ศึกษาคุณภาพผลผลิตลำไยที่ได้หลังจากการตัดแต่งกิ่งในสวนลำไยที่มีทรงพุ่มชิดกัน ในสวนเกษตรกร บริเวณหมู่บ้านสันนาเม็ง ตำบลแม่หอพระ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2552 โดยการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) มี 3 กรรมวิธี 4 ซ้ำๆ ละ 1 ต้นรวมเป็น 12 หน่วยทดลอง โดยมีกรรมวิธีดังต่อไปนี้ คือ ตัดแต่งกิ่งออก 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนกิ่ง จากผลการทดลอง พบว่า ค่าดัชนีพื้นที่ใบก่อนการตัดแต่งกิ่งไม่มีความแตกต่างกันอยู่ในช่วง 6.27-6.52 แต่เมื่อตัดแต่งกิ่งทำให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบลดลงตามระดับการตัดแต่งกิ่งออกที่เพิ่มขึ้น คือ 6.31, 4.76 และ 3.49 ตามลำดับ ส่วนค่าดัชนีพื้นที่ใบช่วงการออกดอกในกรรมวิธีที่ตัดแต่งกิ่งออก 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้อยที่สุด คือ 5.93 จึงทำให้มีน้ำหนักต่อต้นสูงสุด คือ 40.44 กิโลกรัมต่อต้น แต่เมื่อชั่งน้ำหนักผล เนื้อ เปลือก และเมล็ดนั้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อวัดขนาดผลในต้นที่ตัดแต่งกิ่ง 50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 27.32 มิลลิเมตร มีขนาดใหญ่กว่าต้นที่ตัดแต่งกิ่ง 0 และ 25 เปอร์เซ็นต์ และยังสามารถทำให้มีรายได้จากการขายผลผลิตเพิ่มขึ้นจาก 237.65 บาทต่อต้น (ตัดแต่งกิ่งออก 0 เปอร์เซ็นต์) เป็น 365.64 บาทต่อต้น

คำสำคัญ: ลำไย จำนวนผล พื้นที่ผิวทรงพุ่ม คุณภาพผลผลิต

Abstract

Longan fruit quality harvested from the closed canopy trees after shoot pruning at the longan orchard in Moo Ban San Na Meng, Mae Hor Phra sub-district, Mae Tang district, Chiang Mai province, was determined during October 2008 to September 2009. The experimental design was completely randomized design with three treatments, four single tree replications. The treatments were shoot pruning the longan trees at 0, 25 and 50% of the shoot number. The results showed that the leaf area index (LAI) prior shoot pruning gave no significant differences ranging

from 6.27-6.52 but after shoot pruning found that the LAI significantly reduced according to the levels of shoot pruning, i.e., 6.31, 4.76 and 3.49, respectively. The LAI during anthesis of the 50% shoot pruning was 5.95, with significant differences to the other treatments. The yield of the 50% shoot pruned trees also showed significant differences at 40.49 kg/tree, but other parameters of fruit, aril, pericarp and seed weights showed no significant differences. The fruit size harvested from the 50% shoot pruned trees was 27.32 mm which was significantly larger than of the unpruned or the 25% shoot pruned trees. The returns from the unpruned trees was 237.65 Baht/tree, but the 50% pruned trees gave up to 365.64 Baht/tree.

Keywords: longan (*Dimocarpus longan* Lour.), fruit quality, fruit number, canopy surface area

คำนำ

การผลิตลำไยในปัจจุบันมุ่งเน้นการปลูกในรูปแบบใหม่ โดยการเพิ่มจำนวนต้นต่อพื้นที่ปลูก เพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตตอบแทนต่อพื้นที่ในจำนวนมากและรวดเร็วที่สุด ซึ่งเป็นสิ่งที่ดีและเห็นผลได้ชัดเจนในช่วงปีแรกๆ แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปนานขึ้น เกษตรกรส่วนใหญ่ที่ปลูกลำไยระยะชิดมักพบกับปัญหาเรื่องการออกดอก ติดผล รวมถึงการสะสมของโรคและแมลง เพราะต้นลำไยที่มีทรงพุ่มชิดกันจะทำให้เกิดการบังแสงซึ่งกันและกัน เปอร์เซ็นต์การออกดอกจึงลดลงตามไปด้วย และยังเป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลงภายในทรงพุ่ม เพราะไม่สามารถใช้สารกำจัดแมลงได้อย่างทั่วถึง ปัญหาเหล่านี้จึงเป็นสิ่งสำคัญที่เกษตรกรส่วนใหญ่ให้ความสนใจเป็นพิเศษ เพราะถ้าสามารถแก้ไขปัญหานี้ได้จะทำให้การผลิตลำไยในอนาคตมีศักยภาพมากยิ่งขึ้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาระดับการตัดแต่งกิ่งที่จะมีผลทำให้คุณภาพและปริมาณผลผลิตที่ได้มีศักยภาพสูงสุด และสามารถลดภาระค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงในปริมาณที่ลดน้อยลง เพื่อลดต้นทุนและเสริมสร้างสุขภาพของเกษตรกรให้มีความปลอดภัยจากสารเคมีมากยิ่งขึ้น

ดังนั้นแนวทางการพัฒนาประสิทธิภาพสวนลำไยที่ปลูกระยะชิดให้ได้ผลดีที่สุด คือการตัดแต่งกิ่งให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม เพื่อให้คุณภาพและปริมาณผลผลิตที่ได้สามารถแข่งขันกับผู้ผลิตรายอื่นได้ต่อไป และยังเป็นความยั่งยืนของตัวเกษตรกรเอง

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการศึกษาโดยการคัดเลือกสวนลำไยที่มีขนาดทรงพุ่มชิดกัน (มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 เมตร) ที่มีระยะปลูก 6X6 เมตร ทำการตัดแต่งกิ่งออก 0, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนกิ่ง หลังจากเก็บเกี่ยวผลผลิต ในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 และชักนำให้ออกดอกในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2552 โดยมีการแตกใบ 2 ชุด ก่อนออกดอก ณ แปลงลำไยของเกษตรกร บริเวณหมู่บ้านสันนาเม็ง ตำบลแม่หอพระ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ โดยเริ่มทำการทดลองตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนกันยายน

พ.ศ. 2552 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) มี 3 กรรมวิธี 4 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น รวมเป็น 12 หน่วยทดลอง ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ตัดแต่งกิ่งออก 0 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 2 ตัดแต่งกิ่งออก 25 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธีที่ 3 ตัดแต่งกิ่งออก 50 เปอร์เซ็นต์

การทดลองเริ่มจากการตัดแต่งกิ่งต้นลำไยทรงปกติ โดยทำการตัดแต่งกิ่งออกตามที่กำหนดข้างต้น ทำการวัดค่าดัชนีพื้นที่ใบ เปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสง (เครื่องวัดความเข้มแสง รุ่น Accu PAR ยี่ห้อ Decacon[®] ผลิตจากสหรัฐอเมริกา) ก่อนและหลังตัดแต่งกิ่ง ทำการสุ่มยอดจำนวน 20 ยอดเพื่อบันทึกน้ำหนักต่อต้น ขนาดและคุณภาพของผลผลิตภายหลังทำการทดลอง รวมถึงการคัดเกรดผลผลิตและรายได้จากการจำหน่ายผลผลิต

ผลการทดลอง

ค่าดัชนีพื้นที่ใบและเปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสง

จากการศึกษาคุณภาพผลผลิตลำไยพันธุ์ต่อที่ได้จากลำไยที่มีทรงพุ่มชิดกันและมีการตัดแต่งกิ่งต่างระดับกัน พบว่า ก่อนการตัดแต่งกิ่งค่าดัชนีพื้นที่ใบและปริมาณแสงที่ส่องผ่านไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คือ 6.27-6.52 และ 3.75-4.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เมื่อทำการตัดแต่งกิ่งทำให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบลดลงตามระดับการตัดแต่งกิ่งออกที่เพิ่มขึ้น และส่งผลให้ปริมาณแสงที่ส่องผ่านเพิ่มมากขึ้นตามค่าดัชนีพื้นที่ใบที่ลดลง จนถึงในช่วงการออกดอกของต้นลำไยที่มีการแตกใบแล้ว 2 ชุดใบ พบว่า ค่าดัชนีพื้นที่ใบของต้นลำไยที่ตัดแต่งกิ่ง 0 และ 25 เปอร์เซ็นต์ (อยู่ในช่วง 6.78-6.96) ไม่มีความแตกต่างกันซึ่งมากกว่าในต้นที่มีการตัดแต่งกิ่งออก 50 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับ 5.93 จึงทำให้เปอร์เซ็นต์การส่องผ่านของแสงในต้นที่ตัดแต่งกิ่ง 50 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงที่ออกดอกมีค่ามากกว่าต้นที่ตัดแต่งกิ่ง 0 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

น้ำหนักผลผลิต

จากการทดลองเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า น้ำหนักผลผลิตรวมต่อต้นที่ได้จากการตัดแต่งกิ่ง 50 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักสูงสุดเท่ากับ 40.44 กิโลกรัมต่อต้น มากกว่าต้นลำไยที่ตัดแต่งกิ่ง 25 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีน้ำหนักต่อต้น 34.21 และ 30.43 กิโลกรัมต่อต้น และเมื่อแยกส่วนเพื่อหาน้ำหนักกลับพบว่า น้ำหนักต่อผล (อยู่ในช่วง 10.50-11.85 กรัมต่อผล) น้ำหนักเนื้อ (อยู่ในช่วง 7.11-8.78 กรัมต่อผล) น้ำหนักเปลือก (อยู่ในช่วง 1.55-1.62 กรัมต่อผล) และน้ำหนักเมล็ด (อยู่ในช่วง 1.44-1.57 กรัมต่อผล) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมื่อคิดสัดส่วนเนื้อในต้นลำไยที่ตัดแต่งกิ่งออก 50 เปอร์เซ็นต์ มีสัดส่วนเนื้อมากที่สุด คือ 74.00 เปอร์เซ็นต์มากกว่าการตัดแต่งกิ่ง 25 และ 0 เปอร์เซ็นต์ คือ 70.23 และ 67.68 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 2)

Table 1 Leaf area indices and light penetration percentages prior and after shoot pruning of the closed canopy longan trees at different shoot pruning levels

Treatment	Leaf Area Indices			Light penetration percentages		
	Prior pruning	After pruning	Flowering	Prior pruning	After pruning	Flowering
Pruning at 0%	6.27	6.31 ^a	6.78 ^a	3.84	4.16 ^c	3.08 ^b
Pruning at 25%	6.36	4.76 ^b	6.96 ^a	3.75	12.05 ^b	3.96 ^{ab}
Pruning at 50%	6.52	3.49 ^c	5.93 ^b	4.47	29.69 ^a	4.85 ^a
F-test	ns	**	**	ns	**	**

Means in the same column followed by the different alphabet show significant differences using Least Significant Difference,

** = significant difference at $p=0.01$, ns = non significant

Table 2 Yield as weight per rai, weight per tree, fruit, aril, pericarp and seed weight, and aril recovery percentage of longan harvested from the closed canopy longan trees at different shoot pruning levels

Treatment	Yield (kg)	Yield (g)				Aril recovery percentage
	Per tree	Fruit	Aril	Pericarp	Seed	
Pruning at 0%	30.43 ^b	10.50	7.11	1.55	1.44	67.68 ^b
Pruning at 25%	34.21 ^{ab}	11.03	7.76	1.62	1.51	70.23 ^{ab}
Pruning at 50%	40.44 ^a	11.85	8.78	1.55	1.57	74.00 ^a
F-test	*	ns	Ns	ns	ns	*

Means in the same column followed by the different alphabet show significant differences using Least Significant Difference,

* = significant difference at $p=0.05$, ns = non significant

Table 3 Fruit and seed sizes, aril and pericarp thickness, and total soluble solids of longan harvested from the closed canopy longan trees at different shoot pruning levels

Treatment	Sizes (mm)		Thickness (mm)		Total Soluble Solids (°Brix)
	Fruit	Seed	Aril	Pericarp	
Pruning at 0%	25.12 ^b	12.38 ^b	5.50	0.67	19.20
Pruning at 25%	26.39 ^{ab}	12.76 ^a	5.25	0.68	19.98
Pruning at 50%	27.32 ^a	12.76 ^a	5.62	0.65	19.98
F-test	*	*	ns	ns	ns

Means in the same column followed by the different alphabet show significant differences using Least Significant Difference,

* = significant difference at $p=0.05$, ns = non significant

ขนาดและคุณภาพของผลผลิต

ขนาดผลเฉลี่ยของต้นลำไยที่ตัดแต่งกิ่งออก 50 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดผล 27.32 มิลลิเมตร ใหญ่กว่าต้นที่ตัดแต่งกิ่ง 25 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีขนาดผลเท่ากับ 26.39 และ 25.12 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนขนาดของเมล็ดเฉลี่ยในต้นที่ตัดแต่งกิ่งออก 0 เปอร์เซ็นต์ (12.38 มิลลิเมตร) เล็กกว่าต้นที่ตัดแต่งกิ่งออก 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ (12.76 มิลลิเมตร) แต่ในส่วนของความหนาเนื้อ (อยู่ในช่วง 5.25-5.62 มิลลิเมตร) และเปลือก (อยู่ในช่วง 0.65-0.68 มิลลิเมตร) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เช่นเดียวกับ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อยู่ในช่วง 19.20-19.98 องศาบริกซ์ (Table 3)

น้ำหนักและรายได้

จากการศึกษาน้ำหนักโดยรวมของน้ำหนักต่อพื้นที่ใต้ทรงพุ่ม พบว่า การตัดแต่งกิ่งออก 50 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักต่อพื้นที่ใต้ทรงพุ่มสูงสุด คือ 1.12 กิโลกรัมต่อตารางเมตร รองลงมา คือ การตัดแต่งกิ่งออก 25 และ 0 เปอร์เซ็นต์ คือ 0.95 และ 0.85 กิโลกรัมต่อตารางเมตร และเมื่อนำผลผลิตไปจำหน่ายแบบผลร่วง โดยการคัดแยกด้วยเครื่องคัดลำไยรุ่นยี่งอของบริษัทลิตซีวัน พบว่า รายได้จากต้นลำไยที่มีการตัดแต่งกิ่งออก 50 เปอร์เซ็นต์ มีรายได้ต่อต้นเท่ากับ 365.64 บาทต่อต้น รองลงมา คือ การตัดแต่งกิ่ง 25 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ที่มีรายได้ต่อต้น 298.86 และ 237.65 บาทต่อต้น (Table 4)

Table 4 Yield per ground cover area and returns of longan harvested from the closed canopy longan trees at different shoot pruning levels.

Treatments	Yield per ground cover area	Returns
	(kg/m ²)	(Baht)
Pruning at 0%	0.85 ^b	237.65 ^b
Pruning at 25%	0.95 ^{ab}	293.86 ^{ab}
Pruning at 50%	1.12 ^a	365.64 ^a
F-test	*	**

Means in the same column followed by the different alphabet show significant differences using Least Significant Difference,

** = significant difference at $p=0.01$, * = significant difference at $p=0.05$, ns = non significant

Longan fruit price on 15 September 2009; Class AA at 12 Baht/kg; Class A at 8 Baht/kg; Class B at 3 Baht/kg; Class C at 0.5 Baht/kg

วิจารณ์ผลการทดลอง

ในปัจจุบันมีเกษตรกรจำนวนมากที่นิยมปลูกลำไยระยะชิด เพราะคิดว่าจะได้ผลตอบแทนต่อพื้นที่เพิ่มขึ้น แต่ในความเป็นจริงแล้วในช่วงระยะปีแรกๆ เกษตรกรส่วนใหญ่มักจะได้เก็บเกี่ยวผลผลิตอย่างที่ดี แต่เมื่อเวลาผ่านไปกลับพบกับปัญหาที่สำคัญ คือ ลำไยไม่ให้ผลผลิตตามที่ต้องการ ซึ่งเกิดจากทรงพุ่มที่แน่นทึบจนแสงไม่สามารถส่องผ่านได้ทั่วทั้งต้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงแสดงให้เห็นว่า เมื่อทำการปลูกลำไยระยะชิด จะต้องมีการตัดแต่งกิ่งเพื่อควบคุมทรงพุ่มและทำให้แสงสามารถส่องผ่านได้อย่างทั่วบริเวณต้น เพราะการตัดแต่งกิ่งออก 50 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้น้ำหนักผลผลิตต่อต้นเพิ่มขึ้นจาก 30.43 กิโลกรัม (ต้นที่ไม่ตัดแต่งกิ่ง) เป็น 40.44 กิโลกรัมต่อต้น ทำให้ผลผลิตต่อพื้นที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย และยังสามารถจำหน่ายผลผลิตต่อต้นได้ราคาดีกว่าต้นที่ไม่ได้ตัดแต่งกิ่งอย่างชัดเจน โดยเพิ่มจาก 237.65 บาทต่อต้น เป็น 365.64 บาทต่อต้น ซึ่งน่าจะมีผลมาจากความสามารถในการรับแสงของใบลำไยที่ดียิ่งขึ้น ทำให้ใบที่จะมาเป็นภาระกับต้นถูกกำจัดออก อาหารสะสมภายในต้นจึงถูกส่งไปยังผลผลิตได้อย่างเต็มที่

เช่นเดียวกับการศึกษาของสุขใจ (2550) ที่ศึกษาเกี่ยวกับค่าดัชนีพื้นที่ใบที่เหมาะสมต่อการพัฒนาคุณภาพผลผลิตลำไยที่พบว่า ควรจะต้องมีการจัดการทรงต้นให้มีแสงส่องผ่านได้ประมาณ 25-30 เปอร์เซ็นต์ และยังสอดคล้องกับงานทดลองของ นพดล (2552) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ปลูกลำไยโดยการใช้ค่าดัชนีพื้นที่ใบเป็นตัวกำหนด ก็พบว่า การจัดการทรงต้นและการตัดแต่งกิ่งที่แสงสามารถส่องผ่านได้ไม่น้อยกว่า 17 เปอร์เซ็นต์ สามารถทำให้คุณภาพของผลผลิตดียิ่งขึ้น เพราะการตัดแต่งกิ่งจะเป็นการกำจัดภาระของต้น โดยเฉพาะใบที่เสื่อมสภาพในการสังเคราะห์แสงออก ทำให้เกิดใบใหม่ที่มีศักยภาพในการสังเคราะห์แสงที่ดีกว่า (กวิศร์, 2546) โดยค่าดัชนีพื้นที่ใบที่เหมาะสมควรจะให้ต้นพืชมีความสามารถในการรับแสงได้ประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ (เฉลิมพล, 2542)

เอกสารอ้างอิง

- กวิศร์ วานิชกุล. 2546. การจัดการทรงต้นและตัดแต่งไม้ผล. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ. 213 น.
- เฉลิมพล แซมเพชร. 2542. สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่. 276 น.
- นภดล จรัสสัมฤทธิ์. 2552. การพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ปลูกลำไยโดยการใช้ค่าดัชนีพื้นที่ใบ. รายงานผลการวิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. 27 น.
- สุขใจ จินอ่อน. 2550. คุณภาพผลผลิตลำไยพันธุ์ดอที่ได้จากการตัดแต่งทรงต้น: ศึกษาในเชิงดัชนีพื้นที่ใบและความสัมพันธ์กับจำนวนผล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทสาขาไม้ผล. มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่. 119 น.

อิทธิพลของระดับไนโตรเจนที่ต่างกันต่อปริมาณคลอโรฟิลล์และไนโตรเจน ในใบของลำไย

Influence of Various Nitrogen on Chlorophyll Content and Leaf Nitrogen in Longan

ชิตติ ศรีตันทิพย์* ยุตนา เขาสุเมรุ และสันติ ช่างเระจา

Chiti Sritontip*, Yuttana Khaosumain and Sunti Changjeraja

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 52000

Agricultural Technology Research Institute, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang, Thailand 52000

*Corresponding author: chiti@rmu.ac.th

บทคัดย่อ

ทำการทดลองกับลำไยพันธุ์ดอที่ปลูกในชุดศึกษาการใช้น้ำและธาตุอาหารพืช ใช้ทรายละเอียดเป็นวัสดุปลูก ให้สารละลายธาตุอาหารโดยดัดแปลงสูตรของ Hoagland and Arnon (1938) มีกรรมวิธีในการทดลองคือ 0, 56, 112, 224 และ 448 มก.ไนโตรเจน/ล. ในการทดลองทำการบันทึกข้อมูลดัชนีค่าความเขียวของใบ (SPAD value) ปริมาณไนโตรเจนในใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอและบีในใบ และการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ ผลการทดลองการหาความสัมพันธ์ของดัชนีค่าความเขียวของใบกับปริมาณไนโตรเจน คลอโรฟิลล์เอและบี และคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ ปรากฏว่า มีความสัมพันธ์กันโดยมีสมการเชิงเส้นตรงเป็นปริมาณ $Y = 0.066x - 1.669$, $R^2 = 0.666^*$, $Y = 0.014x - 0.064$, $R^2 = 0.840^{**}$, $Y = 0.006x - 0.008$, $R^2 = 0.763^{**}$ and $Y = 0.010x - 0.183$, $R^2 = 0.501^{**}$ ตามลำดับ เครื่องมือ SPAD-502 สามารถใช้ประเมินเบื้องต้นของปริมาณคลอโรฟิลล์และไนโตรเจนในใบของลำไยได้

คำสำคัญ: ลำไย คลอโรฟิลล์ ไนโตรเจน คลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์

Abstract

The longan tree cv. Daw grown in lysimeter tank filled with fine sand. The experiment was different nitrogen concentration (0, 56, 112, 224 and 448 ppm) of nutrient solution in modified from Hoagland and Arnon (1938). Chlorophyll content, nitrogen status and chlorophyll fluorescence were evaluated by using chlorophyll meter (SPAD value). The result revealed that leaf nitrogen concentration and SPAD value, chlorophyll a and b content and SPAD value, and SPAD value and chlorophyll fluorescence and SPAD value were linearly related a positive manner. They were $Y = 0.066x - 1.669$, $R^2 = 0.666^*$, $Y = 0.014x - 0.064$, $R^2 = 0.840^{**}$, $Y = 0.006x - 0.008$, $R^2 = 0.763^{**}$ and $Y = 0.010x - 0.183$, $R^2 = 0.501^{**}$, respectively. The SPAD-502 meter could evaluate the chlorophyll and nitrogen status in longan leaves.

Keywords: longan, chlorophyll, nitrogen, chlorophyll fluorescence

คำนำ

การจัดการธาตุอาหารมีส่วนสำคัญในการจัดการสวนลำไย เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและทำให้ลดค่าใช้จ่ายถ้ามีการจัดการดินและปุ๋ยอย่างเหมาะสม ไม่สิ้นเปลืองในการลงทุน การประเมินใบพืชมีส่วนสำคัญในการจัดการธาตุอาหาร โดยเฉพาะธาตุไนโตรเจนที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์และความเขียวของใบไม้ผล โดยธาตุไนโตรเจนมีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช การแบ่งเซลล์ ซึ่งไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบของกรดนิวคลีอิก กรดอะมิโน โปรตีน เอนไซม์และคลอโรฟิลล์ในพืช และถ้าพืชขาดไนโตรเจนหรือได้รับไม่เพียงพอจะแสดงอาการเริ่มจากใบล่างมีสีเหลืองซีดทั้งแผ่น ใบต่อมากลายเป็นสีน้ำตาลแล้วร่วงหล่น (Marschner, 1995; Dietz and Harris, 1997) การวัดหาปริมาณไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์ในใบสามารถหาได้จากการวิเคราะห์ใบพืช แต่มีวิธีการวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ที่รวดเร็วและไม่ทำลายใบพืชคือการใช้เครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์ รุ่น SPAD-502 (Konica Minolta, 2009) มีการใช้ประเมินค่าความเขียวของสีใบมีการใช้กันอย่างประสบผลสำเร็จและแพร่หลายในข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพดและฝ้าย นอกจากนี้ยังมีการทดลองในไม้ผลบางชนิด ซึ่ง Li *et al.* (1998) ทำการทดลองกับเกรฟฟรุ๊ต พบว่า ปริมาณไนโตรเจนและปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบที่วัดได้จากเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์มีความสัมพันธ์กันและเป็นดัชนีบ่งชี้ไนโตรเจนในใบและผลผลิต เช่นเดียวกับในแอปเปิล (Neilsen *et al.*, 1995) ลองกองและเงาะ (สุภาณี และสายัณห์, 2545) ส่วนในด้านการวัดคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์เป็นวิธีการหนึ่งในการประเมินประสิทธิภาพของการสังเคราะห์แสงของพืชได้ (Krause and Weis, 1991) แต่ในลำไยยังไม่มีรายงานการทดลองที่ใช้คลอโรฟิลล์มิเตอร์หาความสัมพันธ์ดังกล่าว ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของไนโตรเจนต่อความสัมพันธ์ของปริมาณคลอโรฟิลล์ ค่าความเขียวของสีใบ (SPAD) ปริมาณไนโตรเจนในใบและค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ของลำไยเพื่อประเมินปริมาณธาตุอาหารอย่างรวดเร็วในใบของลำไย

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการทดลองกับต้นลำไยกิ่งเสียบยอดพันธุ์ตอ อายุ 3 ปี ระหว่าง เดือนมกราคมถึงกันยายน 2547 โดยปลูกต้นลำไยในชุดการศึกษาการใช้น้ำและธาตุอาหารพืช (Lysimeter tank) ซึ่งเป็นท่อซีเมนต์ขนาดความจุ 80 ลิตร ใช้ทรายละเอียดเป็นวัสดุปลูก โดยดัดแปลงสูตรสารละลายธาตุอาหารของ Hoagland and Arnon (1938) ซึ่งให้สารละลายธาตุอาหาร 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ในอัตราครั้งละ 10 ลิตรต่อต้น สลับกับการรดด้วยน้ำเปล่า โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) มี 5 กรรมวิธี 6 ซ้ำๆ ละ 1 ต้น กรรมวิธีการทดลองประกอบด้วย 0, 56, 112, 224 และ 448 มิลลิกรัม ไนโตรเจน/ลิตร

การบันทึกข้อมูลในด้านการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ได้แก่ การวัดปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบโดยใช้เครื่อง chlorophyll meter รุ่น SPAD-502, Minolta Co. Ltd., Japan การวัดคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ด้วยเครื่อง plant efficiency analyzer, Hansatech Instrument Ltd., UK การวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบโดยสกัดด้วยอะซิโตนความเข้มข้น 80 % และทำการวัดการส่องผ่านของแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer ช่วงความยาวคลื่น 663 และ 665 นาโนเมตร โดยคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอและบี ตามวิธีการของ Witham *et al.* (1971) และวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนโดยวิธีการโดยการทำให้เกิดสี (นันทรัตน์, 2542)

ทำการวัดและเก็บตัวอย่างใบประกอบที่ 3 (นับจากปลายยอด) อายุใบ 6 สัปดาห์ จำนวน 3 ครั้งในเดือนมกราคม เมษายนและมิถุนายน 2547 และค่าที่ได้จะนำไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของสมการเชิงเส้นตรง (linear regression relationship) ด้วยโปรแกรม SPSS

ผลการทดลอง

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนและค่า SPAD ในใบลำไย

จากการหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนในใบและค่าดัชนีความเขียวของใบที่อ่านได้จากเครื่อง SPAD ของการบันทึกข้อมูล 3 ครั้ง พบว่า การกระจายตัวที่ค่อนข้างกว้าง ได้สมการเชิงเส้นตรงที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งมีค่า $Y=0.066x - 1.669$, $R^2 = 0.666^{**}$ โดยแสดงให้เห็นว่าถ้าดัชนีความเขียวของใบที่อ่านได้จากเครื่อง SPAD มีค่าเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณไนโตรเจนในใบเพิ่มขึ้น (Figure 1)

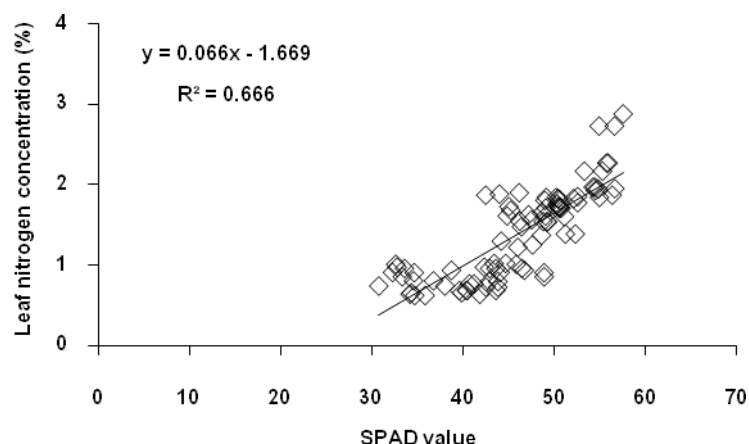


Figure 1 Relationship between leaf nitrogen concentration and SPAD value of longan leaf after treatment

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอและค่า SPAD ในใบลำไย

การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอและค่าดัชนีความเขียวของใบลำไยที่ แสดงค่าหน่วย SPAD พบว่า การกระจายตัวที่ค่อนข้างแคบและได้สมการเชิงเส้นตรงที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งมีค่า $Y=0.014x - 0.064$, $R^2 = 0.840^{**}$ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถ้าค่าดัชนีความเขียวของใบลำไยเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในใบเพิ่มขึ้น (Figure 2)

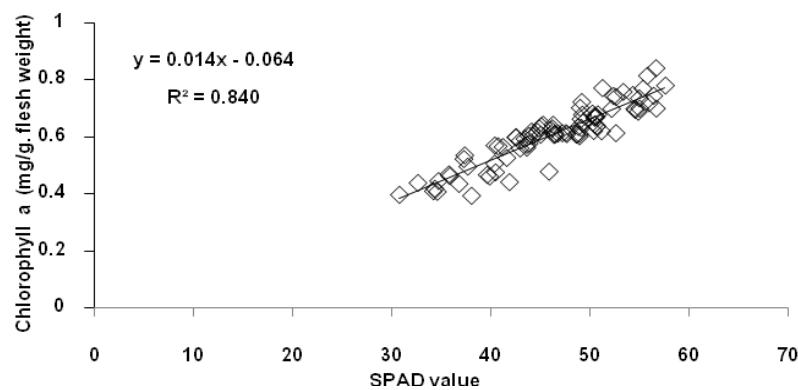


Figure 2 Relationship between chlorophyll a and SPAD value of longan leaf after nitrogen application

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ บีและค่า SPAD ในใบลำไย

การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ บีและค่าดัชนีความเขียวของใบลำไยที่แสดงค่าหน่วย SPAD พบว่า การกระจายตัวที่ค่อนข้างแคบและได้สมการเชิงเส้นตรงที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งมีค่า $Y=0.006x - 0.008$, $R^2 = 0.763^{**}$ สามารถอธิบายได้ว่าค่าดัชนีความเขียวของใบลำไยเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ในใบเพิ่มขึ้น (Figure 3)

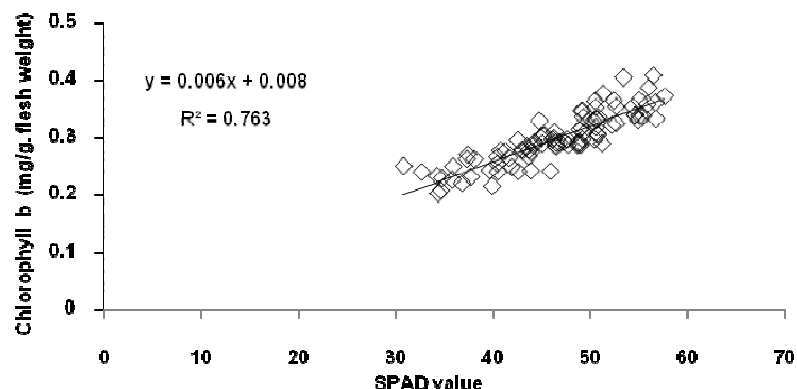


Figure 3 Relationship between chlorophyll b and SPAD value of longan leaf after treatment

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์และค่า SPAD ในใบลำไย

การหาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์และค่าดัชนีความเขียวของใบลำไยที่แสดงค่าหน่วย SPAD พบว่า การกระจายตัวที่ค่อนข้างกว้างและได้สมการเชิงเส้นตรงที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งมีค่า $Y=0.010x - 0.183$, $R^2 = 0.501^{**}$ โดยค่าดัชนีความเขียวของใบลำไยเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ในใบเพิ่มขึ้นเช่นกัน (Figure 4)

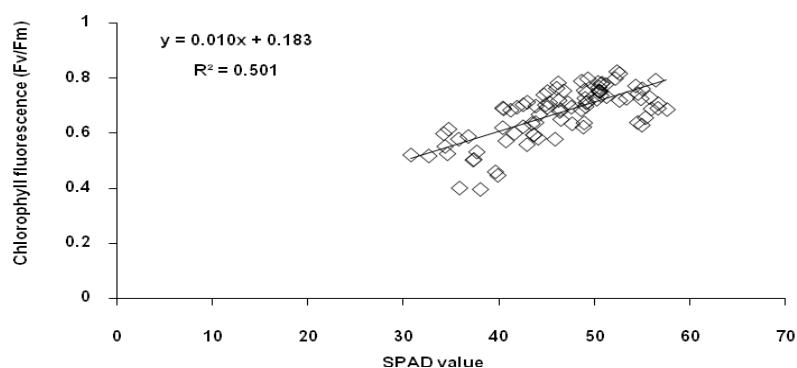


Figure 4 Relationship between chlorophyll fluorescence and SPAD value of longan leaf after nitrogen application

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองการวัดค่าดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์สามารถใช้ประเมินปริมาณไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์ในใบของต้นลำไยได้ ซึ่งเป็นวิธีการการประเมินอย่างรวดเร็วและไม่ทำลายใบลำไยด้วย โดยผลการทดลองได้ผลเช่นเดียวกับการทดลองในลองกองและเงาะ โดยค่าคลอโรฟิลล์มิเตอร์สามารถใช้ประเมินค่าไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์ในใบได้ (สุภาณี และสายัณห์, 2544; พรทิพย์ และสายัณห์, 2548) และดัชนีค่าความเขียวของใบกับปริมาณคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ก็มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน คือ ปริมาณค่าความเขียวของใบเพิ่มขึ้นตามค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Netto *et al.* (2002) โดยทดลองกับมะละกอ พบว่า ค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (Fv/Fm) ในใบมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าความเขียวของใบ (SPAD-502) เพิ่มขึ้น ค่ามาตรฐานปริมาณไนโตรเจนในใบที่เหมาะสมในประเทศไทยอยู่ระหว่าง 1.88 ถึง 2.42 % และถ้ามีการให้ไนโตรเจนที่สูงเกินไปจะส่งผลต่อการออกดอกของต้นลำไย โดยเฉพาะการผลิตลำไยนอกฤดู ซึ่งมีผลทำให้ต้นลำไยมีการออกดอกน้อย (พาวิณ และคณะ, 2547) แต่การที่ต้นลำไยได้รับไนโตรเจนไม่เพียงพอมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบและคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ในใบลดลง โดย Dietz and Harris (1997) รายงานว่าถ้าพืชได้รับไนโตรเจนที่น้อยเกินไปหรือขาดไนโตรเจนมีผลทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ การสังเคราะห์โปรตีน การถ่ายทอดอิเล็กตรอนและการสังเคราะห์แสงของพืชลดลง (Marschner, 1995) ถึงแม้ว่าเครื่องคลอโรฟิลล์มิเตอร์สามารถประเมินปริมาณไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์ในใบของต้นลำไยได้ แต่ปัจจัยที่ความการเจริญเติบโตของต้นลำไยยังมีปัจจัยด้านอื่นๆ ที่ส่งผลเช่นกัน ได้แก่ปริมาณธาตุอาหารอื่นๆ นอกจากไนโตรเจน การจัดการน้ำ การตัดแต่งกิ่งและการป้องกันกำจัดโรคและแมลง

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณไนโตรเจน คลอโรฟิลล์ และคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ในใบลำไยมีความเป็นไปได้ในการประเมินดัชนีค่าความเขียวของใบลำไยในการประเมินค่าปริมาณไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์ในใบแบบไม่ทำลายใบ แต่การจัดการธาตุอาหารที่มากเกินไปก็จะทำให้ค่าคลอโรฟิลล์และไนโตรเจนในใบสูงจะทำให้เพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้นการจัดการธาตุอาหารที่ดินนอกจากใช้วิธีดังกล่าวแล้วควรมีการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและใบอย่างน้อยปีละ 1 ครั้งควบคู่กันไปด้วย

เอกสารอ้างอิง

- นันทรัตน์ ศุภกานันต์. 2542. การวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจนโดยการทำให้เกิดสี. เอกสารเผยแพร่ของศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย: เชียงราย. 2 น.
- พรทิพย์ แก้วคง และสายัณห์ สดุดี. 2548. การประเมินไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์ในใบขององุ่นภายใต้สภาวะเครียดน้ำโดยใช้คลอโรฟิลล์มิเตอร์. ว. สงขลานครินทร์. 27(4): 732-741.
- พาวิน มะโนชัย ยุทธนา เขาสุเมรุ ชิตี ศรีตันทิพย์ และสันติ ช่างเจรจา. 2547. เทคโนโลยีการผลิตลำไย. หจก. สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์. กรุงเทพฯ. 126 หน้า.
- สุภาณี ชนะวีรรณ และสายัณห์ สดุดี. 2545. การใช้เครื่องมือ SPAD-502 เพื่อประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์รวมและไนโตรเจนในใบขององุ่น. ว. สงขลานครินทร์. 24(1): 11-14.
- Dietz, K.J. and G.C. Harris. 1997. Photosynthesis under nutrient deficiency. In M. Passarakli (ed.) **Handbook of Photosynthesis**. Marcel Dekker, Inc. New York. 1027 p.
- Hoagland, D.R. and D.I. Arnon. 1938. **The Water-Culture Method for Growing Plants without Soil**. California Agricultural Experimental Station. Circ. 347. California. 39 p.
- Konica Minolta, 2009. **Introducing the chlorophyll meter SPAD-502Plus, an instrument for non-destructively checking the growth conditions of plants**. Konica Minolta Co. Ltd., Osaka, Japan.
- Krause., G.H. and E. Weis. 1991. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. **Ann. Rev. of Plant Physiol. and Plant Mol. Biol.** 42: 313-349.
- Li, Y.C., Alva, A.K., Calvert, D.V. and M. Zhang. 1998. A rapid nondestructive technique to predict leaf nitrogen status of grapefruit tree with various nitrogen fertilization practices. **HortTechnology**. 8(1): 81-86.
- Marschner, H. 1995. **Mineral Nutrition of Higher Plant**. 2nd edition. Academic Press. New York. 889 p.
- Netto, A.T., E. Campostrini, J.G. Oliveira and O.K. Yamanish, 2002. Portable chlorophyll meter for the quantification of photosynthetic pigments, nitrogen and the possible use for assessment of the photochemical process in *Carica papaya* L. **Braz. J. Plant Physiol.** 14(3): 203-210.
- Nielsen, D., E.J. Hogue, G.H. Nielsen and P. Parchomchuk. 1995. Using SPAD-502 values to assess the nitrogen status of apple tree. **HortScience**. 30(3): 508-512.
- Witham, F.M., D.I., Blaydes and R.M. Devlin. 1971. **Experiments in Plant Physiology**. Van Nostrand Reinhold Company, New York. 245 p.

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการหลุดร่วงของช่อลองกองหลังการเก็บเกี่ยว

Effect of Plant Growth Regulators on Fruit Drop of Longkong after Harvest

ประพิณพร แท้สกุล* และจิงแท้ ศิริพานิช

Prapinporn Taesakul* and Jingtair Siriphanich

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

Postharvest technology innovation center and Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen

Kasetsart University, Nakhon Pathom, Thailand 73140

*Corresponding author: tprapinporn@yahoo.com

บทคัดย่อ

การหลุดร่วงของผลเป็นปัญหาสำคัญของลองกองหลังการเก็บเกี่ยว จึงศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตควบคุมการหลุดร่วงของผลลองกอง โดยนำช่อลองกองระยะเหลืองทั้งช่อจุ่มในสาร NAA ความเข้มข้น 200, 400 และ 800 $\mu\text{g l}^{-1}$ นาน 3 นาที แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่า การจุ่มในสาร NAA 200 $\mu\text{g l}^{-1}$ ลดการหลุดร่วงของผลลองกองได้ 50% ในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา สอดคล้องกับอัตราการผลิตเอทิลีน พบว่า มีอัตราต่ำกว่าชุดควบคุมเล็กน้อยในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ส่วนช่อลองกองที่รมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ng l^{-1} นาน 3, 6 และ 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า การรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ng l^{-1} นาน 6 ชั่วโมง ลดการหลุดร่วงได้ดีที่สุดประมาณ 50% ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นไม่ช่วยลดการหลุดร่วง สอดคล้องกับอัตราการผลิตเอทิลีน ซึ่งพบว่ามีอัตราต่ำกว่าชุดควบคุม นอกจากนี้หากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C พบว่า NAA สามารถชะลอการหลุดร่วงได้ 50% ตลอด 10 วัน หลังจากนั้น NAA ไม่ช่วยลดการหลุดร่วงอีกต่อไป ขณะที่การรม 1-MCP ยังสามารถชะลอการหลุดร่วงต่อไปได้

คำสำคัญ: หลุดร่วง NAA, 1-MCP ลองกอง

Abstract

Abscission is an important problem in longkong after harvest. This research was conducted to study the effect of plant growth regulators on abscission of longkong at full-yellow stages. Bunches of longkong were dipped in 200 to 800 $\mu\text{g l}^{-1}$ NAA solutions for 3 minutes and stored at ambient condition. It was found that dipping longkong in 200 $\mu\text{g l}^{-1}$ NAA solution reduced fruit abscission by 50% at 8 day, and coincided with the decrease in ethylene production. The application of 1,000 ng l^{-1} 1-MCP for 3 6 and 12 hr showed that 1,000 ng l^{-1} 1-MCP for 6 hr reduced fruit abscission by 50% on day 6. After that 1-MCP treatment was not effective. 1-MCP application also reduced ethylene production. Moreover, storage at 18°C, together with NAA treatments reduced fruit abscission by 50% for 10 days. After that NAA treatment was not effective, while 1-MCP treatment remained effective.

Keywords: abscission, NAA, 1-MCP, longkong

คำนำ

ลองกอง (*Aglaia dookoo* Griff.) เป็นไม้ผลที่เกษตรกรมีความสนใจ และปลูกกันเป็นจำนวนมากในภาคตะวันออกและภาคใต้ เนื่องจากเป็นไม้ผลที่มีรสชาติดี และมีราคาจำหน่ายค่อนข้างสูง (ศูนย์สารสนเทศ, กรมส่งเสริมการเกษตร, 2546) แต่ยังมีข้อจำกัดในการส่งออกเนื่องจากไม่สามารถเก็บรักษาได้นานจนถึงมือผู้บริโภคโดยเฉพาะการหลุดร่วงของผลลองกอง หลังการเก็บเกี่ยวลองกองภายใต้สภาพบรรยากาศปกติ ผลลองกองเริ่มมีการหลุดร่วงตั้งแต่การเก็บเกี่ยวจากสวนของเกษตรกรจนกระทั่งขนส่งสู่ตลาดและมีปริมาณการหลุดร่วงมากที่สุดในวันที่ 7 หลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (เย็นจิตต์ และคณะ, 2540) ทำให้เกษตรกรและพ่อค้าสูญเสียรายได้ ซึ่งปัจจัยสำคัญต่อการหลุดร่วงของลองกองหลังการเก็บเกี่ยวซึ่งจำกัดการส่งออกคือ เอทิลีน (Lichanporn *et al.*, 2009)

การลดการหลุดร่วงของลองกองหลังการเก็บเกี่ยวในอดีต ได้แก่ การเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิต่ำ การเก็บรักษาภายใต้สภาพที่มีออกซิเจนต่ำและคาร์บอนไดออกไซด์สูง (อภิตา และคณะ, 2546) การรมสาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) (จรัสแท้ และจารุวัฒน์, 2547) อย่างไรก็ตามในทางการค้ายังพบปัญหาการหลุดร่วงของลองกองหลังการเก็บเกี่ยวอยู่มาก มีรายงานการฉีดพ่น NAA $400 \mu\text{L}^{-1}$ ในช่องกลางสาตระหว่างการพัฒนาของผล (ปราโมช, 2526) หรือการฉีดพ่น NAA $150 \mu\text{L}^{-1}$ ในช่องลั่นจี่พันธุ์ฮวงฮวยก่อนการเก็บเกี่ยว (บุญถนอม และคณะ, 2537) เพื่อลดการหลุดร่วงขณะขนส่งและหลังการเก็บรักษาได้ ดังนั้นการใช้ NAA และ 1-MCP หลังการเก็บเกี่ยวน่าจะควบคุมการหลุดร่วงของผลลองกองได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลของสาร NAA ต่อการหลุดร่วงของผลลองกองหลังการเก็บเกี่ยว

เก็บเกี่ยวช่อลองกองระยะที่ผิวเปลือกเป็นสีเหลืองทั้งช่อ เหนื่อยมีสีขาวขุ่น และยังมีรสชาติเปรี้ยว ทำการคัดเลือกช่อผลลองกองให้มีขนาดสม่ำเสมอ 450-550 กรัม ปราศจากตำหนิ แล้วนำไปจุ่มในสารละลาย NAA ความเข้มข้น 200, 400 และ $800 \mu\text{L}^{-1}$ นาน 3 นาที โดยจัดสิ่งทดลองละ 8 ช่อ ช่อละ 1 ช้ำ ผึ่งให้แห้ง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) บันทึกผลการทดลองดังนี้ เปอร์เซ็นต์การหลุดร่วงของผล โดยทำการนับจำนวนผลที่หลุดร่วงทุกๆ วัน คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์จากจำนวนผลทั้งหมด การหายใจและการผลิตเอทิลีน โดยนำช่อลองกองหลังจากการปฏิบัติต่างๆ แล้ว บรรจุในโหลพลาสติกขนาด 8 ลิตร โดยจัดสิ่งทดลองละ 3 ช้ำๆ ละ 1 ช่อ โดยไม่ปิดฝา เมื่อต้องการเก็บก๊าซตัวอย่าง ทำโดยปิดฝาโหลเป็นเวลา 60 นาที หลังจากนั้นใช้เข็มฉีดยาแทงผ่านสายยางที่ปิดสนิทก่อน แล้วดูดอากาศเข้าออก 10-15 ครั้ง แล้วเก็บตัวอย่างของอากาศภายในโหลปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำมาตรวจสอบด้วยเครื่อง gas chromatograph ของ Shimadzu รุ่น GC-8A ใช้ column porapak Q 80/100 บรรจุอยู่ในท่อเหล็กไร้สนิมยาว 1.93 เมตร และ detector ชนิด thermal conductivity detector (TCD) นำค่าที่ได้มาคำนวณเทียบกับน้ำหนักสดเป็นหน่วยมิลลิกรัมของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกรัมของช่อลองกองต่อชั่วโมง ($\text{mgCO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ hr}^{-1}$) เมื่อเก็บตัวอย่างก๊าซแล้วจึงเปิดฝาทิ้งไว้ เก็บก๊าซทุกๆ 2 วัน จนกระทั่งช่อลองกองมีการหลุดร่วงมากกว่า 50%

ส่วนการวัดอัตราการผลิตเอทิลีนเก็บตัวอย่างก๊าซเช่นเดียวกับการวัดอัตราการหายใจ โดยตรวจสอบด้วยเครื่อง gas chromatograph ของ Shimadzu รุ่น GC-8A ใช้ column porapak Q 80/100 และ detector ชนิด flame ionization detector (FID) นำค่าที่ได้มาคำนวณเทียบกับน้ำหนักสดเป็นหน่วยนาโนลิตรต่อกรัมของซอลงกองต่อชั่วโมง ($\text{nLC}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1} \text{ hr}^{-1}$)

ผลของสาร 1-MCP ต่อการหลุดร่วงของผลลองกองหลังการเก็บเกี่ยว

นำลองกองระยะเริ่มเหลืองทั้งซ่อ คัดขนาดซ่อเช่นเดียวกับการทดลองแรก จัดเรียงในตะกร้าโปร่งขนาด 10 กิโลกรัม และปิดฝาตะกร้า บรรจุลงในถังสังกะสีขนาด 0.151 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 3 ตะกร้า จากนั้นนำ 1-MCP (EthylBloc®) น้ำหนัก 0.24 กรัม บรรจุลงในขวดรูปชมพู่ แล้ววางไว้ในถังสังกะสี ส่วนฝั่งตรงข้ามติดพัดลมขนาดเล็กและเปิดพัดลม ต่อจากนั้นนำน้ำปริมาตร 25 มล. ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ที่มีสาร 1-MCP และรีบปิดฝาดังให้สนิท เพื่อให้ได้ความเข้มข้นของ 1-MCP ที่ $1,000 \text{ nL}^{-1}$ ใช้เวลาในการรมนาน 0, 3, 6 และ 12 ชั่วโมง โดยจัดสิ่งทดลองละ 8 ซ่อๆ ละ 1 ซ้ำ แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) บันทึกผลการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองแรก

ผลของสาร NAA และ 1-MCP ต่อการหลุดร่วงของผลลองกองหลังการเก็บเกี่ยวที่อุณหภูมิต่ำ

นำลองกองระยะเริ่มเหลืองทั้งซ่อ คัดขนาดซ่อเช่นเดียวกับการทดลองแรก แล้วนำไปจุ่มในสารละลาย NAA ความเข้มข้น $200 \mu\text{L}^{-1}$ นาน 3 นาที หรือรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น $1,000 \text{ nL}^{-1}$ นาน 6 ชั่วโมง โดยจัดสิ่งทดลองละ 5 ซ่อๆ ละ 1 ซ้ำ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 18°C วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) บันทึกผลการหลุดร่วงทุกๆ 2 วัน

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลของสาร NAA ต่อการหลุดร่วงของผลลองกองหลังการเก็บเกี่ยว

ลองกองระยะเริ่มเหลืองทั้งซ่อเริ่มมีการหลุดร่วงในวันที่ 2 ของการเก็บรักษาประมาณ 6% หลังจากเก็บรักษาต่อไปมีการหลุดร่วงเพิ่มมากขึ้นจนร่วงหมดซ่อภายในวันที่ 8 ของการเก็บรักษา (Figure 1) เมื่อจุ่มซอลงกองใน NAA พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติตั้งแต่วันที่ 4 ของการเก็บรักษา จนถึงสิ้นสุดการเก็บรักษา โดยเฉพาะลองกองที่จุ่มใน NAA ความเข้มข้น $200 \mu\text{L}^{-1}$ นาน 3 นาที พบว่าไม่มีการหลุดร่วงเลยตลอด 3 วันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นเริ่มมีการหลุดร่วงเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ แต่หลุดร่วงน้อยกว่าชุดควบคุมประมาณ 50% ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ส่วนการจุ่ม NAA ความเข้มข้น 400 และ $800 \mu\text{L}^{-1}$ ไม่สามารถชะลอการหลุดร่วงได้ สอดคล้องกับเบญจวรรณ (2548) ที่พบการหลุดร่วงมากขึ้นเมื่อฉีดพ่น NAA ที่ความเข้มข้นสูงขึ้น เนื่องจากสารในกลุ่มออกซินสามารถชักนำให้มีการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นได้ตามความเข้มข้นของออกซิน แต่หากปริมาณออกซินอยู่ในระดับที่เหมาะสมจะไม่มีการผลิตเอทิลีน (Moore, 1989)

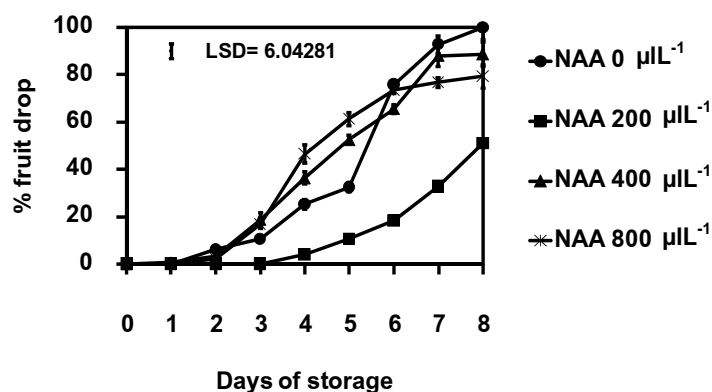


Figure 1 Effect of NAA at 200, 400 and 800 μL^{-1} on dipping fruit drop of longkong at full-yellow stage during storage at room temperature ($29\pm 2^{\circ}\text{C}$) (I; Standard error)

เมื่อตรวจวัดการผลิตเอทิลีนของซอลงกองที่จุ่มใน NAA 200 μL^{-1} พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดการเก็บรักษา โดยซอลงกองที่จุ่ม NAA 200 μL^{-1} มีการผลิตเอทิลีนเริ่มต้นประมาณ 0.12 $\text{nIC}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1}\text{hr}^{-1}$ หรือต่ำกว่าชุดควบคุมประมาณ 0.03 $\text{nIC}_2\text{H}_4 \text{ g}^{-1}\text{hr}^{-1}$ หลังจากนั้นมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นแต่ยังคงต่ำกว่าชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษา (Figure 2a) อาจเนื่องมาจากในบริเวณ abscission zone มีปริมาณออกซินสูงขึ้น จึงทำให้มีการผลิตเอทิลีนต่ำกว่าชุดควบคุม และมีปริมาณไม่เพียงพอที่จะไปกระตุ้นการหายใจให้สูงขึ้นได้ (Tian *et al.*, 2000) สอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่าการหายใจของซอลงกองที่จุ่ม NAA 200 μL^{-1} มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดการเก็บรักษา โดยมีการหายใจเริ่มต้นประมาณ 6.62 $\text{mgCO}_2 \text{ g}^{-1}\text{hr}^{-1}$ หรือต่ำกว่าชุดควบคุมประมาณ 2.09 $\text{mgCO}_2 \text{ g}^{-1}\text{hr}^{-1}$ หลังจากนั้นมีการหายใจลดลงและต่ำกว่าชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษา (Fig. 2b)

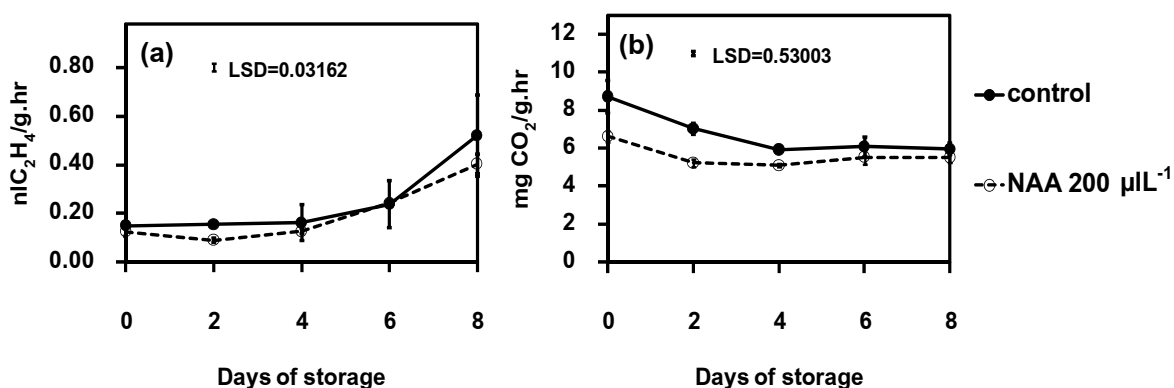


Figure 2 Effect of NAA at 200 μL^{-1} ethylene production (a) and respiration rate (b) of longkong at full-yellow stage during storage at room temperature ($29\pm 2^{\circ}\text{C}$) (I; Standard error)

ผลของสาร 1-MCP ต่อการหลุดร่วงของผลซอลงกองหลังการเก็บเกี่ยว

ซอลงกองในชุดควบคุมมีการหลุดร่วงอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันแรกของการเก็บรักษา และหลุดร่วง 75% หลังจากเก็บรักษาได้ 4 วัน หลังจากนั้นมีการหลุดร่วงเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆจนถึง 86% ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา ขณะที่ซอลงกองที่รม 1-MCP พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่วันที่ 3 ของการเก็บรักษาจนถึงสิ้นสุดการเก็บรักษา โดยซอลงกองที่รม 1-MCP 1,000 nL^{-1} นาน 3 ชั่วโมง เริ่มมี

การหลุดร่วงตั้งแต่วันแรกเช่นเดียวกับชุดควบคุม แต่หลุดร่วงน้อยกว่าชุดควบคุมในระหว่าง 3 วันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นหลุดร่วงเพิ่มขึ้นจนเกิน 50% ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา และมีการหลุดร่วงเพิ่มขึ้นจนเท่ากับชุดควบคุมในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (Figure 3) ส่วนการรม 1-MCP 1,000 nL⁻¹ นาน 6 ชั่วโมง มีการหลุดร่วงน้อยกว่าลองกองที่รมสารนาน 3 ชั่วโมง ตลอด 4 วันแรกของการเก็บรักษา หลังจากนั้นมีการหลุดร่วงเพิ่มขึ้นและยังคงต่ำที่สุดตลอดการเก็บ ส่วนการรม 1-MCP 1,000 nL⁻¹ นาน 12 ชั่วโมง เริ่มมีการหลุดร่วงในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นมีการหลุดร่วงสูงกว่าการรม 1-MCP ที่เวลา 6 ชั่วโมง ตลอดการเก็บรักษา อาจเนื่องจาก 1-MCP เข้าไปจับกับตัวรับของเอทิลีน (Serek *et al.*, 1995) จึงไปขัดขวางการทำงานของเอทิลีน จนไม่สามารถกระตุ้นการเปลี่ยนแปลงของเซลล์บริเวณ abscission zone และยังสามารถลดการสังเคราะห์เอทิลีนภายในได้อีกด้วย (Khan and Singh, 2009)

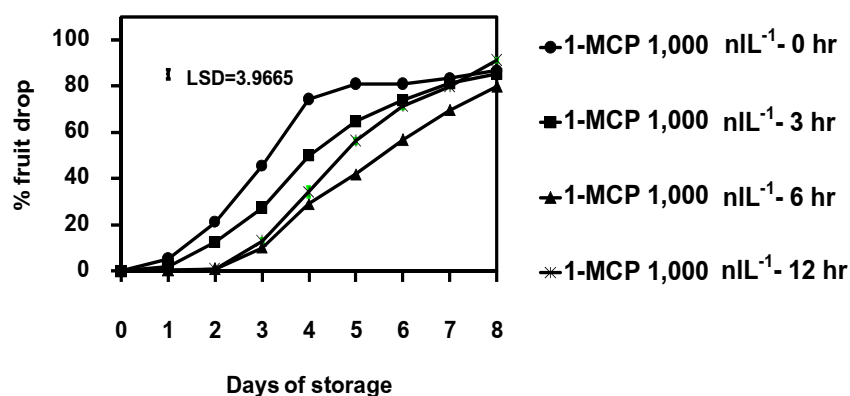


Figure 3 Effect of 1-MCP at 1,000 nL⁻¹ for 3, 6 and 12 hr on fruit drop of longkong at full-yellow stage during storage at room temperature (29±2°C) (I; Standard error)

เมื่อตรวจวัดการผลิตเอทิลีนในลองกองที่รม 1-MCP พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติตลอดการเก็บรักษา โดยลองกองที่รม 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 nL⁻¹ นาน 6 ชั่วโมง มีการผลิตเอทิลีนเริ่มต้นประมาณ 0.09 nL C₂H₄ g⁻¹ hr⁻¹ ซึ่งต่ำกว่าชุดควบคุมประมาณ 0.06 nL C₂H₄ g⁻¹ hr⁻¹ หลังจากนั้นยังคงมีการผลิตเอทิลีนต่ำกว่าชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษา (Figure 4a) อาจเนื่องจากการสะสมของเอทิลีนในบริเวณ abscission zone ที่ไม่สามารถจับกับตัวรับของเอทิลีน จึงเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ (ethylene feedback) ทำให้มีการสังเคราะห์เอทิลีนลดลง (Atta-Aly *et al.*, 2000) ปริมาณเอทิลีนที่ต่ำกว่าชุดควบคุมนี้ส่งผลให้การหายใจของลองกองที่รม 1-MCP ลดลงต่ำกว่าชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษา สอดคล้องกับการทดลองที่พบว่า การหายใจมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญยิ่งทางสถิติตลอดการเก็บรักษา โดยการหายใจเริ่มต้นของลองกองที่รม 1-MCP 1,000 nL⁻¹ นาน 6 ชั่วโมง ประมาณ 6.64 mg CO₂ g⁻¹ hr⁻¹ หรือต่ำกว่าชุดควบคุมประมาณ 2.07 mg CO₂ g⁻¹ hr⁻¹ หลังจากนั้นการหายใจลดลงและต่ำกว่าชุดควบคุมตลอดการเก็บรักษา (Figure 4b) เนื่องจาก 1-MCP ไปขัดขวางการทำงานของเอทิลีนและลดการสังเคราะห์เอทิลีน ทำให้มีปริมาณเอทิลีนไม่เพียงพอในการไปกระตุ้นการหายใจ (Tian *et al.*, 2000)

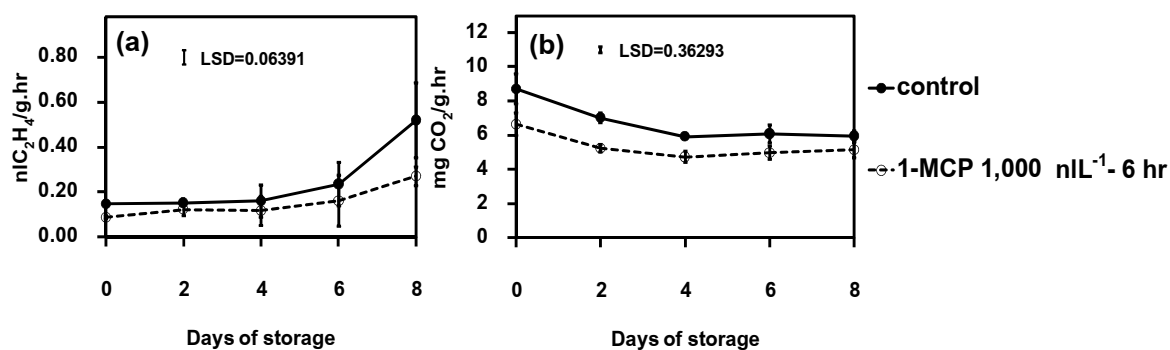


Figure 4 Effect of 1-MCP at $1,000 \text{ nL}^{-1}$ for 6 hr ethylene production (a) and respiration rate (b) of longkong at full-yellow stage during storage at room temperature ($29\pm 2^\circ\text{C}$) ($\bar{I}$; Standard error)

ผลของสาร NAA และ 1-MCP ต่อการหลุดร่วงของผลลองกองหลังการเก็บเกี่ยวที่อุณหภูมิต่ำ

ลองกองในชุดควบคุมที่อุณหภูมิ 18°C มีการหลุดร่วงประมาณ 28% ในวันที่ 4 ของการเก็บรักษา หลังจากนั้นมีการหลุดร่วงเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยพบว่ามีการหลุดร่วงมากกว่า 50% หลังจากเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 วัน และร่วงหมดซอกภายใน 14 วัน ส่วนลองกองที่จุ่ม NAA ความเข้มข้น $200 \mu\text{L}^{-1}$ นาน 3 นาที หรือการรม 1-MCP ความเข้มข้น $1,000 \text{ nL}^{-1}$ นาน 6 ชั่วโมงมีความแตกต่างอย่างนัยสำคัญยิ่งทางสถิติหลังวันที่ 6 ของการเก็บรักษาจนสิ้นสุดการเก็บรักษา โดยสามารถชะลอการหลุดร่วงได้ดีในช่วง 10 วันแรกของการเก็บรักษา แต่หลังจากนั้นลองกองที่จุ่ม NAA ไม่สามารถชะลอการหลุดร่วงต่อไปได้ เนื่องจาก NAA มีผลเพียงควบคุมสมดุลฮอร์โมนโดยเฉพาะเอทิลิน แต่ไม่สามารถยับยั้งการทำงานของ เอทิลินได้เหมือน 1-MCP นอกจากนี้การเก็บรักษาลองกองที่อุณหภูมิ 18°C สามารถชะลอการหลุดร่วงได้นานออกไปอีก 6 วัน เมื่อเทียบกับการทดลองแรกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (Figure 5)

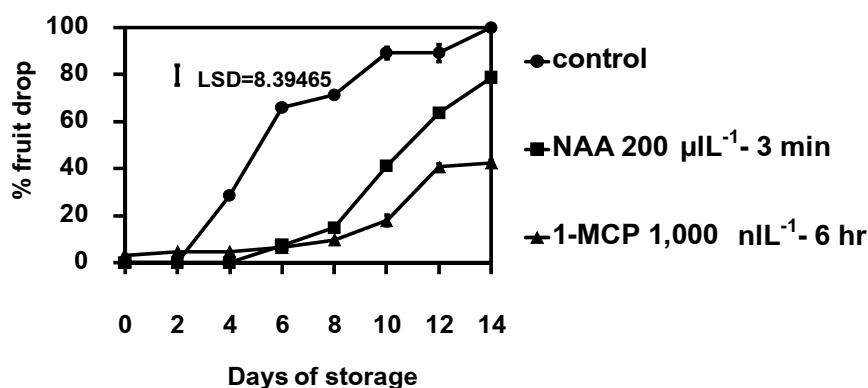


Figure 5 Effect of NAA $200 \mu\text{L}^{-1}$ dipping for 3 min and 1-MCP fumigation at $1,000 \text{ nL}^{-1}$ for 6 hr on fruit drop of longkong at full-yellow stage during storage at 18°C ($\bar{I}$; Standard error)

สรุปผลการวิจัย

ลองกองระยะเริ่มเหลืองทั้งซอที่จุ่ม NAA ความเข้มข้น $200 \mu\text{L}^{-1}$ นาน 3 นาที หรือการรม 1-MCP ความเข้มข้น $1,000 \text{ nL}^{-1}$ นาน 6 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง สามารถชะลอการหลุดร่วงเนื่องจากสามารถลดการผลิตเอทิลีนและการหายใจได้ แต่การจุ่ม NAA เหมาะกับเกษตรกรมากกว่าเนื่องจากปฏิบัติง่าย ประหยัดเวลา และต้นทุน นอกจากนี้หากเก็บรักษาลองกองไว้ที่ 18°C สามารถชะลอการหลุดร่วงได้นานเพิ่มขึ้นอีก 6 วัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- จริงแท้ ศิริพานิช และจารุวัฒน์ โรจนภัทรกุล. 2547. การชะลอการหลุดร่วงของผลลองกองโดยใช้ 1-methylcyclopropene . ว. วิทย. กษ. 35: 5-6 (พิเศษ): 487-491.
- บุญถม ฤคำฟู วลัยภรณ์ ภัสสรศิริ กัมปนาท บุญสิงห์ ชัยณรงค์ จันทน์แสนโต และอัญชัญ มั่นแก้ว. 2536. ผลของ NAA ที่มีต่อการร่วมของผลลิ้นจี่พันธุ์ฮวงฮวยหลังการเก็บเกี่ยว. รายงานผลงานวิจัย. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: กรุงเทพฯ.
- เบญจวรรณ สิทธิเวช. 2548. ผลของเอ็นเอเอต่อการลดการหลุดร่วงของผลลองกอง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: นครปฐม.
- ปราโมช ร่วมสุข. 2526. ผลของ NAA และ Planofix ที่มีต่อการชะลอการหลุดร่วงของผลลำสาด. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: นครปฐม.
- เย็นจิตต์ ปิยะแสงทอง สุจิตต์ ส่วนไพโรจน์ ปิยะ ผกามาต และชุตติมา รื่นสำราญ. 2540. อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาลองกอง. รายงานการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35, 3-5 กุมภาพันธ์ 2540: กรุงเทพฯ. น 26-33.
- ศูนย์สารสนเทศ กรมส่งเสริมการเกษตร. 2546. จาก <http://www.doae.go.th/data/kasetF.htm>. [16 กุมภาพันธ์ 2553]
- อภิธา บุญศิริ เจริญ ขุนพรม สมนึก ทองบ่อ ยุพิน อ่อนศิริ และพิษณุ บุญศิริ. 2546. การพัฒนาการผลิตและการจัดการผลผลิตลองกองภาคใต้. รายงานผลการวิจัย. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์: สงขลา.
- Atta-Aly, M.A., J.K. Brecht and D.J. Huber. 2000. Ethylene feedback mechanisms in tomato and strawberry fruit tissues in relation to fruit ripening and climacteric patterns. **Postharvest Biology and Technology**. 20: 151-162.

- Khan, A.S. and Z. Singh. 2009. 1-MCP application suppresses ethylene biosynthesis and retards fruit softening during cold storage of 'Tegan Blue' Japanese plum. **Plant Science**. 176: 539-544.
- Lichanporn, I., V. Srilaong, C. Wongs-Aree and S. Kanlayanarat. 2009. Postharvest physiology and browning of longkong (*Aglaia dookkoo Griff.*) fruit under ambient conditions. **Postharvest Biology and Technology**. 52: 294-299.
- Moore, T.C. 1989. **Biochemistry and physiology of plant hormones**. Edwards Brothers Inc., Ann Arbor. 330 p.
- Serek, M., E.C. Sisler and M.S. Reid. 1995. 1-methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruits, cut flowers and potted plants. **Acta Horticulture**. 394: 337-345.
- Tian, M.S., S. Prakash, H.J. Elgar, H. Young, D.M. Burmeister and G.S. Ross. 2000. Responses of strawberry fruit to 1-methylcyclopropene (1-MCP) and ethylene. **Plant Growth Regulation**. 32: 83-90.

ผลของกรดจิบเบอเรลลิกต่อคุณภาพของผลมะเกี๋ยง
Effects of Gibberellic Acid on Quality of Makiang Fruits
(*Cleistocalyx nervosum* var. *Paniala*)

ศิริศักดิ์ บุตรกระจ่าง^{1*} อภินันท์ เมฆบงวัน¹ และนัฐพร ศิริรัตน์ดำรงกุล²

Sirisak Budkrajang^{1*}, Apinan Meakbungwan¹ and Natthaporn Siridamrongkul²

¹สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 52000

²สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 52000

¹Lampang Agricultural Research and Training Center, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang, Thailand 52000

*Corresponding author: siributkra@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกรดจิบเบอเรลลิกต่อคุณภาพของผลมะเกี๋ยง โดยทำการฉีดพ่นกรดจิบเบอเรลลิกที่ระดับความเข้มข้น 0, 7.5, 15, และ 30 ppm กับผลมะเกี๋ยงบนต้นพืชในแปลงมะเกี๋ยงโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สถาบันสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาลำปาง ทำการตรวจสอบคุณภาพผลมะเกี๋ยงหลังการฉีดพ่นสารกรดจิบเบอเรลลิก ในวันที่ 3, 6, 9, 12 และ 15 พบว่า การใช้กรดจิบเบอเรลลิกที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm ช่วยยืดระยะเวลาการสุกแก่ของผลมะเกี๋ยงมากกว่า 20 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับมะเกี๋ยงชุดควบคุมที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารกรดจิบเบอเรลลิก ผลมะเกี๋ยงระยะที่ 5 หรือ 6 ของการพัฒนาการของผลที่ถูกพ่นด้วยกรดจิบเบอเรลลิกความเข้มข้น 30 ppm (21 วันหลังพ่น) ถูกเก็บเกี่ยว นำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิต่ำ $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ทำการตรวจสอบคุณภาพผล พบว่า ผลมะเกี๋ยงที่เก็บอุณหภูมิต่ำ $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพและเคมีบางประการ ได้แก่ ค่า L^* , a^* , b^* , ค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดทั้งหมด สัดส่วนระหว่างค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้กับปริมาณกรด ค่าวิตามินซี และความเป็นกรดต่าง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับมะเกี๋ยงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

คำสำคัญ: มะเกี๋ยง จิบเบอเรลลิน

Abstract

The objective of this study were accessment on some effects of gibberellic acid (GA) on qualities of Makiang fruits (*Cleistocalyx nervosum* var. *paniala*). The makiang fruits (85-90 days after full-bloom flowering) on Makiang trees in the Orchard of the Plant Genetic Conservation Project under the Royal initiative of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn, Lampang Agricultural Research and Training Centre, Rajamangala University of Technology, Lanna,

Lampang district were sprayed with 0, 7.5, 15, and 30 ppm of gibberellic acid solution and following fruit qualities assessment 3, 6, 9, 12, and 15 day. The results show that the fruits, sprayed with 30 ppm of gibberellic acid, were extended the ripening time more than 20 days (compared with untreated fruits). Some physical and chemical qualities of Makiang fruits (5th or 6th ripening stage) which were treated with 30 ppm GA, storage at RT (25) and 10 C, were significance ($p < 0.05$) of L^* , a^* , b^* , total soluble solid, total acidity, total soluble solid/total acidity, vitamin C and pH.

Keywords: Makiang, gibberellic acid

คำนำ

มะเกี๋ยง (*Cleistocalyx nervosum* var. *paniala*) เป็นไม้ผลยืนต้นพื้นเมืองที่พบมากในแถบภาคเหนือของประเทศไทยในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง พะเยาแพร่ น่าน และเชียงราย มีปัญหาหลังการเก็บเกี่ยวเนื่องจากมีระยะการสุกแก่ของผลมะเกี๋ยงสด สุกแก่ไม่พร้อมกัน เป็นปัญหาในการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวทำให้ภาคอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตภัณฑ์จากผลมะเกี๋ยงได้รับผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ วัตถุประสงค์ไม่เพียงพอในการป้อนในกระบวนการผลิตเนื่องจากระยะสุกแก่ไม่เท่ากัน ซึ่งมีผลในแง่การจัดการ การรวบรวมผลิตผลสด ซึ่งมีความแตกต่างกันของความแน่นเนื้อผลมะเกี๋ยงในแต่ละระยะการสุกแก่ มีผลต่อการกดทับของผลิตผล ทำให้ผลมะเกี๋ยงชอกช้ำง่าย กลายเป็นช่องทางในการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ ก่อให้เกิดการเสื่อมเสียของผลิตผลส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตผล และทำให้มีคุณภาพผลมะเกี๋ยงที่ไม่เหมาะสมในการนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ นอกจากนี้ระยะการสุกแก่ที่ไม่พร้อมกันของผลมะเกี๋ยงมีผลต่อการเก็บเกี่ยว วิธีการเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษาผลมะเกี๋ยง ดังนั้นการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมโดยการใช้กรดจิบเบอเรลลิก (Gibberellic acid) ร่วมในกระบวนการผลิตพืชมะเกี๋ยงสำหรับการแปรรูปเชิงอุตสาหกรรม น่าจะเป็นทางออกที่ดีในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวข้างต้น โดยอาศัยหลักการที่สารจิบเบอเรลลินมีคุณสมบัติในการชะลอการเสื่อมสภาพ และยืดอายุของผลิตผลทางการเกษตร และสารดังกล่าวอยู่ในกลุ่มฮอร์โมนพืชที่มีความปลอดภัยสูง และไม่มีการตกค้างในผลิตผลมะเกี๋ยง

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

1. ผลมะเกี๋ยงสด จากสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง
2. กรดจิบเบอเรลลิก (Gibberellic acid, GA_3)

วิธีการ

ทำการพ่นสาร GA_3 ที่ระดับความเข้มข้น 7.5, 15 และ 30 ppm โดยฉีดพ่นที่ความเข้มข้นละ 2 ตันบนต้นมะเกี๋ยงในแปลงปลูกของสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เก็บเกี่ยวผลมะเกี๋ยงในช่วงวันที่ 0, 3, 6, 9, 12 และ 15 วันหลังฉีดพ่น นำไปตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีบางประการ

1. ผลของกรดจิบเบอเรลลินก่อนเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพบางประการผลมะเงี๋ยง

ทำการเก็บเกี่ยวผลมะเงี๋ยงจากต้นมะเงี๋ยงที่ได้รับการฉีดพ่นกรดจิบเบอเรลลินในระดับความเข้มข้นต่างๆ ในแต่ละระยะของการสุกแก่ของผลมะเงี๋ยง ในช่วงเวลา 0, 3, 6, 9, 12, และ 15 วันหลังการฉีดพ่น โดยนำไปวัดคุณภาพผลทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส (น้ำหนักต่อผล ความหนาแน่นโดยการแทนที่น้ำ สีของเปลือกและเนื้อ สัดส่วนของเปลือกต่อเนื้อ ปริมาณกรดอินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และวิตามินซี เป็นต้น วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's multiple range tests (DMRT)

2. ผลของอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพผลมะเงี๋ยงที่ฉีดพ่นด้วยกรดจิบเบอเรลลิน

โดยเปรียบเทียบระหว่างผลมะเงี๋ยงที่ผ่านการฉีดพ่นด้วยกรดจิบเบอเรลลินมีผลชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผล แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุดการทดลอง ชุดแรกเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 25-30°C ชุดการทดลองที่ 2 นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 10±2°C วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD) ทำการตรวจสอบคุณภาพผลในช่วงการเก็บรักษา โดยการตรวจสอบดังนี้

การตรวจสอบด้านกายภาพ

- การเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือก และเนื้อ โดยการวัดสีผิวของผลโดยใช้เครื่องวัดสี วัดบริเวณกึ่งกลางผลทั้ง 2 ด้าน ทำการวัดทุกๆ 3 วัน ค่าที่แสดงเป็นค่า $L^* a^* b^*$
- น้ำหนักต่อผล โดยการนำผลมะเงี๋ยงมาชั่งน้ำหนัก
- ความหนาแน่นโดยการแทนที่น้ำ นำผลมะเงี๋ยงไปแทนที่น้ำ โดยการชั่งน้ำหนัก และวัดปริมาตรผลมะเงี๋ยง และหาค่าเฉลี่ย
- สัดส่วนของเปลือกต่อเนื้อ นำผลมะเงี๋ยงมาแกะเปลือก แยกเมล็ด เนื้อ ชั่งน้ำหนักหาสัดส่วน

การตรวจสอบด้านเคมี

- ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำได้ (Total soluble solids, TSS) โดยใช้ hand refractometer อ่านค่าที่ได้เป็น °Brix
- ปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ (Titratable acidity, TA) ในรูปของกรดมาลิก ค่าที่ได้เป็นร้อยละ
- อัตราส่วนระหว่างปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ต่อปริมาณกรดทั้งหมดที่ไตเตรทได้ (TSS/TA ratio)
- ปริมาณวิตามินซี ค่าที่ได้เป็นเปอร์เซ็นต์ (AOAC, 1990)

ผลการทดลอง

ในการทดลองนี้ได้ประเมินผลของสารจิบเบอเรลลินที่มีต่อการการสุกแก่ของผลมะเงี๋ยง และหากระดับความเข้มข้นที่สามารถชะลอการสุกแก่ของผลมะเงี๋ยงบนต้นมะเงี๋ยง ทำการเก็บเกี่ยวผลมะเงี๋ยงจากต้นมะเงี๋ยงที่ได้รับการฉีดพ่นกรดจิบเบอเรลลินในระดับความเข้มข้น 0, 7.5, 15, และ 30 ppm ในแต่ละระยะของการสุกแก่ของผลมะเงี๋ยง ทำการเก็บเกี่ยวผลมะเงี๋ยงในช่วงเวลา 0, 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน หลังการฉีดพ่น โดยนำไปวัดคุณภาพผลทางกายภาพ เคมี บางประการ

Table 1 Comparison of some physical and chemical properties of Makiang fruits, which were sprayed with 0, 7.5, 15, and 30 ppm

Some physical/chemical properties	Gibberellic acid (ppm)			
	0	7.5	15	30
Maturity stage	stage 6	stage 4	stage 2	stage 1
Weight of fruit (g)	1.45	2.33	2.28	2.57
Density (g/cm ³)*	0.22 ^c ± 0.01	0.26 ^b ± 0.01	0.30 ^b ± 0.01	0.40 ^a ± 0.02
Peel color /RHS color chart	Red/dark violet GP-187-A	red RP-61-B	Green/red G-143-D/ RP-61-B	Green/red G-143-C/ RP61-B
Flesh color /RHS color chart	White / violet W-155-B	White / pink W-155-B	White / pink W-155-B	White / pink W-155-B
Total acidity (%)*	0.18 ^a ± 0.01	0.15 ^a ± 0.01	0.14 ^b ± 0.01	0.12 ^b ± 0.01
Total soluble solid (%)*	4.3 ^b ± 0.06	4.4 ^b ± 0.09	4.64 ^a ± 0.12	4.70 ^a ± 0.14
Vitamin C (%)*	0.11 ^c ± 0.01	0.10 ^c ± 0.01	0.15 ^b ± 0.01	0.16 ^a ± 0.01
pH *	3.0 ^a ± 0.17	2.8 ^a ± 0.13	2.3 ^b ± 0.12	2.2 ^b ± 0.36

Alphabet a b c d which difference in the vertical, meaning significant as ($p \leq 0.05$)

ผลกระทบของกรดจิบเบอเรลลิคก่อนเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพบางประการของผลมะเงี๋ยง

จากตารางที่ 1 คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของมะเงี๋ยงที่ได้รับการฉีดพ่นกรดจิบเบอเรลลิคเก็บเกี่ยวในวันที่ 7 หลังการพ่นกรดจิบเบอเรลลิค พบว่า คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของผลมะเงี๋ยงบนต้นพืชที่มีอายุผลนับจากดอกบานอยู่ในช่วง 85-90 วัน ได้รับการฉีดพ่นกรดจิบเบอเรลลิคที่ระดับความเข้มข้น 0, 7.5, 15 และ 30 ppm ทำการเก็บเกี่ยว ในวันที่ 7 หลังการพ่นกรดจิบเบอเรลลิค พบว่า ในวันเริ่มการพ่นกรดจิบเบอเรลลิค ผลมะเงี๋ยงชุดควบคุมพ่นด้วยกรดจิบเบอเรลลิค 0 ppm มีระยะของการพัฒนาการสุกแก่อยู่ในระยะที่ 1 เมื่อทำการเก็บเกี่ยวหลังการฉีดพ่นในวันที่ 7 มีการเจริญและพัฒนาการของระยะสุกแก่เป็นระยะที่ 6 สำหรับผลมะเงี๋ยงที่พ่นด้วยสารกรดจิบเบอเรลลิค ความเข้มข้น 7.5, 15 และ 30 ppm ซึ่งขณะนั้นมีระยะการสุกแก่ อยู่ในระยะที่ 4, 2 และ 1 ตามลำดับ เมื่อพิจารณา น้ำหนักเฉลี่ยต่อผล (กรัม) ของผลมะเงี๋ยงที่พ่นด้วยกรดจิบเบอเรลลิคเข้มข้น 0, 7.5, 15 และ 30 ppm พบว่า มีแนวโน้มของค่าน้ำหนักเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับความหนาแน่นในการแทนที่น้ำ มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับของกรดจิบเบอเรลลิคเพิ่มขึ้น โดยมีค่าสูง 0.40 เมื่อเทียบกับชุดควบคุมมีค่า 0.22 เช่นเดียวกันกับค่าของสีของเปลือกและเนื้อผล ที่ประเมินค่าสีโดยการวัดเทียบกับ RHS color chart ซึ่งมีค่าสีสอดคล้องกับระยะการพัฒนาการสุกแก่ของผลดังกล่าวข้างต้น ซึ่งกล่าวได้ว่าเมื่อความเข้มข้นของกรดจิบเบอเรลลิคเพิ่มขึ้น มีผลต่อการชะลอการสุกแก่ของผลหรือการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลจากเขียวเป็นแดงในระยะเวลาที่ช้ากว่าเมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่พ่นกรดจิบเบอเรลลิค สำหรับปริมาณกรดอินทรีย์และ pH มีแนวโน้มให้ค่าเฉลี่ย

ลดลงเมื่อเทียบชุดควบคุม ในขณะที่ปริมาณของของที่ละลายน้ำได้และปริมาณวิตามินซี มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่พ่นกรดจิบเบอเรลลิน

ผลของอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพผลมะเงี๋ยงที่ฉีดพ่นด้วยกรดจิบเบอเรลลิน

จากการศึกษาผลของกรดจิบเบอเรลลินต่อคุณภาพผลมะเงี๋ยงหลังการเก็บเกี่ยว พบว่า ความคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ของผลมะเงี๋ยงที่เก็บเกี่ยวจากต้นมะเงี๋ยงที่ได้รับการฉีดพ่นกรดจิบเบอเรลลิน ทำการสุ่มตัวอย่างผลมะเงี๋ยงสดนำมาวิเคราะห์คุณภาพผลทางกายภาพและเคมีบางประการ ในวันที่ 0, 3, 6, 9, 12, และ 15 วัน นำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ (ผลมะเงี๋ยงแก่เต็มที่มีสีเขียวมีอายุดอกประมาณ 90 วัน) พบว่า น้ำหนักของผลมะเงี๋ยงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามเวลาหลังการพ่นกรดจิบเบอเรลลิน ค่าเฉลี่ยของความหนาแน่นในการแทนที่น้ำก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแปรตามเวลาเช่นเดียวกัน สำหรับสีของเปลือกและเนื้อผลมะเงี๋ยงที่ได้รับการฉีดพ่นกรดจิบเบอเรลลินพัฒนาการของสีผิวจากเขียวปนแดง และเนื้อสีขาวอมชมพู ไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงในช่วง 15 วัน หลังจากการพ่นกรดจิบเบอเรลลิน เมื่อประเมินระยะสุกแก่ของผลมะเงี๋ยง พบว่า ในวันที่ 0, 3, 6, 9, 12, และ 15 มีระยะสุกแก่อยู่ในช่วง ระยะที่ 1, 2, 3, 3, 3, และ 3 วันตามลำดับ สำหรับการศึกษาคุณสมบัติทางเคมี พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด สัดส่วนของ TSS/TA มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามแปรตามระยะเวลา สำหรับปริมาณกรดทั้งหมด มีค่าค่อนข้างคงที่ในช่วงร้อยละ 0.20-0.23 ซึ่งในรูปของกรดมาลิก ส่วนค่าวิตามินซีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วง 3-9 วัน หลังจากการฉีดพ่นกรดจิบเบอเรลลิน หลังจากนั้นจึงมีค่าลดลงเล็กน้อย

คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของผลมะเงี๋ยงสดที่ได้จากต้นมะเงี๋ยงที่ได้รับการผ่านขั้นตอนการพ่นกรดจิบเบอเรลลิน ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm ทำการเก็บเกี่ยวผลมะเงี๋ยงในวันที่ 21 หลังการพ่นสาร มีผลดังรายละเอียด (Table 2) มะเงี๋ยงที่นำมาใช้ในการศึกษานี้มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อผลในชุดการทดลองที่เก็บเกี่ยวในวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในวันที่ 0 วันที่ 7 และชุดที่เก็บรักษาในอุณหภูมิ 10°C มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักต่อผล 2.55 2.61 และ 2.52 กรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิวพบว่า ผลมะเงี๋ยงที่เก็บที่อุณหภูมิห้อง มีการเปลี่ยนแปลงสีเข้าสู่ระยะที่ 6 ของการสุกแก่อย่างรวดเร็วและมีสีคล้ำ จากค่า L^* ที่ลดลง ขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C มีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ (23.84) ในทำนองเดียวกันค่า a^* ที่บ่งบอกการเปลี่ยนแปลงจากสีเขียวเป็นแดง พบว่า ที่อุณหภูมิ 10°C มีค่า a^* ต่ำกว่า หรือมีการเปลี่ยนแปลงผิวผลเป็นสีแดงเข้มช้ากว่าผลมะเงี๋ยงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง อย่างไรก็ตามค่า L^* , a^* , b^* ทั้งสามชุดการทดลองมีค่าเฉลี่ยที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

Table 2 Comparison of some physical and chemical properties of Makiang fruits, which storage at room temperature and 10°C, after gibberellic acid spraying 7 days

Some physical / chemical properties	Storage		
	Room temperature		10°C
	0 day	7 day	7 day
Weight of fruit (gram)	2.55	2.61	2.52
Peel color L* / *	28.73 ^a ± 0.66	19.60 ^c ± 1.00	23.79 ^b ± 0.43
a* / *	17.20 ^a ± 0.56	19.12 ^a ± 0.39	15.85 ^b ± 0.76
b* / *	6.96 ^a ± 0.16	3.34 ^b ± 0.32	2.60 ^c ± 0.19
Total soluble solid (%)*	3.69 ^b ± 0.16	4.08 ^a ± 0.36	3.79 ^b ± 0.09
Total acidity (as malic acid / %)*	0.19 ^a ± 0.1	0.16 ^b ± 0.01	0.17 ^a ± 0.01
Total soluble solid / total acidity (TSS / TA)*	19.19 ^c ± 2.08	25.53 ^a ± 3.18	21.75 ^b ± 1.47
Vitamin C (%)*	0.12 ^a ± 0.01	0.11 ^b ± 0.01	0.13 ^a ± 0.01
pH *	2.7 ^b ± 0.07	3.0 ^a ± 0.19	2.8 ^b ± 0.09

a, b, c, d means the letters different in vertical showed significant differences ($p \leq 0.05$)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (%) ปริมาณกรดทั้งหมด(ในรูปของกรดมาลิก) TSS / TA วิตามินซี และความเป็นกรด-ด่างในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยค่าเฉลี่ยของปัจจัยที่ศึกษาดังกล่าวข้างต้นของผลมะเงี๋ยงที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C จะมีแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างช้ากว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ (30-32°C)

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาในครั้งนี้ได้ศึกษาเพื่อหาระดับความเข้มข้นของกรดจิบเบอเรลลิคที่เหมาะสม เพื่อนำไปใช้ในการฉีดพ่นผลมะเงี๋ยงเพื่อช่วยในการชะลอการสุกแก่ของผลมะเงี๋ยง และมีผลทำให้ชะลอการเน่าเสียของผลมะเงี๋ยงที่จะเกิดขึ้น อีกทั้งเพื่อเพิ่มน้ำหนักและขนาดของผลมะเงี๋ยงให้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ว่าด้วยผลของกรดจิบเบอเรลลิค ที่มีผลต่อการพัฒนาของเมล็ดและผลอ่อนพันธุ์ไวท์มาลิกาที่ปลูกบนยอดดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ ที่ได้กล่าวไว้ว่า กรดจิบเบอเรลลิค 50 ppm พ่นบนช่อดอกอ่อนในระยะดอกบาน ทำให้อ่อนที่ได้รับกรดมีการพัฒนาเป็นผลไม่มีเมล็ด เพิ่มขนาดของช่อผลโตขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้ปริมาณของน้ำตาลสูงขึ้นและปริมาณของกรดลดลง (สุรศักดิ์ และคณะ, 2539)

จากการศึกษาผลของการใช้กรดจิบเบอเรลลิคที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะเงี๋ยงหลังการเก็บเกี่ยวโดยการฉีดพ่นกรดจิบเบอเรลลิคที่ระดับความเข้มข้น 7.5, 15 และ 30 ppm ฉีดพ่นมะเงี๋ยงที่อยู่บนต้นมะเงี๋ยง และทำการเก็บเกี่ยวในวันที่ 21 หลังการฉีดพ่นกรด พบว่าที่ระดับความเข้มข้นของกรดยิ่งมากจะช่วยชะลอการสุกของมะเงี๋ยงมากขึ้นไปด้วย ซึ่งที่ระดับความเข้มข้นของกรดที่ 7.5 และ 15 ppm ที่ฉีดพ่นบนมะเงี๋ยงส่งผลให้มะเงี๋ยงสุกเร็วกว่ามะเงี๋ยงที่ฉีดพ่นที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาถึงผลกระทบของกรดจิบเบอเรลลินที่มีผลต่อการชะลอการเจริญเติบโตของผลมะเงี้ยวให้มีระยะของการสุกช้าลง ซึ่งจากการทดลอง พบว่า ในการฉีดพ่นกรดจิบเบอเรลลินที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลจากเขียวเป็นแดงช้าลง ทำให้ยืดระยะเวลาในการสุกแก่ของมะเงี้ยว เป็นผลดีต่อการเก็บเกี่ยวผลมะเงี้ยว สามารถทำการเก็บเกี่ยวมะเงี้ยวนอกฤดูเก็บเกี่ยวได้ นอกจากนี้ยังมีผลต่อการพัฒนาการของสีผิวผลมะเงี้ยวมีสม่ำเสมอใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง ผลของกรดจิบเบอเรลลิน ที่มีต่อการพัฒนาของเมล็ดและผลอ่อนพันธุ์ไวท์มาลิกา ที่ปลูกบนดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้จะใช้กรดจิบเบอเรลลินที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm ทำให้อ่อนมีข้อผลที่มีลักษณะสมบูรณ์ สามารถผลิตอ่อนที่ไม่มีเมล็ดและเพิ่มขนาดของผลอ่อนได้ อีกทั้งยังสามารถทำให้ผลอ่อนมีการสุกช้าลงและเพิ่มผลผลิตของอ่อนได้ (สุรศักดิ์ และคณะ, 2539)

สรุปผลการวิจัย

ผลกระทบของกรดจิบเบอเรลลินก่อนเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพบางประการผลมะเงี้ยว

กรดจิบเบอเรลลินมีผลในการชะลอการเจริญเติบโตของมะเงี้ยวให้พัฒนาเข้าสู่ระยะของการสุกแก่ช้าลงได้ โดยมะเงี้ยวที่ได้รับการฉีดพ่นสารกรดจิบเบอเรลลินที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm จะมีการสุกช้ากว่ามะเงี้ยวที่ได้รับการฉีดพ่นสารในระดับความเข้มข้น 7.5 และ 15 ppm และมีผลทำให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลเพิ่มขึ้น แต่มีปริมาณกรดอินทรีย์และค่า pH ลดลง ในขณะที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้และปริมาณวิตามินซีมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น

ผลของอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพผลมะเงี้ยวที่ฉีดพ่นด้วยกรดจิบเบอเรลลิน

ผลของกรดจิบเบอเรลลิน ที่ระดับความเข้มข้น 30 ppm ที่มีต่อคุณภาพผลมะเงี้ยวหลังการเก็บเกี่ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (10°C) มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรดอินทรีย์ทั้งหมด วิตามินซี และค่า pH มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าผลมะเงี้ยวที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิปกติ และมีค่าเฉลี่ยของคุณภาพดังกล่าวข้างต้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สถาบันสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา คุณพรชัย จุฑามาศ และเจ้าหน้าที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ประโยชน์จากพืชมะเงี้ยวเพื่องานวิจัย ครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- สุรศักดิ์ นิลนนท์, รวีวรรณ ยุวรรณศิริ, ชูพงษ์ สุขุมลันนันทน์ และ ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2539. ผลของจิบเบอ
เรลลิกแอซิดที่มีต่อการพัฒนาของเมล็ดและผลองุ่นพันธุ์ไวน์มาละกาที่ปลูกบนดอยอินทนนท์
จังหวัดเชียงใหม่. **วิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์**. 30(2): 157-162.
- AOAC. 1990. **Official Method of Analysis**. 15th ed. The Association of Official Analytical Chemists.
Washington D.C 1298 p.

ผลของก๊าซเอทิลีนในการเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพผลมะเกี๋ยง
Effect of Ethylene for Harvesting on Quality of Makiang Fruits
(*Cleistocalyx nervosum* var. *Paniala*)

ศิริศักดิ์ บุตรกระจ่าง^{1*} ปุณณภา เผ่าพงศ์วนา² และอภิรักษ์ เมฆบังวัน¹

Sirisak Budkrajang^{1*}, Punnapa Paopongwana² and Apinan Meakbungwan¹

¹สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 52000

²สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 52000

¹Lampang Agricultural Research and Training Center, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang, Thailand 52000

*Corresponding author: siributkra@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีน 0-48% ที่ใช้พ่นก่อนเก็บเกี่ยวต่อคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีบางประการของผลมะเกี๋ยง โดยทำการพ่นก๊าซเอทิลีนให้ผลมะเกี๋ยงที่มีระยะการสุกแก่ (85-90 วันหลังดอกบาน) บนต้นมะเกี๋ยง ทำการติดตามประเมินผลหลังการพ่นสาร พบว่า การพ่นก๊าซเอทิลีนเข้มข้น 0.06-48% ทำให้ผลมะเกี๋ยงหลุดร่วงจากก้านขั้วผล และมีอาการผิดปกติที่ผิวผล เปลี่ยนแปลงจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาล ในเวลา 24-48 ชั่วโมง การพ่นก๊าซเอทิลีนความเข้มข้น 0.01, 0.02 และ 0.05% เร่งการพัฒนาสีผิวผลจากสีเขียวไปเป็นสีแดงปนม่วงอย่างสม่ำเสมอ และเร่งระยะเวลาการสุกแก่เร็วขึ้น (2-3 วัน) ไม่พบอาการผิดปกติที่ผิวผลมะเกี๋ยงมีคุณภาพกายภาพและเคมีบางประการ ได้แก่ ความถ่วงจำเพาะ เปอร์เซ็นต์กรดทั้งหมด วิตามินซี และการประเมินโรคไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) จากผลมะเกี๋ยงชุดควบคุมที่ไม่ผ่านการพ่นก๊าซเอทิลีน (0%) แต่ค่าความแน่นเนื้อ ค่า L^* , a^* , b^* และปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

คำสำคัญ: มะเกี๋ยง เอทิลีน การเก็บเกี่ยว

Abstract

The objective of this research was to determine the effects of 0-48% ethylene concentration for pre-harvest spraying which were effected to some physical and chemical properties of Makiang fruits (*Cleistocalyx nervosum* var. *paniala*). The Makiang fruits, 85-90 days after full-bloom flowering, on the tree were sprayed with ethylene solution and followed with fruit qualities accessment. The results show that 0.06-48% of ethylene solution were caused fruit dropping within 24-48 hours after spraying and ethylene injuries (burning at the peel of fruits by changing color peel from green to brown). The 0.01 0.02 and 0.05% of ethylene were enhanced developing of peel color from

green to purple as uniformity, reduced ripening time of fruits (2-3 day) and no appear peel disorder. Some physical and chemical qualities of Makiang fruits were no significance ($p>0.05$) of specific gravity, total acidity, Vitamin C and disease assessment but there were significance ($p<0.05$) of firmness, L^* , a^* , b^* , and total soluble solid.

Keywords: Makiang, ethylene, harvesting

คำนำ

มะเกี๋ยง (*Cleistocalyx nervosum* var. *paniala*) เป็นไม้ผลยืนต้นพื้นเมืองที่พบมากในแถบภาคเหนือของประเทศไทยในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง พะเยา แพร่ น่าน และเชียงราย ปัจจุบันนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ อาทิเช่น น้ำมะเกี๋ยงพร้อมดื่ม ไวน์มะเกี๋ยง แยมมะเกี๋ยง เนคต้ามะเกี๋ยง มะเกี๋ยงดอง และมะเกี๋ยงแช่อิ่ม เป็นต้น อย่างไรก็ตามในกระบวนการผลิตมักประสบปัญหาผลมะเกี๋ยงสดเน่าเสียได้ง่ายในขั้นตอนการเก็บเกี่ยว และการรวบรวมผลผลิตมีการกดทับของผลิตผลสดทำให้เกิดการช้ำ และแตกทำให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายได้ง่าย อีกทั้งการสุกแก่ไม่สม่ำเสมอ มีผลทำให้การเก็บเกี่ยว และการรวบรวมผลผลิตต้องใช้เวลาาน ทำให้เป็นอุปสรรคต่อกระบวนการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม ซึ่งก๊าซดังกล่าวนิยมใช้ในการเก็บเกี่ยวผลลงนในต่างประเทศ ทำให้ผลลงน มีการพัฒนาการสุกแก่สม่ำเสมอ และผลร่วงหล่นได้ง่ายเป็นผลดีต่อการเก็บเกี่ยว การเก็บเกี่ยวมะเกี๋ยงตามวิธีที่เกษตรกรใช้ในปัจจุบัน ผลมะเกี๋ยงในต้นเดียวกันมีการสุกแก่ไม่พร้อมกัน เนื่องจากการออกดอก และการพัฒนาของผลไม่พร้อมกัน ผลมะเกี๋ยงทยอยสุก และสามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ปลายเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน วิธีการเก็บผลมะเกี๋ยงที่เหมาะสมคือให้ผลสุกร่วงหล่นจากต้นแม่ตามธรรมชาติ โดยด้านล่างของต้นจะขึงตาข่ายพลาสติกกรองรับเพื่อป้องกันไม่ให้ผลช้ำ เสียหาย และทำให้สะดวกต่อการเก็บรวบรวมผลบรรจุในตะกร้า เพื่อนำไปแปรรูปต่อไป (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง, 2545)

จากการศึกษาเบื้องต้นของผู้วิจัย พบว่า การปล่อยให้ผลมะเกี๋ยงร่วงจากต้นแม่ ตกลงบนตาข่ายพรางแสงซึ่งใช้เป็นภาชนะรองรับเพื่อรวบรวมผลผลิตได้ต้นพีช ซึ่งทำให้ผลมะเกี๋ยงที่ร่วงก่อน ได้รับการกระแทกจากผลมะเกี๋ยงที่ตกทีหลัง มีน้ำหนักมะเกี๋ยงกดทับบนผลมะเกี๋ยงที่หล่นก่อน เกิดอาการช้ำ แตกของผลมะเกี๋ยง ง่ายต่อการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ ทำให้เกิดการเน่าเสีย ไม่เหมาะสมกับการนำไปทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้หากระบวนการหรือวิธีการพัฒนากระบวนการเร่งการสุกของผลมะเกี๋ยงเพื่อให้ผลมะเกี๋ยงพัฒนาระยะสุกแก่ที่สม่ำเสมอพร้อมๆ กัน จากการศึกษาเชิงเอกสาร พบว่า สารเคมีที่นิยมนำมาใช้แพร่หลายในองุ่น คือสารที่ให้ก๊าซเอทิลีน จึงนำสารดังกล่าวมาใช้ในการเก็บเกี่ยวผลมะเกี๋ยงบนต้นพีช โดยใช้ก๊าซเอทิลีนพ่นผลมะเกี๋ยงเริ่มนับจากการออกดอกของมะเกี๋ยงในช่วงเดือนมกราคม 2552 ถึงระยะการเก็บเกี่ยวในช่วงมิถุนายนถึงกันยายน 2552 ผู้วิจัยคาดว่าผลจากการศึกษาจะสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ โดยคาดว่าเอทิลีนอาจมีผลต่อการเร่งการพัฒนาสีผิวผล หรือการขจัดสีเขียว เร่งให้ผิวผลมีสีแดงอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งผลพร้อมกันในต้นพีช และเร่งการหลุดร่วงจากก้านขั้วผลในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกันเป็นผลดีต่อการเก็บเกี่ยว และคาดว่าเอทิลีนมีผลต่อคุณภาพผลมะเกี๋ยงไม่แตกต่างจากผลมะเกี๋ยงที่ได้จากต้นมะเกี๋ยงที่ไม่ได้รับการฉีดพ่นเอทิลีน

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

1. มะเงี้ยวจากสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง
2. ก๊าซเอทิลีน (อีเทเลท)

วิธีการทดลอง

ผลของก๊าซเอทิลีนที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวที่มีต่อคุณภาพผลมะเงี้ยวสด

ในการศึกษาผลของก๊าซเอทิลีนที่มีต่อคุณภาพผลมะเงี้ยวใช้มะเงี้ยวที่ปลูกในพื้นที่ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง โดยการฉีดพ่นก๊าซเอทิลีนที่มีความเข้มข้นระดับต่างๆ (0, 10, 20, 30, 40 และ 48% v/v) ในต้นที่มีผลมะเงี้ยวระยะต่างๆ ของการเจริญและพัฒนากา (ตั้งแต่ 1 ระดับความเข้มข้น) ติดตามประเมินผลการเปลี่ยนแปลง คุณภาพบางประการทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ของผลมะเงี้ยวโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การตรวจสอบทางกายภาพ

ในการศึกษาผลของก๊าซเอทิลีนที่มีต่อผลมะเงี้ยวที่ปลูกในพื้นที่ในสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง ที่ระยะความแก่แตกต่างกันโดยการนับวันเก็บเกี่ยว ตรวจสอบคุณภาพเปรียบเทียบกัน ได้แก่ การสูญเสียน้ำหนัก ความหนาแน่นโดยการแทนที่น้ำ ค่าความแน่นเนื้อ การเปลี่ยนแปลงสีผิว แสดงเป็นค่า L^* , a^* , b^* ขนาดของผลมะเงี้ยว การประเมินการเกิดโรค (คะแนนการประเมินโรค (1-4)) การประเมินอาการเสียหายจากก๊าซเอทิลีน (คะแนนการประเมินอาการเสียหายที่ผิวผล ระดับ 1-5)

2. การตรวจสอบทางเคมี

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำได้ (Total soluble solids, TSS) ปริมาณกรดทั้งหมด (Titratable acidity, TA) ในรูปของกรดมาลิก ปริมาณวิตามินซี ค่าที่ได้เป็นเปอร์เซ็นต์วิตามินซี (AOAC, 1990)

ในการทดสอบ กายภาพ เคมี ทำการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย โดยใช้วิธี Duncan's multiple Range Tests (DMRT)

ผลการวิจัย

ในการศึกษาผลของก๊าซเอทิลีนที่มีต่อคุณภาพผลมะเงี้ยวใช้ผลมะเงี้ยวที่ปลูกในพื้นที่สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง ทำการศึกษาโดยเริ่มจากการนับเวลาออกดอกของมะเงี้ยวในช่วงเดือนมกราคม 2552 ถึงระยะการเก็บเกี่ยวในช่วงมิถุนายนถึงกันยายน 2552 (80-95 วันหลังดอกบาน) ทำการฉีดพ่นก๊าซเอทิลีนที่มีความเข้มข้นระดับต่างๆ (0, 10, 20, 30, 40 และ 48% v/v) ในต้นที่มีผลมะเงี้ยวระยะแก่เต็มที่ (ตั้งแต่ 1 ระดับความเข้มข้น) ทำการสุ่มข้อผลที่มีระยะสุกแก่ในระดับ 1-6 นำมาทำการประเมินการเปลี่ยนสีผิวผลมะเงี้ยวเนื่องจากก๊าซเอทิลีน จากการศึกษาพบว่า ทุกระดับความเข้มข้นดังกล่าวข้างต้นก่อให้เกิดอาการผิดปกติที่ผิวผล หรือมีอาการเสียหายเนื่องจากก๊าซเอทิลีน จากผลการทดลองที่ได้ ผู้วิจัยจึงได้ลดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีน อยู่ในช่วง 0.06-5% พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 0.06-5 % ยังพบว่ามีอาการผิดปกติที่ผิวผลมะเงี้ยว และได้ลดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีนต่ำกว่า 0.06% พบว่า

ค่าความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการพ่นผลมะเงี๋ยงอยู่ในช่วง 0.01-0.05% โดยที่ผลมะเงี๋ยงไม่มีอาการผิดปกติที่ผิวผลมะเงี๋ยงที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า โดยการประเมินอาการเสียหายจากก๊าซเอทิลีนที่ผิวผลมะเงี๋ยง และได้ใช้ความเข้มข้นที่เหมาะสมดังกล่าวในการศึกษาผลของก๊าซเอทิลีนที่มีต่อระยะสุกแก่ที่เหมาะสมต่อการเก็บเกี่ยวคุณภาพทางกายภาพ และทางเคมีบางประการของผลมะเงี๋ยง

ในการพ่นเอทิลีนในที่ระดับความเข้มข้น 0.01, 0.02, และ 0.05% ระยะที่ 1, 2 ของการเจริญพัฒนาการของผลมะเงี๋ยง พบว่าหลังจากการพ่นก๊าซเอทิลีนในความเข้มข้นดังกล่าวจะมีแนวโน้มของระยะการพัฒนาการการสุกแก่ไปเป็นระยะที่ 6 ใช้เวลาน้อยกว่า 3 วันในการพัฒนาการของผลเข้าสู่ระยะที่ 6 ซึ่งส่วนใหญ่จะมีการเปลี่ยนแปลงสีที่ผิวผลมะเงี๋ยงผิดปกติกล่าวคือจะมีพัฒนาการถึงระยะที่ 4 จากนั้นจะเกิดการหลุดร่วงของผลมะเงี๋ยงในระยะที่ 3 และ 4 หลังการพ่นด้วยก๊าซเอทิลีนในความเข้มข้นดังกล่าว พบว่าในการพัฒนาของการสุกแก่ไปเป็นระยะที่ 6 นั้นใช้เวลาน้อยกว่า 3 วัน และมีพัฒนาการที่ปกติ สำหรับระยะที่ 5 และ 6 ของการสุกแก่ พบว่า หลังการพ่นก๊าซเอทิลีนในความเข้มข้นดังกล่าว พบว่า ผลมะเงี๋ยงมีอาการเสียหาย และผลนิ่ม สนิมสภาพอย่างรวดเร็ว ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกระยะการสุกแก่ในระยะที่ 3 และ 4 เป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการศึกษาคุณภาพผลมะเงี๋ยงที่ผ่านการพ่นก๊าซเอทิลีน

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของผลมะเงี๋ยงบนต้นพืชที่มีอายุผลนับจากดอกบานอยู่ในช่วง 85-90 วัน ได้รับการฉีดพ่นก๊าซเอทิลีนที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.01, 0.02 และ 0.05% (Table 1) ทำการเก็บเกี่ยว ในวันที่ 2 หลังการพ่นก๊าซเอทิลีน พบว่าในวันเริ่มการพ่นก๊าซเอทิลีน ผลมะเงี๋ยงชุดควบคุม ก๊าซเอทิลีน 0 % มีระยะของการพัฒนาการสุกแก่อยู่ในระยะที่ 3 และ 4 เมื่อทำการเก็บเกี่ยวในวันที่ 2 จะมีระยะสุกแก่เป็นระยะที่ 4 และ 5 ตามลำดับ สำหรับผลมะเงี๋ยงที่พ่นด้วยก๊าซเอทิลีนความเข้มข้น 0.01, 0.02 และ 0.05% มีระยะการสุกแก่อยู่ในระยะที่ 3 และ 4 เมื่อทำการเก็บเกี่ยวในวันที่ 2 จะมีระยะสุกแก่เป็นระยะที่ 5 และ 6 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาน้ำหนักเฉลี่ยต่อผล (กรัม) ของผลมะเงี๋ยงที่พ่นด้วยก๊าซเอทิลีน ความเข้มข้น 0, 0.01, 0.02 และ 0.05% พบว่า มีแนวโน้มของค่าน้ำหนักเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับความหนาแน่นในการแทนที่น้ำ มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อระดับของก๊าซเอทิลีนเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับค่าของสีของเปลือก และเนื้อผลที่ประเมินค่าสีโดยการวัดเทียบกับ RHS color chart ซึ่งมีค่าสีสอดคล้องกับระยะการพัฒนาการสุกแก่ของผลดังกล่าวข้างต้น ซึ่งกล่าวได้ว่าเมื่อความเข้มข้นของก๊าซเอทิลีน มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเร่งการสุกแก่ของผลหรือการเปลี่ยนแปลงสีผิวผลจากเขียวเป็นแดงในระยะเวลาที่เร็วกว่าเมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่พ่นก๊าซเอทิลีน สำหรับปริมาณกรดอินทรีย์มีค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ในขณะที่ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และปริมาณวิตามินซีมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่พ่นก๊าซเอทิลีน

จาก Table 2 การสูญเสียน้ำหนักสดของผลมะเงี๋ยงที่พ่นก๊าซเอทิลีนเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ได้พ่นก๊าซเอทิลีน พบว่า การพ่นก๊าซเอทิลีนกับต้นมะเงี๋ยงที่ติดผลมีอายุผลนับจากดอกมะเงี๋ยงบานประมาณ 90 วัน พบว่า ผลมะเงี๋ยงที่เก็บเกี่ยวได้มีระยะการสุกแก่ของผลที่แตกต่างกันโดยมะเงี๋ยงที่ไม่ได้พ่นก๊าซเอทิลีนจะมีระยะสุกแก่จัดอยู่ในระยะที่ 4 และ 5 ตามลำดับ มะเงี๋ยงที่ได้รับการฉีดพ่นด้วยก๊าซเอทิลีนความเข้มข้น 0.01 0.02 และ 0.05% มีระยะสุกแก่อยู่ในระยะที่ 5 และ 6 ตามลำดับ ดังนั้นหลังจากการพ่นก๊าซเอทิลีน 2 วัน ทำการเก็บเกี่ยวนำไปวัดการสูญเสียน้ำหนักสดในวันที่ 3, 5 และ 7 วัน พบว่า ในแต่ละวันที่ทำการวัดการสูญเสียน้ำหนักสดของผลมะเงี๋ยงที่พ่นด้วยก๊าซเอทิลีน ที่ความเข้มข้น 0.01, 0.02, และ

0.05% มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมะเกี๋ยงที่ผ่านการพ่นด้วยก๊าซเอทิลีนความเข้มข้น 0.01% จะมีการสูญเสียน้ำหนักสดสูงกว่าทุกชุดการทดลอง ในวันที่ 3, 5 และ 7 ของการเก็บเกี่ยวที่สภาพบรรยากาศปกติ

Table 1 Some physical and chemical properties of Makiang fruits (stage 3 and 4 of fruit development stage) were sprayed with 0.00, 0.01, 0.02, and 0.05% of ethylene. Fruit qualities assessment were done after treated with ethylene 2 days.

Some physical /chemical properties	Ethylene concentration (%)			
	0	0.01	0.02	0.05
Weigh of fruits(gram)	1.31-1.77	1.25-2.42	1.33-2.45	1.92-2.69
Fruit dimention: width	0.78-1.10	0.92-1.26	1.12-1.38	1.10-1.42
: length	13.4-1.60	1.55-1.82	1.48-1.82	1.84-2.12
Specific gravity ns	0.84	0.86	0.86	0.85
Firmness (lb/inch ²)*	3.43 ab	3.32 a	3.55 b	3.46 ab
Peel color /RHS color chart	GP-185-A	GP-187-A	GP-187-A	GP-187-A
Flesh color /RHS color chart	W-155-B	W-155-B	W-155-B	W-155-B
L*	30.96±6.23 a	30.28±7.87 a	28.92±8.35 a	16.73±9.15 b
a*	22.85±9.21 b	29.2±4.35 b	39.28±11.9 a	8.02±3.95 c
b*	5.42±4.55 a	4.47±1.86 a	7.68±6.04 a	-5.38±7.29 b
Total acidity (%) ns	0.18	0.18	0.17	0.17
Total soluble solid (%)*	3.80 c	4.0 b	4.2 ab	4.4 a
Vitamin C (%) ns	0.14	0.12	0.13	0.11
Disease accessment	1	1	1	1
Ethylene injuries accessment	-	-	-	-

a, b, c, d means the letters different in horizontal showed significant differences ($p \leq 0.05$)

- = no ethylene injuries

ผลของการศึกษาการใช้ก๊าซเอทิลีนที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาผลมะเกี๋ยงหลังการเก็บเกี่ยว เมื่อทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ส่วนค่าสีของมะเกี๋ยงและลักษณะปรากฏมีความแตกต่างกันในทางสถิติ อาจเนื่องมาจากความสุกแก่ของผลมะเกี๋ยงในแต่ละระยะมีความสุกที่ไม่เท่ากัน โดยมะเกี๋ยงที่ได้รับการฉีดพ่นก๊าซเอทิลีนที่มีความเข้มข้นสูงจะทำให้เกิดการเร่งการสุกของมะเกี๋ยงทำให้สุกเร็ว จึงส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านเคมีของมะเกี๋ยงไปด้วย ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงด้านปริมาณกรดที่เพิ่มขึ้นและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดมีเพิ่มขึ้น ในส่วนของวิตามินซี พบว่า มีแนวโน้มลดลงเมื่อมะเกี๋ยงเริ่มเข้าสู่ระยะที่ 6 ส่วนค่าสีของมะเกี๋ยงจะมีสีที่เข้มขึ้นมากขึ้น

Table 2 Weigh loss of Makiang fruits which treated with ethylene (harvested in 2 days after ethylene spraying and storage at RT, 30-37°C)

Ethylene concentration	Times (days)					
	%	1	3	5	7	9
0	2.85	4.64 b	8.28 b	12.17 b	14.94	
0.01	2.87	5.44 a	8.42 a	12.37 b	14.71	
0.02	2.87	5.46 a	8.38 a	12.55 b	14.63	
0.05	2.90	5.54 a	8.73 a	13.54 a	14.86	
F-test	ns	*	*	*	*	*

a, b means the letters different in vertical showed significant differences ($p \leq 0.05$)

ns = no significant

วิจารณ์ผลการวิจัย

ภายหลังการพ่นก๊าซเอทิลีนในรูปของเอทิลฟอนให้กับผลมะเงี๋ยง พบว่า การสูญเสียน้ำหนักสดมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นของสารเอทิลีนที่เพิ่มขึ้น การศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับผลการรายงานของวิกันดา (2541) ซึ่งรายงานว่า ความเข้มข้นของสารเอทิลฟอนไม่มีผลต่ออาการสูญเสียน้ำหนักของผลส้ม นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลงานของ Cohen (1978) ซึ่งกล่าวว่าการสูญเสียน้ำหนักของผลส้ม Shamouti ที่ได้รับสารเอทิลีนความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการจัดสีเขียวไม่มีความแตกต่างกัน

การเปลี่ยนสีผิวของผลมะเงี๋ยงภายหลังการพ่นสารเอทิลีน จากการศึกษาพบว่า การพ่นสารเอทิลฟอนมีผลต่อการเปลี่ยนสีผิวของผลมะเงี๋ยงจากสีเขียวเป็นสีแดงเร็วขึ้น ขึ้นอยู่กับระยะความสุกแก่ และระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม สอดคล้องกับผลงานของ Cohen (1978) ซึ่งกล่าวว่าการจัดสีเขียวของผลส้ม Shamouti ที่ได้รับสารเอทิลีนความเข้มข้นต่างๆ ในระหว่างการจัดสีเขียวมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารเอทิลีน ถ้ามีความเข้มข้นสูงจะทำให้สีเขียวจัดได้เร็วขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่า ระยะสุกแก่ของผลมะเงี๋ยงมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสีผิว ถ้ามะเงี๋ยงอยู่ในระยะความสุกแก่ ระยะที่ 1, 2 มีสีเขียว ได้รับสารเอทิลีนในระดับ 0.1-0.5 สามารถพัฒนาสีผิวจากเขียวเป็นแดงได้ใช้เวลานานกว่า ระยะ 3-4 ใช้เวลาประมาณ 24-48 ชั่วโมง เปลี่ยนแปลงสีผิวจากแดง ม่วงแดง ระยะ 5-6 ใช้เวลาน้อยกว่า 6 ชั่วโมง ผลจะร่วงจากต้นแม่หมด

องค์ประกอบทางเคมี พบว่า สารเอทิลฟอน ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งทั้งหมดที่สามารถละลายน้ำได้ ปริมาณกรดทั้งหมดที่สามารถไทเทรตได้ของผลมะเงี๋ยง ในระหว่างการพัฒนาสีผิว สอดคล้องกับการวิจัยของ Wheaton and Stewart (1973) ซึ่งกล่าวว่า การจัดสีเขียวในผลส้มไม่มีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณกรด และคุณภาพภายในผลส้ม การเก็บรักษาผลมะเงี๋ยงที่ผ่านการพ่นด้วยสารเอทิลีนในสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมีผลต่อการชะลอการสูญเสียน้ำหนักสด การชะลอการเปลี่ยนแปลงสีผิวผล ค่า L^* , a^* , b^* ค่าความแน่นเนื้อ ปริมาณกรด ปริมาณวิตามินซี มีค่าคะแนน

การยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านสี และลักษณะปรากฏที่สูงกว่ามะกึ่งที่เก็บรักษาในสภาพอุณหภูมิห้อง สอดคล้องกับการศึกษาของวิกันดา (2541)

สำหรับคุณภาพในการบริโภค พิจารณาโดยการประเมินคุณภาพภายนอก คือ สีผิว และการชิมพบว่า สารเอทิลเฟน ความเข้มข้นมีผลต่อคะแนนการประเมินสีผิว ผลโดยความเข้มข้นของสารเอทิลเฟนที่ 0.05% มีผลทำให้มะกึ่งเปลี่ยนสีผิวผลเป็นสีแดง และร่วงอย่างรวดเร็วสอดคล้องกับการศึกษาของวิกันดา (2541) ทำการศึกษาคุณภาพในการบริโภค โดยการประเมินคุณภาพภายนอกโดยการประเมินสีผิวผล และการชิม ได้ให้ข้อสรุปว่า สารเอทิลเฟน และอุณหภูมิมีผลต่อค่าคะแนนการประเมินสีผิว โดยกล่าวว่าผลสัมที่เก็บไว้ในสภาพอุณหภูมิห้อง มีค่าคะแนนประเมินสีผิวสูงกว่าการเก็บที่อุณหภูมิ 20 และ 15°C ตามลำดับ ทำให้ผลสัมเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลืองได้เร็วขึ้น และไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพภายในผลสัม (Barmore *et al.*, 1976) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ความเข้มข้นของเอทิลเฟน 0.05 % เหมาะสมสำหรับใช้ในการเก็บเกี่ยวผลมะกึ่ง

สรุปผลการวิจัย

1. การพ่นก๊าซเอทิลเฟนเข้มข้น 0.06-48% ทำให้ผลมะกึ่งหลุดร่วงจากก้านขั้วผล และมีอาการผิดปกติที่ผิวผล เปลี่ยนแปลงจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาล ในเวลา 3-24 ชั่วโมง

2. การพ่นก๊าซเอทิลเฟนความเข้มข้น 0.01, 0.02 และ 0.05 % เหมาะสมสำหรับใช้ในการเก็บเกี่ยวผลมะกึ่งเนื่องจากมีผลต่อการเร่งกระบวนการพัฒนาการของสีผิวผล จากสีเขียวไปเป็นสีแดงปนม่วงอย่างสม่ำเสมอ ให้กับผลมะกึ่งทุกระยะของการสุกแก่ และเร่งระยะเวลาในการสุกแก่เร็วขึ้น (2-3 วัน) ไม่พบอาการผิดปกติที่ผิวผลมะกึ่ง มีคุณภาพ ภายนอก เคมี บางประการไม่แตกต่างจากมะกึ่งที่ไม่พ่นก๊าซเอทิลเฟน (0%)

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

- ควรมีการศึกษาอาการผิดปกติในระดับโครงสร้างของเซลล์หรือเนื้อเยื่อผลมะกึ่ง
- การนำผลมะกึ่งที่ผ่านการฉีดพ่นสารเอทิลเฟนในความเข้มข้นที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สถาบันสถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา คุณพรชัย จุฬามาศ และเจ้าหน้าที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ประโยชน์จากพืชมะกึ่งเพื่องานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- วิภาณดา คงสวัสดิ์. 2541. ผลของการใช้สีกักธรรมชาติสารเคลือบผิวต่อคุณภาพของส้มเขียวหวาน หลังการเก็บเกี่ยว. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 148 น.
- สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล, สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง. 2545. มะเกี้ยงพืชในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มวลชน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล: ปทุมธานี. 100 น.
- Barmore, C.R. and T.A. Wheaton. 1976. Ethylene degreening of Bearss lemon. **HortScience**. 11(6): 588-590.
- Cohen, E.Y. Shalom and I. Rosenberger. 1990. Postharvest ethanol build up and off-flavor in Murcott tangerine fruit. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 115(5): 775-778.
- Wheaton, T.A. and I. Stewart. 1973. Optimum temperature and ethylene concentration for postharvest development of carotenoid pigments in citrus. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.** 98(4): 337-340.

การตกค้างของโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ในผลมะพร้าวอ่อน

Sodium Metabisulfite Residue in Young Coconuts

กิริพันธ์ เหมาะประมาณ* และจิ่งแท้ ศิริพานิช

Kiranun Mohpraman* and Jingtair Siriphanich

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรกำแพงแสน

ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen /

Postharvest Technology Innovation Center Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

*Corresponding author: kiranun_mohpraman@hotmail.com

บทคัดย่อ

การปอกเปลือกสีเขียวของมะพร้าวอ่อนออกทำให้เกิดสีน้ำตาลและเชื้อราสามารถเข้าทำลายได้ง่าย จึงนิยมใช้สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์แช่ผลมะพร้าวอ่อนภายหลังการตัดแต่ง ซึ่งอาจทำให้มีสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ตกค้างและเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค การทดสอบการซึมของสารผ่านเปลือกภายหลังการแช่ผลด้วยสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 5 นาที พบว่า สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์สามารถซึมผ่านเปลือกบริเวณหัวผล (stem end หรือด้านที่มีตา) ได้มากที่สุด 5.5 มิลลิเมตร รองลงมา คือ ด้านข้าง และปลายผล (stylar end) ตามลำดับ สำหรับการศึกษาผลของความเข้มข้นของสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์และระยะเวลาในการแช่ผลมะพร้าวอ่อนปอกเปลือกต่อปริมาณสารตกค้างในส่วนที่บริโภคได้ พบว่า ผลที่แช่ในสารละลายความเข้มข้นสูงและระยะเวลานานมีโอกาสพบสารตกค้างสูงกว่าผลที่แช่ในสารละลายความเข้มข้นต่ำและแช่ในระยะเวลาสั้น ในทางปฏิบัติจึงควรแช่ผลด้วยสารละลายความเข้มข้นไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ และระยะเวลาแช่ไม่เกิน 5 นาที รวมถึงตัดแต่งเปลือกเพียงเล็กน้อย จะป้องกันการตกค้างของสารดังกล่าวได้

คำสำคัญ: มะพร้าวอ่อน สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ สารตกค้าง

Abstract

Trimmed young coconuts turn an unattractive brown color and are highly susceptible to mold growth. The use of sodium metabisulfite (SMS) can remedy these problems. However, SMS residues in coconut kernel may be harmful to the consumer. The studied on SMS residue in the husk at different site showed that SMS (3% of concentration for 5 minutes) penetrated the husk on the stem end (eye site) of the young coconut deeper (5.5 mm) than that on the other sites. The effect of SMS concentrations and dipping durations were also studied. The result showed that those dipped in high concentrations and longer duration of SMS solution had a higher chance to have SMS residue. It is recommended from the experiment that young coconut should be minimally peeled, and dipped in ≤ 5 percent and ≤ 5 minutes of SMS

Keywords: young coconut, sodium metabisulfite, residues

คำนำ

มะพร้าวน้ำหอมเป็นพันธุ์มะพร้าวที่สำคัญของประเทศไทยในปัจจุบันเนื่องจากมีลักษณะพิเศษคือน้ำมีกลิ่นหอมคล้ายใบเตยอีกทั้งยังมีรสหวาน ความต้องการมะพร้าวอ่อนทั้งภายในและต่างประเทศมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ ปัจจุบันมูลค่าการส่งออกมีมูลค่าสูงถึง 401 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2552) โดยรูปแบบการจำหน่ายมะพร้าวอ่อนมักทำการปอกเปลือกสีเขียวออก แต่งผลให้สวยงามเพื่อดึงดูดใจผู้ซื้อ แต่ผลมะพร้าวที่ทำการแต่งผลเช่นนี้จะเกิดสีน้ำตาลอย่างรวดเร็วและเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ สามารถเข้าทำลายได้ง่าย จึงมักจุ่มผลมะพร้าวอ่อนลงในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ทันทีหลังการตัดแต่ง Tongdee *et al.* (1991) เสนอว่า สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ไม่สามารถผ่านเข้าไปในผลมะพร้าวอ่อนเนื่องจากผลมีเปลือกหนา แต่จากการสุ่มตรวจสอบการตกค้างในผลมะพร้าวรูปแบบต่างๆ ได้แก่ รูปแบบควั่นหรือเจียน รูปแบบกลิ้งหรือเจียน และมะพร้าวเผา จากตลาดไทของไพลิน (2550) พบว่า สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์มีโอกาสตกค้างในส่วนที่ใช้บริโภค ส่วนการศึกษาสารตกค้างในผลมะพร้าวอ่อนจากตลาดปฐมมงคลของอานนท์ (2551) กลับไม่พบว่ามีสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ตกค้าง อย่างไรก็ตามยังคงมีการรายงานสารตกค้างในผลมะพร้าวส่งออกอยู่ การศึกษาในครั้งนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อทราบให้แน่ชัดว่า โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์สามารถซึมผ่านเข้าไปในผลมะพร้าวอ่อนได้หรือไม่อย่างไรและปัจจัยใดมีผลต่อปริมาณโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ตกค้างเพื่อเป็นแนวทางในการหาวิธีป้องกันการตกค้างของสารดังกล่าว

อุปกรณ์และวิธีการ

ระยะทางที่สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์สามารถซึมผ่านเปลือกมะพร้าวอ่อนที่ผ่านการตัดแต่งแล้ว

นำมะพร้าวอ่อนพันธุ์น้ำหอมความหนาเนื้อหนึ่งชั้นครึ่ง (อายุประมาณ 180-185 วันหลังจันทาน) ที่ผ่านการตัดแต่งรูปทรงให้สวยงาม ด้านท้ายเรียบด้านบนมียอดแหลม (มะพร้าวควั่น) มาจุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5 นาที ผึ่งให้ผิวมะพร้าวแห้ง จากนั้นจึงทำการหุ้มด้วยฟิล์มพลาสติก (PVC) แล้วนำไปเก็บรักษาในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ นำมาตรวจวัดปริมาณสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ตกค้างในรูปของ SO_2 ตกค้าง ด้วยวิธีมาตรฐาน Monier-Williams Method (AOAC, 1984; จักรพงษ์, 2542) ในตำแหน่งต่างๆ ของเปลือก คือ ด้านบน (ปลายผล) ด้านข้างและด้านล่าง (ขั้วผล) ครั้งละ 4 ผล โดยตรวจวัดทุกๆ 2 มิลลิเมตร ของชั้นเปลือกภายหลังจากการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 1 วัน

ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการจุ่มผลต่อปริมาณสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ตกค้าง

นำมะพร้าวอ่อนพันธุ์น้ำหอมความหนาเนื้อหนึ่งชั้นครึ่งที่ผ่านการปอกเปลือกออกทั้งหมดจนถึงกะลา มาจุ่มในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ที่ระดับความเข้มข้น 2 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลาจุ่มผลต่างๆ กัน 3 ระดับ คือ 5, 10 และ 15 นาที แล้วผึ่งให้ผิวมะพร้าวแห้งทำการทดสอบทริตเมนต์ละ 7 ซ้ำๆ ละ 1 ผล จากนั้นจึงนำไปเก็บรักษาในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ นำมาตรวจหาสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ตกค้างในน้ำและเนื้อมะพร้าวอ่อนด้วยวิธีมาตรฐาน Monier-Williams Method (AOAC, 1984; จักรพงษ์, 2542) ภายหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 1 วัน

ผลการวิจัย

ระยะทางที่สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์สามารถซึมผ่านเปลือกมะพร้าวอ่อนที่ผ่านการตัดแต่งแล้ว

จากการศึกษาระยะทางที่สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ซึมผ่านเข้าไปในผลมะพร้าวอ่อนได้ พบว่า สารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์สามารถซึมผ่านเข้าไปทางด้านล่างของผล (ขั้วผล) ได้ลึกกว่าทางด้านข้าง และด้านบน (ปลายผล) ตามลำดับ (Figure 1) เนื่องจากมีปริมาณสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ตกค้างที่ตรวจพบในส่วนด้านล่างของผลสูงที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า ผิวด้านนอกสุดมีสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ตกค้าง สูงที่สุดและลดลงเมื่อผ่านเปลือกกลีกลงไป อย่างไรก็ตามไม่พบสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ตกค้างในส่วนที่ ใช้บริโภคในทุกตัวอย่าง (Figure 2)

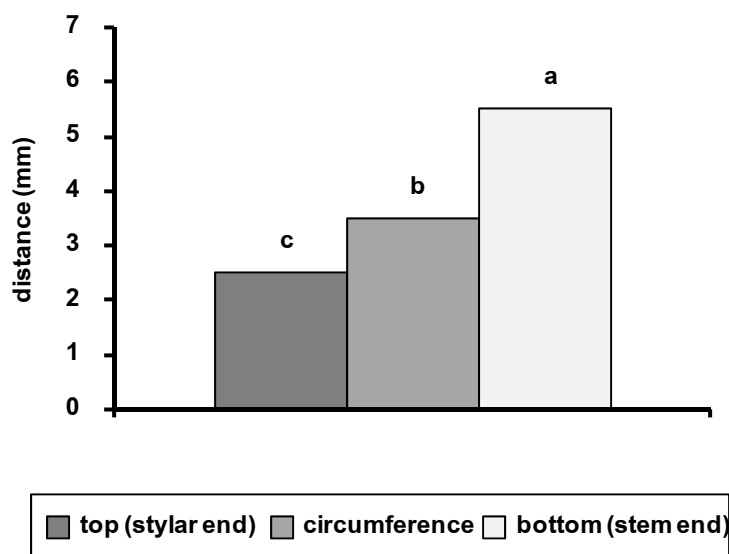


Figure 1 Depth of the husk on different side of fresh cut coconut that sodium metabisulfite residues could still be found after 1 day storage (n=4). Means followed by the same letter are not significantly different by DMRT ($P = 0.05$).

ผลของความเข้มข้นและระยะเวลาในการจุ่มผลต่อปริมาณสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ตกค้าง

จากการศึกษาปัจจัยของความเข้มข้นและระยะเวลาในการจุ่มผล พบว่า ปริมาณสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ตกค้างที่ตรวจพบในส่วนของเนื้อ ภายหลังจากการเก็บรักษาของผลที่จุ่มลงในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ตกค้างสูงกว่าการจุ่มผลในระดับความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ โดยการจุ่มผลในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 5 นาที พบสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ตกค้างเฉลี่ย 39.4 มก./กก. และผลที่มีการจุ่มผลนานขึ้นเป็น 10 และ 15 นาที ตรวจพบสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ตกค้าง 67.7 และ 109.0 มก./กก. ตามลำดับ สำหรับผลที่จุ่มลงในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ พบสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ตกค้างในระดับความเข้มข้นที่ต่ำมาก โดยจะเริ่มพบสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ตกค้างเมื่อจุ่มผลนาน 10 นาที และพบโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ตกค้างสูงสุดเฉลี่ย 8.1 มก./กก. เมื่อจุ่มผล

นานขึ้นเป็นเวลา 15 นาที ส่วนปริมาณโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ตกค้างที่ตรวจพบในส่วนของน้ำนั้นพบว่า มีแนวโน้มเช่นเดียวกับส่วนของเนื้อแต่พบว่ามีปริมาณน้อยกว่าประมาณ 20 เท่า (Figure 3)

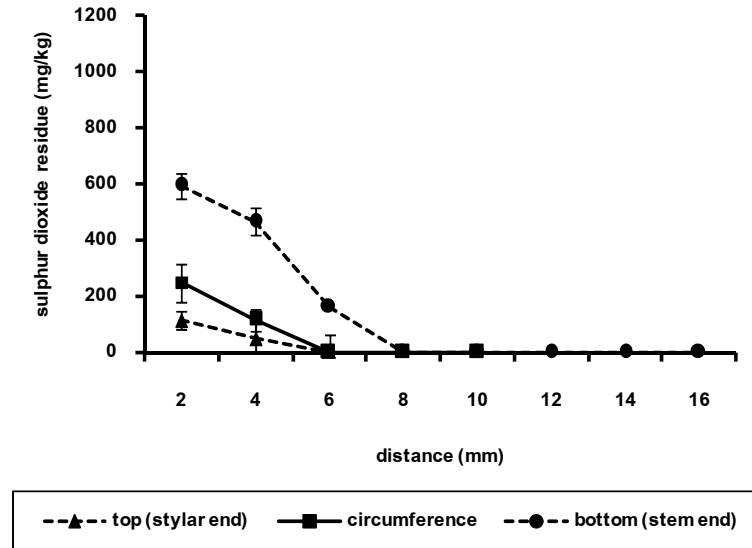


Figure 2 Sodium metabisulfite residues in husk at different site at 5 ± 1 °C after 1 day storage (n=4)

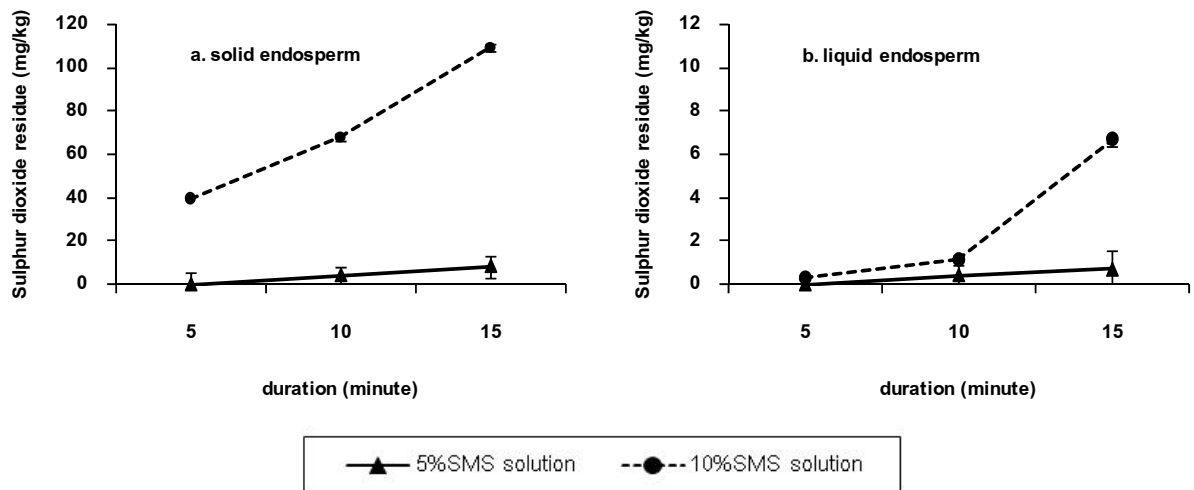


Figure 3 Sodium metabisulfite residues in solid and liquid endosperm of de-husk young coconut dipped in different SMS concentrations and durations after 1 day in storage (n=7)

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์สามารถซึมผ่านเปลือกมะพร้าวอ่อนทางด้านล่าง (ขั้วผล) ได้ลึกที่สุดอาจเนื่องจากตำแหน่งนี้ภายหลังจากการตัดแต่งแล้วมักพบโพรงขนาดเล็กแทรกอยู่ทั่วไป โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์จึงอาจเคลื่อนที่ผ่านส่วนนี้เข้าไปได้ง่ายกว่าตำแหน่งอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่า การจุ่มผลมะพร้าวอ่อนจุ่มลงในสารละลายโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ความเข้มข้นสูง และจุ่มเป็นระยะเวลาอันนานมีโอกาสมพบสารตกค้างได้สูงกว่าการจุ่มผลในสารละลายที่มีความเข้มข้นต่ำ และระยะเวลาในการจุ่มผลสั้น อีกทั้งยังพบว่า สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์สามารถซึมผ่านส่วนของกะลาเข้าไปในผลได้ ดังนั้น จึงมีโอกาที่สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์จะตกค้างภายในส่วนที่ใช้บริโภคได้หากเป็นผลที่มีการตัดแต่งเอาเปลือกออกไปมากและจุ่มผลลงในสารละลายความเข้มข้นสูงเป็นเวลานาน ผลการทดลองนี้แตกต่างจากข้อสันนิษฐานของ Tongdee *et al.* (1991) ที่กล่าวว่าสารไม่สามารถผ่านเข้าไปในผลมะพร้าวอ่อนได้ เนื่องจากทำการวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้างแต่เพียงส่วนของผิวเปลือกด้านนอกเท่านั้น อนึ่งการศึกษาของไพลิน (2550) และอนนท์ (2551) ที่พบว่าขัดแย้งกันอาจอธิบายได้จากการปฏิบัติที่แตกต่างกันของผู้ประกอบการในแต่ละแห่งที่อาจมีการตัดแต่งเปลือกหนามากไม่เท่ากันและการจุ่มสารในระยะเวลาและความเข้มข้นที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามปริมาณสารตกค้างที่ตรวจพบในผลมะพร้าวอ่อนสดรูปแบบเจียนและกลิ้งของไพลิน (2550) พบว่า มีโอกาสมพบสารตกค้างต่ำและมีปริมาณสารตกค้างน้อยกว่า 50 มก./กก. ซึ่งเป็นปริมาณสารตกค้างสูงสุดที่ยอมให้มีได้ในผลไม้ที่ใช้สารประกอบซัลไฟต์ภายหลังการเก็บเกี่ยวตามที่ Codex Alimentarius Commission (2009) ได้กำหนดไว้ นอกจากนั้นปริมาณสารตกค้างที่ตรวจพบนั้นยังต่ำกว่า 10 มก./กก. ตามที่กำหนดให้มีได้ในผลองุ่นสดอีกด้วย (Anonymous, 1986) ดังนั้นในทางปฏิบัติเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการตกค้างของสารดังกล่าวจึงควรแช่ผลด้วยสารละลายความเข้มข้นไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์ และระยะเวลาแช่ไม่เกิน 5 นาที รวมถึงตัดแต่งเปลือกออกเพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะด้านขั้วผล (stem end)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมศุลกากร. 2552. สถิติการนำเข้า-ส่งออก. จาก <http://www.customs.go.th/Statistic/StatisticIndex.jsp> [1 สิงหาคม 2552].

จักรพงษ์ พิมพ์พิมล. 2542. เอกสารประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่. 206 น.

ไพลิน นงค์คำ. 2550. การศึกษาปริมาณโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ตกค้างในผลมะพร้าวอ่อน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: นครปฐม.

- อานนท์ ทรงจำรอง. 2551. การวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ตกค้างในมะพร้าวอ่อน
ปอกเปลือกจากตลาดปทุมมงคล จังหวัดนครปฐม. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์: นครปฐม.
- Anonymous. 1986. **GRAS status of outfitting agents for use on fresh and frozen foods revoked.**
Fed. Reg. 51: 25021.
- A.O.A.C. 1984. **Official Method of Analysis.** Association of Official Analytical Chemists, Inc.,
Virginia. 1298 p.
- Codex Alimentarius Commission. 2009. **Codex General Standard for Food Additives (GSFA)**
Online Database. Available from: [http://www.codexalimentarius.net/gsfaonline/index.html?](http://www.codexalimentarius.net/gsfaonline/index.html?lang=en)
[lang=en](http://www.codexalimentarius.net/gsfaonline/index.html?lang=en) [2009, December 14].
- Tongdee, S.C., A. Suwanagul and S. Neamprem. 1991. Postharvest handling of tender coconut.
ASEAN Food J. 6(2): 74-75.

จำนวนโครโมโซมของกล้วยเทพรส (*Musa spp.*)

Chromosome Number of 'Kluai Teparot' (*Musa spp.*)

นลินี รุ่งเรืองศรี^{1*} และอุทัย รุ่งเรืองศรี²

Nalinee Roongruangsree and U-Tai Roongruangsree

¹คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

²มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

¹ Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

² Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: nalinee@mju.ac.th

บทคัดย่อ

กล้วยเทพรสเป็นกล้วยชนิดกินได้ที่มีถิ่นกำเนิดในไทย และได้รับการจำแนกให้มีจีโนมเป็นเทตราพลอยด์ชนิด ABBB จากรูปร่างและลักษณะภายนอก งานวิจัยครั้งนี้รายงานการศึกษาจำนวนโครโมโซมจากปลายรากของต้นกล้วยที่ปลูกไว้ โดยเทคนิคการแยกโปรโตพลาสต์แล้วหยดบนแผ่นสไลด์ตามด้วยการย้อมด้วยสี Giemsa และสีฟลูออเรสเซนต์ DAPI ที่เป็นสารจำเพาะต่อดีเอ็นเอ ผลปรากฏว่ากล้วยชนิดนี้มีโครโมโซมจำนวน 33 แท่ง เช่นเดียวกับรายงานการศึกษาโครโมโซมของกล้วยเทพรสโดยวิธีย้อมสี Feulgen ที่ได้จากแหล่งอื่นและยังสอดคล้องกับรายงานในต่างประเทศที่ใช้เทคนิคอื่น ดังนั้น กล้วยเทพรสจึงน่าจะเป็นกล้วยชนิดทริพลอยด์หรือมีโครโมโซม 3 ชุด ความคลาดเคลื่อนระหว่างการจำแนกด้วยหลักสัณฐานวิทยากับการศึกษาโครโมโซมในกล้วยชนิดนี้ ถือเป็นกรณีตัวอย่างที่ควรศึกษาในรายละเอียดต่อไป

คำสำคัญ: กล้วยเทพรส จำนวนโครโมโซม เทคนิคการหยดโปรโตพลาสต์

Abstract

'Kluai Teparot' (*Musa spp.*) which is an indigenous hybrid banana of Thailand has been classified as having the ABBB genome constitution, based on its key morphological characteristics. This study reports chromosome examination from root tip material from nature-grown tree using the protoplast dropping technique followed by Giemsa and fluorochrome DAPI staining. Results indicate that 'Kluai Teparot' has the 33 chromosomal complement, as previously shown with Feulgen staining method, which is in agreement with other reports. Thus, 'Kluai Teparot' is more likely to have the triploid genome while the incongruence between morphology and chromosome study in this banana represents a case study to be investigated.

Keywords: 'Kluai Teparot', chromosome number, protoplast dropping technique

คำนำ

กล้วยในสกุล *Musa* เป็นกล้วยชนิดที่แตกกอหรือแตกหน่อซึ่งพบมากมายหลายชนิดในประเทศไทย กล้วยเทพรสหรือที่คนทางภาคเหนือ เรียกว่า “กล้วยปลีหาย” เป็นกล้วยที่มีถิ่นกำเนิดในไทย และได้รับการจำแนกจากรูปร่างลักษณะตามวิธีการของ Simmonds และ Shepherd ว่ามีจีโนมเป็น ABBB (เบญจมาศ 2545) คือ เป็นลูกผสมระหว่างกล้วยป่า *Musa acuminata* AA กับกล้วยตานี *Musa balbisiana* BB ซึ่งมีความเหมือนกับกล้วยตานีมากกว่า จึงถูกระบุว่ามีจีโนม B ถึง 3 ชุด กล้วยชนิดนี้มีลำต้นเทียมสูง แผ่นใบกว้างหนา ผลขนาดใหญ่ แต่ละเครือมีจำนวนหวีและผลน้อย เมื่อสุกมีรสหวาน ลักษณะพิเศษของกล้วยชนิดนี้ คือ มักจะไม่มีปลีหรือดอกตัวผู้ แต่มันๆ ครั้งอาจมีปลีได้และจะทำให้ผลมีขนาดเล็กลง

เบญจมาศ และประวดี (2534) ได้ศึกษาจำนวนและรูปร่างของโครโมโซมในไมโทซิสของกล้วยบางชนิดในประเทศไทยโดยใช้วิธีการกดเนื้อเยื่อจากปลายรากถึง 30 พันธุ์ และพบว่า กล้วยเทพรสเป็นพันธุ์เดียวที่เป็นเทตราพลอยด์ คือ มีจำนวนโครโมโซม 4 ชุด หรือ $2n = 4X = 44$ ($X = 11$) ซึ่งสอดคล้องกับผลสรุปว่ามีจีโนมเป็น ABBB กล้วยเทพรสจากไทยเป็นตัวอย่างอ้างอิงว่าเป็นลูกผสม *acuminata* x *balbisiana* ตามธรรมชาติ และมีเชื้อพันธุ์หรือโคลนเก็บไว้ที่องค์กรนานาชาติ INIBAP (International Network for the Improvement of Banana and Plantain) เนื่องจากโครโมโซมกล้วยมีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถเห็นจุดเซนโทรเมียร์ได้ชัดเจนและยังมีไซโตพลาสซึมที่หนาแน่น จึงยากต่อการศึกษาทั้งจำนวนและคาริโอไทป์ ต่อมาเมื่อมีการศึกษาปริมาณดีเอ็นเอในนิวเคลียสโดยเทคนิค flow cytometry ที่ใช้สาร DAPI ซึ่งย้อมติดดีเอ็นเออย่างจำเพาะ พบว่า โคลนกล้วยเทพรสที่อยู่ในต่างประเทศมีจำนวนโครโมโซมโดยประมาณเป็นเทริพลอยด์ (Doleel *et al.*, 2007)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการทดลองใช้เทคนิคใหม่ ในการศึกษาจำนวนและรูปร่างโครโมโซมของกล้วยเทพรส ที่เก็บได้จากการสำรวจในจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อยืนยันว่าเป็นเทริพลอยด์หรือเทตราพลอยด์



Figure 1 A bunch of 'Kluai Teparot' without male flower (left), 'Kluai Teparot' compared with a diploid variety (right)

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมเนื้อเยื่อ

ตัวอย่างกล้วยเทพรส ได้มาจากการสำรวจพื้นที่ในเขตอำเภอฟราัว จังหวัดเชียงใหม่ นำหน่อมาปลูกลงเป็นกอใหญ่ รดน้ำต้นกล้วยที่บริเวณโคนทุกวันหรือขุดเหง้าในสภาพเปียกขึ้นมาเก็บไว้ในถุงพลาสติกเพื่อให้ได้ปลายรากที่มีการเจริญและแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ตัดรากสะอาดยาวประมาณ 2 ซม. แล้วทำ pretreatment ด้วยความเย็นจัด (cold shock) โดยแช่รากไว้ในหลอดน้ำเย็นจัดข้ามคืนที่ 4 °C และ/หรือสารละลาย 8-hydroxyquinoline 0.05% (w/v) 3 ซม. เพื่อให้เซลล์เข้าสู่ระยะการแบ่งเซลล์พร้อมๆ กัน โดยคาดหวังว่าเซลล์จะอยู่ในระยะเมทาเฟสเป็นจำนวนมาก ซึ่งระยะนี้โครโมโซมจะขดตัวมากที่สุด ทำให้สามารถนับจำนวนและสังเกตรูปร่างโครโมโซมได้ ต่อจากนั้นจึงนำรากใส่ในน้ำยาตรึง (fixative) ที่ประกอบด้วย ethanol : acetic acid = 3 : 1 เพื่อรักษาสภาพ วางไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 1 ชม. และเก็บไว้ที่ -20 °C จนกว่าจะเตรียมสไลด์

การเตรียมสไลด์ตัวอย่างโดยหยดโปรโตพลาสต์ (protoplast dropping method)

การเตรียมสไลด์ตัวอย่างโดยหยดโปรโตพลาสต์โดยวิธีของ Anamthawat-Jonsson (2001) มีขั้นตอนดังนี้ ล้างรากที่ตรึงแล้วด้วยน้ำกลั่น 30 นาที ระหว่างนี้เปลี่ยนน้ำล้าง 1 ครั้ง ตัดรากให้สั้นแล้วผ่าตามความยาวได้กลึงสเตอริโอ เชี่ยวเอากลุ่มเซลล์ที่อยู่เหนือ root cap เล็กน้อย แช่ชิ้นตัวอย่าง 2-3 ชิ้น ในส่วนผสมเอนไซม์ 100 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้องประมาณ 2 ชม. หรือข้ามคืนที่ 4 °C ในตู้เย็น ในการเตรียมส่วนผสมของเอนไซม์ 10 มล. ใช้ cellulase (Sigma C-1184 จาก *Aspergillus niger*) 800-1000 units และ pectinase (Sigma P-4716, จาก *A. niger*) 500-650 units รวมกันใน 0.1 M citrate buffer, pH 4.6 บีบเนื้อเยื่อตัวอย่างในเอนไซม์ผสมด้วย pipette tip แล้วกรองผ่านแผ่นกรองเหล็กขนาด 60 ไมครอน ย้ายลงไมโครทิวบ์ เติมน้ำ hypotonic solution 0.075 M KCl ที่เย็นจัด 1.5 มล. ขยับกรอกเบาๆ แล้ววางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนานประมาณ 30 นาที บั่นเหวี่ยงที่ 7000 RPM 5 นาที เททิ้งน้ำในส่วนบน เติมน้ำยาตรึงที่เพิ่งเตรียมและเย็นจัด 1 มล. ผสมเบาๆ วางไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 5 นาที บั่นเหวี่ยงที่ 7,000 RPM 5 นาที เททิ้งน้ำในส่วนบน ทำซ้ำอีกอย่างน้อย 2 ครั้ง เพื่อล้างไซโทพลาซึมให้สะอาด เติมน้ำยาตรึงเย็นจัด 50 ไมโครลิตร และผสมเบาๆ ถ้าตัวอย่างขุ่นมากอาจเติมน้ำยาตรึงอีก หยดโปรโตพลาสต์ลงบนสไลด์สะอาดที่เปียกและเย็นจัด ห่างจากสไลด์อย่างน้อย 20 ซม. เมื่อสไลด์เกือบแห้งจุ่มลงแอลกอฮอล์สัมบูรณ์ แล้วผึ่งให้แห้ง

การย้อมสีโครโมโซม

ย้อมสไลด์ที่แห้งแล้ว โดยใช้สี Giemsa 5% ใน 0.1 M phosphate buffer, pH 6.9 ในขวด Coplin jar นาน 15 นาที แล้วล้างในบัฟเฟอร์ 2 ครั้ง ตามด้วยน้ำ 1 ครั้ง แล้วผึ่งให้แห้ง หรือย้อมด้วย fluorochrome DAPI โดยหยดสารละลาย DAPI 100 ไมโครลิตร บนสไลด์แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ เตรียมสีย้อม DAPI (4,6-diamidino-2-phenylidole) โดยเตรียม stock solution 100 ไมโครกรัม/มล. ในน้ำ เมื่อจะใช้เจือจางให้เป็น 1 ไมโครกรัม/มล. ด้วย McIlvaine's citrate buffer pH 7 (Singh, 1993)

การศึกษาได้กล้องจุลทรรศน์

วิเคราะห์โดยกล้องจุลทรรศน์พื้นสว่างภายหลังการย้อมสี Giemsa เพื่อศึกษาจำนวนและรูปร่างของโครโมโซม การนับจำนวนโครโมโซมยืนยันได้โดย DAPI ที่ย้อมติดดีเอ็นเอเฉพาะในกล้องจุลทรรศน์ฟลูออเรสเซนส์ (Olympus รุ่น BX 50) บันทึกภาพโดยกล้องดิจิทัล (Moticam 2,000, China Group) ที่มีโปรแกรมบันทึก Motic Images Plus 2.0

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การศึกษาโครโมโซมกล้วยด้วยเทคนิคการหยดโปรโตพลาสต์ลงบนแผ่นสไลด์โดยวิธีของ Anamthawat-Jonsson (2001) ทำให้ทราบจำนวนโครโมโซมของกล้วยเทพรส $2n = 33$ บนแผ่นสไลด์ที่ดีจะพบเซลล์หรือโปรโตพลาสต์ในระยะที่ต้องการหลายเซลล์ ในการนับจำนวนโครโมโซมจำเป็นต้องเลือกระยะเมทาเฟสที่โครโมโซมยังอยู่ภายในเซลล์ มิฉะนั้นจะได้โครโมโซมกระจายปนกัน เนื่องจากเซลล์กล้วยมีผนังเซลล์ที่หนาและมีไซโทพลาซึมข้น ซึ่งเป็นอุปสรรคทำให้มองเห็นโครโมโซมไม่ชัดเจน จึงยืนยันโดยการย้อมสไลด์ด้วย DAPI ซึ่งเป็นสารที่ติดดีเอ็นเอบริเวณที่มีคู่เบส A-T ผลปรากฏว่าการย้อมด้วยสาร fluorochrome ให้ผลเช่นเดียวกัน ดำรงรัตน์ (2550) ได้ศึกษากล้วยเทพรสที่ได้จากอำเภอแม่แฝก จังหวัดเชียงใหม่ด้วยวิธีย้อมปลายรากด้วยสี Feulgen แล้วกดและได้นับจำนวนโครโมโซม $2n = 33$ ดังนั้น จึงเป็นที่น่าสังเกตว่าผลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์จำนวนโครโมโซมกล้วยเทพรสโดย flow cytometry (Doleel *et al.*, 2007) ซึ่งเป็นวิธีการประมาณปริมาณดีเอ็นเอในนิวเคลียสเพื่อค้นหาจำนวนชุดโครโมโซม ดังนั้นจำนวนโครโมโซมของกล้วยบางชนิดแม้พบในจำนวนน้อยอาจคลาดเคลื่อนจากข้อมูลตามเกณฑ์ของลักษณะภายนอก (Pillay *et al.*, 2006) จึงเป็นเหตุที่ต้องมีการศึกษาเรื่องการจำแนกชนิดของกล้วยต่อไปอีก

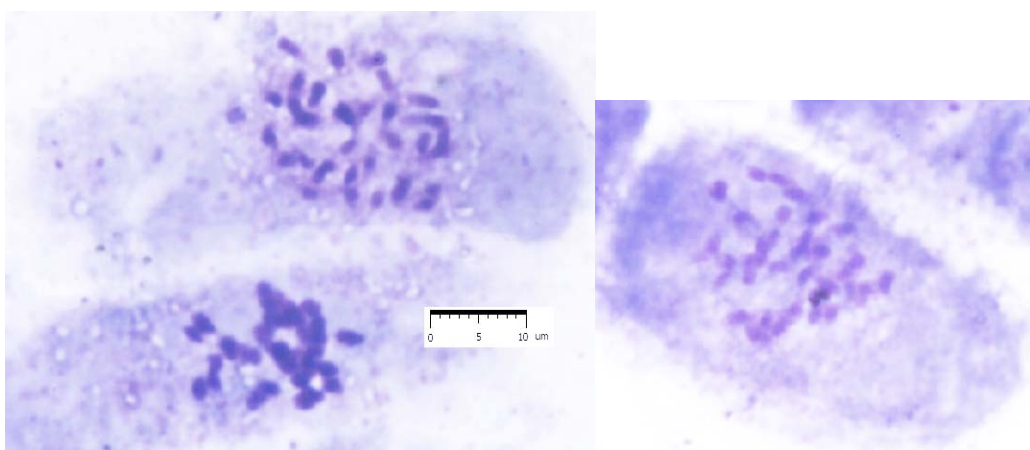


Figure 2 Chromosome number of 'Kluai Teparot', $2n = 33$ as prepared by protoplast dropping technique and Giemsa staining of root tip cells



Figure 3 Chromosome number of 'Kluai Teparot', $2n = 33$ as prepared by protoplast dropping technique and DAPI fluorochrome staining of root tip cells

ในการวิจัยนี้ยังพบว่า โครโมโซมในจีโนมของกล้วยมีขนาดแตกต่างกัน โดยสังเกตโครโมโซมระยะ prometaphase ที่หลุดออกจากโปรโตพลาสต์ คือ มีโครโมโซมเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ ขนาดกลางและเล็ก โครโมโซมซับเมทาเซนทริกขนาดใหญ่ และยังพบโครโมโซมทีโลเซนทริกขนาดเล็กด้วย หากปรับปรุงวิธีการ เช่น ในขั้นตอนการทำ hypotonic treatment จะสามารถจัดทำคาริโอไทป์ได้ ปัญหาในการทำคาริโอไทป์กล้วยคือโครโมโซมขนาดเล็กที่ไม่เห็นจุดเซนโทรเมียร์ ทำให้ยากแก่การวัดขนาดแขนโครโมโซมและได้ภาพที่ไม่ชัด ดัง Figure 4

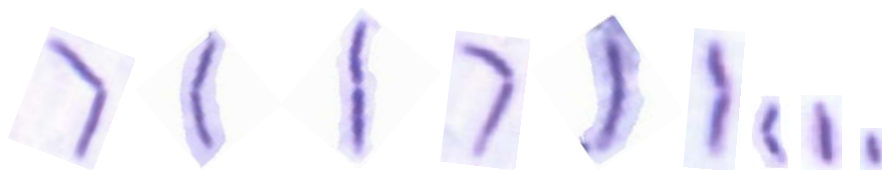


Figure 4 Some prometaphase chromosomes of 'Kluai Teparot' prepared by protoplast dropping technique and Giemsa staining of root tip cells

สรุปผลการวิจัย

การใช้เทคนิคการหยดโปรโตพลาสต์ศึกษาโครโมโซมของกล้วยเทพรส ซึ่งเป็นกล้วยลูกผสมที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย ได้ผลว่ากล้วยชนิดนี้มีจำนวนโครโมโซม $2n = 33$ ซึ่งน่าจะเป็นทริพลอยด์ ถ้าปรับปรุงขั้นตอนในวิธีการนี้จะสามารถทำคาริโอไทป์ได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยแม่โจ้ และสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร ที่ได้จัดสรรงบประมาณเพื่อทำการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ดำรงรัตน์ กาวิละ. 2550. การศึกษาโครโมโซมและเซลล์วิทยาของกล้วยพันธุ์พื้นเมืองบางชนิด. ปัญหาพิเศษ สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่.
- เบญจมาศ ศิลาชัย และ ประวีติ สมเป็น. 2534. จำนวนและรูปร่างของโครโมโซมของกล้วยบางชนิดในประเทศไทย. *ว.เกษตรศาสตร์ (วิทย.)*. 25: 400-407.
- เบญจมาศ ศิลาชัย. 2545. กล้วย. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ. 257 น.
- นลินี รุ่งเรืองศรี และอุทัย รุ่งเรืองศรี. 2553. การศึกษาโครโมโซมกล้วยพันธุ์พื้นบ้านของภาคเหนือ. รายงานผลการวิจัย. มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่.
- Anamthawat-Jónsson, K. 2001. Molecular cytogenetics of introgressive hybridization in plants. *Meth. Cell Sci.* 23: 139-148.
- Doleel, J., M. Valarik, J. Vrana, M.A. Lysak, E. Hoibova, J. Bartos, A. Gasmanova, M. Doleelova, J. Safao and H. Simkova. 2007. Molecular cytogenetics and cytometry of bananas (*Musa* spp.). In : **Banana Improvement**. FAO Corporate Document Repository Available from <http://www.fao.org/docrep/007/ae216e/ae216e01.htm> [2007 June 18]
- Pillay, M., E. Ogundiwin, A. Tenkouano and J. Dolezel. 2006. Ploidy and genome composition of *Musa* germplasm at the International Institute of Tropical Agriculture. *Afr. J. of Biotechnolo.* 5: 1224-1232.
- Singh, R.J. 1993. **Plant Cytogenetics**. CRC Press: Boca Raton. 391 p.

การศึกษาโครโมโซมของแคลลัสแตงกวาโดยการหยดโปรโตพลาสต์

Protoplast Dropping Technique for Chromosome Study of Cultured Cucumber Calli

สิริรักษ์ สำเภาแก้ว^{1*} ชลิต พงศ์ศุภสมิทธิ¹ และนลินี รุ่งเรืองศรี²

Sirirak Sampaokaew^{1*}, Chalit Pongsupasamit¹ and Nalinee Rungruangsi²

¹ภาควิชาพืชสวน คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

²คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

¹Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

²Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: sl_sirirak@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการศึกษาโครโมโซมของแคลลัสแตงกวาที่เพาะเลี้ยงจากเนื้อเยื่อของดอกเพศเมีย โดยทดลองวิธีการหยดโปรโตพลาสต์ ซึ่งต้องเริ่มจากการพรีทรีตเมนต์ 3 แบบ ได้แก่ การแช่แคลลัสในอาหารเหลวสูตร MS เพียงอย่างเดียว อาหาร MS ที่มีโคลชิซิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ และอาหาร MS ที่มี 8-hydroxyquinoline 0.05 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นแคลลัสจะถูกย่อยด้วยส่วยผสมเอนไซม์ เซลลูเลสและเพคตินเนสนาน 1, 2 และ 3 ชั่วโมง เพื่อแยกโปรโตพลาสต์ จากผลการทดลองสรุปในเบื้องต้นได้ว่าวิธีการที่เหมาะสม คือ การพรีทรีตเมนต์ลงในอาหาร MS ที่มี 8-hydroxyquinoline 0.05 เปอร์เซ็นต์และย่อยแคลลัสในเอนไซม์มีกซ์ชัน 2 ชั่วโมง การตรวจนับจำนวนโครโมโซมบนสไลด์ที่ย้อมด้วยสีกิมซา (Giemsa) พบว่า มีโปรโตพลาสต์ที่มีจำนวนโครโมโซม $2n=14$ และ $n = 7$

คำสำคัญ: แตงกวา แคลลัส โปรโตพลาสต์ จำนวนโครโมโซม

Abstract

The objective of this study was to determine the chromosome complement of cucumber calli cultured from female flowers by protoplast dropping technique. The attempted pretreatment were: growing calli in MS medium alone, MS liquid medium + 0.5% colchicine or MS medium + 0.05% 8-hydroxyquinoline. Protoplast isolation was done by digestion in enzyme mixture of cellulase + pectinase for the duration of 1, 2 and 3 hours. Preliminary results indicate that pretreatment with MS medium + 0.05% 8-hydroxyquinoline and a 2-hour enzyme digestion can generate satisfactory metaphase spreads. Chromosome counts from slides stained with Giemsa gave the likely complements of cucumber calli to be $2n=14$ and $2n=7$.

Keywords: cucumber, callus, protoplast, chromosome

คำนำ

แตงกวา (cucumber) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cucumis sativus* L. เป็นพืชฤดูเดียวอยู่ในวงศ์ Cucurbitaceae ซึ่งเป็นพืชวงศ์เดียวกันกับแตงโม พักทอง มะระ น้ำเต้าและบวบ ซึ่งมีการปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วทุกภาคของประเทศ มีอายุตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวสั้น โดยใช้เวลาเพียง 30-45 วันหลังจากปลูก มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดียหรือเอเชียใต้ มีการบันทึกประวัติการปลูกมานานประมาณ 3,000 ปีมาแล้ว แตงกวาได้แพร่กระจายมาทางตะวันตกมายังเอเชียไมเนอร์ตอนเหนือของทวีปแอฟริกาและทางตอนใต้ของทวีปยุโรป แตงกวาเป็นพืชผสมข้ามตามธรรมชาติโดยอาศัยลมและแมลงแต่พบอัตราการผสมตัวเอง 1-47 เปอร์เซ็นต์ โดยธรรมชาติมีดอกเพศผู้และดอกเพศเมียแยกดอกแต่อยู่ภายในต้นเดียวกัน (monoecious plant) แตงกวาเป็นพืชที่มีจำนวนโครโมโซม 2 ชุด (diploid) โดยมีจำนวนโครโมโซมทั้งหมด 14 แท่ง ($2n=2x=14$) (ปราโมทย์, 2540) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาจำนวนและลักษณะโครโมโซมของแคลลัสแตงกวาที่ได้จากการเลี้ยงดอกเพศเมียที่ยังไม่ได้รับการผสมเพื่อเป็นประโยชน์ในด้านการปรับปรุงพันธุ์พืช โดยศึกษาเทคนิคที่เหมาะสมในการเตรียมโครโมโซมโดยการหยดโปรโตพลาสต์ของแคลลัสแตงกวา

อุปกรณ์และวิธีการ

แคลลัสแตงกวาที่นำมาใช้ในการทดลอง (plant material)

แคลลัสที่นำมาใช้ในการทดลองชักนำจากดอกแตงกวาเพศเมียก่อนบาน 1 วันที่เลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ดัดแปลง ที่เติม 2,4-D 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับไโคเนติน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาล 30 กรัมต่อลิตรและวุ้น 10 กรัมต่อลิตร ภายใต้อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W (Osram cool-white florescent tubes) ซึ่งให้แสง 16 ชั่วโมงและมีมืด 8 ชั่วโมง

การเตรียมโครโมโซมโดยการหยดโปรโตพลาสต์ (protoplast dropping method)

1. นำก้อนแคลลัสขนาด 10-20 มิลลิกรัม ที่ต่อพันธุ์ไว้ก่อนหน้า 5-7 วัน ใส่ลงในหลอดน้ำเย็นจัด (cold shock treatment) นานข้ามคืน
2. ย้ายลงในฟัรทรีตเมนต์วางบนเครื่องเขย่านาน 5 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง โดยฟัรทรีตเมนต์ 3 สูตร คืออาหารเหลวสูตร MS อาหารเหลวสูตร MS ที่มีโคลชิซิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ และอาหารเหลวสูตร MS ที่มี 8-hydroxyquinoline 0.05 เปอร์เซ็นต์
3. ย้ายลงในน้ำยาตรึงที่เตรียมใหม่ (ethanol : acetic acid = 3 : 1) ที่งัวข้ามคืนที่อุณหภูมิห้อง ล้างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง
4. เติมเอนไซม์มิกซ์ 100 ไมโครลิตร ปิดฝาแน่น วางไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 1, 2 และ 3 ชั่วโมง (การเตรียมเอนไซม์มิกซ์ 10 มิลลิตร ใช้ 1,000 unit of cellulase (Sigma C-1184 from *Aspergillus niger*) และ 650 unit of pectinase (Sigma P-4716 from *Aspergillus niger*) ลงใน 0.1 M Citrate Buffer (pH 4.6)
5. ใช้ yellow tip คนแคลลัสในเอนไซม์มิกซ์ โดยคน 2 รอบ

6. กรองเอาเซลล์/โปรโตพลาสต์ผ่านแผ่นกรอง ขนาด 60 mesh โดยล้างด้วย Sorbitol 0.6 M วางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 10 นาที ปั่นเหวี่ยงที่ 70 x g 5 นาที เทส่วนบนทิ้ง ทำซ้ำ 2 ครั้ง

7. เติมน้ำ hypotonic solution 0.075 M KCl ผสมให้ทั่ว วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง 20 นาที ปั่นเหวี่ยงเหมือนเดิม เททิ้งส่วนบน

8. ค่อยๆ เติมน้ำยาตรึงที่เตรียมใหม่ วางทิ้งไว้ 10 นาที ปั่นเหวี่ยง 5 นาที เทส่วนบนทิ้ง เติมน้ำยาตรึง คนให้เข้ากันเบาๆ ปั่นเหวี่ยง ทำซ้ำอย่างน้อย 2 ครั้ง สุดท้ายเติมน้ำยาตรึงเพียงเล็กน้อย

9. หยดเซลล์/โปรโตพลาสต์ลงบนแผ่นสไลด์เย็นและเปียก เมื่อสไลด์เกือบแห้งให้ dehydrate โดยจุ่มลงในแอลกอฮอล์สัมบูรณ์ ตากให้แห้งแล้วย้อมสี Giemsa 5 เปอร์เซ็นต์ ใน phosphate buffer

ผลการวิจัย

จากการศึกษาเทคนิคการเตรียมโครโมโซมโดยการหยดโปรโตพลาสต์ของแคลลัสแตงกวาเพื่อศึกษาโครโมโซม พบว่า การฟรืทรีตเมนต์ในอาหารเหลวสูตร MS ที่มี 8-hydroxyquinoline 0.05 เปอร์เซ็นต์ และและย่อยแคลลัสในเอนไซม์มิกซ์ นาน 2 ชั่วโมง ให้ผลดีที่สุด คือ สามารถได้โปรโตพลาสต์สมบูรณ์ (Figure 1B) โครโมโซมที่ได้มีการหดตัวสั้นเป็นแท่งเห็นได้ชัดเจน มีการย้อมติดสีดีสามารถตรวจนับจำนวนโครโมโซมได้ชัดเจน มีจำนวนโครโมโซม $2n=14$ (Figure 1C) และพบจำนวนโครโมโซมที่เป็น haploid มีจำนวนโครโมโซม $2n=7$ (Figure 1D) เนื่องจากแคลลัสที่นำมาศึกษานั้นมาจากการเลี้ยงดอกเพศเมียก่อนนาน 1 วัน

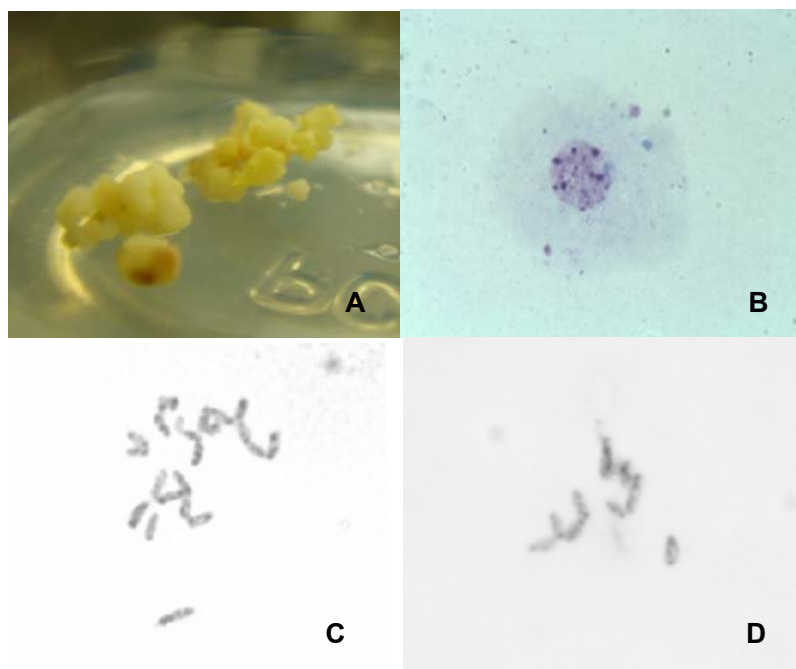


Figure 1 (A) Callus induction from ovule cultured on MS medium (B) Protoplast from cucumber calli (C) Protoplast containing $2n=14$ chromosomes (D) Protoplast containing $n=7$ chromosomes

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการทดลองโครโมโซมที่ได้พบทั้งแฮพลอยด์ ($2n=7$) และดิพลอยด์ ($2n=14$) เนื่องจากแคลลัสที่นำมาศึกษาโครโมโซมเป็นแคลลัสที่มาจากการเพาะเลี้ยงดอกแตงกวาที่ยังไม่ได้รับการผสมโครโมโซมที่เป็นแฮพลอยด์และดิพลอยด์จึงเกิดขึ้นได้จากโปรโตพลาสต์ในแคลลัส (Toriyama *et al.*, 1986) และจากเทคนิคการหยดโปรโตพลาสต์ (protoplast dropping method) ทำให้สามารถมองเห็นโครโมโซมได้อย่างชัดเจนสามารถนับจำนวนโครโมโซมได้ อีกทั้งข้อดีของเทคนิคดังกล่าวคือ เมื่อ pretreatment และแยกโปรโตพลาสต์แล้วสามารถเก็บรักษาไว้ในตู้เย็นและนำมาเตรียมสไลด์ได้ทันทีตามต้องการ ซึ่งประหยัดเวลาในการเตรียมสไลด์ (Doležel *et al.*, 1998) จากการทดลองในครั้งนี้โดยใช้เทคนิคการหยดโปรโตพลาสต์ในเบื้องต้นได้ประสบความสำเร็จสามารถมองเห็นโครโมโซมของแตงกวาได้ชัดเจนซึ่งเป็นประโยชน์ในการศึกษาด้านเซลล์พันธุศาสตร์ในแคลลัสอื่นๆ ในโครงการวิจัยและการปรับปรุงพันธุ์ของแตงกวาต่อไป

สรุปผลการวิจัย

วิธีการที่เหมาะสมในเตรียมโครโมโซมโดยการหยดโปรโตพลาสต์ของแคลลัสแตงกวาเพื่อศึกษาโครโมโซมพบว่าการพรีทรีตเมนต์ลงในอาหารเหลวสูตร MS ที่มี 8-hydroxyquinoline 0.05 เปอร์เซ็นต์ และย่อยแคลลัสในเอนไซม์มิกซ์นาน 2 ชั่วโมง ให้ผลดีที่สุด โดยโครโมโซมจากการทดลอง พบว่า วิธีการดังกล่าวสามารถแยกโปรโตพลาสต์ได้ดีและจากการตรวจนับจำนวนโครโมโซม พบว่า โปรโตพลาสต์ของแตงกวามีจำนวนโครโมโซม $2n=14$ และ $n=7$

เอกสารอ้างอิง

- ปราโมทย์ พรสุริยา. 2540. แตงกวาเพื่ออุตสาหกรรม. ศูนย์บางพระ. 34: 11-15.
- Anamthawat-Jónsson, K. 2001. Molecular cytogenetics of introgressive hybridization in plants. **Methods in Cell Science**. 23: 139-148.
- Doležel J., M. Doleželová, I. Van Den Houwe and N. Roux. 1998. A novel method to prepare slides for high resolution chromosome studies in *Musa* spp. **Infomusa (FRA)**. 7(1): 3-4.
- Fukui K. and S. Nakayama (eds.). 1996. **Plant Chromosomes: Laboratory Methods**. Boca Roton: CRC Press.
- Mirzaghaderi M. 2010. A simple metaphase chromosome preparation from meristematic root tip cells of wheat for karyotyping or *in situ* hybridization. **African Journal of Biotechnology**. 9(3): 314-318.
- Toriyama K., K. Hinata and T. Sasaki. 1986. Haploid and diploid plant regeneration from protoplast of anther callus in rice. **Theor. Appl. Genet.** 73: 16-19.

อิทธิพลของไม้ร่มเงาต่ออัตราการรอดตายและการเจริญเติบโตของต้นผักหวานป่า

Effects of Shading Trees on Growth and Survival rate

of *Melientha saavis* Pierre.

วินัย โสมณวัตร*

Winai Somanawatr*

ศูนย์ประสานงานป่าไม้ด้านงานเจริญ สำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 7 กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อุบลราชธานี 34000

Amnartcharoen Forest coordination center, Forest Resource Management Office No.7

Royal Forest Department, Ministry of Natural Resources and Environment, Ubon Ratchatani 34000

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบพื้นที่ใต้ร่มเงาของต้นไทร ต้นมะขามเทศ และพื้นที่ระหว่างเรือนยอดว่ามีอิทธิพลต่อการรอดตาย และการเจริญเติบโตของต้นผักหวานป่าหรือไม่อย่างไร ทำการศึกษาโดยปลูกกล้าผักหวานป่าที่เพาะให้งอกแบบรากแก้ว ปลูกลงในรูดินที่เตรียมไว้ ระยะปลูก 1x1 เมตร ภายใต้อาบน้ำ 3 สภาพร่มเงา รดน้ำเท่าที่จำเป็นในช่วงฤดูแล้ง กำจัดวัชพืชรอบโคนต้น สุ่มแปลงตัวอย่างขนาด 5 แถวๆ ละ 4 ต้น เพื่อบันทึกเปอร์เซ็นต์การรอดตาย วัดข้อมูลการเจริญเติบโต และสังเกตสีของใบ ผลการศึกษา พบว่า ในช่วง 1-2 ปีแรก สภาพร่มเงาไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่ออัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ความกว้างของใบ จำนวนใบ และจำนวนกิ่ง แต่มีอิทธิพลต่อความยาวของใบผักหวานป่าที่ปลูกได้ร่มไม้ทั้ง 2 ชนิดมีใบสีเขียว เทียบกับสีเหลืองซีดของต้นที่ปลูกในพื้นที่ระหว่างเรือนยอด

คำสำคัญ: ผักหวานป่า ร่มเงา พื้นที่ระหว่างเรือนยอด การเจริญเติบโต

Abstract

This study aimed to compare shading area under *Ficus benjamina* Linn., *Pithecellobium dulce* Benth and the unshaded area on survival rate and growth of *Milientha saavis* Pierre. seedlings. Sprouts of *M. saavis* were planted in holes at 1X1 m spacing under the 3 shading conditions. Watering was done in dry season when necessary. Weeding was done only around the base of seedlings. Survival, growth and leaf color were measured and observed from 5x4 sampling trees. The results showed that there were no significantly differences in survival, height, leaf width and number and number of branches of *M. saavis*. Only leaf length was significantly difference. *M. saavis* seedling grown under the shades had healthy green leaves compared to yellowish leaf of the seedling grown in the unshaded area.

Keywords: *Milientha saavis* Pierre, shade, unshaded area, growth

คำนำ

ผักหวานป่า (*Milientha sauvais* Pierre) เป็นพืชป่าชนิดหนึ่งที่มีผู้นิยมนำมาบริโภคกันอย่างกว้างขวาง เพราะมีรสชาติหวานอร่อย การเก็บยอดผักหวานป่าขายในแต่ละปี สร้างรายได้ให้ผู้ขายเป็นกอบเป็นกำ ทั้งจากผักหวานปลูก และผักหวานที่เก็บจากป่า เพราะผักหวานป่าหายากจึงมีราคาสูง แม้ว่าจะมีเกษตรกรบางรายสามารถปลูกผักหวานป่าได้ดี เช่น นายประมวล วอนนอก บ้านดงบัง ตำบลคอนนิม อำเภอเวียงใหญ่ จังหวัดขอนแก่น และนายบุญเต็ม ชัยลา บ้านหม้อ จังหวัดสระบุรี (โสมนาย, 2553) และมีเอกสารเผยแพร่เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการปลูกผักหวานป่าออกมาจำนวนหนึ่ง (ณัฐกร และบัณฑิต, 2552; ศรีพจน์, 2553; ส่วนพัฒนานวนศาสตร์ชุมชน, 2549) และเผยแพร่ทางเว็บไซต์ต่างๆ อย่างไรก็ตาม การปลูกผักหวานป่าก็ยังไม่เป็นที่แพร่หลายนัก เพราะคนส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจในเรื่องการปลูกผักหวานป่า ผักหวานป่าจึงมักจะตายในช่วงเริ่มต้นของการปลูก จากเอกสารเผยแพร่และเว็บไซต์ดังกล่าวข้างต้น ส่วนใหญ่สรุปตรงกันว่า การปลูกผักหวานป่าในระยะเริ่มต้นนั้น จำเป็นจะต้องอาศัยร่มเงาไม้ต่างๆ เช่น แค มะขามเทศ สะเดา หรือให้ร่มโดยใช้วัสดุพรางแสงอื่นๆ อย่างไรก็ตามถึงแม้จะมีคำแนะนำเหล่านี้ แต่ไม่มีรายงานวิจัยถึงอิทธิพลของร่มเงาต่อการเจริญเติบโต และการรอดตายของผักหวานป่าในสภาพร่มเงาต่างๆ แต่อย่างใด ข้อมูลที่ได้ส่วนใหญ่ได้จากการบอกกันต่อๆ มา

การศึกษานี้จึงทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองเปรียบเทียบร่มเงาไม้ 2 ชนิดคือ ต้นไทร ซึ่งมีใบค่อนข้างทึบและไม่ทิ้งใบในช่วงฤดูแล้ง และต้นมะขามเทศที่ให้ร่มบางๆ และแสงโปร่งและทิ้งใบบางส่วนในช่วงฤดูแล้ง เปรียบเทียบกับการปลูกแบบไม่มีร่มเงาไม้บัง ว่าสภาพแวดล้อมทั้ง 3 แบบ มีอิทธิพลต่อการรอดตายและการเจริญเติบโตของต้นผักหวานป่าหรือไม่อย่างไร ซึ่งจากผลการศึกษาจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมเกษตรกรที่สนใจจะปลูกผักหวานป่าต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมและการเพาะเมล็ด

เก็บเมล็ดผักหวานป่าที่มีสีเขียวอมเหลือง ในช่วงต้นเดือนพฤษภาคม นำมาขยี้เอาเปลือกและเนื้อออกจากเมล็ดด้วยมือและตะแกรงหยาบจนสะอาด ผึ่งเมล็ดไว้ในร่ม 3 วัน จากนั้นนำมาเพาะในกระบะบรรจุทรายหยาบ โดยวางเรียงเอาหัวเมล็ดขึ้นด้านบน กดเมล็ดให้จมทรายประมาณครึ่งเมล็ด รดน้ำทุกวัน ประมาณ 7-10 วัน ใช้มือขุดเมล็ดออกจากทราย เลือกเมล็ดที่มีรากงอกแบบถ่วงงอก ไปใช้ในการปลูกทดลอง

การปลูกและการดูแลระหว่างการทดลอง

ปลูกผักหวานป่าในช่วงต้นฤดูฝนที่เริ่มมีฝนตกและดินชุ่มชื้น เลือกพื้นที่ทดลองที่เป็นที่ราบสม่ำเสมอ โดยใช้ระยะปลูก 1x1 เมตร แยกเหล็กปลายแหลมขนาด 2 หุน ลงในดินตรงจุดที่จะปลูก ให้ลึกอย่างน้อย 20 เซนติเมตร หย่อนรากลงไปให้รูอย่างระมัดระวังไม่ให้รากหัก เมล็ดผักหวานป่าจะค้างอยู่บนปากรูประมาณครึ่งเมล็ด จากนั้นปล่อยให้เจริญเติบโตและรับน้ำฝนตามธรรมชาติในช่วงฤดูฝนและให้น้ำในช่วงฤดูแล้ง เดือนละ 2 ครั้งในปีที่ 1 ส่วนในปีที่ 2 ให้ปุ๋ยหมักชีวภาพอัตรา 500 ซีซี ต่อน้ำ 200 ลิตร ตันละ 1 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง และให้น้ำเท่าที่จำเป็น

การเก็บข้อมูล

วัดความเข้มของแสง ในทั้ง 3 สภาพร่มเงา โดยใช้ LM-SS Portable Light Meter for Solar Sensors รุ่น E90 Quantum Sensor ตั้งแต่เวลา 8.00 น. ถึง 16.00 น. ทุกๆ 2 ชั่วโมง ในวันที่แดดจัดเป็นเวลา 2 วัน นำมาหาคำนวนหาค่าเฉลี่ย

เก็บข้อมูลโดยบันทึกลักษณะการงอก สังเกตพัฒนาการของยอด จากแปลงตัวอย่างขนาด 5 แถวๆ ละ 4 ต้น ในบริเวณพื้นที่ทดลอง 3 สภาพร่มเงา นับเปอร์เซ็นต์การรอดตาย และวัดข้อมูลการเจริญเติบโตทางด้านความสูง ในปีที่ 1 และปีที่ 2 (ที่อายุ 1 ปี 9 เดือน) สังเกต ถ่ายภาพบันทึกสีของใบ และเก็บข้อมูลเพิ่มเติมในปีที่ 2 ในส่วนที่เป็น ขนาดความกว้างและความยาวของใบที่ใหญ่ที่สุดในต้น จำนวนใบและจำนวนกิ่งต่อต้น คำนวนหาพื้นที่ใบโดยใช้สูตร พื้นที่ใบ = C X กว้าง X ยาว

เมื่อ C = correction factor ใช้แก้ผลคูณกว้างและยาวให้เป็นพื้นที่ใบ
กว้าง = ส่วนที่กว้างที่สุดของใบ
ยาว = ส่วนที่ยาวที่สุดของใบ

ค่า C ใช้ตาม Richard *et al.* (1940) (อ้างตาม นีรนาม, 2553) ซึ่งวัดพื้นที่ใบพืชในเขตร้อนจำนวนมาก แล้วหาค่า correction factor ได้ = 0.667 เมื่อได้พื้นที่ใบแล้ว คำนวนหาพื้นที่ใบรวม โดยนำพื้นที่ใบมาคูณกับจำนวนใบทั้งต้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์หาอิทธิพลของสภาพร่มเงาต่อการรอดตายและการเจริญเติบโตของผักหวานป่า โดยใช้โปรแกรม SAS และเปรียบเทียบความแตกต่างจากค่าเฉลี่ยทางสถิติโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test

ผลการทดลองและวิจารณ์

ความเข้มของแสง

ในบริเวณพื้นที่ได้รับร่มเงาเต็ม ร่มไทร และพื้นที่ไม่มีร่มเงามีความเข้มของแสงใกล้เคียงกันในช่วงเช้าที่เวลา 8.00 น. อยู่ที่ 198.5, 350 และ 223.5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ตามลำดับ แต่ในช่วงสายจนถึงบ่าย ความเข้มของแสงในพื้นที่ได้รับร่มเงาเต็ม และร่มไทร ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก อยู่ที่ 250, 355, 419.5 และ 207.5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ และ 204, 208, 238.5 และ 340.5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ที่เวลา 10.00, 12.00, 14.00 และ 16.00 น. ตามลำดับ ในขณะที่พื้นที่ไม่มีร่มเงา แสงมีความเข้มเพิ่มขึ้นเป็น 941.5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ที่เวลา 10.00 น. และเพิ่มขึ้นสูงสุดที่เวลาเที่ยงวัน อยู่ที่ 1,395.5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ และกลับลดลงอีกครั้งที่เวลา 14.00 น. เป็น 933.5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ จนกระทั่งเหลือใกล้เคียงกับสภาพได้รับร่มเงาที่เวลา 16.00 น. เป็น 248.5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Table 1) เนื่องจากได้รับร่มเงาจากต้นไม้ข้างเคียง

Table 1 Light intensity under 2 shading trees and no shading at every 2 hours during 8.00 am to 4.00 pm

Shading trees	Light intensity ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)				
	8.00 am	10.00 am	12.00 am	2.00 pm	4.00 pm
<i>P. dulce</i>	198.5	250.0	355.0	419.5	207.5
<i>F. benjamina</i>	350.0	204.0	208.0	238.5	340.5
No shading	223.5	941.5	1,395.5	933.5	248.5

พัฒนาการของกล้าผักหวานป่าในช่วง 1-2 ปี

จากการสังเกตลักษณะการงอกของเมล็ดผักหวานป่า พบว่า มีการงอกแบบ hypogeal การเจริญของกล้าไม้ในระยะ 1-2 เดือนแรก ยังไม่มีการพัฒนาของยอดอ่อน มีการเจริญเฉพาะในส่วนของรากเท่านั้น เมล็ดยังมีลักษณะแน่นแข็งอยู่ เมล็ดเริ่มฝ่อและหลุดไปในเวลา 3-4 เดือน เหลือส่วนตายอดเล็กๆ ติดอยู่บน Hypocotyl และมีบางส่วนพัฒนายอดอ่อนขึ้นมา การเจริญเติบโตของผักหวานป่าในช่วงปีแรกช้ามาก สอดคล้องกับการรายงานของ โสมฉาย (2553) ต้นกล้าส่วนใหญ่พัฒนาเพียงยอดเดียวและไม่แตกยอดใหม่ จนกระทั่งฤดูแล้งของปีถัดไปจึงเริ่มแตกยอดใหม่ในเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ แล้วจึงเจริญเติบโตต่อไปอีกครั้งหนึ่ง

การรอดตายของผักหวานป่าในสภาพร่มเงาไม้ต่าง ๆ

หลังการปลูกในสภาพร่มเงาไม้ต่าง ๆ พบว่า หลังการปลูก 1-2 ปี ผักหวานป่ามีอัตราการรอดตายสูงมาก ตั้งแต่ 85-100 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่พบว่ามี ความแตกต่างกันทางสถิติของการปลูกได้ร่มเงา มะขามเทศ และต้นไทร ตลอดจนการปลูกโดยไม่มีร่มเงาไม้บัง โดยต้นที่ปลูกได้ร่มเงา มะขามเทศ มีอัตราการรอดตายที่ 85 เปอร์เซ็นต์ ในปีที่ 1 และเพิ่มขึ้นเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ ในปีที่ 2 ในขณะที่ต้นที่ปลูกได้ร่มไทรและในที่ที่ไม่มีร่มเงามีอัตราการรอดตายสูงถึง 100 และ 95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในปีที่ 1 แต่กลับลดลงเหลือ 95 และ 90 เปอร์เซ็นต์ในปีที่ 2 ดังแสดงใน Table 2

อย่างไรก็ตามจะสังเกตเห็นว่า อัตราการรอดตายในปีที่ 1 และ 2 มีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลงประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีที่อัตราการรอดตายเพิ่มขึ้นในปีที่ 2 นั้น พบว่า เกิดจากในช่วงปีแรกของการเจริญเติบโต ยอดผักหวานป่าบางต้นแห้งเหี่ยวและยุบตัวลงในช่วงฤดูแล้ง ในขณะที่ระบบรากที่อยู่ใต้ดินยังมีชีวิตอยู่ ทำให้เข้าใจผิดคิดว่าตายแล้ว แต่ต่อมาเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมจึงผลิยอดใหม่ออกมาจากใต้ดินอีกครั้งหนึ่ง ดังนั้นการตรวจสอบอัตราการรอดตายของต้นผักหวานป่าจึงควรดำเนินการในฤดูฝน เมื่อผักหวานป่ามีการแตกยอดใหม่แล้ว ส่วนในกรณีที่การรอดตายลดลงในช่วงปีที่ 2 นั้น เกิดจากความอ่อนแอของต้นผักหวานป่าเองและการดูแลที่ไม่ถูกต้อง เพราะผักหวานป่ามีการเติบโตช้าและอ่อนแอในช่วงปีแรก ดังนั้นการตายของผักหวานป่าในช่วงปีแรกถึงปีที่ 2 เป็นสิ่งที่คาดการณ์ได้

Table 2 Survival percentage, the 1st and 2nd year height, leaf sizes, number of leaves and branches in the 2nd year of *Milientha sauvis* Pierre planted under 2 shading trees and no shading

Shading trees	Avg. survival (%)		Avg. Height 1st yr. (cm)	2nd yr height (cm)			Leaf size (cm)		No. of		Total leaf area
	1st yr	2nd yr		highest	lowest	Avg	Width	Length	leaves	Branches	
<i>P. dulce</i>	85	90	9.48	77	6.5	19.42	2.25	6.76 a	29.18	3.6	467.05a
<i>F. benjamina</i>	100	95	9.73	52	5	17.25	2.12	5.45 ab	17.14	2.8	187.22b
No shading	95	90	7.59	22.5	3.1	11.84	1.71	5.27 b	12.91	2.4	107.07c
*	ns	ns	ns			ns	ns	**	ns	ns	**

different alphabets means there is a significant differences among treatments, ns means there is non-significant difference.

การเจริญเติบโตของผักหวานป่าในสภาพร่มเงาต่าง ๆ

ความสูง

ผักหวานป่าที่ปลูกได้ร่มเงาต้นมะขามเทศ และต้นไทร และไม่มีร่มเงามีการเจริญด้านความสูงหลังการปลูก 1 ปี และ 2 ปี ดังแสดงใน Table 2 ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ผักหวานป่าเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตที่ช้ามาก โดยในช่วงปีแรกมีความสูงไม่ถึง 10 ซม. โดยผักหวานป่ามีความสูงมากที่สุดเมื่อปลูกในร่มไทรที่ 9.73 ซม. รองลงมาเป็นร่มมะขามเทศที่ 9.48 ซม. ในขณะที่ต้นที่ปลูกในที่ที่ไม่มีร่มเงาโตค่อนข้างช้าเพียง 7.59 ซม. และไม่มี ความแตกต่างกันทางสถิติทั้ง 3 สภาพร่มเงาที่ทำการทดลอง ส่วนในปีที่ 2 เริ่มเห็นความแตกต่างของความสูงของผักหวานป่าที่ปลูกในร่มเงาต่างๆ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากข้อมูลมีความผันแปรที่สูงมากของต้นที่สูงที่สุดและเตี้ยที่สุด ในแปลงที่ปลูกได้ร่มมะขามเทศมีความสูง 77 ซม. และ 6.5 ซม. ตามลำดับ ในแปลงที่ปลูกได้ร่มไทร และในแปลงที่ไม่มีร่มเงา มีความสูงของต้น 52 ซม. และ 5 ซม., และ 22.5 ซม. และ 3.1 ซม. ตามลำดับ ความผันแปรในเรื่องความสูงนี้อาจเป็นผลจากลักษณะทางพันธุกรรมก็ได้ เพราะการทดลองนี้ใช้เมล็ดในการปลูก อย่างไรก็ตามการทดลองในเรื่องอิทธิพลของลักษณะทางพันธุกรรมเป็นเรื่องที่ต้องศึกษาต่อไป

ขนาดและจำนวนของใบ

สิ่งที่สามารถสังเกตได้ถึงลักษณะการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันของผักหวานป่า ที่ปลูกในสภาพร่มเงาต่างๆ และที่ไม่มีร่มเงา คือ ขนาดของใบ จากการวัดขนาดของใบที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในแต่ละต้นขณะที่ใบพัฒนาเต็มที่แล้ว เมื่อผักหวานป่ามีอายุ 1 ปี 9 เดือน พบว่า ค่าเฉลี่ยความกว้างของใบใหญ่ที่สุดเป็นของต้นผักหวานป่าที่ปลูกในร่มมะขามเทศ ที่ 2.25 ซม. รองลงมาเป็นต้นที่ปลูกในร่มไทร ที่ 2.12 ซม. และแคบที่สุดเมื่อปลูกในที่ที่ไม่มีร่มเงา ที่ 1.71 ซม. ดังแสดงใน Table 2 เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในความยาวของใบ โดยค่าเฉลี่ยความยาวใบที่ยาวที่สุดเป็นของต้นผักหวานป่าในร่มมะขามเทศ ที่มีความยาวถึง 6.76 ซม. รองลงมาเป็นต้นที่ปลูกในร่มไทร ที่มีความยาว 5.45 ซม. และค่าเฉลี่ยความยาวใบที่สั้นที่สุดพบในผักหวานป่าที่ปลูกในที่ที่ไม่มีร่มเงา เป็น 5.27 ซม.

จะเห็นได้ว่าขนาดใบทั้งหมดมีขนาดเล็กกว่าประมาณครึ่งหนึ่งของขนาดใบที่รายงานไว้โดย โสมฉาย (2553) และณัฐกรและบัณฑิต (2552) ที่พบว่า มีขนาดถึง 2.5-5 ซม. x 6-12 ซม. ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอายุที่แตกต่างกันก็ได้

จำนวนใบ

นอกจากขนาดใบแล้ว จำนวนใบน่าจะเป็นตัวชี้วัดที่ดีตัวหนึ่งที่จะบอกถึงการเจริญเติบโตและพัฒนาการของต้นผักหวานป่าในอนาคต เพราะจะบอกถึงศักยภาพในการสังเคราะห์แสง อันเป็นขบวนการผลิตอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืช นอกจากขนาดใบที่แตกต่างกันแล้วการศึกษานี้ยังพบว่า จำนวนใบของต้นผักหวานป่าที่ปลูกของต้นผักหวานป่าในร่มมะขามเทศมีจำนวนใบมากที่สุดถึง 29.18 ใบ รองลงมาเป็นต้นที่ปลูกในร่มไทร ที่มีจำนวนใบ 17.14 ใบ และจำนวนใบที่น้อยที่สุดพบในผักหวานป่าที่ปลูกในที่ไม่มีร่มเงาเพียง 12.91 ใบ (Table 2)

พื้นที่ใบ

เมื่อพิจารณาถึงพื้นที่ใบซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงของพืช ผลจากการคำนวณ พบว่า พื้นที่ใบของต้นผักหวานป่าที่ปลูกได้ร่มมะขามเทศมากกว่าของต้นที่ปลูกในร่มไทร และในที่ไม่มีร่มเงาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีพื้นที่ใบเป็น 467.05, 187.22 และ 107.07 ตร.ซม. ตามลำดับ (Table 2) การมีพื้นที่ใบรวมที่มากกว่าเป็นตัวชี้วัดได้ว่าในอนาคตต้นผักหวานป่าที่ปลูกได้ร่มมะขามเทศจะเจริญดีกว่าต้นที่ปลูกในร่มไทร และต้นที่ปลูกในร่มไทรก็จะเจริญดีกว่าต้นที่ปลูกในที่ไม่มีร่มเงา แสดงให้เห็นว่าผักหวานป่าเป็นไม้ที่ต้องการร่มเงาในการเจริญเติบโต การได้รับแสงแดดจัดเกินไปที่ความเข้มแสง $900-1,400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ เมื่อปลูกในที่ไม่มีร่มเงามีผลทำให้การเจริญลดลงเมื่อปลูกในที่ที่มีแสงแดดที่เหมาะสมภายใต้ร่มเงาไม้ที่ความเข้มแสงประมาณ $200-400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ทำให้ต้นผักหวานเจริญเติบโตได้ดีกว่า สอดคล้องกับการวิธีการปลูกของเกษตรกรอำเภอแวงใหญ่ จังหวัดขอนแก่น ที่ใช้ต้นแคเป็นร่มเงา (โสมฉาย, 2553) แต่ไม่ได้วัดความเข้มแสงไว้

จำนวนกิ่ง

การพัฒนาลำต้นของผักหวานป่าในส่วนของกิ่งก้าน เป็นส่วนที่แสดงถึงผลผลิตยอดผักหวานป่าและการเจริญเติบโตของต้นผักหวานป่าในอนาคต พบว่า ผักหวานป่าที่ปลูกในสภาพร่มเงาทั้ง 3 สภาพแวดล้อม มีค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่งที่แตกน้อยมากเพียง 3.6, 2.8 และ 2.6 กิ่ง เมื่อปลูกได้ร่มมะขามเทศ ร่มไทร และปลูกในที่ไม่มีร่มเงา ตามลำดับ ดัง Table 2 จำนวนกิ่งที่แตกออกมานี้ ยังไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ แต่ต้นที่มีกิ่งมากกว่าน่าจะมีโอกาสในการผลิตยอดในปีต่อไปได้มากกว่า ซึ่งยอดที่แตกในปีที่ 3 น่าจะมีเพียงพอที่จะเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ ซึ่งตรงกับรายงานของ โสมฉาย (2553) ที่นำเสนอไว้

สีของใบ

ลักษณะหนึ่งที่สังเกตเห็นในเรื่องความแตกต่างของผักหวานป่า ที่ปลูกในสภาพร่มเงาต่างๆ เปรียบเทียบกับที่ไม่มีร่มเงา คือ สีของใบอันเป็นเป็นตัวชี้วัดถึงสุขภาพของพืช ซึ่งจากการสังเกตพบว่า ผักหวานป่าที่ปลูกในร่มไม้ทั้ง 2 ชนิด ส่วนใหญ่มีสีเขียวอ่อนแสดงถึงสุขภาพที่แข็งแรง ในขณะที่ผักหวานป่าที่ปลูกในที่ไม่มีร่มเงา ส่วนใหญ่มีใบสีเหลืองซีดแสดงถึงลักษณะอ่อนแอ ดังแสดงใน Figure 1 ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าสีของใบผักหวานป่าที่ปลูกได้ร่มมะขามเทศและต้นที่ปลูกในร่มไทร มีสีเขียวและมีลักษณะ

แข็งแรงสมบูรณ์มีแนวโน้มที่จะเจริญเติบโตต่อไปได้อย่างดี ในขณะที่ต้นที่ปลูกในที่ไม่มีร่มเงา ซึ่งน่าจะเกิดจากการได้รับแสงแดดจัดจนเกินไป จึงมีใบที่มีสีเหลืองซีดและมีลักษณะอ่อนแอมาก หากไม่รีบจัดการดูแลให้ถูกต้องอาจตายในที่สุด

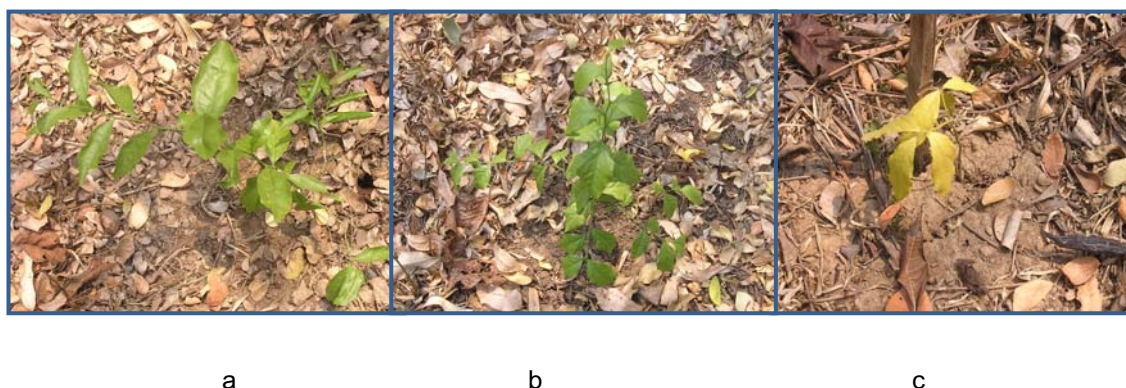


Figure 1 Leaf colors of *M. sauvis* planted under *P. dulce* (a), *F. benjamina* shades (b) and unshaded (c)

ในช่วง 1-2 ปีแรก ถึงแม้ว่าต้นผักหวานป่าที่ปลูกในสภาพร่มเงามะขามเทศและไทรร่มไม้ มีการเจริญและรอดตาย ไม่แตกต่างกับต้นที่ปลูกในที่ไม่มีร่มเงา แต่มีสุขภาพที่ดีกว่าอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับสีของใบ การปลูกผักหวานป่าภายใต้ร่มเงาจึงน่าจะดีกว่าสภาพที่ไม่มีร่มเงา สอดคล้องกับข้อมูลที่น่าสนใจในเอกสารเผยแพร่และเว็บไซต์ต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น การค้นพบดังกล่าวนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมให้ชาวบ้าน ปลูกผักหวานป่าไทรร่มไม้ในพื้นที่สวนป่าต่างๆ ของรัฐได้ โดยไม่ต้องบุกรุกทำลายป่า จะช่วยลดปัญหาความขัดแย้งในเรื่องการใช้ประโยชน์พื้นที่ได้ทางหนึ่ง และยังช่วยให้ชาวบ้านมีรายได้เพิ่มอีกด้วย

สรุปผลการทดลอง

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับอิทธิพลของไม้ร่มเงา 2 ชนิด คือ ต้นมะขามเทศและต้นไทรต่อการรอดตายและการเจริญเติบโตของต้นผักหวานป่าเปรียบเทียบกับต้นที่ปลูกในที่ไม่มีร่มเงา ในช่วง 1-2 ปีแรก สรุปได้ว่า

1. ร่มต้นมะขามเทศและต้นไทรไม่มีอิทธิพลต่ออัตราการรอดตาย การเจริญเติบโตเชิงปริมาณส่วนใหญ่ของต้นผักหวานป่า เช่น ความสูง ความกว้างของใบ จำนวนใบ และจำนวนกิ่ง ยกเว้นความยาวของใบเท่านั้น ของต้นผักหวานป่าเมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ปลูกในที่ไม่มีร่มเงา
2. ร่มต้นมะขามเทศและต้นไทรมีอิทธิพลอย่างชัดเจนต่อการเจริญเติบโตเชิงคุณภาพ คือ สีของใบของต้นผักหวานป่า เมื่อเปรียบเทียบกับต้นที่ปลูกในที่ไม่มีร่มเงา

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐฐากร เสมสันทัด และบัณฑิต โพธิ์น้อย. 2552. ผักหวานป่า. กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย. สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้. กรมป่าไม้. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 33 น.
- นิรนาม. 2553 ข. บทปฏิบัติการที่ 7 การวัดการคายน้ำและวัดพื้นที่ใบ. จาก 158.108.17.142/learn/lab/lab7/index.htm [30 เมษายน 2553].
- ศรีพจน์ เชียงวงศ์. 2553. เทคนิคการปลูกผักหวานป่า (ผักเศรษฐกิจแบบยั่งยืน) ตามแนวเศรษฐกิจพอเพียง. เอกสารประกอบการฝึกอบรมสถาบันพัฒนาผู้นำท้องถิ่น องค์การบริหารส่วนจังหวัดแพร่: แพร่.
- ส่วนพัฒนานวนศาสตร์ชุมชน. 2549. ผักหวานป่าและการแปรรูปเพื่อความเป็นอยู่อย่างพอเพียง. การศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่น ประจำปี 2549. สำนักจัดการป่าชุมชน. กรมป่าไม้. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 16 น.
- สังวาล เจริญสุข 2548. ภูมิปัญญาพัฒนาผักหวานป่าเป็นพืชเศรษฐกิจ. จาก <http://library.dip.go.th/multim5/edoc/14100.doc> [10 มกราคม 2553].
- โสมฉาย จันท์โท. 2553. ผักหวานป่าทำเงินที่อำเภอเวียงใหญ่. จาก <http://gotoknow.org/blog/agext23/172305> [3 มกราคม 2553].

ผลกระทบของการเสื่อมสภาพทางชีววิทยาต่อคุณภาพเชิงกล
ของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูลินซิส

**Biodeterioration Impacts on Mechanical Properties
of *Eucalyptus camaldulensis* Dhn.**

ยศนันท์ พรหมโชติกุล อรุณี เวณิน และกิตติพัฒน์ ลิขิตวรโชติ

Yodsanan Promachotikool, Arunee Veenin and Kittipat Likitvorachot

สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Bangkok, Thailand 10900

*Corresponding author: yodsanan6@hotmail.com

บทคัดย่อ

การเสื่อมสภาพทางชีววิทยาของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูลินซิส ชั้นอายุ 3, 5, 7 และ 10 ปี จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออกของประเทศต่อเชื้อราทำลายไม้ เพื่อประเมินความทนทานตามธรรมชาติ และผลกระทบต่อความแข็งแรงของไม้ ด้วยวิธี Agar block และ Sandwich method เป็นระยะเวลา 4 เดือน พบว่า ไม้อายุน้อย (3, 5 และ 7 ปี) จากทั้งสองภาคอ่อนแอต่อเชื้อราทำลายไม้ในระดับ “ผุพัง” มีอายุการใช้งานน้อยกว่า 2 ปี ไม้ที่มีอายุมาก (10 ปี) มีความทนทานต่อเชื้อรา และมีอายุการใช้งานประมาณ 10-15 ปี การเสื่อมสภาพทางชีววิทยามีผลกระทบต่อกลสมบัติไม้โดยประเมินจากค่าแรงต้านทานการหัก (MOR) สรุปได้ว่า เชื้อราทำลายไม้มีผลต่อความแข็งแรงของไม้จากทั้งสองภาคไม่แตกต่างกัน
คำสำคัญ: ยูคาลิปตัส คามาลดูลินซิส การเสื่อมสภาพทางชีววิทยา เชื้อราทำลายไม้ กลสมบัติไม้

Abstract

The biodeterioration of four different wood aging classes (3, 5, 7 and 10 years) of *Eucalyptus camaldulensis* selected from northeastern and eastern parts of Thailand were verified to establish the impacts of wood durability and mechanical properties. The experiment was carried out by agar block and sandwich methods. The tested blocks were exposed to wood decay fungi and maintained in the four month-incubation period. The results showed that the young age of wood sample (3, 5 and 7 years) from two regions were susceptible to fungi attack as "perishable level" and manifested less than 2 years of service life. However, the old aged wood samples (10 years) were more resistant to fungi and upheld about 10-15 years of service life. The impact on wood mechanical properties was eventually evaluated in term of bending strength (MOR). To summarize, the results of decay fungi effect indicated that the northeastern timber demonstrated in the same level strength as eastern timber.

Keywords: *Eucalyptus camaldulensis*, biodeterioration, wood decay fungi, wood mechanical property

คำนำ

ธรรมชาติของไม้โตเร็วที่มีอายุน้อย จะมีความทนทานตามธรรมชาติต่ำ เนื่องจากเนื้อไม้ส่วนใหญ่เป็นกระพี้มากกว่าแก่น จึงอ่อนแอต่อการถูกทำลายจากเชื้อราและแมลงได้ง่าย ลักษณะของไม้ที่ถูกทำลายจะแสดงอาการผิดปกติให้เห็นอย่างชัดเจน เช่น ไม้ที่ถูกเชื้อราเข้าทำลายจะมีสีเนื้อไม้ซีดหรือ เข้มข้นเนื้อไม้อ่อนตัว ความหนาแน่นเปลี่ยนแปลง ความแข็งแรงลดลง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการใช้งานของไม้ในด้านโครงสร้างจึงต้องระมัดระวังการหักโค่นเมื่อไม้ได้รับแรงกระแทก เป็นผลจากไม้สูญเสียกลสมบัติ มีนักวิจัยเกี่ยวกับไม้ นิยมศึกษาการเปลี่ยนแปลงของไม้ด้านกลสมบัติ เพื่อประเมินความแข็งแรงของไม้ โดยอาศัยปัจจัยต่างๆ ประกอบ เช่น ชนิดของไม้ ปริมาณความชื้น อุณหภูมิ และอายุของไม้ นอกจากนี้ ยังศึกษาถึงความสัมพันธ์ของการสูญเสียน้ำหนัก และกลสมบัติของไม้ภายหลังถูกเชื้อราเข้าทำลาย ซึ่ง Hennigsson (1967) ได้ทดสอบความแข็งแรงของไม้ birch ที่ถูกเชื้อรา *Fomitopsis pinicola* เข้าทำลาย ภายหลังจากสัมผัสเชื้อราฝุ่นน้ำตาล ในระยะ เวลา 2 สัปดาห์ มีการสูญเสียความต้านทานการรับน้ำหนักถึง 47% ในขณะที่ที่มีการสูญเสียน้ำหนักเพียง 7% และเมื่อสัมผัสกับราอ่อนมีการสูญเสียความแข็งแรง 59% มีการสูญเสียน้ำหนักเพียง 6% แสดงว่า การเสื่อมสภาพของไม้จากเชื้อรา มีผลต่อคุณสมบัติด้านความแข็งแรงของไม้ อย่างชัดเจน ขณะที่การสูญเสียน้ำหนักของไม้ระยะแรกของการเสื่อมสภาพ ไม่สามารถชี้ถึงสถานภาพการเสื่อมสภาพได้เด่นชัด ซึ่งเป็นปัญหาในการประเมิน ความทนทานตามธรรมชาติของไม้ อายุการใช้งาน และความแข็งแรงของไม้ในการรับแรง

การเสื่อมสภาพของไม้ภายหลังจากเชื้อราเข้าทำลาย ส่งผลกระทบทางชีววิทยา ทางกลสมบัติ และทางฟิสิกส์ ส่งผลให้ไม้มีคุณภาพต่ำกว่าไม้ปกติ โดยเฉพาะไม้ที่มีอายุน้อยหรือไม้โตเร็วจากป่าปลูกที่มีอายุประมาณ 3-7 ปี (Bowyer *et al.*, 2003) เนื้อไม้เจริญเติบโตไม่เต็มที่ มีสภาพที่เรียกว่า ไม้ติดยไส้ ซึ่งเป็นปัญหาของการใช้ประโยชน์ เพราะมีกระพี้มากกว่าแก่น จึงเป็นจุดด้อยให้ไม้อายุน้อยอ่อนแอต่อการถูกทำลายจากศัตรูทำลายไม้ได้ง่าย

ดังนั้น การศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการเสื่อมสภาพทางชีววิทยา และทางกลสมบัติของไม้ในการรับน้ำหนัก สามารถนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ ก่อนการตัดสินใจคัดเลือกไม้มาใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพต่อการใช้งานต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมตัวอย่างไม้และเชื้อรา

1.1 ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูลเลนซิส อายุ 3, 5, 7 และ 10 ปี จากสวนป่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงของประเทศ จำนวน 2 ขนาด คือ

2 x 2 x 1 เซนติเมตร	สำหรับทดสอบความทนทานตามธรรมชาติ
2 x 2 x 30 เซนติเมตร	สำหรับทดสอบกลสมบัติไม้

1.2 ชนิดเชื้อราทำลายไม้ เชื้อราชนิดราฝูสีขาว (white-rot fungi) จำนวน 5 species

- *Lentinus squarrosulus*
- *Lenzites adusta*
- *Loweporus medullae-panis*
- *Pycnoporus sanguineus*
- *Rigidoporopsis amylospora*

เชื้อราชนิดราฝูสีน้ำตาล (brown-rot fungi) จำนวน 2 species

- *Gloeophyllum sepiarium*
- *Gloeophyllum striatum*

2. วิธีการทดลอง

2.1 เพาะเลี้ยงเชื้อราบริสุทธิ์บนอาหารเทียม 2% malt extract agar ในขวดทดลอง จากนั้นนำตัวอย่างไม้ทดลองขนาด 2x2x1 ซม. ขึ้นอายุละ 10 ซ้ำ/เชื้อรา อบแห้งที่อุณหภูมิ $100\pm 5^{\circ}\text{C}$ เพื่อชั่งน้ำหนักคงที่ ทำการทดลองด้วยวิธี agar-block ทุกขั้นตอนดำเนินการด้วยระบบ aseptic technique บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 เดือน ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง ทำความสะอาดชิ้นไม้ และอบแห้งที่อุณหภูมิ $100\pm 5^{\circ}\text{C}$ ชั่งน้ำหนักคงที่เทียบกับน้ำหนักไม้อบแห้งก่อนทดลอง เพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำหนัก และประเมินระดับความทนทานตามธรรมชาติของไม้ต่อเชื้อราทำลายไม้

2.2 เตรียมไม้ทดลองขนาด 2x2x30 ซม. ขึ้นอายุละ 10 ซ้ำ/เชื้อรา ทำการทดสอบความแข็งแรงในการรับแรงของไม้ก่อนและหลังถูกเชื้อราเข้าทำลายด้วยวิธี Sandwich method โดยมี feeder strip เป็นแหล่งของเชื้อรา วางไว้ระหว่างชิ้นไม้ทดลองในกระบะทดสอบ ซึ่งมี vermiculite ที่ดูดซึมน้ำจุ่มตัวรองรับพื้นกระบะ ปิดฝากระบะให้สนิท ทุกขั้นตอนการดำเนินงานด้วยระบบ aseptic technique บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 เดือน ภายหลังสิ้นสุดการทดลอง ทำความสะอาดตัวอย่างชิ้นไม้ และผึ่งแห้งในกระแสรอบอากาศ จากนั้นทำการทดสอบความแข็งแรงด้วยเครื่องทดสอบกำลังไม้

2.3 ระดับความทนทานตามธรรมชาติเปรียบเทียบกับอายุการใช้งาน

%การสูญเสีย น้ำหนัก	ระดับความทนทานตามธรรมชาติ	ระดับอายุการใช้งาน
น้อยกว่า 1%	ทนทานมาก (VD)	มากกว่า 15 ปี
1-5%	ทนทาน (D)	10-15 ปี
5-10%	ทนทานปานกลาง (MD)	5-10 ปี
10-30%	ไม่มีความทนทาน (ND)	2-5 ปี
มากกว่า 30%	ผุพัง (P)	น้อยกว่า 2 ปี

3. วิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของความแตกต่างค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่สูญเสีย ค่าความแข็งแรงในการรับแรงด้วยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีชนิดของเชื้อรา และชั้นอายุไม้เป็นตัวแปรอิสระ น้ำหนักที่สูญเสียและค่าความแข็งแรงเป็นตัวแปรตาม

ผลการทดลอง

1. ศึกษาการเสื่อมสภาพของไม้ยูคาลิปตัส ความลาดดูเลนซิส ที่ชั้นอายุ 3, 5, 7 และ 10 ปี จากท้องที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก ภายหลังถูกเชื้อราทำลาย

ผลการเสื่อมสภาพของไม้ยูคาลิปตัส ความลาดดูเลนซิส ภายหลังถูกเชื้อราเข้าทำลาย แสดงออกในรูปแบบเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ซึ่งใช้ประเมินระดับความทนทานตามธรรมชาติ และอายุการใช้งาน (Table 1) สรุปได้ว่า การสูญเสียน้ำหนักของไม้ยูคาลิปตัสจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยน้ำหนักที่สูญเสียแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P=0.023$) ส่วนไม้จากภาคตะวันออก มีความแปรปรวนของน้ำหนักที่สูญเสียไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P=0.228$) ซึ่งไม้จากทั้งสองภาคมีการสูญเสียน้ำหนักในช่วง 10-30% จึงไม่มีความทนทานตามธรรมชาติต่อเชื้อรา และมีอายุการใช้งานประมาณ 2-5 ปี

จาก Table 2 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักที่สูญเสีย โดยมีระดับชั้นอายุเป็นตัวแปรจำแนก พบว่า ไม้จากทั้งสองภาคมีการสูญเสียน้ำหนักแตกต่างกันทางสถิติ ($P=0.000$) ทั้งนี้ไม้จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือชั้นอายุ 3, 5 และ 7 ปี และไม้จากภาคตะวันออกชั้นอายุ 3 และ 5 ปี อ่อนแอต่อการถูกเชื้อราทำลายในระดับ “ผู้พัง” มีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่า 30% และมีอายุการใช้งานน้อยกว่า 2 ปี ในขณะที่ไม้อายุมากขึ้น (10 ปี) มีความทนทานต่อเชื้อรา และอายุการใช้งานเพิ่มขึ้น ประมาณ 10-15 ปี

Table 1 Compare mean differences of percentage weight loss on eucalyptus after treated with fungi by Duncan's new multiple range test at significance different $\alpha = 0.05$

Fungal Species	%Weight loss ^{1/}	
	Northeastern	Eastern
<i>Lentinus squarrosulus</i>	35.89 ^b	28.48 ^a
<i>Lenzites adusta</i>	22.12 ^a	19.59 ^a
<i>Loweporas medullae-panis</i>	35.36 ^b	30.31 ^a
<i>Pycnoporus sanguineus</i>	28.80 ^{ab}	30.94 ^a
<i>Rigidoporopsis amylospora</i>	30.94 ^{ab}	32.27 ^a
<i>Gloeophyllum sepiarium</i>	25.93 ^{ab}	22.09 ^a
<i>Gloeophyllum striatum</i>	32.93 ^b	24.38 ^a
Average	30.28	26.87

^{1/} Means with the same letter are non-significant according to DMRT at 95%.

Table 2 Compare mean differences of percentage weight loss on eucalyptus after exposed to fungi with different wood ages by Duncan's multiple range test at $\alpha = 0.05$

Age of Wood	%Weight losses ^{1/}	
	Northeastern	Eastern
10	3.11 ^a	1.28 ^a
7	31.30 ^b	8.78 ^b
5	42.98 ^c	39.60 ^c
3	43.74 ^c	57.80 ^d

^{1/} Means with the same letter are non-significant according to DMRT at 95%.

2. ศึกษาคุณสมบัติเชิงกลและเชิงฟิสิกส์ของไม้ภายหลังถูกเชื้อราเข้าทำลาย

ผลจากการวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงกลของไม้ด้วยค่าแรงต้านทานการหัก (MOR) แรงต้านทานการเสียรูป (MOE) และคุณสมบัติเชิงฟิสิกส์ด้วยค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) สรุปผลได้ดังนี้ (Table 3)

1. ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงในการรับแรง และความถ่วงจำเพาะของไม้ยูคาลิปตัส จำแนกตามชนิดของเชื้อรา พบว่า ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย MOR, MOE และ Specific gravity ของไม้จากท้องที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) ในทำนองเดียวกันไม้จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือให้ค่าความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยดังกล่าวแตกต่างกันทางสถิติ ($P = 0.00$) อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ MOR, MOE และ Specific gravity ของไม้จากทั้งสองภาคด้วยวิธี Paired T-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าค่า MOR ของไม้จากท้องที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (42.94Mpa) และไม้จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (41.72Mpa) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P = 0.702$) แต่จะให้ค่า MOE และค่า Specific gravity แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P = 0.001$ และ $P = 0.009$)

2. การสูญเสียคุณสมบัติเชิงกลและเชิงฟิสิกส์ของไม้จากภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการสูญเสียความแข็งแรง (MOR) 52.20 และ 58.50% ตามลำดับ ผลดังกล่าวสรุปได้ว่าความแข็งแรงของไม้จากทั้งสองภาคจะลดลงประมาณ 40-50% ของไม้ปกติ ส่วนแรงต้านทานการเสียรูปและความถ่วงจำเพาะเป็นผลกระทบจากไม่มีการสูญเสียความแข็งแรง

Table 3 Compare mean differences of modulus of rupture modulus of elasticity and specific gravity with different fungi by Duncan's new multiple range test at $\alpha = 0.05$

Fungal species	Northeastern ^{1/}			Eastern ^{1/}		
	MOR	MOE	SG	MOR	MOE	SG
1. <i>Lentinus squarrosulus</i>	41.64 ^{ab}	5,778.79 ^{bc}	0.50 ^a	40.29 ^a	7,017.63 ^{ab}	0.56 ^{ab}
2. <i>Lenzites adusta</i>	52.24 ^c	6,694.46 ^{bc}	0.56 ^{bc}	41.72 ^{ab}	7,436.03 ^b	0.57 ^{ab}
3. <i>Loweoporus medullae-panis</i>	42.70 ^{ab}	5,570.03 ^b	0.53 ^{ab}	37.82 ^a	7,050.23 ^{ab}	0.53 ^a
4. <i>Pycnoporus sanguineus</i>	45.68 ^{bc}	5,853.79 ^{bc}	0.55 ^{abc}	45.50 ^{ab}	7,396.74 ^b	0.57 ^{ab}
5. <i>Rigidoporus amylospora</i>	35.28 ^a	5,470.15 ^b	0.52 ^{ab}	38.45 ^a	7,370.04 ^b	0.56 ^{ab}
6. <i>Gloeophyllum sepiarium</i>	36.92 ^{ab}	4,230.48 ^a	0.58 ^c	50.31 ^b	6,408.47 ^{ab}	0.63 ^b
7. <i>Gloeophyllum striatum</i>	46.09 ^{bc}	5,289.65 ^b	0.59 ^c	38.00 ^a	5,788.39 ^a	0.63 ^b
Average/S.D	42.94/20.48	5,555.34/2,989.28	0.55/0.15	41.72/24.32	6,923.93/3,044.92	0.58/0.18
Control/S.D	89.70/21.64	8,764.36/3,199.03	0.67/0.12	99.38/19.75	1,1365/1,778.13	0.67/0.11
(%) Strength losses	52.20	36.7	17.91	58.50	39.10	13.50

^{1/} Means with the same letter are non-significant according to DMRT at 95%.

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแรงต้านทานการหัก แรงต้านทานการเสียรูป และค่าความถ่วงจำเพาะ ซึ่งมีระดับชั้นอายุของไม้เป็นตัวจำแนก (Table 4) สรุปได้ดังนี้

1. ไม้ยูคาลิปตัสจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีค่าเฉลี่ยแรงต้านทานการหัก แรงต้านทานการเสียรูป และค่าความถ่วงจำเพาะแตกต่างกันตามชั้นอายุ คือ ไม้อายุ 3 ปี มีความแข็งแรงและความถ่วงจำเพาะต่ำกว่าไม้อายุ 5, 7 และ 10 ปี ($P=0.000$)

2. การสูญเสียคุณสมบัติเชิงกล และเชิงฟิสิกส์ เปรียบเทียบกับไม้ปกติ พบว่า ไม้ที่มีอายุน้อยจะสูญเสียความแข็งแรงและค่าความถ่วงจำเพาะมากกว่าไม้อายุมาก (10 ปี) ($P=0.001$) แต่มีข้อสังเกตว่าไม้ยูคาลิปตัสจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ชั้นอายุ 5 ปี มีการสูญเสียความถ่วงจำเพาะน้อยกว่าไม้ที่ชั้นอายุ 7 ปี ส่วนไม้จากภาคตะวันออกที่ชั้นอายุ 3 ปี มีการสูญเสียความถ่วงจำเพาะน้อยกว่าไม้อายุ 5 ปี ซึ่งในทางทฤษฎี ไม้ที่มีอายุน้อยจะมีการเสื่อมสภาพทางชีววิทยา ทางกลสมบัติ และทางฟิสิกส์ สูงกว่าไม้ที่มีอายุมาก ผลจากการทดลองปรากฏว่า คุณสมบัติทางฟิสิกส์ไม่สอดคล้องกับหลักการดังกล่าว ทั้งนี้ อาจเกิดจากกระบวนการคัดแยกตัวอย่างไม้ทดลอง จึงมีความเป็นไปได้ว่าภายหลังจากไม้ชั้นอายุน้อยถูกเชื้อราทำลาย จะมีความแปรปรวนส่งผลกระทบต่อความถ่วงจำเพาะที่เปลี่ยนแปลงไป และอาจขึ้นอยู่กับวิธีการเจริญเติบโตของไม้ในท้องที่ต่างๆ มีผลทำให้คุณสมบัติของไม้แตกต่างกัน

Table 4 Compare mean differences by of modulus of rupture modulus of elasticity and specific gravity with different wood aged by Duncan' s new multiple range test at $\alpha = 0.05$

Location	Wood age (years)	Control ^{1/}			Treatment ^{1/}			% Strength loss		
		MOR	MOE	SG	MOR	MOE	SG	MOR	MOE	SG
Northeastern	3	64.69 ^a	5,026.36 ^a	0.63 ^{ab}	22.68 ^a	3,458.29 ^a	0.45 ^a	64.94	31.26	28.6
	5	83.10 ^b	8,786.18 ^b	0.56 ^a	29.11 ^b	4,382.88 ^b	0.47 ^a	64.97	50.12	16.08
	7	107.56 ^c	11,692.54 ^c	0.67 ^b	43.24 ^c	5,822.13 ^c	0.53 ^b	59.8	50.21	20.9
	10	103.43 ^c	9,552.35 ^b	0.82 ^c	76.71 ^d	8,558.03 ^d	0.73 ^c	25.85	10.4	10.98
Eastern	3	86.74 ^a	11,214.91 ^{ab}	0.56 ^a	25.05 ^a	5,117.16 ^a	0.47 ^a	71.12	54.38	16.08
	5	102.55 ^{ab}	10,190.33 ^a	0.61 ^a	33.02 ^b	6,175.40 ^b	0.47 ^a	67.81	39.4	22.95
	7	102.58 ^{ab}	12,507.82 ^b	0.73 ^b	45.52 ^c	8,200.86 ^c	0.67 ^b	55.63	34.44	8.22
	10	105.68 ^b	11,546.93 ^{ab}	0.79 ^c	63.32 ^d	8,202.32 ^c	0.70 ^b	40.09	28.97	11.4

^{1/} Means with the same letter are non-significant according to DMRT at 95%.

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลลัพธ์จากการทดลองการเสื่อมสภาพของไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จากเชื้อราทำลายไม้เป็นไปตามหลักการเจริญเติบโตของไม้โตเร็วคือ ไม้อายุน้อยมีส่วนของกระพี้มากกว่าแก่นซึ่งเป็นแหล่งเก็บสะสมอาหารของพืชจึงส่งผลให้ไม้อ่อนแอจากศัตรูทำลายไม้ได้ง่ายกว่าไม้อายุมาก นอกจากนั้นแก่นเป็นเซลล์ที่ตายแล้วจึงมีส่วนของสารแทรกสะสมอยู่บริเวณนี้ Scheffer *et al.* (1944) รายงานว่า ปริมาณสารแทรกเป็นตัวบ่งชี้ความต้านทานการเสื่อมสภาพ Blanchette *et al.* (1988) พบว่า เชื้อราแต่ละชนิดมีความสามารถในการทำลายไม้ได้แตกต่างกัน จึงเป็นเหตุผลที่สอดคล้องกับการทดลอง คือ ไม้อายุน้อย (3 ปี และ 5 ปี) อ่อนแอต่อการถูกทำลายถึงระดับ ผุพัง แต่เมื่อไม้มีอายุมากขึ้นระดับความทนทานจะเพิ่มขึ้นเช่นกัน

ในส่วนของการศึกษาคุณสมบัติเชิงกลและเชิงฟิสิกส์ พบว่า ชนิดของเชื้อราและชั้นอายุของไม้มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงและความถ่วงจำเพาะของไม้ เพราะกระบวนการทำลายไม้มีผลกระทบต่อลักษณะโครงสร้างเนื้อไม้ โดยเฉพาะเชื้อราชนิด brown rot จะทำลายส่วนของเซลล์ลูลอส ทำให้ผนังเซลล์ฉีกขาดเกิดการยุบตัวไม่สม่ำเสมอตามแนวขวางเสี้ยน เมื่อทดสอบความแข็งแรงจากค่า MOR และค่า MOE จึงมีค่าแรงต้านทานการหัก แรงต้านทานการเสียรูป น้อยกว่าไม้ที่ถูกเชื้อราชนิด white rot ทำลายซึ่งยังคงมีส่วนของเซลล์ลูลอสเหลืออยู่ในโครงสร้างไม้ นอกจากนั้นค่าความถ่วงจำเพาะมีแนวโน้มที่สามารถใช้เป็นดัชนีวัดความแข็งแรงของไม้ได้ อย่างไรก็ตาม Koch (1972) กล่าวว่า มีปัจจัยหลายอย่างเช่น สถานที่ปลูก สภาพภูมิอากาศ ลักษณะพื้นที่ ความเครียดของการเจริญเติบโต และชนิดของไม้มีผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะ ซึ่งปัจจัยแต่ละอย่างมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน ส่งผลกระทบต่อขนาดและความหนาของเซลล์ทำให้เกิดความผันแปรของค่าความถ่วงจำเพาะและค่าความแข็งแรงของไม้แตกต่างกัน

สรุปผลการทดลอง

1. ไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส จากทั้งสองภาคที่ชั้นอายุน้อยจะอ่อนแอต่อการทำลายจากเชื้อราในระดับผุพัง มีอายุการใช้งานน้อยกว่า 2 ปี ส่วนไม้ที่มีอายุมากขึ้น จะทนทานต่อเชื้อราที่มีอายุการใช้งานประมาณ 10-15 ปี
2. ไม้จากทั้งสองภาคมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักจากเชื้อราทำลายไม้ในระดับเดียวกันคือ 10-30% แสดงว่าแหล่งปลูกมีความสัมพันธ์กับความทนทานตามธรรมชาติของไม้ไม่มากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับชนิดของเชื้อรา
3. เชื้อราทำลายไม้ไม่มีอิทธิพลต่อสมบัติด้านความแข็งแรงของไม้จากทั้งสองภาคเท่าเทียมกัน และความแข็งแรงจะลดลงประมาณ 40-50% จากไม้ปกติ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คุณศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์ คุณนิรุจน์ หัวใจจำ่า คุณวลัยลักษณ์ สง่าอารีกุล คุณน้ำตาล คุ่มตะโก คุณอินทรา พันธาสุ คุณปริยาภรณ์ กล้าใจ และเจ้าหน้าที่งานโรควิทยาป่าไม้ทุกท่าน ที่ช่วยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการและจัดพิมพ์เอกสารงานวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

- Blanchette, R.A., J.R. Obst., J.T. Hedges and K. Weliky. 1988. Resistance of hardwood vessels to degradation by white rot basidiomycetes. **Can J. Bot.** 66: 1841-1847.
- Bowyer, J.L., R. Shmulsky and, J. G. Haygreen, 2003. **Forest Products and Wood Science**. 4th edition. Iowa state Press A Blackwell Publishing Company: Iowa. 554 p.
- Henningsson, B. 1967. Changes in the impact bending strength, weight and alkali solubility following fungi attack on birch wood. **Studia Forestalia Suecica**. 41: 1-21
- Koch, P. 1972. **Utilization of the Southern Pine**. Vol.2. Processing, USDA Forest Service, Agriculture Handbook. No. 420
- Scheffer, T.C., H.C. Lachmund and H. Hopp. 1944. Relation between hot water extractives and decay resistance of Black locust wood. **J. agric. Res.** 58: 415-426.

การสะสมปริมาณน้ำตาล (%บริกซ์) ในข้าวฟ่างหวานพันธุ์ต่างกัน

The Sugar Accumulation (%brix) in the Sweet Sorghum Cultivars

บรรลือ ลังการัตน์ เศรษฐา ศิริพิณฑุ* อนันต์ ปินตารักษ์ และอภิชาติ สวนคำทอง

Banlue Lungkarut, Settha Siripin*, Anan Pintatak and Apichart Suankumgong

ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Department of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: settha@mju.ac.th

บทคัดย่อ

ผลการศึกษาการสะสมความหวานและปริมาณน้ำหวานในข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์ ในแต่ละช่วงอายุ เก็บเกี่ยว พบว่า มีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างพันธุ์ สำหรับค่าความหวาน (%บริกซ์) ของน้ำหวานจากลำต้นที่อายุ 75 วัน พันธุ์ที่ให้ความหวานดีที่สุด คือ พันธุ์ Keller และ Cowley มีค่าเฉลี่ย %บริกซ์ 13.1 และ 13.0 ตามลำดับ เมื่อข้าวฟ่างหวานอายุได้ 90 วัน พันธุ์ที่หวานที่สุด ได้แก่ Keller และ Wray มีค่าเฉลี่ย %บริกซ์ 16.3 และ 16.2 ตามลำดับ และเมื่อข้าวฟ่างหวานมีอายุ 105 และ 120 วัน พันธุ์ที่ให้ความหวานสูงสุด คือ พันธุ์ BS 281 มีค่าเฉลี่ย 17.4 และ 17.3 %บริกซ์ ตามลำดับ ส่วนปริมาณน้ำหวานที่หีบจากลำต้น พันธุ์ Wray มีปริมาณน้ำหวานเฉลี่ยสูงสุด เมื่อเก็บเกี่ยวระยะ 75 และ 90 วัน ให้ปริมาณน้ำหวาน 3,126 และ 3,288 ลิตร/ไร่ พันธุ์ KKU 40 ให้ปริมาณน้ำหวานสูงสุด เมื่อเก็บเกี่ยวที่ 105 วัน เฉลี่ย 4,439 ลิตร/ไร่ และที่อายุการเก็บเกี่ยว 120 วัน พันธุ์ Payao ให้ปริมาณน้ำหวานสูงที่สุด คือ 3,478 ลิตร/ไร่

คำสำคัญ: ข้าวฟ่างหวาน ค่าความหวาน ปริมาณน้ำหวาน (น้ำในลำต้น)

Abstract

The results of juice and sugar accumulation from stalk of nine sweet sorghum cultivars were significantly different. Keller and Cowley had high %brix (soluble solid) at 75 days (13.1 and 13.0 %brix). Keller and Wray had high %brix at 90 days (16.3 and 16.2 %brix). While BS 281 had high %brix (17.4 and 17.3 %brix, respectively), when it was harvested at 105 and 120 days. High juice volumes from stalk of Wray were obtained when harvested at 75 and 90 days (3,126 and 3,288 liters/rai). The KKU 40 produced high juice volume (4,439 liters/rai) when harvested at 105 days. Payao cultivar was high juice volume (3,478 liters/rai) at 120 days.

Keywords: sweet sorghum, %brix, stalk juice

คำนำ

ข้าวฟ่างหวานเป็นพืชที่ใช้ประโยชน์ได้แบบอเนกประสงค์ ทั้งในรูปของอาหาร พลังงาน และเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย เช่น อุตสาหกรรมอาหารสัตว์ แป้ง น้ำเชื่อม แอลกอฮอล์ ในประเทศบราซิลและสหรัฐอเมริกา มีการปลูกข้าวฟ่างหวาน เพื่อผลิตน้ำเชื่อม และใช้ต้นเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์มานานแล้ว (ประสิทธิ์, 2548) ในอินเดียมีการใช้ประโยชน์จากน้ำหวานในลำต้นเพื่อทำน้ำเชื่อมและน้ำตาล หรือหมักทำแอลกอฮอล์ ชานของต้นข้าวฟ่างหวานยังนำไปหมักทำเป็นอาหารสัตว์ เมล็ดนำไปทำเป็นแป้งที่ใช้เป็นอาหารมนุษย์ เรียกว่า จาปาตี (จุฬี, 2536) ในปัจจุบันมีการมุ่งเน้นใช้ประโยชน์จากข้าวฟ่างหวานในเรื่องของพลังงานทดแทน โดยการนำน้ำหวานที่ได้จากการบีบหรือหีบจากส่วนของลำต้น มาใช้ในการผลิตเอทานอล Dajue (1997) รายงานว่า ข้าวฟ่างหวานสามารถให้ผลผลิตต้นสดได้สูงถึง 5-15 ตัน/ไร่ น้ำคั้นจากต้นสดมีความหวานอยู่ระหว่าง 15-24°บrix สามารถผลิตเอทานอลได้สูงถึง 977 ลิตร/ไร่/ปี ในขณะที่อ้อยผลิตได้เพียง 749 ลิตร/ไร่/ปี Mandke and Kapoor (2003) แสดงให้เห็นว่า ข้าวฟ่างหวานเป็นพืชที่มีศักยภาพในการใช้เป็นวัตถุดิบผลิตเอทานอลได้ดีกว่าอ้อย เพราะสามารถปลูกได้ปีละหลายครั้ง ในขณะที่อ้อยมีอายุเก็บเกี่ยว 1 ปี และปริมาณน้ำคั้นและค่าความหวานต่ำกว่าอ้อยไม่มากนัก นอกจากนี้ ยังเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ทั้งในดินที่มีสภาพเป็นกรด (pH 5.0) ถึงสภาพเป็นด่าง (pH 8.5) ต้องการน้ำ 250-350 ลิตร ต่อการผลิตน้ำหนักแห้ง 1 กิโลกรัม ในขณะที่ข้าวสาลีและถั่วเหลืองต้องการน้ำสูงถึง 500-700 ลิตร ต่อการผลิตน้ำหนักรวม 1 กิโลกรัม น้ำคั้นจากลำต้นข้าวฟ่างหวานที่นำไปหมักเป็นเอทานอล สามารถคำนวณผลผลิตของเอทานอลได้จากสูตร $(\text{brix}-3) \times \text{ค่าความถ่วงจำเพาะ} \times 0.59$ (Somani and Taylor, 2003)

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมา ข้าวฟ่างหวานจึงเป็นพืชพลังงานทางเลือกใหม่อีกชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ ทำให้มีการศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางการเกษตร ผลผลิต องค์ประกอบผลผลิต การสะสมปริมาณน้ำตาล ความหวาน ตลอดจนช่วงอายุในการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมของข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์ เพื่อให้ทราบถึงลักษณะเด่นของแต่ละพันธุ์ที่ทำการศึกษา และหาพันธุ์ที่ให้ลักษณะทางการเกษตรที่ต้องการ ซึ่งให้ปริมาณน้ำหวานและความหวานที่ดีที่สุด รวมไปถึงช่วงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม สำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล ซึ่งเป็นเรื่องที่ทำนายและสมควรทำการศึกษาวิจัย

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องวัด %brix (hand refractometer)
2. ตู้อบไฟฟ้า
3. เครื่องหีบอ้อยขนาดเล็ก

วิธีดำเนินการ

การศึกษาศักยภาพการสะสมปริมาณน้ำตาลในข้าวฟ่างหวานพันธุ์ต่างกัน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 9 สิ่งทดลอง (9 Treatment) 4 ซ้ำ (4 replication) รวม 36 หน่วยทดลอง โดยมีพันธุ์ข้าวฟ่างหวานทั้งสิ้น 9 พันธุ์ คือ Keller, Cowley, Rio, SPB, KKU 40,

BS 281, Wray, Dale, และ พันธุ์ Payao วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยโปรแกรม Sirichai Statistics V.6.00 โดยมีวิธีการดังนี้

1. ปลูกข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์ ละ 4 ซ้ำ โดยใช้ระยะปลูก 50×20 ซม. หยอดหลุมละ 5 เมล็ด และให้น้ำหลังวันปลูก 1 วัน ถอนแยกข้าวฟ่างให้เหลือหลุมละ 1 ต้น เมื่ออายุได้ 7 วัน
2. เก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวานตามช่วงอายุ 75, 90, 105 และ 120 วัน หลังปลูก โดยการสุ่มซ้ำละ 5 ต้น เก็บข้อมูลลักษณะที่ต้องการ เช่น ความสูงต้น ขนาดลำต้น (เส้นผ่านศูนย์กลาง) จำนวนใบต่อต้น น้ำหนักต้นสด แล้วเลาะหรือริดใบของข้าวฟ่างหวานออก เพื่อทำการหีบเอาน้ำออกด้วยเครื่องหีบอ้อยขนาดเล็ก ตวงวัดปริมาณน้ำหวานที่ได้ จากนั้นวัดค่าความหวานของน้ำหวานที่ได้ด้วยเครื่องวัด Hand Refractometer (% brix)
3. ชานหรือเศษของลำต้นที่เหลือหลังจากหีบน้ำออกนั้น นำเข้าตู้อบไฟฟ้า อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง

ผลการทดลอง

ความสูงของข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์

ความสูงของข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์ ที่อายุ 75, 90, 105 และ 120 วัน หลังปลูก พบว่า ต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ซึ่งที่อายุ 75 วัน พันธุ์ที่มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด คือ พันธุ์ Wray และ KCU 40 (ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 264.3 และ 260.8 เซนติเมตร ตามลำดับ) ความสูงที่อายุ 90, 105 และ 120 วัน พบว่า พันธุ์ที่มีความสูงเฉลี่ยสูงที่สุด คือ พันธุ์ Wray (ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 279.8, 278.0 และ 275.3 เซนติเมตร ตามลำดับ) (Table 1)

ขนาดลำต้น (เส้นผ่านศูนย์กลาง) ของข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์

ขนาดของลำต้นของข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์ ที่อายุ 75, 90, 105 และ 120 วัน หลังปลูก แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่อายุเก็บเกี่ยว 75 วัน พบว่า พันธุ์ที่มีขนาดลำต้นใหญ่ที่สุด คือ พันธุ์ KCU 40 (มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 2.4 เซนติเมตร) เมื่อเก็บเกี่ยวที่ 90 วัน พันธุ์ที่มีขนาดลำต้นใหญ่ที่สุด คือ พันธุ์ Keller (มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 2.3 เซนติเมตร) เมื่ออายุเก็บเกี่ยวได้ 105 และ 120 วัน พันธุ์ที่มีขนาดลำต้นใหญ่ที่สุด คือ พันธุ์ KCU 40 (มีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 2.7 และ 2.7 เซนติเมตร ตามลำดับ) (Table 1)

จำนวนใบต่อต้นของข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์

จำนวนใบต่อต้นของข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์ ที่อายุ 75, 90, 105 และ 120 วัน หลังปลูก แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง พันธุ์ที่มีจำนวนใบมากที่สุด คือ พันธุ์ Wray ซึ่งมีจำนวนใบต่อต้นเฉลี่ย 12.3, 11.3, 11.3 และ 11.0 ใบ ตามลำดับ (Table 2)

น้ำหนักต้นสดต่อต้นของข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์

น้ำหนักต้นสดของข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์ ที่อายุเก็บเกี่ยว 75, 90, 105 และ 120 วัน หลังปลูก ต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ทุกช่วงอายุที่ทำการศึกษา น้ำหนักต้นของข้าวฟ่างหวานที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 75 วัน เฉลี่ยสูงสุด คือ พันธุ์ KCU 40 (มีน้ำหนักต้นสดต่อต้นเฉลี่ย 755.3 กรัม) เมื่อเก็บเกี่ยวที่ 90 วัน พันธุ์ที่มีน้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูงสุด คือ พันธุ์ Wray (เฉลี่ย 750.5 กรัม) และที่อายุเก็บเกี่ยว 105 และ 120 วัน พันธุ์ที่มีน้ำหนักต้นสดเฉลี่ยสูงสุด คือ พันธุ์ KCU 40 (เฉลี่ย 885.4 และ 737.4 กรัม ตามลำดับ) (Table 2)

น้ำหนักแห้งต่อต้นของข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์ ที่อายุเก็บเกี่ยว 75, 90, 105 และ 120 วัน หลังปลูก

ผลผลิตน้ำหนักต้นแห้งข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์ ที่อายุ 75, 90, 105 และ 120 วัน หลังปลูก ต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ที่อายุเก็บเกี่ยว 75 วัน พันธุ์ที่มีน้ำหนักต้นแห้งสูงสุด คือ พันธุ์ Rio และ Wray (มีน้ำหนักต้นต่อต้นแห้งเฉลี่ย 125.3 และ 125.1 กรัม ตามลำดับ) น้ำหนักแห้งเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 90 วัน พันธุ์ Wray มีน้ำหนักต้นแห้งต่อต้นสูงสุด (เฉลี่ย 207.5 กรัม) เมื่อเก็บเกี่ยวที่ 105 วัน พันธุ์ที่มีน้ำหนักต้นแห้งต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุด คือ พันธุ์ KKU 40 (เฉลี่ย 180.4 กรัม) เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 120 วัน พันธุ์ที่มีน้ำหนักต้นแห้งสูงสุด คือ พันธุ์ Wray (มีน้ำหนักต้นแห้งเฉลี่ย 177.3 กรัม) (Table 2)

ค่าความหวานของน้ำหวานลำต้น (% brix) ของข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์ ที่อายุเก็บเกี่ยว 75, 90, 105 และ 120 วัน หลังปลูก

ค่าความหวานน้ำจากต้นของข้าวฟ่างหวานที่ทำการวัดโดยเครื่อง hand refractometer ที่อายุเก็บเกี่ยว 75, 90, 105 และ 120 วัน หลังปลูก ต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่ออายุ 75 วัน พันธุ์ที่มีความหวานเฉลี่ยสูงสุด คือ พันธุ์ Cowley และ Keller (มีค่าความหวานเฉลี่ย 13.1 และ 13.0 %brix ตามลำดับ) เก็บเกี่ยวที่อายุ 90 วัน พันธุ์ที่มีค่าความหวานเฉลี่ยสูงสุด คือ พันธุ์ Keller และ Wray (มีค่าความหวานเฉลี่ย 16.3 และ 16.2 %brix ตามลำดับ) ที่อายุ 105 และ 120 วัน พันธุ์ที่มีความหวานเฉลี่ยสูงสุด คือ พันธุ์ BS 281 (มีค่าความหวานเฉลี่ย 17.4 และ 17.3 %brix ตามลำดับ) (Table 3)

ปริมาณน้ำหวานต่อต้นของข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์ ที่อายุเก็บเกี่ยว 75, 90, 105 และ 120 วัน หลังปลูก

ข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์ ที่อายุ 75, 90, 105 และ 120 วันหลังปลูก ต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 3) ซึ่งที่อายุเก็บเกี่ยว 75 และ 90 วัน พันธุ์ที่มีปริมาณน้ำหวานเฉลี่ยสูงสุด คือ พันธุ์ Wray (195.4 และ 205.5 มิลลิลิตร ตามลำดับ) เก็บเกี่ยวที่อายุ 105 วัน พันธุ์ที่มีปริมาณน้ำหวานเฉลี่ยสูงสุด คือ พันธุ์ KKU 40 (มีปริมาณน้ำหวานเฉลี่ยต่อต้น 277.4 มิลลิลิตร) และเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 120 วัน พันธุ์ที่มีปริมาณน้ำหวานเฉลี่ยสูงสุด คือ พันธุ์ Payao (มีปริมาณน้ำหวานเฉลี่ยต่อต้น 217.4 มิลลิลิตร)

Table 1 Plant high (cm) and stalk size (diameter, cm) of nine sweet sorghum cultivars, harvested at 75, 90, 105 and 120 days after planting.

Cultivars	Plant high (cm) at				stalk size (cm) at			
	75 days	90 days	105 days	120 days	75 days	90 days	105 days	120 days
KKU 40	260.8 a	261.3 b	261.3 ab	261.3 b	2.4 a	2.0 ab	2.7 a	2.4 a
Wray	264.3 a	279.8 a	278.0 a	275.3 a	2.3 ab	2.1 ab	2.3 bc	2.3 ab
SPB	142.5 d	143.0 e	129.5 e	142.5 f	1.7 d	1.5 c	1.5 e	1.7 d
Dale	243.5 ab	259.5 b	234.3 c	227.8 d	2.0 bcd	2.1 ab	2.3 bc	2.2 ab
Payao	197.5 c	233.8 c	250.0 bc	246.8 c	2.1 ab	2.1 ab	2.4 b	2.3 ab
Cowley	191.5 c	195.5 d	197.8 d	196.8 e	1.7 d	2.0 ab	2.1 cd	2.1 bc
BS 281	193.3 c	227.0 c	197.5 d	197.0 e	1.6 d	2.0 b	2.0 d	1.9 c
Rio	258.5 a	250.0 b	230.0 c	228.8 d	2.1 abc	2.0 ab	2.0 d	2.0 c
Keller	225.8 b	254.0 b	244.3 bc	244.5 c	1.7 cd	2.3 a	2.0 d	2.0 c
CV %	4.87	2.39	4.28	1.18	8.73	6.44	5.49	4.93

** = significantly different at P<0.01

Means in the same column followed by the same letter are not significantly different from compared by DMRT

Table 2 Leave number per plant, fresh stalk weight (g) and dry stalk weight (g) of nine sweet sorghum cultivars, harvested at 75, 90, 105 and 120 days after planting

Cultivars	Leaves number /plant at				Fresh stalk weight (g) at				Dry stalk weight (g) at			
	75 days	90 days	105 days	120 days	75 days	90 days	105 days	120 days	75 days	90 days	105 days	120 days
KKU 40	10.5 b	9.5 b	6.5 c	6.0 d	775.3 a	507.1 g	885.4 a	737.4 a	120.2 b	100.3 f	180.4 a	160.4 b
Wray	12.3 a	11.3 a	11.3 a	11.0 a	682.2 b	750.5 a	682.5 b	700.3 c	125.1 a	207.5 a	177.6 b	177.3 a
SPB	9.3 b	4.3 e	5.8 c	6.3 cd	212.1 i	250.3 i	200.4 i	252.4 i	50.1 h	67.4 h	50.4 g	75.3 h
Dale	9.5 b	8.5 bc	6.5 c	6.8 cd	530.1 f	567.3 d	625.3 c	650.4 d	110.1 c	125.5 e	125.4 d	127.4 d
Payao	6.3 c	9.5 b	9.8 ab	9.3 b	625.1 d	565.6 e	615.4 d	705.3 b	82.4 e	80.4 g	110.3 e	127.4 d
Cowley	9.5 b	6.8 d	7.0 c	6.5 cd	390.3 h	485.4 h	335.4 h	337.5 h	77.1 f	100.6 f	100.4 f	100.4 g
BS 281	9.8 b	9.5 b	7.3 c	7.0 c	537.2 e	597.4 c	385.2 g	385.3 g	75.2 g	130.7 d	110.5 e	110.4 f
Rio	10.1 b	8.3 c	9.5 b	8.8 b	675.2 c	527.6 f	457.4 f	455.4 f	125.3 a	150.4 c	132.5 c	131.4 c
Keller	10.5 b	9.3 b	9.3 b	8.5 b	450.1 g	702.5 b	532.4 e	532.4 e	100.1 d	172.5 b	125.4 d	125.4 e
CV %	5.97	5.47	9.44	5.74	0.05	0.08	0.08	0.08	0.26	0.34	0.33	0.35

** = significantly different at $P < 0.01$, means in the same column followed by the same letter are not significantly different from compared by DMRT

Table 3 Soluble solid in juice (% brix), juice volume (ml) per plant and juice yield (liter) per rai of nine sweet sorghum cultivars, harvested at 75, 90, 105 and 120 days after planting

Cultivars	Soluble solid in juice (% brix) at				Juice volume (ml) /plant at				Juice yield (liter) /rai at			
	75 days	90 days	105 days	120 days	75 days	90 days	105 days	120 days	75 days	90 days	105 days	120 days
KKU 40	10.5 c	7.0 f	15.0 c	14.3 d	192.3 a	105.4 g	277.4 a	205.4 b	3,076	1,686	4,439	3,287
Wray	10.5 c	16.2 a	16.0 b	13.2 f	195.4 a	205.5 a	177.5 c	186.5 c	3,123	3,288	2,840	2,984
SPB	12.0 b	14.3 c	12.0 g	12.0 g	45.3 h	32.5 i	30.4 h	50.3 h	724	520	487	805
Dale	12.0 b	11.1 e	10.0 h	12.0 g	150.2 d	160.4 d	140.3 d	147.3 d	2,403	2,567	2,245	2,357
Payao	8.3 d	6.1 g	12.2 f	14.0 e	182.5 b	185.5 b	181.1 b	217.4 a	2,920	2,968	2,898	3,478
Cowley	13.1 a	12.1 d	10.0 h	15.0 c	62.8 g	127.5 f	30.4 h	29.4 i	1,004	2,040	487	471
BS 281	11.5 c	15.1 b	17.4 a	17.3 a	85.0 f	131.4 e	80.5 g	80.1 g	1,360	2,103	1,288	1,282
Rio	10.6 c	15.1 b	13.0 e	15.3 b	175.1 c	90.5 h	93.7 f	90.2 f	2,801	1,448	1,499	1,443
Keller	13.0 a	16.3 a	14.1 d	15.2 b	90.2 e	170.5 c	133.8 e	131.4 e	1,443	2,728	2,140	2,103
CV %	3.21	1.10	0.49	0.69	2.23	0.32	1.31	0.28	-	-	-	-

** = significantly different at $P < 0.01$, means in the same column followed by the same letter are not significantly different from compared by DMRT

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาเพื่อวัดค่าความหวานและปริมาณน้ำหวานในลำต้นของข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์ ที่อายุการเก็บเกี่ยว 75, 90, 105 และ 120 วัน พบว่า ความหวานของข้าวฟ่างหวานทั้ง 9 พันธุ์ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 3) ข้าวฟ่างหวานแต่ละพันธุ์ให้ค่าความหวานที่ไม่คงที่ เช่น จากการศึกษาพันธุ์ BS 281 ให้ค่าความหวานเฉลี่ยสูงที่สุด (17.4 %brix) ที่อายุ 105 วัน ส่วนพันธุ์ Wray มีความหวานเฉลี่ยสูงสุด ที่อายุ 90 วัน แต่พันธุ์ Payao เป็นพันธุ์ที่มีความหวานต่ำสุด (คือ 6.10 %brix) ปริมาณน้ำหวานในลำต้นของข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์ต่างกัน ในแต่ละอายุเก็บเกี่ยว สอดคล้องกับที่ Ratnavathi *et al.* (2003) รายงานว่า ปริมาณน้ำตาลและน้ำหวานของข้าวฟ่างหวานที่ได้ทำการศึกษาข้าวฟ่างหวาน 5 พันธุ์ ซึ่งต่างกัน และแตกต่างกันไปในแต่ละระยะการเจริญเติบโต โดยช่วงที่เหมาะสมที่สุดที่จะเก็บเกี่ยวข้าวฟ่างหวาน คือ ช่วงที่เมล็ดสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่อายุ 110-120 วัน ซึ่งในเรื่องของอายุการเก็บเกี่ยวนี้ต่างจากผลการศึกษาที่ได้ เนื่องจากระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมเพื่อผลิตน้ำหวานของข้าวฟ่างหวานแต่ละพันธุ์ แตกต่างกันไปในแต่ละช่วงอายุ กล่าวคือ พันธุ์ KKU 40 มีปริมาณน้ำหวานเฉลี่ยสูง (277.4 มิลลิกรัมต่อต้น) ที่อายุ 105 วัน เมื่ออายุ 120 วัน จะลดลงเหลือ 205.4 มิลลิกรัมต่อต้น จึงควรเก็บเกี่ยวที่อายุ 105-110 วัน พันธุ์ Wray ให้ปริมาณน้ำหวานสูงที่สุดเมื่ออายุได้ 90 วัน 205.5 มิลลิกรัมต่อต้น และลดลงเหลือ 177.5 มิลลิกรัมต่อต้น ที่อายุ 105 วัน ฉะนั้นควรเก็บเกี่ยวที่อายุ 90-95 วัน มิฉะนั้นจะทำให้ปริมาณน้ำหวานลดลง เช่นเดียวกับข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Cowley ให้ปริมาณน้ำหวานสูงสุด 127.5 มิลลิกรัมต่อต้น ที่อายุ 90 วัน ถ้าเก็บเกี่ยวที่ 105 และ 120 วัน ปริมาณน้ำหวานจะลงเหลือเพียง 30.4 และ 29.4 มิลลิกรัมต่อต้น จึงควรเก็บเกี่ยวที่อายุ 90 วัน การที่ข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Wray ให้ปริมาณน้ำหวานและค่าความหวาน (% brix) สูงสุดตั้งแต่ช่วงอายุ 90 วัน หลังออก เนื่องจากข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Wray มีลักษณะทางสรีรวิทยาที่ดี กล่าวคือ มีจำนวนใบต่อต้นมาก ลำต้นมีขนาดใหญ่ สูง ตั้งแต่อายุ 75-90 วัน ทั้งนี้ การที่มีจำนวนใบต่อต้นมาก จะช่วยให้สามารถสังเคราะห์แสงได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เกิดการสร้างและสะสมสารอาหารได้สูง (เฉลิมพล, 2535) ทำให้ข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Wray มีขนาดลำต้นที่สูงใหญ่ ให้ค่าความหวาน (%brix) และปริมาณน้ำหวานในลำต้นสูงในเวลาที่รวดเร็วกว่าพันธุ์อื่นๆ จึงเป็นพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวได้เร็ว หากต้องการผลิตข้าวฟ่างหวานเพื่อเป็นอาหารหยาบสำหรับสัตว์เลี้ยงแล้ว พันธุ์ Wray ก็เหมาะสมเช่นเดียวกับพันธุ์ KKU 40

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการสะสมความหวานและปริมาณน้ำหวาน ในข้าวฟ่างหวาน 9 พันธุ์ ร่วมกับการเจริญเติบโตในแต่ละช่วงอายุ พบว่า พันธุ์ Wray เป็นพันธุ์ที่ให้ค่าเฉลี่ยความสูงต้น มีจำนวนใบต่อต้นสูงสุดที่อายุ 75, 90, 105 และ 120 วัน พันธุ์ KKU 40 มีขนาดลำต้น (เส้นผ่านศูนย์กลาง) เฉลี่ยและน้ำหนักต้นสดต่อต้นสูงสุดที่อายุเก็บเกี่ยว 75, 105 และ 120 วัน เมื่อเก็บเกี่ยวที่ 90 วัน พันธุ์ Wray มีขนาดลำต้น (เส้นผ่านศูนย์กลาง) และน้ำหนักต้นสดต่อต้นสูงสุด พันธุ์ Wray ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งต่อต้นสูงสุด (กว่าพันธุ์อื่นๆ) เมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 75, 90 และ 120 วัน ส่วนพันธุ์ KKU 40 ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งสูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวที่ 105 วัน ค่าความหวาน (% brix) ของน้ำหวานจากลำต้นที่อายุ 75 วัน พันธุ์ที่ให้ความหวานดีที่สุด

คือ พันธุ์ Keller และ Cowley ที่อายุเก็บเกี่ยว 90 วัน พันธุ์ที่ให้ความหวานดีที่สุด ได้แก่ พันธุ์ Keller และ Wray และเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 105 และ 120 วัน พันธุ์ที่ให้ความหวานสูงสุด คือ พันธุ์ BS 281 ส่วนปริมาณน้ำหวานที่หีบจากลำต้น ข้าวฟ่างหวานพันธุ์ Wray มีปริมาณน้ำหวานเฉลี่ยต่อต้นสูงสุด เมื่อเก็บเกี่ยวอายุ 75 และ 90 วัน พันธุ์ KKU 40 ให้ปริมาณน้ำหวานเฉลี่ยต่อต้นสูงสุด เมื่อเก็บเกี่ยวที่ 105 วัน และที่อายุการเก็บเกี่ยว 120 วัน พันธุ์ Payao ให้ปริมาณน้ำหวานจากลำต้นเฉลี่ยต่อต้นสูงที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- เฉลิมพล แซมเพชร. 2535. **สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่**. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.
- จุฬี ทิพย์รักษ์. 2536. ข้าวฟ่างและการใช้ประโยชน์. **กสิกร**. 66(1): 59-62.
- ประสิทธิ์ ใจคิด. 2548. **พืชทดแทนพลังงานที่มีศักยภาพ**. เอกสารประกอบการสัมมนาระดมความคิดเห็น คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ขอนแก่น.
- Dajue, L. (ed.). 1997. **Proceedings of the First International Sweet Sorghum Conference**, September 14-19, 1997, held at Beijing, China, 793 p.
- Mandke, A.D. and M. Kapoor. 2003. Cereals in alcohol industry: An industry perspective. *In* Alternative uses of sorghum and pearl millet in Asia. **Proceedings of the Expert Meeting**. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India, 1-4 July 2003. Common Fund for Commodities. CFC Technical Paper No. 34. pp. 326-332.
- Ratnavathi, C.V., P.K. Biswas, M. Pallavi, M. Maheswari, B.S.V. Kumar and N. Seetharama. 2003. Alternative uses of sorghum-Methods and feasibility: Indian perspective. *In* Alternative uses of sorghum and pearl millet in Asia. **Proceedings of the Expert Meeting**. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India, 1-4 July 2003. Common Fund for Commodities CFC Technical paper No. 34. pp. 188-200.
- Somani, R.B. and J.R.N. Taylor. 2003. Sorghum: A potential source of raw material for agroindustries. *In* Alternative uses of sorghum and pearl millet in Asia. **Proceedings of the Expert Meeting**. ICRISAT, Patancheru, Andhra Pradesh, India, 1-4 July 2003. Common Fund for Commodities CFC Technical Paper No. 34. pp. 146-168.

**การตอบสนองของผลผลิตและปริมาณแป้งของพันธุ์มันสำปะหลังต่อฤดูปลูก
บนดินชุดร่อยเอ็ดในเขตจังหวัดอุทัยธานี**
**Response of Yield and Starch Content to Growing Season of Cassava Varieties
Grown on Roi Et Soil Series in Uthai Thani Province**

อารดา มาสรี¹ วันชัย ถนอมทรัพย์² จิราลักษณ์ ภูมิไธสง¹ และเชาวนาถ พฤทธิเทพ¹
Arada Masari¹, Wanchai Thanomsub², Jiraluck Phoomthaisong¹ and Chaowanart Phruetthitthep¹

¹ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท ชัยนาท 17000

²สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 ชัยนาท 17000

¹Chai Nat Field Crops Research Center, Chai Nat, Thailand 17000

²Office of Agricultural and Development Region 5, Chai Nat, Thailand 17000

*Corresponding author: chainat.fcrc@doa.in.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาผลของฤดูปลูก ต้นฤดูฝน ปลายฤดูฝน และฤดูแล้งต่อผลผลิตและปริมาณแป้งของมันสำปะหลัง 4 พันธุ์ บนดินชุดร่อยเอ็ดในไร่เกษตรกร จังหวัดอุทัยธานี ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2548-ถึงเดือนพฤศจิกายน 2551 ปี 2548-2551 พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และฤดูปลูก ในส่วนของผลผลิตหัวสด ผลผลิตหัวแห้ง เปอร์เซนต์แป้ง และผลผลิตแป้ง ฤดูปลูกมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อทุกปัจจัยที่ตรวจสอบ ขณะที่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์มันสำปะหลังเฉพาะในส่วนของเปอร์เซนต์และผลผลิตแป้ง การปลูกในฤดูแล้งให้ผลผลิตหัวสด (5,701 กก./ไร่) และผลผลิตหัวแห้ง (2,435 กก./ไร่) สูงกว่าการปลูกในต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝนที่ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยเฉลี่ย 18.71 และ 28.89% ตามลำดับ การปลูกในฤดูแล้งให้เปอร์เซนต์แป้ง ไม่แตกต่างทางสถิติกับการปลูกในต้นฤดูฝน แต่สูงกว่าการปลูกปลายฤดูฝน 23.33% การปลูกในฤดูแล้งให้ผลผลิตแป้งสูงกว่าการปลูกในปลายและต้นฤดูฝน 37.01 และ 32.01% ตามลำดับ ขณะที่ การปลูกในปลายและต้นฤดูฝนให้ค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ พันธุ์ระยะยง 9 มีเปอร์เซนต์แป้งสูงสุด ตามด้วยพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยะยง 5 และระยะยง 72 ตามลำดับ ในส่วนของผลผลิตแป้ง พบว่า พันธุ์ระยะยง 9 ให้ผลผลิตแป้งไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 และระยะยง 5 แต่สูงกว่าระยะยง 72 เท่ากับ 15.21% มันสำปะหลังทุกพันธุ์ มีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงสุดในฤดูแล้ง และพันธุ์ระยะยง 72 มีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ

คำสำคัญ: พันธุ์มันสำปะหลัง ผลผลิตหัวสด ผลผลิตมันแห้ง เปอร์เซนต์แป้ง ผลผลิตแป้ง
ดัชนีการเก็บเกี่ยว

Abstract

The objectives of the research were to study the effects of growing seasons; early rainy season, late rainy season and dry season on yield and starch content of 4 cassava varieties on Roi Et soil series in a farmer field of Uthai Thani province during November 2005 to November 2008. There were no interactions between growing seasons and varieties in fresh and dry weight yields, percent starch content and starch yields. Dry season growing produced 18.71 and 28.89% fresh and dry weight yields greater than the rainy season growing, respectively. Dry season growing showed no significant difference in percent starch to early rainy season, but had 23.33% starch higher than the late rainy season. Dry season, was also attained 37.01 and 32.01% starch yields greater than late and early season, respectively. Rayong 9 had significantly higher percent starch content than the others. It also produced 15.21% starch yield greater than Rayong 72 but showed no significant differences in starch yields than the others. Each variety attained a greater harvest index with dry season growing.

Keywords: cassava varieties, growing season, fresh yield, dry yield, starch, harvest index

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่มีความสำคัญในประเทศไทย ปี 2551 มีพื้นที่ปลูกประมาณ 7.75 ล้านไร่ ผลผลิตหัวสด 25.16 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 3.40 ตันต่อไร่ มันสำปะหลังมีการปลูกทุกภาคของประเทศไทย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) เพื่อตอบสนองนโยบายของรัฐบาลในการหาแหล่งพลังงานอื่นในประเทศทดแทนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง เช่น การผลิตแก๊สโซฮอล์ โดยการผสมเอทานอลกับน้ำมันเบนซิน ซึ่งมันสำปะหลัง มีศักยภาพในการนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเอทานอล เนื่องจากมีพื้นที่ปลูก และผลผลิตมาก และมีต้นทุนต่ำ (สุทธิพร, 2547) การเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของมันสำปะหลัง ต้องอาศัยเทคโนโลยีการผลิตด้านพันธุ์ การเกษตรกรรมด้านต่างๆ การดูแลรักษาด้านอารักขาพืช และมีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม (ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์, 2549)

กรมวิชาการเกษตรและหน่วยงานอื่น รับรองพันธุ์และแนะนำพันธุ์มันสำปะหลังที่ให้ผลผลิตสูง ได้แก่ พันธุ์ระยอง 9 ระยอง 5 ระยอง 9 และระยอง 72 เกษตรศาสตร์ 50 ซึ่งในแต่ละพันธุ์ลักษณะเด่นที่แตกต่างกัน และมีความเหมาะสมในแต่ละพื้นที่ เช่น พันธุ์ระยอง 9 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูง 4 ตันต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูง อยู่ระหว่าง 23-30 เปอร์เซ็นต์ และตอบสนองต่อปุ๋ยและสภาพแวดล้อมดี ส่วนพันธุ์ระยอง 5 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูง 4.4 ตันต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูง อยู่ระหว่าง 23-28 เปอร์เซ็นต์ ปรับตัวกับสภาพแวดล้อมได้ดี ปลูกได้ทั้งดินและปลายนํ้า และต้นพันธุ์เก็บได้นานถึง 30 วันหลังจากตัดต้น ในขณะที่พันธุ์ระยอง 9 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูง 4.9 ตันต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูง อยู่ระหว่าง 25-30 เปอร์เซ็นต์ ปลูกได้ดีในทุกแหล่งปลูกมันสำปะหลัง สำหรับพันธุ์ระยอง 72 เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูง 4.9 ตันต่อไร่ เหมาะสำหรับปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงอยู่ระหว่าง 22-28 เปอร์เซ็นต์ และต้นพันธุ์เก็บได้นาน

ถึง 30 วันหลังจากตัดต้น ในขณะที่พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ซึ่งเป็นพันธุ์ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นพันธุ์ที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูง 4.4 ตันต่อไร่ มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูง อยู่ระหว่าง 23-28 เปอร์เซ็นต์ และต้นพันธุ์เก็บได้นานถึง 30 วันหลังจากตัดต้น (ศูนย์วิจัยนครสวรรค์, 2549)

อย่างไรก็ตามในปัจจุบันมีพันธุ์ที่นิยมปลูก คือ ระยะเวลา 9 เกษตรศาสตร์ 50 ระยะ 5 และระยะ 72 ซึ่งสามารถเจริญเติบโตได้ดีในทุกแหล่งปลูกมันสำปะหลัง สามารถปลูกได้เกือบตลอดปี โดยผลผลิตและเปอร์เซ็นต์แป้งจะแตกต่างกันไปตามชุดดินและสภาพอากาศ แต่มีรายงานวิจัยมีน้อยมากเกี่ยวกับผลผลิตและคุณภาพแป้งของพันธุ์มันสำปะหลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตภาคกลาง การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลผลิตและคุณภาพแป้งของมันสำปะหลัง 4 พันธุ์ เมื่อปลูกในฤดูกาลต่างกัน บนดินชุดร้อยเอ็ด จังหวัดอุทัยธานี เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการคำแนะนำต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการศึกษาในไร่เกษตรกร บนดินชุดร้อยเอ็ด จังหวัดอุทัยธานี ปี 2548-2551 ซึ่งมีค่าวิเคราะห์ดิน ดังนี้ pH = 5.87 (วิธี test kit.), O.M. = 1.06% (วิธี Walkley and Black, 1934), available P = 13.75 ppm (วิธี Bray 2) และ exchangeable K = 21.81 ppm (วิธี Na₄OAc, pH7) วางแผนการทดลองแบบ Split plot design จำนวน 4 ซ้ำ Main plot ประกอบด้วย ฤดูปลูก 3 ฤดู คือ ปลายฤดูฝน ต้นฤดูฝน และฤดูแล้ง Sub-plot ประกอบด้วย มันสำปะหลัง จำนวน 4 พันธุ์ คือ ระยะ 5 ระยะ 9 ระยะ 72 และ เกษตรศาสตร์ 50 ขนาดแปลงย่อย 6x8 เมตร ใช้ระยะปลูก 1x1 เมตร ปลูกและดูแลรักษาโดยไม่มีการให้น้ำ มันสำปะหลังทั้ง 3 ฤดูปลูก กำจัดวัชพืช 3 ครั้ง คือ พ่นสารกำจัดวัชพืชทันทีหลังปลูกก่อนวัชพืชงอก ใช้จอบกำจัดวัชพืชระหว่างแถวปลูกเมื่อมันสำปะหลังอายุ 1 เดือน ก่อนใส่ปุ๋ย และกำจัดวัชพืชอีกครั้งเมื่อมีวัชพืชมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่เมื่อมันสำปะหลังอายุ 3 เดือน ใส่ปุ๋ย สูตร 15-7-18 จำนวน 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อต้นมันสำปะหลังอายุได้ 1 เดือน โดยใส่สองข้างของต้นตามแนวกว้างของพุ่มใบ แล้วพรวนดินกลบ ป้องกันกำจัดโรคและแมลงโดยการฉีดพ่นสารเคมีตามความจำเป็นเมื่อพบโรคและแมลงเข้าทำลาย เก็บเกี่ยวผลผลิต 3 แถวกลาง โดยมีพื้นที่เก็บเกี่ยว 3x6 เมตร เมื่อมันสำปะหลังอายุ 12 เดือน บันทึกข้อมูล ความสูงต้นเมื่อเก็บเกี่ยว จำนวนต้นเก็บเกี่ยว คำนวณหาดัชนีการเก็บเกี่ยว จำนวนหัวต่อต้น น้ำหนักหัวสดต่อต้น น้ำหนักสดทั้งต้น ผลผลิตหัวสดต่อไร่ และนำตัวอย่างหัวสดประมาณ 5 กิโลกรัม ต่อแปลงย่อย มาวัดเปอร์เซ็นต์แป้ง โดยใช้เครื่องวัดแบบ Reimann Scale คำนวณหาผลผลิตแป้ง ดังนี้โดยนำเปอร์เซ็นต์แป้ง x ผลผลิตหัวสด และผลผลิตหัวแห้ง คำนวณโดยใช้สูตร %Dry matter x ผลผลิตหัวสด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลผลิตหัวสด ผลผลิต หัวแห้ง เปอร์เซ็นต์แป้ง และผลผลิตแป้ง

ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และฤดูปลูก ในส่วนของผลผลิตหัวสด ผลผลิตหัวแห้ง เปอร์เซ็นต์แป้ง และผลผลิตแป้ง ฤดูปลูกมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อทุกปัจจัยที่ตรวจสอบ ขณะที่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์มันสำปะหลังเฉพาะในส่วนของเปอร์เซ็นต์และผลผลิตแป้ง (Table 1)

การปลูกในฤดูแล้งให้ผลผลิตหัวสด (5,701 กก./ไร่) และผลผลิตหัวแห้ง (2,435 กก./ไร่) สูงกว่าการปลูกในต้นและปลายฤดูฝนที่ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยเฉลี่ย 18.71 และ 28.89% ตามลำดับ

การปลูกในฤดูแล้งให้เปอร์เซ็นต์แป้งไม่แตกต่างทางสถิติกับการปลูกในต้นฤดูฝน แต่สูงกว่าการปลูกปลายฤดูฝน 23.33% นอกจากนี้ยังพบว่า การปลูกในฤดูแล้งให้ผลผลิตแป้งสูงกว่าการปลูกในปลายและต้นฤดูฝน 37.01 และ 32.01% ตามลำดับ ขณะที่การปลูกในปลายและต้นฤดูฝนให้ค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ

มันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 มีเปอร์เซ็นต์แป้งสูงสุด ตามด้วยพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 5 และระยอง 72 ตามลำดับ ในส่วนของผลผลิตแป้ง พบว่า พันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับเกษตรศาสตร์ 50 และระยอง 5 แต่สูงกว่าระยอง 72 อย่างมีนัยสำคัญ พันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตแป้งไม่แตกต่างกับพันธุ์อื่นๆ แต่สูงกว่าพันธุ์ระยอง 72 เท่ากับ 15.21%

จำนวนหัวต่อต้น ความสูง และดัชนีเก็บเกี่ยว

มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และฤดูปลูก ในส่วนของจำนวนหัวต่อต้น (Table 2 and Figure 1) ความสูง (Table 3) และดัชนีการเก็บเกี่ยว (Table 4)

สำหรับพันธุ์ระยอง 5 ให้จำนวนหัวต่อต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติในแต่ละฤดูปลูก ขณะที่พันธุ์ระยอง 72 ให้จำนวนหัวต่อต้นสูงสุด เมื่อปลูกในฤดูแล้ง สำหรับพันธุ์ระยอง 9 การปลูกในปลายฤดูฝนให้จำนวนหัวต่อต้นไม่แตกต่างกับการปลูกในฤดูแล้ง แต่สูงกว่าการปลูกในต้นฤดูฝน สำหรับพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 การปลูกในต้นฤดูฝนมีจำนวนหัวต่อต้นสูงกว่าการปลูกในปลายฤดูฝน แต่ไม่แตกต่างกับการปลูกในฤดูแล้ง

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพันธุ์มันสำปะหลังในแต่ละฤดูปลูก พบว่า การปลูกในปลายฤดูฝนพันธุ์ระยอง 5 ให้จำนวนหัวต่อต้น สูงกว่าพันธุ์ระยอง 7 แต่ไม่แตกต่างกับพันธุ์อื่นๆ สำหรับการปลูกในต้นฤดูฝน พบว่า พันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 มีจำนวนหัวต่อต้น สูงกว่าพันธุ์ระยอง 9 และระยอง 72 แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับพันธุ์ระยอง 5 อย่างไรก็ตาม การปลูกในฤดูแล้ง ทุกพันธุ์ที่นำมาทดสอบมีจำนวนหัวต่อต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ในส่วนของความสูงโดยทั่วไป พบว่า การปลูกในปลายฤดูฝน พันธุ์ระยอง 5 และระยอง 72 มีความสูงต้นสูงกว่าการปลูกในฤดูอื่นๆ ขณะที่การปลูกในต้นฤดูฝน พันธุ์ระยอง 9 และเกษตรศาสตร์ 50 มีความสูงต้น สูงกว่าการปลูกในฤดูอื่นๆ

มันสำปะหลังทุกพันธุ์ มีดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงสุดเมื่อปลูกในฤดูแล้ง และพันธุ์ระยอง 72 มีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ

ผลการทดลองครั้งนี้เสนอแนะว่าในการปลูกมันสำปะหลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบนดินชุดร่อยเอ็ดในสภาพแวดล้อม จังหวัดอุทัยธานี การปลูกในฤดูแล้งให้ผลผลิตสูงกว่าการปลูกต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝน เนื่องจากช่วงแรกที่ดินมีการเจริญเติบโตมีฝนตกทำให้ได้รับปริมาณน้ำฝนเหมาะสมส่งผลให้มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตดีส่งผลให้ผลผลิตสูง มากกว่าต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนมากทำให้มีการเจริญทางลำต้นและใบมากกว่านำไปสร้างหัว โดยพันธุ์ระยอง 9 ให้เปอร์เซ็นต์แป้งและผลผลิตแป้งสูงสุดมากกว่าทุกพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญ เห็นได้ชัดเจนว่าความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์แป้งนี้จะขึ้นกับพันธุ์สนับสนุนรายงานของ Boonseng *et al.* 2000 ที่กล่าวว่าความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์แป้งส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับพันธุ์ อย่างไรก็ตามผลการทดลองอาจแตกต่างไปจากการทดลองครั้งนี้ เพราะการปลูกมันสำปะหลังนั้นปัจจัยที่ทำให้เปอร์เซ็นต์แป้งและผลผลิตเปลี่ยนไป นอกจากพันธุ์แล้วอาจมีปัจจัยต่างๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง ได้แก่ สภาพแวดล้อม (Sriroth *et al.*, 2001) ความอุดมสมบูรณ์ของดินฤดูปลูก อายุการเก็บเกี่ยว รวมถึงช่วงเวลาการเก็บเกี่ยว (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2537 อ้างโดย บุญเหลือ, 2548)

สรุปผลการทดลอง

1. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุ์และฤดูปลูก ในส่วนของผลผลิตหัวสด ผลผลิตมันแห้ง เปอร์เซ็นต์แป้ง และผลผลิตแป้ง ฤดูปลูกมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อทุกปัจจัยที่ตรวจสอบ
2. การปลูกในฤดูแล้งให้ผลผลิตหัวสด (5,701 กก./ไร่) และผลผลิตหัวแห้ง (2,435 กก./ไร่) สูงกว่าการปลูกในต้นและปลายฤดูฝนที่ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยเฉลี่ย 18.71 และ 28.89% ตามลำดับ
3. การปลูกในฤดูแล้งให้เปอร์เซ็นต์แป้งไม่แตกต่างทางสถิติกับการปลูกในต้นฤดูฝน แต่สูงกว่าการปลูกปลายฤดูฝน 23.33%
4. การปลูกในฤดูแล้งให้ผลผลิตแป้งสูงกว่าการปลูกในปลายและต้นฤดูฝน 37.01 และ 32.01% ตามลำดับ ขณะที่การปลูกในปลายและต้นฤดูฝนให้ค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ
5. พันธุ์ระยอง 9 มีเปอร์เซ็นต์แป้ง สูงสุด ตามด้วยพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ระยอง 5 และระยอง 72 ตามลำดับ ในส่วนของผลผลิตแป้ง พบว่า พันธุ์ระยอง 9 ให้ผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติกับเกษตรศาสตร์ 50 และระยอง 5 แต่สูงกว่าระยอง 72 เท่ากับ 15.21%
6. มันสำปะหลังทุกพันธุ์ มีดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงสุดในฤดูแล้ง และพันธุ์ระยอง 72 มีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

- บุญเหลือ ศรีมุงคุณ, จำลอง กกรัมย์ และ วงเดือน ประสมทอง. 2548. ศึกษาผลของอายุการเก็บเกี่ยว. ต่อผลผลิตและคุณภาพแป้งของมันสำปะหลังพันธุ์ก้าวหน้าเพื่อแป่งสูง. หน้า 166-172 . ใน: **งาและพืชไร่อื่น ๆ**. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2548 ศูนย์วิจัยพืชไร่อุบลราชธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์. 2549. พันธุ์มันสำปะหลัง. จาก <http://61.19.192.250/oardcomTP/webboard-txt3/view.php?No=659>.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2547. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2547. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร,กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: กรุงเทพฯ.122 น.
- สุทธิพรจิรพันธุ์.2547. ปี 2547 เกษตรกรหน้าใสเศรษฐกิจโตดันราคาสินค้าเกษตรเพิ่ม.จาก <http://www.biothai.net/cgi-bin/content/news/show.pl?0330>.
- Boonseng, O., A. Summart. and D. Phadkratoke. 2000. Effects of planting seasons, varieties and Harvesting times on biochemical properties in cassava (*Manihot esculenta* Cantz) roots. **Field Crops Information**. 1: 7-8.
- Sriroth, K., K. Piyachomkwan. V. Santisopasri. and C.G. Oates. 2004. Environmental conitions root development Drought constraint on cassava starch quality. Available from <http://www.springerlink.com/content/h650jq64r2852677/>.

Table 1 Effects of growing season on fresh root yield, dry root yield, starch content and starch yield of 4 cassava varieties grown on Roiet soil series in 2005-2008

Seasons	Fresh root yield (kg/rai)	Dry root yield (kg/rai)	Starch percent (%)	Starch yield (kg/rai)
Seasons				
Late rainy season	4,620 b	1,896 b	15.68 b	732 b
Early rainy season	4,649 b	1,567 b	16.90 ab	790 b
Dry season	5,701 a	2,435 a	20.45 a	1,162 a
Varieties				
Rayong 5	5,119 a	1,994 a	15.86 c	850 ab
Rayong 72	5,275 a	1,729 a	12.71 d	695 b
Rayong 9	4,606 a	1,791 a	22.31 a	1,028 a
KU 50	4,961 a	2,348 a	19.82 b	1,006 a
CV. (a) %	20.7	16.6	24.7	31.5
CV. (b) %	17.4	20.6	15.4	22.7

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 2 Effects of growing seasons on number of roots per plant of 4 cassava varieties on grown on Roiet soil series in 2005-2008

Seasons	Varieties			
	Rayong 5	Rayong 72	Rayong 9	KU 50
Late rainy season	10.75 a	7.50 bc	11.75 a	9.50 b
Rainy season	10.50 a	7.75 b	10.00 b	12.25 a
Dry season	10.50 a	9.50 a	10.50 ab	10.25 ab
CV(a) 18.9% CV(b) 14.0% LSD 0.05 = 2.04				

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 3 Effects of growing seasons on plant height of 4 cassava varieties grown on Roiet soil series in 2005-2008

Seasons	Varieties			
	Rayong 5	Rayong 72	Rayong 5	KU 50
Late rainy season	159.57 a	153.37 a	162.90 a	153.17 b
Rainy season	137.25 b	151.72 a	178.62 a	186.50 a
Dry season	137.45 b	146.57 b	120.40 b	150.72 b
CV(a) = 11.3% CV(b) =9.0% LSD 0.05 = 1.90				

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 4 Effects of growing seasons on harvest index of 4 cassava varieties on Roiet soil series in a farmer field of Uthaithani in 2005-2008.

Seasons	Varieties			
	Rayong 5	Rayong 72	Rayong 5	KU 50
Late rainy season	0.61 c	0.76 ab	0.63 c	0.69 b
Early rainy season	0.67 b	0.72 b	0.64 b	0.65 c
Dry season	0.77 a	0.83 a	0.78 a	0.79 a
CV (a) = 5.0% CV (b) = 4.9%	LSD 0.05 = 0.051			

Means in the same column followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT



Figure 1 Roots per plant of Rayong 5 (A), Rayong 9 (B), Rayong 72 (C) and KU 50 (D) on Roiet soil series in a farmer field of Uthaithani in 2005-2008

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพ ในถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ต่างกัน

Determination on the Correlation between Photosynthesis and Biomass Accumulation in the Different Vegetable Soybean Cultivars

ปวีณ โกชนา เศรษฐา ศิริพิณฑุ* อนันต์ ปินตารักษ์ และดนุวัต เพ็งอัน

Paween Phochana, Settha Siripin*, Anan Pintarak and Danuwat Peng-ont

ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Department of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: settha@mju.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพในถั่วเหลืองฝักสด 5 พันธุ์ คือ AGS 292, No.75, 16 sweet, MJ 0101-4-6 และ MJ 0108-11-5 พบว่า ถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 พันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นตั้งแต่ระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจาก V1 ถึง V6 และเพิ่มขึ้นอีกในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ จาก R1 ถึง R5 ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงสูงสุดทั้งในระยะ Vegetative และ Reproductive growth stages โดยเฉพาะระยะ R5 ซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตฝักสด มีการสังเคราะห์แสงเท่ากับ $39.46 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ และมีการสร้างมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นจนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ที่ระยะ R6 มีค่าเท่ากับ 106.38 กรัมต่อตารางเมตร หลังจากนั้นจะลดลงในระยะการสุกแก่ทางเมล็ดพันธุ์ ถั่วเหลืองฝักสดต่างพันธุ์กันมีการสร้างมวลชีวภาพที่แตกต่างกัน และผลการศึกษา พบว่า การสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพมีค่าสหสัมพันธ์ทางบวก ถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพและผลผลิตสูงที่สุด

คำสำคัญ: ถั่วเหลืองฝักสด การสังเคราะห์แสง การสร้างมวลชีวภาพ

Abstract

The determination on vegetable soybean 5 cultivars: AGS 292, No. 75, 16 sweet, MJ 0101-4-6 and MJ 0108-11-5 were showed the different in photosynthesis and biomass production during vegetative and reproductive growth stages, AGS 292 performed the highest photosynthesis in R5 stage $39.46 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ and biomass accumulation increased during vegetative and reproductive growth stages, AGS 292 produced the highest biomass accumulation in reproductive growth stage, R6, 106.38 g/m^2 . The results were revealed the positive correlation between photosynthesis and biomass accumulation, AGS 292 had the highest biomass and yield among the cultivars.

Keywords: vegetable soybean, photosynthesis, biomass accumulation

คำนำ

ความต้องการถั่วเหลืองฝักสดของญี่ปุ่นจากประเทศไทยเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยส่งออกถั่วเหลืองฝักสดในรูปฝักแช่แข็ง และสามารถส่งออกเมล็ดสดที่แกะออกจากเปลือกฝัก (Shelled edamame) (Lin and Cheng, 2001) โดยส่งออกไปญี่ปุ่นประมาณ 10,000 ตันต่อปี ซึ่งการส่งออกของไทยมีแนวทางเพิ่มขึ้นตามลำดับ โดยมากกว่า 10,000 ตัน ในปี 2548 เพราะผู้บริโภคปัจจุบันให้ความสำคัญกับอาหารสุขภาพมากขึ้น เนื่องจากถั่วเหลืองฝักสดมีปริมาณสารไฟโตเอสโตรเจน (phytoestrogen) ชนิดไอโซฟลาโวน (isoflavones) สูง ซึ่งทางการแพทย์พบว่ามีสารแอนติออกซิแดน (antioxidant) ที่มีส่วนช่วยป้องกันการเกิดภาวะหลอดเลือดแข็งตัว ช่วยลดภาวะการเกิดโรคหัวใจ และลดภาวะเสี่ยงในการเป็นโรคมะเร็งอีกด้วย (Shanmugasundaram and Yan, 2004) งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการวัดค่าการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพที่มีความสัมพันธ์กับการสร้างผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งสามารถนำไปเป็นข้อมูลส่วนหนึ่งในการศึกษาทางด้านสรีรวิทยาและการปรับปรุงพันธุ์ เนื่องจากความต้องการผลผลิตยังมีอีกมาก จึงสมควรอย่างยิ่งที่จะต้องมีการวิจัยและพัฒนา ทั้งด้านการปรับปรุงพันธุ์ การผลิตเมล็ดพันธุ์และเทคโนโลยีการผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่เหมาะสมในการส่งออกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวัดและเก็บบันทึกข้อมูลการสังเคราะห์แสง

ทำการเพาะปลูกถั่วเหลืองฝักสดทั้งหมดจำนวน 5 พันธุ์ ได้แก่ AGS 292, No.75, 16 sweet, MJ 0101-4-6 และพันธุ์ MJ 0108-11-5 ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 จนถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2553 ณ ฟาร์มพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ โดยเก็บบันทึกข้อมูลการสังเคราะห์แสงในแต่ละระยะการเจริญเติบโตด้วยเทคนิคการศึกษาประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (Light response curve or A/Q response curve method) ด้วยเครื่อง LCA-4 Portable Photosynthetic measurements ตั้งแต่ระยะการเจริญเติบโตด้านลำต้นและใบ จนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์และระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา โดยเลือกใบของต้นถั่วเหลืองฝักสดที่เหมาะสม จำนวน 3 ใบต่อต้น และสุ่ม 5 ต้นต่อซ้ำในแต่ละพันธุ์ ทำการวัดในเวลา 07.00-10.00 น. ซึ่งมีความแปรปรวนของสภาพอากาศน้อย ความเข้มแสงไม่สูง ความชื้นอากาศเหมาะสม และปริมาณ CO₂ ก่อนช่วงที่ แล้วนำต้นถั่วเหลืองฝักสดที่เก็บบันทึกข้อมูลการสังเคราะห์แสง มาตัดรากทำความสะอาด นำไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง แล้วจึงนำน้ำหนักแห้งทั้งหมดมาชั่งด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยมสองตำแหน่ง ในระยะการเก็บเกี่ยวผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด ทำการวัดขนาดฝักถั่วเหลืองฝักสดด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์ และนำต้นถั่วเหลืองฝักสดอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมงด้วยตู้อบลมร้อน นำมาชั่งด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยมสองตำแหน่ง ทำการเก็บบันทึกข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดด้วยแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design in 3 Replication 5 Treatment และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Least Significant Difference ที่ความเชื่อมั่น 95% และหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพ

ผลการทดลอง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการถ่ายเทมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสด 5 พันธุ์ คือ พันธุ์ AGS 292 พันธุ์ No.75 พันธุ์ 16 sweet พันธุ์ MJ 0101-4-6 และ พันธุ์ MJ 0108-11-5 พบว่า ในระยะการเจริญเติบโตและพัฒนาต้นใบและลำต้นของถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 พันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นในระยะ V1, V2, V3, V4, V5 และ V6 มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) โดยพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 4.04, 4.89, 7.47, 9.50, 15.18, และ 24.19 $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ตามลำดับ และในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์พบว่า การสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นในระยะ R1, R2, R3, R4 และ R5 ตามลำดับ และมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 25.95, 29.55, 32.30, 33.11 และ 39.46 $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ตามลำดับ ส่วนการสังเคราะห์แสงระยะสุกแก่ทางด้านสรีรวิทยา R6 R7 และ R8 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ พันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงในช่วง R6 R7 และ R8 เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 28.36, 12.7 และ 2.48 $\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ (Table 1)

ผลการศึกษาการสร้างมวลชีวภาพในการเจริญเติบโตและพัฒนาต้นใบและลำต้น พบว่า พันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพต่อไร่เฉลี่ยมากที่สุด โดยที่ระยะ V1, V2, V3, V4, V5 และ V6 เท่ากับ 6.05, 6.49, 7.82, 9.59, 21.11 และ 34.04 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ และมีการสร้างมวลชีวภาพในระยะ R1 R2, R3, R4, R5, R6, R7 และ R8 เท่ากับ 38.19, 39.27, 42.53, 45.87, 72.22, 106.38, 93.36 และ 92.5 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (Table 2)

ความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพ ระยะการเจริญเติบโตและพัฒนาต้นใบและลำต้น จนถึงการพัฒนาต้นแพร่ขยายพันธุ์ ของถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 พันธุ์ พบว่า มีค่าสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) และมีค่า R^2 เท่ากับ 0.93 โดยความสัมพันธ์ระหว่างการสะสมมวลชีวภาพ (y) กับ การสังเคราะห์แสง (x) เป็นสมการ ($y = 1.7352(x) + 0.2493$) มีมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นในระยะการเจริญเติบโตและพัฒนาต้นใบและลำต้น V1 เท่ากับ 4.76 g/m^2 และสูงสุดในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ R6 เท่ากับ 89 g/m^2 (Figure 1)

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตพบว่า จำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 3) โดยพันธุ์ MJ 0101-4-6 มีจำนวนวันออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 37.3 วัน ในทำนองเดียวกัน จำนวนกิ่งต่อต้น มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนกิ่งมากที่สุดเท่ากับ 3.47 กิ่ง จำนวนวันที่สุกแก่ก็มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีจำนวนวันที่สุกแก่เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 89.9 วัน ความสูงของต้นถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ต่างกันก่อนการเก็บเกี่ยวมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีความสูงเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 31.05 เซนติเมตร ความยาวฝักถั่วเหลืองฝักสดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนความกว้างของฝักถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ AGS 292 มีความกว้างฝักเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1.45 เซนติเมตร และสำหรับความหนาของฝักถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ 16 sweet มีความหนาฝักเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 1.08 เซนติเมตร อายุเก็บเกี่ยวถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีอายุเก็บเกี่ยวเฉลี่ยยาวที่สุดเท่ากับ 93 วัน จำนวนฝักถั่วเหลืองฝักสดต่อแปลง (4 ตร.ม.) มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดย

พันธุ์ AGS 292 มีจำนวนฝักต่อแปลง (4ตร.ม.) เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 212 ฝัก (Table 3) จำนวนฝักกั่วเหลือง ฝักสดต่อต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 23.17 ฝัก จำนวนฝักกั่วเหลืองฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ AGS 292 มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 13.25 ฝัก น้ำหนักฝักกั่วเหลืองฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อต้นเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 24.14 กรัม และสำหรับน้ำหนักฝักกั่วเหลืองฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อไร่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อไร่เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 338.32 กิโลกรัม ส่วนจำนวนฝักกั่วเหลือง ฝักสดที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัม มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ MJ 0108-11-5 มีจำนวนฝักที่ได้มาตรฐานต่อ 0.5 กิโลกรัมเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 200.3 ฝัก (Table 4)

ผลการสร้างมวลชีวภาพต่อไร่ พบว่า น้ำหนักแห้งต้นกั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักแห้งต้นต่อไร่เฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 173.54 กิโลกรัม น้ำหนักแห้ง ฝักต่อไร่ มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักแห้งฝักทั้งหมดเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับ 68.18 กิโลกรัม ในทำนองเดียวกันน้ำหนักแห้งใบและต้นกั่ว มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ AGS 292 มีน้ำหนักแห้งใบและต้นกั่วเฉลี่ยต่อไร่ มากที่สุดเท่ากับ 105.36 กิโลกรัม (Table 4)

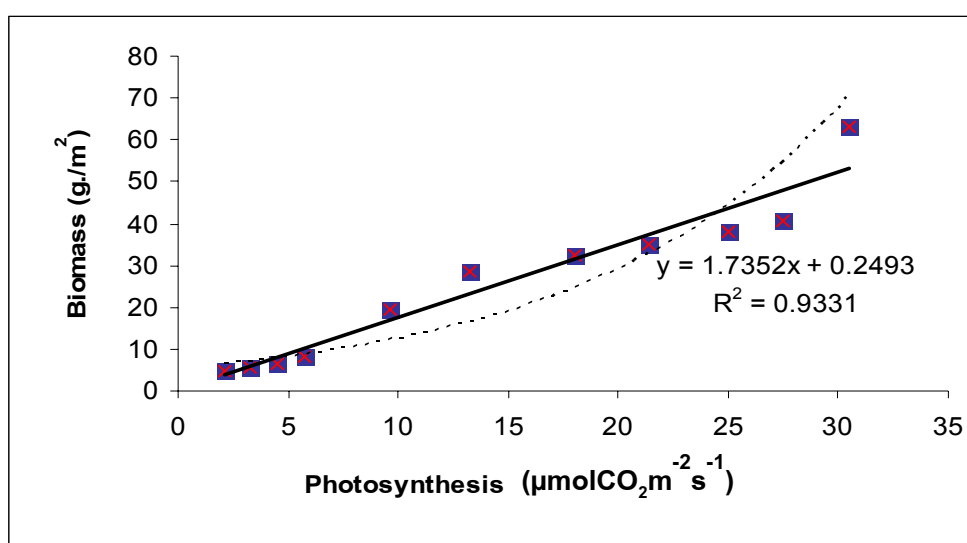


Figure 1 Correlation between Photosynthesis and Biomass accumulation in vegetable soybean 5 cultivars during vegetative growth stages to reproductive growth stages. (V1-R6)

Table 1 Photosynthesis ($\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$) of vegetable soybean 5 cultivars growth stage

Cultivar	V1	V2	V3	V4	V5	V6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
AGS 292	4.04 a	4.89 a	7.47 a	9.50 a	15.18 a	24.19 a	25.95 a	29.55 a	32.30 a	33.11 a	39.46 a	28.36	12.70	2.48
No.75	2.81 b	4.11 ab	5.01 b	5.48 b	14.48 a	18.43 b	21.15 ab	25.84 a	29.56 b	32.00 a	36.79 a	21.60	10.77	2.35
16 Sweet	1.50 c	1.92 c	2.88 c	4.77 bc	5.43 b	7.53 c	12.87 c	14.10 b	20.24 c	22.63 c	25.07 b	21.46	10.40	1.31
MJ 0101-4-6	1.35 c	2.63 bc	3.40 c	3.82 c	6.70 b	7.07 c	17.07 bc	18.78 b	20.33 c	23.80 bc	26.20 b	20.38	7.88	1.48
MJ 0108-11-5	1.86 c	2.79 bc	3.85 bc	4.96 bc	6.39 b	8.97 c	13.29 c	18.50 b	22.82 c	25.74 b	25.03 b	17.38	10.97	2.18
Mean	2.31	3.27	4.52	5.71	9.64	13.24	18.07	21.35	25.05	27.46	30.51	21.84	10.54	1.96
F-test	**	*	**	**	**	**	*	**	**	**	**	ns	ns	ns
CV (%)	14.35	30.48	18.31	14.51	19.43	18.98	22.46	12.82	5.64	5.94	6.59	24.67	23.41	35.74

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level by using Least significant different (LSD) test.

Table 2 Biomass (g/m^2) of vegetable soybean 5 cultivars growth stage

Cultivars	V1	V2	V3	V4	V5	V6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
AGS 292	6.05 a	6.49 a	7.82 a	9.59 a	21.11 a	34.04 a	38.19 a	39.27 a	42.53 a	45.87 a	72.22 a	106.38 a	93.36 a	92.50 a
No.75	5.72 a	6.57 a	7.58 a	8.48 b	20.40 a	30.33 b	33.53 b	36.77 b	39.63 b	42.39 b	66.15 b	93.34 b	87.96 b	86.48 b
16 Sweet	4.07 b	5.00 b	5.75 b	7.16 c	18.02 b	24.16 d	28.68 d	32.62 c	35.68 c	37.92 c	59.60 c	78.98 c	78.14 c	77.02 c
MJ 0101-4-6	3.97 b	5.17 b	5.85 b	7.81 bc	18.91 b	26.30 c	29.82 cd	32.92 c	35.70 c	38.34 c	58.95 c	83.71 bc	81.68 c	79.70 c
MJ 0108-11-5	4.01 b	5.22 b	6.03 b	7.24 c	18.16 b	27.47 c	30.98 c	34.00 c	35.73 c	38.84 c	59.18 c	82.61 bc	80.24 c	79.17 c
Mean	4.76	5.69	6.61	8.06	19.32	28.46	32.24	35.12	37.86	40.67	63.22	89.0	84.28	82.96
F-test	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	9.1	8.77	11.57	6.57	2.64	3.03	3.71	2.93	2.93	3.29	1.95	6.97	2.94	2.03

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level by using Least significant different (LSD) test.

Table 3 Comparison agronomic characteristic in vegetable soybean 5 cultivars

Cultivars	Day of flowering 50 %	Number of branch/Plant	Physiological maturity day	Plant Height	Pod long	Pod width	Pod thick	Day of harvesting	Number Pod/area (4 m ²)
AGS 292	32.8 c	3.47 a	82.4 c	31.02 a	4.99	1.45 a	0.98 b	85.6 c	212.00 a
No.75	33.8 b	2.83 b	83.5 c	30.98 a	4.98	1.31 bc	0.89 d	86.6 c	192.33 b
16 Sweet	36.7 a	2.25 c	86.5 b	26.93 b	5.13	1.34 b	1.08 a	90.2 b	176.67 cd
MJ 0101-4-6	37.3 a	2.37 c	88.2 ab	29.65 a	4.80	1.28 c	0.88 d	91.8 ab	169.67 d
MJ 0108-11-5	37.0 a	2.30 c	89.9 a	31.05 a	4.87	1.33 b	0.94 c	93.0 a	181.00 c
Mean	35.5	2.64	86.2	29.93	4.95	1.34	0.95	89.4	186.33
F-test	**	**	**	**	ns	**	**	**	**
CV (%)	1.73	7.57	1.33	3.45	2.37	1.57	2.12	1.49	2.64

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level by using Least significant different (LSD) test.

Table 4 Comparison yield and yield component of vegetable soybean 5 cultivars.

Cultivars	Number of pod/plant	Number of standard pod/plant	Standard pod weight /plant (g)	Standard pod weight (kg/rai)	Total dry weight (kg/rai)	Total dry pod weight (kg/rai)	Total dry shoot weight (kg/rai)	Number of standard pod/0.5kg
AGS 292	23.17 a	13.25 a	21.14 a	338.32 a	173.54 a	68.18 a	105.36 a	185.3 bc
No.75	19.08 b	13.08 a	19.54 b	312.59 b	156.02 b	53.38 b	102.64 a	192.7 b
16 Sweet	14.75 d	11.92 b	15.50 d	247.99 d	126.03 c	46.01 c	80.02 b	179.3 c
MJ 0101-4-6	17.00 c	11.92 b	16.91 c	270.60 c	133.94 c	46.17c	87.77 b	198.7 a
MJ 0108-11-5	18.08 bc	12.75 ab	17.10 c	272.24 c	130.47 c	45.70 c	84.77 b	200.3 a
Mean	18.42	12.58	18.04	288.35	144.00	51.89	92.06	191.3
F-test	**	*	**	**	**	**	**	**
CV (%)	5.28	3.54	3.04	3.10	5.32	5.42	6.70	1.34

Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 0.05 level by using Least significant different (LSD) test.

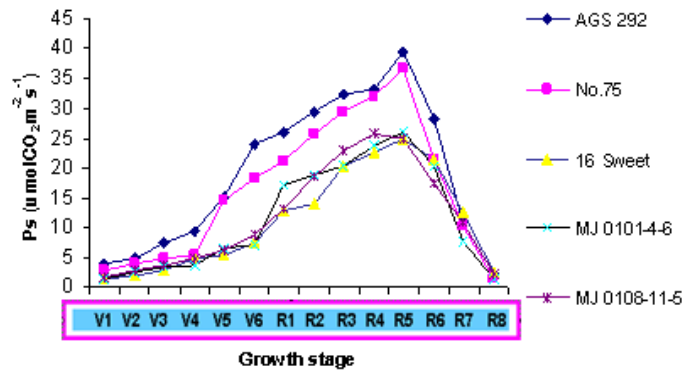


Figure 2 Photosynthesis ($\mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$) of vegetable soybean 5 cultivars at different growth stages

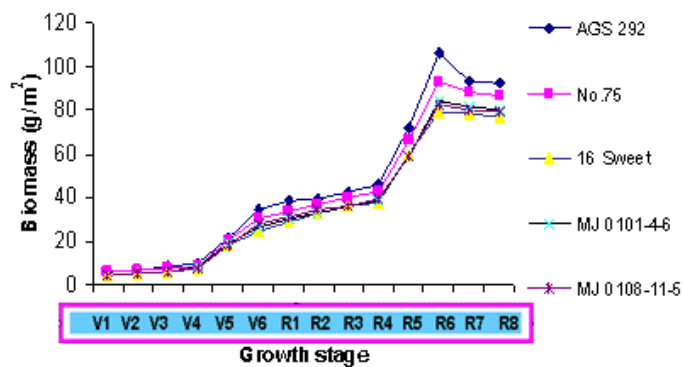


Figure 3 Biomass accumulation (g/m^2) of vegetable soybean 5 cultivars at different growth stages

วิจารณ์ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตของถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ AGS 292 มีการเจริญเติบโตเร็วที่สุดและมีการสังเคราะห์แสงสูงที่สุดในทุกระยะการเจริญเติบโต และมีประสิทธิภาพในการสร้างมวลชีวภาพได้มากที่สุด ทำให้สร้างผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตได้มากที่สุด โดยถั่วเหลืองฝักสดพันธุ์ AGS 292 มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น จึงมีผลวัดในการเจริญเติบโตที่เร็ว สอดคล้องกับเฉลิมพล (2542) กล่าวว่า การเจริญเติบโตของพืชในช่วง Exponential phase เป็นระยะที่มีอัตราการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างช้า แต่ในพืชอายุสั้นจะมีการเจริญในช่วงนี้ไม่เกิน 1-3 สัปดาห์ และเป็นระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น V1 ถึง V4 เป็นช่วงที่ถั่วเหลืองฝักสดมีการสร้างสารสังเคราะห์ที่ source อย่างรวดเร็ว และปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนที่สารสังเคราะห์จาก Source ไปสู่ Sink จะเป็นปัจจัยที่กำหนดผลผลิตของพืช (เฉลิมพล, 2542) ซึ่งในช่วงการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นระยะ V4 จนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ R5 พบว่า พันธุ์ AGS 292 มีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วมีลักษณะสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง (linear phase) จักรี (2539) กล่าวว่า ระยะการเจริญเติบโตที่เป็นแบบเส้นตรง หรือ Linear phase เป็นระยะที่พืชมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด มีพื้นที่ใบมากที่สุด ซึ่งจะมีการเจริญที่รวดเร็ว โดยอัตราการเจริญเติบโตมีความสัมพันธ์กับการรับแสงของทรงพุ่มและดัชนีพื้นที่ใบ

โดยพบว่า 95% ของการรับแสง มีอิทธิพลจากความหนาแน่นของต้นพืชรวมถึงสภาพอากาศ (Shibles and Weber, 1966) ในช่วงระยะการสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Physiological maturity) ตั้งแต่ R6 จนถึง R8 พบว่าการสังเคราะห์แสงของถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 พันธุ์มีค่าลดลง เนื่องจากใบถั่วเหลืองฝักสดเข้าสู่ระยะการสุกแก่และมีการหลุดร่วง ส่วนการสร้างมวลชีวภาพลดลงเล็กน้อยจากระยะ R6 ถึง R7 และคงที่ในระยะสุกแก่ทางสรีระเมล็ด ซึ่งถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 พันธุ์ มีจำนวนฝัก 95% เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลที่ระยะ R7 ถึง R8

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพถั่วเหลืองฝักสด 5 พันธุ์ คือ AGS 292, No.75, 16 sweet, MJ 0101-4-6 และ MJ 0108-11-5 ในเดือนตุลาคม 2552 ถึง มกราคม 2553 พบว่า ถั่วเหลืองฝักสด 5 พันธุ์ มีการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้นในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นจาก V1 ถึง V6 และเพิ่มขึ้นในระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ จากระยะ R1 ถึง R5 แต่ลดลงในระยะการสุกแก่ทางสรีระเมล็ดระยะ R6 ถึง R8 และพันธุ์ AGS 292 มีการสังเคราะห์แสงสูงที่สุดในการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้นที่ระยะ V6 เท่ากับ $24.19 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ และการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ที่ระยะ R5 เท่ากับ $39.46 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ โดยถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 พันธุ์ มีการสร้างมวลชีวภาพเพิ่มขึ้นในระยะการเจริญเติบโตด้านใบและลำต้น จนถึงระยะการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ พันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพสูงที่สุดเมื่อการเจริญเติบโตด้านแพร่ขยายพันธุ์ระยะ R6 เท่ากับ 106 กรัมต่อตารางเมตร หลังจากนั้นการสร้างมวลชีวภาพลดลงเพียงเล็กน้อย จากระยะ R6 ถึง R7 และคงที่ในระยะสุกแก่ทางสรีระเมล็ด ที่ระยะ R7 ถึง R8 สอดคล้องกับการสังเคราะห์แสงและการสร้างมวลชีวภาพของถั่วเหลืองฝักสดทั้ง 5 พันธุ์ มีค่าสหสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ซึ่งพันธุ์ AGS 292 มีการสร้างมวลชีวภาพสูงสุดเท่ากับ 173.54 กิโลกรัมต่อไร่ และมีน้ำหนักฝักที่ได้มาตรฐานต่อไร่สูงสุดเท่ากับ 338.32 กิโลกรัม ดังนั้นพันธุ์ AGS 292 จึงสมควรนำไปเป็นฐานข้อมูลศึกษาและวิจัยในด้านการปรับปรุงพันธุ์การผลิตเมล็ดพันธุ์ เพื่อพัฒนาการส่งออกผลผลิตถั่วเหลืองฝักสดที่มีคุณภาพ

เอกสารอ้างอิง

- จักรี เส้นทอง. 2539. **พลวัตผลผลิตพืช**. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 276 น.
- เฉลิมพล แชมเพชร. 2542. **สรีรวิทยาการผลิตพืชไร่**. พิมพ์ครั้งที่ 1. นพบุรีการพิมพ์. เชียงใหม่. 284 น.
- Lin, F.H. and S.T. Cheng. 2001. Vegetable soybean development for export to Japan: A historical and technical perspective. pp.87-91. In Lumpkin and Shanmugasundaram (eds). **The Second International Vegetable Soybean Conference**. Washington State University Pullman WA USA.

- Shanmugasundaram S. and M.R. Yan. 2004. Global expansion of high value vegetable soybean. In VII World Soybean Research Conference and VI International Soybean Processing and Utilization Conference. Foz do Iguassu PR Brazil. pp.915-920 perception and dry matter production by soybeans. **Crop Sci.** 5: 575–578.
- Shibles, R.M., and C.R. Weber. 1966. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. **Crop Sci.** 6: 55–69.

**การศึกษาการเจริญเติบโต การพัฒนา และศักยภาพการให้ผลผลิต
ของพันธุ์ถั่วอะซูกิที่เหมาะสมสำหรับปลูกในพื้นที่สภาพไร่
Studies on Growth, Development and Yield Production Potential
on Azuki Bean Cultivars in Field Crop Area**

ชัยพฤกษ์ รัตนไทรแก้ว เศรษฐา ศิริพิณฑุ* สุรัตน์ นุกหล่อ และธนวัต เพ็งอัน

Chaiyapurk Ruttakauw, Settha Siripin*, Surut Nukloaw and Danuwut Peng-on

ภาควิชาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Department of Agronomy, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: settha@mju.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาการเจริญเติบโต การพัฒนา ศักยภาพการให้ผลผลิตของพันธุ์ถั่วอะซูกิที่เหมาะสมสำหรับปลูกในพื้นที่สภาพไร่ 4 พันธุ์ ได้แก่ (พันธุ์ปางตะ อิริโมะ ไต้หวัน และพื้นเมือง) ได้ดำเนินการทดลองในแปลงภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 ฤดูปลูก คือ ฤดูปลูกที่ 1 ปลูกช่วงต้นฝน (เดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม) ฤดูปลูกที่ 2 ปลูกช่วงปลายฝน (เดือนสิงหาคม-ตุลาคม) วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ พบว่า ในการปลูกช่วงต้นฝน การเจริญทางลำต้นและใบช้ากว่าการปลูกช่วงปลายฝน โดยการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบ (Ve ถึง V6) ในช่วงต้นฝนมีอายุเฉลี่ย 5.75 ถึง 33.50 วัน หลังปลูก ส่วนการปลูกช่วงปลายฝนมีอายุเฉลี่ย 6.00 ถึง 29.75 วัน หลังปลูก สำหรับการเจริญทางแพร่พันธุ์ พบว่า การปลูกช่วงต้นฝนการพัฒนา ช่วงสร้างดอกและเมล็ดจนถึงการเก็บเกี่ยวช้ากว่าการปลูกช่วงปลายฝน โดยการปลูกช่วงต้นฝนการเจริญทางแพร่พันธุ์ (R0 ถึง R7) มีอายุเฉลี่ย 38.00 ถึง 66.25 วัน หลังปลูก ส่วนการปลูกช่วงปลายฝนอายุเฉลี่ย 33.00 ถึง 61.50 วัน หลังปลูก ตามลำดับ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรวม พบว่า จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ การปลูกถั่วอะซูกิช่วงต้นฝนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าในช่วงปลายฝน โดยถั่วอะซูกิพันธุ์อิริโมะ มีจำนวนฝักต่อต้นสูงสุดทั้งสองฤดูปลูก คือ 25.2 และ 16.4 ฝัก ขณะที่ถั่วอะซูกิพันธุ์พื้นเมืองมีจำนวนเมล็ดต่อฝักสูงสุด คือ 15.5 และ 12.8 เมล็ด ในทำนองเดียวกันถั่วอะซูกิพันธุ์พื้นเมืองมีน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงสุด คือ 8.5 และ 8.1 กรัม ส่วนผลผลิตถั่วอะซูกิพันธุ์พื้นเมืองมีผลผลิตสูงสุดทั้งสองฤดูปลูก คือ 216.0 และ 206.3 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

คำสำคัญ: การเจริญและการพัฒนา องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต ถั่วอะซูกิ พันธุ์ถั่วอะซูกิ

Abstract

Studies on growth, development and yield production potential on azuki bean cultivars (Pangdaa, Erimo, Taiwan and Land race cultivars) in field crop area were evaluated at department of agronomy, Maejo university, Chiang Mai. The experiments were evaluated in 2 season; early rainy season (May-July) and late rainy season (August-October), which were designed by RCB with 4 replications. The results indicated that vegetative growth period (Ve to V6) in the early rainy season ranged from 5.7 to 33.5 days, while in the late rainy season ranged from 6.0 to 29.7 days. However the reproductive growth period (R0 to R7) of azuki bean cultivars in the early rainy season ranged from 38.0 to 66.2 days, which were delay than late rainy season 33.0 to 61.2 days, respectively.

A combined analysis of variance showed that yield components comprised of the pod number per plant, 100 seed weight of azuki bean in early rainy season higher values than in late rainy season. Erimo cultivar produced the highest number of pod per plant, having 25.2 and 16.4 pod. Land race cultivar showed the highest numbers of seed per pod having 15.5 and 12.8 seed. One hundred seed weight of Land race cultivar was higher having 8.5 and 8.1 grams. Land race cultivar had grown in early rainy season and late rainy season produced the highest yield 216.0 and 206.3 kilograms/rai, respectively.

Keywords: growth and development, yield component and yield, azuki bean, azuki bean cultivars

คำนำ

ถั่วอะซูกิเป็นพืชวงศ์ถั่วที่มูลนิธิโครงการหลวง โดยงานส่งเสริมและพัฒนาพืชไร่บนที่สูง ส่งเสริมให้เกษตรกรของมูลนิธิโครงการหลวงปลูกเป็นพืชเพื่อสร้างรายได้ โดยส่งเสริมให้ปลูกในช่วงปลายฤดูฝน ช่วงเดือนสิงหาคม และเก็บเกี่ยวช่วงปลายเดือนพฤศจิกายน ถั่วอะซูกิต้องการสภาพภูมิอากาศค่อนข้างหนาวเย็น และขึ้นได้ดีในเขตอบอุ่นจนถึงเขตหนาว เหมาะสมกับบนดอยสูงทางภาคเหนือของประเทศไทย พื้นที่ปลูกส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ดอนอยู่บนพื้นที่ดอยสูง อาศัยน้ำฝน พื้นที่ปลูกมีค่อนข้างจำกัด การขยายพื้นที่ปลูกทำได้ยาก และผลผลิตต่อไร่ที่ได้ไม่สูงมากนัก แต่ความต้องการทางด้านผลผลิตของถั่วอะซูกิยังคงเป็นที่ต้องการมากขึ้น จึงต้องมีการศึกษาวิธีการต่างๆ เพื่อเพิ่มผลผลิตของถั่วอะซูกิ การปลูกถั่วอะซูกิในพื้นที่ราบสภาพไร่ เพื่อประเมินศักยภาพการเจริญเติบโตและผลผลิต โดยศึกษาช่วงเวลาในการปลูกและการจัดการไร่ที่เหมาะสม ซึ่งจะเป็นแนวทางในการปลูกถั่วอะซูกิในพื้นที่ราบสภาพไร่ต่อไป และอาจเป็นพืชทางเลือกในการสร้างโอกาสให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ราบสภาพไร่ ทางภาคเหนือของประเทศไทยในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ ปางดะ (Pangdaa) อิริโมะ (Erimo) ไต้หวัน (Taiwan) และพื้นเมือง (Land race)
2. เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า
3. ตู้อบไฟฟ้า

วิธีการ

ศึกษาฤดูกาลปลูกที่เหมาะสมการพัฒนา การเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วอะซูกิในพื้นที่สภาพไร่

1. ทำการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) โดยมี 4 สิ่งทดลอง (พันธุ์) สิ่งทดลองละ 4 ซ้ำ ดังนี้ สิ่งทดลองที่ 1 ถั่วอะซูกิพันธุ์ปางดะ สิ่งทดลองที่ 2 ถั่วอะซูกิพันธุ์อิริโมะ สิ่งทดลองที่ 3 ถั่วอะซูกิพันธุ์ไต้หวัน สิ่งทดลองที่ 4 ถั่วอะซูกิพันธุ์พื้นเมือง
2. แบ่งการทดลองเป็น 2 ฤดูกาลปลูก คือ ฤดูปลูกที่ 1 ปลูกในช่วงต้นฝน (เดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม) ฤดูปลูกที่ 2 ปลูกในช่วงปลายฝน (เดือนสิงหาคม-ตุลาคม)
3. เก็บข้อมูลระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น (vegetative growth, V-stage) และระยะเจริญพันธุ์ (reproductive growth, R-stage) ทุกระยะจนถึงวันที่เก็บเกี่ยว เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตทุกวัน
4. วิเคราะห์ความแปรปรวนรวม (combined analysis of variance) ของการทดลอง เพื่อทดสอบความแปรปรวนระหว่างฤดูปลูกกับพันธุ์

ผลการทดลอง

การเจริญเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของถั่วอะซูกิ 4 พันธุ์

การเจริญเติบโต การพัฒนาของถั่วอะซูกิ 4 พันธุ์

ผลการทดลอง พบว่า การเจริญทางลำต้นและใบ (Vegetative growth) ของถั่วอะซูกิ 4 พันธุ์ ต่างกัน (Table 1) การปลูกในช่วงต้นฤดูฝนทำให้ถั่วอะซูกิมีการเจริญและพัฒนาช้ากว่าการปลูกในช่วงปลายฝน การพัฒนาจาก Vc ถึง V6 ในฤดูต้นฝน ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 33.5 วัน ในขณะที่การปลูกปลายฤดูฝนใช้เวลาสั้นกว่าถึง 29.7 วัน ส่วนการพัฒนาทางดอกและเมล็ด (reproductive growth) พบว่า การปลูกในฤดูปลายฝน ถั่วอะซูกิมีช่วงการพัฒนาที่สั้นกว่าการปลูกฤดูต้นฝน โดยในฤดูต้นฝน การพัฒนาจาก R0 ถึง R7 ใช้เวลา 38 ถึง 66.2 วัน ซึ่งยาวกว่าการปลูกฤดูปลายฝน ซึ่งใช้เวลาพัฒนา 33 ถึง 61.2 วัน หลังปลูก (Table 2) สำหรับพันธุ์ปางดะ อิริโมะ และไต้หวัน มีการพัฒนาทางใบและลำต้น รวมถึงการพัฒนาดอกและเมล็ด สั้นกว่าพันธุ์พื้นเมือง โดยเฉลี่ยแล้ว พันธุ์ไต้หวันมีอายุถึงการเก็บเกี่ยวสั้นที่สุด ประมาณ 60 ถึง 61 วัน ทั้งฤดูต้นฝนและปลายฝน ส่วนพันธุ์พื้นเมืองมีอายุการเก็บเกี่ยว 71-75 วัน (Table 1 และ 2) ด้านความสูงของถั่วอะซูกิก่อนเก็บเกี่ยว พบว่า พันธุ์ปางดะ อิริโมะ และไต้หวัน มีค่าเฉลี่ยความสูงก่อนเก็บเกี่ยวน้อยกว่าพันธุ์พื้นเมืองทั้งในช่วงต้นฝนและปลายฝน โดยพันธุ์พื้นเมืองเฉลี่ยความสูงก่อนเก็บเกี่ยวในช่วงต้นฝน 53.0 เซนติเมตร ช่วงปลายฝนเฉลี่ย 35.1 ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Table 3) ด้านจำนวนกิ่ง พันธุ์ปางดะ อิริโมะ และไต้หวัน มีค่าเฉลี่ยจำนวนกิ่งต่อต้นน้อยกว่าพันธุ์พื้นเมืองในช่วงต้นฝน พันธุ์พื้นเมืองมีจำนวนกิ่งต่อต้น

เฉลี่ยในช่วงต้นฝน 9.1 กิ่ง ส่วนช่วงปลายฝนพันธุ์อิริโมะมีจำนวนกิ่งสูงสุดเฉลี่ย 8.4 กิ่ง ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 3) ด้านจำนวนข้อต่อต้น พบว่า พันธุ์ปางตะ อิริโมะ และไต้หวัน มีค่าเฉลี่ยจำนวนข้อต่อต้นต่ำกว่าพันธุ์พื้นเมืองทั้งในช่วงต้นฝนและปลายฝน พันธุ์พื้นเมืองมีจำนวนข้อต่อต้นเฉลี่ยในช่วงต้นฝน 7.0 ข้อ ส่วนในช่วงปลายฝนทำให้มีจำนวนข้อต่อต้นเฉลี่ย 7.9 ข้อ ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 3)

องค์ประกอบผลผลิตของถั่วอะซูกิ 4 พันธุ์

พันธุ์ปางตะ, ไต้หวัน และพื้นเมือง มีค่าเฉลี่ยจำนวนฝักในช่วงต้นฝนและปลายฝนต่ำกว่าพันธุ์อิริโมะ โดยพันธุ์อิริโมะ มีจำนวนฝักต่อต้นเฉลี่ย 25.2 และ 16.4 ฝัก ต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (Table 4) ด้านจำนวนเมล็ดต่อฝัก พันธุ์ปางตะ อิริโมะ และไต้หวัน มีค่าเฉลี่ยจำนวนเมล็ดต่อฝักต่ำกว่าพันธุ์พื้นเมืองทั้งในช่วงต้นฝนและปลายฝน พันธุ์พื้นเมืองมีจำนวนเมล็ดต่อฝักช่วงต้นฝนเฉลี่ย 15.5 เมล็ด ช่วงปลายฝนเฉลี่ย 12.8 เมล็ด ต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 4) สำหรับน้ำหนัก 100 เมล็ด พบว่า พันธุ์ปางตะ อิริโมะ และไต้หวัน มีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 100 เมล็ด ต่ำกว่าพันธุ์พื้นเมืองทั้งในช่วงต้นฝนและปลายฝน พันธุ์พื้นเมืองมีน้ำหนัก 100 เมล็ดช่วงต้นฝนเฉลี่ย 8.5 กรัม ช่วงปลายฝนเฉลี่ย 8.1 กรัม ต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ (Table 4) ผลการศึกษาผลผลิต พบว่า พันธุ์ปางตะ อิริโมะ และไต้หวัน มีค่าเฉลี่ยผลผลิตต่ำกว่าพันธุ์พื้นเมืองทั้งในช่วงต้นฝนและปลายฝน โดยพันธุ์พื้นเมืองมีผลผลิตช่วงต้นฝนเฉลี่ย 216.0 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนในช่วงปลายฝนมีผลผลิตเฉลี่ย 206.3 กิโลกรัม/ไร่ แตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (Table 4)

Table 1 Growth and development stages of 4 azuki bean cultivars in early rainy season

Cultivar	Days after planting date															
	Ve	Vc	V1	V2	V3	V4	V5	V6	R0	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Pangdaa	7	10	15	19	23	27	30	35	40	45	50	54	58	62	64	66
Erimo	6	9	13	17	21	25	29	34	37	42	46	50	54	57	60	63
Taiwan	6	9	12	15	19	21	25	30	35	38	42	46	50	55	58	61
Land race	4	7	12	16	20	25	30	35	40	47	54	58	63	67	70	75
Mean	5.7	9.5	12.2	16.7	20.7	24.5	28.5	33.5	38	43	48	52	56.2	60.	63	66.2

Table 2 Growth and development stages of 4 azuki bean cultivars in late rainy season

Cultivar	Days after planting date															
	Ve	Vc	V1	V2	V3	V4	V5	V6	R0	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7
Pangdaa	7	11	14	16	19	22	25	28	31	34	38	41	45	49	53	57
Erimo	6	10	13	15	18	21	24	27	30	33	37	41	46	48	54	58
Taiwan	7	10	13	16	19	22	25	29	32	35	39	43	47	51	56	60
Land race	4	9	14	19	23	27	31	35	39	43	47	52	56	62	66	71
Mean	6	10	13.5	16.5	19.7	23	26.2	29.7	33	36.2	40.2	44	48.5	52.5	57.2	61.5

Note : (vegetative growth, V-stage) Ve = Emergence, Vc = Cotyledonary node, V1 = Node 1, V2 = Node2

V3 = Node 3, V4 = Node 4, V5 = Node 5, V6 = Node 6

(reproductive growth, R-stage) R0 = Beginning bloom, R1 = Beginning bloomy, R2 = Beginning

Pods, R3 = Beginning seed, R4 = Full pods, R5 = Pod changes color, R7 = Seed maturity

Table 3 Combined analysis data of agronomic traits 4 azuki bean cultivars planted in 2 seasons (early rainy season and late rainy season, 2008) at Maejo University

Season	Cultivars	Height (cm)	Branch per plant	Node per plant	Dry weight Plant (gm)	Dry weight Root (gm)
Early rainy 2551	Pangdaa	26.9 c	6.6 c	5.5 f	3.0 de	1.0 de
	Erimo	31.9 b	7.1 c	6.3 de	5.5 c	1.6 bc
	Taiwan	36.4 b	7.0 c	6.4 cd	7.2 b	1.5 bc
	Land race	53.0 a	9.1 a	7.0 b	10.7 a	2.1 a
	Mean	37.0	7.4	6.3	6.6	1.5
Late rainy 2551	Pangdaa	15.9 d	7.2 c	5.8 ef	1.6 e	0.6 e
	Erimo	20.2 d	8.4 ab	6.8 bcd	3.3 d	1.4 cd
	Taiwan	19.5 d	8.3 b	7.0 bc	4.9 c	1.4 cd
	Land race	35.1 b	7.3 c	7.9 a	9.6 a	2.0 ab
	Mean	22.6	7.8	6.8	4.8	1.3
F-test		*	**	**	**	**
C.V. (%)		11.0	6.6	5.6	16.9	20.2

1) Different alphabets within rows indicated of significant difference between the characters

2) *, ** indicated $p > .05$ and $p > .01$ probability levels respectively.

Table 4 Combined analysis data of yield components and yields of 4 azuki bean cultivars planted in 2 seasons (early rainy season and late rainy season, 2008) at Maejo University

Season	Cultivars	Pod per plant	Seed per pod	100-seed weight (gm)	Yield (kg)
Early rainy 2551	Pangdaa	15.7 b	6.4 c	7.7 cd	115.9 f
	Erimo	25.2 a	6.9 c	7.6 d	210.6 ab
	Taiwan	24.6 a	6.9 c	7.6 d	200.8 c
	Land race	12.9 b	15.5 a	8.5 a	216.0 a
	Mean	19.6	8.9	7.8	185.8
Late rainy 2551	Pangdaa	10.6 b	5.9 c	7.7 cd	60.4 g
	Erimo	16.4 b	6.4 c	7.6 d	177.7 d
	Taiwan	14.3 b	5.8 c	8.0 bc	144.4 e
	Land race	11.4 b	12.8 b	8.1 b	206.3 bc
	Mean	13.1	7.7	7.8	147.1
F-test		*	**	*	**
C.V. (%)		23.5	4.5	2.8	3.1

1) Different alphabets within rows indicated of significant difference between the characters

2) *, ** indicated $p > .05$ and $p > .01$ probability levels respectively.

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาศักยภาพการเจริญเติบโต การพัฒนา ผลผลิต และพันธุ์ของถั่วอะซูกิที่เหมาะสมสำหรับปลูกในพื้นที่สภาพไร่ โดยปลูกที่แปลงทดลองภายในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 350 เมตร พบว่า การพัฒนาจาก VC ถึง V6 การปลูกในช่วงต้นฤดูฝนถั่วอะซูกิมีการเจริญและพัฒนาช้ากว่าการปลูกในฤดูปลายฝน ซึ่งมีผลต่อการเจริญทั้งความสูง จำนวนกิ่งต่อต้น จำนวนข้อต่อต้นและน้ำหนักต้นแห้ง ซึ่งการปลูกในช่วงฤดูต้นฝนมีปริมาณแสงและอุณหภูมิที่เหมาะสมกว่าช่วงปลายฝน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Narigawa (1973) กล่าวคือ ในสภาพที่มีแสงแดดภายใต้สภาพแห้งและอบอุ่น จะเหมาะสมต่อการพัฒนาของถั่วอะซูกิที่สุด ถั่วอะซูกิจะทนต่ออุณหภูมิสูงแต่จะอ่อนแอต่อสภาพหนาวเย็นที่มีน้ำค้างแข็ง ซึ่งจะมีผลต่อความสูงต้น จำนวนข้อต่อต้น และจำนวนกิ่งต่อต้น สำหรับการพัฒนาจาก R0 ถึง R7 จากการปลูกในช่วงฤดูต้นฝนถั่วอะซูกิมีการเจริญและพัฒนาช้ากว่าการปลูกในฤดูปลายฝน ซึ่งมีผลต่อจำนวนฝัก จำนวนเมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการพัฒนาทางลำต้นและใบ ที่การปลูกในช่วงฤดูต้นฝนมีปริมาณแสงและอุณหภูมิที่เหมาะสมกว่าช่วงปลายฝน สำหรับการปลูกในช่วงต้นฝนมีการเจริญทางลำต้นและใบของถั่วอะซูกิทั้ง 4 พันธุ์ คือ ปางดะ, อิริโมะ, ได้หวัน และพื้นเมือง มีความสูงของลำต้นเฉลี่ย 7.7-53.0 เซนติเมตร จำนวนกิ่งต่อต้นเฉลี่ย 1.8-9.1 กิ่ง จำนวนข้อต่อต้นเฉลี่ย 2.3-7.0 ข้อ ส่วนการปลูกในช่วงปลายฝนมีความสูงของลำต้นเฉลี่ย 5.4-35.1 เซนติเมตร จำนวนกิ่งต่อต้นเฉลี่ย 1.5-7.3 กิ่ง จำนวนข้อต่อต้นเฉลี่ย 1.4-7.9 ข้อ พันธุ์ปางดะ อิริโมะ และได้หวัน มีการเจริญแบบไม่ทอดยอด (determinate growth type)

ส่วนพันธุ์พื้นเมืองมีการเจริญแบบทอดยอด (indeterminate growth type) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุมินทร์ และคณะ (2546) คือ โดยมีค่าความสูงของลำต้น จำนวนกิ่ง จำนวนข้ออยู่ระหว่าง 8.5-30.1 เซนติเมตร 1.7-7.5 กิ่งต่อต้น 4.2-9.0 ข้อต่อต้น ตามลำดับ การเจริญเติบโตเป็นกิ่งทอดยอด โดยถั่วอะซูกิพันธุ์พื้นเมืองเป็นพันธุ์ที่มีการปรับตัวเข้ากับสภาพพื้นที่ไร่ได้ดีกว่าถั่วอะซูกิพันธุ์อื่นๆ ทั้งในเรื่องความสูง จำนวนกิ่ง จำนวนข้อ น้ำหนักต้นแห้ง และน้ำหนักรากแห้ง สำหรับการปลูกในช่วงต้นฝนมีองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของถั่วอะซูกิทั้ง 4 พันธุ์ คือ ปางดะ อิริโมะ ได้หวัน และพื้นเมือง มีจำนวนฝักเฉลี่ย 12.9-25.2 ฝัก จำนวนเมล็ด 6.4-15.5 เมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 7.4-8.5 กรัม ส่วนการปลูกในช่วงปลายฝนมีจำนวนฝักเฉลี่ย 9.68-16.4 ฝัก จำนวนเมล็ด 4.1-12.8 เมล็ด น้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ย 7.6-8.1 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุมินทร์ และคณะ (2543) คือ มีจำนวนฝักต่อต้นอยู่ระหว่าง 3.0-22.6 ฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก 2.9-5.7 เมล็ดและน้ำหนัก 100 เมล็ด 11.6-16.1 กรัม การปลูกถั่วอะซูกิในที่สูงให้ขนาดเมล็ดใหญ่กว่าการปลูกในสภาพพื้นที่ไรนาเพราะสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะความชื้น อุณหภูมิและความอุดมสมบูรณ์ของดินแตกต่างกัน สำหรับผลผลิตการปลูกช่วงต้นฝนและช่วงปลายฝนมีผลผลิตอยู่ระหว่าง 60.4-216.0 กิโลกรัม/ไร่ ดังนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับปลูกถั่วอะซูกิบนดอยสูงที่ระดับตั้งแต่ 1,000 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล พบว่า ได้ผลผลิตอยู่ระหว่าง 32.0-362.0 กิโลกรัมต่อไร่ (วีรพันธ์ และคณะ, 2547) ซึ่งมีแนวโน้มของผลผลิตเมื่อปลูกในสภาพไรนามีค่าผลผลิตกิโลกรัมต่อไร่ที่สูง ดังนั้น จำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาการจัดการไร่ให้เหมาะสมกับการเพิ่มปริมาณของผลผลิตมากขึ้น หรือมีช่วงเวลาในการปลูกที่เหมาะสมในช่วงต้นฝนและปลายฝนที่สามารถปลูกถั่วอะซูกิในพื้นที่สภาพไรนาได้

สรุปผลการทดลอง

การปลูกถั่วอะซูกิในช่วงต้นฝนและปลายฝนในสภาพไร่ พบว่า จากการทดสอบทั้ง 2 ฤดู อิทธิพลของฤดูปลูกมีผลต่อผลผลิตของถั่วอะซูกิทั้ง 4 พันธุ์ โดยสภาพแวดล้อมในแต่ละฤดูปลูกมีผลต่อการเจริญเติบโตและการเจริญทางแพร่พันธุ์ โดยการปลูกช่วงต้นฝนมีการเจริญทางลำต้นและใบ และการเจริญทางแพร่พันธุ์ช้ากว่าการปลูกช่วงปลายฝน โดยพันธุ์พื้นเมืองเป็นพันธุ์ที่มีการปรับตัวเข้ากับสภาพพื้นที่ไร่ได้ดีกว่าถั่วอะซูกิพันธุ์อื่นๆ ส่วนผลผลิตที่ได้นั้นมีความใกล้เคียงกับการปลูกบนที่สูงแต่ขนาดของเมล็ด และน้ำหนัก 100 เมล็ด ยังมีค่าน้อยกว่าการปลูกบนที่สูง ซึ่งเป็นสิ่งที่ควรศึกษาและพัฒนางานวิจัยในครั้งต่อไป ส่วนการเพิ่มองค์ประกอบผลผลิต เช่น จำนวนฝักต่อต้นและน้ำหนักเมล็ด เป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับตลาดรับซื้อผลผลิต สำหรับการผลิตถั่วอะซูกิสภาพพื้นที่ไร่นาในอนาคต ซึ่งอาจจะเป็นพืชทางเลือกของเกษตรกรในพื้นที่ราบสภาพไร่ ทางภาคเหนือของประเทศต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ ที่ได้สนับสนุนเงินทุนในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- วีรพันธ์ กันแก้ว สุทัศน์ จุลศรีไกวล์ ณรงค์ บุญแก้ว และ Chen Keng Feng. 2547. ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับระดับความสูงของพื้นที่ปลูกถั่วอะซูกิ. ผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวงประจำปี 2547. น 99-108.
- สุมินทร์ สมทคุปต์ สุทัศน์ จุลศรีไกวล์ อาคม กาญจนประโชติ สุรัตน์ นักหล่อ อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์ และธีระ จารุจินดา. 2543. การวิจัยการผลิตถั่วอะซูกิในพื้นที่โครงการหลวง. การเผยแพร่ผลงานวิจัยของมูลนิธิโครงการหลวง ครั้งที่ 2. ฝ่ายวิจัยโครงการหลวง. น. 277-299.
- สุมินทร์ สมทคุปต์ สุทัศน์ จุลศรีไกวล์ และวิมล บันสุภา. 2546. ถั่วอะซูกิในระบบการปลูกพืชหมุนเวียนบนพื้นที่สูง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์มูลนิธิโครงการหลวง: เชียงใหม่. 46 น.
- Narigawa, T., T. Miura and I. Matsukawa.1973. Studies on cool-weather tolerance in bean plants Response to low temperature of and soil in plant growth and seed yield (in Japanese). **Research Bulletin of Hokkaido Natural Agricultural Experiment Station.** 26: 28-35.

ผลของเอทิลีนต่อการซีดจางของกลีบดอกกล้วยไม้สกุลหวาย

Effect of Ethylene on Petal Fading in Cut *Dendrobium* Orchid

วีรณัฐ ศักดิ์สิงห์* อังณชญา มงคลชัยพฤกษ์ และสายชล เกตุษา

Weeranat Saksing*, Anchaya Mongkolchaiyaphruek and Saichol Ketsa

ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร / ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Kasetsart University / PHTIC, Kasetsart University, Bangkok, Thailand 10900

*Corresponding author: weeranat_saksing@hotmail.com

บทคัดย่อ

การซีดจางของกลีบดอกเป็นปัญหาสำคัญประการหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพและอายุการใช้งานของดอกกล้วยไม้ โดยเอทิลีนมีบทบาทสำคัญต่อการเสื่อมสภาพดังกล่าวนี้ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นเพื่อศึกษาถึงผลของเอทิลีนต่อการซีดจางและการเสื่อมสลายของแอนโทไซยานินในดอกกล้วยไม้สกุลหวาย ผลการศึกษา พบว่า สารละลายเอทิลีนความเข้มข้น 30 ppm สามารถกระตุ้นให้ดอกกล้วยไม้เกิดการเสื่อมสภาพและเกิดการซีดจางของกลีบดอก ซึ่งการซีดจางของกลีบดอกกล้วยไม้ที่ได้รับสารละลายเอทิลีนเป็นผลเนื่องมาจากการเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์และการเสื่อมสลายของแอนโทไซยานิน นอกจากนี้ยังพบว่า ดอกกล้วยไม้ที่ได้รับสารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน (1-methylcyclopropene; 1-MCP) ความเข้มข้น 500 ppb ก่อนได้รับสารละลายเอทิลีนสามารถชะลอการเสื่อมสภาพ การเสื่อมสลายของแอนโทไซยานิน และการรั่วไหลของประจุได้

คำสำคัญ: การเสื่อมสลายของแอนโทไซยานิน การซีดจาง กล้วยไม้

Abstract

A fading of petal is one of the key issues affecting the quality and vase life of orchids. Since ethylene plays a role in this senescence. Therefore, this study has focused on the effect of ethylene on petal fading and anthocyanin degradation in cut *Dendrobium* orchid. Treatment of detached *Dendrobium* orchid with 30 ppm ethephon induced senescence and petal fading. The fading of ethephon treated flowers was preceded by increase in membrane and anthocyanin degradations. In addition, treatment of detached flowers with 500 ppb an ethylene inhibitor, 1-methylcyclopropene (1-MCP) before treated with ethephon delayed senescence, anthocyanin degradation and ion leakage.

Keywords: anthocyanin degradation, fading, orchid

คำนำ

กล้วยไม้จัดอยู่ในกลุ่มพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (monocotyledoneae) สกุล Orchidaceae (จิตรภาพรรณ, 2550) ซึ่งเป็นไม้ตัดดอกที่ได้รับความนิยม เนื่องจากมีลักษณะดอกและสีกลิ่นลวดลายสวยงาม กล้วยไม้สกุลหวาย เป็นไม้ตัดดอกที่มีมูลค่าการส่งออกและทำรายได้เข้าประเทศปีละหลายพันล้านบาท แต่ทั้งนี้กล้วยไม้ตัดดอกที่จำหน่ายภายในประเทศและส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศมักประสบปัญหาด้านคุณภาพของดอก กล่าวคือ มักมีอายุการใช้งานสั้น ซึ่งมีสาเหตุเนื่องมาจากเกิดการเสื่อมสภาพ (senescence) ตามธรรมชาติหรือเกิดจากการปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสม

การเสื่อมสภาพตามธรรมชาติ หรือการปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวที่ไม่เหมาะสมมีผลทำให้ดอกกล้วยไม้ผลิตเอทิลีนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเอทิลีนที่สร้างขึ้นนี้มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้ดอกกล้วยไม้เกิดการเสื่อมสภาพ อาทิเช่น เกิดอาการดอกคว่ำ การร่วงของดอก เกิดอาการเหี่ยว อาการลู่ และการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอก การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดการซีดจาง ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุภายในกลีบดอก นับได้ว่าเป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการประเมินคุณภาพ ซึ่งการซีดจางของกลีบดอกจัดเป็นดัชนีหนึ่งที่ใช้บ่งชี้การสิ้นสุดอายุการใช้งานของดอกกล้วยไม้ที่นำมาปักแจกัน

ทั้งนี้การศึกษาถึงผลของเอทิลีนที่มีต่อการซีดจางของกลีบดอกกล้วยไม้ จะทำให้สามารถเข้าใจถึงกลไกที่เกิดขึ้น อันนำไปสู่การหาแนวทางหรือวิธีการในการป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นได้

อุปกรณ์และวิธีการ

นำดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ Sonia Bom#17 จากแปลงเกษตรกรที่ปลูกเป็นการค้าในอำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี มาทำการคัดเลือกช่อดอกที่มีดอกบานลักษณะดีสม่ำเสมอ ไม่มีตำหนิ จากนั้นตัดดอกกล้วยไม้แต่ละช่อออกเป็นดอกเดี่ยว โดยคัดเลือกเฉพาะดอกที่อยู่ตำแหน่งเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน มาทำการทดลองภายใต้สภาพแสงธรรมชาติ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 60-65 เปอร์เซ็นต์

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ทรีทเมนต์ ในแต่ละทรีทเมนต์มี 5 ซ้ำ (replications) และใช้ดอกกล้วยไม้ 3 ดอก ดังรายละเอียด

ทรีทเมนต์ที่ 1 ดอกกล้วยไม้ที่แช่ในน้ำกลั่น (control)

ทรีทเมนต์ที่ 2 ดอกกล้วยไม้ที่แช่ในสารละลายเอทิลีน ความเข้มข้น 30 ppm ระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ทรีทเมนต์ที่ 3 ดอกกล้วยไม้ที่ได้รับ 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb เป็นเวลา 3 ชั่วโมงก่อนนำไปแช่

ในสารละลายเอทิลีน ความเข้มข้น 30 ppm ระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ภายหลังจากได้รับสารละลายเอทิลีน 24 ชั่วโมง นำดอกกล้วยไม้มาแช่ในน้ำกลั่น วางไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำการบันทึกผลทุก 2 วัน เป็นระยะเวลา 14 วัน ดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอกกล้วยไม้ ด้วยเครื่องวัดสี Minolta CR 300 ในระบบ CIE รายงานผลเป็นค่า L^* และ C^*
2. ปริมาณแอนโทไซยานินในกลีบดอกกล้วยไม้ (Baldoni *et al.*, 2002)

3. การเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์ในกลีบดอกกล้วยไม้ โดยพิจารณาจากค่าการรั่วไหลของประจุ (Electrolyte leakage) (Campos *et al.*, 2003)
4. อัตราการหายใจของดอกกล้วยไม้ ด้วยเครื่อง gas chromatograph โดยใช้ detector ชนิด thermal conductivity detector (TCD)
5. อัตราการผลิตเอทิลีนของดอกกล้วยไม้ ด้วยเครื่อง gas chromatograph โดยใช้ detector ชนิด flame ionization detector (FID)

ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของเอทิลีนต่อการชีดางของกลีบดอกกล้วยไม้ พบว่า ดอกกล้วยไม้ที่ได้รับสารละลายเอทิลีนความเข้มข้น 30 ppm เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เกิดการเสื่อมสภาพอย่างชัดเจนโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอก เมื่อเปรียบเทียบกับดอกกล้วยไม้ที่ไม่ได้รับสารละลายเอทิลีนหรือได้รับสารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน (1-MCP) ก่อนได้รับสารละลายเอทิลีน (Figure 1) ทั้งนี้ค่าความเข้มสี (Chroma; C*-value) ของกลีบดอกมีแนวโน้มลดลง ค่าความสว่าง (Lightness; L*-value) เพิ่มขึ้น (Figure 2) ซึ่งสอดคล้องกับการลดลงของปริมาณแอนโทไซยานินในกลีบดอก (Figure 3) นอกจากนี้ยังพบว่า ในดอกกล้วยไม้ที่ได้รับสารละลายเอทิลีนมีค่าการรั่วไหลของประจุ (Figure 4) อัตราการหายใจ และการผลิตเอทิลีน (Figure 5) เพิ่มขึ้นมากกว่าดอกกล้วยไม้ที่ไม่ได้รับสารละลายเอทิลีนและดอกกล้วยไม้ที่ได้รับสาร 1-MCP ก่อนได้รับสารละลายเอทิลีน

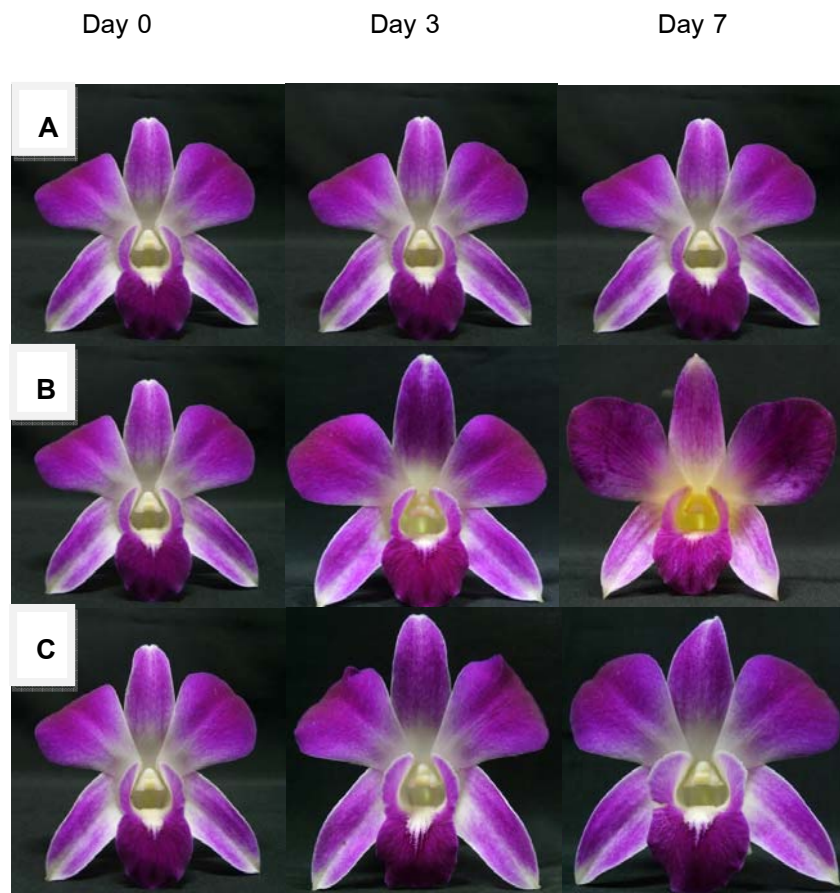


Figure 1 Visible petal fading of *Dendrobium* Sonia Bom#17 after treatment (A) control (B) ethephon (C) 1-MCP + ethephon

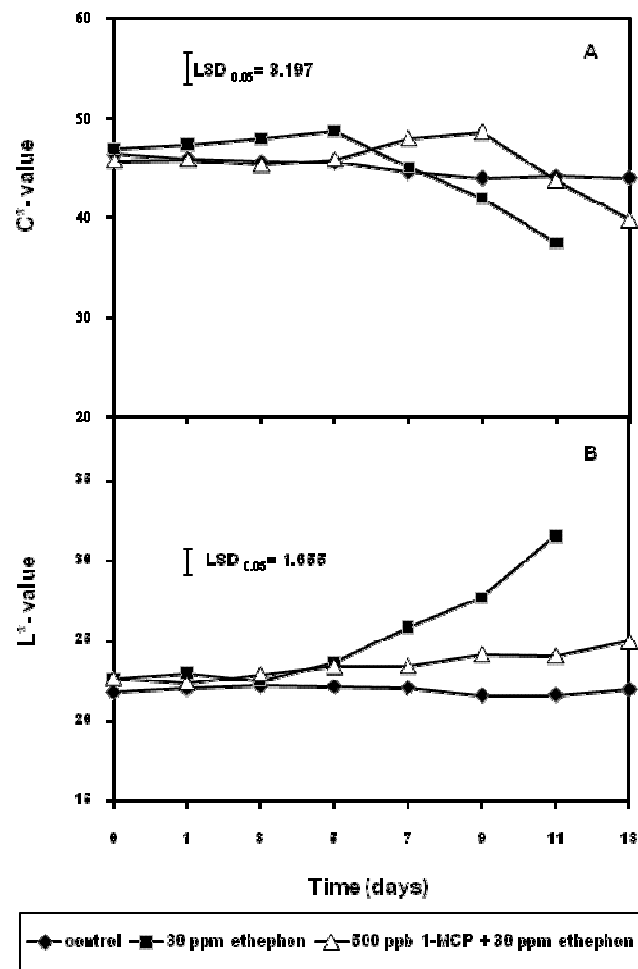


Figure 2 C*-value and L*-value of *Dendrobium* Sonia Bom#17 petals

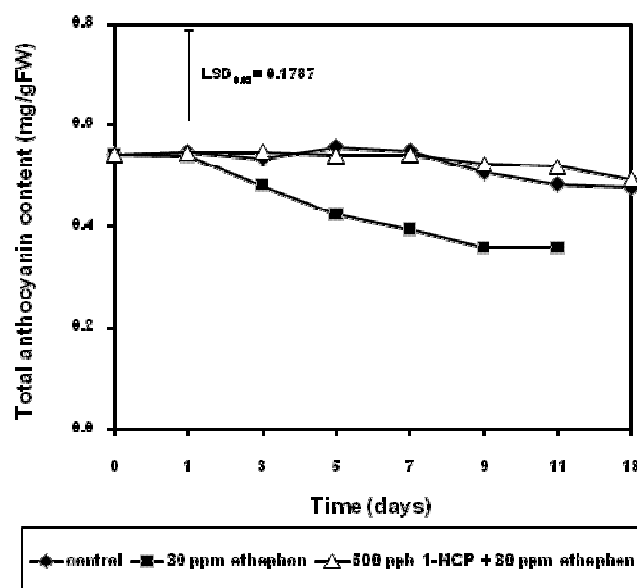


Figure 3 Total anthocyanin content in *Dendrobium* Sonia Bom#17 petals

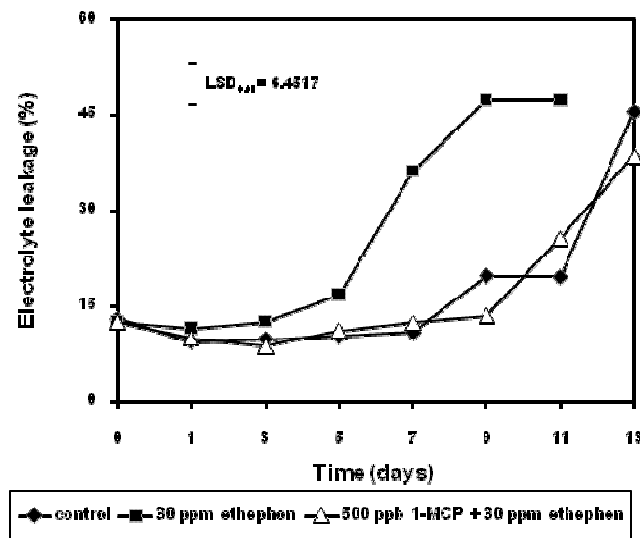


Figure 4 Electrolyte leakage of *Dendrobium* Sonia Bom#17 petals

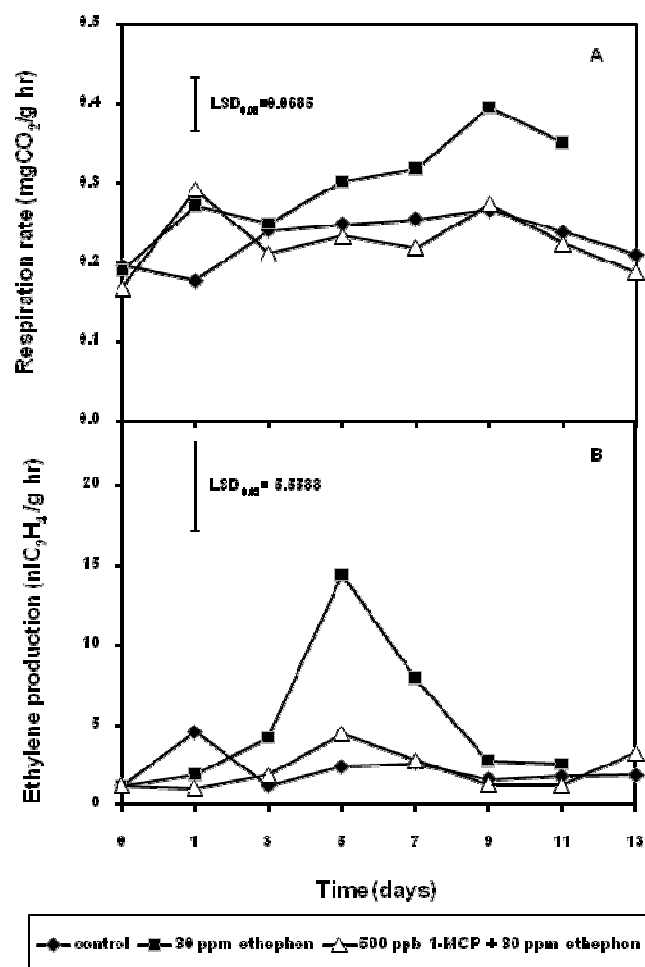


Figure 5 Respiration rate and ethylene production of *Dendrobium* Sonia Bom#17 flowers

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษาเห็นได้ว่าเอทิลีนมีบทบาทต่อการชีดางของกลีบดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ Sonia Bom#17 ทั้งนี้การชีดางของกลีบดอกที่เกิดขึ้นเป็นผลเนื่องมาจากเอทิลีนกระตุ้นให้เกิดการเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเซลล์และทำให้เกิดการรั่วไหลของแอนโทไซยานิน ดังพิจารณาได้จากค่าการรั่วไหลของประจุที่เพิ่มสูงขึ้น และปริมาณสารแอนโทไซยานินที่ลดลง สอดคล้องกับรายงานของ Suttle and Kende (1978) พบว่า ในดอก *Tradescantia* เอทิลีนกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเยื่อหุ้มเซลล์และการรั่วไหลของแอนโทไซยานิน ทั้งนี้การให้สารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน (1-MCP) สามารถชะลอการเสื่อมสภาพและการชีดางของกลีบดอกได้ ดังพิจารณาได้จากการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอก การเสื่อมสลายของแอนโทไซยานิน ค่าการรั่วไหลของประจุ อัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีน ซึ่งพบว่าการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าในดอกกล้วยไม้ที่ได้รับสารละลายเอทิลีนเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Sankhla *et al.* (2005) ที่พบว่า 1-MCP สามารถชะลอการเสื่อมสภาพของดอกกลูฟินท์ (*Lupinus densiflorus*) และป้องกันการหลุดร่วงจากการชักนำของเอทิลีนได้ (Sankhla *et al.*, 2001)

ทั้งนี้จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเอทิลีนมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้เกิดการชีดางของกลีบดอกกล้วยไม้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- จิตรพรณ พิลิก. 2550. การปลูกเลี้ยงกล้วยไม้. เอกสารประกอบการอบรมประชาชนหลักสูตรการปลูกเลี้ยงกล้วยไม้ ณ สวนกล้วยไม้ระพี สาคริก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- Baldoni, G., M. Marotti and R. Piccaglia. 2002. Factors influencing anthocyanin content in red cabbage (*Brassica oleracea* var *capitata* L f *rubra* (L) Thell). **J. Sci. Food Agric.** 82: 1504-1509.
- Campos, P.S., V. Quartin, J.C. Ramalho and M.A. Nunes. 2003. Electrolyte leakage and lipid degradation account for cold sensitivity in leaves of *Coffea* sp. *Plant. Plant Physiol.* 160: 283-292.
- Sankhla, N., W.A. Mackay and T.D. Davis. 2001. Extension of vase life and prevention of ethylene-induced flower shattering in *Lupinus densiflorus* by 1-methylcyclopropene. **Acta Hort.** 543: 75-78.
- _____, N., W.A. Mackay and T.D. Davis. 2005. Effect of thidiazuron on senescence of flowers in cut inflorescences of *Lupinus densiflorus* Benth. **Acta Hort.** 669: 239-243.
- Suttle, J.C. and H. Kende. 1978. Ethylene and senescence in petals of *Tradescantia*. **Plant Physiol.** 62: 267-271.

การประเมินความเสียหายเนื่องจากโรคของกล้วยไม้เอื้องแซะหอม
Assessment of Disease Incidence and Loss of Aung Sae Orchid
(*Dendrobium scabrilingue* Lindl.)

ประพันธ์ โอสถาพันธุ์*

Praphant Osathaphant*

ภาควิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: praphant@mju.ac.th

บทคัดย่อ

จากการศึกษาการแยกและการจำแนกเชื้อราสาเหตุโรคของกล้วยไม้เอื้องแซะหอม พบว่า สามารถแยกเชื้อราได้ทั้งหมด 42 ไอโซเลท และจำแนกออกเป็น 7 สกุล และเมื่อนำเชื้อราที่แยกได้มาทดสอบความสามารถในการก่อโรคร่วมกับต้นเอื้องแซะหอม ได้แก่ เชื้อรา *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. รวมทั้ง 13 ไอโซเลท พบว่า เชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลทที่ 3 มีความสามารถในการก่อความรุนแรงของโรคได้สูงที่สุดเท่ากับ 90.00 เปอร์เซ็นต์ ที่ 14 วัน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ได้ปลูกเชื้อ จากการประเมินความเสียหายเนื่องจากโรคพืช พบว่า เปอร์เซ็นต์การทำลายของเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลทที่ 3 จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หลังการปลูกเชื้อรา และหลังจากการปลูกเชื้อ 7 วัน จะมีเปอร์เซ็นต์การทำลาย เท่ากับ 66.11

คำสำคัญ: เชื้อรา เชื้อสาเหตุ เอื้องแซะหอม

Abstract

Study on the isolation and identification of fungi causing diseases of *Dendrobium scabrilingue* Lindl. was conducted. Forty two fungi were isolated and these were classified into seven genera. When pathogenicity test of thirteen isolates of *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp. and *Alternaria* sp. on the orchid plants was done, the result showed that *Alternaria* sp. isolate 3 was able to cause highest disease severity of 90 percent at 14 days which were highly significantly different when compared with uninoculated treatment. *Alternaria* sp. isolate 3 was then subjected to assessment of disease incidence and loss. The result revealed that the percentage of infestation increased continuously at time after inoculation, the percentage of infestation was 66.11 at 7 days after inoculation.

Keywords: fungi, pathogen, *Dendrobium scabrilingue* Lindl.

คำนำ

การประเมินความเสียหายของพืชที่เป็นโรค (assessment of disease incidence and loss) โดยหลักการแล้วเป็นการตัดสินความเสียหายของพื้นที่หรือบริเวณของใบพืชที่เป็นโรค ซึ่งวัดความเสียหายออกเป็นระดับต่างๆ กัน แต่จากหลักการดังกล่าวนี้อาจจะมองไม่เห็นความชัดเจน จึงจำเป็นที่จะต้องประเมินออกมาในรูปผลผลิตเปรียบเทียบระหว่างพืชปกติกับพืชที่เป็นโรค แล้วคิดค่าเสียหายออกมาเป็นมูลค่า

ในปี ค.ศ. 1950 Chester ได้ทำการประเมินความเสียหายของพืชเป็นครั้งแรก ต่อมาในปี ค.ศ. 1967 Large ก็ได้เสนอผลการประเมินความเสียหายอีก และในปี ค.ศ. 1971 FAO ก็ได้รายงานการประเมินความเสียหายของพืชที่เป็นโรคเป็นครั้งแรก จนกระทั่งในปี ค.ศ. 1974 James ได้ทำการประเมินความเสียหายของพืชที่เป็นโรคโดยการสุ่มแล้วหาค่าเฉลี่ย (ชวาลา, 2529)

ชวาลา (2529) กล่าวว่า เหตุที่ต้องทำการประเมินความเสียหายของพืชมีดังนี้

1. เพื่อหลีกเลี่ยงการควบคุมโรคที่ไม่เหมาะสม
2. เพื่อทำให้เกิดความมั่นใจแก่ผู้ปลูก
3. เพื่อเป็นการเร่งรื้อให้นักวิจัยหาวิธีการที่เหมาะสมมาใช้
4. ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมหันมาผลิตสารเคมีให้เพียงพอ
5. เพื่อให้รัฐหันมาสนับสนุนงานด้านนี้มากขึ้น

Cramer เป็นผู้ที่มีมองเห็นความสำคัญของการประเมินความเสียหายที่เกิดจากโรคพืชและเป็นผู้ที่ริเริ่มการสำรวจความเสียหายที่เกิดจากโรคและศัตรูพืชจนเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปสรุปว่า ความเสียหายที่เกิดจากศัตรูพืชทุกชนิดรวมทั้งโรคพืชมีมากในเขตร้อนศูนย์สูตรของโลกหรือเขตร้อนมากกว่าในเขตหนาว และมีมากในประเทศที่ด้อยพัฒนาหรือประเทศที่กำลังพัฒนา เนื่องจากความรู้ทางวิชาการเกษตรสมัยใหม่และการป้องกันกำจัดยังมีน้อย ประกอบกับสภาพแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของศัตรูพืชทุกชนิด (สืบศักดิ์, 2540)

โดยปกติกล้วยไม้จะมีโรคและศัตรูอยู่จำนวนมาก โรคที่เป็นปัญหาและพบอยู่เสมอมีอยู่หลายโรคส่วนมากมีสาเหตุเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และเชื้อไวรัส (อนงค์, 2520; กุลฉวี, 2526) การทำการเกษตรของเกษตรกร มักเน้นหนักเรื่องสาเหตุของโรคและการควบคุมหรือการป้องกันกำจัดเป็นส่วนใหญ่ เมื่อเกิดโรคพืชเมื่อใดพืชย่อมต้องได้รับความเสียหายมากบ้างน้อยบ้าง แต่สิ่งสำคัญที่ทุกคนมองข้ามไป คือ ปริมาณของความเสียหายที่เกิดจากการทำลายของเชื้อโรคที่แท้จริง (สืบศักดิ์, 2540) เอื้องแซะก็เช่นเดียวกับกล้วยไม้ชนิดอื่นๆ ที่ต้องประสบกับปัญหาเรื่องศัตรูพืชอยู่ด้วย ดังนั้นการศึกษาเรื่อง การประเมินความเสียหายเนื่องจากโรคพืชก็เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องใช้ในการพิจารณาเพื่อตัดสินใจในการหาวิธีการควบคุมที่เหมาะสมกับการลงทุนเชิงพาณิชย์

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีการ

1. การศึกษาการแยกและการจำแนกเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่สำคัญของกล้วยไม้เอื้องแซะหอม

เก็บตัวอย่างโรคที่สำคัญของกล้วยไม้เช่น โรคเน่าเข้าไส้ โรคเน่าและ โรคเน่าแห้ง ฯลฯ มาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อพี.ดี.เอ.เพื่อแยกเชื้อให้บริสุทธิ์โดยวิธี Tissue transplanting method และทำการจำแนกเชื้อเชื้อต่อไป

2. การศึกษาการทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อราสาเหตุโรคของกล้วยไม้เอื้องแซะหอม (Pathogenicity test)

ฉีดพ่นสารแขวนลอยสปอร์ เชื้อรา *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. ที่แยกได้จากตัวอย่างพืชในข้อที่ 1 ลงบนใบหรือลำต้นของเอื้องแซะหอม จากนั้นตรวจดูความสามารถในการทำให้เกิดโรคทุกวัน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 การทดลองดังนี้ คือ

การทดลองที่ 1 ปลุกเชื้อรา *Colletotrichum* sp. จำนวน 4 ไอโซเลตคือ

- กรรมวิธีที่ 1 คือปลุกเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ไอโซเลตที่ 1
- กรรมวิธีที่ 2 คือปลุกเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ไอโซเลตที่ 2
- กรรมวิธีที่ 3 คือปลุกเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ไอโซเลตที่ 3
- กรรมวิธีที่ 4 คือปลุกเชื้อรา *Colletotrichum* sp. ไอโซเลตที่ 4
- กรรมวิธีที่ 5 คือฉีดพ่นน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ (กรรมวิธีควบคุม)

การทดลองที่ 2 ปลุกเชื้อรา *Fusarium* sp. จำนวน 5 ไอโซเลตดังนี้คือ

- กรรมวิธีที่ 1 คือปลุกเชื้อรา *Fusarium* sp. ไอโซเลตที่ 1
- กรรมวิธีที่ 2 คือปลุกเชื้อรา *Fusarium* sp. ไอโซเลตที่ 2
- กรรมวิธีที่ 3 คือปลุกเชื้อรา *Fusarium* sp. ไอโซเลตที่ 3
- กรรมวิธีที่ 4 คือปลุกเชื้อรา *Fusarium* sp. ไอโซเลตที่ 4
- กรรมวิธีที่ 5 คือปลุกเชื้อรา *Fusarium* sp. ไอโซเลตที่ 5
- กรรมวิธีที่ 6 คือฉีดพ่นน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ (กรรมวิธีควบคุม)

การทดลองที่ 3 ปลุกเชื้อรา *Alternaria* sp. จำนวน 4 ไอโซเลตดังนี้คือ

- กรรมวิธีที่ 1 คือปลุกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลตที่ 1
- กรรมวิธีที่ 2 คือปลุกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลตที่ 2
- กรรมวิธีที่ 3 คือปลุกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลตที่ 3
- กรรมวิธีที่ 4 คือปลุกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลตที่ 4
- กรรมวิธีที่ 5 คือฉีดพ่นน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ (กรรมวิธีควบคุม)

โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ๆ ละ 5 ต้น

การบันทึกข้อมูล - เปอร์เซ็นต์ของการเกิดโรคโดยมีการให้คะแนนดังนี้ คือ

0 = เชื้อราไม่เข้าทำลายพื้นที่ใบหรือลำต้น

1 = เชื้อราเข้าทำลายพื้นที่ใบหรือลำต้น 1-25 เปอร์เซ็นต์

- 2 = เชื้อราเข้าทำลายพื้นที่ใบหรือลำต้น 26-50 เปอร์เซ็นต์
 3 = เชื้อราเข้าทำลายพื้นที่ใบหรือลำต้น 51-75 เปอร์เซ็นต์
 4 = เชื้อราเข้าทำลายพื้นที่ใบหรือลำต้น 76-100 เปอร์เซ็นต์

3. การศึกษาการประเมินความเสียหายเนื่องจากโรคของกล้วยไม้เอื้องแซะหอม

ทำการปลูกเชื้อเทียมโดยฉีดพ่นสารแขวนลอยสปอร์ของเชื้อรา *Colletotrichum* sp, *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. ที่มีความรุนแรงที่สุดในข้อที่ 2 ลงบนใบหรือลำต้นเอื้องแซะหอม จากนั้นตรวจดูความสามารถในการทำให้เกิดโรคทุกวัน ทำการประเมินความเสียหายของต้นเอื้องแซะหอมเนื่องจากการเข้าทำลายของโรค โดยใช้สูตรหาค่าเปอร์เซ็นต์การทำลาย (ประเทือง, 2538)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การทำลาย} = \frac{\sum_{i=1}^i \frac{v_i \cdot n_i}{N}}{i} \times 100$$

v = ค่าระดับการทำลาย (value of category)

i = ค่าระดับการทำลายสูงสุด (highest category value)

n = จำนวนต้นพืช (ส่วนของพืช) ในแต่ละระดับ [number of plants (plant parts) in each category]

N = จำนวนพืชทั้งหมดที่ประเมิน (total number of investigated plants (plant parts))

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ ๆ ละ 15 ต้น

การบันทึกข้อมูล - เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

ผลการทดลอง

การศึกษาการแยกและการจำแนกเชื้อราสาเหตุโรคที่สำคัญของกล้วยไม้เอื้องแซะหอม

จากการนำชิ้นส่วนของต้นและใบเอื้องแซะหอมที่แสดงอาการของโรคมาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ พบว่าสามารถแยกและจำแนกเชื้อราได้คือ *Colletotrichum* sp., *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Exserohilum* sp., *Curvularia* sp. และ *Nigrospora* sp. (Table 1)

Table 1 Kinds and number of isolated and identified fungi from diseased Aung Sae Orchid plants

Genera of fungi	Number of isolate
<i>Colletotrichum</i> sp.	4
<i>Alternaria</i> sp.	4
<i>Fusarium</i> sp.	5
<i>Pestalotiopsis</i> sp.	25
<i>Exserohilum</i> sp.	2
<i>Curvularia</i> sp.	1
<i>Nigrospora</i> sp.	1
total	42

การศึกษาการทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อราสาเหตุโรคของกล้วยไม้เอื้องแซะหอม

การศึกษาการทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อรา *Colletotrichum* sp., *Alternaria* sp. และ *Fusarium* sp. ให้ผลดังต่อไปนี้ คือ

การทดลองที่ 1 ปลุกเชื้อรา *Colletotrichum* sp.

จากการศึกษาการทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อรา *Colletotrichum* sp. จำนวน 4 ไอโซเลท (Figure 1) พบว่า เชื้อรา *Colletotrichum* sp. ทุกไอโซเลทไม่สามารถก่อให้เกิดโรคหรือความรุนแรงของโรคต่อต้นเอื้องแซะหอมได้

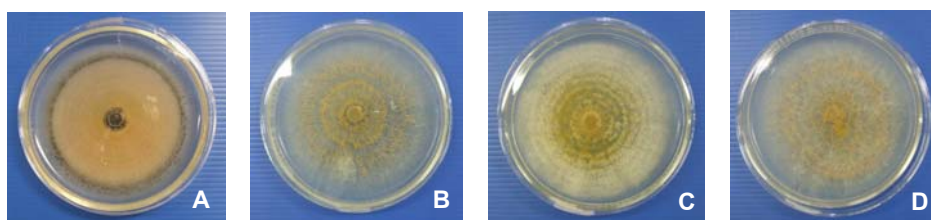


Figure 1 Characteristic of growth of fungus (*Colletotrichum* sp.) isolate 1-4 on culture media

การทดลองที่ 2 เชื้อรา *Fusarium* sp.

จากการศึกษาการทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อรา *Fusarium* sp. จำนวน 5 ไอโซเลท (Figure 2) พบว่า เชื้อรา *Fusarium* sp. ทุกไอโซเลทไม่สามารถก่อให้เกิดโรคหรือความรุนแรงของโรคต่อต้นเอื้องแซะหอมได้

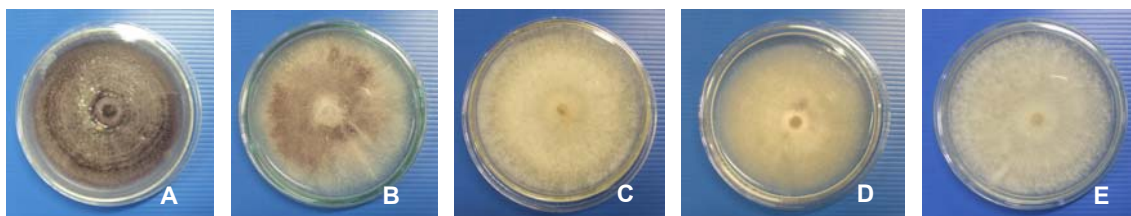


Figure 2 Characteristic of growth of fungus (*Fusarium* sp.) isolate 1-5 on culture media.

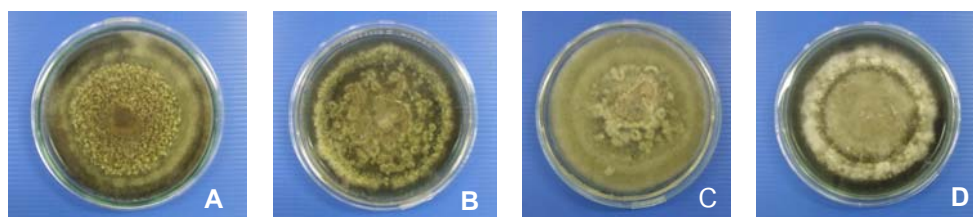
การทดลองที่ 3 เชื้อรา *Alternaria* sp.

จากการศึกษาการทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อรา *Alternaria* sp. จำนวน 4 ไอโซเลท (Figure 3) พบว่า หลังจากปลุกเชื้อราเป็นเวลา 7 วัน กรรมวิธีที่ 3 คือปลุกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลทที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงสุดเท่ากับ 76.25 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ได้ปลุกเชื้อ รongลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 คือปลุกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลทที่ 1 และกรรมวิธีที่ 4 คือ ปลุกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลท ที่ 4 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากัน คือ 31.25 สำหรับกรรมวิธีที่ 2 คือ ปลุกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลทที่ 2 จะมีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยที่สุด เท่ากับ 30.00 (Table 2)

Table 2 Percentage of disease infection after inoculation with different isolate of *Alternaria* sp. at 7 days

Isolate	Percentage of disease infection
1	31.25b*
2	30.00b
3	76.25a
4	31.25b
control	0.00c

* Any two means having a common letter are not significantly different at the 5% level of significance by DMRT

**Figure 3** Characteristic of growth of fungus (*Alternaria* sp.) isolate 1-4 on culture media

จาก Table 3 จะพบว่า หลังจากการปลูกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลตต่างๆ กันเป็นเวลา 14 วัน กรรมวิธีที่ 3 คือปลูกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลตที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงสุดเท่ากับ 90.00 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ได้ ปลูกเชื้อ รงลงมา ได้แก่ กรรมวิธีที่ 2 คือปลูกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลตที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์ การเกิดโรคเท่ากับ 72.50 สำหรับ กรรมวิธีที่ 4 คือปลูกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลตที่ 4 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 60.00 และกรรมวิธีที่ 1 คือปลูกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลตที่ 1 จะมีเปอร์เซ็นต์ของการเกิดโรคน้อยที่สุดเท่ากับ 56.25

Table 3 Percentage of disease infection after inoculation with different isolate of *Alternaria* sp. at 14 days

isolate	Percentage of disease infection
1	56.25c*
2	72.50b
3	90.00a
4	60.00c
control	0.00d

* Any two means having a common letter are not significantly different at the 5 % level of significance by DMRT

เมื่อแยกเชื้อกลับและจำแนกเชื้อราที่สามารถแยกได้ทำภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่า กรรมวิธีที่ 3 คือ ปลูกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลตที่ 3 สามารถแยกเชื้อรา *Alternaria* sp. กลับได้จำนวน 7 ไอโซเลต รงลงมา ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 คือ ปลูกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลตที่ 1 แยกเชื้อรา *Alternaria* sp. กลับได้

จำนวน 3 ไอโซเลท กรรมวิธีที่ 2 คือ ปลุกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลทที่ 2 แยกเชื้อรา *Alternaria* sp. กลับได้จำนวน 2 ไอโซเลท และกรรมวิธีที่ 4 คือ ปลุกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลทที่ 4 ไม่สามารถแยกเชื้อรา *Alternaria* sp. กลับได้

การศึกษาการประเมินความเสียหายเนื่องจากโรคของกล้วยไม้เอื้องแซะหอม

จากการศึกษาการประเมินความเสียหายเนื่องจากโรคของกล้วยไม้เอื้องแซะหอม โดยการปลุกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลทที่ 3 ซึ่งสามารถก่อให้เกิดความรุนแรงของโรคมากที่สุด พบว่าเปอร์เซ็นต์การทำลายของเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลทที่ 3 จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (Figure 4) โดยพบว่าการปลุกเชื้อราเป็นเวลา 1 วัน เปอร์เซ็นต์การทำลายเท่ากับ 21.67 ที่ 2 วัน เปอร์เซ็นต์การทำลายเท่ากับ 37.22 ที่ 3 วัน เปอร์เซ็นต์การทำลายเท่ากับ 50.00 ที่ 4 วัน เปอร์เซ็นต์การทำลายเท่ากับ 57.22 ที่ 5 วัน เปอร์เซ็นต์การทำลายเท่ากับ 60.00 ที่ 6 วัน เปอร์เซ็นต์การทำลายเท่ากับ 63.33 และที่ 7 วัน มีเปอร์เซ็นต์การทำลายเท่ากับ 66.11 (Figure 5)

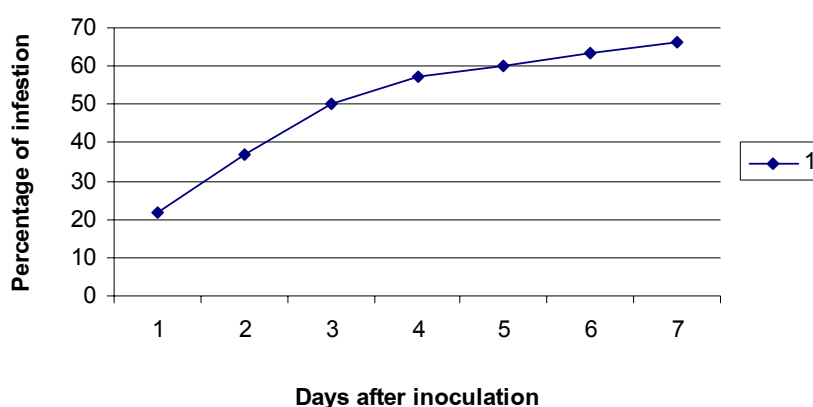


Figure 4 Percentage of infestation after inoculation with *Alternaria* sp. isolate 3 at 7 days

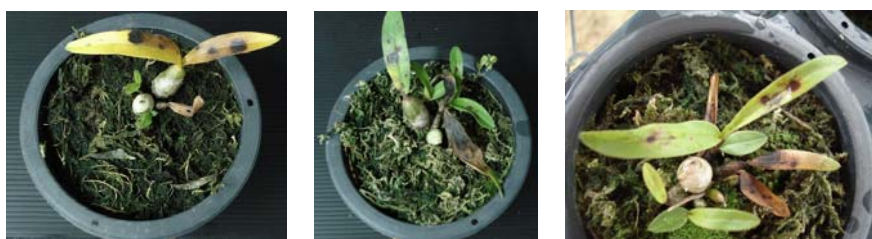


Figure 5 Symptom of leaf spot caused by *Alternaria* sp. isolate 3 on Aung Sae orchid plants

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาการแยกและจำแนกเชื้อราสาเหตุโรคของกล้วยไม้เอื้องแซะหอม พบว่า สามารถแยกเชื้อราได้ทั้งหมด 42 ไอโซเลท ซึ่งจำแนกเชื้อรา *Pestalotiopsis* sp. ได้มากที่สุด 25 ไอโซเลท รองลงมาได้แก่ เชื้อรา *Fusarium* sp., *Colletotrichum* sp., *Alternaria* sp., *Exserohilum* sp., *Curvularia* sp. และ

Nigrospora sp. ซึ่งแยกได้จำนวน 5, 4, 4, 2, 1 และ 1 ไอโซเลท ตามลำดับ และเมื่อนำเชื้อรา 3 สกุล คือ เชื้อ *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. มาทดสอบความสามารถในการก่อโรคกับ ต้นเอื้องแซะหอมพบว่า เชื้อ *Colletotrichum* sp. และ *Fusarium* sp. ไม่สามารถก่อความรุนแรงกับ ต้นเอื้องแซะหอมได้ อาจเนื่องมาจากเชื้ออ่อนแอ (susceptible inoculum) จนไม่สามารถก่อความเสียหาย ให้กับต้นเอื้องแซะหอมได้ มีเพียงเชื้อรา *Alternaria* sp. เท่านั้นที่สามารถก่อความเสียหายให้กับต้นเอื้องแซะ หอมหลังจากการปลูกเชื้อราเป็นเวลา 7 วัน และ 14 วัน ซึ่งพบว่า เชื้อ *Alternaria* sp. ไอโซเลทที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงสุดเท่ากับ 90.00 หลังจากการปลูกเชื้อราเป็นเวลา 14 วัน

จากการศึกษาการประเมินความเสียหายเนื่องจากโรคของกล้วยไม้เอื้องแซะหอม โดยการปลูกเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลทที่ 3 ซึ่งจะพบว่า เปอร์เซ็นต์การทำลายของโรคจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หลังการปลูกเชื้อรา และมีเปอร์เซ็นต์การทำลายเท่ากับ 66.11 หลังจากปลูกเชื้อ 7 วัน

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการแยกและการจำแนกเชื้อราสาเหตุโรคของกล้วยไม้เอื้องแซะหอม พบว่า สามารถ แยกเชื้อราได้ทั้งหมด 42 ไอโซเลท และจำแนกออกเป็น 7 สกุล และเมื่อนำเชื้อรา *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp. และ *Alternaria* sp. รวมทั้งหมด 13 ไอโซเลท มาทดสอบความสามารถในการก่อโรคกับต้น เอื้องแซะหอม พบว่า เชื้อรา *Colletotrichum* sp. และ *Fusarium* sp. ไม่ทำให้ต้นเอื้องแซะหอมเกิดโรคได้ สำหรับเชื้อรา *Alternaria* sp. เมื่อนำมาทดสอบความสามารถในการก่อโรคจะพบว่า เชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลทที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงสุดเท่ากับ 90.00 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ได้ปลูกเชื้อ

จากการศึกษาการประเมินความเสียหายเนื่องจากโรคของกล้วยไม้เอื้องแซะหอม พบว่า เปอร์เซ็นต์ การทำลายของเชื้อรา *Alternaria* sp. ไอโซเลทที่ 3 จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หลังการปลูกเชื้อราจะมีเปอร์เซ็นต์ การทำลายเท่ากับ 66.11 หลังจากปลูกเชื้อ 7 วัน

เอกสารอ้างอิง

- กุลฉวี กำจายภัย. 2526. โรคและแมลงศัตรูของกล้วยไม้. บริษัท บางกอกฟลาวเวอร์เซนเตอร์ จำกัด กรุงเทพมหานคร. 114 น.
- ชวลา บุณศิริ. 2529. หลักการป้องกันกำจัดโรคพืช. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยี การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง: กรุงเทพฯ. 208 น.
- ประเทือง สง่าวงศ์. 2538. โรคพืชวิทยา. ภาควิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบัน เทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้: เชียงใหม่. 764 น.
- สืบทศักดิ์ สนธิรัตน์. 2540. การจัดการโรคพืช. ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ. 139 น.
- อนงค์ จันทร์ศรีกุล. 2520. โรคและศัตรูไม้ประดับ. บริษัท สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด กรุงเทพฯ. 163 น.

ประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดราบางชนิดต่อรา *Alternaria solani*
และ *Phytophthora infestans* สาเหตุโรคใบจุดวงและใบไหม้ของมันฝรั่ง
ในห้องปฏิบัติการ

In Vitro Toxicity Testing of Certain Fungicides Against *Alternaria solani* and
Phytophthora infestans, the Causal Agent of Early and Late Blight of Potato

พิภพร เจียมพิริยะกุล^{1*}, จิรพรรณ โสภี², จิรพรรณ กุลยะสอน¹, อัมพิกา สายน้ำเย็น¹ และธำปณี เมฆหมอก¹
Pipat Chiampiriyakul^{1*}, Jiraphan Sopee², Jiraphan Kulyason¹, Aumpika Sainamyen¹
and Thapanee Mekmok¹

¹ภาควิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

²ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

²Department of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, Thailand 10900

*Corresponding author: pipat@mju.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดราจำนวน 7 ชนิด ที่มีต่อรา *Alternaria solani* และจำนวน 5 ชนิด ที่มีต่อรา *Phytophthora infestans* ในห้องปฏิบัติการโดยใช้วิธีอาหารพิษ ภายหลังการบ่มเชื้อในอาหารพิษ 8 วัน พบว่า สารเคมีป้องกันกำจัดราที่ให้ประสิทธิภาพในการควบคุมรา *A. solani* สูงที่สุด คือ captan ผสมกับ mancozeb+cymoxanil มีค่า ED₅₀ เท่ากับ 17.38 พีพีเอ็ม และภายหลังการบ่มเชื้อรา *P. infestans* ในอาหารพิษ 10 วัน พบสารเคมีป้องกันกำจัดราที่ให้ประสิทธิภาพในการควบคุมสูงที่สุด คือ copper oxychloride มีค่า ED₅₀ เท่ากับ 4.07 พีพีเอ็ม การควบคุมราทั้งสองด้วยสารเคมีป้องกันกำจัดรา captan, mancozeb+cymoxanil, copper oxychloride และ chlorothalonil พบว่า การควบคุมรา *A. solani* ต้องใช้สารแต่ละชนิดที่มีความเข้มข้นสูงกว่าที่ใช้ในการควบคุมรา *P. infestans* เป็นปริมาณ 1.7, 4.6, 6.7 และ 123 เท่า ตามลำดับ

คำสำคัญ: สารเคมีป้องกันกำจัดรา ED₅₀ โรคใบจุดวง โรคใบไหม้ มันฝรั่ง

Abstract

The efficacy of 7 and 5 fungicides against *Alternaria solani* and *Phytophthora infestans*, respectively, were toxicological tested and investigated using poisoned food technique. Eight days after incubation, 17.38 ppm of captan mixed mancozeb+cymoxanil demonstrated to inhibit growth of *A. solani* at 50%. Ten days after incubation, 50% inhibition (ED₅₀) of *P. infestans* growth was

measured in copper oxychloride at 4.07 ppm. The concentrations of captan, mancozeb+cymoxanil, copper oxychloride and chlorothalonil using to control *A. solani* were 1.7, 4.6, 6.7 and 123 fold-higher than *P. infestans*, respectively.

Keywords: fungicides, ED₅₀, early blight, late blight, potato

คำนำ

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจพืชหนึ่ง และมีการเพาะปลูกในหลายประเทศทั่วโลก สำหรับประเทศไทยการเพาะปลูกมันฝรั่งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยในปี พ.ศ.2552 พื้นที่เพาะปลูกมันฝรั่งรวมทั้งประเทศมีจำนวน 50,837 ไร่ ซึ่งมากกว่าในปี พ.ศ. 2551 ซึ่งมี 47,824 ไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2552) การเพิ่มขึ้นของพื้นที่เพาะปลูกเป็นผลให้เกิดการพบปัญหาโรคของมันฝรั่งตามไปด้วย ซึ่งโรคที่สำคัญที่มักพบเสมอ คือ โรคใบไหม้ (late blight) และโรคใบจุดวง (early blight) ที่มีสาเหตุมาจากรา *Phytophthora infestans* และ *Alternaria solani* ตามลำดับ (Arora and Khurana, 2004) การพัฒนาและแพร่กระจายของโรคจะเกิดได้อย่างรวดเร็วเมื่อมีอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม และสามารถเข้าทำลายส่วนที่อยู่ใต้ดินได้อีกด้วย เป็นผลให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตมันฝรั่ง ทำให้ผลผลิตลดต่ำลงและไม่มีคุณภาพ นอกจากนี้ราทั้งสองชนิดยังทำความเสียหายให้กับพืชอื่นๆ ได้อีก ได้แก่ มะเขือเทศ พริก และยาสูบ เป็นต้น (Dillard et al., 1995) ดังนั้นการป้องกันกำจัดราทั้งสองชนิดนี้ จึงเป็นเรื่องสำคัญ โดยการป้องกันกำจัดราสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้พันธุ์ต้านทาน การใช้หัวพันธุ์ปลอดโรค การปลูกพืชหมุนเวียน การเผาทำลาย และวิธีที่ได้ผลเป็นที่นิยมวิธีหนึ่ง คือ การใช้สารเคมี สารเคมีป้องกันกำจัดราที่ใช้ทั่วไป เช่น metalaxyl-m, mancozeb, cymoxanil, chlorothalonil propamocarb และ dimethomorph ที่ผสมกับ mancozeb เป็นต้น (Daayf and Platt, 2003) การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการทดสอบการตอบสนองของรา *P. infestans* และ *A. solani* ที่แยกได้จากใบมันฝรั่ง ต่อสารเคมีป้องกันกำจัดราชนิดต่างๆ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน ภายในห้องปฏิบัติการโดยใช้วิธีอาหารพิษ (poisoned food technique) เพื่อหาระดับความเข้มข้นที่ยับยั้งการเจริญของราบนอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อได้ร้อยละ 50 (Effective Dose; ED₅₀) และเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้สารเคมีป้องกันกำจัดราในการควบคุมโรคใบไหม้และใบจุดวงอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การแยกและเก็บรักษาราสาเหตุโรค

แยกรา *P. infestans* ด้วยวิธีการแยกราโดยตรง (Fry, 2008) จากเนื้อเยื่อใบมันฝรั่งที่มีการติดเชื้อและมีแผลเดี่ยว เพาะเลี้ยงจนได้เชื้อบริสุทธิ์บนอาหาร corn agar เป็นเวลา 10 วัน ที่อุณหภูมิ 18°C ส่วนรา *A. solani* ที่มีการติดเชื้อและมีแผลเดี่ยวบนใบมันฝรั่ง นำมาแยกด้วยวิธี tissue transplanting method (ประเทือง, 2532) เพาะเลี้ยงจนได้เชื้อบริสุทธิ์บนอาหาร PDA (potato dextrose agar) เป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

สารเคมีป้องกันกำจัดราที่ใช้ในการทดลอง

สารป้องกันกำจัดรา 7 ชนิด สำหรับทดสอบประสิทธิภาพกับรา *A. solani*

1. captan (50% WP)	ความเข้มข้น 20, 40, 60, 80 และ 100 พีพีเอ็ม
2. copper oxychloride (85% WP)	ความเข้มข้น 100, 200, 300, 400, 500 และ 600 พีพีเอ็ม
3. chlorothalonil (75% WP)	ความเข้มข้น 100, 200, 300, 400, 500 และ 600 พีพีเอ็ม
4. mancozeb+cymoxzanil (72% WP)	ความเข้มข้น 10, 20, 30, 40 และ 50 พีพีเอ็ม
5. mancozeb (80% WP)	ความเข้มข้น 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 พีพีเอ็ม
6. captan ผสมกับ mancozeb+cymoxzanil	ความเข้มข้น 10, 20, 30, 40 และ 50 พีพีเอ็ม
7. copper oxychloride ผสมกับ mancozeb	ความเข้มข้น 50, 100, 150, 200, 250 และ 300 พีพีเอ็ม

สารป้องกันกำจัดรา 5 ชนิด สำหรับทดสอบประสิทธิภาพกับรา *P. infestans*

1. captan (50% WP)	ความเข้มข้น 10, 20, 30 และ 40 พีพีเอ็ม
2. copper oxychloride (85% WP)	ความเข้มข้น 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 พีพีเอ็ม
3. chlorotalonil (75% WP)	ความเข้มข้น 2, 4, 6, 8 และ 10 พีพีเอ็ม
4. metalaxyl (25% WP)	ความเข้มข้น 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 พีพีเอ็ม
5. mancozeb+cymoxzanil (72% WP)	ความเข้มข้น 2, 4, 6, 8 และ 10 พีพีเอ็ม

การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดราบางชนิดต่อการยับยั้งการเจริญของราโดยวิธีอาหารพิษ (poisoned food technique) ในห้องปฏิบัติการ

เพาะเลี้ยงรา *P. infestans* บนอาหาร corn agar และรา *A. solani* บนอาหาร PDA ที่ผสมสารเคมีป้องกันกำจัดราแต่ละชนิด ในระดับความเข้มข้นต่างๆ โดยใช้จานเพาะเลี้ยงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 ซม. บรรจุอาหารพิษ 10-14 มล. ต่อด้านอาหารเพาะเลี้ยง

ตัดปลายโคโลนีของราด้วย cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ซม. แล้ววางลงบนอาหารที่ผสมสารเคมีแต่ละชนิด ในความเข้มข้นต่างๆ โดยคว่ำชิ้นวุ้นด้านที่มีเส้นใยสัมผัสกับผิวหน้าอาหาร บ่มรา *P. infestans* ที่อุณหภูมิ 18°C นาน 10 วัน สำหรับรา *A. solani* บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องนาน 8 วัน จึงบันทึกการเจริญ คำนวณหาค่าร้อยละการยับยั้งการเจริญของราโดยเปรียบเทียบกับราบนอาหารที่ไม่ผสมสารเคมี ตามวิธีของ Ponmurugan *et al.* (2006) ดังนี้

$$\text{ร้อยละการยับยั้ง (percent inhibition)} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

โดย A = เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของราจากชุดการทดลองเปรียบเทียบ

B = เส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของราจากชุดการทดลองสารเคมี

แต่ละกรรมวิธีแบ่งออกเป็น 7 ซ้ำ วิเคราะห์ค่าร้อยละการยับยั้งการเจริญของราในแต่ละกรรมวิธีโดยใช้โปรแกรม Sirichai Statistics Version 6.00 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดรา

วิธีการประเมินและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดราต่อการเจริญของราบนอาหารเพาะเลี้ยงโดยใช้ดีอาร์ เคิร์ฟ

สร้างกราฟโดส-เรสปอนส์เคิร์ฟ (dosage-response curve หรือ DR curve) เพื่อให้ทราบค่าแอฟเฟกทีฟ โดส (Effective Dose, ED) ของสารเคมีในแต่ละกรรมวิธี โดยการทดลองนี้ใช้ระดับการยับยั้งที่ระดับ 50 เปอร์เซนต์ หรือ อีดี₅₀ (ED₅₀) การสร้างดีอาร์เคิร์ฟทำโดยเปลี่ยนค่าเปอร์เซนต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยราเป็นค่าโพรบิท (probit) ก่อน โดยใช้ตารางโพรบิทของ Finney (1952) จากนั้นสร้างกราฟโดยให้แกนนว (Y) เป็นค่าของโพรบิท และแกนเอ็กซ์ (X) เป็นค่าของความเข้มข้นสารเคมีที่เปลี่ยนเป็นค่าล็อกการิทึมแล้ว กราฟที่ได้จะเป็นดีอาร์เคิร์ฟของสารเคมีในแต่ละกรรมวิธี ลากเส้นจากจุดบนแกนนวที่ระดับการยับยั้ง 50 เปอร์เซนต์ ออกมาตัดกับดีอาร์เคิร์ฟ ตรงจุดนี้จะทำการเปลี่ยนค่าล็อกการิทึมเป็นค่าแอนตี้ล็อกการิทึม เพื่อจะได้ทราบค่าเป็นตัวเลขหน่วยพีพีเอ็ม (ppm)

ผลการทดลอง

ประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดราบางชนิดต่อการยับยั้งการเจริญของรา

การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดราจำนวน 7 ชนิดในการควบคุมรา *A. solani* และจำนวน 5 ชนิดสำหรับรา *P. infestans* ด้วยเทคนิคอาหารพิษ ภายหลังจากบ่มเชื้อบนอาหารที่ผสมสารเคมีเป็นเวลา 8 และ 10 วัน ตามลำดับ พบว่า สารเคมีแต่ละชนิดเมื่อมีความเข้มข้นที่สูงขึ้นสามารถยับยั้งการเจริญของราได้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Table 1 and 2) เมื่อพิจารณาค่า ED₅₀ ของสารเคมีต่างๆ ที่ใช้ทดสอบกับ *A. solani* พบว่า สาร captan ผสมกับ mancozeb + cymoxanil มีค่า ED₅₀ ต่ำที่สุด คือ 17.38 พีพีเอ็ม ส่วนสาร chlorothalonil มีค่า ED₅₀ (524.81 พีพีเอ็ม) สูงกว่าสารเคมีทุกชนิด การผสมสาร captan และ mancozeb + cymoxanil ร่วมกันและเปรียบเทียบกับการใช้สารดังกล่าวแต่ละชนิดนั้น พบว่า การผสมของสารทั้งสามให้ผลยับยั้งการเจริญของราได้ดีกว่า และแสดงค่า ED₅₀ ที่ต่ำกว่า การใช้ captan หรือ mancozeb เพียงชนิดเดียว แต่การผสมของสาร copper oxychloride และ mancozeb ให้ผลไม่ดีกว่าการใช้สารเดี่ยว (Table 1)

Table 1 Mean inhibition of growth and application doses of fungicides on *Alternaria solani*

fungicide	growth inhibition ^a			fungicide	growth inhibition ^a			fungicide	growth inhibition ^a		
	ppm ^b	% ^c	ED ₅₀ ^d		ppm ^b	% ^c	ED ₅₀ ^d		ppm ^b	% ^c	ED ₅₀ ^d
copper	0	0.00 f	275.42	chlorothalonil	0	0.00 g	524.81	captan	0	0.00 f	44.67
oxychloride	100	26.53 e			100	30.72 f			20	25.06 e	
	200	35.12 d			200	37.54 e			40	51.69 d	
	300	49.39 c			300	40.33 d			60	60.50 c	
	400	58.42 b			400	44.58 c			80	66.48 b	
	500	73.47 a			500	49.83 b			100	72.46 a	
	600	75.14 a			600	54.63 a					
mancozeb	0	0.00 g	24.00	copper	0	0.00 f	>300	mancozeb	0	0.00 f	30.20
	5	5.84 f		oxychloride	50	17.67 e		+	10	26.17 e	
	10	18.93 e		mixed	100	18.49 e		cymoxanil	20	39.21 d	
	15	33.53 d		mancozeb	150	22.09 de			30	50.33 c	
	20	41.36 c			200	25.35 cd			40	56.62 b	
	25	51.99 b			250	29.07 b			50	61.91 a	
	30	62.85 a			300	34.65 a					
captan	0	0.00 e	17.38								
mixed	10	46.86 d									
mancozeb +	20	49.30 d									
cymoxanil	30	53.49 c									
	40	60.11 b									
	50	65.70 a									

^aResults were obtained by measuring radial growth of mycelium from an agar plug on fungicide-amended medium (7 plates) and measured at 8 days after incubation.

^bChemical concentration unit; ppm = part per million.

^cMean percent inhibition of mycelial growth by chemicals. Within columns, means with the same letter (s) were not significantly different ($p \leq 0.05$) according to the DMRT.

^dED₅₀ value is the effective concentration of fungicide that inhibited mycelial growth by 50% relative to control.

สำหรับค่า ED₅₀ ของสารเคมีที่ใช้ทดสอบกับ *P. infestans* พบว่า สาร chlorothalonil มีค่า ED₅₀ ต่ำที่สุด คือ 4.26 พีพีเอ็ม ดังนั้นสารนี้จึงมีประสิทธิภาพดีในการยับยั้งการเจริญ ส่วนสาร metalaxyl มีค่า ED₅₀ (45.71 พีพีเอ็ม) สูงกว่าสารเคมีชนิดอื่นในการยับยั้งรา (Table 2)

Table 2 Mean inhibition of growth and application doses of fungicides on *Phytophthora infestans*

fungicide	growth inhibition ^a			fungicide	growth inhibition ^a			fungicide	growth inhibition ^a		
	ppm ^b	% ^c	ED ₅₀ ^d		ppm ^b	% ^c	ED ₅₀ ^d		ppm ^b	% ^c	ED ₅₀ ^d
copper	0	0.00 d	4.07	mancozeb	0	0.00 e	6.46	metalaxyl	0	0 f	45.71
oxychloride	1	14.36 cd		+	2	31.94 d			10	17.51 e	
	2	24.62 c		cymoxanil	4	40.68c d			20	24.69 d	
	3	43.37 b			6	49.65b c			30	36.46 c	
	4	43.55 b			8	54.41a b			40	46.26 b	
	5	62.32 a			10	58.84 a			50	53.43 ab	
chlorothalonil	0	0 d	4.26	captan	0	0.00 e	25.12		60	58.64 a	
	2	40.57 c			10	25.31 d					
	4	50.74 b			20	42.35 c					
	6	54.24 ab			30	54.97 b					
	8	57.53 a			40	65.15 a					
	10	60.37 a									

^aResults were obtained by measuring radial growth of mycelium from an agar plug on fungicide-amended medium (7 plates) and measured at 8 days after incubation.

^bChemical concentration unit; ppm = part per million.

^cMean percent inhibition of mycelial growth by chemicals. Within columns, means with the same letter (s) were not significantly different ($p \leq 0.05$) according to the DMRT.

^dED₅₀ value is the effective concentration of fungicide that inhibited mycelial growth by 50% relative to control.

ประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดราต่อการเจริญของราบนอาหารเพาะเลี้ยงโดยใช้ดีอาร์ เคิร์ฟ

จากการเปรียบเทียบค่า ED₅₀ ของสารเคมี 4 ชนิด ได้แก่ captan, chlorothalonil, copper oxychloride และ mancozeb + cymoxanil ที่นำมาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของราทั้งสอง พบว่า ค่า ED₅₀ ของสารเคมีดังกล่าวในการยับยั้งรา *A. solani* สูงกว่ารา *P. infestans* โดยมีค่ามากกว่า 1.7, 123, 67 และ 4.6 เท่า ตามลำดับ (Figure 1) จากการทดสอบระดับห้องปฏิบัติการชี้ให้เห็นว่าการนำสารเคมีมาควบคุมรา *A. solani* จะต้องใช้ความเข้มข้นที่สูงกว่ารา *P. infestans*

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีในการยับยั้งการเจริญของรา *P. infestans* จำนวน 5 ชนิด และจำนวน 7 ชนิดสำหรับรา *A. solani* โดยใช้สารเคมีป้องกันกำจัดราแต่ละชนิดที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ โดยวิธีอาหารพิษ ผลการทดลอง พบว่า สารเคมีป้องกันกำจัดราที่มีความเข้มข้นต่างกัน จะให้ผลในการยับยั้งการเจริญของราแตกต่างกัน โดยค่าร้อยละการยับยั้งของเชื้อจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันกำจัดรา (Ashraf and Shabeer, 2001; Daayf and Platt, 2003) เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดราต่อการยับยั้งการเจริญของรา *P. infestans* พบสารเคมีป้องกันกำจัดราที่ให้ประสิทธิภาพในการควบคุมราที่สูงไปหาต่ำ ดังนี้ copper oxychloride, chlorothalonil, mancozeb+cymoxanil, captan และ metalaxyl สาร copper oxychloride จัดอยู่ในกลุ่มสารประกอบทองแดง สารกลุ่มนี้จะยับยั้งสปอร์และซูโอสปอร์

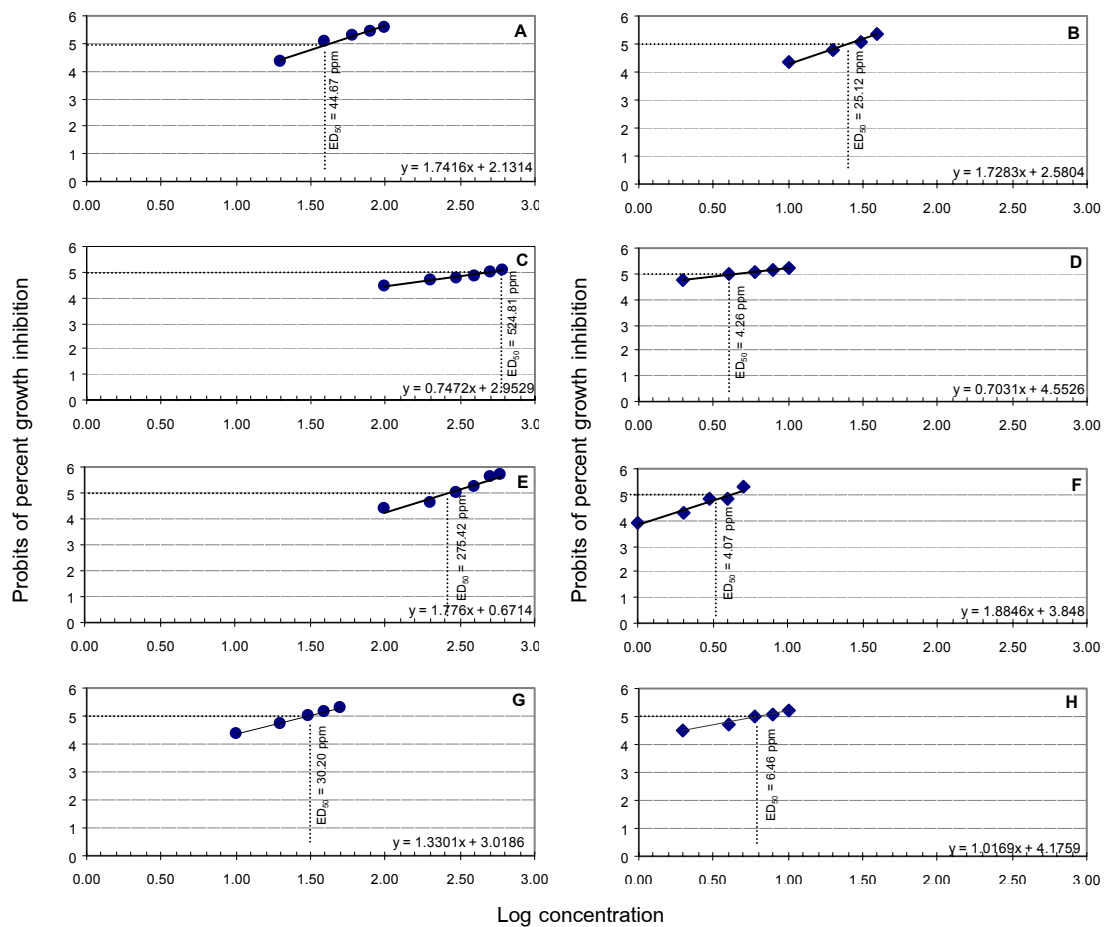


Figure 1 Comparison on effective of fungicides to *Alternaria solani* (A, C, E, G) and *Phytophthora infestans* (B, D, F, H) using dosage-response curve at ED₅₀ value. A and B) captan, C and D) chlorothalonil, E and F) copper oxychloride and G and H) mancozeb + cymoxanil.

โดยเข้าทำลายเอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับ respiratory chain นำมาใช้เพื่อการควบคุมโรคใบไหม้มานานและยังคงให้ประสิทธิภาพในการควบคุมโรคได้ดี แต่พบว่าสารนี้มีแนวโน้มที่จะชะลอการเจริญของมันฝรั่งตั้งนั้นควรนำมาใช้ภายหลังการออกดอก โดยทั่วไป metalaxyl เป็นที่นิยมในการนำมาควบคุมโรคใบไหม้ของมันฝรั่ง แต่ในช่วงปี ค.ศ. 1980 ภายหลังจากการใช้ metalaxyl 3 ปี พบว่ารา *P. infestans* ต้านทานต่อ metalaxyl เพิ่มขึ้น และมีรายงานจากหลายประเทศที่พบว่า รานี้แสดงความต้านทานต่อสารเคมีชนิดดังกล่าว (Fernández-Northcote *et al.*, 2000) อาจเป็นเพราะเราได้พัฒนาให้มีความต้านทานต่อสารเคมีตั้งแต่ในแปลงปลูก การใช้ metalaxyl ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีประสิทธิผลต่อยกกว่าสารชนิดอื่นในการยับยั้ง *P. infestans* ส่วนสารเคมีป้องกันกำจัดราต่อการยับยั้งการเจริญของรา *A. solani* พบสารเคมีป้องกันกำจัดราที่ให้ประสิทธิภาพในการควบคุมราที่สูงไปหาต่ำ ดังนี้ captan ผสมร่วมกับ mancozeb+cymoxanil, mancozeb, mancozeb+cymoxanil, captan, copper oxychloride, chlorothalonil และ copper oxychloride ผสมร่วมกับ

mancozeb พบว่า สาร mancozeb และสารป้องกันกำจัดราที่ผสม mancozeb มีประสิทธิภาพที่ดีในการยับยั้งการเจริญของรา *A. solani* Sivapalan (1993) รายงานถึงผลของ mancozeb ในการลดการงอกของสปอร์รา *A. brassicicola* captan และ mancozeb จัดอยู่ในกลุ่มสารเพื่อการป้องกันโรคพืช และไม่ดูดซึม ดังนั้นฤทธิ์ของสารนี้จะมีผลยับยั้งราที่อยู่ส่วนผิวพืชได้ (Smith *et al.*, 1999) โดยทั่วไป mancozeb, captan และ triforine เป็นสารที่ถูกแนะนำให้ใช้ในการควบคุมโรคของพืชผัก ไม้ผล และไม้ดอก ที่มีสาเหตุจาก *Alternaria* spp. (Van den Berg *et al.*, 2000) ดังนั้นความสามารถในการควบคุมราสาเหตุโรคของสารเคมีป้องกันกำจัดราจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในการออกฤทธิ์ของสาร และความไวหรือความต้านทานต่อสารเคมีของราแต่ละสายพันธุ์

ค่า ED₅₀ ของสารป้องกันกำจัดราแต่ละชนิดในการควบคุมราทั้งสอง พบว่า ค่า ED₅₀ ของรา *P. infestans* มีค่าต่ำกว่า *A. solani* ดังนั้นการยับยั้งการเจริญของราในห้องปฏิบัติการนี้จึงแสดงให้เห็นแนวโน้มของการควบคุมโรคทั้งสองซึ่งมีพืชอาศัยเดียวกัน หากโรคเกิดขึ้นในเวลาที่สุดคล่องกัน การใช้สารเคมีชนิดเดียวในขณะนั้นจะต้องใช้สารเคมีความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้ง *A. solani* ได้และจะมีผลควบคุม *P. infestans* เช่นกัน cymoxanil มีฤทธิ์ทำลายการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ สามารถยับยั้งการเจริญของ *A. solani* ได้ดี สารนี้อยู่ในกลุ่มดูดซึมแต่มีความคงทนต่ำเมื่ออยู่ในพืช ดังนั้นการนำสารนี้ไปใช้จึงมีช่วงระยะเวลาฉีดพ่นคล้ายสารกลุ่มสัมผัส ในทางการค้ามีการผสม mancozeb รวมด้วยและมีผลให้ฤทธิ์ในการควบคุมโรคได้ดีกว่าการใช้สารเดี่ยว (Fernández-Northcote *et al.*, 2000) chlorothalonil ออกฤทธิ์ที่เซลล์ของราโดยเข้าทำลายกลูตาไรโอน และลดกิจกรรมเอ็นไซม์กลีเซอรอลดีไฮด์-3-ฟอสเฟต ดีไฮดรอกซีจีเนส สามารถยับยั้งการเจริญของ *P. infestans* ได้ดี สารนี้อยู่ในกลุ่มสัมผัส และมีความคงตัวบนพืชดี แต่การควบคุม *A. solani* ด้วยสารเคมีชนิดนี้จะต้องใช้ความเข้มข้นมากกว่า *P. infestans* หลายเท่าจึงจะมีประสิทธิภาพ การนำสารป้องกันกำจัดโรคไปใช้จึงขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพสารออกฤทธิ์ ความคงทนในสภาพแวดล้อม และผลของสารที่มีผลต่อราแต่ละชนิด

เอกสารอ้างอิง

- ประเทือง สง่างศ์. 2532. บทปฏิบัติการโรคพืช. สถาบันเทคโนโลยีเกษตรแม่โจ้: เชียงใหม่. 194 น.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. มันฝรั่ง: เนื้อที่เพาะปลูก เนื้อที่เก็บเกี่ยว ผลผลิต และผลผลิตต่อไร่ ปี 2551-2552. จาก http://www.oae.go.th/main.php?filename=agri_production [15 กันยายน 2552].
- Arora, R.K. and S.M.P. Khurana. 2004. Major fungal and bacterial diseases of potato and their management. **Fruit and Vegetable Dis.** 1: 189-231.
- Ashraf, S.H. and A. Shabeer. 2001. In vitro control of *Alternaria solani*, the cause of early blight of tomato. **Biological Sci.** 10: 949-950.
- Daayf F. and H.W. Platt. 2003. US-8 and US-11 Genotypes of *Phytophthora infestans* from potato and tomato respond differently to commercial fungicides. **Am. J. Potato Res.** 80: 329-334.
- Dillard H., D. Cole, T. Hedges, A. Turner, D. Utete, B. Mvere, R. Agubba and P. Wilkinson. 1995. **Early Blight of Tomatoes.** Horticultural Crops Pest management, NYSAES, Geneva, NY.

- Fernández-Northcote, E.N., O. Navia and A. Gandarillas. 2000. Basis of strategies for chemical control of potato late blight developed by PROINPA in Bolivia. **Fitopatologia**. 35: 137-149.
- Finney, D.J. 1952. **Probit Analysis**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Fry, W.E. 2008. **Isolate form Infected tissue**. Available from: [http:// www.plantpath.cornell.Edu/fry/protocols.html# Isolate From Infected tissue](http://www.plantpath.cornell.Edu/fry/protocols.html# Isolate From Infected tissue). [1 March 2009].
- Ponmurugan, P., U.I. Baby and C. Gopi. 2006. Efficacy of certain fungicides against *Phomopsis theae* under *in vitro* condition. **African J. Biotechnol**. 5: 434-436.
- Sivapalan A. 1993. Fungi associated with broccoli seed and evaluation of fungal antagonists and fungicides for the control of seed-borne *Alternaria brassicicola*. **Seed Sci. Technol**. 21: 237-245.
- Smith, J.E., L. Korsten and T.A.S. Aveling. 1999. Evaluation of seed treatments for reducing *Colletotrichum dematium* on cowpea seed. **Seed Sci. Technol**. 27: 591-598.
- Van den Berg, N., T.A.S. Aveling and S.L. Venter. 2000. The evaluation of six fungicides for reducing *Alternaria cassiae* on cowpea seed. **Crop Protection**. 21: 501-505.

สาขาเกษตรศาสตร์:
ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม

ความสัมพันธ์ระหว่างคาร์บอนที่ถูกออกซิไดส์ด้วยเปอร์แมงกาเนต
และอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในดินชนิดต่าง ๆ

**Relationships between Permanganate Oxidizable Carbon
and Total Organic Carbon in Various Soils**

ศุภธิดา อ่ำทอง* พิทวัส สุสิงสา และกนกกาญจน์ กันทะวงษ์

Suphathida Aumtong*, Pithawat Susingsa and Kanokkan Kamthawong

ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Soil Science and Environments Department, Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: supathida@mju.ac.th, saumtong@yahoo.com

บทคัดย่อ

ส่วนของอินทรีย์วัตถุที่เปลี่ยนแปลงได้ง่ายของอินทรีย์คาร์บอน (soil organic carbon, SOC) ที่อยู่ในรูปของ permanganate oxidizable carbon (POC) เป็นส่วนที่มีการตอบสนองที่ไวต่อการจัดการของดิน การศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ POC และ SOC โดยตัวอย่างดินมาจากพื้นที่การใช้ที่ดินต่าง ๆ โดยมีทั้งทำการเกษตรและไม่ทำการเกษตรแล้วทำการวิเคราะห์ POC และ SOC ผลการศึกษาพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่าง SOC และ POC ในดินตัวอย่างจากพื้นที่ที่มีความหลากหลายทั้งที่เป็นพื้นที่ทำการเกษตรและไม่ทำการเกษตรมีสหสัมพันธ์กันทางตรงอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ดังนั้น POC มีศักยภาพเพื่อใช้เป็นดัชนีวัดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพดินและการจัดการดิน

คำสำคัญ: คาร์บอนที่ถูกออกซิไดส์ด้วยเปอร์แมงกาเนต อินทรีย์คาร์บอน คุณภาพของดิน ดัชนี

Abstract

Labile carbon fraction of soil organic carbon (SOC) as permanganate oxidizable carbon (POC) may provide an sensitive indication of soil quality in respond to management practices. The study was to investigate the relationships between POC and SOC from type of various land use that including agricultural and non-agricultural soils. The results showed a close relationship between POC and SOC in most soils used in the study. Therefore, the POC could be an indicator for soil quality changes and soil managements.

Keywords: permanganate oxidizable carbon (POC), soil organic carbon, soil quality, indicator

คำนำ

การใช้ที่ดินแบบต่างๆ เพื่อกิจกรรมการเกษตรสำหรับประเทศไทยนั้น ควรได้รับการสนใจและเฝ้าติดตามผลที่เกิดขึ้นตามมาเป็นอย่างดี เพราะนับวันการใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรยิ่งจะมีการใช้กันอย่างเข้มข้น คือ ในรอบระยะเวลา 1 ปีของการเพาะปลูกพืช เกษตรกรจะใช้พื้นที่ปลูกพืชเพียงชนิดเดียว และใช้กันอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา และเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงและมีคุณภาพเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค จึงมีการใช้ปัจจัยการผลิตต่างๆ นอกจากนี้การจัดการดินนั้นอีกหลากหลายรูปแบบ เช่น การไถสำหรับการเตรียมดิน การทำเทือกสำหรับการทำนาดำ การเผาเพื่อกำจัดวัชพืช สิ่งเหล่านี้เป็นการเร่งทำลายโครงสร้างของเม็ดดิน และเป็นการเร่งการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุให้เร็วขึ้น จะเห็นได้ว่าการจัดการแบบต่างๆ ที่มีต่อดิน มีมากมายหลายวิธีการ และส่งผลการเสื่อมสภาพของดินในที่สุด

การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินที่ใช้โดยทั่วไปนั้นคือปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (soil organic matter (SOC by wet acid dichromate oxidation) นั้นอาจไม่สามารถประเมินความอุดมสมบูรณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องมาจากการใช้ที่ดินได้ในระยะเวลาดังนั้น การที่วัดการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์วัตถุจะเห็นการเปลี่ยนแปลงยาก เพราะปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เป็นส่วนที่คงที่หรือยากต่อการเปลี่ยนแปลงแล้ว (stable soil organic matter) ยังคงอยู่ในดินก่อนหน้าและมีปริมาณที่มากด้วย (Gregorich *et al.*, 1994) แต่เหมาะสำหรับอาจจะใช้ได้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระยะยาว (Chan *et al.*, 2002) แต่ยังมีองค์ประกอบของอินทรีย์วัตถุอีกกลุ่มหนึ่งที่มีลักษณะตรงกันข้ามกับประเภทแรกเนื่องจากลักษณะของอินทรีย์วัตถุประเภทนี้มีการเปลี่ยนแปลง (labile fraction of organic matter) เช่น จุลินทรีย์ (microbial biomass) ซากอินทรีย์ส่วนเบา (light fraction) หรือสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ (dissolved organic matter) (Ghani *et al.*, 2003) ส่วนของอินทรีย์วัตถุต่างๆ เหล่านี้มีการตอบสนองอย่างรวดเร็ว เมื่อจัดการหรือการใช้ที่ดินที่เปลี่ยนแปลง

Permanganate oxidizable carbon (POC) สามารถประเมินการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์วัตถุอันเนื่องมาจากการใช้ที่ดิน และเป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาดังนั้นคือประมาณ 1-5 ปี ได้เช่นเดียวกับ labile fraction of organic matter ชนิดอื่นๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว (Blair *et al.*, 1995) ดังนั้นอาจจะกล่าวได้ว่าอินทรีย์วัตถุส่วนนี้มีศักยภาพที่จะใช้เพื่อประเมินปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการใช้ที่ดิน เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในระยะเวลาดังนั้น POC เป็นอินทรีย์วัตถุในส่วนที่เรียกว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่อยู่ในรูปที่ย่อยสลายง่าย (labile fraction of organic matter) เช่น พวกคาร์โบไฮเดรต กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ เป็นต้น การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน POC จึงอาจจะใช้เป็นตัวชี้วัดการเปลี่ยนแปลงในขั้นเริ่มต้นของการเสื่อมโทรมของดิน (soil degradation) หรือตัวชี้วัดในเรื่องการปรับปรุงบำรุงดิน (soil improvement) เพราะเป็นวิธีง่ายและสะดวกและมีศักยภาพที่ไว (sensitivity) ต่อการเปลี่ยนแปลงของใช้ที่ดิน (Weil *et al.*, 2003) และมีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ที่ถูกกว่าเพื่อเป็นดัชนีวัดผลกระทบที่มีต่อคุณภาพและตลอดจนปริมาณของอินทรีย์วัตถุในดินอันเนื่องมาจากการใช้ที่ดินและที่ดินและรูปแบบการเกษตรแบบต่างๆ

ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการเสนอสมมนาครั้งนี้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ POC และปริมาณอินทรีย์คาร์บอนโดยวิธี wet acid dichromate oxidation เพื่อเสนอศักยภาพของอินทรีย์คาร์บอนส่วนที่เรียกว่า POC เป็นดัชนีประเมินคุณภาพดิน

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่างดินและเตรียมตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างดินตามการใช้ที่ดินในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ ป่าใช้สอย ป่าปลูก ป่าสัปลูก พื้นที่ไม้ผล พื้นที่รกร้าง และพื้นที่พืชไร่ และแยกเก็บตัวอย่างดินที่ทำการเกษตรและไม่ทำการเกษตรโดยเก็บดินที่ระดับความลึก 0-15 ซม. โดยสุ่มเก็บตัวอย่างให้ทั่วทั้งพื้นที่ จากนั้นนำตัวอย่างมารวมเป็น 1 ตัวอย่าง โดยมีจำนวนซ้ำเท่ากับ 10, 4, 4, 12, 4 และ 10 ซ้ำ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังเก็บดินชุดสันทราที่ผ่านการทำการเกษตรและไม่ผ่านทำการเกษตร มีตัวอย่างละ 4 ซ้ำ แล้วนำไปบดและผ่านตะแกรงร่อนขนาดต่างๆ ดังนี้ 0.5 และ 2.0 มม.

การวิเคราะห์ POC :

ชั่งดิน 2 กรัม ลงในหลอดเซนต์ปีฟส์ขนาด 50 มล. เติมน้ำ KMnO_4 หรือต่างทับทิมที่มีความเข้มข้น 0.033 โมลาร์ ปริมาตร 20 มล. จากนั้นนำไปเขย่า 1 ชม. แล้วนำไปเซนต์ปีฟส์ 10 นาที ทำการดูดสารละลายส่วนที่ใสมา 0.2 มล. เจือจางด้วยน้ำกลั่น 9.8 มล. แล้วนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ความยาวคลื่น 525 nm โดยใช้เครื่อง spectrophotometer (Weil *et al.*, 2003; Tirol-Padre and Ladha, 2004; Aumtong *et al.*, 2009)

การคำนวณปริมาณ POC

โดยใช้สมการจาก (Weil *et al.*, 2003) คือ $\text{POC (g/kg)} = \{(M - (a+b \cdot \text{abs})) \cdot 9 \cdot V / \text{SM}\}$

โดย POC คือ ปริมาณคาร์บอนที่ถูกออกซิไดซ์โดย MnO_4^- มีหน่วยเป็นกรัมต่อกก. M คือความเข้มข้นของ MnO_4^- ที่ใช้ มีหน่วยเป็นโมลาร์ a และ b เป็นค่า intercept และ slope ของกราฟเส้นมาตรฐานตามลำดับ abs (absorbance) คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จากเครื่อง spectrophotometer, 9 เป็นน้ำหนัก (กรัม) ของคาร์บอนที่ถูกออกซิไดซ์ใน 1 โมลาร์ของ MnO_4^- V (volume) คือ ปริมาตรของ MnO_4^- ที่ใช้ในการทดลอง SM (soil mass) คือน้ำหนักของตัวอย่างดินที่ใช้หน่วยเป็นกรัม

การวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอน (soil organic carbon, SOC)

ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดวิเคราะห์ โดยการออกซิไดซ์อินทรีย์คาร์บอนด้วยโพแทสเซียมไดโครเมต แล้วหาปริมาณโพแทสเซียมไดโครเมตที่เหลือโดยไทเทรตด้วยเฟอร์รัสซัลเฟต หลังจากนั้นคำนวณหาอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในดิน โดยถือว่าวิธีนี้ออกซิไดซ์อินทรีย์คาร์บอนได้ 77% (Walkley and Black, 1934)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

หาความสัมพันธ์ระหว่าง POC และอินทรีย์คาร์บอนในดินโดยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r^2) ค่าสหสัมพันธ์ (correlation) และสมการถดถอย

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (soil organic carbon, SOC) กับวิธี POC

อินทรีย์คาร์บอนทั้งหมดในดินเป็นส่วนประกอบหลักของอินทรีย์วัตถุ โดยทั่วไปแล้วดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงถือว่าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง SOC และ POC ในดินตัวอย่างจากพื้นที่ที่มีความหลากหลายประเภทของการใช้ที่ดิน เช่น ตัวอย่างดินดินเป็นพื้นที่การเกษตรและไม่ทำการเกษตรพบว่ามีสหสัมพันธ์กันทางตรงอย่างนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่า เมื่อปริมาณ SOC เพิ่มขึ้น ปริมาณ POC ก็เพิ่มขึ้นด้วย Figure 1A และเมื่อนำค่า SOC ไปหาความสัมพันธ์กับค่า POC พบว่า ดินที่ทำการเกษตรเพียงอย่างเดียวนั้น พบว่า SOC มีสหสัมพันธ์ทางตรงกับ POC ($p<0.0001$) โดยมีค่า r เท่ากับ 0.9539 (ภาพที่ 1B) ส่วนดินที่ไม่ทำการเกษตรพบว่ามีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับ POC ($p<0.0001$) โดยมีค่า r เท่ากับ 0.9709 Figure 1B จะเห็นได้ว่า POC มีสหสัมพันธ์ทางตรงกับ SOC ทั้งในดินที่ทำการเกษตรและไม่ทำการเกษตรเนื่องจากค่า POC นั้นเป็นส่วนประกอบของอินทรีย์วัตถุในดินเมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้นจึงทำให้ค่า POC เพิ่มขึ้นด้วย

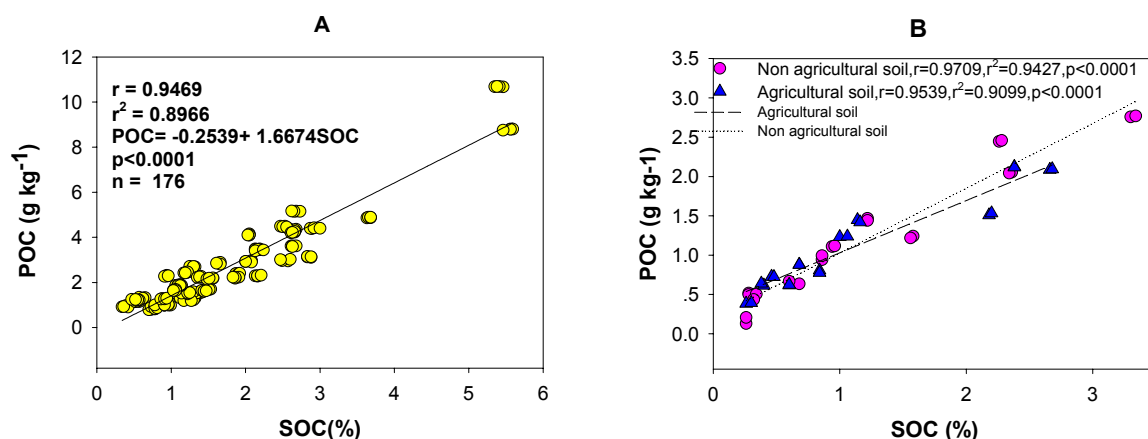


Figure 1 The relationship between POC and SOC in soils (A) from various land use types of Northern Thailand (B) from San Sai soil with agricultural practices (agricultural soil) and without agricultural practices (Non-agricultural soil).

จากการศึกษาเพื่อหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง SOC กับ POC พบว่า มีค่าสหสัมพันธ์ในสภาพพื้นที่ป่าปลูก พื้นที่ว่างเปล่า พื้นที่ป่าสัก พื้นที่ไม้ผล พื้นที่พืชไร่และพื้นที่ป่าทุติยภูมิ มีค่าสหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.92, 0.90, 0.70, 0.65, 0.60, 0.59 ตามลำดับ Figure 2

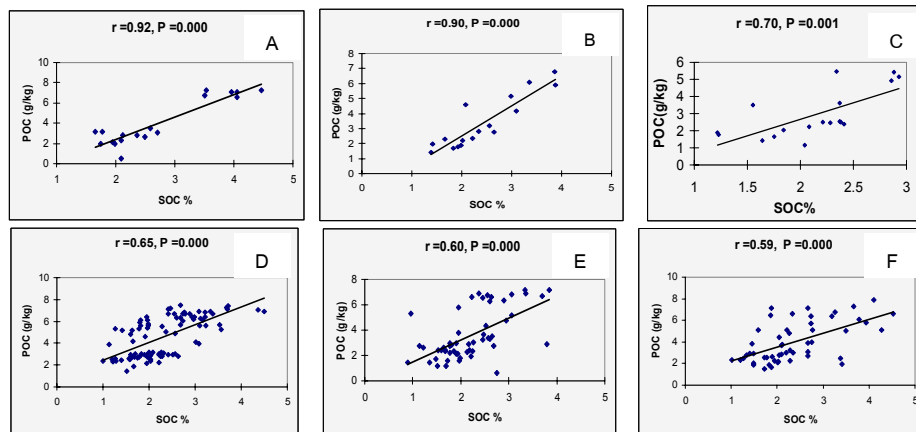


Figure 2 The relationships between POC and SOC in soils from various land use types, and shown by correlation (r) of Afforestation (A), Fallow Area (B), Teak Plantation (C), Fruit Plantation (D), Field Crop (E), and Secondary Forest (F).

จากการศึกษาของ Tirol-Padre and Ladha (2004) ได้แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์คาร์บอนด้วยวิธีการ POC กับปริมาณ labile carbon ในรูปของ WSC (water soluble carbon) มีค่าสหสัมพันธ์กันต่ำ แต่ปริมาณคาร์บอนที่วิเคราะห์โดยวิธี POC กับอินทรีย์วัตถุทั้งหมดในดิน (SOC) มีค่าสหสัมพันธ์กันสูง สำหรับ Weil *et al.* (2003) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง POC และตัวชี้วัดคุณภาพของดินอื่นๆ ใน 18 ฟาร์มในแอตแลนติกตอนกลาง พบว่า POC มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับกิจกรรมทางชีววิทยาทั้ง 4 ของดิน (substrate-induced respiration, basal respiration, มวลจุลินทรีย์ดิน และคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้) สูงกว่า SOC และ Tirol-Padre and Ladha (2004) ยังศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง POC กับ SOC ใน 10 ตัวอย่างดินจากประเทศฟิลิปปินส์ที่มีการใส่อินทรีย์วัตถุในอัตราที่แตกต่างกันเป็นเวลานานและติดต่อกันพบว่าทั้งสองตัวชี้วัด (POC และ SOC) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีค่า r^2 (coefficient of determination) เท่ากับ 0.96 ($p < 0.01$) และจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง POC กับ SOC ในดิน 8 ตัวอย่าง จากประเทศอินเดียพบว่า POC มีความสัมพันธ์กับ SOC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) และการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง POC กับ SOC ในดินป่า ดินทุ่งหญ้า และดินเกษตรที่มีการบ่ม 96 วันพบว่าทั้งสองวิธีนี้มี r^2 เท่ากับ 0.94 และมีอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณอินทรีย์คาร์บอนของทั้งสองที่เท่ากัน (10%) (Mendham *et al.*, 2003)

สำหรับการศึกษานี้พบแนวโน้มว่าการจัดดินต่างๆ (ดินทำเกษตร) มีผลทำให้ปริมาณ POC และ SOC ลดลง (เปรียบเทียบดินที่ไม่ได้ทำการเกษตรและดินที่ทำเกษตร) เช่น การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าธรรมชาติมาทำการเกษตรในประเทศบังกลาเทศ เนื่องจากการทำการเกษตรจะทำให้ผิวดินมีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปริมาณ silt clay ความพรุนของดิน โครงสร้างของดิน ปริมาณไนโตรเจนฟลูวิค ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่สลายตัวง่าย (labile C) และมวลคาร์บอนของจุลินทรีย์ดินอันเป็นผลมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร (Islam and Weil, 2000) นอกจากนี้ การจัดการดินมีผลต่อปริมาณ POC และ SOC ในพื้นที่เกษตรหลังจากถางป่ามาทำเกษตรนาน 18 ปี POC และ SOC ลดลง 79 และ 73%

ตามลำดับ (Whitbread *et al.*, 2003) หรือการศึกษาอินทรีย์คาร์บอนในแบบต่างๆ ในพื้นที่ที่มีการทำการเกษตร พบว่า POC, non-active C และ SOC ลดลงหลังจากพื้นที่นั้นได้ถูกเปลี่ยนสภาพให้เป็นพื้นที่เกษตร คือ -63.3, -39.3 และ -44.9% ตามลำดับ แต่หลังจากที่นำพืชตระกูลถั่วเข้าไปปลูกหมุนเวียนกับพืชหลักเป็นระยะเวลา 2 ปี พบว่า อินทรีย์คาร์บอนต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น กลับมีค่าเพิ่มขึ้น คือ +58.8, +15.7 และ +21.6% ตามลำดับ พวกเขายังกล่าวอีกว่า POC เป็นตัวชี้วัดที่ไวต่อ labile C สูงกว่า non-active C และ SOC (Blair *et al.*, 1995)

จากผลการศึกษารายงานว่า POC มีศักยภาพในการชี้วัดคุณภาพดินเท่ากับปริมาณ SOC ดังนั้นอาจจะกล่าวได้ว่า POC สามารถที่จะใช้เป็นดัชนีชี้วัดถึงการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพดินเช่นเดียวกับปริมาณของ SOC และจากวิธีการและสารเคมีที่ใช้ถือว่าเป็นวิธีง่ายและไม่เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและตกค้างในสิ่งแวดล้อม จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเช่นเกี่ยวปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการวิเคราะห์และความสัมพันธ์กับสมบัติของดินอื่นๆ และการเจริญเติบโตของพืช และอาจจะพัฒนาต่อไปให้มีวิธีการที่ง่ายและสะดวกต่อการใช้ในภาคสนามสำหรับเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ในการนำไปใช้ในการบำรุงรักษาที่ดินและดิน

สรุปผลการศึกษา

ความสัมพันธ์ระหว่าง POC ในดินที่ทำการเกษตรและไม่ทำการเกษตรมีความสัมพันธ์กับ SOC โดยดินที่ไม่ทำการเกษตรมีความสัมพันธ์สูงกว่าดินที่ทำการเกษตร ส่วนปริมาณ POC และ SOC มีแนวโน้มต่ำในดินที่ใช้ทำการเกษตรเมื่อเปรียบเทียบกับดินที่ไม่ทำการเกษตร อาจกล่าวได้ว่า POC สามารถที่จะใช้เป็นดัชนีการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพดินเช่นเดียวกับปริมาณของ SOC

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ Permanganate Oxidizable Carbon เพื่อใช้ในการวัดปริมาณอินทรีย์วัตถุในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน ภายใต้การสนับสนุนของสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เอกสารอ้างอิง

- Aumtong, S., J. Magid, S. Bruun and A.de Neergaard. 2009. Relating soil carbon fractions to land use in sloping uplands in northern Thailand. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. 131:229-239.
- Blair, G.J., R.D.B. Lefroy and L. Lisle. 1995. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. **Aust. J. Agric. Res.** 46: 1459-1466.

- Chan, K.Y., D.P. Heenan and A. Oates. 2002. Soil carbon fractions and relationship to soil quality under different tillage and stubble management. **Soil & Tillage Research**. 63: 133-139.
- Ghani, A., M. Dexter, and K.W. Perrott. 2003. Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation. **Soil Biology and Biochemistry**. 35: 1231-1243.
- Gregorich, E.G., M.R. Carter, D.A. Angers, C.M. Monreal, and B.H. Ellert. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic-matter quality in agricultural soils. **Canadian Journal of Soil Science**. 74: 367-385.
- Islam, K.R. and R.R. Weil. 2000. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. 79: 9-16.
- Mendham, D.S., A.M. O'Connell and T.S. Grove. 2003. Change in soil carbon after land clearing or afforestation in highly weathered lateritic and sandy soils of south-western Australia. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. 95: 143-156.
- Tirol-Padre, A. and J.K. Ladha. 2004. Assessing the reliability of permanganate-oxidizable carbon as an index of soil labile carbon. **Soil Sci Soc Am J**. 68: 969-978.
- Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff Method for determining soil organic matter and A proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**. 37: 29-35.
- Weil, R.R., K.R. Islam, M.A. Stine, J.B. Gruver and S.E. Samson-Liebig. 2003. Estimating active carbon for soil quality assessment: A simplified method for laboratory and field use . **American Journal of Alternative Agriculture**. 18: 3-17.
- Whitbread, A., G. Blair, Y. Konboon, R. Lefroy and K. Naklang. 2003. Managing crop residues, fertilizers and leaf litters to improve soil C, nutrient balances, and the grain yield of rice and wheat cropping systems in Thailand and Australia. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. 100: 251-263.

ความสามารถในการดูดซับฟอสฟอรัสของดินและฟอสฟอรัสซอร์พชันไอโซเทอร์ม

Soil Phosphorus Adsorption Capacity and Phosphorus Adsorption Isotherm

ศุภธิดา อ่ำทอง* และวริช แคนคอง

Suphathida Aumtong* and Warich Kankhong

ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Soil Science and Environments Department, Agricultural production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: supathida@mju.ac.th, saumtong@yahoo.com

บทคัดย่อ

ความสามารถในการดูดซับฟอสเฟตแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับสมบัติของดิน การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ฟอสฟอรัสซอร์พชันไอโซเทอร์มในการประเมินความสามารถในการดูดซับฟอสเฟตของดิน 11 ชุดดิน โดยพบว่า ความสามารถในการดูดซับฟอสเฟตในดิน 11 ชุดดิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยชุดดินปากช่องมีความสามารถในการดูดซับฟอสเฟตสูงสุดและชุดดินน้ำพองมีความสามารถดูดซับฟอสเฟตต่ำสุด ซึ่งความสามารถในการดูดซับฟอสเฟตของดินมีความสัมพันธ์อย่างยิ่งกับค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และ pH ดิน แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณอนุภาคดินเหนียว

คำสำคัญ: การดูดซับฟอสเฟต ฟอสฟอรัสซอร์พชันไอโซเทอร์ม ค่าการนำไฟฟ้า อินทรีย์วัตถุ pH

Abstract

Phosphate adsorption capacity (PAC) of soils is related to soil properties. The experiment was conducted utilizing phosphorus sorption isotherms to evaluate the PAC of eleven soil series and the relationship between PAC and some soil properties was examined. Results obtained from the study showed significant differences ($p<0.05$) of PAC among the eleven soil samples, and in which Pak Chong series showed the highest PAC while Numpong indicated the lowest PAC. The PAC was closely related to electrical conductivity, extractable calcium and magnesium, soil organic matter and soil pH but no relationship with clay content was noted.

Keywords: phosphorus adsorption capacity, phosphorus adsorption isotherms, electrical conductivity
soil organic matter, pH

คำนำ

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นของพืชทั่วไป และมักจะมีปัญหามีปริมาณต่ำจนอยู่ในระดับที่ไม่เพียงพอต่อพืช สำหรับประเทศไทยนั้นทรัพยากรดินส่วนใหญ่เป็นชุดดินอูลติโซลหรือเอนติโซล เป็นต้น ซึ่งดินเหล่านี้อาจมีปัญหาคาดฟอสฟอรัสของพืชเนื่องจากเกิดการดูดซับ (phosphorus adsorption) และดูดซึมฟอสฟอรัสในดิน (phosphorus absorption) และอาจจะเกิดจากตกตะกอน (precipitation reaction) ความสามารถในการดูดซับฟอสเฟตของดินแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป โดยขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ที่มีบทบาทสำคัญในการดูดซับฟอสเฟต เช่น เหล็กออกไซด์ (Fe oxide) และอะลูมิเนียมออกไซด์ (Al oxide) (Fontes and Weed, 1996) การดูดซับฟอสเฟตยังเกิดที่บริเวณขอบแร่ดินเหนียว (clay mineral) (Borggaard *et al.*, 2004) และปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินมีบทบาทสำคัญในการลดการดูดซับฟอสเฟตในดินและเพิ่มความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสในดิน (Litaor *et al.*, 2003)

การอธิบายการตกค้างของปุ๋ยฟอสฟอรัสในดินนั้นสามารถอธิบายได้หลายรูปแบบทั้งในแง่การดูดซับและการปลดปล่อย หรือการตกตะกอนและการละลาย (Barrow, 1980) โดยช่วงแรกของการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ส่วนที่เป็นอนินทรีย์ฟอสฟอรัสอาจจะถูกดูดซับด้วยพันธะทางกายภาพ (Physisorption) คือสามารถดูดซับอยู่บนอนุภาคด้วยความแตกต่างกันทางไฟฟ้า ในขณะที่การดูดซับทางเคมี (Chemisorption) เป็นการดูดซับฟอสเฟตไว้บนอนุภาคดินด้วยพันธะโควาเลนต์ (Lindsay, 1979)

Phosphorus sorption isotherm เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ (Model) ถูกนำมาใช้ในการศึกษาพฤติกรรมฟอสฟอรัสและการจัดการปุ๋ยฟอสฟอรัสกันอย่างกว้างขวาง สำหรับการผลิตพืชนั้นมีหลักว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่อยู่ในสารละลายดินภายหลังการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสดังกล่าวนี้มีความสำคัญต่อปริมาณฟอสฟอรัสที่พืชดูดใช้ (uptake) ค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายดินอยู่ในระดับ $0.2-0.4 \text{ mg L}^{-1}$ (Juo and Fox, 1977) ปริมาณดังกล่าวนี้จะถูกนำไปใช้เป็นเกณฑ์การแนะนำการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพื่อให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อความต้องการของพืช ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าเพื่อประเมินความสามารถในการดูดซับฟอสเฟตของดิน 11 ชุดดิน ที่ใช้ทำการเกษตรของประเทศไทยโดยใช้เทคนิค Phosphorus sorption isotherm เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการดินต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่างและเตรียมตัวอย่างดิน

ดินที่ใช้ศึกษาจำนวน 11 ชุดดิน ซึ่งเก็บจากพื้นที่ต่างๆ ในการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละพื้นที่จะเก็บในระดับความลึก 0-15 ซม. โดยเก็บตัวอย่างย่อย (sub sample) อย่างสุ่มจาก 4 จุดของพื้นที่มารวมเป็น 1 ตัวอย่าง (composite sample) ตากแห้งและร่อนผ่านตะแกรง 0.5 และ 2 มม. นำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี (Table 1)

Table 1 Analysis of soil sample

Soil properties	Method
Clay ,Silt and Sand content	Hydrometer method (Gee and Bauder, 1986)
pH	Glass electrode (soil:water 1:1)
Electrical conductivity	Glass electrode (soil:water 1:5)
Soil organic matter	Walkley and Black titration (Walkley and Black, 1934)
Total Phosphorus	Soil was digested with HClO_4 and HNO_3 acid and phosphate was determined using the molybdenum blue complex method (Murphy and Riley, 1962)
Available Phosphorus	Bray II extractable P determined by the molybdenum blue complex method (Murphy and Riley, 1962)
CEC, Extractable Ca , Mg and K	1 N NH_4OAC , pH7 Replacement method (Peech, 1945)
Ca-phosphate	Extracted by 0.5 N H_2SO_4 (Chang and Jackson, 1957) and extractable P determined by the molybdenum blue complex method (Murphy and Riley, 1962)
Fe-phosphate	Extracted by 0.1 N NaOH (Chang and Jackson, 1957) and extractable P determined by the molybdenum blue complex method (Murphy and Riley, 1962)
Al-phosphate	Extracted by neutral 0.5 N NH_4F (Chang and Jackson, 1957) and extractable P determined by the molybdenum blue complex method (Murphy and Riley, 1962)

การศึกษาการดูดซับฟอสเฟตของดินชุดต่าง ๆ

ใช้ตัวอย่างดิน 11 ตัวอย่างๆ ละ 3 กรัม ดังรายละเอียดใน Table 1 โดยชั่งดิน 3 กรัม แล้วนำมาเติมสารละลาย 0.01 M CaCl_2 จำนวน 30 มล. (อัตราส่วนดินต่อสารละลาย 1:10) จากนั้นหยด toluene ซึ่งมีปริมาณของฟอสฟอรัสในอัตรา 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 มก./กก. โดยใช้ฟอสฟอรัสในรูปของ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ แล้วเขย่าวันละ 2 ครั้ง (เช้าและเย็น) ครั้งละประมาณ 30 นาที เป็นเวลา 6 วัน (Okalebo *et al.*, 1993) เมื่อครบกำหนดนำตัวอย่างไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ให้ดินตกตะกอนแล้วดูดเอาสารละลายส่วนใสไปวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสที่เหลืออยู่โดยวิธีทำให้เกิดสี (Murphy and Riley, 1962) โดยใช้ความยาวคลื่น 820 นาโนเมตร ปริมาณการดูดซับฟอสเฟตในดินคำนวณจากปริมาณฟอสเฟตเมื่อ ตั้งต้นลบกับปริมาณฟอสเฟตในน้ำใสหลังจากบ่มดินไว้ 6 วัน (Kanabo *et al.*, 1978) แล้วเขียนกราฟการ ดูดซับฟอสเฟตที่อุณหภูมิคงที่ (phosphate adsorption isotherm) พร้อมคำนวณการดูดซับฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นของฟอสเฟตในสารละลายใส โดยกำหนดเท่ากับ 0.2 มก.ต่อลิตร ซึ่งเป็นความเข้มข้นที่เป็นธรรมชาติที่พืชมีการตอบสนองต่อปุ๋ยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Juo and Fox, 1977) และหาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของดินกับปริมาณการดูดซับฟอสเฟตที่ระดับความเข้มข้นของฟอสเฟตในสารละลายเท่ากับ 0.2 มก.ต่อลิตร โดยใช้

สมการถดถอย (regression equation) $Y = ax+b$ แล้วหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการดูดซับฟอสเฟตของดินโดยใช้ One Way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การศึกษาสสมบัติพื้นฐานของดินที่ทดลองทั้ง 11 ชุดดิน (Table 4) พบว่า ดินแต่ละชุดมีสมบัติที่แตกต่างกัน สำหรับสมบัติทางด้านเนื้อดิน พบว่า ชุดดินปากช่องมีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวสูงสุด คือ 56.2% ส่วนชุดดินน้ำพองมีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวต่ำสุด เท่ากับ 11.2% และเมื่อแบ่งกลุ่มตามปริมาณของอนุภาคขนาดดินเหนียวของดินทั้ง 11 ชุดดิน ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มดินทรายหรือดินเหนียว (11.2-16.6%) ประกอบด้วยชุดดินน้ำพอง ชุดดินสันทราย และชุดดินห้างฉัตร กลุ่มดินร่วน (24.9-35.2%) ประกอบด้วยชุดดินตาคลี ชุดดิน Alluvial complex ชุดดินแม่แตง ชุดดินสรรพยา ชุดดินหางดง และชุดดินราชบุรี ส่วนกลุ่มดินเนื้อละเอียดหรือดินเหนียว (40.6-56.2%) ประกอบด้วยชุดดิน Slope complex และชุดดินปากช่อง

ในการศึกษาครั้งนี้จำเป็นต้องพิจารณาบทบาทด้าน pH ของดินด้วยโดยดินที่มี pH ต่ำสุด คือ ชุดดิน Slope complex มีค่าเท่ากับ 4.25 ส่วนดินที่มี pH สูงสุด คือ ชุดดินตาคลี มีค่าเท่ากับ 7.73 เมื่อแบ่งเป็นกลุ่มตามระดับ pH ออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่มี pH ต่ำ (4.25-5.34) ประกอบด้วยชุดดิน slope complex ชุดดินสรรพยา ชุดดินแม่แตง และชุดดินหางดง กลุ่มที่มีค่า pH ระดับปานกลาง (5.26-6.05) ประกอบด้วยชุดดิน alluvial complex ชุดดินห้างฉัตร ชุดดินน้ำพอง ชุดดินราชบุรี และชุดดินปากช่อง และกลุ่มดินที่มีค่า pH ในระดับสูง (6.70-7.73) ประกอบด้วยชุดดินสันทรายและชุดดินตาคลี

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในชุดดินน้ำพองมีค่าน้อยที่สุด คือ 0.39% ดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงสุด คือ ชุดดินตาคลีมีค่าเท่ากับ 4.68% เมื่อแบ่งกลุ่มตามปริมาณอินทรีย์วัตถุออกเป็น 3 กลุ่ม ได้ดังนี้ กลุ่มดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ (0.39-1.17%) ประกอบด้วยชุดดินน้ำพอง ชุดดินสันทราย ชุดดินห้างฉัตร ชุดดินหางดง และชุดดินสรรพยา กลุ่มดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในระดับปานกลาง (1.63-1.95%) ประกอบด้วยชุดดินแม่แตง ชุดดินราชบุรี และชุดดิน alluvial complex และกลุ่มที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในระดับสูง (3.46-4.68%) ประกอบด้วยชุดดิน slope complex ชุดดินปากช่องและชุดดินตาคลี

การดูดซับฟอสเฟตของดินต่าง ๆ

ผลการศึกษาไอโซเทอร์มการดูดซับฟอสเฟตของดิน 11 ชุดดิน พบว่า แต่ละชุดดินมีความสามารถในการดูดซับฟอสเฟตที่แตกต่างกันไป โดยชุดดินปากช่องมีปริมาณการดูดซับฟอสเฟตสูงสุด รองลงมา คือ ชุดดิน Slope Complex ชุดดินตาคลี ชุดดินแม่แตง ชุดดินราชบุรี ชุดดินสรรพยา ชุดดิน Alluvial Complex ชุดดินหางดง ชุดดินห้างฉัตร ชุดดินสันทราย และชุดดินน้ำพอง ตามลำดับ (Table 2 and Figure 1)

สำหรับปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับฟอสเฟตของดินนั้นมีหลายปัจจัย เช่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณของ เหล็กและอะลูมิเนียมออกไซด์ แคลเซียมในดิน ค่าการนำไฟฟ้า pH ของดิน ปริมาณของอนุภาคดินเหนียว ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) เป็นต้น จากผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซับฟอสเฟตกับสมบัติของดินบางประการ พบว่า การดูดซับฟอสเฟตของตัวอย่างชุดดินที่น่า

มาศึกษาในครั้งนี้มีความสัมพันธ์กับค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ CEC ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน pH และปริมาณอนุภาคดินเหนียว ตามลำดับ (Table 3)

ค่าปฏิกิริยาของชุดดิน slope complex เป็นกรด ($\text{pH} = 4.25$) ซึ่งอาจมีเหล็กและอะลูมิเนียมจะละลายออกมาอยู่ในสารละลายดินมาก และอาจจะตกตะกอนเป็นสารประกอบอะลูมิเนียมฟอสเฟต (AI-P) และเหล็กฟอสเฟต (Fe-P) ในชุดดิน slope complex และปากช่อง (Table 2) ผลของปฏิกิริยาของดินต่อปริมาณฟอสฟอรัสในรูปต่างๆ ของดินบนที่สูง ซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกันกับชุดดิน slope complex และรายงานว่าการเพิ่มค่าปฏิกิริยาของดินเพิ่มขึ้นปริมาณสารประกอบอะลูมิเนียมฟอสเฟต (AI-P) และเหล็กฟอสเฟต (Fe-P) มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่เมื่อปฏิกิริยาของดินเพิ่มขึ้นปริมาณแคลเซียมฟอสเฟต (Ca-P) เพิ่มขึ้น (บุญเลิศ, 2537) ซึ่งสอดคล้องกับชุดดินตาคลีที่มีปฏิกิริยาของดินเป็นด่าง ($\text{pH} = 7.73$) และในดินชุดตาคลีมีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้สูง และมีปริมาณแคลเซียมฟอสเฟต (Ca-P) สูงมาก (Table 2) ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้ชุดดินตาคลีมีความสามารถในการดูดซับฟอสเฟตที่สูง เป็นผลมาจาก pH ที่ประกอบกับการมีไอออนบวก (cation) ได้แก่ Ca^{2+} และ Mg^{2+} เป็นต้น โดยสอดคล้องกับความสัมพันธ์ระหว่างการดูดซับฟอสเฟตของดินเพิ่มพร้อมกับการเพิ่มขึ้นของค่าการนำไฟฟ้าของดิน (electrical conductivity) เช่นกัน (Table 3) ซึ่งสอดคล้องรายงานของ (Cho-Ruk, 2007) ผลการศึกษานี้อาจจะนำไปใช้ในการจัดการธาตุอาหารฟอสฟอรัสให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดได้นั้น อาจต้องนำผลการวิเคราะห์ค่าการนำไฟฟ้า ตลอดจนปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมประกอบด้วยนอกเหนือจาก pH ของดินเป็นหลัก

นอกจากนี้ การดูดซับฟอสเฟตของดินอาจเกิดจากผลของเหล็กและอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ จากการศึกษานี้ พบว่า ชุดดินมีสัดส่วนของสารประกอบ Ca-P, Fe-P และ AI-P แตกต่างกันตามชุดดิน และเมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนระหว่างสารประกอบ Ca-P, Fe-P, AI-P โดยคิดจากฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total P) พบว่า ชุดดิน slope complex จะมี AI-P สูง (19.3%) ในขณะที่ชุดดินตาคลีและชุดดินปากช่องจะมี Ca-P สูง (37.1 และ 11.9%) ขณะที่กลุ่มเนื้อดินร่วน ได้แก่ ชุดดินราชบุรี ชุดดิน Alluvial complex ชุดดินสรรพยา และชุดดินหางดงมี Fe-P สูงกว่า Ca-P และ AI-P และกลุ่มดินเนื้อหยาบ เช่น ชุดดินสันทราย ชุดดินน้ำพองและชุดดินหางฉัตรมี AI-P สูงกว่า Ca-P และ Fe-P อาจเกิดจากเหล็กและอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์เกิดขึ้นจากการสลายตัวของแร่ปฐมภูมิและทุติยภูมิ โดยจะเคลือบอยู่บนแร่ดินเหนียว (Lair *et al.*, 2009) หรืออาจอยู่อย่างอิสระ (Makris *et al.*, 2005) และรูปของเหล็กและอะลูมิเนียมอาจจะอยู่ในรูปอสัณฐานและสัณฐาน (Crystalline Fe and Al oxide) (Singh and Gilkes, 1991) ในดินที่ผ่านการผุพังสลายตัวอย่างยาวนาน เช่น ดินของประเทศไทยรูปของเหล็กและอะลูมิเนียมออกไซด์อยู่ในรูปสัณฐาน (Agbenin, 2003) ซึ่งปัจจัยที่สำคัญการดูดซับฟอสเฟตในดินเนื้อหยาบ (Borggaard *et al.*, 2004)

บทบาทของปริมาณอนุภาคดินเหนียวนั้น พบว่า ปริมาณการดูดซับฟอสเฟตของดินชุดดินปากช่องและชุดดิน slope complex สูงสุด เพราะชุดดินทั้งสองนี้เป็นดินที่จัดได้ว่ามีปริมาณอนุภาคดินเหนียวสูง (Table 2 and Figure 1) ในขณะที่ชุดดินสันทรายและดินน้ำพองซึ่งมีปริมาณการดูดซับฟอสเฟตต่ำอาจมีสาเหตุมาจากมีปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวมีต่ำ (15.20%) ทำให้มีผลต่อปริมาณพื้นที่ผิวจำเพาะในการดูดซับฟอสเฟตของดินเนื้อหยาบอันเนื่องอนุภาคขนาดดินเหนียวมีค่าต่ำ ดินเนื้อหยาบจึงมีความสามารถในการดูดซับฟอสเฟตซึ่งเกิดบริเวณขอบโครงสร้างของแร่ดินเหนียวกับ H_2PO_4^- ที่อยู่ในสารละลายดินต่ำด้วยจากการศึกษานี้จะกล่าวได้ว่าการดูดซับฟอสเฟตเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณอนุภาคขนาดดินเหนียวเพิ่มขึ้น

(Table 4) อย่างไรก็ตามปริมาณของอนุภาคดินเหนียวมีส่วนเกี่ยวข้องกับขนาดหรือประเภทของอนุภาคดินเหนียวซึ่งถือว่าพบที่สำคัญในการดูดซับฟอสเฟตด้วย (Fontes and Weed, 1996) นอกจากนี้ช่วงเวลาระหว่างอนุภาคดินเหนียวพังสลายตัวนั้นอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ที่อยู่ในรูปอสัณฐานและมีประจุไฟฟ้าเป็นบวกจะเคลือบอยู่บนอนุภาคดินเหนียว ซึ่งทำให้ดินที่มีอนุภาคดินเหนียวสูงมีความสามารถในการดูดซับฟอสเฟตสูงขึ้นด้วย สำหรับบทบาทของอนุภาคดินเหนียวเองอาจจะใช้ประจุบวกบริเวณขอบแร่ดินเหนียวที่เกิดจากเปลี่ยนแปลงของ pH (pH dependent charge) (Lookman *et al.*, 1996) และจากการศึกษาครั้งนี้พบความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการดูดซับฟอสเฟตกับค่า CEC ของดิน (ค่า CEC นี้จะขึ้นอยู่กับปริมาณอนุภาคดินเหนียว) โดยกลไกดังกล่าวนี้อาจเกิดจากฟอสเฟตทำปฏิกิริยากับแคตไอออน ซึ่งแคตไอออนเหล่านี้ยังอยู่เกาะอยู่บนประจุลบของพื้นผิวของอนุภาคดินเหนียว (Ulen and Snall, 2007) นั้นหมายความว่าเมื่อดินมีค่า CEC สูงและมีแคตไอออนมาเกาะอยู่ก็อาจจะเกิดการรวมตัวกับอนุมูลฟอสเฟตสูงขึ้นด้วย จากเหตุผลที่กล่าวมาแล้วนี้จึงเป็นเหตุผลอธิบายว่ากลุ่มดินเหนียวบาง ได้แก่ ชุดดินน้ำพอง ชุดดินสนทราย และชุดดินหางจัตริ มีความสามารถในการดูดซับฟอสเฟตต่ำกว่าชุดดินที่มีกลุ่มดินเหนียวละเอียด และถ้าชุดดินดังกล่าวถูกนำไปใช้ทำการเกษตรและใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในอัตราสูงอย่างต่อเนื่อง ก็อาจจะเกิดการชะล้างฟอสเฟตลงสู่ดินชั้นล่างหรือนอกอาณาบริเวณรากพืชซึ่งจะเป็นการสูญเสียปุ๋ยฟอสฟอรัส นอกจากนี้อาจจะเกิดสร้างมลพิษให้กับแหล่งน้ำที่อยู่ใกล้เคียง

สำหรับบทบาทของอินทรีย์วัตถุในการดูดซับฟอสเฟตนั้น จะเห็นได้ว่าชุดดินสามอันดับแรกที่มีความสามารถในการดูดซับฟอสเฟตสูงสุด (ปากช่อง slope complex และตาคลี) และมีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงเช่นเดียวกัน (Table 4) โดยอินทรีย์วัตถุมีส่วนทำให้การดูดซับฟอสเฟตเพิ่มขึ้นในตะกอนดิน (Wang *et al.*, 2009) หรือฟอสฟอรัสอาจจะดูดซับโดยเหล็กและอะลูมิเนียมที่อยู่รวมกับอินทรีย์วัตถุ (Metal-OM complex) (Lookman *et al.*, 1996) แต่ก็ควรนำสมบัติดินอื่นๆ มาประกอบการพิจารณาด้วย อย่างไรก็ตามสำหรับบทบาทของอินทรีย์วัตถุยังช่วยป้องกันการดูดซับฟอสเฟต โดยอินทรีย์วัตถุมีประจุลบเช่นเดียวกันกับฟอสเฟตจึงเกิดการแย่งแย่งไอออนบวกในสารละลายดิน ซึ่งเป็นเหตุผลที่ทำให้การดูดซับฟอสเฟตลดลงเมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น นอกจากนี้อินทรีย์วัตถุยังทำให้เกิดกรดอินทรีย์ เช่น กรดทาร์ทาลิก (tartaric) ซิตริก (citric) มาลิก (malic) และมาโลนิค (malonic) อนุมูลของกรดเหล่านี้จะจับกับอะลูมิเนียมและเหล็กโดยการเกิดคีเลต (chelated) ป้องกันการตกตะกอนของอะลูมิเนียมและฟอสเฟต ดังนั้นการดูดซับฟอสเฟตจึงลดลงเมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุเพิ่มขึ้น (Hu *et al.*, 2001) แต่ขึ้นอยู่กับเวลาการใส่ปุ๋ย (ก่อนหรือหลังการเกิดกรดเหล่านี้) และ pH ของดินด้วย

สรุปผลการทดลอง

ชุดดินปากช่องมีปริมาณการดูดซับฟอสเฟตสูงสุด รองลงมา คือ ชุดดิน slope complex ชุดดินตาคลี ชุดดินแม่แดง ชุดดินราชบุรี ชุดดินสรรพยา ชุดดิน alluvial complex ชุดดินหางตง ชุดดินหางจัตริ ชุดดินสนทราย และชุดดินน้ำพอง ตามลำดับ และการดูดซับฟอสเฟตของดินมีความสัมพันธ์กับค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ CEC ปริมาณแมกนีเซียมที่สกัดได้ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน และ pH ตามลำดับ

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการพฤติกรรมของธาตุฟอสฟอรัสในดินระบบเกษตรแบบ
ประณีต ภายใต้การสนับสนุนของสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และขอขอบคุณ
ผู้ทรงคุณวุฒิในคำแนะนำต่างๆ

Table 2 Phosphorus adsorption of 11 soil series by linear regression equation ($Y = ax+b$) that phosphorus in soil solution (x) is 0.2 mg L^{-1} . The correlation coefficient (r) shown from relation of phosphorus adsorption and phosphorus in soil solution from various soils.

Soil type	Correlation coefficient (r)	P adsorbed (mg kg^{-1})	Intercept	Slope
Numpong	0.9787	0.8683 H *	0.4545	2.0692
Takli	0.8993	23.8827 C	14.3431	47.9776
SanSai	0.9524	4.8375 G	4.3753	2.3109
Rajburee	0.7701	15.6107 DE	15.2098	2.0047
Maetang	0.9095	17.4384 D	13.9978	17.2031
Pak Chong	0.9336	45.3277 A	18.3202	135.0375
Allulium Complex	0.9437	12.0443 F	10.5073	7.6850
Sanphaya	0.9468	13.2333 EF	11.4227	9.0530
Hangdong	0.9491	11.0289 F	10.1038	4.6254
Slope Complex	0.7214	33.6798 B	20.6877	64.9604
Hangchat	0.9822	5.5957 G	5.1214	2.3717

*significant at the 0.05 level

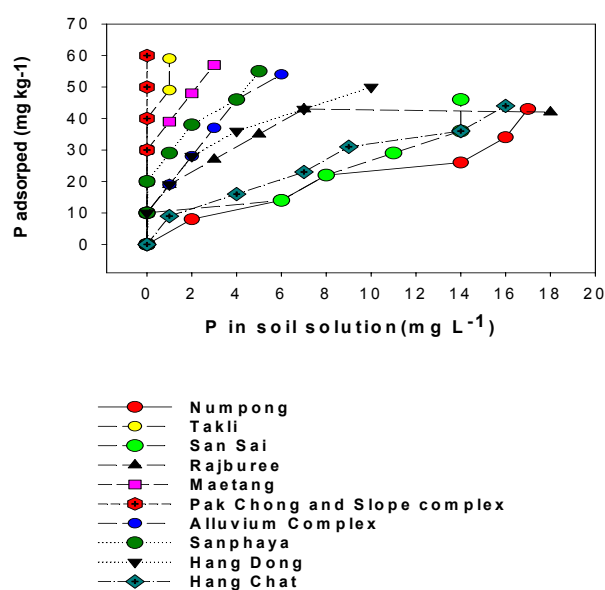


Figure 1 Adsorption isotherm of various soils

Table 3 Models and coefficients description for relation of phosphorus adsorption and soil properties of various soils

Soil properties	Correlation	R ²	Model	Probability
	Coefficient (r)			
Electrical Conductivity	0.8031	0.6450	Y = 14.7579 + 1.1091x	<0.0001
Extractable Ca	0.7160	0.5127	Y = 185.0454 + 0.454x	<0.0001
Extractable Mg	0.4200	0.1764	Y = 222.2835 + 3.1546x	<0.0150
Cation Exchange Capacity(CEC)	0.5979	0.4939	Y = 4.7224 + 0.3715x	<0.0001
Soil Organic Matter	0.5595	0.3130	Y = 1.8921 + 0.1407x	<0.0007
pH	0.5045	0.2545	Y = 5.4119 + 0.0231	<0.0028
Clay Content	0.1635	0.0267	Y = 28.9348 + 0.1733	<0.3631

Table 4 Soil properties of eleven Thai soils at topsoil (0-15 cm)

Soil property	Nun Pong	Takli	San Sai	Rachburee	Maetang	Pak Chong	Alluvial complex	San Phaya	Hang Dong	Slope complex	Hang Chat
Soil pH (1:1)	5.77	7.73	6.70	5.99	4.94	6.05	5.62	4.91	5.34	4.25	5.63
Electrical conductivity $\mu\text{S/m}$ (1:5)	37.7	158	62.7	100	29.7	61.3	58.3	84.3	83.7	164	34
SOM (%)	0.39	4.68	0.66	1.80	1.63	4.01	1.95	1.17	0.94	3.46	0.74
Total Phosphorus (mg kg^{-1})	110.3	1249.0	237.3	769.3	505.0	1827.0	1479.7	458.3	275.3	551.3	120.7
Available phosphorus (mg kg^{-1})	50.8	228.8	134.8	344.3	94.0	68.5	517.3	296.5	22.0	97.5	18.5
Extractable potassium (mg kg^{-1})	125.0	569.3	76.0	287.3	265.5	885.0	704.5	327.5	128.3	508.3	126.8
Extractable Ca (mg kg^{-1})	451.8	6452.5	1349.0	3098.5	655.3	2849.0	1528.3	916.5	374.8	117.0	132.5
Extractable Mg (mg kg^{-1})	62.0	357.0	83.5	243.0	117.5	251.8	202.0	71.5	127.8	72.3	57.3
Ca-phosphate (mg kg^{-1})	0.001	463	24	102	69	190	118	22	15	35	4
Fe-phosphate (mg kg^{-1})	11	0.001	9	172	63	267	448	177	29	89	8
Al-phosphate (mg kg^{-1})	17	5	37	59	90	98	98	33	2	106	9
CEC (cmol kg^{-1})	2.3	26.7	3.9	15.1	10.2	23.0	12.9	7.1	6.3	11.7	2.7
Sand (%)	77.5	37.5	61.5	29.5	49.5	21.5	31.5	46.5	45.4	49.4	67.4
Silt (%)	11.3	37.3	23.3	35.3	23.3	21.3	43.3	28.6	24.0	10.0	16.0
Clay (%)	11.2	24.9	15.2	35.2	27.2	56.2	24.9	29.9	30.6	40.6	16.6

เอกสารอ้างอิง

- บุญเลิศ คุ่มนง. 2537. อิทธิพลของความเป็นกรด-ด่างของดินที่มีต่อการดูดซับฟอสเฟตในดินปนทรายสูง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาปฐพีศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.
- Agbenin, J.O. 2003. Extractable iron and aluminum effects on phosphate sorption in a Savanna Alfisol. **Soil Sci Soc Am. J.** 67: 589-595.
- Barrow, N.J. 1980. Evaluation and utilization of residual phosphorus in soils. p. 330-360. In F.E. Khasawneh, E.C. Sample and I.A.K. Kanabo (eds.) **The Role of Phosphorus in Agriculture**. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- Borggaard, O.K., C. Szilas, A.L. Gimsing, and L.H. Rasmussen. 2004. Estimation of soil phosphate adsorption capacity by means of a pedotransfer function. **Geoderma**. 118: 55-61.
- Chang, S.C. and L.E. Jackson. 1957. Fractionation of soil phosphorus. **Soil Science**. 84.
- Cho-Ruk, K. 2007. Phosphorus adsorption behaviors in saline soils and the influence of salinity on phosphate uptake in chinese spinach. **Journal of Science and Technology Mahasarakham University**. 26: 24-30.
- Fontes, M.P.F. and S.B. Weed. 1996. Phosphate adsorption by clays from Brazilian Oxisols: relationships with specific surface area and mineralogy. **Geoderma**. 72: 37-51.
- Gee, G.W. and J.W. Bauder. 1986. Particle-sized analysis. p. 383-411. In A.Klute (eds.) **Methods of soil analysis: Part 1. Physical and Mineralogical Methods**. Agronomy. Vol. 5 SSSA Book: Wisconsin.
- Hu, H.Q., J.Z. He, X.Y. Li and F. Liu. 2001. Effect of several organic acids on phosphate adsorption by variable charge soils of central China. **Environment International**. 26: 353-358.
- Juo, A.S.R. and R.L. Fox. 1977. Phosphate sorption characteristics of some Bench-Mark Soils of West Africa. **Soil Science**. 124.
- Kanabo, I.A.K., A.T. Halm and H.B. Obeng. 1978. Phosphorus adsorption by surface samples of five ironpan soils of Ghana. **Geoderma**. 20: 299-306.
- Lair, G.J., F. Zehetner, Z.H. Khan and M.H. Gerzabek. 2009. Phosphorus sorption-desorption in alluvial soils of a young weathering sequence at the Danube River. **Geoderma**. 149: 39-44.
- Lindsay, W.L. 1979. **Chemical Equilibria in Soils**. John Wiley & Sons: New York.
- Litaor, M.I., O. Reichmann, M. Belzer, K. Auerswald, A. Nishri and M. Shenker. 2003. Spatial analysis of phosphorus sorption capacity in a Semiarid Altered Wetland. **J Environ Qual**. 32: 335-343.
- Lookman, R., K. Jansen, R. Merckx and K. Vlassak. 1996. Relationship between soil properties and phosphate saturation parameters a transect study in northern Belgium. **Geoderma**. 69: 265-274.
- Makris, K.C., W.G. Harris, G.A. O'Connor and H. El-Shall. 2005. Long-term phosphorus effects on evolving physicochemical properties of iron and aluminum hydroxides. **Journal of Colloid and Interface Science**. 287: 552-560.
- Murphy, J. and J.P. Riley. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. **Analytica Chimica Acta**. 27: 31-36.

- Okalebo, J.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe and L.A. Dean. 1993. **Laboratory method of soil and plant analysis: working manual**. Parvel EPZ Ltd: Kenya.
- Peech, M.I.C.H. 1945. Determination of Exchangeable Cations and Exchange Capacity of Soils-Rapid Micromethods Utilizing Centrifuge and Spectrophotometer. **Soil Science**. 59.
- Singh, B. and R.J. Gilkes. 1991. Phosphorus sorption in relation to soil properties for the major soil types of South-Western Australia. **Aust. J. Soil Res.** 29: 603-618.
- Ulen, B. and S. Snall. 2007. Forms and retention of phosphorus in an illite-clay soil profile with a history of fertilisation with pig manure and mineral fertilisers. **Geoderma**. 137: 455-465.
- Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff Method for determining soil organic matter, and A proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**. 37: 29-35.
- Wang, Y., Z. Shen, J. Niu and R. Liu. 2009. Adsorption of phosphorus on sediments from the Three-Gorges Reservoir (China) and the relation with sediment compositions. **Journal of Hazardous Materials**. 162: 92-98.

สาขาเกษตรศาสตร์:
สัตวศาสตร์

ระดับแอนติบอดีในโคนมที่ติดเชื้อ *Streptococcus uberis* เข้าเต้านม และโคนม
ที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเชื้อ *Streptococcus uberis* ที่เป็นสาเหตุเต้านมอักเสบ

**Antibody Level in *Streptococcus uberis* Intramammary Infections
and Immunized *Streptococcus uberis* causing Mastitis in dairy cattle**

อาภาภรณ์ เทพสิทธิ์ สิริวรรณศิลป์* และกิตติศักดิ์ อัจฉริยะขจร

Arbhabhorn Thepsit Siriwanilapee* and Kittisak Ajariyakhajorn

ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

Department of Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand 10330

*Corresponding author: arbhabhorn@gmail.com

บทคัดย่อ

ระดับแอนติบอดีในน้ำนม และซีรัมของโคนมที่มีการติดเชื้อ *Streptococcus uberis* เข้าเต้านม และโคนมที่มีเต้านมปกติ และโคนมที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเชื้อ *S. uberis* ที่เป็นสาเหตุเต้านมอักเสบ พบว่า ระดับแอนติบอดีของเต้านมที่มีการติดเชื้อมีความแตกต่างกับเต้านมของโคที่มีเต้านมปกติ นอกจากนี้ยังพบความแตกต่างของระดับแอนติบอดีในซีรัมของโคทั้ง 2 กลุ่ม กับน้ำนมของเต้านมที่มีการติดเชื้อและเต้านมของโคที่มีเต้านมปกติ การตรวจด้วยวิธี ELISA ที่มีแอนติเจนเคลือบผิวเพลท CM isolate พบระดับแอนติบอดีในซีรัมที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเชื้อ CM isolate ของวันที่ 28 และ 35 ของการกระตุ้นมีความแตกต่างกับวันที่ 0 และพบความแตกต่างของระดับแอนติบอดีในวันที่ 28 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเชื้อ SCM isolate และในวันที่ 28 และ 35 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเชื้อ CM isolate กับกลุ่มควบคุม การตรวจด้วยวิธี ELISA ที่มีแอนติเจนเคลือบผิวเพลท SCM isolate พบระดับแอนติบอดีในวันที่ 14 และ 28 มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเชื้อ SCM isolate กับกลุ่มควบคุม

คำสำคัญ: แอนติบอดี *Streptococcus uberis* การติดเชื้อเข้าเต้านม เต้านมอักเสบ โคนม

Abstract

Antibody level in milk and serum of *Streptococcus uberis* intramammary infections and healthy cows and immunized *S. uberis* causing mastitis in cattle showed Ab level in milk of infected quarters significantly differed from non-infected quarters of healthy cows. Moreover, there was significantly difference between Ab level in serum of 2 groups of cows and in milk of quarters of infected and healthy cows. Ab level in day 28 and 35 of immunization with CM isolate *S. uberis* significantly differed from day 0 and control, and Ab level in day 28 of immunization from hyperimmune serum with SCM isolate *S. uberis* significantly differed from control when detected with CM isolate coated-plate. Ab level in day 14 and 28 of immunization with SCM isolate *S. uberis* significantly differed from control when detected with SCM isolate coated-plate.

Keywords: antibody, *Streptococcus uberis*, intramammary infections, mastitis, dairy cattle

คำนำ

เต้านมอักเสบ (mastitis) เป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญก่อให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจของฟาร์มผู้เลี้ยงโคนม โดยพบว่าเป็นปัญหาสุขภาพสูงถึง 21.01 เปอร์เซ็นต์ของปัญหาสุขภาพในโคทั้งหมด (ชัยเทพและคณะ, 2544) ผลกระทบต่อการลดลงของปริมาณผลผลิตและคุณภาพของน้ำนม ทำให้ต้นทุนการผลิตน้ำนมสูงขึ้นจากการเสียค่าใช้จ่ายในการรักษา การทิ้งน้ำนมที่มีการปนเปื้อนสารปฏิชีวนะ และการคัดทิ้งโคก่อนเวลาอันสมควรเพิ่มขึ้น (Lightner *et al.*, 1988; Miller *et al.*, 1993) การอักเสบของเต้านมโคส่วนใหญ่มีสาเหตุจากการติดเชื้อแบคทีเรีย โดยเฉพาะเชื้อแบคทีเรียที่มาจากสิ่งแวดล้อม ได้แก่ *Streptococcus uberis* และ *Escherichia coli* (Barkema *et al.*, 1999) จากรายงานของ Jayarao *et al.* (1999) พบโคที่มีเต้านมอักเสบเกิดจากการติดเชื้อ *S. uberis* เท่ากับ 12-16 เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อปีซึ่งมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์เป็นแบบไม่แสดงอาการ การศึกษาในประเทศไทย พบว่า *S. uberis* เป็นเชื้อแบคทีเรียที่เพาะแยกได้มากที่สุดจากเต้านมอักเสบ (กิตติศักดิ์ และสุกมา, 2547) โดยมักพบการติดเชื้อในช่วงระยะพักการรีดนม ช่วงใกล้คลอด และระยะรีดนมช่วงต้น (Smith *et al.*, 1985; Oliver *et al.*, 2004) การพบการติดเชื้อสูงในช่วงระยะการรีดนมช่วงต้นทำให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจของฟาร์มสูงขึ้นมาก

ปัจจุบันแม้ว่าฟาร์มโคนมจะพยายามป้องกันปัญหาเต้านมอักเสบโดยการใช้อนุมาตรการต่างๆ แล้วก็ตาม แต่ก็ยังพบโคที่มีการติดเชื้อจากสิ่งแวดล้อมเข้าเต้านมมากขึ้น ในขณะที่การแพร่เชื้อจากเต้านมที่ติดเชื้อไปสู่ตัวอื่นๆ มีอัตราการลดลงนั้น ชี้ให้เห็นได้ว่ามาตรการดังกล่าวยังไม่มีประสิทธิภาพในการป้องกันเต้านมอักเสบที่มีสาเหตุมาจากสิ่งแวดล้อมได้ (Smith *et al.*, 1985; Jayarao *et al.*, 1999) จากมาตรการการควบคุมป้องกันเต้านมอักเสบในปัจจุบันตลอดจนการรักษาด้วยสารปฏิชีวนะยังไม่สามารถลดปัญหาเต้านมอักเสบที่มีสาเหตุจากการติดเชื้อ *S. uberis* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีแนวโน้มเป็นการอักเสบอย่างเรื้อรังเนื่องจากการติดเชื้อดังกล่าวเป็นระยะเวลายาวนาน ดังนั้นการศึกษาข้อมูลด้านผลของระดับของ IgG ในแม่โคที่มีการติดเชื้อ *S. uberis* เข้าเต้านม และโคที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเชื้อ *S. uberis* ที่แยกได้จากเชื้อที่เป็นสาเหตุเต้านมอักเสบในฟาร์มจึงน่าจะเป็นแนวทางการพัฒนาการใช้ IgG ในการรักษาเต้านมอักเสบจากเชื้อ *S. uberis* ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การคัดเลือกแม่โคที่ติดเชื้อ *S. uberis* เข้าเต้านม

เก็บตัวอย่างน้ำนมด้วยเทคนิคปลอดเชื้อในแม่โคจำนวน 7 ตัวทั้ง 4 เต้า จำนวน 2 ครั้ง มีระยะเวลายาวกัน 7 วัน ในฟาร์มโคนมที่มีประวัติการติดเชื้อ *S. uberis* เข้าเต้านม เพื่อนำมาตรวจเพาะแยกเชื้อตามการแนะนำของ National Mastitis council (NMC, 1999) และตรวจยืนยันการติดเชื้อ *S. uberis* เข้าเต้านมด้วยชุดตรวจชีวเคมีจำแนกชนิดเชื้อ API 20 STREP® (bioMérieux, France) และมีอย่างน้อย 1 เต้าที่ตรวจไม่พบการติดเชื้อเข้าเต้านม และต้องมีแม่โครีดนมที่มีผลการตรวจไม่พบเชื้อทั้ง 4 เต้า ในฟาร์มเดียวกันหรือแม่โครีดนมที่มีเต้านมปกติ จำนวน 6 ตัว เก็บตัวอย่างน้ำนม และเลือดที่เส้นเลือดดำที่หาง (coccygeal vein) ด้วยวิธีปลอดเชื้อ ตัวละ 20 มล. ในแม่โคที่คัดเลือกแล้ว

การกระตุ้นภูมิคุ้มกัน

สัตว์ทดลอง

ลูกโคเพศผู้พันธุ์ขาวดำ อายุ 1-3 เดือน ที่มีสุขภาพดี จำนวน 9 ตัว ทำการแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ตัว ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ได้รับเชื้อ *S. uberis* สายพันธุ์ด้านอักเสบแบบแสดงอาการ (clinical mastitis; CM) กลุ่มที่ 2 ได้รับเชื้อ *S. uberis* สายพันธุ์ด้านอักเสบแบบไม่แสดงอาการ (subclinical mastitis; SCM) และกลุ่มที่ 3 ได้รับน้ำเกลือเป็นกลุ่มควบคุม

การเตรียมวัคซีน

ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อ *S. uberis* ที่มีรูปแบบปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่างกัน จำนวน 2 isolate คือ CM isolate และ SCM isolate ที่แยกได้จากแม่โคที่มีการติดเชื้อ *S. uberis* เข้าเต้านมให้มีปริมาณเชื้อ 10^{10} cfu ต่อมล. ในการเตรียมวัคซีนเชื้อตายที่ใช้ในการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน 1 โดส ประยุกต์ตามวิธีของ Leigh and Field (1994) และ Finch *et al.* (1994) ประกอบด้วยเชื้อ *S. uberis* ที่มีปริมาณเชื้อ 10^{10} cfu ต่อมล. ปริมาตร 1 มล. ในสารละลายที่ประกอบด้วย Freund's incomplete adjuvant ปริมาตร 1 มล. และ Tween20 ปริมาตร 2 มล.

การกระตุ้นภูมิคุ้มกันต่อเชื้อ *S. uberis* และการเก็บตัวอย่างเลือด

ทำการกระตุ้นภูมิคุ้มกันแก่ลูกโคทั้ง 3 กลุ่ม โดยฉีดเชื้อหรือน้ำเกลือเข้าใต้ผิวหนัง (subcutaneous route) ด้วยวิธีปลอดเชื้อที่บริเวณหลังกระดูก scapula จำนวน 4 ครั้ง โดยฉีดสลับข้างกัน ในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันแต่ละครั้งจะมีระยะเวลาของการฉีดห่างกัน 7 วัน

เก็บตัวอย่างเลือดลูกโคทั้ง 3 กลุ่มที่เส้นเลือดดำที่คอ (jugular vein) ด้วยวิธีปลอดเชื้อ ตัวละ 20 มล. โดยเก็บตัวอย่างเลือดก่อนกระตุ้นภูมิคุ้มกันครั้งแรก (วันที่ 0) วันที่ 1, 14, 28 และ 35 ของการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน

การเตรียมตัวอย่างน้ำนม และตัวอย่างซีรัมสำหรับการวิเคราะห์

ประยุกต์ตามวิธีของ Grant and Finch (1996) และ Guidry *et al.* (1980) จากนั้นตัวอย่างน้ำนมที่เก็บได้นำมาเตรียมให้เป็นน้ำนมที่ไม่มีไขมันและเคซีน (whey) และตัวอย่างซีรัมนำมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 56 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เพื่อทำลาย complement ที่อยู่ในน้ำนมและซีรัม เก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

การตรวจวัดระดับแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อ *S. uberis*

นำเพลท ชนิด 96 หลุม ก้นแบน (Sterilin, U.K.) มาเตรียมผิวเพลทด้วยสารกลูตาไรอัลดีไฮด์ที่มีความเข้มข้น 0.025 เปอร์เซ็นต์ แล้วจึงเคลือบผิวเพลทด้วยเชื้อ *S. uberis* ที่เจือจางใน carbonate-bicarbonate buffer (0.05 M, pH 9.6) ที่ความเข้มข้น 10^5 cfu ต่อหลุม ทิ้งไว้ข้ามคืนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ล้างเพลทด้วย ELISA buffer (Sigma-aldrich, USA) และ block เพลทด้วย skimmed milk (Merck, Germany) 1

เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 30 นาทีที่อุณหภูมิห้อง นำตัวอย่างซีรัมจากลูกโคที่เจือจางในอัตราส่วน 1:4 และตัวอย่างซีรัมจากแม่โครีดนมที่เจือจางในอัตราส่วน 1:8 และตัวอย่างน้ำนมที่เจือจางในอัตราส่วน 1:8 มาตรวจสอบ ทำ 2 ครั้ง (duplicate) โดยมีตัวอย่างควบคุมสำหรับตัวอย่างซีรัมที่ตรวจเป็น fetal bovine serum และตัวอย่างน้ำนมที่ตรวจเป็นน้ำนม UHT ที่แยกไขมันและเคซีนแล้ว ปริมาตร 100 ไมโครลิตรต่อหลุม บ่มทิ้งไว้ 1 ชม. ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นจึงใส่ peroxidase conjugated rabbit anti-bovine IgG (Sigma-aldrich, USA) ที่เจือจางใน PBS (0.01 M, pH 7.4) อัตราส่วน 1:2000 ปริมาตร 100 ไมโครลิตรต่อหลุม ทิ้งไว้ที่

อุณหภูมิห้อง และเติมสาร O-phenylenediamine (Sigma-aldrich, USA) (0.34 มก.ต่อมล.) ใน citrate buffer ที่มีไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 0.03 เปอร์เซ็นต์ลงไปปริมาตร 75 ไมโครลิตรต่อหลุม และหยุดปฏิกิริยาด้วย H_2SO_4 (1.0 M) ปริมาตร 150 ไมโครลิตรต่อหลุม ทิ้งไว้ 5 นาที อ่านค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 492 นาโนเมตรด้วยเครื่อง Anthos ELISA plate reader 2010 ตัวอย่างซีรัมและตัวอย่างน้ำนมที่ให้ค่า OD สูงกว่าค่า OD ของตัวอย่างควบคุมมากกว่าหรือเท่ากับ 1.5 เท่า ถือว่าตัวอย่างนั้นให้ผลบวก

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ระดับแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อ *S. uberis* ที่ตรวจด้วยวิธี ELISA คัดจากค่าดูดกลืนแสงที่ได้จากการทดสอบ 2 ครั้งต่อตัวอย่าง ทุกตัวอย่างนำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วลบด้วยค่าดูดกลืนแสงเฉลี่ยของตัวอย่างควบคุม และการตรวจส่วนควบคุมการทดลอง (blank) วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าดูดกลืนแสงของน้ำนมและซีรัมของแม่โครีดนมที่มีการติดเชื้อ *S. uberis* เข้าเต้านม และแม่โคปกติ และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าดูดกลืนแสงของซีรัมของกลุ่มลูกโคที่ได้รับการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน และวันที่ได้รับการกระตุ้นภูมิคุ้มกันด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) โดยใช้โปรแกรม Statistix[®] version 8.0 กำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

ผลการทดลอง

การตรวจเพาะแยกเชื้อ และตรวจยืนยันชนิดเชื้อ *S. uberis* ที่มีการติดเชื้อเข้าเต้านม พบว่า เชื้อ *S. uberis* ที่มีรูปแบบของปฏิกิริยาทางชีวเคมีเหมือนกันได้มากที่สุด คือ API-profile 7443710 แยกได้ 5 isolate ซึ่งพบว่า เป็นสายพันธุ์ที่ทำให้เกิดเต้านมอักเสบทั้งแบบแสดงอาการและแบบไม่แสดงอาการ รองลงมา คือ เชื้อ *S. uberis* ที่มี API-profile 7543710 จำนวน 2 isolate ที่มาจากเต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการ ดังนั้นจึงเลือก API-profile 7443710 เป็นตัวแทนของสายพันธุ์ของ *S. uberis* ที่แยกได้จากแม่โคที่เป็นเต้านมอักเสบแบบแสดงอาการ และ API-profile 7543710 เป็นตัวแทนของสายพันธุ์ที่แยกได้จากแม่โคที่เป็นเต้านมอักเสบแบบไม่แสดงอาการมาเป็นแอนติเจนของวัคซีนที่ใช้ในการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน และแอนติเจนเคลือบผิวเพลท

ระดับแอนติบอดีในน้ำนมทั้งหมดที่จำเพาะต่อแอนติเจนเคลือบผิวเพลทเชื้อ *S. uberis* ทั้ง 2 สายพันธุ์ มีค่ามากกว่า 1.5 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับระดับแอนติบอดีในน้ำนม UHT เช่นเดียวกับระดับแอนติบอดีในซีรัมทั้งหมดที่มาจากแม่โครีดนมที่ติดเชื้อ *S. uberis* เข้าเต้านม และแม่โครีดนมที่มีเต้านมปกติที่จำเพาะต่อแอนติเจนเคลือบผิวเพลทเชื้อ *S. uberis* ทั้ง 2 สายพันธุ์ มีค่ามากกว่า 1.5 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับระดับแอนติบอดีใน fetal bovine serum ระดับแอนติบอดีในน้ำนมและซีรัมของแม่โครีดนมที่มีการติดเชื้อ *S. uberis* เข้าเต้านม และแม่โครีดนมที่มีเต้านมปกติที่จำเพาะต่อแอนติเจนเคลือบผิวเพลทด้วยเชื้อ *S. uberis* สายพันธุ์ CM isolate และ SCM isolate (Table 1) พบว่า ระดับแอนติบอดีในน้ำนมของเต้านมที่มีการติดเชื้อ *S. uberis* เข้าเต้านมไม่มีความแตกต่างจากระดับแอนติบอดีในน้ำนมของเต้านมที่ไม่มีการติดเชื้อในแม่โครีดนมตัวเดียวกัน แต่กลับพบความแตกต่างของระดับแอนติบอดีในน้ำนมของเต้านมที่มีการติดเชื้อ *S. uberis* เข้าเต้านมกับเต้านมที่ไม่มีการติดเชื้อของแม่โครีดนมที่มีเต้านมปกติ ($p < 0.05$) ระดับแอนติบอดีในซีรัมของแม่โครีดนมที่มีการติดเชื้อ *S. uberis* เข้าเต้านมไม่มีความแตกต่างจากระดับแอนติบอดีในซีรัมของแม่โครีดนม

ที่มีเต้านมปกติ แต่กลับพบว่าระดับแอนติบอดีในซีรัมของแม่โครีดนมทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างกับระดับแอนติบอดีที่ตรวจวัดได้ในน้ำนมของเต้านมที่มีการติดเชื้อ *S. uberis* เข้าเต้านมของแม่โครีดนมที่มีการติดเชื้อ *S. uberis* เข้าเต้านม และในน้ำนมของแม่โครีดนมที่มีเต้านมปกติ ($p < 0.05$)

Table 1 Level of Ab in milk and serum of lactating cows in different coated antigen

Source of Ab			Coated antigen	
			CM isolate	SCM isolate
Milk	1. <i>S. uberis</i> IMI cows	1. Infected quarters	1.59 ^b	1.18 ^b
		2. Non-infected quarters	1.32 ^b	0.91 ^{bc}
	2. Healthy cows	Healthy quarters	0.75 ^c	0.60 ^c
Serum	1. <i>S. uberis</i> IMI cows		2.22 ^a	2.21 ^a
	2. Healthy cows		2.19 ^a	2.12 ^a

^{a b c} Significant difference between source of Ab ($p < 0.05$)

The data represented in OD value

ระดับแอนติบอดีใน hyperimmune serum ทั้งหมดตอบสนองต่อแอนติเจนเคลือบผิวเพลททั้ง 2 สายพันธุ์มากกว่า 1.5 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับระดับแอนติบอดีใน fetal bovine serum ซึ่งเป็นซีรัมตัวอย่างควบคุมทางห้องปฏิบัติการ การตรวจวัดระดับแอนติบอดีด้วยแอนติเจนเคลือบผิวเพลทด้วยเชื้อ *S. uberis* สายพันธุ์ CM isolate พบความแตกต่างของระดับแอนติบอดีใน hyperimmune serum ที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเชื้อ *S. uberis* สายพันธุ์ CM isolate ระหว่างวันที่ได้รับการกระตุ้น โดยเริ่มตั้งแต่วันที่ 28 และ 35 ของการได้รับการกระตุ้นเปรียบเทียบกับวันที่ยังไม่ได้การกระตุ้น (วันที่ 0) ($p < 0.05$) การตรวจวัดแอนติบอดีด้วยแอนติเจนเคลือบผิวเพลทด้วยเชื้อ *S. uberis* สายพันธุ์ CM isolate พบความแตกต่างของระดับแอนติบอดีในวันที่ 28 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเชื้อ *S. uberis* สายพันธุ์ SCM isolate กับกลุ่มที่ได้รับน้ำเกลือ ($p < 0.05$) และพบความแตกต่างของระดับแอนติบอดีในวันที่ 28 และ 35 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเชื้อ *S. uberis* สายพันธุ์ CM isolate กับกลุ่มที่ได้รับน้ำเกลือ ($p < 0.05$) ในขณะที่ตรวจไม่พบความแตกต่างของระดับแอนติบอดีระหว่างกลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเชื้อ *S. uberis* สายพันธุ์ CM isolate และ SCM isolate (Table 2) อย่างไรก็ตามการตรวจวัดระดับแอนติบอดีที่จำเพาะต่อแอนติเจนเคลือบผิวเพลทด้วยเชื้อ *S. uberis* สายพันธุ์ SCM isolate พบความแตกต่างของระดับแอนติบอดีในวันที่ 14 และ 28 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับเชื้อ *S. uberis* สายพันธุ์ SCM isolate กับกลุ่มที่ได้รับน้ำเกลือ ($p < 0.05$) และตรวจไม่พบความแตกต่างของระดับแอนติบอดีระหว่างกลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเชื้อ CM isolate กับกลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเชื้อ *S. uberis* และกลุ่มที่ได้รับน้ำเกลือ

Table 2 Level of Ab in hyperimmune serum in different coated antigen

Day of Immunization	CM isolate coated-antigen			SCM isolate coated-antigen		
	SCM	CM	saline	SCM	CM	saline
0	1.82	1.73 ¹	1.65	.84	0.60	0.56
1	1.75	1.94 ¹	1.68	.84	0.79	0.60
14	2.06	2.11 ^{1 2}	1.77	1.00 ^a	0.71 ^{ab}	0.67 ^b
28	2.23 ^a	2.44 ^{a 2}	1.85 ^b	1.31 ^a	0.93 ^{ab}	0.72 ^b
35	2.16 ^{ab}	2.40 ^{a 2}	1.72 ^b	1.24	1.06	0.64

^{a b c} Significant difference between treatment (p<0.05)

^{1 2} Significant difference between day of immunization (p<0.05)

The data represented in OD value

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

น้ำนมของเต้านมที่มีการติดเชื้อ *S. uberis* เข้าเต้านมมีระดับแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อ *S. uberis* สูงกว่าน้ำนมจากเต้านมของแม่โคที่ดื่มนมปกติ การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาระดับแอนติบอดีในแม่โคที่มีการติดเชื้อธรรมชาติ ในขณะที่การศึกษาทดลองก่อนหน้านี้พบว่า การให้วัคซีนเชื้อ *S. uberis* ชนิดเชื้อตายเข้าเต้านมในแม่โคทำให้น้ำนมมีระดับ IgG₁ และ IgG₂ เพิ่มขึ้น และให้ผลคุ้มกันต่อการติดเชื้อ *S. uberis* สายพันธุ์เดียวกันเข้าเต้านมได้ โดยลดปริมาณเชื้อในน้ำนม (Finch *et al.*, 1994) เช่นเดียวกับการได้รับวัคซีนเชื้อ *S. uberis* ชนิดเชื้อเป็นเข้าใต้ผิวหนังสามารถทำให้มีระดับ IgG₁ และ IgG₂ ในซีรัมเพิ่มขึ้น แต่ไม่พบการเพิ่มขึ้นของ IgG₁ และ IgG₂ ในน้ำนม (Hill *et al.*, 1994) ซึ่งไม่ว่าจะเป็นการติดเชื้อธรรมชาติ การได้รับการกระตุ้นด้วยวัคซีนเชื้อตายหรือเชื้อเป็น ตลอดจนรูปแบบการให้วัคซีนทั้งการฉีดเข้าใต้ผิวหนัง และให้เข้าเต้านมส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของแอนติบอดีในซีรัมมากกว่าในน้ำนมแอนติบอดีในซีรัมของแม่โคที่มีการติดเชื้อ *S. uberis* เข้าเต้านมมีระดับสูงกว่าในน้ำนมทั้งจากเต้านมที่มีการติดเชื้อ *S. uberis* เข้าเต้านม และเต้านมที่ไม่มีการติดเชื้อในแม่โคตัวเดียวกัน และเต้านมของแม่โคที่มีเต้านมปกติ โดยปกติแล้วระดับแอนติบอดีในซีรัมจะมีมากกว่าในน้ำนม (Farrell *et al.*, 2004)

การเพิ่มขึ้นของระดับแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อ *S. uberis* สายพันธุ์ CM isolate และ SCM isolate ในซีรัมของลูกโคภายหลังการกระตุ้นไปแล้ว 3 ครั้งแสดงให้เห็นว่า การฉีดกระตุ้นด้วยเชื้อทั้ง 2 สายพันธุ์สามารถกระตุ้นให้ลูกโคมีการตอบสนองต่อการสร้างแอนติบอดีและตรวจวัดระดับแอนติบอดีในซีรัมของลูกโคเหล่านี้ได้แตกต่างกันเมื่อตรวจด้วยแอนติเจนเคลือบผิวเพลทด้วยเชื้อ *S. uberis* สายพันธุ์เดียวกัน ซึ่งให้เห็นว่า การกระตุ้นด้วยเชื้อ *S. uberis* สามารถตรวจวัดระดับแอนติบอดีได้ดีเมื่อตรวจด้วยวิธี ELISA ที่ใช้แอนติเจนเคลือบผิวเพลทที่เป็นเชื้อ *S. uberis* สายพันธุ์เดียวกัน โดยเชื้อ *S. uberis* มีลักษณะของ homologous strain ในการเลือกลูกโคเพื่อนำมากระตุ้นภูมิคุ้มกันของการศึกษานี้เนื่องจากลูกโคเป็นลูกโคเพศผู้ที่ไม่มีการติดเชื้อเข้าเต้านมมาก่อน ดังนั้นจึงไม่เกิดการสร้างแอนติบอดีมาก่อนที่จะทำการกระตุ้น

การศึกษานี้สรุปว่าระดับแอนติบอดีในน้ำนมจากเต้านมที่มีการติดเชื้อ *S. uberis* สูงกว่าในน้ำนมของเต้านมที่ไม่มีการติดเชื้อของแม่โครีดนมที่มีเต้านมปกติ นอกจากนี้ระดับแอนติบอดีในซีรัมของแม่โครีดนมที่ติดเชื้อ *S. uberis* เข้าเต้านมและแม่โครีดนมที่มีเต้านมปกติมีระดับสูงกว่าทั้งในน้ำนมของแม่โคทั้ง 2 กลุ่ม บ่งบอกว่าน้ำนมจากเต้านมที่มีภาวะเต้านมอักเสบมีระดับแอนติบอดีสูงกว่าในน้ำนมจากเต้านมที่ไม่มีการติดเชื้อ และแอนติบอดีที่พบในน้ำนมมักมีระดับต่ำกว่าที่พบในซีรัมเสมอ การกระตุ้นการสร้าง hyperimmune serum ด้วยเชื้อ *S. uberis* สายพันธุ์ CM isolate และ SCM isolate พบว่า สามารถกระตุ้นให้มีการสร้างแอนติบอดีที่จำเพาะต่อเชื้อ *S. uberis* ทั้ง 2 สายพันธุ์ได้ โดยพบระดับแอนติบอดีสูงขึ้นในวันที่ 28 ของการกระตุ้น อย่างไรก็ตามการตรวจวัดระดับแอนติบอดีจะให้ผลชัดเจนก็ต่อเมื่อตรวจวัดด้วยแอนติเจนเคลือบผิวเพลทที่เป็นเชื้อ *S. uberis* สายพันธุ์เดียวกันกับสายพันธุ์ที่ใช้ในการกระตุ้นชี้ให้เห็นว่าเชื้อ *S. uberis* มีลักษณะการเป็น homologous strain

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุนอุดหนุนการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อเฉลิมฉลองวโรกาสที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเจริญพระชนมายุครบ 72 พรรษา ประจำปีการศึกษา 2549 และทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา ประจำปีการศึกษา 2551 ที่สนับสนุนงบประมาณในงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กิตติศักดิ์ อัจฉริยะจร และสุกมา สามงามน้อม. 2547. การระบุชนิดเชื้อแบคทีเรียแกรมบวกที่มีรูปร่างกลมและให้ผลลบต่อการทดสอบ catalase ซึ่งแยกได้จากการติดเชื้อเต้านมของโคนม. รายงานการประชุมวิชาการทางสัตวแพทย์และการเลี้ยงสัตว์. กรุงเทพฯ. น 52-53.
- ชัยเทพ พูลเขตต์ จตุรงค์ วงษ์สนธิ และธีระ รักความสุข. 2544. ปัญหาสุขภาพของโคนมที่เลี้ยงในฟาร์มรายย่อยในเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ระหว่างตุลาคม 2542 ถึงกันยายน 2543. รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาสัตวแพทยศาสตร์. กรุงเทพฯ. น 376-380.
- Barkema, H.W., Y.H. Schukken, T.J.G.M. Lam, M.L. Beiboer, G. Benedictus and A. Brand. 1999. Management practices associated with incidence rate of clinical mastitis. **J. Dairy Sci.** 82: 1643-1654.
- Farrell, H.M.Jr., R. Jimenez-Flores, G.T. Bleck, E.M. Brown, J.E. Butler, L.K. Creamer, C.L. Hicks, C.M. Hollar, K.F. Ng-Kwai-Hang and H.E. Swaisgood. 2004. Nomenclature of the proteins of cows' milk-sixth revision. **J. Dairy Sci.** 87: 1641-1674.

- Finch, J.M., A.W. Hill, T.R. Field and J.A. Leigh. 1994. Local vaccination with killed *Streptococcus uberis* protects the bovine mammary gland against experimental intramammary challenge with the homologous strain. **Infect. Immun.** 62: 3599-3603.
- Grant, R.G. and J.M. Finch. 1996. Phagocytosis of *Streptococcus uberis* by bovine mammary gland macrophages. **Res. Vet. Sci.** 62: 74-78.
- Guidry, A.J., R.E. Pearson, M.J. Paape and W.F. Williams. 1980. Relationship among leukocyte phagocytosis, milk immunoglobulins, and susceptibility to intramammary infection. **Am. J. Vet. Res.** 41: 997-1001.
- Hill, A.W., J.M. Finch, T.R. Field and J.A. Leigh. 1994. Immune modification of the pathogenesis of *Streptococcus uberis* mastitis in the dairy cow. **FEMS Immunol. Med. Microbiol.** 8: 109-118.
- Jayarao, B.M., B.E. Gillespie, M.J. Lewis, H.H. Dowlen and S.P. Oliver. 1999. Epidemiology of *Streptococcus uberis* intramammary infections in a dairy herd. **J. Vet. Med. B.** 46: 433-442.
- Leigh, J.A. and T.R. Field. 1994. *Streptococcus uberis* resists the bactericidal action of bovine neutrophils despite the presence of bound immunoglobulin. **Infect. Immun.** 62: 1854-1859.
- Lightner, J.K., G.Y. Miller, W.D. Hueston and C.R. Dorn. 1988. Estimation of the costs of mastitis, using national animal health monitoring system and milk somatic cell count data. **J. Am. Vet. Med. Assoc.** 192: 1410-1413.
- Miller, G.Y., P.C. Bartlett, S.E. Lance, J. Anderson and L.E. Heider. 1993. Costs of clinical mastitis and mastitis prevention in dairy herds. **J. Am. Vet. Med. Assoc.** 202: 1230-1236.
- National mastitis council. 1999. **Laboratory and Field Handbook on Bovine Mastitis.** W.D. Hoard and Sons: Wisconsin. pp.1-222.
- Oliver, S.P., R.A. Almeida, B.E. Gillespie, S.J. Headrick, H.H. Dowlen, D.L. Johnson, K. C. Lamar, S. T. Chester and W. M. Moseley. 2004. Extended ceftiofur therapy for treatment of experimentally-induced *Streptococcus uberis* mastitis in lactating dairy cattle. **J. Dairy Sci.** 87: 3322-3329.
- Smith, K.L., D.A. Todhunter and P.S. Schoenberger. 1985. Environmental mastitis: cause, prevalence, prevention. **J. Dairy Sci.** 68: 1531-1553.
- Statistix[®] version 8.0. 1985-2003. **User's manual.** Analytical software, Tallahassee.

ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันให้นมและองค์ประกอบน้ำนมของโคนมลูกผสม
โฮลสไตน์ฟรียเซียนในอำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่

**Relationship between Days in Milk and Milk Components of Crossbred
Holstein Friesian Cattle in Chai Prakan District, Chiang Mai Province**

ศุภसानต์ วาววาว* และณัฐพล จงกสิกิจ

Supasarn Waowwaew* and Nattaphon Chongkasikit

ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Department of Animal science and Aquaculture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand 50200

*Corresponding author: sammysung_4@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันให้นมและองค์ประกอบน้ำนมของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรียเซียนในอำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ข้อมูลระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2550 ถึงธันวาคม 2552 จำนวน 88 ฟาร์ม รวม 254 ตัวอย่าง พบว่า ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ไขมัน โปรตีน แล็กโทส ราชู่น้ำนมไม่รวมไขมัน และราชู่น้ำนมทั้งหมด เท่ากับ 3.38 ± 0.42 , 2.95 ± 0.32 , 4.85 ± 0.20 , 8.51 ± 0.34 และ 11.90 ± 0.53 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันให้นมกับเปอร์เซ็นต์ไขมัน โปรตีน แล็กโทส ราชู่น้ำนมไม่รวมไขมัน และราชู่น้ำนมทั้งหมด เท่ากับ 0.082, 0.426, -0.324, 0.202 และ 0.201 ตามลำดับ เมื่อนำจำนวนวันให้นมและองค์ประกอบน้ำนมมาวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ ของจำนวนวันให้นมต่อเปอร์เซ็นต์ไขมัน โปรตีน แล็กโทส ราชู่น้ำนมไม่รวมไขมัน และราชู่น้ำนมทั้งหมด มีค่าต่ำ โดยมีค่าเท่ากับ 0.007, 0.182, 0.105, 0.041 และ 0.040 ตามลำดับ

คำสำคัญ: จำนวนวันให้นม องค์ประกอบน้ำนม โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรียเซียน

Abstract

In this study were to investigate the relationship between milk components and days in milk of crossbred Holstein Friesian cattle in Chai Prakan district, Chiang Mai during November 2007 to December 2009. A total of 254 milk samples from 88 farms were collected. Means and standard deviations of percentage of fat, protein, lactose, solid not fat and total solid were 3.38 ± 0.42 , 2.95 ± 0.32 , 4.85 ± 0.20 , 8.51 ± 0.34 and 11.90 ± 0.53 , respectively. The correlations between days in milk and fat, protein, lactose, solid not fat and total solid were 0.082, 0.426, -0.324, 0.202 and 0.201, respectively. A simple linear regression of days in milk and milk components showed a low coefficient of determination (R^2) of fat, protein, lactose, solid not fat and total solid to days in milks which were 0.007, 0.182, 0.105, 0.041 and 0.040, respectively.

Keywords: days in milk, milk components, crossbred Holstein Friesian cattle

คำนำ

จากสถิติการเลี้ยงโคนมในประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2545-2551 พบว่า การเลี้ยงโคนมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นน้อย กล่าวคือ ในปี พ.ศ. 2545 มีโคนมจำนวน 358,440 ตัว เพิ่มขึ้นเป็น 469,937 ตัว ในปี 2551 (กรมปศุสัตว์, 2552) ทำให้ต้องสั่งเข้านมผงจากต่างประเทศ ไม่มีการนำเข้าน้ำนมดิบมีแต่นมผง และผลิตภัณฑ์นมแปรรูปอื่นๆ สาเหตุที่การผลิตโคนม และน้ำนมดิบในประเทศไม่เพียงพอต่อความต้องการเนื่องจากการผลิตโคนมของเกษตรกรไทยอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (bottom line) โดยปัญหาหลักของการเลี้ยงโคนมไม่ได้อยู่ที่ตัวโคนมแต่อยู่ที่เกษตรกรขาดความรู้ในด้านการจัดการให้มีประสิทธิภาพทำให้ผลผลิตน้ำนมที่ได้มีคุณภาพที่ต่ำ (ดำรง และคณะ, 2551)

น้ำนมจัดเป็นแหล่งอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ราคาถูก ส่วนประกอบน้ำนมดิบประกอบด้วยไขมัน (fat; F) โปรตีน (protein; P) แล็กโทส (lactose; L) ธาตุน้ำนมทั้งหมด (total solid; TS) และธาตุน้ำนมไม่รวมไขมัน (solid not fat; SNF) (เกรียงศักดิ์ และสุรจิต, 2548) ซึ่งองค์ประกอบและคุณภาพของน้ำนมดิบมีความสำคัญ เนื่องจากศูนย์รวมน้ำนมดิบ เช่น สหกรณ์โคนม และโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์ต่างๆ รวมทั้งผู้บริโภครายย่อยต่างต้องการน้ำนมดิบที่มีคุณภาพ มีความสะอาด รสชาติดี และปราศจากสิ่งปนเปื้อนทั้งจุลินทรีย์และสารตกค้างต่างๆ การผลิตน้ำนมของโคนมเพื่อให้ได้น้ำนมที่มีคุณภาพสูงนั้นโคนมต้องมีสุขภาพสมบูรณ์ ได้รับอาหารหยาดและอาหารข้นที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง นอกจากนั้นสิ่งแวดล้อม โรงเรือน ตลอดจนอุปกรณ์ในการรีดนมต้องสะอาดถูกสุขอนามัย เพราะน้ำนมมีคุณสมบัติดูดซับกลิ่นได้ดีสิ่งปนเปื้อนจะทำให้คุณภาพของน้ำนมลดลง (วีรพล และภักดี, 2548) ปริมาณน้ำนมจึงเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่สำคัญที่สุด ปกติจะวัดเป็นปริมาณน้ำนมที่โคผลิตต่อระยะการให้นม (kg/lactation) โคจะให้นมมากน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุ์ อาหาร ระยะการให้นม จำนวนครั้งในการรีดนมต่อวัน อายุของโค และสภาพอากาศ (จีรสิทธิ์, 2549)

จำนวนวันให้นม (days in milk) ของโคนมโดยเฉลี่ย 318.99 ± 37.89 วัน ต่ำสุด 255 วัน สูงสุด 438 วัน โดยธรรมชาติเซลล์ที่สร้างน้ำนมจะมีการสิ้นสุดและสลายตัวเองออกมาในน้ำนม เพียงแต่ในช่วงแรกของการให้น้ำนม อัตราการเจริญของเซลล์ใหม่ขึ้นมาทดแทนเซลล์เก่าที่หลุดไปนั้นสูงกว่า แต่อัตราการเจริญขึ้นทดแทนจะต่ำในระยะปลายให้นม โคที่ให้น้ำนมติดต่อกันโดยไม่มียาระยะพักการรีดน้ำนมเลยจะส่งผลให้การให้น้ำนมในช่วงถัดไปลดต่ำลงมาก ซึ่งปริมาณน้ำนมในแต่ละระยะของการให้นมมีปริมาณแตกต่างกันไป (ชาญณรงค์, 2551) การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันให้นมและองค์ประกอบน้ำนม โดยใช้โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียนในอำเภอยะปราชัย จังหวัดเชียงใหม่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนพัฒนาคุณภาพการผลิตน้ำนมให้ดียิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

แหล่งที่มาและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษานี้ใช้ข้อมูลโคจากฟาร์มโคนม ซึ่งเลี้ยงโดยเกษตรกรในพื้นที่อำเภอยะปราชัย จังหวัดเชียงใหม่ ข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วยหมายเลขโค วันคลอด ประวัติการให้ลูก วันคลอดลูก จำนวนวันท้องว่าง

ระยะห่างการให้ลูก จำนวนวันหยุดให้นม และระยะให้นม โดยใช้ข้อมูลระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2550 ถึงธันวาคม 2552 สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำนมแบบรายตัวทั้งหมด 88 ฟาร์ม จำนวน 254 ตัวอย่าง จากนั้นนำน้ำนมดิบส่งตรวจวิเคราะห์หาองค์ประกอบน้ำนมที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคเหนือตอนบน จังหวัดลำปาง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ เป็นดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยของค่าสังเกตต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจ คำนวณโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ
2. วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่าง จำนวนวันให้นมและองค์ประกอบน้ำนม ด้วยวิธี Correlation โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ
3. สมการทำนายองค์ประกอบน้ำนมจากจำนวนวันให้นม ด้วยสมการถดถอย (linear regression)
 - สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (simple linear regression)

จาก	Y	=	$b_0 + b_1X$
เมื่อ	Y	คือ	ค่าประมาณขององค์ประกอบน้ำนม
เมื่อ	X	คือ	จำนวนวันให้นม
เมื่อ	b_0	คือ	ค่าคงที่ของสมการถดถอย
เมื่อ	b_1	คือ	ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของ Y บน X _i

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบน้ำนม

จากผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของร้อยละองค์ประกอบน้ำนมจากตัวอย่างน้ำนมดิบฟาร์มโคนมลูกผสมอำเภอลำปาง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ค่าเฉลี่ยของร้อยละไขมัน (fat) โปรตีน (protein) แล็กโทส (lactose) ธาตุน้ำนมไม่รวมไขมัน (solid not fat) และธาตุน้ำนมทั้งหมด (total solid) เท่ากับ 3.38 ± 0.42 , 2.95 ± 0.32 , 4.85 ± 0.20 , 8.51 ± 0.34 และ 11.90 ± 0.53 ตามลำดับ (table 1) จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยองค์ประกอบน้ำนมส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำนมดิบของศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคใต้ (มปป.) และเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2548) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยร้อยละขององค์ประกอบน้ำนมดิบจากถังนมรวมฟาร์มโคนมในจังหวัดลำปาง (วีรพล และ ภักดี, 2548) และค่าเฉลี่ยร้อยละขององค์ประกอบน้ำนมของฟาร์มโคนมในอำเภอมะนัง จังหวัดเชียงใหม่ (นุชา และคณะ, 2546) แต่มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยร้อยละขององค์ประกอบน้ำนมดิบในจังหวัดเชียงราย (เกรียงศักดิ์ และสุรจิต, 2548) (table 2) ซึ่งนอกจากพันธุกรรมที่ส่งผลต่อร้อยละองค์ประกอบน้ำนมแล้ว อาหารและการจัดการสิ่งแวดล้อมก็ส่งผลต่อผลผลิตและคุณภาพขององค์ประกอบน้ำนม (บุญล้อม, 2547 และ Schroeder, 1996) ซึ่งจะเห็นได้ว่าในแต่ละพื้นที่การจัดการสิ่งแวดล้อม เช่น การให้อาหาร น้ำ สภาพภูมิอากาศ เป็นต้น ส่งผลต่อองค์ประกอบน้ำนมด้วย

Table 1 Means and standard deviation of milk components in Chai Prakan district, Chiang Mai

Total 254 samples	Milk components (%)				
	Fat	Protein	Lactose	Solid not fat	Total solid
Mean $\pm$ SD	3.38 $\pm$ 0.42	2.95 $\pm$ 0.32	4.85 $\pm$ 0.20	8.51 $\pm$ 0.34	11.90 $\pm$ 0.53
Minimum	2.25	2.34	3.92	7.29	10.49
Maximum	4.31	4.20	5.42	9.88	13.38
Standard value	$\geq 3.20^*$	$\geq 2.80^*$	$\geq 4.50^*$	$\geq 8.25^{**}$	$\geq 12.0^*$

* standard value by veterinary research and development center (southern region) (no date)

** standard value by the national bureau of agricultural commodity and food standards (2005)

Table 2 Means of milk components in Chai Prakan, Lampang, Mae Wang and Chiang Rai

Source	Mean of milk components (%)					Reference
	Fat	Protein	Lactose	Solid not fat	Total solid	
Chaiprakan	3.38	2.95	4.85	8.51	11.90	-
Lampang	3.62	3.12	4.70	8.52	12.13	Weerapol and Phakde (2005)
Maewang	2.89	3.07	4.66	8.37	11.3	Nucha <i>et al.</i> (2003)
Chiangrai	4.13	3.10	4.93	8.74	12.87	Kriangsak and Surajit (2005)

สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันให้นมกับองค์ประกอบน้ำนม

จากผลการศึกษา สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันให้นมกับองค์ประกอบน้ำนม ของโคนมลูกผสมอำเภอยะปริงการ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันให้นมกับร้อยละของโปรตีน ไขมัน น้ำนมรวมไขมัน และไขมันทั้งหมด มีค่าความสัมพันธ์เป็นบวก เท่ากับ 0.426, 0.202 และ 0.201 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ตามลำดับ ส่วนร้อยละของไขมัน มีค่าเท่ากับ 0.082 แตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และค่าสหสัมพันธ์ของจำนวนวันให้นมกับร้อยละของแล็กโทส มีค่าความสัมพันธ์เป็นลบ โดยมีค่าเท่ากับ -0.324 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) นอกจากนี้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างร้อยละของไขมันกับโปรตีนและไขมันทั้งหมดมีค่าสหสัมพันธ์ทางบวก ในขณะที่ร้อยละของไขมันกับแล็กโทสและไขมันรวมไขมัน มีค่าสหสัมพันธ์เป็นลบ (table 3) ใกล้เคียงกับจิรสิทธิ์ (2549) รายงานว่า ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างร้อยละไขมันกับโปรตีน ไขมันรวมไขมันและไขมันทั้งหมดมีค่าสหสัมพันธ์เป็นบวก ส่วนน้ำตาลแล็กโทสมีค่าสหสัมพันธ์เป็นลบ แสดงให้เห็นว่า อาหารอาจจะส่งผลต่อการผลิตน้ำนมของโคตัว

Table 3 The correlations between days in milk and milk components in Chai Prakan district, Chiang Mai

	Fat	Protein	Lactose	SNF	TS	DIM
Fat						
Protein	0.005 ^{ns}					
Lactose	-0.040 ^{ns}	-0.276**				
SNF	-0.015 ^{ns}	0.792**	0.352**			
TS	0.758**	0.489**	0.166**	0.593**		
DIM	0.082 ^{ns}	0.426**	-0.324**	0.202**	0.201**	

SNF = solid not fat; TS = total solid; DIM = day in milk

^{ns} = non significant, ** = $p < 0.01$

สมการรีเกรสชันระหว่างจำนวนวันให้นมกับองค์ประกอบน้ำนม

เมื่อนำจำนวนวันให้นมและร้อยละขององค์ประกอบน้ำนมมาวิเคราะห์ด้วยสมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย (simple linear regression) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของจำนวนวันให้นมต่อร้อยละของไขมัน โปรตีน แล็กโทส ราชู่น้ำนมไม่รวมไขมันและราชู่น้ำนมทั้งหมด เท่ากับ 0.007, 0.182, 0.105, 0.041 และ 0.040 ตามลำดับ (table 4) เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) มีค่าต่ำ ทำให้ไม่สามารถประมาณองค์ประกอบน้ำนมจากจำนวนวันให้นมได้ สอดคล้องกับกัลยา (2547) ที่ได้รายงานว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจยิ่งสูงเท่าใดความแม่นยำของการนำสมการไปใช้เพื่อทำนายหรือคาดคะเนผลลัพธ์ย่อมมีสูงมากยิ่งขึ้น สามารถอธิบายความผันแปรได้ดี แต่ถ้าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่าสัดส่วนที่ X สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของ Y มีค่าน้อย ดังนั้นการเพิ่มจำนวนข้อมูลในการวิจัย จึงน่าจะเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เพิ่มขึ้น และมีความเป็นไปได้ในการประมาณองค์ประกอบน้ำนมจากจำนวนวันให้นมได้

Table 4 Coefficient of determination (R^2) between days in milk and milk components

Milk Components	Simple Linear Regression		
	b_0	b_1	R^2
Fat	78.851	18.985	0.007
Protein	-230.421	126.566	0.182
Lactose	881.806	-152.052	0.105
SNF	-351.760	58.107	0.041
TS	-292.286	36.575	0.040

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันให้นมกับองค์ประกอบน้ำนมของโคนมลูกผสมในอำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ สรุปได้ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยของร้อยละของไขมัน โปรตีน แล็กโทส ไขมันไม่อิ่มตัว และไขมันทั้งหมด เท่ากับ 3.38 ± 0.42 , 2.95 ± 0.32 , 4.85 ± 0.20 , 8.51 ± 0.34 และ 11.90 ± 0.53 ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบน้ำนมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำนมดิบ
2. ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวันให้นมกับร้อยละของไขมัน โปรตีน ไขมันไม่อิ่มตัว และไขมันทั้งหมด มีค่าความสัมพันธ์เชิงบวก แต่ค่าสหสัมพันธ์ของจำนวนวันให้นมกับร้อยละของแล็กโทส มีค่าความสัมพันธ์เป็นลบ
3. ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของสมการรีเกรสชันระหว่างจำนวนวันให้นมและร้อยละองค์ประกอบน้ำนม มีค่าต่ำ ทำให้ไม่สามารถประมาณองค์ประกอบน้ำนมจากจำนวนวันให้นมได้

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2552. สถิติโคนมในประเทศไทยแสดงเป็นรายภาค ปี 2542-2551. จาก http://www.dld.go.th/ict/th/index.php?option=com_content&view=article&id=65:2551&catid=73:2009-11-01-07-42-46&Itemid=60 [20 ธันวาคม 2552].
- กัลยา วาณิชยปัญญา. 2547. การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ. 536 น.
- เกรียงศักดิ์ พิมพ์งาม และสุจิต วิชชุวรรณ. 2548. การศึกษาส่วนประกอบและจำนวนเซลล์ไขมันในน้ำนมดิบถึงนมรวมของจังหวัดเชียงรายระหว่างเดือนตุลาคม 2543-มีนาคม 2545. วารสารวิชาการ ปศุสัตว์เขต 5. 7(3): 1-9.
- จิรสิทธิ์ สงค์ประเสริฐ. 2549. การให้นม. คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่. 179 น.
- ชาญณรงค์ ธนนาทนะชน. 2551. ระยะห่างของการให้ลูกที่เหมาะสมเพื่อสมรรถภาพการผลิต และการสืบพันธุ์ของประชากรโคนมในอำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสัตวศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่. 119 น.
- ดำรง ลีลาบุรุษ วราภรณ์ ปัญญาดี ศิริพร กิตติการกุล และจักรี สุจริตธรรม. 2551. โครงการการสังเคราะห์โอกาสการทำธุรกิจโคนม และความสามารถในการแข่งขันของไทยกับประเทศในกลุ่มน้ำโขง (GMS). รายงานผลการวิจัย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย: กรุงเทพฯ. 287 น.
- นุชา สิมะสาธิตกุล ทศนีย์ อภิชาติสรางกุล อังคณา ผ่องแผ้ว และวิสูตร ศิริพงษ์ษานันท์. 2546. โครงการปรับปรุงสุขภาพเต้านมและคุณภาพน้ำนมโคในฟาร์มโคนมของเกษตรกรในจังหวัดเชียงใหม่. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่. 61 น.

- บุญล้อม ชีวอิสระกุล. 2547. ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตและองค์ประกอบของน้ำนมโคและเทคโนโลยีการผลิตน้ำนมคุณภาพสูง. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการสำหรับเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานด้านโคนม หลักสูตรการประกันคุณภาพน้ำนม พ.ศ. 2547. ส่วนศึกษาและพัฒนาการปศุสัตว์ สำนักสัตวศาสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 5.
- ลิขิต เอียดแก้ว. 2546. การเลี้ยงโคนม. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. กรุงเทพฯ. 64 น.
- วีรพล เอี่ยมสวัสดิ์ และภักดี สุทธิพันธุ์กุล. 2548. การศึกษาค่าองค์ประกอบน้ำนมดิบ และจำนวนเซลล์โซมาติกจากถังนมรวมฟาร์มโคนมในจังหวัดลำปาง. วารสารวิชาการปศุสัตว์เขต 5. 7(3): 10-17.
- ศูนย์วิจัยและพัฒนาการสัตวแพทย์ภาคใต้. มปป. การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมดิบ. จาก http://www.dld.go.th/vrd_sp/qcweb/milk/MILK3.htm [20 มกราคม 2553].
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2548. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. จาก <http://www.acfs.go.th/standard/download/milk.pdf> [20 มกราคม 2553].
- Schroeder, J.W. 1996. **Feeding for milk components and profit.** Available from <http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/dairy/as1118.pdf> [3 มีนาคม 2553].

การเลี้ยงแพะนมด้วยพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

Dairy Goat Production Based on Locally Available Feed Stuff and Agricultural Residues

ฉัตรชัย โจรณเบญจวงศ์¹ ปราโมช ศีตะโกเศศ² สมชาย องค์กรประเสริฐ² และปฏิภาณ สุทธิกุลบุตร²
Chatchai Rojanabenjawong¹, Pramot Seetakoses², Somchay Ongpraseat²
and Pathipan Sutigoolabud²

¹ 49 หมู่ 2 บ้านป่าไม้แดง ตำบลป่าป้อง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ 50220

² คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

¹ 49 Moo 2, Paipong Sub-district, Doi Saket District, Chiang Mai, Thailand 50220

² Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50210

บทคัดย่อ

เป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมของชุมชน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม คือ **ขั้นที่ 1** การศึกษาบริบทของชุมชน และข้อมูลด้านการปลูกพืชในรอบปีของชุมชน ผลที่ได้ คือ มีผู้สนใจร่วมโครงการจำนวน 10 คน **ขั้นที่ 2** ศึกษาชนิด ปริมาณ ฤดูกาล และคุณค่าทางอาหารของพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของชุมชน **ขั้นที่ 3** ศึกษาวิธีการเลี้ยงแพะนมด้วยพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรร่วมกับผู้ร่วมโครงการ โดยจัด 6 กิจกรรม คือ 1) การเรียนรู้จากการเลี้ยงแพะจริง 2) ผู้ร่วมโครงการสรุปผลการเลี้ยง เพื่อวางแผนการเลี้ยงแพะ 3) ผู้ร่วมโครงการกำหนดรูปแบบงานวิจัยเอง โดยประสงค์จะเปรียบเทียบการเลี้ยงแพะนม 4 รูปแบบ 4) การศึกษาดูงานการเลี้ยงแพะนมที่โครงการฟาร์มตัวอย่างในสมเด็จพระนางเจ้าพระราชินีนาถ 5) การสร้างโรงเรือนเลี้ยงแพะนม โดยผู้ร่วมโครงการทำงานร่วมกันในการสร้างคอกแพะนมที่บ้านของผู้ร่วมโครงการแต่ละคน 6) การส่งมอบแพะนมจำนวน 21 ตัว ให้ผู้ร่วมโครงการ ทำความเข้าใจในเงื่อนไขและการรับผิดชอบดูแลแพะนมที่ได้รับมอบ **ขั้นที่ 4** แสดงผลการศึกษาปริมาณ คุณภาพ และต้นทุนการผลิตนมแพะตามรูปแบบที่ผู้ร่วมโครงการตัดสินใจเลือก ผลจากการเลี้ยงแพะในรูปแบบต่างๆ เป็นเวลานาน 30 สัปดาห์ ให้ผู้ร่วมโครงการรับทราบผล

Abstract

This Thesis was a participatory action research comprised of 4 steps of activities. The first step was to investigate community's context and annual plant production activities. There were ten farmers participated in this research. The second step was to study sources of roughage feeds availability in community and their feeding quality. The third step was to perform learning process for participants with 6 sub-activities including: 1) learned from practical goat rearing 2) concluded from what learned 3) set their own regimes for goat rearing 4) learned from goat farming at HM the Queen Demonstration farm at Dong Yen 5) cooperated in construction for goat house 6) received goats with terms and conditions. The forth step was to demonstrate the results from 30 weeks of rearing regimes including: quantity and quality of goat milk, cost of production to the participants.

คำนำ

ชุมชนบ้านป่าไม้แดง ตั้งอยู่หมู่ที่ 2 ตำบลป่าป้อง อำเภอต๋อยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ มีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 2,200 ไร่ ประชากรจำนวน 238 ครัวเรือน ลักษณะเป็นชุมชนขนาดกลาง กลุ่มอาชีพที่ถือว่าเป็นอาชีพหลัก คือ อาชีพเกษตรกรรมทำนา อาชีพรับจ้างทั่วไป และอาชีพส่วนตัว ได้แก่ ร้านขายของชำ ร้านขายอาหาร ร้านตัดผม เป็นต้น ปัญหาที่สำคัญสำหรับคนในชุมชนบ้านป่าไม้แดงทุกวันนี้ คือ ปัญหาเรื่องหนี้สิน ในปัจจุบันผลจากการสำรวจข้อมูล พบว่า เกือบทุกครัวเรือนโดยเฉพาะครอบครัวที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหนี้ ธ.ก.ส. ไม่ต่ำกว่าหนึ่งหมื่นบาท และบางครอบครัวมีหนี้ถึงระดับแสนบาท เมื่อมีการประชุมระดมความคิดเพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาหนี้สิน และชุมชนได้จัดทำแผนแม่บทชุมชนขึ้น โดยกิจกรรมหนึ่งในปี 2551 คือ การเลี้ยงแพะนม เนื่องจากสภาพพื้นที่ของชุมชนเอื้ออำนวยต่อการเลี้ยง และมีความหลากหลายของพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร รวมทั้งอยู่ใกล้แหล่งความรู้ คือ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาชนิด ปริมาณ ฤดูกาล และคุณค่าทางอาหารของพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของชุมชนบ้านป่าไม้แดง เพื่อให้ได้วิธีการเลี้ยงแพะนมที่ชุมชนเลือก รวมทั้งปริมาณ คุณภาพ และต้นทุนการผลิตนมแพะจากวิธีการเลี้ยงแบบต่างๆ

วิธีดำเนินการวิจัย

เป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมของชุมชน โดยดำเนินการวิจัยดังนี้

1. การศึกษาบริบทของชุมชน ข้อมูลด้านการเกษตรในรอบปีของชุมชน

นำเอาข้อมูลทุติยภูมิด้านการเลี้ยงแพะนมที่มีอยู่มาวิเคราะห์ร่วมกัน เพื่อหากลุ่มเกษตรกรที่มีความพร้อมในการทดลองเลี้ยงแพะนมมาเป็นผู้ร่วมโครงการ โดยการจัดประชุมชาวบ้านในชุมชน

2. การศึกษาชนิด ปริมาณ ฤดูกาล และคุณค่าทางอาหารของพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของชุมชนบ้านป่าไม้แดง

เพื่อทราบศักยภาพในการมาใช้เป็นอาหารแพะในโครงการเลี้ยงแพะนม โดยการเดินสำรวจในชุมชนร่วมกับผู้ร่วมโครงการ

3. การศึกษาวิธีการเลี้ยงแพะนมด้วยพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรกับเกษตรกรบ้านป่าไม้แดง โดยจัด 6 กิจกรรมมีรายละเอียดดังนี้ คือ

3.1 กิจกรรมการเรียนรู้เรื่องแพะจากการปฏิบัติงานจริง เพื่อให้ผู้ร่วมโครงการเรียนรู้ทักษะในการเลี้ยงแพะในขั้นพื้นฐาน สร้างคอกเลี้ยงแพะในพื้นที่สาธารณะของชุมชน ประชุมวางแผนการเลี้ยงแพะที่ได้มา นำแพะมาเลี้ยง และนัดประชุมผลการทดลองเลี้ยงแพะ

3.2 กิจกรรมสรุปผลการเลี้ยงแพะในขั้นทดลอง เพื่อให้ผู้ร่วมโครงการสรุปผลการเลี้ยงเพื่อวางแผนการเลี้ยงแพะ และกำหนดรูปแบบในการเลี้ยงแพะในกลุ่มให้มีความชัดเจน

3.3 กิจกรรมสร้างความเข้าใจในการดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยชี้แจงแก่ผู้ร่วมโครงการ เพื่อทำความเข้าใจกับทีมวิจัยชุมชนถึงเป้าหมายของงานวิจัย และการเก็บข้อมูลที่ใช้งานวิจัย

3.4 กิจกรรมการศึกษาดูงานการเลี้ยงแพะนม เพื่อให้ผู้ร่วมโครงการกำหนดสถานที่ดูงาน กำหนดแผนงานของกิจกรรม เตรียมหัวข้อเรื่องที่จะการศึกษาดูงาน และการเตรียมคำถามก่อนการไปดูงาน

3.5 กิจกรรมการสร้างโรงเรือนเลี้ยงแพะนม เพื่อให้ผู้ร่วมโครงการทำงานร่วมกันในการสร้างคอกแพะนมที่บ้านของผู้ร่วมโครงการแต่ละคน โดยการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในชุมชน และเลือกรูปแบบโรงเรือนในลักษณะที่แตกต่างกันตามความเหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ

3.6 กิจกรรมการรับมอบแพะนมของทีมงานวิจัยชุมชน เพื่อบริจาคแพะนมให้ผู้ร่วมโครงการ และทำความเข้าใจในเงื่อนไขและการรับผิดชอบดูแลแพะนมที่ได้รับมอบ

4. การศึกษาปริมาณ คุณภาพ และต้นทุนการผลิตนมแพะ ตามวิธีที่ผู้ร่วมโครงการตัดสินใจเลือก เพื่อเป็นการสาธิตให้เห็นผลจากการเลี้ยงแพะในรูปแบบต่างๆ ทั้ง 4 ประเภท ระหว่างวันที่ 19 ตุลาคม 2551- วันที่ 10 พฤษภาคม 2552 โดยบันทึกปริมาณผลผลิตน้ำนมทุกสัปดาห์ รวม 30 ครั้ง มาวิเคราะห์ วาเรียนซ์ และ สุ่มตัวอย่างน้ำนมไปวิเคราะห์คุณภาพ จำนวน 1 ครั้ง มีการบันทึกข้อมูลด้านต้นทุนการผลิตตั้งแต่เริ่มต้นเลี้ยง

ผลการวิจัย

1. ด้านบริบทของชุมชน ข้อมูลด้านการเกษตรในรอบปีของชุมชน พร้อมทั้งนำเอาข้อมูลทุติยภูมิด้านการเลี้ยงแพะนมที่มีอยู่มาวิเคราะห์ร่วมกัน เพื่อหากลุ่มเกษตรกรที่มีความพร้อมในการทดลองเลี้ยงแพะนมมาเป็นผู้ร่วมโครงการ โดยการจัดประชุมชาวบ้านในชุมชน ในอดีตที่ผ่านมาบ้านป่าไม้แดงเป็นหมู่บ้านที่อยู่ในพื้นที่ป่าเขา มีป่าละเมาะ มีไม้ติง ไม้แงะ ไม้เปา ไม้ประดู่ ไม้สัก ไม้แดง หนาทึบมาก ไม่มีผู้คนอาศัยอยู่เลย จนกระทั่งเวลาต่อมาได้มีผู้คนได้อพยพมาจากบ้านชั้นแก้ววัลลาย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ปัจจุบันมีเนื้อที่ประมาณ 2,200 ไร่ มีครอบครัวทั้งหมด 236 ครอบครัว มีประชากรทั้งหมด 809 คน ประกอบด้วยประชากรชาย 406 คน ประชากรหญิง 403 คน ชุมชนป่าไม้แดงตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบันในแต่ละปีทางชุมชนจะมีวัฒนธรรมประเพณีที่ได้ทำสืบทอดต่อๆ กันมาตั้งแต่สมัยบรรพบุรุษจนกระทั่งทุกวันนี้มีอยู่หลายเรื่อง เช่น ประเพณีสงกรานต์ แห่ไม้สลิ ประเพณีดำหัวผู้ใหญ่ ตลอดจนการทำบุญต่างๆ เช่น การทำบุญตักบาตรพระอุปคุต เป็นต้น อาชีพที่ทำกันในหมู่บ้านจะมีหลากหลายมาก ได้แก่ 1) อาชีพรับจ้าง 2) อาชีพเกษตรกรรม ทำนา-ทำสวน 3) อาชีพค้าขาย 4) อาชีพรับราชการหรืออาชีพส่วนตัว

อาชีพการเกษตรเป็นพื้นฐานของชุมชนที่มีคนเกี่ยวข้องมากที่สุด และในปี 2551 ได้มีการกำหนดกิจกรรมการเลี้ยงแพะนมไว้ในแผนแม่บทชุมชน ผลจากการร่วมประชุมกับชาวบ้าน ทำให้ทราบข้อมูลด้านการผลิตพืชในรอบปีของชุมชน ซึ่งผลที่ตามมา คือ ทราบศักยภาพว่าจะมีวัสดุอาหารแพะนมอย่างไร ผลการร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิด้านการเลี้ยงแพะนม เพื่อหากลุ่มเกษตรกรที่มีความพร้อมในการทดลองเลี้ยงแพะนมมาเป็นผู้ร่วมโครงการ ได้ผู้ร่วมโครงการ จำนวน 10 คน

2. ชนิด ปริมาณ ฤดูกาล และคุณค่าทางอาหารของพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของชุมชนบ้านป่าไม้แดง พบว่า พืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของชุมชนป่าไม้แดง จำแนกออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

- 2.1 พืชอาหารสัตว์ในธรรมชาติ
- 2.2 วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร
- 2.3 ใบพืชผลไม้ที่ปลูกในบ้าน
- 2.4 วัสดุเหลือใช้จากตลาดสดและโรงงาน

วิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร คือ วัตถุดิบแห้ง โปรตีนหยาบ และเยื่อใย เพื่อทราบแนวทางการนำมาใช้ร่วมกันเป็นอาหารแพะนม

3. ผลการศึกษาวิธีการเลี้ยงแพะนมด้วยพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรกับเกษตรกรบ้านป่าไม้แดง โดยจัด 6 กิจกรรม มีผลการดำเนินกิจกรรม ดังนี้ คือ

3.1 กิจกรรม การเรียนรู้เรื่องแพะจากการปฏิบัติงานจริง ได้ผลการดำเนินกิจกรรม ดังนี้ คือ

ก) ผู้ร่วมโครงการ จำนวน 10 คน เรียนรู้ทักษะในการเลี้ยงแพะในขั้นพื้นฐาน จากผู้เชี่ยวชาญด้านการเลี้ยงแพะมาให้ความรู้

ข) สร้างคอกเลี้ยงแพะในพื้นที่สาธารณะของชุมชน จำนวน 1 คอก ในพื้นที่สาธารณะของชุมชน บริเวณสถานีอนามัย

ค) การประชุมวางแผนการเลี้ยงแพะ ผลคือ ได้แพะเพศผู้จำนวน 3 ตัว มาเลี้ยงโดยให้ชาวบ้านช่วยกันดูแลเอาพืชอาหารสัตว์ที่มีอยู่ในบริเวณบ้านหรือหาได้มาให้แพะกิน โดยแบ่งการเลี้ยงวันละ 2 คน วันจันทร์ถึงวันศุกร์ หัวหน้ากลุ่มจะเป็นผู้ดูแลเองในวันเสาร์ และอาทิตย์

ง) นำแพะมาเลี้ยง เมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม 2551 - 13 สิงหาคม 2551 เป็นเวลา 90 วัน

จ) การประชุมสรุปผลการทดลองเลี้ยงแพะ สรุปได้ว่า แพะที่นำมาทดลองมีน้ำหนักโดยเฉลี่ย 16 กิโลกรัม หลังการทดลองแพะมีน้ำหนักเฉลี่ย 31 กิโลกรัม ชาวบ้านทุกคนมีความมั่นใจที่จะเลี้ยงแพะนม เพราะจากผลการทดลอง พบว่า แพะนมเป็นสัตว์ที่เลี้ยงง่าย หาอาหารเก่ง มีภูมิคุ้มกันสูงให้ลูกดก มีต้นทุนในการเลี้ยงที่ต่ำและเหมาะสมกับลักษณะของท้องถิ่น

3.2 กิจกรรม สรุปผลการเลี้ยงแพะในขั้นทดลอง เพื่อให้ผู้ร่วมโครงการสรุปผลการเลี้ยงเพื่อวางแผนการเลี้ยงแพะ และกำหนดรูปแบบในการเลี้ยงแพะในกลุ่มให้มีความชัดเจน ได้ผลสรุป คือ

ก) ชาวบ้านได้เรียนรู้ว่า แพะกินอาหารที่เป็นใบมากกว่าการกินหญ้าแพะเป็นสัตว์ที่เลือกกินอาหารไปเรื่อย ๆ ไม่จำเจ เมื่อพืชอาหารสัตว์ถูกเหยียบแพะก็จะไม่กินอาหารนั้นอีก ดังนั้นการเลี้ยงแพะจึงควรเลี้ยงแบบปล่อย ให้กินอาหารที่ข้าซาก แพะก็จะไม่กิน แพะชอบกินกล้วยสุก ใบกล้วย และกระถิน

ข) กำหนดรูปแบบในการเลี้ยงแพะในกลุ่มให้มีความชัดเจน ในขอบเขตการเลี้ยงที่เป็นไปได้ 3 แบบ คือ 1) การเลี้ยงแบบผูกล่าม การเลี้ยงแบบผูกล่ามนั้นจะใช้เชือกผูกหลักไว้เหมือนกับการเลี้ยงวัวในบริเวณที่มีพืชอาหารสัตว์ 2) การเลี้ยงแบบปล่อย โดยปล่อยให้แพะหากินเองตามถนนและที่สาธารณะ 3) การเลี้ยงแบบขังคอก โดยการขังแพะไว้ในคอกแล้วหาอาหารมาให้กิน

ค) สรุปได้ว่ากลุ่มชาวบ้านจะเลี้ยงแพะ ทั้งการเลี้ยงแบบผูกล่าม และการเลี้ยงแบบปล่อย

3.3 กิจกรรม สร้างความเข้าใจในการดำเนินงานวิจัย ผู้วิจัยชี้แจงแก่ผู้ร่วมโครงการ เพื่อทำความเข้าใจกับทีมวิจัยชุมชนถึงเป้าหมายของงานวิจัย และการเก็บข้อมูลที่ใช้นางานวิจัย

ก) ผู้วิจัยประสงค์จะเปรียบเทียบการเลี้ยงแพะนม 1) แบบฟาร์มโดยการใช้หญ้าแห้งและอาหารสำเร็จรูปที่ซื้อมาจากบริษัทโดยวิธีการเลี้ยงแบบขังคอก เปรียบเทียบกับ 2) การเลี้ยงแบบใช้พืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้โดยการนำเอาพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้ในธรรมชาติ โดยจะเปรียบเทียบลักษณะด้าน ปริมาณ คุณภาพและต้นทุนการผลิตนมแต่ผู้ร่วมโครงการกำหนดรูปแบบงานวิจัยเอง โดยประสงค์จะเปรียบเทียบการเลี้ยงแพะนม 4 รูปแบบ ดังต่อไปนี้

แบบที่ 1 การเลี้ยงด้วยพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้กับอาหารสำเร็จรูป

แบบที่ 2 การเลี้ยงแบบพืชอาหารสัตว์ตามธรรมชาติเสริมด้วยข้าวเปลือก

แบบที่ 3 เลี้ยงด้วยพืชอาหารสัตว์ตามธรรมชาติเสริมด้วยข้าวเปลือก

แบบที่ 4 เลี้ยงด้วยพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุตามธรรมชาติ

ข) ผู้วิจัยทำความเข้าใจกับทีมวิจัยชุมชนถึงเป้าหมาย และการเก็บข้อมูลงานวิจัยที่ยังคงเดิม คือ ลักษณะด้าน ปริมาณ คุณภาพและต้นทุนการผลิตนม

3.4 กิจกรรมการศึกษาดูงานการเลี้ยงแพะนม ผู้ร่วมโครงการกำหนดสถานที่ดูงาน คือ โครงการฟาร์มตัวอย่างในสมเด็จพระนางเจ้าพระราชินีนาถ หมู่บ้านดงเย็น อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ทำกิจกรรมตามแผนงานที่กำหนด ศึกษาดูงานตามหัวข้อเรื่องและสอบถามตามคำถามที่เตรียมไว้ก่อนการไปดูงาน พบว่า โครงการฟาร์มตัวอย่างฯ ใช้เศษวัสดุเหลือใช้ทางด้านการเกษตรที่เหลือจากการตกแต่งพืชผัก

ผลไม้มาเป็นอาหารแพะ และเสริมด้วยอาหารแพะที่ผลิตขึ้นเองในโครงการ การเก็บเกี่ยวความรู้ของผู้ร่วมโครงการ ดังนี้ 1) ได้เห็นสถานที่เลี้ยงแพะที่เป็นระบบฟาร์ม 2) เพิ่มพูนประสบการณ์การเลี้ยงแพะจากผู้เชี่ยวชาญและมีความรู้ในการเลี้ยงแพะนม 3) ความรู้ในด้านการจัดการด้านสถานที่เลี้ยง โรงเรือน และอุปกรณ์ในการให้อาหารการจัดการเกี่ยวกับอาหารของแพะนม การดูแลรักษาสุขภาพ

3.5 กิจกรรมการสร้างโรงเรือนเลี้ยงแพะนม เพื่อให้ผู้ร่วมโครงการทำงานร่วมกันในการสร้างคอกแพะนมที่บ้านของผู้ร่วมโครงการแต่ละคน โดยการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในชุมชน โดยเลือกรูปแบบโรงเรือนในลักษณะที่แตกต่างกันตามความเหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศ

วันที่ 1-3 มิถุนายน 2551 จำนวน 7 คอก และวันที่ 4 มิถุนายน 2551 จำนวน 3 คอก รวมเป็น 10 คอก ครบตามผู้ร่วมโครงการทุกคน

3.6 กิจกรรมส่งมอบแพะนมให้ผู้ร่วมโครงการ และทำความเข้าใจในเงื่อนไขและการรับผิดชอบดูแลแพะนมที่ได้รับมอบ

1) วันที่ 15 มิถุนายน 2551 โดยการจับฉลากผู้เลี้ยงจำนวน 10 ตัว คือ นายสุวัฒน์ เกอากัย นายอินสอน พันธุ์ราษฎร์ นายดวงคำ ศรีอ่อน นายทวี ศรีอ่อน นายเฉลิม จิระกันต์ รายละเอียด 2 ตัว

2) วันที่ 15 กรกฎาคม 2551 โดยการจับฉลากผู้เลี้ยงจำนวน 11 ตัว คือ นายทองสุข ดาวเคียงกัน นายเข้า ทองสุข นายประวัตี มหาวรรณ นายสุนทร พิลัยหล้า รายละเอียด 2 ตัว และนายประเวศ พิลัยหล้า จำนวน 3 ตัว วิธีการเลี้ยงดูแพะผู้ร่วมโครงการได้เลือก เป็น 4 แบบ ตามขั้นตอนที่ 3.3 ดังนี้

แบบที่ 1 การเลี้ยงด้วยพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้กับอาหารสำเร็จรูป โดยนายเฉลิม จิระกันต์

แบบที่ 2 การเลี้ยงแบบพืชอาหารสัตว์ตามธรรมชาติเสริมด้วยข้าวเปลือก โดยนายสุวัฒน์ เกอากัย

แบบที่ 3 เลี้ยงด้วยพืชอาหารสัตว์ตามธรรมชาติเสริมด้วยข้าวเปลือก โดยนายทวี ศรีอ่อน

แบบที่ 4 เลี้ยงด้วยพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุตามธรรมชาติ โดยนายอินสอน พันธุ์ราษฎร์

4. ผลการศึกษาปริมาณ คุณภาพ และต้นทุนการผลิตนมแพะตามวิธีที่ผู้ร่วมโครงการตัดสินใจเลือก ผลจากการเลี้ยงแพะในรูปแบบต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 1 2 และ 3 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลให้ผู้ร่วมโครงการรับทราบ

ตารางที่ 1 ปริมาณน้ำนมเฉลี่ยของแพะที่ได้จากการศึกษา

ลักษณะที่ศึกษา/เจ้าของแพะ	แบบที่ 1	แบบที่ 2	แบบที่ 3	แบบที่ 4
จำนวนแพะที่เลี้ยง และเก็บข้อมูล (ตัว)	2	1	2	2
จำนวนครั้งที่บันทึกข้อมูล	30	30	30	30
ปริมาณน้ำนมเฉลี่ย (กก./วัน)	1.78 ^a	1.90 ^a	1.18 ^b	1.16 ^b

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำนมที่มีอักษรกำกับต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำมันพะจากการเลี้ยงทั้ง 4 แบบ

แบบที่	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	แคลเซียม (%)	ฟอสฟอรัส (%)	เหล็ก (%)
1	3.20	3.38	120.45	99	0.045
2	3.34	3.55	125.72	104	0.047
3	3.22	3.45	121.20	100	0.045
4	3.20	4.03	120.45	99	0.045
ชาแนน	3.56	4.14	134	111	0.05

ตารางที่ 3 ต้นทุนของการเลี้ยงพะนมทั้ง 4 แบบ

รายการ	นายเฉลิม	นายสุวัฒน์	นายทวี	นายอินสอน
ค่าอาหาร	2,590	1,120	441	0
ค่าแรง	12,950	11,200	11,025	11,025
ค่าใช้จ่าย	2,590	2,240	2,205	2,170
ค่าเสื่อมโรงเรือน	500	500	500	500
ค่าเสื่อมพันธุ์	187.5	187.5	187.5	187.5
ระยะรีดนม	259	224	220	217
ปริมาณนม	667.1	408.8	525.7	476
จำนวนลูกพะ	2	2	3	4
รายได้	3,000	3,000	4,500	6,000
รวมรายจ่าย	18,817.5	15,247.5	14,358.5	13,882.5
รายจ่ายสุทธิ	15,817.5	12,247.5	9,858.5	7,882.5
ต้นทุนนม/กก.	23.71	29.95	18.75	16.56

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

1. ด้านบริบทของชุมชน และข้อมูลด้านการเกษตรในรอบปีของชุมชน โดยการจัดประชุมชาวบ้านในชุมชน ทราบว่า อาชีพการเกษตรเป็นพื้นฐานของชุมชนที่มีคนเกี่ยวข้องมากที่สุด และในปี 2551 ได้มีการกำหนดกิจกรรมการเลี้ยงพะนมไว้ในแผนแม่บทชุมชน ผลจากการร่วมประชุมกับชาวบ้าน ได้ข้อมูลด้านการผลิตพืชในรอบปีของชุมชน ซึ่งผลที่ตามมา คือ ทราบศักยภาพว่ามีวัสดุอาหารพะนมอย่างไร ได้ผู้ร่วมโครงการ จำนวน 10 คน

2. ชนิด ปริมาณ ฤดูกาล และคุณค่าทางอาหารของพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของชุมชนบ้านป่าไม้แดง พบว่า พืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรของชุมชนป่าไม้แดง จำแนกออกเป็น 4 ประเภท คือ 1) พืชอาหารสัตว์ในธรรมชาติ 2) วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร

3) ใบพืชผลไม้ที่ปลูกในบ้าน 4) วัสดุเหลือใช้จากตลาดสดและโรงงาน การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ทำให้ทราบแนวทางการนำมาใช้ร่วมกันเป็นอาหารแพะนม

3. การศึกษาวิธีการเลี้ยงแพะนมด้วยพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรกับเกษตรกรบ้านป่าไม้แดง โดยจัด 6 กิจกรรม มีผลการดำเนินกิจกรรม ดังนี้ คือ

3.1 การเรียนรู้เรื่องแพะจากการปฏิบัติงานจริง ได้ผลการดำเนินกิจกรรม ดังนี้ คือ นำแพะมาเลี้ยง เมื่อวันที่ 16 พฤษภาคม 2551 - 13 สิงหาคม 2551 เป็นเวลา 90 วัน

3.2 สรุปผลการเลี้ยงแพะในขั้นทดลอง เพื่อให้ผู้ร่วมโครงการสรุปผลการเลี้ยงเพื่อวางแผนการเลี้ยงแพะ คือ จะเลี้ยงแพะแบบการเลี้ยงแบบผูกล่าม และ การเลี้ยงแบบปล่อย

3.3 การสร้างความเข้าใจในการดำเนินงานวิจัย ผู้ร่วมโครงการกำหนดรูปแบบงานวิจัยเอง โดยประสงค์จะเปรียบเทียบการเลี้ยงแพะนม 4 รูปแบบ ดังต่อไปนี้

แบบที่ 1 การเลี้ยงด้วยพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุเหลือใช้กับอาหารสำเร็จรูป

แบบที่ 2 การเลี้ยงแบบพืชอาหารสัตว์ตามธรรมชาติเสริมด้วยข้าวเปลือก

แบบที่ 3 เลี้ยงด้วยพืชอาหารสัตว์ตามธรรมชาติเสริมด้วยข้าวเปลือก

แบบที่ 4 เลี้ยงด้วยพืชอาหารสัตว์และเศษวัสดุตามธรรมชาติ

3.4 การศึกษาดูงานการเลี้ยงแพะนมที่โครงการฟาร์มตัวอย่างในสมเด็จพระนางเจ้าพระราชินีนาถ หมู่บ้านดงเย็น อำเภोजอมทอง จังหวัดเชียงใหม่

3.5 กิจกรรม การสร้างโรงเรือนเลี้ยงแพะนม เพื่อให้ผู้ร่วมโครงการทำงานร่วมกันในการสร้างคอกแพะนมที่บ้านของผู้ร่วมโครงการแต่ละคน โดยการใช้วัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในชุมชน โดยเลือกรูปแบบโรงเรือนในลักษณะที่แตกต่างกันตามความเหมาะสมกับสภาพภูมิประเทศจำนวนรวมเป็น 10 คอก ครอบคลุมผู้ร่วมโครงการทุกคน

3.6 การส่งมอบแพะนมให้ผู้ร่วมโครงการ และทำความเข้าใจในเงื่อนไขและการรับผิดชอบดูแลแพะนมที่ได้รับมอบ จำนวน 21 ตัว โดยการจับฉลากรายละเอียด 2 ตัว และมีหนึ่งรายได้รับแพะ จำนวน 3 ตัว

4. แสดงผลการศึกษาปริมาณ คุณภาพ และต้นทุนการผลิตนมแพะที่ผู้ร่วมโครงการตัดสินใจเลือกเลี้ยงแพะในรูปแบบต่างๆ ให้ผู้ร่วมโครงการรับทราบ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ปราโมช ศีตะโกเศศ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของงานวิจัย จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และรองศาสตราจารย์สมชาย องค์กรประเสริฐ ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีการวิจัยและการสร้างเครื่องมือต่างๆ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย ที่ได้ให้ทุนวิจัยในครั้งนี้ และพี่เลี้ยงที่ให้คำแนะนำและชี้แนะวิธีการทำวิจัยร่วมกับชาวบ้านจนงานวิจัยนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณหัวหน้าผู้นำชุมชนบ้านป่าไม้แดงและคณะผู้วิจัยที่ให้ความร่วมมืออย่างดีตลอดระยะเวลาของระยะการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ธีรพงศ์ ธีรภัทรกุล. 2525. การเลี้ยงแพะเชิงธุรกิจ. ใน Wilkinson, J.N. and A.S. Barbara (eds.) **Commercial Goat Production**. 197 p.
- เชาวลิต พานิชอัตรา ศุภสิน สุริยะ และชาญชัย มณีดุลย์. 2529. การศึกษาเปรียบเทียบการใช้หญ้าซอกัมแดงสดแห้ง และหมักในการขุนแกะ รายงานการประชุมทางวิชาการสาขาสัตว. ครั้งที่ 24 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ. น 36-41.
- ธรรมโชติ ชื่นนิรันดร์. 2525. การศึกษาคุณค่าทางอาหารของวัสดุทิ้งเปล่าบางอย่างในการใช้เป็นโปรตีนของสัตว์เคี้ยวเอื้อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ. 92 น.
- บุญเสริม ชีวอิสระกุล. 2546. การเลี้ยงและการจัดการแพะ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่. 145 น.
- ปัญญา ธรรมศาล ประเสริฐ โพธิจันทร์ และสมน โพธิจันทร์. 2540. การใช้ใบกระถินแห้งเป็นอาหารหยาบขุนแกะ. วารสารสัตวบาล. 7(39): 79-85.
- พรศรี ชัยรัตน์ฤทธิ์. 2531. อาหารและการให้อาหารแพะ-แกะ. เอกสารการฝึกอบรมการเลี้ยงแพะ-แกะ ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ. น 92-112.

สาขาเกษตรศาสตร์:
เทคโนโลยีการประมง

การสำรวจสัตว์น้ำในบริเวณแนวหญ้าทะเลอ่าวมะขามป้อม จังหวัดระยอง

Survey on Aquatic Animals in Seagrass Beds of Makhampom Bay

Rayong Province

อริยวรรณ รัตนพันธ์^{1*} ชัชรี แก้วสุริยิต² และอิสริยา วุฒิสินธุ์¹
Ariyawat rattanaphun^{1*}, Chatcharee Keawsuralikit² and Idsariya Wudtisiri¹

¹ภาควิชาการจัดการประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

²ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

¹Department of Fisheries Management, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok, Thailand 10900

²Department of Fisheries Biology, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok, Thailand 10900

*Corresponding author: ariyawat_99@hotmail.com

บทคัดย่อ

การเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำในแนวหญ้าทะเลบริเวณอ่าวมะขามป้อมตามแนวชายฝั่งโดยใช้อวนทับตลิ่งระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2550 ถึงเดือนกันยายน 2551 เป็นประจำทุก 2 เดือน ได้ตัวอย่างสัตว์น้ำ 773 ตัว จำแนกออกเป็น 19 วงศ์ 22 ชนิด พบว่า ในช่วงเดือนมกราคมมีความหลากหลายของชนิดสูงสุด คือ 10 ชนิดและมีปริมาณสัตว์น้ำ คือ 127 ตัว มีค่าผลผลิตสูงสุด คือ 0.68 กรัมต่อตารางเมตร เนื่องจากในช่วงฤดูหนาวจะมีการเจริญเติบโตของหญ้าทะเลค่อนข้างสูงเนื่องจากคลื่นลมทะเลสงบ ทำให้หญ้าทะเลสามารถดักตะกอนสารอินทรีย์ที่ไหลจากฝั่งลงสู่ทะเลจำนวนมากจึงมีการเข้ามาอาศัยของสัตว์น้ำเป็นจำนวนมาก และทำการศึกษาร่องรอยการประกอบอาหารในกระเพาะอาหารสัตว์น้ำ พบว่า มีสัดส่วนของปลากินพืชต่อปลากินเนื้อ คือ 1:2 ปลากินพืชต่อปลาทั้งหมด คือ 1:4 ปลากินเนื้อต่อปลาทั้งหมดคือ 1:1 เป็นดัชนีแสดงความสมบูรณ์ของอ่าวมะขามป้อม

คำสำคัญ: การสำรวจ สัตว์น้ำ หญ้าทะเล อ่าวมะขามป้อม

Abstract

This study investigate fishery activity in seagrass beds at Makhampom bay. It was done by using beach seine to catch fish conducting from November 2007 to December 2008. Data collection was done six times per year (every 2 month). There were 773 fishes that classified sections into 19 families, and 22 species in this bay. The standing crop and diversity was high in January, finding 127 fishes and 10 species of fish. Standing crop was found to be 0.68 g/m². This result from winter seasonal. Seagrass was rapid growth in this season because of calm wind. In addition, Seagrass can capture nutrient from ground resulting to a large amount of fish in seagrass bed. This paper study composing of food in stomach fish. It found that proportion of herbivorous fishes per carnivorous fishes (1:2), herbivorous fishes per total fishes (1:4), and carnivorous fishes per total fishes (1:1). These proportion are shown as index of fertility of Makhampom Bay

Keywords: survey, aquatic, seagrass, Makhampom bay

คำนำ

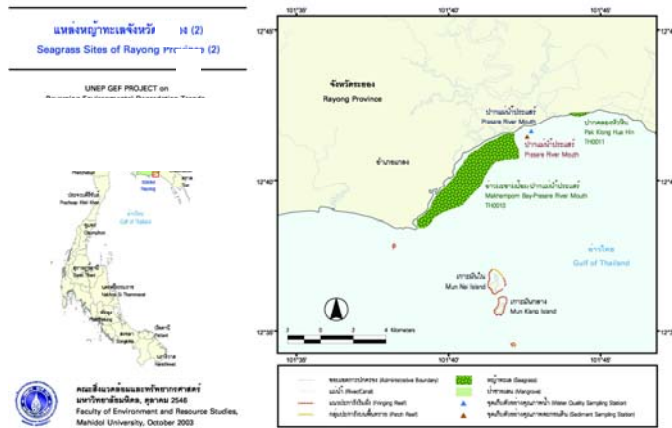
ระบบนิเวศหญ้าทะเล เป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญระบบหนึ่ง ซึ่งเป็นพืชมีดอกที่ปรับตัวให้ดำรงชีวิตอยู่ตามพื้นที่ท้องทะเลที่เป็นโคลนละเอียดถึงทรายหยาบ พบบริเวณน้ำกร่อยจนถึงเขตแนวปะการัง ทั้งฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน แหล่งหญ้าทะเลทำหน้าที่เสมือนระบบนิเวศที่เชื่อมโยงระหว่าง ระบบนิเวศป่าชายเลนและแนวปะการัง มีสัตว์น้ำบางชนิดที่อพยพหากินไปมาระหว่างหญ้าทะเลกับป่าชายเลน และหญ้าทะเลกับแนวปะการัง และแหล่งหญ้าทะเลยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำนานาชนิด ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ลูกปลาเก๋า ปูม้า ปลิงทะเล และที่สำคัญเป็นแหล่งอาหารของพะยูน สัตว์ที่ใกล้สูญพันธุ์ของโลก นอกจากนี้แหล่งหญ้าทะเลยังทำหน้าที่ลดความรุนแรงของคลื่น กระแสน้ำ ที่พัดเข้าสู่ชายฝั่งและสามารถลดอัตราการกัดเซาะของชายฝั่งทะเลได้ และเป็นบริเวณที่มีการสะสมของตะกอนและสารอินทรีย์ต่างๆ จำนวนมากที่ไหลมาจากพื้นที่บนบกลงสู่ทะเล ส่งผลให้แนวหญ้าทะเลเป็นบริเวณที่มีสารอาหารจำนวนมาก เหมาะแก่การเจริญเติบโตของพืชและหญ้าทะเล ทำให้ผลผลิตเบื้องต้นบริเวณแนวหญ้าทะเลมีปริมาณสูง รากของหญ้าทะเลช่วยเพิ่มออกซิเจนในดินตะกอนชายฝั่ง นอกจากนี้แนวหญ้าทะเลยังทำหน้าที่รับส่งแร่ธาตุกับระบบนิเวศใกล้เคียง (สมบัติ, 2531; สมหมาย, 2538)

อ่าวมะขามป้อม ตั้งอยู่ในพื้นที่ ตำบลกร่ำ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง แนวหญ้าทะเลของอ่าวมะขามป้อม มีพื้นที่ 9.7 ตารางกิโลเมตร มีหญ้าทะเลทั้งหมด 5 ชนิดคือ *Halophila ovalis*, *Halophila decipiens*, *Halophila beccarii*, *Halodule uninervis*, *Halodule pinifolia* (ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันออก, 2546) สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน (2549) รายงานว่า บริเวณอ่าวมะขามป้อมมีความสำคัญทางนิเวศในการเป็นแหล่งอนุบาลลูกปูม้า ลูกปลาช่อนทราย ลูกปลาหมูสี และลูกกุ้ง เป็นแหล่งประมงสัตว์น้ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ มากมาย ทั้งกุ้งทะเล ได้แก่ กุ้งกุลาดำ หอยทะเล ได้แก่ หอยเสียบ หอยครง ปูทะเล ได้แก่ ปูม้า ปูดำ และปลาทะเล ได้แก่ ปลากะพง ปลากะรัง รวมทั้งเป็นที่อยู่อาศัยของปลิงทะเล ฯลฯ และมีรายงานการพบพะยูนเข้ามาหาอาหารทุกปี (pollution control department, 2003) ในแนวหญ้าทะเลของพื้นที่ดังกล่าวจึงมีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรต่างๆ อย่างมากมาย ได้แก่ การทำประมงอวนลาก อวนทับตลิ่ง และอวนรุนขนาดเล็ก โดยมีชาวประมงในท้องถิ่นและชาวประมงจากพื้นที่ใกล้เคียงเข้าไปทำการประมง ซึ่งอาจจะเสี่ยงต่อการเสื่อมโทรมของทรัพยากรสัตว์น้ำและแนวหญ้าทะเลบริเวณชายฝั่งอ่าวมะขามป้อม จึงทำการศึกษาในส่วนของนิเวศวิทยาของสัตว์น้ำในบริเวณแนวหญ้าทะเลบริเวณอ่าวมะขามป้อม และหวังว่าข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปใช้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการบริหารจัดการและแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรให้มีความสมบูรณ์และสามารถใช้ประโยชน์สูงสุดและเกิดความยั่งยืนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้ได้กำหนดสถานที่เก็บตัวอย่างจากบริเวณอ่าวมะขามป้อม และจากชาวประมงที่ทำการประมงในพื้นที่ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 อ่าวมะขามป้อม จังหวัดระยอง (ชิษณุพงศ์ และคณะ, 2547)

การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่องมือประมงอวนทับตลิ่ง และเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำบริเวณแนวหญ้าทะเล ทุก 2 เดือน เป็นเวลา 1 ปี ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2550 ถึงเดือนกันยายน 2551 ตามวิธีการของสมหมาย (2538)

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

นำสัตว์น้ำที่จับแยกชนิด ชั่งน้ำหนัก วัดความยาว ผ่าท้องเพื่อแยกชนิดอาหารในกระเพาะอาหาร ตามวิธีการของ สมหมาย (2538)

การวิเคราะห์ข้อมูล

การจำแนกชนิดสัตว์น้ำสามารถแยกได้ด้วยสายตาตามคู่มือการจำแนกชนิดสัตว์น้ำและการจำแนกอาหารที่พบในกระเพาะอาหาร โดยการประมาณด้วยสายตา ตามชนิดและปริมาณอาหารที่พบในกระเพาะ เพื่อแบ่งประเภทการกินอาหารของปลาทะเลในแต่ละกลุ่ม และดูถึงแหล่งที่มาของอาหารที่มีในกระเพาะ รวมทั้งแหล่งที่อยู่อาศัยของปลาแต่ละชนิด และพฤติกรรมการกินอาหารของสัตว์น้ำ จำแนกชนิดของอาหาร เป็น 12 ประเภท ตามวิธีการของ Hynes (1950) โดยมีรูปแบบการจำแนกดังนี้

- ปลา ได้แก่ ปลาทั้งตัว รวมถึงชิ้นส่วนของกระดูก เกล็ด และก้านครีบ
- หอย ได้แก่ หอยฝาเดียว หอยสองฝา อาจเป็นทั้งตัวหรือเปลือก
- แมลง ได้แก่ แมลงบก แมลงน้ำทั้งตัวรวมไปถึงเศษขา ปีก หัว
- กุ้งฝอย ได้แก่ กุ้งทั้งตัว เปลือกกุ้ง หัว ตลอดจนระยางค์ในการว่ายน้ำ
- โอลิโกคีต ได้แก่ ใส้เดือนน้ำ
- แพลงก์ตอนสัตว์ ได้แก่ โรติเฟอร์ (rotifer) โคพีพอด (copepod) ไรน้ำ (cladoceran)
- แพลงก์ตอนพืช ได้แก่ สาหร่ายสีเขียว ไดอะตอมและแพลงก์ตอนพืชกลุ่มอื่นๆ
- เบนทิก แอลจี ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและเบนทิกไดอะตอม (benthic diatom)
- พืช ได้แก่ ชิ้นส่วนต่างๆ ของพืชซึ่งรวมถึงใบ ดอก ลำต้น และราก
- เศษซาก ได้แก่ เศษดิน ทราयीที่มีอนุภาคเล็กละเอียด
- ไม่สามารถจำแนกได้ ได้แก่ อาหารที่ผ่านการย่อยและไม่สามารถจำแนกกลุ่มได้

- อื่นๆ ได้แก่ สิ่งที่พบนอกเหนือจากกลุ่มอาหารที่ได้กล่าวมาข้างต้น
แบ่งชนิดของอาหารที่พบเป็น 5 ระดับคะแนน โดยการประมาณด้วยสายตาที่มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ชนิดของอาหารที่พบในสัดส่วน 0-5%	ระดับคะแนน 1 คะแนน
ชนิดของอาหารที่พบในสัดส่วน 5-10%	ระดับคะแนน 2 คะแนน
ชนิดของอาหารที่พบในสัดส่วน 10-20%	ระดับคะแนน 3 คะแนน
ชนิดของอาหารที่พบในสัดส่วน 20-50%	ระดับคะแนน 4 คะแนน
ชนิดของอาหารที่พบในสัดส่วน 50% ขึ้นไป	ระดับคะแนน 5 คะแนน

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาชนิดและปริมาณของสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในแนวหญ้าทะเล

ทำการการเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำตามแนวชายฝั่งจำนวน 6 ครั้ง ระยะเวลา 1 ปี พบว่า มีสัตว์น้ำทั้งสิ้น 19 วงศ์ 22 ชนิด แบ่งเป็นปลา 14 วงศ์ 17 ชนิด ปู 3 วงศ์ 3 ชนิด หอย 2 วงศ์ 2 ชนิด ที่อาศัยในแนวหญ้าทะเล ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 วงศ์และชนิดของสัตว์น้ำที่พบในแนวหญ้าทะเลพื้นที่อ่าวมะขามป้อม

วงศ์	ชนิด
1. Family Arcidae	<i>Anadara granosa</i> (หอยแครง)
2. Family Belonidae	<i>Tylosurus annulatus</i> (ปลากระทุงเหว)
3. Family Bothidea	<i>Pseudorhombus arsiu</i> (Ham.&Buch.) (ปลาใบขนุน)
4. Family Clupeiformes	<i>Clupea</i> (Harengula) <i>bulan</i> (Valenciennes) (ปลาหลังเขียว)
5. Family Hemirhamphidae	<i>Hemirhamphus gaimardi</i> (ปลากระทุงเหวปากแดง)
6. Family Leiognathidae	<i>Gerres oyena</i> (ปลาเกล็ดข้าวเม้า) <i>Leiognathus elongates</i> (ปลาแป้นแก้ว)
7. Family Lutjanidae	<i>Lutjanus russelli</i> (Bleeker) (ปลากะพงข้างป่าน)
8. Family Matutidae	<i>Matuta lunaris</i> (ปูหนุมาน)
9. Family Mugilidae	<i>Mugil vaigiensis</i> (ปลากะบอกท่อนใต้)
10. Family Platycephalidae	<i>Platycephalus speculator</i> (ปลาหางควาย)
11. Family Porcellanidae	<i>Portunus pelagicus</i> (ปูม้า)
12. Family Portunidae	<i>Scylla serrata</i> (ปูทะเล)
13. Family Pinnidae	<i>Antrina</i> (Fan shell) (หอยจอบ)
14. Family Rachycentridae	<i>Rachycentron canadus</i> (ปลาช่อนทะเล)
15. Family Scatophagidae	<i>Scatophagus argus</i> (ปลาตะกรับ)
16. Family Scombridae	<i>Rastrelliger kanagurta</i> (Cuvier) (ปลาลัง) <i>Short-bodied mackerel</i> (ปลาทู)
17. Family Siganidae	<i>Siganus oramin</i> (ปลาสลิดหินจุดขาว)
18. Family Sillaginidae	<i>Sillago sihama</i> (ปลาเห็ดโคน)
19. Family Sphyraenidae	<i>Sphyraena obstsata</i> (Cuvier & Valenciennes) (ปลาสากเหลือง)
20. Family Theraponidae	<i>Therapon jarbua</i> (ปลาดูดแอด)

ในส่วนของจำนวนชนิดและน้ำหนักของสัตว์น้ำในแต่ละเดือนจะมีค่าไม่คงที่ เนื่องจาก มีความผันแปรตามฤดูกาล พบว่า ในช่วงฤดูฝน (เดือนพฤษภาคมถึงเดือนมกราคม) เป็นช่วงฤดูฝนจึงมีการชะล้างสารอาหารจากฝั่งลงสู่ทะเลจึงมีการสะสมตัวอยู่บริเวณแนวหญ้าทะเลทำให้มีสัตว์น้ำเข้ามาใช้ประโยชน์เป็นจำนวนมาก ส่วนในช่วงในช่วงฤดูร้อน เริ่มในเดือนกุมภาพันธ์ถึงปลายเดือนเมษายน จะมีค่าไม่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวน น้ำหนัก ค่าผลผลิต (standing crop) ของสัตว์น้ำที่พบในแนวหญ้าทะเล บริเวณอ่าวมะขามป้อม จังหวัดระยอง

ปี/ เดือน	จำนวน (ตัว)	น้ำหนัก (กรัม)	ค่าผลผลิต (กรัม/ตร.ม)
2550 พ.ย.	95	1,427.9	0.55
2551 ม.ค.	127	1,844.7	0.68
มี.ค.	84	465.9	0.18
พ.ค.	106	596.6	0.23
ก.ค.	218	1,456.3	0.56
ก.ย.	143	1,355.4	0.53

สัตว์น้ำที่มีจำนวนสูงสุดในแนวหญ้าทะเลของพื้นที่อ่าวมะขามป้อม คือ ปลาเห็ดโคน (*Sillago sihama*) จำนวน 147 ตัว ซึ่งเป็นปลาที่พบทุกรอบของการเก็บตัวอย่าง โดยจะพบจำนวนมากแต่น้ำหนักไม่มาก เนื่องจากเป็นปลาที่โตเต็มวัยมีขนาดปานกลาง (น้ำหนักไม่เกิน 5 กรัม) คิดเป็น 29 เปอร์เซ็นต์ของสัตว์น้ำทั้งหมดและปลากะตุงเหวปากแดง (*Hemirhamphus gaimardi*) ซึ่งเป็นปลาที่พบทุกเดือนของการเก็บตัวอย่าง โดยจะพบจำนวนมากแต่น้ำหนักไม่มาก เนื่องจากเป็นปลาที่โตเต็มวัยมีขนาดปานกลาง (น้ำหนักไม่เกิน 40 กรัม) คิดเป็น 19 เปอร์เซ็นต์ของสัตว์น้ำทั้งหมด

สัตว์น้ำที่มีจำนวนรองลงมาในแนวหญ้าทะเลของพื้นที่อ่าวมะขามป้อม คือ ปลาแป้นแก้ว (*Leiognathus decorus*) ซึ่งเป็นปลาที่พบทุกเดือนของการเก็บตัวอย่าง โดยจะพบจำนวนมากแต่น้ำหนักไม่มาก เนื่องจากเป็นปลาที่โตเต็มวัยมีขนาดปานกลาง (น้ำหนักไม่เกิน 2 กรัม) คิดเป็น 15.2 เปอร์เซ็นต์ของสัตว์น้ำทั้งหมด โดยมีสัดส่วนของ ปลากินพืชต่อปลากินเนื้อคือ (1:3) ปลากินพืชต่อปลาทั้งหมดคือ (1:4) ปลากินเนื้อต่อปลาทั้งหมดคือ (4:1) คิดจากปลาที่จับได้ 17 ชนิด

สัตว์น้ำที่พบแต่ไม่บ่อยครั้งในแนวหญ้าทะเล หอยจอบ (*Antrina* Fan shell) หอยแครง (*Anadara granosa*) หอยตลับ (*Meretrix meretrix*) ปูม้า (*Portunus pelagicus*) เนื่องจากเครื่องมือประมงที่ใช้จับสัตว์น้ำ คือ อวนทับตลิ่ง จึงไม่สามารถที่จะจับหอยที่ฝังอยู่ในทรายได้

การศึกษานี้ของอาหารที่พบในกระเพาะอาหารสามารถจัดแบ่งกลุ่มตามประเภทของอาหารที่ปลากินดังนี้

1. ปลาที่กินพืชเป็นอาหาร (herbivorous) ได้แก่ ปลากะตุงเหวปากแดง (*Hemirhamphus gaimardi*) ปลาสลิดหินจุฑาขาว (*Siganus oramin*)

2. ปลาที่กินสัตว์เป็นอาหาร (carnivorous) ได้แก่ ปลากระพงข้างปาด (*Lutjanus russelli* Bleeker) และปลาข้างตะเกา (*Therapon jarbua*)
3. ปลาที่กินเศษซากเป็นอาหาร (detritivorous) ได้แก่ ปลาหางควาย (*Platycephalus speculator*)
4. ปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์ (omnivorous) ได้แก่ ปลาแบนแก้ว (*Leiognathus decorus*) และปลาข้างลาย (*Pelates sexlineatus*)

ผลการศึกษานิสัยของอาหารที่สัตว์น้ำกิน

ทำการแบ่งกลุ่มของอาหารที่สัตว์น้ำกินตามชนิดที่เจอมากที่สุด คือ

1. ปลาเห็ดโคน (*Sillago sihama*) เมื่อผ่าท้อง พบว่า ในกระเพาะอาหารมีเศษกุ้งคิดเป็น 45% หนอนคิดเป็น 15% เศษปลาคิดเป็น 10% และที่ไม่สามารถแยกได้คิดเป็น 30%
2. ปลากระทุงเหวปากแดง (*Hemirhamphus gaimardi*) เมื่อผ่าท้อง พบว่า ในกระเพาะอาหารมีเศษหญ้าทะเลและใบไม้ คิดเป็น 65% ลูกกุ้งคิดเป็น 5% และเศษซากอาหารที่ไม่สามารถแยกได้คิดเป็น 30%
3. ปลาแบนแก้ว (*Leiognathus decorus*) เมื่อผ่าท้อง พบว่า ในกระเพาะอาหารมีเศษปลาคิดเป็น 30% เศษกุ้งคิดเป็น 20% เศษหญ้าทะเลและสาหร่ายคิดเป็น 10% และที่ไม่สามารถแยกได้คิดเป็น 40%
4. ปลาสลิดหินจุดขาว (*Siganus oramin*) เมื่อผ่าท้อง พบว่า ในกระเพาะอาหารมีหญ้าทะเลคิดเป็น 55% และเศษซากอาหารที่ไม่สามารถแยกได้คิดเป็น 45%
5. ปลาออกแดด (*Therapon jarbua*) เมื่อผ่าท้อง พบว่า ในกระเพาะอาหารมีเศษปลาคิดเป็น 55% กุ้งคิดเป็น 20% ไส้เดือนทะเลคิดเป็น 10% และเศษซากอาหารที่ไม่สามารถแยกได้คิดเป็น 15%

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษา พบว่า จำนวนวงศ์และชนิดของสัตว์น้ำที่พบในครั้งนี้คือ 19 วงศ์ 22 ชนิด ในแนวหญ้าทะเลบริเวณอ่าวมะขามป้อม โดยมีค่าผลผลิต (standing crop) อยู่ระหว่าง 0.18-0.66 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับวงศ์จำนวนชนิดของสัตว์น้ำในแนวหญ้าทะเลในพื้นที่อื่นๆ พบว่า มีค่าน้อยเมื่อเทียบกับสมหมาย (2538) ที่พบปลาจำนวน 46 วงศ์ 78 ชนิด ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จังหวัดตรัง ซึ่งมีค่าผลผลิต (standing crop) อยู่ระหว่าง 2.78-9.96 อาจเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. พื้นที่แนวหญ้าทะเลที่ทำการศึกษามีบริเวณอ่าวมะขามป้อมนั้น มีขนาดของพื้นที่ขนาดใหญ่ คือ 9.7 ตารางกิโลเมตร จึงได้รับการจัดเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับนานาชาติในทะเบียนพื้นที่ชุ่มน้ำของเอเชีย และพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีความสำคัญระดับชาติ (วิชญพงศ์ และคณะ, 2547; สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542) จึงทำให้มีสัตว์น้ำเข้ามาอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก แต่ความหนาแน่นของหญ้าทะเลมีปริมาณน้อยกว่าในพื้นที่ของหาดเจ้าไหม ซึ่งมีพื้นที่ 6 ตารางกิโลเมตร
2. ชนิดของเครื่องมือ เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมตัวอย่างสัตว์น้ำ คือ อวนตักตลิ่งซึ่งมีขนาดเล็ก ทำให้สามารถรวบรวมสัตว์น้ำได้มากทั้งชนิดและจำนวนเนื่องจากการล้อมจับสัตว์น้ำในบริเวณที่ทำการศึกษา แต่เครื่องมือชนิดนี้มีข้อเสีย คือ ไม่สามารถจับสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าดินได้ดี เนื่องจากความเร็วในการจับไม่สูงทำให้สัตว์น้ำหลบหนีออกจากอวนโดยการมุดทรายหรือหลบซ่อนในโคนของหญ้าทะเลและจับได้ตอนน้ำลงต่ำสุด

3. ชนิดของสัตว์น้ำที่จำนวนมากในแนวหญ้าทะเลของพื้นที่ทำการศึกษา คือ ปลาเห็ดโคน (*Sillago sihama*) คิดเป็น 29 เปอร์เซ็นต์ของสัตว์น้ำที่จับได้ เนื่องจากปลาเห็ดโคนจะกินสัตว์น้ำขนาดเล็กซึ่งจะพบมากในแนวหญ้าทะเลและชายฝั่ง ได้แก่ หอยขนาดเล็ก กุ้งและลูกปลา รongลงมา คือ ปลากระทุงเหวปากแดง (*Hemirhamphus gaimardi*) คิดเป็น 19 เปอร์เซ็นต์ของสัตว์น้ำที่จับได้ ปลาแป้นแก้ว (*Leiognathus decorus*) คิดเป็น 13 เปอร์เซ็นต์ของสัตว์น้ำที่จับได้ และปลาสลิดหินจุดขาว (*Siganus oramin*) คิดเป็น 7 เปอร์เซ็นต์ของสัตว์น้ำที่จับได้ และสัตว์น้ำอื่นๆ คิดเป็น 32 เปอร์เซ็นต์ของสัตว์น้ำที่จับได้

สรุปผลการวิจัย

1. มีสัตว์น้ำทั้งสิ้น 19 วงศ์ 22 ชนิด แบ่งเป็นปลา 14 วงศ์ 17 ชนิด ปู 3 วงศ์ 3 ชนิด หอย 2 วงศ์ 2 ชนิด ที่จับด้วยเครื่องมือประมงวนทาบตลิ่งในแนวหญ้าทะเลบริเวณอ่าวมะขามป้อม อำเภอแกลง จังหวัดระยอง ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มตาม Kikuchi (1966) โดยใช้จุดประสงค์ของการเข้ามาอาศัยในแนวหญ้าทะเล ก) สัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ประจำในแนวหญ้าทะเล ได้แก่ ปลากระทุงเหวปากแดง (*Hemirhamphus gaimardi*) ปลาสลิดหินจุดขาว (*Siganus oramin*) ข) สัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในแนวหญ้าทะเลเฉพาะฤดูกาลจำนวน ได้แก่ ปลาหลังเขียว (*Clupea (Harengula) bulan (Valenciennes)*) ค) สัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในแนวหญ้าทะเลเป็นการชั่วคราว ได้แก่ ปลาลัง (*Rastrelliger kanagurta (Cuvier)*) ปลาทุ (Short-bodied mackerel) ง) สัตว์น้ำที่อพยพเข้ามาในแนวหญ้าทะเลเป็นบางโอกาส ได้แก่ ปลาช่อนทะเล (*Rachycentron canadus*) และสัตว์หน้าดิน ได้แก่ *Matuta lunaris* (ปูหนุมาน) *Scylla serrata* (ปูทะเล) *Portunus pelagicus* (ปูม้า) *Anadara granosa* (หอยแครง) *Antrina* (Fan shell) (หอยจอบ)

2. ชนิดและปริมาณของสัตว์น้ำในแนวหญ้าทะเลมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยจะพบความแตกต่างกันในระหว่างช่วงฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมกราคม มีจำนวน 562 ตัว และฤดูร้อนมีจำนวน 211 ตัว พบว่า ปลาเห็ดโคน (*Sillago sihama*) ในช่วงฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงปลายเดือนเมษายนที่ไม่มีมรสุมจะมีจำนวนมากกว่าในช่วงฤดูฝน และในฤดูฝนจะพบสัตว์น้ำที่อยู่ในบริเวณป่าชายเลน เข้ามาหากินในแนวหญ้าทะเลเช่นกัน เช่น ปลาตะกรับ (*Scatophagus argus*)

3. จากการศึกษาองค์ประกอบของอาหารในปลาจำนวน 16 ชนิด สามารถจำแนกกลุ่มของสัตว์น้ำในแนวหญ้าทะเล ตามชนิดของอาหารที่ปลากินออกเป็น 4 กลุ่มคือ ก) ปลาที่กินพืชเป็นอาหารจำนวน 4 ชนิด ข) ปลากินเนื้อเป็นอาหารจำนวน 9 ชนิด ค) ปลาที่กินเศษซากเป็นอาหารจำนวน 1 ชนิด ง) ปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์จำนวน 3 ชนิด โดยเฉลี่ยสัตว์น้ำที่มีการเข้ามาในพื้นที่ศึกษาคือปลากินเนื้อเป็นอาหาร โดยมีสัดส่วนของ ปลากินพืชต่อปลากินเนื้อ (1:2) ปลากินพืชต่อปลาทั้งหมด (1:4) ปลากินเนื้อต่อปลาทั้งหมด (1:1)

4. แนวหญ้าทะเลเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อสัตว์น้ำเนื่องจากแหล่งหญ้าทะเลเป็นทั้งแหล่งสืบพันธุ์ วางไข่ อนุบาลสัตว์น้ำ ที่อยู่อาศัยและแหล่งหาอาหารจากการศึกษาองค์ประกอบของอาหารในกระเพาะ พบว่า อาหารที่สำคัญของสัตว์น้ำ คือ พวกรัสเตเชียน ได้แก่ กุ้ง ปู และกลุ่มของแพลงก์ตอนและเป็นสัตว์เกาะติดบนใบหญ้าทะเลและหอยขนาดเล็ก และพบว่าสัตว์น้ำที่มีมากที่สุดใในแนวหญ้าทะเล คือ สัตว์น้ำที่กินเนื้อและสัตว์กินเศษซากเป็นอาหาร เนื่องจากแนวหญ้าทะเลเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำขนาดเล็กจึงทำให้ปริมาณของสัตว์น้ำที่กินพืชมีน้อยกว่าสัตว์น้ำที่กินเนื้อ

เอกสารอ้างอิง

- ชัยณพงศ์ ชาติอาสา ภัทรารุณ พูลสิงห์ สยาม ลววิโรจน์วงศ์ สุระ พัฒนเกียรติ และสุวลักษณ์ สารมณีสพันธุ์.
2547. ข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS database) เล่มที่ 3 หนองทะเล. คณะสิ่งแวดล้อม
และทรัพยากรศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล: กรุงเทพฯ.
- ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันออก. 2546. แผนที่แสดงแหล่งหญ้าทะเลบริเวณ
อ่าวมะขามป้อม จังหวัดระยอง. (เอกสารไม่เผยแพร่).
- สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน. 2549. หญ้าทะเลในน่านน้ำไทย,
กรมทรัพยากรทางทะเล และชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 126 น.
- สมบัติ ภูวชิรานนท์. 2531. การศึกษาสำรวจเบื้องต้นในประชาคมแหล่งหญ้าทะเลบริเวณอ่าวพังงาชายฝั่ง
ทะเลฝั่งอันดามัน. รายงานการสัมมนาวิชาการประมงประจำปี 2531. กรมประมง กระทรวงเกษตร
และสหกรณ์: กรุงเทพฯ.
- สมหมาย เจนกิจการ. 2538. นิเวศวิทยาของปลาในแนวหญ้าทะเล บริเวณอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม
จังหวัดตรัง. วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2542. พื้นที่ชุ่มน้ำภาคกลางและภาคตะวันออก. กระทรวง
วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม: กรุงเทพฯ. 212 น.
- Hynes, H.B.N. 1950. The food of fresh water Stickleback (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus
pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes.
Journal of Animal Ecology. 19: 36-58.
- Pollution control department. 2003. **Environmental Quality of the sea report, Rayong Province**.
Ministry of natural resource and environment: Bangkok.

การใช้เทคนิคชีววิถีเพื่อลดปริมาณสารกลิ่นสาบโคลนในเนื้อปลาบึก
Use of the “*Biological-Way-of-Life*” Technique for Off-flavors Reducing
in the Giant Catfish, *Pangasianodon gigas* (Chevey,1930) Meat

บัญญัติ มนเทียรอาสน์* และขจรเกียรติ ศรีนวลสม

Bunyat Montien-Art* and Khajornkiat Srinuansom

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resource, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: bunyat@mju.ac.th

บทคัดย่อ

การใช้เทคนิคชีววิถีเพื่อลดปริมาณสารกลิ่นสาบโคลนในเนื้อปลาบึกนี้ ทำการศึกษานาน 24 เดือน ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2549 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2551 โดยใช้บ่อดินของคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 2 ซ้ำ ดังนี้ กลุ่มที่ 1 บ่อดินที่ไม่ใช้เทคนิคชีววิถี (บ่อควบคุม) กลุ่มที่ 2 บ่อดินใช้เทคนิคชีววิถีผักตบชวา 30 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ 3 บ่อดินใช้เทคนิคชีววิถีผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษา พบว่า บ่อดินที่ใช้เทคนิคชีววิถีทั้งสองกลุ่มทดลอง สามารถช่วยลดปริมาณสารกลิ่นสาบโคลนชนิด Geosmin ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิจัย ($F=19.68^{**}$) ปริมาณสาร Geosmin ที่พบในเนื้อปลาบึกในบ่อชีววิถีพบเฉลี่ยระหว่าง 15.70-15.75 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อเทียบกับปริมาณเฉลี่ย 41.88 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ของบ่อที่ไม่ใช้เทคนิคชีววิถี ในทางตรงกันข้ามกับปริมาณสาร 2-Methyl-Lisoborneol ซึ่งเป็นสารก่อเกิดกลิ่น สาบโคลนอีกชนิดหนึ่งนั้นจากการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิจัยใดๆ ระหว่างบ่อควบคุมและบ่อที่ใช้เทคนิคชีววิถีทั้งสองกลุ่ม แต่กลับเป็นที่น่าสังเกตว่า เฉพาะบ่อที่ใช้เทคนิคชีววิถีผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มที่ 3) เท่านั้นที่พบปริมาณสาร 2-Methyl-Lisoborneol เฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 0.14 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่บ่อควบคุม (กลุ่มที่ 1) และบ่อที่ใช้เทคนิคชีววิถีผักตบชวา 30 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มที่ 2) พบปริมาณเฉลี่ย 0.78 และ 0.73 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

คำสำคัญ: เทคนิคชีววิถี ปลาบึก กลิ่นสาบโคลน Geosmin 2-Methyl-Lisoborneol

Abstract

Use of the “*Biological-Way-of-Life*” technique (BWL) for off-flavors reducing in the giant catfish meat was conducted 24 months between November 2006 and November 2008 at the faculty of fisheries technology and aquatic resource, Maejo university. The study was divided in 3 treatments and 2 replications; treatment 1 (control) was designed by without the BLW technique;

treatment 2 (BLW technique) was designed by 30 percentages of water hyacinth; and treatment 3 (BLW technique) was also designed by 50 percentages of water hyacinth; respectively. The highly significance ($F=19.68^{**}$) was showed between both of the BLW techniques and control. The BLW technique clearly reduced Geosmin in giant catfish meat, 15.70-15.75 micrograms per kilograms, which compared with 41.88 micrograms per kilograms in the control. In contrast to the 2-methyl-lisoborneol concentration of this study showed non-significance. However, we noted that the minimum concentration of 2-methyl-lisoborneol was found in treatment 3 only (0.14 micrograms per kilograms) while 0.78 and 0.73 micrograms per kilograms were found in treatment 1 and 2, respectively.

Keywords: biological way of life technique, giant catfish, off-flavors, geosmin, 2-methyl-lisoborneol

คำนำ

ปลาบึกมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pangasianodon gigas* (Chevey, 1930) จัดอยู่ในวงศ์เดียวกับปลาซวาย เทโพ สังกะวาดเหลือง (Family Pangasiidae) พบเฉพาะในเขตอนุทวีปอินเดียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตั้งแต่ลุ่มแม่น้ำสินธุ คงคา จนถึงลุ่มแม่น้ำโขง ปลาในครอบครัวนี้มีหลายชนิดและอาจมากถึง 13 ชนิด ปลาบึกจัดเป็นปลาหนัง (catfish) ที่ใหญ่ที่สุด เคยมีรายงานพบว่า พบปลาบึกขนาดลำตัวยาวที่สุด 2.5 เมตรหนักมากกว่า 300 กิโลกรัมในน้ำโขง อ้างถึงรายงานของ ชาวลิต (2548) ว่าจากรายงานของ Humphrey and Baim (1990) ปลาบึกจัดเป็นปลาในบัญชีรายชื่อสัตว์ใกล้สูญพันธุ์ของ IUCN และมติการประชุมการจัดสถานภาพของสัตว์ใกล้สูญพันธุ์โดยผู้เชี่ยวชาญและสำนักนโยบายและสิ่งแวดล้อมปี 2539 อยู่ในบัญชี CITES Appendix I. (ชาวลิต, 2548)

ปลาบึกมีโอกาสด้านการตลาดค่อนข้างสูง สามารถทำเป็นสินค้าได้ 4 รูปแบบ คือ (1) ในรูปปลาบึกดั้งเดิมและปลาบึกเผือกขนาดเล็กเลี้ยงเป็นปลาสวยงาม 2) ปลาบึกขนาดใหญ่เลี้ยงเป็นปลาสวยงาม เป็นอีกตลาดหนึ่งที่มีผู้ต้องการเลี้ยงปลาขนาดใหญ่ๆ ไว้ประดับสระ ระดับบารมี โดยไม่ต้องการเลี้ยงมาจากลูกปลาขนาดเล็กๆ กล่าวคือ จะสั่งซื้อปลาบึกขนาดใหญ่มาปล่อยเลี้ยงโดยตรง ซึ่งปลาบึกก็เหมาะสมเพราะเป็นปลาที่ชอบโชว์ตัวเห็นหน้า ผิดกับปลาใหญ่ชนิดอื่นๆ ที่ชอบอยู่นิ่งๆ ในน้ำ 3) ปลาบึกจำหน่ายในรูปเนื้อปลาสดและเนื้อปลาแปรรูป ปลาในกลุ่ม catfish นี้เป็นที่นิยมบริโภคในสหรัฐอเมริกาและยุโรป บริโภคเป็นปลาซุบเกล็ดขนมปังทอด เนื้อใส่กลางแซนวิช สเต็กปลา และ fillet ปลาไร้ก้างในการประกอบอาหารอื่นๆ โดยมีเวียดนามเป็นผู้ส่งออกรายใหญ่ไปอเมริกามากกว่า 7 ล้านปอนด์/ปี และในยุโรปประมาณ 8 ล้านปอนด์/ปี (USDA) ซึ่งเวียดนามอ้างว่า ตัวเลขดังกล่าวเป็นเพียง 2% ของการบริโภคเท่านั้น (ไชยณรงค์, 2548) ซึ่งปัจจุบันประเด็นนี้ได้กลายเป็นประเด็นข้อขัดแย้งทางการค้าระหว่างประเทศไปแล้ว โดยทางสหรัฐอเมริกาห้ามปลาอื่นๆ นอกจากปลาที่เพาะเลี้ยงในอเมริกาใช้ชื่อทางการค้าในประเทศอเมริกาว่า “catfish” ปลาที่เป็นต้นเหตุแห่งการพิพาทนี้ คือ ปลาในตระกูลใกล้เคียงกับปลาซวายและปลาบึก ที่มีชื่อว่า *Pangasius bocourti* ที่ประเทศไทยเรียกว่า ปลาเฝาะ หรือปลาหาง ซึ่งคุณภาพเนื้อและราคาในท้องตลาดเมืองไทย จัดอยู่ใน

ลำดับที่เหนือกว่าปลาซวยแต่ต่ำกว่าปลาบึก ด้วยแนวทางนี้ก็พอจะเห็นเป็นช่องทางของไทย ที่ปลาบึกมีคุณภาพเหนือกว่าปลาเหาะ 4) ปลาบึกเป็นปลาที่มีอุปนิสัยสู้เบ็ดได้ดี มีขนาดใหญ่ จึงมีความเป็นไปได้สูงในการเลี้ยงเพื่อกักทางน้ำได้ในอนาคต (ไชยณรงค์, 2548) ปลาบึกที่มีการเลี้ยงและจับขายในขณะนี้ส่วนหนึ่งยังด้อยคุณภาพเนื่องจากมีกลิ่นสาบโคลน ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากการจัดการบ่อเลี้ยงในบ่อดินไม่ดี ทำให้มีการเจริญเติบโตหนาแน่นของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิด และแบคทีเรียบางชนิดที่สร้างสารประกอบให้กลิ่นโคลนออกมา ซึ่งก็คือสาร จีออสมิน (geosmin) และสาร 2-เมทิลไอโซบอร์เนอล (2-methylisoborneol)

โดยทั่วไปการที่แหล่งน้ำจะพบสาหร่ายพิษและแบคทีเรียชนิดที่เป็นโทษมากผิดปกตินั้น ส่วนใหญ่มักเกิดจากการตกค้างของเศษอาหารภายในบ่อเลี้ยงปลาและน้ำที่ใช้เลี้ยงปลามีคุณภาพไม่ดี ขาดการบำรุงรักษาตามระยะเวลา ซึ่งปัญหาต่างๆ เหล่านี้สามารถแก้ไขได้โดยการใช้เทคนิคชีววิถีอย่างง่าย ๆ โดยการนำผักตบชวาจำนวนที่เหมาะสมเข้ามาใช้ (บัญญัติ และคณะ, 2547; บัญญัติ และดนุวัต, 2548) จึงเป็นที่มาของงานวิจัยชิ้นนี้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการใช้เทคนิคชีววิถีโดยใช้ผักตบชวาในการช่วยลดปริมาณสารกลิ่นสาบโคลนชนิด geosmin ในเนื้อปลาบึก
2. เพื่อศึกษาการใช้เทคนิคชีววิถีโดยใช้ผักตบชวาในการช่วยลดปริมาณสารกลิ่นสาบโคลนชนิด 2-methylisoborneol ในเนื้อปลาบึก

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมบ่อทดลอง

ใช้บ่อดินของคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ขนาดพื้นที่ประมาณ 20 ตารางเมตร (4.0x5.0 เมตร) จำนวน 3 บ่อ เลี้ยงลูกปลาบึกในกระชังขนาด 12 ตารางเมตร (3.0x4.0 เมตร) ขนาดตากว่างประมาณ 1 เซนติเมตร จำนวน 2 กระชังต่อบ่อ รวมทั้งสิ้น 6 กระชัง ก่อนใช้บ่อทดลองจะเปิดระบายน้ำทิ้งทั้งบ่อและตากบ่อให้แห้งเป็นเวลาอย่างน้อย 3 วัน เพื่อกำจัดปลาชนิดอื่นที่ปะปนอาศัยภายในบ่อน้ำมาก่อน หลังจากนั้นจึงเปิดน้ำเข้าสู่บ่อและควบคุมระดับน้ำในบ่อไว้ที่ระดับความลึกประมาณ 80 เซนติเมตร ตลอดการทดลองโดยไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำอีก (Figure 1) สำหรับการวางกระชังนั้นให้กั้นกระชังอยู่สูงจากพื้นก้นบ่อประมาณ 10-20 เซนติเมตร โดยตัวกระชังให้จมอยู่ในน้ำได้ประมาณ 60-70 เซนติเมตร



Figure 1 Fish cages without aquatic plant in the control pond at Maejo University, Chiang Mai, Thailand

การเตรียมพืชทดลองตามเทคนิคชีววิถี (ผักตบชวา)

เตรียมผักตบชวขนาดความสูงประมาณ 30-60 เซนติเมตร จากอ่างเก็บน้ำห้วยโจ้หรือแหล่งน้ำใกล้เคียง ซึ่งเป็นแหล่งน้ำสะอาดและห่างไกลชุมชน นำผักตบชวาที่ได้มาปักในบ่อดินเก็บน้ำสะอาดสำหรับฟาร์มของคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำเป็นเวลา 7 วัน มีการตัดแต่งผักตบชวาเพื่อเร่งการดูดซึมสิ่งต่างๆ ข้างต้นออกจากน้ำ โดยการงอกเนื้อเยื่อใหม่ทุกๆ 14 วัน กำหนดให้พื้นที่ปลูกผักตบชวาในบ่อเลี้ยงปลาบึงเป็น 3 กลุ่มทดลองคือ 0, 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์ของกระชังเลี้ยง ตามลำดับ ตลอดการทดลอง โดยกันคอกรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางตามความกว้างของกระชังทดลอง โดยด้านล่างเปิดว่างเพื่อให้ลูกปลาบึงสามารถว่ายน้ำเข้าไปหลบซ่อนอาศัยได้ (Figure 2)



Figure 2 Fish cages with aquatic plant in the “Biological Way of Life Technique” ponds at Maejo University, Chiang Mai, Thailand

การเตรียมสัตว์ทดลอง

ลูกปลาบึง:

ลูกปลาบึงที่ใช้ทดลองเป็นลูกปลาบึงขนาดความยาวประมาณ 5-15 เซนติเมตร โดยซื้อจากโรงเพาะฟักกรมประมง นำลูกปลาบึงมาปักให้ปรับตัวในกระชังขนาด 20 ตารางเมตร ที่ซึ่งวางในบ่อคอนกรีตระบบน้ำหมุนเวียนในโรงเพาะฟักของคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ ด้วยความหนาแน่น 5-10 ตัวต่อตารางเมตร เป็นเวลา 1 วัน ก่อนทำการสูบน้ำหนักตัวลูกปลาบึงเริ่มต้นก่อนปล่อยเลี้ยงในกระชังที่ตั้งในบ่อทดลองจำนวน 60 ตัวต่อกระชัง ตามกำหนดในระเบียบวิธีวิจัยในแผนการทดลองต่างๆ (Figure 3)



Figure 3 Giant catfish which used in this study

อาหารทดลองสำหรับลูกปลาบึง

ใช้อาหารสำเร็จรูปปลากินพืชร่วมกับอาหารตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นภายในบ่อเลี้ยงตามระบบชีววิถี โดยอาหารสำเร็จรูปจะใช้เลี้ยง 5% ของน้ำหนักตัวปลาในช่วง 1 เดือนแรก เดือนที่สองให้ 3% และตั้งแต่เดือนที่สามเป็นต้นไปจะให้อาหารสำเร็จ 1% ของน้ำหนักตัวลูกปลาบึงตลอดการทดลอง การให้อาหารจะให้

วันละครั้งที่เวลาประมาณ 17.00 น. ทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของสารอาหารในอาหารทดลอง โดยวิธีการดังต่อไปนี้ วิเคราะห์หาโปรตีนโดย micro-Kjeldahl ไขมันโดยวิธี dichloromethane extraction ตาม Soxhlet method เยื่อใย โดยวิธี fritted glass crucible เถ้า โดยการเผาใน muffle furnace 550°C 12 ชม. และความชื้น โดยการอบแห้งในตู้อบ 105°C 24 ชม. ตามวิธีการของ AOAC (1990) และวิเคราะห์หาปริมาณสารจือออสมิน และ 2-เมทิลไอโซบोनอล โดย Headspace Gas Chromatography (SPME-GC/MS) ตามวิธีของวรพงษ์ และคณะ (2548)

การวางแผนการทดลอง

การวางแผนวิจัย

กลุ่มทดลอง และจำนวนซ้ำ (Treatments and replications) แบ่งกลุ่มทดลองเป็น 3 กลุ่ม (treatments; T-1, T-2 และ T-3) กลุ่มละ 2 ซ้ำ (replications; R-1 และ R-2) ทำการทดลองในกระชังที่ตั้งอยู่ในบ่อดินทั้งหมด โดยมีกระชังควบคุม 2 กระชังตั้งอยู่ในบ่อดินที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองที่หนึ่ง (T-1) สรุปได้ดังนี้

1. บ่อดทดลองกลุ่มที่ 1 (T-1) จำนวน 2 กระชังตั้งในบ่อดทดลองที่ 1 เป็นกระชังเลี้ยงลูกปลาบึกเชิงพาณิชย์ทั่วไป ไม่มีผักตบชวาภายในบ่อ (0 เปอร์เซ็นต์) (ภาพที่ 4)

2. บ่อดทดลองกลุ่มที่ 2 (T-2) จำนวน 2 กระชัง (T2R1 และ T2R2) เป็นกระชังเลี้ยงลูกปลาบึก ร่วมกับผักตบชวาพื้นที่ปลูก 30 เปอร์เซ็นต์/บ่อ ตั้งอยู่ในบ่อดทดลองที่ 2 (ภาพที่ 5)

3. บ่อดทดลองกลุ่มที่ 3 (T-3) จำนวน 2 กระชัง (T3R1 และ T3R2) เป็นกระชังเลี้ยงลูกปลาบึก ร่วมกับผักตบชวาพื้นที่ปลูก 50 เปอร์เซ็นต์/บ่อ ตั้งอยู่ในบ่อดทดลองที่ 3 (ภาพที่ 6)

4. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (water quality analysis) วิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกบ่อดทดลอง วันเว้นวัน ที่เวลาประมาณ 10.00 น. โดยแบ่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำออกเป็น 2 จุด/บ่อ การควบคุมระดับน้ำในบ่อดทดลอง จะรักษาระดับน้ำให้ใกล้เคียงกันมากที่สุดโดยไม่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดการทดลอง คุณภาพน้ำที่จะวิเคราะห์ได้แก่ ไนโตรเจน (inorganic nitrogen; $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$ และ $\text{NO}_3\text{-N}$) ฟอสฟอรัส (orthophosphate, $\text{PO}_4\text{-P}$) pH ความโปร่งแสงของน้ำ (water transparency) ความขุ่นน้ำจากสารแขวนลอย (total suspended solids, TSS) ความขุ่นน้ำจากสารละลายในน้ำ (total dissolved solids, TDS) ออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen, DO) ตามวิธีของ American Public Health Association (1989) การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำของบ่อดทดลองเลี้ยงลูกปลาบึก ทำโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai Statistics 6.00 ซึ่งจะแยกนำเสนอผลการวิจัยคุณภาพน้ำเหล่านี้ในการรายงานผลการวิจัยย่อยฉบับอื่นๆ อีกต่อไป สำหรับข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพน้ำด้านชีวภาพ เช่น แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และปริมาณชนิดและปริมาณแบคทีเรียในน้ำนั้น มีการดำเนินการวิจัยย่อยแยกออกไปจากรายงานการวิจัยฉบับนี้อีกเช่นกัน



Figure 4 pond of treatment 1

Figure 5 pond of treatment 2

Figure 6 pond of treatment 3

การวิเคราะห์คุณภาพเนื้อปลาบึกทางด้านกลิ่นสาบโคลน (ปริมาณ geosmin และ 2-methyl- lisoborneol):
ดำเนินการดังนี้

สุ่มตรวจลูกปลาบึก 1 ตัว/กระชัง เมื่อเลี้ยงลูกปลาได้ครบ 12 และ 24 เดือน ตามลำดับ (หมายเหตุ: ตามแผนการวิจัยเดิมต้องการกำหนดการทดลองไว้ที่ 36 เดือน เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่เร็วที่สุดที่จะสามารถผลิตปลาบึกได้ขนาดตามที่ตลาดต้องการ เมื่อเลี้ยงโดยใช้อาหารเร่งขุนทั่วไปได้ เพราะปลาจะมีน้ำหนักประมาณ 15 กิโลกรัม/ตัว ตามข้อมูลจริงของการเลี้ยงปลาบึกในขณะนี้) แต่เพื่อให้สอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์การวิจัยของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จึงขอดำเนินการก่อน 1-2 ปี ซึ่งในรายงานวิจัยฉบับนี้จะแยกนำเสนอเฉพาะในเวลา 24 เดือน มารายงานเท่านั้น สำหรับผลการวิจัยในเวลา 12 เดือน ทางคณะผู้วิจัยขอสงวนสิทธิเป็นความลับทางการค้า

การวิเคราะห์ปริมาณ Geosmin และ 2-Methyl-lisoborneol ในเนื้อปลาบึก และน้ำเลี้ยงปลาบึก

ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารจีโอสมิน และ 2-เมทิลไอโซบอร์เนอล ในเนื้อเยื่อลูกปลาบึกจำนวน 1 ตัว/กระชัง เมื่อเลี้ยงลูกปลาได้ครบ 12 เดือน (6 ตัวอย่าง) และ 24 เดือน (6 ตัวอย่าง) เฉลี่ย 6 ตัวอย่างเนื้อปลาบึก/ปี โดยวิธีของ Casey *et al.* (2004) นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของทรีตเมนต์ โดยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Sirichai statistics 6.00 หรือเทียบเท่า

ระยะเวลาที่ทำการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง

ระยะเวลาที่ทำการวิจัย ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2549 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2551 รวมเวลาวิจัย 2 ปี

สถานที่ทำการทดลอง คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ และภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่

ผลการทดลองและวิจารณ์

การหาแนวทางพัฒนาคุณภาพเนื้อปลาบึกที่ดีขึ้นโดยการลดปริมาณสารก่อให้เกิดกลิ่นสาบโคลนในเนื้อปลาบึกให้ลดลง

การทดลองครั้งนี้มีจุดประสงค์ต้องการหาแนวทางลดสารกลิ่นสาบโคลนในเนื้อปลาบึก จากการศึกษาของนักวิชาการประมงจากอดีตจนถึงปัจจุบันต่างยืนยันตรงกันว่า สารที่เป็นสาเหตุทำให้เนื้อปลา

น้ำจืดมีกลิ่นสาบโคลนนั้น คือ สาร geosmin และสาร 2-methyl-isoborneol ซึ่งสารทั้งสองชนิดนี้เกิดจากแพลงก์ตอนพืชบางชนิดและแบคทีเรียบางกลุ่มที่อาศัยอยู่ในน้ำ ดังนั้นจากสมมุติฐานของงานวิจัยนี้ที่คาดว่าหากระบบชีววิถีโดยการใช้ผักตบชวาสามารถลดปริมาณธาตุอาหารบางชนิดที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของทั้งแพลงก์ตอนพืชและแบคทีเรียบางกลุ่มในน้ำได้ อีกทั้งหากผักตบชวาสามารถลดปริมาณความเข้มข้นของแสงสว่างที่จะส่องลงสู่ผิวน้ำได้ในระดับที่ไม่เป็นอุปสรรคต่อการอยู่อาศัยของปลาบึกแล้วนั้น ก็จะสามารถลดปริมาณสารที่ก่อให้เกิดกลิ่นสาบโคลนในเนื้อปลาบึกดังกล่าวได้เช่นกัน

จาก Table 1 และ 2 แสดงผลการศึกษาปริมาณสาร geosmin ในเนื้อปลาบึกที่เลี้ยงนาน 2 ปีของการศึกษาในครั้งนี้ พบอย่างชัดเจนว่า เนื้อปลาบึกที่เลี้ยงโดยใช้ระบบชีววิถีมีปริมาณสาร geosmin แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($F = 19.68^{**}$) กับเนื้อปลาบึกที่เลี้ยงโดยไม่ใช้ระบบชีววิถี และหากพิจารณาข้อมูลเฉลี่ยปริมาณสาร geosmin ของเนื้อปลาบึกในบ่อเลี้ยงที่ใช้ระบบชีววิถีนั้น พบว่า ปริมาณสาร geosmin พบในปริมาณต่ำมากประมาณ 15.70-15.75 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับ 41.88 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ที่พบเฉลี่ยในเนื้อปลาบึกที่เลี้ยงในบ่อซึ่งไม่ใช้ระบบชีววิถีในช่วงเวลาเดียวกัน (Table 3)

แต่อย่างไรก็ตามจาก Table 4 และ 5 ที่แสดงผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณสาร 2-methyl-isoborneol ในเนื้อปลาบึกที่เลี้ยงนาน 2 ปี ในทุกกลุ่มทดลองครั้งนี้ พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติใดๆ เลยระหว่างบ่อที่เลี้ยงทั้งที่ใช้และไม่ใช้ระบบชีววิถี แต่เมื่อพิจารณาข้อมูลเฉลี่ยใน Table 5 นั้นเป็นที่น่าสังเกตว่า ปริมาณสาร 2-methyl-isoborneol ในเนื้อปลาบึกกลุ่มทดลองที่ 3 (ผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์) มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 0.14 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่ 1 (ไม่มีผักตบชวา) และกลุ่มทดลองที่ 2 (ผักตบชวา 30 เปอร์เซ็นต์) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.78 และ 0.73 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ควรมีการศึกษาต่อเนื่อง หรือมีการศึกษาซ้ำอีกครั้งเพื่อวิเคราะห์ปริมาณ 2-methyl-isoborneol ที่พบในบ่อระบบชีววิถีและบ่อที่เป็นระบบทั่วๆ ไปอีกครั้งหนึ่งเพื่อยืนยันข้อมูลที่แน่นอนต่อไป

Table 1 Analysis variation (ANOVA) of geosmin concentrations in the Giant cat fish meat analysis
of variance:sirichai statistics version 6.00

Source	df	SS	MS	F	F(0.05)	F(0.01)	F-prob
Treatments	2	1160.0661	580.0330	19.68**	5.14	10.92	0.0030
Ex.Error	6	176.8236	29.4706				
Total	8	1336.8897	167.1112				

Grand Mean = 23.2322218153212,

CV = 23.3670 %

LSD 0.05 = 10.8463310499691,

LSD 0.01 = 16.4312828779058

Table 2 Differentiation analysis of geosmin concentrations in Giant cat fish meat

Duncan's multiple- range test:Ranked at probability level 0.01

Name ID	Mean
T-1	39.2867 A
T-3	15.3933 B
T-2	15.0167 B

Number of Mean = 3, Error Degree of Freedom = 6

Error Mean Square = 29.4706036662636, Standard Error of Mean = 3.13425183343987

Table 3 Analysis variation (ANOVA) of 2-Methyl-lisoborneol concentrations in the Giant cat fish meat

analysis of variance:Sirichai statistics version 6.00

Source	df	SS	MS	F	F (0.05)	F(0.01)	F-Prob
Treatments	2	1.3358	0.3379	1.84ns	5.14	10.92	0.2385
Ex.Error	6	2.1831	0.3638				
Total	8	3.5188	0.4399				

Grand Mean = 0.57555, CV = 104.8023 %

LSD 0.05 = 1.20516412535578, LSD 0.01 = 1.8257226860212

Table 4 Differentiation analysis of 2-Methyl-lisoborneol concentrations in Giant cat fish meat

Duncan's multiple-range test:Ranked at Probability Level 0.05

Name ID	Mean
T-1	1.0400 A
T-3	0.5900 A
T-2	0.0967 A

Number of Mean = 3, Error Degree of Freedom = 6

Error Mean Square = 0.363844413468574, Standard Error of Mean = 0.348254893944351

Figure 5 Average concentrations of geosmin and 2-methyl-lisoborneol;MIB in 2 years old of the giant catfish meat

Treatments	Geosmin (ug/kg)	MIB (ug/kg)
Treatment 1 (without aquatic plant)	41.88	0.780
Treatment 2 (with 30% aquatic plant)	15.75	0.735
Treatment 3 (with 50% aquatic plant)	15.70	0.140

สรุปการวิจัย

1. บ่อดินที่ใช้เทคนิคชีววิถีทั้งสองกลุ่มทดลองสามารถช่วยลดปริมาณสารกลิ่นสาบโคลนชนิด Geosmin ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิจัย ($F = 19.68^{**}$) ปริมาณสาร Geosmin ที่พบในเนื้อปลาบึกในบ่อชีววิถีพบเฉลี่ยระหว่าง 15.70-15.75 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อเทียบกับปริมาณเฉลี่ย 41.88 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ของบ่อที่ไม่ใช้เทคนิคชีววิถี

2. ปริมาณสาร 2-Methyl-Lisoborneol ซึ่งเป็นสารก่อเกิดกลิ่นสาบโคลนอีกชนิดหนึ่งนั้น จากการศึกษครั้งนี้ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติวิจัยใดๆ ระหว่างบ่อควบคุมและบ่อที่ใช้เทคนิคชีววิถีทั้งสองกลุ่ม แต่กลับเป็นที่น่าสังเกตว่า เฉพาะบ่อที่ใช้เทคนิคชีววิถีผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มที่ 3) เท่านั้นที่พบปริมาณสาร 2-Methyl-lisoborneol เฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 0.14 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่บ่อควบคุม (กลุ่มที่ 1) และบ่อที่ใช้เทคนิคชีววิถีผักตบชวา 30 เปอร์เซ็นต์ (กลุ่มที่ 2) พบปริมาณเฉลี่ย 0.78 และ 0.73 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

บัญญัติ มนเทียรอาสน์ วิชาญ นุ่นสังข์ และดนุวัฒน์ เฟื่องอัน . 2547. ระบบเกษตรชีววิถีเพื่อลดต้นทุนการเลี้ยงปลานิลในบ่อแบบผสมผสาน. รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 5. มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่, 198-204 น.

บัญญัติ มนเทียรอาสน์ และ ดนุวัฒน์ เฟื่องอัน. 2548. ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำในบ่อเลี้ยงปลาเกษตรทฤษฎีใหม่ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ (พ.ย. 2545-พ.ย. 2547). รายงานการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 6. มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่. 1-12 น.

ชวลิต วิทยานนท์. 2548. ปลาบึกสัตว์ใกล้จะสูญพันธุ์. วารสารสารคดี (Feature Magazine) จาก

<http://sarakadee.net/feature/1998/12/pla-buek.htm>.

ไชยณรงค์ เศรษฐกร. 2548. ข้อมูลล่าสุดเกี่ยวกับปลาบึก. จาก http://www.searin.org/Th/Mekong/mek_catfish_info2.htm.

วรพงษ์ นลินานนท์ มยุรี จัยวัฒน์ นงนุช รักสกุลไทย และจิราวรรณ แยมประยูร. 2548. การกำจัดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในเนื้อปลานิล. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร. น 1-7.

AOAC, 1990. **Official Methods of Analysis**. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA. 1360 p.

American Public Health Association. 1989. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 17th edition. Port City Press, Baltimore: Maryland.

Casey, A.M., Abdelhamid, A.M. and Gabra, A.A. 2004. Evaluation of waterhyacinth as a feed for ruminants. **Arch.Anim.Nutri.** 41(7-8): 745-756.

การเลี้ยงปลาเพาะร่วมกับปลาบึกด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีนต่างกัน
The Integrated Culture Basa Fish (*Pangasius bocourti*) and Mekong Giant Catfish
(*Pangasianodon gigas*) with Different Protein Diets

สุดาพร ดงศิริ* วีรภัทร ผ่องศรี และอัสวพงศ์ มะป๋อ

Sudaporn Tongsiri*, Weerapat Pongsri and Atsawaphong Mapor

คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding: sudap2515@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษากาการเจริญเติบโตของปลาเพาะที่เลี้ยงร่วมกับปลาบึกด้วยอาหารสูตรที่ระดับโปรตีนที่ต่างกัน 3 ระดับ คือ 25, 30 และ 35% โดยที่มีปลาปนรำ กากถั่วเหลือง และปลายข้าว เป็นส่วนประกอบ ปลาเพาะที่ใช้ทดลองถูกเลี้ยงในกระชัง ขนาด 4x2x1.5 เมตร โดยมีอัตราการปล่อย 1 ตัวต่อตร.ม. ทั้งปลาเพาะและปลาบึกให้อาหารวันละ 5% ของน้ำหนักตัว โดยให้วันละ 2 ครั้ง ในเวลา 9.00 และ 18.00 น. ใช้ระยะเวลาทดลอง 120 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ปลาเพาะมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ แต่พบว่า สูตรอาหารที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลาเพาะ คือ อาหารที่มีระดับโปรตีน 30% เพราะน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะมีค่าสูงที่สุด ส่วนปลาบึกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ จากการทดลองนี้สรุปว่า การเลี้ยงปลาเพาะร่วมกับปลาบึกนั้นสามารถใช้สูตรอาหารที่มีระดับโปรตีน 30% เลี้ยงปลาทั้งสองชนิดได้

คำสำคัญ: ปลาเพาะ ปลาบึก การเจริญเติบโต การเลี้ยงปลาร่วมกัน

Abstract

The study on the integrated cultivation system of Basa fish (*Pangasius bocourti*) and Mekong giant catfish (*Pangasianodon gigas*) was done by using the different protein feed formulas. The 3 protein diets; 25, 30 and 35% were composed in feed diets; fishmeal, rice bran, soybean meal and broken-milled rice. The 4x2x1.5 meter of net cages were used. Density of Basa fish and Mekong giant catfish were 1 fish /m². Each diet was fed 5% of body weight and 2 times a day on 9.00 am and 6.00 pm. This experiment was conducted for 120 days. The results showed that Basa fish were found that there were significant differences ($p<0.05$) in mean weight gain and specific growth rate. The feed containing 30% protein had the highest mean weight gain and specific growth rate. There were no significant differences ($p>0.05$) in mean weight gain and specific growth rate of Mekong giant catfish. The conclusion of this experiment could be integrated cultivation Basa fish and Mekong giant catfish by using the feed contains 30% protein.

Keywords: Basa fish (*Pangasius bocourti*), Mekong giant catfish (*Pangasianodon gigas*), growth integrated culture

คำนำ

ปลาบึกเป็นปลาน้ำจืดขนาดใหญ่ มีระยะเวลาการเลี้ยงนาน 5-6 ปี เพื่อให้ได้ขนาดจำหน่ายตามที่ตลาดต้องการ ซึ่งการเลี้ยงปลาบึกในระยะเวลาที่ยาวนานนั้นมีผลต่อต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงปลาเป็นอย่างมาก เพราะประมาณ 60% ของต้นทุนส่วนใหญ่ คือ ค่าอาหารเลี้ยงปลา เพื่อให้การเลี้ยงปลาบึกมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำลง จึงมีแนวคิดที่ว่าหากสามารถเลี้ยงปลาบึกภายในระยะเวลา 1-3 ปี ให้ได้ปลาขนาดเล็กลงแต่สามารถขายได้ในท้องตลาด ถือว่าเป็นการลดต้นทุนได้ทางหนึ่ง ในขณะเดียวกันหากในบ่อเลี้ยงปลาบึกมีการเลี้ยงปลาเศรษฐกิจที่เป็นที่ต้องการของท้องตลาดร่วมด้วย เพราะระหว่างที่รอให้ปลาบึกที่เลี้ยงมีขนาดตามต้องการก็สามารถจับปลาดังกล่าวออกจำหน่ายเป็นรายได้ได้อีกทางหนึ่ง ปลาเศรษฐกิจที่มีการส่งเสริมให้เลี้ยงในปัจจุบัน คือ ปลาเผา เนื่องจากเป็นปลาเนื้อขาวและมีรสชาติดี ปลาบึกและปลาเผาเป็นปลากินพืช มีนิสัยการกินอาหารใกล้เคียงกัน รวมทั้งความต้องการโปรตีนในการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน (Lovell, 1989) จึงสามารถเลี้ยงร่วมกันได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาเผาหากมีการปรับปรุงและพัฒนาสูตรอาหาร เทคนิคการเลี้ยงเพื่อให้ได้ปลาที่มีสุขภาพดี มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค มีระยะเวลาการเลี้ยงสั้นลง โดยได้มาตรฐานตามที่ตลาดต้องการ และยังเป็นส่งเสริมให้ปลาเผาเป็นปลาเศรษฐกิจตัวใหม่ได้มากขึ้น ดังนั้น หากสามารถหาสูตรอาหารที่เหมาะสมในการเลี้ยงปลาเผาร่วมกับปลาบึกได้ ถือว่าเป็นแนวทางที่สำคัญที่นำไปสู่การส่งเสริมการเลี้ยงปลาเผาร่วมกับปลาบึกต่อไปในอนาคตได้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของอาหารที่มีระดับโปรตีนที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 25, 30 และ 35% ของน้ำหนักทั้งหมดต่อการเจริญเติบโตของปลาเผาและปลาบึกที่เลี้ยงร่วมกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมกระชังทดลองและสัตว์ทดลอง

การทดลองใช้วิธีการเลี้ยงในกระชังขนาด กว้างxยาวxสูง เท่ากับ 2x4x1.5 ม. จำนวน 9 กระชัง บริเวณบ่อทดลอง คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยให้แต่ละกระชังห่างจากกัน 4 ม. และให้ขอบกระชังสูงพ้นน้ำ 30 ซม.

ลูกปลาเผาและปลาบึกขนาดความยาวประมาณ 6 ซม. ที่ซื้อมาจากศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด จังหวัดเชียงใหม่ และพะเยา นำมาพักให้ลูกปลาปรับตัวในกระชังขนาด 1 ตร.ม. ที่ความหนาแน่น 40 ตัวต่อตร.ม. เป็นเวลา 18 ชม. ก่อนทำการสูบน้ำและซังน้ำหนักลูกปลาเริ่มต้นก่อนทำการปล่อยลงเลี้ยงในกระชังให้อาหารด้วยอาหารสำเร็จรูปปลากินพืชเป็นเวลา 7 วัน เพื่อให้ปลาปรับตัวก่อนทำการเริ่มให้อาหารทดลอง คัดเลือกปลาเผาและปลาบึกปล่อยลงในกระชัง ความหนาแน่น 1 ตัวต่อตร.ม ปล่อยให้ปลาปรับตัวและงดให้อาหารเดิม 1 วัน ก่อนให้อาหารทดลอง

อาหารทดลอง

เตรียมอาหารทดลองจำนวน 3 สูตร คือ อาหารที่ระดับโปรตีน 25, 30 และ 35% ของน้ำหนักทั้งหมด โดยวัตถุดิบอาหาร ดังนี้ ปลาป่น มีโปรตีน 55% กากถั่วเหลือง มีโปรตีน 47% รำ มีโปรตีน 12% และปลายข้าว มีโปรตีน 8% นำมาผสมตามอัตราส่วน จากนั้นนำมาอัดเม็ดด้วยเครื่องบดเนื้อ เมื่อผสมเป็นเม็ดเสร็จแล้ว นำออกไปตากให้แห้งในร่ม เพื่อป้องกันการเกิดเชื้อรา แล้วจึงนำไปเก็บไว้ในถุงดำที่ใส่ไว้ในถังดำป้องกันแสงแดดที่จะทำให้สูญเสียวิตามินและแร่ธาตุอีกชั้นหนึ่ง วิเคราะห์องค์ประกอบของอาหารทั้งสามสูตร ให้ค่าดัง Table 1

Table 1 Ingredients and proximate compositions of 3 diet formulas used in the experiment

Ingredients (kilogram)	Formula 1 (25%)	Formula 2 (30%)	Formula 3 (35%)
Fishmeal	15	20	35
Soy bean meal	21	29	25
Rice bran	50	40	25
Broken-milled rice	13	10	15
Vitamin and mineral	1	1	1
Total	100	100	100
Proximate composition (% dry weight)			
Crude protein	25.08±0.03 ^a	30.04±0.03 ^b	35.00±0.05 ^c
Crude fat	10.45±0.68 ^a	10.21±0.22 ^b	8.06±0.48 ^c
Ash	11.64±0.3057 ^a	8.23±0.36 ^b	11.34±0.36 ^b
Moisture	8.14±0.09 ^c	9.11±0.10 ^b	9.28±0.02 ^a

means ± S.E. with superscript in the same line were significantly different ($P < 0.05$)

ให้อาหาร 5% ของน้ำหนักตัว/วัน วันละ 2 ครั้ง (9.00 และ 18.00 น.) ปรับการให้อาหารทุกๆ 21 วัน ตามน้ำหนักของปลาที่เจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ตรวจวัดความยาวน้ำหนักของปลา เมื่อครบ 120 วันจับปลา เเพาะและปลากบักออกตรวจวัดประสิทธิภาพการเจริญเติบโต เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองทำการคำนวณค่าต่างๆ ดังนี้

- ก. น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (mean weight gain) (กรัม)
= น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) – น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง (กรัม)
- ข. อัตราการรอด (survival) (%)
= (จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ÷ จำนวนปลาเมื่อเริ่มการทดลอง) × 100
- ค. อัตราแลกเนื้อ (food conversion ratio)
= น้ำหนักของอาหารปลาที่กิน (กรัม) ÷ น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น (กรัม)

- ง. การเจริญเติบโตจำเพาะ (specific growth rate, SGR) (%/Day)

$$= 100 \times (\ln \text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \ln \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง}) \div \text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}$$
- จ. อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain) (กรัม/วัน)

$$= (\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม)} - \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง (กรัม)}) \div \text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}$$

การวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาหารและคุณภาพน้ำ

การวิเคราะห์ส่วนประกอบของอาหาร

ทำการวิเคราะห์อาหารโดยหาโปรตีน ด้วยวิธี micro-Kjeldahl ทำการวิเคราะห์หาไขมันด้วยวิธี dichloromethane extraction ตาม Soxhlet method ทำการวิเคราะห์หาเยื่อใยด้วยวิธี fritted glass crucible ทำการวิเคราะห์หาเถ้าด้วยวิธีเผาใน muffle furnace 550 องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง และทำการวิเคราะห์หาความชื้น ด้วยวิธีการอบแห้งในตู้อบ 105 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง ตามวิธีของ AOAC (1995)

การตรวจสอบคุณภาพน้ำ

ตรวจวัดคุณภาพน้ำในบ่อทดลองเพื่อศึกษาผลของคุณภาพน้ำต่อการเจริญเติบโต โดยตรวจวัดเฉพาะพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญต่อสัตว์น้ำ คือ ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความขุ่นใสของน้ำ ค่าความเป็นด่าง แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน และออร์โทฟอสเฟส และเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ของกรมควบคุมมลพิษ

แผนการทดลองและวิเคราะห์ทางสถิติ

การทดลองใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยใช้อาหาร 3 สูตร แต่ละสูตรแบ่งเป็น 3 ซ้ำ ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ One-way analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ SPSS 11.5 for windows

ผลการทดลอง

คุณภาพน้ำของบ่อทดลอง

ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำในกระชังตลอดการทดลอง พบว่า คุณภาพน้ำในกระชังที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่ระดับโปรตีน 25% มีค่า pH ของน้ำอยู่ในช่วง 7.89-8.15 ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 284-326 $\mu\text{s.cm}^{-1}$ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน 0.18-0.26 mg.l^{-1} ไนเตรท-ไนโตรเจน 0-0.9 mg.l^{-1} ออร์โทฟอสเฟส 0.02-7.8 mg.l^{-1} ค่าความขุ่นใสของน้ำ 59-63 mg.l^{-1} และค่าความเป็นด่างของน้ำ 75-98 mg.l^{-1} ส่วนในกระชังที่ 2 ที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่ระดับโปรตีน 25% มีค่า pH ของน้ำอยู่ในช่วง 7.7-7.86 ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 294-305 $\mu\text{s.cm}^{-1}$ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน 0.23-0.37 mg.l^{-1} ไนเตรท-ไนโตรเจน 0.1-0.2 mg.l^{-1} ออร์โทฟอสเฟส 0.04-0.11 mg.l^{-1} ค่าความขุ่นใสของน้ำ 53-59 mg.l^{-1} และค่าความเป็นด่างของน้ำ 84-95 mg.l^{-1}

และในกระชังที่ 3 ที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารที่ระดับโปรตีน 35% มีค่า pH ของน้ำอยู่ในช่วง 7.42-7.77 ค่าการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 269-309 $\mu\text{s.cm}^{-1}$ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน 0.23-0.36 mg.l^{-1} ไนเตรท-ไนโตรเจน 0.1-0.2 mg.l^{-1} ออร์โธฟอสเฟส 0.03-0.13 mg.l^{-1} ค่าความขุ่นใสของน้ำ 73-82 mg.l^{-1} และค่าความเป็นด่างของน้ำ 93-96 mg.l^{-1} ซึ่งคุณภาพของน้ำในกระชังเพาะเลี้ยงอยู่ในระดับของน้ำประปาที่ 2 ซึ่งเหมาะสมต่อการประมง ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ของกรมควบคุมมลพิษ

การเจริญเติบโตของปลาเพาะ

ผลของน้ำหนักและความยาวของปลาเพาะที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีนแตกต่างกันดังนี้ ส่วนของน้ำหนักของปลาเพาะ ในทุกช่วงการเก็บตัวอย่าง 6 ครั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Table 2) โดยในช่วงการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1-3 พบว่า กระชังที่ 3 ให้อาหารที่มีโปรตีน 35% มีน้ำหนักเพิ่มสูงกว่ากระชังอื่น แต่ในช่วงการเก็บข้อมูลครั้งที่ 4-6 น้ำหนักของปลาเพาะในกระชังที่ให้อาหารที่มีโปรตีน 30% มีน้ำหนักเพิ่มมากกว่ากระชังอื่น คือ มีน้ำหนัก 171.42 ± 9.36 กรัม ส่วนของความยาวของปลาเพาะ ในทุกช่วงการเก็บตัวอย่าง 6 ครั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Table 2) พบว่า ความยาวของปลาในกระชังที่ให้อาหารที่มีโปรตีน 30 และ 35% มีความใกล้เคียงกัน คือ 22.71 ± 0.35 และ 22.42 ± 0.38 ซม. และกระชังที่ให้อาหารที่มีโปรตีน 25% มีความยาวน้อยที่สุด คือ 20.85 ± 0.45 ซม.

Table 2 Weight and length of *Pangasius Bocourti* obtained at the end of the experiment

Data collection		Experimental diets		
		Formula 1	Formula 2	Formula 3
Weight (g)	1	41.42 ± 1.42^b	30.71 ± 2.02^c	44.78 ± 2.97^a
	2	42.14 ± 3.75^b	60.00 ± 3.08^a	63.57 ± 4.84^a
	3	45.00 ± 6.63^b	80.71 ± 2.97^a	87.85 ± 6.62^a
	4	69.28 ± 6.40^b	92.85 ± 9.11^a	88.57 ± 4.04^{ab}
	5	100.71 ± 7.02^b	140.00 ± 10.23^a	110.71 ± 7.35^b
	6	137.14 ± 10.62^b	171.42 ± 9.36^a	145.71 ± 6.85^b
Length (cm)	1	10.57 ± 0.48^b	12.85 ± 0.26^a	14.14 ± 0.55^a
	2	11.42 ± 0.42^b	13.85 ± 0.91^a	14.64 ± 0.41^a
	3	15.50 ± 0.44^b	18.28 ± 0.35^a	18.07 ± 0.49^a
	4	17.57 ± 0.52^b	20.21 ± 0.37^a	18.85 ± 0.34^b
	5	20.35 ± 0.38^b	22.35 ± 0.23^a	21.92 ± 0.39^a
	6	20.85 ± 0.45^b	22.71 ± 0.35^a	22.42 ± 0.38^a

Means $\pm$ S.E. with superscript in the same line were significantly different ($P < 0.05$).

ผลของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ของปลาเผาะที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีนแตกต่างกันตลอดการทดลอง พบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยกระชังที่ 2 ที่ให้อาหารที่มีโปรตีน 30% มีค่าสูงที่สุด ส่วนอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อทั้ง 3 การทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5)

Table 3 The mean weight gain, average daily gain, specific growth rate, food conversion ratio and survival rate of *Pangasius bocourti* in the experiment

Composition	Experimental diets		
	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Mean weight gain	127.14±10.62 ^b	161.43±9.36 ^a	135.71±6.85 ^b
Average daily gain	1.05±0.08 ^b	1.34±0.07 ^a	1.13±0.05 ^b
Specific growth rate	3.30±0.08 ^b	3.52±0.52 ^a	3.36±0.04 ^b
Food conversion ratio	2.63±0.26	2.89±0.15	3.18±0.13
Survival	100%	100%	100%

Means ± S.E. with superscript in the same line were significantly different (P<0.05).

การเจริญเติบโตของปลานิล

การเจริญเติบโตในส่วนของน้ำหนักและความยาวของปลานิลที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารโปรตีน 25, 30 และ 35% ตลอดการทดลอง พบว่า น้ำหนักของปลาที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารแตกต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ข้อมูลในส่วนของความยาว พบว่า ช่วงการเก็บข้อมูลในครั้งที่ 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ดังนั้น ความยาวของปลานิลในกระชังที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 25% มีความยาว 24.07±0.41 เซนติเมตร ซึ่งมีความยาวมากที่สุด (Table 4) แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในส่วนของความยาวของปลานิล

Table 4 Weight and length of *Pangasianodon gigas* obtained at the end of the experiment

Data collection		Diets		
		Formula 1	Formula 2	Formula 3
Weight (g)	1	93.57±7.99	104.28±5.91	95.00±4.22
	2	102.85±4.72	111.42±1.42	107.14±6.80
	3	100.00±4.87	110.00±5.00	111.42±1.42
	4	110.00±5.00	111.42±1.42	104.28±4.49
	5	129.28±5.05	119.28±7.19	130.71±6.58
	6	160.00±6.54	152.85±7.14	148.57±7.37
Length (cm)	1	22.57±0.36	23.00±3.93	23.00±0.39
	2	22.57±0.36	23.00±0.00	23.00±0.34
	3	24.07±0.41 ^a	23.00±0.00 ^b	23.71±0.57 ^a
	4	24.14±0.28	24.42±0.64	24.42±0.36
	5	24.71±0.46	23.71±0.86	24.78±0.40
	6	25.00±0.30	24.42±0.48	24.85±0.32

Means ± S.E. with superscript in the same line were significantly different (P<0.05).

อัตราการรอด น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น อัตราแลกเนื้อ และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลานิล

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลานิลทดลองพบ ว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (Table 5) แต่จากข้อมูลที่ได้ พบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลานิลในกระชังที่ 1 มีแนวโน้มเพิ่มมากกว่า กระชังที่ 2 และ 3 ในขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีค่าสูงอยู่ในช่วง 5.10±0.30-5.72±0.439 ในขณะที่อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะมีค่าอยู่ในช่วง 1.88±0.049-1.97±0.04 และพบว่าทุกกระชังที่ทดลองมีอัตราการรอดตาย 100%

Table 5 Mean weight gain, average daily gain, specific growth rate, food conversion ratio and survival rate of *Pangasianodon gigas*

Proximate composition	Experimental diets		
	Formula 1	Formula 2	Formula 3
Mean weight gain (g)	110.00±6.54	102.86±7.14	98.57±7.37
Average daily gain (g.d ⁻¹)	0.91±0.05	0.85±0.05	0.82±0.06
Specific Growth Rate	1.97±0.04	1.93±0.04	1.88±0.04
Food Conversion Ratio	5.10±0.30	5.60±0.34	5.72±0.43
Survival (%)	100	100	100

Values are means ± S.E. in the same line.

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเลี้ยงปลาเผาะร่วมกับปลาบึกด้วยสูตรอาหารที่มีระดับโปรตีนที่ต่างกัน พบว่า สูตรอาหารที่ผลิตเพื่อใช้ในการเลี้ยงปลาครั้งนี้มีปริมาณโปรตีน เท่ากับ 25.08±0.03, 30.04±0.03 และ 35.00±0.05 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนที่กำหนด คือ 25, 30 และ 35% ตามลำดับ ด้านคุณภาพน้ำ ของทุกกระชังที่ใช้ในการทดลอง พบว่า คุณภาพของน้ำในกระชังเพาะเลี้ยงอยู่ในระดับของน้ำประปาที่ 2 ซึ่งเหมาะสมต่อการประมง ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ของกรมควบคุมมลพิษ

ในขณะที่การเจริญเติบโตของปลาเผาะตลอดการทดลอง พบว่า ทุกกระชังทดลองมีอัตราการรอด 100% เช่นกัน ส่วนน้ำหนัก ความยาว น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเจริญเติบโต จำเพาะ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้น อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยพบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาเผาะในกระชังที่ให้อาหารที่มีโปรตีน 30% มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นสูงที่สุด คือ 161.43±9.36 กรัม และมีอัตราการเพิ่มขึ้น 1.34±0.07 กรัมต่อวัน ส่วนผล ของการเจริญเติบโตของปลาบึกตลอดการทดลอง พบว่า ทุกกระชังทดลองมีอัตราการรอด 100% ส่วนน้ำหนัก น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและอัตราการเปลี่ยนอาหาร เป็นเนื้อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ผลการทดลองในครั้งนี้สอดคล้องกับ งานวิจัยของ Li *et al.* (2006) การเปรียบเทียบสูตรอาหารที่มีปลาป่น 0, 4 และ 8% ในการเลี้ยงปลา channel catfish วัยอ่อน พบว่า มีค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อยู่ในช่วง 3.38-4.37 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน โดยอาหาร ที่มีปริมาณปลาป่น 4 และ 8% ไม่มีความแตกต่างกัน และพบว่า สายพันธุ์ของปลาและอาหารที่มีส่วนผสม ของโปรตีนจากพืชมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตจำเพาะอย่างมาก ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Toko *et al.* (2008) ที่ศึกษาสูตรอาหารที่ใช้ถั่วเหลือง และเมล็ดฝ้าย ทดแทนปลาป่น พบว่า ค่าอัตราการเจริญเติบโต จำเพาะ อยู่ในช่วง 3.85±0.20-4.35±0.13 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ใกล้เคียงกับงานวิจัยในครั้งนี้ คือ ค่าอัตราการ เจริญเติบโตจำเพาะในปลาเผาะ อยู่ระหว่าง 3.30±0.08-3.52±0.52 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน และสูงสุดในปลาเผาะที่

ให้อาหารที่มีโปรตีน 30% ในขณะที่ค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะในปลาบึก อยู่ระหว่าง 1.88 ± 0.04 - 1.97 ± 0.04 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน มีค่าค่อนข้างต่ำส่งผลให้ปลาบึกมีการเจริญเติบโตน้อยกว่าปลาเผา

ในส่วนของการเกษตร พบว่า มีการส่งเสริมให้ทำอาหารหรือซื้ออาหารสำหรับใช้เลี้ยงปลาบึก โดยใช้อาหารที่มีระดับของโปรตีนตั้งแต่ 20-35% ขึ้นอยู่กับความสามารถในการเลี้ยงหรือต้นทุนที่สามารถจ่ายได้ของเกษตรกรที่ต้องการเลี้ยง หรือ ถ้าหากเป็นการทำอาหารที่ทำขึ้นเองโดยมีส่วนประกอบของ ปลาป่น รำกากถั่วเหลือง และปลาข้าว และ ส่วนผสมอื่นที่ใช้เป็นตัวเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับตัวอาหาร ควรให้มีระดับของโปรตีนอยู่ในช่วง 20-30% ก็สามารถเลี้ยงปลาบึกได้ (เกรียงศักดิ์ และคณะ, 2547; เสน่ห์ และคณะ, 2535) ถึงอย่างไรก็ตามก็ควรเลือกสูตรอาหารเพียงสูตรเดียวที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลาบึก โดยเน้นอาหารที่ใช้การเลี้ยงปลาบึกในระยะยาว เพราะการเลี้ยงปลาบึกนั้นต้องใช้เวลานานกว่าจะสามารถจับออกจำหน่ายได้ (เสน่ห์ และคณะ, 2535) ส่วนของปลาเผา พบว่า Cacot (1999) ได้วิจัยเรื่องการให้อาหารลูกปลาเผาแรกฟักด้วย ไรแดง อาร์ทีเมีย และไส้เดือนน้ำ ที่มีระดับโปรตีนในช่วง 36-40% ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อนแรกฟัก พบว่า ไรแดงทำให้อัตราการเจริญเติบโตและอัตราการรอดต่ำ ส่วนอาร์ทีเมียและไส้เดือนน้ำทำให้การเจริญเติบโตและมีอัตราการรอดใกล้เคียงกัน ผลจากการประเมินค่าการเจริญเติบโตพบว่า สามารถเลี้ยงปลาเผาให้รอดชีวิตทั้งหมดได้ด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 30% ซึ่งสอดคล้องกับ Lovell (1989) กล่าวว่า ปลาจะเจริญเติบโตได้รวดเร็วที่สุด ก็ต่อเมื่อได้รับพลังงานพอดีกับความต้องการ หากปลาได้รับพลังงานต่ำกว่าความต้องการจะส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลง และถ้าได้รับพลังงานมากเกินไป ก็อาจทำให้การเจริญเติบโตของปลาลดลงด้วย จากข้อมูลการเลี้ยงปลาเผาของจังหวัดนครพนมที่ให้เกษตรกรเลี้ยงปลาเผาในกระชังในลำน้ำโขง โดยการเปรียบเทียบการเลี้ยงปลาเผาด้วยอาหารที่มีระดับโปรตีน 25 และ 30% พบว่า อาหารที่มีระดับโปรตีน 30% ปลาเผามีการเจริญเติบโตที่ดีกว่า (อรรณพ, 2549) ด้วยเช่นกัน

จากการทดลองในครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า สามารถเลี้ยงปลาเผาร่วมกับปลาบึกได้ โดยใช้อาหารที่มีโปรตีน 30% เป็นอาหารที่ใช้ในการเลี้ยงตลอดการทดลอง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนงบประมาณงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. 2547. **หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ**. ภาควิชาเทคโนโลยีการประมง. คณะผลิตกรรมการเกษตร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่. 229 น.

มูลนิธิวิกิมีเดีย. 2553. **ปลาบึก**. จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/> [12 มีนาคม 2553].

เสน่ห์ ผลประสิทธิ์ และสนธิ ทองสง่า. 2535. **ชีววิทยาบางประการของปลาบึก**. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 12. 46 น.

อรรณพ อัมศิลป์. 2549. **การพัฒนาการเพาะเลี้ยงและเพิ่มศักยภาพการผลิตปลาโม่งสู่สัตว์น้ำเศรษฐกิจชนิดใหม่**. จาก <http://www.fisheries.go.th/sf-nakonpanom/mong2>. [23 ต.ค.2552].

- AOAC. 1995. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 16th edn., AOAC, Arlington, VA. 1360 p.
- Cacot, P. 1999. **Etude du cycle sexuel et maitrise de la reproduction de *Pagasius bocourti* Sauvage, 1880 et *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) dans le delta du Mekong au Vietnam**. Doctoral thesis, University National Agronomique Paris Grignon: Paris. 216 p.
- Li, M.H., B.C. Peterson, C.L. Janes and E.H. Robinson. 2006. Comparison of diets containing various fish meal levels on growthperformance, body composition, and insulin-like growth factor-I of juvenile channel catfish *Ictalurus punctatus* of different strains. **Aquaculture**. 253: 628-635.
- Lovell, T. 1989. **Nutrition and feeding fish**. Van Nostrand Reinhold, New York. 260 p.
- Toko, I.I., E.D. Fiogbe and P. Kestemont. 2008. Mineral status of African catfish (*Clarias gariepinus*) fed diets containing graded levels of soybean or cottonseed meals. **Aquaculture**. 275: 298-305.

การศึกษาหาเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของอาการตับอักเสบในกุ้งขาว จากฟาร์มเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย

The Study of Bacteria Associated with Necrotizing Hepatopancreatitis of Cultivated White Shrimp in Thailand

นุชนาฏ ตาดมี¹ คมศิลป์ พลแดง¹ ทิมโมที วิลเลียม เฟลเกิล¹ และวรรณสิกา เกียรติปฐมชัย^{1,2*}
Nuchanart Tardmee¹, Komsil Pholdaeng¹, Timothy W. Flegel¹ and Wansika Kiatpathomchai^{1,2*}

¹หน่วยวิจัยเพื่อความเป็นเลิศเทคโนโลยีชีวภาพกุ้ง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ 10400

²ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สวทช. ปทุมธานี 12120

¹Centex Shrimp, Faculty of Science, Mahidol University, Rama 6 Road, Bangkok, Thailand 10400

²National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, NSTDA, Bangkok, Thailand 10400

*Corresponding author: wansika@biotec.or.th

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาหาว่าแบคทีเรียชนิดใดที่เป็นสาเหตุของอาการตับอักเสบที่ระบาดในกุ้งขาวที่เลี้ยงในประเทศไทยโดยใช้เทคนิค PCR จากชุดตรวจที่มีจำหน่าย หรือจากไพรเมอร์ที่ถูกรายงานไว้ในวารสารวิชาการนานาชาติ แม้ว่าอาการของโรคดังกล่าวมีลักษณะคล้ายโรคตับอักเสบ (Necrotizing hepatopancreatitis; NHP) ที่ระบาดในรัฐเท็กซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา (TNHP) แต่เมื่อนำชุดตรวจ PCR ที่ออกแบบอย่างจำเพาะกับ TNHP จากบริษัท Intelligene กลับให้ผลลบ ในขณะที่ใช้ชุดตรวจสำหรับ NHP ทั่วไปจาก DiagXotic kit และไพรเมอร์ที่ออกแบบโดย Brinez *et al.* (2003) ให้ผลบวก แต่ลำดับเบสของผลผลิต PCR ที่ได้กลับเหมือนกันกับ TNHP เพียง 35-75% แสดงให้เห็นว่า เชื้อที่ก่อให้เกิดอาการตับอักเสบที่ระบาดในกุ้งขาวที่เลี้ยงในประเทศไทยนั้นเป็นเชื้อคนละสายพันธุ์กับเชื้อ TNHP จากเท็กซัส และเมื่อตรวจด้วยไพรเมอร์ที่ใช้ตรวจเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มริกเก็ตเซีย (RLB) จากรายงานของ Nunan *et al.* (2003) พบว่า ให้ผลบวกที่มีลำดับเบสเหมือนกันกับแบคทีเรียในกลุ่มนี้ถึง 90-98% แต่เมื่อทำการยืนยันผลด้วยเทคนิค *in situ* hybridization กลับให้ผลลบในเนื้อเยื่อตับที่มีการอักเสบ ในขณะเดียวกันให้ผลบวกกับ *epicomensal* protozoa แสดงว่า ผลบวกที่ได้จาก PCR อาจไม่เกี่ยวข้องกับเชื้อก่อโรคตับอักเสบ ต่อจากนั้นได้ทำการออกแบบไพรเมอร์เพื่อศึกษาลำดับเบสในส่วน 16S rRNA ให้ได้ลำดับเบสที่ยาวขึ้นถึง 1,200 bp พบว่า ลำดับเบสที่ได้มีส่วนที่เหมือนกับเชื้อ *Vibrio* sp. เป็นอย่างมาก จึงยืนยันผลด้วยการทำ Immunohistochemistry ซึ่งเทคนิคดังกล่าวให้ผลบวกกับตับของกุ้งขาวที่มีอาการตับอักเสบด้วย ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า อาการของโรคตับอักเสบในกุ้งขาวที่ระบาดในประเทศไทยส่วนใหญ่น่าจะมีสาเหตุมาจากเชื้อ *Vibrio* sp. มากกว่าที่จะเป็นเชื้อ RLB หรือ TNHP

คำสำคัญ: โรคตับอักเสบ แบคทีเรีย ริกเก็ตเซีย วิบริโอ

Abstract

Since 2005, severe mortalities of *P. vannamei* have occurred in some grow-out ponds in Thailand. Gross signs of hepatopancreatic necrosis were displayed similar to that seen in shrimp exhibiting Texas necrotizing hepatopancreatitis (TNHP), a severe disease originally reported in Texas, USA. However, a PCR assay of the affected Thai shrimp gave negative results using a commercial kit designed for specific detection of TNHP. In addition, the use of published PCR methods with some of these shrimp gave amplicons with sequences that shared only 35 to 75% identity with TNHP bacteria. This indicated that the organism(s) causing hepatopancreatic necrosis in Thailand were distinct from those causing TNHP in the Americas. However, the sequences of amplicons obtained using the nested PCR primers standard for the 16S rRNA gene of RLB showed 90-98% sequence identity with some sequences of the alpha-proteobacteria (rickettsia) group. This probe did not bind with lesions in the hepatopancreatic tissue of diseased shrimp by *in situ* hybridization assay, but some did bind with epicomensal protozoa. The nucleotide sequences obtained in this study were analyzed and grouped as derived from 21 putative species of alphaproteobacteria. Thus, Rick-6 primers were developed to study more length of these sequences. So, these shared high sequence identity with *Vibrio* species. The use of monoclonal antibodies (MAbs) for immunohistochemical analysis revealed that hepatopancreatic lesions found in the Thai specimens were most often associated with *Vibrio* species such as *V. harveyi* and *V. parahaemolyticus* and not with RLB.

Keywords: hepatopancreatic necrosis, Rickettsia-like bacteria (RLB), *Vibrio* sp.

คำนำ

โรคตับอักเสบในกุ้งขาวหรือ necrotizing hepatopancreatitis (NHP) ถูกพบครั้งแรกที่มลรัฐเท็กซัส ประเทศสหรัฐอเมริกาจึงถูกเรียกว่า Texas necrotizing hepatopancreatitis (TNHP) (Frelie et al., 1992) แบคทีเรียชนิดนี้ จัดอยู่ในกลุ่ม alpha-proteobacteria มีขนาดเล็ก ย้อมติดสีแกรมลบ มีรูปร่างไม่แน่นอน และพบอยู่ภายในเซลล์เท่านั้น ซึ่งพบได้ในเซลล์เยื่อบุผิวของ hepatopancreas มีรูปร่าง 2 แบบ คือ เป็น ท่อน (rod shape form) และเป็นเกลียว (helical form) (Figure 1) สำหรับกุ้งที่แสดงอาการของโรคจากการ ติดเชื้อ TNHP คือ จะไม่กินอาหาร ลำไส้ว่าง ไม่มีอาหาร การเจริญเติบโตลดลง ลำตัวอ่อนนุ่ม เหงือกและขา ว่ายน้ำเป็นสีดำ ตับซีดฟ่อลีบ มีอาการบวมหน้า (Figure 2) และอัตราการตายของกุ้งอาจเพิ่มขึ้นมากถึง 99% ในเวลา 30 วัน มักพบการระบาดเมื่ออุณหภูมิและความเค็มสูงคือ 26°C และ 16 ppt ตามลำดับ ต่อมาในปี 2536 มีรายงานการระบาดของโรคตับอักเสบกับกุ้งขาวในฟาร์มที่ประเทศเปรู ซึ่งลักษณะอาการของโรคมี อาการคล้ายโรค NHP ที่เคยระบาดในรัฐเท็กซัส จากการศึกษา RFLP ของลำดับเบสในส่วน 16S rRNA

และยืนยันการติดเชื้อด้วยเทคนิค *in situ* hybridization พบว่า เชื้อที่ระบาดในปูนี้เป็นเชื้อเดียวกันกับที่ระบาดในทีกัส (TNHP) (Brinez *et al.*, 2003) นอกจากนี้ในปี 2542 ที่ประเทศเม็กซิโก ก็มีรายงานว่ากุ้งที่เลี้ยงในฟาร์มมีอัตราการตายที่ผิดปกติคือ 20-80% ซึ่งส่วนใหญ่เกิดขึ้นในฟาร์มที่มีความเค็มและอุณหภูมิของน้ำสูงกว่า 45 ppt และ 34°C ตามลำดับ เมื่อศึกษาในระดับเนื้อเยื่อ พบว่า ตับและเหงือกกุ้งมีอาการผิดปกติคล้ายกับโรคตับอักเสบที่เกิดจาก TNHPB และเมื่อตรวจด้วยเทคนิค PCR พบว่า เป็นเชื้อชนิดเดียวกัน (Rio-Rodriguez *et al.*, 2006) นอกจากนี้ยังมีรายงานการระบาดของโรคตับอักเสบในอีกหลายๆ ประเทศอาทิ เอกวาดอร์ บราซิล ปานามา และคอสตาริกาก็ด้วย (Lightner, 1996)

นอกจากนี้ในปี 2542 ยังมีรายงานการตายของกุ้งกุลาดำแพร่ระบาดในประเทศมาดากัสการ์ โดยกุ้งที่ตายมักมีอาการตับอักเสบ และลักษณะอื่นๆ ที่คล้ายโรค NHP แต่เมื่อศึกษาในระดับเนื้อเยื่อกลับพบว่า อาการของโรคดังกล่าวนี้เกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่มีรูปร่างเป็นท่อนคล้ายริกเก็ตเซีย (ricketsia-like bacteria; RLB) (Figure 4) ซึ่งแตกต่างจากโรคตับอักเสบที่ระบาดในอเมริกา ซึ่งในปัจจุบันนี้ยังไม่มีการจัดจำแนกและรายงานลำดับเบสที่แน่นอนของแบคทีเรียชนิดนี้เลย สำหรับเทคนิคที่ใช้ในการตรวจเชื้อนี้ในปัจจุบันคือ PCR และ *in situ* hybridization (Nunan *et al.*, 2003) ซึ่งยังถือว่าให้ผลที่ไม่จำเพาะมากนัก

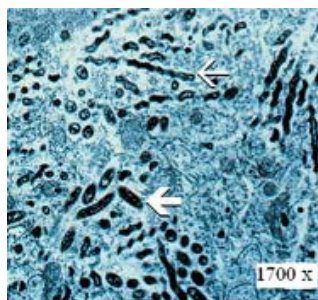


Figure 1 TEM of hepatopancreatocyte from a juvenile *P. vannamei* with TNHP. Profiles of intracellular rod shaped forms (large arrow) and helical forms (small arrow) of the TNHP bacterium are abundant in the cytoplasm (Lightner, 1996)



Figure 2 *P. vannamei* with TNHP showing the reduction in size of the hepatopancreas (Lightner, 1996)

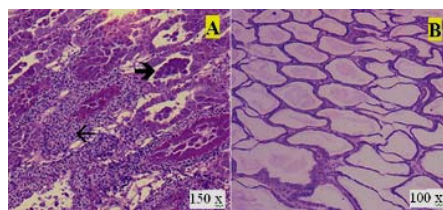


Figure 3 H&E staining of the hepatopancreas of a juvenile *P. vannamei* with severe, chronic NHP

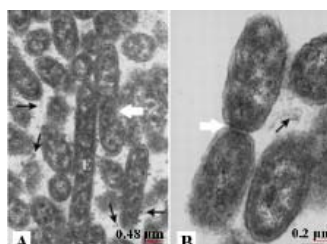


Figure 4 TEM of a hepatopancreatocyte from a juvenile *P. vannamei* with NHP

สำหรับการระบาดของโรคตับอักเสบในกุ้งขาวที่เลี้ยงในประเทศไทยนั้นเริ่มตรวจพบได้ในฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวในปี 2548 โดยอาการของกุ้งเป็นโรคจะมีลักษณะคล้ายกุ้งที่ติดเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มริกเก็ตเซีย และ NHP เช่น กินอาหารลดลง เนื้อเยื่อ ลำตัวซีด ตับฝ่อ สืบ หรืออาจพบอาการตับบวมน้ำ (Limsuwan & Chuchird, 2006) นอกจากนี้ไปเลือกกุ้งจะบางในขณะที่ยังมีสีชมพูและขาวว่ายน้ำจะมีสีขุ่น

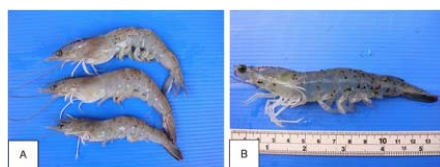


Figure 5 Infected shrimp showing gross signs of black melanized lesions

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ การศึกษาสาเหตุของโรคตับอักเสบที่ระบาดในกุ้งขาวที่เลี้ยงในประเทศไทยด้วยเทคนิค PCR โดยใช้ชุดตรวจ PCR สำเร็จรูป (IQ2000TM for NHP จากบริษัท Intelligene ประเทศไต้หวัน และชุดตรวจ DiagXotics kit จากประเทศอเมริกา USA) หรือใช้ primer ที่ได้ตีพิมพ์แล้วในวารสารวิชาการนานาชาติ ได้แก่ รายงานของ Brinez *et al.* (2003) และ Nunan *et al.* (2003) เมื่อได้ผลผลิต PCR แล้วจะนำไปหาลำดับเบสของผลผลิต PCR ดังกล่าว อีกทั้งจะทำการยืนยันผลด้วยเทคนิค *in situ* hybridization หรือ immunohistochemistry และเมื่อรู้สาเหตุของโรคแล้วจะได้มีการป้องกันอย่างถูกวิธีในลำดับต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การหาสาเหตุของโรคตับอักเสบในกุ้งขาวที่ระบาดในประเทศไทยด้วยเทคนิค PCR

การศึกษาเริ่มจากการนำตัวอย่างขี้ขาวน้ำและตับของกุ้งที่มีอาการของโรคตับอักเสบและตายอย่างต่อเนื่องจาก จังหวัดสมุทรสาคร ตราด ระยอง และสุราษฎร์ธานี มาสกัด DNA โดยใช้ชุดสกัด DNA สำเร็จรูปจาก บริษัท Fermentus ตามวิธีที่กำหนด จากนั้นทำการวัดปริมาณและตรวจสอบคุณภาพของ DNA ด้วยการตรวจวัดการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 260/280 nm ด้วยเครื่อง spectrophotometer และเจือจาง DNA ให้ได้ความเข้มข้น 50 ng/μl เพื่อนำไปใช้เป็น template ในการทำ PCR โดยใช้ primer 4 ชุด

1.1 การตรวจหาเชื้อแบคทีเรียด้วยชุดตรวจที่จำเพาะกับเชื้อก่อโรคตับอักเสบที่ระบาดในรัฐเท็กซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา (TNHP) โดยใช้ชุดตรวจ IQ2000™ จากบริษัท Farming IntelliGene

นำ DNA ที่สกัดได้ปริมาณ 100 ng (2 μl) ผสมใน first PCR premix 7.5 μl และ IQzyme DNA polymerase 0.5 μl จากนั้นทำปฏิกิริยาโดยใช้เครื่อง thermal cycler ที่ 94°C 20 วินาที 62°C 20 วินาที 72°C 30 วินาที จำนวน 20 รอบ ตามด้วย 72°C 30 วินาที จากนั้นเติม nested PCR premix และ IQzyme DNA polymerase อีก 14 μl และ 1 μl ตามลำดับ แล้วทำปฏิกิริยา nested ที่ 94°C 20 วินาที 62°C 20 วินาที 72°C 30 วินาที จำนวน 30 รอบ ตามด้วย 72°C 30 วินาที เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงทำการตรวจสอบผลผลิต PCR ด้วย 1.5% agarose gel electrophoresis

1.2 การตรวจหาเชื้อแบคทีเรียด้วยชุดตรวจ DiagXotics kit สำหรับเชื้อก่อโรคตับอักเสบที่ระบาดทั่วไป (NHP)

เตรียม PCR reaction ตามวิธีที่ชุดตรวจกำหนดโดยใช้ DNA ที่สกัดได้ปริมาณ 100 ng เป็นสารตั้งต้น จากนั้นทำปฏิกิริยาโดยใช้เครื่อง thermal cycler ที่ 95°C 1 นาที ตามด้วย 90 °C 20 วินาที 55°C 30 วินาที และ 72°C 45 วินาที จำนวน 35 รอบ และ 72°C 7 นาที เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงทำการตรวจสอบผลผลิต PCR ด้วย 1.5% agarose gel electrophoresis ซึ่งขนาดของผลผลิต PCR ที่ถูกต้องคือ 321 bp

1.3 การตรวจหาเชื้อก่อโรคตับอักเสบที่ระบาดทั่วไป (NHP) โดยใช้ primer pf-1 และ pf-2 จากรายงานของ Brinez *et al.* (2003)

Primer ชุดนี้ได้ถูกออกแบบในส่วน consensus sequence ของ 16S rRNA ของ เชื้อแบคทีเรียซึ่งสามารถใช้ตรวจเชื้อ NHPB สายพันธุ์เท็กซัส (TNHPB) สายพันธุ์เปรู (PNHPB) และสายพันธุ์โคลัมเบีย (CNHPB) ได้ สำหรับการทำให้ปฏิกิริยา PCR นั้น ใน reaction ประกอบด้วย DNA 100 ng, 10 mM Tris-HCl (pH 8.3), 50 mM KCl, 1.5 mM MgCl₂, 125 μM dNTPs, 2.5 U Taq polymerase และ 5 pmol ของ forward pf-1/ reverse pr-2 primers ลำดับเบสของ primer ชุดนี้แสดงใน Table 1

สำหรับสภาวะที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาคือ 95°C 1 นาที ตามด้วย 90 °C 20 วินาที 52°C 30 วินาที และ 72°C 45 วินาที จำนวน 35 รอบ และต่อด้วย 72°C 7 นาที (Brinez *et al.*, 2003) เมื่อปฏิกิริยาสิ้นสุดลงทำการตรวจสอบผลผลิต PCR ด้วย gel electrophoresis ซึ่งขนาดของผลผลิต PCR ที่ถูกต้อง คือ 440 bp และเพื่อเป็นการยืนยันว่า DNA ตั้งต้นของทุกตัวอย่างที่ตรวจสอบนั้นมีปริมาณที่เท่าๆ กัน ผู้วิจัยจึงได้ใช้ primer อีกหนึ่งคู่ คือ forward BAF และ reverse BAR (Table 2) ซึ่งเป็น primer ที่ใช้ในการตรวจสอบ actin gene ของกุ้ง (internal control) ด้วย ซึ่งองค์ประกอบของ PCR และสภาวะที่ใช้ รวมถึงวิธีการตรวจสอบผลนั้น ใช้วิธีการเช่นเดียวกันกับที่ใช้กับ primer pf-1 และ pr-2

Table 1 Sequences of primers forward pf-1 and reverse pr-2.

Primer	Sequence
forward pf-1	5'-ACG TTG GAG GTT CGT CCT TCA G-3'
reverse pr-2	5'-TCA CCC CCT TGC TTC TCA TTG T-3'

Table 2 Sequences of primers forward BAF and reverse BAR

Primer	Sequence
foward BA F	5' CGA GGT ATC CTC ACC CTG AA 3'
reverse BA R	5' TGG TCG TGA AGG TGT AAC CA 3'

1.4 การตรวจหาเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มริกเก็ตเซีย (RLB) ด้วยเทคนิค nested PCR จากรายงานของ Nunan *et al.* (2003)

นำ DNA ที่สกัดได้ปริมาณ 100 ng (2 µl) ผสมใน first PCR premix ปริมาตร 23 µl ซึ่งประกอบด้วย 10 mM PCR buffer (Tris-HCl, 50 mM KCl, pH 8.3) (Invitrogen), 2 mM dNTPs, 88 pmol ของ outer primer (16S rRNA/16S rRNA) (Table 3), 2.5 U Taq polymerase, 2 mM MgCl₂ และน้ำกลั่น จากนั้นทำปฏิกิริยาโดยใช้เครื่อง thermal cycler ที่ 95°C 2 นาที ตามด้วย 95 °ซ 30 วินาที 45°C 30 วินาที และ 72°C 2 นาที จำนวน 30 รอบ และต่อด้วย 72°C อีก 7 นาที จากนั้นเติม nested PCR premix อีก 15 µl ที่มีองค์ประกอบต่างๆ เช่นเดียวกับ first PCR premix ยกเว้นการเพิ่ม 88 pmol ของ inner primer (Rick-1) แล้วทำปฏิกิริยาต่อที่ 95°C 1 นาที ตามด้วย 95 °ซ 30 วินาที 60°C 30 วินาที และ 72°C 30 วินาที จำนวน 30 รอบ ตามด้วย 72°C อีก 7 นาที จากนั้นทำการตรวจสอบผลผลิต PCR ที่ได้ด้วย agarose gel electrophoresis สำหรับรายละเอียดและลำดับเบสของ outer primers (16S rRNA) และ inner primers (Rick-1) แสดงใน Table 3

Table 3 Sequences of nested PCR primers designed by Nunan *et al.* (2003)

Primer name	Primers/Sequences	Product size (bp)
16S rRNA	16S rRNA forward	1,500
	CCG AAT TCG TCG ACA ACA GAG TTT GAT CCT GGC TCA G	
	16S rRNA reverse	
	CCC GGG ATC CAA GCT TAC GGC TAC CTT GTT ACG ACT T	
Rick1	Rickettsia 2 forward	532
	GCG TAG GCG GAT TAG TTA GTC AGA G	
	Rickettsia 5 reverse	
	GTT GCG CTC GTT ACA GGA CT	

2. การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ (DNA sequencing)

เพื่อตรวจสอบลำดับเบสของผลผลิต PCR ที่ได้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการ ligate ชิ้นส่วน PCR ดังกล่าว เข้าสู่ plasmid vector โดยใช้ชุด pGEMT-easy vector kit (promega) จากนั้น transform เข้าสู่ *E. coli* competent cell สายพันธุ์ JM109 (promega) ตามวิธีที่กำหนด และตรวจสอบด้วย blue-white colony selection และ colony PCR แล้วทำการเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย colony ที่ให้ผลบวกในอาหารเลี้ยงเชื้อ LB-broth ที่ผสมด้วยสารปฏิชีวนะ ampicillin ต่ออีก 18 ชั่วโมง บนเครื่องเขย่า โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 37°C จากนั้นทำการสกัดเอา plasmid DNA โดยใช้ชุดสกัด plasmid สำเร็จรูป (fermentas) ตามวิธีการที่กำหนด เมื่อได้ plasmid DNA แล้ว ทำการวัดปริมาณและคุณภาพด้วยเครื่อง spectrophotometer จากนั้นส่งหาลำดับเบส (sequencing) ที่ บริษัท Macrogen ประเทศเกาหลีใต้

3. การยืนยันผลด้วยเทคนิค *In situ* hybridization และ H&E staining

เพื่อเป็นการยืนยันผลการทดลองและพิสูจน์ว่าอวัยวะเป้าหมายของเชื้อที่ให้ผลบวกนั้น คือ ตับจริงหรือไม่ ผู้วิจัยจึงได้สังเคราะห์ DNA probe จากผลผลิต PCR ที่ได้จากการใช้ primer ต่างๆ ติดฉลากด้วยสาร Digoxigenin โดยใช้ชุด (DIG)-PCR labeling kit (Roche) จากนั้นทำ *in situ* hybridization เปรียบเทียบกับการทำ H&E staining Lightner (1996)

4. การออกแบบ primer เพื่อศึกษาลำดับเบสที่ยาวขึ้นของเชื้อที่ได้

นำผลผลิต PCR ที่ได้จากการทำ PCR ด้วย primer Rick 1 โดยใช้ตัวอย่างกุ้งขาวที่มีอาการตับอักเสบมาเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ โดยใช้ program clustalW (www.ncbi.nlm.gov/BLAST/) จากนั้นทำการออกแบบ primer Rick6 จากบริเวณ conserve region ของ 16S rRNA gene ของเชื้อที่ได้ แล้วนำมาทำ PCR โดยผลผลิต PCR ที่ได้จะมีขนาด 1,200 bp

ผลการวิจัย

1. การตรวจหาเชื้อก่อโรคตับอักเสบในกุ้งขาวที่ระบาดในประเทศไทยด้วยเทคนิค PCR

จากการตรวจหาเชื้อแบคทีเรียโดยใช้ตัวอย่างกุ้งขาวที่มีลักษณะอาการตับอักเสบจำนวน 120 ตัว จากฟาร์มต่างๆ ในประเทศไทย พบว่า ตัวอย่างทั้งหมดให้ผลลบโดยชุดตรวจ IQ2000TM สำหรับ NHP จากเท็กซัสจากข้อ 1.1 (Figure 7) ในขณะที่การใช้ชุดตรวจ DiagXotics kit จากข้อ 1.2 ซึ่งเป็นชุดตรวจที่ใช้ตรวจเชื้อ NHP ทั่วไป ไม่ได้เจาะจงสำหรับ NHP สายพันธุ์ Texas (TNHPB) พบว่า จากจำนวนกุ้งทั้งหมด 97 มีเพียง 19 ตัวอย่าง หรือ 20% เท่านั้นที่ให้ผลบวก (Figure 8) แต่เมื่อนำผลผลิต PCR ดังกล่าวไปหาลำดับนิวคลีโอไทด์ (sequence) กลับพบว่ามีความเหมือนกับเชื้อ TNHPB (Genbank accession number U66509) เพียงแค่ 75% เท่านั้น (ข้อมูลไม่ได้แสดง) ส่วนการใช้ primer pf-1 และ pf-2 (Brinez *et al.*, 2003) จากข้อ 1.3 ที่นิยมใช้ตรวจเชื้อแบคทีเรีย NHP สายพันธุ์เปปรู (PNHPB) ก็ให้ผลที่สอดคล้องกัน คือ มีเพียง 20% ของกุ้งทั้งหมด 35 ตัวที่ให้ผลบวก (Figure 9) ในขณะที่ลำดับนิวคลีโอไทด์ ก็มีความเหมือนกับเชื้อ TNHPB (Genbank accession number U66509) เพียงแค่ 35% (ข้อมูลไม่ได้แสดง) จากข้อมูลดังกล่าว

ชี้ให้เห็นว่าเชื้อแบคทีเรียที่ตรวจพบในประเทศไทยมีความใกล้เคียงทางสายพันธุ์กับเชื้อแบคทีเรีย NHP สายพันธุ์ Texas น้อยมาก ซึ่งอนุมานได้ว่าอาการตับอักเสบของกุ้งขาวที่พบระบาดในประเทศไทยนี้ไม่ได้เกิดมาจากเชื้อ NHP สายพันธุ์ Texas (TNHPB)

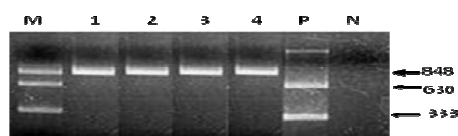


Figure 7 Typical diagnostic results generated by the IQ2000™ NHPB Detection. Lanes 1-4: Example of results for specimens showing only the 848 bp amplicon for house keeping gene included in the kit to verify the integrity of the extracted DNA

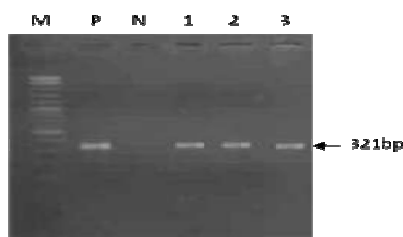


Figure 8 Example electrophoresis gel showing PCR products of 321 bp using DiagXotic kit

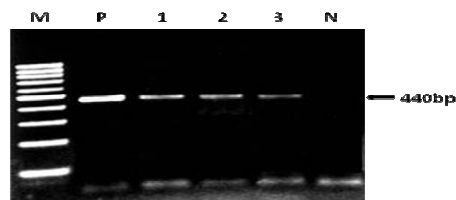


Figure 9 Example electrophoresis gel showing PCR products of 440 bp using primer pf-1 and pr-2 (Brinez *et al.*, 2003)

2. ผลการตรวจหาแบคทีเรียกลุ่ม rickettsia (RLB) โดยเทคนิค nested PCR (Nunan *et al.*, 2003) และยืนยันผลด้วยเทคนิค sequencing

เมื่อนำตัวอย่างกุ้งที่มีอาการตับอักเสบทั้งหมด 160 ตัว มาตรวจด้วยเทคนิค nested PCR โดยใช้ primer ที่ออกแบบโดย Nunan *et al.* (2003) จากข้อ 1.4 พบว่า 50% ให้ผลบวกโดยการใช้ 16S rRNA outer primer (1500 bp) และ 85% ให้ผลบวกโดยการใช้ Rick-1 inner primer (532 bp) และเมื่อนำเอาผลผลิต PCR ขนาด 532 bp ดังกล่าว ไปหาลำดับนิวคลีโอไทด์ และทำ blastn พบว่า มีความเหมือนกัน α-proteobacteria และแบคทีเรียอื่นๆ ถึง 96-98%

3. *In situ* hybridization และ H&E staining

เมื่อนำตัวอย่างที่ให้ผลบวกด้วย primer Rick-1 มาดูพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อด้วยเทคนิค H&E staining พบว่า ในบางตัวอย่างมีลักษณะของการติดเชื้อแบคทีเรียอยู่ กล่าวคือ มีการเกาะกลุ่มกันของเซลล์เม็ดเลือด (haemocyte) อยู่รอบๆ hepatopancreatic tubules (Figure 10) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อทำ *in situ* hybridization กับเนื้อเยื่อในบริเวณดังกล่าวโดยใช้ probe ที่สังเคราะห์จาก Rick-1 primer กลับไม่พบผลบวกแต่อย่างใด ในขณะที่จะพบผลบวกปลอม (false positive) เกิดขึ้นใน nucleus ของกุ้งทั้งที่มีอาการของโรคตับอักเสบและกุ้งปกติแทนดังแสดงใน (Figure 11) แต่กลับให้ผลบวกกับ stalked protozoans (zoothamnium) ซึ่งเป็นเชื้อที่พบได้ทั่วไปในตัวกุ้ง (Figure 12)

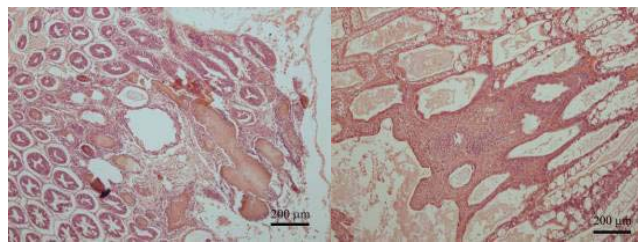


Figure 10 Examples of hepatopancreatic histopathology suggestive of bacterial infection in H&E stained sections

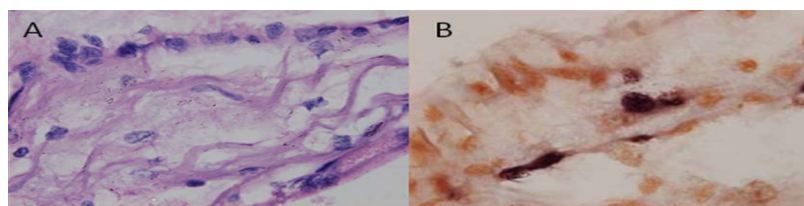


Figure 11 H&E (A) compared with *in situ* hybridization (B) histological section from hepatopancreas of affected shrimp. Rick1 probe gave false positive signal in the nucleus of hepatopancreatic cell (B)

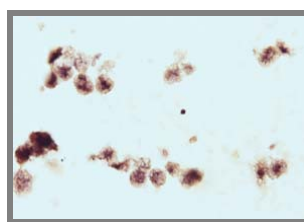


Figure 12 Positive *in situ* hybridization test results for the Rick-2 probe with Zoothamnium

4. ผลการตรวจหาเชื้อ *Vibrio* sp. ในกุ้งที่พบอาการตับอักเสบโดย Rick-6 primer และ immunohistochemistry

เพื่อศึกษาลำดับเบสที่ยาวขึ้นของเชื้อที่ได้ จึงได้ทำการออกแบบ Rick-6 primer ซึ่งออกแบบในส่วน consensus sequence ของ RLB 16S rRNA ในบริเวณที่ใกล้กับตำแหน่งของ Rick-1 primer แต่สามารถ amplify RLB 16S rRNA gene ได้ยาวขึ้นคือประมาณ 1,200 bp ในขณะที่ primer Rick-1 สามารถ amplify

ได้เพียง 532 bp เท่านั้น ลำดับเบสของ Rick-6 primer แสดงใน Table 4 เมื่อนำ primer ดังกล่าวไปใช้ทำ PCR โดยใช้สภาวะเช่นเดียวกับที่ใช้กับ Rick-1 โดยใช้ DNA ที่สกัดได้จากตัวอย่างกุ้งที่มีอาการตับอักเสบ และหาลำดับนิวคลีโอไทด์ กลับพบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ของตัวอย่างเหล่านั้นมีความเหมือนกับเชื้อ *Vibrio* sp. (ข้อมูลไม่ได้แสดง) จากผลการทดลองดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ทดลองทำ immunohistochemistry โดยใช้ primary antibody ที่จำเพาะต่อเชื้อ vibrio กับเนื้อเยื่อตับของกุ้งที่มีอาการอักเสบ ซึ่งผลการทดลองแสดงใน Figure 13 จากผลการทดลอง พบว่า ตัวอย่างหลายๆ ตัวให้ผลบวกกับ monoclonal antibody ที่จำเพาะต่อ *V. harveyi* และ *V. parahaemolyticus* จึงสรุปได้ว่า สาเหตุของการเกิดภาวะตับอักเสบของกุ้งที่พบระบาดในประเทศไทยนั้นน่าจะมีสาเหตุมาจากเชื้อ *Vibrio* sp. มากกว่าที่จะเป็นเชื้อ Rickettsia-like bacteria

Table 4 Sequences of Rick-6 primers designed from 16S rRNA of RLB

Rick-6 primer	Length	Sequence
Rick-6 forward	21 bp	5' CAG CAA CAC TGG GAC TGA GAC 3'
Rick-6 reverse	24 bp	5' TAC GGC TAC CTT GTT ACG ACT TCA 3'

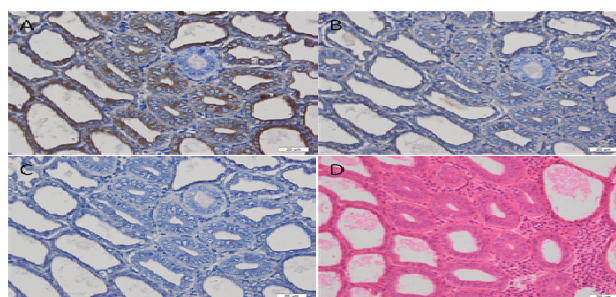


Figure 13 Photomicrographs of hepatopancreatic lesions of a moribund shrimp from the stress group showing a positive reaction (brown) by immunohistochemistry with a specific MAb for *Vibrio parahaemolyticus* (A) and negative reaction with a specific MAb for *V. harveyi* (B). (D) histological section stained with H&E; (C) negative control without probe

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

จากผลการตรวจตัวอย่างกุ้งที่มีอาการตับอักเสบด้วยชุดตรวจที่จำเพาะกับเชื้อก่อโรคตับอักเสบที่ระบาดในรัฐเท็กซัส ประเทศสหรัฐอเมริกา (IQ2000TM for NHPB; Farming IntelliGene, Taiwan) พบว่า ตัวอย่างทั้งหมดให้ผลเป็นลบ ในขณะที่ชุดตรวจที่ให้ตรวจโรคตับอักเสบที่ระบาดทั่วไป (DiagXotic และ primer pf-1 และ pf-2; Brinez *et al.*, 2003) แม้จะให้ผลบวกบ้างในบางตัวอย่าง แต่เมื่อวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ (DNA sequencing) และเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล NCBI พบว่า มีความเหมือน (identity) กับเชื้อ NHPB สายพันธุ์ Texas (TNHPB) (Genbank accession number U66509) เพียง 75% และ 35%

ตามลำดับ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ มีความใกล้ชิดทางสายพันธุ์กับ TNHPB น้อยมาก จากข้อมูลดังกล่าวสรุปได้ว่าเชื้อแบคทีเรียที่สงสัยว่าจะเป็นสาเหตุของโรคตับอักเสบในกุ้งขาวที่พบระบาดในประเทศไทยนั้น ไม่ใช่สายพันธุ์เดียวกันกับที่พบการระบาดใน Texas (TNHPB)

เมื่อใช้ Rick-1 primer ที่มีความจำเพาะต่อการตรวจเชื้อ rickettsia-like bacteria (RLB) (Nunan *et al.*, 2003) ตรวจตัวอย่างกุ้งที่มีอาการตับอักเสบและวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้เทียบกับฐานข้อมูล NCBI พบว่า มีความเหมือนกับ α -proteobacteria ถึง 90-98% อย่างไรก็ตามตัวอย่างกุ้งปกติก็ให้ผลบวกด้วยเปอร์เซ็นต์ความเหมือนกับ α -proteobacteria ที่สูงเช่นกัน ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าเชื้อแบคทีเรียที่สงสัยว่าเป็นสาเหตุของการเกิดโรคตับอักเสบนั้นแท้จริงแล้วคือเชื้อแบคทีเรียในกลุ่ม α -proteobacteria ที่เป็นเชื้อที่พบได้ทั่วไปในกุ้ง (normal flora) แต่จากการทำ H&E staining และ *in situ* hybridization พบว่า แม้กุ้งจะมีอาการตับอักเสบและพยาธิสภาพของการติดเชื้อแบคทีเรีย รวมถึงให้ผลบวกโดย Rick-1 nested PCR primer ก็ตาม แต่ผลการทำ *in situ* hybridization กลับเป็นลบ (Figure 11) เมื่อผนวกกับผลการทำ nested PCR จึงสรุปได้ว่า Rick-1 primer ไม่มีความจำเพาะเพียงพอที่จะใช้ตรวจหาเชื้อก่อโรคตับอักเสบที่พบระบาดกับกุ้งในประเทศไทย อีกทั้งเมื่อทำการยืนยันผลด้วยเทคนิค *in situ* hybridization โดยใช้ probe จากเชื้อในกลุ่มริกเก็ตเซีย พบว่า ให้ผลบวกกับ epicomensal stalked protozoa (*Zoothamnium sp.*) ด้วย ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า primer นี้ออกแบบในส่วน consensus sequence ที่พบได้ทั้งใน RLB และ stalked protozoa และเนื่องจากมีรายงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่ามี protozoa บางชนิดที่มีอยู่ร่วมกับแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคตับอักเสบในกุ้ง (Loy *et al.*, 1996) ดังนั้นเชื้อ protozoa ที่พบในการทดลองนี้อาจจะอยู่ร่วมกันกับแบคทีเรียและมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดภาวะตับอักเสบในกุ้งก็เป็นได้

จากการใช้ Rick-6 primer ในการตรวจกุ้งที่มีอาการของโรคตับอักเสบและเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ขนาด 1,200 bp ที่ได้ กับฐานข้อมูล NCBI พบว่า มีส่วนที่เหมือนกันกับเชื้อ *Vibrio sp.* เป็นอย่างมาก และเมื่อทดลองทำ immunohistochemistry โดยใช้ primary antibody ที่จำเพาะต่อ vibrio พบว่า กุ้งให้ผลบวกกับ monoclonal antibody ที่จำเพาะต่อ *V. harveyi* และ *V. parahaemolyticus* จึงสรุปได้ว่าสาเหตุของการเกิดภาวะตับอักเสบของกุ้งที่พบระบาดในประเทศไทยนี้น่าจะมีสาเหตุมาจากเชื้อ vibrio มากกว่าที่จะเป็นเชื้อ Rickettsia-like bacteria (RLB) หรือ TNHPB ข้อสรุปดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานที่ว่าเชื้อ vibrio นั้นเป็นเชื้อประจำถิ่น (normal flora) และเชื้อฉวยโอกาส (opportunistic pathogen) ของกุ้งซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับการระบาดของโรคกุ้งหลายๆ โรคที่ทำให้กุ้งตายภายใต้สภาวะที่ไม่เหมาะสม (Liu and Chen, 2004)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยมหิดล และศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพเกษตร สำนักพัฒนานักบริหารการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารอ้างอิง

- Frelie, P.F., R.F. Sis, T.A. Bell and D.H. Lewis. 1992. Microscopic and ultrastructural studies of necrotizing hepatopancreatitis in Pacific white shrimp (*Penaeus vannamei*) cultured in Texas. **Vet Pathol.** 29(4): 269-277.
- Brinez, B., F. Aranguren and M. Salazar. 2003. Fecal samples as DNA source for the diagnosis of Necrotizing Hepatopancreatitis (NHP) in *Penaeus vannamei* broodstock. **Dis Aquat Organ.** 55(1): 69-72.
- Rio-Rodriguez, R.E.d., S. soto-Rodriguez, M. Lara-Flores, Cu-Escamilla, A. D., & Gomez-Solano, M. I. (2006). A necrotizing hepatopancreatitis (NHP) outbreak in shrimp farm in Campeche, Mexico: A first case report. **Aquaculture.** 255: 606-609.
- Lightner, D.V. 1996. **A handbook of shrimp pathology and diagnostic procedures for diseases of cultured Penaeid shrimp.** Baton Rouge, LA.
- Nunan, L.M., B. Noble, M.L. Groumellec and D.V. Lightner. 2003. Experimental infection of *Penaeus vannamei* by a rickettsia-like bacterium (RLB) originating from *P.monodon*. **Dis Aquat Organ.** 54: 43-48.
- Limsuwan, C. and N. Chuchird. 2006. Histopathological Study of Necrotizing Hepatopancreatitis (NHP) infection in *Litopenaeus vannamei* in Thailand. **Paper presented at the Proceedings of 45th Kasetsart University Annual Conference: Fisheries:** Bangkok.
- Moullac, G.L. and P. Haffner. 1993. Environmental factors affecting immune responses in Crustacea **Journal of Invertebrate Pathology.** 61(1): 44-48.
- Lightner, D.V. 1996. **A handbook of shrimp pathology and diagnostic procedures for diseases of cultured Penaeid shrimp.** Baton Rouge, LA.
- Liu, C.H. and J.C. Chen. 2004. Effect of ammonia on the immune response of white shrimp *Litopenaeus vannamei* and its susceptibility to *Vibrio alginolyticus*. **Fish Shellfish Immunol.** 16(3): 321-334.

สถานการณ์การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการประมงที่ดี ของเกษตรกรในอำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี

Situation of Culture on Giant Freshwater Prawn under Good Aquaculture Practice of Farmer in Bangphae District Ratchaburi Province

นพดล จันทรmani

Noppadon Chanmanee

สำนักงานประมงจังหวัดเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

Chiang Mai Provincial Fisheries Office, Chiang Mai, Thailand 50200

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบสภาพสังคมเศรษฐกิจและสถานการณ์การปฏิบัติของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งก้ามกราม ในพื้นที่อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการประมงที่ดี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา จำนวนทั้งสิ้น 123 ราย ใช้แบบสอบถามในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2552 วิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าต่ำสุด สูงสุด ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษา พบว่า เกษตรกรร้อยละ 69.9 เป็นชาย มีอายุเฉลี่ย อยู่ในช่วง 40-49 ปี มีสถานภาพสมรส ร้อยละ 57.7 ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา ร้อยละ 39.8 เกษตรกร มีประสบการณ์ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามไม่น้อยกว่า 10 ปี โดยมีพื้นที่ในการเลี้ยง อยู่ระหว่าง 10-20 ไร่ ร้อยละ 54.5 มีจำนวนบ่อเลี้ยงโดยเฉลี่ย 4.2 บ่อ ความลึกเฉลี่ยของบ่อลึกมากกว่า 1 เมตร เกษตรกรซื้อลูกพันธุ์กุ้งก้ามกรามจากจังหวัดสุพรรณบุรีมากที่สุด ร้อยละ 38.2 รองลงไป ได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี ฉะเชิงเทรา นครปฐม และราชบุรี คิดเป็นร้อยละ 22.0, 18.7, 12.5 และ 8.9 ตามลำดับ

ในการรักษามาตรฐานฟาร์ม GAP เกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงปฏิบัติตามแนวทางที่กรมประมงกำหนด โดยมีการจัดการในการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม ดังนี้ การเตรียมบ่อ พบว่า เกษตรกรทำการตากบ่อหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต มีการพรวนดินเพื่อปรับปรุงคุณภาพดินและน้ำ และมีการกรองน้ำด้วยมุ้งเขียวตาถี่ก่อนนำน้ำเข้าบ่อ มีเพียงร้อยละ 3.3 ไม่มีการจัดการในกิจกรรมที่กล่าวมา เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้อาหารสำเร็จรูปในการเลี้ยง มีการปล่อยลูกกุ้ง ขนาดมากกว่า 2 เซนติเมตร คิดเป็น ร้อยละ 79.3 ความหนาแน่นในการเลี้ยง น้อยกว่า 10,000 ตัว/ไร่ คิดเป็น ร้อยละ 84.6 และในอัตรา 10,000-20,000 ตัว/ไร่ ร้อยละ 15.4 ระยะเวลาในการเลี้ยงไม่น้อยกว่า 5 เดือน เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 92.7 เก็บเกี่ยวผลผลิตในครั้งเดียวหมด ขนาดของกุ้งที่จับอยู่ระหว่าง 10-12 ตัว/กก. ผลผลิตที่ได้ อยู่ระหว่าง 200-400 กิโลกรัม/ไร่ ผลผลิตของเกษตรกรทั้งหมดขายให้แก่พ่อค้าที่มารับซื้อถึงฟาร์มเลี้ยง สภาพปัญหาในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามของเกษตรกรระดับมากที่สุด คือ ปัญหาเรื่องอาหารกุ้งมีราคาแพง ระดับความต้องการที่มากที่สุดของเกษตรกรในการขอรับการสนับสนุนจากภาครัฐเพื่อรักษามาตรฐาน GAP มี 3 ด้าน ได้แก่ 1) การสนับสนุนงบประมาณให้กลุ่มผู้เลี้ยงกุ้ง 2) การแนะนำแหล่งจำหน่ายลูกกุ้งที่มีคุณภาพ และ 3) การประกันราคาผลผลิต ความคาดหวังผลประโยชน์ของเกษตรกร

ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการประมงที่ดี พบว่า เกษตรกรทั้งหมดจำนวน 123 ราย มีความคาดหวังมากที่สุดให้กุ้งที่เลี้ยงไม่เป็นโรคและมีผลผลิตสูงขึ้น สามารถขายกุ้งได้ในราคาที่สูงขึ้น เกษตรกร ร้อยละ 75.6 คาดหวังมากที่สุดที่จะซื้อลูกกุ้งจากโรงเพาะพันธุ์ของทางราชการในราคาพิเศษ และ เกษตรกรร้อยละ 69.1 มีความคาดหวังมากที่สุดที่จะส่งผลผลิตกุ้งก้ามกรามตรวจสอบสารตกค้างในหน่วยงานของรัฐโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

คำสำคัญ: กุ้งก้ามกราม ราชบุรี มาตรฐานการปฏิบัติทางการประมงที่ดี

Abstract

This study aimed to determine social and economic conditions to learn the practical situation of farmers raising giant freshwater prawn in Bangphae district, Ratchaburi province. Population were 123 farmers on giant freshwater prawn under Good Aquaculture Practice (GAP). Data collected from July-October 2551 by using questionnaires. Statistical analysis using the frequency, average, percent, maximum, minimum and standard deviation. The results showed farmers are men 69.9 percent, age in the range of 40-49 years is 57.7 percent, marriage status, most graduate were primary education, 39.8 percent. Experienced in shrimp aquaculture at least 10 years. Area of shrimp ponds was 10-20 rais, 54.5 percent there are ponds on average 4.2 ponds. The average depth of more than a meter deep pond. Source of fry are Suphanburi most, 38.2 percent to include. Phetchaburi, Chachoengsao, Nakhon Pathom and Ratchaburi 22.0, 18.7, 12.5 and 8.9 percent, respectively, to maintain farm standards.

GAP, most farmers still follow the guidelines set by the department of fisheries. The management of culture as shrimp. Farmers were preparing to ponds after harvest. Sowing the lime to adjust soil and water quality. And a filter head with green net frequently before the pond water. Only 3.3 percent of management activities not mentioned. Size of larvae are released more than 2 cm accounted for 79.3 the density in the less than 10,000/rai and 84.6 percent drop in rates. The 10,000-20,000/rai and fed with commercial shrimp food from 15.4 percent rearing not less than five months. Most farmers harvested all at once. Size of shrimp caught, most are between 10-12 prawns/kg. Yield to be between 200-400 kg/rai. All product sold to traders at the farm to purchase. Problems in the culture of giant freshwater prawn farmers the highest level. Shrimp is a problem is expensive. High level of demand most of the farmers in obtaining support from the government. GAP standards to maintain the three areas 1) budget to support groups shrimp 2) where to sell quality larvae, and 3) the insurance product price. The expected benefits of the farmers in raising standards of practice shrimp fishery was a good total of 123 more farmers are most anticipated. For shrimp culture is not a disease and a higher yield. You can buy shrimp at the farmers a higher price 75.6 percent expect to buy a lot of plant breeding larvae of the official price. Farmers and 69.1 percent expect a lot of shrimp will yield monitor residues in the government without cost.

Keywords: giant freshwater prawn, Ratchaburi, Good Aquaculture Practice (GAP)

คำนำ

ในปัจจุบันราคากุ้งก้ามกรามมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นแรงจูงใจให้เกษตรกรมีความสนใจและเปลี่ยนพฤติกรรมจากการทำเกษตรอย่างอื่นหันมาเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเพิ่มขึ้น และมีการขยายพื้นที่เพื่อเพิ่มผลผลิตให้ได้ปริมาณผลผลิตมากขึ้น แต่การใช้พื้นที่ในการเพาะเลี้ยงเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้การใช้ น้ำเพิ่มขึ้น การขยับขยายของเสียที่เกิดจากการเลี้ยงกุ้งเพิ่มขึ้น ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหานานาประการตามมาใน ภายหลัง เช่น ปัญหาการปล่อยน้ำเสีย ปัญหาสิ่งแวดล้อม ปัญหาการจัดสรรน้ำ

กรมประมงมีมาตรการต่างๆ ในการวางแผนให้เกษตรกรปรับเปลี่ยนการผลิตกุ้งก้ามกรามจากเดิม ให้เป็นการผลิตกุ้งก้ามกรามที่ปลอดจากสารปฏิชีวนะและสารเคมีตกค้าง ขณะเดียวกันก็ให้มีสุขอนามัย ฟาร์มที่ดี ภายใต้โครงการการปฏิบัติทางการประมงที่ดีสำหรับการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม โดยมุ่งเน้น ส่งเสริมให้เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามหันมาจัดการฟาร์มเพาะเลี้ยงให้เข้าสู่มาตรฐานการปฏิบัติ ทางการประมงที่ดีสำหรับการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม (Good Aquaculture Practice: GAP) แต่ปรากฏว่า ในระหว่างเดือน มกราคม-ตุลาคม พ.ศ. 2548 ประเทศไทยก็ได้ประสบปัญหาโรคระบาดในกุ้งก้ามกราม ทำให้กุ้งก้ามกรามจากโรงเพาะฟักและในบ่อดินตายเป็นจำนวนมาก ซึ่งสาเหตุการตายเนื่องจากการติดเชื้อไวรัส *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus (MrNV) Extra Small Virus (XSV) (จารีย์ และคณะ, 2549) จาก เหตุการณ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าโครงการต่างๆ ที่กรมประมงได้ดำเนินการเพื่อจัดทำมาตรฐานฟาร์ม กุ้งก้ามกรามแทบจะไม่มีประโยชน์ หากเกษตรกรในพื้นที่ไม่มีความรับผิดชอบ ไม่มีการกำหนดจรรยาบรรณ ในการเลี้ยงร่วมกัน ดังนั้นกรมประมงจะต้องร่วมมือกับเกษตรกรและผู้เกี่ยวข้องในการกำหนดแนวทางการ มีส่วนร่วมและการรับรู้ในการผลิตกุ้งก้ามกรามอย่างมีความรับผิดชอบ

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อทราบข้อมูลลักษณะพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคม สถานการณ์การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี และมีรูปแบบการ ปฏิบัติอย่างไรในการผลิตกุ้งก้ามกรามอย่างมีความรับผิดชอบต่อมาตรฐานการปฏิบัติทางการประมงที่ดี ผลการศึกษาครั้งนี้จะเป็นข้อมูลสำคัญในการกำหนดนโยบายแผนปฏิบัติและแนวทางแก้ไขให้การเลี้ยง กุ้งก้ามกรามในพื้นที่ อีกทั้งยังเป็นการแก้ไขปัญหาด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมด้านการเลี้ยง กุ้งก้ามกราม รวมถึงประโยชน์ของผู้บริโภค และผู้ใช้ทรัพยากรอื่นๆ ไปพร้อมกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรที่ศึกษา ได้แก่ เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการมาตรฐานการปฏิบัติทางการประมงที่ดีในการ เลี้ยงกุ้งก้ามกราม ในพื้นที่อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี ที่มีรายชื่อในทะเบียนผู้เข้าร่วมโครงการของสถานี ประมงน้ำจืดจังหวัดราชบุรี จำนวนทั้งสิ้น 490 ราย ใช้จำนวนตัวอย่าง 25% ได้เกษตรกรที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ทั้งหมด 123 ราย ขนาดตัวอย่าง (sample size) ได้คำนวณทางสถิติตามแบบของฉัตร (2525 อ้างโดย นำชัย, 2538)

ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ เนื้อที่ศึกษา ได้แก่ ข้อมูลลักษณะพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคม สภาพการเลี้ยงและปัญหาของเกษตรกรในการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม ตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการประมงที่ดี

วิเคราะห์ลักษณะพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคมของผู้เลี้ยงกุ้งก้ามกราม สภาพการเลี้ยงและปัญหา ของเกษตรกรในการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม ความต้องการและความคาดหวังผลประโยชน์ของเกษตรกร ใช้ ค่าความถี่ (frequencies) ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด

ผลการศึกษา

จากการศึกษาสถานการณ์การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการประมงที่ดี ของเกษตรกร ในอำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี ได้ผลการศึกษา 4 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

กลุ่มตัวอย่างผู้เลี้ยงกุ้งก้ามกราม ร้อยละ 69.9 เป็นชาย และเพศหญิงร้อยละ 30.1 มีอายุ อยู่ในช่วง 40-49 ปี ร้อยละ 37.4 รองลงมา 50-59 ปี ร้อยละ 24.4 สถานภาพสมรส ร้อยละ 57.7 รองลงมา มีสถานภาพอยู่ร้างคิดเป็นร้อยละ 28.5 ระดับการศึกษาจบชั้นประถมศึกษา ร้อยละ 39.8 รองลงมาจบการศึกษาชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ และมีเกษตรกรที่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ 8.1 เกษตรกร ร้อยละ 43.1 มีรายได้ มากกว่า 600,00 บาท/ปี รองลงมา มีรายได้ อยู่ระหว่าง 500,001-600,000 บาท/ปี ร้อยละ 36.6 เกษตรกรร้อยละ 94.3 กู้ยืมเงินมาใช้ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม เกษตรกรเข้าพื้นที่ในการเลี้ยงกุ้งคิดเป็นร้อยละ 62.6 มีส่วนที่เหลือจำนวน 46 ราย ใช้ที่ดินของตนเอง เกษตรกรร้อยละ 89.4 ไม่มีตำแหน่งใดๆ ทางสังคม แต่มีจำนวน 13 ราย มีตำแหน่งต่างๆ ทางสังคมคิดเป็นร้อยละ 10.6

Table 1 Personal information

n = 123			
Variable	Factor	Number	Percent
1. sex	male	86	69.9
	female	37	30.1
2. age	20-29 year	8	6.5
	30-39 year	13	10.6
	40-49 year	46	37.4
	50-59 year	30	24.4
	60-69 year	14	11.4
	>70 year	12	9.8
3. marital status	single	17	13.8
	marriage together	71	57.7
	marriage separated	35	28.5
4. education	primary	49	39.8
	lower secondary school	9	7.3
	high school	8	6.5
	vocational certificate	47	38.2
	bachelor	10	8.1
5. income	100,000-200,000 baht/year	2	1.6
	200,001-300,000 baht/year	3	2.4
	300,001-400,000 baht/year	5	4.1
	400,001-500,000 baht/year	15	12.2
	500,001-600,000 baht/year	45	36.6
	>600,000 baht/year	53	43.1
6. source of investment	own funds	7	5.7
	capital loans	116	94.3

Table 1 (continued)

Variable	Factor	Number	Percent
7. possession of agriculture land	own land	46	37.4
	rent land	77	62.6
8. positions of the social	have	13	10.6
	no	110	89.4

ตอนที่ 2 สภาพการเลี้ยงและปัญหาของเกษตรกรผู้เลี้ยงกิ้งก่ามกรม

เกษตรกรที่มีประสบการณ์ในการเลี้ยงกิ้งก่ามกรม 16-20 ปี คิดเป็นร้อยละ 42.3 รองลงมา มีประสบการณ์ 10-15 ปี คิดเป็นร้อยละ 29.3 ที่มีประสบการณ์น้อยกว่า 10 ปี มีเพียง 12 ราย คิดเป็นร้อยละ 9.8 เกษตรกรจำนวน 71 ราย ใช้แรงงานในครัวเรือนและจ้างผู้อื่นคิดเป็นร้อยละ 57.7 สำหรับเกษตรกรที่เลี้ยงกิ้งก่าโดยจ้างผู้อื่นทั้งหมดและใช้แรงงานในครัวเรือนทั้งหมด ร้อยละ 25.5 และ 17.1 ตามลำดับ เกษตรกรร้อยละ 45.5 มีบ่อเลี้ยงกิ้งก่าจำนวน 3-5 บ่อ รองลงไป มีบ่อเลี้ยง 1-2 บ่อ ส่วนเกษตรกรที่มีบ่อเลี้ยงมากกว่า 5 บ่อ คิดเป็นร้อยละ 20.3 ความลึกเฉลี่ยของบ่อส่วนใหญ่ลึกมากกว่า 1 เมตร คิดเป็นร้อยละ 62.6 การจัดการบ่อก่อนการเลี้ยง ร้อยละ 96.7 ทำการตากบ่อหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต หว่านปูนขาวเพื่อปรับคุณภาพดินและน้ำและมีการกรองน้ำเข้าบ่อด้วยมุ้งเขียวตาถี่ มีเพียงร้อยละ 3.3 ไม่มีการจัดการในกิจกรรมที่กล่าวมา จังหวัดสุพรรณบุรี เป็นแหล่งที่เกษตรกรซื้อลูกพันธุ์กิ้งก่ามกรมมากที่สุด ร้อยละ 38.2 รองลงไป ได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี ฉะเชิงเทรา นครปฐม และราชบุรี คิดเป็นร้อยละ 22.0, 18.7, 12.5 และ 8.9 ตามลำดับ เกษตรกรทั้งหมดใช้อาหารสำเร็จรูปในการเลี้ยง ในปัจจุบันเกษตรกรนิยมปล่อยลูกกิ้งก่า ขนาดมากกว่า 2 เซนติเมตร คิดเป็น ร้อยละ 79.3 เกษตรกร ร้อยละ 95.9 แซ่กิ้งก่าก่อนปล่อย 15 นาที ความหนาแน่นในการปล่อยน้อยกว่า 10,000 ตัว/ไร่ คิดเป็น ร้อยละ 84.6 รองลงมาจะปล่อยในอัตรา 10,000-20,000 ตัว/ไร่ คิดเป็นร้อยละ 15.4 ระยะเวลาในการเลี้ยงร้อยละ 76.4 ใช้เวลาในการเลี้ยงน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 เดือน ส่วนที่เลี้ยงมากกว่า 5 เดือน มีจำนวน 29 ราย คิดเป็นร้อยละ 23.6 การเก็บเกี่ยวผลผลิตมีทั้งทยอยจับและจับผลผลิตครั้งเดียวแต่เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 92.7 จับผลผลิตในครั้งเดียวหมด ขนาดของกิ้งก่าที่จับส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 10-12 ตัว/กก. คิดเป็นร้อยละ 60.4 รองลงมาเป็นขนาด 13-15 ตัว/กก. ร้อยละ 41.5 โดยมีเกษตรกรเพียงร้อยละ 1.6 ที่จับกิ้งก่า ขนาดน้อยกว่า 10 ตัว/กก. ผลผลิตที่ได้ต่อรอบการเลี้ยงอยู่ระหว่าง 200-400 กิโลกรัม/ไร่ คิดเป็น ร้อยละ 52.8 รองลงมาได้ผลผลิต/ไร่มากกว่า 400 กิโลกรัม มีจำนวนร้อยละ 26 และเกษตรกรที่ผลิตได้ น้อยกว่า 200 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวน 26 ราย คิดเป็นร้อยละ 21.1 ผลผลิตของเกษตรกรทั้งหมด ขายให้แก่พ่อค้าที่มารับซื้อถึงฟาร์มเลี้ยง สภาพปัญหาในการเลี้ยงกิ้งก่ามกรม ร้อยละ 90.2 มีปัญหาเรื่องอาหารกิ้งก่ามีราคาแพง ส่วนปัญหาเรื่องคุณภาพดิน คุณภาพน้ำ ปัญหาลูกพันธุ์ และปัญหาด้านโรค มีน้อย คิดเป็นร้อยละ 11.4, 4.1, 9.8 และ 9.8 ตามลำดับ

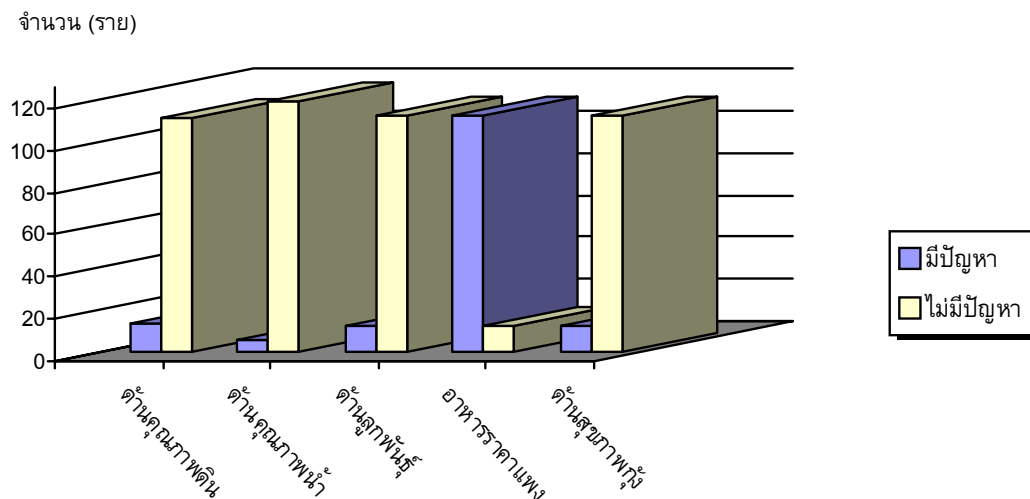
Table 2 Information on farming condition and problems of culture on Giant freshwater Prawn of farmers

n = 123

Variable	Factor	Number	Percent
1. experience	<10 year	12	9.8
	10-15 year	36	29.3
	16-20 year	52	42.3
	>20 year	23	18.7
2. labor	worker in all households	21	17.1
	households labor and employment	71	57.7
	all other employment	31	25.2
3. number of ponds	1-2 ponds	42	34.1
	3-5 ponds	56	45.5
	> 5 ponds	25	20.3
4. depth of pond	<1 meter	46	37.4
	>1 meter	77	62.6
5. leave the pond dry after the harvest	do	119	96.7
	Not do	4	3.3
6. sowing the lime to adjust soil and	do	119	96.7
	Not do	4	3.3
7. filtered water	do	119	96.7
	Not do	4	3.3
8. source of larvae	Nakhon pathom province	15	12.5
	Suphan buri province	47	38.2
	Ratchaburi province	11	8.9
	Petchaburi province	27	22.0
	Chachoengsao province	23	18.7
9. type of food in culture	delicatessen	123	100
10. how to release shrimp culture	Leave it	5	4.1
	Soak 15 minute before releasing	118	95.9
11. size larvae rearing	<2 centimeters	25	20.3
	>2 centimeters	98	79.3
12. density rearing	<10,000 larvae/rai	104	84.6
	>10,000-20,000 larvae/rai	19	15.4
13. rearing period	≤ 5 month	94	76.4
	>5 month	29	23.6
14 .the harvested	Gradually catch	9	7.3
	Catch one	114	92.7

Table 2 (continued)

Variable	Factor	Number	Percent
15. yield	<200 kg./rai	26	21.1
	200-400 kg./rai	69	52.8
	>400 kg./rai	32	26
16. catch size	< 10 prawn/kg	2	1.6
	10-12 prawn/kg	62	50.4
	13-15 prawn/kg	51	41.5
	> 15 prawn/kg	32	6.5
17. distribution	traders come to buy from their farms	123	100



ภาพที่ 1 สภาพปัญหาในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามของเกษตรกร

ตอนที่ 3 คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำในฟาร์มเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรที่รับน้ำจากคลองดอนใหญ่ อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี ตั้งแต่บริเวณต้นคลอง กลางคลองและปลายคลอง ดัชนีคุณภาพน้ำมีค่าดังนี้ ความเป็นกรดเป็นด่าง อยู่ในช่วง 7.5-8.0, 7.5-8.5 และ 7.0-8.0 ตามลำดับ ค่าความเป็นด่างของน้ำอยู่ในช่วง 90-136, 108-135 และ 115-157 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ค่าความกระด้างของน้ำในฟาร์มบริเวณต้นคลองอยู่ในช่วง 90-200 มิลลิกรัม/ลิตร กลางคลอง อยู่ในช่วง 110-205 มิลลิกรัม/ลิตร ปลายคลองมีค่าอยู่ในช่วง 80-270 มิลลิกรัม/ลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายที่วัดจากบริเวณที่ตั้งฟาร์ม จากต้นคลอง กลางคลอง และปลายคลอง มีค่าเท่ากับ 5.4, 4.7 และ 4.2 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

ตอนที่ 4 ความต้องการและความคาดหวังผลประโยชน์ของเกษตรกร ในการรักษามาตรฐาน GAP

จากการศึกษา พบว่า เกษตรกรทั้งหมด จำนวน 123 ราย มีความต้องการ 3 ด้าน ที่อยากได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ ในการรักษามาตรฐาน GAP ได้แก่ 1) การสนับสนุนงบประมาณให้กลุ่มผู้เลี้ยงกุ้ง 2) การแนะนำแหล่งจำหน่ายลูกกุ้งที่มีคุณภาพ และ 3) การประกันราคาผลผลิต ส่วนความต้องการเรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยง การติดตั้งอุปกรณ์บำบัดน้ำในคลองสายหลัก และการจัดตั้งตลาดกลาง เกษตรกรมีความต้องการน้อย คิดเป็นร้อยละ 69.9, 50.4 และร้อยละ 43.9 ส่วนความต้องการแนะนำแหล่งรับซื้อผลผลิตและการจัดตั้งตลาดกลางเกษตรกรไม่มีความต้องการ คิดเป็น ร้อยละ 56.9 และ 56.1 ตามลำดับ

ความคาดหวังของเกษตรกรในการรักษามาตรฐาน GAP พบว่า เกษตรกรทั้งหมด มีความคาดหวังให้กุ้งที่เลี้ยงไม่เป็นโรค มีผลผลิตสูงขึ้น และสามารถขายกุ้งได้ในราคาที่สูงขึ้น เกษตรกรร้อยละ 75.6 คาดหวังมากที่จะซื้อลูกกุ้งจากโรงเพาะพันธุ์ของทางราชการในราคาพิเศษ และเกษตรกรร้อยละ 69.1 มีความคาดหวังมากที่จะส่งผลผลิตกุ้งก้ามกรามตรวจสอบสารตกค้างในหน่วยงานของรัฐโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย สำหรับความคาดหวังที่เกษตรกรจะได้รับการยอมรับจากหน่วยงาน/องค์กรต่างๆ เกษตรกรมีความคาดหวังน้อย คิดเป็นร้อยละ 61.0

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาสถานการณ์การเลี้ยงกุ้งก้ามกราม ตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการประมงที่ดี ของเกษตรกรในอำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี จำนวน 123 ราย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลลักษณะพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคม และเพื่อทราบการปฏิบัติของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งก้ามกราม ความต้องการและความคาดหวังผลประโยชน์ ของเกษตรกรในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการประมงที่ดี ผลการศึกษา มีดังนี้

สภาพการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม เกษตรกร มีประสบการณ์ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามไม่น้อยกว่า 10 ปี โดยมีเกษตรกรร้อยละ 42.3 มีประสบการณ์ 16-20 ปี เกษตรกรที่มีประสบการณ์น้อยกว่า 10 ปี เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้แรงงานในครัวเรือนและจ้างผู้อื่น บ่อเลี้ยงกุ้งก้ามกรามมีจำนวนบ่อโดยเฉลี่ย 4.2 บ่อ มีความลึกเฉลี่ยของบ่อส่วนใหญ่ลึกมากกว่า 1 เมตร สภาพการเตรียมบ่อ พบว่า เกษตรกรทำการตากบ่อหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตหวานปูนขาวเพื่อปรับคุณภาพดินและน้ำและมีการกรองน้ำเข้าบ่อด้วยมุ้งเขียวตาถี่ มีเพียงร้อยละ 3.3 ไม่มีการจัดการในกิจกรรมที่กล่าวมา จังหวัดสุพรรณบุรี เป็นแหล่งที่เกษตรกรซื้อลูกพันธุ์กุ้งก้ามกรามมากที่สุด ร้อยละ 38.2 รองลงไป ได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี จะเข้เกรา นครปฐม และราชบุรี คิดเป็นร้อยละ 22.0, 18.7, 12.5 และ 8.9 ตามลำดับ เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้อาหารสำเร็จรูปในการเลี้ยง ในปัจจุบันเกษตรกรยังปฏิบัติตามข้อกำหนดของมาตรฐาน GAP โดยนิยมปล่อยลูกกุ้งขนาดมากกว่า 2 เซนติเมตร คิดเป็น ร้อยละ 79.3 เกษตรกรร้อยละ 95.9 แซ่กุ้งก่อนปล่อย 15 นาที สำหรับอัตราการปล่อยลงเลี้ยงในบ่อเลี้ยง ความหนาแน่นในการปล่อยน้อยกว่า 10,000 ตัว/ไร่ คิดเป็น ร้อยละ 84.6 และปล่อยในอัตรา 10,000-20,000 ตัว/ไร่ ร้อยละ 15.4 ระยะเวลาในการเลี้ยงไม่น้อยกว่า 5 เดือน การเก็บเกี่ยวผลผลิตมีทั้งทยอยจับและจับผลผลิตครั้งเดียวแต่เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 92.7 ปล่อยน้ำแห้งและจับผลผลิตในครั้งเดียวหมด ขนาดของกุ้งที่จับส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 10-12 ตัว/กก. และขนาด 13-15 ตัว/กก. ผลผลิตที่ได้ต่อรอบการเลี้ยง อยู่ระหว่าง 200-400 กิโลกรัม/ไร่ คิดเป็น ร้อยละ 52.8 รองลงมามีผลได้/ไร่มากกว่า 400 กิโลกรัม มีจำนวนร้อยละ 26 และเกษตรกรที่ผลิตได้ น้อยกว่า 200 กิโลกรัมต่อไร่ มีจำนวน 26 ราย คิดเป็นร้อยละ 21.1 ผลผลิตของเกษตรกรทั้งหมด ขายให้แก่พ่อค้าที่มารับซื้อถึงฟาร์ม

เลี้ยง สภาพปัญหาในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามของเกษตรกรที่มีระดับมากมี 1 เรื่อง คือ ปัญหาเรื่องอาหารกุ้งมีราคาแพง ส่วนสภาพปัญหาการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามของเกษตรกร ที่มีระดับน้อย จำนวน 3 เรื่อง ได้แก่ 1) เรื่องคุณภาพดิน 2) ปัญหาลูกพันธุ์ และ 3) ปัญหาด้านโรค

คุณภาพน้ำในฟาร์มเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรมีคุณสมบัติเหมาะสมตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังนี้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 6.5-8.5 ค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำไม่ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นด่าง ไม่ต่ำกว่า 50 ส่วนในล้านส่วน และค่าความกระด้าง ไม่ต่ำกว่า 100 ส่วนในล้านส่วน

เกษตรกรทั้งหมด มีความต้องการ 3 ด้าน ที่อยากได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ ในการรักษามาตรฐาน GAP ได้แก่ 1) การสนับสนุนงบประมาณให้กลุ่มผู้เลี้ยงกุ้ง 2) การแนะนำแหล่งจำหน่ายลูกกุ้งที่มีคุณภาพ และ 3) การประกันราคาผลผลิต ส่วนความต้องการเรื่อง การตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยง การติดตั้งอุปกรณ์บำบัดน้ำในคลองสายหลัก และการจัดตั้งตลาดกลาง เกษตรกรมีความต้องการน้อย ส่วนความต้องการแนะนำแหล่งรับซื้อผลผลิตและการจัดตั้งตลาดกลาง เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีความต้องการ

ความคาดหวังผลประโยชน์ของเกษตรกรในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการประมงที่ดี พบว่า เกษตรกรทั้งหมดจำนวน 123 ราย มีความคาดหวังมาก ให้กุ้งที่เลี้ยงไม่เป็นโรคและมีผลผลิตสูงขึ้น สามารถขายกุ้งได้ในราคาที่สูงขึ้น เกษตรกรร้อยละ 75.6 คาดหวังมากที่จะซื้อลูกกุ้งจากโรงเพาะพันธุ์ของทางราชการในราคาพิเศษ และเกษตรกรร้อยละ 69.1 มีความคาดหวังมากที่จะส่งผลผลิตกุ้งก้ามกรามตรวจสอบสารตกค้างในหน่วยงานของรัฐโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย สำหรับความคาดหวังที่เกษตรกรจะได้รับการยอมรับจากหน่วยงาน/องค์กรต่างๆ เกษตรกรมีความคาดหวังน้อย คิดเป็นร้อยละ 61.0

จากการศึกษาสามารถคาดคะเนได้ว่าเกษตรกรที่เลี้ยงกุ้งก้ามกรามมีความพึงพอใจที่จะปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการประมงที่ดี (GAP) ถึงแม้จะมีต้นทุนการเลี้ยงที่สูงขึ้นในการที่จะรักษามาตรฐาน สังเกตได้จากการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ที่กรมประมงกำหนดในมาตรฐาน เช่น การจัดการบ่อเลี้ยง การเตรียมน้ำ การซื้อลูกพันธุ์กุ้งก้ามกรามที่มีใบกำกับการขายลูกพันธุ์สัตว์น้ำ การปล่อยกุ้งลงเลี้ยงในอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสม เพื่อให้ผลผลิตและรายได้เพิ่มขึ้น มีการวางแผนการจับและการจำหน่าย มีการจัดการสุขภาพและแก้ไขปัญหาโรคกุ้ง มีการจัดบันทึกการจัดการฟาร์ม ทำให้ปัญหาในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการประมงที่ดี (GAP) มีน้อยมาก ตลอดจนน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงมีคุณสมบัติของน้ำอยู่ในช่วงที่มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ตามที่ ไมตรี (2530); ภาณุ และคณะ (2539); มั่นสิน และไพพรรณ (2544) และกรมควบคุมมลพิษ (2546) รายงานไว้

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2546. คู่มือการติดตามตรวจสอบและประเมินคุณสมบัติของน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน. 85 น.
- กรมประมง. 2548. เอกสารประกอบการดำเนินการโครงการความปลอดภัยด้านอาหาร ประจำปีงบประมาณ 2548. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.

- จาร์ยี ผลชนะ สมเกียรติ์ กาญจนาคาร สุดา ตันทวาทนิช และวรุฒิ สุขเจริญ. 2549 การตายของกุ้งก้ามกรามจากการติดเชื้อ *Macrobrachium rosenbergii* nodavirus และ Extra small virus. สถาบันวิจัยสุขภาพสัตว์น้ำ กรมประมง: กรุงเทพฯ.
- ชูชาติ อรุณภรณ์. 2548. กุ้งก้ามกราม. รายงานพิเศษฝ่ายวิจัย ธนาคารกรุงเทพ จำกัด. น 2.
- นำชัย ทนุผล. 2538. การวางแผนและประเมินผลโครงการส่งเสริม. พิมพ์ครั้งที่ 3. ภาควิชาส่งเสริมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้: เชียงใหม่.
- ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล สุจินต์ หนูขวัญ กำชัย ลาวัณยุฒิ วีระ วัชรกรโยธิน และนวลมณี พงศ์ธนา. 2539. หลักการเพาะเลี้ยงปลา. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 30/2539. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง: กรุงเทพฯ. 124 น.
- มันสิน ตันทุลเวศม์ และไพพรรณ พรประภา. 2544. การจัดการคุณสมบัติของน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ. 319 น.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์. 2530. เกณฑ์คุณสมบัติของน้ำเพื่อการคุ้มครองทรัพยากรสัตว์น้ำจืด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 75/2530. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง: 38 น.

ศึกษาความเต็มใจที่จะจ่ายต่อการซื้อกุ้งกุลาดำอินทรีย์ของผู้ประกอบการ
ค้าส่งและปลีกอาหารทะเลในเขตกรุงเทพมหานคร

**A Study of Willingness to Pay for Buying Organic Tiger Shrimp's
of Seafood Wholesale and Retailers in Bangkok Area**

กษมา วัชรินทรชัย* และวรินทร์ ทัด ดุลยพุกษ์

Kasama watcharintarachai* and Varunthat Dulyapurk

ภาควิชาการจัดการประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Fishery management, Fishery, Kasetsart University, Bangkok, Thailand 10900

*Corresponding author: kasama900@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาความเต็มใจที่จะจ่ายส่วนต่างต่อการซื้อกุ้งกุลาดำอินทรีย์ของผู้ประกอบการค้าส่งและค้าปลีกอาหารทะเล การศึกษาสะท้อนให้เห็นถึงรูปแบบพฤติกรรมของผู้ประกอบการค้าส่งที่มีต่อสินค้ากุ้งกุลาดำอินทรีย์ และความคิดเห็นที่มีต่อสินค้ากุ้งกุลาดำอินทรีย์ การศึกษา พบว่า ค่าความเต็มใจที่จะจ่ายระดับราคาส่วนต่างระหว่างกุ้งกุลาดำอินทรีย์กับกุ้งกุลาดำธรรมดา 1 กิโลกรัม (mean of MWTP) มีค่าประมาณ 15 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งหมายความว่า ผู้ผลิตกุ้งกุลาดำอินทรีย์สามารถตั้งราคาสูงกว่ากุ้งกุลาดำธรรมดา 15 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งจะทำให้ผู้ผลิตสามารถประเมินศักยภาพของตนได้ว่าจะเลือกผลิตสินค้ากุ้งกุลาดำอินทรีย์หรือไม่ เมื่อเทียบระหว่างผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับกับต้นทุนการผลิตกุ้งกุลาดำอินทรีย์

คำสำคัญ: กุ้งกุลาดำอินทรีย์ ความเต็มใจที่จะจ่าย ผู้ประกอบการค้าปลีก ผู้ประกอบการค้าส่ง

Abstract

This study aimed the willingness to pay the price difference on purchasing organic prawn by the operators of wholesale and retailed seafood. The study reflects the behavior patterns and comments of merchant shrimp with organic prawn products. The study found that the willingness to pay for price difference between organic black tiger prawns with normal standard 1 kg (mean of MWTP) value approximately 15 baht/kg. This means that the organic shrimp production can be priced higher than the normal 15 shrimp per kilogram. This will allow manufacturers to assess their in choosing organic prawn or not when comparison between the expected returns are the costs of organic shrimp production.

Keywords: organic tiger shrimp's, willingness to pay, retail operators, wholesale operators

คำนำ

ปัจจุบันคนไทยถูกคุกคามด้วยโรคร้ายหลายโรคไม่ว่าจะเป็นโรคมะเร็ง โรคหัวใจ เป็นต้น สาเหตุเกิดจากการรับประทานอาหารที่เปลี่ยนไปของคนไทย และการบริโภคอาหารที่ไม่ปลอดภัย ในขณะที่เดียวกัน ผู้บริโภคเริ่มตระหนักถึงโทษของสินค้าที่ปนเปื้อนสารเคมี รวมทั้งเชื้อโรคต่างๆ ที่ปนเปื้อนมาสินค้าที่บริโภค พร้อมทั้งผู้ประกอบการยังตระหนักถึงระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมที่ขาดความสมดุลไป ส่งผลให้อาชีพเพาะปลูกหรือเพาะเลี้ยงส่งผลกระทบต่อไม่ยั่งยืน ดังนั้น แนวความคิดเกี่ยวกับการผลิตสินค้าเกษตรและอาหารที่ปราศจากโรคภัยและสารพิษหรือสินค้าเกษตรอินทรีย์จึงเกิดขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว

การเลี้ยงกุ้งระบบอินทรีย์ นอกจากจะแก้ปัญหาและสารเคมีตกค้าง ยังช่วยลดต้นทุนลดการนำเข้าสารเคมีและยา อีกทั้งการเลี้ยงระบบอินทรีย์ยังช่วยฟื้นฟูสภาพแวดล้อม คือ สิ่งมีชีวิตในดินและน้ำให้มีความหลากหลายและสมดุล การปลูกพืชด้วยระบบอินทรีย์ได้ดำเนินการมาเป็นเวลานานแล้ว แต่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำด้วยระบบอินทรีย์เพิ่งเริ่มดำเนินการได้ไม่นานนัก และกำลังได้รับความมั่นใจของตลาดผู้บริโภคเพิ่มขึ้นตามลำดับ ด้วยศักยภาพการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลของประเทศไทยที่สามารถส่งออกได้เป็นอันดับหนึ่งของโลกในปี 2534 แต่เกิดปัญหาต่างๆ ตามมามากมาย ไม่ว่าจะเป็นปัญหาด้านการจัดการ ปัญหาโรคกุ้ง ปัญหาถูกกักและแคว้นเลี้ยงไม่โต การขาดแคลนพ่อแม่พันธุ์ รวมไปถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งในปี พ.ศ. 2546 ประเทศไทยมีกำลังการผลิตกุ้งอินทรีย์ต่ำ ซึ่งไม่สามารถส่งออกจำหน่ายต่างประเทศได้ เนื่องจากสินค้ากุ้งอินทรีย์ไม่เต็มตู้คอนเทนเนอร์ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่รัฐบาลจะเข้าไปส่งเสริมให้เกษตรกรหันมาผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์ทดแทนสินค้าเกษตรธรรมดา ควรมีการศึกษาพฤติกรรมของผู้จำหน่ายสินค้าเสียก่อน เพื่อป้องกันปัญหาการส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์แต่ไม่มีตลาดมารับ

ดังนั้นการศึกษาถึงค่าความเต็มใจที่จะจ่ายส่วนต่างราคาโดยเฉลี่ยของผู้ประกอบการค้ากุ้ง และปัจจัยสำคัญที่กำหนดค่าความเต็มใจที่จะจ่ายส่วนต่างราคาโดยเฉลี่ยของผู้ประกอบการค้ากุ้งจึงมีความสำคัญภายในระบบโซ่อุปทาน เพราะผู้ประกอบการค้ากุ้งเป็นผู้ดำเนินการซื้อขายสินค้าเกษตร และเป็นผู้กระจายสินค้าจากผู้ผลิตไปสู่ผู้บริโภค ดังนั้นหากผู้ผลิตทราบถึงค่าความเต็มใจที่จะจ่ายส่วนต่างราคาโดยเฉลี่ยของผู้ประกอบการค้ากุ้งจะช่วยให้ผู้ผลิตตัดสินใจได้ว่าควรหันมาผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์หรือไม่ ควรขายสินค้าผ่านช่องทางใด ทำให้ผู้ผลิตสามารถบริหารจัดการจำหน่ายสินค้าได้ง่ายขึ้น ซึ่งผู้ผลิตจะมีศักยภาพในการผลิตเพียงพอต่อการตัดสินใจในการผลิตสินค้าเกษตรอินทรีย์

อุปกรณ์และวิธีการ

การออกแบบสอบถาม

การออกแบบสอบถามในงานศึกษานี้แบ่งออกเป็น 2 รอบ คือ รอบแรก (pre-survey) จะใช้การถามแบบปลายเปิด (open-ended) ซึ่งจะใช้จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 30 ตัวอย่าง ผลที่ได้จาก pre-survey (Table 1) จะถูกนำไปใช้ในการออกแบบระดับราคา (bid) ให้เหมาะสมเพื่อใช้ในการถามรอบที่สอง คือ final-survey (จำนวน 521 ตัวอย่าง) แต่กรณีของการศึกษารอบนี้ ไม่ทราบจำนวนผู้ประกอบการค้ากุ้งที่แน่นอน จึงจำเป็นต้องหากกลุ่มตัวอย่างของผู้ประกอบการค้ากุ้ง จากตารางสำเร็จรูปของ Taro (1973) ที่ระดับความ

เชื่อมั่น 95% และยอมให้มีความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าสัดส่วนเกิดขึ้นได้ไม่เกินในระดับร้อยละ 5 จากการเปิดตารางได้ตัวอย่างทั้งหมด 400 ตัวอย่าง

Table 1 Open-ended MWTP Pre-survey and determine the appropriate price level

MWTP	ความถี่	ความถี่สะสม
4	1	1
5	3	4
10	8	12
13	2	14
15	4	18
20	7	25
22	1	26
25	1	27
30	1	28
40	1	29
50	1	30
Mean (บาทต่อ 1 กิโลกรัม)	16.4	
เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 25 (บาทต่อ 1 กิโลกรัม)	10 = lower bid	
เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 50 (บาทต่อ 1 กิโลกรัม)	20 = initial bid	
เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 75 (บาทต่อ 1 กิโลกรัม)	30 = higher bid	

จาก table 1 พบว่า ค่า MWTP ของผู้บริโภคมีค่าเฉลี่ย (mean) เท่ากับ 16.4 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้น จะได้ initial bid เท่ากับ 20 บาทต่อกิโลกรัม รวมทั้ง lower bid และ higher bid เท่ากับ 10 และ 30 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

เครื่องมือการวิเคราะห์

ในการศึกษานี้ผู้ทำการศึกษาเลือกวิธีการศึกษาแบบ double bounded closed-ended contingent valuation method (CVM) เนื่องจาก closed-ended contingent valuation method สามารถแก้ปัญหา strategic bias ได้ เพราะคำถามสอดคล้องกับสถานการณ์จริงที่ผู้ประกอบการค้ากุ้งเผชิญมากกว่า และเลือกวิธีการศึกษาแบบ double bounded approach ประมาณค่าแบบ logit model เนื่องจากเมื่อเทียบ ณ จำนวนตัวอย่างที่เท่ากันจะมีความแปรปรวนของ mean of MWTP ต่ำกว่า ประกอบกับมีช่วงความเชื่อมั่นที่ถูกต้องและแม่นยำมากกว่าแบบ single bounded approach

ผลการวิจัย

จากผลการศึกษาเห็นได้ว่าค่า mean of MWTP หรือค่าความเต็มใจที่จะจ่ายราคาส่วนต่างสูงสุดโดยเฉลี่ยระหว่างกุ้งกุลาดำอินทรีย์และกุ้งกุลาดำธรรมดา 1 กิโลกรัม ของผู้ประกอบการ 521 คน มีค่าประมาณ 15 บาทต่อกิโลกรัม

นอกจากนี้เมื่อเผชิญกับราคาส่วนต่าง 15 บาทต่อกิโลกรัม (initial bid) จะมีผู้ประกอบการค้ากุ้งเต็มใจที่จะจ่ายสำหรับการซื้อกุ้งกุลาดำอินทรีย์ 115 คน หรือคิดเป็นสัดส่วน 22.07% และมีผู้ประกอบการค้ากุ้งไม่เต็มใจที่จะจ่ายสำหรับราคาส่วนต่างดังกล่าว 406 คน หรือคิดเป็นสัดส่วน 77.93% และพบว่า ผู้ประกอบการกุ้งเต็มใจที่จะจ่ายน้อยกว่า 10 บาทต่อกิโลกรัม 79 คน คิดเป็นสัดส่วน 15.17% ผู้ประกอบการกุ้งเต็มใจที่จะจ่ายระหว่าง 10-19 บาทต่อกิโลกรัม 327 คน คิดเป็นสัดส่วน 62.76% ผู้ประกอบการกุ้งเต็มใจที่จะจ่ายระหว่าง 20-29 บาทต่อกิโลกรัม 78 คน คิดเป็นสัดส่วน 14.97% และผู้ประกอบการกุ้งเต็มใจที่จะจ่ายมากกว่า 30 บาทต่อกิโลกรัม 37 คน คิดเป็นสัดส่วน 7.10%

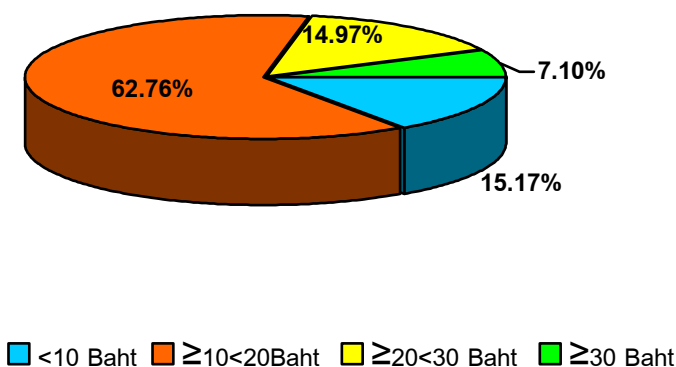


Figure 1 Proportion of MWTP of seafood wholesale and retailer in Bangkok area

สัดส่วน MWTP ของผู้ประกอบการค้ากุ้ง จากการ Run regression แบบจำลอง Double Bounded Logit Model สามารถนำมาเขียนในรูปของสมการในแบบจำลอง ได้ดังนี้

$$WTP = -15.059 - 0.332B - 0.804FIT + 0.804KNOW_1 - 0.2KNOW_2 + 0.408SELL - 1.091CON + 0.694ATT - 3.237STA + \varepsilon$$

เมื่อพิจารณาทิศทางความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์ตัวแปร กล่าวคือ เมื่อระดับราคาส่วนต่าง (B) รายได้ของครอบครัวต่อเดือน (FIT) ระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสินค้าเกษตรอินทรีย์ที่ได้จากการประเมินจากแบบสอบถาม ($KNOW_1$) ระดับความเชื่อมั่นในระบบสินค้าและอาหารเกษตรในประเทศ (CON) และสถานะของครอบครัว (STA) เพิ่มขึ้นจะทำให้ผู้ประกอบการค้ากุ้งมีความเต็มใจที่จะจ่ายลดลง ในทางตรงกัน

ข้ามเมื่อ ระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสินค้าเกษตรอินทรีย์ที่ได้จากการประเมินตนเอง (KNOW₂) ระดับความบอຍในการขายสินค้าเกษตรอินทรีย์ (SELL) และทัศนคติของผู้ประกอบการค้ากึ่งที่มีต่อสินค้าเกษตรอินทรีย์ (ATT) เพิ่มขึ้นจะทำให้ผู้ประกอบการค้ากึ่งมีความเต็มใจที่จะจ่ายเพิ่มมากขึ้น

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา พบว่า ผู้ประกอบการค้ากึ่งกล้าดำเต็มใจที่จะจ่ายต่อการซื้อ 15 บาทต่อกิโลกรัม ทำให้ผู้ผลิตกล้าด้าอินทรีย์สามารถตั้งราคาสูงกว่ากล้าด้าธรรมดา 15 บาทต่อกิโลกรัม ภายใต้ราคาเริ่มต้นของกล้าด้าธรรมดาขนาด 40-50 ตัวต่อกิโลกรัม จะทำให้ผู้ผลิตสามารถประเมินศักยภาพของตนได้ว่าจะเลือกผลิตสินค้ากึ่งกล้าด้าอินทรีย์หรือไม่

จากการศึกษา ผู้ประกอบการค้ากึ่งคิดว่าข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับเกษตรอินทรีย์ (UNDER) มีไม่เพียงพอ และคิดว่าตนเองมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสินค้าเกษตรอินทรีย์ (KNOW₂) ค่อนข้างน้อย แต่มีทัศนคติต่อสินค้าเกษตรอินทรีย์ (ATT) ค่อนข้างดี

ในขณะที่ปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดความเต็มใจที่จะจ่ายของผู้ประกอบการค้ากึ่ง ได้แก่ ระดับราคาส่วนต่างระหว่างกล้าด้าอินทรีย์และกล้าด้าธรรมดา (B) รายได้ของครอบครัวต่อเดือน (FIT) และระดับความเชื่อมั่นในระบบสินค้าและอาหารเกษตรในประเทศ (CON) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับความเต็มใจที่จะจ่าย ในขณะที่ระดับความบอຍในการขายสินค้าเกษตรอินทรีย์ (SELL) และทัศนคติของผู้ประกอบการค้ากึ่งที่มีต่อสินค้าเกษตรอินทรีย์ (ATT) มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความเต็มใจที่จะจ่าย ผลการศึกษาดังกล่าวจะช่วยเป็นพื้นฐานในการประกอบของการวางแผนงาน เป็นแนวทางของนโยบาย และมาตรการในการส่งเสริมสินค้าเกษตรอินทรีย์ของรัฐบาลและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสมเพื่อตอบสนองต่อผู้บริโภคต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณาจารย์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และงบประมาณในงานชิ้นนี้

เอกสารอ้างอิง

- Boccaletti, S and M. Nardella. 2000. **Consumer Willingness to Pay for Pesticide-free Fresh Fruit and Vegetables in Italy**. International Food and Agribusiness Management Review 3.
- Corsi, A and S. Novelli. 2002. **Consumers' Willingness to Pay a Price for Organic Beef Meat**. UPaper Present in EAAE CongressU, Zaragoza.
- Hammarlund, R. 2003. **A Study of Marketing Issues with Organic Milk**. Master's Thesis, Department of Agricultural Economics, Kansas State University: Kansas.

- Hanley, N.J., F. Shogren and B. White. 1997. **Environmental Economics in Theory and Practice**. Macmillan Press Ltd.
- Andersson, H. 2007. Willingness to pay for road safety and estimates of the risk of death: Evidence from a Swedish contingent valuation study. **Accident Analysis and Prevention**. 39: 853-865.
- Grimsrud, M., Ouchi and Wahl. 2004. **BSE in Japan: Consumers' Perceptions and Willingness to Pay for Tested Beef**. Technical Working Papers Washington State University: Washington.
- Mccluskey, J.J., R.T. Schotzko and Mittelhammer. 1999. **Willingness to Pay for Sustainable Agriculture Products**. Report to Federal State Marketing Improvement Program United States Department of Agriculture.
- Latouche, R. and Vermerch. 1998. Food Safety Issues and the BSE Scare: Some Lessons from the French Case. **Food Policy**. 23.
- Li, Q., K.R. Curtis, J.J. Mccluske and T.I. Wahl. 2002. Consumer Attitudes toward Genetically Modified Foods in Beijing, China. **Agbioform**. 5.
- Loureiro, M. and H. Hine. 2004. Preferences and willingness to pay for GM labeling policies. **Food Policy**. 29(5): 467-483.

การดำเนินงานและความต้องการของโรงเรียนในโครงการสนับสนุนด้านการประมง
ตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่

Performance and Needs of Schools on Fisheries Project under the Initiative
of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn
Omko District, Chiang Mai Province

สิริยา นูแดง¹ ชนกกันต์ จิตต์มณัส² และประจวบ ฉายบุ²
Siriya Noodaeng¹, Chanagun Chitmanus² and Prachaub Chaibu²

¹สำนักงานประมงจังหวัดเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50220

²คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

¹Chiang Mai Fisheries Province Office, Chiang Mai, Thailand 50220

²Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

Corresponding author: 513junior@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการดำเนินงานและความต้องการของโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการสนับสนุนด้านการประมงตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 102 โรงเรียน ประชากรที่ใช้ คือ โรงเรียนศูนย์การศึกษาเพื่อชุมชนชาวไทภูเขา (ศชช.) สังกัดสำนักงานการศึกษาอกระบบ (กศน.) รวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีครูผู้สอนไม่เกิน 2 คน นักเรียนทุกชั้นปีเฉลี่ย 45.43 คน เปิดสอนถึงระดับประถมศึกษา โรงเรียนร้อยละ 58.8 มีพื้นที่ 1-5 ไร่ พื้นที่ทำการเกษตรของโรงเรียน ร้อยละ 48.0 มีพื้นที่ทำการเกษตรไม่เกิน 0.5 ไร่ พื้นที่สำหรับเลี้ยงปลา ร้อยละ 40.2 มีพื้นที่เลี้ยงปลาน้อยกว่า 8 ตารางเมตร ประเภทของบ่อเลี้ยงปลาร้อยละ 62.7 เป็นบ่อดิน โรงเรียนสามารถขยายพื้นที่เลี้ยงปลาได้อีก 1 บ่อ ร้อยละ 66.7 ใช้ระบบประปาภูเขาเป็นแหล่งน้ำหลัก ราษฎรในชุมชน ร้อยละ 77.5 ทำนาและเลี้ยงสัตว์ วัตถุประสงค์หลักในการเลี้ยงปลาเพื่อใช้ในโครงการอาหารกลางวัน ความรู้ด้านการเลี้ยงปลาได้จากการฝึกอบรมร้อยละ 91.2 นักเรียนที่ดำเนินกิจกรรมการเลี้ยงปลา คือ ชั้นประถม 1-4 โรงเรียนส่วนใหญ่มีการเตรียมบ่อปลา และจัดทำแผนกิจกรรมการเลี้ยงปลาที่ต่อเนื่องทุกปี พื้นที่ตั้งบ่อปลาของโรงเรียน ร้อยละ 69.5 ตั้งอยู่ที่ดอน บ่อปลาร้อยละ 81.4 สามารถกักเก็บน้ำได้ดี การจับผลผลิตใช้วิธีทยอยจับโดยใช้สวิงและมือ ผลผลิตที่จับได้เฉลี่ย 34.61 กิโลกรัม ปัญหาการดำเนินงานที่ประสบมากที่สุด คือ ปลาโตช้าและโตไม่เท่ากัน รองลงมา คือ ปลาอ่อนแอและบอบช้ำจากการขนส่ง โรงเรียนมีความต้องการมากด้านความรู้เรื่องการสร้างอาหารธรรมชาติ รองลงมา คือ การขยายพันธุ์ปลา ส่วนด้านการส่งเสริมโรงเรียนต้องการการฝึกอบรม ด้านสื่อที่ใช้โรงเรียนต้องการเยี่ยมชมโรงเรียนอื่นที่ประสบผลสำเร็จ ส่วนด้านปัจจัยการผลิตโรงเรียนต้องการอาหารปลามากที่สุด

Abstract

This study aimed to examine the operations and needs of schools participating in the fisheries project under the initiative of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn Omkoi district, Chiang Mai province. Population were teachers in 102 schools were community education center school of Thai hill under the office of non-normal education (NFE). Data collected using questionnaires. Statistical analysis using percentage, mean, maximum, minimum and standard deviation. Teachers have no more than two. Students average 45.43 school have primary. 58.8 percent of the area of 1-5 rai, agriculture area 48.0 percent not exceeding 0.5 rai, Fish farming less than 8 square meter 40.2 percent. Schools have ponds 62.7 percent. Schools can be expanded to other oen fish pond 66.7 percent. Main water system is a water mountain people 77.5 percent in the community were farmer and livestock farming. The main objective of raising fish for the lunch program. Knowledge of fish from 91.2 percent from training activities for students grade 1-4 fish is most schools are well prepared fish. And plan activities fish continued every year. The fish pond area of 69.5 percent schools are located inland fish ponds is 81.4 percent water storage well. Production catch by fishing net and by hands. The average yield of 34.61 kg. Most common problems in fish farming are slow growth and size variation. Another problems are the weakness of the fish due to transportation. School needs more knowledge about a natural food, fish breeding. Part of the promotion, schools need training. Part of media, school need to visit other success schools. Part of items for supported, schools need fish diet.

คำนำ

โครงการสนับสนุนด้านการประมงตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เป็นโครงการหลักโครงการหนึ่งของกรมประมง โดยมีที่มาของโครงการจากประสบการณ์ที่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงได้รับในระหว่างตามเสด็จพระราชดำเนินพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว และสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถไปทรงเยี่ยมราษฎรในถิ่นทุรกันดาร ทรงพบเห็นปัญหาความยากจน ความขาดแคลนอาหาร ประชาชนสุขภาพอ่อนแอ เจ็บป่วยไม่แข็งแรง ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ดี โดยเฉพาะเด็กและเยาวชนเป็นกลุ่มที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด ทำให้สนพระทัยและมุ่งมั่นที่จะช่วยเหลือประชาชนเหล่านั้นให้มีความเป็นอยู่ดีขึ้น จึงทรงริเริ่มงานพัฒนาเด็กและเยาวชนที่อยู่ในท้องถิ่น โดยทรงทดลองทำในโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน เรียกกันในเริ่มแรกว่า โครงการอาหารกลางวัน ผักสวนครัว ต่อมาจึงเปลี่ยนเป็นโครงการเกษตรเพื่ออาหารกลางวัน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียน ครู และผู้ปกครองร่วมกันทำการเกษตรภายในโรงเรียน โดยส่งเสริมให้มีการปลูกพืช การเลี้ยงสัตว์ และการประมง เพื่อนำผลผลิตที่ได้มาประกอบเป็นอาหารกลางวัน ทำให้เยาวชนในถิ่นทุรกันดารมีภาวะโภชนาการที่ดี มีความรู้และทักษะเพิ่มขึ้น นำไปสู่การมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

กรมประมง โดยสำนักงานประมงจังหวัดเชียงใหม่ เป็นหน่วยงานหนึ่งที่ได้สนองงานโครงการเกษตรเพื่ออาหารกลางวัน ในชื่อโครงการสนับสนุนด้านการประมงตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี มีกิจกรรมหลายกิจกรรมตามความเหมาะสมของพื้นที่ เช่น กิจกรรมปรับปรุงบ่อดิน สนับสนุนบ่อพลาสติก และสนับสนุนพันธุ์ปลาพร้อมปัจจัยการผลิต นอกจากนี้ยังมีกิจกรรมฝึกอบรมให้ความรู้ด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และด้านโภชนาการให้กับครูและนักเรียนในโครงการอีกด้วย มีโรงเรียนในโครงการ จำนวน 157 โรงเรียน ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภออมก๋อยถึง 102 โรงเรียน อยู่ในถิ่นทุรกันดาร เส้นทางคมนาคมลำบาก การทำงานของเจ้าหน้าที่ในการส่งเสริมและสนับสนุนปัจจัยการผลิตทำได้ยาก ทั้งยังขาดข้อมูลที่สมบูรณ์และถูกต้องพอที่จะนำมาเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานของโครงการ ทำให้ผู้วิจัยต้องการศึกษาสภาพพื้นที่ สภาพการดำเนินงาน และปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงการ ความต้องการที่แท้จริงของโรงเรียน ซึ่งจะส่งผลต่อความสำเร็จของโครงการ เพื่อเสนอเป็นแนวทางที่ถูกต้องเหมาะสมในการดำเนินงานต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสภาพพื้นฐานทั่วไปของโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการฯ
2. เพื่อศึกษาการดำเนินงานและปัญหาในการดำเนินงานของโครงการฯ
3. เพื่อศึกษาความต้องการของโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการ
4. เพื่อเสนอแนวทางที่จะส่งผลต่อความสำเร็จ ในการดำเนินงานของโครงการฯ

วิธีดำเนินการวิจัย

ใช้แบบสอบถามที่สร้างขึ้นเป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล สอบถามจากกลุ่มประชากรครูผู้สอน โรงเรียนศูนย์การศึกษาเพื่อชุมชนชาวไทยภูเขา (ศศช.) สังกัดสำนักงานการศึกษาอกระบบ (กศน.) จำนวน 102 โรงเรียน ในอำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้เวลาการศึกษาเดือน ม.ค.-มี.ค. 2553 เมื่อรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามแล้ว นำมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติ ดังนี้

1. การวิเคราะห์สภาพพื้นฐานทั่วไปของโรงเรียน สภาพการดำเนินงานของโครงการสนับสนุนด้านการประมงฯ ใช้สถิติค่าร้อยละ ค่าความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด
2. การวิเคราะห์สภาพปัญหาการดำเนินงานใช้สถิติค่าร้อยละและค่าความถี่
3. การวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของโรงเรียนใช้สถิติค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยการนำค่าเฉลี่ยระดับความต้องการไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ได้จากการคำนวณความแตกต่างของค่าสูงสุดต่ำสุดในส่วนที่เป็นมาตรฐานประมาณค่า แล้วหารด้วยจำนวนชั้นของความถี่ความต้องการ ดังนี้

มีความต้องการมาก	ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.26-3.00
มีความต้องการปานกลาง	ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.51-2.25
มีความต้องการน้อย	ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.76-1.50
ไม่มีความต้องการ	ค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.00-0.75

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ผลจากการศึกษานี้สามารถสรุปเป็นประเด็นต่างๆ ได้ ดังต่อไปนี้

สภาพพื้นฐานทั่วไปของโรงเรียนร้อยละ 100 มีครูผู้สอนไม่เกิน 2 คน ร้อยละ 57.8 มีจำนวนนักเรียนรวมทุกชั้นปี 31-60 คน รองลงมาร้อยละ 21.6 มีจำนวนนักเรียนทุกชั้นปีน้อยกว่า 30 คน ที่เหลือร้อยละ 19.6 และ 1.0 มีจำนวนนักเรียนทุกชั้นปี 61-90 คน และมากกว่า 90 คน ตามลำดับ ส่วนจำนวนนักเรียนทุกชั้นปีเฉลี่ยโรงเรียนละ 45.43 คน โรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนน้อยที่สุด คือ 13 คน โรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนมากที่สุด คือ 94 คน ระดับชั้นเรียนที่เปิดสอนส่วนใหญ่ร้อยละ 88.2 เปิดสอนถึงระดับประถมศึกษา ที่เหลือร้อยละ 6.9 เปิดสอนในระดับต่ำกว่าประถมศึกษา ส่วนโรงเรียนที่เปิดสอนถึงระดับมัธยมศึกษา มีเพียงร้อยละ 4.9 พื้นที่ทั้งหมดของโรงเรียน โรงเรียนร้อยละ 58.8 มีพื้นที่ 1-5 ไร่ รองลงมาร้อยละ 37.3 มีพื้นที่น้อยกว่า 1 ไร่ ส่วนโรงเรียนที่มีพื้นที่มากกว่า 5 ไร่ มีเพียงร้อยละ 3.9 เท่านั้น ในส่วนพื้นที่ทำการเกษตรของโรงเรียน โรงเรียนร้อยละ 48.0 มีพื้นที่ทำการเกษตรไม่เกิน 0.5 ไร่ รองลงมาร้อยละ 36.3 มีพื้นที่ทำการเกษตร 0.5-1 ไร่ ส่วนโรงเรียนที่มีพื้นที่ทำการเกษตรมากกว่า 1 ไร่ มีร้อยละ 15.7 พื้นที่สำหรับเลี้ยงปลา โรงเรียนร้อยละ 40.2 มีพื้นที่เลี้ยงปลาน้อยกว่า 8 ตารางเมตร ซึ่งนับว่าน้อยกว่าเกณฑ์ที่กรมประมงต้องการ รองลงมาร้อยละ 34.3 มีพื้นที่เลี้ยงปลา 9-16 ตารางเมตร ร้อยละ 10.8 มีพื้นที่เลี้ยงปลา 17-24 ตารางเมตร ที่เหลือร้อยละ 14.7 มีพื้นที่เลี้ยงปลามากกว่า 24 ตารางเมตร ประเภทของบ่อเลี้ยงปลา ร้อยละ 62.7 เป็นบ่อดิน รองลงมาร้อยละ 36.3 เป็นบ่อพลาสติก ร้อยละ 1.0 เป็นบ่อซีเมนต์ การขยายพื้นที่เลี้ยงปลา โรงเรียนร้อยละ 66.7 สามารถขยายพื้นที่เลี้ยงปลาได้อีก 1 บ่อ ร้อยละ 98.4 ขยายได้อีก 2 บ่อ ร้อยละ 21.6 แหล่งน้ำที่ใช้ทำการเกษตรของโรงเรียน พบว่า ร้อยละ 48.0 ใช้ระบบประปาภูเขา ที่เหลือร้อยละ 37.3 ใช้จากลำธาร ร้อยละ 13.7 ใช้ฝน้ำ และร้อยละ 2.0 ใช้จากอ่างเก็บน้ำ ในด้านการประกอบอาชีพของราษฎรในชุมชนที่โรงเรียนตั้งอยู่ ร้อยละ 77.5 ทำนาและเลี้ยงสัตว์ รองลงมาร้อยละ 74.5 ปลูกพืชไร่ ร้อยละ 47.1 ปลูกพืชสวนครัว และร้อยละ 15.7 ปลูกไม้ผล

สภาพการดำเนินงานของโครงการสนับสนุนด้านการประมง ครูผู้สอนระบุว่าวัตถุประสงค์หลักในการเลี้ยงปลาของโครงการสนับสนุนด้านการประมง นี้เพื่อใช้ในโครงการอาหารกลางวันของโรงเรียน ครูผู้สอนได้รับความรู้ด้านการเลี้ยงปลาจากการฝึกอบรมถึงร้อยละ 91.2 รองลงมา คือ การอ่านจากเอกสาร ร้อยละ 80.4 และพูดคุยซักถามผู้รู้ ร้อยละ 71.6 ระดับชั้นของนักเรียนที่ดำเนินกิจกรรมการเลี้ยงปลา คือ ชั้นประถม 1-4 ร้อยละ 69.6 ชั้นประถม 5-6 ร้อยละ 26.5 และชั้นมัธยม 1-3 ร้อยละ 3.9 โรงเรียนส่วนใหญ่มีการจัดทำแผนกิจกรรมการเลี้ยงปลาถึงร้อยละ 89.2 ที่เหลือร้อยละ 10.8 ไม่มีการจัดทำแผนกิจกรรมการเลี้ยงปลา ในด้านความต่อเนื่องของกิจกรรมการเลี้ยงปลา ส่วนใหญ่ร้อยละ 83.3 มีความต่อเนื่องทุกปี ที่เหลือร้อยละ 16.7 ไม่มีความต่อเนื่อง ในส่วนพื้นที่ตั้งบ่อปลาของโรงเรียน ร้อยละ 69.5 ตั้งอยู่ที่ดอน รองลงมาร้อยละ 26.5 ตั้งอยู่ที่ราบลุ่ม ร้อยละ 4 ตั้งอยู่ที่น้ำท่วมขัง ในเรื่องสภาพดินบริเวณที่ขุดบ่อปลา โรงเรียนร้อยละ 39.2 เป็นดินร่วนปนทราย รองลงมาร้อยละ 29.4 เป็นดินเหนียวปนทราย ส่วนที่เหลือร้อยละ 25.5 และ 5.9 เป็นดินเหนียวและดินอื่นๆ ตามลำดับ ดินที่เหมาะสมในการขุดบ่อเลี้ยงปลาที่จะทำให้บ่อกักเก็บน้ำได้ดี คือ ดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทราย ซึ่งมีปริมาณรวมร้อยละ 54.9 อย่างไรก็ตามในเรื่องระยะเวลาที่กักเก็บน้ำของบ่อปลา พบว่า โรงเรียนร้อยละ 59.8 มีบ่อที่สามารถกักเก็บน้ำได้ตลอดปี บ่อเหล่านี้ น่าจะสามารถให้ผลผลิตได้อย่างต่อเนื่องหากมีการจัดการที่เหมาะสม ส่วนบ่อที่กักเก็บน้ำได้ 9-10 เดือนมี

ร้อยละ 4.9 บ่อที่กักเก็บน้ำได้ 6-8 เดือนมีร้อยละ 16.7 บ่อเหล่านี้จะให้ผลผลิตได้อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ส่วนบ่อปลาที่กักเก็บน้ำได้ 3-5 เดือน เป็นบ่อปลาที่มีประสิทธิภาพต่ำ มีร้อยละ 18.6 เมื่อรวมโรงเรียนที่มีระยะเวลาเก็บน้ำมากกว่า 6 เดือน ขึ้นไป พบว่า มีถึงร้อยละ 81.4 แสดงว่า บ่อปลาส่วนมากในโครงการสามารถกักเก็บน้ำได้ดี น้ำที่จะให้ผลผลิตได้อย่างน้อยปีละ 1 ครั้งขึ้นไป หากมีการพัฒนารูปแบบวิธีการเลี้ยงให้เหมาะสม เนื่องจากมีความพร้อมของบ่อที่มีน้ำตลอดปี การเตรียมบ่อปลาของโรงเรียน โรงเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 96.1 มีการเตรียมบ่อปลา ในขณะที่อีกร้อยละ 3.9 ไม่มีการเตรียมบ่อปลา ในเรื่องของการจับผลผลิต พบว่า โรงเรียนร้อยละ 79.4 มักจับปลาแบบทยอยจับในรอบปี ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 20.6 ใช้วิธีจับหมดในครั้งเดียว ส่วนเครื่องมือในการจับปลาร้อยละ 38.2 ใช้สวิง ร้อยละ 36.3 ใช้การลงจับด้วยมือ ร้อยละ 22.5 ใช้แห และร้อยละ 3 ใช้อุปกรณ์อื่นๆ ตามที่หาได้ในขณะนั้น สาเหตุที่โรงเรียนส่วนใหญ่มักจับปลาแบบทยอยจับในรอบปีอาจเนื่องจากสามารถนำผลผลิตไปประกอบอาหารกลางวันได้หลายครั้ง แต่ละครั้งสามารถกำหนดปริมาณที่จะจับขึ้นมาประกอบอาหารได้ ในส่วนผลผลิตปลาที่จับได้ โรงเรียนร้อยละ 41.2 มีผลผลิตปลาที่จับได้ไม่เกิน 30 กิโลกรัม/ปี รองลงมาร้อยละ 38.2 มีผลผลิตปลาที่จับได้ 31-60 กิโลกรัม ร้อยละ 5.9 มีผลผลิตปลาที่จับได้ 61-90 กิโลกรัม ที่เหลือร้อยละ 3.9 มีผลผลิตปลาที่จับได้มากกว่า 90 กิโลกรัม โดยมีผลผลิตปลาที่จับได้เฉลี่ย 34.61 กิโลกรัม น้อยที่สุด คือ 0 กิโลกรัม มากที่สุด คือ 100 กิโลกรัม สำหรับโรงเรียนที่ไม่มีผลผลิตปลา มีร้อยละ 10.8 ทั้งนี้เนื่องจากปลาตายตั้งแต่การขนส่ง ปลาตายในระหว่างเลี้ยงโดยไม่ทราบสาเหตุ อย่างไรก็ตาม พบว่า ผลผลิตปลาที่จับได้ในรอบปีของโรงเรียนอยู่ในระดับต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของสำนักงานประมงจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งตั้งไว้ว่าแต่ละโรงเรียนควรมีผลผลิตปลาที่จับได้ไม่น้อยกว่า 49 กิโลกรัม

สภาพปัญหาการดำเนินงานโครงการสนับสนุนด้านการประมงฯ ปัญหาที่โรงเรียนประสบมากที่สุด คือ ปลาโตช้าและโตไม่เท่ากัน มากถึงร้อยละ 79.4 ซึ่งสอดคล้องกับที่ ถาวร (2550) กล่าวไว้ว่าการเลี้ยงปลาในโรงเรียนที่ตั้งอยู่บนพื้นที่สูง เช่น ในเขตภาคเหนือของประเทศมักจะประสบปัญหา เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำต่ำส่งผลให้ปลาไม่กินอาหาร เจริญเติบโตช้า ส่วนปัญหารองลงมา คือ ปลาอ่อนแอและบอบช้ำจากการขนส่ง ร้อยละ 68.6 เนื่องจากพื้นที่ตั้งของโรงเรียนอยู่ในถิ่นทุรกันดาร เส้นทางคมนาคมลำบาก ใช้ระยะเวลาในการขนส่งนานกว่าจะถึงโรงเรียนแต่ละแห่ง ทำให้เกิดปัญหาปลาอ่อนแอและบอบช้ำจากการขนส่ง ส่วนเรื่องที่ไม่พบปัญหาเลย คือ การที่ผู้บริหารให้ความสำคัญน้อย

ความต้องการของโรงเรียนในโครงการสนับสนุนด้านการประมงฯ แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงปลา 2) ด้านการส่งเสริม 3) ด้านสื่อที่ใช้ และ 4) ด้านความต้องการปัจจัยการผลิต ในด้านความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงปลานั้น ในภาพรวมโรงเรียนมีความต้องการมาก โดยเฉพาะเรื่องการสร้างอาหารธรรมชาติ รองลงมา คือ การขยายพันธุ์ปลา การให้อาหารปลา และการรักษาคุณภาพน้ำ โดยมีคะแนนเฉลี่ย 2.59, 2.51, 2.45 และ 2.41 ตามลำดับ ส่วนความรู้ที่โรงเรียนต้องการปานกลาง คือ การแปรรูปปลาที่เลี้ยง การกำจัดศัตรูปลา การเตรียมบ่อ และวิธีการจับปลา โดยมีคะแนนเฉลี่ย 2.18, 2.12, 1.97 และ 1.79 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากครูผู้สอนที่จบการศึกษาด้านการเกษตรมีเพียงร้อยละ 15.7 ทำให้มีความรู้และประสบการณ์ทางด้านการเกษตร ทางด้านกิจกรรมการเลี้ยงปลาน้อย จึงมีความต้องการด้านความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงปลามาก เพื่อที่จะได้นำไปปรับปรุงรูปแบบและวิธีการเลี้ยงให้ดีขึ้น ส่วนความต้องการด้านการส่งเสริม ในภาพรวมโรงเรียนมีความต้องการปานกลาง โดยต้องการเรื่องการฝึกอบรมมาก

ที่สุด รองลงมา คือ การติดต่อกับเจ้าหน้าที่ และการติดตามงาน มีคะแนนเฉลี่ย 2.22, 2.21 และ 2.20 ตามลำดับ ด้านสื่อที่ใช้ ในภาพรวมโรงเรียนมีความต้องการปานกลาง โดยต้องการเยี่ยมชมโรงเรียนอื่นที่ประสบผลสำเร็จมากที่สุด รองลงมา คือ ความต้องการโปสเตอร์ และเอกสารความรู้ มีคะแนนเฉลี่ย 2.24, 2.23 และ 2.16 ตามลำดับ ด้านความต้องการปัจจัยการผลิต ในภาพรวมโรงเรียนมีความต้องการปานกลาง โดยต้องการอาหารปลามากที่สุด รองลงมา คือ พันธุ์ปลาตู้ และพันธุ์ปลานิล มีคะแนนเฉลี่ย 2.72, 2.46 และ 2.35 ตามลำดับ ส่วนปัจจัยที่โรงเรียนต้องการปานกลางคือปูนขาว ตาข่าย แห และพันธุ์ปลาตะเพียน มีคะแนนเฉลี่ย 1.93, 1.89, 1.66 และ 1.59 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของยอดรักษ์ (2548) ที่กล่าวว่ากรรมการครูเกษตรมีความต้องการอาหารปลาในระดับมาก ซึ่งอาจเนื่องมาจากโรงเรียนขาดแคลนงบประมาณในส่วนนี้ที่จะจัดซื้อปัจจัยเพื่อสนับสนุนการดำเนินกิจกรรม หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น ต้องให้การสนับสนุนมากขึ้น หรืออาจร่วมกับบริษัทเอกชนในการทำโครงการเพื่อสังคม เป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับบริษัทอีกทางหนึ่ง ส่วนสำนักงานประมงจังหวัดเชียงใหม่จากเดิมที่ให้การสนับสนุนอาหารปลาอยู่แล้วควรเพิ่มในเรื่องของการให้ความรู้เกี่ยวกับอาหารธรรมชาติ เช่น ปลวก รำข้าว น้ำเขียว

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สภาพพื้นฐานทั่วไปของโรงเรียน พบว่า โรงเรียนศูนย์การศึกษาเพื่อชุมชนชาวไทยภูเขา (ศศช.) อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 102 โรงเรียน ที่ร่วมโครงการสนับสนุนด้านการประมง มีครูผู้สอนไม่เกิน 2 คน นักเรียนทุกชั้นปีเฉลี่ย 45.43 คน ระดับชั้นเรียนที่เปิดสอนร้อยละ 88.2 เปิดสอนถึงระดับประถมศึกษา พื้นที่ทั้งหมดของโรงเรียน โรงเรียนร้อยละ 58.8 มีพื้นที่ 1-5 ไร่ รองลงมาร้อยละ 37.3 มีพื้นที่น้อยกว่า 1 ไร่ โรงเรียนที่มีพื้นที่มากกว่า 5 ไร่ มีเพียงร้อยละ 3.9 พื้นที่ทำการเกษตรของโรงเรียน ร้อยละ 48.0 มีพื้นที่ทำการเกษตรไม่เกิน 0.5 ไร่ รองลงมาร้อยละ 36.3 มีพื้นที่ทำการเกษตร 0.5-1 ไร่ ส่วนโรงเรียนที่มีพื้นที่ทำการเกษตรมากกว่า 1 ไร่ มีร้อยละ 15.7 พื้นที่สำหรับเลี้ยงปลา ร้อยละ 40.2 มีพื้นที่เลี้ยงปลาน้อยกว่า 8 ตารางเมตร ร้อยละ 34.3 มีพื้นที่เลี้ยงปลา 9-16 ตารางเมตร ร้อยละ 10.8 มีพื้นที่เลี้ยงปลา 17-24 ตารางเมตร ที่เหลือร้อยละ 14.7 มีพื้นที่เลี้ยงปลามากกว่า 24 ตารางเมตร ประเภทของบ่อเลี้ยงปลาร้อยละ 62.7 เป็นบ่อดิน การขยายพื้นที่เลี้ยงปลา ร้อยละ 66.7 สามารถขยายพื้นที่เลี้ยงปลาได้อีก 1 บ่อ ร้อยละ 98.4 ขยายได้อีก 2 บ่อ ร้อยละ 21.6 แหล่งน้ำที่ใช้ทำการเกษตรของโรงเรียน พบว่า ร้อยละ 48.0 ใช้ระบบประปาภูเขา ที่เหลือร้อยละ 37.3 ใช้น้ำจากลำธาร ในด้านการประกอบอาชีพของราษฎรในชุมชนที่โรงเรียนตั้งอยู่ ร้อยละ 77.5 ทำนาและเลี้ยงสัตว์ รองลงมาร้อยละ 74.5 ปลูกพืชไร่ ร้อยละ 47.1 ปลูกพืชสวนครัว และร้อยละ 15.7 ปลูกไม้ผล

สภาพการดำเนินงานของโครงการสนับสนุนด้านการประมง วัตถุประสงค์หลักในการเลี้ยงปลาของโครงการสนับสนุนด้านการประมง ใช้ในโครงการอาหารกลางวันของโรงเรียน ความรู้ด้านการเลี้ยงปลาได้จากการฝึกอบรมร้อยละ 91.2 ระดับชั้นของนักเรียนที่ดำเนินกิจกรรมการเลี้ยงปลา คือ ชั้นประถม 1-4 ร้อยละ 69.6 โรงเรียนส่วนใหญ่มีการจัดทำแผนกิจกรรมการเลี้ยงปลาและมีความต่อเนื่องทุกปี พื้นที่ตั้งบ่อปลาของโรงเรียน ร้อยละ 69.5 ตั้งอยู่ที่ดอน รองลงมาร้อยละ 26.5 ตั้งอยู่ที่ราบลุ่ม สภาพดินบริเวณที่ขุดบ่อปลา โรงเรียนร้อยละ 39.2 เป็นดินร่วนปนทราย รองลงมาร้อยละ 29.4 เป็นดินเหนียวปนทราย โรงเรียนส่วน

ใหญ่ร้อยละ 96.1 มีการเตรียมบ่อปลา การจับผลผลิต ร้อยละ 79.4 จับปลาแบบทยอยจับ เครื่องมือที่ใช้ในการจับปลาร้อยละ 38.2 ใช้สวิง ร้อยละ 36.3 ใช้การลงจับด้วยมือ ผลผลิตปลาที่จับได้เฉลี่ย 34.61 กิโลกรัม ปัญหาการดำเนินงานโครงการสนับสนุนด้านการประมงฯ ที่โรงเรียนประสบมากที่สุด คือ ปลาโตช้าและโตไม่เท่ากัน ปัญหารองลงมา คือ ปลาอ่อนแอและบอบช้ำจากการขนส่ง ร้อยละ 68.6 ส่วนเรื่องที่ไม่พบปัญหาเลย คือ การที่ผู้บริหารให้ความสำคัญน้อย

ความต้องการของโรงเรียนในโครงการสนับสนุนด้านการประมงฯ แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ 1) ด้านความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงปลา โรงเรียนมีความต้องการมาก โดยเฉพาะเรื่องการสร้างอาหารธรรมชาติ รองลงมา คือ การขยายพันธุ์ปลา การให้อาหารปลา และการรักษาคุณภาพน้ำ ส่วนความรู้ที่โรงเรียนต้องการปานกลาง คือ การแปรรูปปลาที่เลี้ยง การกำจัดศัตรูปลา การเตรียมบ่อ และวิธีการจับปลา 2) ความต้องการด้านการส่งเสริม โรงเรียนมีความต้องการปานกลาง โดยต้องการเรื่องการฝึกอบรมมากที่สุด รองลงมา คือ การติดต่อกับเจ้าหน้าที่และการติดตามงาน 3) ด้านสื่อที่ใช้โรงเรียนมีความต้องการปานกลาง โดยต้องการเยี่ยมชมโรงเรียนอื่นที่ประสบผลสำเร็จมากที่สุด รองลงมา คือ ความต้องการโปสเตอร์ และเอกสารความรู้ 4) ด้านความต้องการปัจจัยการผลิต โรงเรียนมีความต้องการปานกลาง โดยต้องการอาหารปลามากที่สุด รองลงมา คือ พันธุ์ปลาดุกและพันธุ์ปลานิล ส่วนปัจจัยที่ต้องการปานกลาง คือ ปุ๋ยขี้วัว ขี้ไก่ และพันธุ์ปลาตะเพียน

ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานโครงการสนับสนุนด้านการประมงฯ ของครูผู้สอน มีดังนี้

- 1) ด้านระยะเวลาการสนับสนุนโครงการที่เหมาะสม ร้อยละ 78.43 เห็นว่ากรมประมงควรให้การสนับสนุนตลอดไป
- 2) ด้านครูผู้ดำเนินกิจกรรม ครูควรมีการหาความรู้ด้านประมงเพิ่มขึ้น ร้อยละ 28.43 มีความเอาใจใส่ในกิจกรรมการเลี้ยงปลามากขึ้น ร้อยละ 26.47
- 3) ด้านผู้บริหาร ผู้บริหารควรสนับสนุนโครงการอย่างต่อเนื่อง ร้อยละ 46.08 ผู้บริหารควรหาปัจจัยและงบประมาณสนับสนุนเพิ่ม ร้อยละ 9.80
- 4) ด้านนักเรียน นักเรียนควรเอาใจใส่ดูแล รับผิดชอบหน้าที่ในการเลี้ยงปลาสม่ำเสมอ ร้อยละ 52.94
- 5) ด้านปัจจัยการผลิต การสนับสนุนปัจจัยควรให้ตรงตามความต้องการของโรงเรียน และส่งปัจจัยในช่วงเวลาที่เหมาะสม ร้อยละ 28.43

- 6) ด้านเจ้าหน้าที่ ควรมีการติดตามประเมินผลโครงการอย่างต่อเนื่อง ร้อยละ 42.16

ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานโครงการสนับสนุนด้านการประมงฯ ของผู้ศึกษา มีดังนี้

- 1) ด้านความรู้เกี่ยวกับการเลี้ยงปลา เจ้าหน้าที่ควรให้ความรู้เรื่องอาหารปลาและการให้อาหารปลา เช่น การเสริมอาหารธรรมชาติ การทำอาหารพื้นบ้านโดยใช้วัตถุดิบที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น วิธีการให้อาหารปลาที่ถูกต้อง เพื่อลดการสูญเสีย
- 2) ด้านการส่งเสริม เจ้าหน้าที่ควรกำหนดแผนการออกติดตามเป็นระยะอย่างสม่ำเสมอ อาจใช้วิธีการบูรณาการร่วมกับสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย และหน่วยงานสนับสนุนอื่นๆ ในการเข้าพื้นที่ เพื่อเป็นการลดภาระและปัญหาด้านงบประมาณ บุคลากรที่มีไม่เพียงพอ

3) ด้านสื่อเพื่อใช้ในกิจกรรม กรมประมงควรจัดหาสื่อประเภทวีดิทัศน์ หรือ powerpoint เกี่ยวกับการเลี้ยงปลาแบบง่าย การขยายพันธุ์ปลา การทำน้ำเชื้อ รวมถึงรูปแบบการเลี้ยงของโรงเรียนที่ประสบความสำเร็จหรือได้ผลผลิตเป็นที่น่าพอใจด้วย เพื่อให้ครูผู้สอนและนักเรียนได้เห็นภาพจริง กระตุ้นให้เกิดการนำไปปฏิบัติ

4) ด้านการสนับสนุนการดำเนินงาน โรงเรียนที่มีศักยภาพเลี้ยงปลานิลในบ่อดินได้ กรมประมงควรให้การสนับสนุน เนื่องจากปลานิลสามารถแพร่ขยายพันธุ์ได้เองตามธรรมชาติ จะเป็นการลดต้นทุนการผลิต และลดปัญหาปลาอ่อนแอ บอบช้ำจากการขนส่งได้ และยังเป็นการพัฒนาศักยภาพให้โรงเรียนสามารถพึ่งตนเองได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง ส่วนโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2550. แผนการปฏิบัติงานโครงการสนับสนุนด้านการประมงตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ภาคเหนือ. สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง: กรุงเทพฯ.

เครือข่ายกาญจนาภิเษก. 2542. โครงการพัฒนาตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. จาก <http://www.kanchanapisek.or.th> [10 ตุลาคม 2550].

ถาวร ทันใจ. 2550. การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของปลาดุกกลมผสมระหว่างการเลี้ยงภายใต้สภาพการควบคุมอุณหภูมิและการเลี้ยงในสภาพแวดล้อมปกติ. สำนักพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการประมง: กรุงเทพฯ.

พงษ์พันธ์ สุนทรวิภาต. 2544. ความสำเร็จของโครงการประมงโรงเรียนในจังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่

ยอดรักษ์ ปลอดอ่อน. 2548. ความต้องการการส่งเสริมของกรรมการครูเกษตรโครงการประมงโรงเรียนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตร. มหาวิทยาลัยขอนแก่น: ขอนแก่น.

สำนักงานโครงการสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. 2545. แผนพัฒนาเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดารตามพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ระยะที่ 3 พ.ศ. 2545-2549. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักงานโครงการสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี สำนักพระราชวัง สวนจิตรลดา: กรุงเทพฯ.

สาขาวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี

**การเตรียมผ้าฝ้ายและไหมด้วยสารประจุบวกก่อนพิมพ์
ด้วยสีธรรมชาติครั้งและดาวเรือง**
**Cationic Pretreatment of Cotton and Silk Fabrics Printed
with Natural Lac and Marigold Dyes**

มณฑล นาคปทุม* นุชศรา นฤมลต์ และบุปผา สมบูรณ์

Monthon Nakpathom*, Nootsara Narumol and Buppha Somboon

ห้องปฏิบัติการสิ่งทอ หน่วยปฏิบัติการพอลิเมอร์ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ ปทุมธานี 12120

Textile Laboratory, Polymer Research Unit, National Metal and Materials Technology Center, Pathumthani, Thailand 12120

*Corresponding author: monthonn@mtec.or.th

บทคัดย่อ

จากการที่ในปัจจุบันทั่วโลกมีการตระหนักถึงปัญหาล้างแวล้อมกันมากขึ้น อันเนื่องจากการผลิตและใช้สีสังเคราะห์ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ทำให้เกิดความสนใจอย่างแพร่หลายเกี่ยวกับการใช้สีธรรมชาติ ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลของการเตรียมผ้าฝ้ายและไหมด้วยสารประจุบวก ก่อนการพิมพ์ด้วยสีธรรมชาติจากครั้งและดาวเรือง การเตรียมผ้าด้วยสารประจุบวกนี้สามารถเพิ่มความเข้มของสีได้ระดับหนึ่ง อันเนื่องมาจากการทำปฏิกิริยาไอออนิกระหว่างผ้าที่มีประจุบวกกับโมเลกุลของสี ความคงทนของสีต่อการซัก ต่อแสง และต่อการขูดถู ของผ้าที่ผ่านการเตรียมด้วยสารประจุบวก โดยส่วนใหญ่ พบว่า มีค่าใกล้เคียงกับผ้าที่ไม่ได้ผ่านการเตรียม

คำสำคัญ: สีธรรมชาติ การพิมพ์ การเตรียมด้วยสารประจุบวก ครั้ง ดาวเรือง

Abstract

With the increasing worldwide environmental awareness of the manufacture and application of synthetic dyes in textile industry, there has been recently growing interest in natural dyes. In this research, the effect of cationic pretreatment of cotton and silk fabrics before printing with natural lac and marigold dyes was investigated. As a result of ionic interaction between the cationized fabric and dye molecules, cationic pretreatment could be used to enhance color strength to a certain extent. Comparable color fastness to washing, light and rubbing properties were mostly observed between the cationized and untreated fabrics.

Keywords: natural dyes, printing, cationic pretreatment, lac, marigold

คำนำ

ปัจจุบันนี้ทั่วโลกมีการตระหนักถึงผลเสียของการใช้สีสังเคราะห์ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ ซึ่งรวมไปถึงผลกระทบต่อผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม ในระหว่างขั้นตอนการผลิตสี การย้อมและพิมพ์สี และการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปใช้ ดังนั้นจึงเกิดความสนใจในการนำเอาสีธรรมชาติมาใช้แทนสีสังเคราะห์กันมากขึ้น ซึ่งยืนยันได้จากการมีงานวิจัยทางด้านนี้ออกมาอย่างต่อเนื่อง (Lakhande *et al.*, 1998)

ขณะเดียวกันการย้อมหรือพิมพ์ผ้าด้วยสีธรรมชาติจะมีข้อด้อย คือ การติดสีต่ำ (low color yield) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สีสังเคราะห์ และยังมีปัญหาสีซีด สีตกระหว่างการนำไปใช้งาน มีความคงทนของสีต่อการซักและต่อแสงต่ำ ไม่สามารถสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ อันเป็นสาเหตุของการที่ต้องใช้สารช่วยติดสีหรือมอร์แดนต์ (mordants) จำพวกเกลือของโลหะ เช่น สารส้ม (alum, aluminum potassium sulfate) จุนสี (copper sulfate) เหล็ก (ferrous sulfate) โครม (chrome, potassium dichromate) และดีบุก (stannous chloride) เป็นต้น แต่การใช้โลหะเหล่านี้ โดยเฉพาะโลหะหนักที่เป็นพิษ เช่น จุนสี โครม ในปริมาณมากจะก่อให้เกิดปัญหาต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมตามมา

สารเคมีประจุบวก (cationic agent) ถูกนำมาใช้หลังจากกระบวนการย้อมเส้นด้ายหรือผ้า เพื่อช่วยในการยึดโมเลกุลของสีที่ประกอบไปด้วยหมู่ที่มีประจุลบให้ติดบนเส้นใยได้ดีขึ้น ทำให้สีมีความคงทนเพิ่มขึ้น ซึ่งต่อมาได้มีการนำสารเคมีประจุบวกบางตัวมาใช้ในการเตรียมผ้าก่อนการย้อมหรือพิมพ์ เพื่อเพิ่มประจุบวกบนผ้าจากเส้นใยเซลลูโลสที่มีประจุรวมเป็นลบ ทำให้เพิ่มตำแหน่งที่โมเลกุลของสีสามารถสร้างพันธะกับเส้นใย อันเป็นสาเหตุให้ย้อมหรือพิมพ์สีได้เข้มข้น ตัวอย่างงานวิจัย ได้แก่ การเตรียมผ้าฝ้ายด้วยสารประจุบวกของ 3-chloro-2-hydroxypropyltrimethylammonium chloride (CHTAC) ก่อนการย้อมสีสังเคราะห์ ได้แก่ สีไคเร็กซ์ (direct dyes) สีรีแอกทีฟ (reactive dyes) และสีแอซิด (acid dyes) ซึ่งพบว่า ผ้าย้อมติดสีไคเร็กซ์และรีแอกทีฟได้ดีกว่าผ้าที่ไม่ได้ผ่านการเตรียมโดยที่ไม่ต้องใช้เกลือในการย้อม และยังมีผลคงทนของสีต่อการซักและต่อแสงดีกว่าหรือเทียบเท่ากับผ้าที่ไม่ได้ผ่านการเตรียมด้วยสารประจุบวก (Hauser and Tabba, 2001) และยังมีการใช้สารตัวนี้ในการพิมพ์ผ้าฝ้ายด้วยสีรีแอกทีฟ ซึ่งพบว่า สารประจุบวกช่วยเพิ่มค่าความเข้มของสีที่ได้ ช่วยลดเวลาที่ใช้ในการอบไอน้ำ และลดขั้นตอนการล้างหลังการพิมพ์ (Kanik and Hauser, 2002) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการเพิ่มความสามารถในการติดสีของกระบวนการพิมพ์สีไคเร็กซ์ สีแอซิด และพิกเมนต์ (pigments) บนผ้าฝ้าย โดยการทำการเตรียมผ้าก่อนการพิมพ์ด้วยสารประจุบวกทางการค้า Solfix E ซึ่งเป็นสารประกอบของ polyaminochlorohydrin quarternary ammonium salt พบว่า สีที่พิมพ์บนผ้าฝ้ายที่ผ่านการเตรียมด้วยสารประจุบวกมีความคงทนต่อการซักมากกว่าผ้าที่ไม่ได้ผ่านการเตรียม (El-Shishtawy and Nassar, 2002)

ในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษากระบวนการพิมพ์สีธรรมชาติสองชนิด คือ สีจากครั่งและดอกดาวเรืองบนผ้าฝ้ายและไหมในแง่ของผลการเตรียมผ้าก่อนการพิมพ์ด้วยสารเคมีประจุบวกเชิงการค้าที่เป็นผลิตภัณฑ์โพลีเมอร์จากปฏิกิริยาควบแน่น (condensation reaction) ระหว่างสารอนุพันธ์ของไซยานามิด (cyanamide derivative) และโพลีเอมีน (polyamine) ร่วมกับการทำมอร์แดนต์สารส้มต่อค่าความเข้มของสีและความคงทนของสีที่ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมผ้าก่อนการพิมพ์ด้วยสารประจุบวก

การเตรียมผ้าก่อนการพิมพ์ด้วยสารประจุบวก โดยกระบวนการจุ่มอัด-อบแห้ง (pad-dry process) เริ่มจากจุ่มผ้าในสารละลายของสารประจุบวก (เข้มข้น 5, 10 และ 20 กรัม/ล) และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH, 5 กรัม/ล) สำหรับผ้าฝ้าย หรือโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3 , 5 กรัม/ล) สำหรับผ้าไหม นาน 5 นาที รีดผ่านลูกกลิ้งของเครื่องจุ่มอัด โดยให้มีค่า % wpu (% wet pick up) เท่ากับ 80% จากนั้นนำผ้าที่ได้ไปอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 100°C นาน 3 นาที ล้างด้วยสารละลายกรดอะซิติก (CH_3COOH , 1 กรัม/ล) ล้างด้วยน้ำ และตากให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

การทำมอร์แดนท์ก่อนและหลังการพิมพ์ด้วยสารส้อม

สำหรับผ้าไหมที่พิมพ์ด้วยสียอดดาวเรืองจะทำมอร์แดนท์ก่อนการพิมพ์ด้วยสารส้อม เริ่มจากการนำผ้าที่ผ่านการเตรียมด้วยสารประจุบวกมาจุ่มอัดด้วยสารละลายสารส้อมเข้มข้น 10 กรัม/ล ที่ 80% wpu อบแห้งที่อุณหภูมิ 100°C นาน 3 นาที ส่วนที่เหลือจะทำมอร์แดนท์หลังการพิมพ์ โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับการทำมอร์แดนท์ก่อนการพิมพ์ แต่ทำหลังจากที่ผ้าพิมพ์ผ่านการฟีนิกซ์ด้วยไอน้ำแล้ว

การเตรียมน้ำสีครั้งและดอกดาวเรือง

ทำการต้มครั้งดิบและดอกดาวเรืองในน้ำให้เดือด โดยใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของครั้งดิบต่อน้ำ เท่ากับ 1:5 และอัตราส่วนโดยน้ำหนักของดอกดาวเรืองอบแห้งต่อน้ำเท่ากับ 1:10 เมื่อเดือดแล้วจับเวลาต่ออีก 1 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาแล้วทำการกรองแยกเอาสารละลายน้ำสีไว้ใช้ในการเตรียมแป้งพิมพ์

การพิมพ์สีครั้งและดอกดาวเรือง

เริ่มจากการเตรียมแป้งพิมพ์ โดยใช้อัตราส่วนโดยน้ำหนักของสารขึ้นโซเดียมอัลจีเนต (เข้มข้น 10% น้ำหนัก/ปริมาตร) : น้ำสี : penetrating agent : dispersing agent เท่ากับ 37.9 : 60 : 2 : 0.1 ทำการพิมพ์ผ้าด้วยแป้งพิมพ์ที่เตรียมขึ้นโดยใช้โต๊ะพิมพ์ผ้าตัวอย่าง (รุ่น K00/0081-1 Kidd+Zigrino Co., Ltd.) แล้วนำผ้ามาอบแห้งที่อุณหภูมิ 100°C นาน 5 และ 3 นาที สำหรับผ้าฝ้ายและไหม ตามลำดับ และทำการฟีนิกซ์ด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 105°C นาน 40 นาที จากนั้นนำผ้าไปล้างด้วยน้ำเย็น ทำการต้มผ้าพิมพ์ในน้ำสบู่ (soaping) ที่อุณหภูมิ 60°C นาน 10 นาที ล้างด้วยน้ำเย็นอีกครั้ง ตากให้แห้ง

การทดสอบ

นำผ้าพิมพ์ที่ได้ไปวัดค่าความเข้มสี (K/S values) โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Gretag-Macbeth, Color i5 spectrophotometer with illuminant D65 at 10 degree observer) และทำการทดสอบความคงทนของสีต่อการซัก ต่อแสง และต่อการขัดถู (color fastness to washing, light, and rubbing) ตามมาตรฐานของ ISO105-C01, ISO105-B02 และ AATCC 8 ตามลำดับ โดยประเมินความคงทนของสีตามระดับเกรย์สเกล (gray scale) แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ 1 (ต่ำมาก) 2 (ต่ำ) 3 (ปานกลาง) 4 (ดี) และ 5 (ดีมาก)

ผลการทดลอง

ผลการเตรียมผ้าก่อนการพิมพ์ด้วยสารประจุบวก

จากผลการทดลองที่ได้ พบว่า การเตรียมผ้าฝ้ายและไหมด้วยสารประจุบวกก่อนการพิมพ์ด้วยสีครั้ง และดอกดาวเรืองนั้นช่วยเพิ่มความเข้มของสีอย่างชัดเจน (Table 1-2) อันเนื่องมาจากการเตรียมผ้าฝ้ายและไหมด้วยสารประจุบวกก่อนการพิมพ์ เป็นการเพิ่มประจุบวกบนเส้นใยดังกล่าว ทำให้มีตำแหน่งที่ประจุลบของโมเลกุลสีจะไปเกาะติดโดยการสร้างพันธะไอออนิก (ionic bonding) จำนวนมากขึ้น สำหรับผ้าฝ้าย พบว่า ค่า K/S เพิ่มขึ้นถึง 16-58% เมื่อพิมพ์ด้วยสีครั้ง และเพิ่มขึ้น 4-9% เมื่อพิมพ์ด้วยสีดอกดาวเรือง ตรงข้ามกับกรณีของผ้าไหม ค่า K/S เพิ่มขึ้นถึง 144-251% เมื่อพิมพ์ด้วยสีดาวเรือง และเพิ่มขึ้น 32-50% เมื่อพิมพ์ด้วยสีครั้ง

การเพิ่มความเข้มข้นของสารประจุบวกจาก 5 เป็น 10 และ 20 กรัม/ล ไม่ได้ทำให้ค่า K/S ของผ้าพิมพ์สูงขึ้นอย่างที่คาดไว้ ที่น่าแปลกใจคือ ในกรณีของการพิมพ์ผ้าไหมด้วยสีดอกดาวเรือง พบว่า ค่า K/S กลับลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารประจุบวก ซึ่งแสดงว่าสารประจุบวกบางส่วนเกาะอยู่บนเส้นใยอย่างหลวมๆ ทำให้มีสีหลุดออกมามาก ในระหว่างขั้นตอนการล้างด้วยน้ำสบู่ออกมาหลังการพิมพ์

ตารางที่ 1 ผลของการพิมพ์ผ้าฝ้ายด้วยสีครั้งและดอกดาวเรือง

สี	สารประจุบวก (กรัม/ล)	K/S	ตัวอย่างผ้า	ความคงทนของสีต่อ			
				การซัก	แสง	การขัดถู	
						แห้ง	เปียก
ครั้ง	0	1.90		1	1-2	4	5
	5	2.44		1	1	4	5
	10	2.21		1	1	4	5
	20	3.01		1	1	3	5
ดาวเรือง	0	6.63		2	2-3	4-5	5
	5	6.94		1-2	2	4-5	5
	10	7.24		2	2	4-5	5
	20	7.06		2	1-2	4	5

ตารางที่ 2 ผลของการพิมพ์ผ้าไหมด้วยสีครั้งและดอกดาวเรือง

สี	สาร ประจุบวก (กรัม/ล)	K/S	ตัวอย่างผ้า	ความคงทนของสีต่อ			
				การซัก	แสง	การขัดถู	
						แห้ง	เปียก
ครั้ง	0	1.16		1-2	2	2	5
	5	1.54		2	2	3-4	5
	10	1.55		2	1-2	4-5	5
	20	1.75		2-3	1-2	4	5
ดาวเรือง	0	1.39		2	3	5	5
	5	4.89		3	1	4-5	5
	10	4.24		3	1	4-5	5
	20	4.09		2-3	1	4-5	5

ผลการทดสอบความคงทนของสี

จากผลการทดสอบ พบว่า โดยส่วนใหญ่ค่าความคงทนของสีต่อการซัก ต่อแสง และต่อการขัดถูของผ้าที่ผ่านการเตรียมด้วยสารประจุบวกใกล้เคียงกับผ้าที่ไม่ได้ผ่านการเตรียมด้วยสารประจุบวก นอกจากนี้ จะเห็นได้ว่า ความคงทนของสีต่อการซักของผ้าไหมที่ผ่านการเตรียมด้วยสารประจุบวกและพิมพ์ด้วยสีครั้ง และดอกดาวเรืองดีขึ้นเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับผ้าที่ไม่ได้ผ่านการเตรียมด้วยสารประจุบวก อย่างไรก็ตาม ความคงทนของสีต่อแสงของผ้าฝ้ายและไหมที่ผ่านการเตรียมด้วยสารประจุบวกมีค่าลดลงเล็กน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการพิมพ์ผ้าไหมด้วยสีดอกดาวเรือง คือ ลดลงจากระดับปานกลาง (ระดับ 3) เป็นต่ำมาก (ระดับ 1)

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองนี้สามารถใช้วิธีการเตรียมผ้าด้วยสารประจุบวกก่อนการพิมพ์ ร่วมกับการทำมอร์แดนท์ด้วยสารส้ม เพื่อเพิ่มความเข้มของสีในการพิมพ์ผ้าฝ้ายและไหมด้วยสีธรรมชาติจากครั้งและดอกดาวเรืองได้ในระดับหนึ่ง โดยที่ส่วนใหญ่ไม่มีผลกระทบต่อความคงทนของสีที่ได้ สำหรับงานวิจัยที่ควรศึกษาต่อไป คือ การหาความเข้มข้นของสารประจุบวกที่เหมาะสม ศึกษาความเป็นไปได้ของการเตรียมผ้าด้วยสารประจุบวกก่อนการพิมพ์ในการช่วยลดเวลาของขั้นตอนการย้อมสีด้วยไอน้ำ อีกทั้งลองใช้เทคนิคการเตรียมผ้าด้วยสารประจุบวกดังกล่าวกับสีธรรมชาติชนิดอื่น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณโปรแกรมสิ่งทอเทคนิคและสิ่งทอสมบัติพิเศษเฉพาะทาง ฝ่ายบริหารจัดการ คลัสเตอร์และโปรแกรมวิจัย สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่สนับสนุนงบประมาณในงานวิจัยชิ้นนี้ และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต และคณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ช่วยสนับสนุนในด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็น อันทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Lakhande, H.T., V.A. Dorugade and S.R. Naik. 1998. Application of natural dyes on polyester. **Am. Dyestuff Reporter**. 87(9): 40.
- Hauser, P.J. and A.H. Tabba. 2001. Improving the environmental and economic aspects of cotton dyeing using a cationised cotton. **Color. Technol.** 117(5): 282-288.
- Kanik, M. and P.J. Hauser. 2002. Printing of cationised cotton with reactive dyes. **Color. Technol.** 118(6): 300-306.
- El-Shishtawy, R.M. and S.H. Nassar. 2002. Cationic pretreatment of cotton fabric for anionic dye and pigment printing with better fastness properties. **Color. Technol.** 118(3): 115-120.

ศึกษาสมบัติของแป้งมันสำปะหลังเพื่อผลิตพอลิเมอร์ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ

Characterization of the Cassava Starch to from Biodegradable Polymers

พันธุ์ธนี สมวงศ์ษา^{1*} วราภรณ์ ตันรัตนกุล¹ เต็มศักดิ์ ศรีศิริรินทร์² และชุตินา เอี่ยมโชติชวลิต³

Phanthinee Somwongsa^{1*}, Varaporn Tanrattanakul¹, Taemsak Srikirin² and Chutima Eamchotchavalit³

¹หน่วยวิจัยพลาสติกชีวภาพ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวัสดุ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90110

²ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ 10400

³สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ปทุมธานี 12120

¹Bioplastic Research Unit, Department of Materials Science and Technology, Faculty of Science

Prince of Songkla University, Songkla, Thailand 90112

²Department of Physic, Faculty of Science, Mahidol University Bangkok, Thailand 10400

³Thailand Institute of Scientific and Technological Research Pattumthani, Thailand 12120

*Corresponding author: punthinee.s@tistr.mail.go.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ต้องการศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของการใช้แป้งมันสำปะหลังเพื่อผลิตเป็นพอลิเมอร์ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ โดยการใช้แป้งมันสำปะหลัง 3 ชนิด คือ แป้งมันสำปะหลังดิบ แป้งมันสำปะหลังดัดแปรด้วยหมู่อะซิเตรทและแป้งมันสำปะหลังดัดแปรด้วยหมู่ออกทนิลซัคซินิก แอนด์ไฮไดรด์ ทำการผสมแป้งมันสำปะหลังกับกลีเซอรินที่อัตราส่วน 77:23 ด้วยเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ โดยใช้กลีเซอรินเป็นพลาสติกไซเซอร์ ผงแป้งและแป้งคอมปาวด์ถูกวิเคราะห์ ทดสอบ ลักษณะโครงสร้าง องค์ประกอบทางเคมี ฟิสิกส์ และสมบัติเชิงกลด้วยเทคนิค SEM, XRD, FTIR และการทนต่อแรงดึงขาด ผลของ SEM แสดงให้เห็นถึงความเป็นเนื้อเดียวกันของแป้งกับกลีเซอริน จากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XRD แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างของผลึกแป้งทั้งสามชนิดถูกทำลายหลังจากการผสมกับกลีเซอริน ยิ่งไปกว่านั้นการวิเคราะห์ทดสอบด้วยเทคนิค FTIR แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงความเข้มและรูปร่างของพีคเนื่องจากแป้งทำปฏิกิริยากับกลีเซอริน ผลของการทดสอบการทนต่อแรงดึงขาด พบว่า แป้งมันสำปะหลังดัดแปรด้วยหมู่ออกทนิลซัคซินิก แอนด์ไฮไดรด์ให้ค่า stress peak load และ extension at break สูงที่สุด คือ 11.0 MPa และ 3.5% ตามลำดับ

คำสำคัญ: พอลิเมอร์ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ แป้งมันสำปะหลัง กระบวนการอัดรีดแบบสกรูคู่

Abstract

This research was studied about the effects of various starches on the physical and mechanical properties for biodegradable polymers. Three different types of starches were used including native cassava starch, acetate cassava starch and octenyl succinic anhydride cassava starch. The twin screw extruder was used to mix the starch and glycerin served as plasticizer. The

mix ratio of starch/glycerin at 77:23 (%wt) was studied. The morphological, physical, chemical and mechanical properties of cassava starch and starch/glycerine compound were investigated by X-ray diffraction (XRD), Scanning Electron Microscope (SEM), Fourier transform Infrared (FTIR) spectroscopy and tensile testing. SEM showed the homogenous starch/glycerine compound. XRD results indicated that less crystallinity of all three starches obtained after mixing with glycerine. Moreover, the change in intensity and shape of the peaks by FTIR were found due to the reaction of glycerine and starch. By using octenyl succinic anhydride cassava starch, the highest stress peak load and extension at break were obtained at 11 MPa and 3.5%, respectively.

Keywords: Biodegradable, Cassava Starch, Twin Screw Extruder

คำนำ

ปัจจุบันทั่วโลกกำลังประสบปัญหาภาวะโลกร้อน ทำให้อุตสาหกรรมต่างๆ ให้ความสนใจต่อสภาวะที่เกิดขึ้น จึงมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตให้เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมรวมทั้งอุตสาหกรรมพลาสติก นอกจากภาวะโลกร้อนแล้วช่วง 4-5 ปีที่ผ่านมาอุตสาหกรรมพลาสติกยังพบกับภาวะต้นทุนที่สูงขึ้นเนื่องจากราคาน้ำมันปรับตัวสูงขึ้น และปัญหาการกำจัดขยะ จึงทำให้อุตสาหกรรมพลาสติกต้องมองหาวัตถุดิบทดแทนน้ำมันปิโตรเคมี ซึ่งวัตถุดิบใหม่จะต้องมีราคาถูก หาทดแทนได้ง่าย ดังนั้นแบ่งจากพืช เช่น ข้าวโพด และมันสำปะหลัง จึงได้รับความสนใจในการนำมาผลิตพลาสติกที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและสามารถย่อยสลายได้เองจากธรรมชาติ หรือที่เรียกกันว่า พอลิเมอร์ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (Fengwei *et al.*, 2006; Isabelle and Lan., 2009)

ประเทศไทยมีการปลูกมันสำปะหลังมากเป็นอันดับสองรองจากข้าว ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาสมบัติทางกายภาพ สมบัติทางเคมีและสมบัติเชิงกลเบื้องต้นของแป้งมันสำปะหลังและแป้งมันสำปะหลังดัดแปร โดยใช้กลีเซอรินเป็นพลาสติกไซเซอร์ทำการผสมแป้งมันสำปะหลังและกลีเซอรินด้วยกระบวนการอัดรีดด้วยเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นพอลิเมอร์ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ และเป็นการเพิ่มมูลค่ากับแป้งมันสำปะหลังที่เป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศอีกทางหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

วัสดุและอุปกรณ์

แป้งมันสำปะหลังดิบ (Native Starch, NST) แป้งมันสำปะหลังดัดแปรด้วยหมู่อะซิเตท (Kreation@NE)TM และแป้งมันสำปะหลังดัดแปรด้วยหมู่ออกทิลซัคชินิกแอนด์ไฮไดรต์ (Kreation@OP)TM (บริษัทสยามโมดิฟายด์ จำกัด) ใช้กลีเซอรินเกรดการค้าเป็นพลาสติกไซเซอร์ (บริษัทอิตัลมาร์ ประเทศไทย จำกัด) เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ พร้อมเครื่องตัดเม็ดพอลิเมอร์ (บริษัท เอ็นแมท จำกัด) และเครื่องผสมสาร (บริษัท เอส บี ที จำกัด) เครื่องขึ้นรูปแบบอัดรีด (บริษัท ชัยเจริญการช่าง)

การเตรียมแป้งคอมปาวด์

การเตรียมแป้งคอมปาวด์เริ่มจากชั่งน้ำหนักของแป้งมันสำปะหลัง และกลีเซอริน อัตราส่วนแป้งมันสำปะหลังต่อกลีเซอรินแสดงในตารางที่ 1 หลังจากนั้นนำไปผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องผสมสาร โดยใช้เวลา 30 นาที นำไปเข้าเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ โดยใช้สภาวะเครื่องอัดรีด ดังนี้ อุณหภูมิกระบอกลูกที่ 1-3, 50°C, อุณหภูมิกระบอกลูกที่ 4, 60°C, อุณหภูมิกระบอกลูกที่ 5, 80°C, อุณหภูมิกระบอกลูกที่ 6, 100°C, อุณหภูมิกระบอกลูกที่ 7-9, 160-175°C และอุณหภูมิหัวรีด 160-175°C เมื่อผ่านกระบวนการอัดรีดออกมาเป็นเส้นปล่อยให้เย็นที่อุณหภูมิห้องและนำไปตัดเป็นเม็ดด้วยเครื่องตัดเม็ด เก็บตัวอย่างไว้ในถุงพลาสติก

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนของแป้งกับกลีเซอริน ปริมาณโดยน้ำหนัก

ชื่อตัวอย่าง	ปริมาณแป้ง	ปริมาณกลีเซอริน
NST 1	70	30
NST 2	75	25
NST 3	77	23
NE 1	70	30
NE 2	75	25
NE 3	77	23
OP 1	70	30
OP2	75	25
OP3	77	23

วิธีวิเคราะห์/ทดสอบ

การวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Field Emission Scanning Electron Microscope, FESEM)

การเตรียมตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ด้วยเครื่อง FESEM นำผงแป้งตัวอย่างผสมกับอะซิโตน นำไปปั่นด้วยเครื่องอัลตราโซนิคส์ 10 นาที ใช้หลอดหยดดูดสารแขวนลอยหยดลงบนแท่นใส่ตัวอย่าง ปล่อยให้แห้ง นำไปอบที่อุณหภูมิ 105°C ปล่อยให้เย็นในเดซิเคเตอร์ สำหรับแป้งคอมปาวด์นำส่วนที่เหลือจากการทดสอบการทนต่อแรงดึงใช้คัตเตอร์กรีดนำจากนั้นหักให้เป็นสองท่อน นำส่วนภาคตัดขวางติดบนแท่นใส่ตัวอย่าง นำตัวอย่างที่เตรียมได้ทั้งหมดไปเคลือบทองเพื่อให้นำไฟฟ้า นำตัวอย่างไปเข้าเครื่อง FESEM เพื่อถ่ายภาพโครงสร้างจุลภาคของตัวอย่าง

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (Fourier Transform Infrared Spectrophotometer, FTIR)

เครื่อง FTIR รุ่น IR Prestige-21 ยี่ห้อ shimadzu ประเทศญี่ปุ่น ใช้โพแทสเซียมโบรไมด์เป็นเบสไลน์ จำนวนครั้งที่ใช้สแกน 45 ค่าความละเอียดในการสแกนเท่ากับ 2 เตรียมตัวอย่างโดยนำตัวอย่างมาบดผสมกับโพแทสเซียมโบรไมด์จากนั้นอัดเป็นเม็ดนำเข้าเครื่องเพื่อวิเคราะห์

วิเคราะห์โครงสร้างของแป้งและแป้งคอมปาวด์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-ray diffractometer, XRD)

ผลิตโดยบริษัท Shimadzu รุ่น XRD-6000 ประเทศญี่ปุ่น วิเคราะห์โดยใช้รังสีเอกซ์ของ Cu K α ($\lambda = 1.54 \text{ \AA}$) ปรับแรงดันไฟฟ้าหลอดรังสีเอกซ์เท่ากับ 40 kV และกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 40 mA ทำการวัดในช่วง 2θ ตั้งแต่ 5° ถึง 40° อัตราการสแกนเท่ากับ 2 องศาต่อนาที วิเคราะห์โดยนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับ JCPDS (Joint Committee on Powder Diffraction Standards)

การทดสอบสมบัติการทนต่อแรงดึงยืดด้วยเครื่อง Instron

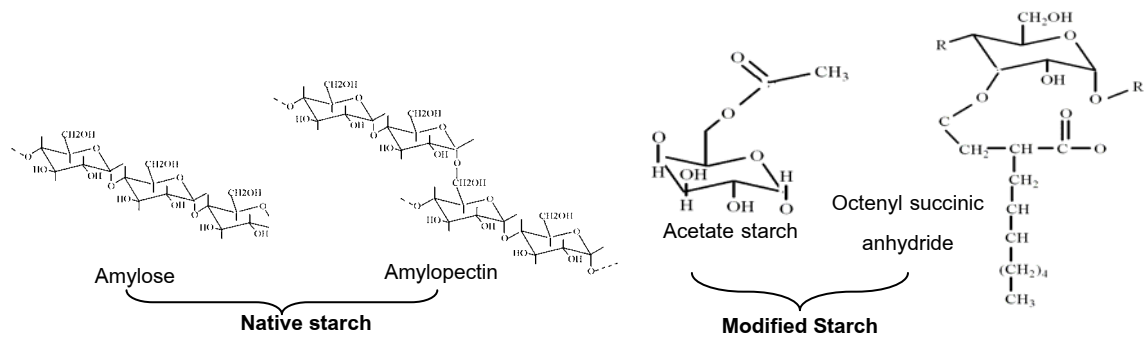
ผลิตโดยบริษัท Instron รุ่น 1123 ประเทศอเมริกา การเตรียมตัวอย่างด้วยการอัดขึ้นรูปตัวอย่างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อนให้มีขนาดกว้าง 25 mm ยาว 110 mmหนา 1.2 mm ใช้ทั้งหมด 5 แผ่นสำหรับการทดสอบ สภาวะการทดสอบที่อุณหภูมิ 27°C ความชื้นสัมพัทธ์ 65% การตั้งค่าเครื่อง Instron ระยะห่างระหว่างหัวจับ 50 mm ความเร็วในการดึงยืด 50.00 mm/min บันทึกค่าความเค้น (Stress, Peak load) และความเครียด (Strain, extension at break) ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM B882

ผลการทดลอง

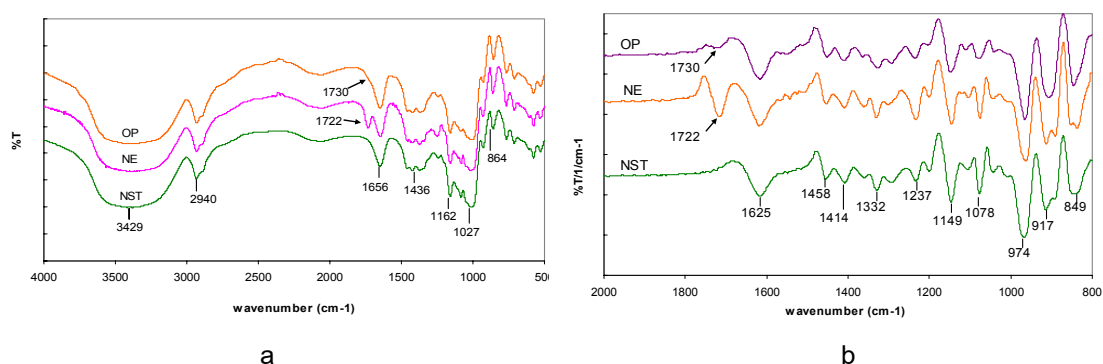
ผลการอัดรีดแบบสกรูคู่ที่อัตราส่วนตามตารางที่ 1 พบว่า ที่อัตราส่วนแป้งต่อกลีเซอรินเท่ากับ 77 ต่อ 23 เมื่ออัดรีดออกมาเป็นเส้นแล้วนำไปเข้าเครื่องตัดเม็ด จะได้เม็ดแป้งคอมปาวด์ที่ไม่เหนียวติดกัน จึงนำเม็ดแป้งคอมปาวด์ที่อัตราส่วนนี้ไปทำการวิเคราะห์/ทดสอบสมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพต่อไป

การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันของแป้งมันสำปะหลังและแป้งคอมปาวด์ด้วยเทคนิค FTIR

โครงสร้างทางเคมีของแป้งมันสำปะหลังดิบ (NST) มี 2 แบบ คือ อะไมโลสมีลักษณะเป็นเส้นตรง ไม่มีกิ่งก้านสาขาและอะไมโลเพคติน มีลักษณะไม่เป็นเส้นตรงมีการต่อกันเป็นกิ่งก้านสาขา ส่วนแป้งดัดแปรด้วยหมู่อะซิเตรท (NE) จะมีหมู่อะซิเตรทเข้ามาต่อที่ตำแหน่ง 6 และแป้งดัดแปรด้วยหมู่ออกทิลซัคซินิค แอนด์ไฮไดรต์ (OP) จะมีหมู่ออกทิลซิล เข้าต่อที่ตำแหน่ง 4 (ภาพที่ 1) แสดงให้เห็นโครงสร้างทางเคมีของแป้งทั้งสามชนิดและความแตกต่างของหมู่ฟังก์ชันที่เติมเข้าไปในแป้ง NST ซึ่งความแตกต่างนี้ยืนยันด้วยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FTIR (ภาพที่ 2)

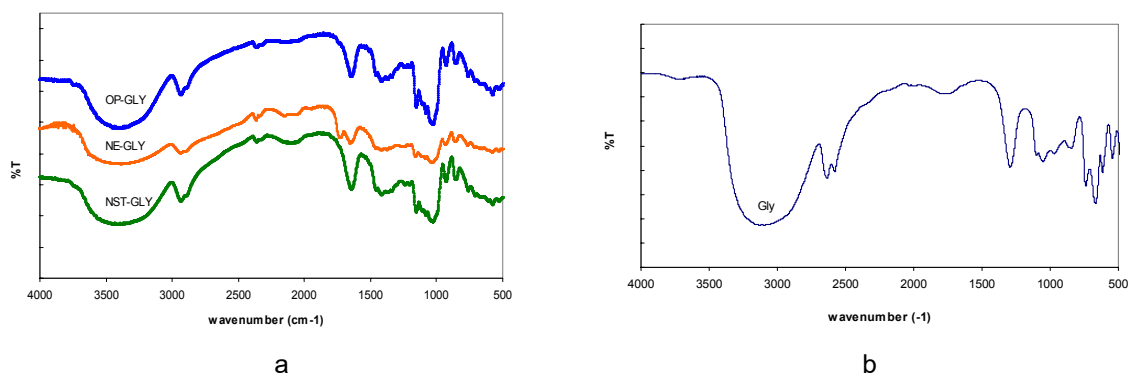


ภาพที่ 1 โครงสร้างทางเคมีของแป้งมันสำปะหลังดิบและแป้งมันสำปะหลังดัดแปร



ภาพที่ 2 FTIR สเปกตรัมของตัวอย่างแป้งสามชนิด คือ NST, NE และ OP

จากกราฟ FTIR ได้สรุปแถบการสั่นของหมู่ฟังก์ชันของแป้งดิบ แป้งดัดแปรด้วยอะซิเตรท และแป้งดัดแปรด้วยหมู่ออกทิลซัคซินิกแอนด์ไฮไดรด์พบพีกที่เหมือนกัน คือ ที่ความยาวคลื่น 3,400 cm⁻¹ เป็นหมู่ OH-stretching, 2,945 cm⁻¹ เป็นหมู่ C-H stretching, 1,656 cm⁻¹ เป็นหมู่ OH bending, 1,170 cm⁻¹ เป็นหมู่ C-O stretching และที่ความยาวคลื่น 1,049 cm⁻¹ เป็นหมู่ C-O-C สำหรับแป้งดัดแปรด้วยหมู่อะซิเตรท จะมีพีกที่แตกต่างจากแป้งดิบคือที่ความยาวคลื่น 1,722 cm⁻¹ เป็นหมู่ C=O stretching และที่ 1,240 cm⁻¹ เป็น C-O stretching (Viviana P *et al.*, 2006) ส่วนแป้งดัดแปรด้วยหมู่ออกทิลซัคซินิกแอนด์ไฮไดรด์ (OP) จะมีพีกที่เด่นคือที่ 1,668 cm⁻¹, 2,899 cm⁻¹ และ 2,946 cm⁻¹ เป็นหมู่ C=O stretching ของหมู่เอสเทอร์คาร์บอนิล (Xiaoyan *et al.*, 2006) ที่ความยาวคลื่น 1,730 cm⁻¹ เป็นหมู่ C=O stretching และที่ความยาวคลื่น 1,240 cm⁻¹ เป็น C-O stretching เหมือนในแป้งดัดแปรด้วยหมู่อะซิเตรท โดยใช้โปรแกรม Derivative (ภาพที่ 2b) ช่วยในการแยกพีกที่มีการซ้อนทับกันเพื่อให้เห็นความแตกต่างระหว่างแป้งดิบและแป้งดัดแปรด้วยหมู่ออกทิลซัคซินิกแอนด์ไฮไดรด์

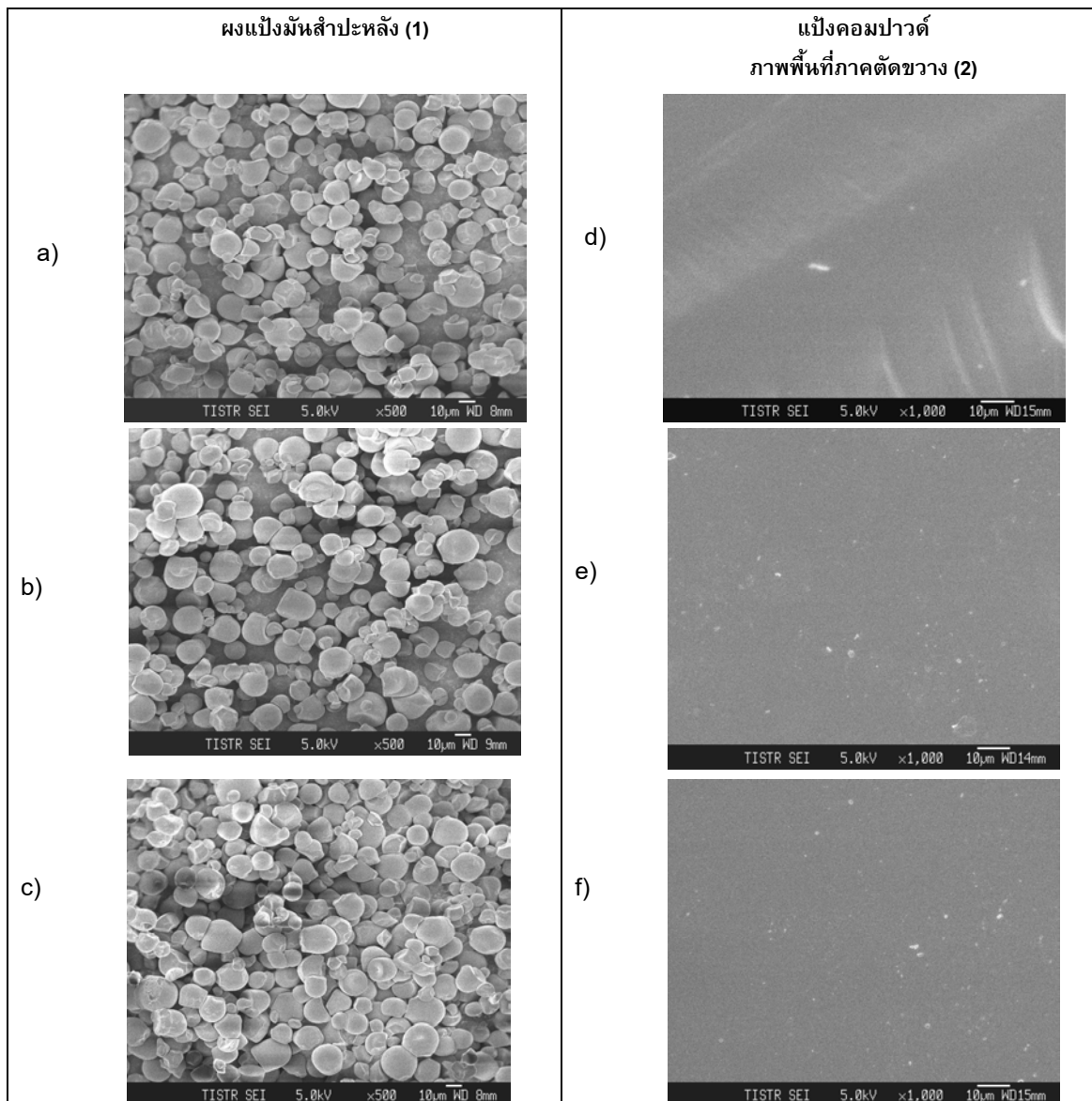


ภาพที่ 3 FTIR สเปกตรัมของแป้งผสมกลีเซอริน (a) NST-Gly, NE-Gly และ OP-Gly (b) Gly

จาก FTIR สเปกตรัมของแป้งคอมปาวด์ทั้งสามชนิด (ภาพที่ 3) แสดงให้เห็นถึงกลีเซอรินเข้าไปผสมในเนื้อของแป้งทั้งสามชนิดพิจารณาจากความเข้มของพีคที่ความยาวคลื่น $3,200\text{ cm}^{-1}$ เป็นหมู่ OH stretching มีความเข้มของพีคลดลงและที่ความยาวคลื่น $2,907\text{ cm}^{-1}$ เป็นหมู่ C-H stretching พบว่า รูปร่างของพีคเปลี่ยนแปลงจากพีคเดี่ยวเป็นพีคคู่เนื่องจากความแตกต่างของการ stretching บนโมเลกุลของแป้งและโมเลกุลของกลีเซอริน นอกจากนี้ที่ความยาวคลื่น $1,200\text{ cm}^{-1}$ มีความเข้มของพีคเพิ่มขึ้นนั้นแสดงว่าสถานะแวดล้อมระดับไมโครรอบๆ หมู่ O-C มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการเติมกลีเซอรินและเกิดการเชื่อมต่อนั้นระหว่างโมเลกุลของแป้งและกลีเซอริน และที่ความยาวคลื่น 940 cm^{-1} มีความเข้มของพีคเพิ่มขึ้นเมื่อมีการผสมกับกลีเซอรินซึ่งที่ความยาวคลื่นนี้มีความสัมพันธ์กับพันธะไฮโดรเจนที่เชื่อมระหว่างโมเลกุลของหมู่ไฮดรอกซิล ที่คาร์บอนตำแหน่งที่ 6 ซึ่งมีความไวต่อน้ำ (Rui *et al.*, 2007)

ผลการวิเคราะห์ลักษณะพื้นฐานวิทยาของแป้งและแป้งคอมปาวด์

ผลการวิเคราะห์ลักษณะพื้นฐานวิทยาของแป้งทั้งสามชนิดก่อนผสมกับกลีเซอริน ภาพที่ 4 (คอลัมน์ 1) พบว่า แป้งทั้งสามชนิดมีลักษณะทรงกลม มีขนาดอนุภาค $5\text{--}20\text{ }\mu\text{m}$ โดยแป้งดิบมีขนาดอนุภาคเล็กที่สุด ส่วนแป้งดัดแปรด้วยหมู่อะซิเตรทและแป้งดัดแปรด้วยหมู่ออกทีนิลซัคซินิก แอนไฮไดรด์ มีขนาดอนุภาคใกล้เคียงกันคือ $5\text{--}35\text{ }\mu\text{m}$ ซึ่งขนาดอนุภาคที่ใหญ่ขึ้นเนื่องจากการดัดแปรทำเฉพาะที่พื้นผิวภายนอกของแป้งไม่ได้เข้าไปดัดแปรภายในโครงสร้างภายในทำให้ลักษณะผิวเรียบเหมือนแป้งดิบ (Dongjai and Sanguansri, 2006) เมื่อทำการผสมแป้งกับกลีเซอรินด้วยเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ ดังแสดงในภาพที่ 4 (คอลัมน์ 2) ซึ่งเป็นภาพภาคตัดขวางของแป้งคอมปาวด์ที่นำไปขึ้นรูปเป็นแผ่นสำหรับทดสอบการทนต่อแรงดึงขาด พบว่า โครงสร้างผลึกของแป้งถูกทำลายและแสดงให้เห็นว่าแป้งทั้งสามชนิดผสมเป็นเนื้อเดียวกันกับกลีเซอรินเพราะไม่พบโครงสร้างผลึกในเนื้อแป้งคอมปาวด์

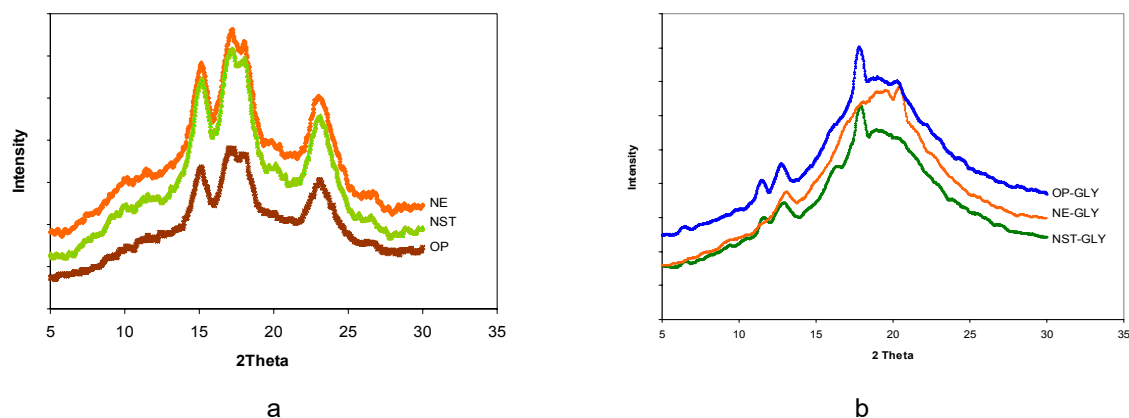


ภาพที่ 4 ภาพถ่ายลักษณะสัณฐานวิทยาของผงบดน้ำมันสำหรับ a) NST b) NE c) OP และแป้งคอมปาวด์ d) NST-Gly e) NE-Gly f) OP-Gly

ผลการตรวจสอบโครงสร้างของแป้งและแป้งคอมปาวด์ด้วยเทคนิค XRD

ผลการวิเคราะห์โครงสร้างของแป้งทั้งสามชนิดด้วยเทคนิค XRD พบว่า มี 2θ เท่ากับ 15° 17° 18° และที่ 23° (ภาพที่ 5) แสดงว่า โครงสร้างมีลักษณะเป็นสัณฐาน ส่วนสเปกตรัมของแป้งแสดงลักษณะที่เป็นผลึกชนิด A (Norman and Leping, 1998) การเติมหมู่เอซิเตรท และหมู่ออกทีนิลซัคซินิคแอนด์ไฮโดรด์ ไม่มีผลต่อความเป็นผลึกของแป้ง (Xiaoyan *et al.*, 2006; Yixiang *et al.*, 2004) เนื่องจากไม่ได้เข้าไปทำให้โครงสร้างของผลึกแป้งถูกทำลาย แต่เข้าไปเกาะบนพื้นผิวหน้าของเม็ดแป้งเท่านั้น ซึ่งยืนยันได้ด้วยภาพถ่าย FESEM (ภาพที่ 4) เมื่อนำแป้งผสมกลีเซอรินไปผ่านกระบวนการอัดรีด พบว่า โครงสร้างของผลึก

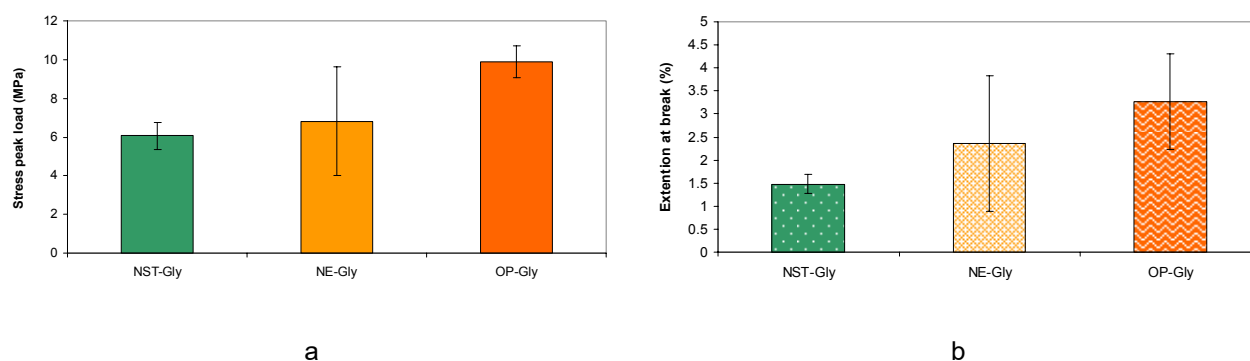
แป้งทั้งสามชนิดถูกทำลายได้อย่างสมบูรณ์เมื่อเปรียบเทียบกับแป้งก่อนเข้าเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ การเติมกลีเซอรินจะเข้าไปทำให้การยึดเกาะกันระหว่างสายโซ่ของแป้งกับแป้ง (intra and intermolecular) ลดลงเนื่องจากความแรงของพันธะไฮโดรเจนของหมู่ไฮดรอกซิลของแป้งและโมเลกุลของกลีเซอรินทำให้โครงสร้างของผลึกแป้งลดลงเมื่อถูกผสมกับกลีเซอริน โดยเฉพาะแป้ง NE โครงสร้างของผลึกถูกทำลายได้สมบูรณ์มากที่สุด ส่วนแป้ง NST และแป้ง OP จะมีบางส่วนที่เปลี่ยนโครงสร้างของผลึกเป็นชนิด V_h ที่ 2θ มีพีคที่ 12.6° และ 19.4° เกิดขึ้นเนื่องจากผลึกอะไมโลสของแป้งชนิดเกลียวเดี่ยวมีกลีเซอรินละลายอยู่ข้างในเกิดขึ้นขณะที่มีการอัดรีด (Jeroen *et al.*, 1996)



ภาพที่ 5 XRD pattern ของ a) ผงแป้งมันสำปะหลัง และ b) แป้งคอมปาวด์

ผลการทดสอบการทนต่อแรงดึงยืดของแป้งคอมปาวด์

ผลการทดสอบการทนต่อแรงดึงยืดด้วยเครื่องทดสอบการทนต่อแรงดึงยืดของแป้งดิบ และแป้งดัดแปรที่ผสมกับกลีเซอริน อัตราส่วนแป้งต่อกลีเซอริน 77 ต่อ 23 พบว่า แป้งดัดแปรด้วยออกทินิลอะซินิค แอซิด มีค่า Stress peak load (MPa) และค่า Extension at break (%) สูง คือ 11 MPa และ 3.5% รองลงมาคือ แป้งดัดแปร NE ส่วนแป้งดิบมีค่า Stress peak load (MPa) และค่า Extension at break (%) ต่ำที่สุด คือ 7 MPa และ 2% (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 6 กราฟแสดง (a) ค่า Stress peak load และ (b) ค่า Extension at break ของแป้งคอมปาวด์ทั้งสามชนิด

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

ผลการทดลองนี้พบว่า กระบวนการอัดรีดด้วยเครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ โดยใช้กลีเซอรินเป็นพลาสติกไฮเซอรสามารถผสมแป้งมันสำปะหลังทั้งสามชนิดกับกลีเซอรินเป็นเนื้อเดียวกัน ผลการวิเคราะห์ ทดสอบสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของแป้งมันสำปะหลังทั้งสามชนิด พบว่า โครงสร้างของผลึกแป้งถูกทำลาย และสามารถผสมเป็นเนื้อเดียวกับกลีเซอริน เมื่อทดสอบการทนต่อแรงดึงขาด พบว่า แป้งดัดแปร OP จะให้ค่า Stress peak load และค่า Extension at break สูงที่สุด คือ 11 MPa และ 3.5% แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม การนำแป้งมันสำปะหลังดิบหรือแป้งมันสำปะหลังดัดแปรมาเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเป็นพอลิเมอร์ย่อยสลายได้ทางชีวภาพจะต้องมีการวิจัยต่อเพื่อปรับปรุงสมบัติเชิงกลของแป้งคอมปาวด์ให้ดีขึ้นเพื่อนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวางขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยมหิดลที่อนุญาตให้เครื่องอัดรีดแบบสกรูคู่ และโครงการภาคีบัณฑิต สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์ ที่สนับสนุนงบประมาณในงานวิจัยชิ้นนี้

เอกสารอ้างอิง

- Doungjai, T. and C. Sanguansri. 2006. Thermal and pasting properties of native and acid-treated starches derivatized by 1-octenyl succinic anhydride. **Carbohydrate Polymers**. 66: 258-265.
- Fengwei, X., Y. Long, L. Hongshen and C. Ling. 2006. Starch Modification Using Reactive Extrusion. **Starch/Stärke**. 58: 131-139.
- Isabelle, V. and T. Lan. 2009. Review Biodegradable Polymers. **Journal Material**. 2: 307-344.
- Norman, W.H.C. and T. Leping. 1998. Variation in crystalline type with amylose content in maize starch granules: an X-ray powder diffraction study. **Carbohydrate Polymers**. 36: 277-284.
- Rui, S., L. Quanyong, D. Tao, H. Yanming, Z. Liqun, C. Dafu and T. Wei. 2006. Ageing of Soft Thermoplastic Starch with High Glycerol Content. **Journal of Applied Polymers Science**. 103: 574-586.
- Jeroen, J.G. van S., T. Hubertus, W. Dick de and V.F.G. Johannes. 1995. Short-rang structure in (partially) crystalline potato starch determined with attenuated total reflectance Fourier-transform IR spectroscopy. **Carbohydrate research**. 279: 201-204.
- Viviana, P.C., C. María, Z. Tolosa and V. Analía. 2006. Relationship Between Structure and Properties of Modified potato Starch Biodegradable Films. **Journal of Applied Polymer Science**. 101(6): 4313-4319.

- Xiaoyan, S., H. Guoqing, R. Hui and C. Qihe. 2006. Preparation and Properties of Octenyl Succinic Anhydride Modified Early *Indica* Rice Starch. **Starch/Stärke**. 58: 109-117.
- Yixiang, X., M. Vesselin and H. Milford A. 2004. Synthesis and Characterization of Starch Acetates with High Substitution. **Cereal Chemistry**. 81(6): 735-740.

การแยกสารบริสุทธิ์และพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารสกัดจากเปลือกมังคุด ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟี

Purification and Identification of Mangosteen Pericarp Crude Extract by Chromatography Technique

รุ่งทิพย์ กาวารี

Rungthip Kawaree

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

Corresponding author: rungthip-k@mju.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาองค์ประกอบของสารเคมีในเปลือกมังคุด โดยใช้จุลเทคนิคด้านพืชและเทคนิคโครมาโทกราฟี สกัดเปลือกมังคุดด้วยเอทานอล 95% ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง (EC) และสกัดด้วยเอทานอล 50% ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง (EH) ตรวจสอบองค์ประกอบเบื้องต้นทางพิษเคมีของสารสกัด EC และ EH กลุ่มแอลคาลอยด์ กลัยโคไซด์ (แอนทราควิโนน คูมาริน สเตอรอล หรือไตรเทอร์ปีน, คาร์ดิแอกกลัยโคไซด์ ซาโปนิน ฟลาโวนอยด์ แอนโทโรไซยานิน) กลุ่มแทนนินและสารฟีนอลิก โดยใช้วิธีตกตะกอนและThin Layer Chromatography แยกสารให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคคอลัมโครมาโทกราฟี ไซโคลลัมน์ด้วยไดคลอโรมีเทน:เมทานอล = 96:4 และ 95:5 ตามลำดับ โดยใช้ซิลิกาเจล 60 สำหรับคอลัมน์ โครมาโทกราฟีเป็นเฟสอยู่กับที่ นำมาพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารบริสุทธิ์นั้นด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรมิเตอร์ เทียบกับฐานข้อมูล WILEY และ NIST พบว่า องค์ประกอบสำคัญที่ระเหยได้ในสารสกัด EC ได้แก่ 1,2-Benzenedicarboxylic acid, diethyl ester (1) Hexadecanoic acid/Palmitic acid (2) Bis(2-ethylhexyl) phthalate (3) 1,2-Benzenedicarboxylic acid, Bis(2-ethylhexyl) ester (4) และสาร unidentified (5-9) องค์ประกอบสำคัญในสารสกัด EH ได้แก่ 2-Furancarboxaldehyde, 5-(hydroxymethyl) (1) ethyl alpha-d-glucopyranoside (2) 1,2-Benzenedicarboxylic acid, diisooctyl ester (3) 1,2-Benzenedicarboxylic acid, Bis(2-ethylhexyl) ester (4) และสาร unidentified (5-6)

คำสำคัญ: สารสกัด เปลือกมังคุด คอลัมโครมาโทกราฟี จีซี-เอ็มเอส

Abstract

Study the chemical compounds of the mangosteen pericarp by plant micro technique and chromatography technique. The mangosteen pericarp was successively extracted by 95% ethanol at temperature 25 degree for 24 hours (EC) and 50% ethanol at temperature 50 degree for 2 hours

(EH). Phytochemical Screening of EC and EH extract, including alkaloid, glycoside (anthraquinone, coumarin, sterol or triterpene, cardiac glycoside, saponin, flavonoid, antrocyenin) tannin and phenolic group using precipitation method and thin layer chromatography. Column chromatography was used to purify crude extract. The appropriate solvent system were dichloromethane: methanol = 96:4 and 95:5, respectively. Using silica gel 60 as a stationary phase for column chromatography. Identification of pure substances by gas chromatograph/mass spectrometer and compared data with WILEY and NIST database. The results found that EC extract contains 1,2-Benzenedicarboxylic acid, diethyl ester (1) Hexadecanoic acid/Palmitic acid (2) Bis (2-ethylhexyl) phthalate (3) 1,2-Benzenedicarboxylic acid, Bis(2-ethylhexyl) ester (4) and unidentified (5-9), EH extract contains 2-Furancarboxaldehyde, 5-(hydroxymethyl) (1) ethyl alpha-d-glucopyranoside (2) 1,2- Benzenedicarboxylic acid, diisooctyl ester (3) 1,2-Benzenedicarboxylic acid, Bis(2-ethylhexyl) ester (4) and unidentified (5-6).

Keywords: crude extract, mangosteen pericarp, column chromatography, GC-MS

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพแห่งหนึ่งของโลก นอกจากพื้นที่ที่อุดมไปด้วยทรัพยากรทางธรรมชาติ และสถานที่ท่องเที่ยว ยังมีผลไม้ที่มีชื่อเสียงไปทั่วโลก มังคุด (*Garcinia mangostana* Linn.) เป็นผลไม้ที่รู้จักกันดีในนามของราชินีผลไม้ และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย มีมูลค่าทางการตลาดสูงทั้งตลาดภายในและตลาดส่งออก นอกจากนี้ยังมีสารที่มีคุณสมบัติประโยชน์กับร่างกาย เช่น mangostin สารในกลุ่ม xanthone ที่มีความสามารถออกฤทธิ์ลดการอักเสบ (Nakatani *et al.*, 2002a, Nakatani *et al.*, 2002b) สารแอนโทไซยานิน และแทนนิน ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม ฟีนอลิก (phenolics) ที่มีคุณสมบัติสามารถกำจัดอนุมูลอิสระที่สามารถป้องกันการเกิดของโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคหัวใจ โรคเส้นเลือดอุดตัน โรคชรา และโรค parkinson เป็นต้น (Ames *et al.*, 1993, Lambert and Yang, 2003, Robards *et al.*, 1999) การบริโภคจะรับประทานเฉพาะส่วนของเนื้อผล โดยผลสดมีส่วนที่บริโภคได้ประมาณ 30% และอีก 70% เป็นส่วนของเปลือก ผู้บริโภคส่วนใหญ่มักจะทิ้งเป็นขยะ ส่วนเปลือกที่ต้องทิ้งไปนั้นมีสรรพคุณเป็นยาสมุนไพร ใช้รักษาโรคท้องเสียเรื้อรัง บิด แผลหนอง แผลพุพอง น้ำกัดเท้า จากการวิจัย พบว่า สารประกอบในเปลือกผลมังคุดมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาและที่สำคัญมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย การทิ้งเปลือกผลมังคุดเป็นขยะไปนั้นนับเป็นการสูญเสียประโยชน์ทางยา จึงควรหาวิธีนำเปลือกผลมังคุดมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

ด้วยเหตุผลดังกล่าวเหล่านี้ การจะนำสารสกัดจากเปลือกมังคุดมาเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นที่จะหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดแยกสารจากเปลือกมังคุดเพื่อให้ได้สารสำคัญปริมาณสูง พร้อมทั้งวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดที่ได้ โดยเทคนิคทางโครมาโทกราฟีเพื่อใช้เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยค้นหาสารชนิดใหม่จากธรรมชาติที่ไม่เป็นอันตราย สามารถ

นำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ในด้านข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ของพืชสมุนไพรในการพัฒนาสารสกัดและเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่อไป อีกทั้งยังสามารถนำผลที่ได้มาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยและประกอบการเรียนการสอนได้

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกมังคุดที่มีขนาดผลและสีที่สม่ำเสมอจากตลาดสดแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ ในเดือนมิถุนายน 2552 นำมาล้างและเอาแต่เปลือกและแยกข้าวออกมา ซึ่งน้ำหนักสด นำมาตัดให้มีขนาดเล็กประมาณ 0.5 เซนติเมตร แล้วอบให้แห้งที่ 45 องศาเซลเซียส เมื่อแห้งแล้วนำไปบดด้วยเครื่องปั่นจนได้ผงละเอียดเหมือนแป้งก่อนนำไปสกัดและวิเคราะห์ต่อไป

การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ตรวจวิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยวิธี AOAC หมายเลข 925.10 (AOAC, 1995) ผลที่ได้นำมาคำนวณร้อยละของปริมาณความชื้นตัวอย่าง โดยคำนวณจาก

- 1) ร้อยละของปริมาณความชื้นตัวอย่าง
$$= (\text{น้ำหนักของแข็งที่เหลือจากการอบ} / \text{น้ำหนักสด}) \times 100$$
- 2) ร้อยละความชื้นโดยน้ำหนักเปียก
$$= [(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) / \text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}] \times 100$$
- 3) ร้อยละความชื้น (โดยน้ำหนักแห้ง)
$$= [\text{ร้อยละความชื้นโดยน้ำหนักเปียก} / (100 - \text{ร้อยละความชื้นโดยน้ำหนักเปียก})] \times 100$$

การสกัดสาร

นำผงบดละเอียดของเปลือกมังคุดนำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอนใส่ขวดแก้ว 2 ขวดๆ ละ 200 กรัม ขวดที่ 1 สกัดด้วย เอทานอล 95% 500 มล. ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง (EC) ขวดที่ 2 สกัดด้วย เอทานอล 50% 500 มล. ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 2 ชั่วโมง (EH) จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วระเหยเอทานอลด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ (rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และระเหยแห้งด้วยเครื่อง Freeze dryer ได้ผงสกัดแห้งเก็บที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป

การตรวจสอบเบื้องต้นทางพฤกษเคมี (Phytochemical Screening) ของสารสกัด

การตรวจสอบเบื้องต้นทางพฤกษเคมี (Sofowora, 1993, Trease, 1989) เป็นการตรวจสอบโดยเบื้องต้น เพื่อให้ทราบว่าในตัวอย่างพืชนั้นๆ มีองค์ประกอบทางเคมีเป็นสารในกลุ่มใดบ้าง ตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของสารสกัด โดยการตรวจสอบสารเคมีกลุ่มต่างๆ ดังนี้

1. Alkaloid
2. glycoside
 - 2.1 Anthraquinone glycoside
 - 2.2 Coumarin
 - 2.3 Sterol glycoside หรือ Triterpene glycoside

- 2.4 Cardiac glycoside
- 2.5 Saponin
- 2.6 Flavonoid
- 2.7 Antrocyenin
- 3. Tannin and phenolic

1. การทดสอบหา Alkaloid นำสารสกัด 0.5 กรัม เติม 2 N HCl 25 มล. คนบนหม้ออังไอน้ำประมาณ 10 นาที เติม NaCl 0.5 กรัม คนต่อจนละลายแล้วกรองเก็บน้ำยากรด แบ่งน้ำยากรดสกัดใส่หลอดทดลอง 0.5 มล. 4 หลอด เติมน้ำยา Dragendroff's reagent, Mayer's reagent, Wagner's reagent และไมเติมน้ำยาใดๆ (เป็นหลอด control) ตามลำดับ สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งสี่ของน้ำยาและตะกอน ถ้าเกิดการขุ่นหรือมีตะกอนเกิดขึ้นแสดงว่า น่าจะมีสาร Alkaloids อยู่ แต่ถ้าไม่มีการขุ่นเกิดขึ้น แสดงว่าไม่มีสาร Alkaloids

2. การทดสอบหา Glycoside นำสารสกัดมา 1.0 กรัม เติมเอทานอล 25 มล. เติม 10% HCl จำนวน 15 มล. ทำการ Reflux เป็นเวลา 30 นาที น้ำยาที่ได้นำมาทำให้เย็นลง แล้วสกัดในกรวยแยกด้วย ether 3 ครั้งๆละ 15 มล. รวมน้ำยาสกัด ether ที่ได้เติม Na_2SO_4 Anhydrous เพื่อดูดน้ำออกจากชั้น ether นำน้ำยาสกัดชั้น ether และชั้นน้ำยากรดสกัด นำมาทดสอบเพื่อหาสารประกอบ glycoside กลุ่มต่างๆ ต่อไปดังนี้

2.1 Anthraquinone glycoside test การทดสอบ Anthracene หรือ Anthraquinone glycoside ทำโดยระเหยน้ำยาสกัดชั้น ether ปริมาตร 4 มล. ให้เข้มข้นเหลือ 2 มล. เติม 25% Ammonia จำนวน 2 มล. เขย่าให้เข้ากัน สังเกตสีที่เปลี่ยนแปลงในชั้นน้ำยา Ammonia ถ้าเกิดสีแดงในชั้นของน้ำยา Ammonia แสดงว่ามีกลุ่ม emodol ซึ่งเป็นส่วนของโมเลกุลที่ไม่ใช่น้ำตาลของสารประกอบ Anthraquinone glycoside

2.2 Coumarin test ระเหยน้ำยาสกัดชั้น ether ปริมาตร 5 มล. จนแห้ง ละลายตะกอนในน้ำร้อน 2 มล. (ใช้ความร้อนช่วยในการละลายถ้าจำเป็น) แบ่งน้ำยาสกัดที่ได้ ใส่หลอดทดลอง 2 หลอด หลอดที่ 1 เติมน้ำยา 10% Ammonia จำนวน 0.5 มล. หลอดที่ 2 ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ นำไปส่องดูภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต สังเกตการเรืองแสงของน้ำยา ถ้าน้ำยาสกัดเรืองแสงสีฟ้าหรือเขียว แสดงว่ามี Coumarin

2.3 Sterol glycoside หรือ Triterpene glycoside Liebermann Burchard's reaction ระเหยน้ำยาสกัดชั้น ether ปริมาตร 10 มล. จนแห้ง ละลายตะกอนที่เหลือด้วย Acetic anhydride 0.5 มล. และ Chloroform 0.5 มล. ถ่ายใส่หลอดทดลองที่แห้งและสะอาด เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้น 2 มล. โดยใช้หลอดหยดแตะข้างหลอดทดลองให้กรดไหลลงไปข้างหลอดซ้ายๆ สังเกตสีที่เกิดขึ้นระหว่างชั้นของน้ำยาทั้งสองทันที และสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีในระยะเวลา 5, 15 และ 30 นาที ถ้าปรากฏว่าเริ่มแรกมีสีแดงหรือน้ำตาลแดง แล้วเปลี่ยนเป็นสีม่วงจนสุดท้ายเปลี่ยนเป็นสีเขียวหรือเขียวปนฟ้า แสดงว่ามีกลุ่ม Sterol ถ้าสีเปลี่ยนจากสีแดงหรือน้ำตาลแดงเป็นสีม่วงและคงอยู่ แสดงว่ามีกลุ่ม Triterpene

2.4 Cardiac glycoside test ระเหยน้ำยาสกัดชั้น ether ปริมาตร 4 มล. จนแห้ง ละลายตะกอนที่เหลือใน Methanol 2 มล. เติมน้ำยา 1N KOH/Ethanol ปริมาณ 2 มล. เติมน้ำยา 1% 3,5-dinitrobenzoic acid/Ethanol ปริมาณ 5 หยด ต้มบนหม้ออังไอน้ำ สังเกตสีของน้ำยา ถ้าเกิดสีม่วงขึ้นแสดงว่ามี Cardiac glycoside

2.5 Saponin test ระเหยน้ำยาสกัดชั้น ether ปริมาตร 4 มล. จนแห้ง ละลายตะกอนที่เหลือด้วยน้ำกลั่น ถ่ายใส่หลอดทดลอง เขย่าแรงๆ สังเกตผล ถ้ามีฟองเกิดขึ้นชัดเจน แสดงว่ามี Saponin glycoside

2.6 Flavonoid test การทดสอบ Flavonoid glycoside ด้วย Shibata's reaction ระเหยน้ำยาสกัดชั้น ether ปริมาตร 5 มล. จนแห้ง ละลายตะกอนที่เหลือใน 50% Methanol จำนวน 1-2 มล. โดยใช้ความร้อนช่วย เติมโลหะ Magnesium ชิ้นเล็กๆ 1 ชิ้น และ HCl เข้มข้น 5-6 หยด สังเกตการเกิดสี ถ้ามีสีส้มแดง แสดงว่ามีกลุ่ม Flavonol แต่ถ้ามีสีส้ม แสดงว่ามี Flavone

2.7 Anthocyanin test นำส่วนชั้นน้ำยากรดสกัด (หลังจากแยกชั้น ether ออกไปแล้ว) นำมาเติม 25% Ammonia จนน้ำยามีฤทธิ์เป็นกลางและเป็นด่างตามลำดับ สังเกตสีของน้ำยาที่เปลี่ยนไป ถ้าปรากฏว่าในน้ำยากรดมีสีแดง แล้วเปลี่ยนเป็นสีม่วงในน้ำยาที่เป็นกลาง และเปลี่ยนเป็นสีเขียวหรือน้ำเงินเมื่อน้ำยามีฤทธิ์เป็นด่าง แสดงว่ามีกลุ่ม Anthocyanin

3. การทดสอบหา Tannin and phenolic นำสารสกัด 0.5 กรัม เติมน้ำกลั่นร้อน 25 มล. คนจนกระทั่งเย็น เติม 10% NaCl 2-3 หยด เพื่อ salt out สารที่ไม่ใช่ Tannin ให้ตกตะกอนแยกออก กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 จนได้สารละลายใส แบ่งเป็น 4 ส่วน ส่วนละ 2 มล. ทดสอบดังนี้

ส่วนที่ 1 เติม 1% gelatin solution 5 หยด สังเกตการเกิดตะกอน

ส่วนที่ 2 เติม 1% gelatin solution + 10% NaCl 5 หยด สังเกตการเกิดตะกอน

ส่วนที่ 3 เติม 1% Ferric chloride 5 หยด สังเกตสีและตะกอนที่เกิดขึ้น

ส่วนที่ 4 ไม่เติมน้ำยาใดๆ (ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ)

ทั้งให้ตกตะกอนสักครู่ สังเกตการเปลี่ยนแปลง ถ้าไม่เกิดปฏิกิริยากับ Ferric chloride แสดงว่าไม่มี Tannin หรือ Phenolic ถ้าเกิดปฏิกิริยากับ Ferric chloride โดยเกิดสีเขียวอมฟ้า หรือสีเขียวเข้มเกือบดำเมื่อเติม Ferric chloride ตกตะกอน เมื่อเติม gelatin + NaCl และตกตะกอน gelatin ในน้ำเกลือด้วย แสดงว่ามี Tannin กลุ่ม Catechol เกิดสีน้ำเงินเข้ม เมื่อเติม Ferric chloride ตกตะกอน เมื่อเติม gelatin ตกตะกอนเมื่อเติม gelatin + NaCl แสดงว่ามี Tannin กลุ่ม Pyrogallol หรือ gallic tannin และหากเกิดสีเขียวหรือน้ำเงิน เมื่อเติม Ferric chloride และไม่ตกตะกอน เมื่อเติม gelatin แสดงว่าไม่มี Tannin แต่มีสารประกอบ Phenolic ชนิดอื่น

การแยกสารบริสุทธิ์และพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารบริสุทธิ์ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟี

1. แยกสารสกัดให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟี (Column Chromatography: CC)

ใส่ตัวอย่างสารสกัดลงคอลัมน์แล้วปล่อยให้สารสกัดค่อยๆ ซึมลงไปในชั้น silica gel เติม eluting solvent (ไดคลอโรมีเทน:เมทานอล = 96:4) ลงไปครั้งละน้อยๆ โดยเปิด stop cock ไปด้วย เพื่อให้ eluting solvent พาเอาสารสกัดเคลื่อนตัวลงไปตามคอลัมน์ เก็บ eluate เป็นส่วนๆ แยกตามสี และเก็บเป็นส่วนๆ ตามปริมาตรที่ต้องการ (20 ml) นำ eluate ที่เก็บได้แต่ละส่วน (fraction) ไประเหยให้เข้มข้น แล้วนำมาจุดบนแผ่น TLC แล้วทำการ develop ใน chromatographic chamber ด้วย developing solvent (ไดคลอโรมีเทน:เมทานอล = 96:4)

2. พิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี

พิสูจน์เอกลักษณ์โดยใช้เครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS) โดยเครื่อง GC ยี่ห้อ Agilent รุ่น 6890 เครื่องตรวจวิเคราะห์ (Detector) ใช้ยี่ห้อ HP รุ่น 5973 mass selective detector (MSD) ชนิด electron impact (EI, 70 eV) ใช้ capillary column (HP-5MSI) และวิเคราะห์องค์ประกอบโดยเปรียบเทียบกับ mass spectra database (WILEY&NIST) และ spectroscopic data

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณความชื้น

นำเปลือกสดของมังคุดหาปริมาณความชื้น โดยอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง พบว่ามีร้อยละปริมาณความชื้นตัวอย่าง 61.56 ± 0.59 ร้อยละความชื้นโดยน้ำหนักเปียก 38.44 ± 0.59 และร้อยละความชื้น (โดยน้ำหนักแห้ง) 62.45 ± 1.54

สารสกัดจากเปลือกมังคุด

การสกัดเปลือกมังคุดด้วย เอทานอล 95% และเอทานอล 50% พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การสกัด 7.035 และ 6.425% ตามลำดับ ได้สารสกัดมีลักษณะเป็นผงสีเหลือง และสีชมพูอมน้ำตาล

การตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้นของสารสกัด

ผลของการตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น เมื่อสกัด EC พบว่า ประกอบด้วยสาร Emodol Curmarin Triterpine Anthocyanin Tannin ส่วนสารสกัด EH พบว่า ประกอบด้วยสาร Emodol Curmarin Triterpine Saponin Anthocyanin Phenolic (Table 1)

การแยกสารบริสุทธิ์และการพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟี

สารที่สกัดด้วย เอทานอล 95% 1.9419 กรัม แยกด้วย eluting solvent (ไดคลอโรมีเทน:เมทานอล = 96:4) เก็บ eluate เป็นส่วนๆ ละ 20 มล. ได้จำนวน 70 fraction ระบายให้เข้มข้นแล้วนำมา spot บนแผ่น TLC แล้วทำการ develop ใน chromatographic chamber ด้วยไดคลอโรมีเทน:เมทานอล = 96:4 พบว่า สามารถรวม fraction เหลือ 4 fraction ส่วนสารที่สกัดด้วย เอทานอล 50% 2.0497 กรัม แยกด้วย eluting solvent (ไดคลอโรมีเทน:เมทานอล = 95:5) เก็บ eluate เป็นส่วนๆ ละ 20 มล. ได้จำนวน 69 fraction พบว่าสามารถรวม fraction เหลือ 5 fraction (Table 2)

Table 1 Phytochemical screening of mangosteen pericarp crude extract

Constituents	Sample	
	EC	EH
Alkaloids		
i. Dragendorff's test	-	-
ii. Mayer's test	-	-
iii. Wagner's test	-	-
Glycoside		
i. Anthraquinone glycoside test		
- Emodin	++	+
ii. Curmarin test	+	+
iii. Liebermann Burchard's test		
- Triterpine	++++	+++
iv. Cardiac glycoside test	-	-
v. Saponin test	-	+
vi. Flavonoid test	-	-
vii. Anthocyanin test	+++	++
Tannin and phenolic test		
i. gelatin solution	-	+
ii. gelatin solution + NaCl	-	+
iii. Ferric chloride	+ green	+ dark blue

- = Negative (absent); + = Positive (slightly present); ++ = Positive (moderately present)

Table 2 Fraction of purified by CC

Sample	Dry weight (g)	Ratio	Fraction	Sum fractions	Weight (g)
EC	1.9419	96:4	E95-1	f1-f2	0.3759
			E95-2	f3-f11	0.1944
			E95-3	f12-f43	0.0766
			E95-4	f44-f70	1.0979
EH	2.0497	95:5	E50-1	f1-f14	0.1026
			E50-2	f15-f43	0.4837
			E50-3	f44	0.2710
			E50-4	f45-f58	0.6610
			E50-5	f59-f69	0.3399

การพิสูจน์เอกลักษณ์โดยใช้เครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC-MS) พบว่า องค์ประกอบที่พบในสารที่สกัดด้วย เอทานอล 95% ได้แก่ 1,2-Benzenedicarboxylic acid, diethyl ester (8.275) Hexadecanoic acid/Palmitic acid (10.879) Bis (2-ethylhexyl) phthalate (18.902) 1,2-Benzenedicarboxylic acid, Bis(2-ethylhexyl) ester (18.916) และสาร unidentified อีก 5 ตัว (23.054, 33.126, 33.940, 34.341 และ 34.852 ตามลำดับ) องค์ประกอบที่พบในสารที่สกัดด้วย เอทานอล 50% ได้แก่ 2-Furancarboxaldehyde, 5-(hydroxymethyl) (6.708) ethyl alpha-d-glucopyranoside (8.731) 1,2-Benzenedicarboxylic acid, diisooctyl ester (18.910) 1,2-Benzenedicarboxylic acid, Bis(2-ethylhexyl) ester (18.926) และสาร unidentified อีก 2 ตัว (RT 23.045 และ 34.251) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่มีอยู่ใน เปลือกมังคุดที่ระเหยได้ ดังแสดงใน Figure 1 and 2 และ Table 3 and 4

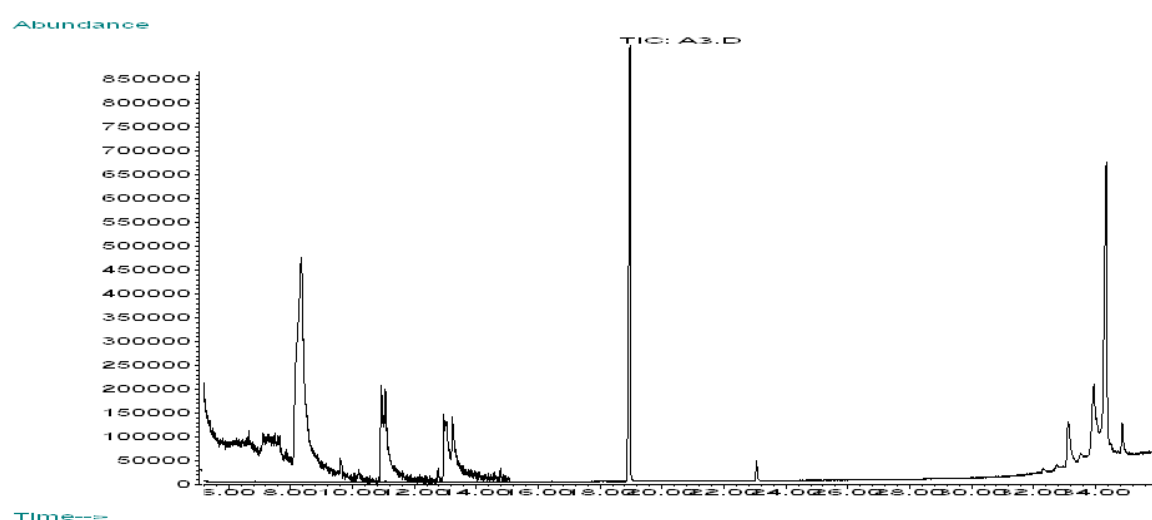


Figure 1 GC chromatogram of EC

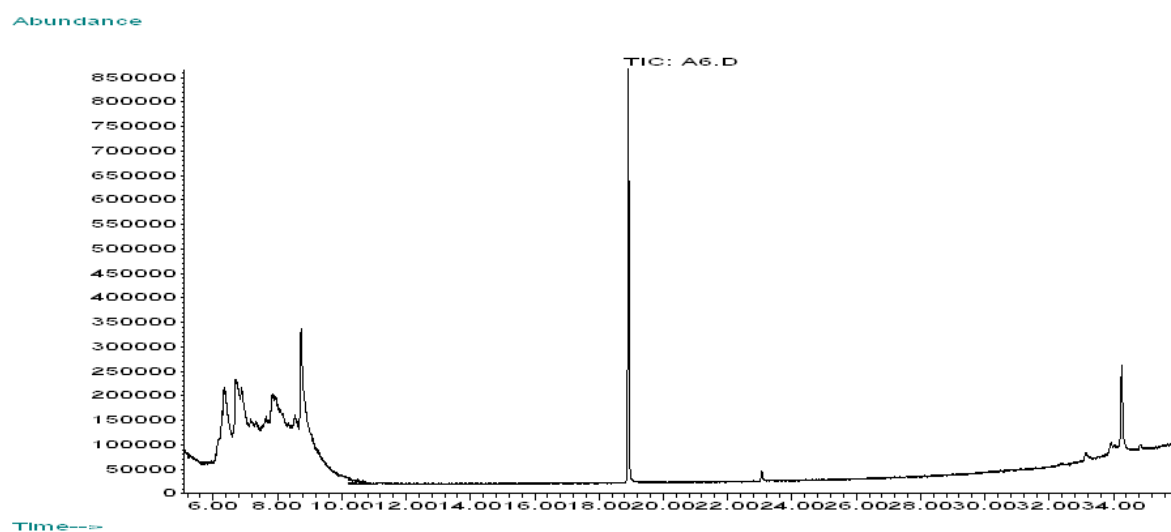


Figure 2 GC chromatogram of EH

Table 3 Chemical compounds of Mangosteen pericarp crude extract (EC)

No.	RT (min)	Chemical compounds
1	8.275	1,2-Benzenedicarboxylic acid, diethyl ester
2	10.879	Hexadecanoic acid / Palmitic acid
3	18.902	Bis(2-ethylhexyl) phthalate
4	18.916	1,2-Benzenedicarboxylic acid, Bis(2-ethylhexyl) ester
5	23.054	unidentified
6	33.126	unidentified
7	33.940	unidentified
8	34.341	unidentified
9	34.852	unidentified

Table 4 Chemical compounds of mangosteen pericarp crude extract (EH)

No.	RT(min)	Chemical compounds
1	6.708	2-Furancarboxaldehyde, 5-(hydroxymethyl)
2	8.731	ethyl alpha-d-glucopyranoside
3	18.910	1,2-Benzenedicarboxylic acid, diisooctyl ester
4	18.926	1,2-Benzenedicarboxylic acid, Bis(2-ethylhexyl) ester
5	23.045	unidentified
6	34.251	unidentified

สรุปผลการทดลอง

สารสกัดจากเปลือกมังคุดประกอบด้วยแซนโทนหลายชนิด เช่น alpha-, beta-, gamma-mangostin, gartinin, 1- และ 3-isomangostin เป็นต้น (Mahabusarakarn *et al.*, 1987) องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดขึ้นอยู่กับวิธีการในการสกัด เช่น เมื่อสกัดด้วยเอทานอล 40% พบสาร alpha-mangostin 10% และ gamma-mangostin 12% เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเอทานอลจนถึง 100% ปริมาณของสาร gamma-mangostin เพิ่มขึ้นเป็น 55% (Nakatani *et al.*, 2002) การศึกษาครั้งนี้พบสาร 1,2-Benzenedicarboxylic acid, Bis(2-ethylhexyl) ester เป็นองค์ประกอบหลัก สกัดด้วยเอทานอลและควบคุมอุณหภูมิในการสกัด จากผลของการตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น พบว่า ปริมาณ Emodol Triterpine Anthocyanin ในสารสกัด EC มีปริมาณสูงกว่าสารสกัด EH แสดงให้เห็นว่าความร้อนเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้สารบางชนิดเกิดการสลายตัว (Markakis, 1974, Kirca *et al.*, 2007) ในการศึกษาครั้งนี้หากมีการศึกษาต่อถึงคุณสมบัติการมีฤทธิ์ต้านเชื้อราหรือแบคทีเรียของสารสกัดด้วย จะเป็นประโยชน์ทางด้านเภสัชวิทยาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย เรื่อง องค์ประกอบและฤทธิ์ต้านเชื้อราที่ก่อโรคในปลาจากสารสกัดของเปลือกมังคุด ซึ่งได้รับทุนวิจัยทุนอุดหนุนจากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปีงบประมาณ 2552

เอกสารอ้างอิง

- Ames, B.N., M.K. Shigenaga and T.M. Hagen. 1993. Oxidants, Antioxidants, and the Degenerative Disease of Aging, **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. USA, Sep. 1, 1993: 90(17): 7915-7922.
- A.O.A.C. 1995. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analysis Chemistry**. 16th ed. The Association of Official Analysis Chemist. Arlington: Virginia.
- Kirca, A., M. Özkan, and B. Cemeroglu. 2007. Effects of Temperature, Solid Content and pH on the Stability of Black Carrot Anthocyanins. **Food Chem.** 101(1): 212-218.
- Lambert, J.D. and C.S. Yang. 2003. Mechanisms of Cancer Prevention by Tea Constituents. **J. Nutri.** 133(10): 3262S-3237S.
- Mahabusarakarn, W., P. Wiriyaichitra and W.C. Taylor. 1987. Chemical constituents of *Garcinia mangostana*. **J. Nat. Prod.** 50(3): 474-478.
- Markakis, P. and J. Leonard. 1974. Anthocyanins and Their Stability in Foods. **Crit. Rev. Food Sci. Tech.** 4(4): 437-456.
- Nakatani, K., N. Nakahata, T. Arakawa, H. Yasuda and Y. Ohizumi. 2002. Inhibition of Cyclooxygenase and Prostaglandin E2 Synthesis by γ -mangotin, a Xanthone Derivative in Mangosteen, in C6 rat Glioma Cells. **Biochem. Pharmacol.** 63(1): 73-79.
- Nakatani, K., M. Atsumi, T. Arakawa, K. Oosawa, S. Shimura, N. Nakahata and Y. Ohizumi. 2002. Inhibitions of Histamine Release and Prostaglandin E2 Synthesis by Mangosteen, a Thai Medicinal Plant. **Biol. Pharmaceut. Bull.** 25(9): 1137-1141.
- Robards, K., P.D. Prenzler, G. Tucker, P. Swatsitang and W. Glover. 1999. Phenolic Compounds and Their Role in Oxidative Processes in Fruits. **Food Chem.** 66(1): 401-436.
- Sofowora, A. 1993. Screening Plants for Bioactive Agents. *In: Medicinal Plants and Traditional Medicine in Africa*. Spectrum Books Ltd., Sunshine House: Ibadan. Nigeria. pp.150-153.
- Trease, G.E. and W.C. Evans. 1989. Text book of Pharmacognosy. *In: Trease and Evans' pharmacognosy*. English Language Book Society: London. pp.176-180.

Ar-turmerone และ 1,8-cineole ในน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อย
จากจังหวัดเชียงราย พิจิตร โลก เลย และสุราษฎร์ธานี
Ar-turmerone and 1,8-cineole in Essential Oils of *Curcuma zedoaria* (Berg.)
Roscoe from Chiang Rai, Pitsanuloke, Lei and Surathani Provinces

ทรรศนีย์ พัฒนเสรี^{1*} ชานนท์ วงศ์จำปา¹ และวรินทร์ ชวาสิริ²

Tasaneepat Pattanaseree^{1*}, Chanon Wongchampa¹ and Warinthorn Chavasiri²

¹สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

²คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

¹Forest Research and Development Office, Royal Forest Department, Bangkok, Thailand 10900

²Faculty of Science, Chulalongkorn University, Thailand 10330

*Corresponding author: tasaneepat@yahoo.com

บทคัดย่อ

น้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากจังหวัดเชียงราย พิจิตร โลก เลย และสุราษฎร์ธานี มีลักษณะใส สีเหลืองอ่อน มีค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหอมระเหยเป็น 0.9332, 0.9446, 0.9302 และ 0.9288 และเปอร์เซ็นต์น้ำมันหอมระเหยเป็น 2.6, 6.07, 4.80 และ 4.19 ตามลำดับ องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยได้แก่ ar-turmerone และ 1,8-cineole โดยน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากเชียงราย พิจิตร โลก เลย และสุราษฎร์ธานี มี ar-turmerone 16.02, 30.13, 18.04 และ 13.26% และมี 1,8-cineole 4.50, 31.18, 29.25 และ 68.50% ตามลำดับ

คำสำคัญ: ar-turmerone, 1,8-cineole น้ำมันหอมระเหย ขมิ้นอ้อย

Abstract

Essential oils of *Curcuma zedoaria* from Chiang Rai, Pitsanuloke, Lei and Surathani were yellow and clear. Specific gravity were 0.9332, 0.9446, 0.9302 and 0.9288 and percent yields were 2.61, 6.07, 4.80 and 4.19, respectively. Major chemical constituents in essential oils of *Curcuma zedoaria* were ar-turmerone and 1,8-cineole. The results found that essential oils from Chiang Rai, Pitsanuloke, Lei and Surathani had ar-turmerone 16.02, 30.13, 18.04 and 13.26% and 1,8-cineole 4.50, 31.18, 29.25 and 68.50%, respectively.

Keywords: ar-turmerone, 1,8-cineole, essential oils, *Curcuma zedoaria*

คำนำ

ขมิ้นอ้อย มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Curcuma zedoaria* (Berg.) Roscoe ชื่อสามัญ คือ Zedoary และเรียกกันอย่างหลากหลายตามแต่ละท้องถิ่น เช่น ขมิ้นขึ้น (เหนือ) ละเมียด (เขมร) แ้วดำ (เชียงใหม่) ว่านเหลือง (กลาง) สากกะเบือ (ลัวะ) เป็นพืชล้มลุกขนาดเล็ก มีลักษณะโดยทั่วไปคล้ายขมิ้นชันมาก แต่ต้นสูงกว่า ขนาดเหง้าและใบใหญ่กว่า เหง้ามักโผล่ขึ้นมาเหนือดินเล็กน้อยและมีเนื้อในสีเหลือง ใบเป็นใบเดี่ยว แทงขึ้นจากเหง้า เรียงเป็นวงซ้อนทับกัน แผ่นใบเป็นรูปขอบขนาน ปลายใบแหลม โคนใบมน ด้านท้องใบจะมีขนนุ่มๆ ดอกออกเป็นช่อรูปทรงกระบอก ก้านดอกจะยาวและพุ่งออกจากเหง้าที่อยู่ใต้ดิน ดอกมีสีขาว กลีบดอกสีนวล ใบประดับที่อยู่ส่วนล่างของช่อมีสีเขียวปลายแกมชมพู ที่อยู่ส่วนบนรูปใบหอกสีแดงเข้ม (ไชยยง และคณะ, 2548)

การใช้ประโยชน์เหง้าของขมิ้นอ้อยเป็นสมุนไพร ใช้ได้ทั้งเหง้าสดและเหง้าแห้ง มีการใช้เป็นยาภายนอกและเป็นยารับประทาน ตัวอย่างของการใช้เป็นยาภายนอก เช่น ใช้หุงกับน้ำมันมะพร้าว นำมาใส่แผล ช่วยให้แผลหายเร็วขึ้น เพราะหัวของขมิ้นอ้อยมีแทนนินเป็นองค์ประกอบอยู่ ใช้รักษาอาการปวดบวมฟกช้ำได้ โดยตำเหง้าสดๆ พอกบริเวณที่บวม เป็นต้น ตัวอย่างของการใช้เป็นยารับประทาน เช่น รักษาอาการเป็นหวัด โดยนำหัวขมิ้นอ้อยต้มกับอบเชยเทศผสมน้ำผึ้งรับประทาน เหง้าสดบดกับน้ำปูนใสดื่มแก้ท้องร่วง แก้กิดสีดวงทวาร โดยเอาเข้าเครื่องยาปั้นเป็นลูกกลอนรับประทานเช้า-เย็น ผสมในยาระบายเพื่อให้ฤทธิ์ระบายน้อยลง (วิทย์, 2542) มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อราและหยุดการเจริญเติบโตของเชื้อรา เชื้อราที่ฆ่าได้ส่วนใหญ่เป็นเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคผิวหนัง เช่น เชื้อกลากบนหนังศีรษะ ชันนะตุ เชื้อราที่เล็บผิวหนัง เชื้อราที่ทำให้เกิดฝ้าขาว และเกิดแผลปากเปื่อยภายในปาก เป็นต้น นอกจากนี้ เหง้าของขมิ้นอ้อยยังให้สีเหลือง ใช้เป็นสีแต่งอาหารให้สีเหลืองดอกบวบ ใช้กับขนมเบี้องญวน ข้าวเหนียวเหลือง และยังสามารถนำมาย้อมผ้าให้เป็นสีเหลืองได้

น้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยประกอบด้วยองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิด เช่น 1,8-cineole, α -terpinolene, α -humulene, ar-curcumene, ar-turmerones, turmerone, curdione เป็นต้น สารเคมีที่น่าสนใจในน้ำมันหอมระเหยคือ ar-turmerone และ 1,8-cineole ซึ่งการใช้สารเคมีตัวใดเป็นสารมาตรฐานในการกำหนดคุณภาพของขมิ้นอ้อยจะขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหยเป็นสำคัญ

Ar-turmerone หรือ 2-methyl-6-(4-methylphenyl)-2-hepten-4-one มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_{15}H_{26}O$ เป็น sesquiterpene ketone มีฤทธิ์ในการป้องกันและรักษาแผลในกระเพาะอาหาร (วุฒิชัย, 2537) มีฤทธิ์ในการยับยั้งเซลล์มะเร็ง (Baik *et al.*, 1993 และสาลิกา, 2546) ด้านการอักเสบ ด้านแบคทีเรีย (Raina *et al.*, 2005) และยังมีฤทธิ์ทำลายเชื้อราโรคพืชหลายชนิด (Lee, 2002)

1,8-cineole หรือ 1,3,3-trimethyl-2-oxabicyclo[2.2.2]octane มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_{10}H_{18}O$ เป็น monoterpene ether มีประโยชน์ในอุตสาหกรรมยา เช่น ใช้เป็นส่วนประกอบในยาแก้ไอ ขับเสมหะ ทำน้ำยาบ้วนฆ่าเชื้อในช่องปาก มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อและแก้ปวด เป็นต้น (Santos *et al.*, 2000) ใช้แต่งกลิ่นและใช้ในอุตสาหกรรมน้ำหอม ใช้ไล่และกำจัดยุงและแมลง (Klocke *et al.*, 1987; Sfara *et al.*, 2009)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ชุดกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบแก้ว
2. เครื่องหาความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหอมระเหย
3. เครื่องแกสโครมาโตกราฟฟี

วัตถุดิบ

1. ขมิ้นอ้อยจากอำเภอบ้านดง จังหวัดชัยภูมิ
2. ขมิ้นอ้อยจากอำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม
3. ขมิ้นอ้อยจากอำเภอนาหว้า จังหวัดเลย
4. ขมิ้นอ้อยจากอำเภอนาหว้า จังหวัดสุราษฎร์ธานี

วิธีการ

1. ล้างหัวขมิ้นอ้อยให้สะอาด ปอกเปลือก และหั่นเป็นแว่นบาง ๆ
 2. นำขมิ้นอ้อยจากข้อ 1 ซึ่งหาความชื้น ตัวอย่างละ 2 ช้า และซึ่งตัวอย่างสำหรับกลั่นน้ำมันหอมระเหยจังหวัดละ 3 ช้า ตัวอย่างละ 1 กิโลกรัม
 3. กลั่นน้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากข้อ 2 ด้วยชุดกลั่นน้ำมันหอมระเหย
 4. เก็บน้ำมันหอมระเหยที่ได้ แยกเอาน้ำที่ปนอยู่ออกด้วยคอลัมน์ของโซเดียมซัลเฟตแอนไฮดรัส แล้วล้างคอลัมน์ด้วยเพนเทน
 5. ชั่งน้ำหนักของน้ำมันหอมระเหยที่ได้ของแต่ละตัวอย่าง โดยคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ น้ำหนักต่อน้ำหนักอบแห้งของแต่ละตัวอย่าง แล้วหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ของน้ำมันหอมระเหยของแต่ละจังหวัด
 6. ทำการศึกษาหาลักษณะทางกายภาพ และหาความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหอมระเหย
 7. วิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่ได้ด้วยเครื่องแกสโครมาโตกราฟฟี โดยฉีดน้ำมันหอมระเหยด้วยไดเอทิลอีเทอร์ให้เป็น 1 เปอร์เซ็นต์ ฉีดเข้าเครื่องโครมาโตกราฟฟี ตัวอย่างละ 1 µl โดยใช้คอลัมน์ CP-sil 5
- | | | | |
|----------------------------|-------|-----------------|-------------------------|
| อุณหภูมิส่วนเตาเริ่มต้นที่ | 80°C | เป็นเวลา 0 นาที | เพิ่มอุณหภูมิ 3°C/นาที |
| อุณหภูมิระยะที่สองเป็น | 100°C | เป็นเวลา 0 นาที | เพิ่มอุณหภูมิ 5°C/นาที |
| อุณหภูมิระยะที่สามเป็น | 150°C | เป็นเวลา 3 นาที | เพิ่มอุณหภูมิ 15°C/นาที |
| อุณหภูมิสุดท้ายเป็น | 280°C | | |

บันทึกผลเป็นโครมาโตแกรม ตรวจพิสูจน์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยโดยการเปรียบเทียบ retention times ของสารที่ได้กับค่ามาตรฐานที่มีการบันทึกไว้

ผลการทดลองและวิจารณ์

ลักษณะทางกายภาพของน้ำมันหอมระเหยมีนํ้าอ้อยจากแต่ละพื้นที่ไม่แตกต่างกัน คือ มีลักษณะใสและมีสีเหลืองอ่อน ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหอมระเหยมีนํ้าอ้อยจากอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก มีค่าความถ่วงจำเพาะมากที่สุด คือ 0.9446 น้ำมันหอมระเหยมีนํ้าอ้อยจากอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีค่าความถ่วงจำเพาะน้อยที่สุด คือ 0.9288 ส่วนน้ำมันหอมระเหยมีนํ้าอ้อยจากอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงรายและจากอำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย มีค่าความถ่วงจำเพาะเป็น 0.9332 และ 0.9302 ซึ่งค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหอมระเหยจะมีผลต่อการนำน้ำมันหอมระเหยไปใช้เป็นส่วนประกอบในครีมโลชั่น ผลิตภัณฑ์สำหรับบำรุงผิวพรรณ โดยน้ำมันหอมระเหยที่มีค่าความถ่วงจำเพาะมาก จะทำให้เกิดความรู้สึกเหนอะหนะมากกว่าน้ำมันหอมระเหยที่มีค่าความถ่วงจำเพาะน้อย

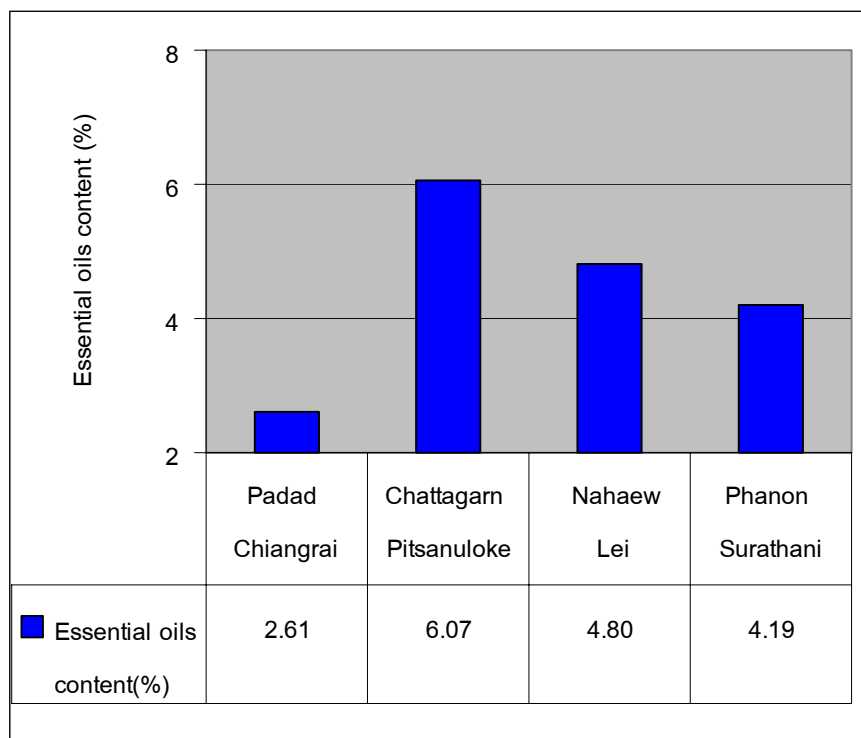


Figure 1 Essential oils content of *Curcuma zedoaria* at various sites

ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมีนํ้าอ้อยแสดงไว้ใน Figure 1 จะเห็นว่า น้ำมันหอมระเหยมีนํ้าอ้อยจากอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลกให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด 6.07% รองลงมา คือ น้ำมันอ้อยจากอำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย และอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยเป็น 4.80% และ 4.19% ส่วนน้ำมันอ้อยจากอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงรายให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยน้อยที่สุด 2.61% ถ้าพิจารณาจากข้อมูลเพียงเท่านี้จะเห็นว่า น้ำมันหอมระเหยจากอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลกมีความน่าสนใจมากที่สุด เนื่องจากให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด แต่การจะนำไปใช้งาน จะต้อง

พิจารณาถึงองค์ประกอบทางเคมีที่มีอยู่ด้วย เนื่องจากคุณสมบัติของสารเคมีที่มีอยู่จะมีผลต่อการใช้ประโยชน์ของน้ำมันหอมระเหย

ใน Table 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่แยกได้จากแหล่งต่างๆ ที่ทำการทดลอง จะเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยที่แยกได้จากทุกพื้นที่มี Turmerones และ 1,8-cineole เป็นองค์ประกอบ โดย turmerone จะมีอยู่ทั้งในรูป Ar-turmerone และ β -turmerone แต่เนื่องจาก Ar-turmerone และ 1,8-cineole เป็นองค์ประกอบทางเคมีที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์น้ำมันหอมระเหยมากที่สุด เราจึงสามารถใช้ Ar-turmerones หรือ 1,8-cineole เป็นตัวกำหนดคุณภาพทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยได้ ขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ประโยชน์ กล่าวคือ หากนำไปใช้ในการป้องกันและรักษาโรคในกระเพาะอาหาร หรือป้องกันโรคมะเร็ง จะใช้ Ar-turmerone เป็นตัวกำหนดคุณภาพของน้ำมันหอมระเหย แต่หากต้องการนำน้ำมันหอมระเหยไปใช้ประโยชน์ด้านการใช้เป็นยาแก้ไอ ขับเสมหะ ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง กำจัดแมลง จะใช้ 1,8-cineole เป็นตัวกำหนดคุณภาพของน้ำมันหอมระเหย

Table 1 Chemical compositions of essential oils from *Curcuma zedoaria* at various sites

Chemicals Site	1,8-cineole	α -terpinolene	Ar-curcumen	Zingiberene	β -sesquiphellandrene	Ar-turmerone	β -turmerone	Cur-lone
Padad	4.50	0.00	3.99	16.83	11.83	16.02	35.84	11.44
Chiangrai								
Chattagarn	31.18	0.00	6.03	0.00	6.23	30.13	17.09	9.34
Pitsanuloke								
Nahaew	29.25	0.00	0.00	10.55	8.04	18.04	25.47	8.65
Lei								
Phanon	68.50	7.31	0.00	0.00	0.00	13.26	10.93	0.00
Surathani								

พิจารณาปริมาณ Ar-turmerone พบว่า มีมากที่สุดคือน้ำมันหอมระเหยที่แยกได้จากอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก คือ 30.13% ดังแสดงไว้ใน Figure 2 ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากอำเภอ นาแห้ว จังหวัดเลย อำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย และ อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีปริมาณ Ar-turmerone น้อยกว่ามาก คือ มีค่าเป็น 18.04, 16.02 และ 13.26 % ตามลำดับ จากที่กล่าวมา จะเห็นว่า น้ำมันหอมระเหยที่แยกได้จากอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก ให้ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด และมีปริมาณ Ar-turmerone มากที่สุดจากน้ำมันหอมระเหยทั้ง 4 แหล่งที่ทำการทดลอง จึงเหมาะที่จะส่งเสริมให้ปลูกน้ำมันหอมระเหยในพื้นที่เพื่อใช้เป็นอาหารเสริมป้องกันและรักษาโรคกระเพาะอาหารและโรคมะเร็ง

ในกรณีของ 1,8-cineole ได้แสดงไว้ใน Figure 3 จะเห็นว่า น้ำมันหอมระเหยที่แยกได้จาก อำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี มี 1,8-cineole มากที่สุด คือ 68.50% ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับที่พบในน้ำมันยูคาลิปตัส น้ำมันหอมระเหยที่ได้จากน้ำมันหอมระเหยในพื้นที่นี้จะมีศักยภาพอย่างมากในการนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ เช่นเดียวกับน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส เช่น ใช้เป็นส่วนประกอบในการทำยาสูดดมแก้หวัด คัดจมูก

ยาทาแก้แมลงกัดต่อย สเปรย์ หรือโลชั่นกันยุง เป็นต้น (ทรรศนีย์ และวรินทร์, 2550) ส่วนขมิ้นอ้อยจากแหล่งอื่นๆ จะมี 1,8-cineole น้อยกว่ามาก คือ น้ำมันหอมระเหยขมิ้นอ้อยจากอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก มีค่าเป็น 31.18% อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย มีค่าเป็น 29.25% และอำเภอ ป่าแดด จังหวัดเชียงราย มีค่าเป็น 4.50%

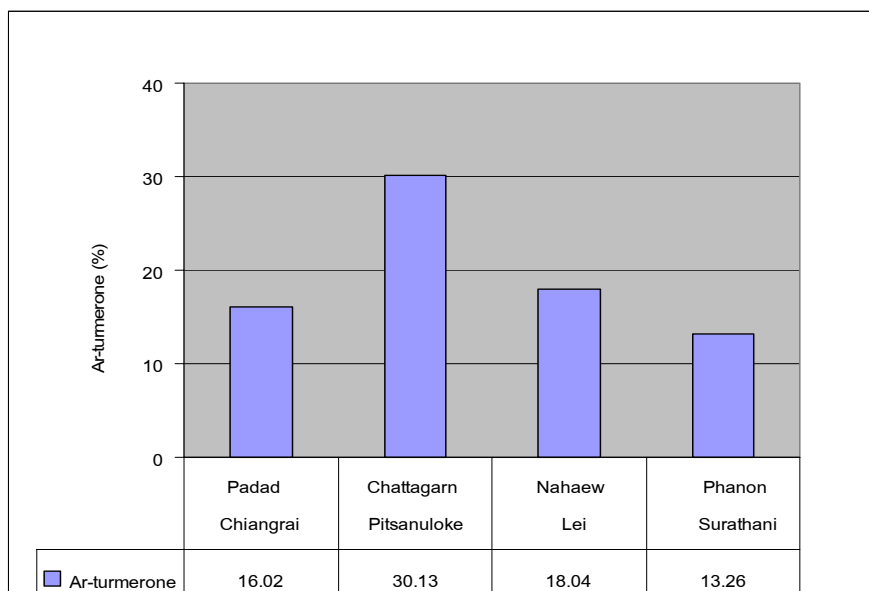


Figure 2 Ar- turmerones in essential oils from *Curcuma zedoaria* at various sites

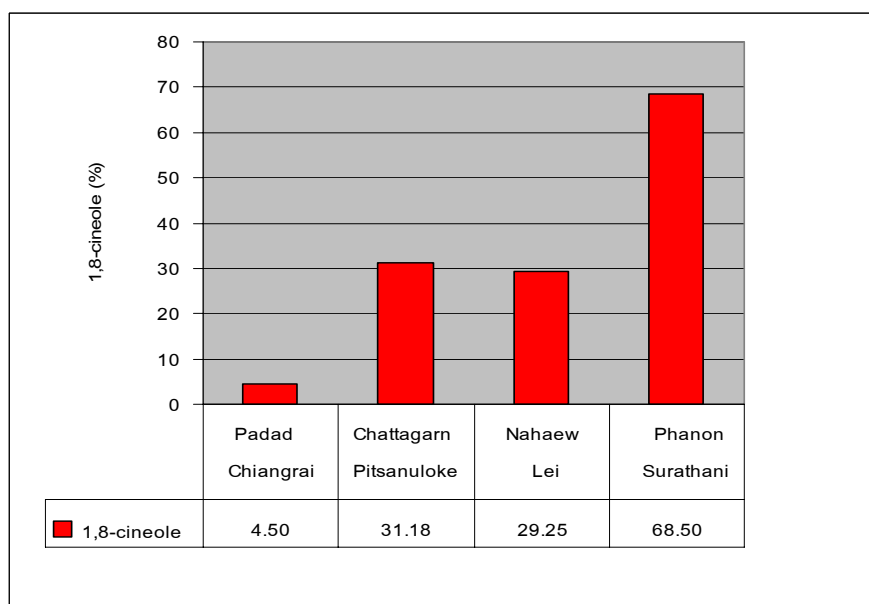


Figure 3 1,8-cineole in essential oils from *Curcuma zedoaria* at various sites

องค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ ที่พบในน้ำมันอ้อยตามที่แสดงไว้ใน Table 1 พบว่ามี β -turmerone, curlone, β -sesquiphellandrene, zingiberene, ar-curcumen และ α -terpinolene โดยพบ β -turmerone ในทุกตัวอย่างของน้ำมันอ้อยที่ทำการทดลอง ไม่พบ curlone, β -sesquiphellandrene, zingiberene และ Ar-curcumen ในน้ำมันหอมระเหยจากน้ำมันอ้อยจากอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบ zingiberene เฉพาะในน้ำมันหอมระเหยจากอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย และอำเภอนาแก้ว จังหวัดเลย พบ ar-curcumen เฉพาะในน้ำมันหอมระเหยจากอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย และอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก พบ α -terpinolene เฉพาะในน้ำมันหอมระเหย น้ำมันอ้อยจากอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

สรุปผลการทดลอง

จากที่กล่าวมาทั้งหมด ทำให้ทราบว่า องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญและมีศักยภาพในน้ำมันอ้อย คือ Ar-turmerone และ 1,8-cineole เนื่องจากมีบทบาทอย่างมากต่อการใช้ประโยชน์ เราจึงสามารถใช้ Ar-turmerone และ 1,8-cineole เป็นตัวกำหนดคุณภาพของน้ำมันอ้อยได้ กล่าวคือ หากวัตถุดิบประสงค์เพื่อใช้ น้ำมันอ้อยเป็นยารักษาโรคกระเพาะอาหารและป้องกันโรคมะเร็งควรเลือกใช้ น้ำมันอ้อยจากอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก เนื่องจากมีปริมาณ Ar-turmerone ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์อยู่มากกว่าพื้นที่อื่นๆ แต่หากต้องการใช้เพื่อกำจัดแมลง ป้องกันโรคหวัด ใช้นวดแก้ปวดเมื่อย ควรเลือกใช้น้ำมันอ้อยจากอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพราะว่ามี 1,8-cineole ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์อยู่มากกว่าพื้นที่อื่นๆ นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้ยังใช้ประกอบการส่งเสริมให้มีการปลูกน้ำมันอ้อยเชิงพาณิชย์ โดยเลือกพื้นที่ปลูกให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้งานได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- ไชยยง รุ่งนเวท ดวงตา กาญจนโพธิ์ ดวงพร อมรเลิศพิศาล และรัชนี้ สมวงศ์. 2548. 20 ปี สวนสมุนไพร สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. บริษัท เลิฟเลิร์ธ จำกัด: กรุงเทพฯ. 308 น.
- ทรงศนีย์ พัฒนเสรี และวรินทร์ ชวศิริ. 2550. น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส. รายงานประจำปี 2550. สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้: กรุงเทพฯ.
- สาธิตา แซ่อึ้ง. 2546. ฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งและต้านอนุมูลอิสระของเหง้าพืชวงศ์ขิงที่ใช้เป็นเครื่องเทศ. วิทยานิพนธ์คณะเภสัชศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์: สงขลา.
- วิทย์ เทียงบุญธรรม. 2542. พจนานุกรมสมุนไพรไทย. บริษัทอักษรพิทยา: กรุงเทพฯ. 880 น.
- Baik Kyong-Up., Sang-Hun Jung and Byung-Zun Ahn.1993. Recognition of pharmacophore of ar-turmerone for its anticancer activity. **Arch. Pharm. Res.** 16(3): 254-256.
- Klocke, J.A., M.V. Darlington and M.F. Balandrin III. 1987. 1,8-cineole (Eucalyptol), a mosquito feeding and ovipositional repellent from volatile oil of *Hemizonia fitchii* (Asteraceae). **Journal of Chemical Ecology.** 13(12): 2131-2141.

- Lee Hoi-Seon., Kyung-Ja, Choi., Kwang-Yun, Cho and Young-Joon, Ahn. 2003. Fungicidal activity of ar-turmerone identified in *Curcuma longa* rhizome against six phytopathogenic fungi. **Agric. Chem. Biotechnol.** 46(1): 25-28.
- Raina, VK., SK, Srivastava. and KV, Syamsundar. 2005. **Rhizome and leaf oil composition of *Curcuma longa* from the lower Himalayan region of Northern India.** Available from: <http://findarticle.com>. [2009 September 11].
- Santos, F.A. and V.S.N. Rao, 2000. Anti-inflammatory and abtinociceptive effects of 1,8-cineole, a terpenoid oxide present in many plants essential oils. **Phytotherapy research.** 14(4): 240-244.
- Sfara, V., E.N. Zebra. and R.A. Alzogaray. 2009. Fumigant Insecticidal Activity and Repellent Effect of Five Essential Oils and Seven Monoterpenes on First- Instar Nymphs of *Rhodnius prolixus*. **Journal of Medical Entomology.** 46(3): 511-515.

เออาร์-เทอร์เมอร์โคโนในน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน
จากจังหวัดเชียงราย พิจิตร โลก เลย์ และสุราษฎร์ธานี
**Ar-turmerone in essential oils of *Curcuma longa* L. from Chiang Rai
Pitsanuloke Lei and Surathani Provinces**

ทรรศนีย์ พัฒนเสรี^{1*} กมลวรรณ สมออด¹ และ วรินทร์ ชวศิริ²
Tasane Pattanaseree¹, Kamolwan Somood¹ and Warinthorn Chavasiri²

¹สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ 10900

²คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

¹Forest Research and Development Office, Royal Forest Department, Bangkok, Thailand 10900

²Faculty of Science, Chulalongkorn University, Thailand 10330

*Corresponding author: tasaneepat@yahoo.com

บทคัดย่อ

น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันจากจังหวัดเชียงราย พิจิตร โลก เลย์ และสุราษฎร์ธานี มีสีเหลืองใส มีค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหอมระเหยเท่ากับ 0.9437 , 0.9459 , 0.9456 และ 0.9536 มีปริมาณน้ำมันหอมระเหยเท่ากับ 3.40, 6.10, 6.32 และ 6.58% ขณะที่ปริมาณ Ar-turmerone ในน้ำมันหอมระเหยเท่ากับ 43.60, 29.70, 38.59 และ 28.09% ตามลำดับ

คำสำคัญ: เออาร์-เทอร์เมอร์โคโน น้ำมันหอมระเหย ขมิ้นชัน

Abstract

Essential oils of *Curcuma longa* L. from Chiang Rai, Pitsanuloke, Lei and Surathani provinces were yellow color and clear. Specific gravity were 0.9437, 0.9459, 0.9456, 0.9536, essential oils content were 3.40, 6.10, 6.32 and 6.58% and Ar-turmerone content were 43.60, 29.70, 38.59, 28.09%, respectively.

Keywords: Ar-turmerone, essential oils, *Curcuma longa* L.

คำนำ

ขมิ้นชัน มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Curcuma longa* L. มีชื่อทางการค้าว่า Turmeric อยู่ในวงศ์ Zingiberaceae เป็นพืชที่มีลำต้นใต้ดินเหมือนขิงและไพล เรามักเรียกลำต้นนี้ว่า เหง้า ซึ่งมีรูปทรงกระบอก แตกแขนงด้านข้าง 2 ข้างตรงข้ามกัน มีสีเหลืองอมส้มมีกลิ่นเฉพาะ ลำต้นเหนือดินเป็นลำต้นเทียม มักขึ้นอยู่เป็นกอ ลำต้นสูงประมาณ 1 เมตร ดอกออกเป็นช่อที่ปลายลำต้นเทียม รูปทรงกระบอก มีใบประดับสีเขียวอ่อนเรียงเวียน ผลรูปทรงกลม แตกเป็น 3 พู (เพ็ญภา, 2549) เป็นพืชพื้นเมืองของประเทศในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในปัจจุบัน มีการปลูกขมิ้นชันอย่างมากในอินเดีย ลังกา จีน อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ เปรู ซึ่งแต่ละปีประเทศต่างๆ ปลูกขมิ้นชันได้ประมาณ 160,000 ตัน ในจำนวนนี้ปลูกในประเทศอินเดียถึง 90% ในประเทศไทยมีปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจในหลายพื้นที่ทั่วประเทศ

ขมิ้นชัน เป็นเครื่องเทศที่ใช้กันมาก ส่วนใหญ่ใช้แต่งกลิ่น รส และสีในอาหารหลายชนิด เช่น แกงเหลือง แกงกะหรี่ นอกจากนี้ยังใช้เป็นยาได้อีกด้วย โดยใช้ได้ทั้งยาภายนอกและยารับประทาน ตัวอย่างของการใช้ภายนอก เช่น ตำพอกแก้ปวดตามข้อและแก้ปวดเมื่อย ใช้ในการรักษาพิษแมลงสัตว์กัดต่อย รักษาแผลสดและช่วยสมานแผล (Walter *et al.*, 2003) ในการอุปสมบทหลังจากปลงผมมาแล้ว มักทาศีรษะหน้าด้วยขมิ้นชันเพื่อรักษาบาดแผลที่อาจเกิดขึ้นระหว่างปลงผม (ไชยยัง และคณะ, 2548) น้ำคั้นที่ได้จากขมิ้นชันนำมารักษาโรคผิวหนัง ในบางพื้นที่มีการนำขมิ้นชันผสมกับน้ำมันมะพร้าวเพื่อใช้รักษาแผลสดและแผลแห้ง และเรียกยานี้ว่ายาเหลือง เป็นต้น การใช้เป็นยารับประทานมีสรรพคุณช่วยบรรเทาอาการท้องอืด ช่วยย่อยอาหาร ลดกรดในกระเพาะอาหาร และสามารถรักษาโรคกระเพาะอาหารได้ (Rafatullah, *et al.*, 1999) ดังกรณีศึกษาของโรงพยาบาลศิริราช ใช้ขมิ้นชันรักษาโรคกระเพาะอาหารในคนไข้ได้ผลดีมาก (สุภาภรณ์, 2551) มีสรรพคุณลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อ ทำให้การบีบตัวของลำไส้ลดลง มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อ พบว่า การรับประทานอาหารที่มีขมิ้นชันเป็นส่วนประกอบจะสามารถทำลายเชื้อไวรัสที่มาพร้อมกับอาหารได้

มีรายงานวิจัยเกี่ยวกับสรรพคุณของขมิ้นชันตีพิมพ์เผยแพร่แล้วไม่น้อยกว่า 400 เรื่องในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาว่ามีฤทธิ์ต้านมะเร็งหลายชนิด ด้านการอักเสบ ด้านอนุมูลอิสระ ด้านการแข็งตัวของเลือด เพิ่ม HDL นอกจากนี้ ขมิ้นชันยังใช้เป็นสีย้อมและเครื่องสำอางได้อีกด้วย การใช้เป็นสีย้อมจะพบในอินเดียและจีน ส่วนการใช้เป็นเครื่องสำอางจะพบมากทางตอนใต้ของเอเชีย โดยใช้ขมิ้นชันทาผิวหน้าเพื่อให้ผิวนุ่มนวล ในมาเลเซียใช้ขมิ้นชันผสมน้ำอาบ ในอินเดียใช้ทาผิวหน้าเพื่อป้องกันไม่ให้ชนออก และในปัจจุบันประเทศไทยก็มีการใช้ขมิ้นชันเป็นส่วนประกอบในเครื่องสำอางกันมากมาย เช่น เจลอาบหน้าขมิ้นชัน แชมพูขมิ้นชัน ครีมบำรุงหน้า เป็นต้น อันเนื่องมาจากคุณสมบัติของขมิ้นชันตามที่ได้กล่าวมาแล้ว และยังมีรายงานการวิจัยพบว่า ขมิ้นชันมีคุณสมบัติเป็น neuroprotective agent จากที่กล่าวมา จะเห็นได้ว่า ขมิ้นชันเป็นพืชเศรษฐกิจที่น่าสนใจ สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลายและมีสรรพคุณที่ดีทั้งในด้านอาหารเสริมสุขภาพ ใช้เป็นยาเป็นเครื่องสำอาง ดังนั้น การศึกษาถึงสารเคมีที่สำคัญที่มีอยู่ในขมิ้นชันที่ปลูกในท้องถิ่นต่างๆ จะเป็นข้อมูลสำคัญที่ทำให้ทราบว่า ขมิ้นชันจากแหล่งใดเมื่อนำมาใช้ประโยชน์แล้วจะเกิดประสิทธิภาพสูง และยังเป็นข้อมูลที่จะนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่นั้นๆ ปลูกเป็นพืชเศรษฐกิจต่อไปด้วย

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญที่พบในน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน เป็น sesquiterpenes ที่เรียกว่า Turmerones มีประมาณ 60% โดยอาจอยู่ในรูปของ ar-turmerone และ β -turmerone นอกจากนั้นยังพบ Ar-curcumene, α -Phellandrene, Caryophyllene, curlone ฯลฯ (Padua *et al.*, 1999) ปริมาณของสารแต่ละชนิดจะแตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่น

Ar-turmerone หรือ 2-methyl-6-(4-methylphenyl)-2-hepten-4-one มีสูตรโมเลกุลเป็น $C_{15}H_{26}O$ เป็น sesquiterpene ketone มีฤทธิ์ในการป้องกันและรักษาแผลในกระเพาะอาหาร (วุฒิชัย, 2537) มีฤทธิ์ในการยับยั้งเซลล์มะเร็ง (Baik *et al.*, 1993 และสาธิตา, 2546) ต้านการอักเสบ ต้านแบคทีเรีย (Raina *et al.*, 2005) และยังมีฤทธิ์ทำลายเชื้อราโรคพืชหลายชนิด (Lee, 2002)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ชุดกลั่นน้ำมันหอมระเหยแบบแก้ว
2. เครื่องหาความถ่วงจำเพาะของสาร
3. เครื่องแกสโครมาโตกราฟี

วัตถุดิบ

1. ขมิ้นชันจากอำเภอบ้านดง จังหวัดบุรีรัมย์
2. ขมิ้นชันจากอำเภอบางบาล จังหวัดพิษณุโลก
3. ขมิ้นชันจากอำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย
4. ขมิ้นชันจากอำเภอนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

วิธีการ

1. ล้างหัวขมิ้นชันให้สะอาด ปอกเปลือกและหั่นเป็นแว่นบางๆ
2. นำขมิ้นชันจากข้อ 1 ซึ่งหาความชื้น ตัวอย่างละ 2 ช้า และซึ่งสำหรับกลั่นน้ำมันหอมระเหย จังหวัดละ 3 ช้า ตัวอย่างละ 1 กิโลกรัม
3. กลั่นน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันจากข้อ 2 ด้วยชุดกลั่นน้ำมันหอมระเหย
4. เก็บน้ำมันหอมระเหยที่ได้ แยกเอาน้ำที่ปนอยู่ออกด้วยคอลัมน์ของโซเดียมซัลเฟตแอนไฮดรัส แล้วล้างคอลัมน์ด้วยเพนเทน
5. ซึ่งหาน้ำหนักคงที่ของน้ำมันหอมระเหยแต่ละตัวอย่าง โดยคิดเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักต่อน้ำหนักอบแห้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำมันหอมระเหยของแต่ละจังหวัด
6. ทำการศึกษาหาลักษณะทางกายภาพ และหาความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหอมระเหยที่ 20°C
7. วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่ได้ด้วยเครื่องแกสโครมาโตกราฟี โดยใช้คอลัมน์ CP-sil 5

อุณหภูมิเริ่มต้น 80°C เวลา 0 นาที เพิ่มอุณหภูมิ 3°C/นาที

อุณหภูมิระยะที่ 2 100°C เวลา 0 นาที เพิ่มอุณหภูมิ 5°C/นาที

อุณหภูมิระยะที่ 3 150°ซ เวลา 3 นาที เพิ่มอุณหภูมิ 15°ซ/นาที
อุณหภูมิสุดท้าย 280°ซ

ละลายน้ำมันหอมระเหยด้วยไดเอทิลอีเทอร์ให้เป็น 1 % ฉีดเข้าเครื่องแกสโครมาโตกราฟฟีตัวอย่างละ 1 μ บันทึกผลเป็นโครมาโตแกรม ตรวจพิสูจน์องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันโดยการเปรียบเทียบ retention times ของสารที่ได้เทียบกับค่ามาตรฐานที่มีการบันทึกไว้

ผลการทดลองและวิจารณ์

น้ำมันหอมระเหยของขมิ้นชันจากอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก อำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย และอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีลักษณะทางกายภาพไม่แตกต่างกันมากนัก คือ มีลักษณะใส และมีสีเหลือง โดยน้ำมันหอมระเหยจากอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงรายจะมีสีอ่อนที่สุด น้ำมันหอมระเหยจากอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลกและอำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย มีสีเหลืองลักษณะเดียวกัน และน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันจากอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานีจะมีสีเหลืองเข้ม

ค่าของความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันได้แสดงไว้ใน Figure 1 พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีค่าความถ่วงจำเพาะมากที่สุด คือ 0.9536 น้ำมันหอมระเหยจากอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย มีค่าความถ่วงจำเพาะน้อยที่สุด คือ 0.9437 ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก และอำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย มีค่าความถ่วงจำเพาะใกล้เคียงกันคือ 0.9459 และ 0.9456 ตามลำดับ ซึ่งน้ำมันหอมระเหยที่มีความถ่วงจำเพาะมากจะมีความหนืดมากกว่าน้ำมันหอมระเหยที่มีความถ่วงจำเพาะน้อย

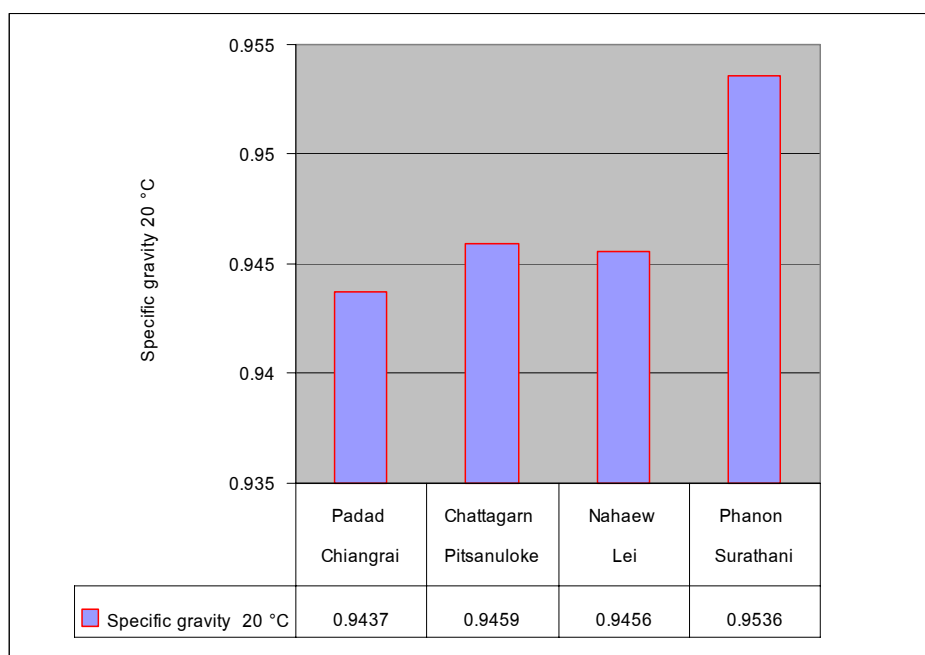


Figure 1 Specific gravity of essential oils from *Curcuma longa* at various sites

ปริมาณน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันที่กลั่นได้จากพื้นที่ต่าง ๆ แสดงไว้ใน Figure 2 จะเห็นว่าขมิ้นชันจากอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานีให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด คือ 6.58% รองลงมา คือ ขมิ้นชันจากอำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย และอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก มีค่าเท่ากับ 6.32 และ 6.10% ขมิ้นชันจากอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงรายให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยน้อยที่สุด คือ 3.40% ถ้าพิจารณาจากข้อมูลเพียงเท่านี้จะเห็นว่า น้ำมันหอมระเหยจากอำเภอพนม จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีความน่าสนใจมากที่สุด เนื่องจากให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด แต่การจะนำน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันไปใช้ประโยชน์จะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบทางเคมีที่มีอยู่ด้วย เนื่องจากสารเคมีจะเป็นตัวกำหนดคุณสมบัติและการใช้ประโยชน์ของน้ำมันหอมระเหย

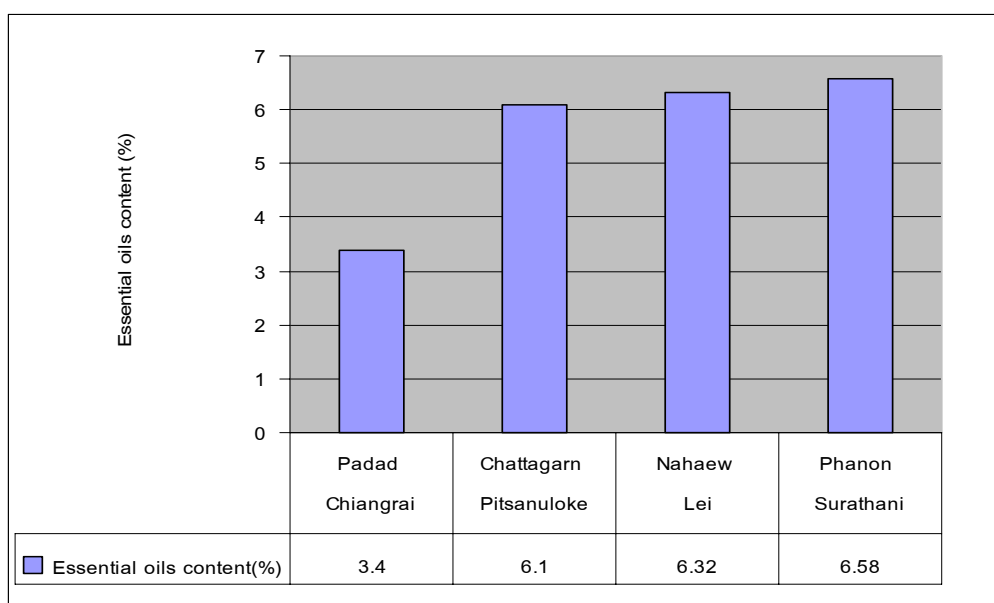


Figure 2 Essential oils content of *Curcuma longa* at various sites

Table 1 Chemical compositions of essential oils from *Curcuma longa* L. at various sites

Chemicals sites	Peak Area (%)	α - Phellan -drene	ar- curcumene	β -sesqui- phellandrene	ar- turmerone	β - turmerone	curlone
Padad Chiangrai	100.00	2.85	3.57	4.11	43.60	28.23	17.64
Chattagarn Pitsanuloke	92.30	12.84	0.00	0.00	29.70	36.29	21.17
Nahaew Lei	92.79	7.46	0.00	0.00	38.59	31.12	22.83
Phanon Surathani	84.55	0.00	0.00	0.00	28.09	46.09	25.82

ใน Table 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันจากแหล่งต่างๆ ที่ทำการทดลอง จะเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันจากทุกพื้นที่ที่มี Turmerones เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งจะมีอยู่ทั้งในรูป Ar-turmerone และ β -turmerone จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่า Ar-turmerone เป็นสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพและเภสัช มีสรรพคุณในการรักษาแผลในกระเพาะอาหาร ยับยั้งเซลล์มะเร็ง ด้านการอักเสบต้านแบคทีเรีย และมีฤทธิ์ทำลายเชื้อราโรคพืชหลายชนิด เราจึงพิจารณาใช้ Ar-turmerone เป็นตัวกำหนดคุณภาพของขมิ้นชัน ผลการทดลองหาปริมาณ Ar-turmerone ได้แสดงไว้ใน Figure 3 พบว่า น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันจากอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย มี Ar-turmerone มากที่สุดเท่ากับ 43.60% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากอำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย มีค่าเท่ากับ 38.59% อำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก มีค่าเท่ากับ 29.70% และอำเภอนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีน้อยที่สุดเท่ากับ 28.09% ดังนั้น หากต้องการใช้ประโยชน์จากขมิ้นชันเพื่อวัตถุประสงค์ที่กล่าวข้างต้น ควรเลือกขมิ้นที่ปลูกในพื้นที่อำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย ซึ่งแม้จะให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยน้อยกว่าที่อื่นๆ แต่มีปริมาณสารสำคัญอยู่มากกว่า และขมิ้นชันจากอำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย ให้ปริมาณน้ำมันมากและมีปริมาณสารสำคัญมากด้วย

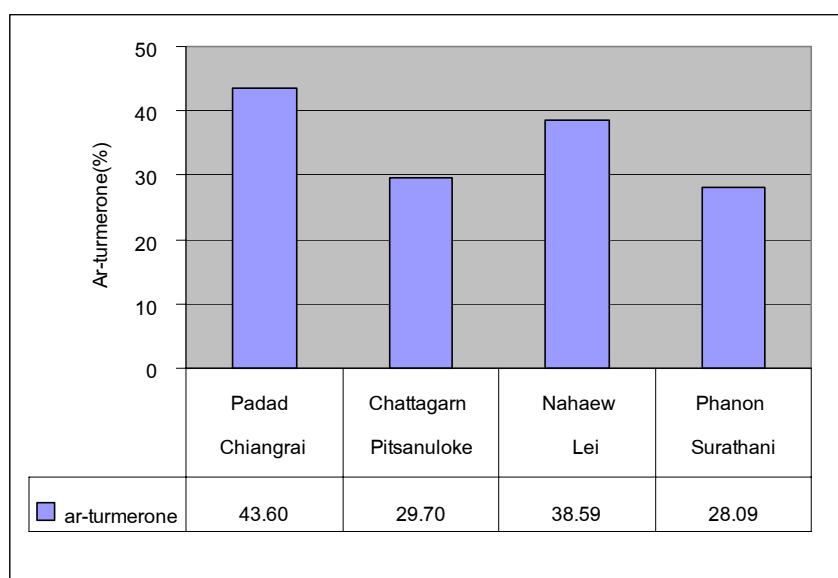


Figure 3 ar-turmerone contents in essential oils of *Curcuma longa* at various sites

องค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญอื่น ๆ ที่พบในน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันที่แสดงไว้ใน Table 1 ได้แก่ β -turmerone, curlone, α -Phellandrene โดยพบ β -turmerone มากที่สุดในน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันจากอำเภอนม จังหวัดสุราษฎร์ธานี 46.09% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากอำเภอชาติตระการจังหวัดพิษณุโลก และอำเภอนาแห้ว จังหวัดเลย มีค่าเท่ากับ 36.29 และ 31.12% ตามลำดับ น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันจากอำเภอป่าแดด จังหวัดเชียงราย มี β -turmerone น้อยที่สุด คือ 28.23% องค์ประกอบทางเคมีที่พบมากรองลงมาคือ curlone พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากอำเภอนม มีมากที่สุดคือ 25.82% รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากอำเภอนาแห้ว อำเภอชาติตระการ และอำเภอป่าแดด มี curlone 22.83, 21.17 และ 17.64% ตามลำดับ พบ α -Phellandrene ในน้ำมันหอมระเหยจากอำเภอชาติตระการ อำเภอนาแห้ว และ

อำเภอบ้านดง เป็น 12.84, 7.46 และ 2.85% ไม่พบในน้ำมันหอมระเหยจาก อำเภอบ้านดง พบ Ar-curcumenone และ β -sesquiphellandrene เฉพาะน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันจากอำเภอบ้านดง จังหวัดเชียงรายเท่านั้น

สรุปผลการทดลอง

จากที่กล่าวมาทั้งหมด จะเห็นว่าน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันจากอำเภอบ้านดง จังหวัดเชียงราย มีปริมาณ Ar-turmerones มากที่สุด คือ 43.60% รองลงมาคือ ขมิ้นชันจากอำเภอบ้านดง จังหวัดเลย ซึ่งมีปริมาณของ Ar-turmerone เป็น 38.59% และให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยเป็น 3.40 และ 6.32% ตามลำดับ ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันจากอำเภอบ้านดง จังหวัดสุราษฎร์ธานี และอำเภอบ้านดง จังหวัดพิษณุโลก มี Ar-turmerone 28.09 และ 29.70% และมีปริมาณน้ำมันหอมระเหยเป็น 6.58 และ 6.10% จะเห็นว่า การที่ขมิ้นชันให้ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยมาก ปริมาณสารสำคัญที่มีอยู่ไม่ได้มากตามไปด้วย ดังนั้น การใช้ประโยชน์ขมิ้นชันจะต้องมีการศึกษาสารสำคัญที่มีอยู่ให้ตรงกับต้องการของการใช้งาน ซึ่งสามารถใช้ Ar-turmerones เป็นกำหนดคุณภาพของขมิ้นชันได้ จากกรณีศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าการปลูกขมิ้นชันเพื่อทำเป็นอาหารเสริมและเครื่องสำอาง ควรเลือกใช้ขมิ้นชันที่ปลูกในท้องที่อำเภอบ้านดง จังหวัดเชียงรายและอำเภอบ้านดง จังหวัดเลย เนื่องจากมีสารสำคัญอยู่มาก

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากมีรายงานการวิจัยว่า ปริมาณ Ar-turmerone จะมีมากขึ้นเมื่อเหง้าแก่ขึ้น แต่ปริมาณของ 1,8-cineole และ α -phellandrene จะมีค่าลดลง (Raina, 2005) ควรที่จะมีการศึกษาถึงปริมาณ Ar-turmerone ในเหง้าของขมิ้นชันที่ขึ้นอายุต่างๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- ไชยยัง รุจนะเวท ดวงตา กาญจนโพธิ์ ดวงพร อมรเลิศพิศาล และรัชนี้ สมวงศ์. 2548. 20 ปี สวนสมุนไพรสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. บริษัท เลิฟเลิฟ จำกัด: กรุงเทพฯ. 308 น.
- เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ. 2549. สวนสมุนไพรในมหาวิทยาลัยสวนดุสิต 2549. บริษัท สามเจริญพาณิชย์. 464 น.
- วุฒิชัย นุตกุล. 2537. สารป้องกันและรักษาแผลในกระเพาะอาหารจากขมิ้นชัน. ว.กรมวิทย์.พ. 36: 211-218.
- สาธิตา แซ่อึ้ง. 2546.ฤทธิ์ต้านเซลล์มะเร็งและต้านอนุมูลอิสระของเหง้าพืชวงศ์ขิงที่ใช้เป็นเครื่องเทศ.
- วิทยานิพนธ์คณะเภสัชศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์: สงขลา.
- สุภาภรณ์ ปิติพร. 2551. สมุนไพรเพื่อชีวิตพิชิตโรคร้าย. ประมัตต์การพิมพ์: กรุงเทพฯ. 119 น.
- Baik Kyong-Up, Sang-Hun Jung and Byung-Zun Ahn. 1993. Recognition of pharmacophore of ar-turmerone for its anticancer activity. **Arch. Pharm. Res.** 16(3): 254-256.
- Lee Hoi-Seon, Kyung-Ja Choi, Kwang-Yun Cho and Young-Joon Ahn. 2003. Fungicidal activity of ar-turmerone identified in *Curcuma longa* rhizome against six phytopathogenic fungi. **Agric. Chem. Biotechnol.** 46(1): 25-28.

- Padua.de L.S, N. Bunyaphatsara and R.H.M.J. Lemmens. 1999. **Plant Resoues of South-East Asis. No.12(1)**. Medicinal and poisonous plant 1. Prosea Foudation: Bogor. 711 p.
- Raffatullah S, M. Tariq, MA Al-Yahya, JS. Mossa and AM. Angel. 1999. Evaluation of turmeric (*Curcuma longa*) for gastric and duodenal activity in rat. **J. Ethopharmacal**. 29: 25-34.
- Raina, VK., SK. Srivastava and KV. Syamsundar. 2005. **Rhizome and leaf oil composition of *Curcuma longa* from the lower Himalayan region of Northern India**. Available from: <http://findarticle.com>. [2009 September 11].
- Walter H. Lewis and P.F. Elvin-Lewis Memory. 2003. **Medical Botany**. John Wiley & Sons,Inc: New York. 812 p.

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการพรีทรีทและไฮโดรไลซิสใบหญ้าแฝกหอม

Optimization of Pretreatment and Hydrolysis Conditions of *Vetiveria zizanioides* Leaves

สมคิด ดีจิง* และอาภาพร บุญทา

Somkid Deejing* and Apaporn Boonta

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Faculty of Science, Maejo Univeristy, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: somkid_d@mju.ac.th

บทคัดย่อ

การพรีทรีทใบหญ้าแฝกหอม *Vetiveria zizanioides* ด้วยน้ำกลั่น กรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.25, 0.5 และ 1.0 % (v/v) ที่อุณหภูมิห้อง (12 ชั่วโมง) 100, 110 และ 121 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 นาที โดยใช้หม้อนึ่งความดันไอน้ำ แล้วไฮโดรไลซิสอีกครั้งด้วยกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 1.0 % (v/v) ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 นาที โดยใช้หม้อนึ่งความดันไอน้ำ พบว่า การพรีทรีทใบหญ้าแฝกหอม โดยแช่ในกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 1.0 % (v/v) ที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ได้ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุด และทำการเตรียมใบหญ้าแฝกหอมที่ผ่านการพรีทรีทก่อนนำไปไฮโดรไลซิส แบ่งเป็น 2 วิธี คือวิธีที่ 1 ล้างและอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12 ชั่วโมง และวิธีที่ 2 ไฮโดรไลซิสต่อเนื่องโดยไม่ล้างและไม่อบแห้ง พบว่า วิธีที่ 1 ได้ความเข้มข้นน้ำตาลรีดิวซ์สูงกว่าวิธีที่ 2 เมื่อศึกษาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการไฮโดรไลซิสใบหญ้าแฝกหอม พบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการไฮโดรไลซิสใบหญ้าแฝกหอม คือ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 20 นาที

คำสำคัญ: หาสภาวะที่เหมาะสม พรีทรีทเมนต์ ไฮโดรไลซิส *Vetiveria zizanioides*

Abstract

The pretreatment of *Vetiveria zizanioides* leaves with distilled water, 0.25, 0.5 and 1.0% (v/v) sulfuric acid at ambient temperature (12 h) 100, 110 and 121°C for 30 min by autoclaving were investigated. The hydrolysis condition was 1.0% (v/v) sulfuric acid at 110°C for 30 min by autoclaving. The maximum reducing sugar concentration was obtained after pretreated with 1.0% (v/v) sulfuric acid at ambient temperature for 12 h. The preparation method of pretreated *Vetiveria zizanioides* leaves before hydrolysis was separated into two methods. Treatment I washed and dried heat at 55°C for 12 h and Treatment II continued hydrolysis (not washed and not dried heat). It was found that treatment I showed higher reducing sugar concentration than treatment II. The optimization of temperature and period time for hydrolysis of *Vetiveria zizanioides* leaves were also examined. It was found that the optimal condition for hydrolysis of *Vetiveria zizanioides* leaves were at 121°C for 20 min.

Keywords: optimization, pretreatment, hydrolysis, *Vetiveria zizanioides*

คำนำ

จากข่าวภัยพิบัติ น้ำป่าไหลหลาก และดินถล่ม ได้ทำลายชีวิตและทรัพย์สิน สร้างความเสียหายมากมายโดยประมาณค่าไม่ได้ ตามพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงหาวิธีแก้ปัญหาดินและน้ำ โดยให้หน่วยงานต่างๆ เร่งส่งเสริมการปลูกหญ้าแฝกเพื่อช่วยอนุรักษ์ดินและน้ำ เนื่องจากหญ้าแฝกเป็นพืชตระกูลหญ้าขึ้นเป็นกอหนาแน่น มีระบบรากลึกแผ่กระจายลงไปในดินตรงๆ และประสานกันแน่นเหมือนเป็นกำแพงใต้ดินจึงช่วยดูดซับน้ำ ช่วยกรองสารเคมีที่เป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม และช่วยลดปัญหาการพังทลายของดินเนื่องจากการกัดเซาะของน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ส่วนรากหญ้าแฝกหอมนำมาสกัดทำน้ำหอม ใช้เป็นสมุนไพรรักษาโรค มีน้ำมันหอมระเหยที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคบางชนิดได้ มีสารไล่แมลงและปลวก และยังมีสารแอนติออกซิแดนท์อีกด้วย

ส่วนของลำต้นและใบหญ้าแฝกหอมมีปริมาณของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน ประมาณ 40, 38 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เนื่องจากในการปลูกหญ้าแฝกจะต้องมีการตัดใบหญ้าแฝกทิ้งตลอดเวลาเพื่อไม่ให้เกิดดอก และช่วยให้หญ้าแฝกแตกกอมากขึ้น ส่วนของใบหญ้าแฝกหอม หากนำมาย่อยสลายโมเลกุลของเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสโดยวิธีการทางเคมี เช่น ใช้กรด และวิธีการทางชีวภาพโดยใช้เอนไซม์จากจุลินทรีย์จะทำให้ได้น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว ซึ่งมีจุลินทรีย์บางชนิด เช่น ยีสต์ สามารถเจริญและหมักน้ำตาลให้เป็นเอทานอลได้ นอกจากนี้ น้ำตาลที่ได้จากการย่อยสลายเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์โดยใช้จุลินทรีย์ ได้แก่ กรดอินทรีย์ สารโพลีแซคคาไรด์ โปรตีนเซลล์สัตว์ มีเทน เอนไซม์ สารปฏิชีวนะ ออร์โมน ซึ่งเป็นสารที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจสูง จากที่กล่าวข้างต้น เพื่อนำใบหญ้าแฝกหอมมาใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าให้เห็นเด่นชัดมากขึ้นในเชิงพาณิชย์ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อเกษตรกรหรือบุคคลทั่วไป หันมาให้ความสำคัญและร่วมใจปลูกหญ้าแฝกอย่างจริงจังเพื่อสนองตามแนวพระราชดำริในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว และช่วยลดปัญหาการพังทลายของดิน เพื่อบรรเทาและป้องกันไม่ให้เกิดโศกนาฏกรรมจากภัยน้ำท่วมที่ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างประเมินค่ามิได้

ในงานทดลองนี้ทำการหาสภาวะที่เหมาะสมในการฟัรริทและไฮโดรไลซิสใบหญ้าแฝกหอมเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุด เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีค่าทางเศรษฐกิจต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการฟัรริทใบหญ้าแฝกหอม

เตรียมใบหญ้าแฝกหอมแห้งโดยหั่นขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร บรรจุลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ทำฟัรริทใบหญ้าแฝกหอมด้วยน้ำกลั่น กรดซัลฟูริกความเข้มข้น 0.25, 0.5 และ 1.0% (v/v) โดยทำการฟัรริทที่อุณหภูมิห้อง (12 ชั่วโมง) ที่ 100, 110 และ 121 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 นาที ด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ โดยใช้อัตราส่วนใบหญ้าแฝกหอม : สารละลาย เท่ากับ 1 : 10 หลังจากนั้นนำใบหญ้าแฝกหอมที่ผ่านการฟัรริทตามสภาวะข้างต้น มาล้างด้วยน้ำจนกระทั่งหมดความเป็นกรด แล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำใบหญ้าแฝกหอมที่ผ่านการฟัรริทแล้วไปไฮโดรไลซิสอีกครั้งโดยสภาวะเดียว คือ ใช้กรดซัลฟูริกความเข้มข้น 1.0 % (v/v) ในอัตราส่วน

ใบหญ้าแฝกหอม : สารละลายกรด เท่ากับ 1 : 10 ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 นาที โดยใช้หม้อนึ่งความดันไอน้ำ นำไปกรองได้ส่วนใสแล้วปรับสารละลายให้เป็นกลาง และวิเคราะห์ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์โดยวิธี Somogyi (1952) เลือกสภาวะที่เหมาะสมในการพรีทรีทที่ได้ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุดไว้ศึกษาต่อไป

การหาวิธีการเตรียมใบหญ้าแฝกหอมก่อนนำไปไฮโดรไลซิส

นำใบหญ้าแฝกหอมแห้งมาพรีทรีทตามสภาวะที่เหมาะสมข้างต้น หลังจากได้ใบหญ้าแฝกหอมที่ผ่านการพรีทรีทแล้ว แบ่งการเตรียมใบหญ้าแฝกหอมเป็น 2 วิธีคือ วิธีที่ 1 นำใบหญ้าแฝกหอมที่ผ่านการพรีทรีทแล้วไปล้างและอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12 ชั่วโมง และวิธีที่ 2 ไฮโดรไลซิสต่อเนื่องโดยไม่ล้างและไม่อบแห้ง และไฮโดรไลซิสอีกครั้งโดยใช้กรดซัลฟริกความเข้มข้น 1.0 % (v/v) ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 นาที โดยใช้หม้อนึ่งความดันไอน้ำ และวิเคราะห์ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์ตามวิธีของ Somogyi (1952) เลือกวิธีการเตรียมใบหญ้าแฝกหอมก่อนการไฮโดรไลซิสที่ได้ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุดไว้ทดลองต่อไป

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการไฮโดรไลซิสใบหญ้าแฝกหอม

ในการทดลองนี้ ทำการหาสภาวะที่เหมาะสมในการไฮโดรไลซิสใบหญ้าแฝกหอม โดยหาอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการไฮโดรไลซิสใบหญ้าแฝกหอม โดยนำใบหญ้าแฝกหอมที่ผ่านการพรีทรีทและผ่านการเตรียมตามสภาวะที่เหมาะสมแล้ว บรรจุในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ทำการไฮโดรไลซิสอีกครั้งด้วยกรดซัลฟริกความเข้มข้น 1.0 % (v/v) โดยใช้หม้อนึ่งความดันไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 100, 110 และ 121 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 นาที และหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการไฮโดรไลซิสตามอุณหภูมิที่เหมาะสม ระยะเวลา 10, 20 และ 30 นาที เลือกอุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสมในการไฮโดรไลซิสที่ได้ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุด ไว้ศึกษาต่อไป

ผลการทดลอง

ผลการหาสภาวะที่เหมาะสมในการพรีทรีทใบหญ้าแฝกหอม

จากการนำใบหญ้าแฝกหอมมาพรีทรีทด้วยกรดซัลฟริกความเข้มข้น 0.25, 0.5 และ 1.0 % (v/v) โดยพรีทรีทที่อุณหภูมิห้อง (12 ชั่วโมง) ที่อุณหภูมิ 100, 110 และ 121 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 นาที ด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ จากผลการทดลองในภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่า เมื่อพรีทรีทด้วยกรดซัลฟริกความเข้มข้น 1.0 % (v/v) ที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ได้ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุดเท่ากับ 19.82 กรัมต่อลิตร ซึ่งแตกต่างจากสภาวะในการพรีทรีทอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และได้ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์ลดลงเมื่อทำการพรีทรีทที่อุณหภูมิสูงขึ้น ในการทดลองนี้ เลือกการพรีทรีทใบหญ้าแฝกหอมโดยแช่ในกรดซัลฟริกเข้มข้น 1.0 % (v/v) ที่อุณหภูมิห้องระยะเวลา 12 ชั่วโมง เป็นสภาวะที่ใช้ในการทดลองต่อไป

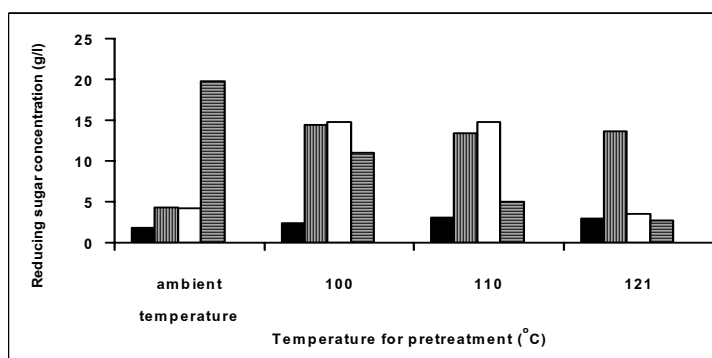


Figure 1 The reducing sugar concentration after the pretreatment of *Vetiveria zizanioides* leaves with distilled water, 0.25, 0.5 and 1.0 % (v/v) sulfuric acid at ambient temperature (12 h), 100, 110 and 121 °C for 30 min and hydrolyzed with 1.0 % (v/v) sulfuric acid at 110 °C for 30 min; distilled water (■) 0.25 % (v/v) sulfuric acid (▤) 0.5 % (v/v) sulfuric acid (□) 1.0 % (v/v) sulfuric acid (▨)

ผลการหาวิธีการเตรียมใบหญ้าแฝกหอมก่อนนำไปไฮโดรไลซิส

จากการนำใบหญ้าแฝกหอมแห้ง มาพริทรีทโดยแช่ในกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 1.0% (v/v) ที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 12 ชั่วโมง และแบ่งการเตรียมใบหญ้าแฝกหอมเป็น 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 นำใบหญ้าแฝกหอมที่ผ่านการพริทรีทเมนต์แล้วไปล้างและอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12 ชั่วโมง และวิธีที่ 2 ไฮโดรไลซิสต่อเนื่อง โดยไม่ล้างและไม่อบแห้ง ไฮโดรไลซิสอีกครั้งด้วยกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 1.0 % (v/v) ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 นาที พบว่า ใบหญ้าแฝกหอมที่ผ่านการพริทรีทแล้วล้างและอบให้แห้งตามวิธีที่ 1 และไฮโดรไลซิสต่อเนื่องโดยไม่ล้างและอบแห้ง ตามวิธีที่ 2 ได้ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์เท่ากับ 20.34 และ 12.67 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ (Figure 2) ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การทดลองนี้เลือกการเตรียมใบหญ้าแฝกหอมก่อนนำไปไฮโดรไลซิส ตามวิธีที่ 1

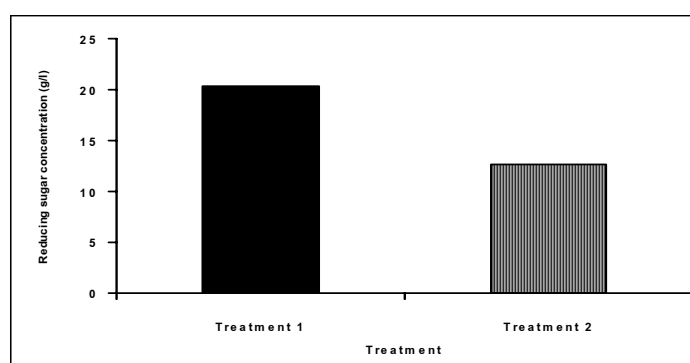


Figure 2 The reducing sugar concentration of preparation methods of *Vetiveria zizanioides* leaves: **Treatment I** washed and dried heat at 55°C for 12 h (■) and **Treatment II** continued hydrolysis (not washed and not dried heat) (▤). The hydrolysis conditions was 1.0 % (v/v) sulfuric acid at 110°C for 30 min.

ผลการหาสภาวะที่เหมาะสมในการไฮโดรไลซิสใบหญ้าแฝกหอม

เมื่อพรีทรีทใบหญ้าแฝกหอมด้วยกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 1.0 % (v/v) ที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลา 12 ชั่วโมง แล้วนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นไฮโดรไลซิสด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1.0 % (v/v) ที่อุณหภูมิ 100, 110 และ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ผลการทดลองแสดงใน Figure 3 จะเห็นได้ว่า ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ได้ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุดเท่ากับ 21.39 กรัมต่อลิตร

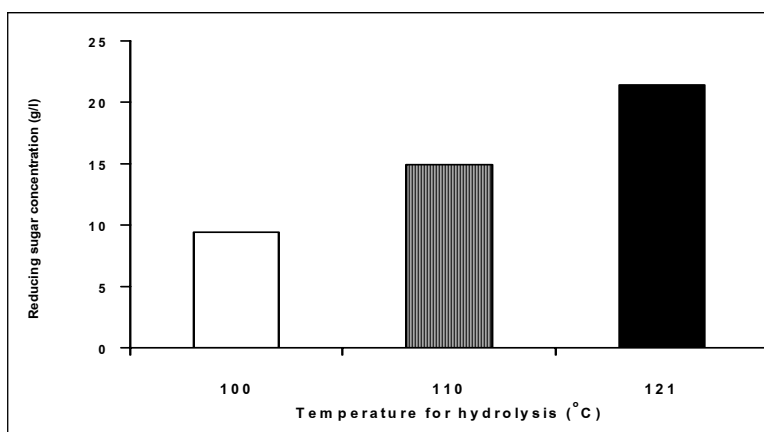


Figure 3 The reducing sugar concentration of *Vetiveria zizanioides* leaves after hydrolyzed with 1.0 % (v/v) sulfuric acid at 100, 110 and 121 °C for 30 min 100 °C (□) 110 °C (▨) 121 °C (■)

เมื่อนำใบหญ้าแฝกหอมที่ผ่านการพรีทรีทแล้ว มาไฮโดรไลซิสด้วยกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 1.0 % (v/v) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10, 20 และ 30 นาที จากผลการทดลองดัง Figure 4 จะเห็นว่า เมื่อไฮโดรไลซิสด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1.0 % (v/v) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 และ 30 นาที ได้ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์มากที่สุดเท่ากับ 20.10 และ 21.18 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในการทดลองนี้ เลือกใช้สภาวะในการไฮโดรไลซิสใบหญ้าแฝกหอมด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1.0 % (v/v) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 20 นาที ซึ่งการใช้ระยะเวลาในการไฮโดรไลซิสสั้นกว่าน่าจะช่วยลดต้นทุนในการผลิตได้

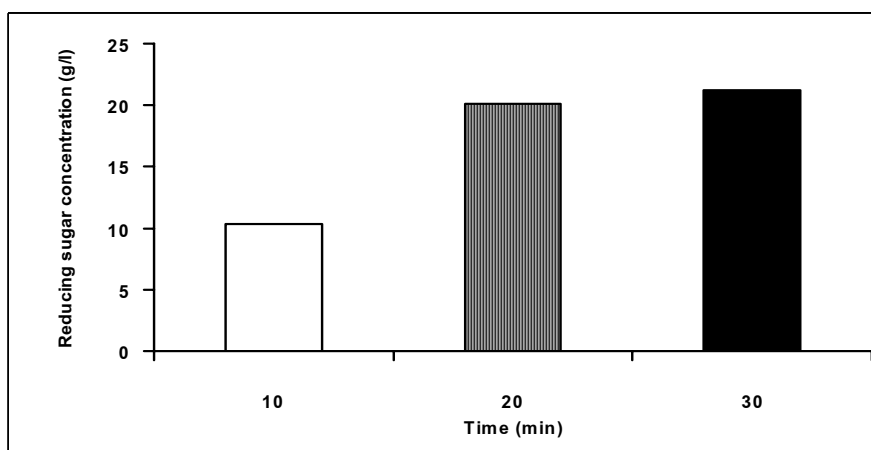


Figure 4 The reducing sugar concentration of *Vetiveria zizanioides* leaves after hydrolyzed with 1.0 % (v/v) sulfuric acid at 121°C for 10, 20 and 30 min 10 min (□) 20 min (▨) 30 min (■)

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการพรีทรีทไบโหม้ย้าแฝกหอม

เมื่อพรีทรีทไบโหม้ย้าแฝกหอมที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะมีผลทำให้น้ำตาลรีดิวซ์ลดลง ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากน้ำตาลรีดิวซ์ที่ได้เกิดการเสียสภาพ หรือถูกไฮโดรไลซ์เป็นสารอื่นที่อุณหภูมิสูง (Hinman *et al.*, 1992) ซึ่ง Esteghlalian *et al.* (1997) อธิบายว่า อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการพรีทรีทวัสดุที่มีเซลลูโลสมากกว่าความเข้มข้นของกรดที่ใช้ และ Sun and Cheng (2002) รายงานว่า ความเข้มข้นของกรดซัลฟริกและระยะเวลาในการพรีทรีทฟางข้าวไรน์ไม่มีผลต่อความเข้มข้นของกลูโคสที่ได้แต่มีผลอย่างยิ่งต่อความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสในการพรีทรีทหญ้า และเมื่อใช้ความเข้มข้นของกรดซัลฟริกและใช้ระยะเวลาสั้นขึ้นจะมีผลทำให้อาจได้ความเข้มข้นน้ำตาลไซโลสมากขึ้น ซึ่ง William *et al.* (1986) อธิบายว่า การพรีทรีทเซลลูโลสด้วยความดันไอน้ำมีผลทำให้ขนาดของรูในบริเวณพื้นผิวของวัตถุ และมีผลเพิ่มการทำให้ไฮโดรไลซิสได้ดียิ่งขึ้น โดยมีผลต่อโครงสร้างส่วนที่เป็นผลึก (crystalline) ของเซลลูโลส (Carrasco *et al.*, 1994) ซึ่งในการทดลองนี้คล้ายกับการไฮโดรไลซิส 2 ขั้นตอนของ Sanchez *et al.* (2004) คือ ขั้นตอนแรกใช้สภาวะที่นุ่มนวลเพื่อไฮโดรไลซ์เอมิเซลลูโลส ส่วนขั้นตอนที่ 2 เมื่อไฮโดรไลซ์ด้วยเอนไซม์หรือกรดเจือจางที่อุณหภูมิสูงจะมีผลทำให้สามารถไฮโดรไลซ์เซลลูโลสได้ดีขึ้น

การหาวิธีการเตรียมไบโหม้ย้าแฝกหอมก่อนนำไปไฮโดรไลซิส

การเตรียมไบโหม้ย้าแฝกหอม ตามวิธีที่ 1 คือ นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ก่อนนำไปไฮโดรไลซิส ได้ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าวิธีที่ 2 อาจเป็นผลมาจากความร้อนแห้งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเซลลูโลสคือมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโดยเฉพาะบริเวณที่ไม่เป็นรูปร่าง (amorphous region) ของเซลลูโลสมากกว่าบริเวณที่เป็นผลึก (crystalline regions)

ซึ่งเป็นบริเวณที่ถูกย่อยสลายได้ยาก (Shimazu and Sterling, 2006) จากงานทดลองของ Nguyen *et al.* (2000) พบว่า การพรีทรีทไม้เนื้ออ่อนด้วยกรดซัลฟิวริกเจือจาง 2 ครั้ง มีผลทำให้ได้ผลผลิตของน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าการพรีทรีทเพียงครั้งเดียว ถึงร้อยละ 10 นอกจากนี้ Nagle *et al.* (2002) พบว่า การล้างวัตถุดิบด้วยน้ำร้อนที่อุณหภูมิระหว่าง 130-150 องศาเซลเซียส ก่อนการนำไปไฮโดรไลซิสมีผลทำให้ได้ความเข้มข้นของน้ำตาลรีดิวซ์มากกว่าการไม่ได้ล้างเช่นกัน ซึ่ง Soderstrom *et al.* (2004) อธิบายว่า การล้างวัตถุดิบด้วยน้ำเป็นการแยกส่วนที่เป็นพิษและส่วนที่เป็นลิกนินและเฮมิเซลลูโลสออกไป และผลของการพรีทรีทวัตถุดิบด้วยกรดเจือจาง มีผลทำให้เกิดการขยายขนาดของบริเวณสัมผัสกับกรด หรือเอนไซม์ในขั้นตอนของการไฮโดรไลซิสได้อีกด้วย (William *et al.*, 1986)

การหาสภาวะที่เหมาะสมในการไฮโดรไลซิสใบหญ้าแฝกหอม

การใช้กรดซัลฟิวริกเจือจางมีผลอย่างยิ่งที่ช่วยเพิ่มอัตราการไฮโดรไลซิสให้สูงขึ้น (Lloyd and Wyman, 2005) และวุฒิชัย (2549) พบว่า การไฮโดรไลซิสใบหญ้าแฝกหอมที่ผ่านการพรีทรีทเมนต์แล้วด้วยกรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 1.0 % (v/v) ที่อุณหภูมิ 111 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการไฮโดรไลซิส นอกจากนี้ Wu and Lee (1997) ใช้กรดซัลฟิวริกความเข้มข้น 0.078 % (w/w) ในการพรีทรีท 2 ขั้นตอน มีผลทำให้แยกเฮมิเซลลูโลสออกได้เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนทุนวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- วุฒิชัย เขตกรณ์. 2549. การไฮโดรไลซิสวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรที่มีเซลลูโลสโดยวิธีการทางเคมี เพื่อใช้ในการผลิตเอทานอล. วิทยานิพนธ์สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ. มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่.
- Carrasco, J.E., M.C. Saiz, S.A. Navarro, P. Soriano, F. Saez and J.M. Martinez 1994. Effects of diluted acid and steam explosion pretreatments on the cellulose lignocellulosic materials. **Appl. Biochem. Biotechnol.** 45-46: 23-24.
- Esteghlalian, A., A.G. Hashimoto and M.H. Penner. 1997. Modeling and optimization of the dilute-sulfuric acid pretreatment of corn stover, poplar and switchgrass. **Biores. Technol.** 59: 129-136.
- Hinman, N.D., D.J. Schell, C.J. Rille, P.W. Bergeron and P.J. Walter. 1992. Preliminary estimate of the cost of ethanol production for SSF technology. **Appl. Biochem. Biotechnol.** 34/35: 639-649.

- Lloyd, T.A. and C.E. Wyman. 2005. Combined sugar yields for dilute sulfuric acid pretreatment of corn stover followed by enzymatic hydrolysis of the remaining solids. **Biores. Technol.** 96: 1967-1977.
- Nagle, N.J., R.T. Elander, M.M. Newman, B.T. Rohrbach, R.O. Ruiz and R.W. Torget. 2002. Efficiency of a hot washing process for pretreated yellow poplar to enhance bioethanol production. **Biotechnol. Prog.** 18(4): 734-738.
- Nguyen Q.A., M.P. Tucker, F.A. Keller and F.P. Eddy. 2000. Two stage dilute-acid pretreatment of softwoods. **Appl. Biochem. Biotechnol.** 84-86: 561-576.
- Sanchez, G.L., C. Pilcher, T. Roslander, M. Modig and G. Liden. 2004. Dilute-acid hydrolysis for fermentation of the Bolivian straw material Paja Brava. **Biores. Technol.** 93(3): 249-256.
- Shimazu, F. and C. Sterling. 2006. Effect of wet and dry heat on structure of cellulose. **J. Food Sci.** 31(4): 548-551.
- Soderstrom, J., M. Galbe and G. Zacchi. 2004. Effect of washing on yield in one-and two-step steam pretreatment of softwood for production of ethanol. **Biotechnol. Prog.** 20(3): 744-749.
- Somogyi, N. 1952. Note on sugar determinations. **J. Biol. Chem.** 195: 19-23.
- Sun, Y. and J. Cheng. 2002. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review. **Biores. Technol.** 83: 1-11.
- William, R.G., O.C. Alvin and H.E. Grethlein. 1986. Effect of steam explosion pretreatment on pore size and enzymatic hydrolysis of poplar. **Enz. Microb. Technol.** 8(5): 274-280.
- Wu, Z.W. and Y.Y. Lee. 1997. Ammonia recycled percolation as a complementary pretreatment to the dilute-acid process. **Appl. Biochem. Biotechnol.** 63(5): 21-34.

ผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน

Bioethanol Production from Molasses for Alternative Energy

มยุรา ศรีกัลยานุกูล* และธเนศ พึ่งเกิดผล

Mayura Srikanlayanukul* and Tanes Pengkerdpol

หลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: mayura@mju.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาหาปริมาณคาร์บอนที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลโดยใช้เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5020 โดยการหมักแบบเบ็ดเสร็จ (batch fermentation) มีการทดลองใช้กากน้ำตาลที่ความเข้มข้น 24, 26 และ 28 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ พบว่าปริมาณคาร์บอนที่ 26 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ให้ปริมาณเอทานอลสูงที่สุด จากนั้นทำการหา pH ที่เหมาะสมโดยใช้ pH 4.0, 4.2, 4.4, 4.6, 4.8 และ 5.0 ซึ่งทำการเปรียบเทียบแหล่งไนโตรเจนจากแอมโมเนียมซัลเฟตและยูเรีย พบว่าที่ pH 4.6 และการใช้แอมโมเนียมซัลเฟตให้ผลผลิตเอทานอลสูงสุด เมื่อทำการขยายขนาดในการหมักเป็น 5 ลิตร โดยการหมักแบบเบ็ดเสร็จ (batch fermentation) พบว่าวิธีการหมักแบบเบ็ดเสร็จปริมาณเอทานอล 56.25 กรัมต่อลิตร

คำสำคัญ: เอทานอล กากน้ำตาล เชื้อยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5020
การหมักแบบเบ็ดเสร็จ

Abstract

The amount of carbon content in ethanol production from molasses by *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5020 using batch fermentation was studied. The experiments were done with 24, 26 and 28 % Brix of molasses concentration. The result showed that the amount of carbon at 26 % Brix produced the highest ethanol of 48.68 g/l. To find out the optimized pH to ethanol product, pH at 4.0, 4.2, 4.4, 4.6, 4.8 and 5.0, respectively were determined. Nitrogen sources from ammonium sulphate and urea were compared. It was found that, the use of ammonium sulphate at pH 4.6 produced the highest ethanol of 52.74 g/l. After the fermentation process had been upscale to 5 liters, the batch fermentation was studied. The Production of ethanol from batch fermentation was found at 56.25 g/l.

Keywords: ethanol, *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5020, molasses, batch fermentation

คำนำ

ความต้องการใช้พลังงานโดยเฉพาะน้ำมันของโลกมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี ประกอบกับกลุ่มประเทศผู้ผลิตน้ำมันมีการควบคุมกำลังการผลิต ส่งผลให้ราคาของน้ำมันมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นตลอด ส่วนประเทศไทยยังไม่มีแหล่งน้ำมันเป็นของตนเองต้องนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศซึ่งมีราคาสูง จึงก่อให้เกิดผลกระทบต่ออุตสาหกรรมต่างๆ ของประเทศ ทำให้ค่าครองชีพในประเทศมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น ดังนั้นการหาพลังงานใหม่เพื่อนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนจะสามารถช่วยบรรเทาปัญหาการขาดแคลนน้ำมันได้ ปัจจุบันรัฐบาลมีการรณรงค์ให้แก๊สโซฮอลล์ ซึ่งมีการผสมเอทานอลลงไปให้น้ำมันเบนซินแทนน้ำมันเบนซิน 95 และ 91 และประชาชนในประเทศให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการใช้ ทำให้การผลิตเอทานอลในประเทศจะต้องเพิ่มขึ้นจากเดิม 1 ล้านลิตรต่อวัน เป็น 3 ล้านต่อวัน ปัจจุบันมีการผลิตเอทานอลเพียง 150,000 ลิตรต่อวัน ดังนั้นการผลิตเอทานอลจะต้องได้รับการส่งเสริมอย่างต่อเนื่องและพืชที่สามารถนำมาผลิตเอทานอลได้คือ มันสำปะหลัง ข้าวโพด ข้าวและอ้อย (Yoosin and Sorapipatana, 2007) ทำให้ความต้องการพืชอาหารเหล่านี้เพื่อมาใช้ผลิตเอทานอลมีปริมาณเพิ่มขึ้นเกษตรกรส่วนใหญ่ในประเทศจึงหันมาปลูกพืชเหล่านี้กันมากขึ้น ส่งผลให้ราคาอาหารโดยเฉพาะข้าวในปัจจุบันมีราคาสูงขึ้น เนื่องจากมีหลายปัจจัย เช่น เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกพืชพลังงานทดแทนแทนข้าว และปัญหาเรื่องสภาวะโลกร้อนส่งผลให้สภาพภูมิอากาศของโลกเปลี่ยนแปลง ทำให้บางประเทศไม่สามารถปลูกข้าวได้จึงทำให้ข้าวมีราคาแพง ดังนั้นการหาวัตถุดิบใหม่เพื่อมาใช้ผลิตเป็นเอทานอลจึงจะสามารถแก้ปัญหาเหล่านี้ได้

เอทานอลเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหมักของเชื้อยีสต์ โดยยีสต์จะเปลี่ยนวัตถุดิบที่มีน้ำตาลให้เป็นเอทานอลได้ถึง 51% ซึ่งมีวัตถุดิบหลายชนิดที่สามารถนำมาใช้ผลิตเป็นเอทานอลได้ เช่น แป้ง กากน้ำตาล เซลลูโลส (Sun and Cheng, 2002) โดยกากน้ำตาลเป็นผลพลอยได้จากการกระบวนการผลิตน้ำตาลซึ่งเป็นวัตถุดิบที่น่าสนใจที่จะนำมาใช้ในการผลิตเอทานอล เนื่องจากมีราคาถูกและให้ประสิทธิภาพสูง

ในการผลิตเอทานอลนั้นจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยหลาย ๆ ด้านในการผลิตเพื่อให้ได้ปริมาณเอทานอลที่สูงและมีคุณภาพ เช่น รูปแบบในกระบวนการหมัก สภาวะที่เหมาะสมในการหมัก และกระบวนการกลั่นที่มีคุณภาพ เป็นต้น นอกจากนี้จำเป็นต้องคัดเลือกเชื้อที่ใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ปริมาณเอทานอลที่สูงและมีคุณภาพซึ่งโดยทั่วไปจะใช้เชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* ในกระบวนการหมักเอทานอล งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ในการผลิตเอทานอลได้แก่ ปริมาณคาร์บอน pH และแหล่งไนโตรเจน รวมถึงกระบวนการหมักที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล โดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5020 ซึ่งสามารถผลิตเอทานอลได้สูงมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการหมัก และเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเอทานอลต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมเชื้อเริ่มต้น

ถ่ายเชื้อ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR 5020 จาก stock เชื้อ 1 loop ลงในอาหาร (Yeast Peptone Dextrose: YPD) pH 4.5 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส 15 นาทีแล้ว นำไปเลี้ยงบน

เครื่องเขย่าที่ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ณ อุณหภูมิห้อง (ทำการทดลองเดือนสิงหาคม-กันยายน 2552 อุณหภูมิ 28-30°C)

การศึกษาปริมาณคาร์บอนที่เหมาะสมต่อการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล

เจือจางกากน้ำตาลปริมาตร 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นที่ระดับความหวาน 3 ระดับ คือ 24, 26 และ 28 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ (Morimura และคณะ 1997) ปรับ pH เป็น 4.5 นำไปฆ่าเชื้อที่ 110 องศาเซลเซียส 15 นาที ถ่ายเชื้อเริ่มต้นปริมาตร 5% (v/v) เติมนลงในกากน้ำตาลที่ฆ่าเชื้อแล้ว ทำการหมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยเก็บตัวอย่างทุก 12 ชั่วโมง นำมาวิเคราะห์น้ำตาลโดยใช้ refractometer และเมื่อครบเวลา 48 ชั่วโมง ทำการกลั่นเพื่อเปรียบเทียบปริมาณเอทานอลที่ได้

การศึกษา pH ที่เหมาะสมต่อการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล

หลังจากศึกษาหาปริมาณคาร์บอนที่เหมาะสมแล้วทำการหาสภาวะของ pH ที่เหมาะสมโดยใช้เตรียมกากน้ำตาลที่เหมาะสมและปรับ pH ที่ 4.0, 4.2, 4.4, 4.6, 4.8 และ 5.0 และทำการศึกษาเช่นเดียวกับการศึกษาปริมาณคาร์บอนที่เหมาะสมต่อการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล

การศึกษาแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล

เตรียมแหล่งไนโตรเจน 3 แหล่ง ได้แก่ yeast extract แอมโมเนียซัลเฟต และยูเรีย ปริมาตร 0.1% (w/v) เติมนลงในกากน้ำตาลที่มีการปรับ pH ให้เหมาะสม และทำการศึกษาเช่นเดียวกับการศึกษาปริมาณคาร์บอนที่เหมาะสมต่อการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล

การหมักเอทานอลจากกากน้ำตาลแบบเบ็ดเสร็จ (batch fermentation) ในถังหมักขนาด 5 ลิตร

เตรียมอาหารกากน้ำตาลโดยใช้ความระดับความหวาน แหล่งไนโตรเจน และค่า pH ที่เหมาะสมที่ทดลองได้ปริมาตร 5 ลิตร ในถังหมักขนาด 7 ลิตร ทำการหมักแบบเบ็ดเสร็จ ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยเก็บตัวอย่างทุก 12 ชั่วโมง นำมาหาค่าปริมาณน้ำตาล cell count และ pH เมื่อครบเวลา 48 ชั่วโมง นำน้ำหมักที่ได้มาทำการกลั่นเอทานอล

ผลการวิจัยและวิจารณ์

การศึกษาปริมาณคาร์บอนที่เหมาะสมต่อการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล

การหาปริมาณคาร์บอนที่เหมาะสม โดยการเจือจางกากน้ำตาลที่แตกต่างกันตามเปอร์เซ็นต์บริกซ์ คือ 24, 26 และ 28 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ พบว่าที่กากน้ำตาล 26 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ ได้ปริมาณเอทานอลที่ได้สูงสุดคือ 48.68 กรัมต่อลิตร (ตารางที่ 1) ซึ่งการเจือจางของกากน้ำตาลที่แตกต่างกัน ทำให้มีปริมาณน้ำตาลที่ใช้เป็นแหล่งพลังงานที่จำเป็นต่อการเจริญของเชื้อยีสต์นั้นต่างกัน และยังส่งผลให้เกิดแรงดันออสโมติกที่มีผลต่อการเจริญของยีสต์ โดยการเจือจางที่ 26 เปอร์เซ็นต์บริกซ์นั้นมีปริมาณน้ำตาลและแรงดันออสโมติกที่เหมาะสมต่อการเจริญของยีสต์

ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ในการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลที่ปริมาณคาร์บอนแตกต่างกัน

Molasses (% Brix)	Initial sugar concentration (g l ⁻¹)	Final sugar concentration (g l ⁻¹)	Ethanol production (g l ⁻¹)	Volumetric ethanol productivity (g l ⁻¹ h ⁻¹)	Ethanol yield (g g ⁻¹)
24	125.50	4.00	41.17	0.85	0.33
26	135.50	8.25	48.68	1.01	0.38
28	148.00	31.25	47.57	0.99	0.40

การศึกษา pH ที่เหมาะสมต่อการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล

การหมักเอทานอลจากกากน้ำตาลโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5020 ที่ระดับ pH ต่างๆ คือ 4.0, 4.2, 4.4, 4.6, 4.8 และ 5.0 ให้ปริมาณเอทานอลที่ 41.10, 46.43, 49.71, 52.74, 46.81 และ 46.56 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2) พบว่า ที่ pH 4.6 นั้น เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5020 สามารถผลิตเอทานอลได้สูงที่สุด จึงเลือก pH ที่ 4.6 เพื่อทำการทดลองในขั้นต่อไป ซึ่งโดยทั่วไปในการผลิตเอทานอลในปัจจุบันจะใช้ค่า pH ในช่วง 4.0-5.0

ตารางที่ 2 ค่าพารามิเตอร์ในการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลที่ pH ต่างๆ

pH	Initial sugar concentration (g l ⁻¹)	Final sugar concentration (g l ⁻¹)	Ethanol production (g l ⁻¹)	Volumetric ethanol productivity (g l ⁻¹ h ⁻¹)	Ethanol yield (g g ⁻¹)
4.0	149.75	42.75	41.10	0.85	0.38
4.2	147.25	27.75	46.43	0.96	0.38
4.4	144.75	36.50	49.71	1.03	0.45
4.6	148.50	36.75	52.74	1.09	0.47
4.8	151.00	32.00	46.81	0.97	0.39
5.0	145.25	31.50	46.56	0.97	0.40

การศึกษาแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาล

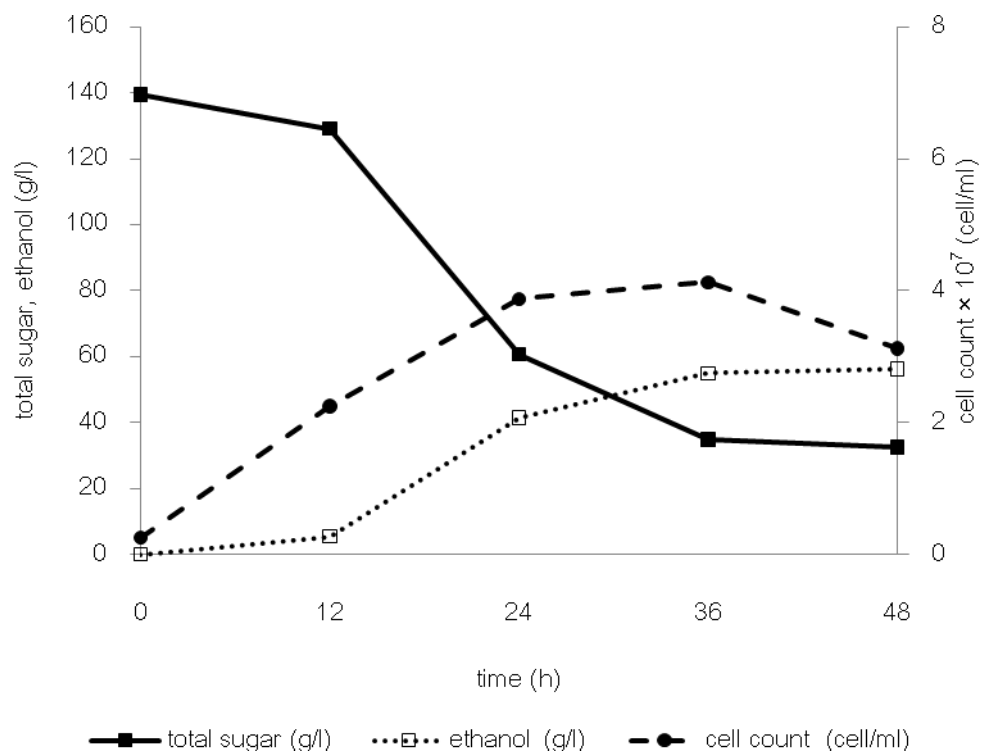
การศึกษาแหล่งไนโตรเจนระหว่าง yeast extract แอมโมเนียมซัลเฟต และยูเรีย เพื่อหาแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการผลิตเอทานอล พบว่า การเติมแอมโมเนียมซัลเฟตนั้นให้ผลผลิตเอทานอลสูงกว่าการเติมยูเรีย คือ 54.10 และ 53.34 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 3 ส่วนในการเติม yeast extract นั้นสามารถให้ปริมาณเอทานอลสูงสุดคือ 58.17 กรัมต่อลิตร เมื่อพิจารณาค่า ethanol yield พบว่าการใช้ yeast extract ให้ค่าสูงสุดคือ 0.60 ขณะที่การใช้แอมโมเนียมซัลเฟตให้ค่ารองลงมา คือ 0.56 ซึ่งเทียบกับการนำไปใช้ในระดับอุตสาหกรรมจริงนั้นโดยทำการเปรียบเทียบทางด้านค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนการผลิตพบว่า yeast extract เป็นแหล่งไนโตรเจนมีราคาสูง ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนเมื่อเทียบกับแอมโมเนียมซัลเฟต ดังนั้นจึงเลือกใช้แอมโมเนียมซัลเฟตเป็นแหล่งไนโตรเจนสำหรับการทดลองขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 3 ค่าพารามิเตอร์ในการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลเมื่อมีการใช้แหล่งไนโตรเจน

Nitrogen source	Initial sugar concentration (g l ⁻¹)	Final sugar concentration (g l ⁻¹)	Ethanol production (g l ⁻¹)	Volumetric ethanol productivity (g l ⁻¹ h ⁻¹)	Ethanol yield (g g ⁻¹)
control	134.50	29.25	51.69	1.07	0.49
yeast extract	122.75	26.75	58.17	1.21	0.60
(NH ₄) ₂ SO ₄	122.75	27.00	54.10	1.12	0.56
urea	127.75	27.00	53.34	1.11	0.52

การหมักเอทานอลจากกากน้ำตาลแบบเบ็ดเสร็จ (batch fermentation) ในถังหมักขนาด 5 ลิตร

การหมักเอทานอลแบบเบ็ดเสร็จ (batch fermentation) ในถังหมักขนาด 5 ลิตร โดยใช้สภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR 5020 ที่ใช้กากน้ำตาลในการหมักจากการผลการทดลองข้างต้น ได้ปริมาณเอทานอล 56.25 กรัมต่อลิตร ดังภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่าเซลล์เริ่มเจริญคงที่ชั่วโมงที่ 24 และเริ่มลดลงที่ชั่วโมงที่ 36 ปริมาณน้ำตาลเริ่มลดลงอย่างคงที่เช่นเดียวกัน ส่วนปริมาณเอทานอลที่เพิ่มขึ้น มีผลทำให้เชื้อลดปริมาณลงเนื่องจาก ความเข้มข้นของเอทานอลมีผลในการยับยั้งในการเจริญเติบโตเช่นกัน พบว่าปริมาณเอทานอลที่ได้นั้นมีค่าใกล้เคียงกับการทดลองที่ยังไม่มีการขยายขนาด คือ 54.10 กรัมต่อลิตร เมื่อทำการเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Wu *et al.* (2006) ที่ได้ทำการหมักเอทานอลโดยสามารถผลิตเอทานอล 51.10 กรัม โดยใช้กากน้ำตาลกลูโคส 100 กรัม ซึ่งให้ค่าใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำตาล เอทานอลและจำนวนเซลล์ในการหมักแบบครั้งคราวขนาด 5 ลิตร

สรุปผลการวิจัย

การทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเอทานอลจากกากน้ำตาลโดยใช้เชื้อ *S. cerevisiae* TISTR 5020 ทำให้ทราบถึงสภาวะที่เหมาะสมในการหมักเอทานอล คือ ปริมาณคาร์บอนที่ 26 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ pH 4.6 โดยใช้แอมโมเนียมซัลเฟตแหล่งไนโตรเจน และเมื่อได้สภาวะที่เหมาะสมแล้วจึงทำการขยายขนาดในการหมักที่ปริมาตร 5 ลิตร โดยทำการหมักแบบเบ็ดเสร็จ (batch fermentation) ให้ปริมาณเอทานอลที่ 56.25 กรัมต่อลิตร

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ที่สนับสนุนงบประมาณในงานวิจัยชิ้นนี้

เอกสารอ้างอิง

- Morimura, S., Ling, Z. and Kida, K. 1997. Ethanol production br repeated-batch fermentation at high temperature in a molasses medium containing a high concentration of total sugar by a thermotolerant flocculating yeast with improved salt-tolerance. **Fermentation and Bioengineering**. 83: 271-274.
- Sun, Y. and J. Cheng. 2002. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: a review, **Bioresource Technology**. 83: 1-11.
- Wu, X. , R. Zhao, D. Wang, S. R. Bean, P. A. Seib, M. R. Tuinstra, M. Campbell and A. Brien. 2006. Effects of amylose, corn protein, and corn fiber contents on production of ethanol from starch-rich media. **Cereal Chemistry**. 83: 569-575.
- Yoosin, S. and C. Sorapipatana. 2007. A Study of ethanol production cost for gasoline substitution in Thailand and its competitiveness. **Energy and Environment**. 1: 1-12.

การหมักลำไยอบแห้งปราศจากน้ำตาลโดยใช้รา 5 สายพันธุ์
เพื่อผลิตเอนไซม์เซลลูเลส ไคลาเนส แมนนาเนส และเพกตินเอส
**Fermentation of Sugar Depleted Dried Longan by 5 Strains of Fungi
to Produce Cellulase, Xylanase, Mannanase and Pectinase**

ชนาวุธ แก้วคำปา¹ นพพล เล็กสวัสดิ์² และรณชัย ประรณานผล^{1*}

Chanawut Kaewcompa¹, Noppol Leksawasdi² and Ronachai Pratanaphon^{1*}

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50290

²สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50290

¹Division of Biotechnology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand 50200

²Division of Food Engineering, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand 50200

*Corresponding author: ronachai@chiangmai.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำลำไยอบแห้งปราศจากน้ำตาลมาเลี้ยงรา จำนวน 5 สายพันธุ์ เพื่อศึกษาการผลิตเอนไซม์ เซลลูเลส ไคลาเนส แมนนาเนส และเพกตินเอส รวมถึงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดขึ้น จากการทดลอง พบว่า *Aspergillus niger* TISTR 3089 มีค่ากิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลส และแมนนาเนสสูงที่สุด และ *A. foetidus* TISTR 3461 มีค่ากิจกรรมเอนไซม์ไคลาเนส และเพกตินเอสสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่วัดได้จากราทั้งสองสายพันธุ์ ดังนั้นราทั้งสองสายพันธุ์จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้เพื่อผลิตเอนไซม์ และน้ำตาลรีดิวซ์จากกากลำไยอบแห้งหมดอายุปราศจากน้ำตาล

คำสำคัญ: เซลลูเลส ไคลาเนส แมนนาเนส เพกตินเอส น้ำตาลรีดิวซ์

Abstract

Sugar depleted dried longan was used to cultivated 5 strains of fungus in order to produce cellulase, xylanase, mannanase and pectinase as well as reducing sugar. The results showed that *Aspergillus niger* TISTR 3089 had maximum cellulase and mannanase activity. Whilst, *A. foetidus* TISTR 3063 had maximum xylanase and pectinase activity which were correlated with the amount of reducing sugar produced. Therefore, both fungal strains are suitable to produce enzyme and reducing sugar from sugar depleted dried longan.

Keywords: cellulase, xylanase, mannanase, pectinase, reducing sugar

คำนำ

ลำไย (*Dimocarpus longan* Lour.) เป็นผลไม้ทางเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย โดยที่ไทยเป็นผู้ผลิตและผู้ส่งออกลำไยรายใหญ่ของโลก ตลาดหลักของไทย ได้แก่ จีน อินโดนีเซีย และฮ่องกง การส่งออกส่วนใหญ่จะส่งออกในรูปลำไยสดและลำไยอบแห้ง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551) ผลผลิตของลำไยในแต่ละปีจะมีความแปรปรวนมาก ถ้าปีใดมีผลผลิตมากกว่า 480,000 ตัน ลำไยจะล้นตลาดและมีราคาตกต่ำ (โชคชัย, 2547) ดังนั้นต้องมีการแปรรูปลำไยให้เป็นผลิตภัณฑ์ในลักษณะต่างๆ โดยเฉพาะลำไยอบแห้ง (โชคชัย, 2547; จารุพรรณ, 2548) เนื่องจากลำไยอบแห้งเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศซึ่งทำรายได้สู่ประเทศเป็นอย่างมาก (โชคชัย, 2547) ถ้ามีการเก็บลำไยอบแห้งไว้นานเกินไปก็จะทำให้ลำไยไม่มีคุณภาพ เมื่อมีการนำลำไยที่หมดอายุแล้วส่งออกไปก็ย่อมจะเกิดผลกระทบต่อ การส่งออกของไทยอย่างรุนแรงได้ (จารุพรรณ, 2548) ดังนั้นจึงควรทำลายลำไยอบแห้งเก่าทิ้งเสีย โดยการกำจัดส่วนมากนิยมทำโดยวิธีการบดอัดแล้วทำเป็นปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งเป็นการเสียงบประมาณมาก (ที่ประชุมคณะรัฐมนตรี, 2548) หรือทำลายทิ้งโดยการเผา ซึ่งในการเผานี้พบปัญหาหลายอย่าง เช่น ไม่มีที่เผา และเกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อม (พรชัย, 2548)

องค์ประกอบหลักของลำไยทั้งเนื้อลำไยสดและอบแห้ง คือ คาร์โบไฮเดรต (จารุพรรณ, 2548; พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2542) นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ คือ ไขมัน เส้นใย โปรตีน และเถ้า เป็นต้น (พงษ์ศักดิ์ และคณะ, 2542) Sumphanwanich (2006) ได้รายงานว่าากาลำไยมีองค์ประกอบหลัก คือ เซลลูโลส ส่วนเมล็ดลำไยมีองค์ประกอบเป็นเส้นใย ถึง 54.30% ของน้ำหนักแห้ง (วิรัตน์, 2551)

มีรายงานว่ามีการใช้ลำไยอบแห้งหมดอายุที่ยังมีน้ำตาลอยู่ในการผลิตเอทานอล (ตติยา และคณะ, 2551) นอกจากนี้ยังมีการใช้กากลำไยที่เหลือจากการทำน้ำลำไยมาย่อยด้วยกรดหรือเอนไซม์ เพื่อผลิตน้ำตาลรีดิวส์ (วนิดา, 2552; Sumphanwanich, 2006) แต่ยังไม่มีการนำลำไยอบแห้งที่ปราศจากน้ำตาลมาใช้ในการเลี้ยงจุลินทรีย์จากหลายๆ งานวิจัยได้ใช้จุลินทรีย์เช่น *Aspergillus niger*, *Trichoderma reesei* ฯลฯ ในการย่อยวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรเช่น ฟางข้าว ชานอ้อย ชังข้าวโพด กากข้าวโพด กากเนื้อปาล์มน้ำมัน (Ja'afaru and Fagade, 2007; Kang *et al.*, 2004; Sae-lee, 2007; Xia and Shen, 2003)

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ หาความเป็นไปได้ในการใช้ลำไยอบแห้งปราศจากน้ำตาลในการเลี้ยงเชื้อราเพื่อผลิตเอนไซม์เซลลูเลส ไชลาเนส แมนนาเนส และเพกติเนส รวมไปถึงผลิตน้ำตาลรีดิวส์ และหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการผลิตเอนไซม์สูงที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบที่ใช้

นำลำไยอบแห้งค้างสต็อกปี 2547 ทั้งลูกมาปั่นด้วย blender แล้วร่อนด้วยตะแกรงที่มีขนาดรูตะแกรงกว้าง 1 มม.

สายพันธุ์เชื้อราที่ใช้ และการเตรียมสารละลายสปอร์

เชื้อราที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้สุ่มเลือกมาจาก Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR) จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ *A. niger* TISTR 3063 และ 3089 *A. foetidus* TISTR 3461 และ *T. reesei* TISTR 3080 และ 3081 เตรียมสารละลายสปอร์ในสารละลาย tween 80 ความเข้มข้น 0.1% (v/v) ปรับความเข้มข้นของสารละลายสปอร์ราให้มีค่าประมาณ 5×10^7 สปอร์/มล แล้วเติม glycerol ลงไปให้ความเข้มข้น 10% (v/v) แบ่งเก็บใน microcentrifuge tube แล้วเก็บไว้ที่ 20°C

การหมัก

วัดความชื้นลำไยอบแห้งปราศจากน้ำตาลบดละเอียดโดยใช้เครื่อง moisture analyzer ปรับให้ความชื้นประมาณ 70% จากนั้นแบ่งลงใน flask ขนาด 250 มล flask ละ 50 กรัม แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ โดยจะต้องเติมสารละลายสปอร์ลงไป 1 มล ต่อ 1 flask จากนั้นเลี้ยงเชื้อที่ 30°C เป็นเวลา 10 วัน ทำ 3 ซ้ำ โดยจะเก็บตัวอย่างทุกวัน เพื่อนำไปวิเคราะห์เอนไซม์ และน้ำตาลรีดิวซ์

การเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์เอนไซม์ และน้ำตาลรีดิวซ์

ตัวอย่างจะถูกสกัดด้วย acetate buffer ค่าพีเอช 5.0 ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ ปริมาตร 50 มล แล้วนำไปเขย่าบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นกรองผ่านผ้าขาวบาง แล้วนำไปเหวี่ยงที่ 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำส่วนใสที่ได้ไปกรองด้วยกระดาษกรอง whatman เบอร์ 1 ตัวอย่างที่ได้นี้จะใช้ ในการวิเคราะห์เอนไซม์ และน้ำตาลรีดิวซ์ต่อไป

การวิเคราะห์

วิเคราะห์ค่ากิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลสตามวิธีของ Mendels *et al.* (1976) ส่วนการวิเคราะห์ค่ากิจกรรมเอนไซม์ไซลาลเนส แมนนาเนส และเพกตินเนสใช้ตามวิธี JECFA (2006a) และ JECFA (2006b) ค่ากิจกรรมเอนไซม์ที่ได้จะวัดจากปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดขึ้นโดยวิธี DNS โดยใช้กราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส ไซโลส แมนโนส และกรดกาแลคทูโรนิก โดยค่ากิจกรรมเอนไซม์ที่ได้จะถูกแสดงเป็น ยูนิต/กรัม น้ำหนักแห้งของสารตั้งต้น

ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์จะวัดโดยวิธี DNS โดยใช้กราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคส และจะแสดงผลเป็น มก/กรัม น้ำหนักแห้งของสารตั้งต้น และทำการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลที่เกิดขึ้นโดยใช้ high performance liquid chromatography (HPLC) โดยเลือกใช้น้ำตาลซูโครส มอลโตส กลูโคส ไซโลส แมนโนส ฟรุคโตส และกรดกาแลคทูโรนิก เป็นน้ำตาลมาตรฐาน

ผลการทดลอง

ค่ากิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลส ไซลาลเนส แมนนาเนส และเพกตินเนส

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณเอนไซม์เซลลูเลส ไซลาลเนส แมนนาเนส และเพกตินเนส (Table 1) พบว่า *A. niger* TISTR 3089 มีค่ากิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลสและแมนนาเนสสูงที่สุด คือ 4.66 และ 2.70 ยูนิต/กรัม น้ำหนักแห้งของสารตั้งต้น ตามลำดับโดยจะผลิตสูงสุดในวันที่ 9 ของการเลี้ยงเชื้อ และ *A. foetidus* TISTR 3461 มีค่ากิจกรรมเอนไซม์ไซลาลเนส และเพกตินเนสสูงที่สุด คือ 7.35 และ 4.76 ยูนิต/กรัม น้ำหนักแห้งของสารตั้งต้น โดยจะผลิตสูงสุดในวันที่ 9 และ 10 ของการเลี้ยงเชื้อ ตามลำดับ

Table 1 Maximum cellulase, xylanase, mannanase and pectinase activity of 5 strains of fungi

Enzyme	Fungi	Activity (U/g dry substrate)	Culturing (day)
Cellulase	<i>A. niger</i> TISTR 3089	4.66	9
Xylanase	<i>A. foetidus</i> TISTR 3461	7.35	7
Mannanase	<i>A. niger</i> TISTR 3089	2.70	9
Pectinase	<i>A. foetidus</i> TISTR 3461	4.76	10

จากการทดลองหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ (Figure 1) พบว่า *A. niger* TISTR 3089, *A. niger* TISTR 3063, *A. foetidus* TISTR 3461, *T. reesei* TISTR 3080 และ *T. reesei* TISTR 3081 ผลิตน้ำตาลรีดิวซ์สูงที่สุดในที่ 9, 10, 8, 6 และ 10 ของการเลี้ยงเชื้อ โดยผลิตได้ 81.01, 31.96, 93.55, 53.07 และ 31.96 มก/กรัมน้ำหนักแห้งของสารตั้งต้น ตามลำดับ โดย *A. foetidus* TISTR 3461 ผลิตน้ำตาลรีดิวซ์ได้สูงที่สุด

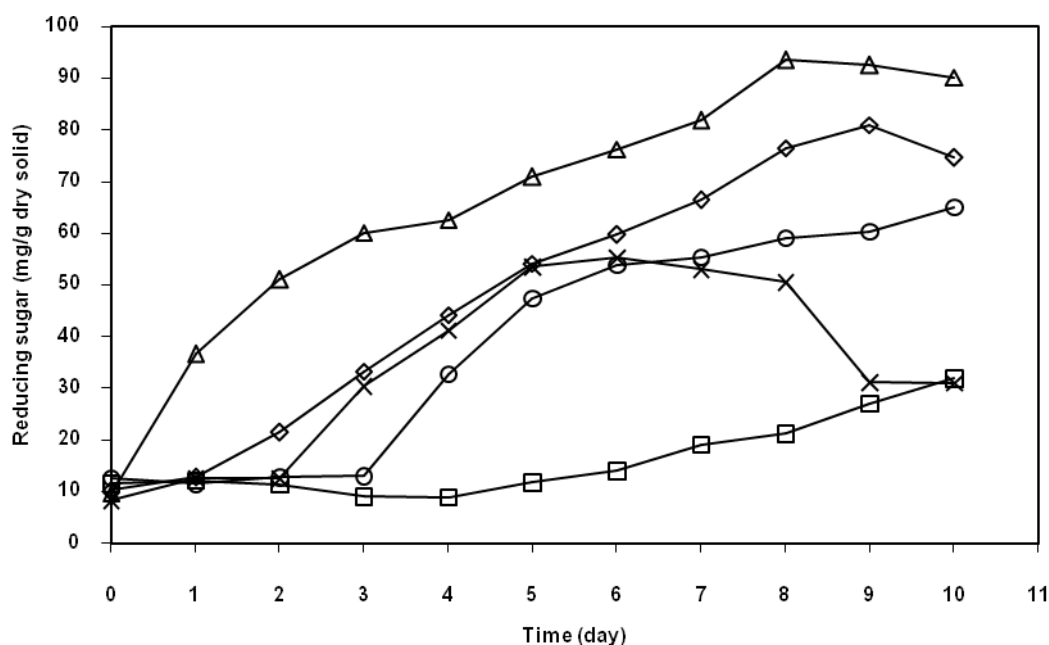


Figure 1 Reducing sugar contents along 10 days cultivation: (◇) *A. niger* TISTR 3089; (□) *A. niger* TISTR 3063; (△) *A. foetidus* TISTR 3461; (×) *T. reesei* TISTR 3080; (○) *T. reesei* TISTR 3081.

เมื่อนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลกลูโคสโดยวิธี HPLC พบว่า *A. niger* TISTR 3089 ผลิตน้ำตาลกลูโคสสูงที่สุด คือ 35.33 กรัม/ลิตร (Table 2)

Table 2 Maximum concentration of glucose of fungi culture

Strain	Glucose concentration (g/l)	Culturing (day)
<i>A. niger</i> TISTR 3089	35.33	9
<i>A. niger</i> TISTR 3089	6.45	10
<i>A. foetidus</i> TISTR 3461	30.28*	8
<i>T. reesei</i> TISTR 3080	20.37	6
<i>T. reesei</i> TISTR 3081	5.60	10

*See discussion

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้พบว่าเชื้อราทั้ง 5 ชนิด สามารถเจริญเติบโตบนกากลำไยอบแห้งปราศจากน้ำตาล บดละเอียดได้ จากการทดลอง *A. niger* TISTR 3089 มีค่ากิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลสและแมนนาเนสสูงที่สุด และ *A. foetidus* TISTR 3461 มีค่ากิจกรรมเอนไซม์ไซลาเนสและเพกตินเนสสูงที่สุด จากค่ากิจกรรมเอนไซม์ ที่วัดได้ พบว่า เอนไซม์เซลลูเลส ไซลาเนส แมนนาเนส และเพกตินเนสที่ผลิตได้มีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยอื่น ที่ใช้รายยวสด์เหลือทิ้งทางการเกษตรเพื่อผลิตเอนไซม์โดยไม่มีการเติมแหล่งอาหารอื่นๆ (Sae-lee 2007; Vintila *et al.*, 2009) แต่อย่างไรก็ตามถ้าเปรียบเทียบกับค่ากิจกรรมเอนไซม์ที่ได้กับงานวิจัยอื่นๆ ที่มีการเติม แหล่งไนโตรเจนลงไปจะมีค่าน้อยกว่าค่อนข้างมาก (Ja'afaru and Fagade, 2007; Lin and Chen, 2003; Patil and Dayanand, 2006; Xia and Shen, 2004, Yuan *et al.*, 2005) ดังนั้นถ้าต้องการผลิตเอนไซม์ให้ มากขึ้นจึงต้องมีการเติมไนโตรเจนลงไปผสมในสารตั้งต้นก็จะทำให้ปริมาณเอนไซม์เพิ่มขึ้นได้ (Bakir *et al.*, 2001)

ส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่ผลิตได้มีค่าเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับค่ากิจกรรมของเอนไซม์ ซึ่งน้ำตาลรีดิวซ์ ที่เกิดขึ้นนี้ถูกนำไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลด้วยวิธี HPLC จากการวิเคราะห์ พบว่า น้ำตาลที่เกิดขึ้น ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสเป็นส่วนมาก แต่จากผลการทดลองที่ได้ *A. foetidus* TISTR 3461 และ *T. reesei* TISTR 3080 และ 3081 ไม่พบค่ากิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลส โดย *A. foetidus* มีรายงานว่าราชนิดนี้ผลิต เอนไซม์เซลลูเลสได้น้อยมาก (Shah and Madamwar, 2005) จากงานวิจัยอื่นๆ มีรายงานว่า *A. niger*, *A. foetidus* และ *T. reesei* สามารถผลิตเอนไซม์ในกลุ่มอะไมโลไลติกและ/หรือแทนเนสได้ (จุฑารัตน์ และ คณะ, 2551; วิรัน, 2551; Aehle, 2007; Michelena and Castillo, 1984; Mukherjee and Banerjee, 2004; Rose and Guerra, 2009) ดังนั้นน้ำตาลกลูโคสที่เกิดขึ้นนี้จะมาจากการย่อยแป้งและแทนนินซึ่งเป็น องค์ประกอบภายในเมล็ดลำไย (วิรัน, 2551; Oates and Powell, 1996) อย่างไรก็ตามน้ำตาลกลูโคสที่เกิดขึ้น นี้โดยเฉพาะจาก *A. niger* TISTR 3089 จึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการผลิตเอทานอลโดย *Saccharomyces cerevisiae* (จุฑารัตน์ และคณะ, 2551; Vintila *et al.*, 2009) ยกเว้นน้ำตาลจาก *A. foetidus* TISTR 3461 เนื่องจากมีน้ำตาลรีดิวซ์เกิดขึ้นในปริมาณสูง (30.28 กรัมต่อลิตร) และไม่พบค่ากิจกรรมเอนไซม์เซลลูเลส แต่ในการทดลองพบค่ากิจกรรมเอนไซม์ไซลาเนสมากที่สุด อีกทั้งฟีดที่เกิดขึ้นก็อยู่ในช่วงคาบเกี่ยวกับฟีด มาตรฐานกลูโคสและไซโลส ดังนั้นปริมาณน้ำตาลกลูโคสที่วัดได้อาจไม่ได้ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสเพียง อย่างเดียว ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้คอลัมน์ HPLC ที่เหมาะสมในการแยกน้ำตาลกลูโคสกับไซโลสออกจากกัน จึงจะสามารถสรุปผลได้ แต่ถึงอย่างไรก็ตามถึงแม้จะประกอบไปด้วยน้ำตาลไซโลสก็ยังสามารถนำไปผลิต เอทานอลได้โดยใช้ *Pichia stipitis* (Okur and Saracoglu, 2006)

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะอุตสาหกรรมเกษตร และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่สนับสนุนงบประมาณบางส่วนในงานวิจัยชิ้นนี้

เอกสารอ้างอิง

- จารุพรรณ ปัญญาเทพ. 2548. การสำรวจการแปรรูปและวิเคราะห์คุณภาพของผลลำไยอบแห้งทั้งเปลือกในจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.
- จุฑารัตน์ เกษรสิทธิ์, อัญชริดา อัครจรัสญา และธีรภัทร ศรีนรคุตร. 2551. แห้กคาริฟิเคชันของกากมันสำปะหลังโดย *Trichoderma reesei* เพื่อการผลิตเอทานอล. รายงานผลการวิจัย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ.
- โชคชัย ไชยมงคล. 2547. ผลของพันธุ์ลำไยต่อคุณภาพของผลลำไยอบแห้ง. รายงานผลการวิจัย. คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.
- ตติยา คำทิพย์, พนิตนันท์ สิทธิมูล, จิตติพร ก้านบัว และนพพล เล็กสวัสดิ์. 2551. การผลิตสารประกอบอินทรีย์จากลำไยอบแห้งหมักอายุผสมกากน้ำตาลด้วยจุลินทรีย์ 15 สายพันธุ์ในสภาวะตั้งนิ่ง. รายงานผลการวิจัย. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.
- ที่ประชุมคณะรัฐมนตรี. 2548. สรุปผลการทำลายลำไยอบแห้งปี 2545. จาก <http://www.ryt9.com/s/cabt/29289/> [16 กุมภาพันธ์ 2552].
- พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์, ดุษฎี ณ ลำปาง และราไพพรรณ อภิชาติพงษ์ชัย. 2542. ลำไยไม้ผลเศรษฐกิจสำคัญเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรม. โรงพิมพ์เมือง: เชียงใหม่.
- พรชัย เหลืองอาภาวงศ์. 2548. โครงการต้นแบบการแปรรูปลำไยและพืชที่มีความหวานระดับชุมชน เพื่อป้อนอุตสาหกรรมเอทานอล. การปรับโครงสร้างการผลิตโดยใช้ฐานความรู้วิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม ลำไย ล้นจี่. ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.
- วนิดา อาบสุวรรณ. 2552. การย่อยกากลำไยด้วยเอนไซม์เพื่อผลิตน้ำตาลรีดิซ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.
- วิรัตน์ วิสุทธิธาดา. 2551. การหาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเอนไซม์แทนเนสจากผงเมล็ดลำไยแห้งโดยเชื้อรา *Aspergillus niger* สายพันธุ์ 56MS1. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. สถานการณ์และแนวโน้มสินค้าการเกษตรที่สำคัญ ปี 2551. สัมมนาสถานการณ์และแนวโน้มสินค้าเกษตรที่สำคัญ ปี 2551. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: กรุงเทพฯ.

- Aehle, W. 2007. **Enzyme in industry : production and applications**. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: Weinheim. 490 p.
- Bakir, U., S. Yavascaoglu, F. Guvenc and A. Ersayin. 2001. An endo- β -1,4-xylanase from *Rhizopus oryzae*: production, partial purification and biochemical characterization. **Enz. Microb. Technol.** 29: 8-334.
- Ja'afaru, M.I. and O.E., Fagade. 2007. Cellulase production and enzymatic hydrolysis of some selected local lignocellulosic substrates by a strain of *Aspergillus niger*. **Biol. Sci.** 2: 13-16.
- JECFA. (2006a). **Hemicellulase form *Aspergillus niger*, var.** Available form: <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/Additive-222.pdf> [2009 March 3].
- JECFA. (2006b). **Pectinase from *Aspergillus niger*, var.** Available form: <http://www.fao.org/ag/agn/jecfa-additives/specs/Monograph1/Additive-305.pdf> [2009 March 3].
- Kang, S.W., Y.S. Park, J.S. Lee, S.I. Hong and S.W. Kim. 2004. Production of cellulases and hemicellulases by *Aspergillus niger* KK2 from lignocellulosic biomass. **Biores. Technol.** 91: 153-156.
- Lin, T.C. and C. Chen. 2003) Enhanced mannanase production by submerged culture of *Aspergillus niger* NCH-189 using defatted copra based media. **Process Biochem.** 39: 1103-1109.
- Mendels, M., R. Andwotti and C. Roche. 1976. Measurement of saccharifying cellulase. **Biotechnol. Bioeng. Symp.** 6: 21-33.
- Michelena, V.V. and F.J. Castillo. 1984. Production of amylase by *Aspergillus foetidus* on rice flour medium and characterization of the enzyme. **J. Appl. Bacteriol.** 56(3): 395-407.
- Miller, G.L. (1959). Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Anal. Chem.** 31: 426-428.
- Mukherjee, G. and R. Banerjee. 2004. Biosynthesis of tannase and gallic acid from tannin rich substrates by *Rhizopus oryzae* and *Aspergillus foetidus*. **J. Basic Microbiol.** 44(1): 42-48.
- Oates, C.G. and A.D. Powell. 1996. Bioavailability of carbohydrate material stored in tropical fruit seeds. **Food Chem.** 56(4): 405-414.
- Okur, M.T. and N.E. Saracoglu. 2006. Ethanol production from sunflower seed hull hydrolysate by *Pichia stipitis* under uncontrolled pH conditions in a bioreactor. **Turkish J. Eng. Env. Sci.** 30: 317-322.
- Patil, S.R. and A. Dayanand. 2006. Production of pectinase by *Aspergillus niger*. **Food Technol. Biotechnol.** 44(2): 289-292.
- Roses, R.P. and N.P. Guerra. 2009. Optimization of amylase production by *Aspergillus niger* in solid-state fermentation using sugarcane bagasse as solid support material. **World J. Microbiol. Biotechnol.** 25(11): 1929-1939.

- Sae-lee, N. 2007. The production of fungal mannanase, cellulase and xylanase using palm kernel meal as a substrate. **Walailak J. Sci. Tech.** 4: 67-82.
- Shah, A.R. and D. Madamwar. 2005. Xylanase production by a newly isolated *Aspergillus foetidus* strain and its characterization. **Process Biochem.** 40(5): 1763-1771.
- Sumphanwanich, J. 2006. **Selection of agriculture wastes as substrate for ethanol fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*.** M.S. Thesis Chulalongkorn University: Bangkok.
- Vintila, T., M. Dragomirescu, S. Jurcoane, D. Vintila, R. Caprita and M. Maniu. 2009. Production of cellulase by submerged and solid-state cultures and yeasts selection for conversion of lignocellulose to ethanol. **Romanian Biotechnol. Letters.** 14(2): 4275-4281.
- Xia, L. and X. Shen. 2003. High-yield cellulase production by *Trichoderma reesei* ZU-02 on corn cob residue. **Biores. Technol.** 91: 259-262.
- Yuan, Q.P., J.D. Wang, H. Zhang and Z.M. Qian. 2005. Effect of temperature shift on production of xylanase by *Aspergillus niger*. **Process Biochem.** 40: 3255-3257.

การคัดแยกและการผลิตไลเปสของจุลินทรีย์ไลโปไลติกจากดินบนเกาะสีชัง

Selection and Lipase Production of Lipolytic Microorganisms from Soils in Sichang Island

ธนธร วิทิตสานต์^{1,5}, เอนก โสภณ², สุพางค์ จุฬาลักษณ์านุกุล³, กัลยา วัฒนยากร^{2,4} และวรวิฑูรี จุฬาลักษณ์านุกุล^{1,5}
Tanathorn Vitisant^{1,5}, Anek Sapon², Suphang Chulalaksananukul³, Gullaya Wattayakorn^{2,4}
and Warawut Chulalaksananukul^{1,5}

¹ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

²สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

³ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล นครปฐม 73170

⁴ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

⁵หน่วยปฏิบัติการวิจัยการเชื้อเพลิงชีวภาพด้วยตัวเร่งชีวภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

¹Department of Botany, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand 10330

²Aquatic Resources Research Institute, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand 10330

³Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Mahidol University, Nakornpathom, Thailand 73170

⁴Department of Marine Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand 10330

⁵Biofuel by Biocatalyst Research Unit, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand 10330

บทคัดย่อ

การคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถผลิตเอนไซม์ไลเปสจากดินในบริเวณต่างๆ ของเกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ได้แก่ ท่าบน ท่าล่าง ท่าเรือประมง และอู่ต่อเรือ จำนวนทั้งสิ้น 21 ตัวอย่าง สามารถคัดแยก จุลินทรีย์ที่สามารถผลิตเอนไซม์ไลเปสได้ทั้งสิ้น 80 ไอโซเลต ซึ่งแบ่งตามกลุ่มของจุลินทรีย์ได้ดังนี้ แบคทีเรีย 34 ไอโซเลต ยีสต์ 17 ไอโซเลต และรา 29 ไอโซเลต หลังจากนั้นนำจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ ทั้งหมดมาทดสอบความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาของไลเปส พบว่า แบคทีเรียชนิด *Stenotrophomonas maltophilia* SRB19-5 มีแอกทีวิตีสูงสุดเท่ากับ 0.255 ± 0.019 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ยีสต์ไอโซเลต SRY14-3 (Unidentified yeast) มีแอกทีวิตีสูงสุดเท่ากับ 2.304 ± 0.104 ยูนิตต่อมิลลิลิตร และรา *Aspergillus flavus* SRM21-4 มีแอกทีวิตีสูงสุดเท่ากับ 0.950 ± 0.125 ยูนิตต่อมิลลิลิตร จากนั้นทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญและการปลดปล่อยเอนไซม์ไลเปสของจุลินทรีย์ พบว่า แบคทีเรียและยีสต์มีการเจริญและสามารถปลดปล่อยเอนไซม์ไลเปสออกมาในช่วงเวลาที่ 6-7 ขณะที่ราปลดปล่อยเอนไซม์ไลเปสในช่วงเวลาที่ 24 สำหรับการศึกษาคงตัวของความเค็มต่อการปลดปล่อยเอนไซม์ไลเปสของจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ พบว่า เชื้อรา *Penicillium citrinum* SRM 2-1 เป็นจุลินทรีย์ชนิดเดียวที่สามารถปลดปล่อยเอนไซม์ไลเปสออกมาได้ที่ระดับความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 3 โมลาร์ โดยคงเหลือแอกทีวิตี 17.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลเปส พบว่า แบคทีเรียมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลเปสในช่วง 37-50 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่กว้างกว่าจุลินทรีย์กลุ่มยีสต์และรา แต่เมื่อศึกษาคงตัวของเอนไซม์ไลเปสที่เวลา 30 นาที พบว่า ยีสต์จะมีช่วงของอุณหภูมิที่ทำให้เอนไซม์ไลเปสคงตัวได้กว้างกว่าแบคทีเรียและรา คือ 50-70 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ: ไลโปไลติก ไลเปส เกาะสีชัง

Abstract

Twenty-one soil samples from Tha Bon, Tha Lang, fishing pier and shipyard at Sichang Island, Chonburi province were collected for detection of lipolytic microorganisms. Eighty isolates of lipolytic microorganisms were obtained by using enrichment culture technique. Of these 80 isolates, 34 were bacterial isolates, 17 were yeast isolates and 29 were fungal isolates. The results from lipase activity determination revealed that *Stenotrophomonas maltophilia* SRB19-5, SRY 14-3 (Unidentified yeast) and *Aspergillus flavus* SRM 21-4 gave the highest specific activity which equaled to 0.255 ± 0.019 U/ml, 2.304 ± 0.104 U/ml and 0.950 ± 0.125 U/ml, respectively. The relationship between growth rate and microbial lipase secretion showed that bacteria and yeast secreted lipase within 6-7 hours, while fungi secreted lipase after 24 hours. The effect of salinity on lipase secretion of lipolytic microorganism was also determined. The promising fungal species of *Penicillium citrinum* SRM 2-1 was the only species that able to secrete lipase in 3 M NaCl, with remaining lipase activity of 17.5%. In addition, the optimum temperature to accelerate lipase activities was found to be at $37-50^{\circ}\text{C}$ for bacterial lipase, which was in a wider range of temperatures than yeast and fungal lipase. Contrastly, the yeast lipase stability at 30 min. was from 50 to 70°C which was better than that of bacteria and fungi.

Keywords: lipolytic lipase, Sichang Island

คำนำ

จุลินทรีย์กลุ่มไลโปไลติกสามารถผลิตเอนไซม์ย่อยน้ำมันและไขมันได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเอนไซม์ไลเปส ซึ่งจัดเป็นเอนไซม์ประเภท Triacylglycerol acylhydrolases ทำหน้าที่ในการเร่งการย่อยสลายพันธะเอสเทอร์ (ester bonds) ของโมเลกุลน้ำมันและไขมัน (Triacylglycerol) ซึ่งปฏิกิริยาการย่อยสลายนี้สามารถผันกลับได้ในระบบของตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) คือ ปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน (Esterification) และทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน (Transesterification) (Rathi et al. 2001; Jaeger and Reetz., 1998) ด้วยความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาที่หลากหลายจึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้หลายอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมอาหารในการปรับแต่งกลิ่นรส อุตสาหกรรมผงซักฟอก อุตสาหกรรมยา เครื่องสำอาง อุตสาหกรรมกระดาษและเครื่องหนัง ตลอดจนการนำมาใช้ในกระบวนการกำจัดน้ำเสีย เป็นต้น ไลเปสสามารถพบได้ทั้งใน พืช สัตว์ และจุลินทรีย์ แต่ไลเปสจากพืชและสัตว์มีความเสถียร (stability) ต่ำกว่าจุลินทรีย์ ซึ่งสามารถพบจุลินทรีย์ผลิตไลเปสได้ตามแหล่งต่างๆ ที่มีการปนเปื้อนน้ำมัน เช่น ดินบริเวณทะเล (Potumarthi et al. 2008) ตะกอนของเสียจากโรงงานสกัดน้ำมัน (Kumar and Gupta. 2008) เมล็ดพืชน้ำมัน (Ciafardini et al. 2006)

เกาะสีชังเป็นเกาะที่มีทำเลที่ตั้งโดดเด่นอยู่บริเวณอ่าวไทย มีสภาวะแวดล้อมที่โดดเด่นและแตกต่างจากแผ่นดินอีกทั้งมีการปนเปื้อนของน้ำมันและไขมันทั้งจากบ้านเรือนและเรือขนถ่ายสินค้ากลางทะเลตลอด

ทั้งปี งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นคัดแยกจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการผลิตไลเปสจากเกาะสีชัง และศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างที่ปนเปื้อนน้ำมันตามบริเวณต่างๆ ของเกาะสีชังจำนวน 4 บริเวณ ได้แก่ ท่าบน ท่าล่าง ท่าเรือประมงและอู่ต่อเรือ จำนวนทั้งสิ้น 21 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างใส่ถุงพลาสติกที่ใหม่และสะอาด แล้วนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสจนกว่าจะนำมาใช้

การแยกจุลินทรีย์และทำให้บริสุทธิ์

นำตัวอย่างที่เก็บจากแหล่งต่าง ๆ มาทำเป็นสารละลายเจือจางลดความเข้มข้นลงตามลำดับดูดสารละลายเกลี่ย (spread) บนอาหารเลี้ยงเชื้อกึ่งแข็ง Potato Dextrose Agar (มันฝรั่ง 200 กรัมต่อลิตร น้ำตาลเดสโทรส 20 กรัมต่อลิตร วันผง 15 กรัมต่อลิตร) ที่ผสมสารปฏิชีวนะ Streptomycin ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับแยกยีสต์และเชื้อรา นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน จากนั้นทำการแยกเส้นใยราและโคโลนีของยีสต์ดังกล่าวให้บริสุทธิ์โดยเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อกึ่งแข็ง Potato Dextrose Agar ที่เตรียมใหม่ ส่วนแบคทีเรียนำมาเกลี่ยบนอาหารแข็งไตรบิวไทริน (เปปโตน 5 กรัมต่อลิตร ยีสต์สกัด 3 กรัมต่อลิตร ไตรบิวไทริน 10 กรัมต่อลิตร วันผง 15 กรัมต่อลิตร) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นเลือกโคโลนีที่สามารถสร้างโซนใส มาทำการเลี้ยงบนอาหารแข็งไตรบิวไทรินใหม่ เพื่อแยกเชื้อให้บริสุทธิ์ เก็บแบคทีเรียที่แยกได้ไว้ใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

การคัดเชื้อที่มีความสามารถในการผลิตไลเปส

นำจุลินทรีย์ที่คัดเลือกมาทดสอบความสามารถในการผลิตไลเปส โดยทำมาเลี้ยงบนอาหารที่ผสมโรดามีน บี (Rhodamine B) และน้ำมันปาล์ม (แบคโต-ทริบิตอน 10 กรัมต่อลิตร ยีสต์สกัด 3 กรัมต่อลิตร เนื้อสกัด 5 กรัมต่อลิตร โซเดียมคลอไรด์ 5 กรัมต่อลิตร โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 7 กรัมต่อลิตร น้ำมันปาล์ม 10 กรัมต่อลิตร โรดามีน บี 0.01 กรัมต่อลิตร) (ดัดแปลงจากวิธีการของ Schmidt-Dannert และคณะ, 1994) บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4-7 วันสำหรับยีสต์และรา ในขณะที่แบคทีเรียบ่มเป็นเวลา 2 วัน สังเกตการเจริญและคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการเรืองแสงสีส้ม ภายใต้รังสีอัลตราไวโอเลต (UV) ความยาวคลื่น 350 นาโนเมตร

การเปรียบเทียบความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาด้วยเอนไซม์ไลเปสของจุลินทรีย์คัดเลือกได้

เลือกโคโลนีเดี่ยวจากจุลินทรีย์ที่คัดเลือกมาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวสำหรับการผลิตไลเปส (สำหรับเชื้อราสูตรอาหารประกอบด้วย ผงแป้งถั่วเหลือง 75 กรัมต่อลิตร น้ำตาลกลูโคส 20 กรัมต่อลิตร โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 1 กรัมต่อลิตร โซเดียมไนเตรด 1 กรัมต่อลิตร แมกนีเซียมซัลเฟต 0.5 กรัมต่อลิตร น้ำมันปาล์ม 10 กรัมต่อลิตร สำหรับยีสต์และแบคทีเรียสูตรอาหารประกอบด้วย เปปโตน 5 กรัมต่อลิตร ยีสต์สกัด 1 กรัมต่อลิตร แมกนีเซียมซัลเฟต 1 กรัมต่อลิตร โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต 5 กรัมต่อลิตร น้ำมันปาล์ม 10 กรัมต่อลิตร) (Gao *et al.*, 2000) แล้วบ่มบนเครื่องเขย่าความเร็ว 200 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน จากนั้นนำอาหารเลี้ยงเชื้อที่ได้มาทำการปั่นเหวี่ยงด้วย

ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที ที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที นำเอาของเหลวส่วนบนไปกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 แล้วนำส่วนของเหลวที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาของไลเปสโดยวัดค่าแอกทิวิตีของไลเปสทั้งหมด ด้วยวิธีสเปกโตรโฟโตเมทรี โดยใช้สารละลายตั้งต้น คือ พารา-ไนโตรฟีนิล ปาล์มมิเตท (*p*-NPP:*p*-nitrophenyl palmitate) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 410 นาโนเมตร เปรียบเทียบปริมาณพารา-ไนโตรฟีนอลที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาจากกราฟมาตรฐานที่ใช้สารละลายพารา-ไนโตรฟีนอลความเข้มข้นตั้งแต่ 0-10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร กำหนดให้ 1 หน่วยเอนไซม์ (U:Unit) มีค่าเท่ากับปริมาณของเอนไซม์ที่สามารถเปลี่ยนพารา-ไนโตรฟีนิล ปาล์มมิเตทแล้วให้พารา-ไนโตรฟีนอล ปริมาณ 1 ไมโครโมลต่อนาที อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นวัดปริมาณโปรตีนทั้งหมดด้วยวิธี Lowry's assay และหาค่าแอกทิวิตีจำเพาะ

การจัดจำแนกชนิดของจุลินทรีย์ที่ปลดปล่อยเอนไซม์ไลเปสสูง

ทำการจัดจำแนกชนิด เชื้อรา ยีสต์ และแบคทีเรียที่สามารถปลดปล่อยเอนไซม์ไลเปสสูง โดยแบคทีเรียทดสอบการติดสีย้อมแบบแกรมของเซลล์ และทดสอบสมบัติทางชีวเคมีเบื้องต้น (Catalase/Oxidase test, TSI/H₂S production, SIM(H₂S/indole/motile), Simmon's citrate, Urease test, Nitrate reduction, Gelatinase, DNase, Fermentation test(glucose, maltose, lactose, mannitol, D-xylose, Rhamnose, sucrose OF(staph), Mannose, Fructose, lysine decarboxylase, arginine dihydrolase, ornithine decarboxylase) เชื้อราใช้การทดสอบด้วยวิธีการดูลักษณะรูปร่างทางกล้องจุลทรรศน์ การทดสอบคุณสมบัติทางสรีรวิทยา สำหรับยีสต์ใช้การทดสอบด้วยวิธีการดูลักษณะรูปร่างทางกล้องจุลทรรศน์ และการทดสอบด้วยชุดตรวจสอบ API 20C AUX

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญกับการผลิตเอนไซม์ไลเปสของจุลินทรีย์ที่คัดเลือก

นำเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดเลือก มาเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวสำหรับการผลิตไลเปส ปริมาตร 50 มิลลิลิตรในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปปั่นบนเครื่องเขย่าความเร็ว 200 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส โดยทำการเก็บตัวอย่างครั้งละ 500 ไมโครลิตร สำหรับแบคทีเรียทำการเก็บน้ำเชื้อมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 660 นาโนเมตร และค่าแอกทิวิตีของไลเปสทั้งหมดทุก 1 ชั่วโมง ใน 24 ชั่วโมงแรก จากนั้นวัดทุก 12 ชั่วโมง จนครบ 120 ชั่วโมง ยีสต์ทำการเก็บน้ำเชื้อมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 600 นาโนเมตร และค่าแอกทิวิตีของไลเปสทั้งหมด ทุก 2 ชั่วโมง ใน 24 ชั่วโมงแรก จากนั้นวัดทุก 12 ชั่วโมง จนครบ 144 ชั่วโมง และเชื้อราทำการลงเชื้อเริ่มต้นที่ 10⁷ สปอร์ต่อมิลลิลิตร แล้วทำการวัดค่าน้ำหนักแห้งและค่าแอกทิวิตีของไลเปสทั้งหมดทุก 1 วัน จนครบ 7 วัน

การศึกษาผลของความเค็มต่อการเอนไซม์ไลเปสจากจุลินทรีย์ที่คัดเลือก

นำเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดเลือกมาเพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวสำหรับการผลิตไลเปส โดยผสม NaCl ตามระดับความเข้มข้นดังนี้ 0, 0.6, 1, 2, 3, 4, 5 โมลาร์ จากนั้นทำการทำการวิเคราะห์ความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาของไลเปสโดยวัดค่าแอกทิวิตีของไลเปสทั้งหมด

การศึกษาสมบัติบางประการของไลเปสที่ผลิตจากจุลินทรีย์ที่คัดเลือก

การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเร่งปฏิกิริยาของไลเปส ทำการทดสอบหาอุณหภูมิที่เหมาะสมการเร่งปฏิกิริยาของไลเปส โดยทดสอบด้วยการบ่มไลเปส(crude enzyme) กับพารา-ไนโตรฟีนิล ปาล์มมิเตท ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 25, 37, 40, 50, 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที

การศึกษาความเสถียร (stability) ของไลเปสที่อุณหภูมิต่างๆ ทำการทดสอบความคงตัวของไลเปสที่อุณหภูมิต่างๆ โดยการบ่มไลเปส ที่อุณหภูมิดังต่อไปนี้ 50, 60, 70, 80, 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ก่อนที่จะนำไปวัดค่าแอกทิวิตีของไลเปสทั้งหมดคงเหลือ ที่อุณหภูมิที่เหมาะสม

ผลการทดลอง

การคัดแยกเชื้อที่สามารถผลิตเอนไซม์ไลเปส

การแยกเชื้อจุลินทรีย์ผลิตไลเปส จากตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนน้ำมัน บริเวณเกาะสีชัง ได้แก่ ทราบบริเวณครัวเรือน น้ำทะเล บริเวณท่าบนและท่าล่าง ดินใต้ท้องเรือ คราบดินบริเวณซ่อมเครื่อง คราบดินบริเวณถังน้ำมัน และคราบโคมที่ปนเปื้อนน้ำมันที่อุดต่อเรือ เป็นต้น รวมทั้งสิ้น 21 ตัวอย่าง พบว่า สามารถคัดแยกแบคทีเรียที่สามารถสร้างโซนใสบนอาหารไตรบิวไทรีนได้ทั้งสิ้น 97 ไอโซเลต และสามารถคัดแยกยีสต์และเชื้อราที่สามารถขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อผสมสารปฏิชีวนะได้ทั้งสิ้น 47 ไอโซเลตและ 67 ไอโซเลตตามลำดับ จากนั้นนำมาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อกึ่งแข็งที่ผสมเติมโรดามีน บี และน้ำมันปาล์มเป็นส่วนประกอบ ซึ่งจุลินทรีย์ที่มีความผลิตไลเปสได้จะเรืองแสงสีส้ม ภายใต้รังสีอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่น 350 นาโนเมตร (Figure 1) พบว่าสามารถคัดเลือกจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตไลเปสได้ดังนี้ แบคทีเรีย 34 ไอโซเลต เชื้อรา 29 ไอโซเลตและยีสต์ 17 ไอโซเลต (Table 1)

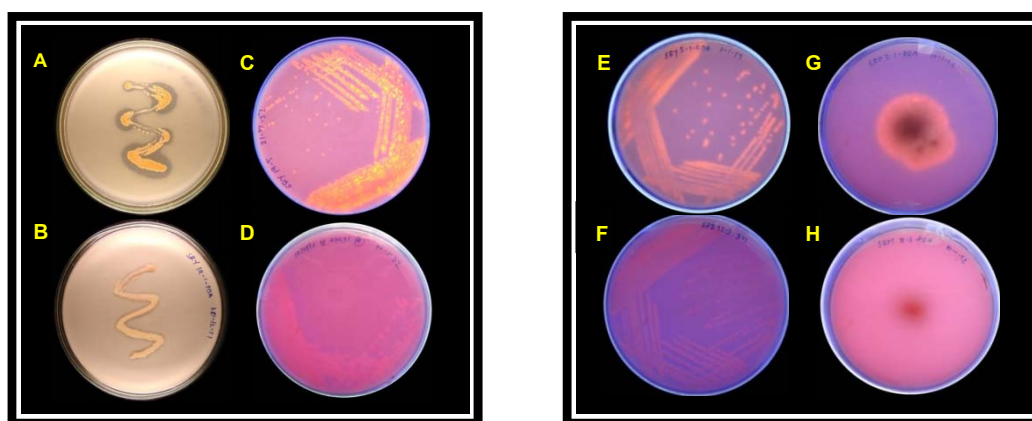


Figure 1 Bacteria A and C show the positive clear zone on tributyrin and the positive orange fluorescent halo when observed under UV light ,respectively, while bacteria B and D show the negative result. Yeast E and Fungi G show the positive orange fluorescent halo when observed under UV light, but Yeast F and Fungi H show the negative result on the same medium.

Table 1 Isolation of lipase producing microorganism from samples

Source	sample	Bacteria			Yeast		Fungi	
		Tributyrin	Rhodamine	Highest	Rhodamine	Highest	Rhodamine	Highest
		agar (isolate)	B agar (isolate)	activity (U/ml)	B agar (isolate)	activity (U/ml)	B agar (isolate)	activity (U/ml)
Tha Lang	5	35	12	0.121±0.021	5	0.023±0.0015	3	0.889±0.150
Tha Bon	3	19	8	0.019±0.001	1	0.014±0.0005	9	0.012±0.0028
Fishery pier	5	12	5	0.003 ±0.0003	2	0.029±0.0026	1	0.0059±0.0011
Shipyards	8	31	9	0.255±0.019	9	2.304±0.104	16	0.950±0.125
Total	21	97	34		17		29	

การเปรียบเทียบความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาด้วยเอนไซม์ไลเปสของจุลินทรีย์คัดเลือกได้

จากการตรวจวัดความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์ไลเปสด้วยวิธีสเปกโตรโฟโตมิทรี สามารถคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการเร่งปฏิกิริยามากกว่า 0.1 ยูนิตต่อมิลลิลิตร โดยแบ่งเป็นกลุ่มตามชนิดของจุลินทรีย์ได้ดังนี้แบคทีเรีย SRB 19-5 มีแอกทิวิตีสูงสุดเท่ากับ 0.255±0.019 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ยีสต์ SRB14-3 มีแอกทิวิตีสูงสุดเท่ากับ 2.304±0.104 ยูนิตต่อมิลลิลิตร และเชื้อรา SRB 21-4 มีแอกทิวิตีสูงสุดเท่ากับ 0.950±0.125 ยูนิตต่อมิลลิลิตร

การจัดจำแนกชนิดของจุลินทรีย์ที่ปลดปล่อยเอนไซม์ไลเปสสูง

นำจุลินทรีย์ที่คัดเลือกมาทำการจัดจำแนกชนิด โดยแบคทีเรีย ทดสอบการติดสีย้อมแบบแกรมของเซลล์ และทดสอบสมบัติทางชีวเคมีเบื้องต้น สำหรับยีสต์และเชื้อรา ใช้การทดสอบด้วยวิธีการดูลักษณะรูปร่างทางกล้องจุลทรรศน์ การทดสอบคุณสมบัติทางสรีรวิทยา และการทดสอบด้วยชุดตรวจสอบ API 20C AUX (Table 2)

Table 2 Identification of microorganism producing lipase

Isolate	Identification	Activity(U/ml)
SRB19-5	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	0.255±0.019
SRB19-4	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	0.222±0.021
SRB12-5	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0.128±0.032
SRB14-3	Unidentified yeast	2.304±0.104
SRB19-3	<i>Aureobasidium pullulans</i>	0.938±0.071
SRM21-4	<i>Aspergillus flavus</i>	0.950±0.125
SRM2-1	<i>Penicillium citrinum</i>	0.889±0.150

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญกับการผลิตเอนไซม์ไลเปสของจุลินทรีย์ที่คัดเลือก

กลุ่มแบคทีเรียพบว่า *Stenotrophomonas maltophilia* SRB 19-5 และ *Stenotrophomonas maltophilia* SRB 19-4 เริ่มปลดปล่อยเอนไซม์ไลเปสออกสู่อาหารเลี้ยงเชื้ออย่างรวดเร็วในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน คือ ในช่วง 7-12 ชั่วโมงแรก และสูงสุดในชั่วโมงที่ 73 กลุ่มยีสต์ พบว่า SRY14-3 (Unidentified yeast) และ *Aureobasidium pullulans* SRY 19-3 เริ่มปลดปล่อยเอนไซม์ไลเปสสู่อาหารเลี้ยงเชื้อในช่วงต้นของชั่วโมงที่ 6 โดย *Aureobasidium pullulans* SRY19-3 จะมีแอกทิวิตีสูงสุดในชั่วโมงที่ 73 และ SRY14-3 (Unidentified yeast) มีแอกทิวิตีสูงสุดในชั่วโมงที่ 117 กลุ่มรา *Aspergillus flavus* SRM21-4 และ *Penicillium citrinum* SRM2-1 เริ่มปลดปล่อยไลเปสในชั่วโมงที่ 24 และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในชั่วโมงที่ 48 สำหรับ *Aspergillus flavus* SRM21-4 และชั่วโมงที่ 96-168 สำหรับ *Penicillium citrinum* SRM2-1

การศึกษาผลของความเค็มต่อการผลิตเอนไซม์ไลเปสจากจุลินทรีย์ที่คัดเลือก

เชื้อรา *Penicillium citrinum* SRM2-1 ยังคงสามารถปลดปล่อยเอนไซม์ไลเปสได้ที่ระดับความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์ 3 โมลาร์ เมื่อเปรียบเทียบกับจุลินทรีย์ไอโซเลตอื่นที่ไม่สามารถปลดปล่อยเอนไซม์ไลเปสได้เลย (Figure 2) โดยคงเหลือแอกทิวิตี 17.5% เปรียบเทียบกับอาหารที่ไม่ได้ผสมโซเดียมคลอไรด์ (ค่าแอกทิวิตีสูงสุด)

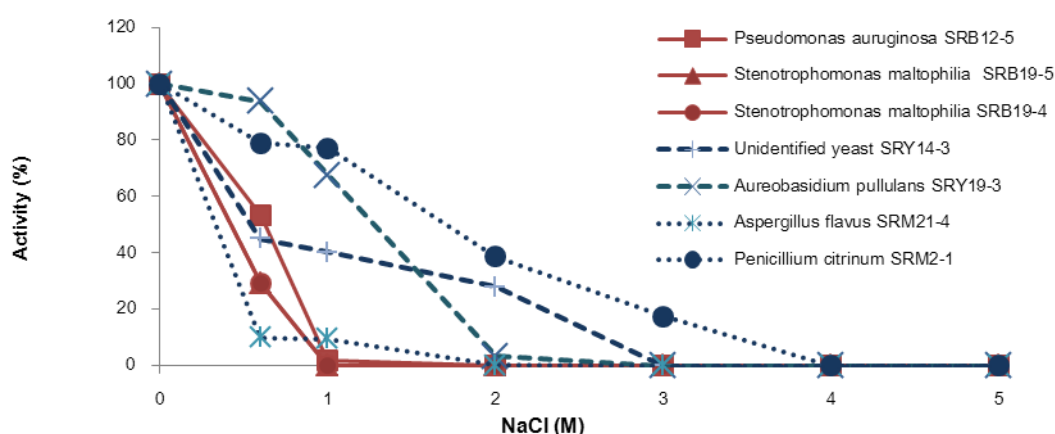


Figure 2 The effect of NaCl on lipase releas

การศึกษาสมบัติบางประการของไลเปสที่ผลิตจากจุลินทรีย์ที่คัดเลือก

Stenotrophomonas maltophilia SRB19-5 และ *Stenotrophomonas maltophilia* SRB19-4 มีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเร่งปฏิกิริยาเท่ากับ 50 องศาเซลเซียส โดยมีความคงตัวที่อุณหภูมิ 50 และ 55 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เป็นเวลา 30 นาที ในขณะที่ *Pseudomonas auruginosa* SRB12-5 มีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเร่งปฏิกิริยาเท่ากับ 37 องศาเซลเซียส และแอกทิวิตีเหลือเพียง 50% เมื่อป้อนเอนไซม์ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ยีสต์ Unidentified yeast SRY14-3 และ *Aureobasidium pullulans* SRY19-3 มีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเร่งปฏิกิริยาเท่ากับ 37 และ 40 องศาเซลเซียส และมีความคงตัวที่อุณหภูมิ 70 และ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เชื้อรา *Aspergillus flavus* SRM21-4 และ *Penicillium citrinum* SRM2-1 มีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเร่งปฏิกิริยาเท่ากับ 40 องศาเซลเซียส และ

มีความคงตัวที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาทีสำหรับ *Aspergillus flavus* SRM21-4 ในขณะที่ *Penicillium citrinum* SRM2-1 เกือบจะไม่มีแอกทิวิตีคงเหลือที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

พบจุลินทรีย์ไลโปไลติกบนเกาะสีชังครั้งนี้แบคทีเรีย 34 ไอโซเลต ยีสต์ 17 ไอโซเลต และเชื้อรา 29 ไอโซเลต จากนั้นทำการคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตไลเปสสูงทั้งสิ้น 7 ไอโซเลต ได้แก่ *Stenotrophomonas maltophilia* SRB 19-5, *Stenotrophomonas maltophilia* SRB 19-4, *Pseudomonas aeruginosa* SRB12-5, Unidentified yeast SRY14-3, *Aureobasidium pullulans* SRY19-3, *Aspergillus flavus* SRM21-4, *Penicillium citrinum* SRM2-1 โดย Lambit Kanwar *et al.* (2002) ได้ทำการคัดแยกแบคทีเรียทั้งสิ้น 57 ไอโซเลต จากดินบริเวณทะเล พบว่ามีเพียง 37 % ที่สามารถสังเกตุเห็นโซนใสบนอาหารที่ผสมไตรบิวไทริน และ *Pseudomonas* MSI057 สามารถสร้างโซนใสได้กว้างที่สุด Kumar and Gupta (2008) ทำการคัดแยกยีสต์จำนวน 15 ไอโซเลต จากกากของเสียของโรงงานผลิตน้ำมันปิโตรเลียม พบว่า *Trichosporon ashii* มีการสร้างโซนใสกว้างที่สุดบนอาหารที่ผสมไตรบิวไทริน 1 % ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่าเชื้อยีสต์ไอโซเลต Unidentified yeast SRY14-3 มีความน่าสนใจเนื่องจากให้ค่าแอกทิวิตีสูง มีความคงตัวที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และแนวโน้มจะเป็นเชื้อที่ยังไม่ได้รับการรายงานก่อนหน้านี้ ทั้งนี้ต้องทำการจัดจำแนกโดยใช้เทคนิคทางชีวโมเลกุลในการระบุสายพันธุ์ต่อไป จากงานวิจัยนี้จึงสามารถนำเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดเลือกได้ไปผลิตไลเปสเพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Ciafardini, G., B.A. Zullo and A. Iride. 2006. Lipase production by yeasts from extra virgin olive oil. **Food Microbiology**. 23: 60-67.
- Gao, X.G., S.G. Cao, and K.C. Zhang. 2000. Production, Properties and application to nonaqueous enzymatic catalysis of lipase from a newly isolated *Pseudomonas* strain. **Enzyme and Microbial Technology**. 27: 74-82.
- Jaeger, K.E. and T.M. Reetz. 1998. Microbial lipase from versatile tools for biotechnology. **Trends Biotechnol.** 16: 396-403
- Kumar, S.S. and R. Gupta. 2008. An extracellular lipase from *Trichosporon asahii* MSR 54: Medium optimization and enantioselective deacetylation of phenyl ethyl acetate. **Process Biochemistry**. 43: 1054-1060.
- Lambit K. and G. Pranab. 2002. Isolation of a *Pseudomonas* lipase produced in pure hydrocarbon substrate and its application in the synthesis of isoamyl acetate using membrane-immobilised lipase. **Enzyme and Microbial Technology**. 31(6): 727-735.

- Potumarthi, R., C. Subhakar, J. Vanajakshi and A. Jetty. 2008. Effect of aeration and agitation regimes on lipase production by newly isolated *Rhodotorula mucilaginosa*-MTCC 8737 in stirred tank reactor using molasses as sole carbon source. **Applied Biochemistry and Biotechnology**. 151: 700-710.
- Rathi, P., R.K. Saxena and R. Gupta. 2001. A novel alkaline lipase from *Burkholderia cepacia* for detergent formulation. **Process Biochemistry**. 37:187-192.
- Schmidt-Dannert, C., H. Sztajer, W. Stocklein, U. Menge and R.D. Schmid. 1994. Screening, purification and properties of a thermophilic lipase from *Bacillus thermocatenulatus*. **Biochimica et Biophysica Acta**. 1214(1): 43-53

การโคลนนิ่งและการแสดงออกของเอนไซม์ไพรูเวตดีคาร์บอกซิเลส

จาก *Saccharomyces cerevisiae* ใน *Pichia pastoris*

Cloning and Expression of *Saccharomyces cerevisiae* Pyruvate

Decarboxylase in *Pichia pastoris*

จักรพันธ์ กัลยา¹ นพพล เล็กสวัสดิ์² และรณชัย ประรณนาผล^{1*}

Jukrapun Kunlaya¹, Noppol Leksawasdi² and Ronachai Pratanaphon^{1*}

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50100

²สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50100

¹Division of Biotechnology, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand 50100

²Division of Food Engineering, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand 50100

*Corresponding author: ronachai@chiangmai.ac.th

บทคัดย่อ

เอนไซม์ pyruvate decarboxylase1 (PDC1) เป็นเอนไซม์ที่ช่วยเร่งปฏิกิริยาในการเปลี่ยน pyruvate และ benzaldehyde เป็น (R)-phenylacetylcarbinol (R-PAC) ในกระบวนการ biotransformation ซึ่ง R-PAC เป็นสารตั้งต้นในการผลิตยา ephedrine ที่ใช้ในการรักษาโรคหอบหืดและยา pseudoephedrine สำหรับบรรเทาอาการคัดจมูกเนื่องจากหวัด ในการทดลองได้ทำการเพิ่มปริมาณยีน PDC1 จากยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR5606 และเชื่อมกับพลาสมิด pPICZ A ได้พลาสมิดสายผสม pPICZ A-PDC1 หลังจากนั้น ถ่ายพลาสมิดสายผสมเส้นตรงเข้าสู่ *P. pastoris* X-33 จากการทดลองพบว่าได้โคลน *P. pastoris* ที่มี pPICZ A-PDC1 3 โคลน ขึ้นบนอาหารที่ประกอบด้วย zeozin 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อนำไปเลี้ยงและกระตุ้นการแสดงออกด้วยเมทานอล พบว่า มีการแสดงออกของยีนใกล้เคียงกับยีสต์ *S. cerevisiae* TISTR5606 และ *C. utilis* TISTR5198 ในการศึกษาในอนาคตจะต้องมีการหาสภาวะกระตุ้นให้เกิดการแสดงออกของยีนแบบสูงสุดต่อไป

คำสำคัญ: gene expression, pyruvate decarboxylase1, *Pichia pastoris*, (R)-phenylacetylcarbinol (R-PAC), pPICZ A

Abstract

Pyruvate decarboxylase1 (PDC1) converts benzaldehyde and pyruvate into (R)-phenyl acetylcarbinol (RPAC) in enzymatic biotransformation. R-PAC is the precursor for the production of ephedrine and pseudoephedrine, used as anti-asthmatic and nasal decongestants, respectively. In this study the PDC1 gene was amplified from *Saccharomyces cerevisiae* 5606. The amplicon was ligated into pPICZ A. The resulting pPICZ A-PDC1 was transformed into *P. pastoris* X-33. Three

clones of recombinant *P. pastoris* found on selective media containing 500 ug/ml zeozin were cultured and induced with methanol. The activities of PDC1 expressed from *P. pastoris* were similar to *S. cerevisiae* TISTR5606 and *C. utilis* TISTR5198. Further studies are needed in order to optimize the PDC1 expression.

Keywords: gene expression, pyruvate decarboxylase1, *Pichia pastoris*, (R)-phenylacetylcarbinol (R-PAC), pPICZ A

คำนำ

Pyruvate decarboxylase1 (PDC1; EC 4.1.1.1) เป็นเอนไซม์ที่มีประโยชน์ในกระบวนการสร้างสารเคมีทางเภสัชวิทยา โดยช่วยเร่งปฏิกิริยาในการเปลี่ยน pyruvate และ benzaldehyde ให้กลายเป็น (R)-phenylacetylcarbinol (R-PAC) โดยกระบวนการ biotransformation (Iwan *et al.*, 2001; Leksawasdi *et al.*, 2003; 2004; 2007) ซึ่งเป็นสารเคมีตั้งต้น (precursor) ในการผลิตยา ephedrine สำหรับรักษาโรคหอบหืดและยา pseudoephedrine สำหรับบรรเทาอาการคัดจมูกเนื่องจากหวัด โดยอาศัยกระบวนการสังเคราะห์ทางเคมี (chemical synthesis) (Iwan *et al.*, 2001; Rosche *et al.*, 2002a; 2002b; Leksawasdi *et al.*, 2004) นอกจากนี้ PDC ยังมีบทบาทในการผลิตเอทานอลโดยเปลี่ยน pyruvate ให้กลายเป็น acetaldehyde โดยอาศัย thiamine pyrophosphate (TPP) และ Mg^{2+} เป็นโคแฟกเตอร์ (Leksawasdi *et al.*, 2004; Talarico, 2001; Iwan *et al.*, 2001; Tripathi, 1997) และถูกเปลี่ยนเป็นเอทานอลโดยเอนไซม์ alcohol dehydrogenase (ADH) (Tripathi, 1997) ทำให้จุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการผลิตเอทานอลได้มียีน PDC1 อยู่ (Iwan *et al.*, 2001; Raj *et al.*, 2002; Lockimhto *et al.*, 1996; Talarico *et al.*, 2001)

ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการโคลนยีน PDC1 จาก *Saccharomyces cerevisiae* ซึ่งมียีน PDC1 อยู่ (Oliver, 1999; Rosche *et al.*, 2002a; 2002b) ลงในยีสต์ *Pichia pastoris* ซึ่งเป็นยีสต์ที่สามารถใช้เมทานอลเป็นแหล่งอาหารได้ (methylotrophic yeast) สามารถเลี้ยงได้ง่าย เติบโตไว ได้ความเข้มข้นของเซลล์สูงในการหมัก (Porro *et al.*, 2005) และเนื่องจากยีสต์เป็นยูแคริโอตทำให้มีความสามารถในการตัดแปลงโปรตีนภายหลังการสังเคราะห์ ซึ่งเป็นกระบวนการเดียวกับที่พบในสัตว์ชั้นสูงโดยทั่วไป โปรตีนที่ผลิตได้จาก *P. pastoris* มีความถูกต้องคล้ายกับที่ผลิตจากเซลล์สัตว์ชั้นสูง ประกอบกับ *P. pastoris* มีโปรโมเตอร์ที่มีความสามารถในการกระตุ้นการแสดงออกสูงมาก (Cereghino *et al.*, 2000; 2002; Daly and Hearn, 2004; Macauley *et al.*, 2005) ทำให้ *P. pastoris* เป็นเซลล์เจ้าบ้านที่เหมาะสมในการผลิตเอนไซม์ PDC1 จาก *S. cerevisiae* เพื่อใช้ในกระบวนการผลิต R-PAC ด้วยวิธี biotransformation

อุปกรณ์และวิธีการ

การแยกจีโนมดีเอ็นเอ

นำยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* TISTR5606 มาแยกจีโนมดีเอ็นเอด้วยวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธีของ Sambrook *et al.* (2001) และวิธีของ Invitrogen Corp. (1999)

การหาความเป็นไปได้ในการเพิ่มปริมาณยีน PDC1 จากจีโนมดีเอ็นเอด้วยวิธี PCR

หาความเป็นไปได้ในการเพิ่มปริมาณยีน PDC1 จากจีโนมดีเอ็นเอของ *S. cerevisiae* TISTR5606 โดยใช้เอนไซม์ Taq DNA polymerase (Vivantis, Poland) และไพรเมอร์ที่จำเพาะกับทั้งขั้วยีน (F_PDC1_SC; 5'-ATGTCTGAAATTACTTTGGGTAAATATTTG-3', R_PDC1_SC; 5'-TTATTGCTTAGCGTTGGTAGCAGCAGTCAA-3') โดยปฏิกิริยา PCR และมีการหาสภาวะที่ดีที่สุดในการเกิดปฏิกิริยา PCR ควบคู่กันไปด้วย

การเพิ่มปริมาณยีน PDC1 โดยใช้ Hi-fidelity PCR

เพิ่มปริมาณยีน PDC1 จาก จีโนมดีเอ็นเอของ *S. cerevisiae* TISTR5606 ด้วยวิธี Hi-fidelity polymerase โดยใช้เอนไซม์ Phusion DNA polymerase (Finnzyme, Finland) และไพรเมอร์ที่จำเพาะกับทั้งขั้วยีนและมีการเติมส่วนตัดจำเพาะของเอนไซม์ Xho I และ Not I เข้าไปที่ตำแหน่ง 5' และ 3' ตามลำดับ (F_PDC1_SC_X; 5'-AGTCGTCCTCGAGAAAAGAGAGGCTGAAGCTATGTCTGAAATT-3', R_PDC1_SC_N; 5'-ATATGCGGCCGCTTATTGCTTAGCGTTGGTAGCAGC-3') และยีน PDC1 ที่ได้จะตรวจสอบด้วยการตัดโดยใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะ Eco RI

การโคลนยีน PDC1 เข้าเวกเตอร์ pPICZ A

ตัดชิ้นส่วนยีน PDC1 ที่ได้และเวกเตอร์ pPICZ A (Invitrogen, USA) จะถูกตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ Xho I และ Not I ที่ 37°C 16 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะทำบริสุทธิ์โดยใช้ Nucleospin Extration II (Clontech, USA) และนำมาเชื่อมต่อกันด้วย T4 ligase (Fermentas, Lithuania) ที่ 4°C 16 ชั่วโมง แล้วส่งถ่ายพลาสมิดสายผสมเข้าสู่แบคทีเรีย *E. coli* XL1-blue โดยอาศัยเทคนิค heat shock ตามวิธีของ Sambrook *et al.* (2001) คัดเลือกโคโลนีบนอาหาร LB low salt ที่ประกอบด้วย zeozin 200 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นตรวจสอบโคโลนีที่ขึ้นชั้นแรกเพื่อหาพลาสมิดที่มีขนาดใหญ่กว่าปกติด้วยวิธี size screening หลังจากนั้นจะตรวจสอบการมีอยู่ของยีน PDC1 จาก transformant ที่มีพลาสมิดขนาดใหญ่

การส่งถ่ายเวกเตอร์ pPICZ A-PDC1 เข้าสู่ *P. pastoris*

เตรียม pPICZ A-PDC1 แล้วตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ Sac I หลังจากนั้นจะส่งถ่ายพลาสมิดสายผสมสายตรงเข้าสู่ยีสต์ *P. pastoris* สายพันธุ์ X-33 ด้วยวิธี electroporation คัดเลือกโคโลนีบนอาหาร YPDS ที่ประกอบด้วย zeozin 100, 200 และ 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

การทดสอบการแสดงออกของยีน PDC1

นำ positive transformant *P. pastoris* และ *P. pastoris* ที่มีเฉพาะพลาสมิด pPICZ A (negative control) มาเลี้ยงในอาหาร BMGY 25 มิลลิลิตร ใน baffled flask ในสภาวะเขย่า 250 รอบต่อนาที ที่ 30°C เติมน้ำตาลกลูโคส 0.5 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรทั้งหมด เพื่อกระตุ้นการแสดงออกของยีนที่ชั่วโมงที่ 12 และ 24 และเติมน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ ในชั่วโมงที่ 36, 48 และ 60 ส่วน *S. cerevisiae* TISTR 5606 และ *Candida utilis* TISTR5198 (control) จะเลี้ยงในอาหาร YM 25 มิลลิลิตรในสภาวะเขย่า 250 รอบต่อนาที ที่ 30°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เซลล์ตัวอย่างจะเหวี่ยงเก็บจาก culture broth 10 มิลลิลิตร และนำมาทดสอบหา PDC carboligase activity ด้วยวิธี carboligase assay (Forlani, 1999, Roche *et al.*, 2001; Leksawasdi, 2003; 2004) ตรวจวัดปริมาณ R-PAC ที่เกิดขึ้นด้วย High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

(Agilent technologies, Germany) โดยใช้คอลัมน์ C8 (Bio-Rad, USA) ในการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ retention time 20 นาที

ผลการทดลอง

การแยกจีโนมดีเอ็นเอ

จากการทดลองสามารถแยกจีโนมดีเอ็นเอของ *S. cerevisiae* TISTR5606 ได้ 1250 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร

การหาความเป็นไปได้ในการแยกยีน PDC1 จากจีโนมดีเอ็นเอ

สามารถแยกยีน PDC1 ได้จากจีโนมดีเอ็นเอของ *S. cerevisiae* TISTR5606 (Figure 1a) และสภาวะที่ดีที่สุดของการเกิดปฏิกิริยา PCR คือ ให้ความร้อนเริ่มต้นที่ 95°C นาน 10 นาที ตามมาด้วย 95°C นาน 50 วินาที 58°C 50 วินาที และ 72°C 1 นาที จำนวน 35 รอบ สามารถแยกยีนได้ปริมาณ 15.14 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร ยีนที่แยกได้มีขนาดประมาณ 1,700 คู่เบส ซึ่งตรงตามฐานข้อมูลของ NCBI (Assessing Number: Z73216.1)

การเพิ่มปริมาณยีน PDC1 โดยใช้ Hi-fidelity PCR

เมื่อทำ PCR โดยใช้ เอนไซม์ Phusion DNA polymerase พบว่าสามารถเพิ่มปริมาณยีน PDC1 ที่มีบริเวณตัดจำเพาะของเอนไซม์ *Xho* I และ *Not* I เพื่อใช้ในการโคลนยีนได้ (Figure 1b) และสภาวะในการเกิดปฏิกิริยาที่ดีที่สุด คือ ให้ความร้อนเริ่มต้นที่ 98°C นาน 30 วินาที ตามมาด้วย 98°C นาน 10 วินาที 58°C 30 วินาที และ 72°C 10 วินาที จำนวน 35 รอบ และ 72°C อีก 10 นาที เมื่อนำไปตัดด้วยเอนไซม์ *Eco* RI พบว่ายีน PDC1 ถูกตัดเป็น 2 ส่วนโดยมีขนาดประมาณ 900 คู่เบสและ 800 คู่เบส ซึ่งตรงตามฐานข้อมูลของ NCBI (Figure 1c)

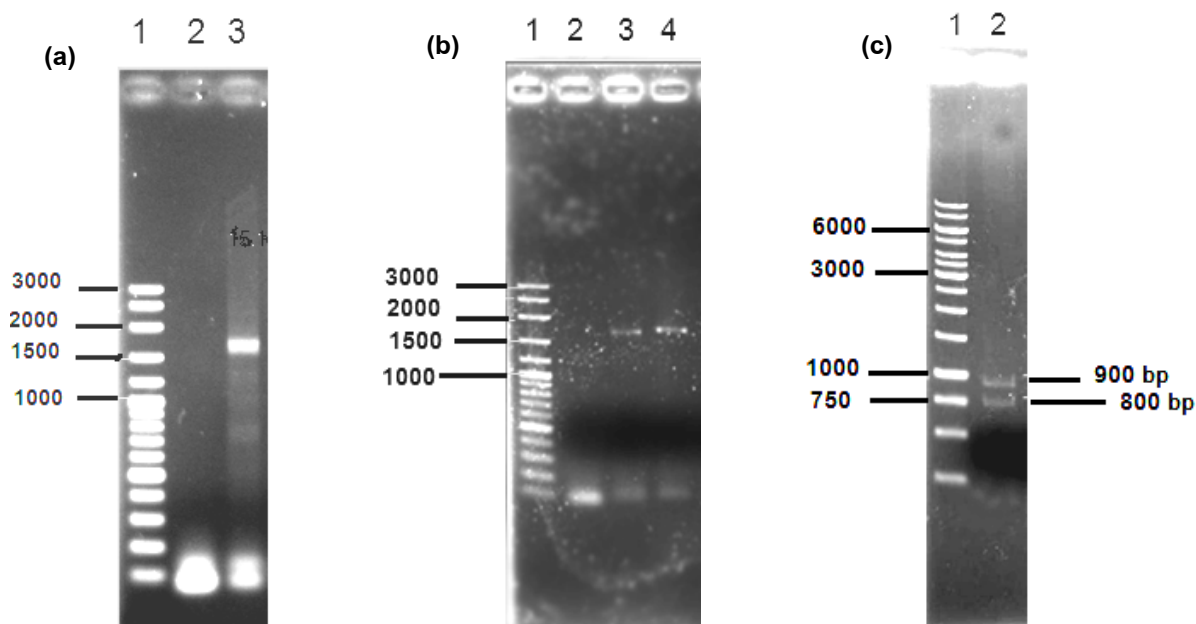


Figure 1 (a) PCR product of PDC1 gene amplified from yeast's genomic DNA (lane 1 100bp ladder plus, lane 2 negative control, lane 3 PCR product from *S. cerevisiae* 5606 genomic DNA), (b) PCR product of PDC1 gene amplified with Phusion DNA polymerase (lane 1 100bp ladder plus, lane 2 Negative control (dH₂O), lane 3 PCR product amplified with specific primers, lane 4 PCR product amplified with hanging primers (add *Xho* I and *Not* I site), (c) The restriction analysis of PDC1 gene (lane 1 1kb DNA ladder, lane 2 PDC1 gene cut with *Eco* RI).

การโคลนยีน PDC1 เข้าเวกเตอร์ pPICZ A

จากการโคลนพลาสมิดสายผสม (pPICZ A-PDC1) เข้าสู่ *E. coli* XL1-blue พบว่า ในการวิเคราะห์ ด้วยวิธี size screening พบ transformant ที่มีพลาสมิดขนาดใหญ่กว่าปกติ 1 โคลนี จากทั้งหมด 28 โคลนี (lane 4 Top, Figure 2a) เมื่อนำ transformant นี้ไปทำ PCR พบว่า มียีน PDC1 อยู่ (Figure 2b)

การส่งถ่ายเวกเตอร์ pPICZ A-PDC1 เข้าสู่ *P. pastoris*

จากการโคลนพลาสมิดสายผสมสายตรง (linear pPICZ A-PDC1) เข้าสู่ *P. pastoris* X-33 พบว่า มีโคลนีที่ขึ้นบนอาหารที่ประกอบด้วย zeozin ความเข้มข้น 100, 200, 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เท่ากับ 54, 28, 3 โคลนี ตามลำดับ จึงเลือกโคลนีที่ขึ้นบนอาหารที่ประกอบไปด้วย zeozin 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรทั้ง 3 โคลนี มาทำ PCR เนื่องจากจุลินทรีย์ที่ขึ้นบนอาหารที่มียาปฏิชีวนะความเข้มข้นสูงย่อมมีจำนวน copy number สูง (Mansur, 2005) จากผลการทำ PCR พบว่า ทุกโคลนีที่เลือกมามียีน PDC1 อยู่ (Figure 2c)

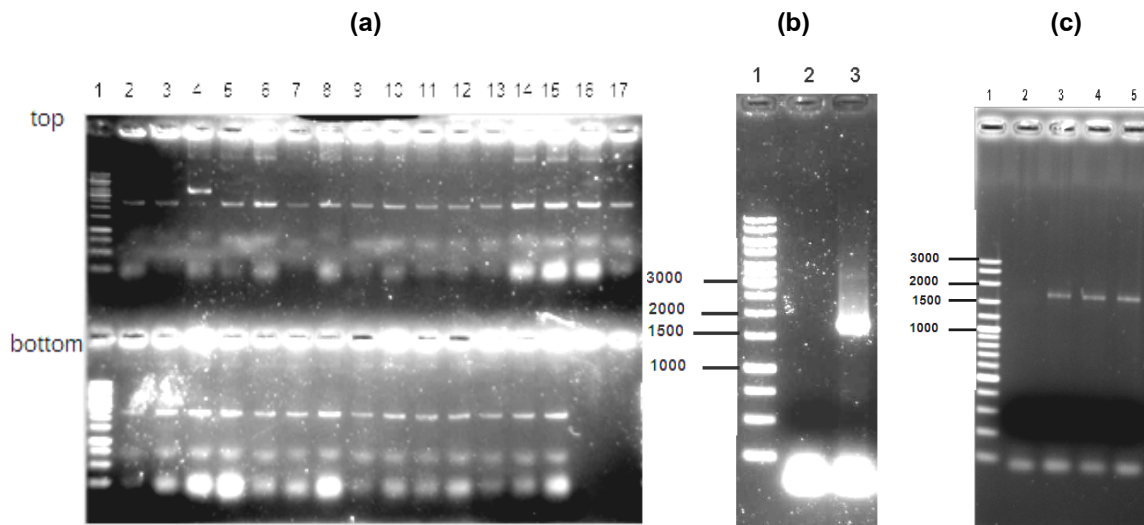


Figure 2 (a) The size screening analysis (Top; lane 1 1kb DNA ladder, lane 2 pPICZ A (control), lane 3-17 transformant *E. coli* XL1-blue colony 1-15, bottom; lane 1 1kb DNA ladder, lane 2 pPICZ A (control), lane 3-15 transformant *E. coli* XL1-blue colony 16-28. **(b)** Amplified PDC1 from transformant *E. coli* XL1-blue (lane 1 1kb DNA ladder, lane 2 Negative control (dH₂O), lane 3 PDC1 amplified from positive transformant). **(c)** Amplified PDC1 from recombinant *P. pastoris* grew on LB low salt media containing zeozin 500 ug/ml (lane 1 100bp ladder plus, lane 2 Negative control (dH₂O), lane 3-5 PDC1 amplified from positive transformant colony 1-3, respectively).

การทดสอบการแสดงออกของยีน PDC1

จากงานวิจัยของ Agustina (2009) ได้ทำการทดลองหาค่า PDC carboligase activity จากจุลินทรีย์สายพันธุ์ธรรมชาติ 15 สายพันธุ์ พบว่า *Candida utilis* TISTR 5198 มี PDC carboligase activity สูงที่สุด รองลงมา คือ *S. cerevisiae* TISTR 5606 ซึ่งตรงกับผลการทดลองในงานวิจัยนี้คือ PDC carboligase activity ของ *C. utilis* TISTR 5198 และ *S. cerevisiae* TISTR 5606 มีค่า 0.20 และ 0.19 ยูนิตต่อมิลลิลิตร (Table 1) ส่วน transformant *P. pastoris* X-33 pPICZ A-PDC1 ทั้งสามโคลนมี PDC carboligase activity ใกล้เคียงกับ *C. utilis* TISTR 5198 และ *S. cerevisiae* TISTR 5606

Table 1 Comparison of R-PAC production (mM) and PDC carboligase activity (U/ml) from positive transformant *P. pastoris* X-33 pPICZ A-PDC1 with other control and negative control

Microbe	R-PAC production	PDC carboligase activity
	(mM)	(U/ml)
<i>P. pastoris</i> X-33 pPICZ A-PDC1 clone 1	1.04	0.11
<i>P. pastoris</i> X-33 pPICZ A-PDC1 clone 2	1.46	0.16
<i>P. pastoris</i> X-33 pPICZ A-PDC1 clone 3	1.07	0.12
<i>P. pastoris</i> X-33 empty pPICZ A (negative control)	0	0
<i>S. cerevisiae</i> TISTR5606 (control)	1.73	0.19
<i>C. utilis</i> TISTR5339 (control)	1.82	0.20

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยนี้ได้โคลนยีน PDC1 จาก *S. cerevisiae* TISTR5606 พบว่า PDC1 มีความยาว 1,700 คู่เบสและมีตำแหน่งตัดจำเพาะของ *Eco* RI ซึ่งตรงตามฐานข้อมูลของ NCBI และในการโคลนยีน PDC1 เข้าไปใน *E. coli* XL1-blue เพื่อเพิ่มจำนวนพลาสมิดสายผสม พบว่า ได้จำนวนโคลน 1 โคลน จากทั้งหมด 28 โคลน หลังจากนั้นได้ทำการส่งถ่ายพลาสมิดสายผสมเส้นตรงลงใน *P. pastoris* พบว่า ได้ *P. pastoris* ทั้งหมด 3 โคลน ที่สามารถขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ประกอบไปด้วย zeozin 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีจำนวนเวกเตอร์ที่มี PDC1 มากกว่า *P. pastoris* ที่ขึ้นบนอาหารที่มี zeozin ความเข้มข้นต่ำกว่า (Mansur และคณะ, 2005) เมื่อนำโคลนดังกล่าวไปทดสอบ PDC carboglycase activity พบว่า มี activity ใกล้เคียงกับ *S. cerevisiae* TISTR5606 และ *C. utilis* TISTR5198 ซึ่งเป็นสายพันธุ์ธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม *P. pastoris* ที่มียีน PDC1 อยู่สามารถหาสภาวะในการกระตุ้นให้เกิดการแสดงออกของยีนแบบสูงสุด (over expression) ได้ซึ่งจะต้องศึกษาต่อไปในอนาคต (Invitrogen Corp., 1999, Cereghino *et al.*, 2002)

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยแห่งชาติ (วช.) คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในการสนับสนุนงบประมาณในงานวิจัยชิ้นนี้

เอกสารอ้างอิง

- Agustina, A. S. 2009. **Production of ethanol and (R)-phenylacetylcarbinol from whole cells biocatalyst utilized carbon sources from dried longan.** M.S. Thesis Chiang Mai University: Chiang Mai.
- Cereghino, G. P. L. and J. M. Cregg. 2000. Heterologous protein expression in the methylotrophic yeast *Pichia pastoris*. **FEMS Microbiol. Rev.** 24: 45-66.
- Cereghino, J.P.L., J.L. Cereghino, C. Ilgen and J.M. Cregg. 2002. Production of recombinant proteins in fermenter cultures of the yeast *Pichia pastoris*. **Curr. Opin. Biotechnol.** 13: 329-332.
- Daly, R. and M.T.W. Hearn. 2004. Expression of heterologous proteins in *Pichia pastoris*; a useful experimental tool in protein engineering and production. **Mol. Recog.** 18: 119-138.
- Forlani, G. 1999. Purification and properties of a pyruvate carboglycase from *Zea mays* cultured cells. **Phytochemistry.** 50: 1305-1310.
- Invitrogen Corp. 1999. **Pichia Expression Kit. A Manual of Methods for Expression of Recombinant Proteins in Pichia pastoris.** Invitrogen Corporation, San Diego, CA. 270 p.

- Iwan, P., G. Goetz, S. Schmitz, B. Hauer, M. Breuer and M. Pohl. 2001. Studies on the continuous production of (R)-phenylacetylcarbinol in an enzyme-membrane reactor. **J. Mol. Catal.** 11: 387-396.
- Leksawasdi, N., Y. Y. S. S. Chow, M. Breuer, B. Hauer, B. Rosche, and P.L. Rogers. 2003. Kinetic analysis and modeling of enzymatic (R)-phenylacetylcarbinol batch biotransformation process. **Biotechnol. J.** 111: 179-189.
- Leksawasdi, N., B. Rosche and P.L. Rogers. 2004. Mathematical model for kinetics of enzymatic conversion of benzaldehyde and pyruvate to (R)-phenylacetylcarbinol. **Biochem. Eng. J.** 23: 211-220.
- Leksawasdi, N., B. Rosche and P.L. Rogers. 2007. Enzymatic process for fine chemicals and pharmaceuticals: Kinetic simulation for optimal R-phenylacetylcarbinol production. **Surface Sci. Catal.** 159: 27-34.
- Lockington, R.A., G.N. Borlace and J.M. Kelly. 1996. Pyruvate decarboxylase and anaerobic survival in *Aspergillus nidulans*. **Gene** 191: 61-67.
- Mansur, M., C. Cabello, ndez, L. Hernandez, J. Pais, L. Varas, J. Valde, Y. Terrero, A. Hidakgo, L. Plana, V. Besada, L. Garcia, E. Lamazares, L. Castellanos and E. Martines. 2005. Multiple gene copy number enhances insulin precursor secretion in the yeast *Pichia pastoris*, **Biotechnol. Lett.** 27: 339-345.
- Oliver, A.L. and B.N. Anderson. 1999. Factors affecting the production of L-phenylacetylcarbinol by yeast: A case study. **Adv. Micro. Physiol.** 41: 1-45.
- Porro, D., M. Sauer, P. Branduardi and D. Mattanovich. 2005. Recombinant protein production in yeasts. **Mol. Biotechnol.** 31: 245-260.
- Rosche, B., V. Sandford, M. Breuer, B. Hauer and P.L. Rogers. 2002b. Enhanced production of R-phenylacetylcarbinol (R-PAC) trough enzymetic biotransformation. **Mol. Catal.** 19-20: 109-115.
- Rosche, B., V. Sandford, M. Breuer, B. Hauer and P.L. Rogers. 2003. Screening of yeast for enzymatic (R)-phenylacetylcarbinol production. **Biotechnol. Lett.** 25: 841– 845.
- Sambrook, J. and Russel, D. 2006. **The Condensed Protocols from Molecular Cloning: A Laboratory Manual. The third edition.** Cold spring Harbor laboratory Press, New York. 800 pp.
- Talarico, L.A., L.O. Ingram and J.A. Maupin-Furlow. 2001. Production of the gram-positive *Sarcina ventriculi* pyruvate decarboxylase in *Escherichia coli*. **Microb. J.** 147: 2425-2435.
- Tripathi, C.M., S.C. Agarwal and S.K. Bash. 1997. Production of L-phenylacetylcarbinol by fermentation. **Ferment. Bioeng.** 84: 487-472.

**สาขาวิศวกรรม
และอุตสาหกรรมเกษตร**

การประยุกต์ใช้โปรแกรม HACCP สำหรับกระบวนการผลิตนมยูเอชที:

กรณีศึกษาโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา

Application of HACCP Program for UHT Milk Process:

A Case Study of Royal Chitralada Projects

ฉัตรทิพย์ ชอบงาม^{1*} วรณา ตั้งเจริญชัย² และมยุรฉัตร นาทวรทัต¹

Chatthip Chobngam^{1*}, Wanna Tungjaroenchai² and Mayurachat Natvaratat¹

¹โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา พระราชวังดุสิต กรุงเทพฯ 10303

²สาขาวิชาสุขาภิบาลอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

¹Royal Chitralada Projects, Bangkok, Thailand 10303

²King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand 10520

Corresponding author: chatthipc@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม HACCP สำหรับกระบวนการผลิตนมยูเอชที เพื่อประกันคุณภาพความปลอดภัยในการบริโภคนมยูเอชทีของโครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา โดยมีลำดับการศึกษา ได้แก่ ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของระบบประกันคุณภาพของโรงงานนมยูเอชที ศึกษาคุณภาพด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของน้ำนมดิบโดยแบ่งตามแหล่งจัดส่งน้ำนมดิบ จัดทำและประยุกต์ใช้โปรแกรม HACCP ตรวจสอบประสิทธิภาพโปรแกรม HACCP พบว่า โรงงานยูเอชทีที่มีความพร้อมจัดทำโปรแกรม HACCP ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำนมดิบ พบว่า น้ำนมดิบของทั้ง 4 แหล่ง มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ของน้ำนมดิบของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา จากการวิเคราะห์อันตรายและกำหนดจุดวิกฤตของกระบวนการผลิตนมยูเอชที พบว่า มีขั้นตอนที่เป็นจุดวิกฤตที่ต้องควบคุมจำนวน 3 ขั้นตอน ได้แก่ การรับน้ำนมดิบ การฆ่าเชื้อแบบยูเอชที และการบรรจุแบบปลอดเชื้อ โดยนำมากำหนดมาตรการตรวจติดตามมาตรการการแก้ไขทั้งกับผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิต และมาตรการทวนสอบโปรแกรม HACCP ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพของโปรแกรม HACCP พบว่า โรงงานสามารถนําระบบควบคุมจุดวิกฤตอันตรายมาใช้ในการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของอาหารอย่างมีระบบเป็นหลักประกันความปลอดภัยให้กับผู้บริโภค

คำสำคัญ: นมยูเอชที การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม

Abstract

This study aims to establish a HACCP program for Royal Chitralada projects's UHT milk process. The study composed of a preliminary study for quality assurance system, determination of raw milk quality as classified by raw milk supplier, application and implementation of the HACCP program and also evaluation an efficiency of the HACCP program. The result shows that Royal

Chitralada Projects UHT milk plant is applicable for HACCP program. The results also show that quality of raw milk from all supplier met the regulatory standard. Three critical control point were identified in the production line. The CCPs compose of raw milk reception, UHT process and aseptic filling process. Establishment of critical limits for each CCP, corrective action and record keeping procedures are implement including validation and verification plan. An efficiency

Keywords: UHT milk, HACCP

คำนำ

เนื่องจากในปัจจุบันกระแสความต้องการของผู้บริโภคและกระแสตลาดโลกที่ต้องการความปลอดภัยด้านอาหาร (food safety) เป็นเรื่องที่สำคัญและจำเป็นมาก ดังนั้นการผลิตอาหารในรูปแบบของอุตสาหกรรมจะต้องมีระบบการจัดการที่ดี คือ ทุกขั้นตอนการผลิตจะต้องมีมาตรฐานที่ดี มีคุณภาพ และมีความปลอดภัย

ปัจจุบัน HACCP (hazard analysis and critical control points) เป็นระบบที่ได้รับการยอมรับจากทั่วโลกอย่างแพร่หลาย สามารถนำไปใช้เป็นระบบประกันคุณภาพ ป้องกันอันตรายของผลิตภัณฑ์อาหารที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งระบบ HACCP เป็นระบบประกันคุณภาพระบบหนึ่งที่มีพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ อาศัยหลักการประเมินอันตรายที่จะเกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการผลิต โดยพิจารณาจากความรุนแรงและความเสี่ยง จากนั้นจะใช้วิธีการเฝ้าระวังและการตรวจสอบเพื่อควบคุมป้องกันอันตรายดังกล่าว เพื่อให้ผู้ผลิตและผู้บริโภคมั่นใจว่าอาหารที่ผลิตนั้นปลอดภัย (<http://www.fda.moph.go.th>, 2008)

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้โปรแกรม HACCP สำหรับกระบวนการผลิตนมยูเอชที ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา เนื่องจากนมและผลิตภัณฑ์นมเป็นอาหารประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญ เพราะเป็นผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมเสียได้ง่ายและเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตสำหรับจุลินทรีย์ทุกชนิดและในปัจจุบันผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีที่ผลิตจำหน่ายในประเทศไทย เป็นที่นิยมของผู้บริโภคกันมากเพราะมีความสะดวกในการบริโภค และสามารถเก็บไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้อง (สุเพ็ญ, 2542)

เนื่องจากปัจจุบันโรงงานนมยูเอชที ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ได้รับการรับรองระบบคุณภาพ คือ GMPสากล (GMP codex) ดังนั้นจึงมีความต้องการและความพร้อมที่จะพัฒนาระบบคุณภาพให้สูงขึ้น โดยนำหลักการของโปรแกรม HACCP มาใช้เพื่อประกันคุณภาพด้านความปลอดภัยในการบริโภคผลิตภัณฑ์นมยูเอชที ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานนมยูเอชที

- 1) ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของระบบประกันคุณภาพของโรงงานนมยูเอชที
- 2) การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมดิบในแต่ละครั้งก็นำเข้ากระบวนการผลิต ตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน 2552 โดยแบ่งตามตามแหล่งจัดส่งน้ำนมดิบที่ส่งให้โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาทั้งหมด 4 แหล่ง

การตรวจสอบคุณภาพน้ำนมดิบเบื้องต้น

- ตรวจวัดอุณหภูมิ น้ำนมดิบที่ส่งมาถึงโรงงาน
- การทดสอบด้วยน้ำยาแอลกอฮอล์ (APHA, 1967)
- ตรวจ clot on boiling (APHA, 1967)
- ตรวจหา antibiotic residues (AMTEST, Eclipse 50)
- ตรวจ methylene blue reduction test (AOAC, 1995)

ศึกษาคุณภาพด้านกายภาพ

- การตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส
- ตรวจหาความถ่วงจำเพาะ (APHA, 1967)

ศึกษาคุณภาพด้านเคมี

- ตรวจค่าความเป็นกรด-ด่าง (APHA, 1967)
- ตรวจหาเปอร์เซ็นต์กรด (APHA, 1967)
- ตรวจหาองค์ประกอบของน้ำนม Miko scan รุ่น FT120 ได้แก่ ค่าไขมัน โปรตีน ไขมัน น้ำนม ไม่รวมมันเนย ไขมัน น้ำนมทั้งหมด

ศึกษาคุณภาพด้านจุลชีววิทยา

- ตรวจหาจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (standard plate count) โดยวิธีการ pour plate (AOAC, 1995)

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาการจัดทำเอกสารควบคุมด้วยระบบ HACCP ซึ่งแยกรายละเอียด ได้แก่

1. จัดตั้งทีมงาน HACCP
2. การบรรยายรายละเอียดของผลิตภัณฑ์และการกำหนดวัตถุประสงค์ในการใช้ผลิตภัณฑ์
3. การจัดทำแผนภูมิหรือแผนผังกระบวนการผลิตโดยทีมงาน เพื่อแสดงส่วนที่จะเฝ้าระวัง และตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนการผลิต
4. การตรวจสอบยืนยันความถูกต้องของแผนผังหรือแผนภูมิ กับการผลิตในขั้นตอนและเวลาปฏิบัติงานจริง
5. จัดทำเอกสารระบบการจัดการเกี่ยวกับความปลอดภัยของอาหารตามหลักการ 7 ประการของ HACCP ดังนี้
 - 1) วิเคราะห์อันตรายที่มีแนวโน้มจะเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนการผลิต
 - 2) กำหนดจุดควบคุมวิกฤต (CCP) ตามตำแหน่ง วิธีการ และขั้นตอนการผลิตที่หากสามารถควบคุมได้จะขจัดอันตราย หรือลดอัตราการเกิดอันตรายในกระบวนการผลิต
 - 3) กำหนดค่าควบคุมวิกฤต ณ จุดวิกฤตสำหรับวิธีการป้องกันที่กำหนด
 - 4) กำหนดกระบวนการเฝ้าระวังติดตาม ณ จุดวิกฤต
 - 5) วิธีการแก้ไขเมื่อมีการเบี่ยงเบนไปจากค่าควบคุมวิกฤตที่กำหนดไว้
 - 6) กำหนดกระบวนการเก็บข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ
 - 7) กำหนดวิธีการทวนสอบเพื่อให้แน่ใจว่าระบบ HACCP ที่จัดทำขึ้น สามารถทำได้ถูกต้องเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบประสิทธิภาพของโปรแกรม HACCP ทั้งก่อนและหลังการนำโปรแกรม HACCP มาใช้

1. เปรียบเทียบข้อมูลด้านจุลชีววิทยาเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของโปรแกรม HACCP ทั้งก่อนและหลังการนำโปรแกรม HACCP มาใช้ โดยใช้ผลวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยาของตัวอย่างบ่มในห้องปฏิบัติการของนมยูเอชทีแต่ละ lot การผลิต ระยะเวลา 6 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2552-มิถุนายน พ.ศ. 2552

การตรวจสอบคุณภาพด้านจุลชีววิทยานมยูเอชที โดยใช้วิธี streak plate (AOAC, 1995) คือ ต้องตรวจไม่พบแบคทีเรียในน้ำนมดิบที่ผ่านกรรมวิธีผ่านกรรมวิธียูเอชที 0.1 มิลลิลิตร (มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 265 เรื่องนมโค)

2. ประเมินระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ (acceptable quality level: AQL) ของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที ก่อนและหลังการนำระบบ HACCP โดยคำนวณ Defective rate จากข้อมูลผลตรวจคุณภาพด้านจุลชีววิทยาของตัวอย่างบ่มนมยูเอชทีแต่ละ lot การผลิตระยะเวลา 6 เดือน ตั้งแต่มกราคม- มิถุนายน 2552

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานนมยูเอชทีก่อนการจัดทำระบบ HACCP

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโรงงานนมยูเอชทีก่อนการจัดทำระบบ HACCP พบว่า มีความพร้อมที่จะจัดทำโปรแกรม HACCP เนื่องจากการรับรองมาตรฐานหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต GMP codex ซึ่งเป็นโปรแกรมพื้นฐานของการพัฒนาระบบ HACCP ให้เกิดขึ้นและประสบความสำเร็จได้ง่ายขึ้น

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของน้ำนมดิบในแต่ละครั้งก่อนนำเข้ากระบวนการผลิต ก่อนการจัดทำโปรแกรม HACCP ตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2552

ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำนมดิบเบื้องต้น Table 1 พบว่า น้ำนมดิบของทั้ง 4 แหล่ง มีอุณหภูมิน้ำนมเมื่อมาถึงโรงงานนมยูเอชที มีค่าอยู่ในช่วง 2.7-5.1^oC ซึ่งค่าอุณหภูมิที่ยอมรับได้ คือ ไม่เกิน 8^oC พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงสีของเมทิลีนบลู ภายหลัง 4 ชั่วโมง แสดงว่า น้ำนมดิบมีคุณภาพที่ดีมีจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำนมดิบของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา ใช้ชุดตรวจสอบสารปฏิชีวนะในนม (Eclipse 50) ไม่พบสารปฏิชีวนะตกค้างในน้ำนม

น้ำนมดิบทั้งหมด มีสีขาว-สีขาวอมเหลือง มีกลิ่นปกติ มีรสชาติปกติ คือ มีรสหวานเล็กน้อยเนื่องจากน้ำนมมีน้ำตาลแลคโตส ลักษณะปรากฏที่สามารถมองเห็นได้ตาเปล่า คือ ไม่พบเศษสิ่งสกปรก และสิ่งผิดปกติที่เกิดจากการปฏิบัติต่อน้ำนมไม่ถูกต้อง เช่น น้ำนมมีลักษณะเป็นลิ่ม เป็นต้น

คุณภาพองค์ประกอบ มีค่าไขมันนม 3.91-4.06% โปรตีนนม 3.10-3.15% ไขมันนมไม่รวมมันเนย 8.51-8.60% และค่าธาตุน้ำนมทั้งหมด 12.46-12.60% คุณภาพองค์ประกอบทางเคมีของน้ำนมดิบเป็นไปตามมาตรฐานน้ำนมดิบ ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาที่อ้างอิงตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 265) เรื่องนมโค

ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยาของน้ำนมดิบ พบว่า มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเฉลี่ย 4.62 ± 0.44 , 5.27 ± 0.04 , 5.11 ± 0.16 และ 4.95 ± 0.54 CFU/ml ตามลำดับ

Table 1 Physical, chemical and microbial properties of raw milk as classified by raw milk supplier

Parameters	Raw milk supplier			
	Supplier 1	Supplier 2	Supplier 3	Supplier 4
No. Samples	28	13	25	177
Temperature*	4.1 ± 1.0	2.7 ± 1.0	5.1 ± 1.1	4.1 ± 1.0
MBRT	more than 4 hour	more than 4 hour	more than 4 hour	more than 4 hour
Antibiotic	Negative	Negative	Negative	Negative
CoLOUR	Yellowish white	Yellowish white	Yellowish white	Yellowish white
	Normal	Normal	Normal	Normal
Smell	Normal	Normal	Normal	Normal
Flavor	Normal	Normal	Normal	Normal
Texture	Normal	Normal	Normal	Normal
Specific gravity*	1.030 ± 0.001	1.030 ± 0.000	1.030 ± 0.000	1.032 ± 0.020
Chemical				
Acidity*	0.16 ± 0.00	0.16 ± 0.00	0.15 ± 0.01	0.16 ± 0.00
pH*	6.71 ± 0.04	6.71 ± 0.03	6.72 ± 0.03	6.71 ± 0.04
Fat * (%)	4.06 ± 0.22	3.91 ± 0.37	3.93 ± 0.27	3.91 ± 0.24
Protein* (%)	3.14 ± 0.05	3.10 ± 0.06	3.14 ± 0.07	3.15 ± 0.06
Solid not fat* (%)	8.55 ± 0.10	8.55 ± 0.10	8.51 ± 0.10	8.60 ± 0.12
Total solid*	12.60 ± 0.20	12.48 ± 0.32	12.46 ± 0.26	12.52 ± 0.24
Log TPC	4.62 ± 0.44	5.27 ± 0.04	5.11 ± 0.16	4.95 ± 0.54
(CFU/ml) *				

TPC= Total plate counts,* = Mean ± SD (standard deviation)

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาและการจัดทำเอกสารควบคุมด้วยระบบ HACCP

2.1 จัดตั้งทีมงาน HACCP โดยคัดเลือกมาจากหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตนมยูเอชที และคณะทำงานทุกท่านมีประสบการณ์การทำงาน และได้รับการอบรมให้มีความรู้ทางด้านระบบ GMP, HACCP, สุขาภิบาลอาหาร และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้มีความรู้และเข้าใจในการดำเนินงานตามระบบ เพื่อมุ่งหวังที่จะสามารถป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นได้อย่างถูกต้อง รู้ระดับความเสี่ยงและความรุนแรงของอันตราย รวมถึงแนะนำวิธีการควบคุม เฝ้าระวัง ติดตามผลและทวนสอบระบบ HACCP

2.2 กำหนดรายละเอียดของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที (Table 2)

Table 2 Product description

Product name	Chitralada UHT milk
Ingredients	whole milk
General Product Description	homogenized and ultra high temperature (UHT) treatment at 137°C for 4 seconds followed by aseptic packaging in packages protecting the product against light and atmospheric oxygen. Ambient storage.
How to product will be used	Ready to eat
Packaging Type	paper board carton, plastic pouch
Shelf life	- 8 month for paper board (ambient temperature) - 3 month for plastic (ambient temperature) - once UHT package is opened it should keep under refrigeration.
Where it will be sold	wholesale, retail

2.3 กำหนดวัตถุประสงค์ของผลิตภัณฑ์ และกำหนดกลุ่มผู้บริโภคที่เป็นเป้าหมาย

วัตถุประสงค์ในการใช้ผลิตภัณฑ์กำหนดกลุ่มผู้บริโภคเป็นบุคคลทั่วไป ทุกเพศ ทุกวัย ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นกลุ่มในวัยเรียน ได้แก่ นักเรียนระดับอนุบาลและประถมศึกษา ซึ่งเป็นวัยที่ต้องการสารอาหารเพื่อการเจริญเติบโต กลุ่มรองลงมา ได้แก่ กลุ่มวัยรุ่นหรือระดับมัธยมศึกษาถึงมหาวิทยาลัย นอกจากนี้ก็มีกลุ่มสตรีตั้งครรภ์ที่ต้องการสารอาหาร เพื่อการเจริญเติบโตของเด็กในครรภ์ อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์หลักในการผลิตนมยูเอชที โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา นั้น เพื่อช่วยเหลือเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม และเป็นการสร้างการผลิตนมยูเอชทีจากนมสดแทนการนำนมผงมาละลายน้ำ

2.4 การตรวจสอบแผนภูมิการผลิต (flow diagram) ของกระบวนการผลิตนมยูเอชทีโดยทีมงาน เพื่อแสดงส่วนที่จะต้องเฝ้าระวัง และการตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนการผลิต ดังแสดงใน Figure 1

2.5 การตรวจสอบยืนยันความถูกต้องของผังหรือแผนภูมิ กับการผลิตในขั้นตอนและเวลาปฏิบัติจริง

2.6 จัดทำเอกสารระบบการจัดการเกี่ยวกับความปลอดภัยของอาหารตามหลักการ 7 ประการ ของ HACCP การวิเคราะห์อันตรายโดยใช้ decision tree โดยพบว่า จุดวิกฤตที่ต้องควบคุมมีจำนวนทั้งหมด 3 จุด คือ

จุดวิกฤตที่ 1 ขั้นตอนการผลิตที่ 1 การรับน้ำนมดิบ ค่าวิกฤต คือ ต้องตรวจไม่พบสารปฏิชีวนะตกค้าง (antibiotic) ในน้ำนมดิบ

จุดวิกฤตที่ 2 ขั้นตอนการผลิตที่ 10 ขั้นตอน การฆ่าเชื้อแบบยูเอชที ค่าวิกฤต คือ อุณหภูมิฆ่าเชื้อต้องไม่ต่ำกว่า 133°C เวลา 4 วินาที

จุดวิกฤตที่ 3 ขั้นตอนการผลิตที่ 11 ขั้นตอนการบรรจุแบบปลอดเชื้อ คือ ผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีต้องบรรจุในบรรจุภัณฑ์ (กล่องหรือถุง) ที่แน่นเหนียวไม่รั่ว (tight package) โดยพนักงานควบคุมเครื่องบรรจุ

และพนักงานควบคุมคุณภาพ ต้องทำให้ตรวจสอบความแน่นเหนียวไม่รั่วของบรรจุภัณฑ์อย่างสม่ำเสมอ ขณะทำการผลิต โดยทุกจุดวิกฤตมีการจัดทำเอกสารแผนการควบคุมอันตรายที่มีการตรวจติดตาม และมาตรฐานการแก้ไขเมื่อมีการเบี่ยงเบนจากค่าวิกฤติ พร้อมทั้งจัดทำเอกสารแผนการทวนสอบระบบ HACCP เพื่อยืนยันโปรแกรม HACCP ที่จัดทำขึ้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีเอกสารขั้นตอนปฏิบัติงาน (procedure) เรื่องการจัดทำโปรแกรม HACCP เป็นเอกสารที่ใช้ควบคุมเอกสารต่างๆ ที่จัดทำขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับโปรแกรม HACCP

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบประสิทธิภาพของโปรแกรม HACCP

3.1 เปรียบเทียบข้อมูลด้านจุลชีววิทยาเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของโปรแกรม HACCP ทั้งก่อนและหลังการนำโปรแกรม HACCP มาใช้

จาก Table 3 ก่อนการจัดทำโปรแกรม HACCP (มกราคม-มีนาคม 2552) ในเดือนมีนาคมตรวจพบปัญหาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีทั้งหมด 19 กล่อง โดยกล่องนมมีลักษณะบวม น้ำนมตกตะกอนเป็นลิ่ม pH ลดต่ำลงประมาณ 4.53-5.50 จากผลการวิเคราะห์เชื้อทางจุลชีววิทยาตาม Rough Identification Scheme (Tetra Pak Processing Systems AB, 1998) พบว่า เกิดการปนเปื้อนเชื้อพวก *Enterobacteriaceae* การปนเปื้อนเชื้อในกลุ่มดังกล่าวสาเหตุหลักน่าจะมาจากความสะอาด และสุขลักษณะส่วนบุคคลของเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องบรรจุ (operator) ที่ไม่ดีพอ

การป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาซ้ำ คือ เจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องบรรจุต้องตระหนักถึงความสะอาดของสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดีตามหลักการ GMP และมีการจัดอบรมเรื่องหลักการ GMP รวมทั้งมีการตรวจสอบความสะอาดลักษณะส่วนบุคคลโดยวิธีการ swab test อย่างเคร่งครัดโดยเฉพาะกับเจ้าหน้าที่ควบคุมเครื่องบรรจุซึ่งเป็นกลุ่มคนที่มีความเสี่ยงต่อการทำให้เกิดการปนเปื้อนข้าม (cross contamination) ในผลิตภัณฑ์นมยูเอชที

ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์หลังการจัดทำโปรแกรม HACCP คือ ไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์นมยูเอชที เพราะโรงงานได้ดำเนินการตามโปรแกรม HACCP คือ มีการตรวจติดตาม มาตรการแก้ไขเมื่อมีการเบี่ยงเบนและมีการทวนสอบ โดยเข้มงวดเรื่องความสะอาดและสุขอนามัยส่วนบุคคลจึงทำให้ลดความเสี่ยงการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ และเจ้าหน้าที่มีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานด้านการประกันคุณภาพของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นม แสดงว่าโรงงานสามารถนำระบบควบคุมจุดวิกฤตอันตรายมาใช้ให้เกิดความมั่นใจและเชื่อมั่นว่านมยูเอชทีที่มีความปลอดภัยจากอันตรายด้านจุลินทรีย์อย่างแน่

3.2 ประเมินระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ (acceptable quality level: AQL) โดยรวมของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที

จาก Table 4 พบว่า คุณภาพด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที ก่อนการจัดทำระบบ HACCP (ตั้งแต่เดือนมกราคม-มีนาคม 2552) พบว่า มีค่า defective rate < 1:5,266 จากตัวอย่างยอดรวมที่บ่มในห้องปฏิบัติการ 42,637 ตัวอย่าง ซึ่งหมายความว่าเมื่ออัตราการเสียที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงงานตั้งไว้ โรงงานนมยูเอชทีกำหนด AQL = 1:1,000 คือ ในการผลิตนมยูเอชที 1,000 กล่อง/ถุง โรงงานยอมรับให้มีของเสียหรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด ได้ 0.1% จากจำนวนยอดผลิตในแต่ละชุดการผลิต จึงเป็นการบ่งชี้ว่า การจัดการคุณภาพตั้งแต่วัตถุดิบ (น้ำนมดิบ) การดูแลกระบวนการผลิต ความสะอาดของโรงงาน

และการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีที่มีการจัดการที่ดีที่อยู่แล้ว มีความพร้อมที่จะนำโปรแกรม HACCP มาใช้เพื่อสร้างความมั่นใจต่อความปลอดภัยในการบริโภคผลิตภัณฑ์นมยูเอชที ของโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา

คุณภาพของผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีหลังการจัดทำระบบ HACCP (ตั้งแต่เดือนเมษายน-มิถุนายน 2552) ประเมินโดยภาพรวม พบว่า มีค่า defective rate < 1:3,836 จากตัวอย่างยอดรวมที่ป้อนในห้องปฏิบัติการ 34,699 ตัวอย่าง ซึ่งมีอัตราการเสียที่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงงานตั้งไว้ไม่แตกต่างจากก่อนการจัดทำระบบ HACCP คือ AQL = 1:1,000 จึงเป็นการบ่งชี้ว่า โรงงานนมยูเอชทีโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา มีการจัดการคุณภาพที่ดีและสม่ำเสมอตั้งแต่วัตถุดิบ (น้ำนมดิบ) การดูแลกระบวนการผลิต ความสะอาดของโรงงาน และการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์นมยูเอชที

Table 3 Microbial properties of UHT milk

	No. samples	Total defect
Pre- HACCP		
January	12,962	not found
February	14,217	not found
March	17,186	19
Post- HACCP		
April	10,893	not found
May	12,202	not found
June	12,009	not found

Table 4 Defective rate (95% confidence) of UHTmilk

	Machine 1	Machine 2	Machine 3	Summary of evaluation
Pre- HACCP				
January	< 1 : 593	< 1 : 559	< 1 : 280	< 1 : 1432
February	< 1 : 1,537	< 1 : 1,417	< 1 : 605	< 1 : 3559
March	< 1 : 2,251	< 1 : 2179	< 1 : 836	< 1 : 5266
Post- HACCP				
April	< 1 : 543	< 1 : 513	< 1 : 120	< 1 : 1,176
May	< 1 : 975	< 1 : 1,053	< 1 : 486	< 1 : 2,514
June	< 1 : 1,322	< 1 : 1,571	< 1 : 943	< 1 : 3,836

สรุปผลการวิจัย

1. จากการศึกษาคูณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของน้ำนมดิบในแต่ละครั้งก่อนนำเข้ากระบวนการผลิต โดยแบ่งตามแหล่งจัดส่งน้ำนมดิบ ตั้งแต่เดือนมกราคม-มิถุนายน พ.ศ. 2552 พบว่า น้ำนมดิบที่รับเข้ามาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์นมยูเอชที ได้คุณภาพตามมาตรฐานน้ำนมดิบ ของโรงงานนมยูเอชที โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา โดยอ้างอิงตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 265) เรื่องนมโค

2. จากการศึกษาคูณภาพเบื้องต้นของโรงงานนมยูเอชที ก่อนการจัดทำโปรแกรม HACCP พบว่า มีความพร้อมที่จะจัดทำโปรแกรม HACCP เนื่องจากการรับรองมาตรฐานหลักเกณฑ์วิธีการที่ดีในการผลิต GMP codex ซึ่งเป็นโปรแกรมพื้นฐานของการพัฒนาระบบ HACCP ให้เกิดขึ้นและประสบความสำเร็จได้ง่ายขึ้น

3. การจัดทำโปรแกรม HACCP ของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์นมยูเอชที โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา การวิเคราะห์อันตราย พบว่า มีจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการรับน้ำนมดิบ ขั้นตอนการฆ่าเชื้อแบบยูเอชที และขั้นตอนการบรรจุแบบปลอดเชื้อ จึงได้นำมาจัดทำแผนการควบคุมจุดวิกฤต โดยกำหนดวิธีการติดตามค่าวิกฤต วิธีการแก้ไขเมื่อการควบคุมเกิดการเบี่ยงเบนไปจากค่าวิกฤตที่กำหนด และกำหนดมาตรการการทวนสอบโปรแกรม HACCP ที่จัดทำขึ้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

4. จากการตรวจสอบประสิทธิภาพของโปรแกรม HACCP พบว่า หลังการนำโปรแกรม HACCP มาใช้ ไม่พบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์นมยูเอชที แสดงว่า โรงงานสามารถนำระบบควบคุมจุดวิกฤตอันตรายมาใช้ให้เกิดความมั่นใจด้านความปลอดภัยแก่ผู้บริโภคได้

5. จากการประเมินระดับคุณภาพที่ยอมรับได้ (acceptable quality level: AQL) โดยรวมของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที พบว่า มีค่า defective rate น้อยกว่าเกณฑ์ที่โรงงานตั้งไว้คือ $AQL = 1:1,000$ จึงเป็นการบ่งชี้ว่า การจัดการคุณภาพที่ดีและสม่ำเสมอตั้งแต่วัตถุดิบ (น้ำนมดิบ) การดูแลกระบวนการผลิต ความสะอาดของโรงงาน และการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์นมยูเอชที อีกทั้งยกระดับมาตรฐานการผลิตให้กับโรงงาน โดยมีการนำโปรแกรม HACCP มาใช้ควบคุมการผลิตนมยูเอชที ช่วยให้สามารถบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มความมั่นใจในด้านความปลอดภัยแก่ผู้บริโภคได้

ข้อเสนอแนะ

1. การผลิตนมยูเอชทีของโครงการส่วนพระองค์ฯ ใช้น้ำนมดิบเป็นวัตถุดิบหลักที่สำคัญจึงควรมีการตรวจประเมินและคัดเลือก supplier ที่จัดส่งน้ำนมดิบ โดยพิจารณา supplier ที่ได้รับมาตรฐาน GMP ศูนย์รับน้ำนมดิบหรือมีการจัดการน้ำนมดิบที่ถูกต้องและเหมาะสม

2. การประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์นมยูเอชที โดยใช้ตัวอย่างปมในห้องปฏิบัติการ เป็นการประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีภายในโรงงาน ซึ่งเป็นเพียงหนึ่งในฐานข้อมูลที่ใช้ในการประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์นมยูเอชที ควรมีการประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีจากข้อมูลร่องเรียนของผู้บริโภคเพื่อวัดระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์นมยูเอชทีในท้องตลาด

3. บุคลากรที่อยู่ในสายการผลิตจะต้องตระหนักในเรื่องความปลอดภัยในอาหาร และผลักดันกิจกรรมด้าน HACCP ให้ดำเนินต่อไป เพื่อประโยชน์ต่อผู้บริโภคและองค์กร

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. 2545. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 265 เรื่องนมโค. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา: กรุงเทพฯ.
- สุเพ็ญ ต่วงทอง. 2542. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์นมยูเอชที ระหว่างการเก็บรักษา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์: สงขลา.
- Anonymous. 2008. การวิเคราะห์อันตรายและจุดวิกฤตควบคุม. จาก <http://www.fda.moph.go.th>. [5 มีนาคม 2552].
- American Public Health Association (APHA). 1967. **Standard Methods for the Examination of Dairy Products**. 12th ed.: Washington D.C.
- AOAC. 1995. **Official Method of Analysis (16th ed.)** Md: Association of official Analytical Chemists: Gaithersburg.
- Tetra Pak Processing Systems AB. 1998. **Long-Life Product: Heat Treated, Aseptically Packed: A Guide to Quality**. Lund: Sweden.

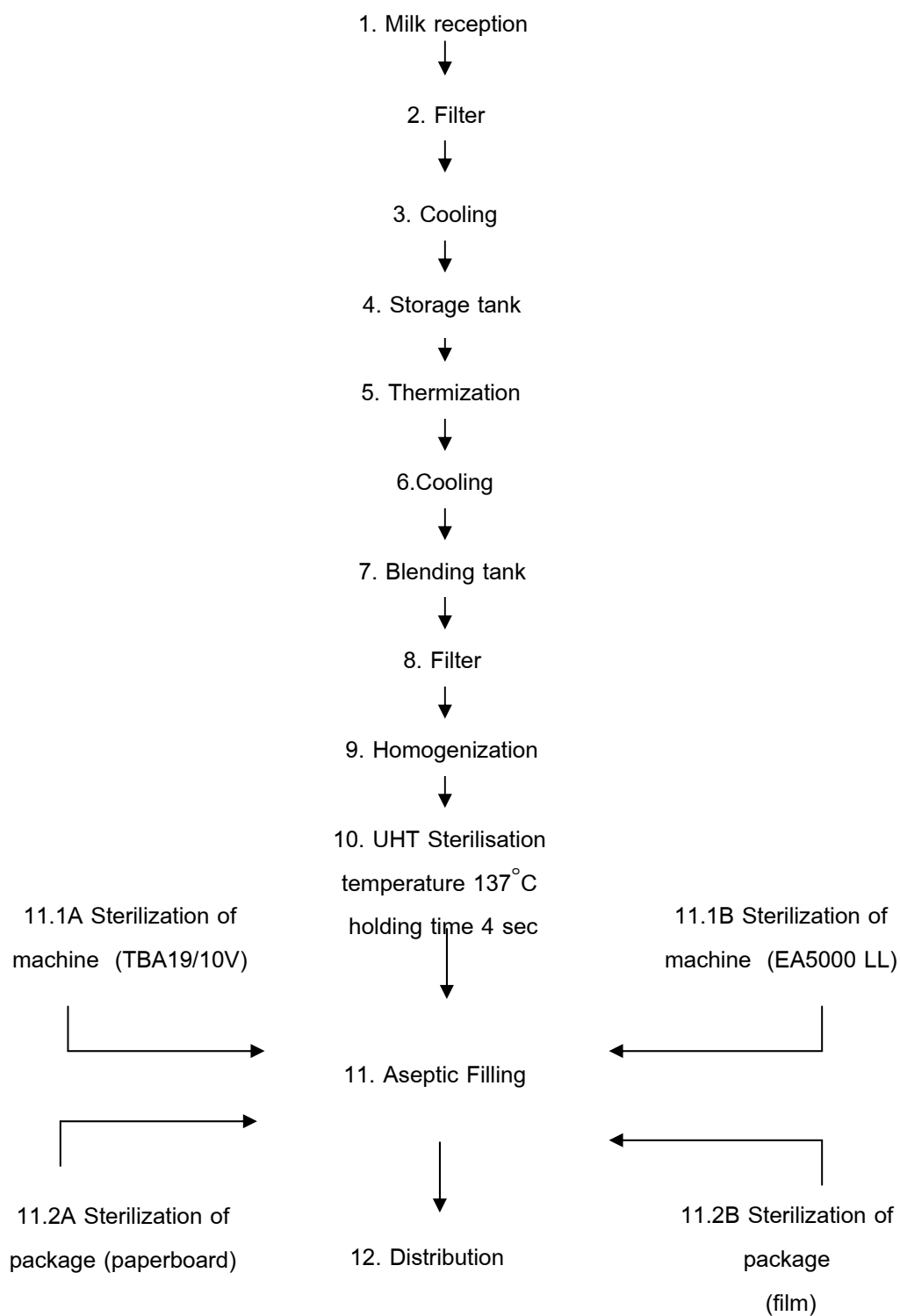


Figure 1 Flow chart of Royal Chitralada projects UHT milk process

ระบบการคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวโดยใช้แรงสนามไฟฟ้า

Rice Grain Separation System Using Electric Field Force

ศิริโรตม์ เกตุแก้ว^{1,2}

Siseerot Ketkaew^{1,2}

¹คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ 10240

²ศูนย์วิจัยวิศวกรรมและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพฯ 10240

¹Faculty of Engineering, Ramkhamhaeng University, Bangkok, Thailand 10240

²Research Center for Engineering and Technology (RCET), Faculty of Engineering, Ramkhamhaeng University
Bangkok, Thailand 10240

*Corresponding author: siseerot@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบการคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวโดยใช้แรงสนามไฟฟ้า ซึ่งอาศัยทฤษฎีทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูงและฟิสิกส์ สร้างชุดอิเล็กทรอนิกส์เป็นแบบแผ่นเพลทระนาบ เพื่อสร้างสนามไฟฟ้าเมื่อนำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ต้องการคัดแยกผ่านเข้าไปในสนามไฟฟ้าระหว่างชุดแผ่นเพลท แรงของสนามไฟฟ้าจะทำการคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่สมบูรณ์และเมล็ดพันธุ์ข้าวที่สมบูรณ์ให้ลอยขึ้นที่ความสูงต่างกัน และถูกผลักแยกออกจากกันไปคนละทิศทาง ส่วนแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูงแบบสวิตซิ่งที่ใช้สร้างแรงสนามไฟฟ้าจะออกแบบวงจรการทำงานเป็นแบบฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ และควบคุมการทำงานของเพาเวอร์มอสเฟตเบอร์ IRFP460 ด้วยไอซีเบอร์ 555 ที่มีความถี่สวิตซิ่ง 15 กิโลเฮิร์ต และใช้หม้อแปลงฟลายแบคเบอร์ TLF14649 เป็นตัวเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้าจาก 24 โวลต์เป็น 5 กิโลโวลต์ เพื่อจ่ายให้กับแผ่นเพลทระนาบในระบบการคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าว

คำสำคัญ: เมล็ดพันธุ์ข้าว สนามไฟฟ้า ฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

Abstract

This research presents rice grain separation system using electric field force. High voltage theory, physics and also principle of static electricity are applied. The designed and implemented equipment are composed to generate an electric field. When rice grains are taken and passed through electric field between two plate electrodes, force of electric field can drift imperfect rice grains having less weight via breaking up plate. DC high voltage source making electric field force comprises of a flyback converter and controlling of the switching by IC # 555 at switching frequency 15 kHz and a flyback transformer # TLF14649. They are used to build up a voltage from 24 V_{dc} to 5 kV_{dc} for plane electrode plates.

Keywords: rice grain, electric field, flyback converter

คำนำ

ในปัจจุบันการเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์ข้าวได้มีความก้าวหน้าพัฒนาเป็นแบบใช้เครื่องจักรช่วยในการเก็บเกี่ยว ซึ่งการเก็บเกี่ยวด้วยวิธีนี้จะมีการเจือปนระหว่างเมล็ดพันธุ์ข้าวที่สมบูรณ์กับเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่สมบูรณ์จึงต้องมีการคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยเครื่องคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ใช้ในปัจจุบันนั้นใช้เครื่องคัดแยกแบบตะแกรง และแบบลมเป่าแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองเป็นมลภาวะทางอากาศ จึงได้จัดทำงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลกระทบของสนามไฟฟ้าต่อเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยการประยุกต์ใช้แรงของสนามไฟฟ้า ซึ่งนำไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูงมาป้อนเข้าแผ่นอะลูมิเนียมเพื่อสร้างสนามไฟฟ้า และเมื่อนำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ต้องการแยกวางในระหว่างแผ่นอะลูมิเนียม แรงของสนามไฟฟ้าจะยกเมล็ดข้าวที่ไม่สมบูรณ์ลอยขึ้นและกระเด็นออกไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การออกแบบระบบการคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าว ได้แบ่งวิธีการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ชุดสร้างสนามไฟฟ้า และระบบการทำงานของเครื่องคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าว

1. ชุดสร้างสนามไฟฟ้า โดยใช้แผ่นเพลทอะลูมิเนียม

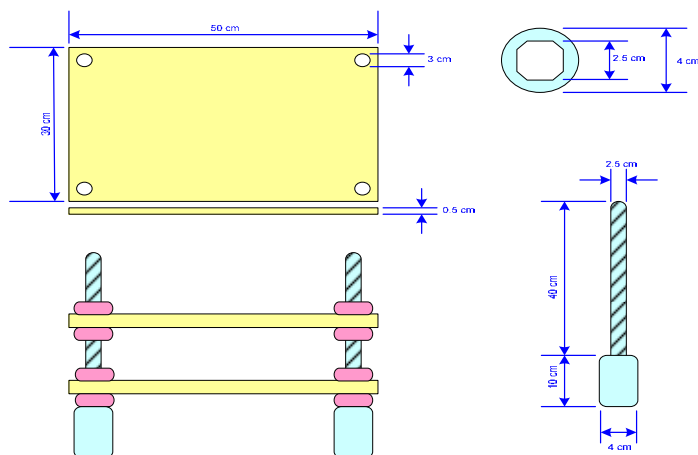


Figure 1 The Structure of rice grain separation system

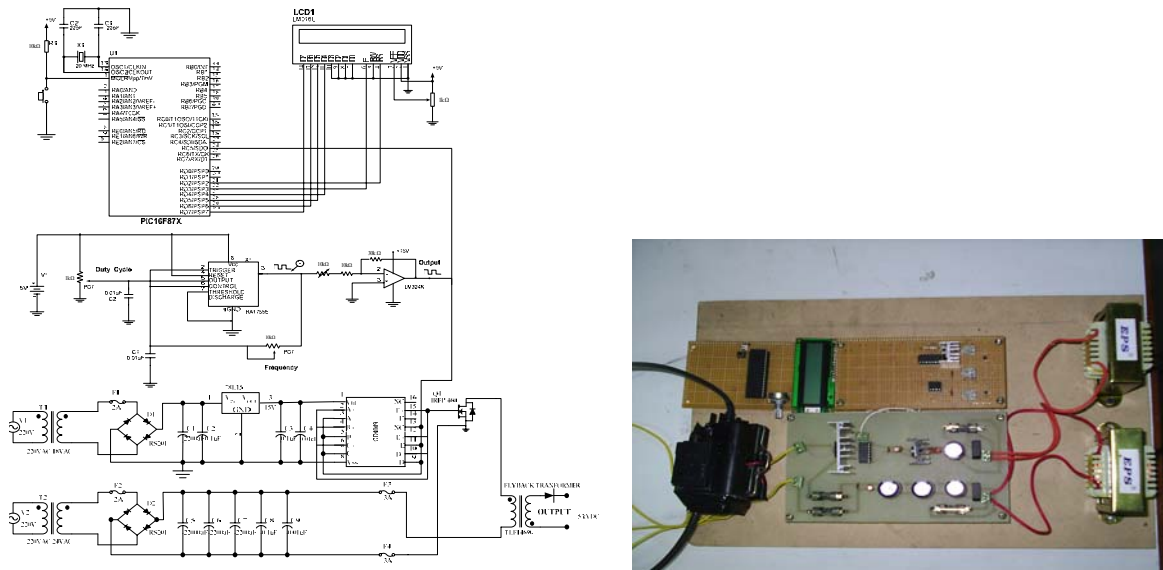


Figure 2 High voltage switching power supply circuit

2. ระบบการทำงานของเครื่องคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าว

ระบบคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวใช้การแยกด้วยสนามไฟฟ้า โดยป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูงให้กับแผ่นอะลูมิเนียม จะทำให้เกิดสนามไฟฟ้าระหว่างแผ่นอะลูมิเนียม เมื่อใส่ข้าวลงไประหว่างแผ่นอะลูมิเนียม จะทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่สมบูรณ์ที่มีน้ำหนักเบากว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวที่สมบูรณ์ ถูกแรงของสนามไฟฟ้าผลักให้ลอยขึ้นและกระเด็นออกไป

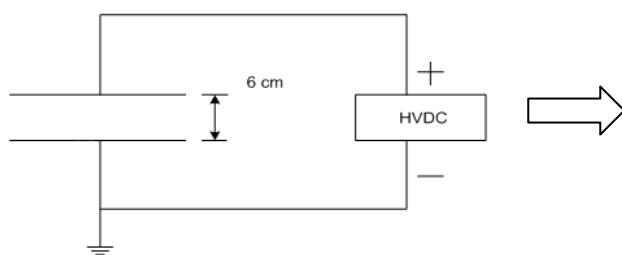


Figure 3 Rice grain separation system for testing

ส่วนแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูงแบบสวิตชิง ได้นำไอซีเบอร์ 555 เป็นตัวสร้างพัลส์โดยต่อกับออปแอมป์เบอร์ LM432N แล้วขยายสัญญาณโดยใช้ไอซีเบอร์ CD4049 เพื่อนำไปขับมอสเฟต ซึ่งความถี่ในการสวิตชิง 15 กิโลเฮิร์ต สดท้ายผ่านหม้อแปลงฟลายแบคเบอร์ TLF14649 เพื่อทำให้ได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูงขนาด 5 กิโลโวลต์ ในการจ่ายให้กับแผ่นอะลูมิเนียมดัง Figure 3

ผลการทดลอง

1. การหาแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูงเริ่มต้นเฉลี่ย

เนื่องจากไม่ทราบแรงดันไฟฟ้าที่จะทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่สมบูรณ์ลอยขึ้นหรือกระเด็นออกไป จึงต้องหาค่าแรงดันไฟฟ้าเริ่มต้นที่ทำให้เมล็ดข้าวลอยขึ้น เพื่อใช้สำหรับการออกแบบการทดลอง และใช้ในการพิจารณาเลือกจนวนให้เหมาะสม โดยมีขั้นตอนในการทดลองดังนี้

1. ต่วงจรดัง Figure 4 โดยมีระยะห่างระหว่างแผ่นอะลูมิเนียม 6 เซนติเมตร
2. ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูง เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าเพื่อสร้างสนามไฟฟ้า
3. นำเมล็ดพันธุ์ข้าวไปวางไว้ระหว่างแผ่นอะลูมิเนียม แล้วจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูงเข้าไป และสังเกตการเปลี่ยนแปลงของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่อยู่ในสนามไฟฟ้า เมื่อเมล็ดพันธุ์ข้าวเริ่มลอยตัวขึ้นจากแผ่นอะลูมิเนียมด้านล่างประมาณ 1 มิลลิเมตร แล้วบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าในขณะนั้นลงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แรงดันไฟฟ้าเริ่มต้นเฉลี่ย

ระยะห่างแผ่น อะลูมิเนียม (ซม.)	แรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวลอย (กิโลโวลต์)							เฉลี่ย
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	
6	4.4	3.9	4.5	3.8	4.2	4.9	4.5	4.32

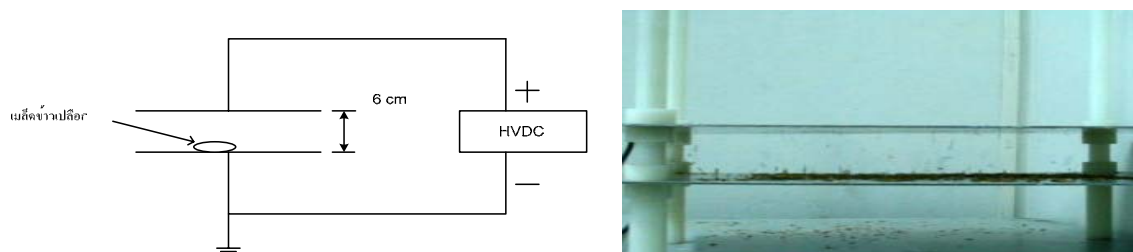


Figure 4 The testing of find of initial DC high voltage

จากตารางที่ 1 พบว่า เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูงเริ่มต้นเฉลี่ยที่ 4.32 กิโลโวลต์ จะทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวลอยขึ้น และไม่ทำให้เกิดการเบรคดาวนระหว่างแผ่นอะลูมิเนียม แต่ในการใช้งานจริงได้เลือกใช้ไฟฟ้ากระแสตรงแรงสูงขนาด 5 กิโลโวลต์ เพราะทำให้เกิดแรงของสนามไฟฟ้าสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่สมบูรณ์จะกระเด็นออกไปได้ดีกว่า

2. การหาปริมาณเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่สมบูรณ์ที่เจือปนอยู่ในเมล็ดพันธุ์ข้าว

ทำการทดลองหาปริมาณข้าวที่ไม่สมบูรณ์ที่เจือปนกับเมล็ดพันธุ์ข้าว โดยการนำตัวอย่างจากสถานที่ต่างๆ มาจำนวน 5 ตัวอย่าง ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. ทำการสุ่มตัวอย่างของเมล็ดพันธุ์ข้าวจากสถานที่เพาะปลูกต่างกัน ที่ยังไม่ผ่านการคัดมา 5 ตัวอย่าง โดยใช้ตัวอย่างละ 1 กิโลกรัม
2. ทำการทดลองคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่สมบูรณ์ออกจากเมล็ดพันธุ์ข้าวที่สมบูรณ์
3. นำเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่สมบูรณ์ที่คัดแยกมาได้ นำไปชั่งน้ำหนัก
4. ทำการคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวจนครบตัวอย่าง และบันทึกในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการหาปริมาณเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่สมบูรณ์ที่เจือปนในเมล็ดพันธุ์ข้าว

ที่มาของเมล็ดพันธุ์ข้าว	เมล็ดพันธุ์ข้าวที่นำมาคัดแยก (กิโลกรัม)	เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่สมบูรณ์ที่คัดได้ (กรัม)	เมล็ดพันธุ์ข้าวสมบูรณ์ที่คัดได้ (กรัม)
ตลาดแห่งที่ 1	1	150.5	848.5
ตลาดแห่งที่ 2	1	145.0	853.0
ตลาดแห่งที่ 3	1	146.0	854.5
ตลาดแห่งที่ 4	1	140.5	858.4
ตลาดแห่งที่ 5	1	144.5	855.5

3. การหาอัตราการคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวของชุดการทดลองต่ออัตราการเจือปนของเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่สมบูรณ์

ตารางที่ 3 ผลการหาอัตราการคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าวกับระยะห่างระหว่างแผ่นอะลูมิเนียม

เมล็ดพันธุ์ข้าวสมบูรณ์ (กรัม)	เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่สมบูรณ์ (กรัม)	เมล็ดพันธุ์ข้าวสมบูรณ์รวมกับเมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่สมบูรณ์ (กรัม)	ระยะห่างแผ่นอะลูมิเนียมคู่ขนาน (ซม.)	เมล็ดพันธุ์ข้าวสมบูรณ์ที่คัดแยกได้ (กรัม)	เมล็ดพันธุ์ข้าวที่ไม่สมบูรณ์ที่คัดแยกได้ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ในการคัดแยกเมล็ดพันธุ์ข้าว (เปอร์เซ็นต์)
50	5	55	3	50.2	4.8	96
50	5	55	4	50.6	4.4	88
50	5	55	5	51.3	3.7	74
50	5	55	6	51.9	3.1	62
50	5	55	7	52.2	2.8	56

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า ระบบคัตแยกเมลต์พันธุ์ข้าวด้วยแรงสนามไฟฟ้า สามารถคัตแยกเมลต์พันธุ์ข้าวที่ไม่สมบูรณ์ออกจากเมลต์พันธุ์ข้าวที่สมบูรณ์ได้ตามต้องการ ซึ่งในการทดลองได้ปรับแรงดันไฟฟ้า กระแสตรงแรงสูงให้มีขนาด 5 กิโลโวลต์คงที่ ที่ระยะห่างระหว่างแผ่นเพลทอะลูมิเนียมตั้งแต่ 3 ถึง 7 เซนติเมตร ผลที่ได้ คือ ระยะห่างระหว่างแผ่นเพลทที่ 3 เซนติเมตร เบอร์เซนต์ในการคัตแยกเมลต์พันธุ์ข้าว สูงที่สุด เพราะแรงของสนามไฟฟ้ามีค่าสูง เพราะฉะนั้นจะส่งผลให้อัตราการคัตแยกมีประสิทธิภาพสูงขึ้นด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และดร.มัลลิกา เกตุแก้ว ที่เป็นกำลังใจและสนับสนุนงานวิจัยนี้ และ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่สนับสนุนเครื่องมือในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

- เฉลิมพล น้ำค้าง. 2538. **ทฤษฎีสานไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก**. ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ: กรุงเทพฯ.
- ดอนสัน ปงผาบ. 2548. **ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน 1**. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น): กรุงเทพฯ.
- ศิริวัฒน์ โพธิเวชกุล. 2542. **เอกสารประกอบการเรียนวิชา High Voltage Engineering**. ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร: กรุงเทพฯ.
- สำรวย สังข์สะอาด. 2538. **วิศวกรรมไฟฟ้าแรงสูง**. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น): กรุงเทพฯ.
- เศกสรรค์ เหลียวสุวรรณ ไพฑูรย์ สุขพันธ์ และประทีป สุวรรณสุข. 2541. **การศึกษาออกแบบเครื่องคัตเมลต์ พันธุ์ข้าวเปลือกโดยแยกด้วยสนามไฟฟ้า**. วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร: กรุงเทพฯ.

การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศด้วยคลื่นไมโครเวฟ

Biodiesel Production from Tung Seed Oil by Using Microwave Irradiation

วิปัสยา เยาวยา¹ พัชรพรรณ คีรีวรรณ¹ อัจฉรา แก้วกล้า^{1*} ณัฐวุฒิ ดุษฎี²

นิกราน หอมดวง² และอุกฤต สมัครสมาน²

Wipassaya Yawya¹, Patcharapan Keereewan¹, Achara Kleawkla^{1*}, Natthawut Dussadee²

Nikran Homduang² and Ukrit Samaksaman²

¹ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

²ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

¹Department of Chemistry, Faculty of Science, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

²Energy Research Center, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: kinnoy_cute@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้เตาอบไมโครเวฟขนาดกำลังไฟ 800 วัตต์ ความถี่ 2,450 เมกกะเฮิรตซ์ มาใช้ในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศ ภายใต้กระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน โดยศึกษาปัจจัยของตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 0.50-1.50 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก อัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศต่อเมทานอล 1:4-1:10 ตามลำดับ กำลังไมโครเวฟ 80-800 วัตต์ เวลา 3-5 นาที พบว่าเมื่อใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 1.25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก อัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศต่อเมทานอล 1:8 ระดับไมโครเวฟ 80 วัตต์ และเวลา 5 นาที ได้ปริมาณผลผลิตไบโอดีเซลสูงถึง 97.04 เปอร์เซ็นต์ และการทดสอบคุณสมบัติทางเชื้อเพลิง พบว่า ไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศมีคุณสมบัติทางเชื้อเพลิงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

คำสำคัญ: ไบโอดีเซล ไมโครเวฟ น้ำมันเมล็ดมะเขือเทศ ทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน

Abstract

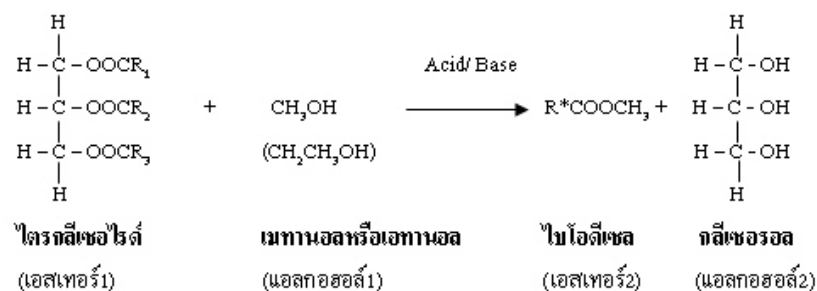
This research, a household microwave (800 W, 2450 MHz) has been modified as in batch biodiesel reactor for transesterification of Tung seed oil. The series of experiment were carried out by using of 0.50-1.50% weight of potassium hydroxide as catalyst, Tung oil to methanol ratio of 1:4-1:10, respectively, microwave power 80-800 W, reaction time of 3-5 min. The result showed that 1.25% weight of potassium hydroxide, Tung oil to methanol ratio 1:8 microwave power 80 W for 5 minutes, gave the highest percentage biodiesel for 97.04. The fuel property of from Tung seed oil by experiment was in the standard level of biodiesel.

Keywords: biodiesel, microwave, Tung seed oil, transesterification

คำนำ

ปัจจุบันสภาวะวิกฤตการณ์ขาดแคลนน้ำมันส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมไทยเป็นอย่างมาก การที่ราคาน้ำมันปิโตรเลียมปรับตัวสูงขึ้นถึง 130 ดอลลาร์ต่อบาเรล ส่งผลให้ราคาปลีกของน้ำมันแต่ละประเภทปรับตัวสูงขึ้นไปเกือบลิตรละ 40 บาท เนื่องจากประเทศไทยต้องพึ่งพาการนำเข้าน้ำมันปิโตรเลียม เพื่อใช้ในการพัฒนาประเทศทั้งด้านการคมนาคมขนส่ง อุตสาหกรรม และการผลิตกระแสไฟฟ้า ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยทางด้านพลังงานทางเลือกใหม่เพื่อทดแทนน้ำมันปิโตรเลียมที่ลดลง โดยเชื้อเพลิงชีวภาพ (biofuel) เป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากสิ่งมีชีวิต ซึ่งการเลือกใช้น้ำมันที่ได้จากพืชหรือไขมันสัตว์เป็นเชื้อเพลิง เป็นทางเลือกหนึ่งในการแก้ปัญหาผลผลิตทางการเกษตรล้นตลาด การนำวัตถุดิบเหลือใช้หรือที่ไม่ได้ใช้ นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์โดยการผลิตเป็นไบโอดีเซล

การผลิตไบโอดีเซลส่วนใหญ่นิยมใช้กระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (Marchetti *et al.*, 2005) คือ กระบวนการทางเคมีที่เกิดจาก Alkoxy group (-OR) ของเอสเทอร์ของไตรกลีเซอไรด์ทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ โดยใช้กรดหรือด่างเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะได้เอสเทอร์ในรูปอื่นตามชนิดแอลกอฮอล์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาหรือที่เรียกว่ากระบวนการแลกเปลี่ยน Alkoxy group ระหว่างเอสเทอร์กับแอลกอฮอล์ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน

มะเขือหิน (Tung oil) จัดอยู่ในสกุล Vernicia มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Aleurtes moluccana* (L.) Wild. อยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางประเภทใบเลี้ยงคู่ ลำต้นตรง แตกกิ่งเป็นชั้นคล้ายต้นहुกาว จะขึ้นตามธรรมชาติในจีนตอนใต้ บริเวณป่าทางภาคเหนือของประเทศไทย รวมทั้งพม่า ลาว ขอบดินร่วนที่มีฤทธิ์เป็นกลาง pH 5.5-6.0 เป็นไม้ป่าโตเร็ว ทนต่อสภาพภูมิอากาศ ชอบแสงแดด เป็นไม้อวบน้ำ ถ้ามีน้ำสม่ำเสมอจะโตเร็ว เปลือกผลมีน้ำมันหอมระเหย (essential oil) อยู่เล็กน้อย ในเมล็ดมี hydrocyanic acid ให้น้ำมันถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งน้ำมันจะมีสีเหลืองประกอบด้วย กรดอีเลโอสเตอริก (eleostearic acid) กรดลิโนเลนิก (linolenic acid) กรดลิโนเลอิก (linoleic acid) และกรดโอเลอิก (oleic acid) (Dermarderosian, 2001; Harbome *et al.*, 1999) นอกจากนี้แล้วน้ำมันมะเขือหินมีค่าความร้อน (heating value) เหมาะสมกับการใช้งานในเครื่องยนต์ดีเซล (ณัฐภูมิ และคณะ, 2550)

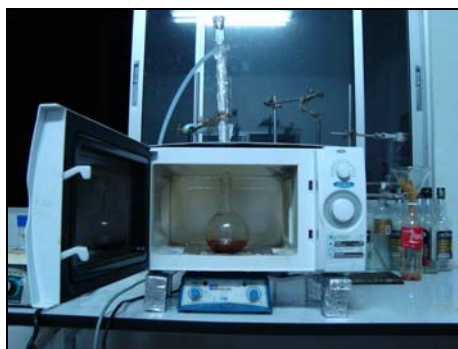
น้ำมันเมล็ดมะเยาหินเป็นวัตถุดิบจากพืชที่ไม่ใช้สำหรับบริโภค ทำให้การผลิตไบโอดีเซลมีต้นทุนต่ำ และจากการรวบรวมและสืบค้นข้อมูล พบว่า การผลิตไบโอดีเซลด้วยกระบวนการแบบดั้งเดิมจะใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาด้วยการใช้การถ่ายโอนความร้อนปกติ ค่อนข้างใช้เวลานานในการเกิดปฏิกิริยา อีกทั้งยังใช้พลังงานไฟฟ้าในการผลิตค่อนข้างสูง การเร่งปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ิฟิเคชันในการผลิตไบโอดีเซลด้วยคลื่นไมโครเวฟ สามารถทำให้ลดการใช้เวลาในการเกิดปฏิกิริยา และส่งผลให้สามารถลดการใช้พลังงาน โดยคลื่นไมโครเวฟจะเหนี่ยวนำโมเลกุลที่มีขั้วของสารละลายที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล ทำให้เกิดการสั่น เนื่องจากปฏิกิริยาภายใน (dipole-dipole interactions) ระหว่างขั้วของโมเลกุลและสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้เกิดการกระจายตัวของพลังงาน นำไปสู่พลังงานความร้อนและเร่งการเกิดปฏิกิริยาได้ (Azcan and Danisman, 2007)

ดังนั้น การวิจัยนี้ได้พัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเยาหินด้วยเทคนิคคลื่นไมโครเวฟ เพื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการดั้งเดิม ในด้านระยะเวลาในการผลิต ปริมาณผลผลิต และคุณสมบัติน้ำมัน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันมะเยาหินต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมอุปกรณ์ผลิตไบโอดีเซล

นำไมโครเวฟ (800 วัตต์) มาประยุกต์เป็นอุปกรณ์ในการผลิตไบโอดีเซล โดยเจาะด้านบนของไมโครเวฟเพื่อต่อ condenser และเจาะด้านล่างเพื่อต่อ hot plate stirrer ส่วนที่เกิดช่องว่างใช้เทปกาวที่เป็นอลูมิเนียมปิดเพื่อป้องกันการรั่วไหลของคลื่นไมโครเวฟ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การจัดตั้งอุปกรณ์ในการผลิตไบโอดีเซลด้วยรังสีไมโครเวฟ

การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันมะเขือเทศ

นำน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศ (Gemon, China*) มาผลิตไบโอดีเซล โดยศึกษาปัจจัยในการเกิดปฏิกิริยาทรานส์-เอสเทอร์ิฟิเคชัน ที่สภาวะของอัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันต่อเมทานอล (Fisher chemicals, England*) 1:4-1:10 ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Merck, Germany*) 0.5-1.5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก น้ำมัน กำลังไมโครเวฟ 80-800 วัตต์ เวลาที่ใช้ 3-5 นาที และใช้อัตราการกวนของ Hot plate stirrer ที่ 700 รอบต่อนาที เมื่อทำปฏิกิริยาเสร็จแล้วเทผลิตภัณฑ์ที่ได้ลงกรวยแยกทิ้งให้เกิดการแยกชั้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำผลิตภัณฑ์ส่วนบนที่ได้จากการแยกชั้นล้างด้วยน้ำ 3-4 ครั้ง และต้มเพื่อไล่น้ำออก จากนั้นคำนวณหาร้อยละผลผลิต

(หมายเหตุ * คือ บริษัทผู้ผลิต, ประเทศ)

การศึกษาสมบัติทางเชื้อเพลิงของไบโอดีเซล

นำไปทดสอบสมบัติทางเชื้อเพลิงของไบโอดีเซล ดังนี้ จุดวาบไฟ (flash point) ความหนาแน่น (density) ปริมาณกากถ่าน (ash) จุดเทไหล (pour point) ค่าความเป็นกรด (acid value) ค่าความหนืด (viscosity) และค่าความร้อน (heating value)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศ

การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ศึกษาถึงอัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศต่อเมทานอลที่เหมาะสมและร้อยละโดยน้ำหนักของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสมดังนี้

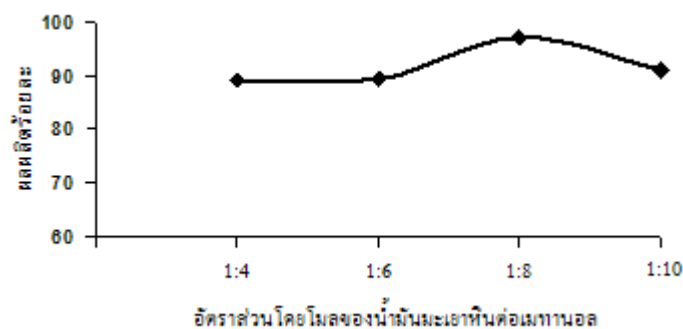
ตารางที่ 1 อัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศต่อเมทานอลที่เหมาะสม

Ratio	Catalyst (%wt of oil)	%Yield	Acid value (mg KOH/g)	%FFA
1:4	1.25	88.23	0.11	0.05
1:6	1.25	89.49	0.11	0.05
1:8	1.25	97.04	0.11	0.05
1:10	1.25	90.67	0.11	0.05

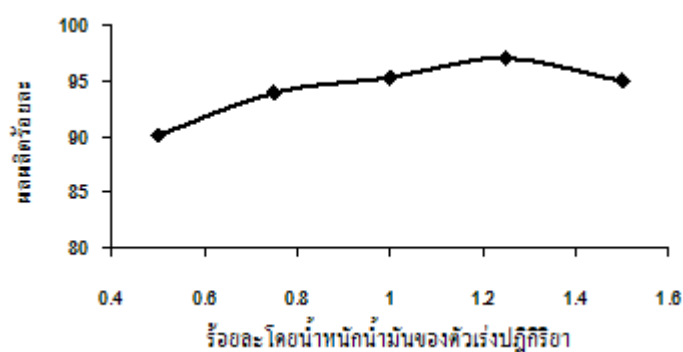
ตารางที่ 2 ร้อยละโดยน้ำหนักของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เหมาะสม

Ratio	Catalyst (%wt of oil)	%Yield	Acid value (mg KOH/g)	%FFA
1:8	0.50	90.12	0.34	0.16
1:8	0.75	93.93	0.18	0.09
1:8	1.00	95.21	0.11	0.05
1:8	1.25	97.04	0.11	0.05
1:8	1.50	90.98	0.11	0.05

ผลการทดลอง พบว่า อัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศต่อเมทานอล 1:8 และใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ 1.25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักน้ำมัน ได้ผลผลิตร้อยละของไบโอดีเซลสูงสุดเท่ากับร้อยละ 97.04



(ก)



(ข)

ภาพที่ 3 อัตราส่วนที่เหมาะสมของการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศ

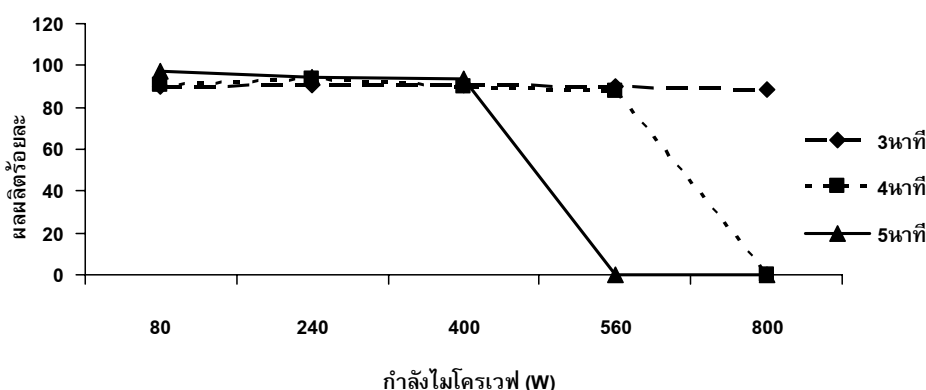
(ก) อัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศต่อเมทานอล

(ข) ร้อยละโดยน้ำหนักน้ำมันของตัวเร่งปฏิกิริยา KOH

จากผลการทดลองเมื่ออัตราส่วนโดยโมลของเมทานอลเพิ่มขึ้นผลผลิตร้อยละของไบโอดีเซลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มปริมาณเมทานอลเกินพอมากกว่า 1:10 พบว่า ไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณไบโอดีเซล อาจเนื่องมาจากไตรกลีเซอไรด์ถูกทำปฏิกิริยากับเมทานอลหมด (วิสุทธิ และคณะ, 2549) และเมื่อปริมาณของตัวเร่งปฏิกิริยาโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ เพิ่มขึ้นผลผลิตร้อยละของไบโอดีเซลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และจากผลการทดลอง พบว่า เมื่อใช้ปริมาณตัวเร่งปฏิกิริยามากกว่า 1.25 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักน้ำมัน จะเกิดผลข้างเคียงของปฏิกิริยาสะปอนนิฟิเคชันหรือสบู่ในขั้นตอนการล้างไบโอดีเซล ทำให้เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไบโอดีเซลลดลง

การศึกษาสภาวะของการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศด้วยคลื่นไมโครเวฟ

จากการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศด้วยคลื่นไมโครเวฟ ในทุกช่วงกำลังไมโครเวฟ คือ ตั้งแต่ 80-800 วัตต์ และใช้เวลาตั้งแต่ 3-5 นาที ผลการทดลอง พบว่า ที่กำลังไมโครเวฟที่ 80 วัตต์ เวลา 5 นาที ได้ผลผลิตไบโอดีเซลสูงสุดเท่ากับร้อยละ 97.04 ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตร้อยละและกำลังไมโครเวฟที่เวลาต่างๆ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ผลของความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไมโครเวฟและเวลา

คุณสมบัติทางเชื้อเพลิงของไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศ

จากการทดลอง พบว่า ไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศ มีค่าความร้อนสูงใกล้เคียงกับไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้ว มีจุดวาบไฟและค่าความหนืดสูงกว่า แต่มีคุณสมบัติที่ดีเมื่อใช้งานที่อุณหภูมิ ต่ำ ซึ่งสังเกตจากจุดเทไหลที่มีค่าต่ำ เท่ากับ 1 องศาเซลเซียส และมีค่าความเป็นกรดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ดังตารางที่ 3 และเนื่องจากค่าความหนืดที่สูงกว่ามาตรฐานไบโอดีเซลชุมชน เมื่อมีการใช้งานควรปรับปรุงคุณสมบัติด้านค่าความหนืดโดยการผสมกับน้ำมันดีเซล เพื่อลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับเครื่องยนต์

ตาราง 3 สมบัติทางเชื้อเพลิงของไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศ

Properties	Tung oil biodiesel	Standard	Method
Flash point (°C)	218	>120	ASTM D93
Density @ 25°C (Kg/m ³)	875	860-900	ASTM D1298
Pour point	1	<3.1	ASTM D97
Acid Value(mg KOH/g)	0.12	<0.50	ASTM D664
Viscosity @ 40°C (cSt)	9.17	3.5-5.0	ASTM D445
Ash (%wt.)	0.0097	0.02	ASTM D482
Heating value (MJ/kg)	40.73	45.62-46.48	ASTM D240

สรุปผลการทดลอง

การผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศ ด้วยปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ิฟิเคชัน โดยใช้คลื่นไมโครเวฟในการเร่งปฏิกิริยา ใช้โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา 1.25 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก อัตราส่วนโดยโมลของน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศต่อเมทานอล 1:8 กำลังไมโครเวฟ 80 W เวลา 5 นาที พบว่า ได้ร้อยละผลผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันเมล็ดมะเขือเทศสูงสุด ร้อยละ 97.04 และการผลิตไบโอดีเซลแบบกะภายใต้การเร่งปฏิกิริยาด้วยคลื่นไมโครเวฟ สามารถลดระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ิฟิเคชันประมาณ 12 เท่า เมื่อเทียบกับการทำปฏิกิริยาแบบดั้งเดิมที่ใช้ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาประมาณ 1 ชั่วโมง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักพัฒนาแผนและนโยบายพลังงาน กระทรวงพลังงาน ขอขอบคุณคณาจารย์รวมทั้งบุคลากรภาควิชาเคมี และศูนย์วิจัยพลังงานมหาวิทยาลัยแม่โจ้ทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและดูแลตลอดการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Azcan, N. and A. Danisman. 2007. Alkali catalyzed tranesterification of cottonseedoil by microwave irradiation. **Fuel**. 86: 2639-2644.
- Lersathapornsuk, V., R. Pairintra, K. Aryasuk, and K. Krisnangkura. 2008. Microwave assisted in continuous biodiesel production from waste flying plam oil and its performance in a 100 kW diesel generator. **Fuel Proc. Tech.** 89: 1330-1336.
- Marchetti, J.M., V.U. Miguel and A.F. Errazu. 2005. Possible methods for biodiesel productions. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. 20: 280-286.
- Dermarderosian A. 2001. **The review of natural products**. Missouri. Facts and Comparisons. 600 p.
- Harbome FRS, J.B., H. Baxter and G.P. Moss. 1999. **Phytochemical Dictionary**. Taylor & Francis Ltd. London.
- วิสุทธิ แสงทอง สุจินดา ว่องไว และเพ็ญพิศ วงษ์มณีนิล. 2549. ศึกษากระบวนการสังเคราะห์น้ำมันดีเซลชีวภาพจากน้ำมันทอดใช้แล้ว. รายงานการวิจัย. สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน: กรุงเทพฯ.
- ณัฐวุฒิ ดุษฎี ชูรัตน์ ธารารักษ์ และนิรันดร์ สุวรรณสิทธิ์. 2550. การศึกษาการนำน้ำมันปาล์มดิบและน้ำมันพืชอื่น ๆ เป็นเชื้อเพลิงเดินเครื่องยนต์กำเนิดไฟฟ้า. รายงานฉบับสมบูรณ์. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. น 1-98.

คำนำ

การผลิตกระดาษจากเห็ด เป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรชีวภาพอีกด้านหนึ่งที่มีความคล้ายคลึงกับการใช้เส้นใยจากพืช ซึ่งประกอบด้วย เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน แต่ลักษณะโครงสร้างทางเคมีของเห็ดแตกต่างจากโครงสร้างของไม้โดยสิ้นเชิง ลักษณะโครงสร้างของเห็ดราเป็นกลุ่มของเส้นใยผนังเซลล์ของเส้นใยเห็ดห่อหุ้มด้วยสารประกอบไคติน (chitin) เชื่อมต่อกันเรียงตัวเป็นเส้นขนาน เช่นเดียวกับเซลลูโลสในเนื้อไม้ ดังนั้นแนวทางที่จะใช้เห็ดเป็นแหล่งของเส้นใยในกระบวนการผลิตเยื่อเพื่อทำกระดาษจึงมีความเป็นไปได้สูง Rice (1991); King and Watling (1997) ให้ความเห็นว่าเห็ดที่มีคุณสมบัติในการทำเป็นแผ่นกระดาษได้ดี เป็นเห็ดในกลุ่ม Polyporus ซึ่งเห็ดกลุ่มนี้มักมีรูปร่างแข็งคล้ายหนังและคล้ายไม้

ความแข็งแรงของเส้นใยแต่ละเส้น และความแข็งแรงระหว่างเส้นใย ที่จับยึดติดกันเป็นคุณสมบัติที่บ่งบอกถึงคุณภาพของกระดาษ เยื่อที่ไม่มีการบดให้แตกกระจายจะทำให้การเชื่อมระหว่างเส้นใยไม่ดี ส่วนเยื่อที่มีการบดมากเกินไป ทำให้การยึดติดของเส้นใยไม่ดีเช่นกัน (Biermann, 1993) ซึ่งเป็นปัจจัยทำให้ความแข็งแรงของกระดาษลดลง ในกระดาษเส้นใยอยู่ร่วมกันได้ด้วยพันธะไฮโดรเจน ในส่วนของ hydroxyl group ของเซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ดังนั้น การใช้น้ำในการทำกระดาษจึงมีความสำคัญมาก เพื่อให้เส้นใยเข้ามารวมกัน กระดาษจะมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น

ขั้นตอนการใช้เห็ดราเป็นแหล่งเยื่อเพื่อผลิตกระดาษ โดยมีน้ำเป็นปัจจัยหลัก พบว่า ให้ผลลัพธ์ด้านความแข็งแรงเทียบเท่ากระดาษสา แต่การใช้ปอสาเป็นวัตถุดิบ จำเป็นต้องใช้กระบวนการทางเคมี ต้มให้เปลือกปอสาอ่อนตัว ในทางกลับกันถ้าใช้เห็ดราเป็นวัตถุดิบจะลดระยะเวลาและลดค่าใช้จ่ายในส่วนสารเคมีลงได้อย่างสิ้นเชิง อีกทั้งผลผลิตที่ได้สูงสุดเกือบ 100% ดังนั้น ผลิตกระดาษทดแทนจากเห็ดจึงเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติที่มีต้นทุนต่ำผลผลิตสูงและสามารถใช้ทดแทนเส้นใยจากพืช อีกทั้งยังเสริมสร้างความเข้มแข็งของเศรษฐกิจชุมชนภายใต้การพึ่งพาความสัมพันธ์สังคมมนุษย์และธรรมชาติ โดยอาศัยภูมิปัญญาท้องถิ่นเพื่อปรับเอาทรัพยากรทางชีวภาพมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมเยื่อ

คัดเลือกดอกเห็ดที่มีความแข็งแรงคล้ายไม้จำนวน 2 species (*Ganoderma applanatum* และ *Coriolopsis* sp.) ล้างน้ำให้สะอาดเพื่อชะล้างเศษดิน ทราวย หรือเศษซากพืชออกให้หมด ตัดเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปต้ในเครื่องปั่น เติมน้ำให้พอเหมาะ เพื่อให้เนื้อเยื่อของดอกเห็ดแยกออกเป็นเยื่อ จนกระทั่งมีลักษณะ ฟองฟูสำหรับเส้นใยของเห็ด (*Loweoporus medullae-panis* และ *Gloeophyllum sepiarium*) ดำเนินการทำนองเดียวกัน

การทำแผ่นเยื่อทดสอบ

นำเยื่อเห็ดที่ได้ผสมกับน้ำ กวนให้เยื่อแขวนลอยในน้ำอย่างสม่ำเสมอ เทลงบนตะแกรง ขณะที่ร้อนเยื่อเห็ด ตะแกรงต้องแช่ในน้ำ เขย่าตะแกรงในแนวระนาบเบาๆ เพื่อให้เยื่อกระจายอย่างสม่ำเสมอ ยกตะแกรงขึ้น นำไปผึ่งแดดหรือวางในที่โล่งโดยเอียงทำมุมประมาณ 50-60 องศา แผ่นเยื่อทดสอบจะแห้งเร็ว

ขึ้น ลอกแผ่นเยื่อออกจากตะแกรง นำไปทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์จากแรงกดทะลุ (burst testing) ด้วยเครื่องทดสอบของ Mullen bursting tester

วิเคราะห์ผลการทดสอบด้านแรงต้านทานการกดทะลุ โดยคำนวณหาค่า **burst factor** จากสูตร

$$\text{burst factor} = \frac{\text{burst strength} \times 1,000}{\text{basis weight}} \quad \text{g.cm}^{-2} / \text{g.m}^{-2}$$

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลองทำแผ่นเยื่อจากดอกเห็ดและจากเส้นใยของเห็ดกลุ่ม Basidiomycetes โดยใช้เนื้อเยื่อจากเห็ด *Ganoderma applanatum* และ *Coriolopsis* sp. และเส้นใยจากเห็ด *Loweoporus medullae-panis* และ *Gloeophyllum sepiarium* เมื่อวิเคราะห์ความต้านทานการฉีกขาดจากแรงกดทะลุ (burst factor) ของแผ่นเยื่อทดสอบ เปรียบเทียบกับแผ่นทดสอบเยื่อสา ให้ค่าเฉลี่ยของ burst factor แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

Table 1 Comparison of mean differences of burst factor on mushroom and mulberry paper handsheet by Duncan's multiple range test at $\alpha = 0.05$

Testing Paper	Basis weight (g/m ²)	Burst factor (g.cm ⁻² / g .m ⁻²) ^{1/}
<i>Ganoderma applanatum</i>	86.78	-
<i>Coriolopsis</i> sp.	90.91	3.90 ^a
<i>Coriolopsis</i> sp.	56.82	5.84 ^a
Mulberry pulp	88.64	8.15 ^{ab}
<i>L. medullae-panis</i>	52.02	12.69 ^b
<i>G. sepiarium</i>	28.49	17.99 ^{ce}
<i>G. sepiarium</i>	32.66	20.18 ^e

^{1/} Means with the same letter are non-significant according to DMRT at 95%.

จาก Table 1 สรุปได้ว่า แผ่นเยื่อทดสอบจากเห็ด *G. applanatum* ไม่สามารถตรวจวัดค่า burst factor ได้ เนื่องจากผลของการตีเยื่อให้แตก อาจยังไม่เพียงพอให้เนื้อเยื่อเห็ดยึดติดระหว่างกันด้วยพันธะไฮโดรเจน จึงทำให้แผ่นทดสอบมีความเปราะ หากมีการปรับปรุงคุณภาพด้านความเหนียว โดยการใช้เยื่อชนิดอื่น หรืออาจใช้เยื่อเห็ดชนิดที่มีลักษณะเส้นใยเป็น trimitic คือ มีเส้นใยผสมของ generative hyphae, skeleton hyphae และ binding hyphae เข้ามาผสมผสาน และเพิ่มความหนาขึ้นจะทำให้แผ่นทดสอบมีคุณภาพดีขึ้น

แผ่นทดสอบที่ได้จากเยื่อเห็ด *Coriolopsis* sp. พบว่า ผลการวิเคราะห์ทางสถิติให้ค่า burst factor ไม่มีความแตกต่างจากแผ่นทดสอบเยื่อสาและแผ่นทดสอบจากเส้นใย *L. medullae-panis* แสดงว่า การยึด

ติระหว่างเนื้อเยื่อของเห็ดภายหลังจากการตีจนพองฟู สามารถยึดติดกันด้วยพันธะไฮโดรเจนได้ระดับเดียวกับเยื่อสาและเส้นใยเห็ด

ในกรณีของแผ่นทดสอบจากเส้นใยเห็ด (mycelium) พบว่า มีค่า burst factor มากกว่าแผ่นทดสอบจากเยื่อสา เป็นที่น่าสังเกตว่าแผ่นทดสอบจากเส้นใยของเห็ด *Gloeophyllum sepiarium* มีคุณภาพดีที่สุด โดยให้ค่า burst factor สูงถึง $20.18 \text{ g.cm}^{-2}/\text{g.m}^{-2}$ รองลงมา คือ แผ่นทดสอบจากเส้นใยของเห็ด *L. medullae-panis* $12.69 \text{ g.cm}^{-2}/\text{g.m}^{-2}$ อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์ทางสถิติให้ค่า burst factor แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงสรุปได้ว่า การใช้ส่วนของเส้นใยเห็ดเป็นแหล่งเยื่อจะทำให้มีการสอดประสานกันของเส้นใยแบบชิดกันคล้ายส่วนของเซลล์ลูโลสในพืช เนื่องจากโครงสร้างของเส้นใยเห็ดมีองค์ประกอบทางเคมี คือ ไคติน ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างคล้ายเซลล์ลูโลส ทำให้การยึดติดระหว่างเส้นใยด้วยพันธะไฮโดรเจนแข็งแรงขึ้น เช่นเดียวกับการยึดติดของ microfibril ในเซลล์ลูโลส ทำให้กระดาษมีความแข็งแรงและเหนียวขึ้น นอกจากนี้ คุณสมบัติของเห็ดมีข้อจำกัด คือ ขนาดความยาวของเส้นใยจะน้อยกว่าพืชเส้นใยโดยทั่วไป โดยเฉพาะเยื่อสา มีความยาวของเส้นใยประมาณ 6-12 มิลลิเมตร (ปรีชา, 2537) แต่ผลการทดลองเมื่อมีการประยุกต์โดยการนำส่วนของเส้นใย (mycelium) มาทดแทนเนื้อเยื่อเห็ด พบว่า ให้ความแข็งแรงเป็นที่น่าพอใจเกินความคาดหมาย คือ แผ่นทดสอบมีคุณภาพดีกว่าการใช้เยื่อสา และมีสีสน้โดยธรรมชาติซึ่งไม่สามารถพบได้จากเยื่อสา

จากการวัดคุณสมบัติทางฟิสิกส์ด้าน burst factor เพียงปัจจัยเดียวก็ด้วยเหตุผลที่กระดาษจากเห็ดซึ่งผลิตด้วยมือ และเน้นเฉพาะงานด้านการใช้ประโยชน์ในแง่ของการตกแต่ง และงานด้านศิลปะ เช่น กระดาษ การ์ดอวยพร กระดาษคั่นหนังสือ กระดาษห่อผลิตภัณฑ์ กระดาษทำกรอบรูป เป็นต้น จึงไม่จำเป็นต้องใช้คุณสมบัติทางฟิสิกส์ทางด้านอื่น เช่น แรงดึง แรงฉีก หรือแรงหักพับ เพื่อประเมินคุณภาพ อีกทั้งยังเป็นเพียงแนวคิดเพื่อสร้างนวัตกรรมของชิ้นงานที่แปลกใหม่ ทั้งในด้านรูปลักษณะและสีสน้ที่เป็นไปได้โดยธรรมชาติ ปราศจากการใช้สารเคมีทุกชนิดในขบวนการผลิต ซึ่งแตกต่างจากกระบวนการผลิตกระดาษโดยปกติอย่างสิ้นเชิง นอกจากนี้ผลผลิตของกระดาษที่ได้มี yield สูงเกือบ 100% จากการคำนวณในเบื้องต้นของการใช้เยื่อเห็ด *Coriolopsis* sp. เป็นแหล่งเพื่อผลิตกระดาษ พบว่า ให้ผลผลิตสูงเกือบ 100% เนื่องจากเยื่อของเห็ดไม่ผ่านกระบวนการทางเคมี การสูญเสียของเยื่อจึงเกิดน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับเยื่อจากเส้นใยพืช อีกทั้งยังสามารถเป็นแหล่งวัตถุดิบใหม่ สามารถใช้ทดแทนเยื่อสา และลดปริมาณการใช้เยื่อสาในการผลิตกระดาษเพื่อประดิษฐ์กรรมได้บ้าง จึงกล่าวได้ว่ากระดาษจากเห็ดเป็นผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า green products อย่างแท้จริง

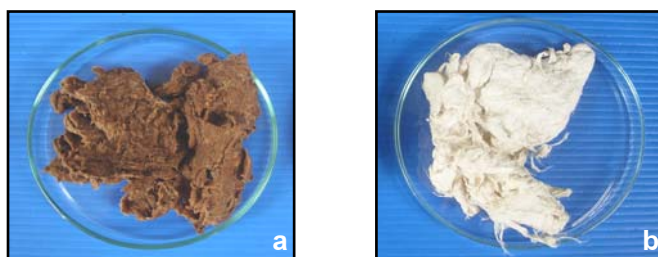


Figure 1 Comparison of mushroom and mulberry pulp color

(a) brown color of mushroom pulp and (b) white color of mulberry pulp

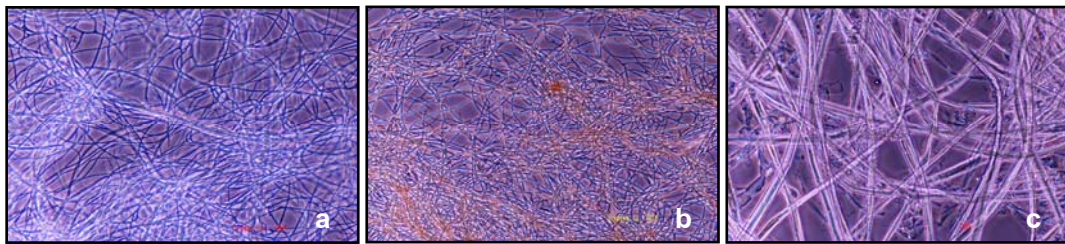


Figure 2 Comparison of microstructure of fungi mycelia (a-b) and mulberry fiber (c)

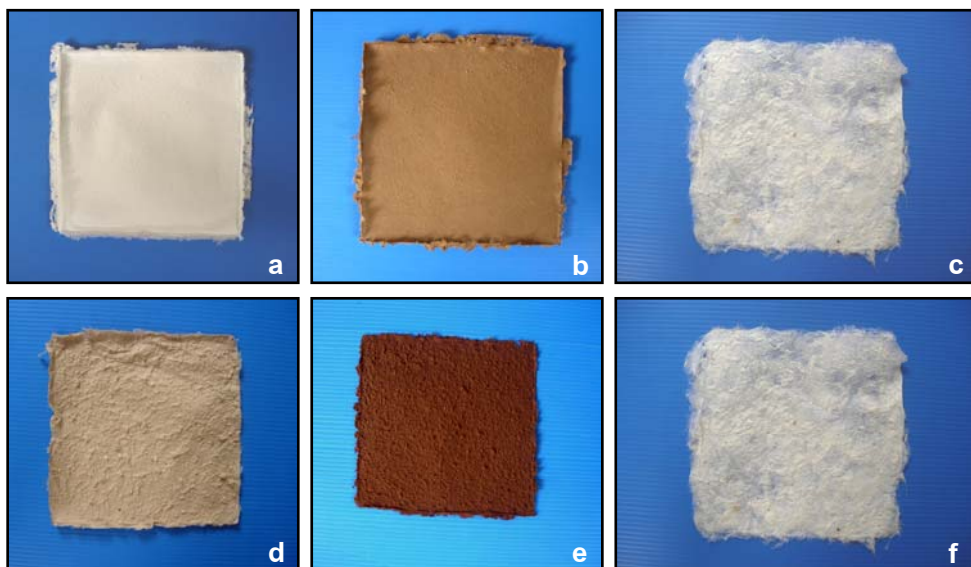


Figure 3 Comparison of handsheet paper characteristics. (a-b) texture and color of mycelium handsheets, (c,f) mulberry handsheets and (d-e) flesh mushroom handsheets

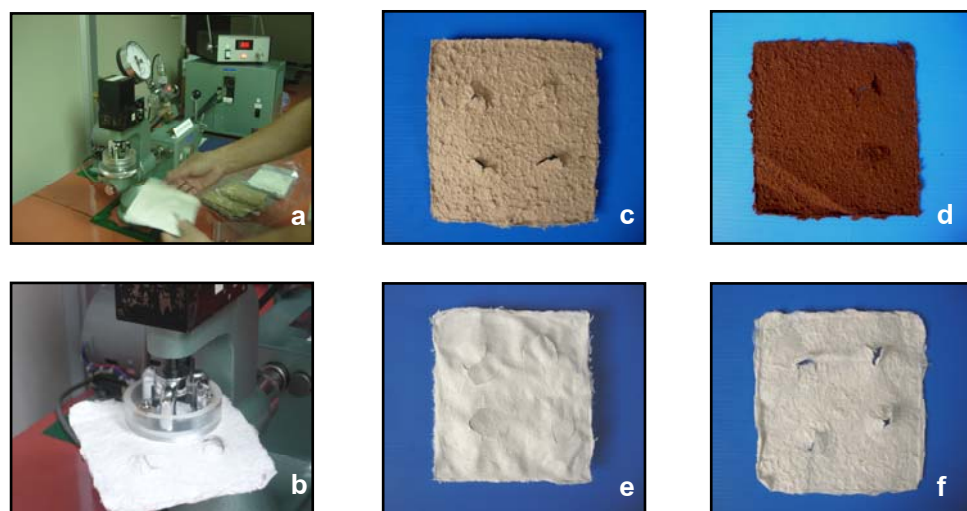


Figure 4 The electronic burst tester (a-b) insert a sample handsheet, (c-f) the broken samples during the test



Figure 5 Products of handmade mushroom paper

สรุปผลการทดลอง

การผลิตกระดาษตกแต่งจากเห็ดทำลายไม้ โดยใช้ส่วนของเนื้อเยื่อเห็ด *Ganoderma applanatum*, *Coriopsis* sp. และส่วนของเส้นใย (mycelium) เห็ด *Loweporus medullae-panis* และ *Gloeophyllum sepiarium* ภายหลังตรวจสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ เปรียบเทียบกับแผ่นทดสอบเยื่อสา

1. แผ่นทดสอบที่ผลิตจากส่วนของเนื้อเยื่อเห็ด *Ganoderma applanatum* ไม่สามารถตรวจสอบค่า burst factor ได้ เนื่องจากแผ่นทดสอบไม่มีความเหนียวและเปราะ
2. แผ่นทดสอบจากเนื้อเยื่อเห็ด *Coriopsis* sp. มีความแข็งแรงเทียบเท่าแผ่นทดสอบเยื่อสา ให้ค่า burst factor ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับ 0.05
3. แผ่นทดสอบที่ผลิตจากส่วนของเส้นใยเห็ด *G. sepiarium* มีความแข็งแรงต่อแรงต้านทานการกดทะลุสูงสุด และมีสีน้ำตาลเข้มโดยธรรมชาติ ส่วนแผ่นทดสอบจากเส้นใย *L. medullae-panis* มีสีขาวและมีความแข็งแรงเทียบเท่าแผ่นทดสอบเยื่อสา

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณวิวัฒน์ อรรถพานุรักษ์ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวัดคุณสมบัติทางฟิสิกส์ คุณกิตติพัฒน์ ลิขิตวรโชติ คุณอินทรา พันธาสุ คุณปริยาภรณ์ กล้าใจ และคุณน้ำตาล คุ่มตะโก ที่ช่วยทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ และจัดพิมพ์เอกสารงานวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

- ปรีชา เกียรติกระจาย. 2537. **ชนิดและความต้องการเยื่อกระดาษ**. เอกสารประกอบคำบรรยาย. วิชาเคมีของการผลิตและฟอกเยื่อ. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- King, A. and R. Wotling. 1997. Paper made from bracket fungi. **Mycologist**. 11(2).
- Rice, M. 1991. Fine paper from mushrooms. **Mushroom**. 10(1): 21-26.
- Biermann, C.J. 1993. **Essentials of Pulping and Papermaking**. Academic Press, Inc., Harcourt Brace Jovanovich. Pub.: San Diego. 472 p.

สาขาสังคมศาสตร์
และมนุษยศาสตร์

กระบวนการพัฒนาการจัดการระบบประกันคุณภาพภายในอย่างมีส่วนร่วม:
กรณีศึกษา โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนห้วยป่าปอรัต
อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

**The development of Participatory Process Management of Internal Quality
Assessment: A Case Study of Ruppaport Border Patrol Police School
Amphur Samoeng, Chiang Mai**

ปรีชา วังจินา¹, ปราโมช ศีตะโกเศศ², สมชาย องค์กรประเสริฐ² และปรารถนา ยศสุข³
Preecha Wangjina¹, Pramot Seetakoses², Somchay Ongpraseat³ and Pradtana Yossuck³

¹กองบังคับการตำรวจตระเวนชายแดน ภาค 3 เชียงใหม่ 50180

²คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

³วิทยาลัยบริหารศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

¹Border Patrol Police Region 3, Chiang Mai, Thailand 50180

²Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50210

³School of Administrative Studies, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50210

*Corresponding author: preecha3_5@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องกระบวนการพัฒนาการจัดการระบบประกันคุณภาพภายในอย่างมีส่วนร่วม: กรณีศึกษา โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนห้วยป่าปอรัต อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ เป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วมของผู้ที่เกี่ยวข้อง มีขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม 6 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพบริบทของโรงเรียน ชุมชน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง โดยใช้วิธีการศึกษาจากเอกสาร เช่น รายงานการประเมินคุณภาพภายนอกกรอบแรกของโรงเรียน การเดินสำรวจสภาพชุมชน การสนทนากลุ่ม ขั้นตอนที่ 2 การสร้างความตระหนัก สร้างความรู้ความเข้าใจ และกำหนดพันธกิจร่วมกันในระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง จำนวน 27 คน โดยใช้วิธีการจัดการฝึกอบรมความรู้เรื่องการประกันคุณภาพภายใน การวิเคราะห์องค์กร กำหนดแนวทาง การทำแผนปฏิบัติการโครงการและกิจกรรม และกำหนดพันธกิจร่วมกันด้วยการจัดทำปฏิทินการดำเนินงาน ขั้นตอนที่ 3 การจัดทำแผนปฏิบัติการประจำปีการศึกษา 2551 โดยใช้การประชุมกลุ่มย่อย ขั้นตอนที่ 4 การนำไปสู่ขั้นตอนการดำเนินการโดยผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ชุมชน ราษฎร ครู และนักเรียน ขั้นตอนที่ 5 ติดตามประเมินผลการดำเนินงาน โดยวิธีการตรวจจากเอกสารแผนปฏิบัติงานประจำปี และประชุมสรุปผลการปฏิบัติ ขั้นตอนที่ 6 สรุปผลการดำเนินงาน และปัญหาข้อขัดข้อง โดยวิธีการประชุมร่วมกัน และการสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่ร่วมดำเนินงานรายบุคคล ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบของการมีส่วนร่วมในระบบประกันคุณภาพภายในโรงเรียนนตช. ที่ตั้งอยู่ในถิ่นทุรกันดาร ประชาชนส่วนใหญ่ยังมีความยากจนและมีการศึกษาน้อยนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปรับระบบการดำเนินงานให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงให้เป็นไปโดยธรรมชาติให้มากที่สุด เช่น ภาคส่วนที่เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องใกล้ชิด ควรเป็นภาค

ส่วนที่อยู่ในพื้นที่เป็นหลัก โดยเน้นที่ภาคส่วนประชาชนและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเป็นสำคัญ ส่วนภาคส่วนอื่นๆ ที่อยู่นอกพื้นที่มีข้อจำกัดในการมีส่วนร่วมมาก จึงให้มีบทบาทในการสนับสนุนเท่านั้น ปัจจัยของความสำเร็จประการแรก คือ ผู้บริหารสถานศึกษาและคณะครูต้องมีความเข้าใจ และมีความตระหนักถึงความสำคัญในระบบประกันคุณภาพภายในอย่างมีส่วนร่วม รวมถึงต้องตั้งใจที่จะดำเนินงานให้เป็นไปตามแผนและปฏิทินที่กำหนดร่วมกันอย่างจริงจังและจริงใจในทุกขั้นตอน เพราะจะเป็นส่วนที่สร้างความศรัทธาจากภาคประชาชนในการเข้ามามีส่วนร่วมอย่างกว้างขวาง ทั้งการคิด การวางแผน การลงมือปฏิบัติ และการติดตามประเมินผล ทั้งแบบเป็นทางการในรูปคณะกรรมการต่างๆ เช่น กรรมการสถานศึกษา และแบบไม่เป็นทางการในทุกโอกาส เช่น การประชุมประจำเดือนของหมู่บ้าน ประการที่สอง คือ หน่วยต้นสังกัดทุกระดับต้องกำหนดเป็นนโยบายสำคัญและกำกับดูแลให้สถานศึกษาดำเนินการอย่างจริงจัง

Abstract

The development of participatory process management of internal evaluation system: A case study of ruppaport border patrol police school, Samoeng district, Chiang Mai was a participatory action research with 6 steps of activities. The first step was to investigate contexts of school, community and stakeholders by secondary data e.g. self assessment report, survey and group discussion. The second step was to create awareness, knowledge and understanding and set common targets of 27 participants by workshop on quality assessment, SWOT analysis and project planning. The third step was brain-storming for quality assessment working procedures for year 2551. The forth step was implementation of the plan to those stakeholders including: community, people, teachers and students. The fifth step was evaluation of working procedures by checking activities and group discussion. The sixth step was to summarize the results and threats by group discussion and 27 participants interview. Results from participation process showed that the school is in remote area where people are in low standard of living and education. It is necessary to adjust procedures of quality development and assessment to the condition. Main participated sectors should be the local sectors especially people in community and other stakeholders. Other allied sectors should take part in support and facilitation. Key success factors for internal quality assessment are: 1) administrative staff and teachers 2) higher hierarchal units. Administrative staff and teachers should be aware to build participatory process and attempt to follow action plans that were set on the process. These would create more enthusiastic from community and other stakeholders to participatory process. Channels of the action are 1) formal such as board of the school or 2) informal such as community monthly meeting. Higher hierarchal units should create empowerment to the school by prioritization of quality assessment and regular surveillance.

คำนำ

โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนรปปอर्ट ตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ จัดตั้งขึ้นโดย มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือเด็กและเยาวชนในถิ่นทุรกันดารห่างไกลคมนาคม เป็นปัจจัยให้ประชาชนไกลคมนาคมได้หลุดพ้นจากความโง่เขลา โรคภัยไข้เจ็บและความยากจน เป็นพลเมืองดีและเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศชาติ โดยมุ่งหวังจะสอนให้เด็ก เยาวชน และประชาชน ให้สามารถพูดและฟังภาษาไทยได้เข้าใจ สามารถติดต่อกับเจ้าหน้าที่ของรัฐได้ เพื่อสร้างเสริมความมั่นคงของชาติตามแนวชายแดนเป็นสำคัญ ทางด้านคุณภาพการศึกษา พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2545 ได้บัญญัติแนวทางการจัดการศึกษาในหมวดที่ 6 มาตรา 48 “ให้หน่วยงานต้นสังกัดและสถานศึกษาจัดให้มีระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา และให้ถือว่าการประกันคุณภาพภายในเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการบริหารการศึกษาที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง โดยสถานศึกษาต้องมีการประเมินที่อิงโรงเรียน (school-based evaluation) และเป็นระบบที่ยึดติดกับการทำงานปกติ (built-in evaluation) ทั้งนี้ สถานศึกษาต้องคิดหาแนวทางกำกับ ติดตาม และสนับสนุนการทำงานด้านการประเมินผลภายในให้สำเร็จด้วยดี โดยต้องมีการวางแผน การเตรียมพัฒนาบุคลากร และการกำหนดโครงสร้างของคณะกรรมการประเมินผลที่ประกอบด้วยบุคคลทุกฝ่าย ไม่ว่าจะเป็นผู้บริหาร ครูอาจารย์ ชุมชน พ่อแม่ผู้ปกครอง และนักเรียน และต้องมีการบริหารจัดการให้เกิดการทำงานแบบมีส่วนร่วม อย่างแท้จริงในทุกขั้นตอนของการประเมิน แต่จากผลการประเมินคุณภาพการศึกษาภายนอกของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนรอบแรก เรื่องที่ต้องปรับปรุงแก้ไขส่วนใหญ่เป็นเรื่องของการดำเนินงานที่ขาดการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน และการดำเนินงานที่ไม่ครบวงจรคุณภาพ ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนในภาพรวมทุกด้าน การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการพัฒนาปัญหาและอุปสรรค ในการจัดการระบบการประกันคุณภาพภายในอย่างมีส่วนร่วมของผู้เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน ของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนรปปอर्ट ตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการพัฒนาการจัดการระบบการประกันคุณภาพภายในอย่างมีส่วนร่วมของผู้เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน ของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนรปปอर्ट ตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่
2. เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคของการพัฒนาการจัดการระบบประกันคุณภาพภายในอย่างมีส่วนร่วมของผู้เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน ของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนรปปอर्ट ตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพบริบทของโรงเรียน ชุมชน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

โดยใช้วิธีการศึกษาจากเอกสาร ได้แก่ ข้อมูลโรงเรียน ข้อมูลหมู่บ้าน รายงานการประเมินคุณภาพภายนอกรอบแรกของ โรงเรียนตชด.รปป่าปอร์ต การเดินสำรวจสภาพชุมชน จัดทำแผนที่สังเขปของชุมชน การสนทนากลุ่ม เช่น การร่วมประชุมกับชุมชน การจัดเวทีครู ตชด.

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างความตระหนัก สร้างความรู้ความเข้าใจ และกำหนดพันธกิจร่วมกัน

โดยใช้วิธีการ ดังต่อไปนี้

- 2.1 จัดการฝึกอบรมความรู้เรื่องการประกันคุณภาพภายใน
- 2.2 วิเคราะห์องค์การ (SWOT Analysis)
- 2.3 กำหนดแนวทางการทำแผนปฏิบัติการ โครงการ และกิจกรรม
- 2.4 กำหนดพันธกิจร่วมกันด้วยการจัดทำปฏิทินการดำเนินงาน

ขั้นตอนที่ 3 การจัดทำแผนปฏิบัติการประจำปีการศึกษา ด้วยการประชุมกลุ่มย่อย

3.1 จัดทำร่างแผนปฏิบัติการประจำปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนรปป่าปอร์ต โดยจัดการประชุมคณะกรรมการตรวจตระเวนชายแดนเพื่อตรวจสอบและยืนยัน

3.2 นำแผนปฏิบัติการประจำปีการศึกษา 2551 แจ้งให้ที่ประชุมคณะกรรมการสถานศึกษา และที่ประชุมผู้ปกครองนักเรียนได้รับทราบอีกครั้งหนึ่ง

3.3 จัดทำเป็นรูปเล่มแผนปฏิบัติการประจำปีการศึกษา 2551 ส่งให้ภาคส่วนที่เกี่ยวข้องรับทราบอย่างเป็นทางการ

ขั้นตอนที่ 4 นำแผนไปดำเนินการ

โดยมีผู้เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ชุมชน ราษฎร ครู และนักเรียนร่วมกันดำเนินการงานจัดการประชุมชี้แจง ปฐกษัตริ์ เพื่อให้การปฏิบัติเป็นไปตามแผนปฏิบัติการอย่างมีประสิทธิภาพ โดยในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยพยายามที่จะให้เป็นการปฏิบัติที่เป็นธรรมชาติ จากข้อเท็จจริงและขีดความสามารถของโรงเรียนและชุมชนเป็นสำคัญ ทั้งนี้เพื่อให้โรงเรียนและชุมชน ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกภาคส่วนได้มีโอกาสเรียนรู้ตามสภาพความเป็นจริง ปราศจากปัจจัยเกื้อหนุนใดๆ ที่ไม่ใช่ปัจจัยพื้นฐานที่มีอยู่ เพื่อให้การพัฒนาในทุกเรื่องทุกขั้นตอน เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ของชุมชนเอง และลงมือแก้ไขจากองค์กรและชุมชน โดยคนและปัจจัยที่มีอยู่ในองค์กรและชุมชนเอง ซึ่งผู้ศึกษาวิจัยคาดคิดว่า จะเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืน

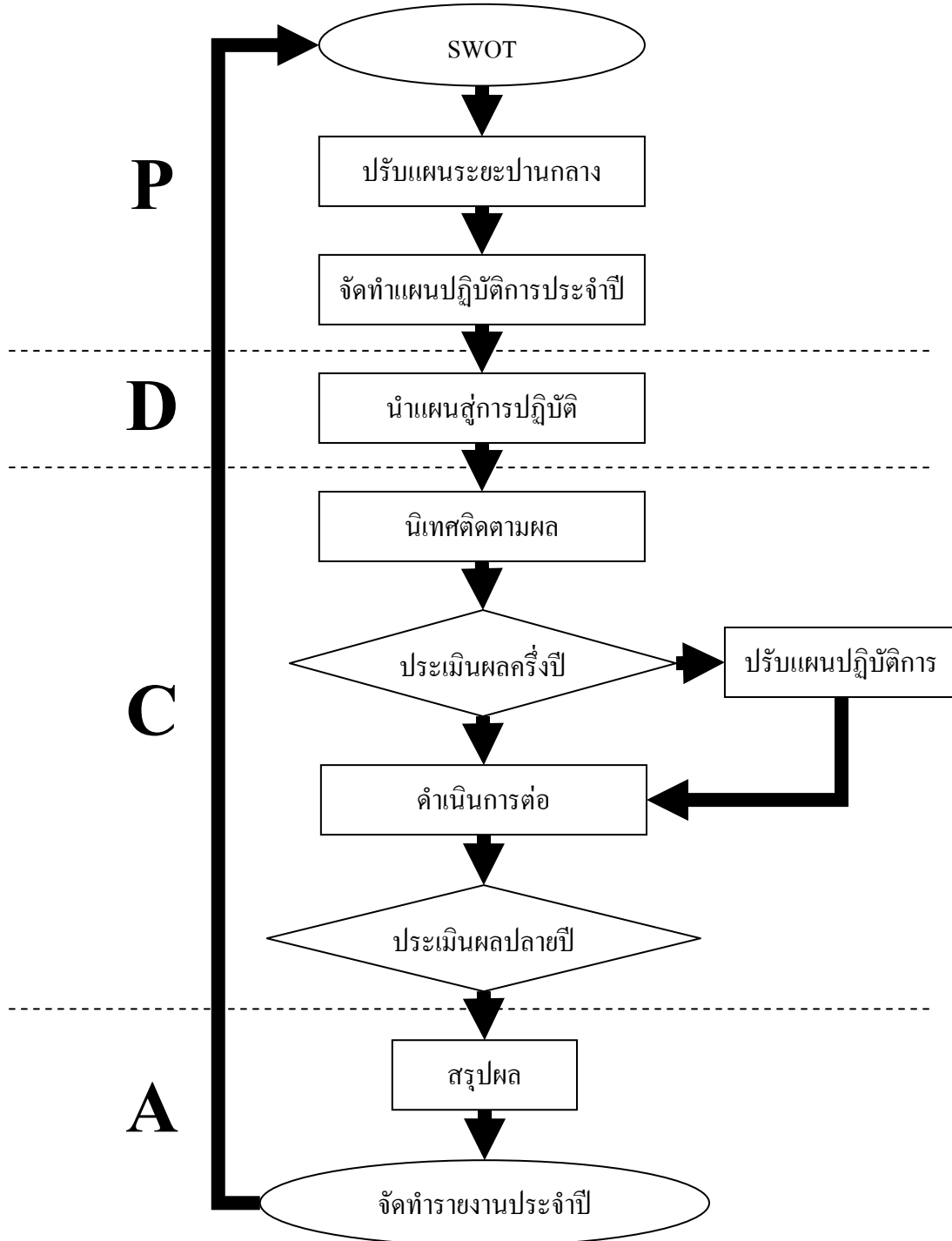
ขั้นตอนที่ 5 ติดตามประเมินผลการดำเนินงาน ด้วยวิธีการ

- 5.1 ตรวจจากเอกสารแผนปฏิบัติงานประจำปี
- 5.2 ประชุมสรุปผลการปฏิบัติ

ขั้นตอนที่ 6 สรุปผลการดำเนินงาน และปัญหาข้อขัดข้อง ด้วยวิธีการ

6.1 ประชุมร่วมกันเพื่อตรวจสอบและสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาข้อขัดข้อง

6.2 สัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่ร่วมดำเนินงานรายบุคคล



ภาพที่ 1 รูปแบบของระบบประกันคุณภาพภายใน โรงเรียนตชด.รพีปาปอร์ต ปีการศึกษา 2551

ผลการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพบริบทของโรงเรียน ชุมชน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

โรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนรับป่าปอร์ต มีพื้นที่ทั้งหมด 8 ไร่ สถานภาพ/กรรมสิทธิ์ที่ดินเป็นป่าสงวนแห่งชาติ สภาพที่ตั้งทางภูมิศาสตร์มีลักษณะเป็นภูเขา มี ร.ต.ต.มังกร มั่นทะนา เป็นครูใหญ่ ครูตำรวจตระเวนชายแดน จำนวน 6 นาย ครูพลเรือน 1 คน ผู้ดูแลเด็กเล็ก 2 คน นักเรียนทั้งหมด 225 คน เป็นชาย 118 คน หญิง 107 คน ด้านผลการประเมินคุณภาพภายนอกรอบแรก เมื่อวันที่ 9-11 มีนาคม 2548 โรงเรียนตชด.รับป่าปอร์ต ได้รับการประเมินคุณภาพภายนอกจาก สมศ. ซึ่งสรุปผลการประเมินโดยภาพรวมตามรายมาตรฐานทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านผู้บริหาร ด้านครู และด้านผู้เรียน ดังต่อไปนี้ ชุมชนที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโรงเรียนมากที่สุด คือ บ้านป่าเกี๊ยะนอก หมู่ที่ 1 ตำบลบ่อแก้ว และบ้านป่าเกี๊ยะใน หมู่ที่ 8 ตำบลบ่อแก้ว ด้านผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง จากการร่วมประชุมกับชุมชน การพบปะผู้นำชุมชน ผู้นำกลุ่มประชาชน บุคคลสำคัญในชุมชน และคณะครูโรงเรียนตชด.รับป่าปอร์ต จำนวนรวม 27 คน ที่จะเข้าร่วมวิจัยในครั้งนี้ พบว่า ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในระบบประกันคุณภาพภายในของ โรงเรียนตชด.รับป่าปอร์ต ได้อย่างต่อเนื่อง และบุคคลเหล่านี้มีความรู้สึกถึงการมีส่วนร่วมในกระบวนการคิด การลงมือทำ และผลที่จะเกิดขึ้น โดยเฉพาะราษฎรที่คำนึงถึงบุตรหลานของตนเอง จึงปรารถนาที่จะเข้ามารับรู้การทำงานของคณะครู และยังอยากจะมีส่วนร่วมในการทำให้คุณภาพการศึกษาดีขึ้น หากสามารถทำได้ ดังนั้นเมื่อทราบว่า ผู้วิจัยได้มาทำงานที่หมู่บ้านและเปิดโอกาสให้ราษฎรได้มีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา และทราบว่าจะมีการประชุม ก็จะหาโอกาสเข้าร่วมประชุม เช่น ตัวแทนของกลุ่มเยาวชนในหมู่บ้าน ซึ่งที่ประชุมได้รับข้อคิดเห็นที่สะท้อนจากตัวแทนกลุ่มเยาวชนในมุมมองของคนหนุ่มสาวที่ดีๆ มากมาย ผู้วิจัยได้สรุปผลการสำรวจความรู้ความเข้าใจเรื่องระบบประกันคุณภาพภายใน และความต้องการเบื้องต้นของคณะครู แสดงเป็นภาพแผนที่ความคิด เพื่อเป็นพื้นฐานการดำเนินกิจกรรมในขั้นตอนต่อไป ในการศึกษาบริบทมีคณะครู ตชด. และคณะกรรมการสถานศึกษาซึ่งมีตัวแทนของภาคประชาชนทุกภาคส่วนในพื้นที่ร่วมศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 ผลจากการสร้างความตระหนัก สร้างความรู้ความเข้าใจ และกำหนดพันธกิจร่วมกัน

ขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมความพร้อมให้แก่ผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคน เพื่อให้มีทั้งความรู้ความเข้าใจ เป็นการสร้างโอกาสให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้มีส่วนร่วมคิด และร่วมวางแผน ด้วยวิธีการจัดการอบรมและสัมมนา เรื่องการประกันคุณภาพภายในให้แก่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง จำนวน 27 คน ประกอบด้วย ราษฎรบ้านป่าเกี๊ยะนอก บ้านป่าเกี๊ยะใน ผู้นำหมู่บ้าน สมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบล ผู้ดูแลเด็กเล็กของศูนย์เด็กเล็กประจำหมู่บ้าน ผู้แทนผู้ปกครองนักเรียน นักการศึกษาจากองค์การบริหารส่วนตำบลบ่อแก้ว คณะครูโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดน และบุคลากรทางการศึกษา สังกัด กก.ตชด.33 ได้ผลการดำเนินกิจกรรมคือ

2.1 ผลการสัมมนาเพื่อทบทวนอดีต และสิ่งที่คาดหวังในอนาคต

2.2 ผลการวิเคราะห์องค์กร โดย SWOT Analysis เพื่อจัดการสัมมนาวิเคราะห์ชุมชน และองค์กร เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการวางแผนการปฏิบัติ

2.3 ผลการกำหนดแนวทางการทำแผนปฏิบัติการ

2.4 ผลจากการกำหนดพันธกิจร่วมกัน ได้เป็นปฏิทินการดำเนินงานตามระบบประกันคุณภาพภายใน ผู้เข้าร่วมศึกษาวิจัยได้กำหนดรูปแบบของระบบประกันคุณภาพภายใน โรงเรียนตชด. รัปป่าปอร์ต ปีการศึกษา 2551 ดังแสดงในภาพ 1

ขั้นตอนที่ 3 ผลการจัดทำแผนปฏิบัติการประจำปีการศึกษา

เริ่มจากการนำผลจากการอบรมและสัมมนาไปจัดทำร่างแผนปฏิบัติการประจำปีการศึกษา 2551 ของโรงเรียนตำรวจตระเวนชายแดนรัปป่าปอร์ต จัดการประชุมคณะกรรมการตรวจตระเวนชายแดนเพื่อตรวจสอบและยืนยันแผน ประชุมเพื่อนำเสนอแผนปฏิบัติการประจำปีการศึกษา 2551 ติดตามผลการจัดทำแผนงาน/โครงการของผู้รับผิดชอบในแต่ละมาตรฐานการศึกษา รวบรวมเป็นรูปเล่ม แผนปฏิบัติการประจำปีการศึกษา 2551 และ นำเสนอแผนต่อที่ประชุมคณะกรรมการสถานศึกษา และที่ประชุมผู้ปกครองนักเรียนได้รับทราบอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปจัดทำเป็นรูปเล่มแผนปฏิบัติการประจำปีการศึกษา 2551 เผยแพร่ให้ผู้เกี่ยวข้องรับทราบต่อไป

ขั้นตอนที่ 4 ผลการนำแผนไปดำเนินการในปีการศึกษา 2551

โดยได้มีการจัดการประชุมชี้แจง ปฐกษัตริ หรือ เพื่อให้การปฏิบัติเป็นไปตามแผนปฏิบัติการอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยพยายามที่จะให้เป็นการปฏิบัติที่เป็นธรรมชาติ จากข้อเท็จจริงและขีดความสามารถของโรงเรียนและชุมชนเป็นสำคัญ ทั้งนี้เพื่อให้โรงเรียนและชุมชน ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกภาคส่วนได้มีโอกาสเรียนรู้ตามสภาพความเป็นจริง ปราศจากปัจจัยเกื้อหนุนใดๆ ที่ไม่ใช่ปัจจัยพื้นฐานที่มีอยู่ เพื่อให้การพัฒนาในทุกเรื่องทุกขั้นตอน เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ของชุมชนเอง และลงมือแก้ไขจากองค์กรและชุมชน โดยคนและปัจจัยที่มีอยู่ในองค์กรและชุมชนเอง ซึ่งผู้ศึกษาวิจัยคาดคิดว่า จะเป็นการพัฒนาที่ยั่งยืน

ขั้นตอนที่ 5 ผลจากการติดตามประเมินผลการดำเนินงาน

โดยใช้วิธีการผลการตรวจจากเอกสารแผนปฏิบัติงานประจำปี และสรุปผลการปฏิบัติงาน จัดให้มีการประชุมผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง จำนวน 21 คน ประกอบด้วย 1) คณะครูโรงเรียนตชด.รัปป่าปอร์ต 2) บุคลากรทางการศึกษา สังกัด กก.ตชด.33 3) คณะกรรมการสถานศึกษา ผู้นำท้องถิ่น และตัวแทนประชาชน เพื่อรายงานผลการดำเนินงานในรอบปีการศึกษา 2551 ให้ทราบ และร่วมกันทบทวนผลการดำเนินงานและปัญหาข้อขัดข้อง โดยการทบทวน แผนงาน/โครงการและกิจกรรมที่ร่วมกันคิดและกำหนดเป็นแนวทางการจัดทำแผนปฏิบัติการประจำปี เปรียบเทียบกับแผนงาน/โครงการและกิจกรรมที่ได้รับการบรรจุไว้ในแผนปฏิบัติการ และผลการปฏิบัติจริง โดยการตรวจเช็คว่ามีแผนงาน/โครงการหรือกิจกรรมใด ที่กำหนดไว้ มีหรือไม่มีในแผนปฏิบัติการ และมีแผนงาน/โครงการหรือกิจกรรมใด ที่ได้ทำ หรือไม่ทำจริง

ขั้นตอนที่ 6 ผลการสรุปผลการดำเนินงานและปัญหาข้อขัดข้อง

6.1 ประชุมร่วมกันเพื่อตรวจสอบและสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาข้อขัดข้อง

มีผู้เข้าร่วมประชุม ทั้งหมด 21 คน ประกอบด้วย บุคลากรทางการศึกษา (นายตำรวจผู้นิเทศงานโรงเรียน) 1 คน คณะครู 10 คน และประชาชนฝ่ายต่างๆ 10 คน การประชุมครั้งนี้ โรงเรียนได้เสนอร่างรายงานการประเมินตนเองของสถานศึกษา ประจำปีการศึกษา 2551 ให้ที่ประชุมร่วมกันประเมินผลการ

ดำเนินงาน ผลการประชุม สรุปได้ว่ามีพัฒนาการด้านการมีส่วนร่วมในกระบวนการคิดของผู้เกี่ยวข้อง เมื่อเทียบกับการประชุมสัมมนาครั้งแรกๆ จะพบว่า ผู้เกี่ยวข้องโดยเฉพาะภาคประชาชน จะมีพัฒนาการในทางที่ดีขึ้นมาก โดยสังเกตจากการที่ประชาชน โดยเฉพาะคนหนุ่มสาว มีความสนใจ และแสดงความต้องการที่จะเข้ามามีส่วนร่วมอย่างชัดเจน บรรยากาศในการเข้าร่วมประชุมมีความเป็นกันเอง และมีความกล้าที่จะแสดงความคิดเห็นมากขึ้น สังเกตเห็นว่า ประชาชนมีความรู้สึกว่าเป็นพวกเดียวกันกับคณะครู มีความรับผิดชอบร่วมกัน มีเป้าหมายเดียวกันคือ นักเรียนอันเป็นบุตรหลานของตนเอง มีความรู้สึกที่ดีต่อครูมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากความคิดเห็นที่แสดงออกมาในรูปของข้อเสนอแนะต่าง ๆ ทุกมาตรฐานที่มีอยู่หลากหลาย

ปัญหา และอุปสรรค ในการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนที่ผ่านมา สรุปได้ว่า

1. กลุ่มประชาชน

- 1.1 ประชาชนมีฐานะยากจน ไม่มีเวลาร่วมกิจกรรมกับโรงเรียนได้อย่างครบถ้วน และทั่วถึง
- 1.2 ผู้ปกครองส่วนใหญ่ ยังไม่เข้าใจเรื่องระบบประกันคุณภาพภายใน และคิดว่าเป็นหน้าที่ของครูเท่านั้น
- 1.3 ขาดโอกาสในการมีส่วนร่วมอย่างจริงจัง ส่วนใหญ่ได้เข้ามามีส่วนร่วมตามธรรมชาติ เป็นปกติทั่วไป อยากให้กำหนดให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

2. กลุ่มครู

- 2.1 คณะครูส่วนใหญ่ ขาดความรู้เรื่องระบบการประกันคุณภาพอย่างแท้จริง ทำให้ไม่สามารถเชื่อมโยงการปฏิบัติในขั้นตอนต่างๆ ให้เป็นแนวทางเดียวกัน
- 2.2 ครูบางคน ไม่มีพื้นฐานความรู้ทางการศึกษาที่จะใช้ในการดำเนินงานตามแผนงานโครงการ โดยเฉพาะการประเมินผลที่ถูกต้อง
- 2.3 จำนวนครูไม่เพียงพอ ทำให้งานในหน้าที่ประจำมาก จึงไม่มีเวลาดำเนินการตามแผนได้อย่างจริงจัง
- 2.4 ผู้บริหารยังขาดความเข้าใจในการจัดการระบบประกันคุณภาพภายในอย่างเป็นระบบ
- 2.5 ครูขาดขวัญกำลังใจ และขาดความตระหนักในหน้าที่ความเป็นครู จึงไม่ได้ให้ความสำคัญต่อการปฏิบัติที่มีผลต่อเด็กนักเรียน
- 2.6 ขาดการสนับสนุนงบประมาณที่แน่นอน จึงไม่สามารถกำหนดแผนงาน/โครงการที่จำเป็นต้องใช้งบประมาณได้

3. กลุ่มบุคลากรทางการศึกษา

- 3.1 มีโรงเรียนที่รับผิดชอบจำนวนมาก และมีงานในหน้าที่รับผิดชอบหลายด้าน จึงไม่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมในระบบประกันคุณภาพภายในได้อย่างต่อเนื่อง
- 3.2 ยังขาดความรู้ความเข้าใจในการจัดการระบบประกันคุณภาพเพียงพอ
- 3.3 หน่วยยังไม่เห็นความสำคัญในการดำเนินงานตามระบบประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา

6.2 ผลการสัมภาษณ์สัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่ร่วมดำเนินงานรายบุคคล จำนวน 27 คน ซึ่งพอสรุปจากความเห็นควรพัฒนาด้านต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. เสนอให้โรงเรียนหรือคณะครูเข้าร่วมกิจกรรมชุมชนให้มากขึ้น
2. ครูทุกคนควรมีส่วนร่วมในการจัดทำหลักสูตรและเขียนแผนให้มากขึ้น
3. อยากให้ครูใหญ่มีอำนาจในการบริหารสถานศึกษาอย่างครอบคลุมทุกด้าน
4. การจัดทำหลักสูตรและแผนปฏิบัติการควรสอดคล้องกับสภาพของชุมชน
5. เปิดโอกาสให้ทุกฝ่ายเข้ามามีส่วนร่วมมากขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่สนับสนุนการศึกษาครั้งนี้เป็นอย่างดี

6. เสนอให้นำปราชญ์ชาวบ้านมามีส่วนร่วมในการศึกษา และการแก้ไขปัญหาต่างๆ
7. การพัฒนาที่ไม่ต่อเนื่อง เป็นอุปสรรคการพัฒนาของโรงเรียน
8. จัดตั้งกฎระเบียบระหว่างโรงเรียนกับชุมชน เพื่อแก้ไขปัญหาความขัดแย้ง และต้องปฏิบัติและติดตามผลอย่างจริงจัง

9. เสนอให้มีการประชุมแบบมีส่วนร่วม เดือนละ 1 ครั้ง
10. ให้พัฒนาทักษะการสอนของครูบางคนที่ยังขาดทักษะการสอน
11. เน้นภาคปฏิบัติด้านคุณธรรม จริยธรรม และความสะอาดเรียบร้อยในการแต่งกายของเด็กให้มากขึ้น โดยโรงเรียนต้องชี้แจงและร่วมมือกับผู้ปกครองอย่างจริงจัง
12. ผู้บริหารควรมีคุณธรรม จริยธรรม โปร่งใส ไม่ควรลอยตัว ใจกว้าง ไม่เลือกปฏิบัติ มีวิสัยทัศน์

13. ครูควรสร้างฝันให้เด็ก เด็กจะเป็นผู้สานฝัน เพื่ออนาคตที่ดีของเด็ก และจะได้มีชีวิตอนาคตที่ดี และสมบูรณ์ ไม่ควรสร้างความกดดันให้เด็ก ใจกว้างที่เป็นมิตรต่อเด็ก ไม่ก้าวร้าว หยาดคาย

14. ผู้บริหารจะเป็นผู้ที่มีบทบาทในการจัดการเรียนการสอน ในการพัฒนาศักยภาพของครูในโรงเรียนตลอดจนการสร้างความสัมพันธ์กับชุมชนในภาพรวม ผู้บริหารเป็นที่ยอมรับจัดการในทุกส่วน โดยเปิดโอกาสให้ครู นักเรียน และชุมชนมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการ

15. ผู้บริหารควรสอดส่องและดูแล นิเทศการจัดการเรียนการสอนของครูทุกคนในโรงเรียน ว่าได้ดำเนินการสอนตามแผนที่กำหนดหรือไม่ และสร้างขวัญกำลังใจแก่ครูทุกคน

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

การวิจัยเพื่อศึกษากระบวนการพัฒนา ปัญหาและอุปสรรค ในการจัดการระบบการประกันคุณภาพภายในอย่างมีส่วนร่วมของผู้เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน แบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน คือ

1. ศึกษาสภาพบริบทของโรงเรียน ชุมชน และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง โดยใช้วิธีการศึกษาจากเอกสาร เช่น รายงานการประเมินคุณภาพภายนอกของโรงเรียน การเดินสำรวจสภาพชุมชน การสนทนากลุ่ม
2. การสร้างความตระหนัก สร้างความรู้ความเข้าใจ และกำหนดพันธกิจร่วมกันในระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง จำนวน 27 คน โดยใช้วิธีการจัดการฝึกอบรมความรู้เรื่องการประกันคุณภาพภายใน การวิเคราะห์องค์กร กำหนดแนวทางการทำแผนปฏิบัติการโครงการและกิจกรรม และ กำหนดพันธกิจร่วมกัน ด้วยการจัดทำปฏิทินการดำเนินงาน

3. การจัดทำแผนปฏิบัติการประจำปีการศึกษา 2551 โดยการประชุมกลุ่มย่อย
4. การนำแผนไปสู่ขั้นตอนการดำเนินการ โดยผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ชุมชน ราษฎร ครู และนักเรียน
5. การติดตามประเมินผลการดำเนินงาน โดยวิธีการตรวจจากเอกสารแผนปฏิบัติงานประจำปี และประชุมสรุปผลการปฏิบัติ
6. การสรุปผลการดำเนินงาน และปัญหาข้อขัดข้อง โดยวิธีการประชุมร่วมกัน และ การสัมภาษณ์ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่ร่วมดำเนินงานรายบุคคล

กิตติกรรมประกาศ

ขอสำนึกในพระมหากรุณาธิคุณ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ที่พระราชทานทุนการศึกษาของมูลนิธิชัยพัฒนา และขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ อ้อมทิพย์ เมฆรักษาวนิช แคมป์ รองศาสตราจารย์ ดร.ปราโมช ศีตะโกเศศ รองศาสตราจารย์สมชาย องค์กรประเสริฐ และรองศาสตราจารย์ ดร.ปรารภนา ยศสุข ที่ได้กรุณาตรวจแก้และแนะนำการทำการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จนประสบผลสำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

- เจิมศักดิ์ ปิ่นทอง. 2527. การระดมประชาชนเพื่อการพัฒนาชนบท. โอเดียนสโตร์: กรุงเทพฯ.
- ชอบ เข้มกลัด และโกวิท พวงงาม. 2547. การวิจัยปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วมเชิงประยุกต์. สำนักพิมพ์ เสมาธรรม: กรุงเทพฯ.
- ณัฐพล ชุมวรฐายี. 2545. บันไดสู่การประกันคุณภาพการศึกษา. บั๊ค พอยท์: กรุงเทพฯ.
- ปรียานุช พิบูลสรารุณ. 2550. การขับเคลื่อนเศรษฐกิจพอเพียงด้านการศึกษา. เอกสารประกอบการอบรมสัมมนาพัฒนาผู้นำตามรอยพระราชดำริสปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง. ศูนย์ประสานงานกลางการดำเนินงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ: กรุงเทพฯ.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) [สมศ.]. 2549. รายงานการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โรงเรียนตชด. ไร่ป่าปอร์ต ตำบลบ่อแก้ว อำเภอสะเมิง จังหวัดเชียงใหม่ กก.ตชด.33 พ.ศ.2549. สมศ: กรุงเทพฯ.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์การมหาชน) [สมศ.]. 2550. หลักเกณฑ์และวิธีการประเมินคุณภาพภายนอกของสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน รอบที่สอง (พ.ศ.2549-2553). พิมพ์ครั้งที่ 2. สมศ: กรุงเทพฯ.
- สุวิมล ว่องวานิช. 2543. รายงานการวิจัยและพัฒนาระบบการประเมินผลภายในของสถานศึกษา. สถาบันส่งเสริมการประเมินคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ: กรุงเทพฯ.

การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในทัศนะของนักศึกษาที่เรียนในรายวิชา
ของสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

**Student Centered Approach on Aspect of Students Enrolling in Mathematics
and Statistics Courses Faculty of Science, Maejo University**

รุ่งกานต์ ใจวงศ์ยะ

Rungkarn Jaiwongya

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Faculty of science, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

Corresponding author: rungkarn@mju.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการรับรู้ ระดับความเข้าใจในกระบวนการ
การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และระดับความคิดเห็นของการนำกระบวนการการเรียนการสอนที่
เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไปปฏิบัติของผู้สอนในรายวิชาของสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสาขาวิชาสถิติ และเพื่อ
ศึกษาปัญหา และอุปสรรค ของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของนักศึกษาที่เรียนใน
รายวิชาของสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสาขาวิชาสถิติ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาที่เรียนในรายวิชาของ
สาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ ในปีการศึกษา 1/2551 ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (stratified
random sampling) โดยใช้การเรียนในรายวิชาพื้นฐาน และการเรียนในรายวิชาเอก เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง
ประชากรเป็นชั้นภูมิ จำนวน 400 คน จากประชากรจำนวน 3,692 คน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่เรียน
ในรายวิชาพื้นฐาน ร้อยละ 69.5 ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 66.5 กำลังเรียนชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 45.0

ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการรับรู้ และมีความเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอนที่เน้น
ผู้เรียนเป็นสำคัญอยู่ในระดับน้อย และมีความคิดเห็นว่าผู้สอนนำกระบวนการเรียนการสอนไปปฏิบัติ และ
การสนับสนุนการเรียนการสอนอยู่ในระดับน้อย ส่วนด้านการประเมินผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง
ในส่วนประเด็นของปัญหาและอุปสรรคของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของกลุ่มตัวอย่าง
พบว่า **ด้านวิธีการสอน** กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าผู้สอนควรมีเทคนิคการสอนใหม่ๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจ
เน้นฝึกทำแบบฝึกหัด ทบทวนบทเรียนที่ผ่านมาทบทวนเรื่องใหม่ และทดสอบความเข้าใจหลังการเรียน
ในแต่ละหัวข้อ **ด้านการจัดชั่วโมงเรียน** กลุ่มตัวอย่างเห็นว่า จำนวนชั่วโมงการเรียนน้อยเกินไป ทำให้
ผู้สอนเร่งสอน **ด้านการจัดห้องเรียน** กลุ่มตัวอย่างเห็นว่าบางวิชาใช้ห้องเรียนที่คับแคบเกินไป และสภาพ
ห้องเรียนทรุดโทรม

คำสำคัญ: ผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนการสอน คุณภาพการศึกษา

Abstract

The aims of this study were to study the level of perception, understanding and implementation of Student Centered Approach on aspect of students enrolling in Mathematics and Statistics courses in the Faculty of Science, Maejo University; and to study the problems and obstacles in class management of Student Centered Approach. The samples were students who studied in Mathematics and Statistics courses in the first semester of 2008. The data was collected by questionnaire using stratified random sampling of 400 cases from 3,692 of students taking fundamental courses and major courses. Most of the respondents were studying fundamental courses (69.5%). They were female (66.5%) and 45% of the students were second year students.

Results of the study showed that students had low level of perception and understanding in Student Centered Approach. For implementation of Student Centered Approach such as teaching methodology and teaching facility were in the low level. However, the teaching evaluation was in the moderate level. The problems and obstacles in class management of Student Centered Approach were as the following results; **Teaching method**, students gave respond that teacher should use new teaching method to stimulate students' interest. They also needed teacher to focus on doing exercises, reviewing past topic, and having post test for each topic they studied. **Course Timing**, they gave comment that having not enough class hours made teacher to go through each unit very fast. Finally, **Classroom Management** they commented that for some courses the room was too small and untidy.

Keywords: student centered approaches, class management, education quality

คำนำ

การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นับเป็นการปฏิรูปทางวัฒนธรรมของระบบการศึกษาครั้งยิ่งใหญ่ของประเทศไทย ตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวดที่ 4 แนวทางการจัดการศึกษา มาตรา 22 ซึ่งได้กล่าวไว้ว่า

“การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถ พัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ” ซึ่งเป็นการปฏิรูปจากระบบการเรียนการสอนแบบเดิมที่ผู้สอนเป็นพระเอกอยู่หน้าห้องเรียน ในรูปแบบที่คุ้นเคยกัน ได้แก่ การฟังคำบรรยายและอ่านตำราท่องจำ แล้วนำไปสอบ ซึ่งเป็นการวัดผลเพื่อตัดสินความเก่งของผู้เรียนจากคะแนนสอบ โดยที่ไม่ได้วัดผลเพื่อที่จะพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนซึ่งเป็นระบบการเรียนการสอนที่ได้สั่งสมมาเป็นเวลานาน จะเห็นได้ว่าตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติได้เน้นผู้เรียนให้พัฒนาตนเองเต็มตามศักยภาพและรอบด้าน การเรียนรู้เกิดได้ทุกที่ ทุกเวลา และต่อเนื่อง

ตลอดชีวิต การเรียนรู้ในสิ่งที่มีความหมายและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในการดำรงชีวิต การเรียนรู้ต้องได้จากการได้ลงมือปฏิบัติ เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม โดยการใช้กระบวนการเรียนรู้ด้วยความกระตือรือร้นเต็มตัวตลอดเวลา และการมีโอกาสนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ทั้งนี้ก็เพื่อเตรียมความพร้อมของประชากรไทยให้มีคุณภาพในการแข่งขันระดับนานาชาติได้

การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามความหมายของคณะอนุกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้ (2543) หมายถึง การจัดกิจกรรมโดยวิธีต่างๆ อย่างหลากหลายที่มุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง เกิดการพัฒนาตนและสังคมคุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับการเป็นสมาชิกที่ดีของสังคมของประเทศชาติต่อไป การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนาผู้เรียน จึงต้องใช้เทคนิควิธีการเรียนรู้รูปแบบการสอนหรือกระบวนการเรียนการสอนในหลากหลายวิธี

การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นหนึ่งในพันธกิจของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ อีกทั้งยังเป็นมาตรฐานการประเมินคุณภาพทางการศึกษาของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) มาตรฐานที่ 2 มาตรฐานด้านการเรียนรู้ ตัวบ่งชี้ที่ 2.20 มีกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นอาจารย์ผู้สอนในสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสาขาวิชาสถิติ จึงต้องการทราบว่าการจัดการเรียนโดยใช้กระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไปปฏิบัติของผู้สอนในทั้ง 2 สาขาเป็นอย่างไรบ้าง โดยอาศัยผลสะท้อนจากนักศึกษา ซึ่งจะช่วยให้ทราบข้อมูล ข้อเท็จจริง ในการจัดกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของสาขาวิชาทั้ง 2 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับการรับรู้และระดับความเข้าใจ ในกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียน เป็นสำคัญของนักศึกษาที่เรียนในรายวิชาของสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ
2. เพื่อศึกษาระดับความคิดเห็นในการนำกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไปปฏิบัติของผู้สอนในรายวิชาของสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ ในด้านผู้สอน การประเมินผลการเรียน และการสนับสนุนการเรียนการสอน
3. เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรค ของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของนักศึกษาที่เรียนในรายวิชาของสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร คือ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาของสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ ในปีการศึกษา 1/2551 จำนวน 3,692 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาของสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ ในปีการศึกษา 1/2551 ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นภูมิ (stratified random sampling) โดยใช้การเรียนในรายวิชาพื้นฐาน และการเรียนในรายวิชาเอก เป็นเกณฑ์ในการแบ่งประชากรเป็นชั้นภูมิ และการจัดสรรขนาดตัวอย่างในแต่ละชั้นภูมิใช้วิธีจัดสรรขนาดตัวอย่างให้เป็นสัดส่วนกับประชากรในแต่ละชั้นภูมิ

(proportion allocation) การกำหนดขนาดตัวอย่างในครั้งนี้ใช้วิธีการของ Yamane ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้แบบสอบถาม (questionnaire) ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ข้อมูลทั่วไป มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (check list) แบบสอบถามเกี่ยวกับการรับรู้กระบวนการเรียนการสอน ความเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอน การนำไปใช้ในการเรียนการสอน วิธีการเรียนการสอนที่ได้รับจากผู้สอน มีลักษณะเป็นแบบมาตราประเมินค่า (rating scale) ชนิด 5 ช่วง (Likert scale) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนข้อมูลที่ตรงกับผู้ตอบแบบสอบถาม โดยถ้าคำถามข้อนั้นตรงกับผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุด จะได้ 5 คะแนน ตรงกับผู้ตอบแบบสอบถามมาก จะได้ 4 คะแนน ตรงกับผู้ตอบแบบสอบถามปานกลาง จะได้ 3 คะแนน ตรงกับผู้ตอบแบบสอบถามน้อย จะได้ 2 คะแนน ตรงกับผู้ตอบแบบสอบถามน้อยที่สุด จะได้ 1 คะแนน และแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อเสนอแนะ ปัญหา และอุปสรรค ของการจัดการเรียนการสอนที่เห็นผู้เรียนเป็นสำคัญ ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิง ร้อยละ 66.5 และเป็นเพศชาย ร้อยละ 33.5 เรียนในรายวิชาพื้นฐาน ร้อยละ 69.5 และเรียนในรายวิชาเอก ร้อยละ 30.5 โดยกำลังเรียนอยู่ในชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 14.0 ชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 45.0 ชั้นปีที่ 3 ร้อยละ 29.0 และ ชั้นปีที่ 4 ร้อยละ 12.0

การรับรู้และระดับความเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอน พบว่า นักศึกษาที่เรียนในรายวิชาของสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติ มีการรับรู้ และเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการเรียนการสอนที่เห็นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีความเชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีศักยภาพสามารถพัฒนาตนเองโดยวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน และเป็นการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน อยู่ในระดับน้อย ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับการรับรู้และระดับความเข้าใจของนักศึกษา

รายการ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ทราบวิธีการเรียนการสอนที่เห็นผู้เรียนเป็นสำคัญ	1 (0.3)	2 (0.5)	125 (31.3)	222 (55.5)	50 (12.5)
2. มีความเข้าใจวิธีการเรียนการสอนที่เห็นผู้เรียนเป็นสำคัญ	2 (0.5)	7 (1.8)	155 (38.8)	199 (49.8)	37 (9.3)
3. เชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีศักยภาพ สามารถพัฒนาตนเอง โดยวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน	1 (0.3)	8 (2.0)	121 (30.3)	211 (52.8)	59 (14.8)
4. เชื่อว่าการเรียนการสอนเป็นการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน	1 (0.3)	9 (2.3)	86 (21.5)	224 (56.0)	80 (20.0)

หมายเหตุ: ค่าในตาราง คือ ร้อยละตามแถว

สำหรับการนำกระบวนการการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไปปฏิบัติ พบว่า ในด้านผู้สอน นักศึกษาที่เรียนในรายวิชาของสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติมีความคิดเห็นต่อการนำไปปฏิบัติของผู้สอนทั้ง 5 ประเด็น ได้แก่ 1) อาจารย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการจัดการเรียนการสอน 2) มีการจัดสภาพแวดล้อมบรรยากาศ รวมทั้งความสะดวกเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ 3) มีวิธีการกระตุ้นเร้าความสนใจผู้เรียนแต่ละคนอย่างเหมาะสม 4) มีวิธีเน้นให้ฝึกปฏิบัติ ทำกิจกรรมด้วยตนเองมากกว่าฟังบรรยาย 5) มีการฝึกให้ผู้เรียนทำงานอย่างเป็นระบบทั้งแบบคนเดียวและเป็นกลุ่ม ซึ่งทุกประเด็นอยู่ในระดับน้อย

ด้านการประเมินผลการเรียน นักศึกษาที่เรียนในรายวิชาของสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติมีความคิดเห็นต่อการนำไปปฏิบัติของผู้สอน ในด้านการประเมินผลการเรียนทั้ง 4 ประเด็น ได้แก่ 1) การประเมินผลการเรียนควบคู่ในระหว่างการเรียนการสอน 2) การประเมินผลเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มด้วยวิธีการหลากหลายนอกเหนือจากการทดสอบ 3) การฝึกให้ประเมินตนเองและยอมรับผลการประเมินจากเพื่อน 4) นักศึกษามีส่วนร่วมในการจัดแผนการเรียนการสอนและการประเมินผลการเรียนร่วมกับอาจารย์ ซึ่งทุกประเด็นอยู่ในระดับปานกลาง

ด้านการสนับสนุนการเรียนการสอน นักศึกษาที่เรียนในรายวิชาของสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสถิติมีความคิดเห็นต่อการนำไปปฏิบัติของผู้สอน ในด้านการสนับสนุนการเรียนการสอนทั้ง 2 ประเด็น ได้แก่ อาจารย์ให้คำปรึกษาและแนะแนวแก่นักศึกษา และสาขาวิชาที่มีสถานที่ที่สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ตลอดจนมีอุปกรณ์ที่เอื้อความสะดวกต่อการค้นคว้าเพิ่มเติมอยู่ในระดับน้อย ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับการนำกระบวนการการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไปปฏิบัติ

รายการ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านผู้สอน					
1. อาจารย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการจัดการเรียนการสอน	1 (0.3)	17 (4.3)	129 (32.3)	194 (48.5)	59 (14.8)
2. อาจารย์ได้จัดสภาพแวดล้อม บรรยากาศ รวมทั้งความสะดวกเพื่อให้ท่านเกิดการเรียนรู้	4 (1.0)	23 (5.8)	165 (41.3)	166 (41.5)	42 (10.5)
3. อาจารย์ได้ใช้วิธีการกระตุ้น ได้รับความสนใจ ผู้เรียนแต่ละคนอย่างเหมาะสม	2 (0.5)	18 (4.5)	144 (36.0)	186 (46.5)	50 (12.5)
4. อาจารย์เน้นให้ท่านได้ฝึกปฏิบัติ ทำกิจกรรม ด้วยตนเองมากกว่าฟังบรรยาย	4 (1.0)	22 (5.5)	152 (38.0)	154 (38.5)	68 (17.0)
5. อาจารย์ฝึกให้ท่านทำงานอย่างเป็นระบบ ทั้งแบบคนเดียวและเป็นกลุ่ม	4 (1.0)	23 (5.8)	146 (36.5)	188 (47.0)	39 (9.8)
ด้านการประเมินผลการเรียน					
6. มีการประเมินผลการเรียนควบคู่ในระหว่าง การเรียนการสอน	3 (0.8)	24 (6.0)	174 (43.5)	169 (42.3)	30 (7.5)
7. มีการประเมินผลเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม ด้วยวิธีการหลากหลายนอกเหนือจากการ ทดสอบ	4 (1.0)	36 (9.0)	184 (46.0)	152 (38.0)	24 (6.0)
8. มีการฝึกให้ท่านประเมินตนเองและยอมรับ ผลการประเมินจากเพื่อน	6 (1.5)	41 (10.3)	179 (44.8)	150 (37.5)	24 (6.0)
9. ท่านได้มีส่วนร่วมในการจัดแผนการเรียน การสอนและการประเมินผลการเรียนร่วมกับ อาจารย์	6 (1.5)	45 (11.3)	175 (43.8)	144 (36.0)	30 (7.5)
ด้านการสนับสนุนการเรียนการสอน					
10. อาจารย์สามารถให้คำปรึกษาและแนะแนว แก่ท่านได้	3 (0.8)	10 (2.5)	92 (23.0)	203 (50.8)	92 (23.0)
11. สาขาวิชา มีสถานที่ ที่สร้างบรรยากาศ การเรียนรู้ มีอุปกรณ์ที่เอื้อความสะดวกต่อ การค้นคว้าเพิ่มเติม	5 (1.3)	23 (5.8)	159 (39.8)	173 (43.3)	40 (10.0)

หมายเหตุ: ค่าในตาราง คือ ร้อยละตามแถว

ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าในทุกด้านนักศึกษาจะมีความคิดเห็นว่าคุณสอนนำไปปฏิบัติในทุกประเด็นในระดับน้อยและน้อยที่สุดรวมกัน อยู่ในช่วงร้อยละ 43.5-73.8 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเด็นอาจารย์สามารถให้คำปรึกษาและแนะแนว นักศึกษามีความคิดเห็นว่าคุณสอนนำไปปฏิบัติในระดับ น้อยและน้อยที่สุดรวมกันถึงร้อยละ 73.8 นั้นแสดงให้เห็นว่า การนำวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร

เมื่อเปรียบเทียบระดับการรับรู้และระดับความเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอนของนักศึกษาที่เรียนวิชาพื้นฐานและวิชาเอก พบว่า นักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีการรับรู้และความเข้าใจอยู่ในระดับน้อย ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระดับการรับรู้และระดับความเข้าใจของนักศึกษาที่เรียนวิชาพื้นฐานและวิชาเอก

รายการ	วิชาพื้นฐาน	วิชาเอก
1. ทราบวิธีการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	ระดับน้อย	ระดับน้อย
2. มีความเข้าใจวิธีการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	ระดับน้อย	ระดับน้อย
3. เชื่อว่าผู้เรียนทุกคนมีศักยภาพ สามารถพัฒนาตนเองโดยวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน	ระดับน้อย	ระดับน้อย
4. เชื่อว่าการเรียนการสอนเป็นการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน	ระดับน้อย	ระดับน้อย

เมื่อเปรียบเทียบการนำกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไปปฏิบัติ พบว่า ในด้านผู้สอน นักศึกษาที่เรียนในรายวิชาพื้นฐานมีความคิดเห็นว่าคุณสอนนำไปปฏิบัติในระดับน้อย ส่วนนักศึกษาที่เรียนในรายวิชาเอกมีความคิดเห็นว่าคุณสอนนำไปปฏิบัติในระดับปานกลาง ยกเว้นประเด็นการฝึกให้ผู้เรียนทำงานอย่างเป็นระบบทั้งแบบคนเดียวและเป็นกลุ่ม ที่ผู้สอนนำไปปฏิบัติในระดับน้อย

ด้านการประเมินผลการเรียน นักศึกษาที่เรียนในรายวิชาพื้นฐานมีความคิดเห็นว่าคุณสอนนำวิธีการประเมินผลการเรียนไปปฏิบัติในระดับปานกลาง ยกเว้น ประเด็นนักศึกษามีส่วนร่วมในการจัดแผนการเรียนการสอนและการประเมินผลการเรียนร่วมกับอาจารย์ ที่ผู้สอนนำไปปฏิบัติในระดับน้อย ส่วนนักศึกษาที่เรียนในรายวิชาเอก มีความคิดเห็นว่าคุณสอนนำวิธีการประเมินผลการเรียนไปปฏิบัติ ในระดับปานกลาง ยกเว้น ประเด็นการประเมินผลการเรียนควบคู่ในระหว่างการเรียนการสอน ที่ผู้สอนนำไปปฏิบัติอยู่ในระดับน้อย

ด้านการสนับสนุนการเรียนการสอน ทั้งนักศึกษาที่เรียนในรายวิชาพื้นฐานและวิชาเอก มีความคิดเห็นว่าคุณสอนมีการปฏิบัติด้านการสนับสนุนการเรียนการสอน อยู่ในระดับน้อย ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบ ระดับการนำกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไปปฏิบัติ
ของนักศึกษาที่เรียนวิชาพื้นฐานและวิชาเอก

รายการ	วิชาพื้นฐาน	วิชาเอก
ด้านผู้สอน		
1. อาจารย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการจัดการเรียนการสอน	ระดับน้อย	ระดับปานกลาง
2. อาจารย์ได้จัดสภาพแวดล้อม บรรยากาศ รวมทั้งความสะดวก เพื่อให้ท่านเกิดการเรียนรู้	ระดับน้อย	ระดับปานกลาง
3. อาจารย์ใช้วิธีการกระตุ้นเร้าความสนใจผู้เรียนแต่ละคนอย่างเหมาะสม	ระดับน้อย	ระดับปานกลาง
4. อาจารย์เน้นให้ท่านได้ฝึกปฏิบัติ ทำกิจกรรม ด้วยตนเอง มากกว่าฟังบรรยาย	ระดับน้อย	ระดับปานกลาง
5. อาจารย์ฝึกให้ทำงานอย่างเป็นระบบทั้งแบบคนเดียวและเป็นกลุ่ม	ระดับน้อย	ระดับน้อย
ด้านการประเมินผลการเรียน		
6. มีการประเมินผลการเรียนควบคู่ในระหว่างการเรียนการสอน	ระดับปานกลาง	ระดับน้อย
7. มีการประเมินผลเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม ด้วยวิธีการหลากหลายนอกเหนือจากการทดสอบ	ระดับปานกลาง	ระดับปานกลาง
8. ฝึกให้ท่านประเมินตนเองและยอมรับผลการประเมินจากเพื่อน	ระดับปานกลาง	ระดับปานกลาง
9. ท่านได้มีส่วนร่วมในการจัดแผนการเรียนการสอนและการประเมินผลการเรียนร่วมกับอาจารย์	ระดับน้อย	ระดับปานกลาง
ด้านการสนับสนุนการเรียนการสอน		
10. อาจารย์สามารถให้คำปรึกษาและแนะแนวแก่ท่านได้	ระดับน้อย	ระดับน้อย
11. สาขาวิชามีสถานที่ ที่สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ มีอุปกรณ์ที่เอื้อความสะดวกต่อการค้นคว้าเพิ่มเติม	ระดับน้อย	ระดับน้อย

ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ และสถิติ มีดังนี้
ด้านวิธีการสอน

ผู้สอนควรมีเทคนิคการสอนใหม่ๆ เพื่อกระตุ้นความสนใจ และควรมีเอกสารประกอบการสอน ควรเน้นการฝึกทำแบบฝึกหัด และเพิ่มโจทย์ประยุกต์ในเวลาเรียนให้มากขึ้น และควรทบทวนบทเรียนที่ผ่านมา ก่อนขึ้นเรื่องใหม่ และทดสอบความเข้าใจหลังการเรียนในแต่ละหัวข้อ

ด้านการจัดชั่วโมงเรียน

จำนวนชั่วโมงการเรียนน้อยเกินไป ทำให้อาจารย์เร่งสอน จึงตามไม่ค่อยทัน

ด้านการจัดห้องเรียน

ห้องเรียนคับแคบเกินไป สภาพในห้องเรียนทรุดโทรมควรมีการปรับปรุง

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการรับรู้ และมีความเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในระดับน้อย ดังนั้นผู้บริหารของสาขาวิชา คณะ และมหาวิทยาลัย ควรตระหนักให้มีการให้ความรู้แก่นักศึกษาให้มากขึ้น ผู้สอนควรเน้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ในประเด็นการนำกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไปปฏิบัติ กลุ่มตัวอย่างยังมีความคิดเห็นว่าผู้สอนยังนำกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไปปฏิบัติ อยู่ในระดับปานกลาง และระดับน้อย เมื่อพิจารณาแยกเป็นรายวิชาที่เรียนวิชาพื้นฐานและวิชาเอก ผลการวิจัยยังพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีการรับรู้ มีความเข้าใจ และมีความคิดเห็นว่าผู้สอนนำเอากระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไปปฏิบัติอยู่ในระดับน้อย

นอกจากนั้นผลการวิจัยยังพบว่าห้องเรียนที่คับแคบเกินไป และทรุดโทรม ก็เป็นสาเหตุหนึ่งของอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในมุมมองของนักศึกษา ดังนั้นผู้บริหารของสาขาวิชา คณะ และมหาวิทยาลัย ควรให้ความสนใจกับสภาพห้องเรียน และขนาดของห้องเรียน ให้เหมาะสมกับจำนวนนักศึกษา และปัญหา อุปสรรคที่สำคัญที่สุด ของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ จำนวนชั่วโมงการเรียนน้อยเกินไปและวิธีการสอนของผู้สอน ซึ่งยังใช้เทคนิคเดิมๆ อยู่ ดังนั้นผู้บริหารทุกระดับ ควรตระหนักให้มีการอบรมให้ความรู้แก่คณาจารย์ทุกท่านให้มากขึ้น ส่วนคณาจารย์ควรเข้ารับการฝึกอบรม และนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เพราะการที่จะนำกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไปปฏิบัติให้บรรลุผลควรเริ่มที่อาจารย์ผู้สอนเป็นลำดับแรก ส่วนผู้เรียนเป็นเพียงผลผลิตของกระบวนการดังกล่าว ดังนั้นผู้สอนจึงควรตระหนักและทุ่มเททั้งทรัพยากร และเวลาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ อันจะนำไปสู่การพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาคณิตศาสตร์และสาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กัญญา วีรวรรณ. การจัดการเรียนการสอนแบบ CIPPA. จาก <http://www.nsdv.go.th/innovation/cippa.htm> [20 กันยายน 2551].

คณะกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้. 2543. ปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ: กรุงเทพฯ. 74 น.

- ณัฐกิตต์ ลมสูงเนิน. 2545. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาภาษาอังกฤษหลัก 12 (อ 018) ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนปกติและการสอนโดยใช้แผนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. จาก <http://bb.ssk.ac.th/modules.php?op=modload&name=Sections&file=index&req=viewarticle&artid=159&page=1> [20 กันยายน 2551].
- ทิตนา แคมมณี. 2542. การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง: โมเดลชิปปา (Cippa model). ว.ครุศาสตร์. 27(3): 1-17.
- นวลจิตต์ เชาวกิตติพงศ์. 2546. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. จาก <http://www.moe.go.th/wijai/child%20centerlearning.htm> [20 กันยายน 2551].
- ประเวศ วะสี. 2544. หัวใจของการปฏิรูปการศึกษา คือ การปฏิรูปการเรียนรู้ หัวใจของการปฏิรูปการเรียนรู้ คือ การปฏิรูปจากการยึดวิชาเป็นตัวตั้งมาเป็นยึดมนุษย์ หรือผู้เรียนเป็นตัวตั้ง หรือที่เรียกว่า ผู้เรียนสำคัญที่สุด. จาก http://www.qa.kmutnb.ac.th/qa_news/2544/QANEWS0725441015.pdf [20 กันยายน 2551].
- ประหยัด สุขแก้ว. 2549. การประเมินโครงการการพัฒนาบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. จาก <http://www.pattani1.go.th/kmc/modules.php?name=News&file=article&sid=390> [20 กันยายน 2551].
- วิมล สาราญวานิช. 2546. ศึกษาผลการสอนแบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง ลักษณะขอบเขตทางวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2546. จาก http://eclassnet.kku.ac.th/edoffice/research/abstract.php?paper_id=3&paper_type=1&ref=101241&l=t [20 มิถุนายน 2551].
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2546. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. จาก <http://www.sut.ac.th/tedu/news/Teach.html> [20 กันยายน 2551].

การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญในมุมมองของคณาจารย์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Student Centered Approach Perceived by Faculty Staffs

Faculty of Science, Maejo University

รุ่งกานต์ ใจวงศ์ยะ

Rungkarn Jaiwongya

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Faculty of science, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

Corresponding author: rungkarn@mju.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการรับรู้ ระดับความเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และระดับการนำกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไปปฏิบัติของคณาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ และเพื่อศึกษาปัญหา และอุปสรรค ของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลจากประชากร คือ อาจารย์ผู้สอนทั้งหมดของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ทำการสอนในภาคเรียนที่ 1/2551 จำนวน 78 คน โดยการส่งแบบสอบถามให้อาจารย์ แต่ได้รับคืนเพียง 30 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 36.14 โดยเป็นเพศหญิง ร้อยละ 63.3 ส่วนใหญ่มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก ร้อยละ 53.3 โดยมีตำแหน่งวิชาการเป็นอาจารย์มากที่สุด ร้อยละ 73.4 ส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการสอนน้อยกว่า 10 ปี ร้อยละ 63.3 และสอนในรายวิชาพื้นฐาน ร้อยละ 76.7 ส่วนใหญ่สอนในรายวิชาเอก ร้อยละ 73.3 นอกจากนี้ผู้ตอบแบบสอบถามเคยเข้าร่วมกิจกรรมอบรมความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จำนวน 1-3 ครั้ง ร้อยละ 80.0

ผลการวิจัย พบว่า คณาจารย์มีการรับรู้ และความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ อยู่ในระดับปานกลางถึงระดับมาก และการนำกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไปปฏิบัติของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ด้านวิธีการสอน ด้านการประเมินผลการเรียน และด้านการสนับสนุนการเรียนการสอน ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง ในส่วนประเด็นของปัญหาและอุปสรรคของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ พบว่า เวลาในการจัดการเรียนการสอนมีน้อยเนื่องจากตรงกับวันหยุด หรือมีกิจกรรมของมหาวิทยาลัย และนักศึกษาเรียนหลายวิชามากเกินไป ทำให้ไม่สนใจกับกิจกรรมที่มอบหมายให้ทำ หรือทำโดยไม่มีคุณภาพ และที่สำคัญคณาจารย์ประสบกับปัญหากลุ่มเรียนที่ใหญ่เกินไป การขาดแคลนอุปกรณ์และสื่อการสอน รวมทั้งภาระงานของอาจารย์มีมากเกินไป

คำสำคัญ: ผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนการสอน คุณภาพการศึกษา

Abstract

The aims of this study were to study the level of perception, understanding and implementation of Student Centered Approach on aspect of teachers in the Faculty of Science, Maejo University; and to study the problems and obstacles in class management of Student Centered Approach. The data was collected by using questionnaires interviewing every teacher in the Faculty of Science (78 cases). However, only 30 questionnaires (36.14%) were returned. The data showed that 63.3% of the respondents were female, 53.3% were holding a doctoral degree, and 73.4 % were lectures. In additions, most of the respondents were having less than 10 years experience in teaching, 63.3% of them were teaching fundamental subjects and 76.7% were teaching major courses. Moreover, 80% of them had attended in practice of Student Centered Approach activities up to 1-3 times in prior.

The data showed that most teachers had a moderate to high level of perception and understanding in the Student Centered Approach. For implementation such as teaching methodology, teaching evaluation, and teaching facility were in the moderate level. In case of the problems and obstacles in class management of Student Centered Approach, we found that class timing was limited due to holidays, university activities and enrolling too many classes of students which affected concentration in studying and working quality. Finally, the main problems were handling too large class of teacher, insufficient teaching facility, and highly working loads.

Keywords: student centered approaches, class management, education quality

คำนำ

การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นับเป็นการปฏิรูปทางวัฒนธรรมของระบบการศึกษารั้ง ยิ่งใหญ่ของประเทศไทย ตามแนวพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวดที่ 4 แนวทางการจัดการศึกษา มาตรา 22 ซึ่งได้กล่าวไว้ว่า

“การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและ เต็มศักยภาพ” ซึ่งเป็นการปฏิรูปจากระบบการเรียนการสอนแบบเดิมที่ผู้สอนเป็นพระเอกอยู่หน้าห้องเรียน ในรูปแบบที่คุ้นเคยกันได้แก่ การฟังคำบรรยายและอ่านตำราท่องจำ แล้วนำไปสอบ ซึ่งเป็นการวัดผลเพื่อตัดสินความเก่งของผู้เรียนจากคะแนนสอบ โดยที่ไม่ได้วัดผลเพื่อที่จะพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนซึ่งเป็นระบบการเรียนการสอนที่ได้สั่งสมมาเป็นเวลานาน จะเห็นได้ว่าตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติได้ เน้นผู้เรียนให้พัฒนาตนเองเต็มตามศักยภาพ และรอบด้าน การเรียนรู้เกิดได้ทุกที่ ทุกเวลา และต่อเนื่อง ตลอดชีวิต การเรียนรู้ในสิ่งที่มีความหมายและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในการดำรงชีวิต การเรียนรู้ต้อง ได้จากการได้ลงมือปฏิบัติ เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม โดยการใช้

กระบวนการเรียนรู้ด้วยความกระตือรือร้นเต็มตัวตลอดเวลา และการมีโอกาสนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ทั้งนี้ก็เพื่อเตรียมความพร้อมของประชากรไทยให้มีคุณภาพในการแข่งขันระดับนานาชาติได้

การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามความหมายของคณะอนุกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้ (2543) หมายถึง การจัดกิจกรรมโดยวิธีต่าง ๆ อย่างหลากหลายที่มุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง เกิดการพัฒนาตนและสังคมคุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับการเป็นสมาชิกที่ดีของสังคมของประเทศชาติต่อไป การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนาผู้เรียน จึงต้องใช้เทคนิควิธีการเรียนรู้รูปแบบการสอนหรือกระบวนการเรียนการสอนในหลากหลายวิธี

การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นหนึ่งในพันธกิจของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ อีกทั้งยังเป็นมาตรฐานการประเมินคุณภาพทางการศึกษาของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) มาตรฐานที่ 2 มาตรฐานด้านการเรียนรู้ ตัวบ่งชี้ที่ 2.20 มีกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และคณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นหน่วยงานด้านการศึกษาของมหาวิทยาลัยจะต้องดำเนินการตามแนวนโยบายนี้ แต่จากการประเมินคุณภาพการศึกษายภายในของสมศ. ประจำปีการศึกษา 2551 คณะวิทยาศาสตร์ได้รับ คะแนนการประเมินผลในส่วนนี้เพียง 1 คะแนน จาก คะแนนเต็ม 3 คะแนน นั้นแสดงให้เห็นว่าการนำกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไปปฏิบัติยังไม่ประสบผลเท่าที่ควร ซึ่งการนำกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมาปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงทั้งกรอบความคิด ทัศนคติ และการกระบวนการเรียนการสอนทั้งผู้เรียนและผู้สอน อันเป็นสิ่งที่ท้าทายสำหรับคณาจารย์ของ คณะวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะแสวงหาข้อมูล ข้อเท็จจริง ในการจัดกระบวนการเรียนการสอนของ คณาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระดับการรับรู้และระดับความเข้าใจ ในกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของคณาจารย์ในคณะวิทยาศาสตร์
2. เพื่อศึกษาระดับการนำกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไปปฏิบัติของ คณาจารย์ในคณะวิทยาศาสตร์ ด้านวิธีการสอน การประเมินผลการเรียน และการสนับสนุนจากคณะฯ
3. เพื่อศึกษาปัญหา และอุปสรรค ของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของ คณาจารย์ ในคณะวิทยาศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลจากประชากร คือ อาจารย์ผู้สอนทั้งหมดของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ทำการสอนในภาคเรียนที่ 1/2551 จำนวน 78 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้แบบสอบถาม (questionnaire) ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ ข้อมูลทั่วไป มีลักษณะเป็นแบบตรวจสอบรายการ (check list) แบบสอบถามเกี่ยวกับการรับรู้กระบวนการเรียนการสอน ความเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอน การนำไปใช้ในการเรียนการสอน วิธีการประเมินผลการเรียนการสอน มีลักษณะเป็นแบบมาตราประเมินค่า (Rating scale) ชนิด 5 ช่วง (Likert scale) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนข้อมูลที่ตรงกับผู้ตอบแบบสอบถาม โดยถ้าคำถามข้อนั้นตรงกับผู้ตอบแบบสอบถามมากที่สุดจะได้ 5 คะแนน ตรงกับผู้ตอบแบบสอบถามมาก จะได้ 4 คะแนน ตรงกับผู้ตอบแบบสอบถามปานกลางจะได้ 3 คะแนน ตรงกับผู้ตอบแบบสอบถามน้อย จะได้ 2 คะแนน ตรงกับผู้ตอบแบบสอบถามน้อยที่สุดจะได้ 1 คะแนน และแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อเสนอแนะ ปัญหา และอุปสรรค ของการจัดการเรียนการสอนที่เห็นผู้เรียนเป็นสำคัญ ของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการวิจัย

จากการส่งแบบสอบถามให้อาจารย์ผู้สอนทั้งหมดของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ทำการสอนในภาคเรียนที่ 1/2551 จำนวน 78 ฉบับ ผู้วิจัยได้รับคืนเพียง 30 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 36.14 โดยมีผลการวิจัย ดังนี้ ผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นเพศหญิง ร้อยละ 63.3 และเป็นเพศชาย ร้อยละ 36.7 มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโท ร้อยละ 46.7 ระดับปริญญาเอก ร้อยละ 53.3 โดยมีตำแหน่งวิชาการเป็นอาจารย์ ร้อยละ 73.4 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ และรองศาสตราจารย์ ร้อยละ 13.3 เท่ากัน มีประสบการณ์ในการสอนน้อยกว่า 10 ปี ร้อยละ 63.3 ประสบการณ์สอน 10-20 ปี ร้อยละ 16.7 และ ประสบการณ์สอนมากกว่า 20 ปี ร้อยละ 20.0 ซึ่งมีผู้ตอบแบบสอบถามที่สอนในรายวิชาพื้นฐาน ร้อยละ 76.7 สอนในรายวิชาเลือกเสรี ร้อยละ 23.3 สอนในรายวิชาเอก ร้อยละ 73.3 และ สอนในรายวิชาเอกเลือก ร้อยละ 63.3

โดยมีผู้ที่เคยเข้าร่วมกิจกรรมอบรมความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่เห็นผู้เรียนเป็นสำคัญ จำนวน 1-3 ครั้ง ร้อยละ 80.0 ส่วนผู้ที่ไม่เคยเข้าร่วมกิจกรรมเลย และเข้าร่วมกิจกรรมมากกว่า 3 ครั้ง ร้อยละ 10.0 เท่ากัน และมีผู้ที่ต้องการให้คณะจัดอบรมความรู้เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่เห็นผู้เรียนเป็นสำคัญ ร้อยละ 56.7

การรับรู้และระดับความเข้าใจในกระบวนการเรียนการสอน พบว่า คณาจารย์มีการรับรู้ และความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการเรียนการสอนที่เห็นผู้เรียนเป็นสำคัญ อยู่ในระดับปานกลาง แต่มีความเชื่อว่า นักศึกษาทุกคนมีศักยภาพสามารถพัฒนาตนเองโดยวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน และเป็นการเรียนรู้ร่วมกัน ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน อยู่ในระดับมาก ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับการรับรู้และระดับความเข้าใจของคณาจารย์

รายการ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ทราบวิธีการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	3 (10.0)	10 (33.3)	15 (50.0)	2 (6.7)	0 (0.0)
2. มีความเข้าใจวิธีการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4 (13.3)	7 (23.3)	17 (56.7)	2 (6.7)	0 (0.0)
3. เชื่อว่านักศึกษาทุกคนมีศักยภาพ สามารถพัฒนาตนเอง โดยวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน	5 (16.7)	17 (56.7)	4 (13.3)	3 (10.0)	1 (3.3)
4. เชื่อว่าการเรียนการสอนเป็นการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้สอนและผู้เรียน	8 (26.7)	14 (46.7)	6 (20.0)	2 (6.7)	0 (0.0)

หมายเหตุ: ค่าในตาราง คือ ร้อยละตามแถว

สำหรับการนำกระบวนการการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไปปฏิบัติ พบว่า ในด้านวิธีการสอน คณาจารย์ของคณะวิทยาศาสตร์ มีทัศนคติต่อวิธีการสอน 3 ประเด็น ได้แก่ 1) มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการจัดการเรียนการสอน 2) ใช้วิธีการกระตุ้นเร้าความสนใจผู้เรียนแต่ละคนอย่างเหมาะสม 3) เน้นให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติ ทำกิจกรรมด้วยตนเองมากกว่าฟังบรรยายอยู่ในระดับปานกลาง ส่วน 4) การฝึกให้นักศึกษาทำงานอย่างเป็นระบบทั้งแบบคนเดียวและเป็นกลุ่มอยู่ในระดับมาก

ด้านการประเมินผลการเรียน คณาจารย์ของคณะวิทยาศาสตร์ มีทัศนคติต่อวิธีการประเมินผลทั้ง 4 ประเด็น ได้แก่ 1) มีการประเมินผลการเรียนควบคู่ในระหว่างการเรียนการสอน 2) มีการประเมินผลเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่มด้วยวิธีการหลากหลายนอกเหนือจากการทดสอบ 3) ฝึกให้นักศึกษาประเมินตนเองและยอมรับผลการประเมินจากเพื่อน 4) ให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการจัดแผนการเรียนการสอนและการประเมินผลการเรียนร่วมกับอาจารย์ ซึ่งทุกประเด็น อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าในประเด็นการฝึกให้นักศึกษาประเมินตนเองและยอมรับผลการประเมินจากเพื่อน มีคณาจารย์ถึงร้อยละ 43.3 ที่ยังปฏิบัติในระดับน้อย และน้อยที่สุด และประเด็นการให้นักศึกษามีส่วนร่วมในการจัดแผนการเรียนการสอนและการประเมินผลการเรียนร่วมกับอาจารย์ มีคณาจารย์ ร้อยละ 30 ที่ยังปฏิบัติในระดับน้อย และน้อยที่สุด

ด้านการสนับสนุนการเรียนการสอน คณาจารย์ของคณะวิทยาศาสตร์ มีทัศนคติต่อการสนับสนุนการเรียนการสอนทั้ง 3 ประเด็น ได้แก่ สามารถให้คำปรึกษาและแนะแนวแก่นักศึกษา อยู่ในระดับมาก ส่วนคณะฯ ได้จัดสภาพแวดล้อม บรรยากาศ รวมทั้งความสะดวกเพื่อให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้และคณะฯ มีสถานที่ที่สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ ตลอดจนมีอุปกรณ์ที่เอื้อความสะดวกต่อการค้นคว้าเพิ่มเติมอยู่ในระดับปานกลาง ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับการนำกระบวนการการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไปปฏิบัติ

รายการ	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ด้านวิธีการสอน					
1. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการจัดการเรียนการสอน	4 (13.3)	10 (33.3)	13 (43.3)	2 (6.7)	1 (3.3)
2. ใช้วิธีการกระตุ้น ได้รับความสนใจผู้เรียนแต่ละคน อย่างเหมาะสม	3 (10.0)	9 (30.0)	15 (50.0)	3 (10.0)	0 (0.0)
3. เน้นให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติ ทำกิจกรรม ด้วยตนเอง มากกว่าฟังบรรยาย	3 (10.0)	12 (40.0)	13 (43.3)	2 (6.7)	0 (0.0)
4. ฝึกให้นักศึกษาทำงานอย่างเป็นระบบ ทั้งแบบ คนเดียวและเป็นกลุ่ม	5 (16.7)	12 (40.0)	11 (36.7)	2 (6.7)	0 (0.0)
ด้านการประเมินผลการเรียน					
5. มีการประเมินผลการเรียนควบคู่ในระหว่าง การเรียนการสอน	2 (6.7)	11 (36.7)	13 (43.3)	4 (13.3)	0 (0.0)
6. มีการประเมินผลเป็นรายบุคคลและเป็นกลุ่ม ด้วยวิธีการหลากหลายนอกเหนือจากการทดสอบ	2 (6.7)	9 (30.0)	15 (50.0)	3 (10.0)	1 (3.3)
7. ฝึกให้นักศึกษาประเมินตนเองและยอมรับผลการ ประเมินจากเพื่อน	3 (10.0)	3 (10.0)	11 (36.7)	9 (30.0)	4 (13.3)
8. ให้นักศึกษาได้มีส่วนร่วมในการจัดแผนการเรียน การสอนและการประเมินผลการเรียนร่วมกับ อาจารย์	3 (10.0)	7 (23.3)	11 (36.7)	7 (23.3)	2 (6.7)
ด้านการสนับสนุนการเรียนการสอน					
9. สามารถให้คำปรึกษาและแนะแนวแก่นักศึกษาได้	9 (30.0)	15 (50.0)	5 (16.7)	1 (3.3)	0 (0.0)
10. คณะฯ ได้จัดสภาพแวดล้อม บรรยากาศ รวมทั้ง ความสะดวกเพื่อให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้	1 (3.3)	8 (26.7)	15 (50.0)	3 (10.0)	3 (10.0)
11. คณะฯ มีสถานที่ ที่สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ มี อุปกรณ์ที่เอื้อความสะดวกต่อการค้นคว้าเพิ่มเติม	1 (3.3)	10 (33.3)	13 (43.3)	4 (13.3)	2 (6.7)

หมายเหตุ: ค่าในตาราง คือ ร้อยละตามแถว

ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีดังนี้

1. กลุ่มเรียนใหญ่เกินไปทำให้ดูแลเป็นรายบุคคล หรือพบปะจัดกลุ่มย่อยได้ไม่มาก ทำให้ไม่สามารถประเมินปัญหาของนักศึกษาแต่ละคนได้ทันเวลา มีความยุ่งยากในการติดตามประเมินผล และลำบากในการให้ทำกิจกรรมกลุ่ม และการที่มีจำนวนนักศึกษามาก ทำให้ไม่สามารถตรวจความถูกต้องของชิ้นงานได้เต็มที่ ทั้งนี้คณะกรรมการงบประมาณจ้าง TA เพื่อให้เกิดกิจกรรมที่หลากหลาย ทั้งเดี่ยว และกลุ่ม รวมทั้งควรมีการจัดคาบติว พร้อมคำตอบแทนให้กับผู้ติว ในบางวิชา โดยจัดไว้ในหลักสูตร แทนการศึกษา ค้นคว้าด้วยตนเอง และคณะกรรมการเสนอให้มหาวิทยาลัยจัดกลุ่มเรียนให้มีจำนวนนักศึกษาประมาณ 50 คน

2. ขาดแคลนอุปกรณ์และสื่อการสอน เช่น ไมโครโฟน LCD projector เอกสารภาษาไทยมีเนื้อหาไม่เพียงพอ รวมทั้งสถานที่ไม่เอื้ออำนวย คณะควรจัดสรรงบประมาณในการจัดซื้ออุปกรณ์ และสื่อการสอนในทุกๆ ห้องเรียน พร้อมทั้งเจ้าหน้าที่ดูแลอุปกรณ์ต่างๆ ให้พร้อมใช้งาน รวมทั้งสมัคร digital library ให้มากกว่านี้ เช่น IEEE ACM

3. ภาระงานของอาจารย์มีมาก รวมทั้งยังไม่เข้าใจวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จึงไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายได้ ในประเด็นนี้คณะกรรมการจัดหางบประมาณในการจัดหาบุคลากรเพิ่ม เพื่อลดภาระงานสอนให้น้อยลง และมีการเกลี่ยจำนวนชั่วโมงสอนให้กับอาจารย์ทุกๆ คน ในปริมาณใกล้เคียงกัน รวมทั้งจัดหาวิทยากรที่มีประสบการณ์มาให้ความรู้โดยวิธีจัดเป็นกิจกรรม แทนการบรรยายหรืออบรม มีตัวอย่างการจัดกิจกรรมที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้จริง ครอบคลุมหลายๆ วิชาโดยวิทยากรควรเป็นอาจารย์สายวิทยาศาสตร์ จะได้ทราบลักษณะของรายวิชาในคณะวิทยาศาสตร์ และควรจัดอบรมบ่อยๆ

4. เวลาในการจัดการเรียนการสอนมีน้อย บางครั้งก็ตรงกับวันหยุด หรือมีกิจกรรมของมหาวิทยาลัย ทำให้เวลาเรียนมีน้อยแต่เนื้อหาในวิชาเรียนมีมาก ทำให้จัดกิจกรรมได้น้อย หรือบางครั้งไม่สามารถเสริมกิจกรรมได้เลย ซึ่งบางครั้งอาจเป็นเพราะรายวิชาไม่เหมาะสมที่จะใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ในประเด็นนี้คณะกรรมการเสนอให้มหาวิทยาลัยจัดกิจกรรมในช่วงปฐมนิเทศ หรือช่วงเวลาที่ไม่กระทบการเรียนการสอน

5. นักศึกษาเรียนหลายวิชามากเกินไป (19-21 หน่วยกิต) ทำให้เกิดความร่วมมือน้อย และไม่สนใจกับกิจกรรมที่มอบหมายให้ทำ โดยทำไปตามที่ได้รับมอบหมายโดยไม่มีคุณภาพ นักศึกษาในห้องเรียนยังมีความรู้ความสามารถพื้นฐานที่ต่างกันมาก ทำให้การใช้เทคนิคเดียวในการสอนไม่เหมาะสม รวมทั้งนักศึกษาขาดแรงจูงใจในการเรียน ทำให้ไม่มีความอยากรู้ แต่ต้องการได้แต่เกรดดีๆ ซึ่งบางครั้งใช้เอกสารของรุ่นพี่ทำให้ไม่มีความคิดที่จะทำสิ่งใหม่ๆ ซึ่งคณะกรรมการเสนอให้มหาวิทยาลัยจัดกลุ่มนักศึกษาที่มีพื้นฐานเดียวกัน เรียนห้องเดียวกัน เช่น แยกนักศึกษา 2 ปี และ 4 ปี และอาจารย์ที่สอนแต่ละวิชาควรมีการเก็บเอกสารประกอบการสอนคืนทุกภาคเรียน เพื่อไม่ให้เกิดการส่งต่อให้รุ่นน้อง

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัย พบว่า ในมุมมองของคณาจารย์ที่มีต่อการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ยังมีการรับรู้ และเข้าใจในระดับปานกลาง ดังนั้นผู้บริหารของคณะฯ และมหาวิทยาลัยฯ ควรตระหนักให้มีการจัดอบรมให้ความรู้แก่คณาจารย์ทุกท่านให้มากขึ้น ตลอดจนมีการประเมินผลการสอนของคณาจารย์ที่เป็นรูปธรรม ส่วนคณาจารย์ควรเข้ารับการฝึกอบรมและนำความรู้ และกระบวนการวิธีที่ได้รับการฝึกอบรม มาปฏิบัติ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ในประเด็นการนำกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญไปปฏิบัติของคณาจารย์ พบว่า ด้านวิธีการสอน การประเมินผลการเรียน ไปปฏิบัติ อยู่ในระดับปานกลาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการฝึกให้นักศึกษาประเมินตนเองและยอมรับผลการประเมินจากเพื่อน และการให้นักศึกษาได้มีส่วนร่วมในการจัดแผนการเรียนการสอนและการประเมินผลการเรียนร่วมกับอาจารย์ ซึ่งมีอาจารย์ประมาณร้อยละ 30-40 ที่ยังปฏิบัติในระดับน้อย และน้อยที่สุด อันเนื่องมาจากคณาจารย์ยังมีความเข้าใจในการจัดการเรียนการสอนในระดับปานกลาง ตลอดจนอุปสรรคไม่เอื้ออำนวย ดังนั้นคณะฯ และ มหาวิทยาลัยฯ ควรที่จะจัดหาอุปกรณ์ที่จำเป็นให้แก่คณาจารย์ และให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

นอกจากนั้นผลการวิจัยยังพบว่าการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ยังมีอุปสรรคจากภาระงานที่มากเกินไป จำนวนชั่วโมงเรียนน้อย มีกิจกรรมนักศึกษาในช่วงเวลาการเรียนการสอน ดังนั้น สิ่งที่ต้องพิจารณาให้ การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบรรลุผลสัมฤทธิ์ ควรจัดการเรียนให้เหมาะสม โดยกำหนดชั่วโมงสอน และจำนวนนักศึกษาต่อกลุ่มเรียน หากเกินในระดับที่กำหนดอาจมีความจำเป็นต้องสรรหาบุคลากรภายนอกเพิ่มเติมเป็นครั้งคราวไป หรือมีผู้ช่วยสอนในแต่ละกลุ่มเรียน และช่วงที่มีการเรียนการสอนต้องประสานงานกับมหาวิทยาลัยในเรื่องของการจัดกิจกรรมที่จะมีผลกระทบต่อการเรียน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กัญญา วีรวรรณ. การจัดการเรียนการสอนแบบ CIPPA. จาก <http://www.nsdv.go.th/innovation/cippa.htm> [20 กันยายน 2551].
- คณะอนุกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้. 2543. **ปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด**. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ: กรุงเทพฯ. 74 น.
- ณัฐกิตต์ ลมสูงเนิน. 2545. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาภาษาอังกฤษหลัก 12 (อ 018) ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการสอนปกติและการสอนโดยใช้แผนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. จาก <http://bb.ssk.ac.th/modules.php?op=modload&name=Sections&file=index&req=viewarticle&artid=159&page=1> [20 กันยายน 2551].

- ทิศนา แวมมณี. 2542. การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง: โมเดลชิปปา (cippa model). ว.ครูศาสตร์. 27(3): 1-17.
- นวลจิตต์ เชาวกิตติพงศ์. 2546. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. จาก <http://www.moe.go.th/wijai/child%20centerlearning.htm> [20 กันยายน 2551].
- ประเวศ วะสี. 2544. หัวใจของการปฏิรูปการศึกษา คือ การปฏิรูปการเรียนรู้ หัวใจของการปฏิรูปการเรียนรู้ คือ การปฏิรูปจากการยึดวิชาเป็นตัวตั้ง มาเป็นยึดมนุษย์ หรือ ผู้เรียนเป็นตัวตั้ง หรือที่เรียกว่า ผู้เรียนสำคัญที่สุด. จาก http://www.qa.kmutnb.ac.th/qa_news/2544/QANEWS07_25441015.pdf [20 กันยายน 2551].
- ประหยัด สุขแก้ว. 2549. การประเมินโครงการการพัฒนาบรรยากาศและสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. จาก <http://www.pattani1.go.th/kmc/modules.php?name=News&file=article&sid=390> [20 กันยายน 2551].
- วิมล สำราญวานิช. 2546. ศึกษาผลการสอนแบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง ลักษณะขอบเขตทางวิทยาศาสตร์ พ.ศ.2546. จาก http://eclassnet.kku.ac.th/edoffice/research/abstract.php?Paper_id=3&paper_type=1&ref=101241&l=t [20 กันยายน 2551].
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. 2546. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. จาก <http://www.sut.ac.th/tedu/news/Teach.html> [20 กันยายน 2551].

ผลของรายการละครวิทยุเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ
เรื่องยี่งด้วยบิตุรงค์และหมอกสลายที่ปลายฟ้า

Effects of Radio Dramas in Tribute to His Majesty the King
Namely, “Ying Duay Piturong” and “Mok Salai tee Plai Fa”

สุพัตรา ศรีสุวรรณ¹, อนุพร สุวรรณวาทกิจ², อธิบุญฤทธิ์ ควรรหาเวชชิต³

Supattra Srisuwan¹, Anuporn Suwanvajakasikij², Teeraboonyarit Kuanhavechsit³

¹ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

²สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

³ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ 10110

¹Department of Agricultural Extension and Communication, Faculty of Agriculture, Kasetsart university
Bangkok, Thailand 10900

²Extension and Training Office , Kasetsart university, Bangkok, Thailand 10900

³Department of Educational Technology, Faculty of Education, Srinakharinwirot University Bangkok, 10110

*Corresponding author: agrstsw@ku.ac.th

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษา ลักษณะพื้นฐานของผู้รับฟังรายการละครวิทยุ ความรู้ที่ได้รับจากรายการละครวิทยุ ความพึงพอใจของผู้รับฟังที่มีต่อรายการละครวิทยุ ปัญหาและข้อเสนอแนะผลการวิจัย พบว่า ผู้รับฟังเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย มีอายุระหว่าง 31-40 ปี ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาหรือปวช. รับฟังรายการละครวิทยุทางวิทยุมากกว่าทางอินเทอร์เน็ต และรับฟังรายการละครวิทยุที่บ้านมากกว่าสถานที่ทำงาน ส่วนใหญ่มีอาชีพทำนา มีสมาชิกจำนวน 4-6 คน ผู้รับฟังได้รับความรู้และมีความพึงพอใจจากรายการละครวิทยุในระดับมาก ปัญหาที่มีเพียงเล็กน้อย คือ บางครั้งดนตรีประกอบดังเกินไป ข้อเสนอแนะอยากให้มียุทธศาสตร์เทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ออกอากาศอย่างต่อเนื่อง และควรเพิ่มเวลาออกอากาศ

คำสำคัญ: รายการละครวิทยุ เทิดพระเกียรติ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ

Abstract

The objectives of this research were to study: 1) socio-economic background of the audience 2) the audience's level of knowledge gained from listening 3) the audience's degree of satisfaction towards the two radio dramas, and 4) problems and suggestions. The findings were as follows: 1) The surveyed audience were more female than male, aged 31-40 years, mostly with secondary school or high-school professional certificates of education and have 4-6 members in each household. The surveyed audience listen to the radio dramas on radio more than the internet, and listen at home more than at their work place. 2) The audience's level of knowledge gained from listening to the radio dramas and their degree of satisfaction towards the dramas were high. 3) The audience cite few minor problems in listening to the radio dramas being firstly, the background music was sometimes kept under too loud. Their suggestions were that there should be continuing radio dramas in honour of His Majesty the King, and that more airtime should be allocated to broadcast such programmes.

Keywords: Radio Dramas, Tribute , His Majesty the King

คำนำ

ปัญหาสารเสพติดเป็นปัญหาใหญ่และสำคัญมาก ซึ่งต้องการการร่วมมือกันหลายๆ ฝ่าย เพื่อแก้ไขเป็นปัญหาระดับประเทศ และระดับโลก เพราะสารเสพติด นอกจากจะมีผลเสียโดยตรงต่อร่างกายและจิตใจของผู้เสพเองแล้ว ยังกระทบไปถึงจิตใจของคนในครอบครัว หรือผู้ใกล้ชิดของผู้เสพ และนำมาซึ่งปัญหาอาชญากรรม อันเป็นผลเสียหายต่อสังคมและประเทศชาติด้วย ปัจจุบันการแพร่ระบาดของสารเสพติดได้เพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ในเด็กนักเรียน นักศึกษา และประชาชน พบว่าเด็กนักเรียน มีการดมสารเสพติดกันมากขึ้น และเยาวชนทั่วไป ใช้สารเสพติด โดยเฉพาะยาบ้า เพิ่มขึ้น ที่เป็นเช่นนี้ เพราะปัจจัยเสริมจากภาวะเศรษฐกิจ สภาพสังคม สิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป การขาดความรัก ความอบอุ่นในครอบครัว พ่อแม่ไม่มีเวลาให้ลูก การแตกแยกของครอบครัว คนส่วนหนึ่งจะนิยมและพยายามแสวงหาความสุข ทางวัตถุนิยม พร้อมทั้งขาดจริยธรรม ศีลธรรม อันดีงาม

สังคมไทยกำลังประสบปัญหาการแพร่ระบาดของยาเสพติด จึงจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่ทุกฝ่ายต้องช่วยกันแก้ไขปัญหาลุกลามไป การเริ่มต้นด้วยวิธีป้องกันก่อนปัญหาจะเกิดขึ้นนับเป็นการสร้างภูมิคุ้มกันภัยยาเสพติด ซึ่งสื่อที่ใช้เผยแพร่ สำหรับการป้องกันยาเสพติด ไม่ว่าจะเป็น เอกสาร โปสเตอร์ แผ่นพับ นิทรรศการ วีดิทัศน์ เทปเสียง วิทยุกระจายเสียง

รายการละครวิทยุ เป็นการแสดงออกอากาศทางวิทยุกระจายเสียง ซึ่งผู้ฟังไม่เห็นตัวผู้แสดง ได้ยินแต่เสียงผ่านทางเครื่องรับฟังวิทยุ ผู้ฟังไม่เห็นบทบาทของตัวละครแต่สามารถเห็นทุกอย่างจากมโนภาพหรือจินตนาการจากเสียงต่างๆ ได้แก่ บทเจรจา บทบรรยาย เสียงเพลง เสียงประกอบ โดยส่วนใหญ่ละคร

วิทยุจะมุ่งเน้นให้ความรู้สลับกับความบันเทิงและสอนใจ นอกจากนี้ยังเป็นการรณรงค์ เพื่อการประชาสัมพันธ์ด้วย

สถานีวิทยุ ม.ก.ได้นำรายการละครวิทยุ ชุดเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่อง ยิ่งด้วยบิตุรงค์ และ หมอกสลายที่ปลายฟ้าออกอากาศทางสถานีวิทยุ เพื่อเผยแพร่ความรู้ เกี่ยวกับการป้องกัน และต่อต้านยาเสพติด มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ลักษณะพื้นฐานทางสังคม และเศรษฐกิจ ของผู้รับฟัง รายการละครวิทยุเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่อง ยิ่งด้วยบิตุรงค์ และหมอกสลายที่ปลายฟ้า ความรู้ที่ได้รับจากรายการละครวิทยุเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่อง ยิ่งด้วยบิตุรงค์ และ หมอกสลายที่ปลายฟ้า ความพึงพอใจของผู้รับฟังที่มีต่อรายการละครวิทยุเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่อง ยิ่งด้วยบิตุรงค์ และ หมอกสลายที่ปลายฟ้า ปัญหาและข้อเสนอแนะของผู้รับฟังที่มีต่อรายการละครวิทยุเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่อง ยิ่งด้วยบิตุรงค์ และ หมอกสลายที่ปลายฟ้า ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ทำให้ประชาชนได้รับความรู้ ถึงภัยจากยาเสพติด วิธีป้องกัน และเห็นความสำคัญของ กองทุนเพื่อแม่ สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปใช้เป็นแนวทางในการดำเนินชีวิตได้อย่างถูกต้อง ประชาชนมีความจงรักภักดีในพระมหากษัตริย์คุณของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯและสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ

อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากร เป็นผู้รับฟังรายการละครวิทยุเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่องยิ่งด้วยบิตุรงค์ และหมอกสลายที่ปลายฟ้า ของสถานีวิทยุ ม.ก. บางเขน สถานีวิทยุ ม.ก. เชียงใหม่ สถานีวิทยุ ม.ก. ขอนแก่น และ สถานีวิทยุ ม.ก. สงขลา

กลุ่มตัวอย่าง เป็นผู้รับฟังรายการละครวิทยุเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่องยิ่งด้วยบิตุรงค์ และหมอกสลายที่ปลายฟ้า ของสถานีวิทยุ ม.ก. โดยเลือกเฉพาะเจาะจงผู้รับฟังที่รับฟังรายการละครวิทยุที่สามารถติดต่อกับทางสถานีวิทยุได้ทั้ง 4 แห่ง จำนวน 1,000 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถาม (questionnaire) ซึ่งมี 2 ลักษณะ ได้แก่ คำถามแบบปิด (closed-question) และคำถามแบบเปิด (open-ended question) ประกอบด้วย

- ตอนที่ 1 ลักษณะพื้นฐานทางสังคมและเศรษฐกิจของประชาชนที่รับฟังรายการละครวิทยุ
- ตอนที่ 2 ความรู้ที่ได้รับจากรับฟังรายการละครวิทยุ เทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่องยิ่งด้วยบิตุรงค์ และหมอกสลายที่ปลายฟ้า
- ตอนที่ 3 ความพึงพอใจของรายการละครวิทยุเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่องยิ่งด้วยบิตุรงค์ และหมอกสลายที่ปลายฟ้า
- ตอนที่ 4 ปัญหาและข้อเสนอแนะของผู้รับฟังที่มีต่อรายการละครวิทยุเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่องยิ่งด้วยบิตุรงค์ และหมอกสลายที่ปลายฟ้า

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย ร่วมประชุม แบ่งกลุ่มรับผิดชอบงาน แต่ละสถานีวิทยุในการดำเนินการเก็บข้อมูล จากสถานีวิทยุ ม.ก. ทั้ง 4 แห่ง ได้ดำเนินการดังนี้ ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเดินทางไปส่ง

และรับแบบสอบถามด้วยตนเอง โดยดำเนินการเก็บข้อมูลในระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2550-กุมภาพันธ์ 2551

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยวิธีการหา ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (Means) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

ผลการวิจัย

ผู้รับฟังรายการละครวิทยุ เป็นเพศหญิง มากกว่าเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 52.1 และ 47.9 ตามลำดับ มีอายุระหว่าง 31-40 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 31.1 รองลงมา อายุระหว่าง 21-30 และ อายุระหว่าง 41-50 ปี จบการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาหรือ ปวช. มากที่สุด รองลงมา คือระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ช่องทางการฟังรายการละครวิทยุจากทางวิทยุมากกว่าทางอินเทอร์เน็ต สถานที่รับฟังรายการละครวิทยุจากที่บ้านมากกว่าสถานที่ทำงาน อาชีพของผู้รับฟัง คือ การทำนามากที่สุด รองลงมาคือ อาชีพรับจ้าง จำนวนสมาชิกในครอบครัว พบว่า ส่วนใหญ่ มีสมาชิกจำนวน 4-6 คน มากที่สุด รองลงมา มีสมาชิกน้อยกว่า 4 คน

ระดับความรู้ที่ได้รับจากรายการละครวิทยุเกิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่องยังด้วยบิตุรงค์ และหมอกสลายที่ปลายฟ้า ในภาพรวมผู้รับฟังมีความรู้ที่ได้รับจากรายการละครวิทยุอยู่ในระดับมาก

ความพึงพอใจของผู้รับฟังที่มีต่อรายการละครวิทยุเกิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่องยังด้วยบิตุรงค์ และหมอกสลายที่ปลายฟ้า ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา วิธีเสนอ ความยาวของรายการ โดยภาพรวมทั้ง 3 ด้าน มีความพึงพอใจในระดับมาก ปัญหาที่มีเพียงเล็กน้อยคือ เสียงดนตรีประกอบดัง

โดยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ อยากให้มีรายการละครวิทยุหรือละครวิทยุเกิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯอีก อย่างต่อเนื่อง ได้รับความรู้เรื่องยาเสพติดมาก และเป็นประโยชน์ต่อประชาชนและเยาวชนมาก เหมาะสมกับสถานการณ์ในปัจจุบัน ควรมีการส่งเสริมและเผยแพร่ทางสถานีวิทยุอย่างต่อเนื่อง ควรใช้หลายๆ ภาษา ควรเพิ่มเวลาที่ออกอากาศ เพราะเนื้อหาของละครดีมากให้ข้อคิดแก่นักเรียนและประชาชน อยากให้ทำรายการละครวิทยุต่อไป

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษา ลักษณะพื้นฐานทางสังคม พบว่า ผู้รับฟังเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย อาจเป็นเพราะ ผู้หญิงชอบฟังละครวิทยุมากกว่าเพศชาย และผู้รับฟังมีอายุระหว่าง 31-40 ปี ซึ่งวัยนี้ จะเป็นกำลังสำคัญในการทำงาน เพื่อหารายได้เลี้ยงตนเองและครอบครัว จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา หรือ ปวช. เพราะการศึกษาในปัจจุบันมีการกระจายทางการศึกษาอย่างทั่วถึง ผู้รับฟังรายการละครวิทยุที่บ้านมากกว่าที่ทำงาน อาจเป็นเพราะผู้รับฟังส่วนใหญ่จะใช้เวลาพักผ่อนอยู่ที่บ้านในการฟังรายการวิทยุ ฟังรายการวิทยุทางวิทยุ มากกว่าการฟังรายการละครวิทยุทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งสอดคล้องกับอาชีพ เพราะส่วนใหญ่ผู้รับฟังมีอาชีพเป็นเกษตรกร วิทยุถือว่าเป็นสิ่งที่ผู้รับฟังใช้อย่างง่ายและเป็นสิ่งที่ใช้ได้กับทุกวัย ส่วนใหญ่มีอาชีพเป็น

เกษตรกร ทำนา สมาชิกในครอบครัว มี 4-6 คน ซึ่งปัจจุบันจะเป็นครอบครัวเดี่ยว จะมีแนวโน้มนครัวมีขนาดเล็กลง

ความรู้ที่ได้รับจากรายการละครวิทยุเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่องยิ่งด้วยบิตุงค์ และหมอกสลายที่ปลายฟ้า พบว่า ผู้รับฟังมีความรู้ที่ได้รับจากรายการละครวิทยุเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่องยิ่งด้วยบิตุงค์ และหมอกสลายที่ปลายฟ้าอยู่ในระดับมากคิดเป็นร้อยละ 67.7 รองลงมาเป็นระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 30.7 และระดับน้อยคิดเป็นร้อยละ 1.6 ตามลำดับ อาจเป็นเพราะ ผู้รับฟังมีความรู้เบื้องต้นในเรื่องของยาเสพติดมาบ้าง และเมื่อได้รับฟังรายการละครวิทยุเกี่ยวกับเรื่องยาเสพติดจึงทำให้มีความเข้าใจมากขึ้นถึงโทษที่มีต่อร่างกายและจิตใจ และในเรื่องแก้คำสอนของพ่อ ผู้ฟังจะมีความรู้เป็นอย่างดี อาจเนื่องมาจากสื่อต่างๆ ก็มีการประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับเรื่องนี้ ทั้งสื่อทางสิ่งพิมพ์ โทรทัศน์ การบอกเล่า เป็นต้น จึงทำให้สามารถทราบเกี่ยวกับแก้คำสอนของพ่อเป็นอย่างดี ว่าเป็นคำสอนของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ซึ่งประกอบไปด้วยความพอดี ความเพียร ความรู้ตน ต้องรู้จักการรับและรู้จักการให้อ่อนโยนแต่ไม่อ่อนแอ พูดจริงทำจริง ความซื่อสัตย์ หนังสือเป็นอมสิน การเอาชนะใจตนเอง ซึ่งเป็นคำสอนในแก้คำสอนของพ่อ และการแก้ไขปัญหาเสพติดของหมู่บ้านปลายฟ้า ซึ่งต้องใช้ความสามัคคีของชุมชนในท้องถิ่นช่วยกันดูแล และสร้างความเข้มแข็งกับหมู่บ้านของตนเอง จะเป็นวิธีที่เป็นเกราะป้องกันภัยจากยาเสพติดที่จะเข้ามาอยู่ในหมู่บ้านได้ การใช้วิธีการป้องกันจะเป็นวิธีที่ดี การให้ออกาสกับผู้ติดยาเสพติดไปแล้วให้กลับมาทำความดีได้ และกองทุนแม่ของแผ่นดินซึ่งเป็นเงินขวัญถุงพระราชทานของสมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินีนาถให้กับหมู่บ้าน ผู้ฟังก็ทราบเป็นอย่างดี ในรายการละครวิทยุเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่องยิ่งด้วยบิตุงค์และหมอกสลายที่ปลายฟ้า ก็ได้สอดแทรกเนื้อหาลงไปละครได้อย่างเข้าใจ ทำให้ผู้ฟังทราบเนื้อหาเป็นอย่างดี รวมทั้งวิธีการเสนอ ที่เป็นรูปแบบของรายการละคร ที่มีวิธีเสนอในด้านของภาษา พูดเป็นภาษาที่เข้าใจง่าย น้ำเสียงเหมาะสมกับตัวละครและมีบรรยากาศสมจริงและเรื่องราวต่าง ๆ ได้ จึงทำให้ความรู้ที่ได้รับจากรายการละครวิทยุเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่องยิ่งด้วยบิตุงค์และหมอกสลายที่ปลายฟ้า ผู้รับฟังจึงมีความรู้ในระดับมาก

ความพึงพอใจของผู้รับฟังที่มีต่อรายการละครวิทยุเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่องยิ่งด้วยบิตุงค์และหมอกสลายที่ปลายฟ้า ผู้รับฟังมีความพึงพอใจต่อรายการละครวิทยุในระดับมาก อาจเป็นเพราะเนื้อหาของละครวิทยุ มีเนื้อหาที่น่าสนใจ เข้าใจง่าย เนื้อเรื่องชวนให้ติดตามและทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่าย วิธีการเสนอในเรื่องราวของภาษาพูดก็เข้าใจได้ง่าย น้ำเสียงของตัวละคร และเสียงประกอบในละครมีความสมจริง ช่วยให้ผู้รับฟังได้มีจินตนาการตามละครไปด้วย และรายการละครวิทยุก็มีให้รับฟังได้น้อยลงในปัจจุบัน เมื่อได้มีรายการละครวิทยุเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่องยิ่งด้วยบิตุงค์และหมอกสลายที่ปลายฟ้ากลับมาอีกจึงทำให้ผู้รับฟังส่วนหนึ่งกลับมารับฟังอย่างตั้งใจ และนึกถึงในอดีตที่เคยรับฟังรายการละครวิทยุในสมัยก่อนจึงทำให้ผู้รับฟังกลุ่มนี้ มีความพึงพอใจอย่างมากในการกลับมารับฟังรายการวิทยุเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่องยิ่งด้วยบิตุงค์และหมอกสลายที่ปลายฟ้าอีกครั้งหนึ่ง ปัญหาและข้อเสนอแนะ ของผู้รับฟังที่มีต่อรายการละครวิทยุเทิดพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ เรื่องยิ่งด้วยบิตุงค์และหมอกสลายที่ปลายฟ้า ซึ่งพบปัญหาเพียงเล็กน้อยเท่านั้น เช่น เสียงดนตรีประกอบดังเกินไป ข้อเสนอแนะ อยากให้มีรายการละครวิทยุอย่างต่อเนื่อง เพิ่มเวลาออกอากาศ และใช้หลายๆ ภาษา

จากผลการวิจัย พบว่า รายการละครวิทยุ ยังเป็นรายการที่มีผู้รับฟังให้ความสนใจและชอบรูปแบบในการเผยแพร่ความรู้ ในลักษณะรายการละครวิทยุ เนื้อหาของบทละครวิทยุควรเป็นเนื้อหาที่มี ประโยชน์ และให้ความรู้ การนำเสนอเรื่องราว น้ำเสียงของผู้แสดงโดยเฉพาะเสียงผู้แสดงที่ผู้รับฟังเคยได้ยินมาก่อน และชอบเสียงเพลงหรือเสียงดนตรี และเสียงประกอบละคร นับว่ามีความสำคัญมากในการที่จะจูงใจให้ผู้รับฟังติดตามอย่างต่อเนื่อง ต้องสามารถสร้างสถานการณ์ให้ผู้สมจริง จะทำให้ผู้รับฟังรู้สึก สนุก และอยากติดตามต่อไป การจะให้รายการละครวิทยุ เป็นที่รู้จักและเผยแพร่ความรู้กับผู้รับฟังนั้นคงจะต้องจัดให้มีการเผยแพร่จากสถานีวิทยุอย่างต่อเนื่อง

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักคณะกรรมการป้องกันและปราบปรามยาเสพติดที่สนับสนุนงบประมาณในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ณรงค์ สมพงษ์. 2535. สื่อเพื่องานส่งเสริมและเผยแพร่. สำนักพิมพ์โอเดียนโตร์ : กรุงเทพฯ . 362 น.
- ณัฐธัญ ศรีชูชาติ. 2547. ความพึงพอใจของกลุ่มผู้ฟังที่มีต่อรายการวิทยุ “เปิดโลกสื่อสาร”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- ทัศนีย์ ทองสกุล. 2540. ทักษะการฟังของกลุ่มผู้ฟังที่มีต่อรายการของสถานีวิทยุออสเตรเลีย: ศึกษาเฉพาะกรณีผู้ฟังที่เขียนจดหมายถึงผู้จัดรายการ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- รัชนี จารุสันต์. 2543. การศึกษาความคิดเห็นของผู้รับฟังรายการ “ช่วยคิดช่วยทำ” ที่ออกอากาศทางเครือข่ายสถานีวิทยุมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.
- วัชรวิวรรณ ทรัพย์รุ่งเรือง. 2543. ความต้องการรูปแบบรายการวิทยุทางการเกษตรของสถานี วิทยุ ม.ก. บางเขน: ศึกษาเฉพาะผู้ฟังที่มีจดหมายติดต่อเข้ามาในรายการช่วยคิด ช่วยทำ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: กรุงเทพฯ.

การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคลากรต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารสำนักงาน โดยใช้มาตรการทางด้านเศรษฐศาสตร์

The Transformed Behavior of Employees toward Energy Use Management in the Office Following Economics Instruments

น้ำเพ็ชร วินิจนัยกุล และรัตนา โพธิ์สุวรรณ

คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Faculty of Economy, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

Corresponding author: joy@mju.ac.th, ratana@mju.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของบุคลากรเพื่อเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม และกำหนดมาตรการทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่เป็นไปได้ต่อการปฏิบัติ โดยทำการสอบถามบุคลากรและอาจารย์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จำนวน 152 คน จาก 5 คณะ คือ คณะผลิตกรรมการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร และคณะศิลปศาสตร์ พบว่า บุคลากรมีการปิดไฟฟ้าช่วงเวลาพักเที่ยง ใช้โทรศัพท์ภายในเพื่อการติดต่อกิจการเป็นประจำ ใช้ระบบสนทนาผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อติดต่อกิจการทั้งภายในและนอกมหาวิทยาลัย และปิดเครื่องถ่ายเอกสารไว้เมื่อยังไม่ได้ใช้งาน บุคลากรส่วนใหญ่มีความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าประจำสำนักงาน และเห็นด้วยต่อแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า มีค่าคะแนนความเห็นเฉลี่ยเท่ากับ 4.06 การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมคือ เปิดหน้าต่างเพื่อรับแสงสว่างและเปิดไฟฟ้าเฉพาะที่จำเป็น มาตรการทางเศรษฐศาสตร์ที่ควรนำมาใช้คือ การสร้างแรงจูงใจ

คำสำคัญ: การใช้พลังงานไฟฟ้า พฤติกรรม ความคิดเห็น มาตรการทางเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

Abstract

This research was conducted to study the guidelines on the use of electrical power by university personnel to change the behavior and determine the feasible economic criteria through questionnaires provided to 152 staff and lecturers from five units in Maejo University, namely: Faculty of Agricultural Production, Faculty of Science, Faculty of Engineering and Agro-Industry, Office of Agricultural Research and Extension, and Faculty of Liberal Arts. Results showed that most of the respondents shut down their electricity during lunch hours, utilized internal phones for regular work, conducted their conversation through computers for internal and external working transactions and turned off copying machines when not in use. Majority of the university personnel have knowledge about the use of electrical power in their respective offices and obtained an

average opinion score of 4.06 or agreed to the saving guidelines of electricity. Opening windows to allow sunlight and turning off electricity when in actual use should be done. Economic instruments which should be used are incentive-based policies.

Keywords: electrical power usage, behavior, opinion, economic instrument, Maejo university

คำนำ

จากการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจของประเทศไทย ไม่ว่าจะเป็นด้านอุตสาหกรรม เกษตรกรรม การคมนาคมขนส่ง เป็นต้น ที่นับวันจะมีการเจริญเติบโตขึ้นเรื่อยๆ ส่งผลต่อปริมาณการใช้พลังงานเพิ่มสูงขึ้น ปัญหาความขาดแคลนพลังงานกำลังเป็นปัญหาที่ทั่วโลกให้ความสนใจ รวมถึงทิศทางการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรพลังงานในอนาคต ปัจจุบันประเทศไทยต้องเผชิญกับวิกฤตทางเศรษฐกิจ ตลอดจนวิกฤตการขาดแคลนพลังงานควบคู่ไปด้วย ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นได้จากราคาเชื้อเพลิง เช่น ราคาน้ำมัน ราคาถ่านหินลิกไนต์ และราคาค่าไฟฟ้า ได้มีการปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลกระทบต่อประชาชน หน่วยงาน ห้างร้าน สถานประกอบการขนาดใหญ่ที่จำเป็นจะต้องใช้พลังงานในปริมาณมากตลอดเวลา

มหาวิทยาลัยในฐานะเป็นส่วนหนึ่งของภาครัฐ และเป็นอีกหน่วยงานที่ทำหน้าที่ผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ความสามารถ ผลิตผลงานวิจัยที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม รวมทั้งการให้บริการวิชาการแก่ชุมชน เนื่องด้วยภาวะค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภคที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในขณะนี้งบประมาณมีจำกัด อาจทำให้ประสิทธิภาพการปฏิบัติงานขององค์กรลดลง ซึ่งเป็นเรื่องที่ผู้บริหารควรตระหนักและให้ความสำคัญอย่างเร่งด่วน ให้มีการกำหนดแผนงาน กิจกรรม การติดตามและตรวจสอบการใช้พลังงาน

ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมในการใช้พลังงานไฟฟ้าของบุคลากรในหน่วยงานต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นอาจารย์ พนักงานมหาวิทยาลัย ลูกจ้างของมหาวิทยาลัย จะทำให้ทราบแนวทางการลดปริมาณการใช้ไฟฟ้า และหาแนวทางในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคลากรของมหาวิทยาลัย ซึ่งจะส่งผลไปถึงการปรับลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ ศึกษาพฤติกรรม การใช้พลังงานไฟฟ้าของบุคลากร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และมาตรการทางด้านเศรษฐศาสตร์ที่เป็นไปได้ต่อการปฏิบัติของมหาวิทยาลัย ในการลดการใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน

เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ เป็นวิธีการทางเศรษฐศาสตร์ที่รัฐบาลนำมาใช้แทรกแซงตลาด เพื่อพิทักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยเครื่องมือดังกล่าวอาจแบ่งเป็นกลุ่ม ดังนี้ 1) เครื่องมือทางการเงิน การคลัง 2) เครื่องมือทางการตลาด และ 3) เครื่องมือเสริมสร้างแรงจูงใจในการจัดการสิ่งแวดล้อม เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ ได้มีการนำมาใช้กันเป็นระยะเวลานานพอสมควรแล้วในต่างประเทศ โดยจากการทบทวนเอกสารพบว่า ส่วนใหญ่เป็นการนำมาใช้ในประเทศพัฒนาแล้ว โดยเฉพาะประเทศในกลุ่ม Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2546) ขณะที่การนำมาใช้ในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาพบว่า มีน้อยมาก สำหรับรูปแบบและลักษณะการนำใช้จะเป็นการใช้ร่วมกันระหว่างวิธีการบังคับและควบคุมโดยตรงกับเครื่องมืออื่นๆ และการใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากเครื่องมือต่างๆ จะมีความเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม สังคมและโครงสร้างของสถาบันที่

แตกต่างกัน นอกจากนี้เนื่องจากวัตถุประสงค์ในการจัดการปัญหาด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ไม่ได้เกี่ยวกับเฉพาะปัญหาคุณภาพสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันแต่เพียงอย่างเดียว แต่ยังรวมถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคตด้วย ดังนั้นการใช้มาตรการรวมหลายๆ อย่าง เพื่อจัดการด้านพลังงานจึงเป็นสิ่งที่จำเป็น

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ใช้สถานดำเนินการศึกษาในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ 63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จ.เชียงใหม่ 50290 ประชากรที่ศึกษา คือ บุคลากรและอาจารย์ ในมหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ โดยกำหนดหน่วยงานและคณะที่มีสถิติการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในรอบปี 2549 อย่างเจาะจงมา 5 หน่วยงาน ได้แก่ คณะผลิตกรรมการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร และคณะศิลปศาสตร์ ซึ่งมีจำนวนประชากรเท่ากับ 554 คน (กองแผนงาน, 2549) แล้วใช้วิธีสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย เลือกตัวแทนบุคลากรของแต่ละคณะมา จำนวน 152 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ ได้แก่ แบบสอบถามที่ผู้วิจัยศึกษาสร้างขึ้นซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด (open-ended question) และคำถามปลายปิด (close-ended question) นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามมาวิเคราะห์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ (statistical package for the social sciences: SPSS for windows) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และค่าน้ำหนักคะแนนเฉลี่ย (weight mean score: WMS) เพื่อวิเคราะห์แนวทางในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของบุคลากร โดยใช้หลักเกณฑ์ในการให้คะแนน ดังนี้

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้คะแนน 5
เห็นด้วย	ให้คะแนน 4
ไม่แน่ใจ	ให้คะแนน 3
ไม่เห็นด้วย	ให้คะแนน 2
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้คะแนน 1

นำมาคิดคำนวณตามสูตร $WMS = \frac{5f_1+4f_2+3f_3+2f_4+1f_5}{TRN}$

TRN

WMS	=	น้ำหนักคะแนนเฉลี่ย
f1	=	จำนวนความถี่ที่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
f2	=	จำนวนความถี่ที่เห็นด้วย
f3	=	จำนวนความถี่ที่ไม่มีความเห็น
f4	=	จำนวนความถี่ที่ไม่เห็นด้วย
f5	=	จำนวนความถี่ที่ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
TRN	=	จำนวนผู้ตอบคำถามทั้งหมด

เกณฑ์ในการวิเคราะห์น้ำหนักคะแนนเฉลี่ย (weight mean score: WMS) แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

ระดับช่วงคะแนน	4.21-5.00	ระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง
ระดับช่วงคะแนน	3.41-4.20	ระดับเห็นด้วย
ระดับช่วงคะแนน	2.61-3.41	ระดับไม่แน่ใจ
ระดับช่วงคะแนน	1.81-2.60	ระดับไม่เห็นด้วย
ระดับช่วงคะแนน	1.00-1.80	ระดับไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ผลการวิจัย

โดยทั่วไปในหน่วยงานต่างๆ ทำงานในเวลาราชการ ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ได้แก่ หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ เครื่องปรับอากาศ พัดลม เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องถ่ายเอกสาร โทรศัพท์ โทรสาร เครื่องพิมพ์เอกสาร เป็นต้น พบว่า บุคลากรส่วนใหญ่ เป็นเพศหญิง 92 คน คิดเป็นร้อยละ 60.5 และอยู่ในช่วงอายุ 20-30 ปี จำนวน 61 คน คิดเป็นร้อยละ 40.1 ช่วงอายุ 31-40 ปี จำนวน 52 คน คิดเป็นร้อยละ 34.2 และอายุ 41 ปีขึ้นไปมีร้อยละ 15.1 อยู่ในตำแหน่งลูกจ้างชั่วคราว จำนวน 49 คน คิดเป็นร้อยละ 32.2 รองลงมาเป็นพนักงานของรัฐ จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 26.3 เป็นข้าราชการ จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 16.4 เป็นลูกจ้างประจำ จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 19.1 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีมีจำนวน 80 คน คิดเป็นร้อยละ 52.6 รองลงมาสำเร็จศึกษาในระดับปริญญาโท จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 26.3 ส่วนระดับปริญญาเอก มีจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 6.6 มีรายได้ต่อเดือนอยู่ระหว่าง 5,000-10,000 บาทจำนวน 65 คน คิดเป็นร้อยละ 42.8 รองลงมารายได้ 10,001-15,000 บาท จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 23.7

จำนวนชั่วโมงในการใช้ไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน พบว่า บุคลากรส่วนใหญ่มีจำนวนชั่วโมงในการใช้ไฟฟ้าในสถานที่ทำงาน 6-8 ชั่วโมงต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 68.4 จำนวนวันที่ทำงานในรอบสัปดาห์ อยู่ที่ 4-5 วัน ต่อสัปดาห์ มีร้อยละ 30.9 บุคลากรร้อยละ 94.1 ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดในช่วงฤดูร้อน จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ประจำต่อคน พบว่า มีจำนวน 1-3 ชิ้น (ร้อยละ 78.3) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการการใช้พลังงานไฟฟ้า บุคลากรทราบว่าควรเปิดและปิดไฟฟ้าเฉพาะเวลาใช้งาน ถึงร้อยละ 92.1 แสดงว่า บุคลากรมีความตระหนักต่อการใช้ไฟฟ้าในอาคารสำนักงาน และเลือกใช้อุปกรณ์ประหยัดไฟเบอร์ 5 ร้อยละ 78.3 บุคลากรทราบว่าเมื่อไม่ต้องการใช้งานคอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน ควรตั้งโปรแกรมพักเครื่อง ร้อยละ 71.7 บุคลากรส่วนใหญ่ทราบว่าการเปิดพัดลมควรเปิดที่ระดับความแรงที่เลข 2 ร้อยละ 65.8 แต่บุคลากรเพียงร้อยละ 50.7 ที่ทราบว่าเมื่อเลิกใช้ห้องเรียนหรือห้องทำงาน ควรปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเวลา 30 นาที จะช่วยประหยัดพลังงาน เนื่องจากอุณหภูมิภายในห้องยังมีความเย็นอยู่ บุคลากรยังไม่ทราบว่าควรใช้หลอดไฟฟ้า 60 วัตต์ ควรเลือกซื้อเครื่องถ่ายเอกสารพร้อมโทรสาร ควรตรวจเช็คอุปกรณ์ไฟฟ้าเดือนละ 1 ครั้ง ควรเลือกซื้อตู้เย็นแบบ 2 ประตู และควรเลือกซื้อจอภาพคอมพิวเตอร์ขนาด 17 นิ้ว

พฤติกรรมในการใช้ไฟฟ้าของบุคลากรมหาวิทยาลัยแม่โจ้ พบได้ดังนี้ บุคลากรร้อยละ 48.0 ไม่ได้ใช้ลิฟต์สำหรับการขึ้น-ลงในอาคารสำนักงาน สำหรับผู้ที่ใช้ลิฟต์มีการใช้ 1-4 ครั้งต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 44.7 มีการปิดไฟฟ้าช่วงเวลาพักเที่ยงสูงถึงร้อยละ 82.2 และบุคลากรร้อยละ 48.0 ใช้แสงสว่างจากภายนอกอาคารทดแทนแสงจากไฟฟ้า ไม่เปิดเครื่องปรับอากาศ ร้อยละ 63.8 ใช้ลมจากธรรมชาติแทนการเปิดพัดลม ร้อยละ

50.0 มีการปิดหน้าจอคอมพิวเตอร์ระหว่างประมวลผล ร้อยละ 57.3 ใช้คอมพิวเตอร์ต่อวันประมาณ 1-4 ชั่วโมง มีการใช้โทรศัพท์ภายในเพื่อการติดต่องานเป็นประจำ ร้อยละ 84.2 ใช้ระบบสนทนาผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อติดต่องานทั้งภายใน-นอกมหาวิทยาลัย ร้อยละ 78.9 ใช้การจดบันทึก ร้อยละ 78.9 ภายในหน่วยงานมีการเสียบปลั๊กเครื่องถ่ายเอกสารตั้งแต่เวลาทำงานจนเลิก ร้อยละ 70.4 และปิดเครื่องถ่ายเอกสารไว้เมื่อยังไม่ใช้งาน ร้อยละ 77.6 แต่บุคลากรการใช้เครื่องพิมพ์เอกสาร ร่วมกัน ร้อยละ 83.6

จากการศึกษาความคิดเห็นของบุคลากรในด้านต่างๆ 18 ข้อคำถาม บุคลากรแสดงความคิดเห็นต่อแนวทางที่กำหนดดังนี้ การเปิดหน้าต่างเพื่อรับแสงจากดวงอาทิตย์ทำให้ห้องสว่างขึ้น มีผู้เห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 73.0 ควรเปิดไฟฟ้าเฉพาะที่จำเป็นจะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ มีผู้เห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 69.7 การเปิดหน้าต่างเพื่อรับลมจากภายนอกแทนการใช้เครื่องปรับอากาศ สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ มีผู้เห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 61.8 และที่ผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วยอย่างยิ่ง ควรมีการปลูกต้นไม้รอบๆ อาคารจะสามารถลดความร้อนภายในอาคาร และช่วยประหยัดไฟฟ้าได้ คิดเป็นร้อยละ 58.6 การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในสำนักงาน ช่วยเอื้อให้การทำงานของเจ้าหน้าที่ และบุคลากรทำงานสะดวกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น และการจัดห้องทำงานไม่ให้มีสิ่งกีดขวางแสงสว่างจากภายนอกช่วยให้ห้องทำงานสว่างเพียงพอโดยไม่ต้องเปิดไฟฟ้า หรือลดการเปิดไฟฟาลงได้ มีความเห็นด้วยอย่างยิ่ง ร้อยละ 52.0 และร้อยละ 50.7 ตามลำดับ

มาตรการรณรงค์การประหยัดพลังงานไฟฟ้าตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา ได้มีการจัดกิจกรรมต่างๆ ขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมหาวิทยาลัยมีการตรวจสอบเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นประจำ บุคลากรร้อยละ 46.7 เห็นด้วยอย่างยิ่ง มหาวิทยาลัยควรมีการจัดกิจกรรมการรณรงค์ และติดตามผลการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง ร้อยละ 44.1 เห็นด้วย การให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นวิธีลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ดี ร้อยละ 46.1 เห็นด้วย การจัดการประกวดโครงการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า เป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ ร้อยละ 36.8 เห็นด้วย การเขียนตำแหน่งของไฟฟ้าติดที่สวิตช์ไฟช่วยลดการใช้ไฟฟ้าได้ ร้อยละ 36.8 เห็นด้วย การใช้ลิฟต์ช่วยประหยัดเวลา และอำนวยความสะดวกแก่เจ้าหน้าที่และบุคลากร ร้อยละ 40.8 เห็นด้วย กิจกรรม 5 ส. ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ทุกหน่วยงานต้องดำเนินการ บุคลากรเห็นด้วยว่าเป็นการช่วยประหยัดพลังงาน ร้อยละ 36.8 การอบรมเชิงปฏิบัติการและการติดตามผล เป็นวิธีลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ดี ร้อยละ 45.4 เห็นด้วย การติดตั้งสวิตช์ไฟแบบแผง หรือปลั๊กแบบพวงทำให้การเปิดใช้ไฟฟ้ามากเกินไปเกิดความจำเป็น มีผู้ตอบแบบสอบถามเห็นด้วย ร้อยละ 32.9 หากจะมีการจัดตั้งองค์กรที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัย จะสามารถลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยได้ ร้อยละ 39.5 เห็นด้วย มหาวิทยาลัยควรมีการเก็บรวบรวมเงิน เพื่อช่วยเหลือกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงาน ร้อยละ 44.7 ไม่มีความคิดเห็น และมหาวิทยาลัยควรมีการเก็บค่าธรรมเนียมการใช้ไฟฟ้าที่เกินความจำเป็น ร้อยละ 38.2 ไม่มีความคิดเห็น และค่าน้ำหนักเฉลี่ยรวม คือ 4.06 ซึ่งบุคลากรเห็นด้วยกับแนวทางลดการใช้และการรณรงค์การประหยัดพลังงานไฟฟ้ามหาวิทยาลัยแม่โจ้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คำนำน้หนักคะแนนเฉลี่ยของแนวทางลดการใช้และการรณรงค์การประหยัดพลังงานไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

รายการ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่มี ความ คิดเห็น	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่ เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่ตอบ	WMS	ระดับความ คิดเห็น
1.การเปิดหน้าต่างเพื่อรับแสงจาก ดวงอาทิตย์ทำให้ห้องสว่างขึ้น	111 (73.0)	33 (21.7)	8 (5.3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4.68	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
2.การเปิดไฟฟ้าเฉพาะเท่าที่ จำเป็นสามารถลดการใช้ พลังงานไฟฟ้าได้	106 (69.7)	35 (23.0)	9 (5.9)	2 (1.3)	0 (0)	0 (0)	4.61	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
3.การเปิดหน้าต่างเพื่อรับลมจาก ภายนอกแทนการใช้แอร์ สามารถลดการใช้พลังงาน ไฟฟ้าได้	96 (61.8)	46 (30.3)	12 (7.9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4.54	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
4.การปลูกต้นไม้รอบๆ อาคาร สามารถลดความร้อนภายใน อาคารและช่วยประหยัดไฟฟ้า ได้	89 (58.6)	42 (27.6)	15 (9.9)	3 (2.0)	0 (0)	3 (2.0)	4.46	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
5.การติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้า ภายในสำนักงานช่วยเอื้อให้ การทำงานของเจ้าหน้าที่และ บุคลากรสะดวกและมี ประสิทธิภาพมากขึ้น	79 (52.0)	55 (36.2)	18 (11.8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4.40	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
6.การจัดห้องทำงานไม่ให้มีสิ่ง กีดขวางแสงสว่างจากภายนอก ช่วยให้ห้องทำงานสว่างเพียงพอ โดยที่ไม่ต้องเปิดไฟฟ้าหรือลด การเปิดไฟฟ้างได้	77 (50.7)	53 (34.9)	22 (14.5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4.36	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
7.มหาวิทยาลัยควรมีการ ตรวจสอบเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็น ประจำ	71 (46.7)	50 (32.9)	26 (17.1)	2 (1.3)	0 (0)	3 (2.0)	4.28	เห็นด้วย อย่างยิ่ง
8.มหาวิทยาลัยควรมีการจัด กิจกรรมการรณรงค์และ ติดตามผลการดำเนินงานอย่าง ต่อเนื่อง	55 (36.2)	67 (44.1)	23 (15.1)	3 (2.0)	0 (0)	4 (2.6)	4.18	เห็นด้วย
9.การให้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับ การใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นวิธีลด ใช้พลังงานไฟฟ้าได้ดี	43 (28.3)	70 (46.1)	34 (22.4)	2 (1.3)	0 (0)	3 (2.0)	4.03	เห็นด้วย
10.การจัดการประกวดโครงการ อนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าเป็น การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลง	48 (31.6)	56 (36.8)	40 (26.3)	5 (3.3)	0 (0)	3 (2.0)	3.99	เห็นด้วย

ตารางที่ 1 (ต่อ)

รายการ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่มี ความ คิดเห็น	ไม่ เห็น ด้วย	ไม่ เห็นด้วย อย่างยิ่ง	ไม่ตอบ	WMS	ระดับความ คิดเห็น
11.การเขียนตำแหน่งของไฟฟ้า ติดตั้งสวิตช์ไฟช่วยลดการใช้ ไฟฟ้าได้	45 (29.6)	59 (38.8)	42 (27.6)	3 (2.0)	0 (0)	3 (2.0)	3.98	เห็นด้วย
12.การใช้ลิฟต์ช่วยประหยัดเวลา และอำนวยความสะดวกแก่ เจ้าหน้าที่และบุคลากร	47 (30.9)	62 (40.8)	30 (19.7)	7 (4.6)	6 (3.9)	0 (0)	3.90	เห็นด้วย
13.กิจกรรม 5 ส. เป็นการช่วย ประหยัดพลังงาน	43 (28.3)	56 (36.8)	42 (27.6)	5 (3.3)	2 (1.3)	4 (2.6)	3.90	เห็นด้วย
14.การอบรมเชิงปฏิบัติการและ การติดตามผล เป็นวิธีลดใช้ พลังงานไฟฟ้าได้ดี	36 (23.7)	69 (45.4)	37 (24.3)	4 (2.6)	3 (2.0)	3 (2.0)	3.88	เห็นด้วย
15.การติดตั้งสวิตช์ไฟแบบแผง หรือปลั๊กแบบพวงทำให้การ เปิดใช้ไฟฟ้ามักเกินความ จำเป็น	45 (29.6)	50 (32.9)	41 (27.0)	11 (7.2)	3 (2.0)	2 (1.3)	3.82	เห็นด้วย
16.หากจะมีการจัดตั้งองค์กรที่ เกี่ยวข้องกับการประหยัด พลังงานไฟฟ้าของ มหาวิทยาลัยจะสามารถลด ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ภายในมหาวิทยาลัยได้	35 (23.0)	60 (39.5)	45 (29.6)	5 (3.3)	3 (2.0)	4 (2.6)	3.80	เห็นด้วย
17.มหาวิทยาลัยควรมีการเก็บ รวบรวมเงินเพื่อช่วยเหลือ กิจกรรมการอนุรักษ์พลังงาน	19 (12.5)	32 (21.1)	68 (44.7)	18 (11.8)	12 (7.9)	3 (2.0)	3.19	ไม่มีความ คิดเห็น
18.มหาวิทยาลัยควรมีการเก็บ ค่าธรรมเนียมการใช้ไฟฟ้า ที่เกินความจำเป็น	16 (10.5)	35 (23.0)	58 (38.2)	22 (14.5)	18 (11.8)	3 (2.0)	3.06	ไม่มีความ คิดเห็น
ค่าคะแนนเฉลี่ยรวม							4.06	เห็นด้วย

หมายเหตุ: ค่าในวงเล็บ หมายถึง ค่าร้อยละ

จากการศึกษาความคิดเห็นของบุคลากร พบว่า บุคลากรไม่แสดงความคิดเห็นต่อมาตรการที่มหาวิทยาลัยควรมีการเก็บรวบรวมเงิน เพื่อช่วยเหลือกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงาน และมหาวิทยาลัยควรมีการเก็บค่าธรรมเนียมการใช้ไฟฟ้าที่เกินความจำเป็น แสดงให้เห็นว่า หากจะใช้มาตรการทางด้านเศรษฐศาสตร์ โดยการเก็บค่าธรรมเนียมการใช้ไฟฟ้า ยังเป็นประเด็นที่บุคลากรยังกังวลต่อภาระค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นว่าจะมากหรือน้อยเพียงใด หากจะนำมาตรการนี้มาใช้ มหาวิทยาลัยจะต้องแสดงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจริง และสามารถตรวจสอบได้ชัดเจน รวมทั้งการดำเนินกิจกรรมลดใช้พลังงานต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องก็

จะทำให้บุคลากรยอมรับกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ซึ่งจะส่งผลทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าได้หากค่าธรรมเนียมมีราคาสูงขึ้นตามการใช้พลังงานไฟฟ้าของหน่วยงาน การปรับ กรณีนี้หากมหาวิทยาลัยจะเลือกนำการเรียกเก็บค่าปรับมาใช้ จะมีคำถามว่าเงินที่ได้จากค่าปรับจะนำไปดำเนินการอย่างไรและค่าปรับที่ยุติธรรมควรเป็นเท่าไร เพื่อจูงใจให้เกิดการประหยัดพลังงานอย่างเป็นรูปธรรม รวมถึงการออกระเบียบเพื่อรองรับการกำหนดค่าปรับ และระเบียบการใช้จ่ายเงินรายได้ที่เกิดขึ้นจากค่าปรับมหาวิทยาลัยจำเป็นต้องมีคณะกรรมการ เพื่อดำเนินการพิจารณาเรื่องนี้โดยเฉพาะ ส่วนการสร้างแรงจูงใจ มาตรการนี้ถือว่าเป็นมาตรการที่สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าในหน่วยงานต่างๆ มากที่สุด เพราะบุคลากรส่วนใหญ่เห็นด้วยกับแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยการเปิดหน้าต่างเพื่อให้แสงสว่างในห้องเพิ่มขึ้น และยังทำให้ลมพัด อากาศเย็นสบาย ในบริเวณที่ทำงาน การสร้างแรงจูงใจแก่บุคลากรโดยการส่งเสริมและสนับสนุนให้หน่วยงานต่างๆ มีการดูแลต้นไม้ ปลูกต้นไม้ใหญ่ เพื่อให้ร่มเงารอบๆ อาคาร หากหน่วยงานใดสามารถดำเนินการได้เป็นอย่างดี สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ มหาวิทยาลัยควรมอบรางวัลให้กับหน่วยงานนั้นๆ จะทำให้บุคลากรเกิดกำลังใจที่จะปฏิบัติต่อไป

สรุปผลการวิจัย

การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องปรับอากาศ พัดลม เครื่องถ่ายเอกสาร และเครื่องพิมพ์เอกสารเป็นส่วนใหญ่ ใช้แสงสว่างจากหลอดไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นในหน่วยงาน บุคลากรมีความรู้ในเรื่องการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นอย่างดี ความคิดเห็นของบุคลากร เห็นด้วยอย่างยิ่งต่อการเปิดหน้าต่างเพื่อรับแสงจากดวงอาทิตย์ และควรเปิดไฟฟ้าเฉพาะที่จำเป็น ควรเปิดหน้าต่างเพื่อรับลมจากภายนอกแทนการใช้เครื่องปรับอากาศ และควรปลูกต้นไม้รอบๆ อาคาร ดังนั้น หากจะใช้มาตรการสร้างแรงจูงใจ โดยการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการดูแลต้นไม้ใหญ่ การจัดสวนหย่อม เพื่อให้เกิดร่มเงารอบๆ บริเวณอาคาร จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการให้แก่เจ้าหน้าที่ที่ดูแลรักษาอุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าประจำสำนักงานอย่างสม่ำเสมอ
2. เนื่องจากโครงสร้างมหาวิทยาลัยมีหน่วยงานต่างๆ หลายหน่วยงาน ทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมากที่แตกต่างกันหรือไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงควรมีการณรงค์หรือจัดกิจกรรมที่ช่วยในการส่งเสริมการประหยัดพลังงานไฟฟ้า เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดีขึ้น เช่นการสนับสนุนด้านงบประมาณ การจัดหาวิทยากร รวมถึงการกำหนดนโยบายมหาวิทยาลัยสีเขียว
3. ควรมีการจัดอบรมหรือให้ความรู้แก่บุคลากรในรูปแบบต่างๆ เพื่อจะทำให้บุคลากรได้มีจิตสำนึกในคุณค่าของการใช้พลังงานไฟฟ้า
4. ควรมีการเผยแพร่ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากเกินไป เพื่อสร้างความตระหนักแก่บุคลากร ต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมและปัญหาโลกร้อน

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาและกรมส่งเสริมพลังงาน. 2544. การเก็บคืนความรื้อยทั้งและการนำกลับมาใช้ใหม่. กรมพัฒนาและกรมส่งเสริมพลังงาน: กรุงเทพฯ.
- กองแผนงาน. 2549. รายงานประจำปี 2549 (Annual Report 2006). สำนักอธิการบดี, มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่.
- สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2546. เศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อมกับการประยุกต์ใช้. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย: กรุงเทพฯ.
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2547. คู่มือการปฏิบัติลดการใช้พลังงานสำหรับหน่วยราชการและรัฐวิสาหกิจ. ส่วนอนุรักษ์พลังงานและพลังงานหมุนเวียน. กระทรวงพลังงาน: กรุงเทพฯ

การประเมินความเสี่ยงต่อการขนส่งเอทิลีนไดคลอไรด์ในจังหวัดสมุทรปราการ

Risk Assessment for Ethylene Dichloride Transportation in Samut Prakarn

วีระศักดิ์ ชาวแดง

Werasak ChaoDang

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล นครปฐม 73170

Faculty of Environment and Resource Study Mahidol University Nakhonpathom, Thailand 73170

Corresponding author: Werasak_mn@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินความเสี่ยงสำหรับการขนส่งเอทิลีนไดคลอไรด์ ในจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งเปรียบเทียบเส้นทางที่ใช้ในการขนส่ง 3 เส้นทาง คือ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3 (สุขุมวิท) ทางหลวงหมายเลข 34 (บางนา-ตราด) ทางหลวงพิเศษหมายเลข 7 (มอเตอร์เวย์) โดยพิจารณาจากค่าความน่าจะเป็นที่จะเกิดอุบัติเหตุและความรุนแรงที่เกิดขึ้น รวมถึงอ้างอิงจากแบบจำลองที่ได้พัฒนาขึ้นโดยหน่วยงาน Federal Highway Administration (FHWA) Department of Transport (DOT) ของประเทศสหรัฐอเมริกา สำหรับค่าความรุนแรงของผลที่เกิดขึ้นได้จากสมการของ TNO (1980); Crossthwaite *et al.* (1988) ในการคำนวณหาพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเกิดอุบัติเหตุจะใช้โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยการหา buffer zone

จากผลการวิจัยครั้งนี้ พบว่า ค่าความเสี่ยงของเส้นทางในการขนส่งสินค้าอันตรายของทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3 (สุขุมวิท) ทางหลวงพิเศษหมายเลข 7 (มอเตอร์เวย์) ทางหลวงหมายเลข 34 (บางนา-ตราด) คือ 68,539,545.59, 51,068,466.86, 21,785,773.27 ตามลำดับ เส้นทางที่มีความเสี่ยงของเส้นทาง การขนส่งเอทิลีนไดคลอไรด์มากที่สุด คือ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3 (สุขุมวิท) โดยมีค่าที่ได้จากการคำนวณดังนี้ พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากรังสีความร้อนนั้นมีพื้นที่เท่ากับ 6.44 ตารางกิโลเมตร และมีผลกระทบต่อประชาชนที่อยู่ในรัศมีมีค่าเท่ากับ 36,038.32 คน เป็นเพศชาย 17,417.09 คน เพศหญิง 18,620 คน ครอบคลุมพื้นที่ 6.44 ตารางกิโลเมตร มีผลกระทบกับ 2 อำเภอ 10 ตำบล ครอบคลุมสถานที่สำคัญ ดังนี้ โรงเรียน 18 แห่ง หมู่บ้าน 2 แห่ง วัด 5 แห่ง โรงพยาบาล 1 แห่ง

พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากแรงระเบิดนั้นครอบคลุมพื้นที่เท่ากับ 9.22 ตารางกิโลเมตร และมีประชาชนที่อยู่ในรัศมีที่ได้รับผลกระทบจากแรงระเบิดนั้นเท่ากับ 51,524.97 คน เป็นเพศชาย 24,901.44 คน เพศหญิง 26,622.55 คน มีผลกระทบกับ 2 อำเภอ 10 ตำบล ครอบคลุมสถานที่สำคัญ คือ โรงเรียน 22 แห่ง หมู่บ้าน 3 แห่ง วัด 6 แห่ง โรงพยาบาล 2 แห่ง

คำสำคัญ: ความเสี่ยง ระยะห่าง ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Abstract

This research has been assessing the risks of official transport of ethylene chloride in Samut Prakan province. The comparison routes used to transport three routes is National Highway No. 3 (Sukhumvit), Highway 34 (Bangna-Trad), National Highway No. 7 (motor) based on the probability that accidents and violence happened. Including the reference model developed by the agency Federal Highway Administration (FHWA), Department of Transport (DOT) of the United States. For the severity of the result from the equation of TNO (1980), Crossthwaite *et al.* (1988) to calculate the area affected by the accident will use GIS to find the Buffer Zone.

The results of this research found that the risk of the route to transport dangerous goods of National Highway No. 3 (Sukhumvit), National Highway No. 7 (motorway), Highway 34 (Bangna-Trad) is 68,539,545.59, 51,068,466.86, 21,785,773.27 route at risk of transportation routes ethylene chloride has the highest National Highway No. 3 (Sukhumvit) with that calculated as follows. Areas affected by infrared rays that the area was 6.44 square kilometers and affecting more people in the radius is equal to 36,038.32 person is male 17,417.09 person female 18,620 people covering 6.44 square kilometers, affecting the second. District, 10th District includes the following 18 schools, two villages, five of the temple, one of the hospital.

Areas affected by strong explosions that coverage was 9.22 square kilometers and the affected people in the radius to be affected by the strong explosion are equal to 51524.97 people are male 24,901.44 person female 26,622.55 people. Covering 9.22 square kilometers, affecting the second district, the 10th district covering 22 important sites of the following school, three villages, six temples and two hospitals.

Keywords: risk, buffer, geo-informatics system

คำนำ

ปัจจุบันการขนส่งสารเคมีและวัตถุอันตรายทางถนนในประเทศไทยมีแนวโน้มขยายตัว ตามความเจริญเติบโตและการพัฒนาซึ่งมีความหลากหลายในกระบวนการผลิตสินค้าและบริการ เพื่อลดความเสี่ยงของอุบัติเหตุที่เกิดจากการขนส่งจึงได้ทำการประเมินความเสี่ยงต่อการขนส่งเอทิลีนไดคลอไรด์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการป้องกันอันตรายจากการขนส่งสารเคมีและวัตถุอันตรายทางถนน และเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุทางถนนอีกทางหนึ่ง

นอกจากนี้ ในการประเมินระดับความเสี่ยง พบว่า ประเทศไทยยังไม่มีเกณฑ์ระดับความเสี่ยงสำหรับใช้ในการเปรียบเทียบความรุนแรงว่า ค่าความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการประเมินความเสี่ยงมีความรุนแรง

เพียงใด ยอมรับได้หรือไม่ โดยปัจจุบันใช้เกณฑ์ระดับความเสี่ยงที่มีการกำหนดไว้ในบางประเทศ เช่น ออสเตรเลีย ฮองกง มาเลเซีย อังกฤษ เนเธอร์แลนด์ เป็นต้น มาใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินใจ

การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกจังหวัดสมุทรปราการเป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากปัจจุบันจังหวัดสมุทรปราการเป็นสถานที่ที่มีการเก็บ การขนถ่ายสารเคมี การใช้สารเคมี เป็นจำนวนมากในแต่ละปี โดยปริมาณการนำเข้า ครอบครอง เอทิลีน ไดคลอไรด์มีปริมาณ 303,873.5 ตัน/ปี และมีมูลค่า 4,701.87 ล้านบาท (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2548)

อาจกล่าวได้ว่าจังหวัดสมุทรปราการมีความเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบจากการเกิดอุบัติเหตุจากสารเคมี ทั้งจากการเกิดไฟไหม้ การระเบิด โดยในปัจจุบันยังไม่มีประเมินผลกระทบจากความเสียหายหรืออันตรายจากอุบัติเหตุร้ายแรงที่เกิดขึ้นในจังหวัดสมุทรปราการ ทำให้ไม่สามารถวางแผน ควบคุม และจัดการกับอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยนี้จะมีส่วนในการวางแผน ควบคุม และจัดการกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. อุปกรณ์และข้อมูล

1.1 อุปกรณ์ (hardware) เครื่องคอมพิวเตอร์หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) 2.26 GH หน่วยความจำ 512 MB

1.2 โปรแกรม (software) Microsoft Office Word และ Excel 2007 และโปรแกรมทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS 9.2

2. ค่าตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ

ทางหลวงหมายเลข 3

A	= 41,764 ครั้ง	T	= 1 (ปี)
V	= 43,002 (คันต่อวัน)	L	= 41.91 (กิโลเมตร)
P (SPILL)	= 0.50	I	= 37.5 (kw/m ²)
Impact Area _(i)	= 109.56 (m) ระเบิด	Impact Area _(i)	= 76.63 (m) รังสีความร้อน
M	= 15,000 กิโลกรัม	H _c	= 12,570 จูล/กิโลกรัม
η	= 0.35	C(n)	= 0.4 (kw/m ²)

(สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม ปี พ.ศ.2551)

3. วิธีการศึกษา

- การประเมินความเสี่ยงต่อการขนส่ง ethylene dichloride
- ความเสี่ยงเส้นทางการขนส่งสินค้าอันตราย
- โอกาสเกิดอุบัติเหตุของรถบรรทุกสินค้าอันตราย

- ความรุนแรงและผลเสียหายที่เกิดขึ้นจากอุบัติเหตุ
- การประเมินพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ

3.1 ความเสี่ยงเส้นทางขนส่งสินค้าอันตราย

การประเมินความเสี่ยงของเส้นทางจากการขนส่งสินค้าอันตรายในการศึกษาครั้งนี้อ้างอิงจากแบบจำลองที่ได้พัฒนาขึ้นโดยหน่วยงาน Federal Highway Administration (FHWA) Department of Transport (DOT) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ที่ได้กล่าวไว้ว่า ความเสี่ยงของเส้นทางสามารถคำนวณได้จากโอกาสเกิดอุบัติเหตุของรถขนส่งสินค้าอันตราย (probability) คูณด้วยผลเสียหายที่เกิดขึ้นต่อประชากร (consequence) โดยมีรูปแบบสมการดังนี้

$$RISK = P (ACCIDENT) \times CONSEQUENCE$$

โดยที่	RISK	= ค่าความเสี่ยงของเส้นทางที่ขนส่งสินค้าอันตราย
	P (ACCIDENT)	= โอกาสเกิดอุบัติเหตุของรถบรรทุก
	CONSEQUENCE	= ค่าความรุนแรงหรือผลเสียหายที่เกิดขึ้น

3.2 โดยมีสมการสำหรับการหาโอกาสการเกิดอุบัติเหตุ ดังนี้

$$P (ACCIDENT) = (ACCIDENT RATE) \times P (SPILL) \times L$$

โดยที่	P (ACCIDENT)	= โอกาสการเกิดอุบัติเหตุของรถบรรทุกสินค้าอันตราย
	ACCIDENT RATE	= อัตราการเกิดอุบัติเหตุ มีหน่วยเป็น จำนวนอุบัติเหตุ/ล้านยานพาหนะ-กิโลเมตร บนเส้นทางที่ประเมิน
	P (SPILL)	= โอกาสเกิดการรั่วไหล
	L	= ความยาวของช่วงถนนที่ประเมิน (กิโลเมตร)

3.3 อัตราการเกิดอุบัติเหตุ (accident rate)

อัตราการเกิดอุบัติเหตุ (accident rate) คำนวณจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมดบนถนนที่ประเมินหารด้วยปริมาณจราจรบนถนนเส้นดังกล่าว ตามสมการ ดังนี้

$$ACCIDENT RATE = A \times 1,000,000 / (365 \times T \times V \times L)$$

โดยที่	A	= จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบนช่วงถนนที่ประเมินในช่วงเวลาที่ประเมิน
	T	= ช่วงเวลาที่ใช้ในการประเมิน (ปี)
	V	= ปริมาณการจราจรใน 1 วัน เฉลี่ยทั้งปี, AADT (คันต่อวัน)
	L	= ความยาวช่วงถนนที่ประเมิน (กิโลเมตร)

4. พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ (impact area or buffer zone)

นำเส้นทางที่มีระดับความเสี่ยงมากมาหาพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ ในการศึกษาในครั้งนี้ พิจารณาพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากอันตราย 2 ลักษณะ ดังนี้

(พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากรังสีความร้อน) ระยะทางที่ได้รับผลกระทบจากรังสีความร้อนที่ความเข้มของรังสีความร้อน (heat intensity) หาได้จากสมการ ดังนี้

$$R_r = \sqrt{\left(\frac{Q}{4\pi I}\right)}$$

เมื่อ I = ความเข้มของรังสีความร้อน

(การประเมินอันตรายจากการระเบิด) โดยระยะทางที่ได้รับที่ก่อให้เกิดความเสียหาย (maximum damage of explosion) สามารถคำนวณได้จากสมการของ TNO (1980)

$$R(n) = C(n) (\eta E)^{1/3}$$

โดยที่ $E = H_c m$

เมื่อ η = สัมประสิทธิ์ของการระเบิดมีค่าเท่ากับ 0.109

H_c = ค่าความร้อนจากการเผาไหม้, จูล/กิโลกรัม

M = มวลของก๊าซที่ติดไฟ, กิโลกรัม

5. การวิเคราะห์ข้อมูลในโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การศึกษาการประเมินความเสี่ยงต่อการขนส่ง เอทีเอสไคโคลไรด์ใน จังหวัดสมุทรปราการ หลังจากได้ผลลัพธ์จากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แล้ว ได้ทำการวิเคราะห์การทำระยะห่างที่กำหนดด้วยชุดคำสั่ง buffer จากโปรแกรม ArcGIS Desktop 9.2 โดยการนำเส้นทางที่มีความเสี่ยงมากที่สุด ปานกลาง และน้อย มาทำการหาระยะห่างตามข้อมูลทั่วไปของเอทีเอสไคโคลไรด์ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน

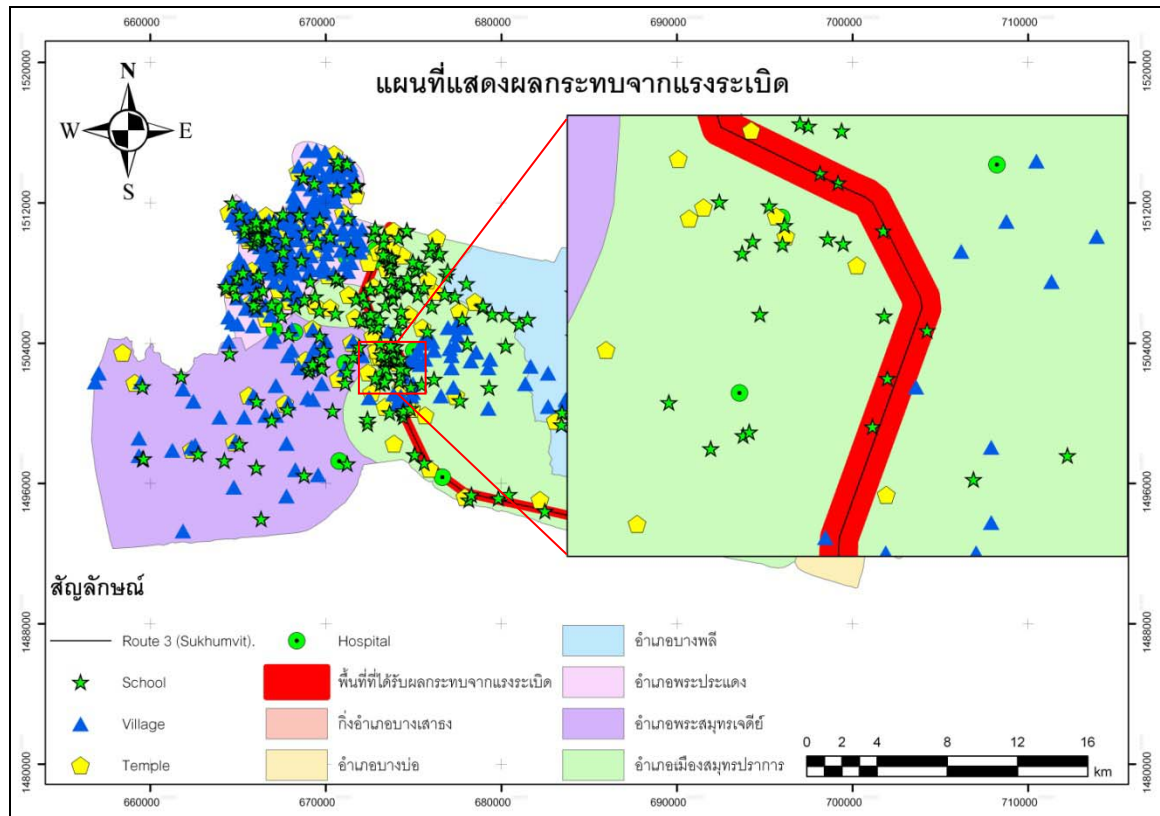
ผลการวิจัย

เส้นทางที่มีความเสี่ยงในการขนส่งสินค้าอันตราย คือ ทางหลวงหมายเลข 3 (สุขุมวิทเดิม) จากการศึกษา พบว่า ระยะทางที่ได้รับผลกระทบจากอันตรายจากรังสีความร้อนมีค่าเท่ากับ 76.63 เมตร ส่งผลกระทบกับประชาชน 36,038.32 คน เป็นเพศชาย 17,417.09 คน เพศหญิง 18,620 คน ครอบคลุมพื้นที่ 6.44 ตารางกิโลเมตร มีผลกระทบกับ 2 อำเภอ คือ อำเภอเมืองสมุทรปราการ และอำเภอบางบ่อ 10 ตำบล คือ ตำบลคลองด่าน ตำบลบางปู ตำบลบางปูใหม่ ตำบลท้ายบ้าน ตำบลท้ายบ้านใหม่ ตำบลปากน้ำ ตำบลบางด้วน ตำบลบางเมืองใหม่ ตำบลเทพารักษ์ และตำบลสำโรงเหนือ

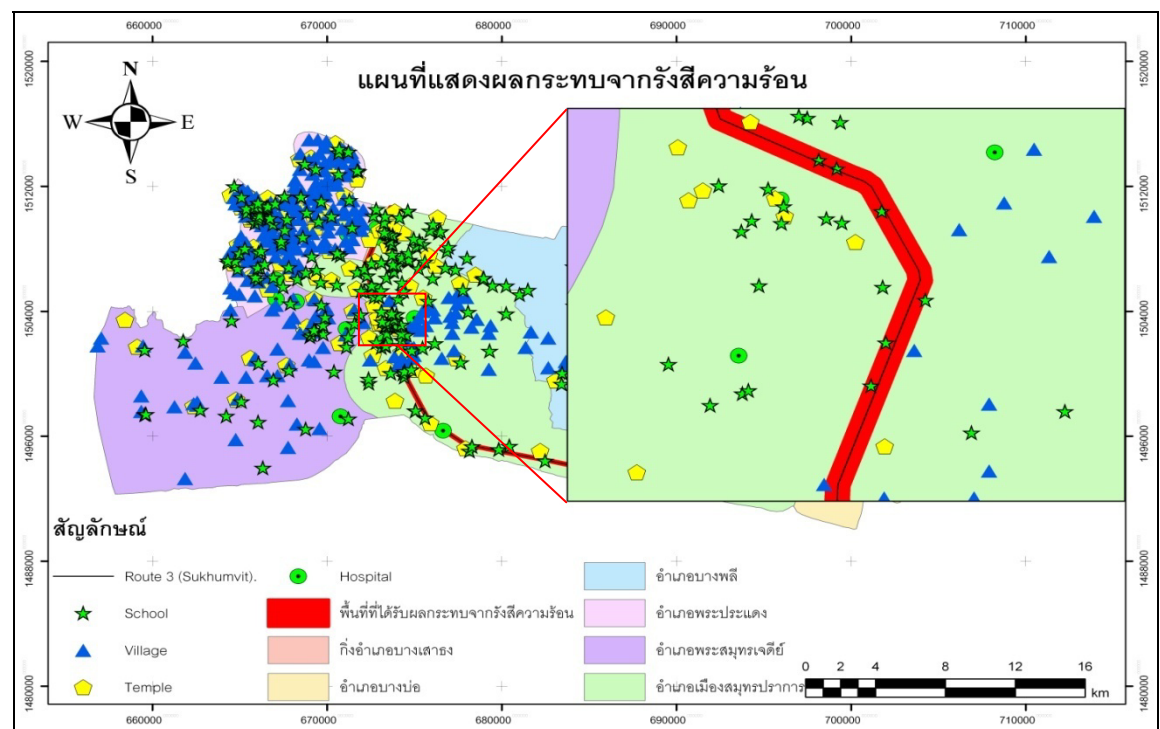
ครอบคลุมสถานที่สำคัญ คือ โรงเรียน 18 แห่ง คือ โรงเรียนเสริมวิทยุธุรกิจสำโรง เกริกวิทยาลัย ศูนย์การศึกษาออกโรงเรียน(สมุทรปราการ) โรงเรียนพรานิลวัชร วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ โรงเรียนนพคุณวิทยา โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ โรงเรียนอนุบาลสุमानัน และโรงเรียนปรางค์นาวบุตร โรงเรียนพิบูลประชาบาล โรงเรียนวัดตำหรุมิตรภาพที่ 65 โรงเรียนมนตเสรี โรงเรียนเสี้ยมพิทยานุกูล โรงเรียนสมุทรปราการ โรงเรียนบ้านคลองหลวง โรงเรียนคลองบางปู และโรงเรียนไทยรัฐวิทยา 71 (ก่อสร้างคลองด่าน) หมู่บ้าน 2 แห่ง คือ หมู่บ้านนครหลวง และบ้านคลองสีลัง วัด 5 แห่ง คือ วัดราษฎร์บำรุง วัดด่านสำโรง วัดแสงธรรมบุราราม คริสตจักรพระสัญญา และวัดแจ่มราษฎร์ศรัทธาธรรม โรงพยาบาล 1 แห่ง คือ โรงพยาบาลสำโรง (สาขาบางปู)

ระยะทางที่ได้รับอันตรายจากแรงดันระเบิดเนื่องจากเหตุการณ์ระเบิด จากการศึกษา พบว่า ระยะทางที่ได้รับผลกระทบของอันตรายจากแรงดันจากการระเบิด มีค่าเท่ากับ 109.56 เมตร ส่งผลกระทบกับประชาชน 51,524.97 คน เป็นเพศชาย 24,901.44 คน เพศหญิง 26,622.55 คน ครอบคลุมพื้นที่ 9.22 ตารางกิโลเมตร มีผลกระทบกับ 2 อำเภอ คือ อำเภอเมืองสมุทรปราการ และอำเภอบางบ่อ 10 ตำบล คือ ตำบลคลองด่าน ตำบลบางปู ตำบลบางปูใหม่ ตำบลท้ายบ้าน ตำบลท้ายบ้านใหม่ ตำบลปากน้ำ ตำบลบางด้วน ตำบลบางเมืองใหม่ ตำบลเทพารักษ์ และตำบลสำโรงเหนือ

ครอบคลุมสถานที่สำคัญดังนี้ โรงเรียน 22 แห่ง คือ โรงเรียนเสริมวิทยุธุรกิจสำโรง เกริกวิทยาลัย ศูนย์การศึกษาออกโรงเรียน(สมุทรปราการ) โรงเรียนพรานิลวัชร วิทยาลัยสารพัดช่างสมุทรปราการ โรงเรียนอนุบาลสุमानัน โรงเรียนสตรีสมุทรปราการ โรงเรียนนพคุณวิทยา โรงเรียนอนุบาลเทพคุณ โรงเรียนปรางค์นาวบุตร โรงเรียนพิบูลประชาบาล และโรงเรียนวัดตำหรุมิตรภาพที่ 65 โรงเรียนมนตเสรี โรงเรียนนายเรือ โรงเรียนเสี้ยมพิทยานุกูล โรงเรียนสมุทรปราการ ภัคดีพิมพ์ดีดและคอมพิวเตอร์ โรงเรียนบ้านคลองหลวง โรงเรียนนวมินทราชูทิศสวนกุหลาบวิทยาลัย โรงเรียนคลองบางปู โรงเรียนไทยรัฐวิทยา 71 (ก่อสร้างคลองด่าน) และโรงเรียนหลวงพ่อบานตานอนุสรณ์ หมู่บ้าน 3 แห่ง คือ หมู่บ้านนครหลวง หมู่บ้านปากคลองบางพระครู และบ้านคลองสีลัง วัด 6 แห่ง คือ วัดด่านสำโรง วัดแสงธรรมบุราราม วัดราษฎร์บำรุง คริสตจักรพระสัญญา วัดหัวลำภูทอง และวัดแจ่มราษฎร์ศรัทธาธรรม โรงพยาบาล 2 แห่ง คือ โรงพยาบาลสำโรง (สาขาบางปู) และโรงพยาบาลยุวประสาทโทยปัทมภ์ ดังแสดงไว้ในภาพที่ 1 และ 2



ภาพที่ 1 พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากแรงระเบิด



ภาพที่ 2 พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากรังสีความร้อน

วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย

1. ควรมีการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการขนส่งสินค้าอันตรายไว้ที่หน่วยงานเดียวแบบ one stop service เพื่อที่จะสามารถจัดเก็บข้อมูลประเภทเดียวกันได้อย่างเป็นระบบ เข้าถึงข้อมูลได้โดยง่าย ครอบคลุมข้อมูลที่ต้องการและสะดวกต่อการปรับปรุงแก้ไข รวมทั้งการเผยแพร่และแลกเปลี่ยนข้อมูล
2. ควรมีการจัดระบบการขนส่งสินค้าอันตราย เช่น การกำหนดรายชื่อวัตถุอันตรายที่ถูกควบคุมในการขนส่ง การเตรียมการก่อนการขนส่ง กำหนดเกณฑ์มาตรฐานวิธีการป้องกันในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ
3. ควรมีการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถิติอุบัติเหตุ สถิติการขนส่งสินค้าอันตราย แยกตามประเภทสินค้าอันตราย
4. ควรมีการศึกษาเพื่อทำการบ่งชี้หรือแนะนำเส้นทางที่เหมาะสมในการขนส่งสินค้าอันตราย ในการบ่งชี้เส้นทางที่เหมาะสมในการขนส่งสินค้าอันตรายนั้นๆ จะเป็นการกำหนดหรือแนะนำเส้นทางที่เหมาะสมในการขนส่งสินค้าอันตราย โดยกำหนดเส้นทางที่มีความเสี่ยงน้อยที่สุด เพื่อหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุและความสูญเสีย ในการวิเคราะห์จะอาศัยหลักการของการวิเคราะห์โครงข่าย (network analysis) โดยมีวิธีการวิเคราะห์ คือ ต้องกำหนดเส้นทางเริ่มต้นของการขนส่ง และกำหนดจุดหมายปลายทางของการขนส่ง หลังจากนั้นระบบจะทำการวิเคราะห์เส้นทางทั้งหมดที่จะสามารถใช้เป็นเส้นทางในการขนส่ง แล้วทำการเลือกเส้นทางที่มีความเสี่ยงโดยรวมตลอดเส้นทางน้อยที่สุดออกมาเพียง 1 เส้นทาง ที่เป็นเส้นทางที่เหมาะสมในการขนส่งสินค้าอันตรายนั้นๆ โดยพิจารณาเส้นทางที่เหมาะสมที่จะใช้ในการขนส่งสินค้าอันตรายต้องมีความเสี่ยงน้อยที่สุดและมีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชุมพร ยุรี รองศาสตราจารย์ ดร.สุระ พัฒนเกียรติ และ ดร.จรงค์ วัชรินทร์รัตน์ ที่ให้คำปรึกษาในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กฤษฎา ทองอุดม. 2544. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการจัดเส้นทางเก็บขนมูลฝอย กรณีศึกษา: เทศบาลตำบลประจักษ์ศิลปชัย จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการจัดการระบบสารสนเทศ] บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยมหิดล: กรุงเทพฯ.
- กรมพัฒนาที่ดิน. 2551. ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินของจังหวัดสมุทรปราการ มาตรฐาน 1: 50,000.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2548. การจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก. รวบรวมจาก Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals (UN-GHS Version 2003).

- ชัยสิทธิ์ อรัญญะทรศน์. 2546. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับการจัดการระบบการเก็บขนมูลฝอย กรณีศึกษา: เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยมหิดล: กรุงเทพฯ.
- ทิตยา วรานุสันติกุล. 2551. ฝ่ายพลังงาน อุตสาหกรรม และสิ่งแวดล้อม สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย
- นวลวรรณ ไตรรักษา. 2537. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เพื่อช่วยในการวางแผนการจัดการขยะมูลฝอย กรณีศึกษา: จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยมหิดล: กรุงเทพฯ.
- ภิญโญ พานิชพันธ์ และพิณทิพย์ รื่นวงษา. 2544. มหันตภัยจากวัตถุเคมี. จัดพิมพ์โดย บวท. สวทช. สกว. สุชาติ ชินะจิตร. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. เรียนรู้โปรแกรม Network Analysis. จาก www.gis2me.com [8 ธันวาคม 2008].
- สุนทรี อุ่มบางตลาด. 2002. การประเมินความเสี่ยงเส้นทางการขนส่งสารอะครีโไนไตรจากจังหวัดสมุทรปราการถึงจังหวัดสระบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาสาขาวิชาสาขาวิชาอุตสาหกรรมและความปลอดภัย. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล: กรุงเทพฯ.
- สมศักดิ์ ชะนา. 2544. การประยุกต์วิธีและเกณฑ์การประเมินความเสี่ยง กรณีศึกษา: อุบัติภัยร้ายแรงจากสารเคมีอันตรายในพื้นที่ท่าเรือแหลมฉบัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยมหิดล: กรุงเทพฯ.
- สุเมธา วิเชียรเพชร. 2546. ฝ่ายติดตามและฟื้นฟูกองจัดการสารอันตราย และกากของเสีย กรมควบคุมมลพิษ โครงการศึกษาเพื่อสำรวจข้อมูลเส้นทางการขนส่งสินค้าอันตราย.
- U.S. Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs, 2002. EPA's List of Chemicals Evaluated for Carcinogenic Potential [Online]. Available from: <http://www.epi.uci.edu/valleycenter/EPAListCarcinogenicChemicals.pdf> [2008 November 25].
- ห้องสมุดประชาชนจังหวัดสมุทรปราการ ตำบลปากน้ำ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ 10270. จาก http://www.geocities.com/spn_lib/ [2008 November 25].
- สำนักงานเกษตรจังหวัดสมุทรปราการ ข้อมูล ณ ธันวาคม 2544. จาก http://www.geocities.com/spn_lib/ [2008 November 25].
- สำนักงานเกษตรจังหวัดสมุทรปราการ ข้อมูล ณ วันที่ 10 ธันวาคม 2544. จาก http://www.geocities.com/spn_lib/ [2008 November 25].

ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการจัดการป่าชุมชน: กรณีศึกษากันชนและบ้านสามลี่ อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

Indigenous Knowledge of Community Forest Management: Case Study in Ban Khunjae and Ban Samli, Phrow District, Ching Mai, Thailand

ประสิทธิ์ กาบจันทร์* นิคม วงศ์หันตา และวิทยา เจริญอรุณวัฒนา

Prasit Kabchan*, Nikhom Wongnanta and Withaya Charoenarunwattana

ฝ่ายพัฒนาเกษตรที่สูง สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Division of Highland Agricultural Development, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 50290

*Corresponding author: prasitk@mju.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ พบว่า ประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวเขาเผ่าลีซอ มีอาชีพทางการเกษตรและมีการดำรงชีวิตที่ให้ความเชื่อถือผีและเคารพนับถือบรรพบุรุษที่เรียกว่า ผีหลวงประจำหมู่บ้านหรืออาปาหมู ประชากรมีรูปแบบการจัดการและดูแลป่าชุมชนด้วยภูมิปัญญาชุมชนมี 4 รูปแบบ คือ 1) การใช้ข้อห้ามตามประเพณีและความเชื่อของชาวเขาเผ่าลีซอ 2) การใช้กฎระเบียบของชุมชนหรือหมู่บ้านเป็นผู้ออกกฎระเบียบ 3) การใช้กฎระเบียบและกฎหมายข้อบังคับของภาครัฐ และ 4) การฟื้นฟูสภาพป่าและการดูแลรักษาโดยวิธีการจัดกิจกรรมปลูกป่าไม่ทุกปี ปัญหา/อุปสรรค พบว่ามี 3 ประการ คือ 1) ด้านนโยบายและแผนการดำเนินงานของหน่วยงาน 2) ด้านการได้รับข่าวสารข้อมูลการจัดการป่าไม้ 3) ด้านการจัดตั้งกลุ่มองค์กรภายในชุมชน

คำสำคัญ: ภูมิปัญญาท้องถิ่น การจัดการป่าไม้ชุมชน

Abstract

This study found that majority of the members of the population belonged to the Lisu hill tribe. The people were mostly farmers and they believed and respected the ghosts and their ancestors called Pee Loung or Apha Moo in their villages. The people managed and conserved the community forests with local wisdom as four models as follows; 1) prohibiting following the believes and traditions of Lisu hill tribe 2) following the rules and regulations formed be the village 3) following the rules and regulations of the government and 4) revival and conservation of the forests through activities such as reforestation, problems and difficulties according to community leaders were as follows; 1) policies and implementation plans 2) receiving news and information about forest management and 3) setting up an organization.

Keywords: indigenous knowledge, community forest management

คำนำ

นโยบายและแนวทางในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 นั้น จะเห็นได้ว่านโยบายดังกล่าวได้เน้นการมีส่วนร่วมของประชาชนและองค์กรในท้องถิ่นให้มีส่วนร่วมในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ให้มากขึ้น เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชนทั้งในเศรษฐกิจและการอนุรักษ์ ปัจจุบันจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินนโยบายพัฒนาทรัพยากรป่าไม้ของชาติ จะต้องรับรู้เพื่อจะได้ทราบถึงศักยภาพและปัญหาของชุมชนในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ ซึ่งสามารถใช้เป็นพื้นฐานในการกำหนดแนวทางในการดำเนินงานร่วมกับชุมชน หมู่บ้านขุนแจและหมู่บ้านสามลีก็เป็นชุมชนหนึ่งที่มีการจัดการป่าไม้ จากการศึกษาสภาพป่าไม้บริเวณดังกล่าว เชื่อได้ว่าป่าแห่งนี้คงสภาพเหมือนสภาพปัจจุบันมาไม่น้อยกว่า 60 ปีเศษ และถึงแม้ว่าพื้นที่ป่าดังกล่าวจะอยู่ใกล้บ้าน แต่ก็ไม่มีบุคคลใดเข้าไปทำลายหรือตัดฟันต้นไม้แต่อย่างใด ซึ่งชาวบ้านจะช่วยกันจัดการดูแลรักษาเป็นอย่างดีตลอดมา โดยทางราชการมิได้เข้าไปช่วยเหลือแต่อย่างใด

จากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาหาความจริงเกี่ยวกับการจัดการป่าชุมชนจากภูมิปัญญาของชาวบ้านในหมู่บ้านขุนแจและหมู่บ้านสามลี ตำบลแม่แวน อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

วัตถุประสงค์

1. ทราบลักษณะส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของชุมชน
2. ศึกษารูปแบบการจัดการและการดูแลรักษาป่าชุมชนของชาวบ้านและทัศนคติของชาวบ้านที่มีต่อการอนุรักษ์ป่า
3. ระบุปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานอนุรักษ์ป่าชุมชนในทัศนะของผู้นำหมู่บ้าน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนดำเนินงานบริหารและจัดการป่าชุมชน ให้มีประสิทธิภาพของหน่วยงานป่าไม้ในท้องถิ่น
2. ผู้สนใจสามารถนำข้อมูลไปศึกษา วิเคราะห์ หรือวิจัย และพัฒนารูปแบบป่าชุมชนในพื้นที่อื่นต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

สถานที่ดำเนินการวิจัย หมู่บ้านขุนแจ และหมู่บ้านสามลี ตำบลแม่แวน อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่

ขอบเขตของการวิจัย

1. ผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้ใหญ่บ้าน คณะกรรมการหมู่บ้าน หัวหน้าครอบครัวซึ่งอาศัยและประกอบอาชีพในชุมชน
2. ข้อมูลการวิจัยได้มาจากการใช้แบบสัมภาษณ์ต่อผู้ให้ข้อมูลและวิธีการสังเกตในการเข้าร่วมดำเนินกิจกรรมกลุ่มภายในชุมชนเกี่ยวกับด้านป่าไม้ชุมชนตามแผนงานวิจัย

วิธีการรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์สอบถามต่อผู้ให้ข้อมูล และจัดทำแบบของการบันทึกข้อมูล โดยใช้วิธีการสังเกตเมื่อดำเนินกิจกรรมป่าชุมชน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น ประมาณ 12 เดือน คือ ตั้งแต่เดือนมกราคม-ธันวาคม 2546

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ นำเสนอผลการวิจัยจากการวิจัยโดยใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ คือ การรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและการเข้าไปศึกษาข้อมูลในชุมชนโดยวิธีการสัมภาษณ์ การสนทนากลุ่มย่อยและการสังเกตอย่างมีส่วนร่วม ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

สถานภาพส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคมของชุมชน

ประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวเขาเผ่าลีซอ จะเคารพนับถือผู้นำและให้ความสำคัญทางสายสัมพันธ์ทางเครือญาติ หรือสายตระกูล และให้ความเคารพ ผู้นำอาวุโสในหมู่บ้านเป็นอันดับแรก และให้ความเคารพนับถือผู้นำที่ได้รับการแต่งตั้งแบบทางการ คือ ผู้ใหญ่บ้าน คณะกรรมการหมู่บ้าน จึงทำให้ทั้งสองหมู่บ้านอยู่ร่วมกันแบบการพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันมาตลอด หมู่บ้านขุนแจมีประชากรจำนวน 695 คน แยกเป็นชาย 308 คน หญิง 287 คน มี 125 ครัวเรือน หมู่บ้านสามลี มีประชากร 287 คน แยกเป็นชาย 132 คน หญิง 155 คน มี 63 ครัวเรือน สมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ย 5 คน ชาวเขาเผ่าลีซอส่วนใหญ่จะอยู่รวมกันแบบครอบครัวใหญ่ หัวหน้าครอบครัวส่วนมาก อายุระหว่าง 35-50 ปี ประชากรนับถือศาสนาพุทธ ร้อยละ 54.88 และนับถือศาสนาคริสต์ ร้อยละ 45.12 ระดับการศึกษา ร้อยละ 75.50 ไม่ได้เรียนหนังสือ อีกร้อยละ 24.50 ได้รับการศึกษาเพียงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประชากรส่วนใหญ่มีรายได้จากการทำอาชีพการเกษตร มีรายได้ต่อปีต่ำสุด คือ 2,000 บาทต่อปี และมีรายได้สูงสุด 150,000 บาท รายได้เฉลี่ย 20,560 บาทต่อปีต่อครอบครัว ที่มีรายได้สูงขึ้นเพราะได้รับการส่งเสริมและพัฒนาอาชีพจากมูลนิธิโครงการหลวง

รูปแบบการจัดการและการดูแลรักษาป่าชุมชนของชาวบ้านรวมทั้งการได้รับประโยชน์จากป่าชุมชน

จากการวิจัย พบว่า ชาวบ้านได้ใช้ภูมิปัญญามีอยู่ดั้งเดิมเพื่อการจัดการป่า และการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ในรูปแบบต่างๆ จำนวน 4 รูปแบบ คือ 1) การใช้ข้อห้ามตามประเพณีและความเชื่อ กล่าวคือ ชาวเขาเผ่าลีซอให้ความเคารพนับถือผีหลวงประจำหมู่บ้านหรืออาปาหุ่มมากที่สุด ซึ่งศาลผีหลวงจะตั้งอยู่บริเวณพื้นที่เหนือหมู่บ้าน ซึ่งผลการวิจัยยังได้สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของประคอง ยอดหอม (2544) กล่าวว่า ชาวลีซอจะตั้งบ้านเรือนอยู่ใกล้กับแหล่งน้ำเพื่อเอาไว้ใช้บริโภค ดังนั้นการเลือกที่ตั้งของศาลอาปาหุ่มให้อยู่เหนือบ้าน นอกจากความเชื่อเพื่อให้คอยคุ้มครองหมู่บ้านแล้วยังเพื่อให้เป็นป่าที่สมบูรณ์เป็นแหล่งต้นน้ำสำหรับใช้บริโภคโดยใช้ความเชื่อมาปกป้องรักษาป่าไว้ 2) การใช้กฎระเบียบของชุมชนหรือหมู่บ้าน ในการออกกฎระเบียบเพื่อการอนุรักษ์ป่าหมู่บ้านจะมีผู้ใหญ่บ้านเป็นประธานและมีคณะกรรมการฝ่ายต่างๆ ปฏิบัติงานร่วมกัน สาเหตุที่ทำให้เกิดความร่วมมือและการยอมรับกันอาจจะเนื่องมาจากสาเหตุ 2 ประการ คือ 1) เกิดการขาดแคลนน้ำเพื่อการบริโภคและการเกษตรของหมู่บ้าน 2) เกิดจากการกดดันของชุมชนพื้นที่ราบหรือทางราชการ เพราะพื้นที่หมู่บ้านทั้ง 2 หมู่บ้าน อยู่ในพื้นที่ป่าไม้ต้นน้ำชั้น 1A ผลการวิจัยนี้ได้สอดคล้องกับ นำชัย (2529) กล่าวว่า รูปแบบของการมีส่วนร่วมของประชาชนและผู้บริหารงานพัฒนา

หากผู้บริหารงานพัฒนาและตัวแทนประชาชนมีการวางแผน มีการจัดการประชุมเพื่อพิจารณาแก้ปัญหาต่าง ๆ จะทำให้ผู้นำชุมชนและประชาชนมีบทบาทในการตัดสินใจ รูปแบบดังกล่าวเป็นรูปแบบการมีส่วนร่วมของผู้นำชุมชนอย่างแท้จริงและยั่งยืนในอนาคต

การใช้กฎระเบียบและข้อบังคับของหน่วยงานของรัฐ

พื้นที่หมู่บ้านขุนแจและหมู่บ้านสามลี ตั้งอยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติและอุทยานแห่งชาติ และบริเวณพื้นที่นี้ยังอยู่ในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำชั้น 1A และ 1B เจ้าหน้าที่ของรัฐปฏิบัติหน้าที่โดยได้มีการยอมรับจากชาวบ้าน และมีการปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อกฎหมาย เหตุผลในการยอมรับและการปฏิบัติตามกฎหมาย คือ การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ที่จะมีส่วนร่วมกับผู้นำหมู่บ้านพร้อมคณะกรรมการ หากพบว่าการกระทำผิดเจ้าหน้าที่จะใช้วิธีการกล่าวตักเตือนก่อนและให้ข้อแนะนำ หรือมีข้อพิพาทด้านพื้นที่ทำกิน เจ้าหน้าที่ก็จะแบ่งพื้นที่ทำกินให้เหมาะสมจึงทำให้เกิดการยอมรับเจ้าหน้าที่และยอมรับข้อกฎหมายป่าไม้

การฟื้นฟูสภาพป่าและดูแลรักษาป่าโดยชุมชน

ชุมชนชาวเขาเผ่าลีซอบ้านขุนแจและบ้านสามลี ได้ดำเนินการตามกฎระเบียบของทางราชการมาตลอด นอกจากนั้นยังได้มีการอนุรักษ์ด้วยวิธีการห้ามตัดต้นไม้ และแผ้วถางป่าไม้ทั้งพื้นที่ป่าศักดิ์สิทธิ์ และป่าอนุรักษ์ของหมู่บ้าน โดยการดำเนินกิจกรรมที่เป็นส่วนร่วมของหมู่บ้าน เช่น งานพัฒนาหมู่บ้าน งานปลูกต้นไม้และการทำแนวป้องกันไฟป่า ผู้นำชุมชนได้วางกฎระเบียบของหมู่บ้านไว้ว่า หากมีงานหรือกิจกรรมส่วนรวมที่จำเป็นต้องขอความร่วมมือจากชาวบ้านทุกคนรอบครัวจะต้องส่งสมาชิกในครอบครัวมาร่วมงานหรือกิจกรรม 1 คน หากไม่ได้ส่งมาร่วมงานจะดำเนินการปรับครั้งละ 100 บาทต่อครอบครัว และนำเงินค่าปรับนี้เข้ากองทุนหมู่บ้าน ผลการวิจัยนี้ยังสอดคล้อง กับพินิจ (2529) กล่าวว่า ธรรมชาติที่ประชาชนสามารถพัฒนาชุมชนของตนและสามารถเข้าไปมีส่วนร่วมได้ในทุกขั้นตอนก็เท่ากับว่าประชาชน สามารถเปลี่ยนแปลงบทบาทของการพัฒนา จากการเป็นผู้รับการพัฒนามาเป็นผู้กระทำการพัฒนาด้วยตนเอง ย่อมสามารถได้รับผลของการพัฒนาตามที่ตนเองต้องการ

ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการป่าและการอนุรักษ์ป่าไม้ชุมชน

จากการศึกษา พบว่า ชุมชนได้รับผลประโยชน์จากการอนุรักษ์ป่าไม้ใน 3 รูปแบบ คือ 1) ระบบนิเวศป่าในชุมชนมีสภาพดีขึ้น ด้วยการดำเนินการอนุรักษ์ป่าไม้และการจัดการป่าชุมชนบริเวณต้นน้ำตลอดระยะเวลา 5 ปี ส่งผลให้ปริมาณน้ำในแหล่งน้ำมีเพิ่มมากขึ้น นำมาใช้ในการเกษตรและเพื่อการบริโภคในชุมชน จึงทำให้ชาวบ้านได้รับรู้และยอมรับการจัดการและการอนุรักษ์ป่าไม้บริเวณพื้นที่ต้นน้ำ 2) ระบบเศรษฐกิจภายในชุมชนมีสภาพดีขึ้น วิถีชีวิตของชาวเขาเผ่าลีซอแบบดั้งเดิม จะทำการเกษตรแบบการทำไร่เลื่อนลอยและปลูกพืชเสพติด แต่ปัจจุบันได้มีการปรับเปลี่ยนมาทำการเกษตรแบบเชิงพาณิชย์ คือ ปลูกพืชผัก ไม้ผล ไม้ดอกเมืองหนาวตามคำแนะนำของหน่วยงานพัฒนาอาชีพในท้องถิ่น มีผลทำให้ชาวบ้านเกิดรายได้ต่อครอบครัวมากขึ้น จึงทำให้เกิดการบุกรุกทำลายป่าไม้ลดลง ผลทางอ้อมจึงเกิดขึ้นต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ในชุมชนตามมามากมาย 3) แหล่งของป่าไม้ใช้สอยและพันธุ์พืชสมุนไพรเพิ่มมากขึ้น ชาวบ้านที่อยู่ในชนบทป่าไม้ใช้สอยมีความสำคัญต่อการดำรงชีพ คือ การใช้ไม้ฟืนเพื่อหุงต้มอาหารภายในครัวเรือน โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวมีอากาศเย็น ชาวบ้านจะก่อกองไฟไว้ภายในบ้านพักเพื่อเพิ่มความอบอุ่น อีกทั้งประเพณีชาวลีซอนิยมดื่มน้ำชาเป็นประจำ และชาวบ้านยังใช้ป่าไม้เป็นแหล่งสมุนไพรเพื่อรักษาโรคหรือใช้รักษาอาการเจ็บป่วยในเบื้องต้น เช่น ต้นจะค่านแดง ต้นพญาเสือโคร่ง

ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานการจัดการและการอนุรักษ์ป่าชุมชน

การอนุรักษ์ป่าไม้ของชุมชน ผู้นำหมู่บ้านแบบเป็นทางการทั้งหมู่บ้านขุนแจและบ้านสามสีได้รับความไว้วางใจและความเชื่อถือ ดังนั้นการออกกฎระเบียบของหมู่บ้านจึงได้รับความร่วมมือจากชาวบ้านเป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามการทำงานเพื่อส่วนรวมนั้นจะต้องไปเกี่ยวข้องกับหน่วยงานราชการและข้อบังคับกฎหมายต่างๆ ดังนั้นพื้นที่บริเวณหมู่บ้านจึงถูกควบคุมด้านกฎหมายป่าไม้ บางครั้งเกิดความขัดแย้งกันเองในแนวทางปฏิบัติ ซึ่งผู้นำชุมชนของหมู่บ้านได้ให้แนวความคิดหรือมุมมองในฐานะเป็นผู้ที่อยู่ในพื้นที่ แยกออกเป็นด้านต่างๆ ดังนี้

1. ด้านนโยบายและแผนการดำเนินงานหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์ คณะกรรมการหมู่บ้านได้ให้ความเห็นว่า ระยะเวลาที่ผ่านมารกรมป่าไม้ได้ดำเนินการปลูกป่าไม่มีความเหมาะสมและความสอดคล้องกับสภาพพื้นที่ คือ การเลือกชนิดต้นไม้เพื่อใช้ทำเป็นแหล่งต้นน้ำ คณะกรรมการเห็นว่าควรใช้พันธุ์ไม้เดิมที่มีอยู่ในท้องถิ่นปลูก เพราะมีความเหมาะสมกว่าพันธุ์ไม้สามใบ ที่กรมป่าไม้นำมาปลูกทดแทนป่าเดิม อีกประการหนึ่ง คือ การปลูกป่าไม้เสื่อมโทรมในพื้นที่ คณะกรรมการเห็นว่ากรมป่าไม้ควรจะให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการปลูกป่าไม้และการดูแลรักษาต้นไม้ไปจนกว่าต้นไม้จะโต และปัญหาเรื่องไฟไหม้ป่าก็จะหมดหายไปด้วย เพราะชุมชนเกิดความสำนึกและหวงแหนป่าไม้ของเขาย่างไม่รู้จัก

2. ด้านการได้รับข่าวสารข้อมูลด้านการจัดการป่าชุมชนและการอนุรักษ์ป่าไม้ แหล่งข้อมูลข่าวสารที่ชุมชนได้รับเกี่ยวกับการอนุรักษ์ป่าไม้นั้นประกอบด้วยวิทยุ และโทรทัศน์ เป็นแหล่งข่าวที่สามารถเข้าถึงและมีอิทธิพลต่อชาวเขาเผ่าลีซอมากที่สุด คือ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและการลอกเลียนแบบ โดยเฉพาะคนหนุ่มสาว แต่มีผลต่อการอนุรักษ์ป่าไม้ของชุมชนน้อย คณะกรรมการหมู่บ้านจึงมีความเห็นว่าหน่วยงานทางราชการ ควรให้การสนับสนุนและให้โอกาสชุมชนได้รับการฝึกอบรม ศึกษาดูงานเพื่อได้รับข่าวสารทางด้านอนุรักษ์ป่าไม้ให้มากกว่าเดิมและมีความต่อเนื่อง

3. การจัดตั้งกลุ่มองค์กรภายในชุมชน ส่วนมากชุมชนมีอาชีพทางการเกษตรและมีการจัดตั้งกลุ่มภายในชุมชน และผลกระทบของกลุ่มต่างๆ จะทำให้มีความสัมพันธ์หรือการถ่ายทอดความรู้ก็จะเป็นการสื่อสารกันภายในกลุ่มของชุมชนหรือการแก้ปัญหาของชุมชน ดังนั้นคณะกรรมการหมู่บ้านจึงมีความต้องการที่จะขอรับการสนับสนุนกิจกรรมกลุ่มอนุรักษ์ป่าไม้เพื่อการดำเนินงานอย่างเป็นรูปธรรม เพราะกลุ่มขนาดเล็กในชุมชนมีบทบาทในการพัฒนาและทำให้ชุมชนมีการทำงานส่วนรวมของหมู่บ้านด้วยการเรียนรู้ร่วมกันอย่างจริงใจ

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ พบว่า ลักษณะส่วนบุคคล เศรษฐกิจ และสังคม ประชากรส่วนใหญ่เป็นชาวเขาเผ่าลีซอที่ย้ายมาก่อตั้งหมู่บ้านเมื่อประมาณ 62 ปี จากหมู่บ้านดอยช้าง อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย และอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ มีอาชีพทางการเกษตรและมีการดำรงชีวิตที่ให้ความเชื่อถือผีและเคารพนับถือบรรพบุรุษที่เรียกว่า ผีหลวงประจำหมู่บ้านหรืออาปาห่ม ประชากรมีรูปแบบการจัดการและดูแลป่าชุมชนด้วยภูมิปัญญาชุมชน คือ การใช้ข้อห้ามตามประเพณีและความเชื่อของชาวเขาเผ่าลีซอ ร่วมกับการใช้กฎ ระเบียบของชุมชนหรือหมู่บ้านเป็นผู้ออกกฎระเบียบ และได้ใช้กฎระเบียบและกฎหมายข้อบังคับของภาครัฐ ดำเนินการแบบมีส่วนร่วมระหว่างชุมชนกับหน่วยงานภาครัฐในการฟื้นฟูสภาพป่าและการดูแลรักษา

โดยชุมชน ด้วยวิธีการห้ามตัดไม้และป้องกันไฟป่าพร้อมทั้งจัดกิจกรรมปลูกป่าไม้ทุกปี ปัญหา/อุปสรรคพบว่า ผู้นำชุมชนมีแนวคิด 3 ประการ คือ 1) ปัญหาด้านนโยบายและแผนการดำเนินงานของหน่วยงาน 2) ปัญหาด้านการได้รับข่าวสารข้อมูลการจัดการป่าไม้ และ 3) ปัญหาด้านการจัดตั้งกลุ่มองค์กรภายในชุมชน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณฝ่ายวิจัย มูลนิธิโครงการหลวง ที่สนับสนุนงบประมาณสำหรับการดำเนินงานวิจัย รวมทั้งเจ้าหน้าที่และหัวหน้าศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปู้นหลวง ที่ช่วยอำนวยความสะดวกแก่งานวิจัยในครั้งนี้ด้วยดีตลอดปี

คณาจารย์และบุคลากรฝ่ายพัฒนาเกษตรที่สูง สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์และข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย คุณเทเรซ่า เทเรสซี่ ชำนาญคำที่ได้ตรวจสอบและแก้ไขบทคัดย่อภาษาอังกฤษ ตลอดจนนักวิจัยและนักวิชาการที่ปรากฏรายนามตามรายการเอกสารอ้างอิงแนบท้ายเล่มทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

- โกมล แพรททอง. 2534. แนวคิดป่าชุมชนในป่าชุมชนในประเทศไทย. กรมป่าไม้. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: กรุงเทพฯ.
- จรรยา แววุฒินันท์. 2535. รวมกฎหมายป่าไม้. บริษัท บพิชการพิมพ์จำกัด: กรุงเทพฯ.
- ฉลาด รมิตานนท์. 2536. ป่าชุมชนในประเทศไทย: แนวทางการพัฒนา. รายงานการวิจัยสถาบันชุมชนท้องถิ่นพัฒนา สถาบันวิจัยสังคม. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: กรุงเทพฯ.
- เฉลิมชัย ปัญญาดี. การพัฒนาการมีส่วนร่วมของชุมชนในการจัดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ. โครงการวิจัยเพื่อพัฒนาอุดมศึกษาและแก้ไขปัญหาเศรษฐกิจ. ภาควิชาส่งเสริมการเกษตร. คณะธุรกิจการเกษตร. มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่.
- นำชัย ทนุผล. 2529. การตอบสนองของประชาชนที่มีต่อการพัฒนาผู้นำท้องถิ่น (clot) ระยะที่ 2 (2526-2529). เชียงใหม่. ภาควิชาส่งเสริมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้: เชียงใหม่.
- ประคอง ยอดหอม. 2544. การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของชาวเขาเผ่าลีซอ บ้านขุนแจ ตำบลแม่แวน อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่. ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาการจัดการมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.
- ปรีชา เปี่ยมพงศ์สานต์. 2534. การอนุรักษ์ธรรมชาติแนวทางการปฏิบัติการของท้องถิ่น. ทางใหม่. 5(4).
- พินิจ ลาภานัน. 2529. บทบาทพระสงฆ์ในการพัฒนาชนบท. สถาบันวิจัยสังคม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ.
- พรหมเมธ นาถมทอง. 2539. แนวทางการพัฒนาการท่องเที่ยวไทยภายใต้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 ในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวในทิศทางที่ยั่งยืน ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์นันทพันธ์: กรุงเทพฯ.

วินัย ปัญญาธัญญะ. 2537. การจัดการและการใช้ประโยชน์ป่าชุมชน. เอกสารประกอบการบรรยายการ
ฝึกอบรมราษฎร หลักสูตรการจัดการป่าชุมชน: ตรัง.

วิยุทธ์ จำรัสพันธ์. 2536. การจัดการป่าชุมชนโดยองค์กรท้องถิ่น. รายงานผลการวิจัย มหาวิทยาลัย
ขอนแก่น: ขอนแก่น.

สุรัตน์ น้อยรอด. 2545. ความต้องการมีส่วนร่วมของผู้นำชุมชนในการบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้
ในท้องถิ่นอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่.

แนวคิดการท่องเที่ยวเกษตรเชิงนิเวศในทัศนะของประชาชนบ้านแม่สาใหม่
ตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่

**Agro-ecotourism as Viewed by People in Ban Maesamai
Phongyang Sub-district, Maerim District, Chiang Mai Province**

ประสิทธิ์ กาบจันทร์* นิคม วงศ์นันตา และวิทยา เจริญอรุณวัฒนา

Prasit Kabchan*, Nikhom Wongnanta and Withaya Charoenarunwattana

ฝ่ายพัฒนาเกษตรที่สูง สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Division of Highland Agricultural Development, Maejo University, Chiang Mai, Thailand 502904

*Corresponding author: prasitk@mju.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัย สรุปผลการวิจัย ดังนี้ 1) แนวคิดของประชาชนหมู่บ้านแม่สาใหม่ ให้เน้นทางด้านการปฏิบัติ เช่น การจัดทำกิจกรรมการฝึกอบรมให้ความรู้แก่เยาวชนหรือประชาชน การปลูกป่าไม้ทดแทนพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร และควรใช้ศิลปวัฒนธรรมของชาวม้งแบบดั้งเดิมมานำเสนออย่างมีแบบแผน เพื่อเตรียมความพร้อมให้บริการ 2) ศักยภาพของหมู่บ้านที่มีต่อการท่องเที่ยวเกษตรเชิงนิเวศ พบว่า สภาพของชุมชนมีความเหมาะสมกับการท่องเที่ยว และมีศิลปวัฒนธรรมที่เป็นเอกลักษณ์ และ 3) ความต้องการด้านการมีส่วนร่วม ความต้องการรับการฝึกอบรมด้านการท่องเที่ยวอย่างถูกต้อง การจัดสรรผลประโยชน์ที่สำคัญ คือ มีมาตรการรักษาความปลอดภัยให้นักท่องเที่ยว ต้องการความช่วยเหลือในด้านการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ และการประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ: แนวคิด การท่องเที่ยวเกษตรเชิงนิเวศ

Abstract

The results of research are as follows; 1) The Maesamai's villager's perspective focuses on actual and performance such as organizing events to educate the youth and the population, replanting the forestry to compensate for the deforestation along the streams and use the villagers' own arts and cultures to present the plans in an organized and educated manner to prepare them for service; 2) The potential of this village in ecotourism is that the general state of the population is appropriate for tourism and that their arts and culture are unique as a whole. and 3) The population's need in cooperation is that it greatly needs assistance in training regarding the proper matters of tourism, to equally allocate the benefits to all those involved, and most importantly, to ensure safety to the tourists. Asides from these statements, this village also requires assistance from federal and private groups in managing product distribution and further public relations.

Keywords: viewed, agro-ecotourism

คำนำ

การพัฒนาอุตสาหกรรมท่องเที่ยวในปัจจุบัน นอกจากจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ การสร้างอาชีพ การพัฒนาระบบการคมนาคมขนส่งรวมถึงการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอื่นๆ แล้ว ยังก่อให้เกิดผลกระทบในเชิงลบ ผลกระทบของอุตสาหกรรมท่องเที่ยวที่สำคัญสามารถแยกแยะได้ 2 ประเภท คือ สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ (natural environment) และสิ่งแวดล้อมทางวัฒนธรรม (cultural environment) ที่มนุษย์เป็นผู้สร้างขึ้น

ผลกระทบของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวที่มีต่อสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติที่สำคัญและก่อให้เกิดปัญหานั้นการในปัจจุบัน ได้แก่ ปัญหาความเสื่อมโทรมของแหล่งท่องเที่ยวและปัญหามลภาวะ เช่น น้ำเสีย ขยะ และมลภาวะทางอากาศ ปัญหาการบุกรุกที่สาธารณะประโยชน์ การปลูกสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้างอื่นๆ ที่ทำลายธรรมชาติดั้งเดิมของพื้นที่และปัญหาเกี่ยวกับการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน โดยไม่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมหรือความเสียหายของทรัพยากรการท่องเที่ยวที่มีมาแต่ดั้งเดิม รวมทั้งคุณภาพของทรัพยากรเหล่านั้นด้อยลง เกิดความสูญเสียของพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ป่าในท้องถิ่น และเกิดการทำลายสภาพภูมิศาสตร์ทางธรรมชาติดั้งเดิม ขณะเดียวกันผลกระทบของการท่องเที่ยวที่มีต่อสิ่งแวดล้อมทางวัฒนธรรมและสังคมเชิงลบได้เกิดขึ้นมากมายและต่อเนื่อง เช่น ปัญหาบริการทางเพศ อาชญากรรม ความไม่เสมอภาคในการพัฒนาที่มุ่งเน้นเฉพาะพื้นที่ ประชาชนไทยเริ่มมีค่านิยมในทางโลกเลียนวัฒนธรรมตะวันตก ละทิ้งขนบธรรมเนียมประเพณี และค่านิยมของคนไทยเรา นอกจากนี้อุตสาหกรรมท่องเที่ยวยังใช้วัฒนธรรมประเพณีมาเป็นสิ่งดึงดูดใจนักท่องเที่ยว บางพื้นที่มีผลให้วัฒนธรรมบางอย่างเปลี่ยนรูปแบบไปจากเดิม และขาดการแสดงออกถึงสาระที่สัมพันธ์กับวิถีชีวิตของผู้คนในท้องถิ่น รวมทั้งคุณค่าที่แท้จริงของสังคมท้องถิ่นอีกด้วย

การท่องเที่ยวเกษตรเชิงนิเวศ (agro ecotourism) น่าจะเป็นรูปแบบที่ควรส่งเสริมในการพัฒนาการท่องเที่ยวของประเทศไทยในปัจจุบัน เนื่องจากหลายๆ ประเทศทั่วโลกต่างก็นำแนวคิดการพัฒนาแบบยั่งยืน (sustainable) และการอนุรักษ์ปกป้องสิ่งแวดล้อม (environmental protection) มาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมท่องเที่ยวยุคใหม่โดยมุ่งส่งเสริมการท่องเที่ยวที่ปราศจากการทำลาย สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรม ดั้งเดิมของประชาชน ทั้งนี้เพื่ออนุรักษ์ให้ทรัพยากรสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศน์ และวัฒนธรรมท้องถิ่นสามารถคงอยู่ได้อย่างสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นทรัพยากรพื้นฐานของการท่องเที่ยวที่มีศักยภาพในการพัฒนาการท่องเที่ยวที่ยั่งยืนและอยู่บนพื้นฐานของชุมชน (นาชัย, 2538)

หมู่บ้านแม่สาใหม่ ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นหมู่บ้านที่ตั้งอยู่ในโครงการหลวงแม่สาใหม่ ประกอบด้วยภูมิประเทศที่เป็นป่าไม้และขุนเขา อากาศบริสุทธิ์ ตลอดจนสภาพโดยทั่วไปของหมู่บ้าน และวิถีชีวิตวัฒนธรรมแบบดั้งเดิมของชาวไทยภูเขาเผ่าม้งเป็นที่รู้จักกันดีทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ มีนักท่องเที่ยวเดินทางมาเที่ยวชมสถานที่ดังกล่าวเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะนักท่องเที่ยวชาวต่างชาติให้ความสนใจเดินทางเข้าไปสัมผัสกับธรรมชาติ ขนบธรรมเนียมประเพณี และวิถีชีวิตแบบดั้งเดิมที่เรียบง่ายของชาวไทยภูเขาเผ่าม้งในหมู่บ้านแม่สาใหม่อยู่เสมอ และในโอกาสต่อไปบ้านแม่สาใหม่ น่าจะเป็นสถานที่ท่องเที่ยวอีกแห่งหนึ่งที่มีนักท่องเที่ยวให้ความสนใจเดินทางไปเที่ยวชมศึกษาวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของชาวไทยภูเขาเผ่าม้งมากขึ้น ถ้าไม่มีการวางแผนการจัดการกับการท่องเที่ยวที่กำลังจะเกิดขึ้นกับชุมชนบ้านแม่สาใหม่อย่างมีระบบและถูกทิศทางแล้ว ปัญหาต่างๆ ในทางลบจะส่งผลกระทบในระยะยาวอย่าง

ต่อเนื่องกับชุมชนบ้านแม่สาใหม่อย่างหลีกเลี่ยงได้ยาก เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติถูกทำลายและการเกิดมลภาวะต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากธุรกิจการท่องเที่ยว รวมทั้งนักท่องเที่ยวและประชาชนในชุมชนเอง โดยเฉพาะปัญหาที่จะเกิดกับสิ่งแวดล้อมทางวัฒนธรรมของชุมชนบ้านแม่สาใหม่ คือ ปัญหาเพศพาณิชย์ อาชญากรรม ประชาชนจะเกิดค่านิยมลอกเลียนวัฒนธรรมของสังคมนอกชุมชนท้องถิ่นมาใช้จนทำให้มีการละทิ้งขนบธรรมเนียมประเพณีและวัฒนธรรมดั้งเดิมของชุมชนท้องถิ่น ซึ่งเป็นทรัพยากรทางการท่องเที่ยวที่มีคุณค่าที่แท้จริงของชุมชนบ้านแม่สาใหม่เอง จากปัญหาและสาเหตุดังกล่าวผู้วิจัยต้องการศึกษาว่าประชาชนบ้านแม่สาใหม่มีแนวคิดและทัศนะอย่างไรที่จะช่วยกันพัฒนาชุมชนให้เป็นสถานที่ท่องเที่ยวเชิงนิเวศที่มีศักยภาพแบบยั่งยืนต่อไป ตลอดจนทราบถึงความต้องการในด้านการมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการกำหนดแนวทางการพัฒนาการท่องเที่ยวให้สอดคล้องกับทรัพยากรและศักยภาพที่มีอยู่

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบสัมภาษณ์ และดำเนินกิจกรรมกลุ่มเพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ในด้านการท่องเที่ยวและการเตรียมความพร้อมให้ชุมชน ตลอดจนการสังเกตในการร่วมกิจกรรม รวบรวมข้อมูลจากหัวหน้าครอบครัว ผู้นำชุมชน และสมาชิกกลุ่มท่องเที่ยวที่อาศัยในชุมชนบ้านแม่สาใหม่ ในปี พ.ศ. 2546 ข้อมูลที่ได้นำมาตรวจสอบความสมบูรณ์ และนำมาวิเคราะห์หาค่าสถิติจากโปรแกรมสถิติสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคม แล้วนำเสนอในรูปแบบของการพรรณนา

ผลการวิจัย

การศึกษาแนวคิดการท่องเที่ยวเกษตรเชิงนิเวศของประชาชนบ้านแม่สาใหม่ ผลวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดการท่องเที่ยวเกษตรเชิงนิเวศในทัศนะของประชาชนบ้านแม่สาใหม่ที่มีต่อกิจกรรม

ผู้วิจัยได้นำเสนอแนวคิดให้ประชาชนบ้านแม่สาใหม่ต่อกิจกรรมการท่องเที่ยว 4 แนวคิด ดังนี้ 1) แนวคิดการท่องเที่ยวเกษตรเชิงนิเวศเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ 2) แนวคิดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศเพื่อการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรม 3) แนวคิดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศเพื่อประโยชน์ของชุมชน และ 4) แนวคิดการท่องเที่ยวเชิงนิเวศเพื่อการศึกษาถึงสิ่งแวดล้อม ทั้ง 4 หัวข้อนี้ ชุมชนหมู่บ้านแม่สาใหม่ได้แสดงความคิดเห็นว่าทุกหัวข้อมีความสำคัญเหมือนกันแต่จะต้องมีการปฏิบัติกิจกรรมภายในชุมชนให้บ่อยครั้ง เช่น ด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมก็เห็นควรให้จัดทำกิจกรรมด้านการฝึกอบรมให้ความรู้แก่เยาวชนหรือประชาชนในหมู่บ้านเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรอย่างมีคุณค่า กิจกรรมการปลูกป่าทดแทนในพื้นที่ต้นน้ำลำธารและประเด็นการดำเนินการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของเยาวชนให้มีการยอมรับหลักการทฤษฎีการท่องเที่ยวเชิงนิเวศอย่างถูกต้อง ในด้านการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรม ประชาชนมีความเห็นว่า ควรนำเอาศิลปวัฒนธรรมของชาวม้งที่มีอยู่ในชุมชนแบบดั้งเดิมมานำเสนอต่อนักท่องเที่ยว กล่าวคือ ควรมีการเรียบเรียงและจัดรูปแบบประเพณีให้เป็นเอกสารหรือเป็นรายการแสดงอย่างละเอียดและชัดเจน ส่วนด้านเพื่อประโยชน์ของชุมชน ประชาชนได้แสดงความคิดเห็นว่าการท่องเที่ยวมีประโยชน์ต่อส่วนรวม และผู้นำชุมชนหรือ

หน่วยงานควรจะมีบทบาทในการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวกับการท่องเที่ยวให้ชุมชนได้รับรู้และนำไปปฏิบัติต่อไป และด้านการศึกษาสิ่งแวดล้อม ประชาชนได้แสดงความคิดเห็นว่าควรเป็นการท่องเที่ยวในลักษณะที่ผู้ประกอบการและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวทุกฝ่าย รวมทั้งประชาชนในชุมชนมีความจำเป็นที่จะต้องมีความรู้และความพร้อมในการที่จะให้บริการแก่นักท่องเที่ยวอย่างเต็มที่และจะต้องคำนึงถึงการจัดทำสื่อความหมายประกอบการท่องเที่ยวทั้งในแง่ศิลปวัฒนธรรมและประวัติศาสตร์อีกด้วย

ตอนที่ 2 ศักยภาพของหมู่บ้านที่มีต่อการท่องเที่ยวเกษตรเชิงนิเวศ

ศักยภาพการท่องเที่ยวเกษตรเชิงนิเวศ หมายถึง ความสามารถในการเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศในส่วนประกอบ 2 ด้าน คือ 1) ด้านสภาพทางกายภาพและสิ่งแวดล้อม เช่น สภาพทั่วไปของชุมชน สภาพทางสังคมของชุมชน สภาพแหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติ และ 2) ด้านประเพณีและวัฒนธรรมประจำเผ่าม้งที่สำคัญ ดังนั้นการวิจัยสรุปได้ว่า ศักยภาพในส่วนสภาพทั่วไปของชุมชนหมู่บ้านแม่สาใหม่ นั้น มีพื้นที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่เหมาะสมกับการท่องเที่ยวธรรมชาติเป็นอย่างมาก กล่าวคือ หมู่บ้านตั้งอยู่ในพื้นที่ป่าไม้มีความอุดมสมบูรณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งประกอบด้วยห้วยน้ำลำธาร อากาศเย็นสบาย เส้นทางคมนาคมที่มีความสะดวกและใช้เวลาในการเดินทางไปกลับน้อย อีกทั้งชุมชนมีศิลปวัฒนธรรมและขนบธรรมเนียมประเพณีของชาวเขาเผ่าม้งที่เป็นเอกลักษณ์ คือ พิธีการไหว้ป่าดงแซ่ เทศกาลกินวอหรือปีใหม่ของชาวม้ง ซึ่งจะเป็นปัจจัยสำคัญที่สร้างความประทับใจแก่นักท่องเที่ยว

ตอนที่ 3 ความต้องการของประชาชนในด้านการมีส่วนร่วมดำเนินกิจกรรมการท่องเที่ยว ที่มีศักยภาพและยั่งยืน

ในประเด็นความต้องการในการมีส่วนร่วมของประชาชนในการให้ความร่วมมือและเข้าร่วมดำเนินกิจกรรมท่องเที่ยวนั้น ชุมชนบ้านแม่สาใหม่ได้มีการดำเนินงานกลุ่มการท่องเที่ยวมาก่อนแล้ว พร้อมกับได้จัดทำแผนงานและจัดตั้งคณะกรรมการท่องเที่ยวในแต่ละฝ่ายได้อย่างมีโครงสร้าง แต่อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้จัดทำหัวข้อความต้องการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการท่องเที่ยวเกษตรเชิงนิเวศจำนวน 6 กิจกรรม ได้แก่ การเป็นมัคคุเทศก์นำเที่ยว การจัดบริการด้านยานพาหนะรับส่ง การจัดบริการด้านอาหารและเครื่องดื่ม การจัดบริการด้านการจำหน่ายผลิตภัณฑ์และของที่ระลึก กิจกรรมด้านการแสดงประเพณีวัฒนธรรมท้องถิ่น และการจัดบริการด้านที่พัก ในทัศนะของประชาชนหมู่บ้านแม่สาใหม่นั้น มีความต้องการให้หน่วยงานของภาครัฐมาช่วยสนับสนุนด้านการฝึกอบรมให้ความรู้ในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวพร้อมกับช่วยเสริมด้านการประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารให้กับนักท่องเที่ยวได้รับทราบเกี่ยวกับกิจกรรมของหมู่บ้านแม่สาใหม่

วิจารณ์ผลการวิจัย

ชุมชนหมู่บ้านแม่สาใหม่มีแนวความคิดด้านการท่องเที่ยวเกษตรเชิงนิเวศว่าควรมีการนำเอาศิลปวัฒนธรรมที่ชาวม้งหรือชุมชนในหมู่บ้านที่มีอยู่แบบดั้งเดิมมานำเสนอแก่นักท่องเที่ยว กล่าวคือ ควรมีการเรียบเรียงและจัดทำรูปแบบประเพณีให้เป็นรายการแสดงเพื่อนำเสนอแก่นักท่องเที่ยว ซึ่งชาวม้งมีกิจกรรมด้านศิลปวัฒนธรรมและประเพณีที่น่าสนใจ เช่น เทศกาลกินวอ การเล่นลูกช่วง การรำดาบ การเล่นดนตรีประจำเผ่า การเต้นรำสาวม้ง และการเล่นละครนิทานพื้นบ้าน ฯลฯ นายเกษม ผู้ให้ข้อมูลซึ่งเป็นผู้นำชุมชนของหมู่บ้านได้ให้ความคิดเห็นว่า การดำเนินงานการท่องเที่ยวเพียงลำพังของชุมชนอาจจะทำให้

ประสบผลสำเร็จล่าช้า เพราะในการจัดกิจกรรมนี้ต้องมีปัจจัยเกื้อหนุนในด้านงบประมาณเพื่อจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ อีก บริเวณสถานที่และอาคารจัดแสดงกิจกรรม เครื่องแต่งกายของนักแสดง และอื่นๆ ที่จำเป็น ทั้งนี้ผู้นำชุมชนของหมู่บ้านยังได้ขอรับการสนับสนุนต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทางด้านการพัฒนาคุณภาพชีวิตและด้านการท่องเที่ยว ให้การสนับสนุนกิจกรรมเพื่อเปิดโอกาสให้ชุมชนได้แสดงศักยภาพอย่างเต็มที่ แนวคิดที่สอดคล้องกับกิจกรรมการท่องเที่ยวเกษตรเชิงนิเวศ มีประโยชน์ต่อส่วนรวม ผู้นำชุมชนหรือหน่วยงานควรจะมีบทบาทในการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารที่เกี่ยวกับการท่องเที่ยวให้ชุมชนได้รับรู้และนำไปปฏิบัติต่อไป ซึ่งผลวิจัยนี้ได้ไปสอดคล้องกับผลการวิจัยของอำนาจ (2542) ระบุว่าประชาชนได้ยอมรับหรือยืนยันว่าทางเลือกที่จะใช้แก้ปัญหาด้านอาชีพของชุมชนได้อีกทางหนึ่ง ได้แก่ การสนับสนุนให้มีกิจกรรมการท่องเที่ยวเกษตรเชิงนิเวศขึ้นในชุมชน ซึ่งชุมชนมีศักยภาพเพียงพอที่จะปฏิบัติงานได้ในระดับหนึ่ง ทั้งนี้หากมีการผลักดันและส่งเสริมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างจริงจัง

สรุปผลการวิจัย

ชุมชนหมู่บ้านแม่สาใหม่ต้องการมีส่วนร่วมในการเข้าฝึกอบรมด้านการท่องเที่ยวอย่างถูกต้อง เพื่อเป็นแนวทางให้เกิดการแบ่งปันและการจัดสรรผลประโยชน์จากการเป็นภาคีเครือข่าย การจัดการบริการด้านการแสดงประเพณีวัฒนธรรมท้องถิ่น เพราะเห็นว่าเป็นการแสดงศิลปวัฒนธรรมที่มีคุณค่าประจำเผ่าม้งให้นักท่องเที่ยวได้ชม การบริการยานพาหนะก็เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้ร่วมงานได้ใช้เวลาว่างให้เกิดมีรายได้เสริมแก่ครอบครัว ส่วนด้านการจัดการบริการบ้านพักก็เป็นอีกกิจกรรมหนึ่งที่ชุมชนให้ความสำคัญ เพราะสามารถสร้างพลังความเข้มแข็งให้กับชุมชนได้ อีกทั้งยังเป็นจุดบริการที่ต้องมีความปลอดภัยต่อนักท่องเที่ยวในด้านกิจกรรมการจัดการบริการด้านอาหารและเครื่องดื่ม ชุมชนต้องการฝึกอบรมหรือการเตรียมความพร้อมเพื่อให้ดำเนินกิจกรรมอย่างมีประสิทธิภาพและกิจกรรมการจำหน่ายผลิตภัณฑ์และของที่ระลึก ชุมชนบ้านแม่สาใหม่มีความรู้ทางด้านช่างฝีมือการทำเครื่องเงินและหัตถกรรมผ้าพื้นบ้านเป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามชุมชนก็ยังมีความต้องการความช่วยเหลือจากทุกภาคส่วนในการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ และการประชาสัมพันธ์ให้นักท่องเที่ยวได้รับรู้ข้อมูลข่าวสารด้านต่างๆ ของชุมชนหมู่บ้านแม่สาใหม่อย่างต่อเนื่อง

ในการวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ค้นพบข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขและมีข้อเสนอแนะดังนี้ 1) เจ้าหน้าที่และหน่วยงานที่รับผิดชอบงานท่องเที่ยวควรมีการวางแผนการพัฒนากิจกรรมการท่องเที่ยวให้มีความต่อเนื่องกันพร้อมกับเพิ่มการประชาสัมพันธ์ให้บุคคลเป้าหมายได้รับทราบข้อมูลเพิ่มมากขึ้น และ 2) คณะกรรมการกลุ่มชุมชนและสมาชิกควรพัฒนาพื้นที่ภาพรวมในหมู่บ้านให้มีความถูกต้องตามสุขอนามัยเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับนักท่องเที่ยวในการบริโภคและซื้อผลผลิตจากหมู่บ้าน พร้อมกับการประสานงานกับองค์กรบริหารส่วนตำบลเพื่อสนับสนุนการปรับปรุงและพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวให้ได้มาตรฐาน

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ฝ่ายวิจัย มูลนิธิโครงการหลวง ที่สนับสนุนงบประมาณสำหรับการวิจัย รวมทั้งเจ้าหน้าที่และหัวหน้าศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่สาใหม่ที่ให้ความช่วยเหลือ อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณาจารย์และบุคลากรฝ่ายพัฒนาเกษตรที่สูง สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยยิ่ง ตลอดจนประชาชนบ้านแม่สาใหม่ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีต่อการให้ข้อมูลและเข้าร่วมกิจกรรม

เอกสารอ้างอิง

- กฤติกา ปิกวงศ์. 2543. การพัฒนาชุมชนบ้านโป่ง อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ด้วยการท่องเที่ยวเกษตรเชิงนิเวศในชุมชนของชาวบ้าน. มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่.
- นำชัย ทนุผล. 2538. การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์. วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร. 12(3).
- พันศักดิ์ ชูทอง. 2541. การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ในทัศนะของประชาชนบ้านสะโงะ ตำบลศรีดอนมูล อำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย. มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่.
- ภักเดช รัชนี้ มจ. 2532. โครงการหลวง-20 (กุมภาพันธ์ 2532). สำนักพิมพ์ เพรินตติ้งกรุ๊ป จำกัด: กรุงเทพฯ.
- ลิติก ฤทธิ์เนติกุล. 2538. การมีส่วนร่วมของชาวเขาเผ่าม้งบ้านดอยปุย-ช่างเคี่ยน ในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในเขตอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่.
- อโนทัย เพียรคงชล. 2540. ความต้องการในการมีส่วนร่วมของประชาชนท้องถิ่นต่องิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน อำเภอเมืองปาน จังหวัดลำปาง. มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่.
- อำนวยการใหญ่. 2542. การศึกษาวัฒนธรรมชุมชนบ้านโป่งเพื่อกิจกรรมการท่องเที่ยวเกษตรเชิงนิเวศ ตำบลป่าไผ่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่. มหาวิทยาลัยแม่โจ้: เชียงใหม่.

วิธีการทดสอบความอ่อนตัวที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุไทย

The Optimal Flexibility Testing Protocol for Thai Elderly

ทศพล ทองเต็ม^{1*}, อารีรัตน์ สุพุทธิธาดา², ประวิตร เจนวรณทะกุล³ และชัยพัฒน์ หล่อศิริรัตน์⁴
Todsapon Tongterm^{1*}, Areerat Suputtitada², Prawit Janwantanakul³ and Chaipat Lawsirirat⁴

¹สหสาขาวิชาวิศวกรรมชีวเวช บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

²ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

³ภาควิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

⁴คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

¹Inter-Department of Biomedical Engineering, Graduate School, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand 10330

²Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand 10330

³Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand 10330

⁴Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand 10330

*Corresponding author: jojobe_spsc_chula@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความอ่อนตัวที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุไทย โดยใช้เทคนิคเดลฟายในการคัดเลือกรายการทดสอบจากผู้เชี่ยวชาญในด้านการแพทย์ สาธารณสุข และวิทยาศาสตร์การกีฬา จำนวน 18 ท่าน และนำข้อสรุปที่ได้ไปทดลองใช้เพื่อหาค่าความ เชื่อถือได้และความเป็นปรนัย ในกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ จำนวน 408 คน ผลการวิจัยจากกระบวนการเดลฟาย พบว่า รายการทดสอบความอ่อนตัวที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มผู้สูงอายุไทย คือ รายการทดสอบนั่งงอตัวไป ข้างหน้า รายการทดสอบแตะมือด้านหลัง และรายการทดสอบนั่งเก้าอี้และปลายเท้า ซึ่งมีค่าดัชนีความ สอดคล้อง เท่ากับ 0.88 ทุกรายการทดสอบ และจากผลการทดลองสรุปได้ว่า รายการทดสอบแตะมือ ด้านหลัง และรายการทดสอบนั่งเก้าอี้และปลายเท้า สามารถใช้เพื่อทดสอบความอ่อนตัวในกลุ่มผู้สูงอายุไทย ได้อย่างเหมาะสม โดยมีค่าความเชื่อถือได้เท่ากับ 0.76 และ 0.88 ตามลำดับ และค่าความเป็นปรนัยเท่ากับ 0.80 และ 0.87 ตามลำดับ

คำสำคัญ: ความอ่อนตัว ผู้สูงอายุ เทคนิคเดลฟาย

Abstract

The purpose of this study is to study the testing method of flexibility for the Thai elderly. Delphi futures research technique was used to select the most appropriate testing protocol for the elderly by eighteen experts working in the fields of medicals, public health and sport sciences. The result from the experts shows that sit and reach test, back scratch test and chair sit and reach test are the most appropriate flexibility test for Thai elderly where the three tests have the same index of congruency of 0.88. The three flexibility tests were later used with 408 elderly to check for its reliability and objectivity. The results show that the back scratch test and chair sit and reach test are suitable for testing flexibility of Thai elderly. The results show that the reliability index of the back scratch test and chair sit and reach test are 0.76 and 0.88, respectively, while the objectivity index of the three tests are 0.80 and 0.87, respectively.

Keywords: flexibility, elderly, Delphi technique

คำนำ

ในปัจจุบัน อัตราการเพิ่มของจำนวนประชากรผู้สูงอายุไทยมีอัตราที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับในอดีต (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2551) นอกจากจำนวนประชากรผู้สูงอายุที่เพิ่มมากขึ้นแล้วยังพบว่า อายุขัยเฉลี่ยของผู้สูงอายุไทยยังยืนยาวมากขึ้นด้วย ซึ่งเหตุผลประการสำคัญนั้นน่าจะมาจากความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีทางการแพทย์และการสาธารณสุขที่มีระบบการป้องกัน การตรวจวินิจฉัย การบำบัดรักษา การฟื้นฟู และการติดตามผู้ป่วยที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่การที่ผู้สูงอายุไทยมีอายุที่ยืนยาวขึ้นนั้น ก็ไม่ได้หมายความว่าผู้สูงอายุจะมีสุขภาพ และสมรรถภาพทางด้านร่างกายที่ดีที่จะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องพึ่งพาผู้อื่น

ความอ่อนตัวหรือความยืดหยุ่น ถือเป็นองค์ประกอบทางด้านร่างกายที่สำคัญประการหนึ่งสำหรับผู้สูงอายุ โดยพบว่า เมื่ออายุมากขึ้นผู้สูงอายุจะมีความอ่อนตัวลดน้อยลง ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหาข้อยึด ข้อติด หรือเกิดการบาดเจ็บบริเวณข้อต่อได้ง่ายกว่าคนปกติ ตลอดจนอาจเกิดภาวะทุพพลภาพจากการขาดการเคลื่อนไหวได้ด้วย ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวผู้สูงอายุควรหมั่นยืดเหยียดกล้ามเนื้อ หรือฝึกออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความอ่อนตัวอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากบุคคลที่มีความอ่อนตัวที่ดีจะสามารถเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกายได้อย่างสะดวก คล่องตัว และสามารถปฏิบัติกิจกรรมที่สำคัญในชีวิตได้ด้วยตนเอง เช่น การเดิน การขึ้นบันได หรือลงบันได การหยิบจับสิ่งของ เป็นต้น

การทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความอ่อนตัว ถือเป็นวิธีการหนึ่งที่ได้รับการยอมรับเป็นมาตรฐานว่าสามารถใช้เพื่อประเมินความอ่อนตัวในส่วนต่างๆ ของร่างกาย และช่วยประเมินภาวะการพัฒนาของร่างกายจากการออกกำลังกายหรือการเล่นกีฬาได้ ซึ่งการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความอ่อนตัวในปัจจุบันมีวิธีการทดสอบทั้งในห้องปฏิบัติการ (laboratory test) และการทดสอบภาคสนาม (field test) ซึ่งวิธีการทดสอบทั้ง 2 แบบ ล้วนมีทั้งข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการเลือกวิธีการทดสอบ

สมรรถภาพทางกายเพื่อการใช้งานด้านการส่งเสริมสมรรถภาพและสุขภาพหรือเพื่อการวิจัย ปัจจัยที่ผู้ใช้งานหรือหน่วยงานที่ให้บริการทดสอบสมรรถภาพทางกายจำเป็นต้องคำนึงอยู่เสมอ คือ ความแม่นยำ (validity) ความเชื่อถือได้ (reliability) เกณฑ์ (norms) และเทคนิคการทดสอบที่เป็นมาตรฐาน (technical standard) ของแบบทดสอบและอุปกรณ์ทดสอบสมรรถภาพทางกายนั้น และนอกจากปัจจัยข้างต้นแล้ว ยังต้องคำนึงถึงความประหยัด (economy) ความปลอดภัย (safety) และเวลา (time) ในการทดสอบอีกด้วย

จากการศึกษารายงานการวิจัยที่ผ่านมา พบว่า แบบทดสอบความอ่อนตัวสำหรับผู้สูงวัยในต่างประเทศมีหลายแบบทดสอบ (Dwyer and Davis, 2008; Varela *et al.*, 2008; Lemmink *et al.*, 2001; Rikli and Jones, 1999; Suni *et al.*, 1996 ; Osness *et al.*, 1900) แต่ในประเทศไทยยังไม่มีแบบทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความอ่อนตัวสำหรับทดสอบในกลุ่มผู้สูงวัยไทยที่กำหนดไว้ใช้อย่างชัดเจน และเมื่อพิจารณาวิธีการที่ใช้ในการวัดผลในแบบทดสอบของต่างประเทศดังกล่าว พบว่า แบบทดสอบส่วนใหญ่เน้นความสะดวกและประหยัดในการทดสอบ โดยใช้สายตาของผู้ทดสอบในการอ่านผลการทดสอบ ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้อาจลดค่าความเที่ยงและค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบลงเป็นอย่างมาก ดังนั้นจากเหตุผลดังกล่าว และจากการที่ผู้วิจัยได้มีโอกาสทำงานด้านการทดสอบสมรรถภาพทางกาย ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของการมีแบบทดสอบ และอุปกรณ์ทดสอบสมรรถภาพทางกายที่มีความเที่ยงและความเชื่อถือได้ที่ดี มีความสะดวกในการใช้งาน และมีความปลอดภัยในการทดสอบ เพื่อให้การออกกำลังกายในกลุ่มผู้สูงวัยไทยมีความหมายมากยิ่งขึ้นในแง่ของการมีดัชนีชี้วัดที่ชัดเจน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อหาวิธีการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความอ่อนตัวที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงวัยไทย และผู้วิจัยจะทำการสร้างอุปกรณ์ทดสอบความอ่อนตัวสำหรับผู้สูงวัยขึ้นในการศึกษาต่อไป โดยใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาเป็นตัวประกอบในการวัดและประเมินผลของการวัด เพื่อให้หน่วยงานทางด้านการการแพทย์ สาธารณสุข และการกีฬาของไทยมีรูปแบบการวัดและประเมินผลที่ถูกต้อง ใช้งานง่าย ราคาถูก และลดการนำเข้าอุปกรณ์ทดสอบสมรรถภาพทางกายจากต่างประเทศได้

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้สูงวัยที่มีสำเนาทะเบียนบ้านอยู่ในประเทศไทย หรืออาศัยอยู่ในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2553 ประมาณ 7.02 ล้านคน (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2551)

กลุ่มตัวอย่าง

กำหนดกลุ่มตัวอย่างด้วยการเปิดตารางสำเร็จรูปของ ศิริชัย และคณะ (2551) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และความคลาดเคลื่อน $\pm 10\%$ พบว่าเมื่อประชากรมีขนาดเกิน 100,000 ควรใช้กลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำจำนวน 400 คน ดังนั้นการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงใช้กลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 408 คน จากตัวอย่างผู้สูงวัยในจังหวัดอำนาจเจริญ สระบุรี กำแพงเพชร ระนอง และกรุงเทพมหานคร ดังนี้

Table 1 Characteristics of participants

Age	Male			Female			Total		
	N	Mean	SD	N	Mean	SD	N	Mean	SD
60 – 69	66	64.82	2.41	185	63.86	2.81	251	64.11	2.74
70 – 79	42	74.02	2.96	99	73.23	2.59	141	73.47	2.72
80 up	11	83.09	4.74	5	84.2	4.38	16	83.44	4.52
Total	119	69.76	6.70	289	67.48	5.72	408	69.76	6.70

N: Number, SD: Standard deviation

จาก Table 1 สรุปได้ว่ากลุ่มตัวอย่างผู้สูงวัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีอายุสูงสุด 94 ปี และมีอายุต่ำสุด 60 ปี เป็นผู้สูงวัยเพศชาย จำนวน 119 คน อายุเฉลี่ย 69.76 ปี และผู้สูงวัยเพศหญิง จำนวน 289 คน อายุเฉลี่ย 67.48 ปี

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นรายการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความอ่อนตัวที่ได้จากข้อสรุปของผู้เชี่ยวชาญ (กระบวนการเดลฟาย) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังนี้

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์ และสังเคราะห์รายการทดสอบความอ่อนตัวมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับจากนานาชาติ

เพื่อกำหนดข้อคำถามในการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย (Delphi futures research: DFR)

ขั้นที่ 2 คัดเลือกผู้เชี่ยวชาญเพื่อตอบแบบสอบถาม จำนวน 18 ท่าน ดังนี้

กลุ่ม ก กลุ่มผู้เชี่ยวชาญระดับนโยบาย และวางแผนงานด้านผู้สูงวัย จำนวน 6 ท่าน กำหนดเกณฑ์คัดเลือกเข้า ดังนี้

1. มีวุฒิการศึกษาตั้งแต่ระดับปริญญาโทขึ้นไป หรือเทียบเท่า
2. มีประสบการณ์การทำงานในด้านนโยบายและการวางแผนงานด้านผู้สูงวัย ไม่น้อยกว่า 3 ปี
3. ปัจจุบันมีหน้าที่รับผิดชอบหรือมีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบาย หรือการวางแผนการปฏิบัติงาน

ของบุคลากรในหน่วยงานในแผนงานเกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพผู้สูงวัย

กลุ่ม ข กลุ่มเวชปฏิบัติด้านผู้สูงวัย เช่น นักสุขศึกษา นักวิชาการสาธารณสุข นักวิทยาศาสตร์การกีฬา นักกายภาพบำบัด พยาบาล เป็นต้น จำนวน 6 ท่าน กำหนดเกณฑ์คัดเลือกเข้า ดังนี้

1. มีวุฒิการศึกษาตั้งแต่ระดับปริญญาโทขึ้นไป หรือเทียบเท่า
2. มีประสบการณ์การทำงานในตำแหน่งหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับผู้สูงวัย ไม่น้อยกว่า 3 ปี
3. ปัจจุบันมีหน้าที่รับผิดชอบ หรือมีส่วนร่วมในการดำเนินงานด้านผู้สูงวัย

กลุ่ม ค. กลุ่มนักวิชาการด้านผู้สูงวัยในสถาบันการศึกษา ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านการออกกำลังกายในผู้สูงวัย เวชศาสตร์ฟื้นฟูในผู้สูงวัย เวชศาสตร์ผู้สูงวัย หรือสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง จำนวน 6 ท่าน กำหนดเกณฑ์คัดเลือกเข้า ดังนี้

1. มีวุฒิการศึกษาตั้งแต่ระดับปริญญาโทขึ้นไป หรือเทียบเท่า
2. มีประสบการณ์การทำงานในตำแหน่งด้านวิชาการ ไม่น้อยกว่า 3 ปี
3. มีผลงานวิชาการ หรือผลงานวิจัย ที่เป็นที่ยอมรับทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติ

การคัดเลือกผู้เชี่ยวชาญ นอกจากคัดเลือกโดยใช้วิธีการกำหนดคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ผู้วิจัยยังได้ใช้ networking technique ร่วมด้วยเพื่อให้ได้ผู้เชี่ยวชาญในเรื่องที่ศึกษามากที่สุด

ขั้นที่ 3 ศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยใช้เทคนิคเดลฟายเพื่อหารายการทดสอบสมรรถภาพทางกาย ด้านความอ่อนตัวที่เหมาะสมสำหรับทดสอบในกลุ่มผู้สูงวัยไทย

ขั้นที่ 4 สรุปรายการทดสอบความอ่อนตัวที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงวัยไทยโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of congruency: IOC) (Revinelli and Hambleton, 1977: 49-60) โดยคัดเลือกรายการทดสอบที่มีค่าความสอดคล้องระหว่าง 0.80 - 1.00

ขั้นที่ 5 นำข้อสรุปที่ได้ไปทดลองใช้ (try out) ในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน (เพศชาย 15 คน และเพศหญิง 15 คน)

ขั้นที่ 6 พัฒนารูปแบบการทดสอบให้มีความเหมาะสมกับการวัดในกลุ่มผู้สูงวัยไทย หลังจากนั้นนำรูปแบบรายการทดสอบความอ่อนตัวนี้ไปทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างผู้สูงวัยทั้งเพศชายและเพศหญิง ที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 408 คน เพื่อหา

- ความเชื่อถือได้ (reliability) หรือ (intra-observer) ของรายการทดสอบโดยการทดสอบซ้ำ (test-retest reliability) และนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ที่ได้จากการทดสอบทั้งสองครั้ง มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานการประเมินผลสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของ Kirkendall *et al.* (1980)

- ความเป็นปรนัย (objectivity) หรือ (inter-observer) ของรายการทดสอบโดยทดสอบความเชื่อถือได้ของผู้ทดสอบ (tester) จำนวน 2 คน และนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ที่ได้จากการทดสอบของผู้ทดสอบทั้งสองคน มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานการประเมินผลสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของ Kirkendall *et al.* (1980)

ขั้นที่ 7 สรุปและวิเคราะห์ผลการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 408 คน ด้วยตนเองทุกจังหวัด

การวิเคราะห์ข้อมูล

หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุ และหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเชื่อถือได้ และความเป็นปรนัยของรายการทดสอบ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product moment correlation coefficient)

ผลการวิจัย

รายการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความอ่อนตัวที่ผ่านการพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) จากผู้เชี่ยวชาญมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (index of congruency) ดังนี้

Table 2 The index of congruency of flexibility test for Thai elderly

Test	IOC	Mean	SD
Sit and reach test	0.88	4.19	0.73
Back scratch test	0.88	4.19	0.73
Chair sit and reach test	0.88	4.25	1.09
Hamstring and hip flexor flexibility	0.76	3.27	0.68
Sit and Reach wall test	0.76	3.27	0.44
Trunk rotation	0.76	2.93	0.59

IOC: index of congruency, SD: standard deviation

จากการหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ของรายการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความอ่อนตัวสำหรับผู้สูงอายุ โดยใช้เทคนิคเดลฟายนั้น (Table 2) แสดงให้เห็นได้ว่ารายการทดสอบทั้งหก รายการ มีความตรงเชิงเนื้อหา อยู่ในเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป (0.70 ขึ้นไป) ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่า รายการทดสอบทั้งหกรายการมีความถูกต้องในการวัด สามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด และเป็นที่ยอมรับของคนทั่วไป และจากผลการวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยได้เลือกรายการทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระดับดีมาก (0.80 ขึ้นไป) จำนวน 3 รายการทดสอบ คือ รายการทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้า (sit and reach test) รายการทดสอบแตะมือด้านหลัง (Back scratch test) และรายการทดสอบนั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า (Chair sit and reach test) ไปทดลองใช้ในกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ 408 คน เพื่อหาค่าความเชื่อถือได้ (reliability) และความเป็นปรนัย (objectivity) ของรายการทดสอบ ซึ่งได้ผลการวิจัย ดังนี้

Table 3 The reliability and objectivity of flexibility test

Test	Reliability (r)	objectivity (r)
Sit and reach test	0.83	0.83
Back scratch test		
- right hand is on the left hand	0.86	0.88
- left hand is on the right hand	0.71	0.72
Chair sit and reach test		
- touch the tip of right foot	0.88	0.89
- touch the tip of left foot	0.88	0.84

r: Pearson product-moment correlation coefficient

การหาความเชื่อถือได้ (reliability) ของรายการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความอ่อนตัวสำหรับผู้สูงวัย ใช้วิธีการวัดซ้ำ (test-retest reliability) ได้ผลการทดลอง ดัง Table 3 ซึ่งเมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเชื่อถือได้ (r) ไปพิจารณากับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเชื่อถือได้ของ Kirkendall *et al.* พบว่า รายการทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้า (0.83) และนั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า (0.88, 0.88) มีค่าความเชื่อถือได้ในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ดี และรายการทดสอบแตะมือด้านหลัง (0.86, 0.71) มีค่าความเชื่อถือได้ในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้

การหาค่าความเป็นปรนัย (objectivity) ของรายการทดสอบสมรรถภาพทางกายด้านความอ่อนตัวสำหรับผู้สูงวัย โดยใช้วิธีทดสอบความเชื่อถือได้ของผู้ทดสอบ (tester) จำนวน 2 คน ได้ผลการทดลองดัง Table 3 ซึ่งเมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเป็นปรนัย (r) ไปพิจารณากับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความเป็นปรนัยของ Kirkendall *et al.* (1980) พบว่า รายการทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้า (0.83) และนั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า (0.89, 0.84) มีค่าความเป็นปรนัยในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนรายการทดสอบแตะมือด้านหลัง (0.88, 0.72) มีค่าความเป็นปรนัยในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่า รายการทดสอบทั้งสามนี้ มีการวัดผลที่แน่นอนสม่ำเสมอไม่เปลี่ยนแปลง (consistency) เป็นที่เชื่อมั่นในผลการวัดนั้นได้

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการทดลองใช้รายการทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้า รายการทดสอบแตะมือด้านหลัง และรายการทดสอบนั่งเก้าอี้แตะปลายเท้าในกลุ่มผู้สูงวัยไทย พบว่า รายการทดสอบนั่งงอตัวไปข้างหน้า เป็นรายการทดสอบที่สามารถปฏิบัติได้สะดวกและรวดเร็ว และเป็นที่ยอมรับสำหรับใช้ทดสอบทั้งในกลุ่มเด็ก เยาวชน หรือแม้กระทั่งในกลุ่มนักกีฬา ซึ่งนอกจากความสะดวกแล้ว รายการทดสอบนี้ยังมีค่าความเชื่อถือได้ และความเป็นปรนัยอยู่ในเกณฑ์ดี ซึ่งอาจเนื่องมาจากมีอุปกรณ์การวัด sit and reach box ที่ผู้วัดสามารถอ่านค่าได้อย่างแน่นอน ซึ่งปัจจุบันมีอุปกรณ์จำหน่ายทั้งแบบตัวเลข และแบบดิจิตอล โดยมีแบบทดสอบ AAHPERD functional fitness test (Clark, 1989) และ Groningen Fitness Test (Lemmink *et al.*, 2001) ได้แนะนำให้ใช้วิธีนี้ในการวัดความอ่อนตัวในกลุ่มผู้สูงวัย แต่ผู้วิจัยเห็นไม่สอดคล้องเนื่องจากลักษณะการทดสอบที่ต้องมีการนั่งและลุกจากพื้นราบ ซึ่งการลุก-นั่ง จากพื้นราบนี้อาจจะทำให้ผู้สูงวัยเกิดอาการหน้ามืด เสียการทรงตัว และอาจเกิดการหกล้มได้ นอกจากนี้อาจจะมีผลต่อผู้สูงวัยที่มีภาวะกระดูกพรุน ดังนั้นจึงถือว่ารายการทดสอบนี้เป็นรายการทดสอบที่ไม่ปลอดภัยสำหรับผู้สูงวัยไทย

รายการทดสอบแตะมือด้านหลัง เป็นรายการทดสอบที่สามารถทำได้ง่าย และใช้อุปกรณ์ทดสอบน้อย แต่การอ่านค่าผลการทดสอบจะทำได้ยาก และมีความคลาดเคลื่อนสูง โดยมีแบบทดสอบ functional fitness tests (Netz and Argov, 1997) และ senior fitness test (Jones and Rikli, 2002) ได้แนะนำให้ใช้รายการทดสอบนี้ในการประเมินความอ่อนตัวของข้อไหล่ในกลุ่มผู้สูงวัย ซึ่งผู้วิจัยเห็นสอดคล้องว่า รายการทดสอบนี้เหมาะแก่การประเมินปัญหาข้อยึด ข้อติดของร่างกายส่วนบนสำหรับผู้สูงวัย เนื่องจากเป็นรายการทดสอบที่ทำได้ง่าย สะดวก และประหยัด แต่ผู้วิจัยขอแนะนำว่า ผู้จะทำการวัดสมควรจะต้องได้รับการฝึก (training) ให้มีความชำนาญในการวัด จนสามารถอ่านค่าได้อย่างถูกต้องและเที่ยงตรงก่อนการทดสอบจริงเสมอ

รายการทดสอบนั่งเก้าอี้แตะปลาย ถือเป็นการทดสอบที่ง่าย ประหยัด เนื่องจากไม่ต้องใช้อุปกรณ์มากเช่นเดียวกันและมีค่าความเชื่อถือได้ และความเป็นปรนัยอยู่ในเกณฑ์ดี แต่ถ้าไม่ควบคุมท่าทางการปฏิบัติอย่างเคร่งครัด ผลที่ได้จากการวัดก็อาจจะคลาดเคลื่อนได้เช่นเดียวกัน ซึ่งมีแบบทดสอบ senior fitness test (Jones and Rikli, 2002) ได้แนะนำให้ใช้รายการทดสอบนี้ในการประเมินความอ่อนตัวของร่างกายส่วนล่างในกลุ่มผู้สูงอายุ ซึ่งผู้วิจัยเห็นสอดคล้องว่า รายการทดสอบนี้เหมาะสมสำหรับทดสอบในกลุ่มผู้สูงอายุไทย แต่ผู้วิจัยขอแนะนำว่า ในการทดสอบผู้วัดควรระวังในเรื่องตำแหน่งของการนั่งของผู้ถูกวัด ช่วงการเหยียดของขาที่ทำการวัด ต้องอยู่ในลักษณะขาตึงและการกระดกข้อเท้าให้งอ 90 องศา ขณะทำการวัด เพราะถ้าไม่คำนึงถึงรูปแบบการวัดที่ถูกต้องก็จะทำให้ผลการวัดที่ได้ไม่ถูกต้องด้วยเช่นกัน

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

รายการทดสอบแตะมือด้านหลัง และรายการทดสอบนั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า ถือเป็นการทดสอบที่มีความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) มีความเชื่อถือได้ (reliability) และมีความเป็นปรนัย (objectivity) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า รายการทดสอบทั้งสองสามารถนำมาประยุกต์ใช้ทดสอบในกลุ่มผู้สูงอายุไทยได้ (Figure 1 and 2)



Figure 1 Back scratch test



Figure 2 Chair sit and reach test

แต่ผู้วิจัยเห็นว่า รายการทดสอบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการประเมินความอ่อนตัวของร่างกายผู้สูงอายุไทย คือ รายการทดสอบนั่งเก้าอี้แตะปลายเท้า เนื่องจากรายการทดสอบดังกล่าวมีค่าความเชื่อถือได้ และความเป็นปรนัยอยู่ในเกณฑ์ดี และมีความปลอดภัยสำหรับทดสอบในกลุ่มผู้สูงอายุ ซึ่งท่าทางการปฏิบัติในรายการทดสอบนี้นอกจากสามารถวัดความอ่อนตัวของร่างกายส่วนล่าง (hamstring flexibility) และหลังส่วนล่าง (lower back flexibility) แล้ว ผู้วิจัยยังเห็นว่ารายการทดสอบนี้ยังสามารถประเมินความอ่อนตัวของข้อต่อบริเวณสะโพก ลำตัว และไหล่ได้อีกด้วย ซึ่งการศึกษาต่อไปผู้วิจัยจะทำการประดิษฐ์เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อวัดความอ่อนตัวสำหรับผู้สูงอายุขึ้น โดยใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาเป็นตัวประกอบในการวัดและประเมินผลของการวัด ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าผู้ใช้งานจะสามารถอ่านค่าผลการทดสอบได้ถูกต้อง แม่นยำมากขึ้นด้วย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถานสงเคราะห์คนชรา บ้านบางแค 1 เทศบาลตำบลพนา อำเภอพนา จังหวัดอำนาจเจริญ เทศบาลตำบลพรานกระต่าย อำเภอพรานกระต่าย จังหวัดกำแพงเพชร องค์การบริหารส่วนตำบลหนองย่างเสือ อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี องค์การบริหารส่วนตำบลกะเปอร์ อำเภอกะเปอร์ จังหวัดระนอง และศูนย์บริการสาธารณสุข 44 ลำผักชี-หนองจอก กรุงเทพมหานคร ในการประสานงานผู้สูงอายุ เข้าร่วมโครงการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณผู้สูงอายุทุกท่านที่เข้าร่วมโครงการวิจัย จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จ ลุล่วงได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- สมนึก กุลสถิตพร. 2549. ภาพภาพบำบัดในผู้สูงอายุ. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ ออฟเซ็ท เพรส จำกัด: กรุงเทพฯ.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2551. ผู้สูงอายุไทย 2550 มุมมอง/เสียงสะท้อนจากข้อมูลสถิติ. บริษัท พี.เอ.ลีฟวิ่ง จำกัด: กรุงเทพฯ.
- ศิริชัย กาญจนวาสี ทวีวัฒน์ ปิตยานนท์ และดิเรก ศรีสุข. 2551. การเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 5. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพฯ.
- Clark, B.A. 1989. Tests for fitness in older adults. AAHPERD Fitness Task Force. **Journal of Physical education, Recreation and Dance (JOPERD)**. 60: 66-71.
- Jones, J.C. and R.E. Rikli. 2002. Measuring functional. **The journal on Active Aging**. 25-30.
- Kirkendall, D.R., J.J. Gruber and R.E. Johnson. 1980. **Measurement and Evaluation for Physical Education**. Dubuque, Wm. C. Brown Company Publishers: Iowa.
- Lemmink K.A.P.M, K. Han, M.H.G. de Greef, P. Rispens and M. Stevens. 2001. Reliability of the Groningen Fitness Test for the Elderly. **Journal of Aging and Physical Activity**. 9: 194-212.
- Netz, Y. and E. Argov. 1997. Assessment of functional fitness among independent older adults: a preliminary report. **Percept Mot Skills**. 84: 1059-1074.
- Revinelli, R.J. and R.K. Hambleton. 1977. On the Use of Content Specialist in the Assessment of Criterion Referenced Tests Item Validity. **Dutch Journal of Educational Research**. 2: 49-60.

ภาคผนวก



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร ฝ่ายวิจัย โทร. 5113-4

ที่ ศธ.0523.6.2.1/0๙๙.

วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2553

ขออนุมัติจัดประชุมทางวิชาการ ประจำปี 2553

อธิการบดี

กองคลัง
รับที่.....1250.....
วันที่ 25 ก.พ. 2553
เวลา.....น.
อธิการบดี
รับที่ 3157
วันที่ 3 มี.ค. 2553

ด้วย สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตรร่วมกับศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) จะจัดประชุมทางวิชาการประจำปี 2553 ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ระหว่างวันที่ 26-27 พฤษภาคม 2553 ณ ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปิดโอกาสให้นักวิชาการและผู้สนใจ เข้าร่วมประชุมเสนอผลงานทางวิชาการ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ อันจะนำไปสู่แนวทางการวิจัยและพัฒนาการแก้ปัญหาและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งในการประชุมครั้งนี้ ผู้เข้าร่วมประชุมประกอบด้วย อาจารย์ ข้าราชการ พนักงานของรัฐวิสาหกิจ ในกระทรวง กรมต่าง ๆ และผู้สนใจทั่วไป จำนวนประมาณ 250 คน

สำนักวิจัยฯ จึงขออนุมัติดำเนินการดังนี้

1. ขออนุมัติจัดประชุมทางวิชาการ ประจำปี 2553 ระหว่างวันที่ 26-27 พฤษภาคม 2553 ณ ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ

2. ขออนุมัติเก็บเงินค่าลงทะเบียน จากผู้เข้าร่วมประชุม ดังนี้

2.1 คนละ 1,000 บาท (สำหรับผู้เสนอผลงานและผู้สนใจทั่วไป)

2.2 คนละ 500 บาท (สำหรับนักศึกษา)

3. ขออนุมัติให้ข้าราชการ พนักงานรัฐวิสาหกิจ และหน่วยงานราชการอื่น ๆ เข้าร่วมประชุมเมื่อได้รับอนุมัติจากผู้บังคับบัญชาแล้วมีสิทธิเบิกค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ได้ตามหนังสือกระทรวงการคลังที่ กค 0502/ว 76 ลงวันที่ 7 มิถุนายน 2534 หนังสือกระทรวงการคลังที่ กค 0526.7/ว 21 ลงวันที่ 12 มีนาคม 2541 หนังสือกระทรวงการคลังที่ กค 0409.6/ว 164 ลงวันที่ 31 ตุลาคม 2548 หนังสือกระทรวงการคลังที่ กค 0409.7/ว 51 ลงวันที่ 18 มีนาคม 2548 และระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการขออนุมัติเดินทางไปราชการ และการจัดประชุมทางราชการ พ.ศ.2524 จากต้นสังกัด

(2)

อนุมัติ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

อธิการบดี

เพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

1/ค/ก

๘

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทพ พงษ์พานิช)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พาวิน มะโนชัย)

ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร ส.อ. 2553

โครงการประชุมทางวิชาการประจำปี 2553

สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่

หลักการและเหตุผล

การเผยแพร่และถ่ายทอดผลงานวิจัยเป็นภารกิจหนึ่งของงานบริหารการวิจัย ภายใต้ยุทธศาสตร์ด้านความเป็นเลิศด้านการวิจัยและนวัตกรรมของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบการจัดการประชุมทางวิชาการประจำปี เป็นการส่งเสริมให้อาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยรวมทั้งนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาในสาขาต่างๆ ที่มหาวิทยาลัยได้เปิดการเรียนการสอนได้มีโอกาสพบปะ นำเสนอผลงานวิจัย ซึ่งได้ข้อค้นพบใหม่ มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นประสบการณ์ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ และความชำนาญระหว่างนักวิจัย นักวิชาการ และผู้สนใจ ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางการวิจัยเพื่อพัฒนาประเทศและแก้ไขปัญหาได้อย่างสัมฤทธิ์ผล ความรู้และวิทยาการใหม่ๆ ดังกล่าว ยังเป็นโอกาสที่ได้ถ่ายทอดและนำออกเผยแพร่สู่สาธารณชนสามารถนำความรู้และเทคโนโลยีไปพัฒนาอาชีพให้เกิดประโยชน์ อันจะส่งผลดีต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศต่อไป ที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือเป็นโอกาสให้นักวิจัยได้พบปะอภิปรายร่วมกับภาคเอกชน ทำให้เข้าใจปัญหาและสามารถทำงานวิจัยเพื่อเอื้อประโยชน์ต่อกัน และได้ผลงานวิจัยที่สามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้และเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบการอย่างแท้จริง ทั้งนี้การประชุมทางวิชาการที่ได้มีการพัฒนาให้เข้าสู่เกณฑ์มาตรฐาน ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ย่อมจะเป็นการยกระดับตัวชี้วัดด้านงานวิจัยของมหาวิทยาลัยด้วย

การจัดประชุมทางวิชาการประจำปี ยังเป็นกิจกรรมที่สนับสนุนการสร้างเครือข่ายความร่วมมือทางด้านวิชาการระหว่างหน่วยงานต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย อีกทั้งเป็นการส่งเสริมให้มีการใช้ทรัพยากรร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นการอภิปรายหรือเสวนาในเรื่องที่สอดคล้องกับสภาวะการณ์ของชาติ เพื่อสร้างความเข้าใจในปัญหาทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศร่วมกัน
2. เพื่อเป็นการบรรยายหรือสัมมนาทางวิชาการ เพื่อเพิ่มพูนความรู้และพบปะแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นหรือประสบการณ์ระหว่างนักวิจัยและนักวิชาการรวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้อง อันจะก่อให้เกิดความร่วมมือและสนับสนุนระหว่างกันในการหาแนวทางการวิจัย เพื่อแก้ไขปัญหาสำคัญของประเทศและยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน

3. เพื่อเป็นการเผยแพร่ความรู้ ความก้าวหน้าทางวิชาการแก่ผู้สนใจทั่วไป
4. เพื่อให้เกิดความร่วมมือทางวิชาการระหว่างมหาวิทยาลัย หน่วยงานราชการ และหน่วยงานเอกชนในการค้นคว้าและพัฒนางานวิจัยต่อไป โดยสามารถก่อให้เกิดผลในเชิงพาณิชย์
5. เพื่อก่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรในเชิงวิชาการร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

รูปแบบของการประชุม

การประชุมแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. การอภิปราย เเสนา และประชุมกลุ่มย่อย โดยวิทยากรผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ชำนาญการจากองค์กร หน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่
 - 1.1 การอภิปราย เรื่อง “ความมั่นคงด้านอาหาร ความยั่งยืนของเกษตรไทย”
 - 1.2 การเสนา เรื่อง “ความยั่งยืนของการจัดการศึกษาด้านการเกษตร”
 - 1.3 การประชุมกลุ่มย่อย ด้านลำไย และงานวิจัยท้องถิ่นในมิติของความมั่นคงด้านอาหาร
2. การประชุมวิชาการเป็นการนำเสนอผลงานวิจัยจากหัวหน้าโครงการหรือผู้แทนโดยแบ่งการนำเสนอออกเป็นภาคบรรยายและภาคโปสเตอร์
3. การแสดงนิทรรศการทางวิชาการของนักวิจัย นักวิชาการ และองค์กรต่างๆ

หน่วยงานที่รับผิดชอบ

สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

หน่วยงานผู้สนับสนุน

1. มหาวิทยาลัยแม่โจ้
2. ศูนย์วิจัยและพัฒนาลำไยแม่โจ้
3. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

ระยะเวลาการจัดประชุมวิชาการ

วันที่ 26 – 27 พฤษภาคม 2553

สถานที่จัดประชุมวิชาการ

ห้องประชุมศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผู้เข้าร่วมประชุม

ประกอบด้วยอาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา จากมหาวิทยาลัย และหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องและผู้สนใจทั่วไป จำนวน 250 คน

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงปัญหา ผลกระทบ และแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสิ่งแวดล้อม ทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติ
2. ทำให้ได้ทราบถึงความก้าวหน้าในการวิจัยในสาขาวิชาการต่างๆทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ตลอดจนถึงปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไข ตลอดจนการนำไปปรับใช้ประโยชน์ และเกิดการพัฒนาทั้งทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ
3. สามารถเสริมสร้างและพัฒนาคุณภาพของงานวิจัยและนักวิจัยของมหาวิทยาลัย และหน่วยงานอื่นๆ
4. เกิดความร่วมมือทางวิชาการระหว่างมหาวิทยาลัย องค์กร และภาคเอกชนในการค้นคว้า และพัฒนางานวิจัย โดยสามารถก่อให้เกิดผลในเชิงพาณิชย์
5. เป็นการเผยแพร่ชื่อเสียงของมหาวิทยาลัยในด้านวิชาการ

สอดคล้องกับประเด็นยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัย ดังนี้

ประเด็นยุทธศาสตร์	ข้อที่ 2	ความเป็นเลิศด้านการวิจัยและนวัตกรรม
เป้าประสงค์	ข้อที่ 2.1	ผลงานวิจัยและนวัตกรรมของมหาวิทยาลัย สามารถเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ และเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติ
กลยุทธ์	ข้อที่ 2.1.1	สร้างให้มหาวิทยาลัยเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้

รูปแบบการประชาสัมพันธ์งานประชุมทางวิชาการ ประจำปี 2553

มีการประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อต่างๆ อาทิ สปอตวิทย์ ป้ายคัดเอ้าท์ แผ่นโปสเตอร์ เว็บไซต์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้

กำหนดการ
การประชุมทางวิชาการ ประจำปี 2553
วันที่ 26 – 27 พฤษภาคม 2553
ณ ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

วันพุธที่ 26 พฤษภาคม 2553

- 08.15 – 09.00 น. - ลงทะเบียน
- 09.00 – 09.15 น. - พิธีเปิดการประชุม
- 09.15 – 09.45 น. - ชมผลงานภาคโปสเตอร์
- 09.45 – 10.00 น. - พักรับประทานอาหารว่าง
- 10.00 – 12.00 น. - การอภิปราย เรื่อง “ความมั่นคงด้านอาหาร ความยั่งยืนของเกษตรไทย”
ผู้ดำเนินรายการ: รศ. ดร.อานัฐ ตันโช ภาควิชาทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม

คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

- วิทยากรโดย: 1. ศ.เกียรติคุณ ดร.มรกต ตันติเจริญ รองผู้อำนวยการ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
2. รศ.ดร.จันทร์จรัส เรียวเดชะ ผู้อำนวยการฝ่ายเกษตร
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
3. คุณดำรงชัย เดชาธิม รองผู้อำนวยการฝ่ายกิจการภาคเหนือตอนบน
ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร

12.00 - 13.00 น. - พักรับประทานอาหารกลางวัน

13.00 – 15.30 น. - การเสวนาเรื่อง “ชาวสวนมีอาชีพทำอย่างไรจึงประสบผลสำเร็จ”

ผู้ดำเนินรายการ: ผศ.พาวัน มะโนชัย ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการ-
การเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และคุณขวัญชัย สกลทอง

- วิทยากรโดย: 1. คุณณัฐวัชต์ เพิ่มพูนไชยกุล เกษตรกรจากจังหวัดเชียงใหม่
2. คุณอุดม รังสรรค์ เกษตรกรจากจังหวัดเชียงใหม่
3. คุณกัญกร ชนนทร์ดากุล เกษตรกรจากจังหวัดจันทบุรี
4. พ.จ.ต.พลยุทธ นามณรงค์ เกษตรกรจากจังหวัดจันทบุรี
5. คุณประเทือง คงรอด เกษตรกรจากจังหวัดลำพูน
6. คุณวินัย หวันชัยศรี เกษตรกรจากจังหวัดลำพูน

13.00 - 17.00 น. - นำเสนอผลงานภาคบรรยาย

14.30 – 14.45 น. - พักรับประทานอาหารว่าง

กำหนดการ
การประชุมทางวิชาการ ประจำปี 2553
วันที่ 26 – 27 พฤษภาคม 2553
ณ ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

วันพฤหัสบดีที่ 27 พฤษภาคม 2553

08.30 – 10.00 น. - นำเสนอผลงานภาคบรรยาย

10.00 – 10.15 น. - พักรับประทานอาหารว่าง

10.15 – 12.00 น. - เสวนาเรื่อง “ความยั่งยืนของการจัดการศึกษาด้านการเกษตร”

ผู้ดำเนินรายการ: คุณอภิชัย มัทวพันธุ์ สถาบันวิทยุ อสมท. เชียงใหม่

วิทยากรโดย: 1. รศ.ดร.วรวิทย์ สิริพลวัฒน์ ประธานสภาคณบดีสาขาการเกษตร
คณบดีคณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. รศ.ดร.ประสงค์ ดันพิชัย คณบดีวิทยาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน
3. อาจารย์เอกชัย ยุทธชัยวรกุล และคุณไพรัช แดนกะไสย
วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสงขลา

12.00 – 13.00 น. - พักรับประทานอาหารกลางวัน

13.00 – 14.30 น. - เสวนา เรื่อง “มิติความมั่นคงทางอาหาร...ท่ามกลางวิกฤติ”

โดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ฝ่ายวิจัยเพื่อท้องถิ่น

ผู้ดำเนินรายการ: คุณกษกร ชินะวงศ์ สกว.ฝ่ายวิจัยเพื่อท้องถิ่น

วิทยากรโดย: 1. คุณสุเมธ ปานจำลอง ผู้ประสานงานชุดประเด็นเกษตรอินทรีย์
จังหวัดมหาสารคาม
2. คุณไกรศรี กล้าณรงค์ชัย โครงการวิจัยการใช้ภูมิปัญญาชาวบ้าน
ในการจัดการหนอนไม้ไผ่ (ลิเบาะ) และกบ (เดบือ) ให้มีความยั่งยืน
บ้านแม่ยางล้าน อำเภอมะเข่ จังหวัดเชียงใหม่
3. คุณประสิทธิ์ เชื้อเอี่ยม โครงการวิจัย การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ
อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี
4. คุณกนกนถ โพธิ์สัย หัวหน้าโครงการวิจัย “สวนหลังบ้าน”
วิธีการพึ่งพาตนเองของคนผู้ไท จังหวัดกาฬสินธุ์

13.00 – 17.00 น. - นำเสนอผลงานภาคบรรยาย
ปิดการประชุม

14.30 – 14.45 น. - พักรับประทานอาหารว่าง



ประกาศมหาวิทยาลัยแม่โจ้
เรื่อง แต่งตั้งผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบผลงานทางวิชาการ

ตามที่มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยสำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร กำหนดให้มีการประชุมทางวิชาการประจำปี 2553 ขึ้น ระหว่างวันที่ 26 – 27 พฤษภาคม 2553 ณ ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการเผยแพร่ผลงานวิจัยและเป็นการเปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในการศึกษาวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการวิจัย อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างแท้จริง

เพื่อให้การดำเนินการจัดประชุมครั้งนี้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย อาศัยอำนาจตามความใน มาตรา 19 แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยแม่โจ้ พ.ศ. 2539 จึงแต่งตั้งผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบผลงานทางวิชาการ ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พาวิน	มะโนชัย
2. รองศาสตราจารย์ ดร.บงยุทธ	ข้ามสี่
3. รองศาสตราจารย์ดลกร	ขวัญคำ
4. รองศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์	ศิริ
5. รองศาสตราจารย์ ดร.ญาณิน	โอกาสพัฒนกิจ
6. รองศาสตราจารย์ ดร.สมปอง	สรวมศิริ
7. รองศาสตราจารย์ ดร.สกล	ไขคำ
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญชา	พงศ์พิศาลธรรม
9. รองศาสตราจารย์ประวิตร	พุทธานนท์
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สห	ตุลพงศ์
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์	โนรี
12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวรรณ	ชาติพรหม
13. อาจารย์ ดร.เสกสันต์	อุสสหาดานนท์
14. อาจารย์ ดร.จิต	อินปรา
15. รองศาสตราจารย์ ดร.นิวุฒิ	หวังชัย
16. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัญญัติ	มนเทียรอาสน์
17. อาจารย์ ดร.จิราพร	โรจน์ทินกร

18. รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริพร	กิริติการกุล
19. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนา	โพธิสุวรรณ
20. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เริงชัย	ตันสุชาติ
21. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจิตรา	รอดสมบุญ
22. รองศาสตราจารย์จงบกลบดินทร์	แสงอาสภวิริยะ
23. รองศาสตราจารย์จำเนียร	บุญมาก
24. รองศาสตราจารย์รังสรรค์	จันตะ
25. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ลลิตา	ภูทอง
26. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรทิพย์	คำดี
27. อาจารย์ ดร.ชาติรี	รอดชำนาญ
28. รองศาสตราจารย์เสมอขวัญ	ตันติกุล
29. รองศาสตราจารย์บัณฑิต	หิรัญสถิตย์พร
30. รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิสิน	บวรสมบัติ
31. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธีระพงษ์	สว่างปัญญากร
32. ผู้ช่วยศาสตราจารย์จักรพงษ์	พิมพ์พิมล
33. รองศาสตราจารย์เพ็ญรัตน์	หงษ์วิทยากร
34. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะนุช	เนียมทรัพย์
35. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงทอง	พงษ์เจริญกิจ
36. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณี	คงดี
37. อาจารย์ ดร.สุภาพร	แสงศรีจันทร์
38. อาจารย์ ดร.ลิคนา	วัฒนะชีวะกุล
39. อาจารย์ ดร.ธานินทร์	แดงกวรัมย์
40. รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา	ดำรงเกียรติศักดิ์
41. รองศาสตราจารย์ ดร.วีระพล	ทองมา
42. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรารภนา	ยศสุข
43. อาจารย์ ดร.สมคิด	แก้วทิพย์
44. ศาสตราจารย์ ดร.นำชัย	ทนุผล
45. รองศาสตราจารย์นิพนธ์	ไชยมงคล
46. รองศาสตราจารย์สมชาย	องค์ประเสริฐ
47. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ	เนียมทรัพย์
48. รองศาสตราจารย์ ดร.ด้วง	พุทธศุภร์
49. ดร.จินดา	จันทร์อ่อน

50. รองศาสตราจารย์ ดร.พิทยา	สรวมศิริ
51. รองศาสตราจารย์ ดร.รัชชัย	รัตนขเลศ
52. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ครุณี	นาพรหม
53. รองศาสตราจารย์ ดร.คนัย	บุญเกียรติ
54. รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาทพร	สมิตะมาน
55. รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวัฒน์	โคอนันต์
56. รองศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ	ศรีขวงค์
57. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกวลิณ	คุมาศักดากุล
58. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สงวนศักดิ์	ธนาพรพูนพงษ์
59. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญชัย	แสงข โสสวัสดิ์
60. รองศาสตราจารย์ ดร.วรทัศน์	อินทร์คัมพร
61. รองศาสตราจารย์ ดร.อวรณ์	โอภาสพัฒนกิจ
62. รองศาสตราจารย์ ดร.คุณิ	ณ ลำปาง
63. รองศาสตราจารย์ ไพฑูรย์	รอดวินิจ
64. รองศาสตราจารย์ เพทาย	พงษ์เพ็ชรจันทร์
65. รองศาสตราจารย์ สพ.ญ.ทัศนีย์	อภิชาติสรวงกูร
66. อาจารย์ ดร.สวัสดิ์	สนิทจันทร์
67. รองศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์	รุจิวัตร์
68. รองศาสตราจารย์ ดร.เรืองศรี	วัฒนศักดิ์
69. อาจารย์ ดร.ภกวรรณ	พวงสมบัติ
70. อาจารย์ ดร.กาญจนา	คำริห์
71. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพร	จันทร์
72. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินิตา	บุญ ไชยม
73. รองศาสตราจารย์ ดร.ศุวศา	กานตวนิชกูร
74. รองศาสตราจารย์ ตะวัน	สุจริตกุล
75. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นคร	ทิพย์วงศ์
76. รองศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์	ธีรอำพล
77. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบุรณ์	นุชประยูร
78. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คันสนีย์	เอื้อพันธ์วิริยะกุล
79. อาจารย์ ดร.นราธิป	เที่ยงแท้
80. รองศาสตราจารย์ ดร.รวีพร	อุเจริญไพศาล
81. รองศาสตราจารย์ มนต์	ยอดคำ

82. ศาสตราจารย์ ดร.อนุรักษ์	ปัญญาวัฒน์
83. รองศาสตราจารย์รัตนา	อัคคปัญญา
84. รองศาสตราจารย์ ดร.อรุณี	อภิชาติสว่างกูร
85. อาจารย์ ดร.ชาติชาย	โชนงนุช
86. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชันววัฒน์	รัตนศักดิ์
87. รองศาสตราจารย์ ดร.สาวิตรี	รังสิภัทร์
88. รองศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์	ปิยะ โชคคณากุล
89. รองศาสตราจารย์ ดร.คองรัก	มารอด
90. รองศาสตราจารย์ ดร.อรพินท์	เจียรถาวร
91. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศกร	คุณวุฒิฤทธิธรรม
92. รองศาสตราจารย์ ดร.สถาพร	จิตตपालพงศ์
93. รองศาสตราจารย์ ดร.โสเมศกาว	เพชรานนท์
94. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เรืองวิชัย	ขุนพันธ์
95. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภัตตรา	รัตนพิสิฏฐ์
96. รองศาสตราจารย์ ดร.สุชุม	เร้าใจ
97. รองศาสตราจารย์แสงเทียน	อิจิมางกูร
98. รองศาสตราจารย์ ดร.นนทวิทย์	อารีย์ชน
99. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราภรณ์	ไตรศักดิ์
100. ศาสตราจารย์ ดร.สาวิตรี	ลิ้มทอง
101. รองศาสตราจารย์ ดร.บุญเรียง	ขจรศิลป์
102. รองศาสตราจารย์ ดร.พรทิพย์	ไชยโส
103. รองศาสตราจารย์ ดร.กมล	เลิศรัตน์
104. รองศาสตราจารย์ ดร.สุชีลา	เดชะวงศ์เสถียร
105. รองศาสตราจารย์ ดร.อโนทัย	ศรีวานิช
106. รองศาสตราจารย์ ดร.อนันต์	พลธานี
107. รองศาสตราจารย์ ดร.วิโรจน์	ภัทรจินดา
108. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริญญ์	มาสวัสดิ์
109. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตนา	กล้าเทศ
110. รองศาสตราจารย์กนิติศ	อื้อเชี่ยวชาญกิจ
111. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์	ทับสูงเนิน รัตนจันทร์
112. รองศาสตราจารย์ น.อ.ยุทธนา	ตระหง่าน
113. รองศาสตราจารย์ ดร.พิชัย	นามประกาย

114. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นริส	ประทีนทอง
115. รองศาสตราจารย์ ดร. นภาพร	เชื้อวชาญ
116. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐวรรณ	คุปพิทยานันท์
117. รองศาสตราจารย์ ดร. เจริญ	นาเคสรรค์
118. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สันชัย	พันธ์โชติ
119. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จานุกฤษณ์	ชนบดี
120. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาวิตรี	มีจุ้ย
121. ดร. นิพัฒน์	สุขวิบูลย์
122. คุณอเนก	โชติญาณวงษ์
123. ดร. ประสาน	พรโสภณ
124. รองศาสตราจารย์ ดร. นุชนารถ	จงเลขา
125. ดร. วีรพันธ์	กันแก้ว
126. ศาสตราจารย์ ดร. นิธิยา	รัตนปนนท์
127. ศาสตราจารย์ ดร. ไพบูลย์	วิวัฒน์วงศ์วนา
128. ศาสตราจารย์เฉลิมพล	แซมเพชร
129. รองศาสตราจารย์ ดร. สุคนธ์	พานิชพันธ์
130. รองศาสตราจารย์สุทัศน์	จุลศรีไกววัล
131. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิวัฒน์	หิรัญบุรณะ

หน้าที่: เพื่อพิจารณาและประเมินผลงานทางวิชาการ ที่นำเสนอในการประชุมทางวิชาการ ประจำปี 2553

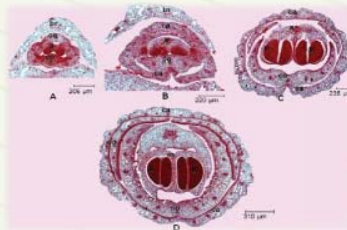
ทั้งนี้ ตั้งแต่วันที่ 1 เมษายน 2553 เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๕ มิถุนายน พ.ศ. 2553

(รองศาสตราจารย์ ดร. ทพ พงษ์พานิช,
อธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้)

คณะกรรมการฝ่ายเอกสารการพิมพ์

รองศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ ขำมสี		ประธานกรรมการ
นางสมจิตต์	กิจรุ่งเรือง	กรรมการ
นางสาวรังสิมา	อัมพวัน	กรรมการ
นายภาณุลักษณ์	ศรีรินทร์	กรรมการ
นายปริญญา	เพียรอุตสาห์	กรรมการ
นางจิรนนท์	เสนานาญ	กรรมการ
นางสาวสกาวรัตน์	แก้ววิเศษ	กรรมการ
นางสาวพรสวรรค์	ดวงจันทร์	กรรมการ
นางปณกานต์	ภูเอี่ยม	กรรมการ
นางทิพย์สุดา	ปุ๊กมณี	กรรมการและเลขานุการ
นางไพโรรินทร์	ทองจันทร์	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
นางสาวสุนทรี	ทับทิมทอง	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ



สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

63 หมู่ 4 ตำบลหนองหาร อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ 50290

โทรศัพท์ 0-5387-5113-4 โทรสาร 0-5387-5114

www.rae.mju.ac.th/research/