

วารสารวิชชา

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ปีที่ 39 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2563

Vol. 39 No. 2 July - December 2020

วารสารวิชาการสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ISSN (Print) : 0125-2380

ISSN (Online) : 2672-958X

Wichcha Journal

Nakhon Si Thammarat Rajabhat University

www.nstru.ac.th

วารสาร
วิชชา
WICHA JOURNAL
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

ปีที่ 39 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2563 Vol. 39 No. 2 July – December 2020

เจ้าของ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฆนัท ธาตุทอง อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
บรรณาธิการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมรักษ์ รอดเจริญ
ผู้ช่วยบรรณาธิการ ดร.ธัชชา สามพิมพ์

นโยบาย

1. วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เป็นวารสารวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตีพิมพ์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524
2. วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เป็นเอกสารวิชาการแบบอิเล็กทรอนิกส์ที่มีการเผยแพร่ให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงแบบออนไลน์ได้แบบเสรีโดยผ่านกระบวนการประเมินจากจากผู้ประเมินอิสระ (peer review) ที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง ในรูปแบบผู้ประเมินอิสระและผู้แต่งไม่ทราบชื่อซึ่งกันและกัน (double-blind review)

ขอบเขตงาน

ขอบเขตของบทความวิจัย (research article) และบทความวิชาการ (academic article) ที่ลงตีพิมพ์ในวารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เป็นบทความในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย ด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม และวิศวกรรมศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการและงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เพื่อเป็นสื่อส่งเสริมการสร้างความรู้และองค์ความรู้ในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. เพื่อเป็นเวทีนำเสนอผลงานทางวิชาการของบุคลากรในมหาวิทยาลัยและบุคคลทั่วไป

ประเภทบทความ

วารสารวิชชา ตีพิมพ์บทความฉบับเต็มในรูปแบบบทความวิจัย (research article) และบทความวิชาการ (academic article) ตามขอบเขตงาน

กระบวนการพิจารณาบทความ

บทความทุกบทความที่ได้รับการพิจารณาลงตีพิมพ์ในวารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ได้รับการพิจารณาจากผู้ประเมินอิสระ (peer review) ที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 2 ท่าน ในรูปแบบผู้ประเมินอิสระและผู้แต่งไม่ทราบชื่อซึ่งกันและกัน (double-blind review) และบทความหรือข้อคิดเห็นใด ๆ ที่ปรากฏในวารสารที่เป็นวรรณกรรมของผู้เขียน บรรณาธิการหรือมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วย

ค่าธรรมเนียมการตีพิมพ์

วารสารวิชชาไม่เก็บค่าธรรมเนียมในการตีพิมพ์

เกี่ยวกับวารสาร

ชื่อวารสาร	: วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ISSN ฉบับตีพิมพ์	: 0125-2380
ISSN ฉบับอิเล็กทรอนิกส์	: 2672-958X
เว็บไซต์วารสาร	: https://www.tci-thaijo.org/index.php/wichcha/index

กำหนดเผยแพร่ : เผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ (ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน และฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม)

จัดพิมพ์โดย : สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
เลขที่ 1 หมู่ที่ 4 ตำบลท่างิ้ว อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

บรรณาธิการที่ปรึกษา ประกอบด้วย

ศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ ใบไม้	ราชบัณฑิต สาขาชีววิทยา
ศาสตราจารย์ ดร.สมชาย วงศ์วิเศษ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ กาญจนกิจ	คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.สมปอง เตชะโต	คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ศาสตราจารย์ ดร.สังวรณ์ กิจทวี	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
รองศาสตราจารย์ ดร.นภพร ทัศนัยนา	นักวิชาการอิสระ อดีตรองศาสตราจารย์ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ จริยานุกูล	นักวิชาการอิสระ อดีตผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

กองบรรณาธิการ ประกอบด้วย

ศาสตราจารย์ ดร.เสาวภา อังสุภานิช	คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ศาสตราจารย์ ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ศาสตราจารย์ ดร.สุวัจน์ ธัญรส	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง
รองศาสตราจารย์ ดร.ชิตณรงค์ ศิริสถิตย์กุล	สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
รองศาสตราจารย์ ดร.จอมภพ แววศักดิ์	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง
รองศาสตราจารย์ ดร.วัฒนพงศ์ เกิดทองมี	สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
รองศาสตราจารย์ ดร.ศิศีโรตม์ เกตุแก้ว	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
รองศาสตราจารย์ ดร.การุณ ทองประจุแก้ว	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รองศาสตราจารย์ ดร.สุเปญญา จิตตพันธ์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
รองศาสตราจารย์ ดร.นคร กกแก้ว	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงศ์ โอทอง	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อมรศักดิ์ สวัสดี	สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิรักษ์ สงรักษ์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง
ดร.ปิยรัษฎ์ ปริญญาพงษ์ เจริญทรัพย์	สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.)
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีระยุทธ สุดสมบูรณ์	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑามาศ ศุภพันธ์	คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ดร.รุ่งนภา พิมเสน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ดร.ศณัทชา ธีระชุนห์	คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ผู้ประเมินอิสระหรือพิชญพิจารณ์ (Peer review) ตรวจสอบทางวิชาการประจำฉบับ

รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย กัลยาณปพน	สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
รองศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมชัย วงษ์อารี	คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
รองศาสตราจารย์ ดร.พจมาลย์ สุรนิลพงศ์	สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
รองศาสตราจารย์ ดร.สรรพสิทธิ์ กล่อมเกล้า	คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ
รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.สุเปญญา จิตตพันธ์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัล ลีรติวงศ์	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินตนา สุวิทวัส	คณะพยาบาลศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทินน์ พรหมโชติ	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ ช่วนยุก	คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์ เนื่องมัจฉา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลักษมี วิทยา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วุฒิชัย ศรีช่วย	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุจีภรณ์ อธิบาย	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิญญา รัตนไชย	คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.กอบชัย วรพิมพงษ์	คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.ทัศนี ขาวเนียม	คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.รุ่งนภา พิมเสน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ผู้ตรวจทานภาษาต่างประเทศประจำฉบับ

ดร.ศณัทชา ธีระชุนห์ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ฝ่ายจัดการ

ดร.สมปอง รักษาธรรม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรศักดิ์ แก้วอ่อน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมรักษ์ รอดเจริญ
ดร.ธัชชา สามพิมพ์
นางณภัคจิรา ทิพยศุภลักษณ์
นางสาวกันต์ฤทัย จรจรัส

ปก หจก.ปริ้นสโตร์

พิมพ์ที่ หจก.ปริ้นสโตร์
129/607 หมู่บ้านเมืองทอง หมู่ 2 ถนนวันดีโฆษิตกุลพร ต.ในเมือง อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช 80000
โทร. 092-4464940, 094-1928242, 081-9171839

สารบัญ

หน้า

บทความวิจัย

การเลี้ยงฟองน้ำทะเลสีน้ำเงิน *Xestospongia* sp. ของไทยในสภาวะธรรมชาติเพื่อผลิตสารต้านมะเร็ง Renieramycin M 1

เกียรติศักดิ์ ยกเส้ง อุดมศักดิ์ ดรุมาศ และพชร เพ็ชรประดับ*

อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณธาตุอาหารในดิน ปริมาณธาตุอาหารในใบ และการติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดี 16

พงษ์นาถ นาถวรานันต์*

ความหลากหลายระดับชนิดของพืชและการใช้ประโยชน์ในพื้นที่บริเวณรอบอาคารปฏิบัติการพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง 31

มาณี แก้วชนิด* ณัฐธยาน์ ฟาน เบม และปวีณา แก้วอุบล

ความหลากชนิดและการกระจายของโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนในแหล่งน้ำจืด อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 45

ณัฐธิดา จันทวงศ์ และสุปิยนิตย์ ไม้แพ*

การศึกษาสภาพปัญหาของผู้ใช้วีลแชร์ในจังหวัดนครศรีธรรมราช 60

นราพงศ์ ช่วยชัย* อนันตกุล อินทรผดุง ประเสริฐ วิโรจน์ชีวัน และดุษณี ศุภวรรธนะกุล

ความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรพื้นที่ต้นน้ำ คลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง 72

ศรัณญภัส รักศีล* เชิดศักดิ์ เกื้อรักษ์ และรสวันต์ อินทรศิริสวัสดิ์

การพัฒนาสูตรเจลล้างหน้าป้องกันสิวโดยใช้สารสกัดสมอไทย 87

พนิดา แสนประกอบ* และเกศศิรินทร์ แสงมณี

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลต่อความงอกและความมีชีวิตของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม 101

พงษ์นาถ นาถวรานันต์* และเสาวณี คงศรี

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการผลิตสารแอนโธไซยานินจากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนยอดของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดก 116

ฉัตรทริกา ฤทธิรงค์ สุจิรา คีรีเพ็ชร ผการัตน์ โรจน์ดวง* และสุภาวดี รามสูตร

ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารประกอบเชิงซ้อนทองแดงและอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิก 129

ดรุณี เพชรชี* อรุณรัศมิ์ วณิชชานนท์ และรัตนรุจิ พุ่มวิเศษ

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ 143

การเลี้ยงฟองน้ำทะเลสีน้ำเงิน *Xestospongia* sp. ของไทยในสภาวะธรรมชาติ เพื่อผลิตสารต้านมะเร็ง Renieramycin M

Cultivation of a Blue Thai Marine Sponge, *Xestospongia* sp., under Natural Conditions to Produce Anticancer Compound, Renieramycin M

เกียรติศักดิ์ ยกเส้ง[1] อุดมศักดิ์ ดรุมาศ[2] และพชร เพ็ชรประดับ[3*]

Kieattisak Yokseng[1], Udomsak Darumas[2] and Patchara Pedpradab[3*]

บทคัดย่อ

ฟองน้ำทะเลสีน้ำเงินของไทยชนิดหนึ่งชื่อ *Xestospongia* sp. (c.f. *Neopetrosia* sp.) สามารถผลิตสารต้านมะเร็งที่มีประสิทธิภาพสูง คือ Renieramcin M (RM) ปัจจุบันสารนี้กำลังอยู่ในขั้นตอนการศึกษาในระดับคลินิกก่อนจะพัฒนาเป็นสารต้านมะเร็งชนิดใหม่ เพื่อเตรียมสาร RM ให้เพียงพอต่อการศึกษาระดับคลินิกและความต้องการของตลาดยาในอนาคต ฟองน้ำชนิดนี้จึงถูกเลี้ยงในสภาพธรรมชาติเพื่อประเมินการผลิตสาร RM และเก็บข้อมูลการเจริญเติบโต โดยเลี้ยงบริเวณแนวชายฝั่งบริเวณจังหวัดตรังด้วยวิธีการแขวนในแนวดิ่งเป็นเวลา 10 เดือน ใช้วัสดุยึดเกาะ 3 ชนิด ประกอบด้วย เชือกพลาสติก ชิ้นซีเมนต์ และท่อโพลีไวนิลคลอไรด์ (PVC) ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าฟองน้ำสร้างสารและสะสมสาร RM สูงสุดพบในเดือนกันยายน (0.42 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมเนื้อเยื่อ) แต่ไม่พบว่ามีการผลิตสารในช่วงฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-เมษายน) และช่วงเริ่มต้นฤดูมรสุม (พฤษภาคม-กรกฎาคม) การเจริญเติบโตของฟองน้ำทะเลสีน้ำเงินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 การเจริญเติบโตสูงสุดพบในเดือนมิถุนายน จากผลการทดลองสรุปได้ว่าอุณหภูมิและความเค็มที่เปลี่ยนไปในฤดูมรสุมทำให้ฟองน้ำใช้พลังงานในการสังเคราะห์และสะสมสาร RM ในเนื้อเยื่อมากกว่าเพื่อการเจริญเติบโต

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

[1] Department of Fisheries Science, School of Agricultural Technology, Walailak University

[2] สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

[2] Department of Biology, School of Sciences, Walailak University

[3] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

[3] Department of Marine Science, Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang Campus

* Corresponding author e-mail: ppedpradab@gmail.com, patchara.p@rmutsv.ac.th

Received: 30 April 2020, Revised: 2 July 2020, Accepted: 3 July 2020

คำสำคัญ: *Xestospongia* sp. การเลี้ยงสภาพธรรมชาติ Renieramycin M การสะสม การเจริญเติบโต

Abstract

A Thai blue marine sponge, *Xestospongia* sp. (c.f. *Neopetrosia* sp.), can produce highly effective anticancer compounds; namely, Renieramycin M (RM). Currently, this compound is in clinical trials processes before developing it as a new anticancer agent. To provide sufficient RM for clinical trials and a prospective pharmaceutical market, a blue *Xestospongia* sponge was cultured under natural conditions to assess the RM production and record the growth. The sponge was cultured near the coastline of the Trang Province Sea area by the long line method for 10 months. Three substrates, i.e., a plastic rope, cement pieces, and a polyvinylchloride (PVC) pipe, respectively, were used. Results revealed that the sponge produced maximum and accumulated RM in September (0.42 µg/mg tissue), but it was not observed during summer (February-April) and the early monsoon season (May-July). The growth of a blue sponge did not exhibit any statistical difference at the 95% confidence interval. The maximum growth was observed in June. Based on the result, it can be concluded that changes in the temperature and salinity in the monsoon season cause the sponges to utilize its energy for synthesizing and accumulating RM in their tissues rather than utilizing for its growth.

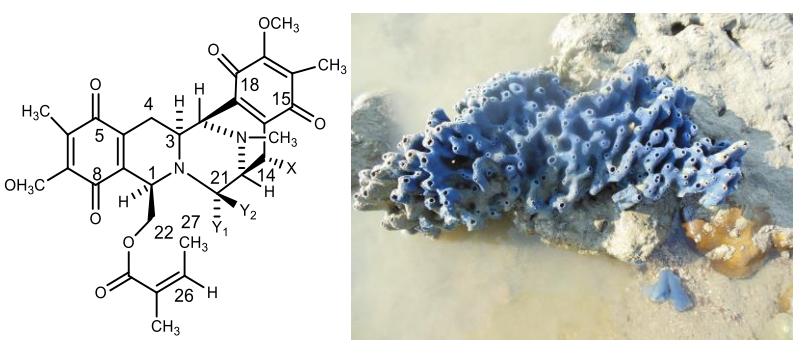
Keywords: *Xestospongia* sp., Culture, Natural condition, Renieramycin M, Accumulation, Growth

Introduction

Several anticancer agents are derived from marine sponges. A number of these molecules are being evaluated in clinical trials, but some of these molecules are present in limited quantities, e.g., cytarabine, vidarabine and discodermolide (Singh and Thakur, 2016). These drugs can produce by industrial synthesis, which is only possible after the completion of clinical trials. Moreover, the chemical synthesis strategy also must be confirmed; this process is lengthy and incurs high costs. Therefore, aquaculture is an alternative way for lead molecules production due to it is not just only facile, but also low invested method. Several experiments conducted worldwide verified that the culture of sponges by the sea-based method can be a prototype for the development of marine farming in the near future, including the culture of a sponge *Discodermia dissolute* in the Caribbean sea to produce an antitumor metabolite, discodermolide (Ruiz

et al., 2013); an anti-inflammatory compound, manoalide, from *Luffeariella veridabilis* (Epstein *et al*., 2007); *Dysidea avara* and *Chondrosia reniformis* in the Mediterranean and Indian Sea, respectively; and the mass production of *Stylissa massa* in the Indo-Pacific sea region (Osinga *et al*., 2010; Sankar *et al*., 2016).

In the Andaman Sea, a blue marine sponge, *Xestospongia* sp. *(*c.f. *Neopetrosia* sp.), (Figure 1) was found to be distributed in the west coast part of Thailand (Kieattisak *et al*., 2017). This sponge produces a group of anticancer drugs, namely renieramycins, with chemical structures and biological activities similar to the current anticancer drugs such saframycin, naphthyridomycins, quinocarcins, and ecteinascidin 743 (Daikuhara *et al*., 2009). Renieramycin M (RM) is a member of this class of compounds, which exhibits highly potent antitumor activity against several cell lines, including human colon (HCT166, DLD_1), breast cancer cells (MDA-MB-$_{436}$ and $T_{47}D$), and human lung cancer 460 at nanomolar concentrations (Halim *et al*., 2011; Pinkhien *et al*., 2016; Sirimangkalakitti *et al*., 2017; Tun *et al*., 2019). Currently, the amount of RM is insufficient for using in clinical trials and market demand.



A (1a) : X=OH, Y_1, Y_2=H_2 E (1e) : X=Y_2=H,Y_1=OH K(1k) : X=Y1=CH_2COCH_3,Y_2=H

B (1b) : X=OC_2H_5,Y_1,Y_2=H_2 F (1f) : X =OCH_3,Y_1=OH,Y_2=H M : X=Y_2=H,Y_1=CN

C (1c) : X=OH,Y_1,Y_2=O G (1g) : X=H,Y_1,Y_2=O O (1o) : X=OH,Y_1=CN, Y_2=H

D (1d) : X=OC_2H_5,Y_1,Y_2=0 J (1a) : X=Y_2=H,Y_1=CH_2COOCH_3

Figure 1 A blue marine sponge and chemical structure of Renieramycins.
Source: Suwanborirux *et al*. (2003)

Materials and Methods

1. Animal material

1.1 Identification of a sponge was done by Asst. Dr. Darumas Udomsak in following to the method described in "Systema Porifera: A Guide to the Classification of

Sponges" (Hooper and van Soest, 2002). Voucher specimen (SA200560) was preserved in 75% MeOH and deposited at the Department of Marine Science, Faculty of Sciences and Fishery Technology, Rajamangala University of Technology, Trang campus. A blue marine sponge, *Xestospongia* sp., in this study is only oxea (Figure 2D and Figure 2B). In the ectosomal layers, there are spicules covering membrane, comprising oxea bundle. Ectosomal layers are sticky when touched (Figure 2C) (Desqueyroux-Faundez and Valentine, 2002). Although, this blue marine sponge is very similar with *Neopetrosid* sponges. It contains of oxea as megascleres that are longer than 200 µm, while those of *Neopetrosid* sponges are shorter than 200 µm. This *Xestospongia* sponge differs from other *Xestospongia* species such as *X. exigua* in the Indo-Pacific, which has been recognized as *Xestospongia exigua* (Van Soest *et al*., 2005). *X. testudinaria*; *X. bergquistia* and sponges in the Caribbean, such as *X. muta*. Both *X. testudinaria* and *X. bergquistia* are volcano-shaped while the Caribbean *X. muta* is barrel shaped (Fromont, 1991). Previous specimens have not been same with the referred *Xestospongia* spp. This blue marine sponge found inhibiting on the rocks and/or dead coral substrata. Colony is massive or sub-massive with finger-liked extension of the surface lobes. The coloration is light blue, some colonies are navy blue. The oscules are numerous and mostly found on the apices of the surface lobes (Figure 2A).

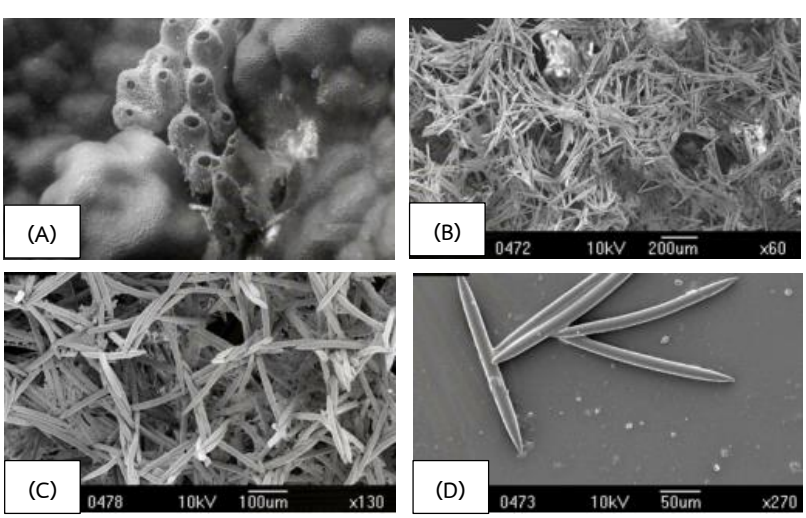


Figure 2 Morphology of *Xestospongia* sp.

Remark: (A) A Thai blue marine sponge, *Xestospongia* sp. coexisting with the hard coral, *Porites lutea*. (B) Choanosomal skeleton, showing a highly dense network of multispicular tracts. (C) Longitudinal section through the surface, showing ectosomal tangential disordered network of spicule brushes. (D) Oxeas.

1.2 Mother plant preparation

Mother plants of the *Xestospongia* sp. were collected from the Andaman Sea coastline area of Trang Province, Thailand. The specimens were preserved in a cage at a depth of 3 m for 1 month. Before use, the RM exist in mother plant was measured by high performance liquid chromatography (HPLC) (Belarbi *et al*., 2003).

1.3 Explant plant preparation

Sponge specimens with a size of 2 × 2 cm. were cut from the mother plant and then attached on substrates using a nylon rope (Duckworth and Peterson, 2013). There were 4 rows for one type of substrate, in which one row contained three attached positions; at the end of row was connected to a small weighing box as illustrated in Figure 3. The weighing box is a supporting of a rope balancing in case of strong currents and big wave attacking.

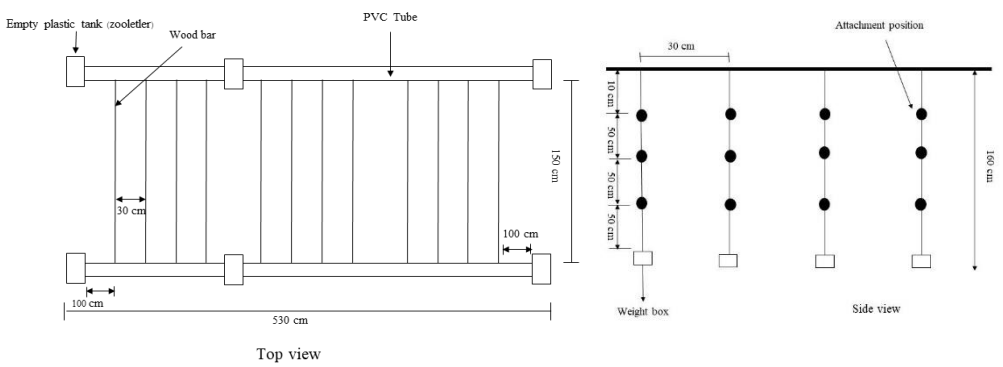


Figure 3 Scheme of the culture system.

2. Cultivation method

The long line method was employed in this experiment. Three substrates, such as polyvinyl chloride (PVC) pipe, cement pieces, and plastic ropes, respectively, were used. The cultivation cage was constructed using PVC pipes with a diameter of 15 cm, and 200-L empty plastic tanks were used as buoyancy support (Figure 3).

3. Environmental factor determination

Environmental factors such as salinity, temperature, dissolved oxygen (DO), pH, transparency, and dissolved silicate were determined each month. Salinity, DO, pH, and temperature were measured using a multi-probe instrument (YSI 556MPS, California, USA); transparency was determined by Secchi disc; and dissolved silicate was analyzed by the method described in the APHA 23rd edition.

4. Growth determination

Growth was assessed each month by direct dimensional measurements, which all of those values were calculated as the average size (Duckworth and Peterson, 2013).

5. RM analysis

RM was extracted according to a method reported by Suwanborirux *et al*. (2003). Briefly, a specimen was cut into fine pieces and accurately weighed to the nearest 150 mg. A sample was macerated with 10 mM potassium cyanide in a phosphate buffer solution (6.00 ml, pH 7.0) for 5 h before extraction using 24 ml of methanol. After centrifugation, the liquid methanol was partitioned using ethyl acetate, followed by drying under vacuum to obtain a solid extract. A milligram of extract was dissolved in 1 ml of methanol for subjecting to HPLC (Dionex Ultimate 3000, Munich, Germany). HPLC was performed under the following conditions: a C18 reverse-phase column at 25°C using a mixture of methanol and water (7:3, v/v) as the mobile phase at a flow rate of 1 ml/min with a photodiode array detector. The RM concentration was calculated by the Chromeleon software (version 6.8 SR_7) compared to a standard.

6. Cytotoxic assay

Cytotoxicity against African green monkey kidney (Vero cell, ATCCCCL-81) of sponge extracts was determined by the green fluorescent protein (GFP) method as described in our previous study (Kieatisak *et al*., 2017).

7. Statistical analysis

The completely randomized design (CRD) was employed to perform experiments comprising three treatments (type of substrate), and each treatment was conducted in triplicate. Mean values were compared by the Mann-Whitney U test. All statistical values were calculated by SPSS software (version 6).

Results

The growth of a blue sponge varies according to the type of substrate and season (Figure 4), furthermore the observation of growth of sponges on cement pieces is interesting. However, statistical analysis revealed that the growth do not differ in all substrates at 95% confident interval (Table 1). The blue sponge attached on cement and a PVC pipe exhibited growth throughout the experiment period (Figure 3), but the sponge attached on plastic ropes was pulled by the water current. The plastic ropes were greasy when tied together with the sponge; therefore, it slips away by the strong water current. The growth of the blue sponge varied according to the season: The blue

sponge grew well in summer (February-April), but its growth decreased in the late monsoon season (May-October). Environmental parameters such as water quality (Table 2) measured during the experimental period revealed that three key parameters widely fluctuate, including salinity (29.00-31.00 ppt), water temperature (29.50-31.50°C), and pH (7.54-9.37), respectively.

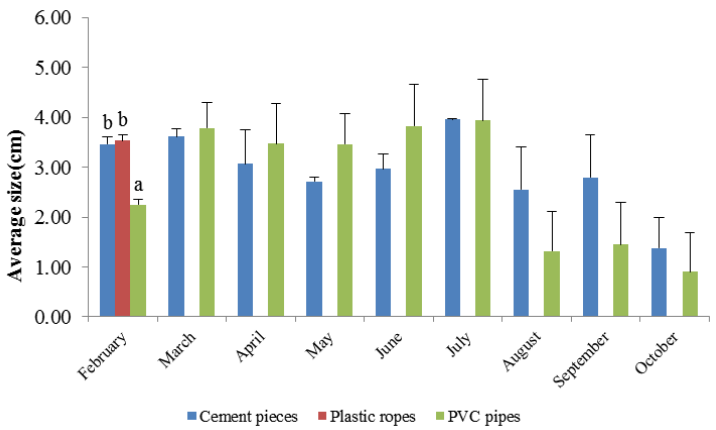


Figure 4 Growth of a blue sponges on three different subtrates.
Remark: Specimens attached on plastic ropes were lost.

Table 1 Statistical analysis of growth of a blue sponge

Growth	n	Mean Rank	Mann-Whitney U test	*p*-value
Cement pieces	9	9.72	38.5	0.86
PVC pipes	9	9.28		
Total	18			

Remark: Specimens attached on plastic ropes were lost.

Twenty milligrams of blue sponge specimens was collected each month, and after extraction, the crude extract was subjected to HPLC analysis for analyzing the RM consistency. HPLC chromatograms (Figure 5) revealed that RM peaks are observed at a retention time (Rt) of 22.5 min; the same value also was observed for the crude extract of the sponge collected in August–November. RM accumulated in the tissue of the blue sponge determined by HPLC revealed that the sponge does not synthesize RM during summer (February-April) and the start of the monsoon season (May-July), but it was synthesized and accumulated in the sponge's tissue in the late monsoon season, as shown by the values in Table 3. Cytotoxicity analysis against Vero cells of the total extract from a blue sponge revealed a moderately value IC_{50} at 10 µg/ml.

Discussion

Based on the experiment, the blue sponge exhibited high biomass production in March and July, while it decreased during August-October; however, a certain pattern was not observed (Figure 4). The structure of sponge contains the pores which are connected all over the body to form water circulating cannels; the outside suspended food and other materials are carried through the body by water current. Therefore, the growth of the sponge is generally related to the surrounding water quality (Schiefenhövel and Kunzman, 2012). Water quality pattern of this study accorded to season variation as illustrate in figure. Dissolved oxygen in seawater reduces the toxicity of some chemical components that are deposited in an aquiferous system and controls the energy budget (Thomassen and Riisgard, 1995). Oxygen consumption of marine sponges varies according to their species; nonetheless, it is in the general range of 0.2-25 $\mu molO_2h^{-1}/cm^3$; below this range, the growth rate decreases (Belarbi *et al*., 2003). However, previous data describing the oxygen consumption in a blue *Xestospongia* sponge are not available. In general, the average DO value of seawater is ~5mg/ml at 30 °C (Duckworth and Peterson, 2013). This value revealed that there is no critical value. According to this experiment, oxygen concentration values for the culture area were in the range of 6.58-8.78 at a temperature range of 29.4-31.52°C, which was greater than the saturation point of standard sea water (Figure 6 and Table 2). Temperature is a key parameter for sponge growth, because it has important functions in the metabolic process in marine sponges by controlling the production of free amino acid and ions. Changes in the water temperature (Figure 6) in the culture area were caused by two factors: seasonal variation and water currents; however, it fluctuated in a narrow range (29.4-31.50°C), which corresponded to the tolerance values for a *Xestospongia* sponge. The highest growth (average size of 3.96 cm) was recorded in July at 29.40°C because a sponge grows well at temperatures slightly less than the ambient temperature (29-34°C), while it grows to a lesser extent when the temperature increases; this result is also according to that found in a sponge, *Mycale hentscheli* (Carballo *et al*., 2010). However, effect of temperature to growth of sponges is still rear report found, furthermore it vary in species. Generally, growth of sponge involve regeneration rate, wound healing and pumping rate of ostia (Osinga *et al*., 1999). Silica is used to synthesize spicules in marine sponges, particularly *Xestospongia* sponge (order Haplosclerida), which contains 62.3% siliceous spicules (Osinga *et al*., 1999).

Table 2 Environmental parameters in the sponge culture area.

Parameters	February	March	April	May	June	July	August	September
pH	8.24±0.27^{ab}	9.03±0.56^{b}	7.65±0.01^{a}	7.38±0.25^{a}	7.71±0.10^{a}	7.50±0.30^{a}	7.49±0.10^{a}	8.59±0.39^{b}
Transparency (m)	2.60±0.10^{b}	1.20±0.10^{a}	1.54±0.04^{c}	0.84±0.04^{c}	0.90±0.00^{d}	0.95±0.05^{de}	1.34±0.04^{de}	1.45±0.05^{cd}
Dissolved oxygen (mg/l)	7.54±0.29^{b}	6.76±0.18^{a}	8.29±0.15^{c}	8.48±0.06^{cd}	8.98±0.03^{e}	8.87±0.11^{de}	8.79±0.03^{de}	7.22±0.08^{b}
Silicate (mg/l)	0.64±0.08^{abc}	0.58±0.02^{abc}	0.41±0.12^{ab}	0.36±0.02^{a}	0.47±0.04^{ab}	0.76±0.11^{c}	0.65±0.22^{bc}	0.67±0.02^{bc}
Salinity (ppt)	31.11±0.84^{ab}	32.00±1.00^{b}	31.50±0.50^{ab}	30.50±0.50^{ab}	31.70±0.70^{b}	29.50±0.50^{a}	31.50±0.50^{ab}	31.00±1.00^{ab}
Temperature (°C)	31.50±0.26^{bc}	30.60±0.10^{ab}	31.00±0.50^{bc}	31.30±0.10^{bc}	31.80±0.50^{c}	29.60±0.20^{a}	31.60±0.30^{bc}	30.70±0.70^{b}

Remark: Mean values with the same superscripts are not significantly different ($p < 0.05$).

Different superscripts like ^{a,b,c,d,e} are depicted for significant different at $p < 0.05$ based on turkey test.

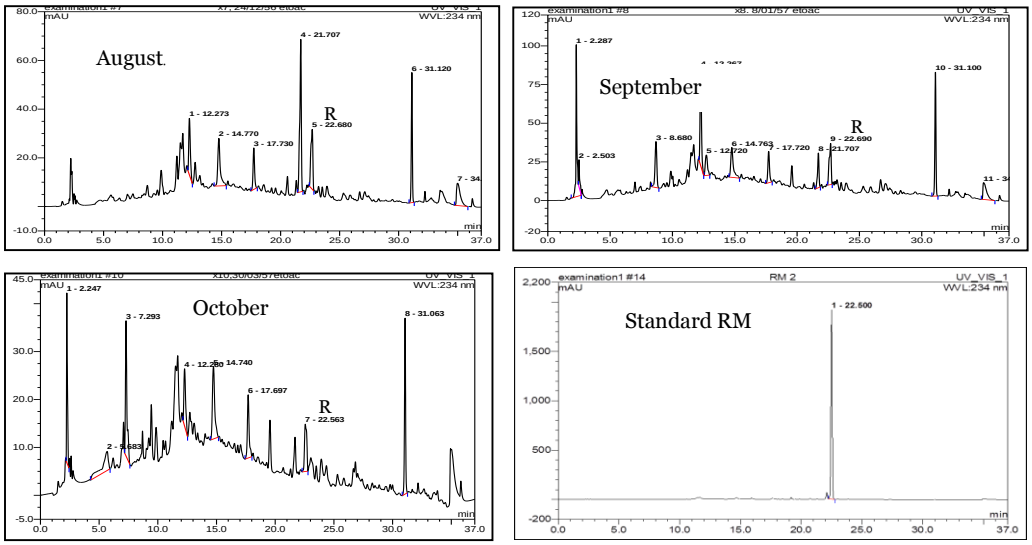


Figure 5 HPLC chromatogram showing RM consistency in sponge's specimens.

Table 3 RM accumulation in a blue sponge's tissue during cultivation peroid.

Months	RM concentration (µg/g tissue)
February	0.00±0.00[a]
March	0.00±0.00[a]
April	0.00±0.00[a]
May	0.00±0.00[a]
June	0.00±0.00[a]
July	0.00±0.00[a]
August	0.39±0.06[cd]
September	0.42±0.18[d]
October	0.22±0.11[bc]
November	0.15±0.05[ab]

Remark: Mean values with the same superscripts are not significantly different ($p < 0.05$). Different superscripts like [a,b,c,d] are depicted for significant different at $p < 0.05$ based on turkey test.

Spicule generation occurs under high concentrations of dissolved silica, leading to a high growth rate; on the other hand, the growth of sponge was interrupted under low concentrations of dissolved silica as reported for *Halichondria panacea* (Frøhlich and Barthel, 1997).

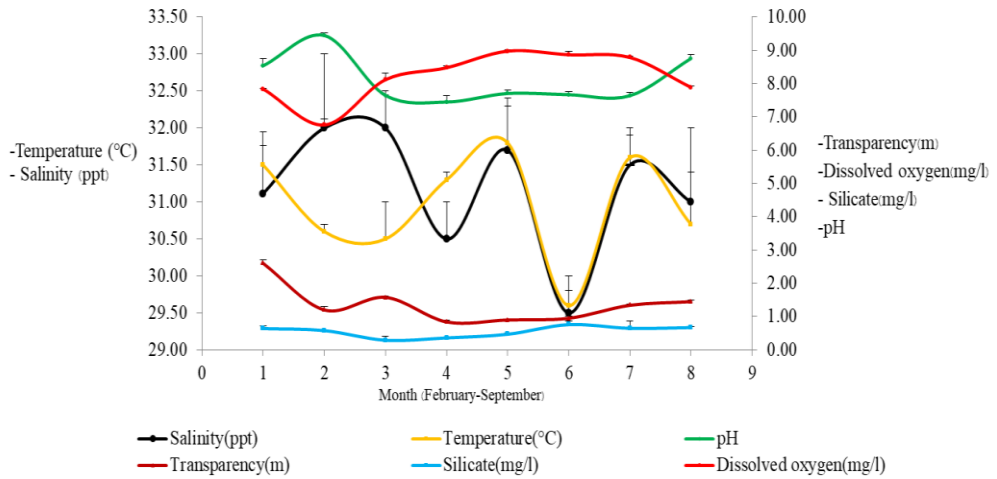


Figure 6 Water qualities pattern in the cultural area.

In this experiment, the concentration of silica in seawater was in the range of that in normal seawater; thus, it is not a limiting factor for sponge growth. Salinity relates to osmoregulation system, they can grow at salinity around 26-46 ppt. varying in species (Osinga *et al*., 2010). Transparency involve organic particle in sea water that deposit in water current cannel cause toxic and interrupt water flow in a sponge (Osinga *et al*., 2010).

A blue *Xestospongia* sponge produced RM and other derivatives of anticancer metabolites during the monsoon season (August-October) (Table 2); the maximum RM synthesized and accumulated in the sponge's tissue was observed in October (Figure 8). This phenomenon can be explained by environmental stress. During the monsoon season, the cultivation area was affected by the flow of the river from the mainland, leading to seawater dilution; in addition, physicochemical factors such as pH, salinity, and water temperature were changed. The fluctuation in temperature and salinity during the monsoon season (Figure 6) resulted in stressful conditions for the blue sponge; hence, it produces secondary metabolites that accumulate in its tissue, while its growth performance decreases due to the balanced energy budget. A stress-induced defensive system via growth metabolism incorporates the energy budget, and sponges demand extremely high amounts of energy (133%) for growth, as opposed to the increase in biomass reported for *H. panacea* (Thomassen and Riisgard, 1995).

The moderately IC_{50} value (10 µg/ml) implied the high potential of renieramycins to apply for a new anticancer agent. As the previously noted, RM inhibited several cancer cell lines in concentrations of nanomolar (nM) levels, for example HCT116, QG56, NCI-H460 and DLD cells at IC_{50} 7.9, 19.0, 5.9 and 9.6 nM, respectively (Suwanborirux *et al*., 2003). Those of IC_{50} values revealed that RM inhibit the broad cancer cells, but do not inhibit normal cell lines. In this work, we do not isolate a pure RM for examine anticancer. In total extract contained several minor derivatives and contaminated metabolites (Figure 5) that will be interfered the measurement. This phenomenon was the same case as found in halichondrin B, an anticancer metabolite, which was synthesized *by Lissodendoryx* sp. (Sipkema *et al*., 2005).

Conclusions

A blue Thai marine sponge, *Xestospongia* sp., can be cultivated under natural conditions to increase biomass and produce an anticancer metabolite, RM, as well as other derivatives, as an alternative method. The blue sponge was cultured in the Trang coastline by the vertical long line method using three substrates, including cement, a plastic rope, and PVC pipe, respectively. Results suggested that the growth of a blue sponge varies according to season, albeit with no certain pattern. The growth fluctuated in a short range in summer and the start of the monsoon season (February-July), and then it suddenly decreased in the middle of the monsoon season (August-November), indicating that the water quality in the culture area changes, particularly salinity, DO, and dissolved silicate. Based on sponge's plants observation, we suggest that cement piece should be a suitable substrate for this blue sponge. On the cement substrate, the form of growth of sponge showed plump shape and gave brilliant blue color indicated the healthy condition as observed in original habitat. The maximum amount of RM was synthesized in the monsoon season in October when the growth decreased. The potential of RM synthesis was affected by stress induction and energy budget processes.

Acknowledgements

This work supported by RMUTSV annual year project and Scholarship provided by Walailak University Fund (Contract no. 17/2557, 05/2560) to Yokseng, K. Authors would like to thank all of those research funds.

References

Belarbi, E.H., Dominguez, M.R., Garcia, M.C.C., Gomez, A.C., Camacho, F.G. and Grima, E.M. (2003). Cultivation of explants of the marine sponge *Crambe crambe* in closed systems. *Biomolecular Engineering*, 20(4-6), 333-337.

Carballo, J.L., Yanez, B., Zubia, E., Ortega, M.J. and Vega, C. (2010). Culture of explants from the sponge *Mycale cecilia* to obtain bioactive mycalazal-type metabolites. *Marine Biotechnology*, 12(5), 516-525.

Daikuhara, N., Tada, Y., Yamaki, S., Charupant, K., Amnuoypol, S., Suwanborirux, K. and Saito, N. (2009). Chemistry of renieramycins. Part 7: Renieramycins T and U, novel renieramycin-ecteinascidin hybrid marine natural products from Thai sponge *Xestospongia* sp. *Tetrahedron Letters*, 50(29), 4276-4278.

Desqueyroux-Faúndez, R. and Valentine, C. (2002). Family Niphatidae Van Soest, 1980. In Hooper, J.N.A. and Van Soest, R.W.M. (Eds.). *Systema Porifera: A guide to the classification of sponges,* pp. 874-890. New York: Boston.

Duckworth, A.R. and Peterson, B.J. (2013). Effects of seawater temperature and pH on the boring rates of the sponge *Cliona celata* in scallop shells. *Marine Biology*, 160, 27-35.

Epstein, J.N., Casey, B.J., Tonev, S.T., Davidson, M.C., Reiss, A.L., Garrett, A., Hinshaw, S.P., Greenhill, L. L., Glover, G., Shafritz, K.M., Vitolo, A., Kotler, L.A., Jarrett, M.A. and Spicer, J. (2007). ADHD- and medication-related brain activation effects in concordantly affected parent-child dyads with ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48(9), 889-913.

Frøhlich, H. and Barthel, D. (1997). Silica uptake of the marine sponge *Halichondria panicea* in Kiel Bight. *Marine Biology*, 128, 115-125.

Fromont, J. (1991). Descriptions of species of the Petrosida (Porifera: Demospongiae) in the tropical waters of the Great Barrier Reef. Beagle records north. *The Beagle Records of the Northern in Territory Museum of Arts and Science*, 8, 73-96.

Halim, R., Gladman, B., Danquah, M.K. and Webley, P.A. (2011). Oil extraction from microalgae for biodiesel production. *Bioresource Technology*, 102(1), 178-185.

Hooper, J.N.A. and Van Soest, R.W.M. (2002). *Systema Porifera: a guide to the classification of sponges*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

Kieattisak, Y., Udomsak, D., Wattana, W. and Patchara, P. (2017). Cultivation of a blue marine sponge, *Xestospongia* sp. (c.f. *Neopretrosia* sp.) in hatchery as an ornamental species. *Agricultural Research & Technology Open Access Journal*, 12(2), 001-004.

Osinga, R., Sidri, M., Cerig, E., Gokalp, S.Z. and Gokalp, M. (2010). Sponge aquaculturetrials in the east-mediterranean sea: new approaches to earlier ideas. *The Open Marine Biology Journal*, 4, 74-81.

Osinga, R., Tramper, J. and Wijffels, R.H. (1999). Cultivation of Marine Sponges. *Marine Biotechnology*, 1(6), 509-532.

Pinkhien, T., Maiuthed, A., Chamni, S., Suwanborirux, K., Saito, N., and Chanvorachote, P. (2016). Bishydroquinone Renieramycin M induces apoptosis of human lung cancer cells through a mitochondria-dependent pathway. *Anticancer Research*, 36(12), 6327-6333.

Ruiz, M.F., Sarno, F., Zorrilla, S., Rivas, G. and Sánchez, L. (2013). Biochemical and functional analysis of *Drosophila-sciara* chimeric sex-lethal proteins. *Plos One*, 8(6), 1-13.

Sankar, R.K, Chadha, N.K., Damroy, S., Banerjee, P., Saharan, N. and Krishnan, P. (2016). Growth and survival of marine sponges, *Stylissa massa* (Carter, 1887) *and Liosina paradoxa* (Thiele, 1889) in sea and land based culture systems. *Indian Journal of Fisheries*, 63(4), 55-60.

Schiefenhovel, K. and Kunzmann, A. (2012). Sponge farming trials: Survival, attachment, and growth of two Indo-Pacific sponges, *Xestospongia* sp. and *Stylissa massa*. *Journal of Marine Biology*, 11(1), 1-11.

Singh, A. and Thakur, N.L. (2016). Influence of spatial competitor on the growth and regeneration of the marine sponge *Cinachyrella* cf. *cavernosa* (Porifera, Demospongiae). *Hydrobiologia*, 768, 111-123.

Sipkema, D., Franssen, M.C.R., Osinga, R., Tramper, J. and Wijffels, R.H. (2005). Marine Sponges as Pharmacy. *Marine Biotechnology*, 7(3), 142-162.

Sirimangkalakitti, N., Chamni, S., Suwanborirux, K. and Chanvorachote, P. (2017). Renieramycin M attenuates cancer stem cell-like phenotypes in H460 lung cancer cells. *Anticancer Research*, 37(2), 615-621.

Suwanborirux, K., Amnuoypol, S., Plubrukarn, A., Pummangura, S., Kubo, A., Tanaka, C. and Saito, A. (2003). Chemistry of renieramycins part 3, isolation and structure of stabilized renieramycins type derivative possessing antitumor activity from Thai sponge *Xestospongia* species pretreat with potassium cyanide. *Journal of Natural Products*, 66(11), 1441-1446.

Tomassen, H. and Riisgard, H.U. (1995). Growth and energetics of the sponge *Halichondria panacea*. *Marine Ecology Progress Series*, 128(1-3), 239-246.

Tun, W.M., Yap, C.H., Saw, S.N., James, J.L. and Clark, A.R. (2019). Differences in placental capillary shear stress in fetal growth restriction may affect endothelial cell function and vascular network formation. *Scientific Reports*, doi: https://doi.org/10.1038/s41598-019-46151-6.

Van Soest, R.W.M., Boury-Esnault, N., Janussen, D. and Hooper, J. (2005). World Porifera Database. Retrieved 25 June 2020, from: http://www.vliz.be/vmdcdata/ porifera.

อิทธิพลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณธาตุอาหารในดิน ปริมาณธาตุอาหารในใบ และการติดผลของส้มโอพันธุ์ทองดี

Effect of Nitrogen Fertilizer on Soil Nutrient Concentration, Plant Nutrient Concentration and Fruit Setting in Pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) cv. Thong Dee

พงษ์นาถ นาถวรานันต์[1*]

Pongnart Nartvaranant[1*]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบปริมาณสัดส่วนการให้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณธาตุอาหารในดิน ธาตุอาหารในใบ และการติดผลของส้มโอ (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) พันธุ์ทองดี วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ ได้แก่ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีเปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจน 100 %N (control) 75 %N 50 %N และ 125 %N โดยแบ่งการให้ปุ๋ยเป็นจำนวน 3 ครั้งและให้ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) ในรูปของซูเปอร์ฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) ในรูปของโพแทสเซียมคลอไรด์ตามรูปแบบของเกษตรกร ดำเนินการทดลองที่สวนส้มโอ อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ผลการวิจัยพบว่าการใช้ปุ๋ยที่มี %N แตกต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดิน ($p > 0.05$) การใช้ปุ๋ยที่มี 75 %N และ 50%N มีผลให้มีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนในใบสูงที่สุดในช่วง 1 เดือน ก่อนการเก็บเกี่ยว ($p < 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม สำหรับคุณภาพของผลผลิตและการติดผลพบว่าการใช้ปุ๋ยที่มี 50 %N มีผลให้ส้มโอมีอัตราส่วน TSS:TA สูงที่สุดคือ 27.81 รองลงมาได้แก่ 75 %N (23.96) 100 %N (19.14) และ 125 %N (15.22) ตามลำดับ แต่ไม่มีผลต่อขนาดผล น้ำหนักผล ค่า TSS และ TA สำหรับเปอร์เซ็นต์การติดผลพบว่า การใช้ปุ๋ยที่มี 50 %N และ 75 %N ให้เปอร์เซ็นต์การติดผลสูงที่สุดคือ 55 และ 51% รองลงมาได้แก่ การใช้ปุ๋ย 100 %N และ 125 %N คือ 25% และ 19% ตามลำดับ ดังนั้นจากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีปริมาณธาตุไนโตรเจน 50 %N จาก

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

[*] Corresponding author e-mail: pongnart@yahoo.com, pongnart@webmail.npru.ac.th

Received: 18 June 2020, Revised: 13 July 2020, Accepted: 20 July 2020

ปริมาณธาตุไนโตรเจนปกติที่เกษตรกรใช้นั้นเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของส้มโอพันธุ์ทองดี

คำสำคัญ: ปุ๋ยไนโตรเจน ปริมาณธาตุอาหารในดิน ปริมาณธาตุอาหารในใบ ส้มโอ

Abstract

The research objective was to study the effect of different proportions of nitrogen fertilizer application on soil nutrient concentration, plant nutrient concentration and fruit set in pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) cv.Thong Dee. The experiment was laid out in a Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments and 5 replications. Treatments consisted of N applied at 100, 75, 50, 125 %N. Basal dose of phosphorus (P_2O_5) as single super phosphate and potassium (K_2O) as potassium chloride (KCl) were given to all plants. The N fertilizer treatments were applied in three equal doses to the pummelo trees by soil application. The experiment was conducted at pummelo orchards in Nakhon Prathom province. The results showed that nitrogen fertilizer with different percentage of nitrogen had no effect on soil nitrogen, phosphorus and potassium concentrations ($p > 0.05$) but there were significant difference in leaf nutrient concentration. 75 and 50 %N gave the highest leaf N concentration during 1 month before harvest ($p < 0.05$) but it had no effect on leaf phosphorus and potassium concentration. For fruit quality and fruit setting, 50 %N gave the highest TSS:TA ratio (27.81) following by 75 %N (23.96), 100 %N (19.14) and 125 %N (15.22) respectively. While, there were no effect on fruit sizes, fruit weights, TSS and TA. Moreover, for percentage of fruit setting, 50 %N and 75 %N gave the highest percentage of fruit setting at 55 and 51%, followed by 100 %N (25%) and 125 %N (19%) respectively. Therefore, it was concluded that nitrogen fertilizer contained 50% N, which used by the farmer, was suitable for plant growth and fruit setting in pummelo cv. Thong Dee.

Keywords: Nitrogen fertilizer, Soil nutrient concentration, Plant nutrient concentration, Pummelo

บทนำ

ส้มโอจัดเป็นไม้ผลที่มีศักยภาพในการส่งออก เป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ ในกระบวนการผลิตจะมีการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นปริมาณมากตามระยะการเจริญเติบโต แต่การใช้ปุ๋ยเคมีนั้นเป็นการใช้โดยอาศัยความเคยชินของเกษตรกรเป็นผลให้มีการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณที่มากเกินความต้องการของพืช ทำให้เกิดการตกค้างของปุ๋ยเคมีและอาจก่อให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารในดิน ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการผลิตส้มโอให้มีปริมาณและคุณภาพตามต้องการ การเพาะปลูกส้มโอที่เน้นการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตส่วนใหญ่เป็นการใช้เกินความต้องการของพืช จึงเกิดการตกค้างของปุ๋ยเคมีเหล่านี้ในดิน ดังนั้นเมื่อมีการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นระยะเวลานานอาจมีผลกระทบต่อสภาพดินที่เพาะปลูกพืช ทำให้ดินมีสภาพเสื่อมโทรมลงทั้งด้านกายภาพและทางเคมี เช่น ความพรุนของดินลดลง สภาพความเป็นกรด-ด่างของดินไม่เหมาะสม เป็นต้น (ยงยุทธ, 2552) ดินมีความอุดมสมบูรณ์ลดลง เป็นผลให้ผลผลิตทางการเกษตรมีปริมาณลดลง ทั้งนี้การศึกษาในสับปะรดพบว่าการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสูงกว่า 150 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ เป็นผลให้ผลผลิตสับปะรดลดลง (Omotoso and Akinrinde, 2013) เช่นเดียวกับการรายงานของ Aminifard *et al*. (2012) ที่ศึกษาในพริกไทยโดยให้ปุ๋ยไนโตรเจน 0 50 100 และ 200 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ พบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจน 50 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ มีผลให้พริกไทยมีการเจริญเติบโตด้านลำต้น ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตสูงที่สุด จะเห็นว่าการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่ไม่เหมาะสมเป็นผลให้ดินเสื่อมสภาพ ผลผลิตลดลง จึงเป็นสาเหตุให้เกษตรกรต้องมีการใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มมากขึ้นทุกปีเพื่อให้ได้ผลผลิตในปริมาณเท่าเดิม เป็นการสูญเสียเงินเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะปุ๋ยเคมีไนโตรเจนซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักที่พืชทั่วไปรวมทั้งส้มโอต้องการในปริมาณมากและในระดับที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีปริมาณและคุณภาพที่ดี ซึ่งการใช้ปุ๋ยเคมีของเกษตรกรชาวสวนส้มโออาจมีการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีอัตราส่วนของไนโตรเจนมากเกินความต้องการของต้นส้มโอ เป็นผลให้เกิดการตกค้างของไนโตรเจนในดินหรือส่วนเหลือจากการนำไปใช้ประโยชน์ของพืชถูกชะล้างออกไปจากพื้นที่อย่างเปล่าประโยชน์ เกิดการตกค้างในสภาพแวดล้อม ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อปริมาณธาตุอาหารในดิน ปริมาณธาตุอาหารในใบ และผลผลิตของส้มโอพันธุ์ทองดี

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาถึงผลกระทบของการใช้ปุ๋ยเคมีที่ให้ธาตุไนโตรเจนในปริมาณที่แตกต่างกันต่อปริมาณธาตุอาหารในดินและใบโดยทำการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในระดับที่แตกต่างกัน จำนวน 4 ทรีทเมนต์ คือ

ทรีทเมนต์ 1 ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ทั่วไปในการปลูกส้มโอ (100 %N)

ทรีทเมนต์ 2 ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 75 %N

ทรีทเมนต์ 3 ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 50 %N

ทรีทเมนต์ 4 ปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ระดับ 125 %N

ทั้งนี้ปุ๋ย 100 %N คือ สัดส่วนของธาตุไนโตรเจนที่มีอยู่ในปุ๋ยที่เกษตรกรใช้ตลอดช่วงฤดูกาลผลิตส้มโอ

การดำเนินการทดลองจะแบ่งการให้ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนกับต้นส้มโอเป็นระยะจำนวน 3 ครั้ง ได้แก่ ช่วงภายหลังการตัดแต่งกิ่ง ช่วงก่อนการออกดอก และช่วงระยะประมาณ 2 เดือนหลังการติดผล (ประมาณเดือนมีนาคม) อย่างไรก็ตามมีการให้ปุ๋ยโพแทสเซียมสูงอีกครั้งช่วงก่อนเก็บเกี่ยวประมาณ 1 เดือน (ประมาณเดือนมิถุนายน) ทั้งนี้จะให้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปของยูเรีย ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P_2O_5) ในรูปของซูเปอร์ฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทสเซียม (K_2O) ในรูปของโพแทสเซียมคลอไรด์ โดยการนำแม่ปุ๋ยมาผสมให้ได้สัดส่วนของธาตุไนโตรเจนตามต้องการ สำหรับธาตุฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมจะผสมให้ได้ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในสัดส่วนเดียวกันกับการปฏิบัติของเกษตรกร ดำเนินการหว่านปุ๋ยรอบทรงพุ่มต้นส้มโอตามปริมาณของเกษตรกรประมาณ 500 กรัมต่อต้นต่อครั้ง

1. วิธีการเก็บตัวอย่างดินและใบส้มโอ

1.1 คัดเลือกส้มโอพันธุ์ทองดีอายุประมาณ 6 ปี จากสวนส้มโอ ตำบลดอนแฝก อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ที่มีขนาดทรงพุ่มใกล้เคียงกันจำนวน 20 ต้นจากนั้นทำการสุ่มเลือกช่อใบส้มโอที่แตกออกมาใหม่ในรุ่นเดียวกัน จำนวนมากพอที่จะเก็บตัวอย่างได้ตลอดปี โดยเริ่มการทดลองในช่วงเดือนตุลาคม เป็นการศึกษากับส้มโอในช่วงฤดูกาล

1.2 วางแผนการเก็บตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างใบทุก 2 เดือน โดยเก็บตัวอย่างใบในตำแหน่งที่ 3 4 และ 5 นับจากปลายยอด จำนวน 4 กิ่งยอด โดยสุ่มเก็บรอบทรงพุ่ม บริเวณกึ่งกลางลำต้น โดยเริ่มเก็บเมื่อใบส้มโอมีอายุ 1 เดือน นำใบมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่างต่อต้น เพื่อนำไปทดสอบปริมาณธาตุอาหาร รวมตัวอย่างใบ 5 ตัวอย่างต่อทรีทเมนต์ต่อเดือน

1.3 นำตัวอย่างใบที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมตามวิธีของกลุ่มงานวิจัยเคมีดิน (2544) โดยส่งตัวอย่างวิเคราะห์ที่หน่วยวิจัยวิเคราะห์ดิน พืช และวัสดุทางการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

1.4 เก็บตัวอย่างดินบริเวณรอบ ๆ ทรงพุ่มของต้นส้มโอที่เก็บตัวอย่างใบ ต้นละ 2 จุด ที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร แล้วนำตัวอย่างจากทั้ง 2 จุดของต้นส้มโอแต่ละต้นมารวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง (composite sample) เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่า pH EC available N available P extractable K (กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน, 2544) จะทำการวิเคราะห์ทุก 2 เดือนเหมือนกับการวิเคราะห์ใบพืช รวมจำนวนตัวอย่างดินทั้ง 2 ระดับความลึกจำนวน 10 ตัวอย่างต่อทรีทเมนต์ต่อเดือน

2. การวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตและคุณภาพของผลส้มโอ

2.1 นับจำนวนผลส้มโอในระยะพร้อมเก็บเกี่ยวในแต่ละต้นที่ได้รับระดับของไนโตรเจนที่แตกต่างกัน

2.2 สุ่มเก็บผลส้มโอจำนวน 5 ผลต่อต้น เพื่อวัดคุณภาพของผลคือ น้ำหนักผล เส้นรอบวงของผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (total soluble solid, TSS) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (titratable acidity, TA) อัตราส่วนระหว่าง TSS:TA

3. การวัดการเจริญเติบโตทางกิ่งใบ

วัดการเจริญเติบโตทางกิ่งใบของต้นส้มโอ ได้แก่ ความยาวยอด ความกว้างใบ และความยาวใบ

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randomized design) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT (Duncan's new multiple range test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิจัย

จากการให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่แตกต่างกัน พบว่าค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของดินต้นส้มโอระดับความลึก 15 เซนติเมตร ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนที่ 75 และ 50 %N มีแนวโน้มที่จะทำให้ค่า pH ของดินสูงกว่าการใช้ปุ๋ย 100 และ 125 %N โดยเฉพาะในเดือนมิถุนายนมีระดับ pH 6.41 5.90 5.37 และ 5.34 สำหรับ 50 %N 75 %N 125 %N และ 100 %N ตามลำดับ และเดือนกรกฎาคม มีระดับ pH 6.52 6.29 5.50 และ 5.64 สำหรับ 50 %N 75 %N 125 %N และ 100 %N (ตารางที่ 1) สำหรับค่าการนำไฟฟ้าของดินพบว่า การให้ปุ๋ยที่มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนแตกต่างกันไม่มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าของดิน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 1 ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อความเป็นกรดด่างของดินสวนส้มโอที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร

กรรมวิธี	ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)				
	ม.ค. 60	มี.ค. 60	พ.ค. 60	มิ.ย. 60	ก.ค. 60
100 %N	5.39	4.70	5.06	5.34	5.64
75 %N	5.19	5.34	5.16	5.90	6.29
50 %N	5.99	5.95	5.76	6.41	6.52
125 %N	5.81	5.44	5.26	5.37	5.50

ตารางที่ 2 ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อค่าการนำไฟฟ้าในดินสวนส้มโอที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร

กรรมวิธี	ค่าการนำไฟฟ้า (µs)				
	ม.ค. 60	มี.ค. 60	พ.ค. 60	มิ.ย. 60	ก.ค. 60
100 %N	376	733	845	386	166
75 %N	367	718	584	282	206
50 %N	310	831	780	349	187
125 %N	321	702	731	368	164

สำหรับผลของการให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่มี %N แตกต่างกันต่อปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของปริมาณ N ในดิน โดยอยู่ในช่วง 0.13-0.20 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) สำหรับปริมาณ P ในดิน พบว่า การให้ปุ๋ยที่มี %N ที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณ P ในดิน โดยมีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 0.20-0.24 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4) สำหรับปริมาณ K ในดินพบว่าการให้ปุ๋ยที่มี %N ที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณ K ในดินที่ระดับความลึก 15 เซนติเมตร โดยปริมาณ K อยู่ในช่วง 0.025-0.034 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 3 ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณไนโตรเจนของดิน (%N) สวนส้มโอระดับความลึก 15 เซนติเมตร

กรรมวิธี	ปริมาณไนโตรเจนของดิน (%N)				
	ม.ค. 60	มี.ค. 60	พ.ค. 60	มิ.ย. 60	ก.ค. 60
100 %N	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14
75 %N	0.16	0.16	0.18	0.18	0.17
50 %N	0.16	0.16	0.19	0.18	0.16
125 %N	0.18	0.18	0.20	0.16	0.17
F-test	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4 ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (%P) สวนส้มโอระดับความลึก 15 เซนติเมตร

กรรมวิธี	ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (%P)				
	ม.ค. 60	มี.ค. 60	พ.ค. 60	มิ.ย. 60	ก.ค. 60
100 %N	0.21	0.22	0.21	0.22	0.22
75 %N	0.22	0.21	0.23	0.25	0.21
50 %N	0.22	0.24	0.22	0.20	0.22
125 %N	0.22	0.22	0.21	0.23	0.22
F-test	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

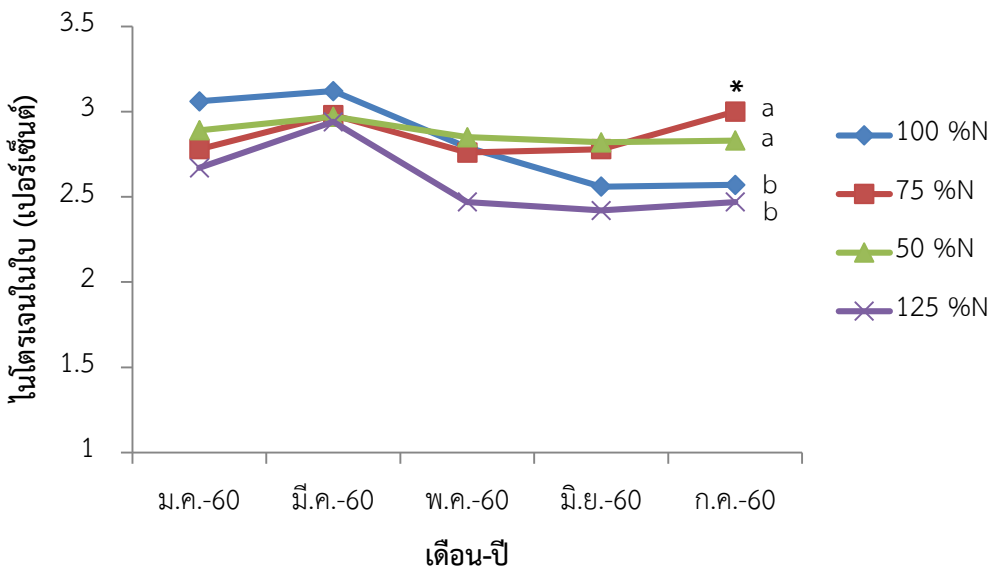
ตารางที่ 5 ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณโพแทสเซียมในดิน (%K) สวนส้มโอระดับความลึก 15 เซนติเมตร

กรรมวิธี	ปริมาณโพแทสเซียมในดิน (%K)				
	ม.ค. 60	มี.ค. 60	พ.ค. 60	มิ.ย. 60	ก.ค. 60
100 %N	0.034	0.028	0.026	0.027	0.027
75 %N	0.029	0.027	0.028	0.027	0.028
50 %N	0.031	0.028	0.029	0.028	0.029
125 %N	0.030	0.025	0.030	0.027	0.029
F-test	ns	ns	ns	ns	ns

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลของการให้ปุ๋ยที่มี %N ที่แตกต่างกันต่อปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในใบ พบว่าการให้ปุ๋ยที่มี %N แตกต่างกันมีผลให้ปริมาณไนโตรเจนในใบส้มโอมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ย 75 และ 50 %N มีปริมาณไนโตรเจนในใบสูงที่สุด คือ 3.00 และ 2.83 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 100 และ 125 %N คือ 2.57 และ 2.47 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ปริมาณไนโตรเจนในใบตลอดการทดลองอยู่ในช่วง 2.42-3.06 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 1)

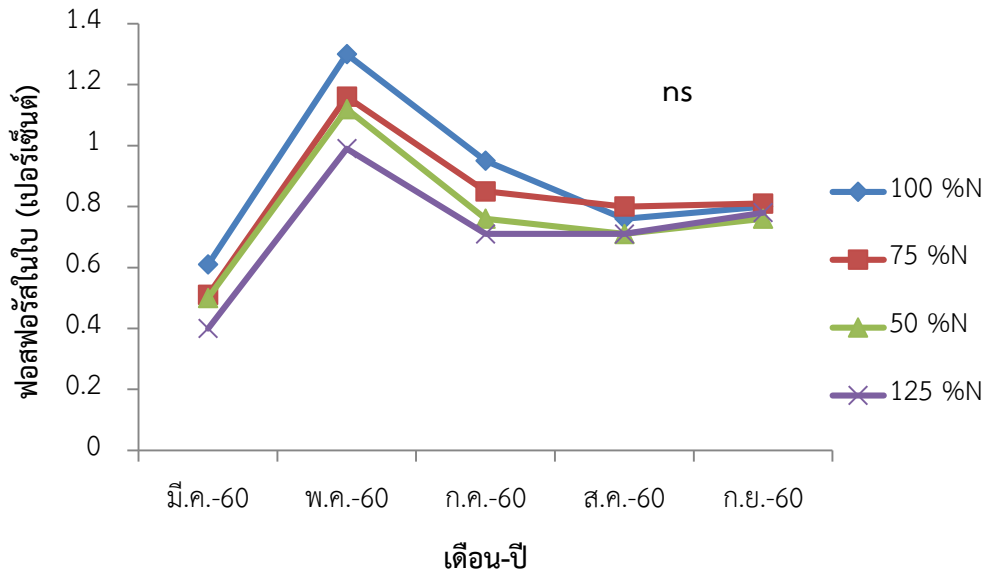
ขณะที่การให้ปุ๋ยที่มี %N ที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณ P ในใบ โดยปริมาณ P อยู่ในช่วง 0.40-1.30 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2) และไม่มีผลต่อปริมาณ K ในใบโดยมีปริมาณ K อยู่ในช่วง 1.74-3.51 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3) โดยไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการใช้ปุ๋ยที่มี %N ที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 1 ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณไนโตรเจนในใบ (%N) ส้มโอ

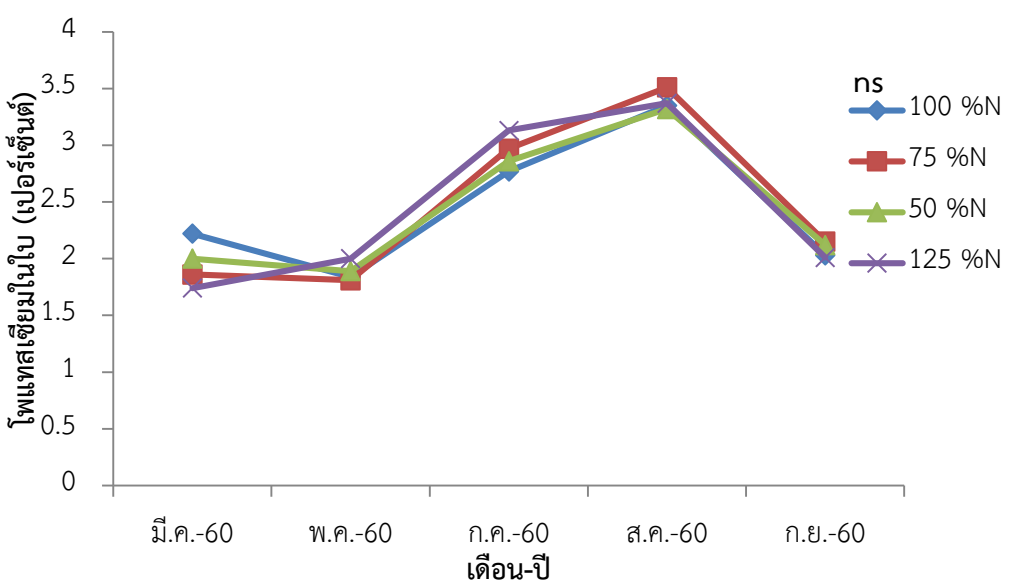
หมายเหตุ: 1) * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

2) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s new multiple range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพที่ 2 ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณฟอสฟอรัสของใบ (%P) ส้มโอ

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพที่ 3 ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อปริมาณโพแทสเซียมของใบ (%K) ส้มโอ

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สำหรับผลของการให้ปุ๋ยที่มี %N ที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผลส้มโอ พบว่าไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกิ่งและใบส้มโอ (ตารางที่ 6) และไม่มีผลต่อคุณภาพของผลส้มโอ ได้แก่ ขนาดผล น้ำหนักผล TSS และ TA แต่ค่าอัตราส่วน TSS:TA พบว่าการให้ปุ๋ย 50 %N มีผลให้อัตราส่วน TSS:TA สูงที่สุด 27.81 รองลงมาได้แก่ 75 %N (23.96) 100 %N (19.14) และ 125 %N (15.22) ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 6 ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อความยาวกิ่ง ความกว้างใบ และความยาวใบส้มโอ

กรรมวิธี	ความยาวกิ่ง (เซนติเมตร)	ความกว้างใบ (เซนติเมตร)	ความยาวใบ (เซนติเมตร)
100 %N	16.65	6.74	12.20
75 %N	18.35	6.19	11.46
50 %N	17.87	5.94	11.21
125 %N	17.17	6.22	11.33
F-test	ns	ns	ns

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 7 ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อคุณภาพผลส้มโอ

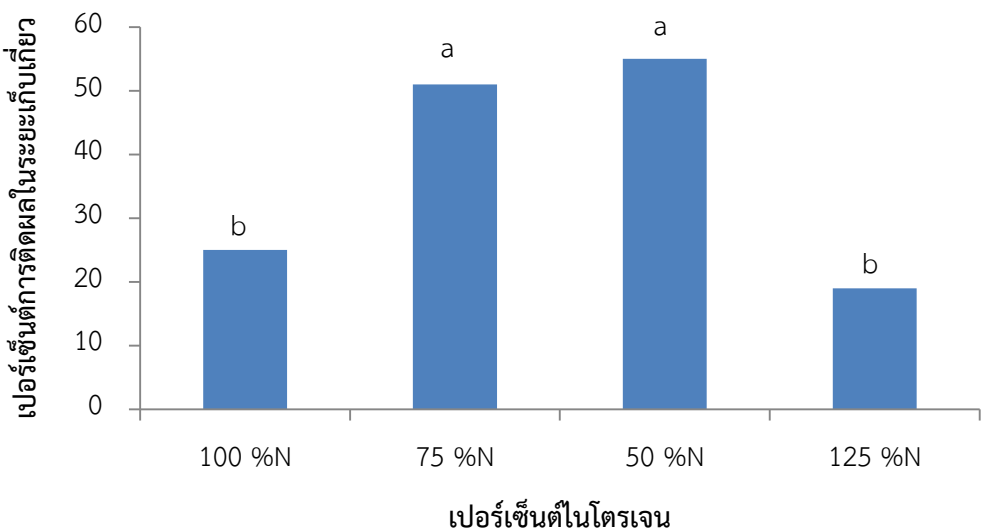
กรรมวิธี	เส้นรอบวงของผล (เซนติเมตร)	น้ำหนักผล (กิโลกรัม)	TSS (Brix)	TA (%)	TSS:TA[1/]
100 %N	50.16	1.42	11.10	0.58	19.14[c]
75 %N	48.10	1.42	11.50	0.48	23.96[b]
50 %N	49.16	1.41	11.68	0.42	27.81[a]
125 %N	49.18	1.39	10.20	0.67	15.22[c]
F-test	ns	ns	ns	ns	*

หมายเหตุ: 1) ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2) * มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)

3) 1/ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) นัยสำคัญ 0.05

ขณะที่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มี %N แตกต่างกันมีผลต่อการติดผลของส้มโอ โดยพบว่าการใส่ปุ๋ย 50 %N และ 75 %N ให้เปอร์เซ็นต์การติดผลสูงที่สุด ได้แก่ 55 และ 51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมาได้แก่ การใส่ปุ๋ย 100 %N และ 125 %N ได้แก่ 25 และ 19 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อเปอร์เซ็นต์การติดผลส้มโอ

หมายเหตุ: ตัวอักษรบนแท่งกราฟที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan'new multiple range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

การอภิปรายผลการวิจัย

จากการให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่มี %N ที่แตกต่างกัน พบว่าค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของดินต้นส้มโอระดับความลึก 15 เซนติเมตร ที่ได้รับปุ๋ยไนโตรเจนที่ 75 และ 50 %N มีระดับ pH ของดินสูงกว่าการใช้ปุ๋ย 100 และ 125 %N ทั้งนี้อาจเนื่องจากการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณที่มากเกินไปส่งผล ต่อ

ระดับ pH ของดินให้มีความเป็นกรดมากขึ้น เนื่องจากปุ๋ยไนโตรเจนทุกชนิดจะเปลี่ยนรูปไปเป็นแอมโมเนียม (NH_4^+) หรือไนเตรท (NO_3^-) ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีการปลดปล่อย H^+ ออกมา เมื่อแอมโมเนียมทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (nitrification) จะได้สาร 3 ชนิด คือ ไนเตรท น้ำ และไฮโดรเจนไอออนไนเตรทที่เกิดขึ้นสามารถจับตัวกับไอออนบวกอื่น ๆ เช่น โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ซึ่งสามารถถูกชะล้างจากผิวดินลงไปยังดินชั้นล่าง เมื่อธาตุเหล่านี้ถูกเคลื่อนย้ายออกไปและแทนที่ด้วยไฮโดรเจนไอออน ดินจึงกลายเป็นกรดมากขึ้น (ยงยุทธ, 2552)

สำหรับผลของการให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่มี %N แตกต่างกันต่อปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในดิน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของปริมาณ N P และ K ในดิน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการทดลองมีการใช้ปุ๋ยที่มี %N ที่แตกต่างกัน แต่ปุ๋ยที่ใช้เป็นปุ๋ยที่ผสมขึ้นเองโดยนักวิจัยซึ่งผสมให้มีธาตุ P และ K คงที่เท่ากันทุกทรีทเมนต์จึงเป็นผลให้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในปริมาณ P และ K ในดิน ขณะที่ปริมาณไนโตรเจนในดินจากการใช้ปุ๋ยที่มี %N แตกต่างกันมีค่าไม่แตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากการถูกนำไปใช้โดยต้นส้มโอที่แตกต่างกัน โดยเมื่อพิจารณาจากปริมาณธาตุ N ในใบพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ย 75 และ 50 %N มีปริมาณไนโตรเจนในใบสูงที่สุด คือ 3.00 และ 2.83 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 100 และ 125 %N คือ 2.57 และ 2.47 เปอร์เซ็นต์ จะสังเกตได้ว่าการใช้ปุ๋ยที่มี %N ลดลงแต่มีผลให้มีปริมาณไนโตรเจนในใบเพิ่มมากขึ้น จึงน่าจะเป็นผลจากการที่รากพืชดูดธาตุไนโตรเจนจากดินขึ้นมาเพิ่มมากขึ้น เมื่อใช้ปุ๋ยที่มี %N ลดลง ซึ่งอาจจะมีความเกี่ยวข้องกับระดับ pH ของดินซึ่งมีแนวโน้มที่มีความเป็นกรดน้อยลงเมื่อใช้ปุ๋ยที่มี %N ลดลง เป็นผลให้ระดับ pH ของดินเหมาะสมสำหรับการเป็นประโยชน์ต่อธาตุอาหารมากขึ้น (ยงยุทธ, 2552) นอกจากนั้นอาจเป็นได้ว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจนที่มี %N มากเกินไปนั้นอาจจะเกิดการสูญเสียไปมากกว่า โดยการสูญเสียธาตุไนโตรเจนจากดินสามารถเกิดได้จากหลายกระบวนการ โดยปุ๋ยไนโตรเจนเมื่อใส่ลงในดินปุ๋ยจะได้รับความชื้นแล้วละลายพร้อมทั้งแตกตัวเป็นไอออน (NH_4^+, NO_3^-) ที่พืชสามารถดูดไปใช้ได้พร้อมทั้งเกิดการสูญเสียตลอดเวลาโดยกระบวนการต่าง ๆ เช่น กระบวนการชะล้าง ถ้าให้น้ำมากเกินไปหรือฝนตกชุกจะพัดพาปุ๋ยไหลบ่าออกไปจากแปลง กระบวนการชะปุ๋ยลงลึก เกิดในสภาพที่ฝนตกชุกหรือให้น้ำมาก ๆ และดินมีอัตราการซึมน้ำสูง กระบวนการระเหิด ไนโตรเจน ในรูปของไอออน NH_4^+ จะเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซแอมโมเนียระเหยขึ้นสู่อากาศและกระบวนการระเหย มักเกิดในสภาพน้ำขัง หรือดินอิ่มตัวด้วยน้ำแล้วขาดออกซิเจน ไนโตรเจนจะเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซลอยไปในอากาศ (ศุภมาศ และคณะ, 2559) สอดคล้องกับ Chen *et al.,* (2008) ซึ่งรายงานว่า ปุ๋ยไนโตรเจนที่ใส่ลงดินนั้นถูกพืชใช้เพียงบางส่วนเท่านั้นประมาณร้อยละ 10-20 หรือไม่เกินร้อยละ 50 ของปริมาณปุ๋ยที่ใช้ และปุ๋ยไนโตรเจนที่เติมลงไปในพื้นที่ปลูกพืชบางส่วนจะสูญเสียอย่างรวดเร็วไปกับสิ่งแวดล้อมทั้งทางน้ำและอากาศ

ผลของการใช้ปุ๋ยที่มี %N ที่แตกต่างกันต่อปริมาณธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) ในใบ พบว่าการให้ปุ๋ยที่มี %N แตกต่างกันมีผลให้ปริมาณไนโตรเจนในใบส้มโอมีความแตกต่างกันทางสถิติในช่วงเดือนกรกฎาคม โดยการใช้ปุ๋ย 75 และ 50 %N มีปริมาณไนโตรเจนในใบสูงที่สุดซึ่งเป็นช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 1 เดือน คือ 3.00 และ 2.83 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 100 และ 125 %N คือ 2.57 และ 2.47 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ปริมาณไนโตรเจนในใบตลอดการทดลองอยู่ในช่วง 2.42-3.06 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสในใบอยู่ในช่วง 0.40-1.30 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณโพแทสเซียมอยู่ในช่วง 1.74-3.51 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างการใช้ปุ๋ยที่มี %N ที่แตกต่างกันตลอดการทดลอง อย่างไรก็ตามปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในใบส้มโอนั้นอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของส้มโอ (พงษ์นาถ, 2553; สมศักดิ์, 2556) จึงแสดงให้เห็นว่าแม้จะลด %N ของปุ๋ยเคมีลงแล้วถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ก็ไม่มีผลให้ปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ต่ำลงจนอยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นส้มโอ ดังนั้นเกษตรกรจึงสามารถใช้ปุ๋ยเคมีที่มีเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนลดลงได้โดยไม่กระทบต่อการเจริญเติบโตของส้มโอ

การใช้ปุ๋ย 75 และ 50 %N มีเปอร์เซ็นต์การติดผลและอัตราส่วน TSS:TA ซึ่งแสดงถึงรสชาติของส้มโอสูงกว่าการใช้ปุ๋ย 100 และ 125 %N สอดคล้องกับการศึกษาในสับปะรดพบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 150 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์สามารถให้ผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตสูงที่สุด เมื่อเทียบกับการให้ปุ๋ยไนโตรเจน 50 100 และ 200 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ แต่ถ้าให้ปุ๋ยไนโตรเจนสูงกว่า 150 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ ผลผลิตจะลดลง (Omotoso and Akinrinde, 2013) เช่นเดียวกับการรายงานของ Aminifard *et al*. (2012) ที่ศึกษาในพริกไทยโดยให้ปุ๋ยไนโตรเจน 0 50 100 และ 200 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ พบว่าการให้ปุ๋ยไนโตรเจน 50 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ มีผลให้พริกไทยมีการเจริญเติบโตด้านลำต้น ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตสูงที่สุด ดังนั้นการใช้ปุ๋ยในการผลิตส้มโอนั้นเกษตรกรสามารถลด %N ในปุ๋ยจากเดิมที่เกษตรกรใช้ในการให้ต้นส้มโอโดยเฉพาะปุ๋ยเคมีลงได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่า N มีความจำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงและการสร้างคาร์โบไฮเดรท (Py *et al*., 1987) แต่จากการวัดการเจริญเติบโตทางกิ่งใบของส้มโอพบว่าการลด %N ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต แสดงว่าการลด %N ลงมาเหลือ 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีผลต่อกระบวนการในพืชที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของต้นส้มโอ ซึ่งเป็นได้ว่าปริมาณ N ที่เหลืออยู่พอเพียงต่อพืชในการนำไปใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ในการเจริญเติบโตแล้ว ทั้งนี้การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่มี %N ลดลงอาจจะโดยการใช้การผสมแม่ปุ๋ยใช้เองเพื่อให้ได้ปริมาณธาตุไนโตรเจน ตลอดจนอัตราส่วน N:P:K ตามที่ต้องการ ซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิตและเพื่อให้ดินอยู่ในสภาพอุดมสมบูรณ์ที่เหมาะสมมากขึ้น เนื่องจากการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณที่มากเกินไปหรือใช้ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน อาจส่งผลเสียในระยะยาวทำให้โครงสร้างของดินเสีย ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง ดินเสื่อมคุณภาพ ดินมีสภาพเป็นกรดเป็นด่างไม่เหมาะสม และเมื่อ

สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในดินลดลง ส่งผลให้ดินขาดจุลินทรีย์ อีกทั้งยังเกิดการสิ้นเปลืองในการลงทุน เนื่องจากปุ๋ยเคมีมีแนวโน้มว่าจะมีราคาที่เพิ่มสูงขึ้น และการใช้ปุ๋ยเคมีมากเกินไปอาจส่งผลเสียแก่ผู้ผลิตและผู้บริโภคในระยะยาว (Chang *et al*., 2010)

สรุปผลการวิจัย

การใช้ปุ๋ยที่มี %N แตกต่างกันไม่มีผลต่อปริมาณธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดิน แต่การใช้ปุ๋ยที่มี 75 และ 50 %N มีผลให้มีปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจนในใบสูงที่สุดในช่วง 1 เดือน ก่อนการเก็บเกี่ยว การใช้ปุ๋ยที่มี 50 %N มีผลให้ส้มโอมีอัตราส่วน TSS:TA สูงที่สุด แต่ไม่มีผลต่อขนาดผล น้ำหนักผล ค่า TSS และ TA สำหรับเปอร์เซ็นต์การติดผลพบว่าการใช้ปุ๋ยที่มี 50 และ 75 %N ให้เปอร์เซ็นต์การติดผลสูงที่สุดคือ 55 และ 51 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนที่มีปริมาณธาตุไนโตรเจน 50 %N จากปริมาณธาตุไนโตรเจนปกติ (100 %N) ที่เกษตรกรใช้นั้นเพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของส้มโอพันธุ์ทองดี

กิตติกรรมประกาศ

นักวิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัยและขอขอบคุณชาวสวนส้มโอทุกท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ต้นส้มโอในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มงานวิจัยเคมีดิน. (2544). *เอกสารวิชาการคู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช.* กรุงเทพฯ: กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

พงษ์นาถ นาถวรานันต์. (2553). วิธีมาตรฐานในการเก็บตัวอย่างใบส้มโอพันธุ์ทองดีสำหรับประเมินสถานะธาตุอาหารพืช. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 41(3), 373-382.

ยงยุทธ โอสถสภา. (2552). *ธาตุอาหารพืช.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา ชัยสิทธิ์ ทองจู และแสงดาว เขาแก้ว (2559). *มลพิษทางดิน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมศักดิ์ มณีพงศ์ (2556). *แนวทางการจัดการธาตุอาหารเพื่อการผลิตส้มโอคุณภาพ.* กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

Aminifard, M.H., Aroiee, H., Nemati, H., Azizi, M. and Khayyat, M. (2012). Effect of nitrogen fertilizer on vegetative and reproductive growth of pepper plants under field conditions. *Journal of plant nutrition*, 35(2), 235-242.

Chang, K.H., Wu, R.Y., Chuang, K.C., Hsieh, T.F. and Chung, R.S. (2010). Effects of chemical and organic fertilizers on the growth, flower quality and nutrient uptake of *Anthurium andreanum* cultivated for cut flower production. *Scientia Horticulturae*, 125(3), 434-441.

Chen, D., Suter, H., Islam, A., Edis, R., Freney, J.R. and Walker, C.N. (2008). Prospects of improving efficiency of fertilizer nitrogen in Australian agriculture: a review of enhanced efficiency fertilizers. *Australian Journal of Soil Research*, 46(4), 289-301.

Omotoso, S.O. and Akinrinde, E.A. (2013). Effect of nitrogen fertilizer on some growth, yield and fruit quality parameters in pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) plant at Ado-Ekiti Southwestern, Nigeria. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science,* 3(1), 11-16.

Py, C., Lacoeuilhe J.J. and Teisson, C. (1987). *The Pineapple: Cultivation and uses*. Paris: Editions Maisonneuve and Larose.

ความหลากหลายระดับชนิดของพืชและการใช้ประโยชน์ในพื้นที่บริเวณรอบอาคารปฏิบัติการพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

Diversity of Plant Species and Utilization in the Botanical Building area, Faculty of Science, Thaksin University, Phatthalung Campus

มาณี แก้วชนิด[1*] ณัฐธยาน์ ฟาน เบม[1] และปวีณา แก้วอุบล[1]

Manee Kaewchanid[1*] Natthaya Van Beem[1] and Paveena Kaewubon[1]

บทคัดย่อ

ความหลากหลายระดับชนิดของพืชและการใช้ประโยชน์ในพื้นที่บริเวณรอบอาคารปฏิบัติการพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง มีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมและจัดทำฐานข้อมูลพรรณไม้เพื่อการพัฒนาระบบสารสนเทศพรรณไม้คณะวิทยาศาสตร์ โดยสำรวจร่วมกับหมอพื้นบ้าน และตรวจสอบความหลากหลายทางอนุกรมวิธานพืช ผลการศึกษาพบพืช 73 ชนิด 45 วงศ์ แบ่งเป็นกลุ่มเฟิน (ferns) และกลุ่มใกล้เคียงเฟิน 8 ชนิด 6 วงศ์ กลุ่มเมล็ดเปลือย (Gymnosperms) 1 ชนิด 1 วงศ์ กลุ่มพืชดอก (Angiosperms) 64 ชนิด 38 วงศ์ โดยวงศ์ที่พบมาก คือ วงศ์เหงือกปลาหมอ (Acanthaceae) วงศ์บอน (Araceae) วงศ์ละ 5 ชนิด รองลงมาวงศ์เปล้า (Euphorbiaceae) วงศ์ตีนเป็ด (Apocynaceae) วงศ์ชมพู่ (Myrtaceae) และวงศ์กระไต่ไม้ (Polypodiaceae) วงศ์ละ 3 ชนิด จัดกลุ่มตามลักษณะวิสัยเป็น 6 ประเภทคือ ไม้ล้มลุก 23 ชนิด (31.50 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา ไม้พุ่ม 19 ชนิด (26.03 เปอร์เซ็นต์) ไม้เลื้อยหรือไม้เถา 14 ชนิด (19.18 เปอร์เซ็นต์) ไม้ต้น 10 ชนิด (13.70 เปอร์เซ็นต์) ไม้อิงอาศัย 6 ชนิด (8.22 เปอร์เซ็นต์) ปาล์ม 1 ชนิด (1.37 เปอร์เซ็นต์) จัดกลุ่มพืชตามลักษณะการใช้ประโยชน์ได้ 4 กลุ่ม คือพืชที่ปลูกเป็นไม้ประดับ 60 ชนิด รองลงมาเป็นพืชสมุนไพร 42 ชนิด เป็นพืชอาหาร 16 ชนิด และใช้ทำเครื่องมือเครื่องใช้และอื่น ๆ 8 ชนิด โดยพืชบางชนิดใช้ประโยชน์มากกว่า 1 ด้าน คือด้านสมุนไพรกับไม้ประดับ 18 ชนิด ด้านสมุนไพรกับอาหาร ด้านสมุนไพรกับเครื่องใช้ อย่างละ 3 ชนิด และใช้เป็นอาหารกับไม้ประดับ 1 ชนิด

คำสำคัญ: ฐานข้อมูลพรรณไม้ ระบบสารสนเทศพรรณไม้ หมอพื้นบ้าน

[1] สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

* Corresponding author e-mail: manee3088.mk@gmail.com

Received: 29 April 2020, Revised: 13 July 2020, Accepted: 31 July 2020

Abstract

The objectives of the research; namely, diversity of plant species and utilization around the Botanical Building area, Faculty of Science, Thaksin University, Phatthalung Campus, the were to collect and manipulate plant database files for developing the flora information system of Faculty of Science. The observation was coordinated with the local Ethnobotany experts, queried some local plant names and utilization, and examined the plant taxonomy. The results found 73 species and 45 families: 8 species, 6 families of ferns and allies; 1 species, 1 family of Gymnosperms and 64 species, 38 families of Angiosperms. The most abundance of Angiosperm was Acanthaceae and Araceae. There were 5 species in each family. The second-most abundance were Euphorbiaceae, Apocynaceae, Myrtaceae and Polypodiaceae. There were 3 species in each family. There were 6 types of plant habitat, including, 23 species of herbs (31.50%), 19 species of shurbs (26.03%), 14 species of vines (19.18%), 10 species of trees (13.70%), 6 species of epiphytes (8.22%) and 1 species of palm (1.37%). The utilization of plants could be divided into 4 groups, including 60 species of ornamental plants, 42 species of medicinal plants, 16 species of food plants, and 8 species of implementing plants and others. Some plants were utilize in more than 1 group, including 18 species of medicinal and ornamental plants, 3 species of medicinal and food plants, 3 species of medicinal and implement plants and 1 species of food and ornamental plants.

Keywords: Plant database, Flora information system, Ethnobotany

บทนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น จึงมีความหลากหลายทางชีวภาพมากที่สุดแห่งหนึ่งในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จากการศึกษาและสำรวจพรรณพืชของโครงการพรรณพฤกษชาติประเทศไทย (flora of Thailand project) พบว่าประเทศไทยมีพรรณไม้ประมาณ 11,000 ชนิด ซึ่งมีพรรณไม้ป่าที่ถูกนำมาปรับปรุงพันธุ์เป็นพืชเกษตรหลายชนิด ได้แก่ ธัญพืช ไม้ผล ผัก ไม้ดอกไม้ประดับ และสมุนไพร เป็นต้น สำหรับความหลากหลากของพืชสมุนไพรในประเทศไทยมีการกระจายทั่วทุกภาค ทั้งในป่าธรรมชาติที่อนุรักษ์ไว้และการปลูกขยายพันธุ์เพิ่มเพื่อให้เพียงพอต่อการบริโภค ซึ่งมีทั้งสมุนไพรพื้นบ้าน และสมุนไพรในครัวเรือน (สุนทรี และคณะ, 2558) อีกทั้งที่ผ่านมามีหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ดำเนินการอนุรักษ์และปรับปรุงพันธุ์พืช เพื่อให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ เช่น ทุเรียน กล้วย และบัว ซึ่งรวบรวมไว้ในสถาบันต่าง ๆ เช่น สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร เพื่อให้เกษตรกรหรือผู้เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ นอกจากนี้มีการเผยแพร่ข้อมูลการจัดทำบัญชีรายการทรัพย์สินชีวภาพและฐานข้อมูลบัญชีรายการทรัพย์สินชีวภาพ เช่น พืชดอกพื้นเมือง พืช

วงศ์ขิงพันธุ์ป่า เฟิน และกล้วย รวมทั้งมีโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี หรือ อพ.สธ. ซึ่งมีเป้าหมายพัฒนาบุคลากร ตลอดจนอนุรักษ์และพัฒนาทรัพยากรพันธุกรรมพืช เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่คนไทยจึงได้ดำเนินการจัดสร้างธนาคารพรรณพืช และงานสวนพฤกษศาสตร์โรงเรียนขึ้น (สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561) อย่างไรก็ตามภูมินิเวศของพืชพรรณหรือป่าประเภทต่าง ๆ ในประเทศไทยส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่อนุรักษ์ตามกฎหมาย เช่น อุทยานแห่งชาติเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ซึ่งมีกฎหมายคุ้มครองโดยเฉพาะ ดังนั้นแต่ละภูมินิเวศจึงถูกเก็บรักษาไว้อย่างมั่นคง ทั้งนี้พื้นที่สำคัญเพื่อการอนุรักษ์พืชในประเทศไทยมีจำนวนทั้งสิ้น 102 แห่ง แต่จากข้อมูลสถิติของกรมป่าไม้ในปี พ.ศ. 2560 และข้อมูลสถิติ ปี พ.ศ. 2560 ของกรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช พบว่าพืชพรรณหายากและพืชที่ถูกคุกคามส่วนใหญ่อยู่ในพื้นที่อนุรักษ์เช่นเดียวกัน ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวถูกคุกคามด้วยสาเหตุหลายประการ เช่น การลดลงของพื้นที่ป่า กิจกรรมการท่องเที่ยว การพัฒนาพื้นที่ด้านต่าง ๆ การเกษตร การเก็บพืชกินเกินจำนวน และถูกคุกคามด้วยพืชต่างถิ่นรุกราน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการดำเนินงานการอนุรักษ์พืชในประเทศไทยโดยเป้าหมายหลักของกลยุทธ์คือการหยุดยั้งการสูญเสียความหลากหลายของพันธุ์พืชที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน ทั้งนี้ได้มีหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐ และเอกชน ตลอดจนสถาบันการศึกษาได้มีการรวบรวมข้อมูล บทความ และการจัดทำข้อมูลทางพฤกษศาสตร์ของพืช โดยมีการตีพิมพ์และแบ่งปันให้นักวิชาการ หน่วยงานและบุคคลที่เกี่ยวข้องเพื่อให้สามารถนำข้อมูล ข่าวสาร หรือผลงานวิจัยไปพัฒนาต่อยอดหรือใช้ประโยชน์ต่อไป (สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง จึงเห็นความสำคัญในการอนุรักษ์และการรวบรวมพรรณพืชโดยร่วมสนองพระราชดำริโครงการ อพ.สธ. มหาวิทยาลัยทักษิณ และให้การศึกษา ส่งเสริมความตระหนักเกี่ยวกับความหลากหลายของพืชและบทบาทต่อการดำรงชีวิตอย่างยั่งยืน จึงได้ดำเนินการศึกษาสำรวจความหลากหลายระดับชนิดของพรรณไม้ในพื้นที่โดยรอบอาคารปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมและจัดทำฐานข้อมูลพรรณไม้สำหรับการพัฒนาระบบสารสนเทศพรรณไม้คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง เพื่อการเผยแพร่ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา

บริเวณพื้นที่อาคารปฏิบัติการพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง (1,796.20 ตารางเมตร) มีลักษณะเดิมเป็นพื้นที่แปลงนา

2. การสำรวจและเก็บตัวอย่างพืช

ลงพื้นที่สำรวจชนิดพืชในพื้นที่ศึกษา บันทึกชื่อท้องถิ่นของพืชและการใช้ประโยชน์ โดยมีนายสวาท จันทร์แดง ซึ่งเป็นหมอพื้นบ้านด้านสมุนไพรในจังหวัดพัทลุงและเป็นผู้มีประสบการณ์การ

ใช้ประโยชน์จากพืช ร่วมในการสำรวจและให้ข้อมูลชนิดพืชที่เรียกชื่อตามท้องถิ่นและการใช้ประโยชน์ และเก็บตัวอย่างพืชมาจัดทำตัวอย่างพรรณไม้อัดแห้งเพื่อใช้เป็นตัวอย่างอ้างอิง

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา ค้นหาข้อมูลลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพรรณไม้ที่มีในประเทศไทยจากฐานข้อมูลสารานุกรมพืชในประเทศไทย และค้นหารายชื่อพรรณไม้ ชื่อวิทยาศาสตร์ และชื่อวงศ์ของพืชแต่ละชนิดจากฐานข้อมูลชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (เต็ม, 2557)

3.2 จำแนกกลุ่มพืชเป็นกลุ่มเทอริโดไฟต์ (Pteridophytes) คือเฟินและกลุ่มพืชใกล้เคียงเฟิน กลุ่มเมล็ดเปลือย และกลุ่มพืชดอก ตามเกณฑ์ของก่องกานดา (2551) และจัดกลุ่มตามลักษณะวิสัย และการใช้ประโยชน์ของพืชจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ผลการวิจัย

จากการศึกษาความหลากหลายระดับชนิดของพืชและการใช้ประโยชน์ในพื้นที่บริเวณรอบอาคารปฏิบัติการพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง ดำเนินการสำรวจร่วมกับหมอพื้นบ้านด้านสมุนไพร พบพืชจำนวน 73 ชนิด 45 วงศ์ (ตารางที่ 1) แบ่งพืชเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเฟิน (fern) และกลุ่มพืชใกล้เคียงเฟิน (fern allies) 6 วงศ์ 8 ชนิด คือ วงศ์ Pteridaceae ได้แก่ ปรงทะเล วงศ์นาคราช (Davlliaceae) ได้แก่ นาคราชเกล็ดสีน้ำตาล วงศ์กระแตไต่ไม้ (Polypodiaceae) ได้แก่ เกล็ดนาคราชหรือกีบม้าลม ชายผ้าสีดา กระแตไต่ไม้ วงศ์ข้าหลวงหลังลาย (Aspeniaceae) ได้แก่ ข้าหลวงหลังลาย วงศ์สนหางม้า (Equisetaceae) ได้แก่ หญ้าถอดปล้อง วงศ์หวายทะนอย (Psilotaceae) ได้แก่ หวายทะนอย พืชเมล็ดเปลือย (Gymnosperms) 1 วงศ์ 1 ชนิด คือวงศ์พญาไม้ (Podocarpaceae) ได้แก่ ขุนไม้ พืชดอก 38 วงศ์ 64 ชนิด โดยวงศ์ที่พบจำนวนพืชมากที่สุด 2 วงศ์ ๆ ละ 5 ชนิดเท่ากัน คือวงศ์เหงือกปลาหมอ (Acanthaceae) (25 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ กระดูกไก่ดำ ช้องนาง รางจืด เสลดพังพอนตัวผู้ เหงือกปลาหมอ และวงศ์บุก (Araceae) (25 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ เงินไหลมา บอนส้ม หวายตะมอย หัวใจแนบ อ้อลบ รองลงมา 4 วงศ์ที่พบจำนวนพืชอย่างละ 3 ชนิดเท่ากันคือวงศ์เปล้า (Euphorbiaceae) (15 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ ผักหวานช้าง มะยม หางกระรอกแดง วงศ์ตีนเป็ด (Apocynaceae) (15 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ จุกโรหินี ยี่โถ รางจืด วงศ์ชมพู่ (Myrtaceae) (15 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ โทัะ แปรงล้างขวด แพ และวงศ์กระแตไต่ไม้ (Polypodiaceae) (15 เปอร์เซ็นต์) ได้แก่ กระแตไต่ไม้ เกล็ดนาคราช ชายผ้าสีดา (ภาพที่ 1) เมื่อนำมาจัดกลุ่มพืชตามลักษณะวิสัยสามารถจัดได้ 6 ประเภท ได้แก่ ไม้ล้มลุก 23 ชนิด (31.50 เปอร์เซ็นต์) รองลงมา ไม้พุ่ม 19 ชนิด (26.03 เปอร์เซ็นต์) ไม้เลื้อยหรือไม้เถา 14 ชนิด (19.18 เปอร์เซ็นต์) ไม้ต้น 10 ชนิด (13.70 เปอร์เซ็นต์) ไม้อิงอาศัย 6 ชนิด (8.22 เปอร์เซ็นต์) ปาล์ม 1 ชนิด (1.37 เปอร์เซ็นต์) (ภาพที่ 2) การจัดกลุ่มพืชตามลักษณะการใช้ประโยชน์สามารถจัดได้ 4 กลุ่ม คือพืชที่ปลูกเป็นไม้ประดับ 60 ชนิด (83.56 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาเป็นพืชสมุนไพร 42 ชนิด (56.16 เปอร์เซ็นต์) เป็นพืชอาหาร 16 ชนิด (21.91 เปอร์เซ็นต์) และใช้ทำเครื่องมือเครื่องใช้และอื่น ๆ 8 ชนิด (10.95เปอร์เซ็นต์) (ภาพที่ 3) โดยพืชบางชนิดใช้ประโยชน์ได้มากกว่า 1 ด้าน คือใช้เป็นสมุนไพรและไม้ประดับ 18 ชนิด

ได้แก่ กระดูกไก่ดำ รางจืด เสลดพังพอนตัวผู้ เหงือกปลาหมอ จุกโรหินี หวายตะมอย กำลังหนุมาน กระทิง พุทธรักษา พญาสามสิบสองเมีย หญ้าถอดปล้อง ฤษีผสม คลุ้ม สบู่เลือด เกล็ดนาคราชหรือกีบม้าลม ขมัน หญ้าหนูต้น ใช้เป็นสมุนไพรกับอาหาร 3 ชนิด ได้แก่ มะม่วงหิมพานต์ ผักหวานช้าง มะยม ใช้เป็นสมุนไพรกับเครื่องใช้ 3 ชนิด คือ พะยอม กง พิกุล และใช้เป็นอาหารกับไม้ประดับ 1 ชนิด คือ ตาเป็ดตาไก่ ซึ่งพบว่ามีพืชที่เป็นไม้ป่ากินได้ ได้แก่ แพ ตาเป็ดตาไก่ โคลงเคลง โท๊ะ ซึ่งเป็นผลไม้พื้นเมืองทางภาคใต้ และพืชพื้นถิ่น ได้แก่ เสาะท่อ กระดุมผี และตำเลง นอกจากนี้พบพืชผักพื้นถิ่นที่เป็นทั้งพืชสมุนไพรและอาหารคือ กระทือ ราน้ำ และบอนส้ม โดยพืชในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นพืชที่นำมาปลูกเพื่อปรับปรุงภูมิทัศน์ ประดับอาคารสถานที่ บางชนิดปลูกเพื่อใช้เป็นตัวอย่างสำหรับจัดการเรียนการสอนรายวิชาด้านพืช และรวบรวมพรรณไม้ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (อพ.สธ.) มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

1. ลักษณะวิสัยของพืช

ไม้ต้น ลักษณะลำต้นตั้งตรงเป็นหลัก มีการแตกกิ่งก้านสาขาในระดับที่ค่อนข้างสูงจากพื้นดินมาก ความสูงมักเกิน 5 เมตรขึ้นไป มีอายุหลายปี มีเนื้อไม้ เช่น กระทิง พะยอม พิกุล

ไม้พุ่ม ลักษณะลำต้นตั้งตรงมีการแตกกิ่งก้านสาขาจำนวนมากออกจากลำต้นหลักในระดับใกล้ผิวดิน ความสูงมักไม่เกิน 5 เมตร เช่น โคลงเคลง ชบา พญาสามสิบสองเมีย

ไม้เลื้อยหรือไม้เถา ลักษณะลำต้นเลื้อยพันกับหลักหรือพืชอื่น หรือทอดเลื้อย อาจจะมีหรือไม่มีเครื่องช่วยยึดเกาะ เครื่องช่วยยึดเกาะอาจจะเป็นส่วนราก หรืออาจจะเป็นส่วนใบที่เปลี่ยนไปเป็นมือเกาะ ลำต้นอาจมีหรือไม่มีเนื้อไม้ เช่น เงินไหลมา หวายลิง รางจืด

ไม้ล้มลุก ลักษณะไม้ล้มลุกจะไม่มีเนื้อไม้หรือมีเนื้อไม้เล็กน้อยที่บริเวณโคนต้น มีอายุตั้งแต่ 1-2 ปี หรือหลายปีขึ้นไป เช่น กระทือ คล้ากาเหว่าลาย ตองกง หมูกลิ้ง

ไม้อิงอาศัย ลักษณะไม้อิงอาศัยมักจะเกาะอยู่บนต้นไม้อื่นโดยที่ไม่รบกวนพืชที่อาศัยเช่น ชายผ้าสีดา จุกโรหินี ข้าหลวงลังลาย

ปาล์ม เป็นประเภทปาล์มแตกกอ เช่น เต่าร้างหนู

2. การใช้ประโยชน์

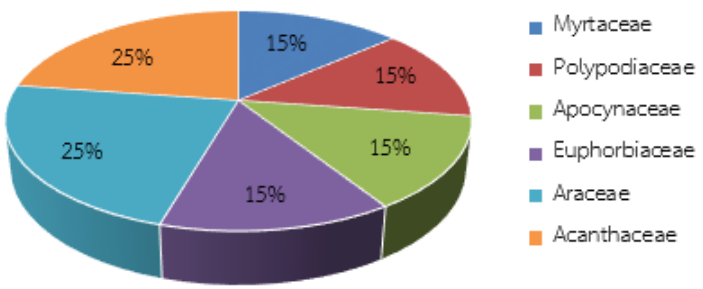
2.1 ใช้เป็นสมุนไพรเพื่อสุขภาพ พืชหลายชนิดนอกจากนำมาใช้เป็นอาหาร เป็นไม้ประดับแล้วยังมีสรรพคุณในการรักษาโรคและบำรุงร่างกายได้เช่นกัน ได้แก่ กระทือ กำลังหนุมาน เตยหอม

2.2 ใช้เป็นอาหารหรือประกอบอาหาร เช่น แกงเลียง ลวกจิ้ม หรือเครื่องเคียงรับประทานเป็นผักสด ซึ่งพืชเหล่านี้มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ช่วยให้เจริญอาหาร และมีสรรพคุณด้านสมุนไพรด้วยเช่นกัน ได้แก่ ยอดมะม่วงหิมพานต์ มะยม ราน้ำหรือผักกะโฉม เป็นต้น

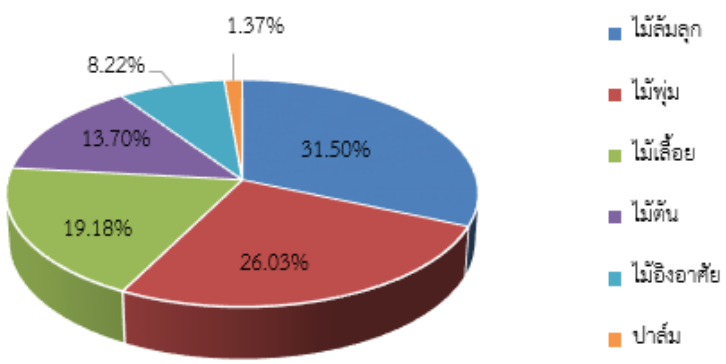
2.3 ใช้เป็นไม้ประดับที่มีใบและดอกที่มีสีสันสวยงาม บางชนิดให้ร่มเงา และบางชนิดใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพร เช่น ฤษีผสม กระดูกไก่ดำ เหงือกปลาหมอ และกระทิง

2.4 ใช้ทำเครื่องมือเครื่องใช้และอื่น ๆ เช่น แพ เปลือกไม้และใบนำมาใช้ในการแพทย์พื้นบ้านเป็นน้ำยาฆ่าเชื้อ หรือไม้นำมาใช้ในการผลิตงานช่างไม้และเฟอร์นิเจอร์ พิกุล ลำต้นนำมาขุดทำเป็นเรือ ใช้ทำสะพาน เครื่องดนตรี ตำเลงหรือนนทรีป่า นำเนื้อไม้มาใช้ทำเครื่องเรือน เครื่องมือกสิกรรม

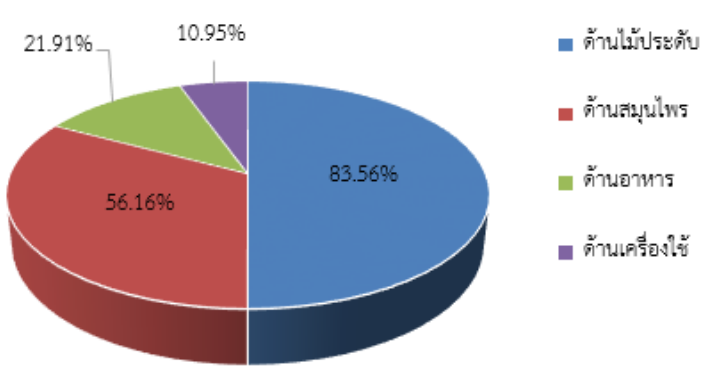
2.5 ใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ พืชหลายชนิดมีการใช้ประโยชน์มากกว่า 1 ด้าน บางชนิดนอกจากเป็นอาหาร เป็นสมุนไพร เป็นไม้ให้ร่มเงาแล้ว สามารถนำส่วนของพืชมาใช้ประโยชน์อื่น ๆ เช่น เมล็ดกระทิงมีน้ำมันซึ่งใช้ในอุตสาหกรรมผลิตสบู่และผลิตภัณฑ์เสริมความงาม ตำเลงหรือนนทรีป่า ซึ่งนิยมใช้ปลูกเป็นไม้เบิกนำเนื่องจากเป็นไม้โตเร็ว อีกทั้งเปลือกไม้นำมาใช้เป็นสีสำหรับย้อมผ้า โดยจะให้สีน้ำตาลแดง ตองกง ใช้ใบห่อข้าวเหนียวและใช้เลี้ยงสัตว์ ส่วนช่อดอกใช้ทำไม้กวาด เป็นต้น



ภาพที่ 1 แสดงร้อยละของจำนวนชนิดพืชที่พบในแต่ละวงศ์



ภาพที่ 2 แสดงร้อยละของจำนวนชนิดพืชที่จัดกลุ่มตามลักษณะวิสัยพืช



ภาพที่ 3 แสดงร้อยละของจำนวนชนิดพืชที่จัดกลุ่มการใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ

ตารางที่ 1 ความหลากหลายของระดับชนิดพืชและการใช้ประโยชน์บริเวณรอบอาคารปฏิบัติการพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง

ลำดับ	วงศ์พืช	ชื่อพืช	ชื่อวิทยาศาสตร์	ประเภท	การใช้ประโยชน์			
					สมุนไพร	อาหาร	ไม้ประดับ	เครื่องมือเครื่องใช้/อื่น ๆ
1	วงศ์เหงือกปลาหมอ Acanthaceae[3]	กระดูกไก่ดำ	*Justicia gendarussa* Burm.f.	ไม้พุ่ม	✓		✓	
2	วงศ์เหงือกปลาหมอ Acanthaceae	ช้องนาง	*Thunbergia erecta* (Benth.) T. Anderson	ไม้พุ่ม			✓	
3	วงศ์เหงือกปลาหมอ Acanthaceae[3]	รางจืด	*T. laurifolia* Lindl.	ไม้เถา	✓		✓	
4	วงศ์เหงือกปลาหมอ Acanthaceae[3]	เสลดพังพอนตัวผู้	*Barleria lupulina* Lindl.	ไม้พุ่ม	✓		✓	
5	วงศ์เหงือกปลาหมอ Acanthaceae[3]	เหงือกปลาหมอ	*Acanthus ebracteatus* Vahl.	ไม้พุ่ม	✓		✓	
6	วงศ์ขาเขียด Alismataceae[3]	อเมซอน	*Echinodosus cordifolius* (L.) Griseb.	ไม้ล้มลุก			✓	
7	วงศ์มะม่วง Anacardiaceae[3]	มะม่วงหิมพานต์	*Anacardium occidentale* L.	ไม้ต้น	✓	✓		
8	วงศ์ตีนเป็ด Apocynaceae[3]	จุกโรหินี	*Dischidia major* (Vahl) Merr.	อิงอาศัย	✓		✓	
9	วงศ์ตีนเป็ด Apocynaceae[3]	ยี่โถ	*Nerium oleander* L.	ไม้พุ่ม			✓	
10	วงศ์ตีนเป็ด Apocynaceae[3]	ว่านแสงอาทิตย์	*Scadoxus multiflorus* (Martyn) Raf.	ไม้ล้มลุก			✓	
11	วงศ์บอน Araceae[3]	เงินไหลมา	*Syngonium podophyllum* Schott.	ไม้เลื้อย			✓	
12	วงศ์บอน Araceae[3]	บอนส้ม	*Homalomena rostrate* Griff.	ไม้ล้มลุก	✓	✓	✓	
13	วงศ์บอน Araceae[3]	หวายตะมอย	*Pothos scandens* L.	ไม้เลื้อย	✓		✓	
14	วงศ์บอน Araceae[3]	หัวใจแนบ	*Scindapsus pictus* Hassk.	ไม้เลื้อย			✓	
15	วงศ์บอน Araceae	อ้อลบ	*Amydrium medium (*Zoll. & Moritzi) *Nicolson*	ไม้เลื้อย			✓	
16	วงศ์ปาล์ม Arecaceae[3]	เต่าร้างหนู	*Arenga caudata* (Lour.) H.E. Moore	ปาล์มแตกกอ			✓	
17	วงศ์ไก่ฟ้า Aristolochiaceae[3]	ไก่ฟ้าพญาลอ	*Aristolochia ringens* Vahl.	ไม้เถา			✓	
18	วงศ์หน่อไม้ฝรั่ง Asparagaceae[3]	กำลังหนุมาน	*Dracaena conferta* Ridl.	ไม้พุ่ม	✓		✓	
19	วงศ์ข้าหลวงหลังลาย Aspleniaceae[3]	ข้าหลวงหลังลาย	*Asplenium nidus* L. var. *nidus*	อิงอาศัย			✓	

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	วงศ์พืช	ชื่อพืช	ชื่อวิทยาศาสตร์	ประเภท	การใช้ประโยชน์			
					สมุนไพร	อาหาร	ไม้ประดับ	เครื่องมือเครื่องใช้/อื่น ๆ
20	วงศ์ดาดตะกั่ว Bignoniaceae[3]	กระเทียมเถา	*Mansoa alliacea* (Lam.) A. Gentry	ไม้เถา			✓	
21	วงศ์มังคุด Calophyllaceae	กระทิง	*Calophyllum inophyllum* L.	ไม้ต้น	✓		✓	
22	วงศ์พุทธรักษา Cannaceae[3]	พุทธรักษา	*Canna indica* L.	ไม้ล้มลุก	✓		✓	
23	วงศ์กระดูกไก่ Chloranthaceae[3]	พญาสามสิบสองเมีย	*Chloranthus erectus* (Buch.-	ไม้พุ่ม	✓		✓	
24	วงศ์ทานตะวัน Compositae[3]	กระดุมทองเลื้อย	*Wedelia trilobata* (L.) Hitchc.	ไม้เลื้อย			✓	
25	วงศ์มะขามป้อม Phylanthaceae[3]	กระดุมผี (สมเสร็จ)	*Glochidion rubrum* Blume	ไม้ต้น	✓			
26	วงศ์นาคราช Davalliaceae[1]	นาคราชเกล็ดสีน้ำตาล	*Davallia trichomanoides* Blume var. *trichomanoides*	อิงอาศัย			✓	
27	วงศ์กลอย Dioscoreaceae[3]	ค้างคาวดำ	*Tacca chantrieri* André	ไม้ล้มลุก	✓	✓	✓	
28	วงศ์กลอย Dioscoreaceae[3]	ว่านพระฉิม	*Dioscorea bulbifera* L.	ไม้เลื้อย	✓	✓	✓	
29	วงศ์ยาง Dipterocarpaceae[3]	พะยอม	*Shorea roxburghii* G. Don	ไม้ต้น	✓		✓	
30	วงศ์เปล้า Euphorbiaceae[3]	ผักหวานช้าง	*Claoxylon longifolium* (Blume) Endl. Ex Hassk.	ไม้พุ่ม	✓	✓		
31	วงศ์เปล้า Euphorbiaceae[3]	มะยม	*Phyllanthus acidus* (L.) Skeels	ไม้พุ่ม	✓	✓		
32	วงศ์เปล้า Euphorbiaceae[3]	หางกระรอกแดง	*Acalypha hispida* Burm.f	ไม้พุ่ม			✓	
33	วงศ์สนหางม้า Equisetaceae[1]	หญ้าถอดปล้อง	*Equisetum debile*Roxb.ex Vaucher	ไม้ล้มลุก	✓		✓	
34	วงศ์ถั่ว Fabaceae[3]	ตำเลง (อะราง หรือ นนทรีป่า)	*Peltophorum dasyrrhachis* (Miq.) Kurz	ไม้ต้น	✓		✓	✓
35	วงศ์ถั่ว Fabaceae[3]	ย่านดาโอ๊ะ	*Phanera aureifolia* (K. Larsen & S. S. Larsen) Bandyop., P. P. Ghoshal & M. K. Pathak	ไม้เถา			✓	
36	วงศ์หวายลิง Flagellariaceae[3]	หวายลิง	*Flagellaria indica* L.	ไม้เลื้อย			✓	✓

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	วงศ์พืช	ชื่อพืช	ชื่อวิทยาศาสตร์	ประเภท	การใช้ประโยชน์			
					สมุนไพร	อาหาร	ไม้ประดับ	เครื่องมือเครื่องใช้/อื่น ๆ
37	วงศ์กง Hanguanaceae[3]	กง	*Hanguana malayana* (Jack.) Merr.	ไม้ล้มลุก	✓			✓
38	วงศ์กะเพรา Lamiaceae[3]	ฤาษีผสม	*Plectrantus scutellarioides* (L.) R.Br.	ไม้พุ่ม	✓		✓	
39	วงศ์กะเพรา Lamiaceae[3]	หมวกจีน	*Holmskioldia sanguinea* Retz.	ไม้พุ่ม			✓	
40	วงศ์อบเชย Lauraceae[3]	เชียด	*Cinnamomum iners* Reinw. ex Blume	ไม้ต้น	✓		✓	
41	วงศ์ชบา Malvaceae[3]	ชบา	*Hibiscus rosa-sinensis* L.	ไม้พุ่ม			✓	
42	วงศ์คล้า Marantaceae[3]	คล้ากาเหว่าลาย	*Calathea lancifolia*Boom	ไม้ล้มลุก			✓	
43	วงศ์คล้า Marantaceae[3]	คลุ้ม	*Donax canniformis* (G. Forster) K. Schum.	ไม้ล้มลุก	✓		✓	
44	วงศ์โคลงเคลง Melastomataceae[3]	โคลงเคลง	*Melastoma malabathricum* L. subsp. *malabathricum*.	ไม้พุ่ม			✓	
45	วงศ์บอระเพ็ด Menispermaceae[3]	บอระเพ็ด	*Tinospora crispa* (L) Hook.f. & Thomson.	ไม้เลื้อย	✓			
46	วงศ์บอระเพ็ด Menispermaceae[3]	สบู่เลือด	*Stephania pierrei* Diels	ไม้ล้มลุก	✓		✓	
47	วงศ์กล้วย Musaceae[3]	กล้วยป่า	*Musa acuminata* Colla subsp.*acuminata*	ไม้ล้มลุก		✓	✓	
48	วงศ์ชมพู่ Myrtaceae[3]	โท๊ะ	*Rhodomyrtus tomentosa* (Aiton) Hassk.	ไม้พุ่ม	✓	✓	✓	
49	วงศ์ชมพู่ Myrtaceae[3]	แปรงล้างขวด	*Callistemon lanceolatus* (Sm) Sweet	ไม้ต้น			✓	
50	วงศ์ชมพู่ Myrtaceae[3]	แพ	*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.	ไม้ต้น	✓	✓		✓
51	วงศ์บัว Nymphaeaceae[3]	บัวบา	*Nymphoides indica* (L.) Kuntze	ไม้ล้มลุก			✓	
52	วงศ์น้ำใจใคร่ Olacaceae	น้ำใจใคร่ (เสาะท่อ)	*Olaxs psittacorum* (willd) vahl.	ไม้เถา	✓			
53	วงศ์มะลิ Oleaceae[3]	มะลิป่า	*Jasminum* sp.	ไม้พุ่ม			✓	
54	วงศ์กล้วยไม้ Orchidaceae[3]	หมูกลิ้ง	*Eulophia andamanensis* Rchb.f.	ไม้ล้มลุก			✓	
55	วงศ์เตย Pandanaceae[3]	เตยหอม	*Pandanus amaryllifolius* Roxb.	ไม้ล้มลุก	✓	✓	✓	
56	วงศ์หญ้า Poaceae[3]	ตองกง	*Thysanolaena latifolia* (Roxb. ex Hornem.) Honda.	ไม้ล้มลุก	✓			✓

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	วงศ์พืช	ชื่อพืช	ชื่อวิทยาศาสตร์	ประเภท	การใช้ประโยชน์			
					สมุนไพร	อาหาร	ไม้ประดับ	เครื่องมือเครื่องใช้/อื่น ๆ
57	วงศ์พญาไม้ Podocarpaceae[2]	ขุนไม้	*Nageia wallichiana* (C.Pres) Khuntze	ไม้ต้น	✓		✓	
58	วงศ์กระแตไต่ไม้ Polypodiaceae[1]	กระแตไต่ไม้	*Drynaria quercifolia* (L.) J.Sm.	อิงอาศัย			✓	
59	วงศ์กระแตไต่ไม้ Polypodiaceae	เกล็ดนาคราช/กีบม้าลม	*Pyrrosia piloselloides* (L.) M.G. Price	อิงอาศัย	✓		✓	
60	วงศ์กระแตไต่ไม้ Polypodiaceae	ชายผ้าสีดา	*Platycerium* coronarium J.G. Koen. ex. Muell, Desv	อิงอาศัย			✓	
61	วงศ์หวายทะนอย Psilotaceae[1]	หวายทะนอย	*Psilotum nadum* (L).	ล้มลุก			✓	
62	วงศ์เฟิร์น Pteridaceae[1]	ปรงทะเล	*Acrostichum aureum* L.	ไม้ล้มลุก	✓	✓	✓	
63	วงศ์เทียนเกล็ดหอย Plantaginaceae[3]	ราน้ำ/ผักกะโฉม	*Limnophila rugosa* (Roth) Merr.	ไม้ล้มลุก	✓	✓	✓	
64	วงศ์พิลังกาสา Primulaceae[3]	ตาเป็ดตาไก่	*Ardisia crenata* Sims	ไม้พุ่ม		✓	✓	
65	วงศ์เข็ม Rubiaceae[3]	เข็มแดง	*Ixora chinensis* Lam	ไม้พุ่ม			✓	
66	วงศ์ละมุด Sapotaceae	พิกุล	*Mimusops elengi* L.	ไม้ต้น	✓			✓
67	วงศ์ผักคาวตอง Saururaceae[3]	พลูคาว/ผักคาวตอง	*Houttuynia cordata* Thunb.	ไม้เลื้อย	✓	✓	✓	
68	วงศ์หญ้าดอกคำ Hypoxidaceae[3]	พร้าวนกคุ่ม	*Molineria latifolia* (Dryand. ex W.T. Aiton) Herb. ex Kurz var. *latifolia*	ไม้ล้มลุก	✓	✓	✓	
69	วงศ์ปลาไหลเผือก Simaroubaceae[3]	ประทัดจีน	*Quassia amara* L.	ไม้ต้น			✓	
70	วงศ์ผักชี Umbelliferae[3]	แว่นแก้ว	*Hydrocotyle umbellata* L.	ไม้ล้มลุก			✓	
71	วงศ์กะลังกะตังช้าง Urticaceae[3]	ขมัน/ย่านงด	*Poikilospermum suaveolens* (Blume) Merr.	ไม้พุ่ม	✓		✓	
72	วงศ์แตรวง Xanthorrhoeaceae[3]	หญ้าหนูต้น	*Dianella ensifolia* (L.) DC.	ไม้ล้มลุก	✓		✓	
73	วงศ์ขิง Zingiberaceae[3]	กระทือ	*Zingiber zerumbet* (L.) Roscoeex Sm. subsp. *zerumbet*	ไม้ล้มลุก	✓	✓	✓	

คำอธิบายสัญลักษณที่ใช้ในตารางที่ 1 การจัดกลุ่มพืช

1. กลุ่มเทอริโดไฟต์ (Pteridophytes) เป็นกลุ่มพืชมีท่อลำเลียงที่ไม่สร้างเมล็ด แต่สร้างอับสปอร์เป็นกลุ่ม ๆ เช่น เฟินต่าง ๆ หวายทะนอย หญ้าถอดปล้อง
2. พืชเมล็ดเปลือย (Gymnosperms) เป็นกลุ่มพืชมีเมล็ดที่ไม่มีผนังผล เกิดจากออวุล ไม่มีรังไข่ห่อหุ้ม เช่น ขุนไม้
3. พืชดอก (Angiosperms) หมายถึง พืชที่เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะมีการสร้างดอก พืชดอกจัดเป็นพืชชั้นสูงที่มีอวัยวะต่าง ๆ ครบสมบูรณ์ คือ ราก ลำต้น ใบ ดอก และเมล็ด แบ่งเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (Monocotyledons) และใบเลี้ยงคู่ (Dicotyledons)

การอภิปรายผลการวิจัย

การสำรวจความหลากหลายระดับชนิดของพืชและการใช้ประโยชน์ในพื้นที่บริเวณรอบอาคารปฏิบัติการพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง พบพืชจำนวน 73 ชนิด 45 วงศ์ แบ่งเป็นกลุ่มเฟินและกลุ่มพืชใกล้เคียงเฟิน 8 ชนิด 6 วงศ์ กลุ่มเมล็ดเปลือย 1 ชนิด 1 วงศ์ และกลุ่มพืชดอก 64 ชนิด 38 วงศ์ โดยวงศ์ที่พบชนิดพืชมากที่สุด 2 วงศ์ ๆ ละเท่ากันคือวงศ์เหงือกปลาหมอ (Acanthaceae) วงศ์บอน (Araceae) วงศ์ละ 5 ชนิด รองลงมาคือวงศ์เปล้า (Euphorbiaceae) วงศ์ตีนเป็ด (Apocynaceae) วงศ์ชมพู่ (Myrtaceae) และวงศ์กระแตไต่ไม้ (Polypodiaceae) วงศ์ละ 3 ชนิด กลุ่มพืชเมล็ดเปลือยพบ 1 วงศ์ คือวงศ์พญาไม้ (Podocarpaceae) 1 ชนิด คือขุนไม้ ซึ่งเป็นพืชต่างถิ่นที่นำมาปลูกในพื้นที่เพื่อการเรียนการสอน ซึ่งจากรายงานการสำรวจชนิดพันธุ์พืชในประเทศไทยพบว่าพืชดอกมีประมาณกว่า 9,000 ชนิด ยังไม่รวมสกุลและชนิดใหม่ที่ตีพิมพ์ 5 ปีที่ผ่านมา (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2561) ซึ่งกลุ่มพืชที่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษาสอดคล้องกับรายงานเกี่ยวกับการศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านและการใช้ประโยชน์ในเขาคอหงส์ จังหวัดสงขลา พบพืช 159 ชนิด 65 วงศ์ ประกอบด้วยพืชกลุ่มเฟิน 4 ชนิด เมล็ดเปลือย 1 ชนิด พืชดอกใบเลี้ยงคู่ 120 ชนิด พืชดอกใบเลี้ยงเดี่ยว 34 ชนิด โดยพบวงศ์ถั่ว (Fabaceae) มากที่สุด รองลงมาคือ วงศ์เปล้าและวงศ์เข็ม (Rubiaceae) (หทัยรัตน์, 2559) นอกจากนี้จากรายงานการศึกษาพบว่าพืชวงศ์เปล้า (Euphorbiaceae) มีจำนวนชนิดมากเป็นลำดับสอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอรทัย และคณะ (2555) ศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านของพืชกินได้จากป่าชายเลนและป่าชายหาดบริเวณคาบสมุทรสทิงพระ จังหวัดสงขลา พบวงศ์ที่มีชนิดมากที่สุด 3 วงศ์คือ วงศ์ชมพู่ รองลงมาคือวงศ์เปล้า วงศ์ถั่ว และวงศ์พุทรา (Rhamnaceae) เช่นเดียวกับงานวิจัยของมูฮาหมัดตายุดดีน และฉันทนา (2554) ศึกษาความหลากหลายของไม้ป่ากินได้ในหุบเขาลำพะยา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา พบไม้ป่ากินได้ที่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ 37 วงศ์ 64 ชนิด วงศ์ที่พบมากที่สุดคือวงศ์มะม่วง รองลงมาคือวงศ์เปล้า และวงศ์ถั่ว สำหรับไม้วงศ์ตีนเป็ดมีรายงานพบไม้ในวงศ์นี้จัดเป็นพรรณไม้หอมหลายชนิด เช่น พญาสัตตบรรณ ลีลาวดี โมก ใช้ประโยชน์ทั้งในด้านสมุนไพร ด้านอาหาร ด้านวัฒนธรรม และด้านภูมิทัศน์ (มูฮาหมัดตายุดดีน และคณะ, 2561) ซึ่งมีทั้งไม้ต้น ไม้พุ่ม ไม้ล้มลุก และจำนวนมากที่เป็น

ไม้เถา กระจายอยู่ในเขตร้อนทั่วโลกและเป็นไม้ประดับที่นิยมปลูกกันมาก เช่น ยี่โถ รำเพย พังพวยฝรั่ง (อุฑารัตน์, 2536) นอกจากนี้มีพืชหลายชนิดที่พบในพื้นที่ที่ศึกษาซึ่งเป็นพรรณไม้หอม เช่น พิกุล พะยอม เป็นต้น เมื่อนำพืชมาแบ่งกลุ่มตามลักษณะวิสัยสามารถแบ่งได้ 6 ประเภท คือไม้ล้มลุก ไม้พุ่ม ไม้เลื้อยหรือไม้เถา ไม้ต้น ไม้อิงอาศัย และปาล์ม โดยพบว่าไม้ล้มลุกสามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพรมากที่สุด รองลงมาคือไม้พุ่ม ไม้ต้น และไม้เลื้อยหรือไม้เถา ตามลำดับ แบ่งกลุ่มพืชตามลักษณะการใช้ประโยชน์ ได้ 4 กลุ่ม คือพืชที่ปลูกเป็นไม้ประดับ โดยพบพืชที่สามารถใช้ประโยชน์ในด้านไม้ประดับมากที่สุดในกลุ่มเฟินและกลุ่มใกล้เคียงเฟิน และกลุ่มพืชดอกพบในวงศ์เหงือกปลาหมอ วงศ์บอน รองลงมาคือพืชที่ใช้เป็นพืชสมุนไพร พบมากที่สุดในวงศ์เหงือกปลาหมอ รองลงมาคือวงศ์เปล้า และวงศ์บอน ซึ่งงานวิจัยของกนกอร (2561) รายงานเกี่ยวกับพืชในวงศ์เหงือกปลาหมอมีการนำไปใช้ประโยชน์ในประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และภูมิภาคอินโดจีน ซึ่งประเทศไทยจัดอยู่ในกลุ่มอินโดจีน ถัดมาเป็นพืชอาหาร และใช้ทำเครื่องมือเครื่องใช้และอื่น ๆ โดยพืชบางชนิดใช้ประโยชน์ได้มากกว่า 1 ด้านคือ ด้านสมุนไพรกับไม้ประดับ ด้านสมุนไพรกับอาหาร ด้านสมุนไพรกับเครื่องมือเครื่องใช้ และด้านไม้ประดับกับอาหาร เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีอาคารที่มีการจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่จึงมีการปลูกไม้ประดับเพื่อประดับอาคารสถานที่และนำมาใช้จัดการเรียนการสอน โดยพืชวงศ์บอนเป็นไม้ล้มลุกที่พบได้ทุกภาคของประเทศในบริเวณพื้นที่ที่มีป่าอุดมสมบรูณ์และมีความชุ่มชื้นสูง โดยเฉพาะป่าดิบชื้นในภาคใต้ของประเทศ (วงศ์สถิต, 2548; อุทิศ, 2551) มนุษย์ใช้ประโยชน์จากพืชวงศ์นี้มากมาย ได้แก่ เป็นพืชอาหาร เป็นยาสมุนไพร เป็นสมุนไพรสำหรับสัตว์ ปลูกเป็นไม้ดอกไม้ประดับและไม้ตัดใบใช้ประดับตกแต่งสถานที่ เนื่องจากพืชกลุ่มนี้มีรูปร่างสีสันของใบที่หลากหลายสวยงามแปลกตา (ก่องกานดา, 2551 อ้างโดย พาตีเมาะ และคณะ, 2559) นอกจากนี้มีจากรายงานเกี่ยวกับการสำรวจความหลากหลายของพืชและการใช้ประโยชน์จากหลายพื้นที่ ได้แก่ พาตีเมาะ และคณะ (2559) ศึกษาความหลากหลายของพืชวงศ์บุกบอนในเส้นทางศึกษาธรรมชาติหุบเขาลำพญา จังหวัดยะลา จากการสัมภาษณ์ด้านการใช้ประโยชน์พบว่าส่วนใหญ่นิยมปลูกเป็นไม้ดอกไม้ประดับ 13 ชนิด รองลงมาเป็นสมุนไพร 4 ชนิด และใช้เป็นอาหาร 1 ชนิด มีพืชบางชนิดใช้ประโยชน์มากกว่า 1 ด้าน คือ ด้านอาหารกับสมุนไพร 5 ชนิด และด้านสมุนไพรกับไม้ดอกไม้ประดับ 1 ชนิด อชิรญา และคณะ (2558) ศึกษาความหลากหลายและการใช้ประโยชนทางอาหารของพืชผักท้องถิ่นในพื้นที่ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่าพืชผักท้องถิ่นที่ชุมชนนำมาใช้ประโยชน์ด้านอาหารมี 48 ชนิด จำนวน 25 วงศ์ โดยพืชวงศ์บอน (Araceae) ใช้ประโยชนเป็นอาหารมากเป็นลำดับสอง อีกทั้งทิพย์ทิวา และคณะ (2554) ได้สำรวจชนิดพืชผักพื้นบ้านด้านการดูแลสุขภาพโดยการบริโภคในพื้นที่อำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง พบว่าพืชผักพื้นบ้านที่ขึ้นเองตามธรรมชาติในพื้นที่อำเภอกงหรา ชาวบ้านนำมารับประทานเพื่อดูแลสุขภาพ ได้แก่ ราน้ำ กระทือ บอนส้ม ซึ่งเป็นทั้งอาหารและสมุนไพรในการดูแลสุขภาพ เมื่อพิจารณาลักษณะการใช้ประโยชน์จากพืชในแต่ละพื้นที่ พบว่าพืชแต่ละชนิดมีการใช้ประโยชน์ที่แตกต่างกัน

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาครั้งนี้ พบพืชที่เป็นไม้ป่ากินได้ ซึ่งเป็นผลไม้พื้นเมืองทางภาคใต้ และพืชพื้นถิ่น องค์ความรู้ที่ได้ทำให้ทราบข้อมูลพื้นฐานด้านความหลากหลายระดับชนิดของพืชในพื้นที่รอบอาคารปฏิบัติการพฤกษศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านสมุนไพร ด้านอาหาร ด้านไม้ประดับ และด้านการทำเครื่องมือเครื่องใช้ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่สามารถนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้ต่อไป และพัฒนาฐานข้อมูลและการนำไปศึกษาต่อยอดเป็นให้เป็นประโยชน์ต่อชุมชนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กนกอร เรืองสว่าง. (2561). ความหลากหลายทางชีวภาพและสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของพืชในเชิงลึก: กรณีศึกษาพืชวงศ์ Acanthaceae. *รายงานการฝึกอบรมและดูงานภายใต้โครงการ Tropical plant indentification couse*. กรุงเทพฯ.

ก่องกานดา ชยามฤต. (2551). *ลักษณะประจำวงศ์พรรณไม้*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

เต็ม สมิตินันทน์. (2557). *ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย.* (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2557). กรุงเทพฯ: สำนักงานหอพรรณไม้ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช.

ทิพย์ทิวา สัมพันธมิตร เสาวลักษณ์ รุ่งตะวันเรืองศรี นันทิดา สุธรรมวงศ์ วิชุดา เกตุใหม่ และสมพงษ์ โอทอง. (2554). การสำรวจชนิดพืชผักพื้นบ้านด้านการดูแลสุขภาพโดยการบริโภคในพื้นที่อำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ,* 14(1), 53-66.

พาตีเมาะ อาแยกาจิ ฉันทนา รุ่งพิทักษ์ไชย มูฮำหมัดตายุดิน บาฮะคีรี ซูไบดี โตะโมะ และนัสรี มะแน. (2559). ศึกษาความหลากหลายของพืชวงศ์บุกบอน ในเส้นทางศึกษาธรรมชาติหุบเขาลำพญา จังหวัดยะลา. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 5.* ยะลา.

มูฮาหมัดตายุดดีน บาฮะคีรี พาตีเมาะ อาแยกาจิ ซูไบดี โตะโมะ และนัสรี มะแน. (2561). *รายงานวิจัยความหลากหลายของพรรณไม้หอมในพื้นที่หุบเขาลำพญา ตำบลลำพะยา อำเภอเมืองยะลา จังหวัดยะลา.* ยะลา.

มูฮาหมัดตายุดดีน บาฮะคีรี และฉันทนา รุ่งพิทักไชย. (2554). ความหลากหลายของไม้ป่ากินได้ในหุบเขาลำพะยา กรณีศึกษาพืชใบเลี้ยงคู่. *วารสารวิทยาสตร์และเทคโนโลยี,* 15(1), 64-72.

วงศ์สถิต ฉั่วสกุล. (2548). *อนุกรมวิธานพืชสมุนไพร.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาเภสัชพฤกษศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2561). การดำเนินงานตามเป้าหมายของกลยุทธ์ทั่วโลกสำหรับการอนุรักษ์พืชในประเทศไทย (1-7). *การประชุมเพื่อรับฟังข้อคิดเห็นต่อการดำเนินงานโครงการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำรายงานแห่งชาติด้านความหลากหลายทางชีวภาพ.* กรุงเทพฯ.

สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2561). สถานภาพปัจจุบันด้านความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย (1). *การประชุมเพื่อรับฟังข้อคิดเห็นต่อร่างรายงานแห่งชาติด้านความหลากหลายทางชีวภาพ*. กรุงเทพฯ.

สุนทรี จีนธรรม ปัณณิรภัส ถกลภักดี และจีรภัศธ์ อัฐฐิศิลป์เวท. (2558). การศึกษาความหลากหลายของพรรณพืชสมุนไพรและภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยใช้วิธีกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนบ้านควนดงปัง ตำบลดงขี้เหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดปราจีนบุรี. *วารสารวิจัยสหวิทยาการไทย,* 10(3), 1-8.

หทัยรัตน์ อุเส. (2559). *การศึกษาพฤกษศาสตร์พื้นบ้านและการใช้ประโยชน์ในเขาคอหงส์ จังหวัดสงขลา.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

อชิรญา คำจันทรศุภสิน จุรีภรณ นวนมุสิก วราศรี แสงกระจาง และวันดี แก่วสุวรรณ. (2558). ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์ทางอาหารของพืชผักท้องถิ่นในพื้นที่ตำบลกรุงชิง อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรธีรรมราช. *วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 34(2), 52-63.

อรทัย เนียมสุวรรณ นฤมล เส้งนนท์ กรกนก ยิ่งเจริญ และพัชรินทร์ สิงห์ดำ. (2555). พฤกษศาสตร์พื้นบ้านของพืชกินได้จากป่าชายเลนและป่าชายหาดบริเวณคาบสมุทรสทิงพระ จังหวัดสงขลา. *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 40(3), 981-991.

อุฑารัตน์ ภู่ไพบูลย์. (2536) ตีนเป็ด ไม้มีค่าทางเศรษฐกิจชนิดใหม่. *การประชุมวิชาการป่าไม้ ประจำปี 2536.* กรุงเทพฯ.

อุทิศ กุฎอินทร์. (2551). ระบบการจำแนกสังคมพืชคลุมดินของประเทศไทย. *วารสารวิจัยพืชเขตร้อน*, 1(1), 1-21.

ความหลากชนิดและการกระจายของโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรน ในแหล่งน้ำจืด อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

Species Diversity and Distribution of Rotifers and Cladocerans in Freshwater Habitats in Kamphaeng Saen District, Nakhon Pathom Province

ณัฐธิดา จันทวงศ์[1] และสุปิยนิตย์ ไม้แพ[1*]

Natthida Jantawong[1] and Supiyanit Maiphae[1*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความหลากชนิดและการกระจายของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนในแหล่งน้ำจืด 7 แหล่ง ในอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยเก็บตัวอย่างเชิงคุณภาพด้วยถุงแพลงก์ตอนขนาดตา 60 ไมโครเมตร ทุก 2 เดือน ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 และตรวจวัดปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมบางประการ พบความหลากชนิดของโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนรวม 44 ชนิด เป็นโรติเฟอร์ 31 ชนิด และคลาโดเซอแรน 13 ชนิด โดยความหลากชนิดของทั้งสองกลุ่มสูงในช่วงฤดูฝนและลดลงในช่วงฤดูแล้ง นอกจากนี้พบว่าแหล่งน้ำที่มีทั้งพืชริมตลิ่งและพืชน้ำและไม่ได้รับการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ มีความหลากชนิดของคลาเซอแรนและโรติเฟอร์สูงกว่าแหล่งน้ำที่มีพืชน้ำน้อยและได้รับการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ และพบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำและปริมาณไนเตรท ส่งผลต่อการกระจายของสังคมโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรน (eigenvalue axis 1 = 0.463 axis 2 = 0.324 r =0.916 p = 0.27) โดยทั้งสองกลุ่มมักพบกระจายอยู่ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำสูง (4.52-8.02 มิลลิกรัมต่อลิตร) และพบกระจายน้อยกว่าในแหล่งน้ำที่มีปริมาณไนเตรทสูง (8.12-12.42 มิลลิกรัมต่อลิตร) ผลที่ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้เป็นดัชนีประเมินคุณภาพแหล่งน้ำต่อไป

คำสำคัญ: แพลงก์ตอนสัตว์ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ไนเตรท ดัชนีชีวภาพ

[1] ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

* Corresponding author e-mail: supiyanit.m@ku.ac.th

Received: 5 June 2020, Revised: 3 August 2020, Accepted: 7 August 2020

Abstract

This research aims to examine the species diversity and distribution of rotifers and cladocerans in seven freshwater habitats, Kamphaeng Saen district, Nakhon Pathom Province. Samples were qualitatively collected by plankton net 60 μm of mesh size every two months between July 2018 and July 2019 and some environmental factors were measured. A total of 44 species of rotifers and cladocerans was recorded. Of which, 31 species are rotifers and 13 species are cladocerans. The diversity is higher in rainy season and lower in dry season. In addition, there is more diverse rotifers and cladocerans in densely vegetated and non-disturbed by human habitats than habitats with few aquatic plants and are disturbed by human. Moreover, it was found that dissolved oxygen and nitrate affected the distribution of rotifer and cladoceran communities (eigenvalue axis 1 = 0.463 axis 2 = 0.324, r = 0.916, p = 0.27). Of which, rotifers and cladoceran species were mainly distributed in high dissolved oxygen content (4.52-8.02 mg/l). On the other hand, the number of species found in aquatic environment with high nitrate content (8.12-12.42 mg/l) is low. The results demonstrate a relationship between species and environmental factors, which can be applied for water quality assessment in this type of freshwater habitat.

Keywords: Zooplankton, Dissolved oxygen, Nitrate, Bioindicatiors

บทนำ

แพลงก์ตอนสัตว์มีความสำคัญต่อการหมุนเวียนอินทรียสารในห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศน้ำจืด เนื่องจากมีบทบาทเป็นผู้บริโภคลำดับที่หนึ่งหรือเป็นผู้บริโภคในระดับที่สูงขึ้น โดยมีทั้งกลุ่มที่ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนชั่วคราวซึ่งล่องลอยในมวลน้ำเพียงช่วงใดช่วงหนึ่งของชีวิตเท่านั้น เช่น ตัวอ่อนของกุ้ง ปู และปลา และกลุ่มที่เป็นแพลงก์ตอนถาวรโดยดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนตลอดชีวิต ซึ่งกลุ่มนี้จะมีบทบาทสำคัญมากในการหมุนเวียนสารอาหารและการเป็นอาหารของสัตว์น้ำอื่น ๆ ดังนั้นการทราบความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำจะสามารถช่วยอธิบายความซับซ้อนและความอุดมสมบูรณ์ของโครงสร้างของสังคมสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้นได้ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาความหลากชนิดและการกระจายเชิงเวลาและเชิงสถานที่ของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนในแหล่งน้ำจืดที่อยู่ใกล้เขตชุมชน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยผลที่ได้

จากการศึกษาจะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญด้านความหลากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์และความสัมพันธ์ระหว่างชนิดที่พบกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการใช้สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้ในการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำในเขตชุมชนต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์เชิงคุณภาพโดยใช้ถุงแพลงก์ตอนขนาดตา 60 ไมโครเมตรในแหล่งน้ำจืด อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 7 แหล่ง (1-7) (ภาพที่ 1) ให้เป็นตัวแทนของแหล่งน้ำในเขตชุมชนเมืองที่ได้รับและไม่ได้รับการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเก็บตัวอย่างทุก 2 เดือน ระหว่างเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้น 5 ครั้ง รักษาสภาพตัวอย่างในแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้นสุดท้ายประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์ คัดแยกกลุ่มโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Olympus รุ่น SZ51) และจำแนกชนิดโดยตรวจสอบลักษณะทางสัณฐานภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Olympus รุ่น CH2)

ตรวจวัดปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมในแต่ละแหล่งที่ศึกษาทุกครั้งที่เก็บตัวอย่าง คือ อุณหภูมิ ความเค็ม การนำไฟฟ้า ความเป็นกรดด่าง ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณไนเตรท และปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด ด้วยเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ YSI 30 และตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำด้วยเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ YSI 550A (ตารางที่ 1) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดที่พบและปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมด้วยสถิติ canonical correspondence analysis (CCA) โดยใช้โปรแกรม PC-ORD version 7



ภาพที่ 1 ลักษณะจุดเก็บตัวอย่างที่ 1-7

ตารางที่ 1 ลักษณะและปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำที่ศึกษาในช่วงเวลาที่ศึกษา

แหล่งน้ำ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความเค็ม (ส่วนในพันส่วน)	การนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร)	ความเป็นกรดด่าง	ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	สารแขวนลอยทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ปริมาณไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	การปรากฏของพืชน้ำและพืชริมฝั่ง	การรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์
1	29.71-32.31	0.39-0.53	884.40-1,248.10	7.04-8.19	8.73-33.00	562-711.00	0.97-25.47	1.99-7.39	มีพืชน้ำและพืชริมฝั่ง	ถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ (ทิ้งขยะ)
2	28.34-31.67	0.14-6.46	317.63-8,899.53	7.04-8.15	1.42-69.04	194.00-7,430.00	0.26-6.40	4.52-7.31	ไม่มีพืชน้ำและไม่มีพืชริมฝั่ง	ถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ (ทิ้งขยะ)
3	29.99-34.75	0.36-0.46	868.80-1,121.60	7.32-8.35	0.02-21.29	489.33-613.33	0.48-9.45	5.99-12.97	มีพืชน้ำและพืชริมฝั่ง	ถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ (ยาฆ่าแมลง)
4	29.69-34.89	0.25-1.11	635.13-13,564.80	7.50-8.53	11.86-40.01	347.00-1,434.67	0.64-6.59	3.62-8.02	มีพืชน้ำและพืชริมฝั่ง	ไม่ถูกรบกวน
5	29.99-33.09	0.34-1.25	813.07-2696.77	7.53-8.32	9.47-22.83	457.67-1,598.33	1.11-12.42	4.83-6.00	มีพืชน้ำหนาแน่นและพืชริมฝั่ง	ถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ (ทิ้งขยะ)
6	28.75-32.65	0.65-0.83	1501.20-1897.83	7.55-8.29	1.98-7.35	988.00-1,074.00	0.93-11.51	0.20-7.80	มีพืชน้ำและพืชริมฝั่ง	ไม่ถูกรบกวน
7	28.27-29.98	0.08-0.12	174.90-286.10	7.51-8.72	6.60-24.09	106.00-171.33	3.15-20.96	2.53-5.18	มีพืชน้ำและพืชริมฝั่ง	ไม่ถูกรบกวน

ผลการวิจัย

1. ความหลากชนิดและการกระจายของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรน

พบความหลากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนทั้งหมด 44 ชนิด เป็นโรติเฟอร์ 10 วงศ์ 6 สกุล 31 ชนิด คลาโดเซอแรน 5 วงศ์ 1 สกุล 13 ชนิด โดยโรติเฟอร์สกุลที่มีความหลากชนิดสูงสุดคือ *Brachionus* (8 ชนิด) และคลาโดเซอแรน สกุลที่มีความหลากชนิดสูงสุดคือ *Diaphanosoma* (2 ชนิด) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ชนิดและการกระจายของโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนที่พบในการศึกษาครั้งนี้

ชื่อวิทยาศาสตร์	แหล่งที่พบในแต่ละเดือนที่ศึกษา				
	กรกฎาคม 2561	ตุลาคม 2561	มกราคม 2562	เมษายน 2562	กรกฎาคม 2562
กลุ่มโรติเฟอร์					
Asplanchna sp.	1 4 6	1	-	4	7
Anuraeopsis coelata de Beauchamp, 1932	-	4	-	3	-
A. fissa Gosse, 1851	-	1 7	4 7	-	-
Brachionus angularis Gosse, 1851	4	2 4	1 2 4 5	4	1 4
B. calyciflorus Pallas, 1766	1 2	1 2 3 4	1 3 4 6 7	1 2 3 4 7	1 2 3 4 6
B. caudatus Barrois and Daday, 1894	2	2 3 4	1 2 3 4 6 7	4 6	1 3 7
B. divesicornis (Daday, 1883)	2	2 4 6	4	4	3
B. doneri Brehm, 1951	-	1	-	-	-
B. falcatus Zacharias, 1898	3 4 6 7	3	1 7	3 4	2 6 7
B. forficula Wierzejski, 1891	-	2 3 4	2 4	4	2
B. quadridentatus Hermnn, 1783	7	6	-	-	7
Keratella cochlearis (Gosse, 1851)	-	3 5	-	4 6	-
K. lenzi Hauer, 1953	-	2 3 4	2 7	-	-
K. tropica (Apstein, 1907)	2 3 4 7	1 2 3 4 6	2 4 6	4 6	3 6
Plationus patulus (Muller,1786)	-	-	-	-	6
Euchlanis sp.	-	5	-	-	-

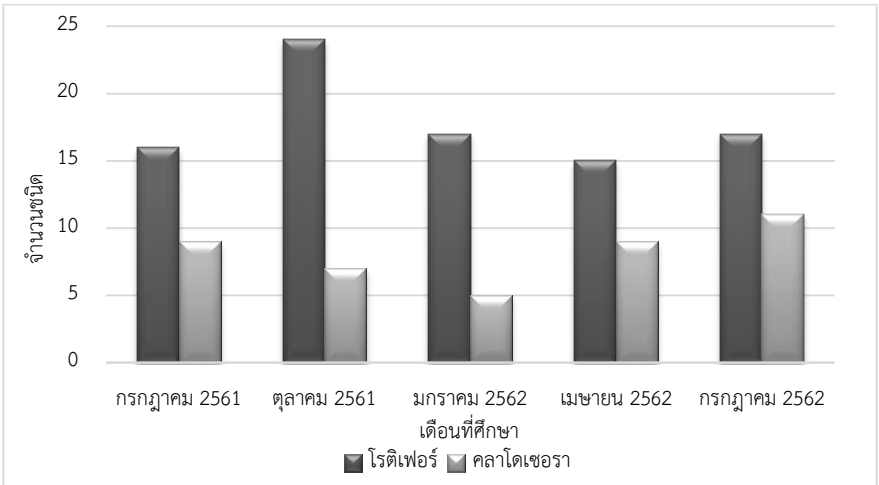
ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	แหล่งที่พบในแต่ละเดือนที่ศึกษา				
	กรกฎาคม 2561	กรกฎาคม 2561	กรกฎาคม 2561	กรกฎาคม 2561	กรกฎาคม 2561
Hexarthra sp.	6 7	7	2	-	-
Lecane bulla (Gosse, 1851)	1 6	2 6	6 7	6	1 6 7
L. curvicornis (Murray, 1913)	-	6 7	-	-	7
L. hamata (Stokes, 1896)	-	6	-	-	-
L. lunaris (Ehrenberg, 1832)	3 6	2 6	-	-	-
L. ungulata (Gosse, 1887)	-	-	6	-	6
Polyarthra sp.	1 2 3 5 6	3 7	2 4 5	3 4	7
Pompholyx complanata Gosse, 1851	-	4	7	-	-
Testudinella patina (Hrmann, 1783)	1 5	1 7	-	5	5
Trichocerca sp.	-	-	-	6	-
Trichotria tetraclis (Ehrenberg, 1834)	1	-	-	-	-
Filinia longiseta (Ehrenberg, 1834)	1	-	1	-	6
F. opoliensis (Zacharias, 1898)	6 7	-	1	4 7	7
Filinia sp.	-	-	1	-	-
Trochosphaera aequatorialis Semper, 1872	-	7	-	-	-
กลุ่มคลาโดเซอแรน					
Anthalona harti Van Damme, Sinev & Dumont, 2011	-	-	-	1	-
Alona pulchella King, 1853	-	-	-	1	-
Chydorus eurynotus Sars, 1901	-	-	7	1	-
Dunhevidia sp.	-	-	-	-	5
Ephemeroporus barroisi (Richard, 1894)	-	-	-	1	-
Karualona karua (King, 1853)	1	-	-	-	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

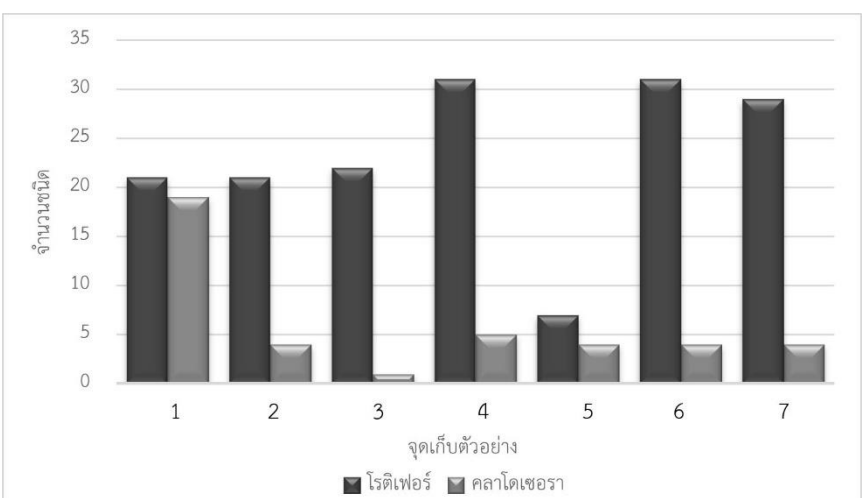
ชื่อวิทยาศาสตร์	แหล่งที่พบในแต่ละเดือนที่ศึกษา				
	กรกฎาคม 2561	กรกฎาคม 2561	กรกฎาคม 2561	กรกฎาคม 2561	กรกฎาคม 2561
Leberis diaphanous (King, 1853)	-	-	-	-	5
Ceriodaphnia cornuta Sars, 1885	1 3 5	1 2	1	1 4	1 6
Diaphanosoma modigliani Richard, 1894	4	1	-	-	-
D. excisum Sars, 1885	1 4	1	1	1 4	1 2 4 6 7
Macrothrix spinosa King, 1853	2	2	7	-	-
Moina micrura Kurz, 1874	-	-	-	5	1 7
Moinodaphnia macleayi (King, 1853)	-	1 6	1	-	-

เมื่อพิจารณาความหลากชนิดในแต่ละเดือนที่ศึกษา พบโรติเฟอร์ได้ตั้งแต่ 15-24 ชนิด โดยเดือนที่พบความหลากชนิดของโรติเฟอร์มากที่สุด คือ เดือนตุลาคม 2561 (24 ชนิด) รองลงมา คือ เดือนมกราคม 2562 และกรกฎาคม 2561 (เดือนละ 17 ชนิด) และเดือนกรกฎาคม 2562 (16 ชนิด) ตามลำดับ ในขณะที่เดือนเมษายน 2562 พบความหลากชนิดน้อยที่สุด (15 ชนิด) และพบคลาโดเซอแรนได้ตั้งแต่ 5-11 ชนิด โดยเดือนที่พบความหลากชนิดของคลาโดเซอแรนมากที่สุด คือ เดือนกรกฎาคม 2562 (11 ชนิด) รองลงมา คือ เดือนกรกฎาคม 2561 เดือนเมษายน 2562 (เดือนละ 9 ชนิด) และเดือนตุลาคม 2561 (7 ชนิด) ตามลำดับ ในขณะที่เดือนมกราคม 2562 พบความหลากชนิดน้อยที่สุด (5 ชนิด) (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 จำนวนชนิดของโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนในแหล่งน้ำจืด อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่พบตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2561-กรกฎาคม 2562 จำแนกตามเดือนที่ศึกษา

เมื่อพิจารณาความหลากชนิดของโรติเฟอร์ในแต่ละแหล่งที่ศึกษา สามารถพบโรติเฟอร์ได้ตั้งแต่ 7-31 ชนิด โดยแหล่งที่พบความหลากชนิดมากที่สุด คือ แหล่งน้ำ 1 (31 ชนิด) และแหล่งน้ำ 6 (31 ชนิด) รองลงมาแหล่งน้ำ 7 (29 ชนิด) ในขณะที่แหล่งน้ำ 5 พบเพียง 7 ชนิด ความหลากชนิดของคลาโดเซอแรนสามารถพบได้ตั้งแต่ 1-19 ชนิด โดยแหล่งที่พบความหลากชนิดมากที่สุด คือ แหล่งน้ำ 1 (19 ชนิด) รองลงมา คือ แหล่งน้ำ 4 (5 ชนิด) และ แหล่งน้ำ 2 5 6 และ 7 (แหล่งละ 4 ชนิด) ในขณะที่แหล่งน้ำ 3 พบความหลากชนิดน้อยที่สุด คือ 1 ชนิด (ภาพที่ 3)



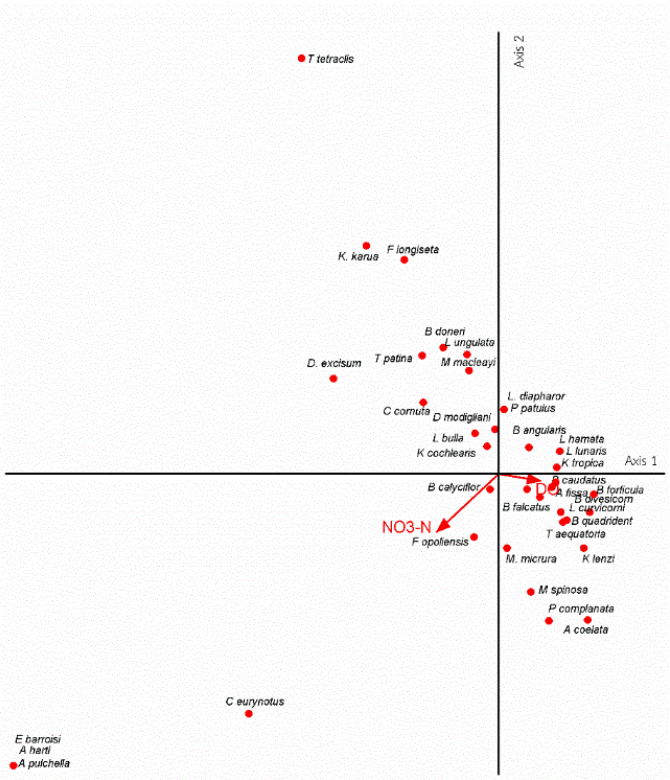
ภาพที่ 3 จำนวนชนิดของโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนในแหล่งน้ำจืด อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่พบตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2561-กรกฎาคม 2562 จำแนกตามจุดเก็บตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาการกระจายในแต่ละแหล่งที่ศึกษา พบโรติเฟอร์ชนิดที่พบการแพร่กระจายทุกแหล่ง ได้แก่ *Polyarthra* sp. แต่ไม่มีคลาโดเซอแรนที่พบในทุกแหล่งที่ศึกษา นอกจากนี้ ยังพบโรติเฟอร์ที่พบกระจายอยู่เพียงแหล่งน้ำเดียว คือ *B. doneri* และ *T. tetraclis* พบที่แหล่งน้ำ 1 *Euchlanis* sp. พบที่แหล่งน้ำ 5 *P. patulus L. hamata* และ *Trichocerca* sp. พบที่แหล่งน้ำ 6 และ *T. aequatorialis* พบที่แหล่งน้ำ 7 สำหรับคลาโดเซอแรน พบ *A. harti A. pulchella E. barroisi* และ *K. karua* เฉพาะที่แหล่งน้ำ 1 และพบ *Dunhevidia* sp. และ *L. diapharorus* เฉพาะที่แหล่งน้ำ 5

เมื่อพิจารณาการกระจายในแต่ละเดือนที่ศึกษา โรติเฟอร์ชนิดที่พบกระจายทุกเดือน ได้แก่ *B. angularis B. calyciflorus B. caudatus B. divesicornis B. falcatus K. tropica L. bulla* และ *Polyarthra* sp. ส่วนโรติเฟอร์ที่พบกระจายเพียงเดือนใดเดือนหนึ่ง คือ *T. tetraclis* พบเดือนกรกฎาคม 2561 *B. doneri Euchlanis* sp *L. hamata* และ *T. aequatorialis* พบเดือนตุลาคม 2561 *Trichocerca* sp. พบเดือนเมษายน 2562 *P. patulus* พบเดือนกรกฎาคม 2562 และคลาโดเซอแรนที่พบกระจายทุกเดือนที่ศึกษา ได้แก่ *C. cornuta* และ *D. excisum* ในขณะที่พบบางชนิดเพียงเดือนใดเดือนหนึ่ง ได้แก่ พบ *K. karua* ในเดือนกรกฎาคม 2561 *A. harti A. pulchella* และ *E. barroisi* พบในเดือนเมษายน 2562 *Dunhevidia* sp. และ *L. diapharorus* พบในเดือนกรกฎาคม 2562

2. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสังคมโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนในแหล่งน้ำที่ศึกษา

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดที่พบและปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ตรวจวัด พบว่า ปริมาณไนเตรทและปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ มีผลต่อการกระจายของสังคมโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรน (canonical axis แกนที่ 1 มีค่า eigenvalue = 0.463 และแกนที่ 2 มีค่า eigenvalue = 0.324 Pearson correlation Coefficient r = 0.916 และ Monte Carlo test p = 0.27) โดยมักพบ *B. calyciflorus F. opoliensis A. harti A. pulchella C. eurynotus* และ *E. barroisi* กระจายอยู่ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณไนเตรทสูง (8.12-12.42 มิลลิกรัมต่อลิตร) และมักพบ *A. coelata A. Fissa B. caudatus B. diversicornis B. forficornis B. quadridentatus K. lenzi L. curvicornis P. complanate T. aequatorialis M. spinosa* และ *M. micrura* กระจายอยู่ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายสูง (4.52-8.02 มิลลิกรัมต่อลิตร) (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 เดนโดแกรมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสังคมโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ตรวจวัดในการศึกษาครั้งนี้ วงกลมแสดงชนิดของโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรน และเส้นตรงแสดงปัจจัยสิ่งแวดล้อม (โดย NO3-N คือปริมาณไนเตรท และ DO คือปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ)

การอภิปรายผลการวิจัย

โรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนที่พบในการศึกษาครั้งนี้เป็นชนิดที่พบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำนิ่งและแพร่กระจายในเขตร้อน โดยพบโรติเฟอร์ร้อยละ 7.7 ของจำนวนชนิดโรติเฟอร์ที่มีรายงานการพบในประเทศไทย (400 ชนิด) (Sa-ardrit *et al*. 2013; Jaturapruek *et al*., 2018 และ Meksuwan *et al*. 2018) และพบคลาโดเซอแรนร้อยละ 11.8 ของคลาโดเซอแรนที่มีรายงานการพบในประเทศไทย (110 ชนิด) (Korovchinsky, 2013; Maiphae, 2014 และ Tiang-nga *et al*., 2016) โดยพบว่ามีความหลากชนิดน้อยเมื่อเทียบกับการศึกษาความหลากชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์สองกลุ่มนี้ในแหล่งน้ำธรรมชาติอื่น ๆ เช่น พบโรติเฟอร์มากถึง 118 ชนิด ในแหล่งน้ำบริเวณลุ่มแม่น้ำน่าน (Sanoamuang, 1998) และพบโรติเฟอร์ 101 ชนิดและคลาโดเซอแรน 23 ชนิด ในแหล่งน้ำชั่วคราว จังหวัดอุบลราชธานี (พรรณาและละออศรี, 2549) และเมื่อเทียบกับการศึกษาในแหล่งน้ำเฉพาะประเภท เช่น นาข้าว

จังหวัดปทุมธานี ซึ่งพบโรติเฟอร์ 30 ชนิด (สุเปญญา, 2552) และพบโรติเฟอร์ 74 ชนิด คลาโดเซอแรน 11 ชนิด ในการศึกษาในนาข้าวของ Chittapun *et al.* (2009) และการศึกษาในอ่างเก็บน้ำบางพระ ซึ่งพบโรติเฟอร์ 31 ชนิด และพบคลาโดเซอแรน 10 ชนิด (รัชดา, 2559) ความหลากหลายที่พบในการศึกษาครั้งนี้ก็ยังค่อนข้างน้อยเช่นกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแหล่งน้ำที่ศึกษาในครั้งนี้เป็นแหล่งน้ำที่อยู่ใกล้ชุมชนหลายแหล่งได้รับการรบกวนจากชุมชน ได้แก่ การทิ้งขยะบริเวณแหล่งน้ำ และการฉีดยาฆ่าแมลงจากการเพาะปลูกบริเวณใกล้แหล่งน้ำ ซึ่งสารพิษจากยาฆ่าแมลงอาจเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ได้ (Hanazato, 2001; Chang *et al.*, 2005) นอกจากนี้บางแหล่งที่ศึกษายังมีพืชน้ำปกคลุมค่อนข้างน้อย รวมถึงการศึกษาครั้งนี้เก็บตัวอย่างทุกสองเดือน อาจส่งผลให้ไม่พบโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนบางชนิดได้ และในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบคลาโดเซอแรนในวงศ์ Bosminidae และ Ilyocryptidae ซึ่งเป็นคลาโดเซอแรนที่พบกระจายทั่วไป เป็นไปได้ว่าเนื่องจากวงศ์ Bosminidae มักพบอาศัยบริเวณมวลน้ำในอ่างเก็บน้ำ แม่น้ำ และบ่อน้ำขนาดใหญ่ (Maiphae, 2014) และมักพบวงศ์ Ilyocryptidae ตามแหล่งน้ำที่มีพืชน้ำค่อนข้างหนาแน่น เพื่อใช้พืชน้ำเป็นแหล่งอาศัยและแหล่งอาหาร (Maiphae, 2014)

เมื่อพิจารณาการกระจายในเชิงเวลา พบว่าเดือนกรกฎาคม-เดือนตุลาคม 2561 มีความหลากหลายของโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนสูง เป็นไปได้ว่าช่วงเวลาดังกล่าวเป็นฤดูฝน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2563) น้ำฝนจะชะล้างพาแร่ธาตุอาหารซึ่งเป็นอาหารของแพลงก์ตอนพืชลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้แพลงก์ตอนพืชมีความหลากหลายมากขึ้น จึงส่งผลให้แพลงก์ตอนสัตว์สามารถเลือกกินแพลงก์ตอนพืชที่มีขนาดต่าง ๆ ได้มาก ส่งผลให้แพลงก์ตอนสัตว์มีความหลากชนิดเพิ่มขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามพบความหลากหลายของโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนต่ำในเดือนมกราคม และเดือนเมษายน 2562 ตามลำดับ ทั้งนี้เดือนเมษายนเป็นเดือนที่อุณหภูมิของน้ำเพิ่มสูงขึ้น อุณหภูมิมีต่อการอพยพในแนวดิ่งของแพลงก์ตอนสัตว์และมีผลต่อโรติเฟอร์ซึ่งมีการอพยพในแนวดิ่งในรอบวันที่ชัดเจน (อิสราภรณ์, 2547) โดยเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นแพลงก์ตอนสัตว์จะตอบสนองโดยการว่ายน้ำหนีแสงสว่างหรือหนีออกจากบริเวณผิวน้ำ การเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูร้อนจึงอาจส่งผลให้พบตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์น้อยลงได้ (ลัดดา, 2530)

เมื่อพิจารณาการกระจายเชิงสถานที่ พบว่าแหล่งน้ำ 1 และ 4 มีความหลากชนิดของคลาโดเซอแรนและโรติเฟอร์มาก ทั้งนี้เนื่องจากแหล่งน้ำนี้มีทั้งพืชริมตลิ่งและพืชน้ำ ได้แก่ กก ผักบุ้งแหน และสาหร่าย เป็นต้น ซึ่งพืชน้ำเหล่านี้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่เหมาะสม และเป็นแหล่งอาหารจำพวกสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ต่าง ๆ รวมถึงเป็นที่หลบภัยจากผู้ล่า เช่น ลูกปลา เป็นต้น นอกจากนี้แหล่งน้ำนี้ยังเป็นแหล่งน้ำที่อยู่ห่างไกลจากบ้านเรือน ไม่มีการรบกวนจากกิจกรรมมนุษย์เกิดขึ้นด้วย ในขณะที่แหล่งน้ำ 3 และ 5 พบความหลากชนิดของโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนน้อยที่สุด ถึงแม้ว่าจะเป็นแหล่งน้ำที่มีพืชริมตลิ่ง แต่ในมวลน้ำมีพืชน้ำปกคลุมน้อยมากประกอบกับมีการ

รบกวนจากชุมชน จึงส่งผลต่อความหลากหลายของแหล่งอาศัยและอาหารของคลาโดเซอแรนและโรติเฟอร์ได้

สำหรับโรติเฟอร์ที่พบกระจายทุกเดือนที่ศึกษานั้น พบว่าเป็นโรติเฟอร์ที่มีโคโรนาขนาดใหญ่ในสกุล *Brachionus* ซึ่งใช้โบกพัดอาหารและควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ (Virro, 1993) และโรติเฟอร์สกุล *Polyarthra* ซึ่งมีรยางค์คล้ายใบพาย (paddle-like shaped appendages) ใช้ในการป้องกันผู้ล่า เป็นต้น (Matsumura-Tundisi *et al*., 1990) และ *C. cornuta* และ *D. exsisum* คลาโดเซอแรนที่สามารถพบได้ทุกเดือนที่ศึกษา เป็นชนิดที่สามารถพบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำจืด สามารถกินอาหารได้หลากหลายแบบ นอกจากนี้ *C. cornuta* ยังพบกระจายทั่วไปตามมวลน้ำในแนวดิ่งอีกด้วย (Zaret, 1969)

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ตรวจวัดสองประการที่ส่งผลต่อการกระจายของสังคมโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรน คือปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำและปริมาณไนเตรท แม้ว่าจะไม่ส่งผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่มีค่าความสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูง โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีผลต่อการดำรงชีวิตที่สำคัญของแพลงก์ตอนสัตว์ เนื่องจากแพลงก์ตอนสัตว์ต้องใช้ออกซิเจนในการหายใจ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจึงมีผลต่อการแพร่กระจาย การดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ (Wetzel, 1983) โดยปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำจะเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ทั้งนี้ถ้าแหล่งน้ำมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง จะทำให้ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ลดลงด้วย สำหรับปริมาณไนเตรทจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณแพลงก์ตอนพืชเป็นในทิศทางตรงกันข้าม กล่าวคือ เมื่อปริมาณไนเตรทและไนไตรท์ในน้ำน้อยปริมาณแพลงก์ตอนพืชก็จะมากขึ้น (จิราพรและสุรีย์, 2551) ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ซึ่งกินแพลงก์ตอนพืชหรือแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดอื่นที่มีขนาดเล็กเป็นอาหาร ถ้าในแหล่งน้ำเกิดสภาพการขาดแคลนธาตุอาหาร การเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชก็จะลดลงซึ่งจะมีผลต่อปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ลดลงด้วย (เสาวภา, 2528) จะเห็นได้ว่าสอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้โดยโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนส่วนใหญ่จะพบกระจายบริเวณแหล่งน้ำที่มีปริมาณไนเตรทน้อยมากกว่าบริเวณที่มีปริมาณไนเตรทสูง

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้ได้รายงานความหลากชนิดของโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนในแหล่งน้ำที่อยู่ในเขตชุมชนเมืองโดยเป็นทั้งแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีพืชน้ำและไม่ได้รับการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์และแหล่งน้ำที่มีพืชน้ำน้อยหรือไม่มีพืชน้ำและได้รับการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การฉีดยาฆ่าแมลง และการทิ้งขยะ เป็นต้น โดยผลจากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าความหลากชนิดของโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนในแหล่งน้ำที่ได้รับการรบกวนจะมีน้อยกว่า และยังพบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำและปริมาณไนเตรท ส่งผลต่อการกระจายของสังคมโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรน โดยพบ

โรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนส่วนใหญ่กระจายอยู่ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำสูงกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร และในทางกลับกันจะพบจำนวนชนิดน้อยลงในแหล่งน้ำที่มีปริมาณไนเตรทสูงกว่า 8 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยผลที่ได้สามารถใช้เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้ในการเป็นดัชนีประเมินคุณภาพแหล่งน้ำต่อไป อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสนใจที่จะศึกษาเรื่องปัจจัยในแหล่งน้ำที่ได้รับการรบกวนจากกิจกรรมมนุษย์ต่อสังคมของแพลงก์ตอนสัตว์ เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ตรวจวัดปัจจัยอื่น ๆ บางประการ เช่น สารปนเปื้อนในแหล่งน้ำ ได้แก่ ยาฆ่าแมลง หรือโลหะหนักอื่น ๆ

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัยฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (BDC-PG2-161004) และภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2563). *ปริมาณน้ำฝน ปี พ.ศ.2561-2562*. สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม 2563, จาก: https://www.tmd.go.th/.

จิราพร เจริญวัฒนาพร และสุรีย์ สตภูมินทร์. (2551). การติดตามตรวจสอบชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืชบริเวณชายฝั่งทะเลรอบเกาะภูเก็ต. *การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล*. ภูเก็ต.

พรรณา วันซวง และละออศรี เสนาะเมือง. (2549). ความหลากชนิดของโรติเฟอร์ คลาโดเซอแรน และโคพีพอดในแหล่งน้ำชั่วคราว จังหวัดอุบลราชธานี. *รายงานการวิจัยในโครงการ BRT*. ขอนแก่น.

รัชดา ไชยเจริญ. (2559). ความหลากชนิดของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำบางพระ. *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, 21(3), 58-72.

ลัดดา วงศ์รัตน์. (2530). *แพลงก์ตอน*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุเปญญา จิตตพันธ์. (2552). ความหลากหลายของโรติเฟอร์ในคลองส่งน้ำเข้าสู่นาข้าวในเขตอำเภอเมืองและอำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 17(3), 53-60.

เสาวภา อังสุภานิช. (2528). *แพลงก์ตอนสัตว์*. สงขลา: คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อิสราภรณ์ จิตรหลัง. (2547) การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ ในอ่างเก็บน้ำป่าสักชลสิทธิ์ จังหวัดลพบุรี. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Chang, K.H., Sakamoto, M. and Hanazato, T. (2005). Impact of pesticide application on zooplankton communities with different densities of invertebrate predators: An experimental analysis using small-scale mesocosms. *Aquatic Toxicology*, 72(4), 373-382.

Chittapun, S., Pholpunthin, P. and Sanoamuang, L. (2009). Diversity and composition of zooplankton in rice fields during a crop cycle at Pathum Thani province, Thailand. *Songklanakarin Journal Science and Technology*, 31(3), 261-267.

Hanazato, T. (2001). Pesticide effects on freshwater zooplankton: An ecological perspective. *Environmental Pollution*, 112(1), 1-10.

Jaturapruek, R., Fontaneto, D., Meksuwan, P., Pholpunthin, P. and Maiphae, S. (2018). Planktonic and periphytic bdelloid rotifers from Thailand reveal a species assemblage with a combination of cosmopolitan, tropical, and yet undescribed species. *Systematics and Biodiversity,* 16(2), 128-141.

Korovchinsky, N.M. (2013). Cladocera (Crustacea: Branchiopoda) of South East Asia: history of exploration, taxon richness and notes on zoogeography. *Journal of Limnology*, 72(s2), 109-124.

Maiphae, S. (2014). *A taxonomic guide to the common cladocerans in peninsular Thailand, edited by K. Van Damme. Princess Maha Chakri Sirindhorn Natural History Museum, Faculty of Science, Prince of Songkla University.* Bangkok: O.S. Printing House Co., Ltd.

Matsumura-Tundisi, T., Rietzler, A.C., Espindola, E.L.G., Tundisi, J.G. and Rocha, O. (1990). Predation on *Ceriodaphnia cornuta* and *Brachionus calyciflorus* by two *Mesocyclops* species coexisting in Barra Bonita reservoir (SP, Brazil). In Dumont, H.J., Tundisi, J.G., Roche, K. (Eds). *Intrazooplankton Predation Developments in Hydrobiology*, pp. 60. Springer: Dordrecht.

Meksuwan, P., Jaturapruek, R. and Maiphae, S. (2018). Two new species of genus *Limnias* from Thailand, with keys to congeners (Rotifera, Gnesiotrocha). *ZooKeys*, 787, 1-15.

Sa-ardrit, P., Pholpunthin, P. and Segers, H. (2013). A checklist of the freshwater rotifer fauna of Thailand (Rotifera, Monogononta, Bdelloidea). *Journal of Limnology*, 72(s2), 353-365.

Sanoamuang, L. (1998). Rotifera of some freshwater habitats in the floodplain of the River Nan, Northern Thailand. *Hydrobiologia*, 387, 27-33.

Tiang-Nga, S., Sinev, A.Y. and Sanoamuang, L. (2016). A new species of the genus *Anthalona* Van. Damme, Sinev & Dumont, 2011 (Cladocera: Anomopoda: Chydoridae) from North-East Thailand. *Zootaxa*, 4150(1), 93-100.

Virro, T. (1993). Rotifers from Lake Yaskhan, Turkmenistan. *Limnologica*, 23(3), 233-236.

Wetzel, R.G. (1983). *Limnology*. Philadelphia: W.B. Saunders Company.

Zaret, T.M. (1969). Predation Balanced Polymorphism of *Ceriodaphnia cornuta* Sars 1885. *Limnology and oceanography*, 14(2), 301-303.

การศึกษาสภาพปัญหาของผู้ใช้วีลแชร์ในจังหวัดนครศรีธรรมราช

The Problem of Wheelchair Users in Nakhon Si Thammarat Province

นราพงศ์ ช่วยชัย[1*] อนันตกุล อินทรผดุง[1] ประเสริฐ วิโรจน์ชีวัน[2] และดุษณี ศุภวรรธนะกุล[1]

Narapong Chuaychai[1*], Anantakul Intarapadung[1], Prasert Wirotoheewan[2] and Dusanee Supawantanakul[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัญหาของผู้ใช้วีลแชร์ในจังหวัดนครศรีธรรมราช พร้อมทั้งศึกษาตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่อการเลือกวิธีเดินทางของผู้ใช้วีลแชร์รวมถึงหาแนวทางแก้ไขปัญหา โดยการใช้แบบสอบถามคนพิการที่ใช้วีลแชร์ จำนวน 400 คน ในจังหวัดนครศรีธรรมราช เก็บข้อมูลผู้ที่ใช้วีลแชร์ในชีวิตประจำวันที่สามารถเข็นวีลแชร์ด้วยตนเองได้ในทุกสภาพพื้นที่ พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 299 คน คิดเป็นร้อยละ 74.80 เป็นเพศหญิง จำนวน 101 คน คิดเป็นร้อยละ 25.20 ผู้ใช้วีลแชร์นั่งบนวีลแชร์ เฉลี่ย 11 ชั่วโมงต่อวัน และมีน้ำหนักรวมของผู้ใช้และวีลแชร์เฉลี่ย 56.40 กิโลกรัม การแก้ปัญหาเบาะรองนั่งเป็นแบบผู้ใช้วีลแชร์ระยะยาวจะต้องพอดีและสนับสนุนการทรงตัวที่ดีและการลดแรงดันช่วงความกว้างและความลึกของที่นั่งตามมาตรฐานที่กำหนดให้มีความกว้างและความยาวตั้งแต่ 16 นิ้ว และความหนาของเบาะตั้งแต่ 3 นิ้วขึ้นไป การแก้ปัญหากระบวนการขับเคลื่อนวีลแชร์ในพื้นผิวขรุขระ ควรมีการแก้ปัญหาด้วยเทคนิคการทดแรงขับเคลื่อนวีลแชร์ (reducing the force) โดยการประยุกต์ชุดเฟืองแพลนเนตตารี่ในการทดแรงของล้อวีลแชร์ โดยชุดเฟืองแพลนเนตตารี่ เป็นเฟืองที่ใช้ในขนาดที่มีพื้นที่จำกัดและช่วยทดแรงได้ด้วยการขับเฟืองที่อยู่ภายในพื้นที่ที่จำกัด

คำสำคัญ: ผู้พิการที่ใช้วีลแชร์ สภาพพื้นผิวขรุขระ ทางลาดชัน

[1] สาขาการจัดการเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

[2] สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

[*] Corresponding author e mail: ponk1976@hotmail.com

Received: 20 May 2020, Revised: 5 August 2020, Accepted: 19 August 2020

Abstract

The purposes of this research were to study the problems of wheelchair users in Nakhon Si Thammarat province, to study the variables related to the choices of travelling methods for wheelchair users, and to find solutions. Questionnaires of 400 wheelchair-disabled people in Nakhon Si Thammarat province were collected, with information about wheelchair users in daily life who can use wheelchairs by themselves in all area conditions. It was found that most respondents were male, which were 299 people (74.80%). There were 101 females (25.20%). Average daily time for using wheelchairs were 11 hours per day. The average weights including users and wheelchairs was 56.40 kilograms. The cushion solution is wheelchair users. It must be fitted and supported users in long-term, which were good balance and pressure reduction. According to the standard, which specifies the width and length of the seat were specified from 16 inches onwards and the thickness of the seat from 3 inches onwards. The solution for wheelchair propulsion processes on rough surfaces was using reducing the force technique by applying the planetary gear set to the wheel sharing force. The planetary gear set is a gear that is used in a limited space and reduced the force by driving the gear within a limited area.

Keyword: Wheelchair users, Rough surface conditions, Slope

บทนำ

ประเทศไทยมีจำนวนคนพิการประมาณ 1,725,601 คน จากการแบ่งประเภทความพิการ พบว่าผู้พิการทางร่างกายและการเคลื่อนไหวมีเป็นจำนวนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 49.60 ของผู้พิการทั้งหมด ผู้พิการทางการเคลื่อนไหวหรือทางร่างกายเป็นผู้ที่มีความจำเป็นต้องใช้วีลแชร์ในการเดิน ทางขาทั้ง 2 ข้างโดยใช้ชีวิตประจำวันจะนั่งในวีลแชร์เป็นหลัก ยกเว้นเพียงตอนนอนหลับพักผ่อน และเป็นผู้พิการที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ชนบท นอกจากนี้ยังมีการสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติปี พ.ศ. 2562 พบว่ามีคนพิการที่เข้าไม่ถึงบริการของรัฐอยู่เป็นจำนวนมาก โดยแบ่งเป็นคนพิการทางการเคลื่อนไหวหรือพิการทางร่างกาย ซึ่งคนพิการที่มีความจำเป็นต้องใช้วีลแชร์ในการดำเนินชีวิต มีอัตราสูงถึง 7.9 แสนคน คิดเป็นร้อยละ 46.69 ของจำนวนผู้พิการทางการเคลื่อนไหว การใช้วีลแชร์มีผลกระทบกับผู้พิการหากวีลแชร์ที่ใช้ไม่เหมาะสม เช่น ขนาดร่างกายของผู้พิการและขนาดของวีลแชร์

น้ำหนักของวีลแชร์และกำลังแขนที่ใช้ในการปั่น (กรมส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ, 2562) จังหวัดนครศรีธรรมราชมีคนพิการสูงที่สุดในภาคใต้ จำนวน 49,784 คน จังหวัดมีแนวทางการขับเคลื่อนระบบการให้บริการ เทคโนโลยี สิ่งอำนวยความสะดวก สื่อ บริการ และความช่วยเหลืออื่นใดทางการศึกษาสำหรับคนพิการ มีกิจกรรมการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมสื่อการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนพิการ โดยสำนักงานพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์จังหวัดนครศรีธรรมราช และภาคีเครือข่ายของสภาคนพิการทุกประเภทในจังหวัดนครศรีธรรมราช ทั้งหน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้อง ได้มีการวางแนวทางในการจัดการอยู่ร่วมกันในสังคมได้อย่างเสมอภาค ทั่วถึง และเท่าเทียมกัน เพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงตามประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาที่ยั่งยืน พ.ศ. 2570 จากฐานข้อมูลของกรมส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ ณ วันที่ 6 มกราคม 2562 มีจำนวนคนพิการทั่วประเทศจำนวนกว่า 2 ล้านคน (สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัดนครศรีธรรมราช, 2562)

จากหลักการและเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อวีลแชร์ในพื้นที่เทศบาลนครนครศรีธรรมราช ที่ส่งผลให้เกิดความเข้าใจปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อวีลแชร์และทำให้เข้าใจความต้องการของผู้ใช้วีลแชร์ในพื้นที่เทศบาลนครนครศรีธรรมราชได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อวีลแชร์และวิเคราะห์ผลเปรียบเทียบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อวีลแชร์แบ่งตามเพศและช่วงอายุของผู้ใช้วีลแชร์

วิธีดำเนินการวิจัย

ดำเนินการศึกษาค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล โดยการค้นคว้าจากเอกสารต่าง ๆ โดยรวบรวมข้อมูลประเภทวิทยานิพนธ์ เอกสารการศึกษาวิจัย หนังสือตำราวิชาการ เอกสารทางราชการ นำมาวิเคราะห์วัตถุประสงค์แนวคิดและสมมติฐาน เพื่อสร้างแบบสอบถามให้มีความครอบคุลมตัวแปร และนำแบบสอบถามมาปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นจึงดำเนินการลงพื้นที่แจกแบบสอบถามและจัดเก็บข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปการศึกษา ตามขั้นตอนดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับลักษณะส่วนบุคคลของผู้ใช้วีลแชร์ ได้แก่ เพศ อายุ

ส่วนที่ 2 เป็นคำถามที่เกี่ยวเนื่องกับความเหมาะสมของผู้ใช้วีลแชร์ เป็นคำถามปลายเปิดลักษณะของแบบสอบถามการให้ความสำคัญกับขนาด รูปภาพ ข้อมูล ราคา ต่อการตัดสินใจซื้อวีลแชร์ โดยใช้แบบมาตราวัดประเมินค่า (rating scale) 5 ระดับ โดยกำหนดการให้คะแนนแต่ละระดับและมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้ความสำคัญมากที่สุด ให้คะแนนเท่ากับ 5 คะแนน
ให้ความสำคัญมาก ให้คะแนนเท่ากับ 4 คะแนน
ให้ความสำคัญปานกลาง ให้คะแนนเท่ากับ 3 คะแนน
ให้ความสำคัญน้อย ให้คะแนนเท่ากับ 2 คะแนน
ให้ความสำคัญน้อยที่สุด ให้คะแนนเท่ากับ 1 คะแนน

ส่วนที่ 3 เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อเสนอแนะของผู้ใช้วีลแชร์ต่อการตัดสินใจเลือกวีลแชร์ที่เหมาะสม

การเก็บรวบรวมข้อมูล ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์จากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครไปยังมูลนิธิเมาไม่ขับจังหวัดนครศรีธรรมราชเพื่อขอความร่วมมือและอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง นำแบบสอบถามไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 400 คน ด้วยตนเอง พร้อมอธิบายการตอบแบบสอบถาม นำแบบสอบถามที่ได้รับคืนมาตรวจสอบความสมบูรณ์เพื่อดำเนินการตามขั้นตอน และจากการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้แจกแบบสอบถามไปทั้งสิ้น 400 ชุด โดยมีแบบสอบถามที่ได้รับกลับคืนและมีความสมบูรณ์ จำนวน 400 ชุด

ผลการวิจัย

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อวีลแชร์ ผู้วิจัยได้ออกแบบแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการตัดสินใจเลือกซื้อวีลแชร์ โดยมีผลของการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้พิการที่ใช้วีลแชร์ได้ขึ้นทะเบียนกับมูลนิธิเมาไม่ขับในเขตพื้นที่เทศบาลนครนครศรีธรรมราช จำนวน 400 คน (simple random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม (questionnaire) แบ่งออกเป็น

1. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อวีลแชร์ แบ่งตามข้อมูลทั่วไป

ตารางที่ 1 แสดงค่าความถี่และค่าร้อยละข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจากผู้พิการในมูลนิธิเมาไม่ขับ ในเขตพื้นที่เทศบาลนครนครศรีธรรมราช จำนวน 400 คน

ข้อมูลทั่วไป		กลุ่มตัวอย่าง	
		จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	299	74.80
	หญิง	101	25.20
	รวม	**400**	**100.00**

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไป		กลุ่มตัวอย่าง	
		จำนวน	ร้อยละ
อายุ	10-35 ปี	68	17.00
	36-55 ปี	201	50.00
	56 ปีขึ้นไป	131	33.00
	รวม	**400**	**100.00**

จากตารางที่ 1 พบว่าข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 299 คน คิดเป็นร้อยละ 74.80 ที่เหลือเป็นเพศหญิง จำนวน 101 คน คิดเป็นร้อยละ 25.30 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 36-55 ปี จำนวน 201 คน คิดเป็นร้อยละ 50.00 และผู้ตอบแบบสอบถามเป็นผู้มีอายุ 56 ปีขึ้นไป จำนวน 131 คน คิดเป็นร้อยละ 33.00

ตารางที่ 2 แสดงผลความคิดเห็น แบ่งตามค่าความถี่และค่าร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 385 คน ดังนี้

ด้านความเหมาะสมของผู้ใช้วีลแชร์	ระดับความความคิดเห็น “จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (ร้อยละ)” n = 400					$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด			
1. วีลแชร์มีความทันสมัย	7(2)	118(3)	155(4)	36(9)	84(21)	3.18	1.12	ปานกลาง
2. วีลแชร์ตรงกับในรูปภาพ	24(6)	144(36)	158(40)	27(7)	47(12)	2.82	1.05	ปานกลาง
3. มีการบอกข้อมูลของวีลแชร์อย่างละเอียด	55(14)	164(41)	117(30)	56(14)	8(2)	2.50	0.96	ปานกลาง
4. ราคาเหมาะสมเมื่อเทียบกับคุณภาพ	73(18)	169(42)	111(28)	40(10)	7(2)	2.35	0.94	น้อย
5. ความตรงต่อเวลาในการจัดส่งวีลแชร์	46(12)	156(39)	125(31)	39(10)	34(9)	2.65	1.08	ปานกลาง

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ด้านความเหมาะสมของผู้ใช้วีลแชร์	ระดับความความคิดเห็น "จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (ร้อยละ)" n = 400					$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด			
6. ประหยัดเวลาในการเดินทาง	34(9)	166(42)	137(34)	23(6)	40(10)	2.67	1.53	ปานกลาง
7. มีการบริการจัดส่งหลายวิธี	77(20)	176(44)	129(32)	12(3)	6(2)	2.24	0.84	น้อย
ผลเฉลี่ยรวม						**2.63**	**1.07**	**ปานกลาง**

จากตารางที่ 2 พบว่าด้านความเหมาะสมของผู้ใช้วีลแชร์โดยในส่วนที่ให้คะแนนวีลแชร์มีความทันสมัยในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ยวีลแชร์ตรงกับในรูปภาพมีค่า 3.18 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.12 รองลงมามีความพึงพอใจระดับปานกลาง เกี่ยวกับการประหยัดเวลาในการเดินทางมีค่าเฉลี่ย 2.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.53 และมีความพึงพอใจน้อยมีการบริการจัดส่งหลายวิธีมีค่าเฉลี่ย 2.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.84

ตารางที่ 3 แสดงผลระดับความคิดเห็น แบ่งตามค่าความถี่และค่าร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 400 คน

ด้านความเหมาะสมของผู้ใช้วีลแชร์	ระดับความความคิดเห็น "จำนวนประชากร (ร้อยละ)" n = 385					$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด			
1. ความสะดวกและง่ายของการซื้อ	258(65)	56(14)	6(2)	76(19)	4(1)	1.78	1.21	น้อย
2. ความคิดเห็นของผู้อื่น	214(54)	54(14)	8(2)	78(20)	46(12)	2.22	1.52	น้อย
3. การเปรียบเทียบราคา	5(1)	3(0.8)	40(10)	111(27)	241(60)	4.45	0.80	มากที่สุด

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ด้านความเหมาะสมของผู้ใช้วีลแชร์	ระดับความความคิดเห็น "จำนวนประชากร (ร้อยละ)" n = 385					$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด			
4. การประชาสัมพันธ์วีลแชร์	4(1)	46(12)	71(18)	98(25)	181(45)	4.02	1.08	มาก
5. รูปลักษณ์และวัสดุภัณฑ์ที่มีความสวยงาม	2(0.5)	29(7)	4(1)	93(23)	272(68)	4.51	0.87	มากที่สุด
ผลเฉลี่ยรวม						**3.39**	**1.09**	**ปานกลาง**

จากตารางที่ 3 พบว่าความพึงพอใจด้านการตัดสินใจซื้อวีลแชร์โดยส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุดด้านการเปรียบเทียบราคาและรูปลักษณ์และวัสดุภัณฑ์ที่มีความสวยงามมีค่าเฉลี่ย 4.45 และ 4.51 ตามลำดับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.08 และ 0.87 ตามลำดับ รองลงมาความพึงพอใจระดับมาก การประชาสัมพันธ์วีลแชร์มีค่าเฉลี่ย 4.02 และมีความพึงพอใจน้อยด้านความสะดวกและง่ายของการซื้อ มีค่าเฉลี่ย 1.78 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.21 มีผู้ไม่ได้ตอบแบบสอบถามจำนวนทั้งหมด 15 คน เนื่องจากมีอาการปวดบริเวณหลังและช่องท้องจึงต้องให้ผู้พิการพักผ่อนในทันที

2. วิเคราะห์ผลเปรียบเทียบปัจจัยอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อวีลแชร์แบ่งตามเพศและอายุของผู้ใช้วีลแชร์

วิเคราะห์ผลเปรียบเทียบปัจจัยอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อวีลแชร์ แบ่งตามช่วงอายุของผู้ใช้วีลแชร์ ผู้วิจัยนำผลการศึกษาที่ได้จากขั้นตอนแรกนำมาเปรียบเทียบตามช่วงอายุ เพื่อสรุปผลเปรียบเทียบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อวีลแชร์

ตารางที่ 4 แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยวิธีการเปรียบเทียบกลุ่มตัวแปร ใช้สถิติแบบเพียร์สัน (Pearson chi-square) แบ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผู้ตอบแบบสอบถามในเพศชายและเพศหญิง

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผู้ตอบแบบสอบถาม		จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
ด้านการตัดสินใจซื้อวีลแชร์	ชาย	299	2.63	0.44	ปานกลาง
	หญิง	101	2.63	0.38	ปานกลาง
	รวม	**400**	**2.63**	**0.41**	**ปานกลาง**
ด้านความเหมาะสมของผู้ใช้วีลแชร์	ชาย	299	3.31	0.80	ปานกลาง
	หญิง	101	3.44	0.81	ปานกลาง
	รวม	**400**	**3.37**	**0.80**	**ปานกลาง**

จากตารางที่ 4 พบว่าปัจจัยด้านการตัดสินใจซื้อวีลแชร์ ได้แก่

1. ปัจจัยด้านการตัดสินใจซื้อวีลแชร์โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง พบว่าผู้มีอายุ 56 ปีขึ้นไป มีค่าเฉลี่ยสูงที่ 2.70 รองลงมามีอายุระหว่าง 36-55 ปี และอายุ 10-35 ปี มีค่าเฉลี่ยเท่ากันที่ 2.59 ซึ่งมีความพึงพอใจระดับปานกลาง

2. ด้านความเหมาะสมของผู้ใช้วีลแชร์ พบว่าผู้มีอายุ 10-35 ปี มีค่าเฉลี่ยสูงที่ 3.41 รองลงมาอายุ 36-55 ปี มีค่าเฉลี่ยที่ 3.34 และอายุ 56 ปีขึ้นไป มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดที่ 3.31 ซึ่งมีความพึงพอใจระดับปานกลาง

ตารางที่ 5 แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยวิธีการเปรียบเทียบภูมิภาคของผู้ตอบแบบสอบถาม ใช้สถิติการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียว f-test (one-way ANOVA)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผู้ตอบแบบสอบถาม		จำนวนกลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
ด้านการตัดสินใจซื้อวีลแชร์	10-35 ปี	68	2.59	0.43	ปานกลาง
	36-55 ปี	201	2.59	0.41	ปานกลาง
	56 ปีขึ้นไป	131	2.70	0.42	ปานกลาง
	รวม	**400**	**2.63**	**0.43**	**ปานกลาง**
ด้านความเหมาะสมของผู้ใช้วีลแชร์	10-35 ปี	68	3.41	0.87	ปานกลาง
	36-55 ปี	201	3.34	0.75	ปานกลาง
	56 ปีขึ้นไป	131	3.31	0.84	ปานกลาง
	รวม	**400**	**3.34**	**0.80**	**ปานกลาง**

จากตารางที่ 5 ปัจจัยที่มีอิทธิพลด้านการตัดสินใจเลือกซื้อวีลแชร์เป็นเพศชายและเพศหญิง มีค่าเฉลี่ยเท่ากันที่ 2.63 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.44 ปัจจัยที่มีอิทธิพลด้านความเหมาะสมของผู้ใช้วีลแชร์เป็นเพศชายมีค่าเฉลี่ย 3.31 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.08 และเพศหญิงมีค่าเฉลี่ย 3.44 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.81 ซึ่งมีความพึงพอใจระดับปานกลาง

ตารางที่ 6 แสดงการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยเทคนิค (one-way ANOVA) ของข้อมูลผลเปรียบเทียบด้านการตัดสินใจ แบ่งตามช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

Dependent Variable	ความแปรปรวน	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ด้านการตัดสินใจซื้อ	ระหว่างกลุ่ม	1.03	2	0.51	2.80	0.62
วีลแชร์	ภายในกลุ่ม	72.92	397	0.18		
	รวม	**73.95**	**399**			
ด้านความเหมาะสม	ระหว่างกลุ่ม	0.47	2	0.23	0.36	0.69
ของผู้ใช้วีลแชร์	ภายในกลุ่ม	257.51	0.39	0.64		
	รวม	**257.99**	**0.39**			

หมายเหตุ: * ค่านัยสำคัญทางสถิติ α = 0.05

สมมติฐาน H_0 = ความพึงพอใจแบ่งตามช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม ไม่แตกต่างกัน

H_1 = ความพึงพอใจแบ่งตามช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม แตกต่างกัน

จากตารางที่ 6 พบว่าด้านการตัดสินใจซื้อวีลแชร์มีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.62 มีค่ามากกว่าค่านัยสำคัญทางสถิติ 0.05 จึงสรุปได้ว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อวีลแชร์ มีความคิดเห็นในระดับปานกลางไม่แตกต่างกัน และด้านความเหมาะสมของผู้ใช้วีลแชร์มีค่าความน่าจะเป็นเท่ากับ 0.69 มีค่ามากกว่าค่านัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ไม่แตกต่างกัน จึงสรุปได้ว่าปัจจัยด้านความเหมาะสมของผู้ใช้วีลแชร์ มีความคิดเห็นในระดับปานกลางไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 7 แสดงการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่สัมพันธ์ระหว่างตัวแปร แบ่งตามช่วงอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม ด้วยการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธีของวุฒิ (2562.)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผู้ตอบแบบสอบถามรายคู่แบ่งตามภูมิภาค			Mean Difference	Std. Error	Sig.
ด้านความง่ายในการใช้งาน	10-35 ปี	36-55 ปี	0.070	0.113	0.823
		56 ปีขึ้นไป	0.103	0.120	0.692
	36-55 ปี	10-35 ปี	-0.070	0.113	0.823
		56 ปีขึ้นไป	0.033	0.090	0.936
	56 ปีขึ้นไป	10-35 ปี	-0.103	0.120	0.692
		36-55 ปี	-0.033	0.090	0.936
ด้านการรับรู้ประโยชน์	10-35 ปี	36-55 ปี	-0.007	0.060	0.994
		56 ปีขึ้นไป	-0.113	0.064	0.213
	36-55 ปี	10-35 ปี	0.007	0.060	0.994
		56 ปีขึ้นไป	-0.106	0.048	0.088
	56 ปีขึ้นไป	10-35 ปี	0.113	0.064	0.213
		36-55 ปี	0.106	0.048	0.088

หมายเหตุ: * ค่านัยสำคัญทางสถิติ α = 0.05

จากตารางที่ 7 ผลเปรียบเทียบปัจจัยอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อวีลแชร์ พบว่าด้านความง่ายในการใช้งานและด้านการรับรู้ประโยชน์ จำแนกตามอายุและเปรียบเทียบระดับความแตกต่างรายคู่ ไม่พบความแตกต่างตามช่วงอายุ มีปัจจัยอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อวีลแชร์ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การอภิปรายผลการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อวีลแชร์ที่มีต่อผู้ใช้วีลแชร์ในพื้นที่เทศบาลนครนครศรีธรรมราช พบว่าด้านการรับรู้ประโยชน์ จำแนกตามอายุและเปรียบเทียบระดับความแตกต่างรายคู่ (ฐิติวัจน์, 2560) ไม่พบความแตกต่างตามช่วงอายุ มีปัจจัยอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อวีลแชร์ที่ไม่แตกต่างกัน โดยส่วนใหญ่มีความคิดเห็นในระดับปานกลาง มีการตัดสินใจเลือกซื้อวีลแชร์ด้วยปัจจัยเกี่ยวกับรูปลักษณ์และวัสดุภัณฑ์ที่มีความสวยงามอยู่ในระดับสูงสุด รองลงมามีการตัดสินใจเลือกซื้อวีลแชร์ด้วยปัจจัยการเปรียบเทียบราคาและการประชาสัมพันธ์วีลแชร์ เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะการประชาสัมพันธ์วีลแชร์ที่สามารถเห็นรูปลักษณ์ภายนอกส่งผลต่อ

การรับรู้และทำให้เกิดแรงกระตุ้นในการตัดสินใจซื้อวีลแชร์ ซึ่งสอดคล้องกับงานแนวคิดทฤษฎีของ Armstrong and Kotler (2011) ที่ได้นำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับพฤติกรรมของมนุษย์เกิดขึ้นต้องมีสิ่งจูงใจ (motive) หรือแรงขับดัน (drive) เป็นความต้องการที่กดดันจนมากพอที่จะจูงใจให้บุคคลเกิดพฤติกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการของตนเอง และยังสอดคล้องกับ Loomba (1978) ได้สรุปลักษณะของการตัดสินใจจากกระบวนการของการเปรียบเทียบผลตอบแทนหรือผลประโยชน์ที่จะได้รับจากทางเลือกหลาย ๆ ทางโดยที่ผู้ตัดสินใจจะเลือกทางเลือกที่ให้ประโยชน์สูงสุด

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาถึงสภาพปัญหาของผู้ใช้วีลแชร์เพื่อช่วยให้ผู้พิการทางการเคลื่อนไหวมีความสะดวกในการเดินทางมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของจันทกานต์ (2556) ได้ศึกษาเรื่องชีวิตอิสระการเดินทางของผู้พิการ การเคลื่อนไหวที่ไปยังส่วนต่าง ๆ ของบ้าน ไปห้องน้ำ ทานข้าว เข้านอนบนเตียงเพื่อพักผ่อน หรือจะต้องไปสถานที่ต่าง ๆ นอกบ้านเพื่อดำรงชีวิตประจำวัน เช่น ขึ้นรถยนต์ที่จอดอยู่นอกบ้าน เรียกแท็กซี่เพื่อจะไปทำงาน ซื้อกับข้าวหรือไปห้างสรรพสินค้า เมื่อผู้พิการทางการเคลื่อนไหวไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ในการเดินทางไปยังสถานที่ต่าง ๆ ได้ ต้องอาศัยวีลแชร์ซึ่งถือว่าเป็นอุปกรณ์แทนอวัยวะสำคัญในการเดินทางจึงเปรียบวีลแชร์ประหนึ่งขานั้นเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิชัย และมณีมัย (2559) วีลแชร์จึงถือว่าเป็นปัจจัยที่ 5 ที่ผู้พิการทางการเคลื่อนไหวขาดไม่ได้ ดังนั้นการที่คนพิการจะเดินทางไปยังสถานที่ใดสถานที่หนึ่งจะต้องมีวีลแชร์เป็นตัวช่วยเพื่อจะเดินทางได้สะดวกจึงมีความจำเป็นในการเลือกวีลแชร์เพื่อให้เหมาะสมกับผู้ใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาการรับรู้คุณภาพและการสื่อสารทางการตลาดของผู้บริโภค จะเป็นส่วนช่วยให้การจัดการสื่อสารสารเกี่ยวกับวัสดุของวีลแชร์ที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่ดี ดังนั้นหากผู้บริโภคมีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับข้อมูลของวีลแชร์ จะส่งผลให้ผู้บริโภคมีความเข้าใจ ทำให้เกิดการตัดสินใจซื้อวีลแชร์ที่เหมาะสมกับการใช้งานได้เป็นอย่างดี

2. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการฝึกอบรมผู้ที่ใช้วีลแชร์รายใหม่ให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการเลือกซื้อวีลแชร์ให้มีความเหมาะสมกับสภาพร่างกายของผู้ใช้วีลแชร์ที่ทำให้เกิดความเข้าใจต่อการใช้งานก่อนการตัดสินใจซื้อวีลแชร์

3. ควรมีการศึกษาและพัฒนาขั้นตอนในการซ่อมบำรุงรักษาวีลแชร์ด้วยตนเอง ที่จะเป็นส่วนช่วยในการป้องกันการชำรุดของวีลแชร์ เพื่อให้ผู้ใช้วีลแชร์มีความเข้าใจในส่วนประกอบต่าง ๆ ของวีลแชร์อย่างถูกต้อง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนข้อมูลจากผู้ใช้วีลแชร์และผู้เกี่ยวข้องในมูลมิธิเมาไม่ขับจังหวัดนครศรีธรรมราชให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการทำวิจัยและให้ข้อมูลเพื่อให้ทราบถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อวีลแชร์

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพชีวิตคนพิการ. (2562). *รายงานข้อมูลสถานการณ์ด้านคนพิการในประเทศไทย.* สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2562, จาก: http://www.dep.go.th/20uploads/-4700c4a5-791d-47c1-b8be-25e55a3559ddสถานการณ์คนพิการ%20มีค.62.pdf.

จันทกานต์ ฉายะพงศ์. (2556). ชีวิตอิสระ: การเดินทางของผู้พิการทางการเคลื่อนไหวที่สามารถไปได้ด้วยตนเองในเขตกรุงเทพมหานครกรณีศึกษา คนพิการที่ขับรถยนต์ส่วนบุคคล. *วารสารวิทยาบริการ,* 24(4). 51-64.

ฐิติวัจน์ ทองแก้ว. (2560). ทัศนคติต่อคนพิการ: ปัจจัยสำคัญที่ผลักดันหรือขวางกั้น การสร้างความเท่าเทียม. *วารสารราชภัฏเพชรบูรณ์สาร,* 19(2), 19-36.

วิชัย จันทร์บุญ และมณีมัย ทองอยู่. (2559). *กระบวนการต่อสู้ต่อความเชื่อทางสังคมของคนพิการ*. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรดุษฎีบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

วุฒิ สุขเจริญ. (2562). *วิจัยการตลาด*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานประชาสัมพันธ์จังหวัดนครศรีธรรมราช. (2562). *คนพิการสากล*. สืบค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2562, จาก: http://thainews.prd.go.th/th/news/detail/TCATG181225181436758.

Armstrong, G. and Kotler, P. (2011). *Marketing, an introduction.* (9th ed). New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Loomba, N.P. (1978). *Management, a quantitative perspective*. New York: Macmillan.

ความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรพื้นที่ต้นน้ำ คลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง

Needs for Agroforestry in Monoculture Para Rubber Plantation after Tapping of Farmers in Upstream Areas of Pa Payom-Tanae Canal, Phatthalung Province

ศรัณญภัส รักศีล[1*] เชิดศักดิ์ เกื้อรักษ์[1] และรสวันต์ อินทรศิริสวัสดิ์[2]

Saranyaphat Rakseen[1*] Cherdsak Kuaraksa[1] and Rossawan Intarasirisawat[2]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรชาวสวนยางพารา ความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรและเปรียบเทียบความแตกต่างของความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรกับสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรชาวสวนยางพารา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เกษตรกรชาวสวนยางพาราพื้นที่ต้นน้ำ คลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง จำนวน 304 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน t-test และ one-way ANOVA ผลการศึกษาพบว่าสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรชาวสวนยางพารา ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุ 41-50 ปี ระดับการศึกษาประถมศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 10,001 บาท จำนวนแรงงานในครัวเรือน 1-2 คน ความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกร โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.298) โดยมี 3 ลำดับสูงสุด คือ ด้านการบริการหรือประโยชน์ทางอ้อม ($\overline{X}$ = 4.508) ด้านสังคมและเศรษฐกิจ ($\overline{X}$ = 4.482) และด้านการสนับสนุน ($\overline{X}$ = 3.905) การเปรียบเทียบความแตกต่างของความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดกับสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร พบว่าระดับการศึกษาและจำนวนแรงงานในครัวเรือนต่างกัน ส่งผลต่อความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ดังนั้น การยางแห่งประเทศไทยควรมีการส่งเสริมให้ความรู้และขับเคลื่อนเกี่ยวกับการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดแก่เกษตรกรอย่างเป็นรูปธรรม

คำสำคัญ: ความต้องการ วนเกษตร สวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีด คลองท่าแนะ

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตรและการพัฒนาชุมชน คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน มหาวิทยาลัยทักษิณ

[2] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตรและชีวภาพ มหาวิทยาลัยทักษิณ

* Corresponding author e-mail: saranyaphat.r@gmail.com

Received: 20 October 2019, Revised: 20 August 2020, Accepted: 31 August 2020

Abstract

The aims of this research project were to study socio-economic circumstance of para rubber farmers, to study the need for agroforestry in monoculture para rubber plantation after tapping of para rubber farmers and to compare the differences between the socio-economic circumstance and the need for agroforestry in monoculture para rubber plantation after tapping of para rubber farmers. Three hundred and four para rubber farmers in upstream area of Pa Payom-Tanae canal, Phatthalung province were samples in this study. The interview form was used as a research tool to collect data. The obtained data were analyzed with frequency, percentage, mean, standard deviation, t-test and one-way ANOVA. The socio-economic circumstance results revealed that most para rubber farmers are female, 41-50 years old, with primary school level of education. They have average monthly income less than 10,001 baht, accompanied by 1-2 laborers per household. For the need of agroforestry in monoculture para rubber plantation after tapping, para rubber farmers scored overall aspects in the highest level ($\overline{X}$ = 4.298). The top three ranking aspects were service or indirect benefits ($\overline{X}$ = 4.508), socio-economic ($\overline{X}$ = 4.482) and support ($\overline{X}$ = 3.905), respectively. The comparison of the differences between the socio-economic circumstance and the need for agroforestry in monoculture para rubber plantation after tapping of farmers found that the need for agroforestry in para rubber plantation after tapping of para rubber farmers was significantly influenced by education level and number of laborer's household ($p < 0.05$). Consequently, Rubber Authority of Thailand should encourage the knowhow of agroforestry rubber to farmers and apparently motivate the application of agroforestry in para rubber plantation after tapping.

Keywords: Need, Agroforestry, Monoculture para rubber plantation after tapping, Pa Payom-Tanae canal

บทนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากต่อการพัฒนาประเทศโดยทำรายได้ให้กับประเทศเป็นจำนวนหลายล้านบาท นอกจากนี้ยังมีบทบาทสำคัญต่อชีวิตและความเป็นอยู่ของเกษตรกรชาวสวนยางกว่าล้านคน ในปี 2561 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมดประมาณ 22.62 ล้านไร่ โดยกระจายอยู่ในภาคใต้ร้อยละ 60 ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 40 กระจายอยู่ในภาคตะวันออก ภาคกลาง และภาคเหนือ ในพื้นที่ปลูกจำนวนดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่เปิดกรีดแล้วประมาณ

20.02 ล้านไร่ สามารถสร้างอาชีพที่มั่นคงให้เกษตรกรมากกว่า 6 ล้านคน หรือประมาณ 1 ล้านครัวเรือน (สำนักเศรษฐกิจการเกษตร, 2563)

ในอดีตพื้นที่ลุ่มน้ำคลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ เต็มไปด้วยสวนระบบวนเกษตร ซึ่งในปี 2560 พบว่ามากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมดถูกปกคลุมไปด้วยระบบเกษตรเชิงเดี่ยว โดยเฉพาะยางพาราและปาล์มน้ำมัน (เชิดศักดิ์ และคณะ, 2560) และสำหรับการปลูกยางพาราในพื้นที่บริเวณต้นน้ำคลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุงนั้น ถือว่าเป็นอาชีพหลัก ส่วนใหญ่เป็นสวนยางขนาดเล็ก มีเนื้อที่ปลูกรายละไม่เกิน 30 ไร่ ซึ่งมีพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งหมด 35,772 ไร่ (สำนักงานเกษตรอำเภอศรีบรรพต, 2562) เกษตรกรส่วนใหญ่ยังคงมีรูปแบบการผลิตเป็นสวนยางพาราเชิงเดี่ยว ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางด้านระบบนิเวศ ความมั่นคงทางอาหาร ความมั่นคงทางด้านรายได้ของคนในชุมชน และชักนำเข้าสู่ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรอื่น ๆ เพราะสรรพสิ่งล้วนพันเกี่ยว ดังนั้นการนำกลยุทธ์ทางด้านวนเกษตรมาใช้ในพื้นที่สวนยางพารา โดยปรับปรุงรูปแบบการเพาะปลูกให้พืชชนิดอื่นอยู่ร่วมได้ด้วย จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ที่ดินให้เกิดประโยชน์มากขึ้น มีภูมิคุ้มกัน ช่วยอนุรักษ์ระบบนิเวศ ซึ่งสามารถดำเนินการได้โดยการนำภูมิปัญญาชาวบ้านมาประยุกต์กับวิชาการด้านวนเกษตร (ปราโมทย์, 2555)

ดังนั้นการประยุกต์เอาภูมิปัญญาการทำสวนยางพาราของคนไทยภาคใต้ในอดีตที่เรียกกันว่า “สวนป่ายาง”ร่วมกับวิชาการทางด้านวนเกษตรเชื่อว่าจะช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้ โดยเฉพาะการทำให้เกษตรกรมีภูมิคุ้มกันในเรื่องความมั่นคงทางอาหาร รายได้ คุณภาพชีวิต และสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ดีจะสังเกตได้ว่าถึงแม้ภาคใต้จะมีความหลากหลายทางชีวภาพทางด้านพรรณไม้สูง โดยมีรายงานว่าร้อยละ 75 ของต้นไม้พื้นเมืองของไทยทั้งหมดพบในภาคใต้ (ไชมอน และคณะ, 2558) แต่กลับพบว่ามีการนำพรรณไม้มาปลูกในระบบวนเกษตรประมาณร้อยละ 3.3 เท่านั้น เนื่องจากเกษตรกรชาวสวนยางยังขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับพรรณไม้ท้องถิ่นที่มีศักยภาพเพื่อการประกอบใช้ในระบบวนเกษตรของภาคใต้ ซึ่งมีระบบนิเวศที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว งานวิจัยเพื่อเสริมสร้างองค์ความรู้ทางวิชาการผสานกับองค์ความรู้ทางภูมิปัญญาท้องถิ่นในเรื่องวนวัฒน์วิธีของพรรณไม้แต่ละชนิด อาทิเช่น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย การดูแลบำรุงรักษา และเทคนิคการคัดเลือกพรรณไม้ให้เหมาะสมในแต่ละภูมินิเวศ โดยผ่านกระบวนการมีส่วนร่วมจากชุมชนจึงมีความสำคัญ เพื่อทำให้เกษตรกรชาวสวนยางได้มีทางเลือกเพิ่มมากขึ้นในการปรับเปลี่ยนไปทำวนเกษตรยางพารา โดยเฉพาะในช่วงที่ยางราคาตกต่ำ รวมทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรพื้นที่ต้นน้ำ คลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรชาวสวนยาง ความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกร และเปรียบเทียบความแตกต่างของความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรกับสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรชาวสวนยาง ข้อค้นพบจากงานวิจัยจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานเกษตรในพื้นที่ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น การยางแห่งประเทศไทย องค์กรปกครองส่วน

ท้องถิ่น และสถาบันวิจัยยาง สำหรับนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการสนับสนุน การให้ความรู้เกี่ยวกับการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีด การวางแผนส่งเสริมการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดให้ตรงกับความต้องการของเกษตรกร อีกทั้งเพื่อเป็นการลดความเสี่ยงจากราคาที่มีความผันผวน ซึ่งราคามีแนวโน้มลดต่ำลง และเพื่อก่อให้เกิดการผลักดันเกษตรกรให้มีการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสามารถบรรเทาผลกระทบทางเศรษฐกิจของเกษตรกรจากการตกต่ำของราคายางพาราได้ และเพื่อเป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิตให้แก่เกษตรกรอย่างยั่งยืนต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ เกษตรกรชาวสวนยางพื้นที่ต้นน้ำ คลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง จำนวน 1,456 ราย (การยางแห่งประเทศไทย สาขาอำเภอควนขนุน, 2560) และกำหนดกลุ่มตัวอย่าง โดยคำนวณจากสูตรการหาขนาดตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ของเครสซี่และมอร์แกน (ธีรวุฒิ, 2543) ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 304 คน โดยการเลือกแบบวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (purposive sampling) คือเกษตรกรชาวสวนยางพาราพื้นที่ต้นน้ำ คลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุงที่มีการปลูกยางพาราเชิงเดี่ยวและเป็นสวนยางพาราที่มีการเปิดกรีดแล้ว มีเนื้อที่ปลูกรายละไม่เกิน 30 ไร่

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับเครื่องมือในการวิจัยคือ แบบสัมภาษณ์เพื่อศึกษาความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรพื้นที่ต้นน้ำคลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง มีรายละเอียดในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือในการวิจัย ดังนี้

2.1 การสัมภาษณ์ โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (structured interview) สัมภาษณ์ประชากรกลุ่มตัวอย่าง ซักถาม พูดคุย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุม สามารถตอบคำถามในการวิจัย และได้ข้อมูลที่ถูกต้องตรงความเป็นจริงและครบถ้วน เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และแปลผล

2.2 คำถามในการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยสร้างคำถามโดยการศึกษาประเด็นคำถามจากการทบทวนแนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาสร้างเป็นคำถามให้ครอบคลุมขอบเขตการวิจัย ประกอบด้วย 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรชาวสวนยางพาราพื้นที่ต้นน้ำคลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง

ตอนที่ 2 ความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรพื้นที่ต้นน้ำคลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง

โดยเกณฑ์การให้คะแนนในแบบสัมภาษณ์ตอนที่ 2 เป็นคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (rating scale) ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน 1-5 และวิธีการแปลผลแบบสัมภาษณ์ส่วนนี้โดยใช้ค่าเฉลี่ยตามเกณฑ์คะแนน (บุญชม, 2545)

2.3 นำแบบสัมภาษณ์เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อการหาความตรงเชิงเนื้อหาทำได้โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบสัมภาษณ์กับวัตถุประสงค์การวิจัย (index of item objective congruence: IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งผลจากการวัดค่าความตรงเชิงเนื้อหา พบว่าค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสัมภาษณ์โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบสัมภาษณ์กับวัตถุประสงค์การวิจัยจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีค่าความตรงเชิงเนื้อหา โดยรวมเท่ากับ 1

2.4 นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเป้าหมาย จำนวน 30 ชุด และนำมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ซึ่งการประเมินความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาได้มีการพิจารณาจากเกณฑ์การประเมินความเที่ยงสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ดังนี้ (ศิริชัย, 2550)

ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α)	การแปลความหมายระดับความเที่ยง
มากกว่า 0.9	ดีมาก
มากกว่า 0.8	ดี
มากกว่า 0.7	พอใช้
มากกว่า 0.6	ค่อนข้างพอใช้
มากกว่า 0.5	ต่ำ
น้อยกว่า หรือ เท่ากับ 0.5	ไม่สามารถรับได้

ในการหาความเชื่อมั่นโดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาได้ค่าระดับความเชื่อมั่นของแบบสัมภาษณ์เท่ากับ 0.94 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก หมายถึง แบบสัมภาษณ์มีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปศึกษากับกลุ่มตัวอย่างจริงได้

2.5 ปรับปรุงแบบสัมภาษณ์ให้สมบูรณ์และจัดพิมพ์แบบสัมภาษณ์ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลโดยการเปิดเวทีชี้แจงโครงการวิจัยแก่ผู้นำชุมชน นักวิจัยชุมชน องค์การบริหารส่วนตำบล และเกษตรกร และลงพื้นที่สำรวจความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรพื้นที่ต้นน้ำคลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง สัมภาษณ์ ซักถาม พูดคุย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุม ถูกต้องตรงความเป็นจริงและครบถ้วน ทำการตรวจสอบความถูกต้อง นำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์และนำเสนอเป็นผลงานต่อไป

4. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) เพื่ออธิบายสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรชาวสวนยางพื้นที่ต้นน้ำ คลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง ได้แก่ ความถี่ (frequency) ร้อยละ (percentage) และการวิเคราะห์ความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพารา

เชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรพื้นที่ต้นน้ำคลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (arithmetic mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

4.2 สถิติเชิงอนุมาน (inferential statistics) วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรกับสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรชาวสวนยาง วิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test และ one-way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรชาวสวนยางพื้นที่ต้นน้ำ คลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง

จากผลการวิเคราะห์สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรชาวสวนยางพื้นที่ต้นน้ำคลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง ประกอบด้วยเพศ อายุ ระดับการศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือน และจำนวนแรงงานในครัวเรือน โดยหาค่าความถี่และร้อยละ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความถี่และร้อยละของสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร

สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรชาวสวนยาง	ความถี่	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	147	48.40
หญิง	157	51.60
อายุ		
น้อยกว่า 31 ปี	13	4.30
31-40 ปี	56	18.40
41-50 ปี	108	35.50
51-60 ปี	74	24.30
มากกว่า 60 ปี	53	17.40
ระดับการศึกษา		
ประถมศึกษา	163	53.60
มัธยมศึกษาตอนต้น	37	12.20
มัธยมศึกษาตอนปลาย	64	21.10
อนุปริญญา	17	5.60
ปริญญาตรี	23	7.60
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
น้อยกว่า 10,001 บาท	209	68.80

ตารางที่ 1 (ต่อ)

สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรชาวสวนยาง	ความถี่	ร้อยละ
10,001-20,000 บาท	65	21.40
มากกว่า 20,000 บาท	30	9.90
จำนวนแรงงานในครัวเรือน		
1-2 คน	239	78.60
3-4 คน	56	18.40
5-6 คน	9	3.00

จากตารางที่ 1 พบว่าเกษตรกรชาวสวนยางพื้นที่ต้นน้ำ คลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 51.60 และเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 48.40 มีอายุ 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 35.50 มีอายุ 51-60 ปี คิดเป็นร้อยละ 24.30 มีอายุ 31-40 ปี คิดเป็นร้อยละ 18.40 มีอายุมากกว่า 60 ปี คิดเป็นร้อยละ 17.40 และมีอายุน้อยกว่า 31 ปี คิดเป็นร้อยละ 4.30 ตามลำดับ มีระดับการศึกษาประถมศึกษาคิดเป็นร้อยละ 53.60 มีระดับการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลายคิดเป็นร้อยละ 21.10 มีระดับการศึกษามัธยมศึกษาตอนต้น คิดเป็นร้อยละ 12.20 มีระดับการศึกษาปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 7.60 และมีระดับการศึกษาอนุปริญญาคิดเป็นร้อยละ 5.60 ตามลำดับ รายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 10,001 บาท คิดเป็นร้อยละ 68.80 รองลงมามีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน 10,001-20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 21.40 และมีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมากกว่า 20,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 9.90 ตามลำดับ มีจำนวนแรงงานในครัวเรือน 1-2 คน คิดเป็นร้อยละ 78.60 มีจำนวนแรงงานในครัวเรือน 3-4 คน คิดเป็นร้อยละ 18.40 และมีจำนวนแรงงานในครัวเรือน 5-6 คน คิดเป็นร้อยละ 3.00 ตามลำดับ

2. ความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรพื้นที่ต้นน้ำ คลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรพื้นที่ต้นน้ำ คลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง ประกอบด้วย ด้านสังคมและเศรษฐกิจ การบริการหรือประโยชน์ทางอ้อม และด้านการสนับสนุน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความต้องการการทำวนเกษตร ในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกร

ด้าน	การทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีด	ระดับความต้องการ		
		$(\bar{X})$	(S.D.)	ระดับ
1	สังคมและเศรษฐกิจ	4.482	0.535	มากที่สุด
2	การบริการหรือประโยชน์ทางอ้อม	4.508	0.549	มากที่สุด
3	การสนับสนุน	3.905	0.760	มาก
	รวม	4.298	0.615	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่าความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกร โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.298) และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่าระดับความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกร ด้านการบริการหรือประโยชน์ทางอ้อม ($\overline{X}$ = 4.508) และด้านสังคมและเศรษฐกิจ ($\overline{X}$ = 4.482) เกษตรกรมีความต้องการอยู่ในระดับมากที่สุด และด้านการสนับสนุน ($\overline{X}$ = 3.905) เกษตรกรมีความต้องการในระดับมาก

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความต้องการด้านสังคมและเศรษฐกิจ

ข้อ	สังคมและเศรษฐกิจ	ระดับความต้องการ		
		($\overline{X}$)	(S.D.)	ระดับ
1	การเพิ่มรายได้	4.582	0.501	มากที่สุด
2	การลดความเสี่ยงเรื่องราคาเกี่ยวกับผลผลิตทางการเกษตร	4.497	0.539	มากที่สุด
3	การมีงานทำตลอดทั้งปี	4.457	0.537	มากที่สุด
4	การมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น	4.391	0.564	มากที่สุด
	รวม	4.482	0.535	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่าระดับความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกร ด้านสังคมและเศรษฐกิจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.482) โดยประเด็นที่เกษตรกรมีความต้องการ 3 ลำดับแรก คือ 1) การเพิ่มรายได้ ($\overline{X}$ = 4.582) 2) การลดความเสี่ยงเรื่องราคาเกี่ยวกับผลผลิตทางการเกษตร ($\overline{X}$ = 4.497) และ 3) การมีงานทำตลอดทั้งปี ($\overline{X}$ = 4.457) ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความต้องการด้านการบริการหรือประโยชน์ทางอ้อม

ข้อ	การบริการหรือประโยชน์ทางอ้อม	ระดับความต้องการ		
		($\overline{X}$)	(S.D.)	ระดับ
1	รักษาระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม เช่น อากาศสดชื่น ฝนตกตามฤดูกาล	4.553	0.555	มากที่สุด
2	การบรรเทาความรุนแรงของลมพายุหรือเป็นแนวป้องกันลม	4.618	0.500	มากที่สุด
3	การป้องกันการพังทลายของดิน	4.566	0.547	มากที่สุด
4	การบรรเทาอุทกภัย	4.625	0.505	มากที่สุด
5	การทำให้น้ำไหลอย่างสม่ำเสมอตลอดปี	4.635	0.502	มากที่สุด
6	การเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ	4.592	0.512	มากที่สุด
7	การเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า	4.638	0.527	มากที่สุด
8	การกักเก็บคาร์บอน	3.836	0.749	มาก
	รวม	4.508	0.549	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่าระดับความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกร ด้านการบริการหรือประโยชน์ทางอ้อมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.508) โดยประเด็นที่เกษตรกรมีความต้องการ 3 ลำดับแรก คือ 1) การเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า ($\overline{X}$ = 4.638) 2) การทำให้น้ำไหลอย่างสม่ำเสมอตลอดปี ($\overline{X}$ = 4.635) และ 3) การบรรเทาอุทกภัย ($\overline{X}$ = 4.625) ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความต้องการด้านการสนับสนุน

ข้อ	การสนับสนุน	ระดับความต้องการ		
		($\overline{X}$)	(S.D.)	ระดับ
1	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำวนเกษตรในสวนยางพาราหลังเปิดกรีด	3.891	0.769	มาก
2	การสนับสนุนพันธุ์พืช/พันธุ์ไม้	3.941	0.781	มาก
3	แหล่งเงินทุน	3.961	0.761	มาก
4	แหล่งน้ำในการผลิต	3.829	0.729	มาก
	รวม	3.905	0.760	มาก

จากตารางที่ 5 พบว่าระดับความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกร ด้านการสนับสนุนในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 3.905) โดยประเด็นที่เกษตรกรมีความต้องการ 3 ลำดับแรก คือ 1) แหล่งเงินทุน ($\overline{X}$ = 3.961) 2) การสนับสนุนพันธุ์พืชหรือพันธุ์ไม้ ($\overline{X}$ = 3.941) และ 3) ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำวนเกษตรในสวนยางพาราหลังเปิดกรีด ($\overline{X}$ = 3.891) ตามลำดับ

3. การเปรียบเทียบความแตกแตกต่างของความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรพื้นที่ต้นน้ำกับสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรชาวสวนยาง คลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง

ผลการวิเคราะห์การเปรียบเทียบความแตกแตกต่างของความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรพื้นที่ต้นน้ำกับสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรชาวสวนยาง คลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบความแตกแตกต่างของความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรที่มีเพศแตกต่างกัน

ความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีด	t	*p*-value
ด้านสังคมและเศรษฐกิจ	-1.152	0.628
ด้านการบริการหรือประโยชน์ทางอ้อม	-0.374	0.762
ด้านการสนับสนุน	-1.896	0.539
รวม	-1.984	0.429

จากตารางที่ 6 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดกับเพศ พบว่าเกษตรกรที่มีเพศที่แตกต่างกันมีความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีด ด้านสังคมและเศรษฐกิจ ด้านการบริการหรือประโยชน์ทางอ้อม และด้านการสนับสนุนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบความแตกต่างของความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรที่มีอายุแตกต่างกัน

ความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีด	F	*p*-value
ด้านสังคมและเศรษฐกิจ	1.174	0.322
ด้านการบริการหรือประโยชน์ทางอ้อม	0.982	0.418
ด้านการสนับสนุน	1.717	0.146
รวม	2.170	0.072

จากตารางที่ 7 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดกับอายุ พบว่าเกษตรกรที่มีอายุที่แตกต่างกันมีความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดด้านสังคมและเศรษฐกิจ ด้านการบริการหรือประโยชน์ทางอ้อม และด้านการสนับสนุนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบความแตกแตกต่างของความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรที่มีระดับการศึกษาแตกต่างกัน

ความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีด	F	*p*-value
ด้านสังคมและเศรษฐกิจ	0.544	0.704
ด้านการบริการหรือประโยชน์ทางอ้อม	0.151	0.963
ด้านการสนับสนุน	3.243*	0.013
รวม	1.984	0.097

หมายเหตุ: *ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

จากตารางที่ 8 พบว่าการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดกับระดับการศึกษา พบว่าเกษตรกรที่มีระดับการศึกษาที่แตกต่างกันมีความต้องการด้านการสนับสนุนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบความแตกแตกต่างของความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนแตกต่างกัน

ความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีด	F	*p*-value
ด้านสังคมและเศรษฐกิจ	1.456	0.235
ด้านการบริการหรือประโยชน์ทางอ้อม	0.517	0.597
ด้านการสนับสนุน	0.568	0.567
รวม	0.886	0.413

จากตารางที่ 9 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดกับรายได้เฉลี่ยต่อเดือน พบว่าเกษตรกรที่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนที่แตกต่างกันมีความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีด ด้านสังคมและเศรษฐกิจ ด้านการบริการหรือประโยชน์ทางอ้อม และด้านการสนับสนุนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ตารางที่ 10 การเปรียบเทียบความแตกแตกต่างของความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรที่มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนแตกต่างกัน

ความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีด	F	*p*-value
ด้านสังคมและเศรษฐกิจ	4.906*	0.008
ด้านการบริการหรือประโยชน์ทางอ้อม	0.091	0.913
ด้านการสนับสนุน	0.873	0.419
รวม	2.639	0.073

หมายเหตุ: *ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

จากตารางที่ 10 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดกับจำนวนแรงงานในครัวเรือน พบว่าเกษตรกรที่มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนที่แตกต่างกันมีความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีด ด้านสังคมและเศรษฐกิจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

การอภิปรายผลการวิจัย

สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรเป็นเพศหญิง เนื่องจากจำนวนประชากรในพื้นที่จะมีเพศหญิงมากกว่าเพศชาย ซึ่งประชากรส่วนใหญ่จะมีการปลูกยางพาราเป็นอาชีพหลัก (องค์การบริหารส่วนตำบลเขาปู่, 2563) อายุ 41-50 ปี ระดับการศึกษาประถมศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 10,001 บาท สอดคล้องกับณัฏฐนันท์ (2559) ได้ทำการศึกษาความต้องการการช่วยเหลือของเกษตรกรชาวสวนยางในความรับผิดชอบของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง อำเภอแกลง พบว่าเกษตรกรชาวสวนยางมีรายได้อยู่ในระดับต่ำกว่า 10,001 บาท เนื่องจากรายได้หลักจากการ

จำหน่ายผลผลิตยางพาราในรูปน้ำยางสด ยางแผ่นดิบ และยางก้อนถ้วย ในส่วนค่าตอบแทนที่เป็นเงินรายได้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับราคาตลาดยางพาราในประเทศ และขึ้นอยู่กับขนาดของที่ดิน ซึ่งถ้าหากมีพื้นที่ในการทำสวนยางมาก รายได้ที่ได้รับก็จะอยู่ในระดับที่สูง จำนวนแรงงานในครัวเรือน 1-2 คน เนื่องจากในพื้นที่เป็นพื้นที่สวนยางพาราขนาดเล็ก สามารถใช้แรงงานจำนวนน้อยในการกรีดและการจัดการ และสืบเนื่องจากในปัจจุบันราคายางพาราตกต่ำ ส่งผลให้รายรับไม่เพียงพอต่อการว่าจ้างแรงงาน สอดคล้องกับเพ็ญประภา (2556) ได้ทำการศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจปลูกยางพาราของเกษตรกรในอำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่าเกษตรกรส่วนมากมีจำนวนแรงงาน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 36.5 เนื่องจากเกษตรกรประสบปัญหาแรงงานนอกครัวเรือนหายากและมีอัตราค่าจ้างสูง

ความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมี 3 ลำดับสูงสุด คือ ด้านการบริการหรือประโยชน์ทางอ้อม พบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด 7 ข้อ และระดับมาก 1 ข้อ โดยเรียงลำดับดังนี้ คือ 1) การเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า 2) การทำให้น้ำไหลอย่างสม่ำเสมอตลอดปี 3) การบรรเทาอุทกภัย 4) การบรรเทาความรุนแรงของลมพายุหรือเป็นแนวป้องกันลม 5) การเป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ 6) การป้องกันการพังทลายของดิน 7) รักษาระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม เช่น ทำให้อากาศสดชื่น ฝนตกตามฤดูกาล สอดคล้องกับสมบูรณ์และคณะ (2560) ได้ทำการศึกษาเรื่องพัฒนาการระบบการปลูกพืชร่วมยางในภาคใต้ ปัญหาและอุปสรรคในการขับเคลื่อน พบว่าเหตุผลที่เกษตรกรตัดสินใจปลูกพืชร่วมยาง คือ เกษตรกรเห็นว่าสภาพสวนยางพาราของตนมีความแห้งแล้งมากโดยเฉพาะในช่วงยางผลัดใบ ในขณะที่จากการสังเกตสภาพป่าธรรมชาติจะเห็นว่ามีไม้หลากหลายชนิดอยู่ร่วมกันได้เป็นอย่างดีและมีความร่มรื่น จึงคิดเพิ่มความชื้นและความร่มรื่นให้สวนยางของตนด้วยการปลูกพืชร่วมยาง และ 8) การกักเก็บคาร์บอน สอดคล้องกับการศึกษาของ Schroth *et al*. (1999) การสะสมธาตุไนโตรเจนใต้ผิวดินในระบบการปลูกพืชผสมผสานและการปลูกพืชเชิงเดี่ยว พบว่าการปลูกพืชร่วมหลายชนิดต่าง ๆ กัน มีผลต่อการสะสมคาร์บอนในดิน สืบเนื่องมาจากการทำงานของระบบรากพืชในระดับความลึกที่แตกต่างกันส่งผลให้ดินดี สามารถรักษาความอุดมสมบูรณ์ ความชื้นและแร่ธาตุอาหารให้แก่ดินในระยะยาว อีกทั้งเกษตรกรบางรายเห็นบทเรียนผลกระทบจากอุทกภัยโดยเชื่อว่าเป็นเพราะผืนป่าบนภูเขาส่วนหนึ่งถูกเปลี่ยนเป็นการทำสวนยางพารา จึงตัดสินใจปลูกพืชร่วมยาง ในขณะที่เกษตรกรบางรายเชื่อมั่นในแกนนำที่ให้ความรู้ จนเห็นประโยชน์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากอย่างชัดเจน ทั้งประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมจึงตัดสินใจทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีด ด้านสังคมและเศรษฐกิจ พบว่าอยู่ในระดับมากที่สุดทั้ง 4 ข้อ โดยเรียงลำดับดังนี้ 1) การเพิ่มรายได้ สอดคล้องกับนัดดาและสุพัตรา (2560) ศึกษาการปลูกพืชเสริมรายได้ในสวนยางพาราของเกษตรกร อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าเกษตรกรต้องการความรู้เพิ่มเกี่ยวกับชนิดของพืชที่สามารถปลูกเสริมรายได้ในสวนยางพารา 2) การลดความเสี่ยงเรื่องราคาเกี่ยวกับผลผลิตทางการเกษตร 3) การมีงานทำตลอดทั้งปี และ 4) การมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ตามลำดับ สอดคล้องกับสมคิด (2544) ศึกษาระบบวนเกษตรกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ : กรณีสวนหลังบ้านในเขตอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์ พบว่าเหตุผล

ในการทำสวนผลไม้แบบวนเกษตรเนื่องจากเป็นการเพิ่มรายได้ มีข้อได้เปรียบมากกว่าการทำการเกษตรแบบทั่ว ๆ ไป สามารถลดความเสี่ยงจากการถูกกดราคา และด้านการสนับสนุน พบว่าอยู่ในระดับมากที่สุดทั้ง 4 ข้อ โดยมี 3 ลำดับสูงสุดคือ 1) แหล่งเงินทุน 2) การสนับสนุนพันธุ์พืช/พันธุ์ไม้ สอดคล้องกับผกามาศ (2559) ได้ทำการศึกษาเรื่อง กระบวนการเรียนรู้ของแกนนำเกษตรกรเพื่อการพัฒนาตนเองและสวนยางพาราแบบวนเกษตร : กรณีศึกษาเครือข่ายเกษตรกรสวนยางพาราแบบวนเกษตร ตำบลทุ่งใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่าปัจจัยที่เป็นแรงสนับสนุน ได้แก่ การสนับสนุนพันธุ์กล้าไม้ฟรี เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อย ไม่เพียงพอต่อการจัดซื้อพันธุ์กล้าไม้ด้วยงบของตนเอง จึงมีความต้องการที่จะได้รับการสนับสนุนพันธุ์กล้าไม้ฟรี เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิตและ 3) ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำวนเกษตรในสวนยางพาราหลังเปิดกรีด สอดคล้องกับนัดดาและสุพัตรา (2560) ศึกษาการปลูกพืชเสริมรายได้ในสวนยางพาราของเกษตรกรอำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าเกษตรกรต้องการความรู้เพิ่มเกี่ยวกับชนิดของพืชที่สามารถปลูกเสริมรายได้ในสวนยางพารา

การเปรียบเทียบความแตกแตกต่างของความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดกับสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร พบว่าเกษตรกรที่มีระดับการศึกษาที่แตกต่างกันมีความต้องการด้านการสนับสนุนแตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยมีความเห็นว่า เกษตรกรส่วนใหญ่จะมีระดับการศึกษาประถมศึกษา ระดับรายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 10,001 บาท จึงทำให้ต้องการสนับสนุนเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำวนเกษตรในสวนยางพาราหลังเปิดกรีด การสนับสนุนพันธุ์พืช/พันธุ์ไม้ แหล่งเงินทุน แหล่งน้ำในการผลิต เพื่อนำไปใช้เป็นต้นทุนทั้งในเรื่องความรู้และทรัพยากรต่าง ๆ ในพัฒนาการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดให้เกิดผลสำเร็จ

เกษตรกรที่มีจำนวนแรงงานในครัวเรือนที่แตกต่างกันมีความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีด ด้านสังคมและเศรษฐกิจแตกต่างกัน ซึ่งผู้วิจัยมีความเห็นว่าในปัจจุบันราคายางพาราตกต่ำ ส่งผลให้รายรับไม่เพียงพอต่อการว่าจ้างแรงงาน อีกทั้งพื้นที่เป็นพื้นที่สวนยางพาราขนาดเล็ก จึงทำให้ต้องการด้านสังคมและเศรษฐกิจเกี่ยวกับการเพิ่มรายได้ การลดความเสี่ยงเรื่องราคาเกี่ยวกับผลผลิตทางการเกษตร การมีงานทำตลอดทั้งปี การมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

สรุปผลการวิจัย

สภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกรชาวสวนยาง พื้นที่ต้นน้ำ คลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ จังหวัดพัทลุง ส่วนมากเป็นเพศหญิง อายุ 41-50 ปี ระดับการศึกษาประถมศึกษา รายได้เฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 10,001 บาท จำนวนแรงงานในครัวเรือน 1-2 คน

ความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรพื้นที่ต้นน้ำ คลองป่าพะยอม-คลองท่าแนะ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมี 3 ลำดับสูงสุด คือ ด้านการบริการหรือประโยชน์ทางอ้อม ด้านสังคมและเศรษฐกิจ และด้านการสนับสนุน

การเปรียบเทียบความแตกแตกต่างของความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดกับสภาพทางสังคมและเศรษฐกิจของเกษตรกร พบว่าระดับการศึกษาและ

จำนวนแรงงานในครัวเรือนต่างกัน ส่งผลต่อความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดของเกษตรกรต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. จากผลการวิจัย พบว่าเกษตรกรมีความต้องการการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดในระดับมากที่สุด ในด้านการบริการหรือประโยชน์ทางอ้อม ด้านสังคมและเศรษฐกิจ และด้านการสนับสนุน ดังนั้นหน่วยงานภาคการเกษตรในพื้นที่และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น การยางแห่งประเทศไทย องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และสถาบันวิจัยยาง สามารถนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการสนับสนุน การให้ความรู้เกี่ยวกับการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีด การวางแผนส่งเสริมการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดให้ตรงกับความต้องการของเกษตรกรและเป็นรูปธรรม อีกทั้งเพื่อเป็นการลดความเสี่ยงจากราคาที่มีความผันผวน และเพื่อก่อให้เกิดการผลักดันเกษตรกรให้มีการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสามารถบรรเทาผลกระทบทางเศรษฐกิจของเกษตรกรจากการตกต่ำของราคายางพาราได้ และเพื่อเป็นการพัฒนาคุณภาพชีวิตให้แก่เกษตรกรอย่างยั่งยืนต่อไป

2. ควรมีการศึกษาพรรณไม้ที่มีศักยภาพในการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยวหลังเปิดกรีดควบคู่ไปด้วย เพื่อนำไปสู่การตอบโจทย์ความต้องการของเกษตรกร

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุนร่วมงบประมาณสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยทักษิณร่วมกับสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้ให้การสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

การยางแห่งประเทศไทย สาขาควนขนุน. (2560). *พื้นที่ปลูกยาง.* พัทลุง: การยางแห่งประเทศไทย.

เชิดศักดิ์ เกื้อรักษ์ รสวันต์ อินทรศิริสวัสดิ์ ธิดารัตน์จุทอง ปุรวิชญ์ พิทยาภินันท์ จิราพร ปานเจริญ ศรัณญภัส รักศีล และยุทธนา เอียดน้อย. (2560). *การทดสอบพรรณไม้ท้องถิ่นที่มีศักยภาพเหมาะสมเพื่อการทำวนเกษตรในสวนยางพาราเชิงเดี่ยว.* รายงานฉบับสมบูรณ์, สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ไซมอน การ์ดเนอร์ พินดา สิทธิสุนทร และก่องกานดา ชยามฤต. (2558). *ไม้ป่าภาคใต้.* กรุงเทพฯ: โครงการจัดพิมพ์คบไฟ.

ณัฏฐนันท์ โพธิจันทร์. (2559). *ความต้องการการช่วยเหลือของเกษตรกรชาวสวนยางในความรับผิดชอบของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง อำเภอแกลง.* วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2543). *ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.* อุบลราชธานี: สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี.

นัดดา รัศมีแพทย์ และสุพัตรา ศรีสุวรรณ. (2560). การปลูกพืชเสริมรายได้ในสวนยางพาราของเกษตรกร อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 35(1), 117-124.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น.* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ปราโมทย์ แก้ววงศ์ศรี. (2555). *ทำสวนยางแนวใหม่เพิ่มรายได้ ช่วยฟื้นฟูลุ่มน้ำ.* เอกสารโครงการฝึกอบรมหลักสูตร “การสร้างกระบวนการเรียนรู้เพื่อฟื้นฟูและพัฒนาอาชีพลูกค้า ธ.ก.ส. พักชำระหนี้”. คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

ผกามาศ ทองคำ (2559) *กระบวนการเรียนรู้ของแกนนำเกษตรกรเพื่อการพัฒนาตนเองและสวนยางพาราแบบวนเกษตร : กรณีศึกษาเครือข่ายเกษตรกรสวนยางพาราแบบวนเกษตรตำบลทุ่งใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

เพ็ญประภา ราหุล. (2556). *ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจปลูกยางพาราของเกษตรกรในอำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา.* วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิริชัย พงษ์วิชัย. (2550). *การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์.* (พิมพ์ครั้งที่ 18). กรุงเทพฯ: สุพีเรีย พริ้นติ้งเฮาส์.

สมคิด จีรัตน์. (2544). *ระบบวนเกษตรกับการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ : กรณีสวนหลังบ้านในเขตอำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์.* สารนิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สมบูรณ์ เจริญจิระตระกูล อริศรา ร่มเย็น และพลากร สัตย์ซื่อ (2560). พัฒนาการระบบการปลูกพืชร่วมยางในภาคใต้ ปัญหาและอุปสรรคในการขับเคลื่อน. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 38(2017), 588-599.

สำนักงานเกษตรอำเภอศรีบรรพต. (2562). *แผนพัฒนาการเกษตร อำเภอศรีบรรพต ช่วงปีพ.ศ. 2563-2565.* พัทลุง: สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดพัทลุง.

สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. (2563). *พื้นที่ปลูกยางของประเทศไทย.* กรุงเทพมหานคร.

องค์การบริหารส่วนตำบลเขาปู่. (2563). *แผนพัฒนาท้องถิ่น พ.ศ. 2561-2565*. สืบค้นเมื่อ 5 มิถุนายน 2563, จาก: https://www.khaopu.go.th/datacenter/detail.php? news_id=547.

Schroth, G., da Silva, L.F., Seixas, R., Teixeira, W.G., Macedo, J.L.V. and Zech, W. (1999). Subsoil accumulation of mineral nitrogen under polyculture and monoculture plantations, fallow and primary forest in a ferralitic Amazonian upload soil. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 75(1-2), 109-120.

การพัฒนาสูตรเจลล้างหน้าป้องกันสิวโดยใช้สารสกัดสมอไทย

Development of Facial Cleansing Anti-Acne Gel Formulation Using *Terminalia chebula* Extract

พนิดา แสนประกอบ[1*] และเกศศิรินทร์ แสงมณี[2]

Panida Saenprakob[1*] and Katsirin Saengmanee[2]

บทคัดย่อ

จากรายงานของสถาบันโรคผิวหนัง พบว่าสิวเป็นโรคที่ติดอันดับ 1 ใน 3 ของปี พ.ศ. 2552-2555 ของโรคที่ผู้ป่วยเข้ารับการรักษาที่สถาบันโรคผิวหนังของประเทศไทย ซึ่งเกิดจากแบคทีเรีย *Propionibacterium acnes* ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *P. acnes* จากสารสกัดใบอ่อนของสมอไทย ทดสอบหาบริเวณยับยั้งเชื้อ (inhibition zone) ด้วยวิธี agar disc diffusion technique รวมทั้งทดสอบกลุ่มสารพฤกษเคมีเบื้องต้น หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมและศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ผลจากการศึกษาพบว่าใบอ่อนของสมอไทยมีผลผลิตร้อยละเท่ากับ 7.99±0.69 พบสารในกลุ่มฟีนอล ฟลาโวนอยด์ และแอลคาลอยด์เป็นองค์ประกอบ มีค่าสารประกอบฟีนอลิกรวมเท่ากับ 261.54±1.32 มิลลิกรัมแกลลิกแอซิดต่อกรัมสารสกัด มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน IC_{50} เท่ากับ 0.04 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อเทียบกับกรดแอสคอร์บิก 0.004 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดสมอไทยออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียโดยมีโซนใส (clear zone) เท่ากับ 21.57±0.37 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตามผลที่ได้ยังมีค่าน้อยกว่ายาปฏิชีวนะคลินดามัยซิน (44.89±2.30 มิลลิเมตร) ซึ่งผลจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้เกิดองค์ความรู้ที่ช่วยส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากสมอไทยและสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เจลล้างหน้าเพื่อลดการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดสิวได้

คำสำคัญ: สมอไทย เจลล้างหน้า สมุนไพร สิว เครื่องสำอาง

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

[2] สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

* Corresponding author e-mail: panida.saen@gmail.com

Received: 26 January 2020, Revised: 2 September 2020, Accepted: 15 September 2020

Abstract

The Institute of Dermatology of Thailand reported that acne was one of the top three diseases of patients treated during 2009-2012 in that institute. *Propionibacterium acnes* has been recognized as one of the main causative agents in pathogenesis of acne. Therefore, the objectives of this research were to determine the antibacterial activities of *Terminalia chebula* extract against *P. acnes*, to find the inhibition zone by using agar disc diffusion technique, to screen the preliminary phytochemicals, to determine polyphenol contents, and to find antioxidant activity of the extract. The results showed that the percentage of yield was 7.99±6.69. Phenols, flavonoids, and alkaloids were found as chemical components. Total phenolic content was 261.54±1.32 mg GAE/g extract. It could inhibit of oxidation with IC_{50} at 0.04 mg/ml of the extract when compared with standard ascorbic 0.004 mg/ml. *T. chebula* extract indicated the inhibition zones of 21.57±0.37 mm of clear zone. However, this antibacterial activities was still lower than that of clindamycin (44.89±2.30 mm). The results of this research can help promote the utilization of *T. chebula* extract and can be developed as a facial cleansing gel to reduce the growth of bacteria that cause acne.

Keywords: *Terminalia chebula*, Facial cleansing gel, Herbal, Acne, Cosmetic

บทนำ

สิว คือการอักเสบของรูขุมขนและต่อมไขมัน (pilosebaceous unit) โดยมากมักเป็นบริเวณหน้า คอ และลำตัว ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีต่อมไขมันขนาดใหญ่อยู่หนาแน่น ปัจจัยที่ส่งเสริมให้เกิดสิว เช่น ยาบางชนิด เครื่องสำอาง และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น โดยสาเหตุของสิวเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลัก ได้แก่ (1) บทบาทของเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งอาศัยอยู่ที่ผิวหนังและภายในท่อขุมขน (2) การเกิดปฏิกิริยาการอักเสบเป็นผลของ mediator ต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากเชื้อ *Propionibacterium acnes* (3) มีความผิดปกติในการสร้างเคราตินภายในท่อขุมขน ต่อมไขมัน และ (4) ต่อมไขมันสร้าง sebum เพิ่มขึ้นซึ่งแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเกิดสิว ได้แก่ *Propionibacterium* หรือ *Corynebacterium* เป็น anaerobic pleomorphic diphtheroid พบได้ทั่วไปตามผิวหนัง ผม ขน ช่องปาก ในคอมีโดนชนิดปิดมี *P. acnes* มากกว่าในคอมีโดนชนิดเปิดในขณะที่คอมีโดนชนิดเปิด มี *Pityrosporum* และ cocci มากกว่าในคอมิโดนชนิดปิด เนื่องจากเชื้อพวก aerobes รวมตัวกันอยู่ในบริเวณปากขุมขนและส่วนใหญ่เป็น

พวก cocci ส่วนเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ลึกลงไปในท่อขุมขนเป็นพวก diphtheroids รวมทั้งเชื้อที่ทำให้เกิดฝีหนอง ได้แก่ *Staphylococcus aureus* เป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมบวก พบอยู่ทั่วไปตามร่างกาย เช่น บริเวณผิวหนัง กรดไขมันจากต่อมเหงื่อและต่อมไขมันจากผิวหนัง สามารถเกาะติดกับเนื้อเยื่อ บริเวณจมูกและหลังโพรงจมูกโดยไม่ถูกขับไปกับเมือกหรือน้ำมูกบริเวณใบหน้าหรือผิวหนังเป็นที่อยู่อาศัยของแบคทีเรีย *S. epidermis* ซึ่งถ้าสิวเกิดการติดเชื้อเพิ่ม จะทำให้เกิดสิว อักเสบรุนแรงขึ้นและมีหนอง

ปัจจุบันการรักษาสิวที่มีความรุนแรงเล็กน้อย คือ การใช้ยาทาในกลุ่ม benzoyl peroxide หรือ retinoic acid หรือยาทาปฏิชีวนะ ส่วนการรักษาสิวที่มีความรุนแรงปานกลางคือ การใช้ยาทาดังกล่าวร่วมกับยาปฏิชีวนะในรูปแบบยารับประทาน อย่างไรก็ตามพบว่าการรักษาสิวตามแนวทางการรักษามาตรฐานในปัจจุบันมีปัญหาเรื่องการดื้อยาปฏิชีวนะและผลข้างเคียงด้านระคายเคืองผิวหนัง เมื่อใช้ยาทาในกลุ่ม benzoyl peroxide หรือ retinoic acid เป็นระยะเวลานาน จึงนำมาสู่แนวคิดในการนำสมุนไพรมาใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการรักษาสิว ประเทศไทยนับเป็นแหล่งวัตถุดิบทางธรรมชาติที่มีคุณภาพ เนื่องจากสารสกัดจากสมุนไพรของไทยมีมากมายหลายชนิด และยังเป็นแหล่งรวมของสารพฤกษเคมีที่สำคัญ เช่น ฟีนอลิก (phenolics) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) คาเทชิน (catechins) และแทนนิน (tannins) นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยวิตามินชนิดต่าง ๆ ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งอนุมูลอิสระ เช่น วิตามินอี วิตามินซี และเบต้าแคโรทีน นอกจากสารพฤกษเคมีและการออกฤทธิ์ดังกล่าวแล้ว สมุนไพรไทยยังมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อเชื้อแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ ได้แก่ *Pseudomonas aeruginosa Proteus morgaii S. aureus Bacillus subtilis Escherichia coli Salmonella* และ *Shigella* โดยเฉพาะ *P. acnes* ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดสิว ซึ่งสมุนไพรที่ออกฤทธิ์ต้านเชื้อที่ทำให้เกิดสิว ได้แก่ ไพล ตะไคร้ มะกรูด กะเพรา (Lertsatitthanakorn *et al.*, 2006)

สมอไทย (*Terminalia chebula*) เป็นพืชสมุนไพรไทยที่จัดอยู่ในวงศ์ Combretaceae ผลสมอไทยมีสรรพคุณทางยาที่หลากหลาย เช่น ยาระบายอ่อน ๆ ยาธาตุ ยาบำรุงและแก้ชักกระตุก เป็นต้น ทั้งนี้มีรายงานว่าในผลสมอไทยมีสารประกอบฟีนอลิกปริมาณสูง เช่น gallic acid ellagic acid chebulic acid และ corilagin เป็นต้น ซึ่งสารประกอบเหล่านี้มีสรรพคุณทางเภสัชวิทยาหลายประการ ยกตัวอย่างเช่น ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มแกรมบวกและแกรมลบหลายชนิด ฤทธิ์ต้านไวรัส ฤทธิ์ต้านเชื้อรา ฤทธิ์ต้านการอักเสบ ฤทธิ์ต้านการแพ้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านมะเร็ง และฤทธิ์ต้านเบาหวาน ในประเทศอินเดียสารสกัดจากสมอไทยใช้ในการรักษาโรคหลายชนิด เช่น โรคระบบทางเดินอาหาร อาการอาหารไม่ย่อย โรคระบบทางเดินปัสสาวะ โรคเบาหวาน โรคผิวหนัง โรคพยาธิ โรคหัวใจ อาการไข้เป็นระยะ อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ ท้องผูก แผลในทางเดินอาหาร อาเจียน อาการเจ็บปวดในลาไส้ และริดสีดวงทวารหนัก นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อไวรัส และแบคทีเรียบางชนิด บำรุงหัวใจ ต้านอนุมูลอิสระและชะลอความชรา

นอกจากนี้ยังช่วยควบคุมระดับไขมันในเส้นเลือด และช่วยการทำงานของตับในการกำจัดไขมันออกจากร่างกาย รวมทั้งกระตุ้นการเผาผลาญของร่างกายได้อีกด้วย (อาศรมศรีมงคล, 2014) นอกจากนี้ Sato *et al*. (1997) รายงานว่าผลสุกของสมอไทยมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *S. aureus* ที่ดื้อยาปฏิชีวนะในกลุ่มเมธิซิลิน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Aneja and Joshi (2009) รายงานถึงฤทธิ์ของสารสกัดส่วนน้ำของผลสมอไทยในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus mutants* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่พบในช่องปากและเป็นสาเหตุของอาการฟันผุว่า ethanedioic acid และ ellagic acid ที่สกัดได้จาก butanol fraction มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Clostridium perfingens* และ *E. coli* นอกจากนี้การศึกษาของ Dutta *et al*. (1998) และ Barazani *et al*. (2003) พบว่าสารสกัดน้ำของสมอไทยมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราในกลุ่ม Dermatophyte และยีสต์ ได้แก่ *Epidermophyton Floccossum Microsporum gypseum Trichophyton rubrum* และ *Candida albicans*

จากข้อมูลเบื้องต้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำใบอ่อนของสมอไทยซึ่งเป็นส่วนที่นิยมรับประทานเป็นผักเครื่องเคียง มาศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดสิว ศึกษากลุ่มสารพฤกษเคมีเบื้องต้น หาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม และศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน รวมไปถึงการพัฒนาสูตรเจลล้างหน้าที่มีส่วนผสมของสารสกัดสมอไทยเพื่อลดโอกาสการเกิดสิวบนใบหน้า เพื่อลดการใช้สารสังเคราะห์ในการตั้งตำรับผลิตภัณฑ์และยังเป็นการต่อยอดสมุนไพรพื้นบ้านของไทยได้อีกด้วย ตลอดจนเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้บริโภคต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างพืช

นำพืชสดมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด จากนั้นผึ่งหรือตากลมให้แห้ง แล้วนำไปอบในตู้อบเป่าลมร้อน แล้วนำไปปั่นให้ละเอียด หลังจากนั้นนำไปทำการสกัด โดยนำผงพืชมาแช่ในตัวทำละลายเอทานอลความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (เขย่าทุก ๆ 30 นาที) แล้วนำสารละลายมากรองเพื่อสารสกัดไว้ แล้วนำกากมาสกัดซ้ำอีก 2 ครั้ง แล้วนำสารสกัดไประเหยตัวทำละลายด้วยเครื่อง rotary evaporator

2. การทดสอบการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *P. acnes* ด้วยวิธี Agar disc diffusion technique

การหาบริเวณยับยั้ง (inhibition zone) ของสารสกัดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยทำการปิเปต 50 ไมโครลิตรของสารสกัดแต่ละความเข้มข้น ลงบนกระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร แล้ววางกระดาษกรองบนจานเพาะเชื้อที่เตรียมไว้ เพาะเลี้ยง *P. acnes* บน tryptic soy agar (TSA) บ่มในภาวะที่ไม่มีออกซิเจน การบ่มเลี้ยงแบคทีเรียจะบ่มภายใต้อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส

เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง แล้วทำการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งเชื้อ (inhibitionzone) ที่เกิดขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อโดยวัดหน่วยเป็นมิลลิเมตร

3. การทดสอบกลุ่มสารพฤกษเคมีเบื้องต้น

สารสำคัญในพืชมีจำนวนมากสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ สารปฐมภูมิ (primary metabolite) และสารทุติยภูมิ (secondary metabolite) โดยสารปฐมภูมิเป็นสารเคมีพื้นฐานที่พบในพืชชั้นสูงทั่วไปและพบได้ในพืชเกือบทุกชนิด เป็นสารที่เกี่ยวข้องกับเมทาบอลิซึมที่จำเป็นของเซลล์ ส่วนใหญ่เป็นสารที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช และกระบวนการชีวสังเคราะห์กรดอะมิโนบางชนิด ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต (carbohydrates) ไขมัน (lipids) โปรตีน (protien) เอนไซม์ (enzymes) น้ำมันหอมระเหย (volatile oil หรือ essential oil) ส่วนสารทุติยภูมิเป็นสารประกอบที่เกิดจากกระบวนการชีวสังเคราะห์ (biosynthesis) ในพืช เป็นสารประกอบที่พบแตกต่างกันในพืชแต่ละชนิดและแต่ละฤดู ดังนั้นจึงทำการทดสอบกลุ่มสารพฤกษเคมีเบื้องต้น เนื่องจากสารเหล่านี้จะแสดงฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาอย่างชัดเจน เช่น แอลคาลอยด์มีประโยชน์ในการรักษาโรคอย่างกว้างขวาง เช่น ใช้เป็นยาระงับปวด ยาแก้ไอ ยาแก้หอบหืด ยารักษาแผลในกระเพาะและลำไส้ ยาลดความดัน สารในกลุ่มฟีนอลและฟลาโวนอยด์หลายชนิดมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา ต้านออกซิเดชัน ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย เป็นต้น (รัตนา, 2547)

3.1 การทดสอบซาโปนิน (saponins) เป็นการทดสอบการเกิดฟอง (foam test) โดยการชั่งน้ำหนักของสารสกัดลงในหลอดทดลอง 5 มิลลิกรัม เติมน้ำกลั่นลงในหลอดทดลอง 3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นนำหลอดทดลองไปต้มเป็นเวลา 5 นาที หลังครบ 5 นาที ทำการเขย่าหลอดทดลองเป็นเวลา 1 นาที สังเกตฟองที่เกิดขึ้น ถ้าในหลอดทดลองมีฟองเกิดขึ้นและฟองนั้นคงทนนานกว่า 30 นาที แสดงว่าสารสกัดนั้นมีซาโปนินเป็นองค์ประกอบ

3.2 การทดสอบสารฟีนอล (phenolic) โดยชั่งสารสกัด 5 มิลลิกรัม ลงในหลอดทดลอง เติมเฟอร์ริกคลอไรด์ ($FeCl_3$) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีสารสกัดเขย่าให้เข้ากัน สังเกตการเปลี่ยนสีของปฏิกิริยา ถ้าสารละลายผสมปรากฏสีเขียว สีน้ำเงินหรือสีดำ แสดงว่ามีสารฟีนอลเป็นองค์ประกอบ

3.3 การทดสอบฟลาโวนอยด์ (flavonoid) ด้วยวิธี cyanidin test โดยชั่งสารสกัดหยาบ 5 มิลลิกรัม ลงในหลอดทดลองเติม Mg 0.5 กรัม จากนั้นเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น (conc. H_2SO_4) 1 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองเดียวกัน เขย่าให้เข้ากัน สังเกตสีของสารละลาย ถ้าสารละลายสีแดงหรือสีม่วงแดงแสดงว่ามีฟลาโวนอยด์เป็นองค์ประกอบ

3.4 การทดสอบแอลคาลอยด์ โดยชั่งสารสกัดหยาบ 5 มิลลิกรัม ลงในหลอดทดลอง เติมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) เจือจาง 3 มิลลิลิตร จากนั้นหยด Dragendroff's reagent 1-2 หยด

เขย่าให้เข้ากัน สังเกตตะกอนที่เกิดขึ้น ถ้าสารละลายเกิดตะกอนสีส้มแสดงว่ามีแอลคาลอยด์เป็นองค์ประกอบ

4. การหาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมด้วยวิธี folin-ciocalteau reagent

เตรียมสารละลายมาตรฐานกรดแกลลิกที่ความเข้มข้น 0.3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เจือจางให้ได้ความเข้มข้น 20-200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นเตรียมโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และเจือจางสารสกัดที่เหมาะสมทำปฏิกิริยาโดยการเติมน้ำกลั่น 500 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลอง เติมสารสกัดปริมาตร 125 ไมโครลิตร หรือเติมสารมาตรฐานปริมาตร 125 ไมโครลิตร จากนั้นเติมสาร folin-ciocalteau ปริมาตร 125 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 6 นาที จากนั้นเติมโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 7 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก 1,250 ไมโครลิตร เติมน้ำกลั่น 1,000 ไมโครลิตร เขย่าให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ตั้งทิ้งไว้ 90 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 755 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนคลื่นแสงกับความเข้มข้นไปพล็อตกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก และรายงานผลสารสกัดในรูปแบบมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด (mg GAE/g extract) (Leite and Dourado, 2013; Lingkard and Singlaton, 1977)

5. การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ด้วยวิธี DPPH scavenging

เนื่องจากอนุมูลอิสระส่งผลต่อการทำลายระบบต่าง ๆ ในร่างกายให้เสียสมดุลและส่งผลเสียต่อเซลล์ รวมทั้งเป็นสาเหตุของความชรา ความเหี่ยวย่นของผิวหนัง และโรคต่าง ๆ ซึ่งสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) จะทำหน้าที่ดักจับอนุมูลอิสระไว้ทำให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันต่าง ๆ ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ จึงถือเป็นการป้องกันเซลล์ผิวหนังจากการถูกทำลาย ดังนั้นการทดสอบด้วยวิธี DPPH จึงเป็นการทดสอบฤทธิ์ยับยั้งการเกิดออกซิเดชันในเซลล์ผิวได้ โดยการเตรียมสารละลาย DPPH 0.15 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เตรียมสารละลายมาตรฐานวิตามินซีเข้มข้นและเจือจาง 2-20 หนึ่งส่วนในล้านส่วน เตรียมสารละลายสารสกัด 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นเจือจางเพื่อทดสอบด้วยความเข้มข้นที่เหมาะสม (ประมาณ 5 ความเข้มข้น) ทำปฏิกิริยาโดยการดูดสารละลาย DPPH รวมกับสารทดสอบ (สารมาตรฐานวิตามินซี สารควบคุม สารสกัด) นำสารละลายผสมไปวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร (Sithisarn *et al*., 2015) พล็อตกราฟมาตรฐานวิตามินซีและพล็อตกราฟสารสกัดเพื่อหาค่า IC_{50} (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรต่อกรัมพืชแห้ง) โดยคำนวณ % inhibition จากสูตร

$$\% \text{ inhibition} = [(\text{acontrol} - \text{asample}) / \text{acontrol}]*100$$

กำหนดให้ acontrol = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ของเอทานอล

asample = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ของสารสกัดหรือสารมาตรฐาน

6. การพัฒนาสูตรเจลล้างหน้าเพื่อลดการเกิดสิว

การเตรียมเจลล้างหน้าจากสารสกัดสมอไทย ส่วนผสมของตำรับที่ใช้ในการเตรียมแยกส่วนผสมเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่ง (ก) ได้แก่ hydroxyl ethyl cellulose และน้ำ ส่วนที่สอง (ข) ได้แก่ cocamido propyl betain propylene glycol ammonium lauryl sulfate และ glydant ส่วนที่สาม (ค) ได้แก่ triethanolamine และส่วนที่สี่ (ง) ได้แก่ สารสกัดสมอไทย ในการผสมแยกแต่ละส่วนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยผสม hydroxyl ethyl cellulose กับน้ำและนำไปให้ความร้อนแล้วคนให้ขึ้นเนื้อเจลเติม cocamido propyl betain propylene glycol ammonium lauryl sulfate และ glydant ลงในเนื้อเจล และคนให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ละลายสารสกัดในน้ำบริสุทธิ์และเติมลงในสารผสม คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นเติม triethanolamine และคนให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน บรรจุใส่บรรจุภัณฑ์

การศึกษาในครั้งนี้ปริมาณสารสกัดสมอไทยที่เติมลงไปในตำรับจะเป็นปริมาณที่ได้จากค่า clear zone โดยศึกษาปริมาณ hydroxyl ethyl cellulose ในช่วงร้อยละ 0.1-3.0 โดยน้ำหนักโดยคงปริมาณของ cocamido propyl betain และ ammonium lauryl sulfate ที่ 3.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในอัตราส่วน 1:1 และปรับปริมาณของน้ำให้ครบ 100.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เพื่อเลือกความข้นหนืดของเจลให้เหมาะสม เมื่อได้ปริมาณของ hydroxyl ethyl cellulose ที่เหมาะสมแล้วจะทำการศึกษาปริมาณ cocamido propyl betain และ ammonium lauryl sulfate ในช่วง 2.0-5.0 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ในอัตราส่วน 1:1 เพื่อเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสม จากนั้นเก็บตัวอย่างในขวดแก้วใสมีฝาปิดแล้วนำไปทดสอบคุณลักษณะทางเคมีและกายภาพ ได้แก่ สี กลิ่น และ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

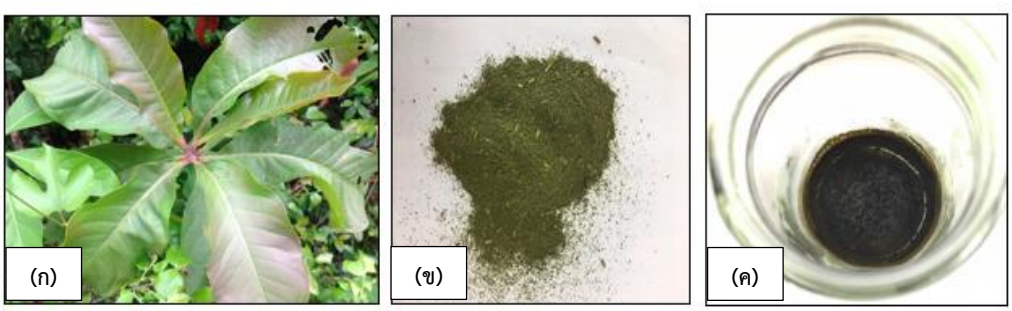
การทดสอบฤทธิ์การเจริญเติบโตของแบคทีเรียในเจลแต้มสิว ทดสอบโดยใช้ทั้งเจลแต้มสิวที่มีสารสกัดและไม่มีสารสกัดไปทดสอบ โดยทำการเตรียมสต็อค ชั่งเจลแต้มสิว 1 กรัม ละลายในหลอดทดลองที่มีน้ำ 10 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางโดยปิเปตสารจากหลอดของสต็อคมา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่ 1 ที่มีน้ำอยู่ 9 มิลลิลิตร จะได้ความเข้มข้น 0.01 กรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นปิเปตสารละลายจากหลอดที่ 1 มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่ 2 ที่มีน้ำอยู่ 9 มิลลิลิตร จะได้ความเข้มข้น 0.001 กรัมต่อมิลลิลิตร และทำการปิเปตสารละลายจากหลอดที่ 2 มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่ 3 ที่มีน้ำอยู่ 9 มิลลิลิตร จะได้ความเข้มข้น 0.0001 กรัมต่อมิลลิลิตร ทำทั้งสองตัวอย่าง แล้วทำการเตรียมเพลตที่มีอาหารเลี้ยงเชื้ออยู่ 6 เพลต ใส่ในตู้อบยูวีจากนั้นนำหลอดทดลองทั้ง 6 หลอดที่เตรียมไว้ โดยดูดสารละลายหลอดที่ 1 2 และ 3 ของทั้งสองตัวอย่าง อย่างละ 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในเพลตที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อ จากนั้นทำการเขี่ยเชื้อโดยเขี่ยจนกว่าจะเกิดการหนืดขึ้นบนเพลต ทิ้งไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ (percentage) ของข้อมูลค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในกรณีที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ

ผลการวิจัย

ใบอ่อนแบบสดของสมอไทย (ภาพที่ 1(ก)) ถูกนำมาอบให้แห้งและปั่นละเอียด (ภาพที่ 1(ข)) และสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร โดยวิธีแช่ในตัวทำละลาย (maceration) ทำการสกัดซ้ำ 3 ครั้ง และทำให้แห้งด้วยเครื่อง rotary evaporator สารสกัดที่ได้มีลักษณะเป็นของแข็งเหนียว สีดำ ดังภาพที่ 1(ค) และมีกลิ่นสมอไทยที่ชัดเจน คำนวณผลผลิตได้เท่ากับ 7.99±0.69 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก



ภาพที่ 1 ใบสดของสมอไทย (ก) ผงแห้งสมอไทยปั่นละเอียด (ข) สารสกัดสมอไทย (ค)

เมื่อนำสารสกัดสมอไทยมาทดสอบหาบริเวณยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *P. acnes* DMST 14916 (inhibition zone) ด้วยวิธี agar disc diffusion technique พบว่าที่ความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สารสกัดสมอไทยสามารถออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้โดยมีบริเวณยับยั้ง (inhibition zone) เท่ากับ 21.57±0.37 มิลลิเมตร และเมื่อเทียบกับสารมาตรฐานยาปฏิชีวนะคลินดามัยซินที่ความเข้มข้นเท่ากัน สารสกัดสมอไทยยังออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้น้อยกว่า เนื่องจากยาปฏิชีวนะคลินดามัยซินที่มีบริเวณยับยั้งเท่ากับ 44.89±2.30 มิลลิเมตร ดังแสดงในตารางที่ 1 และเมื่อนำสารสกัดที่ความเข้มข้นที่ออกฤทธิ์ได้ผสมลงในผลิตภัณฑ์เจลแต้มสิวพบว่าผลิตภัณฑ์มีความสามารถยับยั้งเชื้อได้จริงโดยมีค่า inhibition zone กับ 9.24±0.52 มิลลิเมตร

ตารางที่ 1 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของสารสกัดสมอไทย

สารทดสอบ/ การทดสอบ	การทดสอบฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย (Inhibition zone) (มิลลิเมตร)	การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน (IC_{50}) (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)	การทดสอบปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวม (มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัด)
สารสกัดสมอไทย	21.57±0.37	0.04±2.04	261.54±1.32
ผลิตภัณฑ์เจลแต้มสิว	9.24±0.52	NA	NA
คลินดามัยซิน	44.89±2.30	NA	NA
กรดแอสคอร์บิก	NA	0.004±0.64	NA

หมายเหตุ: - Inhibition zone หมายถึง บริเวณโซนใสที่สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อ *P. acnes* DMST 14916 สารทดสอบความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

- IC_{50} หมายถึง ความเข้มข้นต่ำที่สุดที่สามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH ได้ที่ 50 เปอร์เซ็นต์
- สารประกอบฟีนอลิกรวม หมายถึง มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมของสารสกัดสารทดสอบ 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร
- NA คือ ไม่มีการทดสอบสารในวิธีทดสอบนั้น ๆ เนื่องจากในแต่ละวิธีทดสอบใช้สารมาตรฐานคนละชนิด

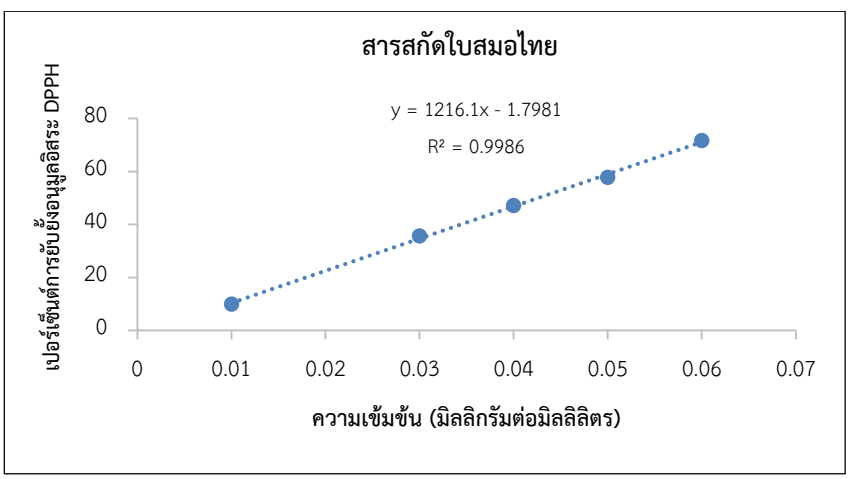
การตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้น 4 ชนิด ได้แก่ ซาโปนิน ฟีนอล ฟลาโวนอยด์ และแอลคาลอยด์ พบสารพฤกษเคมี 3 ชนิด คือ ฟีนอล ฟลาโวนอยด์ และแอลคาลอยด์ เมื่อเทียบกับสารควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 2 ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมคำนวณได้จากกราฟมาตรฐานกรดแกลลิก ($y = 0.0054x - 0.074$; $R^2 = 0.99529$) รายงานเป็นมิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด พบว่าสารสกัดสมอไทยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมสูงถึง 261.54±1.32 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด (ตารางที่ 1) ซึ่งจากตัวเลขปริมาณสารประกอบฟีนอลิกรวมที่สูงของสารสกัดสมอไทยอาจเป็นผลทำให้สารสกัดนี้สามารถออกฤทธิ์ต้านออกซิเดชันและยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดสิวได้ ซึ่งเคยมีรายงานพบว่าในผลสมอไทยมีสารประกอบฟีโนลิกปริมาณสูง เช่น gallic acid ellagic acid chebulic acid และ corilagin เป็นต้น สารประกอบเหล่านี้มีสรรพคุณทางเภสัชวิทยาหลายประการ เช่น ฤทธิ์ต้านเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มแกรมบวกและแกรมลบหลายชนิด ฤทธิ์ต้านไวรัส ฤทธิ์ต้านเชื้อรา ฤทธิ์ต้านการอักเสบ ฤทธิ์ต้านการแพ้ ฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ฤทธิ์ต้านมะเร็ง และฤทธิ์ต้านเบาหวาน

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบกลุ่มสารพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดสมอไทย

สารทดสอบ	ซาโปนิน	ฟีนอล	ฟลาโวนอยด์	แอลคาลอยด์
สารสกัดสมอไทย	0	+	+	+
สารควบคุม	0	0	0	0

หมายเหตุ: - 0 หมายถึง ไม่พบกลุ่มสารพฤกษเคมี

- \+ หมายถึง พบกลุ่มสารพฤกษเคมี
- สารควบคุม ได้แก่ น้ำบริสุทธิ์



ภาพที่ 2 ความสามารถในการยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของสารสกัดสมอไทย

การทดสอบฤทธิ์ต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH assay รายงานเป็น ค่า IC_{50} ซึ่งหมายถึง ความเข้มข้นของสารต้านออกซิเดชันที่ทำให้ความเข้มข้นของอนุมูล DPPH ลดลงร้อยละ 50 พบว่า สารสกัดสมอไทย มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.04±2.04 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากสมการเส้นตรง y = 1216.1x-1.7981 และ R^2 = 0.99863 (ภาพที่ 2) ในขณะที่สารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.004±0.64 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งสามารถออกฤทธิ์ต้านออกซิเดชันได้มากกว่าสารสกัดสมอไทยถึง 10 เท่า

จากผลการการทดสอบฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *P. acnes* การหา inhibition zone ด้วยวิธี Agar diffusion สารสกัดหยาบของใบสมอไทยสามารถออกฤทธิ์ต้านการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *P. acnes* ได้ ดังนั้นจึงนำสารสกัดสมอไทยความเข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มาพัฒนาในสูตรเจลล้างหน้า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความคงตัวเมื่อทดสอบที่สภาวะร้อน (45 องศาเซลเซียส)

สลับเย็น (4 องศาเซลเซียส) จำนวน 7 รอบ โดยผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นเนื้อเจล หนืด ไม่ไหล มีสีเหลืองอ่อนของสารสกัดสมอไทย ค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5.6 แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความคงตัวของผลิตภัณฑ์เจลล้างหน้าจากสารสกัดสมอไทย

รอบ (heating cooling)	การเกิดฟอง	ความหนืด	สี	ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)	การเกิดตะกอน
1	+	++	เหลืองอ่อน	5.6	-
2	+	++	เหลืองอ่อน	5.6	-
3	+	++	เหลืองอ่อน	5.6	-
4	+	++	เหลืองอ่อน	5.6	-
5	+	++	เหลืองอ่อน	5.6	-
6	+	++	เหลืองอ่อน	5.6	-
7	+	++	เหลืองอ่อน	5.6	-

หมายเหตุ: - แต่ละรอบทำการทดสอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง สลับกับ 4 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

- + = น้อย ++ = มาก และ - = ไม่พบ

การอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาฤทธิ์การยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *P. acnes* ที่เป็นแบคทีเรียแกรมบวกและเป็นสาเหตุของการเกิดสิว ด้วยวิธี agar diffusion สารสกัดสมอไทยสามารถออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียดังกล่าวได้ โดยวัดค่าบริเวณยับยั้งได้ 21.57±0.37 มิลลิเมตร ในขณะที่ยาปฏิชีวนะคลินดามัยซินที่เคมีบริเวณยับยั้งเท่ากับ 44.89±2.30 มิลลิเมตร ซึ่งคิดเป็น 4 เท่าของสารสกัดสมอไทย เมื่อนำสารสกัด (2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ผสมลงในผลิตภัณฑ์เจลล้างหน้าพบว่าผลิตภัณฑ์สามารถยับยั้งการเกิดเจริญเติบโตของเชื้อได้โดยมีบริเวณยับยั้งเท่ากับ 9.24±0.52 มิลลิเมตร เช่นเดียวกับงานวิจัยของวัชรินทร์ และคณะ (2559) ที่ทำการทดสอบสารสกัดสมอไทยกับการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ATCC 25923 ที่เป็นแบคทีเรียแกรมบวกเช่นเดียวกับ *P. acnes* ได้ โดยมีบริเวณยับยั้งเท่ากับ 20.00±0.00 มิลลิเมตร ทั้งนี้สารสกัดสมุนไพรส่วนใหญ่ให้ผลยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกดีกว่าแบคทีเรียแกรมลบ เนื่องจากโครงสร้างผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวกประกอบด้วยสารหลัก คือ เพปทิโดกลัยแคน (peptidoglycan) ในขณะที่โครงสร้างผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบมีความซับซ้อนกว่า โดยประกอบด้วยสารหลักคือเมมเบรนชั้นนอก (outer membrane) ประมาณร้อยละ 80 และเพปทิโดกลัยแคนประมาณร้อยละ 20 จึงทำให้ความสามารถในการออกฤทธิ์แตกต่างกัน

การตรวจสอบสารพฤกษเคมีเบื้องต้นในสารสกัดสมอไทย พบสาร 3 กลุ่ม ได้แก่ ฟีนอล ฟลาโวนอยด์ และแอลคาลอยด์ ซึ่งผลดังกล่าวช่วยยืนยันฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดสมอไทยที่สามารถออกฤทธิ์ต้านออกซิเดชันได้ เนื่องจากฟีนอลและฟลาโวนอยด์ มีฤทธิ์ต้านการเกิดออกซิเดชันได้ดี จากการวิจัยจะเห็นได้ว่าสารสกัดสมอไทยมีสารประกอบฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบอยู่จึงมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันค่อนข้างสูงถึงแม้จะออกฤทธิ์ได้น้อยกว่าสารมาตรฐานกรดแอสคอร์บิก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมนสิชา และเยาวนารถ (2555) ได้สารสกัดจากส่วนเถาชะเอมไทย พบว่าสารสกัดหยาบด้วยตัวทำละลายร้อยละ 80 เมทานอล และร้อยละ 80 เอทานอล มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกโดยรวมเท่ากับ 10.54±0.03 และ 10.18±0.02 มิลลิกรัมแกลลิกแอซิคต่อน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ พิชยา และวรินทร (2545) ที่ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของ DPPH ของผลพิลังกาสา พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดผลพิลังกาสา พบสารบริสุทธิ์ 3 ชนิด และพบว่ามี embelin เป็นองค์ประกอบหลัก เมื่อทำการศึกษาฤทธิ์ต้านออกซิเดชันของ DPPH พบว่าสารสกัดผลพิลังกาสามีฤทธิ์สูงมาก และสอดคล้องกับณพัฐอร และวิชุดา (2558) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการต้านออกซิเดชันและต้านเชื้อแบคทีเรียของสมุนไพรพื้นบ้านของไทยจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ผักคราดหัวแหวน ผักบุ้งทะเล สมอไทย สมอพิเภก และส้มป่อย พบว่าสารสกัดจากสมอพิเภกและสมอไทยมีปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและปริมาณสารฟาโวนอยด์สูงที่สุด โดยมีปริมาณสารฟีนอลิกเท่ากับ 216.65±10.55 196.90±6.49 มิลลิกรัมสมมูลกรดแกลลิกต่อกรัมสารสกัด ตามลำดับ และมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ เท่ากับ 38.27±3.21 33.90±2.37 มิลลิกรัมสมมูลของเคทเทคินต่อกรัมสารสกัด ตามลำดับ และสารสกัดจากสมอพิเภกสมอไทยมีประสิทธิภาพในการต้านออกซิเดชันของ DPPH (IC_{50} เท่ากับ $0.29x10^{-2}$±0.0007 และ $0.281x10^{-1}$±0.0032 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ) และ ABTS (IC_{50} เท่ากับ 0.822±0.104 และ 1.058x±0.057 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ) ได้ดี

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองเบื้องต้น สารสกัดสมอไทยประกอบด้วยฟีนอล ฟลาโวนอยด์ และแอลคาลอยด์ ซึ่งมีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันสามารถลดการอักเสบ การเหี่ยวย่นของผิวพรรณได้ อีกทั้งยังบำรุงผิวให้แลดูสุขภาพดีได้ นอกจากนี้สารสกัดสมอไทยยังมีความสามารถในการออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของการเกิดสิวของสารสกัดจากใบสมอไทย จึงสามารถนำสารสกัดสมอไทยไปพัฒนาในสูตรเจลล้างหน้าเพื่อคุณสมบัติลดการเกิดสิวใบบนหน้า ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะเป็นเนื้อเจล หนืด ไม่ไหล มีสีเหลืองอ่อนของสารสกัดสมอไทย

ข้อเสนอแนะ

เพื่อการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ไปใช้ในเชิงพาณิชย์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ควรทดสอบการระคายเคืองและทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ในอาสาสมัคร หากมีการผลิตเชิงการค้าควรควบคุมสภาวะที่มีผลกระทบต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ให้ต่ำที่สุดเพื่อประโยชน์ต่อผู้บริโภค

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอขอบคุณสำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ได้สนับสนุนทุนการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย และขอขอบคุณเจ้าของเอกสารและงานวิจัยทุกท่าน ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและนำมาอ้างอิงในการทำวิจัยจนกระทั่งงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ณพัฐอร บัวฉุน และวิชุดา มั่นจิตร. (2558). สารต้านอนุมูลอิสระและปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดของสารสกัดจากชะเอมไทย. *วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 10(2), 78-95.

พิชยา ประเสริฐแสง และวรินทร ชวศิริ. (2545). *องค์ประกอบทางเคมีของผลพิลังกาสา (Ardisia colorata* Roxb.*) และฤทธิ์ทางชีวภาพ*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

มนสิชา ขวัญเอกพันธ์ และเยาวนารถ งามนนท์. (2555). *ฤทธิ์ยับยังเอนไซม์ไทโรซิเนสของสารสกัดจากส่วนเถาชะเอมไทย*. เชียงราย: มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.

รัตนา อินทรานุปกรณ์. (2547). *การตรวจสอบและการสกัดแยกสารสำคัญจากสมุนไพร.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วัชรินทร์ รังสีภาณุรัตน์ พัชรี กัมมารเจษฎากุล และอิสยา จันทร์วิทยานุชิต. (2559). ฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรไทย 10 ชนิด ต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 *Bacillus cereus* และ *Escherichia coli* ATCC 25922. *วารสาร มฉก.วิชาการ*, 19(38), 35-48.

อาศรมศรีมงคล. (2014). *ตรีผลาปรับสมดุลย์ภาพในหน้าร้อน.* สืบค้นเมื่อ 31 สิงหาคม 2563, จาก: http://arsomsrimongkol.com/%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%AA%E0%B8%A1%E0%B8%94%E0%B8%B8%E0%B8%A5%E0%B8%A2%E0%B9%8C%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%9E%E0%B9%83%E0%B8%99/.

Aneja, K.R. and Joshi, R. (2009). Evaluation of antimicrobial properties of fruit extracts of *Terminalia chebula* against dental caries pathogens. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 2(3), 105-111.

Barazani, V.O., Sathiyomoorthy, P., Shalev, R., Vardy, D. and Golan, G.A. (2003). Screening of South-Indian medicinal plants for anti-fungal activity. *Phytotherapy Research*, 17(9), 1123-1125.

Dutta, B.K., Rahman, I. and Das, T.K. (1998). Antifungal activity of Indian plant extracts. *Mycoses*, 41(11-12), 535-536.

Leite, L. and Dourado, L. (2013). Laboratory activities, science education and problem-solving skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 106, 1677-1686.

Lertsatitthanakorn, P., Taweechaisupapong, S., Aromdee, C. and Khunkitti, W. (2006). In vitro bioactivities of essential oils used for acne control. *International Journal of Aromatherapy*, 16(1), 43-49.

Lingkard, K. and Singlaton, V.L. (1977). Total phenal analysis automation and comparison with manual method. *American Society for Enology and Viticulture*, 28, 49-55.

Sato, Y., Oketani, H., Singyouchi, K., Ohtsubo, T., Kihara, M. and Shibata, H. (1997). Extraction and purification of effective antimicrobial constituents of *Terminalia chebula* Retz. Against methicillin resistant *Staphylococcus aureus*. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, 20(4), 401-404.

Sithisarn, P., Rojsanga, P., Sithisarn, P. and Kongkiatpaiboon, S. (2015). Antioxidant activity and antibacterial effects on clinical isolated streptococcus suis and staphylococcus intermedius of extracts from several parts of cladogynos orientalis and their phytochemical screenings. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, doi: https://doi.org/10.1155/2015/908242.

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการเปลี่ยนแปลงฤดูกาล ต่อความงอกและความมีชีวิตของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม

Relationship between Temperature, Relative Humidity and Seasonal Variation on Pollen Germination and Pollen Viability in 'Nam Hom' Coconut

พงษ์นาถ นาถวรานันต์[1*] และเสาวณี คงศรี[1]

Pongnart Nartvaranant[1*] and Saowanee Kongsri[1]

บทคัดย่อ

การติดผลน้อยของมะพร้าวน้ำหอมในช่วงฤดูแล้งยังไม่ทราบสาเหตุที่ชัดเจน อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในระหว่างการบานของดอกมะพร้าวที่ไม่เหมาะสม อาจเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดผลน้อยของมะพร้าวน้ำหอม ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลต่อเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม ดำเนินการศึกษาในสวนเกษตรกรอำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี พบว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในรอบปีไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม ($p > 0.05$) โดยอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน อยู่ที่ 28.00 26.16 และ 28.84 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อนคือ 87.24 81.00 และ 83.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน คือ 97.74 95.11 และ 94.57 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 47.84 37.15 และ 43.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมีแนวโน้มสูงสุดในฤดูฝน รองลงมาได้แก่ ฤดูร้อนและฤดูหนาว แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าเดือนกันยายนมีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมสูงที่สุดคือ 67.73 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าต่ำสุดในเดือนพฤษภาคมและมิถุนายน คือ 11.58 และ

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

[*] Corresponding author e-mail: pongnart@yahoo.com, pongnart@webmail.npru.ac.th

Received: 28 June 2020, Revised: 5 October 2020, Accepted: 12 October 2020

18.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปสู่การจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอมของเกษตรกรให้มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเพื่อแก้ไขปัญหาการติดผลน้อยของมะพร้าวน้ำหอม

คำสำคัญ: อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ละอองเกสร มะพร้าวน้ำหอม

Abstract

The causes of less fruit set in ‘Nam Hom’ coconuts in dry season are still unknown. Unsuitable temperature and relative humidity at flowering stage might be the factor relating to the less fruit set in ‘Nam Hom’ coconuts. Thus, the objective of the research was to study the relationships between temperature, relative humidity and seasonal variation on pollen germination and pollen viability in ‘Nam Hom’ coconuts. The study was conducted at coconut orchards in Damnoen Saduak district, Ratchaburi province. The results indicated that the relationships between temperature and annual relative humidity with the percentage of pollen germination and the percentage of pollen viability in ‘Nam Hom’ coconuts were not found during the study ($p > 0.05$). The average temperature in rainy season, winter and summer were 28, 26.16, and 28.84°C respectively. The average relative humidity in rainy season, winter and summer were 87.24, 81 and 83.70%, respectively. The percentage of pollen viability in rainy season, winter and summer were 97.74, 95.11 and 94.57%. The percentage of pollen germination in rainy season, winter and summer were between 47.84, 37.15 and 43.96%, respectively. Although the percentage of pollen germination in rainy season showed the highest trend followed by summer and winter but there was no significant difference ($p > 0.05$). As the percentage of pollen germination in each month were considered, the percentage of pollen germination in September was the highest percentage (67.73%), whereas those in May and June were the lowest (11.58 and 18.26%, respectively) ($p < 0.05$). The results from this study would be used for ‘Nam Hom’ coconut orchard management of the farmer to get the suitable environment and solve the problems of less coconut fruit set.

Keywords: Temperature, Relative humidity, Pollen, Nam Hom coconut

บทนำ

มะพร้าวน้ำหอมเป็นพืชวงศ์ปาล์ม มีถิ่นกำเนิดแถบเอเชียเขตร้อน ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการปลูกมะพร้าวน้ำหอมได้ทั่วทุกภาคของประเทศ ภาคตะวันตกเป็นภาคที่มีการผลิตมะพร้าวน้ำหอมมากที่สุดซึ่งจังหวัดที่มีการผลิตมะพร้าวน้ำหอมที่เก่าแก่และมีชื่อเสียงของประเทศไทยคือ จังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร ราชบุรี และฉะเชิงเทรา มะพร้าวน้ำหอมเป็นพืชที่ได้รับความนิยมสูง เนื่องจากน้ำมีกลิ่นหอมคล้ายใบเตยและมีรสหวาน รับประทานได้ทั้งเนื้อและน้ำมะพร้าว ปัจจุบันอัตราการผลิตมะพร้าวน้ำหอมยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด แม้ว่ามะพร้าวน้ำหอมจะเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้ดี อีกทั้งออกดอกติดผลตลอดปี แต่ยังพบปัญหามากมาย เช่น ต้นพันธุ์ที่ใช้ปลูกอาจจะมีการกลายพันธุ์ ปัญหาด้านการผลิตซึ่งมีช่วงเวลาที่ขาดแคลนผลมะพร้าวน้ำหอม การดูแลจัดการสวนมะพร้าว ปริมาณผลผลิตต่อไร่ต่ำ และคุณภาพของผลผลิตที่ไม่สม่ำเสมอ เป็นต้น (สมพร, 2549)

จากข้อมูลการสอบถามผู้เกี่ยวข้องในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมโดยกฤษณา และคณะ (2555) ได้แก่ เกษตรกรผู้ปลูกผู้รวบรวม และผู้ส่งออก พบว่าการมีผลผลิตไม่เพียงพอหรือการติดผลน้อยในช่วงแล้งเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของเกษตรกรชาวสวนมะพร้าว เพราะส่งผลให้มีผลผลิตไม่สม่ำเสมอ แม้ว่าช่วงเวลาดังกล่าวจะได้ราคาของผลผลิตที่สูงก็ตาม และยังเป็นปัญหาของผู้ส่งออกที่ไม่สามารถหาผลผลิตให้กับลูกค้าได้พอเพียงในช่วงเวลาดังกล่าว สำหรับสาเหตุของการติดผลน้อยในช่วงเวลาดังกล่าวยังไม่ทราบแน่นอน แต่จากการเก็บข้อมูลของกฤษณา และคณะ (2555) พบว่าจำนวนดอกเพศผู้และเพศเมียในช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายนและการออกจั่นช่วงเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายนมีปริมาณลดลง โดยบางต้นไม่มีการออกจั่นและมีจำนวนดอกเพศเมียต่ำกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ ทั้งนี้ละอองเกสรในเดือนตุลาคมมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าเดือนธันวาคมแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นการติดผลน้อยของมะพร้าวน้ำหอมอาจเป็นผลมาจากความงอกของละอองเกสรน้อย ความไม่สมดุลของจำนวนดอกเพศผู้และดอกเพศเมีย การมีอาหารสะสมไม่เพียงพอ ขาดความสมดุลของธาตุอาหาร ตลอดจนความไม่สมดุลของสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช

ด้วยสาเหตุของการติดผลน้อยในช่วงฤดูแล้งของมะพร้าวน้ำหอมยังไม่ทราบชัดเจน ดังนั้นการทราบถึงสาเหตุของการติดผลน้อยในช่วงฤดูแล้งและแนวทางแก้ไขจะสามารถช่วยให้เกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวน้ำหอมมีผลผลิตมะพร้าวที่สม่ำเสมอทั้งปี และสะดวกในการวางแผนการผลิตและการจำหน่าย ทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อผู้ส่งออกมะพร้าวน้ำหอมอีกด้วย ทั้งนี้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในระหว่างการบานของดอกมะพร้าวที่ไม่เหมาะสม ตลอดจนสภาพแวดล้อมในแต่ละช่วงฤดูกาล อาจเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดผลน้อยในช่วงฤดูแล้งของมะพร้าวน้ำหอม เนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นมีอิทธิพลอย่างมากต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรพืช ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการติดผล ดังนั้นถ้าสภาพอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงการบานของดอกมะพร้าวน้ำหอมไม่เหมาะสมต่อ

ความงอกของละอองเกสรโอกาสติดผลย่อมน้อยลง ดังนั้นการทราบถึงผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่อละอองเกสรของดอกมะพร้าวน้ำหอมจะสามารถช่วยให้เกษตรกรแก้ไขปัญหาการติดผลน้อยในช่วงฤดูแล้งได้ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนมะพร้าวน้ำหอมและผลของฤดูกาลที่มีต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การคัดเลือกสวนมะพร้าวน้ำหอม

คัดเลือกสวนมะพร้าวน้ำหอมในพื้นที่อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี โดยเลือกต้นมะพร้าวน้ำหอมอายุประมาณ 8 ปี ระยะปลูกระหว่างต้นประมาณ 4 เมตร เพื่อใช้สำหรับการศึกษาในกิจกรรมที่ 1 และ 2

2. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม

การศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรดำเนินการโดย

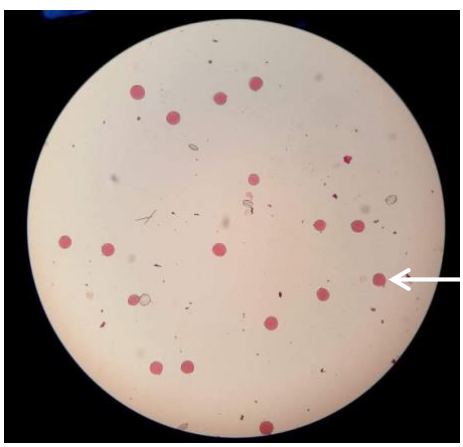
2.1 คัดเลือกจั่นมะพร้าวน้ำหอมที่ออกดอกในเวลาเดียวกันจำนวนมากพอที่จะใช้ในการศึกษาโดยดำเนินการศึกษาตลอดทั้งปี จากจั่นที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเดือน

2.2 เมื่อถึงระยะดอกบาน ทำการเก็บละอองเกสรตัวผู้ของมะพร้าวน้ำหอมในช่วงเช้าเวลา 8.00-10.00 น. โดยเก็บละอองเกสรจากดอกมะพร้าวจำนวน 4 ดอกต่อจั่นต่อเดือน โดยเก็บจากจำนวน 4 จั่น (1 จั่น ต่อ 1 ต้น) รวม 16 ดอกต่อเดือน เพื่อทดสอบความงอกและความมีชีวิตของละอองเกสรทันทีในสภาพแปลง พร้อมทั้งบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนมะพร้าว ณ วันและเวลาที่ดอกบาน และตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยจะทำการทดลองเป็นระยะตลอดช่วงการบานของดอก เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในสวนมะพร้าวน้ำหอมกับความงอกและความมีชีวิตของละอองเกสรในรอบปี โดยการวิเคราะห์ regression analysis และวิเคราะห์ความแตกต่างของความงอกของละอองเกสรและความมีชีวิตของละอองเกสรระหว่างเดือนด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD)

2.3 บันทึกผลเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมโดยนำละอองเกสรของมะพร้าวน้ำหอมมาย้อมละอองเกสรด้วย acetocarmine 1 เปอร์เซ็นต์ หยดบนสไลด์และแตะละอองเกสรบนน้ำยา acetocarmine ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ ถ้าละอองเกสรมีชีวิตโปรโตพลาส

จะติดสีแดง (ภาพที่ 1) นับจำนวนละอองเกสรที่มีชีวิตโดยกล้องจุลทรรศน์ แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิต

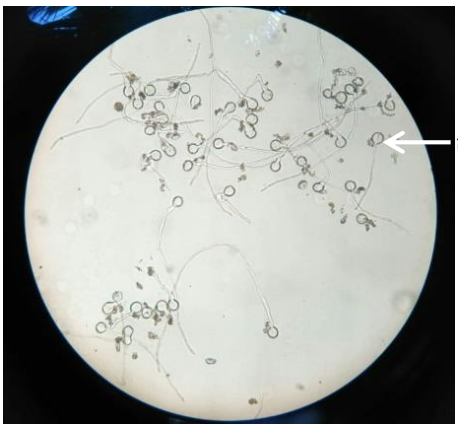
$$\text{เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสร} = \frac{\text{จำนวนละอองเกสรที่งอก}}{\text{จำนวนละอองเกสรทั้งหมดที่สุ่มนับ}} \times 100$$



ภาพที่ 1 ลักษณะละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมที่มีชีวิต โดยละอองเกสรมีชีวิตจะติดสีแดง

2.4 การทดสอบความงอกของละอองเกสร ทำโดยการนำละอองเกสรที่แตกไปเพาะในอาหารเลี้ยงละอองเกสรสูตรของ Brewbaker and Kwack (1963) โดยวิธี hanging drop บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง ในภาชนะที่รองด้วยกระดาษชื้น บันทึกข้อมูลโดยนับจำนวนละอองเกสรที่งอกและจำนวนละอองเกสรทั้งหมดโดยสุ่มนับภายใต้กล้องจุลทรรศน์จำนวน 3 บริเวณ (microscopic field) ต่อสไลด์ โดยใช้ความยาวของหลอดละอองเกสรที่งอกยาวเท่ากับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของละอองเกสรหรือยาวกว่า (ภาพที่ 2) เป็นเกณฑ์ในการตัดสินความงอก จากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสร โดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสร} = \frac{\text{จำนวนละอองเกสรที่มีชีวิต}}{\text{จำนวนละอองเกสรทั้งหมดที่สุ่มนับ}} \times 100$$



ภาพที่ 2 ลักษณะความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม โดยละอองเกสรที่งอกจะมีความยาวของหลอดละอองเกสรที่งอกยาวเท่ากับหรือยาวกว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของละอองเกสร

3. ผลของฤดูกาลต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม

การศึกษาผลของฤดูกาลต่อความมีชีวิตและความงอกของหลอดละอองเกสรดำเนินการโดย

3.1 คัดเลือกจั่นมะพร้าวน้ำหอมที่ออกดอกในเวลาเดียวกันจำนวนมากพอที่จะใช้ในการศึกษาโดยดำเนินการศึกษาจากจั่นที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงฤดูกาล ได้แก่ ฤดูฝน (มิถุนายน-กันยายน) ฤดูหนาว (ตุลาคม-มกราคม) และฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม)

3.2 เมื่อถึงระยะดอกบาน ทำการเก็บละอองเกสรตัวผู้ของมะพร้าวน้ำหอมในช่วงเช้าเวลา 8.00-10.00 น. โดยเก็บละอองเกสรจากดอกมะพร้าวจำนวน 4 ดอกต่อจั่นต่อเดือน รวม 16 ดอกต่อเดือน ในแต่ละฤดูกาลทำการศึกษานาน 4 เดือน รวมดอกมะพร้าวทั้งหมดจำนวน 64 ดอกต่อฤดูกาล เพื่อทดสอบความงอกและความมีชีวิตของละอองเกสรทันทีในสภาพแปลง พร้อมทั้งบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในสวนมะพร้าว ณ วันและเวลาที่ดอกบาน และตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยจะทำการทดลองเป็นระยะตลอดช่วงการบานของดอก วัดผลของฤดูกาลต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม เหมือนข้อ 2

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยกำหนดให้ฤดูกาลเป็นทรีทเมนต์ ช่วงเดือนในแต่ละฤดูกาลเป็นซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s new multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิจัย

1. ผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนมะพร้าวที่มีต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสภาพแปลงต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมในระยะเวลา 1 ปี พบว่าเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม ในรอบปีอยู่ระหว่าง 94.23-98.07 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างเดือน

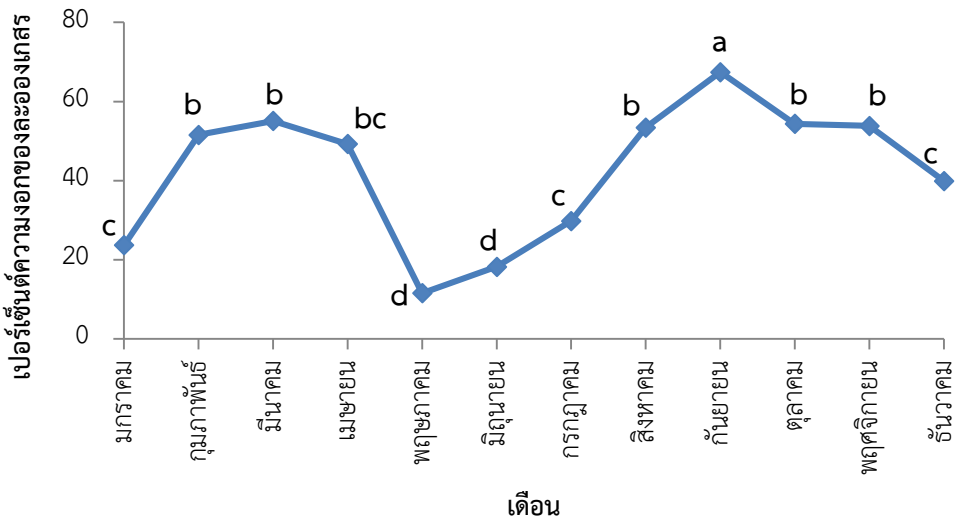
ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมในรอบปี พ.ศ. 2561

เดือน	เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิต
มกราคม	94.23
กุมภาพันธ์	96.56
มีนาคม	95.65
เมษายน	97.11
พฤษภาคม	94.64
มิถุนายน	95.57
กรกฎาคม	97.80
สิงหาคม	97.90
กันยายน	98.07
ตุลาคม	96.84
พฤศจิกายน	95.65
ธันวาคม	95.71
F-test	ns

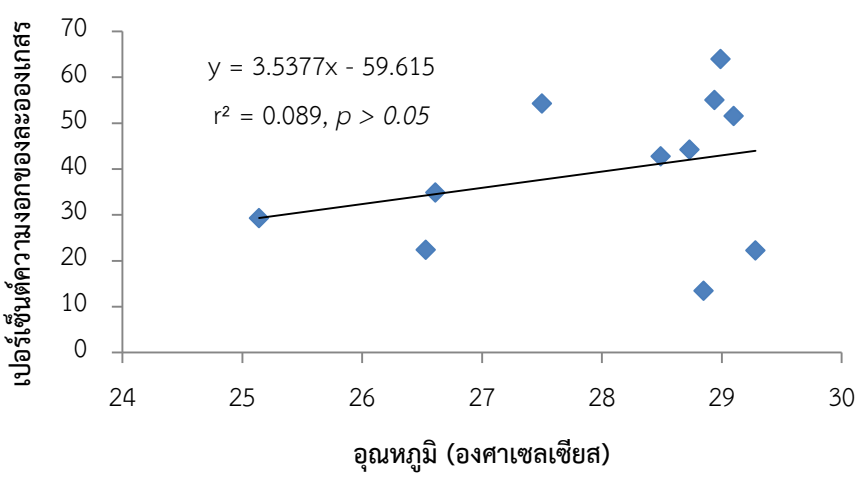
หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรในรอบปี พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรต่ำที่สุดในเดือนพฤษภาคมและมิถุนายนคือ 11.58 และ 18.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แล้วเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและลดลงเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูหนาว (เดือนตุลาคมถึงมกราคม) จากนั้นจะเพิ่มขึ้นอีกครั้ง เมื่อเข้าช่วงฤดูร้อน (ภาพที่ 3) โดยเดือนกันยายนมีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรสูงที่สุดคือ 67.43 ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อนำเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมาศึกษา

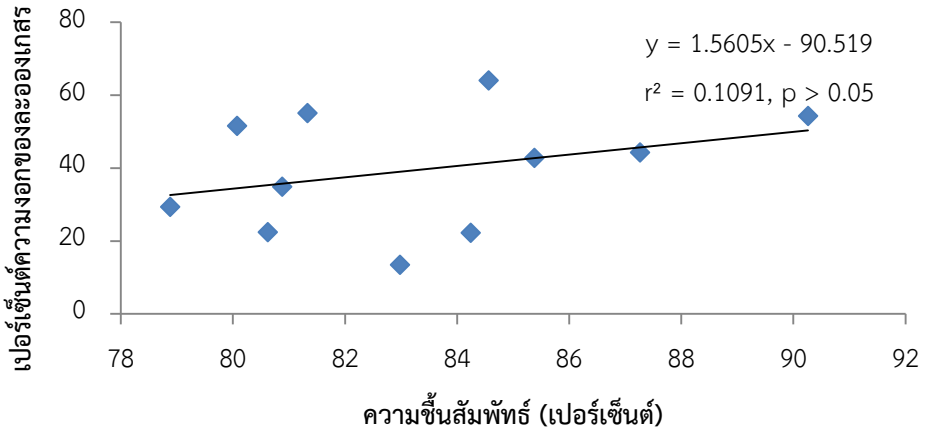
ความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนมะพร้าวน้ำหอมที่บันทึกไว้ตลอดปี พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในสวนมะพร้าว (ภาพที่ 4 และ 5)



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมในรอบปี พ.ศ. 2561
หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างอุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมในปี พ.ศ. 2561



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมในปี พ.ศ. 2561

2. ผลของฤดูกาลต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม

การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมระหว่างฤดูกาล พบว่าเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาล (ตารางที่ 2) ทั้งนี้อุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน จากสวนมะพร้าวอยู่ที่ 28.00 26.16 และ 28.84 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน คือ 87.24 81.00 และ 83.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน คือ 97.74 95.11 และ 94.57 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 47.84 37.15 และ 43.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) แม้ว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรจะมีแนวโน้มสูงกว่าฤดูกาลอื่นแต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 2 ผลของฤดูกาลต่อเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม

ฤดูกาล	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	ความมีชีวิตของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)	ความงอกของละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)
ฤดูฝน (มิถุนายน-กันยายน)	28.00	87.24	97.74	47.84
ฤดูหนาว (ตุลาคม-มกราคม)	26.16	81.00	95.11	37.15
ฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม)	28.84	83.70	94.57	43.96
F-test	-	-	ns	ns

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

การอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในรอบปีต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม พบว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกันระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนมะพร้าวน้ำหอมกับเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรตัวผู้ ทั้งนี้อาจจะเป็นได้ว่าช่วงอุณหภูมิเฉลี่ยในสวนมะพร้าวที่บันทึกโดยการใช้ data logger ตลอดทั้งปีนั้นอยู่ในช่วง 25-29 องศาเซลเซียส และระดับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 81-87 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม (Chan and Elevitch, 2006; Tongnueaha *et al.,* 2013) จึงไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศกับเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสร ทั้งนี้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความงอกของละอองเกสร โดยมีรายงานว่าอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะส่งผลให้ความงอกของละอองเกสรพืชลดลง (Morrison and Stewart, 2002) สำหรับในมะพร้าวน้ำหอมมีรายงานว่า เมื่อละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมได้รับอุณหภูมิที่สูงกว่าค่าเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตจะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมลดลง ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมะพร้าวคือ 20-27 องศาเซลเซียส (Chan and Elevitch, 2006; Tongnueaha *et al.,* 2013) นอกจากนั้น Ranasinghe *et al*., (2010) รายงานว่าความงอกของละอองเกสรมะพร้าวจะลดลงเมื่ออุณหภูมิมากกว่า 37 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับความงอกของละอองเกสรพืชนั้นจะมีความแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงที่ทำการศึกษาพบว่าในสวนมะพร้าวน้ำหอมมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วงที่เหมาะสม จึงไม่มีผลให้เกิดการลดลงของความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม ตลอดจนระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่อยู่ในช่วงที่ไม่ส่งผลต่อความงอกของละอองเกสร ดังนั้นเมื่อระดับของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตลอดทั้งปีในสวนมะพร้าวน้ำหอมมีค่าใกล้เคียงกันและอยู่ในช่วงที่เหมาะสม จึงเป็นผลให้ไม่พบค่าความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์กับเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมในการศึกษาครั้งนี้ แม้ว่าจากกราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นจะพบว่าเมื่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์เพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นก็ตาม แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรแต่ละเดือนในรอบปี พบว่ามีความแตกต่างกันนั้น อาจจะเป็นเพราะอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของแต่ละครั้งในการเก็บตัวอย่างในรอบเดือนนั้นมีความแตกต่างกันซึ่งอาจส่งผลต่อความงอกของละอองเกสรในบางเดือนให้แตกต่างไปจากเดือนอื่น ๆ ได้ เช่น ในเดือนธันวาคมและมกราคมที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 25.14 และ 26.61 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 78-80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำกว่าเดือนอื่น ๆ จึงอาจเป็นผลให้มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรต่ำกว่าเดือนอื่น ๆ ขณะที่ในเดือนพฤษภาคม

และมิถุนายนเป็นเดือนที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรต่ำที่สุดนั้น อาจจะเป็นผลจากความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงดังกล่าวสูงเกินไปจากช่วงที่เหมาะสมเพราะเป็นช่วงของฤดูฝน ขณะที่เดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรสูงที่สุด อาจจะเนื่องจากเป็นช่วงปลายฝนต้นหนาวที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมและเป็นช่วงเวลาใกล้เคียงกับรายงานของกฤษณา และคณะ (2555) ซึ่งพบว่าละอองเกสรในช่วงเดือนตุลาคมมีความงอกมากกว่าเดือนธันวาคม นอกจากนั้นยังเป็นไปได้ว่าการเก็บละอองเกสรและวัดความงอกของละอองเกสรในแต่ละเดือนนั้นเป็นการเก็บเดือนละ 1 ครั้ง ตามรอบการออกจั่นของมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งเป็นได้ว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในวันที่เก็บละอองเกสรนั้นมีความแตกต่างกันในแต่ละครั้งของการเก็บละอองเกสรจึงอาจส่งผลต่อความงอกของละอองเกสรในครั้งนั้น ๆ เช่น ถ้าวันที่เก็บละอองเกสรนั้นเป็นวันที่มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมหรือความชื้นสัมพัทธ์ต่ำหรือสูงเกินไปในวันดังกล่าวก็อาจจะส่งผลต่อความงอกของละอองเกสรได้ ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมะพร้าวคือ 20-27 องศาเซลเซียส (Chan and Elevitch, 2006; Tongnueaha *et al.,* 2013)

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมตามฤดูกาลในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรและเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรระหว่างฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน แต่มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนแล้วลดลงในฤดูหนาวและเพิ่มขึ้นอีกครั้งในฤดูร้อน แต่ยังมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำกว่าช่วงฤดูฝน ทั้งนี้อาจจะเป็นไปได้ว่าอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวต่ำกว่าฤดูกาลอื่น ๆ ซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดความงอกของละอองเกสรน้อยลงได้ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการวิจัยของภูมิ (2559) และเพ็ญนภา และคณะ (2561) ซึ่งรายงานว่าเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรของมะพร้าวน้ำหอมมีค่าสูงสุดในช่วงฤดูฝน แต่มีความแตกต่างกับงานของภูมิ (2559) และ เพ็ญนภาและคณะ (2561) ซึ่งพบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมมีค่าต่ำสุดในช่วงฤดูร้อนเมื่อเทียบกับฤดูกาลอื่น ๆ ขณะที่การศึกษาครั้งนี้พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรในฤดูหนาวมีแนวโน้มต่ำกว่าฤดูร้อน แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากความผันแปรของอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวที่แตกต่างกัน โดยอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวในงานของภูมิ (2559) อยู่ระหว่าง 25-28 องศาเซลเซียส อุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวในงานของเพ็ญนภา และคณะ (2561) อยู่ระหว่าง 22-32 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวในงานวิจัยนี้อยู่ระหว่าง 25-26 องศาเซลเซียส การที่เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมในงานวิจัยนี้มีแนวโน้มต่ำกว่าช่วงฤดูฝนแสดงว่าช่วงฤดูร้อนอาจมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมน้อยกว่าช่วงฤดูฝน เช่นเดียวกับในการศึกษาของสุพรพรรณ และคณะ (2557) ทำการศึกษาผลของฤดูกาลต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะละกอพบว่าความงอกของละอองเกสรมะละกอมีค่าค่อนข้างต่ำโดยเฉพาะในฤดูร้อน ในการศึกษา

ครั้งนี้พบว่าเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวไม่มีความต่างกัน แต่ทั้ง 2 ฤดูกาลมีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความงอกที่สูงกว่าฤดูร้อน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่กล่าวถึง อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลต่อความมีชีวิต และความงอกของละอองเกสรในพืชหลายชนิด (Sanzol and Herrero, 2001; Kakani *et al.,* 2002; Cross *et al.,* 2003; Prasad and Djanaguiraman, 2011; Kozai *et al.,* 2004) เห็นได้ว่าเมื่อพิจารณาเป็นช่วงฤดูกาลนั้นการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลไม่มีผลต่อความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งแตกต่างจากความงอกของละอองเกสรในแต่ละช่วงเดือน อาจเป็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสร อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในแต่ละฤดูกาลนั้นเป็นค่าเฉลี่ยจากช่วงเวลา 4 เดือนของแต่ละฤดูกาล ซึ่งมีความผันแปรของเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรในแต่ละเดือนของฤดูกาลมาก จึงอาจเป็นผลให้การเปลี่ยนแปลงฤดูกาลไม่แสดงผลต่อความงอกของละอองเกสรอย่างชัดเจน ประกอบกับอุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเมื่อคำนวณออกมาเป็นค่าของแต่ละฤดูกาลแล้วนั้นมีความใกล้เคียงกัน

จากข้อมูลของสำนักเศรษฐกิจการเกษตร (2554) พบว่าปริมาณผลผลิตมะพร้าวน้ำหอมจะขาดตลาดในช่วงฤดูร้อนของปีซึ่งอยู่ในระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูร้อนนั้นเป็นผลที่พัฒนามาจากจั่นที่ได้รับการผสมเกสรในช่วงปลายฝนต้นหนาว ประมาณเดือนกันยายนถึงตุลาคม การทดลองพบว่าในช่วงดังกล่าวละอองเกสรยังมีความมีชีวิตและความงอกสูง แต่มะพร้าวน้ำหอมยังคงมีปริมาณการติดผลที่น้อย ดังนั้นอาจมีปัจจัยอย่างอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งส่งผลต่อการผสมเกสรและนำไปสู่ปริมาณผลผลิตที่ลดลง เช่น ปริมาณหรือสมดุลของธาตุอาหาร เป็นต้น เช่น กฤษณา และคณะ (2555) พบว่าจั่นที่แตกในช่วงนี้จะมีดอกเพศเมียจำนวนน้อยกว่าช่วงอื่น ๆ ในรอบปีอย่างเห็นได้ชัด (เฉลี่ย 9-10 ดอก) ทำให้จำนวนผลต่อจั่น เมื่อเริ่มต้นน้อยกว่าช่วงอื่น และยังมีการหลุดร่วงเช่นเดียวกับฤดูอื่น ทำให้เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวในเดือนมีนาคมถึงเมษายน จึงมีจำนวนผลต่อจั่นน้อย งานวิจัยของ Sachs and Hackett (1977) ยังพบว่าปริมาณของไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูฝนทำให้เกิดการกระตุ้นการเจริญทางกิ่งใบมากกว่าการสร้างดอก เช่นเดียวกับในงานวิจัยของ Rideout *et al.,* (1992) และ Raper *et al.,* (1988) ที่ทำการทดลองในยาสูบ พบว่าดอกเกิดจากการเปลี่ยนแปลงโดยการกระตุ้นของความไม่สมดุลในความสัมพันธ์ระหว่างคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจนในเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอด ถ้าปริมาณไนโตรเจนสูงจะชะลอการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื้อเจริญส่วนปลายยอดไปเป็นดอก นอกจากนี้จากงานวิจัยของ Thomas and Steven (1999) พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลต่อการแตกของอับละอองเกสร คือเมื่อละอองเกสรได้รับระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงส่งผลให้อับละอองเกสรแตกออกเพื่อปลดปล่อยละอองเกสรช้ากว่าเมื่อเทียบกับในอับละอองเกสรที่ได้รับความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำกว่าและมีรายงานของ Mariken *et al.,* (2011) ที่กล่าวว่าการที่ฝนตกมีผลต่อความยากลำบากในการช่วยผสมของแมลงซึ่งอาจทำให้การติดผลเกิดน้อยลง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนมะพร้าวอยู่ในระดับที่เหมาะสมช่วยป้องกันการลดลงของความงอกของละอองเกสรในช่วงฤดูกาลที่สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมได้ ดังนั้นการจัดการสวนของเกษตรกรให้สามารถควบคุมระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในสวนให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมตลอดปี โดยอาจลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศให้มากขึ้น ได้แก่ จัดการความชื้นภายใต้ทรงพุ่มให้สม่ำเสมอ มีการให้น้ำที่มีความถี่เพิ่มมากขึ้น อาจจะเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยลดปัญหาการติดผลน้อยของมะพร้าวน้ำหอมอันเป็นผลจากสภาพแวดล้อมได้

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลต่อเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม พบว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ไม่แสดงความสัมพันธ์ต่อความงอกของละอองเกสรและความมีชีวิตของละอองเกสร อาจจะเนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละฤดูกาลระหว่างทำการทดลองอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อความงอกของละอองเกสรโดยอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อนอยู่ที่ 28.00 26.16 และ 28.84 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาวและฤดูร้อนคือ 87.24 81.00 และ 83.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเดือนกันยายนมีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมสูงที่สุดและมีค่าต่ำสุดในเดือนพฤษภาคมและมิถุนายน ทั้งนี้เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงฤดูกาลเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมีแนวโน้มสูงสุดในฤดูฝน รองลงมาได้แก่ ฤดูร้อน และฤดูหนาว ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนงบประมาณวิจัย ตลอดจนเจ้าของสวนมะพร้าวทุกท่านที่ให้ความสะดวกในการเข้าไปดำเนินการวิจัยในสวนมะพร้าวน้ำหอม

เอกสารอ้างอิง

กฤษณา กฤษณพุก วชิรญา อิ่มสบาย ภาสันต์ ศารทูลทัต ปิยะณัฏฐ์ ผกามาศ ศุภธิดา อับดุลลาการ์ซิม เกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์ ราตรี บุญเรืองรอด อุไรวรรณ นิลเพ็ชร วันชาติ นิติพันธ์ และษราวดี ไทยพงษ์. (2555). *การสำรวจข้อมูลเบื้องต้นในการผลิตและปัจจัยที่เกี่ยวข้องของมะพร้าวอ่อนเพื่อส่งออก*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม.

เพ็ญนภา ศิริสลุง ปิยะพงษ์ สอนแก้ว และวรภัทร ลัคนทินวงศ์. (2561). ความงอกของละอองเกสรตัวผู้ของมะพร้าวสายพันธุ์ต้นเตี้ยผลสีเขียว 3 พันธุ์ในฤดูต่าง ๆ. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 49(1)(พิเศษ), 430-433.

ภูมิ ทองเนื้อห้า. (2559). *อิทธิพลของอุณหภูมิต่อความมีชีวิต และความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สมพร มณีประสพสุข. (2549). มะพร้าวน้ำหอม การปลูกและการจัดการ. *เคหการเกษตร*, 30(9), 233-236.

สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. (2554). *สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สุพรพรรณ ศรีมาศ กฤษณี เอี่ยมจัด สิริกุล วะสี และเกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์. (2557). ผลของฤดูกาลต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะละกอ. *วารสารแก่นเกษตร,* 42(3)(พิเศษ), 174-179.

Brewbaker, J.L. and Kwack, B.H. (1963). The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *American Journal of Botany*, 50(9), 859-865.

Chan, E. and Elevitch, C.R. (2006). *Cocos nucifera* (coconut), ver. 2.1. In Elevitch, C.R. (Ed.). *Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. Permanent Agriculture Resources (PAR)*, Holualoa, Hawaii. Retrieved 1 February 2013, from: http://www.traditionaltree.org.html.

Cross, R.H., Mckay, S.A.B., McHughen, A.G. and Bonham-Smith, P.C. (2003). Heat stress effects on reproduction and seed set in *Linum usitatissimum* L. *Plant Cell and Environment*, 26(7), 1013-1020.

Kakani, V.G., Prasad, P.V.V., Craufurd, P.Q and Wheeler, T.R. (2002). Response of *in vitro* pollen germination and pollen tube growth of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes to temperature. *Plant Cell and Environment*, 25(12), 1651-1661.

Kozai, N., Beppu, K., Mochioka, R., Boonprakob, U., Subhadrabandhu, S. and Kataoka, I. (2004). Adverse effects of high temperature on the development of reproductive organs in 'Hakuho' peach trees. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79(4), 533-537.

Mariken, K., Anders, N. and Nils, C.S. (2011). *Potential Effects of Climate Change on Crop Pollination*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, F.A.O.

Morrison, M.J. and Stewart, D.W. (2002). Heat stress during flowering in summer Brassica. *Crop Science*, 42(3), 797-803.

Prasad, S.V. and Djanaguiraman, M. (2011). Effect of high temperature stress on pollen viability: role of reactive oxygen species and phospholipids. Department of Agronomy, Kansas State University, Manhattan. Retrieved 1 February 2013, from: http://a-cs. Confex.com /crops /2011am/webprogram/Paper66445.html.

Ranasinghe, C.S., Waidyarathna, K.P., Pradeep, A.P.C. and Meneripitiya, M.S.K. (2010). Approach to screen coconut varieties for high temperature tolerance by in-vitro pollen germination. *Cocos*, 19(1), 13-26.

Raper, C.D.J., Thomas, J.F., Tolley-Henry, L. and Rideout, J.W. (1988). Assessment of an apparent relationship between availability of soluble carbohydrates and reduced nitrogen during floral initiation in tobacco. *Botanical Gazette*, 149(3), 289-294.

Rideout, J.W., Raper, C.D. and Miner, G.S. (1992). Changes in ratio of soluble sugars and free amino nitrogen in the apical meristem during floral transition of tobacco. *International of Journal Plant Science*, 153(1), 78-88.

Sachs, R.M. and Hackett, W.P. (1977). Chemical control of flowering. *Acta Horticulturae*, 68, 29-49.

Sanzol, J. and Herrero, M. (2001). The Effective pollination period in fruit trees. *Scientia Horticulturae*, 90, 1-17.

Thomas, M.G. and Steven, A.W. (1999). High relative humidity reduces anther dehiscence in apricot peach and almond. *Horticultural Science*, 34(2), 322-325.

Tongnueaha, P., Krisanapook, K., Thaipong, K. and Pagamas, P. (2013). Effect of temperature on pollen viability and pollen germination in aromatic coconut (*Cocos nucifera* L.). *Agricultural Science Journal*, 44(2)(Suppl.), 69-72. (in Thai)

ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการผลิตสารแอนโธไซยานิน จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนยอดของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดก

Effect of Plant Growth Regulators on Anthocyanin Production from Shoot Culture of *Gymnocalycium damsii*

ฉัตรทริกา ฤทธิรงค์[1] สุจิรา คีรีเพ็ชร[1] ผการัตน์ โรจน์ดวง[1*] และสุภาวดี รามสูตร[2]

Chattarika Rittirong[1], Sujira Keereeped[1], Phakarat Rotduang[1] and Supawadee Ramasoot[2]

บทคัดย่อ

การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนกระบองเพชรยิมโนแม่ลูกดกมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของ benzylaminopurine (BA) และ naphthaleneacetic (NAA) ต่อการชักนำแคลลัสและการสร้างสารแอนโธไซยานินของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดก โดยนำชิ้นส่วนยอดกระบองเพชรยิมโนแม่ลูกดกขนาด 0.5 เซนติเมตร มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร murashige and skoog (MS) เติม NAA เข้มข้น 0.0 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ BA เข้มข้น 0.0 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3 เดือน พบว่าชิ้นส่วนยอดของกระบองเพชรที่เพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS เติม BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงสุด คือ 100 เปอร์เซ็นต์ และอาหารสูตร MS เติม NAA เข้มข้น 2.0 และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้การชักนำแคลลัสสูงสุด 20 เปอร์เซ็นต์ เมื่อศึกษาการสร้างแอนโธไซยานินในชิ้นส่วนแคลลัส โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโธไซยานินด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 530 ถึง 657 นาโนเมตร พบว่าแคลลัสที่ได้จากชิ้นส่วนยอดกระบองเพชรที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม NAA เข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ปริมาณแอนโธไซยานินสูงสุด 1.8000 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสด

คำสำคัญ: แอนโธไซยานิน กระบองเพชรยิมโนแม่ลูกดก การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

[1] สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

[2] สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

* Corresponding author e-mail: phakarat.r@gmail.com.

Received: 11 June 2020, Revised: 15 October 2020, Accepted: 28 October 2020

Abstract

The purpose of this study was to study the effects of different concentrations of benzylaminopurine (BA) and naphthaleneacetic (NAA) on callus induction and anthocyanin production of *Gymnocalycium damsii*. The shoot tips (0.5 cm size) were cultured on MS medium supplemented with 0.0, 1.0, 2.0, 3.0 and 4.0 mg/l NAA and 0.0, 1.0, 2.0, 3.0 and 4.0 mg/l BA. After 3 months of culture, the results showed that shoot tips cultured on MS medium supplemented with 4 mg/l BA gave the highest survival rate at 100%. MS medium supplemented with 2 mg/l and 3 mg/l NAA gave the highest callus induction at 20%. When studying anthocyanin formation in callus fragments by analyzing the anthocyanin contents with the spectrophotometer machine at 530 to 657 nm wavelength, the result showed that callus obtained from shoot tips cultured on MS medium supplemented with 2 mg/l NAA gave the highest anthocyanin content at 1.8000 µg/gFW.

Keywords: Anthocyanin, *Gymnocalycium damsii*, Plant tissue culture

บทนำ

กระบองเพชรสกุล Gymnocalycium ชื่อสกุลมาจากภาษากรีก 2 คำ คือคำว่า gymnos แปลว่า เปลือย และ calyx แปลว่า วงกลีบเลี้ยง รวมหมายถึงกลีบเลี้ยงเปลือยหรือไม่มีขน มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาใต้แถบอาร์เจนตินา อุรุกวัย ปารากวัย และโบลิเวีย มีอยู่ราว 80 ชนิด สกุลนี้มีชื่อสามัญว่า “Chin Cactus” ส่วนนักปลูกเลี้ยงชาวไทยเรียกว่า “ยิมโน” บางชนิดได้รับความนิยมและมีราคาสูงกว่าปกติ สกุลนี้มีผู้นำมาปลูกเลี้ยงและปรับปรุงพันธุ์เป็นเวลานานแล้วจนได้ลูกผสมที่แปลกแตกต่างจากเดิม เช่น ยิมโนด่าง หรือบางต้นมีหนามยาวและใหญ่กว่าเดิมทนสภาพอากาศร้อน กระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกนับเป็นกระบองเพชรที่ปลูกเลี้ยงในประเทศไทยเนื่องจากเลี้ยงง่ายและมีลักษณะเด่นสะดุดตา คือ มีลำต้นเดี่ยวหรือแตกหน่อจากตุ่มหนาม หนามมีรูปทรงและขนาดหลากหลาย ดอกออกจากตุ่มหนามบริเวณยอด มีหลายสีทั้งขาว ชมพู เขียว และเหลือง บานตอนกลางวันและหุบตอนกลางคืน แต่ละดอกบานได้นาน 3-4 วัน ผลรูปไข่ถึงรูปกระสวย เมื่อสุกมีสีแดงส้ม เขียวอมฟ้า หรือชมพูสด ภายในมีเมล็ดขนาดเล็กจำนวนมาก (ภวพล, 2559) นอกจากนี้กระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกยังเป็นที่ต้องการของตลาดเนื่องด้วยเป็นไม้ประดับที่มีความสวยงาม แต่ทั้งนี้มีการขยายพันธุ์ที่ล่าช้าและเกิดโรคได้ง่าย (เศรษฐมันตร์, 2557) ซึ่งส่งผลให้ต้นกระบองเพชรตายและ

ไม่เพียงพอต่อการผลิตเพื่อการค้า ปัจจุบันได้มีการนำเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมาช่วยเพิ่มจำนวนต้นให้ได้ปริมาณมากในระยะเวลาอันสั้น รวมทั้งยังประยุกต์ใช้ในงานด้านการปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อขยายพันธุ์พืชในเชิงการค้าได้ จากการศึกษาพบว่าการเพาะเลี้ยงเซลล์พืชเป็นกระบวนการเลี้ยงเซลล์ภายใต้สภาวะปลอดเชื้อช่วยร่นระยะเวลาในการผลิตพืชต้นใหม่และสามารถสร้างคุณลักษณะใหม่ ๆ ให้กับเซลล์พืชที่เราต้องการเพาะเลี้ยงได้ โดยผ่านการชักนำการกลายพันธุ์รวมทั้งการผลิตสารชีวเคมีทุติยภูมิของเซลล์พืช ในส่วนของการผลิตสารชีวเคมีนี้ถือว่าเป็นผลพลอยได้จากการเพาะเลี้ยงเซลล์พืช โดยเฉพาะการเพาะเลี้ยงแคลลัสซึ่งแคลลัสของพืชหลายชนิดที่สามารถผลิตสารเหล่านี้ออกมาในระหว่างการเพาะเลี้ยง (สุภาวดี, 2559) การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่อผลิตสารแอนโธไซยานินนั้น พบว่าแคลลัสหรือเซลล์ส่วนใหญ่มักจะเกิดในหลายลักษณะโดยพบทั้งเซลล์ที่ผลิตและไม่ผลิตสารอยู่ปนกันในเซลล์แคลลัสจะเกิดการสะสมของแอนโธไซยานินจากเซลล์ผิวด้านนอกก่อนเมื่อระยะเวลานานขึ้นจึงจะมีการสะสมที่บริเวณเซลล์ด้านใน สำหรับการเกิดแอนโธไซยานินกับการพัฒนาของเซลล์พบว่าการเกิดแอนไซยานินสัมพันธ์กับการพัฒนาเป็นพืชต้นใหม่และกระบวนการเมทาบอลิซึมภายในเซลล์ ทั้งสองกระบวนการนี้ได้รับมาจากปัจจัยทั้งภายนอกและภายในเซลล์ (Hara *et al*., 2003) สำหรับการเกิดแอนโธไซยานินกับการพัฒนาของเซลล์ พบว่าการเกิดแอนโธไซยานินสัมพันธ์กับการพัฒนาเป็นพืชต้นใหม่และกระบวนการเมทาบอลิซึมภายในเซลล์ ทั้งสองกระบวนการนี้ได้รับมาจากปัจจัยทั้งภายนอกและภายในเซลล์เช่น ชนิดและแหล่งของชิ้นส่วนพืช สูตรอาหาร สารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มออกซินและไซโตไคนิน สภาวะที่เพาะเลี้ยงเซลล์ และระดับความเป็นกรด-ด่างของอาหาร นอกจากนี้แหล่งของไนโตรเจนหรือคาร์บอน รวมทั้งชนิดและความเข้มข้นของน้ำตาลก็ล้วนแล้วแต่ส่งผลต่อการสร้างแอนโธไซยานินในหลอดทดลอง การศึกษาเปรียบเทียบการผลิตแอนโธ-ไซยานินของระหว่างเซลล์พืชนอกหลอดทดลองและในหลอดทดลองเป็นเรื่องสำคัญ เพื่อยืนยันว่าแอนโธไซยานินที่ผลิตออกมาได้นั้นมีปริมาณหรือคุณสมบัติเหมือนหรือต่างกันอย่างไรบ้าง (Maharik *et al*., 2009) อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกต่อการผลิตสารแอนโธไซยานิน ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาผลของชนิดและระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของ BA และ NAA ต่อการชักนำแคลลัสและการผลิตสารแอนโธไซยานินของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดก

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมวัสดุพืช

การศึกษานี้ใช้เมล็ดกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดก โดยนำชิ้นส่วนเมล็ดมาล้างออกด้วยน้ำประปา และนำไปฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวด้วยการจุ่มแช่ในเอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 นาที แล้วแช่ต่อด้วยสารละลายคลอร็อกซ์ 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 20 นาที จากนั้นล้างออกด้วย

น้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง ก่อนนำชิ้นส่วนเมล็ดไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ปราศจากการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต

2. ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการชักนำแคลลัสของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดก

นำชิ้นส่วนยอดของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม benzylaminopurine (BA) เข้มข้น 0.0 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารสูตรของ Murashige and Skoog (1962) (MS) เติม naphthaleneacetic (NAA) เข้มข้น 0.0 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร อาหารทุกสูตรเติมน้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร และผงวุ้น 8 กรัมต่อลิตร ปรับ pH ให้มีค่าเท่ากับ 5.7 นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที วางเลี้ยงในสภาพความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ เป็นเวลา 14 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ทำการทดลองสูตรอาหารละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 20 ขวด ๆ ละ 1 ชิ้นส่วน สังเกตและบันทึกผลการทดลอง ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และเปอร์เซ็นต์การชักนำแคลลัส ระยะเวลา 3 เดือน โดยทำการย้ายเลี้ยงเดือนละ 1 ครั้ง วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s multiple range test (DMRT)

3. ศึกษาผลของ BA และ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการผลิตสารแอนโธไซยานิน ของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดก

นำชิ้นส่วนยอดของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม BA เข้มข้น 0.0 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารสูตร MS เติม NAA เข้มข้น 0 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร อาหารทุกสูตรเติมน้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร และผงวุ้น 8 กรัมต่อลิตร ปรับ pH ให้มีค่าเท่ากับ 5.7 นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที วางเลี้ยงในสภาพความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ เป็นเวลา 14 ชั่วโมงต่อวัน ที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ทำการทดลองสูตรอาหารละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 20 ขวด ๆ ละ 1 ชิ้นส่วนสังเกตและบันทึกผลการผลิตปริมาณสารแอนโธไซยานินหลังจากวางเลี้ยงเป็นเวลา 3 เดือนวางแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

4. การวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานิน

นำชิ้นส่วนแคลลัสที่ชักนำได้จากการทดลองที่ 2.3 น้ำหนัก 0.5 มิลลิกรัม มาทำการสกัดสารแอนโธไซยานินตามวิธีการของ Ereifej *et al.* (2015) โดยสุ่มตัวอย่างแคลลัสในแต่ละขวด ขวดละ 2 ตัวอย่าง และนำแคลลัสไปแช่ด้วยกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.1 โมลลาร์ เติมเมทานอล 5 มิลลิลิตร แล้วนำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปปั่น

เหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 1,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำสารละลายส่วนใสไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 และ 657 นาโนเมตร เพื่อคำนวณหาค่าปริมาณแอนโธไซยานินตามวิธีการของ Rabino and Mancinelli (1986)

การคำนวณหาแอนโธไซยานินโดยใช้สูตร

$$AC = [absorbance \times 449.2 \times DF] / [29,000 \times sample\ weight\ (g)]$$

โดยที่ AC = anthocyanin contents (mg/gFW)

absorbance (A) = $(A_{530} - 0.25\ A_{657})$

dilution factor (DF) = final volume/initial volume (ml)

ผลการวิจัย

1. ศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการชักนำแคลลัสของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดก

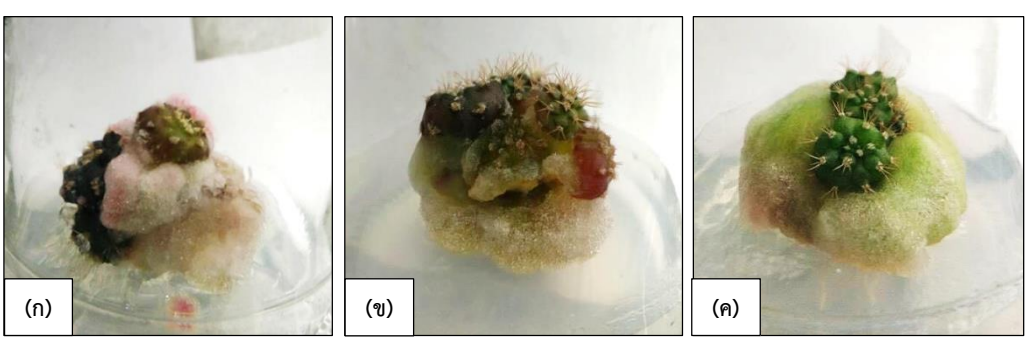
นำชิ้นส่วนยอดของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม BA เข้มข้น 0.0 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารสูตร MS เติม NAA เข้มข้น 0.0 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 3 เดือน พบว่ายอดของกระบองเพชรที่เพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS เติม BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงสุด คือ 100 เปอร์เซ็นต์ และยอดของกระบองเพชรที่เพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS เติม BA ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตรและที่เพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS เติม NAA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตต่ำสุด คือ 80 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนยอดของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม BA ทุกระดับความเข้มข้น และเติม NAA 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีการชักนำแคลลัส ในขณะที่ยอดของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม NAA เข้มข้น 2.0 และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการชักนำแคลลัสมากที่สุด 20 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคืออาหารสูตร MS เติม NAA เข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เกิดการชักนำแคลลัส 6.67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) และมีการสร้างสารแอนโธไซยานิน (ภาพที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลของชนิดและระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการชักนำแคลลัส หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3 เดือน

สารควบคุมการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อลิตร)		การรอดชีวิต (เปอร์เซ็นต์)±S.D.	การชักนำแคลลัส (เปอร์เซ็นต์)±S.D.
BA	NAA		
0	0	93.00±0.56^{b}	0.00±0.00^{c}
1	0	80.00^{c}±0.41^{c}	0.00±0.00^{c}
2	0	96.00±0.59^{b}	0.00±0.00^{c}
3	0	90.00±0.54^{b}	0.00±0.00^{c}
4	0	100.00±0.72^{a}	0.00±0.00^{c}
0	1	83.00±0.44^{c}	0.00±0.00^{c}
0	2	93.00±0.56^{b}	20.00±0.50^{a}
0	3	80.00±0.41^{c}	20.00±0.50^{a}
0	4	86.00±0.47^{c}	6.67±0.14^{b}
F-test		*	*
C.V. (เปอร์เซ็นต์)		3.63	5.56

หมายเหตุ: * มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 1 ลักษณะของแคลลัสที่ชักนำได้จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนยอดบนอาหารสูตร MS เติมสารควบคุมการเจริญเติบที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3 เดือน (bar = 1 เซนติเมตร)

(ก) อาหารสูตร MS เติม NAA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

(ข) อาหารสูตร MS เติม NAA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

(ค) อาหารสูตร MS เติม NAA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

2. ผลของ BA และ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการผลิตสารแอนโธไซยานินของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดก

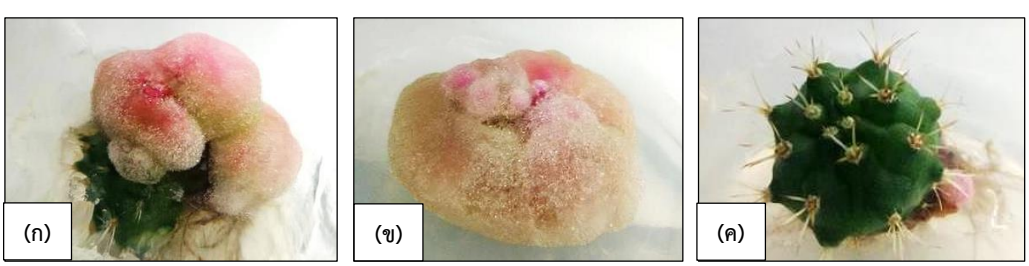
นำชิ้นส่วนยอดของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม BA เข้มข้น 0.0 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารสูตร MS เติม NAA เข้มข้น 0.0 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 3 เดือน พบว่าแคลลัสที่เกิดจากชิ้นส่วนยอดของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม BA ทุกระดับความเข้มข้น และเติม NAA เข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีการสร้างสารแอนโธไซยานิน เนื่องจากสารควบคุมการเจริญเติบมีความเข้มข้นไม่มากพอสำหรับการสร้างสารแอนโธไซยานิน ในขณะที่แคลลัสที่เกิดจากชิ้นส่วนยอดของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม NAA เข้มข้น 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการสร้างสารแอนโธไซยานิน

เมื่อนำชิ้นส่วนแคลลัสที่ชักนำได้น้ำหนัก 0.5 มิลลิกรัม มาทำการสกัดสารแอนโธไซยานินตามวิธีการของ Ereifej *et al*. (2015) เพื่อคำนวณหาค่าปริมาณสารแอนโธไซยานินตามวิธีการของ Rabino and Mancinelli (1986) และวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 และ 657 นาโนเมตร พบว่าที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร แคลลัสของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม NAA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมานสารแอนโธไซยานินสูงสุด 1.8000 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสด รองลงมาอาหารสูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมานสารแอนโธไซยานิน 1.3000 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสด และ 0.9000 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสดตามลำดับ และที่ความยาวคลื่น 657 นาโนเมตร พบว่าแคลลัสของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมานสารแอนโธไซยานินสูงสุด 0.8000 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสด รองลงมาอาหารสูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมานแอนโธไซยานิน 0.7 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสด (ตารางที่ 2) (ภาพที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลของ BA และ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการผลิตสารแอนโธไซยานินของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดก

สารควบคุมการเจริญเติบโต (มิลลิกรัมต่อลิตร)		**ปริมาณแอนโธไซยานิน 530 นาโนเมตร (ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสด)±S.D.**	**ปริมาณแอนโธไซยานิน 657 นาโนเมตร (ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสด)±S.D.**
Control		0.0000±0.000^{c}	0.0000±0.000^{b}
BA	1	0.0000±0.000^{c}	0.0000±0.000^{b}
	2	0.0000±0.000^{c}	0.0000±0.000^{b}
	3	0.0000±0.000^{c}	0.0000±0.000^{b}
	4	0.0000±0.000^{c}	0.0000±0.000^{b}
NAA	1	0.0000±0.000^{c}	0.0000±0.000^{b}
	2	1.8000±0.015^{a}	0.8000±0.002^{a}
	3	0.9000±0.005^{b}	0.7000±0.002^{a}
	4	1.3000±0.011^{ab}	0.7000±0.002^{a}
F-Test		*	*
C.V. (%)		11.12	14.22

หมายเหตุ: * มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 2 ลักษณะการสร้างสารแอนโธไซยานินของ *G. damsii* หลังจากเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม BA และ NAA ความเข้มข้นต่าง ๆ หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3 เดือน (bar = 1 เซนติเมตร)

(ก) อาหารสูตร MS เติม NAA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

(ข) อาหารสูตร MS เติม NAA ความเข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

(ค) อาหารสูตร MS เติม NAA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

การอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาเห็นได้ว่า ยอดของกระบองเพชรยิมโนลูกดกที่เพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS เติม BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงสุด คือ 100 เปอร์เซ็นต์ และที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม NAA เข้มข้น 2.0 และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการชักนำแคลลัสมากที่สุด 20 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจาก NAA ที่มีความเข้มข้นสูงจะเหมาะสมกับการชักนำแคลลัส ส่วนสูตรอาหารที่เติม BA ทุกสูตรไม่มีการชักนำแคลลัส เนื่องจากอาจจะเกิดสภาวะเครียดต่อเซลล์ที่เพาะเลี้ยง มีผลไปลดการเจริญเติบโตของเซลล์ จากการผลการทดลองพบว่ามีเปอร์เซ็นต์การชักนำแคลลัสค่อนข้างต่ำ เนื่องจากในการเพาะเลี้ยงแต่ละสูตรอาหารใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตเพียงชนิดเดียว ทำให้เกิดการชักนำแคลลัสได้น้อย ซึ่ง George and Sherrington (1984) อธิบายว่าในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช มีความสัมพันธ์ระหว่างสารในกลุ่มออกซินและไซโตไคนินต่อการพัฒนาไปเป็นอวัยวะของพืช การใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตเพียงชนิดเดียวอาจทำให้การพัฒนาไปเป็นอวัยวะของพืชเกิดขึ้นได้น้อยหรืออาจไม่มีการพัฒนาเลย ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยของนูรมา และคณะ (2559) จากการทดลองเปรียบเทียบความเข้มข้นของ BA เพียงชนิดเดียว และ BA ร่วมกับ NAA พบว่าอาหารสูตร MS เติม BA ที่ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร เติมร่วมกับ NAA ความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้อัตราการสร้างแคลลัสของฮาโวเทีย 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่าการใช้ออกซินเพื่อชักนำให้เกิดแคลลัส มักใช้ควบคู่ไปกับไซโตไคนิน (พรพิมล, 2545)

นำชิ้นส่วนยอดของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (Murashige and Skoog, 1962) เติม BA เข้มข้น 0.0 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารสูตร MS เติม NAA เข้มข้น 0.0 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าแคลลัสที่เกิดจากยอดของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม BA ทุกระดับความเข้มข้น และเติม NAA เข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่มีการสร้างสารแอนโธไซยานิน ในขณะที่แคลลัสที่เกิดจากยอดของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม NAA เข้มข้น 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการสร้างสารแอนโธไซยานิน เนื่องจากการสร้างสารแอนโธไซยานินนั้นเกิดจากปัจจัยหลายอย่างในการเพาะเลี้ยงเซลล์พืช ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยทางกายภาพ เช่น ความเข้มแสง อุณหภูมิ ระยะเวลาในการย้ายเลี้ยง ชนิดและความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโต และปัจจัยทางชีวภาพ เช่น พันธุกรรมของต้นแม่ ชนิดของชิ้นส่วนที่นำมาเพาะเลี้ยง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ปริมาณสารแอนโธไซยานินที่ได้จากการศึกษานี้ ยังคงมีปริมาณน้อย ทั้งนี้อาจจะต้องมีการศึกษาถึงปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย รวมทั้งการเพาะเลี้ยงเซลล์ในอาหารเหลว (Nagata and Ebizuka, 2002)

เมื่อนำชิ้นส่วนแคลลัสอายุ 12 สัปดาห์ น้ำหนัก 0.5 มิลลิกรัม มาทำการสกัดสารแอนโธไซยานินตามวิธีการของ Ereifej *et al*. (2015) เพื่อคำนวณหาค่าปริมาณสารแอนโธไซยานินตามวิธีการของ Rabino and Mancinelli (1986) และวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 และ 657 นาโนเมตร พบว่าที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร แคลลัสของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม NAA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมานสารแอนโธไซยานินสูงสุด 0.0018 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักสด รองลงมาอาหารสูตร MS เติม NAA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมานสารแอนโธไซยานิน 1.3000 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสดและ 1.3000 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสดตามลำดับ และที่ความยาวคลื่น 657 นาโนเมตร พบว่าแคลลัสของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม NAA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมาณสารแอนโธไซยานินสูงสุด 0.8000 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสด รองลงมาอาหารสูตร MS เติม NAA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมานแอนโธไซยานิน 0.7000 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสด สรุปได้ว่าที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร สามารถวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินได้มากกว่าความยาวคลื่น 657 นาโนเมตร ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ความยาวคลื่น 530 และ 657 นาโนเมตร ในการวิเคราะห์ปริมาณแอนโธไซยานินของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดก เพราะค่าการดูดกลืนแสงที่ 530 นาโนเมตรจะมีความสัมพันธ์กับสีแดงที่เกิดจากเม็ดสีแอนโธไซยานิน และเป็นเครื่องชี้ถึงปริมาณของสารแอนโธไซยานิน (Watada and Abbott, 1975) สำหรับการผลิตสารแอนโธไซยานินจากการเพาะเลี้ยงเซลล์พืชนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายชนิดเช่นสูตรอาหารสารควบคุมการเจริญเติบโตค่าความเป็นกรด-ด่างอุณหภูมิแสงรวมทั้งน้ำตาลซูโครสซึ่งมีผลต่อความเสถียรของสารแอนโธไซยานินที่เซลล์พืชสร้างขึ้น (Tsai *et al*., 2005) น้ำตาลซูโครสนอกจากจะเป็นแหล่งพลังงานที่จำเป็นกับเซลล์พืชแล้ว ยังสามารถนำไปใช้ในการเติมหมู่น้ำตาลให้กับสาร aglycone ในกระบวนการ glycosylation ซึ่งเป็นปฏิกิริยาสุดท้ายของกระบวนการสังเคราะห์แอนโธไซยานิน (Mano *et al*., 2007) และจากการศึกษางานวิจัยของ Elias *et al*. (2015) พบว่าการเกิดแอนโธไซยานินมากที่สุดคือ 63 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารสูตร MS ร่วมกับ NAA ระดับความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลลัสมีสีชมพูอย่างไรก็ตามสีของแคลลัสจะแปรผันตามอายุ สามารถเห็นได้ชัดเจนในการเปลี่ยนแปลงสีแคลลัสจากสีเขียวเป็นสีชมพูภายใน 2 เดือน หลังจากวางเลี้ยงและแคลลัสสีชมพูนี้จะเปลี่ยนกลับเป็นสีเขียวหลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3 เดือนสายพันธุ์และชนิดของพืชก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการผลิตสารแอนโธไซยานิน

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการชักนำแคลลัสของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดก พบว่ายอดของกระบองเพชรที่เพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร MS เติม BA ความเข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงสุด คือ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนยอดของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม NAA เข้มข้น 2.0 และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการชักนำแคลลัสมากที่สุด 20 เปอร์เซ็นต์ และมีการสร้างสารแอนโธไซยานิน และจากการศึกษาผลของ BA และ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการผลิตสารแอนโธไซยานินของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดก พบว่าแคลลัสที่เกิดจากชิ้นส่วนยอดของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม NAA เข้มข้น 2.0 3.0 และ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีการสร้างสารแอนโธไซยานิน เมื่อนำชิ้นส่วนแคลลัสที่ชักนำได้น้ำหนัก 0.5 มิลลิกรัม มาทำการสกัดสารแอนโธไซยานินตามวิธีการของ Ereifej *et al*. (2015) เพื่อคำนวณหาค่าปริมาณสารแอนโธไซยานินตามวิธีการของ Rabino and Mancinelli (1986) และวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 และ 657 นาโนเมตร พบว่าที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร แคลลัสของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม NAA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมานสารแอนโธไซยานินสูงสุด 1.8000 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสด และที่ความยาวคลื่น 657 นาโนเมตร พบว่าแคลลัสของกระบองเพชรสายพันธุ์ยิมโนแม่ลูกดกที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม NAA ความเข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร มีปริมานสารแอนโธไซยานินสูงสุด 0.8000 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักสด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ที่เอื้อเฟื้อในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

นูรมา มาสากี สุรีรัตน์ เย็นช้อน และสมปอง เตชะโต. (2559). ผลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการชักนำแคลลัส และยอดของฮาโวเทียในหลอดทดลอง. *วารสารพืชศาสตร์สงขลานครินทร์*. 3(2), 76-82.

พรพิมล สุริยจันทราทอง. (2545). *หลักการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ*. อุบลราชธานี: ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ภวพล ศุภนันทนานนท์. (2559). *แคคตัส*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์บ้านและสวน.

เศรษฐมันตร์ กาญจนกุล. (2557). *ร้อยพรรณพฤกาแคคตัส*. กรุงเทพฯ: วี.พริ้นท์.

สุภาวดี รามสูตร. (2559). *ตำราการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช Plant Tissue culture*. นครศรีธรรมราช: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

Elias, H., Taha, R., Hasbullah, N., Aziemah, A., Noraini, M. and Sadegh, M. (2015). The effects of plant growth regulators on shoot formation, regeneration and coloured callus production in *Echinocereus cinerascens* in vitro. *Plant Cell Tissue Organ Culture*, 120(2), 729-739.

Ereifej, K.I., Feng, H., Rababah, T., Almajwal, A., Alu'datt, M., Gammoh, S. and Oweis, L.I. (2015). Chemical composition, phenolics, anthocyanins concentration and antioxidant activity of tenwild edible plants. *Food and Nutrition Sciences*, 6(7), 581-590.

George, E.F. and Sherrington, P.D. (1984). *Plant propagation by tissue culture: a hand book and dictionary of commercial laboratories*. England: Exgetics Ltd.

Hara, M.K., Oki, K., Hoshino, K. and Kuboi, T. (2003). Enhancement of anthocyanin biosynthesis by sugar in radish (*Raphanus sativus*) hypocotyls. *Plant Science*, 164(2), 259-265.

Maharik, N., Elgengaihib, S. and Taha, H. (2009). Anthocyanin production in callus cultures of Crataegus Sinaica Boiss. *International Journal of Academic Research*, 1(1), 30-34.

Mano, H., Ogasawara, F., Sato, K., Higo, H. and Minobe, Y. (2007). Isolation of a regulatory gene of anthocyanin biosynthesis in tuberous roots of purple-fleshed sweet potato. *Plant Physiology*, 143(3), 1252-1268.

Murashige, T. and Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobaccotissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473-497.

Nagata, T. and Ebizuka, Y. (2002). *Biotechnology in Agriculture and Forestry 51*, *Medicinal and Aromatic plants 1st Ed XII.* New York: Springer-Verlag.

Rabino, I. and Mancinelli, A. (1986). Light, temperature, and anthocyanin production. *Plant Physiology*, 81(3), 922-924.

Tsai, P.J., Delva, L., Yu, T.Y., Huang, Y.T. and Dufosse, L. (2005). Effect of sucrose on the anthocyanin and antioxidant capacity of mulberry extract during high temperature heating. *Food Research International,* 38(8-9), 1059-1065.

Watada, A.E. and J.A. Abbott. (1975). Objective method of estimating anthocyanin content fordetermining color grade of grapes. *Food Sci*ence, 40, 1278-1279.

ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารประกอบเชิงซ้อนทองแดงและอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิก

Antimicrobial Activity of Copper Complexes and Carboxylic Acid Derivatives

ดรุณี เพชรชี[1*] อรุณรัศมิ์ วณิชชานนท์[1] และรัตนรุจิ พุ่มวิเศษ[2]

Darunee Patchee[1*] Arunrut Vanichanon[1] and Rattanaruji Pomwised[2]

บทคัดย่อ

ศึกษาการสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนทองแดง 2 ชนิดคือ (1) $[Cu(H_2O)(PABA)_2]$ และ (2) $[Cu_2(tartaric)_2(H_2O)_2]\bullet 4H_2O$ วิเคราะห์โครงสร้างสารด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์บนผลึกเดี่ยว วิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันพื้นฐานด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปคโตรสโกรปี และศึกษาแถบการดูดกลืนแสงด้วยเทคนิคยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรสโกรปี พบว่าสารประกอบเชิงซ้อน (1) มีระบบโครงสร้างผลึกเป็นแบบออร์ทอรอห์มนิก มีหมู่ปริภูมิแบบ *P*mc2 และสารประกอบเชิงซ้อน (2) เป็นแบบโมโนคลินิก มีหมู่ปริภูมิแบบ $P2_1$ วิเคราะห์หมู่ฟังก์ชันพื้นฐาน พบว่าสารประกอบเชิงซ้อน (1) มีหมู่ฟังก์ชัน O-H N-H primary C=O C=C C-N และ C-H bending และสารประกอบเชิงซ้อน (2) มีหมู่ฟังก์ชัน O-H stretching C-H stretching carboxylic group stretching C-O-C และ Cu-O ศึกษาแถบการดูดกลืนแสงของสารที่ความยาวคลื่น 200-800 นาโนเมตร พบแถบการดูดกลืนแสงของสารที่ความยาวคลื่นสูงสุดเท่ากับ 231 และ 740 นาโนเมตร ในสารประกอบเชิงซ้อน (1) และที่ความยาวคลื่นสูงสุดเท่ากับ 280 และ 603 นาโนเมตร ในสารประกอบเชิงซ้อน (2) สอดคล้องกับการทรานซิชันของอิเล็กตรอนภายในออร์บิทัลของลิแกนด์และการทรานซิชันของอิเล็กตรอนภายในออร์บิทัลของโลหะ ผลจากการศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตและหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารประกอบเชิงซ้อนทั้ง 2 ชนิด ที่ระดับความเข้มข้น 80 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร กับเชื้อจุลินทรีย์หกชนิด (*Staphylococcus aureus Bacillus subtilis Escherichia coli Pseudomonas aeruginosa*

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

[2] สาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

* Corresponding author e-mail: darunee5555sanjon@hotmail.com

Received: 22 September 2020, Revised: 3 December 2020, Accepted: 8 December 2020

Klebsiella pneumonia และ *Acinetobacter baumannii*) พบว่าสารประกอบเชิงซ้อนทั้งสองมีฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ที่ระดับความเข้มข้นเท่ากับ 80 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

คำสำคัญ: ฤทธิ์ยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ สารประกอบเชิงซ้อน ทองแดง กรดคาร์บอกซิลิก

Abstract

The research studied the synthesis of two copper complexes; namely, (1) $[Cu(H_2O)(PABA)_2]$ and (2) $[Cu_2(tartaric)_2(H_2O)_2]\bullet 4H_2O$. The substance structure were analyzed by X-ray diffraction technique on a single crystal. Basic functional groups were analyzed using infrared spectroscopy and the light absorption bands were studied by UV-Visible Spectroscopy. It was found that the complexes (1) had an orthorhombic crystal system. There were *P*mc2 intersection groups and complexes (2) were monoclinic. There were $P2_1$ intersection groups. For basic function group analysis, it was found that the complexes (1) had functional groups O-H, N-H primary, C=O, C=C, C-N and C-H bending, and complexes (2) had functional groups O-H stretching, C-H stretching, carboxylic group stretching, C-O-C and Cu-O. The research studied the absorption bands of a substance at a wavelength of 200-800 nm. The absorbance bands of the substance were found at the maximum wavelengths of 231 and 740 nm. in the complexes (1). Besides, at maximum wavelengths equaled to 280 and 603 nm. in complex compounds (2). This was corresponded to electron transitions within ligand orbitals and electron transitions inside metal orbitals. Results from the study of the inhibitory efficacy and the lowest concentrations of the two complex compounds at the concentration of 80 mg/ml. With six microorganisms (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumonia* and *Acinetobacter baumannii*), it was found that both complexes had antimicrobial activity at a concentration equaled to 80 mg/ml.

Keywords: Antimicrobial activity, Complexes, Copper, Carboxylic acid

บทนำ

การสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก สามารถนำไปประยุกต์ในงานด้านยาปฏิชีวนะ ยาต้านเชื้อราหรือแบคทีเรีย งานด้านอุตสาหกรรมที่ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และงานด้านอื่น ๆ อีกมากมาย ซึ่งจากการศึกษาพบว่าสารประกอบเชิงซ้อนมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีกว่าสารอินทรีย์ทั่วไป สาเหตุมาจากผลของการเกิดดีเลตของสารประกอบเชิงซ้อน ระหว่างอะตอมของโลหะแทรนซิชันกับสารอินทรีย์ที่ทำให้ความมีขั้วของอะตอมโลหะแทรนซิชันลดน้อยลง เนื่องจากประจุบวกบางส่วนถูกใช้ร่วมกับหมู่ให้อิเล็กตรอนของสารอินทรีย์เพื่อสร้างพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนซ์ และอิเล็กตรอนบางส่วนเกิดการเคลื่อนย้ายภายในวงทำให้อะตอมของโลหะแทรนซิชันที่อยู่ตรงกลางเกิดความไม่มีขั้วเพิ่มขึ้น จึงช่วยให้เกิดการแทรกซึมเข้าไปยังชั้นไขมันของผนังเซลล์ของเชื้อจุลินทรีย์ ส่งผลให้ไม่สามารถนำสารอาหารที่อยู่ภายในไปใช้ประโยชน์ได้ ทำให้การเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หยุดชะงักและตายในที่สุด (Ashu *et al*. 2002) ตัวอย่างสารต้านเชื้อจุลินทรีย์ ได้แก่ สารประกอบเชิงซ้อนด้วยโลหะคอปเปอร์อะซิเตตกับลิแกนด์กรด 4-อะมิโนเบนโซอิก (กอรีอะ และคณะ, 2558) และสารประกอบเชิงซ้อน $[Cu(BZC)_2(3,5DNBZ)_2]$ มีประสิทธิภาพทำลายจุลินทรีย์ได้หลายชนิด เช่น *Escherichia coli Pseudomonas aeruginosa Bacillus subtilis* และ *Staphylococcus aureus* (นินูรอัสมีน และคณะ, 2559)

ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจในการสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนของโลหะคอปเปอร์กับลิแกนด์ที่เป็นอนุพันธ์ของกรดคาร์บอกซิลิก และศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ *S. aureus B. subtilis E. coli P. aeruginosa K. pneumonia* และ *A. baumannii* และหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อเป็นแนวทางในการนำสารประกอบเชิงซ้อนที่เตรียมได้ใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ ซึ่งอาจเป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เพื่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อน

1.1 สังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนของคอปเปอร์คลอไรด์กับซาลิไซลาไมด์ และกรด 4-อะมิโนเบนโซอิก โดยละลายคอปเปอร์คลอไรด์น้ำหนัก 0.17 กรัม กรดซาลิไซลาไมด์น้ำหนัก 0.14 กรัม และกรด 4-อะมิโนเบนโซอิกน้ำหนัก 0.27 กรัม ด้วยน้ำผสมเอทานอลในอัตราส่วน 1:1 ในขวดก้นกลมขนาด 100 มิลลิลิตร คนสารด้วยเครื่องกวนสารที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 ชั่วโมง กรองสารละลายที่ได้ ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 วัน จนเกิดผลึกสีเขียว

1.2 สังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนคอปเปอร์ซัลเฟตกับกรดทาร์ทาริก โดยละลายคอปเปอร์ซัลเฟตน้ำหนัก 0.25 กรัม และกรดทาร์ทาริกน้ำหนัก 0.30 กรัม ด้วยน้ำปริมาตร 5 มิลลิลิตร ในขวดก้นกลมขนาด 100 มิลลิลิตร คนสารด้วยเครื่องกวนสารที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 6 ชั่วโมง กรองสารละลายที่ได้ ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 วัน จนเกิดผลึกสีฟ้า

2. การศึกษาสมบัติต่าง ๆ ของสารประกอบเชิงซ้อน

2.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพ เช่น ลักษณะผลึก จุดหลอมเหลว และการละลาย

2.2 การศึกษาสมบัติทางเคมี เช่น การศึกษาองค์ประกอบและโครงสร้างของสารประกอบเชิงซ้อนที่สังเคราะห์ได้ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์บนผลึกเดี่ยว การดูดกลืนแสงด้วยเทคนิคยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรสโกรปี และยืนยันโครงสร้างด้วยเทคนิคอินฟราเรดสเปคโตรสโกรปี

3. การศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี disc diffusion

ระบุตำแหน่งที่จะวางแผ่นกระดาษตาปลาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ทั้งหมด 4 ตำแหน่ง ใช้ไม้พันสำลีจุ่มลงในหลอดทดลองที่มีการปรับระดับความเข้มข้นของเชื้อเท่ากับ 0.5 McFarland บิดให้แห้งพอหมาด ๆ ข้างหลอดทดลอง นำมาเกลี่ยให้ทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ TSA โดยการลากแบบถี่ ๆ เพื่อให้เชื้อจุลินทรีย์กระจายสม่ำเสมอ ทิ้งไว้ 5 นาที เพื่อให้ผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อแห้ง ใช้ไมโครปิเปตดูดตัวอย่างสารประกอบเชิงซ้อนหยดลงบนกระดาษตาปลา ตำแหน่งละ 10 ไมโครลิตร รอจนกระดาษตาปลาแห้ง คีบมาวางบนจานเพาะเชื้อที่ได้กำหนดตำแหน่งไว้แล้วกดเบา ๆ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง อ่านผลโดยการวัดขนาดของโซนใส

4. หาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารประกอบเชิงซ้อนในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ด้วยวิธี broth microdilution test

เตรียมสารประกอบเชิงซ้อนละลายในไดเมทิลซัลฟอกไซด์ให้มีความเข้มข้น 80 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และเตรียมยาเจนตามัยซินให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 32 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ทดสอบใน microtiter plate 96-well โดยใช้ไมโครปิเปตดูดอาหารเลี้ยงเชื้อ TSB ลงในหลุมที่ 1 ถึง 12 หลุมละ 100 ไมโครลิตร โดยมีหลุมที่ 11 เป็น positive control และหลุมที่ 12 เป็น negative control ปิเปตสารประกอบเชิงซ้อนลงในหลุมแรก 200 ไมโครลิตร แล้วเจือจางแบบ 2 fold serial dilution จนถึงหลุมที่ 10 ปิเปตทิ้ง ซึ่งยาเจนตามัยซินทำเช่นเดียวกัน จากนั้นเติมเชื้อที่มีความเข้มข้นเท่ากับ 0.5 McFarland ลงในหลุมที่ 1 ถึง 11 หลุมละ 100 ไมโครลิตร ปิดฝานำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง อ่านค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารประกอบเชิงซ้อนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์โดยดูความขุ่นด้วยตาเปล่า

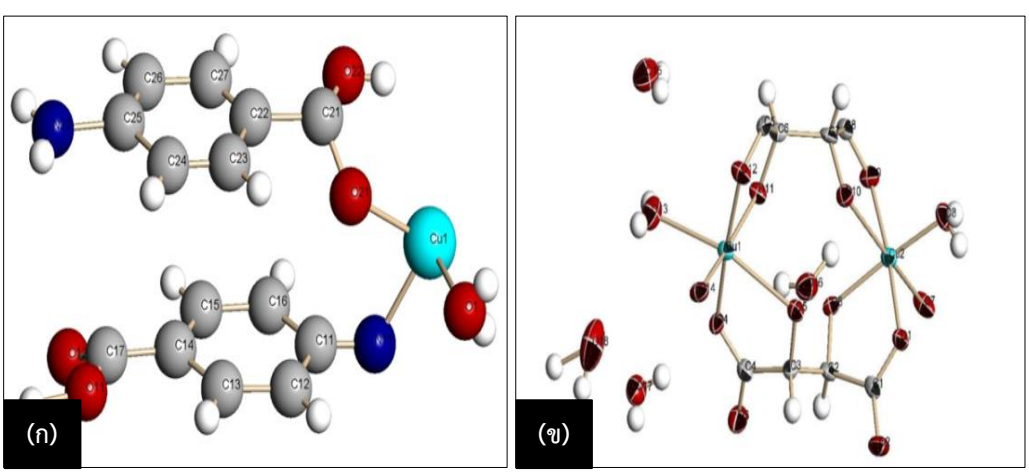
ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของสารประกอบเชิงซ้อน

การสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนคอปเปอร์คลอไรด์กับซาลิไซลาไมด์ และ 4-อะมิโนเบนโซอิก (สารประกอบเชิงซ้อน 1) ในสภาวะที่เหมาะสมใช้อัตราส่วน 1:1:2 ทำให้เกิดผลึกสีเขียว มีจุดหลอมเหลวเท่ากับ 423 องศาเซลเซียส ส่วนการสังเคราะห์สารประกอบเชิงซ้อนคอปเปอร์ซัลเฟตกับกรดทาร์ทาริก (สารประกอบเชิงซ้อน 2) ในสภาวะที่เหมาะสมใช้อัตราส่วน 1:1 ทำให้เกิดผลึกสีฟ้า มีจุดหลอมเหลวเท่ากับ 388 องศาเซลเซียส เมื่อนำสารทั้ง 2 ชนิดไปทดสอบความสามารถในการละลาย พบว่าละลายได้ในไดเมทิลซัลฟอกไซด์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

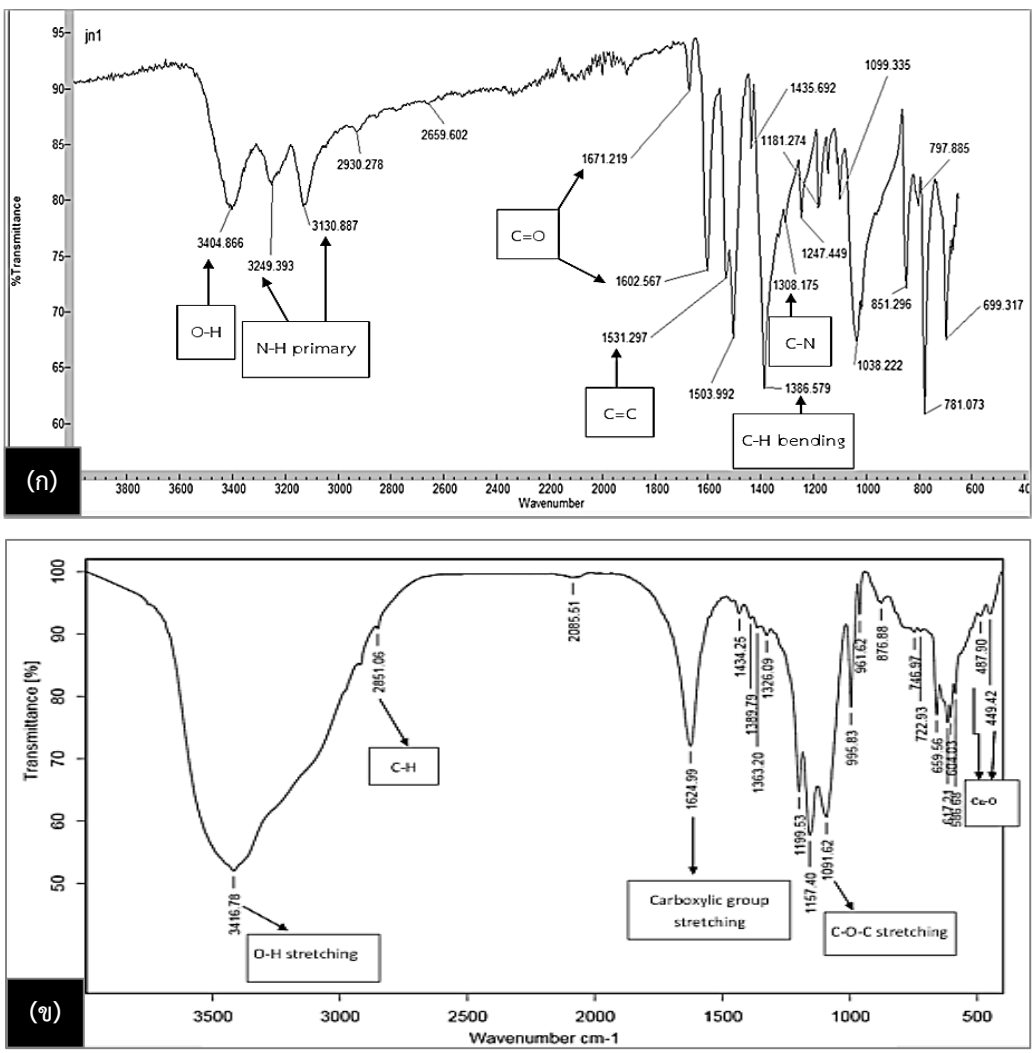
2. ผลการศึกษาสมบัติทางเคมีของสารประกอบเชิงซ้อน

2.1 เทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์บนผลึกเดี่ยวของสารประกอบเชิงซ้อน 1 พบว่ามีสูตรโมเลกุล C_{15} $H_{15}CuNO_8$ หรือ $[Cu(H_2O)(PABA)_2]$ ดังภาพที่ 1 มีมวลโมเลกุล 400.82 กรัมต่อโมล มีระบบโครงสร้างผลึกเป็นแบบออร์ทอรอห์มนิก มีหมู่ปริภูมิแบบ *P*mc2 จำนวนโมเลกุลในหน่วยเซลล์เท่ากับ 2 มีเซลล์พารามิเตอร์ คือ a = 6.9176(7)Å b = 6.2167(5)Å c = 17.1603(18)Å $\alpha = \beta = \gamma$ = 90 องศาเซลเซียส ส่วนสารประกอบเชิงซ้อน 2 พบว่ามีสูตรโมเลกุล $Cu_2C_8H_{16}O_{18}$ หรือ $[Cu_2(tartaric)_2(H_2O)_2]\bullet 4H_2O$ ดังภาพที่ 2 มีมวลโมเลกุล 527.29 กรัมต่อโมล มีระบบโครงสร้างผลึกแบบโมโนคลินิก มีหมู่ปริภูมิแบบ $P2_1$ จำนวนโมเลกุลในหน่วยเซลล์เท่ากับ 2 เซลล์พารามิเตอร์ คือ a = 8.3728(4)Å b = 8.7629(4)Å c = 12.1529(6)Å $\alpha = \gamma$ = 90 β = 104.539 องศาเซลเซียส



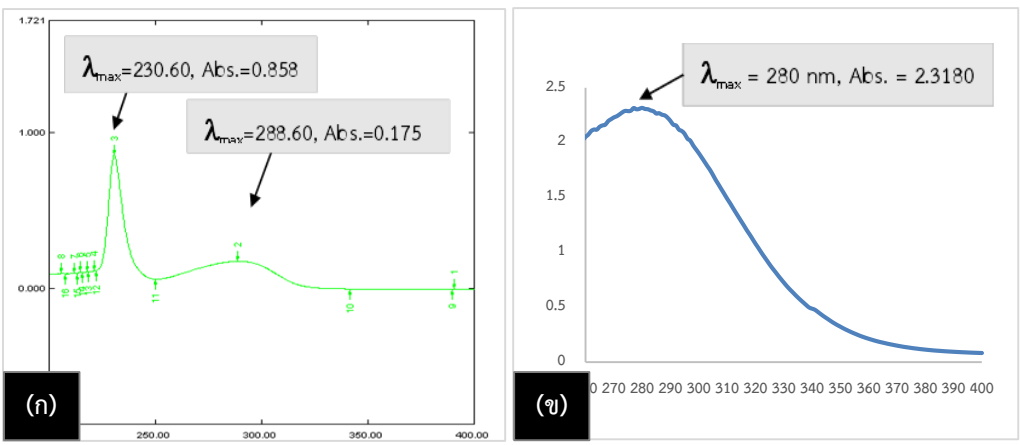
ภาพที่ 1 โครงสร้างสารประกอบเชิงซ้อนเมื่อศึกษาด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์บนผลึกเดี่ยว (ก) สารประกอบเชิงซ้อน 1 (ข) สารประกอบเชิงซ้อน 2

2.2 เทคนิคอินฟราเรดสเปคโตรสโกรปีของสารประกอบเชิงซ้อน 1 พบว่าการยืดของ N-H primary มีเลขคลื่นระหว่าง 3131-3250 cm^{-1} จากสเปกตรัมยืนยันองค์ประกอบของวงแอโรแมติกประกอบด้วยสัญญาณการยืดของ C=C มีเลขคลื่นระหว่าง 1531-1504 cm^{-1} สารประกอบเชิงซ้อน 2 พบว่าการยืดของ Cu-O มีเลขคลื่นระหว่าง 449-488 cm^{-1} และสัญญาณการยืดของ C-O-C ที่ตำแหน่ง 1092 cm^{-1} ซึ่งข้อมูลทั้งหมดแสดงดังภาพที่ 2

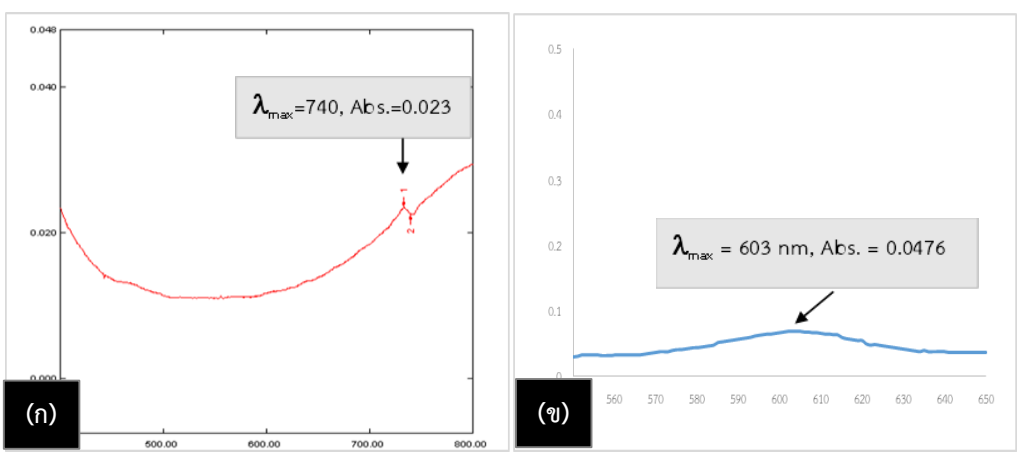


ภาพที่ 2 สเปกตรัมสัญญาณหมู่ฟังก์ชันของสารประกอบเชิงซ้อน
(ก) สารประกอบเชิงซ้อน 1 (ข) สารประกอบเชิงซ้อน 2

2.3 เทคนิคยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรสโกรปีของสารประกอบเชิงซ้อน 1 และ 2 ดังภาพที่ 3 พบว่าสามารถดูดกลืนแสงในช่วงยูวีที่ความยาวคลื่นสูงสุดเท่ากับ 288 และ 280 นาโนเมตร ซึ่งเป็นการดูดกลืนแสงในลักษณะทรานซิชันแบบ π--->π^* ส่วนการดูดกลืนแสงในช่วงวิสิเบิล มีค่าความยาวคลื่นสูงสุดเท่ากับ 740 และ 603 นาโนเมตร ซึ่งเป็นการดูดกลืนแสงในลักษณะ d-d transition ดังภาพที่ 4



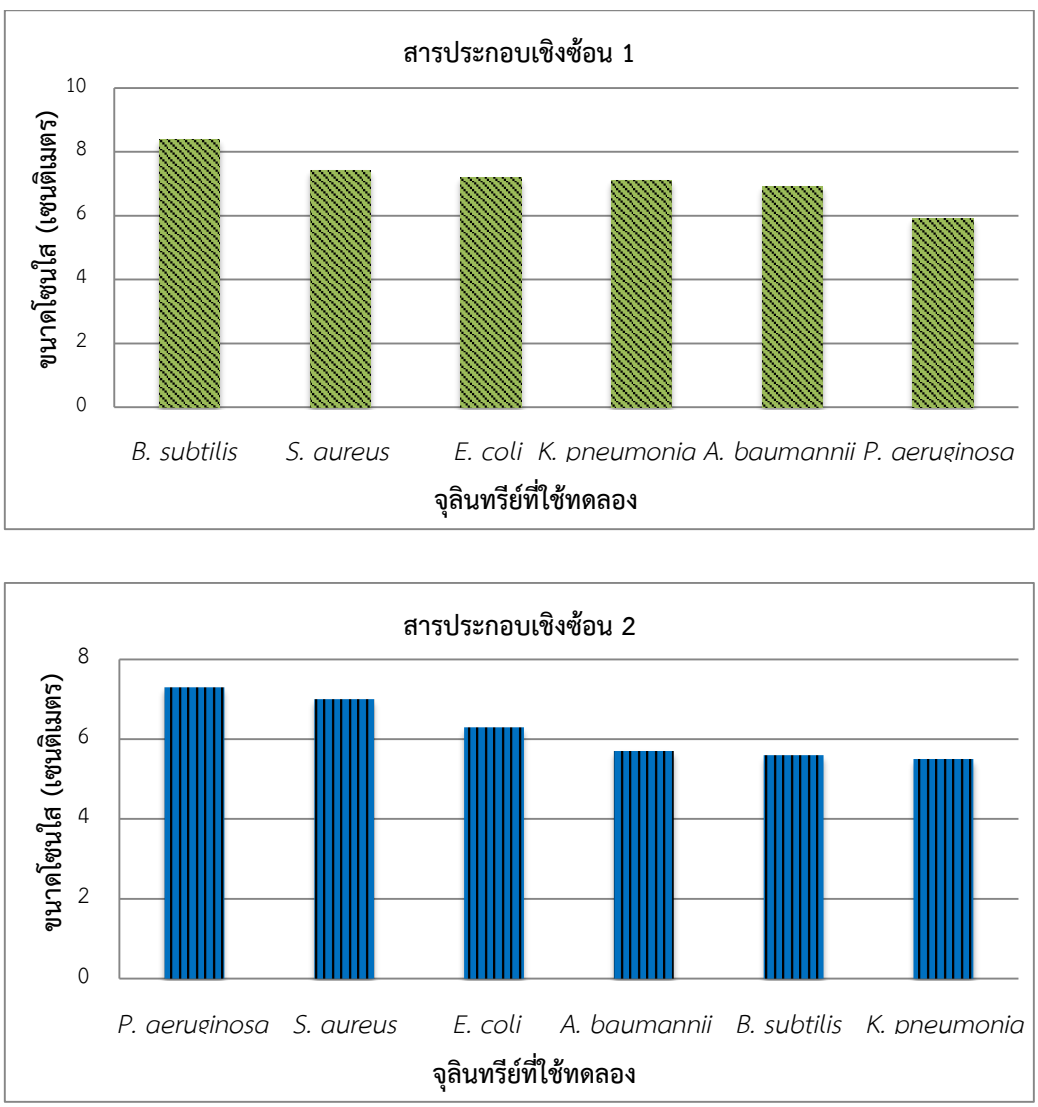
ภาพที่ 3 สเปกตรัมการแทรนซิชันของสารประกอบเชิงซ้อนในช่วงยูวี
(ก) สารประกอบเชิงซ้อน 1 (ข) สารประกอบเชิงซ้อน 2



ภาพที่ 4 สเปกตรัมการแทรนซิชันของสารประกอบเชิงซ้อนในช่วงวิสิเบิล
(ก) สารประกอบเชิงซ้อน 1 (ข) สารประกอบเชิงซ้อน 2

3. ผลการศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

ที่ระดับความเข้มข้นของสารประกอบเชิงซ้อนเท่ากับ 80 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากการวัดขนาดโซนใส ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ พบว่าสารประกอบเชิงซ้อน 1 สามารถยับยั้งเชื้อ *B. subtilis* > *S. aureus* > *E. coli* > *K. pneumonia* > *A. baumannii* > *P. aeruginosa* สารประกอบเชิงซ้อน 2 สามารถยับยั้งเชื้อ *P. aeruginosa* > *S. aureus* > *E. coli* > *A. baumannii* > *B. subtilis* > *K. pneumonia* ตามลำดับ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ของสารประกอบเชิงซ้อน

4. ผลการหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารประกอบเชิงซ้อนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

จากการสังเกตความขุ่นด้วยตาเปล่า พบว่าสารประกอบเชิงซ้อน 1 มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ 1,000-5,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้ง *S. aureus B. subtilis* และ *E. coli* และที่ความเข้มข้น 5,001-10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้ง *P. aeruginosa K. pneumonia* และ *A. baumannii* สารประกอบเชิงซ้อน 2 มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ 1,000-5,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus B. subtilis* และ *A. baumannii* และที่ความเข้มข้น 5,001-10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้ง *E. coli P. aeruginosa* และ *K. pneumonia* ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารประกอบเชิงซ้อนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์

เชื้อจุลินทรีย์	ค่า MIC (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)	
	สารประกอบเชิงซ้อน 1	สารประกอบเชิงซ้อน 2
S. aureus	5,000	5,000
B. subtilis	5,000	5,000
E. coli	5,000	10,000
P. aeruginosa	10,000	10,000
K. pneumonia	10,000	10,000
A. baumannii	10,000	5,000

การอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสารประกอบเชิงซ้อน 1 พบว่ามีสูตรโมเลกุล $[Cu(H_2O)(PABA)_2]$ หรือ $C_{15}H_{15}CuNO_8$ ตกผลึกอยู่ในระบบออร์ทอรอห์มนิก มีหมู่ปริภูมิแบบ *P*mc2 และจำนวนโมเลกุลในหน่วยเซลล์เท่ากับ 2 เซลล์พารามิเตอร์ที่พบ คือ *a* = 6.9176(7)Å *b* = 6.2167(5)Å *c* = 17.1603(18)Å $\alpha = \beta = \gamma = 90$ องศาเซลเซียส (Rissanen *et al*. 1987) สารประกอบเชิงซ้อนเป็นสารประกอบที่เกิดจากไอออนของโลหะแทรนซิชันสร้างพันธะโคออร์ดิเนตโควาเลนต์กับกลุ่มของโมเลกุลหรือไอออนเชิงซ้อนที่มาล้อมรอบซึ่งเรียกว่า ลิแกนด์ โดยไอออนของโลหะแทรนซิชันในที่นี้ คือ Cu^{2+} ทำหน้าที่เป็นอะตอมกลางสร้างพันธะโคออร์ดิเนตกับกลุ่มของโมเลกุลหรือไอออนเชิงซ้อน 3 อะตอม ได้แก่ ไนโตรเจน 1 อะตอม และออกซิเจน 2 อะตอม ซึ่งไนโตรเจน 1 อะตอมจากลิแกนด์กรด 4-อะมิโนเบนโซอิก 1 โมเลกุล และออกซิเจน 2 อะตอมจากกรด 4-อะมิโนเบนโซอิก 1 โมเลกุลกับน้ำ 1 โมเลกุล จากจำนวนลิแกนด์ที่เกิดพันธะระหว่างอะตอมกลางทำให้ทราบว่า

สารประกอบเชิงซ้อนที่สังเคราะห์ได้นี้มีเลขโคออร์ดิเนชันเท่ากับ 3 (Marzieh *et al*., 2017) สารประกอบเชิงซ้อน 2 มีสูตรโมเลกุล $[Cu_2(tartaric)_2(H_2O)_2]\bullet 4H_2O$ หรือ $Cu_2C_8H_{16}O_{18}$ ตกผลึกอยู่ในระบบโมโนคลินิก มีหมู่ปริภูมิแบบ $P2_1$ จำนวนโมเลกุลในหน่วยเซลล์เท่ากับ 2 มีเซลล์พารามิเตอร์ดังนี้คือ a = 8.3728(4)Å b = 8.7629(4)Å c = 12.1529(6)Å $\alpha = \gamma = 90$ $\beta = 104.539$ องศาเซลเซียส (Lim *et al*., 2009) โดยไอออนของโลหะแทรนซิชันใน คือ Cu^{2+} ทำหน้าที่เป็นอะตอมกลางสร้างพันธะโคออร์ดิเนตกับกลุ่มโมเลกุลหรือไอออนเชิงซ้อน 6 อะตอม โดยสารประกอบเชิงซ้อนทองแดงมีโครงสร้างโมเลกุลแบบไดนิวเคลียร์ประกอบด้วยอะตอมคอปเปอร์ 2 อะตอม ซึ่งอะตอมของคอปเปอร์สร้างพันธะโคออร์ดิเนตกับกลุ่มโมเลกุลหรือไอออนเชิงซ้อน ได้แก่ 5 อะตอมออกซิเจนจากโมเลกุลกรดทาร์ทาริก และ 1 อะตอมออกซิเจนของน้ำ ซึ่งการเชื่อมต่อกันระหว่างอะตอมออกซิเจนของกรดทาร์ทาริกกับอะตอมคอปเปอร์เรียงกลายเป็นมอนอเมอร์หลาย ๆ มอนอเมอร์เรียงต่อกัน ดังนั้นจึงทำให้โครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบเชิงซ้อนทองแดงมีลักษณะเป็นโพลิเมอร์ (Marzieh *et al*., 2017) เมื่อวิเคราะห์หาหมู่ฟังก์ชันของสารประกอบเชิงซ้อน 1 พบว่าที่ความถี่ 3405 cm^{-1} มีหมู่ฟังก์ชัน O-H ที่ความถี่ 3131-3250 cm^{-1} มีหมู่ฟังก์ชัน N-H primary ที่ความถี่ 1671-1603 cm^{-1} มีหมู่ฟังก์ชัน C=O stretching ที่ความถี่ 1531-1504 cm^{-1} มีหมู่ฟังก์ชัน C=C ที่ความถี่ 1308 cm^{-1} มีหมู่ฟังก์ชัน C-N และที่ความถี่ 1387 cm^{-1} มีหมู่ C-H bending (เย็นหทัย, 2549) และสารประกอบเชิงซ้อน 2 พบว่าที่ความถี่ 3417 cm^{-1} มีหมู่ฟังก์ชัน O-H stretching ที่ความถี่ 2851 cm^{-1} มีหมู่ฟังก์ชัน C-H stretching ที่ความถี่ 1390-1625 cm^{-1} มีหมู่ฟังก์ชัน carboxylic group ที่ความถี่ 1092 cm^{-1} มีหมู่ C-O-C และที่ความถี่ 449-488 cm^{-1} มีหมู่ Cu-O (Ian and John, 1989) การศึกษาดังกล่าวเป็นการสั่นพันธะของหมู่ฟังก์ชันภายในโมเลกุลของสารประกอบเชิงซ้อน เกิดจากการได้รับพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการสั่นของพันธะภายในโมเลกุลตรงกับความถี่ของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นอินฟาเรด ซึ่งการสั่นแบบยืดและแบบงอของแต่ละพันธะจะมีค่าความถี่เฉพาะผลที่ได้จากการฉายรังสีอินฟาเรดต่อโมเลกุลของสารประกอบเชิงซ้อนและวัดรังสีอินฟาเรดที่ผ่านออกมานี้จะปรากฏสัญญาณในรูปแบบสเปกตรัม (Sharma, 2006) เมื่อศึกษาแถบการดูดกลืนแสงของสารประกอบเชิงซ้อน 1 และ 2 พบว่าที่ความยาวคลื่น 200-400 นาโนเมตร ค่าความยาวคลื่นสูงสุด มีค่าเท่ากับ 288 และ 280 นาโนเมตร เป็นการดูดกลืนแสงในลักษณะทรานซิชันแบบ π--->π^* ของโมเลกุลลิแกนด์ (Saif *et al*., 2011) ส่วนที่ความยาวคลื่น 400-800 นาโนเมตร มีค่าความยาวคลื่นสูงสุดเท่ากับ 740 และ 603 นาโนเมตร ซึ่งเป็นการดูดกลืนแสงในลักษณะทรานซิชันแบบ d-d transition ของโลหะแทรนซิชัน ลักษณะการทรานซิชันแบบ d-d transition ของสารประกอบเชิงซ้อนคอปเปอร์มีการดูดกลืนแสงช่วง 650-700 นาโนเมตร ซึ่งเป็นการดูดกลืนแสงบริเวณแสงสีเหลืองทำให้เห็นสารประกอบเชิงซ้อนคอปเปอร์เป็นสีฟ้า (Sushil and Daisy, 1997) ส่วนอะตอมกลาง

ที่ใช้ในการสังเคราะห์ครั้งนี้ คือ คอปเปอร์เป็นสารประกอบ d^9 อยู่ในกลุ่มทรานซิชันในกลุ่ม d จึงทำให้เกิดลักษณะทรานซิชันแบบ d-d transition (หิริหัทยา, 2549)

จากการศึกษาประสิทธิภาพของสารประกอบเชิงซ้อนในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี disc diffusion ที่ระดับความเข้มข้นของเท่ากับ 80 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าจากการวัดขนาดของโซนใส ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ สารประกอบเชิงซ้อน 1 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *B. subtilis* > *S. aureus* > *E. coli* > *K. pneumonia* > *A. baumannii* > *P. aeruginosa* ตามลำดับ และสารประกอบเชิงซ้อน 2 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อ *P. aeruginosa* > *S. aureus* > *E. coli* > *A. baumannii* > *B. subtilis* > *K. pneumonia* ดังนั้นความเข้มข้นของสารประกอบเชิงซ้อนยิ่งมากขึ้นการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์จะสูงขึ้นด้วย (Manihshet *et al*., 2011) จากนั้นนำมาหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี minimal inhibitory concentration โดยดูความขุ่นด้วยตาเปล่า พบว่าสารประกอบเชิงซ้อน 1 มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ 1,000-5,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้ง *S. aureus B. subtilis* และ *E. coli* และที่ความเข้มข้น 5,001-10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้ง *P. aeruginosa K. pneumonia* และ *A. baumannii* (Nair *et al*., 2010) และที่ความเข้มข้นต่ำสุด1,000-5,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ของสารประกอบเชิงซ้อน 2 สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus B. subtilis* และ *A. baumannii* และที่ความเข้มข้น 5,001-10,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้ง *E. coli P. aeruginosa* และ *K. pneumonia* (กอรีอะ และคณะ, 2558) จากการศึกษางานวิจัยพบว่าสารประกอบเชิงซ้อนที่สังเคราะห์ได้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้นั้นสาเหตุมาจากผลของการเกิดดีเลตของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างอะตอมของโลหะแทรนซิชันกับสารอินทรีย์ที่ทำให้ความมีขั้วของอะตอมโลหะแทรนซิชันลดน้อยลง เนื่องจากประจุบวกบางส่วนถูกใช้ร่วมกับหมู่ให้อิเล็กตรอนของสารอินทรีย์เพื่อสร้างพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนซ์และอิเล็กตรอน บางส่วนเกิดการเคลื่อนย้ายภายในวงทำให้อะตอมของโลหะแทรนซิชันที่อยู่ตรงกลางมีความเป็นขั้วลดลง ส่งผลต่อการแทรกซึมเข้าไปยังชั้นไขมันของผนังเซลล์แบคทีเรีย ส่งผลให้แบคทีเรียไม่สามารถนำสารอาหารที่อยู่ภายในไปใช้ประโยชน์ได้จึงทำให้การเจริญเติบโตหยุดชะงักและตายในที่สุด (Ashu *et al*., 2002)

สรุปผลการวิจัย

การสังเคราะห์สารประกอบคอปเปอร์คลอไรด์กับซาลิไซลาไมด์ และ 4-อะมิโนเบนโซอิก (สารประกอบเชิงซ้อน 1) ในสภาวะที่เหมาะสมใช้อัตราส่วน 1:1:2 ทำให้เกิดผลึกสีเขียว และการสังเคราะห์สารประกอบคอปเปอร์ซัลเฟตกับกรดทาร์ทาริก (สารประกอบเชิงซ้อน 2) ในสภาวะที่เหมาะสมใช้อัตราส่วน 1:1 ทำให้เกิดผลึกสีฟ้า นำสารทั้ง 2 ชนิด ไปทดสอบความสามารถในการ

ละลาย พบว่าสามารถละลายได้ในไดเมทิลซัลฟอกไซด์ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์บนผลึกเดี่ยว และเทคนิคอินฟราเรดสเปคโตรสโกรปี พบว่าสารประกอบเชิงซ้อน 1 มีสูตรโมเลกุล $[Cu(H_2O)(PABA)_2]$ หรือ $C_{15}H_{15}CuNO_8$ มีมวลโมเลกุล 400.82 กรัมต่อโมล มีระบบโครงสร้างผลึกเป็นแบบออร์ทอรอห์มนิก มีหมู่ปริภูมิแบบ *P*mc2 จำนวนโมเลกุลในหน่วยเซลล์เท่ากับ 2 มีเซลล์พารามิเตอร์ คือ a = 6.9176(7)Å b = 6.2167(5)Å c = 17.1603(18)Å $\alpha = \beta = \gamma = 90$ องศาเซลเซียส มีหมู่ฟังก์ชัน O-H N-H primary C=O C=C C-N และ C-H bending สารประกอบเชิงซ้อน 2 มีสูตรโมเลกุล $[Cu_2(tartaric)_2(H_2O)_2]\bullet 4H_2O$ หรือ $Cu_2C_8H_{16}O_{18}$ มีมวลโมเลกุล 527.29 กรัมต่อโมล มีระบบโครงสร้างผลึกแบบโมโนคลินิก มีหมู่ปริภูมิแบบ $P2_1$ จำนวนโมเลกุลในหน่วยเซลล์เท่ากับ 2 มีเซลล์พารามิเตอร์ a = 8.3728(4)Å b = 8.7629(4)Å c = 12.1529(6)Å $\alpha = \gamma = 90$ β =104.539 องศาเซลเซียส มีหมู่ฟังก์ชัน O-H stretching C-H stretching carboxylic group stretching C-O-C และ Cu-O เมื่อศึกษาด้วยเทคนิคยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรสโกรปี พบว่าสารประกอบเชิงซ้อนทั้ง 2 ชนิด สามารถดูดกลืนแสงในช่วงยูวีที่ความยาวคลื่นสูงสุดเท่ากับ 288 และ 280 นาโนเมตร เป็นการดูดกลืนแสงในลักษณะทรานซิชันแบบ π--->π^* ส่วนการดูดกลืนแสงในช่วงวิสิเบิล มีค่าความยาวคลื่นสูงสุดเท่ากับ 740 และ 603 นาโนเมตร ซึ่งเป็นการดูดกลืนแสงในลักษณะ d-d transition เมื่อศึกษาประสิทธิภาพและหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งการเจริญเติบโตของสารประกอบเชิงซ้อน พบว่าสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ควรได้รับการศึกษาต่อเพื่อเป็นยาต้านเชื้อจุลินทรีย์ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.หิริหัทยา เพชรมั่ง ดร.อรุณรัศมิ์ วณิชชานนท์ และ ดร.รัตนรุจิ พุ่มวิเศษ ที่ให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่อย่างดี และพี่ ๆ น้อง ๆ ภาควิชาจุลชีววิทยา และภาควิชาเคมี ที่เสียสละเวลาให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์พื้นฐาน (เคมี) มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตสงขลา และภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่สนับสนุนให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์วิทยาศาสตร์เครื่องมือทางด้านการวิเคราะห์และห้องปฏิบัติการที่ใช้สำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กอรีอะ บิลหลี มณฑล เลิศวรปรีชา กุสุมาล น้อยผา และหิริหัทยา เพชรมั่ง. (2558). สเปกโทรสโกปี โครงสร้างและฤทธิ์ต้านจุลชีพของสารเชิงซ้อนทองแดงกับลิแกนด์อนุพันธ์กรดเบนโซอิก. *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ*, 18(2), 60-69.

นินูรอัสมีน นิสมิ หิริหัทยา เพชรมั่ง และมณฑล เลิศวรปรีชา. (2559). ฤทธิ์ต้านจุลชีพของสารประกอบเชิงซ้อนทองแดงกับลิแกนด์ของอนุพันธ์กรดเบนโซอิก. *การประชุมวิชาการระดับชาติเครือข่ายวิจัยสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ*. นครราชสีมา.

เย็นหทัย แน่นหนา. (2549). *สเปกโทรสโกปีสำหรับเคมีอินทรีย์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

หิริหัทยา เพชรมั่ง. (2549). *เคมีอนินทรีย์ 2*. สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.

Ashu, C., Ratan, S. and Singh, R. (2002). Tetraazamacrocyclic complexes of tin (ii) synthesis spectroscopy and biological screening. *Boletin de la Sociedad chilena de Quimica*, 47(3), 203-211.

Ian, S.B. and John, F.H. (1989). *Inorganic chemistry principles and applications*. California: Benjamin-Cummings Pub Co.

Lim, E.K, Teoh, S.G., Goh, S.M., Chng, C.D., Ng, C.H., fun, H.K., Rosli, M.M., Najimudin, N., Beh, H.H., Seow, L.J., Ismail, N., Lsmail, Z., Asmawi, Z. and Chea, Y.H. (2009). Characterization, nucleolytic, cytoxic and antibacterial property of tetrakis (μ-4-chloro-2-nitrobenzoalo-k2O, O1) bis [aquacopper (II)], tetrakis (μ-2-chloro-6-fluorobenzoalo-k2O, O1) bis [aquacopper (II)] and tetrakis (μ-2-chlorobenzoalo-k2O, O1) bis [aquacopper (II)]. *Polyhedron*, 28, 1320-1330.

Manihshet, A.H., Sarsamkar, S.K., Deodware, S.A., Kamble, V.N. and Asabe, M.R. (2011). Synthesis, characterization and antimicrobial activity of new cobalt (II), nickel (II), and copper (II) complexes with 2-(2-hydroxy-1, 2-diphenylehylidene amino) benzoic acid. *Inoranic Chemistry Communications*, 14, 618-621.

Araban, M., Tavafian, S.S., Zarandi, M.S., Hidarnia, R.A., Burri, A. and Montazer, A. (2017). A behavioral strategy to minimize air pollution exposure in pregnant women: a randomized controlled trial. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 22, doi: https://doi.org/10.1186/s12199-017-0633-8.

Nair, M.S., Arih, D. and Joseyphus, R.S. (2010). Synthesis characterization antifungal antibacterial and DNA cleavage studies of some heterocyclic Schiff base metal complexes. *Journal of Saudi Chemical Society*, 16(1), 83-88.

Rissanen, K., Valkonen, J., Kokonen, P. and Leskela, M. (1987). Structural and thermal Studies on Salicylato Complexes of Divalent Manganese Nickel Copper and Zinc. *Acta chemica Scandinavica*, 41(6), 299-309.

Saif, M., Mahmoud, M., Mohamed, F. and Fouad, R. (2011). Synthesis and thermal studies of tetraaza Macrocyclic ligand and is transition metal complexes DNA binding affinity of copper complex. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 79(5), 1849-1855.

Sharma, A.K. (2006). *Vishal's Kit Objective Chemistry*. (17nded). Arihant: Vishal Prakashan Mandir.

Sushil, K.G. and Daisy, R. (1997) Template synthesis characterization and electrochemical studies of copper (II) macrocyclic complexes derived from 4-methyl-2, 6-di (formyl/benzoyl) phenol and diamines. *Transition metal chemistry*, 22(3), 225-228.

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับสำหรับผู้นิพนธ์ เพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จัดทำขึ้นเพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่บทความวิจัย (research article) และบทความวิชาการ (academic article) ของคณาจารย์ บุคลากร นักศึกษา ภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยฯ โดยมีวัตถุประสงค์ที่จะรับตีพิมพ์บทความในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย ด้านวิทยาศาสตร์กายภาพ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ เทคโนโลยีอุตสาหกรรม และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมีกลุ่มเป้าหมายคือคณาจารย์ นักศึกษา และนักวิจัยทั้งในและนอกสถาบัน ทั้งนี้วารสารมีกำหนดตีพิมพ์เผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 ในเดือนมกราคม-มิถุนายน และฉบับที่ 2 ในเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม

บทความทุกบทความที่ได้รับการพิจารณาลงตีพิมพ์ในวารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช **“ต้องไม่เคยได้รับการตีพิมพ์หรือเผยแพร่ที่ใดมาก่อน และไม่อยู่ในระหว่างการเสนอเพื่อพิจารณาเผยแพร่ในวารสารฉบับอื่น”** พร้อมทั้งได้รับการพิจารณาจากผู้ประเมินอิสระ (peer review) ที่มีความเชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง อย่างน้อย 2 ท่าน แบบผู้ประเมินอิสระและผู้แต่งไม่ทราบชื่อกันและกัน (double-blind review) และได้รับความเห็นชอบจากกองบรรณาธิการ **ทั้งนี้ บทความอาจถูกดัดแปลง แก้ไขคำ สำนวน รูปแบบการอ้างอิง รูปแบบการนำเสนอ และอื่น ๆ (ซึ่งไม่เกี่ยวกับเนื้อหาหรือสาระสำคัญ) ตามที่กองบรรณาธิการเห็นสมควร และผู้เขียนต้องรับผิดชอบในเนื้อหาของบทความ โดยกองบรรณาธิการวารสารวิชชา และมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ไม่จำเป็นต้องรับผิดชอบใด ๆ**

การเตรียมต้นฉบับ

1. ต้นฉบับ

- พิมพ์เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้
- การใช้ภาษาไทยให้ยึดหลักการใช้คำศัพท์และการเขียนทับศัพท์ภาษาอังกฤษตามหลักของราชบัณฑิตยสถาน ควรหลีกเลี่ยงการเขียนภาษาอังกฤษปนกับภาษาไทยในข้อความ ยกเว้นกรณีจำเป็น เช่น ศัพท์ทางวิชาการที่ไม่มีคำแปลหรือคำที่ใช้แล้วทำให้เข้าใจง่ายขึ้น คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เขียนปนภาษาไทยให้ใช้ตัวเล็กทั้งหมด ยกเว้นชื่อเฉพาะ
- สำหรับต้นฉบับภาษาอังกฤษควรได้รับการตรวจสอบความถูกต้องด้านการใช้ภาษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาเป็นเบื้องต้นก่อน

- ความยาวของบทความไม่ควรเกิน 15 หน้า รวมตาราง ภาพและเอกสารอ้างอิง ควรระบุเลขหน้าให้ชัดเจนและจัดให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันทั้งฉบับ

2. รายละเอียดตัวอักษรและรูปแบบการพิมพ์

- จัดพิมพ์ด้วยโปรแกรม Microsoft Word ขนาดของต้นฉบับใช้กระดาษขนาด Executive (18.41 × 26.67 เซนติเมตร)
- ตั้งค่าหน้ากระดาษสำหรับการพิมพ์

  ด้านบน 2.5 เซนติเมตร ด้านล่าง 2.5 เซนติเมตร

  ด้านซ้าย 2.3 เซนติเมตร ด้านขวา 2.5 เซนติเมตร
- พิมพ์คอลัมน์เดียวกระจายเต็มบรรทัด
- ตัวอักษร TH Sarabun PSK ขนาดตัวอักษร 15

3. ส่วนประกอบในบทความ

3.1 บทความวิจัย (research article) เป็นบทความที่เป็นผลงานต่อเนื่อง สกัดมาจากงานวิจัยที่เสร็จสมบูรณ์แล้วซึ่งผู้เขียนได้ดำเนินการด้วยตนเอง

ประมวลสรุปกระบวนการวิจัยให้มีความกระชับและสั้น

3.1.1 ส่วนประกอบตอนต้น

➢ ชื่อเรื่อง (title) ควรสั้น กะทัดรัด ไม่ยาวจนเกินไป ให้เขียนชื่อเรื่องเป็นภาษาไทยก่อนแล้วตามด้วยภาษาอังกฤษในบรรทัดถัดไป

➢ ชื่อผู้เขียนบทความ (authors and co-authors) ให้ระบุชื่อเต็ม-นามสกุลเต็มทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ สำหรับภาษาอังกฤษใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่เฉพาะอักษรตัวแรกของชื่อตัวและนามสกุล ถ้ามีผู้วิจัยหลายคนให้ใส่ลำดับเลข พร้อมระบุที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้และชื่อหน่วยงานของผู้วิจัยที่ส่วนล่างของหน้าแรก และให้ใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) ที่ตำแหน่งผู้ประสานงานหลัก (corresponding author) พร้อมทั้งระบุอีเมล์สำหรับติดต่อ (e-mail: address)

➢ บทคัดย่อ (abstract) ให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ความยาวไม่เกินอย่างละ 300 คำ บทคัดย่อที่เขียนควรสั้น ตรงประเด็น และให้สาระสำคัญเท่านั้น โดยเรียงลำดับบทคัดย่อภาษาไทยก่อนตามด้วยบทคัดย่อภาษาอังกฤษ

➢ คำสำคัญ (keywords) ให้ใช้คำที่ปรากฏอยู่ในเนื้อเรื่องซึ่งเป็นตัวแทนบอกวิธีการวิจัย ประเด็นที่วิจัย ผลการวิจัย การใช้ประโยชน์หรือสถานที่ที่ทำวิจัย คำสำคัญนี้ให้เขียนทั้งในภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ในตอนท้ายบทคัดย่อของแต่ละภาษาอย่างละไม่เกิน 5 คำ

3.1.2 เนื้อหาในบทความวิจัย ให้มีองค์ประกอบดังนี้

- บทนำ (introduction) อธิบายถึงที่มา ความสำคัญของปัญหา และเหตุผลที่นำไปสู่การศึกษาวิจัย ให้ข้อมูลทางวิชาการที่มีการตรวจเอกสาร (literature review) โดยระบุถึงแหล่งที่มาของข้อมูล (อ้างอิง) และจุดมุ่งหมายที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งวัตถุประสงค์ของการวิจัย
- วิธีดำเนินการวิจัย (research methods) อธิบายกระบวนการดำเนินการวิจัย โดยบอกรายละเอียดวัสดุ วิธีการศึกษา สิ่งที่นำมาศึกษา จำนวน ลักษณะเฉพาะของตัวอย่างที่ศึกษา ตลอดจนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการศึกษา อธิบายแบบแผนการวิจัย การสุ่มตัวอย่าง วิธีการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน
- ผลการวิจัย (results) รายงานผลการวิจัยให้ได้ใจความชัดเจนและตรงประเด็นโดยยึดแนวทางตามวัตถุประสงค์เป็นหลัก ควรอธิบายผลการวิจัยด้วยคำบรรยายเป็นหลัก แต่ถ้ามีตัวเลขหรือตัวแปรมากควรนำเสนอเป็นภาพและตาราง แทรกในเนื้อหา พร้อมอธิบายผลการวิจัยให้ได้สาระครบถ้วน
- การอภิปรายผลการวิจัย (discussion) เป็นการชี้แจงผลการวิจัยว่าตรงกับวัตถุประสงค์/สมมติฐานของการวิจัย สอดคล้องหรือขัดแย้งกับผลการวิจัยของผู้อื่นที่มีอยู่ก่อนหรือไม่ อย่างไร เหตุผลใดจึงเป็นเช่นนั้น และให้จบด้วยข้อเสนอแนะที่จะนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ หรือทิ้งประเด็นคำถามการวิจัย ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยต่อไป
- สรุปผลการวิจัย (conclusion) สรุปผลการวิจัยให้ได้ใจความชัดเจนและตรงประเด็น
- ข้อเสนอแนะ (suggestion) (ถ้ามี)
- กิตติกรรมประกาศ (acknowledgements) ให้ระบุว่างานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนหรือความช่วยเหลือจากองค์กรใด และบุคคลใดบ้าง
- เอกสารอ้างอิง (references) ให้ระบุเฉพาะเอกสารที่ผู้เขียนบทความได้นำมาอ้างอิงในบทความวิจัยอย่างครบถ้วน โดยระบุรายละเอียดและใช้รูปแบบการเขียนที่ถูกต้องครบถ้วน (ตามข้อ 4) จัดเรียงลำดับตามตัวอักษร โดยเรียงเอกสารภาษาไทยก่อนและตามด้วยเอกสารภาษาอังกฤษ

3.2 บทความทางวิชาการ (academic article) เป็นบทความที่ผู้เขียนได้เรียบเรียงโดยศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร งานแปล และผลงานจากประสบการณ์ของผู้เขียนหรือได้รับการถ่ายทอดจากผู้อื่น มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ความรู้ องค์ความรู้ การเสนอความคิดเห็นที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ทางวิชาการของสาขาต่าง ๆ

3.2.1 ส่วนประกอบตอนต้น

➢ ชื่อเรื่อง (title) ควรสั้นกะทัดรัด ไม่ยาวจนเกินไป ให้เขียนชื่อเรื่องเป็นภาษาไทยก่อนแล้วตามด้วยภาษาอังกฤษในบรรทัดถัดไป

➢ ชื่อผู้เขียน (authors and co-authors) ให้ระบุชื่อเต็ม-นามสกุลเต็มทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ สำหรับภาษาอังกฤษใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่เฉพาะอักษรตัวแรกของชื่อตัวและนามสกุล ถ้ามีผู้วิจัยหลายคนให้ใส่ลำดับเลข พร้อมระบุที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ และชื่อหน่วยงานของผู้วิจัยที่ส่วนล่างของหน้าแรก และให้ใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) ที่ตำแหน่งผู้ประสานงานหลัก(corresponding author) พร้อมทั้งระบุอีเมล์สำหรับติดต่อ (e-mail: address)

➢ สาระสังเขป (summary) เป็นการย่อเนื้อความของบทความทั้งเรื่องให้สั้นได้เนื้อหาสาระครบถ้วน

➢ คำสำคัญ (keywords) ให้ใช้คำที่ปรากฏอยู่ในเนื้อเรื่องซึ่งเป็นตัวแทนบอกวิธีการ สิ่งที่ศึกษา ผลการศึกษา สาขา การใช้ประโยชน์และสถานที่ คำสำคัญให้เขียนทั้งคำสำคัญภาษาไทย และภาษาอังกฤษแต่ละชุดไม่เกิน 5 คำ

3.2.2 เนื้อหา (main text) ในบทความทางวิชาการมีองค์ประกอบดังนี้

➢ บทนำ (introduction) กล่าวถึงความน่าสนใจของเรื่องที่นำเสนอก่อนเข้าสู่เนื้อหา

➢ เนื้อความ (content) ควรนำเสนอพัฒนาการของเรื่องได้อย่างน่าสนใจ และเนื้อเรื่องมีเนื้อหาใหม่เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน

➢ สรุป (conclusion) เป็นการย่อเฉพาะข้อมูลจากเนื้อความให้สั้นได้เนื้อหาสาระของเนื้อความครบถ้วน

➢ เอกสารอ้างอิง (references) ให้ระบุเฉพาะเอกสารที่ผู้เขียนบทความได้นำมาอ้างอิงในบทความวิชาการอย่างครบถ้วนรูปแบบของการเขียนเอกสารอ้างอิงให้จัดทำตามที่ระบุไว้ในข้อ 4 (เอกสารอ้างอิง)

3.3 ตารางและภาพประกอบ ให้จัดแทรกไว้ในเนื้อเรื่องโดยคัดเลือกเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้น โดยเนื้อหาและคำอธิบายในตารางและภาพสามารถใช้ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งเท่านั้น

- ตาราง เมื่อวางรูปตารางข้อมูลเรียบร้อยแล้วต้อง “กำกับ” ไว้ที่ด้านบนของตารางด้วยข้อความที่เป็น “ตารางที่... (เว้น 1 วรรค และตามด้วยชื่อตารางหรือคำอธิบายสั้น ๆ)” ส่วน “ที่มา” ของตาราง (ถ้ามี) ให้อยู่ด้านล่างของตาราง “ที่มา: ... (เว้น 1 วรรคและตามด้วยอ้างอิง” (ชื่อ, ปี) ดังตัวอย่าง

ตารางที่ 1 จำนวนฟัน เส้นผ่านศูนย์กลาง และความเร็วรอบของจานโซ่

จานโซ่	จำนวนฟัน	เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)	ความเร็วรอบ (pm)
ตัวที่ 1 ติดกับมอเตอร์	20	59	600
ตัวที่ 2 รับกำลังจากมอเตอร์	14	70	700
ตัวที่ 3 ต่อจากมอเตอร์	30	85	800

ที่มา: จารุณี (2559)

- ภาพประกอบ จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ เป็นภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหา เมื่อจัดภาพเสร็จแล้วต้อง “กำกับ” ไว้ที่ใต้ภาพด้วยข้อความที่เป็น “ภาพที่.. (เว้น 1 วรรค และตามด้วยชื่อภาพหรือคำอธิบายภาพประกอบสั้น ๆ”) และบรรทัดที่ถัดลงมาคือ “ที่มา..” ใช้รูปแบบเดียวกับตารางทุกประการ ดังตัวอย่าง

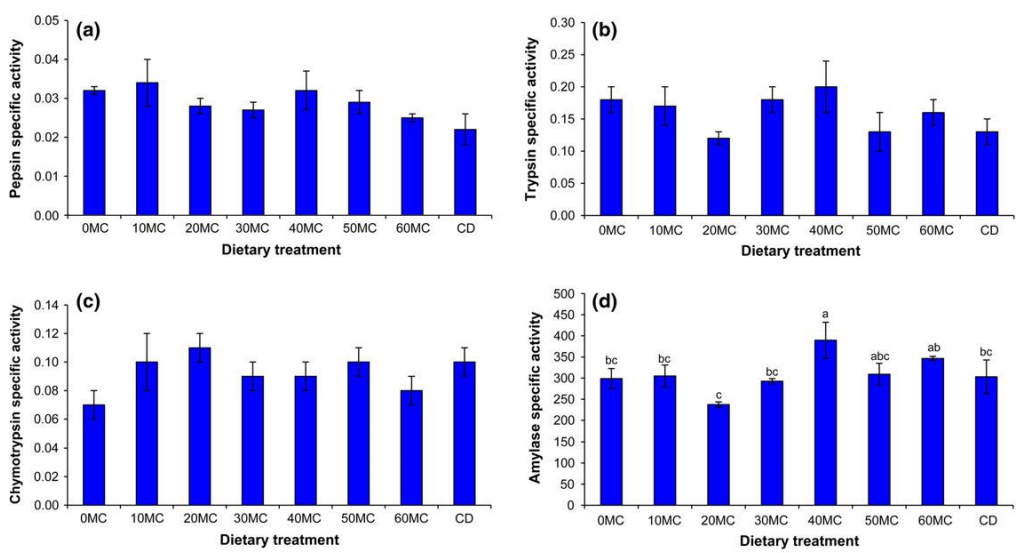


Figure 1 The specific activities (U/mg protein) of pepsin (a), trypsin (b), chymotrypsin (c) and amylase (d) in giant freshwater prawns subjected to various dietary replacements of protein from fish meal with mackerel condensate (MC). The data are expressed as mean ± SEM (n = 3). Different superscripts indicate significant differences between groups ($p < 0.05$). CD, commercial diet.

Source: Wattanakul *et al*. (2017)

ตารางสรุปรูปแบบการพิมพ์ส่วนประกอบของบทความ

ส่วนประกอบของบทความ	ลักษณะของตัวอักษร	ขนาดของตัวอักษร	รูปแบบการจัดหน้าบทความ
ชื่อเรื่อง			
1) ภาษาไทย	หนา	18 pt.	กึ่งกลาง
2) ภาษาอังกฤษ	หนา	18 pt.	กึ่งกลาง
ชื่อผู้เขียนบทความ	หนา	15 pt.	ชิดขวา
บทคัดย่อ			
1) ภาษาไทย	ปกติ	15 pt.	
2) ภาษาอังกฤษ	ปกติ	15 pt.	
คำสำคัญ	หัวข้อตัวหนาและคำสำคัญปกติ	15 pt.	ชิดซ้าย
เชิงอรรถ	ปกติ	13 pt.	ชิดซ้าย
หัวข้อหลัก	หนา	15 pt.	ชิดซ้าย (ไม่มีตัวเลขกำกับ)
หัวข้อย่อย	หนา	15 pt.	1. ชิดซ้าย (1.5 ซม.)
	ปกติ	15 pt.	1.1 ชิดซ้าย (2 ซม.)
	ปกติ	15 pt.	1.1.1 ชิดซ้าย (2.75 ซม.)
เนื้อหา	ปกติ	15 pt.	
ตาราง	ปกติ	15 pt.*	
หมายเหตุ	ปกติ	(*ขึ้นอยู่กับ	
ที่มา	ปกติ	ข้อมูล)	

4. การอ้างอิง (References)

วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชใช้รูปแบบการอ้างอิงที่ดัดแปลงมาจากสมาคมจิตวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา (American Psychological Association: APA) ดังนี้

4.1 การอิงในเนื้อหา (in-text citation) ใช้การอ้างอิงแบบ “นาม-ปี”ทั้งนี้ให้ใส่ชื่อผู้แต่ง และปีที่พิมพ์ เช่นเดียวกับการอ้างอิงท้ายบทความ

4.1.1 การเขียนอ้างอิงก่อนเนื้อหา

ต้นฉบับเป็นภาษาไทย: จิรวัฒน์ (2554) ข้อความ.....

ต้นฉบับเป็นภาษาอังกฤษ: Tomson (2014) ข้อความ.....

4.1.2 การเขียนเนื้อหาก่อนการอ้างอิง

ต้นฉบับเป็นภาษาไทย: ข้อความ..... (จิรวัฒน์, 2554)

ต้นฉบับเป็นภาษาอังกฤษ: ข้อความ..... (Tomson, 2014)

<u>กรณีมีผู้แต่งคนเดียว</u>

1) ต้นฉบับเป็นภาษาไทย: ชื่อ/(ปี พ.ศ.)

2) ต้นฉบับเป็นภาษาอังกฤษ: ชื่อสกุล/(ปี ค.ศ.)

<u>กรณีมีผู้แต่ง 2 คน</u>

1) ต้นฉบับเป็นภาษาไทย: ชื่อคนที่ 1/และชื่อคนที่ 2/(ปี พ.ศ.)

2) ต้นฉบับเป็นภาษาอังกฤษ: ชื่อสกุลคนที่ 1/and/ชื่อสกุลคนที่ 2/(ปี ค.ศ.)

<u>กรณีมีผู้แต่งมีตั้งแต่ 3 คนขึ้นไป</u>

1) ต้นฉบับเป็นภาษาไทย: ชื่อคนที่ 1/และคณะ/(ปี พ.ศ.)

2) ต้นฉบับเป็นภาษาอังกฤษ: ชื่อสกุลคนที่ 1/*et al.*/(ปี ค.ศ.)

4.2 การอ้างอิงท้ายบทความ (reference section)

หนังสือที่ตีพิมพ์เป็นรูปเล่ม (print version)
ชื่อ/ชื่อสกุล./(ปีที่พิมพ์)./*ชื่อหนังสือ*./(ครั้งที่พิมพ์)./สถานที่พิมพ์:/สำนักพิมพ์.
<u>ตัวอย่าง</u> **กรณีที่ตีพิมพ์ครั้งแรก** สรเมธี วชิรปราการ. (2551). *เปิดชีวิตเทวดานางฟ้าไขปริศนาแดนสวรรค์*. นนทบุรี: สมาร์ทบุ๊ค. Almond, G.A. and Powell, B.G. (1976). *Comparative political today*. Boston: Little Brown and Company. **กรณีที่ตีพิมพ์ครั้งที่ 2 เป็นต้นไป** เจือจันทร์ จงสถิต และรุ่งเรือง สุขาทิพย์. (2550). *การสังเคราะห์งานวิจัยคุณลักษณะและกระบวนการปลูกฝังจริยธรรมของประเทศต่าง ๆ*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. Carpenter, J.W., Mashima, T.Y. and Rupiper, D.J. (2001). *Exotic animal formulary*. (2nd ed). Philadelphia: W.B. Saunders Company.

หนังสือที่ออนไลน์ (electronic book)

ชื่อ/ชื่อสกุล./(ปีที่ออนไลน์)./*ชื่อหนังสือ*./สืบค้นเมื่อ/วัน/เดือน/ปี,/จาก:/http:..... .

The World Society for the Protection of Animals. (2013). *The Cayman Turtle Farm: A continued case for change*. Retrieved 10 July 2017, from: https://d31j74p4lpxrfpcloudfront.net/sites/default/files/us_files/turtle_a_continued_case_for_change_report.pdf.

วารสาร (journal)

ชื่อ/ชื่อสกุล./(ปีที่พิมพ์)./ชื่อบทความ./*ชื่อวารสาร*,/ปีที่หรือเล่มที่ (ฉบับที่),/หน้าแรก-หน้าสุดท้าย.

ตัวอย่าง

กรณีที่วารสารมีเลขหน้า

สมรักษ์ รอดเจริญ และการุณ ทองประจุแก้ว. (2559). สภาวะการเลี้ยงและองค์ประกอบทางเคมีของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (*Nostoc commune* TISTR 8870) ที่ผ่านการดัดแปรด้วยคลื่นไมโครเวฟ. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*, 8(2), 219-229.

Palzzo, A.J., Cory, T.J. and Hardy, S.E. (2003). Root growth and metal uptake in four grasses grown on Zn-contaminated soil. *Journal of Environmental Quality*, 32(3), 834-840.

กรณีที่วารสารไม่มีเลขหน้า

Whan-air, W., Thongprajukaew, K., Salaeharae, T. and Yoonram, K. (2018). Identification of wild and farmed broadhead catfish (*Clarias macrocephalus* Günther, 1864) based on morphometry, digestive indexes and flesh quality. *Journal of Oceanology and Limnolology*, doi: https://doi.org/10.1007/s00343-018-7205-7.

นิตยสารหรือหนังสือพิมพ์

ชื่อ/ชื่อสกุล./(วัน/เดือน/ปี)./ชื่อบทความ./*ชื่อนิตยสารหรือหนังสือพิมพ์*,/ปีที่,/หน้า.

ตัวอย่าง

มาลินี ป้องกัน. (3 กรกฎาคม 2560). ลงทะเบียนคนจน. *มติชน*, 50, หน้า 12.

บทหนึ่งในหนังสือ (book chapter)
ชื่อ/ชื่อสกุลผู้เขียนบท./(ปีที่พิมพ์)./ชื่อบทหรือตอน./ใน/ชื่อ/ชื่อสกุลบรรณาธิการ./*ชื่อหนังสือ*,/ หน้าแรก-หน้าสุดท้ายของบท./สถานที่พิมพ์:/สำนักพิมพ์.
<u>ตัวอย่าง</u> มาลีนนท์ วุฒิจักร. (2560). สาหร่ายพวงองุ่น. ใน บัณฑิต คิดดี. *เกษตรหน้าใหม่*, หน้า 100-110. กรุงเทพฯ: อุดมศิลป์. Zambonino-Infante, J., Gisbert, E., Sarasquete, C., Navarro, I., Gutiérrez, J. and Cahu, C.I. (2009). Ontogeny and physiology of the digestive system of the marine fish larvae. In Cyrino, J.E.O., Bureau, D. and Kapoor, B.G. (Eds.). *Feeding and digestive function of fish*, pp. 277–344. Enfield: Science Publishers, Inc.
วิทยานิพนธ์
ชื่อ/ชื่อสกุล./(ปีที่พิมพ์)./*ชื่อวิทยานิพนธ์*./ระดับวิทยานิพนธ์./ชื่อมหาวิทยาลัย,/เมืองที่ตั้งมหาวิทยาลัย.
<u>ตัวอย่าง</u> จงลักษณ์ งิ้มนับใจ. (2550). *สมรรถนะแห่งตนต่อการเฝ้าระวังโรคความดันโลหิตสูงของอาสาสมัครสาธารณสุขอำเภอนาหมื่น จังหวัดน่าน*. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. Mirera, D.O. (2013). Capture-based mud crab (*Scylla serrata*) aquaculture and artisanal fishery in East Africa-Practical and ecological perspectives. Ph.D. thesis in Environmental Science. Linnaeus University, Kalmar.
เว็บไซต์ (website)
ชื่อผู้จัดทำ./(ปีที่ออนไลน์)./*ชื่อเรื่อง*./สืบค้นเมื่อ/วัน/เดือน/ปี,/จาก:/http:..... .
<u>ตัวอย่าง</u> อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์. (2542). *ความอุดมสมบูรณ์ของดิน*. สืบค้นเมื่อ 2 ตุลาคม 2542, จาก: http://158.108.200.11//scil/009hom~1/009421/chap1.html. Adkins, J. (2016). *Marine scientist devotes career to reversing trend of by catch*. Retrieved 1 July 2018, from: https://phys.org/news/2016-03-marine-scientist-devotes-career-reversing.html.

รายงานการประชุม
ชื่อ/ชื่อสกุล./(ปีที่พิมพ์)./ชื่อเรื่อง./*ชื่อการประชุมหรือการสัมมนา*./สถานที่พิมพ์.
ตัวอย่าง สุรยุทธ แจ้งเกิด. (2559). ความมั่นคงทางอาหารของชุมชนบ้านบางปริก. *การประชุมวิชาการความมั่นคงทางอาหารแห่งชาติ*. กรุงเทพฯ.
รายงานการวิจัย
ชื่อ/ชื่อสกุล./(ปีที่พิมพ์)./ชื่อเรื่อง./รายงานวิจัย./ชื่อมหาวิทยาลัย.
ตัวอย่าง จันทิมา ชั่งสิริพร พรศิริ แก้วประดิษฐ์ และพฤกระยา พงศ์ยี่หล้า. (2559). การผลิตถ่านกัมมันต์จากถ่านไม้ยางพาราที่ได้จากโรงไฟฟ้าชีวมวลสำหรับงานเครื่องกรองน้ำ. รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
บทหนึ่งในหนังสือการประชุม (proceeding) และเอกสารการสัมมนา
ชื่อ/ชื่อสกุล./(ปีที่พิมพ์)./ชื่อบทความหรือบท./ใน/*ชื่อการประชุมหรือการสัมมนา*/(หน้าแรก-หน้าสุดท้าย)./เมืองที่พิมพ์:/หน่วยงานที่จัดทำ.
ตัวอย่าง กรวรรณ มากสุข. (2555). วาทกรรมความงามของเด็กมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดนครศรีธรรมราช. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏวิจัย ครั้งที่ 3* (หน้า 22-35). นครศรีธรรมราช: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.
บทคัดย่อในการประชุมวิชาการ (abstract in conference)
ชื่อ/ชื่อสกุล./(ปีที่พิมพ์)./ชื่อบทความ./ในบทคัดย่อ/*ชื่อการประชุม*/(หน้า)./เมืองที่พิมพ์:/หน่วยงานที่จัดทำ.
Kovitvadhi, A., Chandang, P., Luapan, J., Sriyaphai, P., Buahom, R., Cham-iam, T., Leelehapongsathon, K., Tirawattanawanich, C. and Thongprajukaew, K. (2018). Screening three cricket species (*Gryllus bimaculatus*, *Acheta domestica* and *Modicogryllus confirmata*) for broiler diets by *in vitro* digestibility techniques. In *Abstract of the 6th Mediterranean Poultry Summit* (pp. 62). Torino: The Mediterranean Poultry Network of the World's Poultry Science Association.



วารสารวิชชา

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ISSN (Print) : 0125-2380

ISSN (Online) : 2672-958X

Wichcha Journal

Nakhon Si Thammarat Rajabhat University