

ISSN 0125 - 2380



วารสาร วิชชา

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ปีที่ 36 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2560 Vol. 36 No. 2 July - December 2017

วารสารวิชาการกลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Wichcha
JOURNAL

NAKNON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY



วารสาร วิชชา WICHCHA JOURNAL

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

ปีที่ 36 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2560

Vol. 36 No. 2 July – December 2017

เจ้าของ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์วิมล คำศรี อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
บรรณาธิการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย แก้วดี
ผู้ช่วยบรรณาธิการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาวดี รามสูตร

นโยบาย

1. สนับสนุนผลงานทางวิชาการของมหาวิทยาลัย
2. เผยแพร่ผลงานทางวิชาการของบุคลากรมหาวิทยาลัยและบุคคลทั่วไป
3. สร้างความรู้และองค์ความรู้ที่ถูกต้อง พัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นและสากล

ขอบเขตงาน

เป็นวารสารที่ครอบคลุมสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยนำเสนอในรูปแบบบทความวิชาการ และบทความวิจัย ซึ่งผู้นำเสนอบทความเป็นบุคลากรของมหาวิทยาลัยและบุคคลทั่วไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการและงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. เพื่อเป็นสื่อส่งเสริมการสร้างความรู้และองค์ความรู้ในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. เพื่อเป็นเวทีนำเสนอผลงานทางวิชาการของบุคลากรในมหาวิทยาลัยและบุคคลทั่วไป

บรรณาธิการที่ปรึกษา ประกอบด้วย

ศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ ปั่นนิ่ม	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
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.สังวรณั กิจทวี	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
รองศาสตราจารย์ ดร.นภาพร ทัดนัยนา	นักวิชาการอิสระ อดีตรองศาสตราจารย์คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยบูรพา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ จริยานุกุล	นักวิชาการอิสระ อดีตผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

กองบรรณาธิการ ประกอบด้วย

ศาสตราจารย์ ดร.สมปอง เตชะโต	คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รองศาสตราจารย์ ดร.ธนิต เณลิมยานนท์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รองศาสตราจารย์ ดร.ชิตณรงค์ ศิริสถิตย์กุล	สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
รองศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ ธนิตย์ธีรพันธ์	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พจมาลย์ สุรนิลพงศ์	สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ดร.รุ่งนภา พิมเสน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
ดร.วีระยุทธ สุดสมบูรณ์	คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ผู้ประเมินอิสระหรือพิชญพิจารณา (Peer review) ตรวจสอบทางวิชาการประจำฉบับ

ศาสตราจารย์ ดร.สมปอง เตชะโต	คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ศาสตราจารย์ ดร.ดวงพร คันธโชติ	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ วุฒตะกุล	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
รองศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมชาติ มานพ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร.จรวัย สุวรรณบำรุง	สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวรรณ เสริมวิทยวงศ์	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จำนงค์ ธนะภพ	สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร โพธิ์งาม	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิวพร แซ่วัน	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชุดา กล้าเวช	คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกุลรัตน์ แสนปุตะวงษ์	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา ไส่เกื้อ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุตินุช สุจริต	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี ราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยะ สะมาลา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภวรรณ พรหมเพรา	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครศรีธรรมราช

ฝ่ายจัดการ

ดร.นพรัตน์ ชัยเรือง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรศักดิ์ แก้วอ่อน
นายวิเชียร มันแหล
นางสาวจิตติมา ดำรงวัฒนะ
นางทัศนีย์ พาเจริญ

นางสาวสุพัตร์ ชูขาว
นางจารีย์ ทองทะวีย
นายเอกวุฒิ เพชรทองด้วง
นางสาวขวัญฤทัย เดชอุดม
นางสาวรัชณี สุขศรีวรรณ

ปก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย แก้วดี

สำนักงาน สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
เลขที่ 1 หมู่ที่ 4 ตำบลท่าจั่ว อำเภอเมืองนครศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

เว็บไซต์วารสาร <http://journal.nstru.ac.th>, <http://www.rdi.nstru.ac.th>

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

พิมพ์ที่ โรงพิมพ์อักษรการพิมพ์
3/39 หมู่ที่ 1 ถนนกะโรม ตำบลโพธิ์เสด็จ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช 80000
โทร. 075-342-801

ข้อกำหนดเฉพาะของวารสาร

1. บทความที่ลงตีพิมพ์ทุกเรื่องได้รับการตรวจสอบทางวิชาการ โดยผู้ประเมินอิสระหรือพิชญพิจารย์ (Peer review) ที่มีความเชี่ยวชาญจำนวนบทความละ 2 ท่าน
2. ข้อคิดเห็นใดๆ ของบทความที่ลงตีพิมพ์ในวารสารวิชาการฉบับนี้เป็นของผู้เขียน คณะผู้จัดทำวารสาร ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วย
3. กองบรรณาธิการวารสารวิชาการไม่ได้สงวนสิทธิ์การคัดลอกแต่ให้อ้างอิงแสดงที่มา

ISSN 0125-2380

สารจากอธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

วารสารวิชา เป็นวารสารทางวิชาการประจำสถาบัน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช มาตั้งแต่ครั้งเป็นวิทยาลัยครูนครศรีธรรมราช

สาระสำคัญของวารสารฉบับนี้ ประกอบด้วยบทความวิชาการที่หลากหลาย ความหลากหลายของเนื้อหาสาระจากบทความเหล่านี้ นอกจากจะให้คุณค่าทางวิชาการแก่ผู้สนใจใฝ่ศึกษาแล้ว ยังเป็นหลักฐานยืนยันการตอบสนองนโยบาย ขอบเขตผลงานทางวิชาการ และวัตถุประสงค์ของวารสารวิชาอีกโสดหนึ่งด้วย

ความสำเร็จของการจัดทำวารสารวิชาฉบับนี้ จะช่วยให้คณะทำงานได้มีขวัญและกำลังใจ ที่จะเสริมสร้างพลังความเพียรพยายาม ให้สามารถพัฒนาวารสารวิชาไปสู่เกณฑ์มาตรฐานของวารสารวิชาการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ขอขอบคุณคณะทำงาน ผู้สร้างสรรค์ผลงาน ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้มีคุณูปการทุกท่าน ที่มีกุศลเจตนาเพื่อการนี้ และยินดีสนับสนุน ส่งเสริมให้วารสารวิชา เข้าสู่เกณฑ์มาตรฐาน ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย อย่างเต็มกำลัง



รองศาสตราจารย์วิมล คำศรี
อธิการบดี

สารจากรองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ

กระผมมีโอกาสดำรงและชื่นชม “วารสารวิชา” ก่อนนักวิจัยและนักวิชาการคนอื่นๆ ทั้งนี้เพราะผมได้รับเกียรติให้เขียนคำนิยมของวารสารฉบับนี้ ผมคิดว่าวารสารฉบับนี้เป็นวารสารที่มีคุณภาพและคุณค่าอีกฉบับหนึ่ง เพราะได้รวบรวมบทความวิจัยที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาต่างๆ ตามสาระและความเชี่ยวชาญเฉพาะ เพื่อพัฒนาวารสารให้มีมาตรฐานตามที่มุ่งมั่นตั้งใจโดยนำเสนอผลวิเคราะห์วิจารณ์ และเผยแพร่ผลงานวิชาการที่มีคุณภาพ ได้รับการยอมรับในกลุ่มนักวิชาการ ภาควิชาเครือข่ายชุมชนและภาครัฐ พัฒนาเข้าสู่ฐานข้อมูล Thai-Journal Citation Index (TCI)

กระผมขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน กองบรรณาธิการและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคน ในฐานะผู้บริหารคนหนึ่งของมหาวิทยาลัย มีหน้าที่ในการให้การสนับสนุนและส่งเสริมการพัฒนวารสารข้างต้น



ดร.นพรัตน์ ชัยเรือง

รองอธิการบดี ฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชา ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2560 นี้ ฉบับนี้มีบทความวิจัยที่มีคุณภาพในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 8 เรื่อง ที่ได้รับการคัดสรร กลั่นกรอง พิจารณาจากกองบรรณาธิการ และอนุเคราะห์ประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิอย่างครบถ้วน เพื่อให้วารสารวิชาเป็นวารสารแห่งปัญญาสำหรับผู้สนใจ เป็นเวทีนำเสนอผลงานทางวิชาการสำคัญของนักศึกษา คณาจารย์ บุคลากรในมหาวิทยาลัย และบุคคลทั่วไป

ความสำเร็จในการจัดทำวารสารวิชาเกิดขึ้นจากความร่วมมือดีจากหลายฝ่ายที่ให้ความไว้วางใจ สนับสนุน และให้กำลังใจบนพื้นฐานความเพียร พยายาม และมุ่งมั่นของกองบรรณาธิการ เพื่อประโยชน์ส่วนรวมของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช โดยกำหนดเป้าหมายสู่ความสำเร็จในการถ่ายทอดองค์ความรู้จากนักวิจัย นักวิชาการ นักศึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อย่างมีคุณภาพในรูปแบบของวารสารทางวิชาการของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ในนามของบรรณาธิการขอขอบคุณ คณะทำงาน กองบรรณาธิการ เจ้าของบทความ ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้บริหารสถาบันวิจัยและพัฒนา ผู้บริหารมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช และผู้สนับสนุนวารสารวิชาทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยผลักดันและอำนวยความสะดวกให้วารสารวิชานี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีเสมอมา

บรรณาธิการ

สารบัญ

สารจากอธิการบดี

สารจากรองอธิการบดี ฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ

บทบรรณาธิการ

หน้า

การผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบ ด้วยตัวส่งกำลัง 4 ชุด วีระศักดิ์ ไชยชาญ และ วรณวิภา ไชยชาญ	1
การคัดเลือกแบคทีเรียย่อยสลายฟอสเฟตจากดินและสภาวะที่เหมาะสม วิไลวรรณ ไชยศรี	11
การขยายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองพันธุ์กัปดาด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ กมลทิพย์ สาลีแก้ว, อรพิมล แทนทอง, ผลรัตน์ โรจน์ดวง และ สุภาวดี รามสูตร	25
ความหลากหลายของกล้วยไม้ป่า กรณีศึกษา พื้นที่รอบอาคารสำนักงานและสวนกล้วยไม้ของ สวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง วรรณวิภา ไชยชาญ	36
ผลรวมบางส่วนของสามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไป นัฐกร ทองงาม และ รณสรณ์ ชินรัมย์	48
ความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรของผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังในอำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา กฤติเดช มิ่งไม้	56
การศึกษาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมด และ Staphylococcus aureus ในสลัดโรล เมี่ยง ก้วยเตี่ยว และก้วยเตี่ยวลุยสวน บริเวณใกล้กับมหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี สุดสายชล หอมทอง, ธนัพร แดงศรี, และ ณัฐชยาน์ ภาสอนเจริญชัย	70
การคัดแยกและจำแนกชนิดเชื้อราดินป่าชายเลนในจังหวัดนครศรีธรรมราช สุมาลี เสี่ยมทอง, โสภนา วงศ์ทอง, อัมมานี อาลี, พันธิวา สิทธิภาจิรสกุล, ชูลกิพลี อุมุติ และ มุฮัมมัดซาฟิรี ยะโกะ	80

สารบัญ

	หน้า
คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ	92
แบบเสนอขอส่งบทความตีพิมพ์ลงในวารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	98
ใบสมัครสมาชิกวารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	100
แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิสำหรับการตีพิมพ์บทความวิจัย/ บทความวิชาการวารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	101
แบบสรุปผลการประเมินบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช	102

การผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบ ด้วยตัวส่งกำลัง 4 ชุด The Electric Power Generation from Horizontal Sea Wave Direction by Using Four Power Transmissions

วีระศักดิ์ ไชยชาญ* และ วรณวิภา ไชยชาญ**
Weerasak Chaichan* and Wanvipa Chaichan**

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เสนอการผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบ ด้วยตัวส่งกำลัง 4 ชุด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการเพิ่มกำลังผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบ ผู้วิจัยได้ออกแบบตัวส่งกำลัง 4 ชุด ที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระตามการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเล เพื่อไปผลักรับให้ชุดปรับความเร็วรอบหมุนเคลื่อนที่ เพลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ซึ่งถูกต่ออยู่กับเพลาของชุดปรับความเร็วรอบสามารถหมุนเคลื่อนที่และผลิตพลังงานไฟฟ้าออกมา ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส จะถูกแปลงให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงด้วยอุปกรณ์แปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อให้สามารถเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากับภาระไฟฟ้ากระแสตรง งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการวิจัยภายในห้องปฏิบัติการโดยจำลองการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลที่ความถี่เท่ากับ 0.17 Hz 0.25 Hz และ 0.5 Hz ผลการทดสอบพบว่าเมื่อติดตั้งตัวส่งกำลัง 1 ชุด 2 ชุด 3 ชุด และ 4 ชุด กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ผลิตได้ เท่ากับ 69 W เมื่อติดตั้งตัวส่งกำลัง 4 ชุด ที่ความถี่คลื่นทะเลเท่ากับ 0.5 Hz

คำสำคัญ : การผลิตไฟฟ้า, คลื่นทะเล, ตัวส่งกำลัง, ชุดปรับความเร็วรอบ

* สาขาวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
วิทยาเขตตรัง Corresponding author email: sakchaichan@hotmail.com

** สาขาสีงแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
วิทยาเขตตรัง

Abstract

This paper presents the electric power generation from horizontal sea wave direction by using four power transmissions. The purpose of this study is to increase the power output from horizontal wave direction. The researchers designed the four power transmissions that can move independently along the horizontal sea wave direction to push the shaft of gear box. Three-phase generator shaft is attached to the shaft of gear box can rotate and generate electricity. The AC power from the 3-phase generator will be converted to DC power by AC-DC converter to be able to supply power to DC power. This research was tested in the laboratory by simulating wave direction at frequencies of 0.17 Hz, 0.25 Hz and 0.5 Hz. The experimental results found that when installing 1, 2, 3 and 4 power transmissions, the maximum power of 69 W that generated from four power transmissions at sea wave frequency of 0.5 Hz.

Keywords : Electric Power Generation, Sea Wave, Power Transmission, Gear Box

1. บทนำ

ปัจจุบันอัตราการเพิ่มของประชากรและการขยายตัวทางเศรษฐกิจทำให้โลกต้องเผชิญกับวิกฤตการณ์ด้านพลังงาน อันเนื่องมาจากทั้งภาคอุตสาหกรรม การคมนาคม มีการใช้เชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลเป็นหลัก ในส่วนของการผลิตไฟฟ้าก็เช่นกันมีการใช้เชื้อเพลิงประเภทนี้ในการผลิตไฟฟ้า ส่งผลให้ปริมาณแหล่งเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลลดน้อยลงและกำลังจะหมดไปในอนาคตหากยังคงใช้ในปริมาณที่ใช้ในปัจจุบันและไม่มีการค้นพบเพิ่ม ทำให้เชื้อเพลิงประเภทนี้มีราคาที่สูงขึ้น ดังนั้นการหาแหล่งพลังงานใหม่เพื่อทดแทนเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลจึงเป็นสิ่งจำเป็นในอนาคต พลังงานหมุนเวียนถือเป็นอีกแหล่งพลังงานที่น่าสนใจเนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไม่หมดไป เช่น พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานจากความร้อนใต้พิภพ และพลังงานจากมหาสมุทร เป็นต้น พลังงานจากมหาสมุทรถือเป็นแหล่งพลังงานที่น่าสนใจ เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่ของโลกเป็นพื้นที่มหาสมุทร หากมีการวิจัยนำพลังงานจากมหาสมุทรมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าเพื่อให้เป็นแหล่งพลังงานหลักได้จะสามารถลดการใช้เชื้อเพลิงประเภทฟอสซิลได้อย่างมาก ที่ผ่านมาการวิจัยที่เกี่ยวกับการนำพลังงานคลื่นทะเลมาใช้ในการผลิตไฟฟ้ามากมาย เช่น การศึกษาการผลิตไฟฟ้าจากคลื่นชายฝั่งทะเล โดยใช้กลไกของชุดโซ่ และชุดปรับความเร็วรอบ เพื่อไปขับเคลื่อนกำเนิดไฟฟ้า โดยทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการก่อนปรับปรุงแก้ไขเพื่อไปทดสอบในสถานที่จริงโดยต่อโหลดขนาด 50 W และ 100 W จากการทดสอบพบว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเริ่มทำงานเมื่อคลื่นมีความสูงตั้งแต่ 0.1 m ถึง 0.6 m และมีประสิทธิภาพเมื่อคาบเวลาของคลื่นเท่ากับ 4 วินาทีต่อลูก สามารถผลิตไฟฟ้าสูงสุด 32.5 W ขณะต่อภาระไฟฟ้า 50 W (กฤษฎา พรหมแก้ว และสมภพ ปัญญาสมพรรค์, 2556) การผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากคลื่นชายฝั่งทะเล ด้วยการออกแบบให้หุ่น

เคลื่อนที่ขึ้นลงตามความสูงของคลื่นเพื่อไปผลักให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงหมุนโดยมีชุดปรับความเร็วรอบเพื่อให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีความเร็วรอบเพิ่มขึ้นสามารถผลิตไฟฟ้าออกมาได้ จากการทดสอบสามารถประจุแบตเตอรี่ขนาด 12 V 5 Ah ได้เต็มภายใน 1 ชั่วโมง 45 นาที ในเวลากลางวัน และสามารถประจุแบตเตอรี่ได้เต็มภายใน 2 ชั่วโมง ในเวลากลางคืน และสามารถใช้กับหลอดฮาโลเจนขนาด 12 V 20 W ได้นาน 5 ชั่วโมง เมื่ออยู่ในสภาวะที่ไม่มีคลื่นทะเล (วีระศักดิ์ ไชยชาญ และสุรินทร์ กาญจนะ, 2559) การออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องผลิตไฟฟ้าจากคลื่นทะเล ด้วยการเปลี่ยนพลังงานจลน์จากคลื่นให้เป็นกำลังทางกลจากการลอยตัวของทุ่น จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการโดยกำหนดให้ความถี่ของคลื่นทะเลเท่ากับ 0.5 Hz และความสูง 0.3 เมตร สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดเท่ากับ 50 W (บุญยภัทร ภูมิภาค และชัยวุฒิ ฉัตรอุทัย, 2559) การผลิตไฟฟ้าจากคลื่นน้ำต้นแบบทิศทางเดียว ด้วยการเปลี่ยนการเคลื่อนที่ของคลื่นในแนวราบให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อไปผลักให้เพลลาของกังหันหมุน ชุดกังหัน 1 ชุด ประกอบด้วยใบพัด 6 ใบ ใช้ชุดกังหันจำนวน 2 ชุด เพื่อขับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 28 W ผ่านชุดปรับความเร็วรอบงานวิจัยนี้ทำการทดสอบในสถานที่จริง จากการทดสอบเมื่อต่อภาระไฟฟ้า 12 W ที่ความถี่คลื่นเฉลี่ย 0.2 Hz สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าออกมาได้สูงสุด 12.9 V กระแสไฟฟ้าสูงสุด 0.65 A และกำลังไฟฟ้าสูงสุด 8.39 W (วีระศักดิ์ ไชยชาญ, 2560) ในต่างประเทศมีการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานหมุนเวียน โดยมีการเสนอหลายวิธีในการเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า (Leão Rodrigues, 2008; J. Fernández Chozas and H. C. Soerensen, 2009) ห้องปฏิบัติการแห่งชาติของ Sandia (SNL) และห้องปฏิบัติการพลังงานทดแทนแห่งชาติ (NREL) ได้ร่วมกันพัฒนาเครื่องมือสร้างแบบจำลองพลังงานคลื่น (WEC) ซึ่งสามารถจำลองการทำงานบนคอมพิวเตอร์ โดยจำลองภายใต้การปฏิบัติงานคลื่นปกติและไม่สม่ำเสมอเพื่อประเมินพลังงานไฟฟ้าที่ได้ (Ratanak *et al.*, 2015)

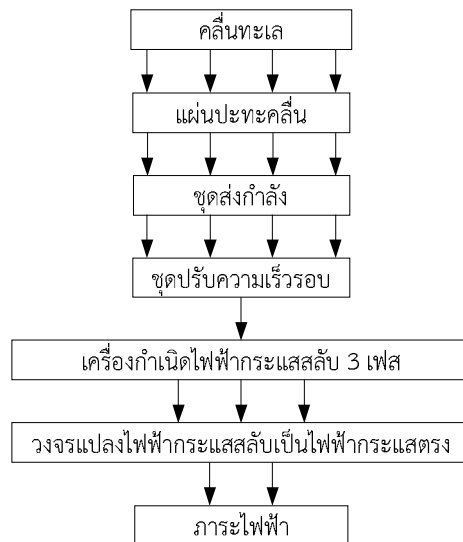
จากปัญหาวิกฤตด้านพลังงานดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยจึงเสนอการผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบด้วยตัวส่งกำลัง 4 ชุด ระบบทั้งหมดถูกออกแบบเพื่อติดตั้งกับกำแพงกันคลื่น ในส่วนของการทดสอบได้ดำเนินการในห้องปฏิบัติการ วัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ได้นำเสนอขึ้นเพื่อเพิ่มกำลังผลิตเมื่อเทียบกับวิธีดั้งเดิมแบบตัวส่งกำลังเพียง 1 ชุด ด้วยการออกแบบให้ตัวส่งกำลังแต่ละชุดสามารถทำงานแยกได้อิสระ อีกทั้งยังเป็นการลดต้นทุนในส่วนของสายส่งเมื่อเทียบกับวิธีการผลิตไฟฟ้าที่ต้องติดตั้งกลางทะเล ผลที่ได้จากการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับนำไปติดตั้งในสถานที่จริง และจะเป็นประโยชน์อย่างมากหากนำไปพัฒนาต่อเพื่อใช้ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

2. วิธีการวิจัย

2.1 หลักการผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบ

งานวิจัยนี้เสนอการเปลี่ยนพลังงานคลื่นทะเลให้เป็นพลังงานไฟฟ้าด้วยการออกแบบให้แผ่นปะทะคลื่น 4 แผ่น เคลื่อนที่ตามทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบ แผ่นปะทะคลื่นแต่ละแผ่นสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระเพื่อผลักให้ตัวส่งกำลัง 4 ชุด ไปขับเพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนเคลื่อนที่ผ่านชุดปรับความเร็วรอบ 4 ชุด เพื่อให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสามารถผลิตไฟฟ้าออกมาได้ งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ชนิดแม่เหล็กถาวร

แนวราบ เนื่องจากลักษณะโครงสร้างที่สามารถหมุนได้อย่างต่อเนื่องได้ดี ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ที่ได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะถูกแปลงให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงด้วยวงจรแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จะถูกจ่ายให้กับภาระไฟฟ้าต่อไป บล็อกไดอะแกรมแสดงการผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 บล็อกไดอะแกรมการผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบ

2.2 วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าด้วยการออกแบบให้แผ่นปะทะคลื่น 4 แผ่น เคลื่อนที่ตามการเคลื่อนที่ของคลื่นในแนวราบ และสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระต่อกัน เมื่อมีคลื่นทะเลในแนวราบมากระทบกับแผ่นปะทะคลื่นมีผลให้ตัวส่งกำลังถูกผลักให้ไปขับเคลื่อนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ผ่านชุดปรับความเร็วรอบซึ่งมีความสัมพันธ์ดังสมการที่ 1 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของชุดผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบแสดงดังภาพที่ 2

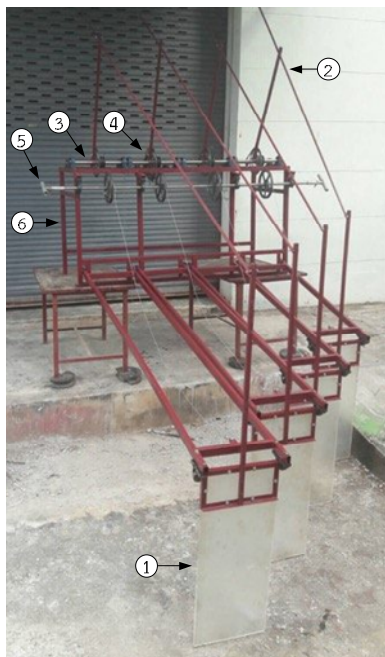
$$N_b = \frac{T_a}{T_b} N_a$$

เมื่อ T_a คือ จำนวนฟันของเฟืองขับ

T_b คือ จำนวนฟันของเฟืองตาม

N_a คือ จำนวนรอบของเฟืองขับ

N_b คือ จำนวนรอบของเฟืองตาม



เมื่อส่วนประกอบ

- 1 คือ แผ่นปะทะคลื่น
- 2 คือ ตัวส่งกำลัง
- 3 คือ ชุดปรับความเร็วรอบ
- 4 คือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า กระแสสลับ 3 เฟส
- 5 คือ จุดปรับความสูงของแผ่นปะทะคลื่น
- 6 คือ ขายึดกำแพงกันคลื่น

ภาพที่ 2 ส่วนประกอบของชุดผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบ

ในส่วนของการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 กรณีด้วยกัน คือ

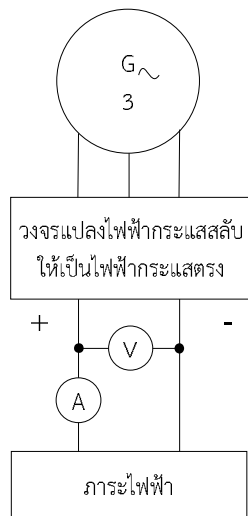
กรณีที่ 1 การดำเนินการวิจัยเพื่อหาค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และ กำลังไฟฟ้า ที่ชุดผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบสามารถจ่ายให้กับภาระไฟฟ้า เมื่อติดตั้งตัวส่งกำลัง 1 ชุด โดยทำการทดสอบที่ความถี่ของคลื่นทะเลเท่ากับ 0.17 Hz 0.25 Hz และ 0.5 Hz ตามลำดับ

กรณีที่ 2 การดำเนินการวิจัยเพื่อหาค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และ กำลังไฟฟ้า ที่ชุดผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบสามารถจ่ายให้กับภาระไฟฟ้า เมื่อติดตั้งตัวส่งกำลัง 2 ชุด โดยทำการทดสอบที่ความถี่ของคลื่นทะเลเท่ากับ 0.17 Hz 0.25 Hz และ 0.5 Hz ตามลำดับ

กรณีที่ 3 การดำเนินการวิจัยเพื่อหาค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และ กำลังไฟฟ้า ที่ชุดผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบสามารถจ่ายให้กับภาระไฟฟ้า เมื่อติดตั้งตัวส่งกำลัง 3 ชุด โดยทำการทดสอบที่ความถี่ของคลื่นทะเลเท่ากับ 0.17 Hz 0.25 Hz และ 0.5 Hz ตามลำดับ

กรณีที่ 4 การดำเนินการวิจัยเพื่อหาค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และ กำลังไฟฟ้า ที่ชุดผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบสามารถจ่ายให้กับภาระไฟฟ้า เมื่อติดตั้งตัวส่งกำลัง 4 ชุด โดยทำการทดสอบที่ความถี่ของคลื่นทะเลเท่ากับ 0.17 Hz 0.25 Hz และ 0.5 Hz ตามลำดับ

สำหรับการวัดปริมาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแสดงดังภาพที่ 3 จากนั้นคำนวณหาปริมาณกำลังไฟฟ้าจากแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าโดยมีความสัมพันธ์ตามสมการที่ 2



ภาพที่ 3 ส่วนประกอบของชุดผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบ

$$P_{DC} = V_{DC} I_{DC}$$

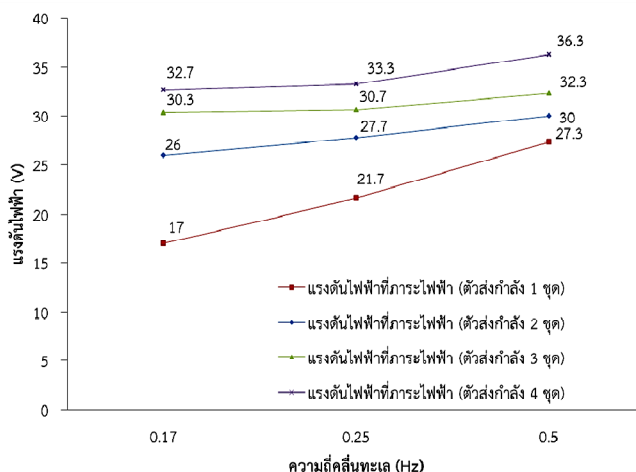
เมื่อ P_{DC} คือ กำลังไฟฟ้ากระแสตรง
 V_{DC} คือ แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
 I_{DC} คือ กระแสไฟฟ้ากระแสตรง

3. ผลการวิจัย

ผลการทดสอบการผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบที่ได้นำเสนอนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบภายในห้องปฏิบัติการโดยทำการติดตั้งตัวส่งกำลัง 1 ชุด 2 ชุด 3 ชุด และ 4 ชุด จากนั้นจำลองการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลที่มีความถี่ 0.17 Hz 0.25 Hz และ 0.5 Hz ตามลำดับ งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบกับโคมไฟฟ้าชนิดแอลอีดี ขนาด 100 W โดยมีผลการทดสอบดังนี้

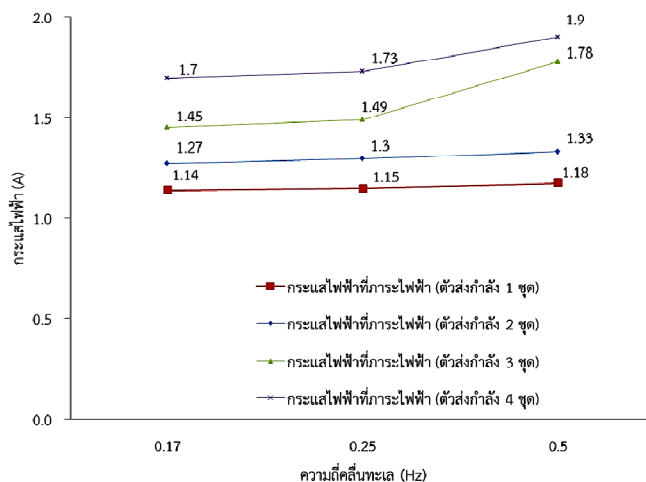
ภาพที่ 4 แสดงผลการทดสอบเมื่อติดตั้งตัวส่งกำลัง 1 ชุด เข้ากับชุดผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบ จากผลการทดสอบพบว่าชุดผลิตไฟฟ้าสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับภาระไฟฟ้าที่ 17 V 21.7 V และ 27.3 V เมื่อความถี่คลื่นทะเล 0.17 Hz 0.25 Hz และ 0.5 Hz ตามลำดับ จากนั้นเมื่อติดตั้งตัวส่งกำลัง 2 ชุด พบว่าชุดผลิตไฟฟ้าสามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเมื่อติดตั้งชุดส่งกำลัง 1 ชุด และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความถี่ของคลื่นทะเลโดยมีปริมาณเท่ากับ 26 V 27.7 V และ 30 V ตามลำดับ เมื่อติดตั้งตัวส่งกำลัง 3 ชุด เข้ากับชุดผลิตไฟฟ้าพบว่าแรงดันไฟฟ้ามีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเมื่อติดตั้งชุดส่งกำลัง 1 ชุด และ 2 ชุด และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความถี่ของคลื่นทะเลซึ่งมีค่าเท่ากับ 30.3 V 30.7 V และ 32.3 V ตามลำดับ จากนั้นเมื่อ

เพิ่มตัวส่งกำลังเป็น 4 ชุด พบว่าแรงดันไฟฟ้ามีปริมาณสูงสุดเมื่อเทียบกับเมื่อติดตั้งชุดส่งกำลัง 1 ชุด 2 ชุด และ 3 ชุด ซึ่งยังคงมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความถี่ของคลื่นทะเล โดยมีปริมาณเท่ากับ 32.7 V 33.3 V และ 36.3 V ตามลำดับ



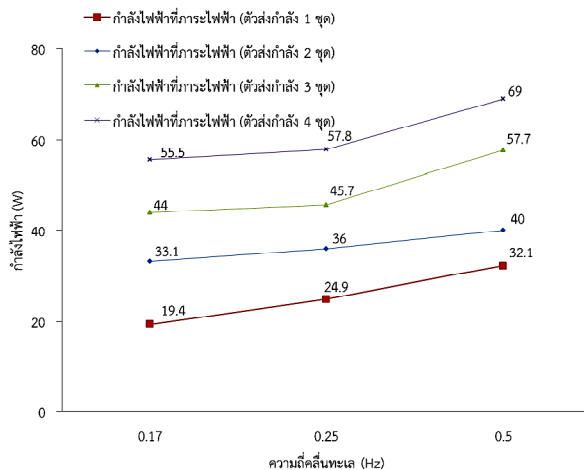
ภาพที่ 4 แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับภาระไฟฟ้าเทียบกับความถี่คลื่นทะเล เมื่อติดตั้งตัวส่งกำลัง 1 ชุด 2 ชุด 3 ชุด และ 4 ชุด

ภาพที่ 5 แสดงการทดสอบวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ชุดผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบสามารถจ่ายให้กับภาระไฟฟ้า เมื่อติดตั้งตัวส่งกำลัง 1 ชุด จากผลการทดสอบเมื่อกำหนดความถี่คลื่นทะเลเท่ากับ 0.17 Hz 0.25 Hz และ 0.5 Hz พบว่าชุดผลิตไฟฟ้าสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับภาระไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามความถี่ของคลื่นทะเลโดยมีค่าเท่ากับ 1.14 A 1.15 A และ 1.18 A ตามลำดับ จากนั้นเมื่อติดตั้งตัวส่งกำลัง 2 ชุด พบว่าปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ถูกรับให้กับภาระไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเมื่อติดตั้งชุดส่งกำลัง 1 ชุด และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความถี่ของคลื่นทะเลโดยมีค่าเท่ากับ 1.27 A 1.3 A และ 1.33 A ตามลำดับ เมื่อเพิ่มตัวส่งกำลังเป็น 3 ชุด พบว่าชุดผลิตไฟฟ้าสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเมื่อติดตั้งชุดส่งกำลัง 1 ชุด และ 2 ชุด โดยมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความถี่ของคลื่นทะเลซึ่งมีปริมาณกระแสเท่ากับ 1.45 A 1.49 A และ 1.78 A ตามลำดับ จากนั้นเมื่อเพิ่มตัวส่งกำลังเป็น 4 ชุด พบว่าชุดผลิตไฟฟ้าสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ภาระไฟฟ้าได้สูงสุดเมื่อเทียบกับเมื่อติดตั้งชุดส่งกำลัง 1 ชุด 2 ชุด และ 3 ชุด โดยยังคงมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความถี่ของคลื่นทะเลซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 1.7 A 1.73 A และ 1.9 A ตามลำดับ



ภาพที่ 5 กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับภาระไฟฟ้าเทียบกับความถี่คลื่นทะเล เมื่อติดตั้งตัวส่งกำลัง 1 ชุด 2 ชุด 3 ชุด และ 4 ชุด

ผลการทดสอบวัดปริมาณกำลังไฟฟ้าแสดงดังภาพที่ 6 เมื่อติดตั้งตัวส่งกำลัง 1 ชุด เข้ากับชุดผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบ พบว่าชุดผลิตไฟฟ้าสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับภาระไฟฟ้าได้ 19.4 W 24.9 W และ 32.1 W เมื่อความถี่คลื่นทะเล 0.17 Hz 0.25 Hz และ 0.5 Hz ตามลำดับ จากนั้นเมื่อติดตั้งตัวส่งกำลัง 2 ชุด ชุดผลิตไฟฟ้าสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเมื่อติดตั้งชุดส่งกำลัง 1 ชุด และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความถี่ของคลื่นทะเลโดยมีปริมาณเท่ากับ 33.1 W 36 W และ 40 W ตามลำดับ เมื่อเพิ่มตัวส่งกำลังเป็น 3 ชุด ชุดผลิตไฟฟ้าสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับภาระไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับเมื่อติดตั้งชุดส่งกำลัง 1 ชุด และ 2 ชุด และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความถี่ของคลื่นทะเลโดยมีค่าเท่ากับ 44 W 45.7 W และ 57.7 W ตามลำดับ จากนั้นเมื่อเพิ่มตัวส่งกำลังเป็น 4 ชุด พบว่ากำลังไฟฟ้ามีปริมาณสูงสุดและเพิ่มขึ้นตามความถี่คลื่นทะเลเมื่อเทียบกับการติดตั้งชุดส่งกำลัง 1 ชุด 2 ชุด และ 3 ชุด โดยมีปริมาณเท่ากับ 55.5 W 57.8 W และ 69 W ตามลำดับ



ภาพที่ 6 กำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับภาระไฟฟ้าเทียบกับความถี่คลื่นทะเล เมื่อติดตั้งตัวส่งกำลัง 1 ชุด 2 ชุด 3 ชุด และ 4 ชุด

4. การอภิปรายผล และสรุปผล

4.1 อภิปรายผล

จากผลการทดสอบการผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบ ด้วยตัวส่งกำลัง 4 ชุด ในห้องปฏิบัติการ ทำให้ทราบว่าจำนวนของตัวส่งกำลังที่ถูกติดตั้งเข้ากับชุดผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบมีผลต่อปริมาณไฟฟ้าที่ชุดผลิตไฟฟ้าสามารถจ่ายให้กับภาระไฟฟ้า นั่นคือจำนวนตัวส่งกำลังที่เพิ่มขึ้นมีผลให้ชุดผลิตไฟฟ้าสามารถจ่ายปริมาณไฟฟ้าให้ภาระไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น และในส่วนของความถี่คลื่นทะเลก็มีผลต่อปริมาณไฟฟ้าที่ชุดผลิตไฟฟ้าผลิตได้เช่นกัน โดยหากคลื่นทะเลมากระทบตัวส่งกำลังที่มีความถี่ยิ่งมาก ชุดผลิตไฟฟ้าจะยังสามารถผลิตไฟฟ้าเพื่อจ่ายให้กับภาระไฟฟ้าได้มาก โดยปริมาณแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ได้จากการทดสอบมีค่าเท่ากับ 36.3 V 1.9 A และ 69 W ตามลำดับ เมื่อติดตั้งตัวส่งกำลัง 4 ชุด ความถี่คลื่นทะเลเท่ากับ 0.5 Hz และเมื่อติดตั้งตัวส่งกำลัง 1 ชุด เข้ากับชุดผลิตไฟฟ้าพบว่า แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้ามีค่าต่ำสุดที่ความถี่คลื่นทะเล 0.17 Hz โดยมีปริมาณเท่ากับ 17 V 1.14 A และ 19.4 W ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4 - 6

4.2 สรุปผล

งานวิจัยนี้เสนอการผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบ ด้วยการออกแบบให้ตัวส่งกำลังทั้ง 4 ชุด สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระเพื่อไปผลักให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุนและมีชุดปรับความเร็วรอบเพื่อให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีความเร็วรอบที่เหมาะสมสามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับภาระไฟฟ้าได้ จากการทดสอบภายในห้องปฏิบัติการโดยจำลองการเคลื่อนที่ของคลื่นด้วยการโยกแผ่นปะทะคลื่นที่มีความถี่ 0.17 Hz 0.25 Hz และ 0.5 Hz โดยติดตั้งตัวส่งกำลัง 1 ชุด 2 ชุด 3 ชุด และ 4 ชุด จากผลการทดสอบพบว่าชุดผลิตไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของคลื่นทะเลในแนวราบสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุด 69 W ที่จำนวนการติดตั้งตัวส่งกำลัง 4 ชุด ความถี่คลื่นทะเล 0.5 Hz ผลที่

ได้จากการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับเลือกพื้นที่ติดตั้งในสถานที่จริง และหากนำไปพัฒนาต่อเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตจะเป็นประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่ให้การสนับสนุนทุก ๆ ด้านในการวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- ภุชญา พรหมแก้ว และสมภพ ปัญญาสมพรรค. (2556, กันยายน – ธันวาคม). การศึกษาการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากคลื่นชายฝั่งทะเล. *Princess of naradhiwas university journal*, 5(3), 37-46.
- บุญยภัทร ภูมิภาค และชัยวุฒิ ฉัตรอุทัย. (2559). ต้นแบบเครื่องกำเนิดพลังงานจากคลื่นทะเล. ใน *การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 39 2-4 พฤศจิกายน พ.ศ.2559 (หน้า49-52)*. จันทบุรี.
- วีระศักดิ์ ไชยชาญ และสุรินทร์ กาญจนะ. (2559, พฤษภาคม - สิงหาคม). การผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กจากคลื่นชายฝั่งทะเล. *วารสาร มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 9(2), 108-117.
- วีระศักดิ์ ไชยชาญ. (2560). การผลิตไฟฟ้าจากคลื่นน้ำตื้นแบบทิศทางเดียว สำหรับพื้นที่ชายฝั่งทะเล. ใน *การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9 2-4 พฤษภาคม พ.ศ.2560 (หน้า 226-229)*. จันทบุรี.
- J. Fernández Chozas and H. C. Soerensen. (2009). State of the Art of Wave Energy in Spain. *Electrical Power & Energy Conference (EPEC), 2009 IEEE 22-23 October 2009*, 1-6.
- Leão Rodrigues. (2008). Wave power conversion systems for electrical energy production. *RE&PQJ, Vol.1, No.6*, 601-607.
- Ratanak So, Sean Casey, Sam Kanner, Asher Simmons and Ted K. A. Brekken. (2015). PTO-Sim: Development of a Power Take Off Modeling Tool for Ocean Wave Energy Conversion. *Power & Energy Society General Meeting, 2015 IEEE 26-30 July 2015*, 1-5.

การคัดเลือกแบคทีเรียละลายฟอสเฟตจากดินและสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญ และการละลายฟอสเฟต

Isolation of Phosphate Solubilizing Bacteria from Soil and Optimization for Growth and Phosphate Solubilization

วิไลวรรณ ไชยสร*

Wilaiwan Chaisorn*

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการแยกแบคทีเรียที่มีความสามารถในการละลายฟอสเฟตที่อยู่ในรูปไม่สามารถละลายได้ เช่น ไตรแคลเซียมฟอสเฟต ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) เฟอริกฟอสเฟต (FePO_4) และ อลูมิเนียมฟอสเฟต (AlPO_4) เพื่อช่วยในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช งานวิจัยนี้ได้คัดเลือกแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการละลายฟอสเฟตจากดินในนาข้าว สวนยางพารา สวนปาล์มน้ำมัน และแปลงผัก ในจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยเลี้ยงในอาหารคัดเลือกชนิด Pikovskaya agar และทดสอบประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตในอาหารเหลวด้วยวิธี Watanabe และ Olsen's method จากผลการทดลองพบว่าสามารถคัดแยกแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการละลายฟอสเฟต ซึ่งแสดงลักษณะวงใสรอบโคโลนีได้ทั้งหมด 17 ไอโซเลต จากดินทั้งหมด โดยไอโซเลต VP2 ที่คัดแยกได้จากดินแปลงผักมีกิจกรรมการละลายฟอสเฟตได้สูงที่สุด (วงใสขนาด 15 ± 0.30 มิลลิเมตร) หลังจากนั้นเมื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญและกิจกรรมการละลายฟอสเฟตโดยการปรับปรุงองค์ประกอบของอาหาร Pikovskaya (PVK medium) พบว่าองค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมประกอบด้วย กลูโคส 7.5 g/L เป็นแหล่งคาร์บอน $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 6 g/L เป็นแหล่งไนโตรเจน ยีสต์สกัด 2.5 g/L และอื่นๆ ตามสูตรดั้งเดิมเป็นองค์ประกอบที่เหมาะสม สำหรับปัจจัยทางด้านเคมี-กายภาพที่เหมาะสมคือปรับพีเอชเริ่มต้นของอาหารเลี้ยงเชื้อเท่ากับ 6.0 หรือ 7.0 และปรับอัตราการให้อากาศเท่ากับ 2.0 vvm โดยภายใต้สภาวะที่เหมาะสมค่าการเจริญและกิจกรรมการละลายฟอสเฟตสูงที่สุดกับ 5.91 g/L น้ำหนักเซลล์แห้งและ 44.42 mg/L ตามลำดับ

คำสำคัญ : แบคทีเรีย, การละลายฟอสเฟต, สภาวะที่เหมาะสม

* อาจารย์ประจำสาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

Corresponding author email: chaisorn.w@gmail.com

Abstract

Bacteria were able to solubilize phosphate available to plant from insoluble phosphate such as tricalcium phosphate ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), ferric phosphate (FePO_4) and aluminum phosphate (AlPO_4) that their effectiveness on promoting the plant growth. This research aimed to screen phosphate solubilizing bacteria from soil from plantation of rice, rubber, palm and vegetable in Nakhon Si Thammarat by Pikovskaya agar and test effectiveness of Phosphate solubilization in liquid media by Watanabe and Olsen's method. The results showed that 17 isolates of phosphate solubilizing bacteria was obtained from all sources of soil. The most effective isolate was VP2 isolated from vegetable plantation gave higher solubilized activity (halozone of 15 mm). After that, the optimal conditions for VP2 growth and phosphate solubilization activity were studied by modified compositions of Pikovskaya medium (PVK medium) by conventional method. The optimal compositions of medium were contained with glucose 7.5 g/L as carbon source, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 6 g/L as nitrogen source, yeast extract 0.2 g/L and other composition of PVK medium. The physiochemical conditions were adjusted initial pH of culture medium at 6.0 or 7.0 and aeration rate of 2.0 vvm. Under the optimal condition, the maximum of VP2 growth and phosphate solubilization were 5.91 g/L DCW and 44.42 mg/L, respectively.

Keyword: Bacteria, Phosphate solubilizing, optimization

1. บทนำ

ฟอสฟอรัส (P) เป็นธาตุอาหารหลักของพืช ซึ่งมีผลต่อการงอกของราก การออกดอก การสร้างหัวและการสุกของผล ดินส่วนมากมีฟอสฟอรัสทั้งรูปอินทรีย์และอนินทรีย์ซึ่งอยู่ในรูปที่ละลายยากหรือไม่ละลายและเป็นฟอสฟอรัสที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ซึ่งมีอยู่ประมาณ 95 – 99 เปอร์เซ็นต์ (Pradhan and Sukla, 2005) ซึ่งในดินโดยทั่วไปฟอสฟอรัสในดินมี 4 รูปแบบ คือ ฟอสฟอรัสที่ละลายอยู่ในสารละลายดิน ฟอสฟอรัสดูดซับอยู่กับอนุภาคดิน ฟอสฟอรัสที่จับอยู่กับอินทรีย์วัตถุในดิน และสารประกอบอนินทรีย์ฟอสเฟต ซึ่งฟอสฟอรัสจะมีประโยชน์ได้ก็ต่อเมื่อฟอสฟอรัสถูกปลดปล่อยออกมาอยู่ในรูปฟอสฟอรัสที่ละลายในดินเท่านั้นที่พืชสามารถดูดใช้ได้ (Brady, 2002) แต่อย่างไรก็ตามจากการที่ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายดินมีค่อนข้างต่ำมาก สำหรับการชดเชยที่มาจากการละลายโดยธรรมชาติของฟอสฟอรัสอาจจะไม่พอเพียง สำหรับวิธีการชดเชยที่จะทำให้ฟอสฟอรัสในสารละลายดินมีเพียงพอถือว่าเป็นสิ่งที่มีความซับซ้อน เพราะฟอสฟอรัสพร้อมที่จะเกิดปฏิกิริยากับองค์ประกอบอื่นๆ ที่อยู่ในดินแล้วเกิดเป็นสารประกอบต่างๆ เกิดขึ้น เช่น สารประกอบของแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก อลูมิเนียม และฟลูออรีน เมื่อดินเป็นกรด

หรือเป็นต่าง ซึ่งทำให้ฟอสฟอรัสมีปริมาณต่ำและไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช (Stevenson, 2005) ดังนั้นการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มสารอาหารให้แก่พืชจึงเป็นการวิธีการที่เกษตรกรใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยที่การใช้ปุ๋ยเคมีในแปลงพืชผลทางการเกษตรของเกษตรกรในปัจจุบันมีผลกระทบอย่างหนึ่งที่สำคัญคือการสะสมฟอสฟอรัสในรูปที่พืชไม่สามารถใช้ได้ดินสะสมเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ดังจะเห็นได้ว่าปัจจุบันปัญหาที่ดินที่ใช้ในการทำเกษตรต่อเนื่องเป็นเวลานานเกิดปัญหาดินเสื่อมคุณภาพ (ยงยุทธ และคณะ 2551) ดังนั้นถ้าสามารถย่อยละลายฟอสเฟตในดินกลุ่มที่พืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ให้พืชสามารถใช้ได้จัดเป็นแนวอย่างหนึ่งที่น่าสนใจ ซึ่งจุลินทรีย์ในธรรมชาติบางชนิดมีศักยภาพในการละลายฟอสเฟตในดินให้พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการละลายฟอสเฟตมีอยู่หลายกลุ่มทั้ง แอคติโนมัยซีท แบคทีเรีย และเชื้อรา เช่น *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., และ *Xanthomonas* spp. โดยจุลินทรีย์เป็นตัวที่ช่วยดูดซับธาตุฟอสฟอรัสในดินซึ่งปกติแล้วรากพืชไม่สามารถละลายฟอสฟอรัสในรูปที่ไม่ละลายให้ละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ การละลายฟอสเฟตเกิดจากจุลินทรีย์สร้างสารที่มีฤทธิ์เป็นกรดไปย่อยละลายฟอสฟอรัสรูปที่ไม่ละลายให้มีละลายออกมาและเป็นฟอสฟอรัสที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้ สารที่มีฤทธิ์เป็นกรดที่จุลินทรีย์สร้างขึ้นมีทั้งเป็นกรดอินทรีย์ เช่น กรดอะซิติก กรดแลคติก และกรดอินทรีย์ เช่น กรดไนตริก และกรดซัลฟูริก กรดอินทรีย์บางชนิดมีคุณสมบัติเป็นสารคีเลต (Chelate) กับแคลเซียมและแมกนีเซียม สามารถละลายฟอสเฟตทำให้ฟอสเฟตในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้มีปริมาณเพิ่มขึ้น (Yadav and Dadarwal, 1997) การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์เพื่อให้เกิดการละลายฟอสเฟตในดินที่อยู่ในรูปที่พืชไม่สามารถใช้ได้ให้สามารถใช้ได้เป็นการใช้ประโยชน์จากแร่ธาตุที่มีอยู่ในดินหรือปุ๋ยเคมีที่เติมลงไปที่ดินให้เกิดประโยชน์สูงสุด ลดปริมาณปุ๋ยเคมี ซึ่งจุลินทรีย์สามารถเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วทำให้มีศักยภาพสูงในการใช้ประโยชน์

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่คัดเลือกจุลินทรีย์จากดินที่มีประสิทธิภาพในการละลายฟอสเฟตโดยทดลองในอาหารเลี้ยงเชื้อ หาสภาวะที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์และประสิทธิภาพในการละลายฟอสเฟต

2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

2.1 การคัดเลือกแบคทีเรียละลายฟอสเฟตจากดิน

นำตัวอย่างดินจาก 4 แหล่ง คือ นาข้าว สวนยางพารา สวนปาล์มน้ำมัน และแปลงผัก โดยเก็บตัวอย่างดินที่ความลึก 15 เซนติเมตร จาก 6 จุดในหนึ่งตำแหน่งพื้นที่ นำตัวอย่างดินทำให้แห้งเพื่อให้ได้น้ำหนักดินตัวอย่างเริ่มต้นที่เท่ากันแล้วบดละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน เก็บตัวอย่างดินที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส คัดแยกแบคทีเรียละลายฟอสเฟตจากดินทำโดยนำตัวอย่างดิน 1 กรัม มาเติมลงไป 9 มิลลิลิตรของน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อเขย่าให้กัน ทำ Serial dilution ให้ได้ความเข้มข้น 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} และ 10^{-8} ตามลำดับ 0.1 มิลลิลิตรของความเข้มข้น 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} นำไปเกลี่ย (spread) งานเพาะเลี้ยงเชื้อที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งชนิด Pikovskaya's agar medium (PVK) (Sharma, et al., 2011) ที่มี Tricalcium phosphate ซึ่งไม่ละลายน้ำ นำงานเลี้ยงเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 30 °C นาน 7 วัน คัดเลือกจุลินทรีย์ที่โคโลนีเกิดวงใส วัดขนาดของวงใสที่เกิดขึ้นด้วยเวอร์เนีย (Vernier caliper)

2.2 สภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรีย

เลี้ยงเชื้อที่คัดเลือกได้ในฟลาस्कที่มีอาหารเหลวสังเคราะห์ชนิด Pikovskaya's broth (PVK) บนที่เขย่าที่ความเร็วรอบ 180 รอบต่อนาที อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) นาน 16 ชั่วโมง ($\text{O.D.}_{600\text{nm}} \sim 0.5-0.7$) แล้วถ่ายกล้ำเชื้อเริ่มต้นปริมาตร 10 เปอร์เซ็นต์ลงในฟลาस्कที่มีอาหารเหลวสังเคราะห์ชนิด Pikovskaya's broth (PVK) ที่มีการแปรผันองค์ประกอบและสภาวะการเลี้ยงเชื้อ และทำการเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิห้องนาน 72 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างวิเคราะห์ค่าการเจริญ (น้ำหนักเซลล์แห้ง) และค่าการละลายฟอสเฟตทุก 0, 6, 12, 24, 36, 48, 60 และ 72 ชั่วโมง

2.2.1 องค์ประกอบของอาหารที่เหมาะสมต่อการผลิตละลายฟอสเฟต

2.2.1.1 ผลของแหล่งคาร์บอน ศึกษาผลแหล่งคาร์บอน 3 แหล่ง คือ กลูโคส ซูโครส กาบน้ำตาล ความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร

2.2.1.2 ผลของความเข้มข้นของแหล่งคาร์บอน ศึกษาความเข้มข้นของแหล่งคาร์บอนที่เหมาะสม โดยแปรผันความเข้มข้น 5 ความเข้มข้น คือ ความเข้มข้น 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 กรัมต่อลิตร

2.2.1.3 ศึกษาผลแหล่งของไนโตรเจน ศึกษาผลแหล่งไนโตรเจน 3 แหล่ง คือ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, NH_4NO_3 และยูเรีย ความเข้มข้น 0.5 กรัมต่อลิตร

2.2.1.4 ผลของความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสม โดยแปรผันความเข้มข้น คือ 2, 4, 6, 8 และ 10 กรัมต่อลิตร

2.2.1.5 ผลของความเข้มข้นของยีสต์สกัด ศึกษาความเข้มข้นของยีสต์สกัด โดยแปรผันความเข้มข้น คือ 0, 0.25, 0.5, 0.75 และ 1.0 กรัมต่อลิตร

2.2.2 สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟต

2.2.2.1 ผลพีเอชเริ่มต้นของอาหารเลี้ยงเชื้อ ศึกษาพีเอชเริ่มต้นของอาหารเลี้ยงเชื้อโดยแปรผันพีเอช คือ 5, 6, 7, 8 และ 9 โดยการปรับพีเอชด้วย 5M NaOH และ 5M HCl

2.2.2.2 ผลของอากาศต่อการเจริญและการละลายฟอสเฟต ศึกษาผลของการให้อากาศโดยใช้ถังหมักขนาด 5 ลิตรที่มีปริมาตรอาหารอาหารเลี้ยงเชื้อ 3 ลิตร โดยแปรผันอัตราการให้อากาศ คือ 1.5, 2.0 และ 2.5 vvm

เลี้ยงเชื้อที่คัดเลือกได้ในอาหารสังเคราะห์ที่มีการแปรผันสภาวะทดสอบบนที่เขย่าที่ความเร็วรอบ 180 รอบต่อนาที อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) นาน 72 ชั่วโมง โดยเก็บตัวอย่างที่เวลาต่างๆ วัดค่าการเจริญโดยวิเคราะห์จากน้ำหนักของเซลล์แห้ง (Dry cell weight; DCW) และการละลายฟอสเฟต นำหนักที่ได้ไปหมนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที แยกส่วนตกก่อนเซลล์และน้ำเลี้ยงปราศจากเซลล์ออกจากกัน นำตะกอนเซลล์ล้างด้วยน้ำกลั่น หมนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 8,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที นำตะกอนเซลล์ที่ได้ไปอบที่ 105 องศาเซลเซียสนาน 24 ชั่วโมง นำมาชั่งน้ำหนักเซลล์แห้ง สำหรับน้ำเลี้ยงปราศจากเซลล์นำมาหาความเข้มข้นของฟอสเฟตโดยวิธีของ Watanabe และ Olsen's method (1965)

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance) โดยวิเคราะห์ค่าวาเรียนซ์ (one way analysis of variance) ตามการจัดการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design: CRD) ทดสอบความแตกต่างระหว่างการทดลองโดยใช้ค่า F-test ใช้ Least Significant Difference (LSD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในกรณีที่เกิดความแตกต่างระหว่างในชุดการทดลองที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรม SPSS for window version 12.0

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการคัดเลือกแบคทีเรียละลายฟอสเฟตจากดิน

3.1.1 การคัดแยกแบคทีเรียละลายฟอสเฟต

แบคทีเรียละลายฟอสเฟตจากดินคัดแยกได้โดยเฉพาะเลี้ยงเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งชนิด Pikovskaya's agar medium (PVK) (Sharma, *et al.*, 2011) ที่มี Tricalcium phosphate ซึ่งไม่ละลายน้ำ ที่อุณหภูมิ 30 °C นาน 7 วัน โคโลนีเกิดวงใสที่สามารถละลายฟอสเฟตได้จะเกิดวงใสรอบๆ โคโลนี จากการทดลองพบว่าจำนวนแบคทีเรียได้ทั้งหมด เท่ากับ 2.3×10^7 , 3.3×10^5 , 4.2×10^4 และ 6.0×10^7 CFU/mL สำหรับพื้นที่ นาข้าว สวนยางพารา สวนปาล์ม น้ำมัน และแปลงผัก ตามลำดับ แต่จากโคโลนีทั้งหมดพบว่าสามารถคัดเลือกโคโลนีของเชื้อที่มีประสิทธิภาพในการละลายฟอสเฟตซึ่งแสดงลักษณะวงใสเมื่อเลี้ยงเชื้อบนอาหารแข็ง PVK ได้ 3, 5, 2 และ 7 ไอโซเลต ตามลำดับ ผลของประสิทธิภาพในการละลายฟอสเฟตจาก 17 ไอโซเลตที่แยกได้จากดินทั้ง 4 แหล่งสามารถละลายฟอสเฟตซึ่งให้ลักษณะวงใสรอบๆ โคโลนีพบว่าไอโซเลต R3, RP5, PP2 และ VP2 เป็นเชื้อที่มีประสิทธิภาพในการละลายฟอสเฟตได้ดีที่สุดสำหรับพื้นที่ นาข้าว สวนยางพารา สวนปาล์มและแปลงผักตามลำดับ (ตารางที่ 1) โดยมีค่าวงใสของการละลายเท่ากับ 7 ± 0.14 , 13 ± 0.14 , 12 ± 0.30 และ 15 ± 0.30 มิลลิเมตร ตามลำดับ จากผลการทดลองที่ได้จึงคัดเลือกไอโซเลต VP2 ซึ่งเป็นไอโซเลตที่มีประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตสูงที่สุดไปศึกษาการเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟต

3.2 ผลของสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรีย

3.2.1 องค์ประกอบของอาหารที่เหมาะสมต่อการผลิตละลายฟอสเฟต

3.2.1.1 ผลของแหล่งคาร์บอน ผลของแหล่งคาร์บอน 3 แหล่ง คือ กลูโคส ซูโครส และกากน้ำตาล โดยใช้ความเข้มข้น 5 กรัมต่อลิตร ต่อการเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตจากเชื้อไอโซเลต VP2 พบว่าแหล่งของคาร์บอนที่ต่างกันมีผลต่อการเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟต โดยการเจริญสูงที่สุดเท่ากับ 0.91, 0.76 และ 0.40 กรัมต่อลิตร และประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตสูงที่สุดเท่ากับ 7.41, 3.92 และ 4.29 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีน้ำตาลกลูโคส น้ำตาลซูโครส และกากน้ำตาล ตามลำดับ อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ น้ำตาลกลูโคสเป็นแหล่งคาร์บอนจะให้การเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟต

3.2.1.2 ผลของความเข้มข้นของแหล่งคาร์บอน กลูโคสเป็นแหล่งคาร์บอนที่ดีที่สุดที่คัดเลือกได้เมื่อศึกษาความเข้มข้นของแหล่งคาร์บอน โดยแปรผันความเข้มข้น 5 ความเข้มข้น

คือ ความเข้มข้น 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 กรัมต่อลิตร ต่อการเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตของไอโซเลต VP2 พบว่าการเจริญสูงสุด (น้ำหนักเซลล์แห้ง) เท่ากับ 0.88, 1.70, 2.06, 2.91 และ 0.69 กรัมต่อลิตร และประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตสูงสุด เท่ากับ 16.61, 20.63, 20.91, 25.87 และ 8.06 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยจากการทดลองพบว่าเมื่อความเข้มข้นของกลูโคสเพิ่มขึ้น (0, 2.5, 5.0 และ 7.5 กรัมต่อลิตร) ประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตของไอโซเลต VP2 เพิ่มขึ้นแต่เมื่อความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคสเริ่มต้นเป็น 10 กรัมต่อลิตร พบว่าประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตลดลง ดังนั้นจากการทดลองพบว่าไอโซเลต VP2 ให้การเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตสูงสุด (2.9 กรัมต่อลิตร และ 25.87 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ) ในอาหาร PVK-medium ที่มีการปรับสูตรอาหารโดยใช้น้ำตาลกลูโคส ความเข้มข้น 7.5 กรัมต่อลิตร เป็นแหล่งคาร์บอน

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตโดยวัดขนาดของวงใสของโคโลนีแบคทีเรียบนอาหารแข็ง PVK เมื่อเลี้ยงที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสนาน 7 วัน

พื้นที่	ไอโซเลต	ประสิทธิภาพการละลาย (ขนาดวงใส) (มิลลิเมตร)
นาข้าว	R1	5±0.20
	R2	3±0.15
	R3	7±0.14
สวนยางพารา	RP1	7±0.21
	RP2	8±0.31
	RP3	3±0.20
	RP4	6±0.21
	RP5	13±0.14
สวนปาล์มน้ำมัน	PP1	7±0.15
	PP2	12±0.30
แปลงผัก	VP1	7±0.24
	VP2	15±0.30
	VP3	9±0.37
	VP4	6±0.12
	VP5	8±0.25
	VP6	11±0.18
	VP7	10±0.21

3.2.1.3 ผลแหล่งของไนโตรเจน ผลของแหล่งไนโตรเจน 3 แหล่ง คือ Urea, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ และ NH_4NO_3 ความเข้มข้น 0.5 กรัมต่อลิตร ต่อการเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟต เมื่อเลี้ยงไอโซเลต VP2 ที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส) บนเครื่องเขย่าความเร็ว 180 รอบต่อนาที นาน 72 ชั่วโมง จากการทดลองพบว่าแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมคือ

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ซึ่งให้การเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตสูงที่สุดเท่ากับ 3.53 กรัมต่อลิตร และ 33.90 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลของแหล่งไนโตรเจนต่อการเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตจากไอโซเลต VP2 ที่เลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 °C) บนเครื่องเขย่า (180 rpm) เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

Nitrogen source (0.5 g/L)	Maximum	
	DCW (g/L)	Phosphate solubilization (g/L)
Urea	2.23 ^a	20.11 ^a
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	3.53 ^b	33.90 ^b
NH_4NO_3	1.59 ^c	14.87 ^c

หมายเหตุ ^{a, b, c} Different letters in the same column indicate the significant difference ($p < 0.05$)

3.2.1.4 ผลของความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจน ผลการศึกษาผลของความเข้มข้น (2, 4, 6, 8 และ 10 กรัมต่อลิตร) ของแหล่งไนโตรเจน $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ต่อการเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตของแบคทีเรียไอโซเลต VP2 พบว่าการเจริญของเชื้อสูงสุดเท่ากับ 1.97, 3.43, 3.69, 3.90 และ 3.44 กรัมต่อลิตร (ภาพที่ 1a) และประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตสูงสุดเท่ากับ 24.45, 28.48, 32.90, 30.60 และ 29.55 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 1b) เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีความเข้มข้นของ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ความเข้มข้น 2, 4, 6, 8 และ 10 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจน $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ที่ให้การละลายฟอสเฟตได้ดีที่สุดคือ 6 กรัมต่อลิตร

3.2.1.5 ผลของความเข้มข้นของยีสต์สกัด จากผลการศึกษาผลของความเข้มข้นของยีสต์สกัดในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด PVK-medium ที่มีการแปรผันความเข้มข้นของยีสต์สกัด 0, 2.5, 5.0, 7.5 และ 10 กรัมต่อลิตร พบว่าการเจริญสูงที่สุด (น้ำหนักเซลล์แห้ง) เท่ากับ 1.96, 3.43, 3.69, 3.90 และ 3.43 กรัมต่อลิตร (ภาพที่ 2a) ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตสูงที่สุดเท่ากับ 26.14, 34.79, 31.90, 31.13 และ 28.72 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 2b) ตามลำดับ จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของยีสต์สกัดมีผลต่อการเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟต โดยความเข้มข้นของยีสต์สกัดที่เหมาะสมคือ 2.5 กรัมต่อลิตร

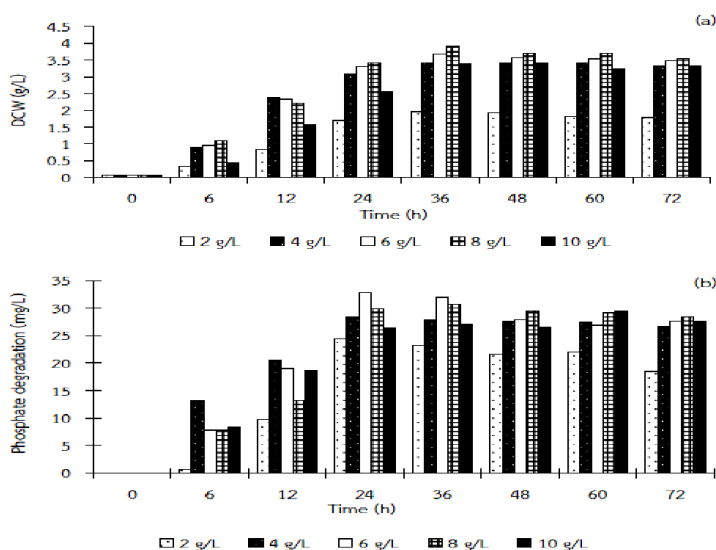
3.2.2 สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟต

3.2.2.1 ผลพีเอชเริ่มต้นของอาหารเลี้ยงเชื้อ จากการทดลองพบว่า เมื่อศึกษาผลของพีเอชของอาหารเลี้ยงเชื้อเริ่มต้นที่ 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 ต่อการเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตของไอโซเลต VP2 พบว่า พีเอชเริ่มต้นของอาหารเลี้ยงเชื้อเริ่มต้น 5.0, 6.0, 6.5, 7.0 และ 8.0 มีผลต่อการเจริญ (ภาพที่ 3a) และประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟต (ภาพที่ 3b) โดยมีการเจริญ (น้ำหนักเซลล์แห้ง) สูงสุดเท่ากับ 2.32, 4.15, 5.30, 5.74 และ 1.96 กรัมต่อลิตร และประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตสูงที่สุดเท่ากับ 3.92, 31.95, 40.17, 40.23 และ 20.23 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีการปรับพีเอชเริ่มต้น

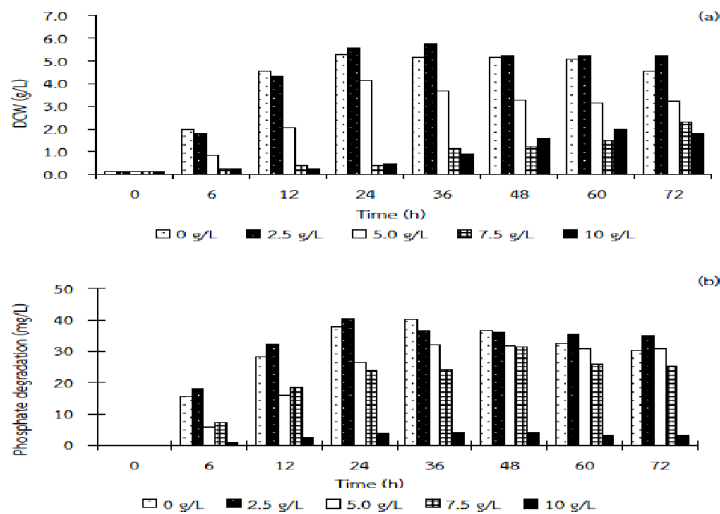
เท่ากับ 7.0 จะมีผลต่อการเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตสูงที่สุดโดยมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 5.74 กรัมต่อลิตร และ 40.23 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ แต่จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการปรับพีเอชเริ่มต้นของอาหารเลี้ยงเชื้อเป็น 7.0 จะให้ค่าการเจริญที่สูงที่สุดแต่เมื่อพิจารณาการผลิตละลายฟอสเฟตชีวภาพพบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีการปรับพีเอชเริ่มต้น 6.5 และ 7.0 ให้การผลิตละลายฟอสเฟตที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) จะเห็นได้ว่าพีเอชของอาหารเลี้ยงเชื้อจะมีผลต่อการเจริญและการผลิตละลายฟอสเฟตเป็นปัจจัยสำคัญต่อการผลิตละลายฟอสเฟตของไอโซเลต VP2

3.2.2.2 ผลของอากาศต่อการเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟต

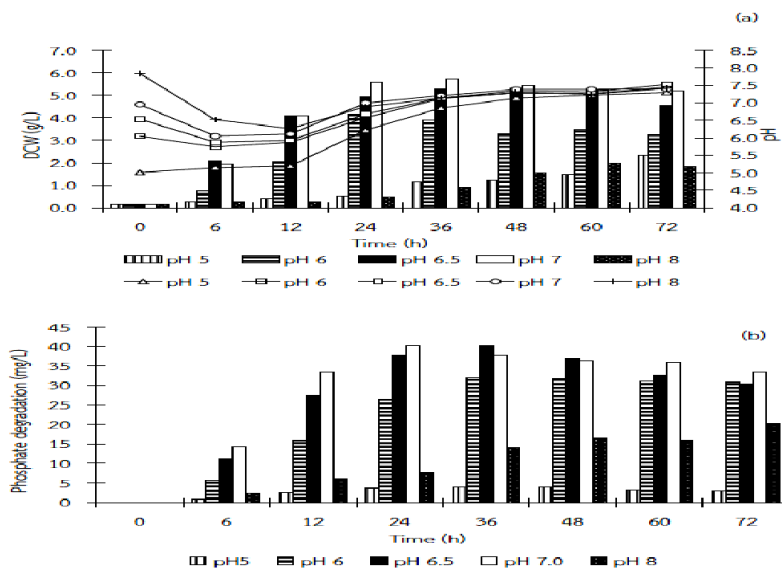
จากการทดลองเมื่อศึกษาผลของอัตราการให้อากาศด้วยอัตรา 1.5, 2.0 และ 2.5 vvm ต่อการเจริญ (ภาพที่ 4a) และประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟต (ภาพที่ 4b) ซึ่งจากการทดลองพบว่าผลของอัตราการให้อากาศเท่ากับ 1.5, 2.0 และ 2.5 vvm จะให้การเจริญที่สูงที่สุดเท่ากับ 4.85, 5.91 และ 5.78 กรัมต่อลิตร และประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตที่สูงที่สุดเท่ากับ 39.42, 44.42 และ 41.38 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จากการทดลองพบว่าเมื่อให้อากาศเท่ากับ 2.0 vvm จะให้การเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตที่สูงที่สุด โดยอัตราการให้อากาศที่เหมาะสมจะส่งผลต่ออัตราการละลายของออกซิเจนในสภาวะการเลี้ยง



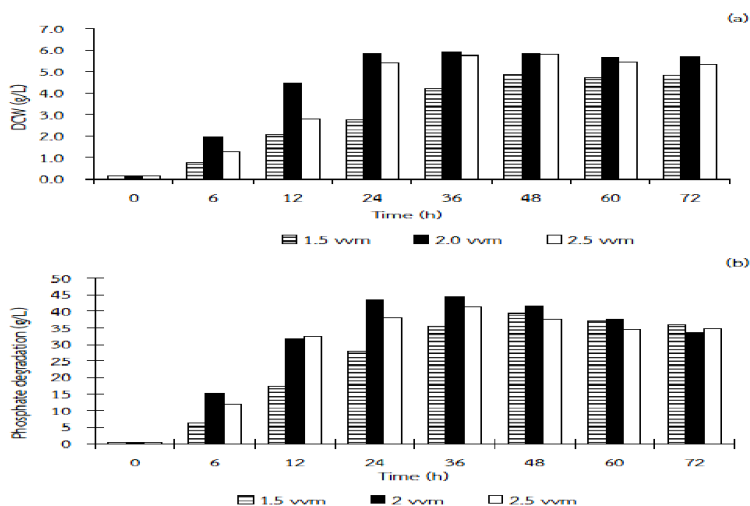
ภาพที่ 1 ผลของความเข้มข้นของ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (แหล่งไนโตรเจน) ต่อการเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตจากไอโซเลต VP2 ที่เลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง ($30 \pm 2^\circ\text{C}$) บนเครื่องเขย่า (180 rpm) เป็นเวลา 72 ชั่วโมง



ภาพที่ 2 ผลของความเข้มข้นของยีสต์สกัดต่อการเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตจากเชื้อ VP2 ที่เลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 °C) บนเครื่องเขย่า (180 rpm) เป็นเวลา 72 ชั่วโมง



ภาพที่ 3 ผลของพีเอชเริ่มต้นของอาหารเลี้ยงเชื้อต่อการเจริญ พีเอชของน้ำเลี้ยงเชื้อและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตจากไอโซเลต VP2 ที่เลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 °C) บนเครื่องเขย่า (180 rpm) เป็นเวลา 72 ชั่วโมง



ภาพที่ 4 ผลการให้อากาศต่อการเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตจากไอโซเลต VP2 ที่เลี้ยงที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 °C) บนเครื่องเขย่า (180 rpm) เป็นเวลา 72 ชั่วโมง

4. การอภิปรายและสรุปการผลวิจัย

แบคทีเรียย่อยที่มีประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตได้สูงที่สุดคือไอโซเลต R3, RP5, PP2 และ VP2 ซึ่งถูกคัดเลือกได้จากตัวอย่างดินนาข้าว ดินสวนยางพารา ดินสวนปาล์มน้ำมัน และดินแปลงผัก ตามลำดับ โดย ไอโซเลต VP2 เป็นไอโซเลตที่แยกได้จากแปลงผักที่มีประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตที่ดีที่สุดจากทั้ง 4 ไอโซเลต จากผลการทดลองแปลงผักมีจำนวนจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการละลายฟอสเฟตได้มากที่สุดและเป็นบริเวณที่พบแบคทีเรียที่ให้กิจกรรมการละลายฟอสเฟตที่สูง (ขนาดวงใส 15 มิลลิเมตร) คือ ไอโซเลต VP2 ทั้งนี้เป็นไปได้ว่าพื้นที่ปลูกผักจะมีการให้ปุ๋ยและปริมาณน้ำที่บ่อยมากกว่าพื้นที่เกษตรอื่นๆ ซึ่งส่งผลให้มีปัจจัยกระตุ้นการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีกว่า ถึงแม้ว่าจะมีพื้นที่นาข้าวแต่เนื่องด้วยในขณะที่เก็บตัวอย่างมาทำวิจัยเป็นช่วงระยะเวลาหลังการเก็บเกี่ยวของนาข้าว ไม้มีน้ำขัง ดินมีความแห้ง ส่งผลต่อปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ โดยปริมาณของแบคทีเรียละลายฟอสเฟตในดินจะขึ้นอยู่กับชนิดของดินและพื้นที่ของเกษตรกรรมแต่ละประเภทที่แตกต่างกัน (ยงยุทธ, 2551) สำหรับพื้นที่สวนยางพาราและสวนปาล์มน้ำมันนั้นเป็นพื้นที่ไม่ค่อยได้มีการปรับสภาพหรือบำรุงรักษาดิน เช่น การรดน้ำ การพรวนดิน จึงเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ส่งผลต่อปริมาณประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียในการละลายฟอสเฟต เมื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการเจริญและประสิทธิภาพในการละลายฟอสเฟตพบว่าแหล่งคาร์บอน แหล่งไนโตรเจน ความเข้มข้นของแหล่งคาร์บอน ความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจน ความเข้มข้นของยีสต์สกัดเป็นปัจจัยสำคัญส่งเสริมในการเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟต องค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ PVK-medium ที่มีการปรับปรุงองค์ประกอบให้เหมาะสมพบว่ากลูโคสความเข้มข้น 7.5 กรัมต่อลิตร แอมโมเนียมซัลเฟต 6 กรัมต่อลิตร และยีสต์สกัด 2.5 กรัมต่อลิตร เมื่อใส่เข้าไปร่วมกับองค์ประกอบอื่นๆ ในอาหาร PVK-medium เดิมซึ่งประกอบด้วย Magnesium Sulphate ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 0.1 กรัมต่อลิตร Calcium Phosphate ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) 5 กรัมต่อลิตร NaCl 0.2 กรัม

ต่อลิตร KCl 0.2 กรัมต่อลิตร $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.002 กรัมต่อลิตร $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.002 กรัมต่อลิตร และปรับพีเอชเริ่มต้น 6.5 และ 7 และควบคุมอัตราการให้อากาศ 2.0 vvm สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตได้สูงขึ้น ความเข้มข้นของแหล่งคาร์บอน (กลูโคส) และแหล่งไนโตรเจน (แอมโมเนียมซัลเฟต $[\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ มีผลต่ออัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ความเข้มข้นของกลูโคสที่สูงเกินไปมีผลต่อแรงดันภายในเซลล์ซึ่งมีผลยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์สารเมตาบอไลต์ภายในเซลล์ ประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตของจุลินทรีย์ขึ้นกับสภาวะที่เหมาะสมของจุลินทรีย์แต่ละสายพันธุ์โดยแหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจนจัดเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่ง เนื่องจากสภาวะที่เหมาะสมจะมีช่วยในการเจริญและเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ (Cunningham and Kuiack, 1992; Whitelaw, 2000; Mehata and Nautiyal, 2001; Pradhan and Sukla, 2005) โดยในการศึกษาค้างนี้กลูโคสและแอมโมเนียมซัลเฟตจัดเป็นแหล่งคาร์บอนและแหล่งไนโตรเจนที่ดีที่สุดสำหรับแบคทีเรียโอโซเลต VP2 ในขณะที่ *Aspergillus awamori* มีแหล่งคาร์บอนที่ดีที่สุด คือซูโครส 30 กรัมต่อลิตร และแอมโมเนียมซัลเฟต 2 กรัมต่อลิตร (Jena and Rath, 2014) มากไปกว่านั้นระยะเวลาของการเลี้ยงจะมีผลต่อประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตได้เช่นเดียวกัน โดยเอนไซม์ที่จุลินทรีย์ผลิตออกมานอกเซลล์เพื่อละลายฟอสเฟต เช่น เอนไซม์ phosphatase เมื่อเลี้ยงเชื้อตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 5 กิจกรรมการละลายฟอสเฟตจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่เมื่อเลี้ยงเชื้อไปถึงวันที่ 6 และหลังจากนั้นประสิทธิภาพของเอนไซม์จะลดลง (Qureshi, et al., 2010, Lakeswari 2012). เป็นซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากประสิทธิภาพของเมตาบอลิซึมในการละลายสารอาหารหรือเกิดกระบวนการออโตไลซิสของเซลล์ (Lata, et al., 2013) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าแอมโมเนียมซัลเฟต $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ เป็นแหล่งไนโตรเจนที่ดีที่สุด โดยเมื่อมีความเข้มข้นที่เหมาะสมจะให้กิจกรรมการละลายฟอสเฟตที่ดีที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากเกิดกระบวนการแลกเปลี่ยนโปรตอนได้ดีและมีโปรตอนมากเพียงพอเมื่อมีความเข้มข้นเหมาะสม โดยในจะมี NH_4^{4+} ซึ่งจะทำให้ H^+ เกิดขึ้น ทำให้เกิดสภาวะเป็นกรดของอาหารเลี้ยงเชื้อมากขึ้นซึ่งมีส่วนช่วยให้เกิดการละลายของฟอสเฟตได้สูงขึ้น (Sridevi et al., 2007). พีเอชที่เหมาะสมสำหรับเชื้อโอโซเลต VP2 คือ พีเอช 6.5 และ 7 ซึ่งให้ประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Tarkur และคณะ (2014) ที่ศึกษาผลของพีเอชของอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตของจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตของเชื้อ *pseudomonas* sp. ซึ่งทดสอบในอาหาร NBRI-P media ที่มีการปรับพีเอช 5 ถึงพีเอช 9 พบว่าพีเอชที่ให้กิจกรรมการละลายฟอสเฟตสูงที่สุดคือ พีเอช 7.0 โดยมีประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตเท่ากับ 788 mg/L หลังการเลี้ยง 48 ชั่วโมง เช่นเดียวกับกับผลการศึกษาเชื้อ *Aspergillus awamori* พบว่าที่พีเอชเริ่มต้นของอาหารเลี้ยงเชื้อเท่ากับ 6 ให้ค่าการละลายฟอสเฟตสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพีเอชเริ่มต้นตั้งแต่ 4 ถึง 10 (Jena and Rath, 2014) ในขณะที่ Oyeleke & Oduwale (2009) และ Daniel และคณะ (2010) ที่ได้รายงานว่า เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกลไกการละลายฟอสเฟตจะทำงานได้ดีที่พีเอชช่วง 6-8 เช่น เอนไซม์ phytase จากเชื้อ *Aspergillus* sp. 5990 (Kim, et al., 1999) และ *Aspergillus niger* St-6 (Tahir, et al., 2010) เมื่อพีเอชของสภาวะการเลี้ยงลดลงจะส่งผลต่อการผลิตกรดซึ่งจะมีบทบาทต่อการละลายฟอสเฟตทั้งในกลุ่มอินทรีย์ฟอสเฟตและอนินทรีย์

(Kpombekou and Tabatabai, 1994; Deubel, *et al.*, 2000; Hinsinger, 2001; Stevenson, 2005; Khan, *et al.*, 2007 และ Henri, *et al.*, 2008)

อัตราการให้อากาศมีผลต่ออัตราการละลายของออกซิเจนในสภาวะการเลี้ยง โดยออกซิเจนปริมาณน้อยที่สุดในสภาวะการเลี้ยงต้องเท่ากับปริมาณของออกซิเจนที่เชื้อต้องการในไปใช้ในการบวนการเมทาบอลิซึมของเซลล์ (Gerhardt and Drew, 1994) ซึ่งปัจจัยอย่างหนึ่งที่มีผลต่ออัตราการละลายของอากาศคือความหนืด เนื่องจากเมื่อในสภาวะการเลี้ยงเชื้อที่มีการสารเมทาบอลิท์ออกมานอกเซลล์จะมีความหนืดของน้ำหมักเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งความหนืดจะมีผลต่อการแพร่ของอากาศซึ่งถ้าปริมาณอากาศในระบบลดลงซึ่งจะส่งผลให้การเจริญและประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตที่ลดลงได้

ดังนั้นจากการทดลองจะเห็นได้ว่าเชื้อที่คัดแยกได้มีประสิทธิภาพในการละลายฟอสเฟตในดินในที่อยู่ในรูปแบบที่พืชไม่สามารถใช้ได้ให้อยู่ในรูปแบบที่พืชสามารถดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นการจำแนกสายพันธุ์ด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุลของเชื้อจึงเป็นงานวิจัยที่ควรดำเนินการต่อเพื่อที่ได้ทราบสายพันธุ์ของแบคทีเรียละลายฟอสเฟตในดิน เพื่อเป็นข้อมูลในการส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ต่อไปในอนาคต

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

6. เอกสารอ้างอิง

- ยงยุทธ โอสดสภา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และชวลิต ฮงประยูร. (2551). **ปุ๋ยเพื่อการเกษตร**
 ยิ่งยืน. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- Brady, N.C. and R.R. Weil. (2002). **The Nature and Properties of soils.**
 New Jersey: Prentice Hall.
- Cunningham, J.E. and Kuiack, C. (1992). Production of citric and oxalic acids and solubilization of calcium phosphate by *Pencillium bilaii*. **Applied Environmental Microbiology**, 58, 1451–1458.
- Daniel, R.M., Peterson, M.E. and Danson, M.J. (2010). The molecular basis of the effect of temperature on enzyme activity. **Biochemical Journal**, 425, 353–360.
- Deubel, A., Gransee, A. and Merbach, W. (2000). Transformation of organic rhizodepositions by rhizosphere bacteria and its influence on the availability of tertiary calcium phosphate. **J Plant Nutrient and Soil Science**, 163 (4), 387–392.

- Henri, F., Laurette, N.N., Annette, D., John, Q., Wolfgang, M., Francois-Xavier, M. and Dieudonne, N. (2008). Solubilization of inorganic phosphates and plant growth promotion by strains of *Pseudomonas fluorescens* isolated from acidic soils of Cameroon. **African Journal of Microbial Research**, 2, 171–178.
- Hinsinger, P. (2001). Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root induced chemical changes. **A Review of Plant Soil**, 237, 173–195.
- Jena, S.K. and Rath, C.C. (2014). Effect of environmental and nutritional conditions on phosphatase activity of *Aspergillus awamori* . **Current Research in Environmental & Applied Mycology**, 4 (1): 45–56
- Khan, M.S., Zaidi, A. and Wani, P.A. (2007). Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture. **A review Agronomy for Sustain Development**, 27, 29–43.
- Kim, D.S., Godber, J.S. and Kim, H.R. (1999). Culture conditions for a new phytase producing fungus. **Biotechnology Letters**, 21, 1077–081.
- Kpomblekou, K. and Tabatabai, M.A. (1994). Effect of organic acids on release of phosphorus from phosphate rocks. **Soil Science**, 158, 442–453.
- Lakeswari, N. (2012). Optimization of environmental parameters for maximum tannase production from cashew husk. **International Journal of Pharmaceutics**, 2, 375–379.
- Mehata, S. and Nautiyal, C.S. (2001). An efficient method for qualitative screening of pyrophosphate solubilizing bacteria. **Current Microbiology**, 43, 51–56.
- Oyeleke, S.B. and Oduwole, A.A. (2009). Production of amylase by bacteria isolated from a cassava waste dumpsite in Minna, Niger State, **Nigeria. African Journal of Microbiology Research**, 3, 143–146.
- Pradhan, N. and Sukla, L.B. (2005). Solubilization of inorganic phosphate by fungi isolated from agriculture soil. **African Journal of Biotechnology**, 5, 850–854.
- Sharma, S., Kumar, V. and Tripathi, R.B. (2011). Isolation of Phosphate Solubilizing Microorganism (PSMs) From Soil . J. Microbiol. **Biotech. Res.** 2. pp. 90-95.
- Sridevi, M., Mallaiiah, K.V. and Yadav, N.C.S. (2007). Phosphate solubilizing by *Rhizobium* from *Crotalaria* species. **Journal of Plant Science**, 2, 635–639.
- Stevenson, F.J. (2005). **Cycles of Soil: Carbon, Nitrogen, Phosphorus, Sulphur, Micronutrients**. New York : John Wiley and Sons,

- Tahir, A., Mateen, B., Saeed, S., Uslu, H. (2010). Studies on the production of commercially important phytase from *Aspergillus niger* ST-6 isolated from decay ingorganic soil. **Micologia Aplicada International**, 22, 51–57.
- Thakur, D., Kaur, M. and Shyam, V. (2014). Optimization of best cultural conditions for high production of phosphate solubilizing activity by fluorescent *Pseudomonas* isolated from normal and replant site of apple and pear. **The bioscan**, 9(1): 143-150.
- Vats, P. and Banerjee, U.C. (2002). Studies on the production of phytase by a newly isolated strain of *Aspergillus niger* van *Teighem* obtained from rotten wood-logs. **Process Biochemistry**, 38, 211–217.
- Whitelaw, M.A. (2000). Growth promotion of plants inoculated with phosphate solubilizing fungi. **Advance Agronomy**, 69, 99–151.
- Yadav, K.S. and Dadarwal, K.R. (1997). Phosphate solubilisation and mobilization through soil microorganisms. In K.R. Dadarwal (Ed.), **Biotechnological Approaches in Soil Microorganisms for Sustainable Crop Production**, p. 351.

การขยายพันธุ์ข้าวพื้นเมืองพันธุ์กบดำด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

Propagation of Kab-dum Native Rice Cultivar (*Oryza sativa*)

by Tissue Culture Techniques

กมลทิพย์ ลำลีแก้ว^{*}, อรพิมล แท่นทอง^{*}, ผการัตน์ โรจน์ดวง^{**} และ สุภาวดี รามสูตร์^{***}
 Kamontip Samleekaew^{*}, Onpimon Taenthong^{*}, Phakarat Rotduang^{**} and
 Supawadee Ramasoot^{***}

บทคัดย่อ

ในอดีตข้าวกบดำเป็นพันธุ์ข้าวพื้นเมืองที่นิยมปลูกในอำเภอปากพนัง จังหวัด นครศรีธรรมราช เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูงและทนทานต่อโรคแมลง แต่ปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมและเกษตรกรนิยมปลูกข้าวพันธุ์ดีแทนข้าวพันธุ์พื้นเมือง จึงเป็น สาเหตุให้ข้าวพันธุ์พื้นเมืองเกิดการสูญพันธุ์ได้ในอนาคต การศึกษานี้ใช้ชิ้นส่วนเมล็ดมาทำการ ขยายพันธุ์ด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยนำชิ้นส่วนเมล็ดมาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร Murashige and Skoog (MS) เติม 2,4-dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D) เข้มข้น 0, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 1 เดือน พบว่า 2,4-D เข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อ ลิตร ให้การรอดชีวิตสูงสุด 100 % และชักนำแคลลัสสูงสุด 87 ± 0.51 แคลลัสที่ชักนำได้มีลักษณะ ร่วน (friable callus) 2,4-D เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้แคลลัสชนิดแน่น (compact callus) สำหรับการชักนำยอดและรากให้ผลดีบนอาหารสูตร MS เติม Benzyladenine (BA) เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ Naphthaleneacetic acid (NAA) เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ชักนำ ยอดสูงสุด 16.78% จำนวนยอดเฉลี่ยสูงสุด 2.40 ยอดต่อชิ้นส่วน และชักนำรากสูงสุด 16.67% ความสูงต้นเฉลี่ยสูงสุด 11.74 เซนติเมตรต่อต้น และจำนวนใบเฉลี่ยสูงสุด 1.13 ใบต่อชิ้นส่วน อย่างไรก็ตามอาหารสูตร MS เติม BA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัม ต่อลิตร ให้จำนวนรากเฉลี่ยสูงสุด 2.51 รากต่อต้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ : ข้าวกบดำ, พันธุ์พื้นเมือง, การขยายพันธุ์, การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

^{*} นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัย ราชภัฏนครศรีธรรมราช

^{**} อาจารย์ประจำหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครศรีธรรมราช

^{***} ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช Corresponding author e-mail: supawadee.rs@gmail.com

Abstract

In the past, Kab-dum (*Oryza sativa*) is a popular native rice cultivar grown in Pak Phanang, Nakhon Si Thammarat province. It is highly nutritional value and resistant to insect pests. Nowadays, there is a change in the environment and farmers prefer to grow rice instead of native rice cultivar. Native rice cultivar may be extincted in the future. The present study was used mature seeds to propagate by tissue culture technique. Mature seeds were cultured on Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with various concentrations of 2,4-dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D). After 1 month of culture, MS medium supplemented with 3 mg/L 2,4-D gave the highest percentage of survival rate at 100 and callus induction at $87 \pm 0.51\%$. Callus was friable in texture. MS medium supplemented with 1 mg/L 2,4-D gave the highest percentage of compact callus induction at $20 \pm 0.50\%$. significant difference at $p \leq 0.05$. For shoot and root induction, MS medium supplemented with Benzyladenine (BA) at 1 mg/L BA and 0.1 mg/L Naphthaleneacetic acid (NAA) gave the highest percentage of shoot induction (16.78%), average number of shoots (2.40 shoots/explant), root induction (16.67%), average shoot height (11.74 cm./explant) and number of leaves (1.13 leaves/explant). However, MS supplemented with 1 mg/L BA and 0.5 mg/L NAA gave the highest number of roots at 2.51 roots/explant.

Keywords: Kab-dum, native cultivar , propagation, tissue culture technique

1. บทนำ

ข้าวกาบดำ (*Oryza sativa*) เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่อยู่คู่กับคนลุ่มน้ำปากพนัง อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชมาโดยตลอด ซึ่งมีคุณภาพข้าวสุกนิ่มร่วนเหมาะสกับรสนิยมการบริโภคของคนในท้องถิ่น ลักษณะประจำพันธุ์ของข้าวกาบดำเป็นข้าวไวต่อช่วงแสง ออกดอกประมาณกลางเดือนมกราคม ความสูงประมาณ 150 เซนติเมตร ต้นข้าวมีกลิ่นในระยะสุกแก่ ต้นมีสีม่วงเข้ม ใบสีเขียวเข้ม กาบใบสีดำ ทรงกอแผ่ ใบธงแผ่เป็นแนวนอน คอรวงยาว รวงยาวจับกันแน่น ระแงะถี่ เมล็ดสั้น เมล็ดต่อรวงมาก ประมาณ 300-400 เมล็ด คุณภาพการสีดี เมล็ดข้าวสารขาวขุ่น ข้าวสุกนิ่ม รสชาติดี ผลผลิตค่อนข้างสูงเมื่อปลูกในสภาพที่ลุ่ม โดยเฉลี่ยประมาณ 550 กิโลกรัม (ศูนย์วิจัยข้าวนครศรีธรรมราช, 2553) การทำนาแบบดั้งเดิมเป็นแบบนาดำ ใช้ข้าวพันธุ์พื้นบ้านหรือพันธุ์พื้นเมืองและใช้เมล็ดพันธุ์จำนวนไม่มาก แต่เมื่อการทำนาเปลี่ยนไปข้าวพันธุ์พื้นเมืองไม่ตอบสนองต่อการทำนาแบบสมัยใหม่ที่มุ่งขายเป็นหลัก และเมื่อมีการเปลี่ยนพันธุ์ข้าวเป็นพันธุ์ส่งเสริม ทำให้การปลูกข้าวพันธุ์พื้นเมืองลดน้อยลง อีกทั้งการใช้ข้าวพันธุ์ส่งเสริมยังทำให้เพิ่มต้นทุนการทำนาสูงขึ้นอีกด้วย (รักบ้านเกิด, 2560) นอกจากนี้ยังพบว่าปัญหาในการปลูกข้าวของเกษตรกรส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบจากปัญหาในด้านต่าง ๆ ที่กระทบต่อปริมาณผลผลิตข้าวทั้งปัจจัยทางด้านชีวภาพ เช่น ปัญหาโรคและแมลงศัตรูข้าว และปัจจัยทางด้านกายภาพ เช่น ปัญหาความแห้งแล้ง

และน้ำท่วม ที่ล้วนส่งผลทำให้ผลผลิตข้าวมีปริมาณลดลง (พันทิวา ทิรวม และ ขวัญเดือน รัตนา, 2560)

เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจัดว่าเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ยิมนำมาใช้เพื่อช่วยเพิ่มปริมาณจำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น และยังช่วยอนุรักษ์สายพันธุ์ข้าวไว้ได้ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าวทำโดยนำชิ้นส่วนต่าง ๆ เช่น Immature embryos, Proembryo, Mature seed และ ต้นอ่อนมาเพาะเลี้ยง วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อข้าว เพื่อเพิ่มจำนวนต้นอ่อนของข้าว นั้น จำเป็นที่จะต้องเพิ่มประสิทธิภาพในการชักนำให้เกิดการสร้างแคลลัสและต้นใหม่ได้ในสภาพปลอดทดลอง ดังนั้น การศึกษาถึงการเลือกใช้นิตและระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้ศึกษาระดับความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสมต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสและเกิดต้นใหม่จำนวนมากของข้าวพื้นเมืองพันธุ์กาบดำ ทั้งนี้เพื่อจะได้นำผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้ในการขยายพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์พื้นเมืองพันธุ์กาบดำต่อไปในอนาคต

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

2.1 การเตรียมวัสดุพืช

นำเมล็ดข้าวพื้นเมืองพันธุ์กาบดำมาแกะเปลือก จากนั้นนำไปล้างให้สะอาดด้วยน้ำประปาและให้น้ำไหลผ่านเป็นเวลา 20 นาที ฟอกฆ่าเชื้อผิวด้านนอกด้วยสารละลายแอลกอฮอล์เข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 นาที ตามด้วยสารละลายคลอโรกซ์เข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 20 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อจำนวน 3 ครั้ง ก่อนนำไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตรสังเคราะห์ต่อไป

2.2 ผลของความเข้มข้นของ 2,4-D ต่อการชักนำแคลลัส

นำเมล็ดข้าวพื้นเมืองพันธุ์กาบดำที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว วางเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เดิม 2,4-D ความเข้มข้น 0, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร อาหารทุกสูตรเติมน้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร และผงวุ้น 8 กรัมต่อลิตร ปรับ pH 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 10 ขวด ๆ ละ 2 เมล็ด สังเกตและบันทึกผลเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต เปอร์เซ็นต์การชักนำแคลลัส และชนิดของแคลลัส ทุกเดือน เป็นระยะเวลา 2 เดือน วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

2.3 ผลของระดับความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA ต่อการชักนำให้เกิดยอดและราก

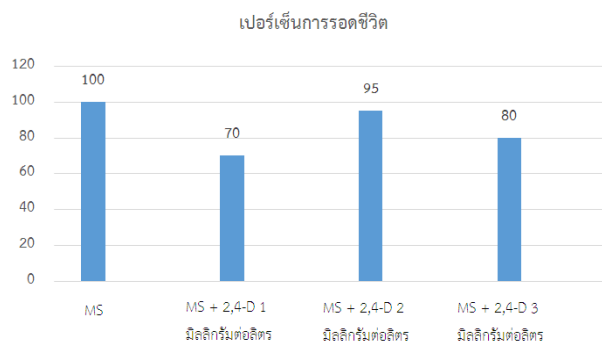
นำแคลลัสของข้าวพื้นเมืองพันธุ์กาบดำขนาด 0.4×0.4 เซนติเมตร วางเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เดิม BA ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร อาหารทุกสูตรเติมน้ำตาล 30 กรัมต่อลิตร และผงวุ้น 8 กรัมต่อลิตร ปรับ pH 5.7 นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อ

ตารางนี้ เป็นเวลา 15 นาที วางเลี้ยงในสภาพแวดล้อมเดียวกับ 2.2 ทำการทดลองสูตรอาหารละ 3 ซ้ำ ๆ ละ 10 ขวด ๆ ละ 1 ชิ้นส่วน สังเกตและบันทึกผลเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต เปอร์เซ็นต์การชักนำยอด จำนวนยอดเฉลี่ย การชักนำราก จำนวนราก จำนวนใบ และความสูงต้น หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 เดือน วางแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลของความเข้มข้นของ 2,4-D ต่อการชักนำแคลลัส

จากการนำชิ้นส่วนเมล็ดข้าวพันธุ์กบดำ มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม 2,4-D ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าชิ้นส่วนเมล็ดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ปราศจากการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต ให้การรอดชีวิตสูงสุด 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาอาหารสูตร MS เติม 2,4-D เข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารสูตร MS เติม 2,4-D เข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้การรอดชีวิตคือ 86.67 และ 81.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ชิ้นส่วนเมล็ดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม 2,4-D เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้การรอดชีวิต คือ 66.67 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของชิ้นส่วนเมล็ดข้าวพันธุ์กบดำที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม 2,4-D ความเข้มข้นต่าง ๆ หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 1 เดือน

สำหรับการชักนำแคลลัส พบว่าชิ้นส่วนเมล็ดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม 2,4-D เข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้การชักนำแคลลัสสูงสุดคือ 87 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาอาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม 2,4-D เข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม 2,4-D เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การชักนำแคลลัส 82 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับชนิดของแคลลัส พบว่าชิ้นส่วนเมล็ดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม 2,4-D เข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้แคลลัสชนิดร่วนสูงสุดคือ 68 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาอาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม 2,4-D เข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม 2,4-D เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้แคลลัสแบบ friable 63 และ 48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ชิ้นส่วนเมล็ดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม 2,4-D เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้แคลลัสแบบ compact สูงสุด 20 รองลงมาอาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม

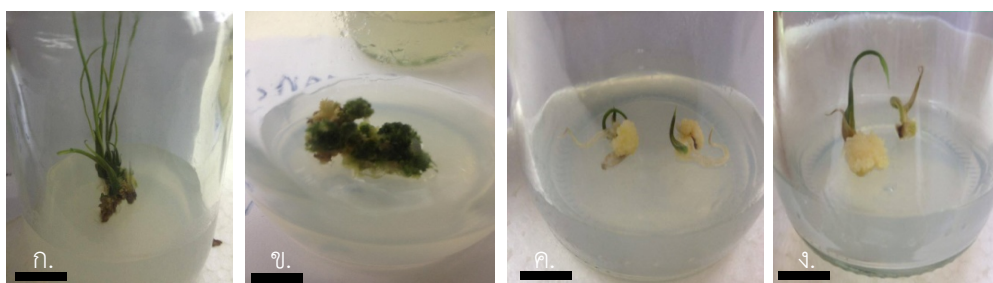
2,4-D เข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร และอาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม 2,4-D เข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้แคลลัสแบบ compact 15 และ 13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยลักษณะของแคลลัสแบบ friable มีลักษณะเซลล์เกาะกันอย่างหลวม เปราะง่าย และมีสีเหลืองนวลขนาดใหญ่ ในขณะที่ลักษณะของแคลลัสแบบ compact มีลักษณะเซลล์เกาะกันแน่น เป็นปมแข็งขนาดใหญ่ และในก้อนแคลลัสมีทั้งสีเหลืองนวลและสีเขียวซึ่งเกิดจากสารสีคลอโรฟิลล์ โดยแคลลัสดังกล่าวจะพัฒนาไปเป็นยอดต่อไป ส่วนชิ้นส่วนเมล็ดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่ไม่เติม 2,4-D มีการเกิดโซมาติกเอ็มบริโอ ต้น และราก (ภาพที่ 2)

ตารางที่ 1 ผลของระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของ 2,4-D ต่อการชักนำแคลลัส หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 1 เดือน

2,4-D (มิลลิกรัมต่อลิตร)	การชักนำแคลลัส (เปอร์เซ็นต์)	ชนิดของแคลลัส(เปอร์เซ็นต์)	
		แคลลัส แบบ friable	แคลลัส แบบ compact
0	0.00±0.00c	0.00±0.00c	0.00±0.00b
1	70±0.56b	48±0.62b	20±0.50a
2	82±0.55ab	68±0.58a	13±0.47a
3	87±0.51a	63±0.61ab	15±0.48a
F-test	*	*	*
C.V. (%)	22.80	29.92	29.37

* มีค่าความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ $p \leq 0.5$

a,b,c อักษรต่างกันในสดมภ์เดียวกันค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.5$)



ภาพที่ 2 ลักษณะของแคลลัสที่ชักนำได้จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนเมล็ดข้าวพื้นเมืองพันธุ์กาบดำบนอาหารสูตร MS เติม 2,4-D ความเข้มข้นต่าง ๆ หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 1 เดือน (บาร์ = 0.5 เซนติเมตร)

- ก. อาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS ที่ปราศจากการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต
- ข. อาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม 2,4-D เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร
- ค. อาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม 2,4-D เข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร
- ง. อาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม 2,4-D เข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.2 ผลของระดับความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA ต่อการชักนำให้เกิดยอดและราก

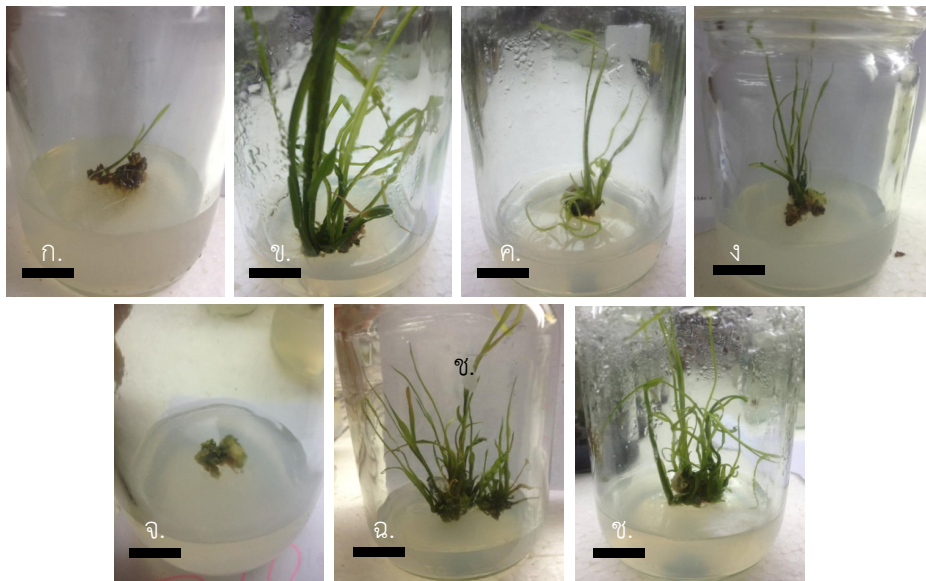
หลังการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนแคลลัสของข้าวพื้นเมืองพันธุ์กบดำขนาด 0.4×0.4 เซนติเมตร วางเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม BA ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1, 2 และ 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA ที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่าชิ้นส่วนแคลลัสที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม BA และ NAA ทุกระดับความเข้มข้น ส่งเสริมการชักนำยอด โดยชิ้นส่วนแคลลัสที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม BA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้การชักนำยอดสูงสุด คือ 16.78 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคืออาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม BA เข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้การชักนำยอด 13.53 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม BA เข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้การชักนำยอดเพียง 5.33 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่าชิ้นส่วนแคลลัสที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม BA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนยอดเฉลี่ย เปอร์เซ็นต์การชักนำราก ความสูงต้นเฉลี่ย และจำนวนใบเฉลี่ยสูงสุด คือ 2.40 ยอดต่อชิ้นส่วน 16.67 เปอร์เซ็นต์ 11.74 เซนติเมตรต่อชิ้นส่วน และ 1.13 ใบต่อชิ้นส่วน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามอาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม BA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้จำนวนรากเฉลี่ยสูงสุด คือ 2.51 รากต่อชิ้นส่วน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลของความเข้มข้นของ BA ร่วมกับ NAA ต่อการชักนำยอดและราก

หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 2 เดือน

BA (มิลลิกรัมต่อลิตร)	NAA (มิลลิกรัมต่อลิตร)	การชักนำยอด (เปอร์เซ็นต์)	จำนวนยอด (ยอดต่อชิ้นส่วน)	การชักนำราก (เปอร์เซ็นต์)	จำนวนราก (รากต่อชิ้นส่วน)	ความสูงต้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)	จำนวนใบ (ใบต่อกลุ่มยอด)
0	0	12	1.33±0.17	10	0.39±0.14	3.61±0.44	0.22±0.03
1	0.1	16.78	2.40±0.72	16.67	1.25±0.12	11.74±0.94	1.13±0.24
1	0.5	13	1.33±0.31	10	2.51±0.15	4.60±0.24	0.21±0.02
2	0.1	5.33	0.30±0.04	3.33	0.49±0.02	8.38±0.33	0.20±0.01
2	0.5	7.67	1.03±0.41	6.67	0.93±0.03	5.66±0.14	0.15±0.41
3	0.1	11	1.42±0.51	10	0.30±0.04	8.11±0.21	0.22±0.03
3	0.5	13.53	1.93±0.81	13.33	0.73±0.04	4.12±0.22	0.14±0.06
F-test		ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)		11.26	18.92	10.26	10.66	12.63	12.35

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 3 ลักษณะต้นข้าวพันธุ์กบดำที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม BA ร่วมกับ NAA ความเข้มข้นต่าง ๆ หลังจากเพาะเลี้ยง เป็นเวลา 2 เดือน (บาร์ = 0.5 เซนติเมตร)

ก. อาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS ที่ปราศจากการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต

ข. อาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม BA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค. อาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม BA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ง. อาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม BA เข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

จ. อาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม BA เข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

ฉ. อาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม BA เข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

ช. อาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม BA เข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

4. การวิจารณ์และสรุปผล

การนำชิ้นส่วนเมล็ดข้าวพันธุ์กบดำ มาเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม 2,4-D ความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 1 เดือน พบว่าทุกระดับความเข้มข้นของ 2,4-D สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสได้ โดยชิ้นส่วนเมล็ดที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม 2,4-D เข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้การชักนำแคลลัสสูงสุด 87 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการทดลองของ Revathi และ Arumugam (2011) ซึ่งทำการเพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวที่สุกแก่ 5 สายพันธุ์ คือ ASD16 ADT43 Basmati370 Pusa Basmati และ Pokkali บนอาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS เติม 2,4-D ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5

และ 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าทุกความเข้มข้นของสารควบคุมการเจริญเติบโตสามารถชักนำให้เกิดแคลลัสขนาดกลางได้ 58.33-96.67 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 5 สายพันธุ์ เช่นเดียวกับ การทดลองของ Libin และคณะ (2012) ประสบความสำเร็จในการชักนำแคลลัสจากเมล็ดข้าวหอมพันธุ์ Sarawak Biris บนอาหารสูตร MS เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D เข้มข้น 2 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้การเกิดแคลลัสสูงสุด 97 เปอร์เซ็นต์ แคลลัสมีลักษณะเป็นปมสีครีม มีขนาดค่อนข้างใหญ่ ทั้งนี้เนื่องจาก 2,4-D เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มออกซิน มีคุณสมบัติเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโต กระตุ้นการแบ่งเซลล์ การยืดตัวของเซลล์ และการเกิดราก (ภพแก้ว พุทธิรักษ์ และ วารุต อยู่คง, 2554) นอกจากนี้ 2,4-D ยังนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีคุณสมบัติดียิ่งในการ ปิดกั้นกระบวนการกำเนิดอวัยวะและใช้ได้ดีผลดีในการเพิ่มจำนวนและการเพาะเลี้ยงแคลลัส (รังสฤษฏ์ กาวีตะ, 2545) อีกทั้งแหล่งสร้างออกซินอยู่บริเวณตายอด และบริเวณอื่น ๆ ที่มีเนื้อเยื่อเจริญ ได้แก่ ปลายยอด ตา แคมเบียม และเมล็ด (พีรเดช, 2537) แต่สำหรับความเข้มข้นที่ใช้ก็จะมี ความแตกต่างกันไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนของเนื้อเยื่อและพันธุ์ข้าว (Htwe *et al.*, 2011) มีรายงานว่า การเติม 2,4-D ความเข้มข้นที่สูงเกินไปจะมีผลยับยั้งการชักนำให้เกิดการสร้างแคลลัสของข้าว (Michiba *et al.*, 2001) ในขณะเดียวกันการเลือกใช้แคลลัสที่เจริญจากอาหารเพาะเลี้ยงที่เติม 2,4-D ความเข้มข้นที่เหมาะสมจะส่งผลต่อการชักนำให้เกิดการสร้างพืชต้นใหม่ได้เช่นกัน Silva และ คณะ (2015) รายงานว่า การย้ายแคลลัสที่เจริญจากยอดบนอาหารสูตร MS เติม 2,4-D เข้มข้น 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการชักนำให้แคลลัสข้าวเจริญเป็นต้นใหม่ได้ดีกว่า แคลลัสเจริญจากอาหารเพาะเลี้ยงที่เติม 2,4-D เข้มข้น 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต่างจากงานวิจัยนี้ ในการ เพาะเลี้ยงเมล็ดข้าวพันธุ์กาบดำ พบว่าเมล็ดข้าวที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม 2,4-D เข้มข้น 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้การชักนำแคลลัสได้สูงที่สุด ซึ่งจากการทดลองสรุปได้ว่าความเข้มข้นของ 2,4-D มีผลต่อการชักนำแคลลัส เมื่อความเข้มข้นของ 2,4-D เพิ่มขึ้น สามารถชักนำแคลลัสได้มากขึ้น

การเจริญเติบโตแคลลัสข้าวพันธุ์กาบดำที่เกิดขึ้นในช่วง 1-2 สัปดาห์แรก พบ จำนวนของการเกิดแคลลัสเป็นกลุ่มก้อนเล็ก ๆ เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งตำแหน่งการเกิดแคลลัสอยู่ ตรงบริเวณฐานของยอด เมื่อเพาะเลี้ยง 4 สัปดาห์ แคลลัสที่เกิดขึ้นเจริญเติบโตรูปร่างขนาดใหญ่ขึ้น และในก้อนแคลลัสมีทั้งสีเหลืองนวลและสีเขียว โดยแคลลัสดังกล่าวจะพัฒนาไปเป็นยอดต่อไปซึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรุณี ยูโซ๊ะ (2557) ที่ได้รายงานเช่นกันว่าแคลลัสที่ได้เจริญมาจากชิ้นส่วน คัพเพาะแก่ของข้าวหอมกระดังงาบนอาหารสูตร MS เติม 2,4-D เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร NAA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร BA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และน้ำตาลซูโครสเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ จะมีลักษณะแคลลัสแบบ compact สีเขียว เซลล์เกาะตัวกันแน่น แคลลัสที่มีสีเขียวเกิดขึ้นนี้เพราะมี คลอโรฟิลล์ และปริมาณของคลอโรฟิลล์จะขึ้นกับชนิดของพืช ธาตุอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง และปัจจัย ทางสิ่งแวดล้อมของการเพาะเลี้ยงโดยเฉพาะปัจจัยแสง และในงานวิจัยนี้ก็ใช้อาหารสูตร MS ที่เติม 2,4-D ความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าเกิดแคลลัสทั้งแบบ friable มีลักษณะเซลล์เกาะกันอย่างหลวม เปราะง่าย และมีสีเหลืองนวลขนาดใหญ่ และแคลลัสแบบ compact มีลักษณะเซลล์เกาะกันแน่น เป็นปมแข็งขนาดใหญ่ และในก้อนแคลลัสมีทั้งสีเหลืองนวลและสีเขียวที่เกิดขึ้นเพราะมีคลอโรฟิลล์ จึงสรุปได้ว่า ฮอร์โมน 2,4-D สามารถเร่งการเจริญเติบโตของแคลลัสข้าวสายพันธุ์ต่าง ๆ ได้

จากการชักนำยอดจากชิ้นส่วนแคลลัสของข้าวพื้นเมืองพันธุ์กบดำที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม BA และ NAA ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 2 เดือน พบว่าทุกระดับความเข้มข้นส่งเสริมการชักนำยอด โดยชิ้นส่วนแคลลัสที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS เติม BA เข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA เข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้การชักนำยอดสูงสุด คือ 16.67 เปอร์เซ็นต์ ในการเกิดต้นใหม่ของข้าวส่วนใหญ่เกิดจากจุดสีเขียว (green spot) ขึ้นบริเวณผิวของแคลลัสหลังจากย้ายแคลลัสไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตรชักนำให้เกิดยอด/ต้น (Sahrawat and Chand, 2001) อริญญา ตันติปัญญพร (2534) รายงานว่าแคลลัสบริเวณที่มีจุดสีเขียว และปมสีเขียว (green nodule) สามารถเจริญเป็นต้นใหม่ได้และรากจะเจริญมาจากเซลล์ชั้นในของแคลลัส เนื่องจากแคลลัสเป็นกลุ่มเซลล์ขนาดเล็กในการพัฒนาไปเป็นยอดหรือรากของแคลลัสอาจจะผ่านขบวนการออร์แกนโนเจเนซิส หรือเอ็มบริโอเจเนซิสก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของเซลล์ เช่น ถ้าหากเกาะตัวเป็นกลุ่ม การพัฒนาไปเป็นต้นหรือรากจะผ่านขบวนการออร์แกนโนเจเนซิส นอกจากนี้ BA เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตประเภทไซโตไคนิน ซึ่งกระตุ้นการแบ่งเซลล์ ส่งเสริมการสร้างยอดใหม่ได้ดี (Taiz & Zeiger, 2002) ส่วน NAA เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตประเภทออกซิน สามารถกระตุ้นให้เกิดการขยายเซลล์และชักนำให้เกิดราก (Hopkins, 1999) โดยเมื่อนำมาใช้ร่วมกันจึงทำให้ BA และ NAA มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของข้าวพื้นเมืองพันธุ์กบดำ ซึ่งการเติมสารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดออกซินร่วมกับไซโตไคนินในอาหารเพาะเลี้ยง สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการชักนำให้เกิดต้นใหม่ได้ในข้าวบางพันธุ์เช่นกัน (Sahrawat *et al.*, 2001; Rattana *et al.*, 2012) โดยถ้าอัตราส่วนของออกซินมากกว่าไซโตไคนินมีผลต่อเนื้อเยื่อเจริญเป็นก้านแคลลัสและราก แต่ถ้าอัตราส่วนของออกซินน้อยกว่าไซโตไคนินมีผลต่อเนื้อเยื่อเจริญเป็นยอดมาก ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้พบว่า อาหารสูตร MS มีความเข้มข้นของ BA มากกว่า NAA ทุกสูตร จะมีการเกิดยอดได้จำนวนมากกว่าราก และแคลลัสที่เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่มีความเข้มข้นของ NAA มากขึ้น จะมีการเจริญเติบโตของรากได้ดีขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช (อพ.สธ. – มรภ.นครศรีธรรมราช)

6. เอกสารอ้างอิง

- พันทิวา ทิรวม และ ขวัญเดือน รัตนา. (2560). การชักนำให้เกิดแคลลัสและต้นใหม่ของข้าวเจ้าหอมนิล. วารสารแก่นเกษตร 45 (ฉบับพิเศษ 1) : 1052-1059.
- พีรเดช ทองอำไพ. (2537). ฮอริโมนพืชและสารสังเคราะห์ : แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: หจก.ไดนามิกส์การพิมพ์.
- ภพแก้ว พุทธิรักษ์ และ วรุต อยู่คง. (2554). ผลของ TDZ และ 2,4-D ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสและยอดของใบอ่อนพุทจีบ. วารสารวิชาการเกษตร 29(2) : 161-169.

- รักบ้านเกิด. (2560). การคัดพันธุ์ข้าวหอมหูน. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://www.rakbankerd.com/agriculture/page.php?id=8147&s=สืบค้นเมื่อวันที่ 3 พฤศจิกายน 2560>.
- รังสฤษฎ์ กาวิต๊ะ, (2541). การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ: หลักการและเทคนิค. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศูนย์วิจัยข้าววนครศรีธรรมราช. (2553). ข้าวพื้นเมืองพันธุ์กบดำ. ศูนย์วิจัยข้าววนครศรีธรรมราช ตำบลบางจาก อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช.
- อรัญญา ตันติปัญจพร. (2534). กายวิภาคและสัณฐานวิทยาของข้าว (*Oryza sativa* L.) จากการเลี้ยงเนื้อเยื่อ. วารสารศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 1(3): 201-204.
- อรุณี ยูโซ๊ะ. (2557). การขยายพันธุ์ข้าวหอมกระดังงาโดยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และการอนุรักษ์พันธุกรรมในหลอดทดลอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.
- Htwe, N. N., M. H. Maziah, C. Ling, F.Q. Zaman, and A.M. Zain. (2011). Responses of some selected Malaysian rice genotypes to callus induction under in vitro salt stress. *African J. of Biotech.* 10(3): 350-362
- Hopkins, G.W. (1999). *Introduction to plant physiology*. Town: John Wiley & Sons Ltd.
- Libin, A., King, P.J.H., Ong, K.H., Chubo, J. K. and Sipeh, P.(2012). Callus induction and plant regeneration of Sarawak rice (*Oryza sativa* L.) variety Biris. *African Journal of Agricultural Research* 7:4260-4265.
- Michiba, K., T. Okamoto, and M. Mii. (2001). Increasing ploidy level in cell suspension cultures of *Doritaenopsis* by exogenous application of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid. *Physiology Planta.* 112(): 142-148.
- Rattana, K., P. Theerakulpisut, and S. Bunnag. (2012). The effect of plant growth regulators and organic supplements on callus induction and plant regeneration in rice (*Oryza sativa* L.). *Asian J. of Plant Sci.* 11(): 182-189.
- Revathi and Arumugam. (2011). *In vitro* callus induction in rice *Oryza sativa* L. *Plant Biology* 1: 13-15.
- Silva, F, C. J. Stevens, A. Weisskopf, C. Castillo, L. Qin, A. Bevan and D. Q. Fuller. (2015). Modelling the geographical origin of rice cultivation in Asia using the rice archaeological database. *PLoS One.* 9: 100-104.
- Sahrawat, A.K., and S. Chand. (2001). High frequency plant regeneration from coleoptile tissue of indica rice (*Oryza sativa* L.). *In vitro: Cell Dev Biol.* 37: 55-61.

Taiz, L. and E. Zeiger. (2002). **Plant Physiology**. California: The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc.

ความหลากหลายของกล้วยไม้ป่า กรณีศึกษา พื้นที่รอบอาคารสำนักงาน
และสวนกล้วยไม้ของสวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง
Wild Orchids Diversity in Area of Office Building and
Orchid Garden of Thung Khai Botanical Garden, Trang Province

วรรณวิภา ไชยชาญ* และ จุฬาวรรณ หนูพันธ์**
Wanvipa Chaichan* and Julawan Noophan**

บทคัดย่อ

การสำรวจความหลากหลายของกล้วยไม้ป่าในพื้นที่สวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง ทำการสำรวจในพื้นที่รอบอาคารสำนักงานและสวนกล้วยไม้ของสวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง รวมเนื้อที่สำรวจประมาณ 8 ไร่ สำรวจตั้งแต่เดือนมีนาคม 2557 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2558 สำรวจเดือนละ 2 ครั้ง ผู้วิจัยศึกษากล้วยไม้ป่าที่อยู่ในระดับพื้นดินจนถึงที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 4 เมตร โดยทำการศึกษาชนิด ปริมาณ และช่วงเวลาการออกดอกของกล้วยไม้ป่า ผลการศึกษาพบกล้วยไม้ป่า จำนวน 49 ชนิด จัดจำแนกอยู่ใน 27 สกุล เป็นกล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium*) มากที่สุด จำนวน 10 ชนิด โดยพบหวายตะมอย (*Dendrobium crumenatum* Sw.) เป็นกล้วยไม้ชนิดเด่นในพื้นที่ทำการสำรวจ ผลการสำรวจในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ด้านการจัดการทรัพยากรกล้วยไม้ป่า และนำข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้แก่สวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง ในการอนุรักษ์กล้วยไม้ป่า และการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

คำสำคัญ : กล้วยไม้ป่า, สวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย, ความหลากหลาย

* อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง
Corresponding author e-mail: wanvipa.kk@gmail.com

** นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมท้องถิ่น คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

Abstract

Survey on wild orchids diversity in area of Thung Khai Botanical Garden, Trang province was conducted at area around office building and orchid garden of Thung Khai Botanical Garden, Trang Province which total explore area about 8 Rai. This survey was carried out during March 2014 to February 2015. The survey on wild orchids was explored two times per month. Researcher was interested on wild orchids that resided at ground level until 4 meters above ground level. The collected data of wild orchids consisted of species, quantity and flowering period. The results revealed that 49 species from 28 genera of wild orchids were found. They were 10 species in genus *Dendrobium*. *Dendrobium crumenatum* Sw. which is the highest explored in this area. The preliminary survey results will be used for the management and conservation of wild orchids and sustainable utilization of Thung Khai Botanical Garden, Trang province.

Keywords : Wild orchids, Thung Khai Botanical Garden, Diversity

1. บทนำ

ประเทศไทยตั้งอยู่ในบริเวณตอนกลางของภาคพื้นเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จัดเป็นศูนย์กลางการกระจายพันธุ์พืชในภูมิภาคนี้ ด้วยความเหมาะสมและความได้เปรียบทางภูมิศาสตร์ จึงทำให้ประเทศไทยมีสภาพป่าที่หลากหลายมีพรรณไม้ในธรรมชาติที่กระจายอยู่อย่างอุดมสมบูรณ์ โดยเฉพาะกล้วยไม้ป่านานาชนิด (อนุพันธ์ กงบังเกิด และคนอื่นๆ, 2550) นอกจากนี้ประเทศไทยยังเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลมาจากเขตพฤษภูมิศาสตร์สามเขตสำคัญ คือ เขตพฤษภูมิศาสตร์อินเดีย-พม่า เขตพฤษภูมิศาสตร์อินโด-จีน และเขตพฤษภูมิศาสตร์มาเลเซีย ด้วยเหตุนี้ ประเทศไทยจึงเป็นแหล่งรวบรวมความหลากหลายของกล้วยไม้ทั้งสามเขตไว้ด้วยกัน โดยปัจจุบันพบกล้วยไม้ทั้งสิ้น 168 สกุล จำแนกเป็นชนิดได้มากกว่า 1,176 ชนิด จากที่พบทั่วโลก มากกว่า 796 สกุล มากกว่า 19,000 ชนิด (สลิล สิริสัจธรรม, 2550)

พืชสกุลกล้วยไม้ป่ามีความหลากหลายทางชีวภาพและลักษณะเฉพาะตัวด้านสัณฐานวิทยา และสรีรวิทยา เนื่องจากกล้วยไม้ป่ามีลักษณะและขนาดดอกที่แตกต่างกัน อีกทั้งสีกลิ่นที่สวยงาม ประกอบกับกลิ่นหอมเฉพาะของแต่ละชนิด จึงส่งผลให้กล้วยไม้ป่าเป็นพืชที่มี มูลค่าสูงทางด้านเศรษฐกิจ เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ จึงทำให้ประชาชนลักลอบนำกล้วยไม้ป่าออกจากป่า เพื่อจำหน่ายหรือทำการค้าที่ผิดกฎหมาย ทั้งในระดับท้องถิ่นและภายในประเทศ หรือลักลอบส่งออกต่างประเทศ ถือได้ว่าเป็นการลดจำนวนประชากรของกล้วยไม้ป่าในธรรมชาติโดยตรง ซึ่งปัจจุบันการค้ากล้วยไม้ป่ายังมีอยู่อย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังพบว่ามีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ประกอบกับเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านสภาพภูมิอากาศและการรุกรานของมนุษย์ ทำให้กล้วยไม้ป่าบางชนิดเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านพันธุกรรม กล้วยไม้ป่าบางชนิดมีปริมาณลดลง และ

บางชนิดมีแนวโน้มใกล้จะสูญพันธุ์ จึงไม่สามารถระบุชนิดและจำนวนกล้วยไม้ป่าได้แน่ชัด (สลิล สิริสัจธรรม, 2549) จากความสำคัญดังกล่าว ส่งผลให้มีการวิจัยเกี่ยวกับกล้วยไม้ป่าในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทยเป็นจำนวนมาก เช่น การศึกษาความหลากหลายของกล้วยไม้ป่า กรณีศึกษาเส้นทางศึกษาธรรมชาติ ช่องปลัดต่าง-ช่องคอโค เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยทับทัน-ห้วยสำราญ จังหวัดสุรินทร์ ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2549 ถึงมิถุนายน 2550 ผลการสำรวจพบกล้วยไม้ป่า 31 ชนิด ใน 21 สกุล 4 วงศ์ย่อย ข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพและนิเวศวิทยาของกล้วยไม้ป่าในบริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติเส้นทางอื่นๆ ต่อไป (วิบูลย์ คำสัมฤทธิ์, 2550) การศึกษาอนุกรมวิธานของ กล้วยไม้สกุลเอื้องคำ ในอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง สำรวจตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2550 โดยการสำรวจและเก็บตัวอย่างในภาคสนาม 6 เส้นทาง พบกล้วยไม้ 16 ชนิด สร้างรูปวิธาน จำแนกชนิดโดยใช้ลักษณะดอก ใบ ลำต้น ช่วงเวลาการออกดอก และความชุกชุมของกล้วยไม้แต่ละชนิด (อ้อพร เผือกคล้าย และฉัตรชัย เงินแสงสรวย, 2552) การศึกษาความหลากหลายของชนิดกล้วยไม้ป่าเมืองน่าน ในเขตอุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า อุทยานและพื้นที่ป่าชุมชนของจังหวัดน่าน โดยการบันทึกภาพ บันทึกลักษณะทางสัณฐานวิทยาและข้อมูลของชนิดพันธุ์กล้วยไม้ รวมทั้งระบบนิเวศที่พบกล้วยไม้ เริ่มการสำรวจ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 ถึง พ.ศ. 2550 รวมระยะเวลาการสำรวจทั้งสิ้น 9 ปี ที่ระดับความสูง 600-2,000 เมตร พบกล้วยไม้ทั้งหมด 68 สกุล 204 ชนิด (ประสุข โฆษิติตกุล, 2553)

สวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง มีพื้นที่ 2,600 ไร่ พื้นที่ป่าส่วนใหญ่เป็นป่าดิบชื้น ป่าพรุและป่าพื้นที่สภาพตามธรรมชาติ ซึ่งมีความหลากหลายทางชีวภาพด้านพรรณพืชและสัตว์ป่า มีการรวบรวมสวนพรรณไม้มากกว่า 65 สวนพรรณไม้ นอกจากนี้พื้นที่ป่าจะมีความหลากหลายทางชีวภาพแล้ว ยังเป็นพื้นที่ป่าที่อุดมสมบูรณ์ ดังนั้นจากการสำรวจพื้นที่สวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง พบกล้วยไม้ป่าหลายชนิด ซึ่งมีความหลากหลายทางสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยา มีรายงานว่ากล้วยไม้ป่าบางชนิดสูญพันธุ์ไปแล้ว ได้แก่ กล้วยไม้สกุลรองเท้านารี (*Paphiopedilum*) เอื้องปากนกแก้ว (*Dendrobium cruentum* Rchb.f.) เขากวางอ่อน *Phalaenopsis cornucervi* (Breda) Blume & Rchb.f. และตากาฉ้อ (*Phalaenopsis deliciosum* Rchb.f.) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีกล้วยไม้ป่าที่กำลังใกล้จะสูญพันธุ์หลายชนิด เช่น รูหิน (*Thecostele alata* (Roxb.) Par. & Rchb.f.) เอื้องเต่าทอง (*Eria ornata* (Blume) Inndl.) และช้างดำ (*Pomatocalpa spicata* Breda) เป็นต้น แต่เนื่องจากสวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง ยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับชนิดและปริมาณของกล้วยไม้ป่า ทำให้ยากแก่การอนุรักษ์และการจัดการทรัพยากรกล้วยไม้ป่า (สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช, 2556)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของกล้วยไม้ป่ารอบอาคารสำนักงาน และสวนกล้วยไม้ของสวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง โดยทำการศึกษาข้อมูลด้าน ชนิด ปริมาณ และช่วงเวลาการออกดอกของกล้วยไม้ป่า เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการใช้ประโยชน์ ด้านการจัดการทรัพยากรกล้วยไม้ป่าและการอนุรักษ์กล้วยไม้ป่าที่ใกล้จะสูญพันธุ์ หรือกล้วยไม้ป่าหายากที่มีจำนวนน้อยลงจากทรัพยากรกล้วยไม้ป่าในพื้นที่และกล้วยไม้ป่าต่างถิ่นที่นำเข้าไปในพื้นที่สวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง เพื่อให้กล้วยไม้ป่าสามารถคงอยู่ในธรรมชาติสืบต่อไป

2. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลของกล้วยไม้ป่า ได้แก่ ชนิด ปริมาณ และช่วงเวลาการออกดอกของกล้วยไม้ป่า พร้อมบันทึกภาพ โดยทำการสำรวจในพื้นที่รอบอาคารสำนักงานและสวนกล้วยไม้ของสวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง ผู้วิจัยทำการศึกษากล้วยไม้ป่าที่อยู่ในระดับพื้นดินจนถึงที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 4 เมตร โดยเริ่มดำเนินการสำรวจตั้งแต่เดือนมีนาคม 2557 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2558 รวมระยะเวลา 12 เดือน ลงสำรวจพื้นที่เดือนละ 2 ครั้ง รวมเนื้อที่ การสำรวจประมาณ 8 ไร่ วิธีการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้

2.1 การระบุพิกัดและขอบเขตแปลงที่ทำการศึกษา

การระบุพิกัดและขอบเขตแปลงเพื่อทำการสำรวจกล้วยไม้ป่า บริเวณรอบอาคารสำนักงานและสวนกล้วยไม้ของสวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง มีวิธีการ ดังนี้

2.1.1 ลงพื้นที่สำรวจบริเวณรอบอาคารสำนักงาน และสวนกล้วยไม้ของสวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง พร้อมกับผู้เชี่ยวชาญด้านกล้วยไม้ป่าของสวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง เพื่อกำหนดขอบเขตแปลงที่จะศึกษา

2.1.2 ทำการระบุพิกัดแปลง โดยใช้เครื่องกำหนดพิกัดและระดับความสูง (GPS) ยี่ห้อ GARMIN รุ่น 60 CSx โดยทางทีมนักวิจัยนี้ได้ทำการสำรวจบริเวณรอบอาคารสำนักงาน และสวนกล้วยไม้ สวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง

2.2 การสำรวจชนิด ปริมาณและช่วงเวลาการออกดอกของกล้วยไม้ป่า

ผู้วิจัยลงพื้นที่เพื่อสำรวจและเก็บข้อมูล ชนิด ปริมาณ และช่วงเวลาการออกดอกของกล้วยไม้ป่า พร้อมบันทึกภาพกล้วยไม้ป่าที่กำลังออกดอก เพื่อนำข้อมูลจากการบันทึกภาพที่ได้ ประกอบกับข้อมูลกล้วยไม้ป่าจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านกล้วยไม้ป่าในพื้นที่สวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง มาจำแนกชนิดโดยจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานและช่วงเวลาการออกดอก โดยอ้างอิงข้อมูลหนังสือที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ กล้วยไม้ป่าเมืองไทย (สลิล สิทธิสังธรรม, 2549) กล้วยไม้เมืองไทย (อบฉันท ไทยทอง, 2547) คู่มือกล้วยไม้ เล่ม 2 (สลิล สิทธิสังธรรม, 2550) ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (เต็ม สมิตินันท์, 2544) ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (เต็ม สมิตินันท์, 2557) พืชอนุรักษ์ในบัญชีไซเตส (CITES):กล้วยไม้ชายฝั่งทะเลตอนบนของประเทศไทย (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, 2553) Orchids of Thailand (Obchant, 1999) และ A Field Guide to the WILD ORCHIDS Of Thailand (Nantiya, 1997)

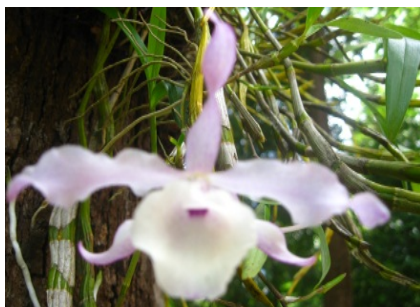
3. ผลการวิจัย

จากการสำรวจความหลากหลายของกล้วยไม้ป่าบริเวณรอบอาคารสำนักงานและสวนกล้วยไม้ของสวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง รวมเนื้อที่การสำรวจประมาณ 8 ไร่ พบกล้วยไม้ป่า 27 สกุล 49 ชนิด แสดงดังตารางที่ 1 โดยพบสกุลหวาย (*Dendrobium*) มากที่สุด จำนวน 10 ชนิด ได้แก่ เอื้องแปรสภาพ (*Dendrobium secundum* (Blume) Lindl.) (ภาพที่ 1) เอื้องไม้ตั้ง (*Dendrobium tortile* Lindl.) (ภาพที่ 2) เอื้องใบไผ่ (*Dendrobium salaccense* (Blume) Lindl.) (ภาพที่ 3) หวายตะมอย (*Dendrobium crumenatum* Sw.) (ภาพที่ 4) เอื้องสายน้ำผึ้ง (*Dendrobium polyanthum* Wall. ex Lindl.) (ภาพที่ 5) เอื้องผึ้ง (*Dendrobium lindleyi* Steud.) (ภาพที่ 6) เอื้องดอกมะเขือ

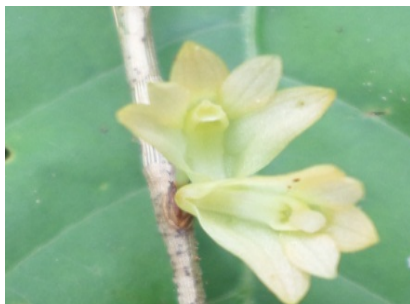
(*Dendrobium hercoglossum* Rchb. f.) (ภาพที่ 7) ก้างปลา (*Dendrobium indivisum* var *pallidum* Seidenf.) (ภาพที่ 8) หวายตะมอยน้อย (*Dendrobium hendersonii* Hawkes & Heller) (ภาพที่ 9) และเอื้องแบนปากตัด (*Dendrobium ypsilon* Seidenf.) (ภาพที่ 10) กล้วยไม้สกุลหวายที่พบจำนวน 10 ชนิดที่พบบริเวณรอบอาคารสำนักงานและสวนกล้วยไม้ของสวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง เป็นกล้วยไม้อิงอาศัย ผลการศึกษา พบว่า หวายตะมอย (*Dendrobium crumenatum* Sw.) มีจำนวนมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของสุวรรณี พรหมศิริ (2559) ทำการศึกษาความหลากหลายของกล้วยไม้ป่าสกุลหวาย (*Dendrobium*) ในพื้นที่ภาคใต้ พบว่ากล้วยไม้ป่าสกุลหวายในพื้นที่ภาคใต้มีความหลากหลายสูงทั้งทางด้านชนิดและระบบนิเวศ ซึ่งหวายตะมอย (*Dendrobium crumenatum* Sw.) มีการปลูกเลี้ยงทั่วไปและในธรรมชาติมีค่อนข้างมาก นอกจากนี้ ข้อมูลของสลิ ลิทธิสัจธรรม (2549) รายงานว่า กล้วยไม้ป่าสกุลหวายมีการกระจายพันธุ์ในเขตอบอุ่น และเขตร้อนของทวีปออสเตรเลีย หมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก จนถึงทวีปออสเตรเลีย พบมากกว่า 900 ชนิด ส่วนในประเทศไทย นับเป็นสกุลที่มีจำนวนชนิดที่มากที่สุด โดยพบมากถึง 153 ชนิด ตามป่าผลัดใบ และป่าไม่ผลัดใบทุกภูมิภาค



ภาพที่ 1 เอื้องแปร่งสีฟัน (*Dendrobium secundum* (Blume) Lindl.)



ภาพที่ 2 เอื้องไม้ตั้ง (*Dendrobium tortile* Lindl.)



ภาพที่ 3 เอื้องใบไผ่ (*Dendrobium salaccense* (Blume) Lindl.)



ภาพที่ 4 หวายตะมอย (*Dendrobium crumenatum* Sw.)



ภาพที่ 5 เอื้องสายน้ำผึ้ง (*Dendrobium polyanthum* Wall. ex Lindl.)



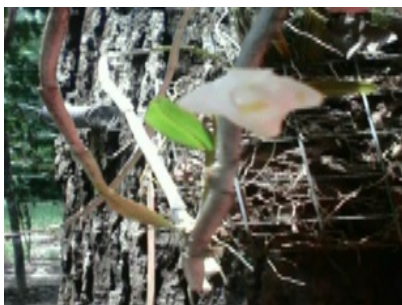
ภาพที่ 6 เอื้องผึ้ง (*Dendrobium lindleyi* Steud.)



ภาพที่ 7 เอื้องดอกมะเขือ (*Dendrobium hercoglossum* Rchb. f.)



ภาพที่ 8 ก้างปลา (*Dendrobium indivisum* var *pallidum* eidenf.)



ภาพที่ 9 หวายตะมอยน้อย (*Dendrobium hendersonii* Hawkes & Heller)



ภาพที่ 10 เอื้องแบนปากตัด (*Dendrobium ypsilon* Seidenf.)

ตารางที่ 1 ชนิด ปริมาณ และช่วงเวลาการออกดอกของกล้วยไม้ป่าบริเวณรอบอาคารสำนักงาน และสวนกล้วยไม้ของสวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง

ลำดับ	สกุล	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ปริมาณ (ต้น)	ช่วงเวลาการออกดอก
1	<i>Aerides</i>	<i>Aerides odorta</i> Lour.	เอื้องกุหลาบ เดือยไก่	37	พ.ค.-มิ.ย.
2	<i>Agrostophyllum</i>	<i>Agrostophyllum planicaule</i> (Wall. ex Lindl.) Rchb. f.	เอื้องปีกไก่ ใหญ่	50	มิ.ย.
3	<i>Appendicula</i>	<i>Appendicula</i> sp.	สกุลแมงเงา	20	-
4	<i>Arachnis</i>	<i>Arachnis flos - aeris</i> (L.) Rchb.f.	เอื้อง แมลงปอ	20	มี.ค.-พ.ค.
		<i>Arachnis flos</i> sp.	สกุลเอื้อง แมลงปอ	35	มี.ค.-พ.ค.
5	<i>Arundina</i>	<i>Arundina graminifolia</i> (D.Don) Hochr. subsp. <i>graminifolia</i>	ยี่โถปิ้ง	15	ก.ย.-มี.ค.
6	<i>Bulbophyllum</i>	<i>Bulbophyllum</i> sp.	สกุลสิงโต	30	-
		<i>Bulbophyllum macranthum</i> Lindl.	สิงโตกำมปู ใหญ่	20	มี.ค.-พ.ค.
		<i>Bulbophyllum ovatum</i> Seidenf.	สิงโตพู่ทอง	5	มี.ค.-พ.ค.
7	<i>Calanthe</i>	<i>Calanthe rubens</i> Ridl.	เอื้องน้ำเต้า	1	ม.ค.-ก.พ.
8	<i>Cleisostoma</i>	<i>Cleisostoma fuerstenbergianum</i> Sehltr.	เอื้อง ก้างปลา	7	ก.ค.-ส.ค.
		<i>Cleisostoma rostratum</i> (Lindl.) Garay	เอื้องพวง สร้อย	5	ม.ค.-ก.พ.
		<i>Cleisostoma</i> sp.	สกุลเอื้อง พวงสร้อย	5	ก.ค.
9	<i>Coelogyne</i>	<i>Coelogyne lactea</i> Rchb.f.	เอื้องหิน	3	พ.ย.-ม.ค.
10	<i>Cymbidium</i>	<i>Cymbidium aloifolium</i> (L.) Sw.	กะเรกะร่อน	20	มี.ค.-เม.ย.
		<i>Cymbidium findlaysonianum</i> Lindl.	กะเรกะร่อน ปากเป็ด	75	มี.ค.-มิ.ย.
		<i>Cymbidium bicolor</i> Lindl.	กะเรกะร่อน สองสี	15	เม.ย.-มิ.ย.

หมายเหตุ: - : non identified หมายถึง ไม่สามารถระบุได้

ตารางที่ 1 ชนิด ปริมาณ และช่วงเวลาการออกดอกของกล้วยไม้ป่าบริเวณรอบอาคารสำนักงาน และสวนกล้วยไม้ของสวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง (ต่อ)

ลำดับ	สกุล	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ปริมาณ (ต้น)	ช่วงเวลาการออกดอก
11	<i>Dendrobium</i>	<i>Dendrobium lindlryi</i> Steud.	เอื้องผึ้ง	45	มี.ค.-เม.ย.
		<i>Dendrobium salaccense</i> (Blume) Lindl.	เอื้องใบไผ่	7	มี.ค.-เม.ย.
		<i>Dendrobium ypsilon</i> Seidenf.	เอื้องแบนปากตัด	3	ต.ค.-ก.พ.
		<i>Dendrobium hercoglossum</i> Rchb. f.	เอื้องดอกมะเขือ	12	เม.ย.-พ.ค.
		<i>Dendrobium tortile</i> Lindl.	เอื้องไม้ตั้ง	9	ก.พ.-เม.ย.
		<i>Dendrobium crumenatum</i> Sw.	หวายตะมอย	90	มี.ค.-พ.ค.
		<i>Dendrobium polyanthum</i> Wall.ex Lindl.	เอื้องสายน้ำผึ้ง	5	มี.ค.-เม.ย.
		<i>Dendrobium indivisum</i> var <i>pallidum</i> Seidenf.	ก้างปลา	20	ส.ค.-ก.ย.
		<i>Dendrobium hendersonii</i> Hawkes & Heller	หวายตะมอยน้อย	7	เม.ย.-มิ.ย.
		<i>Dendrobium secundum</i> (Blume) Lindl.	เอื้องแปรงสีฟัน	35	ก.พ.-เม.ย.
		<i>Eria lasiopetala</i> (Willd.) Ormerod	เอื้องบายศรี	50	พ.ย.-ม.ค.
		<i>Eria ornata</i> (Blume) Lindl.	เต่าทอง	10	ก.ค.-ส.ค.
		<i>Eria amica</i> Rchb.f.	เอื้องผีพราย	5	ก.พ.-เม.ย.
		<i>Flickingeria albopurpurea</i> Seidenf.	เอื้องขาไก่	70	ก.พ.
13	<i>Flickingeria</i>	<i>Flickingeria fimbriata</i> (Blume) AD. Hawkes	กูดหิน	37	มี.ค.
		<i>Flickingeria pardalina</i> (Rchb.) Seidenf.	เอื้องขาไก่ดอกเหลือง	25	ก.พ.
		<i>Grammatophyllum speciosum</i> Blume	ว่านเพชรหึง	13	ก.ค.-ต.ค.
15	<i>Micropera</i>	<i>Micropera pallida</i> (Roxb.) Lindl.	เอื้องแมลงปอทอง	57	พ.ค.

ตารางที่ 1 ชนิด ปริมาณ และช่วงเวลาการออกดอกของกล้วยไม้ป่าบริเวณรอบอาคารสำนักงาน และสวนกล้วยไม้ของสวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง (ต่อ)

ลำดับ	สกุล	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ปริมาณ (ต้น)	ช่วงเวลาการออกดอก
16	<i>Phalaenopsis</i>	<i>Phalaenopsis pulcherrima</i> (Lindl.) J. J.Sm.	ม้าวี้ง	35	ต.ค.-พ.ย.
17	<i>Pholidota</i>	<i>Pholidota imbricata</i> Lindl.	เอื้องกาบดอก	42	ก.ย.-พ.ย.
18	<i>Pomatocalpa</i>	<i>Pomatocalpa spicatum</i> Breda, Kuhl & Hasselt	ช้างดำ	3	ส.ค.-ต.ค.
19	<i>Rhynchostylis</i>	<i>Rhynchostylis retusa</i> (L.) Blume	เอื้องไอยเรศ	57	พ.ค.-มิ.ย.
20	<i>Robiquetia</i>	<i>Robiquetia spathulata</i> (Blume) J. J. Sm.	เอื้องระย้า	15	พ.ค.-มิ.ย.
21	<i>Smitinandia</i>	<i>Smitinandia helferi</i> (Hook. f.) Garay	-	3	พ.ค.-มิ.ย.
22	<i>Staurochilus</i>	<i>Staurochilus dawsonianus</i> (Rchb.f.) Schltr.	เสื่อแผ้ว	12	เม.ย.-พ.ค.
		<i>Staurochilus fasciatus</i> (Rchb.f.) Ridl.	เอื้องเสื่อโคร่ง	15	มี.ค.-พ.ค.
23	<i>Thecostele</i>	<i>Thecostele alata</i> (Roxb.) C.S.P.Parish & Rchb.f.	รูหินี	10	เม.ย.-ก.ค.
24	<i>Thrixspermum</i>	<i>Thrixspermum leucarachne</i> Ridl.	เอื้องแมงไหม	13	-
25	<i>Trichoglottis</i>	<i>Trichoglottis cirrhifera</i> Teijsm. & Binn.	เอื้องสายสุคนธ์	3	ต.ค.-พ.ย.
26	<i>Trichotosia</i>	<i>Trichotosia pulvinata</i> (Lindl.) Kraenzl.	ตรีย่าปวย	7	-
27	<i>Vanilla</i>	<i>Vanilla griffiphii</i> Rchb.f.	พลูนา	12	มี.ค.-เม.ย.

หมายเหตุ: - : non identified หมายถึง ไม่สามารถระบุได้

4. สรุป

การสำรวจความหลากหลายของกล้วยไม้ป่ารอบอาคารสำนักงานและสวนกล้วยไม้ของสวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง รวมเนื้อที่สำรวจประมาณ 8 ไร่ รวมการสำรวจทั้งสิ้น 24 ครั้ง ผู้วิจัยศึกษากล้วยไม้ป่าที่อยู่ในระดับพื้นดินจนถึงที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 4 เมตร ผลการศึกษาพบกล้วยไม้ป่าจำนวน 49 ชนิด จัดจำแนกอยู่ใน 27 สกุล เป็นกล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium*)

มากที่สุด จำนวน 10 ชนิด และเมื่อพิจารณาถึงจำนวนของกล้วยไม้ป่าในบริเวณที่ทำการศึกษ พบ หวายตะมอย (*Dendrobium crumenatum* Sw.) จำนวนมากที่สุด ดังนั้น หวายตะมอยจึงเป็นกล้วยไม้ป่าชนิดเด่นในพื้นที่ทำการสำรวจ ผลการสำรวจในครั้งนี้จะเห็นได้ว่าบริเวณพื้นที่ทำการศึกษ มีความหลากหลายของกล้วยไม้ป่า ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการทรัพยากรกล้วยไม้ป่าและนำข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้แก่สวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง โดยการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น ในเชิงนโยบาย ได้แก่ การสร้างความตระหนักในการอนุรักษ์ทรัพยากร ตลอดจนการจัดการอบรมบุคลากรด้านการอนุรักษ์พรรณพืช การจัดทำหลักสูตรการอนุรักษ์พรรณพืช และการจัดตั้งกลุ่มอนุรักษ์พรรณพืชในท้องถิ่น เป็นต้น อันจะนำไปสู่การสร้างแนวทางการอนุรักษ์กล้วยไม้ป่าและการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง ที่สนับสนุนด้านต่างๆ ในการทำวิจัย และขอขอบคุณสวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง ที่อนุเคราะห์สถานที่และอำนวยความสะดวกตลอดช่วงเวลาที่ทำเนงานวิจัยในพื้นที่

6. เอกสารอ้างอิง

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. (2553). **พืชอนุรักษ์ในบัญชีไซเตส (CITES):**

กล้วยไม้ขายฝั่งทะเลตอนบนของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: ชุมชมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

เต็ม สมิตินันท์. (2544). **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย.** (พิมพ์ครั้งที่ 2). บริษัท ประชาชน จำกัด.

เต็ม สมิตินันท์. (2557). **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย.** กรุงเทพมหานคร : สำนักงานพุทธศาสนาแห่งชาติ.

ประสุข โฆษวิจิตกุล. (2553). ความหลากหลายของชนิดกล้วยไม้ป่าเมืองน่าน. **Naresuan University Journal**, (กันยายน-ธันวาคม), 18(3), 46-54.

วิบูลย์ คำสัมฤทธิ์. (2550). ความหลากหลายของกล้วยไม้ป่า กรณีศึกษา เส้นทางศึกษาธรรมชาติช่องปลัดต่าง-ช่องคอโค เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยทับทัน-ห้วยสำราญ จังหวัดสุรินทร์. อุบลราชธานี : มปป.

สลิล สิทธิสังธรรม. (2549). **กล้วยไม้ป่าเมืองไทย.** กรุงเทพมหานคร: อัมรินทร์พรินติ้งและพับลิชชิง จำกัด (มหาชน).

สลิล สิทธิสังธรรม. (2550). **คู่มือกล้วยไม้ เล่ม 2.** กรุงเทพมหานคร: สารคดี.

สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช. (2556). **ฐานข้อมูลสวนพฤกษศาสตร์ทุ่งค่าย จังหวัดตรัง.** กรุงเทพมหานคร: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

- สุวรรณี พรหมศิริ. (2559). การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ครั้งที่ 6 “การศึกษาและวัฒนธรรมเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น” วันที่ 15-16 สิงหาคม พ.ศ. 2559 (1155-1174). สงขลา. มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- องค์การสวนพฤกษศาสตร์. (2543). สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ เล่ม 6 กล้วยไม้ไทย. กรุงเทพมหานคร: โอ.เอส. พรินติ้ง เฮาส์.
- อนุพันธ์ กงบังเกิด และคนอื่นๆ. (2550). การสำรวจกล้วยไม้บริเวณอุทยานแห่งชาติภูเรือ อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย. *NU Science Journal*, 4(1), 53-66.
- อบฉันท ไทยทอง. (2547). กล้วยไม้เมืองไทย. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพมหานคร : บ้านและสวน.
- อ้อพร เพื่อกกล้วย และฉัตรชัย เงินแสงสรวย. (2552, มกราคม-มิถุนายน). อนุกรมวิธานของ กล้วยไม้สกุลเอื้องคำในอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง. *วารสารการจัดการป่าไม้*, 3(5), 25-35.
- Nantiya Vaddhanaphuti. (1997). *A Field Guide to the Wild Orchids of Thailand*. Bangkok: O.S. Printing House.
- Obchant Thaithong. (1999). *Orchids of Thailand*. Bangkok: Office of Environmental Policy Planning.

ผลรวมบางส่วนของสามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไป
Partial sums of the generalized Pascal's triangle

นัทธร ทองงาม* และ รณสรณ์ ชินรัมย์**
Nattaporn Thongnam* and Ronnason Chinram**

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาสามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไป โดยผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างผลรวมบางส่วนของสมาชิกกับสมาชิกในสามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไป นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังใช้ความสัมพันธ์ดังกล่าวเชื่อมโยงบางอนุกรมเลขคณิตจำกัดที่น่าสนใจ

คำสำคัญ : สามเหลี่ยมปาสคาล, ผลรวม, อนุกรม

Abstract

In this research, we study the generalized Pascal's triangle. We show and prove the relationship between partial sums of some members and some members in the generalized Pascal's triangle. In addition, we also use this result to connect some interesting finite series.

Keywords : Pascal's triangle, sum, series

* นักศึกษา สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

** รองศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Corresponding author email: ronnason.c@psu.ac.th

1. บทนำ

“สามเหลี่ยมปาสคาล” ได้รับการความสนใจในการศึกษาทั้งในอินเดีย กรีก จีน มาเป็นเวลานาน แต่ Blaise Pascal, (ค.ศ. 1623 – 1662) นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศสเป็นบุคคลแรกที่น่าเสนอและแสดงให้เห็นความสำคัญในบทความเรื่อง *Traité du triangle arithmétique* (1653) รูปแบบทั้งหมดของตัวเลขที่มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมและเพื่อให้เกียรติแก่ Pascal จึงเรียกชุดตัวเลขดังกล่าวว่า “สามเหลี่ยมปาสคาล”

สามเหลี่ยมปาสคาล เป็นการนำตัวเลขของสัมประสิทธิ์ที่ได้จากการกระจายทวินาม $(a + b)^n$ มาเขียนเรียงกันเป็นรูปสามเหลี่ยม ดังภาพที่ 1.1

สัมประสิทธิ์ของ $(a + b)^5$	1	5	10	10	5	1
สัมประสิทธิ์ของ $(a + b)^4$		1	4	6	4	1
สัมประสิทธิ์ของ $(a + b)^3$			1	3	3	1
สัมประสิทธิ์ของ $(a + b)^2$				1	2	1
สัมประสิทธิ์ของ $(a + b)^1$					1	1
สัมประสิทธิ์ของ $(a + b)^0$						1

ภาพที่ 1 แสดงสามเหลี่ยมปาสคาลในกรณี $i = 0$ ถึง $i = 5$

เมื่อพิจารณาจากทฤษฎีบททวินาม จะได้ความสัมพันธ์ของสามเหลี่ยม ดังภาพที่ 1

$$\begin{array}{ccccccc}
 \binom{5}{0} & \binom{5}{1} & \binom{5}{2} & \binom{5}{3} & \binom{5}{4} & \binom{5}{5} \\
 \binom{4}{0} & \binom{4}{1} & \binom{4}{2} & \binom{4}{3} & \binom{4}{4} \\
 \binom{3}{0} & \binom{3}{1} & \binom{3}{2} & \binom{3}{3} \\
 \binom{2}{0} & \binom{2}{1} & \binom{2}{2} \\
 \binom{1}{0} & \binom{1}{1} \\
 \binom{0}{0}
 \end{array}$$

ภาพที่ 2 แสดงสามเหลี่ยมปาสคาลในภาพที่ได้จากทฤษฎีบททวินาม

โดยมีความสัมพันธ์ในภาพที่ 2 ดังนี้

1. $\binom{i}{0} = \binom{0}{0} = \binom{i}{i} = 1$ สำหรับทุก $i \geq 0$
2. $\binom{i}{j} = \binom{i-1}{j-1} + \binom{i-1}{j}$ สำหรับ $i > 1$ และ $0 < j < i$

Plaza ได้ใช้สมบัติข้อ 2 สร้างรูปภาพมาช่วยในการหาค่าของผลรวมบางส่วนในสามเหลี่ยมปาสคาลโดยไม่ได้พิสูจน์ (Plaza, 2017) ยิ่งไปกว่านั้น ยังมีงานวิจัยที่น่าสนใจเกี่ยวกับ

สามเหลี่ยมปาสคาล ตัวอย่างเช่น Brothers ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า e และสามเหลี่ยมปาสคาล (Brothers, 2012) Hinz ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสามเหลี่ยมปาสคาลและหอคอยฮานอย (Hinz, 1992) และนอกจากนี้ยังมีสมบัติอื่นๆ ที่น่าสนใจของสามเหลี่ยมปาสคาลใน (Hilton, P. & Pedersen, J., 1987)

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ขยายงานของ Plaza (Plaza, 2017) ไปสู่สามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไป หาค่าของสมาชิกในสามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไปบางค่าและนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับค่าของอนุกรมจำกัดบางอนุกรมที่น่าสนใจ

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

2.1 สามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไป

ในการศึกษาสามเหลี่ยมปาสคาลให้กว้างขึ้นจะขยายสามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไปดังบทนิยาม 1 **บทนิยาม 1** $A(i, j)$ เป็นลำดับที่นิยามบน $i \geq 1$ และ $0 \leq j \leq i$ โดยที่มีค่าเริ่มต้นเป็น $A(1,0)$ และ $A(1,1)$ สำหรับค่าอื่นๆ มีเงื่อนไขดังนี้

$$2.1.1 \quad A(i, 0) = A(1,0) \text{ สำหรับทุก } i > 1$$

$$2.1.2 \quad A(i, i) = A(1,1) \text{ สำหรับทุก } i > 1$$

$$2.1.3 \quad A(i, j) = A(i-1, j-1) + A(i-1, j) \text{ สำหรับ } i > 1 \text{ และ } 0 < j < i$$

จากบทนิยามข้างต้น โดยพิจารณา $i = 1$ ถึง $i = 5$ จะได้แผนภาพดังภาพที่ 3

$$\begin{array}{cccccc} A(5,0) & A(5,1) & A(5,2) & A(5,3) & A(5,4) & A(5,5) \\ A(4,0) & A(4,1) & A(4,2) & A(4,3) & A(4,4) & \\ A(3,0) & A(3,1) & A(3,2) & A(3,3) & & \\ A(2,0) & A(2,1) & A(2,2) & & & \\ A(1,0) & A(1,1) & & & & \end{array}$$

ภาพที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ของสามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไป

เมื่อพิจารณา $A(1,0) = 1$ และ $A(1,1) = 1$ โดยพิจารณา $i = 1$ ถึง $i = 5$ จะได้แผนภาพ ดังนี้

$$\begin{array}{cccccc} 1 & 5 & 10 & 10 & 5 & 1 \\ & 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \\ & & 1 & 3 & 3 & 1 \\ & & & 1 & 2 & 1 \\ & & & & 1 & 1 \end{array}$$

ภาพที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ของสามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไปในกรณี $A(1,0) = 1$ และ $A(1,1) = 1$

จากภาพที่ 4 แผนภาพดังกล่าวคือสามเหลี่ยมปาสคาลในกรณี $i = 1$ ถึง $i = 5$ นั่นเอง

2.2 หลักการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์

หลักการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการพิสูจน์อย่างหนึ่งทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจำนวนเต็มบวก โดยมีหลักการ ดังต่อไปนี้

ให้ $P(n)$ แทนข้อความทางคณิตศาสตร์ โดยที่ n เป็นจำนวนเต็มบวก ถ้า

2.2.1 $P(1)$ เป็นจริง

2.2.2 ให้ k เป็นจำนวนเต็มบวกใดๆ สมมติให้ $P(k)$ เป็นจริง และแสดงได้ว่า $P(k+1)$ เป็นจริง

แล้วจะได้ว่า $P(n)$ เป็นจริง สำหรับทุกจำนวนเต็มบวก n

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้การพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์และหลักการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ในการพิสูจน์ผลลัพธ์ต่างๆ ของงานวิจัยนี้

2.3 อนุกรมเลขคณิต

เรียกลำดับ $\{a_i\}$ ว่าเป็นลำดับเลขคณิต ถ้า $a_i = a_0 + (i-1)d$ และเรียกอนุกรม $\sum_{i=1}^n a_i$ ว่าเป็นลำดับเลขคณิต ถ้า $\{a_i\}$ ว่าเป็นลำดับเลขคณิต พบว่า

$$\sum_{i=1}^n a_i = na_0 + \frac{n(n-1)}{2}d$$

ตัวอย่าง อนุกรมเลขคณิตที่น่าสนใจ

$$2.3.1 \sum_{i=1}^n 2i-1 = 1+3+5+\dots+(2n-1) = n^2$$

$$2.3.2 \sum_{i=1}^n i = 1+2+3+\dots+n = \frac{n(n+1)}{2}$$

ในหัวข้อ 4.3 จะใช้สมบัติของสามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไปเชื่อมโยงกับการหาอนุกรมเลขคณิตและอนุกรมที่น่าสนใจดังกล่าวเหล่านี้

3. ผลการวิจัย

3.1 หาความสัมพันธ์ของผลรวมของสมาชิกบางส่วนในสามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไป
ทฤษฎีบท 1 ให้ n เป็นจำนวนเต็มบวก ได้ว่า

$$\sum_{k=1}^n A(k, 1) = A(n+1, 2)$$

บทพิสูจน์ จาก $A(1,1) = A(2,2)$ และ $A(i, 1) = A(i+1, 2) - A(i, 2)$ สำหรับ $i > 1$

$$\begin{aligned} \text{ได้ว่า } \sum_{k=1}^n A(k, 1) &= A(1,1) + A(2,1) + A(3,1) + \dots + A(n, 1) \\ &= A(2,2) + [A(3,2) - A(2,2)] + [A(4,2) - A(3,2)] + \dots + [A(n+1, 2) - A(n, 2)] \\ &= A(n+1, 2) \end{aligned}$$

ทฤษฎีบท 2 ให้ j, m และ n เป็นจำนวนเต็มบวกซึ่ง $j \leq m \leq n$ ได้ว่า

$$\sum_{k=m}^n A(k, j) = A(n+1, j+1) - A(m, j+1)$$

บทพิสูจน์ จาก $A(i, j) = A(i+1, j+1) - A(i, j+1)$ สำหรับ $i > 1$

$$\text{ได้ว่า } \sum_{k=m}^n A(k, j) = A(m, j) + A(m+1, j) + A(m+2, j) + \dots + A(n, j)$$

$$\begin{aligned}
&= [A(m+1, j+1) - A(m, j+1)] + [A(m+2, j+1) - A(m+1, j+1)] \\
&\quad + [A(m+3, j+1) - A(m+2, j+1)] + \cdots + [A(n+1, j+1) - A(n, j+1)] \\
&= A(n+1, j+1) - A(m, j+1)
\end{aligned}$$

ทฤษฎีบท 3 ให้ n เป็นจำนวนเต็มบวกได้ว่า

$$\sum_{k=0}^n A(k+1, k) = A(n+2, n)$$

บทพิสูจน์ จาก $A(i, j) = A(i+1, j) - A(i, j-1)$ สำหรับ $i > 1$ และ $0 < j < i$

$$\begin{aligned}
\text{ได้ว่า } \sum_{k=0}^n A(k+1, k) &= A(1, 0) + A(2, 1) + A(3, 2) + \cdots + A(n+1, n) \\
&= A(1, 0) + [A(3, 1) - A(2, 0)] + [A(4, 2) - A(3, 1)] + \cdots + [A(n+2, n) - A(n+1, n-1)] \\
&= A(n+2, n)
\end{aligned}$$

ทฤษฎีบท 4 ให้ j, m และ n เป็นจำนวนเต็มบวกซึ่ง $m \leq n$ ได้ว่า

$$\sum_{k=m}^n A(k+j, k) = A(n+1+j, n) - A(m+j, m-1)$$

บทพิสูจน์ จาก $A(i, j) = A(i+1, j) - A(i, j-1)$ สำหรับ $i > 1$ และ $0 < j < i$

$$\begin{aligned}
\text{ได้ว่า } \sum_{k=m}^n A(k+j, k) &= A(m+j, m) + A(m+1+j, m+1) + A(m+2+j, m+2) + \cdots + \\
&\quad A(n+j, n) \\
&= [A(m+j+1, m) - A(m+j, m-1)] + [A(m+j+2, m+1) - A(m+1+j, m)] \\
&\quad + [A(m+j+3, m+2) - A(m+1+j, m+1)] + \cdots \\
&\quad + [A(n+j+1, n) - A(n+j, n-1)] \\
&= A(n+1+j, n) - A(m+j, m-1)
\end{aligned}$$

4.2 หาค่าของสมาชิกในรูปผลบวกเชิงเส้นของ $A(1, 0)$ และ $A(1, 1)$

สำหรับในหัวข้อนี้ ผู้วิจัยได้ทำการหาค่าของสมาชิกออกมาในรูปผลบวกเชิงเส้นของ $A(1, 0)$ และ $A(1, 1)$ และใช้อุปนัยเชิงคณิตศาสตร์พิสูจน์ทฤษฎีบทต่างๆ ดังต่อไปนี้

ทฤษฎีบท 5 ให้ i เป็นจำนวนเต็มบวกได้ว่า $A(i, 1) = (i-1)A(1, 0) + A(1, 1)$

บทพิสูจน์ การพิสูจน์ทฤษฎีบทนี้ ใช้หลักการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ในการพิสูจน์

พิจารณา $i = 1$ ได้ว่า $A(1, 1) = (1-1)A(1, 0) + A(1, 1)$

ให้ i เป็นจำนวนเต็มบวกใดๆ สมมติว่า $A(i, 1) = (i-1)A(1, 0) + A(1, 1)$ ได้ว่า

$$A(i+1, 1) = A(i, 0) + A(i, 1) = A(1, 0) + [(i-1)A(1, 0) + A(1, 1)] = iA(1, 0) + A(1, 1)$$

โดยหลักการของอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ จึงได้ว่าทฤษฎีบทเป็นจริง

ทฤษฎีบท 6 ให้ i เป็นจำนวนเต็มบวกซึ่ง $i \geq 2$ ได้ว่า $A(i, 2) = \frac{(i-1)(i-2)}{2}A(1, 0) + (i-1)A(1, 1)$

บทพิสูจน์ การพิสูจน์ทฤษฎีบทนี้ ใช้หลักการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ในการพิสูจน์

พิจารณา $i = 2$ ได้ว่า

$$A(2, 2) = A(1, 1) = \frac{(2-1)(2-2)}{2}A(1, 0) + (2-1)A(1, 1)$$

ให้ i เป็นจำนวนเต็มบวกใดๆ สมมติว่า $A(i, 2) = \frac{(i-1)(i-2)}{2}A(1, 0) + (i-1)A(1, 1)$

ได้ว่า $A(i+1, 2) = A(i, 1) + A(i, 2)$

$$\begin{aligned}
&= (i-1)A(1, 0) + A(1, 1) + \frac{(i-1)(i-2)}{2}A(1, 0) + (i-1)A(1, 1) \\
&= \frac{i(i-1)}{2}A(1, 0) + iA(1, 1)
\end{aligned}$$

โดยหลักการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ จึงได้ว่าทฤษฎีบทเป็นจริง

ทฤษฎีบท 7 ให้ i เป็นจำนวนเต็มบวก ได้ว่า $A(i, i-1) = A(1,0) + (i-1)A(1,1)$

บทพิสูจน์ การพิสูจน์ทฤษฎีบทนี้ ผู้วิจัยใช้หลักการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ในการพิสูจน์

พิจารณา $i = 1$ ได้ว่า $A(1,0) = A(1,0) + (1-1)A(1,1)$

ให้ i เป็นจำนวนเต็มบวกใดๆ สมมติว่า $A(i, i-1) = A(1,0) + (i-1)A(1,1)$ ได้ว่า

$$A(i+1, i) = A(i, i-1) + A(i, i) = A(1,0) + (i-1)A(1,1) + A(1,1) = A(1,0) + iA(1,1)$$

โดยหลักการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ จึงได้ว่าทฤษฎีบทเป็นจริง

ทฤษฎีบท 8 ให้ i เป็นจำนวนเต็มบวกซึ่ง $i \geq 2$ ได้ว่า $A(i, i-2) = (i-1)A(1,0) + \frac{(i-1)(i-2)}{2}A(1,1)$

บทพิสูจน์ การพิสูจน์ทฤษฎีบทนี้ ใช้หลักการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ในการพิสูจน์

พิจารณา $i = 2$ ได้ว่า

$$A(2,0) = A(1,0) = (2-1)A(1,0) + \frac{(2-1)(2-2)}{2}A(1,1)$$

ให้ i เป็นจำนวนเต็มบวกใดๆ สมมติว่า $A(i, i-2) = (i-1)A(1,0) + \frac{(i-1)(i-2)}{2}A(1,1)$

$$\begin{aligned} A(i+1, i-1) &= A(i, i-2) + A(i, i-1) \\ &= (i-1)A(1,0) + \frac{(i-1)(i-2)}{2}A(1,1) + A(1,0) + (i-1)A(1,1) \\ &= iA(1,0) + \frac{i(i-1)}{2}A(1,1) \end{aligned}$$

โดยหลักการอุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ จึงได้ว่าทฤษฎีบทเป็นจริง

4.3 การนำสมบัติของสามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไปเชื่อมโยงกับการหาอนุกรมที่น่าสนใจ

พิจารณาสามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไปซึ่ง $A(1,0) = 1$ และ $A(1,1) = 2$ โดยพิจารณา

$i = 1$ ถึง $i = 5$ แผนภาพดังภาพที่ 4.1

1	6	14	16	9	2
1	5	9	7	2	
1	4	5	2		
1	3	2			
1	2				

1	6	14	16	9	2
1	5	9	7	2	
1	4	5	2		
1	3	2			
1	2				

1	6	14	16	9	2
1	5	9	7	2	
1	4	5	2		
1	3	2			
1	2				

ภาพที่ 5 สามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไป ในกรณีที่ $A(1,0) = 1$ และ $A(1,1) = 2$

และแสดงชุดตัวเลขที่น่าสนใจ

จากการสังเกตภาพที่ 4 พบว่า ชุดตัวเลขในกรอบสีเขียวจะเป็นจำนวนเต็มบวกคี่ และชุดตัวเลขในกรอบสีแดงเป็นจำนวนกำลังสอง ทฤษฎีบท 9 และ ทฤษฎีบท 10 จะพิสูจน์สิ่งดังกล่าว

ทฤษฎีบท 9 ให้ i เป็นจำนวนเต็มบวก ได้ว่า $A(i, i-1) = 2i-1$

บทพิสูจน์ จากทฤษฎีบท 7 ได้ว่า $A(i, i-1) = A(1,0) + (i-1)A(1,1)$

แทนค่า $A(1,0) = 1$ และ $A(1,1) = 2$ ได้ว่า

$$A(i, i-1) = 1 + 2(i-1) = 2i-1$$

ทฤษฎีบท 10 ให้ i เป็นจำนวนเต็มบวกซึ่ง $i \geq 2$ ได้ว่า $A(i, i-2) = (i-1)^2$

บทพิสูจน์ จากทฤษฎีบท 8 ได้ว่า $A(i, i-2) = (i-1)A(1,0) + \frac{(i-1)(i-2)}{2}A(1,1)$

แทนค่า $A(1,0) = 1$ และ $A(1,1) = 2$ ได้ว่า

$$A(i, i-2) = (i-1) + \frac{(i-1)(i-2)}{2} \cdot 2 = (i-1)^2$$

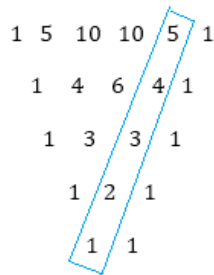
บทแทรก 11 $\sum_{i=1}^n 2i-1 = 1+3+5+\dots+(2n-1) = n^2$

บทพิสูจน์ จากทฤษฎีบท 3 ได้ว่า $\sum_{k=0}^{n-1} A(k+1, k) = A(n+1, n-1)$

จากทฤษฎีบท 10 พิจารณา $i = n+1$ ได้ว่า $A(n+1, n-1) = n^2$

จากทฤษฎีบท 9 ดังนั้น $\sum_{i=1}^n 2i-1 = \sum_{k=0}^{n-1} A(k+1, k) = A(n+1, n-1) = n^2$

ให้ $A(1,0) = 1$ และ $A(1,1) = 1$ โดยพิจารณา $i = 1$ ถึง $i = 5$ แผนภาพดังกล่าวคือ



ภาพที่ 6 สามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไป ในกรณีที่ $A(1,0) = 1$ และ $A(1,1) = 1$
และแสดงชุดตัวเลขที่สนใจ

บทแทรก 12 $\sum_{i=1}^n i = 1+2+3+\dots+n = \frac{n(n+1)}{2}$

บทพิสูจน์ จากทฤษฎีบท 3 ได้ว่า $\sum_{k=0}^{n-1} A(k+1, k) = A(n+1, n-1)$

จากทฤษฎีบท 8 พิจารณา $i = n+1$ ได้ว่า

$$A(n+1, n-1) = nA(1,0) + \frac{n(n-1)}{2}A(1,1) = n + \frac{n(n-1)}{2} = \frac{n(n+1)}{2}$$

ดังนั้น $\sum_{i=1}^n i = \sum_{k=0}^{n-1} A(k+1, k) = A(n+1, n-1) = \frac{n(n+1)}{2}$

สำหรับบทแทรก 13 จะเชื่อมโยงสามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไปกับอนุกรมเลขคณิต

บทแทรก 13 ให้ $\{a_n\}$ เป็นลำดับเลขคณิต โดยที่ $a_i = a_0 + (i-1)d$ จะได้

$$\sum_{i=1}^n a_i = na_0 + \frac{n(n-1)}{2}d$$

บทพิสูจน์ เลือก $A(1,0) = a_0$ และ $A(1,1) = d$

ได้ว่า $a_i = a_0 + (i-1)d = A(1,0) + (i-1)A(1,1) = A(i, i-1)$ โดยทฤษฎีบท 7

ดังนั้น โดยทฤษฎีบท 3 $\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{i=1}^n A(i, i-1) = A(n+1, n-1)$

จากทฤษฎีบท 8 พิจารณา $i = n+1$ ได้ว่า $A(n+1, n-1) = nA(1,0) + \frac{n(n-1)}{2}A(1,1)$

ดังนั้น

$$\sum_{i=1}^n a_i = nA(1,0) + \frac{n(n-1)}{2}A(1,1) = na_0 + \frac{n(n-1)}{2}d$$

4. การอภิปรายผลหรือการวิจารณ์และสรุป

การวิจัยนี้ได้ขยายการศึกษาสามเหลี่ยมปาสคาลไปสู่สามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไป ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลรวมของสมาชิกกับสมาชิกบางตัวในสามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไปและมีการเชื่อมโยงกับการหาอนุกรมเลขคณิตจำกัดโดยนำผลรวมข้างต้นมาใช้ในการพิสูจน์ซึ่งแตกต่างจากการพิสูจน์แบบเดิม สำหรับผู้ที่สนใจในงานวิจัยนี้สามารถศึกษาสามเหลี่ยมปาสคาลทั่วไปเพื่อหาความสัมพันธ์อื่นๆ ของสมาชิกในสามเหลี่ยมปาสคาลและนำผลลัพธ์ที่ได้ไปประยุกต์ในการช่วยแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์และให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์สำหรับบทความวิจัยนี้

นัฏกร ทองงาม ขอขอบคุณโครงการ พสวท. ที่ได้สนับสนุนให้ผู้วิจัยได้ทำงานวิจัยในภาคฤดูร้อน และ วรรณพร ชินรัมย์ ขอขอบคุณหน่วยวิจัยพืชคณิตและการประยุกต์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ และสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ได้สนับสนุนในการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- Brothers, H. J. (2012). Math Bite: Finding e in Pascal's Triangle. **Mathematics Magazine**, 85(1), 51.
- Brothers, H. J. (2012). Pascal's triangle: The hidden stor-e. **The Mathematical Gazette**, 96, 145-148.
- Hilton, P. & Pedersen, J. (1987). Looking into Pascal's triangle: Combinatorics, arithmetic, and geometry, **Mathematics Magazine**, 60(5), 305-316.
- Hinz, A. M. (1992). Pascal's triangle and the Tower of Hanoi, **The American Mathematical Monthly**, 99(6), 538-544.
- Plaza, A. (2017). Proof Without Words : Partial Column Sums in Pascal's Triangle, **Mathematics Magazine**, 90(2) (2017), 117-118.

ความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรของผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังใน
อำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

Knowledge Attitude and Herbal Usage Behaviors among Older
People with Chronic Diseases in Tha Ruea District,
Phra Nakhon Si Ayutthaya Province

กฤติเดช มิ่งไม้*

Krittidech Mingmai*

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวางเชิงวิเคราะห์ เพื่อศึกษาความรู้ ทักษะ พฤติกรรม และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการใช้ยาสมุนไพรของผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรัง ในอำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา กลุ่มตัวอย่างคือ ผู้สูงอายุโรคเรื้อรังอายุ 60 ปีขึ้นไป ที่อาศัยอยู่ในอำเภอท่าเรือ จำนวน 160 ราย เก็บข้อมูลระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 โดยใช้การสุ่มตัวอย่างเป็นระบบ เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ส่วน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และสถิติการทดสอบไคสแคว์ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีระดับความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 57.5 , 58.2 และ 54.7 ตามลำดับ) ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรของผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ อายุ ระดับการศึกษา ความเพียงพอของรายได้ การปลูกพืชสมุนไพรไว้ใช้เอง และทัศนคติเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพร ($p<0.05$) ผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าควรมีนโยบายส่งเสริมสนับสนุนให้ประชาชนใช้สมุนไพรรักษาโรคเพิ่มขึ้น โดยสนับสนุนให้มีการใช้สมุนไพรรักษาโรคเป็นทางเลือกหนึ่งในการดูแลสุขภาพ และควรจัดกิจกรรมหรือการอบรมเผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้สมุนไพรรักษาโรค เพื่อสร้างทัศนคติที่ดีต่อการใช้สมุนไพรรักษาโรคสนับสนุนให้มีการใช้สมุนไพรในชีวิตประจำวัน

คำสำคัญ : พฤติกรรม, การใช้ยาสมุนไพร, ผู้สูงอายุ, โรคเรื้อรัง

* อาจารย์ประจำคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

* Corresponding author: e-mail address; atthaponmingmai11@gmail.com

Abstract

The study was a cross-sectional analytical study aimed to determine the knowledge attitude herbal usage behaviors and associated factor with herbal usage behaviors among older people with chronic diseases in Tha Ruea district, Phra Nakhon Si Ayutthaya Province. The samples consisted of 160 older people with chronic diseases who were lived in Tha Ruea district. The subjects were collected by systematic sampling between Augusts to October 2016. The data were collected using a structural interview. The instruments consisted of 5 Parts. Data were analyzed by using descriptive statistics and Chi-square test. The results revealed that the majority of the samples had moderate level of herbal knowledge, attitude, and usage behaviors (57.5, 58.2 and 54. 7%). Factors significantly associated to herbal usage behaviors in older people with chronic diseases including age, education level, sufficient of income, cultivate herb for their own usage and attitude of herbal usage behaviors was significantly associated to herbal usage behaviors of older people ($p < 0.05$). The results were made that a policy should be given in order to promote and encourage more people to use medical herbs for illness treatments. The activity or training should be provided for disseminating or spreading medical herbs information for building positive attitude towards using them for illness treatments in daily life.

Key word : Behavioral, Herbal usage, Older people, Chronic diseases

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยได้ก้าวเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ นั่นคือ ประชากรส่วนใหญ่จะเป็นประชากรผู้สูงอายุที่มีอายุ 60 ปีขึ้นไป ซึ่งประเทศไทยได้เข้าสู่สังคมผู้สูงอายุมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 จนมาถึงปัจจุบัน จากการรายงานของสำนักงานสถิติแห่งชาติ พบว่า ประชากรผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากปี พ.ศ. 2537 มีจำนวนผู้สูงอายุ คิดเป็นร้อยละ 6.8 ของประชากรทั้งประเทศ และเพิ่มขึ้นเป็น ร้อยละ 9.4, 10.7 และ 12.2 ในปี พ.ศ. 2545, 2550 และ 2554 ตามลำดับ สำหรับปี พ.ศ. 2557 มีจำนวนผู้สูงอายุเพิ่มขึ้น ร้อยละ 14.9 ของประชากรทั้งหมด (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2557) ในอีก 7 ปีข้างหน้า คาดว่าประชากรผู้สูงอายุจะมีจำนวนมากขึ้นถึงร้อยละ 20 ของประชากรทั้งประเทศ (มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย, 2557) สาเหตุที่ทำให้ประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทยเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากอัตราการเกิดที่ลดลง และการมีอายุที่ยืนยาวมากขึ้น นั่นคือเพศชายมีอายุขัยเฉลี่ยที่ 71.8 ปี และเพศหญิงมีอายุขัยเฉลี่ยที่ 78.6 ปี (สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล, 2559)

ผู้สูงอายุเป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกาย จิตใจ สังคม และการเสื่อมสภาพตามวัย จึงทำให้ผู้สูงอายุเกิดการเจ็บป่วยด้วยโรคต่าง ๆ ได้ง่ายกว่าวัยอื่น โดยแนวคิดของ Eliopoulos (2015) ชี้ให้เห็นว่า ส่วนใหญ่เมื่อบุคคลเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ จะมีโรคเรื้อรังอย่างน้อย 1 โรค ซึ่งโรค

เรื้อรังเป็นโรคที่ทำให้ผู้สูงอายุต้องเผชิญและจัดการตัวเองกับความเจ็บป่วยเป็นระยะเวลาที่ยาวนาน และโรคเรื้อรังมักมีการดำเนินต่อไปซ้ำ ๆ แบบไม่หยุดนิ่ง (วรรณรา ชื่นวัฒนา, 2557) ซึ่งจากรายงาน สถิติสาธารณสุข พ.ศ. 2550-2557 อัตราการตายด้วยโรคไม่ติดต่อที่สำคัญ ได้แก่ โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคหัวใจขาดเลือด โรคหลอดเลือดทางสมอง โรคความดันโลหิตสูง และโรคเบาหวาน พบว่ามี อัตราการตายเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกโรค (สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค, 2558) และด้วย โรคเรื้อรังเป็นโรคที่ไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ จึงทำให้ผู้สูงอายุส่วนใหญ่ต้องได้รับการรักษา และ ได้รับยาจากแพทย์แผนปัจจุบันเป็นประจำตามคำแนะนำของแพทย์อย่างสม่ำเสมอ ทำให้เกิดความ เบื่อหน่าย หรือได้รับผลข้างเคียงจากการใช้ยาแพทย์แผนปัจจุบัน ทำให้ในปัจจุบันนี้เริ่มมีการยอมรับ ว่าการแพทย์แผนปัจจุบันอย่างเดียว ไม่สามารถแก้ไขปัญหาลักษณะได้ทั้งหมด เนื่องจากค่าใช้จ่าย ที่สูงขึ้น นอกจากนี้สมุนไพรจัดเป็นยารักษาโรคที่คู่กับวิถีชีวิตของคนไทยมาช้านาน สอดคล้องกับ รัฐบาลมีนโยบายสนับสนุนการใช้สมุนไพรและการแพทย์แผนไทยมาตั้งแต่แผนพัฒนาสาธารณสุข ฉบับที่ 4 จนในปัจจุบันมีนโยบายด้านสมุนไพร คือ ส่งเสริม สนับสนุน เร่งรัดและประสานงานการ วิจัยและพัฒนาสมุนไพรเพื่อนำผลมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพและอนามัยของประชาชน ดังนั้น การใช้สมุนไพรจึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่เป็นทางเลือกให้ประชาชนสามารถเลือกใช้ในการดูแลสุขภาพ นอกจากวิธีการแพทย์แผนปัจจุบัน สอดคล้องกับประเทศไทยที่มีสมุนไพรเป็นจำนวนมาก อีกทั้งเป็น ภูมิปัญญาท้องถิ่นในการใช้สมุนไพรเหล่านี้ด้วย โดยสมุนไพรจะถูกนำมาเตรียมเป็นยาในการรักษา แล้ว ยังสามารถนำมาบำรุงร่างกายได้อีกด้วย เพราะสมุนไพรส่วนใหญ่จะออกฤทธิ์อ่อนๆ จึงไม่เป็น พิษหรือมีผลข้างเคียงมากนัก ต่างกับยาแผนปัจจุบันที่เป็นเคมีสังเคราะห์ที่มักจะออกฤทธิ์ฉับพลัน บางชนิดหากกินเกินขนาดเพียงเล็กน้อย อาจมีอันตรายถึงกับเสียชีวิตได้ นอกจากนี้ ในปี 2556-2559 กระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดเป้าหมาย ให้มีการบรรจุยาจากสมุนไพรในบัญชียาหลัก แห่งชาติอย่างน้อยร้อยละ 10 ของรายการยาทั้งหมด การเพิ่มรายการยาสมุนไพรเข้าสู่บัญชียาหลัก แห่งชาติ จะเป็นทางเลือกของแพทย์ที่สั่งยาในการรักษา หรือส่งเสริมสุขภาพแบบผสมผสาน แก่ประชาชน และกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มมูลค่าจากการใช้ยาสมุนไพรมากขึ้น เป็นการเพิ่มความ เข้มแข็งทางเศรษฐกิจของชาติ ลดการพึ่งพายาจากต่างประเทศ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัย แห่งชาติ, 2558)

ดังนั้นแล้วผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังบางกลุ่มเริ่มพยายามแสวงหาการรักษาด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยเฉพาะการใช้ยาสมุนไพรในการรักษาโรคที่ตนเองเป็นอยู่ รักษาอาการเบื้องต้นต่าง ๆ หรือบำรุง ร่างกายของตนเอง ซึ่งยาสมุนไพรสามารถหาซื้อได้ง่าย หรือได้รับการบอกต่อจากบุคคลใกล้ชิด ว่าใช้ ดี ใช้แล้วหาย จึงส่งผลให้เกิดการใช้ตามหรือบอกต่อ อีกทั้งหน่วยงานทางสาธารณสุขในอำเภอท่าเรือ มีนโยบายส่งเสริมการใช้ยาสมุนไพรในการรักษาโรคต่าง ๆ อีกด้วย เพื่อเป็นการเพิ่มทางเลือกให้ ประชาชนสามารถเลือกใช้ในการดูแลสุขภาพ นอกจากวิธีการแพทย์แผนปัจจุบัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ ศึกษาความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรของผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังใน อำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการใช้ยาสมุนไพรของผู้สูงอายุที่มีโรค เรื้อรังใน อำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา เนื่องจากมีประชากรผู้สูงอายุที่ป่วยเป็นโรคเรื้อรัง อยู่จำนวนมาก เมื่อเทียบกับประชากรผู้สูงอายุทั้งหมดของชุมชน ผลจากการศึกษาจะเป็นข้อมูล พื้นฐานสำหรับการส่งเสริม/วางแผนกำหนดแนวทาง ให้ประชาชนสูงอายุที่มีโรคเรื้อรังใช้ ยาสมุนไพร

ร่วมกับยาแพทย์แผนปัจจุบันมากขึ้นอย่างถูกต้องเหมาะสม และไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของตนเอง เพื่อลดการใช้ยาการนำยาเข้าจากต่างประเทศ และส่งเสริมให้เป็นทางเลือกในการรักษาที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายในชีวิตประจำวัน

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

รูปการศึกษาแบบภาคตัดขวางเชิงวิเคราะห์ (Cross-Sectional Analytical Study) ประชากรในการศึกษานี้ คือ ผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังอายุ 60 ปีขึ้นไป ที่อาศัยอยู่ในอำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 244 ราย กลุ่มตัวอย่างนี้ คือ ผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังอย่างน้อย 1 โรค ได้แก่ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดหัวใจ ฯลฯ โดยการใช้การคำนวณขนาดตัวอย่างของแดเนียล (Daniel, 1995) กำหนดค่าระดับความเชื่อมั่นที่ 95%, สัดส่วนของการใช้ยาสมุนไพรในประชากรเท่ากับ 0.292 (พินทุสร เหมพิสุทธิ, 2553) และค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้เท่ากับ 0.05 เมื่อแทนค่าในสูตรจะได้ขนาดตัวอย่างทั้งหมด 139 ราย แต่เพื่อเป็นการป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยจึงเพิ่มขนาดตัวอย่าง 15% ดังนั้นขนาดตัวอย่างในการศึกษานี้ทั้งหมด 160 ราย โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเป็นระบบ (Systematic Random Sampling)

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษานี้ เป็นแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ที่ผู้วิจัยได้สร้างจากการทบทวนทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ลักษณะคำถามเป็นแบบเลือกตอบ จำนวน 12 ข้อ ได้แก่ อายุ เพศ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษาสูงสุด อาชีพ ความเพียงพอของรายได้ รายได้แต่ละเดือน ผู้ดูแล สิทธิการรักษา โรคประจำตัว/ปัญหาสุขภาพ ลักษณะการอยู่อาศัย

ส่วนที่ 2 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยด้านความรู้เกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพร จำนวน 9 ข้อ สามารถเลือก 2 ตัวเลือก คือ ใช่ และไม่ใช่ คะแนนรวมอยู่ระหว่าง 0-9 คะแนน ในการแปลความหมายของคะแนน แบ่งเป็น 3 ระดับตามเกณฑ์ของบลูม (Bloom, 1968) ได้แก่ ตั้งแต่ 8 คะแนนขึ้นไป หมายถึง มีความรู้ในระดับสูง, 5-7 คะแนน หมายถึง มีความรู้ในระดับปานกลาง และน้อยกว่า 5 คะแนน หมายถึง มีความรู้ในระดับต่ำ

ส่วนที่ 3 แบบสัมภาษณ์ทัศนคติเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพร จำนวน 10 ข้อ เป็นข้อคำถามปลายปิด มีมาตรวัด 5 ระดับ (1-5 คะแนน) โดยมีค่าคะแนนรวมอยู่ระหว่าง 10-50 คะแนน ในการแปลความหมายของคะแนน แบ่งเป็น 3 ระดับตามเกณฑ์ของบลูม (Bloom, 1968) ได้แก่ 40 คะแนนขึ้นไป หมายถึง มีทัศนคติอยู่ในระดับสูง, 30-39 คะแนน หมายถึง มีทัศนคติอยู่ในระดับปานกลาง และ น้อยกว่า 30 คะแนน หมายถึง มีทัศนคติอยู่ในระดับต่ำ

ส่วนที่ 4 แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ลักษณะคำถามเป็นแบบเลือกตอบจำนวน 8 ข้อ ได้แก่ การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพร การนำข้อมูลข่าวสารที่ได้รับมาปฏิบัติในชีวิตประจำวัน การปลูกสมุนไพรไว้ใช้เอง

ส่วนที่ 5 แบบวัดพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพร เป็นแบบวัดพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพร ในการจำแนกตามโรค หรือชนิดที่ใช้ จำนวน 20 ข้อ เป็นข้อคำถามปลายปิด มีมาตรวัด 5 ระดับ (1-5 คะแนน) โดยมีค่าคะแนนรวมอยู่ระหว่าง 20-100 คะแนน ในการแปลความหมายของคะแนน

แบ่งเป็น 3 ระดับตามเกณฑ์ของบลูม (Bloom, 1968) ได้แก่ ตั้งแต่ 80-100 คะแนนขึ้นไป หมายถึง มีพฤติกรรมอยู่ในระดับสูง, 60-79 คะแนน หมายถึงมีพฤติกรรมอยู่ในระดับปานกลาง และ น้อยกว่า 60 คะแนน หมายถึงมีพฤติกรรมอยู่ในระดับต่ำ

การทดสอบคุณภาพของเครื่องมือผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้ค่าความตรงเชิงเนื้อหา (CVI) เกิน 0.80 ทุกส่วนและสำหรับความตรงเชิงโครงสร้างโดยนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับผู้สูงอายุที่อำเภอเมืองพระนครศรีอยุธยา ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าความเที่ยง (Reliability) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นด้วยวิธีของ Alpha Coefficient ของ Cronbach ได้ค่าความเที่ยงของแบบประเมินความรู้เกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพร แบบประเมินทัศนคติเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพร และแบบประเมินพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพร โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ครอนบาคอัลฟา (Cronbach's alpha coefficient) เท่ากับ 0.76, 0.72, และ 0.92 ตามลำดับ สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยใช้วิธีการสัมภาษณ์ โดยก่อนเก็บข้อมูลผู้วิจัยจะชี้แจงวัตถุประสงค์ในการทำการวิจัยและอธิบายรายละเอียดของแบบสัมภาษณ์ โดยผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ต้องลงนามหรือกล่าวยินยอมด้วยวาจา สำหรับการสัมภาษณ์ตัวอย่าง 1 คน จะใช้เวลาในการตอบประมาณ 30 นาที

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ พิสัย ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นต้น วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรของผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรัง โดยใช้สถิติ Chi-square test โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ 95%

3. ผลการวิจัย

จากการศึกษาในครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาทั้งหมด จำนวน 160 ราย ที่มีความยินดีเข้าร่วมการศึกษา เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่างพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 62.5) อายุระหว่าง 60-69 (ร้อยละ 50.5) มีสถานภาพสมรส สมรส (ร้อยละ 43.8) จบการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา (ร้อยละ 63.8) นอกจากนี้ส่วนใหญ่ไม่ได้ประกอบอาชีพ (ร้อยละ 31.2) มีรายได้อยู่ระหว่าง 5,001-15,000 บาท (ร้อยละ 40.6) ไม่มีความเพียงพอของรายได้ (ร้อยละ 53.8) แหล่งที่มาของรายได้มาจากเงินสงเคราะห์ (ร้อยละ 48.0) มีสิทธิการรักษา 30 บาท (ร้อยละ 77.5) อาศัยอยู่กับบุตรหลาน (ร้อยละ 45.6) อาศัยอยู่บ้านของตนเอง (ร้อยละ 78.1) และในส่วนของโรคประจำตัวหรือปัญหาสุขภาพพบว่า ส่วนใหญ่เป็นโรคความดันโลหิตสูง (ร้อยละ 76.2) รองลงมาคือ โรคไขมันในเลือดสูง โรคเบาหวาน และโรคข้อเข่าเสื่อม (ร้อยละ 41.2, 33.8 และ 19.4 ตามลำดับ) ดังตารางที่ 1

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้านสังคมและสิ่งแวดล้อมของกลุ่มตัวอย่างพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เคยใช้ยาสมุนไพร (ร้อยละ 98.8) ซึ่งเป็นยาสมุนไพรชนิดต้ม (ร้อยละ 42.5) รองลงมาคือ ชนิดแคปซูล (ร้อยละ 27.5) เคยได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับยาสมุนไพร (ร้อยละ 98.1) สำหรับแหล่งข้อมูลข่าวสารที่ได้รับส่วนใหญ่มากจากญาติหรือคนรู้จัก (ร้อยละ 55.0) โดยได้รับข้อมูลข่าวสารนาน ๆ ครั้ง (1ครั้ง/สัปดาห์) (ร้อยละ 43.8) และเคยนำข้อมูลข่าวสารที่ได้รับมาปฏิบัติใช้ใน

ชีวิตประจำวัน (ร้อยละ 73.1) นอกจากนี้ส่วนใหญ่ไม่ได้ปลูกพืชสมุนไพรไว้ใช้เอง (ร้อยละ 78.8) แต่มีการปลูกพืชสมุนไพรไว้ใช้ในบริเวณบ้านและละแวกชุมชน (ร้อยละ 66.9) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มของตัวอย่างจำแนกตามข้อมูลทั่วไป (n=160)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ	ข้อมูลทั่วไป	จำนวน	ร้อยละ
อายุ			ความเพียงพอของรายได้		
60-69 ปี	80	50.0	ไม่เพียงพอ/ไม่พอใช้	86	53.8
70-79 ปี	60	37.5	เพียงพอ/พอใช้	28	17.5
มากกว่า 80 ปี	2	12.5	มีเหลือเก็บ	46	28.7
Mean=69.86 ปี, SD.=6.83, Min-Max=60-84 ปี			แหล่งที่มาของรายได้		
เพศ			เงินสงเคราะห์	76	48.0
หญิง	100	62.5	บุตร/หลาน	54	33.8
ชาย	60	37.5	เงินเก็บสะสม	14	8.8
สถานภาพสมรส			ญาติ/พี่น้อง	7	4.4
สมรส	70	43.8	ค่าเช่า/ดอกเบี้ยย	8	5.0
หม้าย/หย่า/แยก	50	31.2	เงินบำนาญ	6	3.7
โสด	40	17.5	ผู้ดูแล		
ระดับการศึกษาสูงสุด			อยู่กับบุตร/หลาน	73	45.6
ไม่ได้รับการศึกษา	28	17.5	อยู่กับคู่สมรสและบุตร	43	26.8
ประถมศึกษา	102	63.8	อยู่กับคู่สมรส	26	16.2
มัธยมศึกษาตอนต้น	19	11.9	อยู่คนเดียว	18	11.4
มัธยมศึกษาตอนปลาย	10	6.2	สิทธิการรักษา		
ปวช./ปวส.	1	0.6	สิทธิ 30 บาท	124	77.5
อาชีพ			จ่ายค่ารักษาเอง	30	18.8
ไม่ได้ประกอบอาชีพ	50	31.2	ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	6	3.7
ลูกจ้าง/พนักงานทั่วไป	36	22.5	โรค/ปัญหาสุขภาพ		
เกษตรกร	36	22.5	โรคความดันโลหิตสูง	122	76.2
ค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว	30	18.8	โรคไขมันในเลือดสูง	66	41.2
อื่น ๆ	7	4.3	โรคเบาหวาน	54	33.8
รายได้ต่อเดือน			โรคข้อเข่าเสื่อม	31	19.4
ไม่เกิน 5,000 บาท	52	32.5	ลักษณะที่อยู่อาศัย		
5,001 – 15,000 บาท	65	40.6	บ้านตนเอง/บุตรหลาน	125	78.1
15,001 – 25,000 บาท	37	23.1	ห้องเช่า/บ้านเช่า	18	11.2
25,000 บาทขึ้นไป	6	3.8	บ้านพักญาติ/พี่น้อง	17	10.7

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของกลุ่มของตัวอย่างจำแนกตามข้อมูลด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม (n=160)

ข้อมูลด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม	จำนวน	ร้อยละ	ข้อมูลด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม	จำนวน	ร้อยละ
การปลูกพืชสมุนไพรในสวนชุมชน			ความถี่การได้รับข้อมูลข่าวสาร		
มี	107	66.9	นานๆครั้ง (1ครั้ง/สัปดาห์)	69	43.1
ไม่มี	53	33.1	นานๆครั้ง (1ครั้ง/สัปดาห์)	69	43.1
ประเภทการใช้อยาสมุนไพร			บางครั้ง (3-5ครั้ง/สัปดาห์)	67	41.9
ชนิดยาต้ม	68	42.5	เป็นประจำ (7ครั้ง/สัปดาห์)	21	13.1
ชนิดแคปซูล/เม็ด	44	27.5	ไม่ตอบ	3	1.9
ชนิดยาขงต้ม	42	26.2	การนำข้อมูลข่าวสารมาปฏิบัติ		
ชนิดตำคั้นเอาน้ำ	4	2.5	ปฏิบัติ	117	73.1
อื่นๆ	2	1.2	ไม่เคยปฏิบัติ	40	25.0
ประวัติการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพร			ไม่ตอบ	3	1.9
เคย	157	98.1	การปลูกพืชสมุนไพรไว้ใช้เอง		
ไม่เคย	3	1.9	ไม่ปลูก	126	78.8
แหล่งข้อมูลของการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพร			ปลูก	34	21.2
คนรู้จัก/ญาติ	88	55.0			
โทรทัศน์/วิทยุ/สื่อ	38	23.8			
โฆษณา					
บรรพบุรุษ	21	13.1			
แพทย์ผู้เชี่ยวชาญ	9	5.6			
อินเทอร์เน็ต/ social network	4	2.5			

จากการวิเคราะห์ความรู้เกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพรพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ตอบคำถามถูกต้องมากที่สุด 5 ลำดับแรกคือ การใช้ยาสมุนไพรที่ดี ควรใช้ตามโรค หรืออาการที่ตนเป็น (ร้อยละ 97.5) รองลงมาคือ ยาสมุนไพรที่มีผลข้างเคียงน้อยกว่ายาแผนปัจจุบัน (ร้อยละ 91.2) หากใช้ยาสมุนไพร แล้วมีอาการแพ้ ควรหยุดกินยาตัวนั้น แล้วหาหาตัวใหม่มาทานแทน (ร้อยละ 81.2) ผู้สูงอายุไม่ควรได้รับยาสมุนไพรในปริมาณมาก เพราะจะทำให้อ่อนเพลียที่สุด (ร้อยละ 64.4) และการรับประทานยาสมุนไพร ควรรับประทานตอนท้องว่าง เนื่องจากยาจะดูดซึมเข้าไปได้ดีที่สุด (ร้อยละ 60.0) เมื่อจำแนกความรู้ตามระดับความรู้เกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพรของกลุ่มตัวอย่างพบว่า มีคะแนนเฉลี่ย 4.9 คะแนน (SD.=1.2) ส่วนใหญ่มีความรู้อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 57.5) รองลงมาคือ ความรู้ระดับต่ำ และความรู้ระดับสูง (ร้อยละ 40.0 และ 2.5 ตามลำดับ) ดังตารางที่ 3

จากการวิเคราะห์ทัศนคติเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพรของผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรัง เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เห็นด้วยกับการนำสมุนไพรมาใช้ในการรักษาควรใช้ทุกส่วนของต้นพืช

สมุนไพรอยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 50.6) ยาสมุนไพรใช้แล้วมีประสิทธิภาพดีกว่ายาแผนปัจจุบันอยู่ในระดับมากและปานกลางเท่ากัน (ร้อยละ 41.9) ยาสมุนไพรรับประทานง่ายกว่ายาแผนปัจจุบันอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 47.5) เห็นด้วยกับการใช้ยาสมุนไพรมากกว่ายาแผนปัจจุบันในการรักษาโรคอยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 38.8) การใช้ยาสมุนไพรทำให้ไม่ต้องเสียเวลาไปพบแพทย์อยู่ในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 42.5) ยาสมุนไพรเหมาะกับทุกเพศทุกวัยอยู่ในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 50.0) การใช้ยาสมุนไพรเป็นประจำอย่างถูกต้อง จะทำให้หายจากโรคที่เป็นอยู่ในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 41.2) ยาสมุนไพรที่ใช้ต้องได้รับคำแนะนำจากแพทย์เสมออยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 55.0) ยาสมุนไพรมีราคาถูกกว่ายาแผนปัจจุบัน เพราะสามารถปลูกเองได้ อยู่ในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 46.2) และยาสมุนไพร นอกจากจะช่วยรักษาโรคแล้ว ยังช่วยบำรุงร่างกายด้วย อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 43.1) เมื่อจำแนกทัศนคติเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพรของผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังตามระดับทัศนคติ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนทัศนคติเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพรอยู่ระหว่าง 30-50 คะแนน ซึ่งมีคะแนนทัศนคติเฉลี่ย 39.4 คะแนน (SD.=4.0) นอกจากนี้ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีทัศนคติอยู่ในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 58.2 รองลงมาเป็นระดับสูง (ร้อยละ 33.0) ดังตารางที่ 3

จากการวิเคราะห์พฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพรพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความถี่ของการใช้ว่านหางจระเข้ ในการรักษาแผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวกอยู่ในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 58.1) ใช้เมล็ดพื้งพอนตัวเมียรักษาอาการที่เกิดจากแมลงกัดต่อย อยู่ในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 35.0) ใช้น้ำมันโพลทาณ นวด บรรเทาอาการเคล็ด ขัดยอกตามร่างกายอยู่ในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 53.1) รับประทานลูกมะแว้งเครือ บรรเทาอาการไออยู่ในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 56.2) รับประทานขมิ้นชันบรรเทาอาการท้องอืดท้องเฟ้ออยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 37.5) รับประทานขมิ้นชัน รักษาโรคกระเพาะอยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 41.1) ใช้ขมิ้นชัน รักษาแผลพุพองอยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 32.5) รับประทานขี้เหล็ก เพื่อให้หลับง่ายอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 43.1) รับประทานฟ้าทะลายโจรเมื่อมีอาการตัวร้อน เป็นไข้อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 39.4) ดื่มน้ำขิงมะขามแขก เพื่อบรรเทาอาการท้องผูกอยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 43.1) ใช้ใบพลูรักษาอาการลมพิษอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 36.9) ดื่มน้ำขิง แก้อาการคลื่นไส้ อาเจียนอยู่ในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 38.1) รับประทานน้ำต้มหญ้าหนวดแมว รักษาอาการปัสสาวะขัดอยู่ในระดับน้อยที่สุด (ร้อยละ 52.5) นำเมล็ดน้อยหน่ามาตำผสมน้ำมันมะพร้าวขมิ้นสระ เพื่อรักษาเหาอยู่ในระดับน้อยที่สุด (ร้อยละ 30.0) ใช้ฟ้าทะลายโจร รักษาอาการท้องเสียอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 51.9) รับประทานบอระเพ็ด เพื่อให้เจริญอาหารอยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 35.0) รับประทานลูกมะเกลือตำผสมน้ำกะทิ เพื่อขับพยาธิที่ลำไส้ อยู่ในระดับน้อยที่สุด (ร้อยละ 51.2) รักษาอาการเริ่มและงูสวัด ด้วยเมล็ดพื้งพอนตัวเมียอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 45.6) ใช้ทองพันชั่ง รักษากลากเกลื้อนอยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 36.2) และรักษาอาการปวดฟัน ด้วยการนำเปลือกข่อยมาต้มใส่เกลืออม อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 29.4) เมื่อจำแนกพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรของผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังตามระดับพฤติกรรม พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพรอยู่ระหว่าง 28-93 คะแนน ซึ่งมีคะแนนพฤติกรรมเฉลี่ย 62.6 คะแนน (SD.= 12.0) นอกจากนี้ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับพฤติกรรมอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 54.7) รองลงมาเป็นระดับต่ำ และสูง (ร้อยละ 40.0 และ 5.3 ตามลำดับ) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนและร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามระดับความรู้ ทักษะ และพฤติกรรม
การใช้ยาสมุนไพรของผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรัง ในอำเภอท่าเรือ
จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (n=160)

ระดับความรู้ ทักษะ และพฤติกรรมการใช้ยา สมุนไพร	ระดับ: จำนวน (ร้อยละ)		
	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
ความรู้ (Mean =4.9 คะแนน, SD. =1.2)	51 (32.0)	92 (57.5)	4 (2.5)
ทักษะ (Mean =39.4 คะแนน, SD. =4.0)	14 (8.8)	93 (58.2)	53 (33.0)
พฤติกรรม (Mean =62.6 คะแนน, SD. =12.0)	64 (40.0)	88 (54.7)	8 (5.3)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยด้านส่วนบุคคลพบว่า (อายุ ระดับการศึกษา และความเพียงพอของรายได้) ปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม (การปลูกพืชสมุนไพรไว้ใช้เอง ประวัติการใช้ยาสมุนไพร การได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพร) ปัจจัยด้านความรู้ และปัจจัยด้านทักษะ กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรของผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรัง ในอำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยใช้สถิติทดสอบไคสแคว์ พบว่า อายุ ระดับการศึกษา ความเพียงพอของรายได้ การปลูกพืชสมุนไพรไว้ใช้เอง และทักษะเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพร มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่าง ๆ กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรของผู้สูงอายุ
ที่มีโรคเรื้อรัง ในอำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (n=160)

ปัจจัยส่วนบุคคล	χ^2	p-value
ปัจจัยส่วนบุคคล		
-อายุ	9.57	0.036*
-ระดับการศึกษาสูงสุด	19.57	0.024*
-ความเพียงพอของรายได้	16.95	0.001**
-เพศ	0.69	0.750
-สถานภาพสมรส	5.99	0.255
ปัจจัยด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม		
-การปลูกพืชสมุนไพรไว้ใช้เอง	7.78	0.010**
-ประวัติการใช้ยาสมุนไพร	0.92	0.644
-ประวัติการได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพร	4.96	0.090
ระดับความรู้เกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพร	1.82	0.733
ระดับทักษะเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพร	15.29	<0.001***

* p-value < 0.05 **p-value < 0.01 ***p-value < 0.001

4. การอภิปรายผลและสรุป

จากการศึกษาการใช้ยาสมุนไพรของผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังใน อำเภอท่าเรือ จังหวัดนครศรีธรรมราช สามารถอภิปรายผลการศึกษาได้ ดังนี้

เมื่อพิจารณาระดับความรู้เกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพรพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 57.5) สอดคล้องกับการศึกษาของ วิไลวรรณ ชัยณรงค์ (2554) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สมุนไพร เพื่อการรักษาเบื้องต้นของประชาชนในเขตอำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีความรู้ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 45.0) และสอดคล้องกับการศึกษาของสมเกียรติยศ วรเดช และคณะ (2556) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการใช้สมุนไพรในการดูแลตนเองของอาสาสมัครสาธารณสุข จังหวัดพัทลุง พบว่า ส่วนใหญ่มีระดับความรู้ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 68.8) เช่นเดียวกันเมื่อพิจารณาระดับทัศนคติเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพรพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีทัศนคติอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 58.2) สอดคล้องกับการศึกษาของ จารุวรรณ ศรีสร้อยและคณะ (2553) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการบริโภคยาต้มสมุนไพรของประชาชนบ้านโคกลาย จังหวัดสกลนคร พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีทัศนคติอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 78.7) และสอดคล้องกับการศึกษาของสง่า อยู่คง (2556) ศึกษาความรู้ เจตคติ และพฤติกรรมการใช้สมุนไพรของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสม.) จังหวัดยโสธรพบว่า ส่วนใหญ่มีระดับทัศนคติอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 63.7) เช่นเดียวกัน

เมื่อพิจารณาระดับพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพรพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีพฤติกรรมอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 54.7) สอดคล้องกับการศึกษาของวิไลวรรณ ชัยณรงค์ (2554) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สมุนไพร เพื่อการรักษาเบื้องต้นของประชาชนในเขตอำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีพฤติกรรมอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 33.40) และสอดคล้องกับการศึกษาของสุกิจ ไชยชมพู และคณะ (2555) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สมุนไพรรักษาโรคของประชาชนในเขต 11 กระทรวงสาธารณสุข พบว่า ส่วนใหญ่มีระดับพฤติกรรมอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 36.2) เช่นเดียวกัน

จากการวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรของผู้สูงอายุโรคเรื้อรัง สามารถอภิปรายผลจำแนกตามตัวแปร โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ อายุมีความความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.036$) สอดคล้องกับการศึกษาของบุญญพัฒน์ ไชยเมล์ และคณะ (2554) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สมุนไพรในการดูแลสุขภาพเบื้องต้น ในตำบลแหลมโดนด อำเภอควนขนุน จังหวัดพัทลุง และทับทิม ทองสาย (2554) ศึกษาพฤติกรรม ความรู้ ความเชื่อ ในการใช้สมุนไพรรักษาโรคของประชาชนบ้านดอนสั้น จังหวัดศรีสะเกษ พบว่า อายุมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สามารถอภิปรายได้ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 60-69 ปี (ร้อยละ 47.5) ซึ่งเป็นผู้สูงอายุตอนต้น ยังเป็นช่วงเริ่มของการเข้าสู่ผู้สูงอายุ และด้วยวัยที่มียามากขึ้น ร่างกาย มีความเสื่อมถอยลง มีการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นร่างกาย อารมณ์ จึงทำให้บุคคลวัยนี้ มีความสนใจในเรื่องสุขภาพของตนเอง จึงทำให้เกิดการแสวงหาการรักษาในวิธีการต่าง ๆ และสำหรับในกลุ่มผู้สูงอายุตอนกลางและตอนปลายการเลือกใช้ยาสมุนไพรเพื่อการบำบัดและรักษาโรคอาจมาจากประสบการณ์ในการใช้ยาสมุนไพรในการรักษาในอดีตที่ได้สั่งสมมา หรือ

ได้รับการถ่ายทอดภูมิปัญญาเกี่ยวกับการใช้สมุนไพรมาจากบรรพบุรุษ พร้อมทั้งได้รับข้อมูลข่าวสารจากบุคคลใกล้ชิด จึงทำให้อายุมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพร

ระดับการศึกษามีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.024$) สอดคล้องกับการศึกษาของวิไลวรรณ ชัยณรงค์ (2554) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สมุนไพร เพื่อการรักษาเบื้องต้นของประชาชนในเขตอำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี และจารุวรรณ ศรีสร้อยและคณะ (2553) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการบริโภคยาสมุนไพรของประชาชนบ้านโคกลาย จังหวัดสกลนครพบว่า ระดับการศึกษามีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สามารถอภิปรายได้ว่า เนื่องจากระดับการศึกษาที่สูงขึ้นทำให้มีความรู้ และทางเลือกเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพรทั้งในแง่ของประเภทประโยชน์ และสรรพคุณมากขึ้น เมื่อเกิดการเจ็บป่วย การเลือกใช้สมุนไพรเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย เพราะด้วยราคาที่ถูกลง และความรู้ที่ได้รับเกิดจากการบอกกันต่อๆ มา นอกจากนี้การใช้ยาสมุนไพร อาจทำให้ไม่เสียเวลาที่จะต้องไปพบแพทย์ ดังนั้นเมื่อมีระดับการศึกษาสูงขึ้น จึงมีโอกาสและทางเลือกในการเลือกรักษา เมื่อเจ็บป่วยมากขึ้น

ความเพียงพอของรายได้มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.001$) สอดคล้องกับการศึกษาของสุนีย์ แป้นทะเล (2551) ศึกษาพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพของคนในชุมชนเครือข่ายป่าตะวันตก จังหวัดฉะเชิงเทรา และ สุกิจ ไชยชมพู และคณะ (2555) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรรักษาโรคของประชาชนในเขต 11 กระทรวงสาธารณสุขพบว่า ความเพียงพอของรายได้มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สามารถอภิปรายได้ว่า เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีรายได้เพียงพอ จึงทำให้กลุ่มตัวอย่างมีทางเลือกในการเลือกใช้ยาสมุนไพรที่หลากหลาย เพราะรายได้เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต จึงทำให้เกิดการตอบสนองความต้องการพื้นฐานของแต่ละบุคคล เมื่อมีความเจ็บป่วย การเลือกใช้ยาสมุนไพรที่หลากหลายย่อมมีความแตกต่างกัน จึงทำให้ความเพียงพอของรายได้มีความสัมพันธ์กับการใช้ยาสมุนไพร

การปลูกพืชสมุนไพรไว้ใช้เองมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.010$) สอดคล้องกับการศึกษาของบุญญพัฒน์ ไชยเมล์ และคณะ (2554) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ยาสมุนไพรในการดูแลสุขภาพเบื้องต้นในตำบลแหลมไทร อำเภอกวนขนุน จังหวัดพัทลุง และ สุกิจ ไชยชมพู และคณะ (2555) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรรักษาโรคของประชาชนในเขต 11 กระทรวงสาธารณสุข พบว่า การปลูกพืชสมุนไพรไว้ใช้ในชีวิตประจำวันมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เช่นกัน สามารถอภิปรายได้ว่า เนื่องจากการปลูกพืชสมุนไพรไว้ใช้เอง สามารถทำให้ส่งเสริมการใช้พืชสมุนไพรได้มากขึ้น และเกิดการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ถึงประโยชน์ของสมุนไพร รวมทั้งมีทักษะในการใช้ และด้วยการที่เป็นผู้สูงอายุ จึงสะดวกต่อการใช้เมื่อยามเจ็บป่วย ทำให้ไม่เสียเวลาในการไปพบแพทย์ พร้อมทั้งยังเป็นการส่งเสริมของภาครัฐที่ลดการนำเข้ายาจากต่างประเทศอีกด้วย จึงทำให้การปลูกพืชสมุนไพรไว้ใช้เอง ส่งผลให้มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพร

ความรู้ไม่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพร ($p=0.733$) สอดคล้องกับการศึกษาของ สุกิจ ไชยชมพู และคณะ (2555) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรรักษาโรคของ

ประชาชนในเขต 11 กระทรวงสาธารณสุขพบว่า ความรู้ไม่มีความสัมพันธ์กับการใช้ยาสมุนไพรเช่นกัน ($p>0.05$) สามารถอธิบายได้ว่า จากการตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างเคยได้รับข้อมูลข่าวสารเกือบทั้งหมด (ร้อยละ 98.1) ซึ่งทำให้กลุ่มตัวอย่างมีความรู้เกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพรเป็นส่วนใหญ่ แต่ไม่อาจนำมาปฏิบัติใช้ได้ เพราะด้วยการปลูกสมุนไพรไว้ใช้เองมีน้อยมาก (ร้อยละ 21.2) พร้อมกับการที่กลุ่มตัวอย่างมีการใช้สมุนไพรที่ไม่หลากหลาย และสมุนไพรบางตัวที่หายากเกินไปหรือหาไม่ได้ในบริเวณชุมชน จึงทำให้เห็นว่าความรู้เป็นปัจจัยนำที่สำคัญ ที่จะส่งผลต่อการแสดงพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพร แต่ความรู้อย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมสุขภาพได้ จึงจำเป็นที่จะต้องมียังปัจจัยอื่น ๆ ร่วมด้วย

ทัศนคติมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.001$) สอดคล้องกับการศึกษาของจากรวรรณ ศรีสร้อย และคณะ (2553) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการบริโภคยาสมุนไพรของประชาชนบ้านโคกลาย จังหวัดสกลนคร และ สุกิจ ไชยขมภู และคณะ (2555) ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สมุนไพรรักษาโรคของประชาชนในเขต 11 กระทรวงสาธารณสุข พบว่า ทัศนคติมีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เช่นกัน สามารถอธิบายได้ว่า เนื่องด้วยกลุ่มตัวอย่างมีความเชื่อเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพรเป็นส่วนใหญ่ โดยเชื่อว่าใช้สมุนไพรแล้วจะหายจากโรคที่เป็น เชื่อจากการได้เห็นบุคคลรอบข้างใช้แล้วหายจากโรคที่ตนเป็นอยู่ และการเชื่อว่ามีผลข้างเคียงน้อยกว่ายาแผนปัจจุบัน พร้อมทั้งได้รับข้อมูลข่าวสารจากคนใกล้ชิดเป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 55.0) จึงทำให้ส่งผลเกี่ยวกับพฤติกรรม และเกิดการใช้ยาสมุนไพร ซึ่งถ้ามีทัศนคติที่ดีต่อการใช้ยาสมุนไพรแล้ว ก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพร ซึ่งจะเห็นได้ว่าทัศนคติเป็นปัจจัยภายในที่เป็นแรงกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรม นอกจากนี้อาจเนื่องมาจากสมุนไพรเป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีการสืบทอดกันมาเป็นเวลาช้านาน ผ่านประสบการณ์ในแต่ละบุคคล บางครัวเรือนมีการปลูกสมุนไพรไว้ใช้เอง รวมทั้งมีการแจกจ่ายให้เพื่อนบ้าน ทำให้มีความเชื่อว่าสมุนไพรทุกชนิดมีคุณประโยชน์ต่อร่างกายและไม่มีอันตราย ทำให้รู้สึกสบายใจและผ่อนคลายเมื่อเลือกรักษาด้วยยาสมุนไพร

5. ข้อเสนอแนะ

5.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.1.1 จากผลการศึกษา จึงทำให้เห็นได้ว่าทัศนคติมีผลต่อการพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพร เนื่องจากผู้ใช้ส่วนใหญ่ได้รับข้อมูลมาจากการบอกต่อของบุคคลใกล้ชิด จึงควรมีการปรับทัศนคติเกี่ยวกับการใช้ยาสมุนไพรให้มีความถูกต้องเพิ่มขึ้น และมีการส่งเสริมให้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับประโยชน์ และโทษของการใช้สมุนไพรควบคู่ไปด้วยการปรับเปลี่ยนทัศนคติ ดังนั้นบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องควรจัดกิจกรรมหรือการอบรมเผยแพร่ข้อมูล ส่งเสริมพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรรักษาโรคเพื่อสร้างทัศนคติที่ดีต่อการใช้ยาสมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพ

5.1.2 ระบบบริการสาธารณสุขของรัฐ อาทิ โรงพยาบาลชุมชน/ รพ.สต.และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ควรส่งเสริมผู้ป่วยและชุมชนในการปลูกพืชสมุนไพรที่กระทรวงสาธารณสุขให้การรับรอง และควรจัดหาพันธุ์สมุนไพรให้ปลูกเพื่อให้เกิดความสะดวกในการนำสมุนไพรมาใช้ และ มีการสนับสนุนทางสังคมด้านการใช้ยาสมุนไพรรักษาโรคเมื่อเจ็บป่วย เพื่อส่งเสริมการใช้ยาสมุนไพรให้กับประชาชนในชุมชน

5.2 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.2.1 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความรู้ทัศนคติและการปฏิบัติ ในการใช้สมุนไพรรักษาโรคของประชาชน และควรมีการวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์ใช้สมุนไพรรักษาโรคกับ ทัศนคติต่อการใช้สมุนไพรรักษาโรค และความตั้งใจที่จะใช้สมุนไพรจากสถานบริการ

5.2.2 ควรศึกษาพฤติกรรมการใช้ยาสมุนไพรในผู้สูงอายุที่มีโรคเรื้อรังในระยะยาว เช่น 3 เดือน หรือ 6 เดือน เพื่อหาสาเหตุและปัจจัยที่แท้จริง อันจะนำไปสู่การส่งเสริมการใช้ยาสมุนไพรที่ถูกต้องต่อไป

5.2.3 ควรมีการศึกษาเชิงทดลองโดยการพัฒนาโปรแกรมเพื่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม การใช้ยาสมุนไพรที่ถูกต้องเหมาะสม โดยใช้กรอบแนวคิดแรงสนับสนุนทางสังคม โดยใช้ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินการ

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานสาธารณสุขอำเภอท่าเรือ และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลในอำเภอท่าเรือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทุกแห่ง ที่ให้ความช่วยเหลือและอนุเคราะห์ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย และขอขอบคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ยินดีและให้ความร่วมมือในการวิจัยเป็นอย่างดี

7. เอกสารอ้างอิง

จารุวรรณ ศรีสร้อย, พิไลวรรณ ลิ้มพล และกาญจนา วงษ์สวัสดิ์. (2553). ปัจจัยที่มีผลต่อการบริโภคยาสมุนไพรของประชาชนบ้านโคกลาย ตำบลม่วงลาย อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร.

วิทยานิพนธ์พยาบาลมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

ทับทิม ทองสาย. (2554). พฤติกรรม ความรู้ ความเชื่อ ในการใช้สมุนไพรรักษาโรคของประชาชน บ้านดอนสั้น ตำบลโพธิ์แขว อำเภอเมืองศรีสะเกษ จังหวัดศรีสะเกษ. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ.

บุญญพัฒน์ ไชยเมล์, ตั้ม บุญรอด และวิชาดา สิมลา. (2554). ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สมุนไพรในการดูแลสุขภาพเบื้องต้น. วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา, 7 (2), 25-37.

พินทุสร เหมพิสุทธิ. (2553). ระบบบริการการแพทย์แผนไทย การแพทย์พื้นบ้าน และการแพทย์ทางเลือก. ใน วิชัย โชควิวัฒน์, สุวิทย์ วิบุลผลประเสริฐ, ประพจน์ ภาตธากาศ. (บรรณาธิการ) รายงานการสาธารณสุขไทย. กรุงเทพมหานคร : องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

มูลนิธิสถาบันวิจัยและพัฒนาผู้สูงอายุไทย. (2558). สถานการณ์ผู้สูงอายุไทย 2557. กรุงเทพมหานคร : บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

วรรณนา ชื่นวัฒนา. (2557). การเตรียมตัวเข้าสู่ผู้สูงอายุ. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยปทุมธานี, 6(1), 197-201.

วิไลวรรณ ชัยณรงค์. (2554). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สมุนไพรเพื่อการรักษาเบื้องต้นของประชาชน ในเขตอำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- สง่า อยู่คง. (2556). ความรู้ เจตคติและพฤติกรรมการใช้สมุนไพรของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสม.) ในเขตอำเภอทรายมูล จังหวัดยโสธร. วารสารสำนักงานสาธารณสุขอำเภอทรายมูล, 15(1), 70-79.
- สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล. (2559). ประชากรของประเทศไทย พ.ศ. 2559. สารประชากร มหาวิทยาลัยมหิดล, 25(1), 1-2.
- สมเกียรติยศ วรเดช, ปุณณพัฒน์ ไชยเมล์, เรณู สะแหละ และยุวดี กองมี. (2556). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรมการใช้สมุนไพรในการดูแลตนเองของอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน อำเภอกงหรา จังหวัดพัทลุง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. (2558). ยุทธศาสตร์การวิจัยด้านการพัฒนาสมุนไพรของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2557). รายงานการสำรวจประชากรสูงอายุในประเทศไทย พ.ศ.2557. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพมหานคร : บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด.
- สำนักโรคไม่ติดต่อ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2559). รายงานประจำปี 2558. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- สุกิจ ไชยชมภู, พูนสุข ช่วยทอง, วิราสิริรี วสีวีรสิว และสุนันท์ ศลโกสม. (2555). ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้สมุนไพรรักษาโรคของประชาชน ในเขต 11 กระทรวงสาธารณสุข. วารสารเกื้อการุณย์, 19 (2), 60-74.
- สุนีย์ แป้นทะเล. (2551). พฤติกรรมการใช้สมุนไพรเพื่อการดูแลสุขภาพของคนในชุมชนเครือข่ายป่าตะวันออก กรณีศึกษา บ้านอีสาน หมู่ที่ 16 ตำบลท่ากระดาน อำเภอสนมชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- Bloom, B.S. (1968). *Mastery learning*. UCLA – CSEIP evaluation Comment. Los Angeles: University of California at Los Angeles.
- Charlotte Eliopoulos.(2015). *Executive Director American Association for Long Term Care Nursing*. New York: Lippincott Williams & Wilkins.
- Daniel, W.W. (1995). *Biostatistics: A foundation for analysis in the health sciences*. New York: Wiley & Sons.
- Eliopoulos, C. (2015). *Executive Director American Association for Long Term Care Nursing*. New York: Lippincott Williams & Wilkins.

การศึกษาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมด และ *Staphylococcus aureus*
ในสลัดโรล เมี่ยงก๋วยเตี๋ยว และก๋วยเตี๋ยวลุยสวน บริเวณใกล้กับมหาวิทยาลัย
บูรพา จังหวัดชลบุรี

A study of total viable count and *Staphylococcus aureus*
contamination in rolled up salad, wrapped noodle and wrapped
noodle with vegetables nearby Burapha University, Chonburi
Province

สุดสายชล หอมทอง* ธนัษพร แดงศรี** และ ณัฐธยาน์ ภาสอนเจริญชัย**
Sudsachon Homthong*, Tanutporn Dangsi: **
and Natthaya Prasongcharoenchai**

บทคัดย่อ

การศึกษาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมดและ *Staphylococcus aureus* ในสลัดโรล
เมี่ยงก๋วยเตี๋ยว และก๋วยเตี๋ยวลุยสวน จำนวน 48 ตัวอย่าง จากร้านค้าบริเวณใกล้กับมหาวิทยาลัย
บูรพา จังหวัดชลบุรี ในระหว่างเดือนสิงหาคมถึงธันวาคม พ.ศ. 2559 ผลการศึกษาพบว่าทุกตัวอย่าง
ปนเปื้อนจุลินทรีย์ทั้งหมด (ร้อยละ 100) โดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง $1.10 \pm 0.03 \times 10^5$ CFU/g - $1.27 \pm 0.23 \times 10^9$ CFU/g และพบจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินเกณฑ์คุณภาพทาง
จุลชีววิทยาของอาหารพร้อมบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2553) จำนวน 33 ตัวอย่าง
(68.5%) พบการปนเปื้อนของ *S. aureus* 14 ตัวอย่าง (ร้อยละ 29.1) โดยมีปริมาณ *S. aureus*
อยู่ระหว่าง 1.00×10^1 CFU/g - 5.2×10^4 CFU/g ซึ่งพบ 8 ตัวอย่าง (ร้อยละ 16.6) มีปริมาณ
S. aureus สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2553) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสลัดโรล เมี่ยงก๋วยเตี๋ยว และก๋วยเตี๋ยวลุยสวนมีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดโรคติดต่อทาง
อาหาร ดังนั้นจึงควรมีขั้นตอนการปฏิบัติที่ดีในด้านสุขอนามัย เพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของ
จุลินทรีย์ก่อโรคในสลัดโรล เมี่ยงก๋วยเตี๋ยว และก๋วยเตี๋ยวลุยสวน

คำสำคัญ : จุลินทรีย์ทั้งหมด, *Staphylococcus aureus*, สลัดโรล เมี่ยงก๋วยเตี๋ยว
ก๋วยเตี๋ยวลุยสวน

* อาจารย์ประจำภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ต.แสนสุข อ.เมืองชลบุรี จ.ชลบุรี

Corresponding author e-mail : sudsachon@buu.ac.th

**นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Abstract

A study of total viable count (TVC) and *Staphylococcus aureus* contamination in rolled up salad, wrapped noodle and wrapped noodle with vegetables were carried out. Forty-eight samples were collected from local shops near Burapha University, Chonburi Province during August to December, 2016. Forty-eight samples (100%) were contaminated with microorganisms (TVC) ($1.10 \pm 0.03 \times 10^5$ CFU/g - $1.27 \pm 0.23 \times 10^9$ CFU/g) and TVC of 33 samples (68.5%) were higher than standard recommended by the Department of Medical Sciences (2010) for the ready-to-eat food. Fourteen out of forty-eight samples (29.1%) were positive for *S. aureus* (1×10 CFU/g - 5.2×10^4 CFU/g). The number of *S. aureus* detected in 8 samples (16.6%) were higher than standard recommended by the Department of Medical Sciences (2010) for the ready-to-eat food. These results demonstrated contamination of microorganisms (TVC) and *S. aureus* in rolled up salad, wrapped noodle and wrapped noodle with vegetables samples suggesting the risk of foodborne illness due to consumption these foods is high. There is a need to enforce good practices to avoid contamination of pathogen in rolled up salad, wrapped noodle, wrapped noodle with vegetables

Keywords : Total Viable Count, *Staphylococcus aureus*, rolled up salad, wrapped noodle, wrapped noodle with vegetables

1. บทนำ

Staphylococcus aureus เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีลักษณะกลมอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม คล้ายพวงอุ้งเมื่อส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ สามารถหมักย่อยน้ำตาลได้หลายชนิด เช่น แมนนิทอล จะให้ลักษณะโคโลนีสีดำ มันวาว และมีโซนใสล้อมรอบเมื่อเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Baird Parker agar เชื้อชนิดนี้เป็นเชื้อประจำถิ่นอยู่ตามผิวหนัง จมูก และเยื่อบุทางเดิน และพบในดิน ฝุ่นละออง เชื้อชนิดนี้อาจเป็นเชื้อฉวยโอกาสทำให้เกิดการติดเชื้อเมื่อมีภูมิคุ้มกัน ที่อ่อนแอลง เชื้อชนิดนี้จึงเป็นเชื้ออีกชนิดหนึ่งที่ใช่งชี้สุขอนามัยของผู้ผลิตอาหารว่ามีความสะอาดมากน้อยเพียงใด (วีรณัฐ หลาง, 2552)

S. aureus ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษชนิด intoxication ซึ่งเกิดจากบริโภคอาหารที่มีสารพิษ enterotoxin ที่เชื้อสร้างขึ้นปนเปื้อนในปริมาณน้อยกว่า 1 ไมโครกรัม จะสามารถทำให้เกิดอาการเจ็บป่วยได้ มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน วิงเวียน เป็นตะคริวในช่องท้อง และอ่อนเพลีย ผู้ป่วยบางรายอาจมีอาการปวดศีรษะ เป็นตะคริวที่กล้ามเนื้อ และมีการเปลี่ยนแปลงความดันโลหิตเป็นระยะๆ รวมทั้งอาจมีการเด่นของชีพจรผิดปกติ ซึ่งโดยทั่วไปอาการจะดีขึ้นภายใน 2-3 วัน (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิริยา รัตนานนท์, 2557) ปริมาณของ *S. aureus* ที่ทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ คือ $10^5 - 10^6$ ต่อกรัมของอาหาร และจำนวนของ *S. aureus* ที่ได้รับการอนุญาตให้มีในอาหารได้ต้องมีจำนวนไม่เกิน 10 - 100 เซลล์ต่อกรัมของอาหาร (วีรณัฐ หลาง, 2552)

อาหารที่มักพบ *S. aureus* ปนเปื้อน ได้แก่ เนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อ เนื้อสัตว์ปีก ผลิตภัณฑ์จากไข่ อาหารประเภทสลัด มักกะโรนี ผลิตภัณฑ์ขนมอบ ครีมพาย เอแคลร์ ซ็อกโกแลต แขนวิช และผลิตภัณฑ์นมที่เก็บไว้ในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมและเก็บไว้เป็นเวลานานก่อนรับประทาน (ศิวาพร ศิวาเวช, 2542) สลัดโรล ก๋วยเตี๋ยวลุยสวน และเมี่ยงก๋วยเตี๋ยวนั้นซึ่งมีการใช้มือในการเตรียมและสัมผัสอาหารโดยตรงจึงมีโอกาสพบ *S. aureus* ได้สูง ดังเช่นรายงานของ สุตสายชล หอมทองและคณะ (สุตสายชล หอมทอง และคณะ, 2554) พบ *S. aureus* ในซูชิจากร้านค้าที่วางจำหน่ายใน ห้างสรรพสินค้า บริเวณอำเภอเมืองชลบุรี อำเภอศรีราชา และบริเวณใกล้มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี 14 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 35 และมี 11 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 27.3 มีการปนเปื้อนที่ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารพร้อมบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์ การแพทย์ปี 2549 และยังมีรายงานการพบ *S. aureus* ของดาร์วรรณ เศรษฐีธรรมและคณะ (ดาร์วรรณ เศรษฐีธรรม และคณะ, 2556) ที่ได้ศึกษาการปนเปื้อนของ *S. aureus* ในอาหารพร้อมบริโภค พบอาหารพร้อมบริโภคที่จำหน่ายในร้านและแผงลอยมี *S. aureus* สูงกว่ามาตรฐานในกลุ่มอาหารดิบ กลุ่มอาหารปรุงสุกทั่วไปและกลุ่มผักและผลไม้ร้อยละ 50, 40.9 และ 27.7 ตามลำดับ และในอาหารพร้อมบริโภคที่จำหน่ายในห้างสรรพสินค้า และตลาดสดพบการปนเปื้อน *S. aureus* สูงกว่ามาตรฐานในอาหารประเภทยาร้อยละ 76.7 รองลงมาคือน้ำพริก สลัด และขนมหวาน ร้อยละ 43.3, 26.7 และ 6.7 ตามลำดับ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้สนใจศึกษาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมดและ *S. aureus* ในสลัดโรล เมี่ยงก๋วยเตี๋ยว และก๋วยเตี๋ยวลุยสวน จากร้านค้าและตลาดนัดทั่วไป ซึ่งมีการวางจำหน่ายกันมากขึ้นบริเวณใกล้กับมหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี โดยอาจช่วยให้สามารถบ่งชี้สุขอนามัยของอาหารดังกล่าวได้

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การเก็บตัวอย่าง

สุ่มเก็บตัวอย่างสลัดโรล เมี่ยงก๋วยเตี๋ยว และก๋วยเตี๋ยวลุยสวน จำนวน 48 ตัวอย่าง จากร้านค้า 12 ร้าน โดยแบ่งเป็นสลัดโรล 24 ตัวอย่าง เมี่ยงก๋วยเตี๋ยว 8 ตัวอย่าง และก๋วยเตี๋ยวลุยสวน 16 ตัวอย่าง บริเวณใกล้กับมหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึง ธันวาคม พ.ศ. 2559 โดยเก็บ 2 กล่องต่อ 1 ตัวอย่าง แล้วนำมาใส่ลงในถุงพลาสติกปิดจากเชื้อมดปากถุงให้แน่นแล้วแช่ในกล่องโฟมบรรจุน้ำแข็งอุณหภูมิประมาณ 2-4 องศาเซลเซียส และวิเคราะห์ให้เสร็จภายใน 3 ชั่วโมง

2.2 การเตรียมตัวอย่าง (Maturin & Peeler, 2001)

เมื่อตัวอย่างมาถึงห้องปฏิบัติการแล้ว เช็ดปากถุงด้วยแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 จากนั้นใช้ช้อนปราศจากเชื้อตักตัวอย่างโดยให้มีส่วนประกอบทุกอย่าง 50 กรัม ใส่ในถุง stomacher เติม Butterfield's phosphate-buffered dilution water (BPB) 450 มิลลิลิตร ตีผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องตีผสมอาหาร เป็นเวลา 1 นาที จะได้ตัวอย่างที่มีระดับความเจือจาง 10^{-1} และเจือจางจนถึงระดับความเจือจางที่เหมาะสม (10^{-2} - 10^{-6})

2.3 การตรวจหาจุลินทรีย์ทั้งหมด (Maturin & Peeler, 2001)

ปิเปตตัวอย่างที่เจือจางความเข้มข้นละ 1 มิลลิลิตรจากข้อ 2.2 ใส่ในจานเพาะเชื้อที่ปราศจากเชื้อค่าความเจือจางละ 3 จาน หลังจากนั้นเทอาหาร plate count agar ปริมาตร

12-15 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแข็ง แล้วนำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ± 2 ชั่วโมง ตรวจนับจำนวนโคโลนีที่อยู่ในช่วง 25-250 โคโลนี และคำนวณเป็นค่า CFU/g ของอาหาร

2.4 การตรวจหา *S. aureus* (Bennett & Lancette, 2001)

ปีเปตสารละลายตัวอย่างในแต่ละระดับความเจือจางจากข้อ 2.2. มา 1 มิลลิลิตร ถ่ายลงบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ baird-parker agar จำนวน 3 จานๆ ละ 0.3 0.3 และ 0.4 มิลลิลิตร เกลี่ยให้เชื้อกระจายโดยใช้แท่งแก้วที่ปลอดเชื้อ จากนั้นทิ้งให้สารละลายของเชื้อซึมผ่านอาหารเลี้ยงเชื้อ หลังจากนั้นนำจานเพาะเชื้อไปบ่มที่ 35 องศาเซลเซียส นาน 45-48 ชั่วโมง เลือกโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะคือ โคโลนี กลม เรียบ โค้งนูน มีความชุ่มชื้น ไม่แห้ง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2-3 มิลลิเมตร โคโลนีมีสีเทาถึงดำ มีขอบใส มีโซนทึบ (opaque zone) รอบ ๆ โคโลนีและมีโซนใส (Clear zone) รอบนอกโคโลนีหรือไม่ก็ได้ เลือกโคโลนีที่มีลักษณะดังกล่าว 1-3 โคโลนี ไปตรวจยืนยัน

2.5 การตรวจยืนยัน *S. aureus* (Bennett & Lancette, 2001)

นำโคโลนีที่สงสัยจากข้อ 2.4 มาทำการตรวจยืนยันโดยการทดสอบ coagulase test การย้อมสีแกรม catalase test และ anaerobic utilization of glucose และคำนวณเป็นค่า CFU/g ของอาหาร

3. ผลการวิจัย

3.1 การตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนจุลินทรีย์ทั้งหมด

จากการศึกษาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างเมี่ยงก้วยเตี่ยว สลัดโรล และก้วยเตี่ยวลุยสวน จำนวน 48 ตัวอย่าง จากร้านค้า 12 ร้านค้า บริเวณใกล้กับมหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี พบจุลินทรีย์ปนเปื้อนในทุกตัวอย่าง มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง $1.10 \pm 0.03 \times 10^5$ CFU/g - $1.27 \pm 0.23 \times 10^9$ CFU/g แสดงดังตารางที่ 1-3 เมี่ยงก้วยเตี่ยวพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง $5.76 \pm 0.29 \times 10^5$ CFU/g - $2.70 \pm 0.35 \times 10^7$ CFU/g แสดงได้ดังตารางที่ 1 สลัดโรลพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง $1.10 \pm 0.03 \times 10^5$ CFU/g - $1.08 \pm 0.24 \times 10^8$ CFU/g แสดงดังตารางที่ 2 สำหรับก้วยเตี่ยวลุยสวนพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ในช่วง $3.03 \pm 0.42 \times 10^5$ CFU/g - $1.27 \pm 0.23 \times 10^9$ CFU/g แสดงดังตารางที่ 3

3.2 การตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อน *S. aureus*

จากการศึกษาการปนเปื้อน *S. aureus* ในตัวอย่าง เมี่ยงก้วยเตี่ยว สลัดโรล และก้วยเตี่ยวลุยสวน จำนวน 48 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อน *S. aureus* จำนวน 14 ตัวอย่าง มีปริมาณอยู่ในช่วง 1.0×10 CFU/g - 5.2×10^4 CFU/g โดยพบว่าการปนเปื้อน *S. aureus* 7, 5 และ 2 ตัวอย่าง ในสลัดโรล ก้วยเตี่ยวลุยสวน และเมี่ยงก้วยเตี่ยวตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 1-3 โดยพบปริมาณการปนเปื้อนมากที่สุดในตัวอย่างที่ 14 ของก้วยเตี่ยวลุยสวน คือ 5.2×10^4 CFU/g

ตารางที่ 1 ปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมด และ *S. aureus* ที่พบในเมี่ยงก้วยเตี่ยว

ตัวอย่าง	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU $\pm$ SD/g)	<i>S. aureus</i> (CFU/g)
1	$2.37 \pm 0.55 \times 10^6$	<10
2	$8.48 \pm 0.20 \times 10^5$	6.05×10^3
3	$2.70 \pm 0.35 \times 10^7$	<10
4	$3.00 \pm 0.10 \times 10^6$	<10
5	$1.88 \pm 0.22 \times 10^7$	<10
6	$3.03 \pm 0.10 \times 10^6$	2.5×10^3
7	$1.20 \pm 0.42 \times 10^6$	<10
8	$5.76 \pm 0.29 \times 10^5$	<10

ตารางที่ 2 ปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมด และ *S. aureus* ที่พบในสลัดโรล

ตัวอย่าง	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU $\pm$ SD/g)	<i>S. aureus</i> (CFU/g)
1	$1.40 \pm 0.07 \times 10^6$	<10
2	$1.28 \pm 0.07 \times 10^7$	<10
3	$3.50 \pm 0.12 \times 10^6$	<10
4	$9.67 \pm 0.09 \times 10^6$	<10
5	$1.97 \pm 0.04 \times 10^7$	1.00×10^2
6	$3.47 \pm 0.07 \times 10^6$	<10
7	$1.04 \pm 0.15 \times 10^6$	1.00×10^1
8	$7.30 \pm 0.28 \times 10^6$	<10
9	$2.7 \pm 0.11 \times 10^5$	<10
10	$1.35 \pm 0.09 \times 10^6$	4.00×10^1
11	$9.30 \pm 0.09 \times 10^5$	<10
12	$1.79 \pm 0.08 \times 10^7$	6.00×10^1
13	$1.05 \pm 0.12 \times 10^6$	<10
14	$7.10 \pm 0.18 \times 10^5$	<10
15	$9.70 \pm 0.05 \times 10^5$	<10
16	$1.08 \pm 0.24 \times 10^8$	7.00×10^1
17	$1.19 \pm 0.07 \times 10^5$	<10
18	$1.10 \pm 0.04 \times 10^7$	7.20×10^2
19	$7.70 \pm 0.07 \times 10^5$	<10
20	$1.40 \pm 0.05 \times 10^6$	<10

ตารางที่ 2 ปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมด และ *S. aureus* ที่พบในสลัดโรล (ต่อ)

ตัวอย่าง	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU $\pm$ SD/g)	<i>S. aureus</i> (CFU/g)
21	$6.53 \pm 0.29 \times 10^5$	<10
22	$1.10 \pm 0.03 \times 10^5$	8.30×10^2
23	$1.40 \pm 0.23 \times 10^6$	<10
24	$1.33 \pm 0.12 \times 10^6$	<10

ตารางที่ 3 ปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมด และ *S. aureus* ที่พบในก๋วยเตี๋ยวลุยสวน

ตัวอย่าง	จุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU $\pm$ SD/g)	<i>S. aureus</i> (CFU/g)
1	$1.61 \pm 0.75 \times 10^6$	5.67×10^1
2	$5.45 \pm 0.50 \times 10^6$	<10
3	$2.76 \pm 0.11 \times 10^5$	<10
4	$1.98 \pm 0.72 \times 10^8$	<10
5	$4.55 \pm 0.21 \times 10^7$	<10
6	$5.73 \pm 0.11 \times 10^6$	4×10^2
7	$4.55 \pm 0.35 \times 10^5$	<10
8	$7.33 \pm 0.63 \times 10^6$	<10
9	$1.27 \pm 0.23 \times 10^9$	<10
10	$1.11 \pm 0.85 \times 10^9$	<10
11	$6.06 \pm 0.89 \times 10^5$	<10
12	$3.03 \pm 0.42 \times 10^5$	<10
13	$5.61 \pm 0.34 \times 10^5$	<10
14	$5.88 \pm 0.11 \times 10^6$	5.2×10^4
15	$6.42 \pm 0.71 \times 10^5$	3.4×10^3
16	$1.76 \pm 0.10 \times 10^6$	5.5×10^3

4. การอภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่าง เมี่ยงก๋วยเตี๋ยว สลัดโรลและก๋วยเตี๋ยวลุยสวน จำนวน 48 ตัวอย่าง จากร้านค้า 12 ร้านค้า บริเวณใกล้กับมหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี พบจุลินทรีย์ปนเปื้อนในทุกตัวอย่าง มีปริมาณจุลินทรีย์อยู่ในช่วง $1.10 \pm 0.03 \times 10^5$ CFU/g - $1.27 \pm 0.23 \times 10^9$ CFU/g และพบจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารพร้อมบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2553 (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2553) ที่กำหนดว่าต้องมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 1×10^6 CFU/g มากถึง 33 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 68.5 แสดงให้เห็นว่าอาหารพร้อมรับประทานเหล่านี้ อาจมีการสัมผัส และปนเปื้อนสิ่งสกปรก

ในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการปรุง การขนส่ง และ การวางจำหน่าย ผลการศึกษาบ่งชี้ให้เห็นถึงความไม่สะอาดในอาหารพร้อมบริโภคโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเภทที่ไม่ผ่านความร้อนที่พบว่าเกือบทุกตัวอย่างมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่พบอาหารพร้อมบริโภคไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพด้านจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 76 (ศิริพร ทวีโรจนการ, 2552)

จากการตรวจพบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างสลัดโรล เมี่ยงก้วยเตี๋ย และ ก้วยเตี๋ยลุยสวนนั้น การปนเปื้อนอาจมาจากผักที่อยู่ในส่วนประกอบ โดยปนเปื้อนตั้งแต่การเพาะปลูก การล้างผักที่ใช้น้ำหรือ น้ำที่ไม่สะอาด การปนเปื้อนข้ามจากวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรุงอาหารไปยังวัตถุดิบต่างๆ รวมทั้งอาจมาจากการวางวัตถุดิบที่ใช้ในการปรุงอาหารแบบเปิดไม่มีการปิดให้มิดชิดทำให้เกิดการปนเปื้อนจุลินทรีย์จากฝุ่นละอองในอากาศ (Jay, 2000) หรือเกิดการปนเปื้อนจากแมลงที่อาจมาสัมผัสวัตถุดิบ อีกทั้งสลัดโรล เมี่ยงก้วยเตี๋ยและก้วยเตี๋ยลุยสวนนั้นเป็นอาหารพร้อมบริโภคที่ไม่ได้ผ่านการปรุงสุกด้วยความร้อนจึงทำให้มีโอกาสที่จะปนเปื้อนจุลินทรีย์ได้มากกว่าอาหารที่ผ่านการปรุงสุกด้วยความร้อนที่สามารถทำลายจุลินทรีย์ได้ ซึ่งการตรวจพบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ดังกล่าวมีโอกาสที่จะทำให้ผู้บริโภคเกิดการเจ็บป่วยจากโรค ที่มีอาหารเป็นสื่อได้ ร้านค้าจึงควรเพิ่มมาตรการการทำความสะอาด จัดเก็บ และล้างอุปกรณ์ สำหรับการปรุงอาหารให้สะอาด ระหว่างที่ไม่ได้ปรุงอาหารควรปิดวัตถุดิบให้มิดชิดจากฝุ่นละออง แมลง และเชื้อโรค จัดให้มีถังขยะแบบมีฝาปิดเพื่อไม่ให้ปนแหล่งเพาะพันธุ์ของแมลงวัน และกำจัดขยะเป็นประจำ

จากการศึกษาการปนเปื้อน *S. aureus* ในตัวอย่างสลัดโรล เมี่ยงก้วยเตี๋ย และก้วยเตี๋ยลุยสวน จำนวน 48 ตัวอย่าง พบว่ามีการปนเปื้อน *S. aureus* จำนวน 14 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 29.17 โดยมีปริมาณอยู่ในช่วง 1.0×10^1 CFU/g - 5.2×10^4 CFU/g และพบ *S. aureus* มีปริมาณสูงกว่าเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารพร้อมบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2553 (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2553) ที่กำหนดว่าต้องมีปริมาณ *S. aureus* น้อยกว่า 100 CFU/g อยู่ 8 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 16.6 ซึ่งจากการพบ *S. aureus* ในอาหารทั้งสามชนิดนี้ให้ผลที่สอดคล้องกับอาหารพร้อมบริโภคจากผลงานวิจัยของ Aycicek และคณะ (Aycicek, et al, 2005) ที่ทำการศึกษา *S. aureus* ในอาหารพร้อมบริโภคจากโรงอาหารทหารในเมืองอังการา ประเทศตุรกี จากตัวอย่างทั้งหมด 512 ตัวอย่าง พบว่า 48 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 9.4 มี coagulase positive *S. aureus* อยู่ระหว่าง 2.2 ถึง 4.3 log CFU/g ในตัวอย่างของสลัดแบบรัสเซีย สลัดผัก และลูกชิ้น และยังมีความสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Huong และคณะ (Huong, et al., 2010) ที่พบว่าในอาหารสำเร็จรูปที่วางจำหน่ายในกรุงฮานอย ประเทศเวียดนาม 45 ตัวอย่าง จาก 212 ตัวอย่าง มีการปนเปื้อนของ *S. aureus* สอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Balzaretto และ Marzano (Balzaretto & Marzano, 2013) ที่ได้ทำการประเมินมาตรฐานด้านสุขอนามัย ของ 44 หน่วยบริการด้านอาหารที่ตั้งอยู่ในท่าอากาศยานนานาชาติ 3 แห่งในประเทศอิตาลี พบว่าจุลินทรีย์ทั้งหมดและ coagulase positive Staphylococci มีปริมาณเกินเกณฑ์ที่ยอมรับได้ คือ ร้อยละ 8.4 และ 3.5 ตามลำดับ และพบ *S. aureus* ร้อยละ 2.3 สำหรับอาหารปรุงสุก และร้อยละ 9.2 สำหรับผักและผลไม้

การพบการปนเปื้อนของ *S. aureus* ในตัวอย่างสลัดโรล เมี่ยงก้วยเตี๋ยและก้วยเตี๋ยลุยสวนนั้น อาจมาจากสุขอนามัยของร้านค้าซึ่งอาจมาจากการใช้อุปกรณ์ที่ไม่สะอาดและใช้ซ้ำกันหลาย

ครั้ง โดยไม่ได้ทำความสะอาด เช่น มีด เขียง ภาชนะ และในบางร้านค้าไม่ใช้เขียงในการหั่นอาหาร การสวมถุงมือแต่นำไปหยิบจับของหลายๆ อย่างร่วมกันจึงทำให้ถุงมือที่สวมไม่มีความสะอาด และถูกสุขลักษณะ ไอบหรือจามในขณะที่ปรุงอาหาร หรืออาจปนเปื้อนมาจากมือซึ่งพบว่าอาจมี บางร้านค้าใช้มือเปล่าในการปรุงอาหารโดยตรงซึ่งอาจทำให้อาหารเกิดการปนเปื้อนได้เนื่องจาก *S. aureus* เป็นเชื้อประจำถิ่นที่อยู่ตามผิวหนัง มือ เยื่อบุทางเดินอาหาร และบาดแผล รวมถึงใน ดิน และฝุ่นละออง (วีรบุษ หลาง, 2552) ผลงานวิจัยก่อนหน้าของ Kroning และคณะ (Kroning, et al., 2016) พบ *S. aureus* บนมือของผู้ผลิตอาหารและใน อาหารที่ผลิต และผลวิจัยของ Castro และคณะ. (Castro, et al., 2016) ที่ทำการแยก *S. aureus* จากในจมูกและมือของอาสาสมัคร 162 คน พบว่า ความชุกของ *S. aureus* เท่ากับร้อยละ 19.8 ในจมูก และพบ *S. aureus* ร้อยละ 11.1 ในมือ สำหรับปริมาณ *S. aureus* ที่พบในตัวอย่างทั้งหมดในการศึกษานี้มีปริมาณอยู่ในช่วง 1.0×10^1 CFU/g - 5.2×10^4 CFU/g ซึ่งปริมาณเชื้อมีค่ากล่าวอาจมีการสร้างสารพิษ enterotoxin ในระดับที่ไม่ทำให้เกิดอาการโรคอาหารเป็นพิษได้ แต่หากปล่อยอาหารเหล่านี้ทิ้งไว้เป็นเวลานานอาจทำให้ *S. aureus* เพิ่มจำนวนขึ้นมากกว่า 10^6 CFU/g ซึ่งเป็นปริมาณที่จะสร้างสารพิษ enterotoxin ทำให้ผู้บริโภคที่ไร้ระมัดระวังเกิดอาการเจ็บป่วยจากโรคอาหารเป็นพิษ

จากการเก็บตัวอย่างสไลด์โรล เหยือกยัดเตี๋ย และก้วยเตี๋ยลยสวน จำนวน 48 ตัวอย่าง บริเวณใกล้เคียงมหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี เพื่อหาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและ *S. aureus* พบว่ามีจุลินทรีย์ทั้งหมด และ *S. aureus* เกินเกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารพร้อมบริโภคของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2553) คิดเป็นร้อยละ 68.5 และ 16.6 ตามลำดับ แต่เมื่อนำผลมาวิเคราะห์รวมทั้งในด้านปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดและ *S. aureus* เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานพบว่าตัวอย่างทั้งหมด 36 ตัวอย่างจาก 48 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 75 ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2553 ในด้านจุลินทรีย์ทั้งหมดและ *S. aureus* ดังนั้นผู้ผลิตหรือผู้ปรุงอาหารจึงควรมีความระมัดระวังไม่ให้เกิดการปนเปื้อนในอาหาร มีสุขอนามัยส่วนบุคคลที่ดีในขณะประกอบกิจการเกี่ยวกับอาหาร หลีกเลี่ยงการใช้มือ และส่วนต่างๆ ของร่างกายสัมผัสกับอาหาร ภาชนะอุปกรณ์ การปรุง และบรรจุอาหารโดยตรง ไม่ควรสวมถุงมือแต่นำไปหยิบจับของต่างๆ เช่น ธนบัตร แล้วนำมาปรุงอาหารต่อ เพราะอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ดังกล่าว รวมทั้งภายหลังการปรุงอาหารต้องมีการเก็บรักษาอาหารให้อยู่ในอุณหภูมิที่เหมาะสม สำหรับอาหารที่วางขายควรหาฝาปิดให้มิดชิด ดูแลความสะอาดของสิ่งแวดล้อม และสถานที่จำหน่ายอาหาร นอกจากนี้ผู้บริโภคควรระมัดระวังในการเลือกซื้อโดยเลือกซื้ออาหารจากร้านที่มั่นใจว่าสะอาด อาหารมีความสดใหม่ หลังซื้อมาแล้วควรรับประทานให้หมด

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาที่เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์ และงบประมาณในการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (2553). **เกณฑ์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร ฉบับที่ 2**. ค้นเมื่อ มกราคม 17, 2560, จาก <http://dmcs2.dmcs.moph.go.th/webroot/BQSF/File/VARITY/dmcsguide1.pdf>.
- दारिवरण เศรษฐธรรม,กาญจนา นาคะพินธุ, จรัสศรี นามแก้ว และ ภักวัญญ์ จันทรา. (2556). สถานการณ์การปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอาหารพร้อมบริโภค: กรณีศึกษา จังหวัดขอนแก่น และอุดรธานี. **วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น**, 6(2), 145-159.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนพานนท์. (2557). *Staphylococcus aureus*. ค้นเมื่อ กันยายน 17, 2559, จาก <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1197/staphylococcus-aureus-สตาฟิโลค็อกคัส-ออเรียส>
- วีรณู หลาง. (2552). **คู่มือตรวจวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยาทางอาหาร (พิมพ์ครั้งที่ 1)**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิวาพร ศิวาเวช. (2542). **การสุขาภิบาลโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร**. นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยีการอาหาร.
- ศิริพร ทวีโรจนการ. (2552). **การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ในอาหารพร้อมบริโภคที่จำหน่ายบริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี**. ค้นเมื่อ เมษายน 21, 2560, จาก <http://eresearch.sru.ac.th/?q=system/files/การตรวจสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์.pdf>.
- สุดสายชล หอมทอง จิราพร ตันวุฒิบัณฑิต ญัฐนาภักธ ดังก้อง อำไพ บุตรงาม และบุญพริกา นิลโนรี. (2554). **การแพร่กระจายของ *Staphylococcus aureus* และ *Bacillus cereus* ในซูชิ**. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา**, 16, 69-76.
- Aycicek H., Cakiroglu S. & Stevenson T.H. (2005). Incidence of *Staphylococcus aureus* in ready-to-eat meals from military cafeterias in Ankara, Turkey. **Food Control**, 16, 531-534.
- Balzaretti C.M. & Marzano M.A. (2013). Prevention of travel-related foodborne diseases: Microbiological risk assessment of food handlers and ready-to-eat foods in northern Italy airport restaurants. **Food Control**, 29, 202-207.
- Bennett R.W. & Lancette G.A. (2001). **Bacteriological Analytical Manual, Chapter 12 “*Staphylococcus aureus*”** Retrieved January 14, 2017, from <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm071429.htm>.

- Castro A., Santos C., Meireles H., Silva J. & Teixeira P. (2016). Food handlers as potential sources of dissemination of virulent strains of *taphylococcus aureus* in the community. **Journal of Infection and Public Health**, 9, 153-160.
- Huong B.T.M., Mahmud Z.H., Neogi S.B., Kassu A., Nhien N.V., Mohammad A., Yamato M., Ota F., Lam N.T., Dao H.T.A. & Khan N.C. (2010). Toxigenicity and genetic diversity of *Staphylococcus aureus* isolated from Vietnamese ready-to-eat foods. **Food Control**, 21, 166-171.
- Jay M.J. (2000). **Modern Food Microbiology 6TH Edition**. Springer,USA.
- Kroning I.S., Iglesias M.A., Sehn C.P., ValenteGandra T. K., Mata M.M. & daSilva W.P. (2016). *Staphylococcus aureus* isolated from handmade sweets: Biofilm formation, enterotoxigenicity and antimicrobial resistance. **Food Microbiology**, 58,105-111.
- Maturin L. & Peeler J.T. (2001). **Bacteriological Analytical Manual. Chapter 3 “Aerobic Plate Count”** Retrieved October 8, 2016, from <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/cm063346.htm>.

การคัดแยกและจำแนกชนิดเชื้อราดินป่าชายเลนในจังหวัดนครศรีธรรมราช

Isolation and Identification of Soil Fungi from Mangrove

In Nakhon Si Thammarat Province

สุมาลี เลี่ยมทอง* โสภนา วงศ์ทอง* อัสมานี อาลี** พันธิวา สิทธิภาจิรสกุล**

ซุลกิฟลี อูมูดี** และ มูฮัมหมัดซาฟีรี ยะโกะ**

Sumalee Liamthong*, Sopana Wongthong*, Assamanee Arlee**,

Panthiwa Sittiphajirasakool**, Sulgiflee Aumooddee**

and Muhummdsafeeree Yago**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดแยกและจำแนกชนิดของเชื้อราที่เก็บจากดินป่าชายเลน ในอำเภอเมือง อำเภอปากพนัง และอำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการศึกษาพบว่าจากเชื้อราที่แยกได้ทั้งหมด 161 ไอโซเลต เมื่อนำมาจำแนกโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยา มีเชื้อราที่สร้างสปอร์และสามารถจำแนกชนิดได้ 124 ไอโซเลต (77.0%) เป็นเชื้อรา *Penicillium* spp. มากที่สุด โดยพบ 52 ไอโซเลต (32.3%) พบเชื้อรา *Aspergillus* spp. รองลงมา โดยพบ 43 ไอโซเลต (26.7%) พบเชื้อรา *Trichoderma* spp. 19 ไอโซเลต (11.8%) *Fusarium* spp. 6 ไอโซเลต (3.7%) *Drechslera* spp. 2 ไอโซเลต (1.2%) *Gongronella* sp. 1 ไอโซเลต (0.6%) และ *Dendryphiopsis* sp. 1 ไอโซเลต (0.6%) นอกจากนั้นพบเชื้อราที่ไม่สร้างสปอร์ (mycelia sterilia) จำนวน 36 ไอโซเลต (22.4%) และเชื้อราที่สร้างสปอร์แต่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ (unidentified species) จำนวน 1 ไอโซเลต (0.6%) จากผลการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบชนิดของเชื้อราที่แยกได้จากดินป่าชายเลน ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการนำเชื้อราที่แยกได้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

คำสำคัญ : เชื้อราดิน ป่าชายเลน

* อาจารย์ประจำสาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

Corresponding author e-mail: sumalee_lia@hotmail.com

** นักศึกษาหลักสูตรจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

Abstract

The aim of this study was to isolate and identify soil fungi in mangrove areas in Muang, Pakpanang and Thasala Districts, Nakhon Si Thammarat Province. The morphological study of fungi showed that from the total of 161 isolates, 124 isolates (77.0%) produce spores and can be classified. *Penicillium* spp. were found to be the most dominant fungi (52 isolates; 32.3%) followed by *Aspergillus* spp. (43 isolates; 26.7%), *Trichoderma* spp. (19 isolates; 11.8%), *Fusarium* spp. (6 isolates; 3.7%), *Drechslera* spp. (2 isolates; 1.2%), *Gongronella* sp. (1 isolate; 0.6%) and *Dendryphiopsis* sp. (1 isolate; 0.6%). Thirty-six isolates (22.4%) did not sporulate being classified as mycelia sterilia while one isolate (0.6%) produced spore but cannot be classified. The results of this study revealed the types of fungi isolated from mangrove soil. This information can be used to support further studies in term of fungal activities.

Keywords : Soil fungi, Mangrove forest

1. บทนำ

ป่าชายเลนเป็นกลุ่มสังคมพืชทนความเค็มที่ขึ้นอยู่ในเขตนํ้าล่งต่ำสุดและนํ้าขึ้นสูงสุด พบบริเวณชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำ อ่าว ทะเลสาบ บึง ลำธาร เขตโคลนชายฝั่ง ทั้งในเขตร้อน (tropical) และใกล้เขตร้อน (subtropical) ทั่วโลกมีพื้นที่ป่าชายเลนประมาณ 181,000 ตารางกิโลเมตร โดย 90% ของป่าชายเลน จะพบอยู่ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อเมริกา และแอฟริกา (Thatoi *et al.*, 2013; Spalding *et al.*, 1997) สำหรับประเทศไทยมีพื้นที่ป่าชายเลนใน 24 จังหวัด รวม 2,920,257.76 ไร่ ในจำนวนนี้เป็นพื้นที่ป่าชายเลนในจังหวัดนครศรีธรรมราช 153,642.48 ไร่ (สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน, 2555) ในป่าชายเลนจะมีความหลากหลายของพืช สัตว์ รวมถึงจุลินทรีย์สูง (Thatoi *et al.*, 2013)

เชื้อราเป็นหนึ่งในกลุ่มของจุลินทรีย์ที่เป็นผู้ย่อยสลายอินทรีย์วัตถุที่สำคัญในป่าชายเลน มีบทบาทมากในการหมุนเวียนสารและพลังงาน และเกี่ยวข้องกับการสร้างส่วนประกอบของดิน (Jones, *et al.*, 2009; Kritensen *et al.*, 2008; Fontaine *et al.*, 2007; Hyde & Lee, 1995) เชื้อราในป่าชายเลนมีความหลากหลายสูง (Shearer *et al.*, 2007) ซึ่งชนิดและปริมาณของเชื้อราที่พบจะขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น ฤดูกาล ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง อุณหภูมิ แหล่งอาหาร ความชื้น ปริมาณออกซิเจน และแสงสว่าง เป็นต้น (Jones, 2000) การที่เชื้อราสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่มีความบีบเค้นเช่นในป่าชายเลนได้ มักเกิดจากความสามารถในการผลิตสารที่มีคุณสมบัติเฉพาะ (Kathiresan & Bingham, 2001) ซึ่งพบได้บ่อยว่าสารที่เชื้อราป่าชายเลนสร้างขึ้นเป็นสารชนิดใหม่ที่มีความแตกต่างจากสารที่ถูกสร้างโดยเชื้อราจากแหล่งอื่น (Thatoi *et al.*, 2013; Song *et al.*, 2012; Huang *et al.*, 2010; Shao *et al.*, 2007) ปัจจุบัน

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าเชื้อราป่าชายเลนสามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้หลายชนิด (Thatoi *et al.*, 2013)

การศึกษาเชื้อราป่าชายเลนส่วนใหญ่จะทำการศึกษาในเชื้อราที่อาศัยอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของต้นไม้ที่มีชีวิตหรือในซากพืชซากสัตว์ที่ย่อยสลาย (Jones *et al.*, 2006; Ananda & Sridhar, 2004; Maria & Sridhar, 2003) แต่มีการศึกษาในดินน้อย การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดแยกและจำแนกชนิดของเชื้อราดินจากป่าชายเลนใน 3 อำเภอ ของจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งนอกจากจะทำให้ทราบความหลากหลายของเชื้อราแล้ว เชื้อราที่แยกได้ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาเพื่อหาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่อไป

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินในป่าชายเลนจาก 3 อำเภอ ของจังหวัดนครศรีธรรมราช คือ อำเภอเมือง อำเภอท่าศาลา อำเภอปากพนัง ด้วยวิธีการสุ่ม อำเภอละ 5 จุด รวมทั้งหมด 15 จุด โดยเลือกพื้นที่ที่มีน้ำทะเลท่วมถึง บันทึกลักษณะทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่าง ได้แก่ ค่าความเค็ม ค่าความเป็นกรดด่าง และอุณหภูมิของน้ำ ดำเนินการเก็บตัวอย่างดินลึกประมาณ 10 เซนติเมตร จากผิวดิน นำตัวอย่างดินบรรจุใส่ในถุงพลาสติกใสปราศจากเชื้อ ขนาด 15 x 20 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างดินไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปแยกเชื้อราให้บริสุทธิ์ในห้องปฏิบัติการต่อไป

2.2 การแยกเชื้อราจากตัวอย่างดิน

แยกกราดินโดยวิธี dilution plate method โดยนำตัวอย่างดิน 25 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ 225 มิลลิลิตร จะได้ความเข้มข้น 10^{-1} เจือจางต่อด้วยน้ำกลั่น แบบเจือจาง 10 เท่า จนได้ระดับความเข้มข้น 10^{-4} นำสารแขวนลอยที่ระดับความเข้มข้น 10^{-2} - 10^{-4} จำนวน 1 มิลลิลิตร ไปเกลี่ยบนอาหาร Glucose Seawater Agar ที่เติมยาปฏิชีวนะ tetracycline และ ampicillin ที่ระดับความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร เพื่อยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย นำจานเลี้ยงเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง (28-30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 3-7 วัน สังเกตผลทุกวัน เมื่อพบว่ามีการเจริญของเชื้อรา ทำการตัดส่วนปลายของเส้นใยราภายใต้กล้องสเตอริโอ (Stereo microscope) นำไปเพาะเลี้ยงบนอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ที่ไม่เติมยาปฏิชีวนะ โดยทำการเก็บตัวอย่างเชื้อราเป็นเวลา 7 วัน นับจากวันแรกที่พบการงอกของเชื้อรา เมื่อแยกเชื้อราได้บริสุทธิ์แล้วทำการเก็บเชื้อราในอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ผิวนเรียบ เททับด้วยพาราฟินเหลว เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

2.3 การจำแนกชนิดของเชื้อราดินป่าชายเลน

นำเชื้อราดินป่าชายเลนที่แยกได้ไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเชื้อราเจริญและมีลักษณะโคโลนีที่เด่นชัด นำมาบันทึกภาพ บันทึกลักษณะวัดขนาด และทำ slide culture เพื่อดูลักษณะทางสัณฐานวิทยา โครงสร้างสืบพันธุ์ทั้งชนิดมีเพศและไม่มีเพศภายใต้กล้องจุลทรรศน์ บันทึกภาพ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับขนาดและลักษณะทางสัณฐานวิทยากับคู่มือจำแนกชนิดของเชื้อรา Compendium of Soil Fungi Volume I (Domsch *et al.*, 1993) และ Illustrated Genera of Imperfect Fungi (Barnett and Hunter, 1998)

3. ผลการวิจัย

3.1 ลักษณะทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่างดิน

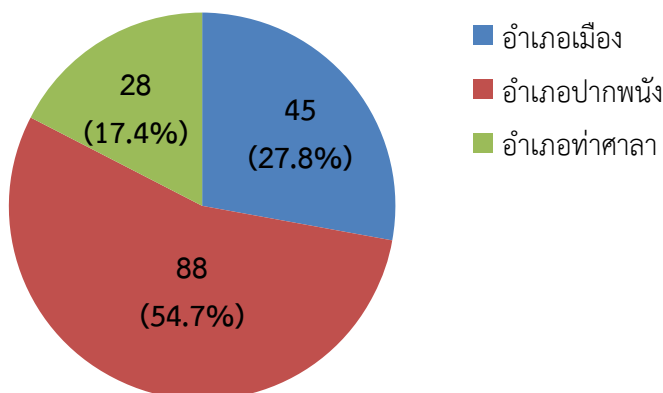
จากการเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพบริเวณจุดเก็บตัวอย่างดินในป่าชายเลน อำเภอมือง อำเภอท่าศาลา และอำเภอปากพนัง ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างอำเภอละ 5 จุด รวมทั้งหมด 15 จุด พบว่าลักษณะทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 3 อำเภอมีความใกล้เคียงกัน โดยมีค่าความเค็มของน้ำอยู่ในช่วง 10-15 ppt ค่าความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วง 6-7 และอุณหภูมิ 27-27.5 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่างดินป่าชายเลนใน 3 อำเภอของจังหวัด นครศรีธรรมราช

จุดเก็บตัวอย่าง	ลักษณะทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่าง		
	ความเค็ม (ppt)	ความเป็นกรดต่าง	อุณหภูมิ (°C)
อำเภอมือง	12-13	6.5-7	27-27.3
อำเภอท่าศาลา	10-13	7	27-27.5
อำเภอปากพนัง	14-15	6-6.5	27.2-27.5

3.2 การคัดแยกธาตดินป่าชายเลน

จากการศึกษาสามารถแยกเชื้อราจากดินป่าชายเลนใน 3 อำเภอ ในจังหวัด นครศรีธรรมราชได้ทั้งสิ้น 161 ไอโซเลต เป็นเชื้อราจากอำเภอปากพนัง จำนวน 88 ไอโซเลต (54.7%) เชื้อราจากอำเภอมือง จำนวน 45 ไอโซเลต (27.8%) และ อำเภอท่าศาลา จำนวน 28 ไอโซเลต (17.4%) (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 จำนวนไอโซเลต (%) ของราดินป่าชายเลนที่แยกได้จาก 3 อำเภอ ในจังหวัดนครศรีธรรมราช

3.2 การจำแนกชนิดราดินป่าชายเลน

เมื่อนำเชื้อราดินป่าชายเลนที่แยกได้มาจำแนกชนิดโดยอาศัยลักษณะสัณฐานวิทยา พบว่า จากจำนวนเชื้อราทั้งหมด 161 ไอโซเลต มีเชื้อราที่สามารถสร้างสปอร์และสามารถจำแนกชนิดได้จำนวน 124 ไอโซเลต (77.0%) ซึ่งจัดอยู่ใน 2 Subdivisions ได้แก่ Subdivision

Deuteromycotina อยู่ใน Class Hyphomycetes พบ 6 genus ได้แก่ *Aspergillus* spp., *Dendryphiopsis* sp., *Drechslera* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., และ *Trichoderma* spp. และกลุ่มเชื้อราใน Subdivision Zygomycotina อยู่ใน Class zygomycetes พบเพียง 1 genus ได้แก่ *Gongronella* sp. นอกจากนั้นพบเชื้อราที่ไม่สร้างสปอร์ (mycelia sterilia) จำนวน 36 ไอโซเลต (22.4%) และเชื้อราที่สร้างสปอร์แต่ยังไม่สามารถจำแนกชนิดได้ (unidentified species) จำนวน 1 ไอโซเลต (0.6%) (ตารางที่ 2)

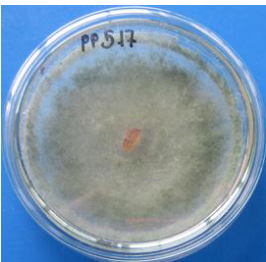
จากจำนวนเชื้อราทั้งหมดที่จำแนกชนิดได้ จำนวน 124 ไอโซเลต (77.0%) พบว่าเป็นเชื้อรา *Penicillium* spp. มากที่สุด โดยพบ 52 ไอโซเลต (32.3%) พบเชื้อรา *Aspergillus* spp. รองลงมา โดยพบ 43 ไอโซเลต (26.7%) พบเชื้อรา *Trichoderma* spp. 19 ไอโซเลต (11.8%) *Fusarium* spp. 6 ไอโซเลต (3.7%) *Drechslera* spp. 2 ไอโซเลต (1.2%) *Gongronella* sp. 1 ไอโซเลต (0.6%) และ *Dendryphiopsis* sp. 1 ไอโซเลต (0.6%) (ตารางที่ 2) สำหรับภาพถ่ายอย่างลักษณะโคโลนี และภาพถ่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อราดินป่าชายเลนในแต่ละกลุ่มแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 2 การจำแนกเชื้อราดินป่าชายเลนในจังหวัดนครศรีธรรมราช

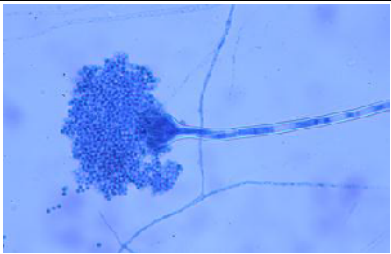
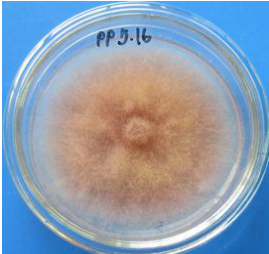
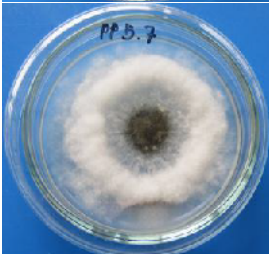
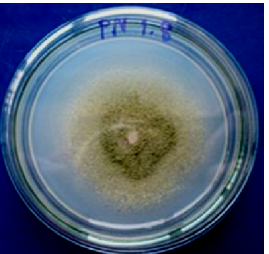
Divisions/Groups	Class	Genus
Deuteromycotina (123/76.4)*	Hyphomycetes	<i>Aspergillus</i> spp. (43/26.7) <i>Dendryphiopsis</i> sp. (1/0.6) <i>Drechslera</i> spp. (2/1.2) <i>Fusarium</i> spp. (6/3.7) <i>Penicillium</i> spp. (52/32.3) <i>Trichoderma</i> spp. (19/11.8)
Zygomycotina (1/0.6)	zygomycetes	<i>Gongronella</i> sp. (1/0.6)
Mycelia sterilia (36/22.4)	-	-
Unidentified species (1/0.6)	-	-

* (number of isolates /% of isolates)

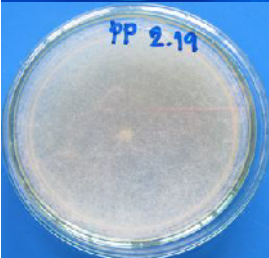
ตารางที่ 3 ตัวอย่างของเชื้อราดินป่าชายเลนที่พบในจังหวัดนครศรีธรรมราช

รหัส	ลักษณะโคโลนี	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์	ชนิด
PP 5.17			<i>Penicillium</i> sp.

ตารางที่ 3 ตัวอย่างของเชื้อราดินป่าชายเลนที่พบในจังหวัดนครศรีธรรมราช (ต่อ)

รหัส	ลักษณะโคโลนี	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์	ชนิด
PP 4.15			<i>Aspergillus</i> sp.
PP 5.22			<i>Trichoderma</i> sp.
PP 5.16			<i>Fusarium</i> sp.
PP 5.7			<i>Drechslera</i> sp.
PN 1.8			<i>Gongronella</i> sp.

ตารางที่ 3 ตัวอย่างของเชื้อราดินป่าชายเลนที่พบในจังหวัดนครศรีธรรมราช (ต่อ)

รหัส	ลักษณะโคโลนี	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์	ชนิด
PP1.10			<i>Dendryphiopsis</i> sp.
PP2.19			<i>Mycelia sterilia</i>
PN 2.6			Unidentified species

4. อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากการเก็บตัวอย่างดินป่าชายเลนใน 3 อำเภอ ของจังหวัดนครศรีธรรมราช ที่มีลักษณะทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่างที่ใกล้เคียงกัน คือ มีค่าความเค็มของน้ำอยู่ในช่วง 10-15 ppt ค่าความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วง 6-7 และอุณหภูมิ 27-27.5 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถแยกเชื้อราได้จำนวน 161 ไอโซเลต โดยแยกเชื้อราได้มากที่สุดจากอำเภอปากพนัง จำนวน 88 ไอโซเลต (54.7%) อำเภอเมือง จำนวน 45 ไอโซเลต (27.8%) และอำเภอท่าศาลา จำนวน 28 ไอโซเลต (17.4%) การที่สามารถแยกเชื้อราในอำเภอปากพนังได้มากที่สุดนั้นอาจเนื่องมาจากบริเวณป่าชายเลนที่เก็บตัวอย่างในอำเภอปากพนังมีความอุดมสมบูรณ์มากกว่า มีการทับถมของอินทรีย์สารสูงกว่าอีก 2 อำเภอ ทำให้เชื้อราที่มีสารอาหารที่สามารถนำไปใช้ในการเจริญได้มาก และเนื่องจากเชื้อราดินป่าชายเลนที่แยกได้ในครั้งนี้เป็นกลุ่มของราที่สามารถเพาะเลี้ยงได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อ (culturable fungi) เท่านั้น เชื้อราชนิดอื่นที่ไม่สามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อจะไม่ถูกคัดเลือก จำนวนราที่แยกได้จึงมีจำนวนน้อยกว่าเชื้อราที่มีอยู่จริง การใช้เทคนิคในการตรวจหาอาหารเลี้ยงเชื้อ เช่น enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) (Johnson *et al.*, 1982) การตรวจหา (1-3) β -D-glucan ในผนังเซลล์ของรา (Johnston *et al.*, 2006) Denaturing Gradient Gel Electrophoresis (DGGE)) (Tao *et al.*, 2008; Duong *et al.*, 2006;

Nikolcheva & Bärlocher, 2004) Terminal Restriction Fragment Length Polymorphism (TRFLP) (Nikolcheva & Bärlocher, 2005) หรือการวิเคราะห์ลำดับเบสบนสาย DNA (Seena *et al.*, 2008; Yang *et al.*, 2001) จะทำให้ตรวจพบชนิดของรามมากขึ้น

จากจำนวนเชื้อราที่แยกได้ 161 ไอโซเลต เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับคู่มือจำแนกเชื้อรา พบว่าเป็นเชื้อราที่สามารถสร้างสปอร์และสามารถจำแนกชนิดได้จำนวน 124 ไอโซเลต (77.0%) ซึ่งจัดอยู่ใน 2 Subdivisions ได้แก่ Subdivision Deuteromycotina อยู่ใน Class Hyphomycetes พบ 6 genus ได้แก่ *Aspergillus* spp., *Dendryphiopsis* sp., *Drechslera* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. และ *Trichoderma* spp. และเชื้อราใน Subdivision Zygomycotina อยู่ใน Class zygomycetes พบเพียง 1 ชนิด ได้แก่ *Gongronella* sp. นอกจากนั้นพบเชื้อราที่ไม่สร้างสปอร์ (mycelia sterilia) จำนวน 36 ไอโซเลต (22.4%) และเชื้อราที่ไม่สามารถจำแนกชนิดได้ (unidentified species) จำนวน 1 ไอโซเลต (0.6%) เชื้อราสายพันธุ์เด่นที่พบมากได้แก่ คือ *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. และ *Trichoderma* sp. สอดคล้องกับการศึกษาของ Gilna & Khaleel (2011) ที่ทำการศึกษาความหลากหลายของเชื้อราในดินป่าชายเลนในเมือง Kannur ประเทศ Kerala แล้วพบว่าเชื้อราทั้ง 3 จินัส เป็นเชื้อราเด่นที่พบ ซึ่งเชื้อรา *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. และ *Trichoderma* sp. เป็นเชื้อราที่เจริญเติบโตเร็ว สามารถสร้างสปอร์ได้เป็นจำนวนมาก (Broder & Wagner, 1988; Charudattan & Lin, 1974) จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้สามารถพบเชื้อราเหล่านี้ได้บ่อยในป่าชายเลน

Ito และ Nakagiri (1997) ได้ศึกษาเชื้อราจากตัวอย่างดิน 36 ตัวอย่าง ที่เก็บบริเวณป่าชายเลนในเมือง Okinawa ประเทศญี่ปุ่น พบว่าเป็นสกุลของ Ascomycotina 11 สกุล Deuteromycotina 21 สกุล Zygomycotina 2 สกุล และ Unidentified อีก 2 สกุล มีสายพันธุ์ที่เป็นสายพันธุ์ที่เด่นที่พบตามลำดับดังนี้คือ *Penicillium purpurogenum*, *Aspergillus terreus*, *Trichoderma harzianum*, *Penicillium crustosum*, *Acremonium alabamense*, *Talaromyces flavus* var. *flavus* และ *Phialophora fastigiata* และจากการศึกษาของ Ito *et al.* (2001) ที่ศึกษาชนิดของราในป่าชายเลนในประเทศไทยเปรียบเทียบกับเชื้อราในป่าชายเลนประเทศญี่ปุ่น พบว่าจำนวนชนิดและปริมาณเฉลี่ยของราในประเทศไทยน้อยกว่าในป่าชายเลนประเทศญี่ปุ่น และมักพบ *Talaromyces byssoclamydoides* และ *Aspergillus aculeatus* ในประเทศไทย แต่ไม่พบในประเทศญี่ปุ่น และเชื้อ *Aspergillus* sp. ที่พบในประเทศไทยมักจะปรับตัวให้เจริญที่อุณหภูมิสูงและมีความหลากหลายสูง เชื้อที่พบในดินจากป่าชายเลนในประเทศไทยเป็นราใน genus *Acremonium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Coniotyrium*, *Cylindrocladium*, *Eupenicillium*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Gongronella*, *Metarhizium*, *Microascus*, *Mucor*, *Neosartory*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Pestalotiopsis*, *Phoma*, *Talaromyces*, *Trichoderma* และ unidentified strains

ในการศึกษาเชื้อราในป่าชายเลนในจังหวัดนครศรีธรรมราชในครั้งนี้พบเชื้อราบางสายพันธุ์ที่เป็นชนิดเดียวกับที่พบในป่าชายเลนใน Okinawa ประเทศญี่ปุ่น เชื้อราดังกล่าว ได้แก่ *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. และ *Trichoderma* sp. และมีเชื้อราบางชนิดที่พบในการศึกษานี้แต่ไม่พบที่ Okinawa เชื้อราดังกล่าวได้แก่ *Drechslera* sp., *Gongronella* sp. และ

Dendryphiopsis sp. รวมทั้งมีเชื้อราบางชนิดที่พบที่ Okinawa แต่ไม่พบในการศึกษารั้งนี้ เชื้อราดังกล่าวได้แก่ *Acremonium labamense*, *Talaromyces flavus* var. *flavus* และ *Phialophora fastigiata* การพบหรือไม่พบเชื้อราที่เหมือนกันในป่าชายเลนประเทศญี่ปุ่นและป่าชายเลนในประเทศไทย อาจเนื่องจากพื้นที่ป่าชายเลนในประเทศญี่ปุ่นกับป่าชายเลนในประเทศไทยมีความแตกต่างทางลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลน เช่น ชนิด การกระจาย ภูมิประเทศ ภูมิอากาศ น้ำขึ้นน้ำลง คลื่น กระแสน้ำ ความเค็มของน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนละลายดิน และธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อราดินที่อาศัยอยู่ ซึ่งอาจส่งผลทำให้มีชนิดของเชื้อราในป่าชายเลนที่แตกต่างกัน

โสภณา วงศ์ทอง (2544) ได้ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราชั้นสูงในป่าชายเลน ณ สถานีวิจัยทรัพยากรชายฝั่งระนอง แล้วพบราทั้งหมด 101 ชนิด แบ่งเป็นราในกลุ่ม Ascomycetes 14 ชนิด Deuteromycetes 78 ชนิด Basidiomycetes 2 ชนิด และ Sterile hyphae 7 ชนิด ในขณะที่วัชรินทร์ ศรีสวัสดิ์สกุลมณี (2545) ได้ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราในดินป่าชายเลน ณ พื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง แล้วพบเชื้อรารวม 12 สกุล เฉพาะในกลุ่ม Zygomycetes และ Deuteromycetes ส่วนการศึกษารั้งนี้พบเชื้อราในกลุ่ม Deuteromycetes, Zygomycetes และ Ascomycetes แต่ไม่พบเชื้อราในกลุ่ม Basidiomycetes ในดินป่าชายเลนในจังหวัดนครศรีธรรมราช แสดงให้เห็นว่าแม้ว่าจะเป็นการศึกษาในประเทศเดียวกัน แต่จากสภาพแวดล้อมและสภาพอากาศที่แตกต่างกันในป่าชายเลนแต่ละพื้นที่ ก็อาจส่งผลให้มีเชื้อราที่แตกต่างกันได้

นอกจากการศึกษาราดินป่าชายเลนบริเวณผิวดินเช่นการศึกษาในครั้งนี้นี้แล้ว ยังมีผู้ทำการศึกษาราดินป่าชายเลนในดินบริเวณที่ลึกลงไป เช่น Yonathan *et al.* (2012) ได้ศึกษาความหลากหลายของเชื้อราในดินตะกอนป่าชายเลนในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนแล้วพบว่าเชื้อราเด่นที่พบได้แก่เชื้อราใน genus *Sistotremastrum* (Trechisporales), *Dipodascus australiensis* (Saccharomycetales), *Alternaria* spp. (Pleosporales) และเชื้อราที่ไม่ทราบชนิดในกลุ่ม Lecanoromycete แสดงให้เห็นว่ายังมีความหลากหลายของเชื้อราเป็นอย่างมากในดินบริเวณดังกล่าว เชื้อราดินป่าชายเลนที่พบสามารถปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดีและสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาพที่ไม่มีออกซิเจนได้

จากการศึกษาในครั้งนี้นับพบเชื้อราที่ไม่สามารถสร้างสปอร์ จำนวนสูงถึง 22.4 % ของเชื้อราที่แยกได้ทั้งหมด ซึ่งมีปัจจัยหลาย ๆ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสร้างสปอร์ของเชื้อรา ตัวอย่างของปัจจัยดังกล่าวได้แก่ ชนิดและความเข้มข้นของอาหารที่ใช้เลี้ยงเชื้อ และสภาวะแวดล้อม เช่น pH ความชื้น อุณหภูมิ ปริมาณแสงที่ใช้ในการเลี้ยง การศึกษาสภาวะที่ใช้เลี้ยงที่เหมาะสมเพื่อให้เชื้อราสร้างสปอร์จึงเป็นอีกหัวข้อหนึ่งที่น่าสนใจศึกษา อย่างไรก็ตามการจำแนกเชื้อราโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยา เป็นวิธีการที่ต้องใช้เวลาในการเพาะเลี้ยง มักมีการปนเปื้อนจากเชื้อราในอากาศ และมักพบเชื้อราที่ไม่สร้างสปอร์ ทำให้ไม่สามารถจำแนกชนิดของเชื้อราได้ การจำแนกเชื้อราในปัจจุบันจึงมักเปลี่ยนมาใช้วิธีการทางชีวโมเลกุลแทนการใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของเชื้อรา

การศึกษาวิจัยเรื่องนี้ทำให้ทราบชนิดของเชื้อราในดินป่าชายเลน ซึ่งเชื้อราดังกล่าวบางชนิด มีความสำคัญ เช่น ราในสกุล *Aspergillus*, *Penicillium* และ *Fusarium* ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ

ที่หลากหลายสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางอุตสาหกรรมและทางแพทย์ และเชื้อรา *Trichoderma* ที่ใช้ควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชและสามารถสร้างเอนไซม์เซลลูเลสช่วยในการย่อยสลายเศษพืช ผลจากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการนำเชื้อราที่แยกได้ไปศึกษาความสามารถในการสร้างสารที่มีประโยชน์ต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการเมธีวิจัยอาวุโส สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ภายใต้การนำของ ศ.ดร.วัชรินทร์ รุกขไชยศิริกุล ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

6. เอกสารอ้างอิง

- วัชรินทร์ ศรีสวัสดิ์สกุลมี. (2545). ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราในป่าชายเลน ณ พื้นที่สงวนชีวมณฑลระนอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. (2555). พื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร : กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.
- โสภณา วงศ์ทอง. (2544). ความหลากหลายทางชีวภาพของเชื้อราขึ้นสูงในป่าชายเลน ณ สถานีวิจัยทรัพยากรชายฝั่งระนอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Ananda, K. & Sridhar, K.R. (2004). Diversity of filamentous fungi on decomposing leaf and woody litter of mangrove forest in the southwest coast of India. **Current Science**, 87, 1431-1437.
- Barnett, H.L. & Hunter, B.B. (1998). **Illustrated Genera of Imperfect Fungi**. 4th Edition. American Phytopathological Society, Minnesota, USA.
- Broder, M.W. & Wagner, G.H. (1986). Microbial colonization and decomposition of corn, wheat, and soybean residue. **Soil Science Society of American Journal**, 52(1), 112-117.
- Charudattan, R. & C. Y. Lin. (1974). Isolates of *Penicillium*, *Aspergillus*, and *Trichoderma* toxic to aquatic plants. **Hyacinth control Journal**, 12, 70-73.
- Domsch, K.H., Gams, W. & Anderson, T.W. (1993). **Compendium of Soil Fungi Volume I**. IHW Verlag Press. London, UK.
- Duong, L.M., Jeewon, R., Lumyong, S. & Hyse, K.D. (2006). DGGE coupled with ribosomal DNA phylogenies reveal uncharacterized fungal phylotypes on living leaves of *Magnolia liliifera*. **Fungal Diversity**, 23, 121-138.

- Fontaine, S., Barot, S., Barre, P., Bdioui, N., Mary, B. & Rumpel, C. (2007). Stability of organic carbon in deep soil layers controlled by fresh carbon supply. **Nature**, 450, 277-280.
- Gilna, V.V. & Khaleel, K.M. (2011). Diversity of fungi in mangrove ecosystem. **Journal of Experimental Science**. 2(2), 47-48.
- Huang, Z., Yang, R., Gu, Z., She, Z. & Lin, Y. (2010). A new Naphtho- γ -pyrone from mangrove endophytic fungus ZSU-H26. **Chemistry of Natural Compounds**, 46, 15-18.
- Hyde, K.D. & Lee, S.Y. (1995). Ecology of mangrove fungi and their role in nutrient cycling – what gaps occur in our knowledge. **Hydrobiologia**, 295, 107-118.
- Ito, T. & Nakagiri, A. (1997). Mycofloral study on mangrove mud in Okinawa, Japan. **Research Communication**, 18, 32-39.
- Ito, T., Nakagiri, A., Tanticharoen, M. & Manoch, L. (2001). Mycobiota of mangrove forest soil in Thailand. Institute of fermentation Osaka. **Research Communication**, 20, 50-60.
- Johnson, M.C., Pirone, T.P. Siegel, M.R. & Varney, D.R. (1982). Detection of *Epichloe typhina* in tall fescue by mean of enzyme-linked immunosorbent assay. **Photopathology**, 72, 647-650.
- Johnston, P.R. Sutherland, P.W. & Joshee, S. (2006). Visualising endophytic fungi within leaves by detection of (1-3)- β -D-glucans in fungal cell wall. **Mycologist**, 20, 159-162.
- Jones, E.B.G. (2000). Marine fungi: some factors influencing biodiversity. **Fungal Diversity**, 4, 53-73.
- Jones, E.B.G., Pilantanapak, A., Chatmala, I., Sakayaroj, S., Phongpaichit, S. & Choeyklin, R. (2006). Thai marine fungal diversity. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, 28(4), 687-708.
- Jones, E.B.G., Sakayaroj, S., Suetrong, S., Somrithipol, S. & Pang, K.L. (2009). Classification of marine Ascomycota, anamorphic taxa and Basidiomycota. **Fungal Diversity**. 35, 1-187.
- Kathiresan, K., Bingham, B.L. (2001). Biology of mangrove and mangrove ecosystem. **Advances in marine biology**, 40, 81-251.
- Kristensen, E., Bouillion, S., Dittmar, T. & Marchand, C. (2008). Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems; a review. **Aquatic Botany**, 89, 201-219.

- Maria, G.L. & Sridhar, K.R. (2003). Diversity of filamentous fungi on woody litter of five mangrove plant species from the southwest coast of India. **Fungal Diversity**, 14, 109-126.
- Nikolcheva, L.G. & Bärlocher, F. (2004). Taxon-specific fungal reveal unexpectedly high diversity during leaf decomposition in stream. **Mycological Progress**, 3(1), 41-49.
- Nikolcheva, L.G. & Bärlocher, F. (2005). Seasonal and substrate preferences of fungi colonizing leaves in streams: traditional versus molecular evidence. **Environmental Microbiology**, 7(2), 270-280.
- Seena, S., Wynberg, N. & Bärlocher, F. 2008. Fungal diversity during leaf decomposition in a stream assessed through clone libraries. **Fungal Diversity**, 30, 1-14.
- Shao, C., Guo, Z., Peng, H., Peng, G., Huang, Z., She, Z., Lin, Y. & Zhou, S. (2007). A new Isoprenyl phenyl ether compound from mangrove fungus. **Chemistry of Natural Compounds**, 43, 377-380.
- Shearer, C.A., Descals, E., Kohlmeyer, B., Kohlmeyer, J., Marvanova, L., Padgett, D., Porter, D., Raja, H.A., Schmit, J.P., Holly, A., Thorton, H.A. & Voglymayr, H. (2007) Fungal diversity in aquatic habitats. **Biodiversity and Conservation**, 16, 49-67.
- Song, Y., Wang, J., Huang, H., Ma, L., Wang, J., Gu, Y., Liu, L. & Lin, Y. (2012). Four eremophilane sesquiterpenes from the mangrove endophytic fungus *Xylaria* sp. BL321. **Marine Drugs**, 10, 340-348.
- Spalding, M., Blasco, F. & Field, C. (1997). **World mangrove atlas**. Cambridge Samara Pub. Co., Cambridge, UK.
- Tao, G., Liu, Z.Y., Hyde, K.D., Lui, X.Z. & Yu, Z.N. (2008). Whole rDNA analysis reveals novel an endophytic fungi in *Bletilla ochracea* (Orchidaceae). **Fungal Diversity**, 33, 101-122.
- Thatoi, H., Behera, B. & Mishra, R. (2013). Ecological role and biotechnological potential of mangrove fungi: a review. **Mycology**, 4(1), 54-71.
- Yang, C.H., Crowley, D.E., Borneman, J. & Keen, N.T. (2001). Microbial phyllosphere population are more complex than previously realized. **Proceeding of the National Academy of Sciences of the United State of America**, 98, 3889-3894.
- Yonathan, A., Marchand, C., Wartel, M. & Record, E. 2011. Fungal diversity in anoxic-sulfidic sediments in a mangrove soil. **Fungal Ecology**, 5(2), 282-285.

คำแนะนำในการเตรียมต้นฉบับ

วารสารวิชา เป็นวารสารวิชาการของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ในสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ตีพิมพ์เผยแพร่บทความวิจัย (Research articles) บทความวิชาการหรือบทความปริทัศน์ (Review articles) บทความวิจารณ์หนังสือ (Book review) ในสาขาวิชาต่างๆทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีกำหนดออกปีละ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน และฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม วัตถุประสงค์สำคัญเพื่อเผยแพร่งานวิชาการของคณาจารย์ นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏ นักศึกษามหาวิทยาลัยอื่นๆ นักวิชาการทั่วไป และปราชญ์ชาวบ้าน ผลงานที่ได้รับการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารวิชาต้องไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารอื่นใดมาก่อน พร้อมทั้งได้รับการพิจารณาจากผู้ประเมินอิสระ (Peer review) ในสาขาที่เกี่ยวข้องและได้รับความเห็นชอบจากกองบรรณาธิการ ทั้งนี้ บทความอาจถูกดัดแปลง แก้ไขคำ สำนวน รูปแบบการอ้างอิง รูปแบบการนำเสนอ และอื่นๆ(ซึ่งไม่เกี่ยวกับเนื้อหาหรือสาระสำคัญ) ตามที่กองบรรณาธิการเห็นสมควร

1. การเตรียมต้นฉบับ

1.1 ต้นฉบับพิมพ์ เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ องค์ประกอบต่างๆ ของบทความวิจัยหรือบทความวิชาการให้จัดทำตามคำแนะนำการเตรียมต้นฉบับนี้ การใช้ภาษาไทยให้ยึดหลักการใช้คำศัพท์และการเขียนทับศัพท์ภาษาอังกฤษตามหลักของราชบัณฑิตยสถาน ควรหลีกเลี่ยงการเขียนภาษาอังกฤษปนภาษาไทยในข้อความ ยกเว้นกรณีจำเป็น เช่น ศัพท์ทางวิชาการที่ไม่มีคำแปลหรือคำที่ใช้แล้วทำให้เข้าใจง่ายขึ้น คำศัพท์ภาษาอังกฤษที่เขียนปนภาษาไทยให้ใช้ตัวเล็กทั้งหมด ยกเว้นชื่อเฉพาะ สำหรับต้นฉบับภาษาอังกฤษควรได้รับการตรวจสอบความถูกต้องด้านการใช้ภาษาจากผู้เชี่ยวชาญด้านภาษาเป็นเบื้องต้นก่อน

1.2 การพิมพ์ ให้จัดพิมพ์ด้วยโปรแกรม Microsoft Word ขนาดของต้นฉบับใช้กระดาษขนาด Executive (18.8 X 26.6 เซนติเมตร) ตั้งค่าน้ำกระดาษสำหรับการพิมพ์ห่างจากขอบกระดาษด้านบน ด้านล่าง ด้านขวา ด้านละ 2.5 เซนติเมตร ด้านซ้าย 2.3 เซนติเมตร จัดเป็นคอลัมน์เดียวกระจายเต็มบรรทัด การลำดับหัวข้อของเนื้อเรื่อง หัวข้อหลักหรือหัวข้อใหญ่ พิมพ์ชิดซ้ายเป็นหัวข้อลอย ไม่มีภาษาอังกฤษหรือข้อความใดๆ ต่อท้าย เป็นหัวข้อที่ใช้ตัวเลขกำกับข้อ หากมีหัวข้อรอง หัวข้อย่อย และหัวข้อย่อยๆ ให้ใช้เลขระบบทศนิยมกำกับหัวข้อดังกล่าว เช่น หัวข้อรอง หมายเลข 1.1 หัวข้อย่อย หมายเลข 1.1.1 หัวข้อย่อยๆ หมายเลข 1.1.1.1 และ 1) เป็นต้น

1.3 รูปแบบตัวอักษร ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษใช้ตัวอักษรแบบ TH Sarabun PSK ขนาดตัวอักษรทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษใช้ขนาดเดียวกัน ดังนี้ ชื่อเรื่องใช้ตัวอักษรขนาด 18 pt. ตัวพิมพ์หนา ชื่อผู้เขียนและหัวข้อหลักใช้ตัวอักษรขนาด 15pt. ตัวพิมพ์หนา หัวข้อย่อยใช้ตัวอักษรขนาด 15 pt. ตัวพิมพ์หนา เนื้อความทุกส่วนใช้ตัวอักษรขนาด 15 pt. ตัวพิมพ์ปกติ เชิงอรรถหน้าแรกที่เป็นชื่อ-สกุล ตำแหน่งทางวิชาการ และที่อยู่ของผู้เขียนบทความ ใช้ตัวอักษรขนาด 13 pt. ตัวพิมพ์ปกติ

1.4 จำนวนหน้า ความยาวของบทความไม่ควรเกิน 15 หน้า รวมตาราง ภาพ และเอกสาร อ้างอิง

1.5 ตารางและภาพ ให้จัดแทรกไว้ในเนื้อเรื่องโดยคัดเลือกเฉพาะที่จำเป็นเท่านั้นและเรียงลำดับให้สอดคล้องกับเนื้อเรื่อง

1.5.1 ตาราง เมื่อวางรูปตารางข้อมูลเรียบร้อยแล้วต้อง “กำกับ” ไว้ที่ด้านบนของตารางด้วยข้อความที่เป็น “ตารางที่...(และชื่อตารางหรือคำอธิบายสั้น)” ส่วน “ที่มา” ของตาราง(ถ้ามี)ให้อยู่ด้านล่างของตาราง “ที่มา” ของตารางใช้รูปแบบเดียวกับการอ้างอิงทุกประการ คือ(ชื่อ-สกุล, ปี) หากเป็นตารางที่สร้างขึ้นเองอาจไม่ระบุ “ที่มา” ก็ได้

1.5.2 ภาพ เป็นภาพที่ใช้ประกอบเนื้อหาได้แก่ ภาพถ่าย ภาพวาด ภาพกราฟิก ภาพดิจิทัล แผนภูมิ แผนผัง ผังมโนทัศน์ แผนที่ ลายแทง ฯลฯ อาจจัดทำเป็นภาพขาวดำหรือภาพสีก็ได้ เมื่อจัดภาพเสร็จแล้วต้อง “กำกับ” ไว้ใต้ภาพด้วยข้อความที่เป็น ภาพที่....และชื่อภาพหรือคำอธิบายภาพสั้นๆ และบรรทัดที่ถัดลงมาคือ “ที่มา:....” ของภาพ(ถ้ามี) ที่มาของภาพใช้รูปแบบเดียวกับที่มาของตารางทุกประการ

2. ประเภทของต้นฉบับ

2.1 บทความวิจัย (Research articles)เป็นการนำเสนอผลงานวิจัยที่เสร็จสมบูรณ์แล้วซึ่งผู้เขียนได้ดำเนินการด้วยตนเองมีองค์ประกอบดังนี้

2.1.1 ส่วนประกอบตอนต้น มีองค์ประกอบดังนี้

2.1.1.1 ชื่อเรื่อง (Title) ควรสั้นกะทัดรัด ไม่ยาวจนเกินไป ให้เขียนชื่อเรื่องเป็นภาษาไทยก่อนแล้วตามด้วยภาษาอังกฤษในบรรทัดถัดไป

2.1.1.2 ชื่อผู้เขียนบทความ (Authors and co-authors) ให้ระบุชื่อเต็ม-นามสกุลเต็มทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ สำหรับภาษาอังกฤษใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่เฉพาะอักษรตัวแรกของชื่อตัวและนามสกุล ถ้ามีผู้วิจัยหลายคนให้ใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) พร้อมระบุตำแหน่งทางวิชาการ (ถ้ามี) ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ และชื่อหน่วยงานของผู้วิจัยที่ส่วนล่างของหน้าแรก พร้อม E-mail address(กรณีเป็นนักศึกษาให้ระบุระดับการศึกษา สาขาวิชา และสถาบันการศึกษา)

2.1.1.3 บทคัดย่อ (Abstract) ให้มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พิมพ์คอลัมน์เดียว ความยาวไม่เกินอย่างละ 15 บรรทัด บทคัดย่อที่เขียนควรเป็นแบบ Indicative abstract คือสั้น ตรงประเด็น และให้สาระสำคัญเท่านั้น ไม่ควรเขียนแบบ Informative abstract ตามแบบที่เขียนในวิทยานิพนธ์หรือรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ โดยให้ลำดับบทคัดย่อภาษาไทยขึ้นก่อนตามด้วยบทคัดย่อภาษาอังกฤษ

2.1.1.4 คำสำคัญ (Keywords) ให้ใช้คำที่ปรากฏอยู่ในเนื้อเรื่องซึ่งเป็นตัวแทนบอกวิธีการวิจัย ประเด็นที่วิจัย ผลการวิจัย การใช้ประโยชน์หรือสถานที่ที่ทำวิจัย คำสำคัญนี้ให้เขียนทั้งในภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใส่ไว้ท้ายบทคัดย่อของแต่ละภาษาอย่างละไม่เกิน 5 คำ

2.1.2 เนื้อหาในบทความวิจัย สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ คณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ วิทยาศาสตร์สุขภาพ เกษตรศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และอื่นๆ ให้มีองค์ประกอบดังนี้

2.1.2.1 บทนำ (Introduction) อธิบายถึงที่มา ความสำคัญของปัญหา และเหตุผลที่นำไปสู่การศึกษาวิจัย ให้ข้อมูลทางวิชาการที่มีการตรวจเอกสาร(literature review) โดยระบุถึงแหล่งที่มาของข้อมูล(อ้างอิง) และจุดมุ่งหมายที่เกี่ยวข้องรวมทั้งวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1.2.2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย (Materials and methods) อธิบายกระบวนการดำเนินการวิจัย โดยบอกรายละเอียดวัสดุ วิธีการศึกษา สิ่งที่น่าสนใจ จำนวนลักษณะเฉพาะของตัวอย่างที่ศึกษา ตลอดจนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษา อธิบายแบบแผนการวิจัย การเลือกตัวอย่าง วิธีการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และสถิติที่ใช้

2.1.2.3 ผลการวิจัย (Results) รายงานผลการวิจัยให้ได้ใจความชัดเจนและตรงประเด็นโดยยึดแนวทางตามวัตถุประสงค์เป็นหลักควรอธิบายผลการวิจัยด้วยคำบรรยายเป็นหลัก แต่ถ้ามีตัวเลขหรือตัวแปรมากควรนำเสนอเป็นภาพและตาราง แทรกในเนื้อหา พร้อมอธิบายผลการวิจัยให้ได้สาระครบถ้วนอย่างสั้นๆ

2.1.2.4 การอภิปรายผลหรือการวิจารณ์และสรุป(Discussion and conclusion) เป็นการชี้แจงผลการวิจัยว่าตรงกับวัตถุประสงค์/สมมติฐานของการวิจัย สอดคล้องหรือขัดแย้งกับผลการวิจัยของผู้อื่นที่มีอยู่ก่อนหรือไม่อย่างไร เหตุผลใดจึงเป็นเช่นนั้น และให้จบด้วยข้อเสนอแนะที่จะนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ หรือทิ้งประเด็นคำถามการวิจัย ซึ่งเป็นแนวทางสำหรับการวิจัยต่อไป

2.1.2.5 กิตติกรรมประกาศ(Acknowledgements) ให้ระบุสั้นๆ ว่างานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนหรือความช่วยเหลือจากองค์กรใด และบุคคลใดบ้าง

2.1.2.6 เอกสารอ้างอิง (References) ให้ระบุเฉพาะเอกสารที่ผู้เขียนบทความได้นำมาอ้างอิงในบทความวิจัยอย่างครบถ้วน โดยระบุรายละเอียดและใช้รูปแบบการเขียนที่ถูกต้องและครบถ้วน(ตามข้อ3) จัดเรียงลำดับตามตัวอักษร ถ้าเป็นบทความภาษาไทยนำโดยกลุ่มเอกสารภาษาไทยและตามด้วยกลุ่มเอกสารภาษาอังกฤษ

2.2 บทความทางวิชาการ (Review articles) เป็นบทความที่ผู้เขียนได้เรียบเรียงโดยศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร งานแปล และผลงานจากประสบการณ์ของผู้เขียนหรือได้รับการถ่ายทอดจากผู้อื่น มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ความรู้ องค์ความรู้ การเสนอความคิดเห็นที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ทางวิชาการของสาขาต่างๆ

2.2.1 ส่วนประกอบตอนต้น มีองค์ประกอบดังนี้

2.2.1.1 ชื่อเรื่อง (Title) ให้เป็นภาษาไทยก่อนและบรรทัดถัดลงมาเป็นภาษาอังกฤษ โดยภาษาอังกฤษใช้ตัวพิมพ์ใหญ่เฉพาะตัวแรก ยกเว้น Article และ Preposition ใช้ตัวพิมพ์เล็ก ส่วนชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name) ให้พิมพ์ด้วยตัวเอนไม่ต้องขีดเส้นใต้ กรณีระบุชื่อภาษาไทยหรือชื่อสามัญของสิ่งมีชีวิต(เป็นภาษาอังกฤษ)ให้ใส่ชื่อวิทยาศาสตร์ด้วย

2.2.1.2 ชื่อผู้เขียน (Authors and co-authors) ระบุเฉพาะชื่อและนามสกุลเต็มทั้งชื่อภาษาไทยและภาษาอังกฤษ สำหรับภาษาอังกฤษใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่เฉพาะอักษรตัวแรกของชื่อตัวและนามสกุล ถ้ามีผู้วิจัยหลายคนให้ใช้เครื่องหมายดอกจัน(*) พร้อมระบุตำแหน่งทางวิชาการ (ถ้ามี) ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ และชื่อหน่วยงานของผู้วิจัยที่ส่วนล่างของหน้าแรก พร้อม E - mail address (กรณีเป็นนักศึกษาให้ระบุระดับการศึกษา สาขาวิชาและสถาบันการศึกษา)

2.2.1.3 สารสังเขป (Summary) เป็นการย่อเนื้อความของบทความทั้งเรื่องให้สั้นได้เนื้อหาสาระครบถ้วน

2.2.1.4 คำสำคัญ (Keywords) ให้ใช้คำที่ปรากฏอยู่ในเนื้อเรื่องซึ่งเป็นตัวแทนบอกวิธีการ สิ่งที่ศึกษา ผลการศึกษา สาขา การใช้ประโยชน์และสถานที่ คำสำคัญให้เขียนทั้งคำสำคัญภาษาไทย และภาษาอังกฤษแต่ละชุดไม่เกิน 5 คำ

2.2.2 เนื้อหา (Main texts) ในบทความทางวิชาการมีองค์ประกอบดังนี้

2.2.2.1 บทนำ (Introduction) กล่าวถึงความน่าสนใจของเรื่องที่น่าสนใจก่อนเข้าสู่เนื้อหา

2.2.2.2 เนื้อความ (Content) ควรนำเสนอพัฒนาการของเรื่องได้อย่างน่าสนใจ และเนื้อเรื่องมีเนื้อหาใหม่เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน

2.2.2.3 สรุป (Conclusion) เป็นการย่อเฉพาะข้อมูลจากเนื้อความให้สั้นได้เนื้อหาสาระของเนื้อความครบถ้วน

2.2.2.4 เอกสารอ้างอิง (References) ให้ระบุเฉพาะเอกสารที่ผู้เขียนบทความได้นำมาอ้างอิงในบทความวิชาการอย่างครบถ้วนรูปแบบของการเขียนเอกสารอ้างอิงให้จัดทำตามที่ระบุไว้ในข้อ 2.3 (เอกสารอ้างอิง)

2.3 การอ้างอิง (Citation) การอ้างอิงเพื่อระบุแหล่งที่มาของข้อมูล โดยที่ข้อมูลนั้น ๆ อาจเป็นเนื้อความ(เนื้อหา) ตัวเลข หรือเป็นภาพในลักษณะต่าง ๆ ซึ่งมีวิธีการอ้างอิงเป็นแบบเดียวกันทั้งหมด ทั้งการอ้างอิงที่มาของเนื้อความและการอ้างอิงที่มาของภาพหรือตาราง คือ การอ้างอิงแบบ “นาม-ปี”(Author-date) โดยระบุชื่อและนามสกุลของผู้แต่งและปีที่พิมพ์ (ชื่อ-สกุลผู้แต่ง, ปีที่พิมพ์) เช่น (จิรวัฒน์พรหมพร, 2554) กรณีที่เป็นหนังสือหรือเอกสารที่จัดทำโดยหน่วยงาน เช่น (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549) เป็นต้น

2.3.1 การอ้างอิงจากหนังสือ มีรูปแบบดังนี้

(ชื่อ-สกุลผู้แต่ง, ปีที่พิมพ์)

ชื่อ – สกุลผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อเรื่องหรือชื่อหนังสือ(ครั้งที่พิมพ์). สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

ตัวอย่างการอ้างอิงและเอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม

(สรเมธี วชิรปราการ, 2551)

สรเมธี วชิรปราการ. (2551). *เปิดชีวิตเทวดานางฟ้าไขปริศนาแดนสวรรค์*. นนทบุรี: สมาร์ทบุ๊ก.

(เจือจันทร์ จงสถิต และรุ่งเรือง สุชาติพิทย์, 2550)

เจือจันทร์ จงสถิต และรุ่งเรือง สุชาติพิทย์. (2550). *การสังเคราะห์งานวิจัยคุณลักษณะและ*

กระบวนการปลูกฝังจริยธรรมของประเทศต่างๆ. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร:

ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

(พฤทธิ สิริบรรณพิทักษ์ และคนอื่นๆ, 2544)

พฤทธิ สิริบรรณพิทักษ์ และคนอื่นๆ. (2554). *ภาวะวิกฤตและยุทธศาสตร์การพัฒนาคณะครู*

ศาสตร์/ศึกษาศาสตร์เพื่อปฏิรูปการศึกษาในแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติระยะที่ 9

(2545-2549). กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

(วงศ์ประชา จันทรสมวงศ์ และคนอื่นๆ, 2551)

วงศ์ประชา จันทรสมวงศ์ และคนอื่นๆ. (2551). **Insight Dreamweaver CS3 เจาะลึกการออกแบบเว็บเพจและพัฒนาเว็บไซต์ด้วย Dreamweaver CS3**. กรุงเทพมหานคร: โปริชั่น.

(สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา, 2546)

คณะกรรมการข้าราชการครูและบุคลากรทางการศึกษา, สำนักงาน. (2546). **คู่มือครูผู้พัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของ-ชาติ**. (พิมพ์ครั้งที่2). กรุงเทพมหานคร: ครูสภา.

(Almond & Powell, 1976)

Almond, G.A. & Powell, B.G (1976). *Comparative political today*. Boston: Little Brown and company.

(Pennsylvania State University, 2005)

Pennsylvania State University. (2005). **Turf grass management**. Harrisberg, PA: Penn State of Agricultural Science College.

2.3.2 การอ้างอิงจากวารสาร มีรูปแบบดังนี้

(ชื่อ-สกุลผู้เขียนบทความ, ปีที่พิมพ์)

ชื่อ-สกุลผู้เขียนบทความ. (ปีที่พิมพ์, เดือนที่ออกวารสาร). ชื่อบทความ. ชื่อวารสาร, ปีที่(ฉบับที่), เลขหน้าของบทความที่อ้างอิง.

ตัวอย่างการอ้างอิงและเอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม

(สุกัญญา รัชมีธรรมโชติ, 2004)

สุกัญญา รัชมีธรรมโชติ. (2004, พฤศจิกายน-ธันวาคม). Competency: เครื่องมือการบริหารที่ปฏิเสธไม่ได้. *Productivity*, 9(53), 8-9.

(Palazzo, Cory & Hardy, 2003)

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

2.3.3 การอ้างอิงจากหนังสือพิมพ์ มีรูปแบบดังนี้

(ชื่อ-สกุลผู้เขียนข่าวหรือบทความ, ปีที่พิมพ์)

หรือ (ชื่อข่าวหรือชื่อบทความ, ปีที่พิมพ์)

ชื่อ-สกุลผู้เขียนข่าวหรือบทความ หรือชื่อข่าวหรือชื่อบทความ. (ปีที่พิมพ์, เดือน วันที่). ชื่อบทความ. ชื่อหนังสือพิมพ์. หน้า. เลขหน้าของข่าวหรือบทความ.

ตัวอย่างการอ้างอิงและเอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม

(ภาคภูมิ ป้องภัย, 2542)

ภาคภูมิ ป้องภัย. (2526, กรกฎาคม 3). มุมที่ถูกลืมในพระราชวังบางปะอิน. *มติชน*, หน้า 12.

(ภาชีน้ำมันคิดตามอัตราตามปริมาณ, 2542, 2)

ภาชีน้ำมันคิดตามอัตราตามปริมาณ. (2542, กันยายน 29). *มติชน*, หน้า 2.

(Erllich, 1994)

Erlich, R.S. (1994, June 28). China a paradise for counterfeit Cds. **Bangkok Post**, p.4.

(New drug appears to sharply..., 1993)

New drug appears to sharply cut risk of death from heart failure. (1993, July 15).

The Washington Post, p.12.

2.3.4 การอ้างอิงจากวิทยานิพนธ์ มีรูปแบบดังนี้

(ชื่อ-สกุลผู้แต่ง, ปีที่พิมพ์)

ชื่อ-สกุลผู้แต่ง. (ปีที่พิมพ์). ชื่อวิทยานิพนธ์. ระดับวิทยานิพนธ์ สาขาวิชา คณะที่สังกัด

ชื่อมหาวิทยาลัย.

ตัวอย่างการอ้างอิงและเอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม

(จลลักษณ์ จัมนับใจ, 2550)

จลลักษณ์ จัมนับใจ. (2550). สมรรถนะแห่งตนต่อการเฝ้าระวังโรคความดันโลหิตสูงของ

อาสาสมัครสาธารณสุขอำเภอนาหมื่น จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตร

มหาบัณฑิต สาขาวิชาพยาบาลสุขภาพจิตและจิตเวช บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

2.3.5 การอ้างอิงจากเอกสารประกอบการประชุม อบรม สัมมนา มีรูปแบบดังนี้

(ชื่อ-สกุลผู้เขียนบทความ, ปีที่พิมพ์)

ชื่อผู้เขียนบทความ. (ปีที่สัมมนา). ชื่อบทความ. ใน ชื่อรายงานการประชุม อบรม สัมมนา วัน เดือน

ปี ที่สัมมนา (หน้า). สถานที่พิมพ์: สำนักพิมพ์.

ตัวอย่างการอ้างอิงและเอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม

(วันชัย ศิริชนะ, 2541)

วันชัย ศิริชนะ. (2541). การประกันคุณภาพการศึกษาระดับอุดมศึกษา. ใน รายงานสัมมนาเรื่อง

ห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษากับการประกันคุณภาพการศึกษา วันที่ 2-4 ธันวาคม

พ.ศ.2541 (หน้า2-4). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

2.3.6 การอ้างอิงจากเอกสารออนไลน์มีรูปแบบดังนี้

(ชื่อ-สกุลผู้เขียนบทความ, ปีที่เผยแพร่)

หรือ (ชื่อบทความ, ปีที่เผยแพร่)

หรือ (ชื่อหลักของเว็บไซต์, ปีที่เผยแพร่)

ชื่อ-สกุลผู้เขียนบทความ. (ปีที่เผยแพร่). ชื่อบทความ. ค้นเมื่อ เดือน วันที่, ปี, จาก URL

ตัวอย่างการอ้างอิงและเอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม

(อรรถศิษฐ์ วงศ์นิโรจน์, 2524)

อรรถศิษฐ์ วงศ์นิโรจน์. (2524). ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ค้นเมื่อ ตุลาคม 2, 2542,

จาก <http://158.108.200.11/scil/009hom~1/009421/chap1.html>

(Koski & Skinner, 2005)

Koski, T. & Skinner, V. (2005). **Lawn care**. Retrieved May12, 2005, from

www.ext.colostate.edu/puts/Garden/07202.html

แบบเสนอขอส่งบทความตีพิมพ์ลงในวารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

ชื่อเรื่อง

(ภาษาไทย).....

(ภาษาอังกฤษ).....

ประเภทบทความ

- ☐ บทความวิจัย
- ☐ บทความวิชาการ
- ☐ บทความวิจารณ์หนังสือ
- ☐ บทความปริทรรศน์

สาขาวิชาของบทความ

- ☐ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ☐ เทคโนโลยีและอุตสาหกรรม

ผู้เขียนบทความ

ชื่อ – สกุล (นาย/นาง/นางสาว/ตำแหน่งทางวิชาการ(ถ้ามี)/

อื่นๆ).....

☐ นักศึกษา ระดับ คณะ/สาขา.....

☐ อาจารย์ คณะ/สาขา..... สถาบัน.....

☐ บุคคลทั่วไป ตำแหน่ง/หน่วยงาน.....

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ เลขที่..... หมู่ที่..... ถนน..... ตำบล/แขวง.....

อำเภอ/เขต..... จังหวัด..... รหัสไปรษณีย์.....

โทรศัพท์(ที่ทำงาน)..... โทรศัพท์(มือถือ).....

โทรสาร..... อีเมล.....

ผู้เขียนร่วม (ถ้ามี)

1. ชื่อ-สกุล ตำแหน่ง/หน่วยงาน.....

E-mail:

2. ชื่อ-สกุล ตำแหน่ง/หน่วยงาน.....

E-mail:

3. ชื่อ-สกุล ตำแหน่ง/หน่วยงาน.....

E-mail:

สิ่งที่ส่งมาด้วย

☐ ส่งต้นฉบับ ซึ่งประกอบด้วยไฟล์ Microsoft Word และ PDF ทางเว็บไซต์

<http://journal.nstru.ac.th/th/wichcha>

☐ ส่งต้นฉบับ ซึ่งประกอบด้วยไฟล์ Microsoft Word และ PDF ทางอีเมลล์

journal@nstru.ac.th

☐ ส่งต้นฉบับ จำนวน 1 ฉบับ พร้อมแผ่นซีดีบันทึกข้อมูลต้นฉบับ ซึ่งประกอบด้วย ไฟล์

Microsoft Word และ PDF

“ข้าพเจ้าขอรับรองว่า บทความที่เสนอนี้ไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่มาก่อน ไม่อยู่ระหว่างการเสนอขอตีพิมพ์ในวารสารอื่น ข้าพเจ้ายอมรับและยินดีปฏิบัติตามหลักเกณฑ์การพิจารณาต้นฉบับ และยินยอมให้กองบรรณาธิการตรวจแก้ต้นฉบับได้ตามสมควร”

ลงชื่อ.....เจ้าของ

บทความ

(.....)

...../...../.....

ใบสมัครสมาชิก



วารสาร
วิชชา
WICHCHA JOURNAL
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

เลขที่สมาชิก □□□□□□
☐ ต่ออายุ ☐ สมาชิกใหม่

ข้อมูลผู้สมัคร	
ชื่อ – สกุล (นาย/นาง/นางสาว/ตำแหน่งทางวิชาการ(ถ้ามี)/อื่น ๆ).....	
☐ นักศึกษา ระดับคณะ/สาขา.....	
☐ อาจารย์ คณะ/สาขา.....สถาบัน.....	
☐ บุคคลทั่วไป ตำแหน่ง/หน่วยงาน.....	
ระยะเวลาที่บอกรับ	
กำหนดออกวารสาร ปีละ 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน และ ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม	
☐ สมัครสมาชิก 1 ปี อัตราค่าสมาชิก 200 บาท (2 ฉบับ) โดยเริ่ม ปีที่ ถึง ปีที่	
☐ สมัครสมาชิก 2 ปี อัตราค่าสมาชิก 400 บาท (4 ฉบับ) โดยเริ่ม ปีที่ ถึง ปีที่	
สถานที่จัดส่งวารสาร	
เลขที่.....หมู่ที่.....ถนน.....ตำบล/แขวง.....	
อำเภอ/เขต.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....	
โทรศัพท์(ที่ทำงาน).....โทรศัพท์(มือถือ).....	
โทรสาร.....อีเมล์.....	
การชำระค่าสมาชิก	
☐ เงินสด (กรณีสมัครด้วยตนเอง) ☐ โอนเงินผ่านธนาคารทหารไทย สาขามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ชื่อบัญชีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เลขที่บัญชี 520-2-00592-1 ลงชื่อ.....ผู้สมัคร (.....)/...../.....	ส่งใบสมัครพร้อมหลักฐานการ โอนเงินไปที่สถาบันวิจัยและ พัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครศรีธรรมราช หมู่ที่ 1 ต.ท่าจั่ว อ.เมือง จ.นครศรีธรรมราช 80280 (วงเล็บมุมซองด้านขวา “สมัครสมาชิกวารสารวิชา”)



แบบประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิสำหรับการตีพิมพ์บทความวิจัย/บทความวิชาการ
วารสารวิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

เรื่อง

หัวข้อ	รายละเอียดการแก้ไขบทความวิจัย/บทความวิชาการ		
	ข้อเสนอแนะ	คำชี้แจง/การแก้ไข	หมายเหตุ
1. ชื่อเรื่อง			
2. บทคัดย่อ			
3. บทนำ			
4. วิธีการวิจัย			
5. ผลการวิจัย			
6. อภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย			
7. ข้อค้นพบและข้อเสนอแนะ			
8. เอกสารอ้างอิง			

(ลงนาม).....

(.....)

ผู้ประเมิน



แบบสรุปผลการประเมินบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารวิชา
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

เรื่อง.....

1. ประเภทของบทความ ☐ บทความวิจัย ☐ บทความวิชาการ ☐ บทความปริทัศน์
☐ รายงานทางเทคนิค ☐ อื่นๆ ระบุ.....

2. ความคิดเห็นของผู้ประเมิน
☐ รับผิดชอบตามรูปแบบที่เสนอมาโดยไม่ต้องแก้ไข
☐ รับผิดชอบตามรูปแบบที่เสนอมาโดยปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิและไม่ต้องประเมินใหม่
☐ รับผิดชอบตามรูปแบบที่เสนอมาโดยปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิและต้องประเมินใหม่
☐ ไม่รับผิดชอบ

3. คำวิพากษ์และข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ระดับคุณภาพของบทความ (โปรดเลือกเพียงข้อเดียว)

☐ ปรับปรุง ☐ พอใช้ ☐ ดี ☐ ดีมาก ☐ ดีเด่น

(ลงนาม).....

(.....)

ผู้ประเมิน



วชิรา

NAKHON SI THAMMARAT RAJABHAT UNIVERSITY

WWW.NSTRU.AC.TH