



# การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 63 The 63<sup>rd</sup> Kasetsart University Annual Conference

วันที่ 4-6 มีนาคม 2568 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

“ปัญญาประดิษฐ์สู่การใช้ประโยชน์และการพัฒนาอย่างยั่งยืน”

“Artificial Intelligence to Utilization and Sustainable Development”

## ภาคโปสเตอร์ Poster Presentation

- สาขาพืช (Plants)
- สัตว์ (Animals)
- สัตวแพทยศาสตร์ (Veterinary Medicine)
- ประมง (Fisheries)
- ส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ (Agricultural Extension and Home Economics)
- วิทยาศาสตร์ (Science)
- วิทยาศาสตร์สุขภาพ (Health Sciences)
- วิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ (Engineering and Architecture)
- อุตสาหกรรมเกษตร (Agro-Industry)
- ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (Natural Resources and Environment)
- ศึกษา (Education)
- มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (Humanities and Social Sciences)





## คำนำ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้จัดการประชุมวิชาการอย่างต่อเนื่องเป็นประจำทุกปี โดยร่วมกับ กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ และเครือข่ายวิจัย “ประชาชื่น” รวมถึง สมาคมวิชาชีพต่างๆ จัดให้มีการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 63 ระหว่างวันที่ 4-6 มีนาคม พ.ศ. 2568 ภายใต้ หัวข้อ “ปัญญาประดิษฐ์สู่การใช้ประโยชน์และการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Artificial Intelligence to Utilization and Sustainable Development)” เพื่อมุ่งส่งเสริมให้นักวิชาการและคณาจารย์จากสาขาต่างๆ นำเสนอ ผลงานวิจัย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ประสบการณ์ และความชำนาญ ระหว่างนักวิชาการ คณาจารย์ของ ภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งจะนำไปสู่ความร่วมมือทางการวิจัยและยังเปิดโอกาสให้นักศึกษา ได้แสดงผล งานทางวิชาการ โดยความรู้และวิทยาการใหม่ๆ ดังกล่าว ยังได้ถ่ายทอด เผยแพร่สู่สาธารณชน อันจะนำมาซึ่ง ความกินดี อยู่ดี และการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน

การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 63 มีการนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ จำนวน 84 เรื่อง จาก 12 สาขา ได้แก่ สาขาพืช สาขาสัตว์ สาขาสัตวแพทยศาสตร์ สาขาประมง สาขาส่งเสริม การเกษตรและคหกรรมศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ สาขาวิศวกรรมศาสตร์และ สถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร สาขาททรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สาขาศึกษาศาสตร์ และสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ โดยจัดให้มีการนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ ณ ห้องโถง ชั้น 3 อาคารสำนักบริการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในนามของคณะกรรมการดำเนินงานจัดการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 63 ขอขอบคุณ นักวิจัย นักวิชาการ คณาจารย์ที่ได้นำผลงานมาเสนอ และผู้ที่สนใจเข้าร่วมการประชุมทางวิชาการ ในครั้งนี้ ขอขอบคุณคณะกรรมการทุกฝ่ายที่สละเวลา แรงกาย แรงใจและความคิด ร่วมมือกันจัดเตรียมการ ประชุม จนทำให้การประชุมทางวิชาการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี



(ดร.ดำรงค์ ศรีพระราม)

รักษาการแทนอธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
ประธานคณะกรรมการอำนวยการจัดการประชุมทางวิชาการ  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 63



การเสนอผลงานทางวิชาการ  
ภาคโปสเตอร์  
(Poster Presentation)

สาขาพืช

| กลุ่มการนำเสนอที่ 1 |           | ประธานกลุ่ม: รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร อิศวิลานนท์                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ลำดับที่            | รหัสผลงาน | ชื่อผลงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1                   | 24        | Optimization of factors affecting micropropagated <i>Betula alnoides</i> Buch.-Ham. ex G.Don. for systematic approach<br><u>Sukalya Poothong</u> , Orada Chumphukam, Nanthatchaphon Kaeothom, Nutchanan Duangkon                                                                               |
| 2                   | 39        | การจัดการปุ๋ยอินทรีย์สำหรับการผลิตทุเรียนอินทรีย์จังหวัดจันทบุรี<br><u>เครือวัลย์ ดาวงษ์</u> , วิจิตรา โชคบุญ, นิภาพร เพชรชนะ, หฤทัย แก่นลา, เพ็ญจันทร์ วิจิตร, อรุณี แท่งทอง, อุมภาพร รักษาพรหมณ์                                                                                             |
| 3                   | 57        | ประสิทธิภาพการจัดการแมลงศัตรูพืชในแปลงถั่วฝักยาวโดยวิธีใช้พืชกับดักแบบขับไล่และดึงดูด<br><u>วิกันดา รัตนพันธ์</u> , มานพ ธรสินธุ์                                                                                                                                                              |
| 4                   | 61        | การจัดการแมลงศัตรูฝ้ายเส้นใยสีเขียวยาวพันธุ์ก้าวน้ำ<br><u>สมคิด พันธุ์ดี</u> , พยุดา จันทร์เกื้อ, ศิวไล ลาภบรรจบ                                                                                                                                                                               |
| 5                   | 85        | ศึกษาความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชแบบสารผสม (อะลาคลอร์+อะทราซีน อะมีทรีน+อะทราซีน และมีไซโตรโอน+อะทราซีน) ต่อการเจริญเติบโตของกล้วยหอมทอง<br><u>เอกรัตน์ ธนทอง</u> , จริญญา ปิ่นสุภา, ภัทรพิชชา รุจิระพงศ์ชัย, ปรัชญา เอกกลิ่น, เทอดพงษ์ มหาวงศ์, อุษณีย์ จินดากุล                              |
| 6                   | 90        | ผลของชีวภัณฑ์แบคทีเรีย <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> DL9 ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา <i>Aspergillus</i> section <i>Nigri</i> ที่ปนเปื้อนจากผลองุ่นพันธุ์แบล็คโอปอล<br><u>วีรภรณ์ เดชนาบุญชาชัย</u> , บุญญวดี จิระวุฒิ, รัตดา สุทธยาคม, กัลยลักษณ์ เสนาะสำเนียง, ณัฐกานต์ สาตราภัย |
| 7                   | 92        | ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 6 ชนิดต่อการป้องกันการลงทำลายของปลวกใต้ดิน <i>Coptotermes gestroi</i> Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae)<br><u>มานพ ธรสินธุ์</u> , วิกันดา รัตนพันธ์                                                                                                                |
| 8                   | 115       | ประสิทธิภาพของไอน้ำมันหอมระเหยในการต้านเชื้อราหลังการเก็บเกี่ยวขององุ่นรับประทานสด<br><u>นภัสสร เลียบวัน</u> , วีรภรณ์ เดชนาบุญชาชัย, ศิวข พลายเสน, วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร                                                                                                                        |
| 9                   | 118       | การสำรวจสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในพืชและสิ่งแวดล้อมจากแหล่งปลูกสับปะรดในจังหวัดชลบุรี และระยอง<br><u>ปภัสรา คุณเลิศ</u> , สิริโชค วงศ์ศรีไพศาล, ประกิจ จันทร์ดี                                                                                                                                  |
| 10                  | 121       | การจัดการปัญหาข้อเสนอแนะและแนวทางการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลังของเกษตรกรในตำบลธงชัยเหนือ อำเภอปักธงชัย จังหวัดนครราชสีมา<br><u>ศลิตา พลไชย</u> , อารังเจต พัฒมุข, สัจจา บรรจงศิริ, วนาลัย วิริยะสุธี                                                                                           |



| กลุ่มการนำเสนอที่ 1 |           | ประธานกลุ่ม: รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร อิศวิลานนท์                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ลำดับที่            | รหัสผลงาน | ชื่อผลงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 11                  | 123       | การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารป้องกันกำจัดแมลง พิโพรนิล ในองุ่น ต่อเกษตรกร ผู้ใช้ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม<br><u>ลักขมี เดชานุรักษ์กุล</u> , สิริโชค วงศ์ศรีไพศาล, ปภัสรา คุณเลิศ, นพดล มะโนเย็น, ทิตยา บุญทองโท                                                                                     |
| 12                  | 124       | ประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดเชื้อราต่อการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคผลเน่าของทุเรียน<br><u>บุญญวดี จิระวุฒิ</u> , รัตตา สุทธยาคม, วีรภรณ์ เดชนาบุญชาชัย, กัลยลักษณ์ เสนาะสำเนียง, ณัฐกานต์ สาตราภัย                                                                                                      |
| 13                  | 125       | Development of DNA markers for differentiating <i>Pterocarpus macrocarpus</i> and <i>Pterocarpus indicus</i> using partial chloroplast genome sequences<br><u>Prin Phunngam</u> , Kittiya Singthong, Keereeluk Sirikarin, Mayuree Puttasan, Panida Roongrattanakul                                    |
| 14                  | 128       | ผลของจำนวนและขนาดของพืชอาศัยที่มีต่อการวางไข่ของแมลงวันฟริก<br><u>วรรณวิสา ทองนิม</u> , วิกันดา รัตนพันธ์                                                                                                                                                                                             |
| 15                  | 142       | การคัดเลือกและประเมินสายพันธุ์มะเขือเทศต้านทานโรคเหี่ยวเหี่ยว<br><u>ณัฐรดา โสพิลา</u> , ศุภรัตน์ ศรีทะวงษ์, รุ่งนภา ทองเครื่อง, สุดใจ ล้อเจริญ, เสาวณี เขตสกุล, จีรภา ออสติน                                                                                                                          |
| 16                  | 150       | Simulation spatial model for analyzing the cooling effects of downwash turbulence on maize canopies, designed to enhance pollination efficiency using thermal imaging data collected from UAVs<br>Rattana Boonprasert, <u>Piyatida Siriake</u> , Piyarat Vijuksungsith, Tiwa Pakoktom, Gunn Panprayun |
| 17                  | 170       | การประเมินความทนทานต่อความเครียดจากการขาดน้ำในพืชน้ำมันสำหรับปลูก<br><u>ชฎาพร อินเป็ลเย็น</u> , กุสุมา รอดแผ้วพาล, สุวลักษณ์ ศันสนีย์, ภาณุวัฒน์ มุลจันทะ, นราชัย โพธิ์สาร                                                                                                                            |
| 18                  | 173       | โรคฝักเน่าของโกโก้ที่เกิดจากเชื้อรา <i>Lasiodiplodia theobromae</i> และการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคโดยใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์<br><u>กัลยลักษณ์ เสนาะสำเนียง</u> , บุญญวดี จิระวุฒิ, โกเมศ สัตยาวุฒิ, สุกัญญา นิตยนต์, ณัฐกานต์ สาตราภัย                                                                     |
| 19                  | 174       | อิทธิพลของเหยื่อและอาหารทางเลือกต่อการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของแมลงหางหนีบสีดำ<br><u>ชนิดา ตะghan้อย</u> , วิกันดา รัตนพันธ์                                                                                                                                                                     |

| กลุ่มการนำเสนอที่ 1 |           | ประธานกลุ่ม: รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร อิศวิลานนท์                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ลำดับที่            | รหัสผลงาน | ชื่อผลงาน                                                                                                                                                                                                                                                |
| 20                  | 175       | การวิเคราะห์ข้อมูลสารเมตาบอไลต์โดยรวมของสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์และควิโนน (รงควัตถุให้สี) ในข้าวสรวงพลี 3 สายพันธุ์โดยใช้เทคนิคคลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี ด้วยเทคโนโลยีเมตาโบมิกส์<br>ธีรพันธุ์ สิงขรรค, พิเชษฐ อนุรักษอุดม, อภิชาติ วรรณวิจิตร |
| 21                  | 196       | การศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์เปลือกไข่ต่อการเจริญเติบโตของเมล่อน <u>อัครเดช ตุ่มทอง</u> , นภาพร พันธุ์กมลศิลป์, เกียรติศักดิ์ สนศรี                                                                                                           |
| 22                  | 201       | การเฝ้าระวังโรคที่เกิดจากไฟโตพลาสมาในพืชเศรษฐกิจและวัชพืช ในประเทศไทย<br><u>อรรรรณ ทองนาป่า, ศิริพร ดอนเหนือ</u>                                                                                                                                         |
| 23                  | 216       | การจัดกลุ่มสภาพแวดล้อมสำหรับการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง<br><u>กุสุมา รอดแผ้วพาล, วลัยพร ศะศิประภา</u>                                                                                                                                                   |
| 24                  | 228       | ปริมาณสารอัลลีโลเคมีคอลและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบของวัชพืช วงศ์ Asteraceae บางชนิด<br><u>โชคชัย เย็นใจ, ทศพล พรพรหม, จำเนียร ชมภู</u>                                                                                                        |
| 25                  | 230       | High efficiency of micropropagation for phytochemical production in <i>Boesenbergia rotunda</i> L.<br><u>Orada Chumphukam, Kongdech Savasapun, Trakul Prommajak, Sukalya Poothong</u>                                                                    |
| 26                  | 231       | ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตของถั่วเขียวที่ปลูกในดินเหนียว จังหวัดชัยนาท<br><u>สายน้ำ อุดพ้วย, นุชนาฏ ตันวรรณ, วิไลรัตน์ แป้นแก้ว, สมฤทัย ตันเจริญ</u>                                                                                                     |
| 27                  | 233       | ผลทางอัลลีโลพาธีของถั่วเขียวและข้าวโพดในระบบการปลูกพืชร่วมต่อการควบคุมวัชพืชและผลผลิตของพืชปลูก<br><u>ดบัสวิน อินทร์มณี, ทศพล พรพรหม, วนิดา สืบสายพรหม, จำเนียร ชมภู</u>                                                                                 |
| 28                  | 237       | ผลของน้ำตาลซูโครส และ 6-Benzyladenine ต่อการชักนำยอดและการเจริญเติบโตของ ต้น <i>Ariocarpus fissuratus</i> ‘Godzilla’ ในสภาพปลอดเชื้อ<br><u>ณิรันดร์ เนตรสุขแสง, เหมมาลย์ วงศ์ชาวจันท, พัชรียา บุญกอกแก้ว</u>                                             |
| 29                  | 240       | ผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวด้วยไคโตซานร่วมกับน้ำมันหอมระเหยฆ่าที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ที่มีต่อการยับยั้งเชื้อทำลายของด้วงถั่วเขียวขณะเก็บรักษา<br><u>เมอรซ์พัชร เขียววิชัย, สุรรัตน์ ทองคำ, เสาวลักษณ์ บันเทิงสุข</u>                            |
| 30                  | 242       | การเปรียบเทียบปารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงของบอนสีที่มีสีใบแตกต่างกัน 5 พันธุ์<br><u>ชินพัฒน์ เขียวแก้ว, พัชรียา บุญกอกแก้ว</u>                                                                                                                       |

สาขาสัตวแพทยศาสตร์

| กลุ่มการนำเสนอที่ 2 |           | ประธานกลุ่ม: รองศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ ศงสะเสน                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ลำดับที่            | รหัสผลงาน | ชื่อผลงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 31                  | 34        | Evaluating efficacy of preoperative skin preparation with 2% chlorhexidine gluconate and 70% alcohol in reducing bacterial bioburden in dogs<br><u>Nithida Boonwittayaa</u> , Chompoonek Yurayartb, Saroch Kaewmaneec, Taksaon Duanguraid                                                                                      |
| 32                  | 112       | การศึกษาถึงต้นทุนและผลตอบแทนทางธุรกิจฟาร์มโคนมในเขตพื้นที่จังหวัดราชบุรีและนครปฐม เปรียบเทียบระหว่างสองช่วงเวลา<br><u>ภาสกร จินขาว</u> , ธัญพร วรรณเจริญ, จินต์จุฑา นิลจำรัส, ประภาศิริ ผลอินทร์, ศุภชาติ ปานเนียม, อนวัช แสงมาลี                                                                                              |
| 33                  | 122       | Seroprevalence of <i>Trypanosoma evansi</i> infection in cattle in Thailand using a newly developed indirect Elisa using in vitro cultivated crude antigen<br><u>Thi Giang Nguyen</u> , Pairpailin Jhaiaun, Wissanuwat Chimnoi, Burin Nimsuphan, Jumnongjit Phasuk, Ruttayaporn Ngasaman, Tawin Inpankaew, Ketsarin Kamyinkird |
| 34                  | 156       | Preliminary study of left ventricular function in mules under acepromazine-xylazine-diazepam-ketamine anesthesia<br><u>Pannawat Puangsubsin</u> , Ashannut Isawirodom, Porrakote Rungsri, Nuttapon Satumay, Aree Laikul, Worakij Cherdchutham                                                                                  |
| 35                  | 221       | การศึกษาคุณภาพบริการในโรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน<br><u>จรัญจิต อัครณเลิศ</u> , มรุเชษฐ์ มหาสุวีระชัย, จิรัชญา ทองแสง, จิตาภา หฤทัยภาวศุทธิ, สุวรรณา เขียวภักดี, ชื่นสมน ลิ้มมานนท์                                                                                                                           |
| 36                  | 225       | การประยุกต์ใช้ Nucleoprotein indirect-ELISA สำหรับตรวจหาภูมิคุ้มกันต่อโรคพิษสุนัขบ้าในสุนัข<br><u>จิรสิน ศรีตาพันธ์</u> , ธรณ์ธันย์ ชินารักษ์, ปรียาภรณ์ พลอยพิชัย, อนามิกา กฤติยาภรณ์, นพดล ประเสริฐสินเจริญ, วรุฒิ ฤกษ์อำนวยโชค, ญัฐกาญจน์ นายมอญ, ธรรมาพร พิจิตรศิลป์                                                       |

### สาขาประมง

| กลุ่มการนำเสนอที่ 2 |           | ประธานกลุ่ม: รองศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ คงสะเสน                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ลำดับที่            | รหัสผลงาน | ชื่อผลงาน                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 37                  | 66        | การศึกษาประสิทธิภาพของสารเคลือบน้ำมันปลาพืชน้ำและเพคตินต่อการลดการละลายของยาฟลอฟีนีคอลจากอาหารเม็ด<br><u>เจนจิราภรณ์ หันตราสิน, นิติ ชูเชิด, ถิรวัฒน์ รวยรัตน์, พงศ์เชษฐ พิษิตกุล</u>                                                                                  |
| 38                  | 73        | Contamination of Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) in Marine Animals from Rayong Province, Thailand<br><u>Supawaree Kattima, Suratsawadee Sukeesan</u>                                                                                                                |
| 39                  | 137       | การเสริมยีสต์ในอาหารเลี้ยงที่มีผลต่อปริมาณกรดไขมันในโคพีพอด <i>Apocyclops royi</i> (Lindberg, 1940)<br><u>ดวงกมล เสาเกลียว, ปวีณา ตบนิยารวงศ์, กรณ์รวี เอี่ยมสมบูรณ์</u>                                                                                               |
| 40                  | 238       | การศึกษาผลกระทบของความหนาแน่นและปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลิงทะเลขาว ( <i>Holothuria scabra</i> , Jeager 1833) ในคอกระดุมชาติ: กรณีศึกษาบ้านเกาะปู จังหวัดกระบี่<br><u>ฤทธิชัย คงสบาย, วรวิช ป่านาค, อภิษฎา ทองเปี่ยม, นันทพงศ์ กิมไพ</u> |

### สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์

| กลุ่มการนำเสนอที่ 2 |           | ประธานกลุ่ม: รองศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ คงสะเสน                                                                                                                                                             |
|---------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ลำดับที่            | รหัสผลงาน | ชื่อผลงาน                                                                                                                                                                                                    |
| 41                  | 147       | ปัญหาและความต้องการของเกษตรกรในการสนับสนุนด้านการผลิตทุเรียนตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีของเกษตรกรในจังหวัดกระบี่<br><u>ภัทราธิษฐ์ กล่อมมณี, วนาลัย วิริยะสุธี, สุชาติ แสนพิช, อำนวยเจต พัฒนาสุข</u> |
| 42                  | 247       | ความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่อคาเฟ่เชิงเกษตร ในพื้นที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม<br><u>กิตติกร ล่องหลง, เกษมสันต์ สกุรัตน์</u>                                                                         |
| 43                  | 52        | การใช้แปงเมสติดขนุนทดแทนแป้งสาลีในขนมทองม้วน<br><u>วาริ หนูแก้วดีด, อัมไพวรรณ คงศักดิ์, จุฑามาศ พูลนวน, ศิริขวัญ เหมือนหนู, ณัฐวรรณ พรหมสัย</u>                                                              |



สาขาวิทยาศาสตร์

| กลุ่มการนำเสนอที่ 2 |           | ประธานกลุ่ม: รองศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ คงสะเสน                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ลำดับที่            | รหัสผลงาน | ชื่อผลงาน                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 44                  | 26        | การจำแนกทางชีวโมเลกุลและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเห็ดเป่าฮื้อ ( <i>Pleurotus cystidiosus</i> ) ในประเทศไทย<br>วิภาวี ชื่นโรจน์, รัชฎาภรณ์ ทองเหม, จิตรา กิตติโมรากุล                                                                                    |
| 45                  | 67        | Lithospheric stress modeling and tectonics dynamics of Thailand<br>Kasian Prasertwongphilai, Passakorn Pananont, Patinya Pornsophon, Kevin Furlong, Matthew Herman                                                                                                    |
| 46                  | 78        | การวิเคราะห์หาปริมาณยูเรเนียม และทอเรียม ในตัวอย่างทางธรณีวิทยาเพื่อสนับสนุนการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์ทางนิวเคลียร์ ด้วยเทคนิค Micro-XRF<br>เสาวลักษณ์ ทองอินทร์, เมลาสิณี เล้าสุวรรณ, พรทิพย์ กลิ่นศรี, หรินทร มุ่งพยาบาล                                               |
| 47                  | 129       | Phytochemical analysis and identification of compounds in crude extract from <i>Piper sarmentosum</i> Roxb. Leaves<br>Methakriat Sirival, Apiwat Saengwong, Rujikarn Sirivantharat                                                                                    |
| 48                  | 182       | Virtual screening of Malaria box compounds against Plasmodium proteins in ookinete and oocyst Stages<br>Chiratchaya Kittapasong, Anchane Kubera                                                                                                                       |
| 49                  | 199       | อิทธิพลของไซโตไคนิน และออกซิน ต่อการชักนำแคลสสิกจากใบกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า ( <i>Coffea canephora</i> Pierre ex A. Froehner)<br>อาชีอมะ มะสามัน, นรารัตน์ วัฒนาพันธ์, มณฑกานต์ พิมพ์เสน                                                                                |
| 50                  | 226       | Probiotic properties and anti-aquatic pathogenic activity of non-starch polysaccharide degrading <i>Bacillus velezensis</i> newly isolated from gut of the Termite <i>Termes comis</i><br>Kittipong Chanworawit, Putsawee Tomtong, Poramet Chuglum, Pinsurang Deevong |

สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ

| กลุ่มการนำเสนอที่ 2 |           | ประธานกลุ่ม: รองศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ คงสะเสน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ลำดับที่            | รหัสผลงาน | ชื่อผลงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 51                  | 59        | Impacts of <i>UGT1A1</i> *6 and *28 polymorphisms on irinotecan toxicity and efficacy in Thai colorectal cancer patients<br><u>Natthakul Akarapredee</u> , Chalimporn Atasilp, Chonlaphat Sukasem, Pimonpan Jinda, Rattanaporn Sukprasong, Jiraporn Jensuriyarkun, Soravit Wongjitjanyong, Patompong Satapornpong, Natchaya Vanwong                              |
| 52                  | 86        | Genotype-Phenotype correlations for aortic dissection in inherited aortopathy: A study in Thailand<br><u>Pawares Chitayanan</u> , Nareenart Iemwimangsa, Sommon Klumsathian, Wasun Chantratita, Parinya Leelayana, Piya Cherntanomwong, Piya Samankatiwat, Tawai Ngernsritrakul, Teerapat Yingchoncharoen, Tarinee Tangcharoen, Natchaya Vanwong, Objoon Trachoo |
| 53                  | 105       | Immunoinformatics prediction of B-cell and T-cell epitopes in leptospiral endostatin-like protein A (LenA) from <i>Leptospira interrogans</i> serovar pomona<br><u>Apichat Jinahong</u> , Teerasit Techawiwattanaboon, Kanitha Patarakul                                                                                                                         |
| 54                  | 119       | <i>In-silico</i> prediction of altered N-linked glycosylation sites: Minimal impact on B-cell and T-cell epitopes in leptospiral immunoglobulin-like protein A vaccine candidate<br><u>Rampapat Phaetthayanan</u> , Teerasit Techawiwattanaboon, Kanitha Patarakul                                                                                               |
| 55                  | 176       | ทัศนคติของคนวัยทำงานต่อการให้คำปรึกษาด้านสุขภาพแบบออนไลน์ของนักเทคนิคการแพทย์<br><u>ดวงมณี แสนมัน</u> , กนกนารถ สนกนกรพชัย, จุฑาภรณ์ ทองทิพย์, ญัฐวิภา จารุมนกุล, เบญจวรรณ บึงบาง, รวิภัสส์ เอกธนาโกไคย, จุติพงศ์ ผังนรินทร์                                                                                                                                     |
| 56                  | 186       | Comparative analysis of antibacterial properties in Thai medicinal herbs using water and ethanol extracts<br><u>Thanatip Vasamon</u> , Supasek Phansamrit, Thatchakorn Dechosilpa, Ploynapas Sripongtanakul                                                                                                                                                      |
| 57                  | 195       | Transcriptomics analysis of vasculogenic mimicry-related genes reveals the predicted prognosis index in HPV-associated cervical cancer<br><u>Nattarpart Lookluck</u> , Panwad Tongchai, Ati Burassakarn                                                                                                                                                          |

### สาขาวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

| กลุ่มการนำเสนอที่ 2 |           | ประธานกลุ่ม: รองศาสตราจารย์ ดร.อภิสิทธิ์ คงสะเสน                                                                                                                  |
|---------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ลำดับที่            | รหัสผลงาน | ชื่อผลงาน                                                                                                                                                         |
| 58                  | 32        | แบบจำลองการปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คแบบอัตโนมัติ<br>ชลกร จินดาอินทร์, ภาณุภูมิ ทินคร, วิฑูฤทธิ์ โคตรมณี                                                                 |
| 59                  | 38        | การประเมินการปล่อยก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสียและศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพของน้ำเสียอุตสาหกรรมที่มีสารอินทรีย์สูงในประเทศไทย<br>ธัชชัย สุระหิรัญ, ชชาติ เจียมไชยศรี |

### สาขาอุตสาหกรรมเกษตร

| กลุ่มการนำเสนอที่ 3 |           | ประธานกลุ่ม: ดร.นิรุช ภาชนะทิพย์                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ลำดับที่            | รหัสผลงาน | ชื่อผลงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 60                  | 22        | ผลของบรรจุภัณฑ์ชีวภาพต่อคุณภาพขององุ่นผลสด<br>กนกศักดิ์ ลอยเลิศ, นภัสสร เลียบวัน, วีรภรณ์ เดชนำบัญชาชัย, โกเมศ สัตยาธุ                                                                                                                                                                        |
| 61                  | 23        | ผลของกากกาแฟต่อสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของบรรจุภัณฑ์ชีวภาพ<br>กนกศักดิ์ ลอยเลิศ, สุกัญญา นิตยรัตน์, นภัสสร เลียบวัน, โกเมศ สัตยาธุ                                                                                                                                                            |
| 62                  | 31        | Physical properties of freeze-dried mangosteen ( <i>Garcinia mangostana</i> L.) pulp sorbet<br><u>Chanakan Sappayasan</u> , Worakrit Woranantakij, Natthaporn Chotigavin, Prompiriya Yorsang, Soraya Kerdpi boon, Suriyan Supapvanich                                                         |
| 63                  | 33        | Safety evaluation of daily cricket powder consumption through eGFR, ALT, and AST biomarkers<br><u>Pitchayaporn Sukkha</u> , Pimnapanut Sridonpai, Angkalsiri Deeaum, Karaked Tongdonpo, Duniyaporn Trachootham, Aree Prachansuwan, Sarunya Kitdumrongthum, Pitakthai Chamtim, Nachon Raethong |
| 64                  | 35        | Influence of granulated sugar on partial dehydration for producing candied 'Nam Dok Mai Si Thong' mango<br><u>Panida Rattanapitigorn</u> , Pichaya Boonprasom Poonlarp                                                                                                                        |
| 65                  | 40        | การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของกล้วยไม้เอื้องดอกมะลิในช่วงอายุการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างกัน<br>ณัฐภรณ์ เปรมสันเทียะ, อุดมลักษณ์ สุขอิตตะ, ประภัสสร รักถาวร, เกสรี กลิ่นสุคนธ์, ลลิตา คชารัตน์, สุริสา สากยโรจน์, อภิสร่า บุหงารัตน์                                                                    |
| 66                  | 126       | การศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพของส้มโอท่าข่อยเมืองพิจิตรและน้ำมันหอมระเหย<br>วิมลวรรณ วัฒนวิจิตร, ดร.ณิ เพ็งฤกษ์, นราทร สุขวิเสส, ศิวัช พลายเสน, ประยูร เอ็นมาก, นภัสสร เลียบวัน                                                                                                                  |

| กลุ่มการนำเสนอที่ 3 |           | ประธานกลุ่ม: ดร.นิรนุช ภาษนะทิพย์                                                                                                                              |
|---------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ลำดับที่            | รหัสผลงาน | ชื่อผลงาน                                                                                                                                                      |
| 67                  | 161       | The impact of roasting levels on ochratoxin a reduction and quality attributes of coffee<br><u>Kunruethai Susunpoonthong, Kanithaporn Vangnai</u>              |
| 68                  | 204       | เทคโนโลยีการสกัดเพื่อสิ่งแวดล้อมต่อฤทธิ์เชิงชีวภาพในเห็ดหัวลิง<br><u>ทิพย์ธิดา แก้วตาทิพย์, พสธร ผ่องแผ้ว, ศชาพร อุปลิทธิ, จุฑามาศ แสงงาม, ญัฐญาดา ปั่นวัง</u> |
| 69                  | 205       | ผลสำรวจปริมาณโซเดียมในผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสที่ขายในประเทศไทย<br><u>วาสนา นาวาศรี, ชุชนา เมฆโหรา, ทิพย์ธิดา แก้วตาทิพย์, อุษาพร ฤกษ์สมาส</u>                        |

### สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

| กลุ่มการนำเสนอที่ 3 |           | ประธานกลุ่ม: ดร.นิรนุช ภาษนะทิพย์                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ลำดับที่            | รหัสผลงาน | ชื่อผลงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 70                  | 53        | เตาประหยัดพลังงานจากน้ำมันเหลือใช้และวัสดุธรรมชาติ<br><u>ประภารัตน์ สังเมียน, ตัซชญา ปลั่งไหม, สุชาติ กลิ่นเขียว, อภิเดช หัสรังษี, สันติพงศ์ ฉิมมุต,</u><br><u>พัชรพล ดั่งนุญ, กฤษณพงศ์ ไกรแก้ว, สาคร จันทร์มา, ทิวักร ศรีตะวัน</u>                                                                                       |
| 71                  | 154       | การแผ้วถางสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชปนเปื้อนในบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมลุ่มน้ำป่าสัก<br><u>สิริพร เหลืองสุขนกุล, ประกิจ จันทร์ดีบ, สิริโชค วงศ์ศรีไพศาล, นพดล มะโนเย็น</u>                                                                                                                                                      |
| 72                  | 158       | การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน กรณีศึกษา โรงงานสหกรณ์<br>ผลิตยางแผ่นรมควัน อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช<br><u>ศรีสุดา มาตา, จารุวรรณ วงศ์ทะเนตร, อัจฉรา อัครวิกุลชัย, เพียงใจ พิระเกียรติขจร</u>                                                                                                        |
| 73                  | 189       | ประสิทธิภาพของ ผักบุ้ง ( <i>Ipomoea aquatica</i> Forsk) และ ผักกระเฉด<br>( <i>Neptunia oleracea</i> Lour) ในระบบบึงประดิษฐ์เพื่อบำบัดน้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ<br><u>พรชัย นุ่มวงศ์, ตุลวิทย์ สถาปนจารุ, อติสร ทรงคุณ, ศุภวิทย์ รุ่งเหมือนฟ้า, ดิเรดา บุญนารอด,</u><br><u>กนิษฐ์ชนก เมืองแก้ว, กัญญิกา นนทามิตร</u> |
| 74                  | 190       | การใช้ไบโอชาร์ที่ตรึงด้วยจุลินทรีย์ ( <i>Bacillus subtilis</i> ) ในระบบบึงประดิษฐ์เพื่อเพิ่ม<br>ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย<br><u>ศุภวิทย์ รุ่งเหมือนฟ้า, ตุลวิทย์ สถาปนจารุ, พรชัย นุ่มวงศ์, อติสร ทรงคุณ, ดิเรดา บุญนารอด,</u><br><u>กนิษฐ์ชนก เมืองแก้ว, กัญญิกา นนทามิตร</u>                                         |
| 75                  | 227       | ผลของการใช้สารอะทราซีนต่อจุลินทรีย์ดินในแปลงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์<br><u>มนต์ชัย มนต์สิลา, จิตรา เกาะแก้ว, สนธยา ขำดีบ, บุญทริก ฉิมชาติ, อำนาจ เอี่ยมวิจารณ์,</u><br><u>กนกอร บุญพา, ปภัสรา คุณเลิศ</u>                                                                                                                   |

### สาขาศึกษาศาสตร์

| กลุ่มการนำเสนอที่ 3 |           | ประธานกลุ่ม: ดร.นิรุช ภาชนะทิพย์                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ลำดับที่            | รหัสผลงาน | ชื่อผลงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 76                  | 30        | การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกผ่านกิจกรรมการสอนแบบ ARNON Model รายวิชาศาสนา เรื่อง พุทธศาสนสุภาษิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 <u>อานนท์ ปล้ำกระโทก, สุริชา ฐานวิสัย</u>                                                                                                                  |
| 77                  | 143       | Innovative enhance understanding of mitosis through a modified Werewolf game approach<br><u>Chatchaya Udomkiratak, Thitichaya Cheewawisit, Pittayud Aursukitwattana</u>                                                                                                                                                     |
| 78                  | 188       | ผลการใช้บอร์ดเกมตามกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง อาชญากรรมทางอินเทอร์เน็ต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2<br><u>วัชรี้ แชนบุญเรือง, สุวิสาข์ จรัสกมลพงศ์, ศรีสุดา ดั่งวงศ์ดี, พงศ์เทพ โคตรประทุม, พสธร ประเทพ, สุภาวดี อินเทพ</u>                                                                            |
| 79                  | 210       | การพัฒนาบอร์ดเกมโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบกลุ่มแข่งขัน เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างง่าย ในรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น<br><u>วันวิสาข์ ชมศิริ, สุวิสาข์ จรัสกมลพงศ์, ศรีสุดา ดั่งวงศ์ดี, วัชรี้ แชนบุญเรือง, พงศ์เทพ โคตรประทุม, พสธร ประเทพ</u> |
| 80                  | 212       | การพัฒนาทักษะการอ่านเพื่อความเข้าใจโดยใช้การเรียนรู้แบบทีมเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5<br><u>ชนกร เปรมปรีดี, จิราภรณ์ กาแก้ว, สหพล อุดม</u>                                                                                                                                                                   |
| 81                  | 232       | การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านเทคโนโลยีดิจิทัลตามกรอบแนวคิด TPACK ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกสำหรับครูสังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน จังหวัดนครพนม<br><u>ศรีสุดา ดั่งวงศ์ดี, พงศ์เทพ โคตรประทุม, พสธร ประเทพ, สุวิสาข์ จรัสกมลพงศ์, วัชรี้ แชนบุญเรือง, ไพฑูรย์ พวงยอด</u>                               |

### สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

| กลุ่มการนำเสนอที่ 3 |           | ประธานกลุ่ม: ดร.นิรุช ภาชนะทิพย์                                                                                                                                                                        |
|---------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ลำดับที่            | รหัสผลงาน | ชื่อผลงาน                                                                                                                                                                                               |
| 82                  | 241       | การประยุกต์แบบจำลอง Land Change Modeler เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน<br>กรณีศึกษา: อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย<br><u>จิราภรณ์ ปิ่นสุวรรณ</u> , อีรพงษ์ กุลกั้ง, มนตรี พิมพ์ใจ, นันทพร อยู่สะอาด |
| 83                  | 183       | การประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการครุภัณฑ์ กรณีศึกษาของ<br>ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์<br><u>มีนา ปานทอง</u> , ทิพากร ศรีตะวัน                    |

### สาขาสัตว์

| กลุ่มการนำเสนอที่ 3 |           | ประธานกลุ่ม: ดร.นิรุช ภาชนะทิพย์                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ลำดับที่            | รหัสผลงาน | ชื่อผลงาน                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 84                  | 36        | การตรวจหาเชื้อ <i>E.coli</i> ในสุกร ไก่ไข่ และแพะ โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเชื้อ และ Multiplex PCR<br><u>กฤติเดช วรธนโชติการ</u> , ปุณณิศา มณีบุญ, ณัฏฐธิดา บัวแก้ว, ภัทรสุดา ลิ้มปิสุทธิ์,<br>วรินทร์ ดิเรกโชค, กนกวรรณ ราชกิจ, อัญพิชชา อินทรแฝง, พิเชษฐ ศรีบุญยงค์,<br>สุภาวดี มานะไตรนนท์, ศรีณย์พงศ์ ทองเรือง, ดาวรุ่ง ศิลาอ่อน |



สาขาพืช  
(Subject: Plants)

---

ภาคโปสเตอร์  
(Poster Presentation)

**Abstract**

**Importance of the work:** *Betula alnoides* has been utilized in the timber and medicinal industries. This study developed the micropropagation technique of *B. alnoides*.

**Objectives:** investigating the effects of sugars and basal media including plant growth regulators on the *in vitro* growth and phytochemical properties.

**Materials & Methods:** The disinfection using apical shoots as explants was employed. Three basal media including Murashige and Skoog (MS), woody plant medium (WPM) and modified Driver and Kuniyuki's walnut (mDKW) media, and various sugars: glucose, sucrose and dextrose were tested for optimal growth. Cytokinin and auxin were optimized for proliferation and rooting.

**Results:** The results indicated that there were no significant effects in carbons, but the basal medium exhibited an obvious effect on growth appearance. WPM medium was most suitable in terms of increased shoot numbers and increased shoot lengths of both proliferated and explant shoots, as well as increased root growth. Importantly, 5 mgL<sup>-1</sup> zeatin was suitable for shoot proliferation and 0.5 mgL<sup>-1</sup> 1-Naphthaleneacetic acid (NAA) was optimal for root induction. Finally, the total phenolic compounds (TPC) and antioxidant activity of *in vitro* plants were compared with those of *in vivo* plants. Phytochemical investigations revealed that the *in vitro* plant materials exhibited higher TPC and DPPH activity than the *in vivo* plant materials.

**Main finding:** This finding provides additional scientific support for the application of *in vitro* *B. alnoides* as efficient technology in the production of secondary metabolites or phytochemical compounds.

**Keywords:** Basal medium, *Betula alnoides*, Micropropagation, Phytochemical properties, Plant growth regulators

**Introduction**

*Betula alnoides* Butch. Ham. Ex D. Don, commonly known as Khamlang suea khroeng, is an economically and ecologically important tree species. This plant has been widely used for many aspects in ethnobotany (Chaniad et al., 2019), such as medicinal plant and ecological benefits and fungi host. Based on climate changes and deforestation, highly efficient propagation using plant tissue culture is required for large-scale production. As there are several factors affecting *in vitro* growth and multiplication, those factors should be optimized for establishing highly efficient protocol. The aim of this study was to optimize the factors influencing micropropagation of *B. alnoides* for the improvement of large-scale production.

**Results and Discussion**

*Optimal disinfection protocol*

The selection of explant and disinfection protocol plays a key role in the first step of *Betula* genus and other plant trees or woody plants. In this study, there were no significant effects among three protocols tested for percentage of sterilized explants (Table 1). However, shoots were more suitable than nodes due to the higher survival rate of explants after cultured for two weeks. Shoots from 1-2-year-old seedling were the optimal explants for disinfection and shoot induction.

*Carbon sources and basal medium*

Carbon sources had no significant effects on *in vitro* growth of this species. The analysis of variables showed that the most important improvement of explants cultured on WPM in shoot number, shoot length and root growth was observed. *B. alnoides* had different growth appearances in diverse sugars and basal medium. Although sugar is one of the culture medium components and a carbon source for *in vitro* plants, but the ability to utilize different sugars varies depending on species or cultivars. Same plant species but diverse cultivars may respond differently even on the same carbon source.

*Proliferation and in vitro rooting*

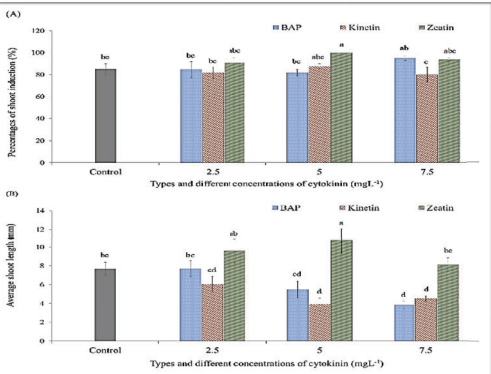
Shoot grown on WPM basal medium supplemented with 5 mgL<sup>-1</sup> zeatin provided highest proliferation having 97.9% of shoot induction (Fig. 2A). Whereas the average shoot length of new axillary shoots from explants grown on WPM basal medium supplemented with 5 mgL<sup>-1</sup> zeatin was decreased (Fig. 2B). Shoots grown on different cytokinin provided various proliferation and growth. While rooting of *in vitro* shoots was successfully obtained from WPM supplemented with 0.5 mgL<sup>-1</sup> NAA (Table 2).

*Total phenolic compounds and antioxidant activity of in vitro shoots and field-grown seedlings*

The accumulation of total phenolic compounds of *in vitro* leaves was higher than that of *in vivo* or field-grown leaves. The *in vitro* leaves yielded the amount of total phenolic compounds as 45.61 mg GAE/g DW. While *in vivo* leaves yielded the lower amount of total phenolic compounds. The antioxidant activity also differed significantly between *in vitro* and *in vivo* leaves. The *in vitro* shoots had the strongest antioxidant activity, with 38.87 mg AAE /g DW and 70.01 mg TE /g DW (Fig. 3).

**Table 2** Influence of auxin on *in vitro* growth and root development of *B. alnoides* cultured for 6 wk

| Treatment (mgL <sup>-1</sup> ) | Shoot length (mm)        | Leaf greenness (SPAD reading score) | Number of leaves (leaves) | Rooting score (scores 1-3) | Number of roots (roots) | Root length (cm)       |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Control                        | 71.20±16.9 <sup>a</sup>  | 25.68±2.9 <sup>a</sup>              | 8.00±3.7 <sup>a</sup>     | 4.00±0.0 <sup>a</sup>      | 4.80±2.8 <sup>bc</sup>  | 7.21±2.1 <sup>a</sup>  |
| 0.5 IBA                        | 41.90±32.0 <sup>c</sup>  | 25.70±5.4 <sup>a</sup>              | 5.20±1.8 <sup>bc</sup>    | 3.00±1.2 <sup>ab</sup>     | 6.60±5.2 <sup>bc</sup>  | 3.66±2.4 <sup>ab</sup> |
| 1.0 IBA                        | 45.20±16.6 <sup>a</sup>  | 20.02±7.5 <sup>ab</sup>             | 5.60±1.9 <sup>ab</sup>    | 4.00±0.0 <sup>a</sup>      | 11.60±7.6 <sup>ab</sup> | 7.08±5.0 <sup>a</sup>  |
| 2.0 IBA                        | 35.60±9.4 <sup>bc</sup>  | 24.16±3.5 <sup>a</sup>              | 4.60±2.2 <sup>bc</sup>    | 3.80±0.4 <sup>a</sup>      | 12.80±3.1 <sup>ab</sup> | 2.91±0.5 <sup>ab</sup> |
| 0.5 NAA                        | 42.80±23.2 <sup>bc</sup> | 26.12±6.1 <sup>a</sup>              | 5.40±1.3 <sup>ab</sup>    | 2.60±1.5 <sup>ab</sup>     | 15.00±15.7 <sup>a</sup> | 2.58±1.6 <sup>ab</sup> |
| 1.0 NAA                        | 22.60±10.4 <sup>c</sup>  | 26.88±5.0 <sup>a</sup>              | 3.60±1.9 <sup>bc</sup>    | 2.40±1.3 <sup>bc</sup>     | 4.80±8.0 <sup>bc</sup>  | 4.86±8.4 <sup>ab</sup> |
| 2.0 NAA                        | 29.40±12.3 <sup>bc</sup> | 28.88±5.0 <sup>a</sup>              | 3.80±1.5 <sup>bc</sup>    | 2.00±1.4 <sup>bc</sup>     | 10.40±8.3 <sup>ab</sup> | 2.61±0.3 <sup>ab</sup> |
| 0.5 2, 4-D                     | 27.00±22.0 <sup>c</sup>  | 23.48±7.9 <sup>a</sup>              | 4.20±1.5 <sup>bc</sup>    | 2.00±1.4 <sup>bc</sup>     | 3.80±3.6 <sup>bc</sup>  | 0.99±1.4 <sup>b</sup>  |
| 1.0 2, 4-D                     | 22.00±7.9 <sup>c</sup>   | 23.72±7.4 <sup>a</sup>              | 4.20±1.8 <sup>bc</sup>    | 1.00±0.0 <sup>c</sup>      | 0.00±0.0 <sup>c</sup>   | 0.00±0.0 <sup>b</sup>  |
| 2.0 2, 4-D                     | 19.20±4.0 <sup>c</sup>   | 13.60±8.3 <sup>b</sup>              | 2.40±0.5 <sup>c</sup>     | 1.00±0.0 <sup>c</sup>      | 0.00±0.0 <sup>c</sup>   | 0.00±0.0 <sup>b</sup>  |
| F test                         | *                        | *                                   | *                         | *                          | *                       | *                      |



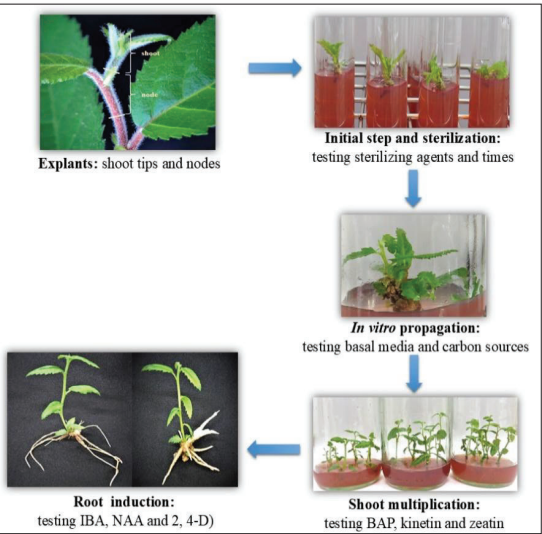
**Fig. 2** The effects of three different types of cytokinin at various concentrations on (A) percentage of shoot induction and (B) average shoot length of *Betula alnoides* grown for 4 weeks., where values are mean ± SD (n = 6) in each column superscripted with different lowercase letters are significantly (p < 0.05) different.

**Materials and Methods**

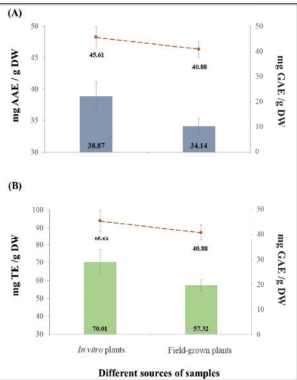
Seedlings of *B. alnoides* were collected from its natural habitat located at Mae Ta Man Watershed Management Unit, Chiang Mai, Thailand. Explants (apical and nodal segments) of *B. alnoides* were sterilized with different concentration of sodium hypochlorite and cultured on the modified Driver and Kuniyuki Walnut medium (mDKW) (Driver and Kuniyuki, 1984; Akin et al., 2018) with supplementary iron. Various types of sugars (glucose, sucrose, and dextrose at 2% and 3%) and three different basal medium (MS, WPM and mDKW) were tested with factorial design. Three types of cytokinins (BAP, Kn and zeatin) at three levels of concentration (2.5, 5.0 and 7.5 mgL<sup>-1</sup>) were tested. Shoots were grown in three different types of auxins (IBA, NAA and 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid: 2,4-D) at three levels of concentration (0.5, 1.0 and 2.0 mgL<sup>-1</sup>) (Fig. 1). The amount of total phenolic content and antioxidant activity were determined and compared between *in vitro* and *in vivo* leaves samples of *B. alnoides*. Variance of data were analyzed using ANOVA followed by mean comparisons using Duncan's Multiple Range Test (DMRT) with a significant level of 0.05.

**Table 1** The influence of concentrations of agents and disinfection time on percentage of disinfection and the survival rate of explants in *B. alnoides* Buch.-Ham. ex G.Don.

| Disinfection protocol  | Percentage of disinfection |         | Percentage of survival rate |                      |
|------------------------|----------------------------|---------|-----------------------------|----------------------|
|                        | apical shoots              | nodes   | apical shoots               | Nodes                |
| 15% clorox for 15 mins | 100±0.0                    | 100±0.0 | 23±19.7 <sup>b</sup>        | 0±0.0 <sup>b</sup>   |
| 20% clorox for 10 mins | 100±0.0                    | 97±8.2  | 43±32.0 <sup>ab</sup>       | 20±12.6 <sup>a</sup> |
| 25% clorox for 5 mins  | 90±16.7                    | 100±0.0 | 73±20.7 <sup>a</sup>        | 30±16.7 <sup>a</sup> |
| F test                 | ns                         | ns      | *                           | *                    |



**Fig. 1** The systematic approach to produce *in vitro* *Betula alnoides* plantlets



**Fig. 3** Total phenolic compounds; gallic acid equivalent (GAE) versus average antioxidant activity (A) based on 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH); ascorbic acid equivalent (AAE), and (B) based on ferric reducing antioxidant power (FRAP); trolox equivalent (TE) of whole *in vitro* plants (EtOH extract) compared field-grown plants, where values are mean ± SD (n = 12) and bars indicate significant (p > 0.05) differences.

**References**

Akin, M., Hand, C., Eyduran, E., Reed, B. M. 2018. Predicting minor nutrient requirements of hazelnut shoot cultures using regression trees. Plant Cell Tiss. Organ. Cult. 132: 545–559. doi.org/10.1007/s11240-017-1353-x.

Chaniad, P., Techarang, T., Phuwasaroampong, A., Punsawad, C. 2019. Antimalarial activity and toxicological assessment of *Betula alnoides* extract against *Plasmodium berghei* infections in Mice. Evid. Based Complement. Alterna. Med 2019(1):1–8. doi.org/10.1155/2019/2324679.

Driver, J. A., Kuniyuki, A. H. 1984. *In vitro* propagation of paradox walnut rootstock. HortScience. 19(4): 507–509. doi.org/10.21273/HORTSCI.19.4.507.

**Acknowledgements**

The School of Agriculture and Natural Resources and the School of Medicinal Science, University of Phayao provided all facilities and support. This work supported by the National Science and Technology Development Agency (JRA-CO-2564-13940-TH), and partially supported by Chiang Mai University, Thailand.

<sup>a</sup> Office of Agricultural Research and Development Region 6, Department of Agriculture, Chanthaburi 22110, Thailand

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการปุ๋ยและน้ำเพื่อการสวน เพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตทุเรียนอินทรีย์ โดยคัดเลือกแปลงทุเรียนอินทรีย์ระยะที่หนึ่งผลผลิต ในพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ จำนวน 4 แปลง วิเคราะห์ดินและใบ ก่อนการปลูกสวน พิจารณาร่วมกับใบทุเรียนสุกอินทรีย์และผลสุก คัดเลือกทุเรียนอินทรีย์ที่ผ่านมาตรฐานการปฏิบัติทางเกษตรกรรม ดำเนินการทดสอบ ปี 2022-2024 เป็นพื้นที่ปลูกทุเรียนผลผลิต การจัดการปุ๋ยอินทรีย์ พบว่า การเพิ่มธาตุอาหารในดินด้วยปุ๋ยหมักมูลสัตว์ มูลค่างู และ ปุ๋ยอินทรีย์ของคอก ไก่ได้แก่ ได้มาตรฐานการจัดการฟาร์มของสวน สามารถพัฒนาเป็นเกรด-ค่าได้ เป็นที่เพิ่มอินทรีย์วัตถุ พลัสคาร์บอน และลดเชื้อปนเปื้อนต่อค่าที่นำมาใช้ได้ แต่ปริมาณไนโตรเจนและแมกนีเซียมยังต่ำกว่าค่าที่นำมาผสม ผลการศึกษาการจัดการสวน พบว่าการลดปริมาณมูลขมของโรงระบอบออกของคอก ได้แก่ การเพิ่มธาตุอาหารในดิน การคั่วแต่ต้นเตี้ย และการนำคั่วด้วยอินทรีย์ได้แก่ ไก่ และคอกออกนอกเขตโรงระบอบฟาร์มของคอก และเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม วิธีที่กล่าวด้วยเป็นผลผลิตได้คือ 2 ปีที่ทำการทดลอง โดย ปี 2023 มีผลผลิตเพิ่มมากกว่า วิจัยการสวน 60.68-100 % และ ปี 2024 มีผลผลิตเพิ่มมากกว่า ปี 2023 การเพิ่มค่าเพิ่มกว่า 7 ปีที่ทำการทดลอง 10.00-100 %

## Abstract

## คำนำ

## อุปกรณ์และวิธีการ

2. ปี ค.ศ. 2023-2024 ดำเนินการทดสอบ 2 กรรมวิธี เทคนิคโดยเน้นผ้าและเทคนิคโดย  
 เกษตรกร คือคัดเลือกนักเรียนเพื่อปฏิบัติงานกรรมวิธี จำนวน 15 คนต่อวิธี ปักกีบอย่างถาวรปฏิบัติงาน  
 การปักอย่างชั่วคราว ปริมาณ 1 เมตร/คน ผลวิเคราะห์ดินหลังปักเรียบร้อยแล้ว ได้พบ ความแตกต่าง  
 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและไนโตรเจนในดิน ปริมาณผลผลิตกรมการวิเคราะห์  
 สถิติ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และวิเคราะห์ผลต่างของผลผลิต (Yield Gap Analysis)

**การปฏิบัติงานและผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินและใบก่อนการทดลอง**

ผลวิเคราะห์สมบัติเชิงเคมีของดินก่อนการปลูกทดลอง โดยเก็บดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตปี ค.ศ.2022 พบว่าดินค่า pH อยู่ช่วง 5.27-6.06 ทุกลบจะมีปริมาณไนโตรเจนที่ต่ำกว่าค่ากำหนดแบบ เกณฑ์ที่ 1 และ 4 มีแนวโน้มอยู่ค่าต่ำกว่าค่ากำหนด (Table 1) ผลวิเคราะห์ดินโดยเฉลี่ย จากทั้ง 4 แปลง พบว่า ความเข้มข้นของไนโตรเจน 1.39-1.74 % ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (ค่ามาตรฐาน N 2.0-2.4%) ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ไม่ได้ต่ำกว่าค่ามาตรฐานของธาตุอาหาร (สถิติและ ค่าเฉลี่ย 2544)

| Farms                         | pH      | OM (%)  | P (mg/kg) | K (mg/kg) | Ca (mg/kg) | Ng (mg/kg) |
|-------------------------------|---------|---------|-----------|-----------|------------|------------|
| Baan Rai Chamrai Organic Farm | 5.27    | 1.4     | 5.0       | 29.0      | 81.0       | 33.0       |
| Choeichorn Farm               | 5.90    | 1.9     | 242.0     | 111.0     | 1,746.0    | 546.0      |
| Somporn Farm                  | 6.06    | 0.9     | 6.8       | 15.0      | 1,483.0    | 551.0      |
| Yang Tok Toy Farm             | 5.39    | 0.7     | 6.9       | 9.9       | 264.0      | 31.0       |
| Optimal Range <sup>1</sup>    | 5.5-6.5 | 2.0-3.0 | 35-60     | 100-120   | 800-1,500  | 250-450    |

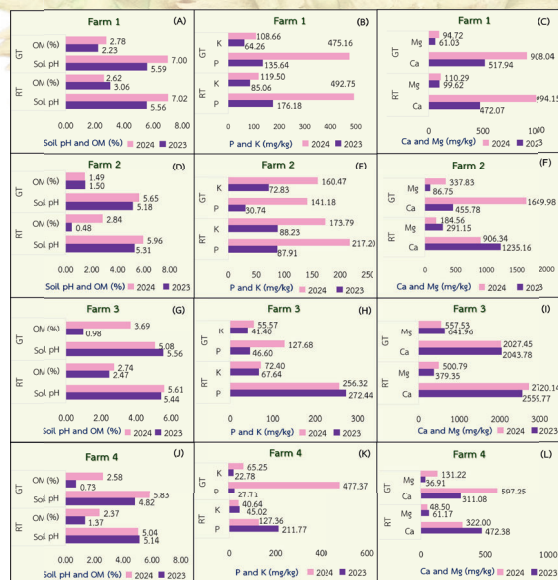
ทั้ง 4 แปลง ควรปรับปรุงพื้นที่ปริมาณธาตุอาหารและออกซิเจน และจัดการตามกรรมเพื่อเตรียมดิน  
 สละหากริย่นออกดอก จึงปลูกตามดินและปริมาณธาตุอาหารและออกซิเจนตามลำดับ  
 แทนที่โดยเปลี่ยน แปลงใน 3 ระยะ ได้แก่ ระยะปรับปรุงดินกับเก็บเกี่ยว (ปี.ย.-ค.) ติดแต่ทั้งปี  
 ใช้ปุ๋ยหมักมูลสัตว์แบบ ปุ๋ยได้โดยได้ ปลูกค้างราก รากทรงพุ่มด้วยน้ำหมักปลาโดยเปลี่ยนปีละ 1 ครั้ง ระยะ  
 ปลูกออกดอกปีที่ติดผล (ค.ย.-ธ.ค.) ปลูกค้างราก รากทรงพุ่มด้วยน้ำหมักปลา ปีละ 1 ครั้ง  
 ดองและแช่เย็น จะรากพุ่มด้วยน้ำหมักขอม (ก.ย.-พ.ค.) ใช้ปุ๋ยหมักมูลไก่แบบ รากทรงพุ่ม ปุ๋ยอินทรีย์ออกตาม  
 รากทรงพุ่มด้วยอินทรีย์ ปุ๋ยหมักและปุ๋ยคอกตามลำดับปีละ 1 ครั้ง ใช้ปุ๋ยตามขนาดทรงพุ่มและปริมาณผลผลิต  
 ค่าใช้จ่ายและต้นทุนผลิตตามค่าในเอกสารศึกษาวิจัย

เทคโนโลยีเกษตรกร แบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะบำรุงต้นหลังเก็บเกี่ยว (ม.ย.-ก.ย.) ใส่ปุ๋ยหมักมูลไก่เกลबरระบบเดินอากาศ ราดทรงพุ่มด้วยน้ำหมักมูลไก่เกลबरเดือนละ 1 ครั้ง ระยะก่อนออกดอกถึงติดผล (ต.ค.-ธ.ค.) ใส่ปุ๋ยหมักมูลไก่เกลबर หรือปุ๋ยอินทรีย์เอ็กซอน ระยะการพัฒนามของผล (ม.ค.-พ.ค.) ใส่ปุ๋ยหมักมูลไก่เกลबर ปุ๋ยอินทรีย์เอ็กซอน ตัดแต่งผลผลิตตามเทคโนโลยีการผลิตทุเรียน

ปริมาณธาตุอาหารในน้ำหลังเก็บเกี่ยวเมล็ด ปี 2023-2024 พบว่าการใส่ปุ๋ยแตกน้ำในอัตรา 5 กิโลกรัม และค่าในลักษณะกราฟ สามารถเห็นความแตกต่างชัดเจนขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณธาตุ และฟอสฟอรัส ให้เพิ่มขึ้น และเมื่อเพิ่มค่าฟอสฟอรัส (Fig.1) การเพิ่มปัจจัยการขาดฟอสฟอรัส ผลสะท้อนให้เห็นโอกาสเป็นโรค ที่เพิ่มมากขึ้น และพิจารณาเพิ่มการใส่ปุ๋ย สารปรับปรุงดิน หรือใช้น้ำขี้ไก่ที่เพิ่มค่าในธาตุอาหารและ แมกนีเซียม เนื่องจากจากการใส่ปุ๋ยหมักในแปลง บูดักควา ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยอินทรีย์ออกจนมาก (Fig.2) มีสีน้ำตาลจากเมล็ดแมกนีเซียมที่เพิ่มขึ้น แต่ลดต่ำกว่าค่าที่เพิ่มมากขึ้น

การปฏิบัติตามเทคโนโลยีแนะนำ โดยการจัดแต่งทั้งหลังเก็บเกี่ยวผลผลิต และใช้ปุ๋ยอินทรีย์หรือสารดินตามสูตร การลดอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีลงเป็นผล ลดต้นทุน ผลการทดลอง ทั้งแปลง ปี 2023 เทคโนโลยีแนะนำมีปริมาณผลผลิต 188-1412 กก./ไร่ สูงกว่าเทคโนโลยีแบบเก่า 9-581 กก./ไร่ และปี 2024 เทคโนโลยีแนะนำมีปริมาณผลผลิต 172-524 กก./ไร่ สูงกว่าเทคโนโลยีแบบเก่า 6-670 กก./ไร่ นักวิจัยวิเคราะห์ผลดี t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบทั้ง 2 ปี มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Table 2)

**สอบถามเพิ่มเติม :**  
กลุ่มวิชาการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 กรมวิชาการเกษตร  
E-mail : researchoard6@gmail.com โทร. 0-3939-7076



**Table 2** Percentage of fruit set, yield and yield gap of recommended technology (RT) and durian grower's technology (GT) at 2023-2024 with 4 farms.

| Farn    | 2023                    |       |                |     |                    | 2024               |                         |       |                |     |                    |                     |
|---------|-------------------------|-------|----------------|-----|--------------------|--------------------|-------------------------|-------|----------------|-----|--------------------|---------------------|
|         | Percentage of fruit set |       | Yield (kg/rai) |     | Yield Gap (kg/rai) | Yield increase (%) | Percentage of fruit set |       | Yield (kg/rai) |     | Yield Gap (kg/rai) | Yield increased (%) |
|         | RT                      | GT    | RT             | GT  |                    |                    | RT                      | GT    | RT             | GT  |                    |                     |
| 1       | 33.33                   | 13.33 | 188            | 9   | 179                | >100               | 53.33                   | 0.00  | 172            | 0   | 172                | >100                |
| 2       | 26.67                   | 13.33 | 188            | 117 | 71                 | 60.68              | 40.30                   | 33.33 | 217            | 148 | 69                 | 46.62               |
| 3       | 53.33                   | 46.67 | 250            | 154 | 96                 | 62.34              | 93.33                   | 80.00 | 737            | 670 | 67                 | >100                |
| 4       | 93.33                   | 93.33 | 1,412          | 831 | 581                | 69.92              | 86.67                   | 60.00 | 524            | 108 | 116                | >100                |
| t-test  | ns                      |       | ns             |     |                    |                    | ns                      |       | ns             |     |                    |                     |
| p-value | 0.103                   |       | 0.146          |     |                    |                    | 0.091                   |       | 0.115          |     |                    |                     |

အသံ

การปรับปรุงดินสนากุเรียนอินทรีย์ จังหวัดจันทบุรี ที่มีความเป็นกรด-ด่างและปริมาณธาตุอาหารต่ำกว่าค่าที่เหมาะสม พบว่าปุ๋ยหมักมูลไก่แกลบ ปุ๋ยมูลค้างคาว ปุ๋ยโดโลไมท์และปุ๋ยอินทรีย์เอเอกชน สามารถเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส แคลเซียมและแมกนีเซียม ให้อยู่ในค่าที่เหมาะสมได้ โดยทั่วไปปริมาณฟอสฟอรัสและแคลเซียมสูงเกินค่ามาตรฐาน ควรพิจารณาการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เพื่ออินทรีย์วัตถุเพิ่มอีกซึ่งสามารถเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมได้เนื่องจากทั้ง 4 การจัดการตัวอย่างไม่สามารถพิจารณาปริมาณโพแทสเซียมได้เนื่องจากค่าที่เพิ่มพดจากค่าที่เหมาะสม

การที่เป็นปริมาณผลผลิตนักเรียนชั้นมัธยม ทั่วประเทศมีความสำคัญกับการเตรียมตัว เพื่อสอบแข่งขันก่อนออกสอบ โดยเทคโนโลยีแนะนำประกอบด้วย การปรับปรุงดินให้สมบูรณ์ตามค่าที่เหมาะสม การตัดแต่งกิ่ง การราดสารพ่นพุ่มด้วยฮอร์โมนไข่เพื่อเร่งก่อนออกดอก ระยะเวลาที่เพิ่มของดอกและผล สามารถเก็บไปแปรรูปขึ้นทอผ้าเกิดผลผลิต และเพิ่มปริมาณผลผลิตได้ 2 ปี โดยเปรียบเทียบเก็บกับเทคโนโลยีการตกครีที่ไม่ได้เตรียมความพร้อมก่อนการออกดอกในการแปรรูป พืชผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าวิธีอื่นร้อยละ 10-100%

[illegible]



## การจัดการแมลงศัตรูพืชในแปลงถั่วฝักยาวโดยใช้การปลูกพืชกับดักแบบขับไล่และดึงดูด Insect pest management in yard-long bean plot using push-pull trap cropping

วิกิตา รัตนพันธุ์\*, มานพ ธารสินธุ์

Wigunda Rattanapunt\*, Manop Tarasint

\*สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ปรังม และอาหาร  
สาขาวิชาเทคโนโลยีการสัตวศาสตร์ วิทยาลัยเกษตรกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี สุราษฎร์ธานี 84000

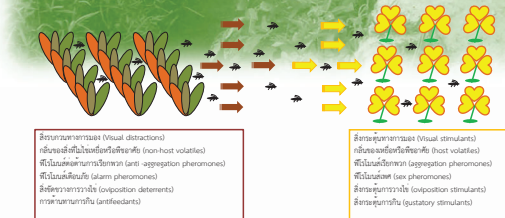
### บทคัดย่อ

Push-pull เป็นยุทธวิธีในการใช้พืชกับดักดึงดูดแมลงศัตรูพืช (pull component) ปลูกสลับร่วมกับพืชที่มีคุณสมบัติไล่แมลง (push component) หรือใช้สารขับไล่แมลง ช่วยยับยั้งเบนความสนใจของแมลงศัตรูพืชไม่ให้เข้าไปที่แปลงพืชหลัก การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของวิธีการปลูกพืชกับดักแบบขับไล่และดึงดูดในแปลงพืชหลักถั่วฝักยาว yard long bean *Vigna unguiculata* โดยใช้ถั่วฝักยาว *V. unguiculata* เป็นพืชกับดัก มีปริมาณ 10% ของถั่วฝักยาวพืชหลัก และมีระยะห่างจากแปลงถั่วฝักยาวพืชหลัก 10 เมตร ใช้กับถั่วฝักยาวไม่เป็นสารขับไล่ โดยฉีดพ่นทุก 3 วัน เปรียบเทียบกับแปลงถั่วฝักยาวที่ไม่ได้ใช้วิธีการปลูกพืชกับดัก ผลการศึกษาพบว่าจำนวนตัวหนอนของแมลงศัตรูพืชในแปลงถั่วฝักยาวพืชหลักไม่แตกต่างจากแปลงควบคุม รวมถึงปริมาณศัตรูธรรมชาติที่อยู่ในระดับต่ำกว่าแมลงศัตรูพืชในทั้งสองแปลง โดยพบว่าแม้ว่าใช้ต้นหนามากกว่าวิธีการปลูกแบบไม่ใช้พืชกับดัก 2.5 เท่า แต่ผลผลิตที่ได้ในแปลงถั่วฝักยาวพืชหลักมีจำนวนมากกว่าแปลงควบคุม โดยพบว่าจำนวนผลผลิตที่ได้จากแปลงถั่วฝักยาวพืชหลักมีสูงกว่าแปลงควบคุมถึง 8.7 เท่า

**คำสำคัญ:** ถั่วฝักยาว, พืชหลัก, ศัตรูธรรมชาติ

### คำนำ

หลักการพื้นฐานของพืชกับดัก คือความแตกต่างของความชอบของศัตรูพืชในพืชแต่ละชนิด ซึ่งหมายถึงในแปลงปลูกพืชชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่เป็นพืชกับดัก และปลูกพืชหลักอีกชนิดหนึ่งที่ปลูกป้องกันไม่ให้ศัตรูพืชเข้าทำลาย การปลูกพืชกับดักแบบขับไล่และดึงดูด (Push-pull trap cropping) เป็นรูปแบบการปลูกพืชกับดักแบบหนึ่งซึ่งเป็นการใช้พืชกับดักดึงดูดแมลงศัตรูพืช (pull component) ปลูกสลับร่วมกับพืชที่มีคุณสมบัติไล่แมลง (push component) ช่วยยับยั้งเบนความสนใจของแมลงศัตรูพืชไม่ให้เข้าไปที่แปลงพืชหลัก หรือใช้สารขับไล่แมลงศัตรูพืชทดแทนการปลูกพืชไล่แมลง เช่น น้ำส้มควันไม้ หรือน้ำมันหอมระเหย (Hokkanen, 1991)



ถั่วฝักยาวเป็นผักเศรษฐกิจที่สำคัญและเกษตรกรมีการใช้สารเคมีกำจัดแมลงสูงมากคือประมาณ 1.2 ลิตร/ไร่ (ฉีดพ่นทุก 15 วันในแต่ละรอบการปลูก) ดังนั้นเกษตรกรใช้สารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชในการปลูกถั่วฝักยาวตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 3.6 ลิตร/ไร่ (ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกถั่วฝักยาวในพื้นที่ ตำบลชะเมา อำเภอมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี) การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการทดลองการใช้การปลูกพืชกับดักแบบขับไล่และดึงดูดเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืชในถั่วฝักยาว โดยประเมินประสิทธิภาพการปลูกพืชกับดักแบบขับไล่และดึงดูด จากการศึกษาพบว่าแมลงศัตรูถั่วฝักยาว เช่น เพลี้ยอ่อนถั่ว *Aphis craccivora* (Hemiptera: Aphididae) หนอนเจาะฝักถั่ว *Etiella zinckenella* (Lepidoptera: Pyralidae) และหนอนถั่วฝักยาว *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae) และแมลงศัตรูธรรมชาติเปรียบเทียบกับแปลงควบคุม

### การเก็บข้อมูล

- สุ่มตำแหน่งเพื่อเก็บใบ 3 จุดต่อแปลง จุดละ 1 ใบ (ขอบแปลงจำนวน 2 จุด และตรงกลางแปลงจำนวน 1 จุด) โดยผิวใบในช่วงเช้า เวลา 8.00 น. สัปดาห์ละ 1 ครั้ง สัปดาห์ละ 9 ครั้ง
- สุ่มเพื่อเก็บแมลงตัวตาดำจำนวน 5 หลุมปลูกต่อแปลง หลุมปลูกละ 1 หลุม โดยการโยนหรือโยนกระดาษขึงแปลงเพื่อหาตำแหน่งหลุมปลูก จากนั้นจึงสุ่มจากจุดถั่วฝักยาวเพื่อเก็บแมลง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง สัปดาห์ละ 9 ครั้ง
- ใบแปลงพืชหลักติดกับดักถั่ว 2 กับดัก ใบแปลงพืชกับดัก ติดกับดักถั่ว จำนวน 2 กับดัก (Fig 1) สำหรับแปลงควบคุม ติดกับดักถั่วจำนวน 3 กับดัก (Fig 2) ทำการสำรวจสัปดาห์ละ 1 ครั้ง สัปดาห์ละ 9 ครั้ง

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จำนวนแมลงศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติในแปลงถั่วฝักยาวที่ติดกับดักถั่วเขียว  
แปลงถั่วฝักยาวในการรวมวิธีควบคุมแมลงศัตรูพืชมากกว่าแปลงถั่วฝักยาวพืชหลักในการรวมวิธีทดสอบอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเฉลี่ย 96.63±58.10 ตัว และ 60.37±46.20 ตัว ตามลำดับ (t-test: t=-2.468, P=0.017) เมื่อเปรียบเทียบจำนวนศัตรูธรรมชาติพบว่า แปลงถั่วฝักยาวพืชหลักในการรวมวิธีทดสอบมีศัตรูธรรมชาติมากกว่าแปลงถั่วฝักยาวในการรวมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเฉลี่ยศัตรูธรรมชาติ 15.56 ±7.97 ตัว และ 3.48±2.67 ตัว ตามลำดับ (t-test: t=7.463, P ≤ 0.0001) (Fig. 3)

### จำนวนแมลงศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติในแปลงถั่วฝักยาวจากการใช้สารขับไล่

จำนวนแมลงศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติในแปลงถั่วฝักยาวจากการใช้สารขับไล่พบว่า แปลงแปลงถั่วฝักยาวพืชหลักในการรวมวิธีทดสอบมีแมลงศัตรูพืชมากกว่าแปลงถั่วฝักยาวในการรวมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเฉลี่ยแมลงศัตรูพืช 1.81±2.68 ตัว และ 0.78±1.50 ตัว ตามลำดับ (t-test: t=2.431, P=0.019) ในขณะที่พบว่าจำนวนศัตรูธรรมชาติของแปลงถั่วฝักยาวแปลงถั่วฝักยาวพืชหลักในการรวมวิธีทดสอบมีมากกว่าแปลงถั่วฝักยาวในการรวมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเฉลี่ยแมลงศัตรูธรรมชาติ 0.19 ±0.40 ตัว และ 0.00±0.00 ตัว ตามลำดับ (t-test: t=7.463, P ≤ 0.0001) (Fig. 4)

### จำนวนยอดที่พบแมลงศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติและจำนวนแมลงศัตรูพืชจากการสุ่มยอดในแปลงถั่วฝักยาว

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนยอดที่พบแมลงศัตรูพืชจากการสุ่มยอดระหว่างแปลงถั่วฝักยาวพืชหลักในการรวมวิธีทดสอบและกรรมวิธีควบคุม พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (t-test: t=-2.651, P=0.017) โดยแปลงถั่วฝักยาวพืชหลักในการรวมวิธีทดสอบและกรรมวิธีควบคุม มีน้อยกว่าแปลงถั่วฝักยาวในการรวมวิธีควบคุม กล่าวคือพบจำนวนยอดที่มีแมลงศัตรูพืช 2.56±2.65 ยอด และ 6.22±3.19 ยอด ตามลำดับ (Fig. 5)

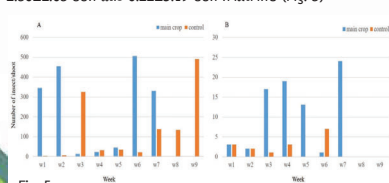


Fig. 5

| Treatment      | Total number of pod | Total weight (g) | Infested pod (%) | Percent of damage (%) |
|----------------|---------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| Main crop plot | 4746±2121           | 97.5±0.70        | 423.50±2.12      | 8.93±0.08             |
| Control plot   | 541.5±4.95          | 9.29±0.01        | 18.50±0.70       | 3.42±0.10             |
| t-test         | t = 272.903,        | t = 23.041,      | t = 4.864,       | t = 0.745,            |
| P-value        | P < 0.0001          | P < 0.002        | P < 0.040        | P < 0.534             |

### Abstract

Push-pull systems involve intercropping the main crop with plants that are repellent to pests (the 'push') while also growing plants (trap crops) that are attractive to pests around the main crop (the 'pull'). The objective of this study is to evaluate the potential of push-pull trap crop in yard long bean using 10% for yard long bean trap crop (10 meters from main plot) and yard long bean main crop with wood vinegar for insect repellent (all three days) compare with yard long bean plot without trap crop (control) was carried out in the organic farm. Results present that although the total number of insect pest was not significant different between main plot and control plot, the total number of natural enemies was lower than the total number of insect pest of both experiment plots. However, yard long bean yield of main plot was higher than that of yard long bean yield of control plot for 8.7 time.

**Keywords:** Main crop, Natural enemies, Wood vinegar

### Introduction

กรรมวิธีทดสอบ ใช้แปลงถั่วฝักยาวพืชกับดักร่วมกับแปลงถั่วฝักยาวพืชหลัก โดยเตรียมแปลงถั่วฝักยาวที่เป็นพืชกับดักที่มีขนาดแปลง 1.5 x 1.5 เมตร โดยห่างจากแปลงถั่วฝักยาวที่เป็นพืชหลักมีขนาดแปลง 3.0 x 5.5 เมตร อย่างน้อย 10 เมตร (Fig. 1)

ในแปลงพืชหลักปลูกถั่วฝักยาว 3 แถว แต่ละแถวมี 12 หลุม แต่ละหลุมมีถั่วฝักยาว 2 ต้น โดยหลุมหัวแถวและท้ายแถวของหลุมแถวมี 3 ต้น และหลุมที่ 6 ของแถวของหลุมแถวมี 3 ต้น ระยะห่างระหว่างหลุม 50 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างแถว 1.5 เมตร มีการปักและตัดตาข่าย เพื่อให้อากาศถ่ายเท

ในแปลงพืชกับดักแต่ละแปลง ปลูกถั่วฝักยาว 2 แถว แต่ละแถวมี 4 หลุม แต่ละหลุมมีถั่วฝักยาว 1 ต้น รวมทั้งแถว 8 ต้น (มี 10% ของพืชหลัก ตามหลักการใช้พืชกับดัก) ระยะห่างระหว่างหลุม 50 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างแถว 1.5 เมตร โดยปลูกถั่วฝักยาวพืชกับดักก่อนถั่วฝักยาวพืชหลัก 30 วัน เพื่อให้อากาศถ่ายเทและลดกลิ่น

แปลงถั่วฝักยาวพืชหลักและแปลงถั่วฝักยาวพืชกับดักได้รับการให้น้ำและปุ๋ยเหมือนกัน แต่แปลงถั่วฝักยาวพืชหลัก มีการให้น้ำมีความเข้มข้น 1 : 200 (น้ำส้มควันไม้ : น้ำ) สัปดาห์ละครั้ง เพื่อขับไล่แมลงศัตรูพืชในช่วง 1 เดือนแรก หลังจากนั้นจะฉีดทุก 3 วัน เมื่อต้นเริ่มออกดอก

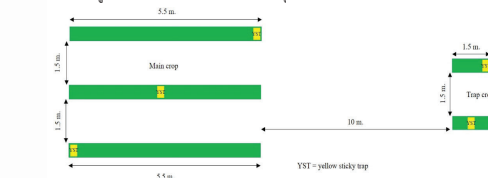


Fig. 1 Plot plan of main crop and trap crop

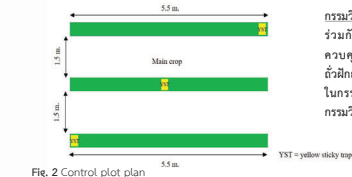


Fig. 2 Control plot plan

### การวิเคราะห์ผล

เปรียบเทียบความแตกต่างของจำนวนแมลงศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติที่เก็บได้จากวิธีการต่างๆระหว่างแปลงพืชหลักและแปลงควบคุม และเปรียบเทียบปริมาณผลผลิตที่ได้ โดยใช้สถิติวิเคราะห์ Independent sample t-test

### การประเมินผลผลิตของถั่วฝักยาว

เปรียบเทียบน้ำหนักผลผลิตถั่วฝักยาวที่เก็บเกี่ยวได้ระหว่างแปลงในการรวมวิธีทดสอบ และแปลงในการรวมวิธีควบคุม เปรียบเทียบคุณภาพจากการจับน้ำหนักถั่วฝักยาวในแปลงถั่วฝักยาว และจำนวนฝักของถั่วฝักยาวที่เก็บเกี่ยวได้ เมื่อถั่วฝักยาวมีอายุ 1 เดือน

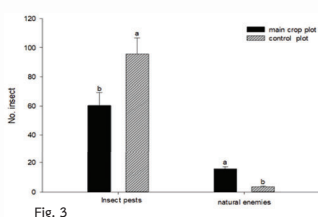


Fig. 3

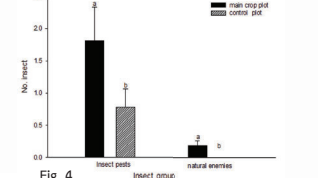


Fig. 4

### สรุป

การปลูกพืชกับดักแบบขับไล่และดึงดูด (Push-pull trap cropping) สามารถนำไปประยุกต์ใช้แปลงถั่วฝักยาว โดยใช้ถั่วฝักยาวเป็นพืชกับดักในปริมาณ 10% ของจำนวนถั่วฝักยาวพืชหลัก ระยะห่างจากแปลงพืชหลัก 10 เมตร และมีการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้เพื่อขับไล่แมลงบนแปลงพืชหลัก ทุก 3 วัน ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ยืนยันว่า จำนวนตัวหนอนของแมลงศัตรูพืชในแปลงถั่วฝักยาวพืชหลักไม่แตกต่างจากแปลงควบคุม รวมถึงปริมาณศัตรูธรรมชาติที่อยู่ในระดับต่ำกว่าแมลงศัตรูพืชในทั้งสองแปลง แต่ผลผลิตที่ได้ในแปลงถั่วฝักยาวพืชหลักมีจำนวนมากกว่าแปลงควบคุม

### เอกสารอ้างอิง

Hokkanen, H.M.T. 1991. Trap cropping in pest management. Annu. Rev. Entomol. 36:119-38.



# การจัดการแมลงศัตรูฝ้ายเส้นใยสีเขียวสายพันธุ์ก้าวหน้า Insect Pest Management on Green Fiber-Promising Cotton Lines

สมคิด พันธุ์ดี\*, พยุดา จันทรเกื้อ, ศิวไล ลาภบรรณ

Somkid Pande, Payuda Jankuea, Siwilai Labbanjorn

ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน นครสวรรค์ 60190

Nakhon Sawan Field Crops Research Center, Field and Renewable Energy Crops Research Institute, Nakhon Sawan 60190, Thailand

\*Corresponding author. E-mail address: somkid.pande07@gmail.com

## บทคัดย่อ

การจัดการแมลงศัตรูฝ้ายในฝ้ายเส้นใยสีเขียวสายพันธุ์ก้าวหน้า วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูฝ้ายให้มีประสิทธิภาพและประหยัด ในฝ้ายสายพันธุ์ก้าวหน้าที่มีศักยภาพ ดำเนินการปี 2567 ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ วางแผนการทดลองแบบ Split-plot design 4 ขั้ว โดย Main-plot คือวิธีการป้องกันกำจัด 3 วิธี ได้แก่ 1.พ่นสารฆ่าแมลงสปีดฮาเลส 1 ครั้ง 2.พ่นสารฆ่าแมลงสปีดฮาเลส 1 ครั้ง เมื่อฝ้ายอายุ 50 วัน จนฝ้ายอายุ 100 วัน จึงหยุดพ่น 3.พ่นสารเมื่อปริมาณแมลงศัตรูถึงระดับเศรษฐกิจ และไม่พ่นสารฆ่าแมลง (กรรมวิธีควบคุม) และ Sub-plot คือพันธุ์ฝ้ายเส้นใยสีเขียว 2 สายพันธุ์/พันธุ์และพันธุ์เปรียบเทียบ 2 พันธุ์ ปลูกฝ้ายในสภาพไร่ และตรวณับปริมาณแมลงศัตรูฝ้าย สปีดฮาเลส 2 ครั้งตลอดฤดูปลูก รวม 22 ครั้ง พบว่า การพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูฝ้ายสปีดฮาเลส 1 ครั้งและพ่นสารฆ่าแมลงเมื่อถึงระดับเศรษฐกิจทำให้ผลผลิตฝ้ายเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เพราะฝ้ายแมลงหวัวยาวสูง ลดลง ส่งผลให้ผลผลิตฝ้ายมีปริมาณสูงสุดเฉลี่ยทุกสายพันธุ์ คือ 408 และ 424 กิโลกรัมต่อไร่

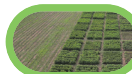
## บทนำ

ฝ้ายเป็นพืชที่มีต้นทุนสูงในการปลูก เนื่องจากต้องใช้แรงงานในด้านการดูแลรักษาและการป้องกันกำจัดศัตรูพืช การปลูกฝ้ายโดยทั่วไปมักพบแมลงศัตรูหลายชนิดเข้าทำลายอย่างต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก เกษตรกรจึงมีความจำเป็นต้องพ่นสารป้องกันกำจัด แมลงไม่น้อยกว่า 13-15 ครั้งตลอดฤดูปลูก ทำให้เกิดการตกค้างของสารเคมี จึงมีคำแนะนำให้เกษตรกรใช้สารฆ่าแมลงเท่าที่จำเป็นและไม่ใช้สารเคมีกำจัดแมลงชนิดเดียวพ่นติดต่อกันตลอดฤดูปลูก ฝ้ายเพื่อชะลอ ความต้านทานและลดการตกค้างของสารเคมี (สว่าง และคณะ, 2532) รวมทั้งลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช

## วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาวิธีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูฝ้ายที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสม

## อุปกรณ์และวิธีการ



Split-Plot Design จำนวน 3 ขั้ว

Main-plot (วิธีการป้องกันกำจัด)

- 1.พ่นสารป้องกันกำจัดแมลงสปีดฮาเลส 1 ครั้งตลอดฤดู
- 2.พ่นสารป้องกันกำจัดแมลงสปีดฮาเลส 1 ครั้ง เมื่อฝ้ายอายุ 50 วัน- ฝ้ายอายุ 100 วัน
- 3.การป้องกันกำจัดตามระดับเศรษฐกิจ (Econ-threshold)
- 4.ไม่มีการป้องกันกำจัด (Control)



Sub-plot (สายพันธุ์/พันธุ์ฝ้าย)

- 1.V1/TF86-5-B-B-47B
- 2.V1/TF86-5-B-B-55B
- 3.กวก. ตากฟ้า 86-5 (DOA. TF86-5)
- 4.กวก. ตากฟ้า 2 (DOA. TF2)



ปลูกฝ้ายโดยใช้ระยะปลูก 1.25 X 0.50 เมตร แปลงย่อยละ 6 แถว แถวยาว 6 เมตร ตรวณับแมลงศัตรูฝ้ายหลังฝ้ายงอก 1 สัปดาห์ แปลงย่อยละ 10 ต้น สปีดฮาเลส 2 ครั้ง และเมื่อฝ้ายออกดอก 50% ตัดใบที่ 4-5 จากยอด แปลงย่อยละ 5 ใบ ตรวณับขนบนใบและเส้นใบ บันทึกองค์ประกอบผลผลิต วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ IRISTAT

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง (ต่อ)

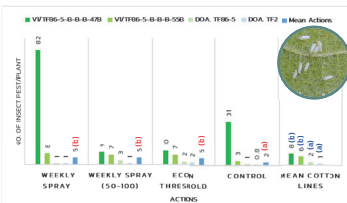


Fig. 4 Mean total number (22 counts) of *Bemisia tabaci* (Gennadius) per plants on 4 cotton lines under 4 insect pest control treatments at NSFCRC, 2024

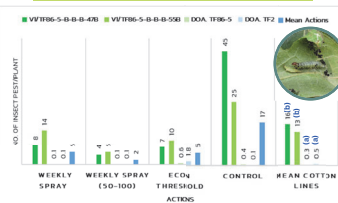


Fig. 5 Mean total number (22 counts) of *Syntepa derogate* Fabricius per plants on 4 cotton lines under 4 insect pest control treatments at NSFCRC, 2024

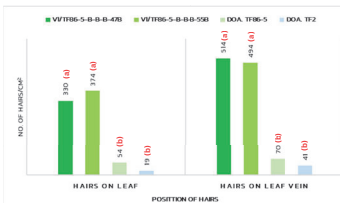


Fig. 6 Mean total number of hairs on cotton leaf and cotton leaf vein/cm2 in flowering stage on 4 cotton lines

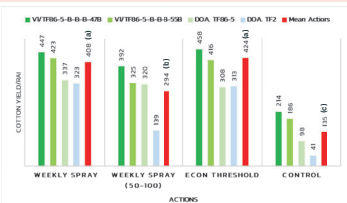


Fig. 7 Means seed cotton yield (kg/rai) of 4 cotton lines under 4 insect pest control treatments at NSFCRC, 2024

จากผลการทดลองข้างต้นเห็นได้ว่าฝ้ายสายพันธุ์ก้าวหน้า V1/TF86-5-B-B-47B และ V1/TF86-5-B-B-55B มีปริมาณรวมของแมลงศัตรูฝ้ายที่สำคัญ คือ เพลี้ยอ่อนฝ้าย และเพลี้ยไฟฝ้าย และไม่แตกต่างกัน ในส่วนของ การป้องกันกำจัดนั้น พบว่า การพ่นสารฆ่าแมลงสปีดฮาเลส 1 ครั้ง และการพ่นสารฆ่าแมลง เมื่อมีปริมาณแมลงศัตรูถึงระดับเศรษฐกิจทำให้ปริมาณรวมของแมลงศัตรูฝ้าย ได้แก่ เพลี้ยอ่อนฝ้าย เพลี้ยไฟฝ้าย แมลงหวัวยาวสูง น้อยกว่าวิธีการป้องกันกำจัดอื่นๆ จำนวนขนบนเส้นใบและขนบนเนื้อใบของฝ้ายสายพันธุ์ก้าวหน้าทั้ง สองสายพันธุ์มีจำนวนมากกว่าพันธุ์เปรียบเทียบส่งผลให้มี ปริมาณรวมของเพลี้ยจักจั่นฝ้ายมีจำนวนน้อยกว่าพันธุ์ เปรียบเทียบ และได้ผลผลิตฝ้ายสูงกว่าการพ่นสารสปีดฮาเลส 1 ครั้งเมื่อฝ้ายอายุ 50-100 วันหรือไม่มีการป้องกันกำจัด

## สรุปผลการทดลอง

การจัดการแมลงศัตรูฝ้ายโดยวิธีการพ่นสารสปีดฮาเลส 1 ครั้ง ตลอดฤดูปลูกหรือพ่นสารเมื่อปริมาณการเข้าทำลายของแมลงถึงระดับเศรษฐกิจเป็นวิธีการป้องกันกำจัดที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้การเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนฝ้ายและเพลี้ยไฟฝ้ายมีปริมาณน้อยลง ทำให้ฝ้ายมีผลผลิตฝ้าย ปลูกถึงเมล็ดสูงสุด ฝ้ายเส้นใยสีเขียวสายพันธุ์ก้าวหน้า V1/TF86-5-B-B-47B และ V1/TF86-5-B-B-55B มีศักยภาพทำให้ผลผลิตปลูกถึงเมล็ดเฉลี่ยสูงสุดที่สุด ประกอบกับ มีปริมาณขนบนใบสูงที่สุด มีผลให้การเข้าทำลายของเพลี้ยจักจั่นฝ้ายมีปริมาณน้อย

เอกสารอ้างอิง

เกรธา จิระธรรยา สุทพ สหยา ลักษณ์ ปารุณศรี และสุพวีร์ กิตติคุณภา. 2545. แมลงศัตรูฝ้ายที่สำคัญและการป้องกันกำจัด. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูพืชและพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน นครสวรรค์ 2545. กองทุนและสวัสดิการการวิจัยการเกษตร, กรุงเทพฯ  
ธิดา ชื่นน้อยวัน จรัสพร การสุข อุทธะ ธนิกานต์ สืบประสาธน์ ธีระชัย ศิริวรรณ และชูเกียรติ ลิขสิทธิ์. 2527. การปรับปรุงพันธุ์ฝ้ายให้ต้านทานต่อแมลง การผสม และคัดเลือกพันธุ์. หน้า 2-19. ใน การวิจัยฝ้ายปี 2526-2527 ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ



Full paper



# ศึกษาความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชแบบสารผสม (อะลาคลอร์+อะตราซีน อะมีพรีน+อะตราซีน และมีโซไตรโอน+อะตราซีน) ต่อการเจริญเติบโตของกล้วยหอมทอง

## Study on phytotoxicity of mixture herbicides (alachlor+atrazine, ametryn+atrazine and mesotrione+atrazine) on the growth of *Musa* (AAA) 'Kluai Hom Thong'

เอกรัตน์ ธนทอง\*, จริญญา ปิ่นสุภา, กักรพิชชา จริยะพงษ์, ปรัชญา เอกฐาน, เทพพงษ์ มหาวงค์, อุณณิชา จันทกุล  
กลุ่มวิจัยพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900  
\*Corresponding author. E-mail address: akekarat.i@gmail.com

### บทคัดย่อ

ประเทศไทยได้ยกเลิกการใช้สาร paraquat ในวันที่ 1 มิถุนายน 2563 ส่งผลให้เกษตรกรไม่สามารถใช้สาร paraquat ได้อีกต่อไป ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชแบบผสมสำเร็จรูปในกล้วยหอมทอง ทำการทดลอง ณ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีพ่นสาร alachlor+atrazine, ametryn+atrazine และ mesotrione+atrazine อัตรา 235, 400 และ 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ พ่นคลุมต้นกล้วยหอม เมื่อกล้วยหอมมีอายุ 2 เดือนหลังปลูก เปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสาร ผลการทดลองพบว่า สาร alachlor+atrazine และ ametryn+atrazine มีความเป็นพิษเล็กน้อยและรุนแรง ตามลำดับที่ระยะ 3 วันหลังพ่นสาร ในขณะที่สาร mesotrione+atrazine มีความเป็นพิษรุนแรง ที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร เมื่อเข้าสู่ระยะ 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร ต้นกล้วยหอมสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ดังนั้นสารกำจัดวัชพืชดังกล่าวจึงเหมาะสมสำหรับใช้ในแปลงปลูกกล้วยหอม

คำสำคัญ: กล้วย, สารกำจัดวัชพืชประเภทไม่เลือกทำลาย, สารกำจัดวัชพืชประเภทเลือกทำลาย, สารกำจัดวัชพืชประเภทสัมผัส

### คำนำ

วัชพืชเป็นอุปสรรคที่สำคัญในการปลูกกล้วยหอม การปล่อยให้วัชพืชขึ้นแข่งกับกล้วยหอมตั้งแต่เริ่มปลูก ส่งผลให้กล้วยหอมชะงักการเจริญเติบโต ต้นแคระแกร็น (กลุ่มวิจัยพืช, 2560) การควบคุมวัชพืชมีหลายวิธี เช่น ใช้แรงงานคน หรือใช้สารกำจัดวัชพืช ซึ่งปัจจุบันเกษตรกรประสบปัญหาค่าจ้างแรงงานสูง และขาดแคลนแรงงาน เกษตรกรจึงนิยมใช้สารกำจัดวัชพืชเพิ่มมากขึ้น โดยสารกำจัดวัชพืชที่เกษตรกรนิยมใช้ คือ สาร paraquat เช่นเดียวกับ ประเทศออสเตรเลียที่มีการใช้สาร paraquat เพื่อกำจัดวัชพืชในกล้วย (Tony, 2016) แต่ปัจจุบันประเทศไทยได้ยกเลิกการใช้สารกำจัดวัชพืช paraquat ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2563 (ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม, 2563) ส่งผลให้เกษตรกรไม่สามารถใช้สาร paraquat ได้อีกต่อไป

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชแบบสารผสม ได้แก่ อะลาคลอร์+อะตราซีน อะมีพรีน+อะตราซีน และมีโซไตรโอน+อะตราซีน ต่อการเจริญเติบโตของกล้วยหอมทอง สำหรับเป็นทางเลือกแทนการใช้สารกำจัดวัชพืช paraquat ให้แก่เกษตรกร

### อุปกรณ์และวิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ดังนี้

T1) พ่นสาร alachlor+atrazine 33%+14% SE อัตราแนะนำ 235 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่

T2) พ่นสาร ametryn+atrazine 40%+40% WP อัตราแนะนำ 400 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่

T3) พ่นสาร mesotrione+atrazine 2.5+25% SC อัตราแนะนำ 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่

T4) ไม่พ่นสารกำจัดวัชพืช (control)

○ พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธี เมื่อกล้วยหอมมีอายุ 2 เดือนหลังปลูก (มีจำนวนใบ 4-5 ใบ) โดยพ่นละอองในของกล้วยหอม ด้วยเครื่องพ่นสารแบบสเปกซาล์ว หัวพ่นแบบรูปพัด ใช้อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่

บันทึกข้อมูล ดังนี้

1) ความเป็นพิษต่อต้นกล้วยหอม ที่ระยะ 3, 7, 15, 30, 60 และ 90 วันหลังพ่นสาร

2) ความสูง จำนวนใบ และจำนวนหน่อของกล้วยหอม ที่ระยะ 0, 30, 60 และ 90 วันหลังพ่นสาร

3) น้ำหนักและน้ำหนักแห้งของต้นกล้วยหอม ที่ระยะ 90 วันหลังพ่นสาร

| ระดับคะแนน | ลักษณะที่ปรากฏ                                                                                                                                                  |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0          | พืชปลูกไม่แสดงอาการเกิดพิษ สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ                                                                                                          |
| 1          | ใบเปลี่ยนสีบริเวณขอบใบไม่ถึงกลางใบ เจริญเติบโตได้ปกติ                                                                                                           |
| 2          | ใบเปลี่ยนสีบางส่วนแต่ไม่ทั่วทั้งใบ เจริญเติบโตได้ปกติ                                                                                                           |
| 3          | ใบเปลี่ยนสีทั้งใบแต่ไม่ทั่วทั้งใบ เจริญเติบโตได้ปกติ                                                                                                            |
| 4          | ใบเปลี่ยนสีทั้งใบแต่ไม่ทั่วทั้งใบ หรือใบติดรูป หรือมีอาการไหม้บริเวณขอบใบไม่ถึงกลางใบ ใบใหม่เจริญเติบโตได้ปกติ และมีส่วนเสียหายประมาณ 60% เมื่อเทียบกับ control |
| 5          | ใบเปลี่ยนสีทั้งใบแต่ไม่ทั่วทั้งใบ หรือใบติดรูป หรือใบไหม้บางส่วนแต่ไม่ทั่วทั้งใบ ใบใหม่เจริญเติบโตได้ปกติ และมีส่วนเสียหายประมาณ 50% เมื่อเทียบกับ control      |
| 6          | ใบเปลี่ยนสีทั้งใบแต่ไม่ทั่วทั้งใบ หรือใบติดรูป หรือใบไหม้ทั้งใบ ใบใหม่เจริญเติบโตได้ปกติ และมีส่วนเสียหายประมาณ 40% เมื่อเทียบกับ control                       |
| 7          | ใบเปลี่ยนสี หรือใบติดรูป หรือใบไหม้ทั้งใบ แต่มีส่วนเสียหายประมาณ 30% เมื่อเทียบกับ control                                                                      |
| 8          | ใบเปลี่ยนสี หรือใบติดรูป หรือใบไหม้ทั้งใบ แต่มีส่วนเสียหายประมาณ 20% เมื่อเทียบกับ control                                                                      |
| 9          | ใบเปลี่ยนสี หรือใบติดรูป หรือใบไหม้ทั้งใบ แต่มีส่วนเสียหายประมาณ 10% เมื่อเทียบกับ control                                                                      |
| 10         | พืชปลูกตาย                                                                                                                                                      |

จากการประเมินด้วยสายตาตามลักษณะที่ปรากฏ (เอกรัตน์ และคณะ, 2567) ดังนี้

0 = ไม่เป็นพิษ, 1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย, 4-6 = เป็นพิษปานกลาง, 7-9 = เป็นพิษรุนแรง, 10 = พืชปลูกตาย

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเจริญเติบโตของกล้วยหอม

สาร mesotrione+atrazine มีองค์ประกอบของการเจริญเติบโตต่าง ๆ โดยเฉพาะจำนวนใบ น้ำหนักต้น และน้ำหนักหน่อของกล้วยหอมเมื่อเทียบกับสารอื่น ๆ เนื่องจากความรุนแรงของสารที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร โดยในข้อมูลการทดลองพบว่า ในอิน 7 เมื่อใบแห้งและไหม้มากกว่า 50 % ของพื้นที่ใบ ส่งผลให้ใบกล้วยหอมที่เจริญเติบโตเต็มที่ (mature leaf) ซึ่งคือแหล่งสร้างอาหาร (source) ของพืชที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงถูกทำลายไป (ขุนทด, 2549) กล้วยหอมจึงชะงักการเจริญเติบโตในระยะแรก เมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ เช่นเดียวกับที่ Sinarmata *et al.* (2017) รายงานว่า การพ่นสารผสมระหว่าง mesotrione และ atrazine ในข้าวฟ่างหวาน ช่วงอายุ 2-4 สัปดาห์ พบว่า ข้าวฟ่างหวานอายุ 4 สัปดาห์ แสดงความเสียหายที่น้อยกว่าอายุ 3 และ 2 สัปดาห์ตามลำดับ

Table 2 Effect of herbicides on growths of *Musa* (AAA) 'Kluai Hom Thong' at 0, 30, 60 and 90 days after application.

| Treatments                     | Rates<br>(g ai/rai) | Growths of <i>Musa</i> (AAA) 'Kluai Hom Thong' |                   |                   |                    |                                 |                  |                   |                   |                                   |        |                   |        |                      |                    |
|--------------------------------|---------------------|------------------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------------|--------|-------------------|--------|----------------------|--------------------|
|                                |                     | Plant height (cm)                              |                   |                   |                    | Number of Leaves (Leaves/plant) |                  |                   |                   | Number of Suckers (Suckers/plant) |        |                   |        | Fresh weight (g)     | Dry weight (g)     |
|                                |                     | 0 DAA <sup>a</sup>                             | 30 DAA            | 60 DAA            | 90 DAA             | 0 DAA                           | 30 DAA           | 60 DAA            | 90 DAA            | 0 DAA                             | 30 DAA | 60 DAA            | 90 DAA | 90 DAA               | 90 DAA             |
| alachlor+atrazine 33%+14% SE   | 235                 | 43.2                                           | 56.6 <sup>a</sup> | 73.8 <sup>b</sup> | 89.6 <sup>b</sup>  | 5.0                             | 9.6 <sup>a</sup> | 14.6 <sup>a</sup> | 17.4 <sup>a</sup> | 0.0                               | 0.0    | 3.0 <sup>ab</sup> | 3.6    | 4,175.0 <sup>b</sup> | 307.2 <sup>b</sup> |
| ametryn+atrazine 40%+40% WP    | 400                 | 44.0                                           | 56.8 <sup>b</sup> | 72.0 <sup>b</sup> | 88.0 <sup>b</sup>  | 5.0                             | 9.6 <sup>a</sup> | 14.8 <sup>a</sup> | 17.8 <sup>a</sup> | 0.0                               | 0.0    | 3.0 <sup>ab</sup> | 3.6    | 4,280.0 <sup>b</sup> | 319.8 <sup>b</sup> |
| mesotrione+atrazine 2.5+25% SC | 165                 | 43.6                                           | 49.4 <sup>a</sup> | 64.2 <sup>b</sup> | 74.2 <sup>b</sup>  | 4.6                             | 6.2 <sup>b</sup> | 11.8 <sup>b</sup> | 14.6 <sup>b</sup> | 0.0                               | 0.0    | 1.6 <sup>b</sup>  | 2.6    | 1,737.6 <sup>c</sup> | 177.2 <sup>c</sup> |
| control                        | -                   | 43.6                                           | 71.4 <sup>a</sup> | 97.4 <sup>a</sup> | 116.8 <sup>a</sup> | 4.6                             | 9.4 <sup>a</sup> | 15.0 <sup>a</sup> | 17.8 <sup>a</sup> | 0.0                               | 0.0    | 3.8 <sup>a</sup>  | 4.0    | 5,405.0 <sup>a</sup> | 441.6 <sup>a</sup> |
| F-test                         | ns                  | *                                              | *                 | *                 | *                  | ns                              | *                | *                 | *                 | *                                 | *      | *                 | ns     | *                    | *                  |
| C.V. (%)                       | 3.9                 | 5.5                                            | 10.8              | 15.3              | 15.6               | 8.9                             | 7.4              | 6.0               |                   | 36.1                              | 27.6   | 12.3              | 7.7    |                      |                    |

<sup>a</sup> DAA = Days after application      \* = significant at p < 0.05      ns = not significant  
Means within the same column followed by the same letter are not significantly different by Duncan Multiple Range Test at p < 0.05

### สรุป

การพ่นสารกำจัดวัชพืช alachlor+atrazine 33%+14% SE และ ametryn+atrazine 40%+40% WP อัตรา 235 และ 400 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีความเป็นพิษเล็กน้อยและรุนแรง ตามลำดับ ที่ระยะ 3 วันหลังพ่นสาร จากนั้นที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร ต้นกล้วยหอมสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ในขณะที่สารกำจัดวัชพืช mesotrione+atrazine 2.5+25% SC อัตรา 165 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีความเป็นพิษรุนแรง ที่ระยะ 15 วันหลังพ่นสาร เมื่อเข้าสู่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร ต้นกล้วยหอมสามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ อย่างไรก็ตามควรศึกษาปริมาณและคุณภาพของผลผลิตในสภาพปลูกจริง เนื่องจากผลการทดลองเบื้องต้น อาจจะมีผลต่อผลผลิตของกล้วยหอมในอนาคต

### เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยพืช. 2560. การวางแผนและการจัดการวัชพืชในสวนกล้วยหอม. ไร่กล้วยหอมสวนเกษตรพอเพียงโคกโพธิ์ไชย จังหวัดขอนแก่น, 10 หน้า.

พชรพร พานพรม. 2560. สารป้องกันกำจัดวัชพืช: หลักการและกลไกการฆ่าพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์สิ่งพิมพ์เกษตรกรรม มหาวิทยาลัยขอนแก่น, กรุงเทพฯ.

ขุนทด เกษมทรัพย์. 2549. วิจัยนา 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์เกษตรกรรมพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม. 2563. ใบชี้แจงเรื่องยกเลิกการใช้สาร (ฉบับที่ 6) พ.ศ. 2563. <https://www.dla.go.th/work/paraquat.pdf>, 18 ธันวาคม 2566.

Shaner, D.L., J.J. Zachetta, S. Senesalm, I. Burke, B. Hanson, M. Jugulam, S. Tan, J. Reynolds, H. Strek, R. McAllister, J. Green, B. Glenn, P. Turner and J. Pawlak. 2014. Herbicide Handbook. 10th ed. Weed Science Society of America. Lawrence, USA.

Sinarmata, M., E. Turmudi, J. Srijak and N. Setyowati. 2017. Different application time of atrazine and mesotrione mixture to control weeds on grain sorghum (Sorghum bicolor L. Moench). International Journal of Agricultural Technology 13(7-2): 1761-1772.

Tony Pattison. 2016. Horticulture Innovation Australia. Department of Agriculture and Fisheries (DAF), Banana (RAD Levy). The University of Queensland, Horticulture Innovation Australia Limited.

## ผลของชีวภัณฑ์แบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* DL9 ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus* section *Nigri* ที่ปนเปื้อนจากผลองุ่นพันธุ์แบล็คโอปอล

วิรัตน์ เชนบุญญาชัย\*, บุญญะดิ จิระวุฒิ, รัตนา สุทธยาคม\*, ก้อยลักษณ์ เสนาะสำเริง\*, ณัฐกานต์ สาตราภัย\*

\*กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร 10900

ติดต่อเพิ่มเติม : e-mail: tar\_doa@yahoo.co.th

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์แบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* DL9 ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus* section *Nigri* ที่ปนเปื้อนจากผลองุ่นพันธุ์แบล็คโอปอล โดยพบเชื้อรา *Aspergillus* section *Nigri* ทุกกระยะการเจริญเติบโตของผลองุ่น จากนั้นคัดเลือกเชื้อรา *Aspergillus* section *Nigri* ที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแตกต่างกันมา 3 ไอโซเลต คือ *Aspergillus* สายพันธุ์ 5 14 และ 19 มาทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์แบคทีเรีย *B. amyloliquefaciens* DL9 ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus* section *Nigri* พบว่าเมื่อปลูกชีวภัณฑ์แบคทีเรีย *B. amyloliquefaciens* DL9 ก่อนเชื้อรา *Aspergillus* spp. 4 วัน สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus* สายพันธุ์ 5 14 และ 19 ได้ 97.37% 77.73% และ 90.85% ตามลำดับ เปรียบเทียบกับเมื่อปลูกชีวภัณฑ์แบคทีเรีย *B. amyloliquefaciens* DL9 พร้อมเชื้อรา *Aspergillus* สายพันธุ์ 5 14 และ 19 พบว่าสามารถยับยั้งเส้นใยของเชื้อราได้น้อยกว่า คือ 33.24% 33.49% และ 29.42% ตามลำดับ

คำสำคัญ: แอสเปอร์จิลลัส, ชีวภัณฑ์แบคทีเรีย, อนุพันธุ์แบล็คโอปอล

### Abstract

The objective of this study was to demonstrate the efficacy of the biocontrol agent *Bacillus amyloliquefaciens* DL9 in controlling mycelial fungal contamination by *Aspergillus* section *Nigri* on Black Opal grapes. *Aspergillus* section *Nigri* was observed at each grape growth stage. Three *Aspergillus* isolates with different morphologies were collected, specifically isolates 5, 14, and 19, to evaluate the effects of the biocontrol agent *B. amyloliquefaciens* DL9 against mycelial fungal contamination. The results indicated that the inoculation of *B. amyloliquefaciens* DL9 four days before *Aspergillus* spp. inhibited the growth of *Aspergillus* mycelium isolates 5, 14, and 19 by 97.37%, 77.73%, and 90.85%, respectively. In comparison, when the biocontrol agent *B. amyloliquefaciens* DL9 was simultaneously applied with *Aspergillus* spp. showed *Aspergillus* mycelial growth isolates 5, 14, and 19 inhibition by 33.24%, 33.49%, and 29.42%, respectively.

Keyword: *Aspergillus*, biocontrol agent, black opal grapes

### คำนำ

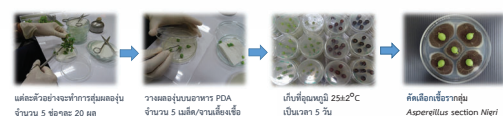
จากผลการสำรวจในแปลงปลูกองุ่นพันธุ์แบล็คโอปอล จังหวัดนครราชสีมา พบการปนเปื้อนเชื้อราบนผลองุ่นสด ในดิน และจากเศษบริเวณแปลงปลูกปริมาณสูง เนื่องจากเกษตรกรเมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตผลองุ่นไปแล้ว อนุพันธุ์ที่ทำการตัดทิ้งลงมาที่พื้น ทำให้เกิดการสะสมเชื้อราในดิน เมื่อฝนตกเชื้อราจากในดินก็จะกระจายออกนอกแปลงผลิดที่ผลองุ่น เชื้อราที่พบส่วนใหญ่คือ เชื้อรา *Aspergillus aculeatus*, *Aspergillus niger* และ *Penicillium* spp. (วิรัตน์, 2561) ซึ่งเชื้อราดังกล่าวสร้างสารพิษโคโรทอกซิน เอ ดังนั้นการลดปริมาณเชื้อราและสารพิษจึงเป็นสิ่งสำคัญมากเพราะส่งผลต่อผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว ปัจจุบันการใช้จุลินทรีย์ปฏิปักษ์เป็นอีกวิธีที่สามารถลดเชื้อราและสารพิษจากเชื้อราได้ผลดี เช่น แบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* ASAG1 สามารถทำลายสารพิษโคโรทอกซิน เอ ได้ (Chang et al., 2015) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์แบคทีเรีย *B. amyloliquefaciens* DL9 ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus* section *Nigri* ที่ปนเปื้อนจากผลองุ่นพันธุ์แบล็คโอปอล

### อุปกรณ์และวิธีการ

ทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์แบคทีเรีย *B. amyloliquefaciens* DL9 ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus* section *Nigri* ที่ปนเปื้อนจากผลองุ่นพันธุ์แบล็คโอปอล

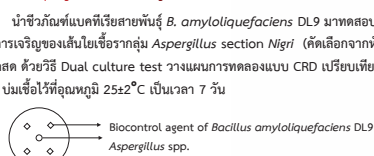
**คัดเลือกเชื้อรา *Aspergillus* section *Nigri* จากผลองุ่นพันธุ์แบล็คโอปอล**

- แยกเชื้อรา *Aspergillus* section *Nigri* ในผลองุ่นพันธุ์แบล็คโอปอล 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ผลองุ่นดิบ หลังการติดผล 60-70 วัน ระยะที่ 2 ระยะผลองุ่นเริ่มสุก หลังการติดผล 90-100 วัน และระยะที่ 3 ผลสุก หลังการติดผล 120 วัน ด้วยวิธี Direct plate count



**ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์แบคทีเรีย *B. amyloliquefaciens* DL9 ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus* section *Nigri***

นำชีวภัณฑ์แบคทีเรียสายพันธุ์ *B. amyloliquefaciens* DL9 มาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรากลุ่ม *Aspergillus* section *Nigri* (คัดเลือกจากหัวข้อ 1) ที่ปนเปื้อนในองุ่นผลสด ด้วยวิธี Dual culture test วางแผนการทดลองแบบ CRD เปรียบเทียบ 5 กรรมวิธี จำนวน 12 ซ้ำ แบ่งเชื้อไว้ที่อุณหภูมิ 25±2°C เป็นเวลา 7 วัน



กรรมวิธีที่ 1 ปลูกเชื้อชีวภัณฑ์แบคทีเรีย DL 9 พร้อมเชื้อรา *Aspergillus* spp. 0 วัน  
กรรมวิธีที่ 2 ปลูกเชื้อชีวภัณฑ์แบคทีเรีย DL 9 ก่อนเชื้อรา *Aspergillus* spp. 1 วัน  
กรรมวิธีที่ 3 ปลูกเชื้อชีวภัณฑ์แบคทีเรีย DL 9 ก่อนเชื้อรา *Aspergillus* spp. 2 วัน  
กรรมวิธีที่ 4 ปลูกเชื้อชีวภัณฑ์แบคทีเรีย DL 9 ก่อนเชื้อรา *Aspergillus* spp. 3 วัน  
กรรมวิธีที่ 5 ปลูกเชื้อชีวภัณฑ์แบคทีเรีย DL 9 ก่อนเชื้อรา *Aspergillus* spp. 4 วัน

**บันทึกผล** โดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา นำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญ

**เอกสารอ้างอิง**  
วิรัตน์ เชนบุญญาชัย, บุญญะดิ จิระวุฒิ, รัตนา สุทธยาคม, 2561. การปนเปื้อนของเชื้อราและสารพิษโคโรทอกซิน เอ ที่ปนเปื้อนในผลองุ่นจากแปลงปลูก. วารสารวิชาการเกษตร 36(1): 67-80.  
Chang, X., Wu, Z., Xu, S., Dai, Y., Sun, C. 2015. Degradation of ochratoxin A by *Bacillus amyloliquefaciens* ASAG1. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess 32(4): 564-571. doi: 10.1080/19440049.2014.991948.  
Raper, K.B. and Fennell, D.I. 1965. The genus *Aspergillus*. The William & Wilkins Company: Baltimore.

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์แบคทีเรีย *B. amyloliquefaciens* DL9 ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus* section *Nigri* ที่ปนเปื้อนจากผลองุ่นพันธุ์แบล็คโอปอล

**คัดเลือกเชื้อรา *Aspergillus* section *Nigri* จากผลองุ่นพันธุ์แบล็คโอปอล**

จากการเก็บตัวอย่างองุ่นพันธุ์แบล็คโอปอลจากแปลงเกษตรกร จังหวัดนครราชสีมา มาแยกเชื้อราบนเบื่อนบนผลองุ่น พบว่าทุกกระยะการเจริญเติบโตของผลองุ่นพบเชื้อรา *Aspergillus* section *Nigri* โดยแยกเชื้อราได้จำนวน 20 ไอโซเลต (Fig 2) จากนั้นคัดเลือกเชื้อรา *Aspergillus* section *Nigri* ที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาแตกต่างกันมา 3 ไอโซเลต คือ *Aspergillus* isolate 5 *Aspergillus* isolate 14 และ *Aspergillus* isolate 19 ซึ่งตรงกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Aspergillus carbonarius* *Aspergillus Nigri* และ *Aspergillus aculeatus* (Fig.3) ตามลำดับ

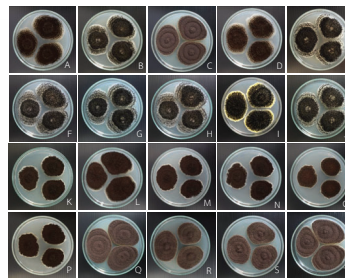


Fig. 2 Colonies of *Aspergillus* isolates at various contaminated grape stages, grown on PDA media and stored at 25±2°C for 7 days.

A. *Aspergillus* isolate 1 B. *Aspergillus* isolate 2 C. *Aspergillus* isolate 3 D. *Aspergillus* isolate 4  
E. *Aspergillus* isolate 5 F. *Aspergillus* isolate 6 G. *Aspergillus* isolate 7 H. *Aspergillus* isolate 8  
I. *Aspergillus* isolate 9 J. *Aspergillus* isolate 10 K. *Aspergillus* isolate 11 L. *Aspergillus* isolate 12  
M. *Aspergillus* isolate 13 N. *Aspergillus* isolate 14 O. *Aspergillus* isolate 15 P. *Aspergillus* isolate 16  
Q. *Aspergillus* isolate 17 R. *Aspergillus* isolate 18 S. *Aspergillus* isolate 19 T. *Aspergillus* isolate 20

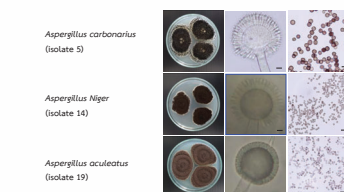


Fig.3 Morphology of *Aspergillus* section *Nigri*, scale bars:10 µm

**ทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์แบคทีเรีย *B. amyloliquefaciens* DL9 ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus* section *Nigri***

เมื่อหยดชีวภัณฑ์แบคทีเรีย DL 9 ก่อนเชื้อรา *Aspergillus* spp. 4 วัน สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus* spp. ได้ดีที่สุด โดยชีวภัณฑ์แบคทีเรีย *B. amyloliquefaciens* DL9 สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใย *Aspergillus* sp. สายพันธุ์ 5 14 และ 19 ได้ 97.37% 77.73 % และ 90.85% ตามลำดับ เปรียบเทียบกับเมื่อหยดชีวภัณฑ์แบคทีเรีย DL9 พร้อมเชื้อรา *Aspergillus* sp. สายพันธุ์ 5 14 และ 19 พบว่าสามารถยับยั้งเส้นใยของเชื้อราได้เช่นกัน แต่ยับยั้งเส้นใยของเชื้อราน้อยกว่า คือ 33.24% 33.49% และ 29.42% ตามลำดับ (Table1, Fig4)

Table 1 Effects of the biocontrol agent *Bacillus amyloliquefaciens* DL9 at various application periods against *Aspergillus* mycelial growth causing fungal contamination on grapes, on PDA media and stored at 25±2°C for 7 days.

| Treatment                                             | Inhibition of mycelia growth (%) <sup>(1)</sup> |                       |                       |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                                       | <i>Aspergillus</i> 5                            | <i>Aspergillus</i> 14 | <i>Aspergillus</i> 19 |
| Apply DL9 simultaneously with <i>Aspergillus</i> spp. | 33.24 <sup>a</sup>                              | 33.49 <sup>a</sup>    | 29.42 <sup>a</sup>    |
| Apply DL9 before <i>Aspergillus</i> spp. for 1 day    | 46.82 <sup>d</sup>                              | 44.78 <sup>d</sup>    | 42.89 <sup>d</sup>    |
| Apply DL9 before <i>Aspergillus</i> spp. for 2 day    | 58.77 <sup>c</sup>                              | 57.63 <sup>c</sup>    | 65.73 <sup>c</sup>    |
| Apply DL9 before <i>Aspergillus</i> spp. for 3 day    | 82.93 <sup>b</sup>                              | 73.36 <sup>b</sup>    | 80.50 <sup>b</sup>    |
| Apply DL9 before <i>Aspergillus</i> spp. for 4 day    | 97.37 <sup>a</sup>                              | 77.83 <sup>a</sup>    | 90.85 <sup>a</sup>    |
| CV(%)                                                 | 8.20                                            | 5.32                  | 6.56                  |

<sup>(1)</sup> Mean in the same column followed by different superscripts are significantly different (P < 0.05)

| Treatment                                             | <i>Aspergillus</i> 5                                                                  | <i>Aspergillus</i> 14                                                                 | <i>Aspergillus</i> 19                                                                 |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Apply DL9 simultaneously with <i>Aspergillus</i> spp. |  |  |  |
| Apply DL9 before <i>Aspergillus</i> spp. for 1 day    |  |  |  |
| Apply DL9 before <i>Aspergillus</i> spp. for 2 day    |  |  |  |
| Apply DL9 before <i>Aspergillus</i> spp. for 3 day    |  |  |  |
| Apply DL9 before <i>Aspergillus</i> spp. for 4 day    |  |  |  |

Fig. 4 Efficacy of the biocontrol agent *Bacillus amyloliquefaciens* DL9 at various application periods in controlling mycelial fungal contamination by *Aspergillus* spp. on PDA and incubated at 25±2°C for 7 days

### สรุปผลการทดลอง

การปลูกชีวภัณฑ์แบคทีเรีย *B. amyloliquefaciens* DL9 ที่ความเข้มข้น 1 x 10<sup>8</sup> CFU ก่อนเชื้อรา *Aspergillus* spp. 4 วัน สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Aspergillus* spp. ได้ดีที่สุด โดยยับยั้ง *Aspergillus* สายพันธุ์ 5 14 และ 19 ได้ 97.37% 77.73% และ 90.85% เนื่องจากชีวภัณฑ์แบคทีเรียสร้างสารต้านเชื้อราซึ่งยับยั้งการเจริญของเชื้อรา เมื่อปลูกชีวภัณฑ์แบคทีเรียในระยะเวลาที่นานขึ้น ทำให้มีการสร้างสารต้านเชื้อราที่มากขึ้นส่งผลให้การยับยั้งการเจริญของเส้นใยของเชื้อรา *Aspergillus* spp. มากขึ้น



## ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 6 ชนิดต่อการป้องกันการรุกรานของปลวกไคติน *Coptotermes gestroi* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae)

### Effects of six plant essential oils on the protection of *Coptotermes gestroi* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae) infestation

มานพ ธารสินธุ์ \*\*, วิภาดา รื่นพันธิ์  
Manop Tarasini \*\*, Wigundia Rattanapanun<sup>1</sup>

<sup>\*</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรมวัสดุ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
<sup>1</sup> สาขาวิชาสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประมง และอาหาร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ กรุงเทพฯ 10400

#### บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 6 ชนิด คือ การบูร *Cinnamomum camphora* (Lauraceae) พญาผ่น *Chrysopogon zizanioides* (Poaceae) เหมือด *Melaleuca cajuputi* (Myrtaceae) ยูคาลิปตัส *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae) ตะไคร้หอม *Cymbopogon citratus* (Poaceae) และตะไคร้หอม *Cymbopogon nardus* (Poaceae) ในการป้องกันการรุกรานของปลวกไคติน *Coptotermes gestroi* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae) เปรียบเทียบกับขี้เถ้าไม้ที่ไม่ผ่านการรักษาเนื้อไม้ โดยใช้สัดส่วนน้ำมันหอมระเหยกับแอลกอฮอล์ 70% (V:V) คือ 25% 50% และ 100% โดยการใช้น้ำมันหอมระเหยเข้าสู่ขี้เถ้าไม้และบรรจุในโถงปลวก -750 mmHg เป็นเวลา 30 นาที ทำการทดสอบแบบไม่มีตัวเลือกและมีตัวเลือกในห้องปฏิบัติการ ผลการศึกษพบว่า ขี้เถ้าไม้ที่มีน้ำมันหอมระเหยจากพญาผ่นและตะไคร้หอม มีประสิทธิภาพการต้านการรุกรานของปลวกไคตินสูงกว่า 10% เป็นจำนวนครั้งมากกว่าสารอื่น เมื่อไม่พบวิธีการทดสอบ

คำสำคัญ: สัตววิทยา, เหมือด, พญาผ่น

#### Abstract

The study on the efficacy of six plant essential oils, Camphor *Cinnamomum camphora* (Lauraceae), Vetiver grass *Chrysopogon zizanioides* (Poaceae), Cajeput *Melaleuca cajuputi* (Myrtaceae), Eucalyptus *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae), Lemon grass *Cymbopogon citratus* (Poaceae) and Citronella *Cymbopogon nardus* (Poaceae) on protection of *Coptotermes gestroi* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae) infestation compared with non-treated wood sample was carried out at three proportions of plant essential oil and 70% alcohol (V:V) at 25%, 50% and 100%, respectively. Dried and fresh wood samples treated with plant essential oil under -750 mmHg of vacuum pressure for 30 minutes. The experiment was done as non-choice and choice experiments under the laboratory. Results presented that wood sample treated with Vetiver grass and Cajeput oil had highest number of time that mass loss percentage less than 10% when total counted all test methods.

Keywords: Cajeput, Vacuum, Vetiver grass

#### คำนำ

ปลวกไคติน *Coptotermes gestroi* Wasmann (Isoptera: Rhinotermitidae) เป็นแมลงศัตรูไม้ที่สำคัญในเขตร้อนชื้น จากการศึกษพบว่า การไม่รักษาเนื้อไม้ดิบของปลวก 190-230 องศาเซลเซียส สามารถลดการรุกรานของปลวกไคตินได้ดีกว่าไม้ที่ไม่ผ่านการรักษาเนื้อไม้ แต่ไม่สามารถยับยั้งการรุกรานของปลวกไคตินได้ (Rattanapanun and Tarasini, 2014) นอกจากนี้ Tarasini (2013) และ Tarasini et al. (2013) พบว่า การใช้ขี้เถ้าไม้ร่วมกับยูคาลิปตัส และการใช้สารประกอบอินทรีย์ในการป้องกันรักษาเนื้อไม้จากการรุกรานของปลวกไคติน *C. gestroi* ยังไม่สามารถยับยั้งการรุกรานของปลวกไคตินได้ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพในการลดการรุกรานของปลวกไคติน แต่เป็นสารที่ค่อนข้างแพงจากต่างประเทศ ทำให้มีต้นทุนการผลิตสูง

น้ำมันหอมระเหยเป็นสารระเหยธรรมชาติที่มีกลิ่นรุนแรงและมีควาหนาน้ำมันต่ำกว่าน้ำ จากการสำรวจพบว่า มีพืชประมาณ 17,500 ชนิดที่มีน้ำมันหอมระเหย (Bruneton, 1999) ซึ่งประมาณ 300 ชนิดได้มีการสกัดและนำมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตร เพื่อไล่แมลงศัตรูพืช สัตวแพทย์ใช้เพื่อไล่แมลง (Bakkali et al., 2008) น้ำมันหอมระเหยได้มีประโยชน์มากมายว่า "green pesticides" มีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับในหลายวงการได้แก่ การเกษตร และใช้กับการเจริญเติบโตของแมลง เมื่อใช้โดยวิธีการ (fumigation) การฉีดพ่น และการกิน สามารถลดปริมาณประชากรของแมลงศัตรูพืช รวมถึงแมลงศัตรูในโรงเก็บ (Chaudhari et al., 2021; Qi et al., 2024) จากการงานการศึกษาของนักวิจัยพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืชในวงศ์ส้ม (Myrtaceae) วงศ์ส้ม (Rutaceae) วงศ์กะเพรา (Lamiaceae) วงศ์ทานตะวัน (Asteraceae) และวงศ์ตะกั่ว (Apiaceae) มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงได้ดี โดยมีจำพวกต่อแมลงในอันดับ (Order) ผีเสื้อ (Lepidoptera) แมลงปีกแข็ง (Coleoptera) และแมลง (Diptera) ปลวก (Isoptera) รวมไปถึงแมลงและเห็บ (Hemiptera) (Tripathi et al., 2009) ผลการวิจัยพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสมีฤทธิ์ยับยั้งการรุกรานของปลวกไคติน 5% สามารถมีผลได้กับปลวกไคติน *C. gestroi* มีอัตราการตาย 87-100% หลังจาก 3-5 วัน ที่ได้รับกลิ่นจากน้ำมันหอมระเหยจากพืชหลายชนิด (Romano et al., 2025) เช่นเดียวกับกับน้ำมันหอมระเหยจากใบโหระพาผสมกับน้ำมันเมล็ดคั่วที่พบว่ามีประสิทธิภาพในการป้องกันการรุกรานของปลวก *Macrotermes bellicosus* โดยทำให้มีผลยับยั้งการรุกรานของปลวกเพียง 2% (Bessike et al., 2023)

ประเทศไทยเป็นประเทศที่อยู่ในเขตร้อนชื้น มีหลากหลายสายพันธุ์ของพืช จึงมีความได้เปรียบในแง่ของการมีทรัพยากรพืชพันธุ์ที่อุดมสมบูรณ์ การศึกษาวิธีการสกัดและนำน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่เหมาะสมต่อการนำมาใช้ประโยชน์ เพื่อการป้องกันรักษาเนื้อไม้ สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตในอุตสาหกรรมไม้ของประเทศได้ในอนาคต

#### อุปกรณ์และวิธีการ

##### การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่ใช้ทดสอบ

น้ำมันในการบูร (Camphor) *Cinnamomum camphora* (Lauraceae) ยูคาลิปตัส *Eucalyptus globulus* (Myrtaceae) เหมือดขาว (Cajeput) *Melaleuca cajuputi* (Myrtaceae) และส่วนใบลำต้นของ ตะไคร้หอม (CC) *Cymbopogon citratus* (Poaceae) ตะไคร้หอม (CN) *Cymbopogon nardus* (Poaceae) และรากพญาผ่น (Vetiver grass) *Chrysopogon zizanioides* (Poaceae) มาบดย่อยให้ละเอียดนำไปกลั่นด้วยน้ำ (water distillation of volatile oils) เพื่อเก็บน้ำมันหอมระเหยจากพืชแต่ละชนิด น้ำมันหอมระเหยส่วนหนึ่งส่งวิเคราะห์ทางองค์ประกอบด้วยเครื่อง GC และอีกส่วนนำมาผสมกับแอลกอฮอล์ในสัดส่วนโดยน้ำหนัก (w : v) คือ 25:75, 50:50, และ 100:0 เพื่อใช้ในการทดสอบกับปลวก การเตรียมขี้เถ้าไม้ทดสอบโดยการใช้อุณหภูมิของน้ำมันหอมระเหยเข้าสู่ขี้เถ้าไม้ด้วยระบบสุญญากาศ (vacuum method)

นำไม้พญาผ่น ขนาด 2.5 x 2.5 x 0.64 เซนติเมตร แบ่งเป็น 2 ชุด ชุดแรกอบด้วยสุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนน้ำหนักคงที่ ชุดที่สองเป็นไม้ที่ไม่ผ่านการอบแห้ง ทำการอบน้ำมันหอมระเหยที่ได้อุณหภูมิไว้ในแต่ละระดับความเข้มข้น ภายใต้สภาวะสุญญากาศ -100 มิลลิเมตรปรอท จนไม้พญาผ่นร้อนขึ้นด้วยน้ำมันหอมระเหย โดยสังเกตจากการไม่มีของอากาศเกิดขึ้นในไม้จนกระทั่งใช้การทางสุญญากาศ หมายถึงไม้พญาผ่นร้อนขึ้นด้วยน้ำมันหอมระเหย จากนั้นนำไปอบด้วยสุญญากาศที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนน้ำหนักคงที่ แล้วนำไปใช้ทั้ง 2 ชุดมาทดสอบกับปลวกในห้องปฏิบัติการ

##### การทดสอบกับปลวกในห้องปฏิบัติการ

###### 1) การทดสอบแบบไม่มีตัวเลือก

วางแผนการทดสอบแบบ CRD (Completely Randomized Design) นำขี้เถ้าไม้ทดสอบกับปลวกไคติน *C. gestroi* โดยคำนึงตามมาตรฐานการทดสอบของ American Society for Testing and Materials (ASTM) นำไม้ตัวอย่างที่เตรียมไว้ ซึ่งน้ำหนักเกือบเท่ากันโดยเฉลี่ยแล้วทำการบดขนาดเป็นอนุภาคขนาด 10.5 เซนติเมตร สูง 5.5 เซนติเมตร ร่อนด้วยตะแกรงที่ผ่านการล้างและทำความสะอาด 1 ชิ้น ปั่นย่อยจากจำนวน 1 กรัม ซึ่งประกอบด้วยปลวกประมาณ 90% และปลวกทหาร 10% ของปลวกทดลอง 10 ขี้เถ้าไม้ที่มีน้ำมันหอมระเหยแต่ละระดับความเข้มข้น ที่ใช้ไว้เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ภายใต้ระดับอุณหภูมิ 24 ± 0.5 ในห้องปฏิบัติการ โดยไม่ควบคุมความชื้นโดยพิจารณาจากปริมาณการรักษาน้ำเนื้อไม้ จากนั้นนำไปทดสอบด้วยปลวกที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจนน้ำหนักคงที่ก่อนนำมาใช้เพื่อหาปริมาณไม้ที่หายไป

###### 2) การทดสอบแบบมีตัวเลือก

ดำเนินการทดลองอย่างเหมือนกับการทดสอบแบบไม่มีตัวเลือก แต่ใช้ขี้เถ้าไม้ทดสอบที่อุณหภูมิของน้ำมันหอมระเหยในทุกระดับความเข้มข้นในกล่องเดียวกัน ทำทั้งหมด 10 ซ้ำของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด

การประเมินความเสียหายกับไม้ทดสอบ โดยใช้จำนวนน้ำหนักของไม้ที่สูญหาย (weight loss) จากน้ำหนักไม้ก่อนและหลังการทดสอบ เป็นร้อยละของความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของปลวก

$$\text{Weight loss (\%)} = (W1 - W2) \times 100 / W1$$

$$\text{Weight loss (\%)} = \text{ค่าร้อยละน้ำหนักที่สูญหาย}$$

$$W1 = \text{น้ำหนักไม้ก่อนการทดลอง}$$

$$W2 = \text{น้ำหนักไม้หลังการทดลอง}$$

##### การวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ความแตกต่างของน้ำมันไม้ที่หายไปโดยเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่แตกต่างกันของไม้ตัวอย่างกับชุดควบคุม และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของและวิธีการ ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way ANOVA)

##### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

###### ผลการทดสอบกับปลวกแบบไม่มีตัวเลือก

ผลการศึกษา พบว่า เมื่อใช้วิธีการป้องกันการรุกรานของปลวกไคติน *C. gestroi* โดยใช้ขี้เถ้าไม้ผ่านการอบแห้งหรือขี้เถ้าไม้สดที่อุณหภูมิของน้ำมันหอมระเหยที่ระดับความเข้มข้น 25% และ 100% น้ำมันหอมระเหยพญาผ่นและตะไคร้หอม มีประสิทธิภาพในการต้านการรุกรานของปลวกไคตินสูงกว่าขี้เถ้าไม้ที่ไม่ผ่านการรักษาเนื้อไม้ โดยขี้เถ้าไม้ที่มีน้ำมันหอมระเหยพญาผ่นและตะไคร้หอม มีประสิทธิภาพการต้านการรุกรานของปลวกไคตินสูงกว่า 10% เป็นจำนวนครั้งมากกว่าสารอื่น เมื่อไม่พบวิธีการทดสอบ และชุดควบคุม ในทุกวิธีการใช้ (One-way ANOVA: vacuum dried wood F18,76 = 5.802, P ≤ 0.0001; vacuum fresh wood F18,76 = 5.862, P ≤ 0.0001)

โดยพบว่า ขี้เถ้าไม้ที่ผ่านการอบแห้งน้ำมันหอมระเหย สุกสุกเสียเล็กน้อยจากการทำลายของปลวก *C. gestroi* น้อยกว่าชุดควบคุม อย่างไรก็ตาม ขี้เถ้าไม้ที่ชุดควบคุมสุกสุกเสียเล็กน้อยประมาณ 30% ในขณะที่ขี้เถ้าไม้ที่ผ่านการอบแห้งน้ำมันหอมระเหยชุดสุกสุกเสียเล็กน้อยกว่า 25% โดยน้ำมันหอมระเหยที่ส่งผลต่อการต้านการรุกรานของปลวก *C. gestroi* โดยเฉลี่ยต่ำกว่า 10% ดังนั้น น้ำมันหอมระเหยทุกระดับความเข้มข้น 25% และ 100% น้ำมันหอมระเหยพญาผ่นและตะไคร้หอมมีความเข้มข้น 100% และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมมีความเข้มข้น 25% และ 100% ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการลดการรุกรานของปลวก โดยส่วนใหญ่ไม่ขึ้นกับระดับความเข้มข้น

จากการสังเกตผลในการพบ พบว่า วิธีการใช้น้ำมันหอมระเหยในขี้เถ้าไม้ที่อบแห้งแล้วภายใต้สภาวะสุญญากาศ ขี้เถ้าไม้ส่วนใหญ่สุกสุกเสียเล็กน้อยกว่าวิธีการใช้น้ำมันหอมระเหยในขี้เถ้าไม้สด (Fig.1)

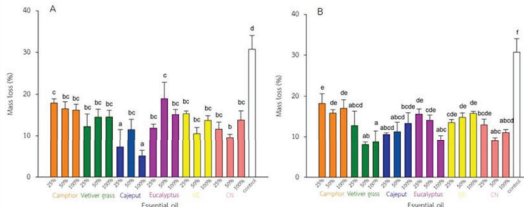


Fig. 1 Mean percentage mass losses for treated rubber wood samples exposed to *C. gestroi* under no choice test

A. Fresh wood sample treated with plant essential oils

B. Dried wood sample treated with plant essential oils

##### ผลการทดสอบกับปลวกแบบมีตัวเลือก

การศึกษาโดยการนำขี้เถ้าไม้ที่ผ่านการอบแห้งน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีสุญญากาศในแต่ละระดับความเข้มข้น จากน้ำมันขี้เถ้าไม้ทั้ง 3 ระดับความเข้มข้นและขี้เถ้าไม้ควบคุมในกล่องทดสอบเดียวกัน ผลที่ได้พบว่า เปรียบเทียบน้ำมันไม้ที่สุกสุกเสียจากการทำลายของปลวกมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในระหว่างน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดในแง่ของความเข้มข้นและชุดควบคุม (One-way ANOVA: vacuum dried wood F18,76 = 10.697, P ≤ 0.0001; vacuum fresh wood F18,76 = 4.394, P ≤ 0.0001) จากการสังเกตพบว่า เมื่อทดสอบในลักษณะนี้ ตัวเลือก ปลวก *C. gestroi* จะทำลายขี้เถ้าไม้ที่น้อยกว่าการทดสอบแบบไม่มีตัวเลือก โดยทั่วไปน้ำมันไม้ที่สุกสุกเสียจากการทำลายของปลวกต่ำกว่า 20% โดยขี้เถ้าไม้ควบคุมสุกสุกเสียเล็กน้อยมากกว่า 25% ซึ่งอาจเป็นเพราะกลิ่นจากน้ำมันหอมระเหยจากขี้เถ้าไม้ที่ระดับความเข้มข้นที่ใส่ในกล่องเดียวกัน รบกวนการอยู่อาศัยและการกินอาหารของปลวก ทำให้มีการทำลายลดลง ผลการศึกษาพบว่า มีน้ำมันหอมระเหยที่ส่งผลต่อการต้านการรุกรานของปลวก *C. gestroi* มากที่สุด คือต่ำกว่า 10% โดยมีหลายค่าที่ต่ำกว่า 5% ดังนั้น น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมมีความเข้มข้น 50% น้ำมันหอมระเหยทุกระดับความเข้มข้น 50% และ 100% น้ำมันหอมระเหยพญาผ่นและตะไคร้หอมมีความเข้มข้น 50% และ 100% และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมมีความเข้มข้น 25% และ 100% โดยพบว่าประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการลดการรุกรานของปลวก โดยส่วนใหญ่ไม่ขึ้นกับระดับความเข้มข้น (Fig. 2)

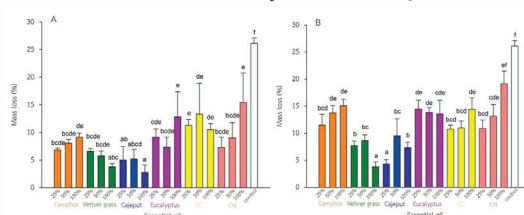


Fig. 2 Mean percentage mass losses for treated rubber wood samples exposed to *C. gestroi* under choice test

A. Fresh wood sample treated with plant essential oils

B. Dried wood sample treated with plant essential oils

##### สรุป

จากผลการศึกษา สรุปได้ว่า น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมและพญาผ่นมีจำนวนครั้งในการทดสอบที่ส่งผลต่อการต้านการรุกรานของปลวก *C. gestroi* ได้ต่ำกว่า 10% และ 5% มากกว่าน้ำมันหอมระเหยชนิดอื่น รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจาก ยูคาลิปตัส ตะไคร้หอม และการบูร ในขณะที่ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม ไม่เคยมีทั้งสามชนิดลดการรุกรานของปลวกได้ต่ำกว่า 10% น้ำมันหอมระเหยที่มีสาร Trans-Caryophyllene ประกอบอยู่ ซึ่งมีรายงานประสิทธิภาพในการขับไล่แมลง (Zeng et al., 2010) และมีคุณสมบัติการต้านเชื้อ Leishmania amazonensis (Santos et al., 2008) นอกจากนี้ยังพบว่าประกอบไปด้วยสารกลุ่ม terpene ที่พบในการขับไล่แมลง คือ a' Elemene (6.52%), a'-Terpinolene (6.24%) และ a'-Humulene (6.21%) (Polya, 2003) ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมและพญาผ่นมีประสิทธิภาพที่ส่งผลต่อการต้านการรุกรานของปลวก *C. gestroi* โดยพบว่ามีผลต่อการต้านการรุกรานของปลวกไคตินได้ระดับที่ขี้เถ้าไม้สุกสุกเสียเล็กน้อยกว่า 5% ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการศึกษาประสิทธิภาพของสารประกอบโบรอนที่ใช้ในการรักษาเนื้อไม้ในหลายงานวิจัย ซึ่งมีการศึกษาอยู่ระหว่าง 3-5% (Tarasini et al., 2013; Tarasini, 2013)

##### เอกสารอ้างอิง

- Bakkali, J., Averbeck, S., Averbeck, D., Idson, M. 2008. Biological effects of essential oils-A review. Food and Chem. Tok. 46: 446-475.
- Bessike, J.G., Ndwe, B., Pongrasse, E.F., Pizzi, A., Mfon, J.Z., Bwile, A.B., Tourkani, M.A. 2023. Evaluation of the potential of *Juniperus curcas* seed oil and in combination with leaf extracts of *Cymbopogon citratus*, *Ocimum basilicum*, and *Eucalyptus globulus* as wood preservatives against *Macrotermes bellicosus* termites. Industrial Crops & Products. 195. doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.116205.
- Bruneton, J. 1999. Pharmacognosy, Phytochemistry, Medicinal Plants: Essential oils. 2nd ed. Lavoisier Publishing, New York.
- Chaudhari, A.K., Singh, Y.K., Kedia, A., Das, S., Dubey, N.K. 2021. Essential oils and their bioactive compounds as eco-friendly novel green pesticides for management of storage insect pests: prospects and retrospectives. J. Pollut. Res. 28: 18918-18940.
- Hokkanen, H.M.T. 1991. Trap cropping in pest management. Annu. Rev. Entomol. 36:119-38.
- Khan, Z.R., Pickett, J.A., Wadhams, L., Muehlich, F. 2001. Habitat management strategies for the control of cereal stem borers and striga in maize in Kenya. Insect Sci. Appl. 21:375-80.
- Kurbet, A., Gopal, I., Aliotti, T., Patel, S., Kumar, V., Kurbet, K. 2018. Evaluation of different PM models against pest complex of chills (cv. Bysid dabb). J. Entomol. Zool. Studies: 6: 1991-1996.
- Polya, G. 2003. Biochemical Targets of Plant Bioactive Compound: A Pharmacological Reference Guide to Sites of Action and Biological Effects. CRC Press: New York.
- Qi, Y.-T., Wang, J.-Z., Zheng, Y., Zhang, J.-W., Du, S.-S. 2024. Chemical composition and insecticidal activities of *Blumea borsariensis* (Sambong) essential oil against three stored product insects. J. Food Prot. 87. doi.org/10.1016/j.jfp.2023.100055.
- Tarasini, M. 2013. Effect of eucalyptus wood vinegar on rubberwood infestation by Asian subterranean termite, *Coptotermes gestroi* (Isoptera: Rhinotermitidae). Commun. Agric. Applied Biol. Sci. 78/2: 317-322.
- Tarasini, M., Pethawut, A., Rattanapanun, W. 2013. Potential of boron rubber wood preservatives against Asian subterranean termite *Coptotermes gestroi* (Isoptera: Rhinotermitidae). The 5th International Symposium of World, November 7-8, Novotel Hotel, Balikpapan, Indonesia.
- Rattanapanun, W., Tarasini, M. 2014. Effect of thermal modification on termite resistance and performance properties of rubberwood. 3rd International Conference Technologies for the Forest and Biobased Products Industries, September 24-26, University of Applied Sciences, Campus Kuchl, Salzburg, Austria.
- Romano, A.D., Acan, M.A. 2025. Termiticidal activity of bio-oil from tobacco stem against the Asian subterranean termite *Coptotermes gestroi*. Industrial Crops & Products. 223. doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.102617.
- Santos, A.O., Ueda-Nakamura, T., Velja, Junior V.F., Pinto, A.C., Nakamura, C.V. 2008. Effect of *Brizanthia capobalis* on *Leishmania amazonensis*. J. Ethnopharmacol. 120: 204-208.
- Zeng, L., Lao, C.Z., Cen, Y.J., Liang, G.W. 2010. Study on the insecticidal activity compounds of the essential oil from *Syzygium aromaticum* against stored grain insect pests. Proceedings of the 10th International Working Conference on Stored Product Protection, 27 June to 2 July 2010, Estoril, Portugal.

## Efficacy of Essential Oil Vapors in Controlling Postharvest Fungal Pathogens on Table Grapes

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



## บทคัดย่อ

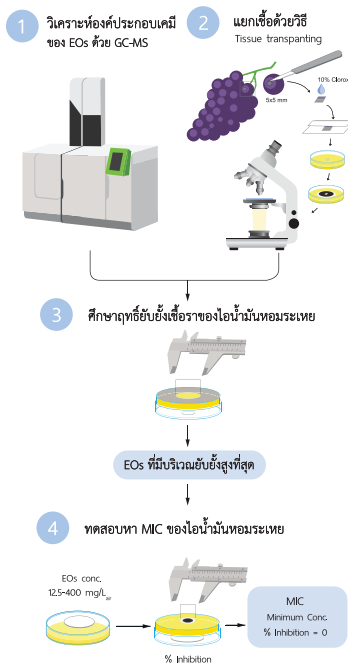
**คำสำคัญ:** การต้านเชื้อรา, น้ำมันหอมระเหย, ไอโระเหย

**Keyword:** Antifungal activity, Essential oil, Vapor

## คำนำ

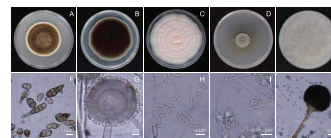
น้ำมันหอมระเหยชนิดต่างๆ ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ก่อให้เกิดการนำเสียในอุ้งรับประทานสดหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งเป็นแนวทางทางเลือกที่มีศักยภาพในการทดแทนการใช้  $\text{SO}_2$  ในการจัดการโรคหลังการเก็บเกี่ยว

## วิธีการ



ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดสอบฤทธิ์ของอินนัมโนมระเหยในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา พบว่าอินนัมโนมระเหยแต่ละชนิดมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ซึ่งอินนัมโนมระเหยเป็นอินนัมโนมระเหยที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราที่ทดสอบ (Table 1, Figure 2)



**Figure 1** Colony morphology (A-E) and microscopic morphology (F-J) of spoilage fungi isolated from Black Opal table grapes: *Alternaria* sp. (A,F) *Aspergillus* sp. (B,G) *Fusarium* sp. (C,H) *Penicillium* sp. (D,I) and *Rhizopus* sp. (E,J)

Table 1 Antifungal activity of essential oils against tested fungi by vapor diffusion method

[illegible]

\*Means in the same column followed by different superscript letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

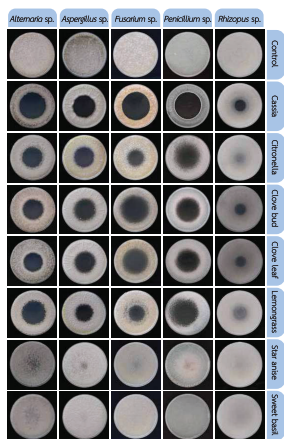
น้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิด มีกลไกการออกฤทธิ์แตกต่างกัน ขึ้นกับชนิดของจุลินทรีย์ ลักษณะโครงสร้างและชนิดของหมู่ฟังก์ชันของสารสำคัญบนน้ำมันหอมระเหย ซึ่งหลายงานวิจัยพบว่าสารประกอบอัลดีไฮด์ (Cinnamaldehyde) และฟีนอล (Eugenol) มีฤทธิ์การยับยั้งการเจริญของเชื้อราสูง เมื่อเปรียบเทียบกับสารประกอบแอลกอฮอล์ (Citronellol, Geraniol) คีโตน (Camphor) เอสเทอร์ (Geranyl acetate)

Alternaria sp., Aspergillus sp., Fusarium sp., Penicillium sp., Rhizopus sp.

Control

Figure 1. Fungal growth on agar plates.

|          |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Control  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | <p>เมื่อทดสอบประสิทธิภาพในการยังชีพของเชื้อราของไอน้ำนั้น พบว่าเมื่อความเข้มข้นขึ้นประสิทธิภาพในการยังชีพการเจริญเชื้อราจะเพิ่มขึ้นอย่างมีสำคัญทางสถิติ (<math>p &lt; 0.05</math>) (Table 2) โดยค่า MIC ของไอน้ำนั้นบนของจีนที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง 4 สปีชีส์ คือ 400 mg/L</p> |
| Chitosan |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Glucose  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |



**Figure 2** Zone of inhibition of essential oils against tested fungi by vapor diffusion method

Table 2 Inhibition of cassia oil against tested fungi by volatile assay

| ECs conc.<br>(mg/L) | % Inhibition*         |                        |                     |                        |                     |
|---------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
|                     | <i>Alternaria</i> sp. | <i>Aspergillus</i> sp. | <i>Fusarium</i> sp. | <i>Penicillium</i> sp. | <i>Rhizopus</i> sp. |
| Control             | 0.00 <sup>c</sup>     | 0.00 <sup>c</sup>      | 0.00 <sup>c</sup>   | 0.00 c                 | 0.00 <sup>c</sup>   |
| Ethanol             | 0.00 <sup>c</sup>     | 0.00 <sup>c</sup>      | 0.00 <sup>c</sup>   | 0.00 c                 | 0.00 <sup>c</sup>   |
| 12.5                | 0.00 <sup>c</sup>     | 0.00 <sup>c</sup>      | 7.25 <sup>a</sup>   | 5.40 b                 | 0.00 <sup>c</sup>   |
| 25                  | 8.28 <sup>a</sup>     | 5.39 <sup>b</sup>      | 92.34 <sup>d</sup>  | 100.00 <sup>a</sup>    | 0.00 <sup>c</sup>   |
| 50                  | 100.00 <sup>a</sup>   | 100.00 <sup>a</sup>    | 32.45 <sup>a</sup>  | 100.00 <sup>a</sup>    | 0.00 <sup>c</sup>   |
| 100                 | 100.00 <sup>a</sup>   | 100.00 <sup>a</sup>    | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup>    | 0.00 <sup>c</sup>   |
| 200                 | 100.00 <sup>a</sup>   | 100.00 <sup>a</sup>    | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup>    | 95.32 <sup>b</sup>  |
| 400                 | 100.00 <sup>a</sup>   | 100.00 <sup>a</sup>    | 100.00 <sup>a</sup> | 100.00 <sup>a</sup>    | 100.00 <sup>a</sup> |

\*Means in the same column followed by different superscript letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

ສຸປ

น้ำมันอบเชยเป็นน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่ก่อให้เกิดการเน่าเสียในองุ่นพันธุ์แบล็คโอบอล  
 ที่ดีที่สุด โดยน้ำมันอบเชยที่มีความเข้มข้น 400 mg/L<sub>air</sub> สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Alternaria* sp., *Aspergillus* sp.,  
*Fusarium* sp., *Penicillium* sp. และ *Rhizopus* sp. ได้

## ເອກສາຣາຊ້າງວິງ

<sup>[1]</sup> Cui, H., Abdel-Samie, M.A.S., Lin, L. 2019. Novel packaging systems in grape storage - A review. *Journal of Food Process Engineering*. 42(6): p.e13162. doi.org/10.1111/jfpe.13162.

<sup>[2]</sup> Cavanagh, HM. 2007. Antifungal activity of the volatile phase of essential oils: a brief review. *Natural Product Communications*. 2(12): 1297-1302. doi.org/10.1177/1934578X0700201222

[2] Chen, J., Wang, H., Chen, Y., Zhu, Q., Wan, J. 2023. Inhibitive effect and mechanism of cinnamaldehyde on growth and OTA production of *Aspergillus niger* in vitro and in dried red chilies. Food Research International. 168: p.112794. doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112794.

<sup>2</sup> สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร \*Corresponding author. E-mail address: daeng\_Khu29@hotmail.co.th

คำสำคัญ: คำดัชนีแบ่งชั้นอันตราย, คำดัชนีแบ่งชี้ความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม, แปลงสับปะรด, สารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง

[illegible]



# การจัดการ ปัญหาข้อเสนอแนะและแนวทางการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลังของเกษตรกร ในตำบลธงชัยเหนือ อำเภอปรางค์ชัย จังหวัดนครราชสีมา

Management Problems Suggestions and Guidelines for Cassava Mosaic Disease Management of Farmers  
in Thong Chai Nuea Sub-district, Pakthong Chai District, Nakhon Ratchasima Province

ผู้จัดทำ: พลวิทย์ อ่างทอง, พนิดา นามะ, สัจจา บรรจงศิริ, วาสนา วีระสุธี

\*สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, \*สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, นนทบุรี 11120

\*Corresponding author. E-mail address: p30salifa@gmail.com

## บทคัดย่อ

**โรคใบด่างมันสำปะหลัง** เป็นโรคที่สร้างความเสียหายอย่างรุนแรงในการผลิตมันสำปะหลัง จึงได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลังของเกษตรกรในตำบลธงชัยเหนือ อำเภอปรางค์ชัย จังหวัดนครราชสีมา ผลการวิจัยพบว่า (1) **การจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลังของเกษตรกร** มีการปฏิบัติอยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ การสำรวจแปลงมันสำปะหลังแบบเดินสุ่มทั่วแปลงอย่างสม่ำเสมอ การประเมินพื้นที่ระบาดของโรค และการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมโรค และการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมโรค และการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมโรค ในการขยายพันธุ์จากสำนักงานพาณิชย์จังหวัดปทุมธานีปฏิบัติอยู่ในระดับน้อยที่สุด (2) **เกษตรกรมีปัญหากับการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลัง** อยู่ในระดับมากถึง 6 ด้าน คือ ด้านการตระหนักถึงความสำคัญของการผลิตก่อนพันธุ์มันสำปะหลังสะอาด ด้านสังคมและด้านเศรษฐกิจ ด้านการส่งเสริมและสนับสนุนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ด้านการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลัง ด้านความรู้เรื่องโรคใบด่างมันสำปะหลัง และด้านวิธีการ/แนวทางการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลัง โดยมีข้อเสนอแนะทั้ง 6 ด้านข้างต้นอยู่ในระดับมากถึง (3) **แนวทางในการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลัง** คือ การจัดทำเอกสารความรู้ อบรมเกษตรกรให้มีความรู้เกี่ยวกับโรคใบด่างมันสำปะหลัง เกษตรกรรวมกลุ่มกัน และสร้างเครือข่ายในการผลิตพันธุ์มันสำปะหลังสะอาด และจัดทำแปลงพาหะและพืชอาศัยของแมลงพาหะ

**คำสำคัญ:** ปัญหาโรคใบด่างมันสำปะหลัง, แนวทางการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลัง, การจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลัง



## คำนำ

มันสำปะหลังเป็นสินค้าเกษตรที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของไทย โดยมีมูลค่าการส่งออกกว่าปีละ 100,000 ล้านบาท ซึ่งประเทศไทยเป็นผู้ผลิตมันสำปะหลังอันดับ 2 ของโลก รองมาจากประเทศไนจีเรีย แต่สามารถส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังได้เพียงอันดับ 1 ของโลก (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2563) ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตมันสำปะหลังของประเทศไทยกำลังประสบปัญหาจากการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง ส่งผลให้เกษตรกรเสียหายต่อผลผลิตมันสำปะหลัง 40-100% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับช่วงอายุของพันธุ์มันสำปะหลัง ที่ติดเชื้อ Cassava Mosaic Virus (ไวรัส และคนละ, 2563) การแพร่ระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง สามารถถ่ายทอดผ่านทางการงอกพันธุ์มันสำปะหลัง และแมลงพาหะตัวเล็ก เช่น เป็นการถ่ายทอดไวรัสแบบ persistent (Dubern, 1994; Tokunaga *et al.*, 2018)

ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาผลกระทบและเศรษฐกิจ ในการผลิตมันสำปะหลัง ความรู้และวิธีการปฏิบัติในการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลังของเกษตรกร พร้อมทั้งปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลัง ซึ่งนำผลวิเคราะห์ที่ได้มาใช้ในการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลังให้กับเกษตรกร เพื่อลดผลกระทบการระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลัง และนำไปสู่การแก้ไขปัญหาโรคใบด่างมันสำปะหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเกิดความยั่งยืนต่อไป



## วิธีการวิจัย

### 1. การวิจัยเชิงปริมาณ

- 1.1 ประชากรในการวิจัย คือ เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังในพื้นที่ตำบลธงชัยเหนือ อำเภอปรางค์ชัย จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 156 ราย
- 1.2 เครื่องมือ ประกอบด้วย แบบสอบถาม และแบบประเมินความรู้ในการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลัง
- 1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด-สูงสุด

### 2. การวิจัยเชิงคุณภาพ

- 2.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ นักวิชาการเกษตรที่เกี่ยวข้อง 2 ราย ผู้ปลูกมัน 2 ราย อาสาสมัครเกษตรหมู่บ้าน 1 ราย ตัวแทนเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลัง 10 ราย รวม 15 ราย ใช้วิธีแบบเจาะจง ที่เกี่ยวข้องโดยการประชุมกลุ่ม
- 2.2 เครื่องมือ ประกอบด้วย แบบบันทึกการประเมินความรู้ที่เกี่ยวข้องกับ จุดอ่อน จุดแข็ง โอกาส และอุปสรรค และแนวทางการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลัง
- 2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์ SWOT และ TOWS Matrix



## ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

**Table 1** Management of Cassava Mosaic Disease of farmers

| Method of practice                                                                                    | $\bar{x}$ | S.D. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|
| 1. Survey their cassava plots by random walking around the plots regularly.                           | 3.33      | 0.74 |
| 2. You visually assess areas with cassava mosaic disease on a regular basis in each plot.             | 3.20      | 0.89 |
| 3. Plow the soil dry for destroy tobacco whitefly before planting in the new season.                  | 3.18      | 1.17 |
| 4. Requested permission to transport cassava stalks from the Office of Provincial Commercial Affairs. | 1.43      | 1.83 |

Average level of practice: 1.00-1.80=least, 1.81-2.60=little, 2.61-3.40=moderate, 3.41-4.20=a lot, 4.21-5.00=the most

**Table 2** Problems for management of cassava mosaic disease

| Problems                                                                          | $\bar{x}$ | S.D. |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|
| 1. Side knowledge about cassava mosaic disease.                                   | 3.57      | 0.70 |
| 2. Side methods/guidelines for management of cassava mosaic disease.              | 3.48      | 0.59 |
| 3. Side management of cassava mosaic disease.                                     | 3.70      | 0.69 |
| 4. Side promotion and support from relevant agencies.                             | 3.72      | 0.66 |
| 5. Side social and economic.                                                      | 3.82      | 0.69 |
| 6. Side realize the importance of producing clean cassava stalks in the community | 3.98      | 0.74 |

Average level of problems: 1.00-1.80=least, 1.81-2.60=little, 2.61-3.40=moderate, 3.41-4.20=a lot, 4.21-5.00=the most

**Table 3** Suggestions for management of cassava mosaic disease

| Suggestions                                                                        | $\bar{x}$ | S.D. |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|
| 1. Side knowledge about cassava mosaic disease.                                    | 3.98      | 0.60 |
| 2. Side methods/guidelines for management of cassava mosaic disease.               | 3.89      | 0.48 |
| 3. Side management of cassava mosaic disease.                                      | 3.75      | 0.51 |
| 4. Side promotion and support from relevant agencies.                              | 3.93      | 0.56 |
| 5. Side social and economic.                                                       | 3.81      | 0.59 |
| 6. Side realize the importance of producing clean cassava stalks in the community. | 3.90      | 0.63 |

Average level of suggestions: 1.00-1.80=least, 1.81-2.60=little, 2.61-3.40=moderate, 3.41-4.20=a lot, 4.21-5.00=the most

## สรุปผลการวิจัย

- 1) การจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลังของเกษตรกร พบว่า การสำรวจแปลงมันสำปะหลังแบบเดินสุ่มทั่วแปลงอย่างสม่ำเสมอ การประเมินพื้นที่ระบาดของโรคโดยการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมโรค และการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมโรค และการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมโรค ในการขยายพันธุ์จากสำนักงานพาณิชย์จังหวัดปทุมธานีปฏิบัติอยู่ในระดับน้อยที่สุด
- 2) ปัญหาและข้อเสนอแนะในการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลัง ในด้านการตระหนักถึงความสำคัญของการผลิตก่อนพันธุ์มันสำปะหลังสะอาด ด้านสังคมและด้านเศรษฐกิจ ด้านการส่งเสริมและสนับสนุนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ด้านการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลัง ด้านความรู้เรื่องโรคใบด่างมันสำปะหลัง และด้านวิธีการ/แนวทางการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลัง พบอยู่ในระดับมาก
- 3) แนวทางการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลัง คือ การจัดทำเอกสารความรู้ อบรมเกษตรกรให้มีความรู้เกี่ยวกับโรคใบด่างมันสำปะหลัง เกษตรกรรวมกลุ่มกัน และสร้างเครือข่ายในการผลิตพันธุ์มันสำปะหลังสะอาด และจัดทำแปลงพาหะและพืชอาศัยของแมลงพาหะ

## เอกสารอ้างอิง

- วันวิสา ศิริวรรณ และคณะ. (2563). การศึกษาอัตราการเกิดโรคใบด่างมันสำปะหลังในท้องถิ่นพันธุ์สะอาด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 51(2), 181-191.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2563). การประเมินผลกระทบการป้องกันและกำจัดโรคใบด่างมันสำปะหลัง. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Dubern, J. 1994. Transmission of African cassava mosaic geminivirus by the whitefly (Bemisia tabaci). Trop. Sci. 34: 82-91.
- Tokunaga, H., T. Baba, M. Ishitani, I.K. Kasumi, O.K. Le, K. Maejima, S. Namba, K. Natsuaki and N.V. Dong. 2018. Sustainable management of invasive cassava pests in Vietnam, Cambodia, and Thailand, pp. 131-157. In M. Kokubun and S. Asanuma, eds. Crop Production under Stressful Conditions. Springer, Singapore.

จากการวิเคราะห์ข้อมูลในและปัจจัยภายนอกต่อการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลังในพื้นที่ตำบลธงชัยเหนือ อำเภอปรางค์ชัย จังหวัดนครราชสีมา นำมาทำแผนกลยุทธ์เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลัง ดังนี้

### 1. กลยุทธ์เชิงรุก (SO)

- 1.1 การรัฐขานามีนโยบายในการถ่ายทอดความรู้โดยจัดการอบรมเพื่อป้องกัน การระบาดของโรคใบด่างมันสำปะหลังให้เกษตรกรและผู้ปลูกมันสำปะหลัง และภาคธุรกิจการเกษตร
- 1.2 พัฒนาให้เกษตรกรรวมกลุ่มกันในการผลิตพันธุ์มันสำปะหลังสะอาดภายใต้ การจัดการโรคใบด่างมันสำปะหลังและสามารถเพิ่มจำนวนแปลงพันธุ์มันสำปะหลังสะอาดภายใน กลุ่มให้เพียงพอต่อความต้องการ

### 2. กลยุทธ์เชิงเท่าเทียม (WO)

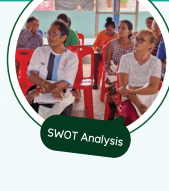
- 2.1 เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อบรมและประชาสัมพันธ์ ให้เกษตรกรไม่บ้านมันสำปะหลังพันธุ์อ่อนแอต่อโรคใบด่างมันสำปะหลัง และพันธุ์ที่ไม่ได้รับ การรับรองจากหน่วยงานภาครัฐมาปลูกในพื้นที่
- 2.2 ส่งเสริมให้เกษตรกรรวมกลุ่มกันในการผลิตพันธุ์มันสำปะหลังสะอาด กนกาน / ด้านงานต่อโรคใบด่าง และแลกเปลี่ยนความรู้เรื่องการผลิตมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มราคาผลผลิต

### 3. กลยุทธ์เชิงป้องกัน (ST)

- 3.1 เจ้าหน้าที่ภาครัฐเข้ามาส่งเสริมและพัฒนาให้เกษตรกรมีการจัดการกลุ่มแปลงใหญ่ มันสำปะหลังและสร้างเครือข่ายเกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังกับชุมชนใกล้เคียง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดโรคใบด่างมันสำปะหลังเข้ามาระบาดในพื้นที่
- 3.2 พัฒนาองค์ความรู้ด้านการผลิตมันสำปะหลังปลอดภัยโรคใบด่างให้สอดคล้องกับ การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ
- 3.3 เกษตรกรค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมด้านสภาพภูมิอากาศที่มีผลกระทบ ต่อการเกิดโรคใบด่าง

### 4. กลยุทธ์เชิงรับ (WT)

- 4.1 ส่งเสริมให้เกษตรกรผู้ปลูกมันสำปะหลังเข้าร่วม กลุ่มแปลงใหญ่มันสำปะหลัง
- 4.2 ส่งเสริมให้มีการสร้างเครือข่ายเกษตรกรกลุ่ม ผู้ปลูกมันสำปะหลังกับชุมชนอื่น ๆ เพื่อผลิตพันธุ์ มันสำปะหลังสะอาดและป้องกันการเกิดโรคใบด่าง มันสำปะหลังในพื้นที่



ประชุมกลุ่ม

SWOT Analysis

TOWS Matrix









# Development of DNA markers for differentiating *Pterocarpus macrocarpus* and *Pterocarpus indicus* using partial chloroplast genome sequences

Prin Phunngam<sup>a,\*</sup>, Kittiya Singthong<sup>a</sup>, Keereeluk Sirikarin<sup>a</sup>, Mayuree Puttasan<sup>a</sup>, Panida Roongrattanaku<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Forest and Plant Conservation Research Office, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Bangkok 10900, Thailand

\*Corresponding author. E-mail address: prin.phunngam@gmail.com

## Abstract

Precise identification of unknown or ambiguous species is a necessary process for further individual and population identification in forensic timber identification. In Thailand, *Pterocarpus macrocarpus* is a rosewood timber species, which is increasingly threatened by illegal logging. However, wood identification of *P. macrocarpus* and *P. indicus*, which are distributed in Thailand, remains difficult due to insufficient expertise in wood anatomy. Although DNA barcoding has been widely used for species identification, it remains time-consuming in case of DNA fingerprinting approach. Therefore, this research has developed a PCR-based method to differentiate specimens of *P. macrocarpus* and *P. indicus* for easier and faster identification without DNA sequencing. The available complete chloroplast genomes of *Pterocarpus* species were used to identify distinct DNA polymorphisms. The 49 bp InDel region is suitable for differentiation between *P. macrocarpus* and *P. indicus* by using agarose gel. InDel-flanking primers were designed to amplify this region, resulting in a 400 bp fragment in *P. indicus* and a 450 bp fragment in *P. macrocarpus*. This method has shown consistency with morphological identification and the universal partial *matK* gene of chloroplast DNA (cpDNA). This research is still in the preliminary stages and requires more samples for validation.

**Keywords:** Chloroplast DNA, *Pterocarpus indicus*, *Pterocarpus macrocarpus*, Species identification

## Introduction

Illegal logging and trading of *P. macrocarpus* in Thailand are continuously increasing. (Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, personal communication, 2024). Additionally, *P. indicus* is also widely distributed in Thailand (Barstow, 2018). These species might cause identification challenges in terms of wood anatomy for those who lack sufficient expertise in distinguishing their characteristics. Thus, accurate identification of unknown or ambiguous species is an essential procedure. In this study, the DNA-based technique was employed for the species identification of *Pterocarpus* species, *P. macrocarpus* and *P. indicus* distributed throughout Thailand. The multiplex allele-specific polymerase chain reaction (MAS-PCR) based on chloroplast DNA (cpDNA) was developed for the rapid identification of unknown species and cut timber of these *Pterocarpus* species. This is an important step for further individual identification.

## Materials and Methods

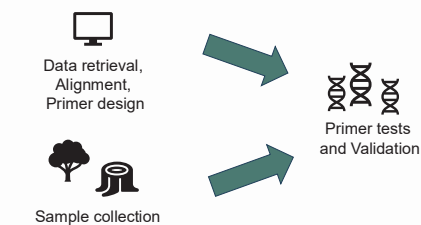


Table 1 PCR primers for the 49 bp InDel region between *P. indicus* and *P. macrocarpus*

| Primer | length | T <sub>m</sub> | %GC   | any <sub>3h</sub> | 3 <sub>h</sub> | hairpin | sequence (5' to 3')         |
|--------|--------|----------------|-------|-------------------|----------------|---------|-----------------------------|
| IFP1   | 20     | 59.67          | 50    | 0                 | 0              | 0       | AGC AGA GCA AAT CCG GAG TT  |
| IFP2   | 20     | 60.53          | 55    | 0                 | 0              | 0       | ATC GAG CAG AAG AAA TCC CG  |
| IRP1   | 20     | 59.11          | 50    | 0                 | 0              | 0       | ACA TTC CCG CAT TTT CAC CG  |
| IRP2   | 21     | 58.51          | 52.38 | 0                 | 0              | 0       | GGG TAT TGT AGA CAT TCC CGC |
| IRP3   | 20     | 59.37          | 50    | 0                 | 0              | 0       | AAG CCC CGA TCA ATG AAC CT  |

\*IFP: forward primer; IRP: reverse primer; length: the number of nucleotide bases (bp); T<sub>m</sub>: melting temperature (°C); %GC: the percentage of guanine (G) and cytosine (C) bases; any<sub>3h</sub>: any thermodynamic stability; 3<sub>h</sub>: 3' thermodynamic stability; hairpin: a secondary structure, forming a loop

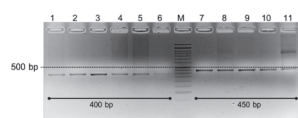


Fig. 2 Amplification of cpDNA region using InDel primers for identification of samples of the *P. indicus* (1-6) and *P. macrocarpus* (7-11); (M) 50-bp marker

## Acknowledgements

This study is part of the research titled "Development of DNA markers for individual identification in illegal logging: a case study in *Pterocarpus macrocarpus*", funded by Thailand Science Research and Innovation (TSRI) (Project Number: 4696428).

## References

Barstow, M. 2018. *Pterocarpus indicus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018. e.T3324.1A2835450. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T3324.1A2835450.en>, 16 December 2024.

## Result and Discussion

A total of 2,116 polymorphic sites and 41,077 InDel polymorphisms were observed. Among these variations, two InDel regions (49 bp and 26 bp) were identified as polymorphic in *P. indicus* and *P. macrocarpus*. Due to the smaller size of the 26 bp InDel, which might be difficult to distinguish by agarose gel electrophoresis, only the larger 49 bp InDel (Fig. 1) was used to design the species-specific InDel markers. The PCR primers for the target InDel-flanking regions are presented in Table 1. The efficiency and specificity of the designed PCR primers showed that the forward primer IFP2 and reverse primer IRP1, with an annealing temperature of 62°C, were the optimal conditions for PCR amplification in *P. indicus* (400 bp) and *P. macrocarpus* (450 bp) (Fig. 2). Moreover, the results of the nucleotide BLAST with NC\_049083.1 indicated that the 49 bp InDel was located in the non-coding spacer of *trnC-GCA* and *rpoB*, with the forward primer IFP2 and the reverse primer IRP1 positioned in the sequence between bases 35,531-35,550 and 35,961-35,980, respectively.

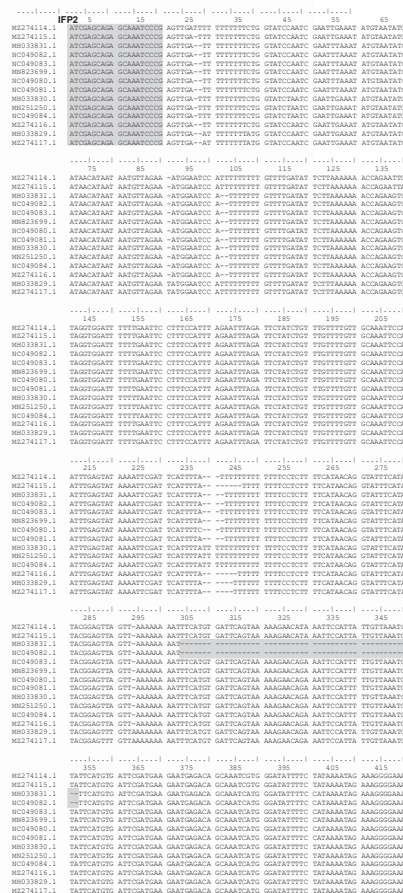


Fig. 1 The 49 bp InDel polymorphism between *P. indicus* and *P. macrocarpus*, used for species-specific marker design (InDel with highlight) (forward primer: IFP2, reverse primer: IRP1)

## ผลของจำนวนและขนาดของพืชอาศัยที่มีต่อการวางไข่ของแมลงวันฟริก

Effect of quantity and size of host plant on *Bactrocera latifrons* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) oviposition

วรรณวิสา ทองฉิม<sup>๑,\*</sup>, วิภาดา รัตนพันธ์<sup>๑</sup>

<sup>๑</sup>สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิศวกรรมเกษตร ประมง และอาหาร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี สุราษฎร์ธานี 84000



### บทคัดย่อ

การศึกษาพฤติกรรมการวางไข่ของแมลงวันฟริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) ในพืชอาศัย 2 สายพันธุ์ คือ พริกหยวก banana<sup>๑</sup> pepper *Capsicum annuum* และพริกเคียว *C. annuum* cv. Duet Kai โดยเปรียบเทียบในสภาพ 1 ผลต่อ 1 กรง และ 10 ผลต่อ 1 กรง พบว่า แมลงวันฟริก *B. latifrons* วางไข่ในพริกหยวกที่มีผลขนาดใหญ่ด้วยจำนวนไข่มากกว่าพริกเคียวที่มีขนาดเล็กกว่าในการทดลองทั้งแบบ โดยจำนวนตักแค่ น้ำหนักตักแค่ และจำนวนวันในระยะตักแค่ ของแมลงวันฟริก *B. latifrons* ในผลพริกหยวกมีสูงกว่าในพริกเคียวอย่างมีนัยสำคัญ ในสภาพการทดสอบที่มีผล 10 ผลต่อกรง พบว่า แมลงวันฟริก *B. latifrons* เพิ่มจำนวนผลที่วางไข่ในพริกเคียวได้ แต่ยังคงวางไข่ 1 ฟองต่อผลเช่นเดิม โดยมีจำนวนตักแค่รวมต่อกรงมากกว่าในการทดสอบแบบ 1 ผลต่อกรง ในขณะที่ในพริกหยวกไม่มีความแตกต่างของจำนวนตักแค่ที่ได้ในระหว่างกรงทดสอบแบบ 1 ผลต่อกรง และ 10 ผลต่อกรง จากผลการศึกษายืนยันว่าแมลงวันฟริก *B. latifrons* มีแนวโน้มวางไข่จำนวนมากขึ้นเมื่อผลพืชอาศัยมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยมีลักษณะเป็น k-species ดังนั้นแม้จำนวนผลพืชอาศัยที่เพิ่มมากขึ้น แต่แมลงวันฟริก *B. latifrons* ยังคงรักษาความสม่ำเสมอของจำนวนไข่ที่วาง

คำสำคัญ : พริกหยวก, พริกเคียว, พืชอาศัย

### Abstract

Study on oviposition behavior of *Bactrocera latifrons* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) in two host plant species, banana pepper *Capsicum annuum* and Duet Kai chili *C. annuum* cv. Duet Kai using comparative the variable of host fruit number conditions as one fruit and ten fruits per one cage. Results presented that *B. latifrons* lay eggs into large host fruit (banana pepper) with the higher number of eggs than that of small host fruit (Duet Kai chili) in both conditions. In addition, the total number of pupae, pupal weight and pupal stage period of *B. latifrons* in banana pepper were higher significant than that of Duet Kai chili under one fruit per one cage condition. Under ten fruits per one cage condition, *B. latifrons* laid more eggs into Duet Kai chili fruit but only one egg per fruit as one fruit per one cage condition with higher total pupal number per cage. In contrast, there was no significant difference in the total number of pupae among two conditions in banana pepper. Results confirmed that *B. latifrons* tends to lay more eggs into larger host fruit and present the k-species behavior with keep always egg clutch size although higher number host fruit.

Keywords: Banana pepper, Duet Kai chili, Host plant

### บทนำ

พริกเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยมีผลผลิตส่งออกสู่ท้องตลาดทั้งปี มีพื้นที่เพาะปลูกมากเป็นอันดับ 1 ของประเทศ จากข้อมูลขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ในปี 2563 ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตพริกสด พริกแห้ง เป็นอันดับ 2 ของโลก รองจากประเทศอินเดีย แต่เนื่องจากการปลูกพริกยังประสบปัญหาด้านแมลงศัตรูพืชอย่างหนักโดยแมลงศัตรูพริกที่มีความสำคัญ คือ แมลงวันฟริก *Bactrocera latifrons* (Hendel) (Diptera: Tephritidae) ซึ่งทำลายผลพริกตลอดช่วงระยะการเก็บเกี่ยว ตั้งแต่ระยะติดผลจนถึงระยะขี้นสุก แมลงวันฟริก *B. latifrons* เป็นหนึ่งในกลุ่มของแมลงวันผลไม้ที่สำคัญในประเทศไทย มีขอบเขตแพร่กระจายทั่วไปในประเทศ มีความเฉพาะเจาะจงต่อพืชในตระกูล Solanaceae

มากกว่าแมลงวันผลไม้ชนิดอื่น (Harris et al., 2003) พริกและมะเขือที่พบการลงทำลายจากแมลงวันฟริก *B. latifrons* อยู่บ่อยครั้ง เช่น พริกชี้ฟ้า พริกขี้หนู ยี่เข่ง มะเขือเปราะ มะเขือต้น มะเขือยาว มะเขือเครือ มะเขือพวง เป็นต้น (อินทิ และบุญศรี, 2554)

โดยพบว่า ยิ่งผลของพืชมีขนาดใหญ่ แมลงวันฟริก *B. latifrons* จะวางไข่ตามไปด้วย เพราะผลไม้เนื้อที่และปริมาณสารอาหารมากพอแก่ตัวอ่อนจำนวนมาก แต่หากผลของพืชมีขนาดเล็ก แมลงวันฟริกจะวางไข่น้อยลง เพื่อป้องกันตัวอ่อนตายจากการที่อาหารภายในผลไม้เพียงพอ ซึ่งพบได้ในแมลงวันผลไม้ชนิดอื่นด้วย เช่น *Rhagoletis turpiniae*, *Anastrepha ludens* และ *Carpomyia vesuviana* (Aluja et al., 2001; Singh and Vashishtha, 2002; Diaz-Fleisher and Aluja, 2003)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาพฤติกรรมการวางไข่และความชอบวางไข่ของแมลงวันฟริก *B. latifrons* ในพืชอาศัย 2 สายพันธุ์ที่มีจำนวนของผลพืชอาศัยเป็นตัวแทนทดสอบ เพื่อสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมแมลงวันฟริก *B. latifrons* โดยใช้พืชกักตัก เพื่อลดการใช้สารเคมีกำจัดแมลงในแปลงปลูกพริก เป็นอีกช่องทางหนึ่งที่สามารถช่วยสนับสนุนระบบการปลูกพริกตามแนวปฏิบัติ ASEAN GAP ของเกษตรกร เพื่อยกระดับคุณภาพผลผลิตพริกของประเทศไทยให้เข้าสู่มาตรฐานสากล

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาพบว่า ภายใต้สภาพที่มีพริกเพียงผลเดียวในการทดสอบ แมลงวันฟริก *B. latifrons* วางไข่ในพริกเคียวได้ 1 ฟองต่อ 1 ผล ในขณะที่ในพริกหยวก วางไข่ตั้งแต่ 1-4 ฟองต่อ 1 ผล โดยพบว่าจำนวนตักแค่และน้ำหนักตักแค่รวมต่อกรงในพริกหยวกมีสูงกว่าในพริกเคียวได้อย่างมีนัยสำคัญ ผลการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างในจำนวนวันของการเจริญเติบโตในระยะไหน แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในระยะตักแค่ โดยพบว่าแมลงวันฟริก *B. latifrons* ที่เจริญเติบโตจากพริกเคียวได้มีระยะตักแค่สั้นกว่าจากพริกหยวก โดยเปอร์เซ็นต์การออกมาเป็นตัวเต็มวัยไม่แตกต่างกัน (Table 1)

Table 1 Development of *B. latifrons* in two chili species under one fruit per one cage

| Chili species  | Number of pupae/cage   | Pupal weight/cage(g)   | Larval stage (day)   | Pupal stage (day)     | Adult emergence (%) | Morphological characteristics (sSD) |                       |                       |
|----------------|------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                |                        |                        |                      |                       |                     | Width (cm.)                         | Length (cm.)          | Fresh weight (g)      |
| Duet Kai chili | 1.00±0.00              | 0.0134±0.002           | 10.25±2.95           | 6.53±2.77             | 100±0.00            | 1.08±0.21                           | 4.28±0.63             | 1.08±0.21             |
| Banana pepper  | 3.25±1.12              | 0.0363±0.0151          | 9.70±3.45            | 9.10±2.67             | 87.50±17.67         | 3.60±0.41                           | 8.74±0.63             | 21.30±2.95            |
| t-test         | t = -9.000, P ≤ 0.0001 | t = -6.451, P ≤ 0.0001 | t = 0.542, P = 0.591 | t = -2.766, P = 0.039 | t = 2.23, P = 0.032 | t = 16.88, P ≤ 0.0001               | t = 18.14, P ≤ 0.0001 | t = 21.64, P ≤ 0.0001 |

### อุปกรณ์และวิธีการ

การเพาะขยายพันธุ์แมลงวันฟริก *Bactrocera latifrons*



ศึกษาพฤติกรรมการวางไข่ของแมลงวันฟริก *B. latifrons* ในสภาพที่มีจำนวนของผลพืชอาศัยน้อย



ทำการทดสอบแบบไม่มีตัวเลือก (non-choice test) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยใช้พริกในระยะเวลาที่เป็นสีเหลืองอมส้มจากนั้นปล่อยแมลงวันฟริก *B. latifrons* ตัวเมียให้เดินท่องพร้อมที่จะวางไข่ ภายใน 3 สัปดาห์จำนวน 1 ตัว ในกรง เพื่อให้แมลงวันฟริกตัวเมียได้วางไข่ตามความต้องการของตัวเมียรอบ นับจำนวนตักแค่ที่ได้จากผลของพืชแต่ละชนิด จากนั้นนำน้ำหนักตักแค่ เก็บข้อมูลจำนวนวันในระยะไหนและระยะตักแค่ของแมลงวันฟริก *B. latifrons* ในพริกหยวกและพริกเคียวได้ ชนิดละ 10 ตัว

ศึกษาพฤติกรรมการวางไข่ของแมลงวันฟริก *B. latifrons* ในสภาพที่มีจำนวนของผลพืชอาศัยมาก

ทำการทดสอบแบบเป็นคู่แบบเดียวกันข้อ 2 แต่เพิ่มจำนวนผลของพืชทดสอบชนิดละ 10 ผลต่อกรง และทดสอบในกรงขนาด 60x60x90 เซนติเมตร

ในขณะที่ผลการศึกษากายได้สภาพที่มีผลพริก 10 ผลในการทดสอบ พบว่าจำนวนผลพริกเคียวที่ถูกละลายจากแมลงวันฟริก *B. latifrons* วางไข่ไม่แตกต่างจากการวางไข่ในผลพริกหยวก คือ 1-3 ผล แต่จะมีกรงวางไข่ 1 ฟองต่อ 1 ผลเท่านั้น ในขณะที่ในพริกหยวกวางไข่ตั้งแต่ 1-4 ฟองต่อ 1 ผล โดยพบว่าจำนวนตักแค่และน้ำหนักตักแค่รวมต่อกรงที่ได้ต่อกรงของแมลงวันฟริก *B. latifrons* ในพริกหยวกมีสูงกว่าในพริกเคียวได้อย่างมีนัยสำคัญ และไม่มีมีความแตกต่างของจำนวนวันในระยะไหน ระยะตักแค่ และเปอร์เซ็นต์การออกมาเป็นตัวเต็มวัย ในพริกทั้งสองชนิด (Table 2)

Table 2 Development of *B. latifrons* in two chili species under ten fruits per one cage

| Chili species  | Number of infested fruits/cage | Number of pupae/cage | Pupal weight/cage (g) | Larval stage (day)    | Pupal stage (day)    | Adult emergence (%)   | Morphological characteristics (sSD) |                       |                       |
|----------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                |                                |                      |                       |                       |                      |                       | Width (cm.)                         | Length (cm.)          | Fresh weight (g)      |
| Duet Kai chili | 2.20±0.80                      | 2.20±0.80            | 0.020±0.007           | 10.50±2.50            | 6.40±1.26            | 72.50±1.58            | 1.08±0.21                           | 4.13±0.61             | 1.29±0.31             |
| Banana pepper  | 2.10±0.70                      | 3.40±1.70            | 0.042±0.013           | 10.90±3.60            | 11.0±1.72            | 80.00±19.72           | 3.92±0.41                           | 8.94±0.83             | 27.70±3.16            |
| t-test         | t = 0.293, P = 0.773           | t = -3.6, P = 0.002  | t = -4.23, P ≤ 0.0001 | t = -0.288, P = 0.777 | t = -1.03, P = 0.315 | t = -0.515, P = 0.615 | t = 19.09, P ≤ 0.0001               | t = 14.69, P ≤ 0.0001 | t = 26.26, P ≤ 0.0001 |

### สรุป

แมลงวันฟริก *B. latifrons* มีแนวโน้มวางไข่จำนวนมากขึ้นเมื่อผลพืชอาศัยมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยพิจารณาจำนวนไข่ที่วางให้เหมาะสมกับปริมาณสารอาหารภายในผลพืชอาศัย แมลงวันฟริก *B. latifrons* มีลักษณะเป็น k-species ดังนั้นแม้จำนวนผลพืชอาศัยที่เพิ่มมากขึ้น แต่แมลงวันฟริกมีแนวโน้มรักษาความสม่ำเสมอของจำนวนไข่ที่วาง

### เอกสารอ้างอิง

- อินทิ รัสสะเนียง และ บุญศรี ศิริ. 2554. การทำลายของแมลงวันฟริก *Bactrocera latifrons* (Diptera: Tephritidae) ในสมอสี 8 สายพันธุ์. *นันทนาราย*. 39: 25-32.
- Aluja, M., Locada, N., Pineda, J., Birke, A., Hernandez-Ortiz, V. and Diaz-Fleisher, F. 2001. Basic behavior of *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae) with comparative notes on the sexual behavior of *Rhagoletis pomonella* and *Rhagoletis zopis*. *Annals of the Entomological Society of America*, 94: 268-274.
- Harris, E.J., N.J. Lapsley, and C.Y.L. Lee. 2003. Patterns in appearance and fruit host utilization of fruit flies (Diptera: Tephritidae) on the Kailashappa Peninsula, Molokai, Hawaii. *Proc. Hawaiian Entomol. Soc.* 36: 69-78.

### ติดต่อผู้เขียน

wanvisanarn25@gmail.com





# Simulation spatial model for analyzing the cooling effects of downwash turbulence on maize canopies, designed to enhance pollination efficiency using thermal imaging data collected from UAVs.

Rattana Boonprasert\*, Piyatida Siriak<sup>a</sup>, Piyarat Vijuksungsith<sup>b</sup>, Tiwa Pakoktom<sup>b</sup>, and Gunn Panprayun<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol University, Nakhon Pathom 73170, Thailand

<sup>b</sup> Central Laboratory and Greenhouse Complex, Research and Academic Service Center Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

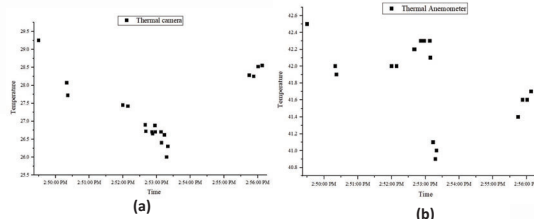
<sup>c</sup> Department of Agronomy, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

\* Correspond author. rattana.bo@mahidol.ac.th

**Abstract** : This study develops a simulation model to analyze the cooling effects of UAV-induced downwash turbulence on maize canopies, using thermal imaging to optimize pollination efficiency. Advanced techniques, including Lattice Boltzmann Method (LBM) and finite-difference time-domain (FDTD) simulations, evaluate the impact of UAV airflow on canopy temperature and pollen dispersion during sensitive pollination stages. Data from UAVs equipped with thermal cameras, such as the DJI Matrice 300 RTK and Zenmuse H20T, were combined with GNSS systems to capture spatial variations in land surface temperature (LST) and airflow patterns. The results reveal that UAV-induced turbulence reduces canopy temperature and humidity, enhancing pollination success while cooling the surrounding soil and vegetation. These findings highlight the importance of UAVs airflow management in precision agriculture, demonstrating its potential to improve crop health and pollination outcomes through advanced environmental monitoring and control.

**Methods** : Advanced simulation techniques, such as LBM and the XFlow simulation method (Chang K et al, 2023) are employed to analyze spatial variations in the downwash airflow field on canopy and evaluate its influence on temperature distribution within the maize canopy. XFlow employs LBM, utilizing a computational domain represented as a uniform cube (2.50 × 2.50 m) composed of cells measuring 0.50 × 0.50 m, as shown in Figure3. This model incorporates 19 velocity vector directions (D3Q19) within the lattice framework (measure and record wind speed and temperature on canopy of two test plots) as shown in Figure2. The setup includes one discrete velocity vector centered at the origin (e0) dimensionless relaxation. This study employed thermal imaging to estimate Land Surface Temperature (LST) (Casas-Mulet R, et al., 2020) and evaluate the effects of UAV-induced turbulence on maize canopy (Liu Z, et al, 2024). The analysis focused on four critical factors: Ag-UAVs operational parameters, Sweet corn canopy temperatures conditions, factor of Sweet corn canopy during pollination stages, and soil characteristics. downwash airflow field on canopy was evaluated using LST models, considering operational factors such as airflow velocity, flight altitude, and proximity to the canopy as shown in Figure1. Cooling effect of airflow maintains an optimal thermal environment for pollination their role in temperature variations captured through thermal imaging (Guan Y and Grote K, 2024). During pollination, the interaction between turbulence effects and thermal changes was assessed to determine its influence on the transfer of male pollen to female flowers after three hours of UAV operation as shown in Figure 1

**Results and Discussion** : The results of Airflow play a crucial role in maintaining an optimal thermal environment for pollination. The results of the model showed that the wind force distribution effect on maize canopy area was estimated from the wind force generated by flying the Ag-UAVs at a height of 2.00 meters above the top of the test plot. From testing the wind force distribution pattern from the canopy area and the ability of wind force distribution on the ground of the maize canopy with reference to the temperature measurement device of the thermal camera as shown in Figure 4 (a), and the wind speed measurement as shown in Figure 4 (b), it was found that the corn canopy under or near the flight had a temperature change in a decreasing direction, causing the wind under the wings to blow down on the corn plants to reduce the humidity, resulting in increasing the rate of pollen panicle breakage. In addition, the soil voids in the plot also had a decrease in temperature. The soil area of the test plot while the drone was flying over had a temperature that cooled down in the same direction as the wind force distribution on the ground of the maize canopy as shown in Figure 2 and Figure 3.



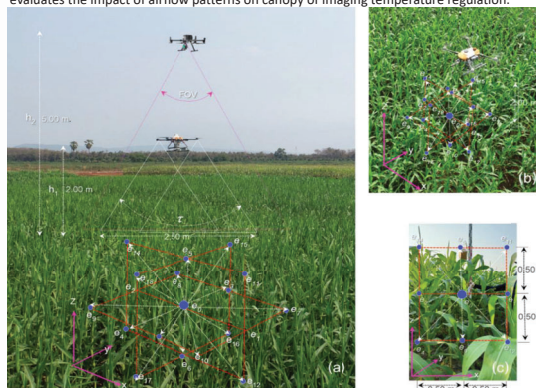
**Figure 2.** The results of the downwash airflow field on canopy from simulation method. In the LBM models, XFlow adopts a three-dimensional lattice structure of airflow on canopy (a) Temperature measurement device of the thermal camera incorporates 19 velocity vector directions (D3Q19) within the lattice framework (b) the wind speed measurement of six vectors stretching from the center to the lattice vertices (e5, e11, e11, e15 and e18)

**Conclusion** : Results of study highlight the critical role of airflow in maintaining optimal thermal conditions for crop pollination, particularly maize, by regulating temperature variations and reducing heat stress. Using thermal imaging from UAVs equipped with advanced cameras, such as the DJI Matrice 300 RTK and Zenmuse H20T, coupled with precise GNSS systems, the research captured temperature changes and wind force distribution across maize canopies. The finite-difference time-domain (FDTD) simulation and Lattice Boltzmann Method (LBM) modeling demonstrated that UAV-induced airflow effectively cools the canopy, reduces humidity, and enhances pollen dispersion. These findings underscore the potential of Ag-UAVs to optimize pollination efficiency through precise environmental management, as evidenced by thermal imaging data and airflow calibration shown in the results

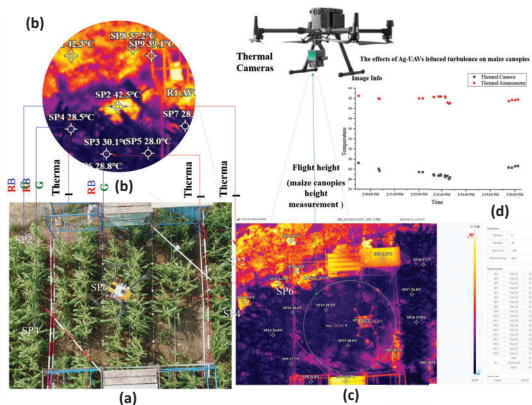
**Acknowledgements** : This research project has been funded by Mahidol University (Fundamental Fund: fiscal year 2021 by National Science Research and Innovation Fund (NSRF))

**Introduction** : Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) have revolutionized agricultural practices, particularly in the realm of maize pollination. A key aspect of UAV-based pollination is the downwash flow field created by the rotor blades, which serves a dual purpose. First, it effectively disperses pollen across the maize canopy, ensuring comprehensive coverage and penetration, especially vital for dense or hybrid varieties (Brewer K, et al, 2022). This targeted distribution significantly enhances the probability of successful pollination, a crucial factor for increasing crop yields. Second, the downwash airflow plays a pivotal role in regulating the microclimate within the canopy (Guo Q, et al, 2020).

**Objectives** : The study develops a simulation model to assess how UAV-induced downwash turbulence affects maize canopy cooling, aiming to enhance pollination efficiency and to analyzing thermal imaging data collected from UAVs, the model evaluates the impact of airflow patterns on canopy of imaging temperature regulation.



**Figure 1.** Schematic diagram of the boundary of the downwash airflow field on canopy (a) Simulation method in the LBM models, XFlow adopts a three-dimensional lattice structure of airflow on canopy (b) incorporates 19 velocity vector directions (D3Q19) within the lattice framework (c) six vectors stretching from the center to the lattice vertices (e5, e11, e11, e15 and e18)



**Figure 3.** Calibration of temperature derived from thermal images captured (a) The results of modeling Imaging (c) a temperature that cooled down in the same direction as the wind force distribution on the ground of the maize canopy (d) Impact of downwash airflow

## References :

- Guan, Y.; Grote, K.; Schott, J.; Leverett, K. 2022. Prediction of Soil Water Content and Electrical Conductivity Using Random Forest Methods with UAV Multispectral and Ground-Coupled Geophysical Data. Remote Sens. 14: 1023. DOI:10.3390/rs14041023
- Guo; Q., Zhu; Y., Tang; Y., Hou; C., He; Y., Zhuang; J., Zheng; Y., Luo; S. 2020. CFD simulation and experimental verification of the spatial and temporal distributions of the downwash airflow of a quad-rotor agricultural UAV in hover. Computers and Electronics in Agriculture. 172:105343-1-11. DOI:10.1016/j.compag.2020.105343
- Liu, Z., Gao, R., Zhao, Y., Wu, H., Liang, Y., Liang, K., Liu, D., Huang, T., Xie, S., Lv, J., et al. 2024. Study on the Characteristics of Downwash Field Range and Consistency of Spray Deposition of Agricultural UAVs. Agriculture. 14: 931. DOI:10.3390/agriculture14060931



## การประเมินความทนทานต่อความเครียดจากการขาดน้ำในก่อนพันธุ์มันสำปะหลัง

### Evaluation of Cassava Cuttings for Tolerance to Water Deficit Stress Conditions

ชฎาพร อินเปลี่ยน<sup>๑</sup>, กุสุมา รอดแผ้วพา<sup>๑</sup>, สุวลักษณ์ ศันสนีย์<sup>๑</sup>, นราชัย โพธิ์สาร<sup>๑</sup>, ภาณุวัฒน์ มูลจันทร์<sup>๒</sup>  
<sup>๑</sup>ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง กรมวิชาการเกษตร ต.ห้วยโป่ง อ.เมือง จ.ระยอง 21150  
<sup>๒</sup>ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี กรมวิชาการเกษตร ต.หนองหญ้า อ.เมือง จ.กาญจนบุรี 71000  
\*Corresponding author. E-mail address: Chadaporn.inplean@gmail.com

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์มันสำปะหลัง สำหรับสร้างลูกผสมที่ทนทานต่อสภาวะขาดน้ำ โดยประเมินความทนทานต่อความเครียดจากการขาดน้ำในก่อนพันธุ์มันสำปะหลัง 12 พันธุ์ ลงในกระถางที่ติดตั้งระบบ Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ ปลูกมันสำปะหลังจำนวน 12 ต้นต่อกระถางที่ติดตั้งระบบรดน้ำอัตโนมัติ โดยรดน้ำตามความต้องการของพืชในสัปดาห์ที่ 1-7 และรดน้ำในสัปดาห์ที่ 7 หลังปลูก บันทึกความชื้นดิน อุณหภูมิดิน เปอร์เซ็นต์ความงอกและเปอร์เซ็นต์การรอดตายของต้นกล้า ผลการทดลอง พบว่า มันสำปะหลังจำนวน 11 พันธุ์สามารถงอกได้ภายใน 1 สัปดาห์หลังปลูก ยกเว้นพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 โดยสัปดาห์ที่ 1 พันธุ์กวาง.ระยอง 5 มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด 44.3% ในสัปดาห์ที่ 7 หลังปลูก พันธุ์ห่านที่ 1 และพันธุ์อิทธิ 1 มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูงสุดที่ 100% เมื่อถึงสัปดาห์ที่ 12 พันธุ์มันสำปะหลังส่วนใหญ่ มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายลดลงยกเว้นพันธุ์ห้วยบง 80 พันธุ์อิทธิ 1 และพันธุ์อิทธิ 2 จึงสามารถใช้ในการมันสำปะหลังทั้ง 12 พันธุ์ เป็นพ่อแม่พันธุ์สำหรับสร้างลูกผสมมันสำปะหลังที่ทนทานต่อสภาวะขาดน้ำได้

คำสำคัญ: มันสำปะหลัง, เปอร์เซ็นต์ความงอก, เปอร์เซ็นต์การรอดตาย, การขาดน้ำ

#### คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชที่ค่อนข้างทนแล้ง สามารถปรับตัวกับสภาพแวดล้อมได้ดี ต้องการความชื้นในอากาศสูงและได้รับน้ำในปริมาณที่เพียงพอตลอดฤดูปลูก (El-Sharkawy, 2012) ความเครียดจากภัยแล้งในช่วงระยะปลูก 3-4 เดือนแรกหลังปลูก ส่งผลให้มันสำปะหลังตาย 84.27% ในสาธารณรัฐยูกันดา (Laban et al., 2013) ซึ่งมันสำปะหลังควรได้รับน้ำอย่างเพียงพอในช่วง 1 เดือนแรกหลังปลูก เพื่อสร้างต้นและใบสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสง และการสะสมน้ำในท่อน้ำที่วัดจะเพิ่มขึ้นภายใน 3 เดือนแรกหลังปลูก (ปณิธิ และคณะ, 2558) ในช่วงเดือน มิถุนายน-กรกฎาคม น้ำฝนจะมีปริมาณลดลง ส่งผลให้ท่อน้ำที่มันสำปะหลังที่ปลูกในช่วงต้นฤดูฝนเจอกับความร้อนแล้งทำให้ท่อน้ำที่ปลูก การเลือกพันธุ์พ่อแม่พันธุ์ที่มีความทนทานต่อความเครียดจากการขาดน้ำ จะทำให้มีการพัฒนาพันธุ์ที่ทนทานต่อความเครียดจากการขาดน้ำได้ (Okogbenin et al., 2013) วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้จึงประเมินความทนทานต่อการขาดน้ำในก่อนพันธุ์มันสำปะหลัง 12 พันธุ์เพื่อเป็นข้อมูลในการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์มันสำปะหลัง สำหรับการสร้างลูกผสมมันสำปะหลังที่ทนทานต่อสภาวะขาดน้ำต่อไป

#### วิธีการทดลอง

พันธุ์มันสำปะหลัง : (1) กว.ระยอง 5 (2) กว.ระยอง 9 (3) กว.ระยอง 11 (4) กว.ระยอง 15 (5) กว.ระยอง 90 (6) เกษตรศาสตร์ 50 (7) ห้วยบง 80 (8) ห่านที่ 1 (9) เกษตรศาสตร์ 2 (10) พิรุณ 2 (11) อิทธิ 1 และ (12) อิทธิ 2  
แผนการทดลอง : Completely Randomized Design จำนวน 3 ซ้ำ  
ระยะเวลาดำเนินการ : สัปดาห์ที่ 1-7 หลังปลูก  
ระยะหลังการให้น้ำครั้งที่ 2 : สัปดาห์ที่ 8-12 หลังปลูก

#### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

**1 ความชื้นและอุณหภูมิของดินในช่วงสัปดาห์แรก**  
ความชื้นดินเฉลี่ยเริ่มต้นที่ 14% และลดลงอย่างรวดเร็วเหลือ 1.7% ภายใน 1 สัปดาห์หลังให้น้ำ โดยมีแนวโน้มลดลงต่อเนื่องกันในทุกพื้นที่ (Fig. 1A) อุณหภูมิดินในแต่ละวัน ของทุกพื้นที่มีความใกล้เคียงกัน ในวันที่ 2 หลังปลูก มีอุณหภูมิเฉลี่ย 31.6°C สูงกว่าวันอื่น และในวันที่ 7 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.1°C ต่ำกว่าวันอื่น (Fig. 1B)

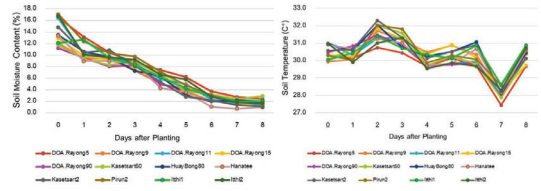


Fig. 1 Soil moisture content (%) (A) and soil temperature (°C) at a depth of 10 cm. (B) in the 0-8 days after planting.

**2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก่อนพันธุ์และเปอร์เซ็นต์ความงอก**  
พันธุ์เกษตรศาสตร์ 2 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก่อนพันธุ์ที่เล็กที่สุด 2.7 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่พันธุ์กวาง.ระยอง 5 และพันธุ์อิทธิ 1 ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก่อนพันธุ์ 2.3 และ 2.3 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์พิรุณ 2 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก่อนพันธุ์ที่เล็กที่สุด 1.9 เซนติเมตร (Table 1)  
ในสัปดาห์ที่ 1 ทุกพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ย 33.0% ยกเว้นพันธุ์กวาง.ระยอง 5 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยสูงสุด 44.3% และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 50 ที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 0.0% ความงอกที่ 2 สัปดาห์ พันธุ์ห้วยบง 80 พันธุ์ห่านที่ 1 พันธุ์เกษตรศาสตร์ 2 พันธุ์พิรุณ 2 และพันธุ์อิทธิ 1 มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 100% ในขณะที่พันธุ์กวาง.ระยอง 5 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำสุด 55.7% สัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 4 หลังปลูก ทุกพันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้นจากสัปดาห์แรกและสัปดาห์ที่ 2 โดยมีเปอร์เซ็นต์ความงอก 100% ทุกพันธุ์ (Table 1)

Table 1 Cutting diameter and germination percentage (water-deficit stress period)

| Variety      | Cutting diameter (cm) | germination percentage (%) |                    |       |       |
|--------------|-----------------------|----------------------------|--------------------|-------|-------|
|              |                       | 1 WAP                      | 2 WAP              | 3 WAP | 4 WAP |
| DOA.Rayong5  | 2.3 <sup>a</sup>      | 44.3 <sup>a</sup>          | 55.7 <sup>a</sup>  | 100.0 | 100.0 |
| DOA.Rayong9  | 2.1 <sup>ab</sup>     | 33.0 <sup>a</sup>          | 89.0 <sup>a</sup>  | 100.0 | 100.0 |
| DOA.Rayong11 | 2.2 <sup>ab</sup>     | 33.0 <sup>a</sup>          | 78.0 <sup>ab</sup> | 100.0 | 100.0 |
| DOA.Rayong15 | 2.1 <sup>ab</sup>     | 33.0 <sup>a</sup>          | 89.0 <sup>a</sup>  | 100.0 | 100.0 |
| DOA.Rayong90 | 2.1 <sup>ab</sup>     | 33.0 <sup>a</sup>          | 89.0 <sup>a</sup>  | 100.0 | 100.0 |
| Kasetsart50  | 2.2 <sup>ab</sup>     | 0.0 <sup>a</sup>           | 89.0 <sup>a</sup>  | 100.0 | 100.0 |
| HuayBong80   | 2.0 <sup>ab</sup>     | 33.0 <sup>a</sup>          | 100.0 <sup>a</sup> | 100.0 | 100.0 |
| Hanatee      | 2.0 <sup>ab</sup>     | 33.0 <sup>a</sup>          | 100.0 <sup>a</sup> | 100.0 | 100.0 |
| Kasetsart2   | 2.7 <sup>a</sup>      | 33.0 <sup>a</sup>          | 100.0 <sup>a</sup> | 100.0 | 100.0 |
| Pirun2       | 1.9 <sup>a</sup>      | 33.0 <sup>a</sup>          | 100.0 <sup>a</sup> | 100.0 | 100.0 |
| Itthi1       | 2.3 <sup>a</sup>      | 33.0 <sup>a</sup>          | 100.0 <sup>a</sup> | 100.0 | 100.0 |
| Itthi2       | 2.1 <sup>ab</sup>     | 33.0 <sup>a</sup>          | 89.0 <sup>a</sup>  | 100.0 | 100.0 |
| F-test       | **                    | **                         | *                  | -     | -     |
| CV (%)       | 5.6                   | 19.0                       | 16.3               | -     | -     |

WAP = week after planting, ns = not significantly different, \*significantly different at p < 0.05  
Means within the same column followed by the same letter are not significantly different at 95% by DMRT

#### เปอร์เซ็นต์การรอดตายในช่วงต้นและหลังได้รับน้ำ

สัปดาห์ที่ 5 พันธุ์กวาง.ระยอง 9 และพันธุ์เกษตรศาสตร์ 2 เริ่มแสดงอาการเหี่ยวมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเฉลี่ย 78.0% และ 67.0% ตามลำดับ ในขณะที่พันธุ์อื่นๆ ยังไม่แสดงอาการเหี่ยวและมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเฉลี่ย 100% สัปดาห์ที่ 6 มันสำปะหลังเริ่มแสดงอาการเหี่ยวและมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายลดลง ในสัปดาห์ที่ 7 พันธุ์ห่านที่ 1 และพันธุ์อิทธิ 1 มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูงสุด 100.0% และมีการตายที่เพิ่มลงในกระถาง กระถางละ 4 ลิตร แสดงที่ Table 2 และ Fig. 2

#### เปอร์เซ็นต์การรอดตายหลังได้รับน้ำ

สัปดาห์ที่ 8 พันธุ์อิทธิ 1 มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูงสุด 100.0% พันธุ์กวาง.ระยอง 5 พันธุ์กวาง.ระยอง 15 และพันธุ์กวาง.ระยอง 90 ตอบสนองต่อการได้รับน้ำภายใน 1 สัปดาห์ โดยมีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 10 พันธุ์กวาง.ระยอง 5 พันธุ์ห้วยบง 80 และพันธุ์อิทธิ 1 มีเปอร์เซ็นต์การรอดตาย 67.0% และพันธุ์อื่นๆ มีเปอร์เซ็นต์การรอดตาย 33.0% สัปดาห์ที่ 12 พันธุ์ห้วยบง 80 พันธุ์อิทธิ 1 และพันธุ์อิทธิ 2 มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายสูงสุด และพันธุ์ห่านที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายต่ำสุดเท่ากับ 0.0% แสดงที่ Table 2 และ Fig. 2

Table 2 Survival percentage of 12 cassava varieties during 5–12 weeks after planting.

| Variety      | water-deficit stress period |                    |                    |                     |                   | after re-watering |  |  |
|--------------|-----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|--|--|
|              | 5 WAP                       | 6 WAP              | 7 WAP              | 8 WAP               | 10 WAP            | 12 WAP            |  |  |
| DOA.Rayong5  | 100.0 <sup>a</sup>          | 100.0 <sup>a</sup> | 67.0 <sup>a</sup>  | 89.0 <sup>ab</sup>  | 67.0 <sup>a</sup> | 33.0 <sup>b</sup> |  |  |
| DOA.Rayong9  | 78.0 <sup>b</sup>           | 67.0 <sup>b</sup>  | 67.0 <sup>b</sup>  | 44.3 <sup>d</sup>   | 11.0 <sup>e</sup> | 0.0 <sup>e</sup>  |  |  |
| DOA.Rayong11 | 100.0 <sup>a</sup>          | 100.0 <sup>a</sup> | 78.0 <sup>b</sup>  | 67.0 <sup>ab</sup>  | 33.0 <sup>b</sup> | 33.0 <sup>b</sup> |  |  |
| DOA.Rayong15 | 100.0 <sup>a</sup>          | 89.0 <sup>ab</sup> | 67.0 <sup>b</sup>  | 78.0 <sup>abc</sup> | 33.0 <sup>b</sup> | 33.0 <sup>b</sup> |  |  |
| DOA.Rayong90 | 100.0 <sup>a</sup>          | 100.0 <sup>a</sup> | 67.0 <sup>b</sup>  | 78.0 <sup>abc</sup> | 33.0 <sup>b</sup> | 44.3 <sup>b</sup> |  |  |
| Kasetsart50  | 100.0 <sup>a</sup>          | 100.0 <sup>a</sup> | 67.0 <sup>b</sup>  | 67.0 <sup>ab</sup>  | 33.0 <sup>b</sup> | 33.0 <sup>b</sup> |  |  |
| HuayBong80   | 100.0 <sup>a</sup>          | 100.0 <sup>a</sup> | 67.0 <sup>b</sup>  | 67.0 <sup>ab</sup>  | 67.0 <sup>a</sup> | 67.0 <sup>a</sup> |  |  |
| Hanatee      | 100.0 <sup>a</sup>          | 100.0 <sup>a</sup> | 100.0 <sup>a</sup> | 67.0 <sup>ab</sup>  | 0.0 <sup>e</sup>  | 0.0 <sup>e</sup>  |  |  |
| Kasetsart2   | 67.0 <sup>b</sup>           | 67.0 <sup>b</sup>  | 67.0 <sup>b</sup>  | 44.3 <sup>d</sup>   | 33.0 <sup>b</sup> | 33.0 <sup>b</sup> |  |  |
| Pirun2       | 100.0 <sup>a</sup>          | 78.0 <sup>bc</sup> | 67.0 <sup>b</sup>  | 67.0 <sup>ab</sup>  | 33.0 <sup>b</sup> | 33.0 <sup>b</sup> |  |  |
| Itthi1       | 100.0 <sup>a</sup>          | 100.0 <sup>a</sup> | 100.0 <sup>a</sup> | 100.0 <sup>a</sup>  | 67.0 <sup>a</sup> | 67.0 <sup>a</sup> |  |  |
| Itthi2       | 100.0 <sup>a</sup>          | 67.0 <sup>b</sup>  | 67.0 <sup>b</sup>  | 55.7 <sup>cd</sup>  | 33.0 <sup>b</sup> | 67.0 <sup>a</sup> |  |  |
| F-test       | **                          | **                 | **                 | **                  | **                | **                |  |  |
| CV (%)       | 5.8                         | 9.3                | 8.3                | 20.3                | 17.4              | 18.4              |  |  |

WAP = week after planting, \*significantly different at p < 0.05  
Means within the same column followed by the same letter are not significantly different at 95% by DMRT

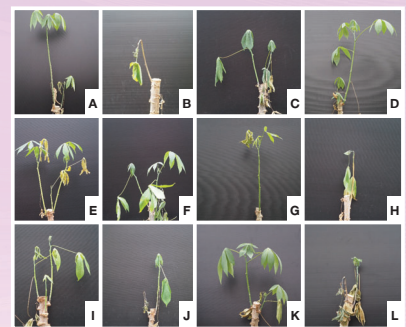


Fig.2 Survival of plants at 7 weeks after planting for 12 cassava varieties: DOA.rayong5 (A), DOA.rayong9 (B), DOA.rayong11 (C), DOA.rayong15 (D), DOA.rayong90 (E), Kasetsart50 (F), Huaybong80 (G), Hanatee (H), Kasetsart2 (I), Pirun2 (J), Itthi1 (K), Itthi2 (L).

#### สรุป

มันสำปะหลังทั้ง 12 พันธุ์สามารถงอกได้ภายใน 1-2 สัปดาห์หลังปลูก หากปลูกในดินที่มีความชื้นเพียงพอและสามารถเจริญเติบโตได้โดยไม่ต้องให้น้ำเพิ่มเติมจนถึงสัปดาห์ที่ 7 หลังปลูก โดยพันธุ์กวาง.ระยอง 5 สามารถงอกได้เร็วสุด และในสัปดาห์ที่ 7 หากมันสำปะหลังได้รับน้ำจะส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายเพิ่มขึ้นได้ โดยพันธุ์กวาง.ระยอง 5 พันธุ์กวาง.ระยอง 15 และพันธุ์กวาง.ระยอง 90 ตอบสนองต่อการได้รับน้ำภายใน 1 สัปดาห์ ส่วนพันธุ์อิทธิ 2 ตอบสนองต่อการได้รับน้ำภายใน 2 สัปดาห์ พันธุ์ห้วยบง 80 พันธุ์ห่านที่ 1 และพันธุ์อิทธิ 1 มีเปอร์เซ็นต์การรอดตายในช่วงเวลาที่มี การงอกน้ำ จึงสามารถใช้มันสำปะหลังทั้ง 12 พันธุ์เป็นพ่อแม่พันธุ์สำหรับสร้างลูกผสมมันสำปะหลังที่ทนทานต่อสภาวะขาดน้ำต่อไป ซึ่งแต่ละพันธุ์มีความทนทานต่อการขาดน้ำในก่อนพันธุ์ในระดับที่แตกต่างกัน



**โรคฝักเน่าของโกโก้ที่เกิดจากเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae*  
และการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคโดยใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์**

ក្លាយសាក្សី សេដ្ឋកិច្ចសំបើម<sup>a</sup>, បុព្វលាភ<sup>b</sup> ជីវិតរូបិយ<sup>c</sup>, ហែមេត ស៊ីធាយុជិយ<sup>d</sup>, សុភក្ខណៈ បិទិយន័យ<sup>e</sup>, លិង្គការណ៍ សាធារណៈ<sup>f</sup>

\*กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

## บทคัดย่อ

เชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* มักพบทำลายพืชสวนได้ทั้งในระดับสวนผสมจัดสวนและสวนการเกษตรในภาคใต้ของประเทศไทย ผลการทดลองพบว่าเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* เป็นสาเหตุของโรคเน่าเน่าของเนื้อเยื่อของพืชที่เรียกว่า *co-culture plate* พบว่าเชื้อราที่เลี้ยงบนอาหาร PDA เป็นเวลา 72 ชั่วโมง สามารถย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตในเนื้อเยื่อของเชื้อราได้ทั้งหมด โดยเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus amyloliquefaciens* และเชื้อรา *PN10* ยับยั้งได้ 64.29% และเชื้อรา *B. amyloliquefaciens* โดไลเค DL9 และ *B. siamensis* โดไลเค DL7 ยับยั้งได้ 53.57% และ 45.00% ตามลำดับ ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างมากนักกับการยับยั้งการงอกของสปอร์ของเชื้อรา โดยพบว่าประสิทธิภาพของเชื้อราที่ศึกษานี้ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA 72 ชั่วโมง สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อราได้ทั้งหมด โดยยับยั้งมากกว่า 90% ทั่วจานเพาะเชื้อ

**คำสำคัญ:** โทโก้, บาซิลลัส, แบคทีเรีย, โรคฝักเน่า, ลาลีโอติฟโพลเดีย

## คำนำ

โทโท (*Theobroma cacao* L.) เป็นพืชสำคัญชนิดหนึ่งของโลก *Theobroma* เป็นวงศ์การปลูกมากในเขตร้อนภาค พืชสกุลในวงศ์นี้แพร่พันธุ์ได้สูงมากในเขตร้อนหลายชนิด หนึ่งในชนิดที่ผลิตโกโก้เป็นวัตถุดิบสำหรับการทำชocola คือ โทโท (โกโก้bean Fessetzhahn and Oltulira (1987) พบว่าเชื้อรา *Botryodiplodia theobromae* (syn. *L. theobromae*) สร้างโรคในพืชชocola และเข้าทำลายเนื้อเยื่อในเมล็ดโทโทเพื่อเป็นแหล่งอาหารสำหรับเจริญเติบโตของพืชซึ่งจะเป็นสาเหตุให้เมล็ดโทโทที่ปลูกพบผลอ่อน แต่เกิดโรยพันธุ์ *Bacillus* ด้วงในเมล็ดเชื้อราชนิดนี้ มีสาเหตุจากชีวิตของแมลงศัตรูพืช เนื่องจากเจริญเติบโตได้เร็วภายในเวลา 24-48 ชั่วโมง และสามารถสร้างสปอร์ที่ทนต่อสารพิษของยาฆ่าแมลง รวมถึงมีกลไกการออกฤทธิ์ที่สลับซับซ้อน (โทโท การสร้างสารพิษของเชื้อราที่พบในเมล็ดชocola และ การปนเปื้อนเชื้อราในเมล็ดชocola จากงานวิจัยของ Jacobsen et al., 2004) จึงควรวิจัยเพื่อพัฒนาระบบการตรวจสอบเชื้อราที่เป็นสาเหตุให้พืชโกโก้เกิดโรคและทดสอบการปนเปื้อนเชื้อราที่พบ รวมถึงศึกษาประสิทธิภาพของแบคทีเรียพันธุ์ *Bacillus* ในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคลำต้นของโทโท

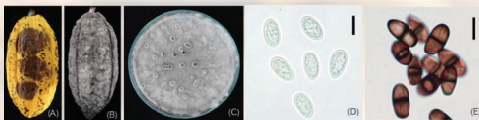


Fig. 1 Morphological characteristics of *L. theobromae* isolate CNT8.23 obtained from rot pods of *Theobroma cacao*. Disease symptoms on a pod 2 days after inoculation (A). The inoculated pod completely covered by the fungal mycelia 7 days after inoculation (B). The present of black conidiomata (white circle) (C). Colony appearance at 7 days old culture (D). Immature conidia (E). Mature conidia (F). Scale bars (D–F) = 20  $\mu$ m.

## เชื่อว่าสาเหตุโรคฟกเน่าของโกโก้

เชื้อรา *L. theobromae* ไอโซแลน CNT8.23 ที่แยกได้จากตัวอย่างไก่ที่ฟักนางจิงหัดกับกรรมวิธีรุกรานจากปากไก่โตเต็มวัยถูกใช้เพื่อศึกษาของเชื้อราตัวแสบในไก่ 1 ปี เชื้อราจากไก่โตเต็มวัยไปก่อโรคล้องกับบารายจากในหลายประเทศ ได้แก่ แคนาดา อินเดีย ฟลิปปินส์ มาเลเซีย และเปอร์โตริโก (Mbenou et al., 2000; Kannan et al., 2010; Altavinda and Gallema, 2017; Huda-Shakir et al., 2023; Puig, 2023) ที่ระบุเชื้อรา *L. theobromae* คือเชื้อราจากไก่ที่ผิดปกติมากที่สุด

[illegible]

จำแนกเชื้อราที่พบที่บริเวณที่ปลูกข้าวแบบผสมผสานสูงชันที่นครสวรรค์ 24 ชนิดเป็น 10% (๗ ชนิด/เชื้อรา) โดยที่จำแนกได้ 48 และ 72 ชนิด เป็นจำแนกเชื้อราของแบคทีเรีย 4 ชนิดเป็น 1% (๑ ชนิด/เชื้อรา) แต่ทั้งนี้จำแนกได้สารสกัดจากบริเวณที่ปลูกข้าวแบบผสมผสานสูงชันที่นครสวรรค์ โดยไม่ทราบถึงชนิดที่จำแนกได้กว่า 90% (Table 2) ลักษณะ germ tube ของเชื้อราที่พบและไม่มีปรากฏผลเป็นเชื้อราของแบคทีเรียที่พบที่บริเวณที่ปลูกข้าว 48 และ 72 ชนิด (Fig 3) สอดคล้องกับการศึกษาของ เอมสัน และแกม (2562) และ ชินธุพงศ์ และแกม (2566) ที่รายงานลักษณะการงอกของสปอร์ที่ผลิตกับเชื้อรา *Lasiodiplodia* sp. สาเหตุโรคเหี่ยวแห้งของลำต้นและโรค dieback ของผลตะขากุ้ง (เหี่ยวจากเชื้อราชนิดเดียวกัน) แตกต่างกับที่พบที่บริเวณที่ปลูกข้าว โดยไม่ทราบถึงชนิดที่จำแนกได้กว่าสามกลุ่มเนื่องจากพบการเจริญรูปที่พบที่บริเวณที่ปลูกข้าว Lipopteite และสารประกอบที่จำเพาะที่ก่อให้เกิดโรคเหี่ยวแห้งแบบระบบสัมผัสที่จำแนกได้หรือพบการตรวจพบเชื้อราชนิดและแปรผัน ซึ่งกระตุ่นให้ผลการตรวจของ (พลัง) (Kiang et al., 2016)

## ASU

แบคทีเรียปฏิชีวนะที่อายุ 72 ชั่วโมง สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราและสารก่อภูมิแพ้ของเชื้อราได้ดีที่สุด โดยแบคทีเรียปฏิชีวนะที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ดีที่สุดคือ *Amilomyces* โยไซเล *PNIO* และ *Amilomyces* โยไซเล DL9 ส่วนแบคทีเรียปฏิชีวนะที่สามารถยับยั้งการก่อสปอร์ของเชื้อราได้ดีที่สุดคือ *siamensis* โยไซเล DL7 อย่างไรก็ตาม เพื่อยืนยันผลการควบคุมโรคจำเป็นอย่างยิ่ง การศึกษาการควบคุมโรคในพืชต่อไปยังในขนาด

## ເອກສານອ້າງອີງ

[illegible]

## Abstract

The fungus *Lasiodiplodia theobromae* commonly infects cocoa pods during the harvesting period before entering the fermentation process. This study aimed to evaluate the effectiveness of antagonistic bacteria in inhibiting *L. theobromae*, the causal agent of post-harvest pod rot in cocoa, using the co-culture plate method. It was found that antagonistic bacteria cultured on PDA medium for 72 hours were most effective in inhibiting fungal mycelial growth. The antagonistic bacterium *Bacillus amylolyticus* isolate PNIO showed the highest inhibition rate at 64.29%, followed by *B. amylolyticus* isolate DL9 and *B. siamensis* isolate DL7, which inhibited fungal growth by 53.57% and 45.00%, respectively. These results were consistent with the inhibition of fungal spore germination, where antagonistic bacteria cultured under shaking conditions for 72 hours showed the highest efficacy, inhibiting fungal spore germination by more than 90% of all isolates.

**Keywords:** Cocoa, *Bacillus*, Bacteria, Pod rot, *Lasiodiplodia*

## อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียม cell suspension ของแบคทีเรียสปีชีส์ที่มีปริมาณ 1 g แล้วคนให้สิ่งในอาหาร  
Tryptic soy broth (TSB) ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ให้เป็นสาร 1, 24 และ 72 ชั่วโมง  
ที่แบคทีเรียสปีชีส์ที่มีเชื้ออาหารเหลวมีเวลาต่าง ๆ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร มาผสมกับ spore  
suspension ของเชื้อรา 10<sup>6</sup> spores/มิลลิลิตร ปริมาตร 50 มิลลิเมตร 10 นาที เพื่อ  
หยุดยั้งการทำงานของ PDA ให้เป็นลักษณะที่ง่าย 3 ชั่วโมง ด้วยวิธีนี้พบว่ามีเชื้อราเกิดในหลอด  
การทดลองของกรรมวิธีนี้และจะพบว่ามีจำนวนเชื้อราที่ลดลงเมื่อเวลาผ่านไปหลังจากนั้น  
ควรมีค่า germ tube จำนวนมากกว่าครึ่งหนึ่งของความกว้างของ (Gottlieb, 1978) มีจำนวน  
4-6 เท่า: 300 tube จำนวนนี้ขึ้นอยู่กับอัตราการงอกของสปอร์แต่ละหลอด (การประเมินการงอกของ  
สปอร์) (เชื้อรา) (%) = (สปอร์ที่งอกในหลอดควบคุม (%) - สปอร์ที่งอกในหลอดทดสอบ) / สปอร์  
ที่งอกในหลอดควบคุม (%) \* 100

**Table 1** Mycelial growth inhibition of *L. theobromae* isolate CNT823 by *B. siamensis* isolate DL7, *B. amyloliquefaciens* isolate DL9 and *B. amyloliquefaciens* isolate PN10 incubated for 1, 24, 48 and 72 hr on co-culture plates

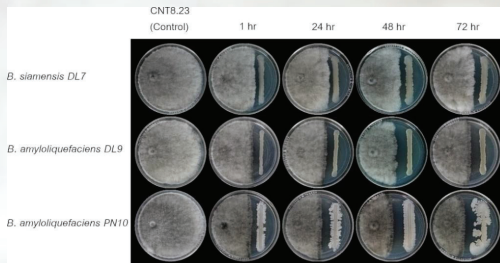
| Antagonistic bacteria            | Mycelial growth inhibition % |                    |                    |                    | Inhibition zone (cm) |                   |                   |                   |
|----------------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                                  | 1 h                          | 24 h               | 48 h               | 72 h               | 1 h                  | 24 h              | 48 h              | 72 h              |
| <i>B. siamensis</i> DL7          | 39.11 <sup>a</sup>           | 39.64 <sup>a</sup> | 42.14 <sup>a</sup> | 45.00 <sup>a</sup> | 0.73 <sup>a</sup>    | 0.78 <sup>a</sup> | 0.95 <sup>a</sup> | 1.15 <sup>a</sup> |
| <i>B. amyloliquefaciens</i> DL9  | 42.14 <sup>a</sup>           | 46.43 <sup>a</sup> | 51.07 <sup>b</sup> | 53.57 <sup>b</sup> | 0.95 <sup>a</sup>    | 1.25 <sup>a</sup> | 1.58 <sup>a</sup> | 1.75 <sup>a</sup> |
| <i>B. amyloliquefaciens</i> PH10 | 43.57 <sup>a</sup>           | 52.14 <sup>a</sup> | 59.29 <sup>b</sup> | 64.29 <sup>b</sup> | 1.05 <sup>a</sup>    | 1.65 <sup>a</sup> | 2.15 <sup>a</sup> | 2.50 <sup>a</sup> |
| CV %                             | 6.13                         | 13.29              | 14.79              | 15.55              | 19.65                | 30.0              | 33.8              | 32.8              |

<sup>a-c</sup> Different superscript letters within each column are significantly different by DMRT ( $p < 0.05$ ).

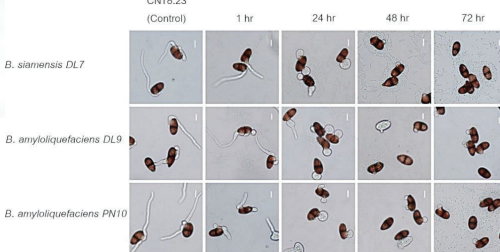
**Table 2** Inhibition of *L. theobromae* isolate CNT8.23 spore germination after inoculation of bacterial cell suspension of *B. siamensis* isolate DL7, *B. amyloliquefaciens* isolate DL9 and *B. amyloliquefaciens* isolate PN10 aged 1, 24, 48 and 72 hr.

| Antagonistic bacteria            | Spore germination inhibition (%) |                   |                    |                    | Bacterial cell count (cfu/ml) |                     |                     |                     |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                                  | 1h                               | 24 h              | 48 h               | 72 h               | 1 h                           | 24 h                | 48 h                | 72 h                |
| <i>B. siamensis</i> DL7          | 3.74 <sup>a</sup>                | 81.0 <sup>a</sup> | 93.86 <sup>a</sup> | 97.91 <sup>a</sup> | 5.4x10 <sup>5</sup>           | 9.8x10 <sup>5</sup> | 7.9x10 <sup>5</sup> | 4.9x10 <sup>5</sup> |
| <i>B. amyloliquefaciens</i> DL9  | 75.7 <sup>b</sup>                | 4.85 <sup>b</sup> | 92.96 <sup>b</sup> | 92.47 <sup>b</sup> | 3.4x10 <sup>5</sup>           | 8.9x10 <sup>5</sup> | 5.0x10 <sup>5</sup> | 3.9x10 <sup>5</sup> |
| <i>B. amyloliquefaciens</i> PN10 | 112.7 <sup>a</sup>               | 13.5 <sup>b</sup> | 79.52 <sup>b</sup> | 90.46 <sup>b</sup> | 3.1x10 <sup>5</sup>           | 8.0x10 <sup>5</sup> | 4.7x10 <sup>5</sup> | 3.9x10 <sup>5</sup> |
| CV (%)                           | 46.56                            | 66.98             | 10.84              | 4.06               | 31.52                         | 10.11               | 28.49               | 13.64               |

<sup>a-c</sup> Different superscript letters within each column are significantly different by DMRT ( $p < 0.05$ ).



**Fig. 2** Antagonistic effects of *B. siamensis* isolate DL7, *B. amyloliquefaciens* isolate DL9 and *B. amyloliquefaciens* isolate PN10 at 1, 24, 48 and 72 h old culture on the growth of *L. theobromae* isolate CNTB.23 for 3 days.



**Fig. 3** Antagonistic effects of *B. siamensis* isolate DL7, *B. amyloliquefaciens* isolate DL9 and *B. amyloliquefaciens* isolate PN10 at 1, 24, 48 and 72 h old culture on the spore germination of *L. theobromae* CNT8.23 for 3 h under light microscope with 400x magnification. Scale bar = 10 µm



## อิทธิพลของเชื้อและอาหารทางเลือกต่อการเจริญเติบโต และการขยายพันธุ์ของแมลงทางหนึบสีดำ

## Influence of Prey and Alternative Foods on Development and Reproduction of Predaceous Black Earwigs *Chelisoches morio* Fabricius (Dermaptera: Chelisochidae)

นางชนิดา ตะพานน้อย<sup>a,b</sup>, วิกันดา รัตนพันธ์<sup>b</sup>

<sup>a</sup>คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี สุราษฎร์ธานี 84001

<sup>b</sup>คณะนวัตกรรมการเกษตร ประมง และอาหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี สุราษฎร์ธานี 84000



## บทคัดย่อ

**แมลงหางหนีปลีดำ** *Chelisoches morio* Fabricius (Dermoptera: Chelisochidae) เป็นศัตรูธรรมชาติที่สำคัญของแมลงศัตรูพืชอย่างแพร่หลาย *Brontispa longissima* Gestro (Coleoptera: Hispidae) รวมทั้งแมลงศัตรูพืชชนิดอื่นๆ การศึกษาอิทธิพลของเหยื่อและอาหารทางเลือกต่อการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของแมลงหางหนีปลีดำ *C. morio* โดยใช้อาหารที่แตกต่างกัน คือ 1) แมลงดำหนามแพร่ *B. longissima* 2) ไข่ปลีข้าวสาร *Coryca cephalanota* Stain (Lepidoptera: Pyralidae) 3) อาหารแมว 4) อาหารปลาสด 5) ไข่ปลีข้าวสาร+อาหารแมว 6) ไข่ปลีข้าวสาร+อาหารปลาสด ผลการศึกษาพบว่า อาหารที่เหมาะสมคืออาหารเพาะเลี้ยงแมลงหางหนีปลีดำ *C. morio* คือ อาหารปลาสด เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยสั้นที่สุด มีจำนวนครั้งของการวางไข่และปริมาณไข่ที่วางได้ต่อสัปดาห์มากที่สุด นอกจากนี้ยังให้วันบ่มเพาะเพศเมียในชุดปฏิสนธิ์มากที่สุด และมีค่า sex ratio ที่ดีที่สุด

**คำสำคัญ :** แผลงตำหนามมะพร้าว, ฝัเสื้อข้าวสาร, หนอนหัวดำมะพร้าว, หนอนกินจั่นมะพร้าว

## คำนำ

แมลงดำหนามมะพร้าว *Brontispa longissima* Gestro (Coleoptera: Hispidae) เป็นศัตรูพืชที่สำคัญมากชนิดหนึ่งของมะพร้าว ซึ่งเป็นแมลงศัตรูพืชต่างถิ่นที่รุกรานแพร่หลายในหลายพื้นที่ของประเทศไทย กทำลายตัวใบของมะพร้าว โดยทั้งตัวเต็มวัย และตัวอ่อนอาศัยอยู่ในใบอ่อนที่ยังไม่คลี่ของมะพร้าวและเกาะกินผิวใบมะพร้าวที่ถูกทำลายเมื่อใบคลี่ออกจะกระแทกขึ้นที่ตาของผลและซ่อนตัวในใบอ่อนที่พับอยู่ แล้ววางไข่เป็นยอจนยอดอ่อนแตกออกหลังจากใบคลี่ออกแล้ว ทำให้ยอดอ่อนของมะพร้าวจะงักการเจริญเติบโต (เดลี และ วีธีร์, 2547) การระบาดอย่างรุนแรงจากตัวห้ำมะพร้าวตาดี แสงแดดท่าหมามะพร้าวมีแมลงศัตรูธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมได้ เช่น แตนเบียน *Ascodes hispinarum* (Hymenoptera: Eulophidae) กทำลายหน่อและยอดด้านหนามมะพร้าว และแตนเบียน *Tetrastichus brontispae* (Hymenoptera: Eulophidae) กทำลายด้วงและยอดด้านหนามมะพร้าว นอกจากนี้ยังมีการใช้แมลงหางหนีบสีดำ *Chelisoches morio* (Fabricius) (Dermaptera: Chelisochidae) (น้ำผึ้ง, 2552) อย่างไรก็ตาม การเพาะเลี้ยงแมลงหางหนีบสีดำเพื่อนำมาใช้ในการควบคุมยอดด้านหนามมะพร้าวยังประสบปัญหา เนื่องจากแมลงหางหนีบสีดำที่นำมาทำการผสมชาตินี้ยังไม่มีความรู้ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ทางวิจัยนี้มีการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ยีสต์ที่มีคุณค่าสารอาหารและอาหารปลาตก เป็นอาหารในการเพาะเลี้ยงแมลงหางหนีบสีดำ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการใช้ในการขยายพันธุ์แมลงหางหนีบสีดำให้มีปริมาณมากเพียงพอต่อการนำมาใช้ควบคุมยอดด้านหนามมะพร้าว



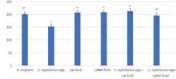
## ผลการทดลอง

ผลการศึกษาระยะเวลาในการเจริญเติบโตของแมลงหางหนีบสีดำ *C. morio* ที่เลี้ยงด้วยอาหารแต่ละชนิด ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย ระหว่าง 47.33-48.87 วัน (Table 1)

**Table 1** Mean duration in days for each instar of *C. morio* reared on different diets

| Treatment                                 | Instar 1                  | Instar 2                  | Instar 3                  | Instar 4                  | Total                     |
|-------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <i>B. longissima</i>                      | 12.10 ± 0.22 <sup>a</sup> | 10.80 ± 0.25 <sup>b</sup> | 13.15 ± 0.25 <sup>c</sup> | 22.90 ± 0.32 <sup>d</sup> | 58.95 ± 0.67 <sup>e</sup> |
| <i>C. cephalonica</i> eggs                | 9.75 ± 0.16 <sup>a</sup>  | 9.37 ± 0.25 <sup>a</sup>  | 10.90 ± 0.30 <sup>a</sup> | 17.75 ± 0.27 <sup>a</sup> | 47.57 ± 0.40 <sup>a</sup> |
| cat food                                  | 10.13 ± 0.17 <sup>a</sup> | 10.63 ± 0.56 <sup>a</sup> | 15.15 ± 0.47 <sup>a</sup> | 18.10 ± 0.25 <sup>a</sup> | 54.00 ± 0.74 <sup>a</sup> |
| catfish food                              | 7.73 ± 0.14 <sup>a</sup>  | 10.13 ± 0.41 <sup>a</sup> | 12.21 ± 0.29 <sup>a</sup> | 17.21 ± 0.19 <sup>a</sup> | 47.35 ± 0.47 <sup>a</sup> |
| <i>C. cephalonica</i> eggs + cat food     | 8.87 ± 0.22 <sup>a</sup>  | 10.67 ± 0.40 <sup>a</sup> | 12.03 ± 0.24 <sup>a</sup> | 17.86 ± 0.31 <sup>a</sup> | 48.87 ± 0.80 <sup>a</sup> |
| <i>C. cephalonica</i> eggs + catfish food | 8.57 ± 0.21 <sup>a</sup>  | 11.37 ± 0.44 <sup>a</sup> | 12.14 ± 0.27 <sup>a</sup> | 17.21 ± 0.24 <sup>a</sup> | 48.80 ± 0.83 <sup>a</sup> |

ช่วงระยะเวลาสั้นกว่า การเลี้ยงด้วยแมลงดำ  
หนามเขี้ยวและอาหารปลาถูกอย่างเดียว  
54.00-58.93 วัน ภายใต้มันเต็มพหุคูณ  
แมลงหางหนีปลิด้า *C. morio* ที่ถูกเลี้ยงด้วย  
ผีเสื้อข้าวสารจะอาหารปลาถูกอาหารปลา  
ด้าหนามเขี้ยวและผีเสื้อข้าวสารจะอาหาร  
รสปลาถูก มีอายุขัยของตัวเต็มวัยเพศผู้เฉลี่ย  
18160-20233 วัน ในขณะที่การเลี้ยงด้วยอาหาร  
แมลงและผีเสื้อข้าวสาร *C. cephalonica* อายุขัยของ  
ตัวเต็มวัยเพศผู้มีอายุเฉลี่ยน้อยกว่าคือ 13208-15950  
วัน (Figure 1).



**Figure 1** Lifespan duration of adult male *C. morio* reared on different diets

**ສຽງ**

จากผลการศึกษาอิทธิพลของเชื้อและอาหารทางเลือกต่อการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของแมลงหางหนีบสีดำ *C. morio* สามารถสรุปได้ว่า อาหารที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงแมลงหางหนีบสีดำ *C. morio* คืออาหารปลา ตู๋ เนื่องจากกระเพาะเปลี่ยนแปลงของแมลงหางหนีบสีดำ *C. morio* ใช้ระยะเวลาน้อยที่สุด 4 วันจนครบวงจรการขยายพันธุ์และเปลี่ยนแปลงขนาดของแมลงหางหนีบสีดำ *C. morio* ให้เป็นแมลงหางหนีบสีเหลืองเป็นปริมาณมากพอที่จะนำไปสู่การศึกษาด้านอื่นๆ

นอกจากนี้ อาหารปลาดุกมีราคาถูกกว่าอาหารแมวคือกิโลกรัมละ 26 บาทและหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด ส่วนอาหารแมวมีราคากิโลกรัมละ 105 บาท และไข่ไก่สีขาวสดคุณภาพดีกิโลกรัมละ 1,000 บาท (ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านเครื่องจักรกลและนวัตกรรม, unpublished data) ซึ่งจากการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตของหน่วยบางกรมส่งเสริมการเกษตรทั้ง 4 อำเภอแล้วเลี้ยงแมลงทางหนังสือ *C. morio* คือ 0.50 บาทต่อตัว เมื่อคำนวณกับค่าการเลี้ยงตัวอาหารปลาดุกต้นทุนเลี้ยงและค่าของหนังสือ *C. morio* อยู่ที่ 0.34 บาทต่อตัว ดังนั้นอาหารปลาดุกเหมาะสมแก่การนำมาเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณแมลงทางหนังสือ *C. morio*

## Abstract

The black earwig *Chelisoches morio* Fabricius (Dermaptera: Chelisochidae) is an important natural enemy of coconut leaf beetle *Brontispa longissima* Gestro (Coleoptera: Hispidae) and other insect pests of coconut. This study investigated the influence of prey and alternative food sources on the development and reproduction of *C. morio* using six different diets including 1) *B. longissima* 2) eggs of *Coryca cephalonica* Stain (Lepidoptera: Pyralidae) 3) cat food 4) catfish food 5) eggs of *C. cephalonica*-cat food and 6) eggs of *C. cephalonica*-catfish food. The results presented that Results presented that catfish food is the most suitable diet for rearing *C. morio* with the shortest development time, highest number of egg laid, total number of egg in their lifespans, number of female offspring and balance sex ratio.

**Keyword :** *Brontispa longissima*, *Corcyra cephalonica*, *Opisina arenosella*, *Tirathaba rufivenga*

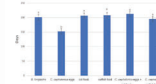
## อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมแปลงทางเหนือสีดำ  
*C. morio* เก็บแปลงทางเหนือสีดำ  
*C. morio* จากแปลงมะพร้าวในพื้นที่อำเภอเมือง และอำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี นำมาเพาะเลี้ยงด้วยอาหารแบคทีเรียผสมจาก:
  2. การเตรียมแปลงดำหมกมะพร้าว  
*B. longissima* โดยใช้ฟองแพ้น้ำจืดจากศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านอารักขาพืช จังหวัดสุราษฎร์ธานี

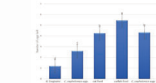
ศึกษาการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของแมลงหางหนีบสีดำ *C. morio* เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารแต่ละชนิด



ทำการศึกษากลุ่มละ 30 ตัว ให้อาหาร ปริมาณ 0.01 กรัมต่อวัน ซึ่งน้ำหนักอาหาร แต่ละชนิด เปลี่ยนอาหารทุกวัน โดยใส่ดิน ร่วนละเอียดที่ไม่มีเศษหินหรือปูนปริมาณ 30 กรัมช้อนน้ำให้ความชุ่มชื้นในดินโดยให้ความชื้นในดินอยู่ที่ 70:10%



**Figure 2** Lifespan duration of adult female *C. morio* reared on different diets



**Figure 3** Number of times *C. morio* female reared on different diets laid eggs

อายุขัยของตัวเต็มวัยเพศเมียแมลงหางหนี  
สีดำ *C. morio* ที่ถูกเลี้ยงด้วยไข่มดเชื้อข้าวสาร+  
อาหารแมว อาหารปลาตาก อาหารแมว แมลงดำ  
หนามมะพร้าว และไข่มดเชื้อข้าวสาร+อาหารปลาตากมี  
อายุเฉลี่ย 194.91-213.94 วัน ในขณะที่การเลี้ยง  
ด้วยไข่มดเชื้อข้าวสาร ตัวเต็มวัยเพศเมียมีอายุน้อย  
ที่สุดเฉลี่ย 152.39 วัน (Figure 2)

โดยพบว่าความเสี่ยงด้วยอาหารปลาตุ๋น แผลงหางหนีบสีดำ *C. morio* มีจำนวนครั้งในการวางไข่มากที่สุด คือ 5.44 ครั้ง ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอาหารชนิดอื่น และการเลี้ยงด้วยไข่ฝั่เลื้อยขาวสารอาหารปลาตุ๋นมีค่าเฉลี่ยในการวางไข่ของเพศเมียน้อยที่สุด คือ 4.27 ครั้ง (Figure 3)

จากการศึกษาของภัทรวรรณของอาหารปลาสด พบพบโปรตีนในโปรตีน 32 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับอาหารหมักเป็นปริมาณใกล้เคียงกันคือ 30% โดยโปรตีนในเนื้อสัตว์ประมาณ 30% ในอาหารเจริญเติบโตของแมลง และปริมาณในน้ำ 9 เปอร์เซ็นต์ เท่ากับอาหารหมัก ซึ่งอยู่ในทำนองนี้กับประเด็นของแหล่งเคลื่อนย้ายอาหารคือปลาในบ่อเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของโรงงาน และใช้โปรตีนเป็นต้นสำหรับการศึกษาเรื่องใด ๆ ในปลาเช่นเดียวกัน และสร้างรายได้ ผลจากการจัดการดูแลอย่างมีประสิทธิภาพในการออกจากรัง ในขณะนั้นคือใช้ตัวอาหารโปรตีนในโปรตีน 12 – 118 mg/L และมีแนวโน้มในหลายปีในบ่อของภัทรวรรณ (Zhang et al., 2024) แต่อย่างไรก็ตาม มีผู้สนใจว่าสารที่มีในบ่อประมงสามารถปลาเลี้ยงและได้ถูกพบ (Ali et al., 2023) เมื่อพิจารณาจากธรรมชาติของการศึกษาประเภทนี้ที่มองถึงในแง่ของกรณีศึกษาเกี่ยวกับแมลงทางอาหารใน *C. morio* ที่พบว่าผู้ที่มีผลใช้สารที่มีปัญหามลพิษในบ่อประมง เพราะพบว่ามีบางชนิดของอาหารที่มี และปริมาณในน้ำที่ต่ำรองลงมาจากกรณีศึกษานี้ด้วยและตามพบว่าผู้ที่มีหน้าที่ดูแล

## เอกสารอ้างอิง

เฉลิม สัตยเทพ และสุจิตต์ สมบุญ. (2547). แลงซันตามพาราสิตร่วมพิจารณาถึงผลกระทบทางนิเวศวิทยาของปรสิตต่อประชากรของโฮสต์ในนิเวศการเกษตรและการพัฒนาของโฮสต์ในนิเวศเมือง. กรุงเทพฯ: สภาวิจัยและส่งเสริมสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์. 1-10.

ปิ่นแก้ว มณีรัตน์ (2552). แลงซันตากับ Chalcididae (Hymenoptera: Chalcidoidea). Fabricius (Diptera: Chalcidoidea). 5 ธันวาคม แลงซันตามพาราสิตร่วมพิจารณาถึงผลกระทบทางนิเวศวิทยาของโฮสต์ในนิเวศการเกษตรและการพัฒนาของโฮสต์ในนิเวศเมือง. กรุงเทพฯ: สภาวิจัยและส่งเสริมสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์. 1-10.

Ali, S., Peng, J., Liang, J.-J., Huang, C., Xie, Y.-H., and Wang, X. (2023). Changes in life history parameters and transcriptome profile of *Serangium laticarpum* associated with feeding on *Benincasa hispida* (Bentham) (Cucurbitaceae) and *Corchorus cephalanthus* (L.) BMC Genomics, 24:112

Zhang, Y., Zhu, W., Mei, J., Fan, R., Wang, J., and Zhang, J. (2024). Parasitoid fitness quality of *Corchorus cephalanthus* (Stainton) (Diptera: Cecidomyiidae) and its impact on host storage. Journal of Asia-Pacific Entomology, 27, 102207

## การวิเคราะห์ข้อมูลสารเมตาบอไลต์โดยรวมของสารประกอบกลุ่มฟลาโวนอยด์และควิโนน (รงควัตถุให้สี) ในข้าวสรรพลี 3 สายพันธุ์โดยใช้เทคนิคลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรีด้วยเทคโนโลยีเมตาบอไมกส์ METABOLITE PROFILE FLAVONOIDS COMPOUND AND QUINONES (PIGMENTED SUBSTANCES)

IN 3 VARIETIES OF RAINBOW RICE USING LIQUID CHROMATOGRAPHY - MASS SPECTROMETRY-BASED METABOLOMICS

ธีรพันธุ์ สิงขรศักดิ์ \*\*, อภิชาติ วรณวิจิตร\*, พิชาย อนุรัตน์\*

Teeranpan Singhkan \*\*, Apichat Vanavichit\*, Piched Anuradom\*

\*ภาควิชาวิทยาศาสตร์กายภาพและวัสดุศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม รหัสไปรษณีย์ 73140

\*ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม รหัสไปรษณีย์ 73140

\*Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

\*Rice Science Center, Kasetsart University, Nakhon Pathom, Thailand

\* Corresponding author. E-mail address: teeranpan021139@gmail.com, faaspc@ac.ku.th

### บทคัดย่อ

การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวให้มีความหลากหลายและเพิ่มคุณค่าของข้าวเป็นจุดประสงค์หลักของการวิจัยสายพันธุ์ข้าวสรรพลี (RB) มีสารอาหารที่จำเป็นแตกต่างกันออกไปอย่างมีนัยสำคัญจากข้าวสีเขียวซึ่งจะประกอบด้วย คอลโรฟิลล์และแอนโทไซยานินในข้าวสรรพลีและไม่มีสีที่กลายพันธุ์ คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาระดับโมเลกุลของข้าวสรรพลี มีวัตถุประสงค์ในการวิจัยนี้เพื่อหาสารเมตาบอไลต์กลุ่มฟลาโวนอยด์และควิโนน เพื่ออธิบาย การเปลี่ยนแปลงของการแสดงออกของสีระหว่างข้าวสรรพลี 1<sup>st</sup> และข้าวสรรพลี 2<sup>nd</sup> ในข้าวสรรพลี การศึกษาจะใช้ข้าวสรรพลีที่มีอายุ 85-90 วัน (ระยะแตกกอเต็มที่แล้ว) โดยเก็บตัวอย่างแบ่งเป็นข้าวสรรพลี 1<sup>st</sup> และ ข้าวสรรพลี 2<sup>nd</sup> และใช้เทคนิค Liquid Chromatography Orbitrap Mass Spectrometry ข้าวสรรพลีสายพันธุ์ (RB01 Cherry red) (RB03 Pink-White-Green) (RB05 White Green) ผลการศึกษาพบว่าสารเมตาบอไลต์ ที่ให้สีที่พบจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ Flavonoids และ Quinones กลุ่ม Flavonoids จะประกอบด้วย Naringenin เป็นส่วนประกอบของ Anthocyanin ในข้าวสรรพลี 1<sup>st</sup> และในข้าวสรรพลี 2<sup>nd</sup> ในข้าวสรรพลี (RB01, RB03, RB05) ปริมาณ Naringenin จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในข้าวสรรพลี 2<sup>nd</sup> กลุ่ม Quinones จะประกอบด้วย Alizarin (Red), Embelin (Orange), Rhein (Yellow) ในข้าวสรรพลี 1<sup>st</sup> และในข้าวสรรพลี 2<sup>nd</sup> ในข้าว สรรพลี (RB01, RB03) ปริมาณ Alizarin และ Embelin จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในข้าวสรรพลี 2<sup>nd</sup> ข้าวสรรพลี RB05 จะพบสารเหล่านี้ปริมาณน้อย Rhein ในข้าวสรรพลี 1<sup>st</sup> และในข้าวสรรพลี 2<sup>nd</sup> ในข้าว สรรพลี (RB01, RB03) ปริมาณ Rhein จะลดลงเล็กน้อยในข้าวสรรพลี 2<sup>nd</sup> ข้าวสรรพลี RB05 จะพบสารเหล่านี้ปริมาณน้อยมาก

**คำสำคัญ:** ข้าวสรรพลี, สารเมตาบอไลต์, สารควิโนน, ฟลาโวนอยด์, อะลิซาริน

### คำนำ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการจำแนกสารเมตาบอไลต์กลุ่มรงควัตถุที่สร้างขึ้นภายในข้าว เนื่องจากข้าวสรรพลีมีการพัฒนาสายพันธุ์จากข้าวใน สีเขียวปกติให้มีสีส้มออกจาสีเขียว เช่น สีชมพู สีขาว โดยมีวัตถุประสงค์ในการเพิ่มมูลค่าสายพันธุ์ข้าวให้สามารถใช้งานได้ทุกส่วนนอกเหนือจาก การกินเมล็ด ข้าวสรรพลีเป็นงานวิจัยซึ่งทำการปลูกในช่วงฤดูหนาว (ตุลาคม 2566 – มกราคม 2567) อายุเก็บเกี่ยว: ข้าวประมาณ 85 – 90 วัน โดยจะทำการเก็บตัวอย่างข้าวข้าวสรรพลี 1<sup>st</sup> และข้าวสรรพลี 2<sup>nd</sup> เนื่องจากงานวิจัยต้องการหาความเปลี่ยนแปลงของ สารเมตาบอไลต์ที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีในข้าวสรรพลี 1 และ 2 มีการเจริญเติบโตที่มีสีส้มที่ชัดเจนในการเปรียบเทียบ ระหว่างใบจึงเหมาะต่อการนำมาวิจัย

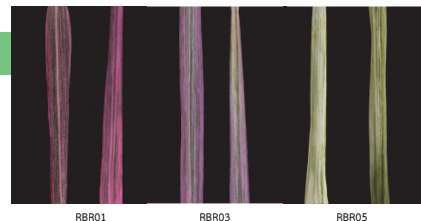


Fig. 1 ข้าวสรรพลี 1<sup>st</sup> (ซ้าย), 2<sup>nd</sup> (ขวา)



ศาสตราจารย์ ดร.อภิชาติ วรณวิจิตร และศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ได้พัฒนาสายพันธุ์ ข้าวให้มีลักษณะทางพันธุกรรมที่แสดงออกแตกต่างจากข้าวปกติ ซึ่ง ข้าวสรรพลีเป็นสายพันธุ์ที่ปรับปรุงสายพันธุ์ข้าวให้ให้เมล็ดสีส้มในสี หากหลาย สายงาน เพื่อใช้สำหรับปลูกประดับ และมีปริมาณสาร ต้านอนุมูลอิสระที่สะสมในใบสูง เพื่อนำไปใช้ร่วมกับข้าวปลูกเชิงนิเวศ การ

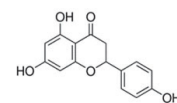


Fig. 2 Chemical structure of Naringenin (Shen, 2009)

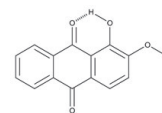


Fig. 4 Chemical structure of Alizarin (Red) (Manoharan, Lee, Kim, & Lee, 2017)

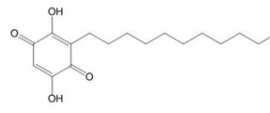


Fig. 6 Chemical structure of Embelin (Orange) (Ko et al., 2018)

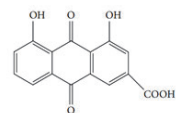


Fig. 8 Chemical structure of Rhein (Yellow) (Zhou et al., 2015)

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

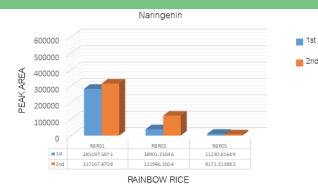


Fig. 3 ค่าเฉลี่ยปริมาณ Naringenin ในข้าวสรรพลี RB01, RB03, RB05

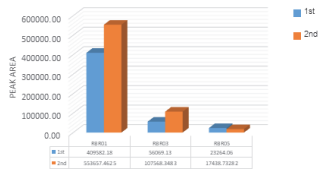


Fig. 5 ค่าเฉลี่ยปริมาณ Alizarin ในข้าวสรรพลี RB01, RB03, RB05

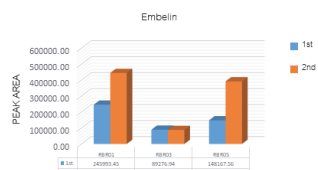


Fig. 7 ค่าเฉลี่ยปริมาณ Embelin ในข้าวสรรพลี RB01, RB03, RB05

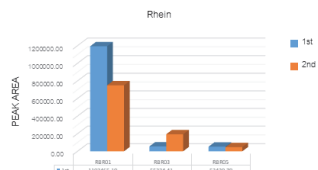


Fig. 9 ค่าเฉลี่ยปริมาณ Rhein ในข้าวสรรพลี RB01, RB03, RB05

### ขั้นตอนการทดลอง

#### การเตรียมตัวอย่าง

- เก็บข้าวสรรพลีในข้าวสรรพลี 1<sup>st</sup> และ ข้าวสรรพลี 2<sup>nd</sup>
- นำข้าวสรรพลีที่ทำการเก็บมาในเครื่องหมักรวบรวมข้าวออกให้ใช้เครื่อง Lyophilizer Freeze Dryer
- นำข้าวสรรพลีที่แห้งแล้วมาบดด้วยเครื่องบดบด 0.5 – 1.0 เซนติเมตร จากนั้นทำการบดในด้วย เครื่อง Ball mill จนไม่มีลักษณะละเอียดเป็นผง
- อ้างอิงวิธีการสกัดโดยใช้วิธีการของ (Szymanowska, 2015)

#### การเตรียมเครื่องมือวิเคราะห์ (Method Settings)

- การเตรียมเครื่อง Ultra Performance Liquid Chromatography mass spectrometer (UHPLC-MS) (รุ่น Ultimate3000, ที่ใช้ DIONEX) Method Duration (min): 20, Ion Source: Ion Source Type H-ESI, Positive Ion (V) 3500, Negative Ion (V) 2500, Ion Transfer Tube Temp (°C) 333, Vaporizer Temp (°C) 317
- MS Global Settings: Infusion Mode Liquid Chromatography, Expected LC Peak Width (s) 6
- MS Scan: Detector Type Orbitrap, Orbitrap Resolutions 30000, Scan Range (m/z) 50-800, Mass Range 100-1500

#### เอกสารอ้างอิง

- Ka, J. H., Lee, S. G., Yang, W. M., Um, J. Y., Sethi, G., Mishra, S., ... Ann, K. S. (2018). The Application of Embelin for Cancer Prevention and Therapy. *Molecules*, 23(3). doi:10.3390/molecules23030621
- Manoharan, R. K., Lee, J. H., Kim, Y. G., & Lee, K. (2017). Alizarin and Chrysin Inhibit Biofilm and Hyphal Formation by *Candida albicans*. *Front Cell Infect Microbiol*, 7, 447. doi:10.3389/fcimb.2017.00447
- Shen, Y. (2009). Total phenolics, flavonoids, antioxidant capacity in rice grain and their relations to grain color, size and weight. *Journal of Cereal Science*, 49(1), 106-111. doi:10.1016/j.jcs.2008.07.010
- Szymanowska, U., Zlotek, U., Karas, M., & Baranik, B. (2015). Anti-inflammatory and antioxidant activity of anthocyanins from purple basil leaves induced by selected abiotic elicitors. *Food Chem*, 172, 71-77. doi:10.1016/j.foodchem.2014.09.043
- Zhou, Y. X., Xia, W., Yue, W., Peng, C., Rahman, K., & Zhang, H. (2015). Rhein: A Review of Pharmacological Activities. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2015, 578107. doi:10.1155/2015/578107

### สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

จากการศึกษาสารเมตาบอไลต์ที่ให้สีในข้าวสรรพลี RB01(ชมพู), RB03(ชมพูขาวเขียว),RB05(ขาวเขียว) ด้วยเทคนิค Liquid Chromatography - Orbitrap Mass Spectrometry พบว่ามีกลุ่มสารเมตาบอไลต์ที่ให้สี ประกอบด้วยกลุ่มฟลาโวนอยด์ซึ่งพบNaringenin กลุ่มQuinones จะพบ Alizarin, Embelin, Rhein ซึ่งสารเมตาบอไลต์เหล่านี้จะมีลักษณะบ่งชี้การแสดงออกของสีในข้าวสรรพลีซึ่งมีแนวโน้มส่วนใหญ่ไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ใน ข้าวสรรพลี (RB01) ซึ่งมีแอนโทไซยานินที่ในข้าวสรรพลี 1<sup>st</sup> และในข้าวสรรพลี 2<sup>nd</sup> จะพบกลุ่มสารเมตาบอไลต์ที่มีปริมาณมาก ในส่วนของข้าวสรรพลีที่มีแอนโทไซยานินที่น้อย (RB03)ซึ่งในข้าวสรรพลี 1<sup>st</sup> และในข้าวสรรพลี 2<sup>nd</sup> จะพบกลุ่มสารเมตาบอไลต์ที่มีปริมาณอยู่ในระดับปานกลางในข้าวสรรพลีที่มีแอนโทไซยานินที่น้อยและในข้าวสรรพลีที่มีแอนโทไซยานินที่น้อยจะพบกลุ่มสารเมตาบอไลต์ที่มีปริมาณอยู่ในระดับปานกลางในข้าวสรรพลีที่มีแอนโทไซยานินที่น้อย การศึกษาในครั้งนี้จะช่วยให้ทราบถึงความแตกต่างของการพัฒนาสายพันธุ์ข้าวให้มีความหลากหลายทางสายพันธุ์และช่วยอธิบายความแตกต่างของการแสดงออกของสีในข้าวสรรพลีที่มีสีที่แตกต่างกันจากข้าวปกติได้อย่างชัดเจน

ติดต่อเพิ่มเติม



Facebook ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว Rice Science Center  
Call: 064-7676964 E-mail: teeranpan021139@gmail.com



# การศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์จากผลิตภัณฑ์เปลือกไข่ต่อการเจริญเติบโตของเมล่อน

## Investigating the utilization approach of eggshell products on the growth of melon

อัศรเดช คุ้มทอง<sup>a</sup>, นภาพร พันธุ์มลิลา<sup>b</sup>, เกียรติศักดิ์ สมนศรี<sup>c</sup>

<sup>a</sup>ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

\*Corresponding author. E-mail address: agrmp@ku.ac.th

### บทคัดย่อ

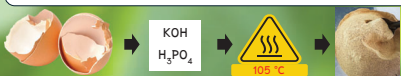
ผลิตภัณฑ์เปลือกไข่ (eggshell products: ESP) มีโพแทสเซียม (K) สูง แต่มี pH และ EC สูงด้วย งานวิจัยนี้จึงศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์จาก ESP และอัตราการใช้ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเมล่อน ทำการบ่ม ESP กับชุดดินน้ำพอง (Grossarenic Haplustalfs) ในอัตรา 0%, 25%, 50%, 75%, และ 100% ของปริมาณ K ที่แนะนำสำหรับเมล่อน พบว่าเมื่อใช้ในอัตราสูงเช่นค่า pH และ EC สูงขึ้นจนไม่เหมาะสมต่อพืช จากนั้นจึงกำหนดอัตรา ESP เพื่อปลูกเมล่อนไม่เกิน 50% ร่วมกับการใช้ ESP/K<sub>2</sub>O (%) อัตรา 0/0, 12.5/87.5, 25/75, 37.5/62.5, 50/50 และ 0/100 พบว่าอัตรา ESP/K<sub>2</sub>O สูงขึ้นส่งผลต่อ pH และ EC เพิ่มขึ้น และส่งผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูง และน้ำหนักแห้งของเมล่อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยอัตรา 25/75 และ 37.5/62.5 สามารถใช้เป็นแหล่ง K ได้เนื่องจากมีการเจริญเติบโตส่วนใหญ่ไม่แตกต่างจาก 0/100 ทั้งนี้การใช้ ESP เพื่อการปลูกเมล่อนที่ต้องการธาตุอาหารสูงในดินทรายควรหาแนวทางการใช้ที่เหมาะสมต่อไป เนื่องจากเมล่อนเริ่มเหี่ยวเฉาและทยอยตายลงหลัง 56 วันของการย้ายปลูก

**คำสำคัญ** : ผลิตภัณฑ์เปลือกไข่, เมล่อน, โพแทสเซียม, ดินทราย

### คำนำ

•ภายใต้การศึกษานี้เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับการเกษตรจากเปลือกไข่โรงพักที่สนับสนุนนโยบายโมเดลเศรษฐกิจ BCG

•เปลือกไข่ที่เหลือจากอุตสาหกรรมโรงพักไข่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 65.5 ล้านตันต่อปี และคาดการณ์เพิ่มขึ้นทั่วโลก



•ช่วยลดปริมาณขยะเปลือกไข่แก้ปัญหากลิ่นเหม็นจากการย่อยโปรตีน และลดแหล่งเพาะพันธุ์แมลงวันและหนู

•ค่าวิเคราะห์สมบัติทางเคมีเบื้องต้นของ ESP มีปริมาณ K สูง (2.52%) แต่มีข้อจำกัดค่า pH สูง (10.04) และมีค่า EC สูงอยู่ในระดับดีมาก (10.69 dS/m)

### วัตถุประสงค์

•เพื่อศึกษาแนวทางการใช้ประโยชน์จาก ESP รวมทั้งอัตราการใช้ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเมล่อน

### วิธีการศึกษา

| Nutrient requirement (g/plant) |                               |                  |     |      |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------|-----|------|
| Total N                        | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | MgO | CaO  |
| 16.8                           | 12                            | 27.2             | 4.4 | 14.4 |

1. ทดสอบบ่มดินร่วมกับ ESP (incubation experiment) โดยใช้ชุดดินน้ำพอง ซึ่ง ESP ตามความต้องการโพแทสเซียมที่แนะนำสำหรับเมล่อน คือ 27.2 กรัม/ต้น

กำหนดอัตราการใช้ ESP ไม่เกิน 50% (6 ต่ารับการทดลอง)

2. การใช้ ESP เป็นแหล่งธาตุอาหารพืชในการปลูกเมล่อนโดยการผสมคลุกเคล้าปุ๋ย และ ESP กับดิน 10 กิโลกรัม

วัดความสูง, เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น, ความเขียวใบ และมวลชีวภาพแห้ง

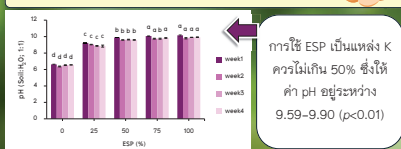
วัด pH ของดิน (1:1 ; H<sub>2</sub>O:Soil) และสภาพการนำไฟฟ้า (EC<sub>e</sub>)

วัดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดตามวิธี Kjeldahl method, ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ตามวิธี Bray II, โพแทสเซียม และแคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

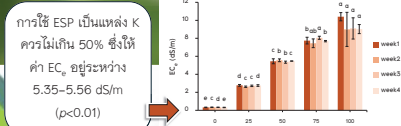
ทดสอบสถิติด้วย One-way ANOVA และความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วย Tukey's test (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% R program เวอร์ชัน 4.4.1

### ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1: Incubation experiment



การใช้ ESP เป็นแหล่ง K ควรไม่เกิน 50% ซึ่งให้ค่า pH อยู่ระหว่าง 9.59-9.90 ( $p < 0.01$ )



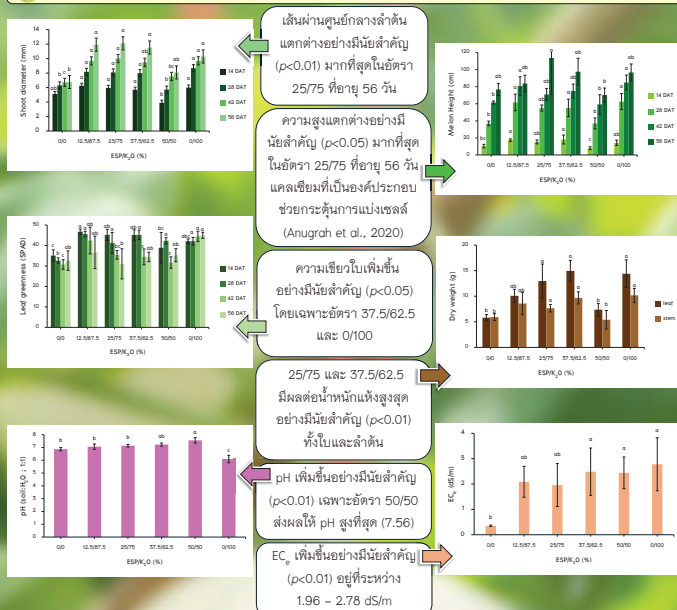
การใช้ ESP เป็นแหล่ง K ควรไม่เกิน 50% ซึ่งให้ค่า EC<sub>e</sub> อยู่ระหว่าง 5.35-5.56 dS/m ( $p < 0.01$ )

### ติดต่อเพิ่มเติม

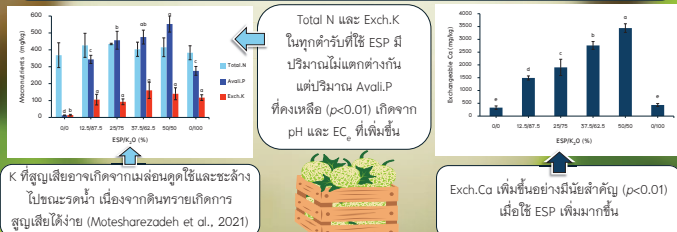
นิสิตสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการจัดการทางดิน akkharadech@ku.th

### ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 2: ผลของอัตรา ESP ต่อ K<sub>2</sub>O ที่ส่งผลในการเจริญเติบโตของเมล่อน



การใช้ผงเปลือกไข่ส่งผลให้ค่า pH สูงขึ้น เนื่องจากมีองค์ประกอบเป็นของ CaCO<sub>3</sub> (Vu et al., 2022) ในขณะที่อัตรา 0/100 มีค่า pH ต่ำที่สุด (6.10) คาดว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอาจส่งผลให้ดินเป็นกรดได้โดยเฉพาะปุ๋ยแอมโมเนียมที่เกิดการสูญเสีย N<sub>2</sub> และเหลือ H<sup>+</sup> ไว้ในดิน (Fathima Jina et al., 2021) และสมบัติเบื้องต้นของ ESP มีองค์ประกอบของ Co, Mg และค่า EC สูง เมื่อระยะผ่านไประยะเวลาส่งผลให้มีการละลายออกมาในสารละลายดินส่งผลต่อ EC<sub>e</sub> เพิ่มขึ้น (Carmo et al., 2016)



### สรุปผลการทดลอง

- การบ่ม ESP ในชุดดินน้ำพอง ปริมาณ ESP ที่มากขึ้นส่งผลต่อ pH และ EC<sub>e</sub> เพิ่มขึ้น จึงกำหนดปริมาณ ESP ที่ใช้มากที่สุดคือ 50% และปรับอัตราการใช้ ESP ลดลงเพื่อใช้ร่วมกับ K<sub>2</sub>O
- จัดการใส่ปุ๋ยครั้งเดียวพร้อมปลูก โดยอัตรา ESP/K<sub>2</sub>O ที่สูงขึ้นส่งผลต่อ pH และ EC<sub>e</sub> เพิ่มขึ้น และส่งผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความสูง และน้ำหนักแห้งของเมล่อนเพิ่มขึ้น
- อัตรา 25/75 และ 37.5/62.5 สามารถใช้เป็นแหล่งโพแทสเซียม ได้เนื่องจากมีการเจริญเติบโตให้น้ำหนักแห้งลำต้น และใบไม่แตกต่างจากอัตรา 0/100
- เมื่อเมล่อนมีอายุ 56 วันหลังย้ายปลูก เริ่มมีลักษณะเหี่ยวเฉาและแห้งจากปลายยอดจนถึงโคนต้น ซึ่งเป็นไปได้ว่าเกิดจากปริมาณธาตุอาหารไม่เพียงพอ
- จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ ESP ในพืชที่มีความต้องการโพแทสเซียมลดลง เพื่อลดการใช้ ESP ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง pH และ EC<sub>e</sub>

### อ้างอิง

Anugrah, R.D., Balwira, M., Satoh, L. 2021. The effect of eggshell organic fertilizer on vegetative growth of cayenne pepper (*Capiscum frutescens* L). Earth Environ. Sci. 750: 012001. doi: 10.1088/1755-1315/750/1/012001.

Carmo, D.L., Lima, L.B., Silva, C.A. 2016. Soil fertility and electrical conductivity affected by organic waste rates and nutrient inputs. Rev Bras Cienc Solo. 40: e0150152. doi:10.1590/180696957bca20150152.

Fathima Jina, M., Nukiyu, M.H., Iyob, A.L. 2021. The excessive use of chemical fertilizers and dynamic soil pH on agricultural land: The GIS-Based Inverse Distance Weighting (IDW). WJOMS. 39: 115-129.

Vu, N.T., Dinh, T.H., Le, T.T.C. et al. 2022. Eggshell powder as calcium source on growth and yield of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Plant Production Science. 25: 415-420. doi: 10.1080/1543945X.2022.2120506.



บทคัดย่อ

ไฟโตพลาสมาสร้างผลกระทบต่อนักพืชเศรษฐกิจทั่วโลก ก่อให้เกิดโรคที่มีอาการที่แตกต่างกัน ได้แก่ พุ่มเตี้ย แดงพุ่มน้อย ใบเหลือง และแตรเห็บ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อสำรวจและตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาในพืชเศรษฐกิจและวัชพืชที่แสดงอาการของโรคด้วยวิธี Nested PCR โดยเก็บตัวอย่างพืชเศรษฐกิจที่แสดงอาการของโรค จำนวน 10 ชนิด คือ ข้าว มันสำปะหลัง ข้าวโพด ถั่วเขียว ตะบักขีกรอก บอระเพ็ด มะเขือเทศ และวัชพืช 1 ชนิด คือ ผักเสี้ยนผี ตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาด้วยวิธี Nested PCR ทำปฏิกิริยาครั้งแรกที่ 1 ใช้ไพรเมอร์ P1/P7 และในปฏิกิริยาครั้งที่ 2 ใช้ไพรเมอร์ R16mf2/R16mr1 ผลการทดลองพบว่าตัวอย่างที่แสดงอาการของโรคติดเชื้อไฟโตพลาสมาเมื่อตรวจยืนยันด้วย Nested PCR โดยพบแถบที่ชัดเจนเป็นลาย ขนาดประมาณ 1,400 bp ในปฏิกิริยาครั้งที่ 2 ทุกตัวอย่าง ผลจากการเฝ้าระวังโรคที่เกิดจากไฟโตพลาสมาชี้ให้เห็นว่าโรคมีความเสี่ยงจะแพร่ระบาดของโรคที่เกิดจากไฟโตพลาสมาในพืชเศรษฐกิจ เช่น ข้าว มันสำปะหลัง ข้าวโพด พริก มะเขือเทศ และถั่วเขียว แม้กระทั่งวัชพืชซึ่งจะเป็นแหล่งสะสมของเชื้อ การจัดการกำจัดวัชพืชและการกักตุนโรคจำเป็นต้องดำเนินการในระบบการจัดการโรค เพื่อป้องกันการระบาดของโรคและลดการสูญเสียผลผลิตของพืชเศรษฐกิจในอนาคต

คำสำคัญ: ไฟโตพลาสมา, โรค, เฝ้าระวัง, พืชเศรษฐกิจ, วัชพืช

ABSTRACT

Phytoplasmas affect to economic crops worldwide, cause diseased with different symptoms such as witches' broom, phyllody, yellow leaf, and stunt. The objective of this study were to survey and to detect phytoplasma in symptomatic economic crops and weed by Nested PCR. Symptomatic economic plants in total 10 samples, rice, cassava, corn, mung beans, tree spinach, custard apple, holy basil, papaya and jasmnine, and one weed, wild spinach were collected. Phytoplasma detection by using the Nested PCR was performed, the first round of Polymerase Chain Reaction (PCR) using P1/P7 primer pair and the R16mf2/R16mr1 primer pair was used in second round. The result showed that all symptomatic samples were phytoplasma infected when confirmed by Nested PCR detection, showed DNA target band approximately 1,400 bp in second round reaction in all samples. The results of phytoplasma disease surveillance were indicated risk of disease epidemic in future on economic crops such as rice, cassava, corn, chili, papaya and mung beans even if in weeds which is reservoir of the pathogen. The studying of pathogen identification and disease transmission are necessary to implement in disease management system, to prevent disease epidemic and to reduce crop losses of economic crops in future.

Keywords: phytoplasma, disease, surveillance, economic crop, weed

บทนำ

ไฟโตพลาสมาเป็นจุลินทรีย์สาเหตุโรคพืชที่เข้าทำลายพืชทางการเกษตรที่สำคัญทั่วโลก เช่น ไม้ยืนต้น พืชตระกูลถั่ว ผลไม้ ไม้ดอกไม้ประดับ ปาล์ม อ้อย เครื่องเทศ พืชสมุนไพร ซึ่งสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจมาก 40 ถึง 100% (Munali et al., 2023) ส่งผลให้พืชแสดงอาการผิดปกติหลายอาการ เช่น อาการดอกเหี่ยว อาการพุ่มเตี้ย อาการพุ่มน้อย อาการเหลือง ขอบใบหงิก และแตรเห็บ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดอาการในส่วนของเมล็ด เช่น ผลไม่เต็มและขาดขนาดใหญ่ของเมล็ดที่โตเต็มที่ในพืชตระกูลถั่วและมะเขือเทศ ทำให้ผลผลิตเสียหายอย่างมากทั่วโลก ในมะเขือเทศ (40%) มะเขือเทศ (60%) พริก (93%) มันฝรั่ง (30-80%) และแตงกวา (100%) (Kurnari et al., 2019) Isarakura Na Ayudhya (2017) โดยรายงานพบเชื้อไฟโตพลาสมาในไม้ดอกไม้ประดับ 12 ชนิด ได้แก่ กล้วยไม้ ไกล่ จันทน์ ชวนชม บานไม่รู้โรย บานชื่น เบญจมาศ แดงพุ่มน้อย ไมยราพ สับปะรดสี และไฮเดรนเจีย และในพืชเศรษฐกิจและวัชพืช 9 ชนิด ได้แก่ ข้าว มันสำปะหลัง มะเขือเทศ บอระเพ็ด ถั่วเขียว ผักเสี้ยนผี และหญ้าแพรก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบเชื้อไฟโตพลาสมาในพืชที่แสดงอาการของโรคด้วยวิธี Nested PCR ในการเฝ้าระวังการแพร่ระบาดของโรคในพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำจัดวัชพืชและการกักตุนโรคซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการจัดการโรค เพื่อป้องกันการระบาดของโรคและลดการสูญเสียผลผลิตของพืชเศรษฐกิจในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

**การเก็บตัวอย่างพืช**

- ข้าว มันสำปะหลัง มะเขือเทศ ถั่วเขียว ตะบักขีกรอก บอระเพ็ด
- ผักเสี้ยนผี และพริก

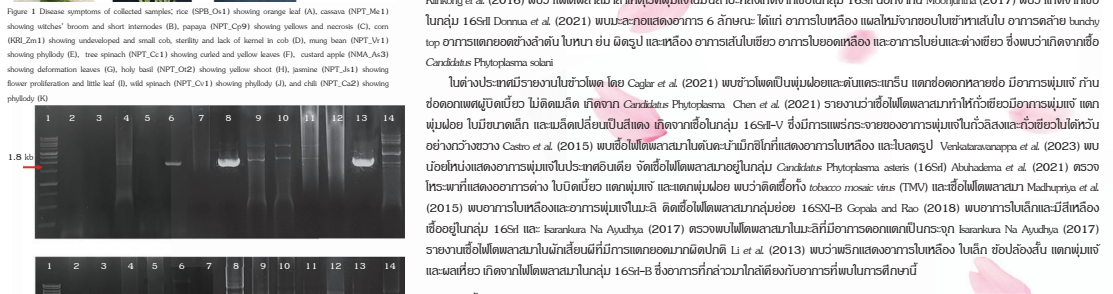
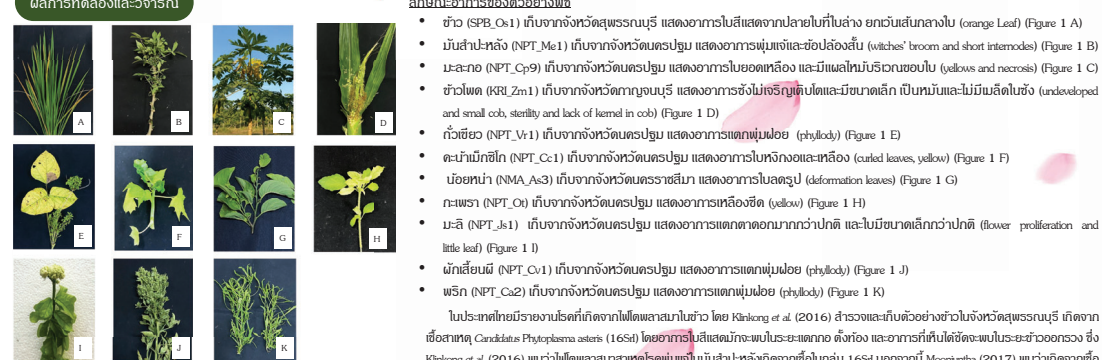
**การสกัดดีเอ็นเอ**

- วิธีที่ดัดแปลงจาก Cetyl-trimethyl Ammonium Bromide (CTAB) (Sambrook et al., 1989)

**การตรวจเชื้อไฟโตพลาสมาด้วยเทคนิค Nested PCR**

บริเวณยีน 16S rRNA

- P1 (Deng and Hnuk, 1991) /P7 (Schneider et al., 1995) และ R16mf2 / R16mr1 (Gundersen and Lee, 1996)



สรุปผลการทดลอง

ผลการการเฝ้าระวังโรคที่เกิดจากไฟโตพลาสมาชี้ให้เห็นว่าโรคมีความเสี่ยงจะแพร่ระบาดของโรคที่เกิดจากไฟโตพลาสมาในพืชเศรษฐกิจ โดยเฉพาะพืชชนิดใหม่ที่ยังไม่เคยมีรายงานว่ามีเชื้อไฟโตพลาสมาในประเทศไทย ได้แก่ ข้าวโพด ตะบักขีกรอก บอระเพ็ด และพริก โดยตรวจพบเชื้อด้วย Nested PCR ซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับการกำจัดวัชพืชและการกักตุนโรคเพื่อป้องกันการระบาดของโรคและลดการสูญเสียผลผลิตของพืชเศรษฐกิจที่อาจเกิดขึ้น โรคพุ่มเตี้ยของมันสำปะหลังพบระบาดและสร้างความเสียหายต่อเกษตรกรมันสำปะหลังของไทยในปัจจุบัน ส่วนข้าว ถั่วเขียว มะลิ ผักเสี้ยนผี โดยพบรายงานว่ามีเชื้อไฟโตพลาสมาในประเทศไทย จึงจำเป็นต้องเฝ้าระวังและกำจัดแหล่งสะสมของเชื้อเพื่อป้องกันการระบาดของโรคต่อไป

อ้างอิง

Abudakka, V., E.S.A.E. Sayed, M. Ismail and M. Alkhatib. 2021. Pathological changes in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) caused by mixed infection of tobacco mosaic virus and phytoplasma. *Egypt J. Bot.* 61(3): 823-836. <https://doi.org/10.21608/ajbo.2021.74591.1686>.

Coglar, B.K., S. Pehlivan, E. Akman and T. Ertan. 2021. Mite (*Ges* may) L.J. A new host for leguminous beetles (Coleoptera: Psephenidae). *J. Pathol.* 10(6): 723. <https://doi.org/10.3390/pathogens10060723>.

Castro, A.S., M.L.Q. Pontes, B.E.P. Perez and B.M.F. Argudín. 2015. First report of Typhlodromus as potential vectors of phytoplasma in *Cratogeomys chrysomela* (chaya) in Cuba. *Rev. Prot. Veg.* 30(2): 148-157.

Chen, Y.M., Y.Y. Chen, P.Q. Liao, C.M. Tan, Y.C. Chai, C.F. Tai, and J.Y. Yang. 2021. Identification of 16S rRNA phytoplasma associated with mung bean phyllody disease in Taiwan. *Plant Dis.* 105(9): 2290-2294. <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-20-2683-SC>.

Dhawan, S., B. Paragopal and K. Thapong. 2021. Candidate phytoplasma variant associated with papaya phyllody disease in Thailand. *Kasart. 49(5): 1249-1256. https://doi.org/10.14456/kas.2021.111. (in Thai)*

Gopalakrishnan, G. P. Rao. 2018. Molecular characterization of phytoplasma associated with four important ornamental plant species in India and identification of natural potential spread sources. *3 Biotech* 8(12):116. <https://doi.org/10.1007/s13205-018-1126-1>.

Gundersen, J.E. and M. Lee. 1996. Ultrasensitive detection of phytoplasma by nested-PCR using two universal primer pairs. *Phytopathol. Medit.* 35:144-151.

Isarakura Na Ayudhya, S. 2017. Diseases of Ornamental Plants Caused by Phytoplasma in Thailand and Disease Diagnosis using Molecular Biology Techniques. Master of Science (Plant Pathology). Kasetsart University. (in Thai)

Kinokong, S., N. Ratanapong, and C. Ratanapong. 2016. Molecular classification of phytoplasma associated with rice orange leaf disease in Thailand. *Agric. Sci.* 47(11): 57-68. (in Thai)

Kinokong, S., N. Ratanapong, P. Ratanapong, and K. Ratanapong. 2016. Molecular characterization of phytoplasma associated with witches' broom disease - emerging disease of cassava in Thailand. *Agric. Sci.* 47(12):175-185. (in Thai)

Li, Z.N., Zhang, L., Song, J., and Wu, Y.Z. 2013. Molecular detection and identification of phytoplasma associated with pepper witches' broom in China. *Phytoparasitica*, 41(4): 429-434. <https://doi.org/10.1007/s12600-013-0304-2>.

Manikanta, G.P. Rao and S.M.P. Kumar. 2015. Rice yellow dwarf phytoplasma (16S rDNA subgroup) infecting *Cratogeomys chrysomela* in India. *Phytoparasitica* 43: 77-80. <https://doi.org/10.1007/s12600-014-0425-2>.

Moonkarnthana, P. 2017. Study on *Candidatus* phytoplasma variant associated with papaya phyllody disease symptoms. Final research work requesting appointment for appointment to the position of Agricultural Specialist 2017. Rayong Field Crops Research Center, Field Crops and Energy Crops Research Institute, Department of Agriculture. (in Thai)

Verakulwananayak, V., V. Suranjanayak, V. Virakulwananayak, V. Virakulwananayak, G. P. Rao and C. N. Lakshminarayana Reddy. 2023. First record of 'Candidatus phytoplasma asteris' (16Sf group) associated with *Antennaria reticulata* L. in India. *Indian Phytopathol.* 76: 897-901. <https://doi.org/10.1007/s42360-023-00648-3>.



## การจัดกลุ่มสภาพแวดล้อมสำหรับการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง

### Mega-Environment for Cassava Breeding Program



กุศมา รอดเหวฬาล<sup>1</sup> และ วลัยพร สติประภา<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จ. ระยอง อ. เมือง จ.ระยอง 21150

<sup>2</sup> ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมวิชาการเกษตร ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

#### บทคัดย่อ

การปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังต้องเลือกพื้นที่ที่จะใช้เป็นแปลงทดสอบในจำนวนและสถานที่เหมาะสม เพื่อให้ครอบคลุมสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน และเหมาะสมกับทรัพยากรที่มี จึงศึกษาการจัดกลุ่มสภาพแวดล้อมให้มีขนาดที่เหมาะสมซึ่งจะช่วยให้งานปรับปรุงพันธุ์มีประสิทธิภาพ พบว่า การจัดกลุ่มสภาพแวดล้อมจากปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง ได้แก่ จำนวนวันฝนตก ปริมาณฝนช่วงต้นฝน ปริมาณฝนช่วงปลายฝน อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในช่วงเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ย ส่วนการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม ใช้ข้อมูลการให้ผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้ง นำมาจัดกลุ่มแปลงทดสอบด้วยวิธีจัดกลุ่มแบบลำดับชั้น ตามวิธีของ Ward's method วัดความห่างเชิงยูคลิดก่าสองและทำตัวแปรทุกตัวให้เป็นค่ามาตรฐาน สามารถอธิบายการจัดกลุ่มสภาพแวดล้อมครอบคลุมขั้นตอนของงานปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังของกรมวิชาการเกษตร สามารถจัดกลุ่มให้สิ่งแวดล้อมทดสอบในขั้นตอนการเปรียบเทียบมาตรฐาน 3 กลุ่ม คือ ระยอง นครสวรรค์ ขอนแก่น การเปรียบเทียบท้องถิ่น 6 กลุ่ม คือ ระยอง ปราชินบุรี นครสวรรค์ ขอนแก่น ร้อยเอ็ด อุบลราชธานี และการเปรียบเทียบพันธุ์ในไร่เกษตรกรได้ 11 กลุ่ม

**คำสำคัญ:** การจัดกลุ่มสภาพแวดล้อม, การปรับปรุงพันธุ์, มันสำปะหลัง, พันธุ์เฉพาะพื้นที่



#### บทนำ

ประเทศไทยเป็นพื้นที่ปลูกมันสำปะหลังโรงงานประมาณ 10 ล้านไร่ ผลผลิต 34 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 3.4 ตัน/ไร่ (Office of Agricultural Economics [OAE], 2023) พันธุ์มันสำปะหลังที่เกษตรกรปลูกมีความหลากหลาย เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา พื้นที่ปลูก และความก้าวหน้าในการปรับปรุงพันธุ์ ปี พ.ศ. 2519 กรมวิชาการเกษตร นำเข้าเชื้อพันธุ์กรรมจากศูนย์เกษตรเขตร้อนนานาชาติ (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT) สามารถขยายฐานพันธุ์กรรม (Suriyaphan, 2000) ส่งผลให้พันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงมีผลผลิตหัวสดและแป้งสูงขึ้น (Department of Agriculture [DOA], n.d.) พันธุ์ที่มีการปรับตัวได้กว้าง จะมีอายุการใช้งานของพันธุ์ยาวนานกว่าพันธุ์ที่ปรับตัวแคบ

มันสำปะหลังเป็นพืชที่มีการวิจัยและพัฒนาพันธุ์อย่างต่อเนื่อง มีขั้นตอนและกระบวนการที่ซับซ้อน การคัดเลือกและเปรียบเทียบพันธุ์พื้นฐานมาจากความแตกต่างกันของสภาพแวดล้อมและหลายสถานที่ ทั้งพื้นที่ปลูก อุณหภูมิ และพื้นที่ปลูก เพื่อให้ครอบคลุมถึงสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ที่ต้องพิสูจน์ได้ว่าเป็นพันธุ์ที่ได้ทดสอบตามหลักวิชาการอย่างถูกต้อง (DOA, 2007) หากสามารถกำหนดพื้นที่ทดสอบที่เป็นตัวแทนได้ ในจำนวนที่ไม่มากเกินไป หรือน้อยจนสูญเสียข้อมูลบางส่วนไป สอดคล้องกับปริมาณท่อนพันธุ์ บุคลากร และงบประมาณ หากสามารถจัดกลุ่มสภาพแวดล้อมของแปลงทดสอบตามสภาพแวดล้อมและการให้ผลผลิตมันสำปะหลังจะช่วยลดจำนวนแปลงทดสอบในหลายพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมหรือสภาพนิเวศที่จัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือช่วยลดความซ้ำซ้อนของการทำแปลงทดสอบในสภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกัน

#### อุปกรณ์และวิธีการ

- ศึกษาเอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกลุ่มสภาพแวดล้อม รวบรวมข้อมูลงานวิจัยปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลังของกรมวิชาการเกษตร เทคนิควิธีในการคัดเลือกพันธุ์ และการเลือกแปลงทดสอบพันธุ์ ที่ตั้งแปลง การปฏิบัติรักษา รวบรวมข้อมูลสภาพอากาศ ของแต่ละแปลง
- การจัดกลุ่มสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เพื่อจัดกลุ่มสถานที่ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันมากหรือมีการตอบสนองไปทางเดียวกัน และระหว่างกลุ่มจะมีการตอบสนองที่แตกต่างกัน จากชุดข้อมูลคุณลักษณะรายแปลง เพื่อการจัดกลุ่มสภาพแวดล้อมแบบลำดับชั้น (hierarchical cluster analysis) ด้วยตัวแปรที่เหมาะสม โดยใช้โปรแกรม SPSS

#### ผลการทดลองและวิจารณ์

##### การใช้พันธุ์มันสำปะหลังในประเทศไทย

จากรายงานการใช้พันธุ์มันสำปะหลังของเกษตรกรในปี พ.ศ. 2564 ว่าพันธุ์เกษตรกรศาสตร์ 50 มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดรองลงมา คือ ระยอง 72 และระยอง 5 (Rayong Field Crop Research Center, n.d.) ทั้ง 3 พันธุ์จัดเป็นพันธุ์ปรับตัวได้กว้าง มีการเปลี่ยนแปลงการใช้พันธุ์ 3 พันธุ์นี้ในภาพรวมของประเทศไม่มากนัก กล่าวคือ พันธุ์เกษตรกรศาสตร์ 50 มีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบปี พ.ศ. 2556 ขณะที่ระยอง 72 พื้นที่ปลูกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนระยอง 5 ไม่เปลี่ยนแปลงนัก แต่สัดส่วนของพื้นที่ปลูกของพันธุ์ใหม่ ๆ มีมากขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว (OAE, 2023) เนื่องจากมีพันธุ์ใหม่ ๆ ที่ให้ผลผลิตสูงกว่าได้รับการรับรอง/แนะนำ ซึ่งเมื่อพิจารณาความก้าวหน้าในการปรับปรุงพันธุ์พบว่า พันธุ์ที่ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงปี พ.ศ. 2548 แต่หลังจากนั้นการเพิ่มผลผลิตไม่มีทิศทางแน่นอน (Figure 1)

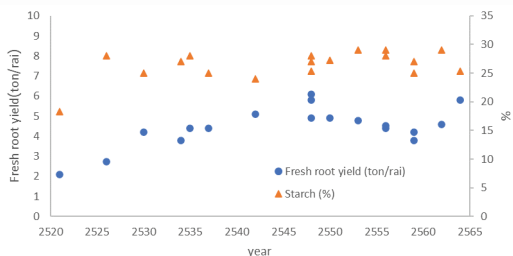


Figure 1 Cassava fresh root yield (ton/rai) % starch and the released year of each variety

##### กลุ่มสภาพแวดล้อมสำหรับการปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง

การคัดเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาได้จากขั้นตอนการเปรียบเทียบพันธุ์ในงานวิจัยและพัฒนาพันธุ์มันสำปะหลังของกรมวิชาการเกษตร ประกอบด้วยข้อมูลสภาพแวดล้อมรายแปลง 19 สถานที่ ได้แก่ ระยอง ปราชินบุรี จะเข้เถรา สระแก้ว นครสวรรค์ ลพบุรี สุโขทัย ชัยนาท ขอนแก่น นครราชสีมา เพชรบูรณ์ มุกดาหาร มหาสารคาม กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด แยกสกลนคร อุบลราชธานี และปากช่อง จากปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ได้แก่ จำนวนวันฝนตก ปริมาณฝนช่วงต้นฝน ปริมาณฝนช่วงปลายฝน อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย ปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ย ส่วนการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมของมันสำปะหลังใช้ข้อมูลการให้ผลผลิตมันสำปะหลังหัวสด และผลผลิตแป้ง นำมาการจัดกลุ่มแปลงทดสอบด้วยวิธีจัดกลุ่มแบบลำดับชั้น ตามวิธีของ Ward's method วัดความห่างเชิงยูคลิดก่าสองและทำตัวแปรทุกตัวให้เป็นค่ามาตรฐาน (standardized) สามารถอธิบายการจัดกลุ่มสภาพแวดล้อมครอบคลุมขั้นตอนของงานปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง คือ ขั้นตอนการเปรียบเทียบมาตรฐานที่ต้องการ 2-3 สถานที่ จัดรวมได้ 3 ขั้นตอนการเปรียบเทียบท้องถิ่น ที่ต้องการ 5-8 สถานที่ จัดได้ 6 กลุ่ม สุดท้ายขั้นตอนการเปรียบเทียบพันธุ์ในไร่เกษตรกรที่ต้องการตัวแทนเพื่อปลูกเปรียบเทียบให้ครอบคลุมแหล่งปลูก จัดได้ 11 กลุ่ม (Table 1) ซึ่งการจัดกลุ่มสภาพแวดล้อมแบบลำดับชั้นนี้จะช่วยลดต้นทุนในการดำเนินการเปลี่ยนแปลงขนาดของกลุ่มได้

Table 1 Location clustering for cassava varieties research and development program

| 3 groups       | 6 groups                                                                                                                                                                   | 9 groups                                                                                                                                                                                              | 11 groups                                                                                                                                                                                                         |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Rayong       | 1.1 Rayong<br>1.2 (Prachinburi, Chachoengsao, Sa Kaeo)                                                                                                                     | 1.1 Rayong<br>1.2. (Prachinburi, Chachoengsao, Sa Kaeo)                                                                                                                                               | 1.1 Rayong<br>1.2.1 Prachinburi<br>1.2.2 (Chachoengsao, Sa Kaeo)                                                                                                                                                  |
| 2 Nakhon Sawan | 2 Nakhon Sawan                                                                                                                                                             | 2.1 (Nakhon Sawan, Lopburi)<br>2.2 (Sukhothai, Chai Nat)                                                                                                                                              | 2.1 (Nakhon Sawan, Lopburi)<br>2.2 (Sukhothai, Chai Nat)                                                                                                                                                          |
| 3 Khon Kaen    | 3.1 (Khon Kaen, Nakhon Ratchasima, Phetchabun, Mukdahan, Maha Sarakham)<br>3.2 (Kalasin, Roi Et, Loei, Sakon Nakhon)<br>3.3 (Ubon Ratchathani, Nakhon Ratchasima-Pakchong) | 3.1.1 (Nakhon Sawan, Nakhon Ratchasima, Phetchabun)<br>3.1.2 (Mukdahan, Maha Sarakham)<br>3.2.1 (Kalasin, Roi Et)<br>3.2.2 (Loei, Sakon Nakhon)<br>3.3 (Ubon Ratchathani, Nakhon Ratchasima-Pakchong) | 3.1.1.1 (Nakhon Sawan, Nakhon Ratchasima)<br>3.1.1.2 Phetchabun<br>3.1.2 (Mukdahan, Maha Sarakham)<br>3.2.1 (Kalasin, Roi Et)<br>3.2.2 (Loei, Sakon Nakhon)<br>3.3 (Ubon Ratchathani, Nakhon Ratchasima-Pakchong) |

#### สรุป

การจัดกลุ่มสภาพแวดล้อมแบบลำดับชั้น ตามวิธีของ Ward's method วัดความห่างเชิงยูคลิดก่าสองและทำตัวแปรทุกตัวให้เป็นค่ามาตรฐาน จากปัจจัย ได้แก่ จำนวนวันฝนตก ปริมาณฝนช่วงต้นฝน ปริมาณฝนช่วงปลายฝน อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยในช่วงเดือนพฤศจิกายน ปริมาณน้ำระเหยเฉลี่ยผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้ง สามารถอธิบายครอบคลุมขั้นตอนของงานปรับปรุงพันธุ์มันสำปะหลัง ของกรมวิชาการเกษตร ให้เลือกแปลงทดสอบในขั้นตอนการเปรียบเทียบมาตรฐาน 3กลุ่ม คือ ระยอง นครสวรรค์ ขอนแก่น การเปรียบเทียบท้องถิ่น 6 กลุ่ม คือ ระยอง ปราชินบุรี นครสวรรค์ ขอนแก่น ร้อยเอ็ด อุบลราชธานี และการเปรียบเทียบพันธุ์ในไร่เกษตรกรได้ 11 กลุ่ม

#### เอกสารอ้างอิง

- Department of Agriculture. 2007. Cassava breeding techniques. Agricultural Cooperative Publishing House Co., Ltd., Bangkok. (in Thai)  
Department of Agriculture. n.d. Plant species and plant germplasm database. Available Source: <https://doaplant.doa.go.th>. November 3, 2024. (in Thai)  
Office of Agricultural Economics. 2023. Cassava production data. Available Source: <https://www.oae.go.th>. November 3, 2024. (in Thai)  
Rayong Field Crop Research Center. n.d. DOA Cassava varieties Available Source: [https://www.doa.go.th/c/rayong/?page\\_id=12](https://www.doa.go.th/c/rayong/?page_id=12). November 3, 2024. (in Thai)  
Suriyaphan, P. 2000. Situation and potential of cassava production in Thailand. Thai Agric. Res. 18 (2), 198-215. (in Thai)



## ปริมาณสารอัลลิโกลิเคมคอลและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากใบของวัชพืชวงศ์ Asteraceae บางชนิด Allelochemical Contents and Antioxidant Properties of Leaves Extracts from Some Asteraceous Weeds

โชคชัย เย็นใจ<sup>๑</sup> ทศพล พรพรหม<sup>๑</sup> และ จำเนียร ชมภู<sup>๑\*</sup>

<sup>๑</sup>ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

\* Corresponding author: E-mail address: agrjnc@ku.ac.th

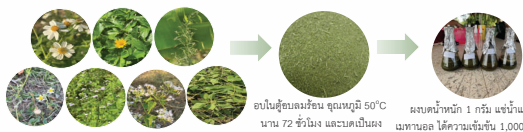
### บทคัดย่อ

วัชพืชเป็นศัตรูพืชที่สำคัญในแปลงผลิตพืช แต่ในปัจจุบันมีรายงานการวิจัยใช้ประโยชน์จากวัชพืชในด้านต่าง ๆ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารอัลลิโกลิเคมคอลจากใบของวัชพืชวงศ์ Asteraceae บางชนิด ได้แก่ กันจ้ำขาว กระตมทอง ชู ตีนตุ๊กแก สาบแร้งสาบกา สาบเสือ และหนวดค้อย ที่พบทั่วไปเป็นจำนวนมากในบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม และศึกษาฤทธิ์เบื้องต้นในการต้านอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยา DPPH และ ABTS radical scavenging สำหรับเป็นข้อมูลเพื่อนำวัชพืชในวงศ์ Asteraceae นี้ไปใช้ประโยชน์เพื่อควบคุมวัชพืชต่อไป ผลการทดลองพบว่า สารสกัดด้วยเมทานอลจากใบของวัชพืชทุกชนิดมีปริมาณของสาร total alkaloids, total flavonoids, total phenolics และ total saponins มากกว่าสารสกัดด้วยน้ำจากวัชพืชชนิดเดียวกัน โดยที่สารสกัดด้วยเมทานอลจากใบของชู ตีนตุ๊กแกในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH+ และ ABTS+ มากที่สุด เท่ากับ 71.34±0.78 และ 92.64±0.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า สารสกัดนี้มีปริมาณของสาร total flavonoids และ total phenolics มากกว่าสารสกัดจากใบของวัชพืชชนิดอื่น เท่ากับ 410.39±5.32 mg RE/g sample และ 1001.11±61.60 mg GAE/ g sample ตามลำดับ

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### • การเก็บและเตรียมตัวอย่างสารสกัดจากใบของวัชพืช

เก็บตัวอย่างใบวัชพืช ได้แก่ กันจ้ำขาว (*Bidens pilosa*) กระตมทอง (*Melampodium divaricatum*) ชู (*Pluchea indica*) ตีนตุ๊กแก (*Tridax procumbens*) สาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides*) สาบเสือ (*Chromolaena odorata*) และหนวดค้อย (*Anaphalis margaritacea*) ในระยะออกดอก



#### 1. วิเคราะห์ปริมาณสารอัลลิโกลิเคมคอล

- วิเคราะห์ปริมาณสาร total alkaloids (Fadhil et al., 2007)
- วิเคราะห์ปริมาณสาร total flavonoids (Djeridane et al., 2006)
- วิเคราะห์ปริมาณสาร total phenolics (Kähkönen et al., 1999)
- วิเคราะห์ปริมาณสาร total saponins (Makkar et al., 2007)

#### 2. ทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ

- ทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยปฏิกิริยา DPPH radical scavenging (Boskou et al., 2006)
- ทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระด้วยปฏิกิริยา ABTS radical scavenging (Hsu et al., 2011)

**วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ:** วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 6 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติด้วยโปรแกรม R ver. 3.0.3 (R Development Core Team, 2014) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีของ Duncan's multiple rang test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ( $p < 0.05$ )

### สรุปผลการทดลอง

สารสกัดจากเมทานอลมีผลทำให้สารสกัดจากใบของวัชพืชวงศ์ Asteraceae มีปริมาณของสารอัลลิโกลิเคมคอลมากกว่าสารสกัดด้วยน้ำ โดยที่สารสกัดด้วยเมทานอลจากใบของชู ตีนตุ๊กแกมีปริมาณของสาร total flavonoids และ total phenolics สูง ทำให้สารสกัดนี้มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยา DPPH และ ABTS radicals scavenging ได้ดีที่สุด

ดังนั้นการทดสอบผลทางอัลลิโกลิเคมคอลของสารสกัดด้วยเมทานอลจากใบสู่ต่อการออกและการเจริญเติบโตของวัชพืชจึงควรมีการศึกษาต่อไป

### คำนำ

สารอัลลิโกลิเคมคอล (allelochemicals) เป็นสารชีวเคมีที่พืชปลดปล่อยออกมา ส่งผลยับยั้งหรือส่งเสริมการเจริญเติบโตและพัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่อยู่รอบ ๆ (Putnum and Tang, 1986) ซึ่งปัจจุบันมีงานวิจัยมากมายที่สนับสนุนการใช้ประโยชน์จากสารอัลลิโกลิเคมคอลสำหรับควบคุมกำจัดวัชพืช ซึ่งวัชพืชวงศ์ Asteraceae เป็นพืชใบเลี้ยงคู่ที่มีจำนวนมากที่สุดในเขตอบอุ่น มีการกระจายพันธุ์ทั่วโลกพบได้ในพื้นที่เกือบทุกสภาพแวดล้อม แต่จะพบมากในพื้นที่เปิดโล่ง อากาศอบอุ่น ในประเทศไทยพบพืชวงศ์นี้ ประมาณ 260 ชนิด

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาปริมาณสารอัลลิโกลิเคมคอลของสารสกัดด้วยน้ำจากใบของวัชพืชวงศ์ Asteraceae บางชนิด และทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการคัดเลือกชนิดของวัชพืชวงศ์ Asteraceae ไปใช้ประโยชน์เพื่อควบคุมหรือกำจัดวัชพืช

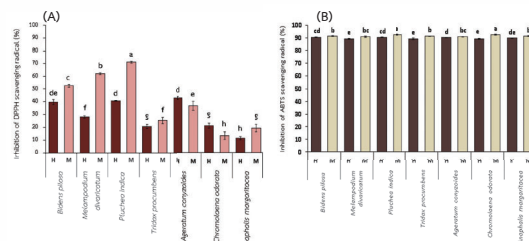
### ผลการทดลอง

**Table 1** The amount of allelochemicals in water and methanol leaves extract from Asteraceous weeds

| Asteraceous weeds              | Total alkaloids (mg AE/ g sample)  |                            | Total flavonoids (mg RE/g sample) |                            |
|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
|                                | Water Ex.                          | Methanol Ex.               | Water Ex.                         | Methanol Ex.               |
| <i>Bidens pilosa</i>           | 32.21±6.26 <sup>cd</sup>           | 65.62±8.69 <sup>a</sup>    | 83.19±4.61 <sup>1</sup>           | 181.71±7.75 <sup>5</sup>   |
| <i>Melampodium divaricatum</i> | 35.03±1.78 <sup>cd</sup>           | 66.11±8.07 <sup>a</sup>    | 143.76±3.29 <sup>b</sup>          | 277.62±4.96 <sup>5</sup>   |
| <i>Pluchea indica</i>          | 40.98±10.20 <sup>bcd</sup>         | 50.40±8.64 <sup>bcd</sup>  | 231.88±5.72 <sup>a</sup>          | 410.39±5.32 <sup>b</sup>   |
| <i>Tridax procumbens</i>       | 36.63±5.48 <sup>cd</sup>           | 58.05±5.65 <sup>b</sup>    | 136.96±3.53 <sup>b</sup>          | 347.02±4.63 <sup>5</sup>   |
| <i>Ageratum conyzoides</i>     | 26.93±10.10 <sup>d</sup>           | 57.91±9.02 <sup>a</sup>    | 45.64±1.95 <sup>f</sup>           | 172.32±4.40 <sup>5</sup>   |
| <i>Chromolaena odorata</i>     | 40.51±6.61 <sup>bcd</sup>          | 53.33±8.81 <sup>ab</sup>   | 197.29±8.33 <sup>f</sup>          | 541.42±3.08 <sup>a</sup>   |
| <i>Anaphalis margaritacea</i>  | 34.80±0.55 <sup>cd</sup>           | 58.33±10.62 <sup>a</sup>   | 171.92±9.50 <sup>f</sup>          | 256.25±2.19 <sup>d</sup>   |
| Asteraceous weeds              | Total phenolics (mg GAE/ g sample) |                            | Total saponins (mg DE/g sample)   |                            |
|                                | Water Ex.                          | Methanol Ex.               | Water Ex.                         | Methanol Ex.               |
| <i>Bidens pilosa</i>           | 282.25±25.99 <sup>f</sup>          | 442.51±19.44 <sup>a</sup>  | 179.75±8.47 <sup>a</sup>          | 246.62±14.13 <sup>a</sup>  |
| <i>Melampodium divaricatum</i> | 438.84±22.58 <sup>f</sup>          | 719.70±15.63 <sup>a</sup>  | 177.80±8.13 <sup>a</sup>          | 212.28±13.93 <sup>bc</sup> |
| <i>Pluchea indica</i>          | 526.06±24.40 <sup>d</sup>          | 1001.11±21.63 <sup>a</sup> | 181.81±10.02 <sup>a</sup>         | 191.49±9.30 <sup>cde</sup> |
| <i>Tridax procumbens</i>       | 297.67±12.90 <sup>f</sup>          | 408.00±21.40 <sup>a</sup>  | 186.13±8.98 <sup>de</sup>         | 196.59±4.77 <sup>cde</sup> |
| <i>Ageratum conyzoides</i>     | 108.35±10.87 <sup>g</sup>          | 172.84±16.66 <sup>f</sup>  | 180.16±7.95 <sup>a</sup>          | 184.91±7.03 <sup>de</sup>  |
| <i>Chromolaena odorata</i>     | 693.53±27.38 <sup>f</sup>          | 917.70±42.81 <sup>b</sup>  | 198.00±7.09 <sup>cde</sup>        | 228.85±3.95 <sup>ab</sup>  |
| <i>Anaphalis margaritacea</i>  | 449.54±20.03 <sup>f</sup>          | 656.46±26.02 <sup>c</sup>  | 205.16±16.06 <sup>cd</sup>        | 232.31±1.98 <sup>a</sup>   |

<sup>a</sup> Mean±SD in the same allelochemical group followed by different superscripts is significantly different at DMRT  $p < 0.01$ .

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารอัลลิโกลิเคมคอล พบว่า สารสกัดด้วยเมทานอลมีปริมาณของสารอัลลิโกลิเคมคอลมากกว่าสารสกัดด้วยน้ำแตกต่างกันทางสถิติ



**Fig. 1** DPPH (A) and ABTS (B) radical scavenging inhibition of water (H) and methanol (M) extracts from leaves of Asteraceous weeds. The bars in figure represent the standard deviation of the repetitions. Values with different superscript indicates statistical significance by DMRT at  $p < 0.01$ .

เมื่อพิจารณาฤทธิ์ของสารสกัดในการต้านอนุมูลอิสระด้วยปฏิกิริยา DPPH radical scavenging พบว่า สารสกัดด้วยเมทานอลจากใบของชู ตีนตุ๊กแกในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH\* สูงที่สุด รองลงมาคือ สารสกัดด้วยเมทานอลจากใบของกระตมทอง กันจ้ำขาว และสาบแร้งสาบกา ตามลำดับ (Fig. 1A) โดยที่สารสกัดด้วยเมทานอลจากใบของชู ตีนตุ๊กแกมีฤทธิ์มากที่สุดในการต้านอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยา ABTS radical scavenging (Fig. 1B)

### เอกสารอ้างอิง

- Boskou, G., Salta, F.N., Chrysostomou, S., Mylona, A., Chlou, A. and Andrikopoulos, N.K. 2006. Antioxidant capacity and phenolic profile of table olives from the Greek market. *Food Chem.* 94(4): 558-564.
- Djeridane, A.M., Yousfi, B., Nadjemi, D., Boutassouna, P., Stocker, N. and Vidal, 2006. Antioxidant activity of some algerian medicinal plants extracts containing phenolics. *Food Chem.* 97(4): 654-660.
- Fadhil, S., Reza, M.H., Rouhollah G. and Reza V.R.M. 2007. Spectrophotometric determination of total alkaloids in *Pegonium harmola* L. using bromocresol green. *Res. J. Phytochem.* 1(2): 79-82.
- Hsu, C.F., Peng, H., Basile, C., Travas-Sejdic, J. and Klimartin, P.A. 2010. ABTS\* scavenging activity of polypyrrole, polyaniline and poly(3,4-ethylenedioxythiophene). *Polymer Int.* 58: 10:1002/pl.2912
- Kähkönen, M., Hopia, A., Vuorela, H.J., Rauha, J.P., Pihlaja, K., Kujala, T.S. and Heinonen, M. 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem.* 47(10): 3954-3962.
- Makkar, H.P., Siddhuraju, P. and Becker, K. 2007. *Methods in molecular biology: plant secondary metabolites.* Human Press, Totowa, New Jersey. pp. 93-100.





# ผลของปุ๋ยไนโตรเจนต่อผลผลิตของถั่วเขียวที่ปลูกในดินเหนียว จังหวัดชัยนาท

## Effect of Nitrogen Fertilizer on Yield of Mung Bean in Clay Soil at Chai Nat Province

สายน้ำ อุดพวย<sup>a\*</sup> นุชนาฏ ตันวรรณ<sup>a</sup> วิไลรัตน์ แป้นแก้ว<sup>b</sup> และ สมฤทัย ตันเจริญ<sup>a</sup>

<sup>a</sup>กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

<sup>b</sup>ศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท กรมวิชาการเกษตร ชัยนาท 17150

\*Corresponding author, Email address: sainam.udpuay@gmail.com

### บทคัดย่อ

ไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่มีความสำคัญ และปุ๋ยไนโตรเจนมักใช้ในการผลิตถั่วเขียวเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต การดูดธาตุอาหารของพืช และผลผลิตของถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 3 ในดินเหนียว จังหวัดชัยนาท วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized complete block design; RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วยระดับปุ๋ยไนโตรเจน 5 ระดับ ได้แก่ 0, 4.5, 9, 13.5 และ 18 กก. N/ไร่ โดยใส่ปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทสเซียมตามค่าวิเคราะห์ดิน คือ 3 กก. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ไร่ และ 3 กก. K<sub>2</sub>O/ไร่ ในทุกกรรมวิธี ผลการวิจัยพบว่า การประเมินประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของถั่วเขียวในอัตรา 9 กก. N/ไร่ ให้ผลผลิต 265.5 กก./ไร่ แต่การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทุกอัตราให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ดังนั้นการใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำในอัตรา 0-3-3 กก. N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ไร่ เป็นวิธีการที่เหมาะสมต่อการผลิตถั่วเขียวในดินเหนียว จังหวัดชัยนาท

คำสำคัญ: ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน, ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ, ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน

### คำนำ

ถั่วเขียว (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีความสำคัญ แต่ไม่สามารถผลิตเพียงพอต่อความต้องการจากปัญหาเรื่องปัจจัยการผลิต ที่มีการจัดการไม่เหมาะสม และดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Thansettakij, 2023)

ซึ่งการจัดการธาตุอาหารจัดเป็นข้อจำกัดประการหนึ่ง โดยไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารหลักที่สำคัญ ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชตระกูลถั่วได้ (Ardeshana *et al.*, 1993)

โดยการใช้ปุ๋ยมีบทบาทสำคัญต่อการปรับปรุงผลผลิตและคุณภาพของถั่วเขียว

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนต่อการเจริญเติบโต การดูดธาตุอาหารของพืช และผลผลิตของถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 3 เพื่อนำไปใช้สำหรับการปรับปรุงการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมในการผลิตในสภาพนา พื้นที่ดินเหนียว จังหวัดชัยนาทต่อไป

### วิธีการทดลอง



### สมบัติดินก่อนปลูก

Table 1 Chemical and physical properties of soil before planting

| pH    | EC (1:5)              | OM (%)              | Avail. P               | Exch. K                | Sand | Silt | Clay | Texture             |
|-------|-----------------------|---------------------|------------------------|------------------------|------|------|------|---------------------|
| (1:1) | (dS m <sup>-1</sup> ) | (Walkley and Black) | (mg kg <sup>-1</sup> ) | (mg kg <sup>-1</sup> ) | (%)  | (%)  | (%)  | (Hydrometer method) |
| 6.14  | 0.05                  | 0.95                | 11                     | 75                     | 16   | 38.4 | 45.6 | Clay                |

ชุดดินอินทรีย (Fine, mixed, active, nonacid, isohyperthermic, Aeric, Vertic) Endosagris  
Note: EC = Electrical conductivity; OM = Organic matter; Avail. P = Available phosphorus; Exch. K = Exchangeable potassium

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 1. การเจริญเติบโต ผลผลิต และองค์ประกอบผลผลิตของถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 3

การให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 18 กก. N/ไร่ ให้ถั่วเขียวมีความสูงต้นสูงสุดเฉลี่ย 68.2 ซม. ในขณะที่การให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 13.5 กก. N/ไร่ ให้ความยาวฝัก และผลผลิต สูงที่สุดเฉลี่ย 10.1 ซม. และ 269.8 กก./ไร่ ตามลำดับ และเมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มขึ้น (18 กก. N/ไร่) พบว่า ถั่วเขียวให้ผลผลิตลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ (Table 2)

#### 2. การดูดธาตุอาหารของพืช และประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ย

การให้ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 13.5 กก. N/ไร่ ถั่วเขียวมีการดูดใช้ไนโตรเจนสูงที่สุดเฉลี่ย 15.5 กก. N/ไร่ ส่วนการดูดใช้ฟอสฟอรัส พบว่า การใช้ปุ๋ยอัตรา 9 กก. N/ไร่ ถั่วเขียวมีการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสสูงที่สุดเฉลี่ย 4.9 กก. P/ไร่ ส่วนการดูดใช้โพแทสเซียมพบว่า การใช้ปุ๋ยอัตรา 4.5 กก. N/ไร่ มีการดูดใช้โพแทสเซียมสูงที่สุดเฉลี่ย 13.7 กก. K/ไร่ (Table 3)

#### 3. การตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนของถั่วเขียว

การปลูกถั่วเขียวในดินเหนียว จังหวัดชัยนาท ถั่วเขียวมีการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 13.5 กิโลกรัม N ต่อไร่ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ย 269.8 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบ quadratic ตามสมการ  $y = -0.4453x^2 + 2.7218x + 238$  มี  $R^2=0.774$  (Figure 1A)

#### 4. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใช้ปุ๋ย

การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราต่าง ๆ (4.5–18 กก. N/ไร่) ให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าแก่การลงทุน ให้ค่า VCR ระหว่าง -0.67–1.80 ซึ่งมีค่า VCR ต่ำกว่า 2.0 (Table 4) และยังมีกำไรเพียงเล็กน้อยในอัตรา 18 กก. N/ไร่ ยังไม่คุ้มค่าคิดลบ

Table 4 Effect of nitrogen fertilizer on economic return of mung bean cv. Chai Nat-3

| Nitrogen fertilizer (kg N/ha) | Yield (kg/ha) | Increase yield (%) | Gross benefit | Gross return | Cost on fertilizer | Increased cost | Net benefit | Net return | VCR   |
|-------------------------------|---------------|--------------------|---------------|--------------|--------------------|----------------|-------------|------------|-------|
| 0                             | 238           | -                  | 6,435         | -            | 280                | -              | 6,155       | -          | -     |
| 4.5                           | 250           | 5                  | 6,766         | 312          | 467                | 207            | 6,299       | 104        | 1.50  |
| 9                             | 266           | 12                 | 7,200         | 746          | 674                | 415            | 6,536       | 331        | 1.80  |
| 13.5                          | 270           | 13                 | 7,317         | 862          | 882                | 622            | 6,435       | 240        | 1.39  |
| 18                            | 218           | -9                 | 5,899         | 556          | 1,089              | 830            | 4,809       | -1,386     | -0.67 |

<sup>a</sup>VCR = Value to Cost Ratio; Fertilizer price on January 2023: 46-0-0 (21.21 Baht/kg), 0-46-0 (23.47 Baht/kg), 0-0-46 (21.29 Baht/kg) and yield price: 27.12 Baht/kg

Source: Office of Agricultural Economics (2023)

### สรุป

การปลูกถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 3 ภายใต้สภาพหลังการทำนา ดินเหนียว (ชุดดินชัยนาท) จังหวัดชัยนาท ซึ่งเป็นดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง และระดับอินทรียวัตถุในดินต่ำ ส่งผลให้ถั่วเขียวมีการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 1.5 เท่าของอัตราประเมินตามค่าวิเคราะห์ดิน ให้ผลผลิตสูงที่สุด 269.8 กก./ไร่ โดยการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนทุกอัตราให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน ดังนั้นการใส่ปุ๋ย 0-3-3 กก. N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O/ไร่ จึงเป็นอัตราปุ๋ยที่เหมาะสม

### เอกสารอ้างอิง

Ardeshana, R.B., M.M. Mochwada, V.D. Khampal and J.C. Patel. 1993. Response of greengram (*Phaseolus radiatus*) to nitrogen, phosphorus and Rhizobium inoculation. Ind. J. Agron. 38(3): 490-492.  
Thansettakij. 2023. Expand seed production network of Mung Bean (Chai Nat 3) to support food security. Available Source: <https://www.thansettakij.com/sustainable/food-security/569082>, December 26, 2024. (in Thai)



## ผลทางอัลลีโลพาธีของถั่วเขียวและข้าวโพดในระบบการปลูกพืชร่วมต่อการควบคุมวัชพืชและผลผลิตของพืชปลูก

### Allelopathic Effect of Mungbean and Corn in Intercropping System on Weed Control and Crops Yield

ดบัสวิน อินทร์มี<sup>1</sup> วนิดา สืบสายพรพรหม<sup>1</sup> ทศพล พรพรหม<sup>2</sup> และ จำเนียร ชุมภู<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาพืชไร่นา และ <sup>2</sup>ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

\* Corresponding author: E-mail address: agrjnc@ku.ac.th

#### บทคัดย่อ

การใช้ประโยชน์จากผลทางอัลลีโลพาธีของพืชเป็นแนวทางการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เพื่อควบคุมหรือกำจัดวัชพืช เพื่อลดการลดหรือทดแทนการใช้สารกำจัดวัชพืชได้ การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบผลทางอัลลีโลพาธีของการปลูกถั่วเขียวร่วมกับข้าวโพดต่อประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชและผลผลิตของพืชปลูก โดยทำการปลูกถั่วเขียวพันธุ์ KUML4, KUML8, CN3 และ CN84 ร่วมกับข้าวโพดหวาน บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตด้านความสูง ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช และผลผลิตของถั่วเขียวและข้าวโพดเปรียบเทียบผลการทดลองกับการปลูกถั่วเขียวแต่ละพันธุ์เพียงอย่างเดียว (ชุดควบคุม) ผลการทดลองพบว่า การปลูกถั่วเขียวพันธุ์ CN3 และ CN84 ร่วมกับข้าวโพดมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยที่ถั่วเขียวทั้งสองพันธุ์นี้มีประสิทธิภาพควบคุมวัชพืชพวกใบแคบและใบกว้างได้ดี นอกจากนี้ยังพบว่า ผลผลิตต่อต้นของถั่วเขียวและข้าวโพดไม่มีความแตกต่างกับการปลูกแบบเดี่ยว

#### คำนำ

อัลลีโลพาธี (allelopathy) เป็นปฏิกิริยาทางชีวเคมีในธรรมชาติที่พืชหรือจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งสามารถผลิตและปลดปล่อยสารอัลลีโลเคมีคอล (allelochemicals) ออกมาสู่สภาพแวดล้อม ส่งผลยับยั้งหรือกระตุ้นต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของสิ่งมีชีวิตที่อยู่บริเวณรอบข้าง (Rice, 1984) ในระบบการปลูกพืชได้มีการนำผลทางอัลลีโลพาธีมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การใช้สารสกัดจากพืช การใช้เศษซากพืชอัลลีโลพาธีคลุมดิน และการปลูกพืชแซมหรือปลูกพืชหมุนเวียน (ธนัชสิน<sup>1</sup>, 2561) จากการศึกษาของ Saudy (2015) รายงานว่าการปลูกข้าวโพดร่วมกับถั่วลิสงสามารถช่วยลดความหนาแน่นของวัชพืชหญ้าปากช้อน ผักเบี้ยใหญ่ ฝอยฝรั่ง และหญ้าปากควายได้ ประมาณ 50% ส่วน Poehlman (1991) พบว่า ถั่วเขียวที่ปลูกในพื้นที่หลังเก็บเกี่ยวถั่วเขียว จะถูกยับยั้งการเจริญเติบโต 20-25% เมื่อเทียบกับถั่วเขียวที่ปลูกในแปลงที่ไม่เคยปลูกถั่วเขียวมาก่อน

การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลทางอัลลีโลพาธีของถั่วเขียวพันธุ์ KUML4, KUML8, CN3 CN84 และข้าวโพดหวานในระบบการปลูกพืชร่วมต่อการควบคุมวัชพืช เพื่อเป็นแนวทางในการลดต้นทุนในการจัดการวัชพืช

#### วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อก จำนวน 3 ซ้ำ สิ่งทดลอง คือ การปลูกถั่วเขียวร่วมกับข้าวโพด เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ปลูกถั่วเขียวหรือข้าวโพดเพียงอย่างเดียว) ประกอบด้วย



- T1: ปลูกข้าวโพดหวานพันธุ์ Wan1351 เพียงอย่างเดียว
- T2: ปลูกถั่วเขียวพันธุ์ KUML4 เพียงอย่างเดียว
- T3: ปลูกถั่วเขียวพันธุ์ KUML8 เพียงอย่างเดียว
- T4: ปลูกถั่วเขียวพันธุ์ CN3 เพียงอย่างเดียว
- T5: ปลูกถั่วเขียวพันธุ์ CN-84 เพียงอย่างเดียว
- T6: ปลูกถั่วเขียวพันธุ์ KUML4 ร่วมกับข้าวโพด
- T7: ปลูกถั่วเขียวพันธุ์ KUML8 ร่วมกับข้าวโพด
- T8: ปลูกถั่วเขียวพันธุ์ CN3 ร่วมกับข้าวโพด
- T9: ปลูกถั่วเขียวพันธุ์ CN-84 ร่วมกับข้าวโพด

**บันทึกข้อมูล:** ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช ความสูงพืชปลูก และผลผลิตถั่วเขียวและข้าวโพด



#### สรุปผลการทดลอง

การปลูกถั่วเขียวพันธุ์ CN3 และ CN84 ร่วมกับข้าวโพดหวานมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชพวกใบแคบและใบกว้างบางชนิด โดยที่ไม่มีผลกระทบต่อผลผลิตของถั่วเขียวและข้าวโพด ดังนั้นการปลูกถั่วเขียวทั้งสองพันธุ์นี้ร่วมกับข้าวโพดหวานจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยลดต้นทุนในการกำจัดวัชพืชและยังเป็นการเพิ่มรายได้จากผลผลิตของพืชปลูกทั้งสองชนิดอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

ธนัชสิน<sup>1</sup> ขุนโกละชัยพัฒน์. 2561. บทบาทของอัลลีโลพาธีต่อการจัดการวัชพืชในการผลิตข้าว. 2. วิชาการข้าว 9(2): 100-113

Poehlman, J.M. 1991. The Mungbean. Westview Press, Boulder, CO.

Rice, E.L. 1984. Allelopathy. Second edition. Academic Press Inc. Orlando Florida, USA 422 p.

Saudy, H.S. 2015. Maize-cowpea intercropping as an ecological approach for nitrogen-use rationalization and weed suppression. Arch. Agron. Soil Sci 61(1): 1-14.

#### ผลการทดลอง

**Table 1** The height of mungbean and corn in intercropping system comparing with monocropping (control) at 7, 14, 21, 30 days after planting (DAP)

| Trt                                  | 7 DAP                         |                              | 14 DAP                      |                | 21 DAP          |                 | 30 DAP         |                 |
|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|
|                                      | mungbean                      | corn                         | mungbean                    | corn           | mungbean        | corn            | mungbean       | corn            |
| Plant height (cm)                    |                               |                              |                             |                |                 |                 |                |                 |
| T1                                   | -                             | 3.41±0.46                    | -                           | 8.94±0.58      | -               | 14.92±1.92      | -              | 36.17±6.59      |
| T2                                   | 5.06±0.20                     | -                            | 7.82±0.40                   | -              | 1.72±2.05       | -               | 31.45±9.23     | -               |
| T3                                   | 5.34±0.03                     | -                            | 9.91±1.77                   | -              | 12.23±2.58      | -               | 32.23±8.91     | -               |
| T4                                   | 5.80±0.14                     | -                            | 9.43±0.46                   | -              | 11.94±1.02      | -               | 22.80±5.65     | -               |
| T5                                   | 4.81±0.15                     | -                            | 8.65±0.56                   | -              | 11.47±1.10      | -               | 20.63±5.01     | -               |
| Plant growth compared to control (%) |                               |                              |                             |                |                 |                 |                |                 |
| T6                                   | -23.33<br>±5.00 <sup>ab</sup> | -37.68<br>±5.70 <sup>c</sup> | -9.59<br>±2.15 <sup>b</sup> | 0.28<br>±2.43  | -11.47<br>±3.07 | -23.02<br>±9.95 | 31.31<br>±8.52 | -9.95<br>±3.44  |
| T7                                   | 0.56<br>±3.37 <sup>a</sup>    | 2.05<br>±3.83 <sup>b</sup>   | 16.82<br>±4.71 <sup>a</sup> | -5.98<br>±3.19 | 10.58<br>±1.21  | -1.37<br>±1.41  | 44.35<br>±7.60 | -13.24<br>±5.93 |
| T8                                   | -66.57<br>±14.01 <sup>b</sup> | 43.79<br>±2.41 <sup>a</sup>  | 6.08<br>±2.33 <sup>ab</sup> | 11.58<br>±5.49 | 2.32<br>±1.28   | -1.84<br>±1.72  | 16.36<br>±2.36 | -20.82<br>±4.01 |
| T9                                   | -56.60<br>±10.01 <sup>b</sup> | -13.93<br>±5.35 <sup>b</sup> | 3.39<br>±1.49 <sup>ab</sup> | 1.62<br>±2.64  | -19.35<br>±2.02 | 12.40<br>±6.30  | 12.72<br>±7.42 | -9.01<br>±5.30  |

**Table 2** The number of weeds in monocropping (control) and weed control efficacy (WCE) at 7, 14, 21 and 30 days after planting (DAP)

| Trt                                      | 7 DAP                          |                              |                               | 14 DAP                         |                              |                                |
|------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
|                                          | Narrow                         | Broad                        | Sedge                         | Narrow                         | Broad                        | Sedge                          |
| no. of weeds (plants 1 m <sup>-2</sup> ) |                                |                              |                               |                                |                              |                                |
| T1                                       | 0.00±0.00                      | 18.00±6.15                   | 77.33±10.81                   | 3.33±1.16                      | 28.67±7.01                   | 50.67±10.01                    |
| T2                                       | 2.67±1.06                      | 44.00±7.47                   | 10.67±3.06                    | 6.67±3.02                      | 52.67±13.00                  | 4.00±1.00                      |
| T3                                       | 1.00±0.90                      | 44.67±8.59                   | 36.67±9.93                    | 4.00±2.46                      | 108.00±36.72                 | 33.33±5.35                     |
| T4                                       | 2.67±1.67                      | 22.67±7.54                   | 8.67±5.11                     | 9.33±2.31                      | 29.33±7.43                   | 33.33±1.16                     |
| T5                                       | 1.33±0.31                      | 24.67±7.02                   | 102.00±23.39                  | 8.00±2.00                      | 60.67±19.33                  | 80.67±19.35                    |
| WCE (%)                                  |                                |                              |                               |                                |                              |                                |
| T6                                       | 25.00<br>±5.00 <sup>a</sup>    | 27.17<br>±2.27 <sup>ab</sup> | -81.25<br>±19.25 <sup>a</sup> | -100.00<br>±21.00 <sup>a</sup> | -11.35<br>±1.39 <sup>b</sup> | -150.00<br>±23.25 <sup>b</sup> |
| T7                                       | -366.67<br>±66.67 <sup>c</sup> | 68.66<br>±8.66 <sup>a</sup>  | -85.45<br>±5.45 <sup>b</sup>  | -233.33<br>±33.33 <sup>c</sup> | 40.12<br>±1.12 <sup>ab</sup> | -198.00<br>±8.00 <sup>b</sup>  |
| T8                                       | 100.00<br>±26.62 <sup>a</sup>  | 6.86<br>±4.04 <sup>b</sup>   | 33.33<br>±3.85 <sup>a</sup>   | 16.67<br>±8.17 <sup>a</sup>    | 9.09<br>±5.23 <sup>ab</sup>  | 280.00<br>±53.26 <sup>a</sup>  |
| T9                                       | 52.00<br>±2.00 <sup>b</sup>    | 8.11<br>±1.11 <sup>b</sup>   | 62.09<br>±2.07 <sup>a</sup>   | 25.00<br>±1.00 <sup>a</sup>    | 50.55<br>±0.55 <sup>a</sup>  | 8.26<br>±0.74 <sup>b</sup>     |
| Trt                                      | 21 DAP                         |                              |                               | 30 DAP                         |                              |                                |
|                                          | Narrow                         | Broad                        | Sedge                         | Narrow                         | Broad                        | Sedge                          |
| no. of weeds (plants 1 m <sup>-2</sup> ) |                                |                              |                               |                                |                              |                                |
| T1                                       | 9.33±3.02                      | 29.33±13.72                  | 47.33±13.65                   | 4.00±1.00                      | 20.00±3.11                   | 102.00±28.01                   |
| T2                                       | 8.67±2.57                      | 44.67±11.86                  | 9.33±2.17                     | 18.67±4.24                     | 24.00±8.00                   | 10.00±4.21                     |
| T3                                       | 7.33±2.31                      | 52.00±4.00                   | 28.00±8.31                    | 7.33±2.06                      | 44.67±5.17                   | 55.33±10.87                    |
| T4                                       | 8.67±2.87                      | 23.33±8.29                   | 3.33±1.06                     | 7.36±1.15                      | 23.33±8.31                   | 17.33±5.53                     |
| T5                                       | 10.67±4.43                     | 53.33±19.43                  | 64.67±11.47                   | 13.33±2.45                     | 54.67±10.51                  | 70.00±10.01                    |
| WCE (%)                                  |                                |                              |                               |                                |                              |                                |
| T6                                       | 23.08<br>±3.08                 | 17.99<br>±2.91               | -78.57<br>±18.57 <sup>b</sup> | 46.43<br>±4.43 <sup>a</sup>    | 5.56<br>±0.56                | -211.33<br>±13.33 <sup>b</sup> |
| T7                                       | 63.64<br>±14.36                | 15.38<br>±1.38               | -119.05<br>±8.05 <sup>b</sup> | -136.36<br>±6.36 <sup>b</sup>  | 67.16<br>±1.84               | -63.86<br>±2.14 <sup>a</sup>   |
| T8                                       | 0.00<br>±0.00                  | 12.38<br>±6.67               | 106.67<br>±21.07 <sup>a</sup> | 15.15<br>±2.14 <sup>a</sup>    | 11.43<br>±5.50               | 65.39<br>±4.47 <sup>a</sup>    |
| T9                                       | 50.00<br>±8.00                 | 10.00<br>±2.32               | 38.14<br>±8.14 <sup>a</sup>   | 20.00<br>±5.00 <sup>a</sup>    | 47.56<br>±3.44               | -7.62<br>±0.62 <sup>a</sup>    |

<sup>1</sup> Mean±SD in the same column followed by different superscripts is significantly different using DMRT at p<0.05.

Sign minus (-) in front of mean value denote the stimulation of allelopathic effect and no sign denote the inhibition of allelopathic effect.

**Table 3** Dry weight of mungbeans seed yield and fresh weight of sweet corn ears.

| Treatments     | Mungbean yield<br>(g plant <sup>-1</sup> ) | Corn yield (g ear <sup>-1</sup> ) |             |
|----------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|-------------|
|                |                                            | Unpeeled                          | Peeled      |
| T1: corn       | -                                          | 40.21±6.90                        | 35.05±10.09 |
| T2: KUML4      | 6.25±0.77                                  | -                                 | -           |
| T3: KUML8      | 7.30±0.96                                  | -                                 | -           |
| T4: CN3        | 7.31±1.46                                  | -                                 | -           |
| T5: CN84       | 5.89±1.95                                  | -                                 | -           |
| T6: corn+KUML4 | 7.71±1.74                                  | 52.39±8.33                        | 45.12±9.98  |
| T7: corn+KUML8 | 6.91±2.87                                  | 45.23±4.66                        | 39.70±7.19  |
| T8: corn+CN3   | 8.50±2.47                                  | 58.10±7.66                        | 32.62±8.32  |
| T9: corn+CN84  | 7.23±0.11                                  | 53.79±10.21                       | 41.70±9.21  |

● ถั่วเขียวแต่ละพันธุ์ที่ปลูกร่วมกับข้าวโพดมีการเจริญเติบโตของต้นกล้าได้เท่าๆกันการปลูกแบบเดี่ยว (Table 1)

● สำหรับประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช (Table 2) พบว่า การปลูกถั่วเขียวพันธุ์ CN 3 และ CN 84 ร่วมกับข้าวโพด มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ที่ 7, 14, 21 และ 30 วันหลังปลูก

● ถั่วเขียวที่ปลูกร่วมกับข้าวโพดในระบบปลูกพืชแซมมีน้ำหนักแห้งของเมล็ดต่อต้นไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเขียวพันธุ์เดียวกันที่ปลูกแบบเดี่ยว ในขณะที่ผลผลิตฝักสดของข้าวโพดหวานทั้งปอกเปลือกและไม่ปอกเปลือกก็เช่นเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันสำหรับน้ำหนักฝักสดฝักของข้าวโพดที่ปลูกร่วมกับถั่วเขียวกับการปลูกแบบเดี่ยว (Table 3)



# ผลของน้ำตาลซูโครส และ 6-Benzyladenine ต่อการชักนำยอดและการเจริญเติบโต ของต้น *Ariocarpus fissuratus* 'Godzilla' ในสภาพปลอดเชื้อ

Effects of Sucrose and 6-Benzyladenine on *In Vitro* Shoot Induction and Growth of *Ariocarpus fissuratus* 'Godzilla'

ณิรันดร์ เนตรสุขแสง, เณรมาลย์ วงศ์ขวัญจันทร์, พัชรียา บุญแก้ว, ภกฉวีพิชชวัน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

ติดต่อเพิ่มเติม : Neeranuch.net@ku.th

## บทคัดย่อ

ต้นกระบองเพชรพันธุ์ก๊อดซิลลามีการเจริญเติบโตช้า การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสามารถเพิ่มจำนวนยอดและการเจริญเติบโตได้เร็ว วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อหาความเข้มข้นของ BA และซูโครสที่เหมาะสมกับการชักนำและการเจริญเติบโตของยอดในอาหารเหลวและกึ่งแข็ง วางแผนการทดลองแบบ 2x3 factorial in CRD มี 10 ซ้ำ ปัจจัย A คือความเข้มข้นของซูโครส (10, 20 g/l) และปัจจัย B คือความเข้มข้นของ BA (0, 1, 2 mg/l) โดยใช้ชิ้นส่วนปลายยอดความยาว 1 ซม. หลังจากเพาะเลี้ยงในอาหารเหลวสูตร 1/2 MS + NAA 0.05 mg/l + BA 0, 1, 2 mg/l + ซูโครส 10, 20 g/l เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า 1/2 MS + NAA 0.05 mg/l + BA 1 mg/l + ซูโครส 10 g/l ให้จำนวนยอดสูงสุด (10.30 ยอด) และความยาวยอด (1.63 ซม.) หลังจากเพาะเลี้ยงในอาหารกึ่งแข็ง 20 สัปดาห์ พบว่า 1/2 MS + NAA 0.05 mg/l + ซูโครส 20 g/l ให้จำนวนยอดและความยาวยอดสูงสุดเฉลี่ย 3.25 ยอด และ 1.28 ซม. ตามลำดับ

คำสำคัญ: กระบองเพชร, การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, ไซโตไคนิน, น้ำตาล



## ลํานํ้า

*Ariocarpus fissuratus* 'Godzilla' อยู่ในวงศ์ Cactaceae มีถิ่นกำเนิดจากประเทศเม็กซิโก เป็นกระบองเพชรที่มีความสวยงามและหายาก ปลูกเลี้ยงง่ายด้วยวิธีการเพาะเมล็ด ซึ่งมีอัตราการงอกไม่สูง ใช้เวลานานในการเติบโต และได้จำนวนต้นน้อย (Anderson et al., 1994; Hunt, 1992) ดังนั้นจึงควรนำเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขยายพันธุ์ จากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า ชนิดของอาหาร ปริมาณน้ำตาล และความเข้มข้นของ BA ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มจำนวนยอดในสภาพปลอดเชื้อของกระบองเพชรหลายชนิด (Hemphill et al., 1998; Monostori et al., 2012; Manuel et al., 2021) ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อหาความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส และ BA ที่เหมาะสมต่อการชักนำยอด ในอาหารเหลวและอาหารกึ่งแข็ง

## อุปกรณ์และวิธีการ

### Shoot induction



Culture condition:  
Light intensity 40 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>  
for 12 hours/day and  
Temperature control at 25±2°C



T1: Sucrose 10 g/l + BA 0 mg/l  
T2: Sucrose 10 g/l + BA 1 mg/l  
T3: Sucrose 10 g/l + BA 2 mg/l  
T4: Sucrose 20 g/l + BA 0 mg/l  
T5: Sucrose 20 g/l + BA 1 mg/l  
T6: Sucrose 20 g/l + BA 2 mg/l  
Medium: 1/2 MS with NAA 0.05 mg/l

Data collection  
• Number of shoots  
• Shoot length (cm)

2 x 3 Factorial in completely randomized design:  
6 treatments combination, 10 replications

## ผลและวิจารณ์

### 1. การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนในอาหารเหลว

น้ำตาลซูโครสมีผลต่อการเพิ่มจำนวนยอด แต่ไม่ส่งผลต่อความยาวยอด โดยที่ความเข้มข้นที่ได้รับซูโครส 10 g/l ให้จำนวนยอดสูงกว่า (5.43 ยอด) ซูโครส 20 g/l (4.66 ยอด) (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Manuel et al. (2021) ที่พบว่าเนื่องจากน้ำตาลความเข้มข้นที่สูงเกินไปทำให้เกิดอาการ hyperhydricity และ osmotic stress ส่งผลให้การดูดซึมน้ำอาหารและน้ำไม่สมบูรณ์ และการพัฒนาเซลล์หยุดชะงัก ในขณะที่ความเข้มข้นของ BA มีผลทำให้ทั้งจำนวนยอดและความยาวยอดมีความแตกต่างกันทางสถิติ การเติม BA 1 mg/l ให้จำนวนยอด และความยาวยอดมากที่สุด (7.20 ยอด และ 1.45 ซม. ตามลำดับ) (Table 1) สอดคล้องกับการศึกษาของ Rittirong et al. (2019) ที่ศึกษาในยิมโนแคโรเซียม นอกจากนี้พบว่าในอาหารเหลวชิ้นส่วนมีการสร้างแคลลัสจำนวนมาก และมีความดำน้ำ ซึ่งแสดงใน Fig 2

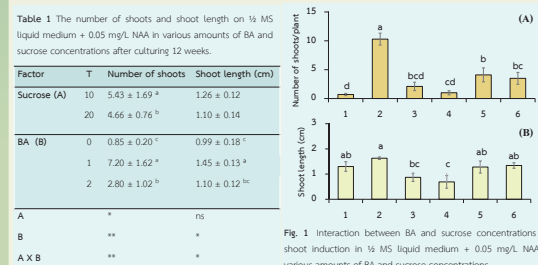


Fig. 1 Interaction between BA and sucrose concentrations on shoot induction in 1/2 MS liquid medium + 0.05 mg/L NAA in various amounts of BA and sucrose concentrations.

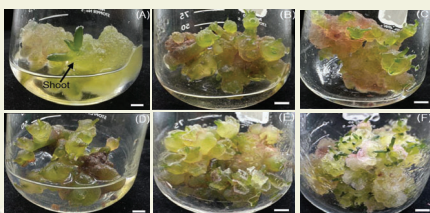


Fig. 2 Effects of 6-Benzyladenine and sucrose concentrations on shoot induction of *Ariocarpus fissuratus* 'Godzilla' in 1/2 MS liquid medium supplemented with 0.05 mg/L NAA after culturing 12 weeks: (A) 10 g/L sucrose + 0 mg/L BA, (B) 10 g/L sucrose + 1 mg/L BA, (C) 10 g/L sucrose + 2 mg/L BA, (D) 20 g/L sucrose + 0 mg/L BA, (E) 20 g/L sucrose + 1 mg/L BA, (F) 20 g/L sucrose + 2 mg/L BA. Scale bar: 1 cm

## Abstract

*Ariocarpus fissuratus* 'Godzilla' has slow growth. Tissue culture can quickly increase the number of shoots and stimulate growth. This research aimed to find suitable BA and sucrose concentrations for shoot induction and growth in liquid and semi-solid media. The experimental design was a 2x3 factorial in CRD with ten replications; factor A was sucrose concentration (10, 20 g/l), and factor B was the concentration of BA (0, 1, 2 mg/l) by using 1 cm long distal shoots. After cultured the explant in liquid medium on 1/2 MS + NAA 0.05 mg/l + BA 0, 1, 2 mg/l + sucrose 10, 20 g/l for 12 weeks, the results showed that 1/2 MS + NAA 0.05 mg/l + BA 1 mg/l + sucrose 10 g/l provided the highest of shoot number (10.30 shoots) and shoot length (1.63 cm). Meanwhile, cultured explant on a semi-solid medium after 20 weeks; the results showed that 1/2 MS + NAA 0.05 mg/l + sucrose 20 g/l provided the highest shoot number and shoot length, with an average of 3.25 shoots and 1.28 cm, respectively.

Keywords: cactus, cytokinin, sugar, tissue culture

## 2. การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนในอาหารกึ่งแข็ง

BA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ไม่มีผลทำให้จำนวนยอดและความยาวยอดแตกต่างกัน ในขณะที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสทำให้จำนวนยอดและความยาวยอดแตกต่างกันทางสถิติ โดยน้ำตาลซูโครส 20 g/l มีจำนวนและความยาวยอดมากที่สุด (2.23 ยอด และ 1.07 ซม.) (Table 2) เนื่องจากความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสที่สูงขึ้น ชิ้นส่วนซูโครสเป็นแหล่งพลังงานและเป็นสารที่ช่วยในการสร้างโปรตีนและกรดนิวคลีอิกซึ่งจำเป็นในการเจริญเติบโตของเซลล์ ช่วยให้การดูดซึมน้ำอาหารดีขึ้นและช่วยในการพัฒนายอด (Tamás et al., 2012)

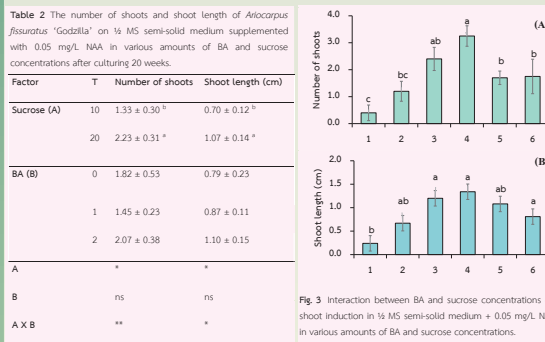
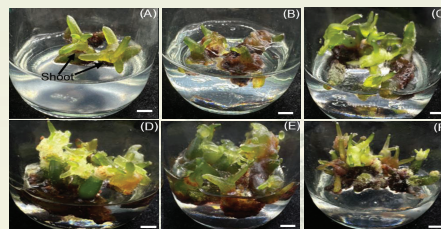


Fig. 3 Interaction between BA and sucrose concentrations on shoot induction in 1/2 MS semi-solid medium + 0.05 mg/L NAA in various amounts of BA and sucrose concentrations.

## 3. ปัจจัยร่วมระหว่างน้ำตาลซูโครส และ BA

อาหารเหลวที่เติมน้ำตาลซูโครส 10 g/l ร่วมกับ BA 1 mg/l ให้จำนวนยอดและความยาวยอดสูงสุด คือ 10.30 ยอด และ 1.63 ซม. ตามลำดับ (Fig. 1) ในขณะที่การเลี้ยงในอาหารกึ่งแข็ง พบว่า น้ำตาลซูโครส 20 g/l และไม่มี BA ให้จำนวนยอดและความยาวยอดสูงสุด คือ 3.25 ยอด และ 1.28 ซม. ตามลำดับ (Fig. 3 และ 4) สอดคล้องกับการศึกษาของ Diego et al. (2021) พบว่า ในอาหารเหลวที่ใช้ปริมาณน้ำตาลซูโครสน้อยกว่าในอาหารกึ่งแข็ง และ Oscar et al. (2010) พบว่า กระบองเพชรเมมมิลลาริอาที่เลี้ยงในอาหารเหลวมีการดูดซึมน้ำอาหารได้อย่างสม่ำเสมอในอาหารกึ่งแข็ง ส่งผลให้การเจริญเติบโตและเกิดยอดได้มีประสิทธิภาพ



## สรุปผล

อาหารเหลวสูตรที่เหมาะสมที่สุด คือ 1/2 MS ที่เติม NAA 0.05 mg/l ร่วมกับ BA 1 mg/l และน้ำตาลซูโครส 10 g/l ให้จำนวนยอดเฉลี่ย 10.30 ยอด และความยาวยอด 1.63 ซม. ตามลำดับ แต่ยังมีลักษณะอาการดำน้ำ ในขณะที่ยอดชิ้นส่วนยอดในอาหารกึ่งแข็งสูตรที่เหมาะสมที่สุด คือ 1/2 MS ที่เติม NAA 0.05 mg/l ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 20 g/l ให้จำนวนยอดเฉลี่ย 3.25 ยอด และความยาวยอด 1.28 ซม. ตามลำดับ

## เอกสารอ้างอิง

- Diego, G., Saldaña, V., María, Angeles, Bernal, Conchi, Sánchez, A., Aldrey, Nieves, V. 2021. The effect of sucrose supplementation on the micropropagation of *Solix viminalis* L. shoots in semisolid medium and temporary immersion bioreactors. *Forests*, 12(10):1408. doi.org/10.3390/f12101408
- Kawita, R. 2020. Plant Tissue Culture: Principles and Techniques. 3<sup>rd</sup> ed. Kasetsart University, Bangkok, 273 p.
- Manuel, L. G., M., López, G., Antonio, A., José, J. R. G., Carlos, L. E. 2021. In vitro Mass Micropropagation of *Mammillaria velutina* sp. Gracilis var. *Aricaria* Snowcap. *Research square*, 3-14. doi.org/10.21203/rs.3.rs-738336/v1
- Oscar, García, R., Guadalupe, M. 2010. Micropropagation and Reintroduction of the Endemic *Mammillaria frimida* (Cactaceae) to its Natural Habitat. *Hortscience*, 45(6): 934-938. doi.org/10.21273/HORTSCI.45.6.934
- Rittirong, C., Kijphet, S., Roddaung, P., Rammasut, S. 2019. Propagation of *Gymnocyclops damrei* by Tissue Culture. *Techniques*, 11(1): 9-17. doi.org/10.22271/horticulture.2019.v3i1a.28
- Monostori, T., Tanács, L., Mile, L. 2012. Studies on in vitro propagation methods in cactus species of the genera *Miclocactus*, *Cenacis*, and *Lobivia*. *Acta Horticulturae*, 937, 255-261. doi.org/10.17660/ACTAHORTIC.2012.937.31

ผลของการเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวด้วยไคโตซานร่วมกับน้ำมันหอมระเหยข่าที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่มีต่อการยับยั้งเข้าทำลายของด้วงถั่วเขียวขณะเก็บรักษา

## Effects of Seed Coating with Chitosan combined with Different Concentrations of Galangal Essential Oils on Inhibiting *Callosobruchus maculatus* (F.) Infestation on Mung Bean Seeds during Storage

เนษวิชญ์ พิชัย ธีระวิชัย<sup>๑</sup>, สุวีรัตน์ ทองคำ<sup>๒</sup>, เสาวลักษณ์ บัณฑิตสุข<sup>๑</sup>

<sup>๑</sup>ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี กรมวิชาการเกษตร จ.ลพบุรี 15210 <sup>๒</sup>สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900 <sup>๓</sup>กองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทดสอบประสิทธิภาพการเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวด้วยไคโตซาน 5% โดยปริมาตร ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยข่าระดับความเข้มข้น 0% 5% 10% 15% และ 20% โดยปริมาตร ต่อการป้องกันการเข้าทำลายของด้วงถั่วเขียว เพื่อทดแทนการใช้สารรมฟอสฟีนซึ่งเป็นสารเคมี ผลการทดลองพบว่า การเคลือบไคโตซานร่วมกับน้ำมันหอมระเหยข่าความเข้มข้น 20% โดยปริมาตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันด้วงถั่วเขียวสูงสุด โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับความเข้มข้นทุกระดับ จึงสามารถใช้ไคโตซานกับน้ำมันหอมระเหยข่าความเข้มข้น 20% โดยปริมาตร เพื่อป้องกันด้วงถั่วเขียวได้

**คำสำคัญ :** น้ำมันหอมระเหยข่า, ด้วงถั่วเขียว, ไคโตซาน

### บทนำ

ถั่วเขียวที่อยู่ระหว่างการเก็บรักษา มักพบการเข้าทำลายของด้วงถั่วเขียว (*Callosobruchus maculatus* (F.)) การป้องกันนิยมใช้สารรมฟอสฟีนซึ่งมีอันตรายต่อผู้ใช้หากปฏิบัติไม่ถูกต้อง แผลงเกิดความต้านทาน มีผลต่อสภาพแวดล้อม การเคลือบเมล็ดด้วยไคโตซานจึงเป็นอีกทางเลือกในการแก้ไขปัญหา เนื่องจากเป็นสารโพลีเมอร์จากธรรมชาติ จึงปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดย Khan & Ansari (2018) ทดสอบปรับปรุงคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วลิ้นเต่าโดยใช้ไคโตซาน พบว่าช่วยปกป้องเมล็ดจากการติดเชื้อระหว่างการงอก ลดสูญเสียของเมล็ดถั่วลิ้นเต่า และสามารถกระตุ้นการผลิตฮอร์โมนการเจริญเติบโตได้

นอกจากนี้ ยังมีการนำน้ำมันหอมระเหยจากพืชมาใช้เพื่อป้องกันกำจัดแมลง โดยพบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรร่วมกับ CO<sub>2</sub> เพื่อควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ พบว่า สามารถใช้ควบคุมด้วงงวงข้าวโพด มอดพื้นเลื้อย และมอดแบ่งได้ (อ่ามและคณะ, 2558) จากการศึกษาของ Rossi & Palacios (2015) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสมีสาร 1,8-cineole ซึ่งเป็นสารสำคัญที่พบในข่า มีฤทธิ์ฆ่าแมลงและมีผลต่อระบบเมตาบอลิซึมของแมลงศัตรูพืชในโรงเก็บงานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวด้วยไคโตซานร่วมกับน้ำมันหอมระเหยข่าที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการเข้าทำลายของด้วงถั่วเขียว เพื่อเป็นข้อมูลการใช้สารชีวภาพทดแทนการใช้สารรมฟอสฟีนซึ่งเป็นสารเคมี เพื่อป้องกันกำจัดแมลงด้วงถั่วเขียวในโรงเก็บเมล็ดพันธุ์

### อุปกรณ์และวิธีการ

1. เลี้ยงขยายพันธุ์ด้วงถั่วเขียว



2. เตรียมสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 5%



3. เตรียมน้ำมันหอมระเหยข่า



4. ทดสอบประสิทธิภาพการเคลือบเมล็ดถั่วเขียว

- 1) ไคโตซาน + น้ำมันหอมระเหยข่า 0%
- 2) ไคโตซาน + น้ำมันหอมระเหยข่า 5%
- 3) ไคโตซาน + น้ำมันหอมระเหยข่า 10%
- 4) ไคโตซาน + น้ำมันหอมระเหยข่า 15%
- 5) ไคโตซาน + น้ำมันหอมระเหยข่า 20%



วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ด้วยโปรแกรม STAR (Statistical tool for Agricultural Research)



### Abstract

The experiments were conducted to examine the effects of coating on mung bean seeds with chitosan 5% by volume with galangal essential oils at 0% 5% 10% 15% and 20% by volume as a replacement for phosphine fumigants in controlling *Callosobruchus maculatus* (F.) infestation. The effects of chitosan seed coating with galangal essential oils at 20% by volume was the most effective in preventing *C. maculatus* (F.) infestation that statistically significant compared with another concentration. These results suggest that mung bean seeds coated with chitosan and galangal essential oils 20% by volume can be used as a bio-insecticide to control of *C. maculatus* (F.) infestation.

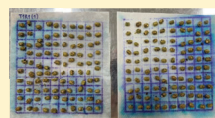
**Keywords :** Galangal Essential Oils, *Callosobruchus maculatus* (F.), Chitosan

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

**Table 1.** The percentage of mung bean seeds on each treatment that remained undamaged by *C. maculatus*.

| Treatment                             | The mung bean seeds that remained undamaged by <i>C. maculatus</i> (%) |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1. Chitosan + Galangal EO coating 0%  | 0 <sup>c</sup>                                                         |
| 2. Chitosan + Galangal EO coating 5%  | 0 <sup>c</sup>                                                         |
| 3. Chitosan + Galangal EO coating 10% | 6.27 <sup>c</sup>                                                      |
| 4. Chitosan + Galangal EO coating 15% | 45.27 <sup>b</sup>                                                     |
| 5. Chitosan + Galangal EO coating 20% | 73.33 <sup>a</sup>                                                     |
| <b>F test</b>                         | <b>*</b>                                                               |

Trt. 1



Trt. 2



Trt. 3



Trt. 4



Trt. 5



**Figure 1.** The photo of mung bean seeds coated with chitosan and galangal essential oils at difference concentration in each treatment.

### สรุป

การเคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวด้วยไคโตซาน 5% โดยปริมาตร ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยข่าที่ระดับความเข้มข้น 0% 5% 10% 15% และ 20% โดยปริมาตร ต่อการเข้าทำลายของด้วงถั่วเขียว พบว่าการเคลือบถั่วเขียวด้วยไคโตซาน ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยข่าที่ระดับความเข้มข้น 20% โดยปริมาตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันด้วงถั่วเขียวสูงสุด ดังนั้น จึงสามารถนำน้ำมันหอมระเหยจากข่ามาใช้ในการเคลือบไคโตซานมาใช้ในการเคลือบเมล็ดเพื่อป้องกันด้วงถั่วเขียวได้

อานันท์ อึ้งกิตติ, รุ่งศักดิ์ พุ่มพวง และ กวีวัฒน์ จาวสุวรรณ์. 2558. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 59 หน้า.

Khan, M. A., and Ansari, R. A. 2018. "Seed priming with chitosan enhances seed germination and seedling vigor of garden pea (*Pisum sativum* L.). International Journal of Agronomy, 2018, 1-8.

Rossi, Y.E., and Palacios, S.M. 2015. Insecticidal toxicity of *Eucalyptus cinerea* essential oil and 1,8-cineole against *Musca domestica* and possible uses according to the metabolic response of flies. Industrial Crops and Products, 63, 133-137.

เอกสารอ้างอิง



# การเปรียบเทียบพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงของบอนสีที่มีสีใบแตกต่างกัน 5 พันธุ์

Comparison of Physiological Parameters in Five Different Leaf Colors of *Caladium bicolor* (Aiton) Vent.

ชินพัทธ์ เขียวแก้ว, พงษ์ธิดา บุญก่อแก้ว ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

chinapatt.kh@ku.th

agrpj@ac.th

## บทคัดย่อ

บอนสีเป็นไม้ประดับที่นิยมปลูกเลี้ยงกันมากชนิดหนึ่ง สีใบที่หลากหลายทำให้มีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน งานวิจัยนี้ศึกษาพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงของบอนสี 5 พันธุ์ ได้แก่ สีแดง-ดาราพรตน์ สีขาว-คิลาเพชร สีเขียว-ลูกไม้ใบสีเหลือง และสีชมพู-สอดสร้อยมาลา วางแผนการทดลองแบบสุ่มแบบบล็อก พบว่า ต้นพันธุ์สีเขียวมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ การเปิดปิดปากใบ อัตราการคายน้ำ และความเขียวใบสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญคือ  $6.58 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ,  $0.19 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ,  $0.0029 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  และ  $66.92 \text{ SPAD unit}$  ตามลำดับ ขณะที่พันธุ์สีแดงมีค่าดังกล่าวต่ำสุด แต่มีค่าประสิทธิภาพการใช้น้ำสูงสุด และมีจุดอิ่มตัวแสงสูงสุดถึง  $307.69 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  และมีขนาดปากใบใหญ่ที่สุด ส่วนพันธุ์สีเหลืองมีจำนวนปากใบมากที่สุดในปากใบต่อตารางมิลลิเมตร จากผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการตอบสนองของสีใบต่อพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปลูกเลี้ยงบอนสีในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อไป

Despite rising demand, *caladium* is a popular ornamental plant known for its vibrant foliage diversity. Leaf color variations, driven by pigment contents, result in differing responses to growing conditions. This study analyzes the photosynthetic parameters of five distinct *Caladium* varieties with differing leaf colors, including Dara-Nopparat (red), Silapetch (white), green-leaf hybrid, yellow-leaf hybrid, and Sordsoy-Mala (pink). The experimental design was CRD with five treatments. The result showed that net photosynthesis rate, stomatal conductance, transpiration rate, and leaf greenness were significantly highest by green-leaf hybrid with  $6.58 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ,  $0.19 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ,  $0.0029 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  and  $66.92 \text{ SPAD unit}$ , respectively. Meanwhile, the Dara Nopparat had the lowest photosynthetic parameters. But it has the highest water use efficiency, the highest light saturation point of  $307.69 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , and the largest stomata size. The yellow-leaf hybrid had the highest number of stomata,  $34.93 \text{ stomata/mm}^2$ . This study indicated that the response of leaf colors to photosynthetic parameters can be applied to growing *caladium* in an appropriate environment.

คำสำคัญ: การตอบสนองต่อแสง พันธุ์บอนสี พืชที่มีสีใบสวยงาม ไม้ใบ Keywords: Caladium cultivars, colored plants, foliage plants, light response curve

## คำนำ

บอนสี (*Caladium bicolor* (Aiton) Vent.) เป็นไม้ประดับที่ได้รับความนิยมสูง มีศักยภาพในการผลิตและส่งออกได้ทั่วโลกทั้งในรูปแบบหัวและแบบไม้กระถาง ด้วยลักษณะเด่น คือ ใบมีสีสันหลากหลาย สามารถปลูกเลี้ยงได้ทั้งภายในอาคาร ได้รับเงาต้นไม้ที่มีแสงรำไร และกลางแจ้ง โดยสีใบที่แตกต่างกันจะมีผลต่อพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงที่แตกต่างกันด้วย (Budiarto et al., 2024) ซึ่งยังมีมีรายงานในบอนสีพันธุ์ที่นิยมปลูกเลี้ยงในไทย ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ การเปิดปิดปากใบ อัตราการคายน้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ และความเขียวใบ รวมทั้งจำนวนปากใบและขนาดปากใบของบอนสีที่มีสีใบแตกต่างกัน ข้อมูลที่ได้นำไปใช้สำหรับการจัดการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกเลี้ยงบอนสีได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ

พืชทดลอง บอนสี อายุ 4 เดือน

แดง ดาราพรตน์ ขาว คิลาเพชร เขียว ลูกไม้ (ใบสีเหลือง) เหลือง ลูกไม้ (ใบสีเหลือง) สดสร้อยมาลา

PLASTIC GREENHOUSE

Light intensity :  $20-170 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$   
Temperature :  $30^\circ\text{C} / 28^\circ\text{C}$   
Relative humidity : 70%  
Complete Randomize Design  
5 ทริตเมนต์ ทริตเมนต์ละ ซ้ำ

8 สัปดาห์

การเก็บผล

- พารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง
  - อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ :  $P_n$  ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )
  - การเปิดปิดปากใบ :  $g_s$  ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )
  - อัตราการคายน้ำ :  $E$  ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )
  - ประสิทธิภาพการใช้น้ำ :  $WUE$  ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$ )
- การตอบสนองต่อความเข้มแสง (Light response curve)
- ลักษณะและจำนวนปากใบ (Stomatal number and size)
- ความเขียวใบ (Leaf greenness)

## ผลและวิจารณ์

พารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง พันธุ์สีเขียวมีค่า  $P_n$ ,  $g_s$ ,  $E$  และความเขียวใบสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ คือ  $6.58 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ,  $0.19 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ,  $0.0029 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  และ  $66.92 \text{ SPAD unit}$  ตามลำดับ ขณะที่พันธุ์สีแดงมีค่าดังกล่าวต่ำสุด แต่มีค่า  $WUE$  สูงสุด เนื่องจากค่าความเขียวใบที่สูงส่งผลให้คลอโรฟิลล์ปริมาณมาก จึงทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงทั้ง 3 พารามิเตอร์สูงกว่าพันธุ์อื่น ๆ หากได้รับแสงในปริมาณที่เหมาะสมจะเจริญเติบโตได้ดี เนื่องจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชเกิดขึ้นในคลอโรพลาสต์ โดยอาศัยความสามารถในการดูดซับพลังงานแสงจากรงควัตถุ (pigment) เพื่อสร้างพลังงานสำหรับนำไปใช้ในการเจริญเติบโต (พูนทิพย์, 2553) เช่นเดียวกับในพันธุ์สีแดง ที่มีความเขียวใบต่ำสุด การดูดซับพลังงานแสงที่ได้น้อยกว่า ทำให้มีค่าพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงต่ำที่สุดเช่นกัน

Table 1 Comparison of photosynthetic parameters and stomatal traits of five *caladium* cultivars

| Leaf color | Leaf greenness      | Stomatal number    | Stomatal size ( $\text{mm}^2$ ) | $P_n$ ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) | $g_s$ ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) | $E$ ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) | $WUE$ ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$ ) |
|------------|---------------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Red        | 12.80 <sup>a</sup>  | 7.0 <sup>a</sup>   | 0.00367 <sup>a</sup>            | 0.98 <sup>c</sup>                              | 0.01442 <sup>c</sup>                        | 0.00024 <sup>c</sup>                      | 4,163.04 <sup>a</sup>                                               |
| White      | 18.83 <sup>a</sup>  | 19.2 <sup>a</sup>  | 0.00155 <sup>c</sup>            | 2.08 <sup>bc</sup>                             | 0.06866 <sup>bc</sup>                       | 0.00114 <sup>bc</sup>                     | 1,759.72 <sup>b</sup>                                               |
| Green      | 69.13 <sup>a</sup>  | 25.7 <sup>ab</sup> | 0.00295 <sup>ab</sup>           | 6.58 <sup>a</sup>                              | 0.19144 <sup>a</sup>                        | 0.00291 <sup>a</sup>                      | 2,389.57 <sup>b</sup>                                               |
| Yellow     | 16.00 <sup>bc</sup> | 34.9 <sup>a</sup>  | 0.00157 <sup>c</sup>            | 3.54 <sup>b</sup>                              | 0.11687 <sup>ab</sup>                       | 0.00185 <sup>bc</sup>                     | 2,015.49 <sup>b</sup>                                               |
| Pink       | 14.55 <sup>bc</sup> | 6.7 <sup>a</sup>   | 0.00252 <sup>b</sup>            | 1.33 <sup>c</sup>                              | 0.04270 <sup>c</sup>                        | 0.00070 <sup>c</sup>                      | 2,421.29 <sup>b</sup>                                               |
| F-test     | **                  | **                 | **                              | **                                             | **                                          | **                                        | **                                                                  |

\*\* Means with different lowercase letters are significantly different at  $P < 0.01$  by Duncan's New Multiple Range Test (DMRT).

## เอกสารอ้างอิง

1. ชินพัทธ์ เขียวแก้ว, พงษ์ธิดา บุญก่อแก้ว, 2553. จีวิทยา 2, ริมพัชร 2, 4. วิจัย ด้านวิชาการจากนักวิจัย. กรุงเทพฯ: 2. Budiarto R, Muhsinik S, Handini J, S, Minda M, A, Jaya M, H, S, Rahma S, A, Abdullakassim S, 2024. Physiological characteristics of ornamental *caladium* (*Caladium x hortulanum* Bindley, Araceae Juss.) through leaf color diversity. SAAB 14: 228-238. <https://doi.org/10.1016/j-saab.2024.08.054>

## การตอบสนองต่อความเข้มแสง

พันธุ์สีเขียว (Fig. 1C) มีค่า light compensation point (LCP) สูงที่สุด ( $7.81 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) รองลงมา คือ พันธุ์สีเหลือง (Fig. 1D) พันธุ์สีขาว (Fig. 1B) พันธุ์สีแดง (Fig. 1A) ส่วนพันธุ์สีชมพู (Fig. 1E) มีค่าต่ำสุด ( $1.91 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) ในขณะที่ค่า light saturation point (LSP) ของพันธุ์สีแดงมีค่าสูงที่สุด คือ  $307.69 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  ส่วนพันธุ์สีชมพูมีค่าต่ำที่สุด ( $80.18 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) จะเห็นได้ว่าพันธุ์สีชมพู มีทั้งค่า LCP และ LSP ต่ำที่สุด ซึ่งเป็นลักษณะของพืชที่ชอบร่ม สามารถทนต่อความเข้มแสงน้อยได้ดี ส่วนพันธุ์สีแดง มีค่า LSP สูงที่สุด บ่งบอกถึงการเป็นพืชที่ทนต่อแสงแดดได้มากกว่าพันธุ์อื่น ๆ บ่งบอกถึงเป็นพืชที่มีความชอบแดดมากกว่า

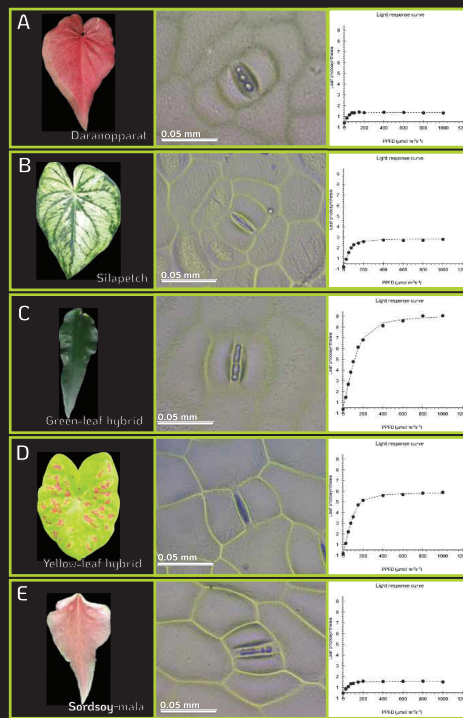


Fig. 1 Leaf color, stomata characteristics and light response curve of five *caladium* cultivars

## ลักษณะ จำนวนและขนาดปากใบ

บอนสีทั้ง 5 พันธุ์ มีลักษณะที่เหมือนกัน (Fig. 1) คือ มีเซลล์เสริมแบบ brachyparacytic โดยเซลล์เสริมจะประกบคู่กับเซลล์คุมทั้ง 2 ด้าน มีรูปร่างขนานไปกับเซลล์คู่ บริเวณส่วนบนของเซลล์คู่มี 1 เซลล์ประกบติด เป็นเช่นเดียวกับกับบริเวณส่วนล่างของเซลล์คู่ (Saeed et al., 2009) สำหรับขนาดของปากใบ พบว่า พันธุ์สีแดงมีขนาดปากใบใหญ่ที่สุด ( $0.0037 \text{ mm}^2$ ) และพันธุ์สีเหลือง ทั้ง 2 พันธุ์ ที่มีขนาดเล็กที่สุด สำหรับจำนวนปากใบ พบว่า ทั้ง 5 พันธุ์ มีค่าแตกต่างกันอย่างชัดเจน พันธุ์สีเหลืองมีความหนาแน่นของปากใบสูงที่สุด ( $34.93 \text{ stomata/mm}^2$ ) รองลงมาคือ พันธุ์สีเขียว พันธุ์สีขาว พันธุ์สีชมพู และ พันธุ์สีแดง (6.74 ต่อตร.มม.) ตามลำดับ อาจกล่าวได้ว่า พันธุ์สีเหลืองมีความหนาแน่นของปากใบที่สูง แต่ปากใบมีขนาดเล็ก ในทางกลับกัน พันธุ์สีแดง และพันธุ์สีขาว ทั้งคู่มีปากใบที่ขนาดใหญ่ ทำให้มีจำนวนปากใบที่น้อยกว่าพันธุ์อื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับค่าอัตราการคายน้ำของทั้งสองพันธุ์ (Table 1)

## สรุป

พารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงของบอนสีทั้ง 5 พันธุ์มีความแตกต่างกัน โดยพันธุ์ที่มีความเขียวใบสูงจะมีค่าพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง (อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ อัตราการคายน้ำ และการเปิดปิดปากใบ) สูงสอดคล้องกัน และในทางกลับกัน พันธุ์ที่มีความเขียวใบต่ำจะมีค่าพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงต่ำด้วยเช่นกัน แต่มีประสิทธิภาพการใช้น้ำสูง ข้อมูลนี้ จะนำไปใช้ในการศึกษาของสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการปลูกเลี้ยงบอนสี เพื่อหาแนวทางในการจัดการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการปลูกเลี้ยงบอนสีที่มีสีใบต่างกันต่อไป



สาขาสัตวแพทยศาสตร์  
(Subject: Veterinary Medicine)

ภาคโปสเตอร์  
(Poster Presentation)

# Evaluating efficacy of preoperative skin preparation with 2% chlorhexidine gluconate and 70% alcohol in reducing bacterial bioburden in dogs



Nithida Boonwittaya<sup>a</sup>, Chompoonek Yurayart<sup>a</sup>, Saroch Kaewmanee<sup>b</sup>  
and Taksaon Duangurai<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand ,

<sup>b</sup>Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand



## Abstract

**Importance of the work:** Optimized antiseptics and protocols are essential for improving veterinary surgical outcomes and preventing surgical site infections (SSIs).

**Objectives:** To assess the effectiveness of 2% chlorhexidine gluconate and 70% alcohol (CHG-Alc) in reducing the bacterial bioburden in canine surgical patients.

**Materials and Methods:** Ten client-owned dogs were involved in a standardized protocol of skin preparation. Following an initial skin cleaning step, CHG-Alc was applied. Bacterial cultures were collected at three time points: before antiseptics, 3 min and 60 min post-application. The samples were processed to quantify bacterial counts and to assess antimicrobial resistance.

**Results:** Pre-antiseptics, *Staphylococcus pseudintermedius* was the most frequently isolated bacterium, including multidrug-resistant strains. Bacterial counts decreased significantly 3 min after CHG-Alc application, with a complete absence of growth at 60 min post-application.

**Main finding:** CHG-Alc was highly effective for canine preoperative skin preparation, significantly reducing bacterial counts and preventing regrowth. Its use in veterinary preoperative protocols should be strongly supported to minimize the risk of surgical site infections.

## Introduction

Surgical site infections (SSIs) are a major concern in veterinary medicine, leading to prolonged recovery times and increased treatment costs.<sup>1</sup> The primary source of SSIs is endogenous bacteria from the skin, with *Staphylococcus pseudintermedius* being the most common pathogen in dogs.<sup>2</sup> Preoperative antiseptics is crucial,<sup>3</sup> but there is no standardized protocol for skin preparation in veterinary practice.

The combination of chlorhexidine gluconate (CHG) and alcohol is widely used due to its rapid bactericidal action and sustained antimicrobial effects.<sup>3,4</sup>

This study evaluates the efficacy of 2% CHG with 70% alcohol (CHG-Alc) in reducing bacterial bioburden for canine preoperative skin preparation

## Methods and Materials

**Subjects:** 10 client-owned dogs undergoing standard surgical preparation at the Kasetsart University Veterinary Teaching Hospital.

**Study Design:**

- Hair clipping (Fig. 1A-B) and initial skin cleaning with neutral detergent (Fig. 1C).
- Application of CHG-Alc as a single-step antiseptic method.
- Bacterial samples collected at three time points (Fig. 1D-F):
  1. Before antiseptics (baseline bacterial bioburden).
  2. 3 min after CHG-Alc application.
  3. 60 min after CHG-Alc application.

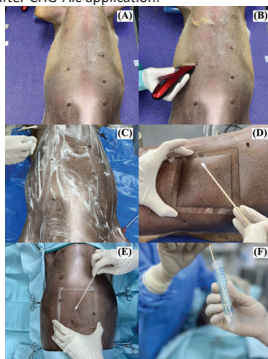


Fig. 1 Preoperative skin preparation and sample collection process.

**Bacterial Analysis:**

- Culture and identification of bacterial species using matrix-assisted laser desorption/ionization-time of flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS)
- Quantification of bacterial colony-forming units (CFU/mL).
- Antimicrobial resistance testing using the disk diffusion method, including detection of multidrug-resistant (MDR) strains.

## Results

**Pre-antiseptics:**

- All dogs showed bacterial growth before antiseptic application.
- *Staphylococcus pseudintermedius* was the predominant species, including MDR strains resistant to multiple antibiotics (Fig. 2).

**3 min post-application:**

- Significant bacterial reduction ( $p < 0.05$ ) (Fig. 3).
- 80% of samples showed no growth.
- Minimal bacterial growth in only 2 samples (low CFU counts).

**60 min post-application:**

- No bacterial growth in any samples, demonstrating the prolonged antimicrobial action of CHG-Alc (Fig. 3).

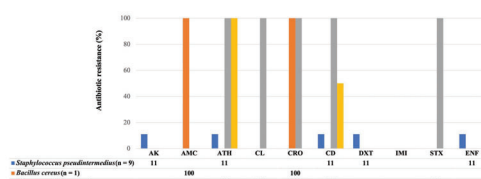


Fig. 2 Percentage of antibiotic-resistant bacteria isolated from pre-antiseptic sampling time, where n = number of isolates; AK = Amikacin, AMC = Amoxicillin-clavulanic acid, ATH = Azithromycin, CL = Cephalexin, CRO = Ceftriaxone, CD = Clindamycin, IMI = Imipenem, DXT = Doxycycline, STX = Trimethoprim-sulfamethoxazole and ENF = Enrofloxacin

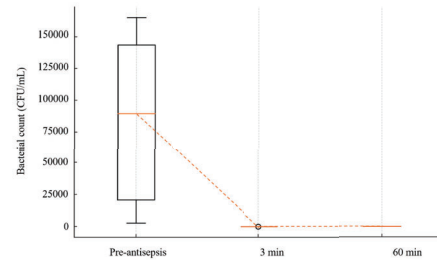


Fig. 3 Reduction of median bacterial counts before and after CHG-Alc application

## Discussion

The study demonstrates that a single application of CHG-Alc significantly reduces bacterial bioburden in canine surgical patients, with effects sustained for at least 60 min post-application. The rapid bactericidal action of alcohol<sup>5</sup> combined with sustained antimicrobial effect from chlorhexidine<sup>6</sup> supports its routine use in veterinary surgical protocols. This finding aligns with the critical role of preoperative antiseptic protocols in minimizing SSIs. The predominant bacterial species isolated prior to antiseptics, *Staphylococcus pseudintermedius*, including MDR strains, was also effectively eliminated.

This protocol is time-efficient, practical, and enhances surgical safety, making it a recommended standard protocol in veterinary surgery.

The relatively small sample size and a single geographic location limit the generalizability of the results. Future research involving larger and more diverse populations, along with long-term follow-up for SSI monitoring, is recommended to further validate these findings of CHG-Alc protocols in veterinary surgery.

## Conclusions

A single application of 2% CHG with 70% alcohol after initial skin cleaning with neutral detergent showed the benefits:

- Rapid and sustained bacterial reduction (>99%) in 3 min.
- Effective against MDR bacteria, including *S. pseudintermedius*.
- Prolonged antimicrobial effect for at least 60 min.

*Simple, time-efficient, and easily integrated into veterinary practice*

## References

1. Seidelman, J.L., Morych, C.R., Anderson, D.J. 2023. Surgical site infection prevention: A review. JAMA. 329:244-252. doi: 10.1001/jama.2022.24075
2. Wertheimer, D., Singh, A. 2015. Fighting surgical site infections in small animals: Are we getting anywhere? Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract. 45:243-276. doi: 10.1016/j.cvsm.2014.11.001
3. Nye, A.K., and Thiemann, M. 2024. Small animal patient preoperative preparation: A review of common antiseptics, comparison studies, and resistance. Front. Vet. Sci. 11:1374836. doi: 10.3389/fvets.2024.1374836
4. Boonwittaya, N., Yurayart, C., Udomkunsorn, P., Kaewmanee, S., Sompaibarnsil, S., Thengchaisri, N., Duangurai, T. 2024. Comparative evaluation of chlorhexidine gluconate with alcohol and polyhexamethylene biguanide with Tris-EDTA as antiseptic solutions for pre-operative skin preparation in dogs. Vet. World. 17:2451-2459. doi: 10.14202/vetworld.2024.2451-2459
5. Al-Y, Dolan, H.J., Fendler, E.J., Larson, E.L. 2000. Alcohols. In: Block, S. (Ed.), Disinfection, Sterilization, and Prevention. Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia, PA, USA, pp. 229-253.
6. Lim, K.S., Kam, P.C. 2008. Chlorhexidine: pharmacology and clinical applications. Anaesth. Intensive Care. 36:502-512. doi:10.1177/0310057X0803600404

## Contact

Nithida Boonwittaya  
Kasetsart University Veterinary Teaching Hospital  
Email: nithida.b@ku.th  
Phone: 027971900 (3216, 3202), 0865882835

การศึกษาต้นทุนและผลตอบแทนทางธุรกิจฟาร์มโคนมในเขตพื้นที่จังหวัดราชบุรี  
และนครปฐม เปรียบเทียบระหว่างสองช่วงเวลา

The study on cost and profit of dairy farming business located in Ratchaburi and Nakhon Pathom provinces between 2 periods time

ภาสกร จินขาวขำ, ธัญพร วรรณเจริญ, จินต์จุฑา นิลจำรัส, ภาณุดา ผลอินทร์, ศุภชาติ ปานเนียม, อนวัช แสงมาลี คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จังหวัดนครปฐม 73140

## บทคัดย่อ (Abstract)

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาดัชนีทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสุทธิในการผลิตน้ำมันดิบ โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลต้นทุนและกำไรในเดือนพฤศจิกายน 2566 และเดือนมกราคม 2567 พบว่าต้นทุนทั้งหมดของฟาร์มจากทั้งห้องช่วงเวลาไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) ต้นทุนส่วนใหญ่ คือ ต้นทุนแม่ปลา สัตว์เสริมมากที่สุด ได้แก่ ต้นทุนอาหาร (60.24-65.54%) จากการศึกษามีความแตกต่างของต้นทุนค่าอาหารปลาและอาหารหยาบระหว่างเดือนพฤศจิกายนและมกราคม ( $p = 0.202$  และ 0.338 ตามลำดับ) ในเดือนพฤศจิกายน ค่ามัธยฐานของกำไร คือ -16,000 บาท (95-954,36 บาท) ในขณะที่เดือนมกราคม มีกำไรสุทธิของฟาร์มอยู่ที่ 26,657.88 บาท (26,657.88-0.150,958.04 บาท) เมื่อคิด สัตว์สามตัวเทียบต้นทุนทั้งหมด มีค่ามัธยฐานอยู่ที่ -9.61% (-36.15, 43.60%) และเมื่อเทียบระหว่างเดือนพฤศจิกายนและมกราคม พบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

**คำสำคัญ:** ต้นทุน, กำไร, ฟาร์มโคนม, ธุรกิจ

This study aimed to assess the true economic costs and profits of dairy farms by analyzing financial data during November 2023 and April 2024. The results indicated no significant difference in total costs between the two periods ( $p > 0.05$ ). The majority of costs were variable, with animal feed representing 60.24–65.54% of these costs. No significant differences were observed in the costs of concentrated feed and roughage between November and April ( $p$ -values of 0.202 and 0.338, respectively). Profitability varied by period: in November, a median loss was -16,000.15 baht (range: -95,364.96 to 115,953.60 baht), while, in April, a median profit was 26,659.78 baht (range: -260,734.06 to 150,958.04 baht). The median profit ratio relative to total costs was -9.61% (-36.15% to 43.60%). No significant difference in profitability was observed between the two periods.

**Keywords:** cost, benefit, dairy farm, business

## คำนำ

สถานการณ์การเลี้ยงโคขุนของประเทศในปัจจุบันมีทิศทางที่ถดถอย  
นั่นคือในปัจจุบันมีเกษตรกรเลี้ยงโคขุนในประเทศจำนวน 15,769 ราย และมี  
ประชากรโคขุน 568,111 ตัว ซึ่งเท่ากับมีประชากรโคขุนลดลง 31.5% เมื่อ  
เทียบกับปี 2564 สาเหตุหลักมาจากการที่เกษตรกรไม่มีผลกำไรในการทำ  
ธุรกิจ สืบเนื่องมาจากต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของ  
ราคาวัตถุดิบอาหารสัตว์

การที่เกษตรกรไม่สามารถควบคุมผลผลิตของตนเองให้มีปริมาณที่  
เหมาะสมในการดำเนินการทางธุรกิจซึ่งเปรียบเสมือนการเพิ่มต้นทุนทางอ้อม  
หรือการลดผลกำไร (นาวรัตน์ และ ธนกร, 2554; วิภาวี, 2560; ภรภัทร และ  
คณะ, 2561)

การที่เกษตรกรจะดำเนินธุรกิจการเลี้ยงโคนมได้สำเร็จจำเป็นต้องมี  
ข้อมูลด้านต้นทุนการผลิตและผลตอบแทนและความเข้าใจในข้อมูลดังกล่าว  
เพื่อนำมาใช้เป็นเกณฑ์เป้าหมายในการดำเนินการจัดการฟาร์ม

การศึกษาจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและนำเสนอต้นทุน และ  
ผลตอบแทนของการทำธุรกิจฟาร์มโคนมโดยมุ่งเปรียบเทียบระหว่าง 2  
ช่วงเวลาที่คาดว่าจะมีผลผลิตนมดิบในฟาร์มที่สูงสุดและสูงสุด ซึ่งความรู้ที่  
เกิดจากการศึกษานี้จะได้นำไปใช้โดยตรง หรือประยุกต์ใช้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงโค  
นมในที่ซึ่งหาทรัพยากรและต้นทุนได้เป็นอย่างดีเพื่อเรื่องต้นทุนและผลตอบแทน  
ของการทำธุรกิจฟาร์มโคนมดังกล่าว ดังนั้นข้อมูลที่มีความจำเป็นที่จะใช้ซึ่ง  
สามารถนำไปประยุกต์ใช้ทางวิชาการได้

## อุปกรณ์และวิธีการ

ประชากรที่ใช้ในการศึกษา : ฟาร์มโคนมในพื้นที่จังหวัดราชบุรี และนครปฐมจำนวน 20 ฟาร์ม

การวิเคราะห์ : การวิเคราะห์การผลิตในระยะสั้น (Short-run cost analysis)

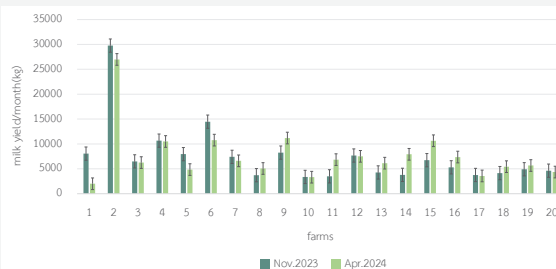
**ข้อมูล :** ข้อมูลทั่วไปของฟาร์ม ข้อมูลดินปน (ประกอบด้วยดินปนคกที่และดินปนผ่นแปร) ผลตอบแทน

ต้นทุนคงที่ : ประกอบด้วยค่าเช่าที่ดิน ค่าเสื่อมของอุปกรณ์และโรงเรือน ค่าเสื่อมแม่พันธุ์โคนม  
ต้นทุนผันแปร : ประกอบด้วย ค่าอาหาร ค่าแรงงาน ค่าแร่ธาตุ ค่าผสมเทียม ค่าป้องกันโรค ยาบำรุงและค่ารักษา

ค่าไฟฟ้าและค่าน้ำ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าซ่อมแซม ค่าวัสดุสิ้นเปลือง ค่าเตรียมแปลงหญ้า ค่าเสียโอกาสเงินทุน

ผลตอบแทน : รายได้นั้นนับเป็นค่าขายมูลโค ค่าขายลูกโคตัวผู้ ค่าขายแม่โคคัดทิ้งและโคอื่น ๆ ค่าขายรถ  
การรับจ้างใช้เครื่องจักรของฟาร์ม

## ผลและวิจารณ์การทดลอง



**Fig. 1** Comparison of milk production per day of 20 farms between 2 period (November 2023 vs April 2024) which no statistical difference was observed ( $p$ -value=0.68).

สัดส่วนต้นทุนคงที่และต้นทุนผันแปรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสองช่วงเวลา โดยต้นทุนผันแปรมีสัดส่วนอยู่ที่ 94.91% ในเดือนพฤศจิกายน และ 94.70% ในเดือนเมษายน

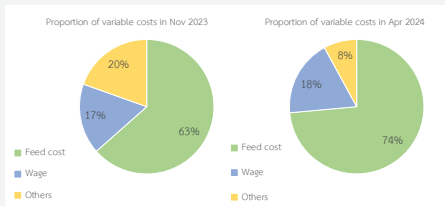


Fig. 2 Shows the proportion of variable costs between two periods, suggesting that feed cost and wages are the two largest proportions among all variable costs.

ผลผลิตน้ำมันดิบในเดือนเมษายน พ.ศ. 2567 มีแนวโน้มสูงกว่าผลผลิตในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2566 สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้ในจังหวัดชายฝั่งใหม่ คือ ผลผลิตน้ำมันดิบช่วงต้นปีมีแนวโน้มสูงกว่าช่วงปลายปีและมีแนวโน้มของผลตอบแทนที่สูงกว่า (คนกร และ ขาลินี, 2563)

| Incomes                    |               |                         |            |                         |         |
|----------------------------|---------------|-------------------------|------------|-------------------------|---------|
| Items                      | November 2023 |                         | April 2024 |                         | P-value |
|                            | Median        | Max-Min                 | Median     | Max-Min                 |         |
| Raw milk                   | 131422.50     | 634047.75-80214         | 154620     | 633265-54000            |         |
| Culled cattle              | 2500          | 100000-0.00             | 5000       | 110000-000              |         |
| Total Income/month         | 171341.5      | 670797.75-81454         | 173337     | 643665-59705            | 0.19    |
| Milk yield/month (kg)      | 5901.35       | 29767.5-3375            | 6433.55    | 26985-2000              | 0.68    |
| Profit/period (baht)       | -16000.145    | 115953.595-<br>95364.96 | 26659.77   | 150958.04-<br>-26074.06 | 0.33    |
| Profit/1 kg of milk (baht) | -2.81         | 25.03-<br>-2.15         | 4.00       | 20.56-<br>-3.19         | 0.2     |

Table 1 Comparison of dairy farming business incomes across two study periods

เมื่อพิจารณาถึงผลตอบแทนเปรียบเทียบกับกำไรทางสองช่วงเวลา และเห็นว่าการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของผลผลิตน้ำมันดิบที่ผลิตได้ของพม่าจะมีผลต่อผลตอบแทนและส่วนต่อเติมการได้กำไรจากการขายน้ำมันพม่า เมื่อพิจารณาจากสัดส่วนของกำไรโดยรวมของพม่าในแต่ละช่วงเวลาให้ส่วนกำไรที่ต่อมารายได้เพิ่มขึ้นเท่าใดก็ได้ 1% ก็ถือว่าเป็นกำไรที่ลดลงครึ่งหนึ่ง นั่นคือกำไรโดยรวมของพม่าจะมีสัดส่วนที่มากกว่ากำไรจากการขายน้ำมัน เป็นผลมาจากการขายน้ำมันพม่าที่เพิ่มขึ้นเมื่อได้เพิ่มการขายออกได้ทันที อย่างไรก็ตามถึงแม้จะส่งผลให้พม่าที่ผลประโยชน์มากขึ้นจากไปประมาณ 7 เท่าในระยะเวลาสองปีจาก พ.ศ. 2566 เป็น 15 เท่าในสี่เดือนข้างหน้า พ.ศ. 2567

เมื่อพิจารณาจากฟาร์มที่ผลิตออกแพคเกจจิ้งอย่างดีมีอยู่และฟาร์มที่ออกแบบขาดทุนในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2567 นอกจากเป็นผลมาจากปริมาณน้ำฝนที่ผลิตได้มีปริมาณต่ำ ไม่ครอบคลุมต้นทุนการผลิตของฟาร์มแล้ว ยังเป็นผลมาจากการที่ฟาร์มมีการลงทุนเพิ่มขึ้นในส่วนของต้นทุนทั้งนี้ การจ่ายหนี้ในวงเงินค่อนข้างสูง และการสั่งซื้อวัตถุดิบสำหรับการผลิตอาหาร หรืออาหารหยابในปริมาณมากกว่าปกติ

## สรุป

ต้นทุนสิ้นแบบ และต้นทุนอาหารให้ทั้งหมดแล้วในว่าเงจะมีมีส่วนที่สูงเมื่อเทียบกับการศึกษาเอกชนอื่น โดยเฉพาะเมื่อเทียบกับผลการศึกษากาซาเซิงโคร และนครราชสีมา เพราะว่าการศึกษาดำเนินการที่โรงเรียนที่จังหวัดขอนแก่นและนครปฐมมีค่าเฉลี่ยว่าต้นทุนส่วนที่สูงกว่าผลการสังเกตโรงเรียนของกรุงเทพฯ ซึ่งเป็นผลจากการที่ต้นทุนอาหารแทบไม่สูงเท่า เนื่องจากการที่โรงเรียนทั้งสองที่มีชื่อเสียงได้ในการเลือกอาหารอาหารประเภทอาหารส่วนใหญ่ที่มาจากในการปลูกพืชอาหารสัตว์ ปริมาณมากที่ผลิตได้ของอาหารเมื่อเป็นสำคัญต่อผลผลิตของ และผลกำไรของอาหาร และเป็นเป้าหมายการผลิตที่เกษตรรัฐซึ่งเป็นโรงเรียนที่การศึกษาจะต้องตระหนักว่าส่วนได้เปรียบยุคใช้ให้เป็นประโยชน์ของของของ ได้แก่ การวางแผนการเพิ่มผลผลิตต้นแบบให้อยู่ในจุดที่เหมาะสมและสร้างผลกำไรให้กับครัวเรือน

Email : newpong55@gmail.com

วิบูลย์ มีมะนิมัน. 2556. พลันทรภูษณจุฬามณี (พิมพ์ครั้งที่ 20). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ไวการี ปีเตอร์. 2560. การเปรียบเทียบต้นผลัดออกดอกของกาดำกับพืชจำแนกตามขนาดที่ขึ้นในย่านปลูกพริก จังหวัดนราธิวาส. ภาควิชาวิทยาศาสตร์พืชไร่นา กรมส่งเสริมการเกษตร. chrome-extension://efaddabmmnnlbcapiclfndnka/<https://is.snua.ac.th/is/abstract/3314.pdf>





## SEROPREVALENCE OF *TRYPANOSOMA EVANSI* IN THAI CATTLE USING AN INDIRECT ELISA BASED ON IN VITRO CULTIVATED ANTIGENS

Giang Thi Nguyen<sup>a</sup>, Pairailin Jhaiaun<sup>a</sup>, Tanapat Mutchimadilok<sup>a</sup>, Wissanuwat Chimnoi<sup>a</sup>, Burin Nimsuphan<sup>a</sup>, Ruttayaporn Ngasaman<sup>b</sup>, Jumnongjit Phasuk<sup>a</sup>, Tawin Inpankaew<sup>a</sup>, Ketsarin Kamyngkird<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup>Department of Parasitology, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Lad yao, Chatuchak, Bangkok, 10900, Thailand

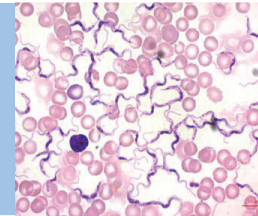
<sup>b</sup>Faculty of Veterinary Science, Prince of Songkla University, Songkhla 90110, Thailand

\*Corresponding authors email: Ketsarin.ka@ku.th

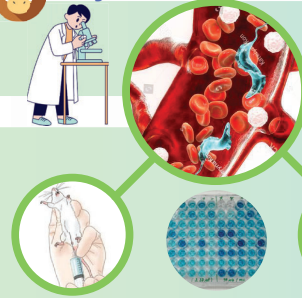


### Introduction

*Trypanosoma evansi* (*T. evansi*) is a hemoflagellate parasite transmitted by biting insects, causing trypanosomiasis in mammals, including humans. It leads to high mortality in livestock, resulting in significant economic losses. In Thailand, *T. evansi* infections in livestock often present with non-specific clinical signs, making diagnosis difficult. Therefore, an accurate diagnosis is essential for controlling the spread of this disease. Indirect ELISA (iELISA) with crude *T. evansi* antigens is recommended by the World Organisation for Animal Health (WOAH) to identify carrier status. However, crude antigens are often produced using experimental animals, raising ethical concerns.



### Objectives



This study aims to utilize an in vitro-produced *T. evansi* crude antigen in an indirect ELISA to assess the seroprevalence of *T. evansi* infection in cattle, thereby enhancing the application of in vitro-cultivated parasites for the development of a diagnostic method.



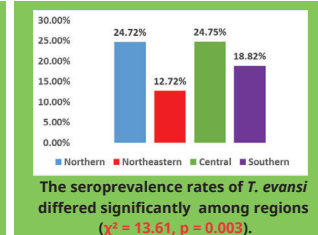
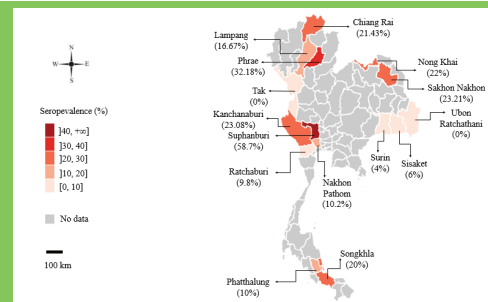
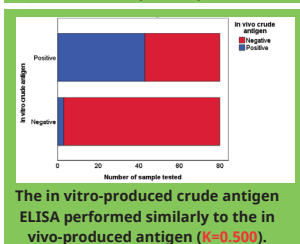
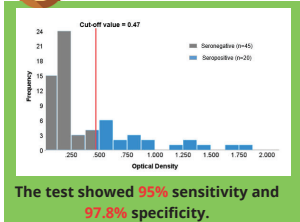
### Methodology



- A total of 729 serum samples were collected from dairy and beef cattle across Thailand between June to December 2023. An iELISA was developed using crude antigens from an in vitro cultivated Thai strain of *T. evansi* to detect specific antibodies in the collected samples.
- The Cut-off value (COV) is calculated using the formula:  $COV = \text{Average OD of negative samples} + (2 \times \text{Standard Deviation})$ , based on the OD values of 20 reference positive and 45 reference negative cattle serum samples in our serum bank.
- To evaluate the sensitivity and specificity of the newly developed iELISA using in vitro produced *T. evansi* crude antigen, we compared it with the iELISA using in vivo produced *T. evansi* crude antigen on 160 cattle serum samples.



### Results



### Conclusion

This is the first study using in vitro cultivated *T. evansi* antigen iELISA test. The newly developed iELISA test was successfully used as a diagnostic tool to measure the seroprevalence of *T. evansi* infection in cattle in Thailand.



### Acknowledgment

This research was financially supported by Kasetsart University Research and Development Institute (KURDI): (FF(KU) 32.67) and the faculty of veterinary medicine, Kasetsart University (VET.KU 2022.KP VRF01). The research assistant scholarship was also supported by the faculty of veterinary medicine, Kasetsart University (RA Plus 67/15).



### References

- Desquesnes, M., Dargantes, A., Lai, D. H., Lun, Z. R., Holzmüller, P. & Jittapalpong, S. 2013c. *Trypanosoma evansi* and surra: a review and perspectives on transmission, epidemiology and control, impact, and zoonotic aspects. *Biomed Res Int*, 2013, 321237.
- Kamyngkird, K., Chalermwong, P., Inpankaew, T., Ngasaman, R., Tattiyapong, M., Tiwananthagorn, S., Chimnoi, W., Choocherd, S., Kengradomkij, C., Klinkaew, N. & Desquesnes, M. 2022. Isolation and in vitro cultivation of *Trypanosoma evansi* Thai strains. *Exp Parasitol*, 239, 108289.



# PRELIMINARY STUDY OF LEFT VENTRICULAR FUNCTION

in mules under acepromazine-xylazine-diazepam-ketamine anesthesia

Pannawat Puangsubsin<sup>1</sup>, Ashannut Isawirodom<sup>2</sup>, Porrakote Rungsri<sup>2</sup>, Nuttapon Satumay<sup>3</sup>, Aree Laikul<sup>1</sup>, Worakij Cherdchutham<sup>\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Large Animal and Wildlife Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, 73140, Thailand, <sup>2</sup> Department of Companion Animal and Wildlife Clinic/Faculty of Veterinary Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200, Thailand, <sup>3</sup> Veterinarian of Royal Stable Unit, The Royal Thai Army, Bangkok 10330, Thailand, <sup>\*</sup> Corresponding author

## BACKGROUND

The mule is a hybrid offspring of a male donkey and a female horse. However, the anesthesia of mules is close to horses but with slightly differences.



Mules metabolize drugs faster, requiring higher or repeating doses. Therefore, many studies recommend increasing the dose of xylazine. However, xylazine is known to cause cardiovascular effects, including atrioventricular block, reduction of heart rate (HR) and cardiac output (CO). Generally, equine echocardiography is a non-invasive diagnostic tool for evaluation of cardiac structure and function. **Echocardiographic examination in equine species mostly has been studied in standing positions without anesthesia.** Both ejection fraction (EF) and fractional shortening (FS) are echocardiographic parameters used to assess cardiac function. EF shows the percentage of blood pumped out of the left ventricle, and FS show the percentage reduction in chamber size during contraction.

Hence, **there is a need to investigate whether the recommended limit dose of xylazine as premedication** during anesthesia in dorsal recumbent mules can affect cardiovascular changes and left ventricular function with acepromazine-xylazine-diazepam-ketamine combination.

## OBJECTIVES

To **compare HR, RR, EF, and FS of mules between pre-anesthesia and anesthesia** with acepromazine-xylazine-diazepam-ketamine protocol using upper limit dose of xylazine in mules.

## MATERIALS & METHODS

### ETHICS APPROVAL

Approved by the Kasetsart University Institutional Animal Care and Use Ethics Committee (ACKU67-VET-002).

### ANIMALS

- 4 females and 2 males (n=6)
- Aged: 18.83 ± 0.75 years
- Weight: 263.83 ± 39.34 kg

12 hours food withheld  
2 hours water withheld



### PROCEDURES

#### 1<sup>st</sup> Echocardiography



Echocardiography were recorded.  
non-sedated with standing position

#### Anesthesia

|               |                |      |       |    |
|---------------|----------------|------|-------|----|
| Premedication | • Acepromazine | 0.04 | mg/kg | IV |
|               | • Xylazine     | 1.6  | mg/kg | IV |
| Induction     | • Diazepam     | 0.1  | mg/kg | IV |
|               | • Ketamine     | 2.2  | mg/kg | IV |

Matthews & van Loon, 2019

#### Induction scores evaluation

|               | 1            | 2            | 3            | 4      | 5         |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------|-----------|
|               | Very poor    | Poor         | Average      | Good   | Excellent |
| Recumbency    | fell heavily | fell heavily | fell heavily | slowly | Gently    |
| Limb rigidity | ++           | ++           | +            | +      | -         |
| Padding       | ++           | ++           | +            | +      | -         |
| Others        | injury       | -            | -            | -      | -         |

Maney LK & Dziki BT, 2020

#### 2<sup>nd</sup> Echocardiography

Immediately after posed a mules in a dorsal recumbency (Fig-1).

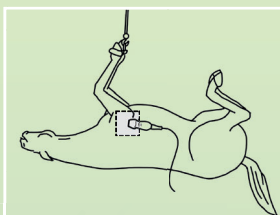
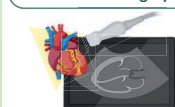


Figure-1 Site in gray square depicting right parasternal window echocardiography in dorsal recumbent mule during anesthesia.

#### 2<sup>nd</sup> Echocardiography



- Left ventricle measurement
  - %EF
  - %FS
- Anesthetic parameters
  - HR (bpm)
  - RR (bpm)

## STATISTICAL ANALYSIS

### Shapiro-Wilk test

Normal distribution

SPSS IBM® SPSS® statistical software

### Pair t-test

Compare HR, RR, EF, and FS between pre-anesthesia and anesthesia

Statistical significance was considered when  $p < 0.05$ .

## RESULTS

Induction time was approximately 1 minute, and mules showed **good to excellent induction scores**. Echocardiography was performed at 13 minutes after anesthesia induction in all mules. **Bradycardia and arrhythmia were not found.**

Table-1 HR, RR, EF (%), and FS (%) in six mules before and at 13 minutes after anesthesia induction in dorsal recumbency.

| Parameters | Pre-anesthesia |       |       | Anesthesia              |       |       |
|------------|----------------|-------|-------|-------------------------|-------|-------|
|            | Mean±SD        | Min   | Max   | Mean±SD                 | Min   | Max   |
| HR (bpm)   | 50.33±6.47     | 41.00 | 60.00 | 40.00±7.90 <sup>a</sup> | 30.00 | 54.00 |
| RR (bpm)   | 26.5±3.99      | 20.00 | 32.00 | 22.33±4.63              | 18.00 | 28.00 |
| EF (%)     | 71.11±4.01     | 66.22 | 75.96 | 46.18±4.58 <sup>a</sup> | 39.68 | 52.27 |
| FS (%)     | 42.30±3.06     | 38.88 | 46.29 | 24.28±2.99 <sup>a</sup> | 20.16 | 28.35 |

<sup>a</sup> Represented statistical difference between pre-anesthesia and anesthesia period ( $p < 0.05$ ).

## DISCUSSION

This study used a combination of acepromazine, xylazine, diazepam, and ketamine for anesthesia, due to common usage in equine anesthesia and could be used with gas inhalation in maintenance phase.

**Acepromazine**, many studies demonstrated that acepromazine has minimal effects on HR and did not significantly alter cardiac output.

**Xylazine** affects the cardiovascular system by inhibiting norepinephrine release through alpha-2 receptor stimulation and reducing sympathetic nervous system activity (Fig-2). The decrease in EF and HR implies that cardiac output (CO) may be decreased and effecting the reduction of left ventricular systolic function. The possible explanation might be become of cardiovascular depression effect of xylazine. **The effect of xylazine is dose-dependent on heart function** and increasing risks of arrhythmia and bradycardia. However, the high dose of xylazine may temporarily reduce cardiac contractility.

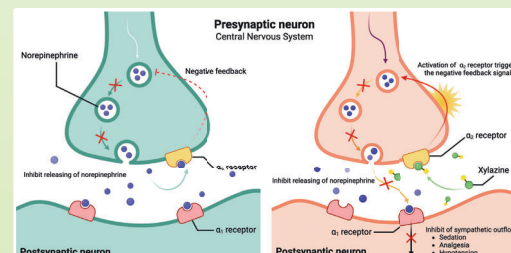


Figure-2 Effect of xylazine on central nervous system (CNS) at presynaptic and post synaptic neuron A) Normal physiology of CNS, B) Effect of xylazine on CNS

Thus, **this anesthetic combination rather safe for initial period of anesthesia** because EF and FS values of our study are within the range in standing and dorsal recumbency in horse, donkey, and mule.

**Diazepam** has minimal cardiovascular effects. **Ketamine** has been described as having less direct effects on the cardiovascular system in horses, but one effect of ketamine is to enhance in sympathetic tone activity resulting in increasing HR. However, under xylazine sedation, **the effect of ketamine on HR may be overridden by xylazine's strong parasympathetic influence.**

Both EF and FS might be influenced by dorsal recumbency of mules. This position may influence certain echocardiographic values, due to the gravitational forces shift the abdominal organs, compressing major vessels, distorting imaging angles, and limiting access to optimal acoustic windows.

## CONCLUSION

This preliminary study reported the decreasing of HR, EF, and FS of six mules under acepromazine-xylazine-diazepam-ketamine anesthesia, probably resulting from high dose of xylazine influences but no incidence of bradycardia and arrhythmia with good induction quality.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors express gratitude to all personnel at the Veterinary Remount Department of the Royal Thai Army and the financial support from the Faculty of Veterinary Medicine, Kasetsart University.

- [1] Matthews, N. S., Taylor, T. S., Hartsfield, S. M., Hayton, W. L., Jones, D. H. 1994. Pharmacokinetics of ketamine in mules and mammoth as premedicated with xylazine. *Equine Vet J.* 26(3): 241-243.
- [2] Tucker, R. L., Wickler, S. J., London, C., Wyle, A., Gabbard, M. 1996. Selected echocardiographic parameters and right sided pressures of the mule. *Equine Vet J.* 27(18): 117-119.
- [3] Yamashita, K., Tsukakoshi, S., Futack, S., Ueda, L., Hamaguchi, H., Sero, T., Katoh, S., Isumiawa, Y., Kotani, T., Muir, W. W. 2000. Cardiovascular effects of medetomidine, dexmedetomidine and xylazine in horses. *Vet Med.* 95(10): 1029-1032.
- [4] Reel, V., Whittier, M., Alam, L. 2004. Echocardiography. *Clinical Techniques in Equine Practice.* 3: 274-283.
- [5] Dai, K. H., Gupta, A. K. 2016. Total intravenous anesthesia in adult mules. *Vet Anaesth Analg.* 43(2): 204-208.
- [6] Matthews, N., van Loon, J. P. A. M. 2019. Anesthesia, Sedation, and Pain Management of Donkeys and Mules. *Vet Clin North Am Equine Pract.* 35(3): 515-527.

**การศึกษาคุณภาพการบริการในโรงพยาบาลสัตว์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน**

จรรยาจิต อัครนเลศ<sup>a</sup>, มรุเชษฐ์ มหาสุวีระชัย<sup>a</sup>, จิรัชญา ทองแสง<sup>a</sup>, จิดาภา หฤกษภาวสุทริ<sup>a</sup>, สุวรรณ เขียวภักติ<sup>b</sup>, ชื่นสุนัน ลี้มมานนต<sup>c,d</sup>

<sup>a</sup>นิสิตสัตวแพทย์ ชั้นปีที่ 5 คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140

<sup>b</sup>หลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมบริการและการท่องเที่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10250

ภาควิชาเวชศาสตร์คลินิกสัตว์เลี้ยง คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

<sup>d</sup>โรงพยาบาลสัตว์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

**\*จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เลขรับที่ 67/166**

## คำนำ

กรอบแนวคิดของคุณภาพการบริการ (Service Quality: SERVQUAL) จำนวนออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ ความเป็นปฏฺรรมของบริการ ความน่าเชื่อถือ การตอบสนองลูกค้า การให้คำแนะนำ และความใจใส<sup>1</sup>

โรงพยาบาลสัตว์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน มีวิสัยทัศน์ที่เน้นให้บริการอย่างมีคุณภาพ สนับสนุนการพัฒนาและถ่ายทอดองค์ความรู้ ซึ่งจะต้องอาศัยทั้งวิชาการทางสัตวแพทยศาสตร์และการบริการประกอบกันเพื่อให้ได้ข้อมูลเป็นแนวทางพัฒนาคุณภาพการบริการของโรงพยาบาลต่อไป การศึกษาเป็นเพียงการวิเคราะห์ขั้นต้น (Preliminary Study) จากผู้ตอบแบบสอบถามจำนวนประมาณครึ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างที่กำหนดไว้ในงานวิจัยฉบับเต็ม



คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

**วัตถุดิบ**

เพื่อศึกษาคุณภาพการบริการในโรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

## วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาวิจัยเชิงปริมาณ โดยกำหนดให้ประชากร คือ ลูกค้ำที่เคยมาใช้บริการที่โรงพยาบาลสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างตามความสะดวก ผู้เข้ารับการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย Index of User Objective Congruence (IOC) ในการสร้างแบบสอบถาม และกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 0.05 สัดส่วนประชากรที่ต้องการ 0.10 และค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ 0.95<sup>2</sup> ซึ่งได้เท่ากับ 138 ตัวอย่าง แล้วทดสอบความเชื่อมั่นของข้อมูลด้วยวิธีการระเหิดค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ได้เท่ากับ 0.97 จากการศึกษาเบื้องต้นในเบื้องต้น (Pilot Test) จำนวน 30 ตัวอย่าง โดยใช้แบบสอบถามภาษาไทย เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้



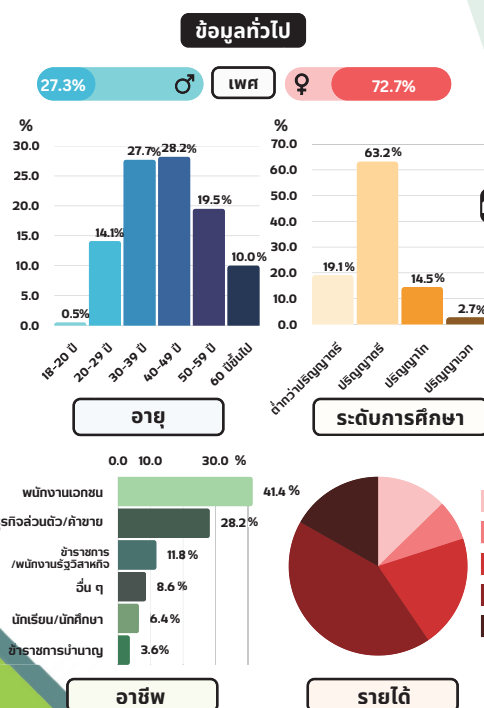
สำหรับเกณฑ์ที่จะใช้มาตรวัดแบบลิเคิร์ต แบ่งเป็น 5 ระดับการรับรู้คุณค่า<sup>3</sup>; 1 = น้อยที่สุด, 2 = น้อย, 3 = ปานกลาง, 4 = มาก, 5 = มากที่สุด

โดยมีเกณฑ์การแปลระดับคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ 4.21-5.00 = ระดับความคิดเห็นมากที่สุด, 3.41-4.20 = ระดับความคิดเห็นมาก, 2.61-3.40 = ระดับความคิดเห็นปานกลาง, 1.81-2.60 = ระดับความคิดเห็นน้อย และ 1.00-1.80 = ระดับความคิดเห็นน้อยที่สุด

အနုပညာ

คุณภาพการบริการในโรงพยาบาลสัตว์มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์ บางเขน มีระดับการรับรู้ลูกค้าบริการ  
ที่ดีมาก จากผลการมีความเชี่ยวชาญและทักษะใน  
การสื่อสารที่ดี เช่น การแต่งกายสะอาดเรียบร้อย  
ทักษะการวินิจฉัยโรค และการตอบคำถามลูกค้า  
ได้อย่างชัดเจน เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ทันสมัย  
สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าและ  
เทคโนโลยีล่าสุด ให้ความมั่นใจแก่ลูกค้าด้วย  
ขั้นตอนการดูแลรักษาที่โปร่งใสและมีเหตุผล  
ส่วนการสามารถนำมาพัฒนาเพิ่มเติม ได้แก่  
ด้านความเป็นรูปธรรมของการบริการ  
ที่มีจุดที่ควรปรับปรุง เช่น การจัดพื้นที่  
รองรับบริการ และการระบายอากาศที่ยัง  
ไม่เพียงพอ เมื่อเทียบกับความต้องการ  
ของผู้ใช้บริการ ด้านการตอบสนองของ  
ลูกค้าส่วนระยะเวลานานในการให้บริการ  
บางชิ้นตอนยังไม่เหมาะสม ซึ่งอาจ  
ทำให้เกิดความไม่สะดวกในบางทงสน

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง



## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยของบทความฉบับนี้ดำเนินการนิเทศคณะสัปดาห์แพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
 โครงการปริญญาโท สาขา 2567 และ ร.ศ.ช.ร.ด.เกษตรศาสตร์ วิทยาลัยการสัตวแพทยศาสตร์  
 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน ๖ คน, อ.ดร.พิชญ์ พงษ์ภาควิชาการสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
 คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ ศ.ดร.สมิทธิ์ สิริโกศล ผู้เชี่ยวชาญ  
 ตรวจสอบเครื่องวัดวิจัย Index of Item Objective Congruence (IOC)  
 นางสาวอุรพวง พิลาดี หัวหน้าฝ่ายลูกจ้างพิเศษ โรงพยาบาลสัตว์มหาวิทยาลัย  
 เกษตรศาสตร์ และ คณะผู้วิจัย ที่ได้ช่วยประสานงานด้านแบบสอบถาม

### ผลการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม

| คุณภาพการบริการ (Service quality)                                |  | Mean±S.D. | Level     |
|------------------------------------------------------------------|--|-----------|-----------|
| 1. ความเชื่อถือและไว้วางใจ (Trust)                               |  |           |           |
| 1.1. ให้ความรู้เกี่ยวกับบริการและผลิตภัณฑ์                       |  | 4.31±0.85 | มากที่สุด |
| 1.2. ให้ความรู้เกี่ยวกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบริการ             |  | 4.34±0.77 | มากที่สุด |
| 1.3. ให้ความรู้เกี่ยวกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์          |  | 4.56±0.63 | มากที่สุด |
| 1.4. ให้ความรู้เกี่ยวกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบริการและผลิตภัณฑ์ |  | 4.62±0.49 | มากที่สุด |
| 2. ประสิทธิภาพการบริการ                                          |  | 4.04±0.93 | มาก       |
| 2. ความพึงพอใจ (Satisfaction)                                    |  |           |           |
| 2.1. ให้ความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์และบริการ                       |  | 4.66±0.56 | มากที่สุด |
| 2.2. ให้ความรู้เกี่ยวกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบริการ             |  | 4.72±0.53 | มากที่สุด |
| 2.3. ให้ความรู้เกี่ยวกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์          |  | 4.69±0.53 | มากที่สุด |
| 2.4. ให้ความรู้เกี่ยวกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบริการและผลิตภัณฑ์ |  | 4.56±0.85 | มากที่สุด |
| 2.5. ให้ความรู้เกี่ยวกับข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับบริการและผลิตภัณฑ์ |  | 4.66±0.71 | มากที่สุด |

| คุณภาพการบริการ (Service quality)                                           | Mean±D    | Level     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|
| 3) การตอบสนองลูกค้า (Responsiveness)                                        |           |           |
| 31. พนักงานจะยินดีที่จะให้บริการจนกว่าจะแน่ใจว่าได้ให้บริการแล้ว            | 4.55±0.61 | มากที่สุด |
| 32. พนักงานจะให้บริการโดยรวดเร็วและทันใจโดยไม่มีการโต้เถียง                 | 4.61±0.61 | มากที่สุด |
| 33. ในกรณีที่มีการโต้เถียงกับลูกค้า พนักงานจะหาหนทางแก้ไขจนกว่าลูกค้าจะพอใจ | 4.64±0.59 | มากที่สุด |
| 34. พนักงานจะให้บริการด้วยความรวดเร็วและเต็มใจโดยไม่มีการโต้เถียง           | 4.66±0.55 | มากที่สุด |
| 35. พนักงานให้บริการที่ปรึกษาแก่ลูกค้าโดยหาหนทางแก้ไขจนกว่าลูกค้าจะพอใจ     | 4.13±0.99 | สูง       |
| 4) การอำนวยความสะดวก (Assurance)                                            |           |           |
| 36. พนักงานจะให้บริการด้วยความรวดเร็วและเต็มใจโดยไม่มีการโต้เถียง           | 4.62±0.58 | มากที่สุด |
| 37. พนักงานจะยินดีที่จะให้บริการจนกว่าจะแน่ใจว่าได้ให้บริการแล้ว            | 4.61±0.59 | มากที่สุด |
| 38. พนักงานจะให้บริการโดยรวดเร็วและทันใจโดยไม่มีการโต้เถียง                 | 4.57±0.62 | มากที่สุด |
| 39. พนักงานจะให้บริการด้วยความรวดเร็วและเต็มใจโดยไม่มีการโต้เถียง           | 4.67±0.54 | มากที่สุด |
| 40. พนักงานให้บริการที่ปรึกษาแก่ลูกค้าโดยหาหนทางแก้ไขจนกว่าลูกค้าจะพอใจ     | 4.67±0.54 | มากที่สุด |
| 41. พนักงานให้บริการด้วยความรวดเร็วและเต็มใจโดยไม่มีการโต้เถียง             | 4.68±0.52 | มากที่สุด |
| 42. พนักงานให้บริการที่ปรึกษาแก่ลูกค้าโดยหาหนทางแก้ไขจนกว่าลูกค้าจะพอใจ     | 4.59±0.61 | มากที่สุด |
| 43. พนักงานให้บริการด้วยความรวดเร็วและเต็มใจโดยไม่มีการโต้เถียง             | 4.60±0.62 | มากที่สุด |
| 44. พนักงานให้บริการที่ปรึกษาแก่ลูกค้าโดยหาหนทางแก้ไขจนกว่าลูกค้าจะพอใจ     | 4.72±0.53 | มากที่สุด |
| 45. พนักงานให้บริการด้วยความรวดเร็วและเต็มใจโดยไม่มีการโต้เถียง             | 4.60±0.62 | มากที่สุด |
| 46. พนักงานให้บริการที่ปรึกษาแก่ลูกค้าโดยหาหนทางแก้ไขจนกว่าลูกค้าจะพอใจ     | 4.55±0.70 | มากที่สุด |

**ตารางสรุป**

| คุณภาพการบริการ             | mean $\pm$ S.D. | ระดับ     |
|-----------------------------|-----------------|-----------|
| ความเป็นรูปธรรมของการบริการ | 4.39 $\pm$ 0.76 | มากที่สุด |
| ความน่าเชื่อถือ             | 4.62 $\pm$ 0.60 | มากที่สุด |
| การตอบสนองของลูกค้า         | 4.52 $\pm$ 0.67 | มากที่สุด |
| การให้คำขวัญใจ              | 4.63 $\pm$ 0.57 | มากที่สุด |
| การเอาใจใส่                 | 4.61 $\pm$ 0.62 | มากที่สุด |
| สรุป คุณภาพการบริการ 5 ด้าน | 4.55 $\pm$ 0.11 | มากที่สุด |

อ้างอิง

- 1.บุญชม ศรีสะอาด. 2538. วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 2, พิมพ์ครั้งที่ 2. สุวีริยาสาส์น. กรุงเทพฯ.
2. LIKERT, RENSIS.,1967. ATTITUDE THEORY AND MEASUREMENT (PP. 90-95).
3. Parasuraman *et al.*,1985. *Journal of marketing*, 49 : 41-50.

4. Parasuraman *et al.*,1988. Journal of retailing, 64 : 12.
5. Penchansky *et al.*,1981. Medical care, 19 : 127-140.
6. Sweeney J. C. *et al.*,2001. The development of a multipleitem scale. 77(2), 203-220.



## การประยุกต์ใช้ Nucleoprotein indirect-ELISA สำหรับตรวจหาภูมิคุ้มกันต่อโรคพิษสุนัขบ้าในสุนัข Application of Nucleoprotein indirect-ELISA for serosurveillance of Rabies antibodies in dogs

จิราสิน ศรีชาติพันธุ์\*, ธณณีย์ ชินาวัณษ์\*, ปรีชาภรณ์ ทองยอชัย\*, ธนิกานต์ กฤตการณณ์\*, นพพล ประเสริฐสินเจริญ\*, ณัฐกาญจน์ นามอนุ\*, วราวุธ ฤกษ์อำนวยโชค\*, อรรณพ พิศาลวิมล\*  
\*ภาควิชาเทคนิคการสัตวแพทย์ คณะเทคนิคการสัตวแพทย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900 \*มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตบางพระ จลบุรี 20110

### บทคัดย่อ

การระบาดของโรคพิษสุนัขบ้ามีสาเหตุจากสุนัขเป็นพาหะนำโรคมาสู่มนุษย์ในประเทศไทยยังเป็นปัญหาสำคัญ การทำวัคซีนในสุนัขเป็นปัจจัยหลักในการป้องกันการแพร่ระบาดและการตรวจหาภูมิคุ้มกันต่อโรคพิษสุนัขบ้าจะช่วยให้ทราบสัดส่วนของสัตว์ที่มีภูมิคุ้มกันและไม่ภูมิคุ้มกันต่อโรคพิษสุนัขบ้าได้ การศึกษานี้จึงพัฒนา Nucleoprotein indirect-ELISA (N-ELISA) เพื่อตรวจสอบระดับภูมิคุ้มกันต่อโรคพิษสุนัขบ้า พบว่ามีความไว 93.3% และความจำเพาะอยู่ที่ 95.9% เมื่อเทียบกับ Rapid fluorescent focus inhibition test (RFFIT) ผลการตรวจระดับภูมิคุ้มกันของสุนัขจากจังหวัดชลบุรีด้วย N-ELISA พบระดับภูมิคุ้มกันต่อโรคพิษสุนัขบ้า 38.94% เมื่อวิเคราะห์ประวัติสุนัขที่มีเจ้าของและสุนัขจรจัด พบว่าสุนัขมีเจ้าของมีระดับภูมิคุ้มกันต่อโรคพิษสุนัขบ้า 43.96% และสุนัขจรจัดมีภูมิคุ้มกันต่อโรคพิษสุนัขบ้า 18.18% พบความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ( $p < 0.0005$ ) ดังนั้นการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าระดับภูมิคุ้มกันต่อโรคพิษสุนัขบ้าของสุนัขในพื้นที่ต่างจากองค์การอนามัยโลกกำหนดและเทคนิค N-ELISA มีประสิทธิภาพและสามารถใช้ในการตรวจระดับภูมิคุ้มกันต่อโรคพิษสุนัขบ้าในสุนัขได้นอนภาค  
คำสำคัญ: นิวคลีโอโปรตีน, ปฏิกริยาแอนติบอดีในแอสเสย์, ระดับแอนติบอดี, โรคพิษสุนัขบ้า

### บทนำ



ประเทศไทยจัดเป็นหนึ่งในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคพิษสุนัขบ้าสูงโดยสาเหตุการระบาดมาจากสุนัขเป็นพาหะ แม้ว่า จะดำเนินการฉีดวัคซีนเพื่อจำกัดโรคพิษสุนัขบ้าให้หมดภายในปี 2030 (Thanapongtharm et al., 2021) อย่างไรก็ตาม ยังคงพบการระบาดของโรคพิษสุนัขบ้าในหลายพื้นที่ของประเทศไทย โดยเฉพาะภาคตะวันออก (กรมปศุสัตว์, 2567)

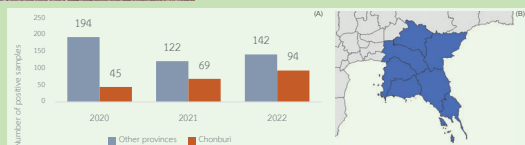


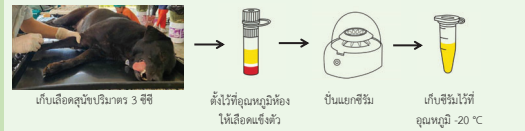
Fig. 1 Situation of Rabies in Thailand from 2020-2022. (A) Number of Rabies positive samples from Chonburi compared to other provinces. (B) Map of eastern Thailand

เทคนิค Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) เป็นวิธีที่พัฒนามาตามพื้นฐานในห้องปฏิบัติการ ซึ่งนิวคลีโอโปรตีนช่วยให้เกิดการตอบสนองของภูมิคุ้มกันและสร้างแอนติบอดีต่อไวรัส (Realegeno et al., 2018)

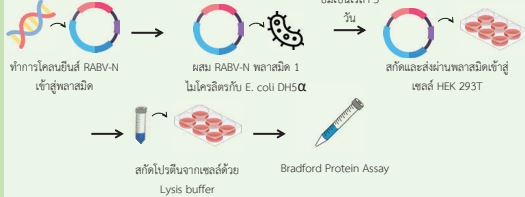
การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการผลิตแอนติเจนจากนิวคลีโอโปรตีนเพื่อใช้ในการตรวจคัดกรองหาภูมิคุ้มกันต่อโรคพิษสุนัขบ้าจากตัวอย่างซีรัมของสุนัขในจังหวัดชลบุรีด้วยเทคนิค Indirect-ELISA

### อุปกรณ์และวิธีการ

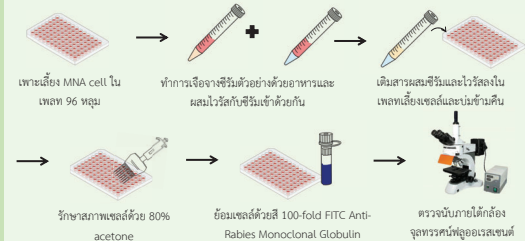
#### การเก็บตัวอย่าง



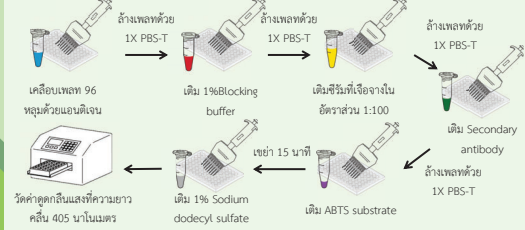
#### การผลิตแอนติเจน



#### การตรวจหาภูมิคุ้มกันต่อโรคพิษสุนัขบ้าด้วยเทคนิค RFFIT



#### Indirect ELISA



Rabies is continuously a public health and veterinary problem in Thailand. Dog-transmitted rabies is the main cause of casualties annually. The monitoring of vaccine coverage and antibody response is necessary for the prevention of rabies. Nucleoprotein indirect-ELISA (N-ELISA) was developed to examine dogs' antibody titers against rabies. Sensitivity and Specificity are 93.3% and 95.9%, compared to the gold standard method. Dogs' antibody titers in Chonburi were 38.94% by N-ELISA. A comparison between the history of dog populations found that antibody titers in control dogs are 43.96% while in stray dogs, it is 18.18%, the statistical analysis reveals a significant difference ( $p < 0.0005$ ). These results suggest antibody titers of dogs weren't enough to prevent rabies transmission according to WHO recommendations and the suitability and effectiveness of N-ELISA for monitoring antibody titers in dogs in the future.

**Keywords:** Antibody titers, Enzyme-linked immunosorbent assay, Nucleoprotein, Rabies

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

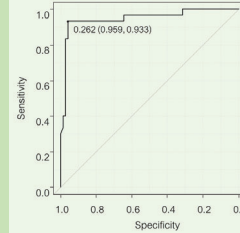


Fig. 2 The ROC curves analysis of sensitivity and specificity of N-ELISA (Area under the curve: 0.9482, 95% CI: 0.8941-1.0 (DeLong))

การตรวจคัดกรองระดับภูมิคุ้มกันในสุนัขมีความสำคัญในการป้องกันการแพร่ระบาดของโรคพิษสุนัขบ้าในสุนัข (Aronthippapitton et al., 2019)

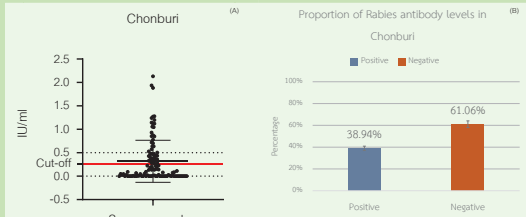


Fig. 3 Chonburi antibody titers. (A) Result of dog's antibody titers. (B) The proportion of Rabies antibody titers in Chonburi.

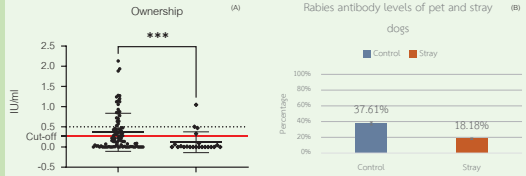


Fig. 4 Antibody levels in dogs by ownership status. (A) Result of control and stray dog's antibody titers. (B) Rabies antibody titers of control and stray dogs.

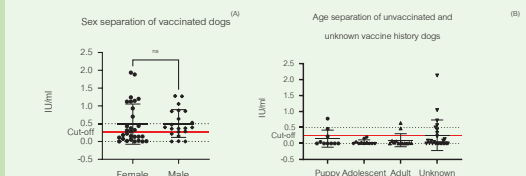


Fig. 5 Statistic analysis of dog's antibody titers from Chonburi. (A) Sex separation of vaccinated dogs. (B) Age separation of unvaccinated and unknown vaccine history dogs.

### สรุป

เทคนิค N-ELISA มีประสิทธิภาพสามารถใช้ในการตรวจระดับภูมิคุ้มกันต่อโรคพิษสุนัขบ้าในสุนัขได้และยังใช้เพื่อใช้ในการผลิตและการตรวจที่ลดลง นอกจากนี้ยังมีส่วนของสุนัขที่มีภูมิคุ้มกันต่อโรคพิษสุนัขบ้ายังคงอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าองค์การอนามัยโลกกำหนด จึงทำให้สุนัขมีความเสี่ยงที่จะติดโรคพิษสุนัขบ้าได้

#### กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนจาก Prof. Ken Maeda และคณะจากแผนกวิทยาศาสตร์ทางสัตวแพทย์ สถาบันวิจัยโรคติดเชื้อแห่งชาติ ประเทศญี่ปุ่น และการสนับสนุนทุนการศึกษาในระดับบัณฑิตศึกษาจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการเรียนล่วงหน้าประจำปี 2566

#### เอกสารอ้างอิง

- Realegeno, S. L., & S. S. (2018). Rabies in Thailand: A Review of the Current Situation. *Journal of Veterinary Medicine and Small Animal Clinician*, 10(1), 1-10.
- Thanapongtharm, S., S. S., & S. S. (2021). Rabies in Thailand: A Review of the Current Situation. *Journal of Veterinary Medicine and Small Animal Clinician*, 10(1), 1-10.
- WHO. (2019). *Rabies Vaccination: A Practical Guide*. Geneva: World Health Organization.

#### ติดต่อเพิ่มเติม

Jirasin.srida@ku.th  
cvtp@pu.ac.th

สาขาประมง  
(Subject: Fisheries)

---

ภาคโปสเตอร์  
(Poster Presentation)

## การศึกษาประสิทธิภาพของสารเคลือบน้ำมันปลาพ่นและเพคตินต่อการลดการละลายของยาฟลอเฟนิคอลจากอาหารเม็ด

Study on the Effectiveness of Tuna Oil and Pectin Coating Materials to Minimize Florfenicol Leaching from Pelleted Feed

เจนจิราภรณ์ หันตราธิ์, นิต ชูจิต, อภิวัฒน์ ราชรัตน์, พงศ์เชษฐ พิธิกุล\*

\*ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

\*ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้น้ำมันปลาพ่นและเพคตินต่อการลดการละลายของยาฟลอเฟนิคอลจากอาหารเม็ดสำหรับกุ้งขาวแวนนาไมที่เตรียมโดยวิธีเคลือบบนผิวอาหาร โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) อาหารที่ผสมยาโดยไม่ได้ใช้สารเคลือบ, 2) อาหารผสมยาที่เคลือบด้วยน้ำมันปลาพ่น, 3) อาหารผสมยาที่เคลือบด้วยเพคติน, และ 4) อาหารผสมยา ก่อนผ่านกระบวนการอัดเม็ด (mixed medicated feed) เทอาหารแต่ละกลุ่มปริมาณ 2 กรัมต่อน้ำ 2 ลิตร และวัดความเข้มข้นของยาในน้ำที่เวลา 5, 15, 30, 60 และ 120 นาที หลังแช่ยา 120 นาที อาหารผสมยาที่เคลือบด้วยเพคตินมีความเข้มข้นของยาในน้ำเพียง 2.90 ppm คิดเป็นอัตราการละลาย 29.05% ซึ่งใกล้เคียงกับกลุ่ม mixed medicated feed (1.23 ppm มีการละลาย 12.31%) แต่้น้อยกว่าอาหารผสมยาที่เคลือบด้วยน้ำมันปลาพ่น (7.16 ppm มีการละลาย 71.63%) และอาหารที่ไม่ได้เคลือบ (8.48 ppm มีการละลาย 84.80%) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าสารเคลือบชนิดเพคตินช่วยลดการละลายของยาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ :** การละลายของยา, ยาต้านจุลชีพ, สารเคลือบ, อาหารเม็ด

The study aimed to evaluate the effects of tuna oil and pectin to minimize the leaching rate of florfenicol from pelleted feed for Pacific white shrimp, prepared by a top-dressing approach. The experiment was divided into 4 groups: 1) medicated feed without a coating material (control feed), 2) tuna oil-coated feed, 3) pectin-coated feed, and 4) basal diet mixed with the drug before pelletizing (mixed medicated feed). Two grams of feed was immersed in 2 L of water, and the drug concentration in the water was measured at 5, 15, 30, 60, and 120 min. At 120 min, the pectin-coated feed had a drug concentration in the water of only 2.90 ppm (leaching rate 29.05%), which was similar to the mixed medicated feed group (1.23 ppm; leaching rate 12.31%) but significantly lower than the tuna oil-coated feed (7.16 ppm; leaching rate 71.63%) and the uncoated feed (8.48 ppm; leaching rate 84.80%). The result indicates that pectin coating effectively reduces the drug leaching.

**Keywords:** Drug leaching, Antibiotics, Coating materials, Pelleted feed

### คำนำ

กุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) เป็นกุ้งเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทยต้องเผชิญกับโรคจากการโรครบาดโดยเฉพาะโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย เพื่อควบคุมโรคเกษตรกรนิยมใช้ยาปฏิชีวนะโดยการผสมลงในอาหารกุ้ง อย่างไรก็ตามวิธีการนี้อาจส่งผลให้เกิดการสูญเสียยาจากการละลายในน้ำ (leaching) ทำให้กุ้งได้รับยาไม่เพียงพอ ลดประสิทธิภาพการรักษา และเพิ่มความเสี่ยงต่อการดื้อยาของเชื้อแบคทีเรียในระยะยาว



การผสมยาในอาหารสัตว์น้ำสามารถดำเนินการได้หลายวิธีหนึ่งในวิธีที่มีประสิทธิภาพคือการผสมตัวยาลงในวัตถุดิบอาหารโดยตรงก่อนเข้าสู่กระบวนการอัดเม็ด (pelleting) ซึ่งทำให้ตัวยายึดติดกับโครงสร้างภายในของเม็ดอาหารและลดการสูญเสียยาจากการละลายในน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Ranjani et al., 2017) อย่างไรก็ตาม วิธีดังกล่าวจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะสำหรับการผลิตอาหารเม็ด ทางเลือกอื่นที่สามารถใช้แทนวิธีดังกล่าวคือการใช้สารเคลือบ (coating materials) ในการเคลือบยาบนผิวอาหารเม็ด ตัวอย่างของสารเคลือบที่มีประสิทธิภาพ ได้แก่ น้ำมันปลาพ่นและ เพคติน โดยน้ำมันปลาพ่นสามารถสร้างชั้นฟิล์มไขมันที่เคลือบผิวของยาและยังเสริมภูมิคุ้มกันให้สัตว์น้ำ สำหรับเพคติน เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ที่ได้จากผนังเซลล์ของพืช สามารถสร้างฟิล์มที่แข็งแรงและยืดหยุ่น อีกทั้งยังย่อยสลายได้ในธรรมชาติ (Kocira, 2021) ในทางเภสัชกรรมเพคตินถูกนำมาใช้เพื่อควบคุมการปลดปล่อยยาในระบบทางเดินอาหาร และมีคุณสมบัติในการป้องกันการเสื่อมสภาพของยา (Sriamornsak, 2003) ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของสารเคลือบ ได้แก่ น้ำมันปลาพ่นและเพคติน ในการลดการละลายของยาฟลอเฟนิคอลจากอาหารกุ้งขาวแวนนาไมเพื่อพัฒนาสูตรอาหารผสมยาที่มีคุณภาพสูง ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาโรคและลดการสะสมของยาปฏิชีวนะในสิ่งแวดล้อม

**Table 1.** Concentrations of florfenicol in water (ppm) leached from the pellet feeds at different time intervals.

| Coating materials    | Immersion duration       |                          |                          |                          |                          |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                      | 5 min                    | 15 min                   | 30 min                   | 60 min                   | 120 min                  |
| Control              | 7.11 ± 0.30 <sup>a</sup> | 7.35 ± 0.48 <sup>a</sup> | 7.58 ± 0.37 <sup>a</sup> | 7.76 ± 0.32 <sup>a</sup> | 8.48 ± 0.49 <sup>a</sup> |
| Tuna oil             | 6.38 ± 0.12 <sup>a</sup> | 6.37 ± 0.12 <sup>a</sup> | 6.82 ± 0.51 <sup>a</sup> | 6.88 ± 0.52 <sup>a</sup> | 7.16 ± 0.35 <sup>a</sup> |
| Pectin               | 1.78 ± 0.10 <sup>c</sup> | 2.05 ± 0.09 <sup>c</sup> | 2.23 ± 0.11 <sup>c</sup> | 2.54 ± 0.08 <sup>c</sup> | 2.90 ± 0.15 <sup>c</sup> |
| Mixed medicated feed | 0.92 ± 0.06 <sup>d</sup> | 1.02 ± 0.07 <sup>d</sup> | 1.08 ± 0.09 <sup>d</sup> | 1.11 ± 0.06 <sup>d</sup> | 1.23 ± 0.15 <sup>d</sup> |

\*Means±SD in the same column followed by different superscripts are significantly different (p < 0.05)

**Table 2.** The percentage of florfenicol leached from the pellet feeds at different time intervals.

| Coating materials    | Immersion duration        |                           |                           |                           |                           |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                      | 5 min                     | 15 min                    | 30 min                    | 60 min                    | 120 min                   |
| Control              | 71.14 ± 2.95 <sup>a</sup> | 73.53 ± 4.8 <sup>a</sup>  | 75.78 ± 3.66 <sup>a</sup> | 77.64 ± 3.19 <sup>a</sup> | 84.8 ± 4.91 <sup>a</sup>  |
| Tuna oil             | 63.8 ± 1.16 <sup>a</sup>  | 63.74 ± 1.17 <sup>a</sup> | 68.21 ± 5.07 <sup>a</sup> | 68.82 ± 5.24 <sup>a</sup> | 71.63 ± 3.49 <sup>a</sup> |
| Pectin               | 17.82 ± 0.98 <sup>b</sup> | 20.49 ± 0.91 <sup>b</sup> | 22.28 ± 1.05 <sup>b</sup> | 25.36 ± 1.31 <sup>b</sup> | 29.05 ± 1.52 <sup>b</sup> |
| Mixed medicated feed | 9.21 ± 0.6 <sup>c</sup>   | 10.18 ± 0.67 <sup>c</sup> | 10.80 ± 0.86 <sup>c</sup> | 11.05 ± 0.64 <sup>c</sup> | 12.31 ± 1.47 <sup>c</sup> |

\*Means±SD in the same column followed by different superscripts are significantly different (p < 0.05)

### สรุป

น้ำมันปลาพ่นมีประสิทธิภาพเพียงเล็กน้อยในการลดการละลายของยาฟลอเฟนิคอลจากเม็ดอาหาร จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นสารเคลือบอาหารผสมยาในระบบการเลี้ยงกุ้ง ในขณะที่เพคตินมีศักยภาพสูงในการลดการละลายของยาฟลอเฟนิคอลในอาหารเม็ดได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็นสารเคลือบที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาอาหารผสมยาสำหรับฟาร์มกุ้ง ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาโรค ลดการสูญเสียยาในน้ำและลดการปนเปื้อนของยาปฏิชีวนะในสิ่งแวดล้อม

### เอกสารอ้างอิง

- Kocira, A., Kozłowska, K., Paraszewicz, K., Staniak, M., Szpaniak-Krok, E., & Horny, P. (2021). Polysaccharides as edible films and coatings: Characteristics and influence on fruit and vegetable quality—A review. *Agronomy*, 11(5), 813.
- Ranjani, A., Sahu, N. P., Gupta, S., & Akhtar, M. (2017). Prospects of medicated feed in aquaculture. *Nutrition & Food Science International Journal*, 3(4), 001-009.
- Sriamornsak, P. (2003). Chemistry of pectin and its pharmaceutical uses: A review. *Journal of Controlled Release*, 26(1), 213-220.
- Xu, D., & Rogers, W. A. (1994). Leaching Loss from Oxytetracycline Medicated Feeds. *Journal of Applied Aquaculture*, 4(1), 29-38.

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### การเตรียมอาหารทดลอง

เตรียมอาหารที่ผสมยาฟลอเฟนิคอลจำนวน 4 สูตรในอัตราส่วนยา 10 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

1. Control feed: อาหารที่ไม่เคลือบ
2. Oil-coated feed: เคลือบน้ำมันปลาพ่น 1% ของอาหาร
3. Pectin-coated feed: เคลือบเพคตินละลายในน้ำร้อน 1% ของอาหาร
4. Mixed medicated feed: ผสมฟลอเฟนิคอลกับวัตถุดิบก่อนอัดเม็ด

#### การทดสอบการละลายของยา

ใช้โหลแก้วขนาด 10 ลิตร ใส่อาหารผสมยาในน้ำโดยใช้อัตราส่วน อาหาร 2 กรัม ต่อน้ำ 2 ลิตร ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่เวลา 5, 15, 30, 60, และ 120 นาทีจากนั้นนำมาระเหยที่ปริมาณยาฟลอเฟนิคอลที่ละลายในน้ำโดยใช้เทคนิค high-performance liquid chromatography (HPLC)

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าระดับความเข้มข้นยาที่ละลายในน้ำระหว่างที่ใส่กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกช่วงเวลา ( $p < 0.05$ ) ความเข้มข้นของยาฟลอเฟนิคอลในน้ำที่ละลายออกจากอาหารเม็ดชนิดต่างๆได้แสดงใน Table 1 และร้อยละการละลายของยาฟลอเฟนิคอลออกจากอาหารเม็ด ได้แสดงใน Table 2 โดยกลุ่ม control ที่เวลา 5 นาที พบความเข้มข้นของยาในน้ำสูงถึง  $7.11 \pm 0.30$  ppm มีอัตราการละลายยาสูงถึง 71.14% และเพิ่มขึ้นเป็น  $8.48 \pm 0.49$  ppm มีอัตราการละลายยาอยู่ที่ 84.80% ใน 120 นาที ขณะที่กลุ่ม mixed medicated feed ในเวลา 5 นาที มีความเข้มข้นของยาในน้ำต่ำที่สุดเพียง  $0.92 \pm 0.06$  ppm มีอัตราการละลายยาอยู่ที่ 9.21% และในเวลา 120 นาที มีความเข้มข้นของยาเพิ่มขึ้นเล็กน้อยที่  $1.23 \pm 0.15$  ppm มีอัตราการละลายยาอยู่ที่ 12.31% แสดงให้เห็นว่าการผสมยาในเม็ดอาหารก่อนผ่านกระบวนการอัดเม็ด ช่วยลดการละลายยาสู่สิ่งแวดล้อมได้ในระยะเวลายาวนาน ส่วนเพคตินที่สามารถลดการละลายได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่นกัน โดยมีความเข้มข้นของยาในน้ำเพียง  $1.78 \pm 0.10$  ppm ใน 5 นาที มีอัตราการละลายยาอยู่ที่ 17.82% และเพิ่มขึ้นเป็น  $2.90 \pm 0.15$  ppm ใน 120 นาที มีอัตราการละลายยาอยู่ที่ 29.05 % ซึ่งใกล้เคียงกับกลุ่ม mixed medicated feed ส่วนกลุ่ม tuna oil พบความเข้มข้นของยาในน้ำใกล้เคียงกับกลุ่ม control โดยที่ 5 นาที พบความเข้มข้นของยาในน้ำอยู่ที่  $6.38 \pm 0.12$  ppm มีอัตราการละลายยาอยู่ที่ 63.80% และเพิ่มขึ้นเป็น  $7.16 \pm 0.35$  ppm มีอัตราการละลายยาอยู่ที่ 71.63% ใน 120 นาที แสดงให้เห็นว่าน้ำมันปลาพ่นช่วยลดการละลายได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

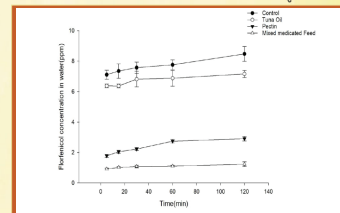


Fig. 1. Concentrations of florfenicol in water (ppm) leached from the pellet feeds at different time intervals.

จากภาพ Fig.1 กลุ่ม control มีความเข้มข้นการละลายของยาในน้ำสูงกว่ากลุ่มอื่นๆอย่างชัดเจน สอดคล้องกับการศึกษาของ Xu et al. (1994) รองลงมาคือกลุ่ม tuna oil ในขณะที่กลุ่ม mixed medicated feed แตกต่างจากทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่า

การละลายต่ำที่สุดอย่างต่อเนื่อง สะท้อนให้เห็นว่าเพคตินการผสมยาเข้าไปภายในเม็ดอาหารด้วยการอัดเม็ดเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพสูงในการชะลอและควบคุมการละลายของยา ในขณะที่สารเคลือบชนิดเพคตินมีค่าการละลายใกล้เคียงกับ mixed medicated feed ชี้ให้เห็นว่าสารเคลือบชนิดเพคตินช่วยลดการละลายของยาจากอาหารเม็ดได้อย่างมีประสิทธิภาพ



### ติดต่อเพิ่มเติม

ศูนย์วิจัยจุลชีววิทยาและสัตวศาสตร์ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

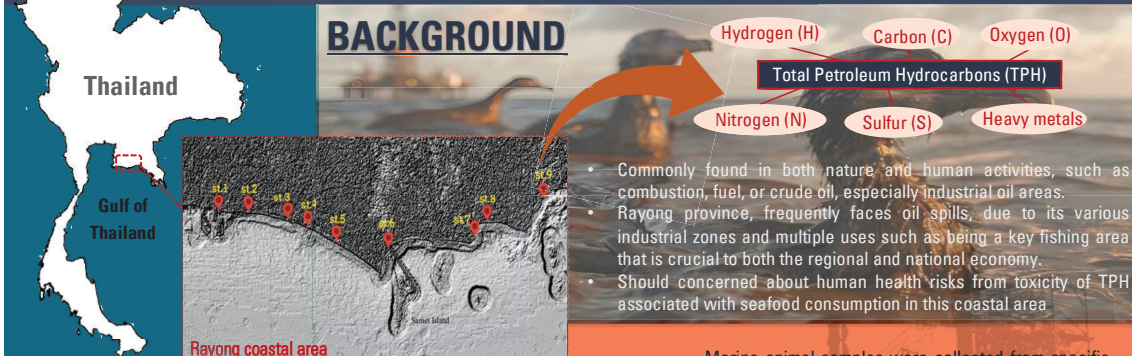
JenJiraporn.h@gmail.com



# Contamination of Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) in Marine Animals From Rayong Province, Thailand

Supawaree Kattima<sup>1</sup>, Suratsawadee Sukeesan<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Marine Science, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok, Thailand



## METHODS



**ANALYSIS**  
Perkin Elmer LS 55  
Fluorescence  
Spectrometer with  
chrysene as the standard

Marine animal samples were collected from specific habitats, either directly from coastal ecosystems or local fishermen, August 2023. Samples were wrapped in aluminum foil and stored at -20°C for TPH analysis. Freeze-dried samples were ground, extracted via Automated Soxhlet Extraction.

## RESULTS & DISCUSSION

TPH contamination was detected in marine animals at 6 of 9 stations and all of 7 out of 10 species were found contaminated with TPH, ranging from ND to 6.97 µg/g dry weight (chrysene equivalent) across crustaceans, mollusks, echinoderms, and fishes. Species that contaminated TPH in this study as show in this table below.

| Group of marine animals | Location                    | Collected species         | TPH contamination (µg/g dry weight) |
|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| Mollusks                | Ban Phe community (6)       | <i>Meretrix meretrix</i>  | 6.97                                |
|                         | Saeng Chan beach (2)        | <i>Tengella granulata</i> | 4.76                                |
|                         | Takuan beach (1)            | <i>Perna viridis</i>      | 3.68                                |
|                         | IRPC Oil Transport dock (4) | <i>Donax</i> sp.          | ND                                  |
|                         | IRPC Oil Transport dock (4) | <i>Perna viridis</i>      | ND                                  |
|                         | Saeng Chan beach (2)        | <i>Arca navicularis</i>   | ND                                  |
|                         | Laem Charoen beach (3)      | <i>Saccostrea</i> sp.     | ND                                  |
|                         | Takuan beach (1)            | <i>Donax</i> sp.          | ND                                  |
|                         | Takuan beach (1)            | <i>Saccostrea</i> sp.     | ND                                  |
| Crustaceans             | Noen Kho beach (9)          | <i>Saccostrea</i> sp.     | ND                                  |
|                         | Takuan beach (1)            | <i>Portunus pelagicus</i> | 0.32                                |
| Echinoderms             | Mae Ramphueng beach (5)     | <i>Matuta victor</i>      | 4.81                                |
|                         | Personal beach (7)          | <i>Holothuria</i> sp.     | 2.59                                |
| Fishes                  | Sai Kaew beach (8)          | <i>Holothuria</i> sp.     | 1.06                                |
|                         | Takuan beach (1)            | <i>Arius maculatus</i>    | 2.27                                |

NOTE: ND = non-detected, (x) = Sampling station

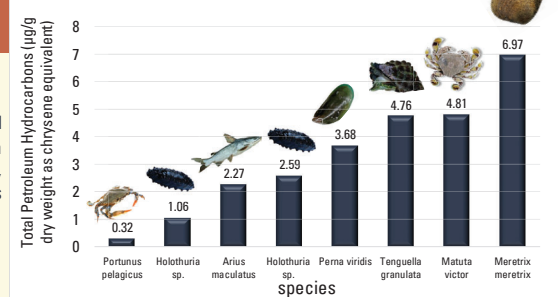
- TPH contamination in by marine animal groups in this study ;



## CONCLUSION

- TPH contamination in marine animals along Rayong's coast found varying contamination levels across different species and areas
- Mollusks > Crustaceans > Echinoderms > Fishes
- The mollusk group; Hard clams (*Meretrix meretrix*) can act as bioindicators of TPH.
- Maritime activity areas with the environmental condition → higher TPH accumulation compared to other areas.
- This underscores the critical importance of raising awareness about the impacts on ecosystems. Particular attention should be directed toward Ban Phe coastal area (station 6), which is a high-risk contamination area, other areas should not be overlooked either.

✉ Supawaree.kattima@ku.th  
Marine Science, Fisheries KU



- The highest value in *Meretrix meretrix* at Ban Phe (6.97 µg/g dry weight) → intense maritime as tourist boat transportation (to Samet island) and communities.
- The semi-enclosed coastal topography of Ban Phe, which acts as a wind-shielded zone, could result in low water circulation.
- Area near Map ta phut industrial areas demonstrated the lowest value in *Portunus pelagicus* at Takuan beach (0.32 µg/g dry weight).



### Habitat & Feeding characteristics

- Types of petroleum hydrocarbons → differing chemical properties and impacts
- The physical and chemical factors of surrounding environment → coastal morphology, monsoon winds (Mironov, 1980) → sediments as reservoirs for various contaminant pollutants (Massoud et al., 1996; Ghaemi et al., 2023)
- Metabolism of each marine species → ability of each species to accumulate and eliminate pollutants (Neff et al., 1976; Connell, 1997; Ansari et al., 2012)

## ACKNOWLEDGMENT

This research article was successfully completed with the kind support of all members of the Marine Environmental Laboratory, Department of Marine Science for guidance in laboratory, knowledge, writing, and analysis to ensure the successful completion of this study.

## REFERENCES

- Ansari, Z., C. Desilva, and S. Badesab. 2012. Total petroleum hydrocarbon in the tissues of some commercially important fishes of the Bay of Bengal. *Marine Pollution Bulletin* 64: 2564-2568.
- Connell, D.W. 1997. Bioaccumulation of chemicals by aquatic organisms. In: *Schuurman Chemical Exposure and Biological Effects*. John Wiley and Son, New York: 439-450.
- Ghaemi, F., F. Soleimani, and S. Gholamipour. 2023. Heavy metal and persistent organic pollutant profile of sediments from marine protected areas: The northern Persian Gulf. *Environmental Science and Pollution Research* 30: 120877-120891. DOI: 10.1007/s11356-022-30688-1
- Massoud, M. S., F. Al-Abdali, A.N. Al-Ghadban, and M. Al-Sarawi. 1996. Bottom sediments of the Arabian Gulf—II. TPH and TOC contents as indicators of oil pollution and implications for the effect and fate of the Kuwait oil slick. *Environmental Pollution* 93(3): 271-284. DOI: 10.1016/S0269-7491(96)00042-5
- Mironov, O.G. 1980. Aspects of petroleum hydrocarbon metabolism in marine animals. *Helgolander Meeresunters* 33: 292-296. DOI: 10.1007/BF02414754

## การเสริมยีสต์ในอาหารเลี้ยงที่มีผลต่อปริมาณกรดไขมันในโคฟีพอด

## *Apocyclops royi* (Lindberg, 1940)

## Yeast supplementation in the culture medium affects the fatty acid content of copepods

*Apocyclops royi* (Lindberg, 1940)

ดวงกมล เสาเกลียว<sup>๑</sup>, ปวีณา คปนิยารวงศ์<sup>๒</sup>, กรณ์วิ เอี่ยมสมบูรณ์<sup>๓</sup>

<sup>a</sup>ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

<sup>๒</sup>ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ปทุมธานี 12120

## บทคัดย่อ

การศึกษาการเสริมยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ในอาหารเลี้ยงโคกทอด *Apocyclops royi* ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและปริมาณกรดไขมันในโคกทอด โดยเลี้ยงโคกทอดในปริมาณ 6 ความถี่ 2 ลิตร ที่ 21°C ประมาณหนึ่ง 25 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 14 วัน และใช้โคกทอดที่เพาะเลี้ยงได้ (1) (*Tetraselmis suecica*, 2) (*Saccharomyces cerevisiae*) และ 3) *T. suecica* ให้ร่วมกับ *S. cerevisiae* จากผลการศึกษาพบว่า ความหนาแน่นของโคกทอดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มที่ได้แก่ จุลโคกทอดด้วยอาหาร *T. suecica* รองลงมาคือจุลโคกทอดด้วยอาหารผสมระหว่าง *T. suecica* กับ *S. cerevisiae* และจุลโคกทอดด้วย *S. cerevisiae* มีค่าเท่ากับ 15,800 ± 1,216, 15,233 ± 3,544 และ 3,333 ± 757 ตัวต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่าง Docosahexenoic Acid (DHA) และ Eicosapentenoic Acid (EPA) มีปริมาณระหว่างเป็น 0.348, 0.360 และ 0.071 mg/100mg copepod ซึ่งจุลโคกทอดปริมาณนี้ แต่ในโคกทอดที่ได้รับ (*S. cerevisiae*) ไม่พบ EPA แต่ในโคกทอดที่ได้รับ *T. suecica* ร่วมกับ *S. cerevisiae* จะมี DHA ปริมาณน้อยกว่าโคกทอดที่ได้รับ *T. suecica* เพียงอย่างเดียว ดังนั้น *S. cerevisiae* สามารถนำมาใช้ร่วมกับ *T. suecica* เพื่อเลี้ยงโคกทอดในน้ำจืดได้ เพราะการแลกเปลี่ยนสารอาหารโดยยีสต์จะทำให้การเพาะเลี้ยงเจริญเติบโตขึ้น

คำสำคัญ: ชีสค์, โคฟีพอด, *Apocyclops royi*, กรดไขมัน

This study aimed to investigate the effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) supplemented diets on the growth and fatty acid composition in *Acartia tonsa* copepods. The copepods were cultured in 2-liter glass bottles filled with seawater at a salinity of 25 PSU. They were fed three food regimens for 14 days including: (1) Tetraosmotic sucrose; (2) *S. cerevisiae*; (3) the combination of *T. suecica* with *S. cerevisiae*. Growth rates and fatty acid compositions in the experimental copepods were determined. The results showed that the density of the copepods fed with *T. suecica*, *S. cerevisiae*, and *T. suecica* combined with *S. cerevisiae* was 15,800 ± 1,216, 15,233 ± 3,544, and 3,335 ± 757 individuals per liter, respectively. Additionally, the essential fatty acids contents, Docosahexaenoic Acid (DHA) and Eicosapentaenoic Acid (EPA) in copepods fed with *T. suecica*, *S. cerevisiae*, and *T. suecica* combined with *S. cerevisiae* have a total amount of 0.348, 0.360, and 0.071 mg/100mg of copepods, respectively. Notably, EPA was not detected in the *S. cerevisiae* treatment. However, copepods fed *T. suecica* with *S. cerevisiae* had lower DHA content than copepods fed *T. suecica*. Therefore, *S. cerevisiae* can be used as a supplement to *T. suecica* to cultivate copepods during algae shortages, which will promote algae growth.

**Keywords:** Brewer's yeast, Copepod, *Apocyclops royi*, Fatty acid

## คำนำ

การเลี้ยงสัตว์น้ำวัยอ่อนนิยมใช้อาหารมีชีวิต (Live Food) เช่น วอร์มีย์ฟิโร โรติเฟอร์ และโคพอด เนื่องจากมีโภชนาการสูง สามารถย่อยได้ในน้ำ และไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำในบ่อเลี้ยง (เดวีลีย์ และคณะ, 2561) โคพอดเป็นอาหารมีชีวิตที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีไขมันมาก และพบแคลเซียมที่จำเป็นในการพัฒนารูปร่าง น้ำย้อมตัวไดโอรานิน โดยมีการใช้สารฆ่าเชื้อแบบแห้งในการเพาะเลี้ยงโคพอด ซึ่งยาฆ่าเชื้อหลายตัวมีองค์ประกอบไขมันที่จำเป็นต่อการเติบโตและอัตราการขยายตัวของเซลล์ ได้แก่ Polyunsaturated fatty acid (PUFA) และ Highly unsaturated fatty acids (HUFA) เป็นตัวชี้วัดโคพอดที่เป็นแหล่งของ PUFA นั่นคือ Docosahexaenoic acid (DHA), Eicosapentaenoic acid (EPA) และ Arachidonic acid (ARA) มีปริมาณที่จำเป็นต่อ การเจริญเติบโตและการขยายตัวของน้ำย้อมตัว (Watanabe et al., 1983)

การติดเชื้อที่พบบ่อยในไก่บ้านและนกกระทา ได้แก่ *Tetrasulphomonas* ซึ่งก่อให้เกิดโรค *Apoplexy* ภัยโรครุนแรงที่พบบ่อยในไก่บ้าน และนกกระทา (2563) และการติดเชื้อแบบเนื้องาวยังเกิดโรคติดต่อ *A. royi* และไก่บ้านมีปริมาณไขมันสะสมสูงกว่าไก่ได้รับสารอาหารเพียงชนิดเดียว (แอสลีย์ และคณะ, 2561) สำหรับเชื้อราชนิด *Saccharomyces cerevisiae* (ยีส) Brewer's yeast ถูกนำมาใช้เสริมโภชนาการเพื่อเสริมสร้างภูมิคุ้มกันของไก่บ้านในภาคใต้ของอินเดีย และมีการวิจัยอีก ที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโต (Gopalakrishnan et al., 2016) และการใช้ผลิตภัณฑ์เสริมโภชนาการในการเลี้ยงและลดข้อด้อยนี้ (Rodrigues et al., 2021) ดังนั้น หากใช้ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้เสริมร่วมกับไก่บ้านในการเลี้ยงโรคติดต่อก็จะเพิ่มผลผลิตและค่าโภชนาการไก่บ้านให้ใกล้เคียงได้ จึงกล่าวได้ว่า ผลของการใช้เชื้อรา (*S. cerevisiae*) และสารตัว *T. succinea* เป็นอาหารเสริมเชิงที่ปลอดภัย *A. royi* AMBT201601 ตลอดจนการเสริมและปริมาณมากของไขมันในโรคติดต่อที่ไก่บ้านมีการเพิ่มมากขึ้น

## อุปกรณ์และวิธีการ

นำโคฟีพอด *A. royi* AMBT201601 (Fig.1) ที่เก็บรักษาไว้ที่ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย นำโคฟีพอดใส่ลงขวดแก้วขนาด 2 ลิตร ที่ใส่ น้ำทะเลความเค็ม 25 ppt โดย

เลี้ยงโคที่พอควรตามทุกระยะและมีรายละเอียดชุดทดลอง ดังนี้

ชุดทดลองที่ 1 เลี้ยงโคที่พอค ให้ *T. sueticica* เป็นอาหาร (ชุดควบคุม) ความหนาแน่นเซลล์ 150x104 เซลล์ต่อมิลลิลิตร

ชุดทดลองที่ 2 เลี้ยงโคที่พอด ให้อีซต์ (*S. cerevisiae*) ปริมาณ 0.2-0.4 กรัมต่อลิตร เป็นอาหารชุดทดลอง

ชุดทดลองที่ 3 เลี้ยงโคที่พอด โดยให้อีสต์ *S. cerevisiae* ปริมาณ 0.2-0.4 กรัมต่อลิตร และสาหร่าย *T. suecica* มีความหนาแน่นเซลล์  $150 \times 10^4$  เซลล์ต่อมิลลิลิตร ก่อนจะเติมยีสต์ลงในขวดเลี้ยง)

หัตถิเทพเทรลอมปัส *T. suecica* เติบโตในน้ำจืดที่ขนาด 5 ลิตร ใช้เป็นเวลาหกสัปดาห์ 25 ppm ที่ผ่านการกรองแล้ว เติบโตและเพิ่มการสืบพันธุ์ (Guillard, 1973) และเพิ่มจำนวนภายใน 25 อาทิตย์ของอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และใช้อากาศและการกรองน้ำ 5,000 ลิตร *T. suecica* ที่เพิ่มจำนวนขึ้น มีความหนาแน่นของเซลล์ประมาณ 150x104 เซลล์ต่อมิลลิลิตร จึงมีน้ำสาหร่ายไปใช้เพื่ออาหารแบคทีเรียฟอสเฟต ส่วนอีกครึ่งจะเพิ่มน้ำทะเลแล้วกรองผ่านผ้าขาว ขนาด 1 ไมครอนเพื่อเพิ่มจำนวนเชื้ออีกครั้งโดยใช้ดินทำงาน ใช้สัปดาห์ต่อมา 0.2 g/L เมื่อใช้ฟอสเฟตด้วยได้เพิ่มจำนวนขึ้นถึงที่ปริมาณใกล้เคียงกับ 4.0 g/L.

เป็นการทดลอง ใช้สารภายในห้องดี 2 ลิตร (Fig.2) และเติมให้พอกลืนไว้กับมวลบนบนเริ่มต้นเป็น 500-1000 ตัวต่อลิตร เนื่องจากการควบคุมคุณภาพของ 25 องศาเซลเซียส ใช้โอกาส แสงแดดประมาณประมาณ 5,500 ชั่วโมง คิดตามปริมาณของน้ำเพื่อให้อัตราการกระจายกับปริมาณในถังทดสอบกับขนาด (Scalable Microscope) และตัวสาร ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนที่มากขึ้น เปลี่ยนน้ำเข้าจาก 3-4 ลิตร (30-50%) และเติมอาหารลงไปด้วย เพื่อขึ้นสูตรการ ทดสอบน้ำให้พอกลืนกับตัว Phosphate buffered saline (PBS) pH 7.4 โดยใช้ ให้เติมให้พอกลืนกับอัตราส่วนที่คิดค้น ปริมาณในอัตรา 1 : 1 แอมโมเนียม : PBS ออกซิเจนในถังทดสอบ ให้ทำ 3 ครั้ง และกรองน้ำที่ทดสอบ ออกจาก PBS บนกระดาษกรอง GFC น้ำเข้าซึ่งมีที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ให้เพิ่ม น้ำไปไว้กระชากกลั่นไขมัน (Lipid acid) ที่เจือสี FAMES analysis และเครื่อง Gas chromatography (GC) (SHIMADU GC-2010) ตามวิธีการของ Thongkiet et al. (2014) ที่สามารถนำวิธีการนี้ไปใช้กับ การทดลองการกระจายกับตัวสาร



Fig.1 *Apocyclops royi* AMBT201601

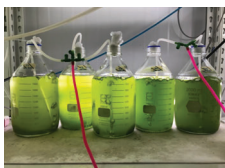


Fig.2 Copepod cultivation experiment

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

เมื่อทดลองเลี้ยงรวม 14 วัน ความหนาแน่นของโคฟิโดพเทสมีจำนวนจำวนโคฟิโดพเทสของเซลล์ที่ตายแล้วเพิ่มขึ้นกว่า 7 เท่าจากเซลล์ที่ *T. suecica* เพียงอย่างเดียว มีจำนวนแบคทีเรียในโคฟิโด  $15,800 \pm 1,216$  ตัวต่อเซลล์ โดยมีความจำวนการเกิดโคฟิโดในหลอดทดลองที่ใส่ *T. suecica* ร่วมกับ *S. cerevisiae* และ *S. cerevisiae* เพียงอย่างเดียวต่าง โดยมีความหนาแน่นแบคทีเรียในโคฟิโด  $15,233 \pm 3,544$  ตัวต่อเซลล์ และ  $3,333 \pm 757$  ตัวต่อเซลล์ ตามลำดับ ทั้งนี้สามารถสรุปการเจริญเติบโตของโคฟิโด *A. royeri* ที่ใช้การเพาะเลี้ยงกันได้ว่า โคฟิโดที่ใส่ร่วมกับ *S. cerevisiae* มีความจำวนโคฟิโดที่พบเพิ่มขึ้น  $15,134 \pm 95$  ตัวต่อเซลล์ โดยมีความจำวนโคฟิโด *A. royeri* ร่วมกับ *S. cerevisiae* มีความจำวนโคฟิโดเพิ่มขึ้น  $14,401 \pm 1,123$  ตัวต่อเซลล์ ซึ่งมากกว่าจำนวนโคฟิโดในหลอดที่ใส่ *S. cerevisiae* เพียงอย่างเดียวที่เพิ่มขึ้นเป็น  $2,501 \pm 337$  ตัวต่อเซลล์ (Fig.3) สอดคล้องกับการศึกษาของ *T. suecica* ที่เมื่อเลี้ยงร่วมกับ *S. cerevisiae* เพียงอย่างเดียวก็มีการเจริญเติบโตที่มีความจำวนมากขึ้น (เช่นเดียวกับกลไกการเลี้ยงโคฟิโดชนิด *Thalassiosira* sp. และ *S. cerevisiae* และกลไกที่ *S. cerevisiae* เพียงอย่างเดียวที่น้อย) ที่ทำให้โคฟิโดมีความหนาแน่นขึ้นอย่างรวดเร็ว (สัทวี และคณะ, 2562) นอกจากนี้ การเลี้ยงโคฟิโด *Tisbe monozona* ร่วมกับ *Mixed algae* (*T. suecicus*, *Chaetoceros muellerii*, *Nannochloropsis oculata*, *Isochrysis galbana*) ร่วมกับ Baker's yeast ทำให้โคฟิโดเพิ่มขึ้นจำนวนมากกว่าการเลี้ยงโคฟิโดเพียงอย่างเดียว (Farhadian et al., 2008) เนื่องจากยีสต์ในมีการขาดปัจจัยเสริม เช่น DHA, EPA และ ARRA ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราของการบริโภค (Puello-Cruz et al., 2004)

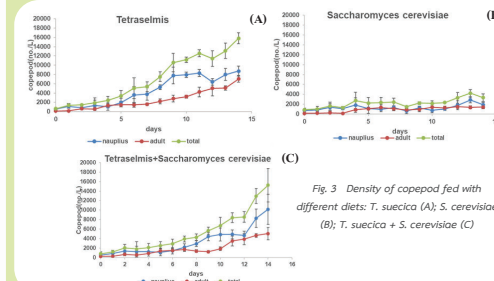


Fig. 3 Density of copepod fed with different diets: *T. suecica* (A); *S. cerevisiae* (B); *T. suecica* + *S. cerevisiae* (C)

ปริมาณไขมันในจุลชีพของทั้งที่ *T. suecica*, *S. cerevisiae* และ *T. suecica* ร่วมกับ *S. cerevisiae* ถ้าปริมาณไขมันรวม (Total fat) ในช่วง 9.39 ถึง 17.68 mg ของไขมันทั้งหมด องค์กรประมงแนะนำไขมันในโคพิคสดที่ได้รับการตกแต่งกับไขมันจากสัตว์น้ำให้มีปริมาณมากกว่าตัวไขมันสัตว์ 10 ต่อcentage ของไขมัน EPA และ DHA ซึ่งเป็นกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง (HUFA) ซึ่งมีปริมาณสำคัญต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มอัตราการรอดของสัตว์น้ำที่อยู่ในระบบการเลี้ยงในสัตว์น้ำทั้ง 3 จุลกรการทดลอง แต่ใน *S. cerevisiae* ซึ่งไม่พบ EPA ซึ่งเป็นกรดไขมัน HUFA มีปริมาณของจุลชีพ *S. cerevisiae*, *T. suecica* และ *T. suecica* ร่วมกับ *S. cerevisiae* ที่เลี้ยง 0.360, 0.348 และ 0.071 mg ของ coproed ตามลำดับ (Fig.4) ทั้งนี้ ปริมาณไขมันในโคพิคสดที่สัตว์จะให้ได้มีปริมาณแตกต่างกัน เป็นไปได้ว่ามีความแตกต่างของปริมาณไขมันที่เก็บไว้ภายในโคพิคสดที่เก็บไปทำการทดลองแต่ละชุดการทดลอง ทำให้มีผลต่อปริมาณไขมันที่สกัดออกมาซึ่งเป็นเหตุทำให้ปริมาณการกินไขมันของสัตว์ที่เพาะไม่ได้รับปริมาณของปริมาณการกินในโคพิคสดที่ได้รับ *T. suecica* เป็นอาหาร ที่มีรายงานไว้ก่อนหน้า (แอสลีย์ และคณะ, 2561; ปริยา และคณะ, 2563)

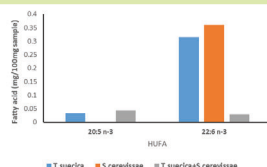


Fig.4 Fatty acid (mg/ 100mg) (HUFA) of copepod fed with different diets.

ดังนั้น การสำรวจสัตว์ต้นแบบเป็น *S. cerevisiae* ร่วมกับ *T. suecica* ให้เป็นทางเลือกที่ดีพอที่จะหาวิธีเพื่อลดผลจากการเจริญเติบโตได้ เช่นเดียวกับการให้ *T. suecica* เพียงอย่างเดียว แต่ในโพทที่ให้อาหาร *T. suecica* ร่วมกับ *S. cerevisiae* พบว่า DNA ปริมาณน้อยที่ติดกับโพทที่ให้อาหาร *T. suecica* เพียงอย่างเดียว ดังนั้นการให้ *S. cerevisiae* สามารถนำมาใช้ร่วมกับสารพิษเพื่อเลี้ยงโคกพอกในช่วงที่มีการขาดแคลนสารพิษได้ ซึ่งช่วยให้สารพิษมีการเจริญเติบโตได้เร็วเท่ากับที่สารพิษอย่างเดียวสามารถเจริญเติบโตได้





การศึกษาผลกระทบของความหนาแน่นและปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของปลิงทะเลขาว (*Holothuria scabra*, Jeager 1833) ในคอนกรีตชนิดที่: กรณีศึกษาบ้านเกาะปึก จังหวัดกระบี่

### Impact of Stocking Density and Environmental Factors on Growth and Survival of White Sea Cucumber (*Holothuria scabra*, Jeager 1833) In Natural Enclosures: A Case Study from Koh Poo, Krabi Province

ฤทธิชัย คงสบาย, วรวิทย์ ปานนาค, อภิษฎา ทองเปี่ยม และ นันทพงศ์ กิมไผ่  
Andaman Coastal Research Station for Development Faculty of Fisheries Kasetsart University  
\*Corresponding author. E mail address: rittichai.kon@ku.th



บพคั้ดข่

การเพาะเลี้ยงปลิงทะเลขาว ในคอกธรรมชาติ บ้านเกาะปู จังหวัดกระบี่ ระยะเวลา 4 เดือน พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มจาก 244.91 กรัม/ชิ้น เป็น 472.59 กรัม โดยมีอัตราการเจริญเติบโตเฉพาะ 0.098–0.114 กรัม/วัน และอัตราการเพิ่มน้ำหนักเฉลี่ย 0.35–0.44 กรัม/วัน อัตราการรอดชีวิตเฉลี่ย 19.16% คอกที่มีความหนาแน่นต่ำ (0.75–1.0 ตัว/ตร.ม.) มีอัตราการรอดสูงสุด (36.78%) ขณะที่ความหนาแน่นที่สูง (1.75 ตัว/ตร.ม.) มีอัตราการต่ำสุด (6.53%) คุณภาพน้ำสิ่งแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต โดยสารอาหารในดินอยู่ที่ 3.24–4.54% น้ำหนักเฉลี่ยสูงสุด 757.3 กรัม ในเดือนสิงหาคมของปลิงเลี้ยงในช่วงฤดูผสมพันธุ์ ผลการวิจัยเน้นย้ำความสำคัญของการจัดการความหนาแน่นและสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์

คำสำคัญ: ปลิงทะเลขาว, การเพาะเลี้ยงในคอกธรรมชาติ, ความหนาแน่น, อัตราการรอด, สารอินทรีย์ในดิน



## Abstract

The study on white sea cucumber (*Holothuria scabra*) farming in natural enclosures at Koh Pu, Krabi, over 24 months, showed an increase in average weight from 244.91g to 472.59g, with a specific growth rate of 0.098-0.114 g/day and a weight gain of 0.35-0.44 g/day. The average survival rate was 19.16%, with the highest survival (36.78%) at lower stocking densities (0.75-1.0 individuals/m<sup>2</sup>) and the lowest (6.53%) at higher densities (1.75 individuals/m<sup>2</sup>). Environmental conditions were suitable, with sediment organic matter at 3.24-4.54%. The peak weight (757.3g) was recorded in August before declining during the breeding season. The findings highlight the importance of density management and environmental control to optimize commercial farming.



ប្បវត្តន៍

ปลิงทะเลเขา เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีบทบาทสำคัญในระบบนิเวศทางทะเล โดยช่วยกรองและลดปริมาณสารอินทรีย์ในดิน ส่งเสริมสมดุลของสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ ยังมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เนื่องจากมูลค่าได้ใช้เพื่อเป็นเครื่องสำอางและเครื่องประดับ นอกจากนี้ ยังมีการใช้ปลิงทะเลในการแพทย์เพื่อรักษาโรคต่างๆ เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ และโรคไต เป็นต้น ปลิงทะเลยังมีบทบาทสำคัญในการท่องเที่ยวทางธรรมชาติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการชมปลิงทะเลที่หาดทรายขาวบริสุทธิ์ที่สวยงามของเกาะลันตา จังหวัดกระบี่

## วิธีการดำเนินงาน

การศึกษาขั้นต้นเป็นการในชุมชนบ้านกล้วย ตำบลเกาะศรีบอยา เกาะหม้อลอค จังหวัดกระบี่ โดยทำการสืบเสาะหาข้อมูลในครอบครัวที่ บุรุษหรือภรรยาเดินทางมีประสบการณ์และประวัติงานที่เกี่ยวข้องกับ การ คอเลสเตอรอล 20x20 เมตร จำนวน 3 คอก ใช้วิธีคัดเลือกผู้สมัคร (JCRD) เป็นยี่สิบถึงยี่สิบห้าตัวตามน้ำหนัก 700 ตัว คอก 1 คอกเฉลี่ย 1.75 ตัวต่อตารางเมตร ลูกหนึ่งถึงสี่ตัวเสนาที่ใช้น้ำหนักเฉลี่ย 200 กรัมต่อตัว น้ำ 2,100 ตัว การทดลองเสนาเป็นน้ำ 4 เดือน (ธันวาคม 2565 - ธันวาคม 2567) มีการสุ่มวัดขนาดและน้ำหนัก 2 เดือน จำนวน 50 ตัวต่อคอก เมื่อสิ้นสุดการทดลอง จำนวนงานเลี้ยงเสนาที่รอดชีวิต และภาระข้อมูลผู้ดูแลตัว คอเลสเตอรอลเจริญเติบโต อัตราการเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตายต่อลิตรเสนาในตู้ทดลอง



បទពិសោធន៍

การศึกษาเลี้ยงปลิงทะเลขาวในคลองธรรมชาติที่เกาะปู จังหวัดกระบี่ (24เดือน) พบว่าความหนาแน่นมีผลต่ออัตราการรอดและการเติบโตอย่างมีนัยสำคัญ โดยความหนาแน่น 1.75 ตัว/ตร.ม. ทำให้ได้ผลการรอดต่ำ (19.16%) ขณะที่ระดับ 0.75 ตัว/ตร.ม. มีอัตราการสูญเสีย (50.78%) สอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้า ระยะเวลาล้างนํ้าภายใน 18 เดือนอาจลดอัตราการรอดเนื่องจากความเครียด และอาจยังสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเติบโตโดยมีสารอินทรีย์ในดิน 3.24–4.54% และค่า pH 7.5–8.2 งานวิจัยเน้นย้ำการจัดการความหนาแน่นและสิ่งแวดล้อมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์

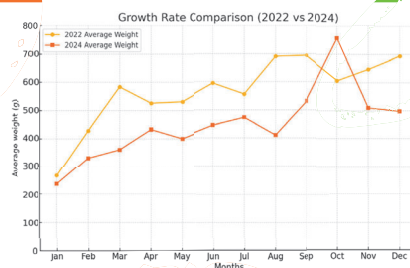
បទពិសោធន៍

การทดลองเลี้ยงปลิงทะเลภายใต้การปู จังหวัดกระบี่ (24 เดือน) พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 244.91 กรัม เป็น 472.59 กรัม (9.49 กรัม/เดือน) โดยมีการเติบโตสูงสุดในเดือนสิงหาคม 2567 (75.7 กรัม) และลดลงในเดือนตุลาคม อัตราการรอดเฉลี่ยอยู่ที่ 19.16% โดยคงที่โดยความหนาแน่น (0.75-1.0 ตัว/ตร.ม.) มีอัตราการรอดสูงถึง 36.78% คุณภาพน้ำและดินอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมต่อการเลี้ยง แต่การเลี้ยงระยะยาวอาจลดการเติบโต การรับความหนาแน่นและกำหนดระยะเวลาเลี้ยงที่เหมาะสมจะเพิ่มประสิทธิภาพการเพาะเลี้ยง



## ເຂດສາກຂ້າງອື່ງ

### Comparison of monthly mean body weight of white sea cucumber during 2022 and 2024



1985, pp. 2326–2340. <https://doi.org/10.1007/BF00391031>  
 1990, pp. 109–116. <https://doi.org/10.1007/BF00391031>  
 1995, pp. 2326–2340. <https://doi.org/10.1007/BF00391031>  
 1998, pp. 2326–2340. <https://doi.org/10.1007/BF00391031>  
 2001, pp. 2326–2340. <https://doi.org/10.1007/BF00391031>  
 2004, pp. 2326–2340. <https://doi.org/10.1007/BF00391031>  
 2007, pp. 2326–2340. <https://doi.org/10.1007/BF00391031>  
 2010, pp. 2326–2340. <https://doi.org/10.1007/BF00391031>  
 2013, pp. 2326–2340. <https://doi.org/10.1007/BF00391031>  
 2016, pp. 2326–2340. <https://doi.org/10.1007/BF00391031>  
 2019, pp. 2326–2340. <https://doi.org/10.1007/BF00391031>  
 2021, pp. 2326–2340. <https://doi.org/10.1007/BF00391031>  
 2022, pp. 2326–2340. <https://doi.org/10.1007/BF00391031>

Iry, P., & Graczyk, A. 2006. Optimal stocking density for sea cucumber farming. *Aquaculture Science*, 21(4): 255-263.

Jensen, L. & Kneib, S. 2003. The role of environmental conditions in the life history of Holothurians. *Marine Environmental Research*, 57(3): 166-172.

Murphy, S. M. 2001. Population decline of holothurians in Andaman Sea conservation efforts. *Fisheries Science Bulletin*, 32(6): 57-71.

Parcell, S. W., et al. 2012. Effect of stocking density on growth and survival of Holothurians in aquaculture systems. *Marine Biotechnology*, 15(7): 1495-1507.

Skewes, T., McLeod, L. & Gray, D. 1998. The economic value of sea cucumber fisheries in the Indo-Pacific region. *Asian Fisheries Science*, 11(4): 285-300.

Skewes, T., McLeod, L. & Gray, D. 1998. Age and life cycle of sea cucumbers in controlled aquaculture systems. *Fisheries and Aquaculture Report*, 5: 114-123.

Skewes, T., McLeod, L. & Gray, D. 1992. Sea cucumber farming in the Indo-Pacific region. *World Aquaculture*, 23: 7-12.

Strehlow, B. 2004. Impact of rearing duration on the growth and survival of Holothurians species in aquaculture. *World Aquaculture*, 32(1): 72-81.

Tehrani-mani, M. & Rahabizadeh, M. 2012. Role of holothurians in sediment bioturbation in marine ecosystems. *Environmental Biology of Fishes*, 93(4): 489-499.



สาขาส่งเสริมการเกษตรและ  
คหกรรมศาสตร์  
(Subject: Agricultural Extension  
and Home Economics)

---

ภาคโปสเตอร์  
(Poster Presentation)

# Problems and Needs

## for supporting in durian production according to the standards of Good Agricultural Practices of farmers in Krabi Province

Patranit Klommanee<sup>a</sup> Wanalai Viriyasuthee<sup>b</sup> Suchart Saenpich<sup>c</sup> Thamrongjet Puttamuk<sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup> Master of Agriculture (Agricultural Resources Management), School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi 11120.

<sup>b</sup> Major of Plant Production Management, and Urban Agriculture Learning Center, Department of Agricultural Management, School of Agriculture and Cooperatives, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi 11120.

<sup>c</sup> Department of Information Science, School of Liberal Arts, Sukhothai Thammathirat Open University, Nonthaburi 11120.

\*Corresponding author. E-mail address: Thamrongjet.put@stou.ac.th

### Abstract

This research aims to study 1) basic personal, social, and economic conditions of farmers, 2) knowledge about durian production under GAP standards and durian export quality, and 3) problems, obstacles and requirements for supporting durian production. The study tool was a structured interview and a knowledge test. The data were collected from 53 farmers who were participating in the collaborative farming of the Department of Agricultural Extension in Krabi Province. Data were analyzed by descriptive statistics. The results of the study found that (1) most farmers were female, aged over 60 years old, and with 5-10 years of experience in durian cultivation. 85.50% of farmers grew Mon Thong Durian in a monoculture cropping with an average planting area of 9.09 rais. The average cost was 20,945 baht/rai/year, with an average yield of 740 kilograms/rai/year. The important problems of durian production were the high cost of production factors, the recording of durian production data, and the prevention of disease and pest outbreaks. Farmers had knowledge in the planting, prevention and control of durian diseases and pests in accordance with the requirements of Good Agricultural Practices (GAP) and agricultural product standards at a moderate and excellent level, 30.19% and 28.30%, respectively. The need of farmers for knowledge support in the durian production ( $\mu = 3.64 \pm 0.95$ ), knowledge in compliance with GAP standards, pre-harvest management ( $\mu = 3.43 \pm 1.01$ ), and data recording ( $\mu = 3.77 \pm 0.89$ ), and a high-level need for assessment forms by government agencies ( $\mu = 3.87 \pm 0.71$ ) and via online platforms ( $\mu = 3.81 \pm 0.94$ ).

**Keywords:** Durian production, Durian export quality, Good Agriculture Practices

### Introduction



### Data Analysis

The study tool was a structured interview and knowledge test.

- 1) basic personal, social, and economic conditions of farmers data
- 2) Knowledge about durian production under GAP standards and durian export quality
- 3) Problems, obstacles and requirements for supporting durian production

### Materials and Methods

The data were collected from 53 farmers who were participating in the collaborative farming of the Department of Agricultural Extension in Krabi Province.

Data were analyzed by descriptive statistics.

The data were measured by 5 point Likert's scale and analyzed as interval data.

### Results

1) Most farmers were female, aged over 60 years old, had completed elementary school education, and had 5-10 years of experience in durian cultivation. 85.50% of farmers grew Mon Thong Durian in a monoculture cropping with an average planting area of 9.09 rais. The average production cost is 20,945 baht per rai per year, and 56.60% of farmers had advance contracts with companies/packing houses in Chumphon province. 75.50% of farmers have received GAP standard certification (TAS 9001-2021), and 24.50% are in the process of applying.

2) Farmers (30.19%) knew about the durian production under the GAP quality management system at a moderate level, and the issue that farmers answered most incorrectly was the requirements of GAP food crops (TAS 9001-2021) and disease and pest control in durian production (Fig.1)

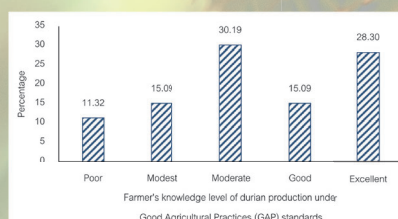


Fig.1 Farmer's knowledge level of durian production under Good Agricultural Practices (GAP) standards (N=53)

3) The important problems of durian production were the high cost of production factors, the recording of durian production data, and the prevention of disease and pest outbreaks. (Table 1)

| Problems                                                                                  | Assessment Average | Level of Problems |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|
| 1. The economic and social problems                                                       | 2.58±1.01          | Low               |
| 2. Compliance issues with Good Agricultural Practices (GAP) standard                      | 2.58±1.15          | Low               |
| 3. Environmental degradation and natural hazards                                          | 2.15±0.95          | Low               |
| 4. Problems with acquiring crop under the Good Agricultural Practices (GAP) certification | 2.18±0.88          | Low               |

Scores: 5.00-4.21 = Highest, 4.20-3.41 = High, 3.40-2.61 = Moderate, 2.60-1.81 = Low, and 1.80-1.00 = Lowest

4) The need of farmers in the durian production knowledge at a high level ( $\mu = 3.64 \pm 0.95$ ). The need of farmers in Good Agricultural Practices (GAP) standards for durian production had a moderate level. Both of the need of farmers about inspection by the government and via digital platform (website) had a high level at the same level. (Table 2)

| Requirement                                                    | Assessment Average | Level of Problems |
|----------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|
| 1. Durian production support                                   | 3.64±0.95          | High              |
| 2. Knowledge about Good Agricultural Practices (GAP) standards | 3.13±1.00          | Moderate          |
| 3. Inspection and evaluation                                   | 3.13±0.79          | Moderate          |

Scores: 5.00-4.21 = Highest, 4.20-3.41 = High, 3.40-2.61 = Moderate, 2.60-1.81 = Low, and 1.80-1.00 = Lowest

### Conclusions

**Problems**  
High cost and requesting for certificating takes long time.



**Needs**  
Production support, GAP provisions standard, and Digital platform inspection.

# ความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่อคาเฟ่เชิงเกษตร ในพื้นที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม

Tourist satisfaction with agricultural cafes in Kamphaeng Saen District  
Nakhon Pathom Province

กิตติกร ล่องหลง<sup>1</sup> และ เกษมสันต์ สกลรัตน์<sup>1\*</sup>

Kittikorn Longhlong<sup>1</sup> and Kasamesant Sakoolrat<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร คณะเกษตร กำแพงแสน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาความพึงพอใจของนักท่องเที่ยว และรูปแบบการใช้บริการคาเฟ่เชิงเกษตร ในพื้นที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยใช้แบบสอบถามเก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่างจำนวน 60 คน ผลการวิจัยพบว่า นักท่องเที่ยวมีความพึงพอใจในภาพรวมด้านบุคลากร ด้านสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ และด้านกระบวนการ ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 4.40, 4.35 และ 4.32 ตามลำดับ และมีความพึงพอใจด้านสถานที่ ด้านผลิตภัณฑ์ และด้านราคา ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.15, 3.96 และ 3.64 ตามลำดับ ด้านรูปแบบการใช้บริการคาเฟ่เชิงเกษตร นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่มาเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ ร้อยละ 75.00 และสร้างความสัมพันธ์กับครอบครัว/กลุ่มเพื่อน ร้อยละ 21.70 ส่วนใหญ่มาเที่ยวเป็นครั้งแรก ร้อยละ 70.00 และมาเที่ยวซ้ำ ร้อยละ 30.00 โดยรู้จักคาเฟ่เชิงเกษตรผ่านสื่อออนไลน์ (ไลน์/เฟซบุ๊ก) ร้อยละ 60.00 และผ่านเว็บไซต์ ร้อยละ 21.70 ส่วนใหญ่จะเดินทางมาเที่ยวในช่วงวันหยุดเสาร์-วันอาทิตย์ ร้อยละ 66.67 และวันหยุดนักขัตฤกษ์ ร้อยละ 26.67 ส่วนความถี่ในการมาเที่ยว เดือนละ 1 - 2 ครั้ง ร้อยละ 78.30

**คำสำคัญ (key word):** ความพึงพอใจ นักท่องเที่ยว คาเฟ่เชิงเกษตร อำเภอกำแพงแสน

This research aims to study the tourist satisfaction and service usage patterns at agro-tourism cafes in Kamphaeng Saen District, Nakhon Pathom Province. Data were collected by using a questionnaire from a sample of 60 participants. The results revealed that tourists had the highest overall satisfaction in personnel, physical environment, and service process, with average scores of 4.40, 4.35, and 4.32, respectively. Satisfaction with location, products, and pricing was rated at a high level, with average scores of 4.15, 3.96, and 3.64, respectively. Regarding the service usage patterns at agro-tourism cafes, most tourists visited for relaxation (75.00%) and to strengthen family/friend relationships (21.70%). The most tourists were first-time visitors (70.00%), while 30.00% were repeat visitors. Tourists primarily learned about agro-tourism cafes through online social media platforms (Line/Facebook) (60.00%) and websites (21.70%). Most tourists visited during weekends (66.67%) and public holidays (26.67%), with a visit frequency of 1-2 times per month (78.30%).

**Keyword:** Satisfaction, Tourist, Agricultural cafe, Kamphaeng Saen District

## คำนำ

โครงการ ชิม ช็อป ใช้ เป็นโครงการที่ใช้กับร้านค้า ร้านอาหาร คาเฟ่ต่าง ๆ ทำให้เกษตรกรมีการปรับเปลี่ยนจากการทำการเกษตรเพียงอย่างเดียว มาทำเป็นร้านอาหารและร้านคาเฟ่ เป็นการนำผลผลิตจากการทำการเกษตรมาแปรรูปเพื่อจำหน่ายในร้านของตน นอกจากนี้ นักท่องเที่ยวยังต้องการท่องเที่ยวเชิงเกษตร ซึ่งเป็นตลาดเฉพาะกลุ่ม (Niche market) ที่นอกจากจะให้บริการแก่คนแล้ว ร้านค้ายังมีการนำเสนอสินค้าและบริการที่แตกต่างออกไปจากผลิตภัณฑ์หลักประเภทเกษตร เช่น การพบปะสังสรรค์กับเพื่อน นันทนาการ มุมอ่านหนังสือ มุมถ่ายรูป เป็นต้น ธุรกิจร้านกาแฟหรือที่คนทั่วไปเรียกว่า "คาเฟ่" จึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ส่งผลให้เกิดการขยายกิจการไปยังพื้นที่ต่าง ๆ อย่างรวดเร็ว (พิมพ์ศิริ, 2556) ร้านเบเกอรี่ การผสมผสานรูปแบบระหว่าง "ภัตตาคาร" และ "บาร์" เข้าด้วยกัน โดยทั่วไป คาเฟ่จะไม่จำหน่ายเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ จะเน้นไปทำเครื่องดื่มประเภท กาแฟ ชา หรือ ช็อกโกแลต และอาจมีอาหารว่าง ซุป แซนด์วิช ขนมอบ และขนมหวานที่เสิร์ฟเคียงกับเครื่องดื่ม เช่น เค้กหรือคุกกี้ให้บริการด้วย (Papassara, 2564) การเกิดขึ้นของรูปแบบการท่องเที่ยวสมัยใหม่ ที่ผู้บริโภคนิยมการท่องเที่ยวเชิงเกษตร ก่อให้เกิดอาชีพใหม่ที่ส่งผลดีต่อเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก เป็นการเชื่อมโยงการผลิตและการตลาดเข้าด้วยกันเพื่อใช้ทรัพยากรที่ตนเองมีอยู่ดึงดูดลูกค้าเข้ามาโดยไม่ผ่านพ่อค้าคนกลาง ได้พัฒนาปรับปรุงการเกษตรที่ไม่เพียงแต่ผลิตสินค้าการเกษตร แต่มีการเปิดเป็นสถานที่ท่องเที่ยวและแหล่งเรียนรู้การเกษตร หรือที่เรียกว่า คาเฟ่เชิงเกษตร ดังนั้น งานวิจัยเรื่อง ความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่อคาเฟ่เชิงเกษตร ในพื้นที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จึงเป็นการศึกษาความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวและรูปแบบการใช้บริการคาเฟ่เชิงเกษตร เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาบริการของร้านคาเฟ่เชิงเกษตร ให้ตรงกับความต้องการของนักท่องเที่ยวต่อไป



## วิธีการวิจัย

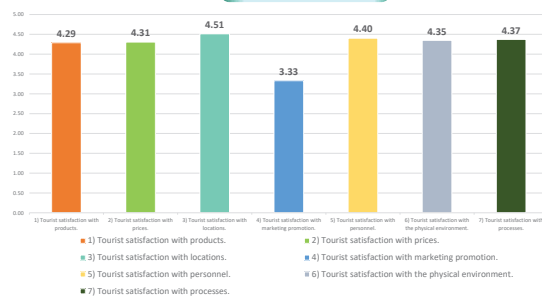
งานวิจัยเรื่อง ความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่อคาเฟ่เชิงเกษตร ในพื้นที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ใช้วิธีการวิจัยเชิงสำรวจ (survey research) ประชากรที่ศึกษา เป็นนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวคาเฟ่เชิงเกษตร The Ugly Duckling Learning Farm (ลูกเป็ดขี้เหร่) และ มอลเล่ย์ฟาร์มคาเฟ่ ในพื้นที่อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม เก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่าง จำนวน 60 คน ใช้วิธีการคัดเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (อนุวิ, 2560) เก็บข้อมูลในช่วงวันที่ 27 มกราคม - 11 กุมภาพันธ์ 2567 โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย 1) ข้อมูลทั่วไป 2) รูปแบบการใช้บริการคาเฟ่เชิงเกษตรของนักท่องเที่ยว และ 3) ความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่อคาเฟ่เชิงเกษตร สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนักท่องเที่ยวที่เข้าร่วมในการตอบแบบสอบถามทุกท่าน และผู้ประกอบการร้านคาเฟ่เชิงเกษตร The Ugly Duckling Learning Farm (ลูกเป็ดขี้เหร่) และ มอลเล่ย์ฟาร์มคาเฟ่ ที่อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี



## ผลการวิจัย



กราฟแสดงค่าเฉลี่ยความพึงพอใจทั้ง 7 ด้าน

## ความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่มีต่อคาเฟ่เชิงเกษตร

นักท่องเที่ยวนิยมมาท่องเที่ยวเชิงเกษตร ตามแนวคิดส่วนประสมทางการตลาด 7Ps มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรวมทั้ง 7 ด้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.22$ ,  $S.D. = 0.78$ ) โดยมีความพึงพอใจด้าน 1) ผลิตภัณฑ์ ที่ท่องเที่ยวในระดับมากที่สุด จำนวน 4 รายการ คือ มินิบูธอาหาร ขนม เครื่องดื่ม มีให้เลือกหลากหลาย มีความสร้างสรรค์ นำรับประทาน มีรสชาติดี และมีความสะอาด 2) ราคา พอดีในระดับมากที่สุด 2 รายการ คือ ราคาอาหาร ขนม และ เครื่องดื่ม มีราคาเหมาะสมกับคุณภาพและปริมาณ 3) สถานที่ ที่ท่องเที่ยวในระดับมากที่สุด 3 รายการ คือ มีการบอกตำแหน่งร้านในโปรแกรมแผนที่อย่างแม่นยำ เช่น google map มีที่จอดรถเพียงพอ และสามารถติดต่อกับร้านได้หลายช่องทาง เช่น Facebook, Website 4) การส่งเสริมการตลาด ที่ท่องเที่ยวในระดับมากที่สุด 1 รายการ คือ มีช่องทางประชาสัมพันธ์ให้ผู้สนใจใช้บริการผ่านสื่อต่าง ๆ อย่างทั่วถึง เช่น social media, facebook, website, line 5) บุคลากร ที่ท่องเที่ยวในระดับมากที่สุด 5 รายการ คือ พนักงานให้บริการด้วยความรวดเร็วและกระตือรือร้น ร้องลามา พนักงานมีความพร้อมในการให้บริการ พนักงานให้บริการแก่ลูกค้าเท่าเทียมกันทุกรายโดยไม่เลือกปฏิบัติ พนักงานสามารถตอบคำถามที่สงสัย ชัดเจน ได้ดี และพนักงานมีความสุภาพ อ่อนโยน 6) สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ ที่ท่องเที่ยวในระดับมากที่สุด 5 รายการ คือ พนักงานแต่งกายสะอาดเรียบร้อย ร้องลามา การออกแบบตกแต่งของร้านมีความสวยงาม ร้านสะอาด ไม่มีกลิ่นไม่พึงประสงค์ มีโต๊ะ เก้าอี้ ที่นั่งเพียงพอต่อการให้บริการ และการจัดวางพื้นที่ที่สอดคล้องกับความสะดวกต่อการใช้บริการ 7) กระบวนการ ที่ท่องเที่ยวในระดับมากที่สุด 5 รายการ คือ ขั้นตอนการสั่งอาหารสะดวก ร้องลามา พนักงานมีจำนวนเพียงพอต่อการให้บริการ ช่องทางการชำระเงินมีความสะดวกหลายช่องทาง มีระบบการจัดการที่ดีหากเกิดอุบัติเหตุกับผู้ใช้บริการ และมีระบบที่สามารถแก้ปัญหาให้กับลูกค้าด้วยความรวดเร็ว

## รูปแบบการใช้บริการคาเฟ่เชิงเกษตรของนักท่องเที่ยว

นักท่องเที่ยวนิยมมาท่องเที่ยวเชิงเกษตร ตามรูปแบบส่วนประสมทางการตลาดแบบ 7Ps ในระดับมากที่สุด ส่วนด้านการส่งเสริมการตลาด ต้องเพิ่มในส่วนของการส่งเสริมการตลาดให้มากขึ้น ด้านรูปแบบการใช้บริการคาเฟ่เชิงเกษตร ส่วนใหญ่เดินทางมาท่องเที่ยวมาเพื่อพักผ่อนหย่อนใจและสร้างความสัมพันธ์กับครอบครัว/กลุ่มเพื่อน โดยรู้จักคาเฟ่เชิงเกษตรผ่านสื่อออนไลน์ (ไลน์/เฟซบุ๊ก) ร้อยละ 60 ร้องลามา มาท่องเที่ยวซ้ำ ร้อยละ 30 และรู้จักคาเฟ่เชิงเกษตรผ่านสื่อออนไลน์ (ไลน์/เฟซบุ๊ก) ร้อยละ 60 ร้องลามา รู้จักผ่านเว็บไซต์ ร้อยละ 21.70 ด้านการเดินทาง ส่วนใหญ่จะเดินทางมาท่องเที่ยวในช่วงวันหยุดเสาร์-วันอาทิตย์ ร้อยละ 66.67 ร้องลามา วันหยุดนักขัตฤกษ์ ร้อยละ 26.67 และช่วงเวลาที่เดินทางมาน้อยที่สุด วันจันทร์ - วันศุกร์ ร้อยละ 6.67 ส่วนความถี่ในการมาคาเฟ่เชิงเกษตร ส่วนใหญ่จะเดินทางมาท่องเที่ยวเดือนละ 1 - 2 ครั้ง ร้อยละ 78.30 ร้องลามา อาทิตย์ละ 1 - 2 ครั้ง ร้อยละ 10

## สรุปผลและข้อเสนอแนะ

นักท่องเที่ยวนิยมมาท่องเที่ยวเชิงเกษตร ตามรูปแบบส่วนประสมทางการตลาดแบบ 7Ps ในระดับมากที่สุด ส่วนด้านการส่งเสริมการตลาด ต้องเพิ่มในส่วนของการส่งเสริมการตลาดให้มากขึ้น ด้านรูปแบบการใช้บริการคาเฟ่เชิงเกษตร ส่วนใหญ่เดินทางมาท่องเที่ยวมาเพื่อพักผ่อนหย่อนใจและสร้างความสัมพันธ์กับครอบครัว/กลุ่มเพื่อน โดยรู้จักคาเฟ่เชิงเกษตรผ่านสื่อออนไลน์ (ไลน์/เฟซบุ๊ก) ร้อยละ 60 ร้องลามา มาท่องเที่ยวซ้ำ ร้อยละ 30 และรู้จักคาเฟ่เชิงเกษตรผ่านสื่อออนไลน์ (ไลน์/เฟซบุ๊ก) ร้อยละ 60 ร้องลามา รู้จักผ่านเว็บไซต์ ร้อยละ 21.70 ด้านการเดินทาง ส่วนใหญ่จะเดินทางมาท่องเที่ยวในช่วงวันหยุดเสาร์-วันอาทิตย์ ร้อยละ 66.67 ร้องลามา วันหยุดนักขัตฤกษ์ ร้อยละ 26.67 และช่วงเวลาที่เดินทางมาน้อยที่สุด วันจันทร์ - วันศุกร์ ร้อยละ 6.67 ส่วนความถี่ในการมาคาเฟ่เชิงเกษตร ส่วนใหญ่จะเดินทางมาท่องเที่ยวเดือนละ 1 - 2 ครั้ง ร้อยละ 78.30 ร้องลามา อาทิตย์ละ 1 - 2 ครั้ง ร้อยละ 10

## เอกสารอ้างอิง

- อนุชาติ เมื่อนา และ สันติสุข คูศิริ. 2563. แนวทางการจัดการฟาร์มคาเฟ่ ตามองค์ประกอบที่มีอยู่ในผู้ประกอบการ ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วารสารนิเทศ. 38 (1), 8-20.
- พชร สีสอน. 2563. ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้บริการคาเฟ่กลางแจ้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- พิมพ์ศิริ โยธะ. 2556. การศึกษาปัจจัยที่มีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของลูกค้าร้านกาแฟ A ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- วัน สอาด และอัมภา สอาด. 2539. เทคนิคการจัดการเรียนรู้ สุทธิธรรม. กรุงเทพมหานคร.
- สุภัตรา คุ้มยา, ดิเรก กุศลพร, คณิ ชื่นศรีและอื่น และ ศรัณย์ ทวีมิตร. 2564. นวัตกรรม: ชิม ช็อป ใช้ ในประเทศไทย. Journal of Modern Learning Development, 6 (1), 380-394.
- สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า. 2563. โอกาสและศักยภาพของกาแฟไทย. <https://uploads.tpsgo.th/coffee.pdf>, 2 กันยายน 2566
- อนุวิ คุ้มมา. 2560. สถิติเพื่อการวิจัย. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.
- Papassara Nutsabhorn. 2564. เครื่องใช้ในวัย Vogue Cafe ร้านกาแฟสุดชิคในงาน
- เมื่อถึง <https://www.vogue.co.th/lifestyle/food/article/vogue-cafe-bangkok-opening>, 15 ตุลาคม 2566



วารี หนูแก้วดีดี<sup>(a)</sup>, อัมไพวรรณ คงศักดิ์<sup>(a)</sup>, จุฬามาศ พูลนวน<sup>(a)</sup>, ศิริขวัญ เหมือนหนู<sup>(a)</sup>, ณัฐวรรณ พรหมสัย<sup>(a)</sup>  
วิทยาลัยการอาชีพควนขนุน จังหวัดพัทลุง<sup>(b)</sup>

### บทคัดย่อ

การศึกษาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้แป้งเมล็ดขนุนเป็นวัตถุดิบทดแทนแป้งสาลีในการผลิตขนมทองม้วนเนื่องจากแป้งสาลีเป็นวัตถุดิบที่ต้องนำเข้าและมีปริมาณสูงและเป็นสารก่อภูมิแพ้ ในขณะที่เมล็ดขนุนเป็นวัตถุดิบท้องถิ่นที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง จากการศึกษาพบว่า สูตรที่เหมาะสมในการใช้แป้งเมล็ดขนุนทดแทนแป้งสาลี คือ การใช้แป้งมันสำปะหลัง แป้งเมล็ดขนุน ไข่ไก่ น้ำตาลมะพร้าว กะทิสด และเกลือป่น ในอัตราส่วนร้อยละ 39.61, 1.76, 5.29, 22.03, 30.87 และ 0.44 ตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิและเวลาในการอบการผลิตขนมทองม้วน พบว่าการมีอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 60 วินาที ทำให้อายุการมีคุณภาพดีที่สุด ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส โดยมีค่าเฉลี่ย 4.83 คะแนน งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้แป้งเมล็ดขนุนเป็นแหล่งวัตถุดิบทางเลือกสามารถเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของขนมทองม้วน และอาจเป็นทางเลือกไม่แพ้การนำเข้าสารอาหารเพื่อสุขภาพในอนาคต

**คำสำคัญ:** ขนมทองม้วน, แป้งเมล็ดขนุน, แป้งสาลี, การทดแทนแป้งสาลี

### ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

ขนมทองม้วนเป็นขนมไทยที่ได้รับความนิยมสูง มีเนื้อสัมผัสกรอบและส่วนประกอบหลัก ได้แก่ แป้งมัน แป้งสาลี กะทิสด น้ำตาลมะพร้าว และไข่ไก่ อย่างไรก็ตาม แป้งสาลีเป็นวัตถุดิบหลักที่ต้องนำเข้าเนื่องจากประเทศไทยไม่สามารถผลิตแป้งสาลีได้เพียงพอ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น นอกจากนี้ โปรตีนกลูเตนในแป้งสาลีเป็นสารก่อภูมิแพ้ที่พบได้บ่อย โดยเฉพาะในเด็กเล็ก โดยกลูเตนเป็นโปรตีน ซึ่งอาจก่อให้เกิดอาการแพ้และภาวะไม่ทนต่อกลูเตน (gluten intolerance หรือ celiac disease) ผู้ที่มีการแพ้กลูเตนจะมีผลเสียต่อร่างกาย อาการแสดงปวดท้อง ท้องเสีย การสูญเสียน้ำหนักร่างกายอ่อนแอ ผลกระทบทางโภชนาการ

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาแป้งทดแทนจากวัตถุดิบพื้นถิ่นที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ได้แก่ แป้งเมล็ดขนุน เมล็ดขนุนเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต ใยอาหาร และโปรตีนที่สูง รวมถึงมีระดับแอมิโลสสูงที่สามารถช่วยปรับปรุงโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ (Ocloo et al., 2010; Kittipongpatana & Kittipongpatana, 2011) ในขณะที่แป้งข้าวสังข์หยด ซึ่งเป็นข้าวพื้นเมืองของไทย มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงและเป็นที่ยอมรับในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อสุขภาพ (Lekjing et al., 2019) โดยจากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่า แป้งเมล็ดขนุนสามารถนำมาทดแทนแป้งสาลีได้

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพของการใช้แป้งเมล็ดขนุนเสริมทดแทนแป้งสาลีในขนมทองม้วน และศึกษาความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น

### กรอบแนวคิด

การศึกษานี้มุ่งเน้นการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดขนุนในขนมทองม้วน โดยวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- ตัวแปรต้น
  - ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดขนุน (0%, 10%, 20%, 30%)
- ตัวแปรตาม
  - คุณสมบัติทางกายภาพของขนมทองม้วน (ค่าความแข็ง, ค่าสี L\*, a\*, b\*)
  - คุณภาพทางประสาทสัมผัส (ลักษณะปรากฏ, กลิ่น, รสชาติ, เนื้อสัมผัส, ความชอบโดยรวม)
  - ระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคโดยใช้แบบทดสอบ 9-Point Hedonic Scale

### ABSTRACT

This study aims to investigate the use of jackfruit seed flour as a substitute for wheat flour in the production of Thai crispy rolls, as wheat flour is an imported ingredient containing gluten, a known allergen, while jackfruit seeds are a locally available ingredient with high nutritional value. The study found that the optimal recipe for replacing wheat flour with jackfruit seed flour includes tapioca flour, jackfruit seed flour, eggs, coconut sugar, fresh coconut milk, and salt in the following proportions: 39.61%, 1.76%, 5.29%, 22.03%, 30.87%, and 0.44%, respectively. In terms of temperature and time in the production process, grilling at 150 °C for 60 seconds resulted in the best-quality Thai crispy rolls. Consumers expressed high satisfaction with the appearance, color, aroma, taste, and texture, with an average satisfaction rating of 4.83. This research demonstrates that using jackfruit seed flour as substitute ingredient can enhance the nutritional value of Thai crispy rolls and may offer a new option for the health food industry in the future.

**Keywords:** Thai crispy rolls, Jackfruit seed flour, Wheat flour, Wheat flour substitution.

\*Corresponding author, email address: noowwan2519@gmail.com

### รูปภาพที่ 1 กรอบแนวคิด



### อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

#### 1. อุปกรณ์และวัตถุดิบ



รูปภาพที่ 2 อุปกรณ์และวัตถุดิบผลิตขนมทองม้วน

1 แป้งมันสำปะหลัง 2 แป้งสาลี 3 แป้งเมล็ดขนุน 4 แป้งข้าวสังข์หยด 5 เกลือ 6 กะทิสด 7 น้ำตาลมะพร้าว 8 ไข่ไก่

#### 2. กระบวนการผลิตแป้งเมล็ดขนุนและผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วน



ขั้นตอนและการบวนการผลิต

แป้งเมล็ดขนุนถูกต้มและต้มที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 30 นาทีจนสุก จากนั้นนำแป้งออกปอกเปลือกและหั่นบาง ๆ อบที่ 60°C เป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง ทำการคัดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 Mesh ซึ่งส่วนผสมของวัตถุดิบตามชุด การทดลองดังกล่าว ชุดการทดลอง

ทำการผสมแป้งต่าง ๆ และเกลือเข้าด้วยกัน ผสมกะทิสด น้ำตาลมะพร้าวและไข่ไก่ลงในแป้ง พักแป้ง 3 ชั่วโมง นำแป้งที่เตรียมไว้ไปทอดในพิมพ์ขนมทองม้วน ผึ่งให้แห้งและมีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน ใช้มีดในการพับและใช้แท่งเหล็กในการม้วนแป้ง ให้เป็นวงวนทรงกระบอกจนแน่นแล้วจึงนำไปทอดในบรรจุภัณฑ์ นำผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนไปให้กลุ่มตัวอย่าง ทดสอบความพึงพอใจด้านลักษณะ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวม

### ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณแป้งเมล็ดขนุนที่เหมาะสมในการผลิตขนมทองม้วน จากการศึกษาพบว่า สี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ของขนมทองม้วนผ่านการมีแป้งแล้ว ใช้ปริมาณแป้งเมล็ดขนุน โดยควบคุมปริมาณของ แป้งมันสำปะหลัง แป้งเมล็ดขนุน ไข่ไก่ น้ำตาลมะพร้าว กะทิสด และเกลือป่น ในอัตราส่วนร้อยละ 39.61, 1.76, 5.29, 22.03, 30.87 และ 0.44 ตามลำดับ ส่วนอุณหภูมิและเวลาในการอบการผลิตขนมทองม้วน พบว่าการมีอุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 วินาที ผลการทดลองพบว่า ชุดการทดลองที่ 3 เป็นที่นิยม 450 กรัม แป้งเมล็ดขนุน 20 กรัม ลักษณะของขนมทองม้วนที่ผ่านการมีแป้งแล้ว สีของขนมทองม้วน มีกลิ่นหอม สีเหลือง มีกลิ่นหอม เกาะตัวได้ดี เนื้อสัมผัสละเอียด กรอบ รสชาติกลมกล่อม ผลความคิดเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X}=4.83, S.D.=0.40$ ) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ข้อที่ค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ความพึงพอใจในการรับประทานผลิตภัณฑ์ ( $\bar{X}=4.87, S.D.=0.34$ ) รองลงมาได้แก่ ด้านเนื้อสัมผัส และสะดวกต่อการนำไปใช้งาน ( $\bar{X}=4.86, S.D.=0.35$ )

#### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินคุณภาพของขนมทองม้วนโดยใช้แป้งเมล็ดขนุนเป็นวัตถุดิบทดแทนแป้งสาลีในระดับร้อยละ 10, 20 และ 30 ผลการทดลองพบว่า แป้งเมล็ดขนุนในสัดส่วนร้อยละ 20 ให้ความพึงพอใจมากที่สุด (p < 0.05) ในขณะที่ค่าความสว่าง (L\*) ลดลง แต่ค่าสีเหลือง (b\*) เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสโดยใช้ 9-Point Hedonic Scale แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคมีระดับความชอบสูงสุดที่ระดับร้อยละ 20 ของการทดแทน จากผลการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่าการใช้แป้งเมล็ดขนุนสามารถช่วยเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการของขนมทองม้วนโดยไม่ส่งผลกระทบต่อรสชาติหรือเนื้อสัมผัสของผู้บริโภค

สาขาวิทยาศาสตร์  
(Subject: Science)

---

ภาคโปสเตอร์  
(Poster Presentation)

- ศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์เห็ดแห่งประเทศไทย กรมวิชาการเกษตร



# Lithospheric Stress Modeling and Tectonics Dynamics of Thailand

Kasian Prasertwongphilai<sup>a</sup>, Passakorn Pananont<sup>a,\*</sup>, Patinya Pornsopin<sup>b</sup>, Kevin Furlong<sup>c</sup>, Matthew Herman<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand, <sup>b</sup>Earthquake Observation Division, Thai Meteorological Department, Bangkok 10260, Thailand,

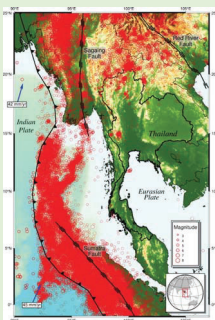
<sup>c</sup>Department of Geosciences, Pennsylvania State University, PA 16802, United States, <sup>d</sup>Department of Geological Sciences, California State University, CA 90802, United States

## Abstract

Thailand is situated in a region surrounded by major plate collision zones, making it susceptible to seismic hazard. This study aims to understand the primary tectonic systems in Thailand and surrounding areas that drive tectonic stress of Thailand region. A detailed lithospheric stress model of Thailand was developed using mathematical calculations based on the finite element analysis method, focusing on the Thai and neighboring plates. The result from this study indicates that the Sumatra-Andaman Subduction Zone has slip rate about 28-52 mm/yr, the Sagaing Fault has slip rate about 10-13 mm/yr, the Sumatra Fault has slip rate about 5-10 mm/yr and the Red River fault has slip rate about 2-5 mm/yr. The fault slip rates from our study are consistent with observations of slip rates for the major fault in Southeast Asia. The resulting plate velocities from our study also show that the plate velocities of Thailand, relative to the Eurasian Plate, are approximately 7-10 mm/yr, with a southeastward movement which is comparable to the observations of actual measurements. The lithospheric stress rate from our study is highest in northern Thailand, about 1-9 kPa/yr. The lithospheric stress rates in the western and southern of Thailand are 4-6 kPa/yr and 3-5 kPa/yr respectively.

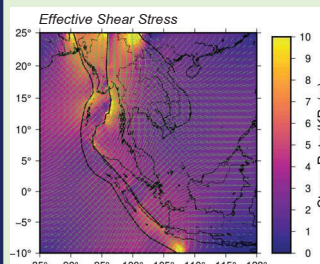
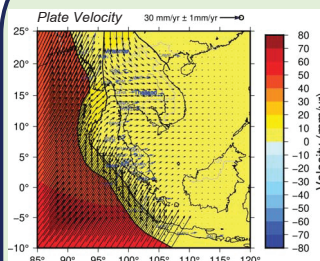
## Introduction

Thailand is located in a region surrounded by major tectonic plate boundaries, where moderate to large earthquakes occur frequently. The country is also situated near significant fault lines and a major subduction zone, which are responsible for some of the most powerful earthquakes. Notable examples include the Sumatra Subduction Zone, the Andaman-Nicobar Fault Zone, and major fault systems in Myanmar. As a result, Thailand faces a moderate to high risk of seismic activity. Nearly every region of the country has experienced some degrees of seismic activities, with moderate earthquakes occurring approximately every 10 years and smaller earthquakes happening much more frequently, particularly in the northern, western, and southern regions (Tapponnier et al., 1982 and Charusiri et al., 2007).

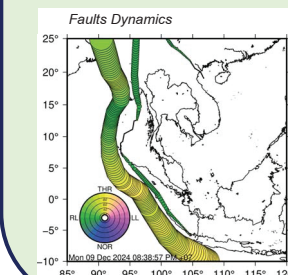


## Results

The entire region of Thailand exhibits eastward motion at an average rate of approximately 7-10 mm/yr. When compared with the plate motion from actual measurements provided by Simons (2007), the model results show a high degree of agreement, confirming that the plate movement in Thailand from the modeling aligns closely with observed data.

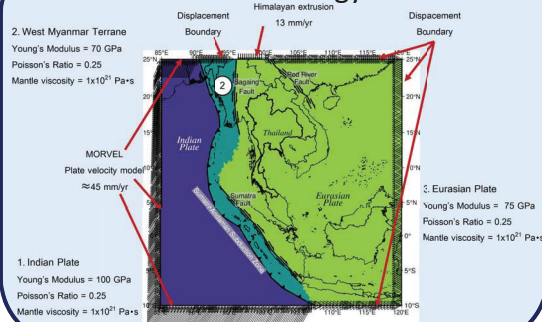


The areas where they have higher stress rates can generate more seismicity such as the southern part of China, Shan State in Myanmar and the northern Thailand.



The slip rates of fault from the our study are consistent with studies for slip rates of major faults in Southeast Asia

## Methodology



## Conclusions

The tectonic model and lithospheric stress of Thailand were developed using mathematical calculations based on the finite element method, focusing on the Thai and neighboring plates. The results indicate that the Sumatra-Andaman Subduction Zone has a slip rate of approximately 28-52 mm/yr, the Sagaing Fault has a slip rate of about 10-13 mm/yr, the Sumatra Fault has a slip rate of about 5-10 mm/yr, and the Red River Fault has a slip rate of about 2-5 mm/yr. The plate velocity in the Thai region relative to the Eurasian Plate is approximately 7-10 mm/yr, with an eastward movement. The lithospheric stress rate in northern Thailand is the highest, ranging from about 1-9 kPa/yr. Stress rate in the western region is about 4-6 kPa/yr, while in the southern region, it is about 3-5 kPa/yr. The northern region of Thailand where it has a high stress rate can introduce more seismicity. Both the southern and western regions experience moderate stress rates, making them areas where earthquakes may occur occasionally.

## Acknowledgement

We would like to thank National Research Council of Thailand (NRCT) for supporting this work (contract number: N25A650720 and N25A660575). Many figures were produced using GMT (Wessel and Smith, 1991)

For more information, please contact:

Assoc. Prof. Dr. Passakorn Pananont, Kasetsart University  
E-mail : fscipkp@ku.ac.th

## References

- Govers, R., & Wortel, M. J. R. 1993. Initiation of asymmetric extension in continental lithosphere. *Tectonophysics*, 223(1-2), 75-96. doi:10.1016/0040-1951(93)90185-4
- Natawidjaja, D. H. 2018. Updating active fault maps and slip rates along the Sumatra Fault Zone, Indonesia. *KIP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 116. doi:10.1088/1755-1315/116/1/012001
- Seth, K., & Natawidjaja, D. 2000. Neotectonics of the Sumatra fault, Indonesia. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 105(B12), 28295-28326. doi:10.1029/2000JB000120
- Simons, W. J. F., Socquet, A., Vigny, C., Ambrosius, B. A. C., Haji Abu, S., Promthong, C., Subarya, C., Sanzolo, D. A., Mathewsson, S., Morgan, P., Spakman, W. 2007. A decade of GPS in Southeast Asia: Resolving Sundaland motion and boundaries. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 112(B8), doi:10.1029/2006JB003868
- Socquet, A., Vigny, C., Chaudhri-Abdulla, N., Simons, W., Rangan, C., & Ambrosius, B. 2006. India and Sumatra plates motion and deformation along their boundary in Myanmar determined by GPS. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 111(B5), doi:10.1029/2005JB003877
- Tapponnier, P., Pelzer, G., Le Dain, A. Y., Amijo, R., & Cobbold, P. 1982. Propagating extension tectonics in Asia: New insights from simple experiments with plastically. *Geology*, 10(12), doi:10.1130/0091-7613(1982)10<111:Ptean>2.0.Co;2

# Micro-XRF analysis for quantification of uranium and thorium in geological samples for nuclear forensics.

## การวิเคราะห์หาปริมาณยูเรเนียมและทอเรียม ในตัวอย่างทางธรณีวิทยา เพื่อสนับสนุนการตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์ทางนิวเคลียร์ ด้วยเทคนิค Micro-XRF



นางสาวเสาวลักษณ์ ทองอินทร์, นางสาวเมลาสิณี เล้าสุวรรณ, นางสาวพรทิพย์ กลิ่นศรี และ ดร.หริณทร มุ่งพยาบาล saowaluck.t@oap.go.th

### บทคัดย่อ

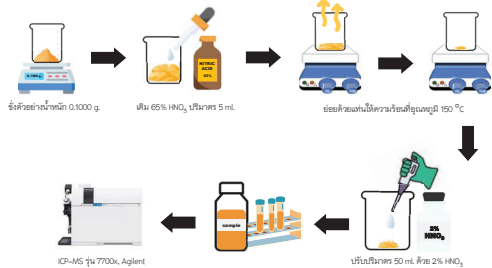
พัฒนาวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณยูเรเนียมและทอเรียมด้วย Micro-XRF ในตัวอย่างทางธรณีวิทยา สำหรับใช้เป็นวิธีการทดสอบแบบไม่ทำลายตัวอย่าง (non-destructive analysis) ในงานนิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ (nuclear forensics analysis) โดยนำสารมาตรฐานภายใน (in-house standard) มาหาความเข้มข้นด้วยเครื่อง ICP-MS ซึ่งเป็นวิธีที่มีความถูกต้องเที่ยงตรงแม่นยำสูง จากนั้นสร้างกราฟเทียบมาตรฐานสำหรับตัวอย่างทางธรณีวิทยาจากความสัมพันธ์ระหว่างผลของความเข้มข้นจากเครื่อง ICP-MS และความเข้มข้นจาก Micro-XRF นำตัวอย่างทางธรณีวิทยามาหาความเข้มข้นของตัวอย่างโดยเทียบกับกราฟเทียบมาตรฐาน รวมทั้งตรวจสอบความถูกต้องกับผลการวิเคราะห์ที่ได้จากเครื่อง ICP-MS ด้วย paired t-test พบว่าผลการวิเคราะห์ที่ได้ทั้งสองวิธีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยมีค่าน้อยกว่าวิกฤตคือ 2.228 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

### อุปกรณ์และวิธีการ

#### 1. การเตรียมตัวอย่าง



#### 2. การวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่อง Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS)



#### 3. การวิเคราะห์ปริมาณยูเรเนียมและทอเรียมในตัวอย่างทางธรณีวิทยาด้วย Micro-XRF

3.1 สร้างกราฟเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณยูเรเนียมและทอเรียมด้วย Micro-XRF จากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นที่ได้จากผลการทดสอบด้วยเทคนิค ICP-MS และค่า cps ที่ได้จาก Micro-XRF

3.2 วิเคราะห์ตัวอย่างทางธรณีวิทยาทั้งหมด 12 ตัวอย่าง โดยใช้เครื่อง Micro-XRF จากนั้น นำค่า cps ที่ได้มาคำนวณเพื่อหาปริมาณยูเรเนียมและทอเรียม

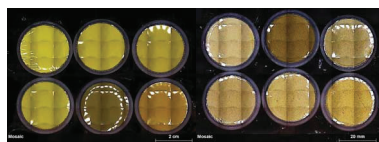


Fig.1 Micro-XRF analysis of in-house standard and geological samples

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชารังสีประยุกต์และไอโซโทป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่อง Micro-XRF

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 1. ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน

ความเข้มข้นของยูเรเนียมและทอเรียมในสารมาตรฐาน REE-2 ซึ่งเป็นตัวแทนของตัวอย่างทางธรณีวิทยา พบว่ามีค่าอยู่ในช่วงของความเข้มข้นของวัสดุอ้างอิงที่รับรอง (certified reference material: CRM)

Table 1 Concentration of uranium and thorium in REE-2 certified reference material using ICP-MS

| Element | Concentration (%w/w) | CRM value (%w/w)    | % RSD |
|---------|----------------------|---------------------|-------|
| U       | 0.000385             | 0.000373 ± 0.000012 | 103.2 |
| Th      | 0.0750               | 0.0737 ± 0.0014     | 101.8 |

#### 2. ความเข้มข้นของยูเรเนียมและทอเรียมของสารมาตรฐานภายในด้วย ICP-MS

Table 2 Concentration of U and Th in in-house standard using ICP-MS

| Code    | U (%w/w) | Code     | Th (%w/w) |
|---------|----------|----------|-----------|
| U-ISTD1 | 0.11     | Th-ISTD1 | 0.42      |
| U-ISTD2 | 0.66     | Th-ISTD2 | 0.76      |
| U-ISTD3 | 1.00     | Th-ISTD3 | 3.17      |
| U-ISTD4 | 17.91    | Th-ISTD4 | 9.31      |
| U-ISTD5 | 23.85    | Th-ISTD5 | 15.49     |
| U-ISTD6 | 33.03    | Th-ISTD6 | 25.65     |
| U-ISTD7 | 37.71    | Th-ISTD7 | 32.05     |
| U-ISTD8 | 48.56    | Th-ISTD8 | 38.13     |
| U-ISTD9 | 53.43    | Th-ISTD9 | 41.88     |

#### 3. กราฟเทียบมาตรฐานสำหรับการตรวจวัดของยูเรเนียมและทอเรียมด้วยเครื่อง Micro-XRF

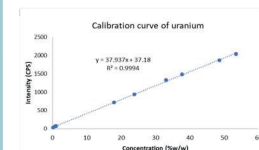


Fig.2 Calibration curve uranium concentration from in-house standard

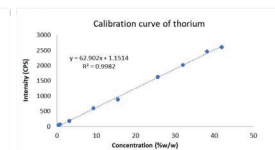


Fig.3 Calibration curve thorium concentration from in-house standard

#### 4. ความเข้มข้นของยูเรเนียมและทอเรียม ในตัวอย่างทางธรณีวิทยาด้วยเครื่อง Micro-XRF

Table 3 Comparison of uranium and thorium concentration using Micro-XRF and ICP-MS

| Code          | U (%w/w)       |                | Th (%w/w)      |                |
|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|               | Micro-XRF      | ICP-MS         | Micro-XRF      | ICP-MS         |
| SAM1          | 46.112 ± 2.582 | 42.170 ± 0.031 | 27.449 ± 1.358 | 26.830 ± 0.008 |
| SAM2          | 23.608 ± 1.319 | 23.520 ± 0.038 | 22.515 ± 1.719 | 24.470 ± 0.011 |
| SAM3          | 40.591 ± 1.680 | 42.170 ± 0.028 | 9.797 ± 1.257  | 9.390 ± 0.112  |
| SAM4          | 35.063 ± 1.470 | 36.400 ± 0.037 | 26.024 ± 1.515 | 25.980 ± 0.053 |
| SAM5          | 34.709 ± 1.737 | 33.710 ± 0.015 | 38.516 ± 1.128 | 35.930 ± 0.090 |
| SAM6          | 47.453 ± 1.022 | 48.210 ± 0.034 | 24.799 ± 1.241 | 25.000 ± 0.096 |
| SAM7          | 0.141 ± 0.502  | 0.210 ± 0.019  | 22.138 ± 1.188 | 23.520 ± 0.012 |
| SAM8          | 0.192 ± 0.505  | 0.320 ± 0.008  | 40.752 ± 1.698 | 41.400 ± 0.086 |
| SAM9          | 0.192 ± 0.505  | 0.320 ± 0.023  | 40.622 ± 1.430 | 41.060 ± 0.040 |
| SAM10         | 0.200 ± 0.509  | 0.200 ± 0.008  | 32.183 ± 1.077 | 32.050 ± 0.033 |
| SAM11         | 0.250 ± 0.502  | 0.250 ± 0.003  | 30.679 ± 1.134 | 29.650 ± 0.025 |
| SAM12         | 0.660 ± 0.501  | 0.660 ± 0.004  | 30.259 ± 1.749 | 29.270 ± 0.030 |
| Paired t-test | 1.226          |                | 0.138          |                |

### สรุปผล

การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณยูเรเนียมและทอเรียมในตัวอย่างทางธรณีวิทยาด้วย Micro-XRF สามารถนำมาใช้ในการทดสอบแบบไม่ทำลายตัวอย่างสำหรับงานนิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ได้

จากการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของตัวอย่างกับกราฟเทียบมาตรฐานพบว่าวิธีการดังกล่าวช่วยลดปัญหาของการรบกวนกันระหว่างตัวอย่าง (matrix effect) เนื่องจากได้ประยุกต์ใช้สารมาตรฐานภายในที่มีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับตัวอย่างทางธรณีวิทยาในการเตรียมกราฟเทียบมาตรฐาน จึงมีความเหมาะสมกับตัวอย่างวัตถุพยานที่มีความหลากหลายของงานนิติวิทยาศาสตร์นิวเคลียร์ โดยวิธีการดังกล่าวมีความถูกต้องเที่ยงตรง แม่นยำ เพียงพอที่จะนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาวางแผนการทดสอบในขั้นตอนที่มีความละเอียดมากขึ้นต่อไป



# Phytochemical analysis and identification of compounds in crude extract from *Piper sarmentosum* Roxb. leaves.

Methakiat Sirival<sup>a</sup>, Apiwat Saengwong<sup>b</sup>, Rujikarn Sirivantharat<sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup>Department of Chemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

<sup>b</sup>Thai Traditional And Alternative Medicine Subdivision, Sakon Nakhon Provincial Public Health Office, Sakon Nakhon 47000, Thailand

<sup>c</sup>Department of General Science, Faculty of Science and Engineering, Kasetsart University Chalermphrakiat Sakon Nakhon Province Campus, Sakon Nakhon 47000, Thailand

\*Corresponding author. E-mail address: rujikarn.s@ku.th



## Abstract

This study aimed to analyze the phytochemical composition and biological activities of crude extracts from *Piper sarmentosum* leaves (*Piper sarmentosum* Roxb.) using 95% ethanol as a solvent. The crude extract yield was 4.87%. The qualitative and quantitative analyses revealed the following: Preliminary phytochemical tests identified key bioactive compounds in the extract, including terpenoids, steroids, alkaloids, coumarins, tannins, and cardiac glycosides. The extract's total flavonoid content was measured at  $33.70 \pm 2.34$  mg/g dried weight, while the total polyphenol content was  $452.10 \pm 1.15$  mg/g dried weight. Antioxidant activity, determined by  $IC_{50}$ , was  $45.07 \pm 0.02$  mg/L, indicating strong free radical scavenging potential. The GC-MS analysis identified a variety of bioactive compounds, with the five most abundant being: Glutarimide, *N*-(2-octyl)- (22.32%), hydrocinnamic acid (7.11%), quinoxaline, 1-(decylsulfonyl)-1,2,3,4-tetrahydro-3,6-dimethyl- (5.89%), 3-aziridinopropionaldehyde carboxyhydrazone (5.33%) asarone (4.19%), respectively. The ethanol extract of *Piper sarmentosum* leaves contains numerous significant chemical constituents with remarkable biological activities, such as antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, anticancer, as well as anti-diabetic and cardiovascular effects (La Rubia M. et al, 2013; Tiwari, B. et al, 2010; Xiao, K et al., 2024; S. Salman. et al, 2015).

**Keywords:** Phytochemical screening, Identification compounds, *Piper sarmentosum* Roxb., Crude Extract, Solvent extraction

## Introduction

Herbal plants are considered an essential source of phytochemicals that possess diverse biological potential and play a significant role in human health for disease prevention and treatment. *Piper sarmentosum* Roxb. is a widely used herbal plant in Southeast Asia, including Thailand. It has been popularly utilized in food and traditional medicine for a long time. Wild betel leaves contain key bioactive compounds with pharmaceutical potential, such as phytochemicals, including phenolic compounds, flavonoids, antioxidants, terpenoids, and alkaloids, which are known to exhibit health-promoting effects and reduce the risks of various diseases, such as antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, anti-cancer, as well as anti-diabetic and cardiovascular effects (La Rubia M. et al, 2013; Tiwari, B. et al, 2010; Xiao, K et al., 2024; S. Salman. et al, 2015).

The study of phytochemicals in wild betel leaves is important because these compounds have the potential to develop new drugs and health products. Additionally, wild betel leaves play a significant role in local nutrition and community health. This study focuses on analyzing the chemical composition of key compounds in wild betel leaves and evaluating their biological activity to promote the scientific utilization of natural resources and add economic value to this medicinal plant for future development of health or pharmaceutical products.

## Result and Discussion

### Qualitative analysis

**Table 1** Phytochemical screening of *Piper sarmentosum* leaves extracts

| Phytochemical compound | Ethanol extraction |
|------------------------|--------------------|
| terpenoids             | +                  |
| steroids               | +                  |
| alkaloids              | +                  |
| coumarins              | +                  |
| tannins                | +                  |
| Anthraquinone          | -                  |
| cardiac glycosides     | +                  |

Note: (+) denotes "present" (-) denotes "absent"

The results show that *Piper sarmentosum* contains key compounds like terpenoids, steroids, alkaloids, coumarins, tannins, and cardiac glycosides, supporting its medicinal potential. These findings align with its use in health and pharmaceutical products (Saklan, J. M., 2019). Other studies highlight the antioxidant and anti-inflammatory effects of terpenoids and flavonoids, which help lower the risk of chronic diseases. Additionally, alkaloids and coumarins support immune function and reduce oxidative stress (Wong, S. P. et al., 2006).

### Quantitative analysis

**Table 2** Total flavonoid, total phenolic and antioxidant activity of *Piper sarmentosum* leaves

| Parameter                                          | Amount of substance |
|----------------------------------------------------|---------------------|
| Total Flavonoid (mg /g dried weight)               | $33.70 \pm 2.34$    |
| Total phenolic (mg /g dried weight)                | $452.10 \pm 1.15$   |
| Free Radical Scavenging Activity (mg/L $IC_{50}$ ) | $45.07 \pm 0.02$    |

The ethanol extract of *Piper sarmentosum* leaves contained  $33.70 \pm 2.34$  mg/g DW of flavonoids and  $452.10 \pm 1.15$  mg/g dried weight of phenolics, indicating strong antioxidant potential. The  $IC_{50}$  value from the DPPH assay was  $45.07 \pm 0.02$  mg/L, comparable to 55.25 mg/L reported by Saklan, J. M. (2019), where a lower  $IC_{50}$  indicates stronger antioxidant activity. These findings suggest that flavonoids and phenolics contribute to the antioxidant capacity (Lee K. H. et al., 2011). This study supports the role of *Piper sarmentosum* as a rich antioxidant source, consistent with research on the Piperaceae family's medicinal properties (Xiao, K. et al., 2024; Wong, S. P. et al., 2006).

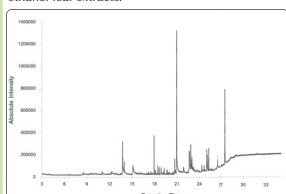
### Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) Analysis

**Table 3** Phytochemical identified of ethanol extracts from *Piper sarmentosum* leaves using GC-MS

| Peak No. | Retention time | Chemical composition                                            | % Area |
|----------|----------------|-----------------------------------------------------------------|--------|
| 1        | 13.737         | Hydrocinnamic acid                                              | 7.11   |
| 2        | 13.968         | Benzenepropanoic acid, ethyl ester                              | 1.77   |
| 3        | 15.122         | 1-Propanediol, 2-ethyl-2-(hydroxymethyl)-                       | 3.22   |
| 4        | 17.951         | Asarone                                                         | 4.19   |
| 5        | 18.138         | 4,4-Dimethoxyphenylbutan-2-one                                  | 0.72   |
| 6        | 18.453         | Benzene, 1-cyclopenten-1-ylmethyl                               | 1.12   |
| 7        | 18.645         | 1-(4-(3-(Trimethoxyphenyl)propan-2-yl)ethoxy)benzene            | 0.76   |
| 8        | 18.866         | Tetradecanoic acid                                              | 1.11   |
| 9        | 19.291         | 1-Bis(1-methylallyl)pyrrolidine                                 | 0.88   |
| 10       | 19.657         | 2-(Dimethoxyphenyl)amine, N-ethoxycarbonyl                      | 0.51   |
| 11       | 20.587         | n-Hexadecanoic acid                                             | 1.94   |
| 12       | 20.762         | trans-Sinapyl alcohol                                           | 0.89   |
| 13       | 20.942         | Glutarimide, N-(2-octyl)-                                       | 22.32  |
| 14       | 21.862         | Phytol                                                          | 0.71   |
| 15       | 22.625         | Glutarimide, N-(2-octyl)-                                       | 2.9    |
| 16       | 22.668         | 3-Aziridinopropionaldehyde carboxyhydrazone                     | 5.33   |
| 17       | 22.831         | quinoxaline, 1-(decylsulfonyl)-1,2,3,4-tetrahydro-3,6-dimethyl- | 5.89   |
| 18       | 22.995         | Malonic acid, decyl 2,4-dimethylpent-3-yl ester                 | 2.56   |
| 19       | 23.05          | Dodecanamide, N,N-bis(2-hydroxyethyl)-                          | 0.94   |
| 20       | 23.19          | quinoxaline, 1-(decylsulfonyl)-1,2,3,4-tetrahydro-3,6-dimethyl- | 1.08   |

The study of bioactive compounds in the ethanol extract of *Piper sarmentosum* Roxb. using GC-MS revealed different peaks, indicating the diversity of phytochemical components, as shown in Fig 1. The bioactive compounds were identified by comparing the mass spectra with the Wiley7n database, showing more than 82% similarity. The five most abundant compounds were: Glutarimide, *N*-(2-octyl)- (22.32%), hydrocinnamic acid (7.11%), quinoxaline, 1-(decylsulfonyl)-1,2,3,4-tetrahydro-3,6-dimethyl- (5.89%), 3-aziridinopropionaldehyde carboxyhydrazone (5.33%), and Asarone (4.19%), as shown in Table 3.

**Fig 1** GC-MS Chromatogram of *Piper sarmentosum* ethanol leaf extracts.

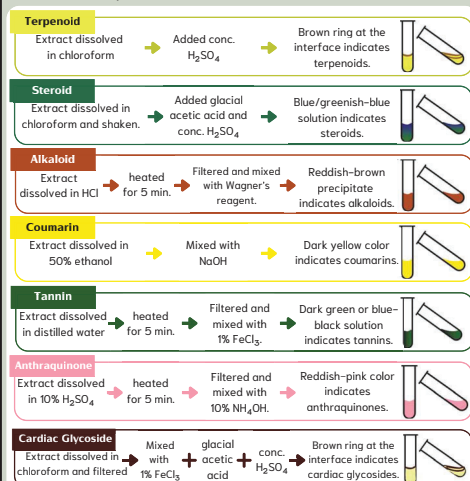


## Materials and Methods

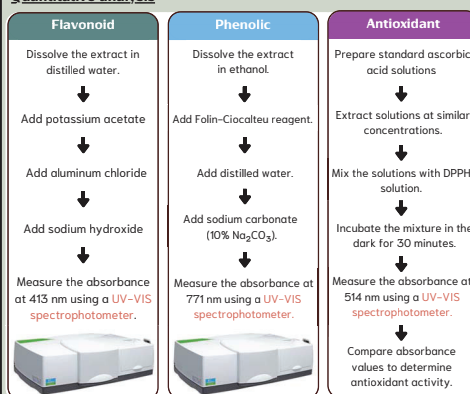
### Sample Preparation



### Qualitative analysis



### Quantitative analysis



### Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) Analysis

The extract was dissolved in methanol, filtered using a 0.45 µm Nylon membrane, and analyzed with Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) using an Agilent 6890N instrument and 5973 Inert MS detector. The conditions included: Initial temperature: 70–220°C at 2°C/min, Analysis time: 85 minutes, Capillary column: DB-5MS (30 m x 0.25 mm x 0.25 µm), Flow rate: 1.0 mL/min, Library: Wiley7n.

## Reference

- Arts, I. C., & Hollman, P. C. 2005. Polyphenols and disease risk in epidemiologic studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 81: 3175–3255.
- Johan Sukweandhi et al. 2020. Antioxidant activity screening of seven Indonesian herbal extract. *Biodiversitas*. 21: 2062–2067.
- Wong, S. P., Leong, L. P., & Koh, J. H. W. 2006. Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. *Food Chemistry*. 99: 775–783.
- Pietta, P. G. 2000. Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*. 63: 1035–1042. doi.org/10.1021/np9904509.



# Virtual Screening of Malaria box compounds against *Plasmodium* proteins in ookinete and oocyst stages

Chiratchaya Kittapaspong, Anchane Kubera

Department of Genetics, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok, Thailand

## Abstract

Malaria remains a global health challenge due to *Plasmodium* parasites transmitted by *Anopheles* mosquitoes. *Plasmodium vivax* is the most common species in Thailand. Previous transcriptome data analysis revealed the expression of stage-specific genes, mapped to biological pathways using Reactome. Three essential proteins calmodulin (CaM), stress-inducible protein 1 (SIS1), and ubiquitin-conjugating enzyme E2 (UBE2) were selected based on their roles in parasite development. Four hundreds malaria box compounds were virtually screened against *Plasmodium* proteins and top-scoring candidates were analyzed for their interactions. These findings provide insights into potential inhibitors for *P. vivax* development.

## Introduction

Malaria caused by *Plasmodium* parasites and transmitted by *Anopheles* mosquitoes remained a significant health issue. *P. vivax* is the most prevalent species in Thailand. The parasite undergoes critical development in mosquitoes, particularly at the ookinete and oocyst stages. Transcriptomic analysis identified highly expressed genes associated with parasite survival. This study focused on three proteins at the ookinete and oocyst stages :

- **CaM**: regulates parasite motility and maturation
  - **SIS1**: homeostasis and assists midgut invasion
  - **UBE2**: vesicle transport and parasite maturation
- These proteins were selected as potential drug targets for inhibitor screening.

## Objective

To identify and analyze *P. vivax* proteins that expressed during development and evaluate their potential candidate inhibitors using virtual screening of malaria box compounds.

## Materials and Methods

### Biological Pathway Analysis

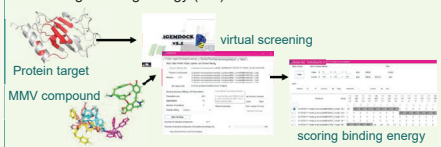
Transcriptomic data from ookinete and oocyst stages were analyzed via Reactome to identify functional targets

### Protein Selection & Preparation

Pathway analysis of transcriptome data identified protein involved in biological processes essential for parasite survival and development. Three protein were selected and their structure were obtained from AlphaFold

### Virtual Screening

- Software: iGEMDOCK v2.1
- Compounds: 400 malaria box compounds screened against target proteins
- Scoring: Binding energy ( $\Delta G$ ) used to rank interactions



### Visualization

PyMOL was used to analyze interaction



Figure 1. Reactome biological pathway analysis of *P. falciparum* revealed seven biological pathways of CaM protein include signal transduction, hemostasis, immune system, metabolism, transport of small molecules, muscle conduction and neuronal system as shown in pink dots and lines.

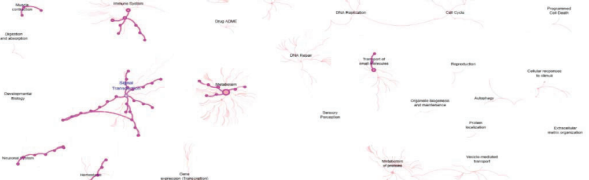


Table 1. Biological pathway analysis results and UniProt protein IDs in ookinete, oocyst and two-stages of *Plasmodium falciparum* by Reactome

| Pathway             | UniProt ID <i>P. falciparum</i>                                                                          |                                                                                                         |                                                                                                                                                  |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | Ookinete                                                                                                 | 2 stages                                                                                                | Oocyst                                                                                                                                           |
| Immune system       | Q8L71 Q8H4W4 Q8H4U9 Q8ID38 Q8L6G5 Q8I2H1 C0H516 Q8I1S0                                                   | Q8LJ2 Q8I0U7 Q8H4U5 C0H4M1 A0A144A1Y0 Q8I501 Q7K6B0 Q8I3R7 C0H4K6 A0A143ZJ0 Q8IAM2 Q8IC05 Q8I1S3 Q8I2H5 | Q8I2Q2 Q8I6T3 Q8I6I3 Q8I2B1 Q8IDG3 B9ZS6 Q8IAR3 Q8IC59 Q8IUV0 Q77396 Q8IEQ1 Q8IC5C5 Q77345 Q8IUT1 Q8I6220 C8K5T3 C0H5B1 C07241 Q7K6A9 A0A144A1Y0 |
| Hemostasis          | Q8IUV6 C8KT19                                                                                            | N/A                                                                                                     | Q8IB44 A0A143ZK23 C8K5V0 C0H4V6 A0A144A1Y0 Q6ZL29                                                                                                |
| Signal transduction | Q9E212 Q8I4B9 Q8E236 Q8I2B0 Q8IC08 Q8ISW0 Q8IEP9 Q8I241 Q8IDS0 Q8IHW4 Q8ID59 C8KT74 Q8ISF9 Q8I2P9 Q8IC93 | Q8I0U7 Q8H4U5 Q8I3R7 Q8I2B9 Q8IC05 Q77312 Q77315 Q8I533 Q8I2H5                                          | Q8I2S6 Q8I6T3 C0H4V6 Q8I6I3 Q8I2B1 Q8IDG3 Q8IAR3 Q8IC59 Q8IUV0 Q77396 Q8IEQ1 Q77345 Q8IUT1 C8K5T3 Q7K6A9 A0A144A1Y0                              |

## II. MMV compounds binding against the *Plasmodium* proteins

The binding interaction of malaria box compounds with three *Plasmodium* proteins with top-scoring inhibitors for each protein that presented the lowest total free energy  $\Delta G$  (kcal/mol) by iGEMDOCK

- CaM: MMV007384 (-96.58 kcal/mol) shown in figure 2B
- SIS1: MMV019881 (-72.07 kcal/mol) shown in figure 3B
- UBE2: MMV019780 (-85.37 kcal/mol) shown in figure 4B

Total free energy indicates stability of the binding interactions of protein-compounds and should further evaluated for their inhibitory effects on *Plasmodium vivax* development.

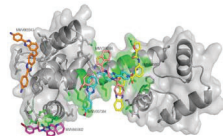


Figure 2A: CaM structure show the interaction with five top-scoring malaria box compounds; MMV007384 MMV665943, MMV396594, MMV665883, MMV665902

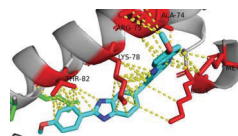


Figure 2B: Binding interactions (dashed line) between CaM and MMV007384

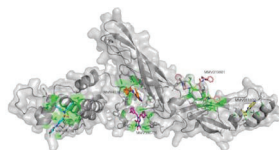


Figure 3A: SIS1 structure show the interaction with five top-scoring malaria box compounds; MMV011832 MMV007881, MMV396705, MMV019881, MMV403679

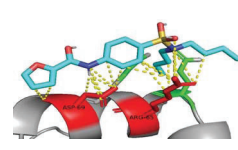


Figure 3B: Binding interactions (dashed line) between SIS1 and MMV019881

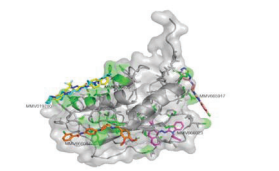


Figure 4A: UBE2 structure show the interaction with five top-scoring malaria box compounds; MMV019780 MMV666067, MMV665917, MMV666023, MMV39663

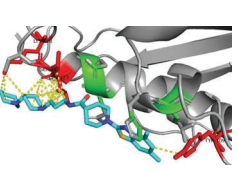


Figure 4B: Binding interactions (dashed line) between UBE2 and MMV019780

## Results & Discussion

### I. Biological pathways

Pathway analysis identified 27 biological pathways in total but only seven key biological processes associated with parasite transcriptome data including metabolism, transport of small molecules, muscle conduction, neuronal system, immune system, hemostasis, and signal transduction. These results indicated that the candidate three proteins were crucial for parasite survival during infection. CaM (A0A144A1Y0) was involved in multiple pathways including signal transduction, immune system and hemostasis and could be found in both stages of parasite (Figure1). SIS1 (O96212) and UBE2 (O97241) were stage specific proteins and for parasite shown in table1.

### References

- Boonkaew, T., Mongkol, W., Prasert, S., Paschan, P., Yoneda, S., Ngultragool, W., Kubera, A. 2020. Transcriptome analysis of *Anopheles* dros and *Plasmodium vivax* at ookinete and oocyst stages. *Acta tropica*.207,105502.
- doi:10.1016/j.actatropica.2020.105502
- Carter, R., & Mendis, K. N. 2002. Evolutionary and historical aspects of the burden of malaria. *Clinical microbiology reviews*, 15(4), 564-594. doi.org/10.1128/CMR.15.4.564-594.2002

### Conclusion

- CaM, SIS1, and UBE2 play essential roles in *Plasmodium vivax* survival and development within the mosquito.
- Virtual screening revealed candidate inhibitor with strong binding stability to the target protein.
- Further studies, including *in vitro* validation are required to confirm their inhibitory effects on parasite development.
- This study identifies candidate inhibitors for novel malaria intervention strategies that particularly for blocking transmission

### Acknowledgement

This study was supported by the National Research Council of Thailand

# อิทธิพลของไซโตไคนิน และออกซิน ต่อการชักนำแคลลัส จากใบกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner) Effects of Cytokinin and Auxin on Callus Induction from Leaf Explants of Robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner)

อาชิตะ มะฮามัน, นราธิม วัฒนพันธ์, มณฑานต์ พิมพ์

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ นราธิวาส 96000

## บทคัดย่อ

จากงานวิจัยศึกษาเทคนิคการฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของใบกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า โดยทดลอง 4 แบบ พบว่าการฟอกฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เหมาะสม คือ การฟอกฆ่าเชื้อด้วยนํ้าในภาชนะในอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 นาที ตามด้วยยาปฏิชีวนะ Amoxicillin นาน 30 นาที ต่อมาเชื้อมาในสารละลายไซโตไคนินไคโรโรลิด (NOC) ที่ความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 15 นาที และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 10 นาที โดยเติม Tween-20 1-2 หยด และนำมาล้างด้วยนํ้ากลั่นฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ครึ่งละ 4 นาที วางเลี้ยง 4 สัปดาห์ พบว่าอัตราการรอดเชื้อร้อยละ 73.3±0.08 และอัตราการรอดชีวิตร้อยละ 40±0.09 จากนั้นนำชิ้นส่วนปลอดเชื้อมาชักนำแคลลัส โดยศึกษาผลของ BA (6-Benzylaminopurine) ที่ความเข้มข้น 0, 1.0, 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic) ที่ความเข้มข้น 0, 1.0, 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าอาหารที่เติม 2,4-D ที่ความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากรวมเลี้ยงเป็นเวลา 4, 6 และ 8 สัปดาห์ เกิดแคลลัสเฉลี่ย 0.03±0.01, 0.11±0.03 และ 0.18±0.04 กรัม ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, การฟอกฆ่าเชื้อ, กาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า, แคลลัส, สารควบคุมการเจริญเติบโต

This research studied the appropriate natural sterilization technique of Robusta coffee leaf culture by experimenting with 4 treatments. It was found that the proper sterilization technique was by soaking the leaves in 70% ethanol for 1 minute, followed by Amoxicillin for 30 minutes, soaking in 0.6% Sodium hypochlorite for 15 minutes, and 0.3% Sodium hypochlorite for 10 minutes, adding 1-2 drops of Tween-20 and washed with Sterile water for 3 times and cultured for 4 weeks. The sterilization rate was found at 73.3±0.08% and the survival rate was 40±0.09% then the callus induction by transferring sterile explants to culture medium supplemented with BA (6-Benzylaminopurine) at 0, 1.0, 3.0, and 5.0 mg/L and BA combination with 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic) at 0, 1.0, 3.0 and 5.0 mg/L. The results showed that the culture medium supplemented with 2,4-D at 1.0 mg/L after culture for 4, 6, and 8 weeks produced callus at 0.03±0.01, 0.11±0.03 and 0.18±0.04 g, respectively.

**Keywords:** Callus, Plant growth regulators, Robusta coffee, Sterilization, Tissue culture

## คำนำ

กาแฟ [*Coffea* sp.] เป็นพืชวงศ์ Rubiaceae และถูก *Coffea* (Setiawan et al., 2020) กาแฟเป็นพืชที่สำคัญที่สุดชนิดหนึ่งของโลก ซึ่งกาแฟมีผลิตภัณฑ์นำไปใช้ในเครื่องดื่มและผลิตภัณฑ์กาแฟต่าง ๆ แม้ว่าสกุลกาแฟจะประกอบด้วยหลายสายพันธุ์ก็ตาม ไม่ว่าจะเป็น กาแฟอาราบิก้า และกาแฟโรบัสต้า แต่กาแฟโรบัสต้าจะมีการปลูกและซื้อขายมากที่สุดในโลก (Avila-Victo et al., 2023)

กาแฟโรบัสต้า ซึ่งจัดเป็นกาแฟที่เป็นที่แพร่หลายที่สุดของประเทศไทย (กลุ่มส่งเสริมไม้ยืนต้น, 2557) โดยกาแฟโรบัสต้ามีการปลูกร้อยละ 95 แหล่งผลิตสำคัญอยู่ทางภาคใต้ มีรสชาติเข้มข้น กลิ่น สด มีปริมาณค่าพืชมมากกว่าอาราบิก้า จึงนิยมมาทำกาแฟสำเร็จรูป การขยายพันธุ์กาแฟโดยทั่วไปนิยมขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดและการขยายพันธุ์ด้วยเมล็ดนั้นมีความจำกัดมาก การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วยวิธีการ ตอน ปักชำ ตัดตา หรือเสียบยอด จึงจะได้ต้นพันธุ์ที่ตรงตามพันธุ์ (กลุ่มส่งเสริมไม้ยืนต้น, 2557) แต่จะทำให้ไม่สามารถเก็บผลผลิตจากต้นแม่พันธุ์ได้ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจะเป็นการนำยวส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช เช่น ยอด ก้านใบ ใบ มาเลี้ยงในอาหารทางสังเคราะห์ ซึ่งใช้กันมากในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อกำหนดให้แคลลัสและสร้างยอด (คำนำ, 2547)



ปัจจุบันจึงได้มีการนำวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาใช้เพื่อขยายพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์พืช และยังสามารถอนุรักษ์พันธุ์พืชต่าง ๆ ได้ และทำให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของเกษตรกรได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาขั้นตอนการฟอกฆ่าเชื้อเพื่อลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์โดยใช้ ออกซิเจนไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สารละลายไซโตไคนินไคโรโรลิด, Amoxicillin และ Monocarb 80 เปอร์เซ็นต์ ในการฟอกฆ่าเชื้อและศึกษาการใช้สารอาหารที่เหมาะสมในการชักนำแคลลัสจากใบของกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า ซึ่งการศึกษานี้จะให้ได้แคลลัสของกาแฟที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและสามารถนำแคลลัสที่ได้ไปชักนำให้เป็นต้นต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มส่งเสริมไม้ยืนต้น, 2557. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. กรุงเทพฯ:กรมการเกษตรและสหกรณ์. 30 หน้า.
- กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ, 2558. ผลการสำรวจการค้าสินค้าเกษตรไทยในตลาดต่างประเทศ. กรุงเทพฯ:กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. 47 หน้า.
- คำนำ, 2547. กาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า. กรุงเทพฯ:กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. 10 หน้า.
- คำนำ, 2547. กาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า. กรุงเทพฯ:กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. 10 หน้า.
- คำนำ, 2547. กาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า. กรุงเทพฯ:กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. 10 หน้า.
- คำนำ, 2547. กาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า. กรุงเทพฯ:กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. 10 หน้า.
- คำนำ, 2547. กาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า. กรุงเทพฯ:กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. 10 หน้า.
- คำนำ, 2547. กาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า. กรุงเทพฯ:กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. 10 หน้า.
- คำนำ, 2547. กาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า. กรุงเทพฯ:กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. 10 หน้า.
- คำนำ, 2547. กาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า. กรุงเทพฯ:กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. 10 หน้า.

## ติดต่อเพิ่มเติม

Corresponding author. E-mail address:  
montakorn.p@pnu.ac.th

## อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาเทคนิคการฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อการฟอกฆ่าเชื้อส่วนใบของกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า



ใบกาแฟที่คลี่เต็มที่

แช่ในเอทานอล 70% 1 นาที

จากนั้นทำการฟอกฆ่าเชื้อดัง Table 1

Table 1 Sterilization sequence of Robusta coffee leaf explants using Amoxicillin, Monocarb 80% and Sodium hypochlorite at different concentrations and durations.

| Treatments | Sterilization                 |                                |                               |                                | Sodium hypochlorite (%) |     |
|------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-----|
|            | First sterilization (30 min.) | Second sterilization (30 min.) | Third sterilization (15 min.) | Fourth sterilization (10 min.) |                         |     |
| 1          | Amoxicillin                   | -                              | -                             | -                              | 0.6                     | 0.3 |
| 2          | Amoxicillin                   | Monocarb 80%                   | -                             | -                              | 0.6                     | 0.3 |
| 3          | Amoxicillin                   | -                              | -                             | -                              | 1.8                     | 1.2 |
| 4          | Amoxicillin                   | Monocarb 80%                   | -                             | -                              | 1.8                     | 1.2 |

จากนั้นล้างนํ้ากลั่น 3 ครั้ง

ตัดให้ มีขนาด 1x1 เซนติเมตร เลื่อนในอาหารสูตร MS 4 สัปดาห์

บันทึกผล การทดลอง

การศึกษผลของ BA และ 2,4-D ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสของใบกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า หลังจากการฟอกฆ่าเชื้อด้วยวิธี ดัง Table 1 นำชิ้นส่วนกาแฟวางบนอาหาร สูตร MS เดิม BA ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1.0, 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 2,4-D ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1.0, 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และร่วมกันสองชนิด หลังจากนั้นสังเกตการเกิดแคลลัสหลังจากเลี้ยง และชั่งน้ำหนัก สัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 สัปดาห์ และบันทึกผลการทดลอง

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

เทคนิคการฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อการฟอกฆ่าเชื้อส่วนใบของต้นกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า ผลการฟอกฆ่าเชื้อของกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า พบว่า ชุดการทดลองที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์ การรอดชีวิตของชิ้นส่วนพืช ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) และอัตราการรอดเชื้อ จะอยู่ที่ชุดการทดลองที่ 4 แต่แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มชนิดของสารฟอกฆ่าเชื้อ ความเข้มข้นสูง ระยะเวลาเพาะพันธุ์การตายของเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้น (มโนช และคณะ, 2560) ซึ่งแสดงผลการทดลองดัง Table 2

Table 2 The results of sterilization and callus formation after sterile treatment after 4 weeks of culture.

| Treatments | Sterilization                 |                                |                               |                                | Sodium hypochlorite (%) |                   |
|------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------|
|            | First sterilization (30 min.) | Second sterilization (30 min.) | Third sterilization (15 min.) | Fourth sterilization (10 min.) | Sterile rate (%)        | Survival rate (%) |
| 1          | Amoxicillin                   | -                              | -                             | -                              | 73.3 ± 0.08*            | 40 ± 0.09*        |
| 2          | Amoxicillin                   | Monocarb 80%                   | -                             | -                              | 73.3 ± 0.08*            | 13.3 ± 0.06*      |
| 3          | Amoxicillin                   | -                              | -                             | -                              | 80 ± 0.08*              | 16.3 ± 0.06*      |
| 4          | Amoxicillin                   | Monocarb 80%                   | -                             | -                              | 83.3 ± 0.08*            | 6.6 ± 0.04*       |

\*Mean ± SE with the different superscript in column are significantly different ( $p < 0.05$ )

Fig. 1 Results of sterilization of Robusta coffee leaves explants after 4 weeks of culture.

A. Sterilization with Amoxicillin for 30 minutes, followed by 0.6% and 0.3% Sodium hypochlorite solution for 15 and 10 minutes, respectively.

B. Sterilization with Amoxicillin followed by Monocarb 80% for 30 minutes, Sodium hypochlorite solution 0.6% and 0.3% for 15 and 10 minutes, respectively.

C. Sterilization with Amoxicillin for 30 minutes, followed by 1.8% and 1.2% Sodium hypochlorite solution for 15 and 10 minutes, respectively.

D. Sterilization with Amoxicillin followed by Monocarb 80% for 30 min, Sodium hypochlorite solution concentration 1.8% and 1.2% for 15 and 10 min, respectively.

ผลของ BA และ 2,4-D ต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสของใบกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า จากการทดลองของใบกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้ามาเพาะเลี้ยงในอาหารสูตร MS โดยการเติม BA ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1.0, 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ 2,4-D ที่ระดับความเข้มข้น 0, 1.0, 3.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า การเติม 2,4-D ที่ระดับความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถชักนำให้เกิดแคลลัสสูงสุด โดยชั่งน้ำหนักสด หลังจากรวมเลี้ยงเป็น 4 สัปดาห์ ได้น้ำหนักเฉลี่ยที่ 0.03±0.01 กรัม สัปดาห์ ที่ 6 ได้น้ำหนักเฉลี่ยที่ 0.11±0.03 กรัม และสัปดาห์ ที่ 8 ได้น้ำหนักเฉลี่ยที่ 0.18±0.04 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )



Fig. 2 Callus characteristics after cultured on 2,4-D medium at a concentration of 1.0 mg/L for 4, 6 and 8 weeks.

และเขียวอ่อน เป็นหลัก และมีโครงสร้างเกาะกันหลวม ๆ (Friable) จนถึง เกาะแน่น (Compact) เป็นส่วนใหญ่ โดยที่แคลลัสที่มีลักษณะหลวม ๆ มีสีขาวอมเหลืองจะมีศักยภาพในการสร้างเอ็มบริโอสูงกว่า แคลลัสที่มีลักษณะแน่น ๆ และเป็นสีน้ำตาลดำ (Stilown et al. 2020)

## สรุป

การฟอกฆ่าเชื้อที่เหมาะสมต่อเนื้อเยื่อของใบต้นกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้าจะเป็นชุดการทดลองที่ 1 พบว่า มีอัตราการรอดเชื้อร้อยละ 73.3 หลังจากการวางเลี้ยงเป็นเวลา 4 สัปดาห์ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่เติม 2,4-D ที่ระดับความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เพียงอย่างเดียว สามารถชักนำให้เกิดแคลลัส มากที่สุดถึง 0.18±0.04 กรัม โดยแคลลัสจะเกิดเป็นสีครีม มีทั้งแคลลัสที่เป็นลักษณะแคลลัสแบบเกาะหลวม ๆ (Friable) และเกาะตัวแน่น (Compact) ซึ่งมีศักยภาพในการนำไปชักนำให้เกิดเป็นต้นได้

# Probiotic properties and anti-aquatic pathogenic activity of non-starch polysaccharide degrading *Bacillus velezensis* newly isolated from gut of the termite *Termes comis*

Kittipong Chanworawit<sup>a</sup>, Putsawee Tomtong<sup>a</sup>, Poramet Chuglum<sup>a</sup> and Pinsurang Deevong<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Microbiology, Faculty of Science, Kasetsart University \*Email: fsciprd@ku.ac.th

## Abstract

This study aims to evaluate the probiotic properties and antimicrobial activity against aquatic animal pathogens of non-starch polysaccharide (NSP)-degrading bacteria isolated from guts of the termite *Termes comis*. After bacterial isolation and screening, the selected bacteria were molecularly identified and evaluated for NSP-degrading activity, antimicrobial ability, and probiotic properties. Among 49 bacterial isolates, the isolates Tc10, Tc19 and Tc44 were selected based on the presence of NSP-degrading enzymes (cellulase, pectinase and xylanase). Based on 16S rRNA gene sequence analysis, these three isolates were closely related to *Paenibacillus lutimineris* (Tc10), *Paenibacillus alvei* (Tc19), and *Bacillus velezensis* (Tc44). Among them, only *B. velezensis* Tc44 could survive in gastrointestinal tract conditions of pH 2.5 and 0.3% bile salts. It presented broad-spectrum inhibition against all five aquatic pathogenic bacteria; showed the highest antioxidant activity; and presented all NSP-degrading enzyme activities and its harmless according to hemolytic activity, biogenic amine production, and antibiotic susceptibility. Moreover, Tc44 showed the highest adhesion capability to Caco-2 and HT-29 cells and also presented anti-adhesion ability against all test pathogens based on competition, inhibition, and displacement assays. This *in vitro* study provides a scientific finding of potential probiotic bacteria from the termite guts useful for feed microbiology and biotechnology.

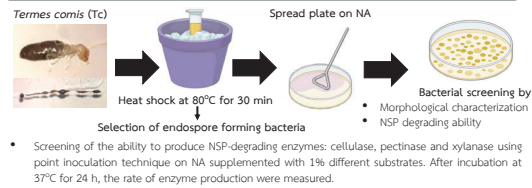
**Keywords:** Probiotic, Non-starch polysaccharides, Termite gut, *Bacillus*, Aquatic animal pathogens

## Introduction

Probiotics are live microorganisms that inhabit in animal gastrointestinal tracts and have important roles for improving animals and human health. Non-starch polysaccharides (NSPs) are polymeric carbohydrates that are difficult to degrade. Many plant-based raw materials containing NSP content are most commonly used as main ingredients in fishmeal for aquafeed production to reduce the feed costs. Due to the lack of NSP degrading enzymes in monogastric animals (including fish), the undigested NSPs can remain along the gastrointestinal tract that lead to a significant increase of the digestion and absorption inhibition of feed nutrients. One alternative way to minimize the anti-nutritive impacts of NSPs and improve their utilization is NSP hydrolysis by probiotics enzymes and their hydrolysis products could be prebiotics. The objectives of the present study were to evaluate the probiotic properties and antimicrobial activity against aquatic animal pathogens of NSP degrading *Bacillus* sp. newly isolated from guts of the soil-feeding higher termite *Termes comis*.

## Material and methods

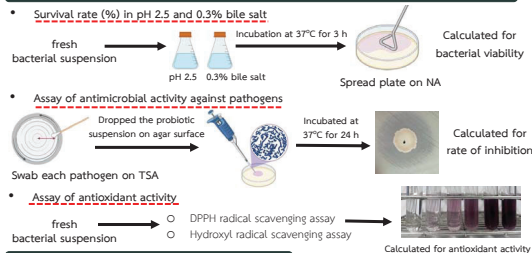
### 1) Isolation and screening of non-starch polysaccharide degrading bacteria



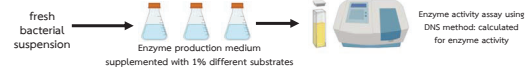
### 2) Identification of non-starch polysaccharide degrading bacteria

Bacterial genomic DNA extraction using the Genomic DNA Purification Kit (Thermo Scientific, USA) & identification based on 16S rRNA sequence analysis

### 3) Probiotic characteristics of non-starch polysaccharide degrading bacteria



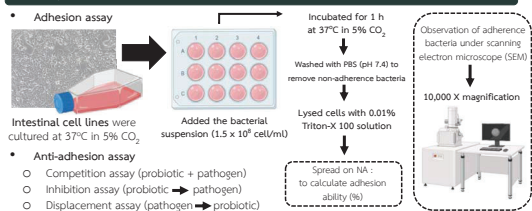
### 4) NSP-degrading enzyme activity assay



### 5) Evaluation of safety profile

- A. Antibiotic susceptibility test
- B. Hemolytic activity test
- C. Production of biogenic amine

### 6) Assay of adhesion and anti-adhesion to human adenocarcinoma cells



## Conclusion

In summary, the present study demonstrated a knowledge of potential non-starch polysaccharide degrading probiotic bacteria from termite guts. The potential strain, *Bacillus velezensis* Tc44 exhibited the ability to produce all three enzymes NSP-degrading enzymes. This strain, could tolerate pH stress and bile salts conditions, highest antimicrobial activity, strong antioxidant activity, high adhesion ability and anti-adhesion against pathogens to intestinal cells. In addition, the evaluated antibiotic susceptibility, hemolysis activity and biogenic amine production indicated safety for use. This *in vitro* study explores a scientific finding in microbiology for future research to reduce antinutritional effects of dietary NSPs in animal digestion.

## Results

### 1) Isolation and screening of non-starch polysaccharide degrading bacteria

A total of 49 Gram-positive endospore forming bacilli were isolated from the guts of *Termes comis* and they were indicated as isolates Tc01 to Tc49. The three bacteria (isolates Tc10, Tc19 and Tc44) with the ability to produce all three enzymes NSP-degrading enzymes including cellulase, pectinase and xylanase were used for subsequent experiments (Fig. 1).

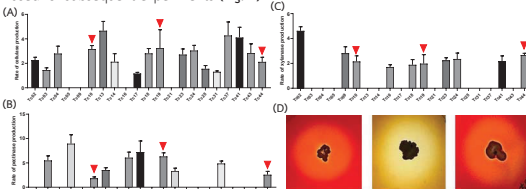


Fig. 1 Rate of NSP-degrading enzymes of the isolated bacteria: cellulase (A), pectinase (B), xylanase (C), and hydrolytic photograph (D).

### 2) Identification of non-starch polysaccharide degrading bacteria

Based on 16S rRNA gene sequence analysis, Tc10 was closely related to *Paenibacillus lutimineris*, Tc19 was closely related to *Paenibacillus alvei*, and Tc44 was closely related to *Bacillus velezensis* (Tc44).

### 3) Probiotic characteristics of non-starch polysaccharide degrading bacteria

Table 1 : Probiotic characteristics of three selected isolates

|                                                       | <i>Paenibacillus lutimineris</i> Tc10 | <i>Paenibacillus alvei</i> Tc19 | <i>Bacillus velezensis</i> Tc44 |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| <b>Survival rate (%) in pH 2.5 and 0.3% bile salt</b> |                                       |                                 |                                 |
| pH 2.5                                                | -                                     | -                               | 100.39 ± 2.58                   |
| 0.3% Bile salt                                        | -                                     | -                               | 70.24 ± 3.60                    |
| <b>Rate of pathogens inhibition</b>                   |                                       |                                 |                                 |
| <i>Aeromonas hydrophila</i>                           | -                                     | -                               | 1.40 ± 0.08                     |
| <i>Aeromonas schuberti</i>                            | -                                     | -                               | 1.22 ± 0.02                     |
| <i>Streptococcus agalactiae</i>                       | -                                     | -                               | 1.78 ± 0.17                     |
| <i>Vibrio parahaemolyticus</i>                        | 1.03 ± 0.06 <sup>a</sup>              | 1.21 ± 0.25 <sup>a</sup>        | 2.60 ± 0.49 <sup>b</sup>        |
| <i>Lactococcus garvieae</i>                           | 1.32 ± 0.16 <sup>a</sup>              | 1.09 ± 0.03 <sup>a</sup>        | 1.91 ± 0.03 <sup>b</sup>        |
| <b>Relative scavenging activity (%)</b>               |                                       |                                 |                                 |
| Hydroxyl radical                                      | 16.67 ± 4.73 <sup>a</sup>             | 25.00 ± 6.01 <sup>a</sup>       | 60.61 ± 6.94 <sup>b</sup>       |
| DPPH radical                                          | 7.99 ± 2.69 <sup>a</sup>              | 24.12 ± 3.65 <sup>b</sup>       | 56.76 ± 2.27 <sup>c</sup>       |

Data are the mean ± standard deviation ; Different superscripts indicate significant difference ( $P < 0.05$ ).

### 4) NSP-degrading enzyme activity assay

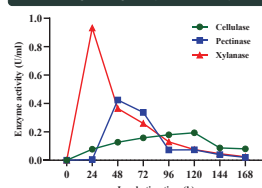


Fig. 2 Incubation time profiles of NSP-degrading enzymes activity assay of *Bacillus velezensis* Tc44.

### 5) Evaluation of safety profile

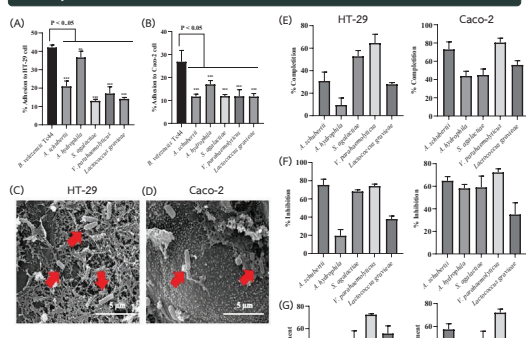


Fig. 3 Production of biogenic amines tested by *Bacillus velezensis* Tc44.

Safety profile of *Bacillus velezensis* Tc44 :  
 • Gamma hemolytic on Sheep blood agar  
 • Undetectable biogenic amines  
 • Sensitive to almost antibiotics, except erythromycin (with intermediate level)

### 6) Assay of adhesion and anti-adhesion to human adenocarcinoma cells

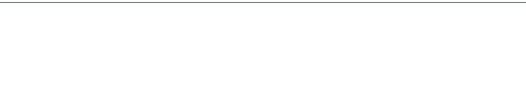


Fig. 4 Adhesion ability to human colon adenocarcinoma cells of *B. velezensis* Tc44 and each pathogens (A - B), adhesion photograph (C - D), and anti-adhesion assay (E - G).



สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ  
(Subject: Health Sciences)

---

ภาคโปสเตอร์  
(Poster Presentation)

# Impacts of *UGT1A1*\*6 and \*28 Polymorphisms on Irinotecan Toxicity and Efficacy in Thai Colorectal Cancer Patients

Natthakul Akarapree<sup>1</sup>, Pimonpan Jinda<sup>2,3</sup>, Chonlaphat Sukasen<sup>2,3</sup>, Chalimpom Atasilp<sup>4</sup>, Natchaya Vanwong<sup>5\*</sup>

\*Corresponding Author

<sup>1</sup> The M.Sc. Program in Clinical Biochemistry and Molecular Medicine, Department of Clinical Chemistry, Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

<sup>2</sup> Department of Pathology, Division of Pharmacogenomics and Personalized Medicine, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University, Bangkok 10400, Thailand

<sup>3</sup> Laboratory for Pharmacogenomics, Clinical Pathology, Ramathibodi Hospital, Bangkok 10400, Thailand

<sup>4</sup> Chulabhorn International College of Medicine, Thammasat University, Pathum Thani 12120, Thailand

<sup>5</sup> Clinical Chemistry, Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

Email: natchaya.v@chula.ac.th

## Introduction

Irinotecan (CPT-11) is approved for treating advanced or metastatic colorectal cancer, either as monotherapy or, more frequently, as part of combination chemotherapy regimens [1]. The common adverse effects caused by irinotecan such as diarrhea, thrombocytopenia, and neutropenia [2]. Irinotecan is metabolized by carboxylesterase (CESs) to active form (SN-38) [3]. SN-38 acts as a topoisomerase I inhibitor, to bind and inhibit topoisomerase I by stabilizing the cleavable complex between topoisomerase I and DNA, results in double strand DNA breaks, inhibition of DNA replication, and apoptosis. SN-38 is transformed to glycosylated SN-38 (SN-38G), an inactive form by uridine diphosphate glucuronosyltransferase 1A1 (*UGT1A1*) in the liver then undergoes biliary excretion [3].

## Methods

**Patient recruitment:** A total of 41 metastatic colorectal cancer patients who received irinotecan-based chemotherapy were recruited into this study from the Division of Cancer, Department of Medicine, Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, Mahidol University, Thailand. To be eligible, patients must meet the following criteria: Histological confirm invasive colorectal cancer; Age > 18 years; ECOG status 0-2; Not previously treated with irinotecan; Hemoglobin  $\geq$  13 g/dl; Absolute neutrophil  $\geq$  1.5  $\times$  10<sup>9</sup> /l; Platelet count  $\geq$  8  $\times$  1010 /l; AST and ALT  $\leq$  2.5 UNL; Total bilirubin  $\leq$  2 mg/dl; Creatinine < 2.0 mg/dL and exclusion criteria include pregnant, had undergone radiation therapy within the past six weeks, or had other genetic disorders related to colorectal cancer. Clinical data were collected from all patients, and peripheral blood samples were obtained for DNA extraction and laboratory analysis. A total of forty-one metastatic colorectal cancer patients receiving irinotecan-based chemotherapy were evaluated to explore the association between genetic polymorphisms and toxicity. This study received approval from the Ethics Review Committee on Human Research at the Faculty of Medicine, Ramathibodi Hospital, Mahidol University, Thailand (reference no. MURA2023/472) and was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki. The study protocol was thoroughly explained, and informed consent was obtained from all participants prior to enrollment.

**Genotyping analysis:** DNA was extracted from enrolled patients' EDTA whole blood by using MagNA Pure Compact (MagNA Pure, Roche, Mannheim, Germany). Then DNA concentration and purity were assessed with NanoDrop<sup>TM</sup> 2000, and the concentration was adjusted to the recommended level for pyrosequencing. Then genotyped total 2 SNPs of *UGT1A1*\*6 (211G>A) and *UGT1A1*\*28 (TA)6>(TA)7 by pyrosequencing (PyroMark Q24, Qiagen, Japan) analysis.

### Toxicity assessment

Toxicity was assessed at first and second cycle of treatment according to National Cancer Institute Common Toxicity Criteria for Adverse Event (CTCAE) version 5.0. Grade 1-2 was considered as toxicity and grade 3-4 as severe toxicity.

### Efficacy assessment

The effectiveness of chemotherapy was evaluated using the Response Evaluation Criteria in Solid Tumors (RECIST) guideline version 1.1 [4], which categorizes outcomes as complete response (CR), partial response (PR), stable disease (SD), or progressive disease (PD). Additionally, the median progression-free survival (mPFS) was determined, defined as the median duration from the initiation of chemotherapy to the recorded date of disease progression or death. The progression-free survival (PFS) follow-up period was five years.

### Statistical analysis

Genetic polymorphisms were analyzed for compliance with Hardy-Weinberg equilibrium (HWE). Comparisons of genetic polymorphisms, toxicity, and efficacy among different groups were conducted using the  $\chi^2$  test and Fisher's exact test. Progression-free survival (PFS) curves were generated using the Kaplan-Meier method and analyzed with the log-rank test. All statistical analyses were carried out using SPSS version 28.0, with statistical significance set at  $p < 0.002$  after applying a Bonferroni correction to ensure the adjusted threshold minimized the risk of Type I errors due to multiple testing.

## Results

### Clinical characteristics

A total of 41 metastatic colorectal cancer patients who were receiving irinotecan-based chemotherapy were enrolled for analysis. The average age was 59.3 $\pm$ 9.4 years, with 73.2% males and 26.8% females. Most patients' ECOG performance status was zero (65.9%). The most common disease site was rectum (46.3%), and the site of metastases was the liver and lung (39.0%). Most patients received combination regimens for FOLFIRI (43.9%) and modified FOLFIRI (36.6%) as second-line treatment (68.3%).

### Impacts of *UGT1A1* polymorphisms on irinotecan-induced neutropenia.

Results show the *UGT1A1*\*6 was significantly associated with both all-grade and severe neutropenia in the first cycle ( $p < 0.001$ ) and severe neutropenia in the second cycle ( $p < 0.002$ ). The *UGT1A1* phenotype, including intermediate and poor metabolizers, was linked to a higher incidence of all-grade neutropenia during the first cycle ( $p < 0.001$ ) and severe neutropenia during the second cycle ( $p < 0.001$ ).

**Table 1** Impacts of *UGT1A1* polymorphisms on irinotecan-induced neutropenia in the first and second cycle.

| Gene                    | Allele          | n  | Toxicity (neutropenia) |           |        |           |              |           |           |        |
|-------------------------|-----------------|----|------------------------|-----------|--------|-----------|--------------|-----------|-----------|--------|
|                         |                 |    | First Cycle            |           |        |           | Second Cycle |           |           |        |
|                         |                 |    | Grade 1-4              | Grade 3-4 | P      | n (%)     | Grade 1-4    | Grade 3-4 | P         | n (%)  |
| <i>UGT1A1</i>           | TA6             | 71 | 28 (39.4)              | 8 (11.2)  | 0.008  | 6 (12.3)  | 31 (42.7)    | 0.143     | 12 (16.3) | 0.375  |
|                         | TA7             | 11 | 8 (72.7)               | 1 (9.1)   |        | 7 (63.6)  | 3 (27.3)     |           | 3 (27.3)  |        |
|                         | G               | 79 | 29 (36.7)              | 8 (10.1)  | <0.001 | 32 (40.5) | 12 (15.1)    | 0.003     | 12 (15.1) | <0.002 |
|                         | A               | 7  | 7 (100.0)              | 4 (57.1)  |        | 8 (85.7)  | 4 (57.1)     |           | 4 (57.1)  |        |
| <i>UGT1A1</i> phenotype | *1/*1           | 25 | 5 (20.0)               | 1 (4.0)   |        | 6 (24.0)  | 3 (12.0)     |           | 3 (12.0)  |        |
|                         | *1/*28, *1/*6   | 14 | 11 (78.6)              | 3 (21.4)  | <0.001 | 9 (64.3)  | 5 (35.7)     | 0.004     | 3 (21.4)  | <0.001 |
|                         | *28/*28, *28/*6 | 2  | 2 (100.0)              | 1 (50.0)  |        | 2 (100.0) | 2 (100.0)    |           | 2 (100.0) |        |
|                         |                 |    |                        |           |        |           |              |           |           |        |

## Results

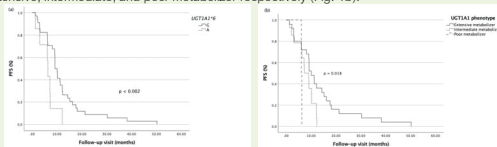
### Impacts of *UGT1A1* polymorphisms on treatment efficacy.

In this study, we evaluated efficacy outcomes by assessing response rates and progression-free survival (PFS). There was no significant association in response rates observed among *UGT1A1*\*6 and *UGT1A1*\*28.

**Table 2** Impacts of *UGT1A1* polymorphisms on response rates.

| Gene             | Genotype              | n  | Response Rates           |                      |       |
|------------------|-----------------------|----|--------------------------|----------------------|-------|
|                  |                       |    | Non-responder<br>(SD+PD) | Responder<br>(CR+PR) |       |
| UGT1A1           |                       |    |                          |                      |       |
| *28 (TA1/TA*)    | TA6                   | 71 | 67 (94.4)                | 4 (5.6)              | 0.989 |
|                  | TA7                   | 11 | 11 (100.0)               | 0 (0.0)              |       |
|                  | G                     | 79 | 71 (89.7)                | 8 (10.3)             | 1.000 |
|                  | A                     | 7  | 7 (100.0)                | 0 (0.0)              |       |
| UGT1A1 phenotype |                       |    |                          |                      |       |
| *1/*1            | Extensive metabolizer | 25 | 23 (92.0)                | 2 (8.0)              | 0.245 |
|                  | *1/*28, *1/*6         | 14 | 14 (100.0)               | 0 (0.0)              |       |
|                  | *28/*28, *28/*6       | 2  | 2 (100.0)                | 0 (0.0)              |       |

In term of progression-free survival assessment, regarding *UGT1A1* gene, the median survival time for all 41 patients was 9.11 months (range: 6.1-12.1). Patients with the *UGT1A1*\*6 polymorphism exhibited significantly shorter PFS compared to those with the wild type (6.2 vs 12.1 months, 95% CI = 5.8-6.7,  $p < 0.002$ ) (Fig. 1a). In intermediate and poor metabolizers, PFS is shorter compared to extensive metabolizers, but this difference is not significant after applying Bonferroni correction ( $p = 0.018$ ). The median survival time was 13.4, 7.7, and 6.1 months for extensive, intermediate, and poor metabolizer respectively (Fig. 1b).



**Fig.1** Kaplan-Meier curve of PFS classified by (a) *UGT1A1*\*6, and (b) *UGT1A1* phenotype.

## Discussions and Conclusions

This study aims to investigate the effects of *UGT1A1*\*6 and *UGT1A1*\*28 polymorphisms on neutropenia and treatment efficacy in Thai colorectal cancer patients undergoing irinotecan therapy. Our results showed, there is a significant association between irinotecan-induced neutropenia and both *UGT1A1*\*6 and *UGT1A1* phenotypes. Moreover, *UGT1A1*\*6 is associated with an increased risk of all-grade neutropenia ( $p < 0.001$ ) and severe neutropenia across cycles ( $p < 0.001$  and  $p < 0.002$ ). However, there was no significant link was found between *UGT1A1*\*28 and either toxicity or treatment effects after Bonferroni correction.

*UGT1A1*\*28 and *UGT1A1*\*6 are linked to reduced *UGT1A1* enzymatic activity [5], resulting in the accumulation of SN-38. This accumulation increases the risk of adverse reactions and influences therapeutic outcomes in patients with advanced colorectal cancer receiving irinotecan-based chemotherapy [6]. Numerous studies have explored the association between the *UGT1A1*\*28 polymorphism and irinotecan-induced toxicity [7, 8]. Our study found that *UGT1A1*\*28 was associated with all-grade neutropenia in the first cycle, but this was not significant after Bonferroni correction. In contrast, *UGT1A1*\*6 remained significantly linked to all-grade neutropenia in the first cycle and severe neutropenia in both cycles. Similarly, Atasilp et al. [9]. Moreover, our study found that the *UGT1A1* phenotype maintained a significant association with all-grade neutropenia in the first cycle and severe neutropenia in the second cycle after applying the Bonferroni correction.

In term of efficacy, we found no significant correlation between treatment response to irinotecan-based chemotherapy and the *UGT1A1*\*28 or *UGT1A1*\*6 polymorphisms. Previous observational research investigating the influence of *UGT1A1*\*6 and \*28 on clinical efficacy has inconsistent findings. For PFS, study from Yu et al., reported that the *UGT1A1*\*28 polymorphism was associated with worse progression-free survival and overall survival compared to the wild type genotype [10]. Recent research demonstrated that neither *UGT1A1*\*6 nor *UGT1A1*\*28 influenced treatment efficacy or progression-free survival in metastatic colorectal cancer [11]. Han et al. reported reduced tumor response and shorter PFS in Korean patients with *UGT1A1*\*6/\*6 [12]. Consistent with our results, we observed that *UGT1A1*\*6 polymorphism was associated with shorter PFS ( $p < 0.002$ ).

In conclusion, *UGT1A1*\*6 and *UGT1A1* phenotypes are significant association between irinotecan-induced neutropenia moreover *UGT1A1*\*6 showed a strong correlation with progression-free survival in terms of clinical efficacy. *UGT1A1*\*6 and the *UGT1A1* phenotype are likely key predictors of irinotecan-induced neutropenia in Thai colorectal cancer patients.

### Acknowledgement

This work was funded by the Chulalongkorn University Graduate Scholarship to Commemorate the 72nd Anniversary of His Majesty King Bhumibol Adulyadej, the 90th Anniversary of Chulalongkorn University Fund (Ratchadaphiseksomphot Endowment Fund), the Thailand Science Research and Innovation Fund, Chulalongkorn University [grant number HEA66370009], and the Ratchadaphiseksomphot Endowment Fund, Chulalongkorn University [grant numbers CU\_CR\_63\_58\_37\_05].

1. Boswell M, Moore A. Optimal patient selection for irinotecan combination regimens in metastatic colorectal cancer: Literature review and lessons from clinical practice. *Indian J Cancer*. 2017;53(1):15-16.
2. Poulakakis N, Karamali S, Pappas S. Irinotecan toxicity during treatment of metastatic colorectal cancer: Focus on pharmacogenomics and personalized medicine. *Toxicol*. 2020;382:101-16.
3. de Wit M, Gey M, van Schaik R, Maitland R, Bui S. Individualization of Irinotecan Treatment: A Review of Pharmacokinetics, Pharmacogenetics, and Pharmacodynamics. *Clin Pharmacol Ther*. 2018;103(2):229-54.
4. Gosselin M, Tremblay L, Rogstad M, Schmeider H, Segura D, Kozlowski A, et al. Non-invasive detection of colorectal cancer using a novel UGT1A1 genotype. *European Journal of Cancer*. 2018;82(2):28-41.
5. Sak S, Sak M, Sak Y, Goto S, Kato S, Kato S, et al. UGT1A1 polymorphisms associated with irinotecan-induced toxicity and survival in Japanese patients with colorectal cancer. *Clin Pharmacol Ther*. 2004;75(5):501-15.
6. Nakai H, Chen H, Nakai H, Nakai H, Nakai H, Nakai H, et al. UGT1A1 polymorphisms and the risk of irinotecan-induced toxicity in Japanese patients with colorectal cancer. *Clin Cancer Res*. 2013;19(10):287-7.
7. Akarapree N, Chonlaphat C, Chonlaphat C, Chonlaphat C, Chonlaphat C, Chonlaphat C, et al. Genotype of UGT1A1\*28 and \*6 polymorphisms and irinotecan-induced neutropenia in Thai colorectal cancer patients. *Drug Metab Pharmacokinet*. 2020;37(1):10-7.
8. Tanaka M, Nakagawa K, Nakagawa K, Nakagawa K, Nakagawa K, Nakagawa K, et al. Pharmacokinetics of oral irinotecan and its metabolites in Japanese patients with colorectal cancer. *Drug Metab Pharmacokinet*. 2013;30(1):1-8.
9. Akarapree N, Chonlaphat C, Chonlaphat C, Chonlaphat C, Chonlaphat C, Chonlaphat C, et al. Effect of UGT1A1 polymorphisms on irinotecan-induced toxicity in Thai colorectal cancer patients treated with irinotecan-based chemotherapy. *Drug Metab Pharmacokinet*. 2020;37(1):10-7.
10. Yu Y, Zhang Y, Wu C, Chen L, Li H, Wang L, et al. UGT1A1 polymorphisms associated with severe toxicity in colorectal cancer patients treated with irinotecan-based chemotherapy. *Cancer Chemother and Pharmacol*. 2018;81(5):878-86.
11. Chen S, Han S, Fang C, Wu Y, Wu M, Shen Y, et al. Correlation between UGT1A1 gene polymorphism and irinotecan chemotherapy in metastatic colorectal cancer: a study from Guangxi Zhuang. *Med*. 2020;99(1):1-7.
12. Han S, Han S, Fang C, Wu Y, Wu M, Shen Y, et al. Correlation between UGT1A1 gene polymorphism and irinotecan chemotherapy in metastatic colorectal cancer: a study from Guangxi Zhuang. *Med*. 2020;99(1):1-7.

# Genomic Etiology And Genotype-Phenotype Correlations Of Inherited Aortopathy

Pawares Chitayanan<sup>1\*</sup>, Nareenart Iemwimangsa<sup>2</sup>, Sommon Klumsathian<sup>2</sup>, Natchaya Vanwong<sup>1</sup>, Objoon Trachoo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Allied Health Sciences, Department of Clinical Biochemistry, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand,

<sup>2</sup>Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Center for Medical Genomics, Mahidol University, Bangkok, Thailand,

<sup>3</sup>Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Department of Medicine, Mahidol University, Bangkok, Thailand,

\* E-mail: Pawares\_best@hotmail.com

Aortopathy is characterized by structural abnormalities of the aorta, a spectrum of conditions ranging from aortic dilation to aneurysm formation and dissection(1). In younger patients who present with detected aortic abnormalities, there is often a correlation with genetic factors, suggesting a genetic component to the disease. Genetic factors play a pivotal role in the development and progression of aortopathy. Various genetic syndromes, including Marfan syndrome, Ehlers-Danlos syndrome, Loeys-Dietz syndrome, and familial thoracic aortic aneurysm and dissection (TAAD), have been implicated in predisposing individuals to aortic pathology.

## Objective

This study aimed to investigate the genomic etiology of aortopathy in individuals under 60 years old and to discern genotype-phenotype correlations associated with this condition.

## Materials and methods

31 Patients presenting with aortic root dilatation or aortic dissection, referred to a clinical genetics service for evaluation, underwent whole-exome sequencing. DNA sequencing was performed using NovaSeq 6000 (Illumina, San Diego, CA, USA) and uniquely aligned to the Genome Reference Consortium Human Build 37 (GRCh37) with GATK version v3.8. Candidate variants of genes were identified based on a minor allele frequency (MAF)  $\leq 0.05$ , gnomAD Exomes Variant Frequencies 2.0.1, East Asian (EAS) population data from the 1000 Genomes Project phase III, and in-house data base Thai exome database of Center for Medical Genomics, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital. Variant classification was based on the American College of Medical Genetics and Genomics and the Association for Molecular Pathology were considered for this study. all variants in the panel were performed using Sanger sequencing, Categorical variables were reported as numbers and percentages. Comparisons between groups were performed by chi-square test when  $p < 0.05$ , which was accepted as statistically significant. Statistical analysis was computed with the SPSS Statistical package (version 29.0 software; IBM).

## Result

Genomic variants associated with aortopathy were identified in 26 cases (83.87%), with 16 pathogenic (51.60%), 7 likely pathogenic variants (22.60%), and variants of uncertain (VUS) (9.70%). Additionally, there were Five patients presented with significant echocardiogram findings, but the genomic variant was negative

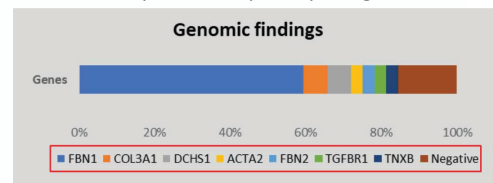


Figure1 Genomic findings in aortopathy

*FBN1* variants linked to Marfan syndrome were most prevalent (61.29%) in this study, with null variants significant for severity, e.g., early-onset aortic root replacement surgery and the presence of lens subluxation ( $p = 0.024$  and  $p = 0.001^{***}$ , respectively), while scoliosis  $> 20^\circ$  displayed no statistical significance. However, no genotype-phenotype correlation was found between types of *FBN1* variants and systemic manifestations as per the Revised Ghent Nosology Criteria. Other contributing genes characterized in this study included *ACTA2*, *COL3A1*, *DCHS1*, *FBN2*, *TNXB* and *TGFBR1* (Figure1).

## Discussion and Conclusions

Our results showed that the null variant (pathogenic/likely pathogenic) had more severe aortic phenotypes and lens subluxation than those with missense variants. with significant thereby corroborating the results of previous studies(2). Therefore, patients harboring a null variant of *FBN1* with these genetic risk factors should be monitored carefully for aortic root dissection and lens subluxation progression. This study sheds light on the genomic underpinnings of inherited aortopathy and underscores the complexity of genotype-phenotype relationships in this condition. This data constitutes a pivotal factor for the development of precise management and the provision of genetic counseling to patients and their families. Furthermore, there is a necessity for national level backing to educate additional personnel interested in engaging in genetic centers and to enhance awareness among other medical professional regarding the genetic referral process for such conditions.

**Acknowledgments** We thank Objoon Trachoo and Natchaya Vanwong for your help with the project. It was a huge success. We thank the Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Center for Medical Genomics, Mahidol University for help with genomic analysis. We thank The Scholarship from the Graduate School, Chulalongkorn University to commemorate The Celebrations on the Auspicious Occasion of Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn's 5th Cycle (60th). We thank the Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University for their support for this research.

## References

- (1) Goyal, A. R. Keramati, M. J. Czarny, J. R. Resar, and A. Mani, "The Genetics of Aortopathies in Clinical Cardiology", Clin Med Insights Cardiol, vol. 11, p. 117954681770978, Jan. 2017, doi: 10.1177/1179546817709787.
- (2) P. Arnaud et al., "Clinical relevance of genotype-phenotype correlations beyond vascular events in a cohort study of 1500 Marfan syndrome patients with *FBN1* pathogenic variants", Genetics in Medicine, vol. 23, no. 7, pp. 1296-1304, Jul. 2021, doi: 10.1038/s41436-021-01132.



Immunoinformatics Prediction of B-Cell And T-Cell Epitopes in Leptospiral Endostatin-Like Protein A (LenA)  
from *Leptospira interrogans* Serovar PomonaApichat Jinhong<sup>a,b</sup>, Teerasit Techawattanaboon<sup>b,c</sup>, Kanitha Pataraku<sup>b,c,\*</sup><sup>a</sup>Medical Microbiology, Interdisciplinary Program, Graduate School, Chulalongkorn University Bangkok 10330, Thailand,<sup>b</sup>Department of Microbiology, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand,<sup>c</sup>Chula Vaccine Research Center (Chula VRC), Center of Excellence in Vaccine Research and Development, Chulalongkorn University, Bangkok 10330

## Abstract

Leptospirosis remains a global health challenge due to its widespread prevalence and lack of effective human vaccines. This study utilized AI-assisted structural analysis and immunoinformatics to identify immunodominant LenA epitopes for vaccine development. Using AlphaFold3, we generated the 3D structure of LenA, predicting eight linear and four conformational B-cell epitopes, seven HTL, and three CTL epitopes. Four consensus epitopes were identified, with "SSSLTG" and "PNKQYRRSDG" predicted as immunogenic and non-allergenic. These findings provide a foundation for epitope-based chimeric vaccine design, advancing leptospirosis vaccine development.

**Keywords :** Leptospirosis vaccine, LenA, B-cell epitope, T-cell epitope, immunoinformatics

## Introduction

Leptospirosis is a major zoonosis in tropical and subtropical regions (Azevedo et al., 2023), caused by pathogenic *Leptospira*. Previous studies on recombinant subunit vaccines containing monovalent LigAc showed incomplete protection in animal models (Techawattanaboon et al., 2019; 2022).

LenA is a promising vaccine candidate because it is a key virulence factor that is highly conserved in pathogenic *Leptospira* (Stevenson et al., 2007; Adler & de la Peña Motezuma, 2010). Previous studies showed that recombinant subunit LenA vaccine conferred 40–60% protection in animal models (Techawattanaboon et al., 2019). Combining LenA with LigA and LcpA enhanced leptospiral clearance and survival (Techawattanaboon et al., 2019; Ghazali-Bina et al., 2019), highlighting its potential in chimeric vaccines and the need to identify the most effective epitopes.

This study used immunoinformatics to analyze the 3D structure of LenA and predict B-cell and T-cell epitopes to identify immunodominant epitopes for developing leptospirosis vaccines.

## Material and methods

## Protein modeling using :

- The AlphaFold3 web server

## Prediction of linear and conformational B-cell epitopes using :

- The BepiPred 2.0 server
- The ElliPro server

## Prediction of antigenicity and allergenicity using :

- The VaxJen V2.0 server
- The AllerTOP V.2.0 server

## Prediction of HTL and CTL T-cell epitopes using :

- The NetMHCIIpan 4.1 server
- The NetMHCpan 4.1 server

## Result and discussion

## The modeled 3D structure of the LenA protein

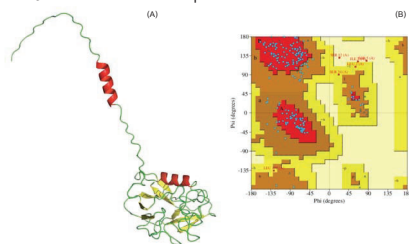


Fig. 1 The 3D structure of the LenA protein and protein model quality. (A) 3D structure of LenA generated by AlphaFold3 and visualized using PyMOL, with  $\alpha$ -helices (red),  $\beta$ -sheets (yellow), and loops (green). (B) Ramachandran plot from PROCHECK, evaluating protein model quality.

- Contains 2  $\alpha$ -helices (red) and 8  $\beta$ -sheets (yellow) connected by short loops (green) (Fig. 1A).
- Ramachandran plot analysis confirmed the model's accuracy, with 80.8% of residues in the most favored region and 16.1%, 1.6%, and 1.6% in additional allowed, generously allowed, and disallowed regions, respectively (Fig. 1B), indicating good structural quality.

## Linear and conformational B-cell epitopes

Table 1 Predicted linear B-cell epitopes of LenA

| No. | Start | End | Peptide                                          | Length |
|-----|-------|-----|--------------------------------------------------|--------|
| 1   | 15    | 21  | DKKEEDN                                          | 7      |
| 2   | 33    | 49  | GSSNNTSTPVTSCDA                                  | 17     |
| 3   | 60    | 70  | NSAGYGNLGG                                       | 11     |
| 4   | 79    | 88  | AAKSSSLTG                                        | 10     |
| 5   | 99    | 117 | TGRQVISADQSVKDKDWL                               | 19     |
| 6   | 119   | 128 | PNKQYRRSDG                                       | 10     |
| 7   | 140   | 155 | IVDNLQNGIDSGAQK                                  | 16     |
| 8   | 162   | 212 | GNNVGLWFLSNCHWNSADGLITGQTGNTTELQADITPEGAFTVDNHAC | 51     |

## Acknowledgment

The Scholarship from the Graduate School, Chulalongkorn University to commemorate the 72<sup>nd</sup> anniversary of His Majesty King Bhumibol Adulyadej is gratefully acknowledged.

Presenter E-mail: Jackapichat43@gmail.com

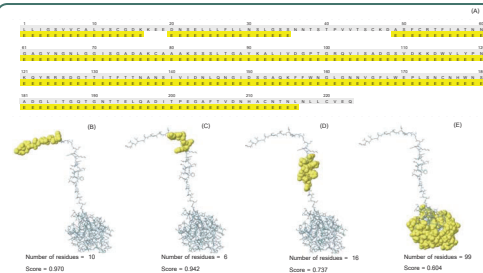


Fig. 2 Prediction of B-cell epitopes in the LenA protein. (A) Linear B-cell epitopes predicted using BepiPred, with the letter "E" marking positions exceeding the epitope threshold. (B-E) 3D structure of LenA, where yellow regions highlight conformational B-cell epitopes, and grey sticks represent other residues.

- The analysis of the LenA protein sequence identified eight linear B-cell epitopes of varying lengths and positions (Table 1).
- Four conformational B-cell epitopes were identified, comprising 10, 6, 16, and 99 residues.
- Structural analysis demonstrated that these epitopes were surface-accessible, with spatial clustering evident in the highlighted regions (yellow) in the 3D models (Fig 2).

## Prediction of HTL and CTL T-cell epitopes

Table 2 Predicted CTL epitopes of LenA

| No. | Start | End | Cytotoxic T Lymphocyte (CTL) Epitope | Length |
|-----|-------|-----|--------------------------------------|--------|
| 1   | 9     | 26  | ALYSCGDKKEEDNSSELL                   | 18     |
| 2   | 79    | 91  | CAAAKSSSLTGAYK                       | 14     |
| 3   | 109   | 133 | SVDKKDWLYPNKQYRRSDGTTITF             | 25     |
| 4   | 150   | 158 | DSGAQKFFW                            | 9      |
| 5   | 161   | 184 | LGNNVGLWFLSNCHWNSADGL                | 24     |
| 6   | 187   | 195 | GQTGNITEL                            | 9      |
| 7   | 199   | 207 | ITPEGAFTV                            | 9      |

Table 3 Predicted HTL epitopes of LenA

| No. | Start | End | Helper T Lymphocyte (HTL) Epitope                                    | Length |
|-----|-------|-----|----------------------------------------------------------------------|--------|
| 1   | 53    | 75  | RTFIATNNGAGYNGNLGGISGAD                                              | 23     |
| 2   | 83    | 153 | SSSLTGAYKALVDGPTGRQVISADQSVKDKDWLYPNKQYRRSDGTTITFTTNANSIVDNLQNGIDSGA | 71     |
| 3   | 192   | 215 | TTELQADITPEGAFTVDNHACNTN                                             | 24     |

- The identified CTL epitopes exhibited varying lengths and positions across the LenA protein sequence (Table 2).
- Two main CTL epitope regions were identified, comprising 25 and 24 residues.
- HTL epitope prediction revealed three major HTL epitopes with lengths of 23, 71, and 24 residues, respectively (Table 3).
- These epitopes play a crucial role in activating cytotoxic T cells (CTLs) and helper T cells (HTLs).

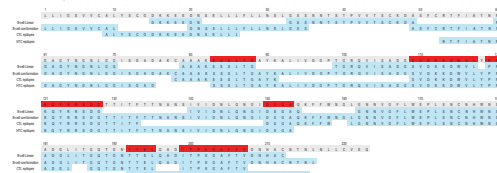


Fig. 3 The consensus epitope of the LenA protein. The epitope sequences of T-cell and B-cell epitopes are highlighted in blue, while the consensus epitopes are highlighted in red.

## Identification of consensus epitopes and prediction of their antigenicity and allergenicity

Table 4 The consensus epitopes of LenA and their antigenicity score and allergenicity

| No. | Start | end | Consensus epitope | antigenicity score   | Allergenicity |
|-----|-------|-----|-------------------|----------------------|---------------|
| 1   | 83    | 88  | SSSLTG            | 1.6353 (ANTIGEN)     | NON-ALLERGEN  |
| 2   | 109   | 117 | SVDKKDWL          | 0.3034 (NON-ANTIGEN) | ALLERGEN      |
| 3   | 119   | 128 | PNKQYRRSDG        | 1.2533 (ANTIGEN)     | NON-ALLERGEN  |
| 4   | 150   | 153 | DSGA*             | -                    | -             |
| 5   | 192   | 196 | ITTEL*            | -                    | -             |
| 6   | 199   | 207 | ITPEGAFTV         | 0.0455 (NON-ANTIGEN) | ALLERGEN      |

\*at least 6-mer is required for prediction

- Two of four consensus epitopes ("SSSLTG" and "PNKQYRRSDG") had antigenicity scores of 1.6353 and 1.2533 respectively, exceeding the cutoff.
- These epitopes show potential as antigenic sites of LenA proteins.
- Allergenicity prediction confirmed both peptides as non-allergenic, supporting their vaccine safety (Table 4).

## Conclusion

Bioinformatics tools identified immunodominant LenA epitopes. Among them, "SSSLTG" and "PNKQYRRSDG" were the most promising vaccine candidates, exhibiting both antigenic B-cell and T-cell epitopes. These epitopes are fundamental for designing epitope-based chimeric vaccines and may aid in developing leptospirosis vaccines.

## Reference

- Adler, B., & de la Peña Motezuma, A. (2010). Leptospira and leptospirosis. *Vel Microbiol*, 1403-41, 287-296. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2009.03.012>
- Azevedo, L. R., Anamur, T. A., & Isaac, L. (2023). Human leptospirosis: In search for a better vaccine. *Scandinavian Journal of Immunology*, 98(5), e13316. <https://doi.org/10.1111/sji.13316>
- Dimitrov, I., Bangov, I., Flower, D. R., & Doychinova, I. (2014). AllerTOP v2-a server for in silico prediction of allergens. *J Mol Model*, 20(6), 2278. <https://doi.org/10.1007/s00894-014-2278-5>
- Doychinova, I. A., & Flower, D. R. (2007). VaxJen: a server for prediction of protective antigens, tumour antigens and subunit vaccines. *BMC Bioinformatics*, 8(1), 4. <https://doi.org/10.1186/1471-2105-8-4>

## In-Silico Prediction of Altered N-Linked Glycosylation Sites: Minimal Impact on B-Cell and T-Cell Epitopes in Leptospiral Immunoglobulin-Like Protein A Vaccine Candidate

Ramapat Phaethayan<sup>a,b,c</sup>, Teerasit Techawattaboon<sup>b,c</sup>, Kanitha Pataraku<sup>b,c,\*</sup>

<sup>a</sup>Medical Microbiology, Interdisciplinary Program, Graduate School, Chulalongkorn University Bangkok 10330, Thailand

<sup>b</sup>Department of Microbiology, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

<sup>c</sup>Chula Vaccine Research Center (Chula VRC), Center of Excellence in Vaccine Research and Development, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

\*Corresponding author. E-mail address: Kanitha.pa@chula.ac.th

### Abstract

Leptospirosis is the most common and potentially fatal zoonotic disease with a worldwide distribution, mainly in tropical regions. The development of effective vaccines for leptospirosis remains a global challenge. mRNA vaccines have emerged as a promising vaccine platform against infectious diseases. In our previous study, the protein products of LigAc mRNA constructs were shown to be glycosylated in vitro, which might impair the immunogenicity of the vaccine antigen. In this study, we aimed to design a new LigAc mRNA construct with reduced glycosylation sites. Bioinformatics predictions were employed to design a new construct and assess the potential epitopes of the vaccine antigen. A glutamine residue substituted the asparagine residue in N-X-S/T motifs to reduce N-linked glycosites while preserving the native protein conformation. Bioinformatics predictions indicated that the modified LigAc construct maintains most B-cell and T-cell epitopes present in the native LigAc construct. Our results indicate that the alteration of N-linked glycosylation sites has a minor effect on the essential epitopes of the LigAc vaccine, suggesting that the modified construct should induce strong humoral and cellular immune responses. Further in vitro and in vivo investigations are required to determine the vaccine efficacy of the new LigAc construct.

**Keywords:** *In silico* prediction, Leptospirosis, N-linked glycosylation, B-cell and T-cell epitopes

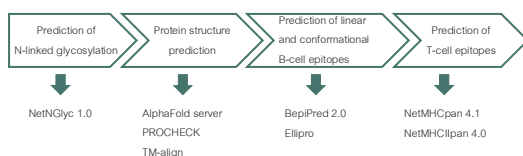
### Introduction

Leptospirosis is the most widespread and potentially fatal zoonotic disease caused by pathogenic *Leptospira*. However, no universal vaccine against leptospirosis is available for human use. Among subunit vaccines, the C-terminal LigA protein (LigAc) is one of the most promising vaccine candidates (Haake & Matsunaga, 2020; Koizumi & Watanabe, 2004), conferring 50-100% protection in animal models. However, recombinant protein vaccines have limitations, including the requirement of an adjuvant or a high antigen dose to achieve sufficient protection.

After demonstrating safety and potency against the COVID-19 pandemic (Zhang et al., 2019), mRNA-based vaccines are considered a promising vaccine platform against infectious diseases. In our previous study, the LigAc-mRNA vaccine was shown to express the protein with glycosylation (Leekitchaenphon et al., 2024), which may affect its immunogenicity and protective efficacy.

In this study, we aimed to design a new LigAc mRNA construct with modifications at predicted N-linked glycosites to reduce glycosylation. The potential B-cell and T-cell epitopes of the novel mRNA construct were analyzed and compared with the native LigAc construct using bioinformatics tools.

### Materials and methods



### Results and discussions

#### Prediction of N-linked glycosylation sites in the LigAc sequence

- Contains 16 Asn-Xaa-Ser/Thr motifs.
- 12 out of 16 sites passed the cutoff threshold for glycosylation potential.
- Asparagine (N) residues in N-X-S/T motifs were substituted with glutamine (Q) residues, which can preserve its native conformation.

#### Protein structure prediction

- Native LigAc and modified LigAc structures had high quality (Fig. 1C-D).
- Both constructs showed very similar structures (Fig. 1E).

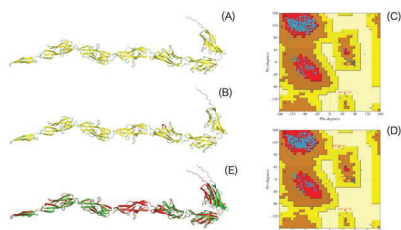


Fig.1 Prediction, validation, and comparison of three-dimensional (3D) protein structures of native nLigAc (A) and modified LigAc (qLigAc) (B). The Ramachandran plot of the nLigAc structure (C) and qLigAc structure (D) was created using the PROCHECK server. Alignment of nLigAc (green) and qLigAc (red) structures (E) was performed using the TM-align tool.

### Acknowledgements

The Scholarship from the Graduate School, Chulalongkorn University to commemorate the 72<sup>nd</sup> anniversary of His Majesty King Bhumibol Adulyadej is gratefully acknowledged.

Presenter e-mail: nena-3211@hotmail.com

### References

- Haake, D. A., & Matsunaga, J. (2020). Leptospiral Immunoglobulin-Like Domain Proteins: Roles in Virulence and Immunity. *Front Immunol*, 11, 579907. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.579907>
- Jespersen, M. C., Peters, B., Nielsen, M., & Marcatili, P. (2017). BepiPred-2.0: Improving sequence-based B-cell epitope prediction using conformational epitopes. *Nucleic Acids Res*, 45(W1), W24-W29. <https://doi.org/10.1093/nar/gkx348>
- Leekitchaenphon, R., Techawattaboon, T., Alameh, M. G., Weissman, D., Ruangratham, K., Pataraku, K., et al. (2024). In vitro evaluation of mRNA vaccines encoding the n-terminal region of leptospiral immunoglobulin-like protein b. In: The 21<sup>st</sup> KU KPS National Conference, Bangkok, Thailand, pp. 3367-3375.
- Ozdelek, A., & Avci, F. Y. (2022). Glycosylation as a key parameter in the design of nucleic acid vaccines. *Curr Opin Struct Biol*, 73, 102348. <https://doi.org/10.1016/j.sbs.2022.102348>

#### Prediction of linear and conformational (discontinuous) B-cell epitopes of native and modified LigAc

- The linear B-cell epitopes showed similar patterns.
- The conformational B-cell epitopes were located in the same positions, and two epitopes were identical in both LigAc proteins.
- The modified LigAc protein retains most of the B-cell epitopes present in the nLigAc protein.

#### Prediction of T-cell epitopes of native and Q-substituted LigAc

- 19 out of 20 predicted CTL epitopes in native LigAc were found in the modified LigAc sequences (Fig. 2).
- The potential HTL epitopes were preserved in the modified LigAc (Fig. 3).
- Modification of glycosylation sites caused minimal changes in epitopes.



Fig. 2 The predicted Cytotoxic T-cell epitopes in LigAc proteins. Yellow marks represent the predicted epitopes, while the orange marks represent the N-linked glycosites and altered sites.

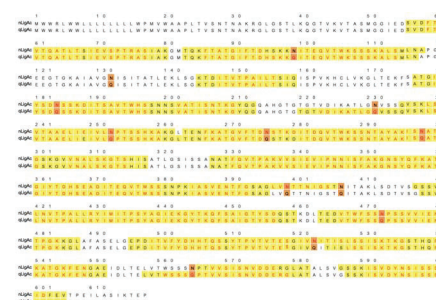


Fig. 3 The predicted Helper T-cell epitopes in LigAc proteins. Yellow marks represent the predicted epitopes, while the orange marks represent the N-linked glycosites and altered sites. The red text represents the core of each HTL epitope.

### Conclusion

Bioinformatics tools were applied to modify N-linked glycosylation sites of the LigAc mRNA construct via substitution of asparagine with glutamine in the N-X-S/T motifs, resulting in minor changes in the B-cell and T-cell epitopes of LigAc. The new sequence design should induce both humoral and cellular immune responses when used as a vaccine antigen due to containing essential epitopes necessary for immunogenicity. However, further investigation is required to prove the efficacy of the modified LigAc vaccine.





## Comparative Analysis of Antibacterial Properties in Thai Medicinal Herbs Using Water and Ethanol Extracts

Thanatip Vasamon<sup>a</sup>, Supasek Phansamrit<sup>a</sup>, Thatchakorn Dechosilpa<sup>a</sup>, Ploynapas Sripongtanakul<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Anglo Singapore International School, Bangkok, 10260, Thailand

### Abstract

This study compares the antimicrobial properties of *Curcuma longa* L., *Andrographis paniculata*, *Zingiber officinale* Roscoe, *Ocimum basilicum* L., and *Azadirachta indica* A. extracts in water and ethanol as solvents, focusing on their ability to suppress *Escherichia coli* growth. Crude compounds were extracted using water and 95% ethanol. Antimicrobial activities were tested using the disk diffusion method against *E. coli*. The ethanol extract of *Zingiber officinale* Roscoe (ginger) had the highest dry weight yield (33.1%), while the ethanol extract of ginger and the water extract of *Andrographis paniculata* (kariyat) showed the greatest bacterial inhibition zones at 13 mm and 14 mm, respectively. In contrast, turmeric and sweet basil showed smaller zones of 10–12 mm. For comparison, Norfloxacin (400 mg) achieved inhibition zones of 16 mm and 11 mm. With the increasing prevalence of multidrug-resistant bacteria, herbal antibiotics offer a cost-effective, sustainable, and low-risk alternative to synthetic antibiotics. This study demonstrates the potential of common household herbs to enhance antibiotic efficacy, presenting a promising direction for addressing antibiotic resistance in modern medicine.

**Keywords:** Antibiotic resistance, Antimicrobial properties, *Escherichia coli*, Herbal antibiotics



Fig.1: *Azadirachta indica* A. crushed using mortar and pestle prepared for extraction.

### Antimicrobial Resistance in *Escherichia coli*

Pathogenic *Escherichia coli* strains pose serious health risks, causing severe infections such as diarrhea, urinary tract infections, and hemolytic uremic syndrome. A major concern is the prevalence of **antimicrobial resistance (AMR)** among these bacteria, driven by the misuse of antibiotics, poor hygiene, and the global spread of multidrug-resistant (MDR) pathogens. Without effective interventions, AMR could lead to millions of deaths annually, placing immense pressure on healthcare systems worldwide. To combat this crisis, a multifaceted approach is needed, including stricter infection control measures, antibiotic stewardship programs, public health education, and the development of alternative treatment strategies to reduce dependence on conventional antibiotics.

### Plant-Based Alternatives for Combating *E. coli*

Plant-based treatments have emerged as promising alternatives or complements to conventional antibiotics, offering antibacterial properties through bioactive compounds. Herbs such as **turmeric, kariyat, ginger, sweet basil, and Siamese neem** have demonstrated antimicrobial efficacy, targeting bacterial cell membranes, inhibiting enzyme activity, and reducing bacterial viability. These natural compounds not only help combat AMR but also support eco-friendly and sustainable healthcare practices. However, the effectiveness of plant extracts varies depending on factors such as solvent type, concentration, and bacterial strain. While ethanol and water extractions are commonly used, their comparative antibacterial potency remains unclear.

### Materials & Methods

This study aims to evaluate the antibacterial activity of these five herbs against *E. coli*, comparing **water** and **ethanol** extracts using the disk diffusion method to identify the most effective extraction approach. This study utilized leaves (Fig. 1) from *Andrographis paniculata* (kariyat), *Ocimum basilicum* L. (sweet basil), and *Azadirachta indica* A. (Siamese neem tree), and roots from *Curcuma longa* L. (turmeric) and *Zingiber officinale* Roscoe (ginger), selected for their bioactive compounds. Extraction was performed using **95% ethanol** and **distilled water**. Additional materials included **Norfloxacin** (400 mg) as a reference antibiotic, sterilized nutrient agar, and nutrient broth for antimicrobial testing against *Escherichia coli*.

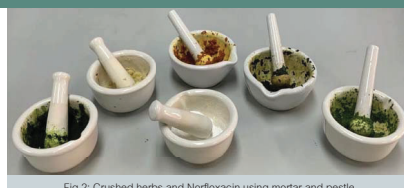


Fig.2: Crushed herbs and Norfloxacin using mortar and pestle

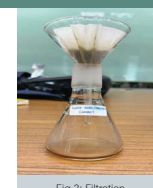


Fig.3: Filtration

Herbs were harvested, washed, crushed into a paste, and sun-dried for one day (Fig. 2). For **water extraction**, 10 g of dried herbs were heated in 20 mL of distilled water for 15 minutes and filtered. **Ethanol extraction** involved soaking 20 g of dried herbs in 95% ethanol (1:2 ratio) for five days with periodic agitation, followed by filtration and residue pressing (Fig. 3). **Extraction yield** was calculated using the standard formula. The color of the extracts was observed for characterization (Table 1). The **antimicrobial activity** of herb extracts was assessed using the **disk diffusion method**. A 0.1 mL *E. coli* suspension was spread on agar plates, and extract-impregnated antibiotic discs were placed using sterile forceps. Plates were incubated at 37°C for 18 hours, and **inhibition zones** were measured with a vernier caliper. Experiments were repeated for reliability, and results were tabulated for analysis (Table 2).

Table 1: Yield and Characteristics of Herbal Extracts

| No. | Herb Samples | Solvent | Color of Sample (Fig. 4) | Appearance  | % Yield |
|-----|--------------|---------|--------------------------|-------------|---------|
| 1   | Turmeric     | Ethanol | Brownish Orange          | Condensed   | 17.1    |
|     |              | Water   | Dark Orange              | Condensed   | 12.2    |
| 2   | Kariyat      | Ethanol | Dark Green               | Pulpy       | 9.8     |
|     |              | Water   | Dark Green               | Pulpy       | 14.5    |
| 3   | Ginger       | Ethanol | Light Yellow             | Fluid       | 33.1    |
|     |              | Water   | Colourless               | Fluid       | 25.8    |
| 4   | Sweet Basil  | Ethanol | Greenish Brown           | Fluid       | 10.5    |
|     |              | Water   | Dark Green               | Pulpy       | 10.3    |
| 5   | Siamese Neem | Ethanol | Dark Green               | Clear Pulpy | 9.7     |
|     |              | Water   | Light Green              | Pulpy       | 15.6    |

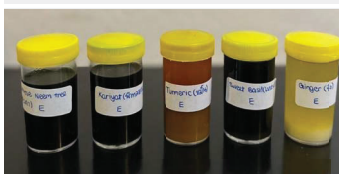


Fig.4 Ethanol extracts of Siamese Neem, Kariyat, Turmeric, Sweet Basil, and Ginger (from left to right)



Fig.5 Inhibition zone of water (left) and ethanol (right) of ginger

Table 2: Antimicrobial Activity of Herbal Extracts

| No. | Herb Samples      | Solvent | Diameter of Inhibition Zone (mm) |                       |                       |         |
|-----|-------------------|---------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------|
|     |                   |         | 1 <sup>st</sup> trial            | 2 <sup>nd</sup> trial | 3 <sup>rd</sup> trial | Average |
| 1   | Turmeric          | Ethanol | +++                              | +++                   | +++                   | +++     |
|     |                   | Water   | ++                               | ++                    | ++                    | ++      |
| 2   | Kariyat           | Ethanol | +++                              | +++                   | +++                   | +++     |
|     |                   | Water   | +++                              | +++                   | +++                   | +++     |
| 3   | Ginger            | Ethanol | ++++                             | ++++                  | ++++                  | ++++    |
|     |                   | Water   | +++                              | ++                    | +++                   | +++     |
| 4   | Sweet Basil       | Ethanol | ++                               | +++                   | +++                   | +++     |
|     |                   | Water   | -                                | -                     | -                     | -       |
| 5   | Siamese Neem      | Ethanol | ++                               | +++                   | +++                   | +++     |
|     |                   | Water   | -                                | +                     | +                     | +       |
| 6   | Norfloxacin 400mg | Ethanol | ++++                             | ++++                  | ++++                  | ++++    |
|     |                   | Water   | +++                              | ++                    | +++                   | +++     |

#### Zone of inhibition key:

|      |   |                      |       |   |                          |
|------|---|----------------------|-------|---|--------------------------|
| -    | = | No inhibition        | +     | = | 6 mm (Highly Resistant)  |
| ++   | = | 7-9 mm (Resistant)   | +++   | = | 10-12 mm (Intermediate); |
| ++++ | = | 13-15 mm (Sensitive) | +++++ | > | 15 mm (Highly Sensitive) |

### Key Findings

Turmeric, kariyat, Siamese neem, ginger, and sweet basil extracts exhibited varying antibacterial activity, with ginger and kariyat ethanol extracts showing the highest inhibition, close to that of Norfloxacin. Sweet basil water extract showed no antibacterial effects. These findings highlight medicinal plants as sustainable, cost-effective alternatives to synthetic antibiotics, with diverse bioactive compounds that can help combat antimicrobial resistance. Future research should explore plant-based antibiotics further, given their potential to complement synthetic treatments and enhance antibacterial effectiveness.

### Conclusion

The herbs tested exhibited varying antibacterial activity, with **ginger** and **kariyat** showing the highest effectiveness, especially in **ethanol extracts**. Sweet basil, turmeric, and Siamese neem demonstrated moderate activity. These variations are likely due to differences in phytochemical composition, such as alkaloids in ginger and kariyat. Ethanol extraction consistently produced larger inhibition zones across all herbs, reinforcing its superior ability to dissolve a broad range of bioactive compounds compared to water. While water is safer and easier to handle, its high polarity limits its ability to extract certain antimicrobial compounds, leading to lower efficacy.

# Transcriptomics Analysis of Vasculogenic Mimicry-related Genes Reveals the Predicted Prognosis Index in HPV-associated Cervical Cancer

Natapart Lookluck<sup>a,b</sup>, Panwad Tongchai<sup>a</sup>, Arkom Chaiwongkot<sup>a,b</sup>, Parvapan Bhattarakosol<sup>a,b</sup> and Ati Burassakarn<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup>Division of Virology, Department of Microbiology, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

<sup>b</sup>Center of Excellence in Applied Medical Virology, Department of Microbiology, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.

Contact information

Wan5552@gmail.com  
+6689-812-5366

Division of Virology, Department of Microbiology, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University

## Abstract

This study investigates vasculogenic mimicry (VM)-related gene expression in HPV-associated cervical cancer using transcriptomic analysis from TCGA (CESC) and GEO (GSE9750, GSE63514) datasets. Differentially expressed genes (DEGs) were identified using DESeq2, followed by GO and KEGG pathway analysis. A protein-protein interaction (PPI) network highlighted TGFβ1, STAT3, HIF1A, LOXL2, and NOTCH1 as hub genes. Univariate Cox and LASSO regression analyses identified LOXL2 and TGFβ1 as key genes for developing a VM score, which stratified patients into high- and low-risk groups. Kaplan-Meier analysis showed that a high VM score significantly correlated with shorter survival ( $p < 0.05$ ). ROC analysis validated the predictive value with an AUC of 0.645 for 3-year survival. Additionally, a nomogram integrating the VM score with clinical parameters enhanced survival prediction accuracy. These findings suggest that the VM score is a promising prognostic biomarker and that hub genes could be potential therapeutic targets for HPV-associated cervical cancer.

## Introduction

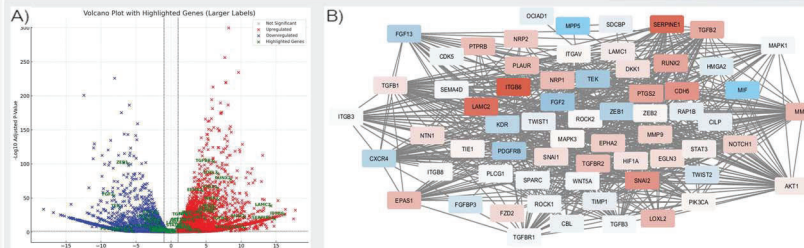
Cervical cancer is one of the most prevalent cancers among women worldwide, with high mortality rates, particularly in low- and middle-income countries (Caruso et al., 2024). Persistent infection with high-risk human papillomavirus (HPV), especially types 16 and 18, is a primary cause of cervical cancer. Despite advances in screening and vaccination programs, survival outcomes remain poor for patients with advanced or recurrent disease.

Vasculogenic mimicry (VM) is a process wherein aggressive tumor cells form vessel-like networks, facilitating blood supply independently of endothelial cells. VM has been linked to increased tumor invasion, metastasis, and poor prognosis across multiple cancers, including cervical cancer (Sun et al., 2007). HPV oncoproteins E6 and E7 are known to promote tumor progression and may influence VM formation through pathways regulating cell migration, invasion, and hypoxia adaptation (Münger et al., 2001).

The identification of molecular markers associated with VM could provide valuable prognostic tools and therapeutic targets. In this study, we employed transcriptomic analysis to identify key VM-related genes and developed a VM score predictive of survival outcomes in patients with HPV-associated cervical cancer. By integrating bioinformatics analyses and clinical data, we aimed to provide novel insights into the role of VM in cervical cancer progression and its potential as a therapeutic target.

## Results and Discussion

Differential expression analysis identified 64 VM-related genes, including LOXL2, TGFβ1, and STAT3 (Fig. 1A). Functional enrichment analysis revealed key pathways such as angiogenesis, extracellular matrix remodeling, and hypoxia response, suggesting their role in VM formation.



## Materials and Methods

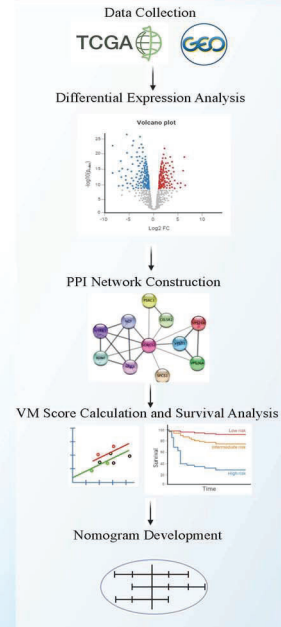


Fig. 1 The images illustrate key findings from the analysis. A) The volcano plot highlights differentially expressed genes (DEGs) between HPV-positive and HPV-negative samples, with significant genes labeled and color-coded. B) Protein-protein interaction network depicts interactions among VM-related DEGs, with red indicating upregulated and blue indicating downregulated genes.

The PPI network constructed from 18 key DEGs, using STRING and Cytoscape with the cytoHubba plugin, revealed TGFβ1, HIF1A, and STAT3 as central hub genes (Fig. 1B). Their high betweenness centrality scores underscored their crucial roles in regulating VM pathways. Functional analysis of these hub genes indicated their involvement in pathways such as TGF-β signaling, JAK/STAT signaling, and cellular response to hypoxia.

The VM score, constructed using LASSO regression with LOXL2 and TGFβ1, effectively stratified patients into high- and low-risk groups. Kaplan-Meier analysis demonstrated that a high VM score correlated with poorer survival outcomes ( $p < 0.05$ ) (Fig. 2A), and ROC analysis confirmed its predictive accuracy (AUC = 0.645 for 3-year survival) (Fig. 2B).

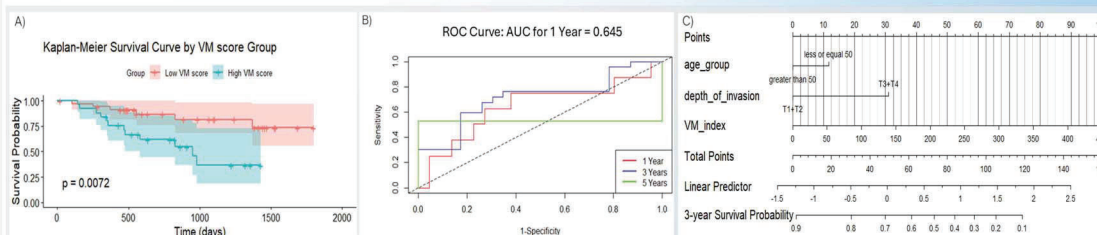


Fig. 2 Prediction results based on VM score: A) The Kaplan-Meier curve shows significantly better survival for patients with low VM scores ( $p = 0.0072$ ). B) ROC curves highlight the predictive performance of the VM score, with an AUC of 0.645 at 1 year. C) The nomogram predicts 3-year survival probability based on age, depth of invasion, and VM index.

A nomogram was constructed by integrating the VM score with clinical factors, including T stage, N stage, M stage, and age. Calibration curves showed a close correlation between predicted and actual survival rates, supporting the nomogram's reliability (Fig. 2C). Additionally, decision curve analysis (DCA) indicated that the nomogram offered superior net clinical benefit compared to traditional staging methods.

In the discussion, the VM score, based on LOXL2 and TGFβ1 expression, emerged as a robust prognostic biomarker, providing new insights into the link between VM and patient outcomes. Hub genes such as STAT3 and HIF1A present promising therapeutic targets for inhibiting VM formation. The findings corroborate existing studies on the role of hypoxia and ECM remodeling in VM and emphasize the impact of HPV oncoproteins E6 and E7 in promoting these pathways. Additionally, the nomogram developed in this study offers a clinically valuable tool for personalized risk assessment and treatment planning.

## Conclusion

This study successfully identified key VM-related genes and developed a VM score that effectively predicts survival outcomes in HPV-associated cervical cancer patients. The integration of bioinformatics analysis and clinical data highlights the molecular mechanisms linking VM with poor prognosis. LOXL2 and TGFβ1 were validated as reliable prognostic markers, while hub genes such as STAT3 and HIF1A emerged as potential therapeutic targets. The proposed nomogram offers an accessible tool for personalized patient management, enhancing clinical decision-making. Future studies should focus on experimental validation of these findings and exploring targeted therapies to disrupt VM pathways, which could improve survival outcomes in patients with HPV-associated cervical cancer.

## References

- Brian, M. O. (2024). Hypoxia-inducible factor in cancer: from pathway regulation to therapeutic opportunity. *EMBO Oncology*, 5(1), e000154. <https://doi.org/10.1136/embio-2023-000154>
- Sun, B., Zhang, D., Zhang, S., Zhang, W., Guo, H., & Zhao, X. (2007). Hypoxia influences vasculogenic mimicry channel formation and tumor invasion-related protein expression in melanoma. *Cancer Lett*, 249(2), 188-197. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2006.08.016>
- Münger, K., Baile, J. R., Duenning, S., Eichman, A., Gonzalez, S. L., Orntoft, M., & Zaccari, V. L. (2001). Biological activities and molecular targets of the human papillomavirus E7 oncoprotein. *Oncogene*, 20(54), 7888-7898. <https://doi.org/10.1038/9501240>

สาขาวิศวกรรมศาสตร์และ  
สถาปัตยกรรมศาสตร์

(Subject: Engineering and  
Architecture)



# แบบจำลองการปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คแบบอัตโนมัติ

## An Automatics Green Oak Lettuce Models

ชวลกร จินดาอินทร์, ภาคภูมิ ทินคร และ วิฑูเรย์ โคตรมณี\* (wittarit@gmail.com)

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

### บทคัดย่อ

บทความวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ออกแบบและสร้างแบบจำลองการปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คแบบอัตโนมัติ โดยใช้ MCU ESP8266 ควบคุมระบบการทำงาน คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์โปรแกรมคำสั่งต่างๆ เพื่อใช้สำหรับควบคุมอุปกรณ์และเพื่อควบคุมการทำงานของแบบจำลองการปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คแบบอัตโนมัติ จากนั้นทำการทดสอบชุดคำสั่งต่างๆ ประกอบด้วย 1) ชุดคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ควบคุมเซนเซอร์วัดความชื้นในดินเพื่อสั่งปั๊มให้พ่นละอองน้ำทำงาน 2) เป็นการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Blynk เมื่อได้ชุดคำสั่งต่างๆ แล้วคณะผู้วิจัยได้ออกแบบโครงสร้างแบบจำลองการปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คแบบอัตโนมัติ โดยมีความกว้าง 90 ซม. ความยาว 125 ซม. เมตร และ ความสูง 175 ซม. มีระยะห่างของผักสลัด 20 ซม.

ผลการวิจัยพบว่า 1) เมื่อความชื้นในดินน้อยกว่า 50 % ชุดคำสั่งไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถควบคุมปั๊มพ่นน้ำและสั่งงานให้หัวพ่นละอองน้ำทำงานได้ และหยุดทำงานเมื่อความชื้นในดินมากกว่า 50 % ขึ้นไป 2) การสั่งงานของระบบ IoT มีการแสดงผลค่าความชื้นในดินและสามารถสั่งงานหัวพ่นละอองน้ำทั้งหมด 8 จุดได้ โดยผ่านแอปพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ตโฟน เพื่อควบคุมการเปิด-ปิด หัวพ่นละอองน้ำด้วยสวิตช์ NO-OFF ดังนั้นในการสร้างแบบจำลองการปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คแบบอัตโนมัติสามารถทำงานได้สมบูรณ์และต่อเนื่อง

คำสำคัญ : แบบจำลอง, ผักสลัดกรีนโอ๊ค, ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Node MCU ESP8266)

### บทนำ

ผักสลัดกรีนโอ๊ค เป็นผักที่ใช้รับประทาน หรือผักกินใบ มีชื่อสามัญเรียกว่า Green Oak, Oak Leaf, Lettuce เป็นผักสลัดในกลุ่ม Leaf lettuce (ชวรัชศ, 2562) และเป็นที่พืชที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจที่สามารถสร้างรายได้และยกระดับคุณภาพชีวิตให้แก่เกษตรกรได้

ลักษณะโดยทั่วไป ผักสลัดกรีนโอ๊ค ใบมีสีเขียวอ่อน หรือเขียวเข้ม ขอบใบหยัก เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย และยุโรป เป็นพืชฤดูเดียว โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตอยู่ระหว่าง 10 – 24 °C

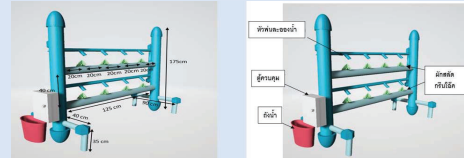


จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า นักวิจัยส่วนใหญ่นิยมใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (NodeMCU ESP8266) เข้ามาประยุกต์ใช้ในการควบคุมแบบจำลองการปลูกพืช เพื่อเป็นเครื่องมือให้เกษตรกรได้นำเอาเทคโนโลยีเข้ามาปรับปรุงและประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมากขึ้น ดังนั้นแบบจำลองปลูกผักแบบอัตโนมัติ จึงเป็นรูปแบบการทำการเกษตรแบบใหม่ที่จะช่วยให้เกษตรกรสามารถควบคุมการทำงานและเครื่องมือต่างๆ ผ่านสมาร์ตโฟนได้อย่างง่ายดาย

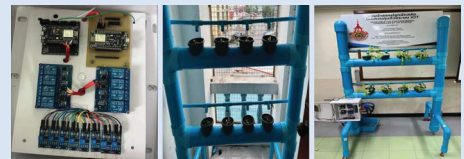
จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว พบว่างานวิจัยส่วนใหญ่มุ่งเน้นการสร้างชิ้นงานและใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (NodeMCU ESP8266) เข้ามาควบคุมการทำงานต่างๆ ซึ่งเป็นแนวทางที่คณะผู้วิจัยได้คิดสร้างแบบจำลองการปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คแบบอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (NodeMCUESP8266) ควบคุมระบบการทำงาน และยังทำงานร่วมกับเทคโนโลยี IoT โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Node MCU ESP8266) ในการประมวลผลควบคุมแสดงผลด้วยสมาร์ตโฟนผ่านทางแอปพลิเคชัน Blynk



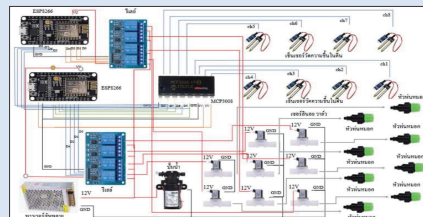
### วิธีดำเนินการวิจัย



แบบจำลองการปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คแบบอัตโนมัติ และการวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ



ชิ้นงานจริง แบบจำลองการปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คแบบอัตโนมัติ และการวางตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ



การเชื่อมต่อวงจรภายในตู้ควบคุม

### ผลการวิจัย

- ทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของเซนเซอร์และอุปกรณ์ภายในระบบ

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของเซนเซอร์และอุปกรณ์ภายในระบบ

| ค่าความชื้นในดิน (%) | การสั่งงานของอุปกรณ์ |            |                |       | ข้อผิดพลาด |
|----------------------|----------------------|------------|----------------|-------|------------|
|                      | ปั๊มน้ำ              | หัวพ่นหมอก | โซลินอยด์วาล์ว | ทำ    |            |
| 40                   | ทำ                   | ไม่ทำ      | ทำ             | ไม่ทำ | ทำ         |
| 45                   | ทำ                   | ไม่ทำ      | ทำ             | ไม่ทำ | ทำ         |
| 50                   | ทำ                   | ไม่ทำ      | ทำ             | ไม่ทำ | ทำ         |
| 55                   | ✓                    | ✓          | ✓              | ✓     | ✓          |
| 60                   | ✓                    | ✓          | ✓              | ✓     | ✓          |
| 65                   | ✓                    | ✓          | ✓              | ✓     | ✓          |

จากตารางที่ 1 เมื่อความชื้นในดินน้อยกว่า 50 % ชุดคำสั่งบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถควบคุมปั๊มน้ำและสั่งงานให้หัวพ่นหมอกน้ำทำงานได้ และหยุดทำงานเมื่อความชื้นในดินมากกว่า 50 %

### ผลการวิจัย

แบบจำลองการปลูกผักสลัดกรีนโอ๊คแบบอัตโนมัติ ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Node MCU ESP8266) ควบคุมระบบการทำงาน สามารถควบคุมปั๊มน้ำและสั่งงานให้หัวพ่นหมอกน้ำทำงานได้ การสั่งงานของระบบ IoT มีการแสดงผลค่าความชื้นในดินและสามารถสั่งงานหัวพ่นละอองน้ำทั้งหมด 8 จุดได้ โดยผ่านแอปพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ตโฟน เพื่อควบคุมการเปิด-ปิด หัวพ่นละอองน้ำด้วยสวิตช์ NO-OFF

- ทดลองหาอัตราการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊ค

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดลองหาอัตราการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊ค

| วันที่ | การปลูกผักสลัดกรีนโอ๊ค | การแสดงผลการเจริญเติบโตของผักสลัดกรีนโอ๊ค |
|--------|------------------------|-------------------------------------------|
| 1      |                        |                                           |
| 7      |                        |                                           |
| 21     |                        |                                           |
| 30     |                        |                                           |
| 35     |                        |                                           |

### เอกสารอ้างอิง

ชวลกร จินดาอินทร์, ภาคภูมิ ทินคร และ วิฑูเรย์ โคตรมณี\* (wittarit@gmail.com) สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

## การประเมินการปล่อยก๊าซมีเทน จากการบำบัดน้ำเสียและศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพของน้ำเสียอุตสาหกรรม ที่มีสารอินทรีย์สูงในประเทศไทย

### Assessment of Methane Gas Emissions from Wastewater Treatment and Biogas Production Potential of High Organic Industrial Wastewater in Thailand

รัชชัย สุระหิรัญ, ชาติ เจริญไชยศรี

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900



#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการปล่อยก๊าซมีเทน และศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียอุตสาหกรรม จำนวน 6 ประเภท ได้แก่ น้ำมันปาล์ม แป้งมันสำปะหลัง สุรา เอทานอล แปรรูปอาหาร และยางพารา ระหว่างปี พ.ศ. 2564 – 2566 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า อุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดก๊าซมีเทนมากที่สุดคือ อุตสาหกรรมเอทานอล โดยมีปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยเท่ากับ 8,417,846 kg CH<sub>4</sub>/yr รองลงมาได้แก่ อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง และอุตสาหกรรมสุรา ส่วนการผลิตก๊าซชีวภาพจากอุตสาหกรรมเอทานอลมีศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพมากที่สุด เท่ากับ 33,744,673 m<sup>3</sup>/yr ดังนั้นสรุปได้ว่า ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบ และปริมาณค่าใช้สอยต่อหน่วยน้ำบำบัด เป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสีย และมีศักยภาพสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพ จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมที่มีสารอินทรีย์สูง เพื่อนำก๊าซมีเทนกลับมาใช้ประโยชน์สำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพ ลดค่าใช้จ่ายภายในโรงงานและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม



#### บทนำ

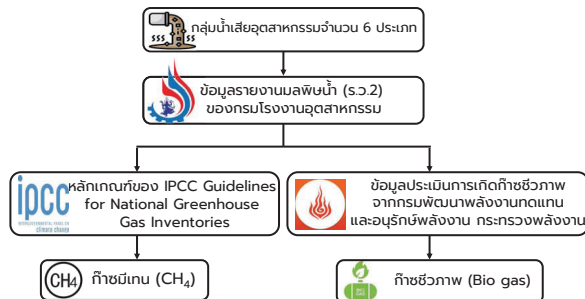
ปัจจุบันประเทศไทยมีโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปทางการเกษตร เช่น โรงงานแป้งมันสำปะหลัง โรงงานอาหารและเครื่องดื่ม โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม โรงงานสุราและเบียร์ โรงงานเอทานอล เป็นต้น จัดเป็นอุตสาหกรรมที่มีน้ำเสียจากการบวนการผลิตที่มีปริมาณชีโอดี ปริมาณน้ำเสีย ความเข้มข้นสารอินทรีย์สูง และส่วนมากระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ในอุตสาหกรรมเหล่านี้เป็นแบบกระบวนการบำบัดแบบไม่ใช้อากาศซึ่งถือว่าเป็นหนึ่งในแหล่งปล่อยก๊าซมีเทน รวมทั้งคุณลักษณะน้ำเสียจากแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรสามารถนำไปผลิตก๊าซชีวภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ



#### ระเบียบวิธีวิจัย/วิธีการ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทน ตามหลักเกณฑ์ของ IPCC และศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากการบำบัดน้ำเสียของน้ำเสียอุตสาหกรรม ระหว่างปี พ.ศ. 2564 – 2566 จำนวนอุตสาหกรรม 6 ประเภท จำนวนทั้งหมด 76 โรงงาน รายละเอียดข้อมูลที่ใช้ในการศึกษามีดังนี้

- ข้อมูลรายงานมลพิษน้ำจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ ปริมาณค่าความสกปรกในรูปแบบชีโอดี (COD) ก่อนบำบัด (มก./ล) ปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบบำบัด (ลบ.ม/วัน) ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย และจำนวนวันที่เดินระบบบำบัดน้ำเสีย
- ข้อมูลประเมินการเกิดก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียแต่ละอุตสาหกรรมของระบบสารสนเทศและฐานข้อมูลเพื่อติดตามและประเมินผลการผลิตก๊าซชีวภาพกรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน



#### ผลการวิจัย

##### 1) ระบบบำบัดน้ำเสียของอุตสาหกรรมแต่ละประเภท

จากการศึกษาข้อมูลระบบบำบัดน้ำเสียของอุตสาหกรรมแต่ละประเภทพบว่า อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มและเอทานอล มีระบบบำบัดน้ำเสียส่วนมากเป็นแบบโรตารีจากแบบปิด หรือ Covered lagoon คิดเป็นร้อยละ 36 และ 50 ตามลำดับ ส่วนอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังและแปรรูปอาหาร มีระบบบำบัดน้ำเสียส่วนมากเป็นแบบถังกักเก็บโรตารีจากแบบเปิด UASB คิดเป็นร้อยละ 42 และ 37 ตามลำดับ อุตสาหกรรมสุรา มีระบบบำบัดน้ำเสียส่วนมากเป็นแบบ Anaerobic Pond ร้อยละ 72 และอุตสาหกรรมยางพารา มีระบบบำบัดน้ำเสียส่วนมากเป็นแบบ Activated Sludge ในสัดส่วนร้อยละ 80

##### 2) การประเมินก๊าซปล่อยก๊าซมีเทน

ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมทั้งหมด 6 ประเภท พบว่า อุตสาหกรรมเอทานอล มีการปล่อยก๊าซมีเทนมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 8,417,846 kg CH<sub>4</sub>/yr คิดเป็นร้อยละ 45.32 ของอุตสาหกรรมทั้งหมด 6 ประเภทรองลงมาได้แก่ อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง และอุตสาหกรรมสุราที่มีการปล่อยเฉลี่ยเท่ากับ 4,026,792 และ 3,940,235 kg CH<sub>4</sub>/yr คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 21.68 และ 21.21 ตามลำดับส่วนอุตสาหกรรมยางพารา มีการปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 52,962 kg CH<sub>4</sub>/yr ดังแสดงผลใน Table 1 และ Figure 1

Table 1: Methane emission from wastewater treatment of studied industrial types.

| Industry type   | Methane emission in each year (kg CH <sub>4</sub> / yr) |           |           |           |
|-----------------|---------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                 | 2564                                                    | 2565      | 2566      | Average   |
| Palm oil        | 1,815,080                                               | 1,800,849 | 1,525,381 | 1,713,770 |
| Cassava Starch  | 4,876,637                                               | 4,359,966 | 2,843,775 | 4,026,792 |
| Ethanol         | 9,927,224                                               | 7,430,511 | 7,895,803 | 8,417,846 |
| Alcohol drink   | 4,114,463                                               | 3,984,436 | 3,721,806 | 3,940,235 |
| Food Processing | 469,682                                                 | 446,711   | 351,443   | 422,612   |
| Rubber          | 52,303                                                  | 63,260    | 43,323    | 52,962    |

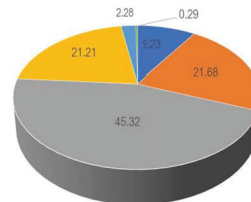


Figure 1 Methane emission from wastewater treatment of studied industrial types.

##### 3) การประเมินศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสีย

จากการศึกษาศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียอุตสาหกรรมทั้ง 6 ประเภท แสดงดัง Table 2 พบว่า อุตสาหกรรมเอทานอลมีศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพมากที่สุด เท่ากับ 33,744,673 m<sup>3</sup>/yr ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากน้ำเสียภาคอุตสาหกรรมของ ธกส. และคณะ (2557) ที่รายงานไว้ว่า อุตสาหกรรมเอทานอล มีศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพมากที่สุด รองลงมาคือ อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง แต่เมื่อประเมินปริมาณก๊าซมีเทน พบว่า อุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังมีปริมาณเท่ากับ 13,128,140 kg CH<sub>4</sub>/yr ซึ่งสูงกว่าอุตสาหกรรมเอทานอล (12,858,745 kg CH<sub>4</sub>/yr) เนื่องจากอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลังมีสัดส่วนของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับผลการประเมินการปล่อยก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสีย (Table 1) พบว่า ปริมาณก๊าซมีเทนที่ประเมินจากศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพของน้ำเสียอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มีสัดส่วนคิดเป็น 1.5-3.3 เท่าของการปล่อยก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสียที่ประเมินด้วยของ IPCC

Table 2 Potential biogas production and methane quantity from industrial wastewater

| Industry type   | Estimated biogas volume (m <sup>3</sup> /yr) | Methane content in biogas (%) | Calculated methane volume (m <sup>3</sup> /yr) | Calculated methane amount (kg CH <sub>4</sub> /yr) | Ratio to methane emission |
|-----------------|----------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------|
|                 |                                              |                               |                                                |                                                    |                           |
| Palm oil        | 9,161,182                                    | 60 <sup>a</sup>               | 5,496,709                                      | 3,611,338                                          | 2.11                      |
| Cassava Starch  | 30,741,458                                   | 65 <sup>b</sup>               | 19,981,948                                     | 13,128,140                                         | 3.26                      |
| Ethanol         | 33,744,673                                   | 58 <sup>c</sup>               | 19,571,910                                     | 12,858,745                                         | 1.53                      |
| Alcohol drink   | 4,796,608                                    | 60 <sup>a</sup>               | 2,877,965                                      | 1,890,823                                          | 0.48                      |
| Food Processing | 2,537,062                                    | 76 <sup>d</sup>               | 1,928,167                                      | 1,266,806                                          | 3.00                      |
| Rubber          | 2,083,817                                    | 55 <sup>e</sup>               | 1,146,100                                      | 752,988                                            | 14.2                      |

Methane content in biogas was referenced from a) default value (60%) b) สารอินทรีย์ พืชหมัก (2551) c) กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2558) d) การขยายผลประเทศไทย (2560); Assume methane gas density of 0.657 kg/m<sup>3</sup> at 35°C, 1 atm.



#### สรุป

การประเมินก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมของทั้ง 6 ประเภทระหว่างปี พ.ศ. 2564 - 2566 พบว่า อุตสาหกรรมเอทานอลมีการปล่อยก๊าซมีเทนจากการบำบัดน้ำเสียและศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 8,417,846 kg CH<sub>4</sub>/yr และ 33,744,673 m<sup>3</sup>/yr ตามลำดับ เมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมประเภทอื่น โดยเฉพาะเมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมยางพาราที่มีการปล่อยก๊าซมีเทนและผลิตก๊าซชีวภาพต่ำที่สุด เท่ากับ 52,962 kg CH<sub>4</sub>/yr และ 2,083,817 m<sup>3</sup>/yr ตามลำดับ โดยปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนโดยตรงจากการบำบัดน้ำเสีย ได้แก่ ชนิดของระบบบำบัดน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสียที่เข้าระบบ และปริมาณค่าใช้สอยต่อหน่วยน้ำบำบัด ซึ่งสอดคล้องกับการผลิตก๊าซชีวภาพ เพราะฉะนั้น การบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูงโดยใช้ระบบบำบัดแบบโรตารีจาก จึงเป็นแนวทางเลือกในการนำก๊าซมีเทนกลับมาใช้ประโยชน์ เพื่อลดการเกิดก๊าซเรือนกระจกและเหมาะสมสำหรับใช้เป็นแหล่งการผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อเป็นพลังงานทดแทนต่อไป

สาขาอุตสาหกรรมเกษตร

(Subject: Agro-Industry)

ภาคโปสเตอร์

(Poster Presentation)



ผลของบรรจุภัณฑ์ชีวภาพต่อคุณภาพขององุ่นผลสด  
Effect of bio-packaging on the quality of table grapes

กนกศักดิ์ ลอยเลิศ\*, นกัสนันท์ เสียบวัน, วิรกรณ เดชนำบุญชัย, โทเมะ สัตยาวิธ

กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

E-mail: sakagro176@gmail.com

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของบรรจุภัณฑ์ชีวภาพต่อคุณภาพขององุ่นผลสด โดยใช้ถาดกระดาษพร้อมฝาปิดพลาสติกชีวภาพ PBS/PLA เปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์ทางการค้าอีก 3 รูปแบบ ได้แก่ ถุงพลาสติกเจาะรูแบบซิปล็อก กล่องพลาสติกเจาะรู และถาดกระดาษเคลือบพลาสติกพร้อมฝาปิดพลาสติก หลังจากเก็บรักษาองุ่นผลสด น้ำหนักเฉลี่ย 200 กรัมต่อถุงหรือถาด เก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 10°C ความชื้นสัมพัทธ์ 94.0% เป็นเวลา 15 วัน พบว่า ถาดกระดาษพร้อมฝาปิดพลาสติกชีวภาพ มีการสูญเสีย น้ำหนัก ความแน่นเนื้อและปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ต่ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดและความเป็นกรดต่ำลงสูงขึ้น ส่วนการเน่าเสียขององุ่นต่ำสุดมีค่า 5.84% ของวันที่ 6 เมื่อเปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์ทางการค้าอีก 3 รูปแบบที่ให้คุณภาพองุ่นมีแนวโน้มลดลง ดังนั้น ถาดกระดาษพร้อมฝาปิดพลาสติกชีวภาพให้คุณภาพขององุ่นผลสดและอายุการเก็บรักษามีความคงทน 6 วัน เป็นระยะเวลาการเก็บรักษาที่เหมาะสมที่สุด

**คำสำคัญ:** บรรจุภัณฑ์ชีวภาพ, บรรจุภัณฑ์ทางการค้า, องุ่นผลสด

The research aims to investigate the effect of bio-packaging on the quality of table grapes, specifically using a paper tray with a bioplastic lid (PBS/PLA). The study compares this packaging with three commercial packaging types: zip-lock plastic bags with holes, plastic boxes with holes, and plastic-coated paper trays with plastic lids. After storing, table grapes with an average weight of 200 grams/bag or tray were kept in a temperature-controlled cabinet at 10°C, relative humidity at 94.0% for 15 days. The results showed that grapes stored in paper trays with bioplastic lids exhibited lower weight loss, firmness, and titratable acidity but higher total soluble solid content and pH compared to those stored in the three commercial packaging types. Moreover, the lowest grape spoilage rate (5.84%) was observed on day 6. Compared to the other three commercial packaging types, grape quality tends to decrease. Paper trays with bioplastic lids provided the best quality table grapes. The shelf life should not exceed 6 days, which was the most suitable grape storage time.

**Keywords:** Bio-packaging, Commercial packaging, Table grapes

## คำนำ

องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) ประมาณการว่าในปี ค.ศ. 2050 ประชากรโลกจะเพิ่มสูงถึง 9.1 พันล้านคน แต่ปริมาณผลผลิตทางการเกษตรที่ผลิตได้ทั่วโลกก็ลดลงเรื่อยๆ ในด้านจากห่วงโซ่อุปทานจากฟาร์มถึงผู้บริโภค ในกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวของประเทศไทยจนถึงขั้นตอนการเก็บรักษาทุก 10 วัน เทียบเท่ากับกับการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ 0.91 ตัน จึงจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีและความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์หลายแขนงเข้ามาประกอบเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเหล่านี้ (Abdusattarov et al., 2022)

การใช้พลาสติกชีวภาพทดแทนการใช้พลาสติกจากปิโตรเคมีมีบทบาทสำคัญเพิ่มขึ้นในอุตสาหกรรมพลาสติก เนื่องจากผลผลิตจากทรัพยากรหมุนเวียนและการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้ พลาสติกชีวภาพที่ได้รับความนิยมมากที่สุดชนิดหนึ่ง คือ พอลิแลกติกแอซิด (PLA) มีสมบัติเชิงกลใกล้เคียงกับพลาสติกจากปิโตรเคมี แต่ยังมีข้อดีเรื่องความโปร่งแสงและทนแรงกระแทกได้ โดยการผสมกับพลาสติกพอลิไบทีนซีซีเคส (PBS) ช่วยเพิ่มความเหนียวยืดหยุ่นและช่วยการแตกหักของพลาสติก PLA ได้เป็นอย่างดี (Lertwongsipat et al., 2014)

กระดาษเป็นวัสดุที่ดีเยี่ยมสำหรับการใช้งานทางด้านบรรจุภัณฑ์ เนื่องจากสามารถย่อยสลายทางชีวภาพ น้ำหนักเบา มีสมบัติเชิงกลที่ดีและสามารถรีไซเคิลได้อีกด้วย การเคลือบด้วยสารเคลือบโดยการใช้อิโคโนวิกส์ ได้แก่ คาร์บอนนาโนทิว เป็นสารเคลือบกระดาษเพื่อเพิ่มสมบัติการต้านทานไอน้ำและความชื้น (Zhang et al., 2016) จากการศึกษาการใช้ถาดกระดาษร่วมกับการใช้ฟิล์มพลาสติก PBS/PBSA เมื่อนำไปบรรจุผลสดองุ่น (เส้นพลาสติก) สามารถเก็บรักษาได้ 7 วัน (Hernandez et al., 2023) ดังนั้น การนำองค์ความรู้การใช้ถาดกระดาษร่วมกับพลาสติกชีวภาพมาประยุกต์ใช้กับผลผลิตสดทางการเกษตรจึงมีความเป็นไปได้สูงที่สามารถพัฒนาให้เป็นบรรจุภัณฑ์รูปแบบใหม่ที่ใช้กับผลผลิตสดโดยเฉพาะองุ่นผลสด

## อุปกรณ์และวิธีการ

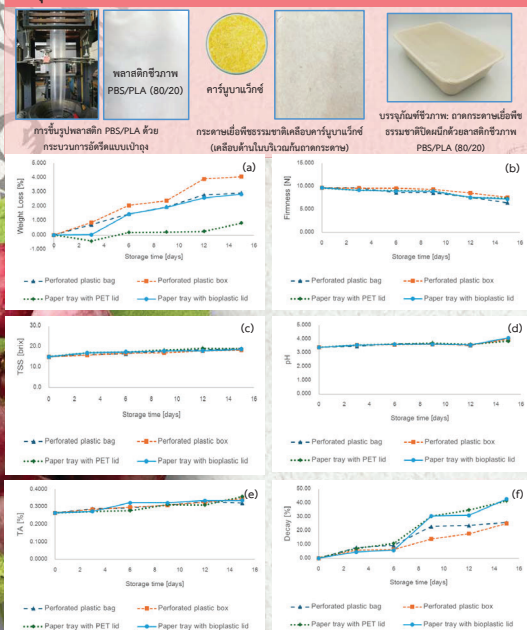


Fig. 1 Physiological loss in weight (a), firmness (b), total soluble solid content (TSS) (c), pH (d), titratable acidity (TA) (e) and decay (f) of table grapes in different packages

## เอกสารอ้างอิง

- Abdusattarov, B., Askarbek, S. and Bekzod, T. 2022. Determination of the influence of packaging measures of a variety of Husany grapes. *AQUACULTURE* 581: 1-8.
- Lertwongsipat, N., Nawadon, P. and Sritjanatana, C. 2014. Enhancing the Flexural and Impact properties of bioplastic Poly(lactic acid) by melt blending with Poly(butylene succinate). *Advanced Materials Research* 931-932: 106-110.
- Hernandez, G. E., Marta, P. R., Pedro, J., Gianluca, V., Francesca, M., Giuliana, G. and Sergio, T. G. 2023. Development and Characterization of Thermofomed Bi-layer Trays of Paper and Renewable Succinic Acid Derived Biopolyester Blends and Their Application to Preserve Fresh Pasta. *Materials* 16(8): 1-26.
- Zhang, D., Guanghua, N., Zhu, Long, Huijing, X. and Linying, Q. 2016. Bio-Wax Latex-Modified Paper as Antimicrobial and Water-Vapor-Resistant Packaging Material. *Journal of Wood Chemistry and Technology* 36(3): 182-191.

\*ผอ.กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร (สกว.) ที่ตั้งศูนย์วิจัยในภาควิชาพืชสวน

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

สมบัติเชิงกลและทางกายภาพของพลาสติก PBS/PLA และกระดาษเคลือบด้วยคาร์บอนนาโนทิวส์ก่อนการบรรจุบรรจุภัณฑ์ แสดงดัง Table 1

| PBS/PLA (80/20)                                                       | Value                        | Paper coating              | Value |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|-------|
| Tensile strength (kgf/cm <sup>2</sup> )                               | MD=381.48, CD= 312.43        | Air permeability (μm/Pa.s) | 0.20  |
| Elongation at break (%)                                               | MD=191.00, CD= 2.02          | Puncture (J)               | 0.057 |
| Young's modulus (MPa)                                                 | MD=1884.58, CD= 1959.60      | Moisture content (%)       | 4.58  |
| static friction (N)                                                   | 0.364                        | Brightness (%)             | 25.9  |
| kinetic friction (N)                                                  | 0.343                        | Opacity (%)                | 99.3  |
| Roughness (μm)                                                        | 0.82                         | Water contact angle (°)    | 103.3 |
| Color                                                                 | L*=90.80 a*= -0.76 b*= -4.73 |                            |       |
| Thickness (mm)                                                        | 0.08                         |                            |       |
| Oxygen transmission rate (OTR) (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /day) | 92.8                         |                            |       |
| Water vapor transmission rate (WVTR) (g/m <sup>2</sup> /day)          | 42.0                         |                            |       |
| Water contact angle (°)                                               | 81.84                        |                            |       |

\*MD=Machine Direction, CD=Cross Direction

นำองุ่นผลสดพันธุ์แบล็คโอปอลบรรจุลงบรรจุภัณฑ์แต่ละรูปแบบและเก็บรักษาตามสภาวะที่กำหนดเป็นเวลา 15 วัน พบว่า องุ่นที่บรรจุลงในถุงพลาสติกเจาะรูแบบซิปล็อก กล่องพลาสติกเจาะรู ถาดกระดาษเคลือบพลาสติกพร้อมฝาปิดพลาสติก และถาดกระดาษพร้อมฝาปิดพลาสติกชีวภาพ เริ่มเสื่อมสภาพในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา เนื่องจากการทดลองนี้เป็นการใช้อุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิจริงในการเก็บเกี่ยวผลผลิตและไม่ใช่สภาวะจริง ในการเก็บรักษา เพื่อให้ความเป็นธรรมชาติมากที่สุด แสดงดัง Table 2

ผลการทดสอบคุณภาพขององุ่นผลสด ได้แก่ การสูญเสีย น้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ความเป็นกรดต่ำ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ พบว่า องุ่นที่บรรจุลงในถาดกระดาษพร้อมฝาปิดพลาสติกชีวภาพที่มีคุณภาพสูงที่สุด มีปริมาณการสูญเสียต่ำสุดถึง 4.07% ในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา และถาดกระดาษพร้อมฝาปิดพลาสติกชีวภาพเกิดการเน่าเสียต่ำสุดที่ 5.84% สำหรับคุณภาพอื่นๆ ไม่แตกต่างกัน แสดงดัง Fig.1a-f

Table 2 Appearance of table grapes from the different packaging treatments after 15 days of cool storage at 10 °C and 94.0%RH

| Day | Packaging type         |                        |                         |                                |
|-----|------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------|
|     | Perforated plastic bag | Perforated plastic box | Paper tray with PET lid | Paper tray with bioplastic lid |
| 0   |                        |                        |                         |                                |
| 3   |                        |                        |                         |                                |
| 6   |                        |                        |                         |                                |
| 9   |                        |                        |                         |                                |
| 12  |                        |                        |                         |                                |
| 15  |                        |                        |                         |                                |

## สรุป

จากผลการทดลองขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์ในรูปแบบของถาดกระดาษสำหรับบรรจุองุ่นผลสด (body)และปิดผนึกด้านบนของถาดด้วยฟิล์มพลาสติกชีวภาพ ทดสอบการใช้งานบรรจุภัณฑ์สำหรับองุ่นผลสดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C เป็นเวลา 15 วัน เปรียบเทียบกับบรรจุภัณฑ์อีก 3 รูปแบบ ได้แก่ ถุงพลาสติกเจาะรูแบบซิปล็อก กล่องพลาสติกเจาะรู และถาดกระดาษเคลือบพลาสติกพร้อมฝาปิดพลาสติก พบว่า ถาดกระดาษพร้อมฝาปิดพลาสติกชีวภาพมีสมบัติโดยรวมที่ดีที่สุด สามารถเก็บรักษาองุ่นผลสดพันธุ์แบล็คโอปอลได้นาน 6 วัน ดังนั้น การประยุกต์ใช้ถาดกระดาษพร้อมฝาปิดพลาสติกชีวภาพบรรจุองุ่นผลสดสามารถทดแทนการใช้บรรจุภัณฑ์อีก 3 รูปแบบได้



## ผลของกากกาแฟต่อสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของบรรจุภัณฑ์ชีวภาพ Effect of spent coffee grounds on physical and mechanical properties of bio-packaging

กนกศักดิ์ ลอยเลิศ\*, สุกัญญา นิตยรัตน์, นกัสนัน เลียบวัน, โฉมกมล สัตยาพร

กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

E-mail: sakagro176@gmail.com

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของบรรจุภัณฑ์ชีวภาพพอลิแลกติกแอซิด (PLA) ผสมกากกาแฟ เตรียมกากกาแฟให้มีขนาด 100 ไมโครเมตร ต้มด้วยเอทานอลความเข้มข้น 95% ที่อุณหภูมิ 90°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง อบให้แห้งสนิท และขึ้นรูปเม็ดพลาสติกผสมกากกาแฟด้วยเครื่องผสมเม็ดพลาสติก ช่วงอุณหภูมิของบาร์เรล 190-215°C แปรปริมาณกากกาแฟ 0 3 5 7 9 11 และ 13% (P0-P6) จากนั้นขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเครื่องฉีดขึ้นรูปพลาสติก พบว่า ค่าการต้านแรงดึงขาดลดลงเมื่อปริมาณกากกาแฟเพิ่มขึ้น ส่วนร้อยละการยืดตัวของชิ้นงานมีแนวโน้มคงที่ในสูตร P1-P3 การดูดซับน้ำของชิ้นงานระยะเวลา 14 สัปดาห์ ชิ้นงานมีแนวโน้มการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นตามปริมาณกากกาแฟที่เพิ่มขึ้น สำหรับสูตร P4-P6 มีค่ามอดูลัสของยังสูงแต่ขึ้นรูปชิ้นงานยาก โดยสูตร P3 มีชิ้นงานขึ้นรูปได้ง่ายและกากกาแฟผสมกับพลาสติกได้สมบูรณ์ จากนั้นทดสอบการขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์ พบว่า สูตร P3 สามารถฉีดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์ได้สมบูรณ์กว่าทุกสูตร

**คำสำคัญ:** กากกาแฟ, บรรจุภัณฑ์, เม็ดพลาสติก

The research aims to investigate the physical and mechanical properties of Polylactic acid (PLA) bio-packaging mixed with spent coffee grounds. Pre-treatment spent coffee grounds to a size of 100 micrometers, boiled with 95% ethanol, then dried at 90°C for 1 hour until completely dry. Plastic pellets were mixed with spent coffee grounds using a plastic pellet mixer. Barrel temperature range 190-215°C, spent coffee grounds content 0, 3, 5, 7, 9, 11 and 13% (P0-P6). Then, the workpiece was molded using a plastic injection molding machine. It was found that the tensile strength at break decreased when the amount of spent coffee grounds was increased. The percentage of elongation of the test piece tends to be constant in formulas P1-P3. As for the workpieces absorbed water over a period of 14 weeks, and their water absorption tended to increase as the amount of spent coffee grounds increased. Formulas P4-P6 have a high Young's modulus, but it was difficult to shape the workpieces. Formula P3 was easy to injection molding and the spent coffee grounds melt completely with the plastic. Then the packaging molding, it was found that the P3 formula was able to injection molding the packaging more completely than all formulas.

**Keywords:** Packaging, Plastic pellet, Spent coffee grounds

### คำนำ

ผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตกาแฟตั้งแต่ช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยว ได้แก่ ดอกกาแฟ ผลกาแฟ ใบ ลำต้น กิ่ง และไม้ สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ รวมถึงเป็นสารตั้งต้นในการผลิตเอทานอล และแก๊สชีวภาพจากจุลินทรีย์ รวมถึงสามารถนำมาพัฒนาเป็นวัสดุตั้งต้นในการพัฒนาหรือปรับปรุงพลาสติกให้สมบัติทางเคมี กายภาพและชีวภาพแตกต่างกันออกไป ส่วนใหญ่การผลิตพลาสติกอยู่ในรูปของวัสดุใช้ครั้งเดียวทิ้ง (single-use materials) ซึ่งผลิตจากปิโตรเคมีไม่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ ตามปกติพลาสติกจะถูกฝังกลบหรือทิ้งลงในน้ำในหลุมฝังกลบหรือปนเปื้อนในมหาสมุทรที่ระดับอนุภาคไมโคร แม้กระนั้นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องยังมีความพยายามในการลดผลกระทบของพลาสติกที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพต่อสภาพแวดล้อมในระดับสากล โดยการหันมาใช้วัสดุชีวเคมี วัสดุบรรจุภัณฑ์ที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ รวมถึงบรรจุภัณฑ์พลาสติกที่สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพภายในปี ค.ศ. 2030 แทนพลาสติกที่ผลิตจากปิโตรเคมี

การสังเคราะห์พอลิแลคติกแอซิด (PLA) นิยมใช้มากที่สุดสำหรับการผลิตพลาสติกชีวภาพ อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับพลาสติกทางปิโตรเคมีเปรียบเทียบกับ PLA พบว่า PLA มีข้อจำกัดทางความเค้นแรงดึง ความร้อนต่ำ สมบัติการกันน้ำและไอน้ำต่ำกว่าพลาสติกทางปิโตรเคมี สำหรับ PLA ผลิตได้จากกระบวนการหมักจากแป้งและผักหลากหลายชนิด เช่น ข้าวโพด บั๊ต ข้าวสาลี เป็นต้น (Oliveira *et al.*, 2021) ที่ผ่านมามีการศึกษาวินิจฉัยการนำเส้นใยธรรมชาติผสมร่วมกับ PLA เช่น ป่านศรนารายณ์ ปอ ตังก้วย และไม้ เป็นต้น สามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงได้ (Xiao *et al.*, 2022) ดังนั้น การนำกากกาแฟซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมกาแฟมาเป็นส่วนผสมร่วมกับ PLA มีความเป็นไปได้สูงที่จะขึ้นรูปเป็นบรรจุภัณฑ์ได้

### อุปกรณ์และวิธีการ

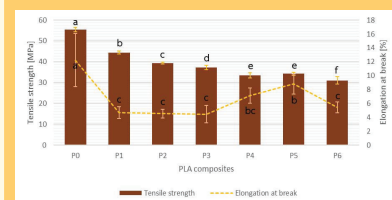
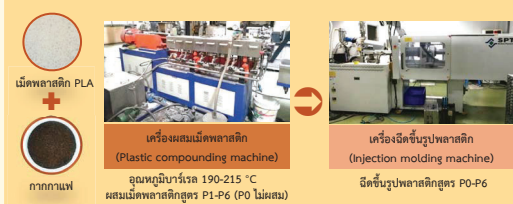


Fig. 3 The effect of ESGC contents on the tensile strength and elongation at break of poly(lactide) (PLA)/extract spent coffee ground (ESGC) pellets

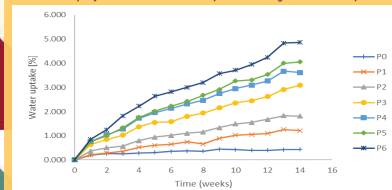


Fig. 4 Water uptake of the injection-molded pieces made of poly(lactide) (PLA)/extract spent coffee ground (ESGC)

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการฉีดเม็ดพลาสติกผสม (compound) จำนวน 6 สูตร ได้แก่ สูตร P1- P6 ส่วน neat PLA (control) ไม่ต้องฉีดซ้ำ ลักษณะของเม็ดพลาสติกผสมที่ผลิตได้เป็นรูปทรงกระบอกเหมือน การตัดด้วยเครื่องตัดเม็ดพลาสติก ยกเว้นเม็ดพลาสติกผสมสูตร P5 และ P6 เม็ดพลาสติกผสมที่ ได้รูปร่างแบน กากกาแฟบางส่วนไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกับพลาสติก แต่ยังสามารถผลิตเม็ด พลาสติกผสมได้ แสดงดัง Fig. 1 และการขึ้นรูปชิ้นงาน (dog bone shape) พบว่า สามารถขึ้น รูปชิ้นงานได้จำนวน 7 สูตร (P0-P6) โดยสูตร P4-P6 ขึ้นรูปได้ยากกว่าสูตรที่เหลือ เนื่องจาก กากกาแฟบางส่วนกระจุกด้วยส่วนปลายของชิ้นงานมากกว่าส่วนอื่นโดยชิ้นงานขึ้นรูปชิ้นงาน รวมถึงใช้ ระยะเวลาในการขึ้นรูปที่นานอีกด้วย แสดงดัง Fig. 2

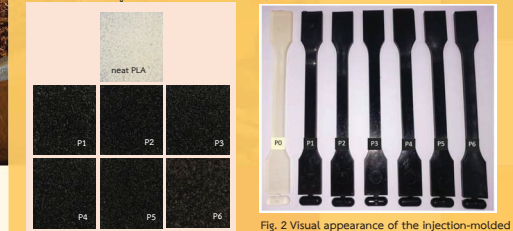


Fig. 1 The physical appearance of extruded PLA composite stands compared with neat PLA control (ESGC)

จากนั้นทดสอบแรงดึงขาดและการยืดตัวของชิ้นงาน พบว่า ความต้านแรงดึงขาดจากสูตร P1-P6 มีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับ P0 เนื่องจากกาเพิ่มปริมาณกากกาแฟส่งผลให้การยืดตัวของโมเลกุล PLA ลดลง โดยสูตร P6 มีค่าต่ำสุด ส่วนร้อยละการยืดตัวของชิ้นงาน มีแนวโน้มคงที่ ในสูตร P1-P3 และเพิ่มขึ้นจากนั้นลดลงอีกครั้งช่วงสูตร P4-P6 (ทุกสูตร P1-P6 มีค่าต่ำกว่าสูตร P0 แสดงดัง Fig. 3 ทดสอบค่ามอดูลัสของยังของชิ้นงาน พบว่า มอดูลัสของยังสูตร P5 มีค่าสูงสุด 1.59 กิกะปาสคาล โดยค่ามอดูลัสของยังที่สูงส่งผลให้เกิดความแข็งที่สูงตามไปด้วย ทำให้วัสดุนี้เปลี่ยนแปลงรูปร่างวัสดุได้น้อย ส่วนค่าความแข็งของชิ้นงาน พบว่า สูตร P5 มีค่าสูงสุด คือ 81.46 HSD แสดงดัง Table 1 แต่เนื่องจากสูตร P4-P6 ลักษณะรูปร่างเม็ดพลาสติกผสมที่ไม่สมบูรณ์ และการขึ้นรูปที่ยาก ส่งผลโดยตรงต่อการขึ้นรูปชิ้นงาน ผลทดสอบการดูดซับน้ำของชิ้นงาน ระยะเวลา 14 สัปดาห์ พบว่า ชิ้นงานสูตร P1-P6 มีแนวโน้มการดูดซับน้ำเพิ่มขึ้นตามปริมาณ กากกาแฟที่เติมลงในพลาสติก PLA โดยสูตร P6 มีค่าสูงสุด แสดงดัง Fig. 4 ชิ้นรูปบรรจุภัณฑ์ พลาสติกผสมสูตร P0-P6 ในรูปแบบของถ้วยและช้อนส้อมด้วยเครื่องฉีดขึ้นรูปพลาสติก

Table 1 Mechanical properties of the injection-molded pieces of poly(lactide) (PLA)/extract spent coffee ground (ESGC)

| PLA composites | Modulus (GPa)      | Hardness (HSD)       |
|----------------|--------------------|----------------------|
| P0             | 1.48 <sup>cd</sup> | 80.212 <sup>b</sup>  |
| P1             | 1.45 <sup>d</sup>  | 79.712 <sup>bc</sup> |
| P2             | 1.41 <sup>e</sup>  | 79.980 <sup>bc</sup> |
| P3             | 1.52 <sup>cd</sup> | 79.976 <sup>bc</sup> |
| P4             | 1.52 <sup>cd</sup> | 79.124 <sup>bc</sup> |
| P5             | 1.59 <sup>a</sup>  | 81.464 <sup>a</sup>  |
| P6             | 1.53 <sup>b</sup>  | 78.852 <sup>c</sup>  |

\*\* Difference letter in the same column indicates a significant difference among the samples (p<0.05)



Fig. 5 Packaging made from injection-molded plastic mixed with P3 formula

### สรุป

จากผลการศึกษาการฉีดเม็ดพลาสติกผสมสูตร P1-P6 ส่วน neat PLA (control) ไม่ต้องฉีดซ้ำ พบว่า สามารถฉีดเม็ด พลาสติกผสมได้ทุกสูตร จากนั้นนำสูตรเม็ดพลาสติกผสมทุกสูตรฉีดขึ้นรูปชิ้นงาน พบว่า ชิ้นงานสูตร P3 ให้สมบัติโดยรวมดี ที่สุด โดยค่าการต้านแรงดึงขาดลดลงเนื่องจากกาเพิ่มปริมาณของกากกาแฟส่งผลให้การยืดตัวของโมเลกุล PLA ลดลง ร้อยละการยืดตัวของชิ้นงานมีแนวโน้มคงที่ในชิ้นงานสูตร P1-P3 ส่วนการดูดซับน้ำมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณกากกาแฟเพิ่มขึ้น และชิ้นงานสูตร P5 มีค่ามอดูลัสของยังและความแข็งสูงสุดแต่การขึ้นรูปของชิ้นงานสูตร P4-P6 ขึ้นรูปได้ยาก จากนั้นขึ้นรูป บรรจุภัณฑ์พลาสติกผสมในรูปแบบของถ้วยและช้อนส้อม พบว่า การใช้กากกาแฟผสมกับพลาสติกสามารถขึ้นรูปเป็นบรรจุ ภัณฑ์ได้โดยพลาสติกผสมสูตร P3 สามารถฉีดขึ้นรูปบรรจุภัณฑ์ได้สมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

Oliveira, G., Claudia, P. P., Paula, F., Manuel, A. C. and Idalina, G. 2021. Coffee By-Products and Their Suitability for Developing Active Food Packaging Materials. Foods 10 (683): 1-17.  
Xiao, Z., Xu-Quin, H., Shyh-shih, H. and Hai-Mei, L. 2022. The biocomposites properties of compounded poly(lactide) acid with untreated and treated spent coffee grounds. Applied Polymer 1-11.





# Safety Evaluation of Daily Cricket Powder Consumption Through eGFR, ALT, and AST Biomarkers

Pitchayaporn Sukkha<sup>a</sup>, Pimnapanut Sridonpai<sup>b</sup>, Angkalsiri Deeum<sup>b</sup>, Karaked Tongdonpo<sup>b</sup>, Danyaporn Trachootham<sup>b</sup>, Aree Prachansuwan<sup>b</sup>, Sarunya Kitdumrongthum<sup>b</sup>, Pitakthai Chamtim<sup>c</sup>, Nachon Raethong<sup>b,\*</sup>

<sup>a</sup> Master of Science Program in Toxicology and Nutrition for Food Safety, Institute of Nutrition, Mahidol University, Nakhon Pathom 73170, Thailand

<sup>b</sup> Institute of Nutrition, Mahidol University, Nakhon Pathom 73170, Thailand

<sup>c</sup> Academic Service Division, National Laboratory Animal Center, Mahidol University, Nakhon Pathom 73170, Thailand

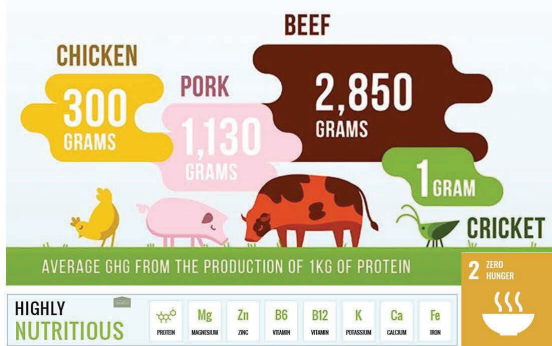
\* E-mail address: nachon.rae@mahidol.ac.th



## ABSTRACT

The new trend of cricket-based food, considered a protein alternative following the FAO guidelines for food security, has led consumers to eat crickets daily. Currently, the EFSA Journal notes only that the safety concerns of cricket consumption are allergenicity and genotoxicity. Still, daily consumption was not reported for the safety of cricket powder, especially on kidney and liver function in non-allergic people. Therefore, in this randomized, crossover control study, the safety of daily cricket powder consumption in healthy, non-allergic volunteers was investigated using eGFR (estimated glomerular filtration rate), ALT (Alanine aminotransferase), and AST (Aspartate aminotransferase) biomarkers. Results showed that daily consumption of cricket powder contributed to mild allergic reactions found in 12% of participants, including small red and itchy rashes. All symptoms were moderate, temporary, and subsided without medical intervention. Liver and kidney functions had minor changes but were within the normal range. However, there were no adverse effects. These findings provide data to indicate the safety of cricket powder and increase the current understanding of the potential health benefits of cricket powder consumption, making the Thai cricket market more valuable and another choice for more alternative protein foods.

## INTRODUCTION



Cricket consumption offers a sustainable solution for food security. Although historical consumption has demonstrated the safety of crickets, limited daily usage has been reported, concerning its effects on kidney and liver function.

## OBJECTIVE

To assess the impact of daily cricket powder consumption in healthy non-allergic volunteers on kidney and liver function through eGFR, ALT, and AST biomarkers.

## MATERIALS AND METHODS

### Preparation of cricket powder



### Quality assessment of cricket powder

- The cricket powder was assessed for nutritional contents, chitin content, water activity, contaminants, and pathogenic microorganisms.

### Clinical trial and intervention

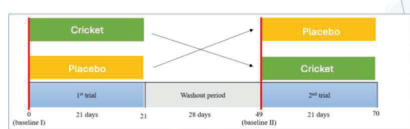


Figure 1 Intervention.

### The study participants

- Twenty-two adults aged 20-60 years and BMI of 18.5-29.9 kg/m<sup>2</sup> were enrolled.
- The inclusion criteria include non-smokers, non-diabetics with no underlying diseases, and gastrointestinal surgery. All participants recruited had to have ALT and AST less than 60 units/L and eGFR at least 90 mL/min/1.73 m<sup>2</sup>.
- The exclusion criteria include allergic to insects, chitin, chitosan, shrimp, dust mites, and other crustacean products, pregnant or breastfeeding, consuming alcohol more than two drinks per day, and having histories of chronic liver diseases, chronic kidney diseases, cardiovascular diseases, cancer, anemia, irritable bowel syndrome, ulcerative colitis, or anaphylaxis.

## RESULTS

### Participants' characteristics

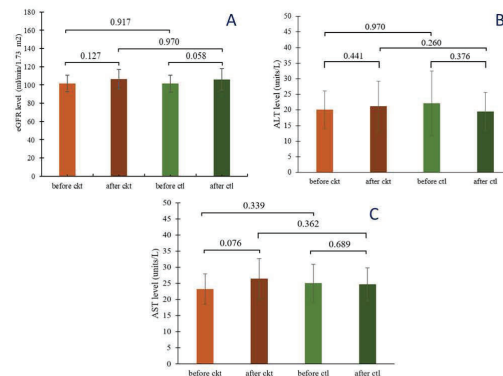
At the beginning of the study, the cricket group had an average age of 47 years, while the placebo group had an average age of 42 years. The mean BMI for the cricket group was 24.01 kg/m<sup>2</sup>, compared to 24.3 kg/m<sup>2</sup> for the placebo group. Five participants dropped out of the study, resulting in a final sample of 17 participants who completed the cross-over study.

### Adverse effects and allergies

- Two participants (11.8%) experienced allergic reactions, showing red, itchy rashes on the neck, arms, and legs.
- No withdrawals occurred due to adverse effects.

### Safety biomarkers

Fig. 2 shows no significant difference in eGFR, ALT, and AST levels before consuming cricket and placebo. After the interventions, the eGFR, ALT, and AST levels showed no significant difference between the cricket and placebo groups.



## CONCLUSION

This study assessed the safety of daily cricket powder consumption in healthy individuals using eGFR, ALT, and AST biomarkers. Results suggest no adverse effects on kidney or liver function. While cricket powder appears to be a safe protein source, further research with additional biomarkers and diverse populations is needed to confirm long-term safety.

### Acknowledgements:

- This research project has been supported by Mahidol University (Fundamental Fund: fiscal year 2025 by National Science Research and Innovation Fund (NSRF)).
- The authors also express gratitude to Food EDU and Good Food Fellows are facilitated by the American Heart Association and the Alliance of Bioversity & CIAT as co-secretariats of the PTFI, and are supported by the Rockefeller Foundation.



### REFERENCE:

- EFSA Panel on Dietetic Products N, Allergies. 2010. Scientific opinion on dietary reference values for carbohydrates and dietary fibre. EFSA Journal 8: 1402.
- Halloran A, Mejia RC, Oloo J, Weigel T, Nenevo P, Francis F. 2018. Comparative aspects of cricket farming in Thailand, Cambodia, Lao People's Democratic Republic, Democratic Republic of the Congo and Kenya. Journal of Insects as Food and Feed 4: 101-114.
- Hanboonsong Y, Jangjaya T, Dant PB. 2013. Six-legged livestock: Edible insect farming, collection and marketing in Thailand, and Huis AV. 2020. Edible crickets, but which species? doi:10.3600/JFF2020.400.

# Influence of Granulated Sugar on Partial Dehydration for Producing Candied 'Nam Dok Mai Si Thong' Mango

Panida Rattanapitigorn<sup>a,\*</sup>, Pichaya Boonprasom Poonlarp<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Division of Food Science and Technology, <sup>b</sup> Division of Food Engineering, Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, 155 Moo2, MaeHae, Mueang Chiang Mai, Chiang Mai, Thailand 50100 \*Corresponding author e-mail: panida.r@cmu.ac.th

## Abstract

This study developed a minimal process for producing candied 'Nam Dok Mai Si Thong' (NDMST) mango and evaluated its physicochemical properties. Using 50–150 g of sugar per 100 g of mango for 48 h at 4–5°C led to high water loss (45.62–51.67 g/100 g) and low soluble solids gain (0.58–1.84 g/100 g). Weight reduction (44.39–49.74%) and shrinkage (41.07–46.60%) increased with sugar content, but total soluble solids, pH, color, and firmness of the final candied mango remained unchanged. This simplified process improves efficiency by saving time and energy.

**Keywords:** Dried mango, Minimal process, Partial dehydration, Physicochemical property, Sugaring

## Introduction

The 'Nam Dok Mai Si Thong' (NDMST) mango (*Mangifera indica* L.) is a major Thai fruit valued for its flavor and non-fibrous texture (Sombatpraiwan, 2012). As NDMST mangoes ripen, they become sweeter and softer, but their rapid post-harvest ripening requires preservation methods like drying or candying (Fratianne et al., 2020). Traditional candying is slow, and ripe mangoes are too soft for processing. This study explored using granulated sugar (GS) instead of syrup for partial dehydration (PD) to enhance water loss while minimizing soluble solid gain, reducing processing time and energy while requiring refrigeration.

## Materials and Methods

Ripe NDMST mangoes (intense yellow peel, no damage) and granulated sugar (99.8% sucrose) were locally sourced. Mangoes were washed, peeled, sliced (53mm diameter, ~11.61mm thick), and immersed in 50g, 100g, or 150g of GS at 4–5°C. Weight loss was recorded at intervals up to 48h. Samples were rinsed, dried, and weighed to determine water reduction.

For mass transfer kinetics, 100g mango samples were treated with GS (50g, 100g, 150g) at 4–5°C for 48h. WL, SSG, water reduction, and shrinkage were calculated (Shinde & Ramaswamy, 2020). Candied mangoes were prepared by adding 20g GS and 0.1g NaCl, heating at 95–98°C for 15 min, draining, and drying at 60°C for 24h (or until  $a_w=0.600$ ). MC was measured by oven drying (105°C, 1h).

**Statistical Analysis:** Data were expressed as mean  $\pm$  standard deviation ( $n=5$ ) and analyzed using ANOVA with Tukey's test (95% confidence).

## Results and discussion

Figure 1c illustrates TSS changes during PD. Initially, TSS increased as water release dissolved the sugar coating. In the 50g sugar/100g mango treatment, TSS data were available from the first three hours, while in the 100g and 150g treatments, sugar absorption delayed syrup collection until hour six. TSS remained high (50.5–54.5 °Brix) from 3–6h due to low water release, then stabilized at 43.1–48.4 °Brix. Higher sugar treatments (100g and 150g) retained undissolved sugar even after 48h.

Figures 2a–d show fresh mango, fresh-cut samples, PD mango, and the candying process. Figure 1e presents dried candied mango with a golden-orange color.

**Table 1** Physicochemical properties of partial dehydrated mango.

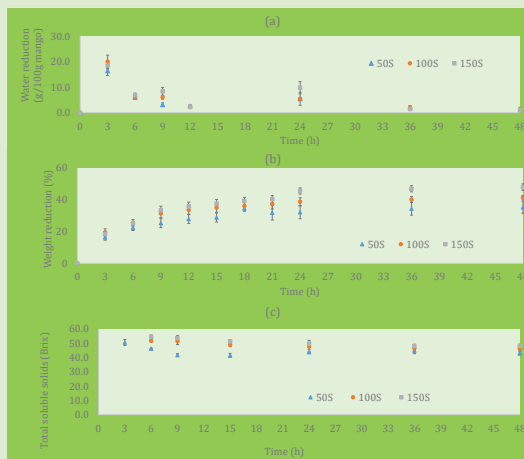
| Sugar content (g) | Moisture content (%)          | Total soluble solid (°Brix) <sup>ns</sup> | pH <sup>ns</sup> | Firmness (N) <sup>ns</sup> |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|------------------|----------------------------|
| 50                | 63.98 $\pm$ 2.39 <sup>a</sup> | 31.80 $\pm$ 3.42                          | 5.18 $\pm$ 0.25  | 0.64 $\pm$ 0.32            |
| 100               | 58.88 $\pm$ 3.36 <sup>b</sup> | 34.10 $\pm$ 1.69                          | 4.98 $\pm$ 0.26  | 0.64 $\pm$ 0.15            |
| 150               | 60.97 $\pm$ 3.45 <sup>b</sup> | 33.58 $\pm$ 1.24                          | 5.08 $\pm$ 0.17  | 0.66 $\pm$ 0.34            |

Data are shown as mean  $\pm$  SD ( $n=5$ ). Different letters in a column denote significant differences ( $p < 0.05$ ); ns indicates non-significance ( $p > 0.05$ ).

**Acknowledgement:** The authors would like to thank the Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, and Chiang Mai University for supporting this research with funding under the academic service project.

## Reference

- Abrahão, F. R. and Corrêa, J. L. G. (2023). Osmotic dehydration: More than water loss and solid gain. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(17), 2970–2989. doi.org/10.1080/10408398.2021.1983764
- Andrés, A., Fito, P., Heredia, A., and Rosa, E. M. 2007. Combined Drying Technologies for Development of High-Quality Shelf-Stable Mango Products. *Drying Technology*, 25: 1857–1866. doi.org/10.1080/07373930701677488
- Fratianne, A., Adiletta, G., Matteo, M.D., Panfili, G., Niro, S., Gentile, C., Farina, V., Cinquanta, L., and Corona, O. 2020. Evolution of Carotenoid Content, Antioxidant Activity and Volatiles Compounds in Dried Mango Fruits (*Mangifera indica* L.). *Foods*, 9, 1424; 1–14. doi.org/10.3390/foods9101424
- Giraldo, G., Germán, A., Duque, C., Alba, L., García, W., and Claudia L. 2005. Combining drying methods for candy mango (*Mangifera indica*) var. Kent. *Vitae*. 12(2): 05–12. Retrieved February 05, 2021, from http://www.scielo.org.co.



**Figure 1** Mass transfer kinetics (a) water reduction, (b) weight reduction, and (c) total soluble solids from the osmosis solution. '50S', '100S', and '150S' denote samples treated with 50 g, 100 g, and 150 g of granulated sugar, respectively.



**Figure 2** Photographs of (a) 'Nam Dok Mai Si Thong' mango, (b) flesh of soft-ripe sample, and (c) partial-dehydrated mango samples, (d) candying mango samples, and (e) dried candied mango.

Variable GS concentration considerably affected PD efficiency (Table 2). 50g GS/100g mango reduced WR, shrink, and WL. These rose with 150g GS, but 100g and 150g were statistically equal ( $p>0.05$ ), possibly due to sugar saturation. Limited WL may result from tissue shrinking (Abrahão & Corrêa, 2023). For best PD, use 50–100g GS/100g mango.

Table 1 shows that sugar content significantly affected PD mango moisture content (MC) ( $p<0.05$ ), with 100g and 150g GS treatments yielding lower MC than 50g GS. However, sugar treatment did not significantly impact TSS, pH, or firmness ( $p>0.05$ ). Initial MC (81.23%) and TSS (19.59 °Brix) changed to 58.88–63.98% MC and 31.80–34.10 °Brix TSS after 48h PD, aligning with findings on 'Tommy Atkins' mangoes (Guimamba et al., 2016). PD mango pH ranged from 4.98–5.18, with low firmness (0.64–0.66 N) compared to osmotically dehydrated 'Kent' mangoes (23–26 N) (Sulistyawati et al., 2018).

**Table 2** Efficiency of partial dehydration by using granulated sugar

| Sugar content (g) | WR (%)                        | Shrinkage (%)                 | WL (g/100g)                   | SSG (g/100g) <sup>ns</sup> |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 50                | 44.39 $\pm$ 2.44 <sup>b</sup> | 41.07 $\pm$ 2.56 <sup>b</sup> | 45.62 $\pm$ 1.17 <sup>b</sup> | 0.58 $\pm$ 0.83            |
| 100               | 49.74 $\pm$ 1.75 <sup>a</sup> | 46.60 $\pm$ 4.22 <sup>a</sup> | 51.67 $\pm$ 0.53 <sup>a</sup> | 1.37 $\pm$ 1.35            |
| 150               | 48.94 $\pm$ 3.14 <sup>a</sup> | 46.58 $\pm$ 1.53 <sup>a</sup> | 50.58 $\pm$ 0.96 <sup>a</sup> | 1.84 $\pm$ 1.76            |

Data shows mean  $\pm$  standard of 5 replicates. Different letters within a column indicate statistically significant differences ( $p < 0.05$ ). ns shows non-significant difference at  $p > 0.05$ . WR=weight reduction; WL=water loss; SSG=soluble solids gain.

**Table 3** Yield and physicochemical properties of dried candied mango

| Sugar content (g) | Yield (%) <sup>ns</sup> | $a_w$ <sup>ns</sup> | Total soluble solids (°Brix) <sup>ns</sup> | Firmness (N) <sup>ns</sup> |
|-------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------------------------|----------------------------|
| 50                | 29.02 $\pm$ 3.53        | 0.544 $\pm$ 0.038   | 83.92 $\pm$ 3.10                           | 10.49 $\pm$ 2.93           |
| 100               | 26.89 $\pm$ 3.18        | 0.505 $\pm$ 0.034   | 81.96 $\pm$ 0.70                           | 14.96 $\pm$ 5.62           |
| 150               | 27.76 $\pm$ 3.41        | 0.498 $\pm$ 0.044   | 82.44 $\pm$ 0.80                           | 18.05 $\pm$ 6.49           |

Data shows mean  $\pm$  standard deviation of the 5 replicates. ns shows non-significant difference at  $p > 0.05$ .

Across treatments, candied mango yield and characteristics were similar (Table 3). Water activity was below 0.600 for spoiling prevention. NDMST mangoes were softer than 'Kent' mangoes, which harden with sugar (Giraldo et al., 2005).

**Conclusion:** PD mango with varying sugar contents at low temperatures (4–5 °C) had high WL and low SSG. Since WL variations were considerable between 50 and 100 g of mango, further research should determine the ideal GS content between 50 and 100 g. PD and hot air drying are suitable for dried candied mango.

- Guimamba, I., Ahrnéa, L., Khan, M.A.M., and Svanberg, U. 2016. Retention of -carotene and vitamin C in driedmango osmotically pretreated with osmoticsolutions containing calcium or ascorbic acid. food and bioproducts processing. 98: 320–326. doi.org/10.1016/j.fbp.2016.02.010
- Sombatpraiwan, S., Tipayavimol, T., and Treeamnuak, K. 2012. Factors Related to Ripening- stages of Nam Dok-mai Mango after Harvesting. *Journal of the Thai Society of Agricultural Engineering*, 18(1): 52–58 (in Thai).
- Sulistyawati, I., Verkerk, R., Fogliano, V., and Dekker, M. 2020. Modelling the kinetics of osmotic dehydration of mango: Optimizing process conditions and pre-treatment for health aspects. *Journal of Food Engineering*, 280, 109985. doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.109985



- [illegible]





# The Impact of Roasting Levels on Ochratoxin A Reduction and Quality Attributes of Coffee

Kunruethai Susunpoonthong, Kanithaporn Vangnai\*

Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

\*Contact: kunruethai.s@ku.th

## Abstract

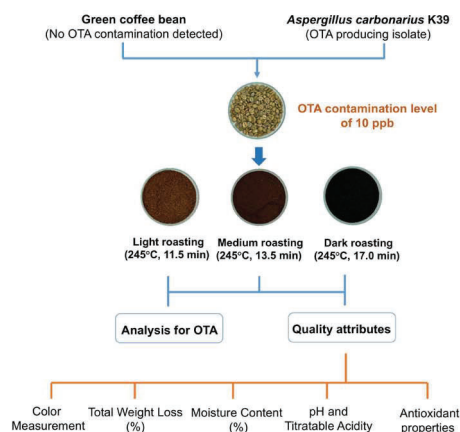
Ochratoxin A (OTA), a mycotoxin with nephrotoxic and carcinogenic risks, poses a significant challenge to coffee safety. Thailand currently lacks regulations for OTA levels in green coffee beans, even though human exposure to OTA primarily occurs through roasted coffee. Understanding OTA degradation during roasting is critical for establishing appropriate green coffee standards. This study investigates the effects of roasting levels on OTA reduction and coffee quality to identify optimal practices. OTA content, quantified by HPLC, decreased significantly with increasing roasting intensity: light roasting (245°C, 11.5 min) and medium roasting (245°C, 13.5 min) reduced OTA by 77% and 90%, respectively, while dark roasting (245°C, 17.0 min) rendered OTA undetectable. Roasting also affected physicochemical and sensory properties, including color, weight loss, moisture content, pH, titratable acidity, total phenolic content (TPC), and antioxidant activity. While green coffee exhibited the highest TPC and antioxidant activity, these values declined during roasting due to the degradation of phenolic compounds. This study found that medium roasting balanced safety with quality, leveraging Maillard reaction products to mitigate the loss of beneficial compounds. These findings offer insights for optimizing coffee processing to meet safety standards while preserving quality, supporting the establishment of OTA regulations for green coffee in Thailand.

**Keywords:** Antioxidant activity, Coffee, Coffee quality and safety, Ochratoxin A (OTA), Roasting process

## Introduction

Ochratoxin A (OTA), a harmful mycotoxin from *Aspergillus* and *Penicillium* species, poses health risks in coffee, including nephrotoxicity, immunosuppression, and carcinogenic effects. While global agencies like the EFSA regulate OTA, Thailand lacks enforceable limits for raw coffee beans, despite roasted coffee being a primary exposure source. Roasting significantly reduces OTA levels, with medium and dark roasts being most effective. However, factors like roasting intensity, bean structure, and moisture loss influence degradation, requiring further study. Roasting also alters antioxidants—moderate roasting boosts them via Maillard reaction products, while excessive roasting leads to depletion. This study explores OTA reduction, antioxidant activity, and physicochemical changes in Thai coffee, addressing research gaps. The findings support OTA regulation in Thailand, enhancing both consumer safety and the international competitiveness of Thai coffee.

## Method



## Results and discussion

### Effect of Roasting on OTA Content

- A single batch of coffee beans (OTA: 10.22 µg/kg) was used to ensure consistency.
- Beans were confirmed free from *Aspergillus carbonarius* K39 to prevent contamination.
- Roasting significantly reduced OTA levels, as shown in Fig. 1:
  - Light roast: 77% reduction, lowering OTA to 2.3 µg/kg, but with minimal safety margins.
  - Medium roast: 90% reduction, bringing OTA down to 0.99 µg/kg, balancing safety and quality.
  - Dark roast: Over 90% reduction, effectively eliminating OTA but compromising antioxidants.
- All roasts met EU limits, with medium roasting as the optimal choice.

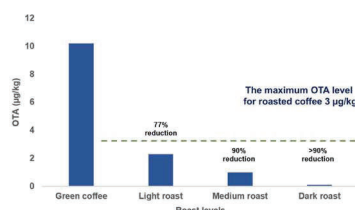


Fig. 1 OTA content (µg/kg) in coffee at different roasting levels

### Quality attributes

Table 1 Color, appearance, and physical quantities of green coffee and three roasting levels

| Parameter                   | Roasting levels (n = 3)   |                           |                           |                           |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                             | Green coffee              | Light roast               | Medium roast              | Dark roast                |
| <b>Color and Appearance</b> |                           |                           |                           |                           |
| L*                          | 68.28 ± 1.29 <sup>a</sup> | 40.47 ± 1.61 <sup>b</sup> | 37.53 ± 2.30 <sup>b</sup> | 27.22 ± 1.44 <sup>c</sup> |
| a*                          | 3.21 ± 0.32 <sup>d</sup>  | 8.54 ± 0.51 <sup>a</sup>  | 5.97 ± 0.54 <sup>b</sup>  | 4.88 ± 0.30 <sup>c</sup>  |
| b*                          | 19.57 ± 0.88 <sup>a</sup> | 11.45 ± 1.06 <sup>b</sup> | 6.64 ± 0.74 <sup>c</sup>  | 4.36 ± 0.59 <sup>d</sup>  |
| <b>Physical quantities</b>  |                           |                           |                           |                           |
| Total weight loss (%)       | -                         | 16.42 ± 0.76 <sup>c</sup> | 18.74 ± 0.88 <sup>b</sup> | 24.43 ± 1.43 <sup>a</sup> |
| Moisture (%)                | 9.65 ± 0.05 <sup>a</sup>  | 2.36 ± 0.16 <sup>b</sup>  | 1.10 ± 0.01 <sup>c</sup>  | 0.89 ± 0.08 <sup>d</sup>  |
| pH                          | 5.57 ± 0.01 <sup>c</sup>  | 5.08 ± 0.02 <sup>d</sup>  | 5.86 ± 0.06 <sup>b</sup>  | 6.25 ± 0.04 <sup>a</sup>  |
| Titratable acidity          | 60.82 ± 5.70 <sup>b</sup> | 79.72 ± 3.07 <sup>a</sup> | 59.64 ± 4.46 <sup>b</sup> | 37.79 ± 1.02 <sup>c</sup> |

\*Values are mean ± SD. Values in the same row followed by different letters differ significantly at  $p < 0.05$  level.

Roasting impacts coffee bean quality, including color, appearance, physical quantities, and antioxidant properties (Table 1, Fig. 2).

- Light roasting: L\* and b\* decrease, while a\* increases due to Maillard reactions and caramelization.
- Medium and dark roasts: Further darkening as melanoidins form from prolonged heat exposure [1].
- Weight loss increases with roasting, from 16.42% in light roasts to 24.43% in dark roasts. Moisture content also decreases, from 9.65% in green coffee to 0.89% in dark roasts.
- Early loss is from moisture evaporation, while prolonged roasting triggers Maillard reactions and caramelization, releasing gases and volatiles [1].
- pH and Acidity Changes: Green coffee has high natural acidity due to chlorogenic acid. Light roasting decreases pH (5.08) and increases acidity (79.72) due to acid isomerization and organic acid release [2]. Dark roasting degrades chlorogenic acid, reducing acidity and increasing pH, leading to the highest pH and lowest acidity.

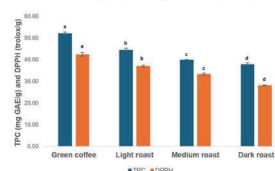


Fig. 2 TPC and antioxidant activity of green coffee and three roasting levels

- Total Phenolic Content (TPC) and antioxidant activity (DPPH scavenging) mirrors the trend in Fig. 2.
- Green coffee: Highest antioxidant activity (42.59 mg Trolox/g) and TPC (52.30 mg GAE/g) due to chlorogenic acid and phenolic richness.
- Roasting reduces TPC and antioxidant activity through thermal degradation of polyphenolic compounds [3].
- Maillard reaction products (e.g., melanoidins) help preserve antioxidant capacity in medium and dark roasts, retaining health benefits [1].

## Conclusions



|                    | Light roast | Medium roast | Dark roast |
|--------------------|-------------|--------------|------------|
| OTA reduction      | 77%         | 90%          | >90%       |
| TPC (mg GAE/g)     | 42.62       | 40.04        | 38.80      |
| DPPH (mg Trolox/g) | 37.22       | 33.50        | 28.27      |

Medium roasting offers the best balance of safety and quality by significantly reducing OTA levels while preserving antioxidant capacity. Though dark roasting further lowers OTA, it compromises antioxidants and increases harmful contaminants like PAHs and furans. Standardizing medium roasting (245°C, 13.5 min) is recommended, with further research needed to refine roasting strategies.

## Acknowledgements

The authors sincerely thank the Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, for funding our participation in the 63<sup>rd</sup> Kasetsart University Annual Conference, which enabled us to present our research and engage in valuable academic discussions within the field.

## References

- [1] Schouben, R.A., Tappi, S., Angeloni, S., Cortese, M., Caprioli, G., Vittori, S., Romani, S., 2021. Acrylamide formation and antioxidant activity in coffee during roasting. *Food Chemistry*. Food Chem. 343: 128514. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128514
- [2] Tonger, A., Haddad, G., Haddad, Y., 2022. The changes in chemical properties of coffee during roasting: A review. *ICOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 974: 012115. doi: 10.1088/1755-1315/974/1/012115
- [3] Wu, H., Lu, P., Liu, Z., Sheng, R., J., Su, H., 2022. Impact of roasting on the phenolic and volatile compounds in coffee beans. *Food Sci. Nutr.* 10: 2408-2425. doi: 10.1002/fsn3.2849



## เทคโนโลยีการสกัดเพื่อสิ่งแวดล้อมต่อฤทธิ์เชิงชีวภาพในเห็ดหัวลิง

### Green Extraction Technology for Biological Activities in *Hericium erinaceus*

ทิพย์ธิดา แก้วต๊ะทิพย์\*, พอสถรณ์ พงษ์พาณิชย์, จุฑามาศ แสงงาม\*, ณัฐธาดา ปันวัง\*

\*ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900  
\*ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40000

\*ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร 10110



เห็ดหัวลิงหรือเห็ดขนากุชิยามะ (*Hericium erinaceus*)

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาฤทธิ์เชิงชีวภาพของเห็ดหัวลิง ได้แก่ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณฟีนอลทั้งหมดโดยเปรียบเทียบเทคโนโลยีการสกัดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์แบบเหนือจุดวิกฤตและการใช้ตัวทำละลายที่ปลอดภัย พบว่าการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์แบบเหนือจุดวิกฤตให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดแต่ให้ผลผลิตต่ำสุด (ร้อยละ 1.2 - 1.3) ขณะที่การสกัดด้วยน้ำร้อนและเอทานอลผสมน้ำให้ผลผลิตสูงสุด (ร้อยละ 24.7 - 26.8) แต่ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ในระดับปานกลาง การเพิ่มอุณหภูมิและการใช้คลื่นเสียงความถี่สูง ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดได้ การสกัดด้วยกรดซิตริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้ทั้งผลผลิตและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำ

**คำสำคัญ :** คาร์บอนไดออกไซด์แบบเหนือจุดวิกฤต, เทคโนโลยีการสกัดเพื่อสิ่งแวดล้อม, ปริมาณฟีนอลทั้งหมด, ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, เห็ดหัวลิง

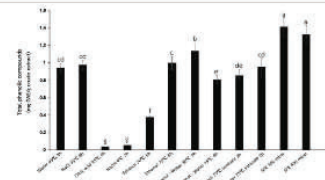
This study evaluated the biological activities of *Hericium erinaceus*, specifically its antioxidant activity and total phenolic content, by comparing green extraction technologies such as supercritical carbon dioxide extraction and the use of safe solvents. Supercritical carbon dioxide extraction yielded the highest antioxidant activity but the lowest yield (1.2-1.3%). In contrast, hot water and ethanol-water mixtures provided the highest yields (24.7-26.8%) but moderate antioxidant activity. Increasing temperature and applying ultrasonic waves enhanced extraction efficiency. Citric acid and sodium hydroxide extractions resulted in both low yield and antioxidant activity.

**Keywords :** Antioxidant activity, Green extraction technology, *Hericium erinaceus*, Supercritical CO<sub>2</sub>, Total phenolic content

#### คำนำ

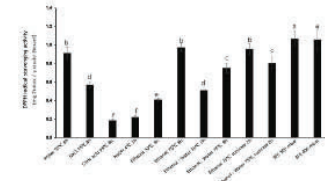
เห็ดหัวลิงมีสารในกลุ่มพอลิแซ็กคาไรด์เป็นส่วนประกอบทางชีวภาพที่สำคัญ ซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพหลายประการ เช่น ต้านมะเร็ง ต้านอนุมูลอิสระ เสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน ด้านเชื้อแคปซูลเห็ดเป็นต้น การสกัดสารสำคัญโดยใช้ตัวทำละลายที่ปลอดภัยให้ได้ปริมาณที่มาก ฤทธิ์ที่ต้องการสูงและมีต้นทุนในการสกัดน้อยที่สุด ซึ่งโดยปกติแล้วการสกัดนิยมใช้ตัวทำละลาย เช่น เมทานอล เอทิลเอโนล และอะซิโตน อย่างไรก็ตามสารพวกนี้อาจเจือปนและเป็นอันตรายต่อร่างกายผู้บริโภคได้รวมถึงไม่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันจึงมีความพยายามในการหาวิธีการสกัดที่ปลอดภัยมากขึ้นการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์แบบเหนือจุดวิกฤต โดยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซเฉื่อย ไม่มีพิษ ไม่มีฤทธิ์กัดกร่อน ไม่ติดไฟ และสามารถหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ได้ จึงถือเป็นเทคโนโลยีสีเขียวที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม



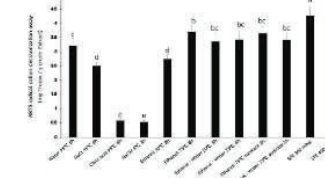
Note: The different letters (a-g) were significantly different (p<0.05)

Fig. 1 Total phenolic compounds content (mg GAE/g of extract) with various extraction methods



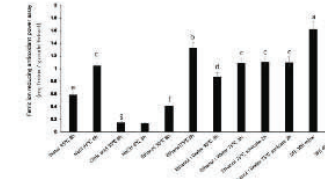
Note: The different letters (a-f) were significantly different (p<0.05)

Fig. 2 DPPH radical scavenging activity (mg TEAC/g of extract) with various extraction methods



Note: The different letters (a-e) were significantly different (p<0.05)

Fig. 3 ABTS radical cation decolorization (mg TEAC/g of extract) with various extraction methods



Note: The different letters (a-g) were significantly different (p<0.05)

Fig. 4 Ferric reducing antioxidant power (mg TEAC/g of extract) with various extraction methods

#### อุปกรณ์และวิธีการ



Supercritical Fluid Extraction (SFE)



Water bath



Ultrasonic

#### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

Table 2 % yield of extraction methods

| Extraction methods                   | % yield                   |
|--------------------------------------|---------------------------|
| Water 95 °C, 8 hr                    | 26.8 ± 0.49 <sup>a</sup>  |
| Ethanol : Water 30 °C, 8 hr          | 25.3 ± 2.21 <sup>ab</sup> |
| Ethanol : Water 75 °C, 8 hr          | 24.7 ± 1.96 <sup>bc</sup> |
| Ethanol : Water 75 °C, sonicate 2 hr | 23.1 ± 1.56 <sup>c</sup>  |
| Ethanol 75 °C, sonicate 2 hr         | 13.4 ± 1.84 <sup>d</sup>  |
| Ethanol 75 °C, 8 hr                  | 10.6 ± 1.05 <sup>de</sup> |
| NaOH 4 °C, 3 hr                      | 8.2 ± 0.27 <sup>e</sup>   |
| Ethanol 30 °C, 8 hr                  | 5.7 ± 0.61 <sup>f</sup>   |
| NaCl 95 °C, 8 hr                     | 4.7 ± 0.13 <sup>f</sup>   |
| Citric acid 95 °C, 8 hr              | 2.0 ± 0.03 <sup>g</sup>   |
| SFE 400 mbar                         | 1.3 ± 0.07 <sup>h</sup>   |
| SFE 300 mbar                         | 1.2 ± 0.05 <sup>h</sup>   |

Note: The different letters (a-h) were significantly different (p<0.05)

จาก Table 2 การสกัดด้วยน้ำร้อนและเอทานอลผสมน้ำ ให้ผลผลิตสูงสุดอยู่ในช่วงร้อยละ 24.7-26.8 เนื่องจากน้ำสามารถละลายสารออกฤทธิ์จากเห็ดหัวลิงได้ดี และเอทานอลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัด ในขณะที่การสกัดด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์และการใช้กรดซิตริกให้ผลผลิตต่ำร้อยละ 2-8.2

#### สรุป

การศึกษาฤทธิ์เชิงชีวภาพของสารสกัดจากเห็ดหัวลิงพบว่า การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์แบบเหนือจุดวิกฤตให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลทั้งหมดที่ต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ให้ผลผลิตต่ำที่สุดรองลงมาคือการสกัดด้วยเอทานอลผสมน้ำที่อุณหภูมิสูง ซึ่งให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในระดับปานกลางและให้ผลผลิตที่สูงขึ้น การใช้กรดซิตริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุดสะท้อนให้เห็นว่าไม่เหมาะสมต่อการสกัดสารสำคัญจากเห็ดหัวลิงและการใช้คลื่นเสียงความถี่สูง (sonicate) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ช่วยให้ได้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระใกล้เคียงกับการสกัดแบบปกติที่ใช้เวลา 8 ชั่วโมง ซึ่งเป็นแนวทางที่ช่วยลดเวลาการสกัดได้

สำหรับการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์แบบเหนือจุดวิกฤต (SFE) แม้จะให้ฤทธิ์เชิงชีวภาพสูงสุดแต่ให้ผลผลิตต่ำที่สุดเพียงร้อยละ 1.2-1.3 ซึ่งอาจไม่คุ้มค่าต่อการสกัดในเชิงปริมาณมากในด้านฤทธิ์เชิงชีวภาพพบว่า SFE ให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณฟีนอลทั้งหมดที่ต่ำที่สุด รองลงมาคือ กลุ่มที่มีเอทานอลกับน้ำที่อุณหภูมิสูง ซึ่งให้ฤทธิ์ปานกลางแต่มีผลผลิตสูง ทำให้เป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการสกัดในทางตรงกันข้าม การสกัดด้วยกรดซิตริกและโซเดียมไฮดรอกไซด์ ให้ทั้งผลผลิตและฤทธิ์เชิงชีวภาพต่ำที่สุด แสดงให้เห็นว่าวิธีนี้ไม่เหมาะสมสำหรับการสกัดสารสำคัญจากเห็ดหัวลิง

#### เอกสารอ้างอิง

- Jordan K, Hongsakulthong V, Kulkarni R, Uthairatana K, Kimpitakul S, Thumthananakul S, Vitayakulchai S. (2022). A comparative study of conventional and supercritical carbon dioxide extraction methods for the recovery of bioactive compound from Lion's Mane mushroom (*Hericium erinaceus*). LWT. Web of Conference 955:02016.
- Kaewtathip, T., Wattana-Amorn, V., Hongsakulthong, V., Kulkarni, R., Kimpitakul, S., Thumthananakul, S. (2022). Maillard reaction products based encapsulation system formed between chitosan and corn grain solids: influence of solution pH on formation kinetic and antioxidant activity. Food Chem. 390: 133329.

- Liu J, Wang W, Hu Y, Wu X, Xu J, Su A, Xie M, Yang W. 2022. Bioactivities and molecular mechanisms of bioactivities and molecular mechanisms of polysaccharides from *Hericium erinaceus*. J. Future Foods. 2(2):105-111.
- Parada M, Rodriguez-Riano A, Fernandez de Ana J, Dominguez H. 2016. Sequential extraction of *Hericium erinaceus* using green solvents. LWT - Food Sci. Technol. 64:397-404.

#### ติดต่อเพิ่มเติม

- นางสาวทิพย์ แก้วต๊ะทิพย์ | ttip@kku.ac.th  
สถานีวิจัยและพัฒนาระบบนิเวศการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



## ผลสำรวจปริมาณโซเดียมในผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสที่ขายในประเทศไทย

The survey on the sodium content in seasoning powder products sold in Thailand

วาสนา นราศิริ<sup>1</sup>\*, ชุณดา เมฆโง้ว, ทิพย์ธิดา แก้วหาทิพย์, สุภาพร ภูคัสลาห์

<sup>1</sup>ฝ่ายโภชนาการและสุขภาพ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

<sup>2</sup>ฝ่ายเคมีและกายภาพอาหาร สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณโซเดียมในผลิตภัณฑ์ผงปรุงรส ที่จำหน่ายในประเทศไทย ปี 2022 จำนวน 252 ตัวอย่าง พบว่า มีจำนวนตัวอย่างที่แสดงฉลากโภชนาการ ร้อยละ 18.3 และแสดงส่วนประกอบ ร้อยละ 97.5 โดยตัวอย่างร้อยละ 82.4 มีเกลือเป็นส่วนประกอบหลัก และตัวอย่างร้อยละ 62.3 ใช้สารปรุงแต่งอาหารที่มีโซเดียมเป็นส่วนประกอบ ที่ใช้มากที่สุด คือ โมโนโซเดียม กลูตาเมต นอกจากนี้มีส่วนประกอบอื่น ๆ ที่เป็นแหล่งของโซเดียม ได้แก่ ซอสผง ซอว์ผง น้ำปลาผง ผลิควะห์ปริมาณโซเดียมของผลิตภัณฑ์ พบว่า จำนวนตัวอย่างที่มีปริมาณโซเดียมเฉลี่ยสูงกว่า 600 มิลลิกรัมต่อสารหนึ่งครั้งเท่ากับร้อยละ 58.3 ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด โดยผงปรุงรสอาหารสำเร็จรูปสูตรแกงจืด มีปริมาณโซเดียมสูงสุด (3,289 มิลลิกรัม/ 14.5 กรัม) ตามด้วยผงทำต้มยำมีปริมาณโซเดียมเฉลี่ย 2,393.3 มิลลิกรัม/ 14.5 กรัม และผงทำแกงเลียง มีปริมาณโซเดียมเฉลี่ย 2,290 มิลลิกรัม

**คำสำคัญ:** โซเดียมในอาหาร, ปริมาณโซเดียม, ผงปรุงรส

This research aims to study the sodium content in seasoning powder products sold in Thailand in 2022. A total of 252 samples were analyzed, and it was found that 18.3% of the samples displayed nutritional labels, and 97.5% showed ingredient lists. About 82.4% of the samples had salt as the main ingredient, and 62.3% used food additives containing sodium, with monosodium glutamate being the most common. Other ingredients containing sodium included seasoning powders such as soup base, soy sauce powder, and fish sauce powder. The number of samples with an average sodium content higher than 600 milligrams per serving accounts for 58.3% of the total products. The instant seasoning powder for clear soup has the highest sodium content (3,289 mg/14.5 g), followed by the seasoning powder for Tom Yum with an average sodium content of 2,393.3 mg/14.5 g, and the seasoning powder for Thai curry with an average sodium content of 2,290 mg

**Keywords:** Seasoning powders, Sodium content, Sodium in food

### คำนำ

การบริโภคอาหารที่มีโซเดียมสูงเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น โรคความดันโลหิตสูง โรคไต โรคหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดสมอง นำไปสู่การเสียชีวิต ซึ่งเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศไทย ผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสมีโซเดียมเป็นส่วนประกอบสูง เป็นเครื่องปรุงรสที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เพื่อปรุงแต่งรสชาติอาหารให้อร่อยและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค รวมถึงเป็นตัวช่วยในการทำอาหารให้ง่ายสะดวกขึ้น ฉลากโภชนาการมีความสำคัญอย่างมากที่จะทำให้ผู้บริโภครับรู้ถึงปริมาณโซเดียม รวมถึงสารอาหารและองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ผงปรุงรส (Ma and Zhuang, 2021) การสำรวจปริมาณโซเดียมในผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสที่ขายในประเทศไทย จะเป็นฐานข้อมูลสำหรับการประกาศให้แสดงฉลากโภชนาการ รวมถึงใช้ในการรณรงค์ให้ประชาชนใช้ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้ในปริมาณที่เหมาะสม และกระตุ้นภาคอุตสาหกรรมให้มีการปรับสูตรผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสให้มีความปลอดภัย

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ผงปรุงรส ที่จำหน่ายในประเทศไทย ปี 2022 จำนวน 252 ตัวอย่าง แบ่งเป็น 6 กลุ่ม ตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ ส่วนประกอบและการนำไปใช้ปรุงอาหาร ประกอบด้วย ซุปก้อน (G1) ผงปรุงรสอาหาร (G2) ผงปรุงรสอาหารสำเร็จรูป (G3) ผงซุส (G4) ผงทำน้ำซุป (G5) และผงปรุงรสสำหรับขนมเคี้ยว (G6) พบว่า มีจำนวนตัวอย่างผลิตภัณฑ์ในแต่ละกลุ่ม จำนวนตัวอย่างที่แสดงส่วนประกอบและฉลากโภชนาการ ดังแสดงใน Table 1 ผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสมีส่วนประกอบของสารปรุงแต่งอาหารที่เป็นแหล่งของโซเดียม ทั้งหมด 7 ชนิด ดังแสดงใน Table 2

Table 1 Number of samples in each group that display ingredients and nutritional labels

| Groups code | Number of samples | Number                 |                            |                              |                               |
|-------------|-------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
|             |                   | Display of ingredients | Not displaying ingredients | Display of nutritional label | Not Display nutritional label |
| G1          | 20                | 20                     | -                          | 3                            | 17                            |
| G2          | 56                | 52                     | 4                          | 17                           | 39                            |
| G3          | 109               | 108                    | 1                          | 13                           | 96                            |
| G4          | 8                 | 8                      | -                          | 0                            | 8                             |
| G5          | 21                | 20                     | 1                          | 11                           | 10                            |
| G6          | 38                | 38                     | 0                          | 2                            | 36                            |
| Sum         | 252               | 246 (97.6%)            | 6 (2.4%)                   | 46 (18.3%)                   | 206 (81.7%)                   |

Table 2 Sodium-containing food additives cited on the ingredient lists of packaged foods sold in Thailand (n = 252), along with their percentage and respective International Numbering System (INS)

| Groups code       | Sodium-containing food additives      | Number | % of total sample <sup>1</sup> |
|-------------------|---------------------------------------|--------|--------------------------------|
| Total sample= 252 | 1. Monosodium glutamate; INS621       | 126    | 50                             |
|                   | 2. Disodium 5' ribonucleotide; INS635 | 92     | 36.5                           |
|                   | 3. Disodium 5' inosinate; INS631      | 24     | 9.5                            |
|                   | 4. Disodium 5' guanylate; INS627      | 23     | 9.1                            |
|                   | 5. Sodium citrate; INS 331(iii)       | 6      | 2.4                            |
|                   | 6. Sodium carbonate; INS 500(i)       | 2      | 0.8                            |
|                   | 7. Disodium succinate; INS 364(ii)    | 1      | 0.4                            |

<sup>1</sup> Calculated as: Total Number of sample with Sodium-containing each food additives × 100/Total number of samples surveyed.

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ (สสส.) ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย

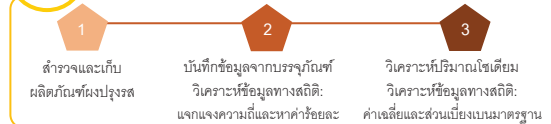
### เอกสารอ้างอิง

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. 2565. กรมอนามัย และ 5 ประเภทอาหารโซเดียม แม้ไม่มีริ้วเค็ม แต่ยังเสี่ยงโรคไต ยา กินเกลือไม่เกิน 1 ช้อนชาต่อวัน.

<https://multimedia.anamai.moph.go.th/news/100365/>, 23 มกราคม 2568

Ma, G and Zhuang, X. 2021. Nutrition label processing in the past 10 years: Contributions from eye tracking approach. Appetite. 156. 104859.

### อุปกรณ์และวิธีการ



คนไทยที่มีสุขภาพดีในช่วงอายุ 19-50 ปี ควรได้รับปริมาณโซเดียมต่อวัน ไม่เกิน 2,000 มิลลิกรัม ปริมาณโซเดียมที่มีผลกับระดับความดันโลหิตโดยเฉลี่ยแล้วไม่ควรมากเกิน 600 มิลลิกรัมต่อมื้ออาหาร (กรมอนามัย, 2565) ผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสสูตรปกติมีจำนวน 237 ตัวอย่าง (ร้อยละ 94.1) พบว่า ในแต่ละกลุ่มมีปริมาณโซเดียมเฉลี่ยสูงกว่า 600 มิลลิกรัมต่อหนึ่งหน่วยบริโภค ยกเว้นกลุ่มผลิตภัณฑ์ผงซุส (G4) ที่มีปริมาณโซเดียมเฉลี่ย 126 มิลลิกรัม/ 1 กรัม ซึ่งมีปริมาณโซเดียมต่ำ เพราะปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภคยังไม่มีค่าต่ำ ส่วนผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสสูตรปกติที่มีปริมาณโซเดียมเฉลี่ยสูงกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อหนึ่งหน่วยบริโภค พบว่ามี 3 กลุ่ม คือ กลุ่มผลิตภัณฑ์ผงปรุงรส (G2) กลุ่มผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสอาหารสำเร็จรูป (G3) และกลุ่มผลิตภัณฑ์ผงทำน้ำซุป (G5) ดังแสดงใน Fig. 1(A)

ผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสสูตรลดโซเดียม มีข้อความแสดง “แบบเกลือน้อย ลดโซเดียม 50% ขึ้นไป” มีปริมาณโซเดียมเฉลี่ยต่อหนึ่งหน่วยบริโภคในแต่ละกลุ่ม ดังแสดงใน Fig. 1(B) พบว่า กลุ่มผลิตภัณฑ์ซุสก้อน (G1) มีปริมาณโซเดียมเฉลี่ย 56.2 มิลลิกรัม/ น้ำซุป 150 กรัม (n = 2) กลุ่มผลิตภัณฑ์ผงปรุงรส (G2) มีปริมาณโซเดียมเฉลี่ย 108 มิลลิกรัม/ 5 กรัม (n = 10) กลุ่มผลิตภัณฑ์ผงทำน้ำซุป (G5) มีปริมาณโซเดียมเฉลี่ย 87 มิลลิกรัม/ 5 กรัม (n = 3)

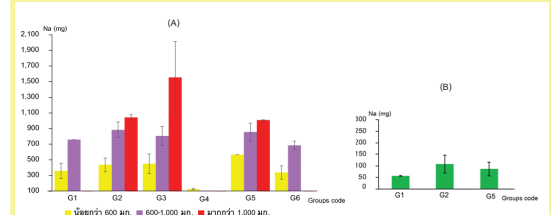


Fig. 1 Average of sodium content in seasoning powder products in each group per serving size: regular seasoning powder (A) and low sodium seasoning powder (B). serving size; G1 = 150g soup, G2 = 5g, G3 = 14.5g, G4 = 1g, G5 = 5g and G6 = 5g

### สรุป

ผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสโดยส่วนใหญ่แสดงส่วนประกอบบนบรรจุภัณฑ์ ร้อยละ 97.6 โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ เกลือ (โซเดียมคลอไรด์) น้ำตาล เครื่องเทศ/ สมุนไพร น้ำมัน และเนื้อสัตว์ นอกจากนี้ยังมีสารปรุงแต่งอาหารที่มีโซเดียมเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ สารเคมีกลิ่นรส สารควบคุมความเป็นกรด และสารป้องกันการจับตัวเป็นก้อน ผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสไม่แสดงฉลากโภชนาการมากถึงร้อยละ 81.7 มีตัวอย่างที่แสดงฉลากโภชนาการเพียง ร้อยละ 18.3 จากการวิเคราะห์ปริมาณโซเดียมของผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสมีปริมาณโซเดียมเฉลี่ยสูงกว่า 600 มิลลิกรัมต่อหนึ่งหน่วยบริโภค ร้อยละ 58.3 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด ส่วนร้อยละ 41.7 มีปริมาณโซเดียมต่ำกว่า 600 มิลลิกรัมต่อหนึ่งหน่วยบริโภค โดยเป็นผลิตภัณฑ์สูตรลดโซเดียม ร้อยละ 5.9 แนวทางในการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ผงปรุงรสเพื่อปรุงอาหาร จึงควรเลือกที่มีฉลากโภชนาการแสดงปริมาณโซเดียม และใช้ในปริมาณที่เหมาะสมหรือเลือกซื้อผลิตภัณฑ์สูตรลดโซเดียม

### ติดต่อเพิ่มเติม

นางสาววาสนา นราศิริ ifrwns@ku.ac.th 029428629-35  
สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สาขาทรัพยากรธรรมชาติและ  
สิ่งแวดล้อม

(Subject: Natural Resources  
and Environment)

---

ภาคโปสเตอร์

(Poster Presentation)

# เตาประหยัดพลังงานจากน้ำมันเหลือใช้และวัสดุธรรมชาติ

## Energy-saving stove from used oil and natural materials

ประภากร สังเมียน<sup>(a)</sup>, ศุภชัย พล่องไหม<sup>(a)</sup>, สุชาติ กลิ่นเขียว<sup>(a)</sup>, อภิเดช หัสรังษี<sup>(a)</sup>, สันติพงศ์ จิมมุด<sup>(a)</sup>, พชรพล ดั่งจอย<sup>(a)</sup>

กฤษณพงศ์ ไกรแก้ว<sup>(a)</sup>, ศาสกร จันทร์มา<sup>(b)</sup> และทิวากร ศรีตระวัน<sup>(b)</sup>

วิทยาลัยการอาชีพขอนแก่น จังหวัดพัทลุง <sup>(a)</sup> คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ <sup>(b)</sup>

### บทคัดย่อ

การวิจัยเตาประหยัดพลังงานจากน้ำมันเหลือใช้และวัสดุธรรมชาติ โครงสร้างถูกออกแบบเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 0.65 x 0.80 x 0.80 เมตร ทำจากวัสดุอลูมิเนียมที่มีน้ำหนักเบา แข็งแรง และประกอบเคลื่อนย้ายง่าย มีการใช้พัดลมเพิ่มความแรงของเชื้อเพลิงจากพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 12 VDC สามารถปรับความเร็วได้ 5 ระดับ จากการศึกษาการเผาไหม้ของเตาประหยัดพลังงานจากน้ำมันเหลือใช้และวัสดุธรรมชาติปริมาณ 1 ลิตร มีการเผาไหม้เกินกว่า 5 ชั่วโมง (ผสมกับถ่าน ฟืน และเศษสับ ปริมาณ 3 กิโลกรัม) ความร้อนอยู่ระหว่าง 230 °C - 368 °C และเพิ่มสูงขึ้นด้วยความแรงของพัดลม จากการทดสอบการปฏิบัติงานดังกล่าวมีความสะดวก เหมาะสม และปลอดภัยในการใช้งาน เหมาะสำหรับการประกอบชุมชนชนบทหรือเรือนทอผ้า สามารถลดต้นทุนการใช้แก๊สและเชื้อเพลิงจากเตาที่ใช้ถ่าน ในการประหยัดพลังงานสู่การพัฒนาชุมชนที่ยั่งยืน

**คำสำคัญ:** เตาประหยัดพลังงาน, พัฒนา, น้ำมันเหลือใช้

### ABSTRACT

The research on energy-saving stove from used oil and natural materials the structure is designed as a rectangular shape with a size of 0.65 x 0.80 x 0.80 meters, it is made from aluminum that is lightweight material which made it easy to assemble and move. A fan is used to increase the power of fuel 12 VDC from solar energy source, and adjust the fan speed to 5 levels. The study of the combustion of 1 liter energy-saving stove using used oil and natural materials. The stove burned for more than 5 hours (mixed with charcoal, firewood, and rice in the amount of husks 3 kilograms). The temperature ranges from 230°C to 368°C and increases with the fan speed. According to user feedback, it is convenient, appropriate, and safe for use. It is suitable for community-based household businesses, as it can reduce the cost of using expensive cooking gas and transfer energy-saving technology to sustainable community development.

**Keywords:** Energy-saving stove, Energy, Fan, Used oil

\*Corresponding author; email address: prakan.king2526@gmail.com

### ความสำคัญที่มีมาของการวิจัย

พลังงานทางเลือก (Alternative Energy) คือ พลังงานที่ได้จากแหล่งธรรมชาติที่สามารถกลับมาใช้ใหม่ได้โดยไม่ต้องกังวลว่าจะหมดไป เพราะพลังงานเหล่านี้จะเกิดขึ้นใหม่ หมุนเวียน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ช่วยลดมลพิษทางอากาศและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้พลังงานจากโซลาร์เซลล์นำพลังงานเหลือใช้มาใช้ประโยชน์ ปัจจุบันความไม่แน่นอนของรัฐบาลเพื่อการแก้ไขปัญหาพลังงาน ซึ่งได้กำหนดนโยบายหลักเพื่อการบรรเทาปัญหาด้านพลังงานแก่ประชาชนประกอบด้วย การจัดหาพลังงานให้เพียงพอต่อการใช้งาน การกำกับดูแลราคาให้เป็นธรรม ส่งเสริมให้มีการพัฒนาพลังงานทดแทน ส่งเสริมให้มีการประหยัดพลังงานอย่างจริงจังและต่อเนื่องควบคู่ไปกับการรักษาสังคมและลดค่าครองชีพในครัวเรือน เช่น ค่าแก๊ส LPG ค่าไฟฟ้า

จากการศึกษาของนักเรียนและ นักศึกษาที่อาศัยอยู่ในอำเภอชนบท จังหวัดพัทลุง คณะผู้วิจัยพบว่าครัวเรือนในปัจจุบันส่วนใหญ่ นอกจากใช้พลังงานไฟฟ้าในการหุงต้มแล้ว ยังมีมีการใช้แก๊สปิโตรเลียมเหลว หรือแก๊สหุงต้ม (Liquefied Petroleum Gas : LPG) เป็นเชื้อเพลิง อย่างไรก็ตามถึงแม้ LPG มีความสะดวกต่อการใช้งาน แต่ LPG มีแนวโน้มราคาสูงมากขึ้น การใช้ LPG จึงทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มสูงขึ้นส่งผลกระทบต่อครัวเรือนและสร้างปัญหาให้กับครอบครัวที่ไม่สามารถปรับการระบค่าครองชีพทางด้านพลังงานในชีวิตประจำวันได้ ส่งผลกระทบต่อความสมดุลในการดำรงชีวิตในแต่ละวัน จากปัญหาดังกล่าว คณะผู้วิจัย จึงมีแนวความคิดที่จะช่วยลดต้นทุนการใช้พลังงานในการดำรงชีวิตในแต่ละวัน โดยการสร้างเตาประหยัดพลังงาน ที่ใช้น้ำมันพืชเก่า แกลบ และเศษถ่านเป็นเชื้อเพลิงโดยออกแบบให้เตามีประสิทธิภาพสูงใกล้เคียงกับเตาแก๊ส หุงต้มทั่วไป มีอัตราการปลดปล่อยพลังงานสูง มีอัตราการเกิดมลพิษต่ำใช้งานง่าย มีความปลอดภัย และสามารถถอดประกอบและซ่อมบำรุงได้ง่าย มีใช้พัฒนาเพิ่มความแรงของไฟ ให้มีความร้อนเพียงพอต่อการใช้งานโดยที่ลดค่าแก๊ส LPG ได้มีความปลอดภัยในการใช้แก๊สผ่านแบตเตอรี่ผ่านโซลาร์เซลล์

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและสร้างเตาประหยัดพลังงาน
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพเตาประหยัดพลังงาน
3. นำผลการศึกษามาประยุกต์ใช้และถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านการประหยัดพลังงานสู่การพัฒนาชุมชนที่ยั่งยืน

### กรอบแนวคิด

เตาที่ใช้น้ำมันพืชเก่า แกลบ และ เศษถ่านเป็นเชื้อเพลิงทดแทนการใช้แก๊สหุงต้ม (LPG) มีลักษณะสำคัญของการประดิษฐ์คือการสร้างเตาที่ใช้น้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง ที่มีประสิทธิภาพสูงใกล้เคียงกับเตาแก๊สหุงต้มทั่วไป มีอัตราการปลดปล่อยพลังงานสูง มีอัตราการเกิดมลพิษต่ำ ใช้งานง่าย มีความปลอดภัย สามารถถอด ประกอบและซ่อมบำรุงได้ง่าย โดยนำเทคโนโลยีการสร้างใช้แล้วเป็นความแรงของไฟ โดยตัวแปรมุ่งใช้พลังงานแสงอาทิตย์โดยการชาร์จไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ผ่านโซลาร์เซลล์



รูปภาพที่ 1 กรอบแนวคิดเตาประหยัดพลังงาน

### อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

#### 1. โครงสร้างเตาประหยัดพลังงานและวัสดุ



หมายเลข 1 แผงโซลาร์เซลล์ 100 Watt 1 แผ่น  
หมายเลข 2 เตา ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว  
หมายเลข 3 พัดลม DC 12 Volt 2 ตัว  
หมายเลข 4 กล่องควบคุม ประกอบไปด้วยโซลาร์ชาร์จและอินเวอร์เตอร์  
หมายเลข 5 แบตเตอรี่ 12 Volt 60 Amp

รูปภาพที่ 2 โครงสร้างและการใช้งานของเตาประหยัดพลังงานและวัสดุ

#### 2. การใช้งานเตาประหยัดพลังงาน



รูปภาพที่ 3 การใช้งานเตาประหยัดพลังงาน

#### วิธีการใช้งาน

- 1 ก่อนใช้งานต้องเช็คสภาพความพร้อมของเครื่องโดยการเช็คระบบควบคุมการทำงานของเครื่องให้เป็นปกติ
- 2 ใส่น้ำมันพืชเก่า ปริมาณ 800 CC ในกระบอกจ่ายน้ำมันในเตาที่ 1 และใส่แกลบ จำนวน 3 กิโลกรัม หรือเศษถ่าน 2 กิโลกรัมเพื่อใช้ ในการเป็นเชื้อเพลิงในเตาที่ 2
- 3 หักกรจุไฟเตาที่ 1 น้ำมันด้วยมือจนจนน้ำมันพุ่งจากเตาที่ 1 หรือ จุดเผาไหม้ด้วยมือที่จุด 1 ก่อนในเตาที่ 2
- 4 เปิดสวิชปรับความแรงของพัดลม
- 5 นำภาชนะมาบนเตา
- 6 เมื่อต้องการเลิกใช้ปิดสวิชพัดลมและใช้ฝาปิดครอบเตา เพื่อต้องการดับไฟอัตโนมัติ
- 7 หลังการใช้งานควรทำความสะอาดโดยการเช็ดทำความสะอาดภายนอกและภายในเตาเพื่อความสะดวกในการประกอบ

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### ประสิทธิภาพของเตาประหยัดพลังงาน

ผลการทดลองการหาประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเตาประหยัดพลังงานระดับต่าง ๆ ดังตาราง ที่ 1

| เวลา (นาที) | ระดับ 1<br>อุณหภูมิ (°C) | ระดับ 2<br>อุณหภูมิ (°C) | ระดับ 3<br>อุณหภูมิ (°C) | ระดับ 4<br>อุณหภูมิ (°C) | ระดับ 5<br>อุณหภูมิ (°C) |
|-------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0           | 60                       | 67                       | 70                       | 76                       | 90                       |
| 5           | 75                       | 82                       | 90                       | 100                      | 150                      |
| 10          | 100                      | 120                      | 140                      | 160                      | 180                      |
| 15          | 120                      | 135                      | 170                      | 200                      | 230                      |
| 20          | 150                      | 180                      | 190                      | 215                      | 270                      |
| 25          | 200                      | 240                      | 270                      | 285                      | 300                      |
| 30          | 230                      | 305                      | 350                      | 360                      | 368                      |

ตารางที่ 1 การหาประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเตาประหยัดพลังงานภายใต้ความแรงพัดลมระดับต่าง ๆ

จากตารางที่ 1 ประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเตาประหยัดพลังงานภายใต้ความแรงพัดลมระดับต่าง ๆ จะเห็นได้ว่าหลังจากเตาเผาไหม้ภายในเวลา 30 นาที เมื่อปรับพัดลมเป็นระดับ 1-5 ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ อุณหภูมิจะอยู่ที่ 230 °C - 368 °C เมื่อรับความแรงของลมทำให้อุณหภูมิสูงใกล้เคียงกับแก๊ส LPG โดยการวัดอุณหภูมิความร้อน

#### สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การออกแบบและสร้างเตาประหยัดพลังงานซึ่งมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 65 cm. ยาว 80 cm. ความสูงจากพื้น 80 cm. ใช้น้ำมันพืชเก่า แกลบ และเศษถ่านเป็นเชื้อเพลิงทดแทนการใช้แก๊สหุงต้ม (LPG) มีพัดลมเพิ่มความแรงของไฟ โดยพัดลมใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการชาร์จไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่ผ่านโซลาร์เซลล์ ทำให้ได้เตาประหยัดพลังงานสูง มีอัตราการเกิดมลพิษต่ำ ใช้งานง่ายมีความปลอดภัยและ สามารถถอด ประกอบและซ่อมบำรุงได้ง่าย

จากการทดลองการเผาไหม้โดยใช้น้ำมันพืชเก่า ปริมาณ 1 ลิตร เป็นเวลา 30 นาที พบว่าอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 230 °C - 368 °C โดยอุณหภูมิจะสูงเมื่อลมแรง ผลจากการทดสอบด้วยเชื้อเพลิงทั้ง 3 ท่าน ที่มีเตาประหยัดพลังงานได้ความเห็นตรงกันว่ามีความในทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ด้านกรออกแบบโครงสร้าง ด้านประสิทธิภาพการใช้น้ำมัน และด้านความปลอดภัย เตาประหยัดพลังงานนี้จึงสามารถนำไปใช้งานได้



### กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีได้รับการชี้แนะทางวิชาการที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งจากที่ปรึกษาโครงการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิธน์ ยัญญาจนาจุย คณบดี คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และนางวิภา หนูแก้วคณบดี ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพขอนแก่น จังหวัดพัทลุง งบประมาณบริการวิชาการ ปีงบประมาณ 2567 วิทยาลัยการอาชีพขอนแก่น จังหวัดพัทลุง





## การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควัน

กรณีศึกษา โรงงานสหกรณ์ผลิตยางแผ่นรมควัน อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช

# CARBON FOOTPRINT ASSESSMENT OF RUBBER SMOKED SHEET: A CASE STUDY OF COOPERATIVE RUBBER SHEET FACTORIES IN THUNG SONG DISTRICT, NAKHON SI THAMMARAT PROVINCE

ศศิ์สุดา มาตาศ <sup>a</sup>, รศ.ดร.จาวรรณ วงศ์ณะเนตร <sup>a</sup>, ผศ.ดร.อังฉรา วัชรวัชกุลชัย <sup>b</sup>, ผศ.ดร.เพ็ญใจ พิระเกียรติขจร <sup>c</sup>, ผศ.ดร.เจนจิต เวียมจตุรภัทร <sup>d</sup>

<sup>2</sup> ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล จังหวัดนครปฐม 73170

๒. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล จังหวัดนครปฐม 73170

<sup>d</sup> ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ 10800

**บทคัดย่อ**[illegible]

**คำสำคัญ :** ภัยเรือนกระจก/ภาวะที่ปัจจัยภายในและภายนอกของธุรกิจ/คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์/วางแผนรับมือ

## Abstract

This research has assessed the carbon footprint of smoked sheet rubber products with the objective of assessing greenhouse gas emissions in terms of carbon dioxide equivalent from both the smoked sheet rubber products and the production process. Additionally, it proposes guidelines for reducing environmental impacts, based on data collected from factories from January–March Section 66, which uses the TGO product carbon footprint assessment approach and analyzes ways to improve various processes to reduce environmental impact through the analysis of internal and external business factors. The study found that greenhouse gas emissions from the production of 1 kilogram of smoked rubber sheet amounted to 802.23 kgCO<sub>2</sub>e, consisting of the rubber plantation process at 793.64 kgCO<sub>2</sub>e/kg raw material acquisition at 0.63 kgCO<sub>2</sub>e/kg and the production process at 7.96 kgCO<sub>2</sub>e/kg. It was concluded that the proportion contributed to the product's carbon footprint in Scope B28 is high, with the production process accounting for 4.38%. Additionally, through the analysis of internal and external business factors, recommendations were made both in terms of policy for operational planning and the application of clean technology (CT) principles, which can reduce environmental issues.

**Keywords:** Greenhouse gas/ SWOT Analysis / Carbon footprint of product / Ribbed Smoked Sheet



## คำนำ

ด้วยสถานการณ์ในปัจจุบันปี 2564-2567 ผลิตภัณฑ์ทางการท่องเที่ยว มีแนวโน้มที่ดี โดยคาดว่าจะมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจตามผลของการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ได้กลับสู่ภาวะปกติ และถูกนำมาพิจารณาโดยคณะกรรมการเตรียมการเพื่อผลิตภัณฑ์การท่องเที่ยว ซึ่งเป็นการสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลไทยที่มีเป้าหมายปี 2564 อยู่ที่ 17,578 ล้านบาท หรือคิดเป็น 6.1% ซึ่งในกระบวนการผลิตและนำเสนองาน ผลิตภัณฑ์และการบริการทางอาชีพช่างเสริมแต่งให้มีความรู้ในการดำรงการประกอบอาชีพได้อย่างยั่งยืนและลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานได้เป็นอย่างดี

สิ่งและเครื่องมือที่จำเป็นต่อการวัดปริมาณการปล่อยโดยก๊าซเรือนกระจกด้วยผลิตภัณฑ์เพื่อลดคาร์บอนจากการดำเนินงานปัจจุบันที่มีการนำเสนองานวิจัยเพื่อลดต้นทุนและสิ่งแวดล้อมคาร์บอนในการพัฒนากระบวนการอย่างยั่งยืน (Sustainable development GO) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการจัดทำกระบวนการนำเสนองานผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์และนำเสนองานในรูปแบบที่เป็นมิตรกับคาร์บอนโดยลดต้นทุนด้วยเครื่องมือ 1 กิโลกรัม (kgCO<sub>2</sub>eq/kg) ซึ่งวัดจุดปล่อยที่เกิดขึ้นและประเมินการปล่อยคาร์บอนโดยก๊าซเรือนกระจกในส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า(CO<sub>2</sub> Equivalent) ของผลิตภัณฑ์และกระบวนการ และเสนอแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์และนำเสนองานเพื่อลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมในโรงงานอย่างยั่งยืน ซึ่งประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยครั้งนี้มีทั้งการนำเสนองานการปล่อยอย่างยั่งยืนและการบริการผลิตภัณฑ์และนำเสนอแนวทางในการพัฒนากระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์และนำเสนองานและการออกแบบแนวทาง/วิธีการที่จำเป็นสำหรับการพัฒนากระบวนการผลิตอย่างยั่งยืน เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและนำเสนองานอย่างยั่งยืน ชุมชน



## ผลและวิจารณ์การทดลอง

งานวิจัยนี้มุ่งประเมินค่าการปลดปล่อยก๊าซกระจกในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากผลิตภัณฑ์ยางแผ่นรมควันโรงงานสหกรณ์ผลิตยางแผ่นรมควัน อำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้หลักการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตหลัก (Core Process)

[illegible][illegible]

สำหรับผลการประเมินค่าบ่งบอกจุดแข็งที่ของผลิตภัณฑ์ของโรงงานสหกรณ์ผลิตยาแผนโบราณ อ.ทุ่งสง จ.นครศรีธรรมราช สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน เพื่อเป็นการเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขันของโรงงานได้ในอนาคต โดยที่แนวทาง สามารถวิเคราะห์ที่ SWOT เพื่อหาปัจจัยภายใน และปัจจัยภายนอก ซึ่งได้จากการรวบรวมข้อมูลสุดท้ายนี้ และลงพื้นที่ที่โรงงานแล้วนำมาวิเคราะห์ที่ TOWS Matrix รายละเอียด ดังตารางที่ 5

## สรุป

จากผลการประเมินการปล่อยพิษก็พอจะเรียงกันตามแนวโน้มของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยเท่า จะผลิตได้มีอย่างผ่านแรมวัน พบว่า กระบวนการที่สำคัญที่มีผลในการก่อให้เกิดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่มากที่สุด คือ กระบวนการทาสวนยางพารา รองลงมาคือ กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ผ่านแรมวัน ในกระบวนการย่อย คือ การกระจายสินค้า เป็นกระบวนการที่มีส่วนในการก่อให้เกิดคาร์บอนฟุตพริ้นท์น้อยอย่างสำคัญ เช่นกัน ดังนั้น สหกรณ์ผลิตผ่านแรมวัน ความมีการวางแผนการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพก็เป็นอีกสิ่งที่จะต้อง คือ

- 1.พิจารณาบทบัญญัติของกฎหมายและนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม โดยผู้บริหารระดับสูงควรให้ความสำคัญ
- 2.การให้ความสำคัญกับหลักการทางเทคโนโลยีสะอาด (CT Option)
- 3.การประเมินความเสี่ยงจากกระบวนการผลิตอย่างแม่นยำและจัดทำเป็นบัญชีค่าความเสี่ยง

ทั้งนี้ หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องควรเข้ามามีบทบาทในการส่งเสริมการผลิตยางแผ่นรมควันที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยการให้ความรู้ คำแนะนำในเรื่องเทคโนโลยีการบำบัดมลพิษที่เหมาะสมให้แก่สหกรณ์ผลิตยางแผ่นรมควัน

อำเภอทั้งสอง จังหวัดนครศรีธรรมราช ต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

PCD. (2006). Criteria, Wastewater treatment system for smoked sheet rubber industry. Bangkok: PCD. (in Thai).

PCD. (2005) Documents for the wastewater treatment system for smoked sheet rubber industry. (online) from <https://www.pcd.go.th/waters/page/18/> Retrieved JAN 2020

Rubber Authority Of Thailand (2024) The State Rubber Industry Plan of Thailand, 2023 – 2027 (Review version 2024)

Buncha Somboonsuk, Saengaroen Wistpaiboon, Umaporn Muneenam and Purawich Phitthayaphinant. Problem solving in Ribbed Smoke Sheet (RSS) production by

Rubber Industry Division, Rubber Authority of Thailand. The situation of the rubber and rubber products industry in the third quarter (July - September) of 2021. (online).

from [https://www.raot.co.th/download/pdf/predict\\_rubber\\_economy\\_3\\_64.pdf](https://www.raot.co.th/download/pdf/predict_rubber_economy_3_64.pdf) Retrieved JAN 6, 2023

Frantip Taeng-on. Carbon Footprint Assessment of Rubber Smoked Sheet: A casestudy cooperative rubber sheet factories (CRSFs) of Songkhla Province. 43-174 (in Thai). Methaphorn Somsukjaireun. The carbon footprint of automotive window rubber products. Bangkok: Kasetsart University, 2024.

**มหาวิทยาลัยสุโขทัย**

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล E-mail: Srisuda.mat@gmail.com Tel: 083-8951936 <https://en.mahidol.ac.th/>



# ประสิทธิภาพของ ผักบุ้ง (*Ipomoea aquatica* Forsk) และ ผักกระเฉด (*Neptunia oleracea* Lours) ในระบบบึงประดิษฐ์เพื่อบำบัดน้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

## Efficiency of Using Morning glory (*Ipomoea aquatica* Forsk) and Water Mimosa (*Neptunia oleracea* Lours) in Constructed Wetlands Systems for Aquaculture Wastewater Treatment

พรชัย นุ่มวงศ์\*, ศุภวิทย์ สถาปนจารุ\*, อติพร ทรงคุณ\*, ศุภวิทย์ รุ่งหมื่นท้าว\*, ศิรดา บุญนารอด\*, กณิษฐ์ชนก เมืองแก้ว\*, กันธิ์ภา นามนิมิตร\*  
\*ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผักบุ้ง (*Ipomoea aquatica* Forsk) และผักกระเฉด (*Neptunia oleracea* Lours) ในระบบบึงประดิษฐ์สำหรับบำบัดน้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยการศึกษาทดลองแบ่งเป็น 3 ชุดทดลอง ได้แก่ ชุดควบคุมที่ไม่มีวัสดุชั้นกลางและพืช ชุดที่มีวัสดุชั้นกลางแต่ไม่มีพืช และชุดที่ใช้พืชชนิดเดียวหรือทั้งสองชนิด พืชบุ้งและผักกระเฉดมีความสามารถบำบัดน้ำเสียในระบบบึงประดิษฐ์แบบ Horizontal Constructed Wetlands ผลการทดลองพบว่า พืชทั้งสองชนิดมีประสิทธิภาพการเจริญเติบโต 75.72% และ 77.25% ภายใน 7 วัน พบว่ามีประสิทธิภาพการดูดกลืนสารอาหารที่วัด BOD COD NO<sub>2</sub> ในไตรท์ และ ไนเตรท ได้ 87.96%, 88.24%, 69.25%, และ 69.76% ตามลำดับ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าชุดการทดลองที่มีพืชมีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียอินทรีย์ได้มากที่สุด

**คำสำคัญ:** การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, บึงประดิษฐ์, ผักกระเฉด, ผักบุ้ง

### Abstract

The objective of this study was to evaluate the effectiveness of aquatic plants, Morning glory (*Ipomoea aquatica* Forsk) and Water Mimosa (*Neptunia oleracea* Lours) in Constructed wetlands system for treating aquaculture wastewater. The experiment included three majors: a control set without plants and media, a set with media but no plants, and sets with one or both plant species. Plants were cleaned before planting in the Horizontal Constructed Wetlands. The experimental results showed that both plant species exhibited growth rates of 75.72% and 77.25% within seven days, demonstrating optimal efficiency. They effectively removed BOD, COD, nitrite, and nitrate at rates of 87.96%, 88.24%, 69.25%, and 69.76%, respectively. The findings indicate that the experimental setup incorporating plants was highly effective in treating organic pollutants.

**Keywords:** Aquaculture wastewater, Constructed wetlands, Morning glory, Water Mimosa

### คำนำ

อุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีบทบาทสำคัญต่อความมั่นคงทางอาหาร โดยในปี 2020 มีผลผลิตทั่วโลกสูงถึง 122.6 ล้านตัน อย่างไรก็ตาม การขยายตัวของอุตสาหกรรมได้ส่งผลให้เกิดปัญหาน้ำเสียที่มีสารอินทรีย์และไนโตรเจนสูง ซึ่งมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำและสิ่งแวดล้อม (Li et al., 2024) น้ำเสียเหล่านี้มีความสกปรกทางชีวเคมี (BOD) และค่าความต้องการออกซิเจนทางเคมี (COD) สูง เนื่องจากมีของเสียจากสัตว์น้ำและเศษอาหารที่เหลือ ซึ่งส่งผลให้เกิดการสะสมของไนโตรเจน (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N) และไนเตรท (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N) ที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อบริบททางน้ำ (Ojewole et al., 2024) ปัจจุบันมีเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียจากหลายรูปแบบ เช่น การใช้แบคทีเรียย่อยสลายสารอินทรีย์ หรือการตกตะกอนทางเคมี (Yang et al., 2025) อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีเหล่านี้ยังมีต้นทุนสูงและส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมได้ ด้วยเหตุนี้ ระบบบึงประดิษฐ์ (Constructed Wetlands - CWs) จึงเป็นแนวทางที่มีต้นทุนต่ำและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยใช้พืชช่วยในการบำบัดสารมลพิษ พืชมีศักยภาพสูงในการดูดซับและพืช ได้แก่ ผักบุ้ง (*Ipomoea aquatica* Forsk.) และผักกระเฉด (*Neptunia oleracea* Lours) ซึ่งเป็นพืชลอยน้ำที่มีระบบรากที่แผ่ขยายได้ดี ช่วยเพิ่มพื้นที่ให้จุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในการบำบัดน้ำเสีย (Wu et al., 2025)

### วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของ ผักบุ้งและผักกระเฉด ในการบำบัดน้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยวิเคราะห์การลดลงของปริมาณสารอินทรีย์ รวมถึงเปรียบเทียบผลการบำบัดระหว่างระบบที่มีพืชและไม่มีพืช

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

#### 1.การศึกษาการเจริญเติบโตของพืช

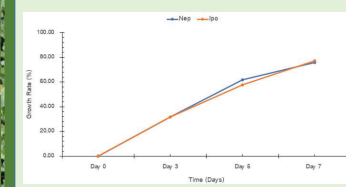


Fig.4 Growth Rate of Ipomoea aquatica Forsk and Neptunia oleracea Lours.

ผลการทดลองพบว่าอัตราการเจริญเติบโตของผักบุ้งและผักกระเฉดมีแนวโน้มใกล้เคียงกัน โดยผักบุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตที่ 31.50%, 61.79% และ 75.72% ในช่วง 3, 5 และ 7 วัน ตามลำดับ ส่วนผักกระเฉดอยู่ที่ 31.78%, 57.84% และ 77.25% ตามลำดับ (Fig.4) แสดงให้เห็นว่าทั้งสองชนิดสามารถดูดซับสารอาหารได้ดี และมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว (Kamariah, 2017)

### วิธีการวิจัย

#### 1.การเตรียมพืช

พืชที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยผักบุ้ง (*Ipomoea aquatica* Forsk) และผักกระเฉด (*Neptunia oleracea* Lours) แสดงใน Fig.1



Fig.1 (A) Morning glory (*Ipomoea aquatica* Forsk), (B) Water Mimosa (*Neptunia oleracea* Lours) .

#### 2.การเตรียมระบบบึงประดิษฐ์

ระบบบึงประดิษฐ์ที่ใช้เป็นแบบ Horizontal Free Constructed Wetlands โดยใช้ปลอกขนาด 40x100x40 ซม. โดยระบบถูกแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ บ่อที่ไม่มีวัสดุชั้นกลางและพืช (ชุดควบคุม) บ่อที่มีวัสดุชั้นกลาง แต่ไม่มีพืช (ชุดควบคุม) และบ่อที่มีการใส่วัสดุชั้นกลางและพืช แสดงใน Fig.2

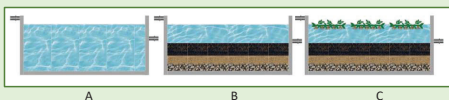


Fig. 2 Experiment set of constructed wetlands. (A) A pond without intermediate materials and plants, (B) a pond with intermediate materials but without plants and (C) a pond with both intermediate materials and plants.

#### 3. การเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ



Fig.3 Fisheries Faculty Pond, Kasetsart University

ตัวอย่างน้ำที่เก็บได้จากบ่อน้ำและบ่อประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (Fig.3) โดยเก็บตัวอย่างน้ำก่อนเข้าสู่ระบบและในวันที่ 3, 5 และ 7 ของการทดลอง จากนั้นทำการวิเคราะห์ค่าความสกปรกในรูปของ BOD, COD, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N และ NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N ตามมาตรฐาน APHA (2017)

#### 4.การศึกษาการเจริญเติบโตของพืช

$$\text{อัตราการเจริญเติบโต} = \frac{\text{น้ำหนักพืชต้นทดลอง} - \text{น้ำหนักพืชก่อนทดลอง}}{\text{น้ำหนักพืชก่อนทดลอง}} \times 100$$

### เอกสารอ้างอิง

- Li, H., Duan, Y., Dong, H., & Zhang, J. 2024. Core-shell bioactive capsule for aquaculture wastewater denitrification. *Biochemical Engineering Journal*, 211. doi:10.1016/j.bej.2024.109469
- Yang, H., Tan, T., Du, X., Feng, Q., Liu, Y., Tang, Y., Zhang, Y. 2025. Advancements in freshwater aquaculture wastewater management: A comprehensive review. *Aquaculture*, 594. doi:10.1016/j.aquaculture.2024.741346
- Wu, W., Hu, X., Xie, H., Hu, Z., Liang, S., & Guo, Z. 2025. Treatment of total petroleum hydrocarbon by free water surface constructed wetland: Effects of different combinations of submerged and free-floating plants. *Desalination and Water Treatment*, 321. doi:10.1016/j.dwt.2024.109098
- Kamariah, S. 2017. Suitability of Ipomoea aquatica for the treatment of effluent from palm oil mill. M.Sc. thesis, Faculty of Engineering, Sains Malaysia University, Malaysia.
- Karungamye, P., Rugaka, A., Mtei, K., & Machunda, R. 2023. The removal of ciprofloxacin from synthetic wastewater in constructed wetland. *HydroResearch*, 6, 138-146. doi:10.1016/j.hydro.2023.04.001
- Tang, S., Liao, Y., Xu, Y., Dang, Z., Zhu, X., & Ji, G. 2020. Microbial coupling mechanisms of nitrogen removal in constructed wetlands: A review. *Bioresour Technol*, 314, 123759. doi:10.1016/j.biortech.2020.123759
- Zhang, Y., Sun, S., Gu, X., Yu, Q., & He, S. 2023. Role of hydrophytes in constructed wetlands for nitrogen removal and greenhouse gases reduction. *Bioresour Technol*, 388, 129759. doi:10.1016/j.biortech.2023.129759

### สรุปผลการทดลอง

ผักบุ้งและผักกระเฉดในระบบบึงประดิษฐ์มีอัตราการเจริญเติบโตสูงถึง 75.72% และ 77.25% ภายใน 7 วัน นอกจากนี้พืชทั้งสองชนิด BOD ได้สูงสุด 87.96% และ ค่า COD ได้ 88.24% ซึ่งสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ค่าไนโตรเจนและไนเตรทลดลง 69.25% และ 69.76% ตามลำดับ นอกจากนี้จากการเพิ่มของพืชในระบบบึงการสังเคราะห์แสงส่งผลเพิ่มปริมาณออกซิเจนที่ช่วยบำบัดน้ำเสีย และการดูดซับไนโตรเจนจากพืช ดังนั้น ผักบุ้งและผักกระเฉดจึงมีศักยภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

### ติดต่อเพิ่มเติม

090 436 2172

phonchai.no@ku.th



## การใช้ไบโอชาร์ที่ตรึงด้วยจุลินทรีย์ (*Bacillus subtilis*) ในระบบบึงประดิษฐ์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย

### Application of Microbe-Immobilized Biochar (*Bacillus subtilis*) in Constructed Wetland Systems to Enhance Wastewater Treatment Efficiency

ศุภวิมล รุ่งเหมือนฟ้า\*, ฤทธิชัย สถาปนารัฐ, พรชัย นุ่มวงศ์, อติสร ทรงคุณ, ติรดา บุญนารถ, กนิษฐชนก เมืองแก้ว, กัญญิกา นนทามิตร\*  
\*ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900



#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ถ่านไบโอชาร์ที่ตรึงด้วยแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* ในระบบบึงประดิษฐ์แบบแนวตั้ง (Vertical Flow Constructed Wetlands; VFCW) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ถ่านไบโอชาร์ที่ตรึงด้วยจุลินทรีย์ถูกนำไปวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด จากการศึกษานี้พบว่าไบโอชาร์ที่ตรึงด้วยจุลินทรีย์มีประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียสูงกว่าไบโอชาร์ที่ไม่ตรึงด้วยจุลินทรีย์ โดยสามารถบำบัด BOD, COD, ไนโตรเจน และไนเตรต ได้ 90.74%, 79.41%, 69.30% และ 66.11% ตามลำดับ ภายใน 7 วันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงแนะนำให้ใช้ไบโอชาร์ที่ตรึงด้วยจุลินทรีย์ในระบบบึงประดิษฐ์ในการบำบัดน้ำเสีย

**คำสำคัญ:** การบำบัดน้ำเสีย, การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, ไบโอชาร์, *Bacillus subtilis*, บึงประดิษฐ์, ไบโอชาร์



#### คำนำ

การเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นแหล่งโปรตีนสำคัญแต่การขยายตัวของอุตสาหกรรมส่งผลให้เกิดมลภาวะทางน้ำจากของเสีย เช่น ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ซึ่งอาจก่อให้เกิดยูโทรฟิเคชันและปัญหาสุขภาพ (Jegatheesan et al., 2011) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ

บึงประดิษฐ์ (CW) เป็นเทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียที่ยั่งยืน โดยอาศัยกระบวนการทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ซึ่งสามารถกำจัดสารมลพิษได้ดี (Pandey et al., 2025; Panghal et al., 2024) นอกจากนี้ CW ยังสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้โดยใช้วัสดุต่างๆ เช่น ไบโอชาร์ ที่มีพื้นที่ผิวสูงและความสามารถในการดูดซับสูง รวมถึงการตรึงจุลินทรีย์เพื่อเสริมการย่อยสลายทางชีวภาพ

ไบโอชาร์เป็นวัสดุที่มีศักยภาพสูงในการบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากมีโครงสร้างรูพรุนมากและช่วยส่งเสริมกิจกรรมของจุลินทรีย์ เทคโนโลยีการตรึงจุลินทรีย์บนไบโอชาร์ช่วยเพิ่มอัตราประสิทธิภาพและลดการสูญเสียจุลินทรีย์ในกระบวนการบำบัด (Li et al., 2022)

ดังนั้นจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของไบโอชาร์ที่ตรึงเชื้อ *Bacillus subtilis* ในการเป็นตัวกลางใน CW สำหรับบำบัดน้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยมุ่งเน้นไปที่การบำบัดของเสียจากปลาและกุ้ง



#### อุปกรณ์และวิธีการ

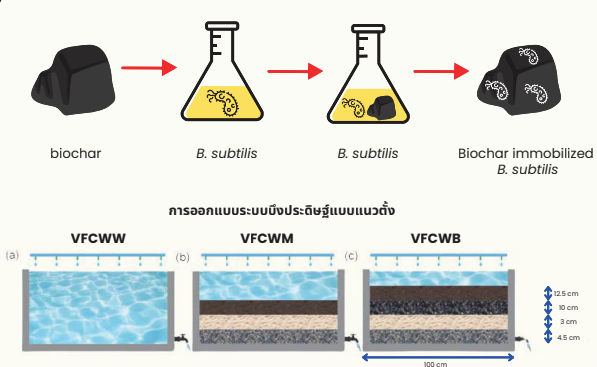


Fig. 1 Schematic diagram of the microcosm VFCWs



#### ผลและวิจารณ์ผล

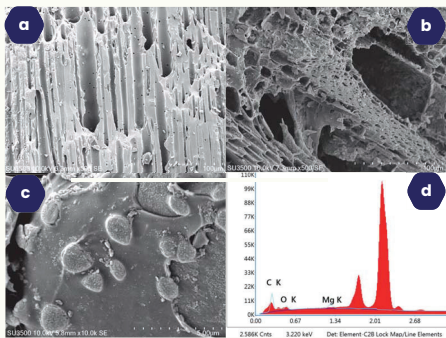


Fig. 2 Scanning electron microscope (SEM) image in the present study: Biochar before immobilization (a); *Bacillus subtilis* immobilized on biochar (b); EDS of *Bacillus subtilis* biochar (c)

#### การศึกษาสมบัติทางกายภาพของถ่านไบโอชาร์ที่ตรึงด้วยจุลินทรีย์

ภาพ SEM แสดงให้เห็นว่าไบโอชาร์ที่มีผิวที่มีรูพรุน ซึ่งช่วยส่งเสริมการยึดติดของ *B. subtilis* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Fig. 2a-b) โดยมีมีการตรึงเชื้อ *B. subtilis* บนไบโอชาร์ในปรากฏชัดเจน (Fig. 2c) และผลการทดสอบ EDX ยืนยันว่าองค์ประกอบหลักของไบโอชาร์ประกอบด้วย C (64.48%), O (22.58%) และ Mg (12.94%) (Fig. 2d) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Vojtkov et al. (2023) โดยคุณสมบัติพื้นผิวและองค์ประกอบทางเคมีของไบโอชาร์เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสและสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการยึดเกาะและการขยายตัวของจุลินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพ

#### การศึกษาการบำบัดน้ำเสีย

จากการทดลองบำบัดน้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในระบบบึงประดิษฐ์ทั้งสามแบบ (VFCWW, VFCWM และ VFCWB) พบว่าระบบ VFCWB มีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดน้ำเสีย โดยสามารถบำบัด BOD, COD, ไนโตรเจน และไนเตรต ได้ 90.74%, 79.41%, 69.30% และ 66.11% ตามลำดับ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไบโอชาร์มีบทบาทสำคัญในการช่วยดูดซับสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำและสร้างพื้นที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และ *B. subtilis* ที่มีพื้นที่ผิวสูงสามารถผลิตเอนไซม์ย่อยสลายสารอินทรีย์ รวมทั้งสร้างไบโอฟิล์มบนไบโอชาร์ ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายและต่อเนื่อง อีกทั้งยังช่วยลดปริมาณไนโตรเจนในรูปไนเตรตและไนโตรเจนได้อีกด้วย ดังนั้นจึงแนะนำให้ใช้ไบโอชาร์ที่ตรึงด้วยจุลินทรีย์ในระบบบึงประดิษฐ์ในการบำบัดน้ำเสีย

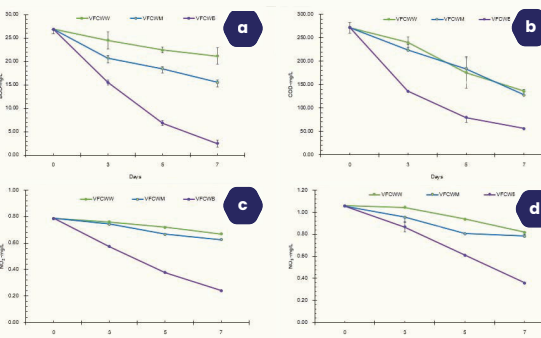


Fig. 3 Biochemical Oxygen Demand (a); Chemical Oxygen Demand (b); Nitrite (c); Nitrate (d)



#### สรุป

จากการศึกษาประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในระบบบึงประดิษฐ์ทั้งสามแบบ (VFCWW, VFCWM และ VFCWB) พบว่าระบบ VFCWB (Vertical Flow Constructed Wetland with Biochar and *B. subtilis*) มีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดน้ำเสียเมื่อเทียบกับระบบอื่น โดยสามารถบำบัด BOD, COD, ไนโตรเจน และไนเตรต ได้ 90.74%, 79.41%, 69.30% และ 66.11% ตามลำดับ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไบโอชาร์มีบทบาทสำคัญในการช่วยดูดซับสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำและสร้างพื้นที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และ *B. subtilis* ที่มีพื้นที่ผิวสูงสามารถผลิตเอนไซม์ย่อยสลายสารอินทรีย์ รวมทั้งสร้างไบโอฟิล์มบนไบโอชาร์ ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายและต่อเนื่อง อีกทั้งยังช่วยลดปริมาณไนโตรเจนในรูปไนเตรตและไนโตรเจนได้อีกด้วย ดังนั้นจึงแนะนำให้ใช้ไบโอชาร์ที่ตรึงด้วยจุลินทรีย์ในระบบบึงประดิษฐ์ในการบำบัดน้ำเสีย



#### เอกสารอ้างอิง

- Hu, J., Li, Y., Gao, G., & Xia, S. 2017. A Mediated BOD Biosensor Based on Immobilized *B. subtilis* on Three-Dimensional Porous Graphene-Polypropylene Composite. *Sensors* (Basel), 17(11), doi:10.3390/s17112594
- Jegatheesan, V., Shi, L., & Vijayakumar, C. 2011. Aquaculture effluent: impacts and remedies for protecting the environment and human health. In *Encyclopedia of Environmental Health*, Volume 1-5 (pp. V1-123-V127-135). Elsevier.
- Li, R., Wang, B., Wu, A., Cheng, M., Chen, M., Zhang, X., Yu, Z., & Wang, S. 2022. Application of biochar-immobilized microorganisms for pollutants removal from wastewater: A review. *Sci Total Environ*, 837, 155563, doi:10.1016/j.scitotenv.2022.155563
- Pandey, D., Singh, S. V., Savio, M., Shrivastava, J. K., Shrivastava, R. K., Yadav, K. K., Sharma, R., Nandipamuri, T. M. K., & Sarkar, B. 2025. Biochar application in constructed wetlands for wastewater treatment: A critical review. *Journal of Water Process Engineering*, 89, doi:10.1016/j.jwpe.2024.106713
- Panghal, V., Singh, A., Arora, D., & Kumar, S. 2024. Biochar-modified constructed wetlands using *Trifolium repens* as a plant for sustainable rural wastewater treatment. *Environmental Science and Pollution Research*, 31(11), 17298-17310.
- Rahimi, S., Modiri, O., Roshanzamir, F., Naeini, A., Sabeti, A., Seelbinder, B., Pandit, S., Shi, L., & Mijangovic, I. 2020. Co-culturing *Bacillus subtilis* and wastewater microbial community in a bio-electrochemical system enhances denitrification and butyrate formation. *Chemical Engineering Journal*, 397, doi:10.1016/j.cej.2020.125457
- Vojtkov, V., Polcin, L., Vucetic, S., Andelic, S., Loe, M., Grahovac, M., & Grahovac, J. 2023. Biochar-Loaded Biochar as Soil Amendment for Improved Germination of Maize Seeds. *Plants (Basel)*, 12(5), doi:10.3390/plants12051024
- Walanda, D. K., Anshary, A., Naptipulki, M., & Walanda, R. M. 2022. The Utilization of Corn Stalks as Biochar to Adsorb BOD and COD in Hospital Wastewater. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 17(1), 115-118, doi:10.18280/ijdn.171014



#### ติดต่อเพิ่มเติม

091-707-5898

supawit.run@ku.th

ผลของการใช้สารอะทราซีนต่อจุลินทรีย์ดินในแปลงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์  
Effects of atrazine application on soil microorganisms in corn fields

มนต์ชัย มนต์สีลา, จิตรว เกาะแก้ว, สนธยา ชำดีบ, บณพริก นิมาชาติ, อำนาจ เอี่ยมวิจารณ์, กนกอร บุญพา, ปัทมรา คนเลิศ

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

[illegible]

คำสำคัญ: ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, แบคทีเรีย, รา, แอคติโนมัยซีท, อะทราซีน

## Abstract

Study the effects of atrazine on soil microorganisms in corn fields at Lopburi and Nakhon Ratchasima provinces by analyzing soil physical and chemical properties, measuring soil residues, and comparing soil microorganisms, including bacteria, fungi, and actinomycetes, using the independent sample *t*-test at 95 percent confidence. It was found that the soil in Lopburi province was loamy soil with relatively low organic matter, high phosphorus, potassium, and cation exchange capacity. In Nakhon Ratchasima province, the soil was clay soil with moderate organic matter, high phosphorus, potassium, and cation exchange capacity. Atrazine was detected only in the fields where the herbicide was sprayed, and the amount of the substance decreased with increasing time. The counting of soil microorganisms, including bacteria, fungi, and actinomycetes, showed that the amounts of microorganisms in the three groups in the control and atrazine-sprayed fields was not statistically different. Atrazine sprayed did not result in statistically different amounts of bacteria, fungi and actinomycetes in both experimental areas. Since this experiment was conducted in a short period of time, a longer study period should be used for more definitive results.

**Keywords:** Maize, Bacteria, Fungi, Actinomycetes, Atrazine

## คำนำ

[illegible]

### ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

**สมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน**

ผลการวิเคราะห์ที่ตัวอย่างในแปลงปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ก่อนทำการทดลอง แปลงทดลองจังหวัดพิจิตรเนื้อดินเป็นดินร่วน แปลงควบคุมและแปลงที่ก่อนหว่านข้าวปิ่นดินอินทรีย์วัตถุค่อนข้างต่ำ ปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์ในระดับค่อนข้างสูงที่ 2 และ 3 และปริมาณโพแทสเซียมที่แปลงปิ่นอินทรีย์สูง ความแตกต่างและค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินหว่านข้าวปิ่นดินอินทรีย์ และดินแปลงควบคุมและแปลงที่ก่อนหว่านข้าวปิ่นดินอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสในรูปที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง โพแทสเซียมที่แปลงปิ่นอินทรีย์ และแปลงควบคุมเปลี่ยนแปลงค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัส ดังแสดงใน Table 1

Table 1 General characteristics of soils after the experiment

| Location             | Treatments | pH<br>(1:1) | OM<br>(%) | Avail. P<br>(mg kg <sup>-1</sup> ) | Exch. K<br>(mg kg <sup>-1</sup> ) | CEC<br>(cmol kg <sup>-1</sup> ) |
|----------------------|------------|-------------|-----------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Lopburi              | Control    | 6.28        | 1.21      | 18.46                              | 80.48                             | 11.14                           |
|                      | atrazine   | 6.98        | 1.43      | 19.05                              | 82.99                             | 14.74                           |
| Nakhon<br>Ratchasima | Control    | 6.48        | 1.66      | 47.27                              | 161.51                            | 27.02                           |
|                      | atrazine   | 7.23        | 1.88      | 44.53                              | 170.19                            | 29.07                           |

## ปริมาณอะทราซีนที่ตกค้างในตัวอย่างดิน

[illegible]

Table 2 Amount of atrazine (mg/kg) in soil

| Sampling time<br>after spraying<br>atrazine | Location |          |                   |          |
|---------------------------------------------|----------|----------|-------------------|----------|
|                                             | Lopburi  |          | Nakhon Ratchasima |          |
|                                             | control  | atrazine | control           | atrazine |
| 2 hours                                     | ND       | 1.45     | ND                | 6.77     |
| 24 hours                                    | ND       | 1.07     | ND                | 4.20     |
| 3 days                                      | ND       | 0.60     | ND                | 1.28     |
| 7 days                                      | ND       | 0.15     | ND                | 1.24     |
| 15 days                                     | ND       | 0.04     | ND                | 0.05     |
| 30 days                                     | ND       | ND       | ND                | 0.02     |

สรุป

[illegible]

## อุปกรณ์และวิธีการ

[illegible]

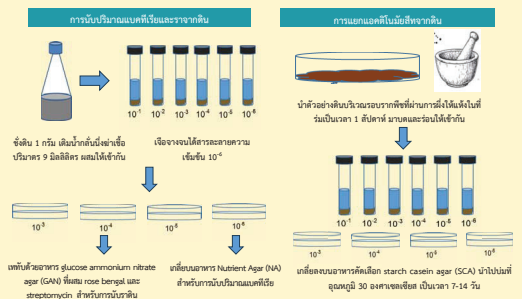
การตรวจวิเคราะห์สารอะทราซีนที่ตกค้างในตัวอย่างดิน

วิเคราะห์หอยทากขึ้นในดินโดยประยุกต์ใช้วิธี Ultrasonic (Babic et al., 1998) แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatography (GC) Agilent technologies รุ่น 7890B ซึ่งมีหัวตรวจวัดชนิด Nitrogen-Phosphorus Detector (GC-NPD)



### การนับปริมาณจุลินทรีย์ฝืน

เก็บตัวอย่างดินในช่องพลาสติกมาบดป่นให้แน่นบรรจุในถังน้ำแข็ง เพื่อนับปริมาณจุลินทรีย์ดินได้แก่ แบคทีเรีย รา และแอกติโนมัยซีท ที่สามารถแยกได้บนอาหารเลี้ยงเชื้อ ด้วยวิธี Plate count



## ปริมาณจุลินทรีย์ยีสต์

ปริมาณและพื้นที่ไร่ ไร่ดิน และอะครีในมัลดีฟส์ ในแปลงควบคุมและแปลงที่เพิ่มอะคราเซียพบว่ามีปริมาณและพื้นที่ ไร่ดิน และอะครีในมัลดีฟส์ไม่แตกต่างกัน ทางสถิติ ทั้งแปลงที่อยู่ในจังหวัดพัทลุงและแปลงที่อยู่ในจังหวัดนราธิวาส (Table 3, 4, 5) ปริมาณและพื้นที่ไร่ ไร่ดิน และอะครีในมัลดีฟส์ที่พบบ่อยในแปลงควบคุม และแปลงที่เพิ่มอะคราเซียพบว่ามี 2 ที่ที่ไม่มีความแตกต่าง สถิติคือยังมีการทดสอบของ Cole (1976) ที่พบการพ่นอะคราเซีย ปริมาณ 3.4 กิโลกรัมต่อ เฮกตาร์ จำนวนของอะครี และพื้นที่ไร่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างแปลงควบคุม และแปลงที่เพิ่ม อะคราเซีย นอกจากนั้นพบว่า การพ่นอะคราเซีย อัตรา 4 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ จำนวนของอะครี และพื้นที่ไร่ไม่แตกต่างกัน (Votaw et al., 1974)

Table 3 Quantities of bacteria in soil

| Location             | Treatments | Sampling time      |                    |                        |                    |                    |                    |
|----------------------|------------|--------------------|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                      |            | 2 hours            | 24 hours           | 3 days<br>(CFU/g soil) | 7 days             | 15 days            | 30 days            |
| Lopburi              | Control    | $6.48 \times 10^4$ | $6.62 \times 10^4$ | $6.81 \times 10^4$     | $6.18 \times 10^4$ | $6.35 \times 10^4$ | $6.45 \times 10^4$ |
|                      | aztrine    | $6.29 \times 10^4$ | $6.28 \times 10^4$ | $6.39 \times 10^4$     | $6.62 \times 10^4$ | $6.75 \times 10^4$ | $6.63 \times 10^4$ |
| Nakhon<br>Ratchasima | Control    | $4.13 \times 10^4$ | $5.50 \times 10^4$ | $3.71 \times 10^4$     | $2.43 \times 10^4$ | $3.56 \times 10^4$ | $3.88 \times 10^4$ |
|                      | aztrine    | $4.60 \times 10^4$ | $2.25 \times 10^4$ | $3.30 \times 10^4$     | $2.54 \times 10^4$ | $3.45 \times 10^4$ | $3.39 \times 10^4$ |

Table 4 Quantities of fungi in soil

| Location             | Treatments | Sampling time      |                    |                        |                    |                    |                    |
|----------------------|------------|--------------------|--------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                      |            | 2 hours            | 24 hours           | 3 days<br>(CFL g soil) | 7 days             | 15 days            | 30 days            |
| Lopburi              | Control    | $4.03 \times 10^4$ | $3.68 \times 10^4$ | $3.98 \times 10^4$     | $3.30 \times 10^4$ | $4.65 \times 10^4$ | $3.65 \times 10^4$ |
|                      | atrazine   | $3.71 \times 10^4$ | $3.47 \times 10^4$ | $3.96 \times 10^4$     | $3.51 \times 10^4$ | $4.10 \times 10^4$ | $3.14 \times 10^4$ |
| Nakhon<br>Ratchasima | Control    | $2.82 \times 10^4$ | $2.55 \times 10^4$ | $2.61 \times 10^4$     | $2.59 \times 10^4$ | $2.41 \times 10^4$ | $2.38 \times 10^4$ |
|                      | atrazine   | $2.55 \times 10^4$ | $3.03 \times 10^4$ | $3.62 \times 10^4$     | $2.28 \times 10^4$ | $2.10 \times 10^4$ | $2.15 \times 10^4$ |

Table 5 Quantities of actinomycete in soil

| Location          | Treatments | Sampling time          |                        |                        |                        |                        |                        |
|-------------------|------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                   |            | 2 hours                | 24 hours               | 3 days                 | 7 days                 | 15 days                | 30 days                |
| Lopburi           | Control    | 1.12 × 10 <sup>6</sup> | 1.17 × 10 <sup>6</sup> | 5.75 × 10 <sup>6</sup> | 3.37 × 10 <sup>6</sup> | 4.23 × 10 <sup>6</sup> | 4.20 × 10 <sup>6</sup> |
|                   | atrazine   | 9.96 × 10 <sup>5</sup> | 8.50 × 10 <sup>5</sup> | 4.13 × 10 <sup>6</sup> | 4.30 × 10 <sup>6</sup> | 3.79 × 10 <sup>6</sup> | 2.43 × 10 <sup>6</sup> |
| Nakhon Ratchasima | Control    | 4.13 × 10 <sup>6</sup> | 4.91 × 10 <sup>6</sup> | 3.58 × 10 <sup>6</sup> | 2.37 × 10 <sup>6</sup> | 1.61 × 10 <sup>6</sup> | 5.05 × 10 <sup>6</sup> |
|                   | atrazine   | 6.66 × 10 <sup>6</sup> | 4.70 × 10 <sup>6</sup> | 4.05 × 10 <sup>6</sup> | 2.49 × 10 <sup>6</sup> | 1.09 × 10 <sup>6</sup> | 4.34 × 10 <sup>6</sup> |

เลขสารอ้างอิง

สืบ เก็บไว้ในวรรณ. 2548. การสำรวจดิน. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

3. Maa, P., Karlam-Mann, M. 1998. Aquatic solvent extraction of pesticides from soil. *J. Chromatogr.* 823: 3-9.
4. Cole M. A. 1976. Effect of Long-Term Aqueous Application of Soil Microbial Activity. *Soil Science*, 26: 473-476.
5. Barmann, C., Rossmann, C., Zettl, J., Blosa, M. 2016. Reflected soil air assessment for pesticides. United States Environmental Protection Agency. Washington, DC, USA.
6. Maa, R.X., Chen, C., He, Y., Zhou, M. 2015. Simultaneous determination of herbicide residues in soil by high-performance liquid chromatography coupled with high-resolution and mass accuracy hybrid linear ion trap/mass spectrometry. *Anal. Chem.* 87: 146-155.
7. Rist, A., Lemke, A. 2009. Applied field analysis including the ecology and management of invasive plants. 3rd. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, USA.
8. Ward, D., Muenchinger, P., Verheij, W. 2014. Soil microbiology and biochemical effects of the new atrazine-atopazine analogs. *Soil. Biochem.* 6: 149-152.
9. Wipf, D., J. M. A. Maa, P., Scott, C., Spitz, T. 1999. Mannanase induced as a catalyst for oxygen-dependent amino dehalogenation. *Env. Sci. Technol.* 33: 3160-3163.

ក្នុងរូបភាពខាងលើនេះ

m\_manassila@hotmail.com

สาขาศึกษาศาสตร์

(Subject: Education)

ภาคโปสเตอร์

(Poster Presentation)



## การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกผ่านกิจกรรมการสอนแบบ ARNON Model รายวิชาศาสนา เรื่อง พุทธศาสนสุภาษิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

Enhancing Learning Achievement through the Active Learning Approach: Implementation of the ARNON Model in Teaching Buddhist Proverbs in the Religion Subject for Mathayom 3 Students

อานนท์ ปล้ากระโทก และ สุริยา ฐานวิสัย  
โรงเรียนสุรวิวัฒน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

### ที่มาและความสำคัญขงปัญหา

การจัดการเรียนการสอนวิชาศาสนาในปัจจุบันโดยเฉพะอย่างยิ่งในหน่วยการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับหลักธรรมทางพระพุทธศาสนา พบว่าหลายครั้งการสอนเน้นเพียงการบรรยายหรือการท่องจำเนื้อหาซึ่งส่งผลให้นักเรียนขาดความสนใจ ไม่สามารถอธิบายความหมายของคำพุทธศาสนสุภาษิตได้ เนื่องจากขาดความรู้ความเข้าใจ [1,2] และไม่สามารถเชื่อมโยงหลักธรรมคำสอนกับชีวิตประจำวันได้ แนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) จึงเป็นหนึ่งในแนวคิดที่สำคัญที่มุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของนักเรียนผ่านการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การทำงานร่วมกัน และการมีส่วนร่วมกันเนื้อหาวิชาจากการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง [3] อย่างไรก็ตามการออกแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมักจะมีรูปแบบการสอนวิธีใดวิธีหนึ่ง ซึ่งส่วนน้อยที่จะนำกระบวนการการสะท้อนคิดมาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ตรวจสอบจุดเด่น จุดที่ควรปรับปรุงในความรู้และความสามารถของตนเอง ด้วยเหตุนี้จึงได้รวบรวมองค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ได้แก่ การมีส่วนร่วม การลงมือปฏิบัติ การสร้างประสบการณ์เรียนรู้ด้วยตนเองและการสะท้อนคิด ออกแบบและพัฒนามาเป็นรูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอน ARNON Model ที่จะช่วยให้นักเรียนสนใจเนื้อหาและสามารถประยุกต์ใช้หลักธรรมในชีวิตประจำวันได้ รวมถึงเป็นแนวทางให้กับครูผู้สอนในการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญต่อไป

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาศาสนา เรื่อง พุทธศาสนสุภาษิต ก่อนและหลังใช้กิจกรรม การสอนแบบ ARNON Model
2. เพื่อสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการสอนแบบ ARNON Model



### วิธีดำเนินการวิจัย

#### กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสุรวิวัฒน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จำนวน 55 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (cluster random sampling)

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน (Pre-Test & Post-Test)
2. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังใช้กิจกรรมการสอนแบบ ARNON model ใช้ paired samples t-test
2. การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการสอนแบบ ARNON Model ใช้สถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

### ข้อเสนอแนะ

#### ข้อเสนอแนะในเชิงปฏิบัติ

1. เนื่องจากการสอนในครั้งนี้เป็นการสอนในชั้นเรียนปกติ หากใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการกระตุ้นความสนใจของนักเรียน อาจช่วยเสริมการเรียนรู้ด้วย ARNON Model ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. กิจกรรมสะท้อนคิดที่จัดรูปแบบการพูดอธิบายอาจทำให้นักเรียนไม่สามารถจดจำและนำไปปรับปรุงได้ ดังนั้นควรใช้เทคนิคการสะท้อนคิดร่วมกับการจัดบันทึกด้วย

#### ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

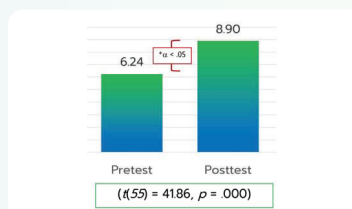
1. ควรนำกิจกรรมการสอนแบบ ARNON model ไปใช้และมีการวัดผลเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง ในบทเรียนอื่นหรือรายวิชาอื่น เพื่อตรวจสอบประสิทธิผลของการสอนแบบ ARNON model ที่มีต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างแท้จริง
2. เพื่อให้เห็นประโยชน์ของกิจกรรมการสอนแบบ ARNON Model ควรมีการเปรียบเทียบในกลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนโดยวิธีปกติหรือวิธีการจัดการเรียนรู้เชิงรุกวิธีอื่น

### กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้สนับสนุนการเผยแพร่ผลงานวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2568 จากโรงเรียนสุรวิวัฒน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อ.เมื่อง จ.นครราชสีมา

### ผลการวิจัยและอภิปรายผล

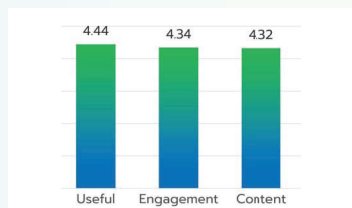
#### 1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการสอนแบบ ARNON model



ภาพที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พุทธศาสนสุภาษิต ก่อนและหลังเรียนผ่านกิจกรรมการสอนแบบ ARNON model

หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสอนแบบ ARNON Model นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อาจเป็นเพราะกิจกรรมเน้นการมีส่วนร่วม การสะท้อนคิด และการปฏิบัติจริง [3] ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเกี่ยวกับพุทธศาสนสุภาษิต สามารถเชื่อมโยงคำสอนทางศาสนากับชีวิตประจำวันได้ดียิ่งขึ้น การสะท้อนคิดหลังการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนเห็นความสำคัญของหลักธรรม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาในชีวิตจริงได้ [4]

#### 2. ความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการสอนแบบ ARNON Model



ภาพที่ 2 ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการสอนแบบ ARNON model

นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการสอนแบบ ARNON Model ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยความพึงพอใจด้านประโยชน์ของกิจกรรมการสอนมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในระดับมาก รองลงมาคือความพึงพอใจด้านกิจกรรมส่งเสริมการมีส่วนร่วม และด้านเนื้อหาตามลำดับ ผลการวิจัยนี้สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมการสอนแบบ ARNON Model ช่วยให้นักเรียนเข้าใจและประยุกต์ใช้ความรู้ได้ สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนจากการตอบคำถามปลายเปิดที่ระบุว่าการเรียนรู้จากกิจกรรมใน ARNON Model ช่วยให้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น โดยเฉพาะในขั้นตอนการสะท้อนคิด (Reflection) ที่ทำให้ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเรียนรู้จากเพื่อนร่วมชั้น [5]

### รายการอ้างอิง

- [1] พระมหาบัณฑิต อภิสิทธิ์ (โพนศรี), สุทธิพงษ์ ศรีวิชัย และวชิร เรืองสิทธิ์. (2562). การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนวิชาพระพุทธศาสนาตามหลักวิธีคิด 4 สำหรับโรงเรียนพระปริยัติธรรมแผนกสามัญศึกษา กลุ่ม 3. *วารสารคุณธรรมจริยธรรม และคุณธรรม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย*, 66(1), 218-230.
- [2] สภา วรากรณ์. (2566). การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ เรื่อง พุทธศาสนสุภาษิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา กรุงเทพมหานคร. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 5(2), 47-54.
- [3] Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415.
- [4] Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231.
- [5] Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.

# Innovative enhance understanding of Mitosis Through a Modified Werewolf Game

Chatchaya Udomkiratak<sup>a</sup>, Thitichaya Cheewawisit<sup>b</sup>, Pittayud Aursukitwattana<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Headstart International School Phuket, Phuket 83000, Thailand

<sup>b</sup>Satree Phuket School, Phuket 83000, Thailand

<sup>c</sup>Denla British School, Nonthaburi 11120, Thailand

## Abstract

This study examines the effectiveness of game-based learning (GBL) in teaching mitotic cell division to high school students, utilizing a modified Werewolf game to enhance engagement and understanding. Forty high school students were divided into two groups: one with no prior instruction (Group A) and one with prior instruction (Group B). Both groups participated in a role-playing game simulating mitosis. Pre-test and post-test assessments measured changes in conceptual understanding, while a Likert scale questionnaire gauged motivation. The results revealed that the game significantly improved conceptual understanding, particularly for Group A, who had no prior instruction. Motivation scores were high, indicating strong engagement and interest in the game-based approach. However, there are still gaps in the experiment that should be taken into consideration.

## Introduction and related literature

Biology often involves abstract processes, such as mitosis, which are challenging to visualize and understand (Smith & Knight, 2012). Traditional teaching methods such as textbook-based instruction and lectures may fail to make a clear understanding of complex topics like mitosis.

The importance of this study lies in addressing several key challenges in biology education. One of the primary issues students face is the understanding of biological concepts which could result in a lack of enthusiasm for the subject and conceptual clarity in biology (Smith & Knight, 2012). GBL would transform boring topics into engaging and relatable experiences that combine the gap between practice and theory allowing better conceptual understanding. This study aims to evaluate the effectiveness of GBL through the Mitotic Cell Division game for high school students. This research focuses on how innovative teaching methods such as GBL can enhance biology education, making it more engaging and effective for students (Plass, Homer, & Kinzer, 2015).

In biological education, GBL has both challenges and benefits. Complex biological processes, such as cellular mechanisms, are difficult to represent accurately in games, and simplifications may lead to misconceptions (Mayer, 2005). Furthermore, GBL also required considerable resources and a large amount of time in order to create the game and improve which can be particularly challenging in some schools. (Plass et al., 2015). Role-playing allows students to physically embody biological concepts, such as chromosomes, helping them better understand complex processes like replication and division while reducing misconceptions (Goldstein, 2016). Moreover, educational games can be particularly beneficial for diverse learners, including students with special needs, by supporting independent learning and fostering critical thinking (Gerber et al., 2014). While not all students respond equally well to game-based methods, evidence suggests that when these approaches are aligned with students' learning styles, they can significantly enhance conceptual understanding (Liu et al., 2014).

Table 1 Pre-test and Post-test Scores

|      | Group A  |           | Group B  |           |
|------|----------|-----------|----------|-----------|
|      | Pre-test | Post-test | Pre-test | Post-test |
| Mean | 3.03     | 8.63      | 7.30     | 9.2       |
| Min  | 0        | 5         | 6.00     | 8         |
| Max  | 5        | 10        | 9.00     | 10        |

Table 2 Perception questionnaire results

| Perception | Group A (Average) | Group B (Average) |
|------------|-------------------|-------------------|
| Helpful    | 4.57              | 4.60              |
| Preferable | 4.23              | 4.20              |
| Inspiring  | 4.30              | 4.20              |

## Result

The data reveals a significant improvement in test scores for both groups after participating in the learning activity. Group A, consisting of students with no prior formal instruction, had a mean pre-test score of 3.03, which increased to 8.63 in the post-test, reflecting a substantial gain in understanding. Group B, consisting of students with prior knowledge of the topic, had a mean pre-test score of 7.3, rising to 9.2 in the post-test, demonstrating improvement even among those who had previously studied mitotic cell division. These results indicate that the game-based learning intervention was effective in enhancing students' conceptual understanding, regardless of their prior knowledge.

Group A showed strong positive feedback, with an average helpfulness rating of 4.57, indicating that students found the activity significantly beneficial. Their preference for this game-based learning method over traditional approaches was 4.30, reflecting a strong inclination towards this format. The perceived inspiration level was 4.33, suggesting that the activity was motivating and engaging for the students. In Group B, the average helpfulness rating was 4.60, slightly higher than Group A, indicating a strong perception of the activity's educational value. The preference for the game-based method over traditional learning was 4.20, showing a solid preference, though slightly lower than Group A's. The perceived inspiration level in Group B was 4.20, indicating that students also found the activity inspiring, albeit slightly less than Group A.

## Research methods

### Conducting Post-Test

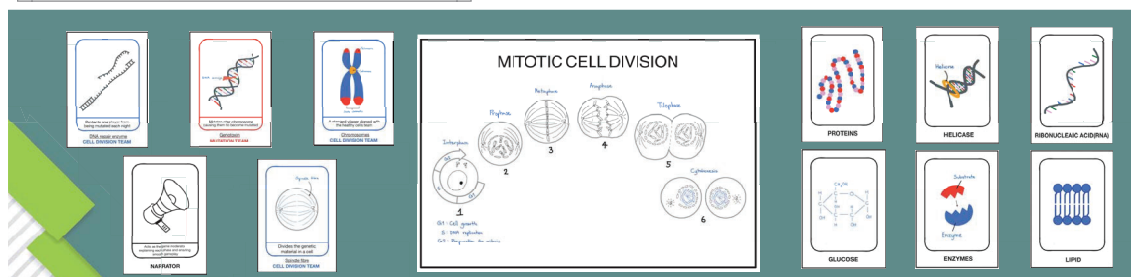
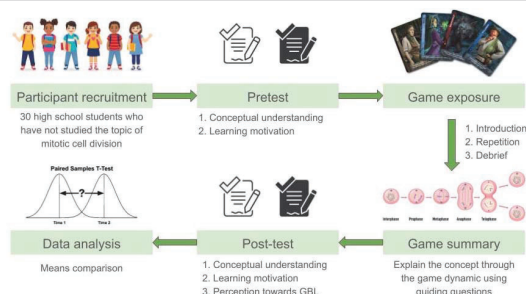
The post-test, which was multiple-choice therefore minimizing the impact of grader bias. This included questions similar to those in the pre-test, focusing on key concepts such as the phases of mitosis, the roles of cellular components, and the effects of mutations on the mitotic process.

### Statistical Analysis

A paired t-test was used to compare the mean scores of the pre-test and post-test for each participant, allowing for an analysis of the change in knowledge over the course of the game-based learning intervention. By calculating the difference between the scores for each individual, the paired t-test assesses whether the mean difference is statistically significant, thus determining whether the game-based learning intervention effectively improved students' conceptual understanding of mitotic cell division.

Having a baseline group, Group A, allows for a clear assessment of how well the game-based learning intervention performs in the absence of prior knowledge. Group B, on the other hand, provides insights into how the intervention enhances or complements pre-existing understanding. This dual approach controls prior knowledge as a variable and strengthens the analysis and makes the results more generalizable.

To assess student motivation, a questionnaire was administered using a 1 to 5 Likert scale, where 1 represented the least and 5 represented the most. The survey measured students' engagement, interest, and perceived value of the game-based learning activity. This feedback provided valuable insights into how engaging and effective the game was in capturing students' attention, enhancing their interest in the subject matter, and contributing to their overall learning experience.









การพัฒนาบอร์ดเกมโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบกลุ่มแข่งขัน เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างง่าย สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น

## The Development of a Board Game Using Cooperative Learning Technique with of TGT (Teams-Games-Tournaments) to Enhance Analytical Thinking and Simple Problem-Solving Skills for Elementary Pupils

**วันวิสาข ชมศิริ<sup>a</sup>, สุวิสาข จรัสกมลพงศ์<sup>b</sup>, ศรีสุดา ตัวงโต๊ด<sup>c</sup>, วชิรี แสงบุญเรือง<sup>d</sup>, พงศเทพ โคตรประทุม<sup>e</sup>, พสธร บุระเทพ<sup>f</sup>**

<sup>a</sup>โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยนครพนม พนมพิทยพัฒน์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม จังหวัดนครพนม 48000

<sup>b,f</sup>สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม จังหวัดนครพนม 48000

**บทคัดย่อ**

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารายวัดเกมโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือ รูปแบบกลุ่มชั้น เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างง่าย สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น 2) ศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาอย่างง่าย หลังการเรียนรู้เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลประเมินคุณภาพ ได้แก่ รูปแบบของเกม เนื้อหา และกระบวนการเล่นเกม ระดับดีมาก และมีค่า IOC ระหว่าง 0.67-1.00 2) ผลการเรียนรู้โดยใช้อัตราเกม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.95 และมีค่า S.D. เท่ากับ 1.90 มีค่าร้อยละ 79.50 3) มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การแก้ปัญหาอย่างง่าย, ทักษะการคิดวิเคราะห์, บอร์ดเกม, วิทยาการคำนวณ

This research study aims to 1) develop a board game using cooperative learning technique to enhance analytical thinking and simple problem-solving skills for elementary pupils 2) study of analytical thinking and simple problem-solving skills after learning 3) study the academic achievement before and after studying 4) results of student satisfaction. The results were found that 1) the quality assessments included game format, content and game playing. It was excellent with (IOC) between 0.67-1.00 2) the results of analytical thinking skills after learning were higher than 70 percent criterion, with  $\bar{X}$  of 7.95 and S.D. of 1.90, with a value of 79.50%.

**Keywords:** Analytical Thinking Skills, Board Game, Computing Science, Simple Problem Solving

**ບຸກນຳ**

การจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ในระดับประถมศึกษาตอนต้นมีปัญหาหลายประการ เช่น การขาดสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับวัยและพัฒนาการของผู้เรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ และการขาดแหล่งเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะความรู้พื้นฐาน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดและการแก้ปัญหา ผู้วิจัยจึงสนใจในการพัฒนาวิธีการเรียนการสอนเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้ เป็นสื่อการเรียนรู้ที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างง่าย ในรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น ได้เลือกแบบแผนที่จะใช้การคิดวิเคราะห์ งานแผน และแก้ปัญหา โดยมีการกำหนดสถานการณ์การแก้ปัญหา ๕ สถานการณ์การเรียนรู้ ๓ กิจกรรมการป้อนในชั่วโมงการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านแบบ แผนความคิดที่กำหนด และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันของนักเรียน โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ในรูปแบบกลุ่มแข่งขัน TGT (Teams-Games-Tournaments) เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนทำงานร่วมกัน แบ่งเป็น ๓ กลุ่มและเปลี่ยนความคิดเห็น และช่วยเหลือนอกกลุ่มเปลี่ยนกันในการเรียนรู้ นอกจากจะเป็นการฝึกให้นักเรียนได้มีทักษะการอ่านคิดวิเคราะห์แล้ว ยังช่วยให้นักเรียนมีนิสัยรักการเรียนรู้การงานที่ดี อันจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ในระดับประถมศึกษาตอนต้นต่อไป

## อุปกรณ์และวิธีการ



**Figure 1** Board game "Let's do it"



**Figure 2** Example images of equipment cards and special equipment cards and jigsaw puzzle cards.

## ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาบอตเทคโนโลยีเทคนิควิเคราะห์เรียนรู้แบบร่วมมือรูปแบบกลุ่มแข่งขัน เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างง่าย ในรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น

Table 1 Results of the quality assessment of board game learning.

|                                                                      | Evaluation | Mean | S.D. | Level     |
|----------------------------------------------------------------------|------------|------|------|-----------|
| <b>1. Format of the game</b>                                         |            |      |      |           |
| 1.1 Pictures, letters and colors stimulate students' interest.       |            | 4.67 | 0.58 | Excellent |
| 1.2 Clarity of Letters and requests                                  |            | 4.67 | 0.58 | Excellent |
| <b>2. Content</b>                                                    |            |      |      |           |
| 2.1 The problem situation is consistent with the objective.          |            | 4.67 | 0.58 | Excellent |
| 2.2 Problem situations are appropriate for students.                 |            | 4.33 | 0.58 | Good      |
| <b>3. The process of playing the game</b>                            |            |      |      |           |
| 3.1 Playing board games has an easy-to-understand sequence of steps. |            | 4.33 | 0.58 | Good      |
| 3.2 Knowledge sharing and cooperation to solve problems.             |            | 5.00 | 0.00 | Excellent |
|                                                                      | Overall    | 4.61 | 0.24 | Excellent |

จาก Table 1 ผลการประเมินคุณภาพเพื่อการเรียนรู้ระดับเกม "Let's do it ลงทำดู หนูก็ทำได้" โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน พบว่าผลประเมินคุณภาพโดยรวมทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X}$  = 4.6, S.D. = 0.24) และพบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.67-1.00

3. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาอย่างง่าย ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้อุปกรณ์เกม จำนวน 20 คน ทำแบบทดสอบประเภทข้อสอบปรนัย ชนิด 3 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ซึ่งมีรายละเอียดแสดงใน Table 3

**Table 3** Results of the academic achievement of elementary pupils before and after studying by using board game

| Test                                                  | Number of samples (n) | Full marks | Pretest   |      | Posttest  |      | t    | Sig     |
|-------------------------------------------------------|-----------------------|------------|-----------|------|-----------|------|------|---------|
|                                                       |                       |            | $\bar{X}$ | S.D. | $\bar{X}$ | S.D. |      |         |
| Analytical thinking and simple problem-solving skills | 20                    | 10         | 7.25      | 1.74 | 9.75      | 0.44 | 7.11 | 0.00*** |

Note: \*\*\* $p < .05$ .

จาก Table 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาอย่างง่าย ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 7.25 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.74 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 9.75 ค่าดัชนีแบบมาตรฐานเรียนเท่ากับ 0.44 แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาอย่างง่าย นักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น มีความรู้และทักษะในการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**สรุป**

จากผลการศึกษารูปแบบนวัตกรรมโดยใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบกลุ่มแข่งขัน เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างง่าย ในรายวิชาเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น พบว่าการประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของนักเรียน *Let's do it* ออกฤทธิ์ หนูทำได้ โดยผู้เรียนรายวิชาทั้ง 3 ท่าน พบว่า ผลประเมินคุณภาพโดยรวมทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.6, S.D. = 0.24$ ) ดังนั้นจึงมีความพึงพอใจและยอมรับการนำเทคโนโลยี (*Index of Item Acceptance*:  $IOA = 0.67$ )

ผลการศึกษาก่อนการกวดวิชาได้ และการเก็บข้อมูลภายหลังเรียน ขอบเขตเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียน หลังเรียน จัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน พบว่าทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาอย่างง่าย ขอบเขตการเรียนรู้ระดับประถมศึกษาตอนต้น หลังการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบ สูงกว่าก่อนเรียนร้อยละ 70 โดยมีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 7.95 จากคะแนนเต็ม 10 คะแนน และมีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.90 โดยมีร้อยละ 74.50

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาอย่างง่าย นักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้อัตราซิกมัต พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 7.25 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.74 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 9.75 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาอย่างง่าย นักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น มีค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการศึกษาความพึงพอใจ ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม ในรูปแบบกลุ่มแข่งขัน TGT (Teams-Games-Tournaments) เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาอย่างง่าย พบว่าผลการศึกษาพึงพอใจของนักเรียน ที่เมื่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเสร็จ การแก้ปัญหาอย่างง่าย ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนต้น มีความพึงพอใจเฉลี่ย ระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.57 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ย 0.06

ติดต่อเพิ่มเติม  
wanvisa@npu.ac.th

## เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551. โรงพิมพ์อรรถาการพิมพ์นคร

กระทรวงศึกษาธิการ. (2500). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

สารละลาย เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารกษ

ชนิดา นาชัย และพรสวรรค์ วงศ์ธารม. (2564). การออกแบบและพัฒนาเกมกระดาน JUMP FOR BABY FROM

ชั้นตอน สำหรับนักเรียนชั้นประถมที่กานาตอนปลาย. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 44(3), 1-10.

พรตการณ์ เทพบุตร, สัตว์ชั้น พัฒนสิทธิ์ และโพธิ์ย ศรีฟ้า. (2565). การพัฒนาวิธีเล่นเกมการศึกษาความ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วารสารการวิจัยและการศึกษา. 39(105).

พิศมัย แชนมณี. (2550). ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์

มหาวิทยาลัย



การพัฒนาทักษะการอ่านเพื่อความเข้าใจโดยใช้การเรียนรู้แบบทีมเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
The Development of Reading Comprehension Skills through Team-based Learning for Matthavomsuksa 5 Students

ตนกร เปรมปรีดี<sup>a</sup>, จิราภรณ์ กาแก้ว<sup>b</sup>, สหพล อุดม<sup>c</sup>

<sup>a</sup>ภาควิชาครุศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนาสตรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (วิทยาเขต กำแพงแสน) นครปฐม 73140

<sup>c</sup>โรงเรียนดอนเมืองจาตุรจินดา กรุงเทพฯ 10210

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยในชั้นเรียนครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการอ่านเพื่อความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อน-หลังการเรียนด้วยแบบเรียนฐาน 2) เพื่อศึกษาความพึงพอใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ต้องการเรียนด้วยแบบเรียนฐาน กลุ่มตัวอย่างได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 จำนวน 31 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยคือ 1) แผนการเรียนฐานที่อ่านเพื่อความเข้าใจแบบเป็นฐาน 2) แบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อความรู้เข้าใจก่อนหลังการเรียนด้วยแบบเป็นฐาน 3) ค่าดัชนีความยากง่ายของตัว (p) (0.33 – 0.80 และความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84 และ 3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อการเรียนรู้แบบเป็นฐาน มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.7 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ค่าดัชนีความยากง่ายจากการวิจัยพบว่า 1) ทักษะการอ่านเพื่อความรู้เข้าใจของนักเรียนหลังการเรียนรูปแบบเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ( $\bar{x}$ ) = 18.8 และ (S.D.) = 4.24 คิดเป็นร้อยละของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 93.54 และเมื่อทำดัชนีประสิทธิภาพก่อนเรียน (p) 0.5739 2) นักเรียนมีความคิดต่อการเรียนรู้แบบเป็นฐานอยู่ในระดับสูง มีค่าเฉลี่ย (x) เท่ากับ 4.24 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.82

คำสำคัญ: การอ่านภาษาอังกฤษเพื่อความเข้าใจ, การจัดการเรียนรู้แบบทีมเป็นฐาน, เจตคติ

The objectives of this classroom research were 1) to compare reading comprehension skills of Mathayomskusa 5 students before and after learning through team-based learning, 2) to study the Mathayomskusa 5 students' attitudes towards team-based learning. The sample group consisted of 51 students in the Mathayomskusa 5/6 obtained by purposive sampling method, who are currently studying in the second semester of the 2023 academic year. The data collection tools included 1) a learning management plan using team-based learning on reading comprehension, 2) pre-posttests of reading comprehension, which has difficulty index ( $p$ ) between 0.33 – 0.80 and reliability of 0.84, and 3) a questionnaire of attitudes towards team-based learning, which has reliability of 0.7. The statistics used in data analysis included percentage, average, standard deviation, and effectiveness index. The results of the research showed that 1) the students' reading comprehension skills after using team-based learning increased significantly with a post-learning average score of  $(x) = 18.8$  and  $(S.D.) = 4.24$ , which corresponds to a percentage of students meeting the criteria at 93.54, and an effectiveness index of 0.5739 2) the students have high attitudes towards team-based learning at mean  $(x)$  of 4.24 and a standard deviation  $(S.D.)$  of 0.82

**Keywords:** English reading for comprehension, team-based learning management, attitudes

## ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบทักษะการอ่านเพื่อความเข้าใจ ก่อน-หลังการเรียนรู้แบบทีมเป็นฐาน

**Table 1** The average score of students' reading comprehension skills before and after team-based learning, and the percentage of students meeting the criteria

| Test     | Maximum Score | Mean | S.D. | Percentage of students who meet the criteria |
|----------|---------------|------|------|----------------------------------------------|
| Pretest  | 25            | 10.4 | 4.48 | 29.03                                        |
| Posttest | 25            | 18.8 | 4.24 | 93.54                                        |

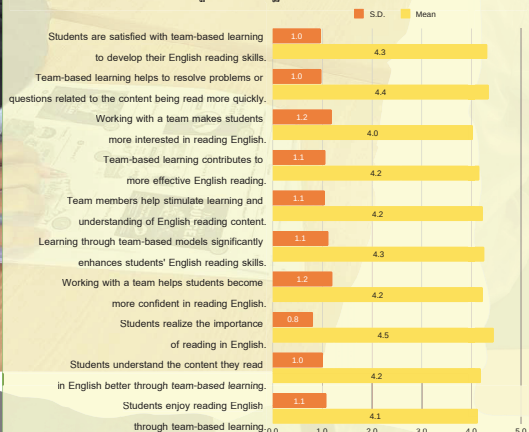
ทักษะการอ่านที่ความเข้าใจของนักเรียนหลังเรียนด้วยแผนการเรียนรู้การอ่านที่ความเข้าใจแบบที่มีเป็น  
ฐาน ของนักเรียนที่มีรอยดึกดำบรรพ์ ที่ 5 มีค่าคะแนนเฉลี่ย = 18.8 และ (S.D.) = 4.24 สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อน  
เรียน โดยคิดเป็นร้อยละคือ 93.54 ของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ ดังนั้นจากการวิเคราะห์พบว่า ทักษะการอ่าน  
ที่ความเข้าใจของนักเรียนหลังเรียนด้วยแผนการเรียนรู้แบบที่มีเป็นฐาน ของนักเรียนที่มีรอยดึกดำบรรพ์ ที่ 5  
สูงกว่าก่อนเรียน

Table 2 The effectiveness index of team-based learning on the students' reading comprehension skills

| Number of students | Maximum Score | Total score |          | E.I.   |
|--------------------|---------------|-------------|----------|--------|
|                    |               | Pretest     | Posttest |        |
| 31                 | 25            | 322         | 582      | 0.5739 |

ดัชนีประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้อ่านเพื่อความเข้าใจแบบทิมเป็นฐาน ของนักเรียนมัธยมศึกษา  
ปีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.5739 โดยเป็นไปตามเกณฑ์ค่าตัวเลขที่ แสดงอัตราการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นด้วยการ  
เรียนรู้แบบทิมเป็นฐาน

2. ผลการศึกษาเจตคติต่อการเรียนรู้แบบทีมเป็นฐาน



โดยค่ารวมเฉลี่ยเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการเรียนแบบทีมเป็นฐาน ผ่านการทำแบบสอบถามเจตคติที่มีต่อการเรียนแบบทีมเป็นฐาน เท่ากับ  $= 4.45$  และ  $(S.D.) = 0.81$  ซึ่งอยู่ในระดับสูง

## บทนำ

ในยุคโลกาภิวัตน์ การแข่งขันกันค้าต่างประเทศ โดยเฉพาะภาษาอังกฤษ ถือเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นเครื่องมือในภาคติดต่อสื่อสาร การศึกษา และภาคประกอบอาชีพ ภาษาอังกฤษช่วยให้อุตสาหกรรมของไทยในเศรษฐกิจ การเมือง และวัฒนธรรมของไทย รวมถึงพัฒนาความสามารถในการแข่งขันในเศรษฐกิจโลก การเรียนภาษาต่างประเทศยังส่งเสริมเอกลักษณ์และวัฒนธรรมของไทยไปสู่สังคมโลก ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาลในการส่งเสริมการพัฒนาภาษาของไทยในมิติภาคการ

การอ่านเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาความรู้ โดยเฉพาะในยุคดิจิทัลที่การเข้าถึงข้อมูลง่ายขึ้นผ่านเทคโนโลยี การอ่านช่วยให้ผู้เรียนสามารถขยายขอบเขตความรู้และเพิ่มพูนประสบการณ์ได้โดยไม่จำกัดพื้นที่และเวลา การพัฒนาทักษะการอ่านเพื่อความรู้ให้ช่วยผู้เรียนสามารถตีความ วิเคราะห์ และเชื่อมโยงข้อมูลได้อย่างถูกต้องและลึกซึ้ง การอ่านที่ดีช่วยเสริมประสิทธิภาพในการเรียนรู้และใช้ข้อมูลไปได้อย่างเหมาะสม (ทพพร เทพะระ, 2563; สลิฟเฟินสัน, 2563; สอนพรา, 2563)

การประเมินแบบใหม่ (ToG-based Learning) เป็นวิธีการที่จะส่งเสริมให้ทั้งกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่  
ประสิทธิผลการทำทางผ่านของนักเรียนที่ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้แบบมีความคิดและการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการฝึกฝน  
เพื่อร่วมกลุ่ม การประเมินรูปแบบนี้ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ส่วนบุคคลของนักเรียนในกระบวนการเรียนรู้ โดยเฉพาะการแบ่งปัน  
ประสบการณ์และแนวคิด ซึ่งส่งเสริมการเรียนรู้ที่สร้างสรรค์ การให้เทคโนโลยีการสื่อสารเชิงรุกและการอภิปรายเพื่อวิเคราะห์  
ภายในกลุ่มเพื่อเพิ่มทักษะการสื่อสารและการเข้าถึงการจัดการศึกษาที่ดีขึ้น นอกจากนี้ การประเมินแบบใหม่ยังช่วย  
ให้การประเมินที่มุ่งเน้นและการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบเชื่อมโยง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ประสิทธิผลการและสามารถ  
ใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้ (เพียรมอง, ๒๕๖๑; ๒๕๖๒; ๒๕๖๓; ๒๕๖๔; ๒๕๖๕; ๒๕๖๖; ๒๕๖๗; ๒๕๖๘; ๒๕๖๙; ๒๕๗๐; ๒๕๗๑; ๒๕๗๒; ๒๕๗๓; ๒๕๗๔; ๒๕๗๕; ๒๕๗๖; ๒๕๗๗; ๒๕๗๘; ๒๕๗๙; ๒๕๘๐; ๒๕๘๑; ๒๕๘๒; ๒๕๘๓; ๒๕๘๔; ๒๕๘๕; ๒๕๘๖; ๒๕๘๗; ๒๕๘๘; ๒๕๘๙; ๒๕๙๐; ๒๕๙๑; ๒๕๙๒; ๒๕๙๓; ๒๕๙๔; ๒๕๙๕; ๒๕๙๖; ๒๕๙๗; ๒๕๙๘; ๒๕๙๙; ๒๖๐๐; ๒๖๐๑; ๒๖๐๒; ๒๖๐๓; ๒๖๐๔; ๒๖๐๕; ๒๖๐๖; ๒๖๐๗; ๒๖๐๘; ๒๖๐๙; ๒๖๑๐; ๒๖๑๑; ๒๖๑๒; ๒๖๑๓; ๒๖๑๔; ๒๖๑๕; ๒๖๑๖; ๒๖๑๗; ๒๖๑๘; ๒๖๑๙; ๒๖๒๐; ๒๖๒๑; ๒๖๒๒; ๒๖๒๓; ๒๖๒๔; ๒๖๒๕; ๒๖๒๖; ๒๖๒๗; ๒๖๒๘; ๒๖๒๙; ๒๖๓๐; ๒๖๓๑; ๒๖๓๒; ๒๖๓๓; ๒๖๓๔; ๒๖๓๕; ๒๖๓๖; ๒๖๓๗; ๒๖๓๘; ๒๖๓๙; ๒๖๔๐; ๒๖๔๑; ๒๖๔๒; ๒๖๔๓; ๒๖๔๔; ๒๖๔๕; ๒๖๔๖; ๒๖๔๗; ๒๖๔๘; ๒๖๔๙; ๒๖๕๐; ๒๖๕๑; ๒๖๕๒; ๒๖๕๓; ๒๖๕๔; ๒๖๕๕; ๒๖๕๖; ๒๖๕๗; ๒๖๕๘; ๒๖๕๙; ๒๖๖๐; ๒๖๖๑; ๒๖๖๒; ๒๖๖๓; ๒๖๖๔; ๒๖๖๕; ๒๖๖๖; ๒๖๖๗; ๒๖๖๘; ๒๖๖๙; ๒๖๗๐; ๒๖๗๑; ๒๖๗๒; ๒๖๗๓; ๒๖๗๔; ๒๖๗๕; ๒๖๗๖; ๒๖๗๗; ๒๖๗๘; ๒๖๗๙; ๒๖๘๐; ๒๖๘๑; ๒๖๘๒; ๒๖๘๓; ๒๖๘๔; ๒๖๘๕; ๒๖๘๖; ๒๖๘๗; ๒๖๘๘; ๒๖๘๙; ๒๖๙๐; ๒๖๙๑; ๒๖๙๒; ๒๖๙๓; ๒๖๙๔; ๒๖๙๕; ๒๖๙๖; ๒๖๙๗; ๒๖๙๘; ๒๖๙๙; ๒๗๐๐; ๒๗๐๑; ๒๗๐๒; ๒๗๐๓; ๒๗๐๔; ๒๗๐๕; ๒๗๐๖; ๒๗๐๗; ๒๗๐๘; ๒๗๐๙; ๒๗๑๐; ๒๗๑๑; ๒๗๑๒; ๒๗๑๓; ๒๗๑๔; ๒๗๑๕; ๒๗๑๖; ๒๗๑๗; ๒๗๑๘; ๒๗๑๙; ๒๗๒๐; ๒๗๒๑; ๒๗๒๒; ๒๗๒๓; ๒๗๒๔; ๒๗๒๕; ๒๗๒๖; ๒๗๒๗; ๒๗๒๘; ๒๗๒๙; ๒๗๓๐; ๒๗๓๑; ๒๗๓๒; ๒๗๓๓; ๒๗๓๔; ๒๗๓๕; ๒๗๓๖; ๒๗๓๗; ๒๗๓๘; ๒๗๓๙; ๒๗๔๐; ๒๗๔๑; ๒๗๔๒; ๒๗๔๓; ๒๗๔๔; ๒๗๔๕; ๒๗๔๖; ๒๗๔๗; ๒๗๔๘; ๒๗๔๙; ๒๗๕๐; ๒๗๕๑; ๒๗๕๒; ๒๗๕๓; ๒๗๕๔; ๒๗๕๕; ๒๗๕๖; ๒๗๕๗; ๒๗๕๘; ๒๗๕๙; ๒๗๖๐; ๒๗๖๑; ๒๗๖๒; ๒๗๖๓; ๒๗๖๔; ๒๗๖๕; ๒๗๖๖; ๒๗๖๗; ๒๗๖๘; ๒๗๖๙; ๒๗๗๐; ๒๗๗๑; ๒๗๗๒; ๒๗๗๓; ๒๗๗๔; ๒๗๗๕; ๒๗๗๖; ๒๗๗๗; ๒๗๗๘; ๒๗๗๙; ๒๗๘๐; ๒๗๘๑; ๒๗๘๒; ๒๗๘๓; ๒๗๘๔; ๒๗๘๕; ๒๗๘๖; ๒๗๘๗; ๒๗๘๘; ๒๗๘๙; ๒๗๙๐; ๒๗๙๑; ๒๗๙๒; ๒๗๙๓; ๒๗๙๔; ๒๗๙๕; ๒๗๙๖; ๒๗๙๗; ๒๗๙๘; ๒๗๙๙; ๒๘๐๐; ๒๘๐๑; ๒๘๐๒; ๒๘๐๓; ๒๘๐๔; ๒๘๐๕; ๒๘๐๖; ๒๘๐๗; ๒๘๐๘; ๒๘๐๙; ๒๘๑๐; ๒๘๑๑; ๒๘๑๒; ๒๘๑๓; ๒๘๑๔; ๒๘๑๕; ๒๘๑๖; ๒๘๑๗; ๒๘๑๘; ๒๘๑๙; ๒๘๒๐; ๒๘๒๑; ๒๘๒๒; ๒๘๒๓; ๒๘๒๔; ๒๘๒๕; ๒๘๒๖; ๒๘๒๗; ๒๘๒๘; ๒๘๒๙; ๒๘๓๐; ๒๘๓๑; ๒๘๓๒; ๒๘๓๓; ๒๘๓๔; ๒๘๓๕; ๒๘๓๖; ๒๘๓๗; ๒๘๓๘; ๒๘๓๙; ๒๘๔๐; ๒๘๔๑; ๒๘๔๒; ๒๘๔๓; ๒๘๔๔; ๒๘๔๕; ๒๘๔๖; ๒๘๔๗; ๒๘๔๘; ๒๘๔๙; ๒๘๕๐; ๒๘๕๑; ๒๘๕๒; ๒๘๕๓; ๒๘๕๔; ๒๘๕๕; ๒๘๕๖; ๒๘๕๗; ๒๘๕๘; ๒๘๕๙; ๒๘๖๐; ๒๘๖๑; ๒๘๖๒; ๒๘๖๓; ๒๘๖๔; ๒๘๖๕; ๒๘๖๖; ๒๘๖๗; ๒๘๖๘; ๒๘๖๙; ๒๘๗๐; ๒๘๗๑; ๒๘๗๒; ๒๘๗๓; ๒๘๗๔; ๒๘๗๕; ๒๘๗๖; ๒๘๗๗; ๒๘๗๘; ๒๘๗๙; ๒๘๘๐; ๒๘๘๑; ๒๘๘๒; ๒๘๘๓; ๒๘๘๔; ๒๘๘๕; ๒๘๘๖; ๒๘๘๗; ๒๘๘๘; ๒๘๘๙; ๒๘๙๐; ๒๘๙๑; ๒๘๙๒; ๒๘๙๓; ๒๘๙๔; ๒๘๙๕; ๒๘๙๖; ๒๘๙๗; ๒๘๙๘; ๒๘๙๙; ๒๙๐๐; ๒๙๐๑; ๒๙๐๒; ๒๙๐๓; ๒๙๐๔; ๒๙๐๕; ๒๙๐๖; ๒๙๐๗; ๒๙๐๘; ๒๙๐๙; ๒๙๑๐; ๒๙๑๑; ๒๙๑๒; ๒๙๑๓; ๒๙๑๔; ๒๙๑๕; ๒๙๑๖; ๒๙๑๗; ๒๙๑๘; ๒๙๑๙; ๒๙๒๐; ๒๙๒๑; ๒๙๒๒; ๒๙๒๓; ๒๙๒๔; ๒๙๒๕; ๒๙๒๖; ๒๙๒๗; ๒๙๒๘; ๒๙๒๙; ๒๙๓๐; ๒๙๓๑; ๒๙๓๒; ๒๙๓๓; ๒๙๓๔; ๒๙๓๕; ๒๙๓๖; ๒๙๓๗; ๒๙๓๘; ๒๙๓๙; ๒๙๔๐; ๒๙๔๑; ๒๙๔๒; ๒๙๔๓; ๒๙๔๔; ๒๙๔๕; ๒๙๔๖; ๒๙๔๗; ๒๙๔๘; ๒๙๔๙; ๒๙๕๐; ๒๙๕๑; ๒๙๕๒; ๒๙๕๓; ๒๙๕๔; ๒๙

**วัดถ้ำประแสงค์**

1. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการอ่านเพื่อความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อน-หลังการเรียนรู้แบบทีมเป็นฐาน
2. เพื่อศึกษาเจตคติของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการเรียนในรูปแบบทีมเป็นฐาน

### ขั้นตอนการใช้ Team-Based Learning

(Michaelsen & Sweet, 2555; อานภาพ เลชะกุล, 2564)

### 1. ขั้นตอนเตรียมความพร้อม (Preparation)

การเตรียมตัวก่อนเข้าเรียน มีสิ่งจำเป็นอะไรบ้างให้เตรียมแต่ก่อนเข้าเรียนด้วย

Business Assurance Process)

- รายบุคคล (Individual Test)  
 ม (Team Test)  
 Corrective Instruction)

### 3. ขั้นตอนการปฏิบัติ (Application)

การใช้ความรู้ เทคนิค วิธีการต่างๆ มาฝึกใช้งาน และฝึกฝนทักษะ  
ต่างๆ ร่วมกัน

## nt)

การบูรณาการความรู้ที่ได้ทั้งหมด มาสร้างเป็นชิ้นงานที่สามารถสะท้อนถึงการพัฒนาของผู้เรียน และสรุปความรู้

## สรุป

โดยสรุป ผลการวิจัยครั้งนี้เห็นถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบทีมเป็นฐาน (Team-Based Learning) ในการพัฒนาทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 4 กลุ่มซึ่งได้รับการพัฒนา ทักษะบนเฉลี่ยก่อนเรียนของนักเรียนมีค่าเฉลี่ย 10.4 คิดเป็นร้อยละ 29.03 ของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 0.5739 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นเป็น 18.8 คิดเป็นร้อยละ 93.54 ของนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ และมีความคิดเห็นต่อประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนที่แสดงถึงความคิดเห็นว่านักเรียนจากการเรียนในรูปแบบทีมเป็นฐาน นักเรียนมีความรู้ที่ชัดเจนว่าการเรียนในรูปแบบทีมช่วยส่งเสริมให้เรียนรู้พัฒนาทักษะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ นักเขียนยังมีเจตคติเชิงบวกต่อการเขียนแบบที่เป็นฐานในระดับสูง ทั้งนี้เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้นั้นรูปแบบดังกล่าวที่วิจัยพัฒนาขึ้น จำนวน 5 แบบ ได้เปิดโอกาสให้นักเขียนได้เรียนรู้บทใหม่และวิธีการอ่านที่ช่วยเสริมความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น การทำงานร่วมกันในทีมส่งผลให้บรรยากาศการเรียนการสอนมีความสนุกสนาน ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและคำสอนที่ช่วยกระตุ้นการเขียน อีกทั้งยังทำให้พวกเขาเห็นถึงความสำคัญของการอ่านผ่านกิจกรรมดังกล่าว

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนควรมีการเตรียมความพร้อม ศึกษาชั้นตอนและวิธีการสอน รวมถึงออกแบบเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน
2. ระยะเวลาในการวิจัย ควรเพิ่มระยะเวลาให้มากขึ้น โดยอาจนำไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาเพิ่มเติมเพื่อศึกษาผลลัพธ์ในระยะยาว

## ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ผลการวิจัยพบว่าจากการเรียนรู้แบบทีมเป็นฐาน ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันผ่านการแลกเปลี่ยนความรู้และแก้ไขปัญหาร่วมกัน ช่วยให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและสามารถพัฒนาทักษะการอ่านได้ โดยใช้การจับกลุ่มตามความสนใจ

หากมีการศึกษาต่อไปในอนาคต อาจพิจารณาการตั้งค่านักเรียนตามระดับความสามารถ เช่น กลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน แล้วนำมาทดลองในการเรียนรู้นับเพิ่มเป็นฐาน วิธีนี้อาจช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการอ่านเพื่อความเข้าใจในบริบทที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคลมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถบูรณาการเนื้อหาวิชากับรายวิชาอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ




การพัฒนาแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านเทคโนโลยีดิจิทัลตามกรอบแนวคิด TPACK ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก สำหรับครูสังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน จังหวัดนครพนม

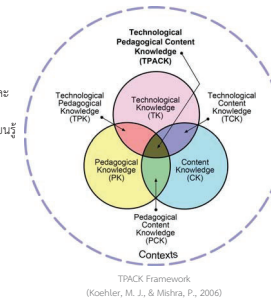
Development of Learning Model to Enhance Digital Technology Competencies Based on TPACK Framework for Active Learning Management for Teachers Under the Office of Basic Education in Nakhon Phanom Province

ศรีสุดา ตัวงัดัด, พงศเทพ โคตรประทุม, พสธร ประเทพ, สุวิสาข์ จรัสกมลพงศ์, วชิรี แสงบุญเรือง และไพฑูรย์ พวงยออด  
 Srisuda Daungtod, Phongthep Khotpratum, Pasatorn Puratep, Suwisa Jarutkamolpong, Watcharee Sangboonraung and Paitoon Puangyod  
 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม นครพนม 48000  
 Faculty of Education, Nakhon Phanom University, Nakhon Phanom, 48000, Thailand

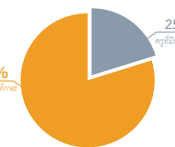
บทนำ

การศึกษาเรื่อง "การพัฒนาแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านเทคโนโลยีดิจิทัลตามกรอบแนวคิด TPACK ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกสำหรับครูสังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน จังหวัดนครพนม" สามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

- บริบทและความสำคัญของปัญหา**
  - การเปลี่ยนแปลงเข้าสู่ยุคดิจิทัลที่ส่งผลกระทบต่อระบบการศึกษาทั่วโลก
  - สถานการณ์โควิด-19 ส่งผลให้เกิดการปรับตัวด้านวิธีการเรียนการสอน
  - ครูผู้ต้องการพัฒนาทักษะการใช้เทคโนโลยี
- กรอบแนวคิดที่เกี่ยวข้อง**
  - TPACK เน้นการบูรณาการระหว่างความรู้ด้านเนื้อหา วิธีการสอน และเทคโนโลยี
  - การจัดการเรียนรู้เชิงรุกมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการบวนการเรียนรู้
  - อย่างกระตือรือร้น
- สภาพปัญหาในพื้นที่**
  - จังหวัดนครพนมมีความท้าทายเฉพาะด้านในการพัฒนาครู
  - ความหลากหลายของบริบทโรงเรียนและข้อจำกัดด้านทรัพยากร
  - ครูต้องการพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยีที่สอดคล้องกับบริบทท้องถิ่น
  - มีครูส่วนน้อยที่เล็งเห็นการบูรณาการระหว่างความรู้ด้านเนื้อหา วิธีการสอน และเทคโนโลยี
- ความจำเป็นในการวิจัย**
  - ต้องการพัฒนาแบบที่เหมาะสมกับบริบทท้องถิ่น
  - เน้นการบูรณาการ TPACK กับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก
  - มุ่งยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนการสอนของครูในจังหวัด
  - ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ



TPACK Framework (Koehler, M. J., & Mishra, P., 2006)



75% ครูที่ต้องการพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยี

วัตถุประสงค์การวิจัย

- ศึกษาสภาพปัญหาในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการจัดการเรียนรู้ของครู สังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน จังหวัดนครพนม
- พัฒนาแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านเทคโนโลยีดิจิทัลตามกรอบแนวคิด TPACK ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกสำหรับครูสังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน จังหวัดนครพนม

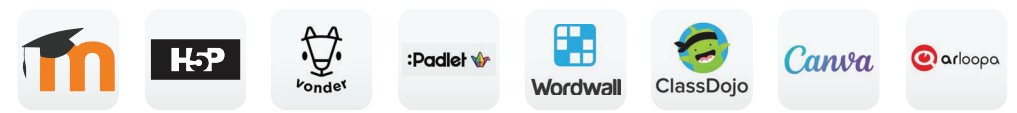
ผลการวิจัย

- ครูสังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน จังหวัดนครพนม มีสภาพที่เป็นจริงในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการจัดการเรียนรู้โดยอยู่ในระดับปานกลาง ( $\bar{X} = 3.19$ ) ในขณะที่ความคาดหวังในการพัฒนาครูในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 0.53$ ) เมื่อพิจารณาความสำคัญของการเป็นแบบว่าตัวชี้วัดที่มีความต้องการจำเป็นมากที่สุด คือ ทักษะการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการเรียนรู้ ( $PN_{\text{Modified}} = 0.58$ ) รองลงมา คือ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ( $PN_{\text{Modified}} = 0.48$ ) และการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลกับการสอนในชั้นเรียน ( $PN_{\text{Modified}} = 0.50$ ) ตามลำดับ ในขณะที่ความตระหนักต่อการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างมีจริยธรรมเป็นประเด็นที่มีความต้องการจำเป็นน้อยที่สุด ( $PN_{\text{Modified}} = 0.23$ )
- การพัฒนาแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านเทคโนโลยีดิจิทัลตามกรอบแนวคิด TPACK ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกสำหรับครูสังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน จังหวัดนครพนม

รูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านเทคโนโลยีดิจิทัลตามกรอบแนวคิด TPACK ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุก



สมรรถนะด้านเทคโนโลยีดิจิทัลตามกรอบแนวคิด TPACK ในการจัดการเรียนรู้เชิงรุกสำหรับครู



ข้อเสนอแนะการวิจัย

- ควรพัฒนาแบบการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นและสามารถนำไปปรับใช้กับบริบทที่หลากหลาย ทั้งในด้านวัฒนธรรม เทคโนโลยี และทรัพยากรในพื้นที่อื่นนอกเหนือจากจังหวัดนครพนม เพื่อเพิ่มศักยภาพในการขยายผลของงานวิจัย
- การวิจัยภาคสนามและการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการต่อเนื่องสำหรับครูในสังกัดสำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจและทักษะการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างยั่งยืน
- ควรมีการติดตามและประเมินผลรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในระยะยาว เพื่อศึกษาผลกระทบต่อการพัฒนาสมรรถนะของครู รวมถึงประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้

เอกสารอ้างอิง

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017-1054.



สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์  
(Subject: Humanities and Social Sciences)

ภาคโปสเตอร์  
(Poster Presentation)

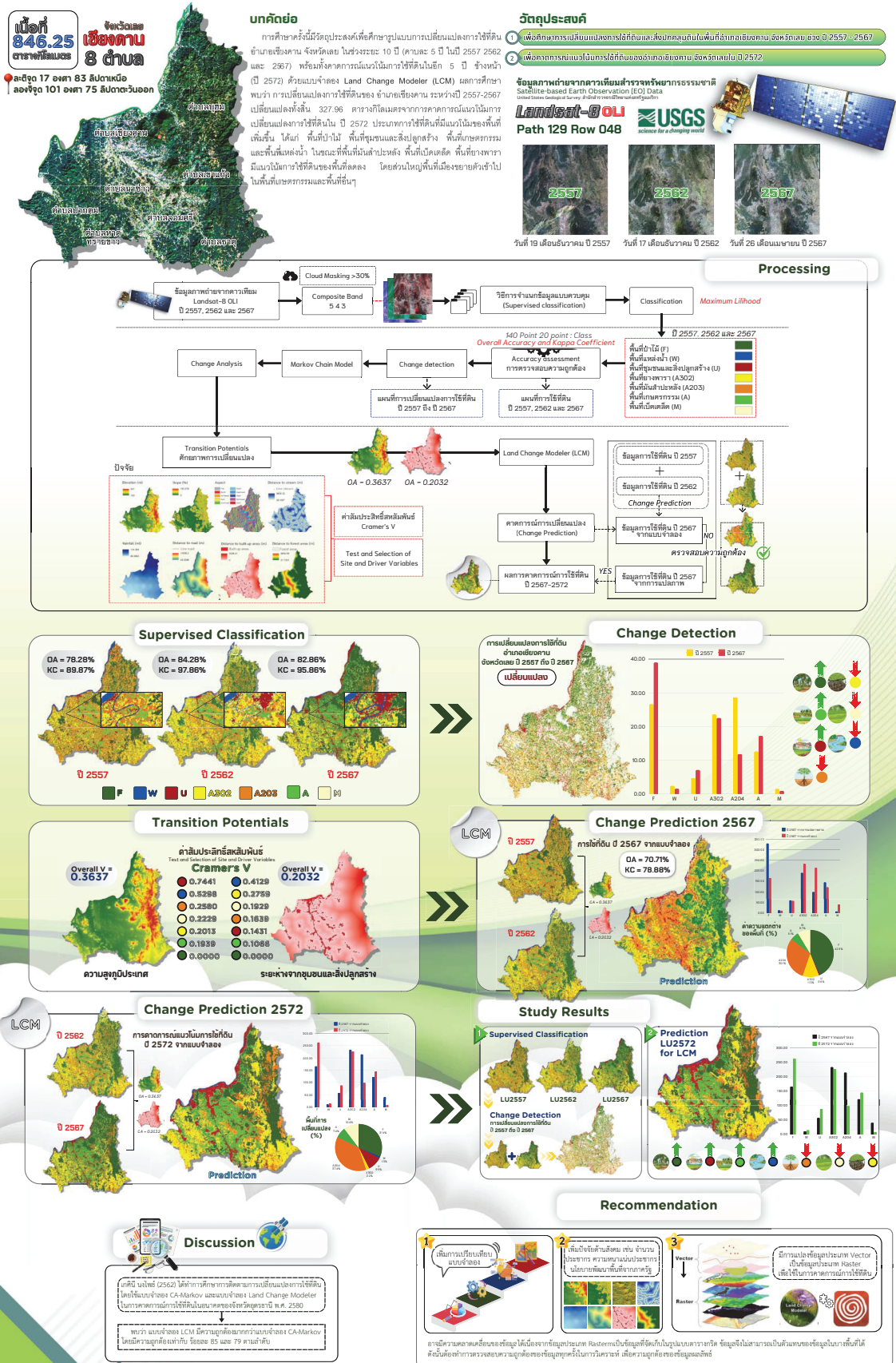


# การประยุกต์แบบจำลอง Land Change Modeler เพื่อคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน กรณีศึกษา: อำเภอเชียงคาน จังหวัดเลย

Application of Land Change Modeler (LCM) to Predict of Land Use in case study: Chiang Khan District, Loei Province

จิรากร บัวสุวรรณ, ธิรพงษ์ กุลกิจ, มนต์ พินพิง, นันทพร อู่สอาด  
Jirarak Pinsuwan, Teerapong Koonkang, Montree Pimjing, Nantaporn Usaard  
ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44150

สาขาวิชาจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะสังคมศาสตร์และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44150  
Department of Geography, Faculty of Humanities and Social Sciences, Mahasarakham University, Mahasarakham Province 44150, Thailand  
Environmental and Resource Management Program, Faculty of Environment and Resource Studies, Mahasarakham University, Mahasarakham Province 44150, Thailand





**การประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการครุภัณฑ์  
กรณีศึกษาของภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**

**Application of QR Code to Increase Efficiency of Inventory Management:  
A Case Study of Department of Fisheries Products, Faculty of Fisheries, Kasetsart University**

มีนา ปานทอง<sup>(a)</sup>, ทิวักร ศรีตะวัน<sup>(b)</sup>  
Meena Panthong<sup>(a)</sup>, Thiwakorn Sritawan<sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup>ภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, <sup>(b)</sup>คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร  
<sup>(a)</sup>Department of Fishery Products, Kasetsart University, <sup>(b)</sup>Faculty of Fisheries, Kasetsart University

## บทคัดย่อ

[illegible]

**คำสำคัญ:** ครุภัณฑ์ ฐานข้อมูล การประยุกต์ใช้คิวอาร์โค้ด

## ABSTRACT

Study on the suitability of using QR Code in the management of equipment, the four sample groups totaling 98 people were testing QR Code and then were estimated satisfaction questionnaire by using a Five-level rating scale. The research results were analyzed using percentages and mean. The results showed that the satisfactions of academic personnel, bachelor student and graduate students showed overall satisfaction to six items in high level (4.36 ~ 4.43), in terms of ease of use, providing the necessary details, the information of using tools, ease of using for reference, information access and the usefulness for teaching and research supplies. While the results of the support personnel and academic assistance were the most satisfied (4.50 ~ 5.00) to four items in terms of knowing the key characteristics, accessing information in the system conveniently, quickly and accurately, the period reduction of the annual equipment inspection and the information usefulness for management as a whole, whereas the rating was very satisfied (4.0) in provide the supplier details for the benefit of maintenance. Therefore, the equipment management using QR Code can be used efficiently. It is also a good guideline for other agencies, helping stakeholders to access equipment history information conveniently, quickly, accurately and useful for teaching and research.

**Keywords:** Equipment, Data base, Application of QR code

### วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1. เพื่อประยุกต์ใช้ QR Code ในการจัดเก็บข้อมูลครุภัณฑ์
2. เพื่อประเมินความพึงพอใจโดยรวมของผู้ใช้งานในการใช้ QR Code ในการจัดเก็บข้อมูลครุภัณฑ์

## วิธีดำเนินการวิจัย

- [illegible]

1. สอดตามข้อมูลส่วนตัวของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพว่าอยู่ในกลุ่มตัวอย่างใด
2. ประเมินความพึงพอใจสำหรับผู้ใช้งาน แบ่งกลุ่มออกเป็น

- บุคลากรสายวิชาการ: มีสัดส่วนบุคลากร และนิสิตบัณฑิตศึกษา มีข้อคำถามที่ประเมิน 6 รายการ ได้แก่ ความสะดวกในการใช้งาน QR Code ที่ตั้งข้างขึ้น การให้รายละเอียดที่จำเป็นและสำคัญของผู้ถูกกำกับ การให้รายละเอียดวิธีการใช้เครื่องมือเบื้องต้น ความสะดวกในการนำรายละเอียดผู้กำกับที่ไปใช้อ้างอิงในงานวิจัย การเข้าถึงข้อมูลการขึ้นทะเบียนการขอรับ เพื่อการนำหลักฐานการดำเนินการขอรับ และระบบ QR Code ของผู้กำกับ ที่ตั้งข้างขึ้นมีประโยชน์ต่อการการขอรับ และงานวิจัยมากขึ้นเพียงใด

– บุคลากรที่มีประสบการณ์จะมีความรู้ ความเข้าใจในการดำรงชีพในชุมชนได้ดี และ  
OR Code ของ ผู้มีประสบการณ์จะแตกต่างจากผู้ไม่มีประสบการณ์ โดยมีค่าการแปรปรวน 5 รายการ ได้แก่ 1. การเข้ารับการปรึกษาหารือกับผู้เกี่ยวข้อง 2. การเข้ารับการช่วยเหลือ 3. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิทธิประโยชน์ 4. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิทธิประโยชน์ 5. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสิทธิประโยชน์

## เอกสารอ้างอิง

โอบูฮา เปาเงิน และ รุจโรจน์ แก้วอุไร. (2020). การประยุกต์ใช้ทิวอาร์คิดในการจัดเก็บข้อมูลครูกับเพื่อนร่วม  
 ชนคณาจารย์นุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตร. *Journal of Information and Learning*, 31(3), 37-46.  
 Best, J. W. (1983). *Research in Education*. 4th. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, Inc.

## ບຸກນຳ

กล่าวกันว่าสัตว์กินพืชประเภทนี้เป็นเหยื่อของสัตว์ที่กินเนื้อเป็นจำนวนมากเพื่อใช้ในการดำรงชีพ และการ วิ่ง ซึ่งครุฑกินพืชที่รูปคล้ายคนเพราะชอบการวิ่งจนทำให้ขาหักหลาย ข้าง ครุฑกินพืชที่ไว้ใจจากคน เพราะสัตว์ที่ไว้ใจกันแล้วจะปล่อยตัวไปอย่างง่ายดาย และครุฑกินพืชที่ไว้ใจจากคนก็ถูกจับกินโดยคนจำนวนมากที่เห็นว่าเป็นของดี จึงนำตัวไปเลี้ยงไว้ที่บ้าน เพื่อต้องการให้คนในครอบครัวนั้นกินพืชเป็นยาป้องกันโรคภัยไข้เจ็บ และเพื่อต้องการความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทำให้พืชเจริญเติบโตงอกงามขึ้นได้เร็วกว่าปกติ และเพื่อต้องการความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทำให้พืชเจริญเติบโตงอกงามขึ้นได้เร็วกว่าปกติ และเพื่อต้องการความอุดมสมบูรณ์ของดิน ทำให้พืชเจริญเติบโตงอกงามขึ้นได้เร็วกว่าปกติ

ประกอบกับเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบงานพิธีศุภที่จำนวนจำกัดซึ่งมีงานประจำที่ต้องรับผิดชอบและไม่มีความคุ้นเคยกับธุรกิจในแต่ละชนิดทำให้ต้องใช้เวลามากมายในการเรียนรู้ลักษณะและรูปแบบที่ประวัติของรายการธุรกิจนั้นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทำให้การรายงานผลการคงอยู่ของธุรกิจนั้นๆ เป็นที่น่าวิตกอย่างยิ่งการเป็นประจำทุกปีที่มีความล่าช้า นอกจากนี้บุคลากรที่ดูแลเครื่องมือต้องมาคอยช่วยจัดการใช้เครื่องมือแต่ละชนิดทุกครั้งที่มีการเรียนการสอน หรือทำวิจัย ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้มีสถานะการติดกาวด้วยตะกั่ว

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอาร์คิโด 2 มิติ หรือ QR Code ย่อมาจากคำว่า Quick Response Code เป็นการนำข้อมูลมาใช้ในการจัดการข้อมูลแทนที่เอกสารแบบฉบับที่ประกอบ QR Code เป็นรหัสที่ประกอบด้วยภาพสี่เหลี่ยม และสีลายเส้นของรหัสที่แบ่งเขตและขนาดของภาพสี่เหลี่ยม ซึ่งมีความละเอียดของรูปภาพมากกว่ารหัสแบบ 1 มิติ เช่น 1) สามารถเพิ่มรหัสที่เชื่อมโยงกับเว็บไซต์ได้อย่างอิสระด้วยรหัสหรือตัวอักษรเฉพาะในการเชื่อมโยงจากโทรศัพท์มือถือกับเว็บไซต์ได้ (เพทยา หาด และจุไรพร หาดวัง, 2563 : 37-46) ผู้ใช้สามารถที่จะเพิ่มรหัสเชื่อมโยง (Line) มาแทนที่ QR Code แล้วได้อ่านข่าวสารได้ทันที ทำขึ้นความสะดวกและลดการติดต่อกับกระดาษที่สิ้นเปลืองไปได้

[illegible]

## ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างและประเมินคุณภาพ QR Code จากการทดสอบระบบโดยการใช้โทรศัพท์มือถือสแกน QR Code และตรวจสอบพบว่า ข้อมูลที่ปรากฏ มีครบถ้วน ตรงตามขอบเขต และเป้าหมายที่กำหนดไว้ ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 1 (Figure 1)



Figure 1 QR Code displaying equipment details and equipment information

- [illegible]

[illegible]

## บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในการประยุกต์ใช้ QR Code เพื่อติดตามข้อมูลลูกค้าและประเมินความพึงพอใจของลูกค้าอย่างที่เป็นที่คุ้นเคยกันดีในปัจจุบันนี้ ก็ต้องยอมรับว่า QR Code โดยทั่วไปสามารถอ่านได้จำนวน 98 ขณ แม้ว่าจะ QR Code ที่สร้างขึ้นเป็นที่ยอมรับของตลาดและยอมรับโดยทั่วไปมากที่สุดอย่างการแลกของขวัญจากห้างสรรพสินค้า หรือร้านสะดวกซื้อ และเมื่อเป็นที่ยอมรับกัน ก็ยากที่จะมีข้อสงสัยว่าทำไมถึงสามารถใช้งานได้มากถึง 98 ขณ เพราะการสแกนลายเส้นแบบขาวดำของ QR Code นั้นอาศัยการคำนวณเพื่อหาความผิดพลาดที่น้อยที่สุดในการที่ลูกค้าได้สแกน 5 ขณแรก อย่างไรก็ตาม การประเมินความพึงพอใจในการที่ร้านจะเสนอหรือมีเมนูใหม่ให้ลูกค้าผ่าน เป็นที่นิยมในการเชื่อมโยงกับธุรกิจที่เน้นความพึงพอใจของลูกค้า ซึ่งอาจจะเชื่อมโยงกับระบบขายหรือบริการอื่น เช่น ที่คือ e-mail หรือเว็บไซต์ที่ติดต่อได้โดยตรงกับร้าน อีกทั้งการที่การมีเมนูใหม่ดังกล่าวก็จะเป็น QR Code เช่นเดียวกันตามความเหมาะสมที่ร้านสามารถที่จะปรับใช้ได้ตามร้านนั้นๆ หรือแม้แต่ในร้านที่เน้นถึงจุดมุ่งหมายเฉพาะเจาะจง เช่น อุทยานธรรมชาติวิทยา หรือ พิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ เป็นต้น การประยุกต์ใช้ QR Code ในลักษณะการติดตามหรือการเชื่อมโยงข้อมูลกับลูกค้าเป็นที่ยอมรับกันมากขึ้นเรื่อยๆ เพราะการที่ร้านสามารถที่จะนำ QR Code ไปปรับใช้กับบริการที่ร้านต้องการจะเชื่อมโยงกับลูกค้าได้เป็นที่ยอมรับและใช้งานได้จริงมากขึ้นเรื่อยๆ เพราะการที่ร้านสามารถที่จะนำ QR Code ไปปรับใช้กับบริการที่ร้านต้องการจะเชื่อมโยงกับลูกค้าได้เป็นที่ยอมรับและใช้งานได้จริงมากขึ้นเรื่อยๆ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้ให้การสนับสนุนทุนสนับสนุนส่งเสริมการศึกษาค้นคว้าวิจัย ประจำปี พ.ศ. 2561  
ขอขอบคุณ อาจารย์ยอร์เกน เบธราเกา ค.ศ.ธ.ธีรภาพ รุ่งเลิศเกียรติกร และ ดร. นวพร วรธนวิศาล ที่กรุณาให้คำแนะนำ และเสนอข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์



สาขาสัตว์  
(Subject: Animals)

---

ภาคโปสเตอร์  
(Poster Presentation)

## การตรวจหาเชื้อ *E. coli* ในสุกร ไก่ไข่ และแพะ โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเชื้อ และ Multiplex PCR

กฤติเดช วรรณโชติการ, ปุญญศุภา มณีบุญ, ญัฐฐริดา บัวแก้ว, ภักธสุดา สัมปสุกรี, วรินทร์ ดิเรกโคก, กนกวรรณ ราชกิจ, รัญพิชชา อินทรเพลง, พิเชษฐ ศรีบุญยงค์, สุภาวดี มานะโตรนงค์, ศรัณย์พงษ์ ทองเรือง, ดาวรุ่ง ศิลาอ่อน

### บทคัดย่อ

การตรวจหาเชื้อโรคที่ปนเปื้อนมากับผลผลิตทางการเกษตรต้องง่าย รวดเร็ว และแม่นยำ ซึ่งการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำ ความจำเพาะ และความไวของเทคนิค Multiplex PCR กับการเพาะเลี้ยงเชื้อในการตรวจหาเชื้อ *E. coli* จากตัวสัตว์ เกือบตัวอย่างจากการปัสสาวะรวมของไก่ไข่ 50 ตัวอย่าง และปัสสาวะรวมของสุกรและแพะ จำนวน 15 และ 18 ตัวอย่าง ตามลำดับ เพื่อนำตัวอย่างที่ได้ไปตรวจหาเชื้อ *E. coli* ใน MacConkey agar และ Multiplex PCR นำมาคำนวณความแม่นยำ ความจำเพาะเจาะจง และความไวของเทคนิค Multiplex PCR การเพาะเลี้ยงเชื้อใน MacConkey agar จำนวน 83 ตัวอย่าง พบเชื้อ *E. coli* 63 ตัวอย่าง แต่เมื่อตรวจด้วยเทคนิค multiplex PCR แล้วพบยีน *uidA*, *uspA* และ *stx2A* จำนวน 51, 39 และ 2 ตัวอย่าง เมื่อวิเคราะห์ความแม่นยำ ความจำเพาะเจาะจง และความไว มีความแม่นยำ 85.54, 100 และ 80.96 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น เทคนิค Multiplex PCR มีความจำเพาะเจาะจง ความไว และความแม่นยำในการตรวจหาเชื้อ *E. coli* เมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคการเพาะเลี้ยงเชื้อใน MacConkey agar ซึ่งเป็นเทคนิคมาตรฐานในการตรวจหาเชื้อ *E. coli*

### บทนำ

สายพันธุ์ของเชื้อ *E. coli* ที่ก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร คือ Enteropathogenic *E. coli* (EPEC) Enterotoxigenic *E. coli* (ETEC) Enterohemorrhagic *E. coli* (EHEC) Enteroinvasive *E. coli* (EIEC) Enteroaggregative *E. coli* (EAEC) Diffusely Adherent *E. coli* (DAEC) Shiga toxin (Stx)-producing *E. coli* (STEC)

การจำแนกสายพันธุ์ของเชื้อ *E. coli* ใช้ยีนที่บ่งชี้ถึงความสามารถของโรค

### วัตถุประสงค์ของการทำงานวิจัยครั้งนี้คือ

การเปรียบเทียบความแม่นยำ ความจำเพาะ และความไวของเทคนิค Multiplex PCR ในการตรวจหาเชื้อ *E. coli* จากตัวสัตว์ ซึ่งในการทำวิจัยครั้งนี้ใช้ไพรเมอร์ที่จำเพาะเจาะจงต่อยีน *uidA*, *uspA*, *eaeA*, *stx1* และ *stx2*

### วิธีการ

#### การเก็บตัวอย่างโดยการปัสสาวะหรือการรวบรวม

นำคอตตอนบัดแล้วจุ่มลงในน้ำเกลือ 0.9 เปอร์เซ็นต์ป้ายที่การรวมของไก่ไข่ จำนวน 50 ตัวอย่าง และการหมักของแพะ และสุกร จำนวน 18 และ 15 ตัวอย่าง

#### การเพาะเลี้ยงเชื้อจากตัวอย่างใน Nutrient Broth

นำตัวอย่างน้ำเกลือจากการปัสสาวะรวมของไก่ไข่ และการหมักของสุกร และแพะ เติมนลงใน Nutrient Broth จากนั้นบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

#### การตรวจหาเชื้อ *E. coli* โดยการเพาะเลี้ยงเชื้อใน MacConkey agar

นำตัวอย่างที่ผ่านการเพาะเลี้ยงเชื้อใน Nutrient Broth มาเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อ MacConkey agar จากนั้นบ่มเชื้อที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง



#### การตรวจหาเชื้อ *E. coli* โดยวิธี Multiplex PCR

การสกัดดีเอ็นเอจากเชื้อแบคทีเรียที่เพาะเลี้ยงใน Nutrient Broth หลังจากผสมดีเอ็นเอจากตัวอย่างกับ PCR master mix และไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อยีน *stx1A*, *stx2A*, *eaeA*, *uidA* และ *uspA* ได้นำส่วนผสมดังกล่าวเข้าเครื่อง Thermocycler และตรวจสอบผลผลิตจาก Multiplex PCR ด้วยวิธี Gel electrophoresis (Karakaya et al., 2023)

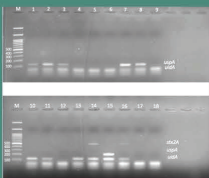
#### การวิเคราะห์ความจำเพาะเจาะจง และความไวของ Multiplex PCR เทียบกับการเพาะเลี้ยงเชื้อ

การคำนวณความจำเพาะเจาะจง และความไวในการตรวจหาเชื้อ *E. coli* โดยเปรียบเทียบ Multiplex PCR และการเพาะเลี้ยงเชื้อ MacConkey agar

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### ผลการตรวจหาเชื้อ *E. coli* โดยการเพาะเลี้ยงเชื้อใน MacConkey agar

การเพาะเลี้ยงเชื้อจากตัวอย่างปัสสาวะรวมของสุกรและแพะ และการรวมของไก่ไข่ในอาหารเลี้ยงเชื้อ MacConkey agar พบว่า ตัวอย่างจากไก่ไข่ สุกร และแพะมีการเจริญของโคโลนีของเชื้อเป็นสีชมพู ซึ่งสอดคล้องกับหลายงานวิจัยที่ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ MacConkey agar เช่น การแยกเชื้อ *E. coli* จากมูลวัว แกะ แพะ ไก่ และไก่ หรือแยกเชื้อ *E. coli* จากอุจจาระภายในของไก่ไข่ในประเทศอียิปต์ หรือการตรวจหาเชื้อ *E. coli* จากตัวอย่างของไก่ เป็นต้น ซึ่งการตรวจหาเชื้อ *E. coli* จะพบโคโลนีของเชื้อที่มีสีชมพูใน MacConkey agar เนื่องจาก *E. coli* ย่อยน้ำตาลแลคโตสได้เป็นกรดแลคติก, กรดอะซิติก และกรดฟอสฟอริก และส่งผลให้ Neutral red เปลี่ยนเป็นสีชมพู

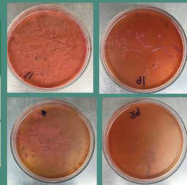


#### ผลการตรวจหาเชื้อ *E. coli* โดยวิธี Multiplex PCR

การตรวจหาเชื้อ *E. coli* โดยวิธี Multiplex PCR จากตัวอย่าง โดยใช้ไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อยีน *stx1A*, *stx2A*, *eaeA*, *uidA* และ *uspA* พบว่า เพาะมีการแสดงออกของยีน *stx2A* ส่วนยีน *uidA* และ *uspA* ในตัวอย่างไก่ไข่, สุกร และแพะ (Table 4) โดย *uidA* เกี่ยวข้องกับการเอนไซม์ beta-D-glucuronidase ซึ่งเอนไซม์นี้ผลิตจากเชื้อ *E. coli* ใช้เป็นตัวบ่งชี้เชื้อ *E. coli* ส่วนยีน *uspA* เป็นยีนที่บ่งชี้ว่าเป็นเชื้อ *E. coli* เกี่ยวข้องกับการตอบสนองของเชื้อต่อสภาพแวดล้อม เช่น ความร้อนและการขาดสารอาหาร ซึ่งมีความสำคัญต่อการอยู่รอดของเชื้อ *E. coli* (Freestone et al., 1997) นอกจากนี้การทดลองนี้ยังมีการแสดงออกของยีน *stx1A* ในแพะซึ่งเป็นการบ่งชี้ว่าในแพะมีเชื้อ *E. coli* ที่สร้างสารพิษซึ่งยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีนในเซลล์โฮสต์ โดยการกลายโปรตีน (Melton-Celsa, 2014)

No. of positive samples/No. of total samples (Percentage, %)

| Laying hens    | Swine        | Goat           | Total          |
|----------------|--------------|----------------|----------------|
| 35/50 (70.00%) | 15/15 (100%) | 13/18 (72.22%) | 63/83 (75.90%) |



#### ความแม่นยำ ความจำเพาะเจาะจง และความไวของ Multiplex PCR เทียบกับการเพาะเลี้ยงเชื้อ

การนำข้อมูลข้างต้นมาคำนวณหาค่าความแม่นยำ ความจำเพาะเจาะจง และความไวของ Multiplex PCR เทียบกับการเพาะเลี้ยงเชื้อใน MacConkey agar พบว่าความแม่นยำ (Accuracy), ความจำเพาะเจาะจง (Specificity) และ ความไว (Sensitivity) ของเทคนิค Multiplex PCR อยู่ที่ 85.54, 100 และ 80.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่จากงานวิจัยของ Raza et al. (2020) ใช้ไพรเมอร์ต่อ 16S rRNA เพื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงเชื้อใน MacConkey agar มีความแม่นยำ ความจำเพาะเจาะจง และความไวอยู่ที่ 98.29, 98.28 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการใช้ยีน *uidA* และ *stx* ในการตรวจหาเชื้อ *E. coli* ที่สร้างสารพิษซึ่งยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีนในเซลล์โฮสต์มีความไวอยู่ที่ 100 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

| Multiplex PCR |                    | Bacterial culture    |                    |                                          |
|---------------|--------------------|----------------------|--------------------|------------------------------------------|
|               |                    | No. of (+) samples   | No. of (-) samples |                                          |
|               | No. of (+) samples | 51                   | 0                  | Positive predictive value (PPV) = 100%   |
|               | No. of (-) samples | 12                   |                    | Negative predictive value (NPV) = 62.50% |
|               |                    | Sensitivity = 80.95% | Specificity = 100% |                                          |

ในการทดลองครั้งนี้พบโคโลนีสีชมพูบน MacConkey agar ซึ่งอาจเป็นเชื้อ *E. coli*, *Enterobacter spp.*, *Klebsiella pneumoniae* (Ojja et al., 2024) ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่าโคโลนีสีชมพูที่พบในการทดลองครั้งนี้อาจเป็นเชื้อชนิดอื่น ซึ่งทำให้พบตัวอย่างที่เกิดเป็นผลบวกจากการเพาะเลี้ยงเชื้อ แต่ในผลพบในเทคนิค Multiplex PCR จำนวน 12 ตัวอย่าง (19.05 เปอร์เซ็นต์) นอกจากนี้การเพาะเลี้ยงเชื้อบน MacConkey agar ไม่สามารถแยกเชื้อ *E. coli* ที่ก่อโรคและไม่ก่อโรคได้ ซึ่งการใช้เทคนิค Multiplex PCR ในการแยกแยะดังกล่าว โดยการใส่ไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อยีนที่บ่งชี้เชื้อก่อโรคและไม่ก่อโรค โดยการศึกษาครั้งนี้มีหลายตัวอย่างที่มีการแสดงออกของยีน *uidA* และ *uspA* ที่ยืนยันได้ว่าเชื้อที่พบเป็นเชื้อ *E. coli* แต่ไม่พบการแสดงออกของยีน *stx1A*, *stx2A* และ *eaeA* ที่บ่งชี้ความรุนแรงของเชื้อ *E. coli* ซึ่ง 3 ยีนนี้บ่งชี้เชื้อ *E. coli* ที่ก่อโรคน่ากลัว เช่น STEC, EPEC, EHEC (Bai et al., 2018; Donnenberg et al., 1993; Melton-Celsa, 2014; Sandhu et al., 1996) แต่อย่างไรก็ตามยีนที่บ่งชี้ความรุนแรงของเชื้อ *E. coli* หลายชนิด เช่น *fimC*, *fimH*, *papA*, *papC*, *iutA*, *iucC*, *hlyA*, *csgA*, *crl* (Pakbin et al., 2021) ดังนั้นเชื้อ *E. coli* ที่ตรวจพบในการทดลองครั้งนี้ไม่สามารถยืนยันได้ว่าเป็นเชื้อที่ไม่ก่อโรคได้ทั้งหมด จำเป็นต้องตรวจยีนชนิดอื่นด้วย

### สรุป กิตติกรรมประกาศ และเอกสารอ้างอิง

#### สรุป

เทคนิค Multiplex PCR เป็นวิธียืนยันการติดเชื้อ *E. coli* จากการเพาะเลี้ยงเชื้อ อีกทั้งสามารถจำแนกสายพันธุ์ของเชื้อได้อีกด้วย

#### กิตติกรรมประกาศ

ความสำนึกในทางวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยได้รับความกรุณาจากฟาร์มไก่ไข่ แพะ และสุกรของจังหวัดเพชรบุรี เพื่อเก็บตัวอย่าง และคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ทำงานวิจัยครั้งนี้

#### เอกสารอ้างอิง

- Bai, et al. (2018). Scientific Reports, 8(1).  
Ojja, et al. (2024). African Journal of Clinical and Experimental Microbiology, 25(2).  
Pakbin, et al. (2021). In International Journal of Molecular Sciences (Vol. 22, Issue 18). MDPI.





## ปรัชญา

เป็นสถาบันที่มีปณิธานมุ่งมั่นในการส่งเสริมแสวงหา และพัฒนาความรู้  
ให้เกิดความเจริญงอกงามทางภูมิปัญญาที่เพียบพร้อมด้วย  
วิชาการ จริยธรรม และคุณธรรม ตลอดจนเป็นผู้ชี้นำทิศทางการสืบทอด  
เจตนารมณ์ที่ดีของสังคม เพื่อความคงอยู่ ความเจริญ  
และความเป็นอารยะของชาติ

## จัดโดย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
ร่วมกับ

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม  
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์  
กระทรวงศึกษาธิการ  
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม  
กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม  
สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม  
สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ  
เครือข่ายวิจัยประชาชน

ฝ่ายเลขาธิการคณะกรรมการดำเนินการจัดการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 63  
สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



kuannualconf@gmail.com



<https://annualconference.ku.ac.th>



<https://www.rdi.ku.ac.th>