



ผลงานวิจัยเรื่องเต็ม การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 16 18 - 20 กุมภาพันธ์ 2568 เชียงใหม่



ผลงานวิจัยเรื่องเต็ม : FULL PAPER ภาคบรรยาย

การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 16
The 16th National Plant Protection Conference

"การอารักขาพืชไทยในยุคโลกเดือด"
"Thai Plant Protection in a Global Boiling Era"



วันที่ 18 - 20 กุมภาพันธ์ 2568
ณ โรงแรมดิเอ็มเพรส จังหวัดเชียงใหม่





การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 16

THE 16th NATIONAL PLANT PROTECTION CONFERENCE

“การอารักขาพืชไทยในยุคโลกเดือด”

“Thai Plant Protection in a Global Boiling Era”

เรื่องเต็ม ภาคบรรยาย

จัดโดย

สมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย

สมาคมนักโรคพืชแห่งประเทศไทย

สมาคมวิทยาการวัชพืชแห่งประเทศไทย

สมาคมอารักขาพืชไทย

สมาคมคนไทยธุรกิจเกษตร

สมาคมการค้านวัตกรรมเพื่อการเกษตรไทย

สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย

วันที่ 18-20 กุมภาพันธ์ 2568

ณ โรงแรมดิเอ็มเพรส จังหวัดเชียงใหม่

บทนำ

ทศวรรษที่ผ่านมาโลกร้อนขึ้นอย่างรวดเร็วและชัดเจน ในปี พ.ศ. 2566 องค์การสหประชาชาติ ได้เตือนถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นบนโลก ผลกระทบต่างๆ เป็นเหตุการณ์ที่ค่อนข้างประหลาดและไม่เคยเห็นกันมาก่อน ซึ่งเป็นสัญญาณบ่งชี้ว่า โลกเข้าสู่ “ยุคโลกเดือด-Global Boiling” ภาวะโลกร้อน หรือภาวะโลกรวน ซึ่งมีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ทำให้เกินขีดความสามารถของโลกที่จะรองรับได้ ผลกระทบต่าง ๆ ลดความสามารถของระบบธรรมชาติของโลกในการตอบสนองต่อความร้อน นักวิทยาศาสตร์ด้านภูมิอากาศ ได้ประเมินไว้ว่าอุณหภูมิจะมีแนวโน้มสูงขึ้น และจะทำลายสถิติ ในอีก 5 ปีข้างหน้า ประชากรโลกจะต้องประสบกับภัยธรรมชาติที่รุนแรงมากขึ้น ยากต่อการพยากรณ์ หรือคาดการณ์ และมีอันตรายมากขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้น ในยุค “โลกเดือด”

การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 16 นี้ จึงกำหนดหัวข้อ “การอารักขาพืชไทยในยุคโลกเดือด: Thai Plant Protection in a Global Boiling Era” เพื่อให้ นักวิชาการคำนึงถึงการอารักขาพืชในยุคโลกเดือด ช่วยกันศึกษาค้นคว้าวิจัย เพื่อให้ได้วิธีการอารักขาพืชที่มีประสิทธิภาพ นำไปสู่การผลิตอาหารเลี้ยงประชากรของโลกอย่างพอเพียง มีคุณภาพ ได้มาตรฐาน ปราศจากสารพิษตกค้าง มีความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิต สภาพแวดล้อม และหลีกเลี่ยงกิจกรรมการอารักขาพืชที่จะส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อช่วยกันควบคุมการเพิ่มของอุณหภูมิของโลก ให้มีความเหมาะสม และปลอดภัยต่อการอยู่อาศัย

การประชุมครั้งนี้ สมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทยได้รับเกียรติให้เป็นเจ้าภาพจัดการประชุมร่วมกับสมาคมนักโรคพืชแห่งประเทศไทย สมาคมวิทยาการวัชพืชแห่งประเทศไทย สมาคมอารักขาพืชไทย สมาคมคนไทยธุรกิจเกษตร สมาคมการค้างานวัฒนธรรมเพื่อการเกษตรไทย และสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย การจัดประชุมครั้งนี้มีผู้นำเสนอผลงานวิจัยรวมทั้งสิ้น 125 เรื่อง แบ่งเป็นผลงานภาคบรรยาย 41 เรื่อง ภาคแผ่นภาพ 84 เรื่อง และในการประชุมครั้งนี้จะจัดทำผลงานวิจัยฉบับย่อ และฉบับเต็มในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเผยแพร่



(นายสรุต สุทธิอารมณ)

นายกสมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย

ประธานคณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 16

สารบัญ CONTENTS

ภาคบรรยาย ORAL PRESENTATION

ลำดับ	เรื่อง	หน้า
OE-01	อนุกรมวิธานของเพลี้ยหอยเกล็ด สกุล <i>Aulacaspis</i> Cockerell, 1893 (Hemiptera: Diaspididae) ในประเทศไทย ชัมัยพร บัวมาศ ยูวรินทร์ บุญทบ สิริศิริโรดม แก้วสวัสดิ์ Taxonomy of Armored Scale in Genus <i>Aulacaspis</i> Cockerell, 1893 (Hemiptera: Diaspididae) in Thailand Chamaiporn Bumass Yuvarin Boontop Sitisirodom Kaewsawat	1
OE-02	ชนิดของเสี้ยนดินศัตรูถั่วลิสงในจังหวัดแม่ฮ่องสอน จริยา กนิษฐรินทร์ กนกวรรณ ไกลถิ่น สิริญา คัมภีโร ภูมิพศุทธิ์ หมั่นแก้ว ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์ Subterranean Ant Pests of Groundnut in Mae Hong Son Province Jariya Kanittharin Kanokwan Klaitin Siriya Kumpiro Phumphasut Muenkaew Piyawan Suttiaprapan	24
OE-03	นวัตกรรมการตรวจวินิจฉัยแมลงวันแตง <i>Zeugodacus cucurbitae</i> (Coquillett) อย่างรวดเร็วด้วยเทคนิค LAMP ยูวรินทร์ บุญทบ ณัฐธิมา ไชยจิตเจริญกุล ทิพวรรณ กันหาญาติ ณฐมน แก้วนัย ชุติกานุจน์ ใจแล ปิยนุช ศรีชัย Innovative Rapid Detection of Melon Fly <i>Zeugodacus cucurbitae</i> (Coquillett) Using LAMP Technology Yuvarin Boontop Nutthima Kositcharoenkul Tippawan Kanhayart Nathamon Kaewnuy Chutikarn Jailae Piyanuch Sorncha	32
OE-04	ความหลากหลายชนิดของผีเสื้อกลางคืน สกุล <i>Mudaria</i> Moore, 1893 (Lepidoptera: Noctuidae) และชนิดที่มีผลกระทบต่อการผลิตทุเรียนในประเทศไทย อาทิตย์ รักสิกร สุนัดดา ชาวลิต ภารดร ดอกจันทร์ กรกฏ รัตนมхамณีกร ไกรวิชัย เรืองสุข พิสิทธิ์ พูลประเสริฐ Diversity of Moths in the Genus <i>Mudaria</i> Moore, 1893 (Lepidoptera: Noctuidae) and Their Impact on Durian Production in Thailand Artit Rukkasikorn Sunadda Chaovalit Paradorn Dokchan Korakot Ratanamahamaneekorn Kraiwit Ruangsuk Pisit Poolprasert	49
OE-05	ชีววิทยาของผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศ ชนิด <i>Phthorimaea absoluta</i> Meyrick, 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae) ในประเทศไทย อาทิตย์ รักสิกร สุนัดดา ชาวลิต ดนัย ชัยเรือนแก้ว Biology of Tomato Leaf-Miner Moths, <i>Phthorimaea absoluta</i> Meyrick, 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae), in Thailand Artit Rukkasikorn Sunadda Chaovalit Danai Chaireunkaew	67

OE-06	การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะอากาศและการเกิด การระบาดของแมลงวันแดง <i>Zeugodacus cucurbitae</i> Coquillett ในชุกินิบนพื้นที่สูง เผ่าไท ถายะพิงค์ จิราภรณ์ จันทะวงศ์ สุริยนท์ รินต์บุตร กฤษณา สุเมธะ A Study of Correlation Between Climate Condition and Occurrence Outbreak of <i>Zeugodacus cucurbitae</i> Coquillett on Zucchini in the Highland Paothai Thayaping Jiraporn Juntawong Suriyon Rinbut Kraitsana Sumaetha	86
OE-07	การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์มอดเจาะผลกาแฟอะราบิกา ด้วยการเรียนรู้ ของเครื่อง ในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดเชียงราย ชนนิกานต์ อามรศรี ธัญชนก แจ่มศรี พรทิพย์ เดชพิชัย Comparison of Prediction Models for Arabica Coffee Berry Borer with Machine Learning in Chiang Mai and Chiang Rai Chonnikan Apronsri Thanchanok Jangsri Porntip Dechpichai	96
OE-08	ประสิทธิภาพชีวภัณฑ์เบ็บ-อาร์ ของเชื้อรา บิววาเรีย บัสเซียน่า (<i>Beauveria bassiana</i>) ในการป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟ (<i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari) ในพื้นที่โครงการหลวง กฤษณา สุเมธะ กาญจนา วิชิตระกูลถาวร จิราภรณ์ จันทะวงศ์ วราพร ต๊ะเสน Efficacy of the Bioproduct <i>Beauveria bassiana</i> (Trade Name: Beb-R) for the Control of Coffee Berry Borer (<i>Hypothenemus hampei</i> Ferrari) in Coffee Plantations under the Royal Project Foundation Kraitsana Sumetha Kanjana Vichitrangoontavorn Jiraporn Juntawong Waraphon Tahsen	112
OE-09	เหยื่อเซลลูโลสกำจัดหนู วิชาญ วรรณะไกรวัล เกษมสุข อินสุธา สุภษฏ์ ตั้งอสิริยะสกุล ธนาภรณ์ ภักดีสุข นุสรรา สุขคะตะ ทัสดาว เกตุเนตร ศุภกร วงษ์เรืองพิบูล สมเกียรติ กล้าแข็ง Cellulose Bait Rodenticide Vichan Watthanakaiwan Kasemsuk Insuta Sukit Tangissariyaskul Tanakorn Pakdeesook Nusara Sukkhata Thasdaw Katenate Suphakorn Wongruengpibool Somkiat Klakang	127
OE-10	สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อประเภท Blue green ที่ดีที่สุดสำหรับการผลิตขยายไซยาโน แบคทีเรีย มีศักยภาพในการกำจัดหอยทากบกศัตรูพืช ศุภกร วงษ์เรืองพิบูล สุทธิศา เงินเรืองโรจน์ วิชาญ วรรณะไกรวัล ทัสดาว เกตุเนตร สมเกียรติ กล้าแข็ง อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข The Most Optimum Blue-Green Cultural Media for Productive Extension of Cyanobacteria with Highly Molluscicidal Activity Suphakorn Wongruengpibool Sutisa Ngermrangroj Vichan Watthanakaiwan Thasdaw Katenate Somkiat Klakang Apinan Iamsuwansuk	143
OE-11	สารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อราสาเหตุโรคแมลงยับยั้งอัตราการฟักไข่และการรอดชีวิต ของตัวอ่อนแมลงหวีขาวอ้อยปีกลาย <i>Neomaskellia bergii</i> ธีรธรรม ทัศนียพงษ์ วรรณพร จันทหาร ชลธิชา อ่วยกลาง สุดารัตน์ พิมพ์ครบุรี จริยา รอดดี Secondary Metabolites of Entomopathogenic Fungi Inhibit on Egg Hatching and Nymph Survival in the Sugarcane Whitefly, <i>Neomaskellia bergii</i> Teeratun Thatsaneephong Wannaporn Chantaharn Chonticha Auiklang Sudarat Pimkornburee Jariya Roddee	156

OE-12	การจัดการศัตรูพริกแบบผสมผสานในระบบโรงเรือนสำหรับส่งออกกลุ่มสหภาพยุโรป สัญญาณี ศรีรักษา กรกต ดำรักษ์ วนาพร วงษ์นังคง หทัยภัทร เจษฎารมย์ Integrated Pest Management of Chili under Greenhouse Conditions for Export to the European Union (EU) Sunyanee Srikachar Korrakot Damrak Wanaporn Wongnikong Hataipat Jessadarom	168
OE-13	ความเป็นไปได้ในการนำมวนตัวห้ำ <i>Cardiastethus exiguus</i> (Hemiptera: Anthocoridae) มาใช้ควบคุมแมลงและไรศัตรูพืชของกัญชา อหิตติยา แก้วประดิษฐ์ วีระชัย สมศรี พลอยชมพู กรวิภาสเรือง สมคิด ดำน้อย ทรงเมท สังข์น้อย สุรกิตติ ศรีกุล Feasibility of Using Predatory <i>Cardiastethus exiguus</i> (Hemiptera: Anthocoridae) to Control Insect and Mite Pests of Cannabis Athitiya Kaewpradit Weerachai Somsri Ploychompoo Konvipasruang Somkid Dumnoy Songmet Sungnoi Surakitti Srikul	185
OE-14	การทดลองประสิทธิภาพสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac®)] ในการป้องกันกำจัดไรแดงแอฟริกัน <i>Eutetranychus africanus</i> (Tucker) ในทุเรียน เชษฐา ศรีพรหมน้อย อมรเทพ ใจเย็น พรนภา คำกองแก้ว ประภัทร์ พิศวงษ์ Efficacy Test of Pyflubumide 21.4% W/V SC (Jatac®) for Control African Red Mite (<i>Eutetranychus africanus</i> (Tucker)) on Durian Chetsada Sriphamnoi Amornthep Jaiyen Phornnapa Khamkongkaew Prapat Pisavong	201
OE-15	การทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลง โบรฟลานิลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC [อะเล็คโต (Alecto®)] ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก <i>Plutella xylostella</i> (Linnaeus) ในคะน้า เชษฐา ศรีพรหมน้อย อมรเทพ ใจเย็น พรนภา คำกองแก้ว ประภัทร์ พิศวงษ์ Efficacy of Broflanilide 5.28 % W/V SC (Alecto®) to Control Diamondback Moth, (<i>Plutella xylostella</i> (Linnaeus)) in Chinese Kale Chetsada Sriphamnoi Amornthep Jaiyen Phornnapa Khamkongkaew Prapat Pisavong	212
OE-16	การใช้สารกำจัดแมลงแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์รวมกับการใช้ไส้เดือนฝอย (<i>Steinernema carpocapsae</i>) ในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักในผักกวางตุ้ง พวงผกา อ่างมณี วิไลวรรณ เวชยันต์ วนิดา สุขประเสริฐ บุชบง มั่นสมั่นคง ศรีจันรรจ ศรีจันทรา Application of Rotation Spraying Insecticides with Different Mode of Action Integrated with Entomopathogenic Nematodes (<i>Steinernema</i> <i>carpocapsae</i>) for Controlling Flea Beetle on Chinese Cabbage Puangpakar Angmani Wilaiwan Wetchayan Wanida Sukprasert Busabong Manusmunkong Srijumnun Srijuntra	222
OE-17	การใช้สารกำจัดแมลงแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์รวมกับการใช้ไส้เดือนฝอย (<i>Steinernema carpocapsae</i>) ในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักในผักกาดหัว วิไลวรรณ เวชยันต์ พวงผกา อ่างมณี ประพันธ์ เคนท้าว สิริกัญญา ขุนวิเศษ ศรีจันรรจ ศรีจันทรา Application of Rotation Spraying Insecticides with Different Mode of Action Integrated with Entomopathogenic Nematodes (<i>Steinernema carpocapsae</i>) for Controlling Flea Beetle on White Radish Wilaiwan Wetchayan Puangpakar Angmani Prapan Kenthao Sirikanya Khunwiset Srijumnun Srijuntra	235

OE-18	วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างโทลเฟนไพเรต (tolfenpyrad) ในมะเขือเทศ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง วิชุตตา ควรรหัตร์ ชนิกันดา เทสสิริ ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร Pesticide Residue Trials of Tolfenpyrad in Tomatoes to Establish Maximum Residue Limit (MRL) Wichuta Kuanhut Chanikanda Tessiri Piyasak Akcaboot	249
OE-19	ความต้านทานสารกำจัดแมลงต่อเพลี้ยไฟพริกในพืชตระกูลส้ม กรกฏ รัตนมхамณีกร ศรีจันรร์จ ศรีจันตรา สุภราดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง Insecticide Resistance in Chili Thrips Damaging Citrus Korakot Ratanamahamaneekorn Srijumnun Srijuntra Suprada Sukonthabhirom na Pattalung	264
OE-20	การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างกลุ่มสายพันธุ์และความสามารถในการต้านทานสารฆ่าแมลง ในประชากรของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในประเทศไทย ชิษณุพงศ์ พานเทียน นนทวิชัย ตันทวนิช ชัชวาล ใจเชื้อกุล The Shifting of Strain Compositions and Insecticide Resistances in Fall Armyworm Populations in Thailand Chitsanuphong Phanthian Nontivich Tandavanijit Chatchawan Chaisuekul	278
OP-01	การจำแนกชนิดของเชื้อรา <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Race 1 ที่พบในกล้วยในประเทศไทยด้วยข้อมูลความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ ชนินทร ดวงสอาด วันวิสาข์ เพ็ชรอำไพ สุณิรัตน์ สีมะเดื่อ มะโนรัตน์ สุดสงวน อมรรักษ์ คัดใจเดียว พรศิริ บุญพุ่ม ธารทิพย์ ภาสบุตร สุทธิณี ลิขิตตระกูลรุ่ง พรพิมล อธิปัญญาคม ณัฐริมา ไข่มุขเจริญกุล The Phylogeny-Based Identification of <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Race 1 of Banana in Thailand Chanintorn Doungsa-ard Wanwisa Pet-amphai Suneerat Seemadua Manorat Sudsanguan Amonrat Kitjaideaw Pornsiri Bunphum Tarntip Passabut Suttinee Likhitrakulrung Pompimon Athipunyakom Nuttima Kositcharoenkul	293
OP-02	การพัฒนาวิธี Multiplex RT-PCR เพื่อใช้ในการตรวจวินิจฉัย <i>sweet potato</i> <i>feathery mottle virus</i> และ <i>sweet potato chlorotic stunt virus</i> ในมันเทศ ณฐมน แก้วนัย ภูวนารถ มณีโชติ ชนินทร ดวงสอาด ทิพวรรณ กันหาญาติ Development of a Multiplex RT-PCR Method for the Diagnosis of <i>Sweet</i> <i>Potato Feathery Mottle Virus</i> and <i>Sweet Potato Chlorotic Stunt Virus</i> Nathamon Kaewnuy Phoowanarth Maneechoat Chaninthorn Duangsaard Tippawan kanhayate	306
OP-03	เทคโนโลยีการใช้เห็ดเรืองแสงสีรินรัสมี่ในการควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียน ที่มีสาเหตุจากเชื้อ <i>Phytophthora palmivora</i> สุรีย์พร บัวอาจ บุษราคัม อุดมศักดิ์ มะลิตา ชูรินทร์ ณัฐธิดา เต็มสังข์ มาลัยพร เชื้อบัณฑิต เครือวัลย์ ดาวงษ์ นิภาภรณ์ ชูสีนวน สุธาสินี จันทร์แจ่มใส จันทนาพร โคตรสมบัติ นพวรรณ นิลสุวรรณ Technology of Luminescent Mushroom Sirin Ratsamee to Control of Durian Root Rot and Stem Rot Caused by <i>Phytophthora palmivora</i> Sureeporn Buaart Boossaracum Udomsak Malida Choorin Natthida Termsung Malaiporn Chuebandit Krueawan Davong Nipabhorn Chusinuan Suthasinee Janjamsai Jintanaphon Kotsombate Noppawan Ninsuwan	321

OP-04	ประสิทธิภาพชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียสแลม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (<i>Trichoderma asperellum</i> strain TST-032) (ไตรมา) ในการป้องกันกำจัดโรคเน่าคอดิน มะเขือเทศ ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา <i>Pythium aphanidermatum</i> พรนภา คำกองแก้ว เจษฎา ศรีพราหมณ์น้อย อมรเทพ ใจเย็น ธัญสินี สมงามทรัพย์ ประภัทร์ พิศวงษ์ อนุสรณ์ ธาดากิตติสาร อำไพวรรณ ภาราตรนุวัฒน์ Efficacy of Bio-product of <i>Trichoderma asperellum</i> strain TST-032 (Trima®) for control <i>Pythium aphanidermatum</i> causing damping-off in tomato Phornnapa Khamkongkaew Chetsada Sriphamnoi Amornthep Jaiyen Tansinee Somngamsup Prapat Pisavong Anusorn Tadakittisarn Ampaiwan Paradornuwat	334
OP-05	ประสิทธิภาพของสารสกัดจากกากกาแฟอาราบิก้าและโรบัสต้า ในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช สิริวรรณ สมิตธิารณ ศรีนทิพย์ นิยมทอง ธัญธร เจริญผล Efficacy of Arabica and Robusta Spent Coffee Grounds Extracts for Controlling Plant Pathogenic Fungi Siriwan Samithiarporn Sarinthip Niyomthong Thanyathon Charoenpol	347
OP-06	ประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับน้ำนมเจือจาง ในป้องกันกำจัดโรคราน้ำค้างผักกาดขาว มะลิดา ชูรินทร์ บุษราคัม อุดมศักดิ์ สุรีย์พร บัวอาจ ณัฐธิดา เต็มสังข์ วนิดา สุขประเสริฐ Efficacy of Fungicide and Diluted Milks for Controlling Downy Mildew on Chinese Cabbage Malida Choorin Boossaracum Udomsak Sureeporn Bua-art Nattida thermsang Wanida Sukprasert	359
OP-07	ประสิทธิภาพการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ <i>Bacillus subtilis</i> (20W1) ในการควบคุมโรคใบจุดคะน้า สาเหตุจากเชื้อรา <i>Alternaria brassicicola</i> นพพล สัตยาสัย หทัยภัทร เจริญารมย์ วรางคณา โชติเศรษฐี บุษราคัม อุดมศักดิ์ สุนิรัตน์ สิมะเตื้อ บุญทวีศักดิ์ บุญทวี Efficacy of Fungicide Combined with <i>Bacillus subtilis</i> (20W1) in Controlling Leaf Spot Disease in Kale Caused by <i>Alternaria brassicicola</i> Noppon Suthayasai Hataipat Jessadarom Warangkana Chotsetthee Boossaracum Udomsak Suneerat Seemadua Boonthaweesak Boonthawee	374
OP-08	การศึกษาศักยภาพของผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืช ต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในพริก ณิชาภัทร อ่องอารีย์ นริศรา นันดี ภรณ์ทิพย์ สร้อยสาย กานต์สิริ จินดาปัญญาพัฒน์ The Nematicidal Potential of Vetiver Bioproduct Combined with Chemical Insecticides for Controlling Root-knot Nematodes in Chili Nichaphat Auangaree Narissara Nandee Pornthip Sroisai Kansiree Jindapunnapat	388
OP-09	การทดลองประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] ในการป้องกันกำจัดโรคเน่าคอดิน (damping-off) ในมะเขือเทศ ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา <i>Pythium aphanidermatum</i> อมรเทพ ใจเย็น พรนภา คำกองแก้ว ธัญสินี สมงามทรัพย์ เจษฎา ศรีพราหมณ์น้อย ประภัทร์ พิศวงษ์ Efficacy of picarbutrazox 10.5% W/V SC [Pica] for Control Damping-off in Tomato Cause by the <i>Pythium aphanidermatum</i> Amornthep Jaiyen Phornnapa Khamkongkaew Tansinee Somngamsup Chetsada Sriphamnoi Prapat Pisavong	399

- OP-10 ประสิทธิภาพของสารเคมีต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Ceratocystis* sp. สาเหตุโรคเหี่ยวในยูคาลิปตัส 411
 สุวิตา แสไพศาล อนันต์ วงเจริญ รัชิกา พรหมวงศ์
 Efficiency of fungicides on the growth inhibition of *Ceratocystis* sp. causing vascular wilt disease in eucalyptus
 Suwita Saepaisan Anan Wongcharoen Rasika Promwong
- OP-11 การศึกษาความสามารถในการก่อโรคและการวิเคราะห์จีโนมของ *Streptomyces* sp. ไอโซเลต WSLK1-6 ที่คัดแยกจากหัวมันฝรั่งที่เป็นโรคสแคป 423
 ทิพย์วรรณ วรรณวงษ์ สุพจน์ กาเข็ม ตียากร ฉัตรนภารัตน์ ณัฐกร คุณเจริญ
 Investigation of Pathogenicity and Genomic Analysis of *Streptomyces* sp. WSLK1-6 Isolated from Potato Scabby Tuber
 Thippawan Wannawong Supot Kasam Tiyakhon Chatnaparat Nattakorn Kuncharoen
- OP-12 การศึกษาโครงสร้างและความหลากหลายของกลุ่มประชากรแบคทีเรียร่วมอาศัย บริเวณเหง้าในขมิ้นชันด้วยการวิเคราะห์เมตาจีโนมิกส์ 439
 นุชจรินทร์ แสวอ ชูศักดิ์ แข็งแรง ณัฐกร คุณเจริญ สุพจน์ กาเข็ม ตียากร ฉัตรนภารัตน์
 The Study of Structure and Diversity of Rhizome-Associated Bacterial Communities in Turmeric by Metagenomic Analysis
 Nutjarin Haewou Choosak Kheangraeng Nattakorn Kuncharoen
 Supot Kasem Tiyakhon Chatnaparat
- OP-13 การประเมินความเสี่ยงศัตรูพืชสำหรับการนำเข้าส่วนขยายพันธุ์องุ่น จากประเทศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก 451
 สุคนธ์ทิพย์ สมบัติ วานิช คำพานิช ขวลิท จิตนันท์ เยาวภา ตันติวานิช ณฐมน แก้วนัย
 Pest risk assessment for the importation of grapevine propagative material from country in Asia-Pacific region
 Sukhontip sombat Wanich Kampanich Chawalit Jittanun Yaowapa Tantiwanich
 Nathamon Kaewnuy
- OP-14 การวิเคราะห์เครือข่ายความสัมพันธ์ของโรคและแมลงศัตรูข้าว ในพื้นที่นาชลประทาน และน่าน้ำฝน 465
 กันต์ธณวิทย์ ใจสงฆ์ ศุภลักษณ์ สอนคงนอก พลอยไพลิน ธนิกกุล อรุณยาน ขวัญเรือน ชัยรัตน์ จันทรหนู อังคณา กันทาจันทร์ เกษศิณี พรโสภณ ดวงพร วิรุจจิตต์
 Network Analysis of Complex Relationships between Rice Diseases and Insect Pests in Irrigated and Rainfed Paddy Fields
 Kanthanawich Jaisong Supalaksana Sonkhongnok Ploypailin Thanikul Urasan Khuanruen
 Chairat Chanthorn Ungkana Kanthachan Ketsini Pornsophon Duangporn Vithoonjit

- OW-01 **สัณฐานวิทยาของกระถินหางกระรอก ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกรานที่มีความสำคัญสูง** 479
 พิมพ์รัก อักษรเวชผลิน นลินอร มงคลหัตถี อุไร เฟ่งพิศ สรัญญา วชิโรทัย
 Morphological Characteristic of Mesquite [*Neltuma juliflora* (Sw.) Raf. syn. (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) Highly Invasive Alien Species
 Pimrak Aksornwachpalin Nalinon Mongkolhuttee Urai Pengpis Srunya Vajrodaya
- OW-02 **การดูดซับสารกำจัดวัชพืชที่ค้ำในดินและน้ำด้วยถ่านชีวภาพ (Biochar) จากรูปถุนี** 491
 (*Typha angustifolia* L.) ไมยราบยักษ์ (*Mimosa pigra*) และผักตบชวา (*Eichhornia crassipes*) ผ่านกระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis)
 นลินอร มงคลหัตถี มัลลิกา พะยา กรุณา คิ้วเที่ยง
 Adsorption of Herbicides in Water and Soil using Biochar from *Typha angustifolia* L., *Mimosa pigra* . and *Eichhornia crassipes* via Pyrolysis process
 Nalinon Mongkolhuttee Manlika Phaya Karuna Kewtiang
- OW-03 **ผลของการใช้สารสกัดจากสาบเสือร่วมกับการขังน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา** 503
 ของหญ้าข้าวนก
 เขมณัฏฐ์ ธนกรณไพศาล วรัญญา เหล่าเลิศ ธนัสสณฑ์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์
 Effect of *Chromolaena odorata* extract integrated with water irrigation on physiological change of *Echinochloa crus-galli*
 Khemmanat Thanakronpaisan Waranya Laolers Thanatsan Poonpaiboonpipat
- OW-04 **ศึกษาความต้านทานสารกำจัดวัชพืชกลุ่มยับยั้งการสร้างกรดอะมิโน** 516
 (metsulfuron-methyl และ pyrazosulfuron-ethy) ในหนวดปลาชุก (*Fimbristylis quinquangularis* (Vahl) Kunth) เพื่อการจัดการวัชพืช
 เทอดพงษ์ มหาวงศ์ จริญญา ปิ่นสุภา ปรัชญา เอกธิน อุษณีย์ จินดากุล เอกรัตน์ ธนทอง
 Study herbicides resistance of metsulfuron-methyl and pyrazosulfuron-ethy on *Fimbristylis quinquangularis* (Vahl) Kunth for weeds control.
 Terdphong Mahawong Jaranya Pinsupa Pruchya Ekkathin Aussanee Jindakul Aekarat Thanutong
- OW-05 **ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในมันสำปะหลัง เพื่อเป็นสารทางเลือก** 531
 และผลิตพืชปลอดภัย
 ยุรวรรณ อนันตนามณี อมฤต ศิริอุดม เทอดพงษ์ มหาวงศ์ จริญญา ปิ่นสุภา อุษณีย์ จินดากุล
 ปรัชญา เอกธิน ภัทรพิชชา รุจิระพงศ์ชัย เอกรัตน์ ธนทอง สิริชัย สารุจิจารณ์
 Efficacy of herbicide for control weed in cassava for alternative herbicides and safety crop production system
 Yurawan Anantanamane Amarit Siriudom Terdphong Mahawong Jarunya Pinsupa Aussanee Chindakul Pruchya Ekkathin Phatphicha Rujiraphongchai Aekarat Tanutong Sirichai Sathuvichan
- OW-06 **การทดลองประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชอิฟเอนคาร์บาโซน (ipfencarbazone)** 546
 25% W/V SC [แชมเบอร์ (Chamber®)] เพื่อกำจัดวัชพืชในข้าวนาหว่านน้ำตม
 เฉษฐา ศรีพรหมน้อย อมรเทพ ใจเย็น พรนภา คำกองแก้ว ประภัทร์ พิศวงษ์
 Efficacy trials of ipfencarbazone 25% W/V SC (Chamber®) in weed control on direct seeded rice
 Chetsada Sriphamnoi Amornthep Jaiyen Phornnapa Khamkongkaew Prapat Pisavong

- OW-07 การกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์และประสิทธิภาพวัสดุปลูกของปุ๋ยหมักวัชพืชน้ำ เพื่อสร้าง
ความยั่งยืนต่อการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการเกษตร
สุวิภา ภูศรีโสม ทิพากร สีวอ อุมภาพร ไกรพันธ์ นลินอร มงคลหัตถี อุไร เพ่งพิศ
Carbon Sequestration Capacity and Planting Material Efficiency from
Aquatic Weed Compost for Sustainability and Reducing Greenhouse Gas
Emission in Agriculture

Suwipa Poosrisom Thiphakorn Siwo Umaphorn Griphan
Nalinon Mongkonhuttee Urai Pengpis

อนุกรมวิธานของเพลี้ยหอยเกล็ด สกุล *Aulacaspis* Cockerell, 1893
(Hemiptera: Diaspididae) ในประเทศไทย

ชัยพร บัวมาศ ยุวรินทร์ บุญทบ สิทธิศิริโรตม แก้วสวัสดิ์

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

เพลี้ยหอยเกล็ด สกุล *Aulacaspis* Cockerell, 1893 จัดอยู่ในวงศ์ Diaspididae เป็นแมลงปากดูดที่สามารถสร้างความเสียหายให้พืชเศรษฐกิจหลากหลายชนิดทั่วโลกมีการรายงานแล้วกว่า 154 ชนิด (Garcia *et al.*, 2016) การศึกษาอนุกรมวิธานของเพลี้ยหอยเกล็ด สกุล *Aulacaspis* ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม 2562 ถึงเดือนกันยายน 2565 เพื่อทราบชนิด พืชอาหาร แมลงศัตรูธรรมชาติ และเขตการแพร่กระจายที่มีอยู่ในประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการจัดทำและปรับปรุงฐานข้อมูลแมลงศัตรูพืชของประเทศไทย เก็บรวบรวมตัวอย่างจากแหล่งปลูกพืชต่างๆ ทั่วทุกภูมิภาค นำตัวอย่างที่รวบรวมได้จาก 33 จังหวัด มาทำสไลด์ถาวรและตรวจจำแนกชนิดด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาตามหลักอนุกรมวิธาน พบเพลี้ยหอยเกล็ด สกุล *Aulacaspis* ทั้งหมด 5 ชนิด ได้แก่ 1) เพลี้ยหอยเกล็ดขาวกุหลาบ *Aulacaspis rosae* (Bouché, 1833) พืชอาหาร 2 ชนิด พบในจังหวัดสระบุรี ขอนแก่น และสกลนคร 2) เพลี้ยหอยเกล็ดขาวอ้อย *Aulacaspis tegalensis* (Zehntner, 1898) พืชอาหาร 2 ชนิด พบในจังหวัดขอนแก่น และกาญจนบุรี 3) เพลี้ยหอยเกล็ดขาวมะม่วง *Aulacaspis tubercularis* Newstead, 1906 พืชอาหาร 5 ชนิด พบกระจายทั่วทุกภูมิภาค 5) เพลี้ยหอยเกล็ดขาวทุเรียน *Aulacaspis vitis* (Green, 1896) พืชอาหาร 1 ชนิด พบในจังหวัดจันทบุรี ระยอง ประจวบคีรีขันธ์ และชุมพร 5) เพลี้ยหอยเกล็ดขาวปรัง *Aulacaspis yasumatsui* Takagi, 1977 พืชอาหาร 1 ชนิด พบในจังหวัดชลบุรี พบแมลงศัตรูธรรมชาติ ในวงศ์ Coccinellidae จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ตัวงเต่าตัวห้ำ *Chilocorus circumdatus* (Gyllenhal, 1808) และตัวงเต่าลายหยัก *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius, 1781) นอกจากนี้ยังพบร่องรอยการเบียนของแมลงในกลุ่มแตนเบียนอีกด้วย

คำหลัก: เพลี้ยหอยเกล็ด สกุล *Aulacaspis* สัณฐานวิทยา

OE-01

ภาคบรรยาย

Taxonomy of Armored Scale in Genus *Aulacaspis* Cockerell, 1893 (Hemiptera: Diaspididae) in Thailand

Chamaiporn Bumras Yuvarin Boontop Sitisirodom Kaewsawat

Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

ABSTRACT

Aulacaspis Cockerell, 1893 is the one genus of family Diaspididae. They are sucking insects that can cause a variety of damage to economic plants. The genus contains 154 known species distributed throughout the world (Garcia *et al.*, 2016). Taxonomic study of this genus was conducted from October 2019 to September 2022. The description of the species found, host plants, distribution and their natural enemies as well as generic key to species were presented. All information can improve the insect pest database of Thailand. Survey and specimen collecting were carried out from various agricultural crops across the country (33 provinces). Five identified species were revealed: 1) *Aulacaspis rosae* (Bouché, 1833); 2 species of host plants and distributed in Saraburi, Khon Khan as well as Sakhon Nakhon 2) *Aulacaspis tegalensis* (Zehntner, 1898); 2 species of host plants and distributed in Khon Khan, Kanchanaburi 3) *Aulacaspis tubercularis* Newstead, 1906; 5 species of host plants and distributed throughout all survey provinces 4) *Aulacaspis vitis* (Green, 1896); 1 species of host plants and distributed in Chanthaburi, Rayong, Prachuap Khiri Khana, Chumphon 5) *Aulacaspis yasumatsui* Takagi, 1977; 1 species of host plants and distributed in Chon Buri. The two species of natural enemies were also addressed including *Chilocorus circumdatus* (Gyllenhal, 1808) and *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius, 1781) (Coleoptera: Coccinellidae). Moreover, samples infected from wasp parasites were found.

Keywords: Armored scale, *Aulacaspis*, Morphology

คำนำ

เพลี้ยหอยเกล็ด สกุล *Aulacaspis* Cockerell, 1893 จัดอยู่ในวงศ์ Diaspididae จัดเป็นแมลงปากดูดที่สามารถสร้างความเสียหายให้กับพืชได้หลายชนิด ทั้งพืชสวน พืชไร่ พืชผักและไม้ดอกไม้ประดับ โดยดูดกินน้ำเลี้ยงจากส่วนต่างๆ ของพืช ทำให้บริเวณที่ถูกทำลายมีลักษณะผิดปกติ เช่น ใบเหลือง หงิกงอ ลำต้นคดงอ และบางชนิดเป็นพาหะ (vector) นำโรคมานำสู่พืชอาศัยที่แมลงเหล่านี้เข้าทำลายอีกด้วย ซึ่งเพลี้ยหอยเกล็ดสกุลนี้ ทั่วโลกมีการรายงานแล้วกว่า 154 ชนิด (Garcia *et al.*, 2016). อย่างไรก็ตามข้อมูลเหล่านี้ในประเทศไทยไม่ได้มีการปรับปรุงมาเป็นเวลานาน และเนื่องจากสภาพแวดล้อมในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก จึงทำให้แมลงศัตรูพืชหลายชนิดมีความสามารถในการปรับตัวและมีปริมาณที่มากขึ้น สร้างความเสียหายให้แก่พืชเศรษฐกิจเพิ่มขึ้น ดังนั้นการศึกษาด้านอนุกรมวิธาน พืชอาหาร และเขตการแพร่กระจาย จึงมีความจำเป็นเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนงานวิจัยด้านการอารักขาพืช การหาแนวทางการป้องกันและกำจัดให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด รวมถึงการแจ้งเตือนและเฝ้าระวังการระบาด เนื่องจากมีขนาดเล็ก สามารถติดไปกับส่วนต่างๆ ของพืชที่ใช้ในการส่งออก เช่น ผล หรือใบ รวมทั้งส่วนที่ใช้ในการขยายพันธุ์ เช่น หวี หรือเหง้า นอกจากนี้ยังใช้สำหรับจัดทำบัญชีรายชื่อศัตรูพืชของประเทศไทย เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช รองรับมาตรการด้านสุขอนามัยพืชในการส่งออกและนำเข้าผลิตผลทางการเกษตรต่อไป

วิธีดำเนินการ

เก็บรวบรวมตัวอย่างเพลี้ยหอยเกล็ดโดยสำรวจแหล่งปลูกพืชที่สำคัญตามภูมิภาคต่างๆ เมื่อพบตัวอย่างตัดชิ้นส่วนของพืชที่มีเพลี้ยหอยเกล็ดอาศัยอยู่ใส่ในถุงกระดาษแล้วใส่ในถุงพลาสติก บันทึกสถานที่ พิกัดทางภูมิศาสตร์ (GPS) วัน เดือน ปี ที่เก็บตัวอย่าง ชนิดและส่วนของพืชที่ถูกทำลาย รวมทั้งชื่อผู้เก็บ สำหรับการเก็บตัวอย่างในแต่ละจุด เก็บให้ได้ตัวอย่างมากที่สุด นำตัวอย่างที่เก็บรวบรวมได้ มาตรวจดูลักษณะภายนอกด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิด stereo ถ่ายภาพ บันทึกรายละเอียด เช่น ขนาด รูปร่างลักษณะ และสีก่อนทำสไลด์ถาวรในห้องปฏิบัติการ บันทึกข้อมูลตัวอย่างในแต่ละครั้งที่ทำการสำรวจอย่างละเอียดโดยจะแยกความแตกต่างจากลักษณะภายนอกเป็นข้อมูลเบื้องต้น รวมทั้งพืชอาศัย และสถานที่ แล้วดองในแอลกอฮอล์ 70% คัดเลือกตัวเต็มวัยของเพลี้ยหอยเกล็ดเพศเมียหรือตัวอ่อนวัยที่ 3 ไปทำสไลด์ถาวรเพื่อจำแนกชนิด

ทำสไลด์ถาวรโดยดัดแปลงจากวิธีการของ Williams and Watson (1988) นำตัวอย่างสไลด์ที่ทำเสร็จเรียบร้อยแล้วไปอบให้แห้ง ในตู้อบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ใช้เวลาอย่างน้อย 3 เดือน ตรวจจำแนกชนิดเพลี้ยหอยเกล็ดบนแผ่นสไลด์ถาวรภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด compound microscope ที่มีกำลังขยายสูง โดยใช้แนวทางการวินิจฉัยของ Williams and Watson (1988) Rosen (1990) และ Miller and Davidson (1990, 2005) รวมทั้งเปรียบเทียบกับตัวอย่างสไลด์ถาวรเพลี้ยหอยเกล็ดที่เก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑ์แมลง กรมวิชาการเกษตร และจัดทำแนวทางวินิจฉัยชนิดเพลี้ยหอยเกล็ดสกุล *Aulacaspis* Cockerell, 1893 โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของตัวเต็มวัยเพศเมีย ซึ่งลำตัวแบ่งเป็น 2 ส่วน โดยส่วนหัวและอกรวมเป็นส่วนเดียวกัน (prosoma) ปากเป็นแบบเจาะดูด (piercing sucking type) และส่วนท้อง (abdomen) โดยส่วนท้องพบว่าส่วนใหญ่มีจำนวน 8 ปล้อง โดยปกติมัก

อนุกรมวิธานแมลงจะใช้ตัวเต็มวัยเพศเมียมาตรวจวิเคราะห์ชนิด เนื่องจากเป็นระยะที่มีอวัยวะต่างๆ พัฒนาเต็มที่จนสามารถมองเห็นได้ชัดเจน มีดังนี้

รูปร่างของลำตัว (body shape) โดยส่วนหัวและอกเชื่อมติดกันระหว่างอกปล้องที่ 2 (mesothorax) และอกปล้องที่ 3 (metathorax) มีเส้นบางๆ แบ่งระหว่าง ส่วนหัวและอกปล้องที่ 2 รวมกันเรียกว่า prosoma ส่วนปล้องที่เหลือคือ postsoma ส่วนท้องปล้องที่ 1- 3 เรียก free abdominal segment ส่วนท้องปล้องที่ 4 – 8 หรือจนถึงปล้องสุดท้ายเรียก pygidium ซึ่งจะมีลักษณะแข็งไม่สามารถแบ่งปล้องได้อย่างชัดเจน รูปร่างของเพลี้ยหอยเกล็ดมีหลากหลายรูปแบบ เช่น รูปร่างยาวรี (elongate) รูปไข่ (oval) รูปวงกลม (circular) รูปไต (reinform) รูปลูกแพร์ (pyriform)

ตา (eyes) ส่วนใหญ่เป็นเพียงจุด (spot) บางชนิดโค้งนูน (dome) ขึ้นมา บางชนิดอาจไม่ปรากฏตา

หนวด (antennae) เป็นติ่ง (spure) หรือแท่ง (tubercle) ยื่นออกมาจากผนังลำตัว มีขน (setae) อย่างน้อย 1 เส้นแล้วแต่ชนิด

รูหายใจ (spiracles) มี 2 คู่ พบบนด้านท้อง (ventral side) ของส่วนอก มีลักษณะเป็นท่อแข็ง (sclerotized tube) โดยคู่ที่ 1 หรือ anterior spiracle อยู่บริเวณ mesothorax และคู่ที่ 2 หรือ posterior spiracle อยู่บริเวณ metathorax

Pygidium คือ ส่วนท้องปล้องที่ 4 – 8 รวมกันมีลักษณะเป็นแผ่นแข็งกว่าส่วนอื่นๆ มีรูปร่างและลวดลายชัดเจน เป็นส่วนสำคัญในการจำแนกชนิด และเป็นที่ตั้งของอวัยวะต่างๆ ได้แก่ lobes, perivulvar pores, paraphyses, microducts, macroducts, gland spines, anal opening (anus) และ vulva

ลอนแข็ง (lobes) เป็นแผ่นแข็งที่อยู่บริเวณปลายของ pygidium มักพบจำนวน 3 - 4 คู่ ได้แก่ ลอนแข็งคู่ที่ 1 หรือคู่กลาง (L1/median lobe) มักมีขนาดใหญ่ที่สุด ลอนแข็งคู่ที่ 2 (L2/second lobes) ลอนแข็งคู่ที่ 3 (L3/third lobes) ลอนแข็งคู่ที่ 4 (L4/fourth lobes) ซึ่งจะมีขนาดลดหลั่นลงไปตามลำดับจากคู่ที่ 1 จนถึงคู่ที่ 4 โดยระหว่างฐานของคู่ที่ 1 มีติ่งค่อนข้างยาวยื่นเข้าไปประหว่างฐาน (yoked median lobes) ทำให้ลอนแข็งคู่ที่ 1 ทั้ง 2 อันชิดกัน แต่ในบางชนิดไม่มีติ่งยื่นเข้าไป (not yoked median lobes) บริเวณฐานทำให้ลอนแข็งคู่ที่ 1 ทั้ง 2 อันแยกห่างกันหรือกางออกจากกัน เป็นลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจำแนกชนิด

ต่อมหนาม (gland spines) คล้ายแท่งหนาม โดยเป็นท่อปลายเปิดยื่นออกมาจากผนังลำตัวมักมี microduct อยู่ด้านในอย่างน้อย 1 ท่อ ต่อมหนามที่พบบริเวณขอบด้านนอก (marginal) ของ pygidium มักมีท่อขนาดเล็กที่เรียวยาว (long microduct) หากพบบริเวณส่วนท้อง ส่วนนอกหรือบริเวณขอบด้านใน (submarginal) มักเป็นท่อขนาดสั้นและเล็ก (short microduct) กว่าบริเวณ pygidium

ท่อ (ducts) เป็นท่อแบบต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับต่อมผลิตไข (wax gland) ทำหน้าที่ในการขับไข (wax) ออกจากร่างกายเพื่อนำมาสร้างแผ่นปกคลุมลำตัว (scale) มีหลายลักษณะ ได้แก่ microducts มี 2 ลักษณะ คือ long microduct และ short microduct สามารถพบได้ทั่วทั้งส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้องของเพลี้ยหอยเกล็ดปรากฏทั้ง

ด้านหลัง (dorsum) และด้านล่าง (venter) macroducts มักเห็นเป็นทรงกระบอกขนาดใหญ่ และด้านในสุดของท่อจะมีแผ่นแข็งคล้ายวงแหวนล้อมรอบ ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ แบบ 1 แถบ (1 - barred macroduct /single bar) และแบบ 2 แถบ (2 - barred macroduct /pararell bar) นอกจากนี้ยังมีลักษณะคล้ายฝาปิด (duct orifice) ที่มีลักษณะเป็นท่อแข็งมักพบเป็นแนวคู่ขนาน หรือเป็นมุมสามเหลี่ยมกับขอบผนังลำตัว

รูเปิด (disc pores) ทำหน้าที่ในการขับไข (wax) ออกจากร่างกายกระจายอยู่ตามส่วนต่างๆ ซึ่งมี ช่องเล็กๆ อยู่ด้านใน (loculi) แบบ 3 ช่อง และ 5 ช่อง พบในตำแหน่งที่แตกต่างกันไป ได้แก่ รอบรูหายใจ (perispiracular pores) และ รอบช่องเปิดของระบบสืบพันธุ์ (perivulvar pore)

แผ่นแข็ง (plates) บริเวณขอบด้านนอกของ pygidium มีท่อขนาดเล็กอยู่ด้านใน พบระหว่างลอนปลายส่วนท้องคู่ที่ 1 กับ คู่ที่ 2 หรือ คู่ที่ 3 หรือคู่ที่ 4 มีลักษณะการแตกของปลายและขอบแผ่นแข็งหลายรูปแบบ ได้แก่ simple, bifurcate, trifurcate, fimbriated และ fringed

เส้นขน (setae) พบกระจายทั่วทั้งลำตัว มีหลายขนาดขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่พบ เช่น หากพบบริเวณหนวดมีขนาดใหญ่ และมักพบตามขอบของผนังลำตัวและปล้องท้องแต่ละปล้อง รวมทั้งบริเวณระหว่างลอนคู่ที่ 1 อีกด้วย

Paraphyses ลักษณะเป็นก้อนแข็งพบบริเวณขอบด้านข้างของลอนแต่ละคู่ซึ่งมีรูปร่าง ขนาดที่แตกต่างกันในแต่ละชนิด ได้แก่ medial paraphysis, lateral paraphysis และ interlobular paraphyses

Cicatrices หรือ sclerotized bosses ลักษณะคล้ายแผลเป็นนูน

ช่องเปิดส่วนท้ายระบบทางเดินอาหาร (anus) เป็นรูเปิดแบบธรรมดามีขนาดและตำแหน่งที่แตกต่างกันในแต่ละชนิด โดยตั้งอยู่แนวกึ่งกลางตามยาวของลำตัวบริเวณ pygidium

ช่องเปิดของระบบสืบพันธุ์ (vulva) ลักษณะเป็นรอยแตกตามขวาง หรือเป็นร่อง มักพบรูเปิดล้อมรอบ เป็นกลุ่มๆ เรียกว่า perivulvar pore

การบันทึกรายละเอียดบนแผ่นสไลด์ถาวรที่อบแห้ง จัดเก็บตัวอย่างสไลด์ถาวรเพื่อย่อยเกล็ดลงในกล่องใส่สไลด์และเก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑ์แมลง โดยแบ่งเป็นหมวดหมู่ตามหลักสากล และจัดทำหมายเลขประจำตัวอย่างเพื่อย่อยเกล็ดแต่ละสไลด์เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการอ้างอิงทางวิทยาศาสตร์ต่อไป

ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม 2562 ถึงเดือนกันยายน 2565 โดยเก็บรวบรวมจากแหล่งปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในจังหวัดต่างๆ ในเขตภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคใต้ ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานอนุกรมวิธานแมลง กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

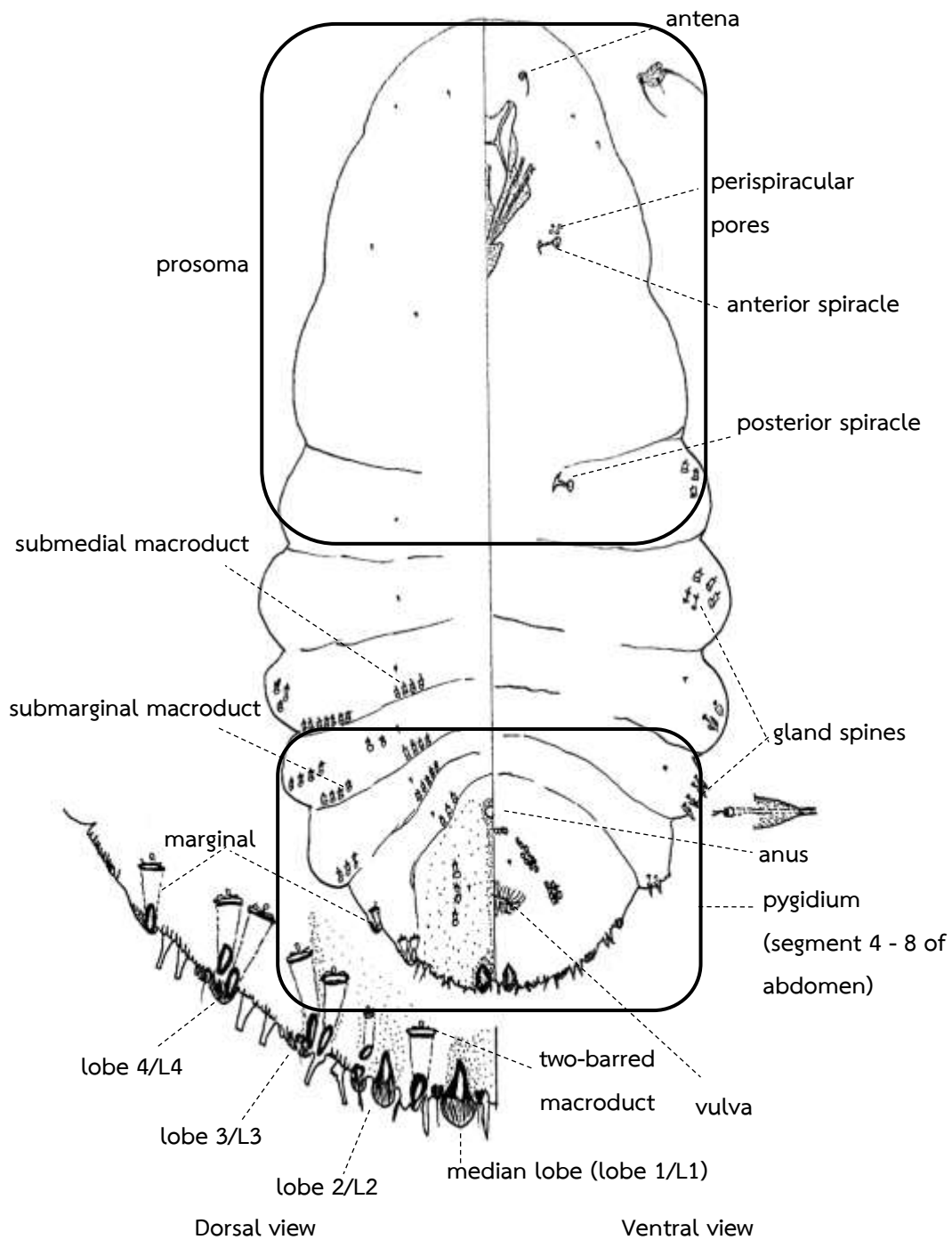


Figure 1 General morphology of slide-mounted adult female diaspididae (Miller and Davidson, 2005).

ผลการทดลองและวิจารณ์

เก็บรวบรวมตัวอย่างเพลี้ยหอยเกล็ด สกุล *Aulacaspis* จากแหล่งปลูกพืชทางเศรษฐกิจที่สำคัญ จากทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย จำนวน 33 จังหวัด มาทำสไลด์ถาวรและตรวจจำแนกชนิดด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาตามหลักอนุกรมวิธาน พบเพลี้ยหอยเกล็ด สกุล *Aulacaspis* ทั้งสิ้น 5 ชนิด ได้แก่ 1) เพลี้ยหอยเกล็ดขาวกุหลาบ *Aulacaspis rosae* (Bouché, 1833) พืชอาหาร 2 ชนิด พบในจังหวัดสระบุรี ขอนแก่น และสกลนคร 2) เพลี้ยหอยเกล็ดขาวอ้อย *Aulacaspis tegalensis* (Zehntner, 1898) พืชอาหาร 2 ชนิด พบในจังหวัดขอนแก่น และกาญจนบุรี 3) เพลี้ยหอยเกล็ดขาวมะม่วง *Aulacaspis tubercularis* Newstead, 1906 พืชอาหาร 5 ชนิด พบกระจายทั่วทุกภูมิภาค 5) เพลี้ยหอยเกล็ดขาวทุเรียน *Aulacaspis vitis* (Green, 1896) พืชอาหาร 1 ชนิด พบในจังหวัดจันทบุรี ระยอง ประจวบคีรีขันธ์ และชุมพร 5) เพลี้ยหอยเกล็ดขาวปรัง *Aulacaspis yasumatsui* Takagi, 1977 พืชอาหาร 1 ชนิด พบในจังหวัดชลบุรี พบแมลงศัตรูธรรมชาติ ในวงศ์ Coccinellidae จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ตัวงเต่าตัวห้า *Chilocorus circumdatus* (Gyllenhal, 1808) และ ตัวงเต่าลายหยัก *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius, 1781) รายละเอียดดังต่อไปนี้

Genus *Aulacaspis* Cockerell, 1893

Aulacaspis Cockerell, 1893c: 180. Type species: *Aspidiotus rosae* Bouché by subsequent designation Newste, 1901b:168. accepted valid name.

ลักษณะทางอนุกรมวิธาน

ตัวเต็มวัยเพศเมียรูปร่างทรงกระบอกท้ายเรียวเล็ก หนวดเป็นติ่งมีขนค่อนข้างยาว prosoma ขยายใหญ่กว่าส่วนอื่นๆ อย่างชัดเจน รูหายใจคู่ที่ 1 มีรูเปิดอยู่รอบๆ จำนวนมาก ส่วน pygidium ประกอบด้วย macroducts แบบ 2 แถบ ลอนแข็งคู่ที่ 1 - 4 เห็นได้ชัดเจน ลอนแข็งแต่ละอันมีขนาดเล็กจำนวนมากกว่า 1 อัน ยกเว้นคู่ที่ 1 จะมีเพียง 1 อัน ระหว่างฐานคู่ที่ 1 ไม่มีติ่งยื่นเข้าไปทำให้ลอนแข็งคู่ที่ 1 กางออก มีต่อมหนามระหว่างลอนแข็งแต่ละคู่ แต่ไม่มีต่อมหนามบริเวณลอนด้านข้างของส่วนท้อง ช่องเปิดส่วนท้ายของระบบทางเดินอาหารมีขนาดเล็กกว่าลอนแข็งคู่ที่ 1 และอยู่ใกล้กับตำแหน่งช่องเปิดของระบบสืบพันธุ์ ผนังลำตัวด้านหลังปรากฏ macroducts ที่มีขนาดค่อนข้างสั้นเรียงตัวแต่ละด้าน มีรูเปิดรอบช่องเปิดของระบบสืบพันธุ์ จำนวน 5 กลุ่ม

Key to species of genus *Aulacaspis*

- 1 Head rounded , prosoma without lateral tubercles.....2
- Head quadrate or rounded, prosoma with lateral tubercles 3
- 2 Prosoma rounded without lateral tubercles. Pore prominence on pygidium poorly developed.....*A. tegalensis* (Zehntner)
- Prosoma swollen without lateral tubercles. Pore prominence on pygidium well developed.....4
- 3 Enlarge prosoma angular quadrate; widest at lateral tubercles, almost level with anterior spiracles; posterior spiracles usually associated with spiracular pores.....*A. tubercularis* Newstead
- Enlarge prosoma variable or irregular in shape, widest at mesothorax; prominent lateral tubercles sometimes present; posterior spiracles usually not associated with spiracular pores*A. vitis* (Green)
- 4 Prosoma rectangular, Pygidial segment 5 - 8 with 1 size of macroducts about 36-65 macroducts..... *A. rosae* (Bouché)
- Prosoma rounded lateral margins, Pygidial segment 5 -8 with 1 size of macroducts about 28-52 macroducts*A. yasumatsui* Takagi

รายละเอียดและลักษณะของเพลี้ยหอยเกล็ดสกุล *Aulacaspis* แต่ละชนิด

Aulacaspis rosae (Bouché, 1833)

ชื่อพ้อง : *Coccus rosae* Virey, 1821; *Aspidiotus rosae* Bouché, 1833

ชื่อสามัญ : เพลี้ยหอยเกล็ดกุหลาบ (rose scale)

ลักษณะในธรรมชาติ : เพศเมีย แผ่นปกคลุมลำตัวของตัวเต็มวัยค่อนข้างกลม สีขาวขุ่น คราบของตัวอ่อนวัยที่ 1 และ 2 อยู่ขอบด้านบนของแผ่นปกคลุมลำตัวและมีสีน้ำตาลเข้ม โดยคราบของตัวอ่อนวัยที่ 1 มักยื่นเลยแผ่นปกคลุมลำตัวของตัวเต็มวัยอย่างชัดเจน เพศผู้ แผ่นปกคลุมลำตัวค่อนข้างยาวรีขนาดเล็กกว่าเพศเมียอย่างชัดเจน ลักษณะเป็นแป้งสีขาว คราบของตัวอ่อนวัยที่ 1 มักมีสีน้ำตาลและอยู่ขอบด้านบนสุดของแผ่นปกคลุมลำตัวและเชื่อมด้วยแผ่นปกคลุมลำตัวที่สร้างขึ้นสำหรับตัวอ่อนวัยที่ 2 จนถึงระยะดักแด้ (Figure 2)

ลักษณะทางอนุกรมวิธาน : ตัวเต็มวัยเพศเมียรูปร่างทรงกระบอกท้ายเรียวเล็ก หนวดเป็นดิ่งมีขนค่อนข้างยาว prosoma ขยายคล้ายสี่เหลี่ยมมีขนาดใหญ่กว่าส่วนอื่นๆ อย่างชัดเจน ไม่มีลักษณะคล้ายสันนูนออกมา รูหายใจคู่ที่ 1

มีรูเปิดอยู่รอบๆ จำนวนมาก ส่วน pygidium ประกอบด้วย macroducts แบบ 2 แถบ ลอนแข็งคู่ที่ 1 - 4 เห็นได้ชัดเจน ลอนแข็งแต่ละอันมีลอนขนาดเล็กมากกว่า 1 อัน ยกเว้นคู่ที่ 1 จะมีเพียง 1 อันและมีขนาดใหญ่เป็นสองเท่าของลอนคู่อื่นๆ ระหว่างฐานคู่ที่ 1 ไม่มีติ่งยื่นเข้าไปทำให้ลอนแข็งคู่ที่ 1 ทางออก มีต่อมหนามระหว่างลอนแข็งแต่ละคู่ แต่ไม่มีต่อมหนามบริเวณลอนด้านข้างของส่วนท้อง ช่องเปิดส่วนท้ายของระบบทางเดินอาหารมีขนาดเล็กกว่าลอนแข็งคู่ที่ 1 และอยู่ใกล้กับตำแหน่งช่องเปิดของระบบสืบพันธุ์ ผนังลำตัวด้านหลังปรากฏ macroducts สั้นๆ มีขนเดียว ใกล้บริเวณกึ่งกลางของทั้งสองฝั่งของ pygidium ในปล้องที่ 5 - 8 มีจำนวนประมาณ 36-65 อัน มีรูเปิดรอบช่องเปิดของระบบสืบพันธุ์ จำนวน 5 กลุ่ม (Figure 3)

พืชอาหาร : พบลงทำลายพืชวงศ์ Rosaceae ได้แก่ กุหลาบ (กิ่งและลำต้น) และวงศ์ Phyllanthaceae ได้แก่ มะเฒ่า (ใบ)

เขตการแพร่กระจาย : สระบุรี และขอนแก่น

ตัวอย่างที่ใช้ศึกษา : Khon Kaen N 16° 27' 43.6'' E 102° 37' 13.1'' (C. Buamas) Saraburi N 16° 27' 43.6'' E 102° 37' 13.1'' (C. Buamas)



Figure 2 Cover of adult and young female on leaf and branch of host plant.



Figure 3 A. Microscope view of *Aulacaspis rosae* (Bouché, 1833)

B. Microscope view of pygidium

Aulacaspis tegalensis (Zehntner, 1898)

ชื่อพ้อง : *Chionaspis tegalensis* Zehntner 1898; *Aulacaspis major* Rutherford 1916; *Aulacaspis tegalensis* (Zehntner, 1898); *Aulacaspis cinnamomi mangiferae* (Newstead, 1911); *Aulacaspis rutherfordi* Morrison 1924; *Diaspis rutherfordi* (Morrison, 1924); *Miscanthaspis tegalensis* (Zehntner, 1898); *Aulacaspis tagalensis* (Zehntner, 1898); *Diaspis rutherfordii* (Morrison, 1924)

ชื่อสามัญ : เพลี้ยหอยเกล็ดขาวอ้อย (sugarcane scale)

ลักษณะในธรรมชาติ : เพศเมีย แผ่นปกคลุมลำตัวของตัวเต็มวัยค่อนข้างกลม สีขาวขุ่น คราบของตัวอ่อนวัยที่ 1 และ 2 อยู่ขอบด้านบนของแผ่นปกคลุมลำตัวแต่ไม่เลยแผ่นปกคลุมลำตัวของตัวเต็มวัยและมีเกล็ดหรือน้ำตาลเข้ม เพศผู้ แผ่นปกคลุมลำตัวค่อนข้างยาวรีขนาดเล็กกว่าเพศเมียอย่างชัดเจน ลักษณะเป็นแป้นสีขาว คราบของตัวอ่อนวัยที่ 1 สีน้ำตาลหรือน้ำตาลเข้มมักอยู่ขอบด้านบนสุดของแผ่นปกคลุมลำตัวและเชื่อมด้วยแผ่นปกคลุมลำตัวที่สร้างขึ้นสำหรับตัวอ่อนวัยที่ 2 จนถึงระยะดักแด้

ลักษณะทางอนุกรมวิธาน : ตัวเต็มวัยเพศเมียรูปร่างทรงกระบอกท้ายเรียวเล็ก หนวดเป็นติ่งมีขนค่อนข้างยาว prosoma ขยายค่อนข้างกลมมน ไม่เป็นเป็นมุมฉาก รูหายใจคู่ที่ 1 และ 2 มีรูเปิดอยู่รอบๆ ส่วน pygidium ประกอบด้วย macroducts แบบ 2 แถบ ลอนแข็งแรงคู่ที่ 1 - 3 เห็นได้ชัดเจน ไม่ปรากฏคู่ที่ 4 ลอนแข็งแรงแต่ละอันมีขนาดเล็กและมีมากกว่า 1 อัน ยกเว้นคู่ที่ 1 จะมีเพียง 1 อันและมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ระหว่างฐานคู่ที่ 1 ไม่มีติ่งยื่นเข้าไปทำให้ลอนแข็งแรงคู่ที่ 1 กางออก มีต่อมหนามระหว่างลอนแข็งแรงแต่ละคู่ แต่ไม่มีต่อมหนามบริเวณลอนด้านข้างของส่วนท้อง ช่องเปิดส่วนท้ายของระบบทางเดินอาหารมีขนาดเล็กกว่าลอนแข็งแรงคู่ที่ 1 และอยู่ใกล้กับตำแหน่งช่องเปิดของระบบสืบพันธุ์ ผนังลำตัวด้านหลังปรากฏ microducts สั้นๆ ใกล้บริเวณกึ่งกลางของของ pygidium มีจำนวนไม่เกิน 1 - 2 แถว มีรูเปิดรอบช่องเปิดของระบบสืบพันธุ์ จำนวน 5 กลุ่ม (Figure 4)

พืชอาหาร : พบลงทำลายพืช วงศ์ Poaceae ได้แก่ หญ้าพง (ลำตัน) และ อ้อย (ลำตัน)

เขตการแพร่กระจาย : กาญจนบุรี และขอนแก่น

ตัวอย่างที่ใช้ศึกษา : Kanchanaburi N 14° 31' 56'' E 99° 32' 13'' (C. Buamas) Khonkhen N 16° 35' 18.1'' E 101° 59' 28.2'' (C. Buamas)

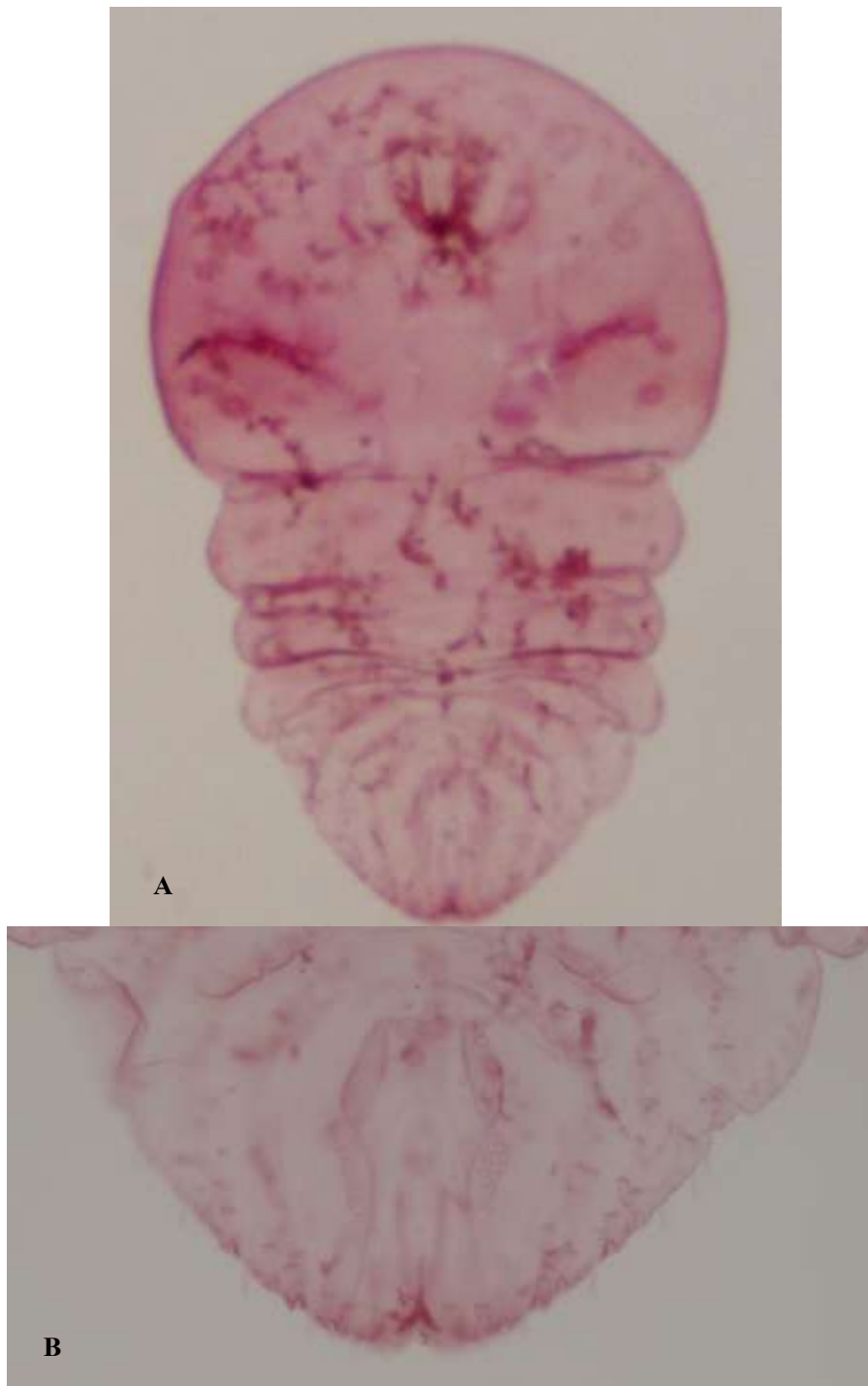


Figure 4 A. Microscope view of *Aulacaspis tegalensis* (Zehntner, 1898)
B. Microscope view of pygidium

Aulacaspis tubercularis Newstead, 1906

ชื่อพ้อง : *Aulacaspis (Diaspis) tubercularis* Newstead, 1906; *Aulacaspis cinnamomi* Newstead, 1908; *Diaspis (Aulacaspis) cinnamomi mangiferae* Newstead, 1911; *Aulacaspis cinnamomi mangiferae* (Newstead, 1911); *Diaspis cinnamomi-mangiferae* Newstead, 1911; *Diaspis mangiferae* Newstead, 1911; *Diaspis (Aulacaspis) cinnamomi* (Newstead, 1908); *Diaspis (Aulacaspis) tubercularis* (Newstead, 1906)

ชื่อสามัญ : เพลี้ยหอยเกล็ดขาวมะม่วง (white mango scale)

ลักษณะในธรรมชาติ : เพศเมีย แผ่นปกคลุมลำตัวของตัวเต็มวัยค่อนข้างกลม สีขาวขุ่น คราบของตัวอ่อนวัยที่ 1 และ 2 อยู่ขอบด้านบนของแผ่นปกคลุมลำตัวแต่ไม่เลยแผ่นปกคลุมลำตัวของตัวเต็มวัยและมีสีดำ เพศผู้ แผ่นปกคลุมลำตัวค่อนข้างยาวรีขนาดเล็กว่เพศเมียอย่างชัดเจน ลักษณะเป็นแป้นสีขาว คราบของตัวอ่อนวัยที่ 1 สีนํ้าตาลหรือนํ้าตาลเข้มมักอยู่ขอบด้านบนสุดของแผ่นปกคลุมลำตัวและเชื่อมด้วยแผ่นปกคลุมลำตัวที่สร้างขึ้นสำหรับตัวอ่อนวัยที่ 2 จนถึงระยะดักแด้ (Figure 5)

ลักษณะทางอนุกรมวิธาน : ตัวเต็มวัยเพศเมียรูปร่างทรงกระบอกท้ายเรียวเล็ก หนวดเป็นติ่งมีขนค่อนข้างยาว prosoma ขยายคล้ายสี่เหลี่ยมมุมฉากมีขนาดใหญ่กว่าส่วนอื่นๆ อย่างชัดเจน มีลักษณะคล้ายสันนูนออกมา รูหายใจคู่ที่ 1 และ 2 มีรูเปิดอยู่รอบๆ ส่วน pygidium ประกอบด้วย macroducts แบบ 2 แถบ ลอนแข็งคู่ที่ 1 - 3 เห็นได้ชัดเจน ส่วนคู่ที่ 4 มีขนาดเล็กมาก ลอนแข็งแต่ละอันมีขนาดเล็กและมีมากกว่า 1 อัน ยกเว้นคู่ที่ 1 จะมีเพียง 1 อัน และมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ระหว่างฐานคู่ที่ 1 ไม่มีติ่งยื่นเข้าไปทำให้ลอนแข็งคู่ที่ 1 กางออก มีต่อมหนามระหว่างลอนแข็งแต่ละคู่ แต่ไม่มีต่อมหนามบริเวณลอนด้านข้างของส่วนท้อง ช่องเปิดส่วนท้ายของระบบทางเดินอาหารมีขนาดเล็กกว่าลอนแข็งคู่ที่ 1 และอยู่ใกล้กับตำแหน่งช่องเปิดของระบบสืบพันธุ์ ผังลำตัวด้านหลังปรากฏ macroducts สั้นๆ ใกล้บริเวณกึ่งกลางของทั้งสองฝั่งของ pygidium ในปล้องที่ 6 มีจำนวนไม่เกิน 1 - 2 แถว มีรูเปิดรอบช่องเปิดของระบบสืบพันธุ์ จำนวน 5 กลุ่ม (Figure 6)

พืชอาหาร : พบลงทำลายพืชวงศ์ วงศ์ Anacardiaceae ได้แก่ มะม่วง (ใบ กิ่งและลำต้น) วงศ์ Mulvaceae ได้แก่ ทุเรียน (ใบ) และวงศ์ Meliaceae ได้แก่ ลองกอง (ใบ) หากมีการระบาดอย่างรุนแรงอาจทำให้ต้นพืชแห้งตายได้

เขตการแพร่กระจาย : กรุงเทพฯ นนทบุรี ปทุมธานี นครปฐม สมุทรสงคราม ลพบุรี สิงห์บุรี ชัยนาท พิจิตร นครสวรรค์ สระบุรี อุทัยธานี นครราชสีมา ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด อุดรธานี หนองคาย มุกดาหาร บุรีรัมย์ ศรีสะเกษ ยโสธร อุบลราชธานี เชียงใหม่ เชียงราย ลำพูน ลำปาง พะเยา อุตรดิตถ์ ฉะเชิงเทรา จันทบุรี ชลบุรี ระยอง ราชบุรี กาญจนบุรี ตาก เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี ชุมพร และนครศรีธรรมราช

ตัวอย่างที่ใช้ศึกษา : Bangkok N 13° 85' 9.7'' E 100° 57' 47.2'' (C. Buamas) Nonthaburi N 13° 80' 9.2' E 100° 47' 34.2'' (C. Buamas) Pathum Thani N 14° 08' 9.2'' E 100° 53' 34.2'' (C. Buamas) Nakhon Pathom N 14° 23' 9.2'' E 99° 97' 34.2'' (C. Buamas) Samut Songkhram N 13° 26' 9.2'' E 99° 56' 34.2'' (C. Buamas) Lopburi N 14° 50' 55.5'' E 100° 56' 21.5'' (C. Buamas) Singburi N 14° 50' 34.5'' E 100° 25' 25.2'' (C. Buamas) Chainat N 15° 8' 48.4'' E 100° 14' 26.3'' (C. Buamas) Phichit N 16° 25' 7.5'' E 100° 8' 34.6'' (C. Buamas) Nakhon Sawan N 15° 52' 20.1'' E 99° 30' 4.8'' (C. Buamas) Saraburi N 14° 52' 56.5'' E 101° 7' 9.1'' (C. Buamas) Uthai Thani N 15° 28' 48.1'' E 99° 52' 42.3'' (C. Buamas) Nakhon Ratchasima N 14° 23' 45.0'' E 101° 41' 22.2'' (C. Buamas) Khonkhen N 16° 35' 18.1'' E 101° 59' 28.2'' (C. Buamas) Mahasarakham N 16° 04' 38.7'' E 103° 09' 24.4'' (C. Buamas) Roi Et N 16' 17' 55.8'' E 104° 09' 48.0'' (C. Buamas) Udonthani N 17° 41' 9.5'' E 102° 35' 6.7'' (C. Buamas) Nong Khai N 18° 2' 39.8'' E 102° 20' 11.5'' (C. Buamas) Mukdahan N 16° 22' 47.4'' E 100° 51' 45.2'' (C. Buamas) Buriram N 14° 41' 50.2'' E 102° 29' 50.7'' (C. Buamas) Si Sa Ket N 14° 46' 14.0'' E 104° 44' 53.2'' (C. Buamas) Yasothon N 14° 39' 51.6'' E 104° 15' 51.0'' (C. Buamas) Ubonratchathani N 14° 58' 28.7'' E 104° 58' 35.5'' (C. Buamas) Chiangmai N 18° 60' 52.0'' E 98° 89' 21.0'' (C. Buamas) Chiangrai N 19° 53' 08.6'' E 99° 52' 24.4'' (C. Buamas) Lamphun N 18° 33' 44.0'' E 98° 59' 27.0'' (C. Buamas) Lampang N 17° 44' 12.0'' E 99° 02' 13.0'' (C. Buamas) Phitsanulok N 17° 44' 12.0'' E 99° 02' 13.0'' (C. Buamas) Uttaradit N 17° 14' 22.0'' E 100° 14' 42.3'' (C. Buamas) Chachoengsao N 13° 37' 58.6'' E 101° 18' 16.9'' (C. Buamas) Chantaburi N 12° 30' 47.6'' E 102° 10' 16.8'' (C. Buamas) Chonburi N 12° 57' 23.2'' E 101° 13' 9.3'' (C. Buamas) Rayong N 12° 57' 23.7'' E 101° 3' 9.3'' (C. Buamas) Rayong N 12° 39' 7.5'' E 101° 27' 3.3'' (C. Buamas) Ratchaburi N 13° 32' 28.9'' E 99° 22' 37.8'' (C. Buamas) Kanchanaburi N 14° 31' 56.0'' E 99° 32' 13.0'' (C. Buamas) Tak N 17° 2' 54.9'' E 99° 4' 3.5'' (C. Buamas) Tak N 17° 2' 54.9'' E 99° 4' 3.5'' (C. Buamas) Petchaburi N 12° 5' 43.0'' E 99° 54' 13.3'' (C. Buamas) Prachuap Khiri Khan N 11° 5' 49.6'' E 99° 28' 47.3'' (C. Buamas) Surat Thani N 9° 8' 31.7'' E 99° 37' 55.5'' (C. Buamas) Chumphon N 10° 20' 34.9'' E 99° 4' 45.5'' (C. Buamas) Chumphon N 10° 15' 25.6'' E 98° 54' 52.5'' (C. Buamas) Nakhon Si Thammarat N 8° 18' 27.4'' E 99° 46' 25.4'' (C. Buamas)



Figure 5 *Aulacaspis tubercularis* Newstead, 1906 on leaf, branch and stem of mango.



Figure 6 A. Microscope view of *Aulacaspis tubercularis* Newstead, 1906
B. Microscope view of pygidium

Aulacaspis vitis (Green, 1896)

ชื่อพ้อง : *Chionaspis vitis* Green, 1896; *Trichomytilus vitis* (Green, 1896); *Phenacaspis vitis* (Green, 1896); *Poliaspis vitis* (Green, 1896)

ชื่อสามัญ : เพลี้ยหอยเกล็ดขาวทุเรียน (white scale)

ลักษณะในธรรมชาติ : เพศเมีย แผ่นปกคลุมลำตัวของตัวเต็มวัยค่อนข้างกลม สีขาวขุ่นค่อนข้างโปร่งใส คราบของตัวอ่อนวัยที่ 1 และ 2 อยู่ขอบด้านบนของแผ่นปกคลุมลำตัวมีสีน้ำตาลอ่อน เพศผู้ แผ่นปกคลุมลำตัวค่อนข้างยาวรีขนาดเล็กกว่าเพศเมียอย่างชัดเจน ลักษณะเป็นแป้นสีขาว คราบของตัวอ่อนวัยที่ 1 สีน้ำตาลมักอยู่ขอบด้านบนของแผ่นปกคลุมลำตัวและเชื่อมด้วยแผ่นปกคลุมลำตัวที่สร้างขึ้นสำหรับตัวอ่อนวัยที่ 2 จนถึงระยะดักแด้ (Figure 7)

ลักษณะทางอนุกรมวิธาน : ตัวเต็มวัยเพศเมียรูปร่างยาวรี หนวดเป็นดิ่งมีขนค่อนข้างยาว prosoma รูปทรงไม่แน่นอน แต่มีขนาดใหญ่กว่าส่วนอื่นๆ ไม่มีรูเปิดรอบรูหายใจคู่ที่ 1 และ 2 ส่วน pygidium ประกอบด้วย macroducts แบบ 2 แถบ ลอนแข็งคู่ที่ 1 - 3 เห็นได้ชัดเจน ส่วนคู่ที่ 4 มีขนาดเล็กมาก หรือไม่ปรากฏ ลอนแข็งแต่ละอันมีลอนขนาดเล็กจำนวน 2 - 3 อัน ยกเว้นคู่ที่ 1 มีเพียง 1 อัน ระหว่างฐานคู่ที่ 1 ไม่มีดิ่งยื่นเข้าไปทำให้ลอนแข็งคู่ที่ 1 ทางออก มีต่อมหนามระหว่างลอนแข็งแต่ละคู่ แต่ไม่มีต่อมหนามบริเวณลอนด้านข้างของส่วนท้อง ช่องเปิดส่วนท้ายของระบบทางเดินอาหารมีขนาดเล็กกว่าลอนแข็งคู่ที่ 1 และอยู่ใกล้กับตำแหน่งช่องเปิดของระบบสืบพันธุ์ ผนังลำตัวด้านหลังปรากฏ macroducts สั้นๆ ใกล้เคียงบริเวณกึ่งกลางของทั้งสองฝั่งของ pygidium ในปล้องที่ 6 มีจำนวนไม่เกิน 1 - 2 แถว บางครั้งพบตุ่มด้านข้างบริเวณส่วนหัว มีรูเปิดรอบช่องเปิดของระบบสืบพันธุ์ จำนวน 5 กลุ่ม (Figure 8)

พืชอาหาร : พบลงทำลายพืชวงศ์ Mulvaceae ได้แก่ ทุเรียน (ใบและกิ่ง)

เขตการแพร่กระจาย : จันทบุรี ระยอง ประจวบคีรีขันธ์ และชุมพร

ตัวอย่างที่ใช้ศึกษา : Chantaburi N 12° 30' 47.6'' E 102° 10' 16.8'' (C. Buamas) Rayong N 12° 57' 23.7'' E 101° 9.3'' (C. Buamas) Prachuap Khiri Khan N 11° 3' 15.0'' E 99° 26' 0.7'' (C. Buamas) Chumphon N 10° 15' 30.9'' E 98° 55' 39.6'' (C. Buamas)

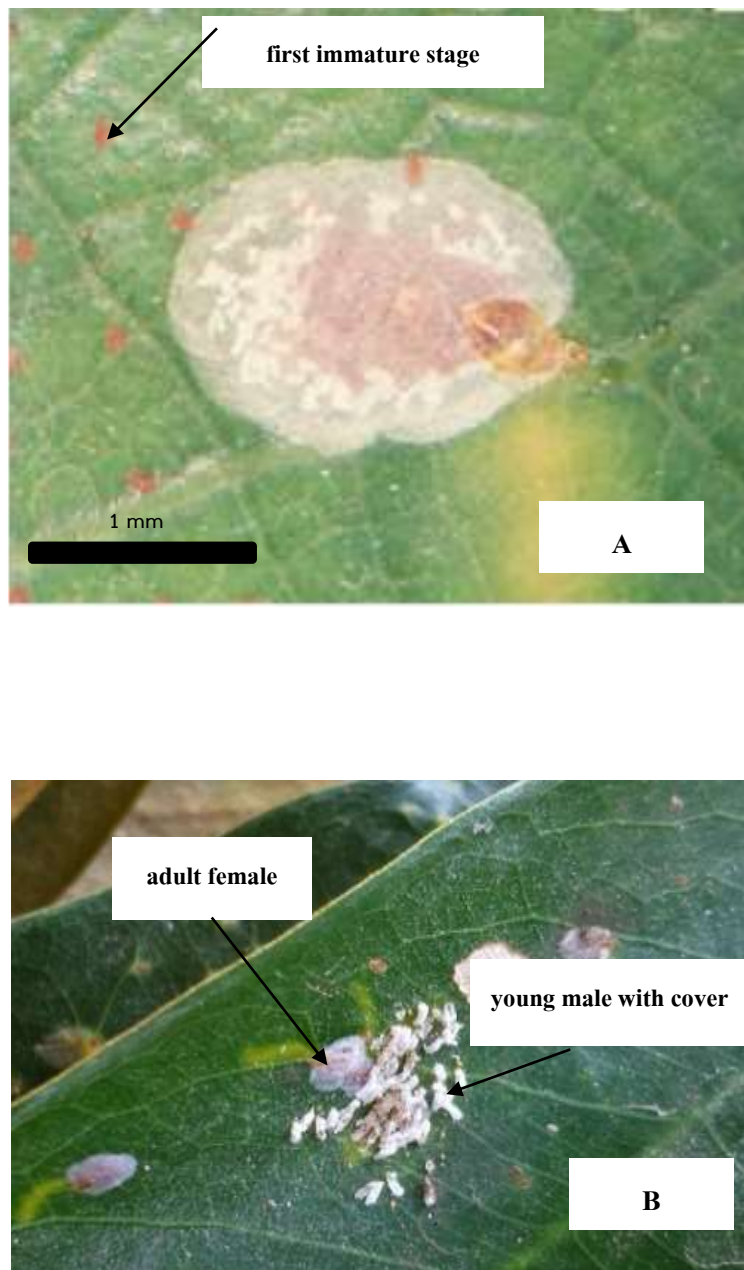


Figure 7 A. First immature stage of *Aulacaspis vitis* (Green, 1896) and adult female with eggs under the cover.

B. Adult female and young male with cover



Figure 8 A. Microscope view of *Aulacaspis vitis* (Green, 1896)

B. Microscope view of pygidium

Aulacaspis yasumatsui Takagi, 1977

ชื่อพ้อง : *Aulacaspis yasumatsui* Takagi 1977; *Aucalaspis yasumatsui* Meurkey 2011

ชื่อสามัญ : เพลี้ยหอยเกล็ดขาวปรง (cycad aulacaspis scale)

ลักษณะในธรรมชาติ : เพศเมีย แผ่นปกคลุมลำตัวของตัวเต็มวัยค่อนข้างยาวกว่าชนิดอื่นๆ มีสีขาวขุ่นค่อนข้างโปร่งใส คราบของตัวอ่อนวัยที่ 1 และ 2 อยู่ขอบด้านบนของแผ่นปกคลุมลำตัวมีสีเหลืองเข้มหรือน้ำตาลอ่อน เพศผู้ แผ่นปกคลุมลำตัวค่อนข้างยาวรีขนาดเล็กกว่าเพศเมียอย่างชัดเจน ลักษณะเป็นแป้นสีขาว คราบของตัวอ่อนวัยที่ 1 สีน้ำตาล มักอยู่ขอบด้านบนของแผ่นปกคลุมลำตัวและเชื่อมด้วยแผ่นปกคลุมลำตัวที่สร้างขึ้นสำหรับตัวอ่อนวัยที่ 2 จนถึงระยะดักแด้

ลักษณะทางอนุกรมวิธาน : ตัวเต็มวัยเพศเมียรูปร่างยาวรี หนวดเป็นดิ่งมีขนค่อนข้างยาว prosoma ค่อนข้างมน ขนาดใหญ่กว่าส่วนท้องเพียงเล็กน้อย มีรูเปิดรอบรูหายใจคู่ที่ 1 และ 2 ส่วน pygidium ประกอบด้วย macroducts แบบ 2 แถบ ลอนแข็งคู่ที่ 1 - 3 เห็นได้ชัดเจน ไม่ปรากฏคู่ที่ 4 ลอนแข็งแต่ละอันมีลอนขนาดเล็กจำนวน 2 อัน ระหว่างฐานคู่ที่ 1 ไม่มีดิ่งยื่นเข้าไปทำให้ลอนแข็งคู่ที่ 1 กางออก มีต่อมหนามระหว่างลอนแข็งแต่ละคู่ แต่ไม่มีต่อมหนามบริเวณลอนด้านข้างของส่วนท้อง ช่องเปิดส่วนท้ายของระบบทางเดินอาหารมีขนาดเล็กกว่าลอนแข็งคู่ที่ 1 และอยู่ใกล้กับตำแหน่งช่องเปิดของระบบสืบพันธุ์ ผังลำตัวด้านหลังปรากฏ macroducts สั้นๆ มีขนาดเดียว ใกล้บริเวณกึ่งกลางของทั้งสองฝั่งของ pygidium ในปล้องที่ 5 - 8 มีจำนวนประมาณ 28 - 52 อัน มีรูเปิดรอบช่องเปิดของระบบสืบพันธุ์ จำนวน 5 กลุ่ม (Figure 9)

พืชอาหาร : พบลงทำลายพืชวงศ์ Cycadaceae ได้แก่ ปรง (ใบและกิ่ง)

เขตการแพร่กระจาย : ชลบุรี

ตัวอย่างที่ใช้ศึกษา : Chonburi N 12° 76' 55'' E 100° 93' 51'' (C. Buamas)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การศึกษานุกรมวิธานของเพลี้ยหอยเกล็ด สกุล *Aulacaspis* เพื่อทราบชนิด พืชอาหาร แมลงศัตรูธรรมชาติ และเขตการแพร่กระจายที่มีอยู่ในประเทศไทย ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญในการจัดทำและปรับปรุงฐานข้อมูลแมลงศัตรูพืชของประเทศไทย เก็บรวบรวมตัวอย่างจากแหล่งปลูกพืชต่างๆ ทั่วทุกภูมิภาค นำตัวอย่างที่รวบรวมได้จาก 33 จังหวัด มาทำสไลด์ถาวรและตรวจจำแนกชนิดด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาตามหลักอนุกรมวิธาน พบเพลี้ยหอยเกล็ด สกุล *Aulacaspis* ทั้งสิ้น 5 ชนิด ได้แก่ 1) เพลี้ยหอยเกล็ดขาวกุหลาบ *Aulacaspis rosae* (Bouché, 1833) พืชอาหาร 2 ชนิด พบในจังหวัดสระบุรี ขอนแก่น และสกลนคร 2) เพลี้ยหอยเกล็ดขาวอ้อย *Aulacaspis tegalensis* (Zehntner, 1898) พืชอาหาร 2 ชนิด พบในจังหวัดขอนแก่น และกาญจนบุรี 3) เพลี้ยหอยเกล็ดขาวมะม่วง *Aulacaspis tubercularis* Newstead, 1906 พืชอาหาร 5 ชนิด พบกระจายทั่วทุกภูมิภาค 5) เพลี้ยหอยเกล็ดขาวทุเรียน *Aulacaspis vitis* (Green, 1896) พืชอาหาร 1 ชนิด พบในจังหวัดจันทบุรี ระยอง ประจวบคีรีขันธ์ และชุมพร 5) เพลี้ยหอยเกล็ดขาวปรัง *Aulacaspis yasumatsui* Takagi, 1977 พืชอาหาร 1 ชนิด พบในจังหวัดชลบุรี พบแมลงศัตรูธรรมชาติ ในวงศ์ Coccinellidae จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ตัวงเต่าตัวห้ำ *Chilocorus circumdatus* (Gyllenhal, 1808) และ ตัวงเต่าลายหยัก *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius, 1781) นอกจากนี้ยังพบร่องรอยการเบียนของแมลงในกลุ่มแตนเบียนอีกด้ยได้จัดทำแนวทางการวินิจฉัย (key) รายละเอียดของเพลี้ยหอยเกล็ดพร้อมพืชอาหาร โดยตัวอย่างที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้เก็บรักษาในพิพิธภัณฑ์แมลง กรมวิชาการเกษตร เพื่อจัดทำฐานข้อมูลแมลงศัตรูพืชในประเทศไทยต่อไป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ นำไปจัดทำแนวทางการวินิจฉัย (key) พร้อมรายละเอียดของเพลี้ยหอยเกล็ดสกุล *Aulacaspis* เพื่อให้ นักวิจัย นักวิชาการที่เกี่ยวข้อง สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจำแนกชนิด และนำข้อมูลด้านพืชอาหารและเขตการแพร่กระจายไปใช้เพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนงานด้านอารักขาพืช และยังสามารถนำไปจัดทำเป็นคู่มือหรือเอกสารเผยแพร่ให้แก่เกษตรกรและประชาชนผู้สนใจเพื่อความรู้ที่ถูกต้อง โดยตัวอย่างที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ เก็บรักษาในพิพิธภัณฑ์แมลง กรมวิชาการเกษตร เพื่อจัดทำฐานข้อมูลแมลงศัตรูพืชในประเทศไทย ซึ่งยังมีข้อมูลอยู่น้อยและไม่เป็นปัจจุบันสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชเพื่อดำเนินการด้านมาตรการสุขอนามัยในการส่งออกผลผลิตทางการเกษตรไปยังประเทศคู่ค้ารวมถึงการหาแนวทางป้องกันกำจัดที่ถูกต้องเหมาะสมแก่เกษตรกรในอนาคตต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ข้าราชการ และลูกจ้างกลุ่มงานอนุกรมวิธานแมลงทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเก็บและเตรียมตัวอย่างทั้งในภาคสนามและห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

- García, M. M., B.D. Denno, D.R. Miller, G.L. Miller, Y. Ben-Dov and N.B. Hardy. 2016. ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics. Database. doi: 10.1093/database/bav118. <http://scalenet.info>. Accessed: May 4, 2022.
- Miller, D.R. and J.A. Davidson. 1990. List of the Armored Scale Insect Pests, pp. 299-306.
In: D. Rosen. (ed.). The Armored Scale Insects, Their Biology, Natural Enemies and Control, Vol. 4B. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- Miller, D.R. and J.A. Davidson. 2005. Armored Insect Pests of Trees and Shrubs (Hemiptera: Diaspididae). Cornell University Press, New York. 442 p.
- Rosen, D. 1990 Armoured scale insects: their biology, natural enemies and control. Volume 4A. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. 384 pp.
- Williams, D.J. and G.W. Watson. 1988. The Scale Insects of the Tropical South Pacific Region Part I, the armored scale (Diaspididae). CAB International Institute of Entomology, Wallingford. 290 p.

ชนิดของเสี้ยนดินศัตรูถั่วลิสงในจังหวัดแม่ฮ่องสอน

จริยา กนิษฐรินทร์ กนกวรรณ ไกลถิ่น สิริญา คัมภีโร

ภูมิพศุทธิ์ หมื่นแก้ว ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์

ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

บทคัดย่อ

การศึกษาชนิดเสี้ยนดินศัตรูถั่วลิสงในจังหวัดแม่ฮ่องสอน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของมดเสี้ยนดินศัตรูถั่วลิสงและประเมินความเสียหายเบื้องต้นของฝักถั่วลิสง โดยแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็น 3 พื้นที่ ได้แก่ อำเภอขุนยวม อำเภอเมือง และอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน พื้นที่ละ 2 แปลงเพาะปลูก เก็บตัวอย่างเสี้ยนดินศัตรูถั่วลิสงในฤดูการเพาะปลูกระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 โดยสุ่มวางกับดักเหยื่อล่อน้ำมันปาล์มขูดฝักในดินจำนวน 5 กับดักต่อแปลง วางกับดักนาน 24 ชั่วโมงผลการศึกษาพบเสี้ยนดิน 2 ชนิดเข้าทำลายฝักถั่วลิสง ได้แก่ เสี้ยนดินทุ่ง *Dorylus laevigatus* ซึ่งเป็นรายงานครั้งแรกที่พบเสี้ยนดินชนิดนี้ในถั่วลิสง และเสี้ยนดินถั่ว *D. orientalis* โดยในพื้นที่อำเภอขุนยวมพบชนิด *D. laevigatus* ในเดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายน สำหรับพื้นที่อำเภอเมืองและอำเภอปางมะผ้าพบชนิด *D. orientalis* เข้าทำลายถั่วลิสงในเดือนกันยายนและเดือนตุลาคม ความเสียหายจากเสี้ยนดินในถั่วลิสงมากที่สุดในพื้นที่อำเภอปางมะผ้าคือ 19.64 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือพื้นที่อำเภอขุนยวม และอำเภอเมือง 18.25 และ 17.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ความเสียหายจากเสี้ยนดินทั้งสองชนิดในทุกพื้นที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพันธุ์ของถั่วลิสงไม่มีผลต่อการเลือกเข้าทำลายของเสี้ยนดิน

คำหลัก: มดเสี้ยนดิน *Dorylus* ถั่วลิสง

OE-02

ภาคบรรยาย

Subterranean Ant Pests of Groundnut in Mae Hong Son Province

Jariya Kanittharin Kanokwan Klaithin Siriya Kumpiro

Phumphasut Muenkaew Piyawan Suttiaprapan

Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture,
Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

ABSTRACT

The study of subterranean ant pests of groundnut in Mae Hong Son Province aimed to study the subterranean ant species which attack groundnut and assess the initial damage to groundnut pods. The study site included 3 locations in Mae Hong Son Province: Khun Yuam District, Mueang District, and Pang Mapha District. Two plots were set in each location. The subterranean ant was collected monthly during the growing season of groundnut from August to October 2018 by randomly setting 5 traps baited with palm oil per plot. Traps were buried in the soil and exposed for 24 hours. The results of this study found 2 species of the subterranean ant damaging groundnut pods, *Dorylus laevigatus* which is the first report in the groundnut, and *D. orientalis*. In Khun Yuam District, *D. laevigatus* was found in August to September. In Mueang and Pang Mapha Districts, *D. orientalis* was found infecting groundnuts in September and October. The highest damage from *Dorylus* to groundnuts was found in Pang Mapha District at 19.64 percent, followed by Khun Yuam District and Muang District 18.25 and 17.44 percent, respectively. The damage from both ant species and groundnut varieties in all areas were not significantly different.

Keywords: subterranean ant, *Dorylus*, groundnut

คำนำ

เสียนดินหรือมดเสียนดิน จัดอยู่ในวงศ์ Formicidae อันดับ Hymenoptera เป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญชนิดหนึ่งของถั่วลิสง เข้าทำลายถั่วลิสงโดยกัดฝักถั่วลิสงใต้ดินกัดกินเนื้อเมล็ดที่อยู่ภายในแล้วนำดินเข้าไปแทนที่ภายในเมล็ดทำให้ผลผลิตเสียหาย หากเป็นพื้นที่ที่มีการระบาดของมดเสียนดินทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมากและไม่คุ้มทุนที่จะทำการเก็บเกี่ยว (เดือนจิตต์ และคณะ, 2539) พบได้ในหลายพื้นที่ทั้ง ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (วิยะวัฒน์ และคณะ, 2554) นอกจากถั่วลิสงแล้ว เสียนดินสามารถเข้าทำลายพืชเศรษฐกิจอื่น เช่น มะพร้าว แคนตาลูป มะละกอสุก แตงโม (เดือนจิตต์ และคณะ, 2539; พิสุทธิ, 2553) ผักกาดกวางตุ้ง ผักกาดฮ่องเต้และผักกาดหัว (Suttiaprapan *et al.*, 2024)

เสียนดินศัตรูถั่วลิสงที่มีรายงานในประเทศไทยเป็นชนิด เสียนดินถั่ว *Dorylus orientalis* Westwood (เดือนจิตต์ และคณะ, 2539; พิสุทธิ, 2553) ต่อมาในปี พ.ศ. 2554 มีรายงานชนิดของมดเสียนดินในสกุล *Dorylus* สามชนิดในประเทศไทย ได้แก่ เสียนดินถั่ว *D. orientalis* เสียนดินทุ่ง *D. laevigatus* Smith และเสียนดินป่า *D. vishnui* Wheeler (วิยะวัฒน์ และคณะ, 2554) ต่อมา Suttiaprapan *et al.* (2024) ได้รายงานการพบทั้งเสียนดินถั่วและเสียนดินทุ่งเข้าทำลายรากผักกาดกวางตุ้ง ผักกาดฮ่องเต้และผักกาดหัวทำให้ผลผลิตเสียหายในพื้นที่ภาคเหนือเป็นครั้งแรกของประเทศไทย สำหรับการปลูกถั่วลิสงในจังหวัดแม่ฮ่องสอนถือเป็นแหล่งผลิตถั่วลิสงที่สำคัญมีพื้นที่ปลูกถั่วลิสงและมีผลผลิตมากเป็นอันดับต้นๆ ของภาคเหนือ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2567) อีกทั้งพบมีเสียนดินเข้าทำลาย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการศึกษาสำรวจเพื่อทราบชนิดของมดเสียนดินในถั่วลิสง

วิธีดำเนินการ

1. สุ่มสำรวจตัวอย่างเสียนดินในแปลงเพาะปลูกถั่วลิสงในพื้นที่อำเภอขุนยวม อำเภอปางมะผ้า และอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอนซึ่งเป็นพื้นที่หลักที่เพาะปลูกถั่วลิสงของจังหวัดแม่ฮ่องสอน พื้นที่อำเภอละ 2 แปลงเพาะปลูก รวม 6 แปลงโดยใช้กับดักเหยื่อล่อน้ำมันปาล์ม (palm oil bait trap) ดัดแปลงจาก Berghoff *et al.* (2002) โดยผสมดิน และน้ำมันปาล์ม 100 มิลลิลิตรใส่ลงในตะกร้าที่มีรูพรุนขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร แล้วฝังลงในระดับผิวดิน จำนวน 5 กับดักต่อแปลง วางกับดักเป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องแล้วเก็บตัวอย่างมดเสียนดินที่พบในกับดักเพื่อทำการวิเคราะห์จำแนกชนิด ทำการศึกษาตลอดฤดูกาลเพาะปลูกถั่วลิสงระหว่างเดือนสิงหาคม-ตุลาคม พ.ศ.2561

2. ตรวจวิเคราะห์จำแนกชนิดมดเสียนดินโดยดูจากลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอก โดยใช้แนวทางการวิเคราะห์จำแนกตามเอกสารของ วิยะวัฒน์ และคณะ (2554) และถ่ายภาพเสียนดินและลักษณะสำคัญของชนิดที่ศึกษา

3. ประเมินความเสียหายเบื้องต้นของถั่วลิสงโดยการสุ่มเก็บตัวอย่างฝักถั่วลิสงจากแปลงเกษตรกร แปลงละ 1 กิโลกรัมจำนวน 5 ซ้ำ คัดแยกฝักที่ไม่มีรอยรอยความเสียหาย และฝักที่เสียหายโดยเฉพาะฝักที่เป็นรูดำจากการทำลายของเสียนดิน นับจำนวนบันทึกข้อมูลและคำนวณร้อยละความเสียหาย

ผลการทดลองและวิจารณ์

ชนิดของเสี้ยนดิน

จากการสำรวจและวางกับดักจำนวน 90 กับดัก เพื่อศึกษาชนิดของเสี้ยนดินในแปลงเพาะปลูกถั่วลิสงในพื้นที่อำเภอเมือง ปางมะผ้า และขุนยวม จังหวัดแม่ฮ่องสอน (Fig.1) ผลการศึกษาพบเสี้ยนดินจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ เสี้ยนดินพุง *Dorylus laevis* และ เสี้ยนดินถั่ว *D. orientalis* โดยพื้นที่เพาะปลูกถั่วลิสงในอำเภอขุนยวมพบเสี้ยนดินพุง *D. laevis* ซึ่งถือได้ว่าเป็นการพบและรายงานครั้งแรกของเสี้ยนดินชนิดนี้ในถั่วลิสง สำหรับแปลงเพาะปลูกถั่วลิสงในอำเภอเมือง และอำเภอปางมะผ้าพบเสี้ยนดินถั่ว *D. orientalis* เข้าทำลายถั่วลิสง (Fig 2) สอดคล้องกับรายงานของเตื่อนจิตต์ และคณะ (2539) ที่พบเสี้ยนดิน *D. orientalis* เป็นศัตรูถั่วลิสง ในกับดักพบมดเสี้ยนดินวรรณะมดงานของทั้ง 2 ชนิด โดยพบทั้งวรรณะมดงานขนาดใหญ่ และมดงานขนาดเล็ก ซึ่งมีลักษณะคล้ายกันแต่ต่างกันที่ขนาดและจำนวนอวัยวะ ในกับดักไม่พบมดนางพญา หรือตัวอ่อน ทั้งนี้มดเสี้ยนดินวรรณะมดงานที่เก็บได้ มีลักษณะสัณฐานวิทยาภายนอกสอดคล้องกับรายงานของ วิยะวัฒน์ และคณะ (2554) ดังนี้

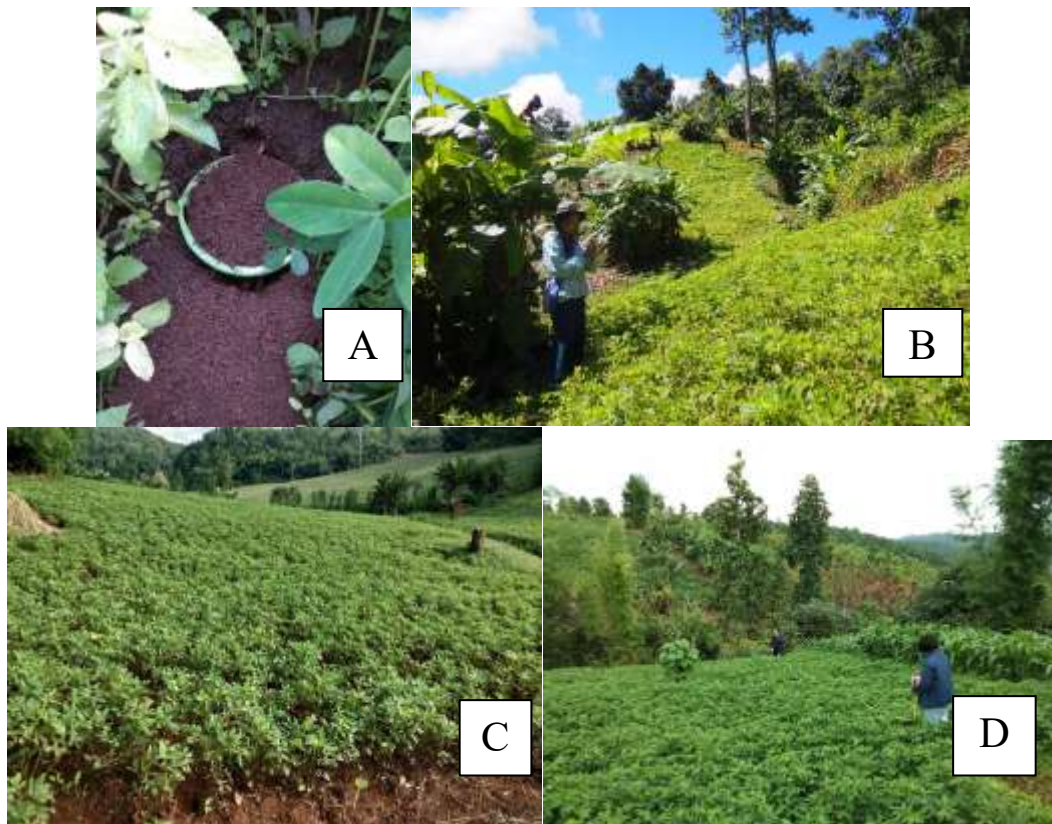


Figure 1. Groundnut plantation in Mae Hong Son province, (A) palm oil bait trap, (B) Muang district, (C) Pang Mapha district, and (D) Khun Yuam district

เสี้ยนดินทุ่ง *D. laevigatus* มดงานขนาดใหญ่ลำตัวสีน้ำตาลแดง ไม่มีตา รวม ส่วนหัวมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขอบด้านข้างของส่วนหัวทั้งสองข้างตรง และขนานกัน ขอบสันหัวด้านบนหรือกะโหลก เว้าลึกลงชัดเจน แผ่นริมฝีปากบนแคบ ลักษณะสำคัญที่ใช้แยกชนิดคือจำนวนปล้องหนวด มี 12 ปล้อง ฐานหนวดสั้นกว่าความยาวส่วนหัวครึ่งหนึ่ง หนวดปล้องที่ 2 ยาวกว่าปล้องที่ 3-5 และหนวดปล้องสุดท้ายขยายใหญ่ยาวกว่าหนวดปล้องที่ 9-11 เรียงต่อกัน ด้านบนของส่วนหัว และอก มีผิวเรียบเป็นมัน ไม่มีรูขุมขน มดงานขนาดกลางและขนาดเล็กมีลักษณะที่แปรผันตามขนาดที่แตกต่างกันไป สีของลำตัวจะอ่อนกว่ามดงานขนาดใหญ่ หนวดมี 10-12 ปล้อง (Fig.2 A and D)

เสี้ยนดินถั่ว *D. orientalis* มดงานขนาดใหญ่ลำตัวมีสีน้ำตาลแดง ส่วนหัวมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า หนวดมี 9 ปล้อง ฐานหนวดสั้นมีความยาวสั้นกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวส่วนหัว หนวดปล้องที่ 2 ยาวเท่ากับ หรือใกล้เคียงกับปล้องที่ 3-5 หนวด ปล้องสุดท้ายยาวเท่ากับหรือใกล้เคียงกับปล้องที่ 5-8 เรียงต่อกัน ด้านบนของส่วนหัว มีรูขนเห็นได้ชัดเจนและมีเส้นขนขึ้น ผิวระหว่างรูขุมขนเรียบเป็นมัน กราม หนวด อก เหว ท้อง มีผิวเรียบเป็นมัน มดงานขนาดกลางและขนาดเล็กลำตัวสีน้ำตาลเหลือง หนวดมี 9 ปล้อง (Fig.2 B and C)

ความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของเสี้ยนดิน

จากการสำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินนับความเสียหายเบื้องต้นของถั่วลิสงที่เกิดจากการเข้าทำลายของเสี้ยนดิน โดยสุ่มเก็บผลผลิตถั่วลิสงแต่ละพันธุ์ในแต่ละพื้นที่ พบว่าในพื้นที่อำเภอขุนยวมมีร้อยละความเสียหายเฉลี่ยของถั่วลิสงพันธุ์ไทนานเท่ากับ 18.25 ± 1.66 จากการเข้าทำลายของเสี้ยนดินทุ่ง *D. laevigatus* สำหรับพื้นที่อำเภอเมืองที่พบเสี้ยนดินถั่ว *D. orientalis* มีร้อยละความเสียหายเฉลี่ยของถั่วลิสงพันธุ์ไทนานเท่ากับ 17.44 ± 1.49 และในพื้นที่อำเภอปางมะผ้าปลูกถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 2 พบร้อยละความเสียหายเฉลี่ย เท่ากับ 19.64 ± 1.49 จะเห็นได้ว่าร้อยละความเสียหายของถั่วลิสงทุกพื้นที่ทุกพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1)

ลักษณะความเสียหายของฝักถั่วลิสงที่ถูกเสี้ยนดินทั้ง 2 ชนิดไม่แตกต่างกัน โดยพบร่องรอยรูกัดเจาะและเมื่อแกะฝักออกพบว่าข้างในเมล็ดถูกกัดกินและมีดินเข้ามาแทนเมล็ดทำให้ฝักถั่วนั้นไม่สามารถบริโภคหรือจำหน่ายได้นอกจากนี้รอยแผลที่ถูกเสี้ยนดินเข้ากัดทำให้มีเชื้อราขึ้นตามมาภายหลัง ฝักและเมล็ดเสียหาย



Figure 2. Major worker of the subterranean ant (A, C) *Dorylus laevigatus* with antennae 12 segments, and (B, D) *Dorylus orientalis* with 9 segments of antennae

Table 1. Damage percentage of groundnut pods from the subterranean ant in Mae Hong Son province

Locations	Groundnut variety	Average number of groundnut pod per kg			Damage percentage	Species of subterranean ant
		Normal pod	Infected pods	Total		
Khun Yuam	Tainan	718.25	161.00	879.25	18.25±1.66 a	<i>Dorylus laevigatus</i>
Muang	Tainan	534.20	112.20	646.40	17.44±1.49 a	<i>D. orientalis</i>
Pang Mapha	Kalasin 2	287.00	70.40	357.40	19.64±1.49 a	<i>D. orientalis</i>

Mean with the same letter in the same row are non-significantly different ($P < 0.05$)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

มดเสี้ยนดิน 2 ชนิดที่พบเข้าทำลายและสร้างความเสียหายในจังหวัดแม่ฮ่องสอน เสี้ยนดินทุ่ง *Dorylus laevigatus* และเสี้ยนดินถั่ว *D. orientalis* ซึ่งเสี้ยนดินทุ่ง *D. laevigatus* พบเป็นครั้งแรกในแปลงปลูกถั่วลิสงในอำเภอขุนยวมซึ่งปลูกถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน เข้าทำลายตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนกันยายนสำหรับพื้นที่อำเภอเมืองปลูกถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน และอำเภอปางมะผ้าปลูกถั่วลิสงพันธุ์กาฬสินธุ์ 2 (ถั่วลายเสือ) พบเสี้ยนดินถั่ว *D. orientalis* เข้าทำลายตั้งแต่เดือนกันยายนจนถึงเดือนตุลาคม เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของถั่วลิสงที่ถูกเสี้ยนดินทั้ง 2 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพันธุ์ถั่วไม่มีผลต่อการเลือกเข้าทำลายของเสี้ยนดิน

มดเสี้ยนดินทั้งสองชนิดสามารถเข้าทำลายและสร้างความเสียหายต่อผลผลิตถั่วลิสง จึงควรมีการสำรวจชนิดและศึกษาวิธีการควบคุมเสี้ยนดินที่มีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- พิสุทธิ เอกอำนวย. 2553. โรคและแมลงศัตรูพืชที่สำคัญ. พิมพ์ครั้งที่ 3. บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ. 551 หน้า
- เดือนจิตต์ สัตยาวิรุทธิ์ มโนชัย กิรติกลีกร และ สาทร สิริสิงห์. 2539. แมลงศัตรูถั่วลิสง. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร, กรุงเทพฯ.
- วิยะวัฒน์ ใจตรง วัฒนชัย ตาเสน และ เตชา วิวัฒน์วิทยา. 2554. อนุกรมวิธานและการกระจายของมดเสี้ยนดินสกุล *Dorylus* ในประเทศไทย. วารสารวนศาสตร์ 30(2): 1-14.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2567. รายละเอียดภาวะเศรษฐกิจการเกษตร. 20 พฤศจิกายน 2567.
<https://www.oae.go.th/view/1/%E0%B8%A3%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%94%E0%B8%A0%E0%B8%B2%E0%B8%A7%E0%B8%B0%E0%B9%80%E0%B8%A8%E0%B8%A3%E0%B8%A9%E0%B8%90%E0%B8%81%E0%B8%B4%E0%B8%88%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B8%A9%E0%B8%95%E0%B8%A3/44168/TH-TH>
- Berghoff, S. M., A. Welssflog, K. E. Linsenmair, R. Hashim, and U. Maschwitz. 2002. Foraging of a hypogaecic army ant: a long neglected majority. *Journal of Insectes Sociaux* 49: 133-141.
- Suttiaprapan, P., Krutmuang, P., Chiu, C.-I., Pittarate, S., Dokjan, T., Thiyagaraja, V., Suwannarach, N., Nokham, N., Jaitrong, W., Jirapatrasilp, P. and Likhitrakarn, N. 2024. The Diversity of Subterranean *Dorylus* Ants in the Agricultural Regions of Northern Thailand. *Tropical Natural History*. 24, 1: 115–127.

นวัตกรรมการตรวจวินิจฉัยแมลงวันแดง *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett)

อย่างรวดเร็วด้วยเทคนิค LAMP

ยุวรินทร์ บุญทบ¹ ณัฐริมา โฆษิตเจริญกุล¹ ทิพวรรณ กันหาญาติ¹

ณัฐมน แก้วนัย¹ ชุตติกาญจน์ ใจแล² ปิยนุช ศรชัย³

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช¹ สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร² สำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพ³

กรมวิชาการเกษตร 50 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

แมลงวันแดง *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) เป็นศัตรูพืชสำคัญของประเทศไทย สร้างความเสียหายต่อพืชผักโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อพืชผักส่งออก และเป็นศัตรูพืชกักกันที่สำคัญของประเทศคู่ค้าหลายประเทศ หากตรวจพบตัวหนอนแมลงวันแดงในสินค้าเกษตรจะส่งผลกระทบต่อ การส่งออกและเศรษฐกิจเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นการจำแนกชนิดที่แม่นยำเป็นสิ่งจำเป็นในการตัดสินใจด้านสุขอนามัยพืช แต่จำแนกชนิดด้วยลักษณะทาง สัณฐานวิทยาทำได้ยากเนื่องจากตัวหนอนของแมลงวันผลไม้มีลักษณะคล้ายคลึงกัน งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาเทคนิค Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP) ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีความรวดเร็วและมีความจำเพาะเจาะจงสูง โดยการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอภายใต้อุณหภูมิคงที่ โดยใช้ไพรเมอร์ 4 เส้นที่จับกับยีน 6 ตำแหน่ง เพื่อใช้ตรวจสอบ แมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ดำเนินงานตั้งแต่เดือนตุลาคม 2565 - กันยายน 2567 ผลการทดลองพบว่าไพรเมอร์ที่ ได้ออกแบบจากยีน *cytochrome oxidase I (cox1)* ให้ผลดีที่สุดที่อุณหภูมิ 63 องศาเซลเซียส นาน 90 นาที และสามารถตรวจสอบผลได้อย่างรวดเร็วด้วยตาเปล่าจากการเปลี่ยนสีของสารเรืองแสง SYBR Green I ซึ่งผลสอดคล้อง กับการเรืองแสงภายใต้แสงยูวีและวิธีเจลอิเล็กโตรโฟรี-ซิส นอกจากนี้เทคนิค LAMP สามารถตรวจสอบแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ได้ทุกระยะการเจริญเติบโต (ไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย) รวมถึงสามารถตรวจวินิจฉัยชนิด ตัวอย่างที่ตรวจพบจากผักและผลไม้ส่งออกที่ด่านตรวจพืชท่าอากาศยานสนามบินสุวรรณภูมิ ได้อย่างแม่นยำและ รวดเร็วเพียง 2 ชั่วโมง ดังนั้นเทคนิค LAMP จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการตรวจวินิจฉัยแมลงวันแดง การศึกษาครั้งนี้ถือเป็นต้นแบบในการพัฒนาเทคนิคการตรวจวินิจฉัยแมลงศัตรูพืชที่มีความสำคัญต่อการนำเข้าและ ส่งออก ซึ่งหน่วยงานอารักขาพืชแห่งชาติ หรือภาคเอกชนสามารถประยุกต์ใช้เพื่อสร้างความเชื่อมั่นให้กับประเทศคู่ค้า ของไทย ก่อให้เกิดการเพิ่มมูลค่าของสินค้าเกษตรไทยสู่ระดับสากล

คำหลัก: แมลงวันแดง แมลงวันผลไม้ ตรวจวินิจฉัย เทคนิค LAMP

OE-03

ภาคบรรยาย

Innovative Rapid Detection of Melon Fly *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) Using LAMP Technology

Yuvarin Boontop¹, Nutthima Kositcharoenkul¹ Tippawan Kanhayart¹

Nathamon Kaewnuy¹ Chutikarn Jailae² Piyanuch Sorncha³

Plant Protection Research and Development Office¹, Office of Agricultural Regulation², Biotechnology Research and Development Office³ Department of Agriculture 50 Phahonyothin Road, Chattuchak, Bangkok, 10900

ABSTRACT

The melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett), is a significant pest in Thailand, causing substantial damage to vegetables, particularly those intended for export. It is also a major quarantine pest for many trading partner countries. Detection of melon fly larvae in agricultural products can severely impact exports and the economy. Therefore, accurate species identification is critical for phytosanitary decision-making. However, morphological identification is challenging due to the similar appearance of fruit fly larvae. This study aimed to develop a Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP) technique, a rapid and highly specific method for DNA amplification under constant temperature using four primers targeting six regions of a gene. The objective was to detect *Z. cucurbitae*. The research was conducted from October 2022 to September 2024. The results demonstrated that primers designed from the cytochrome oxidase I (cox1) gene performed best at 63°C for 90 minutes. Results could be rapidly visualized with the naked eye through color changes in SYBR Green I fluorescence, consistent with fluorescence under UV light and gel electrophoresis analysis. Moreover, the LAMP technique successfully detected *Z. cucurbitae* at all developmental stages (egg, larva, pupa, and adult) and accurately diagnosed specimens intercepted from vegetables and fruits at the Suvarnabhumi Airport Plant Quarantine Station within just two hours. Thus, the LAMP technique is a suitable alternative for diagnosing melon flies. This study serves as a prototype for developing diagnostic techniques for other significant agricultural pests, benefiting both national plant protection organizations and the private sector. The application of this method can enhance confidence among Thailand's trading partners, thereby adding value to Thai agricultural products in international markets.

Keywords: Melon fly, Fruit fly, Detection, LAMP technique

คำนำ

แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เป็นศัตรูพืชสำคัญที่สร้างความเสียหายต่อพืชเศรษฐกิจหลายชนิด และเป็นหนึ่งในศัตรูพืชที่สำคัญที่สุด 5 อันดับแรกของการเกษตรในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Waterhouse, 1993) และเป็นศัตรูพืชกักกันในหลายประเทศ (EPPO, 2024) สำหรับประเทศไทย แมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เป็นปัญหาสำคัญของพืชผักส่งออก เนื่องจากเข้าทำลายพืชได้หลากหลายวงศ์ สร้างความเสียหายแก่พืชมากกว่า 125 ชนิด (Piñero *et al.*, 2006) จึงมักพบตัวหนอนแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ปนเปื้อนในการส่งออกผักและผลไม้ทำให้เกิดปัญหาการกีดกันทางการค้า และพบว่าแมลงวันผลไม้ชนิดนี้มีความหลากหลายด้านลักษณะทางสัณฐานภายนอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะไข่ ตัวหนอนและดักแด้มีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก จำเป็นต้องใช้เทคนิคอนุชีววิทยาที่มีความแม่นยำสูง เช่น ดีเอ็นเอบาร์โค้ด และไพรเมอร์จำเพาะในการตรวจวินิจฉัยชนิด แต่เทคนิคเหล่านี้มีค่าใช้จ่ายสูง วิธีการปฏิบัติซับซ้อนและใช้เวลานาน (ยุวรินทร์และคณะ, 2564, 2565) ปัจจุบันจึงมีการพัฒนาเทคนิค LAMP (Loop-mediated Isothermal Amplification) ซึ่งสามารถเพิ่มขยายดีเอ็นเอที่อุณหภูมิคงที่ด้วย ไพรเมอร์ 4 ตัว เป็นการตรวจสอบยีนที่มีความจำเพาะ 6 ตำแหน่ง จึงมีความจำเพาะสูง ช่วยให้การตรวจวินิจฉัยมีความแม่นยำและประหยัดเวลามากขึ้น สามารถตรวจสอบผลได้ด้วยตาเปล่า จึงมีการนำเทคนิค LAMP มาใช้ตรวจแมลงศัตรูพืชที่สำคัญของโลก เช่น ตัวกระเบื้องและหนอนกระทู้ลายจุด (Rako *et al.*, 2021; Agarwal *et al.*, 2022) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัจจุบันการส่งออกผัก ผลไม้ เพื่อจำหน่ายไปยังต่างประเทศนั้นมีมาตรการตรวจสอบที่มีความเข้มงวดมากขึ้น ด้วยเหตุนี้ประเทศไทยในฐานะผู้ส่งออกผัก ผลไม้ ขนาดใหญ่ไปยังประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก จำเป็นต้องมีมาตรฐานการส่งออกที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตรวจวินิจฉัยชนิดศัตรูพืชด้วยเทคนิค ที่น่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล เพื่อประโยชน์สูงสุดในการส่งออกผัก ผลไม้ไปยังตลาดโลก (Armstrong *et al.*, 1997) ดังนั้นการใช้เทคนิค LAMP ที่มีความแม่นยำ รวดเร็วและต้นทุนต่ำ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจวินิจฉัยแมลงศัตรูพืช และสนับสนุนการส่งออกของประเทศไทยให้ได้มาตรฐานสากล งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคนิค LAMP ในการตรวจวินิจฉัยแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เพื่อรองรับการส่งออกพืชผักเศรษฐกิจของประเทศไทยอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

วิธีดำเนินการ

1. สกัดดีเอ็นเอแมลงวันผลไม้

สกัดตัวอย่างแมลงวันผลไม้ด้วยชุดสกัดดีเอ็นเออย่างง่าย (Sornchai *et al.*, 2021) จากตัวอย่างแมลงวันผลไม้ในตัวเต็มวัยที่มักพบเข้าทำลายพืชผักเศรษฐกิจจำนวน 10 ชนิด ได้แก่ *Z. cucurbitae* (positive), *Z. caudatus*, *Z. cilifer*, *Z. isolatus*, *Z. tau*, *B. carambolae*, *B. correcta*, *B. dorsalis*, *B. umbrosa* และ *B. zonata* และตัวหนอนของแมลงวันผลไม้ที่มักพบปนเปื้อนไปกับผักและผลไม้ส่งออกจำนวน 6 ชนิด ได้แก่ *Z. cucurbitae* (positive), *Z. tau*, *B. carambolae*, *B. correcta*, *B. dorsalis* และ *B. latifrons* จากนั้นนำ ดีเอ็นเอของแมลงวันผลไม้มาวัดความ

เข้มข้นและคุณภาพของดีเอ็นเอที่ช่วงคลื่น A260/A280 ด้วยเครื่องวัดค่าดูดกลืนแสง (Thermo scientific) เพื่อนำมาใช้เป็นตัวอย่างในการพัฒนาการตรวจสอบด้วยเทคนิค LAMP

2. ออกแบบชุดไพรเมอร์ LAMP สำหรับการตรวจสอบแมลงวันแดง *Z. cucurbitae*

นำลำดับนิวคลีโอไทด์ของแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ที่สกัดได้ร่วมกับการสืบค้นข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์แมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ที่รายงานอยู่ในฐานข้อมูล NCBI มาเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของดีเอ็นเอด้วยโปรแกรม Blastn (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Blast>) จากนั้นทำการเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* กับแมลงวันผลไม้ชนิดอื่น ๆ และเลือกบริเวณที่ให้ความแตกต่างระหว่าง *Z. cucurbitae* กับแมลงวันผลไม้ชนิดอื่น ๆ มาใช้เป็นไพรเมอร์สำหรับการตรวจสอบด้วยเทคนิค LAMP ซึ่งเป็นชุดไพรเมอร์ที่ประกอบด้วยไพรเมอร์ 2 - 3 คู่ ประกอบด้วย Displacement primers (outer primers), Lamp primers (inner primers) และ Loop primers โดยใช้โปรแกรมการออกแบบไพรเมอร์ Primer Explorer version 5 (<http://primerexplorer.jp/e>)

3. ทดสอบความจำเพาะของชุดไพรเมอร์ outer ด้วยเทคนิค Polymerase chain reaction (PCR)

นำดีเอ็นเอของแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* และ *Z. tau* เป็นดีเอ็นเอต้นแบบ เนื่องจากแมลงวันผลไม้ทั้งสองชนิดนี้มีลักษณะสัณฐานและความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการใกล้ชิดที่สุด (ยุวรินทร์และคณะ, 2565) โดยใช้องค์ประกอบของปฏิกิริยา PCR ประกอบด้วย ดีเอ็นเอต้นแบบปริมาณ 100 นาโนกรัม ไพรเมอร์ F₃ และ B₃ ความเข้มข้น 0.4 ไมโครโมลาร์ Go Taq[®] Green Master Mix (Promega) ความเข้มข้น 1 เท่า รวมปริมาตร 20 ไมโครลิตร โดยใช้อุณหภูมิช่วง annealing 55, 58 และ 60 องศาเซลเซียส ตรวจสอบผลผลิตของปฏิกิริยา PCR ที่ได้โดยการนำมาทำอิเล็กโตรโฟรีซิสบนอะกาโรสเจล 2 เปอร์เซ็นต์ ในบัฟเฟอร์ 0.5X TBE ใช้กระแสไฟฟ้า 100 โวลต์ นาน 45 นาที เทียบกับดีเอ็นเอมาตรฐาน 100 bp DNA ladder marker (Thermo Science) เมื่อครบเวลานำเจลมาย้อมด้วยสารละลายเอธิเดียมโบรไมด์ ตรวจสอบผลภายใต้แสงอัลตราไวโอเล็ต

4. ทดสอบความจำเพาะของชุดไพรเมอร์ด้วยเทคนิค LAMP

นำชุดไพรเมอร์ที่ออกแบบมาทดสอบการทำปฏิกิริยา LAMP โดยใช้ดีเอ็นเอของแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* เป็นดีเอ็นเอต้นแบบ โดยองค์ประกอบของปฏิกิริยา LAMP ประกอบด้วย ดีเอ็นเอต้นแบบปริมาณ 100 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร ไพรเมอร์ F₃, B₃, FIP และ BIP ความเข้มข้นอย่างละ 0.4 ไมโครโมลาร์ ไพรเมอร์ F₂, F₁C, B₂ และ B₁C ความเข้มข้นอย่างละ 0.1 ไมโครโมลาร์ WarmStart[®] LAMP Master Mix (NEB) ความเข้มข้น 1 เท่า ปริมาตร 25 ไมโครลิตร เติมปฏิกิริยาทั้งหมดลงหลอดพีซีอาร์ หยด Paraffin Liquid ปริมาตร 10 ไมโครลิตร เพื่อป้องกันการระเหยของปฏิกิริยาและการปนเปื้อน นำไปทำปฏิกิริยาตามช่วงอุณหภูมิ Annealing ที่ 55 - 65 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 90 นาที หลังจากเสร็จสิ้นปฏิกิริยาตรวจสอบผลผลิตด้วย LAMP ด้วยการใส่สารฟลูออเรสเซนต์ SYBR Green I (Invitrogen) ปริมาตร 0.5 ไมโครลิตร เติมหลังจากเกิดปฏิกิริยา LAMP ถ้ามีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นจะเปลี่ยนสีตั้งต้น (สีส้ม) เป็นสีเขียวอมเหลือง ยืนยันผลโดยดูภายใต้แสง UV ถ้ามีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นจะเห็นการเรืองแสง และวิธีการใช้ อะกาโรส

เจลอิเล็กโตรโฟรีซิส 2 เปอร์เซ็นต์ ในบัฟเฟอร์ 0.5X TBE ใช้กระแสไฟฟ้า 100 โวลต์ เวลา 40 นาที จากนั้นย้อมเจลด้วยเอธิเดียมโบรไมด์และบันทึกภาพ

5. ศึกษาสภาวะ (condition) ที่เหมาะสมสำหรับการทำปฏิกิริยาเทคนิค LAMP

5.1 ทดสอบหาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับปฏิกิริยา LAMP จากชุดไพรเมอร์ที่ออกแบบ โดยใช้ ดีเอ็นเอของแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* เป็นดีเอ็นเอต้นแบบ ปริมาณ 100 นาโนกรัม และใช้องค์ประกอบเช่นเดียวกับข้อ 4 และใช้อุณหภูมิที่ 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68 และ 69 องศาเซลเซียส

5.2 ทดสอบหาปริมาณดีเอ็นเอเริ่มต้นที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยา LAMP โดยใช้องค์ประกอบและอุณหภูมิที่เหมาะสมจากข้อ 5.1 มาทดสอบความเข้มข้นของดีเอ็นเอของแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ที่ 20, 50, 100, 200 และ 300 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร

5.3 ทดสอบหาเวลาที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยา LAMP โดยใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมจากข้อ 5.1 และปริมาณดีเอ็นเอที่เหมาะสมจากข้อ 5.2 มาทดสอบที่เวลา 15, 30, 45, 60, 90 และ 120 นาที ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ตามวิธีการในข้อ 4

6. ศึกษาความจำเพาะ (specificity) ของเทคนิค LAMP ในการคัดแยกแมลงวันแดง *Z. cucurbitae*

ใช้ปฏิกิริยาจากการทดสอบหาความเหมาะสมในข้อ 5 โดยใช้ดีเอ็นเอของแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ในระยะตัวเต็มวัยและตัวหนอนเป็นดีเอ็นเอต้นแบบ

6.1 ทดสอบกับแมลงวันผลไม้ที่มีลักษณะสัณฐานและความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการใกล้เคียงกัน

6.2 ทดสอบกับแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัยชนิดต่าง ๆ จำนวน 10 ชนิด ได้แก่ แมลงวันแดง

Z. cucurbitae (positive), *Z. caudatus*, *Z. cilifer*, *Z. isolatus*, *Z. tau*, *B. carambolae*, *B. correcta*, *B. dorsalis*, *B. umbrosa* และ *B. zonata*

6.3 ทดสอบกับตัวหนอนแมลงวันผลไม้ที่มักพบเข้าทำลายผักและผลไม้ จำนวน 6 ชนิด ได้แก่

Z. cucurbitae (positive), *B. carambolae*, *B. correcta*, *B. dorsalis*, *Z. tau* และ *B. latifrons*

7. ศึกษาความจำเพาะกับดีเอ็นเอแมลงวันผลไม้ชนิดต่าง ๆ ที่มีการสำรวจพบในประเทศไทยและแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ

ทดสอบการเกิดปฏิกิริยาข้ามกับแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัยชนิดต่าง ๆ จำนวน 21 ชนิด ได้แก่ แมลงวันแดง *Z. cucurbitae* (positive), *D. formosanus*, *B. albistrigata*, *B. carambolae*, *B. correcta*, *B. dorsalis*, *B. latifrons*, *B. limbifera*, *B. nigrotibialis*, *B. tuberculata*, *B. umbrosa*, *B. zonata*, *Z. apicalis*, *Z. caudatus*, *Z. cilifer*, *Z. cucurbitae*, *Z. hochii*, *Z. incisus*, *Z. isolatus*, *Z. platamus* และ *Z. tau* รวมทั้งทดสอบร่วมกับแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ

8. ทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิค LAMP ต่อแมลงวันต่ง *Z. cucurbitae* กับตัวหนอนแมลงวันผลไม้ที่พบปนเปื้อนในพืช ผัก และผลไม้ส่งออก

ทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิค LAMP กับตัวหนอนแมลงวันผลไม้ที่พบปนเปื้อนในพืชผัก และผลไม้ที่พบจากการสุ่มตรวจผัก ผลไม้ส่งออก (intercepted samples) จากเจ้าหน้าที่ด่านตรวจพืช ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ยืนยันชนิดตัวหนอนแมลงวันผลไม้ที่ตรวจพบโดยการนำตัวหนอนที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างบางส่วนมาเลี้ยงไว้เพื่อให้เป็นตัวเต็มวัยและจัดจำแนกชนิดด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา ตามหลักอนุกรมวิธานและศึกษาลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยเครื่อง ABI 3730 x 1 automated sequencer (Applied Biosystems, Foster City, CA, USA) ตามกรรมวิธีของบริษัท Macrogen ประเทศเกาหลีใต้ และเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์กับฐานข้อมูล GenBank

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สกัดดีเอ็นเอแมลงวันผลไม้

ค่าความเข้มข้นและความบริสุทธิ์ของดีเอ็นเอด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ของตัวอย่างแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัย จำนวน 10 ชนิด ได้แก่ แมลงวันต่ง *Z. cucurbitae* (positive), *Z. caudatus*, *Z. cilifer*, *Z. isolatus*, *Z. tau*, *B. carambolae*, *B. correcta*, *B. dorsalis*, *B. umbrosa* และ *B. zonata* นั้น อยู่ระหว่าง 38 - 543 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร และค่าความเข้มข้นและความบริสุทธิ์ของสารละลายดีเอ็นเอตัวอย่างแมลงวันผลไม้ในระยะตัวหนอน จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ แมลงวันต่ง *Z. cucurbitae* (positive), *Z. tau*, *B. carambolae*, *B. correcta*, *B. dorsalis* และ *B. latifrons* พบว่านั้นอยู่ระหว่าง 678 - 1,775 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร ซึ่งความเข้มข้นและความบริสุทธิ์ของดีเอ็นเอจากตัวเต็มวัยและตัวหนอนแมลงวันผลไม้ นั้น มีความเหมาะสมและสามารถนำมาใช้ในการทดสอบด้วยเทคนิค LAMP

2. ออกแบบชุดไพรเมอร์ LAMP สำหรับการตรวจสอบแมลงวันต่ง *Z. cucurbitae*

ได้ชุดไพรเมอร์ LAMP เพื่อใช้ในการจำแนกชนิดแมลงวันต่ง *Z. cucurbitae* ประกอบด้วย ไพรเมอร์ในการทำงาน 4 เส้น (Forward และ Reverse) และมีการออกแบบในบริเวณที่จำเพาะ 6 บริเวณ ของยีนเป้าหมาย โดยไพรเมอร์ทั้ง 4 เส้น ประกอบไปด้วย Displacement primers (outer primers) จำนวน 2 เส้น (F3 และ B3) และ Lamp primers (inner primers) จำนวน 2 เส้น (FIP และ BIP) และ Loop primers ทำหน้าที่ในการสร้าง loop ช่วยให้เกิด strand displacement สมบูรณ์ อีกทั้งการเพิ่ม loop primer จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเกิดปฏิกิริยาได้ดียิ่งขึ้น (Table 1)

Table 1 Primer name, positions and sequences of primers designed in this study for *cox1* LAMP assays were developed for the detection of *Zeugodacus cucurbitae*.

Primer name	Position	Primer sequence (5'-3')
1ZC-F ₃	Outer	CGGGCAGAACTGGGT
1ZC-B ₃		TGATTCTGTGTGATCGCATAT
1ZC_FIP	Inner	CGATAATTGATGAAAGGGGAGGATATTTTTAGTGAGCAGTATAGTAGAAAACG
1ZC_BIP		TGGAGCCTCAGTTGATTTAGCTATTTTTGTAGTAATGAAATTTACGGCC
1ZC_F ₂	Loop	TAGTGAGCAGTATAGTAGAAAACG
1ZC_F ₁ C		CGATAATTGATGAAAGGGGAGGATA
1ZC_B ₂		TGTAGTAATGAAATTTACGGCC
1ZC_B ₁ C		TGGAGCCTCAGTTGATTTAGCTATT

3. ทดสอบความจำเพาะของชุดไพรเมอร์ outer ด้วยเทคนิค Polymerase Chain Reaction (PCR)

พบแถบดีเอ็นเอของตัวอย่างแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ที่มีขนาด 418 คู่เบส ลักษณะแถบมีความเข้มชัดเจน ในขณะที่ไม่แสดงแถบดีเอ็นเอของตัวอย่าง *Z. tau* (Figure 1) แสดงว่าชุดไพรเมอร์ที่ได้ทำการออกแบบนั้นสามารถแยกความแตกต่างระหว่างแมลงวันผลไม้ 2 ชนิด ที่มีลักษณะสัณฐานภายนอกคล้ายคลึงกันและมีความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการใกล้เคียงกันมากที่สุดได้ชัดเจน แสดงให้เห็นว่าชุดไพรเมอร์ ที่ออกแบบนั้นมีความจำเพาะและเหมาะสมต่อแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* สามารถนำไปใช้ทำปฏิกิริยา LAMP ในขั้นตอนต่อไป

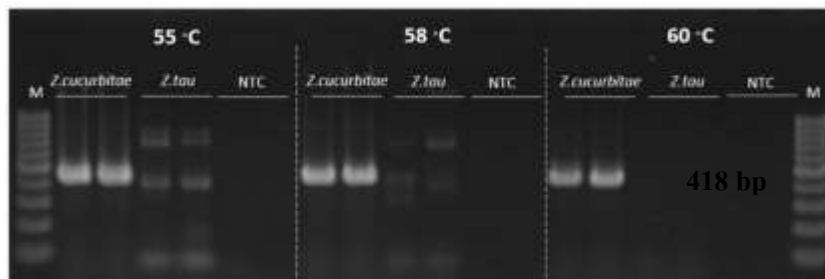


Figure 1 The specificity of the outer primer set was demonstrated using PCR at different temperatures (M = 100 bp ladder marker; NTC = H₂O negative template control).

4. ทดสอบความจำเพาะของชุดไพรเมอร์ด้วยเทคนิค LAMP

จากการทดสอบการทำปฏิกิริยา LAMP ตามช่วงอุณหภูมิ Annealing ที่แตกต่างกัน (55 – 65 องศาเซลเซียส) พบว่าที่อุณหภูมิ 62 และ 65 องศาเซลเซียส นั้น มีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นโดยมีการเปลี่ยนสี ตั้งต้น (สีส้ม) เป็นสีเขียวอมเหลือง และเมื่อฉายภายใต้แสง UV มีผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น เห็นการเรืองแสง และพบแถบผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นจากอิเล็กโตรโฟรีซิสบนอะกาโรสเจล (Figure 2) แสดงว่าอุณหภูมิที่ 62 - 65 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่มีความเหมาะสมที่สามารถนำมาทดสอบได้ต่อไป

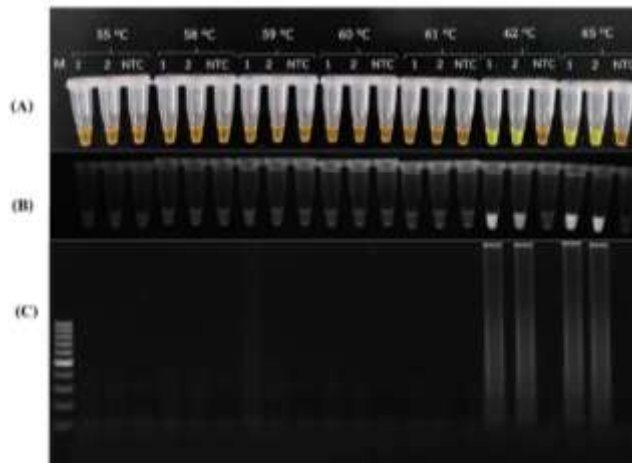


Figure 2 The specificity of the primer set was demonstrated using the LAMP technique at 55°C - 65°C. (A) The fluorescence of DNA-binding SYBR Green I was visually detected under visible light: positive reactions (green) at 62°C and 65°C, negative reactions (orange) (B) UV light (C) Agarose gel electrophoresis of LAMP products. (M = 100 bp ladder marker, 1-2 = replicates, NTC = H₂O negative template control).

5. การศึกษาสภาวะ (condition) ที่เหมาะสมสำหรับการทำปฏิกิริยาเทคนิค LAMP

5.1 พบผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยา LAMP จากการเติมสารฟลูออเรสเซนต์ SYBR Green I เกิดการเรืองแสงเมื่อดูภายใต้แสง UV และบนเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส แสดงผลที่สอดคล้องกันที่อุณหภูมิ 60 - 65 องศาเซลเซียส (Figure 3) โดยจะเลือกใช้อุณหภูมิที่ 63 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับปฏิกิริยา LAMP ในการทดสอบสภาวะอื่นๆ ต่อไป เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่อยู่ระหว่างอุณหภูมิ 60 - 65 องศาเซลเซียส เพื่อเป็นการป้องกันการคลาดเคลื่อนของอุณหภูมิได้

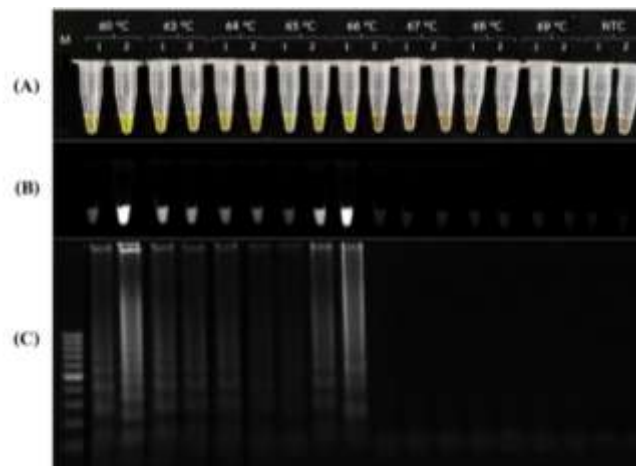


Figure 3 The optimal temperature for the LAMP reaction is 60-65°C for detecting in *Zeugodacus cucurbitae*. (A) shows the visual detection of amplified products at various temperatures (60°C to 69°C), with green coloration indicating successful amplification. (B) the fluorescence under UV light (C) agarose gel electrophoresis results. (M = 100 bp ladder marker, 1-2 = replicates, NTC = H₂O negative template control).

5.2 การทดสอบหาปริมาณดีเอ็นเอเริ่มต้นที่เหมาะสมสำหรับปฏิกิริยา LAMP ใช้อุณหภูมิที่ 63 องศาเซลเซียส พบผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยา LAMP โดยมีการเปลี่ยนสีตั้งต้น (สีส้ม) เป็นสีเขียวอมเหลือง เห็นการเรืองแสง เมื่อดูภายใต้แสง UV และบนเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส เมื่อใช้ปริมาณดีเอ็นเอตั้งแต่ 100 - 300 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร (Figure 4) แสดงว่าเป็นปริมาณที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาด้วยเทคนิค LAMP

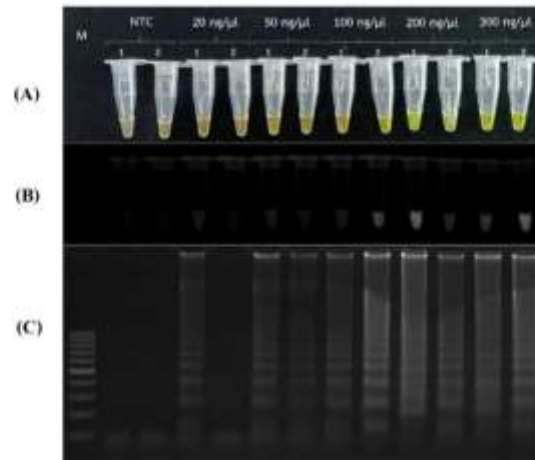


Figure 4 The optimal starting DNA concentration for the LAMP reaction is 20-300 nanograms per microliter for detecting the *Zeugodacus cucurbitae*. The reaction is performed at 63°C (A) shows the visual detection of amplified products at various concentration (20 - 300 nanograms) (B) the fluorescence under UV light (C) displays agarose gel electrophoresis results. (M = 100 bp ladder marker, 1-2 = replicates, NTC = H₂O negative template control).

5.3 การทดสอบหาเวลาที่เหมาะสม จากการใช้อุณหภูมิที่ 63 องศาเซลเซียส ปริมาณดีเอ็นเอ ที่ 300 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร พบผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยา LAMP มีการเปลี่ยนสีตั้งต้น (สีส้ม) เป็น สีเขียวอมเหลือง เมื่อดูภายใต้แสง UV เห็นการเรืองแสง และบนเจลอิเล็กโตรโฟรีซิสแสดงผลที่สอดคล้องกันที่ระยะเวลา 90 และ 120 นาที (Figure 5) จึงสรุปได้ว่า จากการทดสอบหาความเหมาะสมของปฏิกิริยา LAMP ในการตรวจแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ใช้ปริมาณดีเอ็นเอเริ่มต้น 300 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 63 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 90 นาที

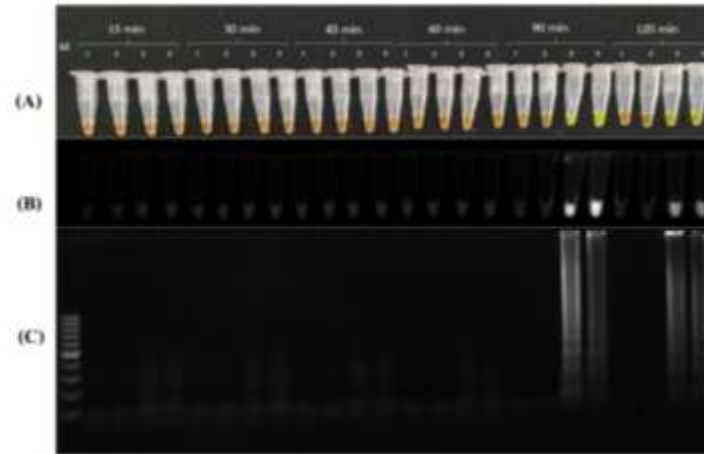


Figure 5 The fluorescence of DNA-binding SYBR Green I was visually detected under visible light (A) and UV light (B). (C) Agarose gel electrophoresis of LAMP products obtained using different reaction times (15, 30, 45, 60, 90 and 120 minutes) as indicated. DNA was obtained in all cases at 63°C with a concentration of 300 µg/µL. (M = 100 bp ladder marker, 1-2 = H₂O Negative template control, 3-4 = *Z. cucurbitae*)

6. ศึกษาความจำเพาะ (specificity) ของเทคนิค LAMP ในการคัดแยกแมลงวันแดง *Z. cucurbitae*

ความจำเพาะของเทคนิค LAMP ในการคัดแยกแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* จากแมลงวันผลไม้ที่มีสกุลและชนิดใกล้เคียง จากการใช้ปฏิกิริยาการทดสอบหาความเหมาะสมในข้อ 5 (ใช้ดีเอ็นเอต้นแบบ 300 นาโนกรัมต่อไมโครลิตร อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 63 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที) โดยใช้ดีเอ็นเอแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ตัวเต็มวัย และตัวหนอนเป็นดีเอ็นเอต้นแบบ ได้ผลดังนี้

6.1 พบปฏิกิริยา LAMP ในแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* และสามารถแยกออกจาก *Z. tau* ซึ่งเป็นแมลงวันผลไม้ที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลำดับนิวคลีโอไทด์ใกล้เคียงได้ เนื่องจากพบผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นโดยมีการเปลี่ยนสีตั้งต้น (สีส้ม) เป็นสีเขียวอมเหลืองในแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* และเมื่อ ดูภายใต้แสง UV เห็นการเรืองแสง ส่วน *Z. tau* ยังคงเป็นสีส้ม ผลที่ได้สอดคล้องกับเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส (Figure 6)

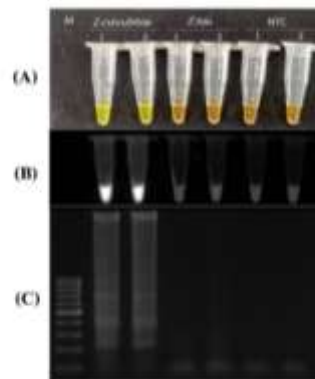


Figure 6 The LAMP reaction results for differentiating *Zeugodacus cucurbitae* from the closely related species *Z. tau*. (A) visible light with SYBR, (B) ultraviolet light with SYBR, and (C) gel electrophoresis. (M = 100 bp ladder marker, 1-2 = replicates, NTC = H₂O negative template control).

6.2 พบปฏิกิริยา LAMP ใช้ในการคัดแยกแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* จากแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัยชนิดต่าง ๆ จำนวนอีก 9 ชนิด ได้แก่ แมลงวันผลไม้ *B. carambolae*, *B. correcta*, *B. dorsalis*, *B. umbrosa*, *B. zonata*, *Z. caudatus*, *Z. cilifer*, *Z. isolatus* และ *Z. tau*, โดยมีการเปลี่ยนสีตั้งต้น (สีส้ม) เป็นสีเขียวอมเหลือง และเมื่อดูภายใต้แสง UV เห็นการเรืองแสงในแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ส่วนแมลงวันผลไม้อีก 9 ชนิดยังคงเป็นสีส้มและไม่พบการเรืองแสงภายใต้ยูวี และแสดงผลที่สอดคล้องกับเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส (Figure 7)

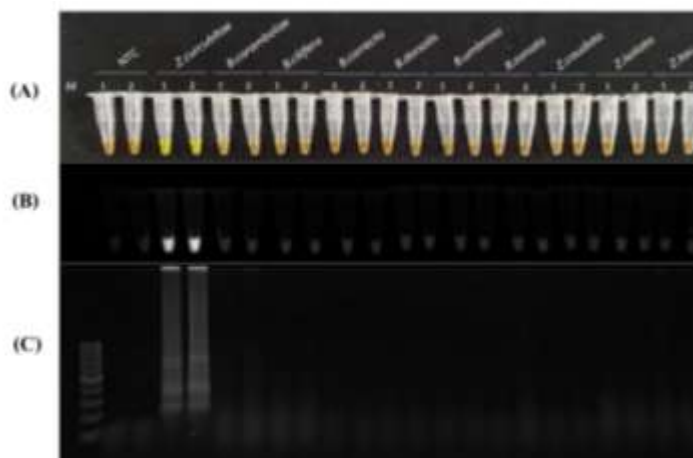


Figure 7 LAMP primers demonstrated high specificity, sensitivity, and reliability for *Zeugodacus cucurbitae* when validated against representatives of 9 fruit fly species. (A) visible light with SYBR, (B) ultraviolet light (C) gel electrophoresis. (M=100 bp ladder marker, NTC=H₂O Negative template control)

6.3 พบปฏิกิริยา LAMP ในการคัดแยกแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* กับตัวหนอนแมลงวันผลไม้ ที่มักพบเข้าทำลายผักผลไม้ อีก 5 ชนิด คือ แมลงวันผลไม้ *B. carambolae*, *B. correcta*, *B. dorsalis*, *B. latifrons* และ *Z. tau* โดยพบผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีการเปลี่ยนสีตั้งต้น (สีส้ม) เป็นสีเขียวอมเหลืองและ เรืองแสงยูวีในแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ส่วนแมลงวันผลไม้ อีก 5 ชนิดยังคงเป็นสีส้มและไม่เรืองแสงยูวีแสดงผลที่สอดคล้องกับเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส (Figure 8)

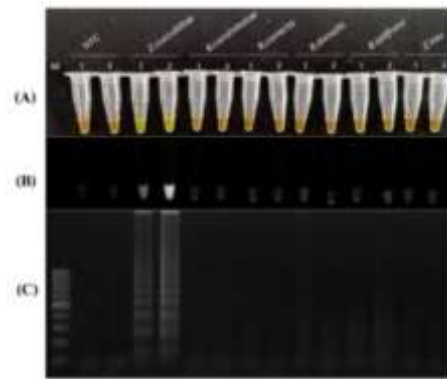


Figure 8 The LAMP reaction results for identifying the melon fly *Zeugodacus cucurbitae* at the larval stage. (A) visible light with SYBR, (B) ultraviolet light (C) gel electrophoresis. (M = 100 bp ladder marker, 1-2 = replicates, NTC = H₂O negative template control).

7. ศึกษาความจำเพาะกับดีเอ็นเอแมลงวันผลไม้ชนิดต่าง ๆ ที่มีการสำรวจพบในประเทศไทยและแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ

พบปฏิกิริยา LAMP สามารถใช้คัดแยกแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* โดยพบผลิตภัณฑ์เกิดขึ้นโดย มีการเปลี่ยนสีตั้งต้น (สีส้ม) เป็นสีเขียวอมเหลืองและเรืองแสงยูวีในแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ในทุกระยะการเจริญเติบโต (ไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย) ส่วนแมลงวันผลไม้ตัวเต็มวัยชนิดต่าง ๆ จำนวน 20 ชนิด ได้แก่ แมลงวันผลไม้ *B. albistrigata*, *B. carambolae*, *B. correcta*, *B. dorsalis*, *B. latifrons*, *B. limbifera*, *B. nigrotibialis*, *B. tuberculata*, *B. umbrosa*, *B. zonata*, *D. formosanus*, *Z. apicalis*, *Z. caudatus*, *Z. cilifer*, *Z. cucurbitae*, *Z. hochii*, *Z. incisus*, *Z. isolatus*, *Z. platamus* และ *Z. tau* นั้น ยังคงเป็นสีส้มและไม่เรืองแสงยูวี แสดงผลที่สอดคล้องกับเจลอิเล็กโตรโฟรีซิส (Figure 9)

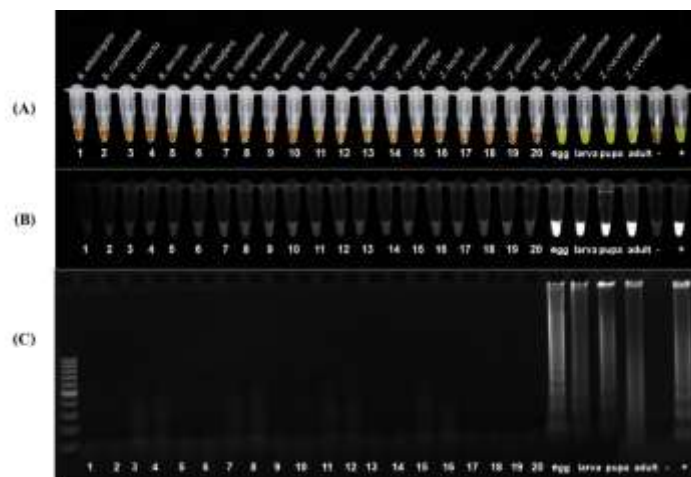


Figure 9 LAMP primers validated against representatives of 21 fruit fly species. (A) visible light with SYBR, (B) ultraviolet light with SYBR, and (C) gel electrophoresis. (M=100 bp ladder marker, NTC=H₂O Negative template control)

8. ทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิค LAMP ต่อแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* กับตัวหนอนแมลงวันผลไม้ที่พบปนเปื้อนในพืช ผัก และผลไม้ส่งออก

ทดสอบประสิทธิภาพของเทคนิค LAMP กับตัวหนอนแมลงวันผลไม้ที่พบปนเปื้อนในพืชผัก ผลไม้จากการสุ่มตรวจ (intercepted samples) จากพืช ผัก และผลไม้ที่ต้องการส่งออก จากเจ้าหน้าที่ด่านตรวจพืชท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ระหว่างวันที่ 1 มกราคม 2567 - 30 กรกฎาคม 2567 จำนวน 25 ตัวอย่าง พบว่าเกิดผลิตภัณฑ์ LAMP กับตัวหนอนแมลงวันผลไม้ที่สุ่มตรวจเจอในถั่วฝักยาว โดยมีการเปลี่ยนสีตั้งต้น (สีส้ม) เป็นสีเขียวอมเหลืองและเรืองแสงยูวี และผลการทดสอบเป็นบวก จำนวน 9 ตัวอย่าง และไม่เกิดปฏิกิริยากับตัวหนอนแมลงวันผลไม้ที่พบจากผักและผลไม้ชนิดอื่น ๆ จำนวน 16 ตัวอย่าง (Table 2) การตรวจสอบครั้งนี้ใช้เวลาในการตรวจสอบเพียง 2-3 ชั่วโมง ผลที่ได้สอดคล้องกับสัญญาณภายนอกของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงได้และลำดับนิวคลีโอไทด์เมื่อทำการตรวจสอบยืนยันด้วยเทคนิคดีเอ็นเอบาร์โคด แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพและประโยชน์ของเทคนิค LAMP ที่มีการตรวจวินิจฉัยที่แม่นยำ เนื่องจาก LAMP ให้ผลบวกเฉพาะกับแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* เท่านั้น

การทดสอบความจำเพาะเจาะจงของเทคนิค LAMP ในการตรวจวินิจฉัยแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ครั้งนี้ ยืนยันได้ว่าไพรเมอร์ที่ออกแบบและสภาวะที่ได้ทำการทดสอบนั้นมีความเหมาะสมสามารถใช้เทคนิค LAMP ในการตรวจสอบชนิดแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ในทุกระยะการเจริญเติบโตได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็วกว่าการจำแนกชนิดด้วยเทคนิคดีเอ็นเอบาร์โคดซึ่งต้องใช้เวลาในการตรวจหาลำดับนิวคลีโอไทด์ (sequencing) ประมาณ 7-10 วัน นอกจากนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ในการตรวจภาคสนาม (on-site) เนื่องจากสามารถทราบผลจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนสีด้วยสายตาเพียงเท่านั้น (Nagamine *et al.*, 2002) นอกจากนี้ยังสามารถนำเทคนิค LAMP ไปต่อยอดในการประยุกต์ใช้ตรวจสอบศัตรูพืชกักกันชนิดต่าง ๆ ได้อีกด้วย สอดคล้องกับ Blaser *et al.*, 2018 ที่มีการใช้เทคนิค LAMP ในการตรวจสอบศัตรูพืชกักกัน (*Bactrocera* spp., *Bemisia tabaci*, *Liriomyza* spp. และ *Thrips palmi*) ที่สนามบินซูริกและเจนีวา ประเทศสวิตเซอร์แลนด์เนื่องจากการส่งออกหรือนำเข้านั้นมักเป็นผัก หรือผลไม้สดที่เน่าเสียได้ง่าย ดังนั้นการนำเทคนิค LAMP ที่มีความสะดวก รวดเร็ว มาใช้ในการตรวจภาคสนาม จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อที่จะต้องจำแนกชนิดศัตรูพืชได้อย่างมั่นใจและรวดเร็วแทนกระบวนการทางห้องปฏิบัติการที่ใช้ระยะเวลานานและต้องอาศัยความเชี่ยวชาญของผู้ปฏิบัติงานเป็นอย่างสูง (Blacket *et al.*, 2020, Starkei *et al.*, 2021) และการศึกษาครั้งนี้เป็นครั้งแรกที่สามารถใช้เทคนิค LAMP แยกแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ออกจากแมลงวันผลไม้ชนิดอื่น ๆ ได้อย่างถูกต้อง ทำให้มั่นใจได้ว่าประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศผู้ส่งออกผักและผลไม้รายใหญ่นั้นมีองค์ความรู้และมีเทคนิคที่มีศักยภาพสามารถระบุชนิดศัตรูพืชได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว ช่วยลดระยะเวลาในการตรวจวินิจฉัยแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ซึ่งเป็นศัตรูพืชที่มักพบปนเปื้อนในผัก ผลไม้ และยังเป็นศัตรูพืชกักกันของหลายประเทศ คู่ค้าของประเทศไทย การศึกษาครั้งนี้ยังเป็นการเพิ่มจำนวนของไพรเมอร์ที่มีความจำเพาะเจาะจงของเทคนิค LAMP ต่อการตรวจวินิจฉัยชนิดแมลงวันผลไม้ของโลกเพิ่มเติมอีกด้วย (Blaser *et al.*, 2018; Blacket *et al.*, 2020) ถือเป็นการเพิ่มศักยภาพการตรวจวินิจฉัยแมลงวันผลไม้ระดับสากล

Table 2 Application of LAMP for rapid detection of fruit flies in exported crops. The details of number of samples, sample collection date, intercepted fruits, destination country, LAMP test results and scientific name of fruit fly were intercepted at plant quarantine, Suvarnabhumi airport, Bangkok, Thailand.

No.	Sample Collection Date	Intercepted fruit	Destination Country	LAMP Test Result	Identified Fruit Fly Species
1	27/01/2024	Turkey berry	Kingdom of Sweden	-	<i>Bactrocera latifrons</i>
2	2/3/2024	Yardlong bean	United Kingdom	+	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
3	2/4/2024	Thai eggplant	Swiss Confederation	-	<i>Bactrocera latifrons</i>
4	2/5/2024	Yardlong bean	Swiss Confederation	+	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
5	18/2/2024	Yellow eggplant	United Kingdom	-	<i>Bactrocera latifrons</i>
6	25/2/2024	Yellow eggplant	United Kingdom	-	<i>Bactrocera latifrons</i>
7	21/2/2024	Yardlong bean	Swiss Confederation	+	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
8	3/2/2024	Yardlong bean	United Kingdom	+	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
9	3/2/2024	Yardlong bean	Swiss Confederation	+	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
10	13/3/2024	Jujube	Kingdom of the Netherlands	-	<i>Bactrocera dorsalis</i>
11	15/3/2024	Striped eggplant	Czech Republic	-	<i>Bactrocera latifrons</i>
12	4/2/2024	Jujube	United Kingdom	-	<i>Bactrocera dorsalis</i>
13	4/6/2024	Thai eggplant	United Kingdom	-	<i>Bactrocera latifrons</i>
14	4/9/2024	Rose apple	United Kingdom	-	<i>Bactrocera dorsalis</i>
15	4/9/2024	Rambai fruit	Swiss Confederation	-	<i>Bactrocera dorsalis</i>
16	13/4/2024	Jujube	United Kingdom	-	<i>Bactrocera dorsalis</i>
17	5/6/2024	Rambai fruit	French Republic	-	<i>Bactrocera dorsalis</i>
18	6/5/2024	Rambai fruit	United Kingdom	-	<i>Bactrocera dorsalis</i>
19	16/6/2024	Yardlong bean	United Kingdom	+	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
20	16/6/2024	Yardlong bean	Swiss Confederation	+	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
21	24/6/2024	Yardlong bean	Swiss Confederation	+	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
22	26/6/2024	Yardlong bean	Swiss Confederation	+	<i>Zeugodacus cucurbitae</i>
23	7/6/2024	Thai eggplant	Kingdom of Sweden	-	<i>Bactrocera latifrons</i>
24	7/7/2024	Yardlong bean	Kingdom of Sweden	-	<i>Bactrocera dorsalis</i>
25	29/7/2024	Yardlong bean	United Kingdom	-	<i>Bactrocera dorsalis</i>

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การศึกษานี้เป็นครั้งแรกของโลกที่ได้มีการพัฒนาเทคนิค LAMP โดยการออกแบบไพรเมอร์จากยีน *cox1* ให้มีความจำเพาะเจาะจงต่อชนิดแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ซึ่งเป็นเทคนิคที่ตรวจวินิจฉัยแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ โดยสภาวะที่เหมาะสมของเทคนิค LAMP คือ ดีเอ็นเอเริ่มต้น 300 นาโนกรัม ต่อไมโครลิตร อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยาที่ 63 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 นาที การทดสอบครั้งนี้ประสบความสำเร็จในการตรวจคัดแยกแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ออกจากแมลงวันผลไม้ชนิดอื่น ๆ จำนวน 20 ชนิด โดยไม่เกิดปฏิกิริยาข้ามกับแมลงวันผลไม้ชนิดอื่น ๆ และสามารถใช้ตรวจชนิดแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ผลที่ได้มีความถูกต้อง และแม่นยำ

จากการศึกษานี้เป็นครั้งแรกที่มีการพัฒนาเทคนิค LAMP ขึ้นสำหรับแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีความรวดเร็วกว่าเทคนิคดีเอ็นเอบาร์โค้ดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เนื่องจากสามารถตรวจจำแนกชนิดแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ทุกระยะการเจริญเติบโตได้ภายในเวลา 2 ชั่วโมง และสามารถตรวจสอบผลได้ด้วยสายตาจากการเปลี่ยนสีของปฏิกิริยาได้ แทนการศึกษาลำดับพันธุกรรม (sequencing) ที่จะต้องใช้เวลานาน 7-10 วัน ด้วยคุณสมบัติและข้อดีดังกล่าว การใช้เทคนิค LAMP ในการตรวจสอบแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ซึ่งมักพบในพืชผักส่งออกอย่างต่อเนื่องจึงมีความเหมาะสมกับห้องปฏิบัติการที่มีทรัพยากรจำกัด หรือด้านตรวจพืชต่าง ๆ ที่มีการส่งออกหรือนำเข้าพืช ผัก และผลไม้ รวมทั้งสามารถประยุกต์ใช้งานในการปฏิบัติงานภาคสนามอีกด้วย

นอกจากนี้สามารถใช้องค์ความรู้จากการศึกษานี้เพื่อเป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้กับศัตรูพืชสำคัญชนิดต่าง ๆ ได้อีกด้วย และข้อมูลจากการศึกษานี้ช่วยให้ประเทศไทยในฐานะประเทศผู้ส่งออก แสดงถึงความพร้อมและความสามารถในการจำแนกชนิดศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดความเสี่ยงในการกีดกันทางการค้าจากประเทศปลายทาง และยังสามารถสร้างความร่วมมือกับประเทศคู่ค้าเพื่อพัฒนามาตรการกักกันและแลกเปลี่ยนข้อมูลศัตรูพืชอย่างโปร่งใส เป็นการเสริมสร้างความน่าเชื่อถือในการส่งออกอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

- ยุวรินทร์ บุญทบ ญัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล และ นพรัตน์ บัวหอม. 2564. การพัฒนาไพรเมอร์ที่มีความจำเพาะจากยีน *Cytochrome Oxidase I* เพื่อตรวจวินิจฉัยแมลงวันแตง *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) เพื่อส่งเสริมการส่งออก. วารสารเกษตร. 37(3): 289-303.
- ยุวรินทร์ บุญทบ จารุวัฒน์ แท้กุล ชัยพร บัวมาศ เกศสุตา สนศิริ และ สุนัดดา เชาวลิติ. 2565. การจำแนกชนิดและการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของแมลงวันผลไม้เผ่า Dacini ในประเทศไทย โดยยีน COX1. วารสารเกษตร. 38(2): 159-173.
- Agarwal, A., L. Rako, M.K. Schutze, M.L. Starkie, T.T. Brendan, C. Rodoni and Blacket M.J. 2022. A diagnostic LAMP assay for rapid identification of an invasive plant pest, fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Sci. Rep. 12(1): 1116. [https://doi: 10.1038/s41598-021-04496-x](https://doi.org/10.1038/s41598-021-04496-x).
- Armstrong, K.F., C.M. Cameron and E.R. Frampton. 1997. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) species identification: a rapid diagnostic technique for quarantine application. Bull. Entom. Res., Lond. 87: 111-118.
- Blacket, M.J., A. Agarwal, L. Zheng, J.P. Cunningham, D. Britton, I. Schneider and B.C. Rodoni. 2020. A LAMP assay for the detection of *Bactrocera tryoni* Queensland fruit fly (Diptera: Tephritidae). Sci. Rep. 10(1): 9554. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65715-5>
- Blaser S, H. Diem, A. von Felten, M. Gueuning, M. Andreou, N. Boonham, J. Tomlinson, P. Müller, J. Utzinger, J.E. Frey and A. Bühlmann. 2018. From laboratory to point of entry: development and implementation of a loop-mediated isothermal amplification based genetic identification system to prevent introduction of quarantine insect species. Pest Manag Sci. 74(6): 1504-1512. [https:// doi: 10.1038/s41598-020-65715-5](https://doi.org/10.1038/s41598-020-65715-5).
- EPPO. 2024. EPPO Global Database. Available at <https://gd.eppo.int/taxon/DACUCU>. Accessed: March 9, 2024
- Nagamine, K., T. Hase and T. Notomi. 2002. Accelerated reaction by loop-mediated isothermal amplification using loop primers. Mol. Cell. Probes. 16: 223-229.
- Piñero, J.C., I. Ja'come, R. Vargas and R.J Prokopy. 2006. Response of female melon fly, *Bactrocera cucurbitae*, to host-associated visual and olfactory stimuli. Entomologia Experimentalis et Applicata, 121: 261-269.

- Plant Health Australia. 2018. The Australian Handbook for the Identification of Fruit Flies Version 3.1. Plant Health Australia, Canberra, ACT, Australia.
- Rako, L. A. Agarwal, L. Semeraro, A. Broadley, B. Rodonia and M. Blacketa. 2021. A LAMP (Loop-mediated isothermal amplification) test for rapid identification of Khapra beetle (*Trogoderma granarium*). Pest Manag. Sci. 77: 5509-5521. [https:// doi 10.1002/ps.6591](https://doi.org/10.1002/ps.6591)
- Sornchai, P., T. Assawamongkholisiri, A. Pitaksaringkarn and P. Thammakijjawat. 2021. The Study on Robustness and Repeatability of Rapid Plant DNA Extraction Kit. The International Society for Southeast Asian Agricultural Science (ISSAAS) online ISSAAS Intern. Congr. and General Meeting. 112: 34.
- Starkie, M., E. Fowler, X. Zhu, A. Agarwal, L. Rako, I. Schneider, M. Schutze, J. Royer, D. Gopurenko, P. Gillespie and M. Blacket. 2021. Loop - mediated isothermal amplification (LAMP) assays for detection of the New Guinea fruit fly *Bactrocera trivialis* (Drew) (Diptera: Tephritidae). Sci. Rep. 12: 12602. [https:// doi: 10.1038/s41598-022-16901-0](https://doi.org/10.1038/s41598-022-16901-0). PMID: 35871253; PMCID: PMC9308764.
- Waterhouse, D.F. 1993. The major arthropod pests and weeds of agriculture in Southeast Asia. ACIAR, Canberra. 141 pp

ความหลากหลายของผีเสื้อกลางคืน สกุล *Mudaria* Moore, 1893
(Lepidoptera: Noctuidae) และชนิดที่มีผลกระทบต่อการผลิตทุเรียนในประเทศไทย

อาทิตย์ รักกลีกร¹ สุนัดดา เชาวลิธ¹ ภราดร ดอกจันทร์²

กรกฎ รัตนหามณีกร¹ ไกรวิชญ์ เรืองสุข¹ พิธิษฐ์ พูลประเสริฐ³

¹สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

²ศูนย์วิจัยและพัฒนากีฏวิทยาสิ่งแวดล้อม คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม 73140

³ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

ผีเสื้อกลางคืนสกุล *Mudaria* Moore, 1893 (Lepidoptera: Noctuidae) นั้นมีสมาชิกหลายชนิดที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาและนิเวศวิทยาที่โดดเด่น บางชนิดจัดเป็นศัตรูพืชหลักที่สำคัญต่อพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย โดยเฉพาะทุเรียน ทั้งตัวหนอนและตัวเต็มวัยของผีเสื้อสกุลนี้ยังมีความคล้ายคลึงกันมาก การศึกษาความหลากหลายของผีเสื้อกลางคืนสกุลนี้ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการทราบชนิดที่พบในประเทศไทย และชนิดใดที่มีความสำคัญต่อการผลิตทุเรียน ในครั้งนี้ดำเนินการสำรวจเก็บตัวอย่างหนอนและตัวเต็มวัยจากแหล่งปลูกทุเรียนที่พบการระบาดในพื้นที่จังหวัดต่างๆ ได้แก่ จังหวัดอุดรธานี สงขลา ยะลา ปัตตานี และนราธิวาส ระหว่างเดือนมีนาคม ถึงเดือนกันยายน 2567 ทำการจำแนกชนิดโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและเปรียบเทียบกับตัวอย่างผีเสื้อที่เก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑ์แมลง กรมวิชาการเกษตร รวมทั้งสืบค้นจากเอกสารอ้างอิงต่างๆ พบว่า ผีเสื้อสกุล *Mudaria* ในประเทศไทยที่สำรวจได้และชนิดถูกรายงานไว้ก่อนหน้านี้รวม 11 ชนิด ได้แก่ *Mudaria cornifrons* Moore, 1893; *M. gigas* (Holloway, 1982); *M. grisescens* Pellinen, Mutanen & Sihvonen, 2018; *M. major* (Warren, 1914); *M. minor* (Holloway, 1982); *M. pellineni* Ronkay, Ronkay & Pekarsky, 2022; *M. stahlgretschae* Ronkay, Ronkay, Pekarsky & Landry, 2023; *M. szalkayjosefi* Ronkay, Ronkay, Pekarsky & Landry, 2023; *M. tayi* (Holloway, 1976); *M. turbata* (Walker, 1858) และ *M. variabilis* Roepke, 1916 โดยชนิดที่มีผลกระทบต่อการผลิตทุเรียน พบว่าเข้าทำลายโดยการเจาะเมล็ดทุเรียน มีจำนวน 3 ชนิด คือ *M. Stahlgretschae*, *M. minor* และ *M. szalkayjosefi* ซึ่งถือเป็นรายงานหลักของการสำรวจในครั้งนี้ทั้งนี้ ผีเสื้อทั้งสามชนิดนี้พบได้ในปริมาณสูงตลอดฤดูผลิตทุเรียนทั่วประเทศไทย อาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศที่ส่งผลต่อความสมบูรณ์ของเมล็ดทุเรียนและทำให้ผีเสื้อเหล่านี้เข้าทำลายได้ตลอดเวลา

คำหลัก: ผีเสื้อหนอนเจาะเมล็ดทุเรียน ความหลากหลาย สกุล *Mudaria* ประเทศไทย

OE-04

ภาคบรรยาย

Diversity of Moths in the Genus *Mudaria* Moore, 1893 (Lepidoptera: Noctuidae) and Their Impact on Durian Production in Thailand

Artit Rukkasikorn¹ Sunadda Chaovalit¹ Paradorn Dokchan²
Korakot Ratanamahamaneekorn¹ Kraiwit Ruangsuk¹ Pisit Poolprasert³

¹Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

²Environmental Entomology Research and Development center, Faculty of Agriculture
at Kampaeng Saen, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

³Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

ABSTRACT

Moths in the genus *Mudaria* Moore, 1893 (Lepidoptera: Noctuidae) have many members that are distinguished by their unique morphological and ecological traits, some species have been reported as key pests of important economic plants, especially durian. Both larvae and adults in these species appear to be identical. The diversity and economic importance of *Mudaria* moth species in Thailand should be initially explored. Adult and caterpillar specimens were collected in durian plantation areas affected by the epidemic, including Uttaradit, Songkhla, Yala, Pattani, and Narathiwat provinces, between March and September 2024. All specimens can be identified based on morphological characteristics, and those specimens are compared to those placed in the Insect Museum, Department of Agriculture, as well as those found in prior literature reviews. The results revealed that 11 species of *Mudaria* were reported from Thailand, namely *Mudaria cornifrons* Moore, 1893; *M. gigas* (Holloway, 1982); *M. grisescens* Pellinen, Mutanen & Sihvonen, 2018; *M. major* (Warren, 1914); *M. minor* (Holloway, 1982); *M. pellineni* Ronkay, Ronkay & Pekarsky, 2022; *M. stahlgretschae* Ronkay, Ronkay, Pekarsky & Landry, 2023; *M. szalkayjozsefi* Ronkay, Ronkay, Pekarsky & Landry, 2023; *M. tayi* (Holloway, 1976); *M. turbata* (Walker, 1858) and *M. variabilis* Roepke, 1916. Additionally, the durian seed borers, *M. minor*, *M. stahlgretschae* and *M. szalkayjozsefi* were discovered to be the three most economically important species on durian production in Thailand, as stated in this survey. All three moth species are prevalent during Thailand's durian production season, likely due to climate change affecting seed quality and enabling ongoing damage.

Keywords: Durian seed borer, Species diversity, Genus *Mudaria*, Thailand

คำนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและผู้ส่งออกทุเรียนรายใหญ่ของโลก ตลาดหลักสำคัญคือ จีน โดยส่งออกมากกว่าร้อยละ 90 ของการส่งออกทั้งหมด ในปี 2561 - 2566 การส่งออกทุเรียนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดย ปี 2566 มีปริมาณการส่งออก 1,480,382 ตัน คิดเป็นมูลค่า 139,539 ล้านบาท (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2562; สำนักวิจัยเศรษฐกิจเกษตร, 2566) ฝั่เลื้อยหนอนเจาะเมล็ดทุเรียนในสกุล *Mudaria* เป็นแมลงศัตรูทุเรียนที่สำคัญ (ศรุต, 2557) และการพบหนอนฝั่เลื้อยเจาะเมล็ดทุเรียนปะปนไปกับผลผลิตทุเรียนที่ส่งออก ส่งผลกระทบต่อ การส่งออกทุเรียนและเศรษฐกิจของประเทศไทยอย่างมาก

ปัจจุบันภาคการเกษตรของประเทศไทยได้ลดการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อความปลอดภัยของเกษตรกรและผู้บริโภค รวมทั้งเพื่อเพิ่มคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร โดยใช้วิธีการป้องกันกำจัดต่างๆ เช่นชีววิธี ศัตรูธรรมชาติ จุลินทรีย์ปฏิปักษ์ และสารฟีโรโมนซึ่งมีความจำเพาะเจาะจงกับชนิดของศัตรูพืชสูง ดังนั้นการทราบสถานะทางอนุกรมวิธานที่ถูกต้อง รวมถึงจำนวนชนิด และพื้นที่การแพร่กระจายของฝั่เลื้อยหนอนเจาะเมล็ดทุเรียนในสกุล *Mudaria* จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สามารถนำไปสู่การพัฒนาการป้องกันกำจัดที่มีประสิทธิภาพ เพื่อแก้ไขปัญหาหนอนฝั่เลื้อยเจาะเมล็ดทุเรียนปะปนไปกับผลผลิตส่งออกในอนาคต

วิธีการดำเนินการ

ดำเนินการสำรวจชนิดของฝั่เลื้อยกลางคืนสกุล *Mudaria* ระหว่างเดือนมีนาคมถึงกันยายน 2567 ในพื้นที่ปลูกทุเรียนที่สำคัญทั่วทุกภาคของประเทศไทย รวมถึงพิพิธภัณฑ์แมลง กรมวิชาการเกษตร เพื่อเปรียบเทียบชนิดและการแพร่กระจายของฝั่เลื้อย วิธีการเก็บตัวอย่างประกอบด้วยการใช้กับดักแสงไฟ (light trap) ระหว่างเวลา 18.00 น. ถึง 6.00 น. และการสุ่มสำรวจเพื่อเก็บตัวหนอนจากผลทุเรียนที่มีการทำลาย โดยจะนำไปเลี้ยงจนเป็นตัวเต็มวัย การบันทึกข้อมูลจะรวมถึงชื่อพันธุ์ทุเรียน สถานที่ และรายละเอียดอื่น ๆ ตัวอย่างฝั่เลื้อยที่ได้จะถูกทำให้หมดสติด้วยเอทิลอะซิเตท (ethyl acetate) และจัดรูปร่างเพื่อตรวจจำแนกโดยใช้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (stereomicroscope) ก่อนที่จะเก็บรักษาเป็นตัวอย่างอ้างอิง (voucher specimens) ในพิพิธภัณฑ์ นอกจากนี้ จะมีการตัดปลายส่วนท้องของฝั่เลื้อยเพื่อตรวจสอบอวัยวะสืบพันธุ์ (genitalia) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงธรรมดา (compound microscope) การจำแนกชนิดจะใช้แนวทางจากเอกสารทางวิชาการที่สำคัญ เช่น Holloway (1989), Kononenko and Pinratana (2013), Pellinen et al. (2018), Ronkay et al. (2022), และ Ronkay et al. (2023) เป็นต้น โดยตัวอย่างบางส่วนจะถูกเก็บรักษาไว้เพื่อการศึกษาทางด้านอนุชีววิทยา (DNA barcoding) เพื่อยืนยันชนิด (species identification) และวิเคราะห์ความแปรผันทางพันธุกรรม (genetic variation) ในอนาคต

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลอง

Ronkay, Ronkay, Pekarsky & Landry (2023) ได้แจ้งลำดับชั้นทางอนุกรมวิธานของผีเสื้อกลางคืน สกุล *Mudaria* ดังนี้

Order Lepidoptera

Suborder Glossata

Superfamily Noctuoidea Latreille, 1809

Family Noctuidae Latreille, 1809

Subfamily Psaphidinae Grote, 1896

Genus *Mudaria* Moore, 1893

Mudaria Moore, 1893, *Indian Museum Notes* 3(1): 68

Plagideicta Warren, 1914, in Seitz, *Macrolep. World*, II: 339.

Type species: *Mudaria cornifrons* Moore, 1893

ศัพทมูลวิทยา ชื่อ *Mudaria* นั้น มีรากศัพท์จากคำว่า “mudar” ในภาษาฮินดี ซึ่งมีความหมายว่า “มงกุฏ” เนื่องจากลักษณะของชนิดต้นแบบ (type species) คือ *M. cornifrons* ที่บริเวณหน้าผากของผีเสื้อมีเขาสั้นปลายสามแฉก คล้ายสวมมงกุฏ จึงเป็นที่มาชื่อสกุล *Mudaria* ของผีเสื้อกลางคืนกลุ่มนี้

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ผีเสื้อกลางคืนในสกุล *Mudaria* เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ลำตัวอ้วนป้อมและมีขนปกคลุมมาก ไม่มีตาเดี่ยว ส่วนใหญ่มีหนวดแบบ filiform มี proboscis กับ maxillary palps ขนาดเล็ก ผีเสื้อเพศผู้และเพศเมียมีลักษณะคล้ายกัน แต่ผีเสื้อเพศเมียมักมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้เล็กน้อย ลวดลายบนปีกมักคล้ายกันในทั้งสองเพศ โดยทั่วไปปีกคู่หน้ามักมีสีน้ำตาลเข้มและมีลวดลายต่างๆ โดยลวดลายที่มักพบปรากฏในปีกคู่หน้า (Figure 1) ได้แก่ apical leprous patch (alp) central leprous patch (clp) basal leprous patch (blp) tornal spot (tsp) antemedian line (aml) postmedian line (pml) adterminal line (atl) และ terminal line (tl) ปีกคู่หลังมักมีสีขาวหรือสีน้ำตาลไม่มีลวดลาย ดักแด้แบบ obtect มีรังดักแด้เป็นเส้นไหมร่วมกับดินห่อหุ้ม โดยพบเข้าดักแด้ในดิน หนอนของผีเสื้อสกุลนี้มีขนาดกลาง แบบ eruciform และพื้นผิวลำตัวมีขนปกคลุมเพียงเล็กน้อย หนอนมักมีสีแดงชมพูหรือสีขาวนวล และไม่มีลวดลายตามลำตัว

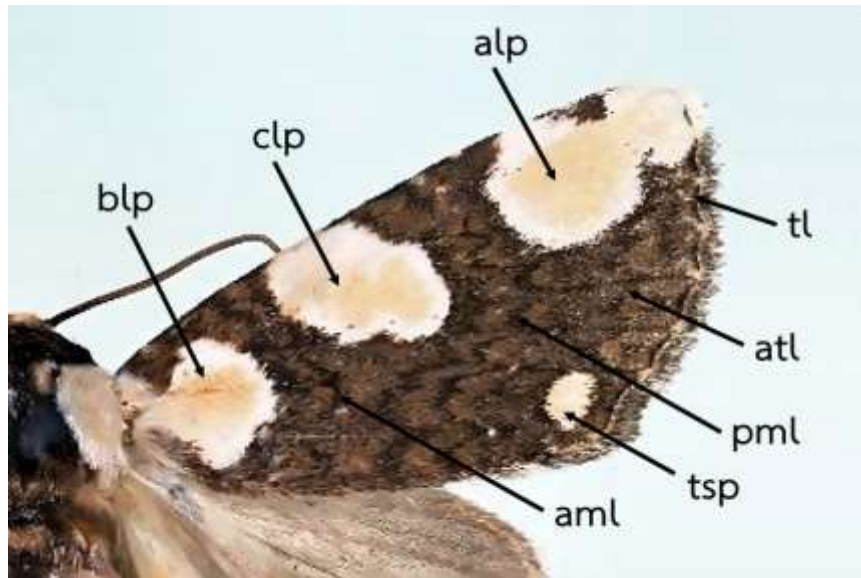


Figure 1. *Mudaria* spp. Wing marking; apical leprous patch (alp), central leprous patch (clp), basal leprous patch (blp), tornal spot (tsp), antemedian line (aml), postmedian line (pml), adterminal line (atl) and terminal line (tl)

จากการสำรวจเก็บตัวอย่าง และศึกษาตัวอย่างผีเสื้อที่เก็บรักษาไว้ในพิพิธภัณฑ์แมลง กรมวิชาการเกษตร รวมทั้งสืบค้นจากเอกสารอ้างอิงต่างๆ พบว่าผีเสื้อกลางคืน สกุล *Mudaria* ในประเทศไทย พบจำนวน 11 ชนิด ใน 4 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 *cornifrons* group

1. *Mudaria cornifrons* Moore, 1893

Mudaria cornifrons Moore, 1893, *Indian Museum Notes* 3(1): 68.

ชื่อสามัญ Silk-cotton pods borer

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ตัวเต็มวัย (Figure 2a) เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดค่อนข้างใหญ่ ทั้งสองเพศมีขนาดต่างกันเล็กน้อย ความกว้างช่วงปีกประมาณ 55 – 60 มิลลิเมตร หนวดแบบ filiform ปีกคู่หน้ามีสีน้ำตาลอ่อนอมเทา basal central และ apical leprous patch มีขนาดใหญ่และมีสีเดียวกันกับสีพื้นปีก จึงสังเกตได้ยากและไม่เด่นชัด ในเพศเมียที่บริเวณกึ่งกลางปีก ระหว่าง antemedian line และ postmedian line มีแถบสีดำพาดอยู่ด้านใต้ central leprous patch ปีกคู่หลังมีสีขาวที่ขอบปีกมีสีน้ำตาลเข้ม โดยเฉพาะขอบปีกด้านบน ที่ส่วนหน้าผาก (frons) มีริยางค์สั้นยื่นออกมาและมีส่วนปลายรยางค์แยกเป็นสามแฉก โดยแฉกอันกลางยาวกว่าแฉกอื่น เป็นลักษณะเด่นของผีเสื้อชนิดนี้

การกระจายพันธุ์ทางภูมิศาสตร์

เอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในแนวเทือกเขาหิมาลัยและพื้นที่ใกล้เคียง ประเทศไทยมีรายงานพบในเขตภาคเหนือ ที่จังหวัดลำปาง (Pellinen *et al.*, 2018) และน่าน ที่ระดับความสูง 240 – 350 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

ฤดูกาลที่พบในประเทศไทย พบได้ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน

พืชอาศัย รายงานพบเจาะฝักจั่ว ในสกุล *Bombax* ในประเทศอินเดีย (Holloway, 1989)

2. *Mudaria variabilis* Roepke, 1916

Mudaria variabilis Roepke, 1916, *Tijdschrift voor Entomologie* 59: 1, pl. 1.

ชื่อสามัญ Kapok pods borer

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ตัวเต็มวัย (Figure 2b) เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดค่อนข้างใหญ่ ทั้งสองเพศมีขนาดต่างกันเล็กน้อย ความกว้างช่วงปีกประมาณ 55 – 60 มิลลิเมตร หนวดแบบ filiform ปีกคู่หน้ามีสีน้ำตาลอมเทา basal central และ apical leprous patch มีขนาดใหญ่และมีสีใกล้เคียงกันกับสีพื้นปีก จึงสังเกตได้ยาก มองเห็นได้ไม่เด่นชัด ที่บริเวณกึ่งกลางปีก ระหว่าง postmedian line และ terminal line มีแถบสีดำพาดอยู่ด้านใต้ central leprous patch ปีกคู่หลังมีสีขาวที่ขอบปีกมีสีน้ำตาลเข้ม โดยเฉพาะขอบปีกด้านบน ที่ส่วนหน้าผาก (frons) มีริยางค์สั้นยื่นออกมาและมีส่วนปลายรยางค์แยกเป็นสามแฉก โดยทั้งสามแฉกมีความยาวใกล้เคียงกัน เป็นลักษณะเด่นของผีเสื้อชนิดนี้

การกระจายพันธุ์ทางภูมิศาสตร์

เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีรายงานพบในเกาะสุมาตรา และชวา ประเทศอินโดนีเซีย และประเทศไทย โดยมีรายงานพบในจังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง อุบลราชธานี และบุรีรัมย์ (องุ่น, 2544; Kononenko & Pinratana, 2013; Pellinen *et al.*, 2018)

ฤดูกาลที่พบในประเทศไทย พบได้ช่วงเดือนธันวาคม ถึงเดือนเมษายน

พืชอาศัย รายงานพบเจาะฝักถั่ว ในประเทศอินเดีย (Holloway, 1989) และในประเทศไทย (องุ่น, 2544; Kuroko & Lewvanich, 1993)

กลุ่มที่ 2 *grisescens* group

3. *Mudaria grisescens* Pellinen, Mutanen & Sihvonen, 2018

Mudaria grisescens Pellinen, Mutanen & Sihvonen, 2018; *Zootaxa* 4500 (2): 294.

ชื่อสามัญ -

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ตัวเต็มวัย (Figure 2c-d) เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็ก ทั้งสองเพศมีขนาดต่างกันเล็กน้อย ความกว้างช่วงปีกประมาณ 31 มิลลิเมตร หนวดแบบ filiform ในเพศผู้ปีกคู่หน้ามีสีเทาอมน้ำตาล ส่วนในเพศเมียปีกคู่หน้ามีสีเทาอ่อน basal central และ apical leprous patch มีขนาดใหญ่และมีสีเดียวกันกับสีพื้นปีก แต่บริเวณขอบปีกด้าน costal margin มีแถบสีดำพาดอยู่ด้านใต้กลุ่ม leprous patch ทั้งสามกลุ่ม จึงสังเกตเห็นกลุ่ม leprous patch ได้ ในเพศผู้มีลวดลายเส้นปีกคู่หน้าเด่นชัดกว่าเพศเมีย ปีกคู่หลังมีสีขาวที่โคนปีก ปีกมีสีเทาและสีเข้มขึ้นเมื่อใกล้ขอบปีก ที่ส่วนหน้าผาก (frons) เรียบ ไม่มีริ้วรอยคี่ยื่นออกมา

การกระจายพันธุ์ทางภูมิศาสตร์

เป็นชนิดที่มีรายงานการพบในประเทศไทย โดยพบที่จังหวัดลำปาง (Pellinen *et al.*, 2018) ที่ระดับความสูง 240 – 350 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

ฤดูกาลที่พบในประเทศไทย พบได้ช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม

พืชอาศัย ไม่มีรายงานพืชอาศัย

หมายเหตุ ไม่พบตัวอย่างจากการสำรวจและตรวจสอบในพิพิธภัณฑ์แมลง กรมวิชาการเกษตร

กลุ่มที่ 3 *rudolfi* group

4. *Mudaria pellineni* Ronkay, Ronkay & Pekarsky, 2022

Mudaria pellineni Ronkay, Ronkay & Pekarsky, 2022; *Fibigeriana Suppl.* 3: 143-152.

ชื่อสามัญ -

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ตัวเต็มวัย (Figure 2e) เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดกลาง ทั้งสองเพศมีขนาดต่างกันเล็กน้อย ความกว้างช่วงปีกประมาณ 39 – 42 มิลลิเมตร หนวดแบบ filiform ปีกคู่หน้ามีสีน้ำตาลเข้ม basal และ apical leprous patch มีขนาดใหญ่และมีสีขาวอมเหลืองตัดกับสีพื้นปีก จึงสังเกตเห็นได้ชัดเจน ในขณะที่ central leprous patch มีขนาดเล็ก ลักษณะกระจายเป็นกลุ่ม มองเห็นได้ไม่เด่นชัด tornal spot มีขนาดใหญ่ มีลวดลายเส้นปีกคู่หน้าเด่นชัดและในบริเวณระหว่าง adterminal line และ terminal line มีแถบสีขาวพาดจาก apical leprous patch ลงมาถึง tornal spot ปีกคู่หลังมีสีขาวที่ขอบปีกมีสีน้ำตาลเข้ม โดยเฉพาะขอบปีกด้านบน

การกระจายพันธุ์ทางภูมิศาสตร์

เป็นชนิดที่มีรายงานการพบในประเทศไทย โดยพบที่จังหวัดเชียงใหม่ (Ronkay *et al.*, 2022) เชียงราย (Kononenko & Pinratana, 2013) และจังหวัดอุทัยธานี โดยพบในระดับความสูงประมาณ 220 – 600 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

ฤดูกาลที่พบในประเทศไทย พบได้ช่วงเดือนตุลาคม ถึงเดือนมีนาคม

พืชอาศัย ไม่มีรายงานพืชอาศัย

กลุ่มที่ 4 *leprostricta* group

5. *Mudaria gigas* (Holloway, 1982)

Plagideicta gigas Holloway, 1982; In Barlow, *Moths S. E. Asia*, p. 230, pl. 28, f. 5.

Mudaria gigas Pellinen, Mutanen & Sihvonen, 2018; *Zootaxa* 4500 (2): 293.

ชื่อสามัญ -

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ตัวเต็มวัย (Figure 2f) เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดค่อนข้างใหญ่ ทั้งสองเพศมีขนาดต่างกันเล็กน้อย ความกว้างช่วงปีกประมาณ 28 - 60 มิลลิเมตร หนวดแบบ filiform ปีกคู่หน้ามีสีน้ำตาลเข้ม basal central และ apical leprous patch มีขนาดใหญ่ รูปร่างกว้าง โดยเฉพาะ apical leprous patch มีขนาดใหญ่ที่สุด ลักษณะคล้ายเลข “8” central leprous patch มีลักษณะค่อนข้างกลมรี เว้าทางด้านบนเล็กน้อย กลุ่ม leprous patch นี้มีสีขาวอมเหลือง แตกต่างกับสีพื้นปีก จึงสังเกตได้ชัดเจน ในขณะที่ลวดลายเส้นปีกคู่หน้าไม่เด่นชัดและในบริเวณ adterminal line มีจุดสีขาวจากเรียงเป็นแนวจาก apical leprous patch ลงมาถึง tornal spot ปีกคู่หลังมีสีน้ำตาลไม่มีลวดลาย

การกระจายพันธุ์ทางภูมิศาสตร์

เป็นชนิดที่มีรายงานการพบในฝั่งตะวันตกของประเทศมาเลเซียและประเทศไทย โดยพบที่จังหวัดระนอง ที่ระดับความสูงประมาณ 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

ฤดูกาลที่พบในประเทศไทย พบได้ช่วงเดือนเมษายน

พืชอาศัย ไม่มีรายงานพืชอาศัย

6. *Mudaria major* (Warren, 1914)

Plagideicta leprostricta major Warren, 1914; *Gross-Schmett. Erde* 11: 339.

Mudaria major Holloway, 1982; *Moths of Borneo*. 12: 189, pl. 6.

ชื่อสามัญ -

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ตัวเต็มวัย (Figure 2g-h) เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดกลาง ทั้งสองเพศมีขนาดต่างกันเล็กน้อย ความกว้างช่วงปีกประมาณ 40 มิลลิเมตร หนวดแบบ filiform ปีกคู่หน้ามีสีน้ำตาลเข้ม basal central และ apical leprous patch มีขนาดใหญ่ รูปร่างกว้าง โดยเฉพาะ apical leprous patch มีขนาดใหญ่ที่สุดแยกเป็น 2 จุดไม่เชื่อมต่อกัน หรือเชื่อมติดกันเล็กน้อย central leprous patch รูปร่างแคบยาว และ basal leprous patch ส่วนฐานเชื่อมติดกับโคนปีก มีลักษณะเป็นแถบโค้งโดยเว้าทางด้านบน กลุ่ม leprous patch นี้มีสีขาวอมเหลือง แตกต่างกับสีพื้นปีก จึงสังเกตได้ชัดเจน ในขณะที่ลวดลายเส้นปีกคู่หน้าไม่เด่นชัด ปีกคู่หลังมีสีน้ำตาลไม่มีลวดลาย

การกระจายพันธุ์ทางภูมิศาสตร์

เอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในแนวเทือกเขาหิมาลัยและพื้นที่ใกล้เคียง ตลอดคาบสมุทรมาลายู ในประเทศไทยพบที่จังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง พะเยา น่าน (Kononenko & Pinratana, 2013; Pellinen *et al.*, 2018) อุตดิตถ์ เลย์ กาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และยะลา โดยพบในระดับความสูงประมาณ 250 – 2,050 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

ฤดูกาลที่พบในประเทศไทย พบได้ช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนกันยายน

พืชอาศัย ไม่มีรายงานพืชอาศัย

หมายเหตุ ในการสำรวจเก็บตัวอย่างโดยใช้กับดักแสงไฟ ช่วงเวลาที่พบผีเสื้อชนิดนี้ปรากฏในกับดักแสงไฟ (flight period) มากที่สุด คือ ระหว่างเวลา 21.00 น. ถึง 23.00 น. และก่อนฟ้าสว่างในช่วง 5.00 น. ถึง 5.30 น. อีกครั้ง

7. *Mudaria minor* (Holloway, 1982)

Plagideicta minor Holloway, 1982; In Barlow, *Moths S. E. Asia*, p. 230, pl. 28, f. 6.

Mudaria minor Pellinen, Mutanen & Sihvonen, 2018; *Zootaxa* 4500 (2): 293.

ชื่อสามัญ -

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ตัวเต็มวัย (Figure 2i-j.) เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็ก ทั้งสองเพศมีขนาดต่างกันเล็กน้อย ความกว้างช่วงปีกประมาณ 40 มิลลิเมตร หนวดแบบ filiform ปีกคู่หน้ามีสีน้ำตาลเข้ม basal central และ apical leprous patch มีขนาดใหญ่ รูปรีกว้าง โดยเฉพาะ apical leprous patch มีขนาดใหญ่ที่สุดแยกเป็น 2 จุดไม่เชื่อมต่อกัน หรือเชื่อมติดกันเล็กน้อย central leprous patch รูปร่างแคบยาว ที่ระหว่าง apical และ central leprous patch มีจุดสีขาวขนาดเล็กปรากฏอยู่ และ basal leprous patch ส่วนฐานเชื่อมติดกับโคนปีก กลุ่ม leprous patch นี้มีสีขาวอมเหลืองแตกต่างกันกับสีพื้นปีก จึงสังเกตได้ชัดเจน ในขณะที่ลวดลายเส้นปีกคู่หน้าไม่เด่นชัด ปีกคู่หลังมีสีน้ำตาลไม่มีลวดลาย

การกระจายพันธุ์ทางภูมิศาสตร์

เป็นชนิดที่มีรายงานการพบในฝั่งตะวันตกของประเทศมาเลเซีย และประเทศไทย โดยพบที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี สงขลา ยะลา ปัตตานี และนราธิวาส โดยพบในระดับความสูงประมาณ 90 – 850 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

ฤดูกาลที่พบในประเทศไทย พบได้ช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือนกันยายน

พืชอาศัย พบเจาะเมล็ดทุเรียนในระยะผลอ่อนที่มีขนาดเล็ก และมักทำให้ผลร่วงในที่สุด แต่สันนิษฐานว่าน่าจะมีพืชอาศัยชนิดอื่นในธรรมชาติ เนื่องจากพบตัวอย่างจากกับดักแสงไฟในช่วงที่ทุเรียนไม่มีผล แต่ยังไม่พบรายงานพืชอาศัยชนิดอื่น

หมายเหตุ ในการสำรวจเก็บตัวอย่างโดยใช้กับดักแสงไฟ ช่วงเวลาที่พบผีเสื้อชนิดนี้ปรากฏในกับดักแสงไฟ (flight period) มากที่สุด คือ ระหว่างเวลา 21.00 น. ถึง 23.00 น. และก่อนฟ้าสว่างในช่วง 5.00 น. ถึง 5.30 น. อีกครั้ง

8. *Mudaria stahlgretschae* Ronkay, Ronkay, Pekarsky & Landry, 2023

Mudaria stahlgretschae Ronkay, Ronkay, Pekarsky & Landry, 2023; *Mém. Soc. phys.-hist. nat. Genève* 49 (2): 37, pl. 9, f. 1.

ชื่อสามัญ Durian seeds borer หนอนเจาะเมล็ดทุเรียน หนอนรู หนอนใต้ หนอนมาเลย์

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ตัวเต็มวัย (Figure 2k-l.) เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดค่อนข้างใหญ่ ทั้งสองเพศมีขนาดต่างกันเล็กน้อย ความกว้างช่วงปีกประมาณ 42 - 60 มิลลิเมตร หนวดแบบ filiform ปีกคู่หน้ามีสีน้ำตาลเข้ม basal central และ apical leprous patch มีขนาดใหญ่ โกล้เคียงกัน รูปร่างรีกว้าง โดยเฉพาะ apical leprous patch มีลักษณะคล้ายเลข “8” central leprous patch มีลักษณะค่อนข้างกลมรี เว้าทางด้านล่างเล็กน้อย กลุ่ม leprous patch นี้มีสีขาวอมเหลือง แตกต่างกับสีพื้นปีก จึงสังเกตได้ชัดเจน ในขณะที่ลวดลายเส้นปีกคู่หน้าไม่เด่นชัด ปีกคู่หลังมีสีน้ำตาลไม่มีลวดลาย

การกระจายพันธุ์ทางภูมิศาสตร์

เป็นชนิดที่มีรายงานการพบในประเทศไทย โดยพบที่จังหวัดอุดรธานี ระยอง จันทบุรี ตราด สุราษฎร์ธานี (Ronkay *et al.*, 2023) สงขลา ปัตตานี นราธิวาส และยะลา

ฤดูกาลที่พบในประเทศไทย พบได้ช่วงเดือนมีนาคม ถึงเดือนพฤศจิกายน

พืชอาศัย พบเจาะเมล็ดทุเรียนในระยะผลอ่อนที่มีขนาดใหญ่ จึงมักพบหนอนผีเสื้อชนิดนี้ติดไปกับผลทุเรียนในระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต แต่สันนิษฐานว่าน่าจะมีพืชอาศัยชนิดอื่นในธรรมชาติ เนื่องจากพบตัวอย่างจากกับดักแสงไฟในช่วงที่ทุเรียนไม่มีผล แต่ยังไม่พบรายงานพืชอาศัยชนิดอื่น

หมายเหตุ ในการสำรวจเก็บตัวอย่างโดยใช้กับดักแสงไฟ ช่วงเวลาที่พบผีเสื้อชนิดนี้ปรากฏในกับดักแสงไฟ (flight period) มากที่สุด คือ ระหว่างเวลา 23.00 น. ถึง 2.00 น. และก่อนฟ้าสว่างในช่วงเวลา 5.00 น. ถึง 5.30 น. อีกครั้ง

ผีเสื้อชนิดนี้ เมื่อครั้งพบการระบาดรุนแรงครั้งแรกในพื้นที่ปลูกทุเรียนทางภาคใต้และภาคตะวันออก ช่วงปี พ.ศ. 2532 - 2535 เดิมเชื่อว่าเป็นชนิดต่างถิ่น คือ *Mudaria magniplaga* (Walker, 1858) ที่พบและมีรายงานการเข้าทำลายเมล็ดทุเรียนในเกาะบอร์เนียว ประเทศมาเลเซีย (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2562) แต่จากการศึกษาของ Kuroko & Lewwanich (1993) พบว่าลักษณะทางสัณฐานวิทยาและอวัยวะสืบพันธุ์มีความแตกต่างจากชนิด *M. magniplaga* แต่มีความใกล้เคียงกับชนิด *Mudaria luteileprosa* Holloway, 1989 จึงใช้ชื่อ *M. luteileprosa* นี้ สำหรับชนิดที่พบเข้าทำลายเมล็ดทุเรียนในประเทศไทย ต่อมา Ronkay *et al.* (2023) ได้ศึกษาความหลากหลายชนิดของผีเสื้อกลางคืน สกุล *Mudaria* ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และพบว่าชนิด *M. luteileprosa* นั้น เป็นชนิดเฉพาะถิ่น (endemic) ที่พบเฉพาะในเกาะบอร์เนียวเช่นเดียวกับชนิด *M. magniplaga* ส่วนชนิดที่พบเข้าทำลายเมล็ดทุเรียนในคาบสมุทรมลายูนั้น เป็นชนิดที่พบในท้องถิ่นแต่เดิม ไม่ใช่ชนิดที่เป็นศัตรูพืชต่างถิ่นตามความเข้าใจแต่

เดิม และชนิดนี้มีความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการใกล้เคียงกันกับกลุ่มชนิด *M. major* มากกว่ากลุ่มชนิด *M. magniplaga* และ *M. luteileprosa* จึงตั้งชื่อชนิดใหม่เป็น *M. stahlgretchae*

9. *Mudaria szalkayjosephi* Ronkay, Ronkay & Pekarsky, 2023

Mudaria szalkayjosephi Ronkay, Ronkay & Pekarsky, 2023; *Mém. Soc. phys.-hist. nat. Genève* 49 (2): 34, pl. 8, f. 5.

ชื่อสามัญ -

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ตัวเต็มวัย (Figure 2m-n.) เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็ก ทั้งสองเพศมีขนาดต่างกันเล็กน้อย ความกว้างช่วงปีกประมาณ 30 - 40 มิลลิเมตร หนวดแบบ filiform ปีกคู่หน้ามีสีน้ำตาลเข้ม basal central และ apical leprous patch มีขนาดใหญ่ รูปร่างกว้าง โดยเฉพาะ apical leprous patch มีขนาดใหญ่ที่สุดแยกเป็น 2 จุดไม่เชื่อมต่อกัน หรือเชื่อมติดกันเล็กน้อย central leprous patch รูปร่างแคบยาว ที่ระหว่าง apical และ central leprous patch ไม่มีจุดสีขาวขนาดเล็กปรากฏอยู่ และ basal leprous patch ส่วนฐานเชื่อมติดกับโคนปีก กลุ่ม leprous patch นี้มีสีขาวอมเหลืองแตกต่างกันกับสีพื้นปีก จึงสังเกตได้ชัดเจน ในขณะที่ลวดลายเส้นปีกคู่หน้าไม่เด่นชัด ปีกคู่หลังมีสีน้ำตาลไม่มีลวดลาย

การกระจายพันธุ์ทางภูมิศาสตร์

เป็นชนิดที่มีรายงานการพบในพื้นที่เอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในแนวเทือกเขาหิมาลัยและพื้นที่ใกล้เคียง ตลอดจนคาบสมุทรมลายู ได้แก่ ประเทศจีน อินเดีย เนปาล เวียดนาม ลาว และประเทศไทย โดยพบที่จังหวัดลำปาง อุตรดิตถ์ ชลบุรี ประจวบคีรีขันธ์ (Ronkay *et al.*, 2023) สงขลา ยะลา และนราธิวาส โดยพบในระดับความสูงประมาณ 90 – 480 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

ฤดูกาลที่พบในประเทศไทย พบได้ช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือนกันยายน

พืชอาศัย พบเจาะเมล็ดทุเรียนในระยะผลอ่อนที่มีขนาดเล็ก ทำให้ผลร่วงในที่สุด และพบในผลทุเรียนระยะเก็บเกี่ยวได้บ้างซึ่งมีจำนวนไม่มากนัก ทั้งนี้สันนิษฐานว่าน่าจะมีพืชอาศัยชนิดอื่นในธรรมชาติ เนื่องจากพบตัวอย่างจากกับดักแสงไฟในช่วงที่ทุเรียนไม่มีผล แต่ยังไม่พบรายงานพืชอาศัยชนิดอื่น

หมายเหตุ ในการสำรวจเก็บตัวอย่างโดยใช้กับดักแสงไฟ ช่วงเวลาที่พบผีเสื้อชนิดนี้ปรากฏในกับดักแสงไฟ (flight period) มากที่สุด คือ ระหว่างเวลา 21.00 น. ถึง 23.00 น. และก่อนฟ้าสว่างในช่วงเวลา 5.00 น. ถึง 5.30 น. อีกครั้ง

10. *Mudaria tayi* (Holloway, 1976)

Plagideicta tayi Holloway, 1976; *Moths of Borneo Kinabalu*: 13, pl. 5:59.

Mudaria tayi Holloway, 1982; *Moths of Borneo*. 12: 190, pl. 6.

ชื่อสามัญ -

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ตัวเต็มวัย (Figure 2o) เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดกลาง ทั้งสองเพศมีขนาดต่างกันเล็กน้อย ความกว้างช่วงปีกประมาณ 40 มิลลิเมตร หนวดแบบ filiform ปีกคู่หน้ามีสีน้ำตาลเข้ม basal central และ apical leprous patch มีขนาดค่อนข้างใหญ่ รูปร่าง apical leprous patch มีขนาดใหญ่ที่สุดลักษณะแคบยาว พาดลงมาใกล้กับ central leprous patch ที่มีรูปร่างแคบยาวเช่นเดียวกัน และ basal leprous patch ส่วนฐานเชื่อมติดกับโคนปีก กลุ่ม leprous patch นี้มีสีขาวอมเหลืองแตกต่างกันกับสีพื้นปีก จึงสังเกตเห็นได้ชัดเจน ส่วน tornal spot มีขนาดเล็ก ในขณะที่ลวดลายเส้นปีกคู่หน้าไม่เด่นชัด ปีกคู่หลังมีสีน้ำตาลไม่มีลวดลาย

การกระจายพันธุ์ทางภูมิศาสตร์

เป็นชนิดที่มีรายงานการพบในเกาะบอร์เนียว ประเทศมาเลเซีย เกาะสุมาตรา ประเทศอินโดนีเซีย (Holloway, 1982) และประเทศไทย โดยพบที่จังหวัดตราด (Kononenko & Pinratana, 2013) โดยพบในระดับความสูงประมาณ 10 – 1,930 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง

ฤดูกาลที่พบในประเทศไทย พบได้ช่วงเดือนกันยายน

พืชอาศัย ไม่มีรายงานพืชอาศัย

หมายเหตุ ไม่พบตัวอย่างจากการสำรวจและตรวจสอบในพิพิธภัณฑ์แมลง กรมวิชาการเกษตร

11. *Mudaria turbata* (Walker, 1858)

Eurois turbata Walker, 1858; *List Spec. Lepid. Insects Colln Br. Mus.* 15: 1720.

Plagideicta turbata Walker; Warren, 1914, *Gross-Schmett. Erde* 11: 340.

Mudaria turbata Holloway, 1982; *Moths of Borneo*. 12: 191, pl. 6.

ชื่อสามัญ -

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ตัวเต็มวัย (Figure 2p) เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดกลาง ทั้งสองเพศมีขนาดต่างกันเล็กน้อย ความกว้างช่วงปีกประมาณ 40 มิลลิเมตร หนวดแบบ filiform ปีกคู่หน้ามีสีน้ำตาลเข้มอมดำ basal central และ apical leprous patch มีขนาดค่อนข้างใหญ่ แต่ apical leprous patch และ central leprous patch มีลักษณะกระจายเป็นกลุ่มจุดขนาดเล็ก ทำให้สังเกตเห็นเป็น 2 กลุ่มได้ยาก และ basal leprous patch ส่วนฐานเชื่อมติดกับโคนปีก กลุ่ม leprous patch นี้มีสีขาวอมเหลืองแตกต่างกันกับสีพื้นปีก จึงสังเกตเห็นได้ชัดเจน ส่วน tornal spot มีขนาดเล็ก ในขณะที่ลวดลายเส้นปีกคู่หน้าไม่เด่นชัด ปีกคู่หลังมีสีน้ำตาลไม่มีลวดลาย

การกระจายพันธุ์ทางภูมิศาสตร์

เอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในแนวเทือกเขาหิมาลัยและพื้นที่ใกล้เคียง ได้แก่ ประเทศอินเดีย ประเทศเมียนมาร์ เกาะบอร์เนียว ประเทศมาเลเซีย ตลอดจนหมู่เกาะเมลานีเซีย และฟีจี ในประเทศไทยพบที่จังหวัดลำปาง (Kononenko & Pinratana, 2013)

ฤดูกาลที่พบในประเทศไทย พบได้ช่วงเดือนกรกฎาคม

พืชอาศัย ไม่มีรายงานพืชอาศัย

หมายเหตุ ไม่พบตัวอย่างจากการสำรวจและตรวจสอบในพิพิธภัณฑ์แมลง กรมวิชาการเกษตร

ผีเสื้อกลางคืนในสกุล *Mudaria* ชนิดที่มีผลกระทบต่อการผลิตทุเรียนในประเทศไทย

จากการสำรวจเก็บตัวอย่างผีเสื้อกลางคืนในสกุล *Mudaria* ในพื้นที่ปลูกทุเรียนที่พบปัญหาหนอนเจาะเมล็ดทุเรียนในประเทศไทย พบว่ามี 3 ชนิดที่มีผลกระทบต่อการผลิตทุเรียน ได้แก่ *M. stahlgretschae* *M. minor* และ *M. szalkayjosefi* ซึ่งถือเป็นรายงานหลักของการสำรวจในครั้งนี้ โดยชนิด *M. minor* (Figure 3) และ *M. szalkayjosefi* เข้าทำลายทุเรียนในช่วงผลอ่อนและทำให้ผลร่วง ในส่วนของ *M. szalkayjosefi* นั้นพบปะปนกับทุเรียนระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตบ้างในปริมาณไม่มากนัก ขณะที่ *M. stahlgretschae* เป็นชนิดที่มีความสำคัญมากที่สุด เนื่องจากพบเข้าทำลายในช่วงผลแก่ใกล้เก็บเกี่ยว และพบติดไปกับผลทุเรียนที่ส่งออกในการค้าระหว่างประเทศ (Figure 4.)

ในการสำรวจเก็บตัวอย่างหนอนเจาะเมล็ดทุเรียนในช่วงฤดูกาลทุเรียนของปี พ.ศ. 2567 พบมีจำนวนมาก ซึ่งอาจเกิดจากปรากฏการณ์ El Nino ที่ทำให้สภาพอากาศแห้งแล้งในช่วงต้นปี ส่งผลให้ทุเรียนปรับตัวโดยการสะสมสารอาหารในเมล็ด เพื่อความอยู่รอด ทำให้เมล็ดทุเรียนมีขนาดใหญ่ขึ้นและกลายเป็นแหล่งอาหารของหนอนผีเสื้อเจาะเมล็ดทุเรียน (Wright, & Calderón, 2006) จึงเกิดการระบาดอย่างรุนแรงในปีนี้

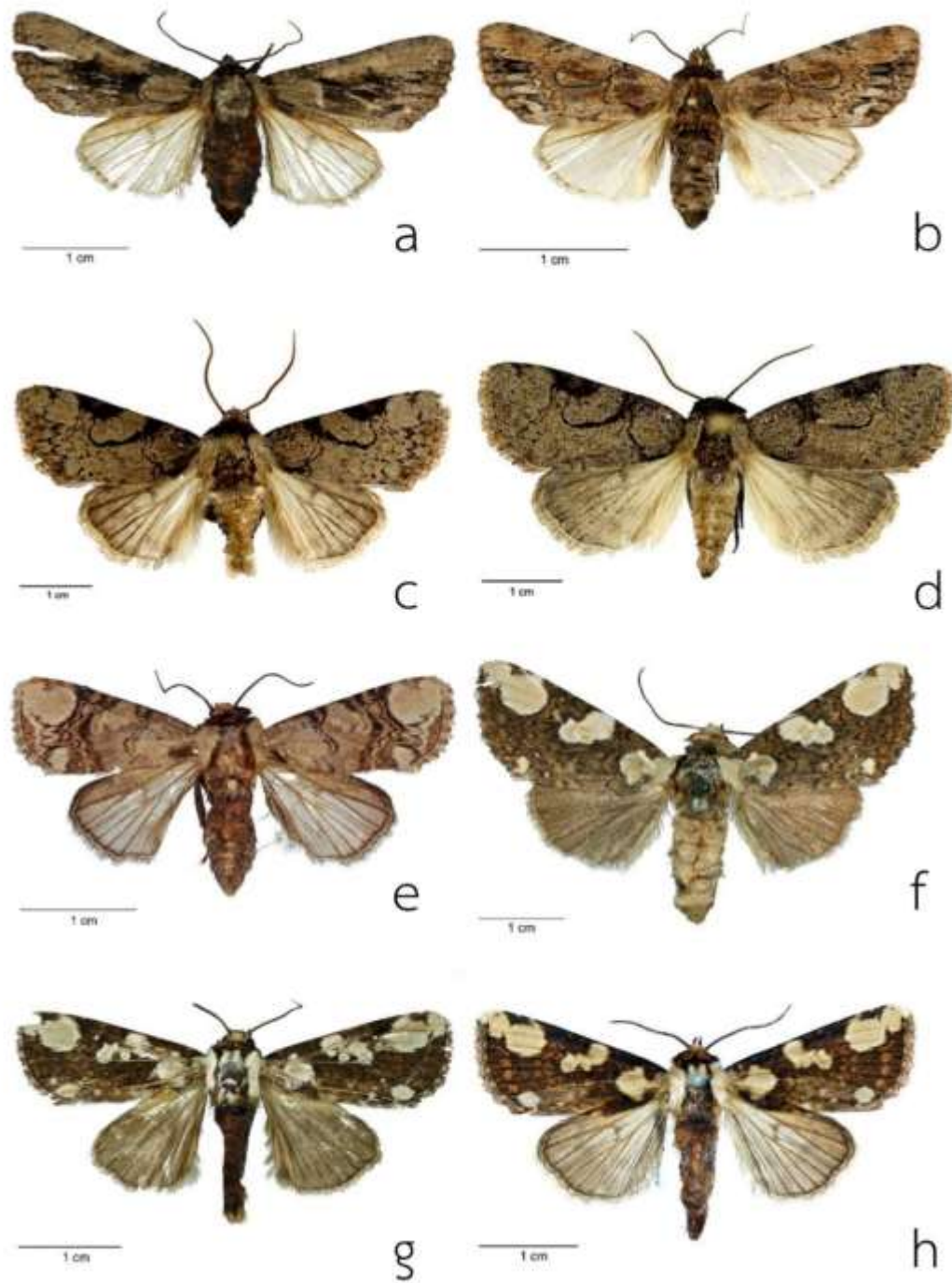


Figure 2. *Mudaria* spp. In Thailand; a. *M. cornifrons* ♀ b. *M. variabilis* ♂ c. *M. grisescens* ♂ d. ditto e. *M. pellineni* ♂ f. *M. gigas* ♀ g. *M. major* ♂ h. ditto *** (b., c. and d. From: Pellinen et al., 2018)

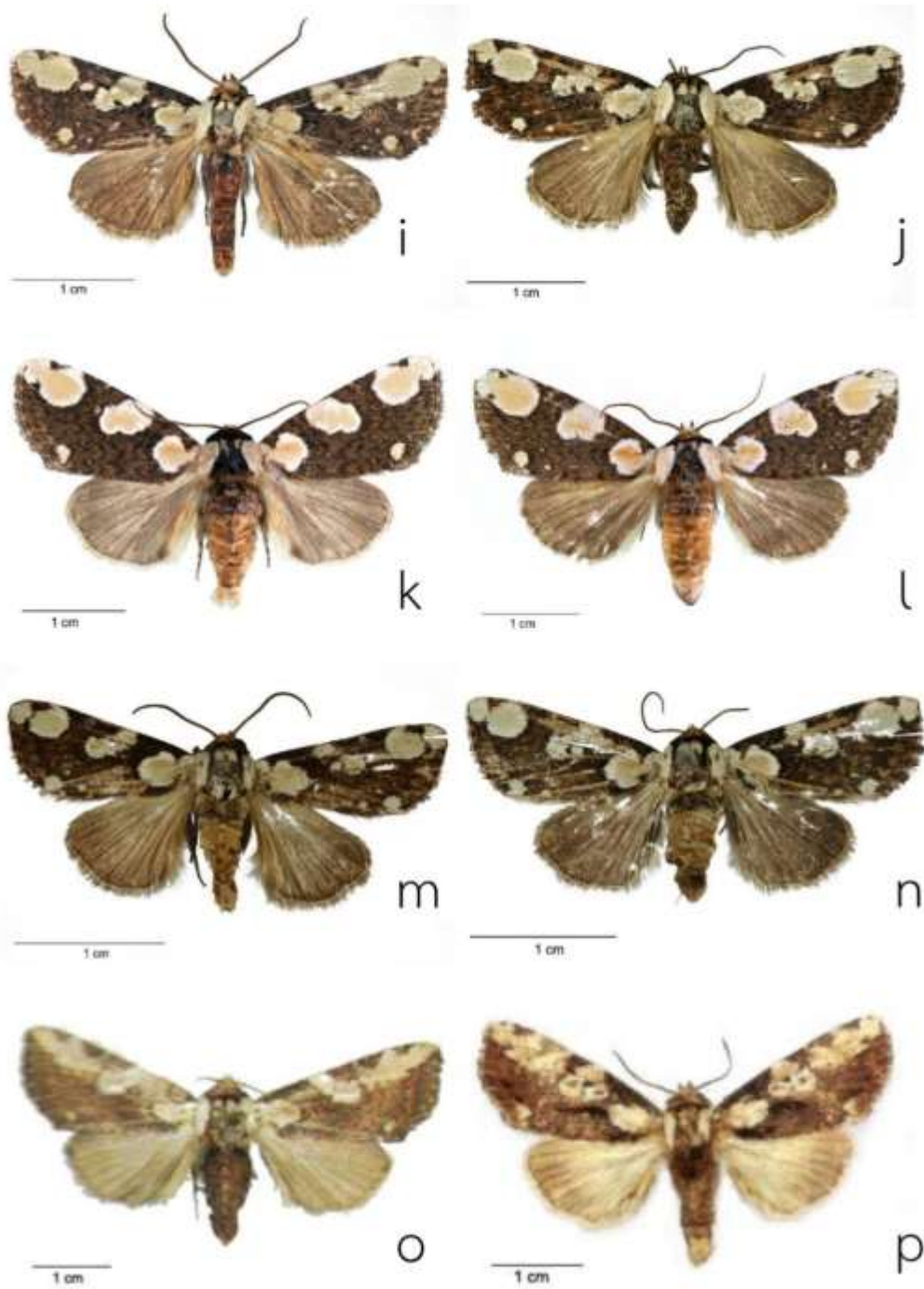


Figure 2. (cont.) *Mudaria* spp. In Thailand; i. *M. minor* ♂ j. ditto k. *M. stahlgretchae* ♂ l. ditto m. *M. szalkayjosephi* ♂ n. ditto o. *M. tayi* ♀ (From: Holloway, 1989)
p. *M. turbata* ♂ (From: Kononenko & Pinratana, 2013)



Figure 3. *M. minor*: moth, caterpillar and damage to durian fruit. (Photos by Saksith Boondum, Bussaya Plongon & Noppawan Ninsuwan)



Figure 4. *M. stahlgretschae*: moth, caterpillar and damage to durian fruit.

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากการศึกษาผีเสื้อกลางคืนสกุล *Mudaria* ในประเทศไทย พบจำนวนทั้งหมด 11 ชนิด โดยมี 3 ชนิดที่มีผลกระทบสำคัญต่อการผลิตทุเรียน ได้แก่ *M. stahlgretschae* *M. minor* และ *M. szalkayjosephi* ซึ่งเข้าทำลายโดยการเจาะเมล็ดทุเรียน และมีการพบในปริมาณสูงตลอดฤดูผลิตทุเรียน การสำรวจครั้งนี้เน้นการเก็บตัวอย่างจากแหล่งปลูกทุเรียนที่เกิดการระบาดในจังหวัดต่างๆ ทำให้มีข้อมูลสำคัญเกี่ยวกับความหลากหลายของชนิดที่มีอยู่ในพื้นที่ และผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศต่อการทำลายพืชเศรษฐกิจ การศึกษานี้จึงมีความสำคัญในการพัฒนามาตรการควบคุมและป้องกันการระบาดของผีเสื้อที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตทุเรียนในประเทศไทยต่อไป

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) (สวก.) ผู้สนับสนุนงบประมาณโครงการวิจัย ซึ่งทำให้ผลงานนำเสนอนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยที่สำคัญนอกจากนี้ ขอขอบพระคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำต่าง ๆ ส่งผลให้งานวิจัยชิ้นนี้สามารถดำเนินการได้อย่างราบรื่นและสำเร็จลุล่วงด้วยดี อันได้แก่

คุณนันทนา บุญสนอง (ศวพ.อุตรดิตถ์) คุณนพวรรณ นิลสุวรรณ และคณะ (ศวพ.สงขลา) คุณพรพยุ่ง คงสุวรรณ และคณะ (ศวส.ยะลา) คุณชัยนันท์ เต็มนา และคณะ (ศวพ.ยะลา) คุณพุดตาล สังขชาติ คุณอาชียน ดือราแม และคณะ (ศวพ.นราธิวาส) คุณสิริมนต์ พร้อมมูล คุณกวิณธรรพ์ บุบผา และคณะ (ศวพ.ร้อยเอ็ด) คุณเกริกชัย เพียรสม (ศวพ.ปัตตานี) คุณพรทิพย์ แยมสุวรรณ และคณะ (ด่านตรวจพืชสะเดา) คุณบุษยา ปล้องอ่อน และคุณศักดิ์สิทธิ์ บุญดำ (ศทอ. สงขลา) คุณชนิดา ตะพานน้อย (ศทอ. สุราษฎร์ธานี) คุณจุฬิพล ปฐมวัฒนารักษ์ คุณรัตติยาพร วานเก่าน้อย ตลอดจนบุคคลากรท่านอื่นๆ ที่ได้ช่วยเหลือและประสานงาน ทั้งนี้ขอขอบคุณ

เอกสารอ้างอิง

- ศรุต สุทธิอารมณ. 2557. แมลงศัตรูทุเรียน. น. 4-23. ใน แมลงศัตรูไม้ผล. กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 151 หน้า.
- สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 2562. เอกสารวิชาการ แมลง-ไร ศัตรูทุเรียน. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 88 หน้า.
- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. สถานการณ์สินค้าเกษตรที่สำคัญและแนวโน้มปี 2566. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กรุงเทพฯ. 241 หน้า.
- อรุณ ลิ่ววนิช. 2544. ฝั่และหนอน. กองกัและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 230 หน้า.
- Holloway, J.D. 1982. Taxonomic appendix. In: Barlow, H.S. An introduction to the moths of South East Asia. The Malayan Nature Society, Kuala Lumpur, pp. 174 – 275.
- Holloway, J.D. 1989. *The moths of Borneo. Part 12. Family Noctuidae, trifine subfamilies: Noctuidae, Heliethinae, Hadeninae, Acronictinae, Amphipyridae, Agaristinae.* The Malayan Nature Society, Kuala Lumpur, 226 pp.
- Kononenko, V. & A. Pinratana. 2013. *Moths of Thailand. Vol. 3. Part 2. Noctuoidea.* Brothers of St. Gabriel in Thailand, Bangkok, 624 pp.
- Kuroko, H. and A. Lewvanich. 1993. Lepidopterous Pests of Tropical Fruit Trees in Thailand (with Thai Text). Japan International Cooperation Agency, Bangkok. 132 pp.
- Pellinen, M., M. Mutanen and P. Sihvonen. 2018. New species of genus *Mudaria* Moore, 1893 and the first record of *Mudaria cornifrons* Moore, 1893 from Thailand (Lepidoptera, Noctuidae, Noctuinae). *Zootaxa* **4500**(2): 292–300.
- Ronkay, G., L. Ronkay and O. Pekarsky. (2022) New *Mudaria* and *Chodapsaphida* (Lepidoptera, Noctuidae, Psaphidinae) species from the Himalayan region and Indochina. In: Ronkay, G. (Ed.), *Fibigeriana Supplement. Book series of Taxonomy and Faunistics. Volume 3.* Heterocera Press, Budapest, 143–152.
- Ronkay, G., L. Ronkay and B. Landry. (2023). The Plante Noctuidae Collection. Part 2. Descriptions of new taxa. In: Landry, B. (Ed.), *Mém. Soc. phys.-hist. nat. Genève* 49(2): 1- 445.
- Wright, S., J. and O, Calderón. (2006). Seasonal, El Niño and longer-term changes in flower and seed production in a moist tropical forest. *Ecology letters* 9(1): 35–44.
<https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2005.00851.x>

ชีววิทยาของผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศ ชนิด *Phthorimaea absoluta* Meyrick, 1917
(Lepidoptera: Gelechiidae) ในประเทศไทย

อาทิตย์ รักษ์สิกร สุนัดดา เขาวลิต ดนัย ชัยเรือนแก้ว

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

ผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศ *Phthorimaea absoluta* Meyrick, 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae) เป็นแมลงศัตรูพืชร้ายแรงอุบัติใหม่ในประเทศไทย การทราบชีววิทยาของผีเสื้อชนิดนี้ในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย จะสามารถนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมสถานการณ์การแพร่ระบาดและลดความเสียหายในพื้นที่ปลูกมะเขือเทศได้ จากการศึกษาชีววิทยาในแปลงปลูกมะเขือเทศในประเทศไทย และห้องปฏิบัติการกลุ่มกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ระหว่างเดือนมีนาคม 2563 ถึงเดือนกันยายน 2565 พบว่า ผีเสื้อวางไข่เป็นฟองเดี่ยว ระยะไข่ประมาณ 4 วัน ระยะหนอนมี 4 วัย ช่วงเวลาประมาณ 13 วัน ระยะดักแด้ประมาณ 8 วัน ผีเสื้อมีอายุประมาณ 17-23 วัน อัตราการรอดชีวิตเมื่อเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ (n=40) เท่ากับ 62.50 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมีย ประมาณ 1 ต่อ 1 พฤติกรรมของหนอนที่พบในสภาพแปลง เมื่อหนอนกัดกินภายในใบมะเขือเทศแล้ว สามารถย้ายไปยังใบใหม่หรือส่วนอื่นของต้นมะเขือเทศได้ เมื่อประชากรหนาแน่น หนอนยังสามารถเข้าเจาะทำลายผลและต้นมะเขือเทศได้ นอกจากนี้ในการศึกษาทางพันธุศาสตร์และความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ โดยใช้ตัวอย่างผีเสื้อที่รวบรวมในประเทศไทย พบว่าเป็นชนิด *P. absoluta* ทั้งหมด ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันอาจส่งผลกระทบต่อการแพร่ระบาดของผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศ ซึ่งถือเป็นแมลงศัตรูต่างถิ่นในหลายด้าน เช่น อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝน การขยายพื้นที่ปลูกพืชอาศัย การปรับตัวของหนอน และการแพร่กระจายทางภูมิศาสตร์

คำหลัก: ผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศ ชีววิทยา

OE-05

ภาคบรรยาย

Biology of Tomato Leaf-Miner Moths, *Phthorimaea absoluta* Meyrick, 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae), in Thailand

Artit Rukkasikorn Sunadda Chaovalit Danai Chaireunkaew

Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

ABSTRACT

The tomato leafminer *Phthorimaea absoluta* Meyrick, 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae) is a new invasive important pest to Thailand. Biological knowledge of this pest in the Thai environment will be applied to epidemic situation control and in order to decrease crop losses in tomato field areas. Results of the study on biology in tomato fields of Thailand and in the laboratory at the Entomological and Zoological research unit, Department of Agriculture, between March 2020 to September 2022, were: Eggs are laid singly, and hatch in 4 days. The larvae usually have four instars. The larval stage is approximately 13 days. The pupal stage is approximately 8 days. Adults have a lifespan of about 17 to 23 days. Vitality percent of the rearing in laboratory (n=40) was 62.50%, and the sex ratio between male to female was approximately 1:1. Results of the behavior studies of caterpillars in the field show that they can move to a new leaf and the other parts of the tomato bush after they have already mined the old leaf, and if the density of caterpillars on the tomato bush was high, they can bore into fruit and twigs of the tomato bush. In a study on genetic and evolutionary relations of the tomato leafminers which were collected in Thailand, only a single species *P. absoluta* was found. The current changes in climate may have significant impacts on the spread of the tomato leafminer, which is considered an invasive pest, in several aspects, such as rising temperatures, changes in rainfall patterns, the expansion of host plant cultivation areas, the adaptation of the worms, and geographical spread.

Keywords: tomato leaf-miner (*Phthorimaea absoluta*), biology

คำนำ

ผีเสื้อหนอนชอนใบมะเขือเทศ *Phthorimaea absoluta* Meyrick, 1917 (Lepidoptera: Gelechiidae) เป็นศัตรูพืชต่างถิ่นที่สร้างความเสียหายอย่างร้ายแรงต่อพื้นที่ปลูกมะเขือเทศในภูมิภาคเมดิเตอร์เรเนียน โดยเข้าเจาะชอนไชทำลายใบและผลมะเขือเทศ ทำให้ผลผลิตลดลง เมื่อระบาดรุนแรงจะสร้างความเสียหายต่อผลผลิตในพื้นที่ปลูกทั้งหมด ไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ และต้นมะเขือเทศจะตายในที่สุด ผีเสื้อหนอนชอนใบมะเขือเทศพบการระบาดในประเทศไทยในช่วงต้นปี พ.ศ. 2562 โดยก่อความเสียหายอย่างรุนแรงต่อพื้นที่ปลูกมะเขือเทศในเขตภาคเหนือของประเทศไทย และยากต่อการป้องกันกำจัดเพื่อควบคุมการแพร่ระบาด เนื่องจากประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้น แตกต่างจากภูมิภาคเมดิเตอร์เรเนียนที่มีสภาพภูมิอากาศเย็นและแห้งแล้ง แต่ยังไม่มียุทธศาสตร์การศึกษาวิทยวิทยาของผีเสื้อชนิดนี้ในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย ดังนั้นการทราบชีววิทยารวมทั้งพฤติกรรมอย่างแม่นยำ พร้อมทั้งเขตการแพร่กระจายของผีเสื้อหนอนชอนใบมะเขือเทศชนิดนี้ในพื้นที่ปลูกมะเขือเทศของประเทศไทย ส่งผลให้การป้องกันกำจัดมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสามารถควบคุมสถานการณ์การระบาดได้

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

- 1) อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง และสารเคมีต่างๆ ที่ใช้ในการเก็บและรักษาสภาพตัวอย่าง สารเคมีสำหรับเตรียมและจัดทำสไลด์ถาวรของอวัยวะสืบพันธุ์ผีเสื้อ และชุดสารสกัดสารพันธุกรรมสำหรับผีเสื้อหนอนชอนใบมะเขือเทศ
- 2) กล้องจุลทรรศน์ รวมทั้งกล้องถ่ายภาพ และอุปกรณ์บันทึกผลการทดลอง
- 3) อุปกรณ์เลี้ยงหนอนผีเสื้อชอนใบมะเขือเทศและผีเสื้อ ได้แก่ กรงผ้าตาข่าย กล่องพลาสติกสีเหลี่ยม กระถางพลาสติก จานรองกระถางพลาสติก ถาดเพาะเมล็ด ถาดรองกล่องเลี้ยงแมลง ผ้าขาวบาง สำลี กระดาษ label และกระดาษชำระ
- 4) อาหารและพืชอาหารเลี้ยงหนอนผีเสื้อชอนใบมะเขือเทศ ได้แก่ อาหารเทียมตามแนวทางของ Genç (2017) ต้นมะเขือเทศ และอาหารเลี้ยงผีเสื้อหนอนชอนใบมะเขือเทศ ได้แก่ น้ำผึ้ง

วิธีการ

- 1) เก็บรวบรวมหนอนจากแปลงมะเขือเทศ สังเกตพฤติกรรมของหนอนที่พบในแปลงรวมทั้งลักษณะการเข้าทำลายต้นมะเขือเทศ นำหนอนมาเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ บางส่วนต้องรักษาสภาพในเอธิลแอลกอฮอล์ 80 % สำหรับใช้วัดขนาดกะโหลกและความยาวลำตัวเพื่อหาจำนวนวัยและขนาดเฉลี่ยของแต่ละวัยในวงจรชีวิต
- 2) นำหนอนที่เก็บรวบรวมได้จากแปลง เพาะเลี้ยงในกล่องด้วยใบมะเขือเทศ เมื่อหนอนเข้าสู่ระยะดักแด้ ย้ายดักแด้ไว้ในกล่องพลาสติกที่แห้งและรองพื้นด้วยกระดาษชำระ เพื่อให้ดักแด้ออกเป็นตัวผีเสื้อ ระหว่างนี้ฉีดพ่นละอองน้ำให้แกดักแด้เป็นระยะ เพื่อป้องกันดักแด้แห้งตาย

3) เมื่อดักได้ออกเป็นตัวผีเสื้อ ย้ายผีเสื้อไว้ในกล่องพลาสติกที่รองพื้นด้วยกระดาษชำระและใบมะเขือเทศ เพื่อชักนำให้เกิดการผสมพันธุ์และวางไข่ โดยสังเกตพฤติกรรมของผีเสื้อ ทั้งนี้ใช้น้ำผึ้งผสมน้ำซุบด้วยสำลีให้ชุ่มวางบนจานรองขนาดเล็ก และใส่ไว้ในกล่อง เพื่อเป็นอาหารของผีเสื้อ

4) เมื่อได้ไข่แล้ว สังเกตลักษณะของไข่ แยกไข่ไว้ในกล่องพลาสติกขนาดเล็ก จนกระทั่งไข่ฟักออกเป็นหนอนวัยแรก

5) แยกหนอนแรกฟักจากกล่องที่ใช้ฟักไข่ นำมาใส่ในกล่องเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ กล่องละ 1 ตัว อุณหภูมิเฉลี่ย 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60-80 เปอร์เซ็นต์ บางส่วนต้องรักษาสภาพใน เอธิลแอลกอฮอล์ 80 เปอร์เซ็นต์

6) หนอนที่เพาะเลี้ยงในอาหารแต่ละชนิด จำนวน 30 ตัว วัดขนาดความยาวลำตัวของหนอนทุกวัน เมื่อหนอนเข้าสู่ระยะดักแด้ วัดขนาดของดักแด้และตรวจดูเพศของผีเสื้อ

7) ตัวอย่างผีเสื้อที่ได้จากพื้นที่ต่างๆ ทั่วประเทศ นำมาตรวจสอบเพื่อยืนยันชนิดว่าเป็น *P. absoluta* ด้วยการเปรียบเทียบอวัยวะสืบพันธุ์จากสไลด์ถาวร และจากการสกัดสารพันธุกรรมเปรียบเทียบ

การบันทึกข้อมูล

1) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ บันทึกแหล่งที่พบการระบาด

2) พฤติกรรมของหนอนและผีเสื้อที่สังเกตได้ ทั้งในสภาพที่สำรวจพบในแปลงปลูกมะเขือเทศ รวมทั้งระหว่างการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการและในโรงเรือนทดสอบของกลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

3) ลักษณะของไข่ จำนวนไข่เฉลี่ยที่ได้จากแม่ผีเสื้อแต่ละตัว จำนวนหนอนที่ฟักออกจากไข่แต่ละชุดของการวางไข่ และระยะเวลาของไข่เมื่อแม่ผีเสื้อวางไข่จนกระทั่งไข่ฟักเป็นหนอน

4) บันทึกขนาดของหนอนทุกวันระหว่างการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ มาจัดทำตารางชีวิต (biological life table) เพื่อวิเคราะห์การเจริญเติบโต ตามแนวทางของ อินทวัฒน์ (2548) และบันทึกขนาดของกะโหลกหนอน (head capsule) นำค่าที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยเพื่อวิเคราะห์จำนวนวัย (instar) ที่แท้จริงของตัวหนอน ตามทฤษฎี Dyar's Law (1980)

5) จำนวนวันเมื่อหนอนเข้าสู่ระยะดักแด้สมบูรณ์จนกระทั่งออกเป็นตัวผีเสื้อ ขนาดของดักแด้ รวมถึงบันทึกเพศของผีเสื้อจากการตรวจดูดักแด้ นำข้อมูลที่ได้มาหาอัตราส่วนเพศ (sex ratio)

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาทำการวิจัยรวมทั้งสิ้น 2 ปี 6 เดือน ตั้งแต่ มีนาคม 2563 ถึง กันยายน 2565

1. แปลงปลูกมะเขือเทศ ในภาคต่างๆ ของประเทศไทย

2. ห้องปฏิบัติการกลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาอนุกรมวิธาน สัตว์ฐานวิทยา ชีววิทยา นิเวศวิทยา รวมทั้งพันธุศาสตร์และความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศ เปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิงที่สืบค้นได้ สามารถสรุปได้ดังนี้

1. อนุกรมวิธานของผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศ

Chang & Metz (2021) ได้ทบทวนการจัดจำแนกผีเสื้อหนอนผีเสื้อขอนใบมะเขือเทศ โดยมีลำดับชั้นทางอนุกรมวิธาน ดังนี้

Order Lepidoptera

Suborder Glossata

Superfamily Gelechioidea Fracker, 1915

Family Gelechiidae Stainton, 1854

Subfamily Gelechiinae Stainton, 1854

Tribe Gnorimoschemini Povolný, 1964

Genus *Phthorimaea* Meyrick, 1902

Phthorimaea Meyrick, 1902: A new genus of Gelechiidae. *Entomologist's Monthly Magazine* 38: 103–104.

Type species: *Gelechia operculella* Zeller, 1873

ชีวประวัติทางอนุกรมวิธานของผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศ มีดังนี้

Phthorimaea absoluta Meyrick, 1917

Phthorimaea absoluta Meyrick, 1917; Descriptions of South American micro-lepidoptera. *Transactions of the Entomological Society of London* 1917(1):1–52.

Scrobipalpula absoluta Povolný, 1964; Gnorimoschemini trib. nov. – eine neue tribus der familie Gelechiidae nebst bemerkungen zur ihrer taxonomie (Lepidoptera). *Acta Societatis Entomologica Cechosloveniae* 61: 330–359.

Gnorimoschema absoluta Clarke, 1969; *Catalogue of the Type Specimens of Microlepidoptera in the British Museum (Natural History) Described by Edward Meyrick. Vol. 7. Gelechiidae (D–Z)*. Trustees of the British Museum, London, 531 pp.

Scrobipalpuloides absoluta Povolný, 1987; Gnorimoschemini of southern South America III: the scrobipalpuloid genera (Insecta, Lepidoptera, Gelechiidae). *Steenstrupia* 13(1): 1–91.

Tuta absoluta Povolný, 1994; Gnorimoschemini of southern South America VI: identification keys, checklist of Neotropical taxa and general considerations (Insecta, Lepidoptera, Gelechiidae). *Steenstrupia* 20(1): 1–42.

ชื่อสามัญ ผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศ lesser tomato leaf miner, tomato leaf miner moth, tomato moth, South American tomato moth, tomato borer, tomato fruit moth, polilla del tomate, traca-

do-tomateiro, oruga minadora de hoja y tallo, polilla perforadora, cogollero del tomate, gusano minador del tomate, perforador de las hojas del tomate, South American tomato pinworm, gusano minador de la papa (USDA-APHIS, 2011)

2. สันฐานวิทยาของผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศ

ลักษณะทางสันฐานวิทยาของผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศที่พบ สอดคล้องกับการศึกษาของ USDA-APHIS (2011) โดยมีลักษณะดังนี้

ตัวเต็มวัย (Figure 1.) เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็ก เพศเมียมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้เล็กน้อย ความยาวของปีกหน้า (forewing length) ประมาณ 4.27 ± 0.35 มิลลิเมตร ($n=21$) ในเพศผู้ และประมาณ 4.51 ± 0.37 มิลลิเมตร ($n=21$) ในเพศเมีย ทั้งสองเพศหวนดแบบ filiform สีขาวอมเหลืองสลับดำ ตลอดความยาวของหวนด รยางค์ปาก (labial pulp) มีลักษณะเรียวก้าง ปีกคู่หน้าลักษณะแคบและยาว ปลายปีกเรียวก้าง มีสีเทาอมดำในเพศผู้ และมีสีน้ำตาลอมเทาในเพศเมีย ทั้งสองเพศมีจุดสีดำขนาดเล็กกระจายอยู่ทั่วปีกคู่หน้า ที่ขอบปีกคู่หน้าบริเวณใกล้ปลายปีกมีแผงขนสั้นสีน้ำตาลเข้มเรียงอยู่รอบปลายปีก แบบ ‘Fringe wing’ ปีกคู่หลังในทั้งสองเพศลักษณะเป็นแผ่นบาง รูปร่างเรียวก้าง และแคบคล้ายกับปีกคู่หน้า แต่ที่ปลายปีกคู่หลังมีลักษณะเรียวก้างแหลมยื่นออกมา ปีกคู่หลังมีสีน้ำตาลเข้มไม่มีลวดลายที่ขอบปีกมีแผงขนยาวสีน้ำตาลเข้มเรียงอยู่รอบปีก แบบ ‘Fringe wing’ เช่นเดียวกันกับปีกคู่หน้า

อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ ส่วน tegumen มีความกว้างมากกว่าความยาว uncus สั้นและปลายมนเห็นได้ไม่ชัดเจน valve แคบและสั้น clasper ประกอบด้วยขนที่มีลักษณะสั้นปกคลุมอยู่ทั่ว ที่ส่วนฐานของ valve พบ saccular process ลักษณะสั้นอยู่ใกล้ distal lobe of sacculus ส่วน sacculus มีลักษณะแคบและยาวเรียวก้างแหลม aedeagus เรียวยาว กว้างที่ส่วนฐาน ประกอบด้วยส่วนที่แข็งและส่วนที่เป็นเยื่อบาง อวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย ส่วน corpus bursae ลักษณะเป็นก้อนรูปร่างคล้ายไข่ โดยมีความยาวประมาณ 2 เท่าของความกว้าง signum มีลักษณะสั้น ปรากฏอยู่ที่บริเวณส่วนฐานของ corpus bursae ส่วน ductus bursae แคบสั้นและเป็นโครงสร้างที่แข็ง ที่ส่วน sinus vaginalis มีรยางค์เรียวยาวจำนวน 2 คู่เห็นได้ชัดเจน โดยคู่ apophyses anterior จะยื่นออกทางด้านข้าง ส่วนคู่ apophyses posterior จะอยู่คู่กันและวางตัวมาทาง papilla anales (Figure 2.)

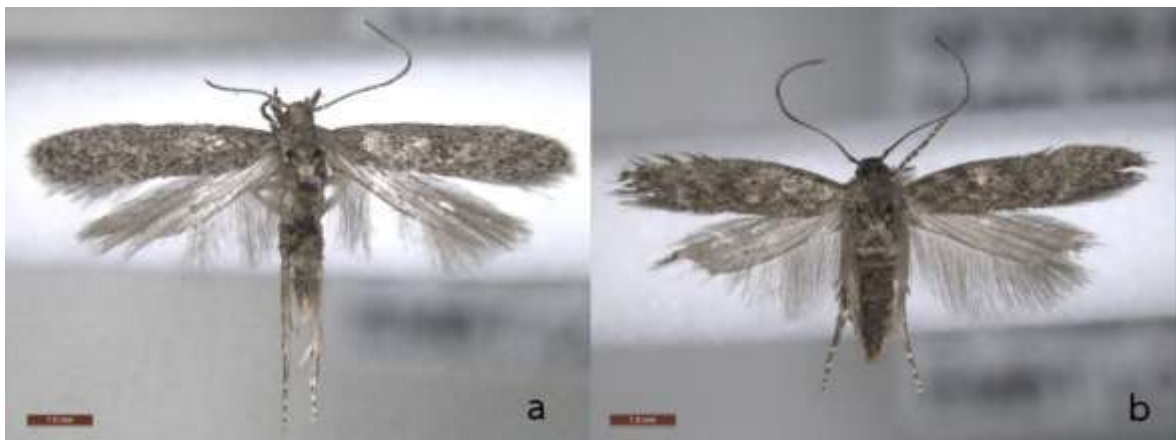


Figure 1 Adults of *Phthorimaea absoluta* dorsal view, a. male b. female

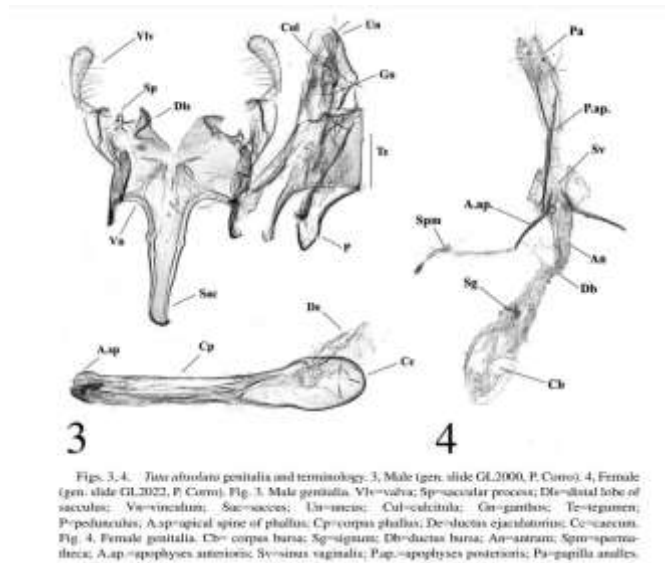


Figure 2. Genitalia of *Phthorimaea absoluta*

(From: Chang & Metz, 2021)

ดักแด้ (Figure 3.) แบบ obtect เมื่อแรกมีสีเขียวและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มขึ้นเมื่อใกล้ฟักเป็นตัวเต็มวัย ดักแด้เพศผู้มีความยาวเฉลี่ย 4.48 ± 0.21 มิลลิเมตร ($n=30$) และดักแด้เพศเมียมีความยาวเฉลี่ย 4.83 ± 0.31 มิลลิเมตร ($n=30$) ไม่มีรังดักแด้ห่อหุ้ม สามารถจำแนกเพศของผีเสื้อในระยะดักแด้ได้โดยใช้ตำแหน่งของ gonopore ที่ส่วนปลายดักแด้



Figure 3 *Phthorimaea absoluta*, a. pupae

b. pupal sex character; female (left) male (right).

ตัวหนอน (Figure 4.) แบบ eruciform ส่วนหัวมีกะโหลก (head capsule) สีน้ำตาลเข้ม ส่วนอกและท้องของตัวหนอนลักษณะแบนเล็กน้อย พื้นผิวลำตัวมีขนสั้นปกคลุมเล็กน้อย สีของตัวหนอนเมื่อแรกฟักใสไม่มีสี เมื่อหนอนวัยแก่ขึ้นมักมีความแปรผันจากสีเหลืองอมเขียวถึงสีเขียวเข้ม หนอนวัยแก่เมื่อใกล้เข้าระยะดักแด้มักจะเปลี่ยนเป็นสีแดง หนอนมีขาเทียมจำนวน 5 คู่ ในปล้องท้องที่ 3-6 และ 10 ที่ปลายขาเทียม crochets จัดเรียงแบบ penellipse

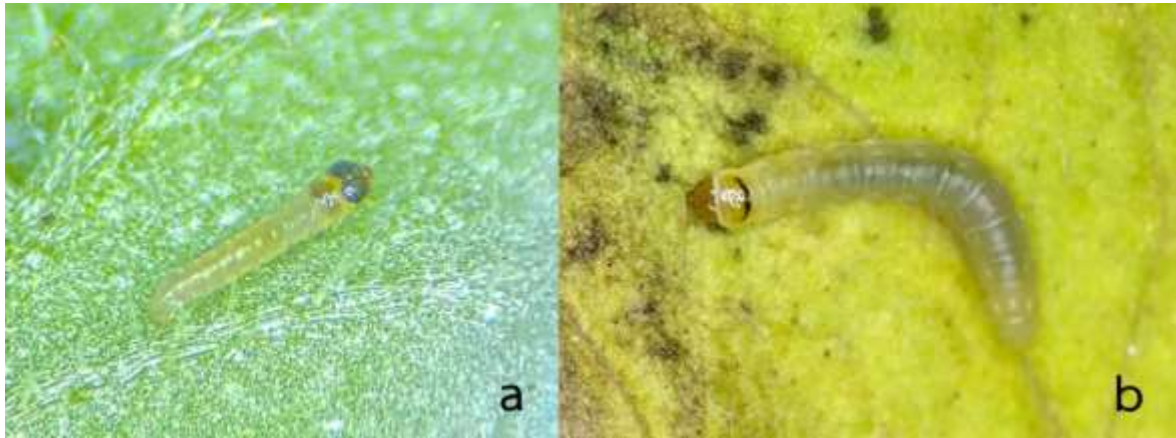


Figure 4. Caterpillars of *Phthorimaea absoluta*, a. early instar b. late instar

ไข่ (Figure 5.) มีลักษณะยาวรี พื้นผิวเปลือกไข่เรียบ สีของไข่แตกต่างกันไปในแต่ละระยะ ก่อนฟักเป็นตัว หนอน ไข่แต่ละฟองมีขนาดความกว้างประมาณ 0.21 ± 0.01 มิลลิเมตร และขนาดความยาวประมาณ 0.34 ± 0.03 มิลลิเมตร ($n=30$)

3. ชีวิตวิทยาของผีเสื้อหนอนใบมะเขือเทศในประเทศไทย

จากการศึกษาชีวิตวิทยาของผีเสื้อหนอนใบมะเขือเทศ โดยเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Abbes *et al.* (2016) CABI (2019) Genç (2017) Mahmoud (2018) และ USDA-APHIS (2011) พบว่า

การเพาะเลี้ยงหนอนผีเสื้อหนอนใบมะเขือเทศ เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตรวมถึงอัตราการรอดชีวิตด้วยอาหารเทียมสูตรต่างๆ และใบมะเขือเทศ ในสภาพห้องปฏิบัติการของประเทศตุรกี ที่อุณหภูมิ 23 ± 2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 65 เปอร์เซ็นต์ โดย Genç (2017) พบว่า อาหารเทียมสูตรที่ประยุกต์จากอาหารเทียมที่ใช้เพาะเลี้ยงผีเสื้อหนอนใยผัก *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae) โดยผสมผงบดละเอียดจากใบมะเขือเทศอบแห้งลงในอาหารเทียมอัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอาหารเทียม สามารถใช้เพาะเลี้ยงหนอนผีเสื้อหนอนใบมะเขือเทศได้ดี มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการเพาะเลี้ยงด้วยใบมะเขือเทศ ซึ่งอาหารเทียมสูตรนี้ มีอัตราการรอดชีวิตของหนอน 59.42 ± 8.25 เปอร์เซ็นต์ ช่วงเวลาการเจริญเติบโตในระยะหนอนเฉลี่ย 15.81 ± 3.31 วัน ในขณะที่การเพาะเลี้ยงด้วยใบมะเขือเทศ มีอัตราการรอดชีวิตของหนอน 65.70 ± 8.39 เปอร์เซ็นต์ ช่วงเวลาการเจริญเติบโตในระยะหนอนเฉลี่ย 11.85 ± 2.75 วัน แต่การเพาะเลี้ยงในสภาพห้องปฏิบัติการในประเทศไทย ที่อุณหภูมิ 25 ± 2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 60-80 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้อาหารเทียมสูตรที่ประยุกต์จากอาหารเทียมของ Genç (2017) พบว่าไม่สามารถเพาะเลี้ยงหนอนได้

Abbes *et al.* (2016) CABI (2019) Mahmoud (2018) และ USDA-APHIS (2011) ได้รายงานชีวิตวิทยาของผีเสื้อหนอนใบมะเขือเทศ ในสภาพห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิเฉลี่ย 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไข่ของผีเสื้อหนอนใบมะเขือเทศจะถูกวางเป็นฟองเดี่ยว มักพบบริเวณใต้ใบของพืชอาหาร แม้ผีเสื้อแต่ละตัวสามารถวางไข่ได้มากที่สุดจำนวนประมาณ 250-300 ฟอง ไข่มีขนาดเล็กรูปร่างทรงกระบอก สีขาวอมเหลืองถึงสีส้มเหลือง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.22 มิลลิเมตร และยาวประมาณ 0.35 มิลลิเมตร ไข่ใช้เวลา

ฟักเป็นตัวหนอน ประมาณ 4–6 วัน ระยะหนอนมีจำนวน 4 วัย ใช้เวลาประมาณ 8–14 วัน จึงเข้าสู่ระยะดักแด้ ตัวหนอนเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ มีความยาวประมาณ 8 มิลลิเมตร เมื่อหนอนโตเต็มที่แล้วจะเข้าดักแด้ในดินหรือในวัสดุส่วนที่แห้งบริเวณใกล้เคียงกับต้นพืช รวมถึงส่วนต่าง ๆ บนต้นพืชอาศัย ขนาดดักแด้ในเพศผู้มีขนาดเล็กกว่าในเพศเมีย ระยะดักแด้ใช้เวลาประมาณ 7–10 วัน จึงจะพัฒนาเป็นผีเสื้อตัวเต็มวัย ผีเสื้อทั้งสองเพศมีความยาวเฉลี่ย 1.0 เซนติเมตร และความกว้างช่วงปีก (wing span) เฉลี่ย 1.0 เซนติเมตร ในระยะตัวเต็มวัยผีเสื้อมีอายุขัยเฉลี่ย ประมาณ 6–15 วัน โดยรวมแล้ววงจรชีวิตของผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศในแต่ละรุ่นจะใช้ระยะเวลาเฉลี่ย ประมาณ 30–40 วัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและปัจจัยอื่นที่เหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้ คือ

ระยะไข่ แม่ผีเสื้อวางไข่เดี่ยวกระจายตัวอยู่บนก้านใบและแผ่นใบ ทั้งด้านบนและด้านล่างของใบมะเขือเทศ ซึ่งมีช่วงระยะเวลาการฟักประมาณ 4 วัน โดยลักษณะสีของไข่เมื่อแรกวาง มีสีเหลืองอมเขียว และเปลี่ยนเป็นขาวอมเหลืองในวันต่อมา (Figure 5 a.) ในวันที่ 3 จะมองเห็นตาของหนอนสีแดง 1 คู่ ปรากฏขึ้นบนไข่ (Figure 5 b.) ต่อมาในวันที่ 4 ตาของหนอนนี้จะเปลี่ยนเป็นสีดำ (Figure 5 c.) และเมื่อใกล้ฟักจะเห็นตัวหนอนขดตัวอยู่ภายในไข่ (Figure 5 d.)



Figure 5. Eggs of *Phthorimaea absoluta*,

a. 1st day egg (yellow-green color) and 2nd day (ivory color)

b. 3rd day egg c. 4th day egg d. nearly hatch egg (right)

ระยะหนอน ระยะเวลาประมาณ 13 วัน

จากการศึกษาจำนวนวัยและขนาดของหนอนผีเสื้อบนใบมะเขือเทศ โดยใช้ตัวอย่างที่เก็บจากแปลงเพาะปลูกมะเขือเทศ ซึ่งเก็บหนอนทุกขนาดและต้องรักษาสภาพไว้ โดยวัดขนาดของกะโหลก (head capsule) ตามแนวทางของ Dyar (1980) และวัดความยาวลำตัวของหนอน คละขนาดและวัย จากหนอนจำนวน 1,037 ตัว พบว่าระยะหนอนมีจำนวน 4 วัย (Figure 6.) นำมาเปรียบเทียบกับขนาดและความยาวของหนอนที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ โดยสามารถสรุปขนาดกะโหลกเฉลี่ย ความยาวลำตัว และจำนวนวันเฉลี่ยในแต่ละวัยแตกต่างกัน ดังแสดงใน Table 1 และ Table 2

Table 1. The size of head capsule and larval body length in each instar (n=1,037) and duration in each instar (n=40)

Instar	size of head capsule (mm.) (n=1,037)	larval body length (mm.) (n=1,037)	duration (days) (n=40)
1	0.21±0.03	1.99±0.47	1.45±0.31
2	0.33±0.03	3.57±0.64	2.70±0.45
3	0.49±0.03	5.32±0.46	4.42±0.60
4	0.51±0.04	6.94±0.59	6.28±0.60



Figure 6. Caterpillar stages of *Phthorimaea absoluta*

ระยะดักแด้ ระยะเวลาเฉลี่ย 8.46 ± 0.66 วัน (n=40)

ระยะผีเสื้อ ระยะเวลาที่ผีเสื้อหนอนชอนใบมะเขือเทศ สามารถมีชีวิตอยู่ได้ในสภาพห้องปฏิบัติการ อุณหภูมิเฉลี่ย 25 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 60–80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเลี้ยงตัวผีเสื้อด้วยน้ำหวาน พบว่า ผีเสื้อเพศผู้ มีอายุเฉลี่ย 19.87 ± 7.30 วัน ส่วนผีเสื้อเพศเมีย มีอายุเฉลี่ย 19.06 ± 6.29 วัน

Table 2. Duration in each stage of the tomato leafminer life cycle.

(T=25±2°C, RH=60–80%) (n=40)

Growth Stage	Mean±SD. (days)
Larva (caterpillar)	
- 1 st instar	1.45±0.31
- 2 nd instar	2.70±0.45
- 3 rd instar	4.42±0.60
- 4 th instar	6.28±0.60
Pupa	8.46±0.66
Adult	
- Female	19.06±6.29
- Male	19.87±7.30

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของหนอนขอนใบมะเขือเทศ ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ (T=25±2°C, RH=60–80%) ด้วยใบมะเขือเทศ โดยแยกเลี้ยงเดี่ยวในกล่องพลาสติก จำนวน 40 ตัว พบว่าอัตราการรอดชีวิตมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงใน Table 3

Table 3. Survival rate of the tomato leafminer reared on tomato leaves. in laboratory.

(T=25±2°C, RH=60–80%) (n=40)

	Number	Survival rate (%)
Pupae from caterpillars	35	87.50
Adults from pupae	25	71.43
Adults from caterpillars	25	62.50
Adult males	13	32.50
Adult females	12	30.00

นอกจากนี้สัดส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมียของผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศ จากการเพาะเลี้ยง (Table 3) พบว่ามีสัดส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมีย ประมาณ 1 ต่อ 1

และจากการศึกษาการเจริญเติบโตของหนอนขอนใบมะเขือเทศ ที่เลี้ยงนอกห้องปฏิบัติการ โดยปล่อยหนอนบนใบของต้นมะเขือเทศ ต้นละ 10 ตัว จำนวน 4 ต้น ใส่ในกรงเลี้ยงแมลง (Figure 7.) และนำไปไว้ในสภาพโรงเรือน ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2565 ($T \cong 30 \pm 5^\circ\text{C}$, $\text{RH} \cong 80\%$) พบว่าอัตราการรอดชีวิตมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงใน Table 4 แต่เนื่องจากในสภาพโรงเรือน ทำให้ไม่สามารถวัดขนาดและระบุวัยหนอนเพื่อนำมาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตได้ จึงศึกษาได้เฉพาะอัตราการรอดชีวิต และพฤติกรรมการเข้าดักแด้ของหนอน แต่จากการสังเกตพบว่าหนอนและผีเสื้อที่เลี้ยงบนต้นมะเขือเทศมีขนาดใหญ่กว่าชุดการทดลองที่เลี้ยงในกล่องพลาสติก อาจเป็นเพราะภายในกล่องพลาสติกมีสภาพอับ อากาศไม่ถ่ายเท มีผลต่อหนอนที่มีขนาดเล็กบอบบาง ทำให้หนอนเกิดความเครียดส่งผลต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดชีวิต ซึ่งพบอัตราการรอดชีวิตเพียง 62.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเพาะเลี้ยงด้วยอาหารเทียมนั้น การปรับปรุงสูตรเนื่องจากใช้วัสดุทดแทนในประเทศไทยที่แตกต่างจากสูตรต้นฉบับ อาจทำให้เนื้อสัมผัสของอาหารเทียมแข็งกระด้าง เป็นปัจจัยที่ทำให้อาหารเทียมไม่สามารถใช้เพาะเลี้ยงหนอนได้



Figure 7. Rearing cage of the tomato leafminer in greenhouse.

Table 4. Survival rate of the tomato leafminer reared on tomato trees. in greenhouse.(T $\pm$ 30 $\pm$ 5°C, RH $\pm$ 80%) (n=40)

	Number	Survival rate (%)
All pupae	37	92.50
Pupae on tomato trees	20	50.00
Pupae out of pots	7	17.50
Pupae on pots	1	2.50
Pupae in soil material	1	2.50
Adult moths in cage	8	20.00
Dead caterpillars	3	7.50

4. นิเวศวิทยาของผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศ

การกระจายพันธุ์ทางภูมิศาสตร์: ผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศมีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปอเมริกาใต้ โดยพบครั้งแรกในประเทศเปรู มีรายงานการระบาดนอกถิ่นที่อยู่อาศัยครั้งแรกที่ประเทศสเปน ในปี พ.ศ. 2549 และต่อมาพบแพร่กระจายในทวีปยุโรป แอฟริกา และเอเชีย (CABI, 2019; FAO, 2019; IRAC, 2011; USDA-APHIS, 2011) ในประเทศไทยพบการระบาดครั้งแรกช่วงต้นปี พ.ศ. 2562 ปัจจุบันพบได้เกือบทุกภูมิภาคทั่วประเทศในพื้นที่ปลูกมะเขือเทศ ยกเว้นภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้

ฤดูกาลที่พบในประเทศไทย: ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบได้ทุกฤดูกาล และพบมากในช่วงฤดูหนาวที่มีอากาศเย็น ส่วนภาคกลางและภาคตะวันตก มักพบในช่วงฤดูหนาว ที่มีอากาศเย็น

พืชอาศัย: ผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศมีพืชอาศัยหลายชนิด โดย CABI (2019) ได้รายงานพืชอาหารที่พบหนอนผีเสื้อขอนใบมะเขือเทศเข้าทำลาย มีจำนวนมากกว่า 20 ชนิด ในจำนวนนี้ประกอบด้วยพืชอาหารตามธรรมชาติของหนอนผีเสื้อขอนใบมะเขือเทศ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์มะเขือ (Solanaceae) ได้แก่ มะเขือเทศ มันฝรั่ง พริก มะเขือต่างๆ โทงเทง ยาสูบ และลำโพง รวมทั้งพืชวงศ์อื่นที่เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ เช่น พืชบางชนิดในวงศ์ชะคราม (Chenopodiaceae) และวงศ์ผักบุ้ง (Convolvulaceae) เช่น บัทรูด ผักโขม และผักบุ้ง เป็นต้น ในประเทศไทยมีรายงานการระบาดของผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศที่สร้างความเสียหายอย่างรุนแรงต่อพืชเศรษฐกิจ ในมะเขือเทศและมันฝรั่ง

พฤติกรรมของผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศ: ผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศ เป็นแมลงที่มีกิจกรรมการดำรงชีวิตในเวลากลางวัน รวมทั้งเวลาช่วงเช้ามืดและพลบค่ำ ทั้งการหาอาหารและการผสมพันธุ์ ในเวลากลางวันมักพบเกาะพักหลบซ่อนตัวอยู่ในทรงพุ่มของต้นมะเขือเทศ หรือบริเวณอื่นๆ ที่ปราศจากการรบกวนจากศัตรูตามธรรมชาติ ผีเสื้อบินได้รวดเร็วและว่องไวเมื่อถูกรบกวน การผสมพันธุ์ของผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศ เกิดได้ตลอดวัน โดยผีเสื้อเพศเมียจะปลดปล่อยสารล่อเพศ (sex pheromone) ชักนำให้ผีเสื้อเพศผู้มาผสมพันธุ์ ผีเสื้อทั้งสองเพศ

สามารถผสมพันธุ์ได้หลายครั้งตลอดอายุขัย สอดคล้องกับการศึกษาของ Abbas *et al.* (2016) CABI (2019) Mahmoud (2018) และ USDA-APHIS (2011) แม่ผีเสื้อที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้ววางไข่ได้หลายครั้ง สามารถวางไข่ได้มากที่สุดจำนวนประมาณ 250-300 ฟอง ต่อแม่ผีเสื้อหนึ่งตัว โดยมักพบวางไข่เป็นฟองเดี่ยว กระจายตัวอยู่บนก้านใบ และแผ่นใบ ทั้งด้านบนและด้านล่างของใบมะเขือเทศ และพบมากบริเวณใกล้ท่อน้ำเลี้ยงทางด้านบนของแผ่นใบ หนอนเมื่อแรกฟักจะเดินอยู่บนผิวใบชั่วระยะเวลาหนึ่ง จากนั้นจึงซ่อนเข้าสู่ภายในใบ กัดกินเนื้อเยื่อใบเป็นอาหาร (Figure 8 a.) หนอนผีเสื้อซ่อนใบมะเขือเทศสามารถย้ายจากที่ซ่อนใบเดิม ไปซ่อนเข้าใบใหม่ หรือเจาะเข้าผลหรือลำต้นของมะเขือเทศได้ (Figure 8 b.) แตกต่างจากแมลงวันหนอนซ่อนใบและผีเสื้อหนอนซ่อนใบส้ม ที่ไม่สามารถย้ายไปยังที่อื่นได้ ในส่วนพฤติกรรมการกินของหนอน หนอนจะซ่อนกัดกินอยู่ภายในใบมะเขือเทศโดยการกินเนื้อเยื่อชั้นที่เรียกว่า mesophyll ลักษณะรอยซ่อนของหนอนผีเสื้อซ่อนใบมะเขือเทศจะเป็นแถบกว้าง (Figure 8 c.) แตกต่างจากรอยซ่อนของแมลงวันหนอนซ่อนใบที่เป็นเส้นคดเคี้ยว จากการสังเกตในสภาพธรรมชาติ พบว่าหนอนผีเสื้อชนิดนี้ค่อนข้างชอบสภาพอากาศที่เย็นและความชื้นในอากาศปานกลาง พฤติกรรมการเข้าสู่ระยะดักแด้นั้น พบว่าหนอนมักจะหาพื้นที่แห้งในการเข้าดักแด้ ส่วนมากจะพบอยู่ใต้ใบมะเขือเทศสด และบางส่วนจะเข้าดักแด้ในใบที่แห้งและร่วงหล่น รวมทั้งวัสดุที่แห้งบริเวณใต้ต้นพืชอาศัย



Figure 8 a. Neonatal caterpillar mining the tomato leaf.

b. Damage of the tomato leaf miner in tomato fruit.

c. Damage of tomato leaf miner on tomato leaf.

5. พันธุศาสตร์และความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของผีเสื้อหนอนซ่อนใบมะเขือเทศ

การจำแนกชนิดผีเสื้อหนอนใบมะเขือเทศโดยใช้ยีน mtCOI

ดีเอ็นเอของยีน mtCOI จากผีเสื้อหนอนซ่อนใบมะเขือเทศ จากจังหวัดพะเยา น่าน แพร่ อุตรดิตถ์ ตาก กำแพงเพชร นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ นครราชสีมา หนองคาย มุกดาหาร นครพนม ราชบุรี และบึงกาฬ จำนวน 43 ตัวอย่างมีขนาด 650 นิวคลีโอไทด์ พบว่าเป็นผีเสื้อหนอนซ่อนใบมะเขือเทศชนิด *P. absoluta* ทั้งหมด (Index table)

การวิเคราะห์ไฟโลเจเนติกส์ (Phylogenetic analysis)

สร้างแผนภูมิแบบ maximum likelihood phylogenetic tree โดยใช้ค่าความแตกต่าง (distance) ของข้อมูลยีน mtCOI ขนาด 627 นิวคลีโอไทด์ที่ได้จากการทำ multiple alignment คำนวณค่าความเชื่อมั่นจากการวิเคราะห์ bootstrap จำนวน 1,000 replications โดยใช้ตัวอย่างพบว่าผีเสื้อหนอนใบมะเขือเทศ จากจังหวัด พะเยา น่าน แพร่ อุตรดิตถ์ ตาก กำแพงเพชร นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ นครราชสีมาหนองคาย มุกดาหาร นครพนม ราชบุรี และบึงกาฬ จำนวน 43 ตัวอย่างเกาะกลุ่มกันทั้งหมด แยกจากผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศจาก อินเดีย และแอฟริกา (Figure 9.)

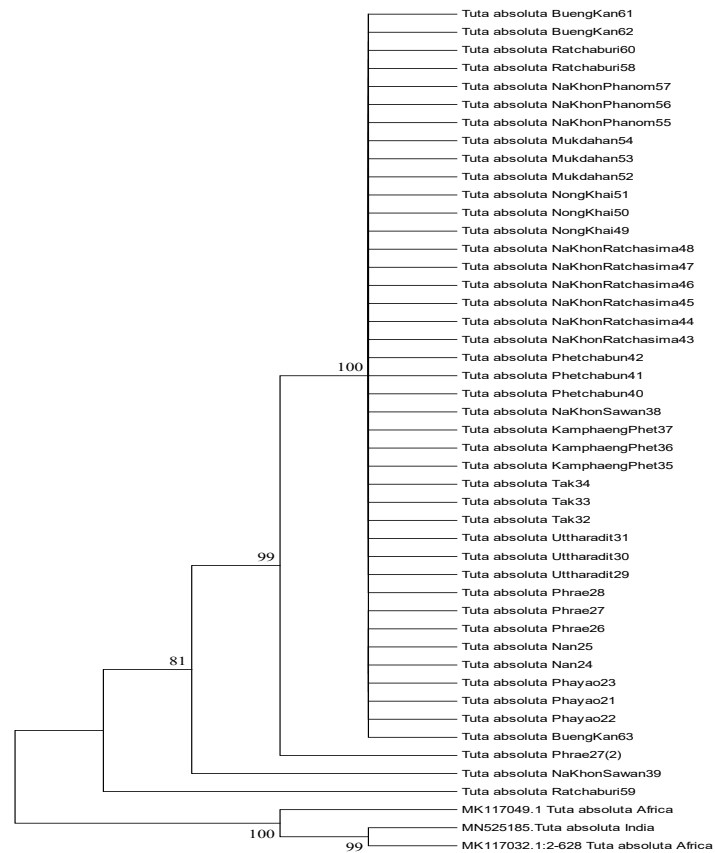


Figure 9. Phylogram obtained in a maximum likelihood phylogenetic tree search in RAXML of mitochondrial cytochrome oxidase 1 gene regions. Between *Phthorimaea absoluta* populations of Thailand, India and Africa.

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

ผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศ เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็ก เพศเมียมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้เล็กน้อย มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนของทวีปอเมริกา ปัจจุบันพบการแพร่กระจายในเขตร้อน ทั้งในทวีปแอฟริกา ยุโรป และเอเชีย จากการศึกษาชีววิทยาของผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศ พบว่า ผีเสื้อวางไข่เดี่ยว แม้ผีเสื้อแต่ละตัวสามารถวางไข่ได้มากที่สุดจำนวนประมาณ 250-300 ฟอง ไข่มีช่วงระยะเวลาการฟักประมาณ 4 วัน ระยะหนอนมีจำนวน 4 วัย โดยมีขนาดกะโหลกเฉลี่ยและความยาวลำตัวเฉลี่ยในแต่ละวัยแตกต่างกัน ระยะหนอนมีช่วงเวลาประมาณ 13 วัน ดักด้ระยะเวลาก่อนประมาณ 8 วัน ผีเสื้อเพศผู้ มีอายุเฉลี่ย 19.87 ± 7.30 วัน ส่วนผีเสื้อเพศเมีย มีอายุเฉลี่ย 19.06 ± 6.29 วัน อัตราการรอดชีวิตเมื่อเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ ($n=40$) เท่ากับ 62.50 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมียประมาณ 1 ต่อ 1 พฤติกรรมของหนอนที่พบในสภาพแปลง เมื่อหนอนกัดกินภายในใบมะเขือเทศแล้ว สามารถย้ายไปยังใบใหม่หรือส่วนอื่นของต้นมะเขือเทศได้ เมื่อประชากรหนาแน่น หนอนยังสามารถเข้าเจาะทำลายผลและต้นมะเขือเทศได้ นอกจากนี้ในการศึกษาทางพันธุศาสตร์และความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ โดยใช้ตัวอย่างผีเสื้อที่รวบรวมในประเทศไทย พบว่าเป็นชนิด *P. absoluta* ทั้งหมด ไม่แตกต่างกัน

ทั้งนี้ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลพื้นฐาน ทั้งด้านอนุกรมวิธาน สันฐานวิทยา ชีววิทยา นิเวศวิทยา พันธุศาสตร์ และความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการ ของผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศ ซึ่งเป็นแมลงศัตรูพืชร้ายแรงอุบัติใหม่ในประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2562 นอกจากนี้จากสภาพอากาศเปลี่ยนแปลง อาจเป็นสาเหตุให้แมลงศัตรูพืชต่างถิ่นอย่างผีเสื้อหนอนขอนใบมะเขือเทศแพร่กระจายได้รวดเร็วขึ้น ซึ่งข้อมูลนี้สามารถนำไปใช้ในการศึกษาวิจัยประยุกต์เพื่อหาแนวทางในการป้องกันกำจัดแมลงชนิดนี้ได้มีประสิทธิภาพต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆ ส่งผลให้งานวิจัยชิ้นนี้สามารถดำเนินการได้อย่างราบรื่น และสำเร็จลุล่วงด้วยดี อันได้แก่ คุณวุฒิพล ปฐมวัฒนานุรักษ์ คุณชัชณพพงษ์ พานเทียน คุณจิรภัทร์ ศรีสุข คุณอนุสรณ์ พงษ์มี คุณธนวัฒน์ แซ่ย่าง คุณรัตติยาพร วานเก้าน้อย คุณวิภาดา ปลอดครบุรี คุณรพีพรรณ ศรีมะเรือง คุณอุทัยวรรณ สอนจันทร์ คุณวิมลวรรณ โชติวงศ์ คุณอัจฉราภรณ์ ประเสริฐผล คุณกิงพร อ่อนเย็น ตลอดจนบุคคลากรท่านอื่นๆ ที่ได้ช่วยเหลือและประสานงาน

เอกสารอ้างอิง

- อินทวัฒน์ บุรีคำ. 2548. นิเวศวิทยาวิเคราะห์ทางกีฏวิทยา. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นครปฐม. 180 หน้า.
- Abbes, K., A. Harbi, M. Elimem, A. Hafsi and B. Chermiti. 2016. Bioassay of Three Solanaceous Weeds as Alternative Hosts for the Invasive Tomato Leafminer *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) and Insights on Their Carryover Potential. *African Entomology* 24(2): 334–342.
- CABI. 2019. *Tuta absoluta* (tomato leafminer). (Online). Available: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/49260>
- Chang, P.E.C. and M.A. Metz. 2021. Classification of *Tuta absoluta* (Meyrick, 1917). (Lepidoptera: Gelechiidae: Gelechiinae: Gnorimoschemini) Based on Cladistic Analysis of Morphology. *Proc. Entomol. Soc. Wash.* 123(1): 41-45.
- Dyar, H.G. 1890. The Number of Molts of Lepidopterous Larvae. *Psyche* 5(175 – 176): 420 – 422.
- FAO. 2019. FAO Steps up Response to Serious Tomato Pest in Near East. FAO, Rome, Italy.
- Genç, H. 2017. Laboratory Rearing of Tomato Leaf Miner, *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae) on Artificial Diet. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 4(4): 528 – 536.
- IRAC. 2011. *Tuta absoluta* – The Tomato Leafminer or Tomato Borer: Recommendations for Sustainable and Effective Resistance Management. (Online). Available: <https://www.irac-online.org/pests/tuta-absoluta/>
- Mahmoud, M. 2018. A Field Guide to the Management of Tomato Leafminer (*Tuta absoluta*) (Lepidoptera: Gelechiidae). (Online). Available: https://www.researchgate.net/publication/324189125_A_Field_Guide_to_The_Management_of_Tomato_leafminer_Tuta_absoluta_Gelechiidae_Lepidoptera
- Miano, R.N. 2017. Behavioral Responses of *Tuta absoluta* to a Wild and Cultivated Tomato Plants and Characterization of the Mediating Semiochemical Blends. M.Sc. thesis. Kenyatta University, Nairobi, Kenya. 101 pp.
- USDA-APHIS. 2011. New Pest Response Guidelines: Tomato Leafminer (*Tuta absoluta*). USDA-APHIS-PPQ-EDP Emergency Management, Riverdale, Maryland. US. 176 pp.

ภาคผนวก

Index table. Supplementary materials of *Phthorimaea absoluta* on tomato plantations.

Code	Host	Locality	date	N	E
T. absoluta_Phayao21	tomato	Phayao, Mueang,MaeTam	18/8/2020	19.152659	99.910229
T. absoluta_Phayao22	tomato	Phayao, Mueang,MaeTam	18/8/2020	19.152659	99.910229
T. absoluta_Phayao23	tomato	Phayao, Mueang,MaeTam	18/8/2020	19.152659	99.910229
T. absoluta_Nan24	tomato	Nan, Pua,Sathan	21/8/2020	19.217445	100.942768
T. absoluta_Nan25	tomato	Nan, Pua,Sathan	21/8/2020	19.217445	100.942768
T. absoluta_Phrae26	tomato	Phrae, NongMuangKhai,NongMuangKhai	22/8/2020	18.253204	100.189551
T. absoluta_Phrae27	tomato	Phrae, NongMuangKhai,NongMuangKhai	22/8/2020	18.253204	100.189551
T. absoluta_Phrae28	tomato	Phrae, NongMuangKhai,NongMuangKhai	22/8/2020	18.253204	100.189551
T. absoluta_Uttharadit29	tomato	Uttharadit, Mueang,BanKo	23/8/2020	17.598466	100.090885
T. absoluta_Uttharadit30	tomato	Uttharadit, Laplae,ThungYang	23/8/2020	17.065323	100.038576
T. absoluta_Uttharadit31	tomato	Uttharadit, Tron,BanKaeng	23/8/2020	17.439923	100.09717
T. absoluta_Tak32	tomato	Tak, MaeSot,Mahawan	24/8/2020	16.565665	98.699944
T. absoluta_Tak33	tomato	Tak, MaeSot,Mahawan	24/8/2020	16.565665	98.699944
T. absoluta_Tak34	tomato	Tak, MaeSot,Mahawan	24/8/2020	16.565665	98.699944
T. absoluta_KamphaengPhet35	tomato	KamphaengPhet, Mueang,NaiMueang	25/8/2020	16.452671	99.530128
T. absoluta_KamphaengPhet36	tomato	KamphaengPhet, Mueang,NaiMueang	25/8/2020	16.452671	99.530128
T. absoluta_KamphaengPhet37	tomato	KamphaengPhet, Mueang,NaiMueang	25/8/2020	16.452671	99.530128
T. absoluta_NaKhonSawan38	tomato	NaKhonSawan, MaeWong,WangSan	26/8/2020	15.814855	99.504825
T. absoluta_NaKhonSawan39	tomato	NaKhonSawan, MaeWong,WangSan	26/8/2020	15.814855	99.504825
T. absoluta_Phetchabun40	tomato	Phetchabun, KhaoKho,KhekNoi	29/10/2019	16°51'7.69"	101° 2'27.61"
T. absoluta_Phetchabun41	tomato	Phetchabun, KhaoKho,KhekNoi	29/10/2019	16°51'7.69"	101° 2'27.61"
T. absoluta_Phetchabun42	tomato	Phetchabun, KhaoKho,KhekNoi	29/10/2019	16°51'7.69"	101° 2'27.61"
T. absoluta_NaKhonRatchasima43	tomato	NaKhonRatchasima, PakChong,	-	-	-
T. absoluta_NaKhonRatchasima44	tomato	NaKhonRatchasima, PakChong,	-	-	-
T. absoluta_NaKhonRatchasima45	tomato	NaKhonRatchasima, PakChong,	-	-	-
T. absoluta_NaKhonRatchasima46	tomato	NaKhonRatchasima, Sikhio,Donmueang	-	-	-
T. absoluta_NaKhonRatchasima47		NaKhonRatchasima, Sikhio,Donmueang	-	-	-
T. absoluta_NaKhonRatchasima48	tomato	NaKhonRatchasima, Sikhio,Donmueang	-	-	-
T. absoluta_NongKhai49	tomato	NongKhai, Mueamg,KongNang	14/01/2021	-	-
T. absoluta_NongKhai50	tomato	NongKhai, Mueamg,KongNang	14/01/2021	-	-
T. absoluta_NongKhai51	tomato	NongKhai, Mueamg,KongNang	14/01/2021	-	-

การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 16 “การอารักขาพืชไทยในยุคโลกเดือด”

T. absoluta_Mukdahan52	tomato Mukdahan, DonTan,Phosai	11/01/2011	-	-
T. absoluta_Mukdahan53	tomato Mukdahan, DonTan,Phosai	11/01/2011	-	-
T. absoluta_Mukdahan54	tomato Mukdahan, DonTan,Phosai	11/01/2011	-	-
T. absoluta_NakhonPhanom55	tomato NakhonPhanom, ThatPhanomPhaKlangThung	12/01/2021	-	-
T. absoluta_NakhonPhanom56	tomato NakhonPhanom, ThatPhanomPhaKlangThung	12/01/2021	-	-
T. absoluta_NakhonPhanom57	tomato NakhonPhanom, ThatPhanomPhaKlangThung	12/01/2021	-	-
T. absoluta_Ratchaburi58	tomato Ratchaburi, BanPong,Nong O	29/11/2020	13°47'38.5"	99°53'32.4"
T. absoluta_Ratchaburi59	tomato Ratchaburi, BanPong,Nong O	29/11/2020	13°47'38.5"	99°53'32.4"
T. absoluta_Ratchaburi60	tomato Ratchaburi, BanPong,Nong O	29/11/2020	13°47'38.5"	99°53'32.4"
T. absoluta_BuengKan61	tomato BuengKan, Mueang,BueangKan	13/01/2021	-	-
T. absoluta_BuengKan62	tomato BuengKan, Mueang,BueangKan	13/01/2021	-	-
T. absoluta_BuengKan63	tomato BuengKan,Mueang,BueangKan	13/01/2021	-	-

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะอากาศและการเกิด การระบาดของ แมลงวันแตง *Zeugodacus cucurbitae* Coquillett ในชุกินีบนพื้นที่สูง

เผ่าไท ถายะพิงค์ จิราภรณ์ จันทะวงศ์ สุริยนต์ รินต์บุตร กฤษณา สุเมธะ

มูลนิธิโครงการหลวง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรโครงการหลวง ชนกาธิเบศรดำริ เชียงใหม่ 50100

บทคัดย่อ

แมลงวันแตง (Melon fly) *Zeugodacus cucurbitae* เป็นแมลงศัตรูพืชที่มีการแพร่ระบาดทำลาย และสร้างความเสียหายต่อผลผลิตอย่างกว้างขวางในพืชตระกูลแตง เช่น แตงกวาญี่ปุ่น เมลอน และชุกินี เป็นต้น ในทุกฤดูกาลเพาะปลูก จึงได้ทำการศึกษาการเกิดขึ้นและการระบาดของแมลงศัตรูนี้ในชุกินี ตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2565 ถึงพฤษภาคม 2567 โดยใช้พารามิเตอร์ของสภาวะอากาศ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน ที่อ่านค่าจากเครื่องวัดสภาพอากาศในพื้นที่ และใช้จำนวนของแมลงวันแตงที่ติดใน กับดักล่อแมลงวันผลไม้ดัดแปลง บรรจุสารล่อคิ่วลัวร์ (ฟีโรแมลงวันแตง) หาความสัมพันธ์ของปัจจัยดังกล่าว ที่ทำการศึกษานี้ 2 แห่ง ที่ปลูกชุกินีของมูลนิธิโครงการหลวง ได้แก่ สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ โดยวางกับดัก 4 อันต่อไร่ เก็บข้อมูลทุก 10 วัน ในช่วงฤดูร้อน ฝน และหนาว

ผลการทดลองสรุปได้ดังนี้ ศูนย์ฯ แม่แฮ พบสูงสุดในเดือนมิถุนายน 2567 ต่ำสุดเดือนมกราคม และสถานีฯ อินทนนท์ 2567 พบสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 2567 ต่ำสุดเดือนมกราคม 2567 ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง จำนวนแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* กับสภาวะอากาศ พบมีความแปรผันเชิงบวกกับอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์สูง และปริมาณน้ำฝนต่ำ จำนวนแมลงวันแตงจะมากขึ้น การระบาดทำความเสียหายต่อผลผลิตชุกินีเพิ่มขึ้น ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกันในทุกพื้นที่ทดลอง จากผลการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูล พื้นฐานสำหรับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร นำไปใช้เผยแพร่สู่เกษตรกร ทั้งที่เป็นรายย่อยและเกษตรกรแบบ smart farm ในการวางแผนการควบคุมแมลงวันแตงในชุกินีและพืชอื่นๆ ที่เป็นพืชอาหารของแมลงศัตรูนี้

คำหลัก: แมลงวันแตง ชุกินี สภาพภูมิอากาศ ระบาด ความสัมพันธ์

OE-06

ภาคบรรยาย

A Study of Correlation Between Climate Condition and Occurrence Outbreak of *Zeugodacus cucurbitae* Coquillett on Zucchini in the Highland

Paothai Thayaping Jiraporn Juntawong Suriyon Rinbut Kritsana Sumaetha

Royal Project Foundation, Chanaka Dhibesra Damri Royal Project Agricultural
Research and Development Center, Chiang Mai 50100

ABSTRACT

The melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) is a significant pest of cucurbit family e.g., japanese cucumber and zucchini in every growing season. Zucchini was chosen to study on factors involved with occurrence and the outbreak of this pest. Parameter of climate condition i.e. temperature, relative humidity and rainfall was used to compare with number of the trapped insects found at various times. The modified pheromone traps (Phero-Melon fly: cue-lur) RPF product were set around the planting plots (4 traps/rai). The test was conducted at 2 Royal Project areas i.e., Inthanon (Chomthong District) Mae Hae (Mae Chaem District) and Inthanon (Chomthong District), Chiang Mai Province. Collecting data: Number of the trapped insects and climate parameter were made at 10 day-intervals in summer, rainy and cool seasons.

Results can be concluded that climate condition correlated positively (direct variation) with number of the trapped insects; high temperature, low relative humidity and rainfall have significant influence on melon fly in zucchini. This study could be useful for extension officers, to use this knowledge and extend to the zucchini growers and other cucurbit family growers and directly to smart farmers for making a good plan for effective management of this pest.

Keywords: Melon fly, zucchini, weather parameters, outbreak, correlation

คำนำ

แมลงวันแตง (*Zeugodacus cucurbitae* Coquillett) เป็นแมลงวันผลไม้ชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญในพืชตระกูลแตงและมะเขือรวมทั้งพืชอื่นอีกรวมมากกว่า 28 ชนิด เช่น ฟัก มะละกอ แตงโม แคนตาลูป ฟักทอง แตงกวา บวบ มะเขือเทศ และถั่วฝักยาว เป็นต้น โดยแมลงวันแตงเริ่มเข้าทำลายตั้งแต่ระยะติดผลจนถึงเก็บเกี่ยว โดยตัวเต็มวัยจะวางไข่ลงในผลระหว่างเปลือกกับเนื้อผล เมื่อตัวหนอนฟักออกจากไข่จะซ่อนไขกัดกินเนื้อของผลอยู่ภายใน ทำให้ผลเน่า สูญเสียคุณภาพและปริมาณ เมื่อหนอนใกล้เข้าดักแด้จะดัดตัวออกจากผลเพื่อเข้าดักแด้ในดิน จึงนับว่าแมลงวันแตง สามารถก่อให้เกิด ผลกระทบโดยตรงอย่างรุนแรงต่อผลของพืชอาศัยซึ่งแตกต่างไปจากแมลงชนิดอื่นๆ เพราะแผลที่เกิดจากการวางไข่เพียงครั้งเดียว ก็เพียงพอที่จะทำให้ผลนั้นไม่เหมาะสมสำหรับการบริโภค จึงเห็นได้ว่าความเสียหายนั้นเริ่มเกิดจากการวางไข่ของตัวเมีย

มูลนิธิโครงการหลวงมีการส่งเสริมอาชีพให้เกษตรกรสร้างอาชีพด้วยการผลิตพืชตระกูลแตงหลายชนิด เช่น แตงกวาญี่ปุ่น ชูนิ ฟักทอง และมะระ สามารถสร้างรายได้ให้เกษตรกรตั้งแต่ปี 2563 - 2566 มูลค่ารวม มากกว่า 150 ล้านบาท ได้แก่ กลุ่มมะระมีปริมาณผลผลิต จำนวน 107 ตัน 2.3 ล้าน กลุ่มแตงกวามีปริมาณผลผลิต จำนวน 2,060 ตัน มูลค่า 49 ล้านบาท และกลุ่มฟักทอง ปริมาณผลผลิต จำนวน 4,421 ตัน มูลค่า 99 ล้านบาท เป็นต้น ซึ่งยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด โดยเฉพาะในปี 2566 มีความต้องการผลผลิตมากถึง 1,639 ตัน แต่ฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาสามารถส่งมอบได้เพียง 1,021 ตัน (62.3%) ความสูญเสียส่วนหนึ่งมาจากแมลงวันแตงที่เข้าทำลายในพืชตระกูลแตง ซึ่งการป้องกันกำจัดในแปลงนั้นไม่สามารถพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในช่วงเก็บเกี่ยวได้ มีแต่เพียงวิธีการสำรวจการระบาดของแมลงวันแตงด้วยสารล่อฟีโรโมนคิวลัวร์ (cue-lure) และยังสามารถลดปริมาณได้อีกด้วย แต่สามารถดึงดูดแมลงวันแตงได้เฉพาะเพศผู้ โดยมีการประเมินประชากรแมลงวันแตงใช้กับดักแบบสไตนอร์ จำนวน 4 กับดัก ต่อไร่ ใส่สารล่อแมลงชนิดคิวลัวร์ ใส่ผสมสารฆ่าแมลงมาลาไธออน 83% EC ในอัตรา 1:1 แขนงกับดักในแปลงปลูกสูงจากพื้น 1 เมตร เก็บตัวอย่างแมลงวันแตงทุก 7 วัน เพื่อประเมินการระบาด และกำหนดวิธีการใช้เหยื่อพิษตามคำแนะนำการพ่นเหยื่อพิษโปรตีนกำจัดแมลงวันผลไม้ (ศรีจันทร์, 2565)

การทำลายของแมลงวันแตงนั้นทำให้ผลผลิตลดลงมากขึ้นนั้นขึ้นอยู่กับ สภาพแวดล้อมและความสมบูรณ์ของพืช สามารถสร้างความเสียหายระหว่าง 30 - 100% พบเข้าทำลายตั้งแต่ในระยะติดผลอ่อน และความรุนแรงมากขึ้นมากขึ้นเมื่อความชื้นและอุณหภูมิในอากาศเพิ่มขึ้นในแต่ละวัน (Dhillon *et al.*, 2005) สำหรับปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการระบาดของแมลงวันทอง คือ ปัจจัยทางกายภาพ (อุณหภูมิ ความชื้น แสง และระดับพื้นที่) ปัจจัยทางชีวภาพ (ชีวภาพ (พืชอาหาร ศัตรูธรรมชาติ รูปร่าง ขนาด สี ระดับความสูง และระดับความสูงของทรงต้น) (อโณทัย, 2555) การศึกษาเกี่ยวกับการระบาดของประชากรแมลงวันทอง *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ในจังหวัดลพบุรีมากที่สุด ในฤดูร้อน ซึ่งสูงกว่าในฤดูหนาวและฤดูฝนประมาณ 2-3 เท่า ยังพบว่าปริมาณผลไม้ และระยะของผลไม้ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งต่อจำนวนแมลงวันผลไม้ (ทวีศักดิ์, 2562) สำหรับการเพิ่มขึ้นและลดลงของประชากรแมลงวันแตงจะขึ้นอยู่กับระยะเจริญเติบโตทางลำต้นของพืชโดยเฉพาะในแตงกวา นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยทางกายภาพ อุณหภูมิ

ความชื้น และปริมาณน้ำฝน เป็นปัจจัยรองที่ส่งผลต่อการเข้าทำลายแมลงวันแตง (จูรีพร และคณะ, 2565) สัญญาณี และคณะ (2559) ได้ศึกษาการระบาดในแปลงแตงกวา พบว่าพบว่าแมลงวันทองชนิด *B. cucurbitae* มีปริมาณเฉลี่ยต่อกับดัก มากที่สุด ในช่วงที่แตงกวาเริ่มติดผลอ่อน (เดือนกรกฎาคม - สิงหาคม) แต่ในแปลงบวบหอม และมะรพบปริมาณมากในช่วงที่เริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิต (สิงหาคม - มกราคม) เช่นเดียวกับ Radhika *et al.* (2023) การระบาดของ *Z. cucurbitae* ในแปลงมะระ แตกต่างกันไปตามฤดูกาล และพื้นที่ โดยพบการระบาดมีช่วงที่สูงกว่า ในช่วงฤดูร้อน และยังพบว่า อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดมีอิทธิพลเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับจำนวนประชากรของแมลงวันทองชนิด *Z. cucurbitae* (Jakhar *et al.*, 2021)

ในปัจจุบันแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ทำลายพืชตระกูลแตงโดยเฉพาะชุกินี ที่ปลูกบนพื้นที่สูงโดยเฉพาะใน 2 ปี ผ่านมานั้นเริ่มพบการทำลายในช่วงฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน - มกราคม) และยังไม่มีรายงานวิชาการทำลายของแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ในชุกินี ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ติดตามการระบาดที่เกิดขึ้นตามฤดูกาลของแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* และตรวจสอบของพารามิเตอร์ทางอุทุนิยมวิทยาต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการทำเกษตรแม่นยำคาดการณ์ระบาด และตัดสินใจในการควบคุมแมลงวันแตงในชุกินีบนพื้นที่สูงที่มีประสิทธิภาพในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการเก็บข้อมูลจำนวนแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ข้อมูลพารามิเตอร์ของสภาวะอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน ที่อ่านค่าจากเครื่องวัดสภาพอากาศใน 3 พื้นที่ปลูก ในปลูกชุกินีพันธุ์ SENATOR ของมูลนิธิโครงการหลวง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาการระบาดของแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ในแปลงชุกินี

ติดตั้งกับดักล่อแมลงวันผลไม้แบบดัดแปลงจากขวดพลาสติก บรรจุสารล่อแมลงคิวลัวร์ 86.78% (ชื่อการค้า ฟิโรแมลงวันแตง) ผสมสารฆ่าแมลง malathion 83% EC จำนวน 2 หยดแขวนกับดักให้สูงจากระดับพื้นดิน 1 เมตร ในอัตรา 4 กับดัก ต่อพื้นที่ 1 ไร่ ในแปลงปลูกชุกินีในพื้นที่มูลนิธิโครงการหลวง จำนวน 2 แห่ง ได้แก่ 1) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2565 – กรกฎาคม 2567 และ 2) สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ เก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2565 - กรกฎาคม 2567 โดยแขวนกับดักในตั้งแต่ชุกินีเริ่มออกดอก ถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตครั้งสุดท้าย ทำการเก็บแมลงวันแตงในกับดัก และเติมสารล่อคิวลัวร์ทุก 10 วัน จากนั้นเก็บข้อมูลโดยการนับจำนวนแมลงวันแตงดักที่พบในกับดัก (Table 1)

Table 1. Experimental fields

No.	Study Sites	Area (Rai)	Location (Lat., Long.)	Altitude (m.)	Temperature (°C)	Precipitation (mm./year)
1	Inthanon (In), Chomthong District, Chiang Mai Province	5	18.541473801955185, 98.55011940165714	600-1,400	21.2	1,987
2	Mae Hae (MH), Mae Chaem District, Chiang Mai Province	3	18.800264087479377, 98.52474054875812	990 - 1,400	24	1,150

2. ศึกษาหาความสัมพันธ์ของปัจจัยสภาพภูมิอากาศกับการระบาดของแมลงวันแดง *Z. cucurbitae*

โดยการบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน ที่อ่านค่าจากเครื่องวัดสภาพอากาศในแต่ละพื้นที่ ทั้ง 3 พื้นที่ ตามช่วงเวลาที่ทดลอง จากนั้นข้อมูลของจำนวนปลงวันแดงที่เก็บได้ในแต่ละพื้นที่ นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยวิธีสหสัมพันธ์ (correlation analysis) ระหว่างปัจจัยสภาพภูมิอากาศกับจำนวนแมลงวันแดงที่จับได้ในกับดัก

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศึกษาการระบาดของแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ในแปลงชุกินี

จากการศึกษาการระบาดของแมลงวันแดง *Z. cucurbitae* ในชุกินี จากกับดักล่อแมลงวันผลไม้แบบดัดแปลงจากขวดพลาสติก ในอัตรา 4 กับดักต่อพื้นที่ 1 ไร่ เก็บข้อมูลจำนวนแมลงวันแดงในกับดัก ทุก 10 วัน ตั้งแต่ระยะเริ่มติดดอกถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตรุ่นสุดท้าย ระหว่าง เดือนพฤศจิกายน 2565 - กรกฎาคม 2567 มีผลการทดลอง ดังนี้

1) สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ เก็บข้อมูลตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายน 2565 - กรกฎาคม 2567 พบแมลงวันแดงชนิด *Z. cucurbitae* พบจำนวนเฉลี่ยตัวต่อกับดักสูงสุด จำนวน 3.24 ตัว/กับดัก/วัน ใน เดือนพฤษภาคม 2567 และพบจำนวนเฉลี่ยตัวต่อกับดักต่ำสุด จำนวน 0.42 ตัว/กับดัก/วัน ในเดือน มกราคม 2567 (Figure 2A)

2) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2565 – กรกฎาคม 2567 พบแมลงวันแดงชนิด *Z. cucurbitae* พบจำนวนเฉลี่ยตัวต่อกับดักสูงสุด จำนวน 6.45 ตัว/กับดัก/วัน ในเดือนมิถุนายน 2567 และพบจำนวนเฉลี่ยตัวต่อกับดักต่ำสุด จำนวน 0.78 ตัว/กับดัก/วัน ในเดือน มกราคม 2567 (Figure 2B)



Temperat

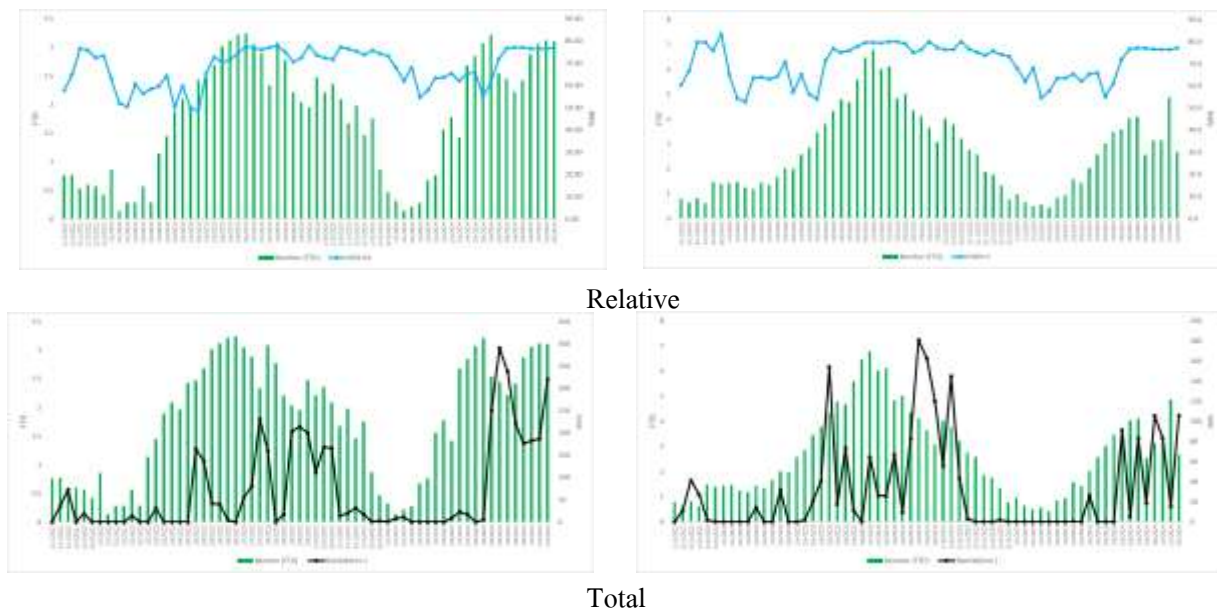


Figure 2. A Seasonal abundance of melon fruit fly, *Z. cucurbitae* in zucchini in relation to weather parameters during summer 2022-24 at Inthanon Chomthong District (A) and Mae Ha, Mae Chaem District, (B), Chiang Mai Province

จากข้อมูลการระบาดของจำนวนแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ทั้ง 2 พื้นที่ มีการเปลี่ยนแปลงของประชากรเป็นไปตามฤดูกาล พบว่า จำนวนของแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* มีปริมาณสูงใน ช่วงเดือนมีนาคม - มิถุนายน (ช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน) และพบปริมาณต่ำในช่วงเดือนมกราคม (ฤดูหนาว)

2. ศึกษาหาความสัมพันธ์ของปัจจัยสภาพภูมิอากาศกับการระบาดของแมลงวันแตง *Z. cucurbitae*

จากการทดลอง พบจำนวนของแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ในแปลงชุกินี พันธุ์ SENATOR ทั้ง 3 พื้นที่ ของมูลนิธิโครงการหลวง โดยมีผลการทดลอง ดังนี้

1) สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ พบจำนวนแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* สูงสุดในช่วงเดือน พฤษภาคม 2567 มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 24.69 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 76.21% และปริมาณน้ำฝนสะสม 44.4 มิลลิเมตร และพบจำนวนแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ต่ำในช่วงเดือนมกราคม 2567 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 19.61 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 55.19% และปริมาณน้ำฝนสูงสุด 20 มิลลิเมตร

2) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ พบจำนวนแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* สูงสุดในช่วงเดือน มิถุนายน 2567 มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดที่ 24.1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 77.8% และปริมาณน้ำฝนสูงสุด 84.7 มิลลิเมตร และพบจำนวนแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ต่ำในช่วงเดือนมกราคม 2567 มีอุณหภูมิเฉลี่ย 15.2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 57.5% และปริมาณน้ำฝนสูงสุด 0 มิลลิเมตร

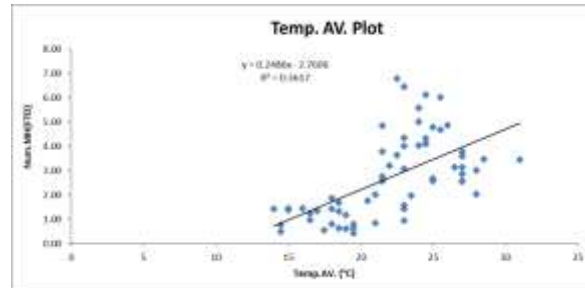
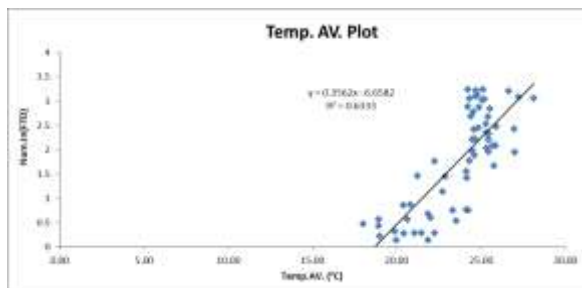
ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* กับสภาวะอากาศ ในพื้นที่ของสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ และในพื้นที่ของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2565 – กรกฎาคม 2567 พบว่า สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด ($r = 0.851$) และความชื้นสัมพัทธ์ ($r = 0.367$) ปริมาณน้ำฝน ($r = 0.367$) และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด ($r = 0.851$) และความชื้นสัมพัทธ์ ($r = 0.367$) ปริมาณน้ำฝน ($r = 0.367$) ที่ระดับนัยสำคัญ 5% ทั้ง 2 พื้นที่ (Table 2)

ปัจจัยสภาพอากาศที่ศึกษาร่วมกันมีอิทธิพลต่อประชากรแมลงวันแตง *Z. cucurbitae* ในพื้นที่สถานี อินทนนท์ ร้อยละ 63 ได้แบบจำลองถดถอยเชิงเส้นของอุณหภูมิ คือ $y = 0.3451x - 6.4737$ และพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ ร้อยละ 36 ได้แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้นของอุณหภูมิ $y = 0.2486x_1 - 2.7606$ 4737 โดยที่ $x_1 =$ อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละพื้นที่ สำหรับความชื้นสัมพัทธ์ มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรแมลงวันแตง ในพื้นที่สถานีอินทนนท์ ร้อยละ 16 ได้แบบจำลองถดถอยเชิงเส้น คือ $y = 0.0488x_2 - 1.5233$ และพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ ร้อยละ 30 ได้แบบจำลองการถดถอยเชิงเส้น คือ $y = 0.1021x_2 - 4.4381$ โดยที่ $x_2 =$ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยแต่ละพื้นที่ ดังแสดงการคาดการณ์จากพารามิเตอร์สภาวะแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณน้ำฝน ในแต่ละพื้นที่ พบมีความแปรผันเชิงบวกกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์สูง และปริมาณน้ำฝนต่ำ จำนวนแมลงวันแตงจะมากขึ้น (Figure 3)

Table 2. Correlation coefficient of mean adult male population of *Z. cucurbitae* infesting zucchini in relation to different weather parameters

No.	Weather parameters	Correlation coefficient (r)	
		Inthanon RPF	Mae Hae RPF
1	Average Temperature (°C)	0.85*	0.601*
2	Average Relative Humidity (%)	0.41*	0.469*
3	Total Rainfall (mm.)	0.45*	0.417*

* Significance at 95 %, NS = Non-significant



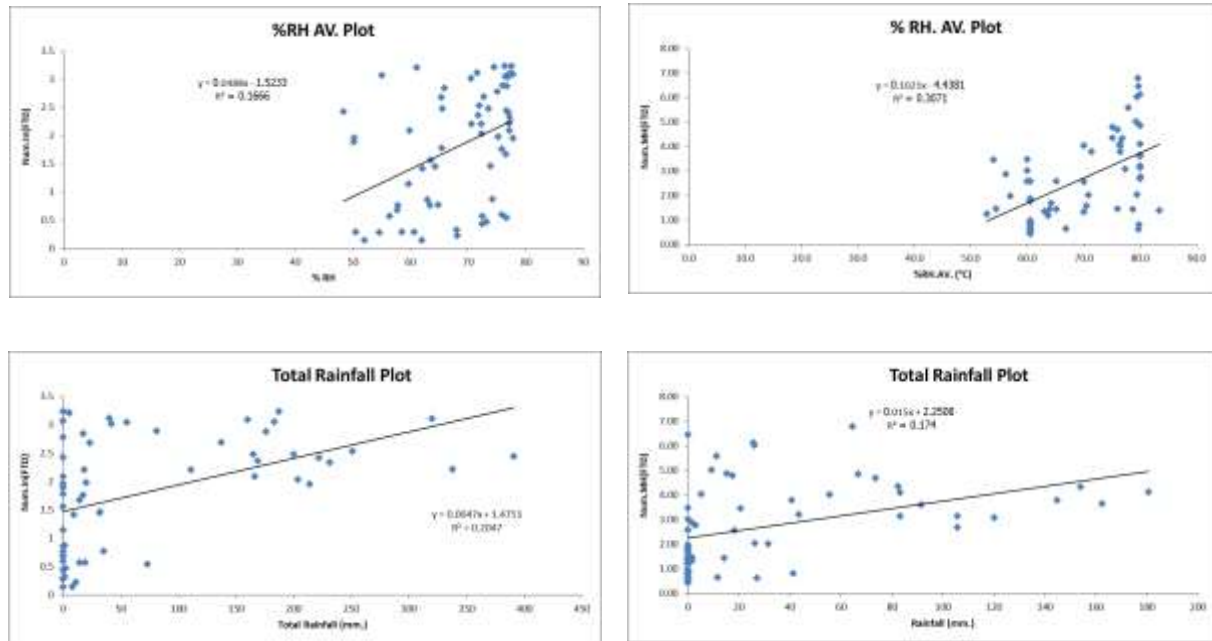


Figure 3. Multiple regression equation between weather parameters and incidence of *Z. cucurbitae* in zucchini in relation to weather parameters during summer 2022-24 at Inthanon Chomthong District (A) and Mae Ha, Mae Chaem District, (B), Chiang Mai Province

จากข้อมูลการระบาดของจำนวนแมลงวันต่ง *Z. cucurbitae* ทั้ง 3 พื้นที่ เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนแมลงวันต่ง *Z. cucurbitae* กับสภาวะอากาศในแต่ละพื้นที่ พบมีความแปรผันเชิงบวกกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์สูง และปริมาณน้ำฝนต่ำ จำนวนแมลงวันต่งจะมากขึ้น ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกันในทุกพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับ Dhillon *et al.* (2005) ที่รายงานว่า แมลงวันต่ง *Z. cucurbitae* เริ่มเข้าทำลายตั้งแต่ในระยะติดผลอ่อน และความรุนแรงมากขึ้นมากขึ้นเมื่อความชื้นและอุณหภูมิในอากาศเพิ่มขึ้นในแต่ละวัน และผลการวิจัยปัจจุบันสอดคล้องกับ Laskar and Chatterjee (2010) ซึ่งรายงานว่า ในช่วงเดือนที่มีอากาศอบอุ่นและมีฝนตก แมลงวันจะเคลื่อนไหวมากขึ้นเมื่อเทียบกับช่วงเดือนที่มีอากาศแห้งและฤดูหนาว และสังเกตเห็นความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญ (r) ของการระบาดแมลงวันต่งกับอุณหภูมิต่ำสุด ($r = 0.7596$) และสูงสุด ($r = 0.7376$) และปริมาณน้ำฝน ($r = 0.4367$) และ Sawai *et al.* (2019) ยังพบความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญระหว่างปริมาณการจับแมลงวันในกับดักเหยื่อล่อคิวกับอุณหภูมิเฉลี่ย

สรุปผล

จากการศึกษา พบว่าประชากรของ *Z. cucurbitae* ที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ พบสูงสุดในเดือน มิถุนายน (ฤดูร้อนเข้าฝน) ต่ำสุดเดือน มกราคม (ฤดูหนาว) และสถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ พบสูงสุดในเดือน พฤษภาคม (ฤดูร้อนเข้าฝน) ต่ำสุดเดือน มกราคม (ฤดูหนาว) ซึ่งทั้ง 2 พื้นที่มีการปลูกซูกินีตลอดทั้งปีและให้ผลผลิตสูงในเดือน มิถุนายน สอดคล้องกับปริมาณของ

แมลงวันแดงที่พบในแปลงทดลองทั้ง 2 พื้นที่ และยังมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ กล่าวคือ เมื่ออุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์สูง และปริมาณน้ำฝนต่ำ จำนวนแมลงวันแดงจะมากขึ้น การระบาดทำความเสียหายต่อผลผลิตชุกินีเพิ่มขึ้น ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกันในทุกพื้นที่ทดลอง จากผลการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับช่วงเวลาการจัดการควบคุมแมลงวันแดงในแปลงชุกินี สามารถต่อยอดเป็นข้อมูลพื้นฐานในระบบเกษตรแบบอัจฉริยะได้ และนำไปใช้เผยแพร่สู่เกษตรกรต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- จตุพร สุคติภูมิ นริศ ท้าวจันทร์ และ ประกายจันทร์ นิมกักรัตน. 2565. การศึกษาระดับความสูงของผลบนทรงต้นและปัจจัยทางกายภาพต่อการเข้าทำลายของแมลงวันแดง *Zeugodacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae). แก่นเกษตร 50 (5): 1472-1485.
- ทวีศักดิ์ ขวัญไตรรงค์. 2562. ความผันแปรตามฤดูของประชากรแมลงวันผลไม้ *Bactrocera dorsalis* (Hendel) ในจังหวัดลพบุรี. แก่นเกษตร 47 (ฉบับพิเศษ 1): 909-916.
- ศรีจันทร์ ศรีจันทร์. 2565. เอกสารวิชาการ คำแนะนำการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช จากงานวิจัย ปี 2565. โครงการวิจัยและพัฒนาการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพื่อใช้เป็นคำแนะนำในการผลิตพืชบริโภคในประเทศ และส่งออก. กรมวิชาการเกษตร. 208 หน้า
- สัญญาณี ศรีรักษา กรกต ดำรงค์ และยุวรินทร์ บุญทบ. 2559. ชีววิทยาแมลงวันทองบางชนิด และการสำรวจแมลงวันทองในแปลงพืชตระกูลแตง. กีฏและสัตววิทยา 34 (2): 4-14
- อโณทัย วิงสระน้อย. 2555. ปัจจัยที่มีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงวันผลไม้ (*Bactrocera* ssp.). วิชาการเกษตร 30 (3): 312-334.
- Dhillon, M. K., Singh, R., Naresh, J. S. and Sharma, H.C. 2005. The melon fruit fly, *Bactrocera cucurbitae*: a review of its biology and management. Journal of Insect Science, 5: 40.
- Jakhar, S., V. Kumar, B. L. Jakhar and A.S. Baloda. 2021. Incidence and intensity of melon fly, *Zeugodacus cucurbitae* (Coquillett) under different weather regimes of semi arid region of Rajasthan. Pest Management in Horticultural Ecosystems 27, (2): 185-189
- Laskar N. and Chatterjee H. 2010. The effect of meteorological factors on the population dynamics of Melon fly, *Bactrocera cucurbitae* (Coq.) (Diptera: Tephritidae) in the foot hills of Himalaya. Appl. Sci. Environ. Manage, 14(3): 53-58
- Radhika, S. D. Bantewad and K. V. Nagarjun R. 2023. Seasonal Occurrence of Melon Fruit Flies (*Zeugodacus cucurbitae* Coq.) and Its Natural Enemies on Bitter Gourd. Journal of Environment & Climate Change, (13)11: 3243-3249

Sawai H.R., Godase S.K., Narangalkar A.L., Navik O. 2019. Population fluctuation of fruit flies in cucurbit ecosystem. Journal of Entomological Research. 43(2):149-152.

คำขอบคุณ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีและได้รับการสนับสนุนทุนจากมูลนิธิโครงการหลวง ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรโครงการหลวง ชนกาธิเบศรดำริ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่แฮ สถานีเกษตรหลวงอินทนนท์ และขอขอบคุณทีมงานและผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน

การเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์มอดเจาะผลกาแฟอะราบิกา ด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดเชียงราย

ชนนิกานต์ อารศรี ธัญชนก แจ่มศรี พรทิพย์ เดชพิชัย

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10140

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์มอดเจาะผลกาแฟอะราบิกา ด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง ซึ่งคือ เทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน โครงข่ายประสาทเทียม และตัวแบบป่าสุ่ม ใน จังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดเชียงราย โดยมีพื้นที่ในการศึกษาคือ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง ตำบล ป่าเมี่ยง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก ตำบลห้วยแก้ว อำเภอแม่ออน จังหวัด เชียงใหม่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยโป่ง ตำบลแม่เจดีย์ใหม่ อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย และศูนย์พัฒนา โครงการหลวงห้วยน้ำขุน ตำบลทาเก้อ อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงรายเชียงราย โดยใช้ข้อมูลจำนวนมอดเจาะผล กาแฟ (ตัว/1,800ตารางเมตร) และข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายเดือนของสถานีตรวจวัดอากาศในแต่ละพื้นที่ได้แก่ อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) อุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส) อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ) ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที) และปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตรต่อวัน) ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2555 - เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ.2556 จำนวน 10 เดือน ในการสร้างตัวแบบ และเดือนมีนาคม พ.ศ.2556 - เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2556 จำนวน 3 เดือน สำหรับเปรียบเทียบตัวแบบ ผลการวิเคราะห์พบว่าเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน มี ประสิทธิภาพที่สุดในการการพยากรณ์ของมอดเจาะผลกาแฟได้ โดยมีค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (RMSE) เท่ากับ 41.1784

คำหลัก: การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ วิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน วิธีโครงข่ายประสาทเทียม
ตัวแบบป่าสุ่ม

OE-07

ภาคบรรยาย

Comparison of Prediction Models for Arabica Coffee Berry Borer with Machine Learning in Chiang Mai and Chiang Rai

Chonnikan Apronsri Thanchanok Jangsri Porntip Dechpichai

Department of Mathematics, Faculty of Science, King Mongkut's University
of Technology Thonburi, Bangkok 10900

ABSTRACT

The objective of this research was to compare models for predicting Arabica coffee berry borer by machine learning, which were support vector regression technique, artificial neural network and the random forest model in Chiang Mai Province and Chiang Rai Province. The study areas were Pa Miang Royal Project Development Center, Tape Sadet Sub-district, Doi Saked District, Chiang Mai, Teen Tok Royal Project Development Center, Huay Kaew Sub-district, Mae On District, Chiang Mai, Huay Pong Royal Project Development Center, Mae Jae Dee Mai Sub-district, Wieng Pa Pao District, Chiang Rai, and Huay Nam Khun Royal Project Development Center, Ta Kau Sub-district, Mae Sa Rauy District, Chiang Rai. Data, the number of coffee berry borer (amount/1,800 square meters) and monthly climate data from weather stations in each area, including temperature, maximum temperature and lowest temperature (degrees Celsius), relative humidity (percent), wind speed (meters per second) and rainfall (millimeter per day) were collected from May 2012 - February 2013 (10 months) to build the model and from March 2013 - May 2013 (3 months) for comparing models. It had been found that supports vector regression is the most effective in predicting the coffee berry borer with the lowest square root of the mean error (41.1784).

Keywords: climate change, support vector regression, artificial neural network, random forest

คำนำ

มอดเจาะผลกาแฟ (coffee berry borer: CBB) เป็นศัตรูพืชที่สำคัญต่อการปลูกกาแฟ ซึ่งสามารถสร้างความเสียหายต่อผลกาแฟ มอดชนิดนี้จะเจาะเข้าสู่ภายในผลกาแฟและทำลายเมล็ด ส่งผลให้เกิดการสูญเสียทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพการผลิตกาแฟ อาการของการระบาดมักเริ่มต้นจากรอยเจาะขนาดเล็กบนเปลือกผล และหากไม่ได้รับการจัดการที่เหมาะสม จะก่อให้เกิดการแพร่กระจายไปยังต้นอื่นได้ ซึ่งทำให้ของมอดสามารถลดผลผลิตได้อย่างมาก

จากการศึกษาการแพร่ระบาดของมอดเจาะผลกาแฟ พบว่าสภาพภูมิอากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่มีก่อให้เกิดการแพร่ระบาด ซึ่งพบว่ามอดเจาะผลกาแฟจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีและสามารถขยายพันธุ์ได้มาก ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิระหว่าง 20–30°C รวมไปถึงพื้นที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง มีสภาพแวดล้อมที่ชื้นซึ่งอาจเป็นผลมาจากการเกิดฝนตกชุกชุมหรืออยู่ในช่วงฤดูฝน ซึ่งการที่พื้นที่ทำการเพาะปลูกมีความชื้น จะส่งผลให้โอกาสการแพร่ระบาดของมอดเจาะผลกาแฟมากขึ้น

การใช้เครื่องมือและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีความแม่นยำสูงในการพยากรณ์อุบัติการณ์การเกิดโรคพืช รวมทั้งการใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝนร่วมกับตัวแบบพยากรณ์ จะทำให้สามารถประเมินความเสี่ยง และช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับมาตรการจัดการต่าง ๆ เช่น การใช้สารกำจัดแมลงในช่วงเวลาที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นได้ได้อย่างรวดเร็วและทันเวลา

การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning: ML) เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ และได้มีการนำมาประยุกต์ใช้พยากรณ์อุตุนิยมวิทยาเพื่อการเกษตร และประเมินความแปรปรวนของศัตรูพืชและโรคในพืช เช่น การพยากรณ์ความเครียดของข้าวจากสิ่งแวดล้อมเพื่อป้องกันโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อราด้วยโครงข่ายประสาทเทียมแบบเพอร์เซพตรอนหลายชั้น (Multilayer Perceptron: MLP) (Wheeler, Dung and Johnson, 2019) หรือการทำนายโรคพืชในถั่วเหลืองโดยใช้โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Network: CNN) (Jadhav, Udipi and Patil, 2021) หรือการทำนายการเกิดโรคใบไหม้ในกาแฟโดยใช้โครงข่ายประสาทแบบคอนโวลูชันเชิงลึก (Sorte, *et. al.*, 2019) นอกจากนี้ยังพบว่าการนำข้อมูลสภาพอากาศมาใช้ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องนั้นจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลองมากขึ้น (Fattori, Sentelhas and Marin, 2022; Liang, *et. al.*, 2018)

จะเห็นได้ว่า การใช้เทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องร่วมกับข้อมูลสภาพภูมิอากาศนั้น จะสามารถพยากรณ์การเกิดโรคพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการดูแลและจัดการเพื่อควบคุมไม่ให้ส่งผลกระทบต่อผลผลิตอย่างไรก็ตาม ยังไม่พบว่ามีการศึกษาตัวแบบต่าง ๆ ของเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่องในการพยากรณ์การระบาดของมอดเจาะผลกาแฟในพื้นที่จังหวัดเชียงรายและเชียงใหม่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการเพาะปลูกกาแฟมากเป็น 3 อันดับแรกในประเทศไทย (<https://www.oae.go.th/assets/portals/1/fileups/prcaidata/files/Varieties%20coffee%2067.pdf>)

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการศึกษาตัวแบบการพยากรณ์มอดเจาะผลกาแฟอะราบิกา ด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง โดยใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิประเทศของจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดเชียงราย เพื่อไปทำนายการระบาดของมอดเจาะผลกาแฟในอนาคต จากข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโลกเพื่อเป็นประโยชน์ให้แก่หน่วยงานด้านการเกษตรนำไปใช้ในการวางแผนและกำหนดนโยบายที่เหมาะสม รวมทั้งช่วยให้เกษตรกรสามารถวางแผนการจัดการและรับมือกับเหตุการณ์การระบาดได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะช่วยลดความเสียหายทั้งด้านปริมาณและคุณภาพของกาแฟได้ และก่อให้เกิดการจัดการเกษตรกรรมกาแฟอย่างยั่งยืน

วิธีการดำเนินงาน

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย เป็นข้อมูลผสม (panel data) คือ ข้อมูลภาคตัดขวางร่วมกับอนุกรมเวลา (Cross Section and Time Series Data) ซึ่งจะทำให้สามารถศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตกาแฟของหน่วยตัวอย่างแต่ละหน่วยเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไปได้ โดยข้อมูลภาคตัดขวาง (Cross-Section Data) คือ พื้นที่ปลูกกาแฟพันธุ์อาราบิกาของเกษตรกรของศูนย์พัฒนาโครงการหลวงในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดเชียงราย จำนวน 4 พื้นที่ ($n=4$) ซึ่งเป็นศูนย์พัฒนาโครงการหลวงที่มีปริมาณการผลิตกาแฟมากที่สุด 4 อันดับแรก (มูลนิธิโครงการหลวง, 2555) ได้แก่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง ตำบลป่าเมี่ยง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ (18.95013N 99.30817E) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก ตำบลห้วยแก้ว อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ (18.86519N 99.29976E) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยโป่ง ตำบลแม่เจดีย์ใหม่ อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย (19.13568N 99.43065E) และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำซุ่น ตำบลทาเก้อ อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงรายเชียงราย (19.50673N 99.35726E) แล้วทำการเก็บข้อมูลอนุกรมรายเดือน (Time Series Data) ตั้งแต่ เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2555 – เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2556 รวม 13 เดือน ($t=13$) ดังนั้นจำนวนค่าสังเกตของข้อมูลผสมมีจำนวนรวมทั้งหมดเท่ากับ 52 ค่าสังเกตสำหรับการศึกษาตัวแบบการพยากรณ์มอดเจาะผลกาแฟอะราบิกาด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง เนื่องจากข้อมูลผสมเป็นข้อมูลที่เก็บตามช่วงเวลาในการแบ่งข้อมูลจึงไม่สามารถแบ่งแบบสุ่มได้ งานวิจัยนี้จึงดำเนินการโดยนำข้อมูลในแต่ละจังหวัดจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ชุด ในอัตราส่วน 80%:20% คือ ข้อมูลฝึกสอน (Training Dataset) 80% ตั้งแต่ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 – เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2556 จำนวน 10 เดือน สำหรับสร้างตัวแบบ และ ข้อมูลการทดสอบ (Test Dataset) ตั้งแต่ เดือนมีนาคม พ.ศ.2556 – เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2556 จำนวน 3 เดือน โดยมีข้อมูลที่ศึกษาดังนี้ ข้อมูลจำนวนมอดเจาะผลกาแฟ (ตัว/ 1,800 ตารางเมตร) จากงานวิจัยเรื่องการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของแมลงในกาแฟอะราบิกาในจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย (ได้รับความอนุเคราะห์จาก คุณเผ่าไท ทยะพงศ์ (เผ่าไท ทยะพงศ์, 2558)) และข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายเดือนของสถานีตรวจวัดอากาศในแต่ละพื้นที่ ดังรูปที่ 1 ซึ่งรวบรวมจากเว็บไซต์ NASA/POWER โดยข้อมูลสภาพภูมิอากาศรายเดือนได้แก่ อุณหภูมิ อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด (องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ) ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที) และปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตรต่อวัน)



รูปที่ 1 พื้นที่ที่ศึกษา

2. การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม RStudio (RStudio Team, 2020) โดยจะแบ่งข้อมูลเป็นสองส่วน คือ ข้อมูลชุดฝึกสอน ร้อยละ 80 เพื่อสร้างตัวแบบและข้อมูลชุดทดสอบ ร้อยละ 20 เพื่อเปรียบเทียบเพื่อหาตัวแบบที่ดีที่สุด โดยมีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีดังนี้

1. สถิติพรรณนา (Descriptive statistics)

ลักษณะข้อมูลพื้นฐานจะนำเสนอด้วยสถิติพรรณนา เช่น ค่าร้อยละ (Percentage: p) ค่าเฉลี่ย (Mean: $\bar{x}$) และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: s) ดังสมการที่ (1) – (2) โดยที่ x_i คือค่าข้อมูลของตัวอย่างที่ i และ n คือ ขนาดตัวอย่าง

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

2. เทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (SVR) เป็นวิธีการพยากรณ์วิธีหนึ่งที่มีความแม่นยำสูงและเป็นที่นิยมอย่างมากและมีการใช้อย่างแพร่หลาย ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้วิธีการของซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามซึ่งเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ($Y \in \mathbb{R}$) สมการถดถอย SVR จะคล้ายคลึงกับสมการไฮเปอร์เพลน (Hyperplane) ของ SVM แสดงดังสมการที่ (3) (Cortes and Vapnik, 1995; ธนกร สุทธิสนธิ์ และสมพร เทพนิม, 2563; Bagheripour, *et. al.*, 2015)

$$f(x) = W^T \varphi(x) + b \quad (3)$$

เมื่อ $f(x)$ เป็นค่าพยากรณ์ และ W และ b เป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่สามารถปรับค่าได้

ในงานวิจัยนี้ใช้ฟังก์ชันสูญเสียแบบเอปซิลอนอินเซนซิฟ (ϵ -Insentive loss function: $Q_\epsilon(Y, f(x))$) ดังสมการที่ (4) เพื่อหาสมการไฮเปอร์เพลน (Hyperplane) ที่เหมาะสมบนมิติที่สูงขึ้น (High dimensional feature space) โดยหาค่าระยะห่างที่มากที่สุดของชุดฝึกสอนเป็นสองชุดย่อย

$$Q_\varepsilon(y, f(x)) = \begin{cases} |f(x) - y| - \varepsilon & \text{if } |f(x) - y| \geq \varepsilon \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

SVR มีเป้าหมายที่จะหาค่าต่ำสุดของสมการที่ (5)

$$R = \frac{1}{2} W^T W + C \sum_{i=1}^n (x_i^* + x_i) \quad (5)$$

การใช้ตัวคูณลากรองจ์ (Lagrange multipliers : x_i^*, x_i) สามารถนำมาแก้ปัญหาของสมการที่ (5) ที่มีเงื่อนไขตามสมการที่ (4) ได้ ดังนั้นฟังก์ชันโดยประมาณจากชุดข้อมูลฝึกสอน จะสามารถสร้างสมการ SVR เพื่อทำนายค่าเอาต์พุตจากอินพุตเวกเตอร์จากสมการที่ (3) โดยที่เวกเตอร์ถ่วงน้ำหนัก (W) เป็นดังสมการที่ (6)

$$W = \sum_{i=1}^n (\beta_i^* - \beta_i) \phi(x_i) \quad (6)$$

ในกรณีที่เป็นการถดถอยแบบไม่เป็นเชิงเส้น สามารถทำได้โดยส่งอินพุตเวกเตอร์ไปยังมิติที่สูงขึ้น (High dimensional feature space) โดยใช้เคอร์เนลฟังก์ชัน (Kernel function) งานวิจัยนี้ใช้เคอร์เนล Gaussian radial basis function (RBF)

$$K(x_i, x_j) = e^{-\gamma \|x_i - x_j\|^2}, \gamma > 0 \quad (7)$$

ในงานวิจัยนี้ใช้ฟังก์ชัน svm() ใน แพคเกจ e1071 ของโปรแกรม R (Dimitriadou, *et. al.*, 2005)

3. โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network: ANN) เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งทางด้านปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ที่สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อจำลองการทำงานของโครงข่ายประสาทในสมองมนุษย์ ซึ่งเป็นการเรียนรู้แบบมีผู้สอน (Supervised learning) (ธนาวุฒิ ประกอบผล, 2552)

ลักษณะของโครงข่ายประสาทเทียม แบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย 3 กลุ่ม ดังนี้

1. ชั้นรับข้อมูลป้อนเข้า (Input layer) เป็นชั้นนำข้อมูลเข้า
2. ชั้นส่งข้อมูลออก (Output layer) เป็นชั้นสุดท้าย
3. ชั้นซ่อน (Hidden layer) เป็นชั้นที่อยู่ระหว่างชั้นรับข้อมูลป้อนเข้าและชั้นส่งข้อมูลออก ซึ่งโดยทั่วไปชั้นซ่อนอาจมีมากกว่า 1 ชั้นก็ได้

จึงสามารถแบ่งประเภทโครงข่ายประสาทเทียมตามจำนวนชั้นของโครงข่ายแบบกว้าง ๆ ได้ 2 แบบ ได้แก่ โครงข่ายแบบชั้นเดียว (single layer) และโครงข่ายแบบหลายชั้น (multi-layer)

งานวิจัยนี้ใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบเรียนรู้แบบแพร่ย้อนกลับ (Feed-Forward Backpropagation Neural Network) ซึ่งมีตัวแบบ ANN ดังสมการที่ (8)-(9)

$$\hat{h}_j = f(\sum_{i=1}^p W_{ij} x_i + b_j) \quad (8)$$

$$\hat{y} = f(\sum_{i=1}^{n_h} W_i x_i + b_o) \quad (9)$$

โดย $\hat{y}$ คือ ผลลัพธ์ของชั้นสุดท้าย f คือ ฟังก์ชันกระตุ้น (activation function) w คือ น้ำหนักของโครงข่าย x_i คือ ข้อมูลนำเข้า p, n_h คือ จำนวนโหนดในชั้นข้อมูลนำเข้าและชั้นซ่อนตามลำดับ และ b คือ Bias

และ h_j คือ ผลลัพธ์ของขั้นซ้อน (หัสพล ชัมมิกัรต์น, 2563) และมีขั้นตอนการดำเนินการสร้างตัวแบบการพยากรณ์ ดังนี้

- (1) กำหนดโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียม โดยกำหนดจำนวนชั้นซ่อน และจำนวนโหนดในแต่ละชั้นซ่อน
- (2) แปลงค่าข้อมูลให้อยู่ในช่วงที่กำหนด
- (3) กำหนดพารามิเตอร์

- Learning rate คือ ตัวเลขที่ใช้ในการปรับความเร็วของการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งค่าเข้าใกล้ 0 จะหมายถึงค่าที่ดีที่สุด

- Momentum คือ ค่าที่ใช้เหนี่ยวนำค่าผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละรอบ
- Learning cycle คือ จำนวนรอบในการเรียนรู้ข้อมูล
- กำหนดฟังก์ชันการแปลงโดยใช้ฟังก์ชันไฮเพอร์โบลิคแทนเจนต์ (Hyperbolic Tangent Function) ซึ่งจะแปลงข้อมูลให้มีลักษณะข้อมูล -1 ถึง 1 หรือ ฟังก์ชัน ซิกมอยด์ (sigmoid) ซึ่งจะแปลงข้อมูลให้มีลักษณะข้อมูล 0 ถึง 1

ในงานวิจัยนี้ใช้ฟังก์ชัน neuralnet () ใน แพคเกจ neuralnet ของโปรแกรม R (Gunther and Fritsch, 2008)

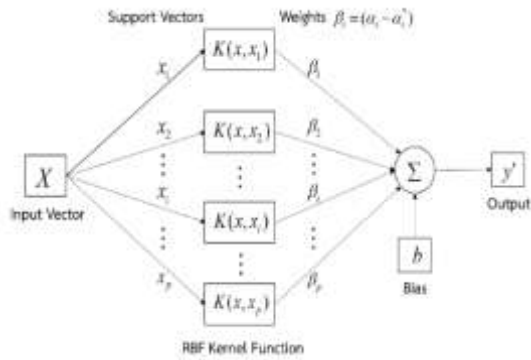
4. **ตัวแบบป่าสุ่ม (Random Forest: RF)** เป็นหนึ่งในเทคนิคการเรียนรู้ที่ได้รับความนิยมอย่างมากในการเรียนรู้ของเครื่อง ซึ่งได้รับการพัฒนามาจากเทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) เพื่อแก้ปัญหการจัดประเภทข้อมูล (classification) สำหรับตัวแปรศึกษาเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ และปัญหาของการถดถอย (Regression) สำหรับตัวแปรศึกษาเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ

ตัวแบบป่าสุ่มจะสร้างต้นไม้ตัดสินใจหลาย ๆ ต้น โดยข้อมูลของต้นไม้แต่ละต้นที่ถูกสร้างจะถูกสุ่มด้วยเทคนิค Bagging หรือเทคนิคการสร้างข้อมูลด้วยการสุ่มแบบแทนที่ จากนั้นจะทำการหาค่าพยากรณ์ต้นไม้ตัดสินใจที่ได้ในแต่ละต้น ทำซ้ำจนกว่าจะได้จำนวนต้นไม้ครบตามที่กำหนด ในขั้นตอนการหาค่าพยากรณ์ จะทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของค่าพยากรณ์ของต้นไม้ตัดสินใจทุกต้น ($\hat{y}$) สำหรับปัญหาของการถดถอย ดังสมการที่ (10) (Breiman, 1996; Breiman, 2001)

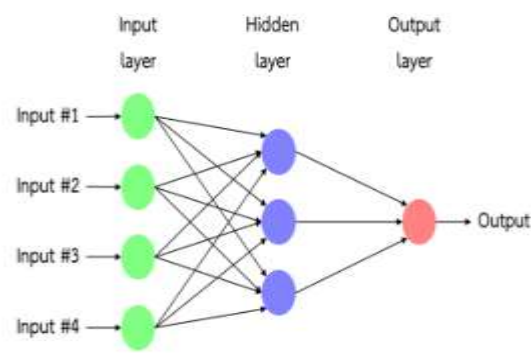
$$\hat{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N h_i(x) \quad (10)$$

โดย $h_i(x)$ คือ งบค่าพยากรณ์ของต้นไม้ตัดสินใจต้นที่ i

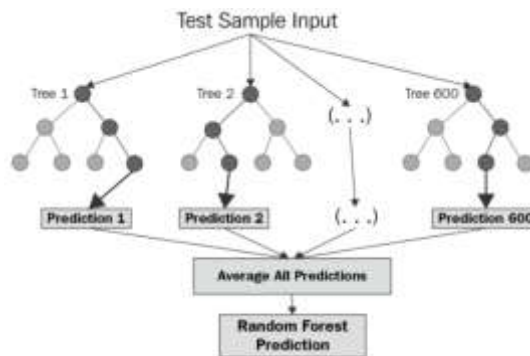
ในงานวิจัยนี้ใช้ฟังก์ชัน randomForest () ใน แพคเกจ randomForest ของโปรแกรม R (Liaw and Wiene, 2002)



รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมของเทคนิคซัพพอร์ต
เวกเตอร์รีเกรสชัน



รูปที่ 3 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายแบบหลายชั้น



รูปที่ 4 สถาปัตยกรรมของเทคนิคป่าส้ม

5. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวแบบการพยากรณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้คัดเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับการพยากรณ์การพยากรณ์มอดเจาะผลกาแฟอะราบิกาในชุดทดสอบด้วยวิธีการพยากรณ์ทั้ง 3 วิธี ได้แก่ SVR, ANN และ RF เพื่อคำนวณรากที่สองของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย (RMSE) ดังสมการที่ (11) ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า RMSE น้อยกว่าจะเป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด และค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ดังสมการที่ (12) ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า R^2 มากกว่าจะเป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมกับข้อมูลชุดนี้มากที่สุด

$$RMSE = \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{n} \quad (11)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2}{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2} \quad (12)$$

โดย y_t คือ ค่าจริง $\bar{y}$ คือ ค่าเฉลี่ย $\hat{y}_t$ คือ ค่าพยากรณ์ และ n คือ จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ข้อมูลพื้นฐาน

จากการวิเคราะห์สถิติพรรณนาข้อมูลของสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศในพื้นที่ทำการศึกษา พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย (X_1) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 24.04 องศาเซลเซียส โดยมีค่าต่ำสุดและสูงสุดอยู่ระหว่าง 19.29 ถึง 29.00 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์ (X_2) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 75.48% โดยมีค่าต่ำสุดและสูงสุดที่ 49.12% และ 88.75% ส่วนความเร็วลม (X_3) มีค่าเฉลี่ยเพียง 0.3025 เมตรต่อวินาที ซึ่งถือว่าค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าต่ำสุด 0.22 เมตรต่อวินาที และสูงสุด 0.45 เมตรต่อวินาที นอกจากนี้ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย (X_4) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 32.24 องศาเซลเซียส โดยมีช่วงค่าระหว่าง 27.94 ถึง 38.19 องศาเซลเซียส ขณะที่อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยที่ (X_5) มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า โดยอยู่ที่ 17.21 องศาเซลเซียส และมีช่วงค่าระหว่าง 10.12 ถึง 21.07 องศาเซลเซียส ในส่วนของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย (X_6) ซึ่งวัดเป็น มิลลิเมตรต่อวัน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.94 มิลลิเมตร และมีช่วงค่าระหว่าง 0 ถึง 10.55 มิลลิเมตรต่อวัน และสุดท้ายระดับความสูงจากน้ำทะเล (X_7) มีค่าเฉลี่ยที่ 1141 เมตร โดยมีค่าต่ำสุดและสูงสุดที่ 985 และ 1250 เมตร ตามลำดับ ในส่วนของตัวแปรตามที่ใช้ในงานวิจัย คือจำนวนมอดเจาะผลกาแฟ (Y) ซึ่งใช้วัดจำนวนมอดที่พบในแต่ละพื้นที่ มีค่าเฉลี่ยที่ 53.60 ตัว/1800 ตารางเมตร โดยจำนวนมอดมีค่าต่ำสุดคือ 0 ตัว/1800 ตารางเมตร และสูงสุดคือ 203 ตัว/1800 ตารางเมตร (ตารางที่ 1)

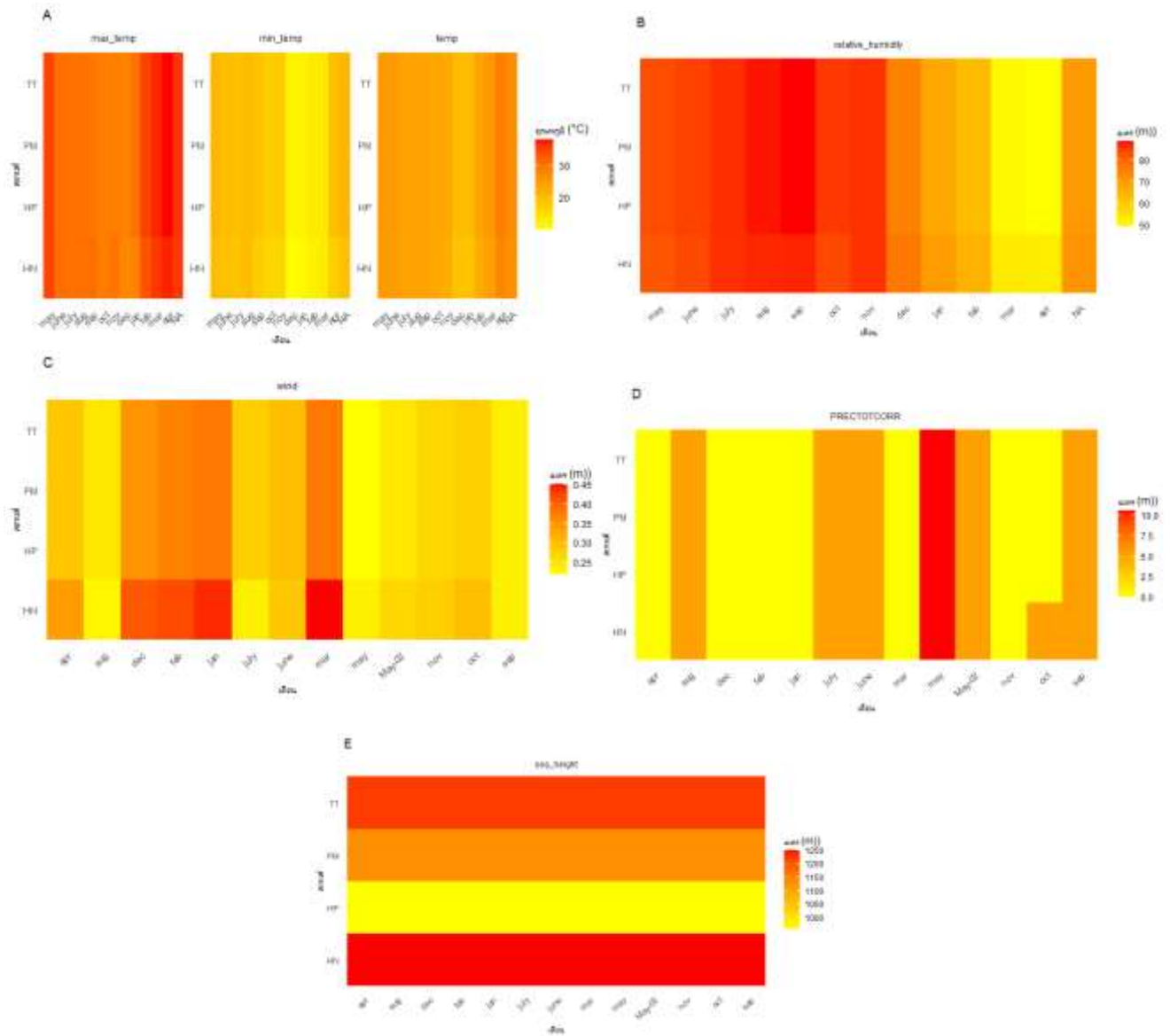
และรูปที่ 5 แสดงการกระจายตัวของตัวแปรที่ศึกษาในแต่ละเดือนของ 4 พื้นที่การศึกษา คือ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงป่าเมี่ยง ตำบลป่าเมี่ยง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ (PM) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก ตำบลห้วยแก้ว อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่ (TT) ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยโป่ง ตำบลแม่เจดีย์ใหม่ อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย (HP) และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยนาขาน ตำบลทาก้อ อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงรายเชียงราย (HN) โดยรูปที่ 5 (A) แสดงข้อมูลอุณหภูมิ ที่ประกอบด้วยอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิต่ำสุดและอุณหภูมิสูงสุดแต่ละพื้นที่ตามลำดับ และรูปที่ 5 (B) แสดงความชื้นสัมพัทธ์ของแต่ละพื้นที่ ส่วนรูปที่ 5 (C) แสดงความเร็วลมแต่ละพื้นที่ ในขณะที่รูปที่ 5 (D) แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยแต่ละพื้นที่ และ รูปที่ 5 (E) แสดงความสูงจากระดับน้ำทะเลของแต่ละพื้นที่ ซึ่งพบว่าตัวแปรสภาพภูมิอากาศทุกตัวมีการความผันแปรตามฤดูกาลและพื้นที่ ในขณะที่ตัวแปรสภาพภูมิประเทศไม่มีความผันแปรตามฤดูกาลแต่มีความผันแปรตามพื้นที่

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนมอดเจาะผลกาแฟและสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศ ดังรูปที่ 6 พบว่า อุณหภูมิสูงสุดมีความสัมพันธ์ระดับปานกลางในทิศทางเดียวกันกับการเกิดจำนวนมอดเจาะผลกาแฟ ($r = 0.4331$) ส่วนอุณหภูมิและความเร็วลมมีความสัมพันธ์ระดับน้อยในทิศทางเดียวกันกับการเกิดจำนวนมอดเจาะผลกาแฟ ($r = 0.2763$ และ $r = 0.1173$ ตามลำดับ) ส่วนอุณหภูมิต่ำสุดและปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์ระดับน้อยมากในทิศทางเดียวกันกับการเกิดจำนวนมอดเจาะผลกาแฟ ($r = 0.0539$ และ $r = 0.0917$ ตามลำดับ) ในขณะที่ระดับความสูงจากน้ำทะเลมีความสัมพันธ์ระดับปานกลางในทิศทางตรงกันข้ามกับการเกิดจำนวนมอดเจาะผลกาแฟ ($r =$

0.5398) และความชันสัมพันธ์มีความสัมพันธ์ระดับน้อยในทิศทางตรงกันข้ามกับการเกิดจำนวนมอดเจาะผลกาแฟ ($r = -0.2366$)

ตารางที่ 1 สถิติพรรณนากำหนดจำนวนมอดเจาะผลกาแฟและสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ทำการศึกษา

ตัวแปร	หน่วย	Min	Max	Mean	Sd
X ₁ อุณหภูมิเฉลี่ยที่ความสูง 2 เมตร	องศาเซลเซียส	19.29	29.00	24.04	2.28
X ₂ ความชื้นสัมพัทธ์ที่ความสูง 2 เมตร	ร้อยละ	49.12	88.75	75.48	13.29
X ₃ ความเร็วลมที่ความสูง 2 เมตร	เมตรต่อวินาที	0.22	0.45	0.3025	0.06
X ₄ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยที่ความสูง 2 เมตร	องศาเซลเซียส	27.94	38.19	32.24	3.35
X ₅ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยที่ความสูง 2 เมตร	องศาเซลเซียส	10.12	21.07	17.21	3.49
X ₆ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย	มิลลิเมตรต่อวัน	0	10.55	2.94	3.69
X ₇ ความสูงจากระดับน้ำทะเล	เมตร	985	1250	1141	115.73
Y จำนวนมอดเจาะผลกาแฟ	ตัว/พื้นที่	0	203	53.60	51.95



รูปที่ 5 แสดงสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศจำแนกตามเดือนและพื้นที่ที่ทำการศึกษา

41.1784 ในขณะที่และตัวแบบ RF มีค่า RMSE เท่ากับ 62.9824 (ตารางที่ 3) และการเปรียบเทียบจำนวนมอดที่
เกิดขึ้นจริงและค่าพยากรณ์จำนวนมอดในชุดฝึกสอนและชุดทดสอบของแต่ละวิธีแสดงดังรูปที่ 7

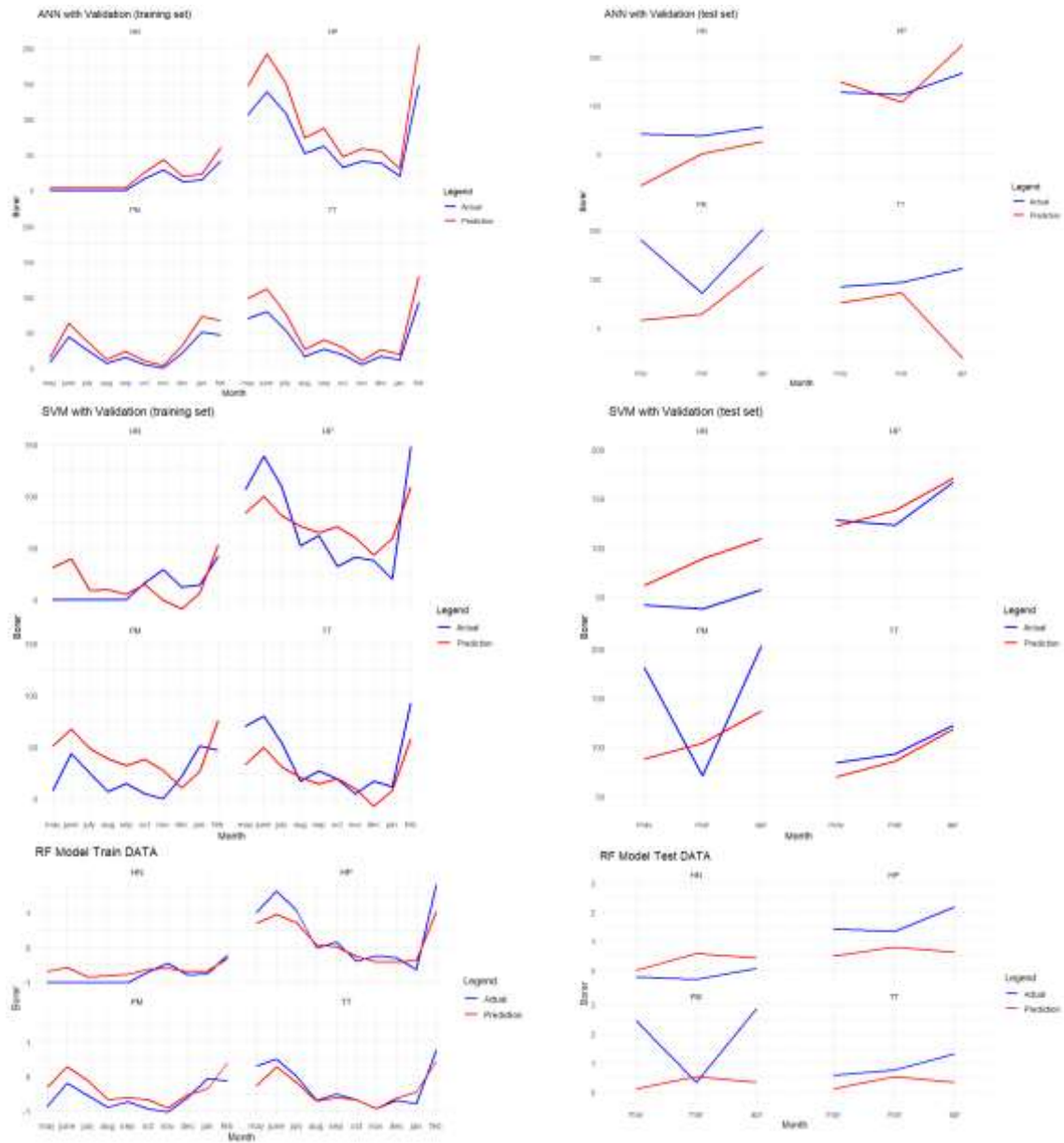
ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าประสิทธิภาพของการพยากรณ์มอดเจาะผลกาแฟด้วยตัวแบบดังกล่าวข้างต้นสามารถ
พยากรณ์จำนวนมอดเจาะผลกาแฟได้ และเมื่อพิจารณาในแต่ละวิธีพบว่า เทคนิคป่าสุ่มมีค่า $R^2 = 0.7262$ สูงกว่าตัว
แบบอื่น ๆ ในชุดฝึกสอน แต่พบว่าเทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน มีค่า R^2 สูงกว่าตัวแบบอื่น ๆ ในชุดทดสอบ นั่น
คือ เทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันแบบ Linear ที่ Cost = 1 และ Epsilon = 0.1 จะมีประสิทธิภาพในการ
คาดการณ์จำนวนมอดเจาะผลกาแฟมากที่สุด

ตารางที่ 2 แสดงผลการปรับค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบในการพยากรณ์

model	parameter	Value tested	Optimized value
ANN	Hidden layer	(5,5); (7,8); (10,10)	(10,10)
	Threshold	0.01; 0.001	0.001
	Step max	1e6, 1e7	1e7
SVM	Cost	1; 10; 100	1
	Kernal	Linear; Polynomial; Radial	Linear
	Epsilon	0.1; 0.5; 1; 2; 3; 4; 5;10	1
RF	ntree	10;20;30;35;40;50	30

ตารางที่ 3 แสดงผลการปรับค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบในการพยากรณ์

model	Index	Training set	Test set
ANN	R^2	0.6762	-0.3370
	RMSE	21.4720	60.3310
SVM	R^2	0.5645	0.3771
	RMSE	24.9012	41.1784
RF	R^2	0.7262	-0.4242
	RMSE	19.7437	62.9824



รูปที่ 7 แสดงค่าจริงและค่าพยากรณ์จำแนกตามตัวแบบและพื้นที่การศึกษา

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การวิจัยครั้งนี้ได้สร้างตัวแบบพยากรณ์ 3 วิธี ได้แก่ เทคนิคซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชัน (SVR) โครงข่ายประสาทเทียม (ANN) และ ตัวแบบป่าสุ่ม (RF) เพื่อพยากรณ์จำนวนมอดเจาะผลกาแฟอะราบิกาในพื้นที่ที่ทำการศึกษาทั้ง 4 พื้นที่ โดยรวบรวมข้อมูลจำนวนมอดเจาะผลกาแฟอะราบิกาจากงานวิจัยของคุณเผ่าไท ถายะพงศ์ ซึ่งถูกเก็บในเดือนพฤษภาคมปี พ.ศ.2555 - พ.ศ.2556 และทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 80:20 สำหรับชุดฝึกสอนและชุดทดสอบตามลำดับ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพตัวแบบด้วยค่า R^2 และ RMSE ผลการวิเคราะห์ พบว่าตัวแบบ

SVR เป็นตัวแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เนื่องจากมีค่า R^2 สูงสุด และ RMSE ต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ de Oliveira Aparecido, *et.al.* (2024) ที่พบว่าการใช้ตัวแบบ SVR จะสามารถคาดการณ์การเกิดโรคใบจุดตากบได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ในกรณีที่ต้นกาแฟที่มีผลผลิตต่ำ และงานวิจัยของ de Oliveira Aparecido, *et.al.* (2020) ที่พบว่าการใช้ตัวแบบ ANN มีประสิทธิภาพต่ำที่สุดในการพยากรณ์ของการเกิดมอดเจาะผลกาแฟ

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคุณเผ่าไท ทยะพงค์ และทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- เผ่าไท ทยะพงค์ และ ปิยะวรรณ สุทธิประพันธ์. 2558. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการศึกษา ความหลากหลายชนิดและการแพร่กระจายของ แมลงศัตรูกาแฟอาราบิก้าในจังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย. วารสารเกษตร, 31(2): 203-213.
- เผ่าไท ทยะพงค์. 2558. การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของแมลงในกาแฟอาราบิก้าในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดเชียงราย. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) (สาขาวิชากีฏวิทยา)มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ธนกร สุทธิสนธิ์ และ สมพร เทพนิม. 2563. การประยุกต์ใช้เทคนิคการแยกข้อมูลเชิงประจักษ์ร่วมกับวิธีบอก-เจนกินส์ และวิธีซัพพอร์ตเวกเตอร์รีเกรสชันในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลา. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 22(1): 59-74."
- ธนาวุฒิ ประกอบผล. 2552. โครงข่ายประสาทเทียม. ว. มฉก. วิชาการ, 12: 73-87.
- หัสพล ธรรมิกรัตน์. 2563. การวินิจฉัยโรคพารากินสันโดยใช้การเรียนรู้ของเครื่อง. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 10.58837/CHULA.THE.2020.1134
- Bagheripour, P., Gholami, A., Asoodeh, M., and Asadi, M.V. 2015. Support vector regression based determination of shear wave velocity. J. Petrol. Sci. Eng, 125:95-99.
- Breiman, L. 1996. Bagging Predictors. Machine Learning, 24(2):123-140.
- Breiman, L. 2001. Random Forests. Machine Learning, 45, 5-32. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- Cortes, C., Vapnik, V. 1995. Support-vector networks. Mach Learn 20, 273–297. <https://doi.org/10.1007/BF00994018>
- de Oliveira Aparecido, L.E., de Lima, R., Torsoni, G., Lorençone, J., Lorençone, P. and de Souza Rolim, G. 2024. Climate and disease: tackling coffee brown-eye spot with advanced forecasting models. Journal of the Science of Food and Agriculture, 104(9): 5442-5461. DOI: 10.1002/jsfa.13379

- de Oliveira Aparecido, L.E., de Souza Rolim, G., da Silva Cabral De Moraes, J.R., Costa, C.T.S., and de Souza, P.S. 2020. Machine learning algorithms for forecasting the incidence of *Coffea arabica* pests and diseases. *Int. J. Biometeorol*, 64:671–688. doi: 10.1007/s00484-019-01856-1.
- Dimitriadou, E., Hornik, K., Leisch, F., Meyer, D., and Weingessel, A. 2005. e1071: Misc Functions of the Department of Statistics (e1071). TU Wien, Version 1.5-11. <http://CRAN.R-project.org/>.
- Fattori, I.M., Sentelhas, P.C., and Marin, F.R. 2022. Assessing the impact of climate variability on Asian rust severity and soybean yields in different Brazilian mega-regions. *Int J Plant Prod*, 16:17–28. <https://doi.org/10.1007/s42106-021-00169-x>
- Günther, F., and Fritsch, S. 2008. neuralnet: Training of Neural Networks. R Foundation for Statistical Computing. R package version 1.2.
- Jadhav, S.B., Udupi V.R. and Patil, S.B. 2021. Identification of plant diseases using convolutional neural networks. *Int J Inf Technol*, 13:2461–2470. <https://doi.org/10.1007/s41870-020-00437-5>
- Liang, Y., Duveneck, M.J., Gustafson, E.J., Serra-Diaz, J.M., and Thompson, J.R. 2018. How disturbance, competition, and dispersal interact to prevent tree range boundaries from keeping pace with climate change. *Glob Chang Biol*, 24:e335–e351. <https://doi.org/10.1111/gcb.13847>.
- Liaw, A., and Wiene, M. 2002. Classification and Regression by Random Forest. *R News*, 2, 18-22.
- RStudio Team. 2020. RStudio: Integrated Development for R. MA: RStudio, PBC. <http://www.rstudio.com/>.
- Sorte, L.X.B., Ferraz, C.T., Fambrini, F., Goulart, R.R. and Saito, J.H. 2019. Coffee leaf disease recognition based on deep learning and texture attributes. *Procedia Computer Science* 159:135–144. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.168>.
- Wheeler, D.L., Dung, J.K.S. and Johnson, D.A. 2019. From pathogen to endophyte: an endophytic population of *Verticillium Dahliae* evolved from a sympatric pathogenic population. *New Phytol*, 222(1): 497–510. <https://doi.org/10.1111/nph.15567>

ประสิทธิภาพชีวภัณฑ์เบ็บ-อาร์ ของเชื้อรา บิววาเรีย บัสเซียน่า (*Beauveria bassiana*)
ในการป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟ (*Hypothenemus hampei* Ferrari)
ในพื้นที่โครงการหลวง

กฤษฎา สุเมธะ กาญจนา วิจิตรกุลถาวร จิราภรณ์ จันทวงศ์ วราพร ต๊ะเสน

มูลนิธิโครงการหลวง เชียงใหม่ 50100

บทคัดย่อ

ทำการทดสอบประสิทธิภาพชีวภัณฑ์เบ็บ-อาร์ ของเชื้อรา บิววาเรีย บัสเซียน่า (*Beauveria bassiana*) ในการป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟ *Hypothenemus hampei* (Ferrari) จำนวน 2 แปลงทดลอง ได้แก่ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงตีนตก อำเภอแม่ฮ่อน และสถานีวิจัยแม่หลอด อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนสิงหาคม - ตุลาคม 2566 วางแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Complete Block Design) จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีพ่นชีวภัณฑ์ เบ็บ-อาร์ ที่ปริมาณเชื้อ 1×10^8 cfu/g WP อัตราความเข้มข้น 25, 50, 75 และ 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง Triazophos 40 (triazophos 40% W/V EC) อัตรา 40 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีชุดควบคุม (Control) พ่นน้ำเปล่า ผลแสดงให้เห็นว่า กรรมวิธีพ่นชีวภัณฑ์เบ็บ-อาร์ ที่อัตรา 75 และ 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟเทียบเท่ากับการพ่นสารเคมี Triazophos 40 ซึ่งต่ำกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยผลการทดสอบทั้งสองแปลงทดลองให้ผลสอดคล้องกัน และไม่พบความเป็นพิษต่อต้นกาแฟในทุกกรรมวิธี

คำหลัก: ชีวภัณฑ์ เชื้อรา บิววาเรีย บัสเซียน่า มอดเจาะผลกาแฟ เบ็บ-อาร์

OE-08

ภาคบรรยาย

Efficacy of the Bioproduct *Beauveria bassiana* (Trade Name: Beb-R)
for the Control of Coffee Berry Borer (*Hypothenemus hampei* Ferrari)
in Coffee Plantations under the Royal Project Foundation

Kritsana Sumetha Kanjana Vichitragoontavorn

Jiraporn Juntawong Waraphon Tahsen

Royal Project Foundation, Chiang Mai 50100

ABSTRACT

Testing efficacy of the bioproduct Beb-R (*Beauveria bassiana*) in controlling coffee berry borer (*Hypothenemus hampei* Ferrari) was carried out at two coffee plantations of Teentok Royal Project Development Center, (Mae Orn District) and Mae Load Research station, (Mae Tang District) Chiang Mai. The experiment was conducted using RCBD (Randomized Complete Block Design) with 4 replications of 6 treatments. The treatments included applications of Beb-R with fungal culture 1×10^8 cfu/g WP at the rates of 25, 50, 75, and 100 grams per 20 liters of water. These were compared with Triazophos 40 (triazophos 40% W/V EC) applied at 40 milliliters per 20 liters of water and a control treatment with water application only. The results showed that applications of Beb-R at 75 and 100 grams per 20 liters could reduce coffee berry borer infestation compared to control treatment and equal to Triazophos 40, statistically different at 95%. The result from both locations were consistent. This finding indicated that Beb-R is effective for controlling Coffee Berry Borer with no phytotoxic effect on coffee plants.

Keywords: bioproduct, *Beauveria bassiana*, coffee berry borer, Beb-R

คำนำ

การปลูกกาแฟในปัจจุบันพบการเข้าทำลายของศัตรูพืชทั้งโรคและแมลงเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะมอดเจาะผลกาแฟ *Hypothenemus hampei* (Ferrari) ซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญต่อการปลูกกาแฟในหลายพื้นที่ สร้างความเสียหายให้กับผลผลิตกาแฟได้มากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ผลกาแฟที่ถูกเจาะจะเป็นช่องทางให้เชื้อราและแบคทีเรียเข้าทำลายซ้ำ ทำให้ผลร่วงเสียหายส่งผลให้ผลผลิตกาแฟลดลง หากเก็บเกี่ยวผลกาแฟที่มอดเจาะทำลายอยู่ เมล็ดกาแฟที่ได้จะไม่มีคุณภาพ (บันฑูรย์ และคณะ, 2551)

มอดเจาะผลกาแฟเป็นมอดขนาดเล็ก ตัวเต็มวัยมีสีดำขนาด 1.2-1.5 มิลลิเมตร เพศเมียจะเจาะรูที่ปลายผลกาแฟและเข้าไปในเมล็ด โดยวางไข่ 30-70 ฟอง ระยะไข่ถึงตัวเต็มวัย ประมาณ 25-35 วัน วงจรชีวิตโดยเฉลี่ย 156 วัน (จรัสศรี และคณะ, 2535) ต่อมา เยาวลักษณ์ (2554) กล่าวว่า ในปี 2553 พบว่ามอดตัวเต็มวัยเข้าทำลายผลกาแฟได้ตั้งแต่ขนาดผลกาแฟมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2.3 มิลลิเมตรขึ้นไป ในผลกาแฟสามารถพบแมลงได้ทุกระยะการเจริญเติบโต (ระยะไข่ หนอน ดอก และตัวเต็มวัย)

การใช้สารเคมีเพื่อควบคุมมอดสามารถใช้ได้ในระดับหนึ่งแต่ก็ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคและความปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อมด้วยโดยเฉพาะบนพื้นที่สูงซึ่งเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร นอกจากสารเคมีแล้วยังพบว่าการทำความสะอาดแปลงและการตัดแต่งกิ่งอย่างถูกต้องช่วยลดการระบาดลงได้ นอกจากนี้แล้วยังพบเชื้อราขาว (*Beauveria bassiana*) เป็นเชื้อราสาเหตุโรคแมลงชนิดหนึ่งที่ใช้ควบคุมมอดกาแฟได้เป็นวิธีทางชีววิธีและเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อม (ยุพิน และคณะ, 2545) วิวัฒน์ และคณะ (2551) นำเชื้อรา *Beauveria bassiana* มาศึกษาและประเมินประสิทธิภาพของเชื้อราขาว *Beauveria bassiana* ในการเข้าทำลายแมลงศัตรูพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ โดยการปลูกเชื้อลงบนตัวเต็มวัยของมอดเจาะผลกาแฟ โดยการพ่นสารแขวนลอยสปอร์ของเชื้อราลงบนตัวแมลงพบว่าเชื้อราชนิดนี้สามารถทำให้ตัวเต็มวัยของมอดเจาะผลกาแฟตาย 77.5 เปอร์เซ็นต์ ต่อมา มาลี และคณะ (2559) พบว่า การโรยเชื้อรา *Beauveria bassiana* บนผลกาแฟที่มีมอดเจาะผลกาแฟเข้าทำลายผลทำให้มอดเจาะผลกาแฟตาย 100 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 3 เดือน โดยมอดเจาะผลกาแฟไม่มีการเพิ่มปริมาณ

ดังนั้น มูลนิธิโครงการหลวง จึงได้นำชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟ ชีวภัณฑ์เบ็บ-อาร์ของเชื้อราบิวาเรีย บัสเซียน่า (*Beauveria bassiana*) ในการป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟ *Hypothenemus hampei* (Ferrari) ทดสอบประสิทธิภาพเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช และเป็นองค์ความรู้ให้แก่เกษตรกรต่อไป

วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบประสิทธิภาพชีวภัณฑ์เบ็บ-อาร์ ของ เชื้อราบิวาเรีย บัสเซียน่า (*Beauveria bassiana*) ในการป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟ *Hypothenemus hampei* (Ferrari) ในกาแฟ

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เชื้อราสปีชีส์เชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่ใช้ทำการทดลอง : เชื้อรา บิววาเรียบัสเซียน่า (*Beauveria bassiana*)
1x10⁸ cfu/g WP ชื่อการค้า : เบ็บ-อาร์
2. สารกำจัดแมลงที่ใช้เปรียบเทียบ : triazophos 40% W/V EC
ชื่อการค้า : ไตรอะโซฟอส 40 (Triazophos 40)
3. เครื่องพ่นสารแบบสะพายหลังที่สามารถควบคุมแรงดันได้
4. แปลงปลูกกาแฟ สายพันธุ์อะราบิก้า :
แปลงทดลองที่ 1 อำเภอแม่ฮ่องสอน จังหวัดเชียงใหม่
แปลงทดลองที่ 2 อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่
5. เครื่องชั่งตวงชีวะภัณฑ์: เครื่องชั่งดิจิตอล ทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ OHAUS

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (กรัมหรือมิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร)	ปริมาณโคนินเดียเชื้อ/ ปริมาณสารออกฤทธิ์ (กรัมหรือ cfu ต่อไร่)
1. <i>Beauveria bassiana</i> 1x10 ⁸ cfu/g WP (เบ็บ-อาร์)	25	2.50x10 ¹⁰
2. <i>Beauveria bassiana</i> 1x10 ⁸ cfu/g WP (เบ็บ-อาร์)	50	5.00x10 ¹⁰
3. <i>Beauveria bassiana</i> 1x10 ⁸ cfu/g WP (เบ็บ-อาร์)	75	7.50x10 ¹⁰
4. <i>Beauveria bassiana</i> 1x10 ⁸ cfu/g WP (เบ็บ-อาร์)	100	1.00x10 ¹¹
5. ไตรอะโซฟอส (triazophos) 40% W/V EC (Triazophos 40)	40	160
6. พ่นน้ำเปล่า (Control)	-	

ดำเนินการทดลองในแปลงกาแฟสายพันธุ์อะราบิก้า อายุ 10 ปี แบ่งเป็นแปลงย่อยละ 4 ต้น ระยะปลูก 3X4 เมตร จำนวน 24 แปลงย่อย เริ่มพ่นเมื่อพบรอยทำลายของตัวเต็มวัยมอดเจาะผลกาแฟระบาดไม่ต่ำกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ต่อต้น พ่นเชื้อราสปีชีส์เชื้อราสาเหตุโรคแมลงที่ใช้ทดสอบ และพ่นสารกำจัดแมลงที่ใช้เปรียบเทียบทุก 7 วัน ติดต่อกัน 4 ครั้ง โดยใช้เครื่องพ่นแบบสะพายหลังที่สามารถควบคุมแรงดันได้ อัตราการใช้น้ำ 200 ลิตรต่อไร่ ประเมินผลการทดลองโดยตรวจนับรอยทำลายของมอดเจาะผลกาแฟ โดยสุ่มกิ่งกาแฟแต่ละต้นที่ระดับล่าง (สูงจากพื้นในช่วง 1-1.5 เมตร) จำนวน 6 กิ่งต่อต้น ใน 1 กิ่ง นับผลกาแฟทั้งหมดและผลกาแฟที่ถูกมอดทำลายโดยตรวจนับก่อนการพ่นเชื้อราสปีชีส์ และหลังการพ่นเชื้อราสปีชีส์ทุก 7 วัน นำมาคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลาย และหลังจากการพ่นครั้งสุดท้าย 7 วัน สุ่ม

เก็บผลกาแฟจำนวน 50 ผลต่อต้น (200 ผลต่อแปลงย่อย) นับจำนวนมอดเจาะผลกาแฟทุกระยะทั้งตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

นำข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายและจำนวนมอดเจาะผลกาแฟมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ กรณีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายไม่มีความแตกต่างทางสถิติวิเคราะห์ข้อมูลหลังพ่นด้วยวิธี Analysis of Variance กรณีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายมีความแตกต่างทางสถิติวิเคราะห์ข้อมูลหลังพ่นด้วยวิธี Analysis of Covariance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกรรมวิธีโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

การวิเคราะห์ผลกระทบของชีวภัณฑ์ต่อพืช (Phytotoxicity)

บันทึกผลกระทบต่อน้ำเลี้ยงถ้ามีอาการผิดปกติเกิดขึ้นหลังพ่นชีวภัณฑ์

ผลกระทบของชีวภัณฑ์ต่อศัตรูธรรมชาติ

บันทึกผลกระทบต่อศัตรูธรรมชาติถ้ามีอาการผิดปกติเกิดขึ้นหลังพ่นชีวภัณฑ์

เวลาและสถานที่ดำเนินการ

การทดลองที่ 1 เดือนสิงหาคม - ตุลาคม 2566 ที่อำเภอมะนัง จังหวัดยะลา

การทดลองที่ 2 เดือนสิงหาคม - ตุลาคม 2566 ที่อำเภอมะนัง จังหวัดยะลา

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 อำเภอมะนัง จังหวัดยะลา

เดือนสิงหาคม - ตุลาคม 2566

อุณหภูมิ เฉลี่ย 19-25 องศาเซลเซียส ความชื้นในแปลง เฉลี่ย 75-90 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำฝน เฉลี่ย 0.01 มิลลิเมตร ก่อนทดสอบมีการสำรวจการเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟในภาพรวม พบมีการทำลายไม่ต่ำกว่า 3 เปอร์เซ็นต์

เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟ (ตารางที่ 1)

ก่อนการพ่นชีวภัณฑ์ครั้งที่ 1 พบว่า กรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์เชื้อรา *Beauveria bassiana* 1×10^8 cfu/g WP (บีบี-อาร์) อัตรา 25, 50, 75 และ 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นสาร Triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40) และกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า (Control) พบเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟเฉลี่ย 7.36, 5.03, 4.63, 4.30, 3.00 และ 5.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งพบความแตกต่างทางสถิติ จึงวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายหลังการพ่นชีวภัณฑ์ด้วยวิธี Analysis of Covariance

หลังการพ่นชีวภัณฑ์ครั้งที่ 1 พบว่า กรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์เชื้อรา *Beauveria bassiana* 1×10^8 cfu/g WP (บีบี-อาร์) อัตรา 50, 75 และ 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายเฉลี่ย 5.56, 5.18 และ 5.21 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40) ที่ 3.46 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีพ่น ชีวภัณฑ์ อัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พบเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายเฉลี่ย 8.03

เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ แต่ไม่แตกต่างกับทุกกรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์ และกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า (Control) ซึ่งพบที่ 8.57 เปอร์เซ็นต์

หลังการพ่นชีวภัณฑ์ครั้งที่ 2 พบว่า กรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์เชื้อรา *Beauveria bassiana* 1×10^8 cfu/g WP (บีบ-อาร์) อัตรา 75 และ 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายเฉลี่ย 5.63 และ 5.46 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40) ที่ 3.93 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีพ่นชีวภัณฑ์ อัตรา 25 และ 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พบเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายเฉลี่ย 8.36 และ 8.30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ แต่ไม่แตกต่างกับทุกกรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์ และกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า (Control) ซึ่งพบที่ 11.66 เปอร์เซ็นต์

หลังการพ่นชีวภัณฑ์ครั้งที่ 3 พบว่า กรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์เชื้อรา *Beauveria bassiana* 1×10^8 cfu/g WP (บีบ-อาร์) อัตรา 75 และ 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายเฉลี่ย 5.76 และ 5.72 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40) ที่ 4.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีพ่นชีวภัณฑ์ อัตรา 25 และ 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พบเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายเฉลี่ย 8.45 และ 8.35 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์เปรียบเทียบ และกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า (Control) ซึ่งพบที่ 15.19 เปอร์เซ็นต์

หลังการพ่นชีวภัณฑ์ครั้งที่ 4 พบว่า กรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์เชื้อรา *Beauveria bassiana* 1×10^8 cfu/g WP (บีบ-อาร์) อัตรา 75 และ 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายเฉลี่ย 5.80 และ 5.72 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40) ที่ 4.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีพ่นชีวภัณฑ์ อัตรา 25 และ 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พบเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายเฉลี่ย 8.45 และ 8.49 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกกรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์ พ่นสารเปรียบเทียบ และกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า (Control) ซึ่งพบที่ 15.51 เปอร์เซ็นต์

การสุ่มผ่าผลกาแฟ (ตารางที่ 2) หลังการพ่นชีวภัณฑ์ครั้งที่ 4 พบว่า กรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์เชื้อรา *Beauveria bassiana* 1×10^8 cfu/g WP (บีบ-อาร์) อัตรา 25, 50, 75 และ 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พบตัวเต็มวัยของมอดเจาะผลกาแฟเฉลี่ย 0.10, 0.09, 0.04 และ 0.03 ตัวต่อผล ตามลำดับ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นสาร Triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40) ไม่พบตัวเต็มวัยของมอดเจาะผลกาแฟ ซึ่งไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า (Control) พบที่ 0.46 ตัวต่อผล ซึ่งพบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นชีวภัณฑ์ อีกทั้งในส่วนของตัวอ่อนที่พบในกรรมวิธีพ่นชีวภัณฑ์เชื้อรา *Beauveria bassiana* 1×10^8 cfu/g WP (บีบ-อาร์) อัตรา 75 และ 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เฉลี่ย 0.36 และ 0.23 ตัวต่อผล ตามลำดับ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นสาร Triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40) พบตัวอ่อน 0.08 ตัวต่อผล ซึ่งไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า (Control) พบที่ 0.90 ตัวต่อผล ซึ่งพบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นชีวภัณฑ์

ผลกระทบของชีวภัณฑ์ที่มีต่อพืช (Phytotoxicity)

ตลอดการทดลองไม่พบความเป็นพิษของสารทดลองต่อต้นกาแฟ

ผลกระทบของชีวภัณฑ์ที่มีต่อศัตรูธรรมชาติ

ก่อนการทดลองพบมอดเจาะผลกาแฟติดเชื้อ *Beauveria bassiana* ในแปลงกาแฟโดยวิธีทางธรรมชาติ ไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ และตลอดการทดลองไม่พบศัตรูธรรมชาติชนิดอื่น ๆ

การทดลองที่ 2 อำเภอมะนัง จังหวัดเชียงใหม่

เดือนสิงหาคม - ตุลาคม 2566

อุณหภูมิ เฉลี่ย 20-25 องศาเซลเซียส, ความชื้นในแปลง เฉลี่ย 75-90 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณน้ำฝน เฉลี่ย 0.01 มิลลิเมตร ก่อนทดสอบมีการสำรวจการเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟในภาพรวม พบมีการทำลายไม่ต่ำกว่า 3 เปอร์เซ็นต์

เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟ (ตารางที่ 3)

ก่อนการพ่นชีวภัณฑ์ครั้งที่ 1 พบว่า กรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์เชื้อรา *Beauveria bassiana* 1×10^8 cfu/g WP (เบ็บ-อาร์) อัตรา 25, 50, 75 และ 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พบเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟ เฉลี่ย 3.53, 3.77, 3.20 และ 3.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นสาร Triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40) พบเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟเฉลี่ย 3.02 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า (Control) พบที่ 6.07 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบความแตกต่างกันทางสถิติ จึงวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายหลังการพ่นชีวภัณฑ์ด้วยวิธี Analysis of Covariance

หลังการพ่นชีวภัณฑ์ครั้งที่ 1 พบว่า กรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์เชื้อรา *Beauveria bassiana* 1×10^8 cfu/g WP (เบ็บ-อาร์) อัตรา 25, 50, 75 และ 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และ กรรมวิธีพ่นสาร triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40) มีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายเฉลี่ย 5.17, 5.01, 3.89, 3.53 และ 3.24 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทุกกรรมวิธีพบเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายต่ำกว่าและแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า (Control) ซึ่งพบที่ 9.83 เปอร์เซ็นต์

หลังการพ่นชีวภัณฑ์ครั้งที่ 2 พบว่า กรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์เชื้อรา *Beauveria bassiana* 1×10^8 cfu/g WP (เบ็บ-อาร์) อัตรา 25, 50, 75 และ 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และ กรรมวิธีพ่นสาร triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40) มีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายเฉลี่ย 7.26, 6.20, 4.23, 4.63 และ 3.83 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ทุกกรรมวิธีพบเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายต่ำกว่าและแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า (Control) ซึ่งพบที่ 13.06 เปอร์เซ็นต์

หลังการพ่นชีวภัณฑ์ครั้งที่ 3 พบว่า กรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์เชื้อรา *Beauveria bassiana* 1×10^8 cfu/g WP (เบ็บ-อาร์) อัตรา 50, 75 และ 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายเฉลี่ย 6.33, 4.98 และ 5.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40) ที่ 3.89

เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีพ่นชีวภัณฑ์ อัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พบเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายเฉลี่ย 9.90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ และทุกกรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์ และพ่นสารเปรียบเทียบมีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายต่ำกว่าและแตกต่างกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า (Control) ซึ่งพบที่ 15.41 เปอร์เซ็นต์

หลังการพ่นชีวภัณฑ์ครั้งที่ 4 พบว่า กรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์เชื้อรา *Beauveria bassiana* 1×10^8 cfu/g WP (บีบ-อาร์) อัตรา 50, 75 และ 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายเฉลี่ย 6.64, 5.15 และ 5.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสาร triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40) ที่ 3.89 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีพ่นชีวภัณฑ์ อัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พบเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายเฉลี่ย 10.91 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นชีวภัณฑ์เชื้อรา *Beauveria bassiana* 1×10^8 cfu/g WP (บีบ-อาร์) อัตรา 75 และ 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และพ่นสารเปรียบเทียบ รวมถึงแตกต่างกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า (Control) ซึ่งพบที่ 16.49 เปอร์เซ็นต์

การสุ่มผ่าผลกาแฟ (ตารางที่ 4) หลังการพ่นชีวภัณฑ์ครั้งที่ 4 พบว่า กรรมวิธีที่พ่นชีวภัณฑ์เชื้อรา *Beauveria bassiana* 1×10^8 cfu/g WP (บีบ-อาร์) อัตรา 25, 50, 75 และ 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พบตัวเต็มวัยของมอดเจาะผลกาแฟเฉลี่ย 0.07, 0.04, 0.04 และ 0.04 ตัวต่อผล ตามลำดับ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นสาร Triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40) พบตัวเต็มวัยของมอดเจาะผลกาแฟเฉลี่ย 0.03 ตัวต่อผล ซึ่งไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า (Control) พบที่ 0.90 ตัวต่อผล ซึ่งพบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นชีวภัณฑ์ ในกรรมวิธีพ่นชีวภัณฑ์เชื้อรา *Beauveria bassiana* 1×10^8 cfu/g WP (บีบ-อาร์) อัตรา 50, 75 และ 100 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พบตัวอ่อน เฉลี่ย 0.27, 0.23 และ 0.19 ตัวต่อผล ตามลำดับ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นสาร Triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40) พบตัวเต็มวัย 0.13 ตัวต่อผล ซึ่งไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า (Control) พบที่ 0.54 ตัวต่อผล ซึ่งพบความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นชีวภัณฑ์

ผลกระทบของชีวภัณฑ์ที่มีต่อพืช (Phytotoxicity)

ตลอดการทดลองไม่พบความเป็นพิษของชีวภัณฑ์ต่อต้นกาแฟ

ผลกระทบของชีวภัณฑ์ที่มีต่อศัตรูธรรมชาติ

ก่อนการทดลองพบมอดเจาะผลกาแฟติดเชื้อ *Beauveria bassiana* ในแปลงกาแฟโดยวิธีทางธรรมชาติ ไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ และตลอดการทดลองไม่พบศัตรูธรรมชาติชนิดอื่น ๆ



ภาพที่ 1 ลักษณะรอยทำลายและการติดเชื้อรา *Beauveria bassiana* ของมอดเจาะผลกาแฟหลังการพ่นชีวภัณฑ์ ครั้งที่ 3 ที่พบในการทดลองที่ 1 อำเภอแม่ออน จังหวัดเชียงใหม่

ก. ลักษณะรอยทำลาย

ข. ลักษณะของมอดเจาะผลกาแฟที่ติดเชื้อรา *Beauveria bassiana*

ค. ตัวเต็มวัยของมอดเจาะผลกาแฟที่ติดเชื้อรา *Beauveria bassiana* ถ่ายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่



ภาพที่ 2 ลักษณะรอยทำลายและการติดเชื้อรา *Beauveria bassiana* ของมอดเจาะผลกาแฟหลังการพ่นชีวภัณฑ์ ครั้งที่ 3 ที่พบในการทดลองที่ 1 อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

ก. ลักษณะรอยทำลาย

ข. ลักษณะของมอดเจาะผลกาแฟที่ติดเชื้อรา *Beauveria bassiana*

ค. ตัวเต็มวัยของมอดเจาะผลกาแฟที่ติดเชื้อรา *Beauveria bassiana* ถ่ายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่

กำลังขยาย 40 เท่า

สรุปผลการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพชีวภัณฑ์ชีวภัณฑ์เบบี-อาร์ ของ เชื้อราบิววาเรีย บัสเซียน่า (*Beauveria bassiana*) ในการป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟ *Hypothenemus hampei* (Ferrari) ในกาแฟ พบว่า กรรมวิธีที่ใช้ชีวภัณฑ์เชื้อรา บิววาเรีย บัสเซียน่า (*Beauveria bassiana*) 1×10^8 cfu/g WP อัตรา 75 และ 100 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร พบเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า และเทียบเท่ากับกรรมวิธีพ่นสาร triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40) ผลการทดลองทั้งสองแปลงให้ผลสอดคล้องกัน และตลอดการทดลองไม่พบความเป็นพิษของสารทดลองต่อต้นกาแฟ

เอกสารอ้างอิง

- จรัสศรี วงศ์กำแหง วิจิต ตรีพันธ์ และอานภาพ ธีระกุล. 2535. การศึกษาชีวประวัติของมอดกาแฟ *Hypothenemus hampei* Ferrari. วารสารกีฏและสัตววิทยา 14(4): 224-228
- บัณฑิต วาฤทธิ์ ขวลิท กอสัมพันธ์ เยาวลักษณ์ จันทรบาง วราพงษ์ บุญมา ประเสริฐ คำออน นิธิ ไทยสันทัด สมบัติ ศรีชูวงศ์ และถาวร สุภาวงศ์. 2551. การศึกษาการระบาดและป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟอะราบิก้าแบบผสมผสาน. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เครือข่ายภาคเหนือ. 11 หน้า.
- มาลี ตั้งระเปียบ เยาวลักษณ์ จันทรบาง ชัยวัฒน์ ชุ่มปิ่น และเผ่าไท ถายะพิงค์. 2559. การจัดการมอดเจาะผลกาแฟโดยไม่ใช้สารเคมีเพื่อการผลิตกาแฟปลอดภัย. มุลนิธิโครงการหลวง เชียงใหม่ 67 หน้า.
- ยุพิน กลิ่นเกษมพงษ์ ประภาพร ฉันทานุมัติ และไพรัตน์ ช่วยเต็ม. 2545. ผลของเชื้อรา *Beauveria bassiana* (Balssamo) Vuillemin ต่อการป้องกันกำจัดมอดกาแฟในห้องปฏิบัติการ. หน้า 167. ใน: บทความวิชาการประชุมพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 2. กรมวิชาการเกษตร. ขอนแก่น: สมาคมพืชสวนแห่งชาติ. วันที่ 28 - 30 มกราคม 2545.
- เยาวลักษณ์ จันทรบาง. 2554. มอดเจาะผลกาแฟแมลงศัตรูในแปลงปลูกที่ส่งผลเสียหายแก่รักษา. *Postharvest Newsletter* 10(4): 5-6.
- วิวัฒน์ เสือสะอาด พิมพรรณ สมมาตรย์ ปวีณา บุชาเทียน อารณ บันทองคำ และ รัตติรส เชียงสิน. 2551. การประเมินประสิทธิภาพของเชื้อราขาว *Beauveria bassiana* ในการเข้าทำลายแมลงศัตรูพืชเศรษฐกิจ. หน้า 161-168. ใน: รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. วันที่ 29 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2551.

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบการเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟ จากกาแฟชิวกันต์ที่เชอร์รา บัววาเรีย บัสเซียน่า (*Beauveria bassiana*) 1×10^8 cfu/g WP (เบบ-อาร์) ในการป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟ ที่อำเภอแม่อน จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนสิงหาคม - ตุลาคม 2566 (การทดลองที่ 1)

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร)	การเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟ (%) ^{1/}				
		ก่อนพ่น	หลังพ่นครั้งที่ 1	หลังพ่นครั้งที่ 2	หลังพ่นครั้งที่ 3	หลังพ่นครั้งที่ 4
1. <i>Beauveria bassiana</i> 1×10^8 cfu/g WP	25	7.36 b	8.03 b	8.36 bc	8.45 b	8.45 b
2. <i>Beauveria bassiana</i> 1×10^8 cfu/g WP	50	5.03 ab	5.56 ab	8.30 bc	8.35 b	8.49 b
3. <i>Beauveria bassiana</i> 1×10^8 cfu/g WP	75	4.63 ab	5.18 ab	5.63 ab	5.76 a	5.80 a
4. <i>Beauveria bassiana</i> 1×10^8 cfu/g WP	100	4.30 a	5.21 ab	5.46 ab	5.72 a	5.72 a
5. triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40)	40	3.00 a	3.46 a	3.93 a	4.00 a	4.00 a
6. พ่นน้ำเปล่า (Control)	-	5.78 ab	8.57 b	11.66 c	15.19 c	15.51 c
C.V.(%) ¹		34.37	35.86	30.22	21.01	20.64
R.E.(%) ²			89.90	93.10	97.20	99.90

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

^{2/} Relative efficiency ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมหลังพ่นสาร กรณีก่อนพ่นมีความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยในการมวิธีต่างๆ

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยจำนวนตัวอ่อนและตัวเต็มวัยที่มีชีวิตรอดหลังจากปนเชื้อครั้งที่ 4 (7 วัน) ที่อำเภอแม่อน จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนสิงหาคม – ตุลาคม 2566 (การทดลองที่ 1)

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร)	จำนวนมอดเจาะผลกาแฟ (ตัว/ผล) ^{1/}	
		ตัวอ่อน	ตัวเต็มวัย
1. <i>Beauveria bassiana</i> 1x10 ⁸ cfu/g WP	25	0.50 b	0.10 a
2. <i>Beauveria bassiana</i> 1x10 ⁸ cfu/g WP	50	0.44 b	0.09 a
3. <i>Beauveria bassiana</i> 1x10 ⁸ cfu/g WP	75	0.36 ab	0.04 a
4. <i>Beauveria bassiana</i> 1x10 ⁸ cfu/g WP	100	0.23 ab	0.03 a
5. triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40)	40	0.08 a	0.00 a
6. ฟ่นฆ่าปล้ำ (Control)	-	0.90 c	0.46 b
C.V.(%) ^{1/}		33.12	79.73

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบการเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟ จากการปนเปื้อนเชื้อรา บิวเวอเรีย บัสเซียน่า (Beauveria bassiana) 1x10⁸ cfu/g WP (บีบี-อาร์) ในการป้องกันกำจัดมอดเจาะผลกาแฟที่ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนสิงหาคม - ตุลาคม 2566 (การทดลองที่ 2)

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร)	การเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟ (%) ^{1/}			
		ก่อนพ่น	หลังพ่นครั้งที่ 1	หลังพ่นครั้งที่ 2	หลังพ่นครั้งที่ 3
1. Beauveria bassiana 1x10 ⁸ cfu/g WP	25	3.53 ab	5.17 a	7.26 a	9.90 b
2. Beauveria bassiana 1x10 ⁸ cfu/g WP	50	3.77 ab	5.01 a	6.20 a	6.33 ab
3. Beauveria bassiana 1x10 ⁸ cfu/g WP	75	3.20 ab	3.89 a	4.23 a	4.98 ab
4. Beauveria bassiana 1x10 ⁸ cfu/g WP	100	3.53 ab	3.53 a	4.63 a	5.05 ab
5. triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40)	40	3.02 a	3.24 a	3.83 a	3.89 a
6. พ่นน้ำเปล่า (Control)	-	6.07 b	9.83 b	13.06 b	15.41 c
C.V. (%)		46.06	36.97	48.17	40.58
R.E. (%)			97.50	97.20	98.10

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี DMRT

^{2/} Relative efficiency ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมหลังพ่นสาร กรณีก่อนพ่นมีความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยในการมวิธีต่างๆ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยจำนวนตัวอ่อนและตัวเต็มวัยที่มีชีวิตรอดหลังพ้นช่วงพักครั้งที่ 4 (7 วัน) ที่อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนสิงหาคม – ตุลาคม 2566 (การทดลองที่ 2)

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร)	จำนวนมอดเจาะผลกาแฟ (ตัว/ผล) ^{1/}	
		ตัวอ่อน	ตัวเต็มวัย
1. <i>Beauveria bassiana</i> 1x10 ⁸ cfu/g WP	25	0.29 b	0.07 a
2. <i>Beauveria bassiana</i> 1x10 ⁸ cfu/g WP	50	0.27 ab	0.04 a
3. <i>Beauveria bassiana</i> 1x10 ⁸ cfu/g WP	75	0.23 ab	0.04 a
4. <i>Beauveria bassiana</i> 1x10 ⁸ cfu/g WP	100	0.19 ab	0.04 a
5. triazophos 40% W/V EC (Triazophos 40)	40	0.13 a	0.03 a
6. พ่นน้ำเปล่า (Control)	-	0.54 c	0.90 b
C.V.(%) ^{1/}		46.38	74.96

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยวิธี

เหยื่อเซลลูโลสกำจัดหนู

วิชาญ วรรณะไกรวัล เกษมสุข อินสุธา สุกฤษฎ์ ตั้งอิสริยะสกุล ธนากรณ์ ภักดีสุข นุสรรา สุขคะตะ
ทศดาว เกตุเนตร ศุภกร วงษ์เรืองพิบูล สมเกียรติ กล้าแข็ง

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดหนูเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากสามารถลดปัญหาหนูศัตรูพืชได้อย่างรวดเร็ว แต่การใช้สารเคมีกำจัดหนูอย่างไม่ระมัดระวัง และเกินพอดี อาจทำให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้าง และปัญหาความต้านทานของหนูต่อสารเคมีกำจัด หนู งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาชนิดของพอลิเมอร์ชีวภาพที่มีศักยภาพกำจัดหนูได้ ผลิตเป็นเหยื่อกำจัดหนู นำไปสู่วิธีการป้องกันและกำจัดหนูศัตรูพืชโดยไม่ใช้สารเคมีเพื่อลดปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดหนูศัตรูพืช ในภาคการเกษตร ดำเนินการ ณ ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ระหว่างเดือนตุลาคม 2566 ถึงเดือนกันยายน 2567 ผลการคัดเลือกชนิดของพอลิเมอร์ชีวภาพที่มีศักยภาพกำจัดหนูได้เบื้องต้น โดยการผสมเหยื่ออาหารกับพอลิเมอร์ชีวภาพ จำนวน 6 สูตร ได้แก่ สูตรกากมันสำปะหลัง สูตรกากปาล์มน้ำมัน สูตรซังข้าวโพด สูตร แกลบ สูตรเปลือกปู และสูตรผงคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxy methyl cellulose, CMC) ด้วยวิธีไม่ให้หนูมีโอกาสเลือกอาหาร พบว่า สูตรผง CMC (เหยื่อเซลลูโลส CMC) เท่านั้นที่มีศักยภาพทำให้หนูตายได้ โดยมีประสิทธิภาพสามารถทำให้หนูทดลองตายได้ทั้งหมด ในระยะเวลา 5-11 วัน ขณะที่ผลทดสอบความชอบและการยอมรับต่อเหยื่อเซลลูโลส CMC ของหนู เท่ากับ 0.86 และร้อยละ 46.3 ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยการกินเหยื่อเซลลูโลสไม่แตกต่างทางสถิติกับอาหารหนูชนิดเม็ด (p-value > 0.05) ผลการศึกษาครั้งนี้สามารถใช้เป็นต้นแบบสำหรับการพัฒนาต่อยอดเพื่อผลิตขยายเป็นเหยื่อเซลลูโลสกำจัดหนูได้ต่อไป

คำหลัก: พอลิเมอร์ชีวภาพ เหยื่อเซลลูโลส สารกำจัดหนู การป้องกันกำจัดหนูศัตรูพืช

Cellulose Bait Rodenticide

Vichan Watthanakaiwan Kasemsuk Insuta Sukit Tangissariyaskul Tanakorn Pakdeesook
Nusara Sukkhata Thasdaw Katenate Suphakorn Wongruengpibool Somkiat Klakang

Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

ABSTRACT

Nowadays the chemical methods are very popular for rodent pest control because its can quickly reduce the problem of rodent pest but careless and excessive used may cause problems with the toxic residue and rodenticide resistance in rodents. This research aimed to find the types of biopolymers that have the potential to cause the death of rodents that can be used to produce as a rodents bait to prevent and eradicate pests without using chemicals to reduce the amount use of chemical rodenticides in agriculture sector. The experiment was carried out at laboratory of Agricultural Zoology Research Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, from October 2023 to September 2024. The results of selecting the type of biopolymer that has the potential to eradicated of rodents in screening test by mixed food bait with 6 different kinds of biopolymers formulation, including cassava pulp, oil palm meal, rice husk, corn cob, crab shell and carboxy methyl cellulose (CMC) showed that only the CMC powder formula (CMC cellulose bait) using no choice feeding test method had the potential to cause death in rodents. It was effective in causing the death of all rodents (100%) in 5-11 days. While the results of palatability ratio and the percentage of bait acceptance were 0.86 and 46.3%, respectively, and the mean consumption of CMC cellulose bait no significant difference to rodent food pellets (p-value > 0.05). The results from this study could be used as a model for further development to produce CMC cellulose rodenticide baits in the future.

Keywords: biopolymer, cellulose bait, rodenticide, rodent pest control

คำนำ

หนูเป็นสัตว์ศัตรูพืชที่มีความสำคัญและสร้างความเสียหายให้กับพืชเศรษฐกิจหลายชนิด ตั้งแต่ระยะปลูก ตลอดจนหลังการเก็บเกี่ยวแล้ว เช่น ข้าว ข้าวโพด อ้อย โกโก้ และปาล์มน้ำมัน เป็นต้น ความเสียหายที่เกิดขึ้นคิดเป็นมูลค่าหลายพันล้านบาทต่อปี นอกจากการทำลายพืชผลทางการเกษตรแล้ว หนูยังเป็นแหล่งรังโรคสำคัญที่ถ่ายทอดสู่มนุษย์ และสัตว์เลี้ยง เช่น กาฬโรค และโรคเลปโตสไปโรซิสหรือโรคไข้ฉี่หนู เป็นต้น (กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร, 2544)

การป้องกันกำจัดหนูสามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธีหลัก คือ การใช้และไม่ใช้สารเคมีกำจัดหนู วิธีการป้องกันกำจัดหนูโดยไม่ใช้สารเคมี ได้แก่ การขีตรกรรม ซึ่งเป็นการปรับสภาพแวดล้อมบริเวณแปลงปลูกไม่ให้เหมาะสมต่อการหลบซ่อนตัวหรือการอยู่อาศัยของหนู เช่น การตัดหญ้าในแปลงให้โล่งไม่ให้รก การตัดแต่งกิ่งทรงพุ่มให้โปร่ง การลดขนาดคันนาในนาข้าวให้มีขนาดเล็ก และวิธีการโดยการใช้อุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งวิธีการใช้กับดักนั้น ไม่ใช่วิธีการกำจัดหนูที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด มักใช้เป็นวิธีเสริมหรือเพิ่มเติมหลังจากการใช้สารกำจัดหนูแล้ว หากยังมีหนูหลงเหลือในแปลงให้ใช้วิธีการใช้กับดักกำจัดหนู เพื่อลดปริมาณหนูให้เหลือน้อยลง (กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร, 2544) รวมถึงการใช้ชีวภัณฑ์เหี่ยวโปรโตชีวกำจัดหนู *Sarcocystis singaporensis* ของกรมวิชาการเกษตร ที่มีประสิทธิภาพสูงในการทำให้หนูสุก หนูพุก (*Bandicota*) และหนูสุกทองขาว (*Rattus*) ป่วยและตายทั้งหมดในระดับห้องปฏิบัติการ และร้อยละ 71-92 ในแปลงทดลอง โดยที่ไม่มีผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อสัตว์อื่นๆ ในสภาพแวดล้อม (ยูลักษณ์ และคณะ, 2540; Jaekel *et al.*, 1999) ด้วยความจำเพาะต่อชนิดของสัตว์อาศัย จึงทำให้สุกหนูหริ่ง (*Mus*) ซึ่งเป็นศัตรูสำคัญในพืชตระกูลถั่ว ยังไม่มีสารกำจัดหนูที่ไม่ใช้สารเคมีสำหรับใช้กำจัดหนูชนิดนี้ ขณะที่วิธีการใช้สารเคมีกำจัดหนู (chemical rodenticide) สามารถ ลดจำนวนหนูลงได้อย่างรวดเร็ว แต่การใช้สารเคมีกำจัดหนูออกฤทธิ์เร็ว (acute rodenticide) เช่น ซิงค์ฟอสไฟด์ (zinc phosphide, Zn_3P_2) 0.8-1% มากกว่า 1 ครั้งต่อฤดูปลูก จะทำให้หนูเข็ดขยาดต่อเหยื่อพิษ (bait shyness) อีกทั้งการใช้สารเคมีกำจัดหนูอย่างไม่มีระยะว่างและเกินพอดีอาจทำให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม ขณะเดียวกันการใช้สารเคมีกำจัดหนูออกฤทธิ์ช้า (chronic rodenticide) ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสามารถใช้ได้ตามบ้านเรือนและประสบผลสำเร็จในการกำจัดหนูได้เป็นอย่างดีในรอบ 60 ปีที่ผ่านมา แต่ปัญหาทางพิษวิทยานิเวศ (ecotoxicological) ได้แก่ ปัญหาการคงตัวและการสะสมในสิ่งแวดล้อม (Schmolz, 2010) ตลอดจนปัญหาการใช้สารเคมีกำจัดหนูออกฤทธิ์ช้าอย่างไม่เหมาะสมต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลานาน อาจส่งผลให้หนูสร้างความต้านทานต่อสารกำจัดหนูได้ เนื่องจากในปัจจุบันมีรายงานว่าหนูต้านทานต่อวอร์ฟาริน (warfarin) ซึ่งเป็นสารกำจัดหนูออกฤทธิ์ช้ากลุ่ม first-generation anticoagulant rodenticide (FGARs) (Boyle, 1960; Buckle, 2012; Carromeu-Santos *et al.*, 2023) ความต้านทานที่เกิดขึ้นนั้น เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับเบส 1 ตำแหน่ง (SNP; single

nucleotide polymorphism) ในบริเวณยีน Vitamin K oxide reductase complex subunit I (*Vkorc1*) (Carromeu-Santos *et al.*, 2023) ดังนั้นในช่วงหลายปีที่ผ่านมาหลายประเทศแถบยุโรป อเมริกาเหนือ และแอฟริกาใต้ จึงหันมาให้ความสนใจและมีการนำสารกำจัดหนูทางเลือกที่ปราศจากสารพิษ (poison-free) ได้แก่ เซลลูโลส (cellulose) และพลาสติก (plaster) มาใช้ในการป้องกันกำจัดหนู (Schmolz, 2010)

เนื่องจากการป้องกันกำจัดหนูมีหลายวิธี การใช้วิธีใดวิธีหนึ่งเพียงวิธีเดียว อาจทำให้ประสิทธิภาพป้องกันกำจัดหนูไม่ดีเท่าที่ควร ดังนั้นการใช้หลายวิธีร่วมกันในรูปแบบการป้องกันกำจัดหนู ศัตรูพืชด้วยวิธีผสมผสาน (Integrated rodent pest control; IPC) จะทำให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนูดีกว่าการใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งเพียงอย่างเดียว อีกทั้งการป้องกันและกำจัดหนูศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยนั้น จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลทางวิชาการหลายด้านทั้งข้อมูลชนิด ประชากร การใช้ประโยชน์พื้นที่ ปัจจัยการระบาด และความเสียหาย เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจในการป้องกันและกำจัดที่เหมาะสม และสามารถเลือกวิธีการป้องกันและกำจัดที่มีประสิทธิภาพ คำนึงกับค่าใช้จ่ายและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (อุรัสยาน์ และคณะ, 2566; Jokic *et al.*, 2006)

พอลิเมอร์ชีวภาพ (biopolymer) มีหลายชนิดสามารถพบได้ในพืชและสัตว์ ประกอบด้วย โมโนเมอร์หลายๆโมเลกุลยึดติดกันด้วยพันธะโควาเลนต์จนมีขนาดใหญ่ขึ้นกลายเป็นโพลีเมอร์ ข้อดีของพอลิเมอร์ชีวภาพ คือ ไม่ก่อให้เกิดสารพิษและผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ที่สำคัญคือสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ โดยพอลิเมอร์ชีวภาพที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ ได้แก่ เซลลูโลส (cellulose) และไคโตซาน (chitosan) เนื่องจากหาได้ง่าย จากของเหลือทิ้งในภาคการเกษตรและอาหาร (ภริตา, 2564)

เซลลูโลส มีสูตรโมเลกุลคือ $C_6H_{12}O_5$ เป็นพอลิแซ็กคาไรด์ของน้ำตาล D-glucose เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ B-1,4 glycosidic ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส (glucose) มากกว่า 1,000 หน่วย (สุภาวดี, 2557) มีลักษณะเป็นเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ และไม่สามารถย่อยได้ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์และสัตว์กระเพาะเดี่ยว เซลลูโลสตามธรรมชาติ ได้แก่ กากมันสำปะหลัง (cassava pulp, cassava bagasse) กากปาล์มน้ำมัน (oil palm) แกลบ (rice husk) และ ชังข้าวโพด (corn cob) เป็นต้น

ไคโตซาน มีสูตรโมเลกุลคือ $C_6H_{12}O_4N$ สกัดได้จากไคติน (chitin) เป็นชีวมวลหรือวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมอาหาร พบได้ในเปลือกกุ้ง (shrimp shell) และเปลือกปู (crab shell) (ภริตา, 2564)

คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxy methyl cellulose, CMC) หรือโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (sodium carboxy methyl cellulose) เป็นพอลิเมอร์ชีวภาพ ประเภทไฮโดรคอลลอยด์ (hydrocolloid) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสโดยทำให้เกิดปฏิกิริยาแทนที่โครงสร้างเดิมของเซลลูโลสด้วยหมู่เมทิล (methyl) และหมู่คาร์บอกซีเมทิล (carboxymethyl) สามารถละลายน้ำได้ จัดอยู่ในกลุ่มที่ไม่

เป็นพิษ สามารถย่อยสลายได้ มีองค์ประกอบหมู่ฟังก์ชันที่สามารถดัดแปลงด้วยปฏิกิริยาเคมีและเกิดปฏิกิริยาเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลได้หลายรูปแบบ จึงถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆอย่างแพร่หลาย เช่น อาหาร เกษกรรม และวัสดุทางการแพทย์ เป็นต้น (Chen *et al.*, 2012; Yadollahi *et al.*, 2015)

ปัจจุบันมีการนำซังข้าวโพด ซึ่งเป็นเซลลูโลสจากธรรมชาติ ผลิตเป็นเหยื่อกำจัดหนูในรูปแบบเหยื่อเซลลูโลสกำจัดหนู (cellulose based rodenticide) นำไปใช้ในพื้นที่เพาะปลูก และโรงเก็บผลผลิตทางการเกษตร เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีกำจัดหนู อาทิเช่น รายงานของ Jokic *et al.* (2006, 2007) พบว่า การใช้เหยื่อเซลลูโลส (cellulose based product) ที่มีส่วนผสมของซังข้าวโพดร้อยละ 40-45 มีประสิทธิภาพสามารถกำจัดหนูในโรงเก็บผลผลิตทางการเกษตรและในแปลงปลูกถั่วอัลฟาฟา (alfalfa) ได้ร้อยละ 91.66 และร้อยละ 81.99 – 82.35 ตามลำดับ อีกทั้งมีประสิทธิภาพกำจัดหนูในแปลงปลูกข้าวสาลี (wheat) ได้ร้อยละ 98 (Vuksa *et al.*, 2012) สอดคล้องกับรายงานของ Zhelev *et al.* (2013) พบว่า เหยื่อเซลลูโลสที่ผลิตจากซังข้าวโพด สามารถทำให้หนูท้องขาวบ้านที่ต้านทานต่อวอร์ฟาริน (warfarin-resistant black rat, *R. rattus*) ตายได้ร้อยละ 90 ภายใน 9 วัน หลังจากให้เหยื่อติดต่อกันเป็นระยะเวลา 14 วัน ด้วยวิธีไม่ให้หนูมีโอกาสเลือกกินอาหาร (no choice feeding test) ในห้องปฏิบัติการ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกหาชนิดของพอลิเมอร์ชีวภาพที่มีศักยภาพสามารถกำจัดหนูได้ จากพอลิเมอร์ชีวภาพ 6 ชนิด ซึ่งเป็นสารจากธรรมชาติที่ไม่เป็นพิษและสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ได้แก่ กากมันสำปะหลัง กากปาล์มน้ำมัน แกลบ ซังข้าวโพด เปลือกปู และ CMC หลังจากนั้นนำพอลิเมอร์ชีวภาพชนิดที่มีศักยภาพทำให้หนูตายได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดหนู ควบคู่ไปกับการทดสอบความชอบและการยอมรับต่อเหยื่อของหนู เพื่อนำไปสู่การพัฒนาต่อยอดงานวิจัยผลิตเป็นเหยื่อกำจัดหนูชนิดใหม่ต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. หนูจากธรรมชาติ (หนูจิ้ง, *R. exulans*)
2. แป้งสาลี และเมล็ดข้าวโพดป่น
3. กระบอกฉีดยา (syringe) ขนาด 10 มิลลิลิตร
4. กรงทดลองเดี่ยวสำหรับหนูทดลองขนาด 23x52x22 เซนติเมตร
5. กรงคอกหนูขนาด 14x28x14 เซนติเมตร
6. มีด และกรรไกรผ่าตัด
7. เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง
8. ถังก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

วิธีการ

ดำเนินการทดลองต่อเนื่อง 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การคัดเลือกหาชนิดพอลิเมอร์ชีวภาพที่มีศักยภาพกำจัดหนูได้ (screening test)

เตรียมเหยื่ออาหารสูตรเหยื่อแป้งนุ่มของกรมวิชาการเกษตร (Jaekel *et al.*, 1999) นำไปผสมกับพอลิเมอร์ชีวภาพ 6 ชนิด ผลิตเป็นเหยื่อพอลิเมอร์ชีวภาพกำจัดหนู (biopolymer baits rodenticide) จำนวน 6 สูตร ได้แก่ สูตรกากมันสำปะหลัง สูตรกากปาล์มน้ำมัน สูตรซังข้าวโพด สูตรกลบ สูตรเปลือกทุ และ สูตรผง CMC โดยมีสัดส่วนของพอลิเมอร์ชีวภาพร้อยละ 60 ต่อเหยื่ออาหารร้อยละ 40 หลังจากนั้นคลุกผสมให้เข้ากันและขึ้นรูปเป็นก้อน ในรูปแบบก้อนเหยื่ออัดแท่ง (stick bait) สำหรับใช้ในทดสอบศักยภาพการกำจัดหนูของเหยื่อพอลิเมอร์ชีวภาพทั้ง 6 สูตร ด้วยวิธีไม่ให้หนูมีโอกาสเลือกกินอาหาร (no choice feeding test) (ASTM, 1977; OEPP/EPPO, 2004) กับหนูจืด (*R. exulans*) น้ำหนักเฉลี่ย 40 กรัม (น้ำหนักแตกต่างกันไม่เกินร้อยละ 20) (OECD, 1987) จำนวน 2 กลุ่มๆละ 4 ตัว (เพศผู้ 2 ตัว และเพศเมีย 2 ตัว) ได้แก่ กลุ่มทดลอง (experiment) และกลุ่มเปรียบเทียบ (control) แยกใส่กรงทดลองเดี่ยวกรงละ 1 ตัว อดอาหารก่อนทำการทดลอง 1 วัน ในกลุ่มทดลอง ซึ่งเหยื่อพอลิเมอร์ชีวภาพให้หนูกินวันละ 10 กรัม เปลี่ยนเหยื่อใหม่ทุกวัน จนกระทั่งหนูที่ทดสอบตายหมด แต่ไม่เกิน 14 วัน ในกลุ่มเปรียบเทียบซึ่งอาหารหนูชนิดเม็ดให้หนูกินวันละ 10 กรัม เปลี่ยนเหยื่อใหม่ทุกวัน ภายในระยะเวลา 14 วัน (Buckle and Smith, 1993) เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการการุณยฆาตหนูที่เหลือทุกตัวด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพเหยื่อกำจัดหนู (efficacy test)

คัดเลือกเหยื่อพอลิเมอร์ชีวภาพสูตรที่มีศักยภาพสามารถทำให้หนูตายได้จากขั้นตอนที่ 1 ผลิตเป็นก้อนเหยื่ออัดแท่ง นำมาเปรียบเทียบระหว่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง (ให้เหยื่อพอลิเมอร์ชีวภาพ) และ กลุ่มเปรียบเทียบ (ให้อาหารหนูชนิดเม็ด) ด้วยวิธีไม่ให้หนูมีโอกาสเลือกกินอาหาร (no choice feeding test) (ASTM, 1977; OEPP/EPPO, 2004) กับหนูจืดน้ำหนักเฉลี่ย 40 กรัม (น้ำหนักแตกต่างกันไม่เกินร้อยละ 20) (OECD, 1987) จำนวน 2 กลุ่มๆละ 10 ตัว (เพศผู้ 5 ตัว และเพศเมีย 5 ตัว) ได้แก่ กลุ่มทดลอง และกลุ่มเปรียบเทียบ แยกใส่กรงทดลองเดี่ยวกรงละ 1 ตัว อดอาหารก่อนทดลอง 1 วัน ในกลุ่มทดลอง ซึ่งเหยื่อพอลิเมอร์ชีวภาพให้หนูกินวันละ 10 กรัม เปลี่ยนเหยื่อใหม่ ทุกวัน จนกระทั่งหนูที่ทดสอบตายหมด แต่ไม่เกิน 14 วัน ในกลุ่มเปรียบเทียบซึ่งอาหารหนูชนิดเม็ดให้หนูกินวันละ 10 กรัม เปลี่ยนเหยื่อใหม่ทุกวัน ภายในระยะเวลา 14 วัน (Buckle and Smith, 1993) เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำ

การการุณยฆาตหนูที่เหลือทุกตัวด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และผ่าชันสูตรซากเพื่อตรวจสอบความผิดปกติทางกายภาพของอวัยวะภายในด้วยตาเปล่า (gross examination) (OECD, 2001)

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบความชอบและการยอมรับเหยื่อ (palatability and bait acceptance test)

คัดเลือกเหยื่อพอลิเมอร์ชีวภาพสูตรที่มีศักยภาพสามารถทำให้หนูตายได้จากขั้นตอนที่ 1 ผลิตเป็นก้อนเหยื่ออัดแท่ง นำมาทดสอบด้วยวิธีให้หนูมีโอกาสเลือกกินอาหาร (choice feeding test) (EPA, 1982; EPPO, 1982) กับหนูจืดน้ำหนักเฉลี่ย 40 กรัม (น้ำหนักแตกต่างกันไม่เกินร้อยละ 20) (OECD, 1987) จำนวน 10 ตัว (เพศผู้ 5 ตัว และเพศเมีย 5 ตัว) แยกใส่กรงทดลองเดี่ยวกรงละ 1 ตัว อดอาหารก่อนทดลอง 1 วัน ชั่งเหยื่อพอลิเมอร์ชีวภาพ และอาหารหนูชนิดเม็ดให้หนูกิน ชนิดละ 10 กรัมต่อวัน เปลี่ยนเหยื่อและอาหารใหม่ทุกวัน โดยให้หนูแต่ละตัวในกรงทดลอง มีโอกาสเลือกกินอาหารทั้ง 2 ชนิด เท่าๆกัน และสลับภาชนะใส่อาหารทั้ง 2 ชนิดทุกวัน เป็นเวลา 4 วันติดต่อกัน หลังจากนั้นให้อาหารและน้ำตามปกติเป็นเวลา 14 วัน (EPPO, 1982; OEPP/EPPO, 2004)

บันทึกและวิเคราะห์ข้อมูล

บันทึกจำนวนหนูที่ตาย ปริมาณการกินเหยื่อและอาหารหนูชนิดเม็ดที่หนูกินในแต่ละวัน สังเกตอาการและการตายของหนูหลังการให้เหยื่อพอลิเมอร์ชีวภาพ เป็นเวลา 14 วัน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ t-test (EPPO, 1982)

เวลา และสถานที่

ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนตุลาคม 2566 - กันยายน 2567 ภายในห้องปฏิบัติการกลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

ขั้นตอนที่ 1 การคัดเลือกหาชนิดพอลิเมอร์ชีวภาพที่มีศักยภาพกำจัดหนูได้ (screening test)

ผลการคัดเลือกหาชนิดเหยื่อพอลิเมอร์ชีวภาพที่มีศักยภาพทำให้หนูตายได้จากเหยื่อจำนวน 6 สูตร ได้แก่ สูตรกากมันสำปะหลัง สูตรกากปาล์มน้ำมัน สูตรซังข้าวโพด สูตรกลบ สูตรเปลือกปู และสูตรผง CMC ร้อยละ 60 นำมาผสมกับเหยื่ออาหารสูตรเหยื่อแป้งนุ่มของกรมวิชาการเกษตร ร้อยละ 40 ขึ้นรูปเป็นก้อนเหยื่อพอลิเมอร์ชีวภาพ มีลักษณะเป็นแท่งกลม ขนาด 4-6 เซนติเมตร (cm) และมีน้ำหนัก 6-8 กรัม (g) พบว่า เหยื่อทั้ง 5 สูตร ได้แก่ สูตรกากมันสำปะหลัง สูตรกากปาล์มน้ำมัน สูตรซังข้าวโพด สูตรกลบ และสูตรเปลือกปู ไม่สามารถทำให้หนูตายได้ ในระยะเวลา 14 วัน มีเพียงสูตรผง CMC ที่สามารถทำให้หนูตายได้ทั้งหมด ในระยะเวลา 12-14 วัน โดยมีค่าการกินเหยื่อสูตรผง CMC

(เหยื่อเซลลูโลส CMC) เฉลี่ยต่อวัน (mean daily bait consumption) เท่ากับ 7.17 ± 1.33 กรัม/กิโลกรัม น้ำหนักตัวหนู (g/kg bw) (table 1) และไม่มีหนูตายในกลุ่มเปรียบเทียบภายในระยะเวลา 14 วัน

ขั้นตอนที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพเหยื่อกำจัดหนู (efficacy test)

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดหนูของเหยื่อเซลลูโลส CMC นำผง CMC ร้อยละ 60 มาผสมกับเหยื่ออาหารสูตรเหยื่อแป้งนุ่มของกรมวิชาการเกษตร ร้อยละ 40 ขึ้นรูปเป็นก้อนเหยื่ออัดแท่ง มีลักษณะเป็นแท่งกลม ขนาดเฉลี่ย 5.21 ± 0.31 เซนติเมตร และมีน้ำหนักเฉลี่ย 6.97 ± 0.56 กรัม พบว่ามีประสิทธิภาพสามารถทำให้หนูตายได้ทั้งหมด (ร้อยละ 100) ภายในระยะเวลา 5-11 วัน มีค่าการกินเหยื่อเซลลูโลส CMC เฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 17.60 ± 3.84 กรัม/กิโลกรัม น้ำหนักตัวหนู (table 2) โดยพบว่า ซากหนูที่ตายจากการกินเหยื่อเซลลูโลส CMC มีลักษณะแห้ง (body dehydration) และมีน้ำหนักตัวลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการทดลองเฉลี่ย 15.86 ± 5.57 กรัม ขณะที่ผลจากการผ่าชันสูตรซากหนูที่ตาย (necropsy) พบการอุดตันของมูลหนูภายในลำไส้ (intestinal obstruction) โดยพบก้อนมูลหนูขนาดเฉลี่ย $8.5 \pm 1.05 \times 11.5 \pm 1.14$ มิลลิเมตร อัดตัวแน่นในกระเปาะลำไส้ใหญ่ (caecal obstruction) ร่วมกับการโป่งพองขยายตัวของลำไส้ใหญ่ (intestine dilation) ซึ่งมีของเหลวอยู่ภายในปริมาณมาก และพบการ ตกเลือดบริเวณลำไส้ (hemorrhaging) สอดคล้องกับรายงานของ Zhelev *et al.* (2013) ที่พบว่า หนูที่ตายจากการกินเหยื่อเซลลูโลสจากซังข้าวโพดมีลักษณะแห้งจากการขาดน้ำ และพบลำไส้อุดตันจาก มูลที่แข็ง ร่วมกับลักษณะลำไส้โป่งพองจากการผ่าชันสูตรซากด้วยเช่นกัน

กลไกการออกฤทธิ์ของเหยื่อเซลลูโลส CMC เริ่มจากเมื่อหนูกินเหยื่อลงไป เซลลูโลสภายในก้อนเหยื่อซึ่งระบบทางเดินอาหารของหนูไม่สามารถย่อยได้ จะไปอุดตันในลำไส้เกิดขึ้นพร้อมกับภาวะลำไส้บวม น้ำ (interstitial edema) เนื่องจากมีแรงดันภายในช่องท้องและลำไส้เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลจากการที่ภายในลำไส้มีความเข้มข้น (osmolality) เพิ่มขึ้น (high osmolality) ทำให้มีปริมาณเลือดไปเลี้ยงลำไส้ลดลง จึงเกิดการสะสมของเหลวจากเซลล์ต่างๆภายในร่างกายหนูเข้าสู่ลำไส้ ทำให้ร่างกายหนูเกิดการขาดน้ำ (dehydration) (Johnson *et al.*, 1977) ส่งผลให้ระดับปริมาณเลือดและความดันเลือดในร่างกายหนูลดลงทำให้เกิดภาวะ circulatory shock (Vuksa *et al.*, 2012) ซึ่งเป็นสภาวะที่มีการไหลเวียนของเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกายไม่เพียงพอ ทำให้เซลล์ภายในร่างกายหนูถูกทำลายร่วมกับการอักเสบและการตกเลือดภายในลำไส้ (Feinstein *et al.*, 2008; Ha *et al.*, 2018) ซึ่งเป็นภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นจากการอุดตันของลำไส้จึงเป็นสาเหตุการตายของหนูในที่สุด

ขั้นตอนที่ 3 การทดสอบความชอบและการยอมรับต่อเหยื่อ (palatability and bait acceptance test)

ผลการทดสอบความชอบ (palatability test) และการยอมรับ (bait acceptance test) ต่อเหยื่อเซลลูโลส CMC ของหนูเปรียบเทียบกับอาหารหนูชนิดเม็ด พบว่ามีอัตราส่วนความชอบต่อเหยื่อ

(palatability ratio) เท่ากับ 0.86 และมีค่าการยอมรับต่อเหยื่อ (bait acceptance level) เท่ากับร้อยละ 46.3 และมีค่าการกินเหยื่อเซลลูโลส CMC เฉลี่ยต่อวัน ไม่แตกต่างทางสถิติกับอาหารหนูชนิดเม็ด ($p\text{-value} > 0.05$) (table 3) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ตามมาตรฐานสากล (United States Environmental Protection Agency; EPA) ที่กำหนดไว้ว่าเหยื่อกำจัดหนูต้องมีประสิทธิภาพทำให้หนูตายได้ตั้งแต่อ้อยละ 90 ขึ้นไป โดยมีอัตราส่วนความชอบต่อเหยื่อไม่ต่ำกว่า 0.5 ขณะที่ค่าการยอมรับต่อเหยื่อไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 33 และไม่แตกต่างทางสถิติกับอาหารตามธรรมชาติของหนู (EPA, 1982; EPPO, 1982)

การที่เหยื่อกำจัดหนูจะมีประสิทธิภาพกำจัดหนูได้ดีหรือไม่ขึ้น ความชอบและการยอมรับต่อเหยื่อของหนูเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างมาก ดังเช่นรายงานของ Jokic *et al.*, (2014) พบว่า เหยื่อกำจัดหนู Natromouse ที่มีส่วนผสมของเซลลูโลสร้อยละ 45 ไม่สามารถทำให้หนู Wood mouse (*Apodemus sylvaticus*) ตายได้ ขณะที่หนู Common vole (*Microtus arvalis*) ตายเพียง 1 ตัวจากหนูทดสอบ 20 ตัว เนื่องจากหนูทั้ง 2 ชนิด ได้รับเซลลูโลสในปริมาณน้อย โดยมีค่าการกินเหยื่อเซลลูโลสเฉลี่ยวันละ 5.19 และ 5.89 กรัมต่อน้ำหนักตัวหนู และค่าการยอมรับต่อเหยื่อ เท่ากับร้อยละ 14.34 และ 11.89 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานสากล (EPA) ที่กำหนดไว้ เช่นเดียวกับรายงานของ Schmolz, (2010) พบว่า เหยื่อเซลลูโลสที่มีผลทดสอบความชอบต่ำ (low palatability) ในการทดสอบแบบให้หนูมีโอกาสเลือกกินอาหาร ไม่สามารถทำให้หนูหริ่งบ้าน (*M. musculus*) และหนูนอร์เว (*R. norvegicus*) ตายได้ ภายในระยะเวลา 28 และ 14 วัน ตามลำดับ แต่การทดสอบแบบไม่ให้หนูมีโอกาสเลือกกินอาหาร สามารถทำให้หนูทั้ง 2 ชนิด ตายได้ทั้งหมด ภายในระยะเวลา 14-21 วัน เนื่องจากไม่มีอาหารเป็นตัวแข่งขันกับเหยื่อเซลลูโลส ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความชอบต่อเหยื่อของหนูมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการกำจัดหนูของเหยื่อกำจัดหนู

จากผลการวิจัยนี้พบว่า เหยื่อเซลลูโลส CMC มีประสิทธิภาพสามารถกำจัดหนูได้ และมีผลการทดสอบความชอบและการยอมรับต่อเหยื่อของหนู เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานสากล (EPA) ดังนั้นเหยื่อเซลลูโลส CMC ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้จึงสามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบสำหรับผลิตขยายเป็นเหยื่อกำจัดหนูชนิดใหม่ ร่วมกับการวิจัยและพัฒนาในด้านต่างๆเพิ่มเติมจนได้เทคโนโลยีการป้องกันและกำจัดหนูโดยไม่ใช้สารเคมีชนิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นสารกำจัดหนูทางเลือกชนิดใหม่โดยปราศจากสารพิษ สามารถกำจัดหนูได้ทุกชนิดรวมถึงสกุลหนูหริ่ง (*Mus*) สามารถลดปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดหนูศัตรูพืชในภาคการเกษตร ลดโอกาสเกิดความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดหนูในหนูศัตรูพืชและลดปัญหาสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม อันจะนำไปสู่การเกษตรที่ยั่งยืนต่อไป

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การคัดเลือกหาชนิดพอลิเมอร์ชีวภาพที่มีศักยภาพกำจัดหนูได้ (screening test) จำนวน 6 สูตร ได้แก่ สูตรกากมันสำปะหลัง สูตรปาล์มน้ำมัน สูตรขี้ข้าวโพด สูตรข้าวเปลือก สูตรเปลือกทุ และ สูตรผงคาร์บอกซิเมทิลเซลลูโลส (CMC) ด้วยวิธีไม่ให้หนูมีโอกาสเลือกอาหาร พบว่า สูตรผง CMC (เหี่ยวเซลลูโลส CMC) เท่านั้นที่มีศักยภาพทำให้หนูตายได้ โดยมีประสิทธิภาพสามารถทำให้ หนูทดลองตายได้ทั้งหมด ในระยะเวลา 5-11 วัน มีผลทดสอบความชอบและการยอมรับต่อเหี่ยว เท่ากับ 0.86 และร้อยละ 46.3 ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยการกินเหี่ยวเซลลูโลสไม่แตกต่างกันทางสถิติกับอาหารหนูชนิดเม็ด ($p\text{-value} > 0.05$) ผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบสำหรับการวิจัยและพัฒนาต่อยอดเพิ่มเติมในการทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดหนูรวมกับการทดสอบความชอบและการยอมรับต่อเหี่ยวกับ หนูศัตรูพืชหลักทุกชนิดที่พบในประเทศไทย เพื่อผลิตขยายเป็น เหี่ยวเซลลูโลสกำจัดหนูต่อไปได้ รวมถึง การหาอัตราการใช้ ระยะเวลาการเก็บรักษา และงานวิจัยต่อยอดในด้านต่างๆ ทำให้ได้เทคโนโลยีการ ป้องกันและกำจัดหนูศัตรูพืชชนิดใหม่ที่มีประสิทธิภาพ ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม สามารถถ่ายทอดองค์ ความรู้และเทคโนโลยีที่ได้ให้แก่เกษตรกรหรือหน่วยงานต่างๆ ที่สนใจต่อไปได้

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คุณเสริมศักดิ์ หงส์นาค คุณยุวลักษณ์ ขอประเสริฐ คุณประชา อังคนานนท์ และ ดร.พฤติชาติ ปุณฺณวัฒน์ นักกีฏวิทยาชำนาญการพิเศษ ผู้อำนวยการกลุ่มบริหารศัตรูพืชสำนักวิจัย พัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร ที่ให้คำปรึกษาในงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร, 2544. **หนูและการป้องกันกำจัด**. กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย 136 หน้า
- ภริตา ตันท์เอกชน. 2564. **การสกัดเซลลูโลสจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรด้วยคลื่นไมโครเวฟเพื่อใช้เป็นวัสดุดูดซับสีย้อม**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต (นวัตกรรมและเทคโนโลยีวัสดุ) สาขาวิชา เทคโนโลยีวัสดุและสิ่งทอ. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ. 100 หน้า.
- ยุวลักษณ์ ขอประเสริฐ ปราสาททอง พรหมเกิด กรแก้ว เสือสะอาด เสริมศักดิ์ หงส์นาค และ ทรงทัพ แก้วตา. 2540. ผลของโปรโตซัว *Sarcocystis singaporensis* ต่อหนูนาใหญ่. หน้า 10-16. **ใน: รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2540**. กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพมหานคร
- สุภาวดี ผลประเสริฐ. 2557. การปรับสภาพวัตถุดิบพอลิโนเซลลูโลสสำหรับการผลิตเอทานอล. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 22: 641-649.
- อรัญญ์ ชาญเรือน วิชาญ วรธนะไกรวัล ทศดาว เกตุเนตร สมเกียรติ กล้าแข็ง ฉัตรชัย บุญแน่น และ

- พยอมโคเบลลี. 2566. หนูศัตรูโรงเก็บข้าวและความเสียหายของผลผลิตข้าวในประเทศไทย. หน้า 2102 - 2112. ใน: รายงานประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 20 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน 7-8 ธันวาคม 2566 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.
- American Society for Testing and Material. 1977. **ASTM Standard on Vertebrate Control Agents**. ASTM Philadelphia. 54 pp.
- Boyle, C.M. 1960. Case of apparent resistance of *Rattus norvegicus* Berkenhout to anticoagulant poisons. **Nature**. 188: 517.
- Buckle, A.P. and R.H. Smith. 1993. **Rodent pests and their control**. CAB International Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK. 405 pp.
- Buckle, A.P. 2012. Anticoagulant resistance in the United Kingdom and a new guideline for the management of resistant infestations of Norway rats (*Rattus norvegicus* Berk.). **Pest Management Science**. 69: 334-341.
- Carromeu-Santos, A. M.L. Mathias and S.I. Gabriel. 2023. **Widespread distribution of rodenticide resistance-conferring mutations in the *Vkorc1* gene among house mouse populations in Portuguese Macronesian islands and Iberian Atlantic areas**. (Online). Available. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37586516/> (October 1, 2024)
- Chen, H., L. Guo, G. Li and T. Zhang. 2012. Synthesis of thermo-sensitive CS-g-PNIPAM/ CMC complex nanoparticles for controlled release of 5-FU. **International Journal of Biological Macromolecules**. 51, 1109 – 1115.
- EPA. 1982. **Pesticide Assessment Guidelines, Subdivision G: Product Performance**. United States Environmental Protection Agency. Washington, USA.
- EPPO. 1982. **Guidelines for the biological evaluation of rodenticides**. Laboratory Test for Evaluation of the Toxicity and Acceptability of Rodenticides and Rodenticide Preparations. EPPO. Set 10 No 113. 32 pp.
- Feinstein, R.E., W. E. Morris, A.H. Waldemarson, P. Hedenqvist and R. Lindberg. 2008. Fatal acute intestinal pseudoobstruction in mice. **Journal of the American Association for Laboratory Animal Science**. 47: 58-63.

- Ha, S.E., L. Wei, B.G. Jorgensen, M.Y. Lee, P.J. Park, S.M. Poudrier, S. Ro. 2018. A mouse model of intestinal partial obstruction. **Journal of Visualized Experiments**. 133. 1-7.
- Jaekel, T., Y. Khorprasert, S. Endepol, K. Suesaard, P. Promkerd, D. Kliemt, P. Boonsong, and S. Hongnark. 1999. Biological control of rodents using *Sarcocystis singaporensis*. **International Journal for Parasitology**. 29: 1321-1330.
- Johnson, L., H. Nordstrom and G. Nylander. 1977. **Experiment studies on fluid pathophusiology insmall intestine obstruction in the rat**. (Online). Available. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3109/00365527809179805> (October 1, 2024)
- Jokic, G., M. Vuska and S. Dedovic. 2006. Efficacy of a cellulose-based product in controlling house mouse (*Mus musculus*) in agricultural storage facilities. *In: Proceedings of the 9th International Working Conference on stored-product protection*, Ps7-1-6308, pp 677-680.
- Jokic, G., M. Vuska and S. Dedovic. 2007. Efficacy of rodent control in alfalfa and wheat crops using chemical and natural rodenticides. **Pesticides and phytomedicine (Belgrade)**. 22, 241-246.
- Jokic, G., M. Vuska, S. Dedovic and P. Kljajic. 2014. Laboratory testing of wood mouse and common vole sensitivity to bromadiolone, sodium selenite and cellulose. **Journal of Pest Science**. 29, 487-491.
- OECD. 1987. **Organisation for Economic Cooperation and Development (Paris) – Guidelines for testing of chemicals**. Section 4 (Health Effects). (3rd addendum to the 1981 edition).
- OECD. 2001. **OECD Guideline for testing of chemicals acute oral toxicity-acute toxic class method (No. 423)**, Organization for Economic Cooperation and Development, Paris.
- OEPP/EPPO, 2004. **Labolatory tests for evaluation of the toxicity and acceptability of rodenticides and rodenticides preparations, PP1/113 (2)**. *In: EPPO Standards PP1. Efficacy evaluation of plant protection products miscellaneous, vol 5, 2nd edn.* European and Mediterranean Plant Protection Organization, Paris, 23-35.

- Schmolz, E. 2010. Efficacy of anticoagulant-free alternative bait products against house mice (*Mus musculus*) and brown rats (*Rattus norvegicus*). **Integrative Zoology**. 1, 44-52.
- Vuksa, M., G. Jokic, S. Dedovic, P. Vuksa and B. Stojnic. 2012. The justification for application and development trends of non-conventional rodenticides in protection of alfalfa from rodents. **Biotechnology in Animal Husbandry**. 28. 659-673.
- Yadollahi, M., I. Gholamali, H. Namazi, M. Aghazadeh. 2015. Synthesis and characterization of antibacterial carboxymethyl cellulose/ZnO nano-composite hydrogels. **International Journal of Biological Macromolecules**. 74, 136-141.
- Zhelev, G., M. Lyutskanov, V. Petrov, G. Mihaylov, P. Marutsov, K. Koev and T.S. Tsvetanov. 2013. Efficacy of a cellulose-based rodenticide for control of warfarin-resistant black rats (*Rattus rattus*). **Bulgarian Journal of Veterinary Medicine**. 16, 134-140.



Figure 1 Carboxy methyl cellulose (CMC) powder (A) and CMC cellulose baits in this study (B).

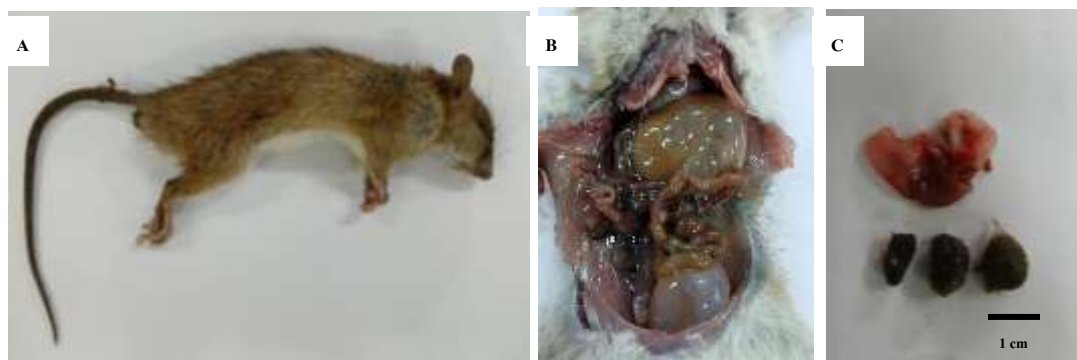


Figure 2 Show the body dehydration in death rats (A) Intestinal obstruction and distention in bowel (B) and The dense feces impaction in cecum (C).

Table1 Mortality of *Rattus exulans* after feeding on 6 biopolymer baits for 14 days in no choice feeding tests (screening test).

No	Baits	N	Body weight (g)		Daily baits consumption (g/kg bw)		Mortality (%)	Days to death	
			mean ± SD		mean ± SD			Mean	Min - Max
1	cassava pulp	4	44.90 ± 0.28		5.11 ± 0.72		0	-	-
2	oil palm meal	4	45.68 ± 2.28		9.01 ± 3.01		0	-	-
3	rice husk	4	39.40 ± 1.10		8.68 ± 1.90		0	-	-
4	corn cob	4	35.75 ± 2.07		6.11 ± 2.38		0	-	-
5	crab shell	4	44.40 ± 3.57		7.35 ± 2.52		0	-	-
6	CMC	4	39.58 ± 2.43		7.17 ± 1.33		100	13	12-14

* CMC = carboxymethyl cellulose

Table 2 Mortality of *Rattus exulans* after feeding on carboxymethyl cellulose (CMC) bait for 14 days in no choice feeding tests (efficacy test).

No	Baits	N	Body weight	Body weight	Daily baits consumption	% Mortality		Days to death	
			(g)	after death (g)		male	female	Mean	Min - Max
			mean ± SD	mean ± SD	mean ± SD	(n=5)	(n=5)		
1	CMC	10	43.83 ± 2.46	27.97 ± 5.48	17.60 ± 3.84	100	100	8	5 - 11
	(60% cellulose)					5/5	5/5		
2	Rodent food	10	43.65 ± 2.95	-	31.81 ± 4.37	0	0	-	-
	pellets					0/5	0/5		

*The EPA requires that rodenticides achieve 90% mortality and an acceptance level that statistically is not significant from 33% when tested against their standard diet (equivalent to palatability ratio of 0.5) (EPA,1982; EPPO, 1982).

Table 3 Palatability of *Rattus exulans* after feeding on carboxymethyl cellulose (CMC) bait for 4 days in choice feeding tests (palatability and bait acceptance test).

No	Experiment type	N	Body weight (g)	Daily baits consumption (g/kg bw)			% Bait		Palatability ratio
			mean ± SD	CMC baits	Mean ± SD	Rodent food pellets	P value	acceptance	
			mean ± SD						
1	Choice trial	10	45.88 ± 2.22	10.65 ± 1.05	12.28 ± 1.33	0.482	46.3	0.86	
2	Control	10	41.63 ± 3.76	-	29.47 ± 1.64	-	-	-	

*The EPA requires that rodenticides achieve 90% mortality and an acceptance level that statistically is not significant from 33% when tested against their standard diet (equivalent to palatability ratio of 0.5) (EPA,1982; EPPO, 1982).

สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อประเภท Blue green ที่ดีที่สุดสำหรับการผลิตขยาย

ไซยาโนแบคทีเรียมีศักยภาพในการกำจัดหอยทากบกศัตรูพืช

ศุภกร วงษ์เรืองพิบูล¹ สุทิสรา เงินเรืองโรจน์² วิชาญ วรธนะไกววัล¹ ทัสดาว เกตุเนตร¹

สมเกียรติ กล้าแข็ง¹ อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข¹

¹สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

²กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาต่อยอดเพื่อค้นหาอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเพาะเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรีย วงศ์ Oscillatoriaceae ไอโซเลท HMLB05 ที่ได้รับการยืนยันแล้วว่ามีความสามารถในการกำจัดหอยทากบกศัตรูพืช ศึกษาการเจริญโดยทดลองเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งหมด 4 สูตร (BG11, BG12, BG13 และ BG11-K) เป็นเวลา 35 วัน พบว่าไซยาโนแบคทีเรียเจริญได้ดีมากเมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร 3 สูตร ได้แก่ อาหาร BG11, BG11-K และ BG12 จากนั้นจำโคโลนีที่ได้ไปสกัดสารโดยใช้ตัวทำละลาย 70% เมทานอล นำสารละลายที่ได้ไปทดสอบประสิทธิภาพกำจัดหอยข้าวสารยอดม่น *Subulina octona* ซึ่งเป็นศัตรูพืชที่สำคัญด้วยวิธีการหยดสารลงบนตัวสัตว์ทดลอง ผลการศึกษาพบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อ BG12, BG13 และ BG11-K มีแนวโน้มให้ค่า LC_{50} ที่ดี (มีความเข้มข้นต่ำกว่า 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม) ณ เวลา 24 ชั่วโมง ในส่วนต้นทุนสารเคมีที่ใช้เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ พบว่าอาหาร BG11 และ BG11-K ใช้ต้นทุนต่ำ เนื่องจากไม่มีการเติมสารเพิ่มสำหรับการเตรียมสำหรับ BG11 และเติมเพียงแป้งละลายน้ำจำนวน 0.04 กรัมต่อลิตร สำหรับ BG11-K ในทางกลับกันอาหารสูตร BG13 และ BG12 ใช้มีต้นทุนที่สูงกว่าเนื่องจากต้องเติมโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตเท่ากับ 1.7 กรัมต่อ BG13 หนึ่งลิตร และต้องเติม HEPES buffer ซึ่งมีราคาแพง ปริมาณ 1.2 กรัมต่อ BG12 หนึ่งลิตร เมื่อพิจารณาความเหมาะสมของสูตรอาหารทั้ง 4 สรุปได้ว่าอาหารเลี้ยงเชื้อ BG11-K เป็นอาหารที่เหมาะสมสำหรับการต่อยอดและนำไปใช้ผลิตขยายไซยาโนแบคทีเรียที่มีศักยภาพกำจัดหอยทากบกศัตรูพืชมากที่สุด

คำหลัก: อาหารเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรีย ประสิทธิภาพกำจัดหอย หอยศัตรูพืช การผลิตขยาย

The Most Optimum Blue-Green Cultural Media for Productive Extension of Cyanobacteria with Highly Molluscicidal Activity

Suphakorn Wongruengpibool¹ Sutisa Ngernruangroj² Vichan Watthanakaiwan¹

Thasdaw Katenate¹ Somkiat Klakhang¹ Apinan Iamsuwansuk¹

¹Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

²Agricultural Production Sciences Research and Development Office,
Department of Agriculture, Bangkok 10900

ABSTRACT

This study continues efforts to identify the optimal medium for cultivating the highly molluscicidal cyanobacteria isolate HMLB05, belonging to the family Oscillatoriaceae. The growth rates of the cyanobacteria, cultivated in four different media, were monitored until reaching the stationary phase over a 35-day period. Following cultivation, the cyanobacteria colonies were extracted using 70% methanol. The agricultural pest snail *Subulina octona* was then tested with these extracts using a topical application method to determine the most effective lethal dose. The results indicate that BG11-normal, BG11-K and BG12 media supported rapid colony germination, turning in dark green colonies. In terms of molluscicidal efficacy, three of the four media (BG12, BG13, and BG11-K) achieved desirable LC₅₀ values (less than 200 µg/ml) based on weight colonies within 24 hours, demonstrating high molluscicidal potential. Additionally, BG11-normal and BG11-K were relatively inexpensive to prepare, requiring no additional chemicals and only 0.04 grams of soluble starch per liter for media preparation. In contrast, the production costs of BG13 and BG12 media were higher due to the requirement of significant amounts of sodium hydrogen carbonate (1.7 grams per liter) and the costly HEPES buffer (1.2 grams per liter), respectively. Considering cyanobacteria growth, molluscicidal potential, and production costs, BG11-K was identified as the most optimal medium for the productive cultivation of cyanobacteria with high molluscicidal activity for snail pest control.

Keywords: Cultural media, Molluscicidal, Snail pest, Productive extension

คำนำ

งานวิจัยนี้ต่อยอดการศึกษาการคัดเลือกชนิดและศักยภาพของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (ไซยาโนแบคทีเรีย) วงศ์ Oscillatoriaceae ไอโซเลท HMLB05 ซึ่งยืนยันแล้วว่ามีประสิทธิภาพกำจัดหอยศัตรูพืช โดยศุภกรและคณะ (2564) และศุภกรและคณะ (2565) หลังจากพบไอโซเลทดังกล่าวที่อ่างเก็บน้ำห้วยส้ม จังหวัดลพบุรี ทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นหรือ Screening test กับหอยศัตรูพืชสามชนิด ได้แก่ หอยชักชี เนีย *Succinea* sp. หอยเจดีย์ใหญ่ *Prosopaea walkeri* และหอยดักดาน *Sarika siamensis* พบว่าไอโซเลทให้หอยตายทั้งสามชนิดตายในห้องปฏิบัติการ เมื่อตรวจสอบสายพันธุ์โดยใช้เทคนิค polyphasic approach จัดจำแนกอยู่ในวงศ์ Oscillatoriaceae และสกุล *Oscillatoria* sp. หลังเสร็จสิ้นงานวิจัย เก็บรักษาหัวเชื้อดังกล่าวไว้ที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสัตววิทยาการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช เพื่อนำมาเพาะเลี้ยงกับอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรต่าง ๆ คู่อัตราการเจริญ รวมถึงศึกษาผลของอาหารเลี้ยงเชื้อต่อประสิทธิภาพการกำจัดหอยทากบกศัตรูพืชในห้องปฏิบัติการ นำอัตราการตายที่ได้ไปคำนวณค่า Lethal concentration (LC) เพื่อค้นหาสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อที่สำหรับเพิ่มปริมาณโคโลนีให้ได้ปริมาณมาก และผลักดันศักยภาพกำจัดหอยทากบกศัตรูพืชได้สูง รวมถึงพิจารณาแนวโน้มของต้นทุนอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิด เพื่อให้ได้สูตรอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผลิตขยายไซยาโนแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพสูงกำจัดหอยทากบกศัตรูพืช

วิธีดำเนินการ

1. การศึกษาอัตราการเจริญของไซยาโนแบคทีเรียที่เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรต่าง ๆ

ศึกษาอัตราการเจริญของไซยาโนแบคทีเรียไอโซเลท HMLB05 ที่เพาะเลี้ยงในอาหารเหลวทั้งหมด 4 สูตร ได้แก่ อาหาร BG11 สูตรปกติตามวิธีการของสเปญญา (2562) BG12 BG13 เตรียมตามวิธีการของ Allen 1986, Albuquerque (2014), Andersen (2005), และ Ferris & Hirsch (1991) และ BG11-K หรือสูตรปรับปรุงโดยเติมแป้งเป็นแหล่งคาร์บอน 0.04 กรัมต่อลิตร (กนกกานต์, 2556) ศึกษาการเจริญของไซยาโนแบคทีเรีย บนเครื่องเขย่าที่ติดหลอดไฟ เพาะเลี้ยงเป็นเวลา 35 วัน นับเซลล์ทุก 7 วัน โดยนำเอาโคโลนีที่ได้จากอาหารแต่ละสูตรไปทำให้เซลล์แตกโดยคลื่นอัลตราโซนิกจากเครื่อง Sonicator นับเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์บนสไลด์นับเซลล์ (Hemocytometer) ถ่ายภาพ เก็บข้อมูล และนำไปสร้างกราฟแสดงการเจริญ

2. ศึกษาประสิทธิภาพของไซยาโนแบคทีเรียกำจัดหอยศัตรูพืชเมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารแต่ละสูตร

นำไซยาโนแบคทีเรียที่เพาะเลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละสูตรจนถึงระยะ Stationary phase (ประมาณ 5-6 สัปดาห์) ไปปั่นเหวี่ยง แยกเอาส่วนที่เป็นของอาหารเหลวออก ได้โคโลนีของไซยาโนแบคทีเรีย นำไปแช่ในตัวทำลายเมทานอลต่อน้ำอัตราส่วน 7:3 คนให้เข้ากัน นำของผสมที่ได้ไปทำให้เซลล์แตกโดยคลื่นอัลตราโซนิกจากเครื่อง Sonicator ดำเนินการหมัก (maceration) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นกรองเอาส่วนกากของเซลล์ออกและนำไปกลั่นระเหยเพื่อแยกตัวทำลายโดยใช้

เครื่องกลั่นระเหยสุญญากาศหรือ Rotary Evaporators จะได้ของเหลวที่เป็นกึ่งสารสกัดหยาบ ทดสอบประสิทธิภาพโดยวิธีการหยดลงบนตัวหอยศัตรูพืชหรือ topical application method ตามวิธีการของ จรงค์ศักดิ์ (2550) วางแผนทดสอบประสิทธิภาพแบบ CRD โดยใช้หอยข้าวสารยอดม่น *Subulina octona* ซึ่งเป็นหอยศัตรูพืชที่สำคัญทางการเกษตรของไทย (Plant Protection Research and Development Office, 2559) ที่ความเข้มข้นของน้ำหนักรากโคลนีไฮยาโนแบคทีเรีย (หน่วยเป็นไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) แต่ละความเข้มข้นใช้หอยศัตรูพืชจำนวน 20 ตัวต่อการทดสอบหนึ่งความเข้มข้นของแต่ละสูตรอาหาร (ทดสอบ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ตัว แต่ละซ้ำทดสอบใน Petri dish ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 x สูง 15 มิลลิเมตร) ทดสอบ 7 อัตราหรือความเข้มข้น กลุ่มควบคุมใช้น้ำเปล่าทดสอบ รวมเป็น 8 อัตรา บันทึกอัตราการตายที่เวลา 24 และ 48 ชั่วโมง นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์การถดถอย (regression analysis) วิเคราะห์แบบโพรบิตหรือ Probit analysis (จรงค์ศักดิ์ 2550; Finney, 1971) เพื่อคำนวณระดับความรุนแรงของสารละลายที่สกัดได้จากโคลนีของไฮยาโนแบคทีเรีย HMLB05 ที่เลี้ยงในอาหารเหลวแต่ละสูตรที่เป็นเหตุให้สัตว์ทดลองร้อยละ 50 ตายเฉียบพลัน (50% lethal concentration; LC_{50})

3. คัดเลือกอาหารที่เหมาะสมที่สุดสำหรับเพาะขยายไฮยาโนแบคทีเรียที่มีศักยภาพกำจัดหอยศัตรูพืช

หลังจากได้ข้อมูลการเจริญของไฮยาโนแบคทีเรียที่เพาะเลี้ยงในอาหารแต่ละชนิด รวมถึงค่า 50% Lethal concentration ของไฮยาโนแบคทีเรียที่ถูกเพาะเลี้ยงมาจากอาหารแต่ละสูตร นำเอาข้อมูลดังกล่าวมาวิเคราะห์ร่วมกับปริมาณสารเคมีที่ใช้เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละสูตร โดยนำข้อมูลทั้งสามส่วนไปวิเคราะห์ด้วยแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ (Venn-Euler Diagram) เพื่อหาสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมที่สุดสำหรับผลิตขยายไฮยาโนแบคทีเรียที่มีศักยภาพกำจัดหอยทากบกศัตรูพืชต่อไป

ผลการทดลอง

1. ผลของอาหารเลี้ยงเชื้อต่อการเจริญของไฮยาโนแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพกำจัดหอยทากบกศัตรูพืช

ผลการศึกษาอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมสำหรับการผลิตขยายไฮยาโนแบคทีเรียไอโซเลท HMLB05 ที่มีศักยภาพกำจัดหอยทากบกศัตรูพืชให้ได้ปริมาณมาก (Figure 1-2) จากเพาะเลี้ยงในอาหารทั้ง 4 สูตรนาน 35 วัน พบว่าอาหารสี่สูตรเพิ่มปริมาณเซลล์ได้จำนวนมาก โดยให้ค่า natural log (ln) ของจำนวนเซลล์ต่อมิลลิลิตร มากกว่า 16.00 เมื่อนับเซลล์ ณ วันที่ 35 ของการเพาะเลี้ยง และให้โคลนีสีเขียวสด (Figure 5) เมื่อเรียงลำดับจำนวนเซลล์ที่เพาะเลี้ยงได้จากมากที่สุดไปน้อยที่สุด จัดอันดับได้ดังนี้ อันดับหนึ่งได้แก่อาหาร BG11 สูตรปกติให้ค่า natural logarithm ของจำนวนเซลล์ต่อมิลลิลิตรเท่ากับ 16.6561 ลำดับถัดมาเป็น BG11-K หรือ BG11 สูตรดัดแปลงที่เติมแบ่งละลายน้ำ 0.04 กรัมต่ออาหารหนึ่งลิตร ให้ค่า ln เท่ากับ 16.6277 ลำดับที่สาม BG12 เท่ากับ 16.5979 และลำดับสุดท้ายเป็น BG13 มีค่าเท่ากับ 16.4418 (Table 2)

2. ผลของอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิดต่อประสิทธิภาพกำจัดหอยศัตรูพืชของไซยาโนแบคทีเรีย

จากการทดสอบศักยภาพของไซยาโนแบคทีเรียโอโซเลท HMLB05 ที่เพาะเลี้ยงในอาหารทั้งสี่สูตร ในระดับห้องปฏิบัติการ (Table 2, Figure 6) เก็บข้อมูลอัตราการตายของหอยข้าวสารยอดมนพบว่าอาหาร 3 สูตร ได้แก่ BG12 BG13 และ BG11-K ที่เวลา 24 ชั่วโมง ให้ผลการทดสอบที่ค่อนข้างดี (ค่า LC_{50} ของน้ำหนักแห้งของโคโลนีไซยาโนแบคทีเรียต่ำกว่า 200 $\mu\text{g/ml}$ ที่เวลา 24 ชั่วโมง) เมื่อเรียงลำดับจากประสิทธิภาพสูง (ให้ค่า LC_{50} น้อย) ไปประสิทธิภาพต่ำ (ให้ค่า LC_{50} มาก) ดังนี้ อันดับที่หนึ่ง BG12 เท่ากับ 156.79 $\mu\text{g/ml}$ โดยมีขอบเขตล่าง Lower bound (LB) = 146.5620; และขอบเขตบน Upper bound (UB) = 167.1843 ลำดับที่สอง BG13 เท่ากับ 172.14 $\mu\text{g/ml}$ (LB = 108.3063; UB = 240.5597) ลำดับที่สาม BG11-K เท่ากับ 173.59 $\mu\text{g/ml}$ (LB = 158.5200; UB = 188.4995) (Figure 3) อย่างไรก็ตามค่า LC_{50} ของอาหารเลี้ยงเชื้อทั้ง 3 ชนิดไม่แตกต่างกันเนื่องจากมีค่า LB และ UB ที่ซ้อนเหลื่อมกัน สำหรับไซยาโนแบคทีเรียที่ถูกเพาะเลี้ยงในอาหาร BG11 ซึ่งเป็นสูตรดั้งเดิมเมื่อพิจารณาค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมงพบว่าให้ประสิทธิภาพน้อยกว่าอาหาร BG12 BG13 และ BG11-K โดยมีค่าเท่ากับ 251.99 $\mu\text{g/ml}$ รวมถึงมีค่า LB และ UB เท่ากับ 207.1777 และ 297.4663 ตามลำดับ ซึ่งช่วงค่าดังกล่าวต่ำกว่าค่าขอบเขตล่าง LC_{50} ของอาหาร BG12 และ BG11-K จึงอนุมานได้ว่าอาหาร BG11 ทำให้ไซยาโนแบคทีเรียมีประสิทธิภาพกำจัดหอยทากบกศัตรูพืชด้อยกว่าอาหาร BG12 และ BG11-K แต่ไม่แตกต่างกับอาหารเลี้ยงเชื้อ BG13 ที่ 24 ชั่วโมง

เมื่อพิจารณาที่เวลา 48 ชั่วโมง ค่า LC_{50} ของไซยาโนแบคทีเรียจากอาหารทั้ง 4 ชนิด เรียงลำดับจากประสิทธิภาพสูงไปยังประสิทธิภาพต่ำได้ดังนี้ (Figure 3) อันดับที่หนึ่งได้แก่ BG12 มีค่าเท่ากับ 95.16 $\mu\text{g/ml}$ อันดับที่สอง BG11-K เท่ากับ 104.19 $\mu\text{g/ml}$ อันดับที่สาม BG13 เท่ากับ 109.38 $\mu\text{g/ml}$ และลำดับสุดท้าย BG11 เท่ากับ 127.09 $\mu\text{g/ml}$ แต่เมื่อเปรียบเทียบค่า LB และ UB ของอาหารทั้งสี่พบว่าในช่วงค่าที่ซ้อนทับกันทั้งหมด จึงสรุปได้ว่าอาหารทั้งสี่สูตรมีประสิทธิภาพผลักดันศักยภาพไซยาโนแบคทีเรียได้ไม่แตกต่างกันเมื่อทดสอบที่เวลา 48 ชั่วโมง

การอภิปรายผล

ผลของธาตุคาร์บอนต่อการเจริญของโคโลนี ธาตุดังกล่าวเป็นองค์ประกอบสำคัญของสารกลุ่ม Primary metabolite เป็นสารที่มีอยู่ทั่วไปในส่วนโครงสร้างของเซลล์ ส่งผลต่อการขยายขนาด เพิ่มจำนวน และกระบวนการสรีรวิทยาทั่วไปของเซลล์ ได้แก่ การโบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน เม็ดสี เป็นต้น (Gault & Marler, 2009) เมื่อเปรียบจำนวนเซลล์ไซยาโนแบคทีเรียเมื่อเลี้ยงในอาหาร BG11 และ BG11-K ซึ่งเป็นสูตรที่เติมแป้งลงไป 0.04 กรัมต่อลิตร โดยเฉพาะที่ระยะ Stationary phase พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับผลการศึกษาของกนกกานต์ (2556) ที่พบว่าไซยาโนแบคทีเรีย *Oscillatoria* sp. เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อ BG11 และสูตร BG11-C₀ (BG11 สูตรดัดแปลงโดยปราศจากแหล่งคาร์บอน) ได้ใกล้เคียงกัน เนื่องจากไซยาโนแบคทีเรียสกุล *Oscillatoria* sp. สามารถดึง CO₂ ในอากาศหรือน้ำเป็นแหล่งคาร์บอนทดแทนได้ (Mangan & Brenner, 2014; Anguselvi et al. 2019)

อย่างไรก็ตามเมื่อศึกษาอัตราการเจริญของอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรดัดแปลงโดยเติมแหล่งคาร์บอนจำนวน 3 สูตร ได้แก่ BG12 (เติม HEPES buffer หรือ $C_8H_{18}N_2O_4S$ 1.2 กรัมต่อลิตร) สูตร BG13 (เติม $NaHCO_3$ 1.7 กรัมต่อลิตร) และสูตร BG11-K (เติมแป้ง 0.04 กรัมต่อลิตร) เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 35 วัน โคโลนีที่เลี้ยงในอาหาร BG11-K และ BG12 เจริญได้ดีกว่า BG13 อย่างมีนัยสำคัญ อาจเป็นไปได้ว่าสารประกอบ $NaHCO_3$ เป็นแหล่งคาร์บอนที่ไซยาโนแบคทีเรียดูดซึมไปใช้ได้ไม่ดี อย่างไรก็ตามผลการศึกษาข้างต้นแตกต่างจากผลของงานวิจัยของกนกกานต์ (2556) ที่ศึกษาน้ำหนักแห้งหลังจากเพาะเลี้ยง *Oscillatoria* sp. นาน 30 วันพบว่าโคโลนีในอาหารเหลว BG11 สูตรเติมแป้ง 0.04 กรัมต่อลิตรให้น้ำหนักสูงสุด รองลงมาเป็น BG11 สูตรเติมกลูโคส 0.1 กรัมต่อลิตร ตามด้วย BG11 สูตรปกติ และ BG11 สูตรเติม $NaHCO_3$ ตามลำดับ ทั้งนี้ไซยาโนแบคทีเรีย *Oscillatoria* ทั้งสองงานวิจัยนั้นยังไม่ได้ระบุชนิด จึงเป็นไปได้ว่าความไม่สอดคล้องระหว่างผลการศึกษาทั้งสองอาจมาจากสายพันธุ์ที่แตกต่างกันระหว่างไซยาโนแบคทีเรียทั้งสอง

ในส่วนการคัดเลือกอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำไปผลิตขยายไซยาโนแบคทีเรียที่มีศักยภาพกำจัดหอยศัตรูพืช หากวิเคราะห์ประเด็นจากข้อมูลต่าง ๆ อาหารเลี้ยงเชื้อทั้งสี่สูตรอาหาร ทั้งหมดสามประเด็นพิจารณาได้ดังที่แสดงเป็นรูปแบบแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์ใน (Figure 4) ดังนี้ ประเด็นที่หนึ่งประสิทธิภาพเหนี่ยวนำให้ไซยาโนแบคทีเรียสร้างสารเมตาโบไลต์ทุติยภูมิที่มีศักยภาพกำจัดหอยศัตรูพืชเมื่อพิจารณาจากการทดสอบ 24 ชั่วโมง (Molluscicidal efficacy of media at 24 hrs.) พบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อ BG12 BG13 และ BG11-K เหนือกว่าอาหาร BG11 เมื่อเทียบค่า LC_{50} ประเด็นที่สองการเร่งการเจริญของไซยาโนแบคทีเรีย (Optimal condition for growth) เมื่อเปรียบเทียบค่า logarithm ของอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งสี่สูตรพบว่า BG11 BG11-K และ BG12 เชื้อเจริญได้มากโดยมี natural logarithm ของค่าเซลล์ต่อมิลลิลิตรในวันที่ 35 ของการเพาะเลี้ยงมากกว่า 16.5 และประเด็นที่สามต้นทุนสารเคมีเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ (Price of chemical media) พบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อ BG11-K และ BG11 เหมาะสมกว่า BG12 และ BG13 เนื่องจากอาหารสูตร BG12 จำเป็นต้องเติม HEPES buffer ปริมาณ 1.2 กรัมต่อลิตร ซึ่งมีราคาค่อนข้างแพง และอาหาร BG13 ต้องใช้สาร $NaHCO_3$ จำนวน 1.7 กรัมต่อลิตร ซึ่งมีปริมาณมากส่งผลให้ต้นทุนสูงขึ้น ในทางตรงกันข้ามอาหารสูตร BG11-K ใช้แป้งที่ละลายน้ำจำนวน 0.04 กรัมต่อลิตร ซึ่งมีปริมาณที่น้อยมากและแป้งเป็นวัตถุดิบที่ราคาถูก สำหรับ BG11 สูตรปกติเป็นสูตรอาหารที่ประหยัดที่สุดเนื่องจากไม่เติมสารเคมีเพิ่มเมื่อเทียบกับสูตรอื่น สรุปแล้วจากประเด็นทั้งสาม ได้แก่ 1) การเหนี่ยวนำประสิทธิภาพกำจัดหอยศัตรูพืช 2) การเร่งการเจริญ และ 3) ต้นทุนสารเคมีที่ใช้เตรียม เมื่อพิจารณาแล้วอาหารสูตร BG11-K เป็นสูตรที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนำไปใช้ผลิตขยายไซยาโนแบคทีเรียวงศ์ *Oscillatoriaceae* ที่มีศักยภาพกำจัดหอยศัตรูพืช และใช้ต่อยอดผลิตขยายไซยาโนแบคทีเรียดังกล่าวในระดับอุตสาหกรรมต่อไป

สรุปผลการทดลอง

ผลการเพาะเลี้ยงไฮยาโนแบคทีเรียโอโซเลท HMLB05 ในอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งหมด 4 สูตร ได้แก่ BG11 BG12 BG13 และ BG11-K หลังจากติดตามการเจริญนาน 35 วัน พบว่าอาหารทั้งหมด เพิ่มจำนวนเซลล์ได้ดีและให้โคโลนีที่เพาะเลี้ยงเป็นสีเขียวสด หากเรียงลำดับจำนวนเซลล์จากมากไปน้อย จัดอันดับได้ดังนี้ BG11 BG11K BG12 และ BG13 จากนั้นเพาะเลี้ยงไฮยาโนแบคทีเรียจากอาหารทั้ง 4 สูตร และนำไปทดสอบประสิทธิภาพกำจัดหอยศัตรูพืชชนิดหอยข้าวสารยอดม่น ปรากฏว่าไฮยาโนแบคทีเรียที่เลี้ยงด้วยอาหาร BG12 BG13 และ BG11-K มีแนวโน้มให้ประสิทธิภาพสูงกว่าอาหาร BG11 เมื่อเทียบค่า LC_{50} ที่เวลา 24 ชั่วโมง ในแ่งมุดต้นทุ่นสารเคมีที่ใช้เตรียมอาหาร BG11 สูตรปกติใช้ต้นทุนสำหรับเตรียมอาหารน้อยที่สุด (ไม่เติมสารเคมีเพิ่ม) ลำดับต่อมาเป็นอาหาร BG11-K ใช้แบ่งปริมาณ 0.04 กรัมต่อลิตร ถัดมาเป็น BG13 ใช้ $NaHCO_3$ ปริมาณเท่ากับ 1.7 กรัมต่อลิตร และอาหาร BG12 ซึ่งเป็นอาหารที่ใช้ต้นทุนสูงที่สุดเนื่องจากเติม HEPES buffer เท่ากับ 1.2 กรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นสารที่มีราคาแพงเมื่อเทียบกับแบ่งและ $NaHCO_3$ จากการเปรียบเทียบข้อมูลทั้งสามส่วน สรุปได้ว่าอาหาร BG11-K หรืออาหารเลี้ยงเชื้อ BG11 สูตรปรับปรุงของกนกกานต์ เป็นอาหารที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ต่อยอดเพื่อผลิตไฮยาโนแบคทีเรียโอโซเลท HMLB05 ที่มีศักยภาพกำจัดหอยศัตรูพืชและนำไปศึกษาเพื่อพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์กำจัดหอยศัตรูพืชต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ดร. จรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน จากคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีทดสอบศักยภาพไฮยาโนแบคทีเรียกำจัดศัตรูพืช ดร. สุเปญญา จิตตพันธ์ จากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับอาหารเลี้ยงไฮยาโนแบคทีเรีย คุณบรรจง บุญครอบ ช่างซ่อมบำรุง ช๔ จากกลุ่มสัตววิทยาการเกษตร กลุ่มกีฏและสัตววิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ซ่อมและดัดแปลงอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิแบบเขย่าสำหรับเพาะเลี้ยงและผลิตขยายไฮยาโนแบคทีเรีย และขอบคุณเจ้าหน้าที่ทุกท่านในกลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตรที่ให้ความร่วมมือผลักดันงานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กนกกานต์ นาคทอง. 2556. การหาภาวะที่เหมาะสมและการผลิตไฟโคไฮยานินจากไฮยาโนแบคทีเรีย *Oscillatoria* sp. ปริญญานิพนธ์ วท.ม. (ชีววิทยา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ 74 หน้า.
- จรงค์ศักดิ์ พุ่มนวน. 2550. เทคนิคปฏิบัติการทางกีฏวิทยา. ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. 195 หน้า.

- ศุภกร วงษ์เรืองพิบูล ดารารพร รินทะรักษ์ อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข ไตรเดช ข่ายทอง. 2564. การคัดเลือกชนิดและศักยภาพของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินวงศ์ Oscillatoriaceae ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืช รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2564 เล่มที่ 1 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ 905 หน้า.
- ศุภกร วงษ์เรืองพิบูล ดารารพร รินทะรักษ์ อภินันท์ เอี่ยมสุวรรณสุข. 2565. ศักยภาพในการกำจัดหอยศัตรูพืชของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินวงศ์ Leptolyngbyaceae และวงศ์ Oscillatoriaceae ที่พบในประเทศไทย. การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 15. 22-24 พฤศจิกายน โรงแรมรามาร์เก็ตน์ กรุงเทพมหานคร.
- สุเปัญญา จิตตพันธ์. 2562. เทคโนโลยีชีวภาพของสาหร่ายและแพลงก์ตอน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ. 229 หน้า.
- Albuquerque, L. and Costa, M.S. 2014. The Families Conexibacteraceae, Patulibacteraceae and Solirubrobacteraceae. The Prokaryotes – Actinobacteria. 185-200.
- Allen, M.M. Stanier, R.Y. 1968. Growth and division of some unicellular blue-green algae. J Gen Microbiol. 1968 Apr;51(2):199-202.
- Andersen, R.A. Ed. 2005. Algal Culturing Techniques. Elsevier Academic Press, New York, 578 pp.
- Anguselvi, V. Masto, R.E. Mukherjee, A. Singh, P.K. 2019. CO₂ Capture for Industries by Algae. *Algae*. IntechOpen.
- Ferris, M.J. Hirsch, C.F. 1991. Method for Isolation and Purification of Cyanobacteria. *Applied and environmental microbiology*. 57(5):1448-1452.
- Finney, D.J. 1971. Probit analysis. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gault, P.M. and Marler, H.J. 2009. Handbook on cyanobacteria: biochemistry, biotechnology, and applications. Nova Science Publishers. New York. 1-50 pp.
- Mangan, N.M. Brenner, M.P. 2014. Systems analysis of the CO₂ concentrating mechanism in cyanobacteria. *eLife*. 1-17.
- Plant Protection Research and Development Office. 2559. List of insects, mite and other zoological pests of economic plant in Thailand. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 1-188 pp.

Table 1 shows the mortality rate of *S. octona* tested with solutions extracted from the dry weight of cyanobacteria isolate HMLB05 cultured with four media over 24 and 48 hours, total (100%) = 20 (n=5, rep=4), Control: Concentration = 0 µg/ml

BG11 (% Mortality)			BG12 (% Mortality)			BG13 (% Mortality)			BG11-K (% Mortality)		
Conc.	hours		Conc.	hours		Conc.	hours		Conc.	Hours	
(µg/ml)	24	48	(µg/ml)	24	48	(µg/ml)	24	48	(µg/ml)	24	48
742	100	100	616	100	100	464.8	100	100	966	100	100
636	100	100	528	100	100	398.4	100	100	828	100	100
530	100	100	440	100	100	332	100	100	690	100	100
424	100	100	352	100	100	265.6	100	100	552	100	100
318	55	80	264	100	100	199.2	30	80	414	100	100
212	40	80	176	55	75	132.8	30	55	276	90	100
106	15	70	88	15	70	66.4	25	50	138	35	85
Control	0	0	Control	0	0	Control	0	0	Control	0	0

Table 2 shows the natural logarithm (cell per milliliter) of the highly molluscicidal cyanobacteria isolate HMLB05 cultured in the four types of media from day 0 to days 35.

Cultural Date	Natural logarithm (Cell per milliliter of media)			
	BG11 normal	BG11 Kanokkarn	BG12	BG13
7	14.55369484	12.98695677	13.99464124	14.25807894
14	15.95690917	14.84162969	15.70717955	15.58598128
21	16.47893524	16.30936668	16.03190221	16.20939359
28	16.5640627	16.50108506	16.46616263	16.46232629
35	16.656065	16.62766045	16.59785663	16.44177742

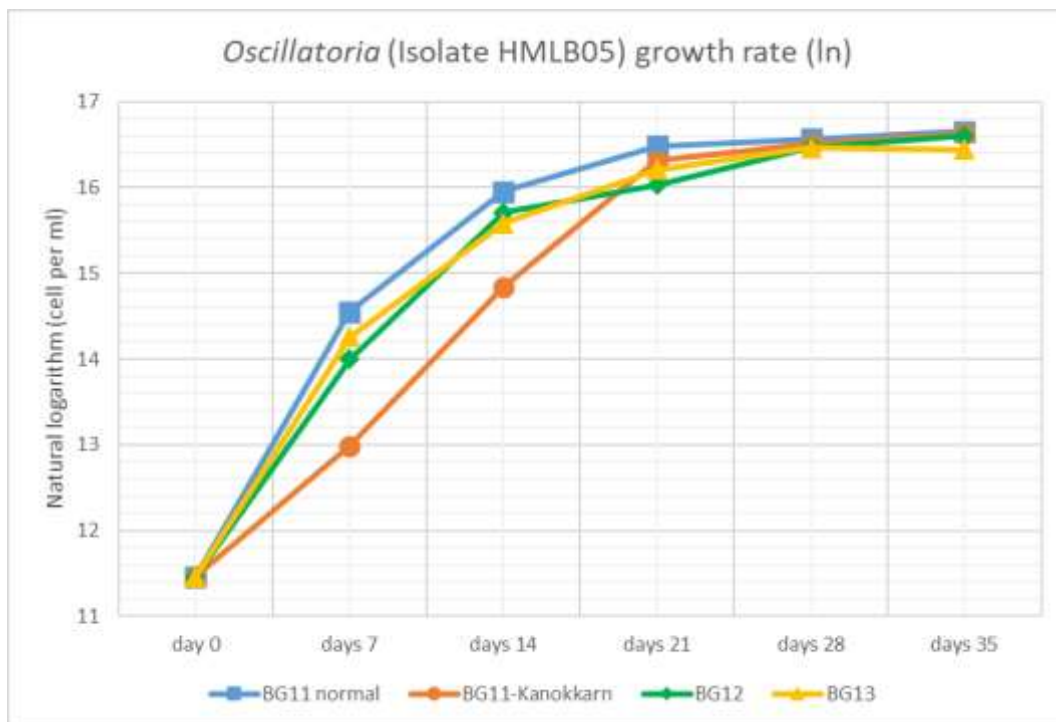


Figure 1 depicts the growth rates (natural logarithm of cell per ml) of the highly molluscicidal cyanobacteria isolate HMLB05 cultured in the four types of media over 35 days.

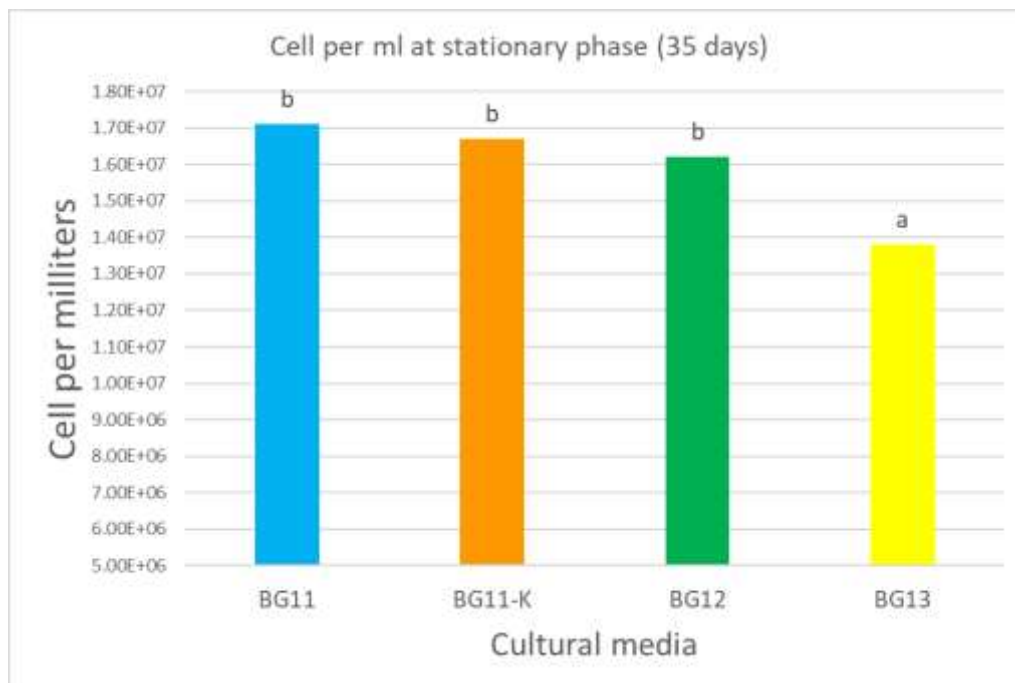


Figure 2 represent number of cells of highly molluscicidal cyanobacteria isolate HMLB05 cultured in the four types of media (cells per milliliter) over 35 days, alphabet letters (a, b) denote homogeneous subsets based on the post hoc test (DMRT)

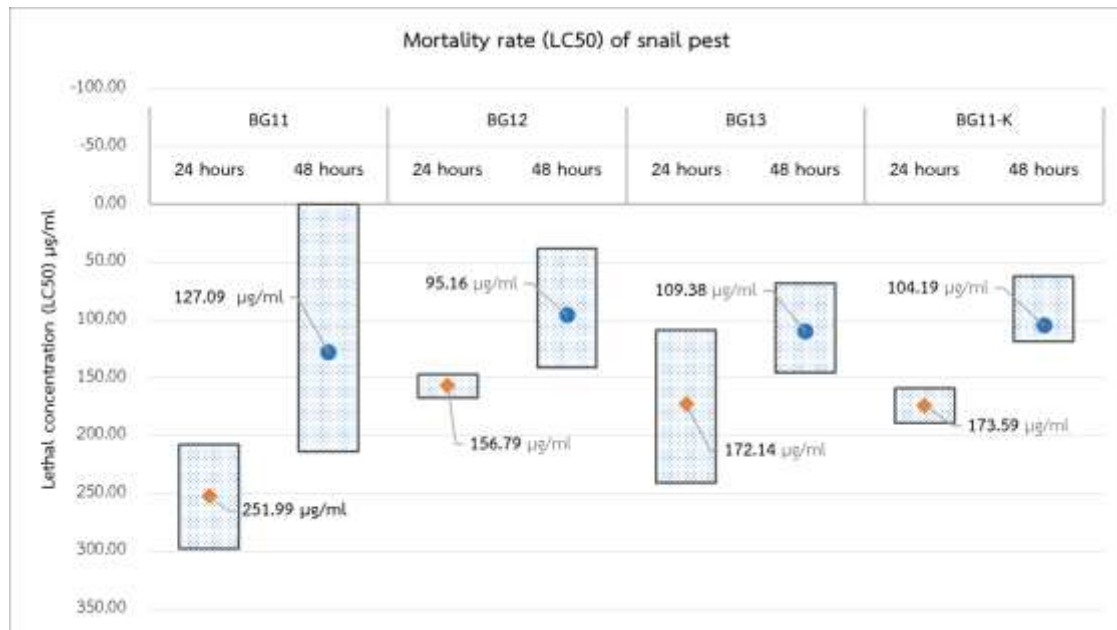


Figure 3 shows the lethal concentration or LC₅₀, with upper and lower bounds (24 hours, solid diamond square; 48 hours, solid cycle) of dry weight of cyanobacteria isolate HMLB05 cultured in the four media of cyanobacteria for the pest snail species *S. octona*.

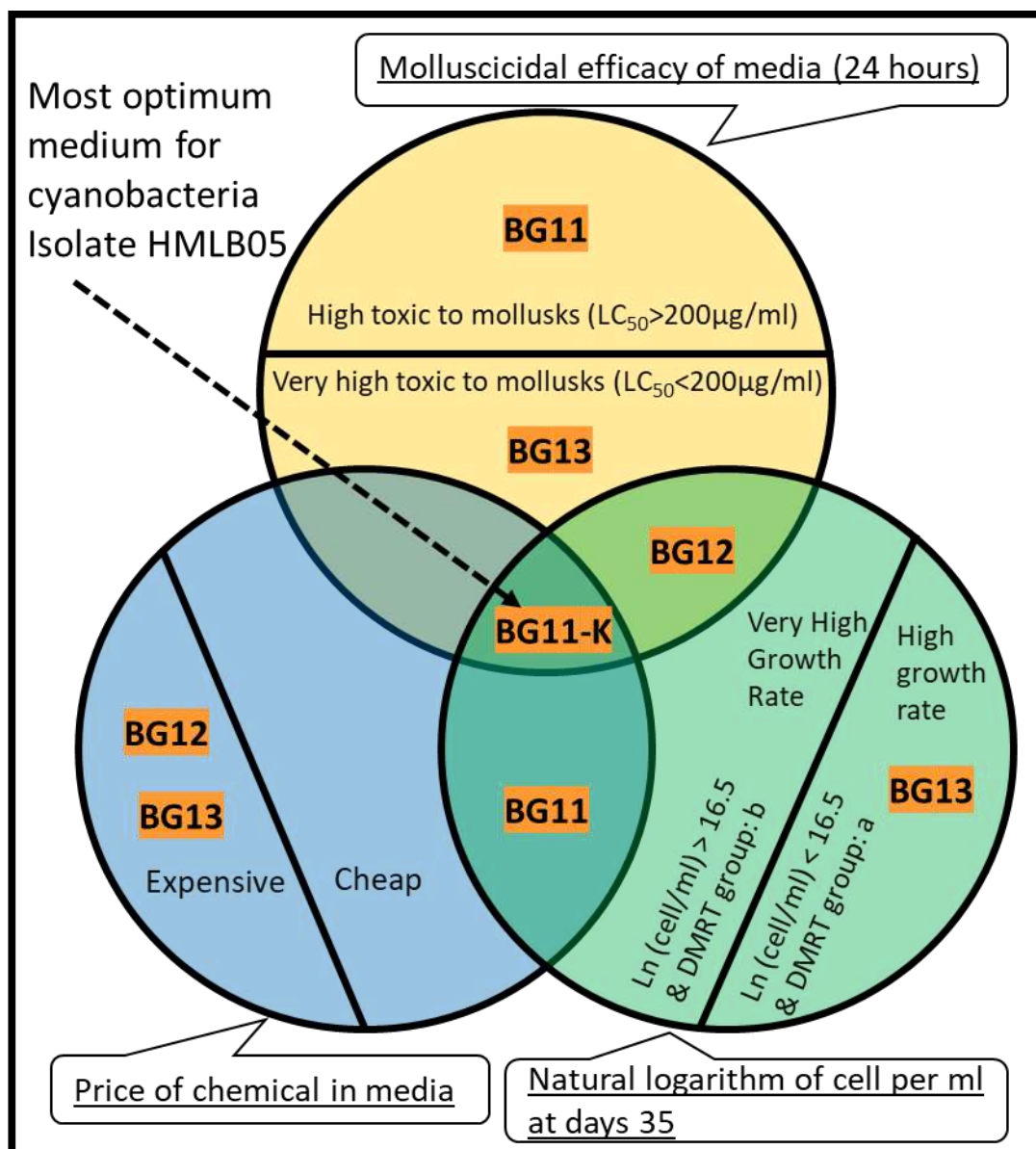


Figure 4 presents a Venn-Euler diagram indicating the most optimum media for producing cyanobacteria with high molluscicidal activity, identified as BG11-K. The most appropriate were considered from three conditions, i.e., 50% lethal concentration, amount of cell per milliliter at days 35, and price of chemicals for preparing the media



Figure 5 displays the shaking water bath modified for the cultivation of the highly molluscicidal cyanobacteria isolate HMLB05 in BG11 medium on the 14th day.



Figure 6 depicts the snail pest (*S. octona*) collected from an orchid farm in Phichit province being tested for the molluscicidal activity of the cyanobacteria isolate HMLB05.

สารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อราสาเหตุโรคแมลงยับยั้งอัตราการฟักไข่และการรอดชีวิต ของตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *Neomaskellia bergii*

ธีรธรรม ทัศนีย์พงษ์ วรณพร จันทหาร ชลธิชา อ่วยกลาง สุตาร์ตน์ พิมพ์ครบุรี จริญญา รอดดี

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา 30000

บทคัดย่อ

แมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *Neomaskellia bergii* Corbett อันดับ Homoptera วงศ์ Aleyrodidae เป็นแมลงศัตรูพืชขนาดเล็กที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของอ้อย พบการระบาดในหลายประเทศที่มีการปลูกอ้อย โดยเฉพาะสหภาพยุโรป ในประเทศไทยมีการรายงานพบ แมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* ในพื้นที่ จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ และจังหวัดร้อยเอ็ด ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากต้นอ้อยทุกระยะการเจริญเติบโต ในกรณีที่มีการระบาดรุนแรง จะทำให้ต้นอ้อยเติบโตช้าลง ทำให้ผลผลิตลดลง การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อราสาเหตุโรคแมลง *Beauveria bassiana* ต่ออัตราการฟักไข่และการรอดชีวิตของตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* ความเข้มข้น 500, 1000, 1500 ppm ผลการศึกษาพบว่า สารทุติยภูมิเมตาบอไลต์ของเชื้อราไอโซเลต BCC2779 และไอโซเลต BCC1470 มีผลทำให้อัตราการฟักไข่ของแมลงหวี่ขาวลดลง 66.1-87.44 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 7 วัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ($P<0.05$) และมีผลทำให้ อัตราการรอดชีวิตของตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวอ้อยลดลง 59.22-97.62 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 7 วัน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม ($P<0.05$) จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า สารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อราสาเหตุโรคแมลง *B. bassiana* มีผลต่อการยับยั้งการฟักไข่และการรอดชีวิตของตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวอ้อย

คำหลัก: แมลงศัตรูอ้อย แมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย สารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อรา อัตราการรอดชีวิต อัตราการฟักไข่

OE-11

ภาคบรรยาย

Secondary Metabolites of Entomopathogenic Fungi Inhibit on Egg Hatching and Nymph Survival in the Sugarcane Whitefly, *Neomaskellia bergii*

Teeratun Thatsaneephong Wannaporn Chantaharn Chonticha Auiklang

Sudarat Pimkornburee Jariya Roddee

School of Crop Production Technology, Institute of Agricultural Technology,
Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima 30000

ABSTRACT

The sugarcane whitefly, *Neomaskellia bergii* Corbett (Order: Homoptera, Family: Aleyrodidae), is a significant pest of sugarcane, found in several sugarcane-growing regions, particularly in the European Union. In Thailand, *N. bergii* has been reported in Nakhon Ratchasima, Prachuap Khiri Khan, Kalasin, and Roi Et. Both larvae and adults feed on sugarcane sap at all stages of plant growth, causing stunted growth and reduced yields under severe infestations. This study evaluated the effects of secondary metabolites from the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* on the egg-hatching rate and nymph survival of *N. bergii* at concentrations of 500, 1000, and 1500 ppm. Results showed that fungal isolates BCC2779 and BCC1470 significantly reduced egg hatching by 66.1% to 87.44% within 7 days compared to the control ($P < 0.05$). Additionally, nymph survival decreased by 59.22% to 97.62% within the same period, significantly different from the control ($P < 0.05$). These findings suggest that the secondary metabolites of *B. bassiana* effectively inhibit the hatching and survival of *N. bergii* larvae, highlighting their potential as a biocontrol agent against sugarcane whitefly infestations.

Keywords: sugarcane pests, sugarcane whitefly, secondary metabolites, survival rate, egg hatching rate

คำนำ

อ้อยเป็นวัตถุดิบหลักในกระบวนการผลิตน้ำตาล ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกอ้อยประมาณ 9.5 ล้านไร่ มีผลผลิตอ้อยสูงถึง 100 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่าจากการจำหน่ายน้ำตาลประมาณ 180,000 ล้านบาท โดยไม่รวมมูลค่าของผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องอื่นๆ ที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้อีกนับแสนล้านบาท โดยปัญหาที่พบและส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจอุตสาหกรรมอ้อย จำนวนผลผลิตอ้อย คุณภาพของผลผลิต และรายได้ ได้แก่ แมลงศัตรูอ้อย แมลงหีขาวอ้อยปีกลาย (sugarcane whitefly) เป็นศัตรูอ้อยที่สำคัญอีกชนิด การแพร่ระบาดของแมลงหีขาวอ้อยปีกลาย ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงอยู่ใต้ใบอ้อย ระยะตัวอ่อนทำความเสียหายแก่อ้อยมาก มีผลทำให้ใบอ้อยมีสีซีดลงและกลายเป็นสีเหลืองระบดเป็นหย่อม ๆ ผลจากการเข้าทำลายนอกจากจะทำให้ปริมาณน้ำตาลในอ้อยลดลงแล้ว ยังทำให้อ้อยชะงักการเจริญเติบโต นอกจากนี้ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากต้นพืชแล้วถ่ายมูลหวานที่มีลักษณะเหนียวออกมาตามส่วนต่าง ๆ ของพืช ซึ่งมูลหวานเป็นสาเหตุทำให้เกิดเชื้อราดำ เมื่อเกิดราดำในปริมาณมากทำให้ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตอ้อยลดลง ซึ่งทำให้ผลผลิตของอ้อยลดลง (สุนัดดา และคณะ, 2556; สุนี และคณะ, 2561) การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูอ้อยสามารถทำได้หลายวิธี เช่น วิธีเขตกรรม การควบคุมและจำกัดพื้นที่ปลูก การคัดเลือกท่อนพันธุ์ปลอดเชื้อก่อนทำการปลูก การใช้สารเคมีในการกำจัดแมลงศัตรูอ้อย การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูอ้อยด้วยชีววิธี เช่น การใช้เชื้อจุลินทรีย์เชื้อปฏิปักษ์ เช่น เชื้อราสายพันธุ์ *Beauveria bassina* เนื่องจากมีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ไม่มีสารตกค้าง และไม่สร้างภูมิต้านทานให้แมลงศัตรูอ้อยเหมือนกับการใช้สารเคมี แต่อย่างไรก็ตามการใช้เชื้อราสดมีข้อจำกัดในการใช้งาน ซึ่งจำเป็นต้องมีขั้นตอนในการนำมาใช้ยาก การเก็บรักษาได้ไม่นาน อิทธิพลของอุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อการอยู่รอดของเชื้อราส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืช มีรายงานการใช้สารทุติยภูมิเมตาบอไลต์เชื้อราในการป้องกันกำจัดแมลงซึ่งเกิดจากการที่เชื้อราผลิตสารที่เป็นพิษต่อแมลง (Wang et al., 2021) สารทุติยภูมิเมตาบอไลต์คือสารผลิตภัณฑ์ที่มีมวลโมเลกุลต่ำที่จุลินทรีย์ผลิตออกมา เป็นปฏิกิริยาที่สร้างผลิตภัณฑ์ที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา โดยสารแต่ละชนิดนั้นจะมีคุณสมบัติทางเคมีและสารประกอบที่แตกต่างกัน เช่น terpenes, phenylpropanoids, polyketides, alkaloids (Mosunova et al., 2021) ข้อดีของสารทุติยภูมิเมตาบอไลต์ที่แตกต่างจากการใช้เชื้อสดคือเมื่อทำการสกัดสารพิษได้นั้นจะสามารถเก็บรักษาสารได้นานกว่าโดยไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการกำจัดแมลง และมีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงได้มากกว่า ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อราสาเหตุโรคแมลงต่ออัตราการฟักไข่และการรอดชีวิตของตัวอ่อนแมลงหีขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii*

วิธีดำเนินการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ประกอบด้วย 9 กรรมวิธี กรรมวิธีละ 4 ซ้ำ ทดสอบกับระยะไข่และตัวอ่อนแมลงหีขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* ดังนี้
กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีควบคุม Control (น้ำเปล่า)
กรรมวิธีที่ 2 เชื้อรา *B. bassina* ไอโซเลต BCC2779 ความเข้มข้น 1×10^8 สปอร์/มิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 3 เชื้อรา *B. bassina* ไอโซเลต BCC1495 ความเข้มข้น 1×10^8 สปอร์/มิลลิลิตร
กรรมวิธีที่ 4 สารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อรา *B. bassina* ไอโซเลต BCC2779 ความเข้มข้น 500 ppm
กรรมวิธีที่ 5 สารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อรา *B. bassina* ไอโซเลต BCC2779 ความเข้มข้น 1000 ppm
กรรมวิธีที่ 6 สารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อรา *B. bassina* ไอโซเลต BCC2779 ความเข้มข้น 1500 ppm
กรรมวิธีที่ 7 สารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อรา *B. bassina* ไอโซเลต BCC1495 ความเข้มข้น 500 ppm
กรรมวิธีที่ 8 สารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อรา *B. bassina* ไอโซเลต BCC1495 ความเข้มข้น 1000 ppm
กรรมวิธีที่ 9 สารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อรา *B. bassina* ไอโซเลต BCC1495 ความเข้มข้น 1500 ppm

การเลี้ยงเพิ่มปริมาณแมลงหริขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii*

เก็บแมลงหริขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* แปลงอ้อยช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา จากนั้นนำมาเลี้ยงเพิ่มปริมาณบนต้นอ้อย อายุ 45 วัน ที่เตรียมในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว นำกรงพลาสติกครอบต้นอ้อยกันแมลงและนำทรายมาโรยรอบโคนต้น เพื่อให้แมลงสามารถเพิ่มปริมาณได้ เก็บต้นอ้อยและแมลงไว้ในโรงเรือนตาข่ายกันแมลง เมื่อแมลงวางไข่และเพิ่มปริมาณได้ นำมาแมลงรุ่นที่ 2 มาทดสอบประสิทธิภาพสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อราต่ออัตราการฟักไข่และการรอดชีวิตของตัวอ่อนแมลงหริขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii*

การเตรียมเชื้อราและสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อรา

1) การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อราสายพันธุ์ *B. bassina* ในอาหารแข็ง

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อรา Potato Dextrose Agar (PDA) 7.8 กรัม พร้อมเทน้ำ DI 200 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้ว คนให้เข้ากัน นำอาหารไปอุ่นที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นเทอาหารลงบนจานเพาะเชื้อในตู้เชื้อ ปิดจานเพาะเชื้อด้วยแผ่นพาราฟิล์ม จากนั้นปล่อยให้อาหารแข็งตัวเป็นเวลา 7 วัน เพื่อทำเป็นอาหารแข็ง เลี้ยงเชื้อราสายพันธุ์ *B. bassina* จำนวน 2 ไอโซเลต ได้แก่ *B. bassina* BCC2779 และ *B. bassina* BCC1495 บนอาหาร PDA ทำการเลี้ยงเพิ่มปริมาณเชื้อราด้วยเทคนิค Cross Streak ในสภาพปลอดการปนเปื้อนในตู้ปลอดเชื้อควบคุมอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ปิดด้วยแผ่นพาราฟิล์ม เป็นระยะเวลา 7 วัน

2) การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อราสายพันธุ์ *B. bassina* ในอาหารเหลว

เพื่อเตรียมสกัดสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อรา ย้ายจากเชื้อราในอาหารแข็งมาเลี้ยงในอาหารเหลวโดยเตรียมอาหาร Potato Dextrose Broth (PDB) 7.8 กรัม พร้อมเทน้ำ DI 200 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้ว จากนั้นคนให้เข้ากัน จากนั้นนำอาหารไปอุ่นที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปิดฝาด้วยแผ่นพาราฟิล์มเพื่อทำเป็นอาหารเหลว นำเชื้อราที่เลี้ยงจากอาหารแข็ง PDA มาตัดชิ้นส่วนเส้นใยเชื้อราแล้วนำมาใส่ลงขวดรูปชมพู่ที่มีอาหารเหลว PDB ในสภาพปลอดการปนเปื้อนในตู้ปลอดเชื้อจากนั้นปิดด้วยแผ่นพาราฟิล์มจากนั้นนำขวดที่มีเชื้อราไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่องเขย่าสารที่ความเร็ว 120 รอบ/นาที เป็นเวลา 7 วัน

3) เตรียมสปอร์เชื้อราสายพันธุ์ *B. bassina*

หุงข้าวในอัตราข้าว 3 ส่วน ต่อน้ำ 2 ส่วน ตักข้าวสุกประมาณ 250 กรัม ใส่ถุงพลาสติกทึบร้อนขนาด 8x12 นิ้ว รอให้ข้าวอุ่น จึงนำไปใส่เชื้อราที่เลี้ยงในอาหาร PDA โดยตัดชิ้นวันจะได้ 8 ชิ้นต่อจานเพาะ

เปิดปากถุงให้น้อยที่สุด แล้วขึ้นวันประมาณ 1-2 ขึ้นต่อถุง รัดยางตรงปากถุงให้แน่น ก่อนที่จะเขย่าถุงข้าวเบา ๆ เพื่อให้เชื้อรากระจายทั่วถุง รวบถุงให้บริเวณปากถุงพอง ใช้เข็มที่ฆ่าเชื้อแล้วแทงรอบ ๆ ปากถุงที่รัดยางไว้ประมาณ 15-20 รู กลิ้งข้าวในถุงให้แพร่กระจายแบนราบ และดึงบริเวณกลางถุงขึ้น เพื่อให้มีอากาศเข้าไปในถุงข้าว จากนั้นบ่มเชื้อในตู้ที่ควบคุมอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน แล้วนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์อัดเม็ด

4) การสกัดสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อรา *B. bassina*

นำเชื้อราที่เลี้ยงในอาหารเหลว PDB ทำการกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 โดยทำการแยกส่วนใสและส่วนที่เป็นเส้นใยแยกออกจากกัน เมื่อแยกได้ 2 ส่วน ให้นำส่วนใสมาทำการสกัดด้วย Methanol และ Ethyl acetate ในอัตราส่วน 1:1 ทำการผสมให้เข้ากันแล้วใส่ในกรวยแยกสาร (Separatory funnel) ทั้งหมด 3 ครั้ง จากนั้นนำไปเก็บในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นนำไปสกัดสารด้วยเครื่อง Rotary evaporator เพื่อให้ได้สารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อรา จากนั้นเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป

การทดสอบสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อรา *B. bassina* ต่อไข่แมลงหริ่งขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii*

นำสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อราที่สกัดได้นำไปเจือจางที่ความเข้มข้น 500, 1000, และ 1500 ppm จากนั้นตัดบริเวณใบอ้อยที่พบการวางไข่ของแมลงหริ่งขาวปีกลาย *N. bergii* นำสำลิจับด้วยน้ำประกับกับใบอ้อยที่ถูกตัดไว้ทั้ง 2 ด้าน และห่อหุ้มสำลีดด้วยฟอลียอลูมิเนียมเพื่อลดการคายน้ำและให้ความชื้นที่ใบพืช จากนั้นนำใบอ้อยที่เตรียมไว้วางบนจานเพาะเชื้อ ฉีดพ่นสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อราที่ได้จากการสกัดของเชื้อรา *B. bassina* ทั้ง 2 ไอโซเลต ที่ความเข้มข้น 500 1000 และ 1500 ppm (กรรมวิธีที่ 4-9) เปรียบเทียบกับการใช้เชื้อราสดและน้ำเปล่า (กรรมวิธีที่ 1-3) ลงบนใบอ้อยที่มีกลุ่มไข่ของแมลงหริ่งขาวปีกลาย *N. bergii* สังเกตลักษณะที่เปลี่ยนไปของไข่แมลงและนับจำนวนไข่ในแต่ละกรรมวิธีสังเกตทุก ๆ 1 3 5 และ 7 วัน คำนวณหาอัตราการฟักไข่จากและนำไปคำนวณ Abbot's percent corrected mortality (Abbot, 1925) จากสูตร

$$\text{Abbott's percent corrected mortality} = \frac{\% \text{Mortality in Treated} - \% \text{Mortality in Control}}{100\% - \% \text{Mortality in Control}} \times 100$$

การทดสอบสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อรา *B. bassina* ต่อตัวอ่อนแมลงหริ่งขาวอ้อย *N. bergii*

เจือจางสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อราที่สกัดได้ให้มีความเข้มข้น 500 1000 และ 1500 ppm นำไปทดสอบตัวอ่อนของแมลงหริ่งขาวปีกลาย *N. bergii* โดยการเตรียมใบอ้อยเช่นเดียวกับการเตรียมทดสอบไข่ ฉีดพ่นสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อรา *B. bassina* ทั้ง 2 ไอโซเลต ลงบนใบอ้อยที่มีตัวอ่อนแมลงหริ่งขาวปีกลาย *N. bergii* สังเกตลักษณะที่เปลี่ยนไปของตัวอ่อนแมลงในแต่ละกรรมวิธี และนับจำนวนตัวอ่อน 1, 3, 5 และ 7 วัน เพื่อนำไปคำนวณอัตราการรอดชีวิตของแมลง จากสูตร Abbot's percent corrected mortality (Abbot, 1925)

$$\text{Abbott's percent corrected mortality} = \frac{\% \text{Mortality in Treated} - \% \text{Mortality in Control}}{100\% - \% \text{Mortality in Control}} \times 100$$

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอัตราการฟักไข่และอัตราการรอดชีวิตของตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวปีกลาย *N. bergii* ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) โปรแกรม SAS analysis คำนวณหาค่าระดับความรุนแรง Lethal Time (LT50) และ (LT90) ของสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อรา *B. bassiana* ต่ออัตราการฟักไข่และการรอดชีวิตของตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวปีกลาย *N. bergii* ด้วยโปรแกรม Probit Analysis

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลของสารทุติยภูมิเมตาบอไลต์เชื้อรา *B. bassiana* ต่อการฟักไข่แมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii*

ผลของสารทุติยภูมิเมตาบอไลต์เชื้อรา *B. bassiana* ไอโซเลต BCC2779 และไอโซเลต BCC1495 ที่มีต่ออัตราการฟักไข่ของแมลงหวี่อ้อยปีกลาย *N. bergii* เมื่อฉีดพ่นที่ 1 3 5 และ 7 วัน พบว่าการฉีดพ่นด้วยสารทุติยภูมิเมตาบอไลต์เชื้อรา *B. bassiana* ทั้ง 2 ไอโซเลต ทำให้อัตราการฟักไข่ของแมลงหวี่อ้อยปีกลาย *N. bergii* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการฉีดพ่นเชื้อราสดและกรรมวิธีควบคุม ($P < 0.05$) เมื่อฉีดพ่นด้วยสารทุติยภูมิเมตาบอไลต์เชื้อรา *B. bassiana* ไอโซเลต BCC2779 ความเข้มข้น 1500 ppm ที่ 1 และ 3 วัน ทำให้อัตราการฟักไข่ของแมลงหวี่อ้อยปีกลาย *N. bergii* ลดลงมากที่สุด เหลือ 70.26 ± 3.26 และ 48.67 ± 1.52 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้เชื้อราสดและกรรมวิธีควบคุม ($P < 0.05$) (Table 1) เมื่อฉีดพ่นด้วยสารทุติยภูมิเมตาบอไลต์เชื้อรา *B. bassiana* ไอโซเลต BCC1495 ความเข้มข้น 1500 ppm ที่ 5 และ 7 วัน ทำให้อัตราการฟักไข่ของแมลงหวี่อ้อยปีกลาย *N. bergii* ลดลงมากที่สุด เหลือ 19.49 ± 5.95 และ 12.56 ± 1.82 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ($P < 0.05$) (Table 1)

ผลการวิเคราะห์ค่า LT50 และ LT90 พบว่า สารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อราที่สกัดจากเชื้อรา *B. bassiana* BCC2779 ที่ความเข้มข้น 500 ppm มีผลให้การฟักไข่ของแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* ลดลงที่ 50 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 3.99 และ 8.75 วัน ตามลำดับ ที่ความเข้มข้น 1000 ppm มีผลให้การฟักไข่แมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* ลดลงที่ 50 และ 90 เปอร์เซ็นต์ที่ระยะเวลา 3.24 และ 4.20 วัน (Table 1) ค่า LT50 และ LT90 พบว่า สารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อราที่สกัดจากเชื้อรา *B. bassiana* BCC1495 ที่ความเข้มข้น 500 ppm มีผลให้การฟักไข่ของแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* ลดลงที่ 50 และ 90 เปอร์เซ็นต์ที่ 3.55 และ 13.46 วัน ตามลำดับ ที่ความเข้มข้น 1000 ppm มีผลให้อัตราการไม่ฟักไข่แมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* ลดลงที่ 50 และ 90 เปอร์เซ็นต์ที่ 5.69 และ 7.23 วัน ตามลำดับ ที่ความเข้มข้น 1500 ppm มีผลให้อัตราการไม่ฟักไข่แมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* ลดลงที่ 50 และ 90 เปอร์เซ็นต์ที่ 2.99 และ 7.78 วัน ตามลำดับ (Table 1)

ผลของสารทุติยภูมิเมตาบอไลต์เชื้อรา *B. bassiana* ที่มีต่ออัตราการรอดชีวิตของตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii*

ผลของสารทุติยภูมิเมตาบอไลต์เชื้อราที่มีต่ออัตราการรอดชีวิตของตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* พบว่า เมื่อใช้สารทุติยภูมิเมตาบอไลต์เชื้อรา *B. bassiana* ไอโซเลต BCC2779 และ *B. bassiana* ไอโซเลต BCC1495 มีผลทำให้อัตราการรอดชีวิตของแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* ลดลง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการฉีดพ่นเชื้อราสดและกรรมวิธีควบคุม ($P < 0.05$) (Table 2) เมื่อใช้สารทุติยภูมิเมตาบอไลต์เชื้อรา *B. bassiana* ไอโซเลต BCC2779 และ ไอโซเลต BCC1495 ที่ความเข้มข้น 500 ppm ทำให้อัตราการรอดชีวิตของแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* ลดลงภายใน 3 วันหลังฉีดพ่นที่ 77.84 ± 4.36 และ 74.47 ± 3.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อผ่านไป 7 วัน อัตราการรอดชีวิตของแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* ลดลง 5.13 ± 0.59 และ 2.15 ± 0.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อใช้ความเข้มข้นสูงขึ้นที่ 1000 และ 1500 ppm พบว่า อัตราการตายของของแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* เพิ่มขึ้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการใช้เชื้อราสดและกรรมวิธีควบคุม ($P < 0.05$) (Table 2)

ผลการทดสอบ LT50 และ LT90 พบว่า สารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อราที่สกัดจากเชื้อรา *B. bassiana* BCC2779 ที่ความเข้มข้น 500 ppm มีความรุนแรงต่อตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* ทำให้ตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลายตายที่ 50 และ 90 เปอร์เซ็นต์ คือ 3.77 และ 8.98 วัน ตามลำดับ ความเข้มข้น 1000 ppm มีความรุนแรงต่อตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* ทำให้ตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลายตายที่ 50 และ 90 เปอร์เซ็นต์ที่ 2.84 และ 5.01 วัน ตามลำดับ และที่ความเข้มข้น 1500 ppm มีความรุนแรงต่อตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* 50 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ที่ 2.25 และ 4.89 วัน ตามลำดับ (Table 2) สารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อรา *B. bassiana* BCC1495 ที่ความเข้มข้น 500 1000 และ 1500 ppm มีความรุนแรงต่อตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ 3.38 2.98 และ 2.51 วัน ตามลำดับ สารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อรา *B. bassiana* BCC1495 ที่ความเข้มข้น 500 1000 และ 1500 ppm มีความรุนแรงต่อตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* ที่ 90 เปอร์เซ็นต์ คือ 6.83 4.44 และ 5.05 วัน ตามลำดับ (Table 2)

Table 1 The egg hatching rate of sugarcane whitefly after spraying with the two isolates of secondary metabolite *B. bassiana* for 1, 3, 5, and 7 days and the *lethal time* (LT50 and LT90)

Treatments (ppm)	Egg hatching rate (%)					95% CL		
	Day 1	Day 3	Day 5	Day 7	LT50	lower	upper	95% CL
Control	T1	100 ^c ± 0.00	100 ^c ± 0.00	100 ^d ± 0.00	100 ^f ± 0.00			
<i>B. bassiana</i> BCC2779 1x10 ⁸	T2	100 ^c ± 0.00	100 ^c ± 0.00	82.39 ^d ± 3.67	73.67 ^d ± 3.62			
<i>B. bassiana</i> BCC1495 1x10 ⁸	T3	100 ^c ± 0.00	100 ^c ± 0.00	73.41 ^d ± 3.32	55.26 ^d ± 4.67			
Secondary	T4	97.60 ^c ± 1.10	76.28 ^c ± 3.81	25.63 ^{abc} ± 5.56	21.16 ^{bc} ± 2.34	3.99	3.26	4.88
metabolite <i>B.</i>	T5	91.36 ^{bc} ± 2.84	59.08 ^b ± 3.21	21.94 ^{ab} ± 1.71	21.34 ^{bc} ± 1.29	3.24	2.50	4.20
<i>bassiana</i> BCC2779	T6	70.26 ^a ± 3.26	48.67 ^a ± 1.52	32.22 ^{bc} ± 2.98	17.85 ^{ab} ± 3.36	2.37	1.57	3.67
Secondary	T7	86.47 ^b ± 1.12	66.64 ^{bc} ± 0.46	28.19 ^{abc} ± 2.58	27.34 ^c ± 2.30	3.55	2.62	4.82
metabolite <i>B.</i>	T8	94.99 ^{bc} ± 3.13	69.24 ^c ± 5.19	35.94 ^c ± 2.26	33.90 ^d ± 1.97	4.34	3.30	5.69
<i>bassiana</i> BCC1495	T9	90.87 ^{bc} ± 6.12	58.05 ^{ab} ± 3.83	19.49 ^a ± 5.95	12.56 ^a ± 1.82	2.99	2.34	3.82
F-test	**	**	**	**	**			
C.V. (%)	5.00	7.02	20.97	16.01				

The means indicated by the same letter are not statistically significantly different ($p \leq 0.05$). Statistical analysis was performed using Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at a 95% confidence level.

ns No statistically significant difference * Statistically significant difference ** Extremely significant difference

Table 2 Survival rate of sugarcane whitefly nymph after spraying with the two isolates of secondary metabolite *B. bassiana* for 1, 3, 5 and 7 days and the *lethal time* (LT50 and LT90)

Treatments (ppm)	Survival rate of nymph stage (%)					95% CL	
	Day 1	Day 3	Day 5	Day 7	LT50	lower	upper
Control	T1	100 ± 0.00	100 ^e ± 0.00	100 ^d ± 0.00	100 ^f ± 0.00		
<i>B. bassiana</i> BCC2779 1x10 ⁸	T2	100 ± 0.00	90 ^e ± 0.10	84.56 ^d ± 3.24	44.86 ^e ± 3.67	6.20	7.57
<i>B. bassiana</i> BCC1495 1x10 ⁸	T3	100 ± 0.00	98.67 ^c ± 1.25	59.45 ^c ± 3.65	26.42 ^e ± 3.32	4.20	6.54
Secondary metabolite <i>B. bassiana</i> BCC2779	500	T4	92.31 ± 7.67	77.84 ^d ± 4.36	40.78 ^e ± 3.84	5.13 ^d ± 0.59	8.98
	1000	T5	98.67 ± 1.33	48.89 ^b ± 4.84	5.78 ^{ab} ± 0.97	3.56 ^c ± 0.29	5.01
	1500	T6	88.63 ± 7.31	38.21 ^a ± 1.36	10.44 ^{bc} ± 0.93	0.00 ^a ± 0.00	4.89
Secondary metabolite <i>B. bassiana</i> BCC1495	500	T7	97.44 ± 2.56	74.47 ^d ± 3.11	23.51 ^d ± 4.30	2.15 ^b ± 0.15	6.83
	1000	T8	89.68 ± 5.21	58.73 ^c ± 3.09	2.38 ^a ± 0.38	0.00 ^a ± 0.00	4.44
	1500	T9	90.48 ± 9.52	70.80 ^d ± 0.79	17.21 ^{cd} ± 3.02	0.00 ^a ± 0.00	5.05
F-test	ns	**	**	**			
C.V. (%)	9.13	7.33	21.50	6.63			

The means indicated by the same letter are not statistically significantly different ($p \leq 0.05$). Statistical analysis was performed using Duncan's

Multiple Range Test (DMRT) at a 95% confidence level.

ns No statistically significant difference * Statistically significant difference ** Extremely significant difference

จากผลการทดสอบสารสกัดสารทุติยภูมิเมตาบอไลต์เชื้อรา *B. bassiana* จำนวน 2 ไอโซเลต ได้แก่ BCC2779 และ BCC1495 ที่ความเข้มข้น 500 1000 และ 1,500 ppm พบว่าผลของสารทุติยภูมิเมตาบอไลต์เชื้อราส่งผลให้อัตราการฟักไข่และอัตราการรอดชีวิตของตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลายลดลงสอดคล้องกับงานวิจัยของ Elbanhawy et al., (2019) และ Gurulingappa et al., 2011 ที่ใช้สารเมตาบอไลต์เชื้อรา *Cladosporium cladosporioides*, *Metarhizium anisopliae*, *Purpureocillium lilacinum* และ *Trichoderma longibrachiatum* ในการควบคุมประชากรของเพลี้ยอ่อนฝ้าย *Aphis gossypii* พบว่าสารสกัดเมตาบอไลต์เชื้อรา *C. cladosporioides* และ *P. lilacinum* ส่งผลให้เพลี้ยอ่อนฝ้าย *A. gossypii* โดยพบว่าสารสกัดเมตาบอไลต์เชื้อราส่งผลให้องค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพของแมลงเปลี่ยนแปลงไป มีการเพิ่มปริมาณของคาร์โบไฮเดรตและลดปริมาณของโปรตีนของเพลี้ยอ่อนฝ้าย *A. gossypii* ในระยะตัวเต็มวัยอีกทั้งยังส่งผลต่อการทำงานของเอนไซม์ของแมลงโดยพบว่าการทำงานของเอนไซม์ เช่น phenoloxidase และ chitinase เพิ่มขึ้นซึ่งส่งผลให้เพลี้ยอ่อนฝ้าย *A. gossypii* มีอัตราการตายที่เพิ่มมากขึ้น กลไกการทำงานของสารเมตาบอไลต์ทุติยภูมิเชื้อรา *B. bassiana* หลังจากทำการบุกรุกเข้าไปในแมลงอาศัยนั้น *B. bassiana* จะทำการผลิตสารพิษซึ่งเป็นสารทุติยภูมิเมตาบอไลต์ เช่น beauvercin, bassianin, bassianolide, beauverolides, tenellin, oosporein, และ กรด oxalic โดยสารพิษเหล่านี้ช่วยในการทำลายแมลงอาศัย อีกทั้งยังสามารถทำการโจมตีระบบภูมิคุ้มกันของแมลงอาศัยได้ (Wang et al., 2021) และงานวิจัยของ Mani et al., (2023) ที่ทำการศึกษาผลของเชื้อรา *B. bassiana* ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตการกระบวนทางเมตาบอลิซึมของหนอนแมลงวันลาย *Hermitia illucens* L. พบว่า เชื้อรา *B. bassiana* ส่งผลให้น้ำหนักตัวรวมถึงการเปลี่ยนเป็นระยะตัวเต็มวัยของแมลงลดลงอีกทั้งยังส่งผลให้การสังเคราะห์โปรตีนลดลงและการทำงานของโปรตีนเสื่อมลงซึ่งผลส่งผลกระทบต่อด้านลบต่อการเจริญเติบโตของระยะตัวอ่อนและระยะตัวเต็มวัย เชื้อราสาเหตุโรคแมลงสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลายซึ่งเรียกว่า สารทุติยภูมิเมตาบอไลต์ ซึ่งมีฤทธิ์ในการฆ่าแมลงได้และอาจใช้เป็นสารกำจัดศัตรูพืชทางชีวภาพได้ Wang et al., (2021) ได้ศึกษาในลักษณะเช่นเดียวกันนี้ โดยสารสกัดเมทานอลของเชื้อรา *C. cladosporioides* และ *P. lilacinum* มีประสิทธิภาพต่อตัวเต็มวัยของเพลี้ยอ่อน *A. gossypii* หลังจากฉีดพ่นที่ 24 ชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดเมทานอลและเอทิลอะซิเตทจากเชื้อราชนิดอื่น

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

ผลการทดสอบสารสกัดสารทุติยภูมิเมตาบอไลต์เชื้อรา *B. bassiana* ไอโซเลต BCC2779 และ BCC1495 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการฟักไข่และอัตราการรอดชีวิตของตัวอ่อนแมลงหวี่ขาวอ้อยปีกลาย *N. bergii* ภายหลังการทดสอบ 3 ถึง 7 วัน หลังฉีดพ่นโดยพบว่าเชื้อไอโซเลต BCC2779 และไอโซเลต BCC1495 ความเข้มข้น 1500 ppm และ 1000 ppm มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการฟักไข่และลดอัตราการรอดชีวิตของตัวอ่อนแมลงหวี่ขาว ตามลำดับ ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นแนวทางการพัฒนาการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชโดยวิธีชีวภาพที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ที่สุด ที่ปลอดภัยไม่มีสารตกค้างในธรรมชาติ

เอกสารอ้างอิง

- มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2557. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการจัดทำต้นทุนการผลิตและถ่ายทอดความรู้เพื่อลดต้นทุนการผลิตอ้อยของเกษตรกร ในปีเพาะปลูก 2557/58. สืบค้นจาก <https://old.ocsb.go.th/upload/learning/fileupload/5336-6947.pdf>
- สุนัดดา เชาวลิต, ชมัยพร บัวมาศ, อิทธิพล บรรณาการ, เกศสุตา สนศิริ, และ สิทธิศิริโรตม แก้วสวัสดิ. 2556. อนุกรมวิธานแมลงหีวขาวในวงศ์ย่อย Aleyrodinae (03-04-54-04-01-01-25-56). สืบค้นจาก <https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=1947>
- สุนัดดา เชาวลิต, ชมัยพร บัวมาศ, อิทธิพล บรรณาการ, เกศสุตา สนศิริ, และ สิทธิศิริโรตม แก้วสวัสดิ. 2558. อนุกรมวิธานแมลงหีวขาวใน วงศ์ย่อย Aleyrodinae ในประเทศไทย. สืบค้นจาก <https://www.doa.go.th/plan/wp-content/uploads/2021/04/2191.1.24> อนุกรมวิธานแมลงหีวขาวใน วงศ์ย่อย Aleyrodinae ในประเทศไทย
- สุนี ศรีสิงห์, วลลิภา สุชาโต, อรรถสิทธิ์ บุญธรรม, วาสนา วันดี, สุวัฒน์ พูลพาน, สุมาลี โพธิ์ทอง, และ วาสนา ยอดปรางค์. 2561. การจัดการศัตรูอ้อยแบบผสมผสาน. (พิมพ์ครั้งที่ 3). สุพรรณบุรี: ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี
- Abbot, W.S.1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J Eco Entomol. 18:265–266.
- Elbanhawy, A. A., E. A. Elsherbiny, A. E. Abd El-Mageed, and G. M. Abdel-Fattah. 2019. Potential of fungal metabolites as a biocontrol agent against cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover and the possible mechanisms of action. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 159, 34-40. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2019.05.013>
- Gurulingappa, P., P.A. McGee, and G. Sword. 2011. Endophytic *Lecanicillium lecanii* and *Beauveria bassiana* reduce the survival and fecundity of *Aphis gossypii* following contact with conidia and secondary metabolites. *Crop Protection*. 30(3): 349-353.
- Mani, K., T. Vitenberg, S. Khatib and I. Opatovsky. 2023. Effect of entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* on the growth characteristics and metabolism of black soldier fly larvae. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 197, 105684.
- Masi, M., P. Nocera, P. Reveglia, A. Cimmino and A. Evidente. 2018. Fungal metabolites antagonists towards plant pests and human pathogens: Structure-activity relationship studies. *Molecules*, 23(4), 834.
- Mosunova, O., J. C. Navarro-Muñoz, and J. Collemare. 2021. The Biosynthesis of Fungal Secondary Metabolites: From Fundamentals to Biotechnological Applications. In Ó. Zaragoza & A. Casadevall (Eds.), *Encyclopedia of Mycology* (pp. 458-476). Elsevier.

Wang, H., H. Peng, W. Li, P. Cheng, and M. Gong. 2021. The toxins of *Beauveria bassiana* and the strategies to improve their virulence to insects. *Frontiers in microbiology*, 12, 70534

การจัดการศัตรูพริกแบบผสมผสานในระบบโรงเรือนสำหรับส่งออกกลุ่มสหภาพยุโรป

สัญญาณี ศรีคชา กรกต ดำรักษ์ วนาพร วงษ์นิคัง หทัยภัทร เจษฎารมย์

กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

OE-12

ภาคบรรยาย

บทคัดย่อ

การจัดการศัตรูพริกแบบผสมผสานในระบบโรงเรือนสำหรับส่งออกกลุ่มสหภาพยุโรป มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาระบบการผลิตพริกสำหรับส่งออกกลุ่มสหภาพยุโรปที่เหมาะสมในพื้นที่ให้ได้ตามมาตรฐานที่กลุ่มสหภาพยุโรปกำหนด ลดปริมาณเพลี้ยไฟ แมลงหวี่ขาวยาสูบ และหนอนแมลงวันทองพริก ให้มีปริมาณน้อยที่สุดก่อนเข้าโรงคัดบรรจุ ผลผลิตปลอดภัยไม่มีสารพิษตกค้าง และลดต้นทุนการผลิต ดำเนินการทดลองในโรงเรือนปลูกพริกของเกษตรกรเครือข่ายของบริษัทส่งออกผักและผลไม้ไปกลุ่มสหภาพยุโรป ที่อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ระหว่างเดือนตุลาคม 2564 - กันยายน 2566 โดยได้รูปแบบการจัดการศัตรูพริกแบบผสมผสานที่ประกอบด้วย 1. การสำรวจประชากรของศัตรูพืช โดยทำการสุ่ม 100 ต้น/โรงเรือน ทุก 7 วัน และใช้ระดับเศรษฐกิจ (ETL) ในการตัดสินใจ ถ้าพบศัตรูพืชเกินระดับเศรษฐกิจ (ETL) ดำเนินการป้องกันกำจัด 2. ติดตั้งกับดักกาวเหนียวสีฟ้าและสีเหลืองในโรงเรือนทุกระยะ 2 เมตร จำนวน 4 แถว (สีฟ้า 2 แถว และสีเหลือง 2 แถว) ตั้งแต่เริ่มพบเพลี้ยไฟระบาดตลอดการปลูกพริก โดยเปลี่ยนกับดักทุก 14 วัน 3. พ่นสารชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* 20W33 อัตรา 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ทุก 30 วันหลังย้ายปลูก พบว่า โรงเรือนวิธี IPM ทั้งสองโรงเรือนมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช 21 และ 6 ครั้ง ตามลำดับ และมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช 8 และ 8 ครั้ง ตามลำดับ ส่วนโรงเรือนวิธีเกษตรกรทั้งสองโรงเรือนมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช 31 และ 27 ครั้ง ตามลำดับ ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ แมลงหวี่ขาวยาสูบ ไรขาวพริก เพลี้ยอ่อน และเพลี้ยแป้ง และใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช 31 และ 27 ครั้ง ตามลำดับ สำหรับโรงเรือนวิธีเกษตรกรมีการพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชทุกสัปดาห์ โรงเรือนวิธี IPM สามารถลดจำนวนการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงได้ 32.26% และ 77.78% ตามลำดับ ลดจำนวนการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชได้ 74.19% และ 70.37% ตามลำดับ เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 497 และ 570 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 54,670 และ 62,700 บาท ต้นทุนการผลิต 10,990 และ 9,571 บาท มีกำไรสุทธิ 43,680 และ 53,129 บาท ให้ผลตอบแทนต่อหน่วยการลงทุน (B/C) 4.97 และ 6.55 ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าโรงเรือนวิธีเกษตรกรที่ให้ผลตอบแทนต่อหน่วยการลงทุน (B/C) 4.03 และ 4.36 ตามลำดับ

คำหลัก: การจัดการศัตรูพริกแบบผสมผสาน ระบบโรงเรือน ส่งออกกลุ่มสหภาพยุโรป

Integrated Pest Management of Chili under Greenhouse Conditions for Export to the European Union (EU)

Sunyanee Srikachar Korrakot Damrak

Wanaporn Wongnikong Hataipat Jessadarom

Pest management group, Plant protection research and development office,
Department of Agriculture, Bangkok 10900

ABSTRACT

The study on integrated pest management for chili under greenhouse conditions, intended for export to the EU, revealed good practices or formats for controlling chili pests. The practices of IPM in chili under greenhouse conditions included a pest survey (samples of 100 chili plants) at a seven-day interval, used to record events. The Economic Threshold Level (ETL) was employed to help growers decide when to apply pesticides, and pesticides were applied if the number of pests exceeded the ETL. In the greenhouse, blue and yellow sticky traps were used in four rows (two rows for blue sticky traps and two rows for yellow sticky traps) at a two-meter interval when thrips were found throughout the chili growth stages. The sticky traps were changed every 14 days. And spray *Bacillus subtilis* 20W33 at rate 40 g/20 liters of water every 30 days after transplanting. The results showed that when using IPM practices, the spraying of insecticide was reduced by 32.26% at location 1 and 77.78% at location 2. Additionally, the spraying of fungicide was reduced by 74.19% at location 1 and 70.37% at location 2. The chili yield at IPM practices location 1 was 497 kilograms, and the value of the product was 54,670 Baht. At location 2, the yield was 570 kilograms, and the value of the product was 62,700 Baht. The production costs were 10,990 and 9,571 Baht for the IPM practices locations 1 and 2, respectively. The net profit from IPM practices location 1 was 43,680 Baht, and at location 2, it was 53,129 Baht. The benefit-cost ratio (B/C) at IPM practices location 1 was 4.97, and IPM practices location 2 was 6.55, which was greater than the farmer practices (4.03 and 4.36 for locations 1 and 2, respectively).

Keywords: integrated pest management of chili, greenhouse conditions, export to the EU

คำนำ

การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Integrated Pest Management-IPM) กองกีฏและสัตววิทยา (2544) รายงานว่าการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานเป็นวิทยาการแขนงหนึ่งสำหรับใช้ควบคุมศัตรูพืช มีผู้นำไปใช้สลับกับคำว่า IPC (Integrated Pest Control) หรือการป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน จึงเกิดความเข้าใจว่าใช้แทนกันได้ ซึ่งโดยความหมายที่แท้จริงแล้ว IPM และ IPC มีความคล้ายคลึงกันในทางทฤษฎีและแนวทางการปฏิบัติ แต่ IPC เป็นวิธีการนำเอาวิธีการควบคุมศัตรูพืชวิธีการต่าง ๆ มาใช้ควบคุมศัตรูพืชเป้าหมายในพื้นที่ที่มีการระบาดในท้องถิ่นเดียวกัน เช่น การใช้พันธุ์ต้านทานร่วมกับการใช้สารเคมี หรือร่วมกับการใช้ศัตรูธรรมชาติ ซึ่งวิธีการต่าง ๆ เหล่านั้นจะต้องไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งมีชีวิตอื่นนอกเป้าหมายและสภาพแวดล้อม ส่วน IPM เป็นแนวทางในการดำเนินงานที่จะเลือกใช้วิธีการควบคุมใด ๆ ก็ตามมาใช้กำจัดหรือปราบหรือควบคุมศัตรูพืชโดยใช้หลักทางด้านนิเวศวิทยาและเศรษฐศาสตร์ และเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจโดยมีการตรวจสอบประชากรแมลงและคำนึงถึงสภาพแวดล้อม ซึ่งผลการตัดสินใจนั้น อาจจะไม่ต้องมีการควบคุมหรืออาจเลือกใช้วิธีการควบคุมวิธีใดวิธีหนึ่ง หรือหลายวิธีการผสมผสานกัน เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

ศัตรูพริกที่สำคัญ

1. แมลงวันทองพริก (*Solanum fruit fly, Bactrocera latifrons* (Hendel)) มีอัตราการแพร่ระบาดสูงในพริกตระกูลพริกและมะเขือ เป็นแมลงศัตรูพริกที่พบบ่อยที่มีการเฝ้าระวังและตรวจสอบอย่างเข้มงวด (Follett *et al.*, 2021) พบแพร่กระจายในเขตโอเชียเนีย ได้แก่ รัฐฮาวาย สหรัฐอเมริกา ทวีปแอฟริกา ได้แก่ แทนซาเนีย เคนยา และบรูไน และในทวีปเอเชีย ได้แก่ ปากีสถาน อินเดีย ศรีลังกา บังกลาเทศ พม่า จีนตอนใต้ ไต้หวัน ญี่ปุ่นแถบโอกินาวา ลาว เวียดนาม มาเลเซียฝั่งพินินซูลา สิงคโปร์ บรูไน และไทย (Plant Health Australia, 2018) ตัวเต็มวัยวางไข่ในผลพริกระยะพริกเริ่มเปลี่ยนสี ตัวหนอนขอน้ำอยู่ในผล หนอนโตเต็มที่จะเจาะออกมาเพื่อเข้าดักแด้ในดิน ตัวเต็มวัยเป็นแมลงวัน มีปีกบางใสสะท้อนแสง 1 คู่ และมีแถบสีเหลืองที่ส่วนอก ไข่ยาวรี สีขาวขุ่น ผิวเป็นมันสะท้อนแสง เมื่อใกล้ฟักจะมีสีคล้ำน้ำมัน ระยะไข่ 2-3 วัน หนอนมี 3 วัย หนอนหัวแหลมท้ายป้าน ไม่มีขา สีขาวหรือสีใกล้เคียงกับสีของพืชอาหาร ตัวหนอนเคลื่อนที่ด้วยการยืดหดลำตัว ปากลักษณะเป็นตะขอแข็งสีดำเรียกว่า “mouth hook” เป็นอวัยวะที่ใช้ขบไช กินเนื้อเยื่อพืช หนอนวัยที่ 3 มีความสามารถพิเศษในการอตัวและติดตัวได้ไกล การติดตัวเพื่อหาทำเลที่เหมาะสมในการเข้าดักแด้ในดิน ระยะหนอน 8-10 วัน ดักแด้ลักษณะกลมรีคล้ายถังเบียร์ ระยะแรกมีสีขาวและจะค่อยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล สีจะเข้มขึ้นเมื่อใกล้ฟัก ระยะนี้ไม่มีการเคลื่อนไหว ระยะดักแด้ 11-14 วัน ส่วนระยะตัวเต็มวัย 77-183 วัน วงจรชีวิตของแมลงวันทองพริก 23-25 วัน (สัญญาณีและคณะ, 2560)

2. เพลี้ยไฟพริก (*chilli thrips, Scirtothrips dorsalis* Hood) เป็นศัตรูสำคัญของผักและไม้ผลหลายชนิดจากการศึกษาแมลงศัตรูพริกในพริกชี้ฟ้า *Capsicum annum* L. พบว่ามีเพลี้ยไฟพริกเข้าทำลายพริกจำนวนมากที่สุด และการป้องกันกำจัดต้องติดตามการระบาดเพื่อทำการป้องกันกำจัด (Sarwar, 2012) เพลี้ยไฟพริกทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยเข้าทำลายพริกโดยดูดกินน้ำเลี้ยงจากยอด ใบอ่อน ตาดอก และดอก ทำให้ใบหรือยอดอ่อนหงิก ขอบใบหงิกม้วนงอขึ้นด้านบน ถ้าลงทำลายดอกทำให้ดอกร่วง ถ้าระบาดในช่วงพริกติดผล ผลบิดงอเสียรูปทรง พบ

ระบาดมากในช่วงหน้าแล้งหรือฝนทิ้งช่วง เพลี้ยไฟพริกมีขนาดเล็ก ลำตัวยาว 0.5 มิลลิเมตร สีน้ำตาลอ่อน ตัวเต็มวัยมีปีก 2 คู่ ประกอบด้วยขนเส้นเล็ก ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ตามเส้นใบในเนื้อเยื่อพืช ระยะไข่ 3-4 วัน ระยะตัวอ่อน 5-6 วัน ดักแด้อยู่ตามพื้นดินบริเวณโคนต้น ระยะก่อนเข้าดักแด้ 2-3 วัน ระยะดักแด้ 3-5 วัน ระยะตัวเต็มวัย 14-24 วัน วงจรชีวิตของเพลี้ยไฟพริก 13-18 วัน (สัญญาณีและคณะ, 2560)

3. แมลงหี้ยขาวยาสูบ (tobacco whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius)) เป็นศัตรูที่สำคัญของพืชผักและพืชเส้นใย ระบาดมากในฤดูแล้ง ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณใบ และเป็นพาหะนำโรคใบหงิกเหลืองพริก (พัชรภรณ์, 2560) ลักษณะอาการใบพริกหงิกงอ ซีดต่าง หรือใบหงิกเหลือง ยอดไม่เจริญและต้นพริกแคระแกร็นไม่สมบูรณ์ ผลพริกที่ได้ไม่มีคุณภาพ ตัวเต็มวัยแมลงหี้ยขาวยาสูบจะวางไข่ติดกับเนื้อเยื่อของพืช โดยวางเป็นกลุ่มใต้ใบพืช ไข่รูปร่างยาวรี สีเหลืองอ่อน ขนาด 0.1-0.3 มิลลิเมตร ตัวอ่อนมีลักษณะแบนราบติดกับผิวใบพืช ตัวอ่อนมี 3 ระยะ ตัวอ่อนมีอายุ 11-18 วัน ดักแด้ขนาด 0.6-0.8 มิลลิเมตร ระยะดักแด้ 5-7 วัน ตัวเต็มวัยมีอายุ 2-11 วัน วงจรชีวิตของแมลงหี้ยขาวยาสูบ 21-32 วัน (สัญญาณีและคณะ, 2560)

4. โรคแอนแทรคโนส หรือโรคกุ้งแห้ง (Anthracnose Disease) เกิดจากเชื้อราสาเหตุ *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz. & Sacc.) หรือ *Colletotrichum capsici* (Syd. & P.Syd) Butler & Bisley โรคแอนแทรคโนสส่งผลให้คุณภาพผลผลิตลดลงอย่างมาก De Silva *et al.* (2019) ได้สำรวจเชื้อ *Colletotrichum* ที่เกี่ยวข้องกับรอยโรคของใบพริกและผลที่เน่าเปื่อยจากแหล่งผลิตพริกในอินโดนีเซีย มาเลเซีย ศรีลังกา ไทย และไต้หวัน พบว่าสามารถจำแนกเชื้อได้ถึง 260 ไอโซเลต โรคแอนแทรคโนสเกิดได้ทุกระยะการเจริญเติบโตของพืช โดยเฉพาะผลพริกใกล้สุก อาการเริ่มแรกเป็นแผลวงกลมซ้ำน้ำตาล แผลลึกลงไปเนื้อเยื่อพืช ต่อมาจุดซ้ำสีน้ำตาลนี้จะลุกลามกว้างออกไป แผลลักษณะวงกลมหรือรูปไข่ ขนาดไม่แน่นอน ถ้าอากาศมีความชื้นสูงจะเห็นเป็นเมือกเยิ้มสีส้มอ่อน หรือสีดำ ซ้อนกันเป็นวง ผลพริกเน่าและร่วงก่อนการเก็บเกี่ยว ถ้าเกิดโรคที่ก้านใบและก้านผล จะทำให้ใบและผลร่วง สปอร์ของเชื้อราสามารถแพร่กระจายไปกับลม น้ำฝน หรือน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูก สามารถอยู่ข้ามฤดูได้โดยติดอยู่กับเศษซากพืชหรือพืชอาศัยอื่น ๆ โรคจะระบาดรุนแรงในสภาพที่มีความชื้นสูง หรือฝนตก (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2557)

5. โรคเน่าเปียก (Wet Rot Disease) เกิดจากเชื้อราสาเหตุ *Choanephora cucurbitarum* (Berk. & Ravenel) Thaxt. เชื้อราเข้าทำลายส่วนที่เป็นยอดอ่อน ใบอ่อน ตาดอก และดอก ลักษณะน้ำน้ำ ยอดอ่อนแห้งดำ และลุกลามไปตามกิ่ง ทำให้กิ่งแห้ง ราเข้าทำลายผลทำให้ผลเน่าพบโรคระบาดรุนแรงในช่วงสภาพอากาศชื้น หรือหลังฝนตก ในช่วงเข้าฤดูมักพบเชื้อราสร้างสปอร์บริเวณแผลเน่าดำ ลักษณะเป็นขนสีเทา ปลายมีลักษณะเป็นตุ่มสีดำ ลักษณะคล้ายหนวดแมว สปอร์ของเชื้อราสามารถแพร่กระจายไปกับลม น้ำฝน หรือน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูก สามารถอยู่ข้ามฤดูได้โดยติดอยู่กับเศษซากพืชหรือพืชอาศัยอื่น ๆ (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2557)

ดังนั้นเพื่อพัฒนาระบบการผลิตพริกสำหรับส่งออกกลุ่มสหภาพยุโรป (EU) ที่เหมาะสมในสภาพพื้นที่ให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กลุ่มสหภาพยุโรป (EU) ยอมรับ และลดปริมาณเพลี้ยไฟ แมลงหี้ยขาวยาสูบ และหนอนแมลงวันทองพริก ให้มีปริมาณน้อยที่สุด ผลผลิตไม่มีปัญหาสารพิษตกค้างและปลอดภัย ตั้งแต่ในระดับแปลงปลูกก่อนนำเข้าโรงคัดบรรจุ และลดต้นทุนการผลิต จึงได้นำเอาวิธีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบ

ต่าง ๆ มาใช้ร่วมกัน เพื่อหารูปแบบการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานที่เหมาะสมในการผลิตพริกในระบบโรงเรือนสำหรับส่งออกกลุ่มสหภาพยุโรป

วิธีดำเนินการ

คัดเลือกเกษตรกร 2 ราย จากเกษตรกรเครือข่ายของบริษัทส่งออกผักและผลไม้ไปกลุ่มสหภาพยุโรป และมีการปลูกพริกในระบบโรงเรือน ในอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐมโดยเกษตรกรแต่ละรายดำเนินการ 2 วิธี คือ โรงเรือนวิธี IPM และโรงเรือนวิธีเกษตรกร

- โรงเรือนวิธี IPM ดำเนินการดังนี้

1. ผลิตพริกในโรงเรือนตาข่าย ขนาด 32 mesh ขนาดกว้าง 9 เมตร ยาว 34 เมตร สูง 5.20 เมตร (Figure 1)
2. ติดตั้งกับดักกาวเหนียวสีฟ้าและสีเหลืองทรงกระบอกในโรงเรือนทุกระยะ 2 เมตร จำนวน 4 แถว (สีฟ้า 2 แถว และสีเหลือง 2 แถว) ตั้งแต่เริ่มพบเพลี้ยไฟในโรงเรือน โดยเปลี่ยนกับดักทุก 15 วัน (Figure 2)



Figure 1 Chili plantation in greenhouses; IPM practices and Farmer practices



Figure 2 Yellow and blue sticky traps in greenhouses (IPM practices)

3. ก่อนย้ายกล้าพริกปลูกในโรงเรือนแช่กล้าพริกในสารชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* 20W33 อัตรา 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร นาน 15 นาที ก่อนนำกล้าไปปลูก หลังจากนั้นทุก 30 วัน พ่นสารชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* 20W33 อัตรา 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร จนกระทั่งถึงระยะเก็บเกี่ยว

4. ทำการสำรวจประชากรของศัตรูพืชในโรงเรือน โดยใช้ตารางสุ่มอย่างง่ายที่มีขนาดการสุ่ม 100 ต้น/โรงเรือน ทุก 7 วัน ถ้าพบศัตรูพืชเกินระดับเศรษฐกิจ (ETL) ที่กำหนด ดำเนินการป้องกันกำจัด ดังนี้

เพลี้ยไฟ ระดับเศรษฐกิจ (ETL) ≥ 50 ต้น/100 ต้น ถ้าเกินระดับ ETL พ่นสารกำจัดแมลง spinetoram 12% SC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ cyantraniliprole 10% OD อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ spiromesifen 24% SC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นติดต่อกัน 2 ครั้ง ห่างกัน 7 วัน ถ้าไม่ถึงระดับ ETL ควรมีการให้น้ำเพิ่มขึ้นเพื่อลดการระบาดของเพลี้ยไฟ

เพลี้ยอ่อน ระดับเศรษฐกิจ (ETL) ≥ 10 ต้น/100 ต้น ถ้าเกินระดับ ETL พ่นสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ spinetoram 12% SC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ spiromesifen 24% SC อัตรา 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นติดต่อกัน 2 ครั้ง ห่างกัน 7 วัน ถ้าไม่ถึงระดับ ETL ให้ตัดส่วนที่พบไปทำลายนอกโรงเรือน

เพลี้ยแป้ง ระดับเศรษฐกิจ (ETL) ≥ 10 ต้น/100 ต้น ถ้าเกินระดับ ETL พ่นสารกำจัดแมลง บีโตรเลียมสเปรย์ออยล์ (petroleum spray oil) 83.9% EC อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นติดต่อกัน 2 ครั้ง ห่างกัน 7 วัน ถ้าไม่ถึงระดับ ETL ให้ตัดส่วนที่พบไปทำลายนอกโรงเรือน

แมลงหวี่ขาวยาสูบ ระดับเศรษฐกิจ (ETL) ≥ 10 ต้น/100 ต้น ถ้าเกินระดับ ETL พ่นสารกำจัดแมลง spiromesifen 24% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ buprofezin 40% SC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นติดต่อกัน 2 ครั้ง ห่างกัน 7 วัน ถ้าไม่ถึงระดับ ETL ควรมีการกำจัดใบแก่ด้านล่างของทรงต้นออกและนำไปเผาทำลายนอกโรงเรือน เพื่อไม่ให้เป็นแหล่งพักอาศัยและขยายพันธุ์ของแมลงหวี่ขาวยาสูบ และทำให้อากาศถ่ายเทสะดวก ลดความชื้นสะสมในดิน

ไรขาวพริก ระดับเศรษฐกิจ (ETL) ≥ 10 ต้น/100 ต้น ถ้าเกินระดับ ETL พ่นสารกำจัดแมลง sulfur 80% WP อัตรา 80 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ spiromesifen 24% SC อัตรา 8 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นติดต่อกัน 2 ครั้ง ห่างกัน 5 วันถ้าไม่ถึงระดับ ETL ให้ตัดส่วนที่พบไปทำลายนอกโรงเรือน

กลุ่มหนอนผีเสื้อ ระดับเศรษฐกิจ (ETL) ≥ 5 ต้น/100 ต้น ถ้าเกินระดับ ETL พ่นสารชีวภัณฑ์ *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (10600 IU/mg SC) อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือสารกำจัดแมลง emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เลือกใช้สารหรือสารชีวภัณฑ์ชนิดใดชนิดหนึ่ง พ่นติดต่อกัน 2 ครั้ง ห่างกัน 7 วัน ถ้าไม่ถึงระดับ ETL เก็บตัวหนอนออกจากโรงเรือน หรือพ่นสารชีวภัณฑ์ *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (10600 IU/mg SC) อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

โรคแอนแทรคโนส ถ้าพบโรค ≥ 10 ต้น/100 ต้น พ่นสารกำจัดโรคพืช azoxystrobin 25% SC อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นทุก ๆ 7-10 วัน

โรคเน่าเปียก/โรคยอดและดอกไหม้ ถ้าเริ่มพบโรค ให้พ่นสารกำจัดโรคพืช difenoconazole 25% EC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ pyraclostrobin 25% EC อัตรา 15 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร หรือ copper hydroxide 77% WP อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นสารทุก ๆ 7-10 วัน

โรคที่มีสาเหตุจากไวรัส ถ้าพบโรค ให้กำจัดออกจากโรงเรือนโดยการถอนทิ้งออกไปทั้งต้น

หมายเหตุ การเลือกใช้สารเคมีหรือสารชีวภัณฑ์ต้องพิจารณาตามอายุพืชด้วย ถ้าพืชอยู่ในระยะเจริญเติบโต จะเลือกใช้สารเคมี และถ้าพืชอยู่ในระยะใกล้เก็บเกี่ยวถึงเก็บเกี่ยวจะเลือกใช้ชีวภัณฑ์เป็นหลัก

- โรงเรือนวิถีกษตรกร ดำเนินการดังนี้

1. ผลิตพริกในโรงเรือนตาข่าย ขนาด 32 mesh ขนาดกว้าง 9 เมตร ยาว 34 เมตร สูง 5.20 เมตร (Figure 1)

2. การป้องกันกำจัดศัตรูพืชเลือกใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามรายการที่บริษัทส่งออกได้กำหนดไว้เท่านั้น

ทั้งสองวิธีกาทำการบันทึก จำนวนและชนิดของศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติที่พบ ชนิด ปริมาณ และจำนวนครั้งที่ใช้สารเคมีหรือสารชีวภัณฑ์ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ปริมาณผลผลิต ราคาที่จำหน่ายได้ คำนวณต้นทุนการใช้สารเคมี/สารชีวภัณฑ์ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ข้อมูลค่าใช้จ่ายที่เป็นต้นทุนการผลิต ทั้งหมด วิเคราะห์ผลตอบแทนเชิงเศรษฐศาสตร์ มูลค่าผลผลิต (บาท/ไร่) สัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน (R/C) และตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยสุ่มพริกในระยะส่งขายตลาดวิถึละ 1 กิโลกรัม นำมาวิเคราะห์ด้วยการสกัดตัวอย่างโดยวิธี QuEChERS เพื่อหาสารพิษตกค้าง และวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างด้วยเครื่อง LC/MS/MS ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย)

เวลาและสถานที่

ตุลาคม 2564 – กันยายน 2566

ห้องปฏิบัติการกลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

โรงเรือนปลูกพริกของเกษตรกร อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การดำเนินการครั้งที่ 1 ทดสอบรูปแบบการจัดการศัตรูพริกแบบผสมผสานในการผลิตพริกในระบบโรงเรือนสำหรับส่งออกกลุ่มสหภาพยุโรป ที่อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ระหว่างเดือนธันวาคม 2564 - กันยายน 2565 เปรียบเทียบ 2 วิธี ระหว่างโรงเรือนวิถึ IPM และโรงเรือนวิถึเกษตรกร ผลการดำเนินการพบว่า

1.1 การสำรวจประชากรศัตรูพืชในโรงเรือนพริก จำนวน 31 ครั้ง พบว่า โรงเรือนวิถึ IPM มีเพลี้ยไฟเกินระดับเศรษฐกิจ 20 ครั้ง แมลงหวี่ขาวยาสูบเกินระดับเศรษฐกิจ 9 ครั้ง ไชขาวพริกเกินระดับเศรษฐกิจ 5 ครั้ง เพลี้ยอ่อนเกินระดับเศรษฐกิจ 1 ครั้ง เพลี้ยแป้งเกินระดับเศรษฐกิจ 5 ครั้ง และโรคแอนแทรคโนสเกินระดับเศรษฐกิจ 2 ครั้ง ส่วนโรงเรือนวิถึเกษตรกร พบเพลี้ยไฟเกินระดับเศรษฐกิจ 18 ครั้ง แมลงหวี่ขาวยาสูบเกินระดับเศรษฐกิจ 12 ครั้ง ไชขาวพริกเกินระดับเศรษฐกิจ 2 ครั้ง เพลี้ยอ่อนเกินระดับเศรษฐกิจ 12 ครั้ง เพลี้ยแป้งเกินระดับเศรษฐกิจ 14 ครั้ง และโรคแอนแทรคโนสเกินระดับเศรษฐกิจ 5 ครั้ง (Table 1)

Table 1 Number of plants in IPM practices and Farmer practices found thrips, whitefly, broad mite, aphid, mealy bug and anthracnose disease at Sampran district Nakhon Pathom province during December 2021 - September 2022.

Time	Number of plants in 100 plants ^{1/}											
	Thrips (plants)		Whitefly		Broad mite		Aphid		Mealy bug		Anthracnose	
	IPM	Farmer	IPM	Farmer	IPM	Farmer	IPM	Farmer	IPM	Farmer	IPM	Farmer
1	32	13	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0
2	14	57	1	5	0	4	0	0	0	0	0	0
3	52	53	0	0	4	1	0	0	0	0	0	1
4	94	35	4	2	9	0	4	0	0	0	0	0
5	71	34	14	5	21	1	0	0	0	0	0	10
6	94	11	7	8	16	1	31	0	0	0	0	0
7	62	72	8	9	12	4	0	0	0	3	0	10
8	42	95	10	20	18	21	0	1	1	12	9	15
9	84	100	8	13	4	2	0	0	0	6	3	0
10	93	100	0	19	17	30	0	11	0	20	25	67
11	77	100	1	6	5	3	0	20	0	4	22	35
12	97	99	3	1	1	1	0	56	0	10	0	0
13	28	100	0	4	0	0	0	88	0	12	0	0
14	14	99	0	10	0	0	0	89	0	46	0	0
15	100	100	7	8	0	0	0	77	0	61	0	0
16	100	99	1	5	0	0	0	52	0	21	0	0
17	100	100	0	2	0	0	0	27	0	56	0	0
18	100	100	0	5	0	0	0	5	0	73	0	0
19	100	100	0	0	0	0	0	0	0	49	0	0
20	100	95	1	11	0	0	0	0	0	93	0	0
21	34	87	0	5	0	0	0	2	0	53	0	0
22	12	59	0	5	0	0	0	0	0	3	0	0
23	44	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	13	9	4	14	0	0	0	0	1	3	0	0
25	65	9	16	12	0	0	0	6	0	3	0	0
26	74	16	14	9	0	0	0	2	6	7	0	0
27	40	12	25	27	0	0	0	0	12	0	0	0
28	50	13	53	54	0	0	0	42	10	6	1	0
29	61	15	85	91	0	0	0	91	19	38	0	0
30	51	20	85	97	0	0	0	91	27	11	0	0
31	9	29	77	97	0	0	0	80	21	3	0	0

^{1/}Bold numbers mean the exceed of economic threshold level (ETL)

1.2 การพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช พบว่าโรงเรียนวิถี IPM มีการพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงรวม 21 ครั้ง โดยพ่นสาร spiromesifen 24% SC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร 6 ครั้ง เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ แมลงหีขวายาสูบ และไรขาวพริก พ่นสาร spinetoram 12% SC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร 6 ครั้ง เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ พ่นสาร emamectin benzoate 1.92% EC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ และเพลี้ยอ่อน พ่นสาร cyantraniliprole 10% OD อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ และพ่นสาร petroleum spray oil 83.9% EC อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

3 ครั้ง เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้ง และพ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืชรวม 8 ครั้ง โดยพ่นสารชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* 20W33 หลังย้ายกล้าปลูกที่ 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 และ 240 วัน อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อป้องกันโรคแอนแทรกคโนส ส่วนโรงเรียนวิธีเกษตรกรมีการพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชสัปดาห์ละครั้ง โดยพ่นสารป้องกันกำจัดแมลง 31 ครั้ง ดังนี้พ่นสาร abamectin 1.8% EC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร 6 ครั้ง สำหรับป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ และแมลงหวี่ขาวยาสูบ พ่นสาร spinetoram 12% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร 6 ครั้ง สำหรับป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ พ่นสาร spiromesifen 24% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร 6 ครั้ง สำหรับป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ พ่นสาร cyantraniliprole 10% OD อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร 6 ครั้ง เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ พ่นสาร sulfur 80% WP อัตรา 80 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง สำหรับป้องกันกำจัดไรขาวพริก และพ่นสาร petroleum spray oil 83.9% EC อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร 4 ครั้ง สำหรับป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้ง และพ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืชรวม 31 ครั้ง โดยพ่นสาร copper hydroxide 77% WP อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร 18 ครั้ง สำหรับป้องกันโรคพืช พ่นสาร azoxystrobin 25% SC อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร 4 ครั้ง สำหรับป้องกันโรคแอนแทรกคโนส และพ่นสารชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* 20W33 อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร 9 ครั้ง สำหรับป้องกันโรคแอนแทรกคโนส (Table 2) โรงเรียนวิธี IPM สามารถลดจำนวนการใช้สารกำจัดแมลงได้ 32.26% และลดจำนวนการใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชได้ 74.19 % (Table 3)

Table 2 Comparison of pesticides application, number of application and costs between IPM practices and Farmer practices at Sampran district Nakhon Pathom province during December 2021 - September 2022.

Pesticides application	No. of application	Cost
IPM practices		
<u>Insecticide</u>		
- spiromesifen 24% SC	6	87 baht/30 ml
- spinetoram 12% SC	6	147 baht/30 ml
- emamectin benzoate 1.92%	3	42 baht/30 ml
- cyantraniliprole 10% OD	3	158.40 baht/40 ml
- petroleum spray oil 83.9%	3	10.80 baht/60 ml
<u>Fungicide</u>		
- <i>Bacillus subtilis</i> 20W33	8	20 baht/40 g
Farmer practices		
<u>Insecticide</u>		
- abamectin 1.8% EC	6	22.50 baht/50 ml
- spinetoram 12% SC	6	98 baht /20 ml
- spiromesifen 24% SC	6	58 baht/20 ml
- cyantraniliprole 10% OD	6	158.40 baht/40 ml
- sulfur 80% WP	3	14.40 baht/80 g
- petroleum spray oil 83.9%	4	10.80 baht/60 ml
<u>Fungicide</u>		
- copper hydroxide 77% WP	18	21.50 baht/50 g
- azoxystrobin 25% SC	4	45 baht/10 ml
- <i>Bacillus subtilis</i> 20W33	9	20 baht/40 g

Table 3 Pesticides application, residue and economic return of chili plantation compared between IPM practices and Farmer practices at Sampran district Nakhon Pathom province December 2021 - September 2022.

Item	IPM practices	Farmer practices
1. Pesticides application		
- Insecticides	5	6
- number of application	21	31
Insecticides		
- IPC reduced the insecticides used (%)	32.26	
- Fungicides	1	3
- number of application	8	31
Fungicides		
- IPC reduced the Fungicide used (%)	74.19	
2. Residue of pesticide	ND	ND
3. Economic return		
- Product value (baht/306m3 (B))	54,670.00	57,530.00
- Cost of production (baht/306m3) (C)	10,990.00	14,275.00
- Net profit (baht/306m3)	43,680.00	43,255.00
- benefit cost ratio (B/C)	4.97	4.03

ND = not detected

1.3 การปนเปื้อนของสารเคมีในผลพริก ผลผลิตพริกในโรงเรือนวิธี IPM และโรงเรือนวิธีเกษตรกร ไม่พบการปนเปื้อนของสารเคมี (Table 3)

1.4 ผลตอบแทนเชิงเศรษฐศาสตร์ในการปลูกพริก (Table 3) โรงเรือนวิธี IPM ตลอดการทดลอง เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 497 กิโลกรัม/พื้นที่ 306 ตารางเมตร จำหน่ายให้บริษัทส่งออกในราคาประกันกิโลกรัมละ 110 บาท คิดเป็นมูลค่าผลผลิต 54,670 บาท ต้นทุนการผลิต 10,990 บาท เป็นค่าสารเคมีและสารชีวภัณฑ์ ที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช กาวเหนียว กาบดัก ปุ๋ย ต้นพันธุ์ เติร์ยมแปลง และค่าแรงงาน เมื่อหักต้นทุนการผลิตแล้วพบว่า โรงเรือนวิธี IPM มีกำไรสุทธิ 43,680 บาท ให้ผลตอบแทนต่อหน่วยการลงทุน (B/C) 4.97 มากกว่าโรงเรือนวิธีเกษตรกร ส่วนโรงเรือนวิธีเกษตรกร ตลอดการทดลองเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 523 กิโลกรัม/พื้นที่ 306 ตารางเมตร จำหน่ายให้บริษัทส่งออกในราคาประกันกิโลกรัมละ 110 บาท คิดเป็นมูลค่าผลผลิต 57,530 บาท ต้นทุนการผลิต 14,275 บาท มีกำไรสุทธิ 43,255 บาท ให้ผลตอบแทนต่อหน่วยการลงทุน (B/C) 4.03 น้อยกว่าโรงเรือนวิธี IPM

การดำเนินการครั้งที่ 2 ทดสอบรูปแบบการจัดการศัตรูพืชมแบบผสมผสานในการผลิตพริกในระบบโรงเรือน สำหรับส่งออกกลุ่มสหภาพยุโรป ที่อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ระหว่างเดือนมกราคม - กันยายน 2565 โดยเปรียบเทียบระหว่างโรงเรือนวิธี IPM และโรงเรือนวิธีเกษตรกร ผลการดำเนินการพบว่า

2.1 การสำรวจประชากรศัตรูพืชในโรงเรือนพริก จำนวน 27 ครั้ง พบว่า โรงเรือนวิธี IPM มีเพลี้ยไฟเกินระดับเศรษฐกิจ 4 ครั้ง และแมลงหวี่ขาวยาสูบเกินระดับเศรษฐกิจ 2 ครั้ง ส่วนโรงเรือนวิธีเกษตรกรพบเพลี้ยไฟเกินระดับเศรษฐกิจ 16 ครั้ง แมลงหวี่ขาวยาสูบเกินระดับเศรษฐกิจ 13 ครั้ง โรขาวพริกเกินระดับเศรษฐกิจ 7 ครั้ง เพลี้ยอ่อนเกินระดับเศรษฐกิจ 11 ครั้ง เพลี้ยแป้งเกินระดับเศรษฐกิจ 16 ครั้ง และโรคแอนแทรกโนสเกินระดับเศรษฐกิจ 8 ครั้ง (Table 4)

Table 4 Number of plants in IPM practices and Farmer practices found thrips, whitefly, broad mite, aphid, mealy bug and anthracnose disease at Sampran district Nakhon Pathom province during January 2022 - September 2022.

Time	Number of plants in 100 plants ^{1/}											
	Thrips (plants)		Whitefly		Broad mite		Aphid (plants)		Mealy bug		Anthracnose	
	IPM	Farmer	IPM	Farmer	IPM	Farmer	IPM	Farmer	IPM	Farmer	IPM	Farmer
1	35	34	5	14	0	29	0	0	0	0	0	10
2	36	11	3	8	0	52	1	0	1	0	0	10
3	50	72	26	9	4	38	0	0	6	3	0	10
4	60	95	0	20	2	21	1	1	4	12	9	15
5	40	100	5	13	2	45	0	0	6	27	0	42
6	50	100	8	19	9	30	1	11	6	20	8	67
7	50	100	2	6	3	23	0	20	4	16	5	35
8	49	100	1	6	0	1	0	56	5	10	0	24
9	48	100	0	4	0	0	0	88	3	12	0	0
10	46	99	0	10	0	0	1	89	6	46	0	0
11	43	100	0	8	0	0	0	77	6	61	0	0
12	30	99	1	5	0	0	0	52	8	21	0	0
13	40	100	1	2	0	0	6	27	8	56	0	0
14	40	100	2	5	3	0	1	5	9	73	0	0
15	30	100	1	0	0	0	1	0	7	49	0	0
16	20	95	2	11	0	0	5	0	9	93	0	0
17	16	87	0	5	0	0	3	2	9	53	0	0
18	0	59	0	5	0	0	0	0	0	3	0	0
19	13	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	10	9	13	14	0	0	0	0	0	0	0	0
21	2	9	9	12	0	0	6	0	0	3	0	0
22	6	16	7	9	0	0	0	2	0	7	0	0
23	8	12	7	27	0	0	0	0	3	0	0	0
24	3	13	7	54	0	1	0	42	3	6	0	0
25	35	15	6	91	0	0	3	91	9	38	0	0
26	43	20	8	97	0	0	0	0	4	11	0	0
27	15	29	7	97	0	0	0	80	0	3	0	0

1/Bold numbers mean the exceed of economic threshold level (ETL)

2.2 การพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช พบว่าโรงเรือนวิธี IPM มีการพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงรวม 6 ครั้ง โดยพ่นสาร spiromesifen 24% SC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร 6 ครั้ง เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ แมลงหริ่งขาวยาสูบ และพ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืช 8 ครั้ง โดยพ่นสารชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* 20W33 หลังย้ายกล้าปลูกที่ 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 และ 240 วัน อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อป้องกันโรคแอนแทรกคโนส ส่วนโรงเรือนวิธีเกษตรกรมีการพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชสัปดาห์ละครั้ง โดยพ่นสารป้องกันกำจัดแมลง 27 ครั้ง ดังนี้ พ่นสาร abamectin 1.8% EC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร 5 ครั้ง สำหรับป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ และแมลงหริ่งขาวยาสูบ พ่นสาร spinetoram 12% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร 5 ครั้ง สำหรับป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ พ่นสาร spiromesifen 24% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร 5 ครั้ง สำหรับป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ พ่นสาร cyantraniliprole 10% OD อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร 5 ครั้ง สำหรับป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ พ่นสาร sulfur 80% WP อัตรา 80 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง สำหรับป้องกันกำจัดไรขาวพริก และพ่นสาร petroleum spray oil 83.9% EC อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร 3 ครั้ง สำหรับป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้ง และพ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืช 27 ครั้ง โดยพ่นสาร copper hydroxide 77% WP อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร 14 ครั้ง สำหรับป้องกันโรคพืช พ่นสาร azoxystrobin 25% SC อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร 4 ครั้ง สำหรับป้องกันโรคแอนแทรกคโนส และพ่นสารชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* 20W33 อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร 9 ครั้ง เพื่อป้องกันโรคแอนแทรกคโนส (Table 5) โรงเรือนวิธี IPM สามารถลดจำนวนการใช้สารกำจัดแมลงได้ 77.78% และลดจำนวนการใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชได้ 70.37 % (Table 6)

Table 5 Comparison of pesticides application, number of application and costs between IPM practices and Farmer practices at Sampran district Nakhon Pathom province during January - September 2022

Pesticides application	No. of application	Cost
IPM practices		
<u>Insecticide</u>		
- spiromesifen 24% SC	6	87 baht/30 ml
<u>Fungicide</u>		
- <i>Bacillus subtilis</i> 20W33	8	20 baht/40 g
Farmer practices		
<u>Insecticide</u>		
- abamectin 1.8% EC	5	22.50 baht/50 ml
- spinetoram 12% SC	5	98 baht /20 ml
- spiromesifen 24% SC	5	58 baht/20 ml
- cyantraniliprole 10% OD	5	158.40 baht/40 ml
- sulfur 80% WP	3	14.40 baht/80 g
- petroleum spray oil 83.9%	3	10.80 baht/60 ml
<u>Fungicide</u>		
- copper hydroxide 77% WP	14	21.50 baht/50 g
- azoxystrobin 25% SC	4	45 baht/10 ml
- <i>Bacillus subtilis</i> 20W33	9	20 baht/40 g

Table 6 Pesticides application, residue and economic return of chili plantation compared between IPM practices and Farmer practices at Sampran district Nakhon Pathom province January- September 2022.

Item	IPM practices	Farmer practices
1. Pesticides application		
- Insecticides	1	6
- number of application Insecticides	6	27
- IPC reduced the insecticides used	77.78	
- Fungicides	1	3
- number of application Insecticides	8	27
- IPC reduced the Fungicide used	70.37	
2. Residue of pesticide		
	ND	ND
3. Economic return		
- Product value (baht/306m3 (B)	62,700.00	54,450.00
- Cost of production (baht/306m3)	9,571.00	12,433.00
- Net profit (baht/306m3)	53,129.00	42,017.00
- benefit cost ratio (B/C)	6.55	4.37

ND = not detected

2.3 การปนเปื้อนของสารเคมีในผลพริก ผลผลิตพริกในโรงเรือนวิธี IPM และโรงเรือนวิธีเกษตรกรรม ไม่พบการปนเปื้อนของสารเคมี (Table 6)

2.4 ผลตอบแทนเชิงเศรษฐศาสตร์ในการปลูกพริก (Table 6) โรงเรือนวิธี IPM ตลอดการทดลอง เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 570 กิโลกรัม/พื้นที่ 306 ตารางเมตร จำหน่ายให้บริษัทส่งออกในราคาประกันกิโลกรัม ละ 110 บาท คิดเป็นมูลค่าผลผลิต 62,700 บาท ต้นทุนการผลิต 9,571 บาท เป็นค่าสารเคมีและสารชีว ภัณฑ์ ที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช กาวเหนียว กับดัก บั้ว ต้นพันธุ์ เติร์ยมแปลง และค่าแรงงาน เมื่อหัก ต้นทุนการผลิตแล้วพบว่า โรงเรือนวิธี IPM มีกำไรสุทธิ 53,129 บาท ให้ผลตอบแทนต่อหน่วยการลงทุน (B/C) 6.55 มากกว่าโรงเรือนวิธีเกษตรกรรม ส่วนโรงเรือนวิธีเกษตรกรรม ตลอดการทดลองเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 495 กิโลกรัม/พื้นที่ 306 ตารางเมตร จำหน่ายให้บริษัทส่งออกในราคาประกันกิโลกรัมละ 110 บาท คิด เป็นมูลค่าผลผลิต 54,450 บาท ต้นทุนการผลิต 12,433 บาท วิธีเกษตรกรรมมีกำไรสุทธิ 42,017 บาท ให้ ผลตอบแทนต่อหน่วยการลงทุน (B/C) 4.36 น้อยกว่าโรงเรือนวิธี IPM (Table 6)

จะเห็นได้ว่าการดำเนินการทดสอบทั้งสองครั้งให้ผลไปในทางทิศเดียวกัน คือ โรงเรือนวิธี IPM ให้ ผลตอบแทนต่อหน่วยการลงทุนสูงกว่าโรงเรือนวิธีเกษตรกรรม เนื่องจากในการควบคุมศัตรูพืชโรงเรือนวิธีเกษตรกรรม เลือกใช้วิธีการพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามโปรแกรมที่วางไว้ล่วงหน้า ในขณะที่โรงเรือนวิธี IPM ใช้หลักการ ตัดสินใจพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชก็ต่อเมื่อพบศัตรูพืชเกินระดับ ETL ที่กำหนดไว้แล้วเท่านั้น จึงทำให้ สามารถลดจำนวนครั้งในการพ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้เมื่อเทียบกับวิธีเกษตรกรรม นอกจากนี้โรงเรือนวิธี IPM ได้นำวิธีป้องกันกำจัดศัตรูพืชด้วยวิธีกลมาใช้ร่วมด้วย โดยใช้ ใช้กับดักกาวเหนียวสีฟ้า เพื่อดักจับเพลี้ยไฟที่ อาจเข้ามาในโรงเรือนได้ และใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองเพื่อดักจับแมลงหวี่ขาวยาสูบและเพลี้ยอ่อนที่อาจเล็ด รอดเข้ามาในโรงเรือน ซึ่งก็เห็นได้จาก Table 1 และ Table 4 ที่จำนวนประชากรเพลี้ยไฟ แมลงหวี่ขาวยาสูบ และเพลี้ยอ่อน ในโรงเรือนวิธี IPM มีจำนวนน้อยกว่าโรงเรือนวิธีเกษตรกรรม ดังนั้นจะเห็นได้ว่าถ้าลดจำนวนการ พ่นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยไม่จำเป็นลดก็จะสามารถช่วยลดต้นทุนในการผลิตลงได้ ทำให้มีกำไรสุทธิเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ผลตอบแทนต่อหน่วยการลงทุนสูงขึ้นตามมา

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การจัดการศัตรูพริกแบบผสมผสานในระบบโรงเรือนสำหรับส่งออกกลุ่มสหภาพยุโรป ได้รูปแบบ การจัดการศัตรูพริกในระบบโรงเรือนที่ประกอบด้วย 1. การสำรวจประชากรของศัตรูพืช โดยทำการสุ่ม 100 ต้น/โรงเรือน ทุก 7 วัน และใช้ระดับเศรษฐกิจ (ETL) ในการตัดสินใจ ถ้าพบศัตรูพืชเกินระดับเศรษฐกิจ (ETL) ดำเนินการป้องกันกำจัด 2. ติดตั้งกับดักกาวเหนียวสีฟ้าและสีเหลืองในโรงเรือนทุกระยะ 2 เมตร จำนวน 4 แถว (สีฟ้า 2 แถว และสีเหลือง 2 แถว) ตั้งแต่เริ่มพบเพลี้ยไฟระบาดตลอดการปลูกพริก โดย เปลี่ยนกับดักทุก 14 วัน 3. พ่นชีวภัณฑ์ *Bacillus subtilis* 20W33 อัตรา 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ทุก 30 วัน หลังย้ายปลูก พบว่า การดำเนินการครั้งที่ 1 ที่อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม โรงเรือนวิธี IPM ใช้สาร

ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช 21 ครั้ง เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ แมลงหีขาวยาสูบ ไรขาวพริก เพลี้ยอ่อน และเพลี้ยแป้ง และใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืช 8 ครั้ง เพื่อป้องกันโรคแอนแทรคโนส ส่วนโรงเรียนวิธีเกษตรกรใช้สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช 31 ครั้ง สำหรับป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ แมลงหีขาวยาสูบ ไรขาวพริก เพลี้ยอ่อน และเพลี้ยแป้ง และใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืช 31 ครั้ง สำหรับป้องกันโรค โรงเรียนวิธี IPM สามารถลดจำนวนการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงได้ 32.26% และลดจำนวนการใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชได้ 74.19% เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 497 กิโลกรัม/พื้นที่ 306 ตารางเมตร คิดเป็นมูลค่า 54,670 บาท ต้นทุนการผลิต 10,990 บาท มีกำไรสุทธิ 43,680 บาท ให้ผลตอบแทนต่อหน่วยการลงทุน (B/C) 4.97 มากกว่าโรงเรียนวิธีเกษตรกรที่ได้ผลตอบแทนต่อหน่วยการลงทุน (B/C) 4.03

การดำเนินการครั้งที่ 2 ที่อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม โรงเรียนวิธี IPM ใช้สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช 6 ครั้ง เพื่อป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ และแมลงหีขาวยาสูบ และใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืช 8 ครั้ง เพื่อป้องกันโรคแอนแทรคโนส ส่วนโรงเรียนวิธีเกษตรกรใช้สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช 27 ครั้ง สำหรับป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ แมลงหีขาวยาสูบ ไรขาวพริก เพลี้ยอ่อน และเพลี้ยแป้ง และใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืช 27 ครั้ง สำหรับป้องกันกำจัดโรค โรงเรียนวิธี IPM สามารถลดจำนวนการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงได้ 77.78% และลดจำนวนการใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชได้ 70.37% เก็บเกี่ยวผลผลิตได้ 570 กิโลกรัม/พื้นที่ 306 ตารางเมตร คิดเป็นมูลค่า 62,700 บาท ต้นทุนการผลิต 9,571 บาท มีกำไรสุทธิ 53,129 บาท ให้ผลตอบแทนต่อหน่วยการลงทุน (B/C) 6.55 มากกว่าโรงเรียนวิธีเกษตรกรที่ได้ผลตอบแทนต่อหน่วยการลงทุน (B/C) 4.36

เอกสารอ้างอิง

- กองกัญและสัตว์วิทยา. 2544. เทคโนโลยีทางเลือกสำหรับ ไอ พี เอ็ม. กองกัญและสัตว์วิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 309 หน้า.
- พัชรภรณ์ สุวอ. 2560. โรคไวรัสใบหงิกเหลืองในพริก และแนวทางในการจัดการโรค. ว.เกษตรพระจอมเกล้า 35(2): 147-152.
- สัญญาณี ศรีรักษา สุเทพ สหยา สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น และพวงผกา อ่างมณี. 2560. คู่มือการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชสำหรับการผลิตผักเพื่อการส่งออกสหภาพยุโรป (ฉบับปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติม). กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 53 หน้า
- สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 2557. คู่มือศัตรูพริก. กลุ่มบริหารศัตรูพืช กลุ่มกัญและสัตว์วิทยา กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 87 หน้า.
- De Silva, D.D.; J.Z. Groenewald; P.W. Crous, P.K. Ades; A. Nasruddin; O. Mongkolporn and P.W.J. Taylor. 2019. Identification, prevalence and pathogenicity of Colletotrichum species causing anthracnose of Capsicum annuum in Asia. IMA Fungus 10(1): 1-32.

- Follett, P.; F. Haynes and B.C. Dominiak. 2021. Host Suitability Index for Polyphagous Tephritid Fruit Flies. J. Economic Entomology. 114(3): 1021–1034.
- Plant Health Australia. 2018. The Australian Handbook for the Identification of Fruit Flies. Version 3.1. Plant Health Australia. Canberra, ACT. 162 pp.
- Sarwar, M. 2012. Frequency of Insect and mite Fauna in Chilies *Capsicum annum* L., Onion *Allium cepa* L. and Garlic, *Allium sativum* L. Cultivated Areas, and their Integrated Management. International J. Agronomy and Plant Production 3: 173-178.

ความเป็นไปได้ในการนำมวนตัวห้ำ *Cardiastethus exiguus* (Hemiptera: Anthocoridae) มาใช้ควบคุมแมลงและไรศัตรูพืชของกัญชา

อติติยา แก้วประดิษฐ์^{1,2} วีระชัย สมศรี^{1,2} พลอยชมพู กรวิภาสเรือง¹

สมคิด ดำน้อย² ทรงเมท สังข์น้อย² สุรกิตติ ศรีกุล³

¹สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

²กองวิจัยพัฒนาพืชเศรษฐกิจใหม่และการจัดการก๊าซเรือนกระจกสำหรับภาคเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

³สำนักผู้เชี่ยวชาญ กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

กัญชา (*Cannabis sativa*, Cannabaceae) ถูกจัดให้เป็นพืชเศรษฐกิจชนิดใหม่ของประเทศไทย ที่รัฐบาลส่งเสริมให้นำมาใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ แต่การเพาะปลูกยังประสบกับปัญหาด้านแมลงและไรศัตรูพืช อีกทั้งยังมีข้อกังวลเกี่ยวกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและพืชตกค้างในผลผลิต โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำมวนตัวห้ำ *Cardiastethus exiguus* มาใช้ควบคุมแมลงและไรศัตรูพืชของกัญชา ดำเนินการระหว่างเดือนตุลาคม 2565 - กันยายน 2567 โดยแบ่งการทดลองในสภาพโรงเรือน เป็น 2 การทดลอง คือการทดลองที่ 1 ที่โรงเรือนทดลอง กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ และการทดลองที่ 2 ที่โรงเรือนเกษตรกร วิสาหกิจชุมชนพันธุ์บุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ ในการทดลองที่ 1 เปรียบเทียบวิธีการควบคุมแมลงและไรศัตรูพืช 3 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีเกษตรอินทรีย์ กรรมวิธีเกษตรกร และกรรมวิธี DoA (การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชกับการใช้มวนตัวห้ำ) พบว่า กรรมวิธี DoA การใช้มวนตัวห้ำจำนวน 3-5 ตัวต่อต้น ร่วมกับสารเคมี สามารถลดจำนวนไรแดงเฉลี่ยต่อใบลงได้ถึง 80% และมีรายได้สุทธิสูงสุดถึง 733.57 บาท (ต่อ 9 ต้น) แล้วนำผลของกรรมวิธี DoA ในการทดลองที่ 1 ไปศึกษาเป็นการทดลองที่ 2 ที่โรงเรือนเกษตรกร วิสาหกิจชุมชนพันธุ์บุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธี DoA ที่ใช้สารเคมีราคาถูก และกรรมวิธี DoA ที่ใช้สารเคมีราคาแพง พบว่า กรรมวิธี DoA ที่ใช้สารเคมีราคาถูกมีผลตอบแทนจากการลงทุนไม่แตกต่างกันกับการใช้สารเคมีราคาแพง มีกำไรสุทธิ 112,000 บาท (ต่อ 200 ต้น) แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการที่จะนำมวนตัวห้ำ *C. exiguus* มาใช้เป็นยุทธวิธีหนึ่งของการบริหารจัดการศัตรูพืชมาใช้ควบคุมแมลงและไรศัตรูพืชกัญชา และเป็นเทคโนโลยีที่สามารถนำไปถ่ายทอดให้เกษตรกร นำไปใช้ประโยชน์ได้

คำหลัก: มวนตัวห้ำ *Cardiastethus exiguus* กัญชา แมลงและไรศัตรูพืช

OE-13

ภาคบรรยาย

Feasibility of Using Predatory *Cardiastethus exiguus* (Hemiptera: Anthocoridae) to Control Insect and Mite Pests of Cannabis

Athitiya Kaewpradit¹ Weerachai Somsri¹ Ploychompoo Konvipasruang¹

Somkid Dumnoy² Songmet Sungnoi² Surakitti Srikul³

¹Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

²Crops for the Future and Greenhouse Gas Management in Agricultural Sector Research & Development, Department of Agriculture,
Bangkok 10900

³Office of Senior Expert, Department of Agriculture, Bangkok 10900

ABSTRACT

Cannabis sativa has been considered as a new economic crop in Thailand, promoted by the government for commercial use. However, its cultivation faces challenges from insect and mite pests, and concerns over pesticide use and residue in the products. The objective of this research aims at the feasibility study of using the predatory *Cardiastethus exiguus* to control insect and mite pests of cannabis carried out from October 2022 to September 2024. The experiment was conducted at two locations, the first one at the experimental greenhouses at the Department of Agriculture (DoA) in Bangkok, and the second one at the grower greenhouses at the Phan Buri Ram Community Enterprise in Buri Ram. The first experiment was to compare three pest control methods: the traditional farming, the organic farming, and the DoA method (a combination of chemical pesticide and predatory bug). The results showed that using 3-5 predatory bugs per plant, together with chemical pesticides, could reduce the average number of red mites per leaf by up to 80%. The DoA method achieved the highest net income of 733.57 baht (per 9 plants). The results from the DoA method from the first experiment was further conducted at the grower greenhouses at the Phan Buri Ram Community Enterprise in Buri Ram to compare the use with lower cost and higher cost pesticides. The result showed that the DoA method using low-cost pesticides yielded a return on investment comparable to using high-cost pesticides, with a net profit of ca. 112,000 baht (per 200 plants). This indicates the feasibility of using predatory *C. exiguus* as a pest management strategy to control insect and mite pests of cannabis and as a technology transferrable to the growers.

Keywords: *Cardiastethus exiguus*, cannabis, insect and mite pests

คำนำ

กัญชา (*Cannabis sativa*, Cannabaceae) เป็นพืชชนิดหนึ่งที่ถูกจัดให้เป็นพืชเศรษฐกิจชนิดใหม่ของประเทศไทย ที่รัฐบาลผลักดันให้นำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ ที่สอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์โมเดลเศรษฐกิจ BCG พ.ศ. 2564-2569 หรือ Bio-Circular-Green (BCG) Economy Model 2564-2569 เพราะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย ทั้งในทางการแพทย์ การอุตสาหกรรม และอื่นๆ (Bonini et al., 2018 และ Chandra et al. 2016) และในการเพาะปลูกกัญชาเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นสภาพเปิดในภาคสนาม หรือในสภาพปิดในโรงเรือน ปัญหาหนึ่งที่จะพบเสมอ คือการลงทำลายโดยโรคและแมลงศัตรูพืช ที่ก่อให้เกิดความเสียหายในระดับต่างๆ ที่อาจจะต่ำกว่าหรือสูงกว่าระดับความเสียหายทางเศรษฐกิจ (economic injury level) ที่ทำให้ต้องมีการตัดสินใจว่าไม่ต้องการควบคุม หรือจะต้องควบคุมด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง ตามแนวทางของการบริหารจัดการศัตรูพืชแบบบูรณาการ (Integrated pest management - IPM) (Kogan, 1998) ที่การเลือกและการใช้วิธีการควบคุม อาจเป็นวิธีเดียว หรือหลายวิธีรวมกัน หรือวิธีที่มีและไม่มีการใช้สารเคมี ด้วยเหตุนี้ กรมวิชาการเกษตร (2564) จึงได้จัดทำคู่มือสำหรับเกษตรกร เรื่องการผลิตพืชสกุลกัญชา (*Cannabis sativa* L.) เพื่อประโยชน์ทางการแพทย์และอุตสาหกรรม โดยในคู่มือมีการระบุว่าแมลง 7 ชนิด คือ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ แมลงหวี่ขาว เพลี้ยแป้ง หนอนแมลงวันชอนใบ หนอนกระทู้ผัก และหนอนเจาะสมอฝ้าย และไร 1 ชนิด คือ ไรแมงมุม ที่ทำให้เกิดอาการผิดปกติที่พบในการปลูกพืชสกุลกัญชา ส่วนการสำรวจไรศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติ ในแปลงปลูกกัญชาในพื้นที่ 61 อำเภอ 33 จังหวัด ในประเทศไทย พลอยชมพู และคณะ (2024) รายงานว่าพบไรและแมลงในแปลงปลูกกัญชาทั้งหมด 19 ชนิด เป็นไรศัตรูพืช 15 ชนิด ไรตัวห้ำ 2 ชนิด ไรกินเชื้อรา 1 ชนิด และเพลี้ยไฟตัวห้ำ 1 ชนิด และ อติติยา และคณะ (2565) รายงานว่าศัตรูพืชหลักที่พบในการปลูกกัญชาคือ ไรแดงหม่อน เพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยแป้ง หนอนกระทู้ผัก และหนอนเจาะสมอฝ้าย คำแนะนำในการควบคุมแมลงและไรศัตรูพืชเหล่านี้ในกรมวิชาการเกษตร (2564) ส่วนใหญ่เป็นการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ไม่มีคำแนะนำการควบคุมโดยใช้ศัตรูธรรมชาติที่เป็นตัวห้ำหรือตัวเบียน มีเพียงคำแนะนำให้ใช้มวนตัวห้ำ *Cardiastethus exiguus* ในการควบคุมเพลี้ยไฟ และใช้มวนเพศเมีย *Sycanus collaris* ในการควบคุมหนอนเจาะสมอฝ้าย เท่านั้น

อติติยาและคณะ (2557) รายงานว่าพบมวนตัวห้ำ *Cardiastethus exiguus* เป็นครั้งแรกในประเทศไทย ในแปลงมันสำปะหลังในจังหวัดกาญจนบุรี และรายงานว่ามีมวนตัวห้ำ *C. exiguus* เป็นตัวห้ำทั่วไป (generalist predator) สามารถกินไข่และตัวอ่อนของแมลงศัตรูพืชหลายชนิด มีอุปนิสัยเป็นตัวห้ำในระยะตัวอ่อนทั้ง 5 วัย และตัวเต็มวัย กินแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด เช่น เพลี้ยไฟฝ้าย (cotton thrips)(*Thrips palmi*, Thysanoptera: Thripidae) เพลี้ยแป้งมันสำปะหลัง (cassava mealybug)(*Phenacoccus manihoti*, Hemiptera: Pseudococcidae) ไรขาวพริก (broad mite)(*Polyphagotarsonemus latus*, Acari: Tarsonemidae) และ ไรแดงหม่อน (mulberry red mite) (*Tetranychus truncatus*, Acari: Tetranychidae) นอกจากนั้นในอินเดีย Thakre (2006) ได้ศึกษาชีววิทยาและศักยภาพของ *C. exiguus*

ในการกินไข่ของหนอนใยผัก (diamondback moth) (*Plutella xylostella*, Lepidoptera: Plutellidae) และรายงานว่านอกจากหนอนใยผักและผีเสื้อข้าวสาร มวนตัวห้ำ *C. exiguus* ยังกินไข่ของหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura*, Lepidoptera: Noctuidae) หนอนหัวดำมะพร้าว (coconut black-headed caterpillar) (*Opisina arenosella*, Lepidoptera: Oecophoridae) เพลี้ยอ่อน และ เพลี้ยไฟ ด้วยเช่นกัน

ในการศึกษาเบื้องต้น อติติยา และคณะ (2557, 2562, 2565) รายงานว่ามวนตัวห้ำ *C. exiguus* เป็นตัวห้ำทั่วไปที่มีศักยภาพสูง สามารถกินไข่และตัวอ่อนของแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด นำไปสู่สมมติฐานว่ามีความเป็นไปได้ ที่จะนำมวนตัวห้ำชนิดนี้มาทดสอบ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการควบคุมแมลงและไรศัตรูพืช ที่พบว่าลงทำความเสียหายในการปลูกกัญชาในโรงเรียน

วัตถุประสงค์ของโครงการนี้คือ ทำการศึกษาเพื่อทดสอบความเป็นไปได้ (feasibility) ในการนำมวนตัวห้ำ *C. exiguus* มาใช้ควบคุมแมลงและไรศัตรูพืชกัญชา โดยเป็นการทดลองในโรงเรียนเพาะปลูก 2 แห่ง คือโรงเรียนทดลอง กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ และ โรงเรียนเกษตรกร วีสานกิจชุมชนพันธุ์บุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ ความเป็นไปได้ เพื่อการนำมวน *C. exiguus* มาใช้ประโยชน์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

- มวนตัวห้ำ *Cardiastethus exiguus*
- ไข่ผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica*
- กล้องจุลทรรศน์ผ่าตัด (dissecting microscope)
- กล่องพลาสติกสีเหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 10x14.5x6 เซนติเมตร
- กระดาษทิชชูอเนกประสงค์ Maxmo
- ถังพ่นยาแบบเครื่องยนต์สะพายหลัง
- สารป้องกันกำจัดแมลง: ไดโนทีฟูแรน (dinotefuran) เมทอกซีฟิโนไซด์+สไปนีโทแรม (methoxyfenozide + spinetoram)
- สารป้องกันกำจัดไร: ไบฟินาเซต (bifenazate) ทีบูเฟนไพเรต (tebufenpyrad) สไปโรมีซิเฟน (spiromesifen) ซัลเฟอร์ (sulfur) หรือ กำมะถัน ไพริตาเบน (pyritaben) และ เฮกซีไทอะซอกซ์ (hexythiazox)

วิธีการ

ศึกษาการใช้มวนตัวห้ำ *C. exiguus* ในการควบคุมแมลงและไรศัตรูกัญชา

การศึกษานี้ เป็นการทดลองเพื่อทดสอบความเป็นไปได้ (feasibility) ในการนำมวนตัวห้ำ *C. exiguus* มาใช้ควบคุมแมลงและไรศัตรูพืชกัญชาในโรงเรียนเพาะปลูก โดยทำการทดลองที่ โรงเรียน

ทดลอง กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ และนำผลที่ได้รับไปศึกษาต่อที่โรงเรียนเกษตรกรรมวิสาหกิจชุมชนพันธุ์บุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์

การทดสอบประกอบด้วย 2 การทดลอง ตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

การทดลองที่ 1

ศึกษาการใช้มวนตัวห้ำ *C. exiguus* ในโรงเรียนทดลอง กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ เพื่อเปรียบเทียบวิธีการป้องกันกำจัดระหว่าง 3 โรงเรียน ที่มี 3 กรรมวิธีคือ

กรรมวิธีที่ 1: กรรมวิธีเกษตรกร (Traditional farming method)

กรรมวิธีที่ 2: กรรมวิธีเกษตรอินทรีย์ (Organic farming method)

กรรมวิธีที่ 3: กรรมวิธี DoA (DoA method)

โรงเรียนทดลอง กรมวิชาการเกษตร เป็นโรงเรียนมุ่งถ่ายทอดสู่ชาวนาขนาด 32 ไร่ โรงเรียนทดลองขนาด 3x3x5 เมตร วางต้นกัญชาเป็นแถว 3 แถว แถวละ 3 ต้น ทั้งหมด 9 ต้น เก็บตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบบเจาะจง (purposive sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างให้ตรงตามหลักเกณฑ์หรือจุดมุ่งหมาย โดยสุ่มต้นที่พบการเข้าทำลายของแมลงและไรศัตรูพืช และการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในตารางที่ 1 และ 3 (สุภรดา และคณะ, 2563)

การบันทึกข้อมูล

- ทำการบันทึกข้อมูลโดยเก็บตัวอย่างใบกัญชาจากทุกต้นในโรงเรียน ต้นละ 3 ใบ (1 ต้น คือ 1 ตัวอย่าง) ต่อโรงเรียน นำมานับจำนวนแมลงและไรศัตรูพืชใต้กล้องจุลทรรศน์ ทุก 7 วัน
- นำข้อมูลทั้ง 3 แปลง มาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณ คุณภาพ และต้นทุนการผลิตต่อแปลง
- นับจำนวนแมลงและไรศัตรูพืช และ ศัตรูธรรมชาติชนิดอื่น ๆ ที่พบ
- วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประชากร 3 กลุ่ม โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนหรือ Analysis of Variance (ANOVA)

การทดลองที่ 2

ศึกษาการใช้มวนตัวห้ำ *C. exiguus* ควบคุมแมลงและไรศัตรูกัญชาในโรงเรียนเกษตรกรรมวิสาหกิจชุมชนพันธุ์บุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนวิธีการป้องกันกำจัดระหว่าง 2 กรรมวิธีคือ

กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธี DoA ใช้สารเคมีราคาถูก

กรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธี DoA ใช้สารเคมีราคาแพง

โรงเรียนเกษตรกรรมวิสาหกิจชุมชนพันธุ์บุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ เป็นโรงเรียนมุ่งถ่ายทอดสู่ชาวนาขนาด 32 ไร่ โรงเรียนทดลองขนาด 6x30x5 เมตร วางเป็นแถว 4 แถว แถวละ 50 ต้น ทั้งหมด 200 ต้น เก็บตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (purposive sampling) เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างให้ตรงตามหลักเกณฑ์หรือจุดมุ่งหมาย โดยสุ่มต้นที่พบการเข้าทำลายของแมลงและไรศัตรูกัญชา และการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในตารางที่ 4-5 (สุภรดา และคณะ, 2563)

การบันทึกข้อมูล

- ทำการตรวจนับไรแดงทุกสัปดาห์โดยการสุ่มนับ 3 ใบ/ต้น จำนวน 20 ต้นต่อโรงเรือน นำมานับจำนวนแมลงและไรศัตรูพืชใต้กล่องจุลทรรศน์ ทุก 7 วัน
- นำข้อมูลทั้ง 3 แปลง มาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณ คุณภาพ และต้นทุนการผลิตต่อแปลง
- นับจำนวนแมลงและไรศัตรูพืช และ ศัตรูธรรมชาติชนิดอื่นๆ ถ้าพบ

เวลาและสถานที่

ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2565 ถึง กันยายน 2567 ที่โรงเรือนทดลอง กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ และโรงเรือนเกษตรกร วิสาหกิจชุมชนพันธุ์บุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 ศึกษาการใช้มวนตัวห้ำ *C. exiguus* ในโรงเรือนทดลอง กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ เพื่อเปรียบเทียบวิธีการป้องกันกำจัดระหว่าง 3 โรงเรือน ที่มี 3 กรรมวิธี

จากการทดลองพบว่า ในกรรมวิธีเกษตรอินทรีย์มีการฉีดพ่นซัลเฟอร์ (sulfur) 80% WG อัตรา 80 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ทั้งหมด 6 ครั้ง เมื่อพบการระบาดของไรศัตรูพืชในสัปดาห์ที่ 3, 4, 5, 6 และ 18 พบว่าในสัปดาห์ที่ 3, 4, 5, 6 มีการฉีดพ่นซัลเฟอร์ ติดต่อกัน เนื่องจากจำนวนไรแดงเฉลี่ยต่อใบไม่ลดลง และลดปริมาณลงหลังจากฉีดพ่นในสัปดาห์ที่ 6 และฉีดพ่นซัลเฟอร์ ครั้งสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 18 เพื่อควบคุมในช่วงเวลาที่กัญชาสร้างดอก

ในกรรมวิธีเกษตรกรรมมีการฉีดพ่นทีบูเฟนไพเรต (tebufenpyrad) 36% W/V EC อัตรา 3 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ที่ 6 ฉีดพ่นไบฟินาเซต (bifenazate) 48% SC อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ที่ 11 ฉีดพ่นสไปโรเมซิเฟน (spiromesifen) 24% W/V SC อัตรา 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ครั้งสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 17 พบว่าหลังการฉีดพ่นทีบูเฟนไพเรต (tebufenpyrad) 36% W/V EC อัตรา 3 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ในสัปดาห์ที่ 6 จำนวนไรแดงเฉลี่ยต่อใบมีปริมาณลดลง ฉีดพ่นไบฟินาเซต (bifenazate) 48% SC อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ในสัปดาห์ที่ 11 เมื่อพบการระบาดของไรศัตรูพืช และฉีดพ่นสไปโรเมซิเฟน (spiromesifen) 24% W/V SC อัตรา 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ในสัปดาห์ที่ 17 เพื่อควบคุมในช่วงระยะสร้างดอก

ในกรรมวิธี DoA มีการฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดไรไพริดาเบน (pyridaben) 20% WP อัตรา 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ที่ 4 ฉีดพ่นสไปโรเมซิเฟน (spiromesifen) 24% W/V SC อัตรา 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ที่ 11 ฉีดพ่นไบฟินาเซต (bifenazate) 48SC อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สัปดาห์ที่ 14 พบว่าหลังการฉีดพ่นสารป้องกันกำจัดไรไพริดาเบน (pyridaben) 20% WP อัตรา 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตรในสัปดาห์ที่ 4 จำนวนไรแดงเฉลี่ยต่อใบมีปริมาณลดลง และฉีดพ่นสไปโรเมซิเฟน (spiromesifen) 24% W/V SC อัตรา 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ในสัปดาห์ที่ 11 เมื่อพบการระบาดของไรศัตรูพืช และฉีดพ่นไบฟินาเซต (bifenazate) 48% SC อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ในสัปดาห์ที่ 14 เมื่อพบการระบาดของไรศัตรูพืชอีกครั้ง

จากการเก็บผลผลิตกรรมวิธีที่เกษตรอินทรีย์ กรรมวิธีเกษตรกร และกรรมวิธี DoA ได้ช่อดอกแห้งจำนวน 0.381, 0.375 และ 0.407 กิโลกรัม ตามลำดับ ราคาช่อดอกกัญชาแห้ง กิโลกรัมละ 3,210 บาท ในกรรมวิธีที่เกษตรอินทรีย์ กรรมวิธีเกษตรกร และกรรมวิธี DoA มีรายได้ 1,223.01 กับ 1,203.75 และ 1,306.47 บาท ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ในกรรมวิธีเกษตรอินทรีย์ และกรรมวิธี DoA ปล่อยมวนตัวห้ำ *C. exiguus* 6 สัปดาห์รวม 300 ตัว ที่ราคาตัวละ 0.155 บาท (อติติยา และคณะ 2565) (ตารางที่ 7) ส่วนกรรมวิธีเกษตรอินทรีย์ กรรมวิธีเกษตรกร และกรรมวิธี DoA ได้ค่าตอบแทนต่อการลงทุน 630.51 กับ 666.50 และ 733.57 บาท ตามลำดับ (ตารางที่ 8) และจากการเก็บข้อมูลพบศัตรูพืช คือ เพลี้ยไฟถั่วลิสง *Caliothrips phaseoli* (Thysanoptera: Thripidae) แต่เนื่องจากพบเป็นจำนวนน้อย จึงเก็บออกมาทำลาย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jones and Smith (2022) ที่รายงานว่า การใช้ตัวห้ำร่วมกับการใช้สารเคมีสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมศัตรูพืชและให้ผลผลิตที่สูงขึ้น และ Nguyen et al. (2021) ยังพบว่า ในระบบการปลูกพืชในโรงเรือน การใช้ตัวห้ำเป็นเครื่องมือสำคัญในการลดการใช้สารเคมีและส่งเสริมการปลูกพืชอย่างยั่งยืน

Kahan and McGowan (2021) รายงานว่าบทบาทและประสิทธิภาพของ *Phytoseiulus persimilis* ซึ่งเป็นไรตัวห้ำที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมไรแดงในสภาพโรงเรือน และสามารถลดจำนวนประชากรไรแดงอย่างมีนัยสำคัญ ในการบริหารจัดการศัตรูพืชแบบบูรณาภาพ (IPM) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพืชที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจ เช่น มะเขือเทศและพริก และ Smith et al. (2016) รายงานว่า การใช้ไรตัวห้ำ *Neoseiulus californicus* ในโรงเรือน มีประสิทธิภาพในการลดประชากรไรแดงในพืชชนิดต่างๆ จากการศึกษาเหล่านี้ พบว่า มีไรตัวห้ำหลายชนิดที่สามารถใช้ควบคุมไรแดงได้ แต่มีกรรมวิธีเพาะเลี้ยงที่มีหลายขั้นตอน การศึกษานี้จึงนำมวนตัวห้ำ *C. exiguus* มาทำการทดลอง จากรายงานของ อติติยาและคณะ (2562) มีการเพาะเลี้ยงมวนตัวห้ำ *C. exiguus* ด้วยไข่ผีเสื้อข้าวสาร *Corcyra cephalonica* เป็นอาหาร และกระดาดเข็ดมือเป็นที่พัก ซึ่งเป็นวัสตที่หาง่าย มีกรรมวิธีเพาะเลี้ยงมีขั้นตอนการปฏิบัติที่น้อยกว่า และสามารถควบคุมทั้งแมลงและไรศัตรูพืชในพืชสกุลกัญชาได้

การทดลองที่ 2 ศึกษาการใช้มวนตัวห้ำ *C. exiguus* ควบคุมแมลงและไรศัตรูกัญชา ในโรงเรือนเกษตรกร วิสาหกิจชุมชนพันธุ์บุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนวิธีการป้องกันกำจัดระหว่าง 2 กรรมวิธี

จากการทดลองที่ 1 พบว่ากรรมวิธี DoA มี น้ำหนักช่อดอกแห้ง รายได้ และกำไรสูงสุด นำมาทำการทดลองเปรียบเทียบต้นทุนระหว่าง กรรมวิธี DoA สารเคมีราคาถูก และกรรมวิธี DoA สารเคมีราคาแพง ที่โรงเรือนเกษตรกร วิสาหกิจชุมชนพันธุ์บุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์

จากการทดลองพบว่า กรรมวิธี DoA สารเคมีราคาถูก มีการหยดไดโนทีแรน (dinotefuran drop) อัตรา 2 กรัมต่อต้น เพื่อป้องกันกำจัดแมลงปากดูดขนาดเล็ก และฉีดพ่นไพริดาเบน (pyridaben spray) 20% WP อัตรา 15 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทั้งหมด 2 ครั้ง เมื่อพบการระบาดของไรศัตรูพืชในสัปดาห์ที่ 1 และ 3 ฉีดพ่นเฮกซีไทอะซอกซ์ (hexythiazox) 1.8% EC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ทั้งหมด 2 ครั้ง เมื่อพบการระบาดของไรศัตรูพืชในสัปดาห์ที่ 5 และครั้งสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 7 และสัปดาห์ที่ 8, 9, 10 และ 11

ปล่อยมวนตัวห้ำ *C. exiguus* จำนวน 500 ตัวต่อโรงเรือน เพื่อควบคุมในช่วงระยะสร้างดอก (ภาพที่ 2 และ ตารางที่ 9)

จากการทดลองพบว่า กรรมวิธี DoA สารเคมีราคาแพงมีการหยดไดโนทีแรน (dinotefuran drop) อัตรา 2 กรัมต่อต้น เพื่อป้องกันกำจัดแมลงปากดูดขนาดเล็ก และฉีดพ่นไบฟินาเซต (bifenazate spray) อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ทั้งหมด 2 ครั้ง เมื่อพบการระบาดของไรศัตรูพืชในสัปดาห์ที่ 1 และ 4 ฉีดพ่นสไปโรมีซิเฟน (spiromesifen) 24% SC อัตรา 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นครั้งสุดท้ายในสัปดาห์ที่ 7 และสัปดาห์ที่ 8, 9, 10 และ 11 ปล่อยมวนตัวห้ำ *C. exiguus* จำนวน 500 ตัวต่อโรงเรือน เพื่อควบคุมในช่วงของการสร้างดอก (ภาพที่ 2 และ ตารางที่ 9)

จากการเก็บผลผลิตกรรมวิธี DoA สารเคมีราคาถูก และกรรมวิธี DoA สารเคมีราคาแพง ได้น้ำหนักแห้งของดอกใหญ่ 5.767 และ 5.728 กิโลกรัม ตามลำดับ ขณะที่น้ำหนักแห้งของดอกเล็กเป็น 4.066 และ 4.067 กิโลกรัม ตามลำดับ ราคาผลผลิตแห้งดอกใหญ่ กิโลกรัมละ 20,000 บาท และราคาน้ำหนักแห้งดอกเล็ก กิโลกรัมละ 5,000 บาท การใช้กรรมวิธี DoA สารเคมีราคาถูกมีรายได้ 135,670 บาท และกรรมวิธี DoA สารเคมีราคาแพง มีรายได้ 134,895 บาท (ตารางที่ 10) ในกรรมวิธี DoA สารเคมีราคาถูก มีต้นทุนสารที่ใช้ 94.05 บาท และค่าแรงฉีดพ่น 450 บาท ส่วนกรรมวิธี DoA สารเคมีราคาแพง มีต้นทุนสารที่ใช้ 196.50 บาท และค่าแรงฉีดพ่นสาร 300 บาท ซึ่งกรรมวิธี DoA สารเคมีราคาถูก และกรรมวิธี DoA สารเคมีราคาแพง ได้ผลตอบแทนการลงทุน 112,705.95 และ 111,978.50 บาท ตามลำดับ (ตารางที่ 11) และจากการเก็บข้อมูลพบแมลงศัตรูพืช คือหนอนกระทู้ผัก *Spodoptera litura* ในจำนวนน้อย จึงเก็บออกมาทำลาย

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การใช้นมตัวห้ำ *C. exiguus* เพื่อควบคุมแมลงและไรศัตรูพืชในโรงเรือนทดลอง กรรมวิชาการเกษตร มีการเปรียบเทียบวิธีการควบคุม 3 กรรมวิธี พบว่า กรรมวิธีเกษตรอินทรีย์ สามารถควบคุมศัตรูพืชได้ดี แต่จะมีรอบการฉีดพ่นสารเคมีที่บ่อยกว่ากรรมวิธีอื่น กรรมวิธีเกษตรกร มีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช มีการลดศัตรูพืชที่ค่อนข้างดี แต่จะมีปัญหาเรื่องการระบาดของศัตรูพืชในช่วงระยะที่กัญชาสร้างดอก ที่ทำให้ไม่สามารถพ่นสารเคมีได้ เป็นกรรมวิธี DoA มีผลที่ดีที่สุดในการลดจำนวนไรแดง โดยเฉพาะช่วงระยะการสร้างดอก และในการทดสอบในโรงเรือนเกษตรกรที่บุรีรัมย์ มีการเปรียบเทียบระหว่างสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชราคาถูกและแพง พบว่าทั้งสองวิธีมีประสิทธิภาพในการควบคุมใกล้เคียงกัน แต่ต้นทุนสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและค่าแรงงานต่างกันเล็กน้อย แต่กำไรสุทธิจากการใช้สารเคมีราคาถูกและราคาแพงไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้ การใช้นมตัวห้ำ *C. exiguus* มีบทบาทสำคัญในลดการระบาดของแมลงและไรศัตรูพืช และสามารถช่วยลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในกระบวนการปลูกพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นผลจากการทดลองเพื่อทดสอบความเป็นไปได้ (feasibility) ในการนำมวนตัวห้ำ *C. exiguus* มาใช้ควบคุมแมลงและไรศัตรูพืชกัญชาในโรงเรือนเพาะปลูก สามารถสรุปในเบื้องต้นได้ว่า เราสามารถนำ

มวนตัวห้ำชนิดนี้ มาใช้เป็นยุทธวิธีหรือทางเลือกหนึ่งของการบริหารจัดการแมลงและไรศัตรูกัญชาในโรงเรือน ที่มีประสิทธิภาพ และมีผลกระทบที่ดีต่อสภาพแวดล้อม มีความคุ้มค่าและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและสังคม และสามารถนำไปถ่ายทอดให้เกษตรกรนำไปใช้เป็นยุทธวิธีการควบคุมหนึ่ง ตามแนวทางของการบริหารจัดการศัตรูพืชแบบบูรณาการ (IPM) ที่สามารถนำไปถ่ายทอดให้เกษตรกรนำไปใช้ประโยชน์ได้

คำขอบคุณ

คณะนักวิจัยขอแสดงความขอบคุณต่อกรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ และ เกษตรกรวิสาหกิจชุมชนพันธุ์บุรีรัมย์ จังหวัดบุรีรัมย์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการใช้สถานที่และโรงเรือนทำการวิจัย และความช่วยเหลือต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ในการดำเนินการวิจัยของโครงการนี้ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2564. การผลิตพืชสกุลกัญชา (*Cannabis sativa* L.) เพื่อใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ และอุตสาหกรรม. คู่มือสำหรับเกษตรกร. กรุงเทพฯ. 151 หน้า.
- พลอยชมพู กรวิภาสเรือง, วิมลวรรณ โชติวงศ์, อติติยา แก้วประดิษฐ์, ณพพรกร ธัญชัย และ วีระชัย สมศรี. 2567. ชนิดของไรศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติในกัญชา. วารสารวิชาการเกษตร. 42(2): 203-216.
- สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง, เสาวนิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์, ศรีจันทร์ ศรีจันทร์ และพฤติชาติ ปุณวัฒน์. 2563. เอกสารวิชาการ คำแนะนำการป้องกันแมลง-สัตว์ศัตรูพืช อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย. งานวิจัยกลุ่มบริหารศัตรูพืช/กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 230 หน้า.
- อติติยา แก้วประดิษฐ์, พิเชฐ เขาวนวัฒนวงศ์, พลอยชมพู กรวิภาสเรือง, อัจฉราภรณ์ ประเสริฐผล และ รจนา ไวยเจริญ. 2557 การศึกษาชีววิทยาและความชอบของมวนตัวห้ำ *Cardiastethus exiguus* Poppius (Hemiptera: Anthocoridae) ที่มีต่อเหี่ยว. หน้า 31-43. ใน: รายงานการประชุมสัมมนาวิชาการอารักขาพืช. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 3-5 กันยายน 2557 ณ เดอะกรีนเนอรี รีสอร์ท นครราชสีมา.
- อติติยา แก้วประดิษฐ์, พิเชฐ เขาวนวัฒนวงศ์, พลอยชมพู กรวิภาสเรือง, อัจฉราภรณ์ ประเสริฐผล, ณพพรกร ธัญชัย และ วิมลวรรณ โชติวงศ์. 2562. ชีววิทยา การเพาะเลี้ยง ประสิทธิภาพการกินเหยื่อ และผลกระทบของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อมวนตัวห้ำ *Cardiastethus exiguus* Poppius (Hemiptera: Anthocoridae). วารสารวิชาการเกษตร. 37(2): 112.
- อติติยา แก้วประดิษฐ์, พิเชฐ เขาวนวัฒนวงศ์, พลอยชมพู กรวิภาสเรือง, อัจฉราภรณ์ ประเสริฐผล, ณพพรกร ธัญชัย และ วิมลวรรณ โชติวงศ์. 2565. การทดลองศึกษาและการประยุกต์ใช้มวนตัวห้ำ *C. exiguus* ในการควบคุมแมลงและไรศัตรูกัญชา. วารสารการเกษตรอินทรีย์. 24(2): 123-145.

- Bonini, S.A., M. Premoli, S. Tambaro, A. Kumar, G. Maccarinelli, M. Memo, and A. Mastinu. 2018. *Cannabis sativa*: A comprehensive ethnopharmacological review of a medicinal plant with a long history. *Journal of Ethnopharmacology* 227: 300-315. DOI:10.1016/j.jep.2018.09.004.
- Chandra, S., H. Lata and M.A. ElSohly. 2016. Chapter 1. The botany of *Cannabis sativa*. In B.F.Thomas and M.A. ElSohly, *The analytical chemistry of Cannabis* (pp. 1-26). Elsevier and RTI.
- Jones, R., & Smith, T. 2022. The efficiency of predatory bugs in controlled cannabis cultivation: A Comparative approach. *International Journal of Agricultural Sciences* 20(3): 205-220.
- Kahan, N. J. and J. McGowan. 2021. *Phytoseiulus persimilis*: a biological control agent for spider mites. *HortScience*, 56(5): 515-520. DOI: 10.21273/HORTSCI15862-21.
- Kogan, M. 1998. Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary development. *Annual Review of Entomology* 43:243-270.
- Nguyen, L. et al. (2021). Sustainable pest control in cannabis cultivation using biological agents. *Journal of Biological Control* 33(4): 335-349.
- Smith, C. M., D.D.R. Lindgren and B.L. Kelsey. 2016. Biological control of spider mites in greenhouse crops. *Biological Control* 94: 49-56. DOI: [10.1016/j.biocontrol.2015.12.014](https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2015.12.014).
- Thakre, P.D. 2006. Studies on biology and feeding potential of *Cardiastethus exiguus* Poppius (Hemiptera: Anthocoridae) on *Plutella xylostella* (Linnaeus). M.Sc. (Agriculture) thesis. Dr. Balasaheb Sawant Konkan Krishi Vidyapeeth, Dapoli (Agricultural University). Ratnagiri, Maharashtra, India. 83 pp.

Table 1 Pesticides tested in the conventional farming method at the experimental greenhouses at Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok

Pesticides	Pest	Rate of application
dinotefuran	Small sucking insect	2-4 g per hill (a/c to plant size)
bifenazate	red mite	5 ml in 20L of water
tebufenpyrad	red mite	3 ml in 20L of water
spiromesifen	red mite	6 ml in 20L of water

Table 2 Sulfur and predator tested in the organic farming method at the experimental greenhouses at Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok

Materials used	Pest	Rate of application
sulfur	red mite	80 g in 20L of water
<i>Cardiastethus exiguus</i>	red mite	3-5 predators/plant

Table 3 Pesticides and predator tested in the DoA method at the experimental greenhouses at Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok

Pesticides and predator	Pest	Rate of application
dinotefuran	Small sucking insect	2-4 g per hill (a/c to plant size)
bifenazate	red mite	5 ml in 20L of water
pyritaben	red mite	10-15 g in 20L of water
spiromesifen	red mite	6 ml in 20L of water
<i>Cardiastethus exiguus</i>	red mite	3-5 predators/plant

Table 4 Pesticides tested in the DoA method using low-cost pesticides at the grower greenhouses at Phan Buriram Community Enterprise, Buriram

Pesticides	Pest	Rate of application
dinotefuran	Small sucking insect	2-4 g per hill (a/c to plant size)
pyritaben	red mite	15 g in 20L of water
hexythiazox	red mite	30 ml in 20L of water

Table 5 Pesticides tested in the DoA methods using high-cost pesticides at the grower greenhouses at Phan Buriram Community Enterprise, Buriram

Pesticides	Pest	Rate of application
dinotefuran	Small sucking insect	2-4 g per hill (a/c to plant size)
bifenazate	red mite	5 ml in 20L of water
spiromesifen	red mite	6 ml in 20L of water
methoxyfenozide + spinetoram	caterpillar	15 ml in 20L of water

Table 6 Comparison of product cost between the organic farming, traditional farming and DoA methods at the experimental greenhouses at Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok

Methods	Weight of dry flower (kg)	Income (baht)*
Traditional farming method	0.375	1,203.75
Organic farming method	0.381	1,223.01
DoA method	0.407	1,306.47

*Cost of dry cannabis flower = 3,200 baht per kilogram

Table 7 Expenditure on the production of predatory *Cardiastethus exiguus*

Expenditure	Cost (baht)
Eggs of rice moth (<i>Corcyra cephalonica</i>), 100 g	3,000.00
Multipurpose tissue paper, Maxmo, 6 rolls at 20 baht each	120.00
Plastic boxes, 10x14.5x6 cm, 12 boxes at 50 baht each	600.00
Labor cost (1 technician at no cost)	
	----- A
Total	3,720.00
Capacity of rearing <i>C. exiguus</i> = 24,000 individuals per an insectary	----- B
Basic cost of producing <i>C. exiguus</i> = (A / B) = 0.155 baht each	

Table 8 Cost of production between the organic farming, traditional farming and DoA methods under the experimental greenhouses at Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok

Methods	Cost (baht)			Returns (baht)		
	Planting materials	Materials used	<i>C. exiguus</i> *	Expenses	Income	Profit
Organic farming	450.00	96.00	46.50	592.50	1,223.01	630.51
Traditional farming	450.00	87.25	0	537.25	1,203.75	666.50
DoA	450.00	76.60	46.50	573.10	1,306.47	733.57

*Cost of *C. exiguus* = 0.155 baht each

Table 9 Use of pesticides between the DoA methods using low-cost and high-cost pesticides at the grower greenhouses at Phan Buriram Community Enterprise, Buriram

Weeks	DoA low-cost pesticides	DoA high-cost pesticides
1.	dinotefuran drop + pyritaben spray	dinotefuran drop + bifentazate spray
2.	-	-
3.	pyritaben spray	-
4.	-	bifentazate spray
5.	hexythiazox spray	-
6.	-	-
7.	hexythiazox spray	spiromesifen spray
8.	500 predators per greenhouse	500 predators per greenhouse
9.	500 predators per greenhouse	500 predators per greenhouse
10.	500 predators per greenhouse	500 predators per greenhouse
11.	500 predators per greenhouse	500 predators per greenhouse

Table 10 Comparison of cost of production between the DoA methods using low-cost and high-cost pesticides at the grower greenhouses at Phan Buriram Community Enterprise, Buriram

Methods	Dry weight (kilogram)		Income* (baht)
	Large flowers	Small flowers	
DoA low-cost pesticides	5.767	4.066	135,670
DoA high-cost pesticides	5.728	4.067	134,895

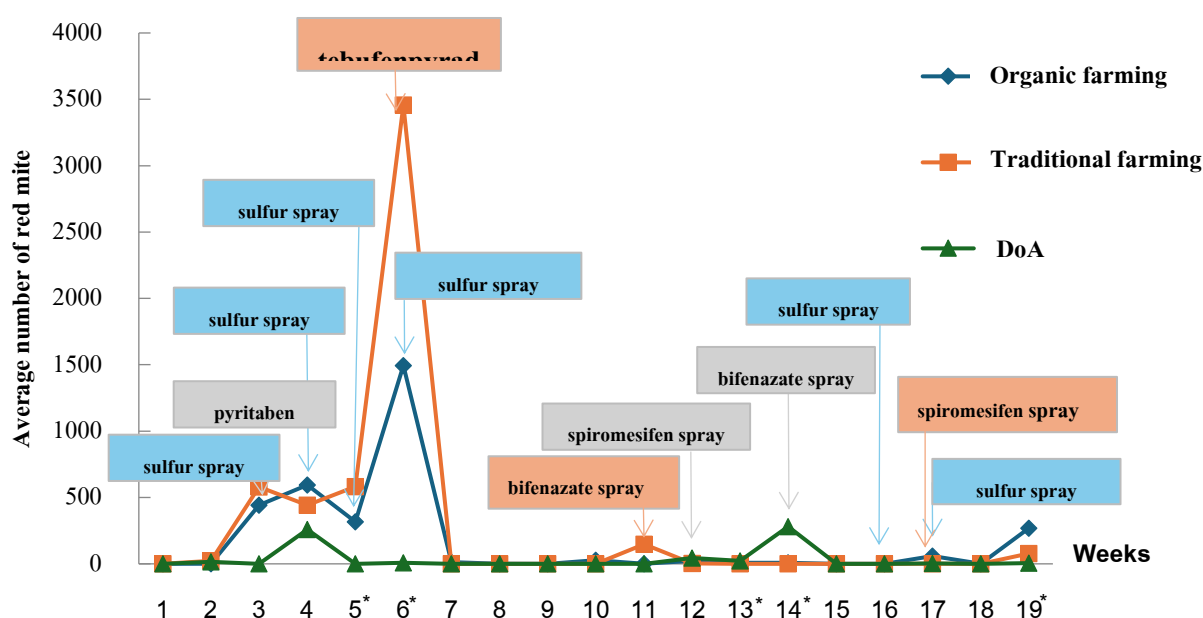
*Cost of dry large flowers = 20,000 baht per kilogram; Cost of dry small flowers = 5,000

baht per kilogram

Table 11 Cost of production between DoA low-cost pesticides and DoA high-cost pesticides at the grower greenhouses at Phan Buriram Community Enterprise, Buriram

Methods	Cost (baht)				Returns (baht)	
	Planting materials	Materials used	Cost of spraying	<i>C. exiguus</i> *	Expenses	Profit
DoA low-cost pesticides	21,800	94.05	450.00	620.00	22,964.05	135,670
DoA high-cost pesticides	21,800	196.50	300.00	620.00	22,916.50	134,895

*Cost of production of *C. exiguus* = 0.155 baht each



*Average numbers of red mites are statistically significant at 95% by DMRT

Figure 1 Comparison of the average numbers of red mites between the organic farming and DoA Methods

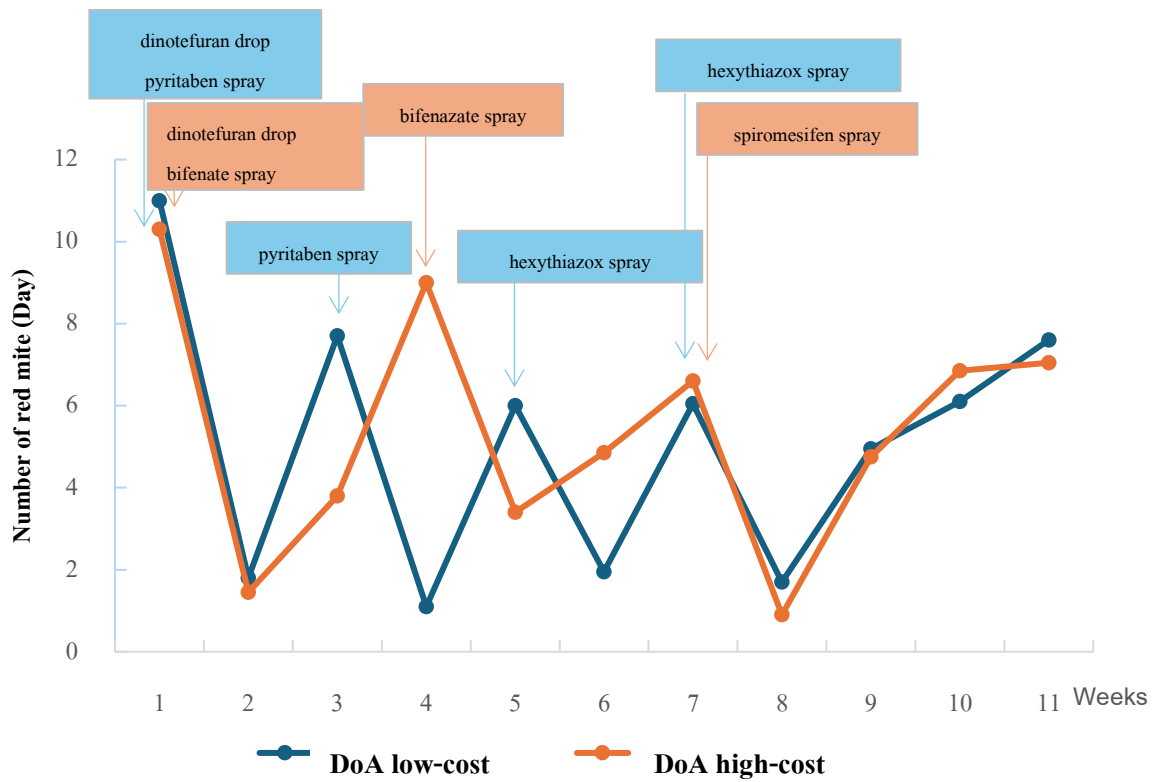


Figure 2 Comparison of the average numbers of red mites between the DoA low-cost and DoA high-cost pesticides methods

การทดลองประสิทธิภาพสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC
[เจแทค(Jatac®)] ในการป้องกันกำจัดไรแดงแอฟริกัน
Eutetranychus africanus (Tucker) ในทุเรียน

เจษฎา ศรีพราหมณ์น้อย อมรเทพ ใจเย็น พรนภา คำกองแก้ว ประภัสร์ พิศวงษ์

สายงานวิจัยและพัฒนาธุรกิจ บริษัท โซดัส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด นนทบุรี 11120

บทคัดย่อ

การทดลองประสิทธิภาพของสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค (Jatac)] ในการป้องกันกำจัดไรแดงแอฟริกัน *Eutetranychus africanus* (Tucker) ในทุเรียน ทดลองในแปลงทุเรียนของเกษตรกร 2 แห่ง ในอำเภอแหลมงอบ จังหวัดตราด ระหว่างเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม 2565 และในอำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรีระหว่าง เดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ 2566 วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน กรรมวิธี 4 ซ้ำ คือ กรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรโพรพาร์โกต์ (propargite) 30% WP [โอไมท์ 30 (Omite 30)] อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไร ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 4 และ 5 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไรแดงแอฟริกัน ในทุเรียนได้ดีเทียบเท่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันน้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไร และทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อทุเรียน

คำหลัก: ทุเรียน ไรแดงแอฟริกัน ไฟฟลูบูไมด์

OE-14

ภาคบรรยาย

Efficacy Test of Pyflubumide 21.4% W/V SC (Jatac®) for Control African Red Mite (*Eutetranychus africanus* (Tucker)) on Durian

Chetsada Sriphamnoi Amornthep Jaiyen Phornnapa Khamkongkaew

Prapat Pisavong

Business Research and Development Division, SOTUS International CO., LTD., Nonthaburi 11120

ABSTRACT

The efficacy test of pyflubumide 21.4% W/V SC (Jatac) for control African red mite (*Eutetranychus africanus* (Tucker)) on Durian was conducted on 2 locations of farmer's durian farm at Laem Ngop district, Trat province during November – December 2022 and Makham district, Chanthaburi province during January – February 2023. The RCB experimental trials with 7 treatments and 4 replications were designed. The treatments included applications of pyflubumide 21.4% W/V SC (Jatac) at rates of 1, 2, 3, 4 and 5 ml/20 L of water compared with propagate 30% WP (Omite 30) at rate of 30 g/20L of water and untreated control. The trial results indicated that the applications of pyflubumide 21.4% W/V SC (Jatac) at rates of 4 and 5 ml/20 L of water showed the best efficacy control which was equal to the compared treatment. Compared to the untreated control, there was significantly less number of African red mites (*Eutetranychus africanus* (Tucker)) in all spraying treatments. No phytotoxicity of all treatments on Durian was found.

Keywords: Durian, African red mite, pyflubumide

คำนำ

ไรแดงแอฟริกัน (African red mite, *Eutetranychus africanus* (Tucker)) เป็นไรศัตรูพืชที่สำคัญของทุเรียน ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยชอบดูดน้ำเลี้ยงอยู่ที่บริเวณหน้าใบแก่ พบระบาดทำความเสียหายแก่ทุเรียนเป็นประจำทุกปี โดยเฉพาะเมื่อสภาพอากาศมีความแห้งแล้งและลมแรง ที่หน้าใบจะเห็นคราบของไรคล้ายผงหรือฝุ่นละอองสีขาวเกาะอยู่ สีของใบจะซีดไม่เขียว เป็นมันเหมือนใบปกติ ถ้าการทำลายเกิดขึ้นอย่างรุนแรงและต่อเนื่องเป็นเวลานานอาจมีผลทำให้ทุเรียนใบร่วง การเจริญเติบโตหยุดชะงัก มีผลกระทบต่อ การติดดอกและผลของทุเรียนได้ ประชากรไรมักหนาแน่นมากบริเวณทรงพุ่มด้านบนนอกที่ถูกแสงแดด ส่วนยอดหรือด้านบนของทรงพุ่ม การแพร่ระบาดในสวนพบว่าระบาดรุนแรงเป็นหย่อม ๆ ทางด้านเหนือลม ด้านขอบรอบแปลง และด้านที่ติดถนน (พลอยชมพู, 2563) การใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดไรศัตรูพืชเป็นวิธีการที่ใช้เมื่อพบประชากรไรศัตรูพืชระบาด และวิธีการป้องกันกำจัดวิธีอื่น ๆ ไม่ได้ผล จำเป็นต้องใช้สารเคมีเพื่อลดจำนวนประชากรของไรศัตรูพืชให้มีปริมาณต่ำ จนไม่ก่อให้เกิดความเสียหายในระดับเศรษฐกิจ (ณพชกร และอัจฉราภรณ์, 2562)

วิธีการดำเนินการ

อุปกรณ์

1. แปลงทุเรียนพันธุ์หมอนทอง อำเภอแหลมงอบ จังหวัดตราด และอำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี
2. สารกำจัดไรที่ใช้ทดลอง: ไพฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)]
3. สารกำจัดไรที่ใช้เปรียบเทียบ : โพรพาร์โกต์ (propargite) 30% WP [โอไมท์ 30 (Omite 30)]
4. เครื่องพ่นสารแบบสับโยกสะพายหลัง ที่สามารถควบคุมแรงดันได้
5. ป้ายแสดงกรรมวิธีทดลอง
6. เครื่องชั่งสาร กระบอกตวง
7. แวนชยาย กำลังขยาย 10 เท่า

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไพฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 1 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 2 ไพฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 2 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 3 ไพฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 3 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 4 ไพฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 4 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 5 ไพฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 5 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 6 โพรพาร์โกต์ (propargite) 30% WP [โอไมท์ 30 (Omite 30)] อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
กรรมวิธีที่ 7 ไม่พ่นสารกำจัดไร

ดำเนินการทดลองในแปลงปลูกทุเรียนของเกษตรกร พันธุ์หมอนทอง อายุ 4 ปี จัดรูปแบบแปลงทดลองตามแผนที่กำหนดไว้โดยใช้ต้นทุเรียน 1 ต้นต่อซ้ำ เริ่มพ่นสารกำจัดไรตามกรรมวิธีต่าง ๆ เมื่อพบการระบาดของไรแดงแอฟริกัน *Eutetranychus africanus* (Tucker) ในแปลงทุเรียน โดยใช้เครื่องพ่นสารแบบสูบลอยสะพายหลัง อัตราการใช้น้ำ 3 ลิตรต่อต้น พ่นสารกำจัดไร จำนวน 1 ครั้ง ตรวจนับจำนวนไรแดงแอฟริกันจากใบทุเรียน จำนวน 20 ใบต่อต้น (จำนวน 1 ต้นต่อซ้ำ) โดยตรวจนับเฉพาะระยะที่เคลื่อนไหวด้วยแว่นขยาย กำลังขยาย 10 เท่า ตรวจนับไรแดงแอฟริกัน ก่อนพ่นสาร 1 วัน และหลังพ่นสาร 1, 3, 5, 7 และ 14 วัน บันทึกจำนวนไร และผลกระทบต่อพืช (phytotoxicity) ตลอดการทดลอง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ ถ้าจำนวนไรแดงแอฟริกันก่อนพ่นสารไม่แตกต่างทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลหลังพ่นสารโดยวิธี Analysis of Variance ถ้าจำนวนไรแดงแอฟริกันก่อนพ่นสารมีความแตกต่างทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลหลังพ่นสารโดยวิธี Analysis of Covariance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในกรรมวิธีต่าง ๆ โดยวิธี Duncan Multiple Range Test

เวลาและสถานที่ดำเนินการ

การทดลองที่ 1 แปลงทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ของเกษตรกรที่ อำเภอแหลมงอบ จังหวัดตราด ทำการทดลอง
เดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม 2565

การทดลองที่ 2 แปลงทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ของเกษตรกรที่ อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี ทำการทดลอง
เดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ 2566

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 อำเภอแหลมงอบ จังหวัดตราด (ตารางที่ 1)

ก่อนพ่นสารทดลอง พบว่า ทุกกรรมวิธีมีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 20.30-21.20 ตัวต่อใบ ไม่แตกต่างกันทางสถิติในแต่ละกรรมวิธี จึงวิเคราะห์ข้อมูลหลังพ่นสารด้วยวิธี Analysis of Variance

หลังพ่นสารทดลอง 1 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรมีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.55-9.73 ตัวต่อใบ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไรที่มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 21.80 ตัวต่อใบ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไร พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรไพฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 3, 4 และ 5 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 1.30, 1.08 และ 0.55 ตัวต่อใบ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบโพพาร์ไกต์ (propargite) 30% WP [โอไมท์ 30 (Omite 30)] อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 1.45 ตัวต่อใบ ขณะที่กรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไร ไพฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 1 และ 2 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตรมี

จำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 9.73 และ 6.33 ตัวต่อใบ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบ

หลังพ่นสารทดลอง 3 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรมีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.43-9.68 ตัวต่อใบ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไรที่มี ไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 21.05 ตัวต่อใบ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไร พบว่า กรรมวิธีพ่น สารกำจัดไรไพฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 3, 4 และ 5 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 1.28, 0.58 และ 0.43 ตัวต่อใบ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบโพพาร์โกด์ (propargite) 30% WP [โอไมท์ 30 (Omite 30)] อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.53 ตัวต่อใบ ขณะที่กรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไร ไพฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 1 และ 2 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 9.68 และ 7.43 ตัวต่อใบ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบ

หลังพ่นสารทดลอง 5 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรมีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.70-12.35 ตัวต่อใบ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไรที่มีไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 19.33 ตัวต่อใบ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไร พบว่า กรรมวิธีพ่น สารกำจัดไรไพฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 3, 4 และ 5 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.78, 0.85 และ 0.70 ตัวต่อใบ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบโพพาร์โกด์ (propargite) 30% WP [โอไมท์ 30 (Omite 30)] อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 1.30 ตัวต่อใบ ขณะที่กรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไร ไพฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 1 และ 2 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 12.35 และ 9.35 ตัวต่อใบ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบ

หลังพ่นสารทดลอง 7 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรมีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.58-14.43 ตัวต่อใบ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไรที่มีไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 21.25 ตัวต่อใบ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไร พบว่า กรรมวิธีพ่น สารกำจัดไรไพฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 4 และ 5 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.80 และ 0.58 ตัวต่อใบ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบโพพาร์โกด์ (propargite) 30% WP [โอไมท์ 30 (Omite 30)] อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 1.08 ตัวต่อใบ ขณะที่กรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรไพฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 1, 2 และ 3 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดง

แอฟริกันเฉลี่ย 14.43, 10.93 และ 4.20 ตัวต่อใบ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบ

หลังพ่นสารทดลอง 14 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรมีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.28-13.58 ตัวต่อใบ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไรที่มีไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 22.48 ตัวต่อใบ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไร พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 4 และ 5 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.43 และ 0.28 ตัวต่อใบ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบโพพาร์โกด์ (propargite) 30% WP [โอไมท์ 30 (Omite 30)] อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.35 ตัวต่อใบ ขณะที่กรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 1, 2 และ 3 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 13.58, 13.43 และ 10.18 ตัวต่อใบ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบ

ความเป็นพิษต่อพืช (phytotoxicity) พบว่า สารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และสารกำจัดไรเปรียบเทียบโพพาร์โกด์ (propargite) 30% EW [โอไมท์ 30 (Omite 30)] อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ไม่ก่อให้เกิดอาการเกิดพิษต่อต้นทุเรียน

การทดลองที่ 2 อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี (ตารางที่ 2)

ก่อนพ่นสารทดลอง พบว่า ทุกกรรมวิธีมีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 18.43-21.40 ตัวต่อใบ ไม่แตกต่างกันทางสถิติในแต่ละกรรมวิธี จึงวิเคราะห์ข้อมูลหลังพ่นสารด้วยวิธี Analysis of Variance

หลังพ่นสารทดลอง 1 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรมีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.40-11.40 ตัวต่อใบ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไรที่มีไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 21.75 ตัวต่อใบ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไร พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 4 และ 5 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.70 และ 0.40 ตัวต่อใบ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบโพพาร์โกด์ (propargite) 30% WP [โอไมท์ 30 (Omite 30)] อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.90 ตัวต่อใบ ขณะที่กรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 1, 2 และ 3 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 11.40, 11.30 และ 8.43 ตัวต่อใบ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบ

หลังพ่นสารทดลอง 3 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรมีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.20-12.45 ตัวต่อใบ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไรที่มีไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 27.30 ตัวต่อใบ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไร พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 3, 4 และ 5 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 3.10, 0.20 และ 0.23 ตัวต่อใบ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบโพพาร์โกด์ (propargite) 30% WP [โอไมท์ 30 (Omite 30)] อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.35 ตัวต่อใบ ขณะที่กรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 1 และ 2 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 12.45 และ 9.93 ตัวต่อใบ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบ

หลังพ่นสารทดลอง 5 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรมีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.20-15.90 ตัวต่อใบ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไรที่มีไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 24.83 ตัวต่อใบ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไร พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 4 และ 5 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.38 และ 0.20 ตัวต่อใบ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบโพพาร์โกด์ (propargite) 30% WP [โอไมท์ 30 (Omite 30)] อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.48 ตัวต่อใบ ขณะที่กรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 1, 2 และ 3 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 15.90, 11.35 และ 5.80 ตัวต่อใบ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบ

หลังพ่นสารทดลอง 7 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรมีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.35-14.30 ตัวต่อใบ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไรที่มีไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 25.88 ตัวต่อใบ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไร พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 4 และ 5 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.43 และ 0.35 ตัวต่อใบ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบโพพาร์โกด์ (propargite) 30% WP [โอไมท์ 30 (Omite 30)] อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.58 ตัวต่อใบ ขณะที่กรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 1, 2 และ 3 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 14.30, 13.15 และ 8.43 ตัวต่อใบ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบ

หลังพ่นสารทดลอง 14 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรมีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.33-15.20 ตัวต่อใบ น้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไรที่มีไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 22.48 ตัวต่อใบ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไร พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 4 และ 5 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.35 และ 0.33 ตัวต่อใบ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบโพพาร์โกด์ (propargite) 30% WP [โอไมท์ 30 (Omite 30)] อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 0.45 ตัวต่อใบ ขณะที่กรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 1, 2 และ 3 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีจำนวนไรแดงแอฟริกันเฉลี่ย 15.20, 15.15 และ 13.98 ตัวต่อใบ มากกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรเปรียบเทียบ

ความเป็นพิษต่อพืช (phytotoxicity) พบว่า สารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และสารกำจัดไรเปรียบเทียบโพพาร์โกด์ (propargite) 30% EW [โอไมท์ 30 (Omite 30)] อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ไม่ก่อให้เกิดอาการเกิดพิษต่อต้นทุเรียน

สรุปผลการทดลอง

การทดลองประสิทธิภาพสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] ในการป้องกันกำจัดไรแดงแอฟริกัน *Eutetranychus africanus* (Tucker) โดยพ่นสารในอัตรา 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เปรียบเทียบกับสารกำจัดไรโพพาร์โกด์ (propargite) 30% WP [โอไมท์ 30 (Omite 30)] อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไร ผลการทดลอง พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดไรไฟฟลูบูไมด์ (pyflubumide) 21.4% W/V SC [เจแทค(Jatac)] อัตรา 4 และ 5 มิลลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดไรแดงแอฟริกันในทุเรียนได้ดี เทียบเท่าสารกำจัดไรเปรียบเทียบ โพพาร์โกด์ (propargite) 30% WP [โอไมท์ 30 (Omite 30)] อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไร พบจำนวนไรแดงแอฟริกันน้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดไร และทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดไรไม่พบความเป็นพิษต่อต้นทุเรียน

เอกสารอ้างอิง

ณพชรกร ธัญชัย และ อัจฉราภรณ์ ประเสริฐผล. 2562. การป้องกันกำจัดไรศัตรูพืช. หน้า 170-207.

ใน: เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง ไรศัตรูพืช และการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 4 กลุ่มงานวิจัยไรและแมงมุม วันที่ 8-10 มกราคม 2562 ณ ห้องประชุมอารีย์นต ดิศักดิ์ทอง สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

พลอยชมพู กรวิภาสเรือง. 2563. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไร. หน้า 1-81. ใน: เอกสารประกอบการฝึกอบรม
เชิงปฏิบัติการ หลักสูตรการวินิจฉัยไรและแมลงมุมทางการเกษตร และการป้องกันกำจัด. สมาคม
กีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย. วันที่ 26 พฤศจิกายน 2563 ณ ห้องประชุมมนตรี รุมาคม
(501) ชั้น 5 อาคารเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบพระชนมพรรษา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทาง
การเกษตรกรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ.

Table 1 Number of African red mite (*Eutetranychus africanus* (Tucker)) found on durian leaves before and after spraying test of pyflubumide 21.4% W/V SC (Jatac®) compared with propagate 30% WP (Omite 30) at Laem Ngop District, Trat Province, between November - December 2022 (Location 1)

Treatments	Rates (ml,g/ water 20 L)	Number of African red mite (African red mite/leaf) ^{1/}					
		DBA ^{3/}	DAA ^{2/}				14DAA
			1DAA	3DAA	5DAA	7DAA	
1. pyflubumide 21.4% W/V SC (Jatac®)	1.0	21.20	9.73 c ^{4/}	9.68 c	12.35 c	14.43 d	13.58 b
2. pyflubumide 21.4% W/V SC (Jatac®)	2.0	20.68	6.33 b	7.43 b	9.35 b	10.93 c	13.43 b
3. pyflubumide 21.4% W/V SC (Jatac®)	3.0	20.48	1.30 a	1.28 a	0.78 a	4.20 b	10.18 b
4. pyflubumide 21.4% W/V SC (Jatac®)	4.0	20.98	1.08 a	0.58 a	0.85 a	0.80 a	0.43 a
5. pyflubumide 21.4% W/V SC (Jatac®)	5.0	20.30	0.55 a	0.43 a	0.70 a	0.58 a	0.28 a
6. propagate 30% WP (Omite 30)	30.0	20.58	1.45 a	0.53 a	1.30 a	1.08 a	0.35 a
7. Untreated	-	20.73	21.80 d	21.05 d	19.33 d	21.25 e	22.48 c
C.V. %		3.7	28.8	17.6	20.1	25.5	39.8

^{1/} Average means from 4 replications transformed of African red mite

^{2/} DAA = Days after application

^{3/} DBA = Days before application

^{4/} Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

Table 2 Number of African red mite (*Eutetranychus africanus* (Tucker)) found on durian leaves before and after spraying test of pyflubumide 21.4% W/V SC (Jatac®) compared with propagate 30% WP (Omite 30) at Makham District, Chanthaburi Province, between January - February 2023 (Location 2)

Treatments	Rates (mL,g./ water 20 L)	Number of African red mite (African red mite/leaf) ^{1/}				
		DBA ^{3/}	DAA ^{2/}			
			1DAA	3DAA	5DAA	7DAA 14DAA
1. pyflubumide 21.4% W/V SC (Jatac®)	1.0	21.40	11.40 c ^{4/}	12.45 b	15.90 d	14.30 d 15.20 b
2. pyflubumide 21.4% W/V SC (Jatac®)	2.0	19.10	11.30 c	9.93 b	11.35 c	13.15 c 15.15 b
3. pyflubumide 21.4% W/V SC (Jatac®)	3.0	18.43	8.43 b	3.10 a	5.80 b	8.43 b 13.98 b
4. pyflubumide 21.4% W/V SC (Jatac®)	4.0	18.70	0.70 a	0.20 a	0.38 a	0.43 a 0.35 a
5. pyflubumide 21.4% W/V SC (Jatac®)	5.0	18.95	0.40 a	0.23 a	0.20 a	0.35 a 0.33 a
6. propagate 30% WP (Omite 30)	30.0	21.00	0.90 a	0.35 a	0.48 a	0.58 a 0.45 a
7. Untreated	-	19.40	21.75 d	27.30 c	24.83 e	25.88 e 22.48 c
C.V. %		10.4	15.8	30.4	19.5	7.8 16.0

^{1/} Average means from 4 replications transformed of African red mite

^{2/} DAA = Days after application

^{3/} DBA = Days before application

^{4/} Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

การทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลง โบรฟลานิลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC
[อะเล็คโต (Alecto®)] ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก
Plutella xylostella (Linnaeus) ในคะน้า

เจษฎา ศรีพราหมณ์น้อย อมรเทพ ใจเย็น พรนภา คำกองแก้ว ประภัสร์ พิศวงษ์

สายงานวิจัยและพัฒนาธุรกิจ บริษัท โซดัส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด นนทบุรี 11120

บทคัดย่อ

การทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลง โบรฟลานิลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC [อะเล็คโต (Alecto)] ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก *Plutella xylostella* (Linnaeus) ในคะน้า ทำการทดลอง 2 การทดลอง ที่อำเภอท่าม่วง และอำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือน สิงหาคม-กันยายน 2567 วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีพ่นสาร โบรฟลานิลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC [อะเล็คโต (Alecto)] อัตรา 2.5, 5.0, 7.5 และ 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง สไปนีโทแรม (spinetoram) 12% W/V SC [เอ็กซ์อล (Exalt)] อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ผลการทดสอบ พบว่า กรรมวิธีพ่นสารโบรฟลานิลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC [อะเล็คโต (Alecto)] อัตรา 5.0, 7.5 และ 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักได้ดีเทียบเท่ากรรมวิธีพ่นสาร กำจัดแมลงเปรียบเทียบ สไปนีโทแรม (spinetoram) 12% W/V SC [เอ็กซ์อล (Exalt)] อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลงพบจำนวนหนอนใยผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลงและทุกกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงไม่พบอาการเป็นพิษกับคะน้าทั้งสองการทดลอง

คำหลัก: คะน้า หนอนใยผัก โบรฟลานิลด์ สารกำจัดแมลง

OE-15

ภาคบรรยาย

Efficacy of Broflanilide 5.28 % W/V SC (Alecto[®]) to Control Diamondback Moth, (*Plutella xylostella* (Linnaeus)) in Chinese Kale

Chetsada Sriphamnoi Amornthep Jaiyen

Phornnapa Khamkongkaew Prapat Pisavong

Business Research and Development Division, SOTUS International CO., LTD., Nonthaburi 11120

ABSTRACT

The efficacy test of broflanilide 5.28% W/V SC (Alecto) for control diamondback moth, (*Plutella xylostella* (Linnaeus)) in Chinese kale was conducted on 2 locations at Tha Muang and Tha Maka district, Kanchanaburi province during August – September 2024. The experiment was designed in RCB with 7 treatments and 4 replications. The treatments included applications of broflanilide 5.28 % W/V SC (Alecto) at rates of 2.5, 5.0, 7.5 and 10.0 ml/20 L of water compared with spinetoram 12% W/V SC (Exalt) at rate of 40 ml/20 L of water and untreated control. The trial results indicated that the applications of broflanilide 5.28% W/V SC (Alecto) at rates of 5.0, 7.5 and 10 ml/20 L of water showed the best efficacy control which was equal to the compared with spinetoram 12% W/V SC (Exalt) at rate of 40 ml/20L. All of the applications of insecticides have less number of diamondback moth (*Plutella xylostella* (Linnaeus)) and significantly with untreated control. All of the treatments did not have phytotoxicity in Chinese kale.

Keywords: Chinese kale, diamondback moth, broflanilide, insecticide

คำนำ

คะน้า ถือเป็นพืชตระกูลกะหล่ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง การผลิตพืชตระกูลกะหล่ำเพื่อการค้า เป็นผักที่มีพื้นที่ปลูกขนาดใหญ่และปลูกต่อเนื่องตลอดปี มักประสบปัญหาศัตรูพืชเข้าทำลาย โดยเฉพาะแมลงศัตรูพืชที่สำคัญได้แก่ หนอนผีเสื้อ เช่น หนอนใยผัก หนอนกระทู้หอม หนอนกระทู้ผัก หนอนเจาะยอดกะหล่ำ ซึ่งจะเข้าทำลายโดยการกัดกินใบหรือเจาะเข้าส่วนยอด โดยหนอนจะกัดกินผิวใบทำให้ใบผักเป็นรูพรุนคล้ายร่างแห ทำให้คุณภาพและปริมาณผลผลิตลดลง โดยหนอนใยผัก *Plutella xylostella* (Linnaeus) เป็นแมลงศัตรูสำคัญและก่อให้เกิดความเสียหายกับผักตระกูลกะหล่ำทั่วประเทศ โดยเฉพาะในแหล่งปลูกผักเพื่อการค้าจะพบหนอนใยผักระบาดเป็นประจำ และรวดเร็วทั้งนี้เนื่องจากหนอนใยผักมีวงจรชีวิตสั้น และมีการแพร่ขยายพันธุ์รวดเร็ว กล่าวคือ ตัวเต็มวัยเพศเมียสามารถวางไข่ได้หลังจากออกจากดักแด้ และผสมพันธุ์ภายใน 24 ชั่วโมง และวางไข่ได้ตลอดชีวิต นอกจากนี้ในแหล่งปลูกส่วนใหญ่มีการปลูกผักตระกูลกะหล่ำอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอทำให้มีพืชอาหารตลอด จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้พบการระบาดของหนอนใยผักเสมอ ส่งผลให้เกษตรกรมีการใช้สารฆ่าแมลงพ่นอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้หนอนใยผักมีการพัฒนาสร้างความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดแมลงได้รวดเร็วและหลายชนิด ยากแก่การป้องกันกำจัด (สมศักดิ์ และคณะ, 2554) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องสลับกลุ่มสารกำจัดแมลง โบรฟลานิลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC [อะเล็คโต้ (Alecto)] เป็นสารป้องกันกำจัดหนอนใยผักอีกทางเลือกหนึ่งให้กับเกษตรกร เพื่อลดปัญหาการดื้อยาของหนอนใยผัก

วิธีการดำเนินการ

อุปกรณ์

1. แปลงคะน้า พันธุ์คะน้ายอดไต้หวัน บางบัวทอง 35
2. สารกำจัดแมลงทดลอง โบรฟลานิลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC [อะเล็คโต้ (Alecto)]
3. สารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ สไปนีโทแรม (spinetoram) 12% W/V SC [เอ็กซ์อล (Exalt)]
4. เครื่องพ่นสารแบบเครื่องยนต์สะพายหลัง ที่สามารถควบคุมแรงดันได้
5. ไม้ปักแปลง
6. เครื่องชั่งสาร
7. กระบอกตวง

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร)	อัตราสารออกฤทธิ์ (กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่)
1. โบรฟลานิไลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC	2.5	0.792
2. โบรฟลานิไลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC	5.0	1.584
3. โบรฟลานิไลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC	7.5	2.376
4. โบรฟลานิไลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC	10.0	3.168
5. สไปนีโทแรม (spinetoram) 12% W/V SC	40.0	28.800
6. Untreated	-	-

ดำเนินการทดลองในแปลงผักคะน้าของเกษตรกร ซึ่งปลูกคะน้าพันธุ์คะน้ายอดใต้ห้วย บางบัวทอง 35 แบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 2x5 เมตร จำนวน 24 แปลงย่อย เริ่มพ่นสารทดลอง เมื่อพบจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.5 ตัวต่อต้น และทำการพ่นทุก 4 วัน จำนวน 3 ครั้ง โดยใช้เครื่องพ่นสารแบบเครื่องยนต์สะพายหลัง อัตราการใช้น้ำ 120 ลิตร/ไร่ ประเมินผลการทดลองโดยตรวจนับจำนวนหนอนใยผักจากคะน้าทั้งต้น จำนวน 20 ต้นต่อแปลงย่อย ก่อนพ่นสารครั้งแรก และ 4 วันหลังพ่นสารทุกครั้ง เก็บน้ำหนักผลผลิตคะน้าที่มีคุณภาพตลาด (Marketable yield) จากพื้นที่ 2 ตารางเมตรต่อแปลงย่อย และบันทึกผลกระทบต่อน้ำ (phytotoxicity) ตลอดการทดลอง

นำข้อมูลจำนวนหนอนใยผักและผลผลิตคะน้ามาวิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม IRRI STAT ถ้าข้อมูลหนอนใยผักก่อนพ่นสารไม่แตกต่างกันทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลหลังพ่นสารด้วย Analysis of variance และถ้าข้อมูลหนอนใยผักก่อนพ่นสารในแต่ละกรรมวิธีแตกต่างกันทางสถิติ วิเคราะห์ข้อมูลหลังพ่นสารด้วยวิธี Analysis of Covariance

เวลาและสถานที่ดำเนินการ

การทดลองที่ 1 ตำบลทุ่งทอง อำเภอดำม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนสิงหาคม-กันยายน 2567

การทดลองที่ 2 ตำบลตะคร้ำเอน อำเภอดำมะรง จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนกันยายน 2567

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 อำเภอม่วงสามสิบ จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางที่ 1)

ก่อนพ่นสารกำจัดแมลง พบว่า ทุกกรรมวิธีมีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.96 -3.63 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลหนอนใยผักด้วยวิธี Analysis of variance

หลังพ่นสารครั้งที่ 1 ทุกกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดแมลงมีจำนวนหนอนใยผัก เฉลี่ยระหว่าง 0.15 – 1.31 ตัวต่อต้น ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ที่พบจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 2.88 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง พบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง โบรฟลานิลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC อัตรา 5.0, 7.5 และ 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.21, 0.18 และ 0.15 ตัวต่อต้นตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ สไปนีโทแรม (spinetoram) 12% W/V SC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.25 ตัวต่อต้น

หลังพ่นสารครั้งที่ 2 ทุกกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดแมลงมีจำนวนหนอนใยผัก เฉลี่ยระหว่าง 0.10 – 1.21 ตัวต่อต้น ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ที่พบจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 2.25 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง พบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง โบรฟลานิลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC อัตรา 5.0, 7.5 และ 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.19, 0.15 และ 0.10 ตัวต่อต้นตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ สไปนีโทแรม (spinetoram) 12% W/V SC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.23 ตัวต่อต้น

หลังพ่นสารครั้งที่ 3 ทุกกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดแมลงมีจำนวนหนอนใยผัก เฉลี่ยระหว่าง 0.00 – 1.65 ตัวต่อต้น ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ที่พบจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 2.08 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง พบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง โบรฟลานิลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC อัตรา 5.0, 7.5 และ 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.08, 0.00 และ 0.00 ตัวต่อต้นตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ สไปนีโทแรม (spinetoram) 12% W/V SC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.19 ตัวต่อต้น

ผลผลิตคะน้า

น้ำหนักผลผลิตคะน้าที่มีคุณภาพส่งตลาด พบว่า ทุกกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงยกเว้นกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงโบรฟลานิลด์(broflanilide) 5.28% W/V SC อัตรา 2.5 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ได้น้ำหนักคะน้าเฉลี่ยระหว่าง 4.35 – 5.60 กิโลกรัมต่อ 2 ตารางเมตร มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ได้น้ำหนักคะน้าเฉลี่ย 2.28 กรัมต่อ 2 ตารางเมตร โดยกรรมวิธี

พ่นสารกำจัดแมลง โบรฟลานิลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC อัตรา 5.0, 7.5 และ 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ได้น้ำหนักคะแนนเฉลี่ย 5.58, 5.60 และ 5.53 กิโลกรัมต่อ 2 ตารางเมตรตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ (spinetoram) 12% W/V SC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ได้น้ำหนักคะแนนเฉลี่ย 4.35 กิโลกรัมต่อ 2 ตารางเมตร

ผลกระทบของสารทดลองต่อพืช (Phytotoxicity)

จากการทดลองพ่นสารกำจัดแมลง โบรฟลานิลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC ทุกอัตรา และสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ สไปนีโทแรม (spinetoram) 12% W/V SC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ไม่พบผลกระทบต่อคะน้ำ (phytotoxicity)

การทดลองที่ 2 อำเภอกำแพงแสน จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางที่ 2)

ก่อนพ่นสารกำจัดแมลง พบว่า ทุกกรรมวิธีมีจำนวนหนอนใบผักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.73 – 1.83 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างกันทางสถิติ จึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลหนอนใบผักด้วยวิธี Analysis of variance

หลังพ่นสารครั้งที่ 1 ทุกกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดแมลงมีจำนวนหนอนใบผัก เฉลี่ยระหว่าง 0.16 – 0.74 ตัวต่อต้น ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ที่พบจำนวนหนอนใบผักเฉลี่ย 1.26 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง โบรฟลานิลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC อัตรา 5.0, 7.5 และ 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใบผักเฉลี่ย 0.25, 0.16 และ 0.21 ตัวต่อต้นตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ สไปนีโทแรม (spinetoram) 12% W/V SC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใบผักเฉลี่ย 0.26 ตัวต่อต้น

หลังพ่นสารครั้งที่ 2 ทุกกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดแมลงมีจำนวนหนอนใบผัก เฉลี่ยระหว่าง 0.05 – 0.69 ตัวต่อต้น ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ที่พบจำนวนหนอนใบผักเฉลี่ย 1.20 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง พบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง โบรฟลานิลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC อัตรา 5.0, 7.5 และ 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใบผักเฉลี่ย 0.13, 0.11 และ 0.05 ตัวต่อต้นตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ สไปนีโทแรม (spinetoram) 12% W/V SC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใบผักเฉลี่ย 0.28 ตัวต่อต้น

หลังพ่นสารครั้งที่ 3 ทุกกรรมวิธีการพ่นสารกำจัดแมลงมีจำนวนหนอนใบผัก เฉลี่ยระหว่าง 0.10 – 0.86 ตัวต่อต้น ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ที่พบจำนวนหนอนใบผักเฉลี่ย 1.74 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง พบว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง โบรฟลานิลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC อัตรา 5.0, 7.5 และ 10 มิลลิลิตร/น้ำ

20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.15, 0.13 และ 0.10 ตัวต่อต้นตามลำดับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ สไปนีโทแรม (spinetoram) 12% W/V SC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีจำนวนหนอนใยผักเฉลี่ย 0.26 ตัวต่อต้น

ผลผลิตค่น้ำ

น้ำหนักผลผลิตค่น้ำที่มีคุณภาพส่งตลาด พบว่า ทุกกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงยกเว้นกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงโบรฟลานีไลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC อัตรา 2.5 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ได้น้ำหนักค่น้ำเฉลี่ยระหว่าง 2.28 – 2.38 กิโลกรัมต่อ 2 ตารางเมตร มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง ได้น้ำหนักค่น้ำเฉลี่ย 0.88 กรัมต่อ 2 ตารางเมตร โดยกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง โบรฟลานีไลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC อัตรา 5.0, 7.5 และ 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ได้น้ำหนักค่น้ำเฉลี่ย 2.38, 2.30 และ 2.35 กิโลกรัมต่อ 2 ตารางเมตรตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ (spinetoram) 12% W/V SC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ได้น้ำหนักค่น้ำเฉลี่ย 2.28 กิโลกรัมต่อ 2 ตารางเมตร

ผลกระทบของสารทดลองต่อพืช (Phytotoxicity)

จากการทดลองพ่นสารกำจัดแมลง โบรฟลานีไลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC ทุกอัตรา และสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ สไปนีโทแรม (spinetoram) 12% W/V SC อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร ไม่พบผลกระทบต่อค่น้ำ (phytotoxicity)

สรุปผลการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดแมลงโบรฟลานีไลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC [อะเล็คโต (Alecto)] ในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* Linnaeus) ในค่น้ำของสารโบรฟลานีไลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC [อะเล็คโต (Alecto)] ทั้งสองการทดลองให้ผลที่สอดคล้องกัน คือ สารกำจัดแมลง โบรฟลานีไลด์ (broflanilide) 5.28% W/V SC [อะเล็คโต (Alecto)] อัตรา 5.0, 7.5 และ 10 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดหนอนใยผักได้ดีเทียบเท่าสารกำจัดแมลงเปรียบเทียบ สไปนีโทแรม (spinetoram) 12% W/V SC [เอ็กซ์อล (Exalt)] อัตรา 40 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร และทุกกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดแมลงสามารถกำจัดหนอนใยผักได้ดีกว่า และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสารพบจำนวนหนอนใยผักน้อยกว่า และได้ผลผลิตค่น้ำมากกว่า ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดแมลง และทุกกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงไม่พบความเป็นพิษ (phytotoxicity) กับค่น้ำ

เอกสารอ้างอิง

สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น, อรุณพร หนูนารถ, สมรวย รวมชัยอภิกุล และ ศรีจันทร์ ศรีจันทร์. 2554. **แมลงศัตรูผัก และการป้องกันกำจัด** หน้า .15-17. ใน : เอกสารวิชาการสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ปี พ.ศ. 2554 แมลงศัตรูผัก เห็ด และไม้ออก. กลุ่มบริหารศัตรูพืช และกลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. นนทบุรี. 74 หน้า.

Table 1 Number of diamondback moth before and after spraying with insecticides and marketable yield of Chinese kale at Tha Muang District, Kanchanaburi Province between August-September 2024 (Location 1)

Treatments	Rates (mL./water 20 L)	Number of diamondback moth (DBM / plant) ^{1/}			Marketable yield (kg./2 m ²) ^{4/}	
		DBA ^{3/}	DAA ^{2/}			
		4DAA1	4DAA2	4DAA3		
1. broflanilide 5.28% W/V SC (Alecto [®])	2.5	1.31 b	1.21 b	1.65 b	2.85 b	
2. broflanilide 5.28% W/V SC (Alecto [®])	5.0	0.21 a	0.19 a	0.08 a	5.58 a	
3. broflanilide 5.28% W/V SC (Alecto [®])	7.5	0.18 a	0.15 a	0.00 a	5.60 a	
4. broflanilide 5.28% W/V SC (Alecto [®])	10.0	0.15 a	0.10 a	0.00 a	5.53 a	
5. spinetoram 12% W/V SC (Exalt)	40.0	0.25 a	0.23 a	0.19 a	4.35 a	
6. Untreated	-	2.88 c	2.25 c	2.08 c	2.28 b	
CV (%)		14.0	20.7	15.6	38.6	22.2
R.E. (%)		-	-	8.8	6.1	-

^{1/} Average means from 4 replications transformed of diamondback moth

^{2/} DAA = Days after application

^{3/} DBA = Days before application

^{4/} Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

Table 2 Number of diamondback moth before and after spraying with insecticides and marketable yield of Chinese kale at Tha Maka District, Kanchanaburi Province, between September 2024 (Location 2)

Treatments	Rates (mL./water 20 L)	Number of diamondback moth (DBM / plant) ^{1/}				Marketable yield (kg./2 m ²) ^{4/}
		DBA ^{3/}	DAA ^{2/}			
			4DAA1	4DAA2	4DAA3	
1. broflanilide 5.28% W/V SC (Alecto [®])	2.5	1.74	0.74 b	0.69 b	0.86 b	0.90 b
2. broflanilide 5.28% W/V SC (Alecto [®])	5.0	1.73	0.25 a	0.13 a	0.15 a	2.38 a
3. broflanilide 5.28% W/V SC (Alecto [®])	7.5	1.81	0.16 a	0.11 a	0.13 a	2.30 a
4. broflanilide 5.28% W/V SC (Alecto [®])	10.0	1.70	0.21 a	0.05 a	0.10 a	2.35 a
5. spinetoram 12% W/V SC (Exalt)	40.0	1.78	0.26 a	0.28 a	0.26 a	2.28 a
6. Untreated	-	1.83	1.26 c	1.20 c	1.74 c	0.88 b
CV (%)		9.1	21.2	29.5	12.6	13.6
R.E. (%)		-	-	23.3	50.6	-

^{1/} Average means from 4 replications transformed of diamondback moth

^{2/} DAA = Days after application

^{3/} DBA = Days before application

^{4/} Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

การใช้สารกำจัดแมลงแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ร่วมกับการใช้ไส้เดือนฝอย (*Steinernema carpocapsae*) ในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักในผักกวางตุ้ง

พวงผกา อ่างมณี¹ วิไลวรรณ เวชยันต์¹ วนิตา สุขประเสริฐ² บุษบง มั่นมั่นคง¹

ศรียานรรจ์ ศรีจันทร์¹

¹สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

²กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

ปัจจุบันนี้การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในปริมาณที่มากขึ้นเป็นสาเหตุให้เกิดพิษตกค้างในผลผลิตโดยเฉพาะพืชผัก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้สารกำจัดแมลงร่วมกับการใช้ไส้เดือนฝอย (*Steinernema carpocapsae*) ในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักในผักกวางตุ้ง เพื่อลดพิษตกค้างในผลผลิต ดำเนินการที่แปลงผักกวางตุ้งของเกษตรกร อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ในปี 2565-2566 วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี โดยเปรียบเทียบการใช้สารกำจัดแมลงแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์; toltenpyrad 16% EC (Group 21A), fipronil 5%SC (Group 2B) และ acetamiprid 20%SP (Group 4A) ร่วมกับการใช้ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* ใน 3 รูปแบบ และกรรมวิธีใช้ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร และกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด ตรวจนับจำนวนด้วงหมัดผักทุก 5 วัน ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธี Integrated Pest Control (IPC) หรือการใช้ไส้เดือนฝอย ร่วมกับสารกำจัดแมลง รูปแบบที่ I, II และ III มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักดีเทียบเท่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร และมีจำนวนด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีใช้ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* และกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด โดยกรรมวิธี IPC I และ III ให้ผลผลิตผักกวางตุ้งคุณภาพตลาดไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร ทุกกรรมวิธีไม่พบพิษตกค้างในผลผลิต กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกรใช้ต้นทุนในการป้องกันกำจัดเพียง 914 บาท/ไร่/ฤดูกาลผลิต น้อยกว่ากรรมวิธี IPC III ซึ่งใช้ต้นทุนการป้องกันกำจัด 2,008 บาท /ไร่/ฤดูกาลผลิต ตามลำดับ

คำหลัก: การป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน พืชผัก พิษตกค้าง

OE-16

ภาคบรรยาย

Application of Rotation Spraying Insecticides with Different Mode of Action Integrated with Entomopathogenic Nematodes (*Steinernema carpocapsae*) for Controlling Flea Beetle on Chinese Cabbage

Puangpakar Angmani¹ Wilaiwan Wetchayan¹ Wanida Sukprasert²

Busabong Manusmunkong¹ Srijumnun Srijuntra¹

¹Plant Protection Research Development Office, Bangkok 10900

²Agriculture Production Science Research and Development Division,
Department of Agriculture, Bangkok 10900

ABSTRACT

Recently, the increase in insecticide use has resulted in insecticide residues, particularly in vegetables. This study aimed to apply an integration of insecticides and entomopathogenic nematodes (*Steinernema carpocapsae*) to control flea beetles (*Phyllotreta* spp.) and reduce pesticide residues in Chinese cabbage. The experiments were conducted at farmers' Chinese cabbage plantations in the Tha Maka district of Kanchanaburi province during 2022-2023. The experiments were designed in RCB with 6 treatments and 4 replications. The integrations of insecticides were tested using rotation spraying of insecticides with different modes of action: tolfepryrad 16% EC (Group 21A), fipronil 5% SC (Group 2B), and acetamiprid 20% SP (Group 4A); along with entomopathogenic nematodes applied in three patterns, and a nematode-only method. These treatments were compared with the farmer's standard spraying method and an untreated control. The number of flea beetles was counted every five days. The Integrated Pest Control (IPC) approach, involving the use of entomopathogenic nematodes and insecticides (Patterns I, II, and III), provided good results for controlling flea beetles, comparable to the farmer's spraying method. Additionally, all IPC practices resulted in fewer flea beetles and showed statistically significant differences when compared to the untreated control. The marketable yields of IPC I and III treatments were not statistically different from the farmer's spraying method. No pesticide residues were found in Chinese cabbage harvested from any of the treatments. The cost of the insecticide spraying method used by farmers was 914 baht /rai/crop, which was lower than IPC III, which had costs of 2,008 baht/rai/crop for controlling flea beetles.

Keywords: Integrated Pest Control (IPC), vegetable, residue

คำนำ

พืชผักตระกูลกะหล่ำ เป็นพืชผักที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมีการปลูกทั่วทุกภาคของประเทศไทย ในการผลิตเพื่อเป็นการค้า มักประสบปัญหาศัตรูพืชเข้าทำลาย โดยเฉพาะด้วงหมัดผักซึ่งพบการระบาดทั่วทุกพื้นที่ที่มีการปลูก โดยตัวอ่อนกัดกินหรือซ่อนไข่เข้าไปกินอยู่บริเวณโคนต้นหรือรากของผัก ทำให้พืชผักเหี่ยวเฉาและไม่เจริญเติบโต ตัวเต็มวัยชอบกัดกินผิวด้านล่างของใบทำให้เป็นรูพรุน ทำให้ไม่ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพตามที่ตลาดต้องการ และเนื่องจากพืชผักเป็นกลุ่มพืชที่มีอายุสั้นเกษตรกรจึงใช้สารเคมีกำจัดแมลงในการป้องกันกำจัดอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ผลในการป้องกันกำจัดที่รวดเร็ว ส่งผลให้เกิดปัญหาพิษตกค้างในผลผลิต ศรีจันทร์และพทุธิชาติ (2566) แนะนำสารกำจัดแมลงและชีวภัณฑ์ที่ใช้ในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักแถบเลย ได้แก่ fipronil dinotefuran tolfeprad profenofos prothiofos acetamiprid carbaryl และไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae* จอมสุรางค์ และคณะ (2551) รายงานว่าด้วงหมัดผักในแหล่งปลูกพืชตระกูลกะหล่ำจังหวัดพิษณุโลก เพชรบูรณ์ นครสวรรค์ อุตรดิตถ์ ตาก เชียงใหม่ และนนทบุรี พบว่า ต้านทานต่อสาร carbaryl มากที่สุด และสารที่แมลงต้านทานน้อยที่สุดคือ fipronil

การป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Integrated Pest Control, IPC) ถือเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างยั่งยืน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้รูปแบบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน โดยการใช้การหมุนเวียนสารกำจัดแมลงตามกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ร่วมกับการใช้ชีวภัณฑ์ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* ที่มีประสิทธิภาพดีในลดปริมาณประชากรด้วงหมัดผักทั้งระยะตัวเต็มวัยและตัวอ่อนในสภาพแปลงให้มีระดับต่ำตลอดการผลิต ลดพิษตกค้างในผลผลิต และลดปัญหาความต้านทานของด้วงหมัดผักต่อสารกำจัดแมลง เพื่อใช้เป็นคำแนะนำให้เกษตรกรนำไปใช้ในแปลงผลิตผักวางตั้ง ตลอดจนพืชผักตระกูลกะหล่ำชนิดอื่น ๆ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพ ได้มาตรฐานเกษตรที่ดีเหมาะสม (GAP) และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน เพื่อนำไปสู่การผลิตอาหารปลอดภัยตามมาตรฐานสากล และการลดการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการผลิตพืช ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก อันเนื่องมาจากการใช้เครื่องยนต์ฟอสฟอรัส (Cech, R. et al., 2022)

วิธีดำเนินการ

ดำเนินการทดสอบรูปแบบการใช้สารกำจัดแมลงแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ร่วมกับการใช้ไส้เดือนฝอยในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักในผักวางตั้ง ในแปลงผักวางตั้งของเกษตรกร อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ 2565 และเดือนมกราคม-มีนาคม 2566 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี	อายุผักกวางตุ้งหลังหว่านเมล็ด (วัน)						
	0	5	10	15	20	25	30
1. ราดชีวภัณฑ์ ไส้เดือนฝอย 7 ครั้ง	ราด Nema	ราด Nema	ราด Nema	ราด Nema	ราด Nema	ราด Nema	ราด Nema
2. IPC I	ราด Nema	ราด Nema พ่นสาร tol30	พ่นสาร tol30	พ่นสาร tol30	พ่นสาร fip50	ราด Nema	ราด Nema
กรรมวิธี	อายุผักกวางตุ้งหลังหว่านเมล็ด (วัน)						
	0	5	10	15	20	25	30
3. IPC II	ราด Nema	ราด Nema พ่นสาร ace30	พ่นสาร ace30	พ่นสาร ace30	พ่นสาร fip50	ราด Nema	ราด Nema
4. IPC III	-	พ่นสาร tol30	พ่นสาร tol30	พ่นสาร fip50	พ่นสาร fip50	พ่นสาร ace30	ราด Nema
5. วิธีพ่นสาร กำจัดแมลงของ เกษตรกร	-	-	พ่นสาร fip60	พ่นสาร tol40	พ่นสาร fip60	พ่นสาร fip60	-
6. ไม่ป้องกันกำจัด							

Nema = nematode tol 30 = tolfenpyrad 16% EC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร fip50 = fipronil 5 %SC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

ace30 = acetamiprid 20%SP อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร tol40 = tolfenpyrad 16% EC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

fip60 = fipronil 5 %SC อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

ดำเนินการทดลองในแปลงปลูกผักกวางตุ้ง ขนาดแปลงย่อย 10 ตารางเมตร ราดไส้เดือนฝอยตามกรรมวิธีเมื่อผักกวางตุ้งอายุ 0 วัน และเริ่มพ่นสารตามกรรมวิธี เมื่อพบตัวเต็มวัยด้วงหมัดผัก ด้วยถังพ่นสารแบบสุบโยกสะพายหลังชนิดแรงดันน้ำที่สามารถควบคุมแรงดันได้ อัตราการพ่นสาร 80 ลิตร/ไร่ สุ่มตรวจนับตัวเต็มวัยด้วงหมัดผักในแปลงผักกวางตุ้ง จำนวน 20 ต้นต่อแปลงย่อย ที่ผักกวางตุ้งอายุ 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 และ 35 วันหลังหว่านเมล็ด ในปี 2566 เมื่อผักกวางตุ้งอายุ 45 วัน ทำการสุ่มเก็บผลผลิตที่มีคุณภาพตลาด (marketable yield) จากพื้นที่ 1 ตารางเมตรต่อแปลงย่อย โดยสุ่มเก็บจากกลางแปลง กรรมวิธีละ 2 กิโลกรัม ส่งห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ด้วยเครื่อง LC-MS/MS ที่กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร บันทึกข้อมูลจำนวนด้วงหมัดผัก และน้ำหนักผลผลิต นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม IRRISTAT วิเคราะห์ข้อมูลจำนวนด้วงหมัดผักโดยวิธี

Analysis of Variance และ Analysis of Covariance เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ทำการแยกส่วนแบบกลุ่ม (Partitioning of sum of squares) โดยวิธี program-assisted Contrast Specification และคำนวณต้นทุนการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผัก

ผลการทดลองและวิจารณ์

ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผัก

แปลงที่ 1 อำเภอนาทม จังหวัดน่าน ปี 2565 (Table 1)

หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 0 และ 5 วัน พบว่า กรรมวิธีราดไล่เดือนฝอย กรรมวิธีพ่นสารฆ่าแมลง ร่วมกับการใช้ไล่เดือนฝอย (IPC I, II, III) กรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร และกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด ไม่พบ ด้วงหมัดผัก

หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 10, 15 และ 20 วัน พบว่า กรรมวิธี IPC I, IPC II, IPC III และกรรมวิธี พ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร พบด้วงหมัดผัก 0.15-1.24, 0.20-1.41, 0.20-0.85 และ 0.25-1.34 ตัวต่อ ต้น

ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัดซึ่งพบด้วงหมัด ผัก 0.48, 1.16 และ 2.09 ตัวต่อต้น ตามลำดับ แต่กรรมวิธีที่ราดไล่เดือนฝอยอย่างเดียว พบด้วงหมัดผัก 0.40, 0.99 และ 1.66 ตัวต่อต้น ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด เมื่อ เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกรรมวิธี IPC กับกรรมวิธีที่ราดไล่เดือนฝอยเพียงอย่างเดียว หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 10, 15 และ 20 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ราดไล่เดือนฝอยอย่างเดียว พบด้วงหมัดผักมากกว่าและแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มกรรมวิธี IPC เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกรรมวิธี IPC กับกรรมวิธีพ่นสาร กำจัดแมลงของเกษตรกร หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 10, 15 และ 20 วัน พบว่า จำนวนด้วงหมัดผักในกลุ่ม กรรมวิธี IPC ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกรซึ่งพบด้วงหมัดผัก 0.25, 0.60 และ 1.34 ตัวต่อต้น ตามลำดับ

หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 25, 30 และ 35 วัน พบว่า กรรมวิธี IPC I, IPC II, IPC III, กรรมวิธีพ่นสาร กำจัดแมลงของเกษตรกร และกรรมวิธีที่ราดไล่เดือนฝอยอย่างเดียว พบด้วงหมัดผัก 0.60-0.71, 0.85-1.56, 0.54-0.79, 0.54-0.99 และ 1.15-1.90 ตัวต่อต้น ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัดซึ่งพบด้วงหมัดผัก 2.18, 3.08 และ 3.60 ตัวต่อต้น ตามลำดับ เมื่อ เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกรรมวิธี IPC กับกรรมวิธีที่ราดไล่เดือนฝอยเพียงอย่างเดียว หลังการหว่านเมล็ด แล้ว 25, 30 และ 35 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ราดไล่เดือนฝอยอย่างเดียว พบจำนวนด้วงหมัดผักมากกว่าและ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มกรรมวิธี IPC และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกรรมวิธี IPC กับ กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร ที่ 30 วันหลังการหว่านเมล็ด พบว่า กลุ่มกรรมวิธี IPC ไม่มีความ แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกรซึ่งพบจำนวนด้วงหมัดผัก 0.70 ตัวต่อต้น ส่วน ที่ 25 และ 35 วันหลังการหว่านเมล็ด พบว่ากลุ่มกรรมวิธี IPC พบจำนวนด้วงหมัดผักแตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร ซึ่งพบจำนวนด้วงหมัดผัก 0.99 และ 0.54 ตัวต่อต้น ตามลำดับ

แปลงที่ 2 อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ปี 2566 (Table 2)

หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 0 และ 5 วัน พบว่า กรรมวิธีราดไล่เดือนฝอย กรรมวิธีพ่นสารฆ่าแมลง ร่วมกับการใช้ไล่เดือนฝอย (IPC I, II, III) กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร และกรรมวิธีไม่มีการป้องกัน กำจัด ไม่พบด้วงหมัดผัก

หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 10, 15 และ 20 วัน พบว่า กรรมวิธี IPC I, IPC II, IPC III กรรมวิธีที่ราดไล่เดือนฝอยอย่างเดียว และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร พบด้วงหมัดผัก 0.04-0.48, 0.09-0.49, 0.04-0.65, 0.14-0.78 และ 0.29-0.85 ตัวต่อต้น ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัดซึ่งพบด้วงหมัดผัก 0.48, 1.41 และ 1.39 ตัวต่อต้น ตามลำดับ เมื่อเปรียบ

Table 1 Efficacy and chinese cabbage yield through Integrated Pest Control (IPC) using insecticides and entomopathogenic nematodes for the control of flea beetles (*Phyllotetra* spp.) on Chinese cabbage in Tha Maka district, Kanchanaburi province, January - February 2022.

Treatment	No. flea beetle /plant after sowing ^{1/}								Yield (kg./ rai)
	0 days	5 days	10 days	15 days	20 days	25 days	30 days	35 days	
1. Nematodes 7 times	0	0	0.40 b	0.99 bc	1.66 bc	1.15 d	1.71 c	1.90 b	2,576
2. IPC I	0	0	0.15 a	0.61 a	1.24 ab	0.71 a	0.60 ab	0.65 a	3,296
3. IPC II	0	0	0.20 a	0.70 ab	1.41 b	0.90 bc	0.85 b	1.56 b	2,752
4. IPC III	0	0	0.20 a	0.41 a	0.85 a	0.79 ab	0.54 a	0.63 a	2,880
5. Farmer practice	0	0	0.25 a	0.60 a	1.34 b	0.99 c	0.70 ab	0.54 a	3,120
6. Untreated	0	0	0.48 b	1.16 c	2.09 c	2.18 e	3.08 d	3.60 c	2,432
C.V. (%)	-	-	32.7	27.2	19.8	8.9	18.0	22.4	21.7
R.E.(%) ^{2/}	-	-	-	71.0	71.4	61.7	13.0	16.9	-
Nematodes VS IPC	-	-	**	**	**	**	**	**	ns
IPC VS Farmer practice	-	-	ns	ns	ns	**	ns	*	ns
Treated VS Untreated	-	-	**	**	**	**	**	**	ns

^{1/} In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT ^{2/} Relative efficiency

* indicates statistical difference by F-Test ($p < 0.05$) ** indicates highly statistical difference by F-Test ($p < 0.01$) ns indicates non-significance by F-Test ($p > 0.05$)

Table 2 Efficacy and chinese cabbage marketable yield through Integrated Pest Control (IPC) using insecticides and entomopathogenic nematodes for the control of flea beetles (*Phyllotetra* spp.) on Chinese cabbage in Tha Maka district, Kanchanaburi province, January - March 2023.

Treatment	No. flea beetle /plant after sowing ^{1/}								Marketable yield (kg./ rai)
	0 days	5 days	10 days	15 days	20 days	25 days	30 days	35 days	
1. Nematodes 7 times	0	0	0.14 b	0.74 a	0.78 c	1.46 b	0.81 a	2.43 b	2,336 c
2. IPC I	0	0	0.04 a	0.48 a	0.39 a	0.89 a	1.21 bc	1.36 a	3,488 b
3. IPC II	0	0	0.09 ab	0.49 a	0.44 ab	1.43 b	1.14 b	2.16 b	2,736 c
4. IPC III	0	0	0.04 a	0.65 a	0.60 bc	1.03 a	1.24 bc	1.16 a	4,448 a
5. Farmer practice	0	0	0.29 c	0.85 ab	0.76 c	1.89 c	1.18 bc	2.41 b	3,904 ab
6. Untreated	0	0	0.48 d	1.41 b	1.39 d	2.45 d	1.51 c	3.90 c	1,264 d
C.V. (%)	-	-	34.7	51.2	20.7	14.8	16.8	11.7	14.4
R.E.(%) ^{2/}	-	-	-	32.3	78.4	41.1	37.3	69.7	-
Nematodes VS IPC			*	ns	**	*	**	**	**
IPC VS Farmer practice	-	-	**	ns	**	**	ns	**	ns
Treated VS Untreated	-	-	**	**	**	**	**	**	**

^{1/} In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT ^{2/} Relative efficiency

* indicates statistical difference by F-Test ($p < 0.05$) ** indicates highly statistical difference by F-Test ($p < 0.01$) ns indicates non-significance by F-Test ($p > 0.05$)

กับกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัดซึ่งพบด้วงหมัดผัก 0.48, 1.41 และ 1.39 ตัวต่อต้น ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกรรมวิธี IPC กับกรรมวิธีที่ราดไล่เดือนฝอยเพียงอย่างเดียว หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 10 และ 20 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ราดไล่เดือนฝอยเพียงอย่างเดียว พบด้วงหมัดผัก 0.14 และ 0.78 ตัวต่อต้น ตามลำดับ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มกรรมวิธี IPC ซึ่งพบพบด้วงหมัดผัก 0.04-0.09 และ 0.39-0.60 ตัวต่อต้น ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกรรมวิธี IPC กับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 10 และ 20 วัน พบจำนวนด้วงหมัดผักในกลุ่มกรรมวิธี IPC น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 0.29 และ 0.76 ตัวต่อต้น ตามลำดับ แต่หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 15 วัน พบว่า จำนวนด้วงหมัดผักในกลุ่มกรรมวิธี IPC 0.48-0.65 ตัวต่อต้น ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกรซึ่งพบด้วงหมัดผัก 0.85 ตัวต่อต้น

หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 25, 30 และ 35 วัน พบว่า กรรมวิธี IPC I, IPC II, IPC III, กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร และกรรมวิธีที่ราดไล่เดือนฝอยเพียงอย่างเดียว พบด้วงหมัดผัก 0.89-1.36, 1.14-2.16, 1.03-1.24, 1.18-2.41 และ 0.81-2.43 ตัวต่อต้น ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ป้องกันกำจัดซึ่งพบด้วงหมัดผัก 2.45, 1.51 และ 3.90 ตัวต่อต้น ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกรรมวิธี IPC กับกรรมวิธีที่ราดไล่เดือนฝอยเพียงอย่างเดียว หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 25 และ 35 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ราดไล่เดือนฝอยเพียงอย่างเดียว พบด้วงหมัดผัก 1.46 และ 2.43 ตัวต่อต้น ตามลำดับ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มกรรมวิธี IPC I ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 0.89 และ 1.36 ตัวต่อต้น และ IPC III ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 1.03 และ 1.16 ตัวต่อต้น ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกรรมวิธี IPC กับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร พบว่าที่ 30 วันหลังการหว่านเมล็ด กลุ่มกรรมวิธี IPC พบด้วงหมัดผัก 1.14-1.24 ตัวต่อต้น ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกรซึ่งพบด้วงหมัดผัก 1.18 ตัวต่อต้น แต่ที่ 25 และ 35 วันหลังการหว่านเมล็ด กลุ่มกรรมวิธี IPC พบด้วงหมัดผัก 0.89-1.43 และ 1.16-2.16 ตัวต่อต้น ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกรซึ่งพบด้วงหมัดผัก 1.89 และ 2.41 ตัวต่อต้น ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาข้อมูลประสิทธิภาพการป้องกันกำจัด ทั้ง 2 การทดลอง พบว่า กรรมวิธี IPC มีการพ่นสาร tolfeprad 16% EC (กลุ่ม 21A) อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร fipronil 5% SC (กลุ่ม 2B) อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และ acetamiprid 20% SP (กลุ่ม 4A) อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร แบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ในฤดูการผลิต ส่วนกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกรมีการเน้นการพ่นสาร fipronil 5% SC (กลุ่ม 2B) อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร โดยมีการพ่นสาร tolfeprad 16% EC (กลุ่ม 21A) อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตรเพียง 1 ครั้ง แม้จะใช้ชนิดของสารกำจัดแมลงใกล้เคียงกัน แต่มีอัตราการใช้สารสูงกว่ากรรมวิธี IPC แต่กรรมวิธี IPC ให้ประสิทธิภาพผลในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักไม่แตกต่างจากกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร สอดคล้องกับคำแนะนำของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช (2564); Bennett (2012); CropLife Australia (2019) และ IRAC (2020, 2021) โดยใช้วิธีการจัดการความต้านทานที่ถูกต้องและเหมาะสม นอกจากใช้สารแบบหมุนเวียนหลาย ๆ กลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ที่ออกฤทธิ์เฉพาะเจาะจงกับแมลงที่ต้องการกำจัดแล้ว ควรเลือกใช้สารกำจัดแมลงกลุ่มที่มีประสิทธิภาพตามคำแนะนำ นอกจากนั้นการ

ใช้ชีวภัณฑ์ไส้เดือนฝอยสามารถใช้ร่วมกับการใช้สารกำจัดแมลงได้ สอดคล้องกับ Kwizera and Susurluk (2017) ซึ่งรายงานว่า สาร acetamiprid สามารถใช้ในการกำจัดแมลงในดินได้ โดยไม่มีอันตรายร้ายแรงต่อไส้เดือนฝอยกำจัดแมลง *S. feltiae* และ *S. carpocapsae* เช่นเดียวกับ García and Jové (2005) แนะนำให้มีการใช้สาร fipronil ร่วมกับการใช้ไส้เดือนฝอยกำจัดแมลง *S. carpocapsae* *S. arenarium* และ *Heterorhabditis bacteriophora* ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสานในสภาพแปลงผลผลิต (Table 1, 2)

ในปี 2565 ทำการสุ่มเก็บผลผลิตที่ไม่ใช่ผลผลิตที่มีคุณภาพตลาด เนื่องจากฝนตกหนัก พบว่ากรรมวิธีที่ราดไส้เดือนฝอยอย่างเดียว กลุ่มกรรมวิธี IPC และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร ได้ผลผลิต 2,576-3,296 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัดที่ได้ผลผลิต 2,432 กิโลกรัมต่อไร่

ในปี 2566 การสุ่มเก็บผลผลิตคุณภาพตลาด พบว่า กรรมวิธี IPC III ให้ผลผลิตคุณภาพตลาดสูงที่สุด 4,448 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร ที่ให้ผลผลิตคุณภาพตลาด 3,904 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ IPC I IPC II กรรมวิธีที่ราดไส้เดือนฝอยอย่างเดียว ให้ผลผลิตคุณภาพตลาด 3,488, 2,736 และ 2,336 ตามลำดับ โดยกรรมวิธีที่ไม่ป้องกันกำจัดที่ได้ผลผลิตน้อยที่สุดเพียง 1,264 กิโลกรัมต่อไร่

พืชตกค้างในผลผลิต (Table 3)

ในปี 2566 ดำเนินการเก็บผลผลิตส่งวิเคราะห์พืชตกค้างของสารกำจัดแมลง 3 ชนิด คือ acetamiprid fipronil และ tolfeprad หลังจากดำเนินการป้องกันกำจัดตามกรรมวิธีครั้งสุดท้ายแล้ว 10 วัน ผลการวิเคราะห์ พบว่า ผลผลิตผักวางตุ้งในกรรมวิธี IPC I, II และ III กรรมวิธีราดไส้เดือนฝอยอย่างเดียว และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร ไม่ตรวจพบสารกำจัดแมลงทั้ง 3 ชนิด

ต้นทุนการป้องกันกำจัด (Table 4)

พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร มีต้นทุนการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักต่ำที่สุด 914 บาท/ไร่/ฤดูการผลิต รองลงมาคือ กรรมวิธี IPC III มีต้นทุนการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผัก 2,008 บาท/ไร่/ฤดูการผลิต ส่วนกรรมวิธีที่ราดไส้เดือนฝอยอย่างเดียว มีต้นทุนการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักสูงที่สุด 6,720 บาท/ไร่/ฤดูการผลิต

Table 3 Insecticide residues through Integrated Pest Control (IPC) using insecticides and entomopathogenic nematodes for the control of flea beetles ; (*Phyllotetra* spp.) on Chinese cabbage in Tha Maka district, Kanchanaburi province, January - March 2023.

Treatment	Residues concentration (mg/kg)		
	acetamiprid	fipronil	tolfenpyrad
1. Nematodes 7 times	ND ^{1/}	ND	ND
2. IPC I	ND	ND	ND
3. IPC II	ND	ND	ND
4. IPC III	ND	ND	ND
5. Farmer practice	ND	ND	ND
6. Untreated	ND	ND	ND

^{1/} Not Detect

Nematode = *S. carpocapsae* every 5 days 7 times

IPC I = *S. carpocapsae*/ *S. carpocapsae*+tol/ tol/ tol/ fip/ *S. carpocapsae*/ *S. carpocapsae*

IPC II = *S. carpocapsae*/ *S. carpocapsae*+aceta/ ace / ace /fip/ *S. carpocapsae*/ *S. carpocapsae*

IPC III = -/ tol/ tol/ fip/ fip/ ace / *S. carpocapsae*

Farmer practice = - / -/ fip/ fip/ tol/ fip/ fip

Table 4 Average cost through Integrated Pest Control (IPC) using insecticides and entomopathogenic nematodes for the control of flea beetles ; (*Phyllotetra* spp.) on Chinese cabbage

Treatment	Cost ^{1/} (baht/rai/crop ^{2/})
1. Nematodes 7 times	6,720
2. IPC I	4,886
3. IPC II	4,562
4. IPC III	2,008
5. Farmer practice	914

^{1/}price of product in year2023 ^{2/} spray volume: 80 liters/rai (80 tree/rai)

Nematode = *S. carpocapsae* every 5 days 7 times

IPC I = *S. carpocapsae*/ *S. carpocapsae*+tol/ tol/ tol/ fip/ *S. carpocapsae*/ *S. carpocapsae*

IPC II = *S. carpocapsae*/ *S. carpocapsae*+ace/ ace / ace /fip/ *S. carpocapsae*/ *S. carpocapsae*

IPC III = -/ tol/ tol/ fip/ fip/ ace / *S. carpocapsae*

Farmer practice = - / -/ fip/ fip/ tol/ fip/ fip

เมื่อพิจารณาข้อมูลประสิทธิภาพการป้องกันกำจัด ผลผลิต และพืชตกค้างของสารกำจัดแมลง พบว่า กรรมวิธี IPC III และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร ให้ประสิทธิภาพผลการป้องกันกำจัด ปริมาณ ผลผลิต และพืชตกค้าง ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณาเรื่องต้นทุน พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง ของเกษตรกรใช้ต้นทุนการป้องกันกำจัดน้อยที่สุด แต่มีการใช้อัตราสารกำจัดแมลงมากกว่ากรรมวิธี IPC III เมื่อ พิจารณาด้านต้นทุนการป้องกันกำจัดในกรรมวิธี IPC III พบว่ามีการใช้ไล่เดือนฝอยซึ่งมีต้นทุนการใช้สูงถึง 960 บาท/ไร่/ครั้ง จึงควรนำการพ่นสารกำจัดแมลงแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ วิธี IPC ไปประยุกต์ใช้ ในระบบการบริหารศัตรูพืช ซึ่งมีการประเมินสถานการณ์ศัตรูพืช และใช้ระดับการตัดสินใจ (action threshold, AT) โดยพิจารณาถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจก่อนตัดสินใจพ่นสารป้องกันกำจัด หากไม่มีการใช้ไล่เดือนฝอย ควรเว้นระยะก่อนการเก็บเกี่ยวอย่างน้อย 10 วัน

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การวิจัยการใช้สารฆ่าแมลงร่วมกับการใช้ไล่เดือนฝอย (*Steinernema carpocapsae*) ในการ ป้องกันกำจัดด้วงหมัดผัก (*Phyllotreta* spp.) ในผักกวางตุ้ง ดำเนินการทดลองในแปลงเกษตรกร ที่อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ 2565 และเดือนมกราคม - มีนาคม 2566 พบว่า กรรมวิธี IPC หรือการใช้ไล่เดือนฝอย ร่วมกับสารกำจัดแมลง toltenpyrad 16% EC (Group 21A), fipronil 5 %SC (Group 2B), และ acetamiprid 20%SP (Group 4A) แบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ ทั้ง 3 รูปแบบ มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักดีเทียบเท่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร และมีจำนวนด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด และให้ผลผลิตผักกวางตุ้งคุณภาพตลาดมากกว่ากรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด ทุกกรรมวิธีไม่พบพืชตกค้างใน ผลผลิต โดยกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกรใช้ต้นทุนในการป้องกันกำจัดเพียง 914 บาท/ไร่ ต่ำกว่า กรรมวิธี IPC III ซึ่งใช้ต้นทุนการป้องกันกำจัดสูงถึง 2,008 บาท เนื่องจากการใช้ไล่เดือนฝอย ฉะนั้นจึงควรนำ การพ่นสารกำจัดแมลงแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ ในกรรมวิธีการ IPC ไปประยุกต์ใช้ในระบบการ บริหารศัตรูพืช (Pest Management, PM) ซึ่งมีการประเมินสถานการณ์ศัตรูพืช และใช้ระดับการตัดสินใจ (action threshold, AT) ก่อนตัดสินใจป้องกันกำจัดโดยพิจารณาถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ และเว้นระยะ ก่อนการเก็บเกี่ยวอย่างน้อย 10 วัน เพื่อให้ได้ผลผลิตผักกวางตุ้งที่มีทั้งปริมาณและคุณภาพได้มาตรฐาน ปราศจากสารพิษตกค้าง และมีความปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คุณเสมา โชควนากุล เกษตรกรเจ้าของแปลง อำเภอศรีท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ที่ อนุเคราะห์แปลงทดลอง คุณวนาพร วงษ์นิคม นักกีฏวิทยาชำนาญการที่ช่วยตรวจและแก้ไขบทความ คุณณิชาพร จำปะวียง คุณกัญญภาศ ตาแก้ว คุณวงศ์สยาม นิสสัย นักวิชาการเกษตร ที่ช่วยดำเนินการเก็บและรวบรวม ข้อมูลเบื้องต้น จึงทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- จอมสุรางค์ ดวงธิดา วรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บุรณพานิชพันธุ์ และจิราพร ตยุดิวิฏกุล. 2551. ความต้านทานฤทธิ์สารฆ่าแมลงบางชนิดของด้วงหมัดผักแถบปลายในเขตภาคเหนือตอนล่าง. วิทยาสารกำแพงแสน. 6(2): 15-26.
- ศรีจันทร์ ศรีจันทร์ และ พงษ์ชาติ ปุณวัฒน์. 2566. เอกสารวิชาการ คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลง-สัตว์ศัตรูพืชอย่างปลอดภัย...จากงานวิจัย ปี 2566. กลุ่มบริหารศัตรูพืช/กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 268 หน้า.
- สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 2564. เอกสารวิชาการ การใช้สารกำจัดแมลงและไรศัตรูพืชเพื่อแก้ปัญหาความต้านทานศัตรูพืช. กรมวิชาการเกษตรกรุงเทพฯ. 146 หน้า.
- Bennett, A. 2012. IRAC Resistance and resistance management. Available at: <http://www.irac-online.org>. Accessed: April 12, 2021.
- Cech R., F. Leisch and J. Zaller. 2022. Pesticide use and associated greenhouse gas emissions in sugar beet, apples and viticulture in Austria from 2000 to 2019. Available at : <https://mdpi.com/journal/agriculture> . Accessed: January 22, 2023.
- CropLife Australia, 2019. Insecticide resistance management strategies. Available at: <http://www.croplife.org.au>. Accessed: June 27, 2019.
- García del Pino F. and Jové M. 2005. Compatibility of entomopathogenic nematodes with fipronil. Available at : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16336717/>. Accessed: October 21, 2027.
- IRAC. 2020. IRAC mode of action classification scheme. Available at: <http://www.irac-online.org>. Accessed: March 27, 2020.
- IRAC. 2021. General principle of insecticide resistance management from IRAC. Available at: <http://www.irac-online.org>. Accessed: March 27, 2021.
- Vital K. and IA Susurluk. 2017. Evaluation of the effects of some insecticides based on neonicotinoids on entomopathogenic nematodes, *Steinernema feltiae* and *S. carpocapsae* Available at:https://www.researchgate.net/publication/328478000_Evaluation_of_the_effects_of_some_insecticides_based_on_neonicotinoids_on_entomopathogenic_nematodes_Steinernema_feltiae_and_S_carpocapsae. Accessed: October 21, 2027.

การใช้สารกำจัดแมลงแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ร่วมกับการใช้ไส้เดือนฝอย (*Steinernema carpocapsae*) ในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักในผักกาดหัว

วิไลวรรณ เวชยันต์¹ พวงผกา อ่างมณี¹ ประพันธ์ เคนท้าว² สิริกัญญา ชุนวิเศษ¹

ศรีจันทร์ ศรีจันทร์¹

¹สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

²กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

การใช้สารกำจัดแมลงในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงและพืชตกค้างโดยเฉพาะในพืชผัก งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางประยุกต์ใช้สารกำจัดแมลงร่วมกับการใช้ไส้เดือนฝอย (*Steinernema carpocapsae*) ในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักในผักกาดหัว ดำเนินการที่แปลงผักกาดหัวของเกษตรกร อำเภอนาทม และอำเภอนาทม จังหวัดกาฬสินธุ์ ระหว่างเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2567 วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี โดยเปรียบเทียบรูปแบบการใช้สารกำจัดแมลงหลากหลายกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ tolfeprad 16% EC (กลุ่ม 21A) fipronil 5% SC (กลุ่ม 2B) และ acetamiprid 20% SP (กลุ่ม 4A) ร่วมกับการใช้ไส้เดือนฝอย (*S. carpocapsae*) ใน 2 รูปแบบ กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลง tolfeprad 16% EC (กลุ่ม 21A) fipronil 5 % SC (กลุ่ม 2B) แบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ (IRM) และกรรมวิธีใช้ไส้เดือนฝอย เปรียบเทียบกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร และกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธี IPC รูปแบบที่ I และ II และกรรมวิธี IRM มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักดีเทียบเท่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร และมีจำนวนด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด โดยกรรมวิธี IPC I ให้ผลผลิตผักกาดหัวคุณภาพตลาดเทียบเท่ากรรมวิธี IRM แต่เทียบเท่าถึงมากกว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร และทุกกรรมวิธีไม่พบพืชตกค้างในผลผลิต กรรมวิธี IRM ใช้ต้นทุนในการป้องกันกำจัด 1,146 บาท/ไร่/ฤดูกาลผลิต น้อยกว่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร และกรรมวิธี IPC I ซึ่งใช้ต้นทุนการป้องกันกำจัด 1,296 และ 7,866 บาท/ไร่/ฤดูกาลผลิต ตามลำดับ การใช้สารกำจัดแมลงแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์รูปแบบที่เหมาะสมสามารถป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักในผักกาดหัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถลดปัญหาความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงและพืชตกค้างได้ในอนาคต

คำหลัก: การป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน พืชผัก พืชตกค้าง

OE-17

ภาคบรรยาย

Application of Rotation Spraying Insecticides with Different Mode of Action Integrated with Entomopathogenic Nematodes (*Steinernema carpocapsae*) for Controlling Flea Beetle on White Radish

Wilaiwan Wetchayan¹ Puangpakar Angmani¹ Prapan Kenthao²

Sirikanya Khunwiset¹ Srijumnun Srijuntra¹

¹Plant Protection Research Development Office, Bangkok 10900

²Agriculture Production Science Research and Development Division,
Department of Agriculture, Bangkok 10900

ABSTRACT

The increase in insecticide used has resulted in insecticide resistance residues problem, particularly in vegetables. This study aimed to apply an integration of insecticides and entomopathogenic nematodes (*Steinernema carpocapsae*) to control flea beetles in white radish yield. The experiments were conducted at farmers' white radish plantations in the Tha Maka and Tha Muang districts of Kanchanaburi province during January-February 2024. The experiments were designed in RCB with 6 treatments and 4 replications. The treatments were composed of an integration of insecticides using different modes of action were tested: tolfeprad 16% EC (Group 21A), fipronil 5% SC (Group 2B), and acetamiprid 20% SP (Group 4A); along with entomopathogenic nematodes applied in two patterns, and rotation spraying of insecticides with different modes of action (IRM), including tolfeprad 16% EC (Group 21A) and fipronil 5% SC (Group 2B). The entomopathogenic nematode-only method was also included. These were compared with the farmer's spraying method and untreated control. The result revealed that the IPC approach Patterns I and II, along with the IRM method, was effective in controlling flea beetles, comparable to the farmer's insecticide spraying practices. Additionally, all IPC and IRM practices resulted in fewer flea beetles and showed statistically significant differences compared to the untreated control. IPC I resulted in marketable yields that were not significantly different from those achieved with the IRM method but were equal to higher than those obtained from the farmer's spraying practices. No pesticide residues were found in white radish harvested from any of the treatments. The cost of the IRM was 1,146 Baht/rai/crop, which was lower than the farmer's spraying practices and IPC I which had costs of 1,296 and 7,866 Baht/rai/crop, respectively, for controlling flea beetles. Using proper insecticide rotation with different mode of action can effectively control in white radish and reduce insecticide resistance and residues problem in the future.

Keywords: Integrated Pest Control (IPC), vegetable, residue

คำนำ

ด้วงหมัดผักเป็นศัตรูสำคัญของพืชผักตระกูลกะหล่ำโดยเฉพาะผักกาดหัวซึ่งผลผลิตอยู่ส่วนใหญ่ในสวน โดยตัวอ่อนของด้วงหมัดผักกัดกินหรือซ่อนไข่เข้าไปทำลายบริเวณรากของผักกาดหัว ส่วนตัวเต็มวัยกัดกินผิวใบทำให้ใบมีรูพรุน หากพบการระบาดรุนแรง ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตลดลง หัวผักกาดมีลักษณะบิดเบี้ยว แคระแกรน คุณภาพไม่เป็นที่ต้องการของตลาด และเนื่องจากพืชผักเป็นกลุ่มพืชที่มีอายุสั้นเกษตรกรจึงนิยมพ่นสารเคมีกำจัดแมลงใน การป้องกันกำจัดอย่างต่อเนื่องเพื่อลดประชากรด้วงหมัดผักอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ปริมาณและคุณภาพผลผลิต ตามความต้องการของตลาด อาจส่งผลให้มีการตกค้างของสารกำจัดแมลงในผลผลิต ศรีจันทร์และพุทธิชาติ (2566) แนะนำสารกำจัดแมลงและชีวภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผัก ได้แก่ fipronil dinotefuran tolfeprydaz profenofos prothiofos acetamiprid carbaryl และไส้เดือนฝอย *Steinernema carpocapsae* จอมสุรางค์ และคณะ (2551) รายงานว่าด้วงหมัดผักในแหล่งปลูกพืชตระกูล กะหล่ำจังหวัดพิษณุโลก เพชรบูรณ์ นครสวรรค์ อุตรดิตถ์ ตาก เชียงใหม่ และนนทบุรี พบว่า ต้านทานต่อสาร carbaryl มากที่สุด และสารที่แมลงต้านทานน้อยที่สุดคือ fipronil

การป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน (Integrated Pest Control, IPC) ถือเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างยั่งยืน งานวิจัยนี้จึงนำวิธีการพ่นสารกำจัดแมลงแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์เพื่อกำจัดตัวเต็มวัยที่อยู่เหนือดินรวมกับการใช้ชีวภัณฑ์ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* เพื่อกำจัดตัวอ่อนที่อยู่ใต้ผิวดินมาใช้ร่วมกันในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผัก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้รูปแบบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน ที่มีประสิทธิภาพดีในลดปริมาณประชากรด้วงหมัดผักทั้งระยะตัวเต็มวัยและตัวอ่อนในสภาพแปลงให้มีระดับต่ำตลอดการผลิต สามารถลดพิษตกค้างในผลผลิต ตลอดจนชะลอปัญหาความต้านทานของด้วงหมัดผักต่อสารกำจัดแมลง เพื่อใช้เป็นคำแนะนำให้เกษตรกรผู้ปลูกผักกาดหัวนำไปใช้ในแปลง เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีปริมาณและคุณภาพ ได้มาตรฐานเกษตรที่ดีที่เหมาะสม (GAP) และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบริหารศัตรูพืชแบบผสมผสาน เพื่อนำไปสู่การผลิตอาหารปลอดภัยตามมาตรฐานสากล

วิธีดำเนินการ

ดำเนินการทดสอบรูปแบบการใช้สารกำจัดแมลงแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ร่วมกับการใช้ชีวภัณฑ์ไส้เดือนฝอยในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักในแปลงผักกาดหัวของเกษตรกร อำเภอท่ามะกา และอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนมกราคม - กุมภาพันธ์ 2567 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี	อายุผักกาดหัว หลังหว่านเมล็ด (วัน)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
1. ราดชีวภัณฑ์ ไส้เดือนฝอย 8 ครั้ง	ราด Nema	ราด Nema	ราด Nema	ราด Nema	ราด Nema	ราด Nema	ราด Nema	ราด Nema
กรรมวิธี	อายุผักกาดหัว หลังหว่านเมล็ด (วัน)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
2. IPC I	-	ราด Nema	ราด Nema พ่นสาร tol30	ราด Nema พ่นสาร tol30	ราด Nema พ่นสาร tol30	ราด Nema พ่นสาร fip50	ราด Nema พ่นสาร fip50	ราด Nema พ่นสาร fip50
3. IPC II	-	ราด Nema	ราด Nema พ่นสาร ace30	ราด Nema พ่นสาร ace30	ราด Nema พ่นสาร ace30	ราด Nema พ่นสาร fip50	ราด Nema พ่นสาร fip50	ราด Nema พ่นสาร fip50
4. IRM	-	-	พ่นสาร tol30	พ่นสาร tol30	พ่นสาร tol30	พ่นสาร fip50	พ่นสาร fip50	พ่นสาร fip50
5. วิธีพ่นสาร กำจัดแมลงของ เกษตรกร	-	-	พ่นสาร fip60	พ่นสาร fip60	พ่นสาร tol40	พ่นสาร tol40	พ่นสาร fip60	พ่นสาร fip60
6. ไม่ป้องกันกำจัด								

Nema = nematode tol 30 = tolfenpyrad 16% EC อัตรา 30 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร fip50 = fipronil 5 %SC อัตรา 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

ace30 = acetamiprid 20%SP อัตรา 30 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร tol40 = tolfenpyrad 16% EC อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

fip60 = fipronil 5 %SC อัตรา 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

ดำเนินการทดลองในแปลงปลูกผักกาดหัว ขนาดแปลงย่อย 12 ตารางเมตร ราดไส้เดือนฝอยตามกรรมวิธีเมื่อผักกาดหัวอายุ 0 วัน และเริ่มพ่นสารตามกรรมวิธี เมื่อพบตัวเต็มวัยด้วงหมัดผัก พ่นสารตามกรรมวิธีต่าง ๆ ด้วยถังพ่นสารแบบสับโยกสะพายหลังที่สามารถควบคุมแรงดันได้ อัตราการพ่นสาร 80 ลิตร/ไร่ สุ่มตรวจนับตัวเต็มวัยด้วงหมัดผักในแปลงผักกาดหัว จำนวน 20 ต้นต่อแปลงย่อย ที่ผักกาดหัวอายุ 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 และ 45 วันหลังหว่านเมล็ด เมื่อผักกาดหัวอายุ 45 วัน ทำการสุ่มเก็บผลผลิตที่มีคุณภาพตลาด (marketable yield) จากพื้นที่ 1 ตารางเมตรต่อแปลงย่อย โดยสุ่มเก็บจากกลางแปลง กรรมวิธีละ 2 กิโลกรัม ส่งห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ด้วยเครื่อง LC-MS/MS ที่กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทาง

การเกษตร กรมวิชาการเกษตร บันทึกข้อมูลจำนวนด้วงหมัดผัก และน้ำหนักรวมผลผลิต นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม IRRISTAT วิเคราะห์ข้อมูลจำนวนด้วงหมัดผักโดยวิธี Analysis of Variance และ Analysis of Covariance เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan Multiple Range Test (DMRT) ทำการแยกส่วนแบบกลุ่ม (Partitioning of sum of squares) โดยวิธี program-assisted Contrast Specification และคำนวณต้นทุนการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผัก

ผลการทดลองและวิจารณ์

ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผัก

แปลงที่ 1 อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี (Table 1)

หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 0 และ 5 วัน พบว่า กรรมวิธีราดไล่เดือนฝอย กรรมวิธีพ่นสารฆ่าแมลงรวมกับการใช้ไล่เดือนฝอย (IPC I และ II) กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ (IRM) กรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร และกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด ไม่พบด้วงหมัดผัก

หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 10 วัน พบว่า กรรมวิธีราดไล่เดือนฝอย กรรมวิธี IPC I IPC II กรรมวิธี IRM และกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร พบด้วงหมัดผัก 0.98, 0.80, 0.74, 0.69 และ 0.78 ตัวต่อต้น ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 0.70 ตัวต่อต้น

หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 15, 20 และ 25 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่มีการป้องกันกำจัด พบด้วงหมัดผัก 1.06-1.49, 0.45-1.34 และ 0.20-1.40 ตัวต่อต้น ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 1.88, 2.92 และ 3.00 ตัวต่อต้น ตามลำดับ โดยหลังการหว่านเมล็ดแล้ว 15 วัน พบว่า กรรมวิธีที่ราดไล่เดือนฝอยพบด้วงหมัดผัก 1.06 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธี IPC I และกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 1.23 และ 1.25 ตัวต่อต้น ตามลำดับ แต่น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี IPC II และกรรมวิธี IRM ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 1.49 และ 1.46 ตัวต่อต้น ตามลำดับ หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 20 วัน พบว่า กรรมวิธี IRM พบด้วงหมัดผักน้อยที่สุดเพียง 0.45 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี IPC I IPC II กรรมวิธีราดไล่เดือนฝอย และกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร ที่พบด้วงหมัดผัก 0.75, 0.88, 1.16 และ 1.34 ตัวต่อต้น ตามลำดับ หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 25 วัน พบว่า กรรมวิธี IRM พบด้วงหมัดผักน้อยที่สุดเพียง 0.20 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี IPC II IPC I กรรมวิธีราดไล่เดือนฝอย และกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร ที่พบด้วงหมัดผัก 0.45, 0.73, 0.86 และ 1.40 ตัวต่อต้น ตามลำดับ

หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 30, 35 และ 40 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่มีการป้องกันกำจัดและกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร พบด้วงหมัดผัก 0.36-1.06, 0.16-0.40 และ 0.25-0.75 ตัวต่อต้น ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 2.71, 2.64 และ 2.50 ตัวต่อต้น ตามลำดับ โดยหลังการหว่านเมล็ดแล้ว 30 วัน พบว่า กรรมวิธี IRM และกรรมวิธี IPC I พบด้วงหมัดผัก 0.36 และ 0.38 ตัวต่อต้น ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี IPC II กรรมวิธีราดไล่เดือนฝอย และกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 0.60, 0.74 และ 1.06 ตัวต่อต้น ตามลำดับ

หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 35 วัน พบว่า กรรมวิธี IPC I และกรรมวิธีราดไล่เดือนฝอย พบด้วงหมัดผัก 0.16 และ 0.20 ตัวต่อต้น ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 0.30 ตัวต่อต้น แต่น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี IPC II และกรรมวิธี IRM ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 0.38 และ 0.40 ตัวต่อต้น ตามลำดับ หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 40 วัน พบว่า กรรมวิธี IPC I พบด้วงหมัดผัก 0.25 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี IRM กรรมวิธี IPC II กรรมวิธีราดไล่เดือนฝอย และ กรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 0.44, 0.44, 0.54 และ 0.75 ตัวต่อต้น ตามลำดับ

Table 1 Efficacy through Integrated Pest Control (IPC) using insecticides and entomopathogenic nematodes and rotation spraying of insecticides with different modes of action (IRM) for the control of flea beetles (*Phyllotetra* spp.) on white radish in Tha Muang district, Kanchanaburi province, between January-February 2024.

Treatment	No. flea beetle /plant after sowing ^{1/}										Marketable yield (kg./rai)
	0 days	5 days	10 days	15 days	20 days	25 days	30 days	35 days	40 days	45 days	
Nematodes 8 times	-	-	0.98	1.06 a	1.16 bc	0.86 c	0.74 bc	0.20 a	0.54 bc	0.48 a	1,440 d
IPC I: -/nema / nema+ tol30/ nema +tol30/ nema+ tol30/ nema+ fip50/ nema+ fip50/nema+ fip50/nema+ fip50/nema+ fip50/nema+ fip50	-	-	0.80	1.23 ab	0.75 b	0.73 bc	0.38 a	0.16 a	0.25 a	0.40 a	5,384 a
IPC II: -/nema /nema+ ace30/nema+ace30/nema+ ace30/ nema+ fip50 / nema+ fip50/ nema+ fip50	-	-	0.74	1.49 bc	0.88 bc	0.45 b	0.60 b	0.38 b	0.44 b	0.50 a	4,704 b
IRM : - / - / tol30 / tol30 / tol30 / fip50 / fip50 / fip50	-	-	0.69	1.46 bc	0.45 a	0.20 a	0.36 a	0.40 b	0.44 b	0.35 a	5,064 ab
Farmer practice : - / - / fip60 / fip60 / tol40 / tol40 / fip60 / fip60 untreated	-	-	0.78	1.25 ab	1.34 c	1.40 d	1.06 c	0.30 ab	0.75 c	0.80 b	3,760 c
	-	-	0.70	1.88 c	2.92 d	3.00 e	2.71 d	2.64 c	2.50 d	3.78 c	0.00 e
C.V. (%)	-	-	29.9	17.3	23.9	16.6	22.5	30.1	15.6	26.0	12.4
R.E.(%) ^{2/}	-	-	-	91.1	70.5	42.1	23.0	36.4	28.3	25.5	-
IPC VS Nematodes	-	-	ns	*	*	**	ns	ns	*	ns	**
IPC VS IRM	-	-	ns	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	ns
IPC VS Farmer practice	-	-	ns	ns	**	**	**	ns	**	ns	**
Treated VS Untreated	-	-	ns	**	**	**	**	**	**	**	**

^{1/} In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT ^{2/} Relative efficiency

ns indicates non-significance by F-Test ($p>0.05$) * indicates statistical difference by F-Test ($p<0.05$) ** indicates highly statistical difference by F-Test ($p<0.01$)

หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 45 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่มีการป้องกันกำจัด พบด้วงหมัดผัก 0.35-0.80 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 3.78 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่ป้องกันกำจัด พบว่า กรรมวิธี IRM กรรมวิธี IPC I กรรมวิธี ไรดไล่เดือนฝอย และกรรมวิธี IPC II พบด้วงหมัดผัก 0.35, 0.40, 0.48 และ 0.50 ตัวต่อต้น ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 0.80 ตัวต่อต้น

แปลงที่ 2 อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี (Table 2)

หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 0 และ 5 วัน พบว่า กรรมวิธีไรดไล่เดือนฝอย กรรมวิธีพ่นสารฆ่าแมลงร่วมกับการใช้ไล่เดือนฝอย (IPC I และ II) กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงแบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ (IRM) กรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร และกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด ไม่พบด้วงหมัดผัก

หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 10 วัน พบว่า กรรมวิธีไรดไล่เดือนฝอย กรรมวิธี IPC I IPC II กรรมวิธี IRM และกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร พบด้วงหมัดผัก 1.38, 1.48, 1.16, 1.44 และ 1.23 ตัวต่อต้น ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 1.56 ตัวต่อต้น

หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 15 และ 20 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่มีการป้องกันกำจัด พบด้วงหมัดผัก 0.86-1.16 และ 0.39-1.61 ตัวต่อต้น ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 2.44 และ 3.74 ตัวต่อต้น ตามลำดับ แต่หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 25 วัน กรรมวิธีไรดไล่เดือนฝอย กรรมวิธี IPC I, II และกรรมวิธี IRM พบด้วงหมัดผัก 0.69-1.41 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 3.20 ตัวต่อต้น โดยหลังการหว่านเมล็ดแล้ว 15 วัน พบว่า กรรมวิธี IPC II พบด้วงหมัดผัก 0.86 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธี IPC I กรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร กรรมวิธีไรดไล่เดือนฝอย และ กรรมวิธี IRM ที่พบด้วงหมัดผัก 0.91, 0.92, 0.93 และ 1.16 ตัวต่อต้น ตามลำดับ หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 20 วัน พบว่า กรรมวิธี IRM พบด้วงหมัดผักน้อยที่สุด 0.39 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี IPC I IPC II กรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร และกรรมวิธีไรดไล่เดือนฝอย ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 0.79, 1.04, 1.58 และ 1.61 ตัวต่อต้น ตามลำดับ หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 25 วัน พบว่า กรรมวิธี IRM และกรรมวิธี IPC I พบด้วงหมัดผัก 0.69 และ 0.75 ตัวต่อต้น ตามลำดับ แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีไรดไล่เดือนฝอย ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 1.41 ตัวต่อต้น

หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 30, 35 และ 40 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่มีการป้องกันกำจัดและกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร พบด้วงหมัดผัก 0.84-2.48, 0.49-1.14 และ 0.40-0.86 ตัวต่อต้น ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด ซึ่งพบด้วงหมัด 4.08, 4.06 และ 3.59 ตัวต่อต้น ตามลำดับ หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 30 วัน พบว่า กรรมวิธี IPC I พบด้วงหมัดผัก 0.84 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไรดไล่เดือนฝอย กรรมวิธี IRM กรรมวิธี IPC II และ

Table 2 Efficacy through Integrated Pest Control (IPC) using insecticides and entomopathogenic nematodes and rotation spraying of insecticides with different modes of action (IRM) for the control of flea beetles (*Phyllotetra* spp.) on white radish in Tha Maka district, Kanchanaburi province, between January-February 2024.

Treatment	No. flea beetle /plant after sowing ^{1/}										Marketable yield (kg./rai)
	0 days	5 days	10 days	15 days	20 days	25 days	30 days	35 days	40 days	45 days	
Nematodes 8 times	-	-	1.38	0.93 ab	1.61 c	1.41 bc	1.40 b	1.14 c	0.71 b	0.48 a	2,640 b
IPC I: -/nema / nema+	-	-	1.48	0.91 ab	0.79 b	0.75 a	0.84 a	0.49 a	0.40 a	0.40 a	6,104 a
tol30/nema+tol30/nema+ tol30/ nema+flp50/ nema+flp50/ nema+flp50											
IPC II: -/nema /nema+	-	-	1.16	0.86 a	1.04 b	1.00 ab	1.74 bc	0.69 ab	0.70 b	0.50 a	4,224 ab
ace30/nema+ace30/nema+ ace30/ nema+flp50 / nema+flp50/ nema+flp50											
IRM : - / - / tol30 / tol30 / flp50 / flp50 / flp50	-	-	1.44	1.16 b	0.39 a	0.69 a	1.44 b	0.68 ab	0.49 a	0.35 a	3,400 ab
farmer practice : - / - / flp60 / flp60 / tol40 / tol40 / flp60 / flp60	-	-	1.23	0.92 ab	1.58 c	2.18 cd	2.48 c	0.76 b	0.86 b	0.77 b	3,840 ab
Untreated	-	-	1.56	2.44 c	3.74 d	3.20 d	4.08 d	4.06 d	3.59 c	3.76 c	1,824 b
C.V. (%)	-	-	20.1	22.1	21.4	31.0	22.1	19.1	18.9	26.0	53.3
R.E.(%) ^{2/}	-	-	-	121.1	67.7	25.3	46.7	44.8	28.1	13.0	-
IPC VS Nematodes	ns		ns	ns	**	*	ns	**	ns	ns	ns
IPC VS IRM	ns		ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
IPC VS Farmer practice	ns		ns	ns	**	**	**	ns	*	ns	ns
Treated VS Untreated	ns		ns	**	**	**	**	**	**	**	ns

^{1/} In a column, means followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT ^{2/} Relative efficiency

ns indicates non-significance by F-Test ($p>0.05$) * indicates statistical difference by F-Test ($p<0.05$) ** indicates highly statistical difference by F-Test ($p<0.01$)

กรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 1.40, 1.44, 1.74 และ 2.48 ตัวต่อต้น ตามลำดับ หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 35 วัน พบว่า กรรมวิธี IPC I พบด้วงหมัดผักเพียง 0.49 ตัวต่อต้น ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธี IRM และกรรมวิธี IPC II ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 0.68 และ 0.69 ตัวต่อต้น ตามลำดับ แต่น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร และ กรรมวิธีราดไล่เดือนฝอยซึ่งพบด้วงหมัดผัก 0.76 และ 1.14 ตัวต่อต้น ตามลำดับ หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 40 วัน พบว่า กรรมวิธี IPC I และกรรมวิธี IRM พบด้วงหมัดผัก 0.40 และ 0.49 ตัวต่อต้น ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี IPC II กรรมวิธีราดไล่เดือนฝอย และกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 0.70, 0.71 และ 0.86 ตัวต่อต้น ตามลำดับ

หลังการหว่านเมล็ดแล้ว 45 วัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่มีการป้องกันกำจัด พบด้วงหมัดผัก 0.35-0.77 ตัวต่อต้น น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 3.76 ตัวต่อต้น เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่ป้องกันกำจัด พบว่า กรรมวิธี IRM กรรมวิธี IPC I กรรมวิธีราดไล่เดือนฝอย กรรมวิธี IPC II พบด้วงหมัดผัก 0.35, 0.40, 0.48 และ 0.50 ตัวต่อต้น ตามลำดับ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร ซึ่งพบด้วงหมัดผัก 0.77 ตัวต่อต้น

เมื่อพิจารณาข้อมูลประสิทธิภาพการป้องกันกำจัด ทั้ง 2 การทดลอง พบว่า กรรมวิธี IPC ซึ่งมีการใช้สารกำจัดแมลง tolfeprad 16% EC (กลุ่ม 21A) acetamiprid 20%SP (กลุ่ม 4A) และ fipronil 5% SC (กลุ่ม 2B) ร่วมกับการราดไล่เดือนฝอย กรรมวิธี IRM ซึ่งมีการใช้สารกำจัดแมลงชนิดเดียวกันกรรมวิธี IPC I ให้ประสิทธิภาพในการรักษาระดับประชากรด้วงหมัดผักตัวเต็มวัยให้มีระดับต่ำตลอดช่วงการปลูกไม่แตกต่างกัน แต่ให้ประสิทธิภาพผลในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักตัวเต็มวัยแตกต่างจากกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร สอดคล้องกับคำแนะนำของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช (2564); Bennett (2012); CropLife Australia (2019) และ IRAC (2020, 2021) โดยใช้วิธีการจัดการความต้านทานที่ถูกต้องและเหมาะสม นอกจากใช้สารแบบหมุนเวียนหลาย ๆ กลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ที่ออกฤทธิ์เฉพาะเจาะจงกับแมลงที่ต้องการกำจัดแล้ว ควรเลือกใช้สารกำจัดแมลงกลุ่มที่มีประสิทธิภาพ อัตราตามคำแนะนำ นอกจากนั้นการใช้ชีวภัณฑ์ไล่เดือนฝอยสามารถใช้ร่วมกับการใช้สารกำจัดแมลงได้ สอดคล้องกับ Kwizera and Susurluk (2017) ซึ่งรายงานว่าสาร acetamiprid สามารถใช้ในการกำจัดแมลงในดินได้ โดยไม่มีอันตรายร้ายแรงต่อไล่เดือนฝอยกำจัดแมลง *S. feltiae* และ *S. carpocapsae* เช่นเดียวกับ García and Jové (2005) แนะนำให้มีการใช้สาร fipronil ร่วมกับการใช้ไล่เดือนฝอยกำจัดแมลง *S. carpocapsae* *S. arenarium* และ *Heterorhabditis bacteriophora* ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสานในสภาพแปลง

ผลผลิต (Table 1, 2)

ผลผลิตคุณภาพตลาดแปลงทดลองอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า กรรมวิธี IPC I ให้ผลผลิตคุณภาพตลาดสูงที่สุด 5,384 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธี IRM ที่ให้ผลผลิตคุณภาพตลาด 5,064 กิโลกรัมต่อไร่ แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธี IPC II กรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร และกรรมวิธีราดไล่เดือนฝอยซึ่งให้ผลผลิตคุณภาพตลาด 4,704, 3,760 และ 1,440 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัดไม่ให้ผลผลิตตลาดเลย

ผลผลิตคุณภาพตลาดแปลงทดลองอำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า กรรมวิธี IPC I ให้ผลผลิตคุณภาพตลาดสูงที่สุด 6,104 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธี IPC II กรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร และกรรมวิธี IRM ที่ให้ผลผลิตคุณภาพตลาด 4,224, 3,840 และ 3,400 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดไล่เดือนฝอย และกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด ซึ่งให้ผลผลิตเพียง 2,640 และ 1,824 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาข้อมูลผลผลิตคุณภาพตลาด ทั้ง 2 การทดลอง พบว่า กรรมวิธี IPC I และกรรมวิธี IPC II ให้ผลผลิตคุณภาพตลาดได้เทียบเท่าถึงดีกว่ากรรมวิธี IRM และกรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร เนื่องจากในกรรมวิธี IPC มีการราดไล่เดือนฝอยเพื่อกำจัดตัวอ่อนของด้วงหมัดผักที่ทำลายบริเวณรากของผักกาดหัวซึ่งอยู่ใต้ดิน และพ่นสารเพื่อกำจัดตัวเต็มวัยเหนือพื้นดิน ประกอบกับผักกาดหัวเป็นพืชผักที่เก็บผลผลิตส่วนใต้ดินไปจำหน่าย การราดไล่เดือนฝอยจึงไปช่วยลดการเข้าทำลายของตัวอ่อน จึงส่งผลต่อคุณภาพตลาด สอดคล้องคำแนะนำของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช (2563) ที่แนะนำให้ราดหรือพ่นไล่เดือนฝอยเพื่อกำจัดตัวอ่อนด้วงหมัดผักในผักกาดหัว ตัวอ่อนด้วงงวงมันเทศ และด้วงกินรากสตรอว์เบอร์รี ซึ่งอยู่ใต้ดิน

พืชตกค้างในผลผลิต (Table 3)

หลังจากดำเนินการป้องกันกำจัดตามกรรมวิธีครั้งสุดท้ายแล้ว 10 วัน ดำเนินการเก็บผลผลิตผักกาดหัวเพื่อวิเคราะห์พืชตกค้างของสารกำจัดแมลง 3 ชนิด คือ acetamiprid fipronil และ tolfenpyrad พบว่า ผลผลิตผักกาดหัวในกรรมวิธี IPC I, II กรรมวิธี IRM กรรมวิธีราดไล่เดือนฝอย และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร ไม่ตรวจพบสารกำจัดแมลงทั้ง 3 ชนิด ทั้งสองแปลง

ต้นทุนการป้องกันกำจัด (Table 4)

พบว่า กรรมวิธี IRM มีต้นทุนการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักต่ำที่สุด 1,146 บาท/ไร่/ฤดูการผลิต รองลงมาคือ กรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร มีต้นทุนการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผัก 1,296 บาท/ไร่/ฤดูการผลิต ส่วนกรรมวิธีราดไล่เดือนฝอย กรรมวิธี IPC I และ II มีต้นทุนการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักสูง 7,868, 7,866 และ 7,362 บาท/ไร่/ฤดูการผลิต อันเนื่องมาจากต้นทุนการใช้ไล่เดือนฝอย *S. carpocapsae*

เมื่อพิจารณาข้อมูลประสิทธิภาพการป้องกันกำจัด ผลผลิต และพืชตกค้างของสารกำจัดแมลง พบว่า กรรมวิธี IPC I และกรรมวิธี IRM ให้ประสิทธิภาพผลในการรักษาระดับประชากรด้วงหมัดผักตัวเต็มวัยให้อยู่ในระดับต่ำได้ดีไม่แตกต่างกัน แต่ในแง่ของปริมาณและคุณภาพผลผลิตผักกาดหัว พบว่า กรรมวิธี IPC I ให้ปริมาณและคุณภาพผลผลิตผักกาดหัว เทียบเท่าถึงดีกว่ากรรมวิธี IRM แสดงว่า การใช้ไล่เดือนฝอยใน

Table 3 Insecticide residues through Integrated Pest Control (IPC) using insecticides and entomopathogenic nematodes, rotation spraying of insecticides with different modes of action (IRM) and farmer practice for the control of flea beetles ; (*Phyllotetra* spp.) on white radish.

Treatment	Residues concentration (mg/kg)		
	acetamiprid	fipronil	tolfenpyrad
1. Nematodes	ND ^{1/}	ND	ND
2. IPC I	ND	ND	ND
3. IPC II	ND	ND	ND
4. IRM	ND	ND	ND
5. Farmer practice	ND	ND	ND
6. Untreated	ND	ND	ND

^{1/} Not Detect

Nematode = *S. carpocapsae* every 5 days 8 times

IPC I = -/nema / nema+ tol30/nema+tol30/nema+ tol30/ nema+ fip50/ nema+fip50/nema+fip50

IPC II = - /nema /nema+ ace30/nema+ace30/nema+ace30/ nema+fip50 / nema+fip50/ nema+fip50

IRM = - / - / tol30 / tol30 / tol30 / fip50 / fip50 / fip50

Farmer practice = - / - / fip60 / fip60 / tol40 / tol40 / fip60 / fip60

Table 4 Average cost through Integrated Pest Control (IPC) using insecticides and entomopathogenic nematodes, rotation spraying of insecticides with different modes of action (IRM) and farmer practice for the control of flea beetles ; (*Phyllotetra* spp.) on white radish.

Treatment	Cost ^{1/} (baht/rai/crop ^{2/})
1. Nematodes	7,868
2. IPC I	7,866
3. IPC II	7,362
4. IRM	1,146
5. Farmer practice	1,296

^{1/}price of product in year2024

^{2/} spray volume: 80 liters/rai

Nematode = *S. carpocapsae* every 5 days 8 times

IPC I = -/nema / nema+ tol30/nema+tol30/nema+ tol30/ nema+ fip50/ nema+fip50/nema+fip50

IPC II = - /nema /nema+ ace30/nema+ace30/nema+ace30/ nema+fip50 / nema+fip50/ nema+fip50

IRM = - / - / tol30 / tol30 / tol30 / fip50 / fip50 / fip50

Farmer practice = - / - / fip60 / fip60 / tol40 / tol40 / fip60 / fip60

การกำจัดตัวอ่อนของด้วงหมัดผักใต้ผิวดินร่วมกับการใช้สารกำจัดแมลงเพื่อกำจัดตัวเต็มวัยด้วงหมัดผักเหนือผิวดิน เป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผัก ทำให้ได้ปริมาณและคุณภาพผลผลิตผักกาดหัวดีกว่ากรรมวิธี IRM ซึ่งมีการใช้สารกำจัดแมลงอย่างเดียว แต่เมื่อพิจารณาเรื่องต้นทุน พบว่า กรรมวิธี IRM ใช้ต้นทุนการป้องกันกำจัดน้อยที่สุด โดยมีการใช้อัตราราคาจัดแมลงน้อยกว่ากรรมวิธีพ่นสารของเกษตรกร จึงควรพิจารณาการใช้สารกำจัดแมลงร่วมกับการใช้ไส้เดือนฝอย *S. carpocapsae* โดยประยุกต์ใช้ในระบบการบริหารศัตรูพืช ซึ่งมีการประเมินสถานการณ์ศัตรูพืช และใช้ระดับการตัดสินใจ (action threshold, AT) และควรพิจารณาถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจก่อนตัดสินใจพ่นสารป้องกันกำจัด และควรเว้นระยะก่อนการเก็บเกี่ยวอย่างน้อย 10 วัน

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การวิจัยการใช้สารฆ่าแมลงร่วมกับการใช้ไส้เดือนฝอย (*S. carpocapsae*) ในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผัก (*Phyllotetra* spp.) ในผักกาดหัว ดำเนินการทดลองในแปลงเกษตรกร ที่อำเภอท่ามะกา และอำเภอนครหลวง จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า กรรมวิธี IPC I และ II หรือการใช้ไส้เดือนฝอย ร่วมกับสารกำจัดแมลง tolfeprad 16% EC (กลุ่ม 21A), fipronil 5 % SC (กลุ่ม 2B), และ acetamiprid 20% SP (กลุ่ม 4A) แบบหมุนเวียนกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ ทั้ง 2 รูปแบบ และกรรมวิธี IRM มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักดีเทียบเท่ากรรมวิธีพ่นสารกำจัดแมลงของเกษตรกร และมีจำนวนด้วงหมัดผักน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกรรมวิธีไม่มีการป้องกันกำจัด โดยกรรมวิธี IPC I ให้ปริมาณผลผลิตผักกาดหัวคุณภาพตลาดเทียบเท่าหรือมากกว่ากรรมวิธี IRM โดยทุกกรรมวิธีไม่พบพืชตกค้างในผลผลิตเนื่องจากเว้นระยะก่อนการเก็บเกี่ยว 10 วัน โดยกรรมวิธีพ่น IRM ใช้ต้นทุนในการป้องกันกำจัดเพียง 1,146 บาท/ไร่/ฤดูการผลิต ต่ำกว่า กรรมวิธี IPC I ซึ่งใช้ต้นทุนการป้องกันกำจัดสูงถึง 7,866 บาท/ไร่/ฤดูการผลิต เนื่องจากต้นทุนการใช้ไส้เดือนฝอย ฉะนั้นจึงควรนำกรรมวิธีการ IPC I ที่ได้ไปใช้เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการป้องกันกำจัดด้วงหมัดผักในสภาพที่มีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก โดยนำไปประยุกต์ใช้ในระบบการบริหารศัตรูพืช (Pest Management, PM) ซึ่งมีการประเมินสถานการณ์ศัตรูพืช และใช้ระดับการตัดสินใจ (action threshold, AT) ก่อนตัดสินใจป้องกันกำจัดโดยพิจารณาถึงความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ เพื่อให้ได้ผลผลิตผักกาดหัวที่มีทั้งปริมาณและคุณภาพได้มาตรฐานเกษตรกรที่เหมาะสม (GAP) และควรดำเนินการวิจัยอย่างเร่งด่วนในการผลิตไส้เดือนฝอย *S. Carpocapsae* ให้มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ และถ่ายทอดสู่การผลิตสู่ภาคเอกชนเพื่อผลิตเป็นการค้า เพื่อให้เกษตรกรสามารถหาซื้อได้ง่าย และลดต้นทุนการป้องกันกำจัด ตอบสนองต่อการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ เกษตรกรเจ้าของแปลง อำเภอท่ามะกา และอำเภอนครหลวง จังหวัดกาญจนบุรี ที่อนุเคราะห์แปลงทดลอง คุณวนาพร วงษ์นิคม นักกีฏวิทยาชำนาญการที่ช่วยตรวจและเก็บใบพดด้วง คุณนิชาพร น้าประวีง คุณสุภัทสา ประคองสุข คุณนิตยา พรหมวงศ์ คุณวงษ์สยาม นิสสัย นักวิชาการเกษตร ที่ช่วยดำเนินการเก็บและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น จึงทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- จอมสุรางค์ ดวงอิสาร วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บุรณพานิชพันธุ์ และจิราพร ตยุดิวิฏกุล. 2551. ความต้านทานฤทธิ์สารฆ่าแมลงบางชนิดของด้วงหมัดผักแถบปลายในเขตภาคเหนือตอนล่าง. วิทยาสารกำแพงแสน. 6(2): 15-26.
- ศรีจันทร์ศรี จันทร และ พงษ์พิชิต ปุณณวัฒน์. 2566. เอกสารวิชาการ คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลง-สัตว์ศัตรูพืชอย่างปลอดภัย...จากงานวิจัย ปี 2566. กลุ่มบริหารศัตรูพืช/กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 268 หน้า.
- สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 2563. เอกสารวิชาการ ชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืช. กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 240 หน้า.
- สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 2564. เอกสารวิชาการ การใช้สารกำจัดแมลงและไรศัตรูพืชเพื่อแก้ปัญหาความต้านทานศัตรูพืช. กรมวิชาการเกษตรกรุงเทพฯ. 146 หน้า.
- Bennett, A. 2012. IRAC Resistance and resistance management. Available at: <http://www.irac-online.org>. Accessed: April 12, 2021.
- CropLife Australia, 2019. Insecticide resistance management strategies. Available at: <http://www.croplife.org.au>. Accessed: June 27, 2019.
- García del Pino F. and Jové M. 2005. Compatibility of entomopathogenic nematodes with fipronil. Available at : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16336717/>. Accessed: October 21, 2027.
- IRAC. 2020. IRAC mode of action classification scheme. Available at: <http://www.irac-online.org>. Accessed: March 27, 2020.
- IRAC. 2021. General principle of insecticide resistance management from IRAC. Available at: <http://www.irac-online.org>. Accessed: March 27, 2021.
- Vital K. and IA Susurluk. 2017. Evaluation of the effects of some insecticides based on neonicotinoids on entomopathogenic nematodes, *Steinernema feltiae* and *S. carpocapsae*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/328478000_Evaluation_of_the_effects_of_some_insecticides_based_on_neonicotinoids_on_entomopathogenic_nematodes_Steinernema_feltiae_and_S_carpocapsae. Accessed: October 21, 2027.

วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างโทลเฟนไพเรต (tolfenpyrad) ในมะเขือเทศ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

วิชุดา ควรหัตร์ ชนิกัณดา เทสสิริ ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตกค้างของโทลเฟนไพเรต (tolfenpyrad) ในมะเขือเทศ เพื่อส่งข้อมูลไปกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างของประเทศไทย ได้ดำเนินการใช้วัตถุดิบทางการเกษตรอย่างถูกต้องและปลอดภัย (Good Agricultural Practices: GAP) และวางแผนศึกษาสารพิษตกค้างตามคำแนะนำ (supervised trials) ของ FAO โดยทำแปลงทดลอง 6 แปลง ในจังหวัดสระบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม เพชรบุรี และกาญจนบุรี ระหว่างปี พ.ศ. 2565-2567 แต่ละแปลง ประกอบด้วย 2 แปลงย่อย คือ แปลงที่ไม่พ่นวัตถุดิบทางการเกษตร เป็นแปลงควบคุม และแปลงที่พ่นตามอัตราแนะนำ โดยพ่น tolfenpyrad 16% W/V EC ในอัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่น 2 ครั้ง ห่างกัน 5 วัน อัตราการใช้น้ำ 120 ลิตรต่อไร่ แล้วสุ่มเก็บ 2 ตัวอย่าง หลังพ่นสารครั้งสุดท้าย ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างโดยใช้เครื่อง LC-MS/MS พบว่า ตัวอย่างแปลงควบคุม ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง แต่แปลงที่พ่น tolfenpyrad พบปริมาณสารพิษตกค้างมากกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (LOQ) แปลงทดลองที่ 1-6 พบปริมาณ tolfenpyrad ตกค้างในตัวอย่าง 0.08-0.26, 0.02-0.05, 0.05-0.25, 0.07-0.29, 0.02-0.11 และ 0.03-0.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ นำข้อมูลสารพิษตกค้างทั้งหมดมาประเมินค่า MRL และความเสี่ยงจากการบริโภคทั้งความเป็นพิษเฉียบพลันและความเป็นพิษเรื้อรัง พบว่า หลังพ่นสารครั้งสุดท้ายที่ 3 วัน ได้ค่า MRL เท่ากับ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นระยะที่ช่วงก่อนเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

คำหลัก: โทลเฟนไพเรต มะเขือเทศ สารพิษตกค้าง

OE-18

ภาคบรรยาย

Pesticide Residue Trials of Tolfenpyrad in Tomatoes to Establish Maximum Residue Limit (MRL)

Wichuta Kuanhut Chanikanda Tessiri Piyasak Akcaboot

Agricultural Production Science Research and Development Division, Department of Agriculture, Bangkok 10900

ABSTRACT

The aim of this research was to study on the fate of tolfenpyrad residues on tomatoes to establish Thai MRL. These experiments were conducted by method of pesticides using according to Good Agricultural Practices (GAP) and supervised trials under FAO guidelines. The six field trials were performed in Saraburi, Supan Buri, Nakhon Pathom, Phetchaburi and Kanchanaburi Provinces during 2022-2024. The treated plot was sprayed with tolfenpyrad 16% W/V EC at recommended dose (test substance 20 mL/water 20 L) and 120 L/Rai of water to compare with an untreated plot (not sprayed). Each of trials was done 2 applications of spraying in every 5 days. Two samples were collected from each of plots at 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 and 21 days after the last application. The analysis of tolfenpyrad residues was performed by using QuEChERS method followed by LC-MS/MS. The tolfenpyrad residues were not detected in the untreated samples but it was found above the LOQ of 0.01 mg/kg in the treated samples. Residue concentrations of tolfenpyrad in the treated samples from the trials 1-6 were 0.08-0.26, 0.02-0.05, 0.05-0.25, 0.07-0.29, 0.02-0.11 and 0.03-0.13 mg/kg, respectively. The residue data was estimated the maximum residue level and the short-term and long-term dietary intakes. It found that the calculated MRL of 0.5 mg/kg at 3 days after the last application was the Pre-Harvest Interval (PHI) for sufficient consumer safety.

Keywords: tolfenpyrad, tomato, residue

คำนำ

มะเขือเทศ (tomato) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lycopersicon esculentum* Mill. จัดอยู่ในวงศ์ Solanaceae เป็นพืชผักตระกูลเดียวกับพริกและมะเขือ ปลูกได้ดีในดินร่วนเหนียวและดินร่วนทราย นิยมเพาะกล้าก่อนแล้วค่อยย้ายไปปลูกลงแปลง เริ่มออกดอกหลังปลูก 30-45 วัน เก็บเกี่ยวได้เมื่ออายุ 70-90 วัน และเก็บเกี่ยวหมดใช้เวลา 4-5 เดือนนับจากเริ่มปลูก ปัจจุบันพันธุ์มะเขือเทศมีหลากหลายสายพันธุ์ พันธุ์ปลูกขายในตลาดสด มีทั้งผลโต ผลเล็ก และเชอร์รี่ และพันธุ์ส่งโรงงานอุตสาหกรรม มีลักษณะทรงกลมและรี สุกพร้อมกันเป็นส่วนใหญ่ ผลสุกมีสีแดงจัดตลอดทั้งผล เนื้อมาก น้ำน้อย เปลือกหนาและเหนียว ผลแน่นและแข็งสามารถขนส่งได้ระยะทางไกลๆ และเก็บไว้ได้นานโดยไม่เน่าเสีย (วรรณรีย์, 2551) การผลิตมะเขือเทศของประเทศไทย แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ การปลูกมะเขือเทศโรงงาน การปลูกมะเขือเทศบริโภคสด และการปลูกมะเขือเทศเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2566) มะเขือเทศจัดเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง นิยมปลูกและบริโภคกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น บริโภคสด นำไปประกอบอาหาร และส่งโรงงานเพื่อนำไปแปรรูปได้อย่างกว้างขวาง เช่น น้ำมะเขือเทศ ซอสมะเขือเทศ มะเขือเทศแช่อิ่ม และมะเขือเทศอบแห้ง เป็นต้น ดังนั้นความต้องการของมะเขือเทศจึงมีตลอดทั้งปี การผลิตมะเขือเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยในปี 2565 มีเนื้อที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด 37,192 ไร่ ผลผลิตรวม 133,954 ตัน คิดเป็นมูลค่าของผลผลิตเท่ากับ 3,001 ล้านบาท ซึ่งมูลค่าของผลผลิตมีค่าสูงขึ้นเกือบ 2 เท่า ขณะที่ขนาดพื้นที่เก็บเกี่ยวไม่ต่างจากเดิมมากนัก เมื่อเทียบกับปี 2556 มีเนื้อที่เก็บเกี่ยวทั้งหมด 29,412 ไร่ ผลผลิตรวม 105,967 ตัน คิดเป็นมูลค่าของผลผลิตเท่ากับ 1,730 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) เมื่อพิจารณาข้อมูลการนำเข้า-ส่งออกของมะเขือเทศในรูปแบบต่างๆ ปี 2563 - 2564 พบว่า ปี 2563 มีปริมาณนำเข้าทั้งหมด 27,538 ตัน คิดเป็นมูลค่า 800.18 ล้านบาท ส่วนปริมาณการส่งออกทั้งหมด 8,385 ตัน คิดเป็นมูลค่า 347.44 ล้านบาท ส่วนในปี 2564 มีปริมาณนำเข้าทั้งหมด 25,384 ตัน คิดเป็นมูลค่า 766.52 ล้านบาท มีปริมาณการส่งออก 9,880 ตัน คิดเป็นมูลค่า 380.49 ล้านบาท แสดงให้เห็นว่า ปริมาณและมูลค่าการส่งออกมะเขือเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าลดลง โดยส่งออกไปขายต่างประเทศในรูปมะเขือเทศปรุงแต่งมากที่สุด รองลงมาคือ มะเขือเทศสดหรือแช่เย็น และน้ำมะเขือเทศ ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565) แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณนำเข้าก็ยังสูงกว่าปริมาณส่งออก เนื่องจากประสบปัญหาด้านราคาผลผลิตไม่แน่นอนและด้านการตลาด โดยเฉพาะมะเขือเทศบริโภคสด ตลาดจำหน่ายมะเขือเทศบริโภคสดยังมีน้อย และขาดการกระจายผลผลิตสู่ตลาดอื่นๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ รวมทั้งยังมีข้อจำกัดทางด้านการค้าของแต่ละประเทศ ตลาดการส่งออกค่อนข้างแคบ ตลาดส่งออกที่สำคัญจึงอยู่เฉพาะในภูมิภาคใกล้เคียง เช่น กัมพูชา เวียดนาม ญี่ปุ่น ลาว สิงคโปร์ และเมียนมา (กลุ่มพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก, 2564) นอกจากนี้ การปลูกมะเขือเทศยังมีข้อจำกัดในเรื่องของสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศ ทำให้ปลูกได้ดีในบางฤดูและบางที่เท่านั้น หากสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศไม่เหมาะสม ทำให้เกิดการระบาดของโรคและแมลง ดังนั้น การผลิตมะเขือเทศจึงต้องมีกระบวนการผลิตอย่างถูกต้องและเหมาะสม เพื่อลดความเสี่ยงต่อการสูญเสียผลผลิต ทำให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน

สามารถแข่งขันกับตลาดโลกได้ โดยเฉพาะเรื่องการใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชและศัตรูพืช ควรใช้ตามคำแนะนำให้เหมาะสมกับศัตรูพืช และไม่มีผลกระทบต่อศัตรูธรรมชาติ

โทลเฟนไพเรด (tolfenpyrad) จัดอยู่ในกลุ่ม pyrazole มีโครงสร้างดังแสดงใน Figure 1 ชื่อทางเคมี 4-chloro-3-ethyl-1-methyl-N-[4-(p-tolylloxy)benzyl]pyrazole-5-carboxamide เป็นสารป้องกันกำจัดแมลง (insecticide) และไร (miticide) ประเภทสัมผัส (contact activity) ที่ออกฤทธิ์กำจัดศัตรูพืชได้อย่างกว้างขวาง ใช้ได้ทั้งในผัก ผลไม้ ตระกูลถั่ว ไม้เลื้อย และพืชที่ปลูกเป็นแถว มีผลต่อวงจรชีวิตของแมลง เริ่มตั้งแต่ระยะไข่ ตัวหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย โดยการยับยั้งขบวนการส่งผ่านอิเล็กตรอนในไมโทคอนเดรีย คอมเพล็กซ์ที่ 1 (Mitochondrial complex 1 electron transport inhibitors) ขัดขวางต่อการสร้างอาหาร (anti-feeding) ในระยะตัวหนอนของตระกูลผีเสื้อ ถ้าใช้กับมะเขือเทศจะช่วยป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันชอนใบ (*Liriomyza trifolii*) ซึ่งเป็นศัตรูพืชที่สำคัญในมะเขือเทศ (JMPR, 2013)

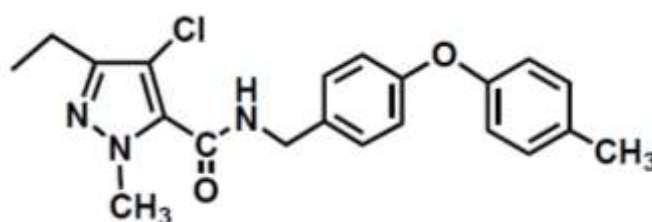


Figure 1. Chemical structure of tolfenpyrad.

เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีกำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limit; MRL) ของ tolfenpyrad ในมะเขือเทศ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาการสลายตัวของ tolfenpyrad ในมะเขือเทศ โดยวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างตามคำจำกัดความสารพิษตกค้างของโคเดกซ์ (Codex residue definition) คือ For compliance with the MRL and estimation of dietary intake for plant commodities: *Tolfenpyrad* (JMPR, 2013) เพื่อนำข้อมูลสารพิษตกค้างไปเสนอสำหรับพิจารณา กำหนดค่า Thai MRL ASEAN MRL และ Codex MRL ซึ่งใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงในส่งออกสินค้าระหว่างประเทศ ส่วนระยะทิ้งช่วงก่อนเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค (Pre Harvest Interval; PHI) ใช้เป็นคำแนะนำในการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของกรมวิชาการเกษตร และระบุในฉลากวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ขึ้นทะเบียน

วิธีดำเนินการ

1. เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้

1.1 เครื่องมือ ได้แก่ เครื่องพ่นวัตถุพิษทางการเกษตรแบบเครื่องยนต์สะพายหลัง (motorized knapsack sprayer) เครื่องชั่งทศนิยม 2 และ 5 ตำแหน่ง เครื่องบดตัวอย่าง (food processor) เครื่องผสมตัวอย่าง (vortex mixer) เครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ตู้แช่แข็ง (deep freezer) เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นแบบดิจิตอล (thermometer and hygrometer) เครื่องวัดความเร็วลม (anemometer) เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิดิน (soil thermometer) ที่วัดระดับน้ำ (torpedo level) เครื่องบันทึกอุณหภูมิ (temperature data logger) เครื่องมือตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างชนิด Liquid Chromatography

equipped with Tandem Mass Spectrometer (LC-MS/MS) ยี่ห้อ Agilent Technologies, LC รุ่น 1290 infinity, MS/MS รุ่น 6460 Triple Quad และคอลัมน์ Kinetex 2.60 μm XB-C18 100 Å, size 100 x 2.10 mm

1.2 อุปกรณ์ ได้แก่ อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment: PPE) กระดาษวัดค่า pH (universal test paper) นาฬิกาจับเวลา ปีกเกอร์ (beaker) ขวดปริมาตร (volumetric flask) กระบอกตวง (cylinder) หลอดปั่น (centrifuge tube) ขนาด 15 และ 50 มิลลิลิตร กระบอกฉีดยา (syringe) ตัวกรองสำหรับกระบอกฉีดยา (syringe filter) ชนิด PTFE ขนาด 0.22 ไมโครเมตร ขวดใส่สารละลายสำหรับฉีดเครื่อง LC-MS/MS (autosampler vial) พร้อมฝาปิด (cap) อุปกรณ์ดูด-จ่ายสารละลายระดับไมโครลิตร (micropipette) ไมโครปิเปตต์ ติป (micropipette tip) แท่งแก้วคนสาร (stirring rod) ชุดกรองสารละลายโบบายเฟส (filtration assembly) และแผ่นกรองสารละลายโบบายเฟส (membrane filter) ชนิด Nylon ขนาด 0.20 ไมโครเมตร

1.3 สารเคมี ได้แก่ tolfeprad 16% W/V EC, tolfeprad standard; 96.40% และ 100.00%, acetonitrile, milli-Q water, anhydrous magnesium sulfate (MgSO_4), sodium chloride (NaCl), tri-sodium citrate dihydrate ($\text{C}_6\text{H}_5\text{Na}_3\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), di-sodium hydrogencitrate sesquihydrate ($\text{C}_6\text{H}_6\text{Na}_2\text{O}_7 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$), primary secondary amine (PSA), carbon SPE bulk sorbent (GCB), ammonium formate (NH_4HCO_2), formic acid (HCO_2H) และ liquid nitrogen

2. วิธีการ

2.1 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ (method validation)

ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง tolfeprad ในตัวอย่างมะเขือเทศจากแปลงทดลอง ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพในการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง โดยการหาความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์ (accuracy) ด้วยการหาร้อยละการกลับคืนของปริมาณสารพิษตกค้าง (%recovery) ให้อยู่ในช่วงเกณฑ์ยอมรับ และหาความเที่ยง (precision) ของวิธีวิเคราะห์ ด้วยการหาค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%Relative Standard Deviation : %RSD) โดยการเติมสารมาตรฐานลงในตัวอย่างมะเขือเทศ (fortified sample) ที่ไม่มีสารพิษตกค้างของ tolfeprad ที่ระดับความเข้มข้น 0.005 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จำนวน 10 ซ้ำ และที่ความเข้มข้น 0.02, 0.05, 0.10, 0.20 และ 0.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความเข้มข้นละ 7 ซ้ำ และนำผลการวิเคราะห์มาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ fortified sample บนแกน x กับความเข้มข้นของค่าเฉลี่ยที่ตรวจวัดปริมาณได้จากเครื่องมือที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ บนแกน y โดยมีค่า coefficient of determination (R^2) ไม่น้อยกว่า 0.990 เพื่อหาช่วงของวิธีทดสอบ (working range) (Bertil and Ulf, 2014 และ EU, 2024)

2.2 ขั้นตอนการสกัดตัวอย่าง

สกัดสารพิษตกค้างในตัวอย่าง โดยวิธี EN QuEChERS Method (EN 15662, 2008) 1) ชั่งตัวอย่างมะเขือเทศป่นละเอียด ตัวอย่างละ 10 ± 0.10 กรัม ใส่ลงใน centrifuge tube ขนาด 50 มิลลิลิตร (ถ้ามีการศึกษา %recovery ให้เติมสารมาตรฐานลงในตัวอย่างในขั้นตอนนี้) แล้วเติม acetonitrile จำนวน 10 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วเขย่าด้วย vortex mixer 1 นาที

2) เติม anhydrous magnesium sulfate 4.00 กรัม sodium chloride 1.00 กรัม tri-sodium citrate dihydrate 1.00 กรัม และ di-sodium hydrogencitrate sesquihydrate 0.50 กรัม ลงในตัวอย่าง ปิดฝาแล้วเขย่าทันทีด้วย vortex mixer 1 นาที

3) นำไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 3,500 rpm นาน 5 นาที

4) กำจัดสิ่งปนเปื้อน (dispersive-SPE clean up) โดยใช้ micropipette ดูดสารละลายส่วนใส (ส่วนบน) ของตัวอย่างจำนวน 5 มิลลิลิตร ใส่ลงใน centrifuge tube ขนาด 15 มิลลิลิตร เติม primary secondary amine 0.125 กรัม anhydrous magnesium sulfate 0.750 กรัม และ carbon SPE bulk sorbent 0.038 กรัม ปิดฝาแล้วเขย่าทันทีด้วย vortex mixer 30 วินาที

5) นำไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 3,500 rpm นาน 5 นาที

6) กรองสารละลายส่วนใส (ส่วนบน) ผ่าน syringe ที่ต่อกับ PTFE syringe filter ขนาด 0.22 ไมโครเมตร ใส่ลงในขวด autosampler vial แล้วจึงนำไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง tolfeⁿpyrad ในตัวอย่างมะเขือเทศด้วยเครื่อง LC-MS/MS

2.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

เตรียมสารละลายมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้น 0.005, 0.01, 0.02, 0.05, 0.10, 0.20 และ 0.50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยสารละลายที่สกัดจากตัวอย่างมะเขือเทศที่ไม่มีสารพิษตกค้าง tolfeⁿpyrad (matrix) แล้วนำมาสร้างกราฟมาตรฐาน (calibration curve) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานใน matrix บนแกน x หน่วยเป็นไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร กับสัญญาณจากเครื่องมือ (responses) คำนวณจากพื้นที่ใต้พีค (peak area) ของสารบนแกน y โดยค่า coefficient of determination (R^2) ไม่น้อยกว่า 0.990 สำหรับใช้ในการเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างที่สกัดกับสารละลายมาตรฐาน ซึ่งลักษณะโครมาโตแกรมของสารละลายมาตรฐาน tolfeⁿpyrad ใน matrix ดังแสดงใน Figure 2

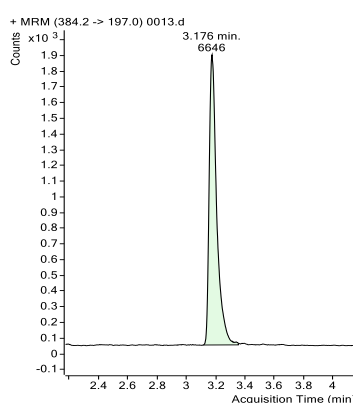


Figure 2. Tolfeⁿpyrad chromatographic peak analyzed by LC-MS/MS at 0.01 µg/mL in matrix.

2.4 การตั้งสภาวะเครื่อง LC-MS/MS (Table 1-2)

Table 1. LC conditions.

LC Parameter	Condition
Injection volume (μL)	2
Column type	Kinetex 2.60 μm XB-C18 100 Å, size 100 x 2.10 mm
Column temperature (°C)	40
Mobile phase A	5 mM ammonium formate in water + 0.01% formic acid
Mobile phase B	acetonitrile
Mobile phase flow rate (mL/min)	0.40
Total run time (min)	14.00
Post time (min)	1

Time (min)	Phase A (%)	Phase B (%)
0	95	5
2.50	5	95
9.00	5	95
10.00	50	50
12.00	50	50
13.00	95	5
14.00	95	5

Table 2. MS conditions.

MS QQQ Parameter		Condition				
Ion source		ESI, positive mode				
Gas temperature (°C)		350				
Gas flow rate (L/min)		10				
Nebulizer (psi)		45				
Sheath gas heater (°C)		300				
Sheath gas flow (L/min)		10				
Capillary (V)		3,500				
VCharging		500				
Delta EMV		400				

Compound name	Precursor ion	Product ion	Dwell time	Fragmentor (V)	Collision energy (V)	Cell accelerator voltage (V)
tolfenpyrad	384.2	197	70	120	26	4
	384.2	171	70	120	22	4
	384.2	154.1	70	120	46	4

2.5 การทำแปลงทดลอง

ดำเนินการศึกษาสารพิษตกค้างตามคำแนะนำ (supervised trials) ของ FAO และใช้วัดอันตรายทางการเกษตรอย่างถูกต้องและปลอดภัย (Good Agricultural Practices : GAP) (FAO, 2016)

2.5.1 สำรวจแปลงมะเขือเทศของเกษตรกร ได้แก่ พันธุ์สีดา และพันธุ์ท้อ เป็นต้น แต่ละแปลงมีระยะทางห่างกันไม่น้อยกว่า 32 กิโลเมตร หรือมีฤดูกาลผลิตแตกต่างกัน มะเขือเทศอายุประมาณ 60 วันขึ้นไป และจำนวนต้นมากกว่า 200 ต้น ต่อพื้นที่ของการทดลอง ให้ผลผลิตเพียงพอต่อการเก็บเกี่ยวครั้งสุดท้าย เลือกพื้นที่ทำแปลงทดลองได้ทั้งหมด จำนวน 6 แปลง ดังนี้

แปลงที่ 1 อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี เดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ 2565

แปลงที่ 2 อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี เดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ 2565

แปลงที่ 3 อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี เดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน 2566

แปลงที่ 4 อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี เดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม 2566

แปลงที่ 5 อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี เดือนมกราคมถึงมีนาคม 2567

แปลงที่ 6 อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม เดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน 2567

แบ่งขนาดแปลงทดลองเป็น 2 แปลงย่อย คือ แปลงที่ไม่มีการพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร (untreated plot) ใช้เป็นแปลงควบคุม และแปลงที่พ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ทดลอง (treated plot) ตามอัตราแนะนำ

2.5.2 ปฏิบัติงานในแปลงทดลอง

1) คำนวณอัตราการไหลของเครื่องพ่น (calibrated discharge rate) โดยทดลองพ่นและจับเวลา 1 นาที จำนวน 3 ครั้ง เพื่อคำนวณอัตราการไหลของเครื่องพ่น เวลาที่ใช้ในการพ่น (target time) และทดสอบจังหวะการเดินของผู้พ่น (speed calibration) เพื่อควบคุมการพ่นให้มีความสม่ำเสมอ

2) ตรวจสอบสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิและค่า pH ของน้ำ อุณหภูมิและความชื้นของอากาศ อุณหภูมิดิน เก็บดินเพื่อส่งตรวจวิเคราะห์ และวัดความเร็วลม

3) พ่น tolfeprad 16% W/V EC ในอัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร จำนวน 2 ครั้ง แต่ละครั้ง ห่างกัน 5 วัน และอัตราการใช้น้ำ 120 ลิตรต่อไร่ สำหรับมะเขือเทศอายุมากกว่า 30 วันขึ้นไป (คิดเป็น 19.20 กรัมของสารออกฤทธิ์ต่อไร่) โดยใช้เครื่องพ่นวัตถุเคมีทางการเกษตรแบบเครื่องยนต์สะพายหลัง (motorized knapsack sprayer) ซึ่งแต่ละแปลงทดลองใช้วิธีการพ่นทางใบ (foliar application) (สุภรดาและคณะ, 2564) โดยในปี 2565 แปลงที่ 1 พ่นวันที่ 13 และ 18 มกราคม แปลงที่ 2 พ่นวันที่ 2 และ 7 กุมภาพันธ์ ในปี 2566 แปลงที่ 3 พ่นวันที่ 11 และ 16 มีนาคม แปลงที่ 4 พ่นวันที่ 20 และ 25 เมษายน และในปี 2567 แปลงที่ 5 พ่นวันที่ 27 มกราคม และ 1 กุมภาพันธ์ แปลงที่ 6 พ่นในวันที่ 8 และ 13 มีนาคม

4) สุ่มเก็บตัวอย่าง จำนวน 2 ตัวอย่าง จากแปลงทดลองทั้ง untreated plot และ treated plot ที่ระยะเวลา 0 วัน (หลังพ่นอย่างน้อย 2 ชั่วโมง) และที่ระยะเวลา 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน หลังพ่นสารครั้งสุดท้าย ตามลำดับ แต่ละตัวอย่างสุ่มเก็บอย่างน้อย 24 ผล และน้ำหนักต้องไม่น้อยกว่า 2 กิโลกรัม บรรจุตัวอย่างในถุงพลาสติก ใ้ยางรัดให้แน่น แห้งในกล่องโฟมที่บรรจุน้ำแข็ง เพื่อรักษาสภาพของตัวอย่าง และใส่เครื่องบันทึกอุณหภูมิ (temperature data logger) ลงไปในกล่องโฟม สำหรับบันทึกอุณหภูมิตัวอย่าง แล้วรีบนำส่งห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง เพื่อเตรียมตัวอย่าง ทำการสกัดตัวอย่าง และวิเคราะห์หาปริมาณ tolfeprad ที่ตกค้างในมะเขือเทศต่อไป

2.6 ทดสอบความคงตัวของสาร (storage stability)

ทดสอบความคงตัวของสารพิษตกค้าง tolfeprad ในมะเขือเทศ โดยการเติมสารมาตรฐาน tolfeprad ลงในตัวอย่างมะเขือเทศที่ไม่มีสารพิษตกค้าง (fortified sample) ที่ระดับความเข้มข้น 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจวิเคราะห์ที่ระยะเวลา 0, 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 วัน มีระยะเวลาการเก็บรักษาครอบคลุมช่วงการวิเคราะห์ตัวอย่าง โดยทำการสกัดตัวอย่าง ครั้งละ 2 ซ้ำ เพื่อหาร้อยละของปริมาณสารพิษตกค้างที่ยังคงเหลืออยู่ในมะเขือเทศ (%residue remained)

3. วิธีการบันทึกข้อมูล บันทึกข้อมูลในการทำแปลงทดลอง และวิธีการวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างลงในแบบฟอร์มของห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง

4. ระยะเวลา เริ่มต้นเดือนตุลาคม 2564 และสิ้นสุดเดือนกันยายน 2567 รวมระยะเวลา 3 ปี

5. สถานที่ทำการทดลอง

- 1) แปลงทดลองของเกษตรกรจังหวัดสระบุรี สุพรรณบุรี นครปฐม เพชรบุรี และกาญจนบุรี
- 2) ห้องปฏิบัติการที่ผ่านการรับรอง ISO/IEC 17025 : 2017 ของกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างเทียบกับกราฟมาตรฐาน (calibration curve) ของสารละลายมาตรฐานใน matrix (Table 3) พบว่า recovery ทั้งหมด ได้ 71-110% อยู่ในช่วงเกณฑ์การยอมรับที่ 70-120% และ RSD ได้ 2-15% อยู่ในช่วงเกณฑ์การการยอมรับที่ $\leq 20\%$ ตามคำแนะนำใน SANTE/11312/2021 v2 (EU, 2024) โดยมีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ (Limit of Detection : LOD) เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และความเข้มข้นต่ำสุดของสารวิเคราะห์ที่สามารถตรวจหาปริมาณได้ ซึ่งมีความถูกต้องและความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ (Limit of Quantitation : LOQ) เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำผลการวิเคราะห์มาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ fortified sample บนแกน x กับความเข้มข้นที่ตรวจวัดปริมาณได้จากเครื่องมือบนแกน y จึงได้ช่วงความเข้มข้น 0.01-0.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นช่วงของวิธีทดสอบ (working range) และมีความเป็นเส้นตรง (linearity) โดยมีค่า coefficient of determination (R^2) เท่ากับ 0.999 ดังแสดงใน Figure 3 (Bertil and Ulf, 2014) จึงสามารถยืนยันผลการทดสอบได้ว่า วิธีวิเคราะห์นี้ มีความถูกต้อง มีความเที่ยงตรง และมีความน่าเชื่อถือในแต่ละครั้งที่ทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง tolfe n pyrad ในตัวอย่างมะเขือเทศ

Table 3. Recoveries (%) and RSD (%) of tolfe n pyrad in tomatoes at various fortification levels.

Fortification level (mg/kg)	Recovery (%) (N=7 or 10)	%Average recovery $\pm$ SD	%RSD ¹
0.005 (LOD)	78, 80, 81, 84, 86, 87, 88, 89, 89, 94	86 $\pm$ 4.8	6
0.01 (LOQ)	72, 77, 77, 78, 79, 80, 83, 83, 85, 87	80 $\pm$ 4.5	6
0.02	71, 74, 75, 76, 78, 83, 84	77 $\pm$ 4.8	6
0.05	71, 71, 72, 76, 77, 77, 101	78 $\pm$ 10.6	14
0.10	73, 75, 76, 80, 82, 83, 110	83 $\pm$ 12.8	15
0.20	78, 78, 80, 81, 82, 82, 83	81 $\pm$ 1.9	2
0.50	79, 80, 80, 82, 85, 86, 87	83 $\pm$ 3.2	4

^{1/} Relative Standard Deviation

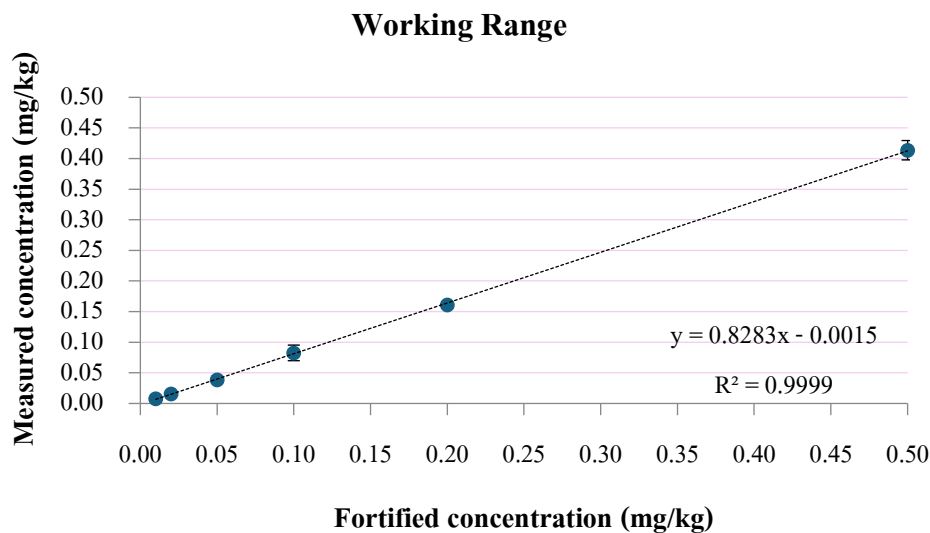


Figure 3. The curve obtained with a measurement procedure where the fortified concentrations are plotted versus measured concentrations.

2. ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างจากแปลงทดลอง

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง tolfeprpyrad ในมะเขือเทศ (Table 4) พบว่า ตัวอย่างจากแปลงที่ไม่มีการพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร (untreated plot) หรือแปลงควบคุม ทั้ง 6 แปลงทดลอง ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง และตัวอย่างจากแปลงที่พ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ทดลอง (treated plot) ตามอัตราแนะนำ แปลงทดลองที่ 1 พบปริมาณสารพิษตกค้าง tolfeprpyrad ในมะเขือเทศเท่ากับ 0.23, 0.26, 0.25, 0.15, 0.16, 0.17, 0.08 และ 0.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แปลงทดลองที่ 2 พบ 0.04, 0.05, 0.03, 0.03, 0.05, 0.03, 0.02 และ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แปลงทดลองที่ 3 พบ 0.25, 0.15, 0.14, 0.14, 0.15, 0.11, 0.06 และ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แปลงทดลองที่ 4 พบ 0.29, 0.26, 0.19, 0.22, 0.16, 0.18, 0.13 และ 0.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับแปลงทดลองที่ 5 พบ 0.11, 0.09, 0.08, 0.03, 0.02, 0.02, 0.03 และ 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแปลงทดลองที่ 6 พบ 0.12, 0.13, 0.13, 0.11, 0.10, 0.06, 0.06 และ 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน หลังพ่นสารครั้งสุดท้าย ตามลำดับ แต่ละแปลงที่วิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างมะเขือเทศ มีการประกันคุณภาพผลการวิเคราะห์ (Quality Assurance : QA) ด้วยการทำ fortified sample ที่ความเข้มข้นระดับ 0.01 (LOQ), 0.05 และ 0.50 ความเข้มข้นละ 2 ซ้ำ พบว่า ที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มี %recovery เท่ากับ 74, 76, 77, 79, 81, 83, 84, 87, 91, 94, 99 และ 113 ที่ความเข้มข้น 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มี %recovery เท่ากับ 75, 78, 81, 83, 97, 98, 100, 102, 105, 108, 114 และ 117 และที่ความเข้มข้น 0.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มี %recovery เท่ากับ 75, 80, 81, 83, 84, 84, 84, 87, 93, 94, 102 และ 103 ซึ่งทั้งหมดอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ 70-120%

Table 4. Residues resulting from supervised trials on tomatoes at the days after last application.

Days after last application	Untreated Plot ²	Average residue of tolfenpyrad (mg/kg)					
		Treated plot					
		Trial 1	Trial 2	Trial 3	Trial 4	Trial 5	Trial 6
0 ¹	ND ³	0.23	0.04	0.25	0.29	0.11	0.12
1	ND	0.26	0.05	0.15	0.26	0.09	0.13
3	ND	0.25	0.03	0.14	0.19	0.08	0.13
5	ND	0.15	0.03	0.14	0.22	0.03	0.11
7	ND	0.16	0.05	0.15	0.16	0.02	0.10
10	ND	0.17	0.03	0.11	0.18	0.02	0.06
14	ND	0.08	0.02	0.06	0.13	0.03	0.06
21	ND	0.12	0.02	0.05	0.07	0.03	0.03

^{1/} approximately two hours after last application on the day

^{2/} trials 1-6

^{3/} ND = Not detected

เมื่อนำผลการวิเคราะห์ที่ได้นี้มาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพิษตกค้าง tolfenpyrad กับระยะเวลาการเก็บเกี่ยวต่างๆ หลังพ่นสารครั้งสุดท้าย ดังแสดงใน Figure 4 จะเห็นว่า ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างมะเขือเทศทั้ง 6 แปลงทดลอง มีแนวโน้มค่อยๆ ลดลงหรือเกิดการสลายตัวของสารพิษตกค้างเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น

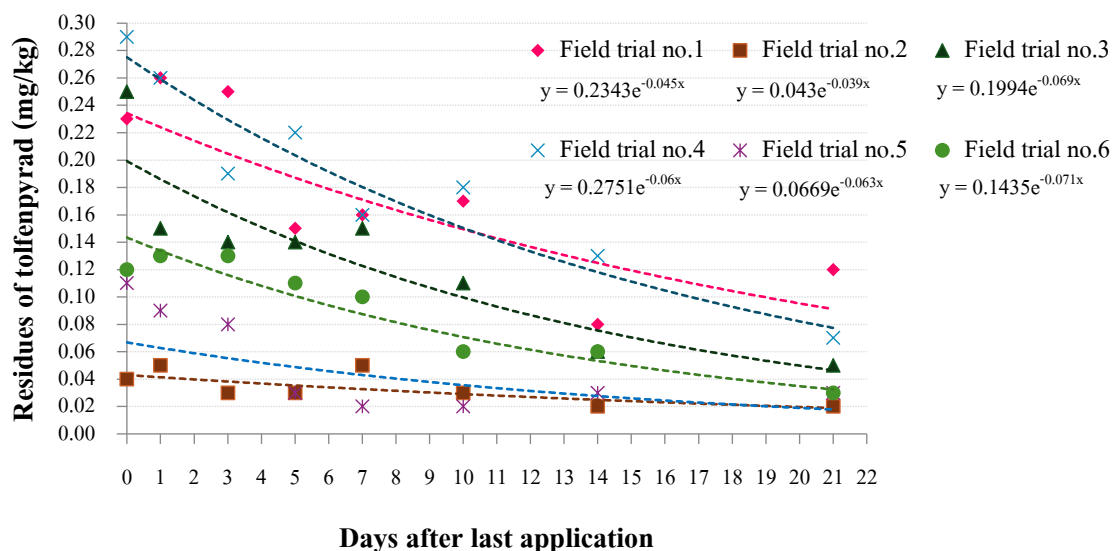


Figure 4. Residue decline curve of tolfenpyrad in tomatoes at the days after last application.

เมื่อพิจารณาค่า Thai MRL และ Codex MRL ของ tolfenpyrad ในมะเขือเทศ ยังไม่มีการกำหนด แต่มีค่า Codex MRL ที่กำหนดไว้ในกลุ่มย่อยพริกและสินค้าเกษตรที่คล้ายพริก (peppers; subgroup) เท่ากับ

0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (FAO/WHO, 2021) และประเทศญี่ปุ่น กำหนดค่า MRL ของ tolfeprad ในผักบรีโภคผลนอกเหนือจากตระกูลแตง ได้แก่ มะเขือเทศ พริก และมะเขือ (Other cucurbitaceous vegetables) เท่ากับ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (The Japan Food Chemical Research Foundation, 2017) และได้นำผลวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างแต่ละวัน หลังพ่นสารครั้งสุดท้าย มาคำนวณหาค่าสารพิษตกค้างสูงสุด (Highest Residue : HR) ค่ามัธยฐานสารพิษตกค้าง (Supervised Trial Median Residue : STMR) และค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างสูงสุดที่มีได้ในสินค้าเกษตร (Maximum Residue Limit : MRL) โดยใช้โปรแกรม OECD MRL calculator แล้วนำค่า HR กับค่า STMR มาประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคทั้งการได้รับสารระยะสั้นหรือความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute Reference Dose : ARfD) และระยะยาวหรือความเป็นพิษเรื้อรัง (Acceptable Daily Intake : ADI) โดยใช้โปรแกรม IESTI และ IEDI เทียบกับค่าอ้างอิงในรายงานของ JMPR ซึ่งระบุค่า ARfD เท่ากับ 0.01 mg/kg bw และ ADI เท่ากับ 0-0.006 mg/kg bw เมื่อทำการประเมินแล้วจะอยู่ในรูปของเปอร์เซ็นต์ หากมีค่าน้อยกว่า 100% หมายถึง ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่าง ปลอดภัยต่อผู้บริโภค (JMPR, 2013 และ FAO, 2016) จากผลการประเมินพบว่า ที่ระยะเวลา 3 วัน หลังพ่นสารครั้งสุดท้าย ค่า MRL ได้เท่ากับ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มี ADI เท่ากับ 3% ส่วน ARfD เท่ากับ 30% สำหรับประชากรทั่วไป และ 90% สำหรับเด็ก ถ้ากำหนดค่า PHI โดยใช้ค่า Codex MRL (peppers; subgroup) อ้างอิง ปริมาณสารพิษตกค้างของทุกแปลงน้อยกว่าค่า Codex MRL และจากผลการประเมินความเสี่ยง ที่ระยะ 3 วัน หลังพ่นสารครั้งสุดท้าย จึงเป็นระยะที่ช่วงก่อนเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับการปฏิบัติงานของเกษตรกร แต่ถ้าใช้ค่า Japan MRL อ้างอิงพบว่า ที่ระยะเวลา 7 วัน หลังพ่นสารครั้งสุดท้าย มีปริมาณสารพิษตกค้างของทุกแปลงน้อยกว่าค่า Japan MRL ซึ่งคำนวณค่า MRL ได้เท่ากับ 0.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการทดลองนี้ จะนำไปเสนอต่อคณะกรรมการวิชาการพิจารณาสินค้าเกษตร สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เพื่อพิจารณากำหนดค่า PHI Thai MRL ASEAN MRL และ Codex MRL ต่อไป ส่วนค่า PHI ใช้เป็นคำแนะนำในการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของกรมวิชาการเกษตร และเป็นคำแนะนำในฉลากวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ขึ้นทะเบียน

3. ผลการทดสอบความคงตัวของสาร

จากผลการทดสอบความคงตัวของ tolfeprad ในมะเขือเทศ พบว่า %residue remained เท่ากับ 85, 84, 82, 86, 96, 96 และ 92 ที่ระยะเวลา 0, 30, 60, 90, 120, 150 และ 180 วัน นับจากวันที่เติมสารลงในมะเขือเทศ ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงยอมรับ 70-120% ดังนั้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง tolfeprad ยังมีความคงสภาพอยู่ เป็นส่วนสนับสนุนผลการทดลองให้มีความน่าเชื่อถือ

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

ในการศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างโทลเฟนไพเรด (tolfenpyrad) ในมะเขือเทศ ทำให้ได้ข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้างทั้งหมด 6 ชุดการทดลอง ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน หลังพ่นสารครั้งสุดท้าย ตัวอย่างคอนโทรล ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง ส่วนตัวอย่างจากแปลงที่พ่น tolfenpyrad มีปริมาณสารพิษตกค้างค่อยๆ ลดลง เมื่อระยะเวลาเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น และได้ประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคทั้งความเป็นพิษเฉียบพลันและความเป็นพิษเรื้อรังของแต่ละวันที่เก็บตัวอย่าง พบว่า หลังพ่นสารครั้งสุดท้ายที่ 3 วัน มี ADI เท่ากับ 3% ส่วน ARfD เท่ากับ 30% สำหรับประชากรทั่วไป และ 90% สำหรับเด็ก ซึ่งน้อยกว่า 100% ถ้ากำหนดค่า PHI จาก Codex MRL ในกลุ่มย่อยพริก และการประเมินความเสี่ยง PHI คือ 3 วัน มีค่า MRL 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ถ้าใช้ค่า Japan MRL อ้างอิง ค่า PHI คือ 7 วัน และมีค่า MRL 0.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อย่างไรก็ตามข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้างที่ได้จากการทดลองนี้ จะนำเสนอเพื่อพิจารณากำหนดค่า PHI Thai MRL ASEAN MRL และ Codex MRL ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มพัฒนาเศรษฐกิจฐานราก. 2564. วิเคราะห์สถานการณ์เศรษฐกิจการค้าไทยรายภูมิภาค ประจำเดือน มิถุนายน 2564. กองนโยบายการสร้างความเข้มแข็งทางการค้า สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า นนทบุรี. 7 หน้า.
- วรรณรีย์ คนขยัน. 2551. มะเขือเทศ. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักส่งเสริมและจัดการสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กรุงเทพฯ. 30 หน้า.
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. 2566. รายงานสถิติทางการเกษตร พืชอายุสั้น (รต.01). ระบบสารสนเทศการผลิตทางด้านการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สืบค้นวันที่ 29 พฤษภาคม 2566.
- สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง พุทธิชาติ ปญฺวัฒน์ โสวานิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ และศรีจันทรรจ ศรีจันทร์. 2564. เอกสารวิชาการ คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลง-สัตว์ศัตรูพืชอย่างปลอดภัย...จากงานวิจัย ปี 2564. กลุ่มบริหารศัตรูพืช/กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 280 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. สถิติการค้าสินค้าการเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2564. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ. 162 หน้า.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2565. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพฯ. 194 หน้า.
- Bertil, M. and Ulf, O. 2014. Eurachem Guide: The Fitness for Purpose of Analytical Methods-A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics. 2nd Ed. Eurachem. 62 pp.
- EN 15662. 2008. Foods of Plant Origin-Determination of Pesticide Residues Using GC-MS and/or LC-MS/MS Following Acetonitrile Extraction/Partitioning and Clean-up by Dispersive SPE-QuEChERS-Method. British Standards Institution UK. 81 pp.

- EU. 2024. Analytical Quality Control and Method Validation Procedures for Pesticide Residues Analysis in Food and Feed, SANTE 11312/2021 v2. EU Reference Laboratories for Residues of Pesticides. 51 pp.
- FAO. 2016. Submission and Evaluation of Pesticide Residues Data for the Estimation of Maximum Residue Levels in Food and Feed. Plant Production and Protection Paper 225. 3rded. FAO Rome. 286 pp.
- FAO/WHO. 2021. Codex Alimentarius: Pesticides Database Search. Available : October 25, 2024.
- JMPR. 2014. Pesticide Residues in Food 2013. Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues. Report 2013. FAO Plant Production and Protection Paper 219. FAO Rome. 601 pp.
- The Japan Food Chemical Research Foundation. 2017. Maximum Residue Limits (MRLs) List of Agricultural Chemicals in Foods. Available : October 25, 2024

ความต้านทานสารกำจัดแมลงต่อเพลี้ยไฟพริกในพืชตระกูลส้ม

กรกฎ รัตนมหาณิกกร ศรีจันทร์ ศรีจันทร์ สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง

กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

การใช้สารกำจัดแมลงเป็นวิธีป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟที่รวดเร็วที่สุด แต่เกษตรกรมักใช้สารกำจัดแมลงโดยไม่มีการหมุนเวียนทำให้เกิดปัญหาเพลี้ยไฟต้านทานต่อสารกำจัดแมลง เพลี้ยไฟพริกเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญในพืชหลายชนิด ทั้งพืชผัก และไม้ผล การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงในเพลี้ยไฟพริกในพื้นที่ปลูกต่างๆ ในปี 2565-2566 จากการเก็บตัวอย่างเพลี้ยไฟพริกที่เข้าทำลายส้มเปลือกอ่อนและส้มโอ โดยเก็บตัวอย่างเพลี้ยไฟพริกที่เข้าทำลายส้มเปลือกอ่อนในพื้นที่อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ อำเภอฝาง และอำเภอแม่เมาะ จังหวัดเชียงใหม่ และเพลี้ยไฟพริกที่เข้าทำลายส้มโอในพื้นที่อำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม และอำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท ทำการทดสอบความต้านทานโดยวิธี Leaf-dipping โดยใช้ใบอ่อนชุบด้วยสารกำจัดแมลงชนิดต่าง ๆ ได้แก่ fipronil (fip), imidacloprid (imi), acetamiprid (ace), spinetoram (spi), abamectin (aba), emamectin benzoate (ema), chlorfenapyr (chl) และ cyantraniliprole (cya) พบว่า สารกำจัดแมลงที่เพลี้ยไฟพริกในส้มและส้มโอมีความต้านทานสูง (high resistance) ได้แก่ ace (กลุ่ม4A) และ aba (กลุ่ม6) และสารที่เพลี้ยไฟพริกมีความต้านทานปานกลาง (moderate resistance) ได้แก่ fip (กลุ่ม2), imi (กลุ่ม4A) และ cya (กลุ่ม28) สารฆ่าแมลงที่เพลี้ยไฟมีการตายมากกว่า 60% ซึ่งชี้ว่าเพลี้ยไฟมีความต้านทานต่ำ ได้แก่ fip (กลุ่ม 2), spi (กลุ่ม 5), ema (กลุ่ม 6) และ chl (กลุ่ม 13) ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกในพืชตระกูลส้ม ควรวางแผนการใช้สารแบบหมุนเวียนให้เหมาะสมกับสถานการณ์ความต้านทานในแต่ละพื้นที่ และควรหลีกเลี่ยงการใช้สารที่เพลี้ยไฟมีความต้านทานสูง เพื่อลดปัญหาความต้านทาน

คำหลัก: ความต้านทานต่อสารกำจัดแมลง เพลี้ยไฟพริก พืชตระกูลส้ม

OE-19

ภาคบรรยาย

Insecticide Resistance in Chili Thrips Damaging Citrus

Korakot Ratanamahamaneekorn Srijumnun Srijuntra

Suprada Sukonthabhirom na Pattalung

Plant Pest Management Research Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture,
Bangkok 10900

ABSTRACT

Chemical control is the fastest method to control outbreak of thrips. Farmers often use same group of insecticide which can cause insecticide resistance problem in chili thrips (*Scirtothrips dorsalis* Hood) are main pests in many vegetables and fruits. The objective of this experiment was to evaluate insecticide resistance in chili thrips in various planting areas in year 2022-2023. Chili thrips was collected in tangerine orchards: Si Satchanalai district, Sukhothai province; Wang Chin district, Phrae province; Fang and Mae ai district, Chiang Mai district and pomelo orchards: Pho Prathap Chang district, Pichit province; Bang Khonthi district, Samut Songkhram province; Sam Phran district, Nakhon Pathom province and Manorom district, Chai Nat province. All thrips were tested using leaf-dipping method with various insecticides; fipronil (fip), imidacloprid (imi), acetamiprid (ace), spinetoram (spi), abamectin (aba), emamectin benzoate (ema), chlorfenapyr (chl), and cyantraniliprole (cya) at the recommended dose and double of recommended doses. The results revealed that thrips from several areas had high resistance were ace (Group 4A) and aba (Group 6). And which moderate resistance were fip (Group 2B), imi (Group 4A) and cya (Group 28). Insecticides affected more than 60% mortality which implied as low resistance were fip (Group 2B), spi (Group 5), ema (Group 6) and chl (Group 13). Thus, insecticides showing low resistance level in chili thrips could be selected for rotation spraying strategy to retard insecticide resistance problem in chili thrips damaging citrus in each area.

Keywords: insecticide resistance, chilli thrips, citrus

คำนำ

เพลี้ยไฟพริก (chili thrips: *Scirtothrips dorsalis* Hood) เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญในพืชหลายชนิด ทั้งพืชผัก และไม้ผล ทำให้ผลผลิตเสียหาย ไม่ได้คุณภาพ เป็นแมลงที่ระบาดทำลายส้มในระยะต้นส้มมียอดอ่อน ดอก และผลอ่อนโดยดูดกินน้ำเลี้ยง ทำให้ใบ ดอก ผลส้มถูกทำลาย แคระแกร็นไม่ได้คุณภาพตามความต้องการของตลาด การป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกในช่วงที่เกิดการระบาดทำได้ยาก สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช (2553) ได้แนะนำสาร clothianidin, imidacloprid, acetamiprid, dinotefuran, fenpropathrin และ ethion ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกในส้ม สุภรดาและคณะ (2564) ได้รายงานว่าการที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟพริกในพืชตระกูลส้ม ได้แก่ spinetoram, emamectin benzoate, chlorfenapyr, imidacloprid, cyantraniliprole เกษตรกรมักใช้สารกำจัดแมลงในการป้องกันกำจัด เนื่องจากสะดวก และรวดเร็ว และมักใช้สารกำจัดแมลงกลุ่มเดิมๆ โดยไม่มีการหมุนเวียนทำให้เกิดปัญหาเพลี้ยไฟต้านทานต่อสารกำจัดแมลง การทราบสถานการณ์ความต้านทานเพลี้ยไฟพริกสามารถทำให้เกษตรกรลดการใช้สารกำจัดแมลงบางกลุ่ม เพื่อลดปัญหาความต้านทานลงได้ และเพื่อสร้างรูปแบบการใช้สารแบบหมุนเวียนในการแก้ปัญหาเพลี้ยไฟต้านทานต่อสารกำจัดแมลงในแต่ละพื้นที่

การแก้ปัญหาความต้านทานสามารถทำได้ด้วยการใช้สารกำจัดแมลงแบบหมุนเวียน (insecticide rotation) (Bielza, 2008; Zhao *et al.*, 2010) วิธีการใช้สารแบบหมุนเวียนสามารถแก้ปัญหาเพลี้ยไฟต้านทานต่อสารกำจัดแมลงอย่างได้ผล (Immaraju *et al.*, 1990a; Gao *et al.*, 2012) โดยพ่นสารกำจัดแมลงหลาย ๆ กลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ที่มีประสิทธิภาพต่อแมลงชนิดนั้น ๆ แบบหมุนเวียนกันในแต่ละช่วงเวลา หรือในช่วงเวลาหนึ่งชั่วอายุขัย (generation) ของแมลงชนิดนั้น ๆ เพื่อลดความต้านทาน (Bielza, 2008; Gao *et al.*, 2012) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทดลองนี้ก็เพื่อประเมินความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงในเพลี้ยไฟฝ้ายที่ทำลายมะเขือเปราะ และเพลี้ยไฟพริกที่เข้าทำลายพืชตระกูลส้ม ซึ่งข้อมูลที่ได้ทำให้สามารถเลือกชนิดสารในการสร้างรูปแบบการใช้สารแบบหมุนเวียนในแต่ละพื้นที่ และได้ข้อมูลสารกำจัดแมลงที่เพลี้ยไฟมีความต้านทานสูงเพื่อแจ้งเตือนแก่เกษตรกรให้หยุดพักการใช้เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาความต้านทานเพิ่มมากขึ้นในอนาคต

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมแมลงทดลอง

ทำการเก็บเพลี้ยไฟแบบสุ่มกระจายทั่วแปลงปลูกของเกษตรกร

1. พื้นที่ปลูกส้มจังหวัดจังหวัดเชียงใหม่ แพร่ สุโขทัย
2. พื้นที่ปลูกส้มโอจังหวัดพิจิตร ชัยนาท สมุทรสงคราม และนครปฐม

โดยทำการตัดยอดอ่อนที่มีเพลี้ยไฟลงทำลาย เก็บใส่ในกล่องพลาสติกปิดฝากล่องให้แน่น เก็บเพลี้ยไฟในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งเพื่อรักษาความเย็น แล้วนำมายังห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ความชื้นสัมพัทธ์ 60-70% ช่วงแสง 12 : 12 ชั่วโมง (สว่าง : มืด)

การเตรียมสารกำจัดแมลงเพื่อใช้ในการทดลอง

สารกำจัดแมลงที่ใช้แบ่งตามกลุ่มต่าง ๆ ของ IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) และอัตราแนะนำได้แสดงใน Table 1

Table 1. Insecticides used for resistance evaluation and their recommended field rate.

Common name of insecticide	IRAC Group ^{1/}	Recommended field rate (/ 20 L of water)
fipronil 5 % SC	2B	30 ml
imidacloprid 70 % WG	4A	15 g
acetamiprid 20 % SP	4A	20 g
spinetoram 12 % SC	5	10 ml
abamectin 1.8 % EC	6	50 ml
emamectin benzoate 1.92 % EC	6	30 ml
chlorfenapyr 10 % SC	13	30 ml
cyantraniliprole 10 % OD	28	40 ml

^{1/} www.irac-online.org

การศึกษาผลของสารกำจัดแมลงต่อการตายของเพลี้ยไฟ ดังนั้นจึงเตรียมสารกำจัดแมลงชนิดต่าง ๆ ที่อัตราแนะนำ และที่อัตราสองเท่าของอัตราแนะนำ โดยใช้ น้ำที่ผสมน้ำยาจับใบ (Triton X-100) อัตรา 0.05 มล./ลิตร ดังนี้

1. สาร fipronil 5% SC (กลุ่ม 2)	ที่อัตรา 30 และ 60 มล./น้ำ 20 ลิตร
2. สาร imidacloprid 70% WG (กลุ่ม 4A)	ที่อัตรา 15 และ 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร
3. สาร acetamiprid 20% SP (กลุ่ม 4A)	ที่อัตรา 20 และ 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร
4. สาร spinetoram 12% SC (กลุ่ม 5)	ที่อัตรา 10 และ 20 มล./น้ำ 20 ลิตร
5. สาร abamectin 1.8% EC (กลุ่ม 6)	ที่อัตรา 50 และ 100 มล./น้ำ 20 ลิตร
7. สาร emamectin benzoate 1.92 % EC (กลุ่ม 6)	ที่อัตรา 30 และ 60 มล./น้ำ 20 ลิตร
8. สาร chlorfenapyr 10% SC (กลุ่ม 13)	ที่อัตรา 30 และ 60 มล./น้ำ 20 ลิตร
9. สาร cyatraniliprole 10% OD (กลุ่ม 28)	ที่อัตรา 40 และ 80 มล./น้ำ 20 ลิตร
10. สารจับใบ (Triton X-100) (control)	ที่อัตรา 0.05 มล./ลิตร

การทดสอบผลของสารกำจัดแมลงต่อการตายของเพลี้ยไฟเพื่อประเมินความต้านทาน

ทำการทดลองโดยใช้วิธี leaf-dipping method (Immaraju *et al.*, 1990b; Fahmy *et al.*, 1991; Guillen *et al.*, 2014) ล้างใบอ่อนพืชที่ไม่มีการพ่นสารกำจัดแมลงให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง ทำการจุ่มใบอ่อนที่ถูกตัดเป็นชิ้นลงไปนในสารกำจัดแมลงชนิดต่าง ๆ ที่อัตราแนะนำและที่อัตราความเข้มข้น 2 เท่าของ

อัตราแนะนำ นาน 10 วินาที ส่วนชุดควบคุม (control) จุ่มใบอ่อนในน้ำที่ผสมสารจับใบ นำใบอ่อนที่ซึบสารไปผึ่งจนสารแห้ง

นำชิ้นใบอ่อนที่ซึบสารกำจัดแมลงและผึ่งจนแห้งแล้วมาใส่ในถ้วยพลาสติก เพื่อให้เพลี้ยไฟมีที่หลบอาศัยและดูดกินน้ำเลี้ยง ทำการเคาะเพลี้ยไฟจากยอดอ่อนพืชที่เก็บจากแปลงของเกษตรกรในพื้นที่อำเภอต่าง ๆ มาเคาะให้เพลี้ยไฟลงบนกระดาษขาว A4 ใช้ฟู่กันขนาดเล็กค่อย ๆ เชี่ยวเพลี้ยไฟให้ตกมาอยู่ในถ้วยที่มีใบอ่อนที่ซึบสารกำจัดแมลง ใส่เพลี้ยไฟในแต่ละถ้วย ๆ ละ 10 ตัวซึ่งเป็น 1 ซ้ำ ปิดฝาถ้วยให้สนิท ทำ 3-4 ซ้ำ ปล่อยให้เพลี้ยไฟดูดกินใบพืชที่ซึบสารในห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วทำการบันทึกเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไฟ เพลี้ยไฟที่ไม่ตอบสนองต่อการเชียวของปลายฟู่กันจะถูกพิจารณาว่าตาย

การบันทึกผลและวิเคราะห์

บันทึกเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไฟ และเมื่อพบว่าแมลงในส่วนควบคุม (control) ตาย 5-20% จะทำการปรับค่าเปอร์เซ็นต์การตายโดยใช้ Abbott's formula (Abbott, 1925) หากถ้าตายเกิน 20% จะทำการทดลองใหม่

สูตร Abbott's formula :

$$\% \text{ Corrected Mortality} = \frac{\% \text{ test mortality} - \% \text{ control mortality}}{100 - \% \text{ control mortality}} \times 100$$

นำข้อมูลเปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไฟในแต่ละพื้นที่มาหาค่าเฉลี่ย และค่า standard deviation (SD) การทดลองนี้ประเมินความต้านทานของสารกำจัดแมลงต่อเพลี้ยไฟฝ่ายที่ทำลายมะเขือเปราะ และเพลี้ยไฟพริกที่ทำลายพืชตระกูลส้ม โดยแบ่งเป็น 3 ระดับดังนี้

เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไฟที่ความเข้มข้นสารกำจัดแมลงตามอัตราแนะนำ และที่ความเข้มข้น 2 เท่าของอัตราแนะนำ	การแบ่งระดับความต้านทาน
1) พบการตาย 60-100 %	1) จัดเป็นสารที่มีผลต่อการตายค่อนข้างสูง-สูง หรือมีความต้านทานต่ำ (low resistance)
2) พบการตายคาบเกี่ยวกันในช่วง 0-40 %, 40-60 % หรือ 60-100 %	2) จัดเป็นสารที่มีผลต่อการตายปานกลาง-ค่อนข้างต่ำ หรือมีความต้านทานปานกลาง (moderate resistance)
3) พบการตาย 0-40 %	3) จัดเป็นสารที่มีผลต่อการตายต่ำ-ต่ำมาก หรือมีความต้านทานสูง (high resistance)

เวลาและสถานที่

ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนกันยายน 2565 – 2566 ห้องปฏิบัติการกลุ่มบริหารศัตรูพืช
สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร จังหวัดกรุงเทพฯ

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดสอบสารกำจัดแมลงชนิดต่าง ๆ ได้แก่ fipronil (fip), imidacloprid (imi), acetamiprid (ace), spinetoram (spi), abamectin (aba), emamectin benzoate (ema), chlorfenapyr (chl), และ cyantraniliprole (cya) ในเพลี้ยไฟพริกในพืชตระกูลส้ม พบว่า

ส้มเปลือกอ่อน

ความต้านทานของเพลี้ยไฟพริกในส้มเปลือกอ่อน ทำการสำรวจในพื้นที่อำเภอศรีษะนาถ้อย จังหวัดสุโขทัย อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ อำเภอฝาง และอำเภอแม่เฒ่า จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า

เพลี้ยไฟพริกที่เข้าทำลายส้มเปลือกอ่อนซึ่งสำรวจในพื้นที่อำเภอศรีษะนาถ้อย จังหวัดสุโขทัย อำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ อำเภอฝาง และอำเภอแม่เฒ่า จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าสารที่ทำให้เพลี้ยไฟมีอัตราการตายตั้งแต่ 60% ขึ้นไปที่อัตราแนะนำ หรือตายตั้งแต่ 80% ขึ้นไปที่อัตราสองเท่าของคำแนะนำในพื้นที่อำเภอฝางได้แก่ fip, imi, spi, ema, chl และอำเภอแม่เฒ่า ได้แก่ spi, cya, chl (Fig. 1-2)

ในส่วนสารที่ทำให้เพลี้ยไฟพริกในส้มเปลือกอ่อนมีอัตราการตายน้อยกว่า 20% ของความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ หรือตายน้อยกว่า 40% ที่สองเท่าของอัตราแนะนำ ในพื้นที่อำเภอฝางได้แก่ ace, aba, cya และในพื้นที่อำเภอแม่เฒ่า ได้แก่ imi, ace, aba (Fig. 1-2)

สำหรับในพื้นที่อำเภอศรีษะนาถ้อย จังหวัดสุโขทัย และอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ยังไม่พบเพลี้ยไฟพริกต้านทานต่อสารกำจัดแมลง แต่พบการระบาดของเพลี้ยหอย และหนอนขอนใบส้มเป็นจำนวนมากจากการสอบถามเกษตรกรในพื้นที่พบว่าเกษตรกรมีการใช้สารที่หลากหลายตามการระบาดของแมลงในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตของส้ม ส่งผลให้การระบาดของเพลี้ยไฟพริกไม่มากนักและไม่พบเพลี้ยไฟต้านทานต่อสารกำจัดแมลง (Fig.3)

ส้มโอ

ส้มโอทำการสำรวจในพื้นที่อำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม และอำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท

เพลี้ยไฟพริกที่เข้าทำลายส้มโอซึ่งสำรวจในอำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม และอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐมและอำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท พบว่าสารที่ทำให้เพลี้ยไฟมีอัตราการตายตั้งแต่ 60% ขึ้นไปที่อัตราแนะนำ หรือตายตั้งแต่ 80% ขึ้นไปที่อัตราสองเท่าของคำแนะนำในพื้นที่ในอำเภอโพธิ์ประทับช้าง ได้แก่ fip, imi, spi, ema, chl, cya อำเภอสามพราน ได้แก่ fip, imi, spi, ema, chl อำเภอบางคนที ได้แก่ spi, ema, chl (Fig. 4-7)

ในส่วนสารที่ทำให้เพลี้ยไฟพริกในส้มโอมีอัตราการตายน้อยกว่า 20% ของความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ หรือตายน้อยกว่า 40% ที่สองเท่าของอัตราแนะนำในพื้นที่อำเภอโพธิ์ประทับช้าง ได้แก่ aba อำเภอสามพราน ได้แก่ aba, cya อำเภอบางคนที ได้แก่ fip, aba, cya (Fig. 4-7)

สำหรับพื้นที่อำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท เกษตรกรมีพฤติกรรมในการใช้สารกำจัดแมลงไม่นานนัก จากการสอบถามข้อมูลการใช้สารกำจัดแมลงของเกษตรกร พบว่าเกษตรกรมีการพ่นสารกำจัดแมลง 2 ครั้งต่อเดือน หรือไม่มีการพ่นเลยนาน 2-3 เดือน ส่งผลให้เพลี้ยไฟพริกในพื้นที่ไม่มีความต้านทานต่อสารกำจัดแมลง

การเลือกใช้สารแบบหมุนเวียนตามคำแนะนำควรคำนึงถึงเลขของกลุ่มสาร โดยสารแต่ละกลุ่มไม่ควรใช้ติดต่อกันเกิน 3 ครั้งในหนึ่งช่วงอายุของเพลี้ยไฟประมาณ 15 วัน (Broughton and Herron, 2007) สำหรับประเทศไทยมีภูมิอากาศค่อนข้างร้อนเหมาะแก่การเจริญเติบโตของเพลี้ยไฟ อุณหภูมิในแต่ละฤดูไม่แตกต่างกันมากนัก การเวียนสารจำนวน 1-3 ครั้งในหนึ่งช่วงอายุของเพลี้ยไฟประมาณ 15 วัน หรือปรับตามสถานการณ์หากมีปัจจัยอื่นร่วม (สุรารดา และคณะ, 2562) เช่น ในเพลี้ยไฟพริกที่เข้าทำลายส้มในพื้นที่อำเภอฝาง ในช่วง 15 วันแรกควรพ่น spinetoram (กลุ่ม 5) จำนวน 1-3 ครั้ง ในช่วง 15 วันถัดมาพ่น emamectin benzoate (กลุ่ม 6) จำนวน 1-3 ครั้ง ในช่วง 15 วันถัดมาพ่น chlorfenapyr (กลุ่ม 13) จำนวน 1-3 ครั้ง หมุนเวียนไปเรื่อยๆ จะเห็นว่าการพักเลขของกลุ่มสารอย่างน้อย 1 รอบ เพื่อป้องกันไม่ให้เพลี้ยไฟมีความต้านทานต่อสารกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง จากข้อมูลที่ได้ทำให้เห็นว่าแต่ละพื้นที่ที่เพลี้ยไฟพริกทำลายพืชตระกูลส้มมีความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงแตกต่างกัน จึงทำให้การใช้สารแบบหมุนเวียนในแต่ละพื้นที่ควรมีรูปแบบที่ใช้สารแตกต่างกันตามระดับความต้านทานของเพลี้ยไฟต่อสารแต่ละชนิด เช่น

เพลี้ยไฟพริกที่เข้าทำลายส้มเปลือกอ่อนในพื้นที่อำเภอฝาง สารที่ควรนำมาใช้ในการหมุนเวียน ได้แก่ fip, imi, spi, ema, chl และควรดใช้สาร ace, aba, cya ชั่วคราว (table 1.1)

เพลี้ยไฟพริกที่เข้าทำลายส้มเปลือกอ่อนในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ สารที่ควรนำมาใช้ในการหมุนเวียน ได้แก่ spi, cya, chl และควรดใช้สาร imi, ace, aba ชั่วคราว (table 1.1)

สำหรับในเพลี้ยไฟพริกที่เข้าทำลายส้มโอในพื้นที่อำเภอโพธิ์ประทับช้าง สารที่ควรนำมาใช้ในการหมุนเวียน ได้แก่ fip, imi, spi, ema, chl, cya และควรดใช้สาร aba ชั่วคราว (table.1.2)

เพลี้ยไฟพริกที่เข้าทำลายส้มโอในพื้นที่อำเภอสามพราน สารที่ควรนำมาใช้ในการหมุนเวียน ได้แก่ fip, imi, spi, ema, chl และควรดใช้สาร aba, cya ชั่วคราว (table 1.2)

เพลี้ยไฟพริกที่เข้าทำลายส้มโอในพื้นที่อำเภอบางคนที สารที่ควรนำมาใช้ในการหมุนเวียน ได้แก่ spi, ema, chl และควรดใช้สาร fip, aba, cya ชั่วคราว (table 1.2)

ในระบบหมุนเวียนสารประสิทธิภาพของสารที่นำมาหมุนเวียนจะขึ้นอยู่กับความต้านทานของแมลงต่อสารกำจัดแมลงและการจัดรูปแบบของสารในแต่ละพื้นที่ การจัดรูปแบบการเวียนสารควรคำนึงถึงลำดับของสารที่นำมาใช้ ตามประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดว่าสูง ปานกลาง-ต่ำ เมื่อได้รูปแบบของการเวียนสารที่เหมาะสมก็สามารถรักษาระดับของแมลงให้ระดับในระดับที่ต่ำได้ ในการใช้สารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดปานกลาง-ต่ำ ควรนำมาใช้พ่นเวียนสารต่อจากสารที่มีประสิทธิภาพสูง จะสามารถควบคุมแมลงให้อยู่ในระดับต่ำได้ เช่น สาร cyantraniliprole ที่มีความเป็นพิษต่ำเมื่อทดสอบกับเพลี้ยไฟใน

ห้องปฏิบัติการ แต่มีประสิทธิภาพสูงเมื่อทำการทดสอบในสภาพแปลง เมื่อนำมาทำการพ่นหลังจากสาร spinetoram ที่มีความเป็นพิษสูงต่อเพลี้ยไฟ สามารถควบคุมเพลี้ยไฟให้อยู่ในระดับต่ำได้เช่นกัน (ศรีจันทร์ และคณะ, 2562) ดังนั้นการวางรูปแบบก่อนหลังของกลุ่มสารมีผลต่อประสิทธิภาพของสารในการป้องกันกำจัดแมลง และการใช้สารในช่วงเวลาที่เหมาะสมจะสามารถทำให้สารเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากการประเมินความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงในเพลี้ยไฟพริกในพืชตระกูลส้ม พบว่า สารกำจัดแมลงที่เพลี้ยไฟพริกในส้มเปลือกอ่อนมีอัตราการตายตั้งแต่ 60% ขึ้นไปที่อัตราแนะนำ หรือตายตั้งแต่ 80% ขึ้นไปที่อัตราสองเท่าของคำแนะนำในพื้นที่อำเภอดำรงวิทยะ fip, imi, spi, ema, chl และอำเภอมะนัง ได้แก่ spi, cya, chl และสารกำจัดแมลงที่เพลี้ยไฟพริกในส้มโออัตราการตายตั้งแต่ 60% ขึ้นไปที่อัตราแนะนำ หรือตายตั้งแต่ 80% ขึ้นไปที่อัตราสองเท่าของคำแนะนำในพื้นที่อำเภอโพธิ์ประทับช้าง ได้แก่ fip, imi, spi, ema, chl, cya อำเภอสว่างแดนดิน ได้แก่ fip, imi, spi, ema, chl อำเภอบางคนที ได้แก่ spi, ema, chl (Table 1) เกษตรกรควรเลือกใช้สารกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพสูงและปานกลาง ป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟเพื่อชะลอหรือแก้ไขปัญหาความต้านทาน และควรงดใช้สารที่มีประสิทธิภาพต่ำในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ เพื่อป้องกันปัญหาความต้านทานเพิ่มเติม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คุณสุรดา สุนธาภิรมย์ ณ พัทลุง ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการจัดการความต้านทานต่อสารกำจัดแมลง และการทดสอบความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงในเพลี้ยไฟ คุณณิชาพร น้าประวิง คุณวงษ์สยาม นิสสัย คุณสุภัสสา ประคองสุข คุณบุณิกา ศิริวรรณ คุณนิตยา พรหมวงษ์ นักวิชาการเกษตร กลุ่มบริหารศัตรูพืช ที่ช่วยดำเนินการเก็บและรวบรวมข้อมูลให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ศรีจันทร์ ศรีจันทร์ สุรดา สุนธาภิรมย์ ณ พัทลุง และสมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น. 2562. ประสิทธิภาพสารกำจัดแมลงกลุ่มกลไกการออกฤทธิ์ต่างๆในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟมะล่อน (*Thrips palmi* Karny) ในกล้วยไม้สกุลหวาย. หน้า 78-93. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติครั้งที่ 14 วันที่ 12-14 พฤศจิกายน 2562 ณ โรงแรมดุสิตธานี หัวหิน อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี

สุชาดา สุพรศิลป์ พงษ์ชาติ ปญฺ์วัฒน์ นลินา ไชยสิงห์ สุภางคนา ถิรวิธ สิริกัญญา ขุนวิเศษ และสรชัย เพชรธรรมรส. 2562. ประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดแมลงแบบเดี่ยวและแบบผสม (Tank mixtures) ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟฝ้าย (*Thrips palmi* Karny) ในกล้วยไม้ และผลกระทบต่ออายุการใช้งานของหัวฉีด. หน้า 752-780. ใน: ผลงานวิจัยประจำปี 2562 เล่มที่ 2. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง ศรีจันรรจ์ ศรีจันทร์ และสมศักดิ์ ศรีพลตั้งมั่น. 2562. ผลของสารกำจัดแมลงชนิดต่างๆ ต่อการตายของเพลี้ยไฟพริก (*Scirtothrips dorsalis* Hood) ที่ทำลายมะม่วงในแหล่งปลูกสำคัญ. หน้า 211-223. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 14 วันที่ 12-14 พฤศจิกายน 2562 ณ โรงแรมดุสิตธานี หัวหิน อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี
- สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง ศรีจันรรจ์ ศรีจันทร์ และสมศักดิ์ ศรีพลตั้งมั่น. 2562. การทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดแมลงชนิดต่างๆ ต่อการตายของเพลี้ยไฟมะละกอ (*Thrips palmi* Karny) ที่ทำลายกล้วยไม้ในห้องปฏิบัติการ. หน้า 108-122. ใน: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติครั้งที่ 14 วันที่ 12-14 พฤศจิกายน 2562 ณ โรงแรมดุสิตธานี หัวหิน อำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี
- สุภรดา สุคนธาภิรมย์ ณ พัทลุง พลธิชาติ ปุณวัฒน์ โสวานิตย์ โพธิ์พูนศักดิ์ และศรีจันรรจ์ ศรีจันทร์. 2564. เอกสารวิชาการ คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลง-สัตว์ศัตรูพืชอย่างปลอดภัยจากงานวิจัย ปี 2564. กลุ่มบริหารศัตรูพืช/กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 280 หน้าสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 2553. เอกสารวิชาการเกษตร คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553 กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 303 น.
- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- Bielza, P. 2008. Insecticide resistance management strategies against the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. Pest Manag. Sci. 64: 1131-1138.
- Broughton, S. and G.A. Herron. 2007. *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) chemical control: insecticide efficacy associated with the three consecutive spray strategy. Aust. J. of Entomol. 46: 140-145.
- Fahmy, A.R., N. Sinchaisri and T. Miyata. 1991. Development of chlorfluazuron resistance and pattern of cross-resistance in the diamondback moth, *Plutella xylostella*. J. Pestic. Sci. 16: 665-672.
- Gao, Y., Z. Lei and S.R. Reitz. 2012. Western flower thrips resistance to insecticides: detection, mechanisms and management strategies. Pest Manag. Sci. 68: 1111-1121.
- Guillen, J., M. Navarro, and P. Bielza. 2014. Cross-resistance and baseline susceptibility of spirotetramat in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). J. Econ. Entomol. 107(3): 1239-1244.

- Immaraju, J.A., J.G. Morse and R.F. Hobza. 1990a. Field evaluation of insecticide rotation and mixtures as strategies for citrus thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance management in California. J. Econ. Entomol. 83(2): 306-314.
- Immaraju, J.A., J.G. Morse and O.L. Brawner. 1990b. Evaluation of three bioassay techniques for citrus thrips resistance and correlation of the leaf dip method to field mortality. J. Agric. Entomol. 7(1): 17-27.
- Zhao, J. Z., H. L. Collins, A.M. Shelton. 2010. Testing insecticide resistance management strategies: mosaic versus rotations. Pest Manage. Sci. 66(10): 1101-1105.

Tangerines

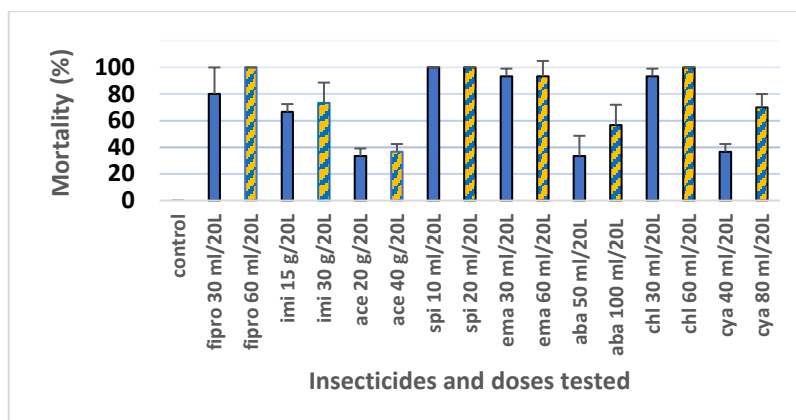


Fig 1 Fang district, Chiang Mai province

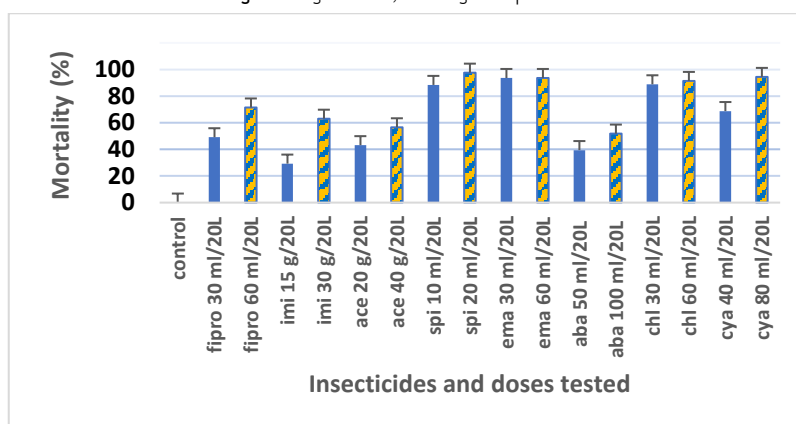


Fig 2 Mae ai district, Chiang Mai province

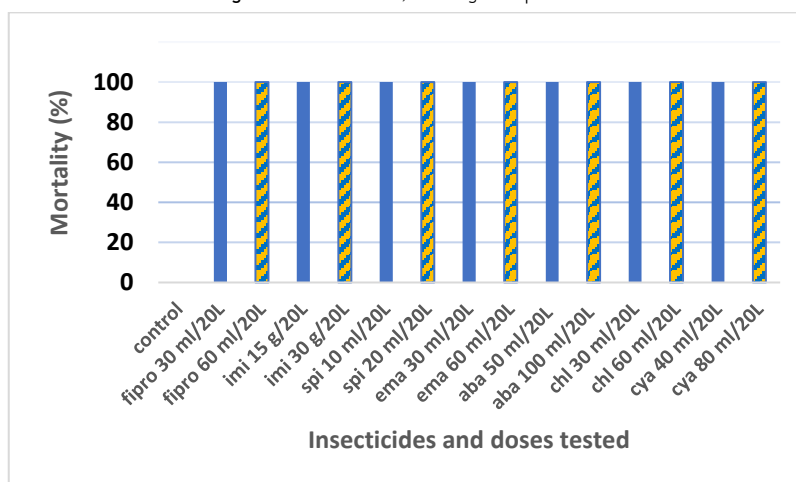


Fig 3 Si Satchanalai district, Sukhothai province

Pomelo

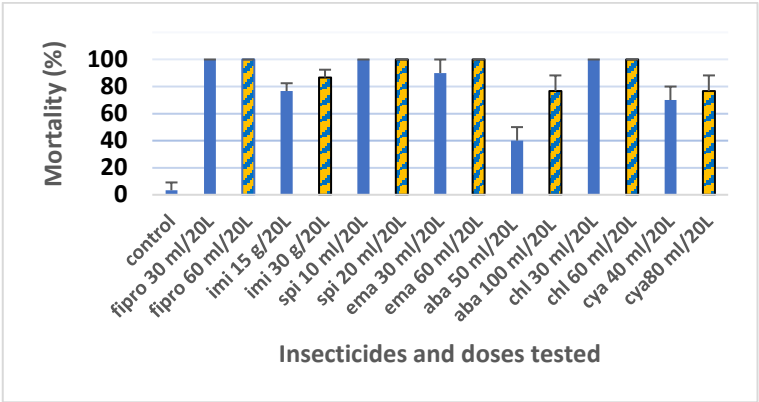


Fig. 4 Pho Prathap Chang district, Pichit province

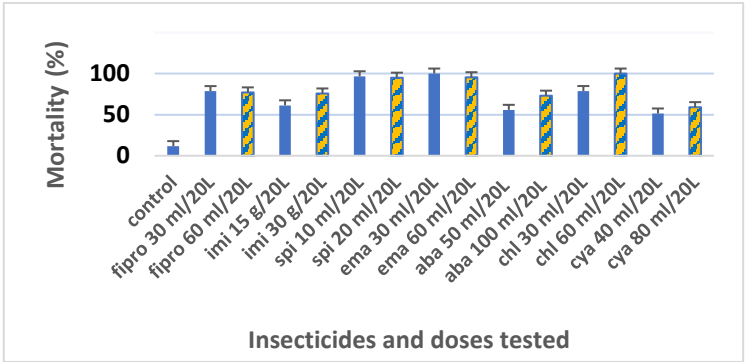


Fig. 5 Sam Phran district, Nakhon Pathom province

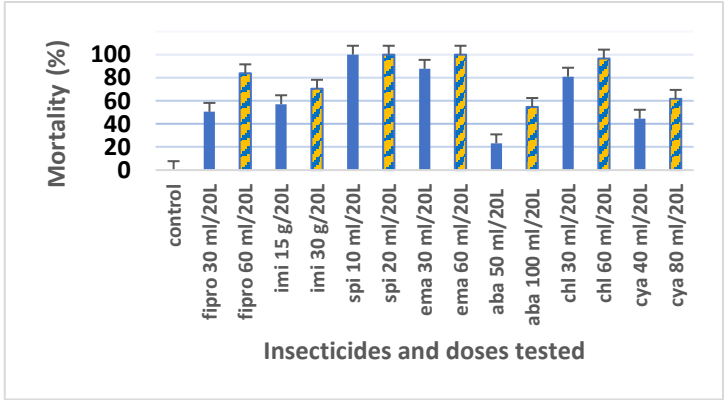


Fig. 6 Bang Khonthi district, Samut Songkhram province



Fig 7 Manorom district, Chai Nat province

Table 1. Insecticides which were appropriate for using in rotation spraying and insecticides which should be excluded for spraying to solve insecticide resistance problem in *Scirtothrips dorsalis* damaging Citrus in each area

Table 1.1 Tangerines

Province	District	Insecticides (group of insecticide) which should be used in insecticide rotation	Insecticides (group of insecticide) which should be excluded in insecticide rotation
Chiang Mai	Fang	<u>Low resistance :</u> fipronil (Group 2B) imidacloprid (Group 4A) spinetoram (Group 5) emamectin benzoate (Group 6) chlorfenapyr (Group 13) <u>Moderate resistance :</u> abamectin (Group 6) cyantraniliprole (Group 28)	<u>High resistance</u> : acetamiprid (Group 4A)
	Mae ai	<u>Low resistance :</u> spinetoram (Group 5) emamectin benzoate (Group 6) chlorfenapyr (Group 13) cyantraniliprole (Group 28) <u>Moderate resistance :</u> fipronil (Group 2B) imidacloprid (Group 4A) acetamiprid (Group 4A) abamectin (Group 6)	<u>High resistance</u> : -
Sukhothai	Si	<u>Nonresistance :</u> fipronil (Group 2B) imidacloprid (Group 4A) acetamiprid (Group 4A) spinetoram (Group 5) abamectin (Group 6) emamectin benzoate (Group 6) chlorfenapyr (Group 13) cyantraniliprole (Group 28)	<u>High resistance</u> : -
	Satchanalai		

Table 1.2 Pomelo

Province	District	Insecticides	Insecticides

		(group of insecticide) which should be used in insecticide rotation	(group of insecticide) which should be excluded in insecticide rotation
Pichit	Pho Prathap Chang	<u>Low resistance :</u> fipronil (Group 2B) imidacloprid (Group 4A) spinetoram (Group 5) emamectin benzoate (Group 6) chlorfenapyr (Group 13) cyantraniliprole (Group 28) <u>Moderate resistance :</u> abamectin (Group 6)	<u>High resistance :</u> -
Sam Phran	Nakhon Pathom	<u>Low resistance :</u> fipronil (Group 2B) imidacloprid (Group 4A) spinetoram (Group 5) emamectin benzoate (Group 6) chlorfenapyr (Group 13) <u>Moderate resistance :</u> abamectin (Group 6) cyantraniliprole (Group 28)	<u>High resistance :</u> -
Bang Khonthi	Samut Songkhram	<u>Low resistance :</u> spinetoram (Group 5) emamectin benzoate (Group 6) chlorfenapyr (Group 13) <u>Moderate resistance :</u> fipronil (Group 2B) imidacloprid (Group 4A) cyantraniliprole (Group 28)	<u>High resistance :</u> abamectin (Group 6)
Manorom	Chai nat	<u>Nonresistance :</u> fipronil (Group 2B) imidacloprid (Group 4A) acetamiprid (Group 4A) spinetoram (Group 5) abamectin (Group 6) emamectin benzoate (Group 6) chlorfenapyr (Group 13) cyantraniliprole (Group 28)	<u>High resistance :</u> -

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างกลุ่มสายพันธุ์และความสามารถในการต้านทานสารฆ่าแมลง ในประชากรของผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุดในประเทศไทย

ศิษณุพงศ์ พานเทียน นนทวิชัย ตันทวนิช ชัชวาล ใจเชื้อกุล

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

บทคัดย่อ

ผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด (*Spodoptera frugiperda*, FAW) (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) สามารถจำแนกได้เป็นสองสายพันธุ์ ได้แก่ สายพันธุ์ข้าวโพด (CS) และสายพันธุ์ข้าว (RS) โดยการตรูกรานในซีกโลกตะวันออกช่วงระหว่างปี 2016-2020 พบว่าสายพันธุ์ข้าวเป็นสายพันธุ์ที่พบมากที่สุด โดยอ้างอิงจากยีน cytochrome C oxidase subunit I (COI) ในไมโทคอนเดรีย อย่างไรก็ตามเนื่องจากขนาดตัวอย่างที่น้อยและการเกิดผลวัดของประชากรในเชิงพื้นที่และเวลา ทำให้โครงสร้างของประชากร FAW ในประเทศไทยยังคงมีความไม่ชัดเจน การศึกษานี้ได้ทำการประเมินความหลากหลายของสายพันธุ์และฮาโพลไทป์ในประชากร FAW ในประเทศไทย โดยใช้ยีน COI ในไมโทคอนเดรียและยีน triosephosphate isomerase (Tpi) ในนิวเคลียส การวิเคราะห์ลำดับยีน COI (n = 114) พบว่ามีสองฮาโพลไทป์ คือ COICSh4 (82.46%) และ COIRSh1 (17.54%) ขณะที่การวิเคราะห์ลำดับยีน Tpi (n = 109) พบเจ็ดฮาโพลไทป์ โดยพบ TpiCa1a มากที่สุด (55.04%) โดยจากตัวอย่างหนอนทั้งหมด (n = 108) ส่วนใหญ่แสดงลักษณะของสายพันธุ์ CS ที่แท้จริง (82.41%) สำหรับทั้งสองยีน โดยมีลูกผสมระหว่างสายพันธุ์ (17.59%) ซึ่งบ่งชี้ถึงความไม่สอดคล้องของยีน ซึ่งแม้ว่า RS จะถูกพบมากที่สุดในประเทศไทยในช่วงการระบาดปี 2018 แต่ปัจจุบัน CS เป็นสายพันธุ์ที่พบได้มากที่สุด ผลการวิจัยนี้บ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงในพลวัตของ FAW ซึ่งอาจได้รับอิทธิพลจากการกีดกันเชิงแข่งขัน การเลือกกินข้าวโพด และการใช้สารฆ่าแมลงในการปลูกข้าว นอกจากนี้ยังมีรายงานความต้านทานสารฆ่าแมลงที่เพิ่มขึ้นในประชากร FAW ทั่วโลก ในการศึกษาี้ได้ทำการตรวจสอบประสิทธิภาพและความต้านทานสารฆ่าแมลงสามชนิดที่ใช้กันทั่วไปในการปลูกข้าวโพดและข้าวต่อ FAW การทดลองในระยะหนอนวัยที่ 2 และ 4 โดยใช้ยาฆ่าแมลงเจ็ดความเข้มข้น พบรูปแบบความเป็นพิษและความต้านทานที่แตกต่างกัน emamectin benzoate แสดงความต้านทานสูงมาก (RC: 12.57 สำหรับระยะตัวอ่อนวัยที่ 2 และ 12.65 สำหรับระยะตัวอ่อนวัยที่ 4) chlorantraniliprole มีความต้านทานที่แตกต่างกัน และเฉพาะ lambda-cyhalothrin ที่ความเข้มข้นสูงเท่านั้นที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหนอนวัยที่ 2 โดยการเพิ่มขึ้นของความต้านทานและการเปลี่ยนแปลงสายพันธุ์เด่นในการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงผลกระทบจากการใช้สารฆ่าแมลงในระยะยาวและความจำเป็นในการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์การจัดการ FAW

คำหลัก: การจัดการศัตรูพืช การควบคุมด้วยสารเคมี พันธุศาสตร์ประชากร ความเป็นพิษของสารฆ่าแมลง

OE-20

ภาคบรรยาย

The Shifting of Strain Compositions and Insecticide Resistances in Fall Armyworm Populations in Thailand

Chitsanuphong Phanthian Nontivich Tandavanijt Chatchawan Chaisuekul

Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok 10330

ABSTRACT

The fall armyworm (FAW), *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) has been identified to two discernible strains: corn strain (CS) and rice strain (RS). Initial eastern hemisphere invasion in 2016-2020 identified RS as dominant strain based on the cytochrome C oxidase subunit I (COI) mitochondrial gene. Due to the small sample sizes and population dynamic through space and time, the population composition of Thai fall armyworm remains uncertain. This study assessed strain and haplotype variations in Thailand's FAW populations using both mitochondrial COI and nuclear triosephosphate isomerase (Tpi) genes. Analyses of COI sequences (n = 114) revealed two haplotypes, COICSh4 (82.46%) and COIRSh1 (17.54%). Tpi sequences (n = 109) showed seven haplotypes, dominated by TpiCa1a (55.04%). From all caterpillar specimens (n = 108), most caterpillars exhibited true CS (82.41%) for both genes, with interstrain hybrids (17.59%) indicating gene discordance. Thus, CS is now prevalent across Thailand. These findings suggest a shift in FAW dynamics influenced by competitive exclusion, corn preference, and pesticide use in rice cultivation. Additionally, increasing insecticide resistance in FAW populations worldwide has been reported. This study also investigated the efficacy and resistance of three commonly used insecticides in corn and rice cultivations against FAW. Bioassays on 2nd and 4th instars using seven insecticide doses revealed distinct toxicity and resistance patterns. Emamectin benzoate showed very high resistance (RC: 12.57 for 2nd instar and 12.65 for 4th instar), chlorantraniliprole had varying resistance, and only high doses of lambda-cyhalothrin were effective, especially on 2nd instar. Increased resistance and dominant strain shifting suggests prolonged usage impacts and highlights the need for revised pest management strategies.

Keywords: Pest management, Chemical control, Population genetics, Insecticide toxicity

คำนำ

ผีเสื้อหนอนกระทู้ข้าวโพดลายจุด *Spodoptera frugiperda* (Fall Armyworm, FAW) เป็นแมลงศัตรูพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะในข้าวโพด ซึ่งสร้างความเสียหายแก่ผลผลิตในหลายภูมิภาคทั่วโลก โดย FAW มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาและมีการแพร่กระจายไปสู่ทวีปแอฟริกาในปี พ.ศ. 2559 (Day et al. 2017) และเข้าสู่ทวีปเอเชีย รวมถึงประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2561 (Nagoshi et al. 2020, Punyawattoe et al. 2022) และล่าสุดมีการแพร่กระจายไปถึงทวีปออสเตรเลียในปี พ.ศ. 2563 (Rane et al. 2023) ซึ่งประชากร FAW รุกรานเหล่านี้สามารถปรับตัวและตั้งถิ่นฐานได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหารของเกษตรกรรายย่อยในทวีปแอฟริกาและภูมิภาคอื่น ๆ ที่ถูกรุกรานอย่างกว้างขวาง

สำหรับประชากรต้นกำเนิดของ FAW ในทวีปอเมริกาถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่มประชากรใหญ่ ได้แก่ ประชากรเท็กซัส (Texas type) ที่มีแพร่กระจายไปทั่วทวีปอเมริกาเหนือและใต้ และประชากรฟลอริดา (Florida type) ซึ่งพบในบริเวณชายฝั่งตะวันออกของประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศหมู่เกาะแคริบเบียน (Westbrook et al. 2016) อีกทั้งประชากรในทวีปอเมริกายังสามารถแบ่งได้ออกเป็นสองสายพันธุ์คือ สายพันธุ์ข้าวโพด (Corn strain, CS) และสายพันธุ์ข้าว (Rice strain, RS) โดยการระบุสายพันธุ์สามารถทำได้โดยการศึกษาลำดับยีนไมโทคอนเดรีย cytochrome C oxidase subunit I (COI) และยีนนิวเคลียส triosephosphate isomerase (Tpi) นอกจากนี้ ได้มีการพบการเกิดลูกผสมระหว่างสายพันธุ์ในทวีปแอฟริกา ซึ่งเป็นแหล่งการรุกรานแรกของ FAW ในซีกโลกตะวันออก อันเนื่องมาจากปัจจัยการขาดแคลนพืชอาหารและการสร้างถิ่นฐานใหม่ด้วยประชากรขนาดเล็ก (Nagoshi 2019, Nagoshi et al. 2019)

การวิเคราะห์ลำดับยีน COI ของประชากร FAW ในช่วงแรกของการรุกรานในซีกโลกตะวันออก (พ.ศ. 2561-2563) พบว่าประชากร FAW ส่วนใหญ่เป็น RS เช่น แอฟริกา (96.76%) เอเชียใต้ (89.47%) เอเชียตะวันออกเฉียง (83.33%) โอเชียเนีย (100%) และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (63.54%) (Nagoshi et al. 2018, Punyawattoe et al. 2022, Rane et al. 2023) อย่างไรก็ตาม ในบางภูมิภาคมีจำนวนตัวอย่างในการวิเคราะห์ที่ค่อนข้างน้อย ซึ่งอาจส่งผลต่อความแม่นยำในการประเมินสัดส่วนของสายพันธุ์ อีกทั้งพบว่าสัดส่วนของ CS ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้สูงกว่าภูมิภาคใกล้เคียงอย่างเห็นได้ชัด จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อทำความเข้าใจโครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากรในภูมิภาคนี้ โดยในประเทศไทย สัดส่วนของสายพันธุ์ข้าวในช่วงปี พ.ศ. 2561-2562 อยู่ที่ 69.23% จากตัวอย่างเพียง 13 ตัวอย่าง (Punyawattoe et al. 2022)

ประเทศไทยมีบทบาทสำคัญในการเชื่อมต่อการกระจายของสิ่งมีชีวิต จากทวีปเอเชียแผ่นดินใหญ่สู่หมู่เกาะในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และทวีปโอเชียเนีย (Braby et al. 2014) อีกทั้งยังเป็นศูนย์กลางด้านโลจิสติกส์ที่สำคัญ ซึ่งสามารถช่วยในการแพร่กระจายของศัตรูพืชรุกรานได้ในหลายพื้นที่ ในขณะที่การแข่งขันกับศัตรูพืชท้องถิ่น (Hardin 1960) การใช้สารเคมีในพื้นที่เกษตรกรรม (Thirawut et al. 2023) อุปสรรคทางภูมิศาสตร์ (Vidal et al. 2019) และปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจเกี่ยวข้องกับการกระจายพันธุ์ รวมถึงการผสมข้ามสายพันธุ์ อาจมีผลกระทบต่อโครงสร้างทางพันธุกรรมของประชากรสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นรุกรานได้ และอาจมีผลกระทบต่อความสามารถในการต้านทานต่อสารฆ่าแมลงจากข้อได้เปรียบของลูกผสม (hybrid advantage)

ด้วยปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้ FAW กลายเป็นศัตรูพืชสำคัญทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย ส่งผลให้การสร้างระบบเฝ้าระวังเพื่อป้องกันและควบคุมการแพร่ระบาดของ FAW จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง อย่างไรก็ตาม การศึกษา

ในประเทศไทยยังต้องการข้อมูลที่เพียงพอและครอบคลุมสำหรับการพัฒนาระบบนี้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยโครงสร้างทางพันธุกรรมของ FAW ในประเทศไทยอาจได้รับผลกระทบจากปัจจัยหลายด้าน เช่น สภาพภูมิอากาศและการใช้สารเคมีของเกษตรกร ดังนั้น การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมและสัดส่วนของสายพันธุ์ในประชากร FAW ในไทย และประเมินความต้านทานความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงสามชนิดที่ใช้อย่างแพร่หลาย

วิธีการดำเนินการ

การเก็บตัวอย่าง FAW เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทางอนุชีววิทยา

ในการศึกษานี้ ได้ทำการเก็บตัวอย่างหนอนของ FAW จากแปลงข้าวโพดทั้งหมด 25 แห่งจาก 20 จังหวัดทั่วประเทศไทย ระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2565 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2567 (ตารางที่ 1) และในการศึกษานี้ โดยตัวอย่างดังกล่าวจะถูกเก็บรักษาในหลอด cryovial ขนาด 2 มิลลิลิตร ด้วย absolute ethanol และนำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ -20°C เพื่อรักษาความสมบูรณ์ของ DNA สำหรับการวิเคราะห์ทางพันธุกรรมต่อไป

การวิเคราะห์ทางพันธุกรรม

ในการศึกษานี้ ตัวอย่างหนอน FAW ถูกเลือกแบบสุ่มจากจำนวนทั้งหมดมาอย่างน้อย 2 ตัว และสูงสุด 10 ตัว ตามสัดส่วนของตัวอย่างหนอน FAW ที่เก็บได้ในแต่ละที่ ตัวอย่างดังกล่าวจะถูกสกัด DNA โดยใช้ชุดสกัด PureDirex (Bio-Helix Co., LTD, ไต้หวัน) ตามวิธีการของผู้ผลิต โดย DNA ที่ถูกสกัดแล้วจะถูกไปเพิ่มจำนวนสำหรับบริเวณเฉพาะของยีนไมโทคอนเดรีย cytochrome C oxidase subunit I (*COI*) และยีนนิวเคลียร์ triosephosphate isomerase (*Tpi*) และทำการวิเคราะห์ลำดับ DNA ตามลำดับ ตามขั้นตอนวิธีการที่แสดงไว้ใน Phanthian et al. (2024) โดยพบว่าผลการวิเคราะห์ลำดับ DNA มีลำดับความยาวของ *COI* เท่ากับ 1,259 คู่เบส ครอบคลุมส่วนของ *COI*A และ *COI*B ในขณะที่ ลำดับความยาวของ *Tpi* เท่ากับ 298 คู่เบส ครอบคลุมส่วน *Tpi*E4 และ *Tpi*L4

สำหรับการกำหนดสายพันธุ์และฮาโลไทป์ในการศึกษานี้ ในขั้นแรก ลำดับ DNA จะถูกวิเคราะห์เพื่อยืนยันชนิด ด้วยการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์อัตลักษณ์และค่าอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยใช้เครื่องมือ BLAST เทียบกับฐานข้อมูล GenBank หลังจากนั้น จะทำการกำหนดสายพันธุ์และฮาโลไทป์ด้วยตนเอง ตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ในการศึกษาที่ผ่านมา (Nagoshi et al. 2018, Nagoshi et al. 2019) ซึ่งในการวิเคราะห์ยีน *COI* และ *Tpi* ตัวอย่างที่ถูกระบุว่ามีสายพันธุ์เดียวกันในทั้งสองยีน (หรือทั้งสองอัลลีล สำหรับ *Tpi*) จะถูกจัดประเภทเป็นสายพันธุ์ที่แท้จริง (true strain) ในทางกลับกัน ตัวอย่างที่แสดงถึงความไม่เหมือนกันของสายพันธุ์ระหว่างยีนที่แตกต่างกันหรือแสดงถึงความแตกต่างกันของฮาโลไทป์ระหว่างอัลลีลที่แตกต่างกันของยีน *Tpi* ถูกจัดประเภทเป็นลูกผสมระหว่างสายพันธุ์ (interstrain hybrid) ในกรณีของยีน *Tpi* หากมีเบสภายในลำดับ DNA มีค่าของการวิเคราะห์ที่ไม่แน่นอน โดยมีอย่างน้อยสองเบสที่อ่านค่าได้เท่ากันประมาณ 50%:50% ตัวอย่างนั้นจะถูกจัดว่าเป็น heterozygous (มีความแตกต่างน้อยกว่า 10%) นอกจากนี้ ความแตกต่างของฮาโลไทป์ภายในสายพันธุ์เดียวกันถูกจัดประเภทเป็นลูกผสมภายในสายพันธุ์ (intrastrain hybrid)

การทดสอบความเป็นพิษของสารฆ่าแมลง

การศึกษานี้ได้เก็บรวบรวมตัวอย่าง FAW จากแปลงข้าวโพดอินทรีย์ขนาด 1,600 ตารางเมตร ในจังหวัดสระบุรี (14.3220N, 101.9432E) ซึ่งตัวหนอนของ FAW ที่พบจะถูกนำไปเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ เพื่อสร้างประชากรในห้องปฏิบัติการ

การศึกษานี้ได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของยาฆ่าแมลงสามชนิด ได้แก่ emamectin benzoate 1.92% w/v EC (Proclaim®, Syngenta Co., Ltd.) ซึ่งมีใช้กันอย่างแพร่หลายในการควบคุม FAW chlorantraniliprole 5.17% w/v SC (Prevathon™, DuPont Inc.) ซึ่งใช้ทั่วไปในการควบคุมผีเสื้อกลางคืนในวงศ์ Noctuidae และ lambda-cyhalothrin 2.5% w/v EC (Extra Agrochemical Ltd.) ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดได้รับการทดสอบที่เจ็ดความเข้มข้น ได้แก่ ความเข้มข้น 0.1 เท่า (0.1X) 1 เท่า (1X, ปริมาณที่ผู้ผลิตแนะนำ) และ 10 เท่า (10X) โดยปริมาณที่ผู้ผลิตแนะนำของสารแต่ละชนิดคือ 10 มล., 30 มล. และ 30 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร ตามลำดับ และในการศึกษานี้ จะใช้น้ำปราศจากไอออน (deionized water) ทำหน้าที่เป็นทั้งตัวทำละลายและตัวควบคุมเชิงลบ แต่ละปริมาณได้รับการทดสอบซ้ำหกครั้ง ในการศึกษานี้ได้ทำการทดสอบกับ FAW รุ่น F1 สองวัย ได้แก่ วัยที่ 2 (I2, อายุ 8 วัน ยาวประมาณ 5 มม.) และวัยที่ 4 (I4, อายุ 16 วัน ยาวประมาณ 25 มม.) โดยในแต่ละความเข้มข้นของสาร จะทำการสุ่มหนอนหัวดำที่มีขนาดและอายุใกล้เคียงกันจากประชากรในห้องปฏิบัติการ รวมไว้ในจานเพาะเชื้อทดลองขนาด 9 ซม. หลังจากนั้นทำการหยดสารฆ่าแมลงปริมาณ 20 ไมโครลิตร ลงบนส่วนนอกของหนอนแต่ละตัวโดยใช้ไมโครปิเปต ทำซ้ำทั้งหมด 6 ซ้ำต่อหนึ่งความเข้มข้นของสาร รวมจำนวนหนอนของ FAW ที่ใช้ในการศึกษานี้ทั้งหมด 1,440 ตัว

การตายของหนอนในช่วงระยะเวลาแปดวัน (196 ชั่วโมง) ถูกนำมาใช้ประเมินความเป็นพิษเฉียบพลัน (acute toxicity, 0-72 ชั่วโมง) และความเป็นพิษเฉียบพลันล่าช้า (delayed-acute toxicity, 73-196 ชั่วโมง) โดยอัตราการตายจะได้รับการปรับโดยใช้สูตรของ Abbott โดยยึดตามผลลัพธ์จากการทดลองควบคุม หลังจากสิ้นสุดการทดลอง ทำการคำนวณค่าความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงด้วย probit analysis ที่ 50% (LD₅₀) และ 95% (LD₉₅) และคำนวณค่า resistance coefficient (RC) ด้วยวิธีของ Zamojska et al. (2009) หนอน FAW ที่รอดชีวิตจากความเข้มข้นของสารฆ่าแมลงสูงสุด (10 เท่า) ถูกเก็บรักษาใน absolute ethanol ในหลอด cryovial และทำการสุ่มเลือกตัวอย่างของหนอนดังกล่าวของแต่ละสาร จำนวน 3 ตัว ไปใช้ในการระบุสายพันธุ์โดยใช้การวิเคราะห์ทางอนุชีววิทยา

ผลการทดลองและวิจารณ์

การวิเคราะห์ทางพันธุกรรม

จากการวิเคราะห์ลำดับ DNA ของยีน COI (n = 114, 1238 bp) พบว่าตัวอย่างของ FAW ในการศึกษานี้ สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 สายพันธุ์ จาก 2 ฮาโพลไทป์ ได้แก่ ฮาโพลไทป์สายพันธุ์ข้าวโพด 4 (CO/CSH4) และฮาโพลไทป์สายพันธุ์ข้าว 1 (CO/RS1) โดยจำนวนตัวอย่างส่วนใหญ่ (94 ตัวอย่าง) ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม CO/CSH4 (82.46%) ในขณะที่ CO/RS1 มีจำนวน 20 ตัวอย่าง (17.54%) (ภาพที่ 1A)

ในขณะเดียวกัน ลำดับ DNA ของยีน *Tpi* ($n = 109, 298$ bp) สามารถ จำแนกออกเป็นสี่ประเภท ได้แก่ สายพันธุ์ข้าวโพด (*TpiCa*) ลูกผสมสายพันธุ์ข้าวโพด (*TpiCaH*) สายพันธุ์ข้าว (*TpiRa1a*) และลูกผสมระหว่างสายพันธุ์ (*TpiH*) โดยลำดับ DNA ส่วนใหญ่ (77.98%) ถูกระบุว่าเป็นสายพันธุ์ข้าวโพด ตามด้วยลูกผสมสายพันธุ์ข้าวโพด (19.27%) ลูกผสมระหว่างสายพันธุ์ (1.83%) และสายพันธุ์ข้าว (0.92%) ตามลำดับ (ภาพที่ 2A) เมื่อพิจารณาภายในลำดับ DNA ของสายพันธุ์ข้าวโพด พบว่าสามารถแบ่งได้เป็น 3 ฮาโพลไทป์ ได้แก่ *TpiCa1a* (55.05%) *TpiCa2a* (11.01%) และ *TpiCa2b* (11.93%) และในบรรดาลูกผสมสายพันธุ์ข้าวโพด ประเภทที่มีสัดส่วนมากที่สุดคือ *TpiCaH-Ca1a/Ca2b* (18.35%) โดยมีเพียงหนึ่งตัวอย่างของลูกผสม *TpiCaH-Ca2a/Ca2b* (0.92%) ซึ่งพบในพื้นที่อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ในทางกลับกัน มีเพียง 1 ตัวอย่าง (0.92%) ที่เป็นสายพันธุ์ข้าว โดยถูกพบในจังหวัดสระบุรี นอกจากนี้ ยังมีสองตัวอย่างที่บ่งชี้ถึงลูกผสมระหว่างสายพันธุ์ *TpiH-Ca1a/Ra1a* (1.83%) พบในจังหวัดสงขลา (HTY) และ นครสวรรค์ (NSW)

ตารางที่ 1 พื้นที่ในการเก็บตัวอย่างหนอนของ FAW ในการศึกษา

เลขที่	จังหวัด	พื้นที่	ปี	COI	Tpi	COI and Tpi
1	เชียงใหม่	แม่ใจ	สิงหาคม 2565	5	5	5
2	ชัยนาท	สรรพยา	สิงหาคม 2565	3	3	3
3	ชุมพร	ท่าแซะ	สิงหาคม 2565	3	3	3
4	กาญจนบุรี	ท่ามะกา	มกราคม 2567	3	3	3
5	ขอนแก่น	เมืองขอนแก่น	สิงหาคม 2565	8	7	7
6	ขอนแก่น	บ้านดอนตู	สิงหาคม 2565	3	3	3
7	น่าน	เวียงสา	กันยายน 2565	5	4	4
8	นครราชสีมา	สีคิ้ว	กันยายน 2565	4	4	4
9	นครราชสีมา	วังน้ำเขียว	พฤษภาคม 2566	3	3	3
10	นครสวรรค์	ตากฟ้า	สิงหาคม 2565	9	9	9
11	เพชรบุรี	ชะอำ	มกราคม 2566	5	6	5
12	เพชรบูรณ์	เมืองเพชรบูรณ์	กันยายน 2565	3	3	3
13	พิษณุโลก	ชาติตระการ	กันยายน 2565	2	2	2
14	พิษณุโลก	นครไทย	กันยายน 2565	3	3	3
15	ปราจีนบุรี	กบินทร์บุรี	สิงหาคม 2565	6	6	6
16	ระยอง	บ้านฉาง	สิงหาคม 2565	3	3	3
17	ร้อยเอ็ด	ศรีสมเด็จ	สิงหาคม 2565	6	6	6
18	สงขลา	หาดใหญ่	สิงหาคม 2565	8	7	7
19	สุราษฎร์ธานี	บ้านสามลึก	สิงหาคม 2565	3	2	2
20	สุราษฎร์ธานี	บ้านทุ่งนางเภา	สิงหาคม 2565	3	3	3

21	ตาก	สามเงา	สิงหาคม 2565	3	3	3
22	ตาก	พบพระ	สิงหาคม 2565	7	6	6
23	ตรัง	เมืองตรัง	สิงหาคม 2565	3	2	2
24	อุดรดิตถ์	ปากท่า	กรกฎาคม 2566	3	3	3
25	สระบุรี	แก่งคอย	เมษายน 2567	10	10	10

ลำดับ DNA จาก 10 พื้นที่ ที่มีอย่างน้อย 4 ตัวอย่าง ของแต่ละยีน (*COI*: $n = 69$, *Tpi*: $n = 66$) ได้ถูกนำมาคำนวณความแตกต่างทางพันธุกรรม ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าทุกพื้นที่ที่มีค่า F_{st} ที่แสดงถึงความแตกต่างประชากรที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 2) ซึ่งแสดงถึงพันธุกรรมประชากรที่คล้ายคลึงกันและบ่งชี้ถึงการถ่ายเทของยีน (gene flow) ระหว่างประชากรในประเทศไทย นำไปสู่การทำให้ความแปรผันทางพันธุกรรมจนกลายเป็นประชากรเดียวกัน

การวิเคราะห์ร่วมกันระหว่างยีน *COI* และยีน *Tpi* จากตัวอย่าง FAW ตัวเดียวกัน ($n = 108$) แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างส่วนใหญ่ถูกจัดประเภทเป็นสายพันธุ์ข้าวโพดที่แท้จริง (82.41%) โดยทั้งสองยีนแสดงลักษณะของสายพันธุ์ข้าวโพด (concordance) ในขณะที่ตัวอย่างที่เหลือ (17.59%) แสดงความไม่ลงรอยกันของสายพันธุ์จากการวิเคราะห์ทั้งสองยีน (discordance) (ภาพที่ 1C) อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้ ไม่พบตัวอย่างสายพันธุ์ข้าวโพดที่แท้จริงในประชากรที่ศึกษา

ตารางที่ 2 ค่า F_{st} ที่บ่งชี้ความแตกต่างระหว่างประชากรของตัวอย่าง FAW ในการศึกษาครั้งนี้ ช่องสีเทา คือ ค่าที่ได้จากยีน *COI* และช่องสีขาว คือ ค่าที่ได้จากยีน *Tpi* โดยไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละคู่ของประชากร ($p > 0.05$)

เลขที่	พื้นที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	เชียงใหม่		-0.04	-0.02	-0.02	0.02	0.06	-0.03	-0.64	-0.12	-0.18
2	สงขลา	0.26		-0.09	-0.11	-0.13	-0.08	-0.08	-0.04	-0.07	-0.08
3	ขอนแก่น	-0.17	0.18		-0.22	-0.10	-0.12	-0.09	-0.03	-0.01	-0.06
4	น่าน	0.11	-0.18	0.03		-0.13	-0.18	-0.09	-0.02	-0.00	-0.05
5	นครสวรรค์	0.50	0.00	0.43	0.00		-0.07	-0.06	-0.01	-0.02	-0.04
6	เพชรบุรี	0.50	0.00	0.43	0.00	0.00		-0.05	0.01	0.05	-0.02
7	ปราจีนบุรี	0.18	-0.17	0.10	-0.22	0.00	0.00		-0.12	-0.04	-0.08
8	ร้อยเอ็ด	0.18	-0.17	0.10	-0.22	0.00	0.00	-0.20		-0.05	-0.08
9	สระบุรี	0.15	-0.10	0.07	-0.18	0.11	0.11	-0.15	-0.15		-0.11
10	ตาก	0.23	-0.15	0.14	-0.20	0.00	0.00	-0.18	-0.18	-0.12	

การทดสอบความเป็นพิษของสารฆ่าแมลง

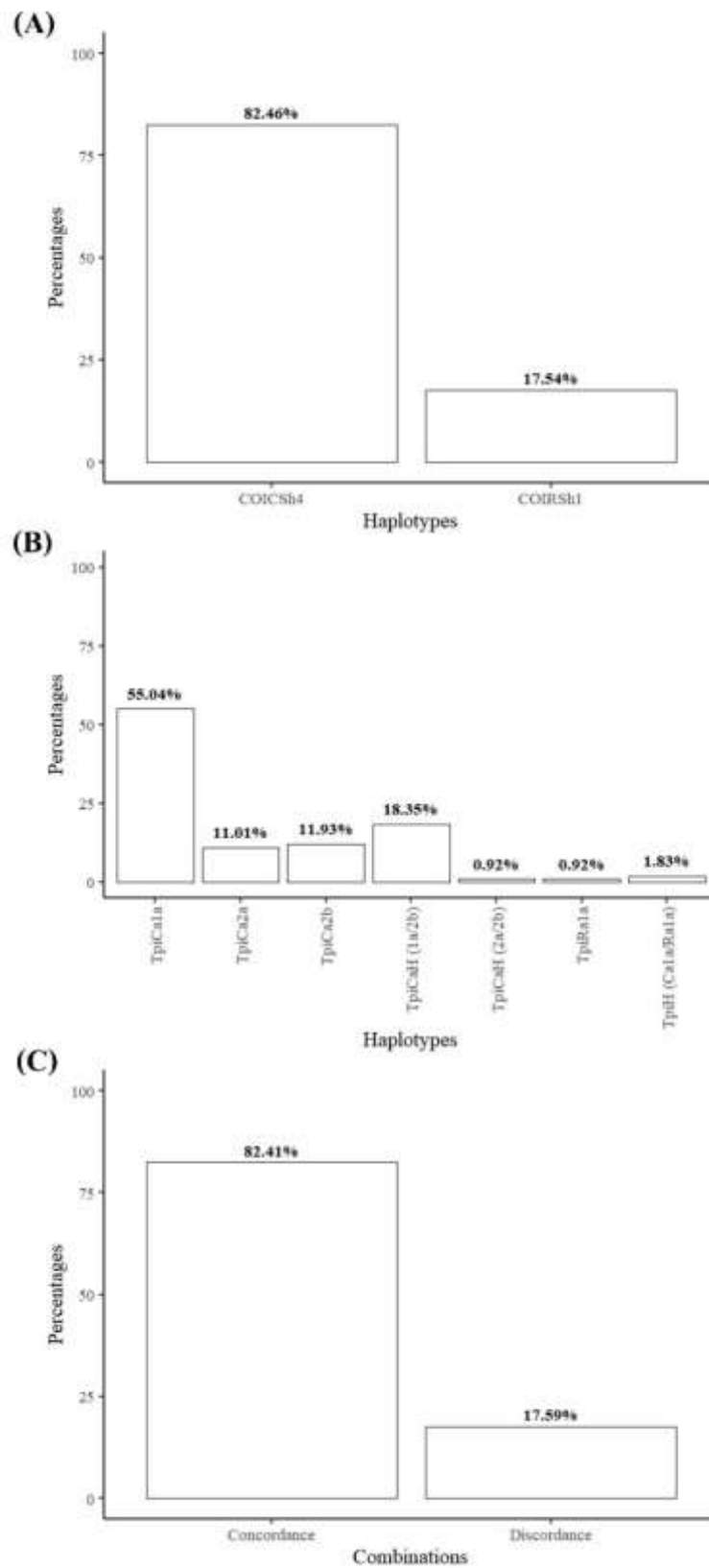
ในการศึกษาพบว่าอัตราการตายโดยเฉลี่ยของหนอนที่ถูกทดสอบด้วย emamectin benzoate ภายใน 72 ชั่วโมงนั้นค่อนข้างต่ำ (วัยที่ 2: 6.67–26.67%, วัยที่ 4: 3.70–11.11%) (ภาพที่ 2A และ 2B) อย่างไรก็ตาม เฉพาะความเข้มข้นที่แนะนำและสูงกว่า (1X และ 10X) เท่านั้นที่ส่งผลให้อัตราการตายสูง (90–100%) ในวัยที่ 2 ภายใน 192 ชั่วโมง ในขณะที่ปริมาณที่ต่ำกว่าระดับความเข้มข้นที่แนะนำ (0.1X) ทำให้เกิดอัตราการตายปานกลาง (63.33%) ในทางตรงกันข้าม ไม่มีความเข้มข้นใดของ emamectin benzoate ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนวัยที่ 4 โดยอัตราการตาย 192 ชั่วโมง อยู่ที่ระหว่าง 29.63% ถึง 66.67%

สำหรับ chlorantraniliprole อัตราการตายเฉลี่ยในทั้งวัยที่ 2 และ 4 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณที่สูงขึ้น ภายใน 72 ชั่วโมงของการทดสอบ โดยมีอัตราการตายอยู่ระหว่าง 27.59% ถึง 62.67% สำหรับวัยที่ 2 และ 10.34% ถึง 58.62% สำหรับวัยที่ 4 ภายใน 192 ชั่วโมง (ภาพที่ 2C และ 2D) และหลังจากนั้น อัตราการตายเพิ่มขึ้นเป็นระหว่าง 86.20% ถึง 100% สำหรับวัยที่ 2 และ 89.66% ถึง 100% สำหรับวัยที่ 4 ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของสารฆ่าแมลง รวมถึงความเข้มข้นที่ต่ำกว่าระดับที่แนะนำ อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าอัตราการตายในวัยที่ 2 เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใน 72 ชั่วโมงแรก และเพิ่มต่อเนื่องจนถึงสิ้นสุดการทดสอบ แต่อัตราการตายเพิ่มขึ้นช้าลงในช่วง 96 ถึง 192 ชั่วโมง โดยพบว่าหนอนวัยที่ 2 ทั้งหมดที่ได้รับปริมาณสูงสุด (10X) ตายลงภายใน 96 ชั่วโมง ในขณะที่อัตราการตายในวัยที่ 4 เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึง 196 ชั่วโมง

ในขณะเดียวกัน เฉพาะความเข้มข้นที่สูงกว่าความเข้มข้นแนะนำ (10X) ของ lambda-cyhalothrin เท่านั้นที่มีประสิทธิภาพต่อหนอนวัยที่ 2 โดยหนอนผีเสื้อส่วนใหญ่ตายอย่างรวดเร็ว (86.21–93.10%) (ภาพที่ 2E และ 2F) อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นที่แนะนำและที่ต่ำกว่ามีประสิทธิภาพน้อยกว่ามาก โดยมีอัตราการตายอยู่ระหว่าง 3.45% ถึง 13.79% ถึงแม้ว่าจะมีการสังเกตการณ์เป็นเวลานานถึง 192 ชั่วโมง อัตราการตายยังคงต่ำอยู่ระหว่าง 20.69–44.83% ข้อมูลนี้บ่งชี้ว่าเฉพาะการใช้สารเกินขนาดเท่านั้นที่ทำให้เกิดความเป็นพิษเฉียบพลัน ในทำนองเดียวกัน ในวัยที่ 4 ที่ความเข้มข้นของสารฆ่าแมลงสูงขึ้น อัตราการตายมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (27.59–41.38%) ในช่วงแรกของการทดสอบ ในขณะที่ความเข้มข้นที่ต่ำกว่าแสดงประสิทธิภาพต่ำ (10.35%) อย่างไรก็ตาม จนถึงสิ้นสุดการทดลอง อัตราการตายที่ความเข้มข้นสูงสำหรับวัยที่ 4 อยู่ในระดับปานกลาง (68.97%) เท่านั้น

เมื่อนำอัตราการตายของหนอนในการทดสอบมาคำนวณหาค่า LD₅₀ และ LD₉₅ พบว่าค่าดังกล่าว มีใกล้เคียงกันบนอิมามัคตินเบนโซเอต สำหรับทั้งสองวัย (ภาพที่ 3A และ 3B) อย่างไรก็ตาม LD₉₅ ที่ 72 ชั่วโมง (วัยที่ 2: 120.71 mg/L, วัยที่ 4: 121.46 mg/L) ยังคงสูงกว่าปริมาณที่แนะนำอย่างมีนัยสำคัญที่ 9.6 mg/L โดยมีค่า RC สำหรับทั้งวัยที่ 2 และ 4 คือ 12.57 และ 12.65 ตามลำดับ บ่งชี้ระดับความต้านทานสูงมาก กล่าวคือ FAW ในทั้งสองระยะสามารถทนต่อปริมาณยาสูงกว่าปริมาณที่ผู้ผลิตแนะนำประมาณ 12 เท่า

ในทางตรงกันข้าม พบความแตกต่างของ LD₅₀ และ LD₉₅ ใน chlorantraniliprole ระหว่างสองวัย (ภาพที่ 3C และ 3D) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับ LD₅₀ โดยในวัยที่ 2 ค่า LD₅₀ เทียบเท่ากับความเข้มข้นที่แนะนำ (77.55 mg/L) ภายใน 72 ชั่วโมงหลังการทดสอบ บ่งชี้ถึงความเป็นพิษเฉียบพลัน อย่างไรก็ตาม ค่า LD₉₅ ยังคงสูงกว่าความเข้มข้นที่แนะนำอย่างมีนัยสำคัญ บ่งชี้ว่าหนอนกระทุ้งข้าวโพดอาจแสดงความทนทานต่อสารชนิดนี้ โดยค่า RC บ่งชี้ความต้านทานระดับปานกลางในวัยที่ 2 (RC = 4.55) และความต้านทานระดับสูงในวัยที่ 4 (RC = 9.10)



ภาพที่ 1 ร้อยละของฮาโพลไทป์ของ FAW ที่พบทั้งหมดในการศึกษานี้ ได้แก่ (A) ผลการวิเคราะห์ยีน COI (B) ผลการวิเคราะห์ยีน *Tpi* และ (C) ผลจากการวิเคราะห์ทั้งสองยีนรวมกัน ในการศึกษานี้พบว่า lambda-

cyhalothrin มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการบรรเทาความเสียหายทั้งสามชนิดที่ทำการทดสอบ โดยค่า LD_{50} และ LD_{95} สำหรับทั้งสองวัยก่อนเข้าช่วงที่ (ภาพที่ 3E และ 3F) สำหรับวัยที่ 4 LD_{50} ที่ 72 ชั่วโมง มีความใกล้เคียงกับความเข้มข้นที่แนะนำ (37.50 mg/L) โดย LD_{95} สำหรับวัยที่ 2 มีค่าใกล้เคียงกับความเข้มข้นที่แนะนำ (37.50 mg/L) ที่ 39.75 mg/L และมีค่า RC 1.06 บ่งชี้ว่าไม่มีหรือมีความต้านทานต่ำมาก ดังนั้นความเข้มข้นที่แนะนำจึงมีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนกระทู้ข้าวโพดระยะแรก อย่างไรก็ตาม สำหรับวัยที่ 4 ค่า LD_{95} สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ประมาณสามเท่าของปริมาณที่แนะนำที่ 108.71 mg/L โดยมีค่า RC เท่ากับ 2.90 บ่งชี้ถึงความต้านทานปานกลาง ซึ่งบ่งชี้ว่าวัยที่ 4 มีความทนทานมากกว่าวัยที่ 2 ประมาณสามเท่า

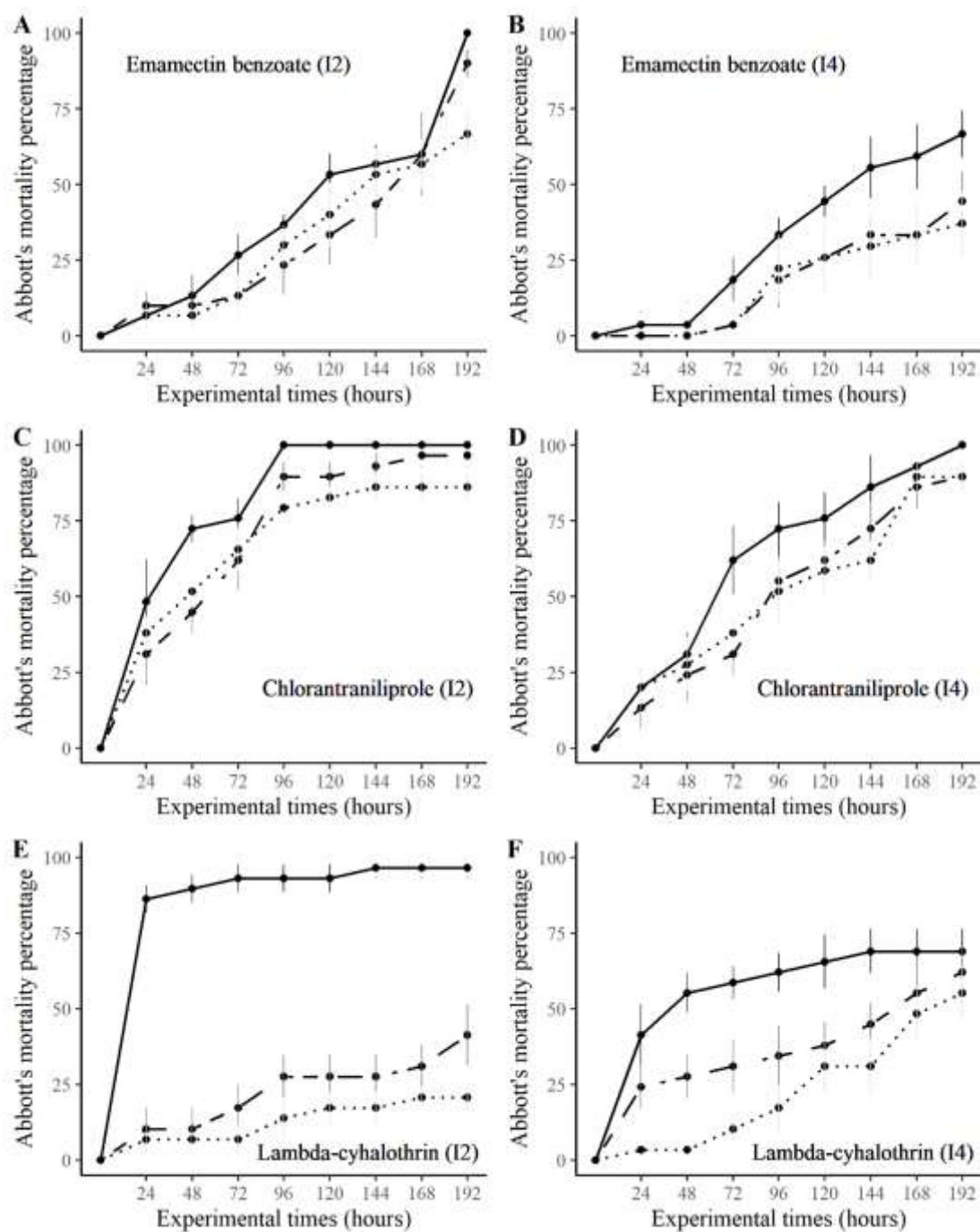
นอกจากนี้ การวิเคราะห์ทางพันธุกรรมยืนยันว่า FAW ทั้งหมดที่รอดชีวิตจากปริมาณสูงสุด (10X) ทั้งหมดเป็นสายพันธุ์ข้าวโพด จากการจำแนกด้วย *COI* และ *Tpi* โดยตัวอย่างทั้งหมดมีฮาโลไทป์ *CO/CSH4* อย่างไรก็ตามตัวอย่างที่รอดจาก emamectin benzoate และ chlorantraniliprole มีความแตกต่างตัวอย่างที่รอดจาก lambda-cyhalothrin โดยสองกลุ่มแรกเป็น *TpiCa1a* ในขณะที่กลุ่มสุดท้ายเป็น *TpiCa2a* ซึ่งอาจบ่งชี้ว่าสายพันธุ์ย่อยที่แตกต่างกันสามารถพัฒนาระดับความต้านทานได้แตกต่างกัน

อภิปรายผลการทดลอง

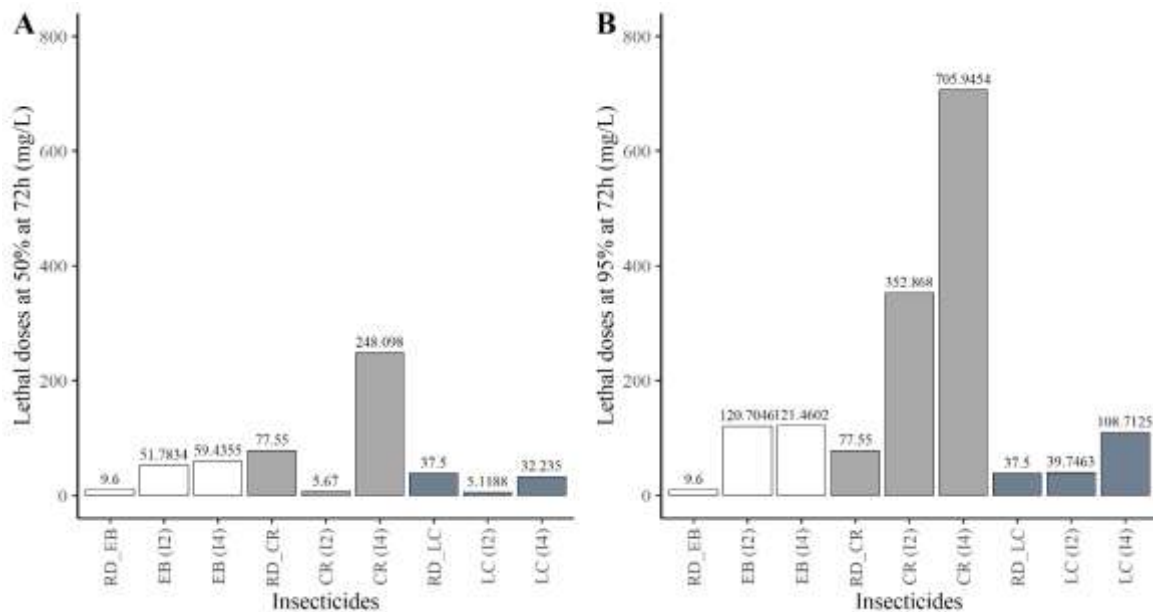
การศึกษานี้ได้บ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญจากสัดส่วนของสายพันธุ์ข้าวโพดเด่นในช่วงปี 2561-2562 ไปสู่สายพันธุ์ข้าวโพดในปี 2566-2567 ซึ่งสอดคล้องกันทั้งจากการวิเคราะห์ยีนไมโทคอนเดรีย *COI* และยีนนิวเคลียร์ *Tpi* ซึ่งการระบาดก่อนหน้านี้ในซีกโลกตะวันออกได้รายงานการเกิด discordance โดยสายพันธุ์ข้าวโพดสัดส่วนมากกว่า (Nagoshi 2019, Nagoshi et al. 2019) โดยการศึกษานี้พบว่าฮาโลไทป์ *CO/CSH4* เป็นฮาโลไทป์เด่นในประชากรฟลอริดา บ่งชี้ถึงความเชื่อมโยงระหว่างประชากรในฟลอริดากับซีกโลกตะวันออก (Nagoshi et al. 2017) อย่างไรก็ตามความแปรปรวนจากการศึกษาก่อนหน้าในประเทศไทย อาจเกิดจากจำนวนตัวอย่างจากความหลากหลายของพื้นที่เก็บตัวอย่างที่น้อย

ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการมีอยู่สายพันธุ์ดังกล่าว โดยความเสถียรทางพันธุกรรมของประชากร FAW ดังที่ระบุโดยค่า F_{st} บ่งชี้ถึงความเหมือนกันของประชากรทั่วประเทศไทย ในขณะเดียวกัน FAW แต่ละสายพันธุ์มีความชอบในการลงใช้พืชอาหารที่ต่างกัน โดยสายพันธุ์ข้าวโพดชอบลงใช้ข้าวโพดและข้าวฟ่าง ในขณะที่สายพันธุ์ข้าวชอบลงใช้ข้าวและข้าวสาลี (Murúa et al. 2015) ในกรณีนี้ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะมีความโดดเด่นในด้านการผลิตข้าว แต่ยังไม่พบการรายงานการระบาดของ FAW ในนาข้าวจนถึงปัจจุบัน (Punyawattho et al. 2022)

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าปัจจัยที่ก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของสายพันธุ์ข้าวโพดยังคงไม่ชัดเจน วิธีการทำสิกรรมที่ต่างกันอาจมีบทบาทในข้าวและข้าวโพดอาจมีความสำคัญในการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ดังกล่าวเช่นกัน เนื่องจากข้าวมักเผชิญกับการแข่งขันจากศัตรูพืชพื้นเมือง (Ane and Hussain 2016) ในทางกลับกัน ประชากร FAW สามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่าข้าวโพด เนื่องจากข้าวโพดสามารถให้ประสิทธิภาพในการเจริญของตัวอ่อนได้ดีกว่าพืชอาหารชนิดอื่น (Meagher et al. 2004) นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของการปลูกข้าวโพดในประเทศไทย ซึ่งขับเคลื่อนโดยแนวโน้มของตลาดและนโยบายของรัฐบาลอาจช่วยส่งเสริมแพร่พันธุ์ของ FAW ได้เช่นกัน



ภาพที่ 2 อัตราการตายของหนอน FAW ที่ถูกทดสอบด้วยสารฆ่าแมลงที่ความเข้มข้นต่าง ๆ หลังจากที่ถูกปรับค่าด้วยวิธีของ Abbott ประกอบด้วย หนอนที่ถูกทดสอบด้วย emamectin benzoate (A) ร้อย 2 และ (B) ร้อย 4 หนอนที่ถูกทดสอบด้วย chlorantraniliprole (C) ร้อย 2 และ (D) ร้อย 4 และหนอนที่ถูกทดสอบด้วย lambda-cyhalothrin (E) ร้อย 2 และ (F) ร้อย 4 โดยเส้นทึบ คือ ความเข้มข้น 10X เส้นประ คือ ความเข้มข้น 1X และเส้นจุดไข่ปลา คือ ความเข้มข้น 0.1X



ภาพที่ 3 (A) ค่า Lethal dose ที่ 50% (LD₅₀) และ **(B)** 95% (LD₉₅) ที่ 72 ชั่วโมงแรกของสารฆ่าแมลงทั้งสามชนิดในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย emamectin benzoate (EB, สีขาว) chlorantraniliprole (CR, สีเทาอ่อน) และ lambda-cyhalothrin (LC, สีเทาเข้ม) เทียบกับความเข้มข้นตามที่ฉลากแนะนำ (Recommended dose, RD) โดย I2 หมายถึง หนอนวัย 2 และ I4 หมายถึง หนอนวัย 4

โดยปกติการพัฒนาความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงนั้นถูกขับเคลื่อนโดยการสัมผัสกับสารฆ่าแมลงเป็นเวลานาน อีกทั้งยังมีบทบาทสำคัญในการกำหนดทิศทางการแพร่กระจายของอัลลีลที่ดีผ่านการเคลื่อนย้ายประชากรและการถ่ายเทของยีนในภูมิภาคต่าง ๆ อาทิ แอฟริกาและอินเดีย อาจส่งผลกระทบต่อประชากรที่รุกรานในพื้นที่อื่น ๆ เช่นกัน (Kliot and Ghanim 2012) ในทางกลับกันการใช้สารฆ่าแมลงเพียงกลุ่มเดียวในระยะยาว อาจนำไปสู่การพัฒนาความต้านทานในประชากรสายพันธุ์ข้าวโพด ส่งผลกระทบต่อความได้เปรียบในการแข่งขันเหนือสายพันธุ์ข้าว ซึ่งในการวิเคราะห์ยีน *Tpi* ในการศึกษานี้ได้บ่งชี้ถึงการเกิดลูกผสมภายในสายพันธุ์ข้าวโพดในประเทศไทย ผลการศึกษาดังกล่าวนั้นได้สอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าในแอฟริกา (Nagoshi 2019)

ถึงแม้ว่าจะยังไม่แน่ชัดว่าการเกิดลูกผสมในยีน *Tpi* นี้ส่งผลอย่างไรกับการเกิดความต้านทาน แต่โดยทั่วไปแมลงสามารถเกิดการต้านทานสารฆ่าแมลงได้ด้วย 2 วิธีการหลัก คือ การเพิ่มปริมาณการแสดงออกของยีนที่ทำการกำจัดสาร โดยมีเอนไซม์ที่สำคัญ อาทิ cytochrome P450 monooxygenases (P450), glutathione-S-transferase (GST) และ esterase (Hilliou et al. 2021) และการเกิดการกลายพันธุ์ที่จุดยึดเกาะของโมเลกุลของสารฆ่าแมลง อาทิ ryanodine receptor และ acetylcholinesterase (Boaventura et al. 2020) ซึ่งการวิจัยเกี่ยวกับการแสดงออกของยีนในประชากร FAW ในประเทศไทยยังคงมีจำกัด จำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับกลไกการดื้อยาที่เกี่ยวข้องในประชากรลูกผสมขึ้นต่อไปว่าเกี่ยวข้องกับการแสดงออกของยีนดังกล่าวนี้หรือไม่

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การศึกษานี้พบว่าประชากร FAW ในประเทศไทยเป็นประชากรเดียวกัน โดยสายพันธุ์ข้าวโพดมีส่วนมากกว่าสายพันธุ์ข้าวที่เคยมีรายงานมาก่อน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญนี้อาจสะท้อนถึงการปรับตัวของสายพันธุ์ต่างถิ่นให้เข้ากับสภาพแวดล้อมท้องถิ่น ซึ่งผลการวิจัยนี้เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการปรับใช้แนวทางการจัดการศัตรูพืชให้ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมและพลวัตของประชากรศัตรูพืช นอกจากนี้ ผลการทดสอบความเป็นพิษของยาฆ่าแมลงแสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นอย่างมากของความต้านทานในประชากร FAW ต่อยาฆ่าแมลงที่ใช้กันโดยทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่ง emamectin benzoate ซึ่งการใช้สารฆ่าแมลงเพียงกลุ่มเดียวอย่างต่อเนื่องอาจนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของความต้านทานแบบทวีคูณ ดังนั้นการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการสลับการใช้สารฆ่าแมลงเพื่อจัดการกับการพัฒนาความต้านทาน

ขณะเดียวกัน ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเชื่อมโยงระหว่างพันธุกรรมและความต้านทานในประชากรของ FAW ในประเทศไทย โดยการใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมเพื่อติดตามวิวัฒนาการของความต้านทานนั้นมีความสำคัญต่อการปรับใช้กลยุทธ์การจัดการศัตรูพืชอย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการแพร่หลายของลูกผสมในประชากร FAW อาจบ่งชี้ถึงข้อได้เปรียบของลูกผสม (hybrid advantage) ที่สามารถพัฒนาความต้านทานสารฆ่าแมลงผ่านยีนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

โดยสรุปการศึกษานี้เน้นย้ำถึงความจำเป็นอย่างยิ่งในการปรับใช้กลยุทธ์การจัดการศัตรูพืชให้เข้ากับพลวัตที่เปลี่ยนแปลงของประชากร FAW ในประเทศไทย โดยการผนวกข้อมูลเชิงลึกจากการวิจัยนี้จะสามารถช่วยปรับปรุงแนวทางการจัดการศัตรูพืชได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ลดการพัฒนาความต้านทาน และส่งเสริมระบบการเกษตรที่ยั่งยืน

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานท้องถิ่นภายใต้กรมวิชาการเกษตรและกรมส่งเสริมการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในการสนับสนุนด้านสถานที่และที่พักระหว่างการเก็บตัวอย่าง รวมถึงการสนับสนุนจากทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (กองทุนราชาภิเษกสมโภชน์) และศูนย์เครือข่ายการเรียนรู้เพื่อภูมิภาค จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จังหวัดสระบุรี ที่เอื้อเพื่อเงินทุนและสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Ane N. U., and Hussain M. 2016. Diversity of insect pests in major rice growing areas of the world. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 4: 36-41.
- Boaventura D., Martin M., Pozzebon A., et al. 2020. Monitoring of Target-Site Mutations Conferring Insecticide Resistance in *Spodoptera frugiperda*. *Insects* 11: 545. <https://doi.org/10.3390/insects11080545>

- Braby M., Bertelsmeier C., Sanderson C., et al. 2014. Spatial distribution and range expansion of the Tawny Coster butterfly, *Acraea terpsicore* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Nymphalidae), in South-East Asia and Australia. *Insect Conservation and Diversity* 7: 132-143. <https://doi.org/10.1111/icad.12038>
- Day R., Abrahams P., Bateman M., et al. 2017. Fall armyworm: impacts and implications for Africa. *Outlooks on Pest Management* 28: 196-201. https://doi.org/10.1564/v28_oct_02
- Hardin G. 1960. The competitive exclusion principle. *Science* 131: 1292-1297. <https://doi.org/10.1126/science.131.3409.1292>
- Hilliou F., Chertemps T., Maïbèche M., et al. 2021. Resistance in the Genus *Spodoptera*: Key Insect Detoxification Genes. *Insects* 12: 544. <https://doi.org/10.3390/insects12060544>
- Kliot A., and Ghanim M. 2012. Fitness costs associated with insecticide resistance. *Pest Management Science* 68: 1431-1437. <https://doi.org/10.1002/ps.3395>
- Meagher R., Nagoshi R., Stuhl C., et al. 2004. Larval development of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) on different cover crop plants. *Florida Entomologist* 87: 454-460. [https://doi.org/10.1653/0015-4040\(2004\)087\[0454:LDOFAL\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1653/0015-4040(2004)087[0454:LDOFAL]2.0.CO;2)
- Murúa M. G., Nagoshi R. N., dos Santos D. A., et al. 2015. Demonstration using field collections that Argentina fall armyworm populations exhibit strain-specific host plant preferences. *Journal of Economic Entomology* 108: 2305-2315. <https://doi.org/10.1093/jee/tov203>
- Nagoshi R. N. 2019. Evidence that a major subpopulation of fall armyworm found in the Western Hemisphere is rare or absent in Africa, which may limit the range of crops at risk of infestation. *PLoS ONE* 14: e0208966. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208966>
- Nagoshi R. N., Goergen G., Plessis H. D., et al. 2019. Genetic comparisons of fall armyworm populations from 11 countries spanning sub-Saharan Africa provide insights into strain composition and migratory behaviors. *Scientific Reports* 9: 1-11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-44744-9>
- Nagoshi R. N., Goergen G., Tounou K. A., et al. 2018. Analysis of strain distribution, migratory potential, and invasion history of fall armyworm populations in northern Sub-Saharan Africa. *Scientific Reports* 8: 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-21954-1>
- Nagoshi R. N., Koffi D., Agboka K., et al. 2017. Comparative molecular analyses of invasive fall armyworm in Togo reveal strong similarities to populations from the eastern United States and the Greater Antilles. *PLoS ONE* 12: 1-15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181982>
- Nagoshi R. N., Htain N. N., Boughton D., et al. 2020. Southeastern Asia fall armyworms are closely related to populations in Africa and India, consistent with common origin and recent migration. *Scientific Reports* 10: 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58249-3>

- Phanthian C., Tandavanitj N., and Chaisuekul C. 2024. Dominant strain shift in the invasive fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) populations in Thailand as inferred from mitochondrial COI and nuclear Tpi genes. *Journal of Economic Entomology*: toae177. <https://doi.org/10.1093/jee/toae177>
- Punyawattee P., Rakkrai C., Popoonsak S., et al. 2022. Research and development on the control of fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) (in Thai), Department of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok.
- Rane R., Walsh T. K., Lenancker P., et al. 2023. Complex multiple introductions drive fall armyworm invasions into Asia and Australia. *Scientific Reports* 13: 660. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-27501-x>
- Thirawut S., Sutjaritthammajariyangkun W., Rukkasikorn A., et al. 2023. Pesticide susceptibility monitoring of fall armyworms (*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)): a simple methodology for information-sharing among Southeast Asian countries. *CABI Agriculture and Bioscience* 4: 19. <https://doi.org/10.1186/s43170-023-00160-8>
- Vidal M. C., Quinn T. W., Stireman J. O., et al. 2019. Geography is more important than host plant use for the population genetic structure of a generalist insect herbivore. *Molecular Ecology* 28: 4317-4334. <https://doi.org/10.1111/mec.15218>
- Westbrook J. K., Nagoshi R. N., Meagher R. L., et al. 2016. Modeling seasonal migration of fall armyworm moths. *International Journal of Biometeorology* 60: 255-267. <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1022-x>
- Zamojska J., Węgorzek P., and Mrówczyński M. 2009. Resistance of pollen beetle (*Meligethes aeneus*) to selected active substances of insecticides in Poland. *Journal of Plant Protection Research* 49: 119-127. <https://doi.org/10.2478/v10045-009-0016-2>

การจำแนกชนิดของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Race 1

ที่พบในกล้วยในประเทศไทยด้วยข้อมูลความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ

ชนินทร ดวงสอาด¹ วันวิสาข์ เพ็ชรอำไพ¹ สุนิรัตน์ สีมะเดื่อ¹ มะโนรัตน์ สุดสงวน¹

อมรรักษ์ คัดใจเดียว¹ พรศิริ บุญพุ่ม¹ ธาติพิย ภาสบุตร¹ สุทธิณี ลิขิตตระกูลรุ่ง²

พรพิมล อธิปัญญาคม³ ณัฐริมา โฆษิตเจริญกุล³

¹กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

²กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร เชียงใหม่ 50100

³สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

เชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) เป็นสาเหตุของโรคเหี่ยวหรือตายพรายของกล้วย ซึ่งเป็นโรคที่สำคัญที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุตสาหกรรมผลิตกล้วยทั่วโลก เชื้อราเข้าสู่พืชทางราก และท่อลำเลียงน้ำ ทำให้เกิดอาการเนื่อเยื่อของลำต้นเหี่ยวตายเป็นสีน้ำตาลและลูกกลามขึ้นสู่ก้านใบและยืนต้นตายเมื่อเป็นโรคอย่างรุนแรง Foc มีจำนวน 4 race ซึ่งการจำแนกชนิดของเชื้อรา Foc ไม่สามารถจำแนกได้โดยลักษณะทางสัณฐานวิทยา เนื่องจากไม่มีความแตกต่างระหว่างเชื้อราที่เป็นสาเหตุโรคพืชและกลุ่มที่อาศัยอยู่ในพืชโดยไม่แสดงอาการ อีกทั้งมีรายงานว่า Foc Race 1 ของกล้วยในประเทศไทยมีความหลากหลายและมีมากกว่า 1 ชนิด ดังนั้นจึงได้ดำเนินงานวิจัยเพื่อจำแนกชนิดของเชื้อรา Foc Race 1 ที่พบในกล้วยในประเทศไทยด้วยข้อมูลวิวัฒนาการ ได้เก็บตัวอย่างจากแต่ละภูมิภาคจำนวนกว่า 225 ตัวอย่าง และแยกได้เชื้อรา *Fusarium* 135 ไอโซเลท สกัดดีเอ็นเอ และเพิ่มปริมาณยีนตำแหน่ง the translation elongation factor 1-alpha (*tef1*) และ RNA polymerase II subunit B (*rpb2*) ด้วยเทคนิค PCR วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการโดยใช้ข้อมูลพันธุกรรมของยีน *tef1-rpb2* ผลการวิจัยพบว่าเชื้อราในกลุ่ม Foc ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ *F. tardichlamydosporum* *F. duoseptatum* และ *F. grosmichelii* (กลุ่ม Foc Race 1) *F. kalimantanense* (non race) ผลจากการศึกษานี้เป็นประโยชน์ต่องานด้านอนุกรมวิธานในการจำแนกชนิดที่เป็นปัจจุบันต่อไป รวมถึงสนับสนุนการกำหนดแนวทางการป้องกันกำจัด การปรับปรุงพันธุ์ ศักยภาพงานด้านกักกันพืช และการเจรจาสินค้าเกษตรตามมาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช

คำหลัก: species complex *Fusarium oxysporum* อนุกรมวิธาน

The Phylogeny-Based Identification of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Race 1 of Banana in Thailand

Chanintorn Doungsa-ard¹ Wanwisa Pet-amphai¹ Suneerat Seemadua¹
Manorat Sudsanguan¹ Amonrat Kitjaideaw¹ Pornsiri Bunphum¹ Tarntip Passabut¹
Suttinee Likhitrakulrung² Pornpimon Ahipunyakom³ Nuttima Kositcharoenkul³

¹Plant Pathology Research Group, Plant Protection Research and Development Office,
Department of Agriculture, Bangkok 10900

²Division of Development of Inspection for Crops and Production Resources, Office of Agricultural Research and
Development Region 1, Department of Agriculture, Chiang Mai 50100

³Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

ABSTRACT

The *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) is the causal agent of banana wilt disease, which has the potential to harm the global banana industry. The fungi infect the banana plants through the roots, then the xylem, which causes the death of tissue and presents discoloration and dieback when severely infected. Since pathogenic and nonpathogenic Foc are identical, Foc cannot be categorized solely based on morphological traits and comprise of 4 races. Foc Race 1, the common race and often found on banana in Thailand, had been reported as the complex race comprising more than one species. Therefore, this research was conducted to identify the species of Foc Race 1 of bananas in Thailand, based on phylogeny. The 135 isolates of *Fusarium* were obtained from 225 specimens which presented discolored peduncles, which were later extracted for DNA. The data from the translation elongation factor 1-alpha (*tef1*) and the RNA polymerase II subunit B (*rpb2*) gene regions were multiplied from each DNA template through the PCR assay. The phylogenetic reconstruction based on *tef1-rpb2* data showed that the Foc isolates observed in this study were most likely agreed with the group of Foc Race 1 namely, *F. tardichlamydosporum*, *F. duoseptatum* and *F. grosnichelii*. It was also found in non-race group as *F. kalimantanense*. The results of this study are beneficial to taxonomic work in the current classification of species. Including supporting the determination of guidelines for

prevention, elimination, plant breeding, and also potential for plant quarantine work and negotiating agricultural products according to sanitary and phytosanitary measures.

Keywords: species complex, *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Race 1, taxonomy

คำนำ

เชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (Foc) (E.F. Sm.) W.C. Snyder & H.N. Hansen เป็นสาเหตุของโรคเหี่ยว (ตายพราย, Fusarium wilt, Panama disease) ของกล้วย ซึ่งเป็นโรคที่สำคัญที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุตสาหกรรมผลิตกล้วยทั่วโลก และอยู่ในกลุ่มของ *F. oxysporum* species complex (Michielse and Rep, 2009; O'Donnell *et al.*, 2009) เชื้อรา Foc มีพืชอาศัยแคบสามารถเข้าทำลายและก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืชวงศ์กล้วย (*Musa*) (Ploetz *et al.*, 2015; Stover 1990; Stover and Buddenhagen 1986; Stover and Simmonds 1987) มีจำนวน 4 race ได้แก่ race 1 เข้าทำลายกล้วย เช่น พันธุ์ Gros Michel (กล้วยหอมทอง genome type AAA) Pisang Awak (กล้วยน้ำว้า genome type ABB) เป็นต้น race 2 เข้าทำลายกล้วย เช่น พันธุ์ Bluggoe (กล้วยหักมุก genome type ABB) เป็นต้น race 3 เข้าทำลายพืชในกลุ่ม *Heliconia* species ซึ่งปัจจุบันถูกจำแนกชนิดใหม่และไม่รวมอยู่ในกลุ่มของเชื้อรา Foc (Ploetz, 2005) และ race 4 เข้าทำลายกล้วยพันธุ์ Cavendish (กล้วยหอมเขียว genome type AAA) Foc race 4 แยกออกได้เป็น 2 strain คือ subtropical race 4 (Foc SR4) พบการระบาดเฉพาะในเขต subtropics และ Tropical race 4 (Foc TR4) พบในเขต Tropics และกำลังระบาดและทำความเสียหายแก่อุตสาหกรรมการผลิตกล้วยทั่วโลกอยู่ในขณะนี้ โดยเชื้อรา Foc เข้าทำลายและก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบท่อลำเลียงของพืช การเข้าทำลายส่วนใหญ่มักจะเข้าทางราก เจริญขึ้นไปตามท่อน้ำ (xylem) เริ่มจากบริเวณกาบใบด้านนอกของส่วนลำต้น เชื้อรา Foc เป็น soil borne สามารถคงอยู่ได้ในดินในเศษซากพืช หรือบริเวณรากของพืชอาศัยในรูปแบบของ chlamydospore ได้นานกว่า 30 ปี (Stover, 1962; Warman and Aitken, 2018) โรคเหี่ยวเป็นโรคที่สำคัญที่สามารถก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุตสาหกรรมผลิตกล้วย ซึ่งเป็นหนึ่งในผลไม้ที่สำคัญของโลก (Ploetz, 2015) ที่นิยมปลูกกว่า 148 ประเทศ โดยเฉพาะในเขตร้อนชื้น มีปริมาณผลผลิตออกสู่ตลาดโลกในปี 2565 กว่า 19.2 ล้านตัน และมูลค่ากว่าพันล้านบาท (FAO, 2022)

การจัดจำแนกชนิดของสายพันธุ์ (race) ของเชื้อรา Foc ไม่สามารถใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาในการจัดจำแนกเนื่องจากมีความแตกต่างไม่เพียงพอ จึงได้มีความพยายามในการจำแนกชนิดโดยใช้ลักษณะการแสดงออกของเชื้อรา (phenotyping) การทำปฏิกิริยาระหว่างสายพันธุ์ โดยใช้วิธีการ vegetative compatibility groups หรือ VCGs ที่ออกแบบโดย Cove (1976) และ ปรับปรุงวิธีการโดย Puhalla (1985) และ Correll *et al.*, (1987) อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ค่อนข้างยุ่งยากเนื่องจากมีข้อจำกัด เช่น ต้องมี Foc จากแต่ละกลุ่ม VCGs เพื่อใช้ในการทดสอบ ซึ่งมีเพียงห้องปฏิบัติการไม่กี่แห่ง ที่มี Foc พร้อมสำหรับการทดสอบ VCGs อีกทั้งการจัดจำแนกด้วย VCGs ใช้เวลาในการตรวจสอบค่อนข้างนาน ปัจจุบันการจำแนกชนิดของสายพันธุ์ (race) ของเชื้อรา Foc ทำได้โดยใช้วิธีการทางชีวโมเลกุลโดยการวิเคราะห์

ลำดับเบสซึ่งมีความรวดเร็วกว่าการจำแนกชนิดด้วย VCGs (Bentley *et al.*, 2001; Dita *et al.*, 2010; Dita *et al.*, 2011; Fraser-Smith *et al.*, 2014) จากการจำแนกชนิดด้วยวิธีการทางชีวโมเลกุลโดยใช้ข้อมูลของ systematics และ genealogical concordance โดยใช้ข้อมูลของยีนตำแหน่ง *rpb1* *rpb2* และ *tef1* พบว่าเชื้อรา Foc Race 1 ประกอบไปด้วย 6 ชนิด ได้แก่ *F. duoseptatum*, *F. gromicellii*, *F. hexaseptatum*, *F. phialophorum*, *F. tardichlamydosporum* และ *F. purpurascens* รวมถึงกลุ่ม Foc None Race ที่ไม่เคยมีการระบุ race มาก่อน สามารถจำแนกชนิดได้ คือ *F. kalimantanense*, *F. sangayamense* และ *F. tardicrescens* (Maryani *et al.*, 2019)

ดังนั้นงานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกชนิดของเชื้อรา Foc Race 1 โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการด้วยข้อมูลและวิธีการทางชีวโมเลกุล ซึ่ง ชนินทร และคณะ (2565) รายงานว่าเชื้อรา Foc Race 1 ที่พบในกล้วยในประเทศไทยมีความหลากหลายทางพันธุกรรม โดยได้ดำเนินระหว่าง ตุลาคม 2564 ถึงกันยายน 2567 ผลจากการวิจัยจะเป็นประโยชน์ต่องานด้านอนุกรมวิธานในการจำแนกชนิดที่เป็นปัจจุบันต่อไป รวมถึงสนับสนุนการกำหนดแนวทางการป้องกันกำจัด การปรับปรุงพันธุ์ ศักยภาพงานด้านกักกันพืช และการเจรจาสินค้าเกษตรตามมาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช

วิธีการดำเนินการ

1. เก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อกล้วยจากแหล่งปลูกกล้วยที่สำคัญในประเทศไทย

เก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อสีน้ำตาลที่แสดงอาการของโรคตายพราย จากแหล่งปลูกกล้วยที่สำคัญ ได้แก่ กาญจนบุรี กำแพงเพชร ขอนแก่น จันทบุรี ชลบุรี เชียงราย เชียงใหม่ นครปฐม นครพนม นครราชสีมา น่าน ประจวบคีรีขันธ์ พะเยา พิษณุโลก เพชรบูรณ์แพร่ ภูเก็ต แม่ฮ่องสอน ลำพูน เลย ศรีสะเกษ สกลนคร สงขลา สมุทรสงคราม สมุทรสาคร สระบุรี สุโขทัย สุพรรณบุรี สุรินทร์ หนองคาย หนองบัวลำภู อุดรธานี อุตรดิตถ์ อุทัยธานี และ อุบลราชธานี ห่อตัวอย่างด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ บันทึกข้อมูลพิกัดทางภูมิศาสตร์ วันที่เก็บตัวอย่าง ผู้เก็บตัวอย่าง พันธุ์ของกล้วยที่เก็บตัวอย่าง โดยเขียนรายละเอียดกำกับให้ชัดเจน เพื่อนำมาตรวจแยกเชื้อในห้องปฏิบัติการ

2. แยกเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* จากตัวอย่างเนื้อเยื่อต้นกล้วย และจำแนกชนิดเบื้องต้นด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา

แยกเชื้อราโดยวิธี tissue transplanting นำตัวอย่างส่วนของท่อน้ำท่ออาหารของต้นกล้วยที่มีสีน้ำตาลแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ 10 % เป็นเวลา 3-5 นาที ล้างในน้ำนิ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง นำไปซับบนกระดาษที่ผ่านการฆ่าเชื้อให้แห้ง ตัดเป็นเส้นเล็ก ๆ แล้วนำไปเลี้ยงบนอาหาร PDA บ่มที่อุณหภูมิห้องปฏิบัติการ นาน 7-21 วัน แยกทำให้บริสุทธิ์ และเลี้ยงบนอาหาร PDA จำแนกชนิดเบื้องต้นด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ stereo และ compound microscope โดยตรวจดูลักษณะเส้นใย conidiophore และสปอร์ และศึกษาลักษณะของสปอร์และโครงสร้างอื่น ๆ ของเชื้อรา โดย

การ mount slide ด้วยน้ำหรือ shear's solution โดยอ้างอิงข้อมูลของ Booth (1971) และ Brayford (1992)

แยกเชื้อราให้บริสุทธิ์ โดยวิธี single spore isolation ย้ายสปอร์เดี่ยวของเชื้อรา เลี้ยงลงบนอาหาร PDA บ่มที่อุณหภูมิห้องปฏิบัติการ นาน 7-14 วัน หากไม่มีการปนเปื้อน จึงดำเนินการสกัดดีเอ็นเอ

3. จำแนกชนิดของเชื้อราโดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการด้วยข้อมูลและวิธีการทางชีวโมเลกุล

ตัดและย้ายเส้นใยของเชื้อรา *Fusarium* spp. ที่เลี้ยงบนอาหาร PDA ประมาณ 0.2-0.5 กรัม ลงในหลอดสำหรับสกัดดีเอ็นเอ และทำการสกัดตามวิธีของ Doungsa-ard, et al. (2015) เก็บรักษาดีเอ็นเอที่สกัดได้จากแต่ละตัวอย่าง ไว้ที่อุณหภูมิ -20 หรือ -40 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาสภาพและคุณภาพของดีเอ็นเอ นำดีเอ็นเอที่สกัดได้จากแต่ละตัวอย่าง มาทำการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายของ *Fusarium* spp. ตำแหน่ง the RNA polymerase second largest subunit gene (*rpb2*) ด้วยไพรเมอร์ RPB2-5f2/RPB2-7cr (O'Donnell et al., 2010) และ the translation elongation factor 1-alpha gene (*tef1*) (O'Donnell et al., 1998) กำหนด annealing temperature ของแต่ละตำแหน่งที่ 56 องศาเซลเซียส ด้วยวิธี Polymerase Chain Reaction (PCR) โดยใช้ Taq DNA Polymerase ใช้ cycling และ condition ของปฏิกิริยาตามที่ผู้ผลิตแนะนำ ตรวจสอบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทำ PCR โดยตรวจสอบขนาดของชิ้นส่วนของดีเอ็นเอที่ต้องการ ด้วยวิธี อิเล็กโทรโฟรีซิส (Electrophoresis) ทำการผสมผลิตภัณฑ์ PCR ด้วย loading dye และ stain ในปริมาตร 4:1 และ 1 ไมโครลิตร ตามลำดับ ผสมให้เข้ากันจากนั้นหยอดลงใน agarose gel ที่ความเข้มข้น 1% ให้ผลิตภัณฑ์ PCR เคลื่อนที่ผ่านสารละลาย Lithium Borate buffer (LB buffer) ส่งผลิตภัณฑ์ PCR ไปยัง บริษัท Macrogen Korea เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์ PCR บริสุทธิ์ และหาลำดับนิวคลีโอไทด์

นำข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ (sequence) มาทำการวิเคราะห์ โดยนำ forward sequence และ reverse sequence ที่ได้มาเปรียบเทียบเทียบกัน โดยใช้โปรแกรม Geneious Prime 2024 (<http://www.geneious.com>; Kearse et al., 2012) บันทึกข้อมูลของลำดับนิวคลีโอไทด์ในรูปแบบไฟล์ชนิด fasta ทำการตรวจสอบความถูกต้องของชนิดของจุลินทรีย์ที่ทำการศึกษากับฐานข้อมูลทางพันธุกรรม เช่น GenBank และ Mycobank นำ contig ของลำดับนิวคลีโอไทด์ (consensus sequence ที่บันทึกไว้ในรูปแบบ fasta ไฟล์) มาจัดเรียง (align) ด้วยโปรแกรม MAFFT 6.611 (Katoh and Toh, 2008) จากนั้นตรวจสอบการจัดเรียง (alignment) โดยวิธี MUSCLE ในโปรแกรม the MEGA (Kumar et al., 2016) จากนั้นใช้โปรแกรม Gblocks (Talavera and Castresana, 2007) ทำการรวมชุดข้อมูลของดีเอ็นเอตำแหน่ง *rpb2* และ *tef1* เป็น combined dataset รวมกับ type sequence ของเชื้อรา Foc race ต่างๆ (Table 1) บันทึกชุด alignment ในรูปแบบไฟล์ nexus หรือ nex โดยใช้โปรแกรม Mesquite วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการเพื่อการจัดจำแนกโดยประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สองเกณฑ์มาตรฐาน คือ Maximum Likelihood ใช้โปรแกรม RAxML v8.1.15 (Stamatakis, 2014)

เก็บรักษาสายพันธุ์เชื้อราใน Culture Collection ดีเอ็นเอต้นแบบ (DNA templates) ข้อมูลรหัสดีเอ็นเอ (DNA barcodes หรือ consensus sequences) จะถูกเก็บบันทึกและใช้เป็นข้อมูลอ้างอิง รวมถึงสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบในการศึกษาด้านวิวัฒนาการต่อไป จัดเก็บดีเอ็นเอต้นแบบไว้ที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส ณ พิพิธภัณฑ์โรคพืช กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

Table 1 List of taxa for *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* identification at race level

<i>Fusarium</i>		Accession number	GenBank number	
			<i>tef1</i>	<i>rpb2</i>
<i>F. duoseptatum</i>	Race 1	INACC F835	LS479764	LS479315
	Race 1	INACC F916*	LS479688	LS479239
	Race 1	INACC F921	LS479694	LS479245
	Race 1	INACC F979	LS479749	LS479300
<i>F. grosmichelii</i>	Race 1	INACC F833	LS479744	LS479295
	Race 1	InaCC F855	LS479794	LS479346
	Race 1	InaCC F854	LS479793	LS479345
	Race 1	InaCC F884	LS479824	LS479382
<i>F. tardichlamydosporum</i>	Race 1	INACC F958	LS479729	LS479280
<i>F. tardicrescens</i>	Race 1	NRRL 36113	LS479665	LS479217
	Race 1	NRRL 54005	LS479674	LS479226
	Race 1	NRRL 54008	LS479673	LS479225
<i>F. cugenangense</i>	Race 2	INACC F984	LS479757	LS479308
	Race 2	INACC F983	LS479756	LS479307
	Race 2	NRRL 25433	LS479648	LS479202
<i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i>	Race 3	CAV1788	FJ664919	na
	Race 3	Foc807	KY436227	na
	Race 3	Race 3	KC889021	na
<i>F. odoratissimum</i>	Tropical Race 4	INACC F822	LS479828	LS479386
	Tropical Race 4	VCG 01213	MG211817	na
	Tropical Race 4	NRRL 36102	LS479655	LS479209
	Tropical Race 4	INACC F927	LS479701	LS479252
	Tropical Race 4	INACC F936	LS479711	LS479262
	Tropical Race 4	INACC F931	LS479705	LS479256
<i>F. kalimantanense</i>	Non-Race	INACC F917	LS479690	LS479241
	Non-Race	INACC F918	LS479691	LS479242
	Non-Race	INACC F922	LS479695	LS479246
<i>F. sangayamense</i>	Non-Race	INACC F960	LS479732	LS479283
<i>F. oxysporum</i> f. sp. <i>batatas</i>		NRRL 26360	AY527522	na
<i>F. fujikuroi</i>		CBS 221.76	MN534010	KU604255
<i>F. sacchari</i>		LC13681	MW580548	MW474494

* The numbers in “**bold**” are Type sequences

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลจากการเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อกล้วยที่มีแสดงลักษณะอาการใบเหลือง เหี่ยว จำนวน 225 ตัวอย่าง พบว่าลักษณะของเนื้อเยื่อของลำต้นกล้วยจะมีลักษณะของสีน้ำตาลที่มีความแตกต่างโดยมีทั้งลักษณะที่เนื้อเยื่อถูกทำลายเป็นสีน้ำตาลจนถึงน้ำตาลแดงอย่างชัดเจน รวมถึงที่แสดงลักษณะเพียงสีน้ำตาลอ่อนจาง หรือพบเพียงเล็กน้อยในลำต้น เมื่อนำตัวอย่างเนื้อเยื่อจำนวน 225 ตัวอย่างมาแยกเชื้อ ได้เชื้อรา *Fusarium* จำนวน 135 ไอโซเลท เมื่อจำแนกชนิดเบื้องต้นด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของร่ายภายใต้กล้องจุลทรรศน์ stereo และ compound microscope โดยตรวจดูลักษณะเส้นใย conidiophore conidia ขนาด สี และโครงสร้างอื่นๆ ของเชื้อรา โดยอ้างอิงข้อมูลของ Booth (1971) และ Brayford (1992) พบว่าเป็นเชื้อรา *F. oxysporum* จำนวน 85 ไอโซเลท และเป็น *Fusarium* spp. อื่นๆ อีก 50 ไอโซเลท เช่น *F. solani*, *F. incarnatum*, *F. equiseti* และ *F. fujikuroi*

จากผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการด้วยข้อมูลและวิธีการทางชีวโมเลกุลของตัวอย่างที่มีลักษณะพ้องกับเชื้อรา *F. oxysporum* จำนวน 85 ตัวอย่าง รวมกับ type sequence ของเชื้อรา Foc race ต่างๆ เมื่อจำแนกชนิดด้วยวิธี phylogenetic reconstruction พบว่าเชื้อรา *F. oxysporum* จำนวน 85 ไอโซเลท จัดอยู่ใน clade เดียวกับเชื้อรา Foc Race 1 และ non race จำนวน 60 ไอโซเลท นอกจากนี้ยังพบว่า เชื้อรา *F. oxysporum* อีกจำนวน 25 ไอโซเลท มีความใกล้เคียงกับ *F. f.sp. melonis* และ *F. f.sp. lycopersici* โดยเชื้อราในกลุ่ม Foc Race 1 ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ *F. tardichlamydosporum*, *F. duoseptatum* และ *F. grosnichelii* และกลุ่ม non race ได้แก่ *F. kalimantanense* (Figure 1)

จากลักษณะของเนื้อเยื่อที่มีความแตกต่างของความรุนแรงจนเป็นสีน้ำตาลอันเนื่องมาจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Fusarium* เมื่อเปรียบเทียบกับชนิดที่จำแนกได้ด้วยวิธีการทางชีวโมเลกุล พบว่าตัวอย่างเนื้อเยื่อที่มีสีอ่อน ไม่ได้ทำให้เกิดอาการที่รุนแรงจนทำให้เนื้อเยื่อกลายเป็นสีน้ำตาลแดง หรือน้ำตาลเข้ม และภายนอกไม่พบลักษณะอาการเหี่ยว แต่พบเพียงลักษณะของใบเหลืองเพียงเล็กน้อย พบว่าเกิดจากเชื้อราในกลุ่ม *F. solani* complex, *F. incarnatum-equiseti* complex, *F. fujikuroi* complex รวมถึงกลุ่ม non race เช่น *F. kalimantanense* อย่างไรก็ตามพบว่า เชื้อราในกลุ่ม Foc Race 1 ที่ทำให้เกิดอาการที่ชัดเจนโดยเนื้อเยื่อถูกทำลายอย่างรุนแรงและแสดงการตายพรายหรืออาการเหี่ยวคือ เชื้อรา *F. duoseptatum* และ *F. grosnichelii*

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

งานวิจัยนี้ดำเนินการระหว่าง ตุลาคม 2564 ถึงกันยายน 2567 เก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อสีน้ำตาลที่แสดงอาการของโรคตายพราย จากแหล่งปลูกกล้วยที่สำคัญรวม 36 จังหวัด จำนวน 225 ตัวอย่าง และแยกได้เชื้อรา *Fusarium* 135 ไอโซเลท พบว่าเป็นเชื้อรา *F. oxysporum* จำนวน 85 ไอโซเลท และเป็น *Fusarium* spp. อื่นๆ อีก 50 ไอโซเลท เช่น กลุ่ม complex *F. solani*, *F. incarnatum*, *F. equiseti* และ *F. fujikuroi* เมื่อจำแนกชนิดด้วยวิธี phylogenetic reconstruction พบว่าเชื้อรา *F. oxysporum* จำนวน



Figure 1 Phylogram obtained in a ML search of the concatenated dataset of the *tef1-rpb2* loci. Bootstrap support ($\geq 70\%$) values from 1000 replicates above nodes.

85 ไอโซเลท จัดอยู่ใน clade เดียวกับเชื้อรา Foc Race 1 และ non race จำนวน 60 ไอโซเลท โดยเชื้อราในกลุ่ม Foc Race 1 ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ *F. tardichlamydosporum* *F. duoseptatum* และ *F. grosnichelii* และกลุ่ม non race ได้แก่ *F. kalimantanense* นอกจากนี้ยังพบว่า เชื้อรา *F. oxysporum* อีกจำนวน 25 ไอโซเลท มีความใกล้เคียงกับ *F. f.sp. melonis* และ *F. f.sp. lycopersici*

ผลจากการวิจัยครั้งนี้นอกจากจะเป็นประโยชน์ต่องานด้านอนุกรมวิธานในการจำแนกชนิดที่เป็นปัจจุบัน รวมถึงสนับสนุนการกำหนดแนวทางการป้องกันกำจัดเมื่อทราบชนิดที่ถูกต้อง รวมถึงเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งผลจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าเชื้อรา Foc Race 1 ที่แยกได้จากต้นกล้วย นั้นมีความหลากหลาย มีทั้งที่เป็นสาเหตุโรคพืชและทั้งที่อยู่ในกลุ่มที่อาศัยอยู่ในพืชโดยไม่แสดงอาการ ดังนั้นการทดสอบเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ ต้องให้ความสำคัญกับชนิดที่สามารถทำให้เกิดโรคพืชด้วย นอกจากนี้การจำแนกชนิดของเชื้อรา Foc อาจเป็น ศักยภาพงานด้านกักกันพืช และการเจรจาสินค้าเกษตรตามมาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ Professor Dr. Roger Shivas และ Dr. Yu Pei Tan จาก University of Southern Queensland, Australia ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อจากต้นกล้วย เพื่อให้การแยกเชื้อมีประสิทธิภาพและลดการปนเปื้อน รวมถึงคำแนะนำในการวิเคราะห์ผล และขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่สนับสนุนด้านงบประมาณสำหรับการวิจัยครั้งนี้ รวมถึงเจ้าหน้าที่ ฟีน้องห้องปฏิบัติการทางชีวโมเลกุล กลุ่มงานวิทยาโมโค กลุ่มวิจัยโรคพืช จนทำให้สามารถดำเนินการวิจัยลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ชนินทร ดวงสอาด มะโนรัตน์ สุดสงวน วันวิสาข์ เพ็ชรอำไพ สุณีรัตน์ สิมะเดื่อ อมรรักษ์ คัดใจเดียว ธารทิพย์ ภาสบุตร สุทธิณี ลิขิตตระกูลรุ่ง และ พรพิมล อธิปัญญาคม. 2565. ความหลากหลายของเชื้อรา *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* Race 1 สาเหตุโรคเหี่ยวของกล้วยในประเทศไทย. หน้า 5. ใน: การประชุมอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 15. วันที่ 22-24 พฤศจิกายน 2565, ณ โรงแรมรามาร์คเด้นส์ กรุงเทพมหานคร.

Bentley S, N.Y. Moore and J. Pattemore. 2001. *Fusarium wilt diagnostics laboratory manual*. CRC for Tropical Plant Protection, Brisbane.

Booth, C. 1971. The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, 237.

Brayford, D. 1992: IMI Descriptions of Fungi and Bacteria No. 1112. *Fusarium oxysporum* f.sp. *batatas*. *Mycopathologia* 118: 41-42Correll, J.C., C.J.R. Klittich and J.F. Leslie.

1987. Nitrate non-utilizing mutants of *Fusarium oxysporum* and their use in vegetative compatibility tests. *Phytopathology* 77: 1640-1646.
- Cove, D.J. 1976. Chlorate toxicity in *Aspergillus nidulans*: the selection and characterization of chlorate resistant mutants. *Heredity* 36, 191-203.
- Dita, M.A., C. Waalwijk, I.W. Buddenhagen, M.T. Jr Souza and G.H. Kema. 2010. A molecular diagnostic for tropical race 4 of the banana fusarium wilt pathogen. *Plant Pathology* 59: 348–357.
- Dita, M.A., C. Waalwijk, I.W. Buddenhagen, M.T. Jr Souza and G.H. Kema. 2011. Corrigendum. *Plant Pathology* 60: 384.
- Doungsa-ard, C., A.R. McTaggart, A.D.W. Geering, T.U. Dalisay, J. Ray and R.G. Shivas. 2015. *Uromycladium falcatarium* sp. nov., the cause of gall rust on *Paraserianthes falcataria* in south-east Asia. *Australasian Plant Pathology* 44: 25-30.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2022. FAOSTAT Database. Rome, Italy: FAO. Retrieved on January 2022 from <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Fraser-Smith, S., E. Czişlowski, R.A. Meldrum, M. Zander, G.R. Balali and E.A.B. Aitken. 2014. Sequence variation in the putative effector gene SIX8 facilitates molecular differentiation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Plant Pathology* 63: 1044–1052.
- Katoh, K. and H. Toh. 2008. Recent developments in the MAFFT multiple sequence alignment program. *Briefings in Bioinformatics* 9: 286-298.
- Kearse, M., R. Moir, A. Wilson, S. Stones-Havas, M. Cheung, S. Sturrock, S. Buxton, A. Cooper, S. Markowitz, C. Duran, T. Thierer, B. Ashton, P. Mentjies and A. Drummond. 2012. Geneious Basic: an integrated and extendable desktop software platform for the organization and analysis of sequence data. *Bioinformatics* 28(12): 1647-1649.
- Michielse, C.B. and M. Rep. 2009. Pathogen profile update: *Fusarium oxysporum*. *Molecular Plantpathology* 10: 311-324.
- Maryani, N., L. Lombard, Y.S. Poerba, S. Subandiyah, P.W. Crous, and G.H.J. Kema. 2019. Phylogeny and genetic diversity of the banana Fusarium wilt pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* in the Indonesian centre of origin. *Studies in Mycology* 92: 155–194.

- O'Donnell, K., C. Gueidan, S. Sink, P.R. Johnston, P.W. Crous, A. Glenn, R. Riley, N.C. Zitomer, P. Colyer, C. Waalwijk, T. Lee, A. Moretti, S. Kang, H.S. Kim, D.M. Geiser, J.H. Juba, R.P. Baayen, M.G. Crome, S. Bithell, D.A. Sutton, K. Skovgaard, R. Ploetz, K.H. Corby, M. Elliott, M. Davis and B.A. Sarver. 2009. A two-locus DNA sequence database for typing plant and human pathogens within the *Fusarium oxysporum* species complex. *Fungal Genetic Biology* 46: 936-948.
- O'Donnell, K., D.A. Sutton, M.G. Rinaldi MG, B.A Sarver, S.A. Balajee, H.J. Schroers, R.C. Summerbell, V.A. Robert, P.W. Crous, N. Zhang, T. Aoki, K. Jung, J. Park, Y.H. Lee, S. Kang, B. Park and D.M. Geiser. 2010. Internet-accessible DNA sequence database for identifying fusaria from human and animal infections. *Journal of Clinical Microbiology* 48(10): 3708-3718.
- O'Donnell, K., H.C. Kistler, E. Cigelnik and R.C. Ploetz. 1998. Multiple evolutionary origins of the fungus causing Panama disease of banana: concordant evidence from nuclear and mitochondrial gene genealogies. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 95: 2044–2049.
- Ploetz, R.C. 2015. Fusarium wilt of banana. *Phytopathology* 105: 1512–1521.
- Ploetz, R.C. 2005. *Panama disease: an old nemesis rears its ugly head. Part 2: The Cavendish era and beyond*. Online. Minnesota, US. APS.
<http://www.apsnet.org/online/feature/panama2/default.asp>.
- Ploetz, R.C., G.H.J. Kema and L.J. Ma. 2015. Impact of diseases on export and smallholder production of banana. *Annual Review of Phytopathology* 53: 269-288.
- Puhalla, J.E. 1985. Classification of strains of *Fusarium oxysporum* on the basis of vegetative compatibility. *Canadian Journal of Botany* 63: 179–183.
- Stamatakis, A. 2014. RAxML version 8: a tool for phylogenetic analysis and post-analysis of large phylogenies. *Bioinformatics* 30(9):1312-3.
- Stover, R.H. 1990. Fusarium wilt of banana: Some history and current status of the disease. Pages 1-7 In: *Fusarium wilt of banana*. R.C. Ploetz, ed. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN.
- Stover, R.H. and I.W. Buddenhagen. 1986. Banana breeding: Polyploidy, disease resistance and productivity. *Fruits* 41: 175-191.

- Stover, R.H. and N.W. Simmonds. 1987. *Bananas*, 3rd ed. Longmans, London, UK.
- Talavera, G. and J. Castresana. 2007. Improvement of phylogenies after removing divergent and ambiguously aligned blocks from protein sequence alignments. *Systematic Biology* 56, 564-577.

การพัฒนาวิธี Multiplex RT-PCR เพื่อใช้ในการตรวจวินิจฉัย

sweet potato feathery mottle virus และ *sweet potato chlorotic stunt virus* ในมันเทศ

ณฐมน แก้วนัย ภูวนารถ มณีโชติ ชนินทร ดวงสอาด ทิพวรรณ กันหาญาติ

กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

มันเทศปลูกกันอย่างแพร่หลายตั้งแต่เขตร้อนชื้นถึงอบอุ่น และเป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญอันดับที่ 7 ของโลก มีรายงานพบเชื้อไวรัสมากกว่า 30 ชนิด โดยส่วนมากพบการติดเชื้อร่วมในมันเทศ (mixed infection) ส่งผลให้ผลผลิตเสียหายมากถึง 80-90 เปอร์เซ็นต์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการตรวจจำแนกชนิดไวรัสโดยอาศัยเทคนิค Multiplex RT-PCR โดยใช้ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์สมบูรณ์ทั้งจีโนมของไวรัสในมันเทศที่พบในประเทศไทย ออกแบบไพรเมอร์ที่มีความจำเพาะเจาะจงต่อบริเวณ coat protein gene ของไวรัส *sweet potato feathery mottle virus* (SPFMV) บริเวณตำแหน่ง 10236-10476 ขนาด 240 คู่เบส และบริเวณ heat shock protein 70 (HSP70) ของไวรัส *sweet potato chlorotic stunt virus* (SPCSV) บริเวณตำแหน่ง 1059-1538 ขนาด 480 คู่เบส โดยได้ทดสอบความจำเพาะของไพรเมอร์ต่อไวรัส ด้วยวิธี One-step RT-PCR การทดลองพบว่าไพรเมอร์ที่ออกแบบสามารถเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรมของไวรัสทั้งสองชนิดได้ จากนั้นนำไพรเมอร์ที่ออกแบบทั้งหมดมาทดสอบ Multiplex RT-PCR โดยใช้ตัวอย่างมันเทศที่แสดงอาการคล้ายไวรัสจากแปลงปลูกจำนวน 33 ตัวอย่าง พบเชื้อการติดเชื้อร่วม SPFMV และ SPCSV จำนวน 20 ตัวอย่าง คิดเป็น 60.6 % ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการตรวจสอบด้วยวิธีการ Multiplex RT-PCR มีความจำเพาะสามารถตรวจสอบเชื้อไวรัส SPFMV และ SPCSV เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการของ Kwak (Kwak *et al.*, 2014) พบว่าผลที่ได้จากการทดสอบทั้งสองมีความสอดคล้องกัน ดังนั้นสามารถสรุปได้เบื้องต้นว่า การทดสอบ Multiplex RT-PCR สามารถใช้ตรวจวิเคราะห์และจำแนกชนิดของไวรัส SPFMV และ SPCSV ได้ อย่างไรก็ตามควรมีการควมมีการศึกษาเพิ่มเติมของขีดจำกัดของปริมาณสารพันธุกรรมที่ใช้ตรวจสอบ รวมทั้งการเกิดปฏิกิริยาข้ามเมื่อเทียบกับไวรัสชนิดอื่น ๆ

คำหลัก: มันเทศ ไวรัส SPFMV ไวรัส SPCSV Multiplex RT-PCR

OP-02

ภาคบรรยาย

Development of a Multiplex RT-PCR Method for the Diagnosis of *Sweet Potato Feathery Mottle Virus* and *Sweet Potato Chlorotic Stunt Virus*

Nathamon Kaewnuy Phoowanarth Maneechoat

Chaninthorn Duangsaard Tippawan kanhayate

Plant Pathology Research Group, Plant Protection Research and Development Office,

Department of Agriculture, Bangkok 10900

ABSTRACT

Sweet potatoes, the seventh most important food crop globally, are extensively cultivated in temperate and tropical regions. More than 30 viruses have been reported to infect sweet potatoes, with mixed infections often causing crop losses of 80–90%. This study aimed to develop a Multiplex RT-PCR method for virus detection using whole genome nucleotide sequence data of Thai sweet potato viruses. Primers were designed for the coat protein region of the *sweet potato feathery mottle virus* (SPFMV) at positions 10236–10476 (240 base pairs) and the heat shock protein 70 gene region of the *sweet potato chlorotic stunt virus* (SPCSV) at positions 1059–1538 (480 base pairs). One-step RT-PCR was used to test the primers' specificity to the viruses. The experiments confirmed that the genetic material of both viruses could be successfully amplified using the designed primers. Following this, Multiplex RT-PCR was performed on each specified primer using 33 samples of sweet potato samples showing virus-like symptoms. A total of 20 samples (67%) had mixed infections with SPFMV and SPCSV. The results demonstrated that the Multiplex RT-PCR method could specifically detect and differentiate between SPFMV and SPCSV. The findings were consistent with those obtained using the method described by Kwak *et al.*, 2014. Therefore, the preliminary conclusion is that the Multiplex RT-PCR assay can effectively detect and classify SPFMV and SPCSV. Further research is needed to determine the upper limits of genetic material for testing and to assess potential cross-reactions with other viruses.

Keywords: sweet potato, *sweet potato feathery mottle virus*, *sweet potato chlorotic stunt virus*, Multiplex RT-PCR

คำนำ

มันเทศ (*Ipomoea batatas* L. Lam.) เป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญเป็นอันดับ 7 ของโลกและเป็นที่นิยมปลูกกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย เป็นแหล่งอาหารที่อุดมด้วยสารหลายชนิด ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินซี ธาตุเหล็ก โพแทสเซียม คาร์โบไฮเดรต และสารต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ยังพบว่ามีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมผลิตก๊าซชีวภาพ (Biofuel) จากรายงานโรคไวรัสที่พบในมันเทศพบว่ามีเชื้อไวรัสมากกว่า 30 ชนิด (Clark *et al.*, 2012) เช่น เชื้อไวรัสในสกุล *Begomovirus*, *Carlavirus*, *Cavemovirus*, *Crinivirus*, *Cucumovirus*, *Enamovirus*, *Ipomovirus*, *Nepovirus*, *Potyvirus*, *Solendovirus* และ *Tospovirus* เป็นต้น ลักษณะอาการของมันเทศที่ถูกเชื้อไวรัสเข้าทำลายส่วนใหญ่มักจะแสดงอาการใบต่างอาการจุดต่าง เนื้อใบมีสีม่วง เส้นใบสี ใบหงิกและเสียรูป ลำต้นไม่เติบโตแคระแกร็นและหัวมันเทศมีขนาดเล็ก (Kwak *et al.*, 2014) ทำให้พืชสร้างหัวลดลง เช่น SPFMV ทำให้เกิดรอยจุดด้านในและรอยแตกสีน้ำตาลแดง ไม่สามารถจำหน่ายได้ (Loebenstein and Thottappilly, 2009). และยังพบว่ามันเทศที่มีเชื้อไวรัสเข้าทำลายมากกว่า 1 ชนิดนั้นส่งผลให้ผลผลิตเสียหายมากถึง 80-90 เปอร์เซ็นต์ เช่น การเข้าทำลายร่วมกันของเชื้อไวรัส 2 ชนิด ได้แก่ *Sweet potato chlorotic stunt virus* (SPCSV; *Crinivirus*) และ *Sweet potato feathery mottle virus* (SPFMV; *Potyvirus*) (Loebenstein and Thottappilly, 2009; Mukasa *et al.*, 2006) หากทำให้ผลผลิตเสียหาย 100% ซึ่งการติดเชื้อไวรัสบางชนิดอาจไม่แสดงอาการหรือลักษณะคล้ายขาดธาตุอาหารของพืช ทำให้ยากต่อการแยกแยะพืชที่ติดเชื้อมีสาเหตุจากไวรัส จำเป็นต้องตรวจสอบเชื้อด้วยเทคนิคทางชีวโมเลกุล เช่น PCR and quantitative PCR (qPCR) หรือ reverse transcription (RT-PCR) หรือ ELISA ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีความจำเพาะเจาะจงและมีประสิทธิภาพความไวที่สูง

ประเทศไทยสามารถปลูกมันเทศได้ทั่วทุกภูมิภาค หลายพื้นที่เพาะปลูกประสบกับปัญหาโรคที่เกิดจากไวรัส 3 ชนิด ได้แก่ SPFMV, SPCSV และ SPLCV โดยพบทั้งการติดเชื้อแบบเดี่ยว (single infection) และการติดเชื้อร่วม (mixed infection) (ภูวนารถ และคณะ, 2566) ดังนั้นการศึกษาวินิจฉัยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนา Multiplex RT-PCR ให้สามารถตรวจสอบเชื้อไวรัส SPFMV และ SPCSV ให้สามารถตรวจสอบไวรัสทั้งสองชนิดได้ในปฏิกิริยาเดียวกัน เพื่อใช้เป็นวิธีมาตรฐานสำหรับตรวจสอบเชื้อไวรัสในมันเทศ ลดความซ้ำซ้อนของการทดสอบและค่าใช้จ่ายของสารเคมี ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับใช้ควบคุมหรือหาแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อลดความเสียหายของผลผลิตมันเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างมันเทศที่แสดงอาการเป็นโรคไวรัส
2. สารเคมี ได้แก่
 - ชุดไพรเมอร์สำหรับสังเคราะห์สารพันธุกรรมเชื้อไวรัส

- ไนโตรเจนเหลว
 - ชุดสกัด FavorPrep Plant Total RNA Purification Mini Kit (Favorgen, Taiwan)
 - One Step RT-PCR kit (Biotechrabbit, Germany)
 - Reverse Transcription (RT) (Biotechrabbit, Germany)
 - Multiplex PCR (Biotechrabbit, Germany)
 - 100 bp DNA Ladder with 6X Loading Dye (Biotechrabbit, Germany)
 - Agarose gel (SeaKem, USA)
 - RedSafe Nucleic Acid Staining Solution (iNtRON Biotechnology, Korea)
 - 1X TAE Buffer
3. เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ได้แก่
- โกร่งบดตัวอย่างพืช
 - เครื่องปั่นตกตะกอน Mini Spin (Eppendorf, USA)
 - เครื่องดูดจ่ายสารละลายอัตโนมัติ Pipetman Kit (Gilson, France)
 - เครื่องเพิ่มปริมาณสารพันธุกรรม Thermo cycler
 - เครื่องแยกสารพันธุกรรม Wide Mini-Sub Cell GT Basic System (Biorad, USA)
 - เครื่อง ChemiDoc Gel Imaging System (BioRad, USA)
 - หลอดพีซีอาร์ขนาด 200 ไมโครลิตร
 - หลอดไมโครทิวขนาด 1.5 มิลลิลิตร และ 2 มิลลิลิตร

การออกแบบไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อไวรัส *Sweet Potato Feathery Mottle Virus* และ *Sweet Potato Chlorotic Stunt Virus*

ออกแบบไพรเมอร์ที่มีความจำเพาะเจาะจงต่อ coat protein gene (CP) ของไวรัส SPFMV และออกแบบไพรเมอร์ที่มีความจำเพาะต่อบริเวณ heat shock protein 70 family homologue (HSP70) ต่อไวรัส SPCSV โดยใช้ลำดับนิวคลีโอไทด์ต้นแบบจากการวิเคราะห์จีโนมที่สมบูรณ์ของไวรัสแต่ละชนิดด้วยเทคโนโลยีการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ปริมาณมาก (High-throughput sequencing technology) ข้อมูลจีโนมบนฐานข้อมูลจีโนม (อยู่ระหว่างดำเนินการบันทึกฐานข้อมูล) (ภูวนารถและคณะ, 2566) ซึ่งเป็นข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของไวรัส SPFMV และ SPCSV โดยใช้โปรแกรม Primer 3 Plus <https://www.bioinformatics.nl/cgi/bin/primer3plus/primer3plus.cgi>, http://biotools.nubic.northwestern.edu/Oligo_Calc.html โดยออกแบบให้มีขนาดผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่แตกต่างกัน มีค่า Tm (melting temperature) ของแต่ละไพรเมอร์ใกล้เคียงกัน ควรมีค่า GC-content อยู่ระหว่าง 50-60% ไม่ควรเลือกไพรเมอร์ที่มีค่า GC-content ที่สูงเกินไป ลำดับนิวคลีโอไทด์ของไพรเมอร์ที่ได้รับการออกแบบแล้วนำส่งบริษัท BIONICS ประเทศเกาหลี เพื่อสังเคราะห์ไพรเมอร์สำหรับใช้ทดสอบความใช้ได้ของไพรเมอร์โดยวิธีการ One-step RT-PCR

การทดสอบความจำเพาะเจาะจงของไพรเมอร์โดยเทคนิค One Step RT-PCR

ทดสอบความจำเพาะเจาะจงของแต่ละคู่ไพรเมอร์ SPFMV-CP-F1, SPFMV-CP-R1 และ SPCSV-HSP70-F1 ,SPCSV-HSP70-R1 เตรียมส่วนผสมของปฏิกิริยา โดยใช้ส่วนผสมของ One step RT-PCR (Biotech rabbit, Germany) ปริมาตรส่วนผสมรวม 20 ไมโครลิตรประกอบด้วย Nuclease free water 4 ไมโครลิตร 2x One Step Master Mix 10 ไมโครลิตร 10 pmole Forward 1 ไมโครลิตร 10 pmole Reverse 1 ไมโครลิตร 20X RT-Ri Blend 1 ไมโครลิตร RNA template 3 ไมโครลิตร ผสมส่วนผสมให้เข้ากันดี แล้วนำไปเข้าเครื่องควบคุมอุณหภูมิ (thermal cycler) โดยทำปฏิกิริยา ในการสังเคราะห์ดังนี้ First strand synthesis ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที Pre-denaturation ที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที ตามด้วยปฏิกิริยา 35 รอบของ Denaturation 94 ที่อุณหภูมิ องศาเซลเซียส เวลา 30 วินาที Annealing ที่อุณหภูมิ 59 องศาเซลเซียส เวลา 30 วินาที และ Extension ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เวลา 60 วินาที และปฏิกิริยา 1 รอบของ Final extension 72 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที เมื่อปฏิกิริยาเสร็จสมบูรณ์ตรวจสอบดีเอ็นเอผลผลิตด้วย 1.5% agarose gel electrophoresis ที่เติม Redsafe Nucleic Acid Straining Solution ใน 1X TAE buffer ใช้กระแสไฟฟ้า 100 โวลต์ นาน 30 นาที เปรียบเทียบผลการตรวจสอบเชื้อไวรัสทั้งสองชนิดด้วยวิธีการ Kwak *et al.*, 2014 (Table 1.)

Table 1 Primers used in one step RT-PCR assays for the detection of major sweet potato-infecting viruses.

Virus	Primer	Sequence (5'→3')	Bp	Loci	Size (nt)
SPFMV	SPFMV 1-F	TACACACTGCTAAACTAGG	20	9073–9092	356
	SPFMV 1-R	AGTTCATCATAACCCCATGA	20	9428–9409	
SPCSV	CSV70P1	GACGGKGGTACKTGAARGTCC	21	data not	431
	CSV70P2	GGCTCACAAACHGAYTTCATAAACAT	26	show	

การตรวจสอบเชื้อไวรัส SPFMV และ SPCSV พร้อมกันด้วยเทคนิค Multiplex RT-PCR

สารพันธุกรรมของไวรัสในตัวอย่างมันเทศ ถูกแปลงเป็นคอมพลีเมนต์อาร์ดีเอ็นเอ (complementary DNA; cDNA) ด้วยน้ำยา Reverse Transcription (RT) (Biotech rabbit, Germany) มีส่วนผสมของสารละลายของปฏิกิริยาดังนี้ อาร์เอ็นเอต้นแบบ ปริมาณ 5 ไมโครลิตร สารละลาย 2.5 mM dNTP 4 ไมโครลิตร 2.5 mM Hexamer primer 1 ไมโครลิตร 10X MMuLV RT Buffer 2 ไมโครลิตร MMuLV Reverse Transcriptase 1 ไมโครลิตร ปรับปริมาณของสารละลายด้วยน้ำให้ได้ปริมาตรสุทธิ 20 ไมโครลิตร อุณหภูมิและเวลาของการเกิดปฏิกิริยา reverse transcription คือ Denaturation ที่ 25 องศา

เซลเซียส นาน 10 นาที Annealing ที่ 42 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที และ Extension ที่ 85 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จากนั้นใช้ cDNA ที่ได้เป็น cDNA ต้นแบบของปฏิกิริยาพีซีอาร์ในการทดสอบความจำเพาะของไพรเมอร์ที่ได้ออกแบบให้มีความจำเพาะต่อ coat protein gene ของไวรัส SPFMV และ heat shock protein gene ต่อไวรัส SPCSV

ปฏิกิริยารวมของ 25 ไมโครลิตร ประกอบด้วย 2X Multiplex 12.5 ไมโครลิตร 10 pmole SPFMV-CP-F1 1 ไมโครลิตร 10 pmole SPFMV-CP-R-1 1 ไมโครลิตร SPCSV-F1 1 ไมโครลิตร 10 pmole SPCSV-R1 10 pmole 1 ไมโครลิตร cDNA 2 ไมโครลิตร Nuclease free water 4.5 ไมโครลิตร เริ่มต้นปฏิกิริยาด้วย Pre-denaturation ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เวลา 3 นาที ตามด้วยปฏิกิริยา 35 รอบของ Denaturation ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เวลา 30 วินาที Annealing ที่อุณหภูมิ 56 องศาเซลเซียส เวลา 30 วินาที และ Extension ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เวลา 60 วินาที และปฏิกิริยา 1 รอบของ Final extension 72 องศาเซลเซียส เวลา 5 นาที เมื่อปฏิกิริยาเสร็จสมบูรณ์ตรวจสอบดีเอ็นเอผลผลิตด้วย 1.5% agarose gel electrophoresis ที่เติม Redsafe Nucleic Acid Straining Solution ใน 1X TAE buffer ใช้กระแสไฟฟ้า 100 โวลต์ นาน 45 นาที

ทดสอบประสิทธิภาพการตรวจสอบต่อเชื้อไวรัสโดยวิธีการ Multiplex RT-PCR กับตัวอย่างพืชเป็นโรคจากแปลงปลูก

เก็บตัวอย่างมันเทศที่มีลักษณะอาการใบด่างหรือด่างประ เส้นใบและเนื้อใบม่วง เส้นใบสี ใบเสียรูปทรง ใบม้วนและหงิกงอ จากแหล่งปลูกมันเทศในจังหวัดสุพรรณบุรี พิจิตร สระบุรี นครราชสีมา มหาสารคาม ร้อยเอ็ด และบุรีรัมย์ จำนวน 9 แปลง รวม 33 ตัวอย่าง โดยบันทึกลักษณะอาการที่พบในแปลงปลูกและบันทึกพิกัดทางภูมิศาสตร์และถ่ายภาพในแปลงปลูก นำตัวอย่างมาปลูกไว้ในโรงเรือนปลูกพืชสำหรับใช้เป็นตัวอย่างอ้างอิงในการทดสอบ ทำการสกัดสารพันธุกรรมอาร์เอ็นเอโดยบดเนื้อเยื่อใบมันเทศ น้ำหนัก 100 มิลลิกรัม จนละเอียดด้วยไนโตรเจนเหลว สกัดอาร์เอ็นเอด้วยชุดสกัดสำเร็จรูป Plant Total RNA Mini Kit (FAVORGEN, Taiwan) เพื่อนำมาใช้เป็นอาร์เอ็นเอต้นแบบในการตรวจสอบเชื้อ SPFMV และ SPCSV โดยวิธีการ Multiplex RT-PCR

ระยะเวลาการดำเนินงาน ตุลาคม 2564 – กันยายน 2567

- สถานที่ 1. แปลงปลูกมันเทศในจังหวัดสุพรรณบุรี พิจิตร สระบุรี นครราชสีมา มหาสารคาม ร้อยเอ็ด และบุรีรัมย์
2. ห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานไวรัสวิทยา กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

การออกแบบไพรเมอร์ที่จำเพาะต่อไวรัส *Sweet Potato Feathery Mottle Virus* และ *Sweet Potato Chlorotic Stunt Virus*

การออกแบบไพรเมอร์ที่มีความจำเพาะเจาะจงต่อเชื้อ SPFMV ในมันเทศ โดยออกแบบจากลำดับนิวคลีโอไทด์ CP gene ของเชื้อไวรัส SPFMV ที่มีรายงานในประเทศไทย ไพรเมอร์ที่ออกแบบประกอบด้วย forward primer ของไวรัส SPFMV ที่ตำแหน่งเริ่มต้น 10236 จำนวน 26 คู่เบส และ reverse primer ตำแหน่งนิวคลีโอไทด์เริ่มต้นที่ 10472 จำนวน 25 คู่เบส เมื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติของไพรเมอร์ด้วยโปรแกรม Oligo cal พบว่า % GC ของ forward และ reverse primers เท่ากับ 54 และ 52 ตามลำดับ มีค่า melting temperature (Tm) อยู่ที่อุณหภูมิ 61.1 และ 59.3 ไพรเมอร์ทั้งสองเส้นไม่สามารถจับกันเป็น dimer ได้ ตั้งชื่อ Forward และ Reverse primers ว่า SPFMV-CP-F1 และ SPFMV-CP-R1 โดยไพรเมอร์คู่นี้สังเคราะห์ให้ผลผลิตดีเอ็นเอขนาดประมาณ 240 คู่เบส เมื่อตรวจสอบความจำเพาะเจาะจงของไพรเมอร์ โดยโปรแกรม BLAST ของฐานข้อมูลจีโนม พบว่าไพรเมอร์ทุกเส้นมีความเหมือน coat protein gene ของเชื้อไวรัส SPFMV ที่ 99-100%

การออกแบบคู่ไพรเมอร์ที่มีความจำเพาะเจาะจงต่อเชื้อไวรัส SPCSV ในมันเทศโดยใช้ ลำดับนิวคลีโอไทด์ HSP70 gene จำนวน 1 คู่ โดย forward primer เริ่มต้นที่ตำแหน่ง 1059 จำนวน 26 คู่เบส และตำแหน่ง 1514 จำนวน 25 คู่เบส เมื่อนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติของไพรเมอร์ด้วยโปรแกรม Oligo cal พบว่า % GC ของ forward และ reverse primers เท่ากับ 46 และ 52 ตามลำดับ มีค่า melting temperature (Tm) อยู่ที่อุณหภูมิ 58 และ 59.3 ไพรเมอร์ทั้งสองเส้นไม่สามารถจับกันเป็น dimer ได้ ตั้งชื่อ Forward และ Reverse primers ว่า SPCSV-HSP70-F1 และ SPCSV-HSP70-R1 โดยไพรเมอร์คู่นี้สังเคราะห์ให้ผลผลิตดีเอ็นเอขนาดประมาณ 480 คู่เบส เมื่อตรวจสอบความจำเพาะเจาะจงของไพรเมอร์ทั้งสองคู่ (SPFMV-CP-F1, SPFMV-CP-R1 และ SPCSV-HSP70-F1, SPCSV-HSP70-R1) โดยโปรแกรม BLAST ของฐานข้อมูลจีโนม พบว่าไพรเมอร์ทุกเส้นมีความเหมือน HSP70 gene ของเชื้อไวรัส SPCSV ที่ 99 -100% (Table 2)

Table 2 Primers used for detection of coat protein gene and heat shock protein gene from *Sweet Potato Feathery Mottle Virus* and *Sweet Potato Chlorotic Stunt Virus*

Name of Primer	primer sequence (5'—> 3')	Specificity	bp	TM	%GC	position	Size (bp)
SPFMV-CP-F1	TGGCGTGTGGACAATGATGGATGGTG	CP- gene	26	61.1	54	10236-10261	240 bp
SPFMV-CP-R1	GCTTCTTTAGCACGTGCAGGTGTAG		25	59.3	52	10472-10476	
SPCSV-HSP70-F1	CTACCGCACTGTTACTTCTACGATCT	HSP70 gene	26	58	46	1059-1084	480 bp
SPCSV-HSP70-R1	CAGTGTATCAGCCACAGTGACGAAC		25	59.3	52	1514 - 1538	

การตรวจสอบเชื้อไวรัส SPFMV และ SPCSV พร้อมกันด้วยเทคนิค Multiplex RT-PCR

การทดสอบความจำเพาะของไพรเมอร์ที่ออกแบบโดยการนำสารพันธุกรรมอาร์เอ็นเอจากตัวอย่างมันเทศมาเพิ่มปริมาณเชื้อไวรัส SPFMV และ SPCSV โดยใช้เทคนิค One Step RT-PCR หลังจากนั้นนำผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ไปตรวจสอบโดยวิธี agarose gel electrophoresis พบว่าผลิตภัณฑ์พีซีอาร์จากการทำปฏิกิริยาของไพรเมอร์แต่ละคู่ที่ออกแบบนั้นมีความจำเพาะเจาะจงต่อไวรัส SPFMV และ SPCSV มีขนาด 240 คู่เบส และ 480 คู่เบส ตามลำดับ ซึ่งตรงกับขนาดของผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่คาดไว้จากการออกแบบไพรเมอร์ (Table 2) พบว่าผลการทดสอบสอดคล้องกับวิธีการ Kwak *et al.* (2014) (Figure 1) ฉะนั้นการตรวจสอบเชื้อไวรัส SPFMV และ SPCSV โดยใช้คู่ไพรเมอร์ที่ออกแบบนั้น ใช้อุณหภูมิในขั้นตอน annealing ที่อุณหภูมิ 59 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยา One Step RT-PCR สามารถตรวจสอบยีนทั้ง 2 ยีนได้ จึงนำวิธีการและขั้นตอนการตรวจสอบไปใช้พัฒนาวิธีการ Multiplex RT-PCR ผลการตรวจสอบด้วยวิธีการ Multiplex RT-PCR สามารถตรวจสอบเชื้อไวรัสได้ทั้งสองชนิดในปฏิกิริยาเดียวกัน (Figure 2) โดยใช้เวลาการตรวจสอบตั้งแต่กระบวนการสร้าง cDNA จนถึงกระบวนการ Multiplex RT-PCR ตรวจสอบผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ทั้งหมด 5 ชั่วโมง ได้ขนาด 240 คู่เบส และ 480 คู่เบส สอดคล้องกับการตรวจสอบด้วยวิธีการ One Step RT-PCR ฉะนั้นวิธีการที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถนำไปใช้เป็นตัวแบบวิธีการสำหรับตรวจสอบไวรัสในมันเทศ โดยการพัฒนาให้สามารถตรวจสอบไวรัส *Sweet potato feathery mottle virus*, *Sweet potato chlorotic stunt virus* (SPCSV) และ *Sweet potato leaf curl virus* (SPLCV) ซึ่งไวรัสทั้งสามชนิดพบการติดเชื้อมันเทศในประเทศไทยต่อไปในอนาคต

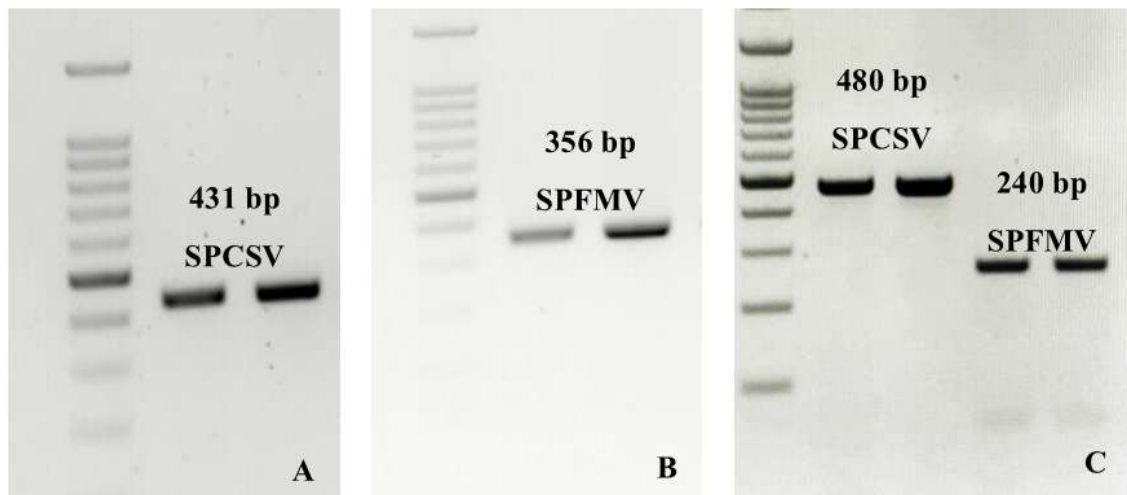


Figure 1 Comparison of the developed approach with the one-step RT-PCR evaluation techniques of Kwak et al., 2014. A and B: Kwak is method. C: In house method for detection of SPFMV and SPCSV by one-step RT-PCR.

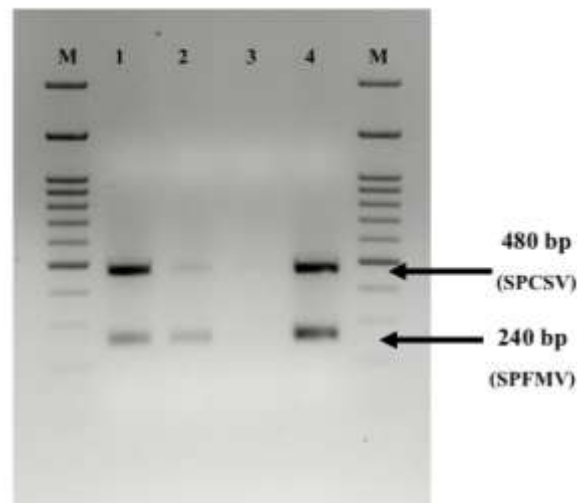


Figure 2 Simultaneous detection of all possible combinations among SPCSV and SPFMV by Multiplex RT-PCR separated on 1.5% agarose gel: Lane M, molecular size marker (100 bp). Lane 1-2 shows a product of Multiplex RT-PCR in which two viral specific primers were present in the PCR reaction mix. Lane 3 shows the uninfected control. Lane 4 shows the infected control.

ทดสอบประสิทธิภาพการตรวจสอบต่อเชื้อไวรัสโดยวิธีการ Multiplex RT-PCR กับตัวอย่างพืชเป็นโรคจากแปลงปลูก

จากการเก็บตัวอย่างมันเทศที่แสดงอาการคล้ายการติดเชื้อไวรัสในมันเทศ (Figure 3) ผลการทดสอบความจำเพาะเจาะจงในการตรวจจำแนกชนิดเชื้อไวรัส SPFMV และ SPCSV โดยวิธีการ Multiplex RT-PCR จากตัวอย่างใบมันเทศ แสดงให้เห็นว่าคูไพรเมอร์ที่ออกแบบนั้น สามารถใช้ตรวจจำแนกเชื้อไวรัสทั้งสองชนิดได้อย่างจำเพาะเจาะจง ซึ่งไม่พบการเกิดปฏิกิริยาข้ามกับพืชปกติ และไม่พบการปรากฏของแถบดีเอ็นเอขนาดอื่นที่นอกเหนือจากขนาด 240 คู่เบส และ 480 คู่เบส ตรงกับขนาดผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่คาดการณ์ไว้ คือ บริเวณ CP gene ของไวรัส SPFMV และ HSP70 gene ของไวรัส SPCSV (Figure 4) แต่จากภาพแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ของไวรัส SPFMV มีปริมาณน้อยกว่า SPCSV ซึ่งอาจเกิดจากปริมาณของเชื้อไวรัสในพืชมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน ซึ่งน่าจะเป็นสาเหตุหนึ่งของการตรวจสอบไวรัส SPFMV ไม่ชัดเจนเท่า SPCSV ดังนั้นคาดว่าจะควรมีการปรับสภาวะการเกิดปฏิกิริยา Multiplex RT-PCR ให้เหมาะสมเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

เมื่อทำการทดสอบ Multiplex RT-PCR ที่พัฒนาขึ้นมาตรวจสอบจำแนกชนิดของไวรัสเปรียบเทียบกับวิธีการ Kwak *et al.* (2014) และ Zhang *et al.* (2012) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นตัวควบคุมคุณภาพของวิธีการ Multiplex RT-PCR พบว่า ให้ผลการตรวจสอบที่สอดคล้องกัน 95% แสดงว่าการทดสอบที่พัฒนาขึ้นนี้น่าจะมีประสิทธิภาพในการตรวจจำแนกชนิดไวรัส SPFMV และ SPCSV ได้ โดยไม่เกิดปฏิกิริยากับพืชปกติ (Negative control) อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยการนำวิธีการทดสอบดังกล่าวตรวจสอบสารพันธุกรรมของไวรัสในตระกูล Potyvirus และ Crinivirus เพื่อทดสอบความจำเพาะของคูไพรเมอร์ และควรศึกษาความไวของวิธีการนี้ เพื่อยืนยันความใช้ได้ของวิธีการทดสอบ ความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ

จากการตรวจสอบตัวอย่างใบมันเทศที่แสดงอาการคล้ายการติดเชื้อไวรัสด้วยวิธีการ Multiplex RT-PCR ทั้งหมด 33 ตัวอย่าง ตรวจพบไวรัส SPFMV จำนวน 32 ตัวอย่าง (Table 3) ซึ่งคูไพรเมอร์ที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับวิธีการมาตรฐานที่ใช้เปรียบเทียบ 100% ขณะที่ตรวจพบไวรัส SPCSV จำนวน 19 ตัวอย่าง เมื่อเทียบกับวิธีการมาตรฐานมีความสอดคล้องกันที่ 95% ตามลำดับ ทั้งนี้พบการติดเชื้อร่วมของไวรัส SPFMV และ SPCSV จำนวน 20 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 67 % ไวรัส SPFMV เพียงชนิดเดียว 30 % และพบตัวอย่างที่ไม่ติดเชื้อไวรัสทั้งสองชนิดเพียง 3% (Figure 5) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการติดเชื้อร่วมกันของไวรัสต่างวงศ์ เช่น เชื้อไวรัส SPFMV และ SPCSV ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตของมันเทศได้มากถึง 70-100 เปอร์เซ็นต์ (Mukasa *et al.*, 2006; Kwak *et al.*, 2015) ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาวิธีการตรวจสอบไวรัสในมันเทศให้สามารถตรวจจำแนกชนิดไวรัสได้ครั้งละหลาย ๆ ตัวอย่างในปฏิกิริยาเดียวกัน เพื่อความสะดวก รวดเร็ว และลดค่าใช้จ่ายในการตรวจสอบเชื้อไวรัสในห้องปฏิบัติการ

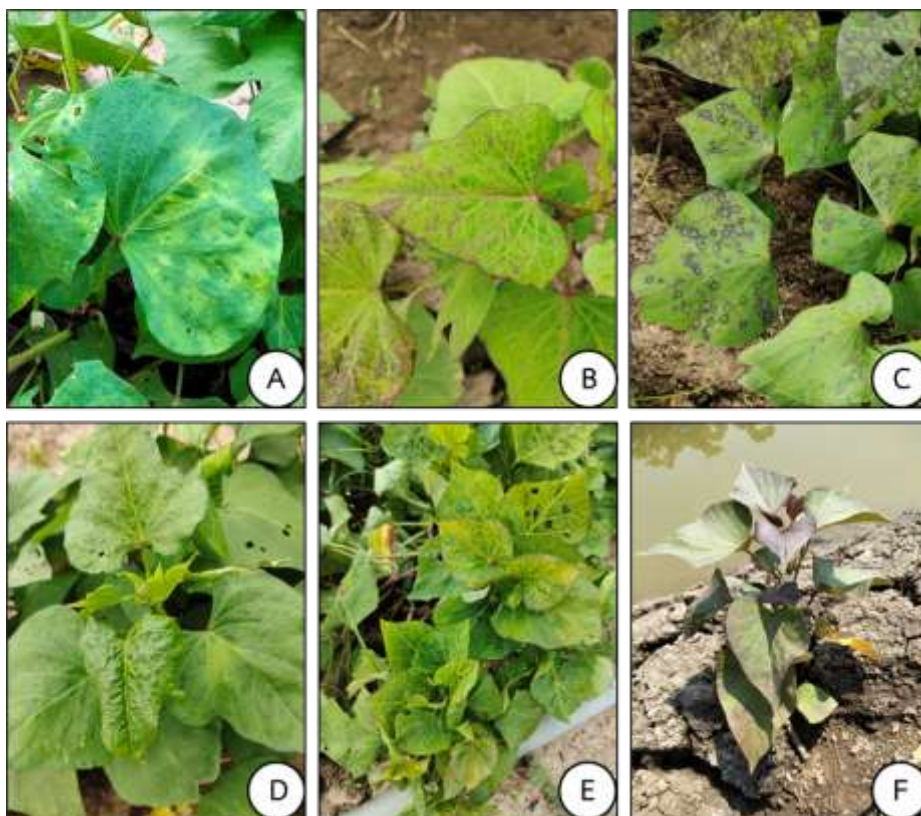


Figure 3 Symptoms of sweet potato virus disease (SPVD) observed in sweet potato plants in a cultivated field. A: chlorotic pattern, B-C: purpling and purple ring spots, D: leaf malformation, E-F: stunting.

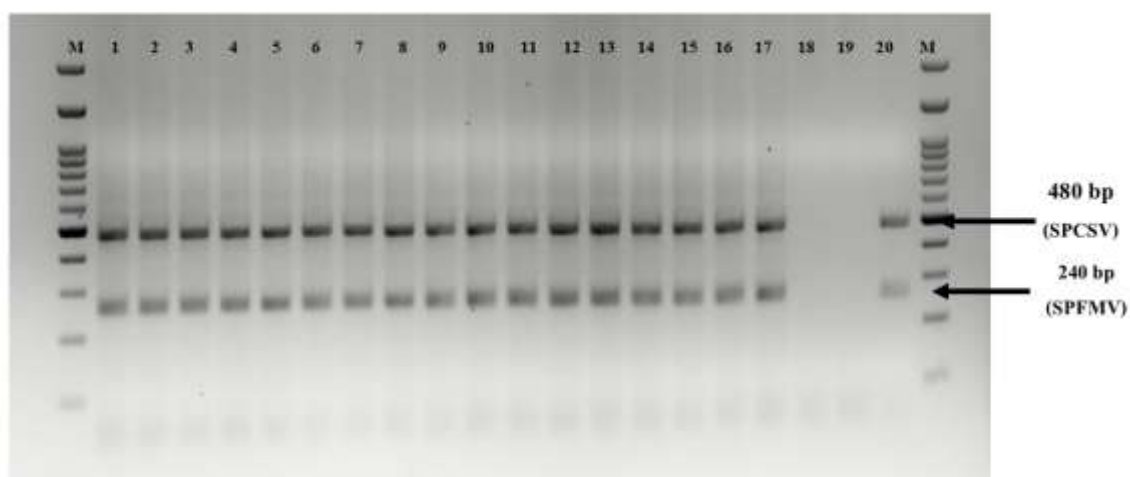


Figure 4 Detection of two sweet potato viruses. Multiplex PCR products separated on 1.5% agarose gel: Lane M, molecular size marker (100 bp). Lane 1-17 shows a product of Multiplex RT-PCR in which two viral specific primers were present in the PCR reaction mix. Lane 18 shows uninfected control.

Table 3. Incidence of sweet potato viruses in samples of seedling-cultured sweet potatoes collected in 2023-2024

Fields	GPS		Sample No.	One Step RT-PCR		Multiplex RT-PCR	
	Lat	Long		SPCSV	SPFMV	SPCSV	SPFMV
Field 1	14.56457	100.1117	1	-	+	-	+
	Mot Daeng Subdistrict		2	+	+	+	+
	Si Prachan District		3	-	+	-	+
	Suphan Buri Province		4	+	+	+	+
			5	-	+	-	+
			6	-	+	-	+
			7	+	+	-	+
Field 2	14.19204	100.1423	1	+	+	+	+
	Bang Ta Then Subdistrict		2	+	+	+	+
	Song Phi Nong District		3	+	+	+	+
	Suphan Buri Province		4	+	+	+	+
			5	+	+	+	+
			6	+	+	+	+
Field 3	13.84757	100.5744	1	-	+	-	+
	Nong No Subdistrict		2	-	+	-	+
	Mueang Saraburi District						
	Saraburi Province						
Field 4	15.80701	103.0154	1	-	+	-	+
	Nong Mek Subdistrict		2	+	+	+	+
	Na Chueak District						
	Maha Sarakham Province						
Field 5	13.84757	100.5744	1	+	+	+	+
	Rong Chang Subdistrict		2	+	+	+	+
	Mueang District		3	-	-	-	-
	Phichit Province		4	+	+	+	+
			5	+	+	+	+
Field 6	16.14141	100.108	1	+	+	+	+
	Bueng Pling Subdistrict		2	+	+	+	+
	Bueng Narang District						
	Phichit Province						

Fields	GPS		Sample No.	One Step RT-PCR		Multiplex RT-PCR	
	Lat	Long		SPCSV	SPFMV	SPCSV	SPFMV
Field 7	14.55104	101.4879	1	-	+	-	+
	Moo Si Subdistrict		2	-	+	-	+
	Pak Chong District						
	Nakhon Ratchasima Province						
Field 8	13.32562	99.43417	1	-	+	-	+
	Pho Sai Subdistrict		2	-	+	-	+
	Si Somdet District		3	-	+	-	+
	Roi Et Province						
Field 9	14.57833	102.5983	1	+	+	+	+
	Nonsuwan Subdistrict		2	+	+	+	+
	Nonsuwan District		3	+	+	+	+
	Buriram Province		4	+	+	+	+
Total			33	20	32	19	32

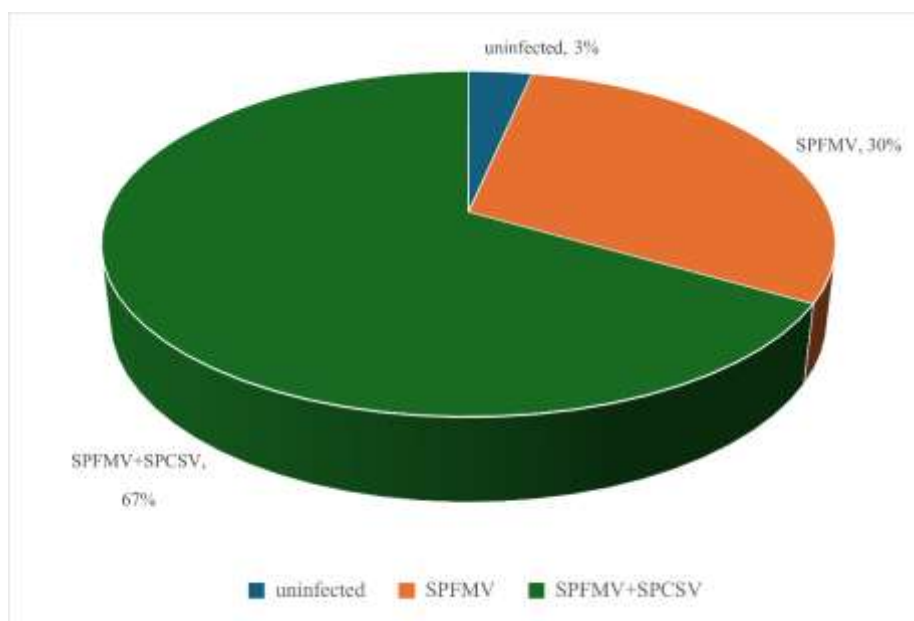


Figure 5 Identification of viruses and proportion of *Sweet potato feathery mottle virus* (SPFMV) and *Sweet potato chlorotic stunt virus* (SPCSV) infecting sweet potato

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การทดสอบ Multiplex RT-PCR ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ตรวจจำแนกชนิดของไวรัส SPFMV และ SPCSV ในมันเทศได้ในปฏิกิริยาเดียวกัน โดยไพรเมอร์ทั้งสองคู่ มีขนาดผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ขนาด 240 คู่เบส และ 480 คู่เบส ตามลำดับ ให้ผลการตรวจสอบสอดคล้องกับวิธีการมาตรฐานที่ระดับ 95% อย่างไรก็ตามความควรนำไปทดสอบความจำเพาะกับไวรัสตระกูล Potyvirus และ Crinivirus เพิ่มเติม รวมถึงศึกษาความไวของวิธีการเพื่อให้ Multiplex RT-PCR ที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถตรวจสอบไวรัสทั้งสองชนิดได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ อีกทั้งสามารถนำไพรเมอร์ดังกล่าวไปพัฒนาวิธีการตรวจสอบแบบอื่นเช่น real-time PCR หรือ multiplex real-time PCR เป็นต้น การพัฒนาเทคนิควิธีการในการวิจัยนี้ใช้เวลาเพียง 5 ชั่วโมงในการตรวจจำแนกไวรัสทั้งสองชนิดในปฏิกิริยาเดียว นับว่าเป็นวิธีการตรวจสอบที่มีความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ประหยัดสารเคมีและระยะเวลาในการตรวจสอบ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการตรวจสอบเชื้อไวรัสชนิดใดชนิดหนึ่งในปฏิกิริยาเดียว เทคนิควิธีการตรวจสอบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบเชื้อไวรัสในมันเทศ เช่น งานด้านการผลิตมันเทศปลอดเชื้อไวรัส การตรวจสอบเชื้อไวรัสในระบบเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การตรวจติดตามและเฝ้าระวังศัตรูพืช เหมาะแก่การนำไปใช้ประโยชน์ในการป้องกัน หรือกำจัดเชื้อไวรัส ตลอดจนการตรวจสอบไวรัสระดับแปลงปลูก ซึ่งจะส่งผลให้กระบวนการผลิตมันเทศในประเทศไทยมีคุณภาพที่ดีต่อไป

คำขอบคุณ

เจ้าหน้าที่ และบุคลากรของกลุ่มงานไวรัสวิทยา สำหรับคำปรึกษา คำแนะนำ และความช่วยเหลือต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงาน และงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกว.)

เอกสารอ้างอิง

- ภูวนารถ มณีโชติ ญฐมน แก้วนัย ชนินทร ดวงสอาด และทิพวรรณ กันหาญาติ. 2566. การจำแนกชนิดและคุณลักษณะชีวโมเลกุลของเชื้อไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคในมันเทศ. หน้า 1945-1964. ใน : รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2566 เล่มที่ 3. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.
- Clark, C. A., J. A. Davis, J. A. Abad, W. J. Cuellar, S. Fuentes, J. F. Kreuze, R. W. Gibson, S. B. Mukasa, A. K. Tugume, F. D. Tairo, and J. P. T. Valkonen. 2012. Sweetpotato Viruses: 15 Years of Progress on Understanding and Managing Complex Diseases. *Plant Dis.* 96(2): 168-185.
- Kwak, H. R., M. K. Kim, J. C. Shin, Y. J. Lee, J. K. Seo, H. U. Lee, M. N. Jung, S. H. Kim, and H. S. Choi. 2014. The current incidence of viral disease in korean sweet potatoes and development of Multiplex RT-PCR assays for simultaneous detection of eight sweet potato viruses. *Plant Pathol. J.* 30(4): 416-424.
- Kwak, H. R., M. K. Kim, J. C. Shin, Y. J. Lee, J. K. Seo, H. U. Lee, M. N. Jung, S. H. Kim, and H. S. Choi. 2014. The current incidence of viral disease in korean sweet potatoes and

- development of Multiplex RT-PCR assays for simultaneous detection of eight sweet potato viruses. *Plant Pathol. J.* 30(4): 416-424.
- Kwak, H.-R., J. Kim, M.-K. Kim, J.-K. Seo, M.-N. Jung, J.-S. Kim, and H.-S. Choi. 2015. Molecular Characterization of Five Potyviruses Infecting Korean Sweet Potatoes Based on Analyses of Complete Genome Sequences. *The plant pathology journal* 31: 388-401.
- Loebenstein, G., and G. Thottappilly. 2009. *The Sweetpotato*. Dordrecht, Netherlands: Springer.
- Mukasa, S. B., P. R. Rubaihayo, and J. P. T. Valkonen. 2006. Interactions between a crinivirus, an ipomovirus and a potyvirus in coinfecting sweetpotato plants. *Plant Pathol.* 55(3): 458-467.
- Zhang, Z.-c., Q. Y.-h. QIAO Qi, D.-s. ZHANG, and Y.-t. TIAN. 2012. First evidence for occurrence of Sweet potato virus disease (SPVD) caused by dual infection of Sweet potato feathery mottle virus and Sweet potato chlorotic stunt virus in China. *Acta Phytopathologica Sinica* 42(3): 328-333.

เทคโนโลยีการใช้เห็ดเรืองแสงสีรีนอร์มีในการควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียน ที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Phytophthora palmivora*

สุรียพร บัวอาจ¹ บุษราคัม อุดมศักดิ์¹ มะลิตา ชูรินทร์¹ ณัฐริดา เต็มสังข์¹ มาลัยพร เชื้อบัณฑิต²
เครือวัลย์ ดาวงษ์³ นิภาภรณ์ ชูสีนวน⁴ สุราสินี จันทน์แจ่มใส⁵
จินตนาพร โคตรสมบัติ⁶ นพวรรณ นิลสุวรรณ⁷

¹สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

²ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี กรมวิชาการเกษตร จันทบุรี 22110

³สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 6 กรมวิชาการเกษตร จันทบุรี 22110

⁴ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร สุราษฎร์ธานี 84170

⁵ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสุราษฎร์ธานี กรมวิชาการเกษตร สุราษฎร์ธานี 84170

⁶สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร สุราษฎร์ธานี 84000

⁷ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรสงขลา กรมวิชาการเกษตร สงขลา 90110

บทคัดย่อ

ปัญหาที่สำคัญของทุเรียน คือ โรครากเน่าและโคนเน่า ที่มีสาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora* เป็นปัญหาเกิดขึ้นเรื้อรังและสร้างความเสียหายให้แก่เกษตรกรตั้งแต่นิเวศจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเกษตรกรไม่มีวิธีการป้องกันกำจัดที่เหมาะสม การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบเทคโนโลยีการใช้เห็ดเรืองแสงสีรีนอร์มีในการควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียน โดยดำเนินการทดลองแปลงที่ 1 อำเภอยะยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี และแปลงทดลองที่ 2 อำเภอกะปง จังหวัดพังงา ระหว่างเดือนพฤษภาคม – สิงหาคม 2565 มี 2 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีใช้น้ำคั้นเชื้อ (culture filtrate) เห็ดเรืองแสงสีรีนอร์มี ความเข้มข้น 100% ผสมสีฝุ่น (iron oxide) อัตรา 1:1 เปรียบเทียบกับกรรมวิธีของเกษตรกร โดยการใช้น้ำหมักยาเส้นผสมปูนแดง ประเมินการเกิดโรคก่อนและหลังการทดลองทุก 1 เดือน โดยบันทึกลักษณะแผลและการขยายลุกลามของเชื้อสาเหตุโรค ที่ 3 เดือนพบว่าแปลงที่ใช้เทคโนโลยีเห็ดเรืองแสงสีรีนอร์มี ทาเพียงครั้งเดียวสามารถควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าในทุเรียนได้ผลดี คือ แผลแห้งไม่เยิ้ม และไม่ขยายลุกลาม เมื่อผ่าดูเนื้อไม้แห้ง ไม่ขยาย และเนื้อเปลือกเป็นปกติ ซึ่งแตกต่างจากกรรมวิธีของเกษตรกรที่ใช้น้ำหมักยาเส้นผสมปูนแดง แผลเยิ้มและเมื่อผ่าดูพบขนาดแผลขยายลุกลาม โดยให้ผลสอดคล้องกันทั้ง 2 แปลง

คำหลัก: ทุเรียน เห็ดเรืองแสงสีรีนอร์มี โรครากเน่าและโคนเน่า

Technology of Luminescent Mushroom Sirin Ratsamee to Control of Durian Root Rot and Stem Rot Caused by *Phytophthora palmivora*

Sureeporn Buaart¹ Boossaracum Udomsak¹ Malida Choorin¹ Natthida Termsung¹
Malaiporn Chuebandit² Krueawan Davong³ Nipabhorn Chusinuan⁴
Suthasinee Janjamsai⁵ Jintanaphon Kotsombate⁶ Noppawan Ninsuwan⁷

¹Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

²Chantaburi horticulture research center, Department of Agriculture, Chantaburi 22110

³Office of Agricultural Research and Development Region6, Department of Agriculture, Chantaburi 22110

⁴SuratthaniSeed Research and Development Center, Department of Agriculture, Suratthani 84170

⁵Suratthani Agricultural Research and Development Center, Department of Agriculture, Suratthani 84170

⁶Office of Agricultural Research and Development Region7, Department of Agriculture, Suratthani 84000

⁷Songkhla Agricultural Research and Development Center, Department of Agriculture, Songkhla 90110

ABSTRACT

Root rot and stem rot disease of durian caused by *Phytophthora palmivora*, is an immense important disease. The problems have been serious for a long time, persisting from the past into the present. The farmers lack an effective control method, making biological control a viable alternative for management. Therefore, this research aims to testing the technology of using luminescent mushroom “Sirin Ratsamee” for controlling root rot and stem rot diseases. The first field experiment in Chaiya District, Surat Thani Province while the second field experiment in Kapong District, Phang Nga Province between was conducted from May to August 2022. The experiment comprised 2 treatments. The treatments were the application of 100 % culture filtrate mixed with iron oxide ratio 1:1 of water compared with the farmers' methods. The results showed that 100 % of culture filtrate mixed with iron oxide ratio 1:1, the wound was dry, with the non-gummy substance on the bark, and the wound was non spreading. But significantly with the farmers' methods. The gummy substance flowed from the bark when chipping on the bark the infection was spreading from the marker, and the results were consistent with 2 experiments.

Keywords: durian, Sirin Rasamee bioluminescent mushroom, root rot and stem rot

คำนำ

ทุเรียน *Durian*, *Durio zibethinus* Linn. ได้ชื่อว่าเป็น ราชาแห่งผลไม้ (King of the Fruits) เป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย จากสถิติการเกษตรปี 2566 มีเนื้อที่ให้ผล 1,054,868 ไร่ เพิ่มขึ้นจากปีที่แล้ว 79,802 ไร่ หรือร้อยละ 8.18 ผลผลิต 1.537 ล้านตัน (นิรนาม, 2566) ลำสุตไทยเป็นผู้ส่งออกทุเรียนสดอันดับ 1 ของโลก โดยจีนเป็นผู้ซื้อทุเรียนรายใหญ่ที่สุดในโลก โดยนำเข้า 1.4 ล้านตันในปี 2566 มีมูลค่าเกือบ 2.67 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือราว 91,000 ล้านบาท ซึ่งคิดเป็นสัดส่วน 75 เปอร์เซ็นต์ของทุเรียนที่จีนนำเข้าทั้งหมด เพิ่มขึ้น 2.5 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ หรือราว 85,000 ล้านบาท (นิรนาม, 2567) แต่ปัญหาที่สำคัญที่เกษตรกรประสบ คือ โรครากเน่าและโคนเน่าในทุเรียน สาเหตุเกิดจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora* เป็นปัญหาที่สร้างความเสียหายให้แก่เกษตรกรตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งพบการแพร่ระบาดของโรครุนแรงและต่อเนื่อง ส่งผลให้เกษตรกรใช้สารเคมีในอัตราที่สูงขึ้น เกิดการดื้อยา กรมวิชาการเกษตรเป็นหน่วยงานที่มีภารกิจในการพัฒนาองค์ความรู้ ทักษะและความชำนาญ การผลิตสินค้าเกษตรที่ปลอดภัยให้ได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั้งภายในและต่างประเทศ มุ่งเน้นหาสิ่งทดแทนสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เพื่อลดปัญหาพิษตกค้างของสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อเกษตรกรและผู้บริโภค และยกระดับมาตรฐานการผลิตพืชและผลิตภัณฑ์สู่เกษตรปลอดภัยอย่างยั่งยืน สุรียพร และคณะ (2564) ได้ทดสอบการใช้เห็ดเรืองแสงสสิรินรีซีมิในการควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียน ณ อำเภอยะลา จังหวัดสุราษฎร์ธานี และ อำเภอยะลา จังหวัดยะลา ทำการทดสอบระหว่างเดือน ธันวาคม 2562 – ธันวาคม 2564 พบว่า การใช้เห็ดเรืองแสงสสิรินรีซีมิสูตรเหลว ที่ความเข้มข้น 100 %ผสมกับ สีสุน อัตรา 1:1 (ใช้ทาแผลเพียงครั้งเดียว) ส่งผลให้แผลแห้ง ไม่แฉะ และเชื้อไม่ขยายลุกลาม ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีใช้สารเคมี metalaxyl 25% WP อัตรา 50กรัม/น้ำ 1 ลิตร แต่แตกต่างจากกรรมวิธีใช้สีฝุ่นเพียงอย่างเดียว และกรรมวิธีน้ำเปล่า (ควบคุม) ซึ่งแผลแฉะ และเชื้อขยายลุกลาม ผลทดลองสอดคล้องกันทั้ง 2 แปลง ดังนั้น การใช้เห็ดเรืองแสงสสิรินรีซีมิจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจ เพื่อทดแทนหรือลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร อันเกิดประโยชน์สูงสุดต่อเกษตรกรผู้ใช้และผู้บริโภค รวมทั้งเป็นการลดต้นทุนการผลิต และสร้างรายได้เพิ่มให้กับเกษตรกร ส่งผลให้มีระบบการผลิตที่ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ตอบสนองนโยบายสำคัญและแนวทางการปฏิบัติงานของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. หัวเชื้อเห็ดเรืองแสงสีรีนรัศมี
2. ก้อนซีลี้อยู่ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ
3. กากน้ำตาล
4. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ เช่น ตะเกียงแอลกอฮอล์กระบอกลดแรงดัน จานอาหารเลี้ยงเชื้อ ฯลฯ
5. ภาชนะที่ทนร้อน
6. ยางยึด เบอร์ 4
7. ผ้าขาวบาง
8. สีฝุ่น (iron oxide)
9. แพลงทาสี
10. แปลงทุเรียนอินทรีย์ของเกษตรกร ในเขตพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี และพังงา

วิธีการ

1. สำรวจพื้นที่ปลูกทุเรียนจังหวัดสุราษฎร์ธานีและพังงา (Figure 1-2) ที่ประสบปัญหาโรครากเน่าและโคนเน่าในทุเรียน คัดเลือกแปลงทุเรียนอินทรีย์เพื่อเลี่ยงผลกระทบจากการใช้สารเคมีในแปลงทดสอบโรครากเน่าและโคนเน่า อย่างน้อยจังหวัดละ 2 แปลง พื้นที่แปลงละ 1 ไร่
2. ประเมินการเกิดโรครากเน่าและโคนเน่า โดยใช้ต้นทุเรียนที่เป็นโรค จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ต้นต่อแปลง เก็บตัวอย่างโรควินิจฉัยเชื้อสาเหตุในห้องปฏิบัติการ จากนั้นประเมินความสมบูรณ์ของต้นทุเรียนจากต้น กิ่ง และใบ ก่อนดำเนินการทดลอง เพื่อประเมินการเกิดโรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียน โดยตัดแปลงจาก ศิริพร และคณะ (2558) โดยให้ระดับค่าคะแนน ดังนี้

ระดับความ สมบูรณ์ ของต้น	สภาพ ความ สมบูรณ์ ของต้น	ลักษณะของต้นและใบ				โรค
		โครงสร้างต้น	ทรงพุ่ม	ปริมาณ ใบ	สีใบ	
ระดับที่ 1	ต้นสมบูรณ์ ดีมาก 80- 100%	ดี	สวยงาม	หนาแน่น	ใบสีเขียว เข้มเป็น มัน	ใบ กิ่งก้าน ลำต้นปราศจาก โรคเข้าทำลาย หรือมีได้ไม่ เกิน 0-5%
ระดับที่ 2	ต้นสมบูรณ์ ดี 70-79%	ค่อนข้างดี	สวยงาม ปาน กลาง	ค่อนข้าง หนาแน่น	ใบสีเขียว เป็นมัน	โรคเข้าทำลายลำต้นและกิ่ง ก้านเล็กน้อย แต่ไม่ถึงระดับที่ เป็นอันตรายต่อต้นทุเรียน การเข้าทำลายของโรคใน ภาพรวมทั้งต้นอยู่ระหว่าง 6- 20%
ระดับที่ 3	ต้นสมบูรณ์ ปานกลาง ≥50-60%	ไม่ค่อยดี บริเวณ ปลายยอดแห้ง เป็นบางกิ่ง	ค่อนข้าง ไม่ สวยงาม	ค่อนข้าง น้อย	ใบสี เหลือง ซีด	โรคเข้าทำลายที่ลำต้น กิ่ง ใบ และรากในระดับค่อนข้าง รุนแรงการเข้าทำลายของโรค ในภาพรวมทั้งต้นอยู่ระหว่าง 21-60%
ระดับที่ 4	ต้นสมบูรณ์ น้อย < 50%	ไม่ค่อยดี บริเวณ ปลายยอดแห้ง ทั้งกิ่งแขนงและ กิ่งหลักหลายกิ่ง	ไม่ สวยงาม	น้อยมาก	ใบสี เหลือง ซีด และ มีขนาด เล็กมาก	โรคเข้าทำลายที่ลำต้น กิ่ง ใบ รากในระดับค่อนข้างรุนแรง มาก อาจฟื้นฟูได้แต่ไม่คุ้มค่า การลงทุนการเข้าทำลายของ โรคในภาพรวมทั้งต้นมากกว่า 60%

3. การเตรียมก้อนเชื้อเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี โดยนำหัวเชื้อเห็ดเรืองแสงที่เจริญในขวดข้าวฟ่าง เขย่าให้เมล็ดข้าวฟ่างร่วนออกจากกัน เทเมล็ดข้าวฟ่าง ประมาณ 2 กรัม ลงในก้อนขี้เลื่อยที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อ ปิดจุกสำลี หุ้มกระดาษ และรัดด้วยหนังยาง นำไปเก็บในห้องที่ปลอดเชื้อประมาณ 45 วัน เพื่อให้เส้นใยเดินเต็มก้อน

4. การเตรียมเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี สูตรเหลว โดยนำกากน้ำตาล 10 มิลลิลิตร ผสมน้ำสะอาด 1,000 มิลลิลิตร ในภาชนะที่ทนร้อน ต้มให้เดือด พอเดือดพักให้อุ่นหุ้มน้ำ ประมาณ 50-55 องศาเซลเซียส จึงนำก้อนเชื้อเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมีที่มีเส้นใยเดินเต็มก้อน ปริมาณ 20 กรัม เลี้ยงขยายในกากน้ำตาลที่ผ่านการต้มฆ่าเชื้อ จากนั้นใช้พลาสติกกรองปิดแล้วใช้ยางรัดพอหลวม บ่มที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 วัน เมื่อครบ 30 วัน กรองเก็บเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมีเพื่อไว้ทดสอบต่อไป

5. ดำเนินการทดสอบและเปรียบเทียบระหว่างเทคโนโลยีการใช้เม็ดเรืองแสงสีรีนรัศมีสูตรเหลวกับกรรมวิธีของเกษตรกร แปลงที่ 1 ณ อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทุเรียนอายุ 10-15 ปี แปลงที่ 2 อำเภอ กะปง จังหวัดพังงา ทุเรียนอายุ 20-25 รวม 4 ไร่ โดยคัดเลือกต้นทุเรียนที่เป็นโรครระดับ 3 เนื่องจากมีการเข้าทำลายของโรคในภาพรวมอยู่ระหว่าง 21-60% จากนั้นดำเนินงาน 2 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 (เทคโนโลยีเม็ดเรืองแสงสีรีนรัศมีสูตรเหลว)	กรรมวิธีที่ 2 (วิธีเกษตรกร)
ใช้เม็ดชุดเปลือกทุเรียนที่เป็นโรคออก วัดขนาดแผล (กว้างxยาว) (สูง) แล้วทำเครื่องหมาย ทาด้วยชีวภัณฑ์น้ำเม็ดเรืองแสงสีรีนรัศมี ผสมกับสีฝุ่น (iron oxide) อัตรา 1:1	ใช้เม็ดชุดเปลือกทุเรียนที่เป็นโรคออก วัดขนาดแผล (กว้างxยาว) (สูง) แล้วทำเครื่องหมาย ทาแผลด้วยน้ำหมักยาเส้นผสมกับปูนแดงอัตรา 1:1

6. ประเมินการเกิดโรคก่อนและหลัง ทุก 30 วัน เป็นระยะเวลา 3 เดือน

โดยบันทึกการขยายการลุกลามของเชื้อ ความเยิ้มหรือความชื้นของแผล เมื่อสิ้นสุดการทดสอบให้ถากเปลือกบริเวณขอบแผลออกบางๆ 1-2 มิลลิเมตร วัดขนาดแผล กว้าง x ยาว (สูง) เช่นเดียวกับครั้งแรก

กรณี ถ้าเชื้อโรคหยุดการลุกลาม ลักษณะแผลจะแห้ง ขอบแผลจะมีสีเข้มหรือดำติดกับเนื้อเปลือกปกติอย่างชัดเจน และมีลักษณะการรื้อตัวของเนื้อไม้หุ้มแผลที่ถากไว้ตั้งแต่เริ่มแรก

แต่ถ้ากรณี โรคลุกลามและขยาย ลักษณะแผลจะเยิ้มและมีน้ำเยิ้มสีออกน้ำตาลแดงไหลออกมา ขนาดแผลจะขยายวงกว้างขึ้นจากบริเวณที่ทำเครื่องหมายไว้

เวลาและสถานที่

ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนพฤษภาคม – สิงหาคม 2565

แปลงที่ 1 อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี

แปลงที่ 2 อำเภอกะปง จังหวัดพังงา

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดสอบเทคโนโลยีการใช้เม็ดเรืองแสงสีรีนรัศมีสูตรเหลวผสมกับสีฝุ่น (iron oxide) อัตรา 1:1 เปรียบเทียบกับกรรมวิธีของเกษตรกร (น้ำหมักยาเส้นผสมปูนแดง อัตรา 1:1) ในพื้นที่ 2 จังหวัด คือ อำเภอไชยา จังหวัดสุราษฎร์ธานี และ อำเภอกะปง จังหวัดพังงา ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนพฤษภาคม – สิงหาคม 2565 เป็นระยะเวลา 3 เดือน ผลการทดสอบทั้ง 2 แปลง ให้ผลสอดคล้องกัน โดยพบว่าแปลงเกษตรกรที่ใช้เทคโนโลยีเม็ดเรืองแสงสีรีนรัศมี ทาเพียงครั้งเดียวบนแผลที่เป็นโรค สามารถควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าในทุเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพส่งผลให้แผลแห้งไม่เยิ้ม และเชื้อไม่ขยายลุกลาม ซึ่งแตกต่างจากกรรมวิธีของเกษตรกรที่ใช้น้ำหมักยาเส้นผสมปูนแดง ซึ่งแผลไม่แห้ง โดยเฉพาะในช่วงเช้าที่มีความชื้นสูงแผลจะมีน้ำเยิ้มสีออกน้ำตาลแดงไหลออกมา เมื่อถากเปลือกไม้บริเวณที่เป็นโรคพบเนื้อไม้มีสีน้ำตาลและฉ่ำน้ำ (Figure 3-6) ผลการ

ทดสอบสอดคล้องกับ สุริย์พร และคณะ (2564) ที่ได้รายงานไว้ว่า หลังการทดลองครบ 1 ปี ที่ใช้เห็ดเรืองแสงสิรินรัศมีสูตรเหลวความเข้มข้น 100 % ผสมกับสีฝุ่น อัตรา 1:1 ใช้ทาแผลเพียงครั้งเดียว ส่งผลให้แผลแห้ง ไม่แฉิม และเชื้อไม่ขยายลุกลาม ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีการใช้สารเคมี metalaxyl 25% WP อัตรา 50กรัม/น้ำ 1 ลิตร แต่แตกต่างจากกรรมวิธีใช้สีฝุ่นเพียงอย่างเดียว และกรรมวิธีน้ำเปล่า (ควบคุม) ซึ่งแผลแฉิม และเชื้อขยายลุกลาม ซึ่ง สุริย์พร (2552) ได้รายงานไว้ว่าสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (aurisin A) ที่สกัดได้จากเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี *Neonothopanus nambi* มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราขึ้นต้นสาเหตุโรคพืชในสกุล *Pythium* และ *Phytophthora* ได้ดี เช่นเดียวกันในต่างประเทศ Boehlendorf *et al.* (2004) ได้รายงานไว้ว่าสาร aurisin A ที่แยกได้จากเห็ดในสกุล *Panus* sp. มีฤทธิ์ต่อเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิด เช่น *Pythium ultimum*, *Venturia inaequalis*, *Plasmopara viticola*, *Puccinia graminis* และ *Phytophthora infestans* สอดคล้องกับ สุริย์พร และคณะ (2560a) ที่ได้รายงานไว้ว่า สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมีทั้งในรูปแบบของสารสกัด aurisin A และน้ำคั้น (culture filtrate) จากเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมีสามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยและส่วนขยายพันธุ์ (sporangium) ของเชื้อรา *P. palmivora* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่แตกต่างกับการใช้สารเคมี metalaxyl 25% WP อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร แต่แตกต่างจากกรรมวิธีน้ำกลั่นนิ่งฆ่าเชื้อ (ควบคุม) นอกจากนี้ พบว่าสารสกัดที่ได้จากเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี (aurisin A) มีผลต่อเชื้อสาเหตุโรคพืช ได้แก่ เชื้อรา *Phytophthora parasitica*, *P. palmivora*, *Pythium aphanidermatum* แต่ไม่มีผลกับสิ่งมีชีวิตนอกเป้าหมาย เช่น เชื้อราจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ควบคุมโรคพืช *Trichoderma* sp. และ *Bacillus subtilis*, แบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจน (*Rhizobium* sp.) และเชื้อราที่นำมาเป็นหัวเชื้อผลิตปุ๋ยหมัก (*Aspergillus* sp.) รวมทั้งไส้เดือนฝอยศัตรูแมลง (*Steinernema carpocapsae*) และไส้เดือนดิน (Earthworm) และที่สำคัญสามารถจัดระดับความเป็นพิษ ตามระบบการจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก (GHS) จัดระดับความเป็นพิษอยู่ใน category ที่ 5 คือ ไม่มีความเป็นพิษ และมีความปลอดภัยสูง มีค่า LD₅₀ ที่ 5,000 mg/kg body weight (สุริย์พร และคณะ, 2560b และสุริย์พร, 2554.) ดังนั้น การใช้ชีวภัณฑ์เห็ดเรืองแสงสิรินรัศมีจึงมีความปลอดภัย ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

เทคโนโลยีการใช้ชีวภัณฑ์เห็ดเรืองแสงสิรินรัศมีในควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าในทุเรียน เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่มีประสิทธิภาพ เพื่อใช้ทดแทนหรือลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร ส่งผลให้มีการนำเทคโนโลยีของกรมวิชาการเกษตรไปใช้อย่างกว้างขวาง และเป็นที่รู้จักของเกษตรกร ข้อดีของเทคโนโลยีการใช้ชีวภัณฑ์เห็ดเรืองแสงสิรินรัศมี คือ (1) มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่า (2) ขั้นตอนการผลิตง่ายไม่ยุ่งยาก เกษตรกรสามารถผลิตเองได้ ส่งผลให้เกษตรกรสามารถเข้าถึงชีวภัณฑ์ได้ง่าย (3) มีต้นทุนต่ำกว่าการใช้สารเคมี จากข้อมูลในปี 2566 ประเทศไทยมีพื้นที่ให้ผลผลิตทุเรียน 1,054,868 ไร่ ซึ่งการใช้เทคโนโลยีเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมีควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าในทุเรียน มีต้นทุนเพียง 500 บาท/ไร่/ปี ส่วนการใช้สารเคมีควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าในทุเรียน มีต้นทุนเฉลี่ย 1,800 บาท/ไร่/ปี หากใช้เทคโนโลยีเห็ดเรืองแสงสิรินรัศมีจะช่วยลดต้นทุนการใช้สารเคมีถึง 1,300 บาท/ไร่/ปี หรือลดต้นทุนได้

1,371,328,400 บาท/ปี อีกข้อที่สำคัญ คือ เทคโนโลยีเห็ดเรืองแสงสีนรศมีมีความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้มีระบบการผลิตพืชปลอดภัย ปัจจุบันนี้ เทคโนโลยีเห็ดเรืองแสงสีนรศมีเป็นที่ยอมรับของนักวิชาการทั้งหน่วยงานภายในและภายนอก รวมทั้งเกษตรกร โดยมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีเห็ดเรืองแสงสีนรศมี ให้กับเจ้าหน้าที่ของกรมวิชาการเกษตรในส่วนภูมิภาค ทั้ง 8 เขต และได้ขยายผลไปสู่เกษตรกรในพื้นที่ปลูกทุเรียน รวมทั้งหมด 38 จังหวัด

เอกสารอ้างอิง

- นิรนาม. 2566. กระทรวงเกษตรฯ เห็นชอบผลพยากรณ์ปริมาณการผลิตสินค้าเกษตร ปีเพาะปลูก 2566/67. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ข่าวประชาสัมพันธ์ วันที่ 21 กรกฎาคม 2566 (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล. <https://www.oae.go.th/view/1/ข่าวประชาสัมพันธ์/TH-TH>. (11 กันยายน 2567)
- นิรนาม. 2567. ตลาดทุเรียนจีนฤดูร้อนคึก ไทย VS เวียดนาม ชิงเบอร์ 1 ส่งออกทุเรียนสดไทยพื้นไตรมาส 2. ประชาชาติธุรกิจวันที่ 21 สิงหาคม 2567 (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล. <https://www.prachachat.net/world-news/news-1634791>. (18 พฤศจิกายน 2567).
- ศิริพร วรกุลดำรงชัย มาลัยพร เชื้อบัณฑิต ธิติยา สารพัฒน์ วิชาญ ประเสริฐ อภิรดี กอรั๊ปไพบูลย์ นลินี ศิวากรณ์ เพลินพิศ สงสังข์ และพจนา ตระกูลสุวรรณ์. 2558. การเพิ่มประสิทธิภาพด้านการผลิตทุเรียนคุณภาพและการกระจายการผลิต. 74 หน้า. ใน : รายงานโครงการวิจัย ปี 2558. ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี กรมวิชาการเกษตร.
- สุรีย์พร บัวอาจ. 2552. การจำแนกสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของเห็ดเรืองแสง *Neonothopanus nambi* และผลของสารออกฤทธิ์ต่อไส้เดือนฝอยกำจัดแมลงศัตรูพืช (*Steinemema carpocapsae*). หน้า 133-137. ใน : การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 12, วันที่ 12-13 กุมภาพันธ์ 2552 บัณฑิตวิทยาลัย อาคารศูนย์วิชาการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ขอนแก่น.
- สุรีย์พร บัวอาจ. 2554. ผลของสารออกฤทธิ์จากเห็ดเรืองแสง (*Neonothopanus nambi* Speg.) ต่อไส้เดือนฝอยรากปม (*Meloidogyne incognita* Chitwood) และสิ่งที่มีชีวิตนอกเป้าหมาย วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาโรคพืชวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรีย์พร บัวอาจ บุษราคัม อุดมศักดิ์ และรุ่งนภา คงสุวรรณ. 2560a. การควบคุมโรคเน่าดำในกล้วยไม้ ที่มีสาเหตุจากเชื้อ *Phytophthora palmivora* (Butl.) โดยใช้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง สีนรศมี *Neonothopanus nambi* (Speg.). หน้า 885-903. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2560. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. สุรีย์พร บัวอาจ ยุวรรณอนันตมณี ปรัชญา เอกฐิน จรรยา มณีโชติ อัศศิริ กลางสวัสดิ์ สุพัตรา ขาวงจักร นิमित วงศ์สุวรรณ รัศมี เหล็กพรม และวีระศักดิ์ ศักดิ์ศิริรัตน์. 2560b. การศึกษาข้อมูลพิษวิทยาเบื้องต้นของสาร aurisin A จากเห็ดเรืองแสง *Neonothopanus nambi* ในหนูแรทสายพันธุ์ Wistar และ

ไล่เดือนดิน. หน้า 38. ใน : การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 55 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 31 มกราคม - 3 กุมภาพันธ์ 2560 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กรุงเทพฯ.

สุรีย์พร บัวอาจ บุษราคัม อุดมศักดิ์ มะลิดา ชูรินทร์ มาลัยพร เชื้อบัณฑิต นิภาภรณ์ ชูสีนวน สุธาสินี จันทรแจ่มใส นพวรรณ นิลสุวรรณ และจิตรานุช เรืองกิจ. 2564. ศักยภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากเห็ดเรืองแสง *Neonothopanus nambi* (Speg.) R.H. Petersen & Krisai ในการควบคุมโรครากเน่าและโคนเน่าของทุเรียนที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler. หน้า 878-896. ใน: รายงานผลงานวิจัย ประจำปี 2564. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

Boehlendorf, B., S. Neff., T.C. Schuez., L.P. Molleyres, T. Winkler, M. Dobler, and Y. Huang. 2004. Isolation and characterization of compounds obtained from a fungal microorganism and preparation of some derivatives thereof. Brit. UK Patent Application.



Figure 1 Durian plantation undertaken of Phytophthora disease control by Sirin Rasamee bioluminescent mushroom at location 1 in Pak Mak Sub-District, Chaiya District, Surat Thani Province.



Figure 2 Durian plantation undertaken of Phytophthora disease control by Sirin Rasamee bioluminescent mushroom at location 2 in Kapong District, Phang Nga Province.



Figure 3 Technology of luminescent mushroom Sirin Ratsamee in the control of durian root rot and stem rot at 90 days. (Pak Mak Sub-District, Chaiya District, Surat Thani Province)



Figure 4 Farmers' methods at 90 days. (Pak Mak Sub-District, Chaiya District, Surat Thani Province)



Figure 5 Technology of luminescent mushroom Sirin Ratsamee in the control of durian root rot and stem rot at 90 days. (Kapong District, Phang Nga Province)



Figure 6 Farmers' methods at 90 days. (Kapong District, Phang Nga Province.



Figure 7 Products of luminescent mushroom Sirin Ratsameeto control of durian root rot and stem rot caused by *Phytophthora palmivora*.

ประสิทธิภาพชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์
ทีเอสที-032 (*Trichoderma asperellum* strain TST-032) (ไตรมา) ในการป้องกัน
กำจัดโรคเน่าคอดิน มะเขือเทศ ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum*

พรณภา คำกองแก้ว^{1*} เจษฎา ศรีพราหมณ์น้อย¹ อมรเทพ ใจเย็น¹ ธัญสินี สมงามทรัพย์¹

ประภัทร์ พิศวงษ์¹ อนุสรณ์ ธาดากิตติสาร¹ อำไพวรรณ ภราตร์นุวัฒน์²

¹สายงานวิจัยและพัฒนาธุรกิจ บริษัทโซตัส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ถนนพหลโยธิน 11120

²ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

การทดลองประสิทธิภาพชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*Trichoderma asperellum* strain TST-032) (ไตรมา) เพื่อการป้องกันกำจัดโรคเน่าคอดิน (damping-off) ของมะเขือเทศ ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ดำเนินการทดลองจำนวน 2 แปลงทดลอง ที่อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี และอำเภอดำรงวิทยะ จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2566 – กุมภาพันธ์ 2567 วางแผนการทดลองแบบ RCB 7 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ คือ กรรมวิธีราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืชไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*Trichoderma asperellum* strain TST-032) (ไตรมา) อัตรา 50, 100, 150 และ 200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร กรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบ โพพามอคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2% W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร กรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) และกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ไม่ใส่เชื้อ (non-inoculated control) โดยมีการราดสารทดลอง จำนวน 2 ครั้ง ดังนี้ ครั้งแรกราดและคลุกสารทดลองในวัสดุเพาะเมล็ดให้ทั่วก่อนเพาะเมล็ด 7 วัน และราดซ้ำอีกครั้งหลังเพาะเมล็ดทันที ผลการทดลองทั้ง 2 แปลงทดลอง ให้ผลสอดคล้องกันพบว่า ทุกกรรมวิธีราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) (ไตรมา) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) โดยกรรมวิธีราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) (ไตรมา) อัตรา 100, 150 และ 200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบโพพามอคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2% W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ส่วนกรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) (ไตรมา) อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคสูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบโพพามอคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2%W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ไม่ใส่เชื้อ (non-inoculated control) ไม่เกิดโรค ทุกกรรมวิธีที่ราดสารทดลองไม่พบความเป็นพิษ (Phytotoxicity) ต่อกล้ามะเขือเทศ

คำหลัก: ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม ชีวภัณฑ์ โรคเน่าคอดินมะเขือเทศ

*phornnapa@sotus.co.th

Efficacy of Bio-product of *Trichoderma asperellum* strain TST-032 (Trima®) for control *Pythium aphanidermatum* causing damping-off in tomato

Phornnapa Khamkongkaew^{1*} Chetsada Sriphamnoi¹ Amorntep Jaiyen¹

Tansinee Somngamsup¹ Prapat Pisavong¹ Anusorn Tadakittisarn¹

Ampaiwan Paradornuwat²

¹Business Research and Development Division, SOTUS International CO., LTD., Nonthaburi 11120

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

*phornnapa@sotus.co.th

ABSTRACT

Efficacy of Bio-product of *Trichoderma asperellum* strain TST-032 (Trima) for control *Pythium aphanidermatum* causing damping-off in tomato. The experiments were conducted in 2 locations at the Bang Phae district, Ratchaburi province and Tha Maka district, Kanchanaburi province during November 2023 to February 2024. The experiments were designed in RCB with 7 treatments and 4 replications. The treatments were the applications of soil drenched with *Trichoderma asperellum* strain TST-032 (Trima) rates 50, 100, 150 and 200 g/20 L of water. Soil drenched with propamocarb hydrochloride 72.2 % W/V SL rate 10 ml/20 L, soil drenched with water (inoculated control) and soil drenched with water, without pathogens (non-inoculated control). The experiments were drenched 2 times as follows: the first time, drenched and mixed thoroughly in the seed planting material 7 days before planting the seeds, and then repeated after planting the seeds. The results revealed that the all of soil drenched with *Trichoderma asperellum* strain TST-032 (Trima), were able to reduce the percentage of disease incidence and significantly compared to the soil drenched with water (inoculated control). Soil drenched with *Trichoderma asperellum* strain TST-032 1×10^8 cfu/g WP (Trima) rates 100, 150 and 200 g/20 L of water showed the percentage of disease incidence and not-significantly compared soil drenched with propamocarb hydrochloride 72.2 % W/V SL rate 10 ml/20 L, while soil drenched with *Trichoderma asperellum* strain TST-032 (Trima) rates 50 g/20 L of water showed the high percentage of disease incidence and significantly compared soil drenched with propamocarb hydrochloride 72.2% W/V SL rate 10 ml/20 L and soil drenched with water, without pathogens (non-inoculated control). Phytotoxicity with tomato seeding by all soil-drenched treatments were not recorded.

Keywords: *Trichoderma asperellum*, Bio-product, damping-off in tomato

*phornnapa@sotus.co.th

คำนำ

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum*) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย การปลูกมะเขือเทศของเกษตรกรจําแนกตามการใช้ประโยชน์ได้ 2 แบบได้แก่ มะเขือเทศอุตสาหกรรม หรือ กลุ่มผลใหญ่ เพื่อแปรรูป และมะเขือเทศบริโภคผลสด การปลูกมะเขือเทศในระยะเพาะกล้ามักพบปัญหาการระบาดของโรคเน่าคอดิน (damping-off) ที่เกิดจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. โดย ระยะเข้าทำลายก่อนงอก เมล็ดจะเน่าก่อนงอก หรืองอกออกมาเพียงเล็กน้อย ก่อนจะโผล่พ้นดิน ระยะเข้าทำลายหลังงอกพ้นดินมาแล้ว มักจะทำให้ลำต้นหักพับที่ระดับผิวดิน ต้นกล้ามะเขือเทศล้มตาย (อรพรรณ และจุมพล, 2560) การแพร่ระบาดของเชื้อราสาเหตุโรคอาจติดมากับเมล็ดพันธุ์ หรือวัสดุเพาะกล้า การเพาะกล้าไม่ควรรดน้ำมากเกินไป หรือเพาะกล้าแน่นมากเกินไป สภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการระบาดของพบมากในช่วงอากาศร้อนชื้น เมื่อพบการระบาดของเชื้อราสาเหตุโรคอาจต้องใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดโรคพืชหรือชีวภัณฑ์เพื่อควบคุมการระบาดของโรคเน่าคอดิน โดยพบว่าเชื้อรา *Trichoderma asperellum* เป็นเชื้อราปฏิปักษ์ (antagonistic fungus) ที่มีประสิทธิภาพสูงในการแข่งขัน (competition) และยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้หลากหลายชนิด จึงมีการผลิตเป็นชีวภัณฑ์เพื่อควบคุมโรคพืชอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน นอกจากนี้ยังพบว่าเชื้อราไตรโคเดอร์มาสามารถผลิตสารปฏิชีวนะ สารพิษ ปลดปล่อยเอนไซม์ชนิดต่างๆเพื่อสลายผนังเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคพืช ตลอดจนสามารถชักนำให้เกิดความต้านทานในพืช และกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, 2563) การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่บริษัทโซตัส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ได้คัดเลือกทดสอบประสิทธิภาพและพัฒนาเป็นสูตรผงสำเร็จรูปสำหรับใช้ป้องกันกำจัดเชื้อสาเหตุโรคเน่าคอดิน (damping-off) ในมะเขือเทศ เพื่อเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรในการเลือกใช้ชีวภัณฑ์ควบคุมโรคพืชที่มีคุณภาพ ลดการติดยาของเชื้อราสาเหตุโรคพืช และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

วิธีการดำเนินการ

ดำเนินการทดลองประสิทธิภาพชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มาแอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) ในการป้องกันกำจัดโรคเน่าคอดิน ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *P. aphanidermatum* ในมะเขือเทศ จำนวน 2 แปลงทดลอง ที่อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี และอำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2566 – กุมภาพันธ์ 2567 โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี	อัตราใช้ (กรัม, มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร)
1. <i>Trichoderma asperellum</i> strain TST-032 1×10^8 cfu/g WP	50
2. <i>Trichoderma asperellum</i> strain TST-032 1×10^8 cfu/g WP	100
3. <i>Trichoderma asperellum</i> strain TST-032 1×10^8 cfu/g WP	150
4. <i>Trichoderma asperellum</i> strain TST-032 1×10^8 cfu/g WP	200
5. propamocarb hydrochloride 72.2% W/V SL	10
6. น้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control)*	-
7. น้ำเปล่า+ไม่ใส่เชื้อ (non inoculated control)**	-

*กรรมวิธีที่ 1-6: เพาะเมล็ดมะเขือเทศลงดินที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อที่มีการใส่เชื้อ *P. aphanidermatum*

**กรรมวิธีที่ 7: เพาะเมล็ดมะเขือเทศลงดินที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อที่ไม่มีการใส่เชื้อ *P. aphanidermatum*

ทดลองในกระบะขนาด $0.5 \times 0.5 \times 0.2$ เมตร โดยราดและคลุกเคล้าชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) ตามกรรมวิธีข้างต้น ให้ทั่วลงในวัสดุเพาะเมล็ดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว อัตรา 3 กิโลกรัมต่อกระบะ เป็นเวลา 7 วัน เมื่อครบ 7 วัน ขุดเส้นใยเชื้อรา *P. aphanidermatum* ที่เจริญบนผิวหน้าอาหาร PDA ที่อายุ 3 วัน จำนวน 1 จานเลี้ยงเชื้อต่อน้ำหนึ่งฆ่าเชื้อ 125 มิลลิลิตร ปั่นด้วยเครื่องปั่นเป็นเวลา 1 นาที แล้วนำเชื้อมาคลุกลงในวัสดุเพาะเมล็ด ทั้งไว้ 2 วัน แล้วโรยเมล็ดพันธุ์มะเขือเทศเป็นแถว จำนวน 4 แถวๆละ 100 เมล็ด รวม 400 เมล็ดต่อกระบะ หลังจากนั้นราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) สารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบกับ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2%W/V SL และน้ำเปล่า (ควบคุม) หลังเพาะเมล็ดทันที อัตราน้ำที่ใช้ 2 ลิตรต่อกระบะ เก็บข้อมูลการทดลองโดยตรวจนับจำนวนต้นกล้ามะเขือเทศที่งอกและต้นที่แสดงอาการของโรค รวมทั้งจำนวนต้นมะเขือเทศทั้งหมดในแต่ละกระบะ ที่ 5, 7, 9, 13, 17 และ 21 วัน หลังเพาะเมล็ด นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค (\%)} = \frac{\text{จำนวนต้นที่เป็นโรค} \times 100}{\text{จำนวนต้นทั้งหมด}}$$

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธี โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) และบันทึกผลกระทบของสารทดลองที่มีผลต่อต้นมะเขือเทศ (phytotoxicity)

ผลการทดลองและวิจารณ์

แปลงทดลองที่ 1 อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี (Table 1)

การประเมินเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเน่าคอดิน

ที่ 3 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า ต้นกล้ามะเขือเทศยังไม่งอก จึงไม่สามารถประเมินอาการเกิดโรคเน่าคอดิน

ที่ 5 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 50, 100, 150 และ 200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบ โพรพาโมคาร์บ ไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2 % W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 2.78, 1.02, 1.30, 1.42 และ 0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 8.88 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ไม่ใส่เชื้อ (non inoculated control) ไม่เกิดโรค

ที่ 7 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 50, 100, 150 และ 200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 12.66, 9.81, 9.75 และ 9.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช เปรียบเทียบ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2 % W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 0.42 เปอร์เซ็นต์ แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 48.84 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ไม่ใส่เชื้อ (non inoculated control) ไม่เกิดโรค

ที่ 9 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 50, 100, 150 และ 200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 23.13, 16.02, 15.98 และ 14.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช เปรียบเทียบ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2 % W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 2.66 เปอร์เซ็นต์ แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 74.97 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ไม่ใส่เชื้อ (non inoculated control) ไม่เกิดโรค

ที่ 13 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 50, 100, 150 และ 200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 32.34, 21.81, 19.59 และ 19.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช เปรียบเทียบ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2 % W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 6.98 เปอร์เซ็นต์ แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 84.05 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ไม่ใส่เชื้อ (non inoculated control) ไม่เกิดโรค

ที่ 17 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 50, 100, 150 และ 200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 36.08, 24.28, 19.92 และ 19.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช เปรียบเทียบ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2%W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 11.10 เปอร์เซ็นต์ แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 85.14 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ไม่ใส่เชื้อ (non inoculated control) ไม่เกิดโรค

ที่ 21 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 100, 150 และ 200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 25.10, 20.73 และ 20.49 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช เปรียบเทียบ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2%W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 22.97 เปอร์เซ็นต์ แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 92.48 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 37.44 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช เปรียบเทียบ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2 % W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ

กรรมวิธีรดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) ส่วนกรรมวิธีรดน้ำเปล่า+ไม่ใส่เชื้อ (non inoculated control) ไม่เกิดโรค

ผลกระทบของสารทดลองต่อพืช

จากการทดลอง พบว่า กรรมวิธีที่รดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) และสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบ โพรพามอคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2 % W/V SL ไม่พบความเป็นพิษต่อต้นมะเขือเทศ

Table 1 Efficacy of Bio-product of *Trichoderma asperellum* strain TST-032 (Trima®) for control *Pythium aphanidermatum* causing damping-off in tomato at Bang Phae District, Ratchaburi Province, Thailand during November-December 2023.

Treatment	Rate (g, mL/20L)	Percentage of disease incidence ^{1/}					
		5 DAS ^{2/}	7 DAS	9 DAS	13 DAS	17 DAS	21 DAS
1. <i>Trichoderma asperellum</i> strain TST-032 1x10 ⁸ cfu/g WP	50	2.78 a ^{3/}	12.66 b	23.13 b	32.34 c	36.08 d	37.44 c
2. <i>Trichoderma asperellum</i> strain TST-032 1x10 ⁸ cfu/g WP	100	1.02 a	9.81 b	16.02 b	21.81 b	24.28 c	25.10 b
3. <i>Trichoderma asperellum</i> strain TST-032 1x10 ⁸ cfu/g WP	150	1.30 a	9.75 b	15.98 b	19.59 b	19.92 c	20.73 b
4. <i>Trichoderma asperellum</i> strain TST-032 1x10 ⁸ cfu/g WP	200	1.42 a	9.73 b	14.78 b	19.48 b	19.93 c	20.49 b
5. propamocarb hydrochloride 72.2% W/V SL	10	0.00 a	0.42 a	2.66 a	6.98 a	11.10 b	22.97 b
6. inoculated control	-	8.88 b	48.84 c	74.97 c	84.05 d	85.14 e	92.48 d
7. non inoculated control	-	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
CV (%)		99.7	43.6	26.9	22.1	19.0	24.6

^{1/} Average means from 4 replications

^{2/} DAS = Day after sowing

^{3/} Means in a column followed by the same letter (s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

แปลงทดลองที่ 2 อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี (Table 2)

การประเมินเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเน่าคอดิน

ที่ 3 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า ต้นกล้ามะเขือเทศยังไม่งอก จึงไม่สามารถประเมินอาการเกิดโรคเน่าคอดิน

ที่ 5 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 50, 100, 150 และ 200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบกับ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2 % W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 3.70, 0.27, 0.14, 0.07 และ 0.51 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 29.92 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ไม่ใส่เชื้อ (non inoculated control) ไม่เกิดโรค

ที่ 7 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 100, 150 และ 200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 4.00, 1.97 และ 1.27 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบกับ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2%W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 6.88 เปอร์เซ็นต์ แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 67.45 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 21.99 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบกับ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2% W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) ส่วนกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ไม่ใส่เชื้อ (non inoculated control) ไม่เกิดโรค

ที่ 9 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 100, 150 และ 200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 8.93, 6.06 และ 7.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบกับ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2%W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มี

เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 13.75 เปอร์เซ็นต์ แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 78.51 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 37.58 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2%W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) ส่วนกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ไม่ใส่เชื้อ (non inoculated control) ไม่เกิดโรค

ที่ 13 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 100, 150 และ 200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 10.79, 10.42 และ 10.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2 % W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 14.59 เปอร์เซ็นต์ แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 86.22 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 40.61 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2 % W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) ส่วนกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ไม่ใส่เชื้อ (non inoculated control) ไม่เกิดโรค

ที่ 17 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 100, 150 และ 200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 11.51, 11.46 และ 11.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2 % W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 15.05 เปอร์เซ็นต์ แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 95.55 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม

สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 40.90 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2 % W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) ส่วนกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ไม่ใส่เชื้อ (non inoculated control) ไม่เกิดโรค

ที่ 21 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 100, 150 และ 200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 11.76, 11.65 และ 11.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2 % W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 15.12 เปอร์เซ็นต์ แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 96.20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 41.34 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2 % W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) ส่วนกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ไม่ใส่เชื้อ (non inoculated control) ไม่เกิดโรค

ผลกระทบของสารทดลองต่อพืช

จากการทดลอง พบว่า กรรมวิธีที่ราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) และสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2 % W/V SL ไม่พบความเป็นพิษต่อต้นมะเขือเทศ

Table 2 Efficacy of Bio-product of *Trichoderma asperellum* strain TST-032 (Trima®) for control *Pythium aphanidermatum* causing damping-off in tomato at Tha Maka District, Kanchanaburi Province, Thailand during January-February 2024.

Treatment	Rate (g, mL/20L)	Percentage of disease incidence ^{1/}					
		5 DAS ^{2/}	7 DAS	9 DAS	13 DAS	17 DAS	21 DAS
1. <i>Trichoderma asperellum</i> strain TST-032 1x10 ⁸ cfu/g WP	50	3.70 a ^{3/}	21.99 b	37.58 b	40.61 b	40.90 c	41.34 c
2. <i>Trichoderma asperellum</i> strain TST-032 1x10 ⁸ cfu/g WP	100	0.27 a	4.00 a	8.93 a	10.79 a	11.51 ab	11.76 ab
3. <i>Trichoderma asperellum</i> strain TST-032 1x10 ⁸ cfu/g WP	150	0.14 a	1.97 a	6.06 a	10.42 a	11.46 ab	11.65 ab
4. <i>Trichoderma asperellum</i> strain TST-032 1x10 ⁸ cfu/g WP	200	0.07 a	1.27a	7.73 a	10.28 a	11.32 ab	11.45 ab
5. propamocarb hydrochloride 72.2% W/V SL	10	0.51 a	6.88 a	13.75 a	14.59 a	15.05 b	15.12 b
6. inoculated control	-	29.92 b	67.45 c	78.51 c	86.22 c	95.55 d	96.20 d
7. non inoculated control	-	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a	0.00 a
CV (%)		59.2	42.4	44.7	39.0	34.0	33.6

^{1/} Average means from 4 replications

^{2/} DAS = Day after sowing

^{3/} Means in a column followed by the same letter (s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

สรุปผลการทดลอง

การทดลองประสิทธิภาพชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) ในการป้องกันกำจัดโรคเน่าคอดินของมะเขือเทศ ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *P. aphanidermatum* ทำการทดลองจำนวน 2 แปลงทดลอง โดยมีการรดสารทดลอง จำนวน 2 ครั้ง ดังนี้ ครั้งแรก รดและคลุกสารทดลองในวัสดุเพาะเมล็ดให้ทั่วก่อนเพาะเมล็ด 7 วัน และรดซ้ำอีกครั้งหลังเพาะเมล็ดทันที ผลการทดลองทั้ง 2 แปลงทดลอง ให้ผลสอดคล้องกัน พบว่ากรรมวิธีราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) อัตรา 100, 150 และ 200 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเน่าคอดินในมะเขือเทศ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบ โพรพาโมคาร์บไฮโดรคลอไรด์ (propamocarb hydrochloride) 72.2%W/V SL อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ทุกกรรมวิธีราดชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดโรคพืช ไตรโคเดอร์มา แอสเพอร์เรียลัม สายพันธุ์ ทีเอสที-032 (*T. asperellum* strain TST-032) 1×10^8 cfu/g WP (ไตรมา) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเน่าคอดินในมะเขือเทศ ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า+ใส่เชื้อ (inoculated control) และไม่พบความเป็นพิษ (Phytotoxicity) ต่อกล้ามะเขือเทศ

เอกสารอ้างอิง

- สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 2563. *ชีวภัณฑ์ป้องกันกำจัดศัตรูพืช*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 235 หน้า.
- อรพรรณ วิเศษสังข์ และจุมพล สาระนาค. 2560. *โรคพืชผักและการป้องกันกำจัด*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดเฟรม-อ็อป ดีไซน์. 172 หน้า.

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากกากกาแฟอาราบิก้าและโรบัสต้า ในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช

สิริวรรณ สมิตธิอาภรณ์ ศรีนทิพย์ นิยมทอง ธัญธร เจริญผล

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา

พระนครศรีอยุธยา 13000

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้ง กากกาแฟ 2 สายพันธุ์ อาราบิก้าและโรบัสต้า เพื่อใช้ในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช ได้แก่ เชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* (Lt-m) สาเหตุโรคขั้วผลเน่าของมะม่วง เชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* (Cg-bp) สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของพริกหยวก เชื้อรา *Colletotrichum capcisi* (Cc-cp) สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของพริกจินดา เชื้อรา *Colletotrichum musae* (Cm-b) สาเหตุโรคแอนแทรคโนสของกล้วยน้ำว้า และเชื้อรา *Sclerotium rolfsii* (Sr-ep) สาเหตุโรครากเน่าโคนเน่าของมะเขือ ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากกากกาแฟ ในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช ด้วยวิธี Poisoned food technique ผลจากการทดลอง พบว่า สารสกัดจากกากกาแฟทั้ง 2 สายพันธุ์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราทดสอบได้ โดยสารสกัด จากกากกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าที่ระดับความเข้มข้นต่ำที่สุดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราทดสอบ ทั้ง 5 ไอโซเลท ได้แก่ Lt-m, Cg-bp, Cc-cp, Cm-b และ Sr-ep เฉลี่ย 100 เปอร์เซ็นต์ คือ 5,000 4,000 3,000 3,000 และ 2,000 ppm ตามลำดับ สำหรับสารสกัดจากกากกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้า ที่ระดับความเข้มข้นต่ำที่สุดที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราทดสอบ 3 ไอโซเลท ได้แก่ Lt-m, Cc-cp และ Sr-ep เฉลี่ย 100 เปอร์เซ็นต์ คือ 2,000 10,000 และ 3,000 ppm ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า กากกาแฟอาราบิก้าและโรบัสต้ามีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีคุณสมบัติ ในการควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้ การศึกษาตัวทำลายที่มีความเป็นพิษต่ำและวิธีการสกัดสารกากกาแฟที่เหมาะสมจะช่วยให้การใช้สารสกัดจากกากกาแฟเพื่อการควบคุมโรคพืชในแปลงปลูกมีความเป็นไปได้และมีประสิทธิภาพที่ดี

คำหลัก: กากกาแฟ อาราบิก้า โรบัสต้า เชื้อราสาเหตุโรคพืช

OP-05

ภาคบรรยาย

Efficacy of Arabica and Robusta Spent Coffee Grounds Extracts for Controlling Plant Pathogenic Fungi

Siriwan Samithiarporn Sarinthip Niyomthong Thanyathon Charoenpol

Department of Agriculture, Faculty of Science and Technology,
Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya 13000

ABSTRACT

This study aimed to study the utilization of waste materials, spent coffee grounds of two species, Arabica and Robusta, for controlling plant pathogenic fungi, namely, *Lasiodiplodia theobromae* (Lt-m), the causal agent stem end rot of mango, *Colletotrichum gloeosporioides* (Cg-bp), the causal agent anthracnose of banana pepper, *Colletotrichum capcisi* (Cc-cp), the causal agent anthracnose of chili pepper, *Colletotrichum musae* (Cm-b), the causal agent anthracnose of banana, and *Sclerotium rolfsii* (Sr-ep), the causal agent crown rot of eggplant. The efficacy of spent coffee grounds extracts in controlling plant pathogenic fungi was tested using the Poisoned food technique. The results of the experiment showed that the extracts from both spent coffee grounds were effective in inhibiting the growth of the tested fungi. The extracts from Arabica spent coffee grounds at the lowest concentration that could inhibit the growth of the tested fungal hyphae of all five isolates, namely Lt-m, Cg-bp, Cc-cp, Cm-b and Sr-ep, were 100 percent on average, namely 5,000, 4,000, 3,000 and 2,000 ppm, respectively. As for the extracts from Robusta spent coffee grounds at the lowest concentration that could inhibit the growth of the tested fungal hyphae of three isolates, namely Lt-m, Cc-cp and Sr-ep, were 100 percent on average, namely 2,000, 10,000 and 3,000 ppm, respectively. The results of the experiment showed that Arabica and Robusta spent coffee grounds contain bioactive compounds that have the properties to control plant pathogenic fungi. The study of low toxicity solvents and suitable extraction methods of spent coffee grounds will facilitate the feasibility and effectiveness of using spent coffee grounds extracts for plant disease control in the field.

Keywords: spent coffee grounds, Arabica, Robusta, Plant pathogenic fungi

คำนำ

กาแฟเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลก เนื่องจากการบริโภคกันอย่างแพร่หลายในทั่วประเทศ สำหรับประเทศไทยกาแฟรวมทั้งผลผลิตแปรรูปจากกาแฟเป็นสินค้าที่มีความต้องการเพิ่มขึ้น และมีการเติบโตต่อเนื่องตั้งแต่ ปี 2564 - 2566 โดยมีอัตราการเติบโตเฉลี่ย (CAGR) ร้อยละ 8.55 ต่อปี ในช่วงเวลา ต.ค. 2563 - ก.ย. 2564 พบว่าประเทศไทยอยู่ในอันดับ 9 ของประเทศที่ส่งออกกาแฟมากที่สุดในโลก โดยมีการส่งออกกาแฟในรูปแบบเมล็ดกาแฟดิบ เมล็ดกาแฟคั่ว และ กาแฟสำเร็จรูป ในปี 2565 ประเทศไทยมีพื้นที่การผลิตกาแฟให้ผลผลิตประมาณ 234,850 ไร่ โดยเพิ่มจากปี 2564 ที่พื้นที่มีประมาณ 228,555 ไร่ (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์, 2567) สำหรับสายพันธุ์กาแฟที่นิยมบริโภคในประเทศไทยมี 2 สายพันธุ์ คือ อาราบิก้า (Arabica) และ โรบัสต้า (Robusta) โดยกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้าจะเจริญเติบโตได้ดีในสภาพภูมิอากาศเย็น ระดับพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,000 เมตรขึ้นไป นิยมปลูกมากในพื้นที่ทางภาคเหนือของประเทศไทย สำหรับกาแฟสายพันธุ์โรบัสต้าจะเติบโตได้ดีในสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นและมีภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบนิยมปลูกในพื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศ ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศนั้นส่งผลต่อการเจริญเติบโต คุณภาพ และ รสชาติ ของเมล็ดกาแฟ ข้อมูลการผลิตกาแฟในปี 2566 พบว่า ประเทศไทย มีผลผลิตกาแฟประมาณ 16,575 ตัน ซึ่งแบ่งเป็นพันธุ์อาราบิก้า และ โรบัสต้า ร้อยละ 48.21 และ 51.79 ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) เมื่อมีการบริโภคและใช้ประโยชน์จากกาแฟในปริมาณมาก ผลที่เกิดขึ้นตามมา คือ ของเหลือทิ้งจากระบบอุตสาหกรรมกาแฟ นั่นคือ กากกาแฟ (Spent coffee grounds; SCGs) ซึ่งเป็นส่วนเหลือทิ้งจากระบวนการสกัดน้ำกาแฟ ในระบบการผลิตกาแฟหลังจากเก็บเกี่ยวผลกาแฟระยะสุกแก่ที่เรียกว่า กาแฟเชอร์รี่ จะนำไปผ่านการคัดแยกและล้างตากจนได้เมล็ดกาแฟเขียว ที่เรียกว่า กาแฟสาร พร้อมสำหรับการนำไปคั่ว ภายหลังจากคั่วเสร็จแล้วจึงนำไปดบเป็น ผงกาแฟ พร้อมสำหรับชงดื่ม สำหรับกาแฟสำเร็จรูป (Instant coffee) เป็นผงกาแฟที่ได้มาจากการแปรรูปของกาแฟคั่วบด ปัจจุบันปริมาณกากกาแฟมีปริมาณมากขึ้นตามปริมาณการบริโภคไม่ว่าจะเป็นร้านกาแฟสดที่เปิดให้บริการอยู่ทั่วทุกแห่ง หรือโรงงานผลิตเครื่องดื่มกาแฟสำเร็จรูป รวมทั้งอาจกล่าวได้ว่า กากกาแฟที่ใช้แล้ว คือ ผลพลอยได้ขั้นสุดท้ายของอุตสาหกรรมกาแฟ และมีส่วนทำให้เกิดขยะชีวภาพของกาแฟมากที่สุด คาดว่าในประเทศไทยมีกากกาแฟเหลือทิ้งเป็นจำนวนมากกว่า 290,000 ตัน/ปี การกำจัดมักใช้การฝังกลบและเมื่อสะสมกลายเป็นขยะอินทรีย์จำนวนมากอาจทำให้เกิดการแก๊สมีเทนและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม รวมทั้งหากนำไปจัดการอย่างไม่ถูกวิธีอาจก่อให้เกิดปัญหาตามมาหลายประการเช่นกัน (ณัฐพงศ์, 2562)

จากแนวคิดเรื่องของ เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular economic) จึงทำให้มีการศึกษาเรื่องการนำกากกาแฟไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น พลาสติกชีวภาพ เชื้อเพลิงชีวภาพ วัสดุคอมโพสิต เครื่องสำอาง อาหารสัตว์ ปุ๋ย และ สารปรับปรุงดิน การที่สามารถนำกากกาแฟไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายเพราะกากกาแฟมีส่วนประกอบของน้ำมันเส้นใย น้ำตาล สารต้านอนุมูลอิสระ สารออกฤทธิ์ ทางชีวภาพ ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีรายงานการศึกษา พบว่า สารสกัดจากกากกาแฟ 2 ชนิด คือ ชนิดมีคาเฟอีน และ ชนิดไม่มีคาเฟอีน โดยใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Candida krusei*,

Candidaparapsilosis, *Trichophyton mentagrophytes* และ *Trichophyton rubrum* สาเหตุโรคของมนุษย์และสัตว์ (Calheiros *et al.*, 2023) ในทางการเกษตรมีรายงานการศึกษา พบว่า สารสกัดจากใบกาแฟ (NEFID) มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคใบจุดแบคทีเรียในมะเขือเทศที่มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas vesicatoria* โดยสารสกัดจากใบกาแฟ (NEFID) จะเข้าไปชักนำให้ต้นมะเขือเทศเกิดกลไกการต้านทานต่อการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคด้วยการทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการสร้างสารที่มีคุณสมบัติในการต่อต้านเชื้อสาเหตุโรคพืชในต้นมะเขือเทศ (Medeiros *et al.*, 2009)

จากข้อมูลเหล่านี้ทำให้พิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการนำกากกาแฟเหลือทิ้งเหล่านี้นามาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสารสกัดเพื่อควบคุมเชื้อราสาเหตุโรคพืช โดยเลือกใช้กากกาแฟที่ได้จากกาแฟ 2 สายพันธุ์ ได้แก่ อาราบิก้า และ โรบัสต้า ซึ่งเป็นสายพันธุ์กากกาแฟที่นิยมประปรายในและนอกประเทศ ผลจากการศึกษา จะสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมกาแฟ เพื่อสร้างมูลค่าให้กับวัสดุเหลือทิ้ง ลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดกากกาแฟ ลดต้นทุนในการผลิตทางการเกษตร ลดปริมาณการใช้สารเคมีทางการเกษตร ซึ่งจะสามารถช่วยสร้างความยั่งยืนให้กับระบบการเกษตรของประเทศได้

วิธีการดำเนินงาน

การเตรียมสารสกัดจากกากกาแฟ

นำกากกาแฟที่ได้จากผงกาแฟคั่วบด 2 สายพันธุ์ ได้แก่ อาราบิก้า และ โรบัสต้า (แท้ 100 เปอร์เซ็นต์) ที่ผ่านกระบวนการสกัดน้ำกาแฟแล้ว นำไปผึ่งให้แห้ง จากนั้นนำไปบรรจุลงในขวดแก้วที่มีฝาปิด เต็มเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ จนท่วมกากกาแฟปิดฝาให้สนิทนำไปวางที่อุณหภูมิห้องและที่บดแสง จนกระทั่งตัวทำละลายเปลี่ยนสีจากการที่สารในกากกาแฟแพร่กระจายออกมา ใช้เวลาประมาณ 1-2 สัปดาห์ จากนั้นทำการกรองสารสกัดด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 เพื่อแยกกากกาแฟออกจากส่วนสารสกัด หยิบ ส่วนของเหลวที่ได้ไประเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศแบบหมุน (Rotary vacuum evaporator) จนกระทั่งได้สารสกัดหยิบที่มีลักษณะสีเข้ม จากนั้นนำไปกรองผ่าน เมมเบรนฟิลเตอร์ขนาด 0.45 ไมโครเมตร เพื่อกรองแบคทีเรียและจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน นำไปคำนวณหาเนื้อสารด้วยการระเหยแห้ง และทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การเตรียมเชื้อสาเหตุโรคพืช

การเตรียมเชื้อราสาเหตุโรคพืช ด้วยการนำชิ้นส่วนของพืชที่แสดงอาการโรคมารับการแยกเชื้อราด้วยเทคนิค Tissue transplanting method บนอาหาร PDA (Potato dextrose agar) ทำการ subculture จนได้เชื้อบริสุทธิ์ และนำไปพิสูจน์ความสามารถในการเกิดโรคด้วยวิธี Koch's postulates จากนั้นเก็บเชื้อบริสุทธิ์ที่ได้นำไปใช้ในการทดลอง

ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากกากกาแฟต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคพืช

ทดสอบด้วยวิธี Poisoned food technique โดยเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อรา PDA ปริมาณ 20 มิลลิลิตร บรรจุในขวดแก้วนำไปผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส แรงดันไอน้ำ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15-20 นาที จากนั้นนำไปผสมสารสกัดหยิบ

ที่ได้เตรียมไว้ให้ได้ความเข้มข้นสุดท้าย เท่ากับ 1,000, 2,000, 3,000, 4,000, 5,000, 6,000, 7,000, 8,000, 9,000 และ 10,000 ppm ทำการเทอาหารเลี้ยงเชื้อราที่ผสมสารสกัดหยาบแล้วลงในจานเลี้ยงเชื้อที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ในส่วนของชุดควบคุมไม่ผสมสารสกัดหยาบ หลังจากอาหารที่ผสมสารสกัดหยาบและชุดควบคุมแห้งสนิท นำชิ้นวุ้นที่ได้จากการใช้ Cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร เจาะบริเวณปลายเส้นใยของเชื้อราสาเหตุโรคที่ใช้ทดสอบที่มีอายุ 7 วัน นำชิ้นวุ้นวางลงบนผิวหน้าอาหารบริเวณกึ่งกลางจานเลี้ยงเชื้อ นำเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิห้องทำการทดลองทั้งหมด 5 ซ้ำ ตรวจผลเมื่อเชื้อราในชุดควบคุมเจริญเต็มจานเลี้ยงเชื้อ โดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อรา จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตของชุดสารสกัดพืชโดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโต} = [(A - B) / A] \times 100$$

เมื่อ A คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของการเจริญของเชื้อราในชุดควบคุม

B คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของการเจริญของเชื้อราในชุดทดลอง

ผลการทดลองและวิจารณ์

เชื้อสาเหตุโรคพืช

ทำการแยกเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้จำนวน 5 ไอโซเลท ได้แก่ เชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* (Lt-m) แยกได้จากมะม่วงที่แสดงอาการโรคขั้วผลเน่า เชื้อรา *Colletotrichum gloeosporioides* (Cg-bp) แยกได้จากพริกหยวกที่แสดงอาการโรคแอนแทรคโนส เชื้อรา *Colletotrichum capcisi* (Cc-cp) แยกได้จากพริกจินดาที่แสดงอาการโรคแอนแทรคโนส เชื้อรา *Colletotrichum musae* (Cm-b) แยกได้จากกล้วยน้ำว้าที่แสดงอาการโรคแอนแทรคโนส เชื้อรา *Sclerotium rolfsii* (Sr-ep) แยกได้จากมะเขือที่แสดงอาการโรครากเน่าโคนเน่า เมื่อทำการพิสูจน์โรคโดยการปลูกเชื้อสาเหตุโรคบนพืชทดสอบ พบว่าเชื้อทั้ง 5 ไอโซเลท มีความรุนแรงในการทำให้เกิดโรคได้

ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากกากกาแฟต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคพืช

ผลจากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากกากกาแฟอาราบิก้าและโรบัสต้าที่มีต่อการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *L. theobromae* (Lt-m) พบว่า สารสกัดจากกากกาแฟอาราบิก้า ที่ระดับความเข้มข้น 5,000-10,000 ppm และ สารสกัดจากกากกาแฟโรบัสต้า ที่ระดับความเข้มข้น 2,000-10,000 ppm มีผลทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงสุด เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ (Figure 1) สำหรับเชื้อรา *C. gloeosporioides* (Cg-bp) ผลการทดสอบ พบว่า สารสกัดจากกากกาแฟอาราบิก้า ที่ระดับความเข้มข้น 4,000-10,000 ppm และ สารสกัดจากกากกาแฟโรบัสต้า ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm มีผลทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์ การยับยั้งสูงสุด เท่ากับ 100 และ 73.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 2) ผลการทดสอบกับเชื้อรา *C. capcisi* (Cc-cp) พบว่า สารสกัดจากกากกาแฟอาราบิก้า ที่ระดับความเข้มข้น 3,000-10,000 ppm และ สารสกัดจากกากกาแฟโรบัสต้า ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm มีผลทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงสุด เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ (Figure 3) เชื้อรา *C. musae* (Cm-b) ผลการทดสอบ พบว่า

สารสกัดจากกากกาแฟอาราบิก้า ที่ระดับความเข้มข้น 3,000-10,000 ppm และ สารสกัดจากกากกาแฟโรบัสต้า ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm มีผลทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงสุด เท่ากับ 100 และ 76.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 4) และ เชื้อรา *S. rolfsii* (Sr-ep) พบว่า สารสกัดจากกากกาแฟอาราบิก้า ที่ระดับความเข้มข้น 2,000-10,000 ppm และ สารสกัดจากกากกาแฟโรบัสต้า ที่ระดับความเข้มข้น 3,000-10,000 ppm มีผลทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงสุด เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ (Figure 5) และ (Table 1)

เมื่อพิจารณาผลการทดลอง พบว่า มีความสอดคล้องกับการรายงานผลการศึกษาของ ศิริประภา และรุ่งนภา (2563) ที่รายงานว่าได้ทำการสกัดสารคาเฟอีนจากเปลือกกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรค *Rhizoctonia solani* ได้ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสารสกัดจากกากกาแฟ หรือ วัสดุปลูกที่มีกากกาแฟเป็นส่วนผสมสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Sclerotinia sclerotiorum*, *Phytophthora nicotianae*, *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora capsici*, *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria brassicicola*, *Pestalotiopsis* sp. และ *Paramyrothecium breviseta* (Chilosi et al, 2022; Kim Min-Jeong et al., 2016; Sangta et al, 2021)

สำหรับการนำกากกาแฟไปหมักเป็นปุ๋ยหรือวัสดุผสมสำหรับผสมกับดินปลูกร่วมกับผสมเชื้อราปฏิปักษ์ *Trichoderma* spp. พบว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. สามารถเพิ่มปริมาณได้ในกากกาแฟ รวมทั้งสารโพลีฟีนอลในกากกาแฟ มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเกิดโรคในดินได้ จากการศึกษาและรายงานการศึกษาที่ได้แสดงมาข้างต้นมีความเป็นไปได้ว่ากาแฟและชิ้นส่วนต่าง ๆ ของกาแฟ โดยเฉพาะในส่วนของกากกาแฟ ที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งมีประสิทธิภาพที่ดีในการนำมาใช้ทางการเกษตร โดยเฉพาะกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า ซึ่งมีรายงานว่ามีการออกฤทธิ์มากมายหลายชนิด โดยเฉพาะกลุ่มโพลีฟีนอล ได้แก่ Quercetin Caffeine และ Gallic acid ซึ่งสารในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลายชนิด (Sangta et al., 2021) อีกทั้งมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อสาเหตุโรคในมนุษย์ เช่น *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* และ *Vibrio parahaemolyticus* (สุทธิเดช และคณะ, 2559) ซึ่งเป็นเหตุผลหนึ่ง ในการสร้างความมั่นใจให้กับผู้ใช้ในเรื่องของความปลอดภัยเมื่อนำสารสกัดกากกาแฟไปใช้ในทางการเกษตร จากรายงานการศึกษาของ Andrade et al. (2022) พบว่า ในกากกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า นั้น มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คือ คาเฟอีน และ กรด 5-คาเฟอยล์ควินิก (5-CQA) ในปริมาณมากที่สุด เมื่อทำการแยกสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพออกจากกากกาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า ที่มาจากแหล่งผลิตต่างกัน ด้วยวิธี Solid-Phase Extraction (μ -SPEed) ร่วมกับวิธี Ultra-High Performance Liquid Chromatography-Photodiode Array Detection (UHPLC-PDA) พบว่า กากกาแฟจากบราซิล มีปริมาณฟีนอลรวม (TPC) สูงกว่ากากกาแฟจาก กัวเตมาลา โคลอมเบีย ตีมอร์ และ เอธิโอเปีย แสดงให้เห็นว่าแม้จะเป็นกากกาแฟสายพันธุ์เดียวกัน แต่มีแหล่งปลูกหรือแหล่งผลิตต่างกัน รวมถึงวิธีการสกัดสารจากผงกาแฟที่ต่างกัน ย่อมส่งผลให้มีปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในกากกาแฟต่างกัน ดังนั้นการเลือกใช้กากกาแฟเป็นวัสดุในการผลิตสารสกัดนั้นความจำเป็น ที่จะต้องพิจารณาถึงสาย

พันธุ์ของกาแฟ ถูกลดในการเก็บเกี่ยว ระยะเวลาในการเก็บรักษา รวมทั้งวิธีการในการผลิตเพราะสิ่งเหล่านี้คือ ปัจจัยสำคัญที่จะกำหนดคุณภาพของสารสกัดจากพืช เมื่อพิจารณาผลการทดลอง พบว่า สารสกัดจากกากกาแฟทั้ง 2 สายพันธุ์ คือ อาราบิก้า และ โรบัสต้า ที่มีเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคพืชทั้ง 5 โอลิโอสเตรดแต่มีประสิทธิภาพในระดับที่ต่างกันซึ่งอาจเป็นผลมาจากปริมาณสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีอยู่ในกากกาแฟทั้ง 2 สายพันธุ์นั้นมีปริมาณและคุณสมบัติแตกต่างกัน

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactive compounds) เป็นสารที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติทั้งคน สัตว์ และ พืช โดยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่ดีต้องเป็นสารที่มีผลจำเพาะเจาะจงและต้องไม่มีผลในทางลบ หรือมีผลข้างเคียงน้อยต่อสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น ๆ สารเหล่านี้มีหลายชนิด เช่น สารกลุ่มโพลีฟีนอล ฟลาโวนอยด์ แอนโทไซยานิน ลูทีน และ ไบโอแอ็กทิฟเพปไทด์ เป็นต้น สำหรับกาแฟพบว่ามีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพอยู่หลายชนิด แม้แต่ในกากกาแฟที่ใช้แล้ว ก็ยังคงมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเหลืออยู่ในปริมาณมาก ตัวอย่างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่พบในกากกาแฟ คือ สารกลุ่มโพลีฟีนอล และ คาเฟอีน คุณสมบัติสำคัญของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพเหล่านี้ คือ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ฤทธิ์ต้านการอักเสบ ฤทธิ์ต้านมะเร็ง และ ฤทธิ์ต้านการกลายพันธุ์ เมื่อพิจารณาจากรายงานการศึกษาต่าง ๆ มีความเป็นไปได้ว่าสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากกากกาแฟ โดยเฉพาะกลุ่มที่มีผลต่อเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่ทำการทดสอบ มีคุณสมบัติที่ดีที่ไม่ก่อผลเสียต่อมนุษย์และสัตว์ ทำให้เกิดความปลอดภัยเมื่อใช้สารสกัดจากกากกาแฟในการควบคุมโรคบนผลผลิตทางการเกษตร โดยเฉพาะการใช้ควบคุมโรคในระยะหลังการเก็บเกี่ยว

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

สารสกัดจากกากกาแฟอาราบิก้าและโรบัสต้า สามารถยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้ โดยเชื้อรา *L. theobromae* (Lt-m) สารสกัดจากกากกาแฟอาราบิก้า ที่ระดับความเข้มข้น 5,000-10,000 ppm และ สารสกัดจากกากกาแฟโรบัสต้า ที่ระดับความเข้มข้น 2,000-10,000 ppm มีผลทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงที่สุด เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และ เชื้อรา *S. rolfsii* (Sr-ep) พบว่า สารสกัดจากกากกาแฟอาราบิก้า ที่ระดับความเข้มข้น 2,000-10,000 ppm และ สารสกัดจากกากกาแฟโรบัสต้า ที่ระดับความเข้มข้น 3,000-10,000 ppm มีผลทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงที่สุด เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ สำหรับเชื้อรา *C. gloeosporioides* (Cg-bp) พบว่า สารสกัดจากกากกาแฟอาราบิก้า ที่ระดับความเข้มข้น 4,000-10,000 ppm และ สารสกัดจากการบัสต้า ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm มีผลทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์ การยับยั้งสูงที่สุด เท่ากับ 100 และ 73.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เชื้อรา *C. capcisi* (Cc-cp) พบว่า สารสกัดจากกากกาแฟอาราบิก้า ที่ระดับความเข้มข้น 3,000-10,000 ppm และ สารสกัดจากกากกาแฟโรบัสต้า ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm มีผลทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงที่สุด เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ และ เชื้อรา *C. musae* (Cm-b) พบว่า สารสกัดจากกากกาแฟอาราบิก้า ที่ระดับความเข้มข้น 3,000-10,000 ppm และ สารสกัดจากกากกาแฟโรบัสต้า ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm มีผลทำให้เกิดเปอร์เซ็นต์การยับยั้งสูงที่สุด เท่ากับ 100 และ 76.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การศึกษาในครั้งนี้ตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดการจากกากกาแฟ คือ เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่มีขี้ มีความเป็นพิษต่ำ และสามารถสกัดสารกลุ่มโพลีฟีนอล (Polyphenols) และ คาเฟอีน (Caffeine) จากกากกาแฟได้ จากข้อมูลที่ได้จากการทดลองและข้อมูลอ้างอิงจากแหล่งต่าง ๆ ทำให้พิจารณาได้ว่าในการศึกษาขั้นต่อไปควรทำการศึกษาคุณสมบัติของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพกลุ่มต่าง ๆ ที่ได้จากกากกาแฟ ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราสาเหตุโรคพืช รวมทั้งศึกษาการใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย เนื่องจากน้ำถือเป็นตัวทำละลายที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด มีพิษต่ำ ไม่ติดไฟ มีมากตามธรรมชาติ และ ราคาไม่แพง เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในสภาพแปลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Table 1 Colony inhibition (%) of Arabica and Robusta spent coffee grounds extracts against fungal pathogen, *L. theobromae* (Lt-m), *C. gloeosporioides*(Cg-bp), *C. capcisi*(Cc-cp), *C. musae* (Cm-b) and *S. rolfsii* (Sr-ep) by Poison food technique.

Treatments	Colony inhibition (%)									
	<i>L. theobromae</i> (Lt-m)		<i>C. gloeosporioides</i> (Cg-bp)		<i>C. capcisi</i> (Cc-cp)		<i>C. musae</i> (Cm-b)		<i>S. rolfsii</i> (Sr-ep)	
	arabica	robusta	arabica	robusta	arabica	robusta	arabica	robusta	arabica	robusta
control	00.00	00.00	00.00	00.00	f	00.00	00.00	00.00	00.00	00.00
	e ^{1/}	c	d	c	e	d	f	d	f	c
1,000 ppm	00.00	82.48	45.14	c	15.92	e	43.55	08.83	16.52	e
	e	b	a	b	17.71	e	c	ef	48.47	c
2,000 ppm	22.93	100.00	67.03	b	17.71	e	75.20	b	19.85	e
	d	a	a	b	17.71	e	b	e	29.47	de
3,000 ppm	37.80	100.00	86.97	a	19.56	e	100.00	a	18.91	e
	c	a	a	a	19.56	e	a	e	100.00	a
4,000 ppm	83.93	100.00	100.00	a	30.67	d	100.00	a	32.78	d
	b	a	a	a	30.67	d	a	d	100.00	a
5,000 ppm	100.00	100.00	100.00	a	41.13	c	100.00	a	34.64	cd
	a	a	a	a	41.13	c	a	cd	100.00	a
6,000 ppm	100.00	100.00	100.00	a	46.62	c	100.00	a	38.35	c
	a	a	a	a	46.62	c	a	c	100.00	a
7,000 ppm	100.00	100.00	100.00	a	55.71	b	100.00	a	60.47	b
	a	a	a	a	55.71	b	a	b	100.00	a
8,000 ppm	100.00	100.00	100.00	a	61.86	b	100.00	a	66.80	b
	a	a	a	a	61.86	b	a	b	100.00	a
9,000 ppm	100.00	100.00	100.00	a	68.29	a	100.00	a	68.79	b
	a	a	a	a	68.29	a	a	b	100.00	a
10,000 ppm	100.00	100.00	100.00	a	73.60	a	100.00	a	100.00	a
	a	a	a	a	73.60	a	a	a	100.00	a
cv (%)	4.68	0.27	3.88	9.62	3.80	17.01	3.77	19.78	3.67	3.97

^{1/}The superscript letters indicate significant differences between different treatments within the same column (P<0.01)

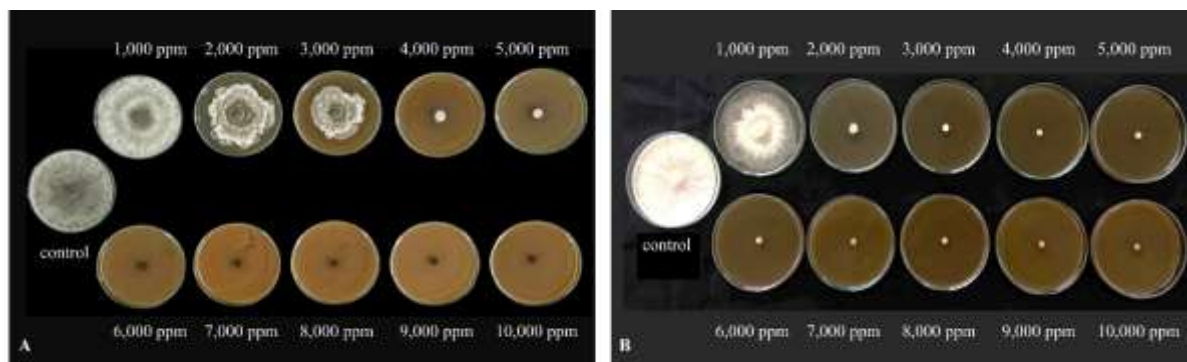


Figure 1 Inhibition of mycelial growth *Lasiodiplodia theobromae* (Lt-m) by spent coffee grounds extracts of (A) Arabica and (B) Robusta, in PDA with different concentrations of crude extracts after 7 days of incubation at 30°C compared to the control group.

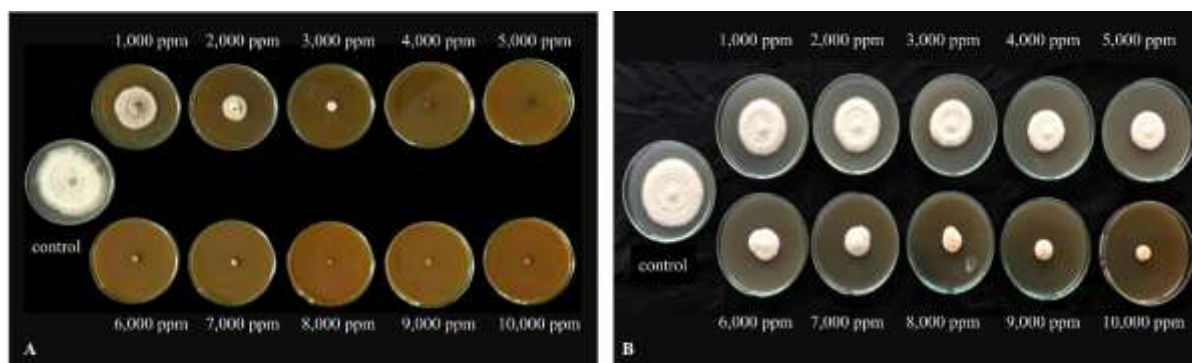


Figure 2 Inhibition of mycelial growth *Colletotrichum gloeosporioides* (Cg-bp) by spent coffee grounds extracts of (A) Arabica and (B) Robusta, in PDA with different concentrations of crude extracts after 7 days of incubation at 30°C compared to the control group.

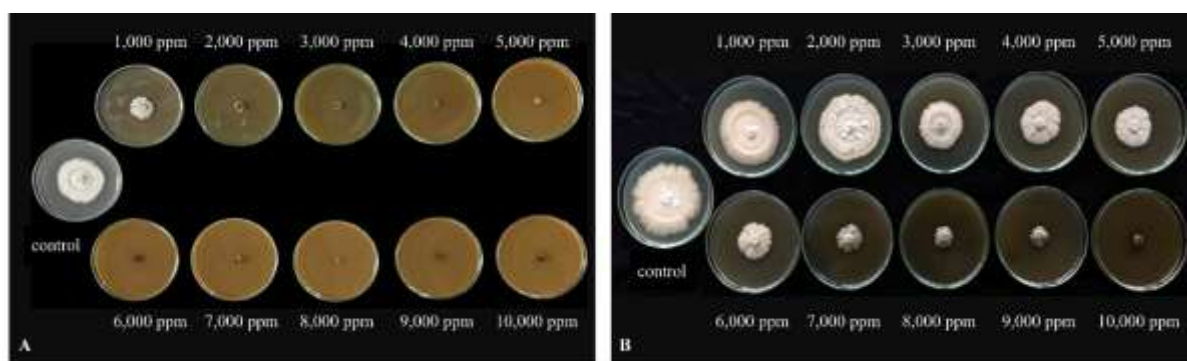


Figure 3 Inhibition of mycelial growth *Colletotrichum capcisi* (Cc-cp) by spent coffee grounds extracts of (A) Arabica and (B) Robusta, in PDA with different concentrations of crude extracts after 7 days of incubation at 30°C compared to the control group.

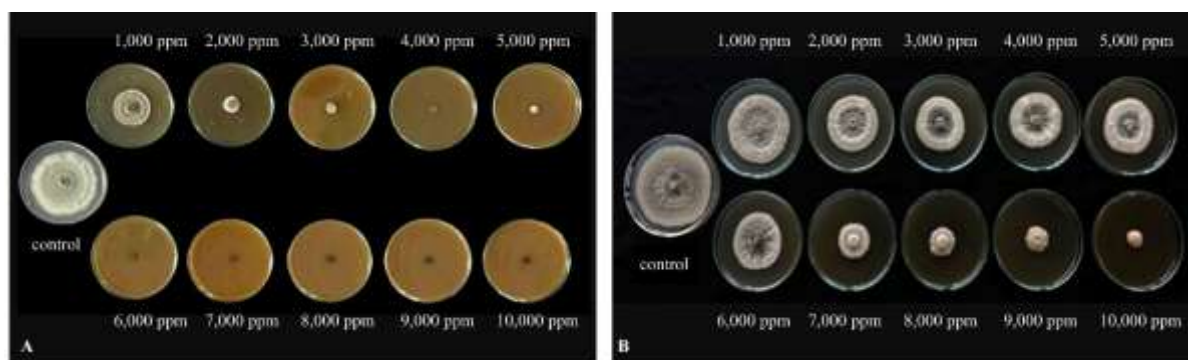


Figure 4 Inhibition of mycelial growth *Colletotrichum musae* (Cm-b) by spent coffee grounds extracts of (A) Arabica and (B) Robusta, in PDA with different concentrations of crude extracts after 7 days of incubation at 30°C compared to the control group.

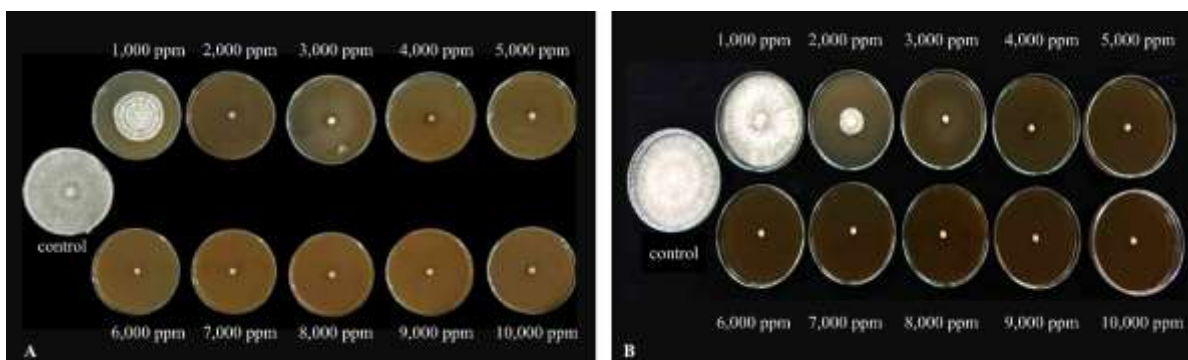


Figure 5 Inhibition of mycelial growth *Colletotrichum musae* (Cm-b) by spent coffee grounds extracts of (A) Arabica and (B) Robusta, in PDA with different concentrations of crude extracts after 7 days of incubation at 30°C compared to the control group.

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐพงศ์ ตันติวัฒนพันธ์. 2562. กาแฟจากแก้วกาแฟสู่แนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนสำหรับผลิตภัณฑ์ชีวภาพ. วารสารสิ่งแวดล้อม, ปีที่ 23 (ฉบับที่ 1).
- ศิริประภา ชัยเนตร และ รุ่งนภา เขียววิจิตร. 2563. การยับยั้งเชื้อรา *Rhizoctonia solani* โดยใช้สารคาเฟอีนจากเปลือกกาแฟอาราบิก้า. วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. 14(1): 71-78.
- ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์. 2567. กาแฟไทยร้อนแรง! ตลาดโตต่อเนื่อง ดันส่งออกพุ่ง. 23 สิงหาคม 2567. สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า. 4 หน้า.
- สุทธิเดช ปรีชารัมย์, ธวัชชัย เจริญสุข, อรวรรณ ชุณหชาติ และ มลธิรา ศรีถาวร. 2559.ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดจากกาแฟ. หน้า 1623-1629. ใน: รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 13: ตามรอยพระยุคลบาท เกษตรศาสตร์กำแพงแสน 8-9 ธันวาคม 2559 ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำแพงแสน นครปฐม.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2567. ข้อมูลการผลิตสินค้าเกษตร กาแฟ:กาแฟแยกตามสายพันธุ์ เนื้อที่ยืนต้น เนื้อที่ให้ผล ผลผลิต ผลผลิตต่อไร่ ปีเพาะปลูก 2566. 23 สิงหาคม 2567. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 3 หน้า.
- Andrade, C., R. Perestrelo and J. S. Câmara. 2022. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity from Spent Coffee Grounds as a Powerful Approach for Its Valorization. *Molecules* 2022, 27, 7504. <https://doi.org/10.3390/molecules27217504>.
- Calheiros, D., M. Inês Dias, R. C. Calhela, L. Barros, I. C. F. R. Ferreira, C. Fernandes and T. Gonçalves. 2023. Antifungal Activity of Spent Coffee Ground Extracts. *Microorganisms* 2023, 11(2), 242; <https://doi.org/10.3390/microorganisms11020242>.
- Chilosi, G., M. P. Aleandri, E. Luccioli, S. R. Stazi, R. Marabottini, C. Morales-Rodríguez, A. M. Vettraino and A. Vannini. 2018. Suppression of soil-borne plant pathogens in growing media amended with espresso spent coffee grounds as a carrier of *Trichoderma* spp. *Scientia Horticulturae* 259 1-7.
- Kim, M.-J., C.-K. Shim, Y.-K. Kim, J.-H. Park, E.-J. Han and S.-C. Kim. 2016. The Antifungal Activity of Coffee Ground Compost Extract against Plant Pathogens. *Journal of the Korea Organic Resources Recycling Association*. 24(4):85-94.
- Medeiros, F. C. L., M. L. V. Resende, F. H. V. Medeiros, H. M. Zhang and P. W. Paré. 2009. Defense gene expression induced by a coffee-leaf extract formulation in tomato. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. 74(2): 175-183.

Sangta, J., Wongkaew, M., Tangpao, T., Withee, P., Haituk, S., Arjin, C., Sringarm, K., Hongsibsong, S., Sutan, K. and Pusadee, T. 2021. Recovery of Polyphenolic Fraction from Arabica Coffee Pulp and Its Antifungal Applications. Plants 2021,10, 1422. <https://doi.org/10.3390/plants10071422>

ประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับน้ำมันเจือจาง ในป้องกันกำจัดโรคราน้ำค้างผักกาดขาว

มะลิตา ชูรินทร์¹ บุษราคัม อุดมศักดิ์¹ สุรีย์พร บัวอาจ¹ ณัฐธิดา เต็มสังข์¹ วนิตา สุขประเสริฐ²

¹กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

²กลุ่มวิจัยศัตรูพืชการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

การปลูกผักกาดขาวในปัจจุบัน พบว่าเกษตรกรมักประสบปัญหาการระบาดของโรคราน้ำค้างที่เกิดจากเชื้อรา *Peronospora parasitica* สามารถพบได้ทุกระยะการเจริญเติบโตของพืช งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรา ร่วมกับการใช้น้ำมันเจือจางในป้องกันกำจัดโรคราน้ำค้างผักกาดขาว จำนวน 2 การทดลอง ในแปลงของเกษตรกร ณ อำเภอท่ามะกา และอำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนมกราคม - เดือนกุมภาพันธ์ 2566 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี เริ่มพ่นสารครั้งแรกเมื่อพบโรคและพ่นสารทดลองซ้ำทุก 5 วัน จำนวน 4 ครั้ง ประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างหลังพ่นสารครั้งสุดท้ายที่ 7 และ 14 วัน ผลการทดลองทั้งสองแปลงให้ผลสอดคล้องกัน โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 5 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดโรคราน้ำค้างได้ดีที่สุด ซึ่งมีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 29.06 และ 31.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมา คือ กรรมวิธีที่ 3 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และ พ่นนมสดโคแท้ชนิด 100% [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 32.85 และ 35.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ กรรมวิธีที่ 6 พ่นน้ำเปล่า (ควบคุม) มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 65.83 และ 70.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างผักกาดขาว พบว่าหลังจากพ่นสารครั้งสุดท้ายที่ 14 วัน ไม่พบปริมาณ metalaxyl และ mancozeb ในตัวอย่างผักกาดขาวในทุกกรรมวิธี

คำหลัก: น้ำมันเจือจาง โรคราน้ำค้าง ผักกาดขาว

OP-06

ภาคบรรยาย

Efficacy of Fungicide and Diluted Milks for Controlling Downy Mildew on Chinese Cabbage

Malida Choorin¹ Boossaracum Udomsak¹ Sureeporn Bua-art¹

Nattida thermsang¹ Wanida Sukprasert²

¹Plant Pathology Research Group, Plant Protection Research and Development Office,
Department of Agriculture, Bangkok 10900

²Agricultural Toxic Substance Research Group, Agricultural Production Science Research and
Development Division, Department of Agriculture, Bangkok 10900

ABSTRACT

The cultivation of Chinese cabbage, farmers often face the problem of downy mildew caused by *Peronospora parasitica*, which can be found at all stage of plant growth. This research aims to study use of fungicides combined with diluted milks to controlling downy mildew on Chinese cabbage. Two experiments were conducted in famer fields in Tha Maka district and Tha Muang district, Kanchanaburi province, during January-February 2023. Experiments were designed as a Randomized Complete Block Design (RCB) with 6 treatment and 4 replications. The first spraying was performed when the disease was found and the experiment was sprayed every 5 days for 4 times. The severity of downy mildew was assessed after last spray at 7 and 14 days. The results of two experiments were consistent. It was found that treatment 5, spraying mancozeb + metalaxyl 68% WG rate of 80 grams per 20 liters of water, was the most effective in preventing and elimination downy mildew had disease severity at 29.06 and 31.45%, respectively. Followed by treatment 3, spraying mancozeb + metalaxyl 68% WG (1st and 2nd rate of 80 grams per 20 liters of water) and spraying diluted cow's milks (3rd and 2th rate of 3 liters per 20 liters of water) had disease severity at 32.85 and 35.12%, respectively. Lower and significantly different from treatment 6, spraying water (control) had disease severity at 65.83 and 70.03%, respectively. As for the results of pesticide residue analysis in Chinese cabbage samples. It was found that after the last spraying at 14 days not found mancozeb and metalaxyl in Chinese cabbage samples all treatment.

Keywords: chinese cabbage, diluted milk, downy mildew

คำนำ

ในปัจจุบันพบว่าปริมาณและคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร โดยเฉพาะพืชผักอยู่ในระดับที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งสาเหตุหลักเกิดจากปัจจัยต่างๆ ในระบบการผลิต เช่น การจัดการศัตรูพืช เนื่องจากเกษตรกรผู้ที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่ขาดความรู้ ความเข้าใจในการจัดการศัตรูพืช เป็นสาเหตุให้มีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชมากเกินไปจนเกิดความจำเป็น ตลอดจนการใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชเป็นระยะเวลานาน ส่งผลให้เชื้อสาเหตุโรคเกิดอาการดื้อต่อสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ผลักดันให้มีการวางแผนศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชร่วมกับน้ามนเจือจางในการควบคุมโรคโรคราน้ำค้าง ซึ่งการปลูกผักกาดขาวมักประสบปัญหาด้านการระบาดของโรคพืช โดยพบว่าเชื้อราสาเหตุโรคที่สำคัญของผักกาดขาว คือโรคราน้ำค้างที่เกิดจากเชื้อรา *Peronospora parasitica* โรคราน้ำค้างบนพืชผักตระกูลกะหล่ำ ได้แก่ ผักกาดขาว ผักกาดหัวปลี คะน้า และกวางตุ้ง เป็นต้น เชื้อราสาเหตุโรคสร้างเส้นใยแบบไม่มีผนังกันตามขวาง มี sporangiophore ที่เรียวยาว แตกกิ่งเป็นมุมแหลม ส่วนปลายเรียวยาวและโค้งเล็กน้อย คล้ายเชือกวาง ชูออกมาจากปากใบ สร้าง sporangium รูปกลม หรือรูปไข่ (พีรวรรณ และคณะ, 2551; 2560) สามารถพบได้ทุกระยะการเจริญตั้งแต่ระยะกล้าจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ลักษณะอาการเริ่มแรกเกิดจุดสีเหลืองเป็นหย่อมๆ หรือเป็นปื้นเหลืองด้านหน้าใบ มีเส้นใยสีขาวหรือสีเทา คล้ายปุยฝ้ายด้านหลังใบ แต่ในสภาพอากาศแห้งมักพบแต่อาการเหลืองซีด เมื่ออาการรุนแรง แผลขยายใหญ่มากขึ้น เนื้อใบจะเปลี่ยนจากสีเหลืองกลายเป็นสีน้ำตาล และแห้งตายในที่สุด (Figure 1) เชื้อราสาเหตุโรคสามารถแพร่กระจายไปกับลม น้ำฝน หรือน้ำที่ใช้ในการเพาะปลูก มักพบในสภาวะอุณหภูมิต่ำและมีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์สูง (ชนินทร, 2554; บุษราคัม และคณะ, 2560ก) การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา และสรีรวิทยาของเชื้อสาเหตุโรคราน้ำค้างพืชตระกูลกะหล่ำ การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชซึ่งมีรายงานการใช้ mancozeb ในการควบคุมโรคราน้ำค้างของพืชตระกูลกะหล่ำ พบว่า mancozeb และ cymoxanil มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคสูงสุด (Brophy and Laing, 1992) นอกจากนั้น Wong and Wilcox (2001) กล่าวว่า mancozeb และ metalaxyl มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคราน้ำค้างขององุ่น เช่นเดียวกัน ซึ่งสารเคมีทั้งสองชนิดนี้มีผลต่อการสร้างสปอร์ของเชื้อสาเหตุโรค ส่วนการศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชพบว่าการใช้ mancozeb + metalaxyl 68% WG (บุษราคัม และคณะ, 2560ก) และการพ่นด้วยน้ามนเจือจาง (บุษราคัม และคณะ, 2560ข) พบว่ามีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคราน้ำค้าง ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพื่อให้ได้วิธีการจัดการโรคอย่างมีประสิทธิภาพ ได้ผลประโยชน์สูงสุด คู่มากับการลงทุน

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. แปลงผักกาดขาว
2. สารป้องกันกำจัดโรคพืช mancozeb + metalaxyl 68% WG
3. ผลิตภัณฑ์นมโคสดแท้ชนิด 100%, นมถั่วเหลือง

4. เครื่องพ่นสารแบบสับโยกสะพายหลัง
5. อุปกรณ์การตวง เช่น ปีกเกอร์ กระบอกตวง เป็นต้น
6. ไม้ปักแปลง

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ดังนี้
กรรมวิธี 1 พ่นนมสดโคแท์ชนิด 100% อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร (สารละลายนม 15% โดยปริมาตร)

กรรมวิธี 2 พ่นนมถั่วเหลือง อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร (สารละลายนม 15% โดยปริมาตร)

กรรมวิธี 3 ครั้งที่ 1 และ 2 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม M03+4) ครั้งที่ 3 และ 4 พ่นนมสดโคแท์ชนิด 100% อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร (สารละลายนม 15% โดยปริมาตร)

กรรมวิธี 4 ครั้งที่ 1 และ 2 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม M03+4) ครั้งที่ 3 และ 4 พ่นนมถั่วเหลือง อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร (สารละลายนม 15% โดยปริมาตร)

กรรมวิธี 5 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (กลุ่ม M03+4)

กรรมวิธี 6 พ่นด้วยน้ำเปล่า

วิธีปฏิบัติการทดลอง

โดยเตรียมแปลงย่อยขนาด 1x5 เมตร โดยมีระยะห่างระหว่างต้น 20x20 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างแปลงปลูก จากนั้นทำการถอนแยกเมื่อผักกาดขาวอายุ 20 วัน ส่วนการเตรียมดิน การให้น้ำ และปุ๋ย ปฏิบัติเช่นเดียวกับวิธีการของเกษตรกรที่เคยปฏิบัติมา วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCB) ดังกรรมวิธีข้างต้น

เมื่อผักกาดขาวเริ่มปรากฏอาการของโรคน้ำค้ำ จึงทำการพ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืชร่วมกับน้ำนมเจือจางตามกรรมวิธีข้างต้น เริ่มพ่นเมื่อพบอาการโรค พ่นทุกๆ 5 วัน ประเมินความรุนแรงของโรคน้ำค้ำก่อนพ่นสารทดลองทุกครั้ง และหลังพ่นสารครั้งสุดท้ายที่ 7 และ 14 วัน โดยสุ่มเก็บข้อมูล 25 ต้นต่อแปลงย่อย ในระยะแรกก่อนที่พืชเหี่ยว ประเมินความรุนแรงของโรคจากอาการที่ปรากฏบนใบทุกใบ จนกระทั่งพืชมีการเหี่ยว ให้ประเมินเฉพาะใบนอกและใบที่เหี่ยว แบ่งระดับความรุนแรงของโรคเป็น 6 ระดับ ดังนี้

ระดับ 0 ไม่ปรากฏอาการโรค

ระดับ 1 แสดงอาการโรค 1-5 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ใบ

ระดับ 2 แสดงอาการโรค 6-10 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ใบ

ระดับ 3 แสดงอาการโรค 11-25 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ใบ

ระดับ 4 แสดงอาการโรค 26-50 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ใบ

ระดับ 5 แสดงอาการโรคมามากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ใบ

คำนวณดัชนีความรุนแรงของโรค จากสูตร

$$\text{ดัชนีความรุนแรงของโรค (\%)} = \frac{\text{ผลรวมของ (จำนวนใบที่เป็นโรคในแต่ละระดับ \times \text{ระดับ})}}{\text{จำนวนใบทั้งหมด} \times \text{ระดับสูงสุด}} \times 100$$

แล้ววิเคราะห์ผลการทดลองด้วยโปรแกรม SPSS version 26.0 หลังจากนั้นตรวจสอบหาพืชตกค้าง โดยสุ่มเก็บผักกาดขาวจำนวน 2 กิโลกรัมต่อกรรมวิธี หลังจากพ่นสารทดลองสุดท้าย ส่งตรวจพืชตกค้าง ณ ห้องปฏิบัติการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

เวลาและสถานที่ เดือนตุลาคม 2565 – เดือนกันยายน 2565

ณ อำเภอน้ำมะกา และอำเภอน้ำม่วง จังหวัดกาญจนบุรี

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

แปลงทดลองที่ 1 อำเภอน้ำมะกา จังหวัดกาญจนบุรี (Table 2)

การประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างก่อนพ่นสารทดลองครั้งที่ 1

ประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างก่อนพ่นสารทดลองครั้งที่ 1 พบว่าทุกระบบวิธีทดลองมีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างอยู่ระหว่าง 1.50-1.95 และไม่แตกต่างทางสถิติ

การประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างก่อนพ่นสารทดลองครั้งที่ 2

ประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างก่อนพ่นสารทดลองครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีที่ 1-5 มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างอยู่ระหว่าง 4.10-5.20 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 6 พ่นน้ำเปล่า (ควบคุม) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราน้ำค้าง 6.15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่ 3 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมสดโคแทชชนิด 100% [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] และกรรมวิธีที่ 4 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมถั่วเหลือง [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 4.25 และ 4.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 5 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 4.10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กรรมวิธีที่ 1 พ่นนมสดโคแทชชนิด 100% อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีที่ 2 พ่นนมถั่วเหลือง อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 5.10 และ 5.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าและแตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 5 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

การประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างพ่นสารทดลองครั้งที่ 3

ประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างก่อนพ่นสารทดลองครั้งที่ 3 พบว่ากรรมวิธีที่ 1-5 มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างอยู่ระหว่าง 17.70-24.40 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 6 พ่นน้ำเปล่า (ควบคุม) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราน้ำค้างเท่ากับ 29.18 เปอร์เซ็นต์

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่ 3 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมสดโคแท์ชนิด 100% [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] และกรรมวิธีที่ 4 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมถั่วเหลือง [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 19.50 และ 19.55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 5 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้าง 17.70 เปอร์เซ็นต์

การประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างพ่นสารทดลองครั้งที่ 4

ประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างก่อนพ่นสารทดลองครั้งที่ 4 พบว่ากรรมวิธีที่ 1-5 มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างอยู่ระหว่าง 22.50-31.93 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 6 พ่นน้ำเปล่า (ควบคุม) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราน้ำค้างเท่ากับ 47.65 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่ 3 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมสดโคแท์ชนิด 100% [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 25.95 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 5 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 22.50 เปอร์เซ็นต์

การประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างหลังพ่นสารทดลองครั้งสุดท้ายที่ 7 วัน

ประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างหลังพ่นสารทดลองครั้งสุดท้ายที่ 7 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ 1-5 มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างอยู่ระหว่าง 27.65-39.10 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 6 พ่นน้ำเปล่า (ควบคุม) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราน้ำค้างเท่ากับ 55.55 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีที่ 3 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมสดโคแท์ชนิด 100% [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] และกรรมวิธีที่ 4 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมถั่วเหลือง [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 31.40 และ 32.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 5 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 27.65 เปอร์เซ็นต์

การประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างหลังพ่นสารทดลองครั้งสุดท้ายที่ 14 วัน

ประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างหลังพ่นสารทดลองครั้งสุดท้ายที่ 14 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ 1-5 มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างอยู่ระหว่าง 29.60-41.15 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 6 พ่นน้ำเปล่า (ควบคุม) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคราน้ำค้างเท่ากับ 65.83 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 1 (พ่นนมสดโคแท์ชนิด 100% อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร) กรรมวิธีที่ 2

พ่นนมถั่วเหลือง อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร) กรรมวิธีที่ 3 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมสดโคแท้นิด 100% [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] และกรรมวิธีที่ 4 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมถั่วเหลือง [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 40.15, 41.00, 32.85 และ 33.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 5 (พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร) ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 29.60 เปอร์เซ็นต์

แปลงทดลองที่ 2 อำเภอท่าม่วง จังหวัดกาญจนบุรี (Table 2)

การประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างก่อนพ่นสารทดลองครั้งที่ 1

ประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างก่อนพ่นสารทดลองครั้งที่ 1 พบว่า ทุกกรรมวิธีมีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างอยู่ระหว่าง 2.75-3.05 และไม่แตกต่างทางสถิติ

การประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างก่อนพ่นสารทดลองครั้งที่ 2

ประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างก่อนพ่นสารทดลองครั้งที่ 2 พบว่ากรรมวิธีที่ 1-5 มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างอยู่ระหว่าง 4.83-6.74 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 6 พ่นน้ำเปล่า (ควบคุม) ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 8.37 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 3 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมสดโคแท้นิด 100% [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] และกรรมวิธีที่ 4 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมถั่วเหลือง [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 5.13 และ 5.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 5 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 4.83 เปอร์เซ็นต์

การประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างก่อนพ่นสารทดลองครั้งที่ 3

ประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างก่อนพ่นสารทดลองครั้งที่ 3 พบว่ากรรมวิธีที่ 1-5 มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างอยู่ระหว่าง 19.50-25.90 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 6 พ่นน้ำเปล่า (ควบคุม) ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 31.83 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 3 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมสดโคแท้นิด 100% [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] และกรรมวิธีที่ 4 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมถั่วเหลือง [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 21.09 และ 21.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 5 (พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร) ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 19.50 เปอร์เซ็นต์

การประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างก่อนพ่นสารทดลองครั้งที่ 4

ประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างก่อนพ่นสารทดลองครั้งที่ 4 พบว่ากรรมวิธีที่ 1-5 มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างอยู่ระหว่าง 24.09-32.92 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 6 พ่นน้ำเปล่า (ควบคุม) ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 43.57 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 1 พ่นนมสดโคแท่นิด 100% อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร กรรมวิธีที่ 2 พ่นนมถั่วเหลือง อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร กรรมวิธีที่ 3 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมสดโคแท่นิด 100% [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] และกรรมวิธีที่ 4 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมถั่วเหลือง [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 32.07, 32.92, 26.48 และ 28.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 5 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 24.09 เปอร์เซ็นต์

การประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างหลังพ่นสารทดลองครั้งสุดท้ายที่ 7 วัน

ประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างก่อนพ่นสารทดลองครั้งที่ 4 พบว่ากรรมวิธีที่ 1-5 มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างอยู่ระหว่าง 27.73-40.13 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 6 พ่นน้ำเปล่า (ควบคุม) ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 51.13 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 1 พ่นนมสดโคแท่นิด 100% อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร กรรมวิธีที่ 2 พ่นนมถั่วเหลือง อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร กรรมวิธีที่ 3 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมสดโคแท่นิด 100% [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] และกรรมวิธีที่ 4 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมถั่วเหลือง [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 38.94, 40.13, 31.84 และ 31.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 5 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 27.73 เปอร์เซ็นต์

การประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างหลังพ่นสารทดลองครั้งสุดท้ายที่ 14 วัน

ประเมินความรุนแรงของโรคราน้ำค้างก่อนพ่นสารทดลองครั้งที่ 4 พบว่ากรรมวิธีที่ 1-5 มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างอยู่ระหว่าง 31.45-43.64 เปอร์เซ็นต์ ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 6 พ่นน้ำเปล่า (ควบคุม) ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 70.03 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่ากรรมวิธีที่ 1 (พ่นนมสดโคแท่นิด 100% อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร) กรรมวิธีที่ 2 (พ่นนมถั่วเหลือง อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร) กรรมวิธีที่ 3 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมสดโคแท่นิด 100% [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] และกรรมวิธีที่ 4 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)]

และพ่นนมถั่วเหลือง [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 41.82, 43.64, 35.12 และ 38.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 5 (พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร) ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคราน้ำค้างเท่ากับ 31.45 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองสอดคล้องกับ Crisp *et al.* (2006) ได้รายงานการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำนมเจือจางในควบคุมโรคราแป้ง โดยการพ่นน้ำนมเจือจางบนต้นองุ่นที่เป็นโรคนั้น พบว่าน้ำนมเจือจางสามารถควบคุมโรคราแป้งเทียบเท่ากับการใช้สารประกอบซัลเฟอร์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Modler *et al.* (1998) ที่กล่าวว่าแสงแดดจะทำปฏิกิริยากับโปรตีนในน้ำนม เกิดเป็นอนุมูลอิสระ (free radical) เช่น การผลิต hydrogen peroxide จะส่งผลต่อเส้นใยของเชื้อรา โดย hydrogen peroxide นั้นทำให้เกิดการยุบตัวของเส้นใยเชื้อรา (collapse) นอกจากนี้ Crisp *et al.* (2006) ยังกล่าวว่าแสงแดดจะทำปฏิกิริยากับโปรตีนในน้ำนม ซึ่งกระตุ้นการผลิตของ lactoferrin โดยโมเลกุล lactoferrin นั้นจะไปจับผนังเซลล์ (cell membrane) ของเชื้อรา ส่งผลให้ผนังเซลล์ดังกล่าวถูกทำลายลง ก่อให้เกิดการไหลออกของ cytoplasmic fluids ที่อยู่ภายในเซลล์ของเชื้อรา จนทำให้เชื้อราตายลงในที่สุด จากการศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืชพบว่าการใช้ mancozeb + metalaxyl 68% WG (บุษราคัม และคณะ, 2560ก) และการพ่นด้วยน้ำนมเจือจาง (บุษราคัม และคณะ, 2560ข) พบว่ามีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคราน้ำค้างได้ดี

การวิเคราะห์พืชตกค้างในผักกาดขาว แปลงทดลองที่ 1 อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี

ผลการวิเคราะห์ metalaxyl ในตัวอย่างผักกาดขาว พบว่า ที่ระยะเวลา 0 วัน หลังการพ่นกรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธีที่ 3 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมสดโคแท้นิด 100% [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] พบสารพืชตกค้าง metalaxyl ปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 0.05 mg/kg ส่วนกรรมวิธีที่ 4 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมถั่วเหลือง [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] พบ metalaxyl ปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 0.03 mg/kg และกรรมวิธีที่ 5 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร พบ metalaxyl ปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 1.90 mg/kg ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างอื่นๆ ไม่พบปริมาณ metalaxyl ในตัวอย่างผักกาดขาว ส่วนผลการวิเคราะห์ metalaxyl ในตัวอย่างผักกาดขาว พบว่า ที่ระยะเวลา 14 วัน ไม่พบปริมาณ metalaxyl ในตัวอย่างผักกาดขาวในทุกกรรมวิธี (Table 3)

ผลการวิเคราะห์ mancozeb ในตัวอย่างผักกาดขาว พบว่า ที่ระยะเวลา 0 วัน กรรมวิธีที่ 5 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร พบ mancozeb ปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 159.34 mg/kg ส่วนตัวอย่างอื่นๆ ไม่พบปริมาณ mancozeb ในตัวอย่างผักกาดขาว นอกจากนั้นผลการวิเคราะห์ mancozeb ในตัวอย่างผักกาดขาว พบว่า ที่ระยะเวลา 14 วัน ไม่พบปริมาณ mancozeb ในตัวอย่างผักกาดขาวในทุกกรรมวิธี (Table 4)

ต้นทุนในการพ่นสารทดลอง

จากผลการทดลองในทุกกรรมวิธีมีอัตราการใช้น้ำ 120 ลิตร/ไร่ พบว่าต้นทุนการพ่นสารในกรรมวิธีที่ 5 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร มีต้นทุนต่ำที่สุดเท่ากับ 1,728 บาท รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมสดโคแท้นิด 100% [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] และกรรมวิธีที่ 4 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมถั่วเหลือง [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] มีต้นทุนเท่ากับ 2,412 และ 3,024 บาท ตามลำดับ (Table 5)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การทดสอบประสิทธิภาพการใช้สารป้องกันกำจัดโรคน้ำค้ำ (mancozeb + metalaxyl 68% WG) ร่วมกับการใช้น้ำนมเจ้าจาง (นมสดโคแท้นิด 100% และนมถั่วเหลือง) ในป้องกันกำจัดโรคน้ำค้ำผักกาดขาว พบว่าทั้งสองแปลงให้ผลสอดคล้องกัน หลังจากการประเมินความรุนแรงของโรคน้ำค้ำหลังพ่นสารครั้งสุดท้ายที่ 14 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ 3 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมสดโคแท้นิด 100% [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] ในแปลงทดลองที่ 1 และ 2 มีดัชนีความรุนแรงของโรคน้ำค้ำเฉลี่ย 32.85 และ 35.12 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 5 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคน้ำค้ำเฉลี่ย 29.06 และ 31.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนผลการวิเคราะห์ metalaxyl และ mancozeb ในตัวอย่างผักกาดขาว พบว่า ที่ระยะเวลา 14 วัน ไม่พบปริมาณ metalaxyl ในตัวอย่างผักกาดขาวในทุกกรรมวิธี

จากผลการทดลองในทุกกรรมวิธีมีอัตราการใช้น้ำ 120 ลิตร/ไร่ พบว่าต้นทุนการพ่นสารในกรรมวิธีที่ 5 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร มีต้นทุนต่ำที่สุดเท่ากับ 1,728 บาท รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 3 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมสดโคแท้นิด 100% [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] และกรรมวิธีที่ 4 พ่น mancozeb + metalaxyl 68% WG [ครั้งที่ 1 และ 2 (อัตรา 80 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)] และพ่นนมถั่วเหลือง [ครั้งที่ 3 และ 4 (อัตรา 3 ลิตร/น้ำ 20 ลิตร)] มีต้นทุนเท่ากับ 2,412 และ 3,024 บาท จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรในการป้องกันกำจัดโรคน้ำค้ำในผักกาดขาว

เอกสารอ้างอิง

- ชนินทร ดวงสอาด.2554. ผักตระกูลกะหล่ำและตระกูลผักกาด : โรคราน้ำค้าง. หน้า 93-110. ใน *โรคผักและการป้องกันกำจัด*. กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.
- พิระวรรณ พัฒนวิภาส และบุษราคัม อุดมศักดิ์. 2560. ประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดโรคพืชในการป้องกันกำจัดโรคราน้ำค้างของผักกาดสาเหตุจากเชื้อ *Peronospora parasitica* .หน้า 1791-1795. ใน : *รายงานผลงานวิจัยเรื่องเดิม 2560*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.
- พิระวรรณ พัฒนวิภาส อมรัตน์ ภูไพบูลย์ สุณิรัตน์ สีมะเตือ พรพิมล อธิปัญญาคม และศรีสุรางค์ ลิขิตเอกราช. 2551.สำรวจ รวบรวมและจำแนกโรคราน้ำค้างในประเทศไทย. หน้า 3-4. ใน : *รายงานประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ 2551*. ชลพฤกษ์ ธีรสารท จ .นครนายก.
- บุษราคัม อุดมศักดิ์ พิระวรรณ พัฒนวิภาส และสุรีย์พร บัวอาจ.2560 .ทดสอบประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดโรคราน้ำค้างในคะน้าสาเหตุจากเชื้อรา *Peronospora parasitica* .หน้า 1796-1802. ใน : *รายงานผลงานวิจัยเรื่องเดิม 2560*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.
- บุษราคัม อุดมศักดิ์ สุรีย์พร บัวอาจ และรสสุคนธ์ รุ่งแจ้ง. 2560.ทดสอบศักยภาพของน้ำนมเชื้อจากในการควบคุมโรคราน้ำค้างในพืชตระกูลแตง สาเหตุจากเชื้อรา *Pseudoperonospora cubensis*. หน้า 2207-2216. ใน : *รายงานผลงานวิจัยเรื่องเดิม 2560*. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.
- Brophy, T.F. and M.D. Laing. 1992. Screening of fungicides for the control of downy mildew on container-grown cabbage seedlings. *Crop Prot.* 11(2): 160-164.
- Crisp, P., T.J .Wicks, G. Troup and E.S. Scott .2006. Mode of action of milk and whey in the control of grapevine powdery mildew. *Australas Plant Path.* 35: 487–493
- Modler, H.W., K.E. Schroder and C.E. Pratt. 1998. Inhibition of bacterial growth in whey by the activation of lactoperoxidase. *Bull. Int. Dairy Fed.* 332: 32-46.
- Wong, F.P., and W.F .Wilcox. 2001 .Comparative physical modes of action of azoxystrobin, mancozeb, and metalaxyl against (*Plasmopara viticola*) grapevine downy mildew. *Plant Dis.* 85: 649-656.

Table 1 Efficacy of fungicides and diluted milks for controlling downy mildew on Chinese cabbage caused by *Peronospora parasitica* in amphur Tha Maka, Kanchanaburi province during January-February, 2023

Treatment	Disease severity (%)					
	Before spraying				After spraying	
	1 st	2 rd	3 rd	4 th	7 days	14 days
T1	1.55 a	5.10 b	23.90 b	31.25 c	38.25 c	40.15 c
T2	1.50 a	5.20 b	24.40 b	31.93 c	39.10 c	41.00 c
T3	1.60 a	4.25 a	19.50 a	25.95 ab	31.40 b	32.85 b
T4	1.95 a	4.15 a	19.55 a	28.60 b	32.25 b	33.10 b
T5	1.70 a	4.10 a	17.70 a	22.50 a	27.65 a	29.60 a
T6	1.65 a	6.15 c	29.18 c	47.65 d	55.55 d	65.83 d
C.V. (%)	21.68	11.13	4.55	4.58	6.35	2.74

Table 2 Efficacy of fungicides and diluted milks for controlling downy mildew on Chinese cabbage caused by *Peronospora parasitica* in amphur Tha Muang, Kanchanaburi province during January-February, 2023

Treatment	Disease severity (%)					
	Before spraying				After spraying	
	1 st	2 rd	3 rd	4 th	7 days	14 days
T1	3.05 a	6.46 b	25.90 b	32.07 c	38.94 c	41.82 d
T2	3.03 a	6.74 b	25.26 b	32.92 c	40.13 c	43.64 d
T3	3.02 a	5.13 a	21.09 a	26.48 b	31.84 b	35.12 b
T4	2.75 a	5.32 a	21.91 a	28.06 b	31.81 b	38.57 c
T5	2.81 a	4.83 a	19.50 a	24.09 a	27.73 a	31.45 a
T6	2.76 a	8.37 c	31.83 c	43.57 d	51.13 d	70.03 e
C.V. (%)	34.38	12.41	5.17	4.56	7.63	5.50

Table 3 Result of metalaxyl residue analysis in Chinese cabbage samples

Pesticides	Sample	Day after last application (day 0)			Day after last application (day 14)		
		Sample1	Sample2	Average	Sample1	Sample2	Average
metalaxyl	Control	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	T1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	T2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	T3	0.0391	0.0468	0.05	ND	ND	ND
	T4	0.0250	0.0275	0.03	ND	ND	ND
	T5	1.8133	1.9918	1.90	ND	ND	ND
	T6	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Concurrent recovery							
Fortification level (mg/kg)		% recovery of metalaxyl					
0.01		103			101		
0.5		95			97		

LOQ = 0.01 mg/kg, LOD = 0.005 mg/kg

Table 4 Result of mancozeb residue analysis in Chinese cabbage samples

Pesticides	sample	Day after last application (day 0)			Day after last application (day 14)		
		Sample1	Sample2	Average	Sample1	Sample2	Average
mancozeb	Control	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	T1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	T2	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	T3	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	T4	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	T5	179.03	139.65	159.34	ND	ND	ND
	T6	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Concurrent recovery							
Fortification level (mg/kg)		% recovery of mancozeb					
0.5		79			82		

LOQ = 0.5 mg/kg

Table 5 Cost of diluted milks for controlling downy mildew on Chinese cabbage caused by *Peronospora parasitica*

Treatment	Cost/rai (baht)				
	1 st	2 rd	3 rd	4 th	total
T1	774	774	774	774	3,096
T2	1,080	1,080	1,080	1,080	4,320
T3	432	432	774	774	2,412
T4	432	432	1,080	1,080	3,024
T5	432	432	432	432	1,728
T6	0	0	0	0	0



Figure 1. Initial symptoms include large, angular or yellow areas visible on the upper surface. As lesions mature, they expand rapidly and turn brown.

A. Downy mildew lesion on upper leaf surface of Chinese cabbage

B. Fungal sporulation on the lower leaf surface under humid conditions



Figure 2. Efficacy of fungicide and diluted milks for controlling downy mildew on Chinese cabbage caused by *Peronospora parasitica*. The severity of downy mildew was assessed after last spray 7 days.

- A-B. Diluted milks treatment
- C-D. Fungicide and diluted milks treatment
- E. Fungicide treatment
- F. Water treatment (control)

ประสิทธิภาพการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *Bacillus subtilis* (20W1) ในการควบคุมโรคใบจุดคะน้า สาเหตุจากเชื้อรา *Alternaria brassicicola*

นพพล สัตยาสัย¹ หทัยภัทร เจษฎารมย์¹ วรางคนา โชติเศรษฐี¹

บุษราคัม อุดมศักดิ์² สุณิรัตน์ สิมะเตือ² บุญทวีศักดิ์ บุญทวี³

¹กลุ่มบริหารศัตรูพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

²กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

³กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *Bacillus subtilis* ไอโซเลท 20W1 ในการควบคุมโรคใบจุดในคะน้าสาเหตุจากเชื้อรา *Alternaria brassicicola* ดำเนินการทดลองแปลงคะน้าของเกษตรกร อำเภอดำรงวิทยะ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนกันยายน- ตุลาคม พ.ศ.2565 และอำเภอดำรงวิทยะ จังหวัดกาญจนบุรี ในเดือนกันยายน - ตุลาคม พ.ศ.2566 วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ประกอบด้วย 4 กรรมวิธีที่ใช้ป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *Bacillus subtilis* เปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่พ่นสาร chlorothalonil 50% SC อย่างเดียว กรรมวิธีใช้เชื้อ *Bacillus subtilis* อย่างเดียว และกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า โดยทำการสุ่มประเมินความรุนแรงของโรคก่อนพ่นสารทดลองและหลังพ่นสารครั้งสุดท้ายที่ 5 และ 10 วัน ผลการทดลองพบว่าเมื่อพ่นสารทดลองจำนวน 4 ครั้งเว้นทุกๆ 5 วัน กรรมวิธีใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *Bacillus subtilis* มีดัชนีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นเชื้อ *Bacillus subtilis* เพียงอย่างเดียว และกรรมวิธีควบคุม แต่มีดัชนีเปอร์เซ็นต์ความรุนแรงของโรคสูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราเพียงอย่างเดียว เมื่อเปรียบเทียบกันเฉพาะกรรมวิธีที่พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *Bacillus subtilis* พบว่า กรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา 3 ครั้งแรกและพ่นเชื้อ *Bacillus subtilis* ครั้งสุดท้ายมีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคดีที่สุด มีต้นทุนการป้องกันกำจัดต่ำสุดที่ 210 บาทต่อครั้งต่อไร่ ได้น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย 1,105-1,297.5 กิโลกรัมต่อไร่ และมีปริมาณสารพิษตกค้าง 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

คำหลัก: คะน้า โรคใบจุด *Bacillus subtilis*

OP-07

ภาคบรรยาย

Efficacy of Fungicide Combined with *Bacillus subtilis* (20W1) in Controlling Leaf Spot Disease in Kale Caused by *Alternaria brassicicola*

Noppon Suthayasai¹ Hataipat Jessadarom¹ Warangkana Chotsetthee¹

Boossaracum Udomsak² Suneerat Seemadua² Boonthaweesak Boonthawee³

¹Plant Pest Management Research Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

²Plant Pathology Research Group, Plant Protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

³Agricultural Toxic Substance Research Group, Agricultural Production Science Research and Development Division, Department of Agriculture, Bangkok 10900

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effectiveness of combining fungicides with *Bacillus subtilis* isolate 20W1 in controlling leaf spot disease in kale caused by the fungus *Alternaria brassicicola*. The trials were conducted in farmer kale fields in Tha Muang District, Kanchanaburi Province, during September-October 2022, and in Tha Maka District, Kanchanaburi Province, during September-October 2023. The experimental design was a randomized complete block with four replications and seven treatments. These included four treatments using fungicides combined with *Bacillus subtilis*, one treatment with only chlorothalonil 50% SC, one treatment with *Bacillus subtilis* alone, and one control treatment with water only. Disease severity was randomly assessed before spraying and after the final spray at five and ten days. The results showed that after four sprays, applied at five-day intervals, the combined treatment of fungicides and *Bacillus subtilis* significantly reduced disease severity index compared to *Bacillus subtilis* alone and the control treatment. However, the disease severity index for the combined treatment was significantly higher than that of the fungicide-only treatment. Among the combined treatments, the approach of applying fungicides in the first three sprays followed by *Bacillus subtilis* in the final spray was the most effective in disease control, with the lowest protection cost at 210 THB per application per rai. This treatment yielded an average production weight of 1,105–1,297.5 kg/rai, with a residual toxin level of 0.02 mg/kg.

Keywords: kale, leaf spot disease, *Bacillus subtilis*

คำนำ

คะน้า (*Brassica alboglabra*) เป็นพืชผักที่ได้รับความนิยมในการเพาะปลูกอย่างแพร่หลายในประเทศไทย เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูงและเป็นการต้องการของตลาดได้อย่างต่อเนื่อง คะน้ายังเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ในทุกภูมิภาคของประเทศ โดยในปี พ.ศ. 2561 มีพื้นที่ปลูกทั้งประเทศประมาณ 47,833 ไร่ ผลผลิตประมาณ 53,004 ตัน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2563) อย่างไรก็ตาม การปลูกคะน้ามักเผชิญกับปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืช ซึ่งหากไม่มีการป้องกันและกำจัดที่มีประสิทธิภาพ ผลผลิตที่ได้จะลดลงอย่างมากและไม่เป็นที่ต้องการของตลาด

โรคพืชที่สำคัญมักพบอยู่เป็นประจำเมื่อปลูกคะน้าคือ โรคใบจุดสาเหตุจากเชื้อรา *Alternaria brassicicola* (Schw.) Wiltshire เชื้อสามารถทำให้เกิดโรคเกิดทุกส่วนของคะน้าและพบได้ทุกระยะการเจริญเติบโต อาการที่ใบจะพบแผลจุดเล็กๆ สีน้ำตาลอ่อน ต่อมาแผลขยายใหญ่ขึ้น มีสีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลเข้มดำ ระยะต้นแก่มักพบอาการแผลจุดที่เส้นกลางใบรวมถึงก้านใบด้วย แผลมีลักษณะเป็นวงค่อนข้างกลมหรือเป็นแผลยาวเรียงซ้อนกันเป็นชั้น ๆ บางครั้งมีลักษณะฉ่ำน้ำ (กรมวิชาการเกษตร, 2554) สปอร์ของเชื้อราแพร่ไปตามลม น้ำ แผลง สัตว์ มนุษย์ และติดไปกับเครื่องมือการเกษตร (พรพิมล, 2552) ในฤดูฝนหรือฤดูที่ชื้นสูง โรคนี้ระบาดรุนแรงจะส่งผลให้ผลผลิตเสียหายถึง 40 เปอร์เซ็นต์ เชื้อสาเหตุโรคนี้สามารถอยู่ข้ามฤดูในเศษซากพืชในรูปของเส้นใยได้ (Rimmer et al., 2006)

การป้องกันกำจัดโรคใบจุดในคะน้าควรเริ่มตั้งแต่มีก่อนการปลูก โดยวิธีการใช้เมล็ดพันธุ์ที่ปลอดโรค หรือฆ่าเชื้อที่อาจติดมากับเมล็ด โดยแช่น้ำอุ่น 49-50 องศาเซลเซียส นาน 20-25 นาที (กรมวิชาการเกษตร, 2554) การใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราเพื่อป้องกันโรคนี้ที่ได้รับการทดสอบแล้ว เช่น สาร pyraclostrobin 25% W/V EC อัตรา 15 มล.ต่อน้ำ 20 ลิตร, propiconazole 25% W/V อัตรา 25 มล.ต่อน้ำ 20 ลิตร และสาร iprodione 50% WP อัตรา 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร (ยุทธศักดิ์ และคณะ, 2556) และ chlorothalonil 50% SC อัตรา 20-30 มล.ต่อน้ำ 20 ลิตร (อรพรรณ, 2552) นอกจากนี้ การควบคุมโรคโดยชีววิธีเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้น บุษราคัม และคณะ (2556) รายงานว่าเชื้อจุลินทรีย์ *Bacillus subtilis* มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคใบจุดคะน้าที่เกิดจากเชื้อรา *A. brassicicola* ได้เป็นอย่างดี โดยการพ่นเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท 20W1 อัตรา 20-30 กรัม/น้ำ 20 ลิตรให้ผลเทียบเท่าและ อัตรา 40-50 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ให้ผลดีกว่าการใช้สารเคมี เช่น mancozeb 80% WP อัตรา 40-50 กรัม/น้ำ 20 ลิตร เพื่อลดผลกระทบทางลบ ลดการตกค้างในผลผลิตจากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดโรคพืช การใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืชร่วมกับการใช้เชื้อ *B. subtilis* จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจ เนื่องจาก *B. subtilis* มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อโรคพืชหลายชนิดผ่านกลไกต่าง ๆ เช่น การสร้างสารต้านจุลชีพ การกระตุ้นภูมิคุ้มกันในพืช และการแข่งขันในแหล่งอาศัย โดย Lise Korsten (1992) รายงานว่าการใช้ สาร copper oxychloride ร่วมกับเชื้อ *B. subtilis* มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรค black spot ของโอวากาโด สาเหตุจากเชื้อ *Pseudocercospora purpurea* ได้ดี เมื่อฉีดพ่น copper oxychloride แล้วตามด้วย เชื้อ *B. subtilis* แต่ไม่เทียบเท่าการฉีดพ่น copper oxychloride อย่างเดียว

การลดการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดโรคพืชยังมีความสำคัญอย่างยิ่งในกระบวนการผลิตพืชอาหาร เนื่องจากการใช้สารเคมีบ่อยครั้งอาจส่งผลให้เกิดการตกค้างในผลผลิต ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคหากบริโภคในระยะยาว การตกค้างของสารเคมียังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในแหล่งดินและน้ำ ซึ่งอาจสร้างผลกระทบสะสมในระบบนิเวศน์ ดังนั้น การใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *B. subtilis* เป็นวิธีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน ช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมีในการควบคุมโรค ทำให้ผลผลิตมีความปลอดภัย และส่งเสริมการเกษตรที่ยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ของการทดลองนี้เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *B. subtilis* สายพันธุ์ 20W1 ในการควบคุมโรคใบจุดในคะน้าที่เกิดจากเชื้อรา *A. brassicicola* ทั้งนี้เพื่อลดการใช้สารเคมี เพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมโรค และสร้างแนวทางการควบคุมโรคพืชที่ปลอดภัยและยั่งยืน ขอบเขตของการวิจัยจะครอบคลุมถึงการทดลองในห้องปฏิบัติการและในสภาพแปลงปลูก โดยการวัดประสิทธิภาพในการควบคุมโรค ตลอดจนผลกระทบต่อการเจริญเติบโต ปริมาณผลผลิตของคะน้า และการตกค้างของสารเคมีในผลผลิตคะน้า

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. แปลงปลูกคะน้า
2. สารป้องกันกำจัดเชื้อรา chlorothalonil 50% SC
3. ผลิตภัณฑ์ *Bacillus subtilis* (20W1)
4. เครื่องพ่นสารแบบสับโยกสะพายหลัง
5. ป้ายแสดงกรรมวิธี
6. อุปกรณ์ชั่ง ตวง วัด เช่น เครื่องชั่งน้ำหนัก ถังพลาสติก กระบอกตวง ปีกเกอร์ เป็นต้น
7. อุปกรณ์เก็บข้อมูล เช่น กล้องถ่ายรูป ถังพลาสติก เป็นต้น

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block (RCB) มี 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ครั้งที่ 1 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา chlorothalonil 50% SC ครั้งที่ 2, 3 และ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *Bacillus subtilis* (20W1)

กรรมวิธีที่ 2 ครั้งที่ 1 และ 2 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา chlorothalonil 50% SC ครั้งที่ 3 และ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *Bacillus subtilis* (20W1)

กรรมวิธีที่ 3 ครั้งที่ 1, 2 และ 3 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา chlorothalonil 50% SC ลิตร ครั้งที่ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *Bacillus subtilis* (20W1)

กรรมวิธีที่ 4 ครั้งที่ 1 และ 3 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา chlorothalonil 50% SC ครั้งที่ 2 และ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *Bacillus subtilis* (20W1)

กรรมวิธีที่ 5 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราอย่างเดียว

กรรมวิธีที่ 6 พันผลิตภัณฑ์ *Bacillus subtilis* (20W1) อย่างเดียว

กรรมวิธีที่ 7 พันน้ำเปล่าอย่างเดียว control

อัตราสารป้องกันกำจัดเชื้อราที่นำมาใช้พ่นตามกรรมวิธีทดลอง คือ 30 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร และผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* อัตรา 30 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร

วิธีปฏิบัติการทดลอง

ดำเนินการทดลองแปลงปลูกคะน้าในเดือนกันยายน - ตุลาคม 2565 ณ ตำบลทุ่งทอง อำเภอดำรงวิทยะบุรี และในเดือนกันยายน - ตุลาคม 2566 ณ ตำบลตะคร้ำเอน อำเภอดำรงวิทยะบุรี จำนวน 28 แปลงย่อยต่อแปลงทดลองโดยมีขนาดแปลงย่อยไม่น้อยกว่า 20 ตารางเมตร โดยเว้นระยะระหว่างแปลงย่อยไม่น้อยกว่า 1 เมตร พ่นสารทดลองเมื่อพบอาการโรคใบจุดคะน้าด้วยเครื่องพ่นสารแบบสูญญากาศพวยหลัง ทั้งหมด 4 ครั้ง เว้นระยะการพ่นทุก 5 วัน ทำการประเมินความรุนแรงของโรคก่อนพ่นสารทดลอง และหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย 5 และ 10 วัน โดยสุ่มประเมินความรุนแรงของโรค ทั้งหมด 20 ต้นต่อแปลงย่อย ประเมินความรุนแรงจากอาการที่ปรากฏบนใบทุกใบ แบ่งระดับความรุนแรงของโรคเป็น 6 ระดับ ดังนี้

ระดับ 0 ไม่ปรากฏอาการโรค

ระดับ 1 แสดงอาการโรค 1-5 % ของพื้นที่ใบ

ระดับ 2 แสดงอาการโรค 6-10 % ของพื้นที่ใบ

ระดับ 3 แสดงอาการโรค 11-25 % ของพื้นที่ใบ

ระดับ 4 แสดงอาการโรค 26-50 % ของพื้นที่ใบ

ระดับ 5 แสดงอาการโรคมากกว่า 50 % ของพื้นที่ใบ

นำมาคำนวณหาดัชนีความรุนแรงของโรค ตามสูตร percentage severity index (PSI) ตามวิธีของ Wheeler BEJ (1969)

$$\text{ดัชนีความรุนแรงของโรค} = \frac{\text{ผลรวมของ (จำนวนใบที่เป็นโรคในแต่ละระดับ x ระดับ) x 100}}{\text{จำนวนใบทั้งหมด x ระดับอาการสูงสุด}}$$

ดำเนินการตรวจสอบหาสารเคมีตกค้าง โดยสุ่มเก็บใบคะน้าจำนวน 1 กิโลกรัม ต่อแปลงย่อย หลังจากพ่นสารทดลองสุดท้าย 14 วัน ส่งตรวจ ณ ห้องปฏิบัติการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกดัชนีความรุนแรงของโรค
- บันทึกสภาพแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงต่างๆขณะทำการทดลอง
- ปริมาณผลผลิต
- ความเป็นพิษต่อพืช
- วิเคราะห์ต้นทุนการใช้สาร

ผลการทดลองและวิจารณ์

ประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *Bacillus subtilis* ในการควบคุมโรคใบจุดคะน้า

แปลงที่ 1 ดำเนินการทดลองแปลงคะน้าของเกษตรกรในอำเภอนาทม จังหวัดกาฬสินธุ์ ระหว่างเดือนกันยายน ถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ.2565 ก่อนการพ่นสารตามกรรมวิธีทำการประเมินความรุนแรงของโรคจากอาการที่ปรากฏบนใบ พบว่าทุกกลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา chlorothalonil 50% SC ร่วมกับเชื้อ *Bacillus subtilis* (20w1), กรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราอย่างเดียว, กรรมวิธีพ่นเชื้อ *B. subtilis* อย่างเดียว และกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 26.31-27.81 ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ประเมินความรุนแรงของโรคหลังการพ่นสารทดลองครั้งแรกแล้ว 5 วัน พบว่ากลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *B. subtilis* มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.59-7.36 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราอย่างเดียว และกรรมวิธีพ่นเชื้อ *B. subtilis* อย่างเดียว มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 7.06 และ 10.08 ตามลำดับ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ยเท่ากับ 39.56

ประเมินความรุนแรงของโรคหลังการพ่นสารทดลองครั้งแรกแล้ว 10 วัน พบว่ากลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *B. subtilis* มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.64-6.16 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราอย่างเดียว ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 5.65 แต่มีดัชนีความรุนแรงของโรคน้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นเชื้อ *B. subtilis* อย่างเดียว และกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 12.06 และ 43.56 ตามลำดับ

ประเมินความรุนแรงของโรคหลังการพ่นสารทดลองครั้งแรกแล้ว 15 วัน พบว่ากลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *B. subtilis* มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.86-5.96 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราอย่างเดียว ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 4.50 แต่มีดัชนีความรุนแรงของโรคน้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นเชื้อ *B. subtilis* อย่างเดียว และกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 11.40 และ 56.88 ตามลำดับ

ประเมินความรุนแรงของโรคหลังการพ่นสารทดลองครั้งสุดท้ายแล้ว 5 วัน พบว่า กรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราอย่างเดียวมีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ยเท่ากับ 2.19 น้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *B. subtilis*, กรรมวิธีพ่นเชื้อ *B. subtilis* อย่างเดียว และกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า โดยกลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *B. subtilis* มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.98 - 5.63 น้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นเชื้อ *B. subtilis* อย่างเดียว และกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 9.73 และ 63.19 ตามลำดับ

ประเมินความรุนแรงของโรคหลังการพ่นสารทดลองครั้งสุดท้ายแล้ว 10 วัน พบว่า กรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราอย่างเดียวนี้อาจมีความรุนแรงของโรคเฉลี่ยเท่ากับ 2.24 น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *B. subtilis* , กรรมวิธีพ่นเชื้อ *B. subtilis* อย่างเดียว และกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า โดยกลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *B. subtilis* มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.79-6.21 น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นเชื้อ *B. subtilis* อย่างเดียว มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ยเท่ากับ 8.95 ส่วนกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่ามีดัชนีความรุนแรงของโรคมากที่สุดเฉลี่ยเท่ากับ 67.21 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *B. subtilis* พบว่า กรรมวิธีครั้งที่ 1, 2 และ 3 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ครั้งที่ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ยเท่ากับ 3.79 น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีครั้งที่ 1 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ครั้งที่ 2, 3 และ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* , กรรมวิธีครั้งที่ 1 และ 2 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ครั้งที่ 3 และ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* และกรรมวิธีครั้งที่ 1 และ 3 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ครั้งที่ 2 และ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ยเท่ากับ 6.21, 5.73 และ 6.16 ตามลำดับ

แปลงที่ 2 ดำเนินการทดลองแปลงค่น้ำของเกษตรกรในอำเภอนาทม จังหวัดกาฬสินธุ์ ระหว่างเดือนกันยายน ถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ.2565 ก่อนการพ่นสารตามกรรมวิธีทำการประเมินความรุนแรงของโรคจากอาการที่ปรากฏบนใบ พบว่าทุกกลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา chlorothalonil 50% SC ร่วมกับเชื้อ *B. subtilis* (20w1), กรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราอย่างเดียว, กรรมวิธีพ่นเชื้อ *B. subtilis* อย่างเดียว และกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 16.80-17.50 ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ประเมินความรุนแรงของโรคหลังการพ่นสารทดลองครั้งแรกแล้ว 5 วัน พบว่ากลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *B. subtilis* มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 9.58-9.66 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราอย่างเดียว และกรรมวิธีพ่นเชื้อ *B. subtilis* อย่างเดียว มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 9.49 และ 10.01 ตามลำดับ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ยเท่ากับ 33.38

ประเมินความรุนแรงของโรคหลังการพ่นสารทดลองครั้งแรกแล้ว 10 วัน พบว่ากลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *B. subtilis* มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5.44-7.80 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราอย่างเดียว ที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 5.48 แต่มีดัชนีความรุนแรงของโรคน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นเชื้อ *B. subtilis* อย่างเดียว และกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่าที่มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ย 9.16 และ 45.16 ตามลำดับ

ประเมินความรุนแรงของโรคหลังการพ่นสารทดลองครั้งแรกแล้ว 15 วัน พบว่ากลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราร่วมกับเชื้อ *B. subtilis* มีดัชนีความรุนแรงของโรคเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.88-4.06 ไม่

ความเป็นพิษต่อพืช

จากการทดลองใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรา chlorothalonil 50% SC อัตรา 30 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร ร่วมกับผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท 20W1 อัตรา 30 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ในการป้องกันกำจัดโรคใบจุดคะน้าสาเหตุจากเชื้อรา *Alternaria brassicicola* พบว่าทุกกรรมวิธีไม่ทำให้คะน้าแสดงอาการผิดปกติ คะน้ายังเจริญเติบโตจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต

สารเคมีตกค้าง (Table 3)

ผลผลิตคะน้าจากการสุ่มเก็บตัวอย่าง 1 กิโลกรัม หลังจากพ่นสารทดลองครั้งที่ 4 ไปแล้ว 14 วัน พบว่า กรรมวิธีพ่นผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* อย่างเดียว 4 ครั้ง และกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า ไม่พบสารป้องกันกำจัดเชื้อราตกค้างในตัวอย่างผลผลิต ส่วนกรรมวิธีที่พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราตกค้างในตัวอย่างผลผลิตไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัมต่อผลผลิต 1 กิโลกรัม คือ กรรมวิธีครั้งที่ 1 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ครั้งที่ 2, 3 และ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* , กรรมวิธีครั้งที่ 1 และ 2 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ครั้งที่ 3 และ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* และกรรมวิธีครั้งที่ 1 และ 3 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ครั้งที่ 2 และ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* ส่วนกรรมวิธีครั้งที่ 1, 2 และ 3 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ครั้งที่ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* พบสารป้องกันกำจัดเชื้อราตกค้างในตัวอย่างผลผลิต 0.02 มิลลิกรัมต่อผลผลิต 1 กิโลกรัม ส่วนกรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราอย่างเดียว 4 ครั้ง พบสารป้องกันกำจัดเชื้อราตกค้างในตัวอย่างผลผลิตมากที่สุดคือ 0.069 มิลลิกรัมต่อผลผลิต 1 กิโลกรัม ซึ่งทุกกรรมวิธีที่ทดลองมีสารป้องกันกำจัดเชื้อราตกค้างในตัวอย่างผลผลิตคะน้า น้อยกว่าค่า MRL (Maximum Residue Limit) ของสาร chlorothalonil ในผักคะน้าตามมาตรฐานของประเทศไทย (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ) คือไม่เกิน 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)

ต้นทุนการใช้สารป้องกันกำจัดเชื้อรา (Table 4)

เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการพ่นสารในกลุ่มกรรมวิธีที่พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา chlorothalonil 50% SC ร่วมกับเชื้อ *B. subtilis* ไอโซเลท 20W1 พบว่ากรรมวิธีครั้งที่ 1, 2 และ 3 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ครั้งที่ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* ที่มีต้นทุนการพ่นสารต่ำที่สุด คิดเป็น 210 บาทต่อไร่ รองลงมา คือ กรรมวิธีครั้งที่ 1 และ 2 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ครั้งที่ 3 และ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* , กรรมวิธีครั้งที่ 1 และ 3 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ครั้งที่ 2 และ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* มีต้นทุนการพ่นสารคิดเป็น 240 บาทต่อไร่ ส่วนกรรมวิธีครั้งที่ 1 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ครั้งที่ 2, 3 และ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* ที่มีต้นทุนการพ่นสารสูงที่สุดคิดเป็น 270 บาทต่อไร่ ในส่วนกรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราอย่างเดียว และกรรมวิธีพ่นผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* อย่างเดียว มีต้นทุนการพ่นสารคิดเป็น 180 และ 300 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

ผลผลิตค่น้ำ (Table 1, Table 2)

เปรียบเทียบน้ำหนักรวมผลผลิตค่น้ำที่มีคุณภาพส่งตลาดทั้งสองแปลงทดลอง พบว่ากลุ่มกรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา chlorothalonil 50% SC ร่วมกับผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* ไอโซเลท 20W1 ได้น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย 902.5-1,297.5 กิโลกรัม/ไร่ น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา chlorothalonil อย่างเดียวที่ได้น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย 1,225-1,387.5 กิโลกรัม/ไร่ แต่มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* เพียงอย่างเดียวและกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า ที่มีน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย 875-905 และ 527.5-505 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับในกลุ่มกรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา chlorothalonil ร่วมกับผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* พบว่า กรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา 3 ครั้งแรกและพ่นเชื้อ *B. subtilis* ครั้งสุดท้าย ได้น้ำหนักผลผลิตเฉลี่ยมากกว่าที่สุดคือ 1,105-1,297.5 กิโลกรัม/ไร่ ซึ่งมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีครั้งที่ 1 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ครั้งที่ 2, 3 และ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* , กรรมวิธีครั้งที่ 1 และ 2 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ครั้งที่ 3 และ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* และกรรมวิธีครั้งที่ 1 และ 3 พ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา ครั้งที่ 2 และ 4 พ่นผลิตภัณฑ์ *B. subtilis* ที่มีน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย 902.5-932.5, 971.25-1,077.5 และ 988.75-1,050 กิโลกรัม/ไร่ ตามลำดับ

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากผลการทดลอง พบว่าหลังจากพ่นสารครั้งสุดท้าย 10 วัน กรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา 3 ครั้งแรก และพ่นเชื้อ *Bacillus subtilis* (20W1) ครั้งสุดท้าย มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคใบจุดในค่น้ำได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น ๆ โดยมีดัชนีความรุนแรงของโรคต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นเชื้อ *B. subtilis* เพียงอย่างเดียวและกรรมวิธีพ่นน้ำเปล่า อย่างไรก็ตาม ดัชนีความรุนแรงของโรคยังคงมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราเพียงอย่างเดียว ทุกกรรมวิธีทดลองไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นค่น้ำ โดยต้นค่น้ำยังเจริญเติบโตได้ดีจนถึงการเก็บเกี่ยว ตัวอย่างผลผลิตจากทุกกรรมวิธีไม่พบสารป้องกันกำจัดเชื้อราตกค้างเกินค่ามาตรฐาน MRL ของประเทศไทยที่กำหนดไว้ไม่เกิน 4 มก./กก. ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทุกกรรมวิธีการทดลองมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค เมื่อพิจารณาต้นทุนการพ่นสาร พบว่ากรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา 3 ครั้งแรก และพ่นเชื้อ *B. subtilis* ครั้งสุดท้าย มีต้นทุนต่ำที่สุดในกลุ่มกรรมวิธีผสม คือ 210 บาท/ไร่ และต่ำกว่ากรรมวิธีพ่นเชื้อ *B. subtilis* อย่างเดียวที่มีต้นทุน 300 บาท/ไร่ อย่างไรก็ตาม กรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราเพียงอย่างเดียวมีต้นทุนต่ำที่สุด คือ 180 บาท/ไร่ ในด้านผลผลิต กรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา 3 ครั้งแรก และพ่นเชื้อ *B. subtilis* ครั้งสุดท้าย ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด โดยมีน้ำหนักผลผลิตเฉลี่ย 1,105-1,297.5 กก./ไร่ ซึ่งมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีผสมอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม ผลผลิตจากกรรมวิธีนี้มีปริมาณน้อยกว่ากรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราเพียงอย่างเดียวที่ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุดที่ 1,225-1,387.5 กก./ไร่ แต่ควรพิจารณาว่า กรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อราเพียงอย่างเดียวมีสารตกค้างในผลผลิต (0.069 มก./กก.) แม้จะต่ำกว่าค่ามาตรฐาน MRL แต่ยังสูงกว่ากรรมวิธีอื่น

เมื่อพิจารณาทั้งประสิทธิภาพในการควบคุมโรค ความปลอดภัยของผลผลิต ต้นทุนการพ่นสาร และปริมาณผลผลิต พบว่ากรรมวิธีพ่นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา 3 ครั้งแรก และพ่นเชื้อ *B. subtilis* ครั้งสุดท้าย เป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการจัดการโรคใบจุดในคะน้า เนื่องจากมีความสมดุลระหว่างต้นทุนต่ำ ประสิทธิภาพการควบคุมโรคสูง และความปลอดภัยของผลผลิตที่ดีต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2554. โรคผักและการป้องกันกำจัด. กลุ่มวิจัยโรคพืชการ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 153 หน้า
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2563. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารกรมส่งเสริมการเกษตร พศจิกายน 2562 : แหล่งข้อมูล (ระบบออนไลน์) <http://www.agriinfo.doae.go.th/year62/plant/rortor/veget/17.pdf> (30 มกราคม 2563)
- บุษราคัม อุดมศักดิ์ ญัฐธิดา โฆษิตเจริญกุล บุรณี พัวพงษ์แพทย์ และ วรางคณา แซ่อ้วน. 2556. การทดสอบประสิทธิภาพ *Bacillus subtilis* ในการควบคุมโรคใบจุดคะน้าสาเหตุจากเชื้อรา *Alternaria brassicicola*. หน้า 470-478. ใน : รายงานผลงานวิจัยประจำปี ๒๕๕๖ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร.
- พรพิมล อธิปัญญาคม. 2552. โรคใบจุดหน้า 93-94. ใน : คู่มือโรคผัก สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.
- ยุทธศักดิ์ เจียมไชยศรี, อภิรักษ์ สมฤทธิ์ และธารทิพย์ ภาสบุตร. 2556. ประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดโรคพืชในการป้องกันกำจัดเชื้อราสกุล *Alternaria* sp. สาเหตุโรคพืช. หน้า 988-998. ใน : ผลงานวิจัยประจำปี 2556. กรมวิชาการเกษตร.
- อรรถพรณ วิเศษสังข์. 2552. คู่มือการเลือกใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืช. กลุ่มวิจัยโรคพืชการ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ. 128 หน้า
- Chandle, H.W. 1950. Evergreen orchard. Lea and Febiger Co., Ltd. Philadelphia. 452 p.
- Rimmer R.S., Shattuck V.I. and Buchwaldt, L. 2006. Compendium of brassica disease, The American Phytopathological Society Press. Minnesota. 117 p.
- Lise Korsten, J H Lonsdale, de Villiers E. E. and Kotze J.M. 1992. Effect of *Bacillus subtilis* and fungicide sprays for control of preharvest diseases of avocado. South African Avocado Growers' Association Yearbook 15:9-11
- Wheeler BEJ. 1969. An Introduction to plant diseases. Wiley and Sons, London.

Table1 Efficacy of fungicides in combination with *Bacillus subtilis* (20W1) for controlling leaf spot disease on kale caused by *Alternaria brassicicola* at Thamuang district, Kanchanaburi province

Treatment	% percentage severity index ^{1/}						Marketable yield (kg./Rai)
	Before app.	After app. 1 st (days)			After app. 4 th (days)		
		5	10	15	5	10	
Fungicides : Bs : Bs	26.31 ns	7.36 a	6.16 a	5.63 a	5.56 b	6.21 c	932.5 c
Fungicides : Fungicides : Bs : Bs	26.94 ns	7.25 a	5.89 a	5.50 a	5.25 b	5.73 c	1,077.5 c
Fungicides : Fungicides : Fungicides : Bs	26.31 ns	6.59 a	5.64 a	4.86 a	3.98 ab	3.79 b	1,297.5 b
Fungicides : Bs : Fungicides : Bs	27.69 ns	7.31 a	6.10 a	5.96 a	5.63 b	6.16 c	1,050.0 c
Fungicides : Fungicides : Fungicides : Fungicides	26.87 ns	7.06 a	5.65 a	4.50 a	2.19 a	2.24 a	1,387.5 a
Bs : Bs : Bs : Bs	27.81 ns	10.08 b	12.06 b	11.40 b	9.73 c	8.95 d	905.0 d
Water	27.13 ns	39.56 b	43.56 c	56.88 c	63.19 d	67.21 e	550.0 e
CV	3.3	21.3	24.7	8.5	10.5	5.5	24.86
R.E.	-	-	16.5	16.3	1.6	3.6	
Integration pattern VS Fungicide		ns	ns	ns	**	**	**
Integration pattern VS <i>Bacillus subtilis</i>		ns	**	**	**	**	**
Untreated VS Treated		**	**	**	**	**	**

^{1/1} The evaluation of *Alternaria brassicicola* was conducted using a leaf spot disease scoring system based on a fungicide efficacy experimental design and analysis of the percentage severity index (PSI).

* = indicates statistical difference by F-Test (p<0.05) ** = indicates highly statistical difference by F-Test (p<0.01) ns = indicates non-significance by F-Test (p>0.0

Table2 Efficacy of fungicides in combination with *Bacillus subtilis* (20W1) for controlling leaf spot disease on kale caused by *Alternaria brassicicola* at ThaMaka district, Kanchanaburi province

Treatment	% percentage severity index ^{1/}						Maketable yield (kg./Rai)
	Before app.	After app. 1 st (days)			After app. 4 th (days)		
		5	10	15	5	10	
Fungicides : Bs : Bs	17.15 ns	9.64 a	5.74 a	3.98 a	4.33 c	4.13 c	902.5 c
Fungicides : Fungicides : Bs : Bs	17.50 ns	9.58 a	5.69 a	3.88 a	3.16 c	2.58 bc	971.25 bc
Fungicides : Fungicides : Fungicides : Bs	17.08 ns	9.60 a	5.44 a	3.94 a	1.43 b	1.28 ab	1,105 b
Fungicides : Bs : Fungicides : Bs	17.13 ns	9.66 a	7.80 a	4.06 a	3.36 c	2.94 bc	988.75 bc
Fungicides : Fungicides : Fungicides : Fungicides	17.32 ns	9.49 a	5.48 a	3.96 a	0.00 a	0.00 a	1,225 a
Bs : Bs : Bs : Bs	16.88 ns	10.01 a	9.16 b	6.76 b	4.50 c	4.47 c	875 c
Water	16.80 ns	33.38 b	45.16 c	58.84 c	65.16 d	70.58 d	527.5 d
CV	3.3	7.6	18.4	6.7	7.9	9.8	23.24
R.E.	-	-	4.9	9.1	0.7	1.1	-
Integration pattern VS Fungicide		ns	ns	ns	**	**	**
Integration pattern VS <i>Bacillus subtilis</i>		ns	**	**	*	*	*
Untreated VS Treated		**	**	**	**	**	**

^{1/} The evaluation of *Alternaria brassicicola* was conducted using a leaf spot disease scoring system based on a fungicide efficacy experimental design and analysis of the percentage severity index (PSI).

* = indicates statistical difference by F-Test (p<0.05) ** = indicates highly statistical difference by F-Test (p<0.01) ns = indicates non-significance by F-Test (p>0.05)

Table 3 Quantity of fungicide residues from kale samples collected 14 days after the last spray application.

Treatment	Quantity of fungicides residue (mg./kg)
Fungicides : Bs : Bs : Bs	< LOQ
Fungicides : Fungicides : Bs : Bs	< LOQ
Fungicides : Fungicides : Fungicides : Bs	0.02
Fungicides : Bs : Fungicides : Bs	LOQ
Fungicides : Fungicides : Fungicides : Fungicides	0.069
Bs : Bs : Bs : Bs	ND
Water	ND

ND = none detectable

LOQ = 0.01 mg/ml

Table 4 The average cost of integrating pattern fungicides and *Bacillus subtilis* (20W1) for controlling leaf spot disease on kale.

Treatment	Cost of Fungicides ^{1/} (Baht/rai)	Cost of Bs (20w1) ^{2/} (Baht/rai)	Total Cost (Baht/rai)
Fungicides : Bs : Bs : Bs	45	225	270
Fungicides : Fungicides : Bs : Bs	90	150	240
Fungicides : Fungicides : Fungicides : Bs	135	75	210
Fungicides : Bs : Fungicides : Bs	90	150	240
Fungicides : Fungicides : Fungicides : Fungicides	180	0	180
Bs : Bs : Bs : Bs	0	240	300
Water	-	-	-

^{1/} In 2023 cost of fungicides (Chlorothalonil) is 300 bath/liter

^{2/} In 2023 cost of *Bacillus subtilis* (20W1) is 500 bath/Kg.

Spray volume : 100 liters/rai

การศึกษาศักยภาพของผลิตภัณฑ์สารสกัดหุ้ญ่าแผลร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในพริก

ณิชาภัทร อ่องอารีย์ นริศรา นันตี ภรณ์ทิพย์ สร้อยสาย กานต์สิริ จินดาปัญญาพัฒน์*

สาขาวิชากีฏวิทยาและโรคพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพของผลิตภัณฑ์สารสกัดหุ้ญ่าแผล (VZ) ร่วมกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมชนิด *Meloidogyne* spp. ที่ก่อให้เกิดโรครากปมในพริก การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ VZ ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืช 2 ชนิด คือ Abamectin และ Amitraz ในระดับโรงเรือนทดลอง จากผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีสารเคมี Abamectin ร่วมกับผลิตภัณฑ์ VZ สามารถลดจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 4 ของไส้เดือนฝอยรากปมได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (76.35%) นอกจากนี้การใช้ผลิตภัณฑ์ VZ ไม่มีผลต่อความสูงและความกว้างทรงพุ่ม ผลการทดลองในระดับโรงเรือนทดลองพบว่าการใช้สารเคมี Abamectin ร่วมกับผลิตภัณฑ์ VZ สามารถเสริมประสิทธิภาพในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ผลิตภัณฑ์ VZ ร่วมกับสารเคมี Amitraz จากผลการทดลองนี้สามารถยืนยันการใช้สารเคมี Abamectin ร่วมกับผลิตภัณฑ์ VZ สามารถควบคุมและลดจำนวนของไส้เดือนฝอยรากปมมากกว่าการใช้ร่วมกับ Amitraz ในพริกที่อายุ 45 วันหลังการปลูกเชื้อ การค้นพบนี้เน้นย้ำถึงศักยภาพของกลยุทธ์การจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสานที่สามารถรวมเอาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเข้ากับผลิตภัณฑ์สารสกัดจากพืชเพื่อการควบคุมไส้เดือนฝอยอย่างยั่งยืน

คำหลัก: ผลิตภัณฑ์สารสกัดพืช ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช การควบคุมโดยชีววิธี เสริมประสิทธิภาพการจัดการศัตรูพืชแบบผสมผสาน

OP-08

ภาคบรรยาย

The Nematicidal Potential of Vetiver Bioproduct Combined with Chemical Insecticides for Controlling Root-knot Nematodes in Chili

Nichaphat Auangaree Narissara Nandee Pornthip Sroisai Kansiree Jindapunnapat*

Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University,
Khon Kaen 40002

ABSTRACT

This research aimed to study the potential of vetiver bioproducts (VZ) combined with chemical insecticides in controlling root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) causing root-knot disease in chili. The experiments evaluated the efficiency of VZ combined with chemical pesticides: Abamectin and Amitraz in the greenhouse. The results exhibited that Abamectin combined with VZ significantly decreased the number of fourth juvenile root-knot nematodes compared with the control (76.35%). Furthermore, the combination of Abamectin and VZ showed that were not effective on the height and canopy of chili. In addition, the results in the greenhouse demonstrated that the combination of VZ and Abamectin increases effectiveness in controlling and inhibiting the number of root-knot nematodes than the combination with Amitraz in 45 days after inoculation. The research results confirmed significant control and inhibition of root-knot nematode *Meloidogyne* spp. in chili. These findings highlight the potential of integrated pest management strategies combining chemical pesticides with plant extracts for sustainable nematode control.

Keywords: Plant extracts, Plant parasitic nematodes, Biocontrol, adjuvant, Integrated pest Management

คำนำ

ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช (Plant parasitic nematodes) จัดอยู่ในกลุ่มสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง ลำตัวเป็นแบบสมมาตร (bilateral symmetry) กลมยาวคล้ายเส้นด้าย บางชนิดเป็นรูปทรงกระบอก (cylindrical) บางชนิดหัวท้ายแหลม (filiform) เป็นไส้เดือนฝอยกลุ่มที่เข้าทำลายพืชได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม อีกทั้งยังส่งผลเสียให้กับผลผลิตทางการเกษตร (สืบศักดิ์, 2541) ไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* spp. เป็นศัตรูพืชซึ่งก่อให้เกิดโรครากปมทำความเสียหายกับพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ และมีพืชอาศัยมากกว่า 2,000 ชนิด เช่น มันฝรั่ง พริก มะเขือเทศ ยาสูบ จิง ฝรั่ง ข้าว ฝ้าย เยอบีรา ฯลฯ (ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีทางการเกษตรด้านการอารักขาพืช, 2563) ในประเทศไทย ณ ปัจจุบันมีการรายงานชนิดของไส้เดือนฝอยรากปมจำนวน 10 ชนิด และพบว่ามีผลกระทบปรากฏให้เห็นได้ในพริกทุกสายพันธุ์ แต่มีความรุนแรงที่แตกต่างกันตามสายพันธุ์พริก โดยระดับสูงที่สุดในพริกสายพันธุ์ที่อ่อนแอ ทำให้เกษตรกรสูญเสียรายได้ และสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจอย่างมาก (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2561) การป้องกันไส้เดือนฝอยรากปมมีหลากหลายวิธี เช่น การจัดการโดยปลูกพืชอื่นสลับ เช่น ปอเทือง เพื่อจำกัดการกระจายตัวของไส้เดือนฝอยรากปม สามารถกำจัดไส้เดือนฝอยรากปมโดยใช้สารเคมี เช่น อะบาเมกติน (ไตรเดซและคณะ 2554) อีกทั้งสารฆ่าแมลงหลายชนิดสามารถใช้เป็นสารกำจัดไส้เดือนฝอยได้ (Insecticides – Nematicides) ซึ่งมีรายงานการศึกษาว่าสามารถควบคุมได้ทั้งแมลงและไส้เดือนฝอย สารป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอยศัตรูพืชทุกชนิดมีสารออกฤทธิ์ (Active Ingredient) จัดอยู่ในกลุ่มซึ่งมีพิษร้ายแรง ประเภทดูดซึมหรือสลายตัวช้า (Jansson and Rabatin, 1998) แต่อย่างไรก็ตามการควบคุมและกำจัดไส้เดือนฝอยนั้นยังมีอีกหลายวิธีการนอกเหนือจากการใช้สารเคมี อาทิ การทำเกษตรกรรม การใช้จุลินทรีย์ รวมไปถึงการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดพืชป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอย เป็นหนึ่งทางเลือกที่สามารถลดการใช้หรือทดแทนการใช้สารเคมีทางการเกษตรได้เป็นอย่างมาก โดยในปัจจุบันพบว่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างเป็นจำนวนมากในผลผลิต ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม (Nordmeyer, 1992)

งานวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สารสกัดหูลำแพก (VZ) ร่วมกับสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืช 2 ชนิด ได้แก่ สารเคมีอะบาเมกติน (Abamectin) และสารเคมีอะมิทราซ (Amitraz) ในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปม *Meloidogyne* spp. เพื่อเป็นทางเลือกในการหาวิธีป้องกันกำจัดไส้เดือนฝอยรากปมและลดการใช้สารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชที่มีผลกระทบต่อสารตกค้างบนผลผลิตพริกในอนาคต

วิธีการดำเนินการ

1. การเตรียมไส้เดือนฝอยรากปม

เตรียมตัวอย่างไส้เดือนฝอยรากปมด้วยการนำรากต้นหม่อนที่เป็นโรครากปมมาล้างด้วยน้ำประปาให้สะอาด จากนั้นนำมาตัดด้วยกรรไกรโดยตัดผ่านปมเป็นชิ้นขนาด 1-2 มิลลิเมตรใส่บีกเกอร์พลาสติกขนาด 500 มิลลิลิตร หลังจากนั้นเติมโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl Clorox, The Clorox company, สหรัฐอเมริกา) ความ

เข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ จำนวนปริมาตร 200 มิลลิลิตร ทำการปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องกวนสาร 4 นาที ความเร็ว 100 รอบต่อนาที หลังจากนั้นนำรากและสารละลายที่ได้ล้างน้ำผ่านตะแกรงขนาด 60 และ 500 mesh ตามลำดับ ล้างจนหมดกลิ่นโซเดียมไฮโปคลอไรท์ เก็บไข่ไส้เดือนฝอยรากปมและนำขึ้นกรวยโดยดัดแปลงจากวิธี Baermann Funnel (Marais et al., 2017) หลังจากนั้น 3 วันเก็บตัวอ่อนระยะที่ 2 ของไข่ไส้เดือนฝอยรากปมเพื่อใช้ในการเตรียมปลูกเชื้อในระดับโรงเรือนทดลองต่อไป

2. การเตรียมสารเคมี

ทำการเตรียมสารเคมีอะบาเมกติน (Abamectin) อัตรา 75 ไมโครลิตร ต่อน้ำ 50 มิลลิลิตร, สารเคมีอะมิทราซ (Amitraz) อัตรา 100 ไมโครลิตร ต่อน้ำ 50 มิลลิลิตร ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญาแฝก VZ อัตรา 2.5 กรัม ต่อน้ำ 50 มิลลิลิตร ในการผสมสารเคมีร่วมกับผลิตภัณฑ์สารสกัดหญาแฝก (VZ) จะใช้อัตรา 1 : 1 และอัตราการให้ต้นพริกเท่ากับ 50 มิลลิลิตรต่อต้นต่อครั้งที่มีการให้สารเคมีหรือผลิตภัณฑ์สารสกัด

กรรมวิธีที่ 1 ชุดควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อ (Negative control)

กรรมวิธีที่ 2 ชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อ (Positive control)

กรรมวิธีที่ 3 ผลิตภัณฑ์สารสกัดจากหญาแฝก (VZ)

กรรมวิธีที่ 4 สารเคมีอะบาเมกติน (Abamectin)

กรรมวิธีที่ 5 สารเคมีอะมิทราซ (Amitraz)

กรรมวิธีที่ 6 สารเคมีอะบาเมกตินร่วมกับผลิตภัณฑ์สารสกัดจากหญาแฝก (Abamectin+VZ)

กรรมวิธีที่ 7 สารเคมีอะมิทราซร่วมกับผลิตภัณฑ์สารสกัดจากหญาแฝก (Amitraz+VZ)

3. การศึกษาการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญาแฝกร่วมสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อการเจริญเติบโตของพริก

ต้นกล้าพริกสายพันธุ์อัมพวาโกลด์อายุ 30 วันถูกย้ายปลูกในดินที่อบฆ่าเชื้อในกระถางขนาด 6 นิ้ว หลังจากย้ายปลูก 1 วันโดยเจาะรูให้ลึกถึงระดับรากจำนวน 2 รูรอบรากพริก และทำการปลูกเชื้อไส้เดือนฝอยตัวอ่อนระยะที่ 2 จำนวน 500 ตัว/ต้น ที่บริเวณรอบรากพริก หลังจากปลูกเชื้อ 2 วันทำการพ่นสารเคมีหรือผลิตภัณฑ์สารสกัดตามกรรมวิธีที่กำหนดอัตราส่วนที่เตรียมไว้ข้างต้น ทุก 7 วัน เก็บผลการเจริญเติบโตของพริก ด้านความสูงและความกว้างทรงพุ่ม ทุก 15 วัน และความยาวรากที่ 45 วันหลังปลูกเชื้อ จัดวางกรรมวิธีสุ่มแบบ CRD 8 ซ้ำต่อกรรมวิธี เป็นระยะเวลา 45 วัน ในโรงเรือนทดลอง

4. การศึกษาการพัฒนาระยะของไส้เดือนฝอยรากปมภายในรากพริก

นำรากพริกที่มีอายุ 45 วันหลังปลูกเชื้อล้างดินออกด้วยน้ำแบบไหลผ่าน หลังจากนั้นใช้กรรไกรตัดรากให้มีขนาด 1-2 เซนติเมตรใส่ในบีกเกอร์ จากนั้นนำรากพริกที่ตัดฆ่าเชื้อด้วย 0.6% โซเดียมไฮโปคลอไรท์ (Clorox, The Clorox company, สหรัฐอเมริกา) เป็นระยะเวลา 4 นาที ล้างรากด้วยน้ำสะอาดผ่านตะแกรงขนาด 200 mesh จนหมดกลิ่นโซเดียมไฮโปคลอไรท์ นำรากห่อด้วยผ้าขาวบาง และต้มในสารละลาย acid fuchsin (Acid fuchsin (Alfa,Thermo Fisher Scientific,อินเดีย) 3.5 กรัม Glacial acetic acid 250 มิลลิลิตร

นำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ 750 มิลลิตรในอัตราส่วน 1 มิลลิตรต่อน้ำ 30 มิลลิตร ต้มเป็นเวลา 1-2 นาที่ หลังจากนั้นทำการล้างสีย้อมออกด้วยน้ำไหลผ่านบนตะแกรงขนาด 200 mesh แล้วซับให้แห้ง นำรากวางลงบนจากอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้แล้วหยด glycerin (Univar, Ajax Finechem, ออสตรเลีย) ให้ทั่วราก และเติม hydrochloric acid (RCI, Labscan, ไทย) 2 มิลลิตร รอระยะเวลา 2-3 วัน รากพริกจะเริ่มใส หลังจากนั้นนําระยะสัปดาห์ค่อยๆ รากปมภายใต้กล้องสเตอริโอ (stereo microscope; Olympus, Olympus Corporation, ญี่ปุ่น) จัดบันทึกผลและคำนวณในโปรแกรม Statistical Package for the Social Science (SPSS; version 28 ,IBM Corporation , สหรัฐอเมริกา)

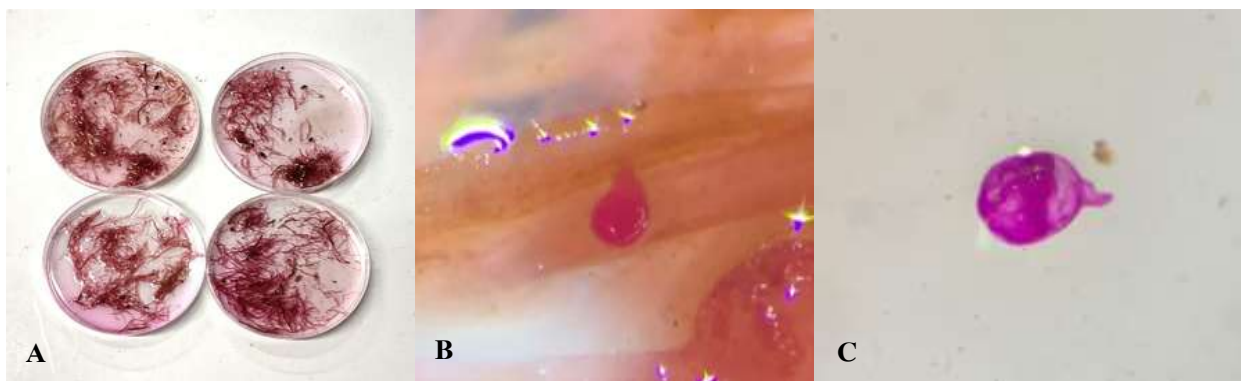


Figure 1: Root staining using acid fuchsin solution and the developmental stages of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) within chili roots. A) Root staining technique using acid fuchsin solution. B) Development of fourth-stage juvenile root-knot nematodes within roots. C) Mature adult female root-knot nematodes.

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษาการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝกร่วมสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อการเจริญเติบโตของพริก

จากผลการเจริญเติบโตของพริก ด้านความสูงของพริกในวันที่ 15 หลังการปลูกเชื้อพบว่ากรรมวิธีที่ใช้สารเคมีอะมิทราซร่วมกับผลิตภัณฑ์สารสกัดจากหญ้าแฝก (Amitraz+VZ) กรรมวิธีสารเคมีอะบาเมกติน (Abamectin) และ กรรมวิธีผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝก (VZ) เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อ (Negative control) พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ เท่ากับ 19.75 19.37 และ 19.75 เซนติเมตรตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ในวันที่ 30 หลังการปลูกเชื้อพบว่ากรรมวิธีสารเคมีอะมิทราซร่วมกับผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝก (Amitraz +VZ) กลับส่งผลทำให้ค่าเฉลี่ยความสูงต้นลดลงมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อ (Positive control) เท่ากับ 19.75 และ 26.62 เซนติเมตรตามลำดับ ในวันที่ 45 หลังการปลูกเชื้อพบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการให้สารเคมีและผลิตภัณฑ์สารสกัดมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อ (Positive control) ยกเว้นกรรมวิธีสารเคมีอะมิทราซร่วมกับผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝก (Amitraz +VZ) แต่มีแนวโน้มมีความสูงกว่าชุด

ควบคุมที่ปลูกเชื้อ (Positive control) จากผลการทดลองพบว่ากรรมวิธีผลิตภัณฑ์สารสกัดหญาแฝก (VZ) และกรรมวิธีสารเคมีอะบาเมกตินร่วมกับผลิตภัณฑ์สารสกัดหญาแฝก (Abamectin+VZ) มีค่าเฉลี่ยความสูงของพริกมากที่สุดเท่ากับ 35.40 และ 35.83 ตามลำดับตามลำดับ (Table 1) สำหรับด้านความกว้างทรงพุ่มของพริกพบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่ทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มความกว้างทรงพุ่มมากกว่าชุดควบคุมที่ไม่ปลูกเชื้อ (Negative control) ยกเว้นในวันที่ 30 หลังปลูกเชื้อกรรมวิธีสารเคมีอะมิตราซร่วมกับผลิตภัณฑ์สารสกัดหญาแฝก (Amitraz +VZ) ที่มีความกว้างทรงพุ่มน้อยที่สุดเท่ากับ 11.25 เซนติเมตร (Table 2) ด้านความยาวรากของพริกในวันที่ 45 หลังการปลูกเชื้อพบว่าทุกกรรมวิธีมีแนวโน้มความยาวรากเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อ (Positive control) ยกเว้นกรรมวิธีผลิตภัณฑ์สารสกัดหญาแฝก (VZ) พบว่ามีความยาวรากสั้นลงกว่าชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อ (Positive control) แต่อย่างไรก็ตามเมื่อกรรมวิธีสารเคมีอะบาเมกตินร่วมกับผลิตภัณฑ์สารสกัดหญาแฝก (Abamectin+VZ) สามารถทำให้มีความยาวรากเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อ (Positive control) เท่ากับ 25.87 เซนติเมตร (Table 3)

2. การศึกษาการพัฒนาระยะของไส้เดือนฝอยรากปมภายในรากพริก

ผลการศึกษาการพัฒนาระยะของไส้เดือนฝอยรากปมภายในรากพริกระยะเวลา 45 วันหลังการปลูกเชื้อพบว่าไส้เดือนฝอยรากปมมีการพัฒนาอยู่ระหว่างตัวอ่อนระยะที่ 3 (J3) ถึงระยะตัวเต็มวัย (adult) ในพริกสายพันธุ์อัมพวาโกลด์ โดยพบว่าจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 3 ของไส้เดือนฝอยรากปมไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุม แต่อย่างไรก็ตามพบว่ากรรมวิธีผลิตภัณฑ์สารสกัดหญาแฝก (VZ) มีจำนวนตัวน้อยที่สุดเท่ากับ 3.75 ตัว และผลจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 4 ของไส้เดือนฝอยรากปมพบว่า การให้สารเคมีและ/หรือผลิตภัณฑ์สารสกัดหญาแฝก (VZ) มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อ (Positive control) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยพบว่ากรรมวิธีสารเคมีอะบาเมกตินร่วมกับผลิตภัณฑ์สารสกัดหญาแฝก (Abamectin+VZ) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35 ตัว ซึ่งสามารถลดจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 4 ของไส้เดือนฝอยรากปมเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อ (Positive control) ได้เท่ากับ 76.35 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกรรมวิธีสารเคมีอะบาเมกติน (Abamectin) และ กรรมวิธีผลิตภัณฑ์สารสกัดหญาแฝก (VZ) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.50 และ 53.75 ตัว ซึ่งสามารถลดจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 4 ของไส้เดือนฝอยรากปมได้เท่ากับ 71.28 และ 63.68 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Table 4)

Table 1 Average height of chili plants at 15 days, 30 days and 45 days after inoculation. (cm.)

Treatment	15DAI	30DAI	45DAI
Amitraz	20.50±0.84* a	26.62±1.38 a	34.50±0.84 ab
Abamectin	19.37±0.65 ab	25.75±1.41 a	34.33±1.60 ab
Abamectin + VZ	20.25±1.35 a	26.62±0.96 a	35.83±1.44 a
Amitraz + VZ	19.75±0.79 ab	19.75±0.79 b	30.83±1.16 bc
VZ	19.75±0.77 ab	24.00±0.98 a	35.40±1.66 a
Positive Control	21.00±1.06 a	26.62±0.94 a	30.00±0.57 c
Negative Control	17.25±0.83 b	23.62±1.13 a	36.00±2.16 a

*Mean ± Standard Error (SE). The results are analyzed by SPSS version 28 with one-way ANOVA and the same letter in each column are not significantly different at $p \leq 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test

Table 2 Canopy width of chili plants at 15 days, 30 days, and 45 days after inoculation. (cm.)

Treatment	15DAI	30DAI	45DAI
Amitraz	12.62±0.46* a	15.00±0.70 ab	18.25±1.49 a
Abamectin	12.12±0.83 a	15.50±1.06 ab	19.00±1.34 a
Abamectin + VZ	13.37±0.62 a	15.00±0.62 ab	19.37±0.56 a
Amitraz + VZ	11.25±0.55 a	11.25±0.55 c	16.12±1.09 a
VZ	12.62±0.75 a	14.00±0.46 abc	15.62±0.98 a
Positive Control	12.62±0.80 a	16.12±1.60 a	18.12±1.54 a
Negative Control	11.12±0.76 a	13.00±1.11 bc	15.62±1.76 a

*Mean ± Standard Error (SE). The results are analyzed by SPSS version 28 with one-way ANOVA and the same letter in each column are not significantly different at $p \leq 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test

Table 3 Root length of chili plants 45 days after inoculation. (cm.)

Treatment	Root length
Amitraz	24.00±1.42* ab
Abamectin	25.75±1.22 ab
Abamectin + VZ	25.87±1.48 ab
Amitraz + VZ	23.87±1.72 ab
VZ	22.25±0.67 b
Positive Control	23.37±2.03 ab
Negative Control	28.00±1.53 a

*Mean ± Standard Error (SE). The results are analyzed by SPSS version 28 with one-way ANOVA and the same letter in each column are not significantly different at $p \leq 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test

Table 4 Number of infected root-knot nematodes in chili roots at 45 days after inoculation.

Treatment	J2	J3	J4	Adult	Adult+Egg
Abamectin	0.00 ± 0.00* a	8.75 ± 3.98 ab	42.50 ± 6.19 b	6.25 ± 3.23 a	0.00 ± 0.00 a
Amitraz	0.00 ± 0.00 a	20.00 ± 5.97 b	75.00 ± 12.81 c	6.25 ± 3.23 a	0.00 ± 0.00 a
Abamectin + VZ	0.00 ± 0.00 a	16.25 ± 8.43 ab	35.00 ± 5.00 b	12.50 ± 7.73 a	0.00 ± 0.00 a
Amitraz + VZ	0.00 ± 0.00 a	6.25 ± 6.25 ab	106.25 ± 12.52 d	1.50 ± 1.23 a	0.00 ± 0.00 a
VZ	0.00 ± 0.00 a	3.75 ± 2.63 ab	53.75 ± 9.62 bc	12.50 ± 4.53 a	0.00 ± 0.00 a
Positive Control	0.00 ± 0.00 a	11.25 ± 7.42 ab	148.75 ± 7.66 e	7.50 ± 4.11 a	0.00 ± 0.00 a
Negative Control	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a	0.00 ± 0.00 a

*Mean ± Standard Error (SE). The results are analyzed by SPSS version 28 with one-way ANOVA and the same letter in each column are not significantly different at $p \leq 0.05$ according to Duncan's Multiple Range Test

วิจารณ์

จากผลการทดลองในระดับโรงเรือนพบว่าสารเคมีอะบาเมกติน (Abamectin) สามารถควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในต้นพริกได้และสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของไตรเดชและคณะ (2564) ว่าสารเคมีอะบาเมกติน (Abamectin) ที่ความเข้มข้น 1.8% EC ราดดินหรือจุ่มหัวมันฝรั่งก่อนปลูกสามารถลดการเกิดโรครากปมได้ Li et al. (2018) ว่าสารเคมีอะบาเมกติน (Abamectin) มีประสิทธิภาพในการควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในมะเขือเทศ และยังสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นมะเขือเทศได้ ซึ่งแสดงผลในด้านความยาวราก ความสูงพืช และน้ำหนักสดของรากและลำต้น และจากผลการทดลองของ Qiao et al. (2012) ในระดับโรงเรือนทดลองพบว่าสารเคมีอะบาเมกติน (Abamectin) สามารถควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพิ่มผลผลิตมะเขือเทศได้ จากการศึกษาของ Jindapunnapat et al. (2019) ได้ศึกษาประเมินความต้านทานและปุ๋ยพืชสดจากหญ้าแฝกในการยับยั้ง *M. incognita* พบว่าหญ้าแฝกพันธุ์ Sierra มีความต้านทานต่อ *M. incognita* โดยไม่พบการเกิดรากปม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ในระดับโรงเรือนใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝก (VZ) สามารถช่วยลดการเข้าทำลายของไส้เดือนฝอยรากปมภายในรากพริกได้ โดยแสดงให้เห็นว่างานวิจัยนี้สามารถควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมได้ จากผลทดลองแสดงให้เห็นว่าการให้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝก (VZ) สามารถใช้ร่วมกับสารเคมีอะบาเมกติน (Abamectin) ได้ แสดงให้เห็นว่ามีฤทธิ์ส่งเสริมกันช่วยลดจำนวนประชากรไส้เดือนฝอยรากปมได้ แต่อย่างไรก็ตามการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญ้าแฝก (VZ) ร่วมกับ

สารเคมีอะมิทราซ (Amitraz) ทำให้มีจำนวนตัวอ่อนระยะที่ 4 ของไส้เดือนฝอยรากปมสูงกว่าการใช้สารเคมีอะมิทราซ (Amitraz) เพียงอย่างเดียว ดังนั้นการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญาแฝกผสมร่วมกับสารเคมีอาจต้องมีการศึกษาปัจจัยอื่น เช่น ความเข้ากันได้ของสารเคมี หรือฤทธิ์ในการส่งเสริมหรือความเป็นพิษต่อพืชในอนาคต ซึ่งจะเป็นข้อจำกัดของการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญาแฝก

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากผลการทดลองการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดจากหญาแฝก (VZ) ร่วมกับ สารเคมีอะบาเมกติน (Abamectin) มีประสิทธิภาพดีในการควบคุมระยะการพัฒนตัวของไส้เดือนฝอยรากปมโดยเฉพาะตัวอ่อนระยะที่ 4 นอกจากนี้การใช้สารเคมีอะบาเมกติน (Abamectin) สารเคมีอะมิทราซ (Amitraz) ร่วมกับผลิตภัณฑ์สารสกัดหญาแฝก (VZ) มีประสิทธิภาพดีต่อการเจริญเติบโตของต้นพริกจากการใช้สารเหล่านี้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้สารเคมีและผลิตภัณฑ์สารสกัดหญาแฝกไม่ได้ส่งผลเสียต่อการเจริญเติบโตของพริกในระหว่างการทดลอง ยกเว้นการทำให้รากหดสั้นลง จึงอาจต้องมีการศึกษาอัตราการใช้ที่เหมาะสมกับพริก หรือปัจจัยอื่นเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ผลิตภัณฑ์สารสกัดหญาแฝกในอนาคต เช่น ข้อจำกัดการใช้ตามระยะพืชที่เหมาะสม อัตราการใช้ในพืชชนิดอื่น การใช้ร่วมกับสารเคมีชนิดอื่น หรือชีวภัณฑ์และการขยายผลต่อสู่แปลงเกษตรกร รวมถึงการประเมินความปลอดภัยของสารเหล่านี้ต่อสุขภาพของเกษตรกรและผู้บริโภค ซึ่งจะช่วยให้การใช้สารเหล่านี้ในระยะยาวเป็นไปอย่างยั่งยืนและปลอดภัย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณทุนวิจัยภายใต้ทุนสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund) ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ในการสนับสนุนทุนในงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วง และขอขอบพระคุณบุคลากรสาขาโรคพืชวิทยาและห้องปฏิบัติการไส้เดือนฝอยวิทยาที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ให้ความรู้ และประสบการณ์ในการทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- ไตรเดช ข่ายทอง, อติยา สารพัฒน์, มนตรี เอี่ยมวิม้งสา และเสงี่ยม แจ่มจำรูญ. 2554. ประสิทธิภาพของสาร abamectin ในการควบคุม ไส้เดือนฝอยรากปมในมันฝรั่ง. สำนักวิจัยอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. แหล่งข้อมูล <https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=1108> (24/11/2567)
- ไตรเดช ข่ายทอง และมนตรี เอี่ยมวิม้งสา. 2554. การใช้โปเทืองควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในมันฝรั่ง. รายงานผลวิจัยประจำปี 2554 สำนักวิจัยอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. แหล่งข้อมูล: <https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=307> (25/11/2567)
- ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีทางการเกษตรด้านการอารักขาพืช. 2563. โรครากปม (Root-knot Disease) จาก ไส้เดือนฝอย (*Meloidogyne* spp.). แหล่งข้อมูล

- <http://www.pmc07.doae.go.th/home/index.php/2020/05/19/19-63-2/> (24/11/2567)
สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2561. ควบคุมไส้เดือนฝอยรากปมในแปลงพริก
ด้วยสบู่อำ. แหล่งข้อมูล <https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=41774> (24/11/2567)
สืบทัด สนิธิรัตน์. 2541. ไส้เดือนฝอยศัตรูพืช. โรคและการจัดการ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
สำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (สำนักงาน กปร.).
หญ้าแฝก. แหล่งข้อมูล <http://km.rdpb.go.th/Knowledge/View/75>
Jansson R.K. and Rabatin S. 1998. Potential of foliar, dip, and injection applications of
avermectins for control of plant-parasitic nematodes. *Journal of Nematology*.30: 65–75.
(28/9/2566)
Jindapunnapat K, Meyer S. L. F, MacDonald M. H., Reetz N. D., Chitwood D. J., Masler E. P.,
Soonthornchareonnon N., Camp M. J., Sasnarukkit A. and Chinnasri B. Vegetable plant
vigor and suppression of *Meloidogyne incognita* with vetiver shoot amendments in soil.
Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, Thailand. *Nematropica*, Vol. 49, 208-219.
Li, B., Ren, Y., Zhang, D., Xu, S., Mu, W., & Liu, F. (2018). Modifying the Formulation of
Abamectin To Promote Its Efficacy on Southern Root-Knot Nematode (*Meloidogyne*
incognita) under Blending-of-Soil and Root-Irrigation Conditions. *Journal of Agricultural*
and Food Chemistry, 66(4), 799–805. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b04146>
Marais M., Swart A., Fourie H., Berry S.D., Knoetze R., Malan A.P. 2017. Techniques and procedures.
In: Fourie H., Spaul V.W., Jones R.K., Daneel M.S., De Waele D. Eds. *Nematology in South*
Africa: A view from the 21st century. Springer International Publishing, Cham. Pp.73-117.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-44210-5_4
Nordmeyer, D. 1992. The search for novel nematicidal compounds. P. 281–293. In: F.J.
Gommers and W. Th. Maas (eds) *Nematology from molecules to ecosystem*. European
Society of Nematologists, Inc. Invergowrie, Dundee, Scotland.
Qiao, K., Liu, X., Wang, H., Xia, X., Ji, X., & Wang, K. (2012). Effect of abamectin on root-knot
nematodes and tomato yield. *Pest Management Science*, 68(6), 853–857.
<https://doi.org/10.1002/ps.23>

การทดลองประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC
[ไปก้า (Pica)] ในการป้องกันกำจัดโรคเน่าคอดิน (dumping-off) ในมะเขือเทศ
ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum*

อมรเทพ ใจเย็น* พรนภา คำกองแก้ว ธัญสินี สมงามทรัพย์

เจษฎา ศรีพรหมน้อย ประภัสร์ พิศวงษ์

สายงานวิจัยและพัฒนาธุรกิจ บริษัทโซตัส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ถนนพหลโยธิน 11120

บทคัดย่อ

การทดลองประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] ในการป้องกันกำจัดโรคเน่าคอดิน (damping-off) ในมะเขือเทศ ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ทำการทดลองจำนวน 2 แปลงทดลอง ที่อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี และอำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนเมษายน 2567–พฤษภาคม 2567 วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ กรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] อัตรา 5, 10, 15 และ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร กรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช เปรียบเทียบ เมทาแลกซิล (metalaxyl) 25% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีราดน้ำเปล่า (ควบคุม) ผลการทดลองทั้ง 2 แปลงทดลองให้ผลสอดคล้องกัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเน่าคอดินในมะเขือเทศ ต่ำกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า (ควบคุม) โดยกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] อัตรา 10 15 และ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเน่าคอดินในมะเขือเทศไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบ เมทาแลกซิล (metalaxyl) 25% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และทุกกรรมวิธีที่ราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชไม่พบความเป็นพิษ (phytotoxicity) ต่อก้ามะเขือเทศ

คำหลัก: สารป้องกันกำจัดเชื้อรา โรคเน่าคอดิน มะเขือเทศ พิคาร์บูทราซอก

*amorntep@sotus.co.th

Efficacy of picarbutrazox 10.5% W/V SC [Pica] for Control Damping-off in Tomato Cause by the *Pythium aphanidermatum*

Amornthep Jaiyen* Phornnapa Khamkongkaew Tansinee Somngamsup
Chetsada Sriphamnoi Prapat Pisavong

Business Research and Development Division, SOTUS International CO., LTD., Nonthaburi 11120

ABSTRACT

Efficacy of picarbutrazox 10.5% W/V SC [Pica] for control damping-off in tomato causing *Pythium aphanidermatum*. The experiment was conducted 2 locations at Bang Phae District, Ratchaburi Province and Tha Maka District, Kanchanaburi Province, during April 2024 -May 2024. The experiment was designed in RCB with 4 replications and 6 treatments. The treatments were the applications picarbutrazox 10.5% W/V SC [Pica] at the rates 5, 10, 15, and 20 milliliters per 20 liters of water, compared with metalaxyl 25% WP at the rate 10 grams per 20 liters of water, and compared with control treatment was drenched with water. The results both experimental 2 locations were consistent. All of application picarbutrazox 10.5% W/V SC [Pica] has low percentage of disease incidents and significantly compared with control treatment. Picarbutrazox at rates 10, 15, and 20 milliliters per 20 liters of water has percentage of disease incidents not significantly with metalaxyl 25% WP at the rate 10 grams per 20 liters of water. Moreover, non-phytotoxicity was observed in tomato.

Keywords: fungicide, damping-off, tomato, picarbutrazox

*amorntep@sotus.co.th

คำนำ

มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum*) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในประเทศไทย การปลูกมะเขือเทศของเกษตรกรสามารถจำแนกตามการใช้ประโยชน์ได้ 2 แบบได้แก่ มะเขือเทศอุตสาหกรรมหรือกลุ่มผลใหญ่เพื่อแปรรูป และมะเขือเทศบริโภคสด การปลูกมะเขือเทศไม่นิยมหยอดเมล็ดลงหลุมปลูกโดยตรง เนื่องจากเมล็ดมีราคาแพง และในระยะแรกต้นมีการเจริญเติบโตช้า จึงใช้วิธีเตรียมต้นกล้าแล้วย้ายปลูก เมื่อต้นกล้ามีอายุ 20-25 วัน หรือมีใบจริง 2-3 ใบ เกษตรกรจึงนำไปย้ายปลูกในแปลง โรคที่สำคัญในกล้ามะเขือเทศ คือ โรคเน่าคอดิน (damping-off) สาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. สามารถเข้าทำลายมะเขือเทศได้ 2 ระยะ โดยระยะแรกโรคสามารถเข้าทำลายตั้งแต่ยังเป็นเมล็ดหรือในระยะที่เริ่มงอกจากเมล็ดใหม่ๆ ยังไม่โผล่ทะลุดินขึ้นมา ระยะที่สองเชื้อจะเข้าทำลายหลังจากต้นกล้ามะเขือเทศงอกพ้นดินขึ้นมาแล้ว แต่ต้นยังเล็กและอ่อนแออยู่ การเข้าทำลายนี้จะทำให้ต้นกล้าหักพับในระดับผิวดิน (อรพรรณ และ จุมพล, 2560) ซึ่งเชื้อสาเหตุโรคนี้นี้จะเจริญได้ดีในดินที่มีความชื้นสูง การเพาะกล้าจึงควรได้รับการเอาใจใส่ และไม่ควรรดน้ำมากเกินไป ไม่เพาะกล้าแน่นเกินไป แต่ถ้าพบการระบาดของโรคนี้อาจจำเป็นต้องใช้สารเคมี หรือ สารชีวภัณฑ์ในการป้องกันเพื่อจำกัดการลุกลามของโรค

ดังนั้น บริษัทโซตัส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด จึงได้ทำการทดลองประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] เพื่อเป็นทางเลือกให้กับเกษตรกรในการป้องกันกำจัดเชื้อสาเหตุโรคเน่าคอดิน (damping-off) ในมะเขือเทศอย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีดำเนินการ

ดำเนินการทดลองประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] ในการป้องกันกำจัดโรคเน่าคอดิน ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ในมะเขือเทศ โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block (RCB) จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี	อัตราใช้ (มิลลิลิตร, กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร)	อัตราสารออกฤทธิ์ (กรัมสารออกฤทธิ์ต่อน้ำ 20 ลิตร)
1. picarbutrazox 10.5% W/V SC	5	0.53
2. picarbutrazox 10.5% W/V SC	10	1.05
3. picarbutrazox 10.5% W/V SC	15	1.58
4. picarbutrazox 10.5% W/V SC	20	2.10
5. metalaxyl 25% WP	10	2.50
6. น้ำเปล่า (ควบคุม)	-	-

ทำการทดลองจำนวน 2 แปลงทดลอง ที่อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี และอำเภอดำรงวิทยะปาล จังหวัดกาญจนบุรี ในกระบะขนาดกว้าง 0.5 เมตร ยาว 0.5 เมตร สูง 0.2 เมตร โดยอบวัสดุปลูกด้วยเครื่องไอน้ำ ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง เพื่อกำจัดเชื้อที่ปนเปื้อนมากับวัสดุปลูก จากนั้นเตรียมเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* บนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 วัน จากนั้นนำเชื้อที่เจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อมาปั่นในเครื่องปั่นอัตราส่วน 1 จานเลี้ยงเชื้อต่อน้ำ 125 มิลลิลิตร เป็นเวลา 1 นาที แล้วนำมาผสมคลุกเคล้าลงในวัสดุปลูกที่ผ่านการฆ่าเชื้ออัตรา 3 กิโลกรัมต่อกระบะ บ่มเชื้อเป็นเวลา 2 วัน แล้วเพาะกล้าโดยใช้เมล็ดมะเขือเทศ จำนวน 400 เมล็ดต่อกระบะ โดยโรยเมล็ดพันธุ์เป็นแถว แถวละ 100 เมล็ด รวม 400 เมล็ดต่อกระบะ จากนั้นรดสารทดลองด้วยบัวรดน้ำแบบฝอยทันที อัตราการใช้น้ำ 2.0 ลิตรต่อกระบะ และรดซ้ำหลังเพาะเมล็ด 7 วัน

การเก็บข้อมูลการทดลอง

ตรวจนับจำนวนต้นกล้ามะเขือเทศที่ออกและต้นที่แสดงอาการของโรค รวมทั้งจำนวนต้นมะเขือเทศทั้งหมดในแปลงย่อยที่ 3, 5, 7, 9, 13, 17 และ 21 วันหลังเพาะเมล็ด หรือจนกระทั่งจำนวนต้นในกรรมวิธี ราดน้ำเปล่า (ควบคุม) เป็นโรคทั้งหมด เพื่อกำหนดหาเปอร์เซ็นต์ต้นมะเขือเทศที่เกิดโรค จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเกิดโรค} = \frac{\text{จำนวนต้นที่เป็นโรค} \times 100}{\text{จำนวนต้นทั้งหมด}}$$

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในแต่ละกรรมวิธีโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) และบันทึกวิธีการดูแลต่างๆ เช่น การให้น้ำ การใส่ปุ๋ย และการป้องกันกำจัดศัตรูพืชอื่นๆ บันทึกผลกระทบต่อพืช (phytotoxicity) ถ้ามีอาการผิดปกติเกิดขึ้น บันทึกการใช้สารต่างๆในแปลงทดลอง

ผลการทดลองและวิจารณ์

แปลงทดลองที่ 1 อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี (ตารางที่ 1)

การประเมินเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

ที่ 3 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า ไม่สามารถประเมินเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคได้ เนื่องจากต้นกล้ามะเขือเทศยังไม่ออก

ที่ 5 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่รดสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] อัตรา 5, 10, 15 และ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีรดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบ เมทาแลกซิล (metalaxyl) 25% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ไม่พบการเกิดโรคในทุกกรรมวิธี แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีรดน้ำเปล่า (ควบคุม) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 7.93 เปอร์เซ็นต์

3.98 เปอร์เซ็นต์ แต่น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า (ควบคุม) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 98.61 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีที่ราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 55.34 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช เปรียบเทียบ เมทาแลกซิล (metalaxyl) 25% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร แต่น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า (ควบคุม)

ผลกระทบของสารทดลองที่มีต่อพืช

จากการทดลอง พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] อัตรา 5, 10, 15 และ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และสารป้องกันกำจัดโรคพืช เปรียบเทียบ เมทาแลกซิล (metalaxyl) 25% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ไม่พบความเป็นพิษ (phytotoxicity) ต่อก้ามมะเขือเทศ

แปลงทดลองที่ 2 อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี (ตารางที่ 2)

การประเมินเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค

ที่ 3 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า ไม่สามารถประเมินเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคได้ เนื่องจากต้นกล้ามะเขือเทศ ยังไม่ออก

ที่ 5 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] อัตรา 5, 10, 15 และ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบ เมทาแลกซิล (metalaxyl) 25% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ไม่พบการเกิดโรค ในทุกกรรมวิธี แต่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า (ควบคุม) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 10.27 เปอร์เซ็นต์

ที่ 7 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] อัตรา 5, 10, 15 และ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 5.47, 2.02, 1.95 และ 1.45 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช เปรียบเทียบ เมทาแลกซิล (metalaxyl) 25% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 2.08 เปอร์เซ็นต์ แต่น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า (ควบคุม) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 19.26 เปอร์เซ็นต์

ที่ 9 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] อัตรา 10, 15 และ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 3.13, 2.80 และ 2.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช เปรียบเทียบ เมทาแลกซิล (metalaxyl) 25% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ

3.32 เปอร์เซ็นต์ แต่น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า (ควบคุม) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 82.09 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีที่ราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 43.23 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช เปรียบเทียบ เมทาแลกซิล (metalaxyl) 25% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร แต่น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า (ควบคุม)

ที่ 13 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] อัตรา 10, 15 และ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 4.04, 3.12 และ 3.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช เปรียบเทียบ เมทาแลกซิล (metalaxyl) 25% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 4.11 เปอร์เซ็นต์ แต่น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า (ควบคุม) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 99.54 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีที่ราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 54.93 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช เปรียบเทียบ เมทาแลกซิล (metalaxyl) 25% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร แต่น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า (ควบคุม)

ที่ 17 วันหลังเพาะเมล็ด พบว่า กรรมวิธีที่ราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] อัตรา 10, 15 และ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 4.10, 3.12 และ 3.03 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช เปรียบเทียบเมทาแลกซิล (metalaxyl) 25% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 4.17 เปอร์เซ็นต์ แต่น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า (ควบคุม) ที่มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเท่ากับ 99.80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีที่ราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] อัตรา 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค เท่ากับ 63.64 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช เปรียบเทียบ เมทาแลกซิล (metalaxyl) 25% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร แต่น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า (ควบคุม)

ผลกระทบของสารทดลองที่มีต่อพืช

จากการทดลอง พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] อัตรา 5, 10, 15 และ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และสารป้องกันกำจัดโรคพืช เปรียบเทียบ เมทาแลกซิล (metalaxyl) 25% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ไม่พบความเป็นพิษ (phytotoxicity) ต่อก้ามะเขือเทศ

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การทดลองประสิทธิภาพสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] ในการป้องกันกำจัดโรคเน่าคอดินของมะเขือเทศ ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ทำการทดลองจำนวน 2 แปลงทดลอง ที่อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี และอำเภอดำรงวิทยะปาล จังหวัดกาญจนบุรี ระหว่างเดือนเมษายน 2567 – พฤษภาคม 2567 โดยราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช จำนวน 2 ครั้ง คือ วันที่เพาะเมล็ด และราดซ้ำหลังเพาะเมล็ด 7 วัน ผลการทดลองทั้ง 2 แปลงทดลองให้ผลสอดคล้องกัน พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเน่าคอดินในมะเขือเทศ ต่ำกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีราดน้ำเปล่า (ควบคุม) โดยกรรมวิธีที่ราดสารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] อัตรา 10, 15 และ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเน่าคอดินในมะเขือเทศ ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชเปรียบเทียบ เมทาแลกซิล (metalaxyl) 25% WP อัตรา 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และทุกกรรมวิธีที่ราดสารป้องกันกำจัดโรคพืชไม่พบความเป็นพิษ (phytotoxicity) ต่อก้ามะเขือเทศ ดังนั้นจึงแนะนำให้ใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืช พิคาร์บูทราซอก (picarbutrazox) 10.5% W/V SC [ไปก้า (Pica)] อัตรา 10 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ราดลงวัสดุปลูกให้ทั่วทันทีหลังเพาะเมล็ด และราดซ้ำอีกครั้งหลังเพาะเมล็ด 7 วัน เพื่อป้องกันกำจัดโรคเน่าคอดินของมะเขือเทศ ที่มีสาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

อรพรรณ วิเศษสังข์ และจุมพล สารนานาค. 2560. โรคพืชผักและการป้องกันกำจัด. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ.

ห้างหุ้นส่วนจำกัดเฟรม-อ๊อฟ ดีไซน์. 172 หน้า.

Table 1 Efficacy of picarbutrazox 10.5% W/V SC [Pica®] to control dumping-off in tomato cause by the *Pythium aphanidermatum* at Bang Phae district, Ratchaburi province, Thailand. (Location 1)

Treatment	Rate (mL, g/ 20 L.)	Percentage of disease incidence ^{1/}				
		5 DAS	7 DAS	9 DAS	13 DAS	17 DAS
1. picarbutrazox 10.5% W/V SC	5	0.00 a	4.61 a	25.18 b	44.06 b	55.34 b
2. picarbutrazox 10.5% W/V SC	10	0.00 a	2.07 a	2.82 a	3.70 a	3.70 a
3. picarbutrazox 10.5% W/V SC	15	0.00 a	1.32 a	2.14 a	3.02 a	3.02 a
4. picarbutrazox 10.5% W/V SC	20	0.00 a	1.07 a	2.08 a	2.96 a	2.96 a
5. metalaxyl 25% WP	10	0.00 a	2.02 a	3.04 a	3.98 a	3.98 a
6. water (control)	-	7.93 b	18.31 b	76.09 c	97.66 c	98.61 c
C.V. (%)		79.9	51.8	52.7	15.0	17.2

^{1/} Means in the same column followed by a similar letters are not significantly different by DMRT.

* At 3 days after sowing (3 DAS) tomato seedlings have not germination.

* DAS = Day After Sowing

Table 2 Efficacy of picarbutrazox 10.5% W/V SC [Pica®] to control dumping-off in tomato cause by the *Pythium aphanidermatum* at Tha Maka district, Kanchanaburi province, Thailand. (Location 2)

Treatment	Rate (mL., g./ 20 L.)	Percentage of disease incidence ^{1/}				
		5 DAS	7 DAS	9 DAS	5 DAS	17 DAS
1. picarbutrazox 10.5% W/V SC	5	0.00 a	5.47 a	43.23 b	54.93 b	63.64 b
2. picarbutrazox 10.5% W/V SC	10	0.00 a	2.02 a	3.13 a	4.04 a	4.10 a
3. picarbutrazox 10.5% W/V SC	15	0.00 a	1.95 a	2.80 a	3.12 a	3.12 a
4. picarbutrazox 10.5% W/V SC	20	0.00 a	1.45 a	2.63 a	3.03 a	3.03 a
5. metalaxyl 25% WP	10	0.00 a	2.08 a	3.32 a	4.11 a	4.17 a
6. water (control)	-	10.27 b	19.26 b	82.09 c	99.54 c	99.80 c
C.V. (%)		69.1	78.6	34.5	17.9	13.0

^{1/} Means in the same column followed by a similar letters are not significantly different by DMRT.

* At 3 days after sowing (3 DAS) tomato seedlings have not germination.

* DAS = Day After Sowing



Fig. 1. Efficacy of picarbutrazox 10.5% W/V SC [Pica®] to control dumping-off in tomato cause by the *Pythium aphanidermatum* at Bang Phae district, Ratchaburi province, Thailand. (Location 1) [17 Day After Sowing]

A = water (control), B = metalaxyl 25% WP [10 mL], C = picarbutrazox 10.5% W/V SC [5 mL], D = picarbutrazox 10.5% W/V SC [10 mL], E = picarbutrazox 10.5% W/V SC [15 mL], F = picarbutrazox 10.5% W/V SC [20 mL]

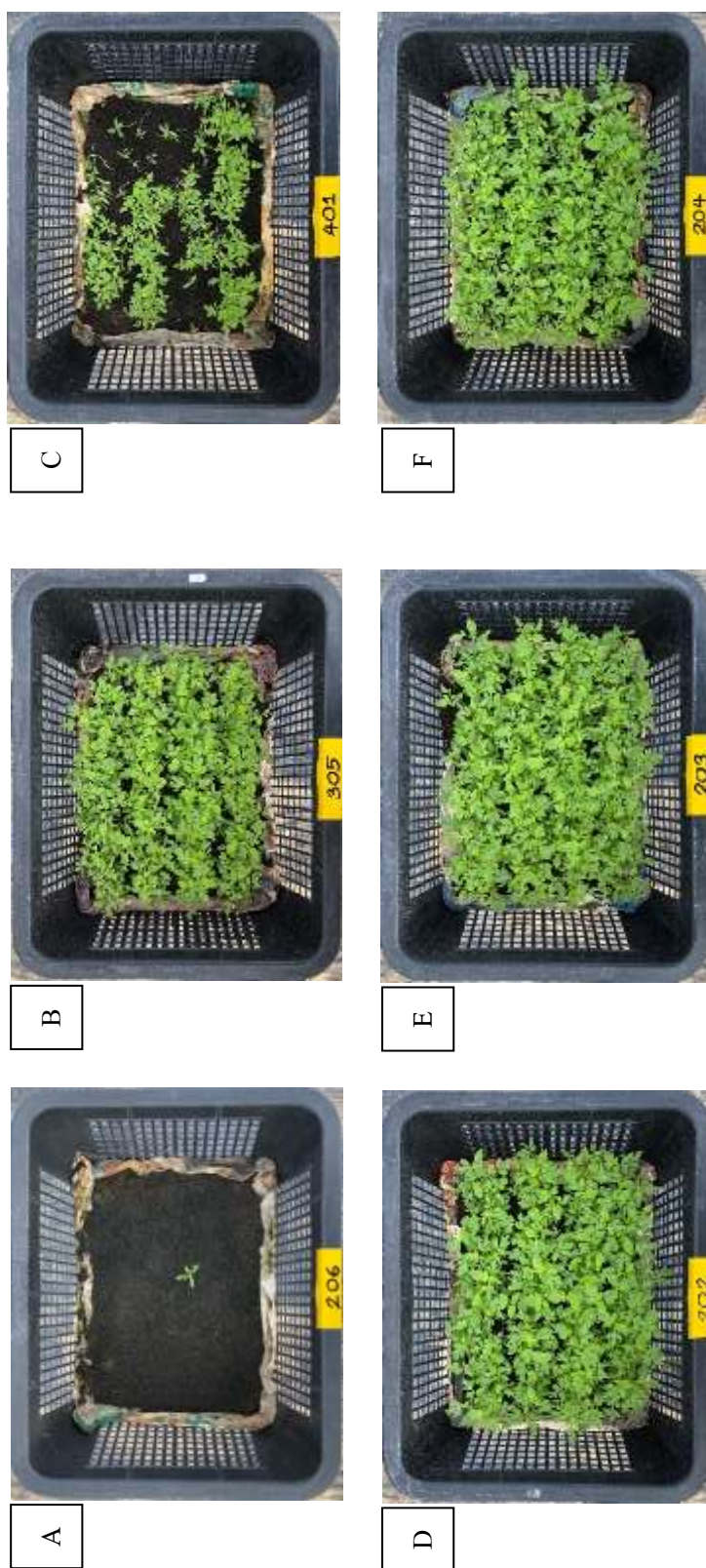


Fig. 2. Efficacy of picarbutrazox 10.5% W/V SC [Pica®] to control dumping-off in tomato cause by the *Pythium aphanidermatum*

at Tha Maka district, Kanchanaburi province, Thailand. (Location 2) [17 Day After Sowing]

A = water (control), B = metalaxyl 25% WP [10 mL], C = picarbutrazox 10.5% W/V SC [5 mL], D = picarbutrazox 10.5% W/V SC [10 mL]

E = picarbutrazox 10.5% W/V SC [15 mL], F = picarbutrazox 10.5% W/V SC [20 mL]

ประสิทธิภาพของสารเคมีต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Ceratocystis* sp. สาเหตุโรคเหี่ยวในยูคาลิปตัส

สุวิตา แสไพศาล* อนันต์ วงเจริญ รัชิกา พรหมวงศ์

สาขากีฏวิทยาและโรคพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ขอนแก่น 40002

บทคัดย่อ

โรคเหี่ยวของยูคาลิปตัสสาเหตุจากเชื้อรา *Ceratocystis* เป็นโรคที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจต่อการผลิตยูคาลิปตัส วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Ceratocystis* sp. โดยทำการแยกเชื้อราสาเหตุโรคจากสวนยูคาลิปตัสที่เกิดโรคในตำบลคลองกึ่ง อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี ซึ่งต้นยูคาลิปตัสแสดงอาการใบเหี่ยวและท่อน้ำเลี้ยงเปลี่ยนสีตั้งแต่สีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ อาการรุนแรงทำให้ใบร่วงและต้นตายในที่สุด การระบุชนิดของเชื้อราสาเหตุโรคอาศัยคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาและระบุได้เป็นเชื้อ *Ceratocystis* sp. จากการทดสอบความสามารถในการก่อโรคในต้นกล้ายูคาลิปตัสด้วยวิธี agar plug พบว่า ต้นกล้าแสดงอาการใบร่วงและท่อน้ำเลี้ยงเปลี่ยนสี จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อราโดยเทคนิค poisoned food พบว่า สารเคมีที่สามารถยับยั้งเชื้อได้อย่างสมบูรณ์ (100%) ได้แก่ carbendazim, chlorothalonil, thiophanate-methyl, propiconazole + difenoconazole, tebuconazole + trifloxystrobin, metalaxyl + mancozeb และ prochloraz

คำหลัก: การควบคุมโรคด้วยสารเคมี โรคเหี่ยวจากเชื้อรา *Ceratocystis* ยูคาลิปตัส

*Corresponding author: suwitsa@kku.ac.th

Efficiency of fungicides on the growth inhibition of *Ceratocystis* sp. causing vascular wilt disease in eucalyptus

Suwita Saepaisan* Anan Wongcharoen Rasika Promwong

Entomology and Plant Pathology Section, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University,
Khon Kaen 40002

ABSTRACT

Wilt disease of eucalyptus caused by *Ceratocystis* is an economically important disease for eucalyptus production. The objective of this study was to evaluate the efficacy of fungicides on inhibition of mycelial growth of *Ceratocystis* sp. The fungal pathogen was isolated from an infected eucalyptus plantation in Klongking Subdistrict, Ban Bueng District, Chonburi Province. Symptomatic trees exhibited wilting of foliage and vascular discoloration ranging from dark brown to black. Eventually, severe symptoms, leaf drop and tree death. The fungal pathogen was identified based on morphological characteristics and indicated as *Ceratocystis* sp. The pathogenicity test was done in eucalyptus seedlings using the agar plug technique. The result revealed that the inoculated seedlings showed symptoms of leaf drop and vascular discoloration. The effectiveness of fungicides on the mycelial growth of *Ceratocystis* sp. was evaluated using the poisoned food technique. The result revealed that the mycelial growth of *Ceratocystis* sp. was completely inhibited (100%) in carbendazim, chlorothalonil, thiophanate-methyl, propiconazole + difenoconazole, tebuconazole + trifloxystrobin, metalaxyl + mancozeb and prochloraz.

Keywords: chemical control, *Ceratocystis* wilt, eucalyptus

*Corresponding author: suwitsa@kku.ac.th

คำนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่การปลูกต้นยูคาลิปตัสทั้งสิ้น 737,882 ไร่ ผลผลิตรวม 3,986,119 ตัน โดยจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกมากที่สุดได้แก่ ชลบุรี สกลนคร อุดรธานี สุรินทร์ และสระแก้ว (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2562) ในปัจจุบันมีการปลูกยูคาลิปตัสเพื่อตอบสนองความต้องการผลิตภัณฑ์ไม้และกระดาษในเชิงพาณิชย์เพิ่มมากขึ้น รวมถึงมีการปลูกเพื่อทดแทนป่าไม้ในธรรมชาติ เนื่องจากต้นยูคาลิปตัสปรับตัวให้เข้ากับสภาพภูมิอากาศที่หลากหลายและเติบโตอย่างรวดเร็ว (Lynn *et al.*, 2024) ปัญหาสำคัญในการผลิตต้นยูคาลิปตัสคือการเข้าทำลายของเชื้อสาเหตุโรคทำให้เกิดความเสียหายในด้านปริมาณและคุณภาพ เช่น การเข้าทำลายของเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ทำให้ต้นยูคาลิปตัสแสดงอาการเหี่ยว และการเข้าทำลายจากเชื้อราที่เข้าทำลายระบบรากและลำต้นของต้นยูคาลิปตัส ได้แก่ เชื้อรา *Rhizoctonia solani* Kühn., *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Phytophthora cinnamomi* Rands, *Colletotrichum gloeosporoides* Penz. & Sacc., *Botrytis cinerea* Pers และ *Calonectria* spp. (Indrayadi *et al.*, 2023) เป็นต้น

เชื้อราที่มีความรุนแรงและก่อให้เกิดความเสียหายมากที่สุดคือ เชื้อรา *Ceratocystis* spp. เชื้อจะเข้าทำลายต้นยูคาลิปตัสผ่านทางราก หรือบาดแผลที่ลำต้น ทำให้ต้นยูคาลิปตัสแสดงอาการเหี่ยว กิ่งแห้ง ใบร่วง อาจพบแผลที่ลำต้น (canker) ร่วมด้วย ในที่สุดต้นยูคาลิปตัสจะตายอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการเข้าทำลายของเชื้อราที่ระบบท่อลำเลียง เนื้อเยื่อบริเวณท่อลำเลียงน้ำและอาหารตาย เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเนื้อเยื่อ ทำให้ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเยื่อกระดาษ การเข้าทำลายของเชื้อราส่งผลให้ผลผลิตลดลง อัตราการตายของต้นยูคาลิปตัสในสวนไม้สูงโดยเฉพาะในช่วงแรกของการปลูก (Benso *et al.*, 2024) เชื้อราสาเหตุโรคสามารถแพร่ระบาดโดยสปอร์ ผ่านการเขตกรรม กิ่งปักชำที่ติดเชื้อ ดิน ลม ฝน น้ำ และผ่านทางแมลงพาหะ (Indrayadi *et al.*, 2023) เชื้อราอยู่รอดได้ในดินและเศษซากพืช จึงยากต่อการควบคุมโรค

เชื้อรา *Ceratocystis* spp. ที่มีรายงานเข้าทำลายยูคาลิปตัสได้มีหลายสปีชีส์ (species) ได้แก่ *Ceratocystis fimbriata*, *Ceratocystis eucalypti*, *Ceratocystis moniliformis*, *Ceratocystis moniliformopsis*, *Ceratocystis eucalypticola*, *Ceratocystis chinaeucensis*, *Ceratocystis manginecans*, *Ceratocystis fimbriatomima*, *Ceratocystis neglecta* และ *Ceratocystis piriliformis* สปีชีส์ที่มีรายงานเข้าทำลายยูคาลิปตัสมากที่สุดคือ *C. fimbriata* ในหลายประเทศ ได้แก่ บราซิล สาธารณรัฐคองโก ยูกันดา ปากีสถาน จีน สหรัฐอเมริกา และอูรุกวัย (Roux *et al.*, 2020) ในประเทศไทยมีรายงานการเข้าทำลายของเชื้อรา *C. manginecans* ครั้งแรกในปี 2013 ที่เข้าทำลายต้นพิกุล (*Mimusops elengi*) ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (Pornsuriya and Sunpapao, 2015) และจากข้อมูลทางอนุชีววิทยา พบว่าเชื้อรา *Ceratocystis* sp. มีความเกี่ยวข้องกับเกิดการโรคในต้นยูคาลิปตัส (Cheewangkoon *et al.*, 2021) จะเห็นได้ว่า การศึกษาการจัดการโรคในยูคาลิปตัสที่เกิดจากเชื้อรา *Ceratocystis* sp. ยังมีไม่มากนัก ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีในการยับยั้งเชื้อรา *Ceratocystis* sp. สาเหตุโรคเหี่ยวของต้นยูคาลิปตัส

วิธีดำเนินการ

1. การแยกเชื้อสาเหตุโรค

เก็บตัวอย่างต้นยูคาลิปตัส สายพันธุ์ H44 อายุ 2 ปี ที่แสดงอาการเหี่ยว ใบร่วง และยืนต้นตาย จากสวนแปลงสวนไม้ ในตำบลคลองกิ่ง อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี (13°11' N, 101°13' E) นำมาตรวจหาชิ้นส่วนของเชื้อสาเหตุ (sign) บริเวณที่แสดงอาการของโรคด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง นำตัวอย่างมาแยกเชื้อด้วยวิธี tissue transplanting method บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน เมื่อเส้นใยของเชื้อราเจริญออกจากเนื้อเยื่อพืช จึงทำการการย้ายเชื้อลงในอาหาร potato dextrose agar (PDA) เพื่อให้ได้เชื้อบริสุทธิ์ และศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อสาเหตุโรค

2. การทดสอบการเกิดโรค

ทำการปลูกเชื้อราลงบนต้นกล้ายูคาลิปตัสสายพันธุ์ H44 อายุ 4 เดือน ด้วยวิธี agar plug technique โดยเลี้ยงเชื้อรา *Ceratocystis* sp. บนอาหาร PDA บ่มที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร (มม.) เจาะปลายเส้นใยเชื้อรา และย้ายชิ้นวัจนวางบนลำต้นยูคาลิปตัส ที่ทำแผลขนาด 5 มม. ด้วยใบมีดผ่าตัดปลอดเชื้อ พันแผลด้วยพาราฟิล์ม คลุมถุงพลาสติกเพื่อให้ความชื้นเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ทำการทดสอบทั้งหมด 5 ซ้ำ กรรมวิธีควบคุมใช้ชิ้นวัจน PDA ปลอดเชื้อ ปลูกเชื้อเป็นเวลา 7 วัน บันทึกลักษณะอาการเกิดโรคและคำนวณเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคจากสูตร (จำนวนต้นที่เกิดโรค/จำนวนต้นทั้งหมดที่ใช้ทดสอบ) $\times 100$ (disease incidence) (Song *et al.*, 2004)

3. ประสิทธิภาพของสารเคมีกำจัดเชื้อราต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Ceratocystis* sp.

สารเคมีกำจัดเชื้อราที่ใช้ในการทดสอบมีจำนวน 8 ชนิด ได้แก่ carbendazim, chlorothalonil, thiophanate-methyl, propiconazole + difenoconazole, tebuconazole + trifloxystrobin, methalaxyl + mancozeb, mancozeb และ prochloraz โดยใช้ความเข้มข้นตามอัตราแนะนำที่ระบุบนฉลาก (table 1) ทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรค ด้วยวิธี poisoned food technique โดยเจาะปลายเส้นใยของเชื้อรา *Ceratocystis* sp. ที่เจริญบนอาหาร PDA อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ด้วย cork borer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มม. ย้ายชิ้นวัจนมาวางบนอาหาร PDA ที่ผสมสารเคมีกำจัดเชื้อรา กรรมวิธีควบคุม คือ วางชิ้นวัจนเชื้อราสาเหตุโรคบนอาหาร PDA ที่ผสมสารเคมีกำจัดเชื้อรา กรรมวิธีละ 5 ซ้ำ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน บันทึกผลการทดลองโดยวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีในแนวตั้งฉาก (มม.) ของเชื้อราสาเหตุโรค และคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญ (% growth inhibition) ตามวิธีการของ Vincent (1974) จากสูตร $(C - T) / C \times 100$ เมื่อ C = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อราสาเหตุโรคในกรรมวิธีควบคุม และ T = ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโคโลนีของเชื้อราสาเหตุโรคในกรรมวิธีทดสอบ

การวิเคราะห์สถิติ

วางแผนการทดลองแบบ completely randomize design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี ANOVA และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สถิติ SPSS v.28

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การแยกเชื้อสาเหตุโรค

เก็บตัวอย่างต้นยูคาลิปตัสที่แสดงอาการเหี่ยว ใบร่วง ยืนต้นตาย (Fig 1A-B) ผ่าลำต้นตามยาวเอาเปลือกไม้ออกพบว่าเนื้อไม้เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เมื่อผ่าลำต้นตามขวางพบเนื้อเยื่อท่อน้ำเลี้ยงเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลถึงดำ (Fig 1C-D) และตรวจหาเชื้อสาเหตุโรคบริเวณเนื้อเยื่อท่อน้ำเลี้ยงที่เปลี่ยนสีภายใต้กล้องจุลทรรศน์พบ aleuroconidia ลักษณะค่อนข้างกลม กระจายอยู่บริเวณเนื้อเยื่อท่อน้ำเลี้ยงเป็นจำนวนมาก (Fig 1E) สอดคล้องกับ Benso *et al.* (2024) ได้รายงานว่ายูคาลิปตัสที่ถูกเชื้อรา *C. fimbriata* เข้าทำลายที่ระบบรากทำให้เกิดอาการเหี่ยว เนื้อไม้เปลี่ยนสี กิ่งแห้งและตาย เปลือกมีแผล จะสังเกตเห็นอาการดังกล่าวได้ชัดเจนในต้นยูคาลิปตัสอายุตั้งแต่ 36 เดือนขึ้นไป อีกทั้งยังพบแมลงบริเวณลำต้นของยูคาลิปตัสที่แสดงอาการโรค (Fig 1F-G) เช่นเดียวกับ Pornsuriya and Sunpapao (2015) ที่ได้รายงานว่ายุงที่เกิดจากแมลงกินเปลือกไม้ (bark beetle) ในลำต้นของต้นพิกุล (*Mimusops elengi*) ที่ถูกเชื้อรา *C. manginecans* เข้าทำลาย และ Galdino *et al.* (2016) ได้รายงานว่ายูคาลิปตัสที่เข้าทำลายพืชผ่านทางบาดแผล การแพร่ระบาดของโรคจะแพร่ระบาดโดยสปอร์ และแมลงพาหะ สอดคล้องกับรายงานการเข้าทำลายของเชื้อรา *C. fimbriata* ในมะม่วง ที่พบแมลงพาหะ *Hypocryphalus mangiferae* ทำให้เชื้อราแพร่ระบาดทางดินโดยการพา aleuroconidia ซึ่งเป็นสปอร์ที่มีผนังหนาสามารถอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้เป็นเวลานาน ไปยังพื้นที่ใหม่โดยจะเริ่มเข้าทำลายพืชที่บริเวณกิ่งและก้น (Syazwan *et al.*, 2021)

ทำการแยกเชื้อสาเหตุโรคด้วยวิธี tissue transplanting method พบว่าเชื้อราที่แยกได้มีโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA สีน้ำตาลอมเขียวบริเวณขอบของโคโลนีสีขาว (Fig 1O-P) เส้นใยมีผนังกัน สร้าง perithecia สีน้ำตาลเข้มถึงดำ ฐานเป็นทรงกลม มีขนาดของฐานประมาณ 110.0-239.0 X 110-245 ไมโครเมตร (μm) (Fig 1H) ส่วนฐานคอของ perithecia มีความกว้างประมาณ 28.0- 38.0 μm มีความยาวประมาณ 445.0 – 760.0 μm เส้นใยบริเวณของ ostiolar เป็นสีน้ำตาลอ่อนถึงใส มีความยาวประมาณ 20.0-125.0 μm (Fig 1I) ascospore ใสมีรูปร่างคล้ายหมวก (hat-shaped ascospore) (Fig 1J-K) มีขนาดประมาณ 4.2 – 7.8 μm มี conidia ใส ทรงกระบอก (cylindrical-shaped) (Fig 1L) และทรงถัง (barrel-shaped) ต่อกันเป็นสายโซ่ มีขนาดประมาณ 3.0 - 5.0 X 8.5 – 33.5 μm (Fig 1M) และมีสปอร์ที่เป็น clamydospore เรียกว่า aleuroconidia โดยมีรูปร่างตั้งแต่ทรงกลมจนถึงทรงลูกแพร์ อยู่เดี่ยว ๆ หรือเป็นสายสั้นๆ มีสีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลเกิดขึ้นบริเวณฐานของ perithecia มีขนาดประมาณ 6.3 – 12.0 X 11.0 – 15.5 μm (Fig 1 N) ซึ่งลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่มีความสอดคล้องกับลักษณะของเชื้อรา *Ceratocystis* spp. (Benso *et al.*, 2024)

2. การทดสอบการเกิดโรค

จากการปลูกเชื้อรา *Ceratocystis* sp. ลงบนต้นยูคาลิปตัสสายพันธุ์ H44 ด้วยชิ้นวัณบริเวณลำต้น (Fig 3A) มีเปอร์เซ็นต์การเกิดโรค 100 เปอร์เซ็นต์ โดยพบรอยแผลสีน้ำตาลถึงดินบริเวณที่ปลูกเชื้อ ต้นยูคาลิปตัสแสดงอาการเหี่ยว ใบร่วง หลังจากปลูกเชื้อเป็นเวลา 7 วัน (Fig 3C) และแสดงอาการยืนต้นตายในที่สุด เมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (Fig 3B) ซึ่งไม่แสดงอาการของโรค ทำการผ่าลำต้นบริเวณแผล พบว่าเนื้อเยื่อท่อลำเลียงเป็นสีน้ำตาลเข้มถึงสีดำตามรอยทำแผล (Fig 3E) ในขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีเนื้อเยื่อท่อลำเลียงปกติ (Fig 3D) เมื่อนำลำต้นยูคาลิปตัสบริเวณที่ทำแผลปลูกเชื้อมาส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบการสร้างกลุ่มของ perithecia เป็นจำนวนมาก (Fig 3F) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Indrayadi *et al.* (2023) ที่ได้ปลูกเชื้อรา *C. manginecans* โดยการทำบาดแผลที่ลำต้นยูคาลิปตัส พบว่าท่อลำเลียงน้ำเปลี่ยนสี ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำ และจะนำไปสู่การตายของต้นยูคาลิปตัส นอกจากนี้ยังพบ perithecia บริเวณลำต้นด้วยเช่นกัน

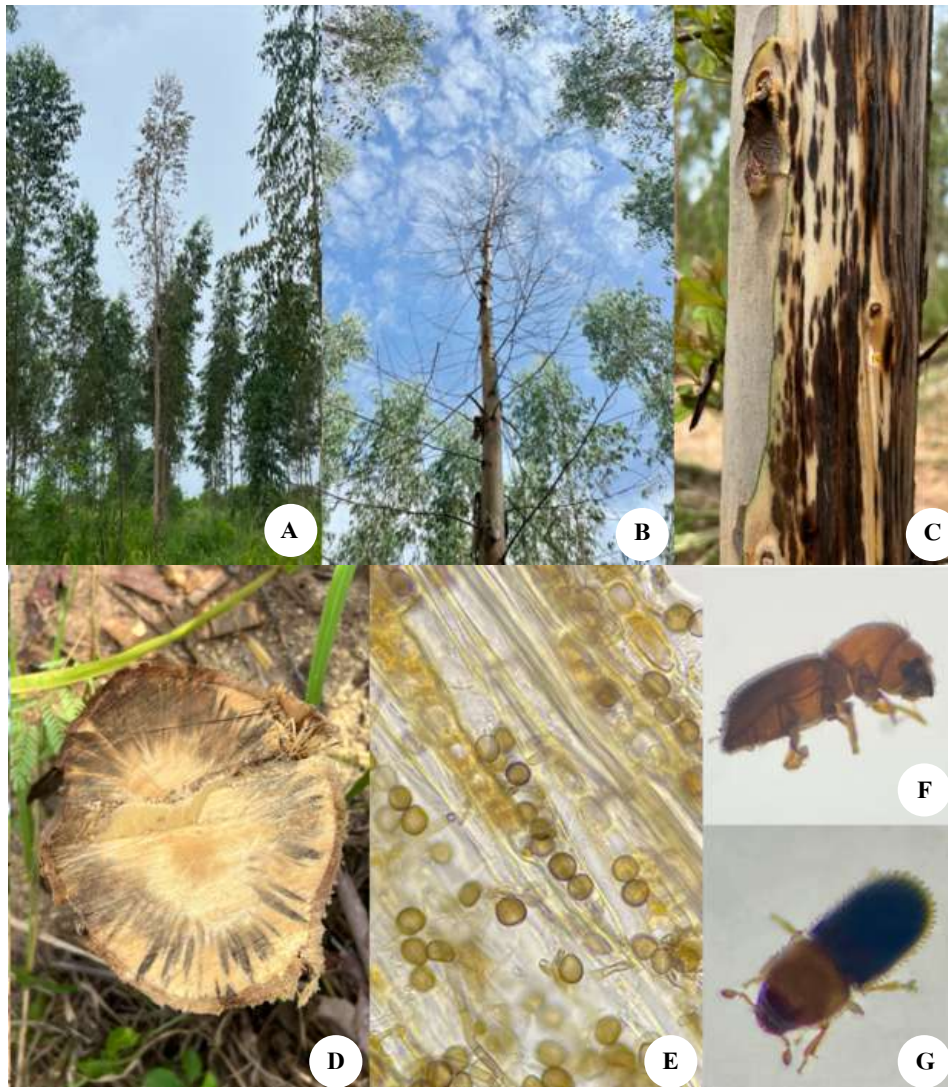


Figure 1 Symptom of wilt disease in eucalyptus. (A) Wilt symptoms in eucalyptus tree caused by *Ceratocystis* sp. (B) Infected tree dying with typical wilt symptoms (C) discoloration

of the wood at site where side branch had been pruning (D) Cross section through trunk of eucalyptus showing the streaking discoloration (E) Cross section vascular tissue. (F-G) Bark beetle.

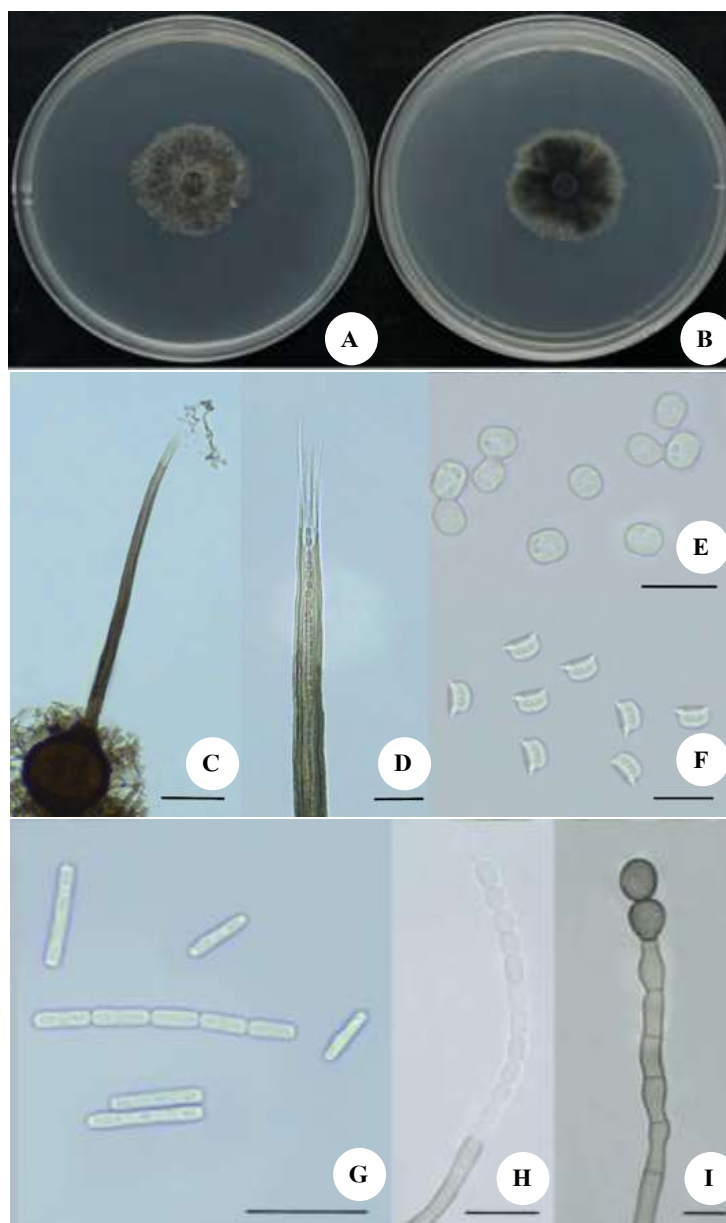


Figure 2 Morphology characterize of *Ceratocystis* sp. (A) Aerial mycelium *Ceratocystis* sp. on PDA from 7-d-old culture. (B) Substrate mycelium *Ceratocystis* sp. on PDA from 7-d-old culture. (C) Ascomata with brown, globose to obpyriform base and long neck. (D) Ostiolar hyphae release ascospore. (E) Hat-shaped ascospores top view. (F) Hat-shaped ascospores in side view. (G) Cylindrical-shaped conidia. (H) Barrel-shaped conidia. (I) Aleurioconidia. Scale bars 10 µm.



Figure 3 Pathogenicity test of wilt disease causal agents in eucalyptus clone H44, 7 days after inoculation. (A) Inoculation on stem using agar plug technique. (B) H44 control. (C) Wilt symptom of H44 inoculated with *Ceratocystis* sp. (D) Internal lesions of H44 control. (E) Discoloration of internal lesions on H44 inoculated with *Ceratocystis* sp. (F) The perithecium clusters on stem of H44 inoculated with *Ceratocystis* sp.

3. ผลของสารเคมีกำจัดเชื้อราต่อการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Ceratocystis* sp.

การทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีพบว่า สารเคมี carbendazim, chlorothalonil, thiophanate-methyl, propiconazole + difenoconazole, tebuconazole + trifloxystrobin, methalaxyl + mancozeb และ prochloraz ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Ceratocystis* sp. ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างทางสถิติ ($P < 0.05$) กับสารเคมี mancozeb ที่มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อราสาเหตุโรคเท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ (Fig 4, Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับ Zhang *et al.* (2015) ที่รายงานว่าสารเคมี chlorothalonil, thiophanate-methyl และสารเคมี difenoconazole (50%, EC) (Scruggs *et al.*, 2017) ควบคุมโรคที่เกิดจากเชื้อรา *C. fimbriata* ได้ดีที่สุด อีกทั้งสารเคมี prochloraz ที่ความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. fimbriata* ที่แยกจากมันเทศได้ 70 เปอร์เซ็นต์ (Chen *et al.*, 2021) และการใช้สารเคมี tebuconazole และ trifloxystrobin ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. fimbriata* ในมันเทศหลังการเก็บเกี่ยวได้ (Mohsin *et al.*, 2021) นอกจากนี้การใช้สารเคมี metalaxyl + mancozeb (50%, EC) ที่ความเข้มข้น 250, 750 และ 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *C. fimbriata* ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ (Cassol *et al.*, 2023) และการควบคุมโรคเหี่ยวในต้นทับทิมที่เกิดจากเชื้อรา *C. fimbriata* พบว่า การใช้สารเคมี propiconazole และ difenoconazole หลังจากปลูกเชื้อเป็นเวลา 120 วัน มีเปอร์เซ็นต์การเหี่ยวเท่ากับ 0.00 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารเคมี mancozeb มีเปอร์เซ็นต์การเหี่ยวเท่ากับ 16.66 เปอร์เซ็นต์ (Sonyal *et al.*, 2016)

Table 1 Percent inhibition of mycelial growth of *Ceratocystis* sp. by tested fungicides.

^{1/} Each value represents the mean of five replicates and mean within a column followed by same letter(s) are not significantly different at $P<0.01$ using DMRT ($\pm$ standard deviation)

Fungicides	Concentration (per 20 L)	Growth inhibition (%) ^{1/}
Carbendazim (50%, SC)	30 cc	100.00 $\pm$ 0.00 a
Chlorothalonil (75%, WP)	20 g	100.00 $\pm$ 0.00 a
Thiophanate-methyl (70%, WP)	20 g	100.00 $\pm$ 0.00 a
Propiconazole + Difenconazole (30%, EC)	15 cc	100.00 $\pm$ 0.00 a
Tebuconazole + Trifloxystrobin (75%, WG)	12 g	100.00 $\pm$ 0.00 a
Methalaxyl + Mancozeb (68%, WG)	40 g	100.00 $\pm$ 0.00 a
Prochloraz (45%, EC)	20 cc	100.00 $\pm$ 0.00 a
Mancozeb (80%, WP)	40 g	60.32 $\pm$ 0.05 b

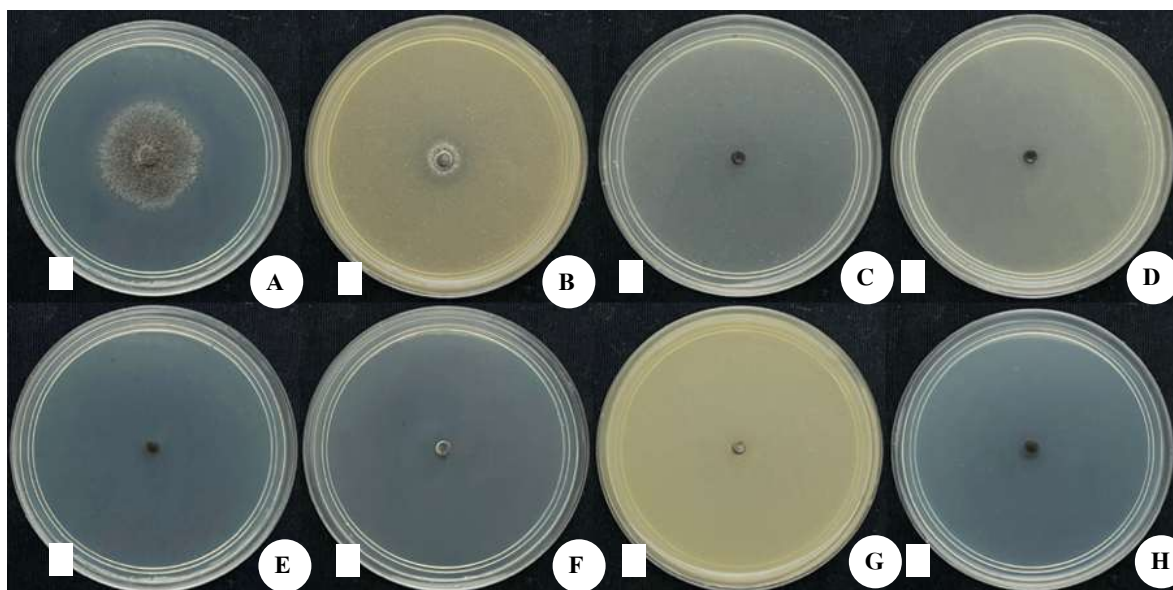


Figure 4 Inhibition efficiency of eight fungicides on mycelial growth inhibition of *Ceratocystis* sp. (A) Control. (B) Mancozeb (C) Carbendazim (D) Chlorothalonil (E) Thiophanate-methyl (F) Propiconazole + Difenconazole (G) Tebuconazole + Trifloxystrobin (H) Metalaxyl + Mancozeb (I) Prochloraz

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

สารเคมีที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Ceratocystis* sp. สาเหตุโรคเหี่ยวของต้นยูคาลิปตัส คือ สารเคมี carbendazim, chlorothalonil, thiophanate-methyl, propiconazole + difenconazole, tebuconazole + trifloxystrobin, methalaxyl + mancozeb และ prochloraz ซึ่งผล

การศึกษาในครั้งนี้จะนำไปสู่การคัดเลือกสารเคมีที่มีประสิทธิภาพสูง สำหรับนำไปทดสอบการควบคุมโรคในระดับแปลงปลูกยูคาลิปตัส หรือแปลงสวนไม้ เพื่อลดความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของเชื้อรา *Ceratocystis* sp.

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ และพื้นที่ทดลอง จากบริษัทสยามฟอเรสทรีจำกัด ศูนย์ผลิตกล้าไม้ อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น และแปลงสวนไม้ อำเภอบ้านบึง จังหวัดชลบุรี

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2562. รายงานสถานการณ์การเพาะปลูกยูคาลิปตัส ปีเพาะปลูก 2561. ค้นเมื่อ 26 พฤศจิกายน 2567, จาก <http://www.agriinfo.doae.go.th/year62/plant/rortor/perennial/euca.pdf>
- Benso, L.A., L.P. Pieroni, Y.D.M. Taborda, C.D. Angelis, L.T.P. Silva, B.C. Rossini, C.L. Marino, and E.L. Furtado. 2024. Characterization of *Ceratocystis* Wilt on Eucalyptus and Its Causal in Southern Bahia, Brazil. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 131: 2063–2075.
- Cassol, S.A., S.A. Santos, M.H.D. Franceschini, F.S. Alexandre, D.M. Macedo, C. Pal, E.M.D. Ponte, A.C. Alfenas, and R.F. Alfenas. 2023. Are fungicides Effective in Protecting Pruning Wounds Against *Ceratocystis* Wilt on Kiwifruit Vines?. *Tropical Plant Pathology*.49(1): 459-465
- Cheewangkoon, R., R. Kodsueb, S. Monkhung, K. Vitharanage, A. arunarathna, A. Wongwan, P. Withee, S. Haituk, and N. Tamakeaw, 2021. Phytopathogenic Fungi Identification in Thailand: Current Trends and Future Perspectives. *Chiang Mai Journal of Science*. 48: 726-759.
- Chen, Y., Y. Zhou, P. Laborda, H. Wang, R. Wang, X. Chen, F. Liu, D. Yang, S. Wang, X. Shi, and P. Laborda. 2021. Mode of Action and Efficacy of Quinolinic Acid for The Control of *Ceratocystis fimbriata* on Sweet Potato. *Pest Management Science*. 77: 4564–4571.
- Galdino, T. V. da S., S. Kumar, L.S.S. Oliveira, A.C. Alfenas, L.G. Neven, A.M. Al-Sadi, and M.C. Picanço. 2016. Mapping Global Potential Risk of Mango Sudden Decline Disease Caused by *Ceratocystis fimbriata*. *PLOS ONE*. 11(7) 0159450. doi:10.1371/journal.pone.0159450

- Indrayadi, H., Glen, M., Halimah, Fahrizawati, Prihatini, I., Beadle, C., Tjahjono, B., and Mohammed, C. 2023. Recognising ceratocystis disease symptoms in a eucalyptus pellita nursery. *Australasian Plant Pathology*. 52: 625–636.
- Lynn, K.M.T., M.J. Wingfield, A. Hammerbacher, and I. Barnes. 2024. High-Resolution Melting Curve Analysis: A Detection Assay for *Ceratocystis eucalypticola* and *C. manginecans* in Infected Eucalyptus. *Fungal Biology*. 128: 2062–2072.
- Mohsin, S.M., M. Hasanuzzaman, K. Parvin, M. Morokuma and M. Fujita. 2021. Effect of Tebuconazole and Trifloxystrobin on *Ceratocystis fimbriata* to Control Black Rot of Sweet Potato: Processes of Reactive Oxygen Species Generation and Antioxidant Defense Responses. *World. Journal of Microbiology and Biotechnology*. 37: 148. doi: 10.1007/s11274-021-03111-5.
- Pornsuriya, C. and A. Sunpapao. 2015. A New Sudden Decline Disease of Bullet Wood in Thailand is Associated with *Ceratocystis manginecans*. *Australasian Plant Disease Notes*. 10: 26. doi:10.1007/s13314-015-0176-z
- Roux, J., M. Wingfield, A. Fourie, K. Noeth, and I. Barnes. 2020. *Ceratocystis* Wilt on Eucalyptus: First Record from South Africa. *Southern Forests: A Journal of Forest Science*. 82: 24–31.
- Scruggs, A.C., T. Basaiah, M.L. Adams, and L.M. Quesada-Ocampo. 2017. Genetic Diversity, Fungicide Sensitivity, and Host Resistance to *Ceratocystis fimbriata* Infecting Sweet Potato in North Carolina. *Plant Disease*. 101: 994–1001.
- Song, W., L. Zhou, C. Yang, X. Cao, L. Zhang, and X. Liu. 2004. Tomato Fusarium Wilt and Its Chemical Control Strategies in A Hydroponic System. *Crop Protection*. 23: 243-247.
- Sonyal, S., V.B. Nargund, J. Yallappa, K.B. Palanna, S.M. Giri, A. Pappachan, H. Shivalingappa, H.S. Mahesha, D. Dev, and M.E. Puneeth. 2016. Integrated Management of *Ceratocystis fimbriata* Causing Wilt in Pomegranate. *Journal of Pure and Applied Microbiology*. 10: 1-5.
- Syazwan, S.A., A. Mohd-Farid, W.A. Wan-Muhd-Azrul, H.M. Syahmi, A.M. Zaki, S.P. Ong, and R. Mohamed. 2021. Survey, Identification, and Pathogenicity of *Ceratocystis fimbriata* Complex Associated with Wilt Disease on *Acacia mangium* in Malaysia. *Forests*. 12: 1782. doi.org/10.3390/f12121782
- Vincent, J.M. 1947. Distortion of fungal hypha in the presence of some inhibitors. *Nature*, 159(4051), 850.

Zhang, D., Q. Qiao, Y. Tian, S. Wang, Y. Qin, Y. Wang, and Z. Zhang. 2015. Control Efficacy of Five Fungicides to Black Rot of Sweet Potato in Storage and Safety Assessment to Storage Roots. Plant Protection. 41: 221-224.

การศึกษาความสามารถในการก่อโรคและการวิเคราะห์จีโนมของ *Streptomyces* sp.

ไอโซเลต WSLK1-6 ที่คัดแยกจากหัวมันฝรั่งที่เป็นโรคสแคป

ทิพย์วรรณ วรรณวงษ์ สุพจน์ กาเซ็ม ตียากร ฉัตรนภารัตน์ ญัฐกร คุณเจริญ

ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

โรคสแคป (common scab) มีสาเหตุจากแบคทีเรียแอคติโนมัยซีทสกุล *Streptomyces* โดยมี *S. scabiei* เป็นแบคทีเรียสาเหตุหลัก ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่ก่อโรคทางดินในพืชหัวหลายชนิดโดยเฉพาะมันฝรั่ง ส่งผลต่อคุณภาพและราคาของผลผลิตมันฝรั่งทั่วโลก แบคทีเรียสกุลนี้สามารถอยู่รอดได้ดีในดิน ทั้งยังมีรายงานการถ่ายทอดยีนก่อโรคข้ามชนิดได้ การศึกษานี้ได้คัดแยก *Streptomyces* จำนวน 8 ไอโซเลต จากหัวมันฝรั่งพันธุ์สปุนต้าที่เป็นโรคสแคปที่เก็บจากแปลงปลูกอำเภอฟราวน จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย จากการพิสูจน์ความสามารถในการเกิดโรค พบว่า ไอโซเลต WSLK1-6 มีความสามารถในการก่อโรค คือ ทำให้เกิดเนื้อเยื่อตายคล้ายแผลสะเก็ดบนชิ้นมันฝรั่ง จากการศึกษาลักษณะทางฟีโนไทป์และระบุชนิดโดยวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน 16S rRNA ของไอโซเลต WSLK1-6 พบว่า คล้ายคลึงกับ *S. griseoincarnatus*, *S. labedae* และ *S. albogriseolus* 99.20 % อย่างไรก็ตามแผนภาพต้นไม้แสดงความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของยีน 16S rRNA แสดงให้เห็นว่าไอโซเลต WSLK1-6 มีตำแหน่งทางวิวัฒนาการห่างจากสายพันธุ์อ้างอิงที่ใกล้ที่สุด ดังนั้น จึงทำการศึกษาจีโนมของไอโซเลต WSLK1-6 พบว่า มีขนาด 7,992,523 bp และ 7,021 coding sequences ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคสแคปของมันฝรั่ง 2 ยีน คือ *toma* และ *nec1* จากการวิเคราะห์แผนภาพต้นไม้แสดงความสัมพันธ์ของทุกยีนในจีโนม ค่า ANIb และ dDDH เทียบกับสายพันธุ์อ้างอิงในฐานข้อมูล TYGS-LPSN สามารถระบุได้ว่า ไอโซเลต WSLK1-6 คือ *S. albogriseolus* โดยมีค่า ANIb และ dDDH 95.9 และ 72.6% ตามลำดับเทียบกับสายพันธุ์อ้างอิง *S. albogriseolus* JCM 4616^T ซึ่งแอคติโนมัยซีทชนิดนี้ยังไม่มีรายงานการเกิดโรคสแคปในมันฝรั่ง และอาจนำไปสู่ความท้าทายในการผลิตมันฝรั่งในอนาคต

คำหลัก: ความสามารถในการก่อโรค โรคสแคป มันฝรั่ง *Streptomyces* sp.

Investigation of Pathogenicity and Genomic Analysis of *Streptomyces* sp.

WSLK1-6 Isolated from Potato Scabby Tuber

Thippawan Wannawong Supot Kasam Tiyaikhon Chatnaparat Nattakorn Kuncharoen

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

ABSTRACT

Common scab disease (CS) is caused by the actinomycetes in the genus *Streptomyces*, with *S. scabiei* being a major causative agent of CS, a Gram-positive bacterium causing soil-borne diseases in several tuber crops, especially potatoes. The disease affects the quality and price of potatoes across the world. This bacterium could survive well in soil and has been reported for transferring pathogenicity genes across species. In this study, Eight *Streptomyces* was isolated from potato scabby tubers collected from fields in Phrao District, Chiang Mai Province, Thailand. Pathogenicity tests found that isolate WSLK1-6 has the ability to cause disease by causing necrotic tissues like scab lesions on potato tuber slices. The phenotypic characteristics and the 16S rRNA gene sequence analysis of the isolate WSLK1-6 showed that it is identical to *S. griseoincarnatus*, *S. labedae*, and *S. albogriseolus* with 99.20% similarity. However, the phylogenetic tree based on the 16S rRNA gene sequence exhibited that the isolate WSLK1-6 was taxonomically positioned far from the closest type strains. Thus, the genome of isolate WSLK1-6 was studied and found that isolate WSLK1-6 contained the genome with 7,992,523 bp in size and 7,021 coding sequences, of which two genes were associated with potato scab disease, *tomA* and *nec1*. Analysis of the phylogenomic tree, average nucleotide identity (ANIb), and digital DNA-DNA hybridization (dDDH) values compared to the type strains in the TYGS-LPSN database indicated that the isolate WSLK1-6 was identified as *S. albogriseolus* with the ANIb and dDDH values of 95.88% and 72.6%, respectively, to *S. albogriseolus* JCM 4616^T. This actinomycete species has no report of causing potato scab disease and may lead to future challenges for potato production.

Keywords: pathogenicity, common scab disease, potato, *Streptomyces* sp.

คำนำ

มันฝรั่ง (*Solanum tuberosum* L.) เป็นพืชอาหารที่มีความสำคัญอันดับสี่ของโลกรองจากข้าวโพด ข้าวสาลี และข้าว (Cui *et al.*, 2021) มีถิ่นกำเนิดในแถบอเมริกาใต้ ประเทศเปรูและโบลิเวีย มันฝรั่งถือเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของภาคเหนือของประเทศไทย โดยแหล่งเพาะปลูกมันฝรั่งสำคัญอยู่ในจังหวัดตาก เชียงใหม่ เชียงราย พะเยา และลำพูน คิดเป็น 95% ของพื้นที่ปลูกทั้งหมดในประเทศ ผลผลิตส่วนใหญ่ใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปมันฝรั่งแผ่นทอดกรอบและบริโภคสด โดยในช่วงปี 2564-2566 มีเนื้อที่เพาะปลูกมันฝรั่งเพิ่มขึ้น 10% มีผลผลิตมันฝรั่งรวมเฉลี่ย 120,474 ตัน/ปี แบ่งเป็นมันฝรั่งบริโภคและโรงงาน 3,654 และ 116,820 ตัน ตามลำดับ (กรมศุลกากร, 2558) ปัญหาโรคพืช เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตมันฝรั่ง ทำให้ผลผลิตและคุณภาพของมันฝรั่งต่ำลง โดยมันฝรั่งเป็นพืชเสี่ยงต่อการเข้าทำลายจากโรคพืชหลายชนิด เช่น โรคใบไหม้ (late blight) จากเชื้อรา *Phytophthora infestans* โรคใบจุดสีน้ำตาล (early blight) จากเชื้อรา *Alternaria solani* โรคเน่าและ (soft rot) จากแบคทีเรีย *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* โรคเหี่ยว (bacterial wilt) จากแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* และโรคสแคป (common scab) จากแบคทีเรีย *Streptomyces scabiei* (Rupp *et al.*, 2017)

โรคสแคป เกิดจากแบคทีเรียแอคติโนมัยสิท โดยเฉพาะในสกุล *Streptomyces* เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มีการสร้างเส้นใย 2 แบบ คือ สร้างเส้นใยพื้นผิว (substrate mycelium) และเส้นใยอากาศ (aerial mycelium) ที่แตกแขนงออกมาและสามารถสร้างสปอร์ได้ มีลักษณะผิวโคโลนีเป็นกุ่มหยาบ มีกลิ่นคล้ายดิน (geosmin) มีการสร้างสปอร์ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ แบคทีเรียกลุ่มนี้อยู่รอดได้ดีในดิน เข้าทำลายมันฝรั่งโดยการงอกของสปอร์ สร้างเส้นใยเจริญผ่านช่องเปิด (lenticel) หรือทางบาดแผลมันฝรั่ง เจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณ บริเวณชั้น periderm ทำให้เซลล์บริเวณนั้นตายและยุบตัวลง พร้อมทั้งผลิตสารพิษ (phytotoxin) ออกมายับยั้งการสร้าง cellulose ของพืช ถูกพืชขับออกทำให้เซลล์ที่ตายแตกออกเป็นชั้น ๆ (corky layer) และยกตัวสูงขึ้น เกิดเป็นแผลสะเก็ดหลายหลายรูปแบบที่มีสีน้ำตาลถึงสีดำ ขอบแผลยกตัวนูน ตรงกลางยุบลง ขึ้นกับระดับความรุนแรงของโรค และแผลมีขนาดใหญ่คล้ายตาข่าย แม้โรคสแคปไม่ได้มีผลกระทบต่อปริมาณของผลผลิตหัวมันฝรั่ง แต่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพและราคาที่ดีกว่ามาตรฐาน ทำให้เกษตรกรมีรายได้ลดลง

ปัจจุบันมี *Streptomyces* มากกว่า 20 ชนิดที่ก่อให้เกิดโรคสแคปในมันฝรั่ง โดย *S. scabiei* เป็นชนิดหลักที่พบได้ทั่วโลก และยังมีชนิดอื่น ๆ อีกที่ก่อโรสแคปได้ เช่น *S. turgidiscabies*, *S. acidiscabies* และ *S. europaeiscabiei* นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่า *Streptomyces* สาเหตุโรคสแคปของมันฝรั่ง สามารถถ่ายทอดยีนก่อโรค (pathogenic island, PAI) ไปยัง *Streptomyces* ชนิดไม่ก่อโรคพืช (non-phytopathogenic species) ได้โดยกระบวนการ horizontal gene transfer (HGT) โดยยีนก่อโรคสำคัญที่มีผลต่อระดับความรุนแรงของโรค คือ ยีนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสารที่เป็นพิษต่อพืช (phytotoxin) ได้แก่ thaxtomin A (*txt* operon), coronafacoyl-L-isoleucine (CFA-Ile BGC) และ concanamycin A (concanamycin A BGC) และยีนสำหรับการเข้าบุกรุกพืช ได้แก่ tomatinase (*tomA*) และ necrogenic protein (*nec1*) (Bown *et al.*, 2017; Lerat *et al.*, 2009; Natsume *et al.*, 2017) แม้ว่าจะพบการระบาดของโรคสแคปของมันฝรั่งมาเป็นเวลาหลายปีในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย แต่ก็ยังมีการรายงานน้อย และ

ส่วนใหญ่มีเชื้อสาเหตุชนิดหลัก คือ *S. scabiei* อย่างไรก็ตาม ในประเทศจีน อเมริกา แคนาดา และนอร์เวย์ มีรายงานการพบ *Streptomyces* ชนิดที่อาศัยอยู่ในแผลสแคปของมันฝรั่ง และทำให้เกิดแผลบนมันฝรั่งได้ (Vincent *et al.*, 2024) ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งศึกษาความสามารถก่อโรคและวิเคราะห์จีโนมของ *Streptomyces* sp. ไอโซเลต WSLK1-6 ที่คัดแยกจากแผลสแคปของหัวมันฝรั่ง ซึ่งจะทำให้ทราบถึงความสามารถก่อโรคสแคปของมันฝรั่ง และยีนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรค ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำคัญในการเฝ้าระวัง *Streptomyces* ชนิดอื่นที่สามารถก่อโรคสแคปได้ต่อไป

วิธีดำเนินการ

1. การคัดแยกแบคทีเรีย *Streptomyces* จากหัวมันฝรั่ง

คัดแยกแบคทีเรีย *Streptomyces* จากตัวอย่างหัวมันฝรั่งพันธุ์สปุนดำที่เป็นโรคสแคปของมันฝรั่ง ที่เก็บจากแปลงปลูกของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลโหล่งขอด อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ด้วยวิธีที่ปรับปรุงจากวิธีของ Ismail *et al.* (2020) โดยล้างทำความสะอาดตัวอย่างหัวมันฝรั่ง ซับให้แห้ง ฟอกฆ่าเชื้อบริเวณพื้นผิวตัวอย่างด้วย 3% (v/v) โซเดียมไฮโปคลอไรต์ เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นฆ่าเชื้อด้วย 75% (v/v) เอทิลแอลกอฮอล์ ล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ เป็นเวลา 1 นาที 2 ครั้ง ตัดตัวอย่างบริเวณแผลสแคปเป็นชิ้นเล็ก ๆ ด้วยมีดปลอดเชื้อ บดตัวอย่างในโกร่งปลอดเชื้อให้ละเอียดในสารละลายซูโครส 4% (w/v) บ่มใน water bath ที่อุณหภูมิ 55 °C เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นเจือจางสารแขวนลอยตัวอย่างด้วยวิธี 10-fold serial dilution ปิเปตสารแขวนลอยตัวอย่าง ปริมาตร 0.1 mL ลงบนอาหารแข็ง King's medium B agar (KB), soil extract agar (Kautsar *et al.*) และ starch casein nitrate agar (SCNA) ที่เติมยาปฏิชีวนะ cycloheximide และ nalidixic acid ความเข้มข้น 50 และ 25 mg/L ตามลำดับ บ่มในที่มืด ที่อุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 7-14 วัน คัดเลือกโคโลนีและทำให้บริสุทธิ์บนอาหารแข็ง yeast extract-malt extract agar (ISP 2) (Shirling *et al.*, 1966) เก็บในอาหารเหลว ISP 2 ที่เติม 15% (v/v) กลีเซอรอล ที่อุณหภูมิ -20 และ -80 °C เพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป

2. การทดสอบความสามารถก่อโรคบนพืช

นำ *Streptomyces* ไอโซเลตที่คัดแยกได้มาทดสอบความสามารถก่อโรคด้วยวิธี potato tuber slice ที่ปรับปรุงจากวิธีการของ Lapaz *et al.* (2017) และ Loria *et al.* (1995) โดยฆ่าเชื้อบริเวณพื้นผิวของหัวมันฝรั่งปลอดโรคตามวิธีในข้อ 1 หั่นหัวมันฝรั่งด้วยมีดปลอดเชื้อเป็นแผ่นหนาประมาณ 1 เซนติเมตร วางบนกระดาษกรองที่อ้อมด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อ นำชิ้นส่วนของเชื้อ (agar plug) ที่อายุ 14 วัน วางลงกลางแผ่นมันฝรั่ง (บริเวณเนื้อเยื่อ pith) บ่มในที่มืด ที่อุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 5 วัน สังเกตและบันทึกผลจากการตายของเซลล์ (necrosis) และแผลยุบตัว (collapse) บริเวณรอบ ๆ และได้ชิ้นส่วนของแบคทีเรีย ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (stereo microscope)

3. การจัดจำแนกและระบุเอกลักษณ์ของ *Streptomyces* ที่คัดแยกได้

ในการจัดจำแนกและระบุเอกลักษณ์ของ *Streptomyces* ที่คัดแยกได้ จะใช้วิธี polyphasic taxonomy ประกอบด้วย ลักษณะสัณฐานวิทยา ลักษณะการเจริญบนอาหารชนิดต่าง ๆ ลักษณะทางชีวเคมี และลักษณะทางพันธุกรรม (Vandamme *et al.*, 1996) การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและการเจริญบน

อาหารชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะเลี้ยง *Streptomyces* sp. ไอโซเลต WSLK1-6 ลงบนอาหารเพาะเลี้ยง ISP 2 agar, oatmeal agar (ISP 3), inorganic salts-starch agar (ISP 4), glycerol asparagine agar (ISP 5), peptone yeast-extract iron agar (ISP 6), tyrosine agar (ISP 7) และ nutrient agar (NA) (Shirling *et al.*, 1966) บ่มในที่มืด ที่อุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 14 วัน บันทึกอัตราการเจริญเติบโต ลักษณะโคโลนี เส้นใย ด้วยกล้องจุลทรรศน์ Smart Microscope รุ่น AxioLab 5 และสีของโคโลนี โดยเปรียบเทียบกับคู่มือของ ISCC-NBS color system (Kelly, 1964) ศึกษาลักษณะทางชีวทางเคมี ได้แก่ การย่อยสลายแป้ง (starch hydrolysis) การผลิตไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S production) และการผลิตเมลานิน (melanin production) บนอาหารแข็งทดสอบ ISP 4, ISP 5 และ ISP 7 ตามลำดับ และศึกษาการใช้น้ำตาลและการผลิตกรด ตามวิธีของ Gordon *et al.* (1974)

สำหรับการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมด้วยวิธีการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณยีน 16S rRNA ทำโดยเพาะเลี้ยง *Streptomyces* sp. ไอโซเลต WSLK1-6 ในเลี้ยงในอาหารเหลว yeast extract-dextrose broth (YDB) ที่สภาวะเขย่า ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 7 วัน แยกตะกอนเซลล์ออกจากอาหารด้วยวิธีหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 8,000 รอบต่อนาที ล้างตะกอนเซลล์ด้วยน้ำเกลือความเข้มข้น 0.85% (w/v) จากนั้นนำมาสกัดดีเอ็นเอด้วยชุดสกัดสำเร็จรูป FavorPrep™ Tissue Genomic DNA Extraction Mini Kit (Favorgen, Taiwan) ตามวิธีการในคู่มือของชุดสกัด จากนั้นเพิ่มปริมาณยีน 16S rRNA ด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส (PCR) โดยใช้ชุด EmeraldAmp® MAX PCR Master Mix (Takara, Japan) และไพรเมอร์ 20F: 5' -AGAGTTTGATGGCTCAG- 3' และไพรเมอร์ 1530R: 5' -AAGGAGATCCAGCCGCA- 3' ตามวิธีของ Suriyachadkun *et al.* (2009) ตรวจสอบขนาดของผลิตภัณฑ์ PCR ด้วยวิธี gel electrophoresis วัดความเข้มข้นและความบริสุทธิ์ของดีเอ็นเอด้วยเครื่อง NanoDrop® ND 2000 โดยต้องมีค่า A₂₆₀/A₂₈₀ ในช่วง 1.8-2.0 ทำปฏิกิริยาผลิตภัณฑ์ PCR ด้วยชุด E.Z.N.A. Cycle Pure Kit (Omega Bio-tek, USA) ส่งวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณยีน 16S rRNA ด้วยวิธี Sanger ที่บริษัท Macrogen ประเทศเกาหลีใต้ ตัดแต่งลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยโปรแกรม BioEdit แล้วเปรียบเทียบกับลำดับนิวคลีโอไทด์ของสายพันธุ์อ้างอิงในฐานข้อมูล EzBiocloud (Yoon *et al.*, 2017) วิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการ (phylogenetic analysis) ด้วยโปรแกรม MEGA11 (Tamura *et al.*, 2021) และฝากลำดับนิวคลีโอไทด์ในฐานข้อมูล NCBI GenBank (accession no. PQ203351)

4. การสกัดจีโนมและการประกอบจีโนม

เพาะเลี้ยงแอคติโนมัยซีทในอาหารเหลว YDB ที่สภาวะเขย่า ความเร็วรอบ 200 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 30 °C เป็นเวลา 7 วัน ปั่นเหวี่ยงเพื่อแยกเซลล์ออกจากอาหารที่ความเร็วรอบ 13,000 รอบต่อนาที ล้างตะกอนเซลล์ด้วยน้ำเกลือปลอดเชื้อ ความเข้มข้น 0.85 % (w/v) จำนวน 1 ครั้ง นำเซลล์ที่ได้ไปสกัดแยกจีโนมด้วยชุดสกัดสำเร็จรูป FavorPrep™ Tissue Genomic DNA Extraction Mini Kit (Favorgen, Taiwan) ตามวิธีของในคู่มือ นำจีโนมที่สกัดได้ไปวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยเครื่อง DNBSEQ-T7 (MGI Technology, China) ด้วยวิธี paired-end (150PE) ตรวจสอบคุณภาพและตัดแต่งข้อมูล reads ที่ได้ด้วยโปรแกรม SOAPnuke (Chen *et al.*, 2017) และ FASTQ Quality Trimmer จากนั้นประกอบแต่ละ read

เข้าด้วยกัน (assemble) โดยใช้โปรแกรม SPAdes ver. 3.12.3 (Bankevich *et al.*, 2012) วิเคราะห์คุณภาพของจีโนมที่ประกอบได้ (assembled genome) ด้วยโปรแกรม QUAST (Quality Assessment Tool for Genome Assemblies) (Gurevich *et al.*, 2013) และสร้างแผนภาพแสดงโครงสร้างของจีโนมในรูปแบบวงกลม (circular genome map) ด้วยโปรแกรม Proksee (Grant *et al.*, 2023)

5. การเปรียบเทียบจีโนมทั้งหมด

ทำการยืนยันสปีชีส์ของ *Streptomyces* sp. ไอโซเลต WSLK1-6 ด้วยวิธีการเปรียบเทียบจีโนม โดยใช้ค่า Average Nucleotide Identity by BLAST (ANIb) และค่า digital DNA-DNA hybridization (dDDH) ด้วยโปรแกรม JSpeciesWS (Richter, Michael *et al.*, 2015) และ Genome-to-Genome Distance Calculator (GGDC) 3.0 (Meier-Kolthoff, J. P. *et al.*, 2022) ตามลำดับ และสร้างแผนภาพต้นไม้แสดงความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการโดยใช้จีโนม (phylogenomic analysis) บนเซิร์ฟเวอร์ TYGS (Type Strain Genome Server) (Meier-Kolthoff, Jan P. *et al.*, 2019) สำหรับจีโนมของ *Streptomyces* sp. ไอโซเลต WSLK1-6 ได้ทำการฝากบนฐานข้อมูล NCBI GenBank แล้ว โดยมี accession number คือ JBIQWE000000000

สำหรับการวิเคราะห์ตำแหน่งและทำนายหน้าที่ของยีนบนจีโนม (genome annotation) ของ *Streptomyces* sp. ไอโซเลต WSLK1-6 ทำตามหลักการของ NCBI Prokaryotic Genome Annotation Pipeline (NCBI PGAP) ด้วยโปรแกรม eggNOG-mapper (Cantalapiedra *et al.*, 2021) Prokka v1.12 (Seemann, 2014) และ RASTtk (Rapid Annotation using Subsystem Technology tool kit) (Brettin *et al.*, 2015) วิเคราะห์กลุ่มยีนที่ผลิตสารเมแทบอไลต์ทุติยภูมิ (secondary metabolite biosynthetic gene clusters หรือ smBGCs) ด้วยโปรแกรม antiSMASH 7.0 (Blin *et al.*, 2023) และวิเคราะห์กลุ่มยีนที่มีหน้าที่ผลิตเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต โดยใช้ฐานข้อมูล carbohydrate-active enzymes (CAZy) (Drula, E. *et al.*, 2022) ด้วยโปรแกรม dbCAN3 (Zheng *et al.*, 2023)

การทดลองและวิจารณ์

1. การทดสอบความสามารถก่อโรคบนพืช

จากแบคทีเรีย *Streptomyces* จำนวน 8 ไอโซเลต ที่คัดแยกจากตัวอย่างหัวมันฝรั่งสปุนดำที่เป็นโรคสแคปจากแปลงปลูกของเกษตรกรในพื้นที่ตำบลโหล่งขอด อำเภอฟัว จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าแบคทีเรีย *Streptomyces* sp. ไอโซเลต WSLK1-6 ทำให้เนื้อเยื่อมันฝรั่งเกิดการเซลล์ตาย เป็นแผลยุบตัวตกระกิด สีน้ำตาล (Fig. 1b) ซึ่งลักษณะที่พบเหมือนกับแผลที่เกิดขึ้นจากการชักนำโดย *S. scabiei* (Fig. 1a-c) และ *Streptomyces* ชนิดอื่นที่ก่อโรคสแคปของมันฝรั่ง (Cui *et al.*, 2021)

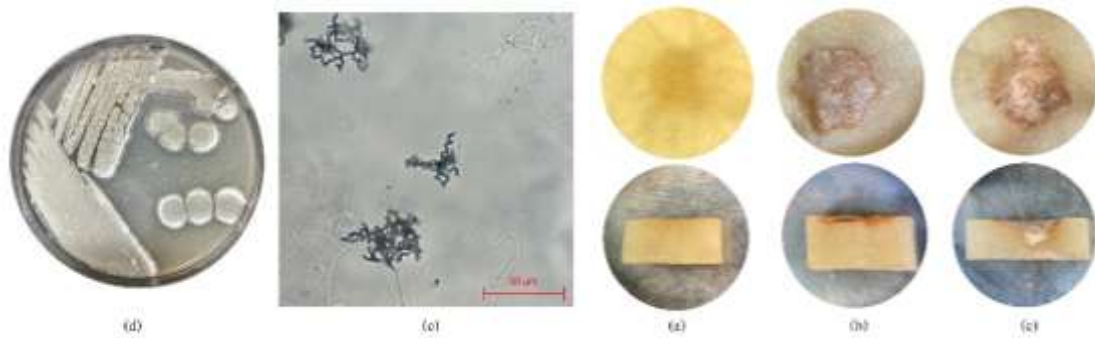


Figure 1 Pathogenicity test using potato tuber slice method. (a) ISP 2 agar plug (a negative control); (b) *Streptomyces* sp. WSLK1-6; *S. scabiei* WSLK1-11 (c); colonial appearance of *Streptomyces* sp. WSLK1-6 on ISP 3 agar medium (d); micromorphology of hyphal growth under light microscope 40x (Bar = 50 μm).

2. การจัดจำแนกชนิดและระบุเอกลักษณ์ของแบคทีเรีย *Streptomyces* ที่คัดแยกได้

ในการจำแนกและระบุเอกลักษณ์ของ *Streptomyces* sp. ไอโซเลต WSLK1-6 ซึ่งเป็นไอโซเลตที่ทำให้เนื้อมันฝรั่งเกิดเป็นแผลสะเก็ด พบว่า ไอโซเลต WSLK1-6 สร้างเส้นใยอากาศ (aerial mycelia) สีขาว (white) ถึงสี dark greenish gray เส้นใยอาหาร (substrate mycelia) สี light yellow ถึง grayish yellow บนอาหารแข็งทดสอบชนิดต่าง ๆ (Table 1) สปอร์มีรูปร่างกลมต่อเป็นเส้นสายในลักษณะบิดเป็นเกลียว (Fig. 1e) โดยมีการเจริญเติบโตดีที่สุดบนอาหารแข็ง ISP 3 (Fig. 1d) ในขณะที่มีการเจริญเติบโตปานกลางบนอาหารแข็ง ISP 6 และ NA (Table 1) และจากการศึกษาคุณสมบัติชีวเคมี พบว่า ไอโซเลต WSLK1-6 ไม่ย่อยสลายแป้ง ไม่สร้างไฮโดรเจนซัลไฟด์ และไม่ผลิตเมลานิน สำหรับการทดสอบการใช้แหล่งคาร์บอนชนิดต่าง ๆ พบว่า ไอโซเลต WSLK1-6 สามารถใช้น้ำตาลอะราบินอส ฟรุคโทส กลูโคส และไซโลส เป็นแหล่งพลังงานได้ และผลิตกรดเป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้ (by product) แต่ไม่สามารถใช้น้ำตาลซูโครสเป็นแหล่งพลังงาน

Table 1 The colonial appearance and growth of *Streptomyces* sp. WSLK1-6 on various tested media

อาหาร	เส้นใยอากาศ	เส้นใยอาหาร	การเจริญเติบโต
ISP 2	Light gray	Grayish yellow	ดี
ISP 3	Dark greenish gray	Pale greenish yellow	ดี
ISP 4	Greenish gray	Grayish yellow	ดี
ISP 5	Dark grayish green	Moderate yellow	ดี
ISP 6	White	Dark yellow	ปานกลาง
ISP 7	Grayish green	Pale greenish yellow	ดี
NA	White	Light yellow	ปานกลาง

สำหรับการศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมด้วยวิธีการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณยีน 16S rRNA ของ *Streptomyces* sp. ไอโซเลต WSLK1-6 พบว่า ไอโซเลต WSLK1-6 มีความคล้ายคลึงกับ *S. griseoincarnatus*, *S. labedae* และ *S. albogriseolus* 99.20% รองลงมา คือ *S. longispororuber* 99.13% และ *S. atrovirens* 99.05% แต่ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการกับ *Streptomyces* สายพันธุ์อ้างอิง (type strain) ที่ใกล้เคียงที่สุด 25 อันดับ ด้วยวิธี Maximum-likelihood (ML) พบว่า ไอโซเลต WSLK1-6 มีความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการแบบพหุชาติพันธุ์ (polyphyletic) กับ *S. griseoincarnatus* และ *S. labedae* ซึ่งเป็นสายพันธุ์อ้างอิงที่มีความคล้ายคลึงกันของยีน 16S rRNA ที่มากที่สุด (99.20%) (Fig. 2) อีกทั้งจากการศึกษาของ Kiepas *et al.* (2024) ได้รายงานว่ายีน 16S rRNA ไม่สามารถใช้ระบุชนิดที่แน่นอนได้ ดังนั้น จึงต้องใช้การวิเคราะห์จีโนมเพื่อระบุชนิดที่แน่นอนต่อไป (Nouioui *et al.*, 2018)

3. การเปรียบเทียบจีโนมของ *Streptomyces* sp. ไอโซเลต WSLK1-6

เนื่องจากการวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์และแผนภาพต้นไม้แสดงความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของยีน 16S rRNA ไม่สามารถระบุชนิดที่แน่นอนของ *Streptomyces* sp. ไอโซเลต WSLK1-6 จึงต้องใช้การเปรียบเทียบความเหมือนกันระดับจีโนม โดยใช้ค่า ANIb dDDH และตำแหน่งทางวิวัฒนาการบนแผนภาพต้นไม้แสดงความสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการของทุกยีนบนจีโนมในการระบุชนิดที่แน่นอน พบว่า ไอโซเลต WSLK1-6 มีความคล้ายคลึงกับสายพันธุ์อ้างอิง *S. albogriseolus* JCM 4616^T มากที่สุด โดยมีค่า ANIb และ dDDH 95.9% และ 72.6% ตามลำดับ ซึ่งแบคทีเรียที่มีค่า ANIb มากกว่า 95% (Richter, M. *et al.*, 2009) และค่า dDDH มากกว่า 70% (Wayne *et al.*, 1987) จะจัดเป็นแบคทีเรียชนิดเดียวกัน นอกจากนี้ ไอโซเลต WSLK1-6 ยังมีความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการแบบชาติพันธุ์เดียว (monophyletic) กับ *S. albogriseolus* JCM 4616^T (Fig. 3a) ดังนั้น จึงสามารถระบุอย่างชัดเจนว่า *Streptomyces* sp. ไอโซเลต WSLK1-6 คือ *Streptomyces albogriseolus*

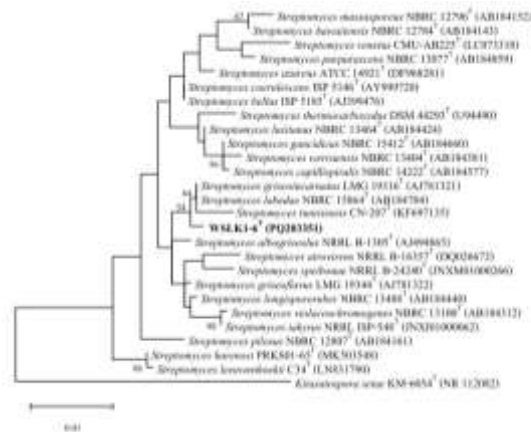


Figure 2 Maximum-likelihood phylogenetic tree based on the 16S rRNA gene sequences showing the relationship between *Streptomyces* sp. WSLK1-6 and its closely related type strains. Bootstrap values of $\geq 50\%$ are shown at branch nodes as percentages of 1,000 replications, 0.01 substitutions per nucleotide position. *Kitasatospora setae* KM-6054^T was used as the outgroup.

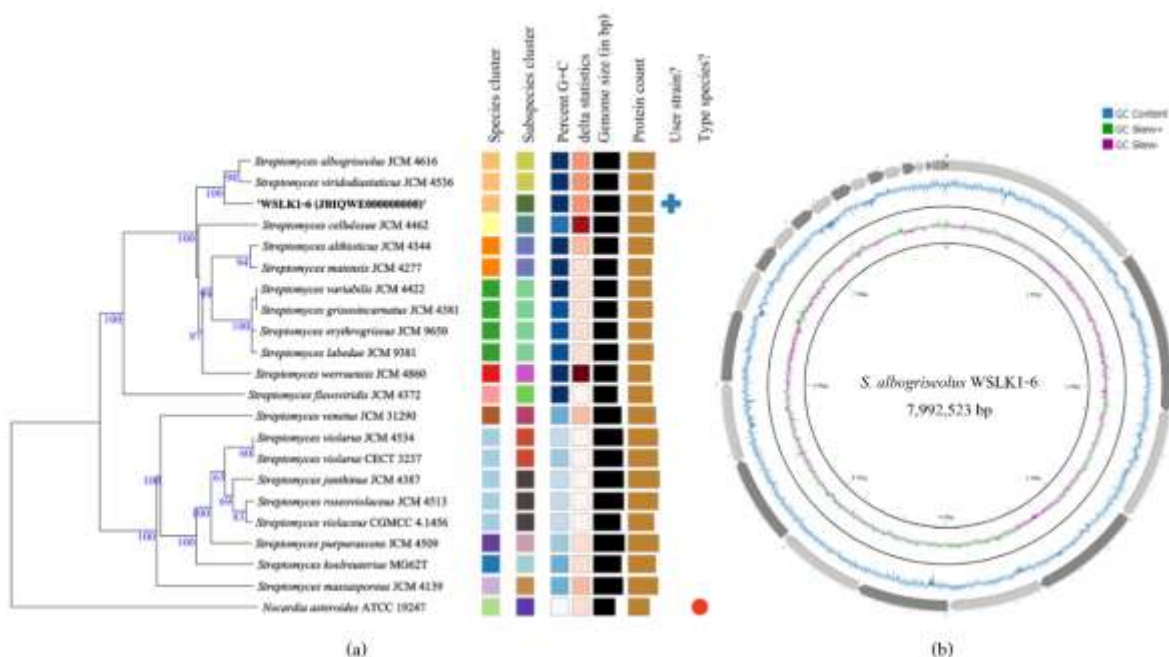


Figure 3 A phylogenomic tree of *Streptomyces* sp. WSLK1-6 (a) and a circular genomic map of *Streptomyces* sp. WSLK1-6 (b).

เมื่อทำการวิเคราะห์โครงสร้าง ตำแหน่ง และหน้าที่ของยีนต่าง ๆ บนจีโนมของ *Streptomyces* sp. ไอโซเลต WSLK1-6 พบว่า มีจีโนมมีขนาด 7,992,523 คู่เบส (42 contigs) มีปริมาณเบสกว้านินและไซโตซีน (GC content) 72.51% (Fig. 3b) ประกอบด้วย coding sequences (CDSs) (Ramírez-Rendón *et al.*, 2023) 7,021 ยีน แบ่งเป็น CDSs with protein 6,830 ยีน และ CDSs without protein 191 ยีน ยีนที่

เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ ribosomal RNA (rRNA) ชนิดต่าง ๆ 10 ยีน (5S 5 ยีน 16S 2 ยีน และ 23S 3 ยีน) ยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ transfer RNA (tRNA) 69 ยีน และ pseudo gene 192 ยีน เมื่อนำไปทำการทำนายหน้าที่ของยีน (CDSs) ต่าง ๆ สามารถแบ่งได้เป็น 28 กลุ่ม (subsystem category distribution) (Fig. 4) โดยกลุ่มยีนที่น่าสนใจที่มีความเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของไอโซเลต WSLK1-6 มากที่สุด ได้แก่ ยีนที่เกี่ยวข้องกับการต้านทานต่อยาปฏิชีวนะและสารพิษ เช่น cobalt-zinc-cadmium, copper homeostasis, fluoroquinolones และ mercuric reductase ยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมแทบอลิซึมทุติยภูมิ (secondary metabolism) เช่น ยีนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสารปฏิชีวนะกลุ่ม lanthionine ชนิดต่าง ๆ (class I ยีน *lanB* และ *lanC*, class II ยีน *lanM* และ class IV ยีน *lanL*) ที่มีความสำคัญในการเจริญเติบโตแบบแข่งขันกับจุลินทรีย์อื่น (Ramírez-Rendón *et al.*, 2023) อีกทั้งยังมีฤทธิ์ทางชีวภาพที่หลากหลาย จึงสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและการแพทย์ได้ (Zhang *et al.*, 2012) และกลุ่มยีนที่เกี่ยวข้องกับกลไกการตอบสนองต่อความเครียดและปรับตัวกับสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ยีน *olgaZ* ที่มีหน้าที่ในการควบคุมการนำเข้า choline และ betaine และการสังเคราะห์ betaine ช่วยในการคงสภาวะภายในเซลล์ให้ทนทานต่อแรงดันออสโมติก (osmotic pressure) ในสภาวะแวดล้อมที่ต่างกัน (Boncompagni *et al.*, 1999)

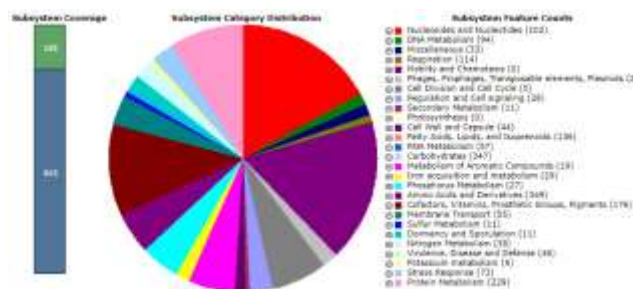


Figure 4 Subsystem category of gene functions distributed in the genome of *Streptomyces* sp. WSLK1-6 based on RASTtk analysis.

จากการวิเคราะห์และทำนายยีนที่มีเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคสแคปของมันฝรั่งบนจีโนมของไอโซเลต WSLK1-6 ด้วยฐานข้อมูล eggNOG 5.0 (Huerta-Cepas *et al.*, 2017) เข้าบุกรุกและครอบครองพื้นที่ในเนื้อเยื่อพืช 2 ยีนคือ ยีน *tomA* และ *nec1* แต่ไม่พบ *txt* gene cluster ที่มีหน้าที่สังเคราะห์ thaxtomin โดยยีน *tomA* เป็นยีนที่มีหน้าที่ผลิตเอนไซม์ tomatinase ช่วยในการย่อยสลาย tomatine ซึ่งเป็นสารป้องกันตัวเองจากพืช ทำให้แบคทีเรียสามารถเจาะเข้าสู่เซลล์พืชได้ง่ายขึ้น เนื่องจากพืชมีความต้านทานลดลง และ *nec1* เป็นยีนที่มีหน้าที่สังเคราะห์ necrosis-inducing protein 1 (NPP1) ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีความสามารถในการกระตุ้นการตายของเซลล์ (necrosis) ในพืช ส่งผลให้เกิดแผลบนผิวของมันฝรั่ง การศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานของ Lapaz *et al.* (2017) ที่รายงานว่า *Streptomyces* sp. GK18 มียีน *nec1* ที่ผลิตโปรตีน NPP1 ทำให้เกิดเนื้อเยื่อตายยุบตัว แต่ไม่มี *txt* gene cluster ที่มีหน้าที่ผลิต thaxtomin A ซึ่งเป็นสารพิษหลักในการเกิดโรคสแคปของมันฝรั่ง แต่พบว่า *Streptomyces* sp. GK18 มีกลุ่มยีนชีวสังเคราะห์ (biosynthetic gene cluster) ที่ผลิตสาร borrelidin ทำให้เกิดแผลหลุมลึก ตกสะเก็ด สีดำบนแผ่นมันฝรั่ง (Cao *et al.*, 2012)

จากการวิเคราะห์กลุ่มยีนที่ผลิตสารเมแทบอลิต์ทุติยภูมิ (secondary metabolite biosynthetic gene clusters, smBGCs) ด้วยโปรแกรม antiSMASH 7.0 บนจีโนมของ *Streptomyces* sp. ไอโซเลต WSLK1-6 พบว่า จีโนมของไอโซเลต WSLK1-6 ประกอบด้วย smBGC 18 กลุ่มยีน ที่มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มยีนในฐานข้อมูล MIBiG 2.0 (Kautsar *et al.*, 2020) ตั้งแต่ 12-100% ซึ่งกลุ่มยีนที่พบส่วนใหญ่จะมีหน้าที่ผลิตสารเมแทบอลิต์กลุ่ม polyketides, terpenes, nonribosomal peptides (NRPs) และ hybrid NRP-polyketide โดยยีนที่มีความคล้ายคลึงกับในฐานข้อมูลมากกว่า 50% (Table 2) จะเป็นยีนที่มีโอกาสแสดงออกและผลิตสารเมแทบอลิต์ชนิดนั้น ๆ มากที่สุด (Jin *et al.*, 2021) แม้ว่าจะไม่พบกลุ่มยีนที่ผลิตสารพิษที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคสแคปที่มักพบใน *S. scabiei* เช่น thaxtomin A, bottromycin และ concanamycin A แต่พบกลุ่มยีนที่ผลิตสารเมแทบอลิต์ naphthomycin A ซึ่งมีโครงสร้างหลักคล้ายกับ concanamycin A ต่างกันเพียง side chain group ที่มาต่อกับโครงสร้างหลัก การศึกษานี้สอดคล้องกับการทดลองของ Díaz-Cruz *et al.* (2024) ที่รายงานว่า *Streptomyces* sp. 11-1-2 ซึ่งคัดแยกจากแผลสแคปของม้านฝรั่งในประเทศแคนาดา ไม่ผลิตสาร thaxtomin A แต่ผลิตสารกลุ่ม NRP ที่มีโครงสร้างคล้าย concanamycin A ได้แก่ nigericin และ geldanamycin ชักนำให้เกิดเนื้อเยื่อตายและแผลยุบตัวบนแผ่นมันฝรั่งที่ระดับความรุนแรงต่างกัน ดังนั้น เพื่อที่จะทราบถึงสารเมแทบอลิต์ที่ทำให้เกิดแผลสแคปบนมันฝรั่ง *Streptomyces* sp. ไอโซเลต WSLK1-6 จึงจะต้องถูกนำไปคัดแยกสารและทดสอบความสามารถของสารเมแทบอลิต์ที่คัดแยกได้ในการชักนำให้เกิดแผลบนฝรั่งต่อไป

Table 2 Putative secondary metabolite biosynthetic gene clusters (smBGCs) harbored the genome of *Streptomyces* sp. WSLK1-6.

Region	Type	Most similar known cluster	Class	Similarity
1.1	NI-siderophore	Desferrioxamin B /desferrioxamine E	Other	100%
2.2	LAP	streptamidine	RiPP:Other	91%
2.3	terpene	geosmin	Terpene	100%
5.1	T1PKS, NRPS	antimycin	NRP+Polyketide	100%
5.3	T3PKS	alkylresorcinol	Polyketide	100%
5.4	terpene	carotenoid	Terpene	54%
6.1	terpene	albaflavenone	Terpene	100%
7.1	T2PKS	spore pigment	Polyketide	83%
11.1	phenazine, lanthipeptide-class-i, NRPS, lanthipeptide-class-ii, T1PKS, indole, T2PKS, butyrolactone	naphthomycin A	Polyketide	65%
12.1, 14.1	ectoine	ectoine	Other	100%
19.2	terpene	hopene	Terpene	61%

อีกกลไกที่สำคัญของ *Streptomyces* sp. สาเหตุโรคสแคปของม้านฝรั่งในการเข้าทำลายหัวมันฝรั่ง คือ การสร้างเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายผนังเซลล์พืชและการผลิตโมเลกุลที่เกี่ยวข้องกับการจับของ

สารคาร์โบไฮเดรตที่กระตุ้นการผลิตสารเมแทบอลไลต์ที่เป็นพิษต่อพืช (Deflandre *et al.*, 2022) จากการวิเคราะห์ยีนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเอนไซม์บนจีโนมของ *Streptomyces* sp. WSLK1-6 โดยใช้ฐานข้อมูล CAZy (Drula, Elodie *et al.*, 2022) พบว่า ประกอบด้วยยีนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต 6 กลุ่ม ได้แก่ auxiliary activity (AA) 7 ยีน carbohydrate-binding module (CBM) 36 ยีน carbohydrate esterase (CE) 6 ยีน glycoside hydrolase (GH) 94 ยีน glycosyltransferase (GT) 7 ยีน และ polysaccharide lyase (PL) 4 ยีน (Table 3) โดยจากทั้งหมด 6 กลุ่ม พบว่า เอนไซม์กลุ่ม GH ซึ่งมีหน้าที่หลักในการเปลี่ยน polysaccharide ให้เป็น monosaccharide เป็นกลุ่มที่พบมากที่สุด โดย family GH13 เป็น family ที่พบมากที่สุด เป็น family ของเอนไซม์ amylase ทำหน้าที่ย่อยสลาย amylose ให้เป็น glucose เพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน รองลงมา คือ family GH1 GH3 และ GH2 ตามลำดับ สำหรับเอนไซม์ family GH1 และ GH3 (EC 3.2.1.21) คือ family ของเอนไซม์ beta-glucosidase ซึ่งเป็นเอนไซม์ในกลุ่ม cellulase มีหน้าที่ย่อย cellobiose และ cello-oligosaccharides ซึ่งเป็นน้ำตาลที่พืชปลดปล่อยออกมา รวมทั้งยังสามารถย่อย cellulose ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์พืชได้โดยตรง ให้เป็นน้ำตาลกลูโคส ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Deflandre *et al.* (2022) ที่รายงานว่า *Streptomyces* sp. สาเหตุโรคพืช ผลิตเอนไซม์กลุ่ม cellulase ออกมาย่อยผนังเซลล์พืชระหว่างเข้าทำลาย นอกจากนี้ ยังมีรายงานอีกว่า เอนไซม์กลุ่ม GH เป็นเอนไซม์กลุ่มที่พบมากที่สุด ใน *Streptomyces* sp. สาเหตุโรคสแคปของมันฝรั่ง (Biessy *et al.*, 2024)

Table 3 Carbohydrate-active enzyme genes harbored the genome of *Streptomyces* sp. WSLK1-6.

CAZy Class	Enzyme Family (Number of Genes)
AA	AA7(4), AA10(3)
CBM	CBM2(8), CBM4(1), CBM13(5), CBM16(2), CBM20(1) CBM25(2), CBM32(1), CBM41(3), CBM42(1), CBM43(1), CBM48(8), CBM67(1)
CE	CE4(1), CE7(1), CE9(1), CE14(3)
GH	GH1(6), GH2(5), GH3(6), GH5(3), GH6(3), GH10(2), GH11(2), GH12(1), GH13(24), GH15(3), GH16(1), GH18(4), GH19(1), GH20(2), GH25(2), GH27(1), GH31(1), GH33(1), GH36(1), GH38(1), GH39(1), GH42(1), GH43(1), GH46(1), GH48(1), GH51(1), GH55(1), GH62(1), GH64(2), GH65(2), GH67(1), GH67(1), GH74(1), GH75(1), GH77(2), GH81(2), GH84(2), GH87(1), GH92(1), GH178(1)
GT	GT1(3), GT4(1), GT20(1), GT35(1), GT81(1)
PL	PL1(2), PL3(1), PL26(1)

AA, auxiliary activity; CBM, carbohydrate-binding module; CE, carbohydrate esterase; GH, glycoside hydrolase; GT, glycosyltransferase; PL, polysaccharide lyase.

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากการระบุเอกลักษณ์ของด้วยวิธี polyphasic และ genome-based taxonomy ของ *Streptomyces* sp. ไอโซเลต WSLK1-6 ที่แยกได้จากตัวอย่างหัวมันฝรั่งพันธุ์สปุนดำที่เป็นโรคสแคปจากแปลงปลูกในพื้นที่ตำบลโหล่งขอด อำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีความสามารถในการชักนำให้เกิดการตายของเนื้อเยื่อมันฝรั่ง เกิดเป็นแผลยุบตัว ตกสะเก็ด สีน้ำตาล ด้วยวิธี potato tuber slice สามารถระบุได้ว่า *Streptomyces* sp. ไอโซเลต WSLK1-6 นี้เป็นชนิด *S. albogriseolus*

จากการศึกษาโครงสร้าง ตำแหน่ง และหน้าที่ของยีน พบว่า จีโนมของ *S. albogriseolus* WSLK1-6 มีขนาด 7,992,533 คู่เบส มีปริมาณเบส GC 72.51% และพบยีนที่เกี่ยวข้องกับการเข้าบุกรุกและทำลายพืชบนจีโนม คือ *tomA* และ *nec1* ซึ่งทั้ง 2 ยีนนี้มีหน้าที่กดภูมิคุ้มกันของพืช และส่งเสริมการชักนำให้เกิดการตายของเนื้อเยื่อพืช และแม้ว่าจะไม่พบกลุ่มยีนที่ผลิตสาร thaxtomin A และ concanamycin A ที่เป็นสารเมแทบอลิต์ที่ทำให้เกิดโรคสแคปบนจีโนมของ *S. albogriseolus* WSLK1-6 แต่พบกลุ่มยีนที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารผลิต naphthomycin A ที่มีโครงสร้างหลักคล้ายกับ concanamycin A ที่สามารถชักนำให้เกิดโรคสแคปในมันฝรั่งได้ จึงอาจอนุมานได้ว่าสารเมแทบอลิต์ที่ *S. albogriseolus* WSLK1-6 ผลิตอาจจะชักนำให้เกิดแผลสแคปของมันฝรั่งได้เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังพบยีนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเอนไซม์กลุ่ม cellulase ที่มีหน้าที่ย่อยผนังเซลล์พืชจำนวนมากบนจีโนมของ *S. albogriseolus* WSLK1-6 และยังไม่มีรายงานที่ *S. albogriseolus* สามารถก่อโรคสแคปในมันฝรั่งได้ ดังนั้น จึงต้องทำการศึกษาต่อทั้งในด้านการพิสูจน์โรคในกระถาง และการศึกษากลไกของสารเมแทบอลิต์ที่มีผลทำให้เกิด เพื่อที่จะได้หาแนวทางการจัดการได้ในอนาคต

คำขอบคุณ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนจากทุนอรรถริยาพนกวิจัรุ่นใหม่ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2565 (N42A650203)

เอกสารอ้างอิง

กรมศุลกากร. 2558 รายงานสถิติมันฝรั่ง. สืบค้นเมื่อ 21 ตุลาคม 2567

https://www.customs.go.th/statistic_report.php?show_search=1&s=IEyQFkZ70z9UeHBy

Bankevich, A., Nurk, S., Antipov, D., Gurevich, A. A., Dvorkin, M., et al. 2012. SPAdes: a new genome assembly algorithm and its applications to single-cell sequencing. Comput. Biol. 19(5): 455-477.

Biessy, A., Cadieux, M., Ciotola, M., St-Onge, R., Blom, J., et al. 2024. Virulence Determinants Are Unevenly Distributed Within *Streptomyces* Species and Strains Causing Potato Common Scab in the Province of Quebec, Canada. Plant Dis. Pdis04240744reBankevich, A., Nurk, S., Antipov, D., Gurevich, A. A., Dvorkin, M., et al. 2012. SPAdes: a new genome assembly algorithm and its applications to single-cell sequencing. Comput Biol. 19(5): 455-477.

- Blin, K., Shaw, S., Augustijn, H. E., Reitz, Z. L., Biermann, F., *et al.* 2023. antiSMASH 7.0: new and improved predictions for detection, regulation, chemical structures and visualisation. *Nucleic Acids Res.* 51(W1): W46-W50.
- Boncompagni, E., Osteras, M., Poggi, M. C., & le Rudulier, D. 1999. Occurrence of choline and glycine betaine uptake and metabolism in the family rhizobiaceae and their roles in osmoprotection. *Appl. Environ. Microbiol.* 65(5): 2072-2077.
- Bown, L., Li, Y., Berru  , F., Verhoeven, J. T. P., Dufour, S. C., *et al.* 2017. Coronafacoyl Phytotoxin Biosynthesis and Evolution in the Common Scab Pathogen *Streptomyces scabiei*. *Appl. Environ. Microbiol.* 83(19).
- Brettin, T., Davis, J. J., Disz, T., Edwards, R. A., Gerdes, S., *et al.* 2015. RASTtk: a modular and extensible implementation of the RAST algorithm for building custom annotation pipelines and annotating batches of genomes. *Sci Rep.* 5: 8365.
- Cantalapiedra, C. P., Hernández-Plaza, A., Letunic, I., Bork, P., & Huerta-Cepas, J. 2021. eggNOG-mapper v2: Functional Annotation, Orthology Assignments, and Domain Prediction at the Metagenomic Scale. *Mol. Biol. Evol.* 38(12): 5825-5829.
- Cao, Z., Khodakaramian, G., Arakawa, K., & Kinashi, H. 2012. Isolation of borrelidin as a phytotoxic compound from a potato pathogenic *Streptomyces* strain. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 76(2): 353-357.
- Chen, Y., Chen, Y., Shi, C., Huang, Z., Zhang, Y., *et al.* 2017. SOAPnuke: a MapReduce acceleration-supported software for integrated quality control and preprocessing of high-throughput sequencing data. *GigaScience.*7(1).
- Cui, L., Yang, C., Jin, M., Wei, L., Yang, L., *et al.* 2021. Identification and biological characterization of a new pathogen that causes potato scab in Gansu Province, China. *Microb. Pathog.* 161: 105276.
- Deflandre, B., Stulanovic, N., Planckaert, S., Anderssen, S., Bonometti, B., *et al.* 2022. The virulome of *Streptomyces scabiei* in response to cello-oligosaccharide elicitors. *Microb. Genom.* 8(1): 000760.
- Díaz-Cruz, G. A., & Bignell, D. R. D. 2024. Exploring the specialized metabolome of the plant pathogen *Streptomyces* sp. 11-1-2. *Sci. Rep.* 14(1): 10414.
- Drula, E., Garron, M.-L., Dogan, S., Lombard, V., Henrissat, B., *et al.* 2022. The carbohydrate-active enzyme database: functions and literature. *Nucleic Acids Res.* 50(D1): D571-D577.
- Gordon, R. E., Barnett, D. A., Handerhan, J. E., & Pang, C. H.-N. 1974. *Nocardia coeliaca*, *Nocardia autotrophica*, and the *Nocardin* Strain. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 24(1): 54-63.

- Grant, J. R., Enns, E., Marinier, E., Mandal, A., Herman, E. K., *et al.* 2023. Proksee: in-depth characterization and visualization of bacterial genomes. *Nucleic Acids Res.* 51(W1): W484-W492.
- Gurevich, A., Saveliev, V., Vyahhi, N., & Tesler, G. 2013. QUAST: quality assessment tool for genome assemblies. *Bioinform.* 29(8): 1072-1075.
- Huerta-Cepas, J., Forslund, K., Coelho, L. P., Szklarczyk, D., Jensen, L. J., *et al.* 2017. Fast Genome-Wide Functional Annotation through Orthology Assignment by eggNOG- Mapper. *Mol. Biol. Evol.* 34(8): 2115-2122.
- Kautsar, S. A., Blin, K., Shaw, S., Navarro-Muñoz, J. C., Terlouw, B. R., *et al.* 2020. MIBiG 2.0: a repository for biosynthetic gene clusters of known function. *Nucleic Acids Res.* 48(D1): D454-D458.
- Kelly, K. 1964. Inter-Society Color Council–National Bureau of Standards color name charts illustrated with centroid colors. Washington, DC: US Government Printing Office.
- Kiepas, A. B., Hoskisson, P. A., & Pritchard, L. 2024. 16S rRNA phylogeny and clustering is not a reliable proxy for genome-based taxonomy in *Streptomyces*. *Microb Genom.* 10(9).
- Lapaz, M. I., Hugueta-Tapia, J. C., Siri, M. I., Verdier, E., Loria, R., *et al.* 2017. Genotypic and Phenotypic Characterization of *Streptomyces* Species Causing Potato Common Scab in Uruguay. *Plant Dis.* 101(8): 1362-1372.
- Lerat, S., SIMAO-BEAUNOIR, A. M., & Beaulieu, C. 2009. Genetic and physiological determinants of *Streptomyces scabies* pathogenicity. *Mol. Plant Pathol.* 10(5): 579-585.
- Loria, R., Bukhalid, R. A., Creath, R., Leiner, R., Olivier, M., *et al.* 1995. Differential production of thaxtomins by pathogenic *Streptomyces* species *in vitro*.
- Meier-Kolthoff, J. P., Carbasse, J. S., Peinado-Olarte, R. L., & Göker, M. 2022. TYGS and LPSN: a database tandem for fast and reliable genome-based classification and nomenclature of prokaryotes. *Nucleic Acids Res.* 50(D1): D801-d807. Meier-Kolthoff, J. P., & Göker, M. 2019. TYGS is an automated high-throughput platform for state-of-the-art genome-based taxonomy. *Nat Commun.* 10(1): 2182.
- Natsume, M., Tashiro, N., Doi, A., Nishi, Y., & Kawaide, H. 2017. Effects of concanamycins produced by *Streptomyces scabies* on lesion type of common scab of potato. *J. Gen. Plant Pathol.* 83(2): 78-82.
- Nouioui, I., Carro, L., García-López, M., Meier-Kolthoff, J. P., Woyke, T., *et al.* 2018. Genome-Based Taxonomic Classification of the Phylum *Actinobacteria*. *Front. Microbiol.* 9: 2007.

- Ramírez-Rendón, D., Guzmán-Chávez, F., García-Ausencio, C., Rodríguez-Sanoja, R., & Sánchez, S. 2023. The untapped potential of actinobacterial lanthipeptides as therapeutic agents. *Mol. Biol. Rep.* 50(12): 10605-10616.
- Richter, M., & Rosselló-Móra, R. 2009. Shifting the genomic gold standard for the prokaryotic species definition. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 106(45): 19126-19131.
- Richter, M., Rosselló-Móra, R., Oliver Glöckner, F., & Peplies, J. 2015. JSpeciesWS: a web server for prokaryotic species circumscription based on pairwise genome comparison. *Bioinform.* 32(6): 929-931.
- Rupp, J., & Jacobsen, B. 2017. Bacterial and fungal diseases of potato and their management. *Extension Bulletin*.
- Seemann, T. 2014. Prokka: rapid prokaryotic genome annotation. *Bioinform.* 30(14): 2068-2069.
- Shirling, E. B., & Gottlieb, D. 1966. Methods for characterization of *Streptomyces* species1. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 16(3): 313-340.
- Suriyachadkun, C., Chunhametha, S., Thawai, C., Tamura, T., Potacharoen, W., *et al.* 2009. *Planotetraspora thailandica* sp. nov., isolated from soil in Thailand. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 59(5): 992-997.
- Tamura, K., Stecher, G., & Kumar, S. 2021. MEGA11: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 11. *Mol. Biol. Evol.* 38(7): 3022-3027.
- Vandamme, P., Pot, B., Gillis, M., de Vos, P., Kersters, K., *et al.* 1996. Polyphasic taxonomy, a consensus approach to bacterial systematics. *Microbiol Rev.* 60(2): 407-438.
- Vincent, C. V., & Bignell, D. R. D. 2024. Regulation of virulence mechanisms in plant-pathogenic *Streptomyces*. *Can. J. Microbiol.* 70(6): 199-212.
- Wayne, L. G., Brenner, D., Colwell, R., Grimont, P., Kandler, O., *et al.* 1987. Report of the ad hoc committee on reconciliation of approaches to bacterial systematics. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 37(4): 463-464.
- Yoon, S. H., Ha, S. M., Kwon, S., Lim, J., Kim, Y., *et al.* 2017. Introducing EzBioCloud: a taxonomically united database of 16S rRNA gene sequences and whole-genome assemblies. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 67(5): 1613-1617.
- Zhang, Q., Yu, Y., Vélasquez, J. E., & van der Donk, W. A. 2012. Evolution of lanthipeptide synthetases. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 109(45): 18361-18366.
- Zheng, J., Ge, Q., Yan, Y., Zhang, X., Huang, L., *et al.* 2023. dbCAN3: automated carbohydrate-active enzyme and substrate annotation. *Nucleic Acids Res.* 51(W1): W115-W121.

การศึกษาโครงสร้างและความหลากหลายของกลุ่มประชากรแบคทีเรียร่วมอาศัยบริเวณเหง้า ในขมิ้นชันด้วยการวิเคราะห์เมตาจีโนมิกส์

นุชจรินทร์ แหวนู ชุศักดิ์ แข็งแรง ญัฐกร คุณเจริญ สุพจน์ กาเซ็ม ดิยากร ฉัตรนภารัตน์

ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

ขมิ้นชัน (Turmeric: *Curcuma longa* L.) เป็นพืชสมุนไพรที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เนื่องจากมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีสรรพคุณทางยา กลุ่มประชากรจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ร่วมกับพืชมีบทบาทสำคัญต่อสุขภาพพืช และการสะสมปริมาณสารออกฤทธิ์ภายในพืช การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุชนิด ปริมาณ และความหลากหลายของแบคทีเรียที่อาศัยบริเวณรอบรากและภายในเหง้าขมิ้นชัน โดยเก็บตัวอย่างขมิ้นชันจากแปลงปลูกในพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี และนครราชสีมา สกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่างจุลินทรีย์ที่บริเวณรอบรากและภายในเหง้าขมิ้นชัน และวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยเทคนิค 16S rRNA amplicon metagenomic sequencing จากนั้นวิเคราะห์ชนิด ปริมาณ ความหลากหลาย และความแตกต่างของโครงสร้างประชากรแบคทีเรียด้วยโปรแกรมทางชีวสารสนเทศ พบแบคทีเรียทั้งหมด 6,749 taxa โดยแบคทีเรียชนิดหลัก (core microbiome) ที่พบมาก 5 อันดับแรก ภายในเหง้าขมิ้นชัน คือ แบคทีเรียวงศ์ *Enterobacteriaceae* *Oxalobacteraceae* อันดับ *Enterobacterales* และสกุล *Enterobacter* *Pseudomonas* ในขณะที่บริเวณรอบราก พบแบคทีเรียกลุ่มที่เพาะเลี้ยงไม่ได้ในอันดับ *Gaiellales* วงศ์ *Xanthobacteraceae* สกุล *Bacillus* *Gaiella* และ *Acidothermus* ตามลำดับ โดยสภาพแวดล้อมพืชและพื้นที่ปลูกส่งผลต่อความแตกต่างของโครงสร้างประชากรแบคทีเรียบริเวณรอบรากขมิ้นชันจากแปลงปลูกเกษตรอินทรีย์ จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีความหลากหลายสูงกว่าแปลงปลูกด้วยการใช้สารเคมีจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยพบแบคทีเรียกลุ่มที่เพาะเลี้ยงไม่ได้ และกลุ่ม *Actinobacteria* ที่มีรายงานเกี่ยวข้องกับสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น *Solirubrobacter* *Streptomyces* *Conexibacter* *Gaiella* เพิ่มมากขึ้น ในตัวอย่างจุลินทรีย์บริเวณรอบรากขมิ้นชันจากแปลงปลูกจังหวัดนครราชสีมา แต่อย่างไรก็ตามพบว่าความหลากหลายของแบคทีเรียภายในขมิ้นชันจากทั้ง 2 แหล่งปลูก ไม่มีความแตกต่างกัน ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อการคัดเลือกชนิดแบคทีเรียที่สามารถอยู่ร่วมกับขมิ้นชันเพื่อใช้ส่งเสริมสุขภาพพืชภายใต้สภาวะแวดล้อมต่าง ๆ และข้อมูลสำหรับการค้นหาแบคทีเรียที่มีประโยชน์ต่อการกระตุ้นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชต่อไป

คำหลัก: ขมิ้นชัน ความหลากหลายของแบคทีเรียในขมิ้นชัน ชีวนิเวศจุลินทรีย์ของพืช พืชสมุนไพร

แบคทีเรียบริเวณรอบรากพืช แบคทีเรียเอนโดไฟต์

OP-12

ภาคบรรยาย

The Study of Structure and Diversity of Rhizome-Associated Bacterial Communities in Turmeric by Metagenomic Analysis

Nutjarin Haewou Choosak Kheangraeng Nattakorn Kuncharoen

Supot Kasem Tiyakhon Chatnaparat

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

ABSTRACT

Turmeric (*Curcuma longa* L.) is an economically important medicinal plant in Thailand because it contains bioactive compounds with medicinal properties. Plant-associated bacteria play an important role in plant health and the accumulation of active compounds in plants. This study aimed to identify the species, quantity, and diversity of rhizospheric and endophytic bacteria associated with turmeric in Thailand. Turmeric samples were collected from field sites in Surat Thani and Nakhon Ratchasima provinces. DNA was extracted from microbial samples collected from both the rhizosphere and endosphere. Nucleotide sequences were analyzed using the 16S rRNA amplicon metagenomic sequencing method. The species composition, quantity, diversity, and structural differences of bacterial communities were analyzed using bioinformatics tools. The analysis found a total of 6,749 bacterial taxa. The top five core microbiomes found in the endosphere were bacteria from the families *Enterobacteriaceae*, *Oxalobacteraceae*, the order *Enterobacterales*, and the genera *Enterobacter* and *Pseudomonas*. In contrast, rhizosphere contained uncultured bacteria from the order *Gaiellales*, the family *Xanthobacteraceae*, and the genera *Bacillus*, *Gaiella*, and *Acidothrmus*, respectively. Plant environments and cultivation areas influence the differences in bacterial community structures. The rhizospheric bacteria of turmeric from organic farming systems in Nakhon Ratchasima exhibited greater diversity than those from chemical farming systems in Surat Thani. Uncultured bacteria and groups of *Actinobacteria*, such as *Solirubrobacter*, *Streptomyces*, *Conexibacter*, and *Gaiella*, which have been reported to be associated with phytochemical bioactive compounds, were found to increase in rhizospheric bacteria from Nakhon Ratchasima province. However, the bacterial diversity within endosphere from both field site did not differ significantly. The information provide from this study will be beneficial for selecting bacterial species capable of coexisting with turmeric to promote plant health under various environmental conditions, as well as for identifying bacteria that can enhance the production of bioactive compounds in plants in the future.

Keywords: Endophytic bacteria, Medicinal plants, Plant microbiomes, Rhizospheric bacteria, Turmeric microbiomes

บทนำ

ขมิ้นชัน (Turmeric: *Curcuma longa* L.) เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ *Zingiberaceae* เป็นพืชสมุนไพรที่มีความสำคัญ เนื่องจากมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ คือ สารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ ประกอบไปด้วย เคอร์คิวมิน, ดีเมทอกซีเคอร์คิวมิน และบิสดีเมทอกซีเคอร์คิวมิน โดยปริมาณของสารกลุ่มเคอร์คูมินอยด์ในขมิ้นชันจะมีปริมาณแตกต่างกันระหว่าง 2-9 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับพันธุ์ ดิน และสภาพอากาศ (Kotra et al., 2019) มากกว่านั้น กลุ่มประชากรแบคทีเรียที่อยู่บริเวณรอบราก (rhizosphere) และภายในเหง้า (endosphere) ของขมิ้นชันมีความเกี่ยวข้องทางตรงและทางอ้อม ในด้านการส่งเสริมการเจริญเติบโตและการจัดการโรคพืช นอกจากนี้ยังมีบทบาทต่อการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ปริมาณของสารเคอร์คูมิน และคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ โดยแบคทีเรียที่อยู่บริเวณรอบรากของขมิ้นชัน เช่น *Pseudomonas Klebsiella Agrobacterium Azotobacter* และ *Burkholderia* มีรายงานว่าสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตให้กับพืช โดยมีการนำแบคทีเรียดังกล่าวมาใช้ในการควบคุมโรคพืชด้วยชีววิธี (biocontrol) ปุ๋ยชีวภาพ (biofertilizers) หรือการผลิตฮอร์โมนให้กับพืช (biostimulants) (Kumar et al., 2017) นอกจากนี้มีรายงานการใช้ *Azotobacter chroococcum* CL13 ที่แยกจากบริเวณรอบรากของขมิ้นชันที่สามารถเพิ่มความเข้มข้นของสารเคอร์คูมิน 6 เปอร์เซ็นต์ (Kumar et al., 2014) *Bacillus safensis* มีคุณสมบัติในการเพิ่มผลผลิตของเหง้าและปริมาณสารเคอร์คูมินของขมิ้นชัน (Dinesh et al., 2022) และแบคทีเรียเอนโดไฟต์ *Klebsiella* sp. มีการรายงานถึงความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตให้กับพืช (Anisha et al., 2013)

การใช้เทคนิคเมตาจีโนมิกส์ (metagenomic approaches) มาศึกษาความหลากหลายและโครงสร้าง ประชากรจุลินทรีย์ทั้งหมดในสภาพแวดล้อมพืช (plant microbiomes) สามารถวิเคราะห์ชนิดของจุลินทรีย์ที่มีทั้งหมดได้โดยตรงจากสภาพแวดล้อม ซึ่งไม่จำเป็นต้องเพาะเลี้ยงเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (Handelsman, 2004) เช่น วิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยเทคนิค Amplicon metagenomic ซึ่งเป็นการใช้ยีนเครื่องหมายหลัก (marker genes) ในการหาลำดับแอมพลิคอน (amplicon) คือ 16S ribosome DNA (rDNA) สำหรับโปรแคริโอต (prokaryotes) (Liu et al., 2021) โดยในปัจจุบันการศึกษาโครงสร้างและความหลากหลายของกลุ่มประชากรแบคทีเรียร่วมอาศัยบริเวณเหง้าในขมิ้นชันในแหล่งปลูกที่สำคัญของประเทศไทยด้วยเทคนิคเมตาจีโนมิกส์ยังไม่มีรายงาน

ดังนั้นจึงนำไปสู่การศึกษาโครงสร้างและความหลากหลายของกลุ่มประชากรแบคทีเรียร่วมอาศัยบริเวณเหง้าในขมิ้นชันด้วยการวิเคราะห์เมตาจีโนมิกส์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อระบุชนิด ปริมาณ และความหลากหลายของแบคทีเรียที่อาศัยบริเวณรอบรากและภายในเหง้าขมิ้นชันจากตัวอย่างขมิ้นชันจากแหล่งปลูกที่แตกต่างทั้งสภาพแวดล้อมและคุณสมบัติของดินในบริเวณนั้น ๆ โดยข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อการคัดเลือกชนิดแบคทีเรียที่สามารถอยู่ร่วมกับขมิ้นชันเพื่อใช้ส่งเสริมสุขภาพพืชภายใต้สภาวะแวดล้อมต่าง ๆ และข้อมูลสำหรับการค้นหาแบคทีเรียที่มีประโยชน์ต่อการกระตุ้นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชต่อไป

วิธีดำเนินการ

1. การสำรวจและเก็บตัวอย่างขมิ้นชันจากแหล่งปลูกที่สำคัญในประเทศไทย

วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) เก็บตัวอย่างขมิ้นชัน 2 แหล่งปลูก จากแหล่งปลูกที่สำคัญในประเทศไทย คือ จังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยเก็บตัวอย่างต้นขมิ้นชันและดินรอบรากของต้นขมิ้นชันให้ครอบคลุมทั้งแปลงปลูก จำนวน 16 จุด แบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 แปลง และสุ่มเก็บตัวอย่างจำนวนแปลงละ 4 จุด เก็บต้นขมิ้นชันที่พร้อมเก็บเกี่ยว คือ อายุ 8-9 เดือน จากนั้นบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับขมิ้นชัน และส่งตัวอย่างดินวิเคราะห์ค่าธาตุอาหารสำคัญในดินในแต่ละแปลงปลูก เช่น ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม ค่าพีเอชและค่าอินทรียวัตถุในดิน จากนั้นตัวอย่างขมิ้นชันที่เก็บมาจะถูกเก็บไว้ใน 4 องศาเซลเซียส เพื่อไปสู่ขั้นตอนการสกัดดีเอ็นเอต่อไป

2. การสกัดตัวอย่างดีเอ็นเอ เพื่อวิเคราะห์โครงสร้างกลุ่มประชากรแบคทีเรียด้วยเทคนิคเมตาจีโนมิกส์

2.1 การสกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่างบริเวณรอบรากของขมิ้นชัน (rhizosphere)

นำเหง้าขมิ้นชันเขย่าดินส่วนเกินทิ้ง แล้วเก็บดินที่อยู่บริเวณรอบรากมาล้าง โดยชั่งราก 1 กรัม จากนั้นนำใส่ในฟลาสก์ที่บรรจุ PBST (Na_2HPO_4 1.42 กรัมต่อลิตร; KH_2PO_4 0.24 กรัมต่อลิตร; NaCl 8 กรัมต่อลิตร; KCl 0.2 กรัมต่อลิตร; 0.01 เปอร์เซ็นต์ Triton X-100) 40 mL เขย่าบนเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 250 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที เก็บเซลล์แบคทีเรียโดยการปั่นตกตะกอนที่ความเร็วรอบ 12,000 รอบต่อนาที 15 นาที และเก็บรักษาไว้ที่ -80 องศาเซลเซียส จากนั้นนำตะกอนเซลล์แบคทีเรียที่ปั่นตกตะกอนจากข้างต้นมาสกัดดีเอ็นเอด้วย DNeasy® PowerSoil® Pro Kit (QIAGEN, Germany) ตามวิธีการของบริษัท ตรวจสอบความเข้มข้นและความบริสุทธิ์ของดีเอ็นเอด้วย NanoDrop® ND 2000 ที่ความยาวคลื่น 260 และ 280 นาโนเมตร

2.2 การสกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่างบริเวณภายในเหง้าของขมิ้นชัน (endosphere)

นำเหง้าขมิ้นชันมาล้างทำความสะอาด ดัดแปลงวิธีการทำจาก Kumar และคณะ (2016) โดยนำเหง้าขมิ้นชันล้างด้วย PBST จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ 3 ครั้ง ฆ่าเชื้อบริเวณพื้นผิวของเหง้าด้วย 75% Ethanol 4 นาที 3.5% Sodium hypochlorite 5 นาที และล้างด้วยน้ำกลั่นหนึ่งฆ่าเชื้อ 2 ครั้ง ตากเหง้าขมิ้นชันร่วมกับการเปิดแสง UV 20 นาที จากนั้นนำเหง้าขมิ้นชันใส่ในฟลาสก์ที่บรรจุ PBST 600 mL แล้วทำการสกัดดีเอ็นเอและการตรวจสอบความเข้มข้นและความบริสุทธิ์ของดีเอ็นเอตามข้อ 2.1

3. การเตรียม 16S rRNA gene library และการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยเทคนิค Illumina next generation sequencing

นำดีเอ็นเอที่สกัดมาเตรียม libraries (2×300 bp) ตามคู่มือของบริษัท โดยการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอเป้าหมายด้วย PCR (1st stage PCR) ที่ตำแหน่ง V5 และ V7 ของ 16S rRNA gene จากนั้นตรวจสอบคุณภาพของ PCR product ด้วย Bioanalyzer นำ 16S rRNA gene amplicon มาตรวจสอบขนาดด้วยเครื่อง Bioanalyzer และนำไปวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยเทคนิค Illumina NovaSeq 6000 platform เพื่อนำข้อมูลของลำดับนิวคลีโอไทด์ไปวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของประชากรแบคทีเรียในแต่ละกรรมวิธีด้วยขั้นตอนทาง Bioinformatics processing ต่อไป

4.การวิเคราะห์ข้อมูลโครงสร้างกลุ่มประชากรแบคทีเรียโดยอาศัยข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์บริเวณ 16S rRNA gene (Bioinformatics processing)

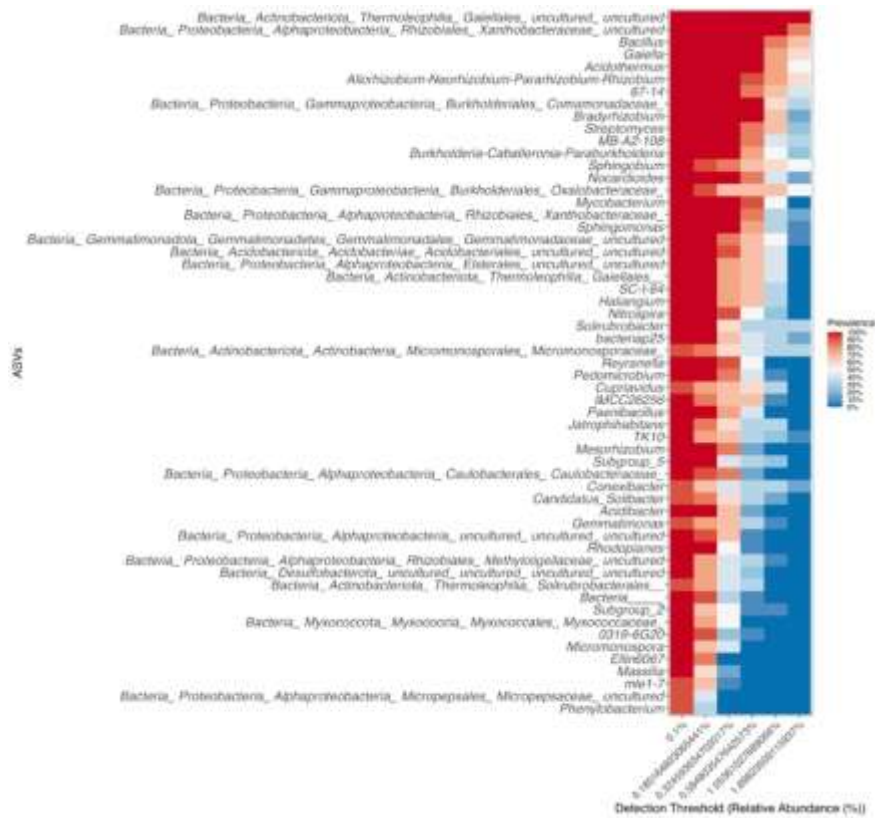
นำข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์จากข้อ 3 มาวิเคราะห์ความหลากหลายของโครงสร้างประชากรแบคทีเรียร่วมอาศัยบริเวณเหง้าในหมันชั้น โดยศึกษาความสัมพันธ์ที่อยู่ในหมันชั้นแต่ละพื้นที่ โดยโปรแกรมทาง bioinformatics ประกอบด้วย การจัดกลุ่มลำดับนิวคลีโอไทด์ด้วยวิธี amplicon sequence variants (ASVs) ด้วยโปรแกรม Dada2 (Breitwieser et al., 2019) บน European Galaxy server (<https://usegalaxy.eu/>) การจัดจำแนกอนุกรมวิธานของจุลินทรีย์ (taxonomic classification) และค้นหาจุลินทรีย์ที่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม QIIME2 (version 2020.6) (Callahan et al., 2016) บน European Galaxy server (<https://usegalaxy.eu/>) โดยใช้ฐานข้อมูล SILVA 16S database (release 132; feature classifier classify-sklearn) (Quast et al., 2013) วิเคราะห์ค่าความหลากหลายทางชีวภาพเพื่อศึกษาและอธิบายโครงสร้างกลุ่มประชากรแบคทีเรียถึงความสัมพันธ์ในแต่ละกลุ่มด้วยการวิเคราะห์ค่าความหลากหลายทางชีวภาพภายในตัวอย่าง (alpha diversity index) ประกอบด้วยค่า Chao1 estimator Inv_Simpson index Pielou's evenness index Richness index และ Shannon index (Haegeman et al., 2013; Hossain et al., 2017; Latumahina et al., 2020) โดยใช้ R package (R Core Team (2020).) การวิเคราะห์ความแตกต่างของจุลินทรีย์ที่มีในแต่ละกลุ่มตัวอย่างด้วยโปรแกรม STAMP (structural time series analyzer, modeler and predictor) (Parks et al., 2014)

ผลการทดลองและวิจารณ์

แบคทีเรียชนิดหลัก (core microbiome) ที่พบภายในเหง้าหมันชั้นและบริเวณรอบรากหมันชั้น

แบคทีเรียชนิดหลัก (core microbiome) 5 อันดับแรก บริเวณรอบรากหมันชั้น คือ แบคทีเรียกลุ่มที่เพาะเลี้ยงไม่ได้ในอันดับ *Gaiellales* วงศ์ *Xanthobacteraceae* สกุล *Bacillus Gaiella* และ *Acidothermus* (Fig. 1A) ส่วนแบคทีเรียภายในเหง้าหมันชั้น ได้แก่ แบคทีเรียวงศ์ *Enterobacteriaceae Oxalobacteraceae* อันดับ *Enterobacterales* และสกุล *Enterobacter Pseudomonas* (Fig. 1B) สอดคล้องกับรายงานการศึกษาประชากรและความหลากหลายของแบคทีเรียในเหง้าหมันชั้น (*Curcuma zedoaria* L.) โดยพบแบคทีเรียสกุล *Pseudomonas Enterobacter Klebsiella Pantoea Bacillus Acinetobacter* และ *Rhizobium* (Sulistiyani et al., 2014) ซึ่งมีการรายงานแบคทีเรียที่พบภายในเหง้าของหมันชั้น คือ *Klebsiella* ส่งเสริมการเจริญเติบโตให้กับพืช (Anisha et al., 2013) และรายงานเกี่ยวกับแบคทีเรีย *Bacillus cereus* บริเวณรอบรากของหมันชั้นที่มีความสามารถควบคุมอาการเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* และโรคใบไหม้ที่เกิดจากเชื้อรา *Rhizoctonia solani* (Vinayarani & Prakash, 2018)

A



B

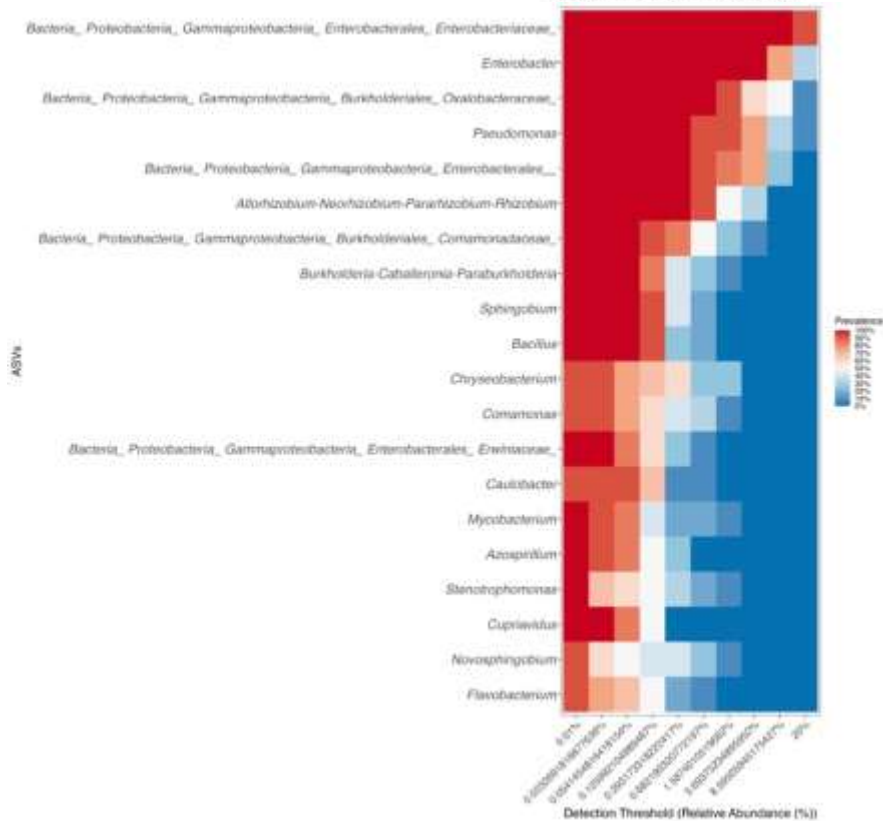
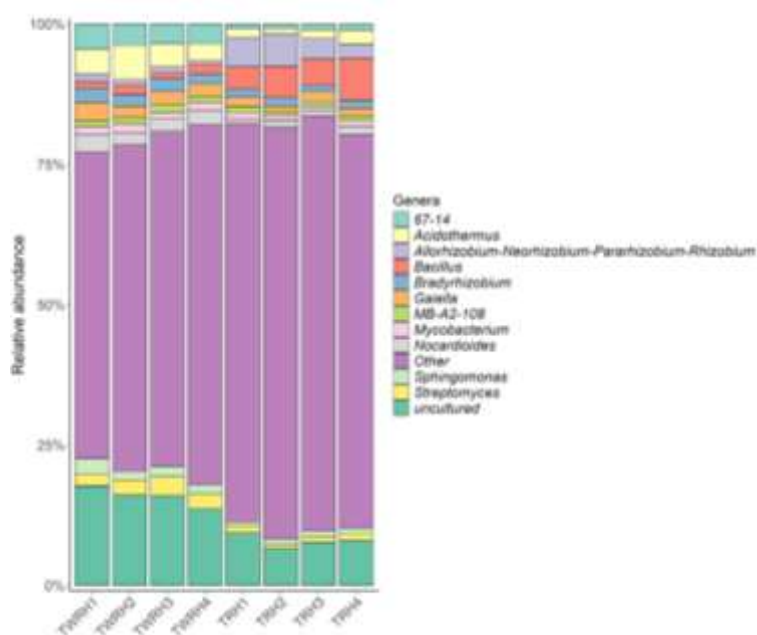


Figure 1 Core microbiome of bacterial communities in the rhizosphere (A) and endosphere (B) of Turmeric cultivated in Surat Thani and Nakhon Ratchasima provinces in Thailand.

แบคทีเรียที่พบมาก (relative abundance) ภายในเหง้าขมิ้นชันและบริเวณรอบรากขมิ้นชัน

เมื่อวิเคราะห์ผลด้วยเมตาจีโนมิกส์ พบแบคทีเรียทั้งหมด 6,749 taxa โดยแบคทีเรียที่พบมาก (relative abundance) บริเวณรอบรากขมิ้นชัน 10 อันดับแรก คือ แบคทีเรียที่ไม่สามารถระบุชนิดและที่ไม่สามารถเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ แบคทีเรียสกุล 67-14 *Acidothermus* *Rhizobium* *Bacillus* *Bradyrhizobium* *Gaiella* MB-A2-108 *Mycobacterium* *Nocardioideis* *Sphingomonas* *Streptomyces* (Fig. 2A) ส่วนภายในเหง้าของขมิ้นชันพบแบคทีเรียที่ไม่สามารถระบุชนิดได้ แบคทีเรียสกุล *Rhizobium* *Paraburkholderia* “*Candidatus* *Uzinura*” *Chryseobacterium* *Enterobacter* *Kosakonia* *Novosphingobium* *Pseudomonas* และ *Vogesella* (Fig. 2B) มีการศึกษาแบคทีเรียบริเวณรอบรากของขมิ้นชันที่สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตให้กับพืช คือ สกุล *Pseudomonas* *Klebsiella* *Agrobacterium* *Azotobacter* และ *Burkholderia* และแบคทีเรียที่อยู่ภายในเหง้าขมิ้นชัน คือ สกุล *Bacillus* *cereus* *B. thuringiensis* *Bacillus* sp. *B. pumilis* *Pseudomonas* *putida* และ *Clavibacter* *michiganensis* ที่มีความสัมพันธ์ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตให้กับพืช (Kumar et al., 2016) ซึ่งมีความแตกต่างกับแบคทีเรียบางชนิดจาก 2 แหล่งปลูกที่สำคัญในประเทศไทย มีการรายงานแบคทีเรียที่พบบริเวณรอบรากของโสมพบแบคทีเรียไฟลัม *Proteobacteria* พบสกุล *Pseudomonas* และไฟลัม *Actinobacteria* พบสกุล *Arthrobacter* และ *Streptomyces* (Goodwin, 2022) นอกจากนี้มีการรายงานแบคทีเรียที่พบมากบริเวณภายในรากของโสม แบคทีเรียที่พบมากอยู่ในสกุล *Ochrobactrum* *Cupriavidus* และ *Mycobacterium* (Fan et al., 2022) สกุลของแบคทีเรียที่อยู่บริเวณรอบรากของขมิ้นชันและโสมมีความเหมือนและแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสารคัดหลั่งที่พืชปลดปล่อยออกมาจากราก (root exudates) รวมไปถึงคุณสมบัติของดินในพื้นที่ของแหล่งปลูก

A



B

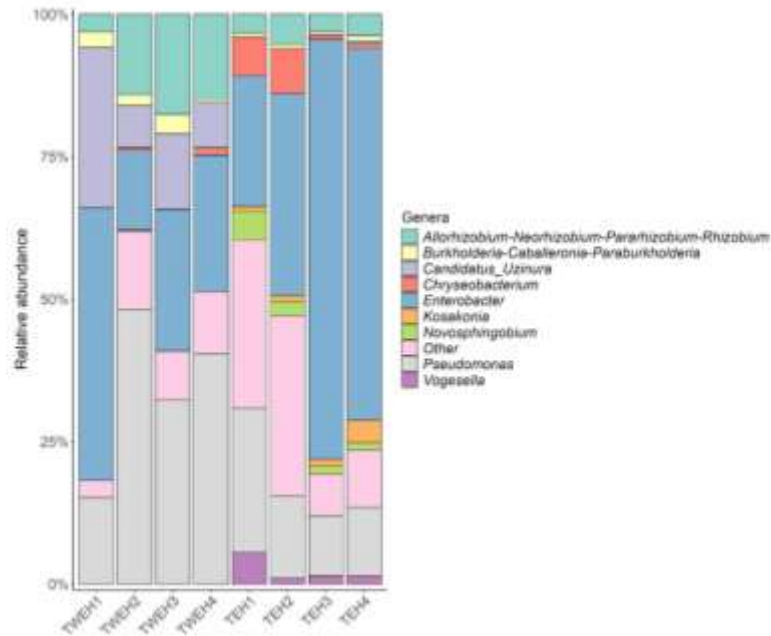


Figure 2 Relative abundance of bacterial communities in the rhizosphere (A) and endosphere (B) of Turmeric cultivated in Surat Thani and Nakhon Ratchasima provinces in Thailand.

การวิเคราะห์ความหลากหลายและความแตกต่างของแบคทีเรียรวมอาศัยในขมิ้นชันจาก 2 แหล่งปลูก

แบคทีเรียบริเวณรอบรากขมิ้นชันจากแปลงปลูกเกษตรอินทรีย์ จ. นครราชสีมา ซึ่งมีความหลากหลายสูงกว่าแปลงปลูกด้วยการใช้สารเคมีจาก จ. สุราษฎร์ธานี (Fig. 3B) พบแบคทีเรียกลุ่มที่เพาะเลี้ยงไม่ได้ และกลุ่ม *Actinobacteria* ที่มีรายงานเกี่ยวข้องกับสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น *Solirubrobacter* (Jiang et al., 2023) *Streptomyces* *Conexibacter* *Gaiella* เพิ่มมากขึ้นในตัวอย่างจุลินทรีย์บริเวณรอบรากขมิ้นชันจากแปลงปลูก จ. นครราชสีมา (Fig. 4A) และมีค่าอินทรีย์วัตถุและแคลเซียมที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ จากแปลงปลูก จ. นครราชสีมา คือ 19.9 ก./กก. และ 845 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าแปลงปลูก จ. สุราษฎร์ธานี คือ 17.1 ก./กก. และ 722 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งมีรายงานว่าอินทรีย์วัตถุในดิน (soil organic matter) และปริมาณน้ำในดิน (soil water content) สามารถส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มประชากรแบคทีเรียบริเวณรอบรากพืช ในขณะที่ค่า pH ของดินส่งผลต่อความหลากหลายของกลุ่มประชากรแบคทีเรียบริเวณรอบรากพืช (Yin et al., 2021) และในส่วนของบริเวณภายในเหง้าขมิ้นชันพบแบคทีเรีย "*Candidatus Uzinura*" เพิ่มมากขึ้นตัวอย่างจากแปลงปลูก จ. นครราชสีมา (Fig. 4B) โดยมีการรายงานว่าแบคทีเรียดังกล่าวดำรงชีวิตเป็นเอนโดซิมไบโอไนต์กับแมลง (Gruwell et al., 2012) ซึ่งสอดคล้องกับตัวอย่างเหง้าขมิ้นชันที่มีรอยเจาะของแมลงแต่อย่างไรก็ตามพบว่าความหลากหลายของแบคทีเรียภายในเหง้าขมิ้นชันจากทั้ง 2 แหล่งปลูก ไม่มีความแตกต่างกัน (Fig. 3A)

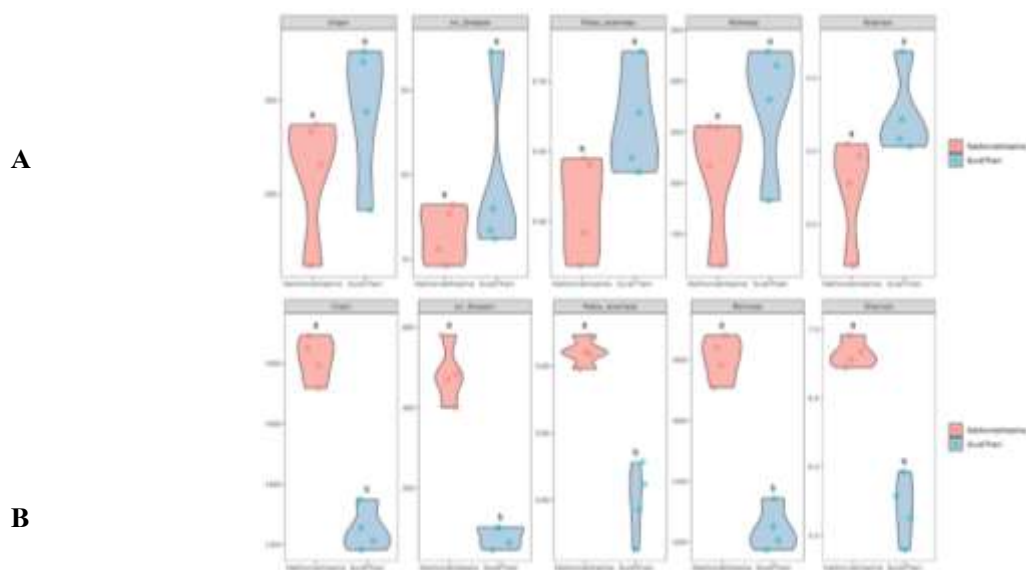


Figure 3 Alpha diversity of bacteria communities in endosphere (A) and rhizosphere (B) of turmeric cultivated in Nakhon Ratchasima and Surat Thani.

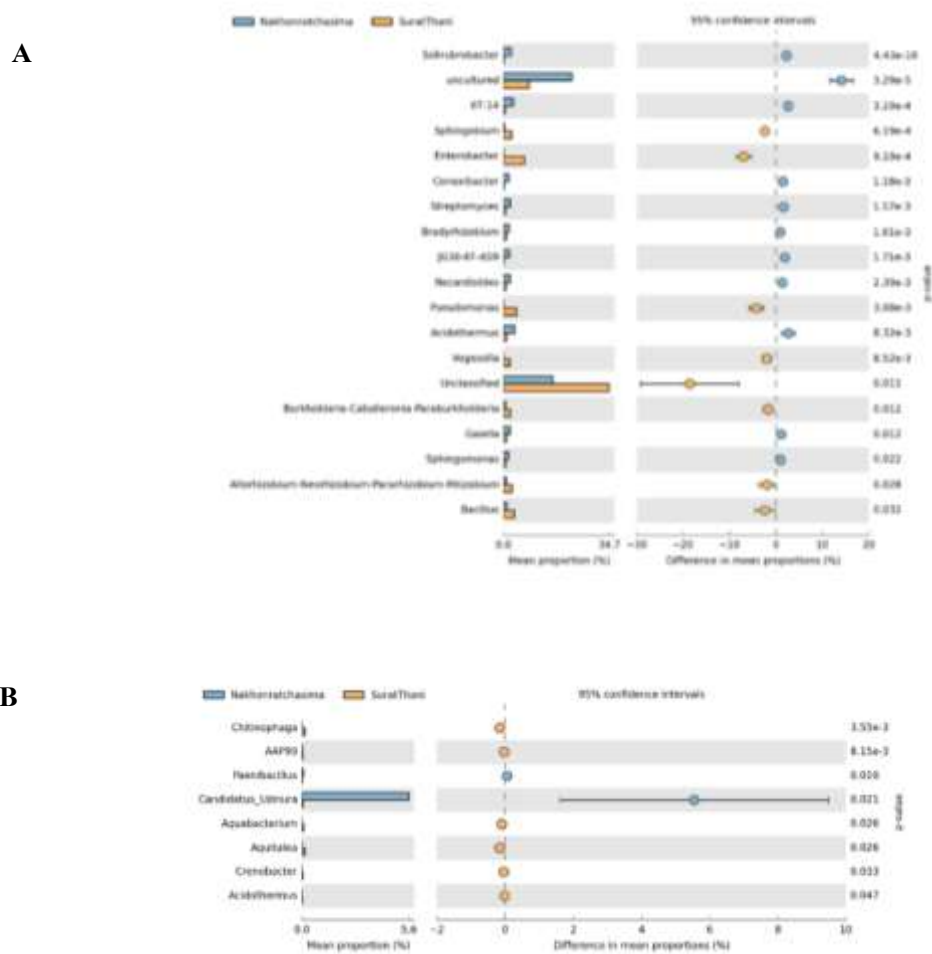


Figure 4 Differential analysis of bacterial communities in the rhizosphere (A) and endosphere (B) of Turmeric cultivated in Surat Thani and Nakhon Ratchasima provinces in Thailand.

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

ตัวอย่างขมิ้นชันจากแปลงเกษตรกรรมในแหล่งปลูกที่สำคัญ อ. ท่าชนะ จ. สุราษฎร์ธานี จำนวน 1 แปลง และ อ. วังน้ำเขียว จ. นครราชสีมา จำนวน 1 แปลง รวมทั้งหมด 32 ตัวอย่าง

แบคทีเรียชนิดหลัก (core microbiome) พบมาก 5 อันดับแรก บริเวณรอบราก คือ แบคทีเรียกลุ่มที่เพาะเลี้ยงไม่ได้ในอันดับ *Gaiellales* วงศ์ *Xanthobacteraceae* สกุล *Bacillus Gaiella* และ *Acidothermus* ในส่วนของแบคทีเรียภายในเหง้าขมิ้นชัน คือ แบคทีเรียวงศ์ *Enterobacteriaceae Oxalobacteraceae* อันดับ *Enterobacterales* และสกุล *Enterobacter Pseudomonas*

การวิเคราะห์ผลด้วยเมตาจีโนมิกส์ พบแบคทีเรียทั้งหมด 6,749 taxa โดยแบคทีเรียที่พบมาก (relative abundance) บริเวณรอบรากขมิ้นชัน 10 อันดับแรก คือ แบคทีเรียที่ไม่สามารถระบุชนิดและที่ไม่สามารถเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อได้ แบคทีเรียสกุล 67-14 *Acidothermus Rhizobium Bacillus Bradyrhizobium Gaiella MB-A2-108 Mycobacterium Nocardioidees Sphingomonas Streptomyces* ในส่วนของบริเวณภายในเหง้าขมิ้นชันพบแบคทีเรียที่ไม่สามารถระบุชนิดได้ แบคทีเรียสกุล *Rhizobium Paraburkholderia "Candidatus Uzinura" Chryseobacterium Enterobacter Kosakonia Novosphingobium Pseudomonas* และ *Vogesella*

แบคทีเรียบริเวณรอบรากขมิ้นชันจากแปลงปลูกเกษตรอินทรีย์ จ. นครราชสีมา ซึ่งมีความหลากหลายสูงกว่าแปลงปลูกด้วยการใช้สารเคมีจาก จ. สุราษฎร์ธานี พบแบคทีเรียกลุ่มที่เพาะเลี้ยงไม่ได้ และกลุ่ม *Actinobacteria* ที่มีรายงานเกี่ยวข้องกับสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น *Solirubrobacter Streptomyces Conexibacter Gaiella* เพิ่มมากขึ้นในตัวอย่างจุลินทรีย์บริเวณรอบรากขมิ้นชันจากแปลงปลูก จ. นครราชสีมา และมีค่าอินทรีย์วัตถุและแคลเซียมที่สามารถใช้ประโยชน์ได้ จากแปลงปลูก จ. นครราชสีมา คือ 19.9 ก./กก. และ 845 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าแปลงปลูก จ. สุราษฎร์ธานี คือ 17.1 ก./กก. และ 722 มก./กก. ตามลำดับ

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อการคัดเลือกชนิดแบคทีเรียที่สามารถอยู่ร่วมกับขมิ้นชัน เพื่อใช้ส่งเสริมสุขภาพพืชภายใต้สภาวะแวดล้อมต่าง ๆ และข้อมูลสำหรับการค้นหาแบคทีเรียที่มีประโยชน์ต่อการกระตุ้นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชต่อไป

คำขอบคุณ

ได้รับการสนับสนุนการวิจัยแผนงานพัฒนาบัณฑิตศึกษา จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2567

เอกสารอ้างอิง

- Anisha, C., Mathew, J., & Radhakrishnan, E. (2013). Plant growth promoting properties of endophytic *Klebsiella* sp. isolated from *Curcuma longa*. *IJBPA*, 2(3), 593-601.
- Breitwieser, F. P., Lu, J., & Salzberg, S. L. (2019). A review of methods and databases for metagenomic classification and assembly. *Brief Bioinform*, 20(4), 1125-1136. <https://doi.org/10.1093/bib/bbx120>
- Callahan, B. J., McMurdie, P. J., Rosen, M. J., Han,

- A. W., Johnson, A. J., & Holmes, S. P. (2016). DADA2: High-resolution sample inference from Illumina amplicon data. *Nat Methods*, 13 (7) , 581 - 583 .
<https://doi.org/10.1038/nmeth.3869>
- Dinesh, R., Srinivasan, V., Praveena, R., Subila, K. P., George, P., Das, A., Shajina, O., Anees, K., Leela, N. K., & Haritha, P. (2022). Exploring the potential of P solubilizing rhizobacteria for enhanced yield and quality in turmeric (*Curcuma longa* L.). *Industrial Crops and Products*, 189, 115826. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115826>
- Fan, Z., Xiao, S., Hu, H., Zhang, P., Chao, J., Guo, S., Hou, D., & Xu, J. (2022). Endophytic bacterial and fungal community compositions in different organs of ginseng (*Panax ginseng*). *Arch Microbiol*, 204(4), 208. <https://doi.org/10.1007/s00203-022-02815-y>
- Goodwin, P. H. (2022). The rhizosphere microbiome of ginseng. *Microorganisms*, 10(6) , 1152. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10061152>
- Gruwell, M. E., Flarhety, M., & Dittmar, K. (2012). Distribution of the primary endosymbiont (*Candidatus Uzinura Diaspidicola*) within host insects from the scale insect family diaspididae. *Insects*, 3(1), 262-269. <https://doi.org/10.3390/insects3010262>
- Haegeman, B., Hamelin, J., Moriarty, J., Neal, P., Dushoff, J., & Weitz, J. S. (2013). Robust estimation of microbial diversity in theory and in practice. *Isme j*, 7(6), 1092-1101. <https://doi.org/10.1038/ismej.2013.10>
- Handelsman, J. (2004). Metagenomics: application of genomics to uncultured microorganisms. *Microbiol Mol Biol Rev*, 68(4), 669-685. <https://doi.org/10.1128/mmbr.68.4.669-685.2004>
- Hossain, M., Akter, M., & Iqbal, M. (2017). Diversity of fish fauna in Kusiara river (*Fenchungonj upazilla*), northeast Bangladesh. 32, 1-13.
- Jiang, Z.-M., Mou, T., Sun, Y., Su, J., Yu, L.-Y., & Zhang, Y.-Q. (2023). Environmental distribution and genomic characteristics of *Solirubrobacter*, with proposal of two novel species [Original Research]. *Frontiers in Microbiology*, 14 .
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1267771>
- Kotra, V. S. R., Satyabanta, L., & Goswami, T. K. (2019). A critical review of analytical methods for determination of curcuminoids in turmeric. *Journal of Food Science and Technology*, 56(12), 5153-5166. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03986-1>
- Kumar, A., Singh, A. K., Kaushik, M. S., Mishra, S. K., Raj, P., Singh, P. K., & Pandey, K. D. (2017). Interaction of turmeric (*Curcuma longa* L.) with beneficial microbes: a review. 3 *Biotech*, 7(6), 357. <https://doi.org/10.1007/s13205-017-0971-7>

- Kumar, A., Singh, R., Giri, D. D., Singh, P. K., & Pandey, K. D. (2014). Effect of *Azotobacter chroococcum* CL13 inoculation on growth and curcumin content of turmeric (*Curcuma longa* L.).
- Kumar, A., Singh, R., Yadav, A., Giri, D. D., Singh, P. K., & Pandey, K. D. (2016). Isolation and characterization of bacterial endophytes of *Curcuma longa* L. 3 *Biotech*, 6(1), 60. <https://doi.org/10.1007/s13205-016-0393-y>
- Latumahina, F., Mardiatmoko, G., & Sahu Silawane, J. (2020). Richness, diversity and evenness of birds in small island. *Journal of Physics: Conference Series*, 1463, 012023. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1463/1/012023>
- Liu, Y. X., Qin, Y., Chen, T., Lu, M., Qian, X., Guo, X., & Bai, Y. (2021). A practical guide to amplicon and metagenomic analysis of microbiome data. *Protein Cell*, 12(5), 315-330. <https://doi.org/10.1007/s13238-020-00724-8>
- Parks, D. H., Tyson, G. W., Hugenholtz, P., & Beiko, R. G. (2014). STAMP: statistical analysis of taxonomic and functional profiles. *Bioinformatics*, 30(21), 3123-3124. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btu494>
- Quast, C., Pruesse, E., Yilmaz, P., Gerken, J., Schweer, T., Yarza, P., Peplies, J., & Glöckner, F. O. (2013). The SILVA ribosomal RNA gene database project: improved data processing and web-based tools. *Nucleic Acids Res*, 41(Database issue), D590-596. <https://doi.org/10.1093/nar/gks1219>
- Sulistiyani, T. R., Lisdiyanti, P., & Lestari, Y. (2014). Population and diversity of endophytic bacteria associated with medicinal plant *Curcuma zedoaria*. *Microbiology Indonesia*, 8(2), 4. <https://doi.org/10.5454/mi.8.2.4>
- Vinayarani, G., & Prakash, H. S. (2018). Growth promoting rhizospheric and endophytic bacteria from *Curcuma longa* L. as biocontrol agents against rhizome rot and leaf blight diseases. *Plant Pathol J*, 34(3), 218-235. <https://doi.org/10.5423/ppj.Oa.11.2017.0225>
- Yin, F., Zhang, F., & Wang, H. (2021). Rhizosphere bacteria community and functions under typical natural halophyte communities in North China salinized areas. *PLoS One*, 16(11), e0259515. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259515>

การประเมินความเสี่ยงศัตรูพืชสำหรับการนำเข้าส่วนขยายพันธุ์องุ่น จากประเทศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก

สุคนธ์ทิพย์ สมบัติ¹ วานิช คำพานิช¹ ขวลิต จิตนันท์¹ เยาวภา ตันติวานิช² ณฐมน แก้วนัย²

¹กลุ่มวิจัยการกักกันพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

²กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการนำเข้าส่วนขยายพันธุ์องุ่น (*Vitis* spp.) สำหรับปลูกตามพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ยังไม่มีมาตรการด้านสุขอนามัยพืชเพื่อป้องกันการเข้ามาของศัตรูพืชจากต่างประเทศ การเคลื่อนย้ายที่ไม่ได้รับการควบคุมของส่วนขยายพันธุ์ที่มีศัตรูพืชเหล่านี้แพร่กระจายไปสู่พื้นที่ใหม่ ในการศึกษาครั้งนี้ จึงได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับองุ่น ได้แก่ ชนิดพืช สายพันธุ์ การปลูก วิธีผลิตส่วนขยายพันธุ์องุ่น ข้อมูลการนำเข้า และศัตรูพืชขององุ่นในทั่วโลก นำมาประเมินความเสี่ยงศัตรูพืชของส่วนขยายพันธุ์องุ่นนำเข้าจากประเทศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก พบศัตรูพืชกักกันติดมากับส่วนขยายพันธุ์องุ่น ได้แก่ กิ่งพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ และต้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จำนวน 46 ชนิด 6 ชนิด และ 34 ชนิด ตามลำดับ เมื่อประเมินความน่าจะเป็นไปได้ของการนำเข้าและแพร่กระจายและผลกระทบทางเศรษฐกิจที่อาจเกิดขึ้น ภายหลังการเข้ามาของศัตรูพืชกักกัน พบมีระดับความเสี่ยงสูงถึงปานกลาง ซึ่งต้องมีข้อกำหนดการนำเข้าด้านทางสุขอนามัยพืชสำหรับศัตรูพืชกักกัน โดยกำหนดให้การนำเข้าส่วนขยายพันธุ์ต้องมีใบรับรองสุขอนามัยพืชที่ระบุการจัดการความเสี่ยงศัตรูพืชกักกันจากประเทศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ได้แก่ ส่วนขยายพันธุ์องุ่นนำเข้ามาจากแหล่งผลิตหรือสถานที่ผลิตปลอดศัตรูพืชกักกัน โดยการตรวจสอบในแปลงพืช การทดสอบพืชที่เป็นพ่อแม่ การตรวจสอบด้วยสายตาและการบำบัดพืชก่อนส่งออกหรือเมื่อมาถึง เช่น การรมยา การจุ่มสารกำจัดศัตรูพืช และตรวจติดตามภายหลังการนำเข้า

คำหลัก: การวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช มาตรการสุขอนามัยพืช การนำเข้า องุ่น

OP-13

ภาคบรรยาย

Pest risk assessment for the importation of grapevine propagative material from country in Asia-Pacific region

Sukhontip sombat¹ Wanich Kampanich¹ Chawalit Jittanun¹

Yaowapa Tantiwanich² Nathamon Kaewnuy²

¹Plant Quarantine Research Group, Plant Protection Research and Development Office,
Department of Agriculture, Bangkok, 10900

²Plant Pathology Research Group, Plant Protection Research and Development Office,
Department of Agriculture, Bangkok, 10900

ABSTRACT

Current imported propagative material of grapevine (*Vitis* spp.) for planting according to the Plant Quarantine Act B.E. 2507 and amended does not have any phytosanitary measures to prevent the entry of regulated pests. Uncontrolled movement of infected propagative material has helped to spread these pests into new areas. In the present study, we collected grape information were plant species, cultivars, cultivation, methods for production of grape propagation, import data and global pests of grapes. Results of pest risk assessment of grape propagation imported from countries in the Asia-Pacific region found quarantine pests associated with grapevine cutting, seed and tissue culture including 46 species, 6 species, and 34 species, respectively. When evaluating the probability of importation and spread and potential economic impact of each quarantine pests found a high to medium risk level which is required phytosanitary import requirements. In addition, specific additional declarations are required to indicate in a Phytosanitary Certificate i.e. plant propagation of grapevine was derived from pest free places of production or pest free production sites or field inspection or parent plant test, inspection and treatments before export or arrival such as fumigation, dipping with pesticides and post entry quarantine monitoring.

Keywords: pest risk analysis, phytosanitary measures, import, grapevine

คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการค้าขายพืชและผลผลิตพืชกับต่างประเทศเพิ่มขึ้น มาตรการสุขอนามัยพืชที่ใช้สำหรับป้องกันมิให้ศัตรูพืชร้ายแรงจากต่างประเทศเข้ามาและ/หรือแพร่กระจายในประเทศไทยอาศัยกฎหมายในการควบคุมการนำเข้าพืชและผลผลิตพืช ได้แก่ พระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติกักพืช (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2542 และพระราชบัญญัติกักพืช (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2551 ที่มีผลใช้บังคับตั้งแต่ 28 สิงหาคม 2551 ซึ่งแบ่งพืชออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ สิ่งต้องห้าม สิ่งกักกัก และสิ่งไม่ต้องห้าม โดยมาตรการควบคุมการนำเข้าสิ่งไม่ต้องห้าม เพื่อนำมาเพาะปลูกในประเทศไทย เช่น พืชเพื่อการเพาะปลูก (plant for planting) โดยเฉพาะส่วนขยายพันธุ์พืชของพื้นที่ประเทศผู้ส่งออกต้องปฏิบัติตามนี้ยังไม่มีข้อกำหนดการนำเข้าด้านสุขอนามัยพืช มีเพียงใบรับสุขอนามัยพืชกำกับมากับพืชนำเข้าเท่านั้น

ส่วนขยายพันธุ์พืชเพื่อการค้า ได้แก่ กิ่งชำ ต้นกล้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และเมล็ดพันธุ์นำเข้าสำหรับปลูกในประเทศไทย ปัจจุบันจัดเป็นสิ่งไม่ต้องห้าม ซึ่งมีความเสี่ยงสูงที่มีโอกาสศัตรูพืชกักกันร้ายแรงติดมากับส่วนขยายพันธุ์ของพืชนำเข้า จากการศึกษาวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชในเบื้องต้น พบว่ามีศัตรูพืชกักกันร้ายแรงที่ไม่ปรากฏพบในประเทศไทย อาทิเช่น *Candidatus Phytoplasma australiense*, *Grapevine leafroll-associated viruses*, *Xylella fastidiosa* จึงควรมีการศึกษาวเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชของส่วนขยายพันธุ์ของพืช โดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เป็นเหตุผลในการกำหนดมาตรการสุขอนามัยพืชที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการเข้ามาของศัตรูพืชดังกล่าวจากประเทศแหล่งกำเนิดในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก และเพื่อใช้เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทบทวนประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดพืช และพาหะจากแหล่งที่กำหนดเป็นสิ่งต้องห้าม ข้อยกเว้น และเงื่อนไขตามพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. ๒๕๐๗ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๕๐ เกี่ยวกับชนิดพืชและศัตรูพืชกักกันที่ต้องประกาศเพิ่มเติม รวมถึงข้อกำหนดการนำเข้าให้มีประสิทธิภาพและรัดกุมยิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. มาตรฐานระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรการสุขอนามัยพืช ฉบับที่ 2 เรื่อง กรอบสำหรับการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช (Framework for Pest Risk Analysis (2007))
2. มาตรฐานระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรการสุขอนามัยพืช ฉบับที่ 11 เรื่อง การวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชสำหรับศัตรูพืชกักกัน (Pest Risk Analysis for Quarantine Pests (2013))
3. แนวทางการวิเคราะห์ความเสี่ยงของศัตรูพืชของประชาคมตลาดร่วมแคริบเบียน (Caribbean Community and Common Market, CARICOM)
4. หนังสือ ตำรา วารสาร เอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ และฐานข้อมูลออนไลน์ เช่น Crop Protection Compendium, Description of Fungi and Bacteria, Description Maps of Plant Pests, Description Maps of Plant Diseases เป็นต้น
5. วัสดุคอมพิวเตอร์ เช่น หมึกพิมพ์ และแผ่นบันทึกข้อมูล เป็นต้น

วิธีการ

1. การสืบค้นและรวบรวมข้อมูล

1.1 สืบค้นและรวบรวมข้อมูลทั่วไปขององุ่นที่นำเข้า เช่น ชื่อวิทยาศาสตร์ พันธุ์หรือสายพันธุ์ แหล่งผลิต ในประเทศผู้ส่งออก ผลผลิต การรับรองสุขอนามัยของประเทศผู้ส่งออก เป็นต้น

1.2 สืบค้นและรวบรวมข้อมูลศัตรูพืชขององุ่น เช่น ชื่อวิทยาศาสตร์ การจำแนกทางอนุกรมวิธาน พืชอาศัย/พืชอาหาร ลักษณะการทำลาย การแพร่ระบาด ความเสียหายของผลผลิตที่เกิดจากการทำลายของศัตรูพืช ที่มีรายงานในประเทศภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ประเทศไทย และประเทศอื่น ๆ

2. การตรวจสอบศัตรูพืชที่อาจติดมากับองุ่นนำเข้าในห้องปฏิบัติการ

รวบรวมข้อมูลนำเข้าส่วนขยายพันธุ์องุ่นจากด่านตรวจพืช สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร และเก็บตัวอย่างองุ่นนำเข้า สำหรับปลูกในประเทศไทย นำมาตรวจสอบศัตรูพืชดังนี้

2.1 ตรวจสอบศัตรูพืชที่อาจติดมากับองุ่นที่นำเข้า เช่น แมลง ไร หอย วัชพืช เชื้อรา และแบคทีเรีย โดยตรวจสอบภายนอกหรือผ่าดูภายในหากพบอาการผิดปกติ และสังเกตลักษณะผิดปกติที่อาจเกิดจากโรคพืชหรือแมลงศัตรูพืช

2.2 หากพบแมลง ไร หอย และวัชพืช จะตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำและสูง จำแนกกลุ่มของแมลง ไร หอย และวัชพืช โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphology) และส่งจำแนกชนิดต่อไป

2.3 หากพบอาการผิดปกติที่อาจเกิดจากเชื้อสาเหตุโรคพืชให้ตรวจสอบด้วยวิธีการ ดังนี้

(1) ตรวจสอบเชื้อราด้วย Blotter method (Mathur and Kongdal, 2003) และตรวจจำแนกชนิดของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำและกำลังขยายสูง จากนั้นแยกตรวจสอบจำแนกเชื้อราบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) เพื่อตรวจสอบและจำแนกชนิดของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำและกำลังขยายสูง

(2) ตรวจสอบเชื้อแบคทีเรียด้วย Dilution plate method เลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ nutrient agar (NA) เพื่อตรวจสอบและจำแนกชนิดของเชื้อแบคทีเรีย

(3) ตรวจสอบไส้เดือนฝอยด้วยวิธีการของ Cobb's sieving & Baermann และจำแนกชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (compound microscope) ในห้องปฏิบัติการ

(4) ตรวจสอบไวรัส ไวรอยด์ โฟโตพลาสมา โดยใช้พืชทดสอบ (Indicator plants) ซึ่งเป็นการทดสอบทางชีวภาพของเชื้อบนพืชอาศัย โดยเลือกพืชอาศัยที่เหมาะสมและการชักนำให้พืชแสดงอาการ เพื่อให้ทราบถึงเชื้อสาเหตุที่ทำให้พืชเกิดโรคร้ายอย่างแท้จริง โดยอาศัยหลักการของ Koch's postulate โดยการปลูกเชื้อลงบนพืชทดสอบ จากนั้นสังเกตตัวอย่างเพื่อจำแนกชนิดต่อไป

3. การวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช

ดำเนินการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชเชิงคุณภาพ ในการนำเข้ากิ่งพันธุ์องุ่นจากประเทศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกโดยการประยุกต์แนวทางการวิเคราะห์ตามมาตรฐานระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรการสุขอนามัยพืช ฉบับที่ 2 เรื่อง กรอบสำหรับการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช (Framework for Pest Risk Analysis adopted

2007) (FAO, 2007) และฉบับที่ 11 เรื่อง การวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชสำหรับศัตรูพืชกักกัน (Pest risk analysis for quarantine pests, adopted 2013) (FAO, 2013) และแนวทางการวิเคราะห์ความเสี่ยงของศัตรูพืชของประชาคมตลาดร่วมแคริบเบียน (Caribbean Community and Common Market) (CAHFS, 2016) ซึ่งประกอบด้วย 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การเริ่มต้นวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช (Stage 1: Initiation)

1.1 ระบุจุดเริ่มต้นของการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช/ระบุพื้นที่ซึ่งมีการดำเนินการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช/ตรวจสอบว่าเคยมีการวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยศัตรูพืช หรือเส้นทางศัตรูพืช หรือนโยบายของรัฐจากแหล่งข้อมูลภายในประเทศไทยและต่างประเทศพิจารณานำมาใช้ประกอบการวิเคราะห์ศัตรูพืช

1.2 นำข้อมูลศัตรูพืช/กลุ่มศัตรูพืชที่ได้จากการสืบค้นและรวบรวมจากหนังสือ ตำรา เอกสารวิชาการฐานข้อมูลศัตรูพืช และจากการตรวจสอบศัตรูพืชที่พบติดมากับของขึ้นที่นำเข้าจากต่างประเทศ มาจัดทำตารางศัตรูพืชเพื่อใช้สำหรับการประเมินความเสี่ยงศัตรูพืชในขั้นตอนต่อไป

ระยะที่ 2 การประเมินความเสี่ยงศัตรูพืช (Stage 2: Pest Risk Assessment)

การประเมินความเสี่ยงศัตรูพืชมี 3 ขั้นตอนที่สัมพันธ์กัน ดังนี้

2.1 การจัดประเภทศัตรูพืช (Pest categorization)

2.1.1 นำรายชื่อศัตรูพืช/กลุ่มศัตรูพืชที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาพิจารณาจัดประเภทศัตรูพืชว่ามีคุณสมบัติเป็นศัตรูพืชกักกันหรือไม่ โดย (1) ระบุชนิดของศัตรูพืช (pest identity) (2) ตรวจสอบว่าเป็นศัตรูพืชที่มีพบในประเทศไทยหรือไม่ (3) ตรวจสอบสถานภาพการควบคุมศัตรูพืช (Regulatory status) กรณีที่ศัตรูพืชชนิดนั้นมีปรากฏในประเทศไทย (4) ประเมินศักยภาพของศัตรูพืชในการเข้ามาตั้งรกรากและการแพร่กระจายในประเทศไทยหรือไม่ โดยพิจารณาข้อมูลทางชีววิทยาของศัตรูพืช สภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญแพร่ขยายพันธุ์พืชอาศัย/พืชอาหาร และพาหะของศัตรูพืชชนิดนั้นที่มีรายงานการพบในประเทศไทย

(5) ประเมินศักยภาพของศัตรูพืช ในการก่อให้เกิดผลตามมาทางเศรษฐกิจในประเทศไทย

2.2.2 จัดทำตารางผลการประเมินความเสี่ยงศัตรูพืชในขั้นตอนการจัดประเภทศัตรูพืช และนำรายชื่อศัตรูพืชที่มีศักยภาพติดมากับเส้นทางศัตรูพืช (ส่วนกิ่งพันธุ์) มีในประเทศผู้ส่งออกและไม่มีในประเทศไทยหรือมีแต่อยู่ภายใต้การควบคุมอย่างเป็นทางการมีศักยภาพในการตั้งรกราก และการแพร่กระจายในประเทศไทย ตลอดจนมีศักยภาพที่จะทำให้เกิดความเสียหายหรือผลกระทบทางเศรษฐกิจไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

2.2 การประเมินความน่าจะเป็นไปได้ของการนำเข้ามาและแพร่กระจายของศัตรูพืช (Assessment of the probability of introduction and spread)

นำรายชื่อศัตรูพืชที่ได้จากการประเมินในข้อ 2.1 มาประเมินความน่าจะเป็นไปได้ของการนำเข้ามาและแพร่กระจายของศัตรูพืชภายหลังการตั้งรกรากของศัตรูพืช โดยแยกประเมินศัตรูพืชแต่ละชนิด ดังนี้

2.2.1 การประเมินความน่าจะเป็นไปได้ของการนำเข้ามา (introduction) ของศัตรูพืชประกอบด้วย

(1) การประเมินความน่าจะเป็นไปได้ของการเข้ามา (probability of entry) ของศัตรูพืช โดยประเมินความน่าจะเป็นได้ที่ศัตรูพืชจะปะปนมากับส่วนขยายพันธุ์ (กิ่งพันธุ์) นำเข้ามาในประเทศไทย

(2) การประเมินความน่าจะเป็นไปได้ของการตั้งรกราก (probability of establish) ของศัตรูพืช โดยประเมินความน่าจะเป็นไปได้ที่ศัตรูพืชสามารถมีชีวิตอยู่รอดและเจริญแพร่ขยายพันธุ์ได้ในประเทศไทย

2.2.2 การประเมินความน่าจะเป็นไปได้ของการแพร่กระจายหลังการตั้งรกราก (Probability of spread after establishment) Spread) โดยประเมินความน่าจะเป็นไปได้ที่ศัตรูพืชสามารถแพร่กระจายในประเทศไทย

ปัจจัยที่นำมาใช้พิจารณาประเมินความน่าจะเป็นไปได้ใช้ตามแนวทางการวิเคราะห์ตามมาตรฐานระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรการสุขอนามัยพืช ฉบับที่ 11 เรื่อง การวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชสำหรับศัตรูพืชกักกัน (FAO, 2013) สำหรับรายละเอียดหลักเกณฑ์การประเมินความน่าจะเป็นไปได้แต่ละเหตุการณ์ ตลอดจนการรวมผลการประเมินใน 2 เหตุการณ์ โดยใช้กฎเมตริกซ์สำหรับการรวมโอกาสที่จะเกิดขึ้นเชิงคุณภาพ (Matrix of rules for combining qualitative likelihoods) ดำเนินการตามแนวทางการวิเคราะห์ความเสี่ยงของศัตรูพืชของประชาคมตลาดร่วมแคริบเบียน (CAHFSA, 2016)

2.3 การประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจที่อาจเกิดขึ้น (Assessment of Potential Economic Consequence) ภายหลังการเข้ามาของศัตรูพืช

นำรายชื่อศัตรูพืชที่ได้จากการประเมินในข้อ 2.1 มาประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจที่อาจเกิดขึ้นภายหลังการเข้ามาของศัตรูพืชในประเทศไทย การพิจารณาผลกระทบของศัตรูพืชทั้งทางตรง และทางอ้อม ที่มีต่อเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสังคม โดยใช้หลักเกณฑ์การประเมินผลกระทบในแต่ละด้านตามแนวทางการวิเคราะห์ความเสี่ยงของศัตรูพืชของประชาคมตลาดร่วมแคริบเบียน (CAHFSA, 2016)

สรุปผลในขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงศัตรูพืช (Conclusion of the pest risk assessment stage)

นำผลการประเมินความน่าจะเป็นไปได้ของ 2.2.1 การนำเข้าและการแพร่กระจายของศัตรูพืช และ 2.2.2 การประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจที่อาจเกิดขึ้นภายหลังการเข้ามาของศัตรูพืช มารวมกันโดยใช้เมตริกซ์การประเมินความเสี่ยง (risk estimation matrix) (CAHFSA, 2016) บันทึกปัจจัยที่ไม่แน่นอน (uncertainty)

ขั้นตอนที่ 3 การจัดการความเสี่ยงศัตรูพืช (Stage 3: Pest Risk Management)

นำรายชื่อศัตรูพืชกักกัน ที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงศัตรูพืชในขั้นตอนที่ 2 มาพิจารณาหาแนวทางการกำหนดมาตรการสุขอนามัยพืชเพื่อจัดการความเสี่ยงของศัตรูพืชแต่ละชนิด โดยจำแนกวิธีการที่จะดำเนินการกับความเสี่ยงที่ศัตรูพืชในการเข้ามาเจริญและแพร่ขยายพันธุ์ในประเทศไทย ตลอดจนผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจเพื่อลดความเสี่ยงลงให้ถึงระดับต่ำสุดที่ยอมรับได้ โดยมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติและไม่เป็นอุปสรรคต่อการค้าระหว่างประเทศ สำหรับนำไปใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเงื่อนไขการนำเข้าตามพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ทั้งนี้ การพิจารณาระดับความเสี่ยง (Level of risk): ใช้หลักการจัดการความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่มีระดับที่เหมาะสมซึ่งสามารถยอมรับได้ (Appropriate Level of acceptable; ALOP) หรือระดับความเสี่ยงที่สามารถยอมรับได้ (acceptable) โดยในการทดลองนี้กำหนดให้มีระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ คือ “ความเสี่ยงในระดับที่ละเลยได้ (negligible)”

4. สรุปผลศึกษาการประเมินความเสี่ยงศัตรูพืช

สรุปผลการประเมินความเสี่ยงศัตรูพืชในขั้นตอนต่าง ๆ รวมถึงรายชื่อศัตรูพืชกักกันของการนำเข้ากิ่งพันธุ์องุ่นจากประเทศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ที่มีระดับความเสี่ยงแตกต่างกัน แนวทางการกำหนดมาตรการสุขอนามัยพืชสำหรับการจัดการความเสี่ยงศัตรูพืชกักกันแต่ละชนิด และมาตรการสนับสนุนอื่น ๆ สำหรับใช้เป็นข้อมูลกำหนดมาตรการทางกฎหมายต่อไป

การบันทึกข้อมูล

1. รายละเอียดของศัตรูพืชแต่ละชนิด เช่น ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อสามัญ เขตแพร่กระจาย ส่วนของพืชที่ถูกทำลาย/อาศัย และมีพาหะ หรือเป็นพาหะของศัตรูพืชชนิดอื่นหรือไม่ การติดมากับส่วนของพืชที่นำเข้า พืชอาศัย ชีววิทยา นิเวศวิทยา เอกสารอ้างอิง
2. ชนิดของศัตรูพืชกักกัน ศัตรูพืช หรืออื่น ๆ ที่ปนเปื้อนหรือติดมากับองุ่นนำเข้า วัน เวลา สถานที่ และวิธีการที่ใช้ในการจำแนกชนิดศัตรูพืช ลักษณะอาการบนพืช
3. สถานภาพของศัตรูพืชแต่ละชนิดว่ามีรายงานพบในประเทศไทยหรือไม่ และเอกสารอ้างอิง
4. ชนิดของศัตรูพืชกักกัน เขตแพร่กระจาย (ชื่อประเทศ) ในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก และมาตรการจัดการความเสี่ยงศัตรูพืชกักกันขององุ่นนำเข้าจากประเทศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก

สถานที่ดำเนินการ

1. ห้องปฏิบัติการและโรงเรือนทดลอง กลุ่มวิจัยการกักกันพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
2. แปลงปลูกพืชองุ่น จังหวัดนครราชสีมา

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การสืบค้นและรวบรวมข้อมูล

1.1 ข้อมูลทั่วไปของพืชองุ่น

องุ่น (Grapevine) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Vitis species* ซึ่งสายพันธุ์ทางการค้ามีหลายชนิด ได้แก่ *Vitis aestivalis* x (*labrusca* x *vinifera*), *Vitis aestivalis* x *Vitis vinifera*, *Vitis brevipedunculata*, *Vitis glandulosa*, *Vitis heterophylla*, *Vitis himalayana*, *Vitis hypoglauca*, *Vitis quadrangularis*, *Vitis rhombifolia*, *Vitis riparia*, *Vitis rupestris*, *Vitis sicyoides*, *Vitis striata*, *Vitis vinifera*

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ องุ่นจัดเป็นพืชไม้เลื้อยประเภทยืนต้นมีอายุยาวนานหลายปีเถาองุ่น จะมีลักษณะเป็นปล้องบริเวณข้อจะมีใบ 1 ใบอยู่เรียงสลับกันไปตามข้อ และมีมือจับซึ่งเป็นข้อดอก ที่ไม่พัฒนาอยู่ตรงข้ามกับใบ บริเวณโคนก้านใบจะมีกิ่งแขนงเล็ก 1 กิ่งและตา 1 ตา เป็นตา รวมประกอบด้วยตาเอก (Primary bud) 1 ตาอยู่ตรงกลางและตารอง (Secondary bud) 2 ตา ตาเอกมีความสำคัญมาก เพราะประกอบด้วยตาอดมือและกลุ่มของดอก ผลองุ่นจะมีลักษณะเป็นพวง แบบที่เรียกว่าราคิส (rachis) ผลมีหลากหลายลักษณะขนาดและสี ภายในผลอาจจะมีเมล็ดหรือไม่ขึ้นอยู่กับพันธุ์

การปลูก และสภาพภูมิอากาศ เนื่องจากองุ่นเป็นพันธุ์พืชป่าที่มีถิ่นกำเนิดดั้งเดิมในทวีปอเมริกา ก่อนจะกระจายพันธุ์เข้าสู่ทวีป ยุโรป จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ มีการบ่งบอกว่าการปลูกองุ่นกันมามากกว่า 5,000 ปี มีหลายสายพันธุ์และเป็นพืชที่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพภูมิอากาศต่างๆ ได้ดี ในเขตอบอุ่นหรือเขต

หนาว องุ่นจะพักตัวในฤดูหนาว เมื่ออากาศอบอุ่นก็จะแตกตาเกิดยอดใหม่ ซึ่งจะออกดอกและติดผลบนกิ่งใหม่ แต่ในประเทศไทย ซึ่งอากาศไม่หนาวเย็น ต้นองุ่นจะไม่พักตัว วิธีการทำให้องุ่นให้ผลผลิตคือ เมื่อกิ่งแก่เป็นสีน้ำตาลแล้ว จะใช้วิธีการตัดแต่ง และใช้สารบังคับให้ตาแตกออกมาเป็นยอดใหม่ และออกดอกให้ผลผลิตแต่พื้นที่ที่มีอากาศหนาวเย็นจะทำให้องุ่นออกดอกและให้ผลผลิตได้ดี และผลผลิตมีคุณภาพดี โดยส่วนใหญ่การปลูกองุ่นที่ดีควรยกทรง เพื่อให้เกิต้น้ำเข้าออกคล่อง ทำให้ถ่ายเทอากาศบนดินสะดวก ที่ดินดอนหรือดินทรายก็ปลูกได้ แต่ต้องเป็นดินสมบูรณ์ บนไหล่เขา ต้องลงรากลึกถึง 2 ฟุต และไม่ควรเป็นดินดาน การปลูกทั้งแบบยกทรง และปลูกในที่ดอน ทั้งสองแบบต้องขุดหลุม เมื่อองุ่นอายุครบปีควรขึ้นค้ำ ทำค้ำเป็นเสาคู่ ถ้าใช้เสาซีเมนต์ค่าใช้จ่ายสูงแต่ได้ความทนทาน ถ้าค้ำไม้ ต้องเป็นไม้เนื้อแข็ง ในแปลงหนึ่งใช้เสาเพียง 3 คู่ มีมากไปก็สิ้นเปลือง ปักหัวแปลง กลางแปลง และท้ายแปลง จากนั้นก็ขึงด้วยเส้นลวดแข็ง และใช้ไฟรอกค้ำคานหรือเสา และค้ำเส้นลวดให้มันคงตั้งตัว องุ่นเป็นพืชที่ขยายพันธุ์ได้ง่ายและรวดเร็ว และสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ เพาะเมล็ด การปักชำ การตอน การติดตา การเสียบยอดหรือทาบกิ่ง แต่อย่างไรก็ตามไม่นิยมขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ดเพราะจะทำให้กลายพันธุ์ได้ และติดโรคพืชได้ง่าย

แหล่งผลิตองุ่น ที่สำคัญในประเทศภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ได้แก่ สาธารณรัฐประชาชนจีน ในพื้นที่ทางตะวันออกเฉียงเหนือของเมืองทงปูซาน ที่มีผลผลิตถึงร้อยละ 90 ของประเทศ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 52.48 ของการผลิตของประเทศ โดยองุ่นสายพันธุ์ไชน์มัสคัต (Shine Muscat) สามารถปลูกถึง 53,000 เฮกตาร์ ซึ่งมากกว่าของญี่ปุ่นถึง 40 เท่าที่ โดยเกาหลีใต้มีพื้นที่ 1,800 เฮกตาร์ ที่มีการผลิตมากกว่าญี่ปุ่นถึง 5 เท่า ซึ่งมีมูลค่าส่งออกสูงถึง 800 ล้านเยน ในขณะที่ญี่ปุ่นมีพื้นที่ผลิต 1,200 เฮกตาร์ มีมูลค่าการส่งออกประมาณ 147 ล้านเยน นอกจากนี้สายพันธุ์องุ่น สำหรับทำไวน์ (table or wine grapes) ในทั่วโลกมีมากกว่า 1,000 สายพันธุ์ แบ่งเป็นองุ่นใช้บริโภคผลสด และองุ่นที่ใช้เป็นต้นตอ (rootstock) สำหรับประเทศไทยได้นำพันธุ์องุ่นจากทวีปยุโรปเข้ามาปลูกกันแพร่หลายโดยพื้นที่ปลูกองุ่นที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากอยู่ทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลาง ซึ่งสายพันธุ์ที่นิยมปลูกได้แก่ 1) พันธุ์ยุโรป และเอเชียไมเนอร์ เป็นองุ่นที่รู้จักก่อนยุคประวัติศาสตร์ ใช้บริโภคสด ทำไวน์ และลูกเกด เป็นพันธุ์ผลดก ช่อผลใหญ่ ผลก็ใหญ่ เมล็ดในน้อย ไม่แข็ง รสหวานมากกว่าเปรี้ยว 2) พันธุ์พื้นเมืองอเมริกา เป็นพันธุ์ป่ามาแต่เดิม ใช้บริโภคไม่ได้หลายชนิด คุณภาพสู้ของยุโรปไม่ได้ ช่อผลเล็ก ผลก็เล็ก รสอมเปรี้ยว เมล็ดในแข็ง ส่วนดีคือ ใช้ลำต้นทาบกิ่งด้วยพันธุ์ยุโรป และ 3) พันธุ์ลูกผสม ส่วนมากเป็นพันธุ์ผสมในหมู่พันธุ์ยุโรปด้วยกัน มีปลูกกันแพร่หลาย เพราะรสหวานอร่อย มีทั้งลูกผสม ที่ผสมระหว่างพันธุ์ยุโรปและอเมริกา ที่ชาวฝรั่งเศสเป็นผู้ผสม จึงเรียกว่า ลูกผสมฝรั่งเศส และลูกผสมอเมริกา ที่ผสมระหว่างพันธุ์ยุโรปกับพันธุ์อเมริกา มีชาวอเมริกันทำการผสม **ฤดูกาลเก็บเกี่ยวผลผลิต** องุ่นสามารถตัดแต่งต้นให้มีผลผลิตได้ตลอดปี แต่นิยมบังคับองุ่นให้มีผลผลิตในช่วงเวลาที่ผลผลิตมีคุณภาพสูง คือ ในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคม และเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม **ตลาดและสถานการณ์การค้า** แหล่งผลิตองุ่นที่สำคัญของโลก ได้แก่ จีน มีปริมาณการผลิต 14,842,680 ตันต่อปี และอิตาลี เป็นอันดับรองลงมาด้วยการผลิต 8,201,914 ตันต่อปี สำหรับประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 52 ของโลก ทั้งนี้ส่วนขยายพันธุ์องุ่น จัดเป็นพืชสิ่งไม่ต้องห้ามตาม พ.ร.บ. กักพืช พ.ศ. 2507 และที่แก้ไขเพิ่มเติม สามารถนำเข้าได้จากทุกแหล่งหรือทุกประเทศ อาทิเช่น กิ่งพันธุ์ เมล็ดพันธุ์ ต้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยมีเพียงแจ้งการนำเข้าต่อพนักงานเจ้าหน้าที่และมี

ใบรับรองสุขอนามัยพืชแนบมาพร้อมกับสินค้าเท่านั้น และยังไม่มีข้อกำหนดการนำเข้าด้านสุขอนามัยพืชสำหรับศัตรูพืชร้ายแรงจากต่างประเทศ จากข้อมูลสถิติการนำเข้า ปี 2562 (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2562) พบว่ามีการนำเข้าส่วนขยายพันธุ์องุ่นจากอิตาลี ฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และจีน เป็นต้น

1.2 รวบรวมข้อมูลศัตรูองุ่น

ผลรวบรวมข้อมูลศัตรูพืชองุ่นที่มีรายงานจากประเทศไทย และในประเทศอื่นๆทั่วโลก พบจำนวน 479 ชนิด แบ่งเป็นแมลง 175 ชนิด ไร 22 ชนิด ไฟโตพลาสมา 12 ชนิด แบคทีเรีย 9 ชนิด เชื้อรา 118 ชนิด ไวรัส 48 ไวรอยด์ 4 ชนิด สไส้เดือนฝอย 43 ชนิด หอยทาก 3 ชนิด วัชพืช 45 ชนิด ในจำนวนนี้พบศัตรูพืชองุ่นที่มีรายงานในประเทศภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก จำนวน 91 ชนิด แบ่งเป็น แมลง 25 ชนิด ชนิด ไร 4 ชนิด แบคทีเรีย 3 ชนิด เชื้อรา 12 ชนิด ไวรัส 31 ไฟโตพลาสมา 8 ชนิด และไวรอยด์ 8 ชนิด ผลจากการตรวจสอบศัตรูพืชองุ่นในประเทศไทย ได้แก่ แปลงองุ่นพันธุ์แบล็คโอปอล (Black Opal) ในอำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดนครราชสีมา พบศัตรูพืชองุ่นที่สำคัญ คือ เพลี้ยไฟ ราน้ำค้าง (*Plasmopara viticola*) และใบไหม้ (*Colletotrichum* sp., *Alternaria* sp., *Phoma* sp.)

2. การตรวจสอบศัตรูพืช ที่อาจติดมากับส่วนขยายพันธุ์องุ่นนำเข้าในท้องปฏิบัติการ

จากผลตรวจสอบข้อมูลนำเข้าส่วนขยายพันธุ์องุ่น ระหว่างเดือนตุลาคม 2564 ถึงกันยายน 2567 ณ ด่านตรวจพืชท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ และด่านตรวจพืชลาดกระบัง พบมีจำนวน 4 ครั้ง ได้แก่ ต้นองุ่นจากสเปน จำนวน 700 กิโลกรัม และต้นองุ่นจากเนเธอร์แลนด์ จำนวน 3 ครั้ง ปริมาณรวมทั้งสิ้น 292.73 กิโลกรัม ทั้งนี้ยังไม่พบมีการนำเข้าส่วนขยายพันธุ์องุ่นจากประเทศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก

2. การวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช

ขั้นตอนที่ 1 การเริ่มต้นวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช (Stage 1: Initiation)

การเริ่มต้นวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชเป็นผลมาจากปัจจุบันส่วนขยายพันธุ์องุ่น (*Vitis* spp.) จัดเป็นสิ่งที่ต้องห้ามตาม พ.ร.บ. กักพืช พ.ศ. 2507 และที่แก้ไขเพิ่มเติม และจัดอยู่ในกลุ่มพืชที่มีความเสี่ยงสูงมากกว่ากลุ่มอื่นของสินค้าตามมาตรฐานระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรการสุขอนามัยพืช ฉบับที่ 32 (ISPM no. 32 : Categorization of commodities according to their pest risk) เนื่องจากวัตถุประสงค์เพื่อใช้การเพาะปลูก (plant for planting) ซึ่งมีโอกาสที่ติดมากับเส้นทางการศัตรูพืช (ส่วนขยายพันธุ์องุ่น) นำเข้าในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก จำเป็นต้องวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชของส่วนขยายพันธุ์องุ่น โดยใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์เป็นเหตุผลในการกำหนดมาตรการสุขอนามัยพืชที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการเข้ามาของศัตรูพืชดังกล่าวจากประเทศแหล่งกำเนิดในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก และเพื่อใช้เป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทบทวนประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดพืช และพาหะจากแหล่งที่กำหนดเป็นสิ่งต้องห้าม ข้อยกเว้น และเงื่อนไขตามพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. ๒๕๐๗ (ฉบับที่ ๕) พ.ศ. ๒๕๕๐ เกี่ยวกับชนิดพืชและศัตรูพืชกักกันที่ต้องประกาศเพิ่มเติม รวมถึงข้อกำหนดการนำเข้าให้มีประสิทธิภาพและรัดกุมยิ่งขึ้น ดังนั้น พื้นที่ซึ่งมีการดำเนินการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืช คือ ประเทศไทย

ผลการตรวจสอบข้อมูลที่เคยวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชสำหรับส่วนขยายพันธุ์อ่อน เช่น กิ่งพันธุ์ (Cuttings (dormant) ต้นกล้าเพาะเลี้ยงเนื้อ (Plants in tissue culture) และเมล็ดพันธุ์ (seed) ในต่างประเทศ ได้แก่ เครือรัฐออสเตรเลีย (DAWE, 2020) พบศัตรูพืชกักกันจำนวน 81 ชนิด ที่ต้องมีมาตรการด้านสุขอนามัยพืช ได้แก่ ตรวจสอบต้นพืชในช่วงการเจริญเติบโต และทดสอบในห้องปฏิบัติการ (field inspection and laboratory test) และต้องผ่านการกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ อิมิดาโคลพริด ความเข้มข้น 100 ppm และ 1% Eco-Oil® นาน 30 วินาที) แช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์หรือคลอรีน ความเข้มข้น 1% นาน 5 นาที และแช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50°C นาน 30 นาที นอกจากนี้ต้องตรวจสอบอาการบนต้นอ่อน และทดสอบในห้องปฏิบัติการ ภายหลังการนำเข้า (Post entry quarantine) เป็นระยะเวลา 16 เดือน (ปลูกในสถานกักพืช 12 เดือน และตรวจสอบบนต้นพืช และทดสอบโรคพืชในห้องปฏิบัติการ เป็นเวลา 4 เดือน) ในขณะที่นิวซีแลนด์ (Biosecurity New Zealand, 2021) พบศัตรูพืชกักกันของอ่อน จำนวนมากถึง 378 ชนิด ในจำนวนนี้พบสามารถติดกับเมล็ดพันธุ์ จำนวน 8 ชนิด ซึ่งการบริหารความเสี่ยงศัตรูพืชกักกันก่อนการส่งออกและ ภายหลังการนำเข้า ได้แก่ การจัดการไรศัตรูพืชกักกัน ต้องตรวจสอบด้วยสายตา (visual inspection) และกำจัดด้วยสารป้องกันกำจัดไรศัตรูพืช (miticide treatments) หรือการตรวจสอบภายใต้กล้อง (เฉพาะต้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ) การจัดการเชื้อรา ต้องแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้น 1% นาน 2 นาที การจัดการแบคทีเรีย *Xylophilus ampelini*, และ *Xanthomona campestris* pv. *viticola* ต้องตรวจสอบในช่วงฤดูกาลปลูก (growing season inspection) เพื่อสังเกตอาการของโรค และกำจัดด้วยวิธีแช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 °C นาน 45 นาที หรือ 45 °C นาน 3 ชั่วโมง ส่วนแบคทีเรีย *Xylella fastidiosa* ต้องตรวจสอบในช่วงฤดูกาลปลูกอย่างน้อย 4 สัปดาห์และทดสอบด้วยวิธี PCR และกำจัดด้วยวิธีแช่ในน้ำร้อน อุณหภูมิ 50 °C นาน 45 นาที หรือ 45 °C นาน 3 ชั่วโมง การจัดการไวรัส ต้องตรวจสอบในช่วงฤดูกาลปลูก หรือทดสอบในห้องปฏิบัติการด้วยวิธี ELISA หรือ PCR และการจัดการไฟโตพลาสมา ต้องผ่านการทดสอบด้วยวิธี Nested PCR หรือ Real time PCR และกำจัดด้วยวิธีแช่ในน้ำร้อนอุณหภูมิ 50 °C นาน 45 นาที หรือ 45 °C นาน 3 ชั่วโมง สำหรับผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงศัตรูพืชของเมล็ดพันธุ์อ่อน พบต้องมีมาตรการจัดการศัตรูพืชก่อนการส่งออก จำนวน 8 ชนิด ได้แก่ ต้องตรวจสอบในช่วงฤดูกาลปลูกเพื่อสังเกตอาการของไวรัส *Grapevine angular mosaic virus* และ *Grapevine line pattern virus* ส่วนไวรัส *Grapevine Bulgarian latent virus*, *Grapevine chrome mosaic virus*, *Grapevine fanleaf virus*, *Peach rosette mosaic virus*, *Tomato ringspot virus* ต้องผ่านการทดสอบด้วยวิธี ELISA หรือ PCR ไวรอยด์ *Grapevine yellow speckle viroid-2* ต้องตรวจสอบในช่วงฤดูกาลปลูก และทดสอบด้วยวิธี PCR

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินความเสี่ยงศัตรูพืช (Stage 2: Pest Risk Assessment)

ผลการประเมินความเสี่ยงศัตรูพืชของส่วนขยายพันธุ์อ่อนนำเข้าจากประเทศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ในขั้นตอนจัดประเภทศัตรูพืช พบศัตรูพืชที่มีศักยภาพเป็นศัตรูพืชกักกันของส่วนขยายพันธุ์ จำนวน 49 ชนิด ได้แก่ ไฟโตพลาสมา จำนวน 5 ชนิด ไวรัส 26 ชนิด แมลง จำนวน 8 ชนิด โร 2 ชนิด แบคทีเรีย 2 ชนิด เชื้อรา 4 ชนิด ไวรอยด์ 3 ชนิด เมื่อประเมินความน่าจะเป็นไปได้ของการนำเข้ามาและแพร่กระจายและผลกระทบทาง

เศรษฐกิจที่อาจเกิดขึ้น ภายหลังการเข้ามาของแต่ละศัตรูพืชก็ต่างกัน พบศัตรูพืชที่ชุกกักกันของสวนขยายพันธุ์องุ่น ได้แก่ กิ่งพันธุ์องุ่น ซึ่งมีระดับความเสี่ยงสูงถึงปานกลาง จำนวน 46 ชนิด ได้แก่ ได้แก่ ไฟโตพลาสมา *Candidatus Phytoplasma trifolii*, *Candidatus Phytoplasma australiense*, *Candidatus Phytoplasma fraxini*, *Candidatus Phytoplasma phoenicium*, Grapevine yellows phytoplasmas ไวรัส Grapevine asteroid mosaic-associated virus, Grapevine deformation virus, Grapevine fanleaf virus, Grapevine pinot gris virus, Grapevine red blotch virus, Grapevine Roditis leaf discoloration-associated virus, Grapevine rupestris stem pitting-associated virus, Grapevine rupestris vein feathering virus, Grapevine virus A, Grapevine virus B, Grapevine virus E, Grapevine leafroll-associated viruses, Grapevine berry inner necrosis virus, Grapevine Syrah virus 1, Grapevine fleck virus, Grapevine anatolian ringspot virus, Grapevine fabavirus, Arabis mosaic virus, Tobacco ringspot virus, Sowbane mosaic virus, Peach rosette mosaic virus, Raspberry ringspot virus, Grapevine virus T, Citrus yellow vein clearing virus, Blueberry leaf mottle virus, Tomato black ring virus, Tomato ringspot virus แมลง Parthenolecanium corni, Ceroplastes rusci, Eulecanium tiliae, Pulvinaria vitis, Hyphantria cunea, Pseudococcus calceolariae, Viteus vitifoliae, Eulecanium tiliae ไร Brevipalpus lewisi, Tetranychus pacificus แบคทีเรีย *Xylella fastidiosa*, *Xylophilus ampelinus* เชื้อรา *Pseudopezizicola tracheiphila*, *Phymatotrichopsis omnivora* และความเสี่ยงระดับต่ำ จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ไวรอยด์ Grapevine yellow speckle viroid 3, Grapevine latent viroid, Japanese grapevine viroid นอกจากนี้ยังพบว่าศัตรูพืชที่ชุกกักกันของเมล็ดพันธุ์องุ่น ซึ่งมีระดับความเสี่ยงสูงถึงปานกลาง จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ Grapevine fanleaf virus, Peach rosette mosaic virus, Arabis mosaic virus, Blueberry leaf mottle virus, Tomato black ring virus, Tomato ringspot virus และศัตรูพืชที่ชุกกักกันของต้นองุ่นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จำนวน 34 ชนิด ซึ่งมีความเสี่ยงระดับสูงถึงปานกลาง ได้แก่ ไฟโตพลาสมา *Candidatus Phytoplasma trifolii*, *Candidatus Phytoplasma australiense*, *Candidatus Phytoplasma fraxini*, *Candidatus Phytoplasma phoenicium*, Grapevine yellows phytoplasmas ไวรัส Grapevine asteroid mosaic-associated virus, Grapevine deformation virus, Grapevine fanleaf virus, Grapevine pinot gris virus, Grapevine red blotch virus, Grapevine Roditis leaf discoloration-associated virus, Grapevine rupestris stem pitting-associated virus, Grapevine rupestris vein feathering virus, Grapevine virus A, Grapevine virus B, Grapevine virus E, Grapevine leafroll-associated viruses, Grapevine berry inner necrosis virus, Grapevine Syrah virus 1, Grapevine fleck virus, Grapevine anatolian ringspot virus, Grapevine fabavirus, Arabis mosaic virus, Tobacco ringspot virus, Sowbane mosaic virus, Peach rosette mosaic virus, Raspberry ringspot virus, Grapevine virus T, Citrus yellow vein clearing virus, Blueberry leaf mottle virus, Tomato black ring virus, Tomato ringspot virus แบคทีเรีย *Xylella fastidiosa*, *Xylophilus ampelinus* และมีความเสี่ยงระดับต่ำ จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ไวรอยด์ Grapevine yellow speckle viroid 3, Grapevine latent viroid, Japanese grapevine viroid

ขั้นตอนที่ 3 การจัดการความเสี่ยงศัตรูพืช

ผลการกำหนดการบริหารจัดการความเสี่ยงศัตรูพืชกักกันของส่วนขยายพันธุ์องุ่นนำเข้าจากประเทศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก ซึ่งแบ่งตามประเภทศัตรูพืชกักกัน (ตารางที่ 1) เพื่อป้องกันในการเข้ามาเจริญและแพร่ขยายพันธุ์ในประเทศไทยตลอดจนผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจ และลดความเสี่ยงลงให้ถึงระดับต่ำสุดที่ยอมรับได้ โดยนำไปใช้เป็นแนวทางกำหนดมาตรการนำเข้าส่วนขยายพันธุ์องุ่นตามพระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ดังนี้ (1) มาตรการจัดการก่อนการส่งออก โดยหน่วยงานองค์การอารักขาพืชแห่งชาติต้องให้การรับรองปลอดศัตรูพืชกักกัน และระบุข้อความแจ้งเพิ่มเติม (Additional declaration) ลงในใบรับรองสุขอนามัยพืช (Phytosanitary certificate) ได้แก่ การทดสอบพืชที่เป็นพุ่มแม่ หรือการตรวจสอบในแปลงพืช และทดสอบในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการที่เหมาะสม ได้แก่ การใช้พืชทดสอบ (herbaceous host indexing) หรือการทดสอบด้วยเทคนิคชีวโมเลกุล (molecular tests) อาทิเช่น Enzyme-linked immunosorbent assay; ELISA หรือ Polymerase chain reaction; PCR/ Reverse transcription PCR หรือ Nested PCR หรือ Real time PCR /RT-PCR (2) มาตรการจัดการเมื่อมาถึงราชอาณาจักรไทย ณ ด้านตรวจพืชหรือจุดนำเข้า ได้แก่ การตรวจสอบด้วยสายตา การบำบัดพืช เช่น แช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้น 1% นาน 5 นาที เพื่อกำจัดเชื้อรา หรือสารเคมีกำจัดแมลงและไร หรือการรมแก๊สด้วยสารรมเมทิลโบรไมด์ (Methyl bromide) หรือแช่ในน้ำร้อน (hot water) ที่อุณหภูมิ 50-52 °C นาน 30-45 นาที หรือ 45 °C นาน 3 ชั่วโมง เพื่อกำจัดแบคทีเรียและไฟโตพลาสมา และ (3) มาตรการติดตามและตรวจสอบภายหลังการนำเข้า (post entry quarantine; PEQ) โดยการปลูกเพื่อสังเกตอาการของโรคพืช รวมถึงการทดสอบในห้องปฏิบัติการ(DAWE, 2020)ไม่น้อยกว่า 16 เดือน (กิ่งพันธุ์) 12 เดือน (ต้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ) และ 9 เดือน (เมล็ดพันธุ์)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

ส่วนขยายพันธุ์องุ่น (*Vitis* spp.) ได้แก่ กิ่งพันธุ์องุ่น เมล็ดพันธุ์ และต้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ในปัจจุบันยังไม่ได้มีมาตรการด้านสุขอนามัยพืชเพื่อป้องกันศัตรูพืชร้ายแรงจากต่างประเทศ และจากข้อมูลการนำเข้า ระหว่างปี 2565-2567 พบว่ายังไม่มีนำเข้าจากประเทศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก เมื่อทำการรวบรวมข้อมูลศัตรูพืชของงู่นำมาประเมินความเสี่ยงศัตรูพืชสำหรับส่วนขยายพันธุ์องุ่นนำเข้าจากประเทศในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก พบศัตรูพืชกักกันของกิ่งพันธุ์องุ่น จำนวน 46 ชนิด เมล็ดพันธุ์องุ่น จำนวน 6 ชนิด และต้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จำนวน 34 ชนิด ซึ่งมีระดับความเสี่ยงสูงถึงปานกลางในการนำเข้า และแพร่กระจายและส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจในประเทศไทย จำเป็นต้องมีมาตรการจัดการศัตรูพืชกักกันก่อนการส่งออก ได้แก่ การทดสอบพืชที่เป็นพุ่มแม่ หรือการตรวจสอบในแปลงพืช และทดสอบในห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการที่เหมาะสม และการตรวจสอบด้วยสายตา การบำบัดพืชเมื่อมาถึงยังราชอาณาจักรไทย รวมถึงการติดตามภายหลังการนำเข้า แต่อย่างไรก็ตาม การตรวจสอบในแปลงปลูกช่วงการเจริญเติบโตของพืช หรือตรวจสอบภายหลังการนำเข้า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของโรคพืช ซึ่งสามารถสังเกตลักษณะอาการแสดงออกของโรคพืชได้ จากรายงานของ Biosecurity New Zealand (2021) พบว่าบางชนิดไวรัสมีประสิทธิภาพ (effective) และเป็นไปได้ (feasible) ในขณะที่บางชนิดไวรัสจำเป็นต้องใช้ทดสอบใน

ห้องปฏิบัติการ เช่น เทคนิคทางชีวโมเลกุล หรือการตรวจสอบภายหลังการนำเข้าและทดสอบในห้องปฏิบัติการไม่น้อยกว่า 9-16 เดือน (DAWE, 2020)

เอกสารอ้างอิง

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2562. ข้อมูลการนำเข้าพืช ปี 2559-2560. สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

Biosecurity New Zealand. 2021. Import health standard amends the Import Health Standard: Importation of Nursery Stock (155.02.06). (Online). Available.

<https://www.biosecurity.govt.nz/importing/plants/nursery-stock/requirement-documents-for-importing-nursery-stock/>. (March 20, 2022)

CABI (CAB International). 2022. Crop Protection Compendium. Wallingford, UK: CAB International. (Online). Available. <http://www.cabi.org/>. (September 18, 2022).

Department of Agriculture, Water and the Environment (DAWE). 2020. *Vitis* spp. (grape) for use as nursery stock. (Online). Available.

<https://bicon.agriculture.gov.au/BiconWeb4.0/ImportConditions/Search/>. (February 7, 2023)

FAO (Food and Agriculture Organization). 2007. International Standards for Phytosanitary Measures no. 2: Framework for Pest Risk Analysis (2007). (Online). Available. <http://www.ippc.int/publications/pest-risk-analysis-quarantine-pests>. (March 4, 2020)

FAO (Food and Agriculture Organization). 2014. International Standards for Phytosanitary Measures no. 11: Pest Risk Analysis for Quarantine Pests (2013). (Online). Available. <http://www.ippc.int/publications/pest-risk-analysis-quarantine-pests>. (March 4, 2020)

Table 1. Risk management for quarantine pests of grapevine propagative material

Organism types	Risk management option
Mite	Visual inspection AND miticide treatments
Insect	Visual inspection AND insecticide treatments or fumigation with methyl bromide
Fungi	All cuttings must be dipped in 1% sodium hypochlorite for 2 minutes. Growing season inspection for disease symptom expression AND examination using a dissecting microscope or hand lens (longitudinal and transverse sections) AND plating on potato dextrose agar
Bacteria	All cuttings must be dipped in 1% sodium hypochlorite for 2 minutes upon arrival in the post entry quarantine facility AND Growing season inspection for disease symptom expression AND Hot water treatment (dipping) at 50-52 °C for 30-45 minutes or 45 °C for 3 hours
Phytoplasma	Nested PCR or real-time PCR using universal phytoplasma primers AND Hot water treatment (dipping) at 50-52 °C for 30-45 minutes or 45 °C for 3 hours
Virus	Growing season inspection for disease symptom expression AND herbaceous host indexing and molecular tests such as ELISA or PCR test
Viroid	Growing season inspection for disease symptom expression AND herbaceous host indexing and molecular tests such as PCR test

การวิเคราะห์เครือข่ายความสัมพันธ์ของโรคและแมลงศัตรูข้าว ในพื้นที่นาชลประทานและน่าน้ำฝน

กัณฑ์ธณวิชญ์ ใจสงฆ์¹ ศุภลักษณ์ สนคณอก² พลอยไพลิน ธนิกกุล² อรุณยาน์ ขวัญเรือน³

ชัยรัตน์ จันทรหนู⁴ อังคณา กันทาจันทร์⁵ เกษศิณี พรโสภณ⁶ ดวงพร วิรุณจิตต์⁴

¹ศูนย์วิจัยข้าวปทุมธานี ²กองวิจัยและพัฒนาข้าว ³ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย ⁴ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท

⁵ศูนย์วิจัยข้าวสกลนคร ⁶ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก

บทคัดย่อ

ปัญหาโรคและแมลงศัตรูข้าวเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการเพิ่มผลผลิตข้าวในประเทศไทยทั้งในนิเวศน์นาชลประทานและน่าน้ำฝน การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างโรคและแมลงศัตรูข้าวในนิเวศทั้งสองด้วยการวิเคราะห์เครือข่าย (Network Analysis) เพื่อให้ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดการศัตรูข้าวอย่างมีประสิทธิภาพ การวิจัยดำเนินการสำรวจแปลงนาข้าวในนิเวศนาชลประทานจำนวน 278 แปลง และน่าน้ำฝนจำนวน 218 แปลง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2565 ถึงตุลาคม 2566 ในพื้นที่เพาะปลูกข้าวทั่วทุกภาคของไทย ข้อมูลที่เก็บรวบรวมการเกิดโรคข้าว ความเสียหายที่เกิดจากการทำลายของแมลงศัตรูข้าว สัตว์ศัตรูข้าว เช่น การเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาล (เปอร์เซ็นต์) การเกิดโรคใบไหม้ (เปอร์เซ็นต์) การเกิดโรคใบแถบแดง (เปอร์เซ็นต์) และการเกิดโรคเมล็ดด่าง รวมถึงแมลงศัตรูพืช เช่น จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จำนวนเพลี้ยกระโดดหลังขาว และความเสียหายจากหนอนห่อใบข้าว (เปอร์เซ็นต์) เป็นต้น จากนั้น วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรด้วยสหสัมพันธ์ของ Spearman และสร้างโครงข่ายเพื่อประเมินบทบาทของ node แต่ละ node ด้วยค่า centrality ผลการวิเคราะห์พบว่า นิเวศนาชลประทาน node สำคัญ ได้แก่ BS และ BPH ซึ่งมีบทบาทเป็นจุดเชื่อมโยงหลักในเครือข่าย โดยมีความสัมพันธ์ทางบวกและลบกับ node อื่น เช่น การเกิดโรคใบแถบแดง มีความสัมพันธ์ทางบวกกับ จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แต่มีความสัมพันธ์ทางลบกับการเกิดโรคเมล็ดด่าง ในขณะที่นิเวศน่าน้ำฝนมีโครงสร้างเครือข่ายซับซ้อนกว่า โดยมี node สำคัญเพิ่มเติม เช่น จำนวนเพลี้ยกระโดดหลังขาว และ การเกิดข้าวหวัหงอก ซึ่งเชื่อมโยงกับ node อื่นในเครือข่ายอย่างหลากหลาย ผลการวิเคราะห์ยังชี้ให้เห็นว่า โรคใบจุดสีน้ำตาล และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เป็นปัจจัยสำคัญที่ควรให้ความสำคัญในการจัดการศัตรูข้าวในทั้งสองนิเวศ อย่างไรก็ตาม สำหรับ นิเวศนาชลประทาน การจัดการศัตรูข้าวที่เหมาะสมควรเป็นการจัดการศัตรูข้าวแบบเจาะจง ในขณะที่นิเวศน่าน้ำฝนควรมุ่งเน้นการจัดการเชิงระบบเพื่อควบคุม node หลักที่มีบทบาทเชื่อมโยงกับ node อื่น ๆ การศึกษานี้ให้ข้อมูลเชิงลึกสำหรับการพัฒนากลยุทธ์การจัดการศัตรูข้าวที่เหมาะสมกับนิเวศแต่ละระบบอย่างมีประสิทธิภาพ

คำหลัก: โรคข้าว แมลงศัตรูข้าว การวิเคราะห์เครือข่าย ความสัมพันธ์ ประเทศไทย

OP-14

ภาคบรรยาย

Network Analysis of Complex Relationships between Rice Diseases and Insect Pests in Irrigated and Rainfed Paddy Fields

Kanthanawich Jaisong¹ Supalaksana Sonkhongnok² Ploypailin Thanikul² Urasan Khuanruen³

Chairat Chanthorn⁴ Ungkana Kanthachan⁵ Ketsini Pornsophon⁶ Duangporn Vithoonjit⁴

¹Pathum Thani Rice Research Center, ²Department of Rice Research and Development,

³Changrai Rice Research Center, ⁴Chainat Rice Research Center,

⁵Sakon Nakorn Rice Research Center, ⁶Phisanulok Rice Research Center

ABSTRACT

Rice diseases and rice insect pests are significant constraints to increasing rice production in Thailand in both irrigated and rainfed ecosystems. This research aims to study the complex relationships between diseases and rice pests in both ecosystems using Network Analysis to provide useful information for efficient rice pest management. The research conducted a survey of rice paddies in irrigated ecosystems totaling 278 plots and rainfed ecosystems totaling 218 plots from November 2022 to October 2023 across all regions of Thailand. The collected data included the occurrence of rice diseases, damage caused by rice pest insects, and rice pest animals, such as: brown spot disease incidence (%), leaf blast incidence (%), red stripe disease incidence (%), dirty panicle incidence, and insect pests such as number of brown planthopper, number of white-backed planthopper, leaf folder damage (%). Subsequently, the relationships between variables were analyzed using Spearman correlation and network graphs were created to evaluate the role of each node using centrality indices. The analysis revealed that in irrigated ecosystems, key nodes were brown spot disease and brown plant hopper, which play roles as primary connecting points in the network. These nodes demonstrated positive and negative relationships with other nodes. For example, red stripe disease showed a positive correlation with brown planthopper but a negative correlation with dirty panicle disease. In contrast, the rainfed ecosystem network structure was more complex, with additional key nodes such as white-backed planthopper and leaf folder, which connected with other network nodes in diverse ways. The analysis also indicated that brown spot disease and brown planthopper are critical factors that should be highlighted in pest management in both ecosystems. However, for irrigated ecosystems, efficient rice pest management should be specific and targeted, while rainfed ecosystems should focus on holistic management to control key nodes that play interconnected roles with other nodes. This study provides useful information for developing rice pest management strategies appropriate and efficient for each ecosystem system.

Keywords: Rice diseases, Insect pests, Network analysis, Correlation, Thailand

คำนำ

โรคและแมลงศัตรูข้าวมีความหลากหลายและสร้างความเสียหายได้ตลอดทุกช่วงการเจริญเติบโตของต้นข้าว ตั้งแต่ระยะกล้า ระยะแตกกอ จนถึงระยะออกรวง โรคข้าวสำคัญ ได้แก่ โรคไหม้ซึ่งระบาดอย่างแพร่หลายในหลายพื้นที่ โรคใบจุดสีน้ำตาลที่พบทั่วไปในนาข้าว และโรคเมล็ดด่างที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขณะที่แมลงศัตรูข้าว เช่น เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล หนอนกอ และเพลี้ยจักจั่น เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่ปลูกข้าวทั่วประเทศ การระบาดของโรคและแมลงเหล่านี้ไม่เพียงส่งผลให้ผลผลิตลดลง แต่ยังส่งผลกระทบต่อคุณภาพข้าวและเศรษฐกิจภาคเกษตรกรรมอย่างมีนัยสำคัญ (Savary et al., 2000)

การจัดการปัญหาโรคและแมลงศัตรูข้าวอย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องคำนึงถึงความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างโรคและแมลงศัตรูข้าว โรคและแมลงบางชนิดมีความเกี่ยวข้องในลักษณะพึ่งพา เช่น แมลงที่เป็นพาหะนำโรค (Ou Su, 1988) หรือโรคที่ทำให้ต้นข้าวอ่อนแอจนแมลงสามารถเข้าทำลายได้ง่ายขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นสภาพแวดล้อมในพื้นที่นาชลประทานและน่าน้ำฝนที่แตกต่างกัน ยังส่งผลต่อการเกิดโรคและแมลงศัตรูข้าว รวมถึงความสัมพันธ์เชิงซ้อนระหว่างสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ โดยพื้นที่นาชลประทานมักมีการระบาดของโรคที่เกิดจากเชื้อรา (Savary, et al., 2012) ขณะที่น่าน้ำฝน มักพบปัญหาแมลงศัตรูข้าวมากกว่า (Heong, K. L., and Hardy, B., 2009). ดังนั้น การทำความเข้าใจความสัมพันธ์เชิงซ้อนของโรคและแมลงศัตรูข้าวในพื้นที่ทั้งสองแบบ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาแนวทางการจัดการที่เหมาะสม

Network Analysis เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน (Newman, 2010) โดยสามารถนำเสนอข้อมูลเชิงลึกในรูปแบบ network เช่น การระบุ node ที่เป็นศูนย์กลางของ network ซึ่งอาจเป็นโรคหรือแมลงที่มีอิทธิพลต่อการเกิดโรคและแมลงชนิดอื่นๆ และการวิเคราะห์เส้นเชื่อมโยง (edge หรือ link) เพื่อทำนายความสัมพันธ์ระหว่างโรคและแมลง รวมถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแบบจำลองการแพร่ระบาด และการวางแผนการจัดการโรคและแมลงศัตรูข้าวได้อย่างแม่นยำ (Kiss, I. Z., & Green, D. M. (2008) Garrett, K. A., Madden, L. V., Hughes, G., & Pfender, W. F. (2004)

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยที่ผ่านมาในประเทศไทย ยังไม่เคยศึกษาความสัมพันธ์เชิงซ้อนของโรคและแมลงศัตรูข้าวในพื้นที่นาชลประทานและน่าน้ำฝนโดยใช้ Network Analysis มาก่อน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา network ความสัมพันธ์ระหว่างโรคและแมลงศัตรูข้าวในประเทศไทย โดยใช้ Network Analysis โดยคาดว่าผลการวิจัยจะนำเสนอข้อมูลเชิงลึกที่สำคัญ เพื่อสนับสนุนการพัฒนากลยุทธ์การจัดการโรคและแมลงศัตรูข้าวแบบผสมผสาน ลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และเพิ่มผลผลิตข้าว อันจะนำไปสู่ความยั่งยืนของภาคการผลิตข้าวในประเทศไทย

วิธีการดำเนินงาน

1. พื้นที่สำรวจและการเลือกพื้นที่แปลงนาสำรวจ

แปลงนาเกษตรกรเป็นพื้นที่สำรวจ ออกเป็น 2 นิเวศ คือ นิเวศนาชลประทาน ซึ่งหมายถึงพื้นที่นาที่ใช้น้ำจากระบบชลประทาน และนิเวศนาฝาย ซึ่งหมายถึงพื้นที่นาที่อาศัยน้ำฝนเป็นหลัก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างของการเกิดโรคและแมลงศัตรูข้าว ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน รวบรวมข้อมูลการเกิดโรค แมลงศัตรูข้าว และสัตว์ศัตรูข้าว โดยครอบคลุมทั้งฤดูนาปีและนาปรังในนิเวศนาชลประทานและนาฝาย การคัดเลือกพื้นที่ศึกษามีเป้าหมายเพื่อให้ได้ตัวแทนที่เหมาะสมของแต่ละนิเวศการปลูกข้าว รวมถึงความหลากหลายของระบบนิเวศและพื้นที่ปลูกข้าวในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย จังหวัดตัวแทนถูกเลือกจากแต่ละภูมิภาคของประเทศ โดยจำนวนแปลงนาที่ใช้ในการศึกษาถูกกำหนดตามสัดส่วนพื้นที่ปลูกข้าวในแต่ละจังหวัด กระบวนการคัดเลือกแปลงนาตัวอย่างดำเนินการด้วยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (multi-stage sampling) ซึ่งประกอบด้วยการสุ่มเลือกจังหวัด อำเภอ ตำบล และแปลงนา แปลงนาที่เข้าร่วมการศึกษาต้องเป็นแปลงนาของเกษตรกรในฤดูปลูกที่กำหนด โดยเกษตรกรต้องให้ความยินยอมในการเก็บข้อมูล แปลงนาที่ได้รับการคัดเลือกได้รับการพิจารณาอย่างรอบคอบให้เป็นตัวแทนของหมู่บ้านในแต่ละสภาพแวดล้อมการผลิตที่อยู่ในขอบเขตการสำรวจ

2. การสำรวจและการเก็บข้อมูล

การสำรวจโรคข้าว แมลงศัตรูข้าว และสัตว์ศัตรูข้าวดำเนินการตาม "A survey portfolio to characterize yield-reducing factors in rice" (Savary and Castilla, 2009) เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตในแปลงนา โดยการสำรวจครอบคลุม 4 ระยะการเจริญเติบโตของข้าว ได้แก่ ระยะแตกกอ (active tillering) ระยะตั้งท้อง (booting) ระยะออกรวง (heading) และระยะสุกแก่ (active ripening) กระบวนการสำรวจให้ครอบคลุมตลอดทั้งปี เพื่อให้มีโอกาสพบแปลงนาข้าวในทุกระยะ ตั้งแต่ระยะกล้า แตกกอ ตั้งท้อง ออกรวง จนถึงระยะสุกแก่ การสำรวจนี้ดำเนินการทั้งการเดินสำรวจรอบแปลงนาและการสุ่มเก็บข้อมูลในแปลง เพื่อประเมินความเสียหายเชิงปริมาณ ข้อมูลถูกสุ่มเก็บจาก 10 จุดในแต่ละแปลงนา โดยจุดสุ่มในนาจะใช้กอข้าวเป็นหน่วยวัด ส่วนในนาหว่านจะใช้กรอบพื้นที่ขนาด 10 x 10 ซม. การบันทึกข้อมูลแยกตามประเภทของศัตรูข้าว ได้แก่ หนู แมลงศัตรูข้าว และเชื้อก่อโรค อีกทั้งยังจัดแบ่งตามลักษณะการทำลาย เช่น ความเสียหายที่ใบ ลำต้น หรือรวง รวมถึงความเสียหายที่ส่งผลกระทบต่อทั้งต้น (systemic symptom) สำหรับความเสียหายที่ลำต้น กาบใบ หรือรวง เช่น โรคกาบใบไหม้ กาบใบเน่า ถอดฝักดาบ ไหม้คอรวง ดอกกระถิน และข้าวหัวหงอก จะบันทึกจำนวนต้นหรือรวงข้าวที่แสดงอาการในแต่ละจุดสุ่ม ในกรณีของแมลง เช่น แมลงบั่ว ซึ่งแสดงอาการหลอดบั่ว การนับจะทำในลักษณะเดียวกัน สำหรับความเสียหายที่ใบ เช่น โรคใบจุดสีน้ำตาล ขอบใบแห้ง ใบไหม้ ใบขีดสีน้ำตาล ใบขีดโปร่งแสง และความเสียหายจากแมลง เช่น หนอนแมลงวันเจาะยอด หนอนปลอกข้าว และหนอนห่อใบข้าว การสำรวจจะบันทึกจำนวนใบที่แสดงอาการในแต่ละจุดสุ่ม โรคที่มีลักษณะการทำลายทั้งกอ เช่น โรคใบหงิก ใบเขียวเตี้ย และใบสีส้ม ซึ่งเกิดจากเชื้อไวรัส จะได้รับการประเมินจากพื้นที่ที่แสดงอาการในกรอบขนาด 1 x 1 เมตร โดยสุ่มเลือก 5 จุดในแปลงนา แมลงที่ดูดกินน้ำเลี้ยง เช่น

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาว เพลี้ยจักจั่นสีเขียว และเพลี้ยจักจั่นปีกลายหยัก จะถูกนับจำนวนโดยตรงจากต้นข้าว

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลดำเนินการโดยใช้โปรแกรม R (version 4.4.1) โดยเริ่มจากการสร้าง correlation matrix ด้วยวิธี Spearman เนื่องจาก ข้อมูลการเกิดโรคและแมลงศัตรูข้าว มีการแจกแจงที่ไม่เป็นแบบปกติ หรือมีความสัมพันธ์ที่ไม่เป็นเชิง (Hauke และ Kossowski, 2011) จากผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ นำไปสร้างและวิเคราะห์เครือข่าย (correlation network analysis) โดยใช้ igraph package สำหรับการสร้าง network และ ggraph package สำหรับแสดงผล network graph โดย node แสดงโรคหรือแมลงศัตรูพืช ส่วน edge แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยความหนาของ edge บ่งบอกถึงระดับของความสัมพันธ์ (Csardi and Nepusz, 2006; Pedersen, 2017) โครงสร้าง network ถูกจัดวางโดยใช้ force-directed layout เพื่อเพิ่มความชัดเจนของโครงสร้าง โดย node ที่มีความสัมพันธ์กันจะอยู่ใกล้กัน ส่วน node ที่ไม่มีความสัมพันธ์กันจะอยู่ห่างกัน ทำให้สามารถมองเห็นภาพรวมของความสัมพันธ์ในระบบ รวมถึงระบุ node สำคัญที่มีความเชื่อมโยงกับ node อื่นๆ (Barabási และ Albert, 1999) นอกจากนี้ ยังวิเคราะห์ network graph โดยคำนวณ betweenness centrality, closeness centrality และ expected influence โดยใช้ qgraph package เพื่อระบุ node ที่สำคัญใน network และวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงซ้อนระหว่างโรคและแมลงศัตรูข้าว โดย betweenness centrality หมายถึง ความสำเร็จในการเชื่อมต่อ node อื่นๆ และอาจเป็นจุดศูนย์กลางในการแพร่กระจายของโรคหรือแมลง closeness centrality หมายถึง สามารถเข้าถึง node อื่นๆ ได้อย่างรวดเร็ว และอาจเป็นจุดเริ่มต้นของการระบาด และ expected influence หมายถึง แนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่อ node อื่นๆ

ผลการทดลองและวิจารณ์

การเกิดโรคและแมลงศัตรูข้าวในนิเวศน์ข้าวนาชลประทาน

การสำรวจโรคและแมลงศัตรูข้าวในแปลงนาชลประทานจำนวน 278 แปลง ที่ ศัตรูข้าวที่มีการระบาดหรือการเข้าทำลายสูงกว่า 10% เมื่อวิเคราะห์ตัวแปรศัตรูข้าวโดยพิจารณาค่าความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การเกิด พบว่าศัตรูข้าวบางชนิดมีค่าความแปรปรวนเป็นศูนย์ ซึ่งหมายถึงการเกิดของศัตรูข้าวชนิดนั้นมีลักษณะการเกิดที่ต่ำสม่ำเสมอ จึงไม่ได้รวมอยู่ในศัตรูข้าวที่นำมาวิเคราะห์ต่อไป สำหรับนิเวศน์นาชลประทานนี้ ข้อมูล การเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาล (Brown Spot; BS) การเกิดโรคใบไหม้ (leaf blast, LB) ความเสียหายจากหนอนห่อใบข้าว (Leaf Folder; LF), การเกิดโรคใบแถบแดง (Red Stripe; RS) การเกิดโรคเมล็ดต่าง (Dirty Panicle; DP) และจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Brown Planthopper; BPH)

ข้อมูลการสำรวจโรคและแมลงศัตรูข้าวพบว่าการเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาล (BS) มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (13.82%) ในขณะที่โรคใบแถบแดง (RS) มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด (0.28%) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าโรคใบจุดสีน้ำตาลมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นบ่อยกว่าโรคใบแถบแดงในแปลงนาข้าว พิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตัวแปรการเกิดโรคและแมลงศัตรูข้าวดังกล่าว พบว่าโรคเมล็ดต่าง (DP) มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสูงสุด (12.9) บ่งชี้ว่าความรุนแรงของโรคนี้นี้แตกต่างกันมากในแต่ละแปลงนา ในทางกลับกัน โรคใบแถบแดง (RS) มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำสุด (1.05) สะท้อนถึงความสม่ำเสมอของความรุนแรงในแต่ละแปลงนา ค่ามัธยฐานของ ความเสียหายจากหนอนห่อใบข้าว (LF) จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (BPH) การเกิดโรคใบไหม้ (LB) และโรคใบแถบแดง (RS) มีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งหมายความว่าความเสียหายหรือการระบาดส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ อย่างไรก็ตาม ค่าสูงสุดของตัวแปรเหล่านี้แตกต่างกันมาก เช่น โรคเมล็ดต่าง (DP) มีค่าสูงสุดถึง 77.72 % ในขณะที่โรคใบแถบแดง (RS) มีค่าสูงสุดเพียง 9.48 % แสดงให้เห็นว่ามีบางแปลงนาที่เกิดความรุนแรงของโรคหรือแมลงศัตรูพืชในระดับสูงมาก และจากกราฟ histogram พบว่า ข้อมูลส่วนใหญ่มีการกระจายตัวแบบเขี้ยว ซึ่งหมายความว่าค่าข้อมูลส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ แต่มีค่าบางส่วนที่สูงมาก ลักษณะการกระจายตัวแบบนี้อาจสะท้อนความแตกต่างในสภาพแวดล้อมของแปลงนา หรือปัจจัยการจัดการ เช่น การใช้พันธุ์ข้าวที่มีความต้านทานแตกต่างกัน การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช หรือการระบาดในพื้นที่เฉพาะ

การวิเคราะห์ network จาก Spearman correlation ของข้อมูลการสำรวจการเกิดโรคและแมลงศัตรูข้าวแปลงนาในนิเวศน์ข้าวนาชลประทาน แสดงความสัมพันธ์ระหว่างศัตรูข้าว จาก network (Figure 2) นี้ node ถูกใช้แทนตัวแปรสำคัญ เช่น ความเสียหายจากหนอนห่อใบข้าว (LF) เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (BPH) โรคใบจุดสีน้ำตาล (BS) โรคใบไหม้ (LB) โรคใบแถบแดง (RS) และโรคเมล็ดต่าง (DP) ขณะที่ Edge หรือเส้นเชื่อมระหว่างจุดต่าง ๆ แสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรคู่ใดคู่หนึ่ง โดยสีของเส้นบ่งบอกถึงทิศทางของความสัมพันธ์ สีเขียวแทนความสัมพันธ์ทางบวก (ค่า correlation coefficient > 0) และสีแดงแทนความสัมพันธ์ทางลบ (ค่า correlation coefficient < 0) ความหนาของ edge สะท้อนถึงระดับของความสัมพันธ์ ยิ่งเส้นหนาความสัมพันธ์ยิ่งมาก จาก network แสดง การเกิดโรคใบแถบแดง (RS) มีความสัมพันธ์ทางบวกที่กับจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (BPH) หมายความว่า หากพบโรคใบแถบแดงมาก ก็มักพบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมากด้วย ในทางกลับกัน การเกิดโรคใบแถบแดง (RS) มีความสัมพันธ์ทางลบกับโรคเมล็ดต่าง (DP) แสดงว่าหากพบ

โรคใบแถบแดงมาก โอกาสพบโรคเมล็ดต่างจะลดลง นอกจากนี้ ความเสียหายจากหนอนห่อใบข้าว (LF) ยังมีความสัมพันธ์ทางลบกับโรคใบไหม้ (LB) และโรคเมล็ดต่าง (DP) แสดงให้เห็นถึงลักษณะความสัมพันธ์เชิงลบ ที่อาจมาจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่อาจจะเหมาะสมกับตัวแปรหนึ่งหรือไม่เหมาะสมกับอีกตัวแปรหนึ่ง เมื่อพิจารณา centrality (Figure 3) ของ network นี้ พบว่าการเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาล (BS) และจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (BPH) มีบทบาทสำคัญใน network โดยมี Betweenness และ Closeness สูงกว่าตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งหมายถึงการทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางหรือจุดเชื่อมโยงใน network นอกจากนี้ Expected Influence วัดความสามารถในการกระจายอิทธิพลของ node ใน network พบว่าสูงที่สุดใน BS และ BPH สะท้อนถึงบทบาทที่สำคัญของ node เหล่านี้ในการควบคุมหรือเชื่อมโยงกับ node อื่น ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (BPH) และโรคใบจุดสีน้ำตาล (BS) มีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างของ network ซึ่งอาจมาจาก สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลหรือโรคใบจุดสีน้ำตาล การวิเคราะห์ network สามารถชี้ให้เห็นว่าโรคใบจุดสีน้ำตาล (BS) และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (BPH) เป็นเป้าหมายสำคัญในการจัดการศัตรูข้าวสำหรับการปลูกข้าวในนิเวศนาชลประทาน หากสามารถลดความรุนแรงของศัตรูข้าวเหล่านี้ได้ อาจช่วยลดการระบาดของโรคหรือศัตรูข้าวอื่น ๆ ได้เช่นกัน ผลการวิเคราะห์นี้จึงเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญสำหรับการวางแผนจัดการศัตรูข้าวอย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

การเกิดโรคและแมลงศัตรูข้าวในนิเวศน์ข้าวน้ำฝน

การสำรวจโรคและแมลงศัตรูข้าวในแปลงนาข้าวน้ำฝน จำนวน 218 แปลง มีจำนวน 9 ตัวแปร ดังนี้ การเกิดข้าวหัวหงอก (whitehead, WH) ความเสียหายจากหนอนห่อใบข้าว (LF) จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (brown plant hopper, BPH) จำนวนเพลี้ยกระโดดหลังขาว (white backed plant hopper, WBPH) การเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาล (brown spot, BS) การเกิดโรคไหม้ (leaf blast, LB) การเกิดโรคใบแถบแดง (red strip, RS) การเกิดโรคเมล็ดต่าง (dirty panicle, DP) การเกิดโรคไหม้คอรวง (neck blast, NB) ที่ปรากฏจากแปลงที่พบว่ามีโรคหรือแมลงมากกว่า 10 % มีค่าความแปรปรวนมากกว่าศูนย์

ข้อมูลการสำรวจโรคและแมลงศัตรูข้าว (Table 2) พบว่า การเกิดโรคเมล็ดต่าง (DP) ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 18.18 % ซ้ำว่าเป็นโรคที่พบได้บ่อยในแปลงนา รองลงมาคือ การเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาล (BS) มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 17.52 % ในขณะที่โรคใบแถบแดง (RS) ข้าวหัวหงอก (WH) และโรคไหม้คอรวง (NB) มีค่าเฉลี่ยต่ำ เมื่อพิจารณาการกระจายตัวของข้อมูล พบว่า BS LB และ DP มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสูง แสดงว่าความรุนแรงของโรคเหล่านี้ในแต่ละแปลงมีความแตกต่างกันมาก อาจมีบางแปลงที่เกิดโรครุนแรง ในขณะที่บางแปลงแทบไม่พบโรคเลย ส่วนโรคและแมลงศัตรูพืชอื่น ๆ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำ แสดงว่าความรุนแรงของโรคและแมลงเหล่านี้ในแต่ละแปลงค่อนข้างใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ จาก histogram (Figure 4) พบว่า ข้อมูลการเกิดโรคและแมลงศัตรูข้าวที่สำรวจทั้งหมด มีการกระจายตัวแบบไม่ปกติ (non normal distribution) แบบเบ้ขวา (right skewness) ซึ่งแสดงว่าข้อมูลส่วนใหญ่อยู่ในระดับต่ำ แต่มีค่าบางส่วนที่สูงมาก

การวิเคราะห์ network ของความสัมพันธ์โรคและแมลงศัตรูข้าวจากการสำรวจในแปลงนาในนิเวศน์น้ำฝน (Figure 5) ประกอบด้วย node จำนวน 9 node ได้แก่ WH (การเกิดข้าวหัวหงอก), LF (ความเสียหาย

จากหนอนห่อใบข้าว), BPH (จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล), WBPH (จำนวนเพลี้ยกระโดดหลังขาว), BS (โรคใบจุดสีน้ำตาล), LB (การเกิดโรคใบไหม้), RS (การเกิดโรคใบแถบแดง), DP (โรคเมล็ดด่าง) และ NB (การเกิดโรคไหม้คอรวง) พบว่า DP มีความสัมพันธ์กับ node อื่น ๆ มากที่สุด โดยมีความสัมพันธ์ทางบวกกับ BPH, WBPH และ BS และมีความสัมพันธ์ทางลบกับ RS และ RS ก็มีความสัมพันธ์กับ node อื่น ๆ โดยมีความสัมพันธ์ทางลบกับ BPH, WBPH และ DP และมีความสัมพันธ์ทางบวกกับ LF ส่วน node อื่น ๆ เช่น WH LF, BS และ LB มีความสัมพันธ์กับ node อื่น ๆ น้อยกว่า จากคุณลักษณะ centrality (Figure 6) ของ network พบว่า WH WBPH LF และ BS มี Betweenness Closeness และ Expected Influence สูงกว่าตัวแปรอื่น ๆ แสดงให้เห็นว่า ศัตรูข้าวทั้ง 4 ชนิด มีความสำคัญ ที่เชื่อมโยงหรือสัมพันธ์กับ node อื่น ๆ (Oldham et al ,2018)

การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของการโรคข้าวและแมลงศัตรูข้าวระหว่างนิเวศนาชลประทานและน่าน้ำฝนในเชิง Network analysis

การวิเคราะห์ Network ความสัมพันธ์ระหว่างโรคและแมลงศัตรูข้าวในนิเวศนาชลประทานและน่าน้ำฝนมีความแตกต่าง network โรคและแมลงศัตรูข้าวระบบนาชลประทาน มี node ทั้งหมด 6 node และ มีจำนวน edge น้อยกว่า แต่ละ Node เชื่อมโยงกันในจำนวนจำกัด มีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน แตกต่างจากนิเวศน่าน้ำฝน ซึ่งมี จำนวน node เพิ่มขึ้นเป็น 8 node และ edge ที่หนาแน่นขึ้น มี node จำนวนมากที่มีบทบาทสำคัญใน network และเชื่อมโยงครอบคลุมระหว่าง node แทบทุก node ทำให้โครงสร้างมีมิติที่หลากหลายมากกว่านาชลประทาน network โรคและแมลงศัตรูข้าวในนิเวศนาชลประทานมี node ที่มีความสำคัญคือ BS (โรคใบจุดสีน้ำตาล) และ BPH (เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล) ซึ่งมีค่าความเป็นศูนย์กลาง (centrality) สูง โดยเฉพาะในแง่ของ betweenness closeness และ expected influence แสดงว่า มีบทบาทเป็นจุดเชื่อมโยงหลักระหว่าง node ใน network (Oldham et al ,2018) ส่วนนิเวศน่าน้ำฝน BS และ BPH ยังคงมีบทบาทสำคัญ แต่ node ใหม่ เช่น WBPH (เพลี้ยกระโดดหลังขาว) และ WH (หนอนห่อใบข้าว) ก็มีความสำคัญเพิ่มขึ้น โดย WH มีค่าความเป็นศูนย์กลางสูงในเครือข่าย นี่สะท้อนถึงความซับซ้อนในนิเวศนี้และการเพิ่มตัวของ node เกี่ยวข้องกับศัตรูข้าว จากผลการวิเคราะห์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการโรคและแมลงศัตรูข้าวได้แตกต่างกัน สำหรับนาชลประทาน เหมาะสำหรับการวางแผนจัดการศัตรูข้าวแบบเจาะจง โดยเน้นการแก้ปัญหาในตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น การจัดการ RS และ BPH ควบคู่กัน สำหรับระบบน่าน้ำฝน การวิเคราะห์เครือข่ายสนับสนุนการจัดการเชิงระบบที่ครอบคลุม เนื่องจากมี node ที่เกี่ยวข้องหลายตัว อาทิ WBPH, WH และ DP การควบคุม WBPH อาจส่งผลกระทบต่อ node อื่นๆ ในเครือข่ายอย่างเป็นวงกว้าง สอดคล้องกับ Litsinger, et. al, (2009) Barro et al (2021) นิเวศน่าน้ำฝนมีการจัดการศัตรูข้าวที่ซับซ้อนกว่านิเวศชลประทาน เนื่องจากมีความหนาแน่นของศัตรูข้าวที่สูงกว่า จำนวนชนิดของศัตรูข้าวที่หลากหลายกว่า ประชากรศัตรูธรรมชาติมีความเสถียรน้อยกว่า และต้นข้าวอาจจะต้องเผชิญกับความเครียดมากกว่า การวิเคราะห์ centrality จากทั้งสองนิเวศ ชี้ให้เห็นว่า BS และ BPH เป็น node หลักในความสัมพันธ์ระหว่างโรคและแมลงศัตรูข้าว เนื่องจากมีค่าความเป็นศูนย์กลางสูง node เหล่านี้สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ (indicator) ในการตรวจประเมินความรุนแรงของการเกิดศัตรูข้าวในแปลงนาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Table 1 Descriptive Statistics of Rice Pest and Disease Variables from a Survey of Irrigated Rice Farmers' Fields

Variable	Unit	Mean	SD	Median	Minimum	Maximum
LF	% injuries	2.43	7.47	0	0	60.51
BPH	bph/tiller	0.63	2.23	0	0	17
BS	% incidence	13.81	16.56	8.68	0	99.63
LB	% incidence	4.83	10.04	0	0	62.53
RS	% incidence	0.28	1.76	0	0	27
DP	% incidence	3.75	12.96	0	0	100

LF: Leaf folder BPH: Brown planthopper, BS: Brown spot, LB: Leaf Blast, RS: Red strip,
DP: Dirty Panicle

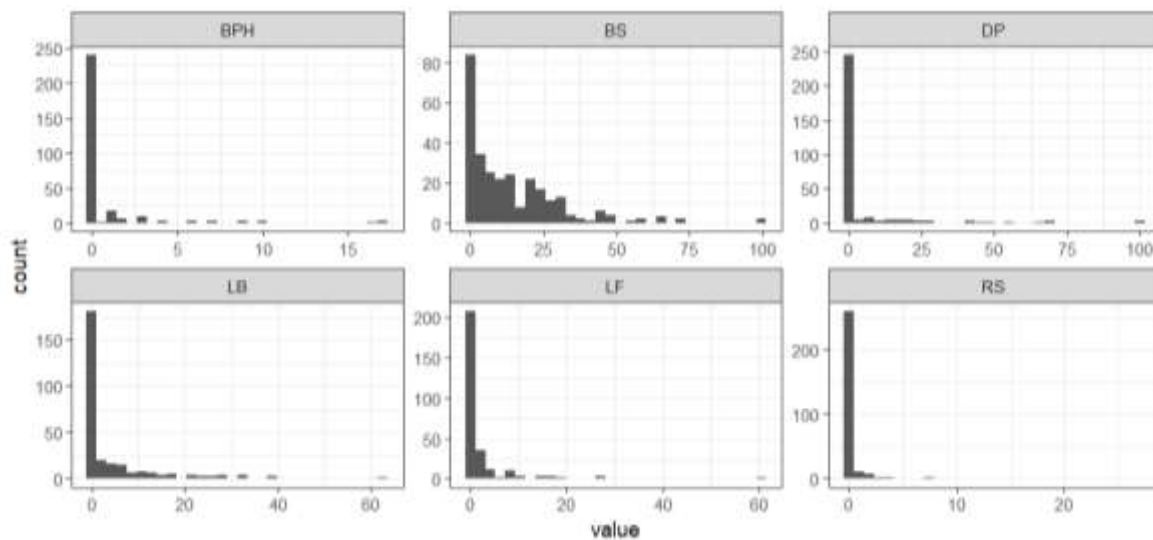


Figure 1 Histograms of Rice Pest and Disease Variables from a Survey of Irrigated Rice Farmers' Fields

LF: Leaf folder BPH: Brown planthopper, BS: Brown spot, LB: Leaf Blast, RS: Red strip,
DP: Dirty Panicle

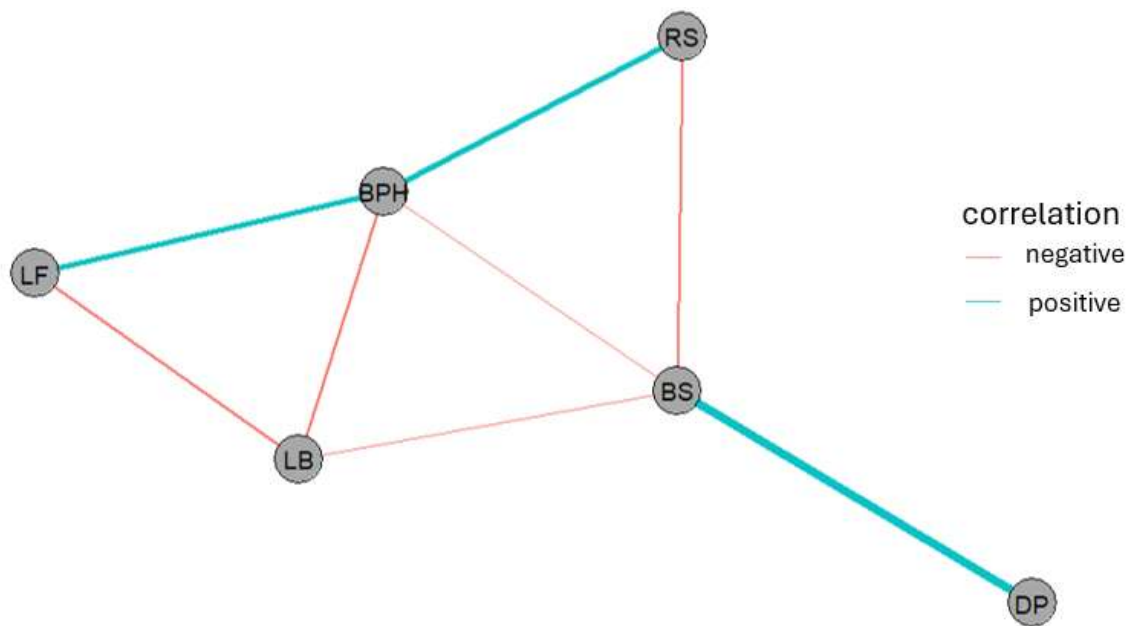


Figure 2. Network analysis of rice pest and disease relationships in irrigated rice fields
LF: Leaffolder BPH: Brown planthopper, BS: Brown spot, LB: Leaf Blast, RS: Red strip, DP

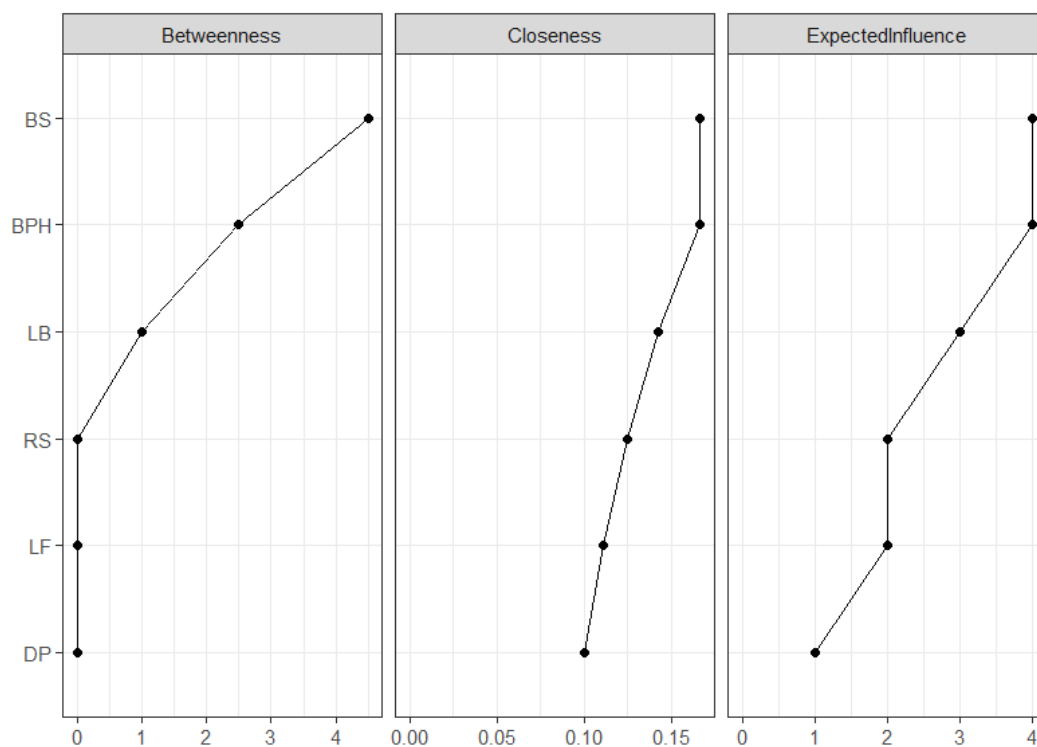


Figure 3 Centrality measures of rice pest and disease network under rainfed Rice Farmers' Fields Irrigated Rice Farmers' Fields
LF: Leaffolder BPH: Brown planthopper, BS: Brown spot, LB: Leaf Blast, RS: Red strip, DP: Dirty Panicle

Table 2 Descriptive Statistics of Rice Pest and Disease Variables from a Survey of Irrigated Rice Farmers' Fields

Variable	Unit	Mean	SD	Median	Minimum	Maximum
WH	% injuries	0.30	0.79	0	0	3.63
LF	% injuries	1.02	1.72	0	0	5.94
BPH	bph/tiller	2.19	6.12	0	0	40.62
WBPH	wbph/tiller	0.40	0.87	0	0	3.35
BS	% incidence	17.52	27.88	8.23	0	100
LB	% incidence	2.00	11.48	0	0	90.38
RS	% incidence	0.37	0.77	0	0	3.93
DP	% incidence	18.18	27.44	3.35	0	98.63
NB	% incidence	0.33	1.042	0	0	6.061

WH: Whitehead LF: Leaffolder BPH: Brown planthopper, WBPH: White backed Planthopper
BS: Brown spot, LB: Leaf Blast, RS: Red strip, DP: Dirty Panicle, NB: Neck Blast

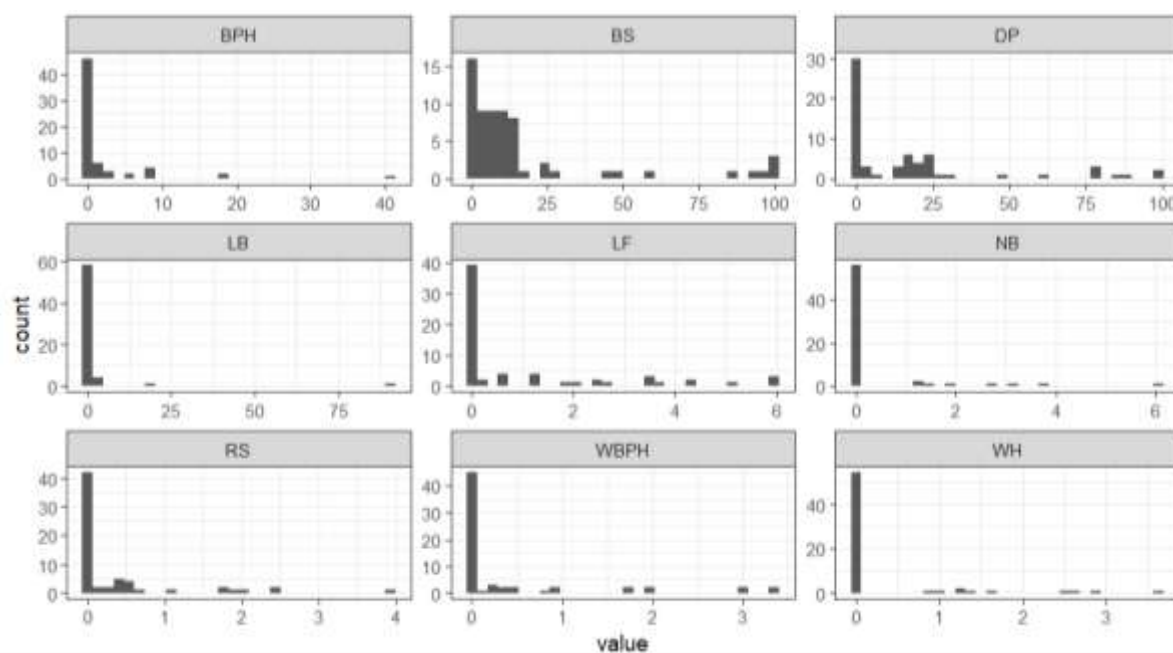
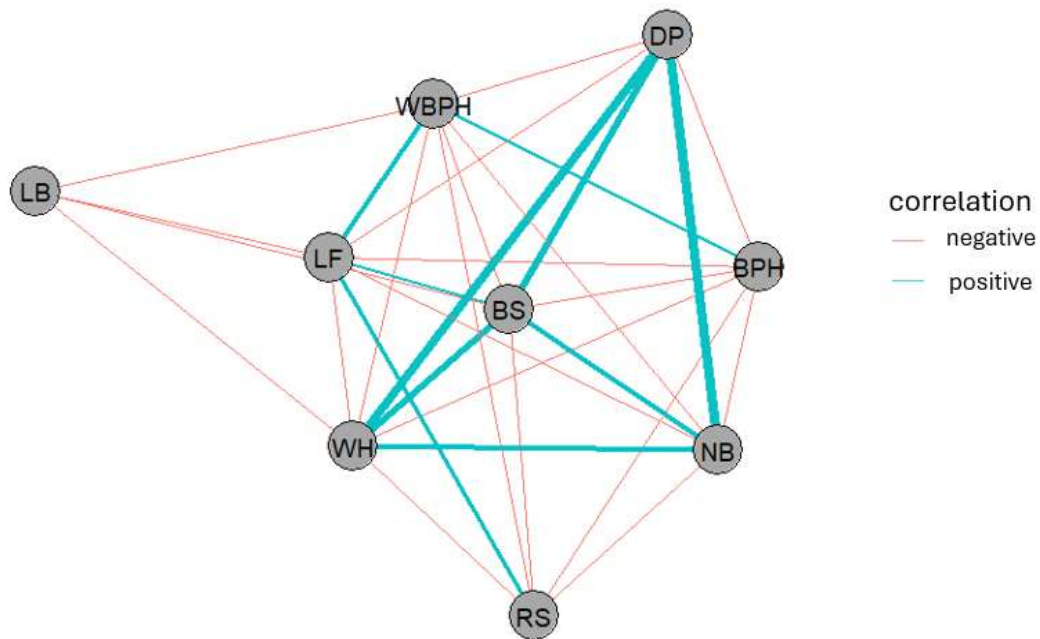


Figure 4 Histograms of Rice Pest and Disease Variables from a Survey of Irrigated Rice Farmers' Fields

WH: Whitehead LF: Leaffolder BPH: Brown planthopper, WBPH: White backed Planthopper
BS: Brown spot, LB: Leaf Blast, RS: Red strip, DP: Dirty Panicle, NB: Neck Blast



WH: Whitehead LF: Leaf folder BPH: Brown planthopper, WBPH: White backed Planthopper

BS:

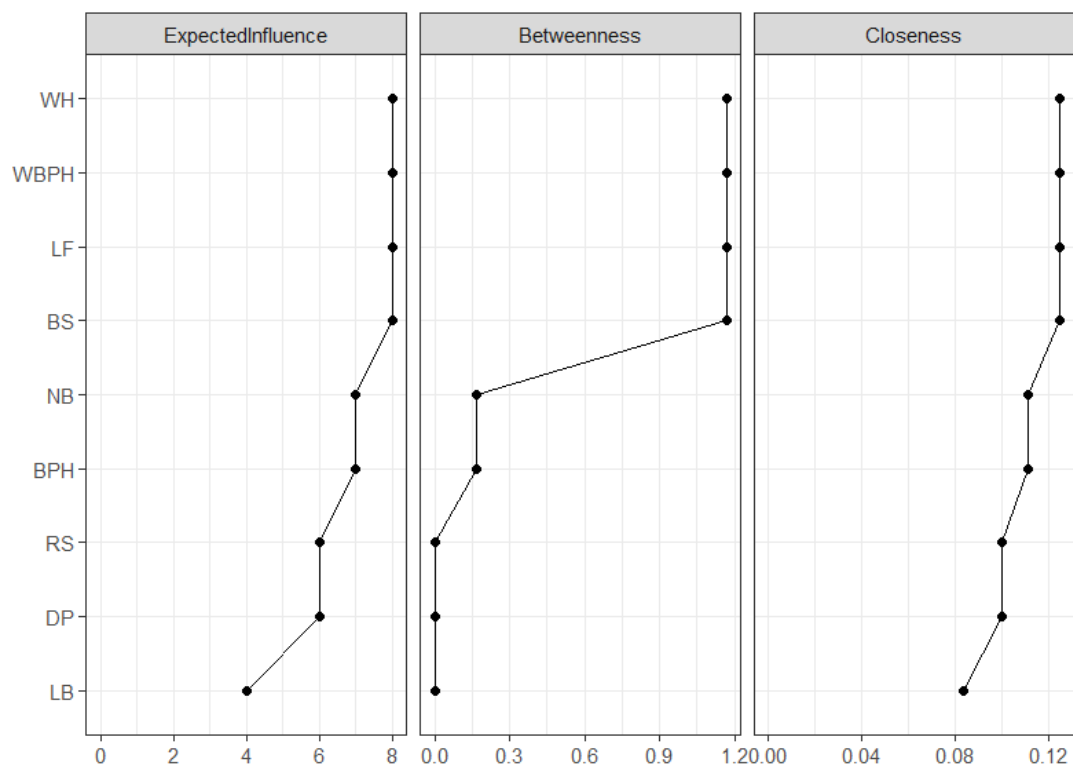


Figure 6 Centrality measures of rice pest and disease network under rainfed Rice Farmers' Fields

WH: Whitehead LF: Leaf folder BPH: Brown planthopper, WBPH: White backed Planthopper

BS: Brown spot, LB: Leaf Blast, RS: Red strip, DP: Dirty Panicle, NB: Neck Blast

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การวิเคราะห์ Network ของโรคและแมลงศัตรูพืชในนาข้าว พบความแตกต่างระหว่างนิเวศนาชลประทานและนาข้าว โดยนิเวศนาข้าวมีความซับซ้อนของเครือข่ายมากกว่า มี node เพิ่มขึ้น เช่น จำนวนเพลี้ยกระโดดหลังขาว และความเสียหายจากหนอนห่อใบข้าว แสดงให้เห็นถึงความหลากหลายของชนิดของโรคข้าวและแมลงศัตรูข้าวที่นาข้าวนิเวศนาข้าวสูงกว่านิเวศนาชลประทาน ในขณะที่โรคใบจุดสีน้ำตาลและเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ยังคงเป็น node หลัก ที่มีความเป็นศูนย์กลางสูงในทั้งสองนิเวศ แต่ในนิเวศนาข้าวเพลี้ยกระโดดหลังขาว และหนอนกอข้าว ก็มีบทบาทสำคัญเพิ่มขึ้น สะท้อนให้เห็นถึงความเชื่อมโยงที่ซับซ้อนมากขึ้น นาข้าวมีการเชื่อมโยงระหว่างตัวแปรในเครือข่ายที่กว้างขวางกว่า ครอบคลุมตัวแปรแทบทั้งหมด เช่น ผลของการควบคุมเพลี้ยกระโดดหลังขาว (WBPH) อาจส่งผลกระทบต่อ node อื่นๆ ใน network เช่น จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล การเกิดโรคใบจุดสีน้ำตาล และการเกิดโรคเมล็ดด่าง เป็นต้น ในทางตรงกันข้าม นิเวศนาชลประทานมีลักษณะเครือข่ายที่เรียบง่ายกว่า สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างโรคใบจุดสีน้ำตาล (BS) และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (BPH) หรือ ความสัมพันธ์ระหว่างโรคใบแถบแดง และโรคเมล็ดด่าง การวิเคราะห์นี้ เป็นประโยชน์ต่อการระบุตัวแปรสำคัญ การจัดการโรคและแมลงศัตรูพืชแบบเจาะจงและแบบองค์รวม และการใช้ในงานพัฒนานโยบาย

เอกสารอ้างอิง

- Barabási, A. L., and Albert, R. 1999. Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286(5439), 509-512.
- Barro, M., Kassankogno, A., Wonni, I., Sérémé, D., Somda, I., Kaboré, K., Béna, G., Brugidou, C., Tharreau, D., and Tollenaere, C. 2021. Spatiotemporal survey of multiple rice diseases in irrigated areas compared to rainfed lowlands in the western Burkina Faso. *Plant Disease*. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-21-0579-RE>
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., and Freeman, L. C. 2002. *Ucinet for Windows: Software for social network analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Csardi, G., and Nepusz, T. 2006. The igraph software package for complex network research. *InterJournal, Complex Systems*, 1695(5), 1-9.
- Epskamp, S., Cramer, A. O., Waldorp, L. J., Schmittmann, V. D., and Borsboom, D. 2012. qgraph: Network visualizations of relationships in psychometric data. *Journal of Statistical Software*, 48(4), 1-18.
- Garrett, K. A., Madden, L. V., Hughes, G., and Pfender, W. F. 2004. New applications of statistical tools in plant pathology. *Phytopathology*, 94(9), 999-1003.
- Hauke, J., and Kossowski, T. 2011. Comparison of values of Pearson's and Spearman's correlation coefficients on the same sets of data. *Quaestiones Geographicae*, 30(2), 87.

- Heong, K. L., and Hardy, B. 2009. Planthoppers: New threats to the sustainability of intensive rice production systems in Asia. International Rice Research Institute.
- Kiss, I. Z., and Green, D. M. 2008. The network of sheep movements within Great Britain: Network properties and their implications for infectious disease spread. *Journal of the Royal Society Interface*, 5(26), 1047-1053.
- Litsinger, J., Canapi, B., Bandong, J., Lumaban, M., Raymundo, F., and Barrion, A. (2009). Insect pests of rainfed wetland rice in the Philippines: Population densities, yield loss, and insecticide management. *International Journal of Pest Management*, 55, 221-242. <https://doi.org/10.1080/09670870902745070>
- Newman, M. E. J. 2010. *Networks: An introduction*. Oxford University Press.
- Oldham, S., Fulcher, B., Parkes, L., Iñareta, A., Suo, C., and Fornito, A. (2018). Consistency and differences between centrality measures across distinct classes of networks. *PLoS ONE*, 14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220061>
- Pedersen, T. L. 2017. *ggraph: An implementation of grammar of graphics for relational data*.
- Savary, S., and Castilla, N. P. 2009. A survey portfolio to characterize yield-reducing factors in rice. Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute.
- Savary, S., Willocquet, L., Elazegui, F. A., Teng, P. S., and Du, P. V. (2000). Rice pest constraints in tropical Asia: Quantification of yield losses due to rice pests in a range of production situations. *Plant Disease*, 84(3), 1357-369.

สัณฐานวิทยาของกระถินหางกระรอก ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกรานที่มีความสำคัญสูง

พิมพ์รัก อักษรเวชผลิน¹ นลินอร มงคลหัตถิ² อุไร เฟ่งพิศ² สรัญญา วัชรโรทัย¹

¹ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

²สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันกระถินหางกระรอกมีการกระจายพันธุ์ในพื้นที่ของประเทศไทย ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาในการใช้ประโยชน์พื้นที่และปัญหาในระบบนิเวศซึ่งอาจทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดลง ดังนั้นการศึกษาสัณฐานวิทยาของกระถินหางกระรอกมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อเข้าใจถึงชีววิทยาตลอดจนการจัดการพืชชนิดนี้ในอนาคต งานวิจัยนี้ได้ศึกษาสัณฐานวิทยา สัณฐานวิทยาเรณู และการกระจายพันธุ์ของกระถินหางกระรอก *Neltuma juliflora* (Sw.) Raf. [*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.] ในประเทศไทย โดยการตรวจเอกสารออกสำรวจ เก็บตัวอย่าง และตรวจระบุชนิดอย่างถูกต้องเทียบกับรูปวิธานที่มีรายงานไว้ โดยทำการศึกษาตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2567 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2567 ในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สามารถสรุปได้ว่ากระถินหางกระรอกที่มีการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยคือ *Neltuma juliflora* (Sw.) Raf. [*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.] ลักษณะเด่นที่พบในพืชชนิดนี้คือต่อมรูปภูเขาไฟบริเวณจุดที่ใบย่อยชั้นแรกแตกออกจากแกนกลาง ต่อมที่ยอดอับเรณู ดั้งที่ยอดหรือส่วนปลายสุดของแกนกลางใบย่อยชั้นแรกและชั้นที่สอง รวมทั้งใบประดับที่ก้านช่อดอกและก้านดอกย่อยยังไม่เคยมีการรายงานลักษณะเหล่านี้มาก่อน ซึ่งลักษณะเหล่านี้อาจเป็นลักษณะเฉพาะที่ช่วยในการตรวจระบุชนิดที่ถูกต้องและการอธิบายชีววิทยากระถินหางกระรอกได้

คำหลัก: ภาวะโลกเดือด ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นรุกรานที่มีความสำคัญสูง *Neltuma Prosopis*

กระถินหางกระรอก

OW-01

ภาคบรรยาย

Morphological Characteristic of Mesquite [*Neltuma juliflora* (Sw.) Raf. syn. (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) Highly Invasive Alien Species

Pimrak Aksornwachpalin¹ Nalinon Mongkolhuttee²

Urai Pengpis² Srunya Vajrodaya¹

¹Department of Botany, Faculty of Science, Kasetsart University

²Bureau of Research and Development Royal Irrigation Department,
Ministry of Agriculture and Cooperatives

ABSTRACT

Currently, *Mesquite* is widely distributed in Thailand, causing problems in land utilization and ecological systems, potentially leading to a decrease in biodiversity. Therefore, studying the morphology of *Neltuma juliflora* is crucial for understanding its biology and for future management of this plant species. This research investigates the morphology, pollen morphology, and distribution of *Neltuma juliflora* in Thailand through literature review, field surveys, sample collection, and proper species identification, comparing them with documented references. The study was conducted from October to November 2024 in Phetchaburi, Prachuap Khiri Khan, and at Kasetsart University. The findings concluded that the *mesquite* distributed in Thailand is *Neltuma juliflora* (Sw.) Raf. [*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.]. Notable characteristics observed in this species include volcanic-shaped glands at the point where primary leaflets emerge from the rachis, glands at the top of anther, appendage at the end of rachis or rachilla, as well as bract at the peduncle and pedicel. These characteristics have not been reported before, and they may serve as distinct markers for accurate species identification and understanding the biology of *mesquite*.

Keywords: Global boiling, highly invasive alien species, *Neltuma*, *Prosopis*, mesquite

คำนำ

จากรายงานของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม [สผ.] (2565) พบว่าประเทศไทยมีชนิดพันธุ์ต่างถิ่นประมาณ 3,500 ชนิด และมีศักยภาพในการรุกรานประมาณ 323 ชนิด เมื่อชนิดพันธุ์พืชหรือสัตว์ต่างถิ่นที่เข้ามาหลุดรอดออกสู่ธรรมชาติ และสภาพแวดล้อม ณ ที่นั้น ไม่มีศัตรูที่ควบคุมตามธรรมชาติ ประชากรของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นดังกล่าวจะเจริญเติบโตกลายเป็น “ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกราน” ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศตามธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม ชนิดพันธุ์พืชและสัตว์พื้นเมือง สุขภาพอนามัย เศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ มีการขึ้นทะเบียนชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานและมีลำดับความสำคัญสูง จำนวน 22 ชนิด ประกอบด้วยสัตว์ 12 ชนิด และพืช 10 ชนิด ซึ่งกระถิ่นทางกระรอกเป็นหนึ่งในชนิดพืชที่ขึ้นทะเบียนเป็น “ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่มีลำดับความสำคัญสูง จึงเป็นที่มาในการศึกษาครั้งนี้

กระถิ่นทางกระรอกเป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานมีลำดับความสำคัญสูง และยังไม่ทราบสาเหตุที่แท้จริงในการเข้ามาอยู่ในประเทศไทย โดยสำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช เผยอัตราการรุกรานของกระถิ่นทางกระรอกสูงสุด 1 ไร่ ภายในระยะเวลาแค่ 1 เดือน ทำให้เกิดภาวะเสี่ยงต่อการสูญเสียชนิดพันธุ์ของพืชป่าหายาก กระถิ่นทางกระรอกกระจายทั่วไปบริเวณพื้นที่รกร้างริมถนน และพื้นที่สาธารณะ โดยเฉพาะพื้นที่ดินทราย เป็นพืชที่ขึ้นแทนที่และแย่งพื้นที่ของพืชหายากประจำถิ่นทุกชนิด มีผลในการลดพื้นที่ที่เหมาะสมในการวางไข่ของนกชายเลนและนกทะเลหลายชนิด โดยเฉพาะนกหัวโตมาลายู (Malaysian plover) ที่เป็นนกใกล้สูญพันธุ์ในระดับประเทศ นอกจากนี้ยังเป็นอุปสรรค ที่ทำให้การใช้ประโยชน์พื้นที่ได้น้อยลง เนื่องจากมีหนามยาวแหลมคม และแข็งแรง ขวางกั้นการใช้ประโยชน์แหล่งน้ำ และพื้นที่บริเวณชายหาด แต่ในขณะเดียวกันกระถิ่นทางกระรอกอาจมีประโยชน์ในแง่ของการเป็นที่หลบภัยของสัตว์ขนาดเล็กหลายชนิด เช่น เสือปลา

ดังนั้น ควรเร่งศึกษาเพื่อวางแผนควบคุมด้วยวิธีทางชีวภาพ (bio-control) ในเบื้องต้นนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืชมีการเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ภาพและข้อมูลของต้นกระถิ่นทางกระรอกหรือหนามปีศาจ ตลอดจนให้ความรู้แก่ชุมชนในท้องถิ่นที่เกิดการแพร่กระจายของพืชชนิดนี้ ให้ประชาชนช่วยเฝ้าระวัง เร่งกำจัดต้นอ่อน กิ่งอ่อนในระยะที่หนามยังไม่แหลมคม เพื่อป้องกันการแพร่กระจายไปในวงกว้าง (พนิดา, 2560; สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม [สผ.] , 2565)

วิธีดำเนินการ

การตรวจเอกสารเกี่ยวกับกระถิ่นทางกระรอก การออกสำรวจและเก็บตัวอย่าง การจัดทำตัวอย่างพรรณไม้ที่เก็บมา ตรวจระบุชนิดอย่างถูกต้องตามหลักพฤกษศาสตร์โดยเทียบกับรูปวิธานที่มีรายงานไว้ ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (stereo microscope, SM) ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาเรณูโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light microscope, LM) และ

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope, SEM) ยี่ห้อ FEI รุ่น Quanta 450 ระยะเวลาศึกษาตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2567 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2567 พื้นที่สำรวจพรรณพืชในประเทศไทย ดังนี้ อำเภอลำทะเมนชัย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี, อำเภอสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์, ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และห้องปฏิบัติการ SEM ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาฐานวิทยาใบของกระถินหางกระรอกพบว่า เป็นใบประกอบแบบขนนกปลายคู่แบบขนนกสองชั้น เรียงสลับ ก้านใบยาว 2–4.5 ซม. แกนกลาง ๒ ว 1–3 ซม. ก้านใบและแกนกลางเป็นปีกใบย่อยชั้นแรกออกเป็นใบประกอบแบบขนนก 2–3 คู่ ยาว 7–9 ซม. ใบย่อยชั้นที่สองเรียงตรงข้าม 9–12 คู่ ยาว 1–1.5 ซม. กว้าง 0.3 มม. รูปขอบขนาน ปลายแหลมถึงมน ฐานมน ขอบเรียบ ก้านใบสั้นมาก ถึงกิ่งไม่มีก้านใบ ขนประปราย เส้นใบแบบ palmately pinnateined หรือสังเกตได้ยาก

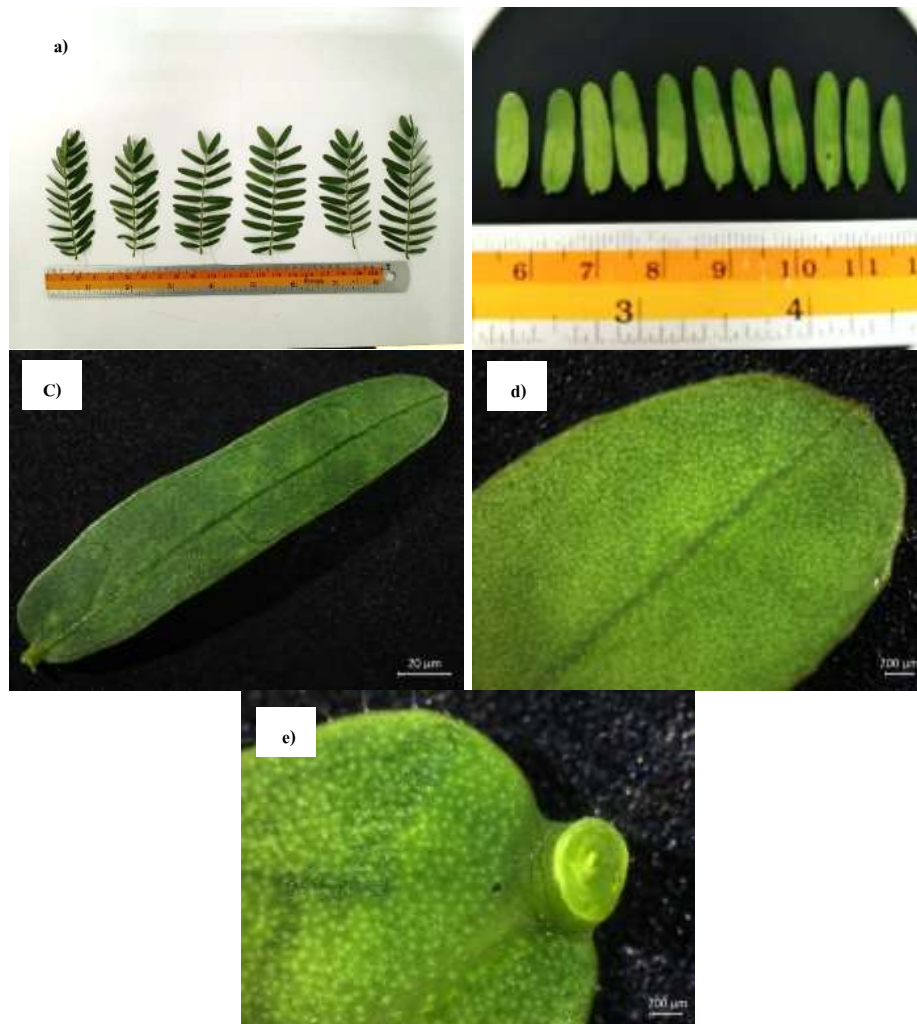


Figure 1 morphological characteristic leaf of *N. juliflora*

- a) primary leaflets
- b) secondary leaflets
- c) secondary leaflet
- d) leaflet apex
- e) leaflet base (show the scar of petiole)



Figure 2 morphological characteristic of *N. juliflora* appendage at the end of rachis or rachilla, triangular shaped 1–2 mm. long, puberulos.

- a) appendage at the end of rachis b) appendage at the end of rachilla
c) zoom in appendage at the end of rachilla

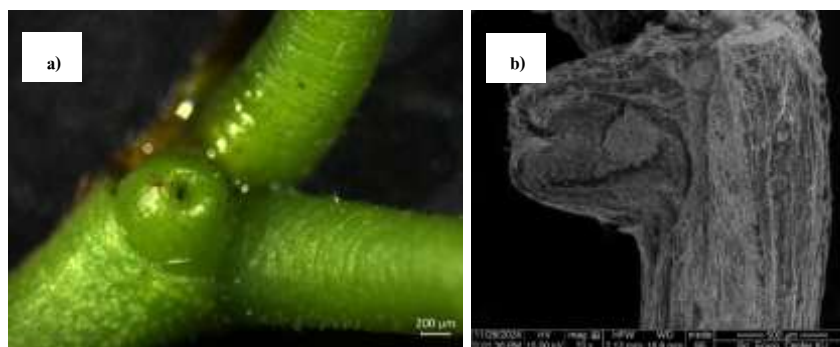


Figure 3 the gland of *N. juliflora*, volcanic-shaped at the end of rachis.

- a) top view
b) long section, under Scanning electron microscope (SEM)

ช่อดอกชนิดช่อกระจะยาว 8–12 ซม. ออกตามซอก ออกเดี่ยวหรือออกเป็นกระจุก มีก้านช่อดอกยาว 6–12 มม. แกนกลางมีขนละเอียด โคนก้านช่อดอกบวมและมีขนประปราย และบริเวณใกล้โคนก้านช่อดอกมีใบประดับและใบประดับย่อย 4–6 ใบ เรียงเวียน ปลายแหลม สีน้ำตาล ฐานมน มีขนครุยทั่วใบประดับ



Figure 4 inflorescence of *N. juliflora*

- a) young inflorescence b) and c) blooming inflorescence
d) swollen at the base of peduncle e) bracts on the peduncle

ดอกย่อย (floret) 200–250 ดอก สีขาว สีขาวอมเขียว เปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน เหลือง เหลืองอมเขียว หรือบางครั้งสีแดง ก้านดอกยาว 1–1.5 มม. มีใบประดับย่อย 1 ใบต่อหนึ่งก้านดอก สี เหลืองน้ำตาล ปลายแหลม มีขนครุยทั่วไป



Figure 5 flower of *N. juliflora*

- a) and b) florets, spiral on the peduncle
- c) young floret
- d) floret
- e) floret after removing petal, show stamen and pistil
- f) hairy ovary

กลีบเลี้ยงยาว 1–3 มม. เป็นหลอดรูปประฆัง ปลายแยกเป็น 4–5 แฉก มีขนครุย กลีบดอกมีจำนวน 4–5 กลีบ ไม่เชื่อมติดกัน ยาว 3–5 มม. ปลายและขอบมีขนสั้นนุ่ม ภายในมีก้านชูอับเฉา



Figure 6 calyx and corolla of *N. juliflora*

a) bell-shaped calyx tube

b) ciliate calyx apex

c) petals free

d) pubescent petal apex

เกสรเพศผู้มีจำนวนเป็นสองเท่าของแฉกกลีบเลี้ยงและกลีบดอก ก้านชูอับเรณูติดด้านหลังอับเรณู ปลายก้านชูอับเรณูคอดเล็ก อับเรณูแตกตามยาว มีต่อมสีเข้มรูปรี หรือทรงกลมที่ยอดอับเรณู



Figure 8 the anther of *N. juliflora*

a) young anther has sphere-shaped gland on top

b), c) and d) dehiscent anther has elliptic gland on top

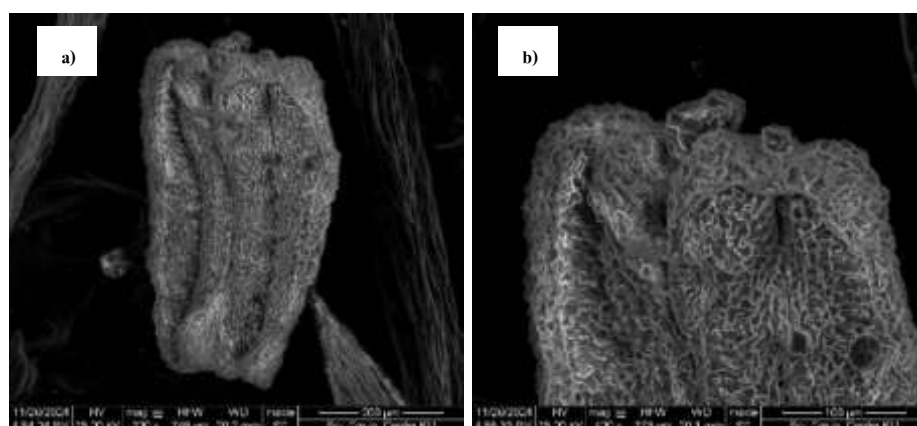


Figure 9 the anther of *N. juliflora*, snapped by SEM.

a) and b) dehiscent anther has elliptic gland on top

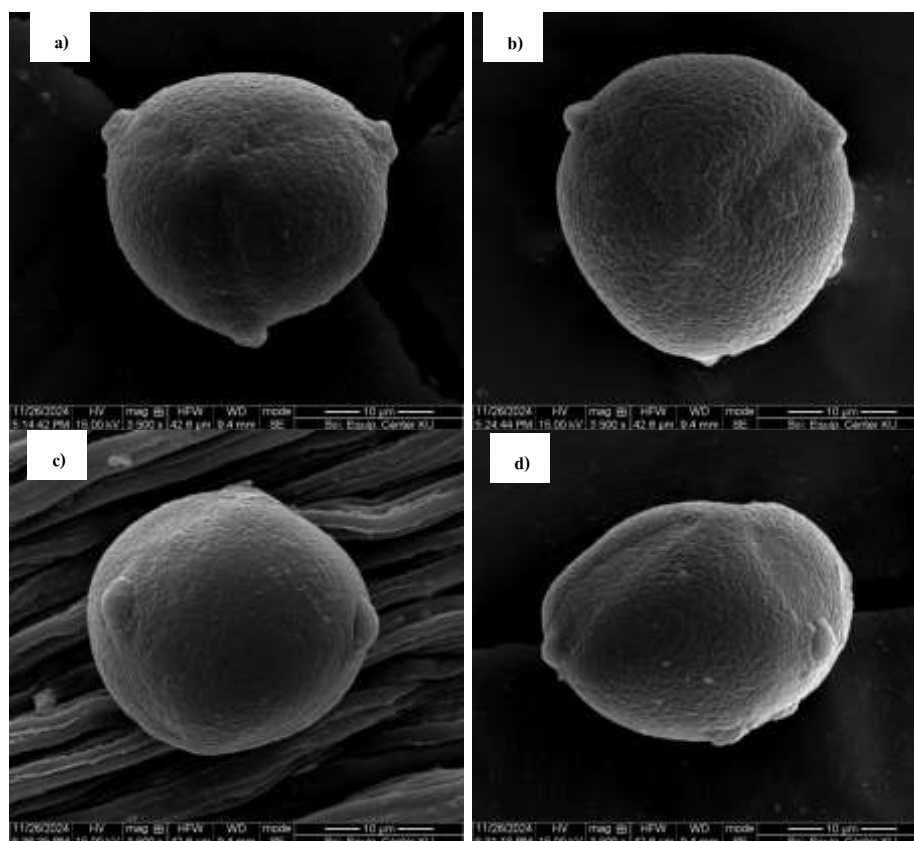


Figure 10 the aperture of *N. juliflora* pollen is tricolpate.

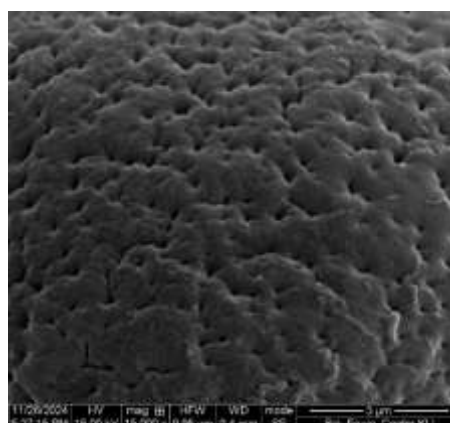


Figure 11 exine type of *N. juliflora* pollen is perforate.

ผลรูปแถบขอบขนาน รูปแถบคล้ายสายลูกปัด สีเหลือง สีเหลืองฟางขาวถึงสีน้ำตาล บางครั้งสีน้ำตาลแดงที่กระจายไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งผลหรือสีดำ ผลแห้งไม่แตก ผิวเรียบ ผลยาวตรงถึงเป็นกึ่งรูปเคียว ปลายโค้งเข้า ขอบหนาและเป็นคลื่น ผงักันเมล็ดเรียงเป็นลูกฟูกหรือเรียบ ผงักผลชั้นนอกแข็งเปราะ ผงักผลชั้นกลางบางหรือหนา



Figure 12 morphological characteristic fruit of *N. juliflora*

- a) young fruit b) and c) ripen fruit
d) apex of fruit, acuminate e) cross section of fruit

เมล็ดมีจำนวน 10–18 เมล็ด รูปไข่สีน้ำตาล แบน มีขนาดยาว 5–10 มม. กว้าง 3–6 มม.

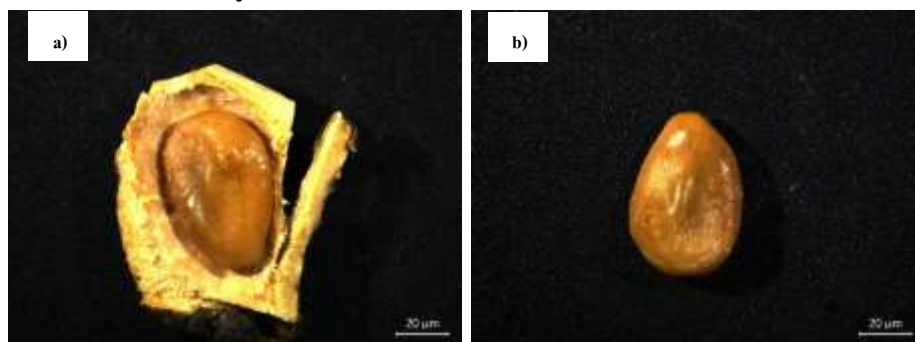


Figure 13 morphological characteristic seed of *N. juliflora*

- a) seed in fruit b) compressed-oval shape seed

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของกระถินหางกระรอกที่มีการกระจายพันธุ์ในประเทศไทย ตรวจระบุโดยเทียบกับรูปฐานของ Muhamed and Azer (2015) พบว่าเป็น *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. แต่รายงานของ Hughes *et al.* (2022) ได้เปลี่ยนชื่อวิทยาศาสตร์ของกระถินหางกระรอกเป็น *Neltuma juliflora* (Sw.) Raf. ดังนั้น *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. จึงมีสถานะเป็นชื่อพ้อง และจากการศึกษาครั้งนี้ พบต่อมรูปภูเขาไฟบริเวณจุดที่ใบย่อยชั้นแรกแตกออกจากแกนกลาง ต่อมที่ยอดอับเรณู ใบประดับ ที่ก้านช่อดอกและก้านดอกย่อย ซึ่งไม่เคยมีการรายงานมาก่อน ซึ่งลักษณะเหล่านี้อาจเป็นลักษณะเฉพาะที่ช่วย ในการตรวจระบุชนิดกระถินหางกระรอกได้แม่นยำยิ่งขึ้น ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงความสำคัญทางชีววิทยา เช่น การผสมเกสร, พาหะที่ช่วยในการผสมเกสร ฯลฯ ของต่อมรูปภูเขาไฟบริเวณจุดที่ใบย่อยชั้นแรกแตกออกจากแกนกลาง และต่อมที่ยอดอับเรณู ซึ่งมีความสำคัญต่อพืชเองและมีความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ

เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2565. แนวทางการจัดการชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกราน ของประเทศไทย. 95 หน้า.
- พนิดา รุ่งรัตนกุล, สิริพันธ์ ตียนานท์ และกิตติยา สิงห์ทอง. 2560. กระถินหางกระรอก พันธุ์ไม้ต่างถิ่นรุกราน ชนิดใหม่ในประเทศไทย New Invasive Alien Species (*Prosopis juliflora*) in Thailand. หน้า 261-269. ใน : การประชุมการป่าไม้ประจำปี พ.ศ. 2560. กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช 5-7 กันยายน 2560 ณ มิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น.
- Hughes, C.E., J.J. Ringelberg, G.P. Lewis, and S.A. Catalano. 2022. Disintegration of the genus *Prosopis* L. (Leguminosae, Caesalpinioideae, mimosoid clade). PhytoKeys 205: 147–189.
- Mohamed, A.E.H.A. and S.A. Azer. 2015. Taxonomic revision of genus *Prosopis* L. in Egypt. International Journal of Environment 04(01): 13–20.

การดูดซับสารกำจัดวัชพืชที่ค้ำในดินและน้ำด้วยถ่านชีวภาพ (Biochar) จากธูปฤๅษี (*Typha angustifolia* L.) ไมยราบยักษ์ (*Mimosa pigra*) และผักตบชวา (*Eichhornia crassipes*) ผ่านกระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis)

นลินอร มงคลหัตถี มัลลิกา พะยา กรุณา คิ้วเที่ยง

สำนักวิจัยและพัฒนา กรมชลประทาน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

บทคัดย่อ

โครงการการดูดซับสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในน้ำด้วยถ่านชีวภาพ (Biochar) จากวัชพืชที่แพร่ระบาดในพื้นที่ชลประทาน ได้แก่ ธูปฤๅษี (*Typha angustifolia* L.) ไมยราบยักษ์ (*Mimosa pigra*) และผักตบชวา (*Eichhornia crassipes*) ผ่านกระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการผลิตถ่านชีวภาพและลดปริมาณสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในน้ำในสภาพเรือนทดลอง โดยใช้สารไตรโคลเพอร์เป็นสารทดสอบและผักตบชวาเป็นพืชทดสอบ พบว่า ธูปฤๅษี ไมยราบยักษ์ และผักตบชวา สามารถผลิตถ่านชีวภาพได้ โดยให้ปริมาณถ่านชีวภาพเท่ากับ 5.34, 3.78 และ 2.58 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ โดยใช้ระยะเวลาในการผลิตเท่ากับ 49.30, 26 และ 25 ชั่วโมง ตามลำดับ ผลของการใช้ถ่านชีวภาพในการลดปริมาณสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในน้ำ พบว่าถ่านชีวภาพจากธูปฤๅษี สามารถลดสารไตรโคลเพอร์ในน้ำได้ดีที่สุด รองลงมา คือ ไมยราบยักษ์ และผักตบชวา ตามลำดับ โดยอัตราส่วนของปริมาณถ่านชีวภาพที่สามารถลดปริมาณสารไตรโคลเพอร์ในน้ำได้มากที่สุด คืออัตราส่วนร้อยละ 3 ต่อ น้ำ 500 มิลลิลิตร สามารถลดปริมาณสารไตรโคลเพอร์ในน้ำได้มากถึงร้อยละ 95.14 ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นผักตบชวาอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ต้นผักตบชวาในชุดทดลองที่มีถ่านชีวภาพ พบว่าต้นผักตบชวามีการเจริญเติบโตดีกว่าชุดควบคุมที่ไม่มีถ่านชีวภาพ เนื่องจากถ่านชีวภาพมีปริมาณอินทรีย์วัตถุที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช ส่วนผลของการใช้ถ่านชีวภาพจากวัชพืชลดสารตกค้างในดินนั้น แสดงผลไม่ชัดเจนในสภาพเรือนทดลอง ลดสารไตรโคลเพอร์ในดินได้ปริมาณน้อย การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดและถั่วเขียวที่ปลูกตามดำรับ การทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ คุณสมบัติของดินหลังจากการใส่ถ่านชีวภาพมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดี จึงสรุปได้ว่าถ่านชีวภาพจากวัชพืชทั้ง 3 ชนิด สามารถลดสารตกค้างในน้ำและดินได้ และยังสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำหลัก: ถ่านชีวภาพ วัชพืชน้ำ กระบวนการไพโรไลซิส การลดสารตกค้าง

OW-02

ภาคบรรยาย

Adsorption of Herbicides in Water and Soil using Biochar from *Typha angustifolia* L., *Mimosa pigra* and *Eichhornia crassipes* via Pyrolysis process

Nalinon Mongkolhuttee Manlika Phaya Karuna Kewtiang

Bureau of Research and Development

Royal Irrigation Department Ministry of Agriculture and Cooperatives.

ABSTRACT

The adsorption of residual herbicides in water using biochar was produced from invasive weeds commonly found in irrigation areas, including *Typha angustifolia* L. *Mimosa pigra* and *Eichhornia crassipes* via a pyrolysis process. The objectives were to investigate methods for producing biochar and studying the effectiveness of biochar for reducing herbicide residues in water, using triclopyr as the tested herbicide and *Brassica juncea* as the tested plants. The results showed that biochar could be produced from *Typha angustifolia* L. *Mimosa pigra* and *Eichhornia crassipes* were 106.75 75.50 and 51.60 grams, with production times of 49.30, 26, and 25 hours, respectively. Moreover, the most effective invasive weeds biochar in reducing triclopyr in aqueous solutions were *Typha angustifolia* L., *Mimosa pigra* and *Eichhornia crassipes*, respectively. The optimal biochar-to-water ratio for triclopyr reduction was 3% per 500 milliliters, which reduced triclopyr concentration by about 95.14%. The presence of biochar also had a significant difference in germination growth ($p \leq 0.05$). Furthermore, *Brassica juncea* plants in treatments with biochar grew better than those in control groups without biochar. This enhancement was attributed to the biochar's suitable organic content, which promoted plant growth. In conclusion, biochar from three invasive weeds effectively reduces residual herbicides in water and promotes plant growth, making it an efficient solution for water purification and crop improvement.

Keywords: biochar, aquatic weeds, pyrolysis process, residue reduction

คำนำ

ปัญหาการแพร่ระบาดของวัชพืชน้ำในแหล่งน้ำชลประทานนับได้ว่าเป็นความสำคัญ วัชพืชน้ำที่พบโดยทั่วไป ได้แก่ ไมยราบยักษ์ ฐฤณิ ผักตบชวา ซึ่งจัดเป็นวัชพืชร้ายแรงที่ระบาดในหลายพื้นที่ แนวทางการจัดการแก้ปัญหาหลายวิธี โดยแต่ละวิธีก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป แนวทางหนึ่งที่สามารถใช้ประโยชน์จากวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ การนำชีวมวลจากวัชพืชมาผลิตถ่านชีวภาพ เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินและน้ำให้ดีขึ้น

ถ่านชีวภาพ (Biochar) คือ ถ่านที่ผลิตจากมวลชีวภาพหรือสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้จากธรรมชาติ เช่น เศษไม้ ใบไม้ หรือ เศษวัสดุทางการเกษตร ตอซังข้าว ซังข้าวโพด เปลือกถั่ว เปลือกผลไม้ แม้กระทั่งมูลสัตว์ นำมาผ่านกระบวนการเผาไหม้ที่มีการควบคุมอุณหภูมิและอากาศหรือจำกัดอากาศให้เข้าไปเผาไหม้น้อยที่สุดซึ่งกระบวนการเผาไหม้นี้เรียกว่า “การแยกสลายด้วยความร้อน” ไพโรไลซิส (Pyrolysis) (พินิจภณ, 2557) ประเทศไทยมีการวิจัยสมบัติของถ่านชีวภาพต่อสมบัติของดิน เช่น การปรับปรุงดินพื้นที่ดินเปรี้ยวจัด การปรับปรุงดินเค็ม และเพื่อเพิ่มผลผลิตพืช ถ่านชีวภาพมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการปรับปรุงดินที่สำคัญที่สุด คือ รูพรุนบนผิวของถ่านชีวภาพ ทำให้ถ่านชีวภาพสามารถเก็บกักน้ำและธาตุอาหารรวมทั้งเป็นที่อยู่ของจุลินทรีย์ในดินที่มีประโยชน์และถ่านชีวภาพยังสามารถแก้ไขมลพิษในดิน ปรับปรุงคุณภาพดิน เพิ่มผลผลิตพืชและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และมีสมบัติในการดูดซับสูง ขนาดและปริมาณของความพรุนในถ่านนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาเผาเป็นถ่านและกรรมวิธีการเผา กรกนก และคณะ, (2565)

ในปัจจุบันมีการใช้ถ่านชีวภาพเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนในดินระยะยาว เนื่องจากสมบัติในการต้านทานต่อการย่อยสลายและมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบสูง เมื่อเทียบกับมวลชีวภาพของพืช การเปลี่ยนคาร์บอนในมวลชีวภาพเป็นถ่านชีวภาพทำให้เกิดการกักเก็บคาร์บอนได้สูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์และสามารถอยู่ในดินได้นานนับพันปี ในขณะที่มวลชีวภาพที่เกิดการย่อยสลายและกลายเป็นอินทรีย์วัตถุในสภาพ ธรรมชาติจะมีปริมาณคาร์บอนเพียง 10–20 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (Lehmann et al., 2006) นอกจากนั้น ยังช่วยลดการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ประมาณ 28–80 เปอร์เซ็นต์จากดินที่มีการ และเพิ่มการดูดซับก๊าซมีเทน (CH_4) ซึ่งเป็นการช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศได้อีกด้วย ดังนั้น ถ่านชีวภาพจึงน่าจะเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมสำหรับการบรรเทาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผ่านการกักเก็บคาร์บอนในระยะยาว และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เป็นปัญหาสำคัญของ ภาวะโลกร้อน (ประภา และคณะ, 2565) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อนำไมยราบยักษ์ ฐฤณิ และผักตบชวา ที่มีมวลชีวภาพจำนวนมากในพื้นที่ชลประทานมาผลิตถ่านชีวภาพ (Biochar) ดูดซับสารเคมีในดินและน้ำ และลดปริมาณสารตกค้าง และช่วยปรับปรุงคุณภาพดินและน้ำ และสามารถกักเก็บคาร์บอนไว้ในดินได้อีกทางหนึ่ง

วิธีดำเนินการ

การผลิตถ่านไบโอชาร์จากวัชพืช 3 ชนิด คือ ผักตบชวา ไมยราบยักษ์ และฐฤณิ โดยใช้เตาเผาไบโอชาร์ขนาด 200 ลิตร (ภาพที่ 1) ทดสอบหาช่วงเวลาการเผาไบโอชาร์ที่เหมาะสมของวัชพืช ส่งตรวจวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในถ่านไบโอชาร์ นำถ่านไบโอชาร์จากวัชพืชทดลองการลดสารไตรโคลเพอร์ในน้ำและดิน การลดสารตกค้างในน้ำ นำสารไตรโคลเพอร์ผสมน้ำ 500 มิลลิลิตร แบ่งเป็น 5 ตำรับการทดลอง คือ 1)ชุด

ควบคุม(ไม่มีสารและไม่มีไบโอชาร์) 2)น้ำผสมสารไตรโคเลเพอร์3)น้ำผสมสารไตรโคเลเพอร์+ถ่านไบโอชาร์ 1 % 4)น้ำผสมสารไตรโคเลเพอร์+ถ่านไบโอชาร์ 2% และ 5)น้ำผสมสารไตรโคเลเพอร์+ถ่านไบโอชาร์ 3% นำน้ำแต่ละตำรับการทดลองไปทดสอบโดยวิธีชีววิเคราะห์ พืชทดสอบ คือ ผักกาดขาว เก็บผลการเจริญเติบโตของพืช หลังการทดลอง 5 วัน ได้แก่ ความยาวต้น ความยาวราก จำนวนต้นที่งอก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง และนำน้ำตามตำรับการทดลองส่งตรวจวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการหาสารไตรโคเลเพอร์ส่วนที่ 3 การลดสารตกค้างในดิน แบ่งเป็น 5 ตำรับการทดลอง คือ 1)ชุดควบคุม(ไม่มีสารและไม่มีไบโอชาร์) 2)ดินผสมสารไตรโคเลเพอร์3)ดินผสมสารไตรโคเลเพอร์+ถ่านไบโอชาร์ 0.2% 4)ดินผสมสารไตรโคเลเพอร์+ถ่านไบโอชาร์ 0.6% และ 5)ดินผสมสารไตรโคเลเพอร์+ถ่านไบโอชาร์ 1% นำดินแต่ละตำรับการทดลองไปทดสอบโดยวิธีชีววิเคราะห์ พืชทดสอบ คือ ข้าวโพดและถั่วเขียว เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของพืช หลังการทดลอง 7 วัน ได้แก่ ความยาวต้น ความยาวราก จำนวนต้นที่งอก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง รวบรวมและวิเคราะห์ผล

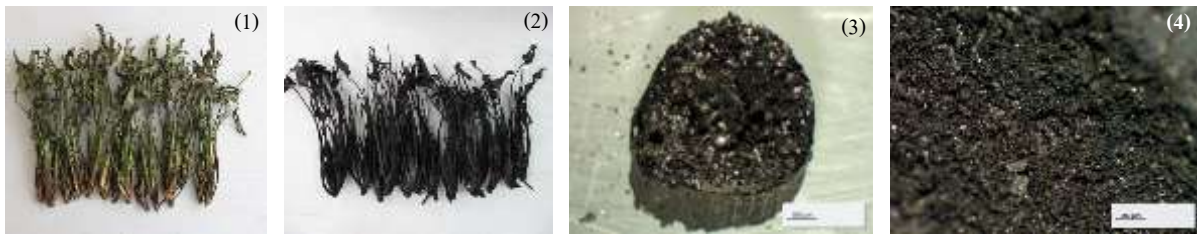


ภาพที่ 1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตถ่านไบโอชาร์ (ก) เตาเผาไบโอชาร์ขนาด 200 ลิตร

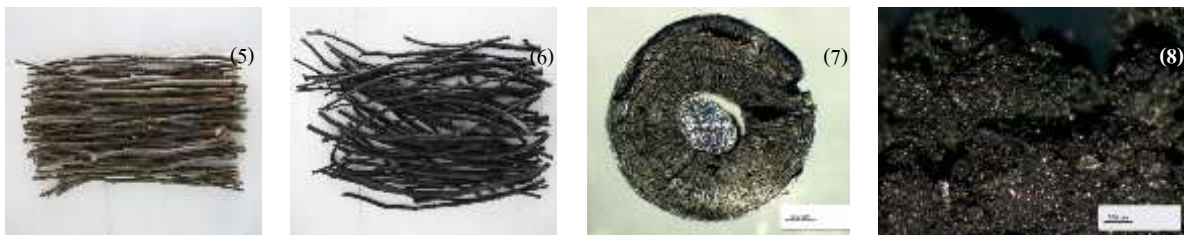
(ข) เครื่องบดผงละเอียด

ผลการทดลอง

ส่วนที่ 1 การทดลองผลิตถ่านชีวภาพจากวัชพืช สรุปผลการทดลองได้ว่า วัชพืชทั้ง 3 ชนิด สามารถผลิตเป็นถ่านชีวภาพได้ ลักษณะผักตบชวา ไมยราบยักษ์ และรูปฤๅษี ก่อนและหลังการเผาถ่านชีวภาพ และลักษณะทางกายภาพเมื่อส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ กำลังขยาย 200 และ 400 ตามภาพที่ 2-4 พืชที่ให้ผลผลิตถ่านชีวภาพมากที่สุด คือ รูปฤๅษี (5.34%) ไมยราบยักษ์ (3.78%) และผักตบชวา (2.58%) ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต พืชที่ใช้เวลาน้อยที่สุด คือ ผักตบชวา (25 ชั่วโมง) ไมยราบยักษ์ (26 ชั่วโมง) และรูปฤๅษี (49.30 ชั่วโมง) ตามลำดับ เนื่องจากลักษณะโครงสร้างของวัชพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด



ภาพที่ 2 ลักษณะของผักตบชวา (1) ก่อนการเผา (2) ถ่านชีวภาพจากผักตบชวา
(3) พื้นผิวของไบโอชาร์ถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ กำลังขยาย 200 เท่า
(4) พื้นผิวของไบโอชาร์ที่บดละเอียดถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ กำลังขยาย 400 เท่า



ภาพที่ 3 ลักษณะของไมยราบยักษ์ (5) ก่อนการเผา (6) ถ่านชีวภาพจากไมยราบยักษ์
(7) พื้นผิวของไบโอชาร์ถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ กำลังขยาย 200 เท่า
(8) พื้นผิวของไบโอชาร์ที่บดละเอียดถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ กำลังขยาย 400 เท่า



ภาพที่ 4 ลักษณะของต้นรูปฤๅษี (9) ก่อนการเผา (10) ถ่านชีวภาพจากรูปฤๅษี
(11) พื้นผิวของไบโอชาร์ถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ กำลังขยาย 200 เท่า
(12) พื้นผิวของไบโอชาร์ที่บดละเอียดถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ กำลังขยาย 400 เท่า

จากภาพที่ 2 - 4 แสดงลักษณะถ่านชีวภาพที่ได้จากวัชพืช โครงสร้าง ความพรุนและพื้นที่ผิว ซึ่งเป็นคุณสมบัติของถ่านชีวภาพที่มีบทบาทสำคัญต่อความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความพรุนที่แตกต่างกันมีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำ ความจุในการดูดซับ และความสามารถในการหมุนเวียนธาตุอาหารที่แตกต่างกัน การใส่ถ่านชีวภาพลงในดินเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวสูงขึ้นอาจมีผลต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของดินได้ (เสาวคนธ์, 2556) สามารถกักเก็บน้ำและเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ซึ่งเป็นตัวสร้างสารอาหารในดินทำให้ดินชุ่มชื้นและอุดมสมบูรณ์ ปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืชแบบช้า ๆ สร้างความสมดุลให้กับระบบนิเวศ

เมื่อทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของถ่านชีวภาพจากวัชพืช (ตารางที่ 1) พบว่าถ่านชีวภาพที่ผลิตได้มีคุณสมบัติในการปรับปรุงดิน เนื่องจากมีความพรุนและพื้นที่ผิวสัมผัสสูง มีค่า pH ตั้งแต่ 8.66 – 10.46 มีสภาพเป็นด่าง มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมสูง โดยคุณสมบัติและปริมาณธาตุอาหารของถ่านชีวภาพจากวัชพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตและสภาพแวดล้อมของการเผา ถ่านชีวภาพที่ผลิตจากพืช เช่น ไม้เนื้อแข็งส่วนใหญ่จะมีปริมาณธาตุอาหารต่ำ

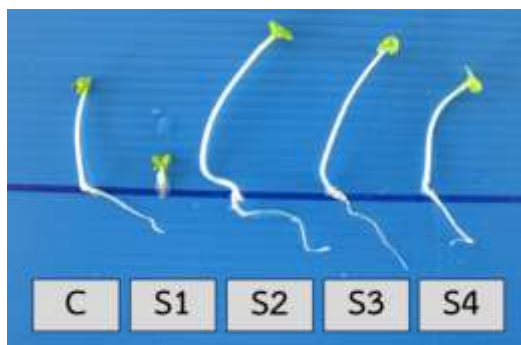
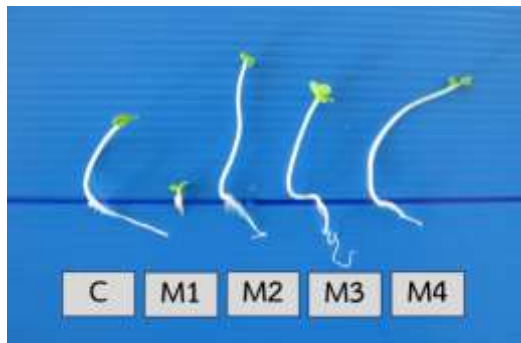
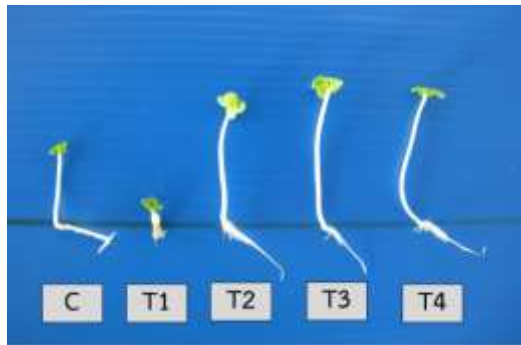
(FAO, 2021) วัตถุดิบซึ่งเป็นใบไม้ ของเหลือทิ้งทางการเกษตร และของเสียจากกระบวนการแปรรูปอาหารจะมี ปริมาณธาตุอาหารสูงกว่า (Yuan, et al, 2011) สภาพแวดล้อมของการเผาเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อปริมาณ และความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารของถ่านชีวภาพ โดยการเผาในสภาพที่อุณหภูมิสูงอาจทำให้ปริมาณและ ความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนลดลง

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของถ่านชีวภาพจากผักตบชวา ไมยราบยักษ์ และรูปฤๅษี

ตัวอย่าง	อินทรีย์วัตถุ (OM) (%)	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	N (%)	pH	EC (dS/m)
ผักตบชวา	54.41	4.90	0.62	1.41	9.51	22.20
ไมยราบยักษ์	15.67	3.82	0.84	1.32	10.46	5.15
รูปฤๅษี	27.14	4.40	0.37	0.80	8.66	31.50

ส่วนที่ 2 การศึกษาผลของถ่านชีวภาพจากวัชพืชในการลดปริมาณสารตกค้างในน้ำและดิน

2.1 การศึกษาผลของถ่านชีวภาพจากวัชพืชในการลดปริมาณสารตกค้างในน้ำในสภาพเรือน ทดลอง สรุปได้ดังนี้ ถ่านชีวภาพจากวัชพืช 3 ชนิด ได้แก่ ผักตบชวา ไมยราบยักษ์ และรูปฤๅษี สามารถลดสาร ไตรโคลเพอร์ในน้ำได้ดีในอัตราส่วนที่ต่างกันในสภาพเรือนทดลอง จากการทดลองโดยวิธีชีววิเคราะห์ผลที่ ได้ คือ ต้นผักกาดขาวที่เพาะจากน้ำที่มีสารไตรโคลเพอร์ผสมกับถ่านชีวภาพจากวัชพืชมีการเจริญเติบโตได้ดี กว่าต้นผักกาดขาวที่เพาะจากน้ำที่มีสารไตรโคลเพอร์แต่ไม่มีถ่านชีวภาพและดีกว่าต้นผักกาดขาวชุดควบคุม ลักษณะพืช ตามภาพที่ 5 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



หมายเหตุ ควบคุม (C) = น้ำชุดควบคุม ไม่มีสารเคมี ไม่ผสมวัสดุใดๆ

T1 M1 S1 = สารไตรโคลเพอร์

T2 M2 S2 = สารไตรโคลเพอร์ + ถ่านชีวภาพ (ผักตบชวา ไนรราบยักซ์ รูปถุย) 1%

T3 M3 S3 = สารไตรโคลเพอร์ + ถ่านชีวภาพ (ผักตบชวา ไนรราบยักซ์ รูปถุย) 2%

T4 M4 S4 = สารไตรโคลเพอร์ + ถ่านชีวภาพ (ผักตบชวา ไนรราบยักซ์ รูปถุย) 3%

ภาพที่ 5 เปรียบเทียบความยาวต้น ความยาวราก และน้ำหนักสดของผักกาดขาวที่เพาะในจานเพาะโดยใช้
น้ำตามตำรับการทดลองผสมกับถ่านชีวภาพจาก (T) ผักตบชวา (M) ไนรราบยักซ์ (S) รูปถุย

จากการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของถ่านชีวภาพ พบว่าถ่านชีวภาพจากวัชพืชที่ผลิตได้มีปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช จึงส่งผลให้ต้นผักกาดขาวที่เพาะจากน้ำที่มีถ่านชีวภาพจากวัชพืชมีการเจริญเติบโตได้อย่างเห็นได้ชัด ถ่านชีวภาพจากวัชพืชที่ให้ผลในการลดปริมาณสารไตรโคลเพอร์ในน้ำได้ดีที่สุดในสภาพเรือนทดลอง คือ ถ่านชีวภาพจากต้นธูปฤๅษี ไมยราบยักษ์ และผักตบชวา ตามลำดับ การดูดซับสารหรือการลดปริมาณสารไตรโคลเพอร์ของถ่านชีวภาพจากต้นธูปฤๅษีมีผลตั้งแต่วันที่ 0 ของการทดลอง อัตราส่วนถ่านชีวภาพที่ลดสารไตรโคลเพอร์ได้มากที่สุด คือ 3% ต่อน้ำ 500 มิลลิลิตร โดยวันที่ 0 น้ำที่ผสมถ่านชีวภาพจากต้นธูปฤๅษีตรวจพบสารไตรโคลเพอร์ 0.054 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนน้ำที่ไม่มีถ่านชีวภาพผสมอยู่ตรวจพบสารไตรโคลเพอร์ 0.900 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณสารที่พบคิดเป็น 16.67 เท่าของน้ำที่มีถ่านชีวภาพผสมอยู่ และพบสารไตรโคลเพอร์ปริมาณที่น้อยที่สุด คือ น้อยกว่า 0.015 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงระยะเวลา 7 วัน

2.2 จากการทดลองเติมสารไตรโคลเพอร์ลงในดินที่มีถ่านชีวภาพเปรียบเทียบกับดินที่ไม่มีถ่านชีวภาพ ประเมินผลการเจริญเติบโตของพืชโดยใช้วิธีวิเคราะห์ พบว่า ต้นข้าวโพดและถั่วเขียวที่ปลูกตามตำรับการทดลองในดินที่มีถ่านชีวภาพและดินที่ไม่มีถ่านชีวภาพ มีลักษณะการเจริญเติบโตในแต่ละตำรับการทดลองแตกต่างกัน ตามภาพที่ 6 แต่เมื่อทำการทดสอบทางสถิติพบว่าไม่แตกต่างกัน ในช่วงระยะเวลา 0 - 30 วัน เช่นเดียวกับ จาวา และคณะ (2560) รายงานว่าการใส่ถ่านชีวภาพ 500 กิโลกรัม/ไร่ ในนาข้าวทำให้ข้าวมีความสูงมากกว่าการไม่ใส่ถ่านชีวภาพในระยะแรก แต่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตในระยะต่อมา จึงสรุปได้ว่าถ่านชีวภาพจากวัชพืชสามารถลดปริมาณสารไตรโคลเพอร์ในดินได้แต่แสดงผลไม่ชัดเจนในสภาพเรือนทดลอง อย่างไรก็ตามถ่านชีวภาพจากวัชพืชสามารถเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงดิน จากการส่งตัวอย่าง

สมบัติทางเคมีของดินเมื่อผสมถ่านชีวภาพจากวัชพืชในอัตราส่วนต่าง ๆ พบว่า การใส่ถ่านชีวภาพจากวัชพืชทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชทุกตำรับการทดลองเพิ่มขึ้น ตารางที่ 2 เนื่องจากถ่านชีวภาพมีโครงสร้างที่เหมาะสมเป็นที่อยู่อาศัยของจุลินทรีย์ดินที่สามารถปกป้องจากสภาพการเปลี่ยนแปลงและสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ เป็นแหล่งเก็บกักอาหารและความชื้น ลักษณะโครงสร้างของถ่านชีวภาพที่มีพื้นที่ผิวปริมาณมากและมีประจุเป็นลบส่งผลให้เกิดการแลกเปลี่ยนประจุกับธาตุอาหารในดินที่มีประจุเป็นบวกมากขึ้น จึงเป็นการสะสมธาตุอาหารให้กับพืช ดังนั้น ถ่านชีวภาพจากวัชพืชมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการปรับปรุงดิน



หมายเหตุ ควบคุม (C) = น้ำชุดควบคุม ไม่มีสารเคมี ไม่ผสมวัสดุใดๆ

T1 M1 S1 = สารไตรโคเลเพอร์

T2 M2 S2 = สารไตรโคเลเพอร์ + ถ่านชีวภาพ (ผักตบชวา ไนโตรเจน 1%)

T3 M3 S3 = สารไตรโคเลเพอร์ + ถ่านชีวภาพ (ผักตบชวา ไนโตรเจน 2%)

T4 M4 S4 = สารไตรโคเลเพอร์ + ถ่านชีวภาพ (ผักตบชวา ไนโตรเจน 3%)

ภาพที่ 6 เปรียบเทียบความยาวต้น ความยาวราก ต้นข้าวโพดและถั่วเขียว

ในดินตามตำรับการทดลองผสมกับถ่านชีวภาพจาก (T) ผักตบชวา (M) ไนโตรเจน (S) ธูปฤๅษี

ตารางที่ 2 ผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินที่ผสมตามตำรับการทดลองก่อนปลูกข้าวโพดและถั่วเขียว

ตัวอย่าง	pH	Saturation Percentage (%)	Electrical Conductivity (dS/m)	Organic Matter (%)	Total Nitrogen (%)	Available Phosphorus (ppm.)	Total Potassium (%)
ควบคุม	6.7	62.8	1.7	3.7	18.5	38.0	516.0
T1	6.8	62.9	1.9	3.8	19.0	32.0	348.0
T2	7.1	56.3	2.9	4.0	20.0	51.0	640.0
T3	7.2	56.9	4.3	4.5	22.5	56.0	724.0
T4	7.0	54.1	6.3	4.4	22.0	63.0	901.0
M1	6.8	62.9	1.9	3.8	19.0	32.0	348.0
M2	7.0	57.2	1.9	4.2	21.0	53.0	489.0
M3	7.0	57.4	2.6	4.3	21.5	50.0	722.0
M4	7.3	61.9	2.2	4.1	20.5	58.0	653.0
S1	6.8	62.9	1.9	3.8	19.0	32.0	348.0
S2	6.9	61.2	3.1	4.0	20.0	35.0	431.0
S3	6.8	61.5	5.8	4.0	20.0	41.0	487.0
S4	6.8	60.5	8.3	4.0	20.0	49.0	570.0

หมายเหตุ ควบคุม (C) = ดินชุดควบคุม ไม่มีสารเคมี ไม่ผสมวัสดุใดๆ

T1 M1 S1 = สารไตรโคเลเพอร์

T2 = สารไตรโคเลเพอร์ + ถ่านชีวภาพจากผักตบชวา 1%

T3 = สารไตรโคเลเพอร์ + ถ่านชีวภาพจากผักตบชวา 2%

T4 = สารไตรโคเลเพอร์ + ถ่านชีวภาพจากผักตบชวา 3%

M2 = สารไตรโคเลเพอร์ + ถ่านชีวภาพจากไมยราบยักษ์ 1%

M3 = สารไตรโคเลเพอร์ + ถ่านชีวภาพจากไมยราบยักษ์ 2%

M4 = สารไตรโคเลเพอร์ + ถ่านชีวภาพจากไมยราบยักษ์ 3%

S2 = สารไตรโคเลเพอร์ + ถ่านชีวภาพจากธูปฤๅษี 1%

S3 = สารไตรโคเลเพอร์ + ถ่านชีวภาพจากธูปฤๅษี 2%

S4 = สารไตรโคเลเพอร์ + ถ่านชีวภาพจากธูปฤๅษี 3%

สรุปผลการทดลอง

1. วัชพืชทั้ง 3 ชนิด คือ ผักตบชวา ไมยราบยักษ์ และธูปฤๅษี สามารถผลิตเป็นถ่านชีวภาพได้ พืชที่ให้ผลผลิตถ่านชีวภาพมากที่สุด คือ ธูปฤๅษี ไมยราบยักษ์ และผักตบชวา ตามลำดับ ส่วนระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต พืชที่ใช้เวลาน้อยที่สุด คือ ผักตบชวา ไมยราบยักษ์ และธูปฤๅษี ตามลำดับ

2. ถ่านชีวภาพจากวัชพืชสามารถลดสารไตรโคลเพอร์ในน้ำได้ดีในอัตราส่วนที่แตกต่างกันในสภาพเรือนทดลอง ถ่านชีวภาพที่ให้ผลในการลดปริมาณสารไตรโคลเพอร์ในน้ำได้ดีที่สุด คือ ธูปฤๅษี ไมยราบยักษ์ และผักตบชวา ตามลำดับ การดูดซับสารหรือการลดปริมาณสารไตรโคลเพอร์ของถ่านชีวภาพจากต้นธูปฤๅษีมีผลตั้งแต่วันที่ 0 ของการทดลอง อัตราส่วนถ่านชีวภาพที่ลดสารไตรโคลเพอร์ได้มากที่สุด คือ 3% ต่อน้ำ 500 มิลลิลิตร

3. ถ่านชีวภาพจากวัชพืชสามารถลดสารไตรโคลเพอร์ในดินได้ปริมาณน้อย และแสดงผลไม่ชัดเจนในสภาพเรือนทดลอง การเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดและถั่วเขียวที่ปลูกตามดำรับการทดลองดินที่มีถ่านชีวภาพ และดินที่ไม่มีถ่านชีวภาพไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่คุณสมบัติของดินหลังจากการใส่ถ่านชีวภาพมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดี ถ่านชีวภาพจากวัชพืชสามารถเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุและธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชได้จึงสามารถใช้ในการปรับปรุงดินได้

คำขอบคุณ

ผลงานวิจัยโครงการการดูดซับสารกำจัดวัชพืชที่ค้ำในดินและน้ำด้วยถ่านชีวภาพ (Biochar) จากธูปฤๅษี (*Typha angustifolia* L.) ไมยราบยักษ์ (*Mimosa pigra*) และผักตบชวา (*Eichhornia crassipes*) ผ่านกระบวนการไพโรไลซิส (Pyrolysis) ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัยฉบับนี้

ขอขอบคุณ นางสาวอุไร เฟ่งพิศ ที่ปรึกษาโครงการ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อมที่สนับสนุนชี้แนะ และช่วยในการแก้ปัญหาการดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

- กรกนก โกศล, ศศิธร ศรีอ่อน, พรรณพรรณน์ จำปาแพง และ สายันต์แสงสุวรรณ. 2565. ไบโอชาร์ (วัสดุคัมภ์ศจรรย) : การสังเคราะห์ พิสูจน์เอกลักษณ์และศักยภาพการประยุกต์ใช้งาน. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- จาวภา มะนาวอก, สันติไมตรี ก้อนคำดี, เกษสุตา เดชกิมล, วรณวิภา แก้วประดิษฐ์ พลพินิจ และดรณี โชติษฐ ยางกูร. 2560. ถ่านชีวภาพ: ผลต่อคุณสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของข้าวนาหว่านน้ำตม (การทดสอบในสภาพกระถาง). เกษตร. 45 (2) : 209-220
- ประภา ธารเนตร, พันทิภา โพธิ์พันธุ์, และกชกร หล้าพรหม. 2565. บทบาทของถ่านชีวภาพต่อการกักเก็บ คาร์บอนในดินและการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่เกษตรกรรม. เกษตร. 50 : 1233-1253
- พินิจกณ ปีตุยะ. 2557, เอกสารองค์ความรู้เรื่องถ่านชีวภาพ. ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยทรายอันเนื่องมาจาก พระราชดำริ, อำเภอลำลูกเกด จังหวัดเพชรบุรี. 28 หน้า.
- เสาวคนธ์ เหมวงษ์. 2556. ถ่านชีวภาพ : การกักเก็บคาร์บอนและความอุดมสมบูรณ์ของดิน. วารสารเกษตร พระจอมเกล้า 104-113.
- FAO. 2021. Biochar fertilizer. (online). [https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1612676/Houben, D., Evrard, L., & Sonnet, P. \(2013\). Mobility, bioavailability and pH-dependent leaching of cadmium, zinc and lead in a contaminated soil amended with biochar. Chemosphere, 92\(11\), 1450-1457](https://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/1612676/Houben, D., Evrard, L., & Sonnet, P. (2013). Mobility, bioavailability and pH-dependent leaching of cadmium, zinc and lead in a contaminated soil amended with biochar. Chemosphere, 92(11), 1450-1457)
- Lehmann, J., Gaunt, J., & Rondon, M. (2006). Bio-char Sequestration in Terrestrial Ecosystems- A Review. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 11(2), 395-419.
- Yuan, J.H., R.-K. Xu and H. Zhang. 2011. The form of alkalis in the biochar produced from crop residues at different temperatures. Bioresource Technology 102:3488-3497.

ผลของการใช้สารสกัดจากسابเสือร่วมกับการชงน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ของหญ้าข้าวนก

เชมณัฐ ธนกรณ์ไพศาล วรัญญา เหล่าเลิศ ธนัชสันท์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
พิษณุโลก 65000

บทคัดย่อ

การประยุกต์ใช้ซากพืชที่มีฤทธิ์อัลลีโลพาธีร่วมกับการชงน้ำเพื่อควบคุมวัชพืชในข้าวเป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่ถูกค้นพบ วิธีการดังกล่าวเป็นการใช้ซากพืชบดรวมกับการให้น้ำในขณะที่ข้าวอายุ 7 -12 วันหลังหว่านเมล็ดหรือปักดำ สารสำคัญจากซากพืชถูกปลดปล่อยออกมาในน้ำ เมื่อวัชพืชสัมผัสกับสารดังกล่าวร่วมกับการถูกชงน้ำ จึงทำให้วัชพืชตายในที่สุด ในขณะที่ข้าวปลูกปลอดภัยเนื่องจากส่วนใหญ่หุบใบอยู่พ้นเหนือหน้า สาบเสือเป็นพืชหนึ่งที่เคยถูกทดสอบการประยุกต์ใช้ดังกล่าว เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับกลไกการทำลายวัชพืชของสิ่งประดิษฐ์นี้วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของต้นกล้าหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) หลังการแช่ด้วยสารสกัดจากسابเสือ วางแผนการทดลองแบบ CRD 4 ซ้ำ มี 3 กรรมวิธี คือ 1) ต้นกล้าหญ้าข้าวนกระยะ 4 – 5 ใบ แช่ในสารสกัดด้วยน้ำจากسابเสือแห้งเข้มข้น 2,000 ppm 2) แช่ในน้ำกลั่น และ 3) ไม่แช่ ผลการทดลองพบว่า การแช่หญ้าข้าวนกในสารสกัดจากใบسابเสือ มีค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ ปริมาณของสาร thiobarbituric acid reactive substances (TBARs) และ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H₂O₂) ที่เพิ่มสูงขึ้นมากกว่าต้นกล้าที่แช่ด้วยน้ำกลั่นและไม่ได้แช่ แสดงให้เห็นถึงการเกิด Lipid peroxidation จนเกิดการทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้เซลล์แตกอย่างไรก็ตาม ปริมาณของคลอโรฟิลล์เอและบี และแคโรทีนอยด์ของแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่ากลไกการทำลายไม่น่าจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์แสง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ากลไกการทำลายวัชพืชของสิ่งประดิษฐ์ดังกล่าวนี้จะเกี่ยวกับการกระตุ้นให้วัชพืชเกิดการสะสมของสารอนุมูลอิสระจนทำให้เซลล์แตกและวัชพืชตายในที่สุด

คำหลัก: สาบเสือ อัลลีโลพาธี การชงน้ำ สารสกัด

OW-03

ภาคบรรยาย

Effect of *Chromolaena odorata* extract integrated with water irrigation on physiological change of *Echinochloa crus-galli*

Khemmanat Thanakronpaisan Waranya Laolers Thanatsan Poonpaiboonpipat

Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment,
Naresuan University, Phitsanulok 65000

ABSTRACT

The application of plant residues with allelopathic effects combined with waterlogging to control weeds in rice is an invention. This method involves using crushed plant residues along with water application when the rice is 7-12 days old after sowing or transplanting. The key substances from the plant residues are released into the water. When weeds meet these substances combined with waterlogging, they eventually die, while the rice remains safe as most of the leaf sheaths are above the water level. *Chromolaena odoratum* (L.) R.M. King & H. Rob is one of the plants that has been tested with this application to understand the mechanism of weed destruction by this invention. The objective of this research is to study the physiological changes in barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) After soaking with *C. odoratum* extract, a CRD 4-replicate experiment was planned with three treatments: 1) 4-5 leaf stage barnyard grass seedlings soaked in a 2,000 ppm concentrated *C. odoratum* leaf extract, 2) soaked in distilled water, and 3) not soaked. The experimental results showed that soaking barnyard grass in *C. odoratum* leaf extract significantly increased electrolyte leakage, levels of thiobarbituric acid reactive substances (TBARs), and hydrogen peroxide (H₂O₂) compared to seedlings soaked in distilled water and those not soaked. This indicates lipid peroxidation leading to cell membrane damage and cell rupture. However, the amounts of chlorophyll a and b, and carotenoids in each treatment did not differ, suggesting that the destruction mechanism is unlikely related to the photosynthesis process. The experimental results indicate that the weed destruction mechanism of this invention is likely related to the induction of free radical accumulation in weeds, leading to cell rupture and eventual weed death.

Keywords: *Chromolaena odoratum* (L.) R.M. King & H. Rob, allelopathy, waterlogging, extract

คำนำ

การปลูกข้าวถือเป็นกิจกรรมทางการเกษตรที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในประเทศไทย ปัญหาวัชพืชนาข้าวกลับกลายเป็นอุปสรรคที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตและคุณภาพของข้าวอย่างมีนัยสำคัญ วัชพืชที่พบได้บ่อยในนาข้าวคือ หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) ซึ่งมีลักษณะคล้ายต้นข้าวและสามารถแข่งขันกับต้นข้าวได้ดี หญ้าข้าวนกมักพบในพื้นที่ลุ่มและชื้นแฉะ สามารถงอกได้ในสภาพน้ำลึกประมาณ 1-2 เซนติเมตร และเติบโตได้ทุกสภาพดิน (Pchemitech, 2023)

การควบคุมวัชพืชด้วยสารเคมีเป็นวิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบัน แต่การใช้สารเคมีมากเกินไปอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของผู้ใช้ รวมถึงการเกิดปัญหาวัชพืชดื้อ (Taban *et al*, 2020) การใช้น้ำเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช โดยสามารถดำเนินการตั้งแต่ช่วงแรกของการปลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการทำนาค่า ซึ่งช่วยลดปริมาณวัชพืชได้อย่างมาก เนื่องจากน้ำจะทำให้วัชพืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี (Siam Kubota, 2020) การประยุกต์ใช้ซากพืชที่มีฤทธิ์อัลลีโลพาที่ร่วมกับการให้น้ำเพื่อควบคุมวัชพืชนาข้าวเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ถูกค้นพบวิธีการดังกล่าวเป็นใช้ซากพืชบดรวมกับการให้น้ำในขณะที่ข้าวอายุ 7-12 วัน หลังหว่านเมล็ดหรือปักดำ สารสำคัญจากซากพืชถูกปลดปล่อยออกมาในน้ำ เมื่อวัชพืชสัมผัสกับสารดังกล่าวร่วมกับการถูกขังน้ำ จึงทำให้วัชพืชตายในที่สุด ในขณะที่ข้าวปลูกปลอดภัยเนื่องจากส่วนใหญ่หุบอยู่พ้นเหนือ น้ำ (Poonpaiboonpipat *et al.*, 2019) สาบเสือ (*Chromolaena odorata* (L.) R.M. King & H. Rob) เป็นพืชหนึ่งที่มีรายงานว่าสารสกัดจากส่วนต่าง ๆ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชปลูกและวัชพืชได้หลายชนิด (Sahid *et al.*, 2014) นวพล และคณะ (2561) รายงานว่าการใช้สารสกัดด้วยน้ำจากใบและกิ่งอ่อนของสาบเสือในนาข้าวที่อายุ 12 วัน ที่ระดับน้ำ 10 เซนติเมตร และวัชพืชอยู่ในระยะ 2-3 ใบ ขนาดความสูงของวัชพืชประมาณ 4-7 เซนติเมตร สามารถยับยั้งวัชพืชทำให้วัชพืชทุกชนิดตายโดยสมบูรณ์ ในขณะที่ข้าวไม่มีผลกระทบต่อผลการเจริญเติบโตและผลผลิต

ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับกลไกการทำลายวัชพืชขององค์ความรู้นี้ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาเพื่อศึกษาผลของสารสกัดจากใบสาบเสือต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของหญ้าข้าวนกโดยใช้หลักการของการขังน้ำ ซึ่งจะช่วยสนับสนุนแนวทางในการลดการใช้สารเคมีในเกษตรกรรม และส่งเสริมความยั่งยืนในการผลิตทางการเกษตร

วิธีดำเนินการ

1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการแช่สารและความเข้มข้นของสารสกัดต่อการเจริญเติบโตและน้ำหนักแห้งของหญ้าข้าวนก

วางแผนการทดลองแบบ Factorial 4x3+1 in CRD 4 ซ้ำ ปัจจัยแรกคือ สารสกัด 4 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 1) 0 ppm (แช่น้ำเปล่า) 2) 500 ppm 3) 1,000 ppm และ 4) 2,000 ppm ปัจจัยที่ 2 คือ ระยะเวลาการแช่ ได้แก่ 1) 6 ชั่วโมง 2) 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง โดยมี ต้นกล้าหญ้าข้าวนกไม่แช่น้ำหรือสารสกัดเป็นกรรมวิธีควบคุม

เลือกเก็บส่วนใบและกิ่งอ่อนของสาบเสือที่อยู่ระยะการเจริญเติบโตเต็มที่ จาก บริเวณพื้นที่ริมนาข้าว และพื้นที่ริมถนน รอบ ๆ มหาวิทยาลัยนเรศวร ช่วงเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2566 ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปา นำไปอบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง บดสาบเสือแห้งด้วยเครื่องบดไฟฟ้า

จากนั้นเตรียมสารสกัดจากسابเชื้อที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน โดยชั่งسابเชื้อที่บดเรียบร้อยแล้ว 25 กรัม (500 ppm) 50 กรัม (1,000 ppm) และ 100 กรัม (2,000 ppm) ในถุงผ้าขาวบาง เติมน้ำกลั่นจำนวน 25 ลิตร ในถังสกัดขนาด 28 ลิตร นำสารสกัดเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำวัชพืชทดสอบคือ หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) อายุ 7-10 วัน ที่เตรียมไว้ แช่ในถังสารสกัด ที่ความเข้มข้น (ปัจจัย A) 500 ppm 1,000 ppm และ 2,000 ppm ระยะเวลาในการแช่สาร (ปัจจัย B) คือ 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดนำหญ้าข้าวนกปลูกลงในกระถางพลาสติกขนาด 14 เซนติเมตร จำนวน 3 ต้น/กระถาง ที่ใช้วัสดุปลูกด้วยพีทมอส วางกระถางปลูกในโรงเรือนทดลอง รดน้ำ เข้า-เย็น เมื่อครบ 14 วันหลังปลูก บันทึกจำนวนหญ้าข้าวนกที่รอดชีวิต และเก็บน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินของหญ้าข้าวนกที่รอดชีวิต

2. ศึกษาสารสกัดจากسابเชื้อต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาหญ้าข้าวนก

วางแผนการทดลองแบบ CRD 4 ซ้ำ จำนวน 3 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ไม่แช่น้ำหรือสารสกัด 2) แช่น้ำกลั่น และ 3) แช่สารสกัดจากسابเชื้อ เข้มข้น 2,000 ppm

ชั่งسابเชื้อบด 100 กรัม (2,000 ppm) ใส่ในถุงผ้าขาวบาง และเติมน้ำกลั่น 25 ลิตรในถังขนาด 28 ลิตร เก็บสารสกัดไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำต้นกล้าหญ้าข้าวนกอายุ 7-10 วัน ที่เตรียมไว้ แช่ในถังสารสกัด เมื่อครบเวลาที่กำหนดได้แก่ 6 ชั่วโมง 12 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง นำต้นกล้าไปวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงต่อกระบวนการทางสรีรวิทยา โดยการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา มีดังนี้

2.1 วิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll A) คลอโรฟิลล์ บี (Chlorophyll B) และแคโรทีนอยด์ (Carotenoids)

ตัดส่วนของเนื้อใบหญ้าข้าวนก 0.1 กรัม นำมาบดในโกร่งบดยาให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้ไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (DMSO) 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาใส่ในหลอด centrifuge ขนาด 50 มิลลิลิตร บ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ในความมืด หลังจากเย็นลงแล้ว ปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 10,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้ของเหลวส่วนเหนือตะกอนและดูดสารเหนือตะกอนปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดคิวเวตต์เพื่อนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ UV ที่ความยาวคลื่นแสง 480, 649 และ 665 นาโนเมตร

นำค่าที่วัดได้มาคำนวณสมการ คลอโรฟิลล์ a = $[(12.19 \times A_{665}) - (3.45 \times A_{649})] \times V / (1000 \times w)$

คลอโรฟิลล์ b = $[(21.99 \times A_{649}) - (5.32 \times A_{665})] \times V / (1000 \times w)$

คลอโรฟิลล์ = คลอโรฟิลล์ a + คลอโรฟิลล์ b

แคโรทีนอยด์ = $(1000 \times A_{480} - 2.14 \text{ Chl a} - 7.16 \text{ Chl b})$

2.2 วิเคราะห์ Lipid peroxidation หรือ Malondialdehyde (MDA)

ตัดส่วนของเนื้อใบหญ้าข้าวนก 0.1 กรัม บดให้เป็นเนื้อเดียวกันในกรดไตรคลอโรอะซิติก (TCA) 5.0 มิลลิลิตร ย้ายสารสกัดลงในหลอด Centrifuge ขนาด 50 มิลลิลิตรและนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 10,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 10 นาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นดูดสารเหนือตะกอนปริมาตร 1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดใหม่และเติมกรดไทโอบาร์บิทริก (TBA) 4.0 มิลลิลิตร นำหลอดทดลองไปบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที

เป็นเวลา 10 นาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จากนั้นดูดส่วนเนื้อตะกอนปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดคิวเวตต์ วัดค่าการดูดกลืนแสงของของเหลวด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ UV ที่ 532 และ 600 นาโนเมตร สูตรคำนวณความเข้มข้นของ MDA ($\mu\text{mole/g FW}$) = $((A_{532} - A_{600}) \times V_f \times V_e) / ((155 \times V_a \times FW))$

2.3 วิเคราะห์ปริมาณ Hydrogen Peroxide (H_2O_2)

ตัดส่วนของเนื้อใบหญ้าข้าวนก 0.1 กรัม บดให้เป็นเนื้อเดียวกันในกรดไตรคลอโรอะซิติก (TCA) 5.0 มิลลิลิตร ในถังที่ใส่น้ำแข็ง นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 10 นาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ดูดสารเนื้อตะกอนปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอด Centrifuge ใหม่และเติมบัฟเฟอร์ฟอสเฟต (phosphate buffer) 0.5 มิลลิลิตร และโพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium iodide) 1.0 มิลลิลิตร ปิดไว้ที่มีดที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นดูดส่วนเนื้อตะกอนปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร (ด้านบนของสารสกัด) ใส่ในหลอดคิวเวตต์วัดค่าการดูดกลืนแสงของของเหลวด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ UV ที่ 390 นาโนเมตร

$$\text{ความเข้มข้นของ } \text{H}_2\text{O}_2 (\mu\text{mole/g FW}) = (A_{390} \times V_f \times V_e) / (0.28 \times V_a \times FW)$$

2.4 วิเคราะห์ค่า Membrane Injury Index

ตัดส่วนของเนื้อใบหญ้าข้าวนก 0.5 กรัม ใส่ในหลอด centrifuge ขนาด 50 มิลลิลิตร และเติมน้ำกลั่น 15 มิลลิลิตร นำไปแช่ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิแบบเขย่า (Shaking Water Bath) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อวัดค่าการนำไฟฟ้าของตัวอย่าง (EC1) จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อวัดค่าการนำไฟฟ้าของตัวอย่าง (EC2)

คำนวณค่า Membrane Injury Index จากสูตร $EC1/EC2 \times 100$

3. การวิเคราะห์ผล

วิเคราะห์ผลการทดลองโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least significant difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลอง

ผลของระยะเวลาการแช่สารและความเข้มข้นของสารสกัดต่อการเจริญเติบโตและน้ำหนักแห้งของหญ้าข้าวนก

ผลการทดลอง พบว่า อัตราการตายของหญ้าข้าวนกเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการแช่และความเข้มข้นของสารสกัดสาบเสือ โดยในช่วงเวลา 6 ชั่วโมง อัตราการตายที่ความเข้มข้น 500 ppm, 1,000 ppm และ 2,000 ppm เท่ากับ 22%, 29% และ 50% ตามลำดับ เมื่อเพิ่มระยะเวลาเป็น 12 ชั่วโมง อัตราการตายเพิ่มขึ้นเป็น 63%, 90% และ 100% ตามลำดับ และในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าอัตราการตายที่ทั้ง 3 ความเข้มข้นสูงสุดเท่ากับ 100% (Table 1)

สำหรับน้ำหนักแห้งของหญ้าข้าวนก พบว่ามีความสัมพันธ์กับอัตราการตาย โดยกรรมวิธีที่ไม่ได้แช่น้ำหรือสารสกัด และกรรมวิธีที่แช่น้ำกลั่น มีน้ำหนักแห้งสูงที่สุด ในขณะที่กลุ่มที่ใช้สารสกัดสาบเสือที่ความเข้มข้น 500 ppm, 1,000 ppm และ 2,000 ppm หลังแช่เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีน้ำหนักแห้งต่ำที่สุด ซึ่งค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00 ± 0.00 กรัม (Table 1)

Table 1. Effect of soaking timing and concentrations of *C. odorata* aqueous extract on mortality and dry weight of *E. crus-galli* at 14 days after treatments.

Treatment	Mortality (%)			Dry weight (g)		
	6 hours	12 hours	24 hours	6 hours	12 hours	24 hours
No-soaking	0	0	0	1.88±0.94 ^a	1.80±0.40 ^a	1.85±0.42 ^a
Water	0	0	0	1.97±0.99 ^a	1.86±0.43 ^a	1.85±0.53 ^a
500 ppm	22	63	100	1.52±0.76 ^{ab}	0.71±0.36 ^b	0.00±0.00 ^b
1,000 ppm	29	90	100	1.38±0.69 ^{ab}	0.18±0.09 ^c	0.00±0.00 ^b
2,000 ppm	50	100	100	0.97±0.49 ^b	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^b
<i>F-test</i>	*	*	*	*	*	*

T0 = No soak, T1 = Water soak, T2 = *Chromolaena odorata* extract 500 ppm, T3 = *Chromolaena odorata* extract 1000 ppm, T5 = *Chromolaena odorata* extract 2,000 ppm

Note: a and b indicate statistically significant differences at the $p<0.05$ level according to LSD test results. Levels of significance are marked as * ($p<0.001$) for highly significant differences, and ns for non-significant differences ($p>0.05$), respectively.

ปริมาณรังควัตถุ

ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และแคโรทีนอยด์ พบว่า ที่ระยะเวลา 6 และ 12 ชั่วโมง หลังการแช่ต้นกล้าหญ้าข้าวนกในสารสกัดสาบเสือที่ความเข้มข้น 2,000 ppm ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และแคโรทีนอยด์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นกล้าที่แช่ในน้ำสะอาดและต้นที่ไม่แช่ ในขณะที่ ระยะเวลา 24 ชั่วโมง หลังการแช่สาร พบว่า ต้นกล้าที่แช่ในสารสกัด มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และแคโรทีนอยด์น้อยกว่าต้นกล้าที่แช่ในน้ำสะอาดและต้นกล้าที่ไม่แช่อย่างมีนัยสำคัญ ในต้นหญ้าข้าวนกที่ไม่แช่สารมีจำนวนคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และแคโรทีนอยด์ เท่ากับ 14.33 ± 3.59 mg/g FW, 9.48 ± 2.03 mg/g FW และ $1,000.97 \pm 2.24$ µg/g FW ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่มีการแช่ในน้ำสะอาด มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และแคโรทีนอยด์เท่ากับ 13.73 ± 3.44 mg/g FW, 9.96 ± 2.49 mg/g FW และ 846.22 ± 2.56 µg/g FW ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีที่แช่ในสารสกัดจากสาบเสือ มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และแคโรทีนอยด์ เท่ากับ 9.69 ± 2.49 mg/g FW, 7.08 ± 2.23 mg/g FW และ 714.61 ± 1.65 µg/g FW ตามลำดับ (Table 2)

Table 2. Analysis of the chlorophyll A, B, and carotenoid content

Treatment	Chlorophyll a (mg/g FW)			Chlorophyll b (mg/g FW)			Carotenoid (μg/g FW)		
t	6 h	12 h	24 h	6 h	12 h	24 h	6 h	12 h	24 h
No soak	14.57±3.15 a	13.89±3.47 a	14.33±3.59 a	9.89±2.47 a	9.48±2.03 a	10.76±2.69 a	1,138.96±2.74 a	940.05±2.15 a	1,000.97±2.24 a
Water soaking	12.65±2.92 a	13.73±3.44 a	13.34±3.34 a	8.36±2.09 a	9.23±2.13 a	9.96±2.49 ^a	1,138.97±1.74 a	907.80±2.45 a	846.22±2.56 ^a
Extract soaking	11.27±3.57 a	11.05±3.40 a	9.69±3.92 ^b	8.38±3.10 a	8.28±2.32 a	7.08±2.23 ^b	1,047.86±2.97 a	786.10±1.53 a	714.61±1.65 ^b
F-test	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	*

Note: The different letters indicate statistically significant differences at the $p<0.05$ level according to the LSD test.

ปริมาณ MDA (Malondialdehyde)

ปริมาณ MDA พบว่าที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ทั้ง 3 กรรมวิธี คือ 1) ไม่แช่น้ำหรือสารสกัด 2) แช่น้ำสะอาด และ 3) แช่สารสกัดสาบเสือความเข้มข้น 2,000 ppm ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ระยะเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง หลังการแช่สาร พบว่า ต้นกล้าที่แช่ในสารสกัด มีปริมาณ MDA มากกว่าต้นกล้าที่แช่ในน้ำสะอาดและต้นกล้าที่ไม่แช่อย่างมีนัยสำคัญ ในต้นกล้าหญ้าข้าวนกที่ไม่แช่ที่ระยะเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง มีปริมาณ MDA เท่ากับ 13.01 ± 3.25 μmol/gFW และ 15.57 ± 3.89 μmol/gFW ตามลำดับ ส่วนในกรรมวิธีที่แช่ในน้ำสะอาดที่ระยะเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง มีปริมาณ MDA เท่ากับ 15.85 ± 3.96 μmol/gFW และ 15.56 ± 3.89 μmol/gFW ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีที่แช่สารสกัดสาบเสือที่ระยะเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง มีปริมาณ MDA เท่ากับ 24.01 ± 3.50 μmol/gFW และ 28.02 ± 3.51 μmol/gFW ตามลำดับ (Figure 1)

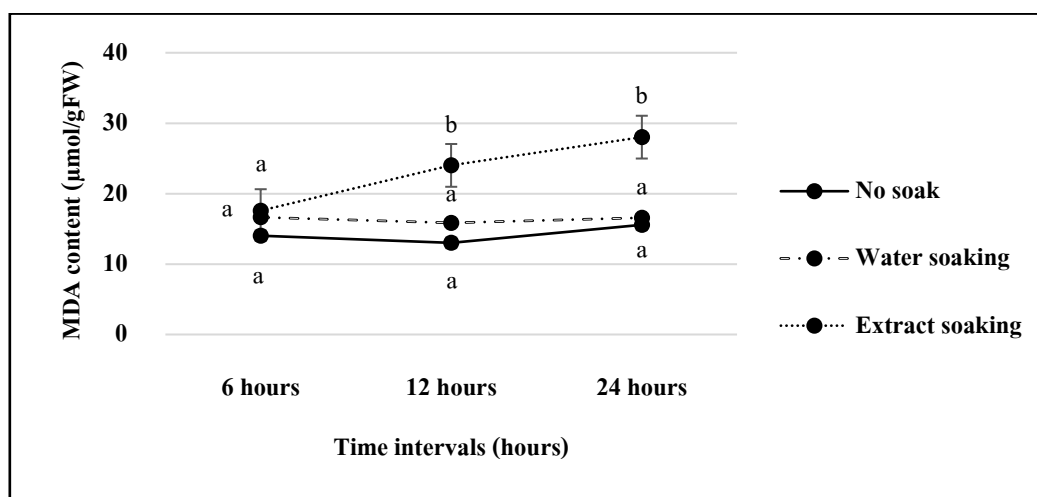


Figure 1: Graph showing the MDA content in the three treatments at different time intervals.

ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

ปริมาณ H_2O_2 พบว่าที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ทั้ง 3 กรรมวิธี คือ 1) ไม่แช่น้ำหรือสารสกัด 2) แช่น้ำสะอาด 3) แช่สารสกัดสาบเสือความเข้มข้น 2,000 ppm ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ระยะเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง หลังการแช่สาร พบว่า ต้นกล้าที่แช่ในสารสกัด มีปริมาณ H_2O_2 มากกว่าต้นกล้าที่แช่น้ำสะอาดและต้นกล้าที่ไม่แช่อย่างมีนัยสำคัญ ในต้นกล้าหญ้าขจรสีที่ไม่แช่ที่ระยะเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง มีปริมาณ H_2O_2 เท่ากับ $0.13 \pm 0.08 \mu\text{mol/gFW}$ และ $0.11 \pm 0.06 \mu\text{mol/gFW}$ ตามลำดับ ส่วนในกรรมวิธีที่แช่น้ำสะอาดที่ระยะเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง มีปริมาณ H_2O_2 เท่ากับ $0.19 \pm 0.01 \mu\text{mol/gFW}$ และ $0.16 \pm 0.12 \mu\text{mol/gFW}$ ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีที่แช่สารสกัดสาบเสือที่ระยะเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง มีปริมาณ H_2O_2 เท่ากับ $0.33 \pm 0.05 \mu\text{mol/gFW}$ และ $0.38 \pm 0.01 \mu\text{mol/gFW}$ ตามลำดับ (Figure 2)

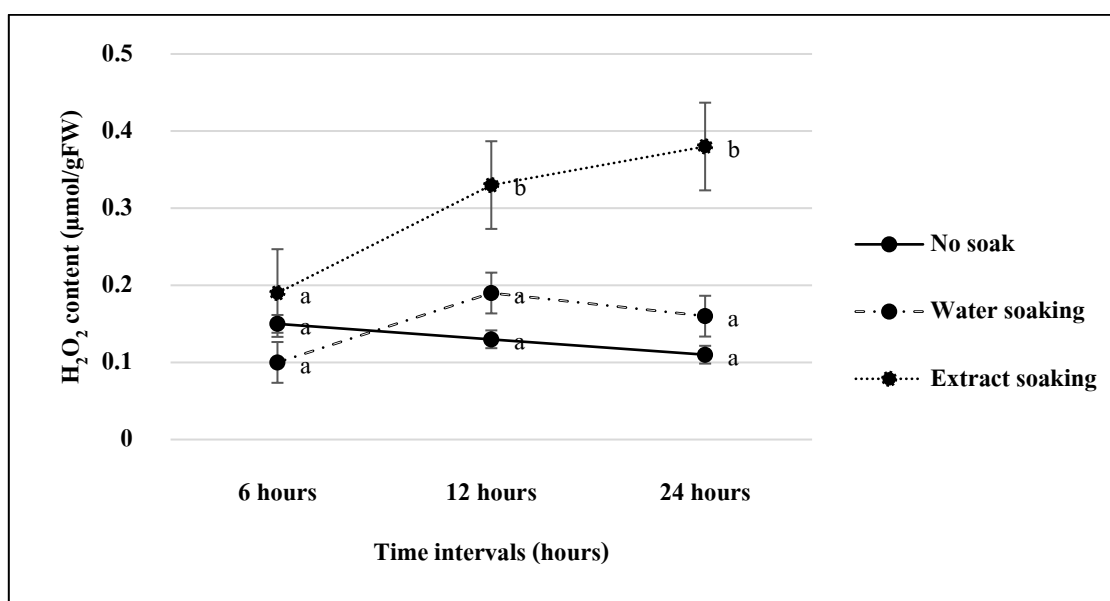


Figure 2: Graph showing the H_2O_2 content in the three treatments at different time intervals.

ดัชนีความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์ (Membrane Injury Index)

ปริมาณ Membrane Injury Index พบว่าที่ระยะเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง หลังการแช่ต้นกล้าหญ้าขจรสีในสารสกัดสาบเสือที่ความเข้มข้น 2,000 ppm ปริมาณ Membrane Injury Index มีมากกว่าต้นกล้าที่แช่น้ำสะอาดและต้นกล้าที่ไม่แช่อย่างมีนัยสำคัญ ในต้นกล้าหญ้าขจรสีที่ไม่แช่สารที่ช่วงเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง มีปริมาณ Membrane Injury Index เท่ากับ $34.99 \pm 1.49 \mu\text{S/cm}$, $20.62 \pm 1.31 \mu\text{S/cm}$ และ $46.74 \pm 2.37 \mu\text{S/cm}$ ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่มีการแช่น้ำสะอาดที่ช่วงเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง มีปริมาณ Membrane Injury Index เท่ากับ $45.49 \pm 2.75 \mu\text{S/cm}$, $26.82 \pm 1.41 \mu\text{S/cm}$ และ $34.73 \pm 1.37 \mu\text{S/cm}$ ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีที่แช่ในสารสกัดจากสาบเสือ ที่ช่วงเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง มี

ปริมาณ Membrane Injury Index เท่ากับ $63.63 \pm 1.91 \mu\text{S/cm}$, $82.36 \pm 1.45 \mu\text{S/cm}$ และ $84.14 \pm 2.35 \mu\text{S/cm}$ ตามลำดับ (Figure 3)

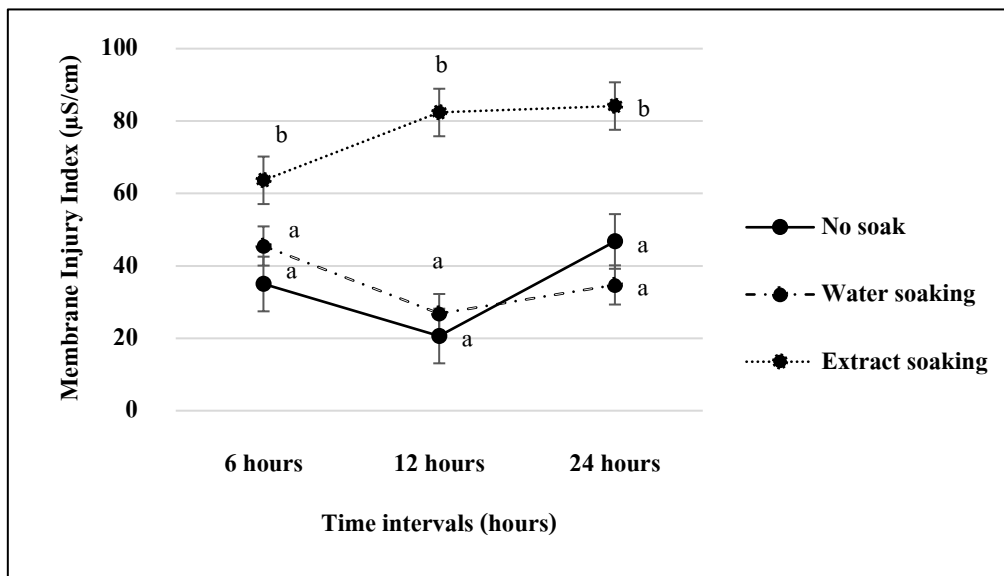


Figure 3: Graph showing the Membrane Injury Index in the three treatments at different time intervals.

วิจารณ์ผล

ปริมาณรงควัตถุในกรรมวิธีแช่สารสกัดสาบเสือ มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาที่ได้รับสารสกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง การลดลงของคลอโรฟิลล์เอและบีอาจเกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้นในกระบวนการความเครียดออกซิเดชัน (oxidative stress) เนื่องจากสารสกัดสาบเสือนี้อาจประกอบพืชนอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระที่สามารถทำให้เกิดการผลิต Reactive Oxygen Species (ROS) ในเซลล์พืชได้ เมื่อปริมาณสารเหล่านี้สูงเกินไป (Nanda *et al.*, 2010) ROS มีบทบาทสำคัญในการทำลายโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ ส่งผลให้เกิดการสลายตัวของรงควัตถุในพืช (Gill *et al.*, 2010) ส่วนแคโรทีนอยด์ซึ่งทำหน้าที่ปกป้องคลอโรฟิลล์จากการทำลายของ ROS ก็ลดลงอย่างมีนัยสำคัญในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง การลดลงนี้สอดคล้องกับความเสียหายของคลอโรฟิลล์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบป้องกันตัวเองของพืชอาจทำงานได้ไม่เต็มที่ในสภาวะที่ได้รับสารสกัดในระยะเวลานาน (Jaleel *et al.*, 2009) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานของ Kapoor *et al.* (2018) ที่รายงานว่าการใช้สารสกัดจากพืชชนิดอื่น เช่น *Artemisia absinthium* L. ส่งผลให้เกิดการลดลงของรงควัตถุในพืชเนื่องจากกระบวนการออกซิเดชันของสารในเซลล์ การลดลงของปริมาณรงควัตถุในผลการทดลองนี้บ่งชี้ถึงผลกระทบของสารสกัดสาบเสือต่อโครงสร้างและกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืช โดยเฉพาะการกระตุ้นให้เกิดความเครียดออกซิเดชัน ซึ่งนำไปสู่การสลายตัวของคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ การค้นพบนี้ช่วยยืนยันบทบาทของ ROS ในการลดประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงและการป้องกันตัวเองของพืชเมื่อได้รับสารที่มีฤทธิ์ออกซิเดชันในระยะเวลานาน

MDA ซึ่งเป็นตัวชี้วัดการเกิดลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการแช่สารสกัดจากสาบเสือ โดย การเพิ่มขึ้นของ MDA สะท้อนให้เห็นถึงความเสียหายที่เยื่อหุ้มเซลล์อันเกิดจาก ROS ซึ่งถูกเหนี่ยวนำ

โดยสารออกฤทธิ์ในสาบเสือ เช่น สารเทอร์พีนอยด์และฟีนอลิก (Rice, 1984; Weir *et al.*, 2004) กระบวนการลิพิดเปอร์ออกซิเดชันเกิดจากการทำปฏิกิริยาของ ROS โดยเฉพาะ H_2O_2 และอนุมูลไฮดรอกซิล ($OH\cdot$) กับกรดไขมันไม่อิ่มตัวในเยื่อหุ้มเซลล์ ส่งผลให้เกิด MDA ซึ่งเป็นผลพลอยได้ที่มีความไวสูงต่อการวิเคราะห์ (Gill *et al.*, 2010) ผลกระทบนี้ทำให้โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์สูญเสียความเสถียร ส่งผลต่อความสามารถในการควบคุมการแลกเปลี่ยนไอออนและสารอาหาร อีกทั้งยังทำให้เกิดการรั่วไหลของโปรตีนและอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งรบกวนกระบวนการเมแทบอลิซึมในเซลล์ (Sharma *et al.*, 2012) ในขณะเดียวกัน ผลการทดลองยังพบว่า ปริมาณ H_2O_2 ในหญ้าข้าวนกเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนตามระยะเวลาการแช่สารสกัด ค่า H_2O_2 เป็น ROS ที่สำคัญซึ่งทำหน้าที่สองด้านในพืช: ในระดับต่ำ H_2O_2 มีบทบาทเป็นโมเลกุลส่งสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อความเครียดและกระบวนการพัฒนาของพืช (Foyer *et al.*, 2005) แต่ในปริมาณสูง H_2O_2 จะเหนี่ยวนำความเสียหายต่อเซลล์ผ่านการรบกวนโครงสร้างของเยื่อหุ้มและการทำลายล้างของกระบวนการทางชีวเคมี สารอัลลีโลพาตีในสาบเสือ เช่น สารฟีนอลิกและเทอร์พีนอยด์ มีศักยภาพในการเหนี่ยวนำ ROS ผ่านการรบกวนสมดุลของระบบกำจัด ROS โดยเอนไซม์สำคัญ เช่น catalase (CAT) และ superoxide dismutase (SOD) ซึ่งปกติจะทำหน้าที่กำจัด ROS ออกจากเซลล์ (Apel *et al.*, 2004) การลดประสิทธิภาพของระบบนี้ส่งผลให้ ROS สะสมในระดับที่เป็นพิษ เกิดการเหนี่ยวนำกระบวนการ programmed cell death (PCD) ในพืชเป้าหมาย (Mittler *et al.*, 2011) งานวิจัยก่อนหน้านี้ เช่น การศึกษาของ Batish *et al.* (2008) ชี้ว่าสารอัลลีโลพาตีจากพืชอื่น เช่น *Parthenium hysterophorus* และ *Eucalyptus* spp. มีผลในลักษณะเดียวกัน โดยการสะสม ROS และการเหนี่ยวนำลิพิดเปอร์ออกซิเดชันช่วยยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืช การสะสมของ ROS และการเพิ่มขึ้นของ MDA จากการทดลองนี้สะท้อนให้เห็นถึงผลของสารสกัดจากสาบเสีอรบกวนระบบเมแทบอลิซึมและโครงสร้างพื้นฐานของพืชเป้าหมาย เช่น เยื่อหุ้มเซลล์และกระบวนการส่งสัญญาณชีวเคมี เป็นกลไกสำคัญที่ช่วยลดการเจริญเติบโตของวัชพืช การใช้สารสกัดจากสาบเสือจึงเป็นทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยช่วยลดการพึ่งพาสารเคมีกำจัดวัชพืชแบบสังเคราะห์ และส่งเสริมระบบการเกษตรอย่างยั่งยืน (Nandi *et al.*, 2009; Weir *et al.*, 2004)

ผลการทดลองดัชนีความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์ แสดงถึงการเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์ในระดับสูงซึ่งอาจเกิดจากผลสะสมของ ROS และการเกิดลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน การเสียหายของเยื่อหุ้มส่งผลกระทบต่อการลำเลียงสารอาหารและการรักษาเสถียรภาพของเซลล์ ROS เป็นตัวทำลายความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มเซลล์ โดยเฉพาะในกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่เป็นองค์ประกอบหลักของฟอสโฟลิปิดในเยื่อหุ้มเซลล์ การรบกวนโครงสร้างเยื่อหุ้มเซลล์นำไปสู่การรั่วไหลของสารภายในเซลล์ เช่น K^+ และอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งสามารถวัดได้ในรูปแบบของค่า Membrane Injury Index ที่เพิ่มขึ้น งานวิจัยของ Velikova *et al.* (2000) ชี้ว่า ROS มีบทบาทสำคัญในการทำลายโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในความสามารถของเยื่อหุ้มในการซึมผ่าน (permeability) นอกจากนี้ การสะสม ROS ยังส่งผลให้เยื่อหุ้มสูญเสียความเสถียรและสมบัติในการเป็นเกราะป้องกันระหว่างสิ่งแวดล้อมภายนอกและภายในเซลล์ การเพิ่มขึ้นของ Membrane Injury Index สอดคล้องกับการสะสมของผลิตภัณฑ์จากลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน เช่น MDA ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ของความเสียหายที่เกิดจาก ROS การเพิ่มขึ้นของ MDA ชี้ให้เห็นถึงการทำลายโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งส่งผลให้เซลล์ไม่สามารถควบคุมการแลกเปลี่ยนสารระหว่างภายในและภายนอกเซลล์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของต้นหญ้าข้าวนกที่แช่ในสารสกัดจากสาบเสือ ซึ่งเป็นการอธิบายถึงกลไกการทำลายพืชของแนวคิดการประยุกต์ใช้ซากพืชอัลลีโลพาที่ร่วมกับการขังน้ำเพื่อควบคุมวัชพืชในนาข้าว ผลการทดลองพบว่า ต้นกล้าหญ้าข้าวนกที่แช่ในสารสกัดจากสาบเสือมีปริมาณรงควัตถุคือ คลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และแคโรทีนอยด์ มีปริมาณลดลงเมื่อระยะเวลาการแช่ที่ยาวนานขึ้น ส่วนปริมาณสาร MDA มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาที่มากขึ้น แสดงให้เห็นถึงการเกิด lipid peroxidation สัมพันธ์กับค่า H_2O_2 ที่เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นถึงการสะสมสาร ROS ซึ่งต่อเนื่องไปจนเกิดค่าที่สูงขึ้นของ ดัชนีความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์ แสดงให้เห็น การรั่วไหลของเซลล์พืช

เอกสารอ้างอิง

- เดช วัฒนชัยยิ่งเจริญ, ธนัชสันท์ พูนไพบุลย์พิพัฒน์, กมลภรณ์ บุญถาวร. (2559). ผลของสารสกัดด้วยน้ำจากสาบเสือต่อพืชทดสอบ และการใช้ต้นคลุกดินเพื่อควบคุมวัชพืชในนาข้าว. วารสารวิชาการเกษตร, 34(3), 244-250.
- นพพล พิมพ์ทอง อุดมพร แพ่งนคร และ ธนัชสันท์ พูนไพบุลย์พิพัฒน์. (2561). การใช้วัชพืชสาบเสือร่วมกับการขังน้ำต่อการควบคุมหญ้าข้าวนก. รายงานการประชุมวิชาการข้าวแห่งชาติ ครั้งที่ 5 วันที่ 23-24 พฤษภาคม 2561 ณ โรงแรมเซ็นทรา ศูนย์ราชการ แจ้งวัฒนะ กรุงเทพฯ.
- วรภรณ์ ฉุยฉาย. (2564). ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดจากพืชในประเทศไทย: ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและอัลลีโลพาตี. วารสารวิจัยและพัฒนา, 10(1), 15-30.
- Apel, K., & Hirt, H. (2004). Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annual Review of Plant Biology*, 55, 373-399.
- Batish, D. R., Singh, H. P., Kaur, M., Kohli, R. K., & Yadav, S. S. (2008). Phytotoxicity of a volatile monoterpene eugenol and its potential use as a bioherbicide. *Crop Protection*, 27(3), 335-339. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.07.017>
- Foyer, C. H., & Noctor, G. (2005). Oxidant and antioxidant signaling in plants: a re-evaluation of the concept of oxidative stress in a physiological context. *Plant, Cell & Environment*, 28(8), 1056-1071.
- Gill, S. S., & Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48(12), 909-930.
- Jaleel, C. A., Gopi, R., Manivannan, P., & Panneerselvam, R. (2009). Antioxidative potentials as a protective mechanism in *Catharanthus roseus* under salinity stress. *Journal of Plant Interactions*, 4(1), 25-32.
- Kapoor, D., Singh, S., Kumar, V., Romero, R., & Prasad, R. (2018). Physiological and biochemical implications of *Artemisia absinthium* L. extracts on plant growth. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(10), 9556-9567.

- Mittler, R., Vanderauwera, S., Suzuki, N., Miller, G., Tognetti, V. B., Vandepoele, K., ... & Van Breusegem, F. (2011). ROS signaling: The new wave? Trends in Plant Science, 16(6), 300–309. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2011.03.007>.
- Kato-Noguchi, H., & Macías, F. A. (2005). Potential of allelopathy of rice varieties for sustainable weed management. Plant Growth Regulation, 46(2), 115-120.
- Nanda, S., Gupta, S., & Kumar, A. (2010). Role of phenolic compounds in oxidative stress and antioxidative defense in plants. Journal of Plant Biochemistry & Biotechnology, 19(3), 137-143.
- Nandi, A. K., & Mandal, G. D. (2009). Allelotoxicity of *Chromolaena odoratum* (L.) King & Robinson on growth, cytology and biochemicals of *Allium cepa* L. Nat. Env. Poll. Tech., 8(3), 395-398.
- Poonpaiboonpipat, T. and Poolkum, S. (2019). Utilization of *Bidens pilosa* var. *radiata* (Sch. Bip.) Sherff integrated with water irrigation for paddy weed control and rice yield production. Weed Biology and Management, 19(2), 31 – 38.
- Rice, E. L. (1984). Allelopathy. Academic Press.
- Sahid, I. and Yusoff, N. (2014). Allelopathic effects of *Chromolaena odorata* (L.) King and Robinson and ‘*Mikania micrantha*’ HBK is on three selected weed species. Australian Journal of Crop Science, 8, 1024–1028.
- Sharma, P., Jha, A. B., Dubey, R. S., & Pessarakli, M. (2012). Reactive oxygen species, oxidative damage and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. Journal of botany, 2012(1), 217037
- Siam Kubota. (2020). Rice Planting Process.
- Singh, H. P., Batish, D. R., & Kohli, R. K. (2003). Allelopathic interactions and allelochemicals: new possibilities for sustainable weed management. Critical Reviews in Plant Sciences, 22(3), 239-311.
- Taban, A., Azin, M., et al. (2020). Impact of Herbicide Overuse on Food Safety and Environmental Pollution.
- Tworowski, T. (2002). Herbicide effects of essential oils. Weed Science, 50(4), 425–431.
- Weir, T. L., Park, S. W., & Vivanco, J. M. (2004). Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. Plant Biology, 7(6), 472-479.
- Pchemitech. "ข้อแตกต่างระหว่างหญ้าข้าวนก หรือ หญ้าพุ่มพวง และ ต้นข้าว."
<https://www.pchemitech.com/content/10955/%E0%B8%AB%E0%B8%8D%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%A7%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%AB%E0%B8%8D%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%9E%E0%B8%B8%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%9E%E0%B8%A7%E0%B8%87>

- Macias, F. A., Varela, R. M., Galindo, J. C., & Marquez, J. (1999). Allelopathic effects of *Stylosanthes guianensis* on weed control and rice yield. *Weed Research*, 39(2), 131–137. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.1999.00134.x>
- Velikova, V., Yordanov, I., & Edreva, A. (2000). Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants: protective role of exogenous polyamines. *Plant Science*, 151(1), 59-66.

ศึกษาความต้านทานสารกำจัดวัชพืชกลุ่มยับยั้งการสร้างกรดอะมิโน (metsulfuron-methyl และ pyrazosulfuron-ethyl) ในหนวดปลาชุก (*Fimbristylis quinquangularis* (Vahl) Kunth) เพื่อการจัดการวัชพืช

เทอดพงษ์ มหาวงศ์ จริญญา ปิ่นสุภา ปรัชญา เอกฐิน อุษณย์ จินดากุล เอกรัตน์ ธนทอง

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

การทดลองความต้านทานสารกำจัดวัชพืชกลุ่มยับยั้งการสร้างกรดอะมิโน metsulfuron-methyl และ pyrazosulfuron-ethyl ดำเนินการพ่นสารเมื่อหนวดปลาชุก มีจำนวนใบ 3-5 ใบ ในประชากรหนวดปลาชุก ที่เก็บเมล็ดจากเขต ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 100 ประชากร พบว่า ประชากรที่พบระดับความต้านทาน จำนวน 23 ประชากรต่อสารในกลุ่ม Sulfonylurea โดยพบประชากรต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช metsulfuron-methyl จำนวน 15 ประชากร ในพื้นที่ปลูกข้าว จ.สุพรรณบุรี ลพบุรี และ พิษณุโลก ส่วนประชากรต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช pyrazosulfuron-ethyl พบจำนวน 19 ประชากร ในพื้นที่ปลูกข้าว จ.สุพรรณบุรี ลพบุรี ปทุมธานี และ พิษณุโลก นอกจากนี้ ประชากรต้านทานและกำลังพัฒนาความต้านทาน metsulfuron-methyl ต้องใช้สาร metsulfuron-methyl ในอัตรา 4 เท่าของอัตราแนะนำของกรมวิชาการเกษตร จึงจะควบคุมประชากรหนวดปลาชุก ได้ ส่วนประชากรต้านทานและกำลังพัฒนาความต้านทาน pyrazosulfuron-ethyl ต้องใช้สาร pyrazosulfuron-ethyl ในอัตรา 8 เท่าของอัตราแนะนำของกรมวิชาการเกษตร จึงจะควบคุมประชากรหนวดปลาชุกต้านทานได้ ในสภาพแปลงวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช propanil (group 5), carfentrazone-ethyl (group 14), bispyribac-sodium (group 2) และ 2,4-D (group 4) มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนวดปลาชุกซึ่งเป็นประชากรต้านทานสารได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับสารกำจัดวัชพืช pyrazosulfuron-ethyl และ metsulfuron-methyl และสามารถใช้อำนาจกำจัดวัชพืช propanil (group 5), carfentrazone-ethyl (group 14), bispyribac-sodium (group 2) และ 2,4-D (group 4) เป็นคำแนะนำในการแก้ปัญหาความต้านทานของหนวดปลาชุกต่อสารกำจัดวัชพืช pyrazosulfuron-ethyl (group 2) และ metsulfuron-methyl

คำหลัก: หนวดปลาชุก สารกำจัดวัชพืช propanil carfentrazone-ethyl bispyribac-sodium 2,4-D metsulfuron-methyl pyrazosulfuron-ethyl วัชพืชต้านทาน

OW-04

ภาคบรรยาย

Study herbicides resistance of metsulfuron-methyl and pyrazosulfuron-ethyl on *Fimbristylis quinquangularis* (Vahl) Kunth for weeds control.

Terdphong Mahawong Jaranya Pinsupa Pruchya Ekkathin

Aussanee Jindakul Aekarat Thanutong

Plant Protection Research and Development Office Department of Agriculture, Bangkok 10900,

ABSTRACT

Experiments on resistance to herbicides that inhibit the production of amino acids. metsulfuron-methyl and pyrazosulfuron-ethyl Carry out spraying when catfish whiskers have 3 - 5 leaves in the catfish whiskers population. Seeds were collected from 100 populations in the central, northern, and northeastern regions. It was found that 23 populations had resistance to substances in the Sulfonylurea group, with populations resistant to herbicides. metsulfuron-methyl, 15 people in rice growing areas, Suphanburi, Lopburi and Phitsanulok provinces. The population is resistant to herbicides. pyrazosulfuron-ethyl was found in 19 populations in rice growing areas in Suphanburi, Lopburi, Pathum Thani and Phitsanulok provinces In addition, populations are resistant and are developing resistance to the substance metsulfuron-methyl must be used at a rate 4 times the recommended rate of the Department of Agriculture can be controlled *Fimbristylis quinquangularis* (Vahl) Kunth The population is resistant and is developing resistance to the substance. pyrazosulfuron-ethyl must use pyrazosulfuron-ethyl at a rate 8 times the recommended rate of the Department of Agriculture can be controlled *Fimbristylis quinquangularis* (Vahl) Kunth. In the field, propanil (group 5), carfentrazone-ethyl (group 14), bispyribac-sodium (group 2) และ 2,4-D (group 4) had the good efficacy to controlled *Fimbristylis quinquangularis* (Vahl) Kunth which are the population resistant better than pyrazosulfuron-ethyl and metsulfuron-methyl.

Keywords: *Fimbristylis quinquangularis* (Vahl) Kunth herbicide resistance metsulfuron-methyl pyrazosulfuron-ethyl propanil carfentrazone-ethyl bispyribac-sodium 2,4-D

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญทั้งการบริโภคภายในประเทศและส่งออกไปในตลาดโลก จากข้อมูลสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ในปี พ.ศ. 2561/62 ประเทศไทยผลิตข้าวได้รวม 25.1 ล้านตัน ใช้เพื่อการบริโภค ทำพันธุ์ ส่งออกไปขายในตลาดโลก ข้าวเปลือกเจ้าราคาสูงขึ้นเนื่องจากผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการ และมีคำสั่งซื้อจากต่างประเทศเพิ่มขึ้น ประกอบกับผลกระทบจากภัยแล้งที่มีผลต่อปริมาณผลผลิตในรอบนาปรัง (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2562) ปัญหาสำคัญอันดับหนึ่งที่ทำให้เกษตรกรไม่ได้ผลผลิตข้าวสูง และต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาแปลงปลูกข้าวมาก คือ การระบาดของวัชพืชหลากหลายชนิดรวมทั้งข้าวปนที่เมล็ดติดมากับเครื่องจักรที่ใช้ในการเก็บเกี่ยว วัชพืชสำคัญที่พบในนาข้าว เช่น หญ้าข้าวนก หญ้านกสีชมพู หญ้าดอกขาว หญ้าแดง ผักปอดนา ขาเขียด กกทราย กกขนาก หนวดปลาชุก ผักแว่น (กรมการข้าว, 2562) เพื่อให้ได้ผลผลิตข้าวสูง เกษตรกรจึงมีการกำจัดวัชพืชทุกครั้ง สำหรับการกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานในนาหว่านน้ำตมทำได้ยากกว่าวิธีการทำนาชนิดอื่น ๆ เนื่องจากต้นข้าวและวัชพืชจะงอกพร้อม ๆ กัน ประกอบกับการหว่านข้าวลงในนาไม่ได้ปลูกเป็นแถวเป็นแนว และการจำแนกต้นอ่อนและต้นกล้าระหว่างข้าวกับวัชพืชก็ยิ่งทำได้ยากลำบาก ซึ่งความเสียหายจากการระบาดของวัชพืชมีผลทำให้ผลผลิตข้าวลดลงได้ถึง 30 – 70 % ขึ้นกับชนิดและปริมาณวัชพืช การใช้สารกำจัดวัชพืชในนาหว่านน้ำตมเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว และหาซื้อได้ง่าย ประการสำคัญคือประหยัดกว่าการจ้างด้วยแรงงาน โดยการใช้สารกำจัดวัชพืชมีช่วงเวลาการใช้มีทั้งก่อนปลูกข้าว (pre-planting) แบบประเภทคุม (pre-emergence) แบบประเภทคุม-ฆ่า (early post-emergence) และประเภทฆ่า (post-emergence) สารกำจัดวัชพืชที่มีการแนะนำให้ใช้ในนาหว่านน้ำตม เช่น เพอร์ทิลาลอร์, บิวทาคลอร์, เพอร์ทิลาลอร์+ไพริเบนโซซิม, บิวทาคลอร์+โพรพานิล, ไพราโซซัลฟูรอน-เอทิล, ไธโอเบนคาร์บ+2, 4-ดี, บิสไพริแบก - โซเดียม, 2, 4-ดี, โพรพานิล+2, 4-ดี, เมทซัลฟูรอน-เมทิล+เบนซัลฟูรอน-เมทิล (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2547) การเลือกใช้ยา หรือการใช้ยาตัวเดิมแบบซ้ำ ๆ ทุกฤดู อาจจะทำให้เกิดความต้านทานสารกับวัชพืช จากการรายงานของเกษตรกรในเขตพื้นที่ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี และ อ.สรรคบุรี จ.ชัยนาท พบว่า หนวดปลาชุกไม่สามารถควบคุมได้ด้วยการใช้สารกำจัดวัชพืชในกลุ่มที่ยับยั้งเอนไซม์ acetolactate synthase (ALS) ซึ่งหนวดปลาชุก (*Fimbristylis quinquangularis* (Vahl) Kunth) เป็นวัชพืชที่เป็นปัญหาสำคัญในข้าวนาหว่านน้ำตม ทำให้ผลผลิตข้าวได้รับความเสียหายมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ และอาจจะเกิดความต้านทานสารหลายกลุ่มในประชากรของหนวดปลาชุกสายพันธุ์ที่ต้านทานสารไปย้งสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่นๆ ที่ใช้ในนาข้าว (รุจนะ และ คณะ, 2560) ดังนั้น ควรนำมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา และทราบสถานการณ์หนวดปลาชุกต้านทานสารกลุ่มที่ยับยั้งเอนไซม์ acetolactate synthase (ALS) หาอัตราการใช้ที่เหมาะสม เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี ไม่กระทบต่อผลผลิตข้าว และเป็นทางเลือกให้เกษตรกร รวมทั้งใช้เป็นคำแนะนำของกลุ่มวิจัยวัชพืช ให้เกษตรกรใช้สารกำจัดวัชพืชได้ถูกต้อง

วัตถุประสงค์ของโครงการนี้ คือ เพื่อศึกษาข้อมูลการแพร่กระจายของหนวดปลาชุกต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชในนาข้าว ระดับความต้านทานของหนวดปลาชุกต่อสารกำจัดวัชพืช และวิธีการจัดการหนวดปลาชุกต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชในนาข้าวโดยใช้วิธีการใช้สารกำจัดวัชพืชแบบหมุนเวียนกลุ่มต่างๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

- เมล็ดหนวดปลาดุก
- กระบะ และดินปลูก
- ป้ายแปลง และธงกระดาษ
- อุปกรณ์สำหรับตวงสาร ชั่งสาร
- ถังพ่นยาแบบเครื่องยนต์สะพายหลัง
- สารกำจัดวัชพืช: metsulfuron-methyl, pyrazosulfuron-ethyl, bispyribac-sodium, pyribenxozim, propanil, carfentrazone-ethyl, clomazone, 2,4-D, bensulfuron-methyl, ethoxysulfuron

วิธีการ

ขั้นตอนที่ 1 สํารวจและเก็บตัวอย่างเมล็ดหนวดปลาดุกในพื้นที่ปลูกข้าวสําคัญของประเทศไทย

ดําเนินการสํารวจและเก็บตัวอย่างเมล็ดหนวดปลาดุก พร้อมกับบันทึกพิกัดแปลงประวัติการใช้สารกำจัดวัชพืชย้อนหลัง 5 ปี ในนาข้าวเขตภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จำนวน 100 แปลง โดยเดินสุ่มในแนวทแยงมุม นำเมล็ดวัชพืชที่ได้มาคัดแยก เก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อรอการทดสอบ และเก็บเมล็ดหนวดปลาดุกจากแปลงที่ไม่มีประวัติการใช้สารกำจัดวัชพืชเพื่อเป็นตัวควบคุมการทดลอง (susceptible check)

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบความต้านทานของหนวดปลาดุกต่อสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Sulfonylurea

ดําเนินการเพาะเมล็ดหนวดปลาดุกในถาดเพาะ จำนวน 100 ประชากร ประชากรละ 20 ต้นต่อถาด จำนวน 3 ซ้ํา จากนั้นพ่นสารกำจัดวัชพืช metsulfuron-methyl และ pyrazosulfuron-ethyl อัตรา 7 และ 7 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ เมื่อหนวดปลาดุกมีจำนวนใบ 3 – 5 ใบ โดยใช้เครื่องพ่นสารแบบสับโยกสะพายหลัง หัวพ่นแบบพัด ปริมาณน้ำ 80 ลิตร/ไร่ หลังพ่นสารทำการนับจำนวนต้นวัชพืชที่รอดตาย ที่ระยะ 14 วัน หลังพ่นสารกำจัดวัชพืช โดยเปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสารกำจัดวัชพืชและนำค่าที่ได้คำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การรอดตายของวัชพืช โดยเปรียบเทียบกับจำนวนต้นของประชากรเดียวกันที่ไม่พ่นสาร โดยแบ่งระดับความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืชเป็น 3 ระดับ ตามแบบ (Llewellyn and Powle, 2001) ดังนี้

เปอร์เซ็นต์การรอดตาย	ระดับความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช
0	ประชากรอ่อนแอ (Susceptible population)
1-20	ประชากรที่กำลังพัฒนาความต้านทาน (Developing resistance population)
มากกว่า 20	ประชากรต้านทาน (Resistant population)

ขั้นตอนที่ 3 ทดสอบการตอบสนองของหนวดปลาดุกต่อสารกำจัดวัชพืช (Dose response assay)

นำประชากรหนวดปลาดุกที่มีความต้านทาน และอ่อนแอ ต่อสารกำจัดวัชพืช metsulfuron-methyl และ pyrazosulfuron-ethyl มาปลูกเพื่อทดสอบการตอบสนองต่อสารกำจัดวัชพืช metsulfuron-methyl และ pyrazosulfuron-ethyl ในอัตรา 0 0.5X 1X 2X 4X 8X และ 16X ของอัตราแนะนำ และทำการบันทึกข้อมูลหลังพ่นสาร 14 วัน โดยในการทดลองทุกครั้งจะใช้ประชากรที่อ่อนแอเป็นตัวเปรียบเทียบ

การบันทึกข้อมูล

1. นับจำนวนต้นรอด ที่ระยะ 14 วันหลังพ่นสาร
2. คำนวณเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของประชากรหนวดปลาดุก นำเปอร์เซ็นต์ที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย
เปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของประชากรหนวดปลาดุก (x_1) = $\frac{\text{จำนวนต้นรอดของประชากร } (x_1)}{\text{ค่าเฉลี่ยจำนวนต้นรอดของประชากรcontrol } (x_1)} \times 100$
3. คำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของหนวดปลาดุก นำเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย
เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของประชากรหนวดปลาดุก (x_1) = $\frac{\text{น้ำหนักแห้งของประชากร } (x_1)}{\text{ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของประชากรcontrol } (x_1)} \times 100$
4. นำค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของแต่ละประชากรมาคำนวณหาค่า GR_{50} (the concentration required to reduce growth by 50%) เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารและการตอบสนองต่อสารกำจัดวัชพืช (dose response curve) โดยใช้โปรแกรม sigma plot v.10

ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดวัชพืชที่มีกลไกการทำลายต่างกลุ่ม ในสภาพเรือนทดลอง

ปลูกหนวดปลาดุก ในสภาพพลาสติกบรรจุดินนา เมื่อหนวดปลาดุกมีขนาด 3 - 5 ใบ พ่นด้วยสารกำจัดวัชพืชที่มีกลไกการทำลายกลุ่ม วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 11 กรรมวิธี ดังนี้

Treatment	Herbicides	Rate (g ai/rai)
1	bispyribac-sodium (group 2)	7
2	pyribenxozim (group 2)	7
3	propanil (group 5)	306
4	carfentrazone-ethyl (group 14)	4.8
5	clomazone (group 13)	38.4
6	2,4-D (group 4)	210
7	bensulfuron-methyl (group 2)	7
8	metsulfuron-methyl (group 2)	7
9	ethoxysulfuron (group 2)	3.75
10	pyrazosulfuron-ethyl (group 2)	7
11	control	-

นำประชากรหนวดปลาดุกที่มีความต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช metsulfuron-methyl และ pyrazosulfuron-ethyl มาปลูกในกระเบเพาะ ประชากรละ 20 ต้นต่อกระเบ พ่นสารกำจัดวัชพืชตามกรรมวิธี เมื่อหนวดปลาดุกมีจำนวนใบ 3-5 ใบ โดยใช้เครื่องพ่นสารแบบสะพายหลัง ประกอบหัวพ่นแบบพัด ปริมาณน้ำ 80 ลิตร/ไร่ การบันทึกข้อมูล ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช ที่ระยะ 15 และ 30 วัน หลังพ่นสาร และ น้ำหนักแห้งของวัชพืช ที่ระยะ 30 หลังพ่นสาร

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบประสิทธิภาพกำจัดวัชพืชที่มีกลไกการทำลายต่างกลุ่ม เพื่อกำหนดชนิดปลาตุกในสภาพแปลง

นำสารกำจัดวัชพืชที่สามารถกำจัดชนิดปลาตุกได้ดี ในขั้นตอนที่ 4 อย่างน้อย 2 ชนิด มาทดสอบในแปลงนาข้าวที่พบความต้านทานของชนิดปลาตุก วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำ 11 กรรมวิธี ดังนี้

Treatment	Herbicide	Rate (g ai/rai)
1	bispyribac-sodium (กลุ่ม 2)	7
2	propanil (กลุ่ม 5)	306
3	carfentrazone-ethyl (กลุ่ม 14)	4.8
4	2,4-D (กลุ่ม 4)	210
5	metsulfuron-methyl (กลุ่ม 2)	7
6	pyrazosulfuron-ethyl (กลุ่ม 2)	7
7	hand weeding	-
8	control	-

บันทึกข้อมูล ประสิทธิภาพในการควบคุมชนิดปลาตุก ที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่น บันทึกข้อมูลความเป็นพิษที่ระยะ 7, 15 และ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช และบันทึกการเจริญเติบโต ด้านความสูง จำนวนต้นข้าว และผลผลิตข้าว

เวลาและสถานที่

ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2565 ถึง กันยายน 2567

1. พื้นที่ปลูกข้าว ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
2. เรือนทดลองของกลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร
3. แปลงนาข้าวของเกษตรกรในพื้นที่ที่พบความต้านทาน

ผลการทดลองและวิจารณ์

ขั้นตอนที่ 1 สำรวจและเก็บตัวอย่างเมล็ดชนิดปลาตุกในพื้นที่ปลูกข้าวสำคัญของประเทศไทย

เก็บเมล็ดชนิดปลาตุกได้ 100 ประชากรในพื้นที่ปลูกข้าวในเขตภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัด สุพรรณบุรี ชัยนาท อ่างทอง นนทบุรี สิงห์บุรี ลพบุรี พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี อุบลราชธานี ศรีสะเกษ สุรินทร์ นครราชสีมา พิษณุโลก อุดรดิตถ์ เชียงใหม่และ เชียงราย

ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบความต้านทานของชนิดปลาตุกต่อสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม Sulfonylurea

จากการทดลอง พบว่า มีการกระจายตัวของประชากรเป็น 3 ระดับ คือระดับต้านทาน (resistant population) ระดับกำลังพัฒนาความต้านทาน (developing resistant population) และระดับอ่อนแอ (susceptible) ต่อสารกำจัดวัชพืชในกลุ่ม Sulfonylurea โดยพบระดับความต้านทาน จำนวน 23 ประชากร ต่อสารในกลุ่ม Sulfonylurea โดยพบประชากรต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช metsulfuron-methyl จำนวน 15 ประชากร ในพื้นที่ปลูกข้าว จ.สุพรรณบุรี ลพบุรี และ พิษณุโลก ส่วนประชากรต้านทานต่อสารกำจัดวัชพืช pyrazosulfuron-ethyl พบจำนวน 19 ประชากร ในพื้นที่ปลูกข้าว จ.สุพรรณบุรี ลพบุรี ปทุมธานี และ พิษณุโลก

ขั้นตอนที่ 3 ทดสอบการตอบสนองของหมวดปลาดุกต่อสารกำจัดวัชพืช (Dose response assay)

การทดลองที่ 1 ทดสอบการตอบสนองของหมวดปลาดุกต่อสารกำจัดวัชพืช metsulfuron-methyl pyrazosulfuron-ethyl ในข้าวนาหว่านน้ำตม

จากการทดลอง พบว่า วิธีพ่นสาร metsulfuron-methyl อัตราแนะนำ(1x) มีเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของประชากร หมวดปลาดุกอยู่ที่ 6.7-66.7 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 2 เท่าของอัตราแนะนำ(2x) มีเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของประชากรหมวดปลาดุกอยู่ที่ 6.7-23.3 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการพ่นสาร metsulfuron-methyl อัตรา 4 เท่าของอัตราแนะนำ(4x) อัตรา 8 เท่าของอัตราแนะนำ(8x) และอัตรา 16 เท่าของอัตราแนะนำ(16x) พบว่าประชากรหมวดปลาดุกตายหมด มีเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของประชากรหมวดปลาดุกเท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีไม่พ่นสาร(0x) และอัตรา ½ ของอัตราแนะนำ(0.5x) มีเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของประชากรหมวดปลาดุกอยู่ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Table 3) สำหรับการพ่นสาร pyrazosulfuron-ethyl ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ การพ่นสาร metsulfuron-methyl อัตราแนะนำ(1x) มีเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของประชากรหมวดปลาดุกอยู่ที่ 3.3-100 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 2 เท่าของอัตราแนะนำ(2x) มีเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของประชากรหมวดปลาดุกอยู่ที่ 3.3-100.0 เปอร์เซ็นต์ การพ่นสาร pyrazosulfuron-ethyl อัตรา 4 เท่าของอัตราแนะนำ(4x) มีเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของประชากรหมวดปลาดุกอยู่ที่ 16.7-66.7 เปอร์เซ็นต์ สำหรับอัตรา 8 เท่าของอัตราแนะนำ(8x) และอัตรา 16 เท่าของอัตราแนะนำ(16x) พบว่าประชากรหมวดปลาดุกตายหมดมีเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของประชากรหมวดปลาดุกเท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีไม่พ่นสาร(0x) และอัตรา ½ ของอัตราแนะนำ(0.5x) และมีเปอร์เซ็นต์ความอยู่รอดของประชากรหมวดปลาดุกอยู่ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Table 5-6)

จากการทดลอง พบว่า วิธีพ่นสาร metsulfuron-methyl อัตราแนะนำ(1x) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของประชากรหมวดปลาดุกอยู่ที่ 4.9-26.2 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 2 เท่าของอัตราแนะนำ(2x) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของประชากรหมวดปลาดุกอยู่ที่ 5.4-65.0 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการพ่นสาร metsulfuron-methyl อัตรา 4 เท่าของอัตราแนะนำ(4x) อัตรา 8 เท่าของอัตราแนะนำ(8x) และอัตรา 16 เท่าของอัตราแนะนำ(16x) ไม่พบเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของประชากรหมวดปลาดุก 0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีไม่พ่นสาร(0x) และอัตรา ½ ของอัตราแนะนำ(0.5x) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของประชากรหมวดปลาดุกอยู่ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Table 4) พบว่า วิธีพ่นสาร metsulfuron-methyl อัตราแนะนำ(1x) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของประชากรหมวดปลาดุกอยู่ที่ 4.9-26.2 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 2 เท่าของอัตราแนะนำ(2x) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของประชากรหมวดปลาดุกอยู่ที่ 5.4-65.0 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการพ่นสาร metsulfuron-methyl อัตรา 4 เท่าของอัตราแนะนำ(4x) อัตรา 8 เท่าของอัตราแนะนำ(8x) และอัตรา 16 เท่าของอัตราแนะนำ(16x) ไม่พบเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของประชากรหมวดปลาดุก 0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีไม่พ่นสาร(0x) และอัตรา ½ ของอัตราแนะนำ(0.5x) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของประชากรหมวดปลาดุกอยู่ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Table 4) สำหรับวิธีพ่นสาร pyrazosulfuron-ethyl อัตราแนะนำ (1x) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของประชากร หมวดปลาดุก อยู่ที่ 2.0-74.1 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 2 เท่าของอัตราแนะนำ (2x) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของประชากรหมวดปลาดุกอยู่ที่ 5.0-54.1 เปอร์เซ็นต์ การพ่นสาร pyrazosulfuron-ethyl อัตรา 4 เท่าของอัตราแนะนำ(4x) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของประชากรหมวดปลาดุกอยู่ที่ 0.4-37.4 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการพ่นสารอัตรา 8 เท่า

ของอัตราแนะนำ(8x) และอัตรา 16 เท่าของอัตราแนะนำ(16x) ไม่พบเปอร์เซ็นต์น้ำหนักรบกวนของประชากรหนวดปลาดุก 0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีไม่พ่นสาร(0x) และอัตรา ½ ของอัตราแนะนำ(0.5x) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักรบกวนของประชากรหนวดปลาดุกอยู่ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 4 ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชที่มีกลไกการทำลายต่างกลุ่ม ในสภาพเรือนทดลอง

จากการทดลอง พบว่า สารกำจัดวัชพืช bispyribac-sodium, propanil, carfentrazone-ethyl, 2,4-D มีประสิทธิภาพในการควบคุมหนวดปลาดุกได้ดี กว่าสารกำจัดวัชพืชในกรรมวิธีอื่นๆ จึงได้คัดเลือกสารกำจัดวัชพืช bispyribac-sodium, propanil, carfentrazone-ethyl, 2,4-D เพื่อทดสอบในสภาพแปลง (Table 1)

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชที่มีกลไกการทำลายต่างกลุ่ม เพื่อกำจัดหนวดปลาดุกในสภาพแปลง

จากการทดลอง พบว่า นำสารกำจัดวัชพืช bispyribac-sodium, propanil, carfentrazone-ethyl, 2,4-D ทดสอบในสภาพแปลงที่พบหนวดปลาดุกเป็นวัชพืชหลักและต้านทานใน อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี โดยมีสาร metsulfuron-methyl, pyrazosulfuron-ethyl กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชเป็นวิธีเปรียบเทียบ พบว่า สารกำจัดวัชพืช propanil, carfentrazone-ethyl มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนวดปลาดุกได้ดีกว่าสารกำจัดวัชพืช bispyribac-sodium และ 2,4-D เล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับสารกำจัดวัชพืช pyrazosulfuron-ethyl และ metsulfuron-methyl โดยพบจำนวนต้นและน้ำหนักรบกวนของหนวดปลาดุกน้อยกว่าและแตกต่างกัน แต่จะแสดงอาการเป็นพิษเล็กน้อยต่อข้าว และอาการดังกล่าวจะหายไปหลัง 7 วัน อีกทั้งในกรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืช propanil, carfentrazone-ethyl, bispyribac-sodium และ 2,4-D ยังให้ผลผลิตที่สูงกว่ากรรมวิธีที่พ่นสารกำจัดวัชพืช pyrazosulfuron-ethyl และ metsulfuron-methyl (Table 2-6)

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

1. วิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช propanil (group 5), carfentrazone-ethyl (group 14), bispyribac-sodium (group 2) และ 2,4-D (group 4) มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนวดปลาดุกซึ่งเป็นประชากรต้านทานสารได้ดี เมื่อเปรียบเทียบกับสารกำจัดวัชพืช pyrazosulfuron-ethyl และ metsulfuron-methyl
2. สามารถใช้สารกำจัดวัชพืช propanil (group 5), carfentrazone-ethyl (group 14), bispyribac-sodium (group 2) และ 2,4-D (group 4) เป็นคำแนะนำในการพบความต้านทานของหนวดปลาดุกต่อสารกำจัดวัชพืช pyrazosulfuron-ethyl (group 2) และ metsulfuron-methyl (group 2)

คำขอบคุณ

คณะนักวิจัยขอแสดงความขอบคุณต่อกรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ และ เกษตรกร จังหวัดสุพรรณบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือในการใช้สถานที่และโรงเรือนทำการวิจัย และความช่วยเหลือต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ในการดำเนินการวิจัยของโครงการนี้ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2562. [Online]. Available. <http://www.ricethailand.go.th/Rkb/weed/index.php-file=content.php&id=46.htm>

รจนะ ภิญโญศักดิ์ จำเนียร ชมภู และ ทศพล พรพรหม.2560. การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 13. หน้า 382

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2562. [Online].

Available. <http://www.oae.go.th/view/1/ดัชนีราคาและผลผลิต/TH-TH> (20/11/2562)

Table 1 Efficacy of weeds control at 15 and 30 days after application and weeds dry weight at 30 DAA in the experimental greenhouse. Spray at weeds stage with 3-5 leaves.

Treatment	Herbicides	Rate of application (g ai/rai)	Efficacy		Weeds dry weight at 30 DAA (g /m ²)
			15 DAA	30 DAA	
1	bispyribac-sodium (group 2)	7	9	8	4.2 a
2	pyribenxozim (group 2)	7	6	5	15.8 c
3	propanil (group 5)	306	10	9	3.3 a
4	carfentrazone-ethyl (group 14)	4.8	10	9	3.0 a
5	clomazone (group 14)	38.4	6	4	10.4 b
6	2,4-D (group 4)	210	10	9	2.5 a
7	bensulfuron-methyl (group 2)	7	6	4	8.4 b
8	metsulfuron-methyl (group 2)	7	9	8	4.6 a
9	ethoxysulfuron (group 2)	3.75	6	5	13.8 c
10	pyrazosulfuron-ethyl (group 2)	7	6	4	15.9 c
11	control	-	0	0	35.8 d
C.V.%					53.2

Table 2 Efficacy of weeds control at 30 and 60 days after application at Sri Prachan District and Nong Ya Sai District.

Herbicides	Rate of application (g ai/rai)	Efficacy			
		Sri Prachan District		Nong Ya Sai District	
		30 DAA	60 DAA	30 DAA	60 DAA
1. bispyribac-sodium (group 2)	7	9	7	9	8
2. propanil (group 5)	306	9	8	9	8
3. carfentrazone-ethyl (group 14)	4.8	10	8	9	8
4. 2,4-D (group 4)	210	10	8	9	8
5. metsulfuron-methyl (group 2)	7	9	8	9	8
6. pyrazosulfuron-ethyl (group 2)	7	6	4	7	5
7. hand weeding	-	10	10	10	10
8. control	-	0	0	0	0

Efficacy level: 0 = no control 1-3 = slightly control 4-6 = moderately control 7-9 = good control 10 = completely control

DAA = Days after application

Table 3 Phytotoxicity at 7, 15 and 30 days after application and Number of rice at 15 daa at Sri Prachan District.

Herbicides	Rate of application (g ai/rai)	Phytotoxicity			Number of rice at 15 DAA (plant /m ²) ^{1/}
		7 DAA	15 DAA	30 DAA	
1. bispyribac-sodium (group 2)	7	0	0	0	324.0 a
2. propanil (group 5)	306	1	0	0	320.5 a
3. carfentrazone-ethyl (group 14)	4.8	1	0	0	323.0 a
4. 2,4-D (group 4)	210	0	0	0	316.5 a
5. metsulfuron-methyl (group 2)	7	1	0	0	324.5 a
6. pyrazosulfuron-ethyl (group 2)	7	0	0	0	317.5 a
7. hand weeding	-	-	-	-	321.0 a
8. control	-	-	-	-	318.0 a
C.V. (%)					18.4

Phytotoxicity rating was assessed by visual rate from 0-10, 0 = normal 1-3 = slightly toxic 4-6 = moderately toxic 7-9 = severely toxic 10 =completely killed

DAA = Days after application

^{1/}Means within the same column followed by same letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 4 Efficacy of weeds control at 7, 15 and 30 days after application at Nong Ya Sai District.

Herbicides	Rate of application (g ai/rai)	Phytotoxicity			Number of rice at 15 DAA (plant /m ²) ^{1/}
		7 DAA	15 DAA	30 DAA	
1. bispyribac-sodium (group 2)	7	0	0	0	318.0 a
2. propanil (group 5)	306	2	0	0	310.0 a
3. carfentrazone-ethyl (group 14)	4.8	2	0	0	316.5 a
4. 2,4-D (group 4)	210	0	0	0	309.0 a
5. metsulfuron-methyl (group 2)	7	1	0	0	320.5 a
6. pyrazosulfuron-ethyl (group 2)	7	0	0	0	311.0 a
7. hand weeding	-	-	-	-	308.5 a
8. control	-	-	-	-	316.5 a
C.V. (%)					12.9

Phytotoxicity rating was assessed by visual rate from 0-10, 0 = normal 1-3 = slightly toxic 4-6 = moderately toxic 7-9 = severely toxic 10 =completely killed

DAA = Days after application

^{1/}Means within the same column followed by same letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 5 Effected of weeds and herbicides to Height at 30, 60 and harvest and yield at Sri Prachan District.

Herbicides	Rate of application (g ai/rai)	Height (cm.) ^{1/}			Yield (Kg/rai) ^{1/}
		30 DAA	60 DAA	Harvested	
1. bispyribac-sodium (group 2)	7	35.6 a	64.2 b	87.4 a	858.5 a
2. propanil (group 5)	306	33.3 ab	64.8 b	88.5 a	846.6 a
3. carfentrazone-ethyl (group 14)	4.8	33.9 ab	63.6 b	83.3 b	870.4 a
4. 2,4-D (group 4)	210	34.5 a	68.8 a	87.5 a	834.0 a
5. metsulfuron-methyl (group 2)	7	35.2 a	62.5 b	82.1 b	530.2 b
6. pyrazosulfuron-ethyl (group 2)	7	31.0 b	60.5 b	75.5 c	512.2 b
7. hand weeding	-	36.2 a	70.5 a	90.0 a	880.4 a
8. control	-	30.1 c	53.7 c	65.2 d	276.5 d
C.V. (%)		12.7	13.5	15.8	32.2

^{1/}Means within the same column followed by same letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

Table 6 Effected of weeds and herbicides to Height at 30, 60 and harvest and yield at Nong Ya Sai District.

Herbicides	Rate of application (g ai/rai)	Height (cm.) ^{1/}			Yield (Kg/rai) ^{1/}
		30 DAA	60 DAA	Harvested	
1. bispyribac-sodium (group 2)	7	36.2 a	66.4 a	84.6 a	820.8 a
2. propanil (group 5)	306	36.6 a	66.5 a	82.8 a	816.5 a
3. carfentrazone-ethyl (group 14)	4.8	36.0 a	64.5 a	84.5 a	800.4 a
4. 2,4-D (group 4)	210	35.1 a	64.6 a	82.0 a	822.5 a
5. metsulfuron-methyl (group 2)	7	35.5 a	60.4 b	72.5 b	505.0 b
6. pyrazosulfuron-ethyl (group 2)	7	34.0 a	61.0 b	73.5 b	525.8 b
7. hand weeding	-	36.8 a	68.5 a	85.5 a	864.5 a
8. control	-	30.1 b	50.2 c	61.5 c	304.6 d
C.V. (%)		14.2	10.7	14.0	28.5

^{1/}Means within the same column followed by same letters are not significantly different at the 5% level by DMRT

ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในมันสำปะหลัง เพื่อเป็นสารทางเลือก และผลิตพืชปลอดภัย

ยุรวรรณ อนันตมณี อมฤต ศิริอุดม เทอดพงษ์ มหาวงศ์ จริญญา ปิ่นสุภา อุษณีย์ จินดากุล
ปรัชญา เอกธิน ภัทร์พิชชา รุจิระพงศ์ชัย เอกรัตน์ ธนุทอง สิริชัย สารวิจารณ์

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

ศึกษาประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในมันสำปะหลัง เพื่อเป็นสารทางเลือกและผลิตพืชปลอดภัย ดำเนินการทดลองระหว่างเดือน มีนาคม 2565 ถึง ธันวาคม 2566 ที่ จังหวัดลพบุรี และจังหวัดนครราชสีมา วางแผนการทดลองแบบ RCB 3 ซ้ำ จำนวน 10 กรรมวิธี พบว่า การพ่นสารกำจัดวัชพืช acetochlor + flumioxazin อัตรา 300+30 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ การพ่นสาร acetochlor+metribuzin อัตรา 300+70 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ acetochlor อัตรา 300 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีถึงดีมาก สอดคล้องกันทั้ง 2 แปลงทดลอง สารกำจัดวัชพืชทั้ง 2 ชนิด ไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต โดยที่ระยะ 70-90 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช ต้นมันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตดี ใบมันสำปะหลังปกคลุมระหว่างร่อง ทำให้วัชพืชไม่เจริญเติบโต จึงไม่ต้องพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก ส่วนกรรมวิธีพ่นสาร quizalofop + flumioxazin อัตรา 16+20 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ quizalofop+diuron อัตรา 16+400 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ที่ปล่อยให้วัชพืชงอกแล้วจึงทำการพ่นสาร มีประสิทธิภาพในการควบคุมได้ระดับปานกลาง และมีความสูงของต้นมันสำปะหลังน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการกำจัดวัชพืชด้วยการพ่นสารกำจัดวัชพืช acetochlor+flumioxazin อัตรา 300+30 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ การพ่นสาร acetochlor+metribuzin อัตรา 300+70 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ acetochlor อัตรา 300 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ซึ่งการพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกที่มีประสิทธิภาพ ช่วยควบคุมวัชพืชได้ยาวนาน ทำให้ไม่จำเป็นต้องพ่นสารกำจัดวัชพืชหลังงอก ซึ่งจะสามารถช่วยลดต้นทุน และจำนวนครั้งในการพ่นสารกำจัดวัชพืชให้กับเกษตรกรได้

คำหลัก: มันสำปะหลัง สารกำจัดวัชพืช สารกำจัดวัชพืชทางเลือก

OW-05

ภาคบรรยาย

Efficacy of herbicide for control weed in cassava for alternative herbicides and safety crop production system

Yurawan Anantanamanee Amarit Siriudom Terdphong Mahawong Jarunya Pinsupa

Aussanee Chindakul Pruchya Ekkathin Phatphicha Rujiraphongchai

Akekarat Tanutong Sirichai Sathuvichan

Plant protection Research and Development Office, Department of Agriculture, Bangkok 10900

ABSTRACT

Studying the efficiency of herbicides in cassava to be an alternative herbicide and produce safe crop. The experiments were conducted between March 2022 and December 2023 in Lopburi Province and Nakhon Ratchasima Province. The RCB experiment was planned for 3 replicates with 10 treatments. The result found treatment of apply acetochlor+ flumioxazin at rate 300+30 gai/rai, acetochlor+metribuzin at rate 300+70 gai/rai and acetochlor at rate 300 gai/rai gave a good efficacy for weed control, no effect on cassava growth and yield. Treatment of quizalofop+flumioxazin at rate 16+20 gai/rai and quizalofop+diuron at rate 16+400 gai/rai spray after weed germinate gave moderate weed control and height of cassava plant are significant difference between treatment of acetochlor+flumioxazin, acetochlor+metribuzin and acetochlor. Tank mix of pre-emergence herbicide gave a good efficacy, reduce costs and the number of times for spray herbicides in cassava crop production.

Keywords: Cassava, Herbicide, Alternative Herbicides

คำนำ

มันสำปะหลัง เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย ประเทศไทยมีพื้นที่เก็บเกี่ยวทั้งสิ้น 8.92 ล้านไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) สาเหตุที่เกษตรกรนิยมปลูกมันสำปะหลัง เนื่องจากปลูกง่าย ทนทานต่อสภาพแห้งแล้ง มีโรคแมลงรบกวนน้อย แต่วัชพืชเป็นศัตรูพืชที่เกษตรกรต้องพบเจอตลอดฤดูกาลปลูก และวัชพืชยังส่งผลกระทบต่อผลผลิตมันสำปะหลัง วัชพืชเป็นศัตรูสำคัญในการผลิตมันสำปะหลัง ระยะวิกฤตของวัชพืชไม่เกิน 2-3 เดือน (Dolland and Diedrahita, 1973) หากปล่อยให้วัชพืชขึ้นแข่งขึ้นนานกว่าระยะวิกฤต จะทำให้ผลผลิตเสียหายได้ตั้งแต่ 25-100 เปอร์เซ็นต์ วิธีการจัดการวัชพืชในมันสำปะหลัง สามารถทำได้ทั้งการใช้แรงงาน เครื่องจักรกล การเขตกรรม และการใช้สารกำจัดวัชพืช (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554) แต่ในปัจจุบันแรงงานภาคเกษตรขาดแคลน มีราคาแพงสูง ทำให้ต้นทุนต่อไร่เพิ่มมากขึ้น เกษตรกรจึงหันมาใช้สารกำจัดวัชพืชเพิ่มขึ้น เนื่องจากสะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่าย การศึกษาเพื่อหาสารกำจัดวัชพืชทั้งประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก และหลังวัชพืชงอกที่มีประสิทธิภาพดี และปลอดภัยต่อมันสำปะหลัง จะช่วยให้เกษตรกรมีทางเลือกที่สามารถใช้ทดแทนสารกำจัดวัชพืช paraquat ซึ่งเป็นสารที่เกษตรกรนิยมใช้ แต่ปัจจุบันได้มีการยกเลิกการใช้ จึงส่งผลกระทบต่อจัดการวัชพืชของเกษตรกร ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มุ่งเน้นถึงการหาสารกำจัดวัชพืชทางเลือกที่มีประสิทธิภาพ และสามารถควบคุมวัชพืชได้ยาวนาน ลดจำนวนครั้งในการกำจัดวัชพืชของเกษตรกร ซึ่งจะสามารถช่วยให้เกษตรกรลดต้นทุนในการกำจัดวัชพืชได้

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. สารกำจัดวัชพืช
2. ท่อนพันธุ์มันสำปะหลัง
3. ถังพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบสะพายหลัง (knapsack sprayer) หัวพ่นแบบรูปพัด (fan nozzle)
4. ไม้วัดความสูง
5. กรอบสุ่มวัชพืช ขนาด 0.5x0.5 เมตร
6. ถังกระดาษใส่วัชพืช

วิธีการ

ดำเนินการทดลองประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชในสภาพแปลง ดำเนินการ 2 แห่ง ได้แก่ จ.ลพบุรี และ จ.นครราชสีมา

วางแผนการทดลอง แบบ RCB 3 ซ้ำ จำนวน 10 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธี	สารกำจัดวัชพืชประเภท พ่นก่อนวัชพืชงอก	อัตรา (สารออกฤทธิ์ต่อไร่)	สารกำจัดวัชพืชประเภท พ่นหลังวัชพืชงอก	อัตรา (สารออกฤทธิ์ต่อไร่)
1	acetochlor+flumioxazin	300+30	quizalofop+flumioxazin	16+20
2	acetochlor+flumioxazin	300+30	quizalofop+diuron	16+400
3	acetochlor+metribuzin	300+70	quizalofop+flumioxazin	16+20
4	acetochlor+metribuzin	300+70	quizalofop+diuron	16+400
5	-	-	quizalofop+flumioxazin	16+20
6	-	-	quizalofop+diuron	16+400
7	acetochlor	300	glufosinate	97.5
8	acetochlor	300	glyphosate	240
9	hand weed	-	-	-
10	control	-	-	-

ขั้นตอนการดำเนินงาน

หลังปลูกมันสำปะหลัง ทำการพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกทันที โดยทำการพ่นสารทับทอนมันสำปะหลัง ขณะดินมีความชื้น และพ่นที่ระยะ 45-60 วันหลังปลูก หรือเมื่อวัชพืชงอกมีจำนวนใบ 3-5 ใบ ทำการพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก ตามกรรมวิธี หากไม่มีวัชพืชงอกในช่วงระยะดังกล่าว ก็จะไม่พ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก

บันทึกข้อมูล

ประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นมันสำปะหลังด้วยการให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0 - 10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0 = ไม่เป็นพิษ 1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย 4-6 = เป็นพิษปานกลาง 7-9 = เป็นพิษรุนแรง และ 10 = พืชปลูกตาย บันทึกข้อมูล ที่ระยะ 7, 15 และ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช

ประเมินประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืช ด้วยการให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0 - 10 ตามลักษณะที่ปรากฏดังนี้ 0 = ควบคุมวัชพืชไม่ได้ 1-3 = ควบคุมวัชพืชได้เล็กน้อย 4-6 = ควบคุมวัชพืชได้ปานกลาง 7-9 = ควบคุมวัชพืชได้ดี และ 10 = ควบคุมวัชพืชได้สมบูรณ์ โดยบันทึกข้อมูลประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช และที่ระยะเก็บเกี่ยว

บันทึกจำนวนชนิดและน้ำหนักแห้งของวัชพืช ที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช ในทุกกรรมวิธีการทดลอง และบันทึกการเจริญเติบโต โดยวัดความสูงต้นและจำนวนกิ่ง ที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช และที่ระยะเก็บเกี่ยว และเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ และคำนวณต้นทุนการจัดการวัชพืช

เวลาและสถานที่

ระหว่างเดือน มีนาคม 2565 ถึง ธันวาคม 2566 ที่ จังหวัดลพบุรี และจังหวัดนครราชสีมา

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อมันสำปะหลัง

หลังพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกทุกกรรมวิธี ไม่พบความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช ที่ระยะ 7 15 และ 30 วันหลังพ่นสาร เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ส่วนในกรรมวิธีที่ 5 และ 6 ทำการพ่นสารกำจัดวัชพืช quizalofop+flumioxazin และ quizalofop+diuron ที่ระยะ 60 วันหลังปลูก เนื่องจากมีวัชพืชงอก พบว่า มีความเป็นพิษต่อต้นมันสำปะหลัง เล็กน้อย โดยบริเวณใบมันสำปะหลังที่สัมผัสกับสารกำจัดวัชพืช มีอาการใบเป็นจุดสีขาวเหลือง เล็กน้อย แต่ต้นมันสำปะหลังแตกยอดและเจริญเติบโตได้ปกติ

ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช

พบว่า การพ่นสารกำจัดวัชพืช acetochlor+flumioxazin และ acetochlor+metribuzin มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีมาก ทั้ง 2 แปลงทดลอง โดยที่ระยะ 90 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช ต้นมันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตดี ใบมันสำปะหลังปกคลุมระหว่างร่อง ทำให้วัชพืชไม่สามารถงอกได้ จึงทำให้ไม่จำเป็นต้องพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก

กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช acetochlor เดี่ยว พบว่า มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดี และเมื่อมันสำปะหลังโต มีใบปกคลุมระหว่างร่อง ช่วยให้ต้นวัชพืชที่งอกมาใหม่ ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดีเท่าที่ควร แต่ยังคงพบว่ามีวัชพืชขึ้นบ้าง แต่ไม่หนาแน่นจึงไม่จำเป็นต้องพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอกเช่นกัน สอดคล้องกันทั้ง 2 แปลงทดลอง

ส่วนกรรมวิธีที่ไม่ได้พ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอก ทำให้มีวัชพืชขึ้นหนาแน่น จำเป็นต้องพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก พบว่า ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากชนิดของวัชพืช ความหนาแน่น และขนาดของวัชพืชในแปลงมีความหลากหลาย ทำให้สารกำจัดวัชพืชมีประสิทธิภาพในการกำจัดได้ไม่ดีเท่าที่ควร

จำนวนต้นและน้ำหนักแห้ง

แปลงทดลอง จ.ลพบุรี ที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช ทำการนับจำนวนต้นวัชพืชและชั่งน้ำหนักแห้งวัชพืช พบว่า กรรมวิธี acetochlor+flumioxazin, acetochlor+metribuzin และ acetochlor มีจำนวนต้น 0.0 ต้นต่อตารางเมตร และน้ำหนักแห้ง 0.0 กรัมต่อตารางเมตร น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช quizalofop+flumioxazin, quizalofop+diuron และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชที่มีจำนวนต้นระหว่าง 98.0-132.0 ต้น และ 89.0-115.3 ต่อตารางเมตร ตามลำดับ น้ำหนักแห้งวัชพืชอยู่ระหว่าง 6.8-36.5 กรัมต่อตารางเมตร และ 26.0-120.0 กรัมต่อตารางเมตร

แปลงทดลอง จ.นครราชสีมา ที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช ทำการนับจำนวนต้นวัชพืชและชั่งน้ำหนักแห้งวัชพืช พบว่า กรรมวิธี acetochlor+flumioxazin, acetochlor+metribuzin และ acetochlor มีจำนวนต้น 0.0 ต้นต่อตารางเมตร และน้ำหนักแห้ง 0.0 กรัมต่อตารางเมตร น้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช quizalofop+flumioxazin, quizalofop+diuron และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชที่มีจำนวนต้นระหว่าง 43.5-198.0 ต้นต่อตารางเมตร และ 65.0-176.0 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ น้ำหนักแห้งวัชพืชอยู่ระหว่าง 28.0-85.0 กรัมต่อตารางเมตร และ 30.0-54.0 กรัมต่อตารางเมตร

การเจริญเติบโต (ความสูง)

จากการวัดความสูงต้นมันสำปะหลังที่ระยะ 30 และ 60 วันหลังพ่นสาร พบว่า การพ่นสารกำจัดวัชพืช acetochlor+flumioxazin, acetochlor+metribuzin และ acetochlor มีความสูงต้นมันสำปะหลังไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีความสูงอยู่ระหว่าง 29.0-32.5 เซนติเมตร และ 60.0-68.0 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีความสูงมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีพ่นสาร quizalofop+flumioxazin, quizalofop+diuron และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชที่มีความสูงอยู่ระหว่าง 26.0-27.3 เซนติเมตร และ 50.0-58.3 เซนติเมตร ตามลำดับ สอดคล้องกันทั้ง 2 แปลงทดลอง

ผลผลิตมันสำปะหลัง

น้ำหนักสดหัวมันสำปะหลัง ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังที่อายุ 8 เดือนหลังปลูก

แปลงทดลอง จ.ลพบุรี พบว่า การพ่นสารกำจัดวัชพืช acetochlor+metribuzin และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีผลผลิตมันสำปะหลังมากที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 6,982-7,044 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีพ่นสาร acetochlor+flumioxazin และ acetochlor+metribuzin (กรรมวิธีที่ 2) ที่มีน้ำหนักผลผลิตอยู่ที่ 6,360-6,788 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการพ่นสาร acetochlor ที่มีผลผลิต อยู่ระหว่าง 5,184-5,260 กิโลกรัมต่อไร่ ทุกกรรมวิธีที่กำจัดวัชพืช มีผลผลิตมันสำปะหลังมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช ที่มีจำนวนน้ำหนักมันสำปะหลัง 2,592 กิโลกรัมต่อไร่

แปลงทดลอง จ.นครราชสีมา พบว่า การพ่นสารกำจัดวัชพืช acetochlor+metribuzin และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีผลผลิตมันสำปะหลังมากที่สุดและไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีน้ำหนักอยู่ระหว่าง 6,540-6,840 กิโลกรัมต่อไร่ มากกว่าแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีพ่นสาร acetochlor+flumioxazin ที่มีน้ำหนักผลผลิตอยู่ที่ 6,310-6,360 กิโลกรัมต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสาร acetochlor+metribuzin, acetochlor+flumioxazin และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีน้ำหนักผลผลิตมันสำปะหลังมากกว่ากรรมวิธีพ่นสาร quizalofop+flumioxazin, quizalofop+diuron และ ที่มีน้ำหนักผลผลิตอยู่ระหว่าง 5,120-5,260 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนกรรมวิธีพ่นสาร acetochlor มีน้ำหนักผลผลิตอยู่ระหว่าง 5,440-5,580 ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธี acetochlor+flumioxazin และทุกกรรมวิธีที่กำจัดวัชพืช มีน้ำหนักผลผลิตมากกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชที่มีน้ำหนักผลผลิต 3,120 กิโลกรัมต่อไร่

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การพ่นสารกำจัดวัชพืช acetochlor+flumioxazin อัตรา 300+30 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ acetochlor+metribuzin อัตรา 300+70 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีถึงดีมาก ทั้ง 2 แปลงทดลอง โดยที่ระยะ 90 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช ต้นมันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตดี ใบมันสำปะหลังปกคลุมระหว่างร่อง ทำให้วัชพืชไม่สามารถเจริญเติบโตแข่งขันกับมันสำปะหลังได้ จึงทำให้ไม่จำเป็นต้องพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นหลังวัชพืชงอก ซึ่งการพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทพ่นก่อนวัชพืชงอกที่มีประสิทธิภาพ ช่วยควบคุมวัชพืชได้ยาวนาน สามารถช่วยลดต้นทุน และจำนวนครั้งในการพ่นสารกำจัดวัชพืชให้กับเกษตรกรได้ อีกทั้งการพ่นสารกำจัดวัชพืช acetochlor+flumioxazin และ acetochlor+metribuzin มีผลผลิตมันสำปะหลังมากกว่า การพ่นสารกำจัดวัชพืชอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มวิจัยวัชพืช. 2554. คำแนะนำการควบคุมวัชพืชและการใช้สารกำจัดวัชพืช. กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 61-63 หน้า.
- จรรยา มณีโชติ ยุรวรรณ อนันตมณี โสภิศ ใจपालะ วันทนา เลิศศิริวรกุล จารุณี ตีสวัสดิ์ อภิชาติ เมืองทอง สุพัตรา ชาวกงจักร และ ลักษณะ ร่มเย็น. 2556 การจัดการวัชพืชแบบผสมผสานในมันสำปะหลัง. ในผลงานวิจัยประจำปี 2556 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร เล่มที่ 1 หน้า 90-96.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2559: เอกสารสถิติการเกษตร มีนาคม 2560. สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. 232 น.
- Doll, J.D. and Piedrahita, 1973. W.C. Effect of time of weeding and plant population on growth and yield of cassava. In Proceedings of the 3rd International Symposium International Society for Tropical Root Crops. Ibadan, Nigeria 2-9 December 1973. pp. 399-405.

Table 1 Phytotoxic of pre-emergence herbicide on cassava trial at 7 15 and 30 days after application.

Treatment	Herbicide	Rate (g ai/rai)	Phytotoxic of herbicide (days after application)					
			Lopburi			Nakhonratchasima		
			7 DAA	15 DAA	30 DAA	7 DAA	15 DAA	30 DAA
1	acetochlor+flumioxazin	300+30	0	0	0	0	0	0
2	acetochlor+flumioxazin	300+30	0	0	0	0	0	0
3	acetochlor+metribuzin	300+70	0	0	0	0	0	0
4	acetochlor+metribuzin	300+70	0	0	0	0	0	0
5	**quizalofop+flumioxazin	16+20	0	0	0	0	0	0
6	**quizalofop+diuron	16+400	0	0	0	0	0	0
7	acetochlor	300	0	0	0	0	0	0
8	acetochlor	300	0	0	0	0	0	0
9	Hand weed	-	0	0	0	0	0	0
10	Control	-	0	0	0	0	0	0

Phytotoxic 0 = normal, 1-3 = slightly toxic, 4-6 = moderately toxic, 7-9 = severely toxic, 10 = completely kill

**Remark = spray post-emergence herbicide at 60 DAA

Table 2 Efficacy of pre-emergence herbicide for control all of weed in cassava trial at 30 60 and 90 days after application.

Treatment t	Herbicide	Rate (g ai/rai)	Efficacy of herbicide for control weed						Remark
			Lopburi			Nakhonratchasima			
			30 DAA	60 DAA	90 DAA	30 DAA	60 DAA	90 DAA	
1	acetochlor+flumioxazin	300+30	10	10	9	10	10	9	
2	acetochlor+flumioxazin	300+30	10	10	9	10	10	9	
3	acetochlor+metribuzin	300+70	10	10	9	10	10	9	
4	acetochlor+metribuzin	300+70	10	10	9	10	10	9	
5	**quizalofop+flumioxazin	16+20	0	0	6	0	0	5	quizalofop+flumioxazin
6	**quizalofop+diuron	16+400	0	0	6	0	0	6	quizalofop+diuron
7	acetochlor	300	10	9	7	10	9	7	
8	acetochlor	300	10	9	7	10	9	7	
9	Hand weed	-	10	10	10	10	10	10	
10	Control	-	0	0	0	0	0	0	

Efficacy 0 = no control, 1-3 = slightly control, 4-6 = moderately control, 7-9 = good control, 10 = completely control

*DAA = Days after application

**Remark = spray post-emergence herbicide at 60 DAA

Table 3 Hight of cassava (cm) at 30 and 60 days after application in field trial condition.

Treatment	Herbicide	Rate (g ai/rai)	Hight of cassava (cm.)		
			Lopburi		
			30 DAA	60 DAA	30 DAA
1	acetochlor+flumioxazin	300+30	31.3 a	62.0 a	29.5 a
2	acetochlor+flumioxazin	300+30	31.6 a	60.0 a	30.0 a
3	acetochlor+metribuzin	300+70	31.0 a	63.5 a	29.0 a
4	acetochlor+metribuzin	300+70	32.5 a	63.0 a	29.5 a
5	**quizalofop+flumioxazin	16+20	27.3 b	55.0 b	27.3 b
6	**quizalofop+diuron	16+400	26.7 b	56.0 b	27.0 b
7	acetochlor	300	30.0 a	63.0 a	28.0 a
8	acetochlor	300	31.0 a	65.0 a	30.0 a
9	Hand weed	-	32.3 a	68.0 a	29.7 a
10	Control	-	26.6 b	58.3 b	26.0 b
C.V.%			11.6	11.3	9.8

*DAA = Day after application

**spray post-emergence herbicide at 60 DAA

^{1/} Number followed by the same letter or no letter in a column are not significantly different at the 0.05 according to Duncan's test.

Table 4 Number and weed dry weight at 30 and 60 days after application in field trial condition at Lopburi province.

Treatment	Herbicide	Rate (g ai/rai)	Number and weed dry weight			
			Number of weeds (plant/m ²)		Weed dry weight (g/m ²)	
			30 DAA	60 DAA	30 DAA	60 DAA
1	acetochlor+flumioxazin	300+30	0.0 a	0.0 a	0.0	0.0 a
2	acetochlor+flumioxazin	300+30	0.0 a	0.0 a	0.0	0.0 a
3	acetochlor+metribuzin	300+70	0.0 a	0.0 a	0.0	0.0 a
4	acetochlor+metribuzin	300+70	0.0 a	0.0 a	0.0	0.0 a
5	**quizalofop+flumioxazin	16+20	132.0 b	103.0 b	12.0 b	30.0 b
6	**quizalofop+diuron	16+400	98.0 b	89.0 b	6.8 b	26.0 b
7	acetochlor	300	0.0 a	0.0 a	0.0	0.0 a
8	acetochlor	300	0.0 a	0.0 a	0.0	0.0 a
9	Hand weed	-	0.0 a	0.0 a	0.0	0.0 a
10	Control	-	125.0 b	115.3 b	36.5 b	120.0 b
C.V.%			43.0	124.0	84.5	132.0

^{1/} Number followed by the same letter or no letter in a column are not significantly different at the 0.05 according to Duncan's test.

**spray post-emergence herbicide at 60 DAA

Table 5 Number and weed dry weight at 30 and 60 days after application in field trial condition at Nakhonratchasima province.

Treatment	Herbicide	Rate (g ai/rai)	Number and weed dry weight			
			Number of weeds (plant/m ²)		Weed dry weight (g/m ²)	
			30 DAA	60 DAA	30 DAA	60 DAA
1	acetochlor+flumioxazin	300+30	0.0 a	0.0 a	0.0	0.0 a
2	acetochlor+flumioxazin	300+30	0.0 a	0.0 a	0.0	0.0 a
3	acetochlor+metribuzin	300+70	0.0 a	0.0 a	0.0	0.0 a
4	acetochlor+metribuzin	300+70	0.0 a	0.0 a	0.0	0.0 a
5	**quizalofop+flumioxazin	16+20	54.0 b	76.0 b	32.0 b	43.0 b
6	**quizalofop+diuron	16+400	43.5 b	65.0 b	28.0 b	30.0 b
7	acetochlor	300	0.0 a	0.0 a	0.0	0.0 a
8	acetochlor	300	0.0 a	0.0 a	0.0	0.0 a
9	hand weed	-	0.0 a	0.0 a	0.0	0.0 a
10	control	-	198.0 b	176.0 b	85.0 b	54.0 b
C.V.%			42.5	139.0	39.0	84.7

^{1/} Number followed by the same letter or no letter in a column are not significantly different at the 0.05 according to Duncan's test.

**spray post-emergence herbicide at 60 DAA

Table 6 Yield of cassava at 8 months after application in field trial condition.

Treatment	Herbicide	Rate (g ai/rai)	Yield (kg/rai)	
			Lopburi	Nakhonratchasima
1	acetochlor+flumioxazin	300+30	6,780 ab	6,360 ab
2	acetochlor+flumioxazin	300+30	6,360 ab	6,310 ab
3	acetochlor+metribuzin	300+70	7,044 a	6,780 a
4	acetochlor+metribuzin	300+70	6,788 ab	6,540 a
5	**quizalofop+flumioxazin	16+20	5,940 ab	5,120 c
6	**quizalofop+diuron	16+400	5,772 b	5,260 c
7	acetochlor	300	5,260 c	5,580 bc
8	acetochlor	300	5,184 c	5,440 bc
9	Hand weed	-	6,372 ab	6,840 a
10	Control	-	2,592 d	3,120 d
C.V.%			11.8	8.8

^{1/} Number followed by the same letter or no letter in a column are not significantly different at the 0.05 according to Duncan's test.

**spray post-emergence herbicide at 60 DAA



acetochlor



acetochlor + metribusin



acetochlor + flumioxazin



control

Figure 1 Efficacy of pre-emergence herbicide in cassava at 30 days after application



acetochlor



acetochlor + metribusin



acetochlor + flumioxazin



control

Figure 2 Efficacy of pre-emergence herbicide in cassava at 60 days after application

การทดลองประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชอิฟเฟนคาร์บาโซน
(ipfencarbazone) 25% W/V SC [แชมเบอร์ (Chamber®)] เพื่อกำจัดวัชพืช
ในข้าวนาหว่านน้ำตม

เจษฎา ศรีพรหมน้อย* อมรเทพ ใจเย็น พรนภา คำกองแก้ว ประภัทร์ พิศวงษ์

สายงานวิจัยและพัฒนาธุรกิจ บริษัทโซตัส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด นนทบุรี 11120

บทคัดย่อ

การทดลองประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC ในนาข้าวหว่านน้ำตม พ่นสารหลังหว่านข้าว 9 วัน ดำเนินการทดลอง ที่อำเภอดอนจาน จังหวัดชัยนาท ระหว่างเดือน มีนาคม-กรกฎาคม 2567 วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 7 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 10, 15, 20 และ 25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ anilofos 30% W/V EC อัตรา 45 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 20 และ 25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ สามารถควบคุมวัชพืชประเภทใบแคบ คือ หญ้าดอกขาว (*Leptochloa chinensis* (L.) Nees) และหญ้าแดง (*Ischaemum rugosum* Salisb.) และวัชพืชประเภทกก คือ หนวดปลาชุก (*Fimbristylis quinquangularis* (Vahl) Kunth) กกทราย (*Cyperus iria* L.) และกกขนาก (*Cyperus difformis* L.) ได้ดีเทียบเท่ากับกรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ และไม่พบความเป็นพิษต่อต้นข้าว โดยสามารถลดจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืชลงได้น้อยกว่ากรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งยังทำให้ข้าวมีการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตดีกว่ากรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำหลัก: ข้าว นาหว่านน้ำตม อิฟเฟนคาร์บาโซน ควบคุมวัชพืช

*Chetsada@sotus.co.th

Efficacy trials of ipfencarbazone 25% W/V SC (Chamber®) in weed control on direct seeded rice

Chetsada Sriphamnoi* Amornthep Jaiyen

Phornnapa Khamkongkaew Prapat Pisavong

Business Research and Development Division, SOTUS International CO., LTD., Nonthaburi 11120

*Chetsada@sotus.co.th

ABSTRACT

The efficacy tests of ipfencarbazone 25% W/V SC (Chamber[®]) in weed control on direct seeded rice were applied at 9 days after sowing. These experiments were conducted on farmer's rice farm at Hanka district, Chinat province during March – July 2024. The RCB experiments with 7 treatments and 4 replications were conducted. The treatments were applications of ipfencarbazone 25% W/V SC (Chamber[®]) at rates of 10, 15, 20 g ai/rai compared with anilofos 30% W/V EC at rate of 45 g ai/rai, including hand weeding treatment and untreated control. The results revealed that the application of ipfencarbazone 25% W/V SC (Chamber) at rates of 20 and 25 g ai/rai had the highest efficacy in controlling grasses weeds; *Leptochloa chinensis* (L.) Nees, and *Ischaemum rugosum* Salisb, Sedges weeds; Lesser *Fimbristylis quinquangularis* (Vahl) Kunth, *Cyperus iria* L. and *Cyperus difformis* L. these treatments were equivalent to application of anilofos 30% W/V EC at a rate of 45 g ai/rai. No phytotoxic symptoms on rice were observed in treatments of ipfencarbazone 25% W/V SC at the rate of 20 and 25 g ai/rai, Both the dry weight of weeds and the number of weed plants can be decreased significantly from the untreated control. There was no effect on height, number of rice plants, and yield. Compared to the untreated control, rice grew better and showed higher yield significantly.

Keywords: rice, direct seeded rice, ipfencarbazone, weed control

*Chetsada@sotus.co.th

คำนำ

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ และเป็นอาหารหลักของคนไทย โดยในปี 2565 ประเทศไทยมีเนื้อที่เพาะปลูกข้าวประมาณ 63.1 ล้านไร่ ผลผลิตเฉลี่ย 32.98 ล้านตัน คาดการณ์ความต้องการใช้ภายในประเทศเพื่อการบริโภค อุตสาหกรรม และทำเมล็ดพันธุ์ 17.69 ล้านตัน ข้าวเปลือกหรือข้าวสาร 11.50 ล้านตัน (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2565)

วัชพืชมายังถึงพืชที่เราไม่ต้องการให้เจริญเติบโตในพื้นที่นั้น วัชพืชในนาข้าว ตัวอย่างเช่น หญ้าข้าวนก หญ้าดอกขาว ผักปอดนา ขาเขียด กกทราย ผักแว่น เป็นต้น หรืออาจจะเป็นข้าวพันธุ์อื่น ตัวอย่างเช่น ข้าววัชพืชก็ได้ วัชพืชหลายชนิดมีการเจริญเติบโตดีและรวดเร็ว มีการขยายพันธุ์ แพร่พันธุ์รวดเร็ว มีจำนวนมากและมีหลายชนิดที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมนั้นๆ ได้จึงเป็นไปได้ยากที่จะหลีกเลี่ยงไม่ให้มีวัชพืชเกิดขึ้นเลย ฉะนั้นเราจะต้องทำความเข้าใจว่าวัชพืชแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะตัวอย่างไร และจะมีวิธีใดบ้างที่จะป้องกันและกำจัดเพื่อมิให้เกิดการแก่งแย่งแข่งขันระหว่างวัชพืชกับข้าวปลูก อันจะเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลผลิตและคุณภาพของข้าวลดลง อีกทั้งยังเป็นที่อยู่อาศัยของโรค แมลง และศัตรูอื่นๆ อีกด้วย จึงเป็นที่จะต้องจัดการกับวัชพืชมิให้สร้างความเสียหายให้กับผลผลิตข้าวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวของประเทศในที่สุด (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2550)

วิธีการดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดข้าว พันธุ์ กข 51
2. สารกำจัดวัชพืชที่ใช้ทดลอง: อีฟเฟนคาร์บาร์โซน (ipfencarbazone) 25% W/V SC [แชมเบอร์ (Chamber)]
3. สารกำจัดวัชพืชเปรียบเทียบ: anilofos 30% W/V EC
4. สารกำจัดแมลง ไซแอนทรานิลิโพรล (cyantraniliprole) 10% OD
5. สารป้องกันกำจัดโรคพืช ไดฟิโนโคนาโซล (difenoconazole) + อะซอกซิสโตรบิน (azoxystrobin) 12.5% + 20% SC
6. ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 และ 18-8-8
7. เครื่องพ่นสารกำจัดวัชพืช แบบสะพายหลัง (Knapsack sprayer) หัวพ่นแบบรูปพัด (fan type)
8. อุปกรณ์ชั่ง ตวง วัด เช่น กระบอกตวง ถังน้ำ ไม้วัดความสูง เครื่องชั่งน้ำหนัก เป็นต้น
9. กรอบสี่เหลี่ยมขนาด 0.5 x 0.5 เมตร

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ประกอบด้วย

กรรมวิธี	อัตราการใช้ (กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่)	อัตราการใช้ (มล.กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่)
1. ipfencarbazone 25% W/V SC	10	40
2. ipfencarbazone 25% W/V SC	15	60
3. ipfencarbazone 25% W/V SC	20	80
4. ipfencarbazone 25% W/V SC	25	100
5. anilofos 30% W/V EC	45	150
6. hand weeding	-	-
7. weedy check	-	-

เตรียมแปลงโดยไถตะ และไถแปร ทดน้ำเข้านา คราดทำเทือกและปรับพื้นที่นาให้เรียบ วัดแปลงย่อยขนาด 4 x 4 เมตร จำนวน 28 แปลงย่อย ปั่นคันดินแล้วคลุมด้วยพลาสติกสีดำ และเว้นระยะห่างระหว่างแปลง 0.5 เมตร หว่านข้าวอัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ผ่านการแช่น้ำ 1 คืน จนเมล็ดข้าวมีลักษณะเป็นตุ่มตา (มีรากยาวประมาณ 1-2 มิลลิเมตร) และพ่นสารกำจัดวัชพืชที่ระยะ 9 วันหลังหว่านข้าว ตามกรรมวิธีที่ 1-5 โดยใช้เครื่องพ่นสารกำจัดวัชพืชแบบสะพายหลัง (Knapsack sprayer) หัวพ่นแบบรูปพัด (fan type) ปริมาณน้ำที่ใช้ 80 ลิตรต่อไร่ หลังจากพ่นสารทดลอง 3 วัน จึงนำน้ำเข้าแปลง รักษาระดับน้ำตลอดการทดลอง และกำจัดวัชพืชด้วยมือในกรรมวิธีที่ 6 จำนวน 3 ครั้ง ที่ระยะ 15, 30 และ 60 วันหลังหว่านข้าว ทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง ครั้งแรกใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวอายุ 25 วันหลังหว่านข้าว และครั้งที่สอง ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 18-8-8 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อข้าวอายุ 60 วันหลังหว่านข้าว พ่นสารกำจัดแมลง ไสแอนทรานิลิโพรล (cyantraniliprole) 10% OD อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ที่ระยะ 25 และ 50 วันหลังหว่านข้าว เพื่อกำจัดหนอนห่อใบข้าว พ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืช difenoconazole + azoxystrobin 12.5% + 20% SC อัตรา 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เมื่อข้าวเริ่มตั้งท้อง และข้าวออกรวง 5 เปอร์เซ็นต์ เพื่อป้องกันกำจัดโรคเมล็ดด่าง และเก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อข้าวอายุ 100 วันหลังหว่านข้าว

การบันทึกข้อมูลการทดลอง

- ชนิดและจำนวนต้นวัชพืช: สุ่มตัวอย่าง ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช จำแนกชนิดและนับจำนวนต้นวัชพืชในกรรมวิธีที่ไม่กำจัดวัชพืชในพื้นที่ 2 จุด แต่ละจุดมีขนาด 0.5x0.5 เมตร และคำนวณความหนาแน่นของวัชพืชแต่ละชนิดเป็นเปอร์เซ็นต์
- ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช : ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ 0 – 10 ตามลักษณะที่ปรากฏ ดังนี้

0 = ควบคุมไม่ได้ (no control)

1-3 = ควบคุมได้เล็กน้อย (slightly control)

4-6 = ควบคุมได้ปานกลาง (moderately control)

7-9 = ควบคุมได้ดี (good control)

10 = ควบคุมได้สมบูรณ์ (completely control)

บันทึกข้อมูล 2 ครั้ง ที่ระยะ 30 วัน หลังการใช้สารกำจัดวัชพืช จำแนกเป็นชนิด

3. ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูก: ให้คะแนนโดยวิธีประเมินด้วยสายตาตามระบบ

0 - 10 ตามลักษณะที่ปรากฏ ดังนี้

0 = ไม่เป็นพิษ (normal)

1-3 = เป็นพิษเล็กน้อย (slightly toxic)

4-6 = เป็นพิษปานกลาง (moderately toxic)

7-9 = เป็นพิษรุนแรง (severely toxic)

10 = พืชปลูกตาย (completely killed)

บันทึกข้อมูล 3 ครั้ง ที่ระยะ 7, 15 และ 30 วัน หลังการใช้สารกำจัดวัชพืช

4. จำนวนชนิดและน้ำหนักแห้งวัชพืช: โดยสุ่มเก็บตัวอย่าง จำแนกชนิดและประเภทวัชพืช บันทึกจำนวนและน้ำหนักแห้งวัชพืชจากทุกกรรมวิธี ๆ ละ 2 จุด แต่ละจุดมีขนาด 0.5x0.5 เมตร ที่ระยะ 30 วัน หลังพ่นสารกำจัดวัชพืช โดยแยกเป็นชนิดและวัชพืชประเภทใบแคบ ประเภทใบกว้าง และประเภทกก

5. การเจริญเติบโตของพืชปลูก: บันทึกความสูง โดยสุ่มจากจำนวนต้น 10 ต้น ที่เป็นตัวแทนของข้าวในแต่ละกรรมวิธี บันทึกข้อมูล 3 ครั้ง ที่ระยะ 30, 60 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช และขณะเก็บเกี่ยว และนับจำนวนต้นข้าวในพื้นที่ 0.5x0.5 เมตร จำนวน 2 จุด ที่ระยะ 20 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช

6. เก็บเกี่ยวผลผลิตในพื้นที่ 3 x 3 เมตร และชั่งเมล็ดข้าวที่ความชื้นมาตรฐาน 14 เปอร์เซ็นต์ เป็นกิโลกรัมต่อไป

ผลการทดลองและวิจารณ์

แปลงทดลองที่ 1 อำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท

ชนิดและปริมาณของวัชพืช

การสุ่มตัวอย่างวัชพืช ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช ในกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช พบจำนวนวัชพืชทั้งหมด 460.5 ต้นต่อตารางเมตร ประกอบด้วยวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้าแดง (*Ischaemum rugosum* Salisb.) จำนวนเฉลี่ย 51.5 ต้นต่อตารางเมตร คิดเป็นความหนาแน่นเฉลี่ย 11.2 เปอร์เซ็นต์ หญ้าดอกขาว (*Leptochloa chinensis* (L.) Nees) จำนวนเฉลี่ย 55.5 ต้นต่อตารางเมตร คิดเป็นความหนาแน่นเฉลี่ย 12.1 เปอร์เซ็นต์ และวัชพืชประเภทกก ได้แก่ หนวดปลาชุก (*Fimbristylis quinquangularis* (Vahl) Kunth) จำนวนเฉลี่ย 235.0 ต้นต่อตารางเมตร คิดเป็นความหนาแน่นเฉลี่ย 51.0 เปอร์เซ็นต์ กกทราย (*Cyperus iria* L.) จำนวนเฉลี่ย 67.5 ต้นต่อตารางเมตร คิดเป็นความหนาแน่นเฉลี่ย

14.7 เปอร์เซ็นต์ และกกขนาก (*Cyperus difformis* L.) จำนวนเฉลี่ย 51.0 ต้นต่อตารางเมตร คิดเป็นความหนาแน่นเฉลี่ย 11.0 เปอร์เซ็นต์ (Table 1)

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อต้นข้าว

ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต่อต้นข้าว จากการประเมินด้วยสายตา ที่ระยะ 7 หลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC ทุกอัตราที่ทดลอง ไม่พบความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต้นข้าว กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืชเปรียบเทียบ anilofos 30% W/V EC อัตรา 45 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ พบความเป็นพิษเล็กน้อยต่อต้นข้าวมีคะแนน 1 คะแนน โดยพบใบต้นข้าวมีอาการใบเหลืองซีด ส่วนที่ระยะ 15 และ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC ทุกอัตราที่ทดลอง และกรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืชเปรียบเทียบ anilofos 30% W/V EC อัตรา 45 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ไม่พบความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชต้นข้าว เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ (Table 2)

ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช

ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชโดยรวม จำแนกเป็นประเภท และจำแนกเป็นชนิด ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 20 และ 25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชได้ดีเทียบเท่ากรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ anilofos 30% W/V EC อัตรา 45 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ (Table 2)

จำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืช

จำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืช พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 20 และ 25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ anilofos 30% W/V EC อัตรา 45 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีจำนวนต้นหญ้าแดง และหญ้าดอกขาว ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 0.0-8.0 และ 0.0-2.5 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 10 และ 15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ โดยมีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 18.5-26.0 และ 8.5-9.0 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสารมีจำนวนต้นน้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช โดยมีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 51.5 และ 55.5 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 20 และ 25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ anilofos 30% W/V EC อัตรา 45 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีจำนวนต้นหนวดปลาชุก ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 18.0-27.0 ต้นต่อตารางเมตร ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ โดยมีจำนวนต้น 0.0 ต้นต่อตารางเมตร กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 10 และ 15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 152.0 และ 146.5 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสารมีจำนวน

ต้นน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช โดยมีจำนวนต้น 235.0 ต้นต่อตารางเมตร กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 20 และ 25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ anilofos 30% W/V EC อัตรา 45 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีจำนวนต้นกกทราย ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 0.0-13.0 ต้นต่อตารางเมตร ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 10 และ 15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช โดยมีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 66.5, 47.0 และ 66.5 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 10, 15, 20 และ 25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ anilofos 30% W/V EC อัตรา 45 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีจำนวนต้นกกขนาก ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 0.0-8.0 ต้นต่อตารางเมตร ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช โดยมีจำนวนต้น 51.0 ต้นต่อตารางเมตร น้ำหนักแห้งวัชพืชแต่ละชนิด ที่ระยะ 30 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 20 และ 25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ anilofos 30% W/V EC อัตรา 45 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีน้ำหนักแห้งของหญ้าแดง หญ้าดอกขาว และกกทราย ไม่แตกต่างกันทางสถิติมีน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 0.0-7.8, 0.0-3.0 และ 0.0-5.3 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 10 และ 15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ โดยมีน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 22.2-23.0, 14.7-15.0 และ 54.0-64.3 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสารมีน้ำหนักแห้งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช โดยมีน้ำหนักแห้ง 51.1, 34.1 และ 83.5 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 20 และ 25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ anilofos 30% W/V EC อัตรา 45 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีน้ำหนักแห้งหนวดปลาชุก ไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยมีน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 18.8-26.3 กรัมต่อตารางเมตร ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ โดยมีน้ำหนักแห้ง 0.0 กรัมต่อตารางเมตร กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 10 และ 15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีจำนวนต้นอยู่ระหว่าง 58.4 และ 52.1 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดยทุกกรรมวิธีที่พ่นสารมีน้ำหนักแห้งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช โดยมีน้ำหนักแห้ง 65.5 กรัมต่อตารางเมตร กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 10, 15, 20 และ 25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ anilofos 30% W/V EC อัตรา 45 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีน้ำหนักแห้งของกกขนาก ไม่แตกต่างกันทางสถิติมีน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 0.0-3.6 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าและแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช โดยมีน้ำหนักแห้ง 15.1 กรัมต่อตารางเมตร (Table 3)

การเจริญเติบโตและผลผลิต

ความสูงของต้นข้าว ที่ระยะ 30, 60 และขณะเก็บเกี่ยวหลังการพ่นสาร พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 20 และ 25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ anilofos 30% W/V EC อัตรา 45 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ มีความสูงของต้นข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ อยู่ระหว่าง 45.7-46.5, 75.3-79.7 และ 95.3-99.6 เซนติเมตร แต่มากกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 10 และ 15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช (Table 4)

จำนวนต้นข้าว ที่ระยะ 20 วันหลังพ่นสารกำจัดวัชพืช พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC ทุกอัตราที่ทดลอง กรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ anilofos 30% W/V EC อัตรา 45 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ กรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช มีจำนวนต้นข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนต้นข้าวอยู่ระหว่าง 401.5-434.0 ต้นต่อตารางเมตร (Table 4)

ผลผลิต พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 20 และ 25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ กรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ anilofos 30% W/V EC อัตรา 45 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีกำจัดวัชพืชด้วยมือ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีผลผลิตอยู่ระหว่าง 901.9-955.8 กิโลกรัมต่อไร่ แต่มากกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 10 และ 15 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช (Table 4)

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 10, 15, 20 และ 25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ เปรียบเทียบกับสารกำจัดวัชพืชเปรียบเทียบ anilofos 30% W/V EC อัตรา 45 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ พ่นสารหลังหว่านข้าว 9 วัน พบว่า กรรมวิธีพ่นสารกำจัดวัชพืช ipfencarbazone 25% W/V SC อัตรา 20 และ 25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชประเภทใบแคบ ได้แก่ หญ้าดอกขาว และหญ้าแดง และวัชพืชประเภทกก ได้แก่ หนวดปลาชุก กกทราย และกกขนาก ได้ดีเทียบเท่ากรรมวิธีพ่นสารเปรียบเทียบ anilofos 30% W/V EC อัตรา 45 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ โดยไม่มีความเป็นพิษต่อต้นข้าวและสามารถลดจำนวนต้นและน้ำหนักแห้งวัชพืชลงได้จนวนน้อยกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีไม่กำจัดวัชพืช และไม่มีผลกระทบต่อความสูงจำนวนต้น และผลผลิต

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2559. องค์ความรู้เรื่องข้าว (ระบบออนไลน์), แหล่งข้อมูล :

<http://newwebs2.ricethailand.go.th/webmain/rkb3/title-index.php-file=content.php&id=41-2htm> (15 กรกฎาคม 2567)

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2565. เศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า ปี 2565. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

หน้า 8 – 9.

Table 1 Number of weed species in the weedy check treatment at 30 Days after application at Hankha District, Chai Nat Province Between April 2024 - July 2024 (location 1)

Weed species	Number of weed (1 m ²)	Percentage
Grass weeds		
- <i>Leptochloa chinensis</i> (L.) Nees.	55.5	12.1
- <i>Ischaemum rugosum</i> Salisb.	51.5	11.2
Sedges		
- <i>Fimbristylis quinquangularis</i> (Vahl) Kunth.	235.0	51.0
- <i>Cyperus iria</i> L.	67.5	14.7
- <i>Cyperus difformis</i> L.	51.0	11.0
Total	460.5	100.0

Table 2 Phytotoxicity at 7, 15 and 30 Days after application and Efficacy of Herbicide 30 Days after application at Hankha District, Chai Nat Province Between April 2024 - July 2024 (location 2)

Treatments	Rates (g.ai./rai)		Phytotoxicity ^{1/}				Efficacy ^{2/}				
			7DAA ^{3/}	15DAA	30DAA		LEPCH	ISCRU	FIMMI	CYPIR	CYPDI
1. ipfencarbazone 25% W/V SC (Chamber [®])	10	40	0	0	0		6	4	3	0	7
2. ipfencarbazone 25% W/V SC (Chamber [®])	15	60	0	0	0		6	5	3	3	10
3. ipfencarbazone 25% W/V SC (Chamber [®])	20	80	0	0	0		9	7	7	7	10
4. ipfencarbazone 25% W/V SC (Chamber [®])	25	100	0	0	0		9	9	9	9	10
5. anilofos 30% W/V EC	45	150	1	0	0		10	7	8	9	10
6. hand weeding	-	-	0	0	0		10	10	10	10	10
7. weedy check	-	-	0	0	0		0	0	0	0	0

^{1/}Phytotoxicity was assessed by visual rate from 0-10; 0 = normal, 1-3 = slightly toxic, 4-6 = moderately toxic, 7-9 = severely toxic, 10 = completely killed

^{2/}Efficacy was assessed by visual rate from 0-10; 0 = no control, 1-3 = slightly control, 4-6 = moderate control, 7 - 9 = good control, 10 = completely control

^{3/}DAA = Days after application

LEPCH = *Leptochloa chinensis* (L.) Nees, ISCRU = *Ischaemum rugosum* salisb., FIMMI = *Fimbristylis miliacea* (L.) Vahl., CYPIR = *Cyperus iria* L., CYPDI = *Cyperus difformis* L.

Table 3 Number and Weeds dry weight 30 Days after application at Hankha District, Chai Nat Province Between April 2024 - July 2024 (location 2)

Treatments	Rates (g.ai./rai)	(mL/rai)	Number of weeds (plant/m ²)				Weeds dry weight (g./m ²)			
			LEPCH	ISCRU	FIMMI	CYPDI	LEPCH	ISCRU	FIMMI	CYPDI
1. ipfencarbazone 25% W/V SC (Chamber [®])	10	40	9.0 b	26.0 b	152.0 c	66.5 c	14.7 b	23.0 b	58.4 c	64.3 b
2. ipfencarbazone 25% W/V SC (Chamber [®])	15	60	8.5 b	18.5 b	146.5 c	47.0 b	15.0 b	22.2 b	52.1 c	54.0 b
3. ipfencarbazone 25% W/V SC (Chamber [®])	20	80	2.0 a	8.0 a	27.0 b	13.0 a	3.0 a	7.7 a	26.3 b	5.3 a
4. ipfencarbazone 25% W/V SC (Chamber [®])	25	100	2.5 a	1.5 a	18.0 b	6.0 a	2.6 a	1.0 a	18.8 b	1.9 a
5. anilofos 30% W/V EC	45	150	0.0 a	7.5 a	24.5 b	6.5 a	0.0 a	7.8 a	21.6 b	2.1 a
6. hand weeding	-	-	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a	0.0 a
7. weedy check	-	-	55.5 c	51.5 c	235.0 d	67.5 c	34.1 c	51.1 c	65.5 d	83.5 c
C.V. (%)			34.8	42.0	9.5	31.7	62.9	36.8	31.4	32.0

^{1/}Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

LEPCH = *Leptochloa chinensis* (L.) Nees, ISCRU = *Ischaemum rugosum* salisb., FIMMI = *Fimbristylis milliacea* (L.) Vahl., CYPDI = *Cyperus iria* L.,

CYPDI = *Cyperus difformis* L.

Table 4 Height at 30, 60 Days after application and During harvest, number of rice plants at 20 Days after application and Yield at Hankha District, Chai Nat Province Between April 2024 - July 2024 (location 2)

Treatments	Rates (g.ai./rai)	(mL/rai)	Height (cm.)			Number of rice (plants/m ²)	Yield (Kg/rai)
			30DAA	60DAA	100DAA		
1. ipfencarbazone 25% W/V SC (Chamber [®])	10	40	42.0 b	66.6 b	78.5 c	418.0 a	216.0 b
2. ipfencarbazone 25% W/V SC (Chamber [®])	15	60	43.3 b	67.8 b	87.8 b	415.0 a	237.2 b
3. ipfencarbazone 25% W/V SC (Chamber [®])	20	80	45.7 a	75.3 a	95.3 a	427.5 a	901.9 a
4. ipfencarbazone 25% W/V SC (Chamber [®])	25	100	46.5 a	79.7 a	99.6 a	434.0 a	931.9 a
5. anilofos 30% W/V EC	45	150	45.8 a	75.6 a	97.7 a	401.5 a	955.8 a
6. hand weeding	-	-	45.7 a	77.1 a	99.0 a	407.0 a	925.6 a
7. weedy check	-	-	39.7 c	59.1 c	75.0 c	414.0 a	108.7 c
C.V. (%)			3.3	4.1	3.3	3.5	11.6

^{1/}Means in a column followed by the same letter(s) are not significantly different at P=0.05, according to the Duncan's Multiple Range Test.

DAA = Days after application

100DAA = Harvest

การกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์และประสิทธิภาพวัสดุปลูกของปุ๋ยหมักวัชพืชน้ำ เพื่อสร้างความยั่งยืนต่อการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการเกษตร

สุวิภา ภูศรีโสม ทิพากร สีว อุมพร ไกรพันธ์ นลินอร มงคลหัตถี อุไร เพ่งพิศ

ฝ่ายวัชพืช ส่วนวิจัยและพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม สำนักวิจัยและพัฒนา

กรมชลประทาน นนทบุรี 11120.

บทคัดย่อ

ปัจจุบันข้อมูลเกี่ยวกับการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ของภาคการเกษตรยังมีอยู่อย่างจำกัด จึงได้ศึกษาปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ จากปุ๋ยหมักวัชพืชน้ำที่แพร่ระบาดและเป็นปัญหาในเขตพื้นที่ชลประทาน โดยได้เก็บตัวอย่างวัชพืชน้ำ 2 ชนิด ได้แก่ จอกหูหนูและผักตบชวา ณ อ่างเก็บน้ำเขื่อนก๊วลม จังหวัดลำปาง จากนั้นนำวัชพืชน้ำมาหมักโดยการเติมปุ๋ยคอกปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักวัชพืชสด จนการหมักสมบูรณ์เหมาะสมกับการเป็นวัสดุปลูก โดยมีลักษณะทางกายภาพเป็นสีน้ำตาลเข้ม หรือสีดำ กลิ่นคล้ายดิน และอ่อนนุ่ม ฉีกขาดออกจากกันได้ง่าย โดยการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณคาร์บอนอินทรีย์จากตัวอย่างปุ๋ยหมักวัชพืชรวม (จอกหูหนูผสมกับผักตบชวา) มีปริมาณสูงสุด เท่ากับ 63.19 และ 36.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีอินทรีย์วัตถุสูงกว่ามาตรฐานปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ส่งผลทำให้ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์และปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของปุ๋ยหมักวัชพืชรวมมีปริมาณสูงสุดเช่นกัน ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 122.05 ตันต่อไร่ และ 447.50 tCO₂eq ตามลำดับ ถัดมาคือ ปุ๋ยหมักจอกหูหนู ปุ๋ยหมักผักตบชวา และดิน ตามลำดับ จากนั้นนำตัวอย่างการทดลองไปทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยหมักวัชพืชโดยผสมกับดิน (อัตรา 1:1) เพื่อการนำไปใช้เป็นวัสดุปลูกพืช พบว่า วัสดุปลูกปุ๋ยหมักจอกหูหนูมีความชื้นมากที่สุด 82.92 เปอร์เซ็นต์ ถัดมาคือ วัสดุพร้อมปลูก วัสดุปลูกปุ๋ยหมักวัชพืชรวม และวัสดุปลูกปุ๋ยหมักผักตบชวา มีค่าความชื้นเท่ากับ 42.81, 41.99, และ 39.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อทดสอบประสิทธิภาพของตัวอย่างโดยใช้เป็นวัสดุปลูกผักสลัด 4 ชนิด พบว่า ผักสลัดกรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค คอส และเรดคอส เจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีที่สุดในวัสดุปลูกปุ๋ยหมักวัชพืชรวม ดังนั้นผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ปุ๋ยหมักจากวัชพืชรวมอาจเป็นกลยุทธ์หนึ่งที่สามารถเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ในการลดผลกระทบจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเพิ่มผลผลิตในระบบนิเวศการเกษตร

คำหลัก: คาร์บอนอินทรีย์ วัสดุปลูก ก๊าซเรือนกระจก ปุ๋ยหมักวัชพืชน้ำ

OW-07

ภาคบรรยาย

Carbon Sequestration Capacity and Planting Material Efficiency from Aquatic Weed Compost for Sustainability and Reducing Greenhouse Gas Emission in Agriculture

Suwipa Poosrisom Thiphakorn Siwo Umaphorn Griphan

Nalinon Mongkonhuttee Urai Pengpis

Scientific and Environmental R&D Division, Office of Research and Development,
Royal Irrigation Department, Nonthaburi 11120

ABSTRACT

Limited information regarding organic carbon storage in the agricultural sector is currently available. As a result, the quantity of organic matter and carbon sequestration capacity have been investigated in the compost of aquatic weeds, a prevalent concern in Thai irrigation regions. At Kiw Lom Reservoir in Lampang Province, the samples of two varieties of aquatic weeds, floating mass (*Salvinia cucullata* Roxb.) and water hyacinth (*Eichhornia crassipes*), were gathered. The aquatic weeds were composted by including 3 percent of their fresh weight in manure until fermentation was complete, rendering it appropriate for use as planting material. Its physical attributes were dark brown or black, with an earthy odor, and were soft and easily disintegrated. The research indicated that mixed aquatic weed compost samples (comprising floating mass and water hyacinth) had the highest levels of organic matter and organic carbon, recorded at 63.19 percent and 36.65 percent, respectively, exceeding agricultural production benchmarks. Consequently, mixed weed compost had the highest quantities of organic carbon storage and greenhouse gas storage, measuring 122.05 tons per rai and 447.50 tCO₂eq, respectively, followed by floating mass compost, water hyacinth compost, and soil. Afterwards, the experimental samples were taken to test the effectiveness of weed compost by mixing it with soil (1:1 ratio) for use as plant growing material. The plant material with floating mass compost had the maximum moisture content, at 82.92 percent, ahead of ready-to-plant materials, mixed weed compost planting material, and water hyacinth compost plant material, with 42.81, 41.99, and 39.90 percent, respectively. Testing the efficiency of the samples by cultivating four varieties of salad vegetables, it was found that green oak, red oak, cos and red cos salad vegetables exhibited optimal growth and yield when cultivated in mixed weed compost planting material. Therefore, the results indicated that mixed aquatic weed compost may enhance organic carbon sequestration by mitigating greenhouse gas emissions and augmenting production in the agricultural ecosystem

Keywords: Organic Carbon, Planting Material, Greenhouse Gas, Aquatic Weed Compost

คำนำ

ปัญหาโลกร้อนและภัยพิบัติทางธรรมชาติต่าง ๆ ได้ทวีความรุนแรงและมีความถี่มากขึ้น เช่นการเกิดพายุเฮอริเคนในสหรัฐอเมริกาที่ผ่านมาสร้างความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก ภาวะโลกร้อนอาจเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนเร่งให้เกิดความแปรปรวนและภัยพิบัติต่าง ๆ ดังนั้นจึงไม่ใช่เรื่องที่ไกลตัว และเป็นสิ่งที่ทุกคนต้องเตรียมพร้อมรับมือ เพราะปัจจุบันทั่วโลกต่างตระหนักถึงปัญหาและผลกระทบ รวมทั้งมีความพยายามในการจัดการกับปัญหาโลกร้อนอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น เช่น การออกกฎหมายเพื่อลดโลกร้อน การห้ามนำเข้าสินค้าจากประเทศที่ไม่มีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือแม้แต่การส่งเสริมให้ประชาชนเลือกซื้อสินค้าและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น และมีการคาดการณ์ข้างหน้าว่าอุณหภูมิโลกจะสูงขึ้น 3-5 องศาเซลเซียส (IPCC, 2014) ซึ่งก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gases) เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อน หรือรังสีอินฟราเรดได้ดี ช่วยรักษาบรรยากาศของโลกให้คงที่ แต่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเกิดจากปริมาณก๊าซปล่อยสู่ชั้นบรรยากาศมากเกินไปจนขีดความสามารถในการดูดซับโดยธรรมชาติ ส่งผลต่อสมดุลพลังงานของแสงอาทิตย์ที่แผ่ลงมาถึงพื้นผิวโลก (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก, 2561) เนื่องจากก๊าซเหล่านี้มีคุณสมบัติในการดูดซับความร้อนจากผิวโลกไม่ให้สะท้อนกลับสู่ชั้นบรรยากาศ และมีการแผ่พลังงานส่วนหนึ่งกลับลงมายังผิวโลก ส่งผลให้พื้นผิวโลกและบรรยากาศชั้นล่างมีอุณหภูมิร้อนกว่าปกติ ซึ่งปรากฏการณ์นี้เรียกว่า ปรากฏการณ์เรือนกระจก (IPCC, 2006) โดยสาเหตุหลักมาจากกิจกรรมของมนุษย์ได้เพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล การเกษตรกรรม และการถางพื้นที่เพื่อทำเกษตรกรรม

ประเทศไทยได้ยกระดับเป้าหมายการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นร้อยละ 30-40 ภายในปี พ.ศ. 2573 (ค.ศ. 2030) และได้เพิ่มเป้าหมายและมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในสาขาเกษตร (สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2566) ซึ่งปัจจุบันกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ดำเนินการในหลายภาคส่วน ที่มีศักยภาพต่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภาคเกษตร ในปี 2573 เช่น การปลูกข้าวแบบเปียกสลับแห้ง การลดการเผาเศษวัสดุทางการเกษตร การใส่ปุ๋ยให้เหมาะสมตามค่าวิเคราะห์ดินและความต้องการของพืช และการจัดการมูลสัตว์ โดยคาดว่าจะสามารถช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกลงได้ (สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย, 2567)

แต่อย่างไรก็ตาม ความเข้าใจเกี่ยวกับศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรกรรม และปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ในพื้นที่เขตชลประทานยังต้องการข้อมูลเชิงวิชาการเพิ่มเติม ซึ่งโครงการส่งน้ำและบำรุงรักษากว๊ม-กว๊มคอบมา มีหน้าที่ดูแลรักษาเขื่อนกว๊ม จังหวัดลำปาง (กรมชลประทาน, 2561) พร้อมทั้งยังประสบปัญหาเกี่ยวกับการแพร่ระบาดของวัชพืชน้ำบริเวณอ่างเก็บน้ำ จึงมีแนวคิดในการจัดการลดปริมาณวัชพืชน้ำโดยการทำเป็นปุ๋ยหมัก โดยอาจช่วยเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์และเป็นทางออกหนึ่งในการวางแผนจัดการเกี่ยวกับการลดผลกระทบจากภาวะเรือนกระจกได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์คือ เพื่อศึกษาการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ และประสิทธิภาพวัสดุปลูกของปุ๋ยหมักวัชพืชน้ำเพื่อสร้างความยั่งยืนต่อการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตรกรรม

วิธีดำเนินการ

การจัดทำปุ๋ยหมักจากวัชพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนก๊วลม จังหวัดลำปาง

1) รวบรวมวัชพืชที่ ได้แก่ ผักตบชวา และจอกหูหนู ที่แพร่ระบาดในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนก๊วลม จังหวัดลำปาง และเก็บตัวอย่างดินที่ใช้ปลูกพืช นำไปวิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และคาร์บอนอินทรีย์ ด้วยวิธี Walkley and Black (Meersmans *et al.*, 2009) ในห้องปฏิบัติการ

2) การหมักวัชพืช น้ำ เติมปุ๋ยคอกปริมาณ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักวัชพืชสด ระยะเวลาในการหมัก 45 วัน หลังจากหมักวัชพืชจนสมบูรณ์ จะสังเกตเห็นพืชเจริญบนกองปุ๋ยหมัก

3) วิเคราะห์ปริมาณอินทรีย์วัตถุ จากนั้นคำนวณปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ ปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก (Hwante *et al.*, 2023) และวิเคราะห์สมบัติบางประการทางเคมี (Nitrogen (N), Phosphorus (P), Potassium (K), และ Electrical Conductivity (EC) ในห้องปฏิบัติการ

4) ทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักจากวัชพืช น้ำ ด้วยการผสมปุ๋ยหมักเป็นวัสดุปลูก ปลูกผักแบบแปลงยกพื้นขนาดความกว้าง 1.2 เมตร ยาว 6 เมตร และสูง 1 เมตร พร้อมหลังคาสูง 1.5 เมตร ปลูกผักสลัด 4 ชนิด (คอส เรตคอส กรีนโอ๊ค และเรดโอ๊ค) อายุต้นกล้า 20 วัน โดยใช้วัสดุปลูก ดังนี้

4.1) วัสดุพร้อมปลูก (จำหน่ายในท้องตลาด)

4.2) วัสดุปลูกผสมปุ๋ยหมักจากวัชพืชรวม : ดิน (อัตรา 1:1)

4.3) วัสดุปลูกปุ๋ยหมักจอกหูหนู : ดิน (อัตรา 1:1)

4.4) วัสดุปลูกปุ๋ยหมักผักตบชวา : ดิน (อัตรา 1:1)

4.5) ทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมัก ในการเป็นวัสดุปลูกพืชด้วยการปลูกพืชผักสลัด 4 ชนิด (คอส เรตคอส กรีนโอ๊ค และเรดโอ๊ค) อายุต้นกล้า 20 วัน

4.6) วัดการเจริญเติบโตของผักสลัด ได้แก่ ความยาวต้น ความยาวราก และความชื้นที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยว 45 วัน

การรวบรวมผล วิเคราะห์ผลด้วยวิธีทางสถิติ และจัดทำรายงาน

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ และปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกในปุ๋ยหมักวัชพืช น้ำ

1) ชนิดวัชพืชที่พบการแพร่ระบาดในอ่างเก็บน้ำเขื่อนก๊วลม ได้แก่ ผักตบชวา และจอกหูหนู เมื่อนำมาทำปุ๋ยหมักมีลักษณะทางกายภาพเป็นสีน้ำตาลเข้ม หรือสีดำ อ่อนนุ่ม ฝีกขาดออกจากกันได้ง่าย กลิ่นคล้ายดิน สามารถผลิตปุ๋ยหมักวัชพืชรวม (จอกหูหนูผสมผักตบชวา) ปุ๋ยหมักผักตบชวา และปุ๋ยหมักจอกหูหนู ซึ่งวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ได้เท่ากับ 7.52, 7.74, และ 6.95 ส่วนดินได้วิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 7.20 โดยลักษณะของปุ๋ยหมักวัชพืช ดังแสดงใน รูปที่ 1



ปุ๋ยหมักวัชพืชรวม

ปุ๋ยหมักจอกหูหนู

ปุ๋ยหมักผักตบชวา

รูปที่ 1 ลักษณะของปุ๋ยหมักจากวัชพืชรวม จอกหูหนู และผักตบชวา

2) ปริมาณอินทรีย์วัตถุและปริมาณคาร์บอนอินทรีย์จากปุ๋ยหมักในการทดลองพบว่า ปุ๋ยหมักวัชพืชรวมมีปริมาณสูงสุด เท่ากับ 63.19 และ 36.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (ไม่น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักผักตบชวา ปุ๋ยหมักจอกหูหนู และดิน ตามลำดับ ส่วนปริมาณการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์และปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของปุ๋ยหมักวัชพืชรวมมีปริมาณสูงสุดเช่นกัน ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 122.05 ตันต่อไร่ และ 447.50 tCO₂eq (ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) ตามลำดับ รองลงมาคือ ปุ๋ยหมักจอกหูหนู ปุ๋ยหมักผักตบชวา และดิน ตามลำดับ โดยทั้งการทดลองมีค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ และปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 2.41 เปอร์เซ็นต์, 30.83 เปอร์เซ็นต์, 17.88 ตันต่อไร่, และ 50.34 tCO₂eq ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ และปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกในอ่างเก็บน้ำเขื่อนกิ่วลม จ.ลำปาง

ตัวอย่าง การทดลอง	ปริมาณ อินทรีย์วัตถุ (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณคาร์บอน อินทรีย์ (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณการกัก เก็บคาร์บอน อินทรีย์ (ตันต่อไร่)	ปริมาณการกักเก็บ ก๊าซเรือนกระจก (tCO ₂ eq)
ดิน	7.50	4.35	6.53	23.93
ปุ๋ยหมักวัชพืชรวม	63.19	36.65	122.05	447.53
ปุ๋ยหมักจอกหูหนู	25.30	14.68	43.59	159.81
ปุ๋ยหมักผักตบชวา	27.34	15.86	29.18	106.99
เฉลี่ย	2.41	30.83	17.88	50.34

3) จากการวิเคราะห์สมบัติบางประการทางเคมีของปุ๋ยหมักวัชพืช ที่รวบรวมจากบริเวณอ่างเก็บน้ำเขื่อนกิ่วลมพบว่า ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยหมักมีปริมาณไม่สูงมาก และเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานปัจจัยการผลิตทางการเกษตร พ.ศ. 2556 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556) บางตัวต่ำกว่ามาตรฐาน แต่การวิเคราะห์ตัวอย่างดินมีปริมาณธาตุอาหาร เช่น ฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K) มีปริมาณมากกว่าปุ๋ยหมักวัชพืชทั้ง

3 ตัวอย่างการทดลอง อีกทั้งสูงกว่ามาตรฐานปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ส่วนค่านำไฟฟ้า (EC) ของทุกตัวอย่างการทดลอง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณธาตุอาหารจากดินและปุ๋ยหมักวัชพืช

ธาตุอาหาร	ตัวอย่างการทดลอง				มาตรฐานปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
	ดิน	วัชพืชรวม	ผักตบชวา	จอกหูหนู	
N (%)	0.21	0.69	1.03	1.29	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 1.0
P (%)	510	0.26	0.39	0.17	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5
K (%)	3975	0.64	0.96	0.27	ไม่น้อยกว่าร้อยละ 0.5
EC (ds/m)	4.90	0.29	1.81	0.55	ไม่เกิน 10

จะเห็นได้ว่า ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ และปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของปุ๋ยหมักวัชพืช สูงกว่าเมื่อเทียบกับการวิเคราะห์ในดิน ซึ่งเนื่องมาจากอัตราการย่อยสลายเศษซากวัชพืชที่เป็นปุ๋ยหมัก ทำให้เกิดการสะสมของอินทรีย์วัตถุสูง (Hwante *et al.*, 2023) และความแตกต่างระหว่างชนิดของวัชพืช (วัชพืชรวม จอกหูหนู และผักตบชวา) ซึ่งปุ๋ยหมักวัชพืชรวมมีการผสมระหว่างกันจึงเกิดความหลากหลายมากกว่า ทำให้มีลักษณะทางกายภาพและเกิดความแตกต่างขององค์ประกอบโครงสร้างทางเคมี มีผลต่ออัตราการย่อยสลายของวัสดุอินทรีย์ที่แตกต่างกันไป รวมไปถึงปริมาณธาตุอาหารหลักด้วย (Liu *et al.*, 2016) ส่วนค่า pH ยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในดินและการทำปุ๋ยหมัก เนื่องจาก pH มีความเกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ ถ้าค่า pH ไม่เหมาะสมจะส่งผลให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ทำงานได้น้อยลง ทำให้ลดการสร้างแร่ธาตุจากสารอินทรีย์ (Lei *et al.*, 2019) นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลต่อการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ทั้งความชื้นของกองปุ๋ยหมัก อุณหภูมิดิน และอุณหภูมิอากาศ (Hwante *et al.*, 2023) ดังนั้นในการทดลองนี้ ปุ๋ยหมักจากวัชพืชอาจเป็นการเพิ่มข้อมูลและกลยุทธ์อย่างหนึ่งในการจัดการดินที่เหมาะสม เพื่อลดผลกระทบจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเพิ่มผลผลิตการเกษตร (Jeong *et al.*, 2019)

แม้ว่าปุ๋ยหมักวัชพืชรวม (จอกหูหนูผสมผักตบชวา) ในการทดลองนี้จะสามารถกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ได้สูงถึง 122.05 ตันต่อไร่ ซึ่งส่งผลทำให้การกักเก็บก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นตามอีกด้วย แต่เนื่องจากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักของตัวอย่างปุ๋ยหมักวัชพืช มีบางตัวต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานการเกษตร ทำให้ในการทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยหมักจากวัชพืช ในการทดลองถัดไปมีการผสมอัตราส่วนดินเข้าไปด้วย โดยมีอัตราปุ๋ยหมักวัชพืชต่อดิน (อัตรา 1:1) เพื่อเพิ่มความเหมาะสมของธาตุอาหารหลักในการนำไปใช้เป็นวัสดุปลูกพืช

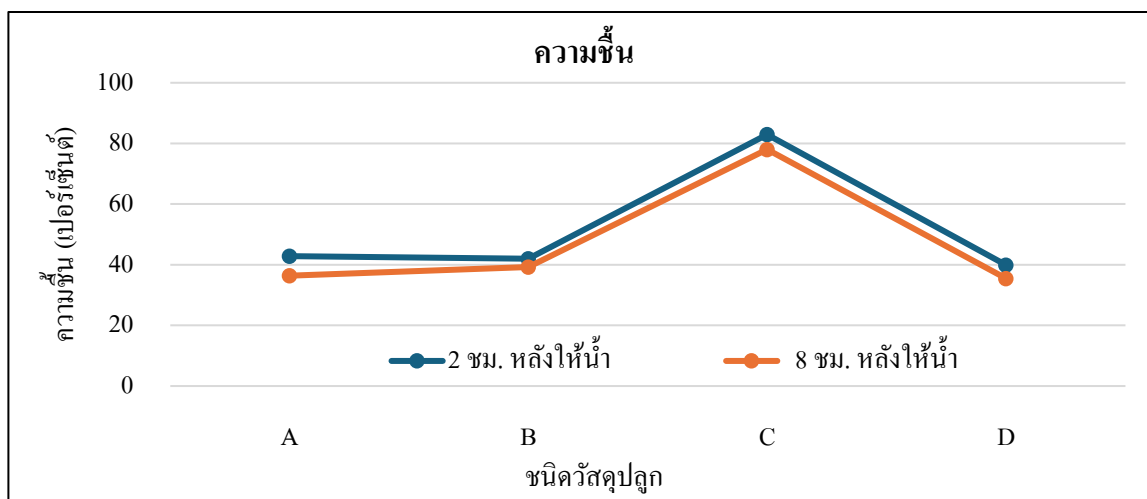
ผลการทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยวัสดุปลูก

ความชื้นของของวัสดุปลูกทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ วัสดุพร้อมปลูก (จำหน่ายในท้องตลาด) วัสดุปลูกปุ๋ยหมักวัชพืชรวม วัสดุปลูกปุ๋ยหมักจอกหูหนู และวัสดุปลูกปุ๋ยหมักผักตบชวาผลการศึกษาพบว่าวัสดุปลูกปุ๋ยหมัก

จอกหูหนู มีความชื้นมากที่สุด 82.92 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ วัสดุพร้อมปลูก วัสดุปลูกปุ๋ยหมักวัชพืชรวม และ วัสดุปลูกปุ๋ยหมักผักตบชวา มีค่าความชื้นเท่ากับ 42.81, 41.99, และ 39.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลักษณะของวัสดุปลูกปุ๋ยหมักจอกหูหนูมีลักษณะคล้ายฟองน้ำ ทำให้อุ้มน้ำได้ดี ส่งผลให้ความชื้นของ วัสดุปลูกสูงกว่าวัสดุปลูกอื่น ๆ ส่วนวัสดุพร้อมปลูก มีการผสมขุยมะพร้าวที่มีลักษณะในการอุ้มน้ำดีเช่นกัน แต่จะมีการระเหยน้ำได้เร็ว เนื่องจากมีปริมาณของอินทรีย์วัตถุที่มีขนาดใหญ่จำนวนมากและไม่กักเก็บน้ำ ส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำเร็ว ส่วนวัสดุปลูกผสมปุ๋ยหมักผักตบชวา และวัสดุปลูกปุ๋ยหมักวัชพืชรวม และวัสดุพร้อม ปลูกมีค่าการอุ้มน้ำที่ใกล้เคียงกันคือ 39.90 - 42.81 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับความชื้นในแปลงปลูก ทั่วไป พบว่าค่าความชื้นในแปลงปลูกที่ 40 - 49 เปอร์เซ็นต์ จะเป็นสภาวะแห่งควรเพิ่มความชื้นให้แก่ดิน แต่ การปลูกในลักษณะในแปลงปลูกยกพื้น มีวัสดุปลูกหนาประมาณ 20 เซนติเมตร เกิดการคายระเหยน้ำได้ง่าย แต่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของพืชสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่มีความชื้นสูง แต่ ให้ผลผลิตน้อยกว่า ซึ่งกรมพัฒนาที่ดิน (2567) รายงานว่า ดินที่มีเนื้อหยาบ อิ่มตัวด้วยน้ำ 21 - 31 เปอร์เซ็นต์ เนื้อดินปานกลาง 31 - 47 เปอร์เซ็นต์ และเนื้อดินละเอียด อิ่มตัวด้วยน้ำ 38 - 90 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อระดับ ความชื้นของดินชนิดต่าง ๆ เท่ากัน ความเป็นประโยชน์ของน้ำในดินต่อพืชไม่จำเป็นจะต้องเท่ากัน เพราะดิน ต่างชนิดกันจะมีขนาดการกระจาย และความต่อเนื่องช่องว่างในดินที่แตกต่างกัน ทำให้แรงดึงน้ำในดินแตกต่างกัน

ดังนั้นที่ความจุความชื้นสนาม เป็นความจุน้ำที่มากที่สุดที่ดินจะเก็บกักไว้ และที่จุดเหี่ยวถาวรเป็น ความจุของน้ำที่น้อยที่สุดที่พืชจะนำไปใช้ ซึ่งดินแต่ละชนิดจึงมีค่าไม่เท่ากัน โดยทั่วไปดินเนื้อละเอียดจะมีความ จุน้ำได้มากกว่าดินเนื้อหยาบ แต่ความจุน้ำที่เป็นประโยชน์ไม่จำเป็นต้องมากกว่า ดังแสดงในรูปที่ 2



A = วัสดุพร้อมปลูก (จำหน่ายในท้องตลาด), B = วัสดุปลูกปุ๋ยหมักวัชพืชรวม,
C = วัสดุปลูกปุ๋ยหมักจอกหูหนู, และ D = วัสดุปลูกปุ๋ยหมักผักตบชวา

รูปที่ 2 การเก็บความชื้นของวัสดุปลูก

การทดสอบเปรียบเทียบวัสดุปลูกจากตัวอย่างการทดลองทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ วัสดุพร้อมปลูก (จำหน่าย ในท้องตลาด) วัสดุปลูกปุ๋ยหมักวัชพืชรวม วัสดุปลูกปุ๋ยหมักจอกหูหนู และวัสดุปลูกปุ๋ยหมักผักตบชวา โดย ทดสอบประสิทธิภาพการปลูกผักสลัด 4 ชนิด (คอส เรตคอส กรีนโอ๊ค และเรดโอ๊ค) พบว่า

ผลการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักสลัดอายุ 45 วัน ที่ปลูกใช้วัสดุปลูก โดยไม่มีการใส่ปุ๋ยหรืออื่น ๆ เพิ่มเติมพบว่า ผักสลัดกรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค คอส และเรดคอส เจริญเติบโตและให้ผลผลิตดีที่สุดในวัสดุปลูกปุ๋ยหมักวัชพืชรวม รองลงมาเป็น วัสดุปลูกผสมปุ๋ยหมักผักตบชวา วัสดุปลูกปุ๋ยหมักจอกหูหนู ส่วนวัสดุพร้อมปลูกนั้น การทดสอบประสิทธิภาพโดยการปลูกผักสลัดมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตน้อยที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 3 และรูปที่ 5 นอกจากนี้กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าความยาวและน้ำหนักของผักสลัดกรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค และเรดคอส ของชนิดวัสดุปลูกปุ๋ยหมักวัชพืชรวม มีค่ามากกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4

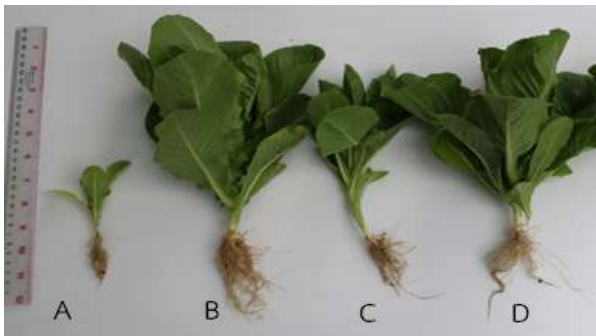
จะเห็นได้ว่าวัสดุปลูกปุ๋ยหมักวัชพืชรวม มีลักษณะเป็นวัสดุปลูกที่ดีที่สุดในการทดลองนี้ ซึ่งประกอบไปด้วยธาตุอาหารครบถ้วน วัสดุมีความหนาแน่นเพียงพอ ร่วนโปร่ง น้ำหนักเบา ระบายน้ำดี ยุบตัวช้า และทำหน้าที่ช่วยพยุงลำต้น เป็นแหล่งอาหาร น้ำ และอากาศให้กับพืชได้เป็นอย่างดี ซึ่งให้พืชเจริญเติบโตได้ดี ช่วยประหยัดเวลา ประหยัดแรงงาน และปลอดภัยต่อการบริโภค (Jeong *et al.*, 2019)



ผักสลัดกรีนโอ๊ค



ผักสลัดเรดโอ๊ค



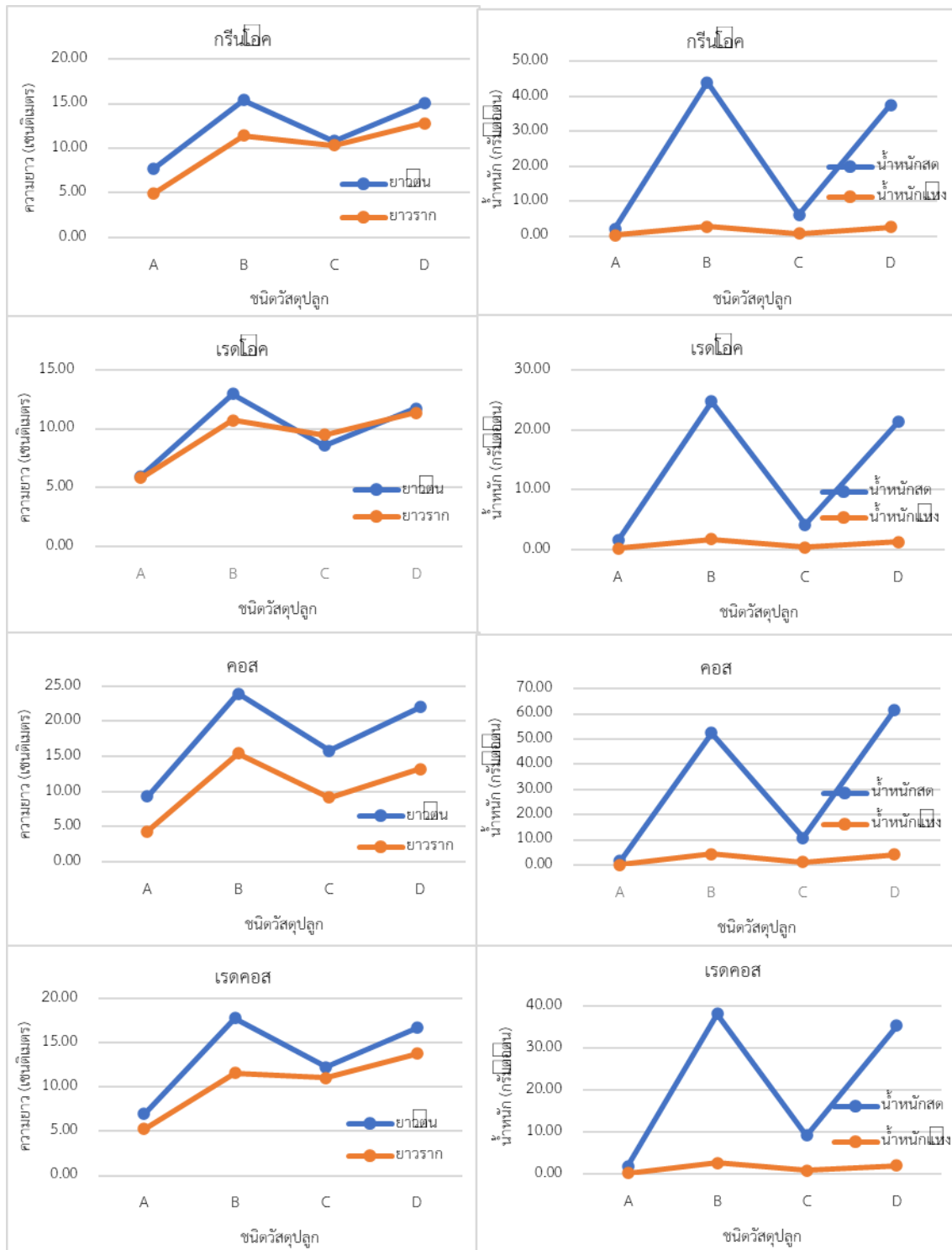
ผักสลัดคอส



ผักสลัดเรดคอส

A = วัสดุพร้อมปลูก (จำหน่ายในท้องตลาด), B = วัสดุปลูกผสมปุ๋ยหมักจากวัชพืชรวม, C = วัสดุปลูกปุ๋ยหมักจอกหูหนู, และ D = วัสดุปลูกปุ๋ยหมักผักตบชวา

รูปที่ 3 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักสลัดคอส เรดคอส กรีนโอ๊ค และเรดโอ๊ค ในวัสดุปลูกต่าง



A = วัสดุพร้อมปลูกจำหน่ายในท้องตลาด), B = วัสดุปลูกปุ๋ยหมักจากวัชพืชรวม,
C = วัสดุปลูกปุ๋ยหมักจากจุลินทรีย์, และ D = วัสดุปลูกปุ๋ยหมักผักตบชวา

รูปที่4การเปรียบเทียบความยาวต้นความยาวรากน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของกรีนไคคเรดไคคคอส และเรดคอสที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิดต่างๆ



รูปที่ 5 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักสลัด กรีนโอ๊ค เรดโอ๊ค คอส และเรดคอส ที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ ที่ระยะเก็บเกี่ยว

สรุปผลการทดลอง

1) ปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ ปริมาณการกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์ และปริมาณการกักเก็บก๊าซเรือนกระจกของตัวอย่างปุ๋ยหมักวัชพืชรวม (จอกหูหนูผสมผักตบชวา) มีปริมาณสูงสุด เนื่องมาจากอัตราการย่อยสลายของความหลากหลายของเศษซากวัชพืชที่ทำเป็นปุ๋ยหมักวัชพืชนี้ โดยมีความแตกต่างทางโครงสร้างทางเคมีที่ส่งผลทำให้เกิดการสะสมของอินทรีย์วัตถุสูง

2) ปริมาณธาตุอาหารหลักของตัวอย่างปุ๋ยหมักวัชพืช มีบางผลการทดลองต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ทำให้ในการทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยหมักจากวัชพืชมีการผสมอัตราส่วนดินเพิ่มเข้าไปด้วย ซึ่งได้ผสมอัตราปุ๋ยหมักวัชพืชต่อดินที่ อัตรา 1:1 เพื่อเป็นการเพิ่มความเหมาะสมของธาตุอาหารหลักในการนำไปใช้เป็นวัสดุปลูกพืช

3) จากผลการทดสอบประสิทธิภาพวัสดุปลูกพืชพบว่า วัสดุปลูกปุ๋ยหมักจอกหูหนู สามารถเก็บความชื้นได้มากที่สุด ถัดมาคือ วัสดุพร้อมปลูก วัสดุปลูกปุ๋ยหมักวัชพืชรวม และวัสดุปลูกปุ๋ยหมักผักตบชวา แต่เนื่องจากวัสดุปลูกปุ๋ยหมักจอกหูหนู มีปริมาณของอินทรีย์วัตถุที่มีขนาดใหญ่จำนวนมากและไม่กักเก็บน้ำ ส่งผลให้เกิดการสูญเสียน้ำเร็ว ส่วนวัสดุปลูกปุ๋ยหมักวัชพืชรวม จะเป็นสภาวะแห้งควรเพิ่มความชื้นให้แก่ดิน แต่การปลูกในลักษณะในแปลงปลูกยกพื้น มีวัสดุปลูกหนาประมาณ 20 เซนติเมตร เกิดการคายระเหยน้ำได้ง่าย ซึ่งเพียงพอต่อการเจริญเติบโตแล้ว และทำให้ผลผลิตของพืชสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตของแปลงที่มีความชื้นสูงเช่น วัสดุปลูกปุ๋ยหมักจอกหูหนู

4) วัสดุปลูกปุ๋ยหมักวัชพืชรวม มีลักษณะเป็นวัสดุปลูกที่ดีที่สุดในการทดลองนี้ ซึ่งประกอบไปด้วยธาตุอาหารครบถ้วน วัสดุมีความหนาแน่นเพียงพอ ร่วนโปร่ง น้ำหนักเบา ระบายน้ำดี ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของผักสลัด

5) ปุ๋ยหมักวัชพืชนี้ซึ่งมีอินทรีย์วัตถุสูง ได้เพิ่มบทบาทสำคัญในการเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนและดูดซับคาร์บอนอินทรีย์ โดยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้สามารถเพิ่มความเข้าใจ ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน และเป็นกลยุทธ์หนึ่งในการลดสภาวะโลกร้อน เพิ่มความรู้ในการจัดการดินและน้ำของพื้นที่เกษตรกรรมชลประทานได้อย่างเหมาะสมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมชลประทาน. 2561. เรื่อง การป้องกันและแก้ไขการระบายน้ำทิ้งที่มีคุณภาพต่ำลงทางน้ำชลประทาน และทางน้ำที่ต่อเชื่อมกับทางน้ำชลประทานในพื้นที่โครงการชลประทาน. คำสั่งกรมชลประทานที่ 18/2561 ลงวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2561.

กรมพัฒนาที่ดิน. 2567. คู่มือปฏิบัติงานวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของดิน: กระบวนการวิเคราะห์ดินสำนักวิทยาศาสตร์เพื่อการพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ. สืบค้นจาก: https://www.ddd.go.th/App_Storage/hotbox/files/58_0.pdf (กันยายน 2567)

สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (ทีดีอาร์ไอ). 2067. นาเปียกสลับแห้งหนทางแห่งอนาคตลดผลกระทบโลกร้อน. สืบค้นจาก: <https://tdri.or.th/2023/08/alternative-wetting-and-drying-rice/>. (พฤษภาคม, 67)

- สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร. 2566. ภาคเกษตร ปักธงลดก๊าซเรือนกระจก 1 ล้านตันฯ พร้อมเตรียมประกาศใช้แผนปฏิบัติการด้านการเกษตรเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ระยะ 5 ปี. สืบค้นจาก: <https://www.oae.go.th/view/>. (พฤษภาคม 2567)
- องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2561. แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์. สำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร 92 น. สืบค้นจาก <http://localcfo.tgo.or.th/uploads/docs/20200310141915.pdf> (สิงหาคม 2567)
- Hwante, P., & Ruairuen, W. (2023). Soil Organic Carbon Storage in Khlong Saeng Local Durian and Rubber Agroecosystem in Ban Ta Khun District, Surat Thani Province. *PKRU SciTech Journal*, 7(2), 61-73.
- IPCC. 2006. Intergovernmental Panel on Climate Change. “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”
- IPCC. 2014. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jeong, S. T., Cho, S. R., Lee, J. G., Kim, P. J., & Kim, G. W. (2019). Composting and compost application: Trade-off between greenhouse gas emission and soil carbon sequestration in whole rice cropping system. *Journal of Cleaner Production*, 212, 1132-1142.
- Lei, Z., Yu, D., Zhou, F., Zhang, Y., Yu, D., Zhou, Y., & Han, Y. (2019). Changes in soil organic carbon and its influencing factors in the growth of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* plantation in Horqin Sandy Land, Northeast China. *Scientific reports*, 9(1), 16453.
- Liu, H., Blagodatsky, S., Giese, M., Liu, F., Xu, J., & Cadisch, G. (2016). Impact of herbicide application on soil erosion and induced carbon loss in a rubber plantation of Southwest China. *Catena*, 145, 180-192.
- Meersmans, J., Van Wesemael, B., & Van Molle, M. (2009). Determining soil organic carbon for agricultural soils: a comparison between the Walkley & Black and the dry combustion methods (north Belgium). *Soil Use and Management*, 25(4), 346-353



สมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย

สมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย เลขที่ 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร
กรุงเทพฯ 10900 E-mail: ezathai@gmail.com โทรศัพท์: 096 807 7104

ประกาศสมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย ที่ 2/2567

เรื่อง การแต่งตั้งคณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 16

.....

ด้วยสมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย สมาคมนักโรคพืชแห่งประเทศไทย สมาคมวิทยาการวัชพืชแห่งประเทศไทย สมาคมอารักขาพืชไทย สมาคมคนไทยธุรกิจเกษตร สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย และสมาคมการค้านวัตกรรมเพื่อการเกษตรไทย ร่วมเป็นเจ้าภาพจัดการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 16 ในหัวข้อเรื่อง “การอารักขาพืชไทยในยุคโลกเดือด : Thai Plant Protection in a Global Boiling Era” ระหว่างวันที่ 18 – 20 กุมภาพันธ์ 2568 ณ จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อเปิดโอกาสให้นักวิจัย นักวิชาการจากภาครัฐ ภาคเอกชน นิสิตและนักศึกษา ได้เสนอผลงานวิชาการ แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ การพัฒนางานด้านวิทยาการอารักขาพืชทุกด้าน ตลอดจนการนำเทคโนโลยีและการจัดการข้อมูลทางการเกษตรมาช่วยในการบริหารจัดการด้านอารักขาพืชที่มีความเหมาะสมและแม่นยำที่เป็นประโยชน์ต่อการเกษตรของประเทศไทยอย่างครบวงจร และยั่งยืน

ดังนั้น เพื่อให้การจัดประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 16 ดำเนินการไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุวัตถุประสงค์ จึงเห็นสมควรแต่งตั้งคณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการ ดังต่อไปนี้

1. คณะที่ปรึกษา

1) ปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์	2) อธิบดีกรมวิชาการเกษตร
3) อธิบดีกรมส่งเสริมการเกษตร	4) อธิบดีกรมการข้าว
5) อธิบดีกรมหม่อนไหม	6) อธิบดีกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
7) อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ	8) ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน)
9) ผู้อำนวยการสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน)	10) อธิการบดีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
11) อธิการบดีมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	12) อธิการบดีมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
13) อธิการบดีมหาวิทยาลัยเชียงใหม่	14) อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหิดล
15) อธิการบดีมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	16) อธิการบดีมหาวิทยาลัยขอนแก่น
17) อธิการบดีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	18) อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
19) อธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่โจ้	20) อธิการบดีมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
21) อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา	22) อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม
23) อธิการบดีมหาวิทยาลัยนเรศวร	24) อธิการบดีมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
25) อธิการบดีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	26) อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
27) อธิการบดีมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์	28) อธิการบดีมหาวิทยาลัยรังสิต

29) นายกสมาคมผู้ส่งออกข้าวไทย	30) นายกสมาคมโรงสีข้าวไทย
31) นายกสมาคมนักวิชาการอ้อยและน้ำตาลแห่งประเทศไทย	32) นายกสมาคมปรับปรุงพันธุ์พืชและขยายพันธุ์พืชแห่งประเทศไทย
33) นายกสมาคมการค้ามันสำปะหลังไทย	34) นายกสมาคมเมล็ดพันธุ์แห่งประเทศไทย
35) นายกสมาคมโรงงานน้ำตาลไทย	36) นายกสมาคมการค้าเมล็ดพันธุ์ไทย
37) นายกสมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทย	38) นายกสมาคมพืชสวนแห่งประเทศไทย
39) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม	40) เลขาธิการสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ
41) สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.)	42) สมาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
43) ผู้ว่าราชการจังหวัดเชียงใหม่	44) สหกรณ์จังหวัดเชียงใหม่
45) เกษตรจังหวัดเชียงใหม่	46) หอการค้าจังหวัดเชียงใหม่
47) เกษตรและสหกรณ์เชียงใหม่	

2. คณะกรรมการอำนวยการ

นายกสมาคมกัญและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย	ประธาน
นายกสมาคมนักโรคพืชแห่งประเทศไทย	รองประธาน
นายกสมาคมวิทยาการวัชพืชแห่งประเทศไทย	รองประธาน
นายกสมาคมอารักขาพืชไทย	รองประธาน
นายกสมาคมคนไทยธุรกิจเกษตร	รองประธาน
นายกสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย	รองประธาน
นายกสมาคมการค้านวัตกรรมเพื่อการเกษตรไทย	รองประธาน
ผู้อำนวยการสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช	กรรมการ
ผู้อำนวยการสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร	กรรมการ
ผู้อำนวยการกองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร	กรรมการ
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร	กรรมการ
ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร	กรรมการ
คณบดีคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	กรรมการ
คณบดีคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	กรรมการ
คณบดีคณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้	กรรมการ
คุณอรนุช กองกาญจนะ	กรรมการ
คุณวนิดา อังศุพันธุ์	กรรมการ
คุณชมพูนุท จรรยาเพศ	กรรมการ
คุณบุษรา จันท์แก้วมณี	กรรมการ
ดร.เกรียงไกร จำเริญมา	กรรมการ
ดร.มานิตา คงชื่นสิน	กรรมการ
คุณโสภารวรรณ มงคลธรรมากุล	กรรมการ
คุณลักขณา บำรุงศรี	กรรมการ
คุณทักษิณ อาชวาคม	กรรมการ
คุณพิเชฐ เซาวนวัฒมนวงศ์	กรรมการ

คุณสรายุจิต	ไกรฤกษ์	กรรมการ
ดร.สุนัดดา	เชาวลิต	กรรมการและเลขานุการ
คุณกันตินันท์	แพไใหญ่	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
ดร.วนาพร	วงษ์นิค	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
คุณอติติยา	แก้วประดิษฐ์	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะกรรมการฝ่ายนี้มีหน้าที่

1. อำนวยความสะดวกประชุม ให้คำแนะนำ แก้ไขปัญหา เพื่อให้การประชุมครั้งนี้ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย
2. กำหนดอัตราค่าลงทะเบียนเข้าประชุม ค่าบูธนิทรรศการ และอื่นๆ
3. พิจารณาคัดเลือกเป็นประธานในพิธีเปิด – ปิด การประชุม
4. ติดตามดูแล ประสานงานกับคณะกรรมการดำเนินงานทุกฝ่ายเพื่อให้การประชุมดำเนินตามวัตถุประสงค์
5. เตรียมการจัดหาเจ้าภาพของการประชุมครั้งต่อไป

3. คณะกรรมการฝ่ายจัดการประชุม

3.1 คณะอนุกรรมการฝ่ายจัดการประชุม

คุณศรุต	สุทธิอารมณ์	ประธาน
คุณบุษรา	จันทร์แก้วมณี	รองประธาน
ดร.มานิตา	คงชื่นสิน	รองประธาน
คุณวนิดา	อังศุพันธุ์	อนุกรรมการ
คุณชมพูนุท	จรรยาเพชร	อนุกรรมการ
คุณโสภารวรรณ	มงคลธรรมากุล	อนุกรรมการ
ดร.เกรียงไกร	จำเริญมา	อนุกรรมการ
คุณนงนุช	ยกย่องสกุล	อนุกรรมการ
คุณจารึก	ศรีพุทธชาติ	อนุกรรมการ
คุณสมศักดิ์	สมานวงศ์	อนุกรรมการ
คุณลักขณา	บำรุงศรี	อนุกรรมการ
คุณพิเชฐ	เชาวน์วัฒนวงศ์	อนุกรรมการ
คุณสรายุจิต	ไกรฤกษ์	อนุกรรมการ
ดร.ณัฐิมา	โฆสิตเจริญกุล	อนุกรรมการ
คุณจรงค์	อิมใจ	อนุกรรมการ
คุณนิสิต	บุญเพ็ง	อนุกรรมการ
คุณสมศักดิ์	ศิริพลตั้งมั่น	อนุกรรมการ
คุณสิทธิศักดิ์	แสไพศาล	อนุกรรมการ
คุณอลงกต	โพธิ์ดี	อนุกรรมการ
ดร.พฤทธิชาติ	บุญวัฒน์	อนุกรรมการ
คุณภัทร์พิชชา	รุจิระพงศ์ชัย	อนุกรรมการ
คุณวาทินี	ตันเจริญ	อนุกรรมการ
คุณใจทิพย์	อุไรชื่น	อนุกรรมการ
คุณพจนา	ตระกูลสุขรัตน์	อนุกรรมการ
คุณสัญญาณี	ศรีรักษา	อนุกรรมการ

คุณวิมลวรรณ	โชติวงศ์	อนุกรรมการ
คุณภัทรพร	สรพนุเคราะห์	อนุกรรมการ
คุณชัยพร	บัวมาศ	อนุกรรมการ
คุณณพชกร	ธโรชัย	อนุกรรมการ
คุณกันตินันท์	แพใหญ่	อนุกรรมการ
คุณนฤมล	สีกลัดหนู	อนุกรรมการ
ดร.สุนัดดา	เซาวลิต	อนุกรรมการและเลขานุการ
ดร.วนาพร	วงษ์นิค	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
คุณอติติยา	แก้วประดิษฐ์	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะอนุกรรมการฝ่ายนี้มีหน้าที่

1. จัดเตรียมส่งประกาศการประชุม ใบสมัครเข้าร่วมประชุมไปยังหน่วยงานต่าง ๆ
2. กำหนดการรับสมัครเข้าร่วมประชุม ส่งบทความ ผลงานเรื่องเต็ม และติดต่อเพื่อยืนยันการเข้าร่วมประชุมสำหรับผู้เสนอผลงาน และวิทยากรบรรยายพิเศษ
3. กำหนดรูปแบบการประชุมภาคบรรยาย และแผ่นภาพ รูปแบบการเขียนผลงานนำเสนอ ทั้งบทความย่อ และผลงานเรื่องเต็ม
4. พิจารณาติดต่อเชิญแขกผู้มีเกียรติ ผู้บรรยายพิเศษ ประธานและเลขานุการของวาระการประชุม
5. กำหนดวาระการประชุม
6. ประสานงานกับคณะอนุกรรมการฝ่ายเอกสารและฝ่ายทะเบียน ในเรื่องรูปแบบการเขียนผลงาน บทความย่อ เรื่องเต็มและรายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม ตลอดจนส่งผลงานให้ฝ่ายพิจารณาผลงานดีเด่น
7. ร่างคำกล่าวรายงาน และคำกล่าวในพิธีเปิด – ปิด
8. เป็นศูนย์กลางข้อมูลการประชุม ประสานงานกับคณะอนุกรรมการฝ่ายต่าง ๆ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามกำหนด
9. ประเมินผลและสรุปผลการจัดประชุม

3.2 คณะอนุกรรมการฝ่ายสถานที่ นิทรรศการ และโสตทัศนูปกรณ์

คุณชมพูนุท	จรรยาเพศ	ประธาน
คุณสัจจะ	ประสงค์ทรัพย์	รองประธาน
คุณณัฐชยา	ชุมสวัสดิ์	รองประธาน
คุณวิริยุต	จิรพนิช	รองประธาน
คุณกนิษฐ์	ธนูเทพ	อนุกรรมการ
คุณพิรุณ	เสนิงค์ ณ อยุธยา	อนุกรรมการ
คุณสินชัย	สวัสดิชัย	อนุกรรมการ
รศ. ดร.พัชรินทร์	ครุฑเมือง	อนุกรรมการ
ผศ. ดร.เยาวลักษณ์	จันทร์บาง	อนุกรรมการ
คุณวิภาดา	ปลอดครบุรี	อนุกรรมการ
คุณสุภาณี	ธเนศวรค์	อนุกรรมการ
คุณยุรนาถ	พงษ์เสมอ	อนุกรรมการ
ดร.จารุวัตร	แต่กุล	อนุกรรมการ
คุณวิรัชชัย	โยธาราชภู่	อนุกรรมการ
คุณอุราพร	หนูนารถ	อนุกรรมการ
คุณสมรวย	รวมชัยอภิกุล	อนุกรรมการ

คุณศุภสัณห์	บางแวก	อนุกรรมการ
คุณพงศ์ภัทร	ศิริกุลปิยรัตน์	อนุกรรมการ
คุณเอกสิทธิ์	ทรัพย์เจริญวงศ์	อนุกรรมการ
คุณกัญญ์กุลณัช	คำปวง	อนุกรรมการ
คุณวรเดช	ใจดี	อนุกรรมการ
คุณสรวิฑ์	ยิสาธคุณ	อนุกรรมการ
คุณอุดมเดช	นาคประเสริฐ	อนุกรรมการ
ดร.วนาพร	วงศ์นิค	อนุกรรมการ
คุณประภัทร	พิศวงษ์	อนุกรรมการ
คุณวิชาญ	วรรณะไกวล์	อนุกรรมการ
คุณวรวิษ	สุจิตธรรมจริยางกูร	อนุกรรมการ
คุณสิทธิศิโรตม	แก้วสวัสดิ์	อนุกรรมการ
คุณหทัยภัทร	เจษฎารมย์	อนุกรรมการ
คุณนพพล	สัทยาสัย	อนุกรรมการ
คุณอมฤต	ศิริอุดม	อนุกรรมการ
คุณเทอดพงษ์	มหาวงศ์	อนุกรรมการ
คุณเอกรัตน์	ธนูทอง	อนุกรรมการ
คุณวัชร	สังข์ทอง	อนุกรรมการ
คุณนิชากรณ	ใจดี	อนุกรรมการ
คุณภัทรพร	ปานหิรัญ	อนุกรรมการ
คุณรุ่งฤดี	จงสืบศักดิ์	อนุกรรมการ
คุณปิยะพงษ์	พทุธา	อนุกรรมการ
คุณวิณี	ตันเจริญ	อนุกรรมการและเลขานุการ
คุณนิธิตัน	แซ่จัน	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
คุณสมเกียรติ	กล้าแข็ง	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
คุณสิริชัย	สาธิตวิจารณ์	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะอนุกรรมการฝ่ายนี้มีหน้าที่

1. ติดต่อสถานที่จัดประชุม บุคลากร สถานที่แสดงผลงานวิจัยภาคแผนภาพ และภาพถ่ายเข้าประกวด
2. ดำเนินการเรื่องจองที่พักและอำนวยความสะดวกในด้านที่พักให้แก่ผู้เข้าร่วมประชุม
3. จัดเตรียมอาหารและเครื่องดื่มตลอดการประชุม และงานเลี้ยงรับรอง
4. ดูแลความเรียบร้อยของการจัดประชุมด้านโสตทัศนูปกรณ์และช่างภาพ ในพิธีเปิด-ปิด และตลอดการประชุม
5. รับส่งข้อมูลผลงานเพื่อนำเสนอทางจอภาพ
6. ประสานงานกับคณะอนุกรรมการฝ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.3 คณะอนุกรรมการฝ่ายเอกสาร

คุณบุษรา	จันทร์แก้วมณี	ประธาน
คุณวิษชุดา	รัตนกาญจน์	รองประธาน
ดร.ศิริพร	ซึ่งสนธิพร	รองประธาน
ดร.ยุวรินทร์	บุญทบ	อนุกรรมการ
ดร.พัชรวิวรรณ	จงจิตเมตต์	อนุกรรมการ
ดร.ภูวนารถ	มณีโชติ	อนุกรรมการ
คุณเกศสุดา	สนศิริ	อนุกรรมการ
คุณกรกต	ดำรงักษ์	อนุกรรมการ
คุณนภลภัส	บุษบงก์	อนุกรรมการ
คุณสุพี	วนศิริกุล	อนุกรรมการ
คุณกันตินันท์	แพใหญ่	อนุกรรมการ
คุณบุญญวดี	จิระวุฒิ	อนุกรรมการ
คุณใจทิพย์	อุไรชื่น	อนุกรรมการและเลขานุการ
ดร.เยาวภา	ต้นติวานิช	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
คุณภัททิรา	ศาสตร์วงศ์	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะอนุกรรมการฝ่ายนี้มีหน้าที่

1. จัดเตรียมเอกสารเพื่อจัดพิมพ์เป็นเอกสารประกอบการประชุม
2. จัดพิมพ์สูจิบัตร และบัตรเชิญ
3. ประสานงานกับฝ่ายจัดการประชุม ฝ่ายพิจารณาผลงานวิจัยดีเด่น และคณะอนุกรรมการฝ่ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.4 คณะอนุกรรมการฝ่ายทะเบียน

คุณสรายุจิต	ไกรฤกษ์	ประธาน
คุณยุวดี	วัธนธาดา	รองประธาน
คุณอมรรักษ์	คิดใจเดียว	รองประธาน
ผศ. ดร.ปิ่นธนา	ฐาปนพงษ์วรกุล	อนุกรรมการ
รศ. ดร.รัชดาวรรณ	ชีวังกูร	อนุกรรมการ
คุณธารทิพย์	ภาสบุตร	อนุกรรมการ
คุณสุณิรัตน์	สีมะเต๋อ	อนุกรรมการ
คุณจุฬารัตน์	หน่อแก้ว	อนุกรรมการ
คุณโสภา	มีอำนาจ	อนุกรรมการ
คุณวานิช	คำพานิช	อนุกรรมการ
คุณอมรเทพ	ใจเย็น	อนุกรรมการ
คุณเจษฎา	ศรีพราหมณ์น้อย	อนุกรรมการ
คุณพรนภา	คำกองแก้ว	อนุกรรมการ
คุณณัฐสินี	ชุดิคุณชัยนันท์	อนุกรรมการ
คุณสายฝน	เลิศพิทักษ์ธรรม	อนุกรรมการ
คุณจุฑาทิพย์	อันทอง	อนุกรรมการ
คุณพิมพ์ชนก	บุตรชา	อนุกรรมการ
คุณวาธินี	เชื่อนแก้ว	อนุกรรมการ

คุณปนัดดา	อดุลย์ศักดิ์	อนุกรรมการ
คุณลลิตา	มาละชั่วโม่ง	อนุกรรมการ
คุณสุวีรยา	อายุเจริญ	อนุกรรมการ
คุณปิยะนุช	เขียนเอี่ยม	อนุกรรมการ
คุณธนัญญา	หมาดหมั่น	อนุกรรมการ
คุณธิดารัตน์	มีศรี	อนุกรรมการ
คุณนาฏยา	ทักษิณมย์	อนุกรรมการ
คุณภัทรพร	สรรพนุเคราะห์	อนุกรรมการและเลขานุการ
คุณธัญชนก	ศรีเมือง	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
คุณนันทนัช	พินศรี	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะอนุกรรมการฝ่ายนี้มีหน้าที่

1. จัดเตรียมและดำเนินการลงทะเบียน
2. จัดเตรียมเอกสาร ป้ายชื่อ และของที่ระลึกสำหรับผู้ลงทะเบียน
3. ประสานงานกับฝ่ายประชาสัมพันธ์และปฏิคม ด้านการเสนอผลงานในห้องประชุม

3.5 คณะอนุกรรมการฝ่ายประชาสัมพันธ์และปฏิคม

คุณโสภาวรรณ	มงคลธรรมากุล	ประธาน
คุณสัจจะ	ประสงค์ทรัพย์	รองประธาน
คุณอติติยา	แก้วประดิษฐ์	รองประธาน
คุณกันต์ฤทัย	รับพร	อนุกรรมการ
รศ. ดร.คำรณวิทย์	ทิพย์มณี	อนุกรรมการ
คุณกรรณิการ์	เพ็งคุ้ม	อนุกรรมการ
ดร.ดวงสมร	สุทธิสุทธิ	อนุกรรมการ
ผศ. ดร.ชามา	อินซอน	อนุกรรมการ
รศ. ดร.วนิดา	อ่วมเจริญ	อนุกรรมการ
คุณสาทิพย์	มาลี	อนุกรรมการ
คุณประภัสสร	เขยคำแหง	อนุกรรมการ
ดร.พลอยชมพู	กรวิภาสเรือง	อนุกรรมการ
คุณดารารพร	รินทะรักษ์	อนุกรรมการ
ดร.สุรีย์พร	บัวอาจ	อนุกรรมการ
คุณสิริกัญญา	ขุนวิเศษ	อนุกรรมการ
คุณอิทธิพล	บรรณาการ	อนุกรรมการ
คุณวิมลวรรณ	โชติวงศ์	อนุกรรมการ
คุณยุรวรรณ	อนันตมณี	อนุกรรมการ
คุณนลินา	ไชยสิงห์	อนุกรรมการ
คุณสุชาดา	สุพรศิลป์	อนุกรรมการ
คุณอัจฉริยา	นิจจรัลกุล	อนุกรรมการ
คุณนันทนัช	พินศรี	อนุกรรมการ
คุณปวีณา	บุชาเทียน	อนุกรรมการ
คุณสุพัฒน์กิจ	โพธิ์สว่าง	อนุกรรมการ
คุณณัฐธิดา	เต็มสังข์	อนุกรรมการ

คุณปาริชาติ	จำรัสศรี	อนุกรรมการ
คุณกฤษฎา	กุลวิวัฒน์	อนุกรรมการ
คุณเสาวภา	เนื่องไชยยศ	อนุกรรมการ
คุณณพพรกร	ธไภษัชย์	อนุกรรมการและเลขานุการ
คุณวีระชัย	สมศรี	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะอนุกรรมการฝ่ายนี้มีหน้าที่

1. ประชาสัมพันธ์การประชุมทุกรูปแบบ จัดหาช่างภาพ และประสานงานกับสื่อมวลชนทุกแขนง
2. ดำเนินการด้านพิธีการ จัดเตรียมพิธีการตลอดการประชุม แจ้งกิจกรรมระหว่างการประชุม และดำเนินการในงานเลี้ยงรับรอง
3. รวบรวมประวัติประธาน เลขานุการ วิทยากร ผู้บรรยายพิเศษ และผู้นำเสนอผลงาน ของการประชุม
4. จัดทำและรับผิดชอบการเปลี่ยนป้ายชื่อ วิทยากร ประธาน และเลขานุการ
5. ประสานงานกับคณะอนุกรรมการฝ่ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.6 คณะอนุกรรมการฝ่ายพิจารณาผลงานวิจัยดีเด่น

ดร.เกรียงไกร	จำเริญมา	ประธาน
ดร.อมรา	ชินะภุติ	รองประธาน
คุณคมสัน	นครศรี	รองประธาน
ดร.มานิตา	คงชื่นสิน	อนุกรรมการ
ดร.ศิริพร	ซึ่งสนธิพร	อนุกรรมการ
ดร.พรพิมล	อธิปัญญาคม	อนุกรรมการ
ดร.ณัฐริมา	โฆษิตเจริญกุล	อนุกรรมการ
คุณสุเทพ	สหายา	อนุกรรมการ
ดร.เสาวนิตย์	โพธิ์พูนศักดิ์	อนุกรรมการ
ดร.พฤติชาติ	ปุ่นวัฒโท	อนุกรรมการ
คุณจรัญญา	ปิ่นสุภา	อนุกรรมการ
รศ. ดร.สร้อยญา	วัชโรทัย	อนุกรรมการ
ผศ. ดร.สันติไมตรี	ก้อนคำดี	อนุกรรมการ
ดร.สุพรรณิกา	อินตะนนท์	อนุกรรมการ
รศ. ดร.ทศพล	พรพรหม	อนุกรรมการ
คุณสมศักดิ์	ศิริพลตั้งมั่น	อนุกรรมการ
ดร.โสภณ	อุไรชื่น	อนุกรรมการ
ดร.ไตรเดช	ข่ายทอง	อนุกรรมการ
ดร.จินตนา	อันอาจาม	อนุกรรมการ
ดร.สุจินต์	ภัทรภูวดล	อนุกรรมการ
ดร.ชนินทร์	ดวงสอาด	อนุกรรมการ
คุณอุษณีย์	จินดากุล	อนุกรรมการ
คุณสัณญาณี	ศรีक्षा	อนุกรรมการและเลขานุการ
คุณธัญชนก	ศรีเมือง	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
ดร.เนตรรา	สมบูรณ์แก้ว	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะอนุกรรมการฝ่ายนี้มีหน้าที่

1. วางหลักเกณฑ์ และพิจารณาผลงานวิจัยดีเด่นทั้งภาคบรรยาย และแผ่นภาพ
2. กำหนดวันรับผลงานวิจัยและพิจารณาจัดหารางวัล
3. ประสานงานกับฝ่ายเอกสาร และฝ่ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.7 คณะอนุกรรมการฝ่ายทัศนศึกษา

คุณพิเชฐ	เชาวน์วัฒนวงศ์	ประธาน
คุณจรงค์	อิมใจ	รองประธาน
ผศ. ดร.อรอุมา	เรืองวงษ์	อนุกรรมการ
ผศ.ดร. ปิยะวรรณ	สุทธิประพันธ์	อนุกรรมการ
คุณณพชรกร	ธัญชัย	อนุกรรมการ
คุณนิสิต	บุญเพ็ง	อนุกรรมการ
คุณศุภกร	วงศ์เรืองพิบูล	อนุกรรมการ
คุณวัชร	สังข์ทอง	อนุกรรมการ
คุณณัฐธิดา	เต็มสังข์	อนุกรรมการ
คุณวทีนี	ตันเจริญ	อนุกรรมการ
คุณภาสกร	สุนทรเกษมสุข	อนุกรรมการ
คุณเอกสิทธิ์	ทรัพย์เจริญวงศ์	อนุกรรมการ
คุณอาทิตย์	รักกสิกร	อนุกรรมการ
คุณเทอดพงษ์	มหาวงค์	อนุกรรมการ
คุณประดิษฐ์	วงศ์ยะลา	อนุกรรมการ
คุณพร้อมเกียรติ	แบบประเสริฐ	อนุกรรมการ
ดร.สราวุธ	รุ่งเมฆารัตน์	อนุกรรมการ
คุณภฤชา	ศรีอินทร์	อนุกรรมการ
คุณดรณี	เพ็งฤกษ์	อนุกรรมการ
คุณสุทธิณี	ลิขิตตระกูลรุ่ง	อนุกรรมการ
คุณวิมลวรรณ	โชติวงศ์	อนุกรรมการและเลขานุการ
คุณวีระชัย	สมศรี	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
คุณทัศนาว	เกตุนตร	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะอนุกรรมการฝ่ายนี้มีหน้าที่

1. จัดทำรายการและสถานที่ทัศนศึกษา
2. จัดเตรียมพาหนะรับ-ส่ง และอำนวยความสะดวกในด้านทัศนศึกษา
3. จัดเตรียมอาหารและเครื่องดื่มระหว่างทัศนศึกษา โดยประสานงานกับฝ่ายสถานที่ นิทรรศการ และ
โสตทัศนูปกรณ์ และฝ่ายการเงิน
4. เตรียมของที่ระลึกให้กับสถานที่ที่เข้าเยี่ยมชม โดยประสานงานกับฝ่ายการเงิน
5. ประสานงานกับฝ่ายทะเบียน

3.8 คณะอนุกรรมการฝ่ายประกวดภาพถ่าย

ดร.มานิตา	คงชื่นสิน	ประธาน
ดร.ทวี	เก่าศิริ	รองประธาน
คุณนภดล	โกมลมิศร์	รองประธาน

คุณศรุต	สุทธิอารมณ	อนุกรรมการ
คุณยุทธศักดิ์	เจียมไชยศรี	อนุกรรมการ
ดร.ยุทธนา	เครือหาญชาญพงศ์	อนุกรรมการ
คุณอานนท์	สายคำฟู	อนุกรรมการ
คุณวทีนี	ตันเจริญ	อนุกรรมการ
ดร.จารุวัฒน์	แต่กุล	อนุกรรมการ
ผศ. ดร.ชามา	อินซอน	อนุกรรมการ
คุณจำรูญ	ศุภผล	อนุกรรมการ
รศ. ดร.สรัญญา	วัชรไทย์	อนุกรรมการ
คุณกรกต	ดำรงักษ์	อนุกรรมการ
คุณธัญชนก	ศรีเมือง	อนุกรรมการ
คุณสิทธิศิโรตม	แก้วสวัสดิ์	อนุกรรมการ
คุณพจนา	ตระกูลสุขรัตน์	อนุกรรมการและเลขานุการ
คุณจริญญา	ปิ่นสุภา	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะอนุกรรมการฝ่ายนี้มีหน้าที่

1. วางหลักเกณฑ์ กำหนดประเภท และกำหนดวันรับผลงานภาพถ่าย
2. พิจารณาภาพถ่ายดีเด่น และพิจารณารางวัลโดยประสานงานกับฝ่ายการเงิน
3. ดำเนินการจัดนิทรรศการภาพถ่ายที่ส่งเข้าประกวด โดยประสานงานกับฝ่ายสถานที่ นิทรรศการ และ โสตทัศนูปกรณ์

3.9 คณะอนุกรรมการฝ่ายหารายได้

คุณวนิดา	อังศุพันธุ์	ที่ปรึกษา
คุณจิราพรรณ	ทองหยอด	ที่ปรึกษา
คุณชัยศักดิ์	รินเกลื่อน	ที่ปรึกษา
คุณช่อทิพย์	ศัลยพงษ์	ที่ปรึกษา
คุณโสภาวรรณ	มงคลธรรมากุล	ที่ปรึกษา
คุณสิทธิพร	ไกรฤกษ์	ที่ปรึกษา
คุณยรรยง	ประเทืองวงศ์	ที่ปรึกษา
คุณนงนุช	ยกย่องสกุล	ประธาน
คุณจาริก	ศรีพุทธชาติ	ประธาน
คุณสมศักดิ์	สมานวงศ์	ประธาน
คุณภรต	ทับไกร	อนุกรรมการ
ดร.อัชลี	นามวงษ์	อนุกรรมการ
ดร.พฤทธชาติ	บุญวัฒน์	อนุกรรมการ
คุณณรงค์วิทย์	ทศศิริสรสรรค์	อนุกรรมการ
คุณไพน์ทวี	สุพรรณธะริตา	อนุกรรมการ
คุณพิมล	บุรณะชน	อนุกรรมการ
คุณอมร	เชิญชัยวชิรากุล	อนุกรรมการ
คุณเอกสิทธิ์	ทรัพย์เจริญวงศ์	อนุกรรมการ
คุณณัชชยา	ชุ่มสวัสดิ์	อนุกรรมการ
คุณอรรคพล	เครือแดง	อนุกรรมการ

คุณยุวดี	วัธนธาดา	อนุกรรมการ
ผศ. ดร.ณัฐพัชร์	เกียรติวรกานต์	อนุกรรมการ
คุณนฤมล	สีกลัดหนู	อนุกรรมการและเลขานุการ
คุณกันตินันท์	แพใหญ่	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
ดร.สุนัดดา	เชาวลิต	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะอนุกรรมการฝ่ายนี้มีหน้าที่

1. ดำเนินการจัดหารายได้เพื่อสนับสนุนการจัดประชุม
2. กำหนดรูปแบบ และวงเงินการสนับสนุนโดยประสานงานกับคณะกรรมการฝ่ายจัดประชุม
3. ประสานงานกับคณะอนุกรรมการฝ่ายสถานที่ นิทรรศการ และโสตทัศนูปกรณ์ ฝ่ายการเงิน และฝ่ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.9 คณะอนุกรรมการฝ่ายการเงิน

คุณลักษณ์	บำรุงศรี	ประธาน
ดร.ณัฐิมา	โฆษิตเจริญกุล	รองประธาน
ดร.ยุวรินทร์	บุญทบ	อนุกรรมการ
คุณบุรณี	พั่ววงศ์แพทย์	อนุกรรมการ
คุณรุ่งนภา	ทองเคื่อง	อนุกรรมการ
คุณปรัชญา	เอกฐิน	อนุกรรมการ
คุณอุษณีย์	จินดากุล	อนุกรรมการ
คุณกันตินันท์	แพใหญ่	อนุกรรมการ
คุณชัยพร	บัวมาศ	อนุกรรมการและเลขานุการ
คุณนุชจรี	พันธ์โสม	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
คุณวันวิสาข์	เพ็ชรอำไพ	อนุกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะอนุกรรมการฝ่ายนี้มีหน้าที่

1. ประมาณการรายรับ-รายจ่าย และเก็บเงินค่าลงทะเบียน
2. จัดหาของที่ระลึกสำหรับประธานในพิธีเปิด-ปิด และวิทยากรบรรยายพิเศษ และอื่นๆ
3. จัดหารางวัลสำหรับผู้ได้รับรางวัลผลงานวิจัยดีเด่น และภาพถ่ายดีเด่น
4. ประสานงานกับคณะอนุกรรมการฝ่ายอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

จึงประกาศให้ทราบโดยทั่วกัน

ประกาศ ณ วันที่ 13 มิถุนายน 2567



(นายศรุต สุทธิอารมณ์)

นายกสมาคมกีฏและสัตววิทยาแห่งประเทศไทย

ผู้สนับสนุนการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 16

Platinum sponsor

- ❖ บริษัท ป.เคมีเทค จำกัด
- ❖ บริษัท ไบเออร์ไทย จำกัด
- ❖ บริษัท อินเตอร์ ครีออฟ จำกัด
- ❖ บริษัท คอร์เทวา อะกริโซเอนซ์ (ประเทศไทย) จำกัด
- ❖ บริษัท โซตัส อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด

Gold sponsor

- ❖ บริษัท เทพวัฒนา จำกัด
- ❖ บริษัท เอจิส โซลูชั่น จำกัด
- ❖ บริษัท ซินเจนทา ครอป โปรเทคชั่น จำกัด
- ❖ บริษัท เจียไต่ จำกัด
- ❖ บริษัท อีคลิปส์ จำกัด
- ❖ บริษัท ไทย อโกรเทรต จำกัด
- ❖ บริษัท บีเอเอสเอฟ (ไทย) จำกัด

Silver sponsor

- ❖ บริษัท อดามา (ประเทศไทย) จำกัด
- ❖ บริษัท ครอป อะกริเทค จำกัด
- ❖ บริษัท โกลบอล ครอปส์ จำกัด
- ❖ บริษัท สตรอง ครอป จำกัด
- ❖ บริษัท เอ็กซ์ตรา อโกรเคมีคอล จำกัด
- ❖ บริษัท ที.เจ.ซี.เคมี จำกัด
- ❖ บริษัท ยูพีแอล (ประเทศไทย) จำกัด

Other sponsors

- ❖ บริษัท ยิบอินซอยและแย๊คส์ จำกัด
- ❖ บริษัท คิวยิลด์ แอสโซซิเอท จำกัด
- ❖ บริษัท ออริกซ์ ไทย จำกัด
- ❖ บริษัท เอร่าวันเคมีเกษตร จำกัด

ผู้สนับสนุนการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 16

Platinum sponsor



ไบโทัส
ผลิตภัณฑ์คุณภาพ

Inter Crop
Crop Solution Provider

Gold sponsor



Agis
solution
บริษัท เอจิส โซลูชั่น จำกัด



syngenta®

BASF
We create chemistry



Silver sponsor



Other sponsors



การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 16



เชียงใหม่
18-20 กุมภาพันธ์ 2568