ประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์ *Metarhizium anisopliae* ต่อการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในข้าว[1/]

Efficacy of bio-pesticide *Metarhizium anisopliae* against Brown Planthopper (*Nilaparvata lugens*) in Rice[1/]

ผู้ทำสัมมนา ยลวัฒน์ บุญเหลือง[2/]
อาจารย์ที่ปรึกษา

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์เชื้อรา Metarhizium anisopliae ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* Stål) ซึ่งเป็นศัตรูสำคัญของข้าวในประเทศไทย โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับสารเคมีกลุ่มนีโอนิโคตินอยด์ชนิดไทอะเมทอกแซม (Thiamethoxam) ผลการทดลองพบว่า การใช้เชื้อรา M. anisopliae สามารถลดจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้มากกว่า 50–70% ภายใน 7 วันหลังการฉีดพ่น ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับการใช้สารเคมี และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อความหลากหลายของจุลินทรีย์ในระบบนาข้าว เชื้อรา M. anisopliae ไอโซเลต MNMHN031 และ MNNKI033 แสดงประสิทธิภาพสูงสุด โดยทำให้เพลี้ยกระโดดตายเฉลี่ย 43–55% ภายใต้สภาพแวดล้อมในแปลงนาข้าวจริง ซึ่งแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ การศึกษาการพัฒนาตำรับหัวเชื้อเชื้อรา M. anisopliae (มน 048) ร่วมกับกรดอะมิโนชนิดต่าง ๆ พบว่า การเติม L-arginine และ monosodium glutamate ช่วยเพิ่มการสร้างสปอร์และอัตราการงอกของโคนิเดียได้สูงสุด ส่งผลให้อัตราการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูงถึง 100% ภายใน 4–7 วันหลังการใช้ สะท้อนให้เห็นว่าเชื้อรา M. anisopliae มีศักยภาพสูงในการเป็นชีวภัณฑ์ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทดแทนสารเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในระบบเกษตรอินทรีย์และการผลิตข้าวอย่างยั่งยืน

คำสำคัญ : *Metarhizium anisopliae*, เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล, ชีวภัณฑ์, ข้าว, การควบคุมศัตรูพืช

[1/]เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนา

[2/]นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่เพาะปลูกข้าวทั้งประเทศ 59 ล้านไร่ (Office of Agricultural Economics, 2019) เกษตรกรผู้ปลูกข้าว ประสบปัญหาการเข้าทำลายของแมลงศัตรูข้าวหลายชนิด แมลงศัตรูข้าวที่สำคัญ คือ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ซึ่งมีรายงานการระบาดอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2553 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน (Ruay-aree, 2001) เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (brown planthopper, BPH (*Nilaparvata lugens* (Stål)) (Hemiptera: Delphacidae) เป็นแมลงจำพวกปากดูด สามารถเคลื่อนย้ายและอพยพไปในระยะทางใกล้และไกล โดยอาศัยกระแสลมช่วย ตัวเต็มวัยเพศเมียจะวางไข่เป็นกลุ่ม ส่วนใหญ่วางไข่ที่กาบใบข้าว หรือเส้นกลางใบ โดยวางไข่เป็นกลุ่ม เรียงแถวตามแนวตั้งฉากกับกาบใบข้าว บริเวณที่วางไข่จะมีรอยช้ำเป็นสีน้ำตาล ตัวเต็มวัยมีชีวิตประมาณ 2 สัปดาห์ ในหนึ่งฤดูปลูกข้าวเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสามารถเพิ่มปริมาณได้ 2-3 อายุขัย เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจัดเป็นแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญของประเทศไทย สามารถทำลายต้นข้าวตั้งแต่ระยะแตกกอจนถึงระยะออกรวง โดยการดูดกินน้ำเลี้ยงจากเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารทำให้ต้นข้าวมีอาการใบเหลืองแห้งตายเป็นหย่อมๆ เรียกว่า “อาการไหม้ (opper burn)” ปัจจุบันพบการระบาดของเพลี้ยกระโดดสน้ำตาลทั้งในพื้นที่นาชลประทานและนาน้ำฝนของประเทศไทย โดยเฉพาะในพื้นที่นาน้ำฝนภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบการระบาดร่วมกับเพลี้ยกระโดดหลังขาว Sogatella furcifera (Horvath) เป็นประจำทุกปี (กรมการข้าว, 2562; จิรพงศ์ และคณะ, 2552) ในอดีตที่ผ่านมาพบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระบาดในพื้นที่ 1.9 ล้านไร่ กระจายอยู่ในภาคเหนือตอนลางและภาคกลางตอนบน และสร้างความเสียหาย ถึงร้อยละ 70 ทำให้ผลผลิตข้าวเปลือก (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2566)

ปัจจัยที่มีผลต่อการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสำหรับการปลูกข้าวแบบนาหว่านน้ำตมมีปัญหาการระบาดมากกว่านาดำเพราะนาหว่านมีจำนวนต้นข้าวหนาแน่นทำให้อุณหภูมิและความชื้นในแปลงนาเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ประกอบกับนาหว่านเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสามารถทำลายข้าวได้อย่างต่อเนื่อง การใช้ปุ๋ยอัตราสูงโดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจน ทำให้การเพิ่มจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว มีแนวโน้มมากขึ้น เนื่องจากปุ๋ยไนโตรเจน ทำให้ใบข้าวเขียวหนาแน่น ต้นข้าวมีสภาพอวบน้ำเหมาะแก่การเข้าดูดกิน และขยายพันธุ์ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล การควบคุมน้ำในนาข้าว สภาพนาข้าวที่มีน้ำขังในนาตลอดเวลา ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสามารถเพิ่มจำนวนได้มากกว่าสภาพที่มีการระบายน้ำในนาออกเป็นครั้งคราว เพราะมีความชื้นเหมาะแก่การเจริญเติบโตของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และปัจจัยที่สำคัญต่อการระบาดของเพลี้ยกระโดสีน้ำตาล คือ การ

ใช้สารฆ่าแมลงในระยะที่เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเป็นตัวเต็มวัยชนิดปีกยาว หรือช่วงที่อพยพเข้าในนาข้าวใหม่ๆ (ข้าวระยะ 30 วันหลังหว่าน) ศัตรูธรรมชาติจะถูกทำลายและสารฆ่าแมลงก็ไม่สามารถทำลายไข่ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ ทำให้ตัวอ่อนที่ฟักออกจากไข่มีโอกาสรอดชีวิตสูง

การควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเกษตรกรนิยมใช้สารเคมีเป็นหลักเนื่องจากสะดวก รวดเร็ว และให้ผลชัดเจน แต่สารเคมีส่วนใหญ่กำจัดแมลงได้หลากหลายชนิด รวมถึง ศัตรูธรรมชาติและยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งยังเป็นอันตรายต่อมนุษย์ กรมการข้าวจึงให้ความสำคัญกับการลดการใช้สารเคมีโดยบรรจุอยู่ในมาตรการลด ต้นทุนการผลิตข้าว ซึ่งวิธีการลดต้นทุนการผลิตข้าวคือ 1) การเลิกใช้สารเคมีทุกชนิด 2) ละเว้นการใช้สารเคมี ที่ไม่จำเป็น และ 3) ลดการใช้ปัจจัยการผลิตที่ฟุ่มเฟือย (Ministry of Agriculture and Cooperatives, 2013) ทางเลือกหนึ่งที่เกษตรกรสามารถใช้ควบคุมเพลี้ยกระโดด สีน้ำตาลได้คือ การใช้เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* หรือที่เรียกโดยทั่วไปว่าเชื้อราเขียว ซึ่งมีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป (Patirupanusara and Na Lampang Noenplab, 2007) เกษตรกรสามารถผลิตได้เอง มีต้นทุนต่ำกว่าการใช้สารฆ่าแมลง (Sribunme, 2017) ดังนั้นสัมมนานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว

เชื้อรา *Metarhizium anisopliae*

เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* หรือเชื้อราเขียว (green muscardine fungus) เป็นเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคกับแมลง (entomopathogenic fungi) ทำให้เกิด (Mascadine) สีเขียวตามสีของสปอร์บนตัวแมลง จัดเป็นเชื้อราที่มีศักยภาพและได้รับความนิยมในการใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชหลายชนิดในอันดับต่างๆ เชน Coleoptera, Lepidoptera, Homoptera, Hymenoptera, Orthoptera, Diptera เป็นต้น และบางไอโซเลตของเชื้อรา มีความจำเพาะเจาะจงต่อแมลงอาศัยมาก (ศิวิลัย, 2561) Peng และคณะ (2022) จากการศึกษาที่ผ่านมา คณะผู้วิจัยได้คัดแยกเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* (มน 048) จากธรรมชาติซึ่งมีศักยภาพใน การเข้าลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดี (Bunsak et al., 2015) เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* โดยทั่วไปสามารถเจริญเติบโตได้บนวัสดุเพาะเลี้ยงพวกเมล็ดธัญพืชต่างๆ เช่น ข้าวโพด ข้าวเปลือก ข้าวสาลี ข้าวฟ่าง และถั่วเขียว (Panyarjun and Taruyanon, 1982) ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่มีส่วนประกอบของคาร์บอนและไนโตรเจนที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของเชื้อให้คงความมีชีวิตและมีประสิทธิภาพในการเข้าทำลายแมลงได้นาน โดยเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ส่วนใหญ่ที่ใช้สำหรับเพาะเลี้ยงเพิ่มจำนวนในวัสดุเพาะเลี้ยงนั้น ปัจจุบันนิยมผลิตและใช้ในรูปแบบหัวเชื้อสด ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคทางจุลชีววิทยาในการเก็บรักษาเชื้อและเลี้ยงเชื้อในอาหารเทียมเพื่อป้องกันการปนเปื้อนจาก

จุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ประกอบกับหัวเชื้อราสดไม่สามารถคงความมีชีวิตและ ประสิทธิภาพได้นาน (Popoonsak *et al.*, 2006) แม้มีการเก็บเชื้อราในระดับอุณหภูมิต่ำ 4-5 องศาเซลเซียส เพื่อลดการเจริญของเชื้อราก็ตาม (Pasura, 1993; Pham et al., 2009)

กลไกของ เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ในการเข้าทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

กลไกการเข้าทำลายแมลงของเชื้อราจะเข้าสู่ร่างกายของแมลงได้ทางรูเปิดต่าง ๆ เช่น ปาก ทวาร รูหายใจ โดยเชื้อราจะสร้างเอ็นไซม์ เช่น ไคติเนส โปรติเอส เป็นต้น ย่อยสลายผนังลำตัวแมลง และส่งเส้นใยแทงทะลุผนังลำตัวเข้าไป และเจริญภายในลำตัวแมลงได้โดยตรงนอกจากนี้เชื้อราหลายชนิดสามารถสร้างสารพิษ (toxin) ได้ เช่น เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* สร้างสารพิษ destruxins และ cytochalasin C เชื้อรา Beauveria bassiana สร้างสารพิษ bassianin, beauvericin, bassianolide, beauverolide และ tenellin เป็นต้น โดยสารพิษเหล่านี้มีฤทธิ์ ทำลายเนื้อเยื่อและระบบต่าง ๆ ทำให้แมลงตายได้ เชื้อราสามารถก่อโรคกับแมลงได้ดีและรวดเร็วเมื่อแมลงอ่อนแอ และได้สัมผัสโดยตรงกับเชื้อราที่มีความรุนแรง ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ และ ความชื้นที่พอเหมาะแก่การเจริญเติบโตของเชื้อรานั้น ๆ ทั้งภายในและภายนอกลำตัวแมลง

รูปแบบของชีวภัณฑ์ *Metarhizium anisopliae*

การใช้ชีวภัณฑ์เชื้อราทดแทนการใช้สารเค็มป้องกันกาจัดแมลงศัตรูพืชที่เป็นมิตรต่อสิงแวดล้อม และไม่ทำลายระบบสมดลในธรรมชาติ (Altinok et al,. 2019) ได้มีการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้าในประเทศต่างๆ ภายใต้ชื่อทางการค้า เช่น BioGreen (ประเทศออสเตรเลีย), BIO 1020 (ประเทศเยอรมันนี), Metabiol (ประเทศ บราซิล), Meta-Sin (ประเทศเมกซิโก) มาทาเซียม (ประเทศไทย) เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร 2566; ศิวิลัย, 2561) การพัฒนาชีวภัณฑ์มีหลากหลายรูปแบบ เช่น แบบ อัดเมดแบบน้ำ แบบผงละลายน้ำ เป็นต้น

***Metarhizium anisopliae* แบบผง (Wettable Powder)**

แบบผงละลายน้ำ (Wettable Powder - WP) เป็นรูปแบบที่ได้รับความนิยมอย่างมากและมักจะได้รับการขึ้นทะเบียนตามกฎหมายมากที่สุดในปัจจุบัน เชื้อราจะอยู่ในรูปของสปอร์ที่แห้งและถูกผสมกับสารพาหะ (carrier) ที่ช่วยในการกระจายตัวและแขวนลอยในน้ำเมื่อนำไปผสมน้ำก่อนฉีดพ่น

การมีชีวิตและจำนวนสปอร์: มักจะมีความคงทนและสามารถเก็บรักษาจำนวนสปอร์ได้ดีกว่าในระยะยาว เนื่องจากอยู่ในรูปที่เสถียร สปอร์สามารถอยู่รอดได้นานในสภาพแห้ง

การควบคุมแมลง: สามารถนำไปผสมน้ำและฉีดพ่นได้ง่าย หรือผสมกับวัสดุพาหะอื่น ๆ เพื่อให้เชื้อราเกาะติดกับตัวแมลงศัตรูพืชได้ดี เมื่อแมลงสัมผัสสปอร์ เชื้อราจะงอกและเข้าทำลายตัวแมลง

ความสะดวกในการใช้งาน: เหมาะสำหรับการผลิตในปริมาณมากและการขนส่ง เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและง่ายต่อการจัดเก็บ

***Metarhizium anisopliae* แบบน้ำ (Liquid Formulation)**

แบบน้ำ (Liquid Formulation - SC, OD) รูปแบบนี้เชื้อราจะถูกเตรียมให้อยู่ในรูปของเหลวพร้อมใช้งาน เช่น สารแขวนลอยเข้มข้น (Suspension Concentrate - SC) หรือน้ำมันกระจายตัว (Oil Dispersion - OD) ซึ่งสปอร์เชื้อราจะกระจายตัวอยู่ในของเหลวนั้น

การมีชีวิตและจำนวนสปอร์: มักจะมีสปอร์ที่มีชีวิตสูงในระยะแรกหลังการผลิต และสามารถออกฤทธิ์ได้ค่อนข้างเร็วเนื่องจากอยู่ในรูปที่พร้อมใช้งาน

การควบคุมแมลง: การใช้แบบน้ำช่วยให้สปอร์กระจายตัวได้ดีและเกาะติดกับผิวแมลงได้ง่าย ทำให้การเข้าทำลายรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในบางกรณี โดยเฉพาะเมื่อฉีดพ่นในบริเวณที่มีความชื้นสูง

ความสะดวกในการใช้งาน: สามารถนำไปฉีดพ่นได้ทันทีโดยไม่ต้องผสมเพิ่มเติม (หากเป็นสูตรพร้อมใช้) เหมาะกับการใช้งานในวงกว้างด้วยเครื่องพ่นทั่วไป

***Metarhizium anisopliae* แบบเชื้อสด (Fresh Culture)**

แบบอัดเม็ด/เม็ด (Granular - GR) เป็นรูปแบบที่เชื้อราถูกผสมกับวัสดุพาหะที่เป็นเม็ดเล็ก ๆ หรืออัดเป็นเม็ด สามารถนำไปหว่านหรือโรยได้โดยตรง มักใช้กับศัตรูพืชในดินหรือพืชที่ต้องการการปลดปล่อยเชื้อแบบช้า ๆ และต่อเนื่อง

การมีชีวิตและจำนวนสปอร์: มีจำนวนสปอร์ที่มีชีวิตสูงที่สุด เนื่องจากเป็นเชื้อที่เพิ่งผลิตหรืออยู่ในระยะการเจริญเติบโตที่สมบูรณ์ ทำให้มีศักยภาพในการก่อโรคสูง

การควบคุมแมลง: ออกฤทธิ์ได้รวดเร็วและรุนแรงที่สุดเมื่อนำไปใช้ เนื่องจากมีสปอร์ที่แข็งแรงและพร้อมเข้าทำลายแมลงทันทีหลังการสัมผัส

แบบเชื้อสด (Fresh Culture) เป็นรูปแบบที่เชื้อราเพิ่งผ่านการเพาะเลี้ยงและยังคงมีชีวิตอยู่ในสภาพที่เจริญเติบโตเต็มที่ อาจอยู่ในรูปของก้อนเชื้อบนวัสดุเพาะเลี้ยง หรือเป็นของเหลวที่อุดมไปด้วยสปอร์ที่พร้อมใช้งาน มักผลิตและใช้ในระดับครัวเรือนหรือกลุ่มเกษตรกร

การเลือกใช้รูปแบบของชีวภัณฑ์ *Metarhizium anisopliae* ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดของศัตรูพืช สภาพแวดล้อมในแปลงปลูก ความสะดวกในการใช้งาน แต่ละรูปแบบมีข้อจำกัดการใช้ที่แตกต่างกันในปัจจุบันได้มีการพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์ในเชิงอุตสาหกรรมเพื่อสะดวกต่อการนำไปใช้ ยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าเชื้อสด และ สะดวกในการขนสง ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่นิยมใช้สวนมาก และ

ได้รับการขึ้นทะเบียนถูกต้องตามกฎหมายอยู่ในรปแบบผง ละลายน้ำ เกษตรกรสามารถจะนำไปใช้ได้ง่าย (กรม วชาการเกษตร, 2566)

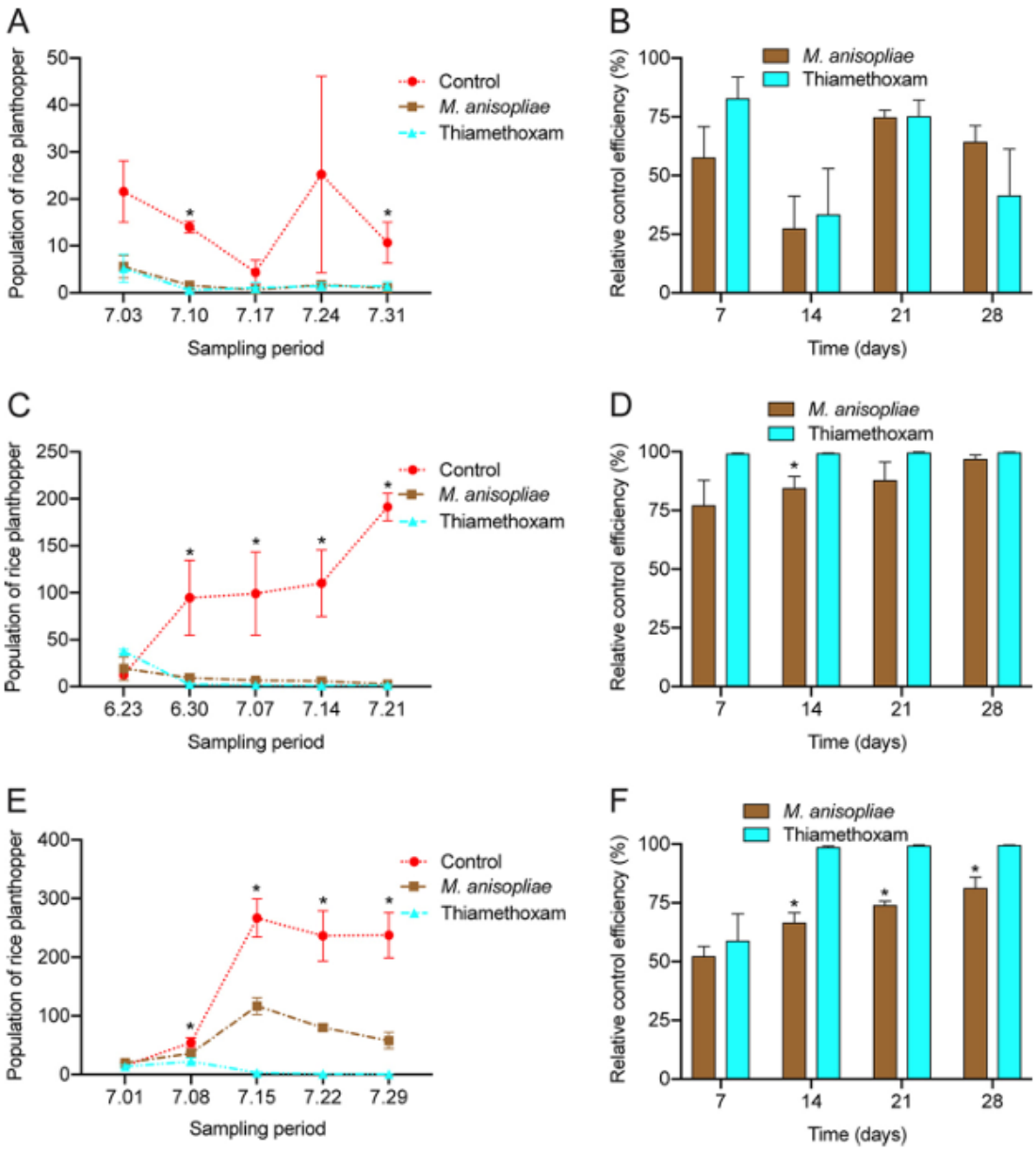
ประสิทธิภาพสูง: เหมาะสำหรับการใช้งานในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา (อุณหภูมิและความชื้นสูง) ซึ่งจะทำให้เชื้อราสามารถสร้างสปอร์และแพร่กระจายไปยังตัวแมลงได้ดีที่สุด แม้ว่าชีวภัณฑ์เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* จะเป็นทางเลือกที่ดีในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในระบบเกษตรอินทรีย์ แต่การเลือกใช้รูปแบบของชีวภัณฑ์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในแปลงนา และการบริหารจัดการปัจจัยต่างๆ เช่น ช่วงเวลาการฉีดพ่นให้ตรงกับช่วงที่อากาศเหมาะสม

Yifan *at el*., 2020 ศึกษาการยับยั้งประชากรเพลี้ยกระโดดในข้าวโดยเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ที่ทำให้เกิดโรคในแมลงโดยไม่ส่งผลกระทบต่อจุลินทรีย์ในข้าว แผนการทดลอง 3 ซ้ำ 3 กรรมวิธี การเตรียมเชื้อราเริ่มจากการเพาะเลี้ยง *Metarhizium anisopliae* บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 1/4 SDAY เป็นเวลา 15 วัน แล้วนำสปอร์ที่ได้มาผสมในน้ำมันถั่วเหลืองเพื่อเตรียมเป็นสารแขวนลอย ก่อนนำไปฉีดพ่นลงบนต้นข้าวพันธุ์ *Oryza sativa* (สายพันธุ์ QU5) ที่ปลูกภายใต้การจัดการทั่วไปของเกษตรกร หลังการฉีดพ่นได้ทำการสำรวจจำนวนเพลี้ยกระโดดทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยในเวลา 08.00 น. ของวันที่ 0, 7, 14, 21 และ 28 ผลการทดลอง การฉีดพ่นเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* สามารถลดจำนวนเพลี้ยกระโดดในนาข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยประสิทธิภาพการควบคุมอยู่ในช่วงมากกว่า 50–70% ภายใน 7 วันหลังการฉีดพ่น และไม่แตกต่างจากการใช้สารเคมีไทอะมีโทซามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นบางช่วงของปี 2562 ที่สารเคมีให้ผลสูงกว่าเล็กน้อย นอกจากนี้เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ยังสามารถคงอยู่บนใบข้าวได้ประมาณ 14 วันหลังการพ่น และลดปริมาณลงตามเวลา โดยไม่พบผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อความหลากหลายและโครงสร้างของชุมชนจุลินทรีย์บนใบข้าว

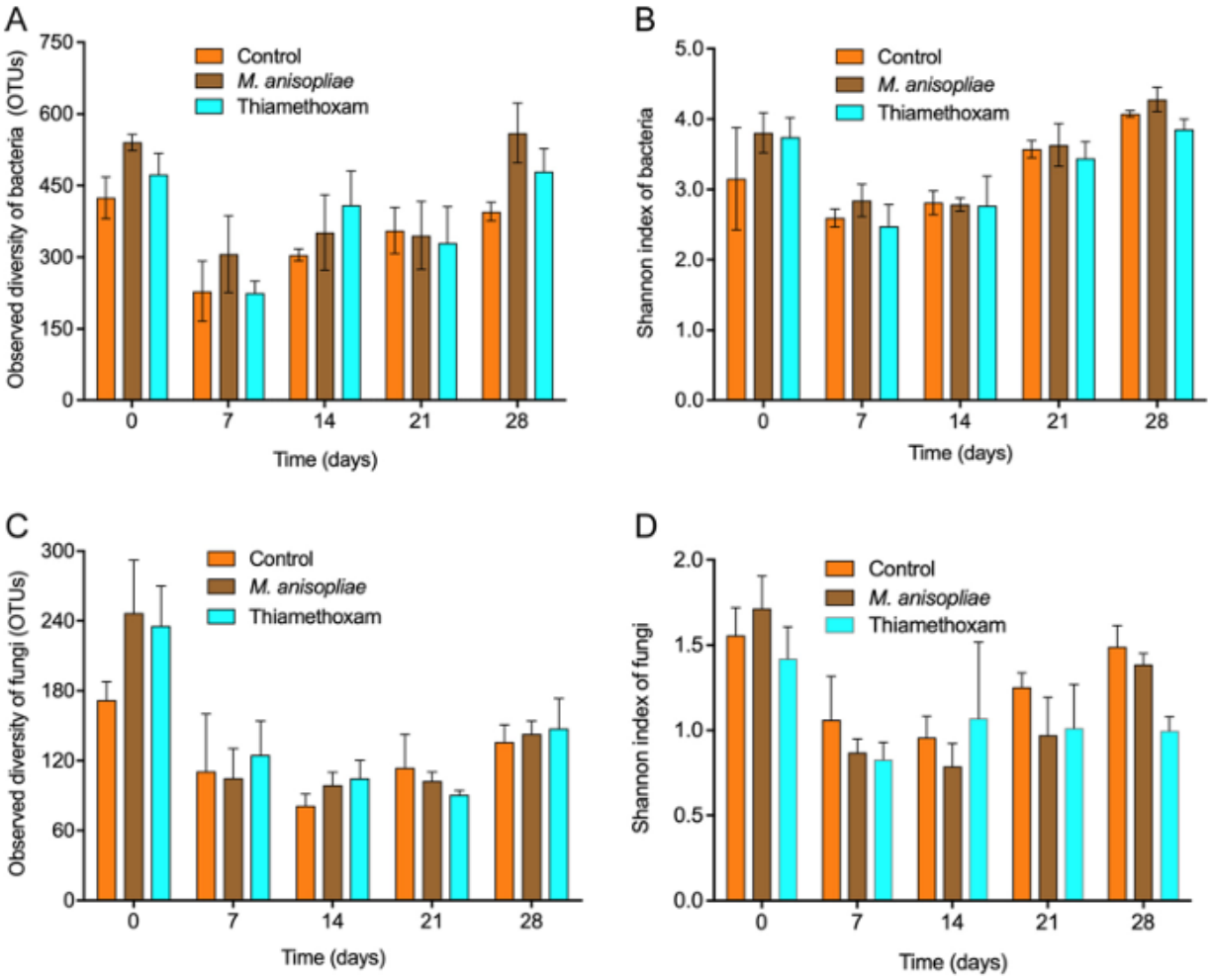
ผลของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ต่อประชากรเพลี้ยกระโดดในแปลงนาข้าว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 ถึง พ.ศ. 2562 พบว่า ประชากรเพลี้ยกระโดดหลังจากการใช้เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* มีปริมาณต่ำลง แต่ในกรรมวิธีที่ไม่ได้รับเชื้อราพบว่ามีปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 1A, 1C และ 1E) ประสิทธิภาพการควบคุมของการใช้เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* กับศัตรูพืชข้าวนี้ไม่แตกต่างจากการใช้สารกำจัดแมลงไทอะเมทอกแซมอย่างมีนัยสำคัญ ประสิทธิภาพการควบคุมมากกว่า 50% สำหรับสารควบคุมทั้งสองชนิด (ภาพที่ 1D และ 1F) ยกเว้นที่ระยะเวลา 14 วันในปี พ.ศ. 2560 (ภาพที่ 1B) ในปี พ.ศ. 2561 การควบคุมเพลี้ยกระโดดในข้าวทั้งสองวิธีมีประสิทธิภาพ 70% หลังจากการใช้เชื้อรา 7 วัน โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายของจุลินทรีย์ในระบบนิเวศข้าวภายหลังการใช้ชีวภัณฑ์เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* และสารเคมีไทอะเมทอกแซม พบว่า การใช้ *M. anisopliae* มีผลคงไว้ซึ่งความหลากหลายของแบคทีเรียและเชื้อราใกล้เคียงกับชุดควบคุม โดยทั้งค่าความหลากหลายที่สังเกตได้ (Observed OTUs) และค่าดัชนี Shannon ของแบคทีเรียเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงวันที่ 28 ในขณะที่การใช้ไทอะเมทอกแซมมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในช่วง 7–21 วันหลังการใช้ สำหรับเชื้อรา พบว่าทั้งสามชุดมีค่าความหลากหลายลดลงในระยะแรก แต่ชุด *M. anisopliae* สามารถฟื้นตัวได้เร็วกว่าสารเคมีและคงความหลากหลายสูงในระยะท้ายของการทดลอง ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า *M. anisopliae* เป็นชีวภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยต่อจุลินทรีย์ในดิน และไม่รบกวนสมดุลของชุมชนจุลินทรีย์ในระบบนิเวศข้าวเมื่อเทียบกับการใช้สารเคมีกำจัดแมลง (ภาพที่ 2)

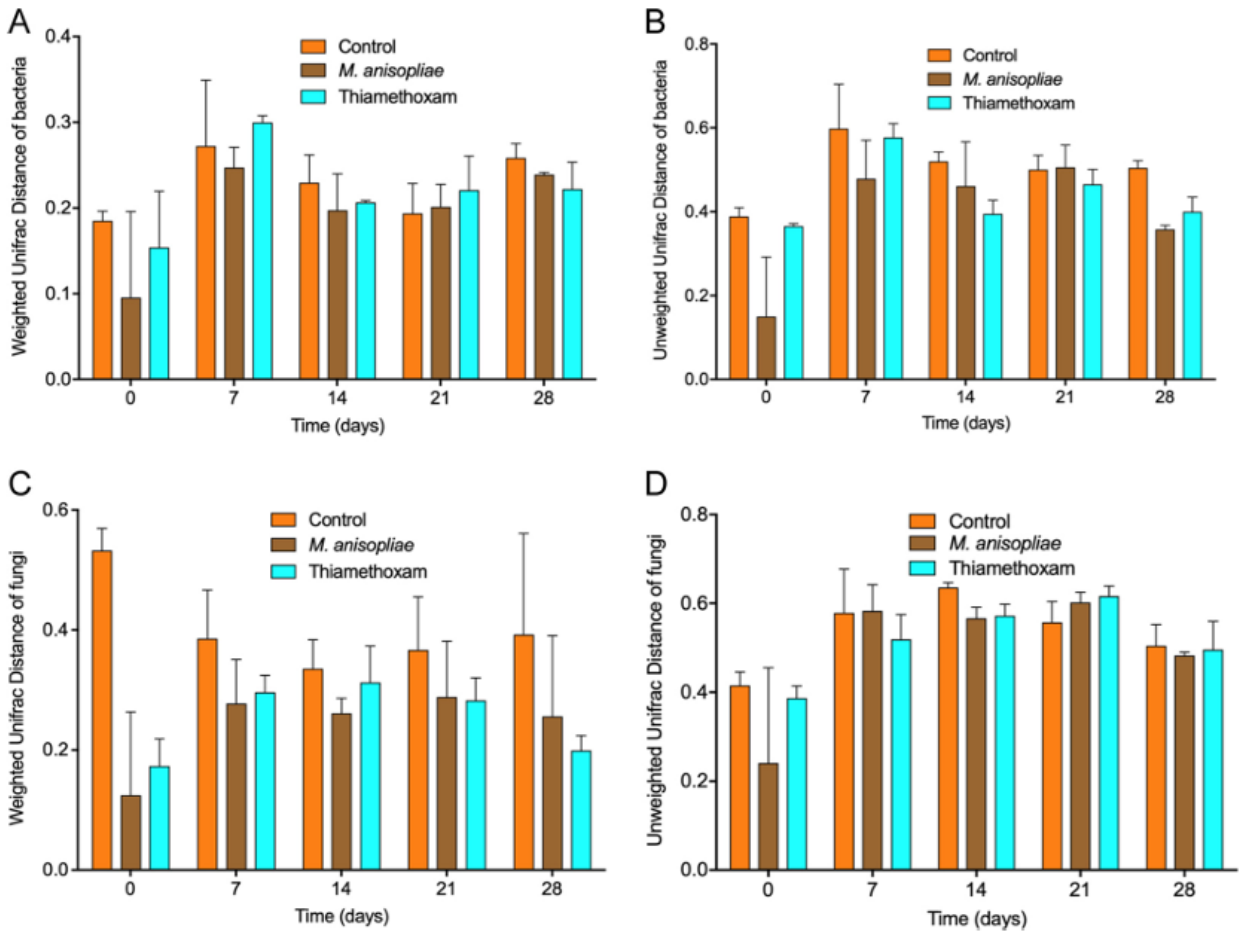
ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การใช้ชีวภัณฑ์ *Metarhizium anisopliae* ไม่ส่งผลให้โครงสร้างของชุมชนจุลินทรีย์ (ทั้งแบคทีเรียและเชื้อรา) เปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ในขณะที่การใช้สารเคมีไทอะเมทอกแซมมีแนวโน้มก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในช่วงต้นของการทดลอง โดยเฉพาะต่อองค์ประกอบของเชื้อรา ผลดังกล่าวสะท้อนว่า *M. anisopliae* เป็นชีวภัณฑ์ที่มีความเข้ากันได้ดีกับจุลินทรีย์ในดินและมีความปลอดภัยต่อสมดุลของระบบนิเวศจุลินทรีย์มากกว่าสารเคมีสังเคราะห์ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 1 ผลของ *Metarhizium anisopliae* ต่อประชากรเพลี้ยกระโดดข้าว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 ถึง พ.ศ. 2562 (A, C และ E) ประชากรเพลี้ยกระโดดข้าว (ต่อต้น) หลังจากการใช้ *Metarhizium anisopliae* และ thiamethoxam ในปี พ.ศ. 2560, 2561 และ 2562 ตามลำดับ; (B, D และ F) การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการควบคุมของ *Metarhizium anisopliae* และ thiamethoxam ในปีที่เกี่ยวข้อง เครื่องหมายดอกจันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ และแถบความคลาดเคลื่อนแสดงถึงความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) ของค่าเฉลี่ย



ภาพที่ 2 ความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายของประชากรจุลินทรีย์หลังจากการใช้ *Metarhizium anisopliae* และ thiamethoxam (A) หน่วยอนุกรมวิธานปฏิบัติการ (OTUs) และ (B) ดัชนีแชนนอนที่กำหนดสำหรับแบคทีเรียหลังจากการใช้ *Metarhizium anisopliae* และ thiamethoxam; (C) OTUs และ (D) ดัชนีแชนนอนที่กำหนดสำหรับเชื้อราหลังจากการใช้ *Metarhizium anisopliae* และ thiamethoxam แถบความคลาดเคลื่อนแสดงค่า SE ของค่าเฉลี่ย



ภาพที่ 3 ระยะการเคลื่อนตัวตามเวลาของชุมชนจุลินทรีย์ในชั้นดินของข้าวหลังจากการใช้ *Metarhizium anisopliae* และ thiamethoxam (A และ B) ชุมชนแบคทีเรียกำหนดโดยระยะห่างของ UniFrac แบบถ่วงน้ำหนัก (A) และไม่ถ่วงน้ำหนัก (B) หลังจากการใช้ M. anisopliae และ thiamethoxam; (C และ D) ชุมชนเชื้อรากำหนดโดยระยะห่างของ UniFrac แบบถ่วงน้ำหนัก (C) และไม่ถ่วงน้ำหนัก (D) หลังจากการใช้ *Metarhizium anisopliae* และ thiamethoxam แถบความคลาดเคลื่อนแสดงค่า SE ของค่าเฉลี่ย

ไอลดา และคณะ (2566) ได้ศึกษาการทดสอบประสิทธิภาพชีวภัณฑ์เชิงพาณิชย์ *Metarhizium anisopliae* ไอโซเลตรมการข้าว เพื่อการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลศัตรูข้าว มีวัตถุประสงค์พัฒนาชีวภัณฑ์เชิงพาณิชย์ *Metarhizium anisopliae* ไอโซเลตกรมการข้าว เพื่อควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพิ่มทางเลือกให้แก่เกษตรกรในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุม

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ในสภาพนาชลประทานจังหวัดสุพรรณบุรี วางแผนการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี

วิธีการเตรียมเชื้อราเพาะเชื้อบนอาหารแข็ง (SDA) แล้วขยายปริมาณบนเมล็ดข้าวเจ้าหุงกึ่งสุก (พันธุ์เสาไห้) เตรียมสปอร์เข้มข้น ประมาณ 10^9 สปอร์/มิลลิลิตร ใช้สารแขวนลอยสปอร์ 3 มิลลิลิตร พ่นบนตัวอ่อนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลวัย 4–5 จำนวน 60 ตัวต่อซ้ำ ปล่อยแมลงบนต้นข้าวพันธุ์ไทชุงเนติฟ 1 ในกรงเลี้ยง และบันทึกการตายทุก วัน 14 วัน เพื่อคำนวณร้อยละการตายด้วย สูตร Abbott (1925) (ภาพที่ 4)

การเตรียมเพลี้ยกระโดสีน้ำตาลใช้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลวัย 4–5 ที่เพาะเลี้ยงบนต้นข้าวพันธุ์อ่อนแอ แล้วคัดเลือกเพลี้ยที่แข็งแรง ไม่มีเชื้อราเจือปน จากนั้นปล่อยในกรงทดลอง กรงละ 60 ตัว ต่อกรรมวิธี การฉีดพ่นพ่นสารแขวนลอยสปอร์ 3 มิลลิลิตร ต่อกรง พ่น 3 ครั้ง ห่างกัน 7 วัน ในแปลงนาทดลอง พ่นชีวภัณฑ์เชิงพาณิชย์ 2 ครั้ง (ครั้งแรกที่ข้าวอายุ 45 วัน และครั้งที่ 2 ห่างกัน 7 วัน) ผลการทดสอบเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ไอโซเลต MNMHN031 และ MNNKI033 จากกรมการข้าว ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตาย เฉลี่ย 55% และ 49% ตามลำดับ เชื้อรา MNNKI033 ในรูปชีวภัณฑ์เชิงพาณิชย์ ทำให้ตายสะสม 68% (LT^{50} = 3 วัน) ในโรงเรือนทดลอง ในแปลงนาทดลอง การใช้ชีวภัณฑ์เชิงพาณิชย์ MNNKI033 ทำให้เพลี้ยตายเฉลี่ย 36% สูงกว่ากรรมวิธีไม่ใช้ชีวภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$)

หมายเหตุ: A= MNMHN031, B= MNNKI033, C= MNPRE034 และ D= MNDOAE

ภาพที่ 4 การเลี้ยงเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* บนข้าวเสาให้หุงสุกที่อายุ 14 วัน

ตารางที่ 1 อัตราการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* (Stål)) สะสมหลังจากการใช้ *Metarhizium anisopliae* สี่สายพันธุ์ในข้าวเจ้าหุงสุกแข็ง (เสาไห้) ในระยะเวลา 14 วัน

No.	Treatment	Isolate from	Mortality of brown planthopper (%)[1/]
1	MNMHN031	Rice Department	55.43 a[2/]
2	MNNKI033	Rice Department	48.91 a
3	MNPRE034	Rice Department	34.78 a
4	MNDOAE	Department of Agricultural Extension	11.96 b
5	Tween 80 (control)		0.00 b
	CV (%)		22.50

[1/] สูตรของแอบบอตต์ (Abbott, 1925)

[2/] ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเดียวกัน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการทดสอบ DMRT ที่ $p < 0.05$ อุณหภูมิเรือนยอด = 32.7 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ในเรือนยอด = 77.6%

เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ไอโซเลตจาก MNMHN031 และ MNNKI033 มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายเฉลี่ย 55.43 % และ 48.91 % ตามลำดับ เมื่อเทียบกับเชื้อจาก กรมส่งเสริมการเกษตร (MNDOAE) และวิธีควบคุม (Tween 80) พบว่าให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์ความตายสะสมและระยะเวลาตายเฉลี่ย 50 (LT_{50}) ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens (*Stål)) ในระยะเวลา 14 วัน ภายใต้สภาพเรือนกระจกที่แผนกวิจัยและพัฒนาข้าว, กรกฎาคม 2022

No.	Treatment	Mortality of brown planthopper[1/] (%)	Lethal time 50 (LT_{50})[2/] (days)
1	commercial biopesticide MNMHN031	46.88 b[3/]	8.591
2	commercial biopesticide MNNKI033	68.43 a	8.591
3	MNDOAE (spore suspension)	71.40 a	5.007
4	Tween 80 (control)	0.00 c	-
	CV (%)	3.90	

[1/] สูตรของ Abbott (Abbott, 1925) [2/] การวิเคราะห์โดยสถิติ IBM SPSS 22 [3/] ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์เดียวกันตามตัวอักษรเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยการทดสอบ DMRT ที่ $p < 0.05$ หมายเลข 1-2 แยกจากกรมข้าว หมายเลข 3 แยกจากกรมส่งเสริมการเกษตร อุณหภูมิหลังคา = 30.3 °C ความชื้นสัมพัทธ์ในหลังคา = 77.5%

ที่มา: ไอลดา และคณะ (2566)

การทดสอบประสิทธิภาพของชีวภัณฑ์เชิงพาณิชย์ *Metarhizium anisopliae* ไอโซเลต MNMHN031 และ MNNKI033 ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในสภาพโรงเรือนทดลอง พบว่า ชีวภัณฑ์เชิงพาณิชย์ทัง 2 ไอโซเลต มีประสิทธิภาพทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายแตกต่างกันทางสถิติ โดยชีวภัณฑ์เชิงพาณิชย์ไอโซเลต MNNKI033 มีค่าเฉลี่ยการตายสะสมของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลร้อยละ 68.43 ค่า LT_{50} และไอโซเลต MNMHN031 มีค่าเฉลี่ยการตายสะสมของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลร้อยละ 46.88 ค่า LT_{50} แต่ไม่มีความ แตกต่างทางสถิติกับการพ่นด้วยสารแขวนลอยสปอร์ เชื้อราไอโซเลต MNDOAE ทีทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายร้อยละ 71.40 ค่า LT_{50} (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 3 อัตราการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* (Stål)) สะสมหลังจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืชชีวภาพเชิงพาณิชย์ *Metarhizium anisopliae* ที่ความเข้มข้น 10^8 โคนิเดีย/มิลลิลิตร เป็นเวลา 14 วัน ในนาข้าวที่ราบลุ่มที่อาศัยน้ำฝน 1 แปลง และนาข้าวที่ราบลุ่มชลประทาน 3 แปลง ในจังหวัดสุพรรณบุรี มิถุนายน 2565 - กุมภาพันธ์ 2566

Location	Mortality of brown planthopper (%)[1)]				
	Commercial biopesticide		Without commercial biopesticide	Canopy temperature (°C)	Canopy relative humidity (%)
	MNMHN031	MNNKI033			
Field 1: Ban Krang, Si Prachan (rainfed)	23.95	38.57	0.00	34.8	65.5
Field 2: Sanam Khli, Mueang (irrigated)	22.13	38.64	0.00	33.4	75.9
Field 3: Sanam Khli, Mueang (irrigated)	43.29	21.17	0.00	29.8	88.1
Field 4: Sanam Khli, Mueang (irrigated)	23.78	44.23	0.00	31.1	76.9
Mean	28.29	35.65	0.00	32.3	76.6
Diff. (MNMHN031 and without com. bio.)	28.29**				
Diff. (MNNKI033 and without com. bio.)	35.65**				

[1)] สูตรของ Abbott (Abbott, 1925) **ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ $p < 0.01$

ที่มา: ไอลดา และคณะ (2566)

การใช้ชีวภัณฑ์เชิงพาณิชย์ไอโซเลต MNMHN031 และ MNNKI033 การตายสะสมของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทั้ง3 แปลง มีค่าเฉลี่ยระหว่างร้อยละ 22.13-43.29 และ 21.17-44.23 ตามลำดับ โดยแปลงที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 29.8-31.1 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ใต้ทรงพุ่ม เฉลี่ย 76.9-88.1 เปอร์เซ็นต์ การตายเฉลี่ยสะสมของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากการใช้ชีวภัณฑ์เชิงพาณิชย์ไอโซเลต

MNMHN031 และ MNNKI033 เท่ากับร้อยละ 43 และ 44 ตามลำดับ สูงกว่าและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีไม่ใช้ชีวภัณฑ์โดยการตายสะสมเฉลี่ยของเพลียกระโดดสีน้ำตาลจากการใช้ชีวภัณฑ์เชิงพาณิชย์ไอโซเลต MNNKI033 และ MNMHN031 เท่ากับร้อยละ 36 และ 28 ตามลำดับ

สุขนิชชา และคณะ 2563 ได้ศึกษาการพัฒนาตำรับชีวภัณฑ์หัวเชื้อ *Metarhizium anisopliae* (มน 048) ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพื่อพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์หัวเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* (มน 048) สำหรับเป็นแหล่งของเชื้อในการขยายลงในวัสดุเพาะและใช้ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์จำนวน 3 ซ้ำ 10 กรรมวิธี โดยนำโคนิเดียเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* (มน 048) ที่ได้จากแต่ละตำรับข้างต้นซึ่งอยู่ในรูปสารแขวนลอยความเข้มข้น 10^8conidia/ml พ่นลงบนต้นข้าวทดสอบ พันธุ์ไทชุงเนทีฟ 1 (TN1) อายุ 3 สัปดาห์ ปล่อยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลวัยที่ 3 จำนวน 30 ตัวต่อหน่วย ทดลองเพาะเลี้ยงภายใต้ความชื้น 75 % ที่ระดับอุณหภูมิห้องบันทึกอัตราการตายของเพลี้ยทุกวันจนครบ 7 วันหลังจากทำการพ่นปรับค่าอัตราการตายวิเคราะห์ผลด้วย analysis of variance (ANOVA) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้ DMRT (Duncan's new multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 (P = 0.05) และประเมินประสิทธิภาพของเชื้อรา โดยใช้ผลการคำนวณ Probit analysis จากระยะเวลาที่เชื้อราทำให้เพลี้ยตายร้อยละ 50 (Median lethal time; LT^{50})

สัปดาห์ที่ 1 เชื้อราในทุกสูตรยังคงมีอัตราการงอกสูงมาก โดยอยู่ในช่วงร้อยละ 60–100 สูตรที่ผสมกับกรดอะมิโนชนิดต่างๆ และ ยูเรีย มีอัตราการงอกของโคนิเดียสูงสุดถึงร้อยละ 100 ส่วนสูตรที่ผสม โพแทสเซียมไนเตรต มีอัตราการงอกต่ำสุดเพียงร้อยละ 60 ซึ่งน้อยกว่าสิ่งควบคุม (ร้อยละ 96.6) เมื่อถึง สัปดาห์ที่ 2 พบว่าอัตราการงอกลดลงเล็กน้อย โดยอยู่ในช่วงร้อยละ 73.3–100 แต่ยังสูงกว่าสิ่งควบคุมที่ร้อยละ 64.7 สูตรที่ยังคงงอกได้ดีมาก (ร้อยละ 92.3–100) มีอัตราการงอกลดลงอยู่ระหว่างร้อยละ 73.3–79.7 ใน สัปดาห์ที่ 3 การงอกของเชื้อราลดลงชัดเจน โดยมีค่าระหว่างร้อยละ 26.0–88.7 สูตรที่ยังคงงอกได้ดีคือสูตรที่มี *monosodium glutamate, L-glutamine, L-leucine, L-cysteine* และ *casein* ซึ่งมีอัตราการงอกสูงกว่าสิ่งควบคุมที่ร้อยละ 74.7 ส่วนสูตรที่ผสม *L-alanine, L-arginine, L-asparagine*, ยูเรีย *และ* โพแทสเซียมไนเตรต มีอัตราการงอกต่ำ (ร้อยละ 26–64) ใน สัปดาห์ที่ 4 อัตราการงอกลดลงต่อเนื่องอยู่ในช่วงร้อยละ 14.0–77.7 สูงกว่าสิ่งควบคุม (ร้อยละ 7.0) อย่างมีนัยสำคัญ โดยสูตรที่ผสม *L-glutamine* และ *L-leucine* ให้ผลดีที่สุด มีอัตราการงอกสูงสุด (ร้อยละ 69.7–77.7) ส่วนสูตรที่ผสม *L-cysteine, ยูเรีย* และ *โพแทสเซียมไนเตรต* มีอัตราการงอกต่ำสุด (ร้อยละ 14–23.3) ใน สัปดาห์ที่ 5 พบว่าอัตราการงอกลดลงมาก อยู่ในช่วงร้อยละ 5.7–42.7 โดยสูตรที่ยังคงมีอัตราการงอกสูงกว่าสิ่งควบคุม (ร้อยละ 7.0) ได้แก่สูตรที่ผสม *L-alanine, L-arginine, L-asparagine monohydrate,*

L-leucine, L-cysteine และ *casein* ซึ่งมีอัตราการงอกประมาณร้อยละ 30.3–42.7 ขณะที่สูตร ยูเรียงอกต่ำสุดเพียงร้อยละ 5.7 และใน สัปดาห์ที่ 6 ซึ่งเป็นช่วงสุดท้ายของการเก็บรักษา พบว่าอัตราการงอกลดลงอย่างมาก อยู่ในช่วงร้อยละ 0.0–33.0 โดยสูตรที่มี *L-arginine* ให้ผลดีที่สุด มีอัตราการงอกสูงสุดร้อยละ 33.0 รองลงมาคือสูตรที่ผสม *L-glutamine, L-alanine, L-asparagine monohydrate* และ *casein* ที่มีอัตราการงอกระหว่างร้อยละ 26–33 ส่วนสูตรที่ผสม *monosodium glutamate, L-leucine, L-cysteine* มีอัตราการงอกลดลงเหลือเพียงร้อยละ 9–17.3 และสูตรที่มี ยูเรีย *และ* โพแทสเซียมไนเตรต มีอัตราการงอกต่ำสุดเพียงร้อยละ 0–1 เท่านั้น (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 อัตราการงอกของ Metarhizium anisopliae (NU 048) ในผลิตภัณฑ์เข้มข้นต่างๆ ที่ผสมด้วยแหล่งไนโตรเจนต่างๆ หลังจากเก็บรักษาเป็นเวลา 0 ถึง 6 สัปดาห์

Nitrogen sources in formulas	Germination rate of conidia (%)						
	Weeks 0	Weeks 1	Weeks 2	Weeks 3	Weeks 4	Weeks 5	Weeks 6
Monosodium glutamate	100a	100^{a}	100^{a}	76.7^{bc}	55.7^{c}	14^{e}	13.7^{e}
L-glutamine	100^{a}	100^{a}	92.3^{b}	78.7^{b}	77.7^{a}	25^{d}	27.7^{bc}
L-alanine	100^{a}	100^{a}	99^{ab}	59^{e}	48.3^{d}	41.7^{a}	28^{bc}
L-arginine	100^{a}	100^{a}	79.7^{c}	61^{de}	37.7^{f}	30.3^{bc}	33^{a}
L-asparagine monohydrate	99.3^{ab}	98^{ab}	93.3^{b}	64^{d}	50^{d}	30.7^{bc}	26^{c}
L-leucine	100^{a}	100^{a}	100^{a}	76.3^{bc}	69.7^{b}	29.7^{c}	17.3^{d}
L-cysteine	100^{a}	99.3^{ab}	99.3^{ab}	88.7^{a}	23.3^{g}	34.3^{b}	9^{f}
Casein	100^{a}	100^{a}	100^{a}	79.3^{b}	41.3^{e}	42.7^{a}	28.7^{b}
Urea	98.3^{ab}	95^{b}	73.3^{cd}	26^{g}	14^{i}	5.7^{g}	0^{h}
Potassium nitrate	90^{c}	60^{c}	76.7^{c}	50^{f}	18.3^{h}	15^{e}	1^{g}
Control	96.7^{b}	96.6^{b}	64.7^{e}	74.7^{c}	7^{j}	7^{f}	1^{g}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ที่มา: ไอลดา และคณะ (2566)

ตารางที่ 5 ปริมาณโคนิเดียของ *Metarhizium anisopliae* (NU 048) จากผลิตภัณฑ์เข้มข้นที่เพาะเลี้ยงบนอาหารข้าวเป็นเวลา 14 วัน

Nitrogen sources in formulas	The amount of conidia (no./g of growth media)
Monosodium glutamate	$3.5 \times 10^{9\ b}$
L-glutamine	$9.9 \times 10^{9\ ab}$
L-alanine	$9.6 \times 10^{9\ ab}$
L-arginine	$2.1 \times 10^{10\ a}$
L-asparagine monohydrate	$6.6 \times 10^{9\ ab}$
L-leucine	$1.4 \times 10^{9\ b}$
L-cysteine	$0.9 \times 10^{9\ bc}$
Casein	$4.2 \times 10^{9\ bc}$
Urea	$0.6 \times 10^{8\ b}$
Potassium nitrate	0
Control	$0.4 \times 10^{8\ c}$

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยภายในคอลัมน์ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ที่มา: ไอลดา และคณะ (2566)

จำนวนโคนิเดียของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* (มน 048) ที่ได้จากตำรับหัวเชื้อชนิดต่าง ๆ เมื่อเพาะเลี้ยงบนวัสดุเพาะข้าวเป็นเวลา 14 วัน โดยใช้แหล่งไนโตรเจนที่แตกต่างกัน พบว่าตำรับที่เติม L-arginine ให้จำนวนโคนิเดียสูงสุดคือ 2.1×10^{10} โคนิเดียต่อกรัม รองลงมาคือ L-glutamine (9.9×10^{9}) และ L-alanine (9.6×10^{9}) ขณะที่ตำรับที่มี L-asparagine monohydrate, casein, monosodium glutamate, L-leucine, และ L-cysteine ให้จำนวนโคนิเดียลดหลั่นกันตามลำดับ ส่วนตำรับที่ผสม potassium nitrate พบจำนวนโคนิเดียเพียง 0.6×10^{8} และ ยูเรีย ไม่พบการสร้างโคนิเดียเลย โดยมีค่าต่ำกว่า “สิ่งควบคุม” ที่ให้เพียง 0.4×10^{8} โคนิเดียต่อกรัม การเติมกรดอะมิโนโดยเฉพาะ L-arginine ในสูตรหัวเชื้อช่วยเพิ่มการสร้างสปอร์ของเชื้อราได้อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 5)

อัตราการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล หลังจากได้รับเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* (มน 048) จากตำรับหัวเชื้อที่มีแหล่งไนโตรเจนต่างชนิดกัน โดยเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 35 °C เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าในวันที่ 1 หลังพ่นเชื้อ เพลี้ยเริ่มตายเล็กน้อย (0–16.67%) แต่เมื่อครบ 3 วัน อัตราการตาย

เพิ่มสูงกว่า 50% ในหลายสูตร โดยสูตรที่ผสม casein, L-glutamine, L-alanine, L-arginine, monosodium glutamate และ L-asparagine monohydrate ให้ผลดีที่สุด (ร้อยละ 66.67–73.33) จากนั้นในวันที่ 4 อัตราการตายเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยตำรับที่มี L-arginine และ monosodium glutamate มีอัตราการตายของเพลี้ยสูงสุดถึง 100 และ 93.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าสิ่งควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่ตำรับอื่น ๆ ให้ผลในช่วง 66.67–80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อครบ 7 วัน เพลี้ยตายทั้งหมด (100%) ในทุกสูตร ยกเว้นสูตร L-cysteine ที่มีอัตราตาย 86.67% ในวันที่ 5 แต่เพิ่มเป็น 100% ในวันที่ 6–7 เมื่อคำนวณค่า LT^{50} หรือระยะเวลาที่ทำให้เพลี้ยตาย 50% พบว่าตำรับ monosodium glutamate (2.40 ± 0.7 วัน) และ L-arginine (2.45 ± 0.0 วัน) ให้ค่าต่ำที่สุด เชื้อออกฤทธิ์ได้เร็วและมีประสิทธิภาพสูงสุด สรุปได้ว่า การเติม L-arginine และ monosodium glutamate ในสูตรหัวเชื้อช่วยเพิ่มความสามารถของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ในการทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลใน 1-7 วันหลังจากใช้สูตรต่างๆของ *Metarhizium Anisopliae* (NU 048) และ LT50 ที่ 4 วันหลังจากใช้

Nitrogen sources in formulas	Percent mortality of brown planthopper							LT_{50} ± SE At 4 DAA
	1 DAA[1]	2 DAA	3 DAA	4 DAA	5 DAA	6 DAA	7 DAA	
Monosodium glutamate	13.33^{ab}[2]	33.33^{ab}	66.67^{b}	93.33^{ab}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	2.40 ± 0.7
L-glutamine	16.67^{a}	30.00^{b}	70.00^{ab}	76.67^{bc}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	2.51 ± 0.3
L-alanine	10.00^{ab}	36.67^{a}	70.00^{ab}	76.67^{bc}	96.67^{ab}	100.00^{a}	100.00^{a}	2.57 ± 0.3
L-arginine	3.33^{b}	30.00^{b}	70.00^{ab}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	2.45 ± 0.0
L-asparagine monohydrate	6.67^{ab}	26.67^{c}	66.67^{b}	80.00^{b}	96.67^{ab}	100.00^{a}	100.00^{a}	2.72 ± 0.6
L-leucine	10.00^{ab}	33.33^{ab}	46.67^{c}	70.00^{d}	90.00^{bc}	100.00^{a}	100.00^{a}	2.95 ± 0.6
L-cysteine	10.00^{ab}	36.67^{a}	46.67^{c}	66.67^{d}	86.67^{c}	100.00^{a}	100.00^{a}	2.97 ± 0.3
Casein	0.00^{c}	33.33^{ab}	73.33^{a}	93.33^{ab}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	2.52 ± 0.3
Potassium nitrate	6.67^{ab}	36.67^{a}	66.67^{b}	80.00^{b}	100.00^{a}	100.00^{a}	100.00^{a}	2.58 ± 0.6
Control	13.33^{ab}	13.33^{d}	26.67^{d}	63.33^{d}	96.67^{ab}	96.67^{b}	100.00^{a}	3.20 ± 0.3

[1)]วันหลังจากการใช้

[2)]หมายถึงภายในคอลัมน์ตามด้วยตัวอักษรเดียวกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$)

ที่มา: สุชินชชา และคณะ 2563

สรุป

เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* สามารถควบคุมเพลี้ยกระโดดในข้าวได้ใกล้เคียงกับสารเคมีไทอะเมทอกแซม โดยสามารถลดจำนวนเพลี้ยได้มากกว่า 50–70% และไม่ส่งผลกระทบต่อชุมชนจุลินทรีย์ในข้าว จึงถือเป็นสารชีวภัณฑ์ที่ปลอดภัยและเหมาะสำหรับการควบคุมศัตรูพืชในนาข้าว

ไอโซเลต MNMHN031 และ MNNKI033 ของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ทำให้เพลี้ยตายเฉลี่ย 43–55% ซึ่งสูงกว่าและแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเชื้อราเป็นชีวภัณฑ์เชื้อรา *Metarhizium anisopliae* (มน 048) เมื่อตัวเชื้อผสมกับ L-arginine และ monosodium glutamate มีประสิทธิภาพสูงสุด ทำให้เพลี้ยตายเร็วและมากถึง 100% ภายใน 4–7 วัน พร้อมทั้งช่วยเพิ่มการสร้างสปอร์ของเชื้อราได้ดีที่สุด

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2562. ศัตรูข้าวและการป้องกันกำจัด. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท อาร์ตควอลิไฟท์ จำกัด. กรุงเทพฯ. 220 หน้า. กรมวิชาการเกษตร. 2566. วัตถุอนตรายที่ได้รับการขึ้น ทะเบียน. สืบค้นจาก: https://www.doa.go.th/ ard/?page_id=386. (24 มกราคม 2566).

กรมวิชาการเกษตร. 2566. วัตถุอันตรายทีได้รับการขึ้นทะเบียน. สืบค้นจาก: https://www.doa.go.th/ard/?page_id=386. (24 มกราคม 2566).

จิรพงศ์ ใจรินทร์, วราภรณ์ วงศ์บุญ, กิจติพงษ์ เพ็งรัตน์, สงวน เทียงดีฤทธิ์, พิกุล ลีลากุด และกัลยา สามเสน. 2552. การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและมีคุณภาพเมล็ดเหมือนข้าวดอกมะลิ 105 โดยใช้โมเลกุลเครื่องหมาย. วารสารวิชาการข้าว 3(1): 21-36.

ศิวิลัย สิริมังคารัตน์. 2561. โรควิทยาของแมลงและการประยุกต์ใช้. พิมพ์ครังที 1. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 428 หน้า.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.). 2566. รัฐสั่งปราบเพลี้ยนาข้าวเสียหาย 1.1 หมื่นล้าน. สืบค้นจาก: https://warning.acfs.go.th/th/early warning/view/?page=1957. (10 ตุลาคม 2566).

อารยา บุญศักดิ์. 2566. การคัดเลือกเชื้อรา Metarhizium spp. จากดินป่าในพื้นที่จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อพัฒนาสารชีวภัณฑ์ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยนเรศวร.

Altinok, H.H., M.A. Altinok and A.S. Koca. 2019. Modes of action of entomopathogenic fungi. Current Trends in Natural Sciences 8(16): 117-124.

Atthanassiou, C.G., N.G. Kavallieratos, C.I. Rumbos and D.C. Kontodimas. 2017. Influence of temperature and relative humidity on the insecticidal efficacy of Metarhizium anisopliae against larvae of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) on wheat. Journal of Insect Science 17(1): 1-7.

Kawpet, R., A. Thancharoen and W. Sriidokchan. 2022. Potential of entomophatogenic fungi for controlling rice leafhoppers and lepidopterous larvae in northern Thailand. International Journal of Agricultural Technology 18(5): 2033-2446.

Ministry of Agriculture and Cooperatives. 2013. Sustainable approach to rice problems. Solution Review report. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. 41p. (in Thai).

Office of Agricultural Economics. 2019. Agricultural economic information. (Online). Available: http://www.oae.go.th/view/1/Information/EN US (January 20, 2019). (in Thai).

Patirupanusara, P. and A. Na Lampang Noenplab. 2007. Pathogenicity of entomopathogenic fungi on brown planthopper (Nilaparvata lugens) and green leafhopper (*Nephotettix virescens*). pp.144-154 In: Proceedings of Rice and Temperate Cereal Crops Annual Conference 2007. The Golden Jubilee Museum of Agriculture Office (Public Organization), Pathum Thani. (in Thai).

Peng, Z.Y., S.T. Huang, J.T. Chen, N. Li, Y. Wei, A. Nawaz and S.Q. Deng. 2022. An update of a green pesticide: *Metarhizium anisopliae*. All Life 15: 1141-1159.

Ruay-aree, S. 2001. Integrated Rice Insect Pest Management. The Agricultural Co-operative Federation of Thailand, Ltd., Bangkok. 262 p. (in Thai).

Sribunme, N. 2017. Development of *Metarhizium anisopliae* bio-product for controlling brown planthopper. M.S. Thesis. Naresuan University, Phitsanulok. 58 p. (in Thai).