การควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวโดยการใช้สารสกัดจากพืช[1]/
Control of Brown Planthopper in Rice Fields Using Plant Extracts[1]/

ผู้ทำสัมมนา **นางสาวขนิษฐา แสนทรัพย์[2]/**
อาจารย์ที่ปรึกษา **รศ.ดร. อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์[3]/**

บทคัดย่อ

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Brown Plant Hopper: *Nilapavata lugens*) เป็นแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญในการทำให้ผลผลิตข้าวลดลง เข้าทำลายต้นข้าวโดยการดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณโคนต้นข้าวที่ระดับเหนือผิวน้ำ ส่งผลทำให้ต้นข้าวแสดงอาการต่าง ๆ ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว ซึ่งปัจจุบันการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลด้วยการใช้สารสกัดจากพืชเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ โดยการใช้สารสกัดหยาบจากสาบเสือ สารสกัดหยาบจากผักคราดหัวแหวน และสารสกัดจากน้ำมันตะไคร้ที่สกัดด้วยเฮกเซนและเมทานอล ด้วยวิธีการฉีดพ่นที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน สารสกัดหยาบจากสาบเสือ (0 (ควบคุม), 25, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (w/v)) สารสกัดหยาบจากผักคราดหัวแหวน 0 1,250 2,500 5,000 และ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร สารสกัดจากน้ำมันตะไคร้ 0.1 0.2 0.4 0.8 และ 1.6 เปอร์เซ็นต์ บันทึกอัตราการตายที่เวลา 3 6 9 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง พบว่าสารสกัดจากสาบเสือสกัดด้วยเมทานอล มีอัตราการตายเฉลี่ยสะสมของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ถึง 74 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดจากผักคราดหัวแหวนที่สกัดด้วยเมทานอลที่ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร มีอัตราการตายเฉลี่ยสะสมของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 100 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดสอบที่ 48 ชั่วโมง และน้ำมันตะไคร้ที่สกัดด้วยเมทานอลเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายสูงสุดที่ความเข้มข้น 1.6% (100%) ภายหลังการทดสอบที่ 6 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่าระยะเวลาที่แมลงสัมผัสสารมากขึ้นจะส่งผลให้มีอัตราการตายเพิ่มขึ้นด้วยจึงเป็นไปได้ว่าสารสกัดจากพืชมีฤทธิ์ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เพลี้ยกระโดด; ข้าว; สารสกัดจากพืช

---

[1]/เอกสารประกอบรายวิชา 1201 480 สัมมนา

[2]/นักศึกษาชั้นปีที่ 4 ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

[3]/อาจารย์ประจำภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทนำ

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilapavata lugens*) เป็นแมลงศัตรูข้าวที่แพร่กระจายคลบคลุมพื้นที่ปลูกข้าวทั้งในเขตร้อนและเขตอบอุ่น พบระบาดในประเทศจีน เวียดนาม อินเดีย ฟิลิปปินส์ กัมพูชา ลาว มาเลเซีย และไทย การเข้าทำลายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จะพบเข้าทำลายทั้งข้าวปลูก และข้าวป่า โดยเจาะดูดน้ำเลี้ยงบริเวณโคนต้นข้าว ตั้งแต่ข้าวอยู่ในระยะกล้า ระยะแตกกอจนถึงระยะออกรวง สำหรับประเทศไทยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเริ่มเป็นปัญหาภายหลังจากที่ภาครัฐส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกข้าวปีละสองครั้ง หรือมากกว่า และใช้พันธุ์ข้าวที่ให้ผลผลิตสูง โดยพื้นที่ปลูกข้าวภาคกลางจะเกิดการระบาดเป็นบริเวณกว้าง ซึ่งมีผลต่อการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ส่งผลทำให้ข้าวมีอาการแห้ง และไหม้ตาย ไม่สามารถออกรวงได้ นอกจากนี้ยังเป็นแมลงพาหะของเชื้อไวรัสโรคเตี้ย (geass stunt) และโรคใบหงิก (ragged stunt) ที่เข้าทำลายข้าวในภายหลัง นอกจากนี้ในปัจจุบันเกษตรกรมีการใช้สารเคมีในการทำนาข้าวเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากใช้ง่ายและได้ผลรวดเร็ว ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนสารเคมีในผลผลิตและผลิตภัณฑ์ ส่งผลกระทบด้านสุขภาพต่อเกษตรกรผู้บริโภค ตลอดจนส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและด้านเศรษฐกิจ สำหรับการลดปัญหาสารพิษตกค้างได้นำสารชีวภาพและสารสกัดจากธรรมชาติจากพืช (bioextracts) มาใช้ป้องกันแมลงศัตรูพืชทดแทนการใช้สารเคมี ซึ่งพืชสมุนไพร เช่น สะเดา ข่า ตะไคร้หอม พริกไทย โหระพา และอื่นๆ มีสารสำคัญที่มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมน้อยกว่าสารเคมี ในปัจจุบันมีการประยุกต์ใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรในการควบคุมและป้องกันกำจัดแมลงชนิดต่าง ๆ ทางการเกษตร เช่น เพลี้ยแป้ง และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (ไอลดา และ กาญจน์, 2557; ชญานิศ โตมอญและคณะ, 2562; ยุวดี สีนวนขำ และคณะ, 2562; Kim et al., 2008; Nathan et al., 2009; Petrova and Smith, 2015; Kumar et al., 2017) ซึ่งถือว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการควบคุมและป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ประกอบกับเป็นการช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมีสังเคราะห์ ทำให้ไม่มีการตกค้างของสารเคมีสังเคราะห์ในพื้นที่ และส่งผลทำให้เกิดความสมดุลของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศเกษตร โดยเฉพาะนิเวศในนาข้าว

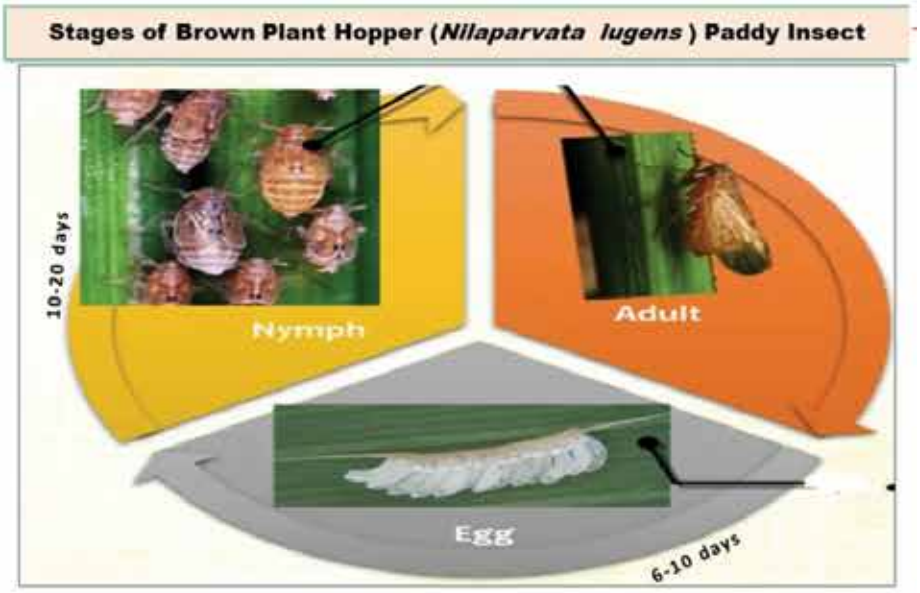
ดังนั้นการทำสัมมนาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่ออภิปรายการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวโดยการใช้สารสกัดจากพืช

ข้าว (Rice)

ข้าว *(Oryza sativa* L.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญมากเป็นอันดับ 6 ของโลก รองจาก จีน อินเดีย อินโดนีเซีย บังคลาเทศ และเวียดนาม มีพื้นที่ปลูกข้าวนาปีประมาณ 57ล้านไร่ ข้าว สามารถปลูกขึ้นได้ง่ายมีความทนทานต่อทุกสภาพพื้นที่ มีระยะการเจริญเติบโตของข้าว 4 ระยะ คือ (1) ระยะกล้า (seedling) นับจากการงอกของเมล็ดจนกระทั้งข้าวเริ่มแตกกอ ใช้เวลาประมาณ 20 วัน ข้าวมี 5-6 ใบ (2) ระยะแตกกอ (tillering stage) เริ่มจากข้าวแตกกอจนถึงต้นข้าวเริ่มสร้างดอกอ่อน ซึ่งเป็นช่วงที่ต่อจากระยะกล้าไปอีก 30-50 วัน ถ้าเป็นพันธุ์ข้าวไวแสง ช่วงนี้จะยาวออกรอวันที่มีช่วงแสงสั้นลงจนถึงช่วงวิกฤต (อาภากร, 2553) ซึ่งเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมักเข้าทำลายที่ระยะนี้มากที่สุด นอกจากนี้พันธุกรรมของข้าวเป็นปัจจัยเร่งให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพิ่มประชากรอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดการระบาดอย่างรุนแรงสร้างความเสียหายต่อระบบการปลูกข้าวและมีผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ (ปรีชา, 2545) (3) ระยะสืบพันธุ์ (reproductive stage) นับจากการสร้างดอกอ่อน และลำต้นมีการเปลี่ยนจากลักษณะแบนเป็นกลม มีการสร้างจุดกำเนิดช่อดอก (premordium of panicle) ต่อจากนั้นสร้างช่อดอก (panicle initiation) ดอกอ่อนจะขยายตัวใหญ่ขึ้นเป็นระยะตั้งท้อง (booting stage) เกิดช่อดอกที่สมบูรณ์อยู่ในการห่อหุ้มของใบธง (flag leaf) เมื่อข้าวตั้งท้องเต็มที่แล้ว จะส่งช่อดอกออกจากกาบใบ ต่อจากนั้นจะผสมระหว่างละอองเกสร และดอกตัวเมียภายในดอกเดียวกันแล้วดอกบานออก เป็นการสิ้นสุดระยะสืบพันธุ์ (4) ระยะสุกแก่ (ripening stage) ภายหลังการผสม เมล็ดจะพัฒนาผ่านระยะน้ำนม (milky stage) ระยะแป้ง (dough stage) และระยะสุกแก่ (อาภากร, 2553) แต่ในปัจจุบันกลุ่มเกษตรกรพบปัญหาเพลี้ยกระโดดสีนน้ำตาลระบาดในนาข้าว ซึ่งส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และผลผลิต

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens*) เป็นแมลงปากดูด ตัวเต็มวัยมีลำตัวสีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลปนดำ มีรูปร่าง 2 ลักษณะ คือ ชนิดปีกยาว (macropterous form) และชนิดปีกสั้น (bracrypterous form) ชนิดปีกยาวสามารถอพยพโดยอาศัยกระแสลม ตัวเต็มวัยเพศเมียส่วนใหญ่วางไข่ที่กาบใบข้าว หรือเส้นกลางใบ โดยวางไข่เป็นวงกลม เรียงแถวตามแนวตั้งฉากกับกาบใบข้าว บริเวณที่วางไข่จะมีรอยช้ำเป็นสีน้ำตาล ไข่มีลักษณะรูปกระสวยโค้งคล้ายกล้วยหอม มีสีขาวขุ่น (ภาพที่ 1) วงจรชีวิตของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ตัวเมีย 1 ตัว สามารถวางไข่ได้ถึง 200 ฟอง ระยะไข่ใช้เวลา 7 วัน จึงจะฟักเป็นตัวอ่อนแล้ว อาศัยอยู่บริเวณโคนต้นข้าว ตัวอ่อนมีสีขาว มีการลอกคราบ 5 ครั้ง ระยะตัวอ่อน ใช้เวลาประมาณ 16 วัน จะกลายเป็นตัวเต็มวัย ซึ่งมีขนาดลำตัวยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร กว้าง 1 มิลลิเมตร ตัวเต็มวัยมีอายุประมาณ 2 สัปดาห์ ตัวเมียอายุประมาณ 15 วัน ตัวผู้ 13 วัน ในการปลูกข้าว 1 ฤดู เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล สามารถเพิ่มปริมาณได้ 3-4 รุ่น (กรมการข้าว, 2560)



ที่มา: India (2021)

ภาพที่ 1 วงจรชีวิตของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

ลักษณะการเจริญเติบโตของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสามารถเข้าทำลาย ทั้งที่อยู่ในระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยโดยอาศัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากกาบใบข้าวบริเวณโคนต้นเหนือระดับน้ำเล็กน้อย หรือที่เส้นกลางใบหลังใบข้าวโดยใช้ปากแทงดูดกินน้ำเลี้ยงจากท่อน้ำและท่ออาหาร ซึ่งจะมีลักษณะการเจริญเติบโต ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะการเจริญเติบโตของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

ระยะการเจริญเติบโต	ลักษณะวงจรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล
ระยะที่ 1	เป็นไข่ระยะ 7-10 วัน วางไข่ 200-300 ฟอง/ครั้ง
ระยะที่ 2	ตัวอ่อนระยะที่ 1 ใช้เวลา 1-2 วัน
ระยะที่ 3	ตัวอ่อนระยะที่ 2 ใช้เวลา 2-4 วัน
ระยะที่ 4	ระยะก่อนเข้าดักแด้ 1-2 วัน
ระยะที่ 5	ระยะดักแด้ 1-3 วัน
ระยะที่ 6	ตัวเต็มวัย 10-15 วัน

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก เกษตรพันธุ์ 9 (2560)

พฤติกรรมการทำลายและการระบาดในข้าวของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจะทำลายโดยการสอดแทรกส่วนปากที่ใช้ดูดเข้าไปในเนื้อเยื่อต้นข้าว และดูดกินน้ำเลี้ยงจากเซลล์ท่ออาหารของต้นข้าวบริเวณโคนต้นเหนือระดับน้ำเพียงเล็กน้อย ซึ่งทำให้ต้นข้าวมีอาการใบเหลืองแห้ง ลักษณะคล้ายถูกน้ำร้อนลวกแห้งตายเป็นหย่อม (ภาพที่ 2 ก.) ต้นข้าวมีลักษณะใบเหลืองและแห้งตายทั้งต้น ที่เรียกว่า อาการไหม้ (hopper bum) (กรมการข้าว, 2553) ความรุนแรงของอาการต้นข้าวใบเหลืองและแห้งตายขึ้นกับจำนวนประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและความต่อเนื่องของการดูดกินของแมลง (ภาพที่ 2 ข.) นอกจากนี้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเป็นตัวพาหะนำเชื้อไวรัสสู่ต้นข้าวทำให้ข้าวเป็นโรคใบหงิก (ragget stunt) โรคไหม้ (blast disease) และโรคเตี้ย (geass stunt) ซึ่งการเข้าทำลายทั้งสองลักษณะนี้สามารถก่อให้เกิดความเสียหายในระดับ 10-100%

ก. ข.

ที่มา: กรมส่งเสริมการเกษตร (2563)

ภาพที่ 2 ก. ลักษณะอาการใบไหม้ ข. ลักษณะการระบาดรุนแรงในนาข้าว

ปัจจัยที่มีผลต่อการระบาด และความเสียหายที่เกิดจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

1) วิธีการปลูกข้าว การปลูกข้าวที่ต่อเนื่องติดต่อกันโดยไม่มีการพักพื้นที่ การปลูกข้าวแบบนาหว่านน้ำตมมีปัญหาการระบาดมากกว่านาดำเพราะนาหว่านมีจำนวนต้นข้าวหนาแน่นทำให้อุณหภูมิและความชื้นในแปลงนาเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ประกอบกับนาหว่านเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสามารถทำลายข้าวได้อย่างต่อเนื่อง รวมถึงการปลูกข้าวของเกษตรกรที่เปลี่ยนแปลงจากที่เคยปลูก 1 ครั้งต่อปี มาเป็น 2 ครั้ง ต่อปี หรือมากกว่า ทำให้ระบบนิเวศการปลูกข้าวเปลี่ยนแปลง (ปรีชา, 2545) มีแหล่งอาหารให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ตลอดปี อย่างต่อเนื่องหลายชั่วอายุ

2) การใช้ปุ๋ย การใช้ปุ๋ยอัตราสูง โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจน ทำให้การเพิ่มจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าว มีแนวโน้มมากขึ้น เนื่องจากปุ๋ยไนโตรเจน ทำให้ใบข้าวเขียว หนาแน่น ต้นข้าวมีสภาพอวบน้ำเหมาะแก่การเข้าดูดกิน และขยายพันธุ์ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2561)

3) **การควบคุมน้ำในนาข้าว** สภาพนาข้าวที่มีน้ำขังในนาตลอดเวลา ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสามารถเพิ่มจำนวนได้มากกว่านาที่มีการระบายน้ำออกเป็นครั้งคราวเนื่องจากดินมีความชื้นแฉะ ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 80 % จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและการระบาดของโรค เช่น โรคไหม้ (สุจินต์, 2552)

4) **การใช้สารฆ่าแมลง** การใช้สารฆ่าแมลงที่ผิดโดยเฉพาะสารฆ่าแมลงชนิดหรือกลุ่มสารที่ก่อให้เกิดแมลงระบาดเพิ่มขึ้นหลังใช้สาร (resugence) เช่น การใช้สารกลุ่มไพรีทรอย์สังเคราะห์หรือกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต เนื่องจากสารดังกล่าวทำลายศัตรูธรรมชาติที่ช่วยควบคุมประชากรแมลงศัตรูข้าว หรือสารนั้นไปกระตุ้นให้เพิ่มอัตราการกิน (feeding rate) หรือเพิ่มอัตราการขยายพันธุ์ (reproductive rate) ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (สุจินต์, 2552) การใช้สารฆ่าแมลงในระยะที่เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเป็นตัวเต็มวัยชนิดปีกยาว หรือช่วงที่อพยพเข้าในนาข้าวใหม่ๆ (ข้าวระยะ 30 วันหลังหว่าน) ศัตรูธรรมชาติจะถูกทำลายและสารฆ่าแมลงก็จะทำให้ตัวอ่อนที่ฟักออกจากไข่มีโอกาสรอดชีวิตสูง

การควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

1) **วิธีการครบคุมทั่วไป** การจัดการศัตรูพืชทั้งหมดที่มีอยู่อย่างรอบครอบ และนำมาผสมผสานกันเป็นวิธีที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการลดปริมาณศัตรูพืช รวมทั้งลดความสี่ยงที่ก่อให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์และสิ่งแวดล้อมให้มีน้อยที่สุด ไอพีเอ็ม (IPM) เน้นในเรื่องของการปลูกพืชให้แข็งแรงโดยการรบกวนระบบนิเวศเกษตรให้น้อยที่สุด และสนับสนุนกลไกการควบคุมโดยศัตรูธรรมชาติ (ลาวัลย์ อรุณพล และ ศุภลักษ์, 2550)

2) **การใช้พันธุ์ต้านทาน** เลือกใช้พันธุ์ข้าวต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ทางราชการแนะนำ เช่น สุพรรณบุรี2 สุพรรณบุรี3 พรรณบุรี90 พิษณุโลก2 กข29 กข31 และ กข41 นอกจากนี้ไม่ควรปลูกข้าวพันธุ์เดียวติดต่อกันเกิน 4 ฤดูปลูก ควรปลูกสลับกันระหว่างพันธุ์ต้านทานสูงกับพันธุ์ทนทานหรืออ่อนแอปานกลางโดยพิจารณาอายุเก็บเกี่ยวให้ใกล้เคียงกันเพื่อลดความเสียหายเมื่อเกิดการระบาดรุนแรง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2562)

3) **การใช้ศัตรูธรรมชาติ** ศัตรูธรรมชาติของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลประกอบไปด้วย ตัวเบียนตัวห้ำ เข้าทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทุกระยะการเจริญเติบโต ตั้งแต่ระยะไข่จนถึงตัวเต็มวัย แมลงในอันดับ Hymenoptea ส่วนใหญ่จะเข้าทำลายไข่เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แมลงในอันดับ Homoptera, Strepsiptera และ Diptera ส่วนใหญ่เข้าทำลายตัวอ่อนและตัวเต็มวัย นอกจากนั้นยังพบแมลงในอันดับ Hemiptera, Coleoptera แมงมุมในวงศ์ Agriopidae, Theridiidae, Linyphiidae เข้าทำลายตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Aguda *et al.,* 1987; Benrey and Lamp, 1994; Chiu, 1979; Reissing *et al*., 1985)

4) **การใช้เชื้อรา** เชื้อราบิวเวอเรีย (*Beauveria bassiana*) เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเข้าทำลายเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยสปอร์ของเชื้อราจะไปติดอยู่กับผนังลำตัวที่มีผนังบาง เส้นใยจะเจริญเติบโตโดยอาศัยดูดกินของเหลวและธาตุอาหารจากเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจนตาย (ลาวัลย์, 2553) รวมถึงการใช้เชื้อราเขียว ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลทั้งตัวอ่อน และตัวเต็มวัยในนาข้าวได้ (จริยา และคณะ, 2529; เพชรหทัย และคณะ, 2546) เชื้อรา

ชนิดนี้สามารถเจริญได้ดีในสภาพที่มีความชื้นสูง ซึ่งสอดคล้องต่อสภาพที่อยู่อาศัยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ดำรงชีพด้วยการดูดน้ำเลี้ยงอยู่บริเวณโคนต้นข้าว และที่สำคัญเชื้อราเขียวค่อนข้างมีความเฉพาะเจาะจงกับกลุ่มของแมลง ดังนั้นการใช้เชื้อราเขียวในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจึงมีความปลอดภัยต่อมนุษย์และสภาพแวดล้อมมาก ซึ่งมีความเป็นไปได้สูงในการนำมาทดแทนการใช้สารฆ่าแมลง

5) การใช้สารเคมี สารเคมีป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพื่อให้ได้ผลรวดเร็ว เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้สารเคมีกลุ่มไทม์ไดซ์ซิน (Thiadiazin) เช่น บูโพรเฟซิน ใช้ในข้าวระยะกล้าถึงแตกกอ (อายุ 30 - 45 วัน) สารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) เช่น อีโทเฟนพร็อกซ์ แอลฟาไซเพอร์เมทริน ไซแฮโลทริน แอล และ ไซเพอร์เมทริน สารเคมีกลุ่มคาร์บาเมท (Carbamate) เช่น คาร์โบซัลเฟน ใช้ในข้าวระยะแตกกอเต็มที่ สารเคมีกลุ่มนีโอนิโคตินอยด์ (Neonicotinoid) เช่น ไทอะมิโทแซม ไดโนทีฟูแรน และโคลไทอะนิดิน ใช้ในข้าวระยะตั้งท้องถึงออกรวง (กองส่งเสริมการอารักขาพืชและจัดการดินปุ๋ย, 2559)

ผลกระทบจากการใช้สารเคมีในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

แนวโน้มการใช้สารเคมีบางชนิดอาจทำให้เกิดการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น เช่น การใช้สารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ หรือกล่มุออร์กาโนฟอสเฟตบางชนิดป้องกันกำจัดแมลงชนิดอื่น เช่น หนอนกอ (นวลศรี โชตินันทน์, 2552) อาจทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ซึ่งมีอยู่เพียงเล็กน้อยเพิ่มการระบาดมากขึ้นได้ เนื่องจากสารดังกล่าวทำลายศัตรูธรรมชาติที่ช่วยควบคุมประชากรแมลงศัตรูข้าวหรือกระตุ้นให้เพิ่มอัตราการกิน (feeding rate) หรือเพิ่มอัตราการขยายพันธุ์ (reproductive rate) ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (สุจินต์ จันทรสอาด, 2552) นอกจากนี้การใช้สารเคมีกำจัดแมลงที่ต่อเนื่องหรือมากเกินความจำเป็น อาจเป็นผลทำให้แมลงศัตรูพืชเหล่านั้นสร้างความต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ และยังส่งผลกระทบด้านสุขภาพต่อเกษตรกร จากรายงานผลกระทบสารเคมีปราบศัตรูพืช ปี 2526 (ต.ค. 61 – ก.ค. 62) มีผู้ป่วยจากการใช้ยาฆ่าแมลงออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมท จำนวน 705 รายเสียชีวิต 58 ราย มีค่ารักษาพยาบาล 4.27 ล้านบาท (สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ สปสช, 2563) ตลอดจนเกิดการปนเปื้อนของสารเคมีในผลผลิตและผลิตภัณฑ์

สารสกัดพืช

สารสกัดจากพืชได้ถูกนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นเวลานานแล้ว ปัจจุบันมีการใช้สารสกัดจากพืชเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืชเพิ่มมากขึ้น การนำพืชสมุนไพรหรือพืชพื้นเมืองที่มีศักยภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชมาใช้ ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีความปลอดภัยสูงต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เช่น สะเดา ข่า ตะไคร้ และพืชอื่นๆอีกมากมายหลายชนิด ซึ่งสารสกัดจากพืชเหล่านี้มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมน้อยกว่าสารเคมี เนื่องจากมีการสลายตัวได้อย่างรวดเร็วและมีคุณสมบัติในการขับไล่แมลงเป็นส่วนใหญ่ เช่น สะเดาอินเดียมีสาร azadirachtin ช่วยยับยั้งการวางไข่และการเจริญเติบโตของตัวอ่อนของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ มีฤทธิ์เป็นสารฆ่าแมลง ไล่แมลง ทำให้แมลงไม่กินอาหาร เจริญเติบโตผิดปกติไปจากเดิม ยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง ทำให้แมลงไม่ลอกคราบ ทำให้แมลงมีความผิดปกติทางโครงสร้าง และทำให้ไข่ของแมลงไม่ฟัก ตลอดจนยับยั้งการสร้างเอนไซม์ในระบบการย่อยอาหารของแมลง (ลาวัลย์, 2552)

สารสกัดจากพืชควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

ภัทราภรณ์ และคณะ (2562) ทำการทดสอบการประยุกต์ใช้สารสกัดหยาบจากสาบเสือในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยทำการสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วน 1:10 (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นเวลา 7 วันจากนั้นนำมาทดสอบความเป็นพิษต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลด้วยวิธีการฉีดพ่นที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน (0 (ควบคุม), 25, 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ (w/v)) f (ตารางที่ 2) พบว่า เวลาที่รับการสัมผัสสารนาน 24 และ 48 ชั่วโมง มีค่าอัตราการเสียชีวิต LC_{50} เท่ากับ 93.573 และ 37.751 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ตามลำดับ โดยพบว่าหลังทำการทดลองที่ 48 ชั่วโมง สารสกัดสาบเสือที่ความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ (w/v) มีอัตราการตายเฉลี่ยสะสมของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ถึง 74 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 3) เมื่อทดสอบทางสถิติด้วยวิธี t-test independent ระหว่างอัตราการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ได้จากการทดสอบสารสกัดสารที่เวลาแตกต่างกัน กลับพบว่า เวลาทั้งสองช่วงของการทดสอบให้ผลอัตราการตายที่ไม่แตกต่างกัน ($p= 0.051$) จะเห็นได้ว่าระยะเวลาที่แมลงสัมผัสสารมากขึ้นจะส่งผลให้มีอัตราการตายก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วยจึงเป็นไปได้ว่าสารสกัดจากใบสาบเสือมีฤทธิ์ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เมื่อใช้ความเข้มข้นที่สูงขึ้นประกอบกับระยะเวลาที่ให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้รับสัมผัสสารสกัดนานขึ้นหลังจากการฉีดพ่น เป็นผลทำให้มีอัตราการตายที่สูงขึ้นตามไปด้วย จึงมีแนวโน้มของการนำสารสกัดจากใบสาบเสือนี้ไปใช้ในสภาพพื้นที่ต่อไป

ตารางที่ 2 อัตราการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens*) หลังจากได้รับสารสกัดจากใบสาบเสือเป็นเวลา 24 และ 48 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (%, w/v)	% อัตราการเสียชีวิต (Mean ± SD)	
	24 ชม.	**48 ชม.**
Control (0)	1.00 (0.25 ± 0.50^{d})	3.00 (0.75 ± 0.50^{d})
25	2520.00 (5.00 ± 1.41^{c})	40.00 (10.00 ± 1.83^{c})
50	29.00 (7.25 ± 1.26^{b})	57.00 (14.25 ± 2.2^{b})
100	57.00 (13.50 ± 1.91^{a})	74.00 (18.50 ± 2.08^{a})
LC_{50}(%, w/v) (95% CI)	93.573 (72.933 –146.902)	37.751 (26.851-46.854)
F-test	64.62*	71.82*
Tukey0.05	1.88	3.21
C.V. (%)	21.07	16.47
Regression#	Y = 3.600 + 0.512X	Y = 12.600 + 0.689X
r	0.993	0.928
R^2	0.986	0.862

#= The regression of mortality of Nilaparvata lugens(Y) on concentration of Chromolaena odorata extract (X)at 24 and48 hours of exposure.

r = Correlation coefficient of mortality of N. lugensandconcentration of C.odorataextract

R2= Explained variation /Total variation where R2is always between 0 and 100%

* = Statistically significant($p < 0.05$)

95% CI = 95%Confidence interval (min-max)

ที่มา: ภัทราภรณ์ และคณะ (2562)

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบอัตราการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระหว่าง 24 และ 48 ชั่วโมงที่ได้รับการสัมผัส

เวลาการที่รับการสัมผัส	% อัตราการเสียชีวิต ($\bar{x}$± S.D)	t	df	p-value
24	26.00±20.29	-2.029	30	0.051^{ns}
48	43.50±27.90			

ns = not significant

ที่มา: ภัทราภรณ์ และคณะ (2562)

ศิริลักษณ์ และคณะ (2563) ได้ทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดหยาบจากผักคราดหัวแหวนที่สกัดด้วยเฮกเซนและเมทานอลด้วยวิธีซอล์กเลตต่อตัวอ่อนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยทดสอบความเป็นพิษต่อการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระยะตัวอ่อนที่ระดับความเข้มข้น 0 1 250 2,500 5,000 และ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร บันทึกอัตราการตายที่เวลา 12, 24, 36 และ 48 ชั่วโมงคำนวณค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ด้วยวิธี Probit (ตารางที่ 4) พบว่าสารสกัดจากผักคราดหัวแหวนที่สกัดด้วยเฮกเซนมีค่า LC_{50} ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเท่ากับ 17,548.70 5,937.99 4,191.06 และ 2,792.34 มิลลิกรัม/ลิตรที่เวลา 12 24 36 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ ขณะที่สารสกัดจากผักคราดหัวแหวนที่สกัดด้วยเมทานอลมีค่า LC_{50} ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ 13,594.35 3,418.03 2,015.15 และ 1,270.18 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ พบว่าอัตราการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลต่อสารสกัดด้วยเมทานอลที่ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตรมีค่าสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดสอบที่ 48 ชั่วโมง (ตารางที่ 5) สารสกัดที่สกัดด้วยตัวทำละลายทั้งสองชนิดให้ผลการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ไม่แตกต่างกันในทุกๆชั่วโมงของการทดสอบ ($p \geq 0.05$) จากผลการศึกษาในครั้งนี้มีแนวโน้มที่ดีที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในการป้องกันและกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในระบบการปลูกข้าวต่อไป

ตารางที่ 4 ฤทธิ์ของสารสกัดเฮกเซนและเอทานอลของสารสกัดจากผักคราดหัวแหวนต่อตัวอ่อนของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens*) หลังจากได้รับสัมผัส 12, 24, 36 และ 48 ชั่วโมง

ตัวทำละลาย	ปริมาณความเข้มข้น (mg/l)	อัตราการเสียชีวิต (x ± S.D)			
		12 ชม.	24 ชม.	36 ชม.	48 ชม.
Hexane	10,000	36.66 ± 5.77 ^{c}	56.66 ± 15.27 ^{c}	70.00 ± 0.00 ^{d}	76.66 ± 5.77 ^{e}
	5,000	26.67 ± 11.57 ^{cd}	56.66 ± 5.77 ^{c}	63.33 ± 5.77 ^{d}	66.66 ± 5.77 ^{d}
	2,500	16.67 ± 5.77 ^{ab}	26.67 ± 11.54 ^{b}	30.00 ± 10.00 ^{c}	43.33 ± 5.77 ^{c}
	1,250	6.66 ± 5.77 ^{a}	13.33 ± 5.77 ^{ab}	20.00 ± 0.00 ^{b}	33.33 ± 5.77 ^{b}
	Control	0.00 ± 0.00 ^{a}	0.00 ± 0.00 ^{a}	0.00 ± 0.00 ^{a}	0.00 ± 0.00 ^{a}
	LC_{50} (mg/L)	17548.7	5937.99	4191.06	2792.34
Methanol	10,000	40.00 ± 0.00 ^{d}	76.66 ± 5.77 ^{e}	83.33 ± 5.77 ^{c}	100.00 ± 0.00 ^{e}
	5,000	36.66 ± 5.77 ^{c}	60.00 ± 10.00 ^{d}	76.66 ± 5.77 ^{c}	86.66 ± 5.77 ^{d}
	2,500	23.33 ± 5.77 ^{b}	43.33 ± 5.77 ^{c}	50.00 ± 10.00 ^{b}	70.00 ± 0.00 ^{c}
	1,250	10.00 ± 10.00 ^{a}	23.33 ± 11.54 ^{b}	40.00 ± 10.00 ^{b}	53.33 ± 5.77 ^{b}
	Control	0.00 ± 0.00 ^{a}	0.00 ± 0.00 ^{a}	0.00 ± 0.00 ^{a}	0.00 ± 0.00 ^{a}
	LC_{50} (mg/L	13594.35	3418.03	2015.15	1270.18

Means followed by the same common letter in a column are not significantly different at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test

ที่มา: ศิริลักษณ์ และคณะ (2563)

ตารางที่ 5 อัตราตายเฉลี่ย (± S.D) ของอัตราการตายเฉลี่ยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens*) ที่ได้จากสารสกัดผักคราดหัวแหวนที่สกัดด้วยเฮกเซนและเอธานอล ที่ความเข้มข้น หลังได้รับการสัมผัส 12, 24, 36 และ 48 ชั่วโมง

เวลา(ชม.)	การสกัด (ตัวทำละลาย)	N	อัตราการตาย (x ± S.D)	t	df	p-valuv
12	Hexane	15	12.00 ± 9.41	-0.812	28	0.499
	Methanol	15	22.00 ± 5.83			
24	Hexane	15	30.00 ± 24.91	-1.020	28	0.780
	Methanol	15	40.00 ± 28.65			
36	Hexane	15	36.66± 27.69	-1.234	28	0.869
	Methanol	15	50.00 ± 31.40			
48	Hexane	15	42.20 ± 29.30	-1.634	28	0.696
	Methanol	15	62.00 ± 36.10			

ที่มา: ศิริลักษณ์ และคณะ (2563)

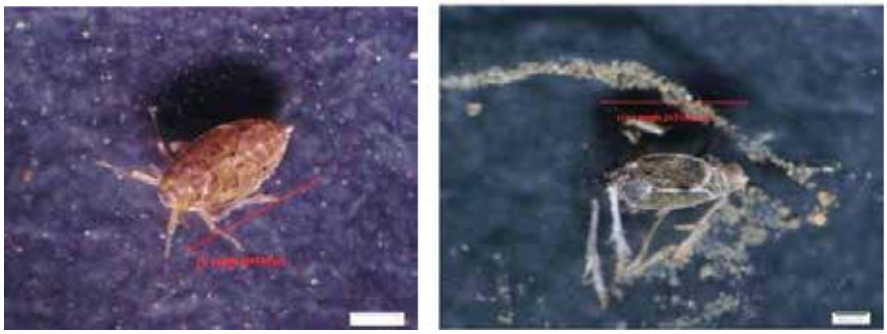
Himawan *et al*. (2021) ทำการทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันตะไคร้ต่อควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในต้นข้าว การศึกษานี้ประกอบด้วยความเข้มข้น 5 ระดับโดยใช้น้ำมันตะไคร้และน้ำกลั่นปราศจากเชื้อ (ตารางที่ 6) พบว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายสูงสุดที่ความเข้มข้น 1.6% (100%) ในขณะที่อัตราการตายต่ำสุดคือ 0.1% (26.66%) ที่ 24 ชั่วโมง น้ำมันตะไคร้ที่ความเข้มข้น 2,000 ppm หรือเท่ากับ 0.2% การตาย (91.62%) ในขณะที่ความเข้มข้น 4,000 ppm หรือเท่ากับ 0.4% การตายถึง 100% หลังจาก 6 ชั่วโมง (Mardiningsih and Ma' mun, 2018) (ภาพที่ 3 ก.) น้ำมันตะไคร้ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระยะตัวเต็มวัยกลายเป็นสีขาวอมเหลือง (ภาพที่ 3 ข.) จากนั้นสีจะเปลี่ยนอีกครั้งเป็นสีน้ำตาล และทั้งตัวกลายเป็นสีดำ (ตารางที่ 7) และพบว่าสารสกัดจากตะไคร้สามารถใช้ควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ เนื่องจากค่า LC_{50} ที่ความเข้มข้น 8233.34 ppm (0.8%) และ LT_{50} ที่ 6 ชั่วโมง ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตาย 50% แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มความเข้มข้นของแต่ละครั้งจะทำให้เกิดการตาย 1.12% (ภาพที่ 4) ในสารสกัดตะไคร้เข้มข้น 0.2% ที่ 6 ชั่วโมง ก็สามารถฆ่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตาย 53.33%

ตารางที่ 6 อัตราการตายเฉลี่ยของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

ความเข้มข้น(%)	อัตราการตาย (%)				
	3 ชม.	6 ชม.	9 ชม.	12 ชม.	24 ชม.
0.1%	3.33	10.00	23.33	21.66	26.66
0.2%	16.66	30.00	38.33	50.00	61.66
0.4%	23.33	38.33	48.33	60.00	71.66
0.8%	35.00	53.33	66.66	81.66	90.00
1.6%	93.33	100.00	100.00	100.00	100.00

Note: HAT: Hours After Treatment

ที่มา: Himawan *et al*. (2021)



ก. ข.

ที่มา: Himawan *et al*. (2021)

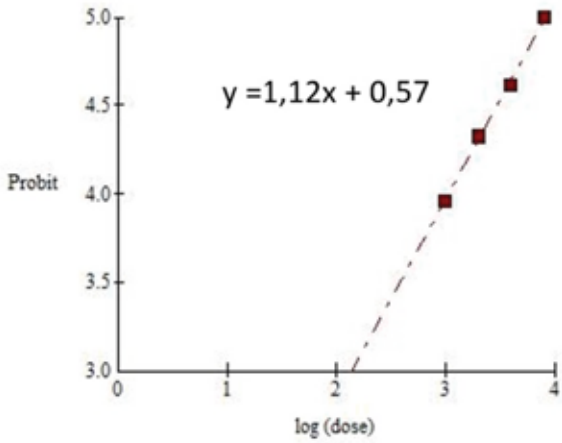
ภาคที่ 3 ก. เพลี้ยกระโดดที่แข็งแรง ข. เพลี้ยกระโดดตายที่ 48 ชั่วโมง

ตารางที่ 7 ค่า LC_{50} และ LT_{50} ของสารสกัดตะไคร้ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

	Estimate	Regression Equations	SE	Limts	
				Lower	Upper
LC_{50} (ppm)	8233.34	y = 1.12x + 0.57	0.45	6865.54	10436.29
LT_{50}(hour)	6.02	y = 1.92x + 3.49	0.50	4.52	7.46

Note: SE: Standard erro

ที่มา: Himawan *et al*. (2021)



ที่มา: Himawan *et al*. (2021)

ภาพที่ 4 กราฟความสัมพันธ์ของความเข้มข้น กับการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลหลังการใช้สารสกัดตะไคร้

สรุป

จากการศึกษาการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาข้าวโดยการใช้สารสกัดจากพืช พบว่าสารสกัดจากสาบเสือสกัดด้วยเมทานอล มีอัตราการตายเฉลี่ยสะสมของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ถึง 74 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดจากผักคราดหัวแหวนที่สกัดด้วยเมทานอลที่ 10,000 มิลลิกรัม/ลิตร มีอัตราการตายเฉลี่ยสะสมของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 100 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการทดสอบที่ 48 ชั่วโมง และน้ำมันตะไคร้ที่สกัดด้วยเมทานอลเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตายสูงสุดที่ความเข้มข้น 1.6% (100%) ภายหลังการทดสอบที่ 6 ชั่วโมง เมื่อใช้ความเข้มข้นที่สูงขึ้นประกอบกับระยะเวลาที่ให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสัมผัสสารสกัดนานขึ้นหลังจากการฉีดพ่น เป็นผลทำให้มีอัตราการตายของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูงขึ้นตามไปด้วย

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2562. การปลูกข้าวพันธุ์ต้านทาน. แหล่งที่มา: https://www.svgroup.co.th/blog/ข้าวพันธุ์เพลี้ยงกระโดด/. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มิถุนายน 2565.

_____. 2563. เตือนเกษตรกรผู้ปลูกข้าว ระวังโรคไหม้ข้าว ระยะคอรวง หมั่นสำรวจแปลง รู้ทันก่อนเกิดโรค แหล่งที่มา: https://secreta.doae.go.th/?p=7227. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มิถุนายน 2565.

กองส่งเสริมการอารักขาพืชและจัดการดินปุ๋ย. 2559. ข้อมูลการจัดการโรคและแมลงศัตรูพืช. แหล่งที่มา:http://www.ppsf.doae.go.th/pest_management/index_rice/brown_planthopper/brown_planthopper.html สืบค้นเมื่อวันที่ 11 กรกฎาคม 2565.

เกษตรพันธุ์ 9. 2560. กลุ่มพยากรณ์และเตือนการระบาดศัตรูพืช กองส่งเสริมการ อารักขาพืช และจัดการดินปุ๋ย. Message posted to. https://kaset1009.com/th/articles/103843. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 มิถุนายน 2565.

จริยา จันทร์ไพแสง ทิพย์วดี อรรถธรรม และวาลุลีโรจนวงค์. 2529. การสำรวจโรคเชื้อราของเพลี้ยจักจั่นบาง ชนิดที่เป็นศัตรูสำคัญทางเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ: คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นวลศรี โชตินันทน์. 2552. สำนักงานวิจัยการพัฒนาอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร แหล่งที่มา: http://it.doa.go.th/pibai/pibai/n13/v_3-apr/rai.html. สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มิถุนายน 2565.

ปรีชา วังศิลาบัตร. 2545. นิเวศวิทยาของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและการควบคุมปริมาณ ISBN974-436- 201-4. กองกีฏและสัตววิทยา.กรมวิชาการเกษตร.

ภัทราภรณ์ พ็ญโพธิ์, ชญานิศโตมอญ, กีรติ ตันเรือน, ทิวธวัฒ นาพิรุณ, วิษณุ ธงไชย, ยุทธศักดิ์ แช่มมุ่ม, และ พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ. 2562. การประยุกต์ใช้สารสกัดหยาบจากสาบเสือในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล. วารสารเกษตรนเรศวร 16 (2): 35-47.

ลาวัลย์ จีระพงษ์. 2553. การส่งเสริมการจัดการศัตรูข้าว. เอกสารวิชาการส่วนบริหารศัตรูพืช สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร.

ศิริลักษณ์ ปานทุ่ง, นวพรรษ เหลาทอน, กีรติ ตันเรือน, เรือง วุฒิชุติ มา, วิษณุ ธงไชย, ณัฐ ดนัยลิขิตตระการ, และพิสิษฐ์ พูลประเสริฐ. 2563. พิษของสารสกัดหยาบผักคราดหัวแหวนต่อการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลระยะตัวอ่อน. วารสารผลิตกรรมการเกษตร. 2 (3): 73-82.

สจุนต์จนัทรสอาด. 2552. “เพลียกระโดดสีน้ำตาลระบาดในนาข้าว”. แหล่งที่มา: http://www.ladda.com/jurnal/A-rice2.php. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 มิถุนายน 2565.

สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ สปสช. 2563. เปิดข้อมูลผู้ป่วยบัตรทอง ปี 62 พบผู้ป่วยพิษสารเคมีปราบศัตรูพืชกว่า 3 พันราย เสียชีวิต 407 ราย. แหล่งที่มา: https://www.hfocus.org/content/2019/08/17468. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กรกฎาคม 2565.

อาภากร หล่องทองหลาง. 2553. ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนของ *Azospirillum largimobile* และ *Azotobacter vinelandii* ในการปลูกข้าวระบบประณีต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ไอลดา ใจสมัคร และ กาญจน์ คุ้มทรัพย์. 2557. ประสิทธิภาพสารสกัดเอทานอลจากพืชสมุนไพรกำจัดเพลี้ยแป้งแจ๊คเบียดเลย์. วารสารแก่นเกษตร *42* (1): 524-529.

Aguda R.M., M.C. Rombach., D.J. Im., and B.M. Shepard. 1987. Suppression of populations of the brown planthopper, *Nilaparvata iugens* (Stal) (Hom., Delphacidae) in fungi (*Deuteromy cotina*) on rice in Korea. *J Appl. Entomol*. 104: 167-172.

Himawan T., R. Rachmawat., E. Putri Rifandani. 2021. The Effectiveness of Lemongrass Oil Against Brown planthopper *Nilaparvata lugens* Stal (Hemiptera: Delphacidae) on Rice Plant. Journal of Tropical Plant Protection 2 (1): 4-18.

India F. 2021. Stages of Brown Plant Hopper (*Nilaparvata lugens*) Paddy Insect. form https://fertiliserindia.com/stages-of-brown-plant-hopper-nilaparvata-lugens-paddy-insect/. Accessed 17 July 2022.

Mardiningsih T., and N. Ma' mun. 2018. The Effect of Essential Oil Formulas on Mortality and Oviposition Deterrent of Helopeltis anto- nii. Bul. Penelit. Tanam. Rempah dan Obat 28: 171.