สถานการณ์ความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดแมลงของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน

Current Resistance Situation of the Brown Planthopper to Insecticides in the Upper Northern Thailand

สุกัญญา อรัญมิตร[1*] กัลยา บุญสง่า[2] จินตนา ไชยวงค์[1] พยอม โคเบลลี่[1]
ไอลดา ชุมแสง[1] ฉลอง นิลบุตร[1] สุภาพร ลิอินทร์[1] นฤมล ดุนสุข[1]
ปัฐวินันท์ บัวสา[1] และ ศิริภรณ์ ต้องประสงค์[1]
Sukanya Arunmit[1*], Kunlayaa Boonsa-nga[2], Jintana Chaiwong[1], Payorm Cobelli[1],
Ilada Choomsang[1], Chalong Nillabut[1], Supaporn Li-in[1], Nalimol Dunsuk[1],
Pattawinun Bousa[1] and Siriporn Thongpasong[1]

บทคัดย่อ

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* (Stål)) เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญในระบบการผลิตข้าวพื้นที่นาชลประทานภาคเหนือตอนล่างและภาคกลาง มีความสามารถในการปรับตัวต่อพืชอาหารและสภาพแวดล้อมได้ดี พบการระบาดรุนแรงครั้งแรกในภาคเหนือตอนบนเมื่อปี พ.ศ. 2554 - 2555 ปัจจัยที่ทำให้เกิดการระบาดเกิดจากการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงที่ไม่ถูกวิธี มีการใช้สารเคมีเป็นพื้นที่กว้าง ด้วยปริมาณความเข้มข้นที่สูงและต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามสถานการณ์ความต้านทานของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเขตภาคเหนือตอนบนต่อสารป้องกันกำจัดแมลง ในปี พ.ศ. 2565 ได้ทำการเก็บรวบรวมประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากนาข้าวในเขตจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ และลำปาง ทดสอบระดับความเป็นพิษ (LD_{50}) ต่อสารป้องกันกำจัดแมลงที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมใช้ 3 ชนิด

คำสำคัญ: ข้าว เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดแมลง ค่าความเป็นพิษ (LD_{50}) พื้นที่ภาคเหนือตอนบน

Received: 27 April 2023; Accepted: 30 May 2023

[1] กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว กรุงเทพฯ 10900
[1] Division of Rice Research and Development, Rice Department, Bangkok 10900
[2] ศูนย์วิจัยข้าวเชียงราย อ.พาน จ.เชียงราย 57120
[2] Chiang Rai Rice Research Center, Phan, Chiang Rai 57120.
* Corresponding author: sukanya.a@rice.mail.go.th

ได้แก่ สาร imidacloprid, dinotefuran และ ethiprole ผลการทดลองพบว่าประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จังหวัดเชียงรายและลำปางมีความต้านทานต่อสาร ethiprole ระดับต้านทานต่ำ (6 เท่า) และประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากทั้งสามจังหวัดยังไม่ต้านทานต่อสาร imidacloprid และ dinotefuran ข้อมูลนี้สามารถใช้เป็นคำแนะนำการเลือกใช้สารป้องกันกำจัดแมลงในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในพื้นที่เขตภาคเหนือตอนบนอย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับระดับความต้านทานของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแต่ละพื้นที่

Abstract

Brown planthopper (BPH), *Nilaparvata lugens* (Stål), is a significant insect pest in irrigated rice fields in Thailand's lower northern and central regions. They are capable of rapidly adapting to their environments and rice varieties. The upper northern part had its first severe outbreak from 2011 to 2012. Inappropriate insecticide application with a high concentration over a long period and spread over an enormous area cause severe outbreaks. The investigation of insecticide resistance in BPH was the objective of this research. BPH populations were collected from rice fields in Chiang Rai, Chiang Mai, and Lampang provinces in 2022. The toxicity level (LD_{50}) was tested on three insecticides commonly used by farmers in the area: imidacloprid, dinotefuran, and ethiprole. The results demonstrate that the BPH populations collected from Chiang Rai and Lampang provinces showed slight resistance to ethiprole (6-fold) and no resistance levels were observed in imidacloprid and dinotefuran in all BPH populations. According to the level of BPH resistance in each area, this information can be utilized to make recommendations for the insecticides to use in order to effectively manage BPH in the upper northern region.

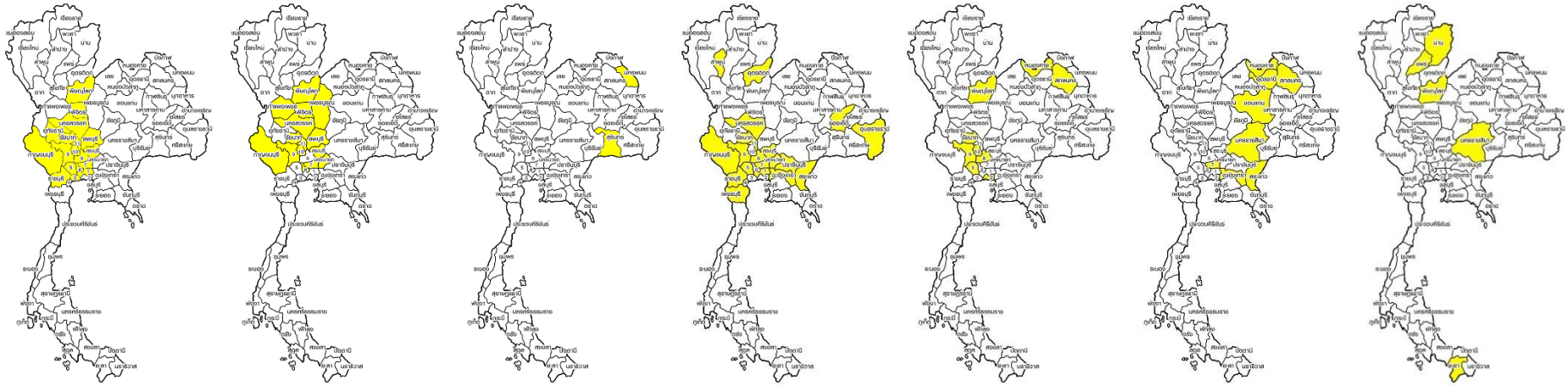
Keywords: rice, *Nilaparvata lugens* (Stål), insecticide resistance, LD_{50}, Northern Thailand

บทนำ

เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Brown planthopper) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Nilaparvata lugens* (Stål) เป็นแมลงจำพวกปากดูด ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยทำลายข้าวโดยการดูดกินน้ำเลี้ยง ทำให้ต้นข้าวมีอาการใบเหลืองแห้ง ลักษณะคล้ายถูกน้ำร้อนลวก แห้งตายเป็นหย่อมๆ เรียก อาการไหม้ (hopperburn) พบการระบาดตั้งแต่ระยะกล้าถึงระยะออกรวง นอกจากนี้ยังเป็นพาหะนำเชื้อไวรัสโรคใบหงิก (Rice ragged stunt virus) และไวรัสโรคเขียวเตี้ย (Rice grassy stunt virus) มาสู่ต้นข้าว (Ling, 1977) พบการระบาดครั้งแรกในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2517 (ปรีชา, 2545) จากการตรวจเอกสารรายงานการระบาดพบว่า ทุกๆ ช่วง 10 ปี มักจะเกิดการระบาดทำลายข้าวอย่างรุนแรงในภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง พบการระบาดรุนแรงครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2532 พื้นที่เสียหายประมาณ 4 ล้านไร่ และ ปี พ.ศ. 2541 พื้นที่ปลูกข้าวเสียหายกว่า 3 ล้านไร่ (จิรพงศ์, 2553) และในฤดูนาปรังช่วงตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ต่อเนื่องมาถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2553 พื้นที่ปลูกข้าวเสียหายกว่า 3.8 ล้านไร่ จาก 14 จังหวัด ในภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง (กรมการข้าว, 2553) ซึ่งปี พ.ศ. 2555 พบการระบาดใน 20 จังหวัด จำนวน 1,178,195 ไร่ จะเห็นว่าการระบาด

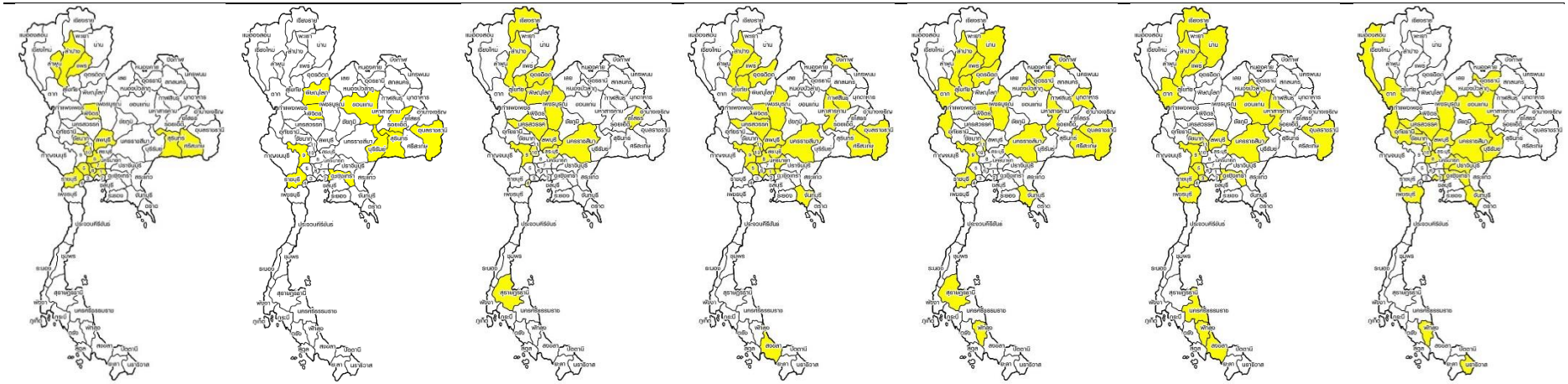
ของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ขยายวงการระบาดมากขึ้น โดยพบการระบาดเกิดขึ้นในพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ใน 3 จังหวัด ได้แก่ อำเภอสันกำแพง อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ อำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา และอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน จำนวน 40,466 ไร่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ไม่พบมีรายงานการระบาดมาก่อน ปี พ.ศ. 2556 พบการระบาดในจังหวัดนครพนม ระยอง นครศรีธรรมราช สงขลา เชียงราย และอุตรดิตถ์ จำนวน 2,472 ไร่ และพบการระบาดต่อเนื่องนอกเหนือจากพื้นที่ที่เคยมีการระบาดเป็นประจำในภาคกลางและภาคเหนือตอนล่าง จนถึงปี พ.ศ. 2557 พบการระบาดในภาคต่างๆ ทั่วประเทศ พื้นที่ระบาด 159,415 ไร่ พบการระบาดต่อเนื่องมาจนถึงปี พ.ศ. 2562 ทำความเสียหาย 123,485 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2566) (รูปที่ 1)

สาเหตุการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่พบในประเทศไทย ทั้ง 3 ครั้ง เกิดจากการปลูกข้าว พันธุ์เดียวกันอย่างต่อเนื่องเป็นพื้นที่กว้างติดต่อกันหลายปี ร่วมกับมีการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงกลุ่มมีพิษร้ายแรง (extremely and highly hazardous) เช่น methyl parathion หรือมีพิษสูงต่อปลาและสัตว์น้ำ เช่น สารกลุ่ม pyrethroid สังเคราะห์ และสารผสมกับสารกลุ่ม pyrethroid และสารที่ชักนำให้เกิดการระบาดเพิ่มขึ้นหลังการใช้ (insecticide inducing resurgence) สารเหล่านี้เป็นปัจจัยเร่งให้การระบาดถี่ และรุนแรงเกินกว่าที่จะควบคุมได้ (ปรีชา, 2545; ประพันธ์ และ ปรารภ, 2533) สอดคล้องกับ วนิช และคณะ (2540) รายงานว่า จากการสำรวจการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงของเกษตรกรในพื้นที่ระบาดเป็นประจำ (hot spot) พบว่า เกษตรกรในจังหวัดสุพรรณบุรี ใช้สารป้องกันกำจัดแมลงตรงตามคำแนะนำสูงสุด คือ ร้อยละ 38.5 และเกษตรกรในจังหวัดชัยนาทใช้สารตรงตามคำแนะนำต่ำที่สุด คือ ร้อยละ 15 โดยร้อยละ 64 ของสารที่ใช้ในทั้งสองจังหวัดเป็นสารที่ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเกิดการระบาดเพิ่มขึ้นหลังการใช้ ในขณะที่การระบาดแต่ละครั้งจะเพิ่มความรุนแรงมากขึ้น แต่วิธีการจัดการระบาดของเกษตรกรกลับไม่แตกต่างกัน เครื่องมือที่เกษตรกรในพื้นที่ระบาดส่วนใหญ่ปฏิบัติ คือ สารป้องกันกำจัดหลากหลายรูปแบบ เริ่มตั้งแต่การใช้สารเดี่ยว สารผสมหลายชนิด สารชนิดเม็ด สารพ่นฝุ่น และการใช้สารเคมีผสมน้ำมันหล่อลื่นหยดลงในนาข้าว เพื่อรักษาผลผลิตให้ถึงที่สุด โดยไม่คำนึงถึงผลตอบแทนที่คุ้มค่าและผลกระทบต่อสภาพนิเวศในนาข้าว (วันทนา และคณะ, 2554) จากการศึกษาพฤติกรรมการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงของเกษตรกรในพื้นที่ที่พบการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ของจินตนา และคณะ (2556) ที่จังหวัดนครนายก สุพรรณบุรี อ่างทอง ชัยนาท พิษณุโลก และนนทบุรี โดยการสัมภาษณ์เกษตรกร จังหวัดละ 100 - 150 ราย ช่วงเดือนสิงหาคม - พฤศจิกายน พ.ศ. 2553 พบว่า เกษตรกรใช้สารป้องกันกำจัดแมลง ร้อยละ 56.5 – 100 และพ่นประมาณ 2 – 6 ครั้งต่อฤดูปลูก ใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูข้าวผสมกัน 2 – 6 ชนิด ซึ่งสารป้องกันกำจัดแมลงที่นิยมนำมาผสมร่วมกับสารอื่น คือ สาร abamectin (สารที่มีพิษสูงต่อสัตว์น้ำ และไม่แนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล) สาเหตุที่เกษตรกรผสมสาร เพราะมีการจ้างแรงงานในการพ่นสาร ในขณะที่เกษตรกรที่ใช้สารชนิดเดียวส่วนใหญ่ใช้สาร abamectin สาร cypermethrin (สารที่ชักนำให้เกิดการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น) สาร dinotefuran (สารที่แนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล) สาร chlorpyrifos (วัตถุอันตรายห้ามใช้ทางการเกษตร ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ. 2563 (ฉบับที่ 6) (5 ชนิด)) และสาร ethiprole (สารที่เคยแนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล แต่ปัจจุบันเป็นสารที่เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสร้างความต้านทานโดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างและภาคกลาง (สุกัญญา และคณะ, 2555) เช่นเดียวกับ วันทนา และคณะ (2553) รายงานว่า สาร imidacloprid เป็นสารที่แนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในประเทศไทยตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2539 ซึ่งมีความเป็นพิษสูงมาก (extremely hazardous) ต่อมวนเขียวดูดไข่ศัตรูธรรมชาติในนาข้าวที่สำคัญ โดยมีค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) ต่อมวนเขียวดูดไข่ เท่ากับ 1 ppm (วันทนา และคณะ, 2542) และจากการสำรวจการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงของเกษตรกรในจังหวัดชัยนาท ระหว่างฤดูปลูกข้าว ปี พ.ศ. 2552 สาร imidacloprid เป็นสารที่เกษตรกรใช้ในข้าวทุกระยะการเจริญเติบโต (Manit, 2010)



2541 (3.34 ล้านไร่) | 2552 1.30 ล้านไร่ | 2554 (550 ไร่) | 2555 (902,237.25 ไร่) | 2556 (40,811 ไร่) | 2557 (159,415 ไร่) | 2558 (5,297 ไร่)

2542 (1.64 ล้านไร่) | 2553 2.38 ล้านไร่



2559 (73,116 ไร่) | 2560 (9,035 ไร่) | 2561 (12,390 ไร่) | 2562 (123,485 ไร่) | 2563 (8,511 ไร่) | 2564 (11,630 ไร่) | 2565 (4,633 ไร่)

รูปที่ 1 พื้นที่การระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ระหว่าง ปี พ.ศ. 2541-2565

ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร (2565)

พยอม และธีรดา (2562) รายงานว่า สหภาพยุโรป ประกาศกฎระเบียบว่าด้วยหลักเกณฑ์การจำแนกสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่จัดว่าเป็นสารขัดขวางการทำงานของต่อมไร้ท่อ (Endocrine Disruptors) จำนวน 59 รายการ จากการตรวจสอบข้อมูลการขึ้นทะเบียนสารเคมีที่อนุญาตให้ใช้ในประเทศไทยกับกรมวิชาการเกษตร พบจำนวน 30 รายการ เข้าข่ายเป็นสารขัดขวางการทำงานของต่อมไร้ท่อ ภายใต้หลักเกณฑ์นี้จะมีผลให้สารดังกล่าวไม่ได้รับการขึ้นทะเบียนให้ใช้ในสหภาพยุโรป และมีผลต่อการปรับลดค่าการตกค้างสูงสุดของสารพิษตกค้าง (Maximum Residue Limits: MRLs) เหลือที่ระดับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจะทำให้สารกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดถูกพิจารณาห้ามขึ้นทะเบียน ส่งผลกระทบต่อการส่งออกสินค้าเกษตรของไทยไปยังสหภาพยุโรป หากในอนาคตสหภาพยุโรปยกเลิกสารทุกรายการในบัญชีนี้ไปจนหมดจะส่งผลกระทบต่อการกำหนดค่า EU-MRLs และการผลิตสินค้าส่งออกจากไทยไปสหภาพยุโรปได้ จะเห็นว่าปัญหาดังกล่าวเกิดมานานและนับวันจะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น แต่ทั้งนี้เกษตรกรไม่อาจปฏิเสธการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูข้าวได้ ประกอบกับเกษตรกรมีการใช้สารป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลบ่อยครั้ง โดยไม่มีการหมุนเวียนกลุ่มสารอย่างถูกต้อง ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสร้างความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดแมลงมากขึ้นเรื่อยๆ ส่งผลให้เกษตรกรต้องใช้สารในปริมาณที่สูงขึ้นเพื่อควบคุมประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ต้านทาน มีผลทำให้ต้นทุนการผลิตข้าวของเกษตรกรสูงขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การศึกษาความต้านทานของประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลแต่ละพื้นที่ต่อสารป้องกันกำจัดแมลงที่นิยมใช้ในพื้นที่นั้น นอกจากจะเป็นการสร้างความรู้ความเข้าใจในการเลือกใช้สารที่มีระดับความเป็นพิษสอดคล้องกับระดับความต้านทานของประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในพื้นที่นั้นๆ แล้ว (จอมสุรางค์ และคณะ, 2551) ยังใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดแมลง โดยใช้หลักการหมุนเวียนการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงชนิดต่างๆ ที่อยู่ต่างกลุ่มกันในแต่ละรุ่นของแมลง (Deuter, 1989; Roush, 1989; Roush and Daly, 1990; สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2564) แผนการหมุนเวียนการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงชนิดต่างๆ จะได้ผลจะต้องใช้ข้อมูลความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดแมลงชนิดต่างๆ ที่เกษตรกรใช้ที่เป็นปัจจุบัน ดังนั้นต้องทราบสถานการณ์ความรุนแรง ความผันแปรของความต้านทานในศัตรูพืชต่อสารป้องกันกำจัดแมลงแต่ละชนิด และพยากรณ์ความรุนแรงของปัญหาความต้านทานของสารป้องกันกำจัดแมลงชนิดต่างๆ ที่เกษตรกรใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงอยู่เป็นระยะ เพื่อที่จะสามารถระบุสารป้องกันกำจัดแมลงที่ไม่มีปัญหาความต้านทานหรือมีปัญหาน้อยในพื้นที่นั้นๆ พร้อมนำมาใช้ในการหมุนเวียนสาร (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2564) ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะใช้เป็นแนวทางสำหรับผู้บริหาร เพื่อกำหนดนโยบายในการจัดการศัตรูข้าวที่สำคัญด้วยสารเคมี อันจะนำไปสู่แนวทางการลดการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูข้าวและใช้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อลดปัญหาสารพิษตกค้างที่เป็นอันตรายต่อเกษตรกรและผู้บริโภค และยกระดับมาตรฐานการผลิตพืชและผลผลิตสู่เกษตรปลอดภัยอย่างยั่งยืน

อุปกรณ์และวิธีการ

1. เก็บรวบรวมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล จากแปลงนาเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ลำปาง และเชียงราย โดยใช้สวิงโฉบในแปลงนาที่มีข้าวอายุประมาณ 20-40 วัน ปล่อยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในกรงเลี้ยงแมลงที่ว่างเปล่า เพื่อทำการคัดเลือกแมลงที่ไม่ถูกเบียนหรือค่อนข้างแข็งแรงโดยใช้หลอดดูดแมลง (aspirator) จำนวน 100 ตัวต่อพื้นที่ แล้วปล่อยลงบนต้นกล้าข้าวพันธุ์อ่อนแอ กข7 อายุประมาณ 7-10 วัน ในกรงที่เตรียมไว้สำหรับให้แมลงวางไข่ แล้วนำมาเลี้ยงขยายปริมาณในโรงเรือนเลี้ยงแมลง

2. เลี้ยงขยายปริมาณเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ที่ปล่อยให้วางไข่ในต้นกล้าข้าวที่เตรียมไว้ นำมาเลี้ยงขยายในโรงเลี้ยงแมลงจนกระทั่งตัวอ่อนรุ่นที่ 1 ฟักออกมาจึงนำไปเคาะลงบนต้นกล้าข้าวพันธุ์อ่อนแอ กข7 อายุ 7-10 วัน ซึ่งเตรียมไว้สำหรับใช้เป็นอาหารของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยจะเปลี่ยนอาหาร 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ทำเช่นนี้จนกระทั่งได้จำนวนตัวเต็มวัยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจำนวนมากพอสำหรับใช้ในการทดสอบหาระดับความต้านทานจะใช้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลตั้งแต่ชั่วอายุที่ 2 แต่ไม่เกินชั่วอายุที่ 5 (Heong et al., 2011)

3. เตรียมสารเคมีป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ใช้ในการทดสอบ

3.1 เตรียมสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงที่เกษตรกรนิยมใช้ในพื้นที่ภาคเหนือ ชนิด Technical grade ความเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ได้แก่ สาร imidacloprid, dinotefuran และ ethiprole สารละลายความเข้มข้นละ 5-6 ระดับเริ่มต้นจากความเข้มข้น

10,000 ppm ลดลงไปครึ่งหนึ่งต่อเนื่องไป ประมาณ 12 ความเข้มข้น (ความเข้มข้นสุดท้าย 2.441 ppm) โดยใช้ acetone เป็นตัวทำละลาย

3.2 นำเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เลี้ยงขยายปริมาณจากโรงเรือน มาเลี้ยงในห้องควบคุมอุณหภูมิ 26 $\pm$ 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ก่อนทำการทดสอบสาร

4. การทดสอบระดับความต้านทานโดยวิธี Topical bioassay

4.1 การทดสอบเบื้องต้น (preliminary test) เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสม

4.1.1 นำตัวเต็มวัยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพศเมีย อายุ 2-3 วัน ที่เลี้ยงขยายปริมาณไว้ มาทำให้สลบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จำนวน 10 ตัวต่อซ้ำ จากนั้นหยดสารละลายที่เตรียมไว้ในข้อ 3.1 เลือกความเข้มข้น จาก 12 ความเข้มข้น ประกอบด้วย ความเข้มข้นสูง กลาง และต่ำ นำมาทดสอบจำนวน 3 ความเข้มข้นต่อสาร แต่ละความเข้มข้นทำ 6 ซ้ำ โดยใช้เครื่องหยดสาร Hamilton Dispenser หยดสารละลายปริมาณ 0.24 ไมโครลิตรต่อตัว

4.1.2 นำเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่ได้รับสารมาปล่อยลงบนต้นกล้าข้าวพันธุ์อ่อนแอ กข7 ซึ่งเตรียมไว้ในกระบอกพลาสติกใสสำหรับเป็นอาหารให้แมลง โดยปล่อยแมลงจำนวน 10 ตัวต่อกระบอก (ซ้ำ) จากนั้นนำไปเก็บไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิ

4.1.3 ตรวจนับจำนวนแมลงที่ตายหลังได้รับสารนาน 24 และ 48 ชั่วโมง ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ Probit เพื่อหาค่าความเป็นพิษ LD_{50} (Median lethal dose) ด้วยโปรแกรม Polo Plus 2.0

4.2 การทดสอบหาระดับความเป็นพิษ (final test) ทำการทดสอบเช่นเดียวกับการทดสอบเบื้องต้น หลังจากได้ความเข้มข้นที่เหมาะสม โดยทดสอบสารละ 5 ความเข้มข้น แต่ละความเข้มข้นทำ 6 ซ้ำ ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ Probit พื่อหาค่าความเป็นพิษ LD_{50}

5. การจัดกลุ่มความต้านทานตามข้อตกลงร่วมกันของของประเทศสมาชิกในโครงการวิจัย ADB-IRRI Rice Planthopper เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบกันในแต่ละประเทศดังนี้

สัดส่วนความต้านทาน (Resistance Ratio, RR) = (ค่า LD_{50} สูง)/(ค่า LD_{50} ต่ำที่สุด)

จัดระดับความต้านทานตามค่าสัดส่วนความต้านทาน ดังนี้

RR = 0-5 หมายถึง ยังไม่ปรับตัวต้านทาน (non resistance)

RR = > 5-10 หมายถึง ต้านทานต่ำ (slight resistance)

RR = > 10-40 หมายถึง ต้านทานปานกลาง (moderate resistance)

RR = > 40-100 หมายถึง ต้านทานปานกลางค่อนข้างสูง (highly moderate resistance)

RR = > 100 หมายถึง ต้านทานสูง (high resistance)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ระดับความเป็นพิษของสารป้องกันกำจัดแมลง 3 ชนิด ต่อประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลของจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ และลำปาง ที่เก็บในช่วงฤดูนาปี พ.ศ. 2565 พบว่า สาร imidacloprid มีค่าระดับความเป็นพิษต่อประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูงที่สุด รองลงมาเป็นสาร ethiprole และ dinotefuran มีค่าระดับความเป็นพิษต่ำที่สุด โดยค่าความเป็นพิษของสาร imidacloprid ต่อประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดเชียงราย มีค่าความเป็นพิษสูงที่สุด เท่ากับ 9.626 ไมโครกรัมต่อกรัม และประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดลำปาง มีค่าความเป็นพิษต่ำที่สุด เท่ากับ 4.092 ไมโครกรัมต่อกรัม เมื่อจัดกลุ่มความต้านทานต่อสาร พบว่าประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ และลำปางยังไม่มีการปรับตัวต้านทาน ในขณะที่สาร dinotefuran มีค่าความเป็นพิษต่อประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดเชียงรายสูงที่สุด เท่ากับ 0.659 ไมโครกรัมต่อกรัม และประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดลำปาง มีค่าความเป็นพิษต่ำที่สุด เท่ากับ 0.406 ไมโครกรัมต่อกรัม เมื่อจัดกลุ่มความต้านทานต่อสาร พบว่าประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ และลำปางยังไม่มีการปรับตัวต้านทาน และสาร ethiprole มีค่าความเป็นพิษต่อประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดเชียงรายสูงที่สุด เท่ากับ 6.748 ไมโครกรัมต่อกรัม และประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดเชียงใหม่มีค่าความเป็นพิษต่ำที่สุด เท่ากับ 1.089 ไมโครกรัมต่อกรัม เมื่อจัดกลุ่มความต้านทานต่อสาร พบว่าประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดเชียงรายและลำปางมีความต้านทานต่ำ และประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดเชียงใหม่ยังไม่มีการปรับตัวต้านทาน (ตารางที่ 1)

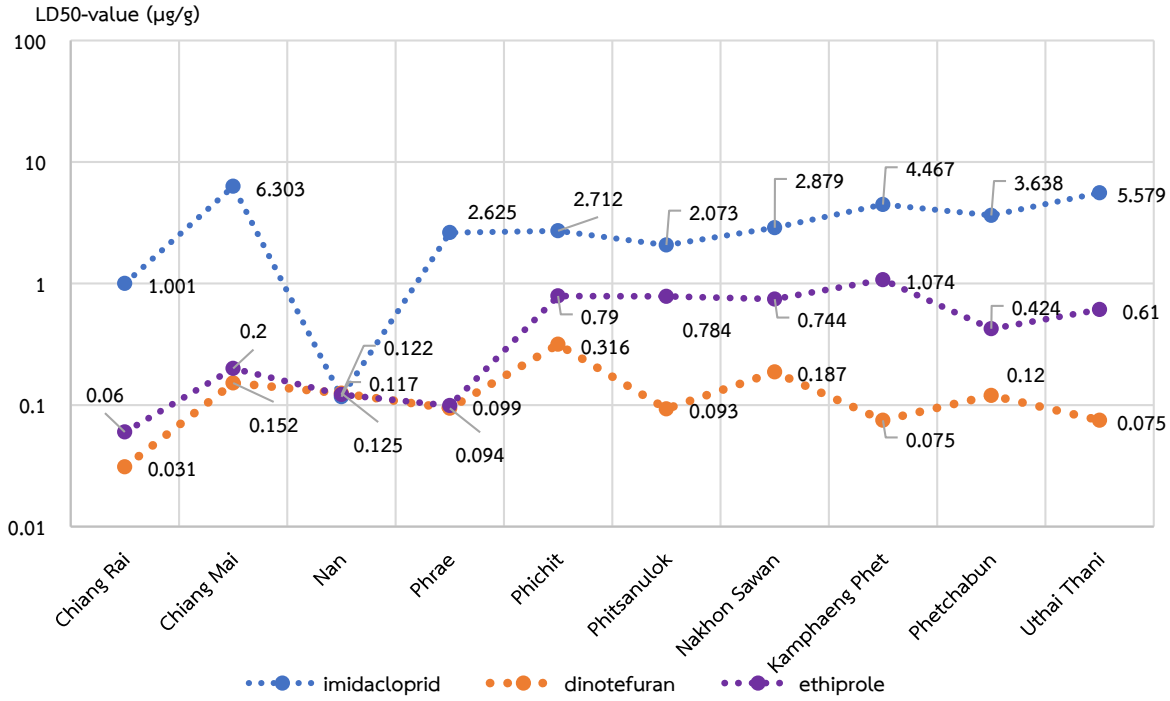
ตารางที่ 1 ระดับความเป็นพิษของประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เก็บรวบรวมจากแปลงนาในเขตจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ และลำปาง พ.ศ. 2565 ต่อสารป้องกันกำจัดแมลงชนิดต่างๆ

Insecticides	Province	LD_{50}	95% limits		Resistance	Resistance Level
		(µg/g)	lower	upper	Ratio	Ratio
imidacloprid	Chiang Rai	9.626	3.802	16.112	2.35	non resistance
	Chiang Mai	6.609	1.380	13.097	1.62	non resistance
	Lampang	4.092	0.910	8.267	1.00	non resistance
dinotefuran	Chiang Rai	0.659	0.236	1.146	1.62	non resistance
	Chiang Mai	0.529	0.141	1.014	1.30	non resistance
	Lampang	0.406	0.093	0.824	1.00	non resistance
ethiprole	Chiang Rai	6.748	2.875	11.123	6.20	slight resistance
	Chiang Mai	1.089	0.250	2.218	1.00	non resistance
	Lampang	6.629	5.238	8.082	6.09	slight resistance

Garrood et al. (2016) รายงานว่า ประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากสาธารณรัฐประชาชนจีนต้านทานต่อสาร imidacloprid สูงถึง 220 เท่า ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2010 ต่อเนื่องเป็นต้นมา ในขณะที่ประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากประเทศไทย ที่เก็บรวบรวมปี ค.ศ. 2009 ต้านทานต่อสาร imidacloprid สูงถึง 139 เท่า สอดคล้องกับ Zhang et al. (2016) รายงานว่า ประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากสาธารณรัฐประชาชนจีนที่เก็บรวบรวม ปี ค.ศ. 2012-2014 มีการพัฒนาความต้านทานต่อสาร imidacloprid สูงถึง 233.3-2,029 เท่า ซึ่งอยู่ในระดับที่ต้านทานสูง โดย Zewen et al. (2003) รายงานว่า เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลประชากรสาธารณรัฐประชาชนจีนที่ต้านทานต่อสาร imidacloprid พบต้านทานข้ามกับสาร acetamiprid และ monosultap สอดคล้องกับ Matsumura *et al*. (2009) รายงานว่า ประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในประเทศไทย ปรับตัวต้านทานต่อสาร imidacloprid เมื่อปี ค.ศ. 2003 ต่อมาพบต้านทานต่อประชากรในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐสังคมนิยมเวียดนาม และประเทศญี่ปุ่น และในปี ค.ศ. 2005 - 2007 ทดสอบกับประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลประเทศญี่ปุ่นพบต้านทานข้าม (cross resistance) ต่อสาร thiamethoxam ในขณะที่ไม่พบสร้างความต้านทานข้ามกับ dinotefuran ซึ่งเป็นสารกลุ่มเดียวกัน โดยพบเกิดขึ้นกับประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในประเทศแถบเอเชียตะวันออกและประเทศแถบอินโดจีน ยกเว้นประเทศสาธารณรัฐฟิลิปปินส์ สอดคล้องกับ Zhang et al. (2016) รายงานว่า ประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากสาธารณรัฐประชาชนจีนที่เก็บรวบรวม ปี ค.ศ. 2012-2014 มีความต้านทานต่ำต่อสาร dinotefuran เท่ากับ 6.4–29.1 เท่า ซึ่งสาร imidacloprid และ dinotefuran เป็นสารกลุ่มเดียวกัน คือ กลุ่ม 4 สารกลุ่มที่ปรับการทำงานของตัวรับสารอะเซทิลโคลีนชนิดนิโคตินิกโดยการจับแบบแข่งขัน กลุ่มย่อย 4A Neonicotinoids มีกลไกการออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทคล้ายกับสารนิโคตินที่พบในใบยาสูบโดยสารจะเลียนแบบ (agonist) การทำงานของสารสื่อประสาท acetylcholine สารกลุ่มนี้จะไปแข่งขัน (แย่งกัน) กับสารอะเซทิลโคลีนในการจับที่ตัวรับสารอะเซทิลโคลีนชนิดนิโคตินิก (nicotinic acetylcholine receptor, nAChR) ที่ผิวของปลายเซลล์ประสาทบริเวณ synapse แล้วกระตุ้นให้ nAChRs ทำงานในการส่งกระแสประสาทที่มากผิดปกติ (overstimulation) ในระยะแรก ส่วนระยะต่อมาเมื่อสารกำจัดแมลงกลุ่มนี้จับที่ตัวรับสารอะเซทิลโคลีนชนิดนิโคตินิกนานๆ จะทำให้ตัวรับเปลี่ยนรูปทรงไปเป็นรูปทรงที่ไม่สามารถทำงานได้ (desensitized) สารกลุ่มนี้มีการใช้มากที่สุด ได้แก่ สาร acetamiprid, clothianidin, dinotefuran, imidacloprid, nitenpyram, thiacloprid และ thiamethoxam เนื่องจากเป็นสารที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชหลายชนิดโดยเฉพาะแมลงพวกปากดูด มีการใช้สารกลุ่มนี้เป็นจำนวนมากและบ่อยครั้ง (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2564) สาร imidacloprid และ dinotefuran ขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายสำหรับใช้ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยไฟ ซึ่งสาร dinotefuran เป็นสารเคมีที่กรมการข้าวแนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (กองวิจัยและพัฒนาข้าว, 2562) ในขณะที่สาร ethiprole ซึ่งขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายสำหรับใช้ในการ

ป้องกันกำจัดเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเป็นสารเคมีที่กรมการข้าวแนะนำให้ใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงหล่า (สุกัญญา และคณะ, 2565) อยู่ในกลุ่ม 2 เป็นสารกลุ่มที่หยุดการทำงานของช่องคลอไรด์ที่ทำงานโดยกรดแกมมาอะมิโนบิวไทริค (GABA) กลุ่มย่อย 2B Phenylpyrazoles มีกลไกการออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทโดยไปขัดขวาง (block) การทำงานของช่องคลอไรด์ที่ทำงานโดยกรดแกมมาอะมิโนบิวไทริค (GABA-gated chloride channel) ทำให้ไม่สามารถลดระดับการส่งกระแสประสาทได้ นอกจากนี้สารกลุ่มนี้บางชนิดยังสามารถขัดขวางการทำงานของช่องคลอไรด์ที่ทำงานโดยกลูตาเมท (Glutamate-gated chloride channel) ได้ด้วย เช่น สาร fipronil ซึ่งจะทำให้ chloride ion ไม่สามารถไหลเข้าไปภายในเซลล์ประสาทเพื่อลดระดับกระแสประสาท (potential) ทำให้มีการส่งกระแสประสาทมากผิดปกติ (hyperexitation) ซึ่ง Garrood et al. (2016) พบว่าประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากสาธารณรัฐประชาชนจีนที่เก็บรวบรวมปี ค.ศ. 2009 ต้านทานต่อสาร ethiprole สูงถึง 230 เท่า และประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากประเทศไทย ที่เก็บรวบรวมปี ค.ศ. 2008 ต้านทานต่อสาร ethiprole สูงถึง 100 เท่า ในขณะที่ประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากสาธารณรัฐประชาชนจีนที่เก็บรวบรวมปี ค.ศ. 2012-2014 พบมีความต้านทานต่อสาร ethiprole เท่ากับ 11.5-71.8 เท่า อยู่ในระดับต้านทานปานกลาง (Zhang et al., 2016)

ผลการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับการรายงานของ สุกัญญา (2561) พบว่า ประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เก็บรวบรวมจากแปลงนาในเขตภาคเหนือ 10 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย เชียงใหม่ น่าน แพร่ พิจิตร พิษณุโลก นครสวรรค์ กำแพงเพชร เพชรบูรณ์ และอุทัยธานี ในปี พ.ศ. 2554 มีค่าระดับความเป็นพิษต่อสาร imidacloprid สูงที่สุด ซึ่งประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดเชียงใหม่ พิษณุโลก แพร่ พิจิตร นครสวรรค์ เพชรบูรณ์ และกำแพงเพชร และเชียงราย มีความต้านทานระดับต่ำถึงปานกลางค่อนข้างสูง ยกเว้นประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดน่าน ตามด้วยค่าระดับความเป็นพิษต่อสาร ethiprole ประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดอุทัยธานี นครสวรรค์ พิษณุโลก พิจิตร กำแพงเพชร และเพชรบูรณ์ มีความต้านทานระดับต่ำถึงปานกลาง ยกเว้นประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดเชียงราย แพร่ น่าน และเชียงใหม่ และค่าระดับความเป็นพิษต่อสาร dinotefuran ต่ำที่สุด ประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดพิจิตรและนครสวรรค์มีความต้านทานระดับต่ำถึงปานกลาง ยกเว้นประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดเชียงราย กำแพงเพชร อุทัยธานี แพร่ พิษณุโลก เพชรบูรณ์ น่าน และเชียงใหม่ (รูปที่ 2) ซึ่ง สุกัญญา และคณะ (2556ก) รายงานว่าประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากภาคเหนือตอนล่าง ได้แก่ นครสวรรค์ อุทัยธานี พิจิตร พิษณุโลก กำแพงเพชร และเพชรบูรณ์ ต้านทานต่อสารที่ทดสอบมากกว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากภาคเหนือตอนบน เช่นเดียวกัน สุกัญญา และคณะ (2556ข) รายงานว่า ปี 2553/54 พบประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 19 จังหวัดจาก 20 จังหวัด ในพื้นที่ระบาดต้านทานต่อสาร ethiprole สอดคล้องกับ Punyawattoe et al. (2013) รายงานว่า ประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดสุพรรณบุรีต้านทานต่อสาร ethiprole สูงถึง 308.5 เท่า และประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลชั่วอายุขัยที่ 9 ต้านทานต่อสาร ethiprole สูงถึง 453.1 เท่าในสภาพโรงเรือนทดลอง สอดคล้องกับ วันทนา และคณะ (2540) รายงานว่าประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากนาข้าวที่มีการทำลายระดับที่ข้าวแสดงอาการไหม้ มีแนวโน้มที่เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจะมีความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดแมลงสูงกว่าประชากรที่เก็บจากนาข้าวที่มีการทำลายต่ำกว่าระดับเศรษฐกิจ (เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล 1 ตัวต่อต้น) จะเห็นได้ว่าระดับความเป็นพิษของสาร imidacloprid และ ethiprole ต่อประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดเชียงราย และลำปาง ที่เก็บรวบรวมปี พ.ศ. 2554 และปี พ.ศ. 2565 มีระดับความเป็นพิษสูงขึ้น เช่นเดียวกับระดับความเป็นพิษของสาร dinotefuran ต่อประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดลำปางมีระดับความเป็นพิษสูงขึ้น (รูปที่ 3) ซึ่งระดับความเป็นพิษที่สูงขึ้นแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มในการเกิดความต้านทานของประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในพื้นที่นั้น อีกทั้งยังแสดงให้เห็นถึงพฤติกรรมการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงของเกษตรกรที่ส่วนใหญ่มักใช้สารชนิดเดิมๆ บ่อยครั้ง จนทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสร้างความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดแมลงในหลายพื้นที่ ทำให้การจัดการความต้านทานต่อสารป้องกันกำจัดแมลงไม่ประสบผลสำเร็จ (สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช, 2564)



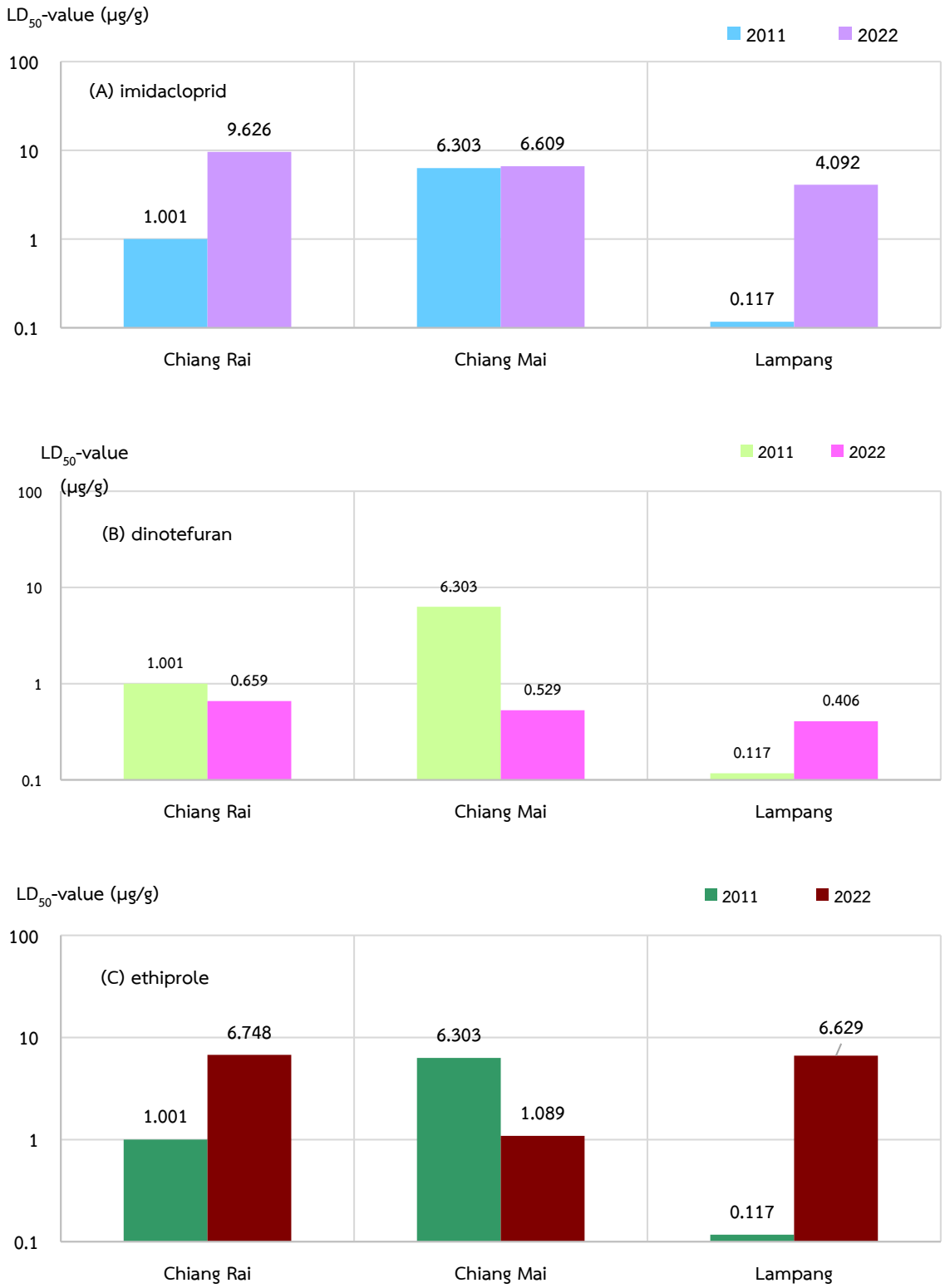
รูปที่ 2 ค่า LD_{50} ของประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เก็บรวบรวมจากแปลงนาในเขตภาคเหนือ 10 จังหวัด พ.ศ. 2554 ต่อสารป้องกันกำจัดแมลงชนิดต่างๆ

สรุปผลการทดลอง

ความต้านทานของประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากพื้นที่ปลูกข้าวในเขตภาคเหนือตอนบน ได้แก่ จังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ และลำปางต่อสารป้องกันกำจัดแมลงที่เกษตรกรในพื้นที่นิยมใช้จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ สาร imidacloprid สาร dinotefuran และสาร ethiprole พบว่าประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจังหวัดเชียงรายและลำปางมีความต้านทานต่อสาร ethiprole ระดับต้านทานต่ำ (6 เท่า) และประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลจากทั้งสามจังหวัดยังไม่ต้านทานต่อสาร imidacloprid และสาร dinotefuran ผลการศึกษาในครั้งนี้ใช้เป็นข้อมูลการเฝ้าระวังการต้านทานของประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลต่อสารป้องกันกำจัดแมลงที่เกษตรกรนิยมใช้ในพื้นที่ต่างๆ และใช้เป็นแนวทางคำแนะนำการเลือกใช้สารป้องกันกำจัดแมลงในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในพื้นที่เขตภาคเหนือตอนบนที่สอดคล้องกับความต้านทานของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแต่ละพื้นที่ นำไปสู่การใช้สารป้องกันกำจัดแมลงอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถลดต้นทุนการผลิตข้าวในระบบการผลิตดีที่เหมาะสม (Good Agricultural Practices: GAP) ของเกษตรกรต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ที่สนับสนุนงบประมาณวิจัย ภายใต้โครงการระบบการผลิตข้าวแบบอาหารปลอดภัย และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ระยะที่ 2 คุณจิรพงศ์ ใจรินทร์ และคุณจินตนา ไชยวงค์ กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว ที่ให้ข้อเสนอแนะในการเขียนผลงานวิจัยและสนับสนุนข้อมูลการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลของแต่ละพื้นที่



รูปที่ 3 เปรียบเทียบค่า LD_{50} ของประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่เก็บรวบรวมจากแปลงนาในเขตจังหวัดเชียงราย เชียงใหม่ และลำปาง พ.ศ. 2554 และ 2565 ต่อสารป้องกันกำจัดแมลง imidacloprid (A), dinotefuran (B) และ ethiprole (C)

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว. 2553. คู่มือการดำเนินงานเพื่อยุติการระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โรคเขียวเตี้ยและโรคใบหงิก ตามมติคณะรัฐมนตรี 9 กุมภาพันธ์ 2553. ค้นเมื่อ 19 กุมภาพันธ์ 2554., http:// www.ricethailand.go.th.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2566. รายงานสถานการณ์การระบาดศัตรูข้าว. ค้นเมื่อ 17 มกราคม 2566, http://www.ppsf.doae.go.th/wordpress/wp-content/uploads/2022/12/SUMRice-_pest-2565_12_21.pdf.

กองวิจัยและพัฒนาข้าว. 2562. ศัตรูข้าว และการป้องกันกำจัด. กรุงเทพมหานคร: กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จอมสุรางค์ ดวงธิสาร วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ ไสว บูรณพานิชพนธุ์ และ จิราพร ตยุติวุฒิกุล. 2551. ความต้านทานฤทธิ์สารฆ่าแมลงบางชนิดของด้วงหมัดผักแถบลายในเขตภาคเหนือตอนล่าง. วิทยาสารกำแพงแสน. 6(2), 25-26.

จินตนา ไชยวงค์ วันทนา ศรีรัตนศักดิ์ สุกัญญา อรัญมิตร และ อุรัสยาน์ บูลย์ประมุข. 2556. พฤติกรรมการใช้สารฆ่าแมลงของเกษตรกรพื้นที่ระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในภาคกลาง. *ใน*: การประชุมวิชาการข้าวกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคกลาง ภาคตะวันออกและภาคตะวันตก ประจำปี 2555. วันที่ 20-22 มีนาคม พ.ศ. 2556. โรงแรมหินสวย-น้ำใส รีสอร์ท อำเภอแกลง จังหวัดระยอง.

จิรพงศ์ ใจรินทร์. 2553. สถานภาพปัจจุบันการพัฒนาพันธุ์ข้าวต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลในประเทศไทย. วารสารวิชาการข้าว. 4 (1), 54-71.

ประพันธ์ ทิพยหัสรังสี และปรารภ ช่างเจริญ. 2533. สถานการณ์การระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล. *ใน:* รายงานการสัมมนาเชิงปฏิบัติ. “การแก้ปัญหาเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและโรคจู๋”. วันที่ 28 มิถุนายน พ.ศ. 2533. ห้องประชุมกรมวิชาการเกษตรกลาง บางเขน กรุงเทพมหานคร.

ปรีชา วังศิลาบัตร. 2545. นิเวศวิทยาของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและควบคุมปริมาณ. กรุงเทพมหานคร: กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

พยอม โคเบลลี่ และธีรดา หวังสมบูรณ์ดี. 2562. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่เป็นสารขัดขวางการทำงานของต่อมไร้ท่อ: ผลกระทบต่อผู้ส่งออกข้าวไทย. วารสารวิชาการข้าว 10(1), 108-119.

วนิช ยาคล้าย ปรีชา วังศิลาบัตร สุวัฒน์ รวยอารีย์ เฉลิม สินธุเสก และเฉลิมวงค์ ถิระวัฒน์. 2540. สำรวจการสารป้องกันกำจัดศัตรูข้าว. *ใน*: เอกสารวิชาการ: การป้องกันกำจัดแมลง ศัตรูพืชโดยวิธีผสมผสาน.กรุงเทพมหานคร: กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

วันทนา ศรีรัตนศักดิ์ ธรรมนูญ พุทธสมัย และจินตนา ทยาธรรม. 2540. ทดสอบระดับความเป็นพิษของสารป้องกันกำจัดแมลงของเพลี้ยกระโดดหลังขาวจากแหล่งปลูกข้าวต่างๆ. *ใน:* รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยประจำปี 2540. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวและธัญพืชเมืองหนาว กรุงเทพมหานคร: กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

วันทนา ศรีรัตนศักดิ์ เรวัติ ภัทรสุทธิ และธรรมนูญ พุทธสมัย. 2542. ความต้านทานของมวนเขียวดูดไข่ *Cyrtorhinus lividipennis* (Reuter) ต่อสารป้องกันกำจัดแมลงแนะนำ. *ใน*: รายงานผลงานประจำปี กรมวิชาการเกษตร ประจำปี 2542. (บทคัดย่อ). กรุงเทพมหานคร: กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

วันทนา ศรีรัตนศักดิ์ สุกัญญา อรัญมิตร และจินตนา ไชยวงค์. 2553. ความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงแนะนำของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล. *ใน*: การประชุมวิชาการข้าว เนื่องในโอกาสวันข้าวและชาวนาแห่งชาติ ปี 2553. วันที่ 3-4 มิ.ย. พ.ศ. 2553. โรงแรมอมารี แอร์พอร์ต ดอนเมือง กรุงเทพมหานคร.

วันทนา ศรีรัตนศักดิ์ สุกัญญา อรัญมิตร และจินตนา ไชยวงค์. 2554. สถานการณ์ระบาดของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในประเทศไทย. *ใน*: การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาวเนื่องในโอกาสวันข้าวและชาวนาแห่งชาติ ครั้งที่ 2 ปี 2554. วันที่ 3–4 มิถุนายน พ.ศ. 2554. โรงแรมอมารี แอร์พอร์ต ดอนเมือง กรุงเทพมหานคร.

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. 2564. เอกสารวิชาการ: การใช้สารกำจัดแมลงและไรศัตรูพืชเพื่อแก้ไข

ปัญหาความต้านทานศัตรูพืช.กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการเกษตร.

สุกัญญา อรัญมิตร ขวัญชนก ปฏิสนธิ์ ประจักษ์ เหล็งบำรุง วรรณลภัทร จันลาภา ชัยรัตน์ จันทร์หนู กันต์ธณ วิชญ์ ใจสงฆ์ จิรนันท์ ปิยงพงษ์กุล และเรวัต ภัทรสุทธิ. 2565. ผลของสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงต่อการควบคุมแมลงหล่า (*Scotinophara coarctata* (Fabricius)) ในนาข้าว. *ใน*: เอกสารการประชุมการประชุมติดตามงานและรายงานความก้าวหน้าโครงการวิจัยกลุ่มศูนย์วิจัยข้าวภาคเหนือ ประจำปี 2565. วันที่ 21-22 มิถุนายน พ.ศ. 2565 ณ ศูนย์วิจัยข้าวเชียงใหม่ อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่.

สุกัญญา อรัญมิตร วันทนา ศรีรัตนศักดิ์ และจินตนา ไชยวงค์. 2555. การปรับตัวต้านทานต่อสารฆ่าแมลงของเพลี้ยกระโดดสี น้ำตาลในภาคกลาง. ใน: การประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว เนื่องในโอกาสวันข้าวและชาวนาแห่งชาติ ประจำปี 2555. วันที่ 3 – 5 กันยายน พ.ศ. 2555. โรงแรมหัวหินแกรนด์ แอนด์พลาซ่า ประจวบคีรีขันธ์.

สุกัญญา อรัญมิตร วันทนา ศรีรัตนศักดิ์ และจินตนา ไชยวงค์. 2556ก. สถานการณ์ความต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงของประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในภาคเหนือของประเทศไทย. ใน: เอกสารการประชุมวิชาการข้าวและธัญพืชเมืองหนาว ครั้งที่ 30 พ.ศ. 2556. วันที่ 5-7 มิถุนายน พ.ศ. 2556. โรงแรมมารวย การ์เด้น กรุงเทพมหานคร.

สุกัญญา อรัญมิตร วันทนา ศรีรัตนศักดิ์ จินตนา ไชยวงค์ และ อุรัสยาน์ บูลย์ประมุข. 2556ข. ความต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในพื้นที่ระบาด. *ใน*: เอกสารการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11. วันที่ 26-28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2556. โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น.

สุกัญญา อรัญมิตร. 2561. สถานการณ์ความต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงของประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยกระโดดหลังขาวในแต่ละพื้นที่ของประเทศไทย และประสิทธิภาพของสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงกลุ่มใหม่ในการควบคุมเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และผลกระทบต่อมวนเขียวดูดไข่. *ใน*: เอกสารประกอบการประเมินบุคคลเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักกีฏวิทยาชำนาญการพิเศษ. กลุ่มวิทยาการอารักขาข้าว กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว.

Deuter, P.L. 1989. The development of an insecticides resistance strategy for the Lockyer Valley Queensland. Acta Horticulturae. 247, 267–272.

Garrood, W.T., C.T. Zimmer, K.J. Gorman, R. Nauen, C. Bass, and T.G. Davies. 2016. Field-evolved resistance to imidacloprid and ethiprole in populations of brown planthopper *Nilaparvata lugens* collected from across South and East Asia. Pest Management Science. 72(1), 140–149.

Heong, K. L., K. H. Tan, C. P. F. Garcia, L. T. Fabellar, and Z. Lu. 2011. Research methods in toxicology and insecticide resistance monitoring of rice planthoppers. Los Baños. (Philippines): International Rice Research Institute.

Ling, K.C. 1977. Rice ragged stunt disease. International Rice Research Newsletter. 5, 6-7.

Manit Leucha. 2010. Farmers' insecticide selections might have made their farm vulnerable to hopperburn in Chai Nat, Thailand. Accessed 1 May 2023, https://-ricehopper.wordpress.com/2010/01/17/farmers%E2%80%99-insecticide-selections-might-have-made-their-farms-vulnerable-to-hopperburn-in-chainat-thailand.

Matsumura, M., H. Takeuchi, M. Satoh, S. Sanada-Morimura, A. Otuka, T. Watanabe and D.V. Thanh. 2009. Current status of insecticide resistance in rice planthoppers in Asia. *In*: Heong, K.L., and B. Hardy (Eds.). Planthoppers: new threats to the sustainability of intensive rice production system in Asia. Los Baños. (Philippines): International Rice Research Institute.

Punyawattoe, P., Z. Han, W. Sriratanasak, S. Arunmit, J. Chaiwong and V. Bullangpoti. 2013. Ethiprole resistance in *Nilaparvata lugens* (Hemiptera:

Delphacidae): possible mechanisms and cross-resistance. Applied Entomology and Zoology. 48, 205–211.

Roush, R.T. 1989. Designing resistance management programs: how can you choose?. Pesticide Science. 26(4), 423–441.

Roush, R.T. and J. Daly 1990. The Role of Population Genetics in Resistance Research and Management. *In*: Roush, R.T. and B. E. Tabashnik. (Eds.). Pesticide Resistance in Arthropods. New York: Chapman and Hall Inc..

Zewen, L., H. Zhaojun, W. Yinchang, Z. Lingchun, Z. Hongwei, and L. Chengjun. 2003. Selection for imidacloprid resistance in *Nilaparvata lugens*: cross-resistance patterns and possible mechanisms. Pest Management Science: formerly Pesticide Science. 59(12), 1355–1359.

Zhang, X., X. Liao, K. Mao, K. Zhang, H. Wan, and J. Li. 2016. Insecticide resistance monitoring and correlation analysis of insecticides in field populations of the brown planthopper *Nilaparvata lugens* (stål) in China 2012– 2014. Pesticide Biochemistry and Physiology. 132, 13-20.