

ผลของวิธีการปลูกข้าวต่อประชากรเพลี้ยกระโดดและเพลี้ยจักจั่นในนาข้าว ชลประทานในเขตภาคเหนือตอนล่าง

Influence of Rice Cultivation Methods on Planthopper and Leafhopper Populations in Irrigated Rice Field in Lower Northern Thailand

ศศิประภา พุดกัมปรา¹ วิภา หอมหวล^{1*} วีรเทพ พงษ์ประเสริฐ¹ เยาวลักษณ์ จันทร์บาง²
และ จิราพร กุลสาริน²

Sasipapar Putkampra¹, Wipa Homhaul^{1*}, Weeratthep Pongprasert¹, Yaowaluk Chanbang²
and Jiraporn Kulsarin²

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร จ. พิษณุโลก 65000

¹Department of Agricultural Science, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University,
Phitsanulok 65000, Thailand

²ภาควิชากีฏวิทยาและโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

²Department of Entomology and Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

*Corresponding author: Email: Wipah@nu.ac.th

(Received: 26 June 2020; Accepted: 8 September 2020)

Abstract: The objectives of this research were to compare five cultivation methods of RD49 rice variety: germinated broadcast seed, germinated dripping seed, parachute seeding, manual transplanting and transplanting machine that affected on the population dynamics of planthoppers and leafhoppers. The research was carried out during June-September, 2019 at Bueng Bua subdistrict, Wachirabarami district, Phichit province. The direct count sampling technique was applied every 7 days after seedling stage of rice (15 days of planting). The result revealed that in all cultivation methods the five planthoppers: brown planthopper (BPH), whitebacked planthopper (WBPH), green leafhopper (GLH), zigzag leafhopper (ZLH) and white leafhopper (WLH) were found, however only BPH and GLH were found at the high numbers and the population change was obviously determined. The germinated broadcast seed method promoted the increasing of BPH at the average of 199.05 individuals per square meter through all the season, meanwhile, the transplanting machine method promoted GLH at the amount of 101.95 individuals per square meter. The tiller density was the most effect on the increasing populations of BPH up to 97.09% but it had very little effect on GLH populations. The effect of abiotic factors was very low on populations of hoppers (0-45%) in all cultivation methods.

Keywords: Cultivated method, planthopper, leafhopper, irrigated rice field

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษา วิธีการปลูกข้าว พันธุ์ กข49 จำนวน 5 วิธี ได้แก่ นาหว่านน้ำตม นาหยอดข้าวвок นาโยน นาปักดำด้วยมือ และนาปักดำด้วยเครื่อง ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของเพลี้ยกระโดด และเพลี้ยจักจั่น ระหว่างเดือน มิถุนายน-กันยายน 2561 ในพื้นที่ตำบลบึงบัว อำเภอวาริชภูมิ จังหวัดพิบูลย์ โดยการสุ่ม นับแมลงโดยตรง ทุก 7 วัน ตั้งแต่ข้าวอายุ 15 วัน ตลอดฤดูปลูก พบว่า ในทุกวิธีการปลูก พบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาว เพลี้ยจักจั่นปีกลายหยัก เพลี้ยจักจั่นสีเขียวและเพลี้ยจักจั่นขาวใหญ่ แต่มีเพียงเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียวเท่านั้นที่พบจำนวนมากและมีการเปลี่ยนแปลงประชากรอย่างชัดเจนตลอดฤดูปลูก ในวิธีการปลูกแบบนาหว่านน้ำตม พบประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูงที่สุด จำนวน 199.05 ตัวต่อตารางเมตร ในขณะที่ วิธีการปลูกแบบปักดำด้วยเครื่อง พบประชากรเพลี้ยจักจั่นสีเขียวสูงที่สุด จำนวน 101.95 ตัวต่อตารางเมตร โดยความหนาแน่นของต้นข้าวต่อตารางเมตรมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมากที่สุดถึง ร้อยละ 97.09 แต่มีผลต่อเพลี้ยจักจั่นสีเขียวน้อยมาก ส่วนปัจจัยทางกายภาพของสภาพแวดล้อม พบว่า มีอิทธิพลต่อเพลี้ย ทั้งสองชนิด น้อยมาก อยู่ในช่วงร้อยละ 0-45 ในทุกวิธีการปลูก

คำสำคัญ: วิธีการปลูก เพลี้ยกระโดด เพลี้ยจักจั่น นาข้าวชลประทาน

คำนำ

ในปัจจุบัน ประเทศไทยมีการปลูกข้าวหลาย วิธีการ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสภาพพื้นที่และ ภูมิภาคที่เลือกอันวน ในพื้นที่มีระบบชลประทาน สมบูรณ์ เกษตรกรสามารถปลูกข้าวได้ถึงปีละ 3 ครั้ง รวมทั้งมีการปลูกข้าวเลื่อมเวลา หรือปลูกข้าว ไม่พร้อมกันอย่างต่อเนื่อง วิธีการทำนาได้รับการพัฒนา เปลี่ยนแปลงให้สามารถรองรับศักยภาพในเชิงการผลิต มากขึ้น จากเดิมซึ่งนิยมการปลูกข้าวแบบนาดำเป็นหลัก ต่อมาวิธีการและเทคนิคในปลูกข้าวได้รับการพัฒนา เปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นและหลากหลาย แต่โดยทั่วไปวิธีการที่ ได้รับความนิยมมากในหลายพื้นที่ มี 5 วิธีหลัก คือ หว่าน น้ำตม หยอดข้าวвок โยนกล้า ปักดำด้วยเครื่อง และ ปักดำด้วยมือ ซึ่งแต่ละวิธีมีความหนาแน่นของต้นข้าว แตกต่างกัน ส่งผลโดยตรงต่อระบบนิเวศนาข้าวทำให้เกิดความแตกต่าง ทั้งในส่วนของความชื้น อุณหภูมิ การหมุนเวียนของอากาศในแปลง ฯลฯ และมีผลกระทบ ต่อเนื่องถึงการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณประชากร ของแมลงศัตรูข้าวที่ปรากฏในแต่ละช่วงฤดูปลูกข้าวได้ (Rvay-aree and Surakam,1999)

ในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง เกษตรกร สามารถทำนาได้ตลอดทั้งปีเนื่องจากมีระบบชลประทาน ที่สมบูรณ์รองรับ ประกอบกับเกษตรกรมีทักษะใน

การจัดการ เรียนรู้และยอมรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้ อย่างรวดเร็ว วิธีการปลูกเป็นส่วนหนึ่งที่เกษตรกรได้รับ องค์ความรู้จากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และนำมา ปรับใช้ในพื้น ที่ ดังนั้น เกษตรกรจึงมีช่องทางในการเลือก วิธีการปลูกได้หลากหลายมาก อย่างไรก็ตาม ข้อมูล วิธีการปลูกที่เกี่ยวข้องกับการระบาดของแมลงศัตรูข้าว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของเพลี้ยกระโดดและ เพลี้ยจักจั่นในพื้นที่ชลประทานภาคเหนือตอนล่างนั้น ยังมีน้อยมาก

ดังนั้นได้ทำการศึกษาผลของวิธีการปลูก 5 วิธีหลัก คือ หว่านน้ำตม หยอดข้าวвок โยนกล้า ปักดำ ด้วยมือ และปักดำด้วยเครื่อง ต่อประชากรเพลี้ยกระโดด และเพลี้ยจักจั่นในนาข้าวชลประทานเขตภาคเหนือ ตอนล่างขึ้น เพื่อเป็นข้อมูลและแนวทางประกอบใน การบริหารจัดการแมลงศัตรูข้าวในพื้นที่ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมแปลง

จัดทำแปลงนาข้าวทดสอบกึ่งสาธิต ขนาดพื้นที่ แปลงละ 4 ไร่ จำนวน 5 แปลง ในพื้นที่แปลงนาเกษตรกร ตำบลบึงบัว อำเภอวาริชภูมิ จังหวัดพิบูลย์ โดยปลูกข้าว พันธุ์ กข49 ซึ่งเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกในพื้นที่ ด้วยวิธีการปลูก 5 วิธี และใช้อัตราเมล็ดพันธุ์ ตามวิธีการ

ของเกษตรกร คือ หว่านน้ำตม อัตราเมล็ดพันธุ์ 25 กิโลกรัมต่อไร่ หยอดข้าววงอก อัตราเมล็ดพันธุ์ 15 กิโลกรัมต่อไร่ โยนกล้า อัตราเมล็ดพันธุ์ 11.5 กิโลกรัมต่อไร่ ปักดำด้วยเครื่อง อัตราเมล็ดพันธุ์ 15 กิโลกรัมต่อไร่ และปักดำด้วยมือ อัตราเมล็ดพันธุ์ 10 กิโลกรัมต่อไร่

การสำรวจเพลี้ยกระโดดและเพลี้ยจักจั่นและรวบรวมข้อมูล

สำรวจจำนวนประชากรของเพลี้ยกระโดดและเพลี้ยจักจั่น ด้วยแผนการสุ่มตรวจนับโดยตรง จากทั้ง 5 แปลง ทุกสัปดาห์ ตั้งแต่ข้าวอายุ 15 วัน ในขนาด 1x1 เมตร จำนวน 20 หน่วยสุ่มต่อแปลง เดินเป็นเส้นทแยงมุมไขว้กันเป็นรูปกากบาทในแปลงนา ตรวจนับจำนวนเพลี้ยกระโดดและเพลี้ยจักจั่นโดยตรงจากโคนกอข้าวและเรือนยอดทุก ๆ กอในหน่วยสุ่ม บันทึกผล

บันทึกข้อมูลอื่น ๆ เช่น ระดับน้ำในแปลงนา อุณหภูมิยอดหญ้า และความชื้นยอดหญ้า เป็นต้น

วิเคราะห์เปรียบเทียบจำนวนประชากรของเพลี้ยกระโดดและเพลี้ยจักจั่นชนิดต่าง ๆ ที่พบ ในวิธีการปลูก 5 วิธี ด้วยการวิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูลโดยวิธี Shapiro-Wilk test วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย Analysis of variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT (Duncan's new multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงประชากรของเพลี้ยกระโดดและเพลี้ยจักจั่นที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ รวมทั้งวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพในแปลงนาต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของเพลี้ยกระโดดและเพลี้ยจักจั่น

ผลการศึกษา

เปรียบเทียบจำนวนประชากรของเพลี้ยกระโดดและเพลี้ยจักจั่นชนิดต่าง ๆ ที่เข้าทำลายในนาข้าว ที่ลงทำลายข้าว ซึ่งปลูกด้วยวิธีการปลูก 5 แบบ โดยการสุ่มตรวจนับโดยตรง

ผลการศึกษา พบว่า ประชากรของเพลี้ย 5 ชนิด คือ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยจักจั่นสีเขียว เพลี้ยกระโดดหลังขาว เพลี้ยจักจั่นปีกลายหยัก และเพลี้ยจักจั่น

ขาวใหญ่ มีความแตกต่างไปตามวิธีการปลูกข้าว ผลการวิเคราะห์การกระจายตัวของจำนวนเพลี้ยแต่ละชนิดพบว่า มีการกระจายของตัวแบบปกติ ($p\text{-values} \geq 0.05$) ดังนี้

จำนวนประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล พบมากที่สุด ในนาหว่านน้ำตมเฉลี่ยสูงถึง 199.1 ตัวต่อตารางเมตร รองลงมา ได้แก่ ปักดำด้วยมือ ปักดำด้วยเครื่อง โยนกล้า และหยอดข้าววงอกพบเฉลี่ย 32.0, 25.1, 17.25 และ 13.2 ตัวต่อตารางเมตร มีความแตกต่างจากในนาหว่านน้ำตมถึง 6.22, 7.93, 11.54 และ 15.08 เท่าตามลำดับ

จำนวนประชากรของเพลี้ยจักจั่นสีเขียว พบจำนวนสูงสุด ในนาปักดำด้วยเครื่อง เฉลี่ย 102.0 ตัวต่อตารางเมตร มากกว่าที่พบใน นาปักดำด้วยมือ โยนกล้า หว่านน้ำตม และหยอดข้าววงอก ซึ่งพบเฉลี่ย 86.5, 50.3, 48.6 และ 46.2 ตัวต่อตารางเมตร มีความแตกต่างจากนาปักดำด้วยเครื่อง 1.17, 2.02, 2.10 และ 2.21 เท่าตามลำดับ

จำนวนประชากรของเพลี้ยกระโดดหลังขาว เพลี้ยจักจั่นปีกลายหยัก และเพลี้ยจักจั่นขาวใหญ่ พบน้อยมาก โดยจำนวนประชากรที่พบสูงสุดในนาที่ใช้วิธีการปลูกแบบต่าง ๆ ดังนี้ เพลี้ยกระโดดหลังขาวพบในนาหว่านน้ำตม เฉลี่ย 13.7 ตัวต่อตารางเมตร เพลี้ยจักจั่นปีกลายหยักพบในนาหยอดข้าววงอกเฉลี่ย 10.05 ตัวต่อตารางเมตร เพลี้ยจักจั่นขาวใหญ่พบในนาหยอดข้าววงอกเฉลี่ย 0.85 ตัวต่อตารางเมตร (Figure 1)

การเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญในวิธีการปลูกข้าวแบบต่าง ๆ

ในจำนวนประชากรของเพลี้ยกระโดดและเพลี้ยจักจั่นที่พบในนาข้าวที่ปลูกด้วยวิธีการปลูกทั้ง 5 วิธีนั้นพบว่า มีเพียงเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียวที่พบการเปลี่ยนแปลงประชากรตลอดฤดูปลูก ในจำนวนที่ชัดเจน ส่วนเพลี้ยชนิดอื่น ๆ พบน้อยมากและไม่ต่อเนื่อง โดยในส่วนของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลนั้นพบการเปลี่ยนแปลงประชากรในปริมาณสูงมากในนาหว่านน้ำตม เริ่มจากสัปดาห์แรก เมื่อข้าวอยู่ในระยะกล้าพบเฉลี่ย 0.1 ตัวต่อตารางเมตร จากนั้นเพิ่มจำนวนขึ้น

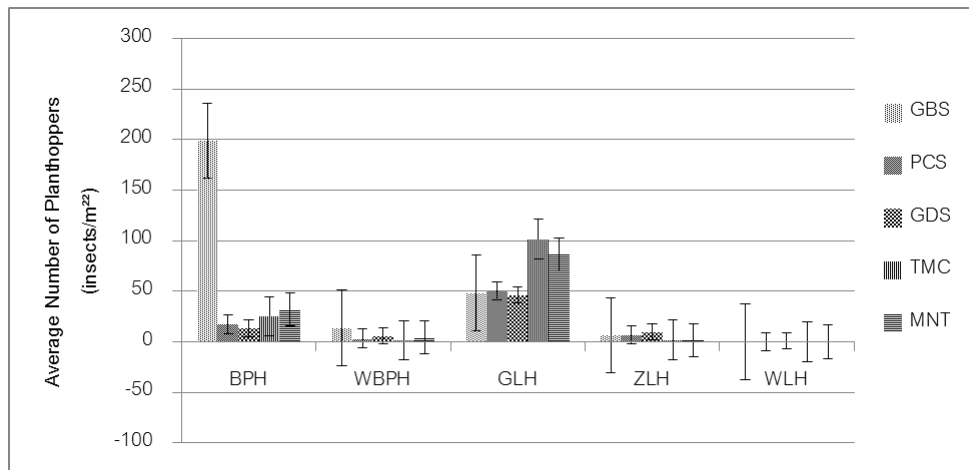


Figure 1. Average numbers with standard errors (base on the column) of five rice hoppers: brown planthopper (BPH), whitebacked planthopper (WBPH), green leafhopper (GLH), zigzag leafhopper (ZLH) and white leafhopper (WLH) found in five cultivation methods: germinated broadcast seed (GBS), parachute seeding (PCS), germinated dripping seed (GDS), transplanting machine (TMC) and manual transplanting (MNT)

อย่างต่อเนืองและสูงสุด ในสัปดาห์ที่ 7 เฉลี่ยที่ 105.4 ตัวต่อตารางเมตร แล้วลดลงอย่างรวดเร็วต่อเนืองในสัปดาห์ที่ 9 ถึง 13 เฉลี่ย 11.4, 1.6, 0.7 และ 0.7 ตัวต่อตารางเมตร และไม่พบในสัปดาห์ที่ 14 และ 15 ส่วนในวิธีการปลูกแบบอื่น ๆ นั้น พบการเปลี่ยนแปลงประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในระดับต่ำ แตกต่างจากที่พบในนาหว่านน้ำตมมาก โดยพบจำนวนสูงสุดในวิธีการปลูก โยนกล้า หยอดข้าววงอก ปักดำด้วยเครื่องและปักดำด้วยมือ เฉลี่ย 4.8, 2.9, 6.4 และ 11.7 ตัวต่อตารางเมตร ในสัปดาห์ที่ 5, 8, 12 และ 11 ตามลำดับ (Figure 2a)

ในส่วนของเพลี้ยจักจั่นพบการเปลี่ยนแปลงประชากรสูงในวิธีการปลูกแบบนาดำด้วยเครื่องและด้วยมือ ในนาปักดำด้วยเครื่อง เริ่มพบจำนวนประชากรในสัปดาห์ที่ 3 จากนั้นเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและสูงสุดในสัปดาห์ที่ 6 เฉลี่ย 35.25 ตัวต่อตารางเมตร (Figure 2b) ส่วนนาปักดำด้วยมือ เริ่มพบในสัปดาห์ที่ 5 และพบเพิ่มขึ้นสูงสุด 2 ครั้ง คือ ในสัปดาห์ที่ 7 และ 11 เฉลี่ย 28.1 และ 16.0 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในนาหว่านน้ำตม เริ่มพบในสัปดาห์แรก และเพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 3 เฉลี่ย 18.6 ตัวต่อตารางเมตร ในนาโยน

ประชากรของเพลี้ยจักจั่นสีเขียว เริ่มพบในสัปดาห์ที่ 2 จากนั้นเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก โดยพบจำนวนสูงเป็นระยะในสัปดาห์ที่ 3, 6 และ 8 เฉลี่ย 8.4, 16.65 และ 10.65 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ และนาหยอดข้าววงอก เริ่มพบในสัปดาห์ที่ 1 ข้าวอยู่ในระยะกล้า จากนั้นจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและสูงสุดในสัปดาห์ที่ 5 เฉลี่ย 16.8 ตัวต่อตารางเมตร

เมื่อวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพในแปลงนาได้แก่ ระดับน้ำในแปลง ความชื้นยอดหญ้า อุณหภูมิยอดหญ้า ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด ต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียวในวิธีการปลูกแบบต่าง ๆ พบว่า ปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ ดังกล่าวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของแมลงทั้งชนิดในทุกวิธีการปลูกน้อยมาก อยู่ในช่วงร้อยละ 0.0-45 ($R^2=0.0-0.45$) ($p\text{-value}\geq 0.05$) โดยค่าความสัมพันธ์สูงสุดพบได้ในประชากรเพลี้ยจักจั่นสีเขียวกับความชื้นระดับต่ำในนาโยนกล้า และนาดำด้วยเครื่องที่ร้อยละ 45 และ 40 ($R^2=0.45$ และ 0.40) (Table 1)

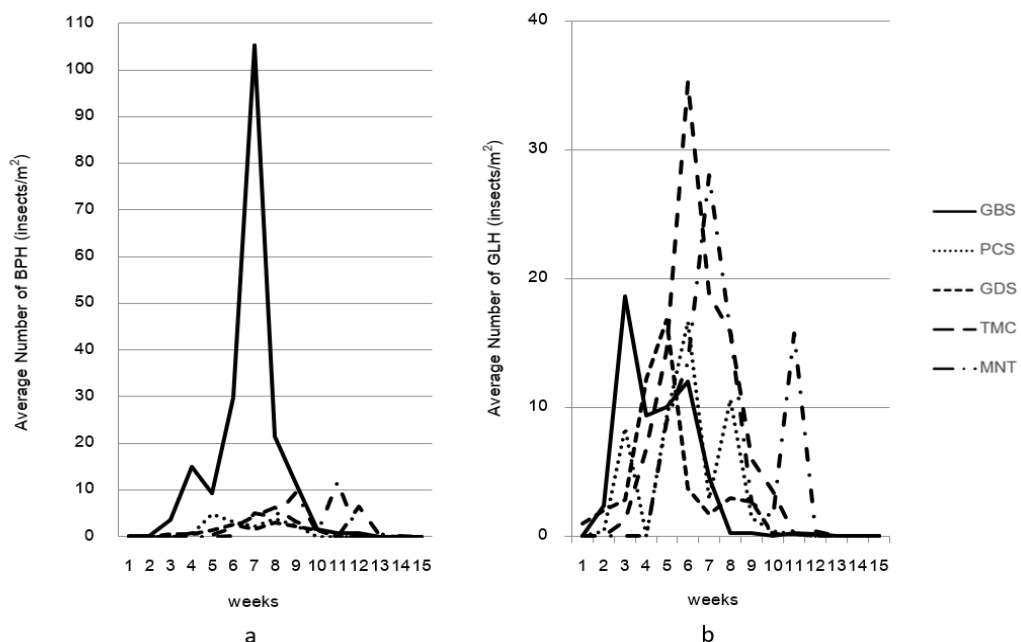


Figure 2. The population dynamics of brown planthopper (BPH) (a) and green leafhopper (GLH) (b) found in five cultivation methods: germinated broadcast seed (GBS), parachute seeding (PCS), germinated dripping seed (GDS), transplanting machine (TMC) and manual transplanting (MNT)

Table 1. Regression coefficient values (R^2) of the relationships of environmental factors on brown planthopper (BPH) and green leafhopper (GLH) population in five rice cultivation methods: germinated broadcast seed (GBS), parachute seeding (PCS), germinated dripping seed (GDS), transplanting machine (TMC) and manual transplanting (MNT)

Environmental factors	Regression coefficient values									
	BPH					GLH				
	GBS	PCS	GDS	TMC	MNT	GBS	PCS	GDS	TMC	MNT
Water level	0.00	0.00	0.17	0.34	0.37	0.11	0.01	0.16	0.01	0.04
Rice canopy relative humidity	0.03	0.12	0.11	0.02	0.07	0.01	0.12	0.03	0.01	0.07
Rice canopy temperature	0.00	0.04	0.04	0.04	0.06	0.02	0.03	0.06	0.02	0.12
Rainfall	0.00	0.00	0.02	0.24	0.04	0.00	0.03	0.03	0.05	0.00
Maximum relative humidity	0.11	0.08	0.11	0.10	0.02	0.00	0.13	0.02	0.22	0.08
Minimum relative humidity	0.02	0.16	0.07	0.02	0.01	0.15	0.45	0.15	0.40	0.15
Maximum temperature	0.00	0.14	0.10	0.01	0.00	0.02	0.32	0.27	0.26	0.02
Minimum temperature	0.01	0.21	0.23	0.10	0.01	0.01	0.29	0.26	0.11	0.03

อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของต้นข้าว (จำนวนต้นข้าวต่อตารางเมตร) ในวิธีการปลูกข้าวทั้ง 5 วิธีกับจำนวนประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพลี้ยจักจั่นสีเขียว พบว่า มีอิทธิพลต่อจำนวนประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูงถึงร้อยละ 97.09 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ภายใต้สมการความสัมพันธ์แบบพหุนาม $Y=0.0051x^2-1.9828x+202.89$ โดยจำนวนประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีแนวโน้มพบในระดับต่ำเฉลี่ย 13.2-32.0 ตัวต่อตารางเมตร เมื่อความหนาแน่นของต้นข้าวที่ 145-280 ต้นต่อตารางเมตร ซึ่งปลูกด้วยวิธีนาโยน นาหยอดข้าววงนอก นาปักดำด้วยเครื่องและมือ เมื่อความหนาแน่นของต้นข้าวเพิ่มขึ้นเป็น 280-390 ต้นต่อตารางเมตร ซึ่งปลูกด้วยวิธีนาหว่านน้ำตม พบจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลสูงสุด เฉลี่ย 199.05 ตัวต่อตารางเมตร ในขณะที่ ปัจจัยความหนาแน่นของต้นข้าวในวิธีการปลูกแบบต่าง ๆ ทั้ง 5 แบบมีอิทธิพลต่อจำนวนประชากรของเพลี้ยจักจั่นสีเขียว น้อยมาก ร้อยละ 0.008 เท่านั้น (Figure 3)

วิจารณ์

แมลงศัตรูข้าวกลุ่ม เพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดด ที่มีบทบาทสำคัญที่พบในแปลงนา คือ เพลี้ย

สีเขียว (*Nephotettix* spp.), เพลี้ยจักจั่นปีกลายหยัก (*Recilia dorsalis* (Motschulsky)), เพลี้ยจักจั่นขาวใหญ่ (*Cofana spectra* (Distant)), เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (*Nilaparvata lugens* (Stal)) และเพลี้ยกระโดดหลังขาว (*Sogatella furcifera* (Horvath)) (Norowi, 2001) ซึ่งการทำลายมีความรุนแรงและทำความเสียหายเป็นพื้นที่บริเวณกว้าง และรวดเร็วกว่าหนอนห่อใบข้าวและหนอนกอข้าวมาก (Dale, 1994) แต่ชนิดที่มีความเด่นและพบเป็นจำนวนมากตลอดฤดูกาลในแปลงนา คือ *N. lugens* และ *Nephotettix* spp. (Soinark et al., 2015) ในทำนองเดียวกันกับผลการศึกษาในครั้งนี้ ตลอดฤดูปลูก พบ เพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดด รวม 5 ชนิด คือ *Nephotettix* sp., *R. dorsalis*, *C. spectra*, *N. lugens*, *S. furcifera* โดยมี *N. lugens* และ *Nephotettix* sp. 2 ชนิด เท่านั้น ที่พบเป็นจำนวนมากที่สุด และมีการเปลี่ยนแปลงประชากรที่ชัดเจนตลอดฤดูปลูก การเปลี่ยนแปลงประชากรของเพลี้ยทั้งสองกลุ่มในสภาพแปลงนาได้รับอิทธิพลจากสภาพทางนิเวศ และปัจจัยทางชีวภาพต่าง ๆ ในแปลงนา สรีรวิทยาของพืช สภาพภูมิอากาศ และการปฏิบัติของเกษตรกร (Settle et al., 1996) เพลี้ยทั้งสองชนิดลงทำลายข้าวระยะแตกกอจนถึงออกรวง (Moldenhauer and Slaton, 2004) ดูดกินน้ำเลี้ยงจากใบและต้นทำให้ข้าวมีอาการเหลืองและไหม้แห้งตาย นอกจากนี้ยังเป็นพาหะนำโรคไวรัสมาสู่ข้าวด้วย

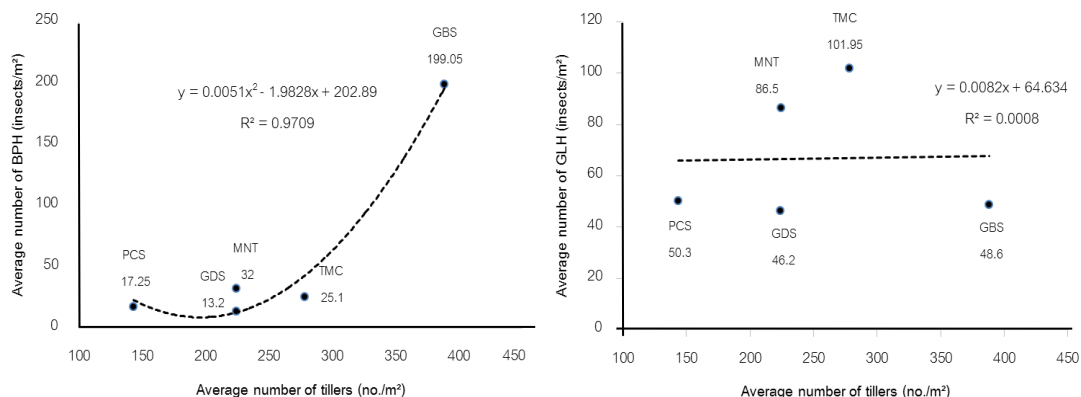


Figure 3. Relationship of average number of brown planthopper (BPH) (no./m²) and green leafhopper (GLH) (no./m²) on density of rice in five cultivation methods: germinated broadcast seed (GBS), parachute seeding (PCS), germinated dripping seed (GDS), transplanting machine (TMC), and manual transplanting (MNT)

(Gurr *et al.*, 2011) โดยทั่วไป อัตราการเพิ่มจำนวนของเพลี้ยทั้งสองกลุ่มมีความสัมพันธ์กับแหล่งอาหาร อุณหภูมิ และความชื้นมาก (Xu *et al.*, 2013)

ในการเลือกวิธีปลูกข้าวของเกษตรกรมีส่วนสำคัญต่อจำนวนชนิดและปริมาณของแมลงศัตรูข้าวมาก เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อความหนาแน่นของต้นข้าวหรือแหล่งอาหารของแมลงศัตรูข้าวในแปลงนา (Rouya-ree and Surakarn, 1999) จากการสุ่มนับจำนวนต้นข้าวต่อตารางเมตรในวิธีการปลูกข้าวทั้ง 5 วิธี พบว่า นาหว่านน้ำตมมีความหนาแน่นของต้นข้าวสูงสุดเฉลี่ย 388.4 ต้นต่อตารางเมตร รองลงมาคือ นาดำด้วยเครื่อง นาดำด้วยมือ นาหยอดข้าววงก และนาโยน เฉลี่ย 278.5, 224.3, 224.2 และ 143.3 ต้นต่อตารางเมตร ตามลำดับ ความหนาแน่นของต้นข้าวต่อพื้นที่ส่งผลทำให้แปลงนามีสภาพนิเวศที่เอื้ออำนวยต่อชนิดและจำนวนของแมลงศัตรูข้าวได้แตกต่างกัน แปลงนาที่มีความหนาแน่นต้นข้าวสูง เช่น นาหว่านน้ำตม ความชื้นในทรงพุ่มข้าวมีสูงทำให้อุณหภูมิภายในทรงพุ่มมีระดับต่ำกว่าภายนอก และเป็นร่มเงาพักพิงอาศัยของแมลงต่าง ๆ ได้ดี (Nishida, 1975) จึงมีโอกาสมพบแมลงศัตรูข้าวที่สำคัญคือ เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียวสูงขึ้นด้วย จากรายงานของ International Rice Research Institute (1972) ประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแปลงที่ปลูกข้าวระยะ 10 x 10 เซนติเมตร มีจำนวนและอัตราการเพิ่มของจำนวนขึ้นได้อย่างรวดเร็วมากกว่าที่พบในแปลงที่ปลูกด้วยระยะ 50 x 50 เซนติเมตร

ในการศึกษานี้พบว่า การปลูกข้าวด้วยวิธีนาหว่านน้ำตม พบจำนวนประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลโดยรวมมากที่สุดเฉลี่ย 199.05 ตัวต่อตารางเมตร สอดคล้องกับผลการสำรวจชนิดและปริมาณแมลงศัตรูข้าว โดยวิธีการปลูกที่ต่างกัน ในข้าวพันธุ์ กข31 ตำบลห้วยขมิ้น อำเภอนองแคะ จังหวัดสระบุรี ปี พ.ศ. 2557 ด้วยการสุ่มนับโดยตรง ของ Anuson *et al.* (2015) พบว่าการปลูกข้าวแบบหว่านน้ำตม มีจำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 21.80 ตัวต่อกอ เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของจำนวนต้นข้าวในนาหว่านน้ำตม เฉลี่ยที่ 388.4 ต้นต่อตารางเมตรกับวิธีการปลูกแบบอื่น ๆ มีความหนาแน่นของต้นข้าวโดยรวม

ที่ 217.6 ต้นต่อตารางเมตร วิธีนาหว่านน้ำตมมีความหนาแน่นของต้นข้าวสูงกว่า ถึง 1.8 เท่า แต่จำนวนเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในนาหว่านน้ำตม เฉลี่ย 199.05 ตัวต่อตารางเมตร กลับสูงกว่าในวิธีการปลูกแบบอื่น เฉลี่ยรวมที่ 21.9 ตัวต่อตารางเมตร ถึง 9.1 เท่า อย่างไรก็ตาม ในกรณีของเพลี้ยจักจั่นสีเขียว การเปลี่ยนแปลงประชากรในจำนวนที่สูงตลอดระยะเวลาปลูกในทุกวิธีการปลูกเช่นเดียวกัน แต่ไม่รุนแรงและชัดเจนเท่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เนื่องจากเพลี้ยจักจั่นสีเขียวมีพฤติกรรมการอาศัยตามบริเวณเรือนยอดของข้าว มีนิสัยว่องไวชอบบินและเคลื่อนที่ตลอดเวลา สามารถบินได้เป็นระยะทางไกลหลายกิโลเมตร (Patripanusara and Patripanusara, 2012) จึงมีการกระจายตัวเปลี่ยนแปลงจำนวนได้รวดเร็วกว่าเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลที่มีการเคลื่อนที่น้อยมาก ส่วนใหญ่อาศัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากบริเวณโคนต้นข้าวเท่านั้น ดังนั้นความหนาแน่นของต้นข้าวที่แตกต่างในแต่ละวิธีการปลูกจึงมีผลต่อจำนวนประชากรของเพลี้ยจักจั่นน้อยมาก

ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงประชากรของเพลี้ยกระโดดและเพลี้ยจักจั่นนั้น เนื่องจากแมลงเป็นสัตว์เลือดเย็น การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ความชื้น มีผลกระทบต่อพฤติกรรม การกระจายตัว การเจริญเติบโต และสืบพันธุ์ จำนวนชั่วอายุต่อปี รวมทั้งแหล่งอาหาร (Ramya *et al.*, 2012) ในภาพรวมการเปลี่ยนแปลงประชากรของเพลี้ยทั้งสองกลุ่ม มีจำนวนเพิ่มขึ้นต่อเนื่องจนถึงจุดสูงสุดในระยะแตกกอและออกรวง หลังจากนั้นลดลงจนถึงระยะเก็บเกี่ยวเช่นเดียวกับรายงานของ Lu *et al.* (2006) อย่างไรก็ตาม มีเพียงเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียวเท่านั้น ที่จำนวนประชากรเปลี่ยนแปลงเด่นชัดมากที่สุดตลอดฤดูปลูก ประชากรเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงสัปดาห์ที่ 6-13 ขึ้นอยู่กับวิธีการปลูกข้าว ความหนาแน่นของต้นข้าว และอายุของข้าวเป็นหลัก เนื่องจากปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อทั้งคุณภาพและปริมาณของอาหารในต้นข้าว รวมทั้งลักษณะทางสรีรวิทยาของข้าว ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มประชากรของเพลี้ยกระโดดมากที่สุด (Xu *et al.*, 2013) ในขณะที่เพลี้ยจักจั่นสีเขียวนั้น มีการเปลี่ยนแปลงประชากรเพิ่มขึ้นลดลงตลอดเวลา

ตั้งแต่ช่วงระยะกล้าจนถึงออกทรง แตกต่างไปตามอายุ ข้าวและวิธีการปลูก สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Hafizal and Idris (2014) พบว่า จำนวนประชากรของ เพลี่ยกระโดด มีความแตกต่างในแต่ละช่วง การเจริญเติบโตของข้าว ในขณะที่ประชากรของ เพลี่ยจักจั่นนั้น ไม่มีความแตกต่างในแต่ละระยะข้าว ทั้งนี้เป็นผลจากความต้องการสารอาหาร หรือความชอบ ของแหล่งอาหารของแมลงมีความแตกต่างไปตามอายุ ของข้าว (Rubia-Sanchez *et al.*, 2003) การที่เพลี่ยทั้งสองกลุ่มอาศัยอยู่บนต้นข้าวด้วยกันได้ สภาพการแข่งขัน ระหว่างเพลี่ยทั้งสองเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นแน่นอน โดยเฉพาะ ในช่วงระยะแตกกอของข้าว แต่เพื่อความอยู่รอด ของประชากร ทำให้เกิดการปรับตัว ในด้านต่าง ๆ กลายเป็นวิวัฒนาการร่วมเพื่อลดการแข่งขัน เช่น กรณี ของเพลี่ยกระโดดสีน้ำตาลกับเพลี่ยจักจั่นสีเขียว มีการปรับตัวโดยเพลี่ยกระโดดสีน้ำตาลอาศัยบริเวณ โคนต้นข้าวไม่เคลื่อนที่มาก ส่วนเพลี่ยจักจั่นอาศัยบน เรือนยอด แต่อาศัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากข้าวต้นเดียวกัน (Kuno and Hokyo, 1970) นอกจากนี้ การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ของเกษตรกรในช่วงข้าวออกดอกนั้น มีผลทำให้ต้นข้าว เจริญเติบโตได้ดี มีความเขียวและสดชื่น ซึ่งเป็นแหล่ง อาหารที่เหมาะสมของเพลี่ยจักจั่นได้ดีในช่วงเวลา ดังกล่าว จึงทำให้เพลี่ยจักจั่นเพิ่มจำนวนขึ้นอีกครั้ง เป็นรอบที่สองของฤดูการปลูกได้ (Lu *et al.*, 2006; Mani and Jayaraj, 1976) และเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ ประชากรของเพลี่ยจักจั่นมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตลอด ฤดูปลูกตั้งแต่ระยะกล้าจนออกทรง (Rubia-Sanchez *et al.*, 2003)

ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ ปริมาณฝน ระดับน้ำในแปลงนา ในสภาพแปลงนา ทั้ง 5 วิธีปลูก มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากร ของเพลี่ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี่ยจักจั่นสีเขียว น้อยมาก โดยระดับน้ำ ในแปลงนามีผลต่อประชากร ของเพลี่ยกระโดดสีน้ำตาลสูงที่สุดร้อยละ 34 และ 37 เท่านั้น ในแปลงนาที่ปลูกด้วยวิธีปักดำด้วยเครื่องและ ปักดำด้วยมือ ตามลำดับ แต่แตกต่างจากรายงานของ (Dyck, 1974; Femando, 1975; IRRI, 1972; Pathak and Dyck, 1973) ที่พบว่าระดับน้ำในแปลงนามีผลต่อการเพิ่ม

จำนวนประชากรของเพลี่ยกระโดดสีน้ำตาลมาก และ การให้น้ำแปลงนาสูงตลอดเวลา มีผลทำให้เพลี่ยกระโดด สีน้ำตาลระบาดได้ถึงสองครั้งในฤดูปลูก และ Hafizal and Idris (2014) พบว่า การเปลี่ยนแปลงประชากรของเพลี่ย กระโดด ในแปลงนานั้น มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ สูง ร้อยละ 67 ส่วนความชื้นมีน้อยมาก เพียงร้อยละ 1.5 เท่านั้น

ในขณะที่ เพลี่ยจักจั่น ระดับอุณหภูมิสูง มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของเพลี่ยจักจั่นสูง ถึงร้อยละ 91.5 และ -62.2 ความชื้นสัมพันธ์ร้อยละ -81.3-85.9 ปริมาณน้ำฝนร้อยละ -66.9 (Rachappa *et al.*, 2016) ระดับอุณหภูมิ และความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการดำรงชีพของ เพลี่ยจักจั่น คือ 30 °C ความชื้น ร้อยละ 80 และเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 40 °C พบว่า อัตราการตาย เพิ่มขึ้น แม้ความชื้นที่ 70-90% (Yusof, 2018) ซึ่งจากผล การศึกษานี้ พบว่า มีเพียงความชื้นสัมพันธ์ระดับต่ำ และ อุณหภูมิ เท่านั้น ที่มี แนวโน้ม ส่งผล ต่อ การเปลี่ยนแปลงประชากรของเพลี่ยจักจั่น โดยเฉพาะ อย่างยิ่งในวิธีโยนกล้าและปักดำด้วยเครื่อง แต่อยู่ใน ระดับต่ำมากเช่นกันเพียงร้อยละ 45 และ 40 ซึ่งเป็นไป ในทิศทางเดียวกับรายงานของ Hafizal and Idris (2014) ที่พบว่า การเปลี่ยนแปลงประชากรของเพลี่ยจักจั่นใน แปลงนานั้นมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ สูงร้อยละ 64 ความชื้นมีน้อยมาก เพียงร้อยละ 5 เท่านั้น

จากผลการศึกษพบว่า วิธีการปลูกข้าวแบบ นาหยอดข้าวห่อ เป็นวิธีการปลูกข้าวที่มีความเหมาะสม มากที่สุดกับการทำนาปีในภาคเหนือตอนล่าง ในพื้นที่ กรณีศึกษาในเขตชลประทานจังหวัดพิจิตร เนื่องจาก มีความหนาแน่นของต้นข้าวในระดับน้อยถึงปานกลาง เฉลี่ย 224.2 ต้นต่อตารางเมตร ตลอดฤดูปลูกพบประชากร เพลี่ยกระโดดและเพลี่ยจักจั่นศัตรูข้าวจำนวนน้อยที่สุด และอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าระดับเศรษฐกิจ โดยปัจจัย กายภาพมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประชากรของเพลี่ย กระโดดและเพลี่ยจักจั่นน้อยมาก ผลการศึกษสามารถ ปรับใช้เป็นเครื่องมือหรือแนวทางสำหรับการบริหาร จัดการแมลงศัตรูข้าวโดยเฉพาะอย่างยิ่งเพลี่ยกระโดด และเพลี่ยจักจั่นร่วมกับวิธีการอื่น ๆ ได้ เพื่อควบคุมเพลี่ย กระโดดและเพลี่ยจักจั่นศัตรูข้าวได้อย่างเหมาะสม มีประสิทธิภาพ และยั่งยืนต่อไปในอนาคต

สรุป

วิธีการปลูกข้าวพันธุ์ กข49 แบบต่าง ๆ คือ หว่านน้ำตม หยอดข้าววงอก โยนกล้า ปักดำด้วยมือ และ ปักดำด้วยเครื่อง ระหว่างเดือน มิถุนายน-กันยายน 2561 ในพื้นที่ตำบลบึงบัว อำเภอนาทม จังหวัดพิจิตร การสำรวจแมลง แบบการนับโดยตรง ทุก 7 วัน ตลอดฤดูปลูก พบว่า ในทุกวิธีการปลูกพบเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เพลี้ยกระโดดหลังขาว เพลี้ยจักจั่นปีกลายหยัก เพลี้ยจักจั่นสีเขียวและเพลี้ยจักจั่นขาวใหญ่ แต่มีเพียงเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลและเพลี้ยจักจั่นสีเขียวเท่านั้น ที่พบในจำนวนมากและมีการเปลี่ยนแปลงประชากรชัดเจนตลอดฤดูปลูก เฉลี่ย 199.05 และ 101.95 ตัวต่อตารางเมตร ในนาหว่านน้ำตมและนาปักดำด้วยเครื่อง โดยความหนาแน่นของต้นข้าว มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของประชากรของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมากที่สุดถึงร้อยละ 97.09 แต่มีผลต่อเพลี้ยจักจั่นสีเขียวน้อยมาก ส่วนปัจจัยทางกายภาพในแปลงนามีอิทธิพลต่อเพลี้ยทั้งสองชนิดน้อยมาก อยู่ในช่วงร้อยละ 0-45 โดยความชื้นสัมพัทธ์ระดับต่ำมีแนวโน้มกระทบต่อจำนวนประชากรของเพลี้ยจักจั่นมากที่สุด ร้อยละ 45 และ 40 ในวิธีปลูกแบบนาโยนและนาดำ ตามลำดับ ทั้งนี้สภาพรวมวิธีการปลูกข้าวแบบนาหยอดข้าววงอกเป็นวิธีการที่พบการเปลี่ยนแปลงประชากรของเพลี้ยกระโดดและเพลี้ยจักจั่นในระดับที่ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการปลูกอื่น ๆ และมีแนวโน้มในการเป็นเครื่องมือสำหรับใช้ในการบริหารจัดการเพลี้ยกระโดดและเพลี้ยจักจั่นศัตรูข้าวได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก ที่สนับสนุนงบประมาณ อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ในการทำวิจัย ขอขอบคุณนายสุรเดช ปาละวิสุทธิ และนางคณิตา เกิดสุข ที่สนับสนุนและให้คำแนะนำในการทำวิจัย และคุณสมศักดิ์ พรหมเดช คุณศรีศักดิ์ บัอมทอง คุณวิน เกตุวงศ์ คุณอสมมา เสาหงส์ และคุณน้ำเชื้อม ทองชาติ เกษตรกรตำบลบึงบัว อำเภอนาทม จังหวัดพิจิตร

ที่สนับสนุนและให้ความอนุเคราะห์พื้นที่นาในการทำ
การวิจัย ทำให้งานวิจัยประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Anuson, P., W. Chamnan and P. Rattana. 2015. Survey of insect pests in rice irrigated in Saraburi province. pp.196-207. *In*: Proceedings of 8th Seminar on Rice: Upper and Lower Northern Rice Research Centers. Rice Department, Bangkok. (in Thai)
- Dale, D. 1994. Insect pests of the rice plant--their biology and ecology. pp.363-485. *In*: E.A. Heinrichs (ed.). Biology and Management of Rice Insects. Wiley, New York.
- Dyck, V. A.1974. Field control of the brown planthopper, *Nilaparvata lugens* in the tropics. Rice Entomology Newsletter 1: 22-24.
- Fernando, H.E. 1975. The brown planthopper problem in Sri Lanka. Rice Entomology Newsletter 2: 34-36.
- Gurr, G.M., J. Liu, D.M.Y. Read, J.L.A. Catindig, J.A. Cheng, L.P. Lan and K.L. Heong. 2011. Parasitoids of Asian rice planthopper (Hemiptera: Delphacidae) pests and prospects for enhancing biological control by ecological engineering. *Annals of Applied Biology* 158(2): 149-176.
- International Rice Research Institute (IRRI). 1972. Annual Report for 1972. International Rice Research Institute, Los Banos. 238 p.
- Kuno, E. and N. Hokyo. 1970. Comparative analysis of the population dynamics of rice leafhoppers, *Nephotettix cincticeps* Uhler and *Nilaparvata lugens* Stal, with special reference to natural regulation of their numbers. *Researches on Population Ecology* 12(2): 154-184.

- Lu, Z.X., S. Villareal, X.P. Yu, K.L. Heong and C. Hu. 2006. Biodiversity and dynamics of planthoppers and their natural enemies in rice fields with different nitrogen regimes. *Rice Science* 13(3): 218-226.
- Mani, M. and S. Jayaraj. 1976. Biological investigations on the resurgence of the rice blue leafhopper, *Zygina maculifrons* (Motch.) *Indian Journal of Experimental Biology* 14: 636-637.
- Mansor, M.H. and A.B. Idris. 2014. Temporal population abundance of leafhopper (Homoptera: Cicadellidae) and planthopper (Homoptera: Delphacidae) as affected by temperature, humidity and rice growth stages. *Academic Journal of Entomology* 7(1): 01-06.
- Moldenhauer, K. and N. Slaton. 2004. Rice growth and development. pp.7-14. *In*: N.A. Slaton, L.B. Ford, J.L. Bernhardt, R.D. Cartwright, D. Gardisser, J. Gibbons, G. Huitink, B. Koen, F.N. Lee, D.M. Miller, R.J. Normam and T. Siebenmorgen (eds.). *Rice Production Handbook*. Division of Agriculture, University of Kansas, Lawrence, KS.
- Nishida, T. 1975. Causes of brown planthopper outbreaks. *Rice Entomology Newsletter* 2: 38.
- Norowi, H.M. 2001. Simulation of brown planthopper damage mechanism on rice. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science* 29(1): 39-51.
- Pathak, M.D. and V.A. Dyck. 1973. Developing an integrated method of rice insect pest control. *Pest Articles & News Summaries* 19(4): 534-544.
- Patirupanusara, T. and P. Patirupanusara. 2012. Rice Pests and Natural Enemies in the Lower Northern and Upper Central Thailand. Bureau of Rice Research and Development, Rice Department, Bangkok. 303 p. (in Thai)
- Rachappa, V., S. Yelshetty, S. Vennila, O.P. Sharma and S. Patil. 2016. Influence of climate change on occurrence of green leafhopper *Empoasca kerri* Pruthi on pigeonpea. *Journal of Experimental Zoology, India* 19(2): 1163-1166.
- Ramya, M., J.S. Kennedy, V.G. Lakshmi, A. Lakshmanan, N. Manikandan and N.U. Sekhar. 2012. Impact of elevated temperature on major pests of rice. *Climarice Technical Brief* 10. Chimarice, Tami Nadu, India. 6p.
- Ruay-aree, S. and R. Surakarn. 1999. Rice cultivation system and forecasting the outbreak insect pests based on light trap data. *Entomology and Zoology Gazette* 21(2): 108-110. (in Thai)
- Rubia-Sanchez, E., Y. Suzuki, K. Arimura, K. Miyamoto, M. Matsumura and T. Watanabe. 2003. Comparing *Nilaparvata lugens* (Stål) and *Sogatella furcifera* (Horvath) (Homoptera: Delphacidae) feeding effects on rice plant growth processes at the vegetative stage. *Crop Protection* 22(7): 967-974.
- Settle, W.H., H. Ariawan, E.T. Astuti, W. Cahyana, A.L. Hakim, D. Hindayana, A.S. Lestari and Pajarningsih. 1996. Managing tropical rice pests through conservation of generalist natural enemies and alternative prey. *Ecology* 77(7): 1975-1988.
- Soinark, V., W. Pongprasert, S. Tanasinchayakul, W. Sorapongpisal and K. Kertsuk. 2015. Insect and spider diversity in irrigated paddy fields at Phitsanulok province. *Journal of Agriculture* 31(3): 281-290.

Xu, S., H. Wang, E. Wang and G. Zhao. 2013. Reproductive rate of rice brown planthopper population of super rice Yongyou 6. Advance Journal of Food Science and Technology 5(5): 539-542.

Yusof, T.N.B.T. 2018. Effects of temperature and relative humidity on growth of green leafhopper (*Nephotettix virescens* Distant). M.S. Thesis. University Putra Malaysia, Selangor. 62 p.