อัตราการกิน อายุขัย และการวางไข่ของตัวเต็มวัยแมลงดำหนาม (*Dicladispa armigera* (Olivier)) บนข้าวและพืชอาศัยอื่นในสภาพห้องปฏิบัติการ

Feeding Rate, Longevity and Fecundity of Adults Rice Hispa, *Dicladispa armigera* (Olivier) on Rice and Alternative Host Plants under Laboratory Condition

พลอยไพลิน ธนิกกุล[1)] จินตนา ไชยวงศ์[1)] ปกรณ์ เผ่าธีระศานต์[1)] ธนดล ไกรรักษ์[1)]
ธีรพงษ์ สุวรรณนาคร[1)] วิชยุชม์ ปรีชา[1)] นรินทร์ บำรุงกิจ[1)]
Ploypilin Thanikkul[1)] Jintana Chaiwong[1)] Pakorn Paoteerasarn[1)] Tanadol Khairak[1)]
Teerapong Suwannakorn[1)] Witchayut Preecha[1)] Narin Bamrungkit[1)]

Abstract

Rice hispa (*Dicladispa armigera* (Olivier)) (Coleoptera; Chrysomelidae) is a minor pest of rice, that leads to frequent severe outbreaks in central regions that are continually cultivated rice areas. If the rice hispa's issues occur regularly, it might negatively affect rice yields. Hence, this research aimed to study the feeding rate of the adult rice hispa on rice leaves under laboratory conditions. We also aimed to study the survival ability of rice hispa fed by some different alternate host plants that can provide valuable data in rice field management to effectively control this pest. The assessment of the damaged leaf area of Pathum Thani 1 rice variety at tillering stage (30-45 days after transplanting) showed that female adults could destroy more significantly different rice leaf areas than male adults throughout their life span. The percentage of damaged areas on leaves caused by female and male adults were 6.12% and 3.63% per one adult, respectively. The trend in feeding rate gradually decreased when those adults become older. Moreover, comparing the feeding of rice hispa adults on rice and other 12 alternate host plants revealed that species of the alternate host plants affected the longevity and the fecundity of rice hispa. The adults fed on rice leaves had longer life spans significantly different than those fed on other plant species; i.e., maize and bermudagrass, respectively. We observed that the adults had the shortest life span when they were fed on coat button leaves. Moreover, the female adults specifically chose to lay their eggs on leaves of 4 plant species which were rice, maize, bermudagrass, and small flower umbrella sedge, only. Therefore, we should immediately prevent rice hispa adults when their population higher than an economic threshold. Also, alternative host plants as weeds should be eliminated to control rice hispa's pest population in the off-season.

Keywords: rice, rice hispa, adult, feeding rate, alternative host plant, longevity, fecundity, laboratory

บทคัดย่อ

แมลงดำหนาม (*Dicladispa armigera* (Olivier)) (Coleoptera; Chrysomelidae) เป็นแมลงศัตรูข้าวที่ปัจจุบันพบการระบาดบ่อยครั้งและรุนแรงขึ้นในพื้นที่ภาคกลาง ที่มีการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง แต่ข้อมูลความเสียหายและนิเวศวิทยาของแมลงชนิดนี้ในประเทศยังมีไม่มากพอ หากมีการระบาดของแมลงชนิดนี้เป็นประจำ อาจส่งผลต่อผลผลิตข้าวได้ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการกิน อายุขัย และการวางไข่ของตัวเต็มวัยแมลงดำหนามบนใบข้าว และพืชอาศัยอื่น ในสภาพห้องปฏิบัติการ สำหรับเป็นข้อมูลในการควบคุมแมลงชนิดนี้ ให้อยู่ในสภาพที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายกับผลผลิตข้าว โดยผลการประเมินอัตราการกินบนใบข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 อายุ 30-45 วันหลังปักดำ พบว่า ตลอดอายุขัยของแมลงดำหนาม เพศเมียมีอัตราการกินบนใบข้าวมากกว่าเพศผู้ คิดเป็นความเสียหายบนใบ

Received: January 17, 2023/ Revised: March 11, 2023/ Accepted: March 15, 2023

[1)] กองวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร. 02-579-7892
Division of Rice Research and Development, Rice Department, Chatuchak, Bangkok 10900 Tel. 02-579-7892

ข้าว ร้อยละ 6.12 และ 3.63 ต่อตัว ตามลำดับ โดยอัตราการกินมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุของตัวเต็มวัยมากขึ้น นอกจากนี้ การเลี้ยงแมลงดำหนามตัวเต็มวัยด้วยพืชอาศัยอื่น จำนวน 12 ชนิด พบว่า ชนิดพืชส่งผลต่ออายุขัยและการวางไข่ของแมลงดำหนาม โดยแมลงดำหนามมีอายุขัยยาวนานที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อดำรงชีวิตด้วยการกินใบข้าว รองลงมาคือ ข้าวโพด และหญ้าแพรก และมีอายุขัยสั้นที่สุดเมื่อกินใบของต้นตีนตุ๊กแกเป็นอาหาร อีกทั้งเพศเมียเลือกวางไข่บนใบพืชเพียง 4 ชนิด ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด หญ้าแพรก และกกขนากเท่านั้น ดังนั้น หากพบการทำลายใบข้าวของแมลงดำหนามระยะตัวเต็มวัย ควรกำจัดวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยอื่นของแมลงดำหนามดังกล่าวข้างต้น เพื่อควบคุมประชากรแมลงดำหนามไม่ให้ก่อให้เกิดการระบาดรุนแรงในข้าวได้

คำสำคัญ: ข้าว แมลงดำหนาม ตัวเต็มวัย อัตราการกิน พืชอาศัยอื่น อายุขัย การวางไข่ ห้องปฏิบัติการ

คำนำ

แมลงดำหนาม (rice hispa, *Dicladispa armigera* (Olivier)) (Coleoptera; Chrysomelidae) เป็นแมลงศัตรูข้าวชนิดหนึ่ง (Dale, 1994) วงจรชีวิตมี 4 ระยะ ได้แก่ ระยะไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ระยะไข่ถึงระยะตัวเต็มวัยใช้เวลาประมาณ 1-2 เดือน (Division of Rice Research and Development, 2019) ตัวเต็มวัยเพศผู้อายุเฉลี่ย 83.20 วัน และเพศเมียอายุเฉลี่ย 90.40 วัน (Dutta and Hazarika, 1995a) เป็นแมลงที่มีการฟักออกเป็นตัวได้ตลอดปี (multivoltine species) มีอัตราการขยายพันธุ์ค่อนข้างสูง เนื่องจากสามารถวางไข่ได้จำนวนมาก มี 4-6 ชั่วอายุในหนึ่งปี ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ (Karim, 1986; Pathak and Khan, 1994; Sen and Chakravorty, 1970)

แมลงดำหนามสามารถเข้าทำลายข้าวได้ทั้งระยะหนอนและตัวเต็มวัย โดยตัวหนอนจะกัดกินเนื้อเยื่อสีเขียวของใบและหลบซ่อนตัวอยู่ระหว่างชั้นผิวใบข้าว จนเห็นเส้นทางการทำลายเป็นรอยสีขาวบนใบ (Plantwise, 2019) ส่วนตัวเต็มวัยจะกัดกินส่วนเนื้อเยื่อและผิวใบ (Deka and Hazarika, 1997) และสามารถบินอพยพสู่แหล่งอาหารใหม่

จากการศึกษาพฤติกรรมการกิน พบว่า ตัวเต็มวัยแมลงดำหนามใช้เวลาโดยรวมในการกินใบข้าวประมาณ 6 ชั่วโมงต่อวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลา 08.00-11.00 นาฬิกา จะใช้เวลากินอาหารนาน 45-52 นาที พื้นที่ใบที่ถูกทำลายโดยการกินของตัวเต็มวัยเพศเมียมีมากกว่าเพศผู้ และมักจะเลือกกินใบอ่อนของพืชมากกว่าใบแก่ (Deka and Hazarika, 1997) ซึ่งเนื้อเยื่อใบที่ถูกทำลายส่วนใหญ่ในบริเวณนั้นประกอบไปด้วยเซลล์พาเรงคิมา (parenchyma cells) ซึ่งบางเซลล์มีเม็ดคลอโรพลาสต์ (chloroplast) สามารถทำหน้าที่สังเคราะห์อาหารและบางเซลล์ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารจำพวกแป้งภายในใบพืช (San-oun, 2020) ทำให้ส่งผลเสียต่อการสังเคราะห์แสงของใบข้าว (Acharya, 1967; Dale, 1994; Plantwise, 2019) ข้าวในระยะ อายุ 20-35 วันหลังหว่าน ที่ถูกแมลงดำหนามเข้าทำลาย จะมีจำนวนกอ รวง เมล็ด และน้ำหนักเมล็ดลดลงกว่าการเข้าทำลายในข้าวที่อายุมากกว่า (Haque, 2020; Sharma and Srivastava, 2018)

การแพร่กระจายของแมลงดำหนามพบได้ในหลายประเทศแถบเอเชีย (Dale, 1994) ในประเทศไทยมีการระบาดเป็นครั้งคราว เช่น พบการระบาดในปี พ.ศ. 2475 (Wangsilabat, 2002) ทำลายในจังหวัดชัยนาท (Ruay-aree and Surakarn, 1999) ปี พ.ศ. 2561 พบการแพร่ระบาดของแมลงดำหนามทุกฤดูปลูกในนาข้าวเกษตรกรจังหวัดสุพรรณบุรี สิงห์บุรี และชัยนาท (Chaiwong *et al*., 2019b) ปี พ.ศ. 2563 พบการระบาดในข้าวระยะแตกกอถึงออกรวงในแปลงนาทดลองของศูนย์วิจัยข้าวพระนครศรีอยุธยา ช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม และล่าสุดในปี พ.ศ. 2565 พบการระบาดอย่างรุนแรงในนาเกษตรกรอำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี และอำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี

Chaiwong *et al.* (2019b) ได้ติดตามการระบาดของแมลงดำหนามตั้งแต่เดือนกันยายน 2561 - มีนาคม 2562 รวม 2 ฤดูปลูก ในแปลงเกษตรกรที่ปลูกข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ซึ่งมีประวัติการระบาด พบแมลงดำหนามแพร่กระจายและเข้าทำลายข้าวระยะแตกกอถึงระยะออกรวง โดยมีประชากรตัวเต็มวัยแมลงดำหนามเกินระดับเศรษฐกิจ หรือมากกว่า 2 ตัวต่อกอ (1 กอ เท่ากับ ข้าวประมาณ 10 ต้นชิดติดกัน) ซึ่งการเข้าทำลายดังกล่าวทำให้ผลผลิตข้าวในแปลงที่เกิดการทำลายอย่างรุนแรง

ลดลงร้อยละ 25.92 เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงที่ไม่ถูกทำลาย

แมลงดำหนามเป็นแมลงที่มีพืชอาศัยหลายชนิด (polyphagous insect) เมื่อไม่มีพืชอาศัยหลัก (host plant) คือ ข้าว ประชากรของแมลงดำหนามจะเคลื่อนย้ายสู่พืชอาศัยอื่น (alternative host plant) เพื่อการอยู่รอด (Shakir and Ahmed, 2015) แมลงดำหนามสามารถแพร่พันธุ์ลูกหลานได้ 6 รุ่นต่อปี โดยจำนวน 5 รุ่น จะอาศัยอยู่บนข้าว และอีก 1 รุ่น จะอยู่บนพืชอาศัยอื่น (Sen and Chakravorty, 1970) พืชอาศัยที่เหมาะสมต่อแมลงดำหนาม สามารถพิจารณาจากความชอบในการรวมกลุ่มการกิน การวางไข่ การฟักของไข่ และการพัฒนาของตัวหนอน (Dutta and Hazarika, 1995b)

ฐานข้อมูลของ Plantwise Knowledge Bank รายงานชนิดของพืชอาศัยอื่นของแมลงดำหนาม (Plantwise, 2019) ในวงศ์ต่างๆ ดังนี้

1. วงศ์หญ้า (Poaceae) เช่น ข้าวป่า (*Oryza rufipogon* Griff.) หญ้าปล้อง (*Hymenachne amplexicaulis* (Rudge) Nees) หญ้าพองลม (*Hygroryza aristata* (Retz.) Nees) หญ้าชันกาด *(Panicum repens* L.) หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) หญ้านกสีชมพู (*E. colona* (L.) Link) หญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Paspalum* sp.) หญ้าแพรก (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) อ้อย (*Saccharum officinarum* L.) ข้าวโพด (*Zea mays* L.) เป็นต้น

2. วงศ์กก (Cyperaceae) เช่น แห้วหมู (*Cyperus rotundus* L.) พรงกลมใหญ่ (*Scirpus juncoides* Roxb.) เป็นต้น

3. วงศ์ผักปลาบ (Commelinaceae) เช่น ผักปลาบ (*Commelina benghalensis* L.) เป็นต้น (Dutta and Hazarika, 1995b; IRRN, 1979)

นอกจากนี้ Sharma and Verma (2011) รายงานเกี่ยวกับพืชอาศัยทางเลือกชนิดใหม่ในวงศ์หญ้า คือ fall panicgrass (*Panicum dichotomiflorum* Michx.) และ *Brachiaria ramosa* (L.) อีกทั้งมีรายงานว่าแมลงดำหนามสามารถเข้าทำลายอ้อยได้ด้วย (David and Ananthakrishnan, 2004; Pathak and Khan, 1994; Shakir and Ahmed, 2015)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการกินใบข้าวของตัวเต็มวัยแมลงดำหนามในสภาพห้องปฏิบัติการ และความสามารถในการอยู่รอดและการวางไข่ของแมลงดำหนามเมื่อต้องดำรงชีวิตด้วยพืชอาศัยอื่น เพื่อเป็นข้อมูลประกอบคำแนะนำในการจัดการแปลงนาและการป้องกันกำจัดควบคุมประชากรของแมลงชนิดนี้ให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดการระบาดรุนแรง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การสำรวจและเก็บตัวอย่างแมลงดำหนามในแปลงนาพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีและพระนครศรีอยุธยา

1.1 ดำเนินการสำรวจและเก็บประชากรระยะหนอนดักแด้ และตัวเต็มวัยของแมลงดำหนาม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2561-2563 ในแปลงนาเกษตรกร ตำบลวังหว้า อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี (พิกัดทางภูมิศาสตร์: 14°37’9.4” N 100°3’46.3” E) และในแปลงนาของศูนย์วิจัยข้าวพระนครศรีอยุธยา ตำบลหันตรา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (พิกัดทางภูมิศาสตร์: 14°21’51.9” N 100°36’26.5” E)

1.2 นำประชากรแมลงดำหนามที่เก็บได้จากแปลงนามาเลี้ยงขยายพันธุ์ในกรงเลี้ยงแมลงด้วยต้นข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ระยะแตกกอ (ข้าวอายุ 30-45 วันหลังปักดำ) ในสภาพเรือนทดลอง เปลี่ยนกระถางต้นข้าวใหม่ให้แมลงทุก 2-3 วัน สำหรับเป็นอาหารและแหล่งวางไข่ให้ตัวเต็มวัยแมลงดำหนาม ต้นข้าวที่แมลงวางไข่แล้วนำออกจากกรงเลี้ยงแมลง ซึ่งไข่จะฟักเป็นหนอนและกัดกินอยู่ภายในใบข้าว เปลี่ยนกระถางต้นข้าวใหม่ให้หนอนเพื่อเป็นอาหารทุก 2-3 วัน โดยวางกระถางต้นข้าวใหม่ชิดกับกระถางเดิมที่หนอนทำลาย หนอนจะเคลื่อนย้ายมากินใบข้าวบนกระถางใหม่ได้เอง จนเจริญเติบโตเป็นดักแด้ภายในใบข้าว ก่อนฟักเป็นตัวเต็มวัยรุ่นต่อไป นำตัวเต็มวัยแมลงดำหนามรุ่นที่ 2-5 (มีปริมาณมากพอ) มาใช้ศึกษาปริมาณการกินใบข้าว ความสามารถในการอยู่รอด และการวางไข่บนพืชอาศัยอื่น

2. การศึกษาปริมาณการกินใบข้าวของตัวเต็มวัยแมลงดำหนามในสภาพห้องปฏิบัติการ

2.1 ตัดใบข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 ระยะแตกกอ (ข้าวอายุ 30-45 วันหลังปักดำ) จำนวน 1 ใบ ให้มีความยาว

ประมาณ 7 เซนติเมตร หุ้มโคนใบด้วยสำลีชุบน้ำเพื่อให้ความชื้นกับใบข้าว ใส่ไว้ในหลอดทดลองขนาด 2x18 เซนติเมตร ปล่อยตัวเต็มวัยแมลงดำหนามลงบนใบข้าว จำนวน 1 ตัวต่อหลอด แบ่งเป็นเพศผู้และเพศเมียอย่างละ 30 หลอด (30 ซ้ำ) เปลี่ยนใบข้าวใหม่ให้แมลงทุกวัน

ถ่ายภาพใบข้าวที่ถูกทำลายในแต่ละวัน ด้วยกล้องดิจิทัล และวางไม้บรรทัดไว้ข้างใบข้าวที่ต้องการถ่ายเพื่อใช้อ้างอิงขนาด บันทึกภาพใบข้าวที่ถูกทำลายตั้งแต่ตัวเต็มวัยที่ฟักออกจากดักแด้ภายใน 24 ชั่วโมง จนกระทั่งแมลงตาย

2.2 ประเมินหาพื้นที่ใบที่ถูกทำลาย (leaf area damaged) ตามวิธีการของ Piyapongkul (2018) โดยนำภาพใบข้าวที่บันทึกได้ในข้อ 2.1 มาวิเคราะห์ภาพดิจิทัลด้วยโปรแกรม ImageJ (https://imagej.nih.gov/ij/) ดำเนินการเทียบอัตราส่วนของภาพ ปรับรายละเอียดสีของภาพเพื่อให้สีพื้นของใบบริเวณที่ไม่ถูกทำลาย ตัดกับบริเวณที่ถูกทำลาย โดยโปรแกรมจะประเมินพื้นที่ใบทั้งหมดและพื้นที่ใบที่ถูกทำลาย

วิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างพื้นที่ความเสียหายบนใบข้าวจากการกินของตัวเต็มวัยแมลงดำหนามเพศผู้และเพศเมีย ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS version 16.0 และคำนวณหาร้อยละความเสียหายที่เกิดขึ้นบนใบข้าว

3. การศึกษาชนิดพืชต่อความสามารถในการอยู่รอดและการวางไข่ของตัวเต็มวัยแมลงดำหนามในสภาพห้องปฏิบัติการ

3.1 คัดเลือกชนิดพืชจากการตรวจค้นเอกสาร หรือพบตามคันนาและรอบแปลงนาที่พบการระบาดของแมลงดำหนาม จำนวน 3 วงศ์ 12 ชนิด ประกอบด้วย 1) พืชวงศ์หญ้า (Poaceae) ได้แก่ ข้าวโพด (*Z. mays*) อ้อย (*S. officinarum*) หญ้าแพรก (*C. dactylon*) หญ้าชันกาด (*P. repens*) หญ้าตีนนก (*Digitaria ciliaris*) หญ้าปากควาย (*Dactyloctenium aegyptium*) หญ้ารังนก (*Chloris barbata*) หญ้าขน (*Brachiaria mutica*) และหญ้าแฝก (*Chrysopogon zizanioides*) 2) พืชวงศ์กก (Cyperaceae) ได้แก่ กกขนาก (*Cyperus difformis*) และแห้วหมู (*C. rotundus*) และ 3) พืชวงศ์ทานตะวัน (Asteraceae) ได้แก่ ตีนตุ๊กแก (*Tridax procumbens*)

เก็บตัวอย่างใบพืชดังกล่าวข้างต้นมาทดสอบการอยู่รอดและการวางไข่ของตัวเต็มวัยแมลงดำหนาม เปรียบเทียบกับข้าว (*Oryza sativa*) ซึ่งเป็นพืชอาศัยหลัก (positive control) และความสามารถในการอดอาหาร (negative control)

3.2 การทดสอบแบบไม่มีตัวเลือก (non-choice test) นำตัวเต็มวัยของแมลงดำหนามที่ฟักออกจากดักแด้ จำนวน 1 คู่ (เพศผู้และเพศเมีย อย่างละ 1 ตัว) มาเลี้ยงด้วยใบพืชทดสอบแต่ละชนิด โดยตัดใบพืชทดสอบ จำนวน 1 ใบ หุ้มโคนใบด้วยสำลีชุบน้ำเพื่อให้ความชื้นกับใบพืช ใส่ในหลอดทดลองขนาด 4.2x18.5 เซนติเมตร (1 หลอดต่อแมลง 1 คู่) เปลี่ยนใบพืชทดสอบให้แมลงทุกวัน โดยใช้แมลงทดสอบ จำนวน 50 คู่ต่อชนิดพืชทดสอบ (50 ซ้ำ)

3.3 บันทึกอายุขัย การรอดชีวิต และการวางไข่ของแมลงทุกวัน เปรียบเทียบข้อมูลความแตกต่างระหว่างพืชทดสอบแต่ละชนิด ด้วยโปรแกรมทางสถิติ SPSS version 16.0

สถานที่วิจัย: แปลงนาเกษตรกร จังหวัดสุพรรณบุรี แปลงนาศูนย์วิจัยข้าวพระนครศรีอยุธยา ห้องปฏิบัติการนิเวศวิทยาและอนุกรมวิธานแมลง และโรงเรือนเลี้ยงแมลง กองวิจัยและพัฒนาข้าว

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. พฤติกรรมและอัตราการกินใบข้าวของตัวเต็มวัยแมลงดำหนาม

แมลงดำหนามระยะตัวเต็มวัยมีพฤติกรรมการกิน คือ กัดกินเนื้อเยื่อสีเขียวระหว่างเส้นใบบนใบข้าว ทิ้งรอยยาวสีขาวขนานกับทางใบ (Fig. 1) ทำให้ส่วนสีเขียวของใบข้าวที่ประกอบด้วยคลอโรฟิลล์หายไป จากการประเมินพื้นที่ความเสียหายบนใบข้าวจากการกินของแมลงดำหนามตลอดระยะตัวเต็มวัย พบว่า อัตราการกินใบข้าวของเพศเมียและเพศผู้ คิดเป็นพื้นที่ความเสียหายเฉลี่ย 0.26±0.02 และ 0.16±0.01 ตารางเซนติเมตรต่อวัน ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยตลอดอายุขัยเพศเมียกินใบข้าวมากกว่าเพศผู้ อย่างมีนัยสำคัญ เป็นพื้นที่ความเสียหายเฉลี่ย 8.85±0.90 และ 5.62±0.58 ตารางเซนติเมตรต่อตัว ตามลำดับ คิดเป็นความเสียหายบนใบข้าวจากเพศเมียและเพศผู้ ร้อยละ 6.12 และ 3.63 ต่อตัว ตามลำดับ (Table 1) สอดคล้องกับ Deka and Hazarika (1997) ซึ่งรายงานว่าแต่ละวันเพศเมียสามารถ

Fig. 1 Characteristic pattern of white, parallel streaks along the main axis of the rice leaf causing by the feeding injury of rice hispa (*Dicladispa armigera* (Olivier)) adults

Table 1 Feeding rate and percentage of damaged area on rice leaves caused by rice hispa (*Dicladispa armigera* (Olivier)) adults under laboratory conditions (temperature = 26±3 °C, relative humidity = 80-90%)

Adult	Avg (mean±SE)		Damaged area on leaves (%)
	Feeding rate per day (cm^2/day)	Feeding rate throughout life span (cm^2/adult)	
Female	0.26±0.02 a[1)]	8.85±0.90 a	6.12
Male	0.16±0.01 b	5.62±0.58 b	3.63

Numbers of sample (n) = 30 adults in each tested

[1)] Means in the same column followed by different letters are significantly different ($p < 0.01$) by Tukey HSD

กินใบข้าวได้มากกว่าเพศผู้ เพราะอิทธิพลจากลักษณะที่แตกต่างกันระหว่างเพศ (sexual dimorphism) ทำให้อวัยวะกราม (mandible) ของตัวเต็มวัยแมลงดำหนามเพศเมียมีขนาดใหญ่กว่าและยาวกว่าเพศผู้ ส่งผลให้ปริมาณการกิน (พื้นที่ใบที่ถูกทำลาย) ระหว่างเพศเมียและเพศผู้แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม อัตราการกินจะลดลงเมื่ออายุของตัวเต็มวัยแมลงดำหนามมากขึ้น โดยกราฟเส้นตรงของค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบข้าวที่ถูกทำลายจากตัวเต็มวัยแมลงดำหนาม แสดงแนวโน้มลดลงตามอายุของแมลงที่เพิ่มขึ้น (Fig. 2) ดังนั้น การควบคุมการระบาดของแมลงดำหนามในสภาพแปลงนา ควรปฏิบัติตั้งแต่เริ่มพบประชากรตัวเต็มวัยแมลงดำหนามในแปลงนา เกินระดับเศรษฐกิจ หรือในช่วงแรกหลังตัวเต็มวัยฟักจากดักแด้ เพื่อลดความเสียหายที่อาจเกิดกับใบข้าว

นอกจากนี้ ตามรายงานการศึกษารูปแบบการระบาดของแมลงดำหนามในนาข้าวของ Chaiwong *et al.*

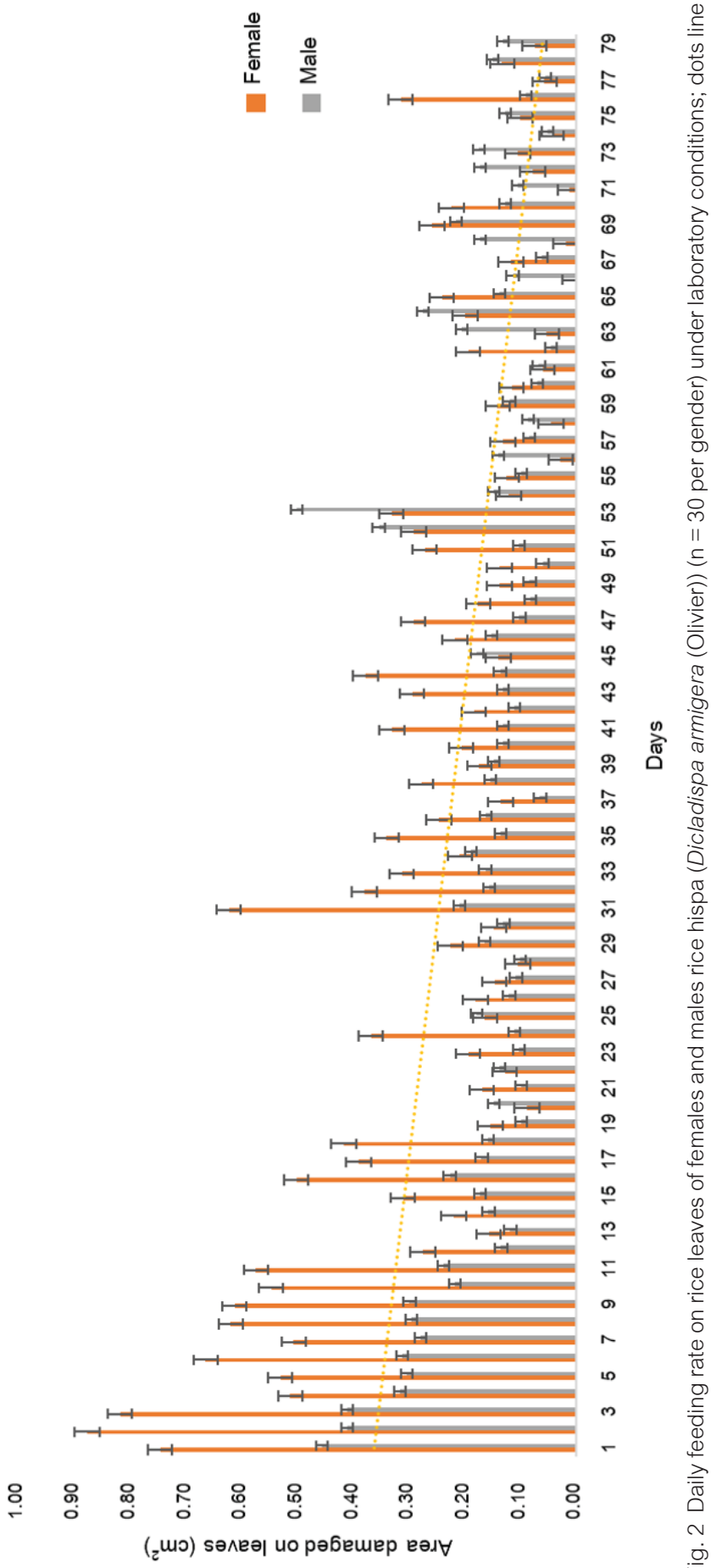

Fig. 2 Daily feeding rate on rice leaves of females and males rice hispa (*Dicladispa armigera* (Olivier)) (n = 30 per gender) under laboratory conditions; dots line indicates trend line of feeding areas by those insects from the first day after emerged to the end of life spans

(2019a; 2019b) ด้วยการสุ่มนับด้วยตาเปล่า (visual count) พบจำนวนตัวเต็มวัยของแมลงดำหนามประมาณ 2-3 ตัวต่อกอ (1 กอ เท่ากับ ข้าวประมาณ 10 ต้นชิดติดกัน) ในข้าวระยะแตกกอถึงแตกกอเต็มที่ในสภาพที่มีการระบาดรุนแรง ซึ่งเมื่อนำจำนวนตัวเต็มวัยที่พบในพื้นที่การระบาดมาเปรียบเทียบกับพื้นที่ความเสียหายของใบข้าวจากตัวเต็มวัยแมลงดำหนามในสภาพห้องปฏิบัติการที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ เพื่อคาดการณ์ความเสียหายของพื้นที่ใบในสภาพแปลงนา พบว่า มีความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับใบข้าวประมาณ 11.24-26.55 ตารางเซนติเมตรต่อกอ หรือประเมินเป็นพื้นที่ความเสียหายบนใบข้าวของต้นข้าว 1 กอ คิดเป็นร้อยละ 7.26-18.36 ซึ่งความสูญเสียดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อการสังเคราะห์แสงของใบข้าว และความแข็งแรงของต้นข้าวได้

2. ชนิดพืชอาศัยต่ออายุขัย และความสามารถในการวางไข่ของตัวเต็มวัยแมลงดำหนาม

2.1 ผลของชนิดพืชอาศัยต่ออายุขัยของแมลงดำหนาม ผลของพืชอาศัยหลัก (ข้าว) และพืชอาศัยอื่นในวงศ์หญ้า กก และทานตะวัน จำนวนทั้งสิ้น 13 ชนิด ต่อการดำรงชีวิตของตัวเต็มวัยแมลงดำหนามในสภาพห้องปฏิบัติการ พบว่า แมลงดำหนามที่ดำรงชีวิตด้วยการกินใบข้าว มีอายุขัยยาวนานกว่ากินพืชชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยเพศผู้และเพศเมียมีอายุขัยเฉลี่ย 40.28±2.64 และ 38.60±2.42 วัน ตามลำดับ รองลงมาคือ ใบข้าวโพด (เพศผู้: 12.24±1.23 วัน และเพศเมีย: 17.24±1.56 วัน) และหญ้าแพรก (เพศผู้: 11.96±0.96 วัน และเพศเมีย: 12.02±1.12 วัน) ส่วนการกินพืชอาหารชนิดอื่นๆ ได้แก่ หญ้าขันกาด (เพศผู้: 9.88±0.70 วัน และเพศเมีย: 10.42±0.95 วัน) หญ้าตีนนก (เพศผู้: 9.28±0.70 วัน และ

Table 2 Longevity and the fecundity of rice hispa (*Dicladispa armigera* (Olivier)) adults fed on the different plant species under laboratory conditions (temperature = 26±3 °C, relative humidity = 80-90%)

Plant species	Adult (mean±SE)		
	Longevity (days)		Fecundity
	Male	Female	(eggs per female)
Oryza sativa (positive control)	40.28±2.64 a[1)]	38.60±2.42 a	183.62±13.39 a
Zea mays	12.24±1.23 b	17.24±1.56 b	4.38±1.58 b
Cynodon dactylon	11.96±0.96 b	12.02±1.12 bc	0.04±0.03 b
Panicum repens	9.88±0.70 bc	10.42±0.95 c	0 b
Digitaria ciliaris	9.28±0.70 bcd	11.62±1.01 c	0 b
Dactyloctenium aegyptium	9.28±1.15 bcd	9.28±0.92 cde	0 b
Chloris barbata	8.22±0.57 bcde	9.50±0.52 cde	0 b
Cyperus rotundus	7.86±0.82 bcdef	10.88±1.03 cd	0 b
Brachiaria mutica	7.22±0.59 bcdef	11.70±0.77 bc	0 b
Cyperus difformis	5.62±0.31 cdef	6.90±0.46 cdef	0.04±0.03 b
Saccharum officinarum	5.08±0.29 cdef	5.38±0.29 def	0 b
Chrysopogon zizanioides	4.02±0.17 def	4.78±0.19 ef	0 b
Tridax procumbens	2.72±0.09 f	2.40±0.11 f	0 b
Starvation (negative control)	3.00±0.04 ef	2.88±0.05 f	0 b

Numbers of sample (n) = 50 adults in each tested

[1)] Means in the same column followed by different letters are significantly different ($p < 0.01$) by Tukey HSD

เพศเมีย: 11.62±1.01 วัน) หญ้าปากควาย (เพศผู้: 9.28±1.15 วัน และเพศเมีย: 9.28±0.92 วัน) หญ้ารังนก (เพศผู้: 8.22±0.57 วัน และเพศเมีย: 9.50±0.52 วัน) หญ้าขน (เพศผู้: 7.22±0.59 และเพศเมีย: 11.70±0.77 วัน) กกขนาก (เพศผู้: 5.62±0.31 วัน และเพศเมีย: 6.90±0.46 วัน) แห้วหมู (เพศผู้: 7.86±0.82 วัน และเพศเมีย: 10.88±1.03 วัน) ใบอ้อย (เพศผู้: 5.08±0.29 วัน และเพศเมีย: 5.38±0.29 วัน) และหญ้าแฝก (เพศผู้: 4.02±0.17 วัน และเพศเมีย: 4.78±0.19 วัน) พบว่า แมลงดำหนามมีอายุขัยไม่แตกต่างกันมากนัก อย่างไรก็ตาม แมลงดำหนามที่อดอาหาร (เพศผู้: 3.00±0.04 วัน และเพศเมีย: 2.88±0.05 วัน) มีอายุขัยมากกว่าแมลงดำหนามที่กินใบของต้นตีนตุ๊กแกเป็นอาหาร (เพศผู้: 2.72±0.09 วัน และเพศเมีย: 2.40±0.11 วัน) (Table 2)

ผลจากการทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ตัวเต็มวัยของแมลงดำหนามทั้งเพศผู้และเพศเมียที่กินพืชและวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในวงศ์หญ้าและกก มีอายุยาวนานกว่าการกินวัชพืชใบเลี้ยงคู่ในวงศ์ทานตะวัน สอดคล้องกับ Dutta and Hazarika (1995b) ได้รายงานผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการกิน (feeding preference) ของแมลงดำหนามต่อพืชชนิดต่างๆ ว่า แมลงดำหนามกินหรือทำความเสียหายแก่ใบพืชในวงศ์หญ้าได้มากกว่าพืชในวงศ์กก และวงศ์ผักปลาบ ดังนั้น จึงเป็นไปได้ว่าอายุขัยของแมลงดำหนามอาจแปรผันตามปริมาณการกิน รวมถึงคุณภาพของชนิดพืชที่เป็นอาหาร ซึ่ง Murphy (2005) รายงานว่าอายุของข้าวและชนิดของพืชอาศัย ส่งผลต่อปริมาณการกินใบข้าวของระยะตัวเต็มวัย และอัตราการรอดชีวิตของแมลงดำหนามในแต่ละระยะการเจริญเติบโต ถึงแม้ว่าแมลงดำหนามจะเป็นแมลงที่กินพืชได้หลากหลายชนิด แต่แมลงเหล่านี้จะเลือกกินพืชอาศัยเฉพาะแห่ง หรือเลือกจากองค์ประกอบทางชีวภาพที่เฉพาะเจาะจงของพืชที่อยู่ในวงศ์เดียวกันกับพืชอาศัยหลัก (Dutta and Hazarika, 1995b)

ลักษณะทางกายภาพของพื้นผิวใบของพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ความแตกต่างนี้สามารถส่งผลกระทบต่อการกินของแมลงศัตรูพืช เช่น ขนใบ (trichomes) ซึ่งช่วยเพิ่มความต้านทานของพืช ต่อการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช โดยจะทำหน้าที่เสมือนสิ่งกีดขวางที่คอยขัดขวางการกินของแมลงขนาดเล็ก นอกจากนี้ ความเหนียวของใบ หรือความแข็งแรงของผนังเซลล์พืช จะช่วยเพิ่มความต้านทานของพืชจากการทำลายจากแมลงจำพวกกัดกินใบและเจาะดูดน้ำเลี้ยง (Schoonhoven *et al*., 2005) ซึ่งลักษณะเหล่านี้พบได้ในพืชทดสอบของการทดลองนี้ ได้แก่ หญ้าขน และตีนตุ๊กแก ที่มีขนใบปกคลุมทั่วใบ หญ้าแฝกที่บริเวณขอบใบจะมีหนามละเอียดคล้ายฟันเลื่อยโดยเฉพาะที่โคนใบ เนื้อใบค่อนข้างเนียน มีไขเคลือบมาก (Chantarasa and Phatanapanitpong, 2018) และอ้อยที่มีเซลล์ผิวใบ (epidermis cells) ช่วยปกป้องเนื้อเยื่อใบจากการถูกทำลายและการสูญเสียน้ำ รวมทั้งเส้นใยต่างๆ ที่ช่วยคงรูปร่างและเพิ่มความแข็งแรงให้ใบ (Sandhu *et al*., 2019) จึงอาจเป็นอุปสรรคต่อการเข้าทำลายของแมลงดำหนาม ทำให้พืชเหล่านี้พบร่องรอยการกินของแมลงดำหนามน้อยกว่าพืชทดสอบชนิดอื่นๆ ซึ่งอุปสรรคเหล่านี้อาจทำให้แมลงดำหนามกินได้น้อยและเป็นผลให้อายุขัยสั้นลง (Fig. 3)

นอกจากนี้ สารประกอบทุติยภูมิที่สังเคราะห์ได้จากพืช (secondary plant substances) เช่น สารประกอบกลุ่มแอลคาลอยด์ (alkaloids) สารประกอบกลุ่มเทอร์พีนอยด์ (terpenoids) เป็นต้น จะทำให้พืชมีรสชาติขมและ/หรือสร้างสารพิษในพืช (Schoonhoven *et al*., 2005) ตามการรวบรวมข้อมูลของ Schoonhoven *et al.* (2005) ได้รายงานว่า พบสารประกอบทั้งสองกลุ่มนี้ในพืชชั้นสูงหรือพืชดอก โดยเฉพาะพืชในวงศ์ทานตะวัน ที่จะพบสารในกลุ่มเซสควิเทอร์พีน (sesquiterpenes) ซึ่งเป็นหนึ่งในกลุ่มเทอร์พีนอยด์ ที่มีกลิ่นหอม แต่บางชนิดมีรสชาติขมและเป็นพิษต่อแมลง สารประกอบต่างๆ เหล่านี้จึงอาจเป็นอีกหนึ่งสาเหตุที่ขัดขวางการดำรงชีวิต และทำให้แมลงดำหนามมีอายุขัยสั้นที่สุดในพืชตีนตุ๊กแก

2.2 ผลกระทบของชนิดพืชต่อการวางไข่ของแมลงดำหนามเพศเมีย ตลอดอายุขัยของแมลงดำหนามเพศเมียที่เลี้ยงด้วยพืชทดสอบทั้ง 13 ชนิดตลอดอายุขัย พบว่า เพศเมียเลือกวางไข่บนใบพืชเพียง 4 ชนิด โดยพบจำนวนไข่บนใบข้าว (183.62±13.39 ฟองต่อตัวเมีย 1 ตัว) มากกว่าพืชทดสอบทุกชนิด อย่างมีนัยสำคัญ รองลงมาคือ ใบข้าวโพด (4.38±1.58 ฟองต่อตัวเมีย 1 ตัว) หญ้าแพรก (0.04±0.03 ฟองต่อตัวเมีย 1 ตัว) และกกขนาก (0.04±0.03 ฟองต่อตัวเมีย 1 ตัว) ตามลำดับ (Table 2) เช่นเดียวกัน Razzaque and Karim (1989) พบว่า แมลงดำหนาม

Fig. 3 Damages by adults rice hispa (*Dicladispa armigera* (Olivier)) on the main host plant (A: *Oryza sativa*) and alternate host plants leaves (B: *Zea mays*; C: *Cynodon dactylon*; D: *Saccharum officinarum*; E: *Panicum repens*; F: *Brachiaria mutica*; G: *Chrysopogon zizanioides*; H: *Dactyloctenium aegyptium*; I: *Chloris barbata*; J: *Digitaria ciliaris*; K: *Cyperus difformis*; L: *Cyperus rotundus*; M: *Tridax procumbens*) under laboratory conditions (scale bar = 1 mm)

เพศเมียวางไข่บนใบข้าวจำนวนมาก แต่พบจำนวนน้อยบน หญ้าข้าวนก หญ้าตีนกา (*Eleusine indica*) หญ้าตีนนก หญ้านกสีชมพู แห้วหมู เป็นต้น นอกจากนี้ Murphy (2005) รายงานว่า จำนวนไข่และอัตราการฟักของหนอน พบมากที่สุดในข้าว รองลงมา คือ หญ้าถอดปล้อง (*Hymenachne acutigluma*) และหญ้าตีนนก ตามลำดับ

การเลือกวางไข่ของแมลงเพศเมีย คือ ช่วงเวลาสำคัญในการตัดสินใจว่าจะเลือกวางไข่บนพืชที่ลูกหลานมีโอกาสที่จะอยู่รอดต่อไปได้ ซึ่งพฤติกรรมการเลือกดังกล่าวขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้งทางกายภาพและชีวภาพที่รายรอบตัวแมลง โดยอาศัยระบบรับความรู้สึกของแมลง (sensory system) เช่น การมองเห็น การได้กลิ่น การสัมผัส เป็นต้น (Schoonhoven *et al*., 2005) อย่างไรก็ตาม พฤติกรรมการเลือกพืชเพื่อการวางไข่ของแมลงเพศเมีย มีหลายส่วนที่แตกต่างไปจากพฤติกรรมการเลือกพืชเพื่อเป็นอาหารของตัวอ่อนในรุ่นถัดไป ทำให้จำนวนชนิดของพืชที่ตัวอ่อนเลือกกินและดำรงชีวิตได้มีมากกว่าจำนวนชนิดของพืชที่แมลงเพศเมียยอมรับและพอใจที่จะวางไข่ ถึงอย่างนั้น ลูกหลานในรุ่นต่อไปก็ยังเติบโตได้ดีบนพืชที่ถูกเลือกโดยแม่ (Schoonhoven *et al*., 2005)

ดังนั้น พืชอาศัยอื่นทั้งในกลุ่มพืชไร่และวัชพืช อาจเป็นเพียงแหล่งอาหารทางเลือก (alternative food source) ให้กับแมลงดำหนามในระยะตัวเต็มวัย เพื่อให้อยู่รอดในช่วงที่ไม่มีพืชอาศัยหลัก และสามารถอยู่ข้ามฤดูได้ อีกทั้งตัวเต็มวัยสามารถอพยพเคลื่อนย้ายประชากรได้ อาจทำให้การระบาดเกิดอย่างรวดเร็วและมีพื้นที่นาเสียหายเป็นวงกว้าง จึงต้องเฝ้าระวังและกำจัดตัวเต็มวัยก่อนการผสมพันธุ์และวางไข่ นอกจากนี้ ระยะหนอนของแมลงดำหนามสามารถทำความเสียหายบนใบพืชได้เช่นเดียวกับระยะตัวเต็มวัย และเข้าสู่ระยะดักแด้อยู่ภายในใบพืช ดังนั้น ควรมีการศึกษาพฤติกรรมการกินและการอยู่รอดของแมลงดำหนามบนพืชอาศัยอื่นให้ครบทั้งวงจรชีวิต รวมทั้งควรมีการศึกษาการเข้าทำลายของแมลงดำหนามในข้าวพันธุ์อื่นๆ ที่เกษตรกรนิยมปลูกในพื้นที่ทำนาเขตชลประทาน เพื่อเป็นคำแนะนำให้แก่เกษตรกรในการเลือกปลูกพันธุ์ข้าว ที่สามารถลดความรุนแรงในการระบาดของแมลงชนิดนี้ต่อไป

สรุปผลการทดลอง

แมลงดำหนามมีพืชอาศัยหลัก คือ ข้าว แต่สามารถดำรงชีวิตได้ด้วยการกินพืชชนิดอื่นเป็นอาหาร จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า แมลงดำหนามเพศเมียสามารถทำความเสียหายต่อใบข้าวได้มากกว่าเพศผู้ และอัตราการกินมีแนวโน้มลดลงเมื่อตัวเต็มวัยมีอายุมากขึ้น นอกจากนี้ชนิดของพืชอาหารสามารถส่งผลต่ออายุขัยของแมลงดำหนามและความสามารถในการวางไข่ของแมลงดำหนามเพศเมีย โดยแมลงดำหนามทั้งเพศผู้และเพศเมียที่กินใบข้าวเป็นอาหาร จะมีอายุขัยยาวนานที่สุด และเพศเมียสามารถวางไข่ได้มากที่สุด รองลงมา คือ ข้าวโพด และหญ้าแพรก ส่วนพืชในวงศ์กก และทานตะวัน สามารถเป็นแหล่งอาหารทางเลือกให้แมลงดำหนามได้ แต่มีคุณภาพด้อยกว่าพืชในวงศ์เดียวกันกับพืชอาศัยหลัก ดังนั้น พืชอาศัยอื่นทั้งในกลุ่มพืชไร่และวัชพืช อาจเป็นเพียงแหล่งอาหารทางเลือก ให้กับแมลงดำหนามระยะตัวเต็มวัย เพื่อการอยู่รอดในช่วงที่ไม่มีพืชอาศัยหลัก และสามารถอยู่ข้ามฤดูได้ ดังนั้น หากเริ่มพบตัวเต็มวัยของแมลงดำหนามระบาดในแปลงนา ควรรีบทำการป้องกันกำจัดโดยเร็ว เพื่อลดความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับต้นข้าว รวมทั้งควรกำจัดวัชพืชที่เป็นพืชอาศัยอื่นของแมลงดำหนาม เพื่อป้องกันการอยู่ข้ามฤดูในช่วงพักนา

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการพิจารณางบประมาณจากเงินรายได้ จากการดำเนินงานวิจัยและส่งเสริมด้านข้าว กรมการข้าว ครั้งที่ 2 ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 และครั้งที่ 1 ปีงบประมาณ 2565 ภายใต้โครงการ การศึกษาชีววิทยา นิเวศวิทยา และการแพร่ระบาดของแมลงศัตรูข้าวชนิดใหม่ ที่มีแนวโน้มทำความเสียหายต่อผลผลิตข้าว ที่กรุณาช่วยสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัย อีกทั้งขอขอบพระคุณผู้บริหาร และนักวิชาการของศูนย์วิจัยข้าวพระนครศรีอยุธยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและอำนวยความสะดวกระหว่างการเก็บตัวอย่างแมลงดำหนาม

เอกสารอ้างอิง

Acharya, L.P. 1967. Life history, bionomics and morphology of the rice hispa, *Hispa armigera*

Olivier. M.Sc. (Ag.) thesis. University of Agriculture and Technology, Bhubaneswar, India.

Chaiwong, J., P. Thanikkul, P. Paoteerasarn and T. Khairak. 2019a. The study of partial life lable and outbreak pattern of rice hispa, *Dicladispa armigera* (Olivier) (Coleoptera: Chrysomelidae). pp. 90-105. *In*: Proceedings of the 36th Rice and Temperate Cereal Crops Annual Conference, 2019. May 12-15, 2019. Grand Fortune Hotel Nakhon Si Thammarat, Nakhon Si Thammarat province. (in Thai)

Chaiwong, J., P. Thanikkul, P. Paoteerasarn and T. Khairak. 2019b. Outbreak survillance of rice hispa and a tendency of causing rice crop losses. pp. 551-560. *In:* Proceedings of the 14th National Plant Protection Conference "Precision Agriculture Approaches to Thai Farming". November 12-14, 2019. Dusit Thani Hua Hin Hotel, Phetchaburi province. (in Thai)

Chantarasa, R. and P. Phatanapanitpong. 2018. One hundred benefits of vetiver grass: soil and water for product development. 3rd ed. Research Knowledge Management for Utilization Project, 2018. National Research Council Office in collaboration with Rajabhat Suan Sunandha University. Diwit Publishing, Bangkok. 91 p. (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 Eastern Limited, New Delhi, India. 779 p.

David, B.V. and T.N. Ananthakrishnan. 2004. General and Applied Entomology. Tata McGraw-Hill Education. 1184 p.

Deka, N. and L.K. Hazarika. 1997. Feeding behaviour and mouth parts of rice hispa, *Dicladispa armigera* (Coleoptera: Chrysomelidae). Annals of Agri Bio Research 2(1): 7-14.

Division of Rice Research and Development. 2019. Rice Pests and Control. 1st ed. Rice Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives. Art Qualify Company Limited, Bangkok. 220 p. (in Thai)

Dutta, B.C. and L.K. Hazarika. 1995a. Development of *Dicladispa armigera* (Olivier) on different host plants. Plant Health 1: 21-25.

Dutta, B.C. and L.K. Hazarika. 1995b. Feeding and oviposition preference of rice hispa, *Dicladispa armigera* (Oliver) (Coleoptera: Chrysomelidae) on some host plants. Journal of the Agricultural Science Society of North East India 8(1): 14-19.

Haque, S.S. 2020. Relationship between rice hispa, *Dicladispa armigera* (Oliver), damage and grain yield. M.Sc. (Ento.) thesis. Bangabandhu Shaikh Mujibur Rahman Agricultural University, Bangladesh. 56 p.

International Rice Research Newsletter (IRRN). 1979. International Rice Research Institute, Manila, Philippines. 4(2). 24 p.

Karim, A.N.M.R. 1986. The hispa episode. pp. 125-160. *In*: Bangladesh Rice Research Institute (ed.), Proceedings of the Workshop on Experiences with Modern Rice Cultivation in Bangladesh. April 5-7,1986. Bangladesh Rice Research Institute, Department of Agricultural Extension, Dhaka-1000, Bangladesh.

Murphy. S.T. 2005. Ecology and management of rice hispa (*Dicladispa armigera*) in Bangladesh. Crop Protection Programme, Final Technical Report No. 7891 (ZA 0445). Department for International Development, UK. 143 p.

Pathak, M.D. and Z.R. Khan. 1994. Insect Pests of Rice. International Rice Research Institute, Manila, Philippines. 89 p.

Piyapongkul, J. 2018. Assessment of leaf area or leaf area damaged by pests using digital image analysis with ImageJ software. pp. 60-80. *In*: Proceedings of Workshop on Rice Insect Pest Management Personnel, 2018. August 19-21, 2018. Muaklek Paradise Resort, Saraburi province. (in Thai)

Plantwise Knowledge Bank. 2019. Rice hispa (*Dicladispa armigera*). Available source: https://www.

plantwise.org/knowledgebank/datasheet.aspx?dsid=27270. (April 9, 2019)

Razzaque, Q.M.A. and A.N.M.R. Karim. 1989. Weed host of rice hispa *Dicladispa armigera* (Olivier) (Coleoptera: Hispidae). International Rice Research Newsletter 14(2): 36-37.

Ruay-aree, S. and R. Surakarn. 1999. Rice hispa, a rice pest found after heavy rains. Kasikorn 72(1): 17-21. (in Thai)

Sandhu, H.S., M.P. Singh, R.A. Gilbert and D.C. Odero. 2019. Sugarcane botany: a brief view. Department of Agriculture, UF/IFAS Extension Service, University of Florida. SS-AGR-234. 5 p.

San-oun, U. 2020. Structure and functions of flowering plants. Biology 3. Available source: http://sites.google.com/site/webkruyeayeajung/chiwwithya-3/hnwy-thi-1. (December 26, 2020) (in Thai)

Schoonhoven, L.M., J.J.A. van Loon and M. Dicke. 2005. Insect-Plant Biology. Oxford University Press, New York. 421 p.

Sen, P. and S. Chakravorty. 1970. Biology of hispa (*Dicladispa armigera*) (Coleoptera: Chrysomelidae). Indian Journal of Entomology 32: 123-126.

Shakir, M.M. and S. Ahmed. 2015. Incidence of rice hispa, *Dicladispa armigera* (Chrysomelidae: Coleoptera) on sugarcane crop and its chemical control. Journal of Agricultural Research 53(1): 49-61.

Sharma, P.K. and K.S. Verma. 2011. Record of new alternative hosts of rice hispa, *Dicladispa armigera* Oliver, from Himachal Pradesh (India). Pest science and management. International Rice Research Notes (0117-4185): 1-2.

Sharma, U. and A. Srivastava. 2018. Estimated of losses caused in paddy due to rice hispa, *Dicladispa armigera* (Oliver) (Coleoptera: Chrysomelidae). Current Science 115(8): 1556-1562.

Wangsilabat, P. 2002. Ecology of Brown Planthopper and Population Control. Entomology and Zoology Division, Department of Agriculture. The Agricultural Co-operative Federation of Thailand Publishing, Bangkok. 117 p. (in Thai)