บทที่ 3

ผลและวิจารณ์

1. การศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของแมลงตัวเบียน *H. varicornis*

แมลงตัวเบียน *H. varicornis* มีการเจริญเติบโตเป็นแบบ complete metamorphosis มีขั้นตอนการเจริญเติบโตจากไข่เจริญเป็นตัวหนอน จากนั้นหนอนเจริญต่อเป็นดักแแด้และเจริญเป็นตัวเต็มวัยในขั้นสุดท้าย ในช่วงของการเจริญเติบโตจากระยะตัวหนอนเพื่อเข้าสู่ระยะดักแด้นั้น พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของหนอนเพื่อเป็นดักแด้แต่ยังไม่ใช่ระยะดักแด้ที่สมบูรณ์ ซึ่งเรียกระยะนี้ว่าระยะก่อนเข้าดักแด้ (ตารางที่ 2 และ 3)

ตารางที่ 2 ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* ที่เลี้ยงบนหนอนชอนใบ *Liriomyza sativae* ในสภาพห้องปฏิบัติการ อุณหภูมิ 23-37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60-95 เปอร์เซ็นต์

ระยะการเจริญเติบโต	จำนวน (ตัว)	เฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (วัน)	พิสัย
ไข่	20	0.50 ± 0.00	0.5
หนอน	20	2.62 ± 0.22	2.5-3.0
หนอนระยะที่ 1	20	0.60 ± 0.20	0.5-1.0
หนอนระยะที่ 2	20	0.78 ± 0.26	0.5-1.0
หนอนระยะที่ 3	20	1.62 ± 0.22	1.5-2.0
ดักแด้	64	4.20 ± 0.49	3.5-6.0
เพศผู้	39	4.15 ± 0.48	3.5-6.0
เพศเมีย	25	4.28 ± 0.50	3.5-6.0
ไข่จนเป็นตัวเต็มวัย	64	7.20 ± 0.49	6.5-9.0
เพศผู้	39	7.15 ± 0.48	6.5-9.0
เพศเมีย	25	7.28 ± 0.50	6.5-8.5

ตารางที่ 3 ขนาดลำตัวและฟันของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* ในแต่ละระยะการเจริญเติบโต

ระยะการเจริญเติบโต	จำนวน (ตัว)	ความกว้าง (มม.) Mean ± SD	ความยาว (มม.) Mean ± SD	ฟันกว้าง (มม.) Mean ± SD
ไข่	20	0.10 ± 0.00	0.35 ± 0.02	-
หนอนระยะที่ 1	24	0.12 ± 0.02	0.42 ± 0.07	0.013 ± 0.001
หนอนระยะที่ 2	31	0.23 ± 0.06	0.80 ± 0.32	0.020 ± 0.002
หนอนระยะที่ 3	50	0.38 ± 0.08	1.54 ± 0.28	0.027 ± 0.001
ก่อนเข้าดักแด้	6	0.43 ± 0.12	1.39 ± 0.40	-
ดักแด้	29	0.40 ± 0.06	1.42 ± 0.20	-
ตัวเต็มวัยเพศผู้	20	0.23 ± 0.06	1.18 ± 0.30	-
ตัวเต็มวัยเพศเมีย	20	0.26 ± 0.06	1.40 ± 0.27	-

1.1 **วัฏจักรชีวิต**

ระยะไข่ (ภาพที่ 2) ไข่มีลักษณะยาวรี สีขาวขุ่น ผิวเรียบ มีขนาดความกว้าง 0.10 ± 0.00 มิลลิเมตร ยาว 0.35 ± 0.02 มิลลิเมตร ไข่ถูกวางเดี่ยว ๆ (single egg) ภายในรอยชอนของหนอนชอนใบบริเวณใกล้ ๆ ตัวหนอนชอนใบอยู่ หนอนชอนใบหนึ่งตัวอาจถูกแมลงตัวเบียนวางไข่ได้มากกว่าหนึ่งฟอง แต่จะมีไข่เพียงฟองเดียวเท่านั้นที่สามารถพัฒนาเจริญเป็นตัวหนอนได้ การเจริญจากไข่จนฟักออกเป็นตัวหนอนใช้เวลา 0.50 ± 0.00 วัน (n = 20)

ระยะหนอน ระยะหนอนของแมลงตัวเบียนใช้เวลาในการเจริญเติบโตเฉลี่ย 2.62 ± 0.22 วัน (n = 20) ระยะแรกนี้หากมองจากภายนอกอาจไม่เห็นความแตกต่างระหว่างระยะไข่กับระยะหนอน แต่เมื่อสังเกตอวัยวะภายในพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น โดยมีการพัฒนาฟันและมองเห็นอวัยวะภายในลำตัวของหนอนชัดเจนและมีสีเข้มมากขึ้น เมื่อหนอนเริ่มเคลื่อนไหวก็จะเคลื่อนที่ไปตามรอยชอนของหนอนชอนใบจนกระทั่งพบหนอนชอนใบที่ถูกตัวเต็มวัยของแมลงตัวเบียนใช้อวัยวะวางไข่แทงจนเป็นอัมพาตไม่สามารถเคลื่อนที่ต่อไปได้ จากนั้นหนอนของแมลงตัวเบียนจะเกาะและกัดกินอยู่ภายนอกตัวของหนอนชอนใบ ดังนั้นแมลงตัวเบียนชนิดนี้จึงจัดเป็นแมลงตัว

เบียนภายนอก (ectoparasitoid) ของหนอนชอนใบ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bordat และคณะ (1995) ที่ทำการศึกษาบนหนอนชอนใบ *L. trifolii* และ Saito และคณะ (1997) ทำการศึกษาบนหนอนชอนใบ *L. trifolii* กับ *L. bryoniae* พบว่าแมลงตัวเบียน *H. varicornis* เป็นแมลงตัวเบียนภายนอกระยะหนอนเช่นเดียวกัน แต่ขัดแย้งกับการศึกษาของ Kumar และคณะ (1998) ซึ่งรายงานว่า แมลงตัวเบียน *H. varicornis* เป็นแมลงตัวเบียนภายในระยะหนอนของหนอนชอนใบ *L. trifolii*

จากการศึกษาพบว่าสามารถแบ่งระยะการเจริญของหนอนแมลงตัวเบียน *H. varicornis* ได้เป็น 3 ระยะ โดยดูจากลักษณะของฟันคือ

หนอนระยะที่ 1 (ภาพที่ 3) ตัวหนอนมีขนาดเล็กมาก ลำตัวมีสีขาวใสแบ่งเป็นปล้องไม่ชัดเจน มีขนาดลำตัวกว้าง 0.12 ± 0.02 มิลลิเมตร ยาว 0.42 ± 0.07 มิลลิเมตร (n = 24) เมื่อฟักจากไข่แล้วจะเริ่มเคลื่อนที่ไปตามรอยชอนของหนอนชอนใบจนกระทั่งพบหนอนชอนใบก็จะเกาะที่บริเวณผิวนอกของหนอนชอนใบเพื่อกัดกินหนอนชอนใบต่อไป การกัดกินทำโดยใช้ฟันที่มีลักษณะคล้ายตะขอโค้งงอทั้งข้างซ้ายและขวาตัดเนื้อเยื่อของหนอนชอนใบสลับกัน หนอนระยะที่ 1 นี้บริเวณฐานของฟันมีลักษณะเชื่อมต่อกันได้ (ภาพที่ 4) ขนาดของฟันแต่ละข้างมีขนาดกว้าง 0.013 ± 0.001 มิลลิเมตร (n = 24) หนอนระยะนี้ใช้เวลาในการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.60 ± 0.20 วัน (n = 20)

หนอนระยะที่ 2 (ภาพที่ 5) หนอนมีขนาดลำตัวใหญ่ขึ้นมีขนาดลำตัวกว้าง 0.23 ± 0.06 มิลลิเมตร ยาว 0.80 ± 0.32 มิลลิเมตร (n = 31) หนอนของแมลงตัวเบียนยังคงเกาะกัดกินหนอนชอนใบอยู่เช่นเดิม ซึ่งส่วนใหญ่แล้วยังเกาะติดแน่นบริเวณด้านข้างลำตัวของหนอนชอนใบ ลำตัวหนอนแมลงตัวเบียนมีลักษณะใสแต่อวัยวะภายมองเห็นเป็นสีน้ำตาล ฟันมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปจากหนอนระยะที่ 1 คือจะไม่โค้งงอเป็นตะขอแต่มีลักษณะหักศอกตรงประมาณ 90 องศาและมีขนาดใหญ่ขึ้น (ภาพที่ 6) ฟันของหนอนมีขนาดกว้าง 0.020 ± 0.002 มิลลิเมตร (n = 31) หนอนระยะนี้ใช้เวลาในการเจริญเติบโตเฉลี่ย 0.78 ± 0.26 วัน (n = 20)

หนอนระยะที่ 3 (ภาพที่ 7) หนอนมีขนาดลำตัวใหญ่ขึ้นกว่าเดิมมีขนาดลำตัวกว้าง 0.38 ± 0.08 มิลลิเมตร ยาว 1.54 ± 0.28 มิลลิเมตร (n = 50) หนอนยังคงเกาะกินหนอนชอนใบอยู่ ซึ่งหนอนของแมลงตัวเบียนระยะนี้เมื่อโตเต็มที่อาจมีขนาดลำตัวเท่ากับหนอนชอนใบ อวัยวะภายในมีสีน้ำตาลมากขึ้น ฟันของหนอนระยะที่ 3 มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับหนอนระยะที่ 2 แต่มีขนาดที่ใหญ่กว่า (ภาพที่ 8) ซึ่งมีขนาดกว้าง 0.027 ± 0.001 มิลลิเมตร (n = 50) เมื่อหนอนของแมลงตัวเบียนกัดกินหนอนชอนใบหมดอาจมีการเคลื่อนที่ไปในรอยชอนบริเวณใกล้เคียงอีกเล็กน้อย หลัง

จากนั้นจะหยุดการเคลื่อนที่เพื่อเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นดักแด้ต่อไป หนอนระยะนี้ใช้เวลาในการเจริญเติบโตเฉลี่ย 1.62 ± 0.22 วัน (n = 20)

ในขณะที่การศึกษาของ Bordat และคณะ (1995) รายงานว่าพบระยะหนอนของแมลงตัวเบียนเพียง 2 ระยะเท่านั้น ส่วนการศึกษาของ Kumar และคณะ (1998) รายงานว่าพบระยะหนอนของแมลงตัวเบียนถึง 4 ระยะด้วยกัน และการพัฒนาการเจริญเติบโตในระยะหนอนทั้งหมดใช้เวลาประมาณ 4-5 วัน

ระยะก่อนเข้าดักแด้ (ภาพที่ 9) หนอนเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเพื่อเข้าสู่ระยะดักแด้ โดยที่บริเวณลำตัวของหนอนจะเริ่มคอดเว้าเป็นรูปร่างของส่วนหัวและท้องแต่ยังไม่พัฒนาอย่างชัดเจน ระยางค์ส่วนต่าง ๆ ยังไม่พัฒนา ขนาดของลำตัวยังมีขนาดใกล้เคียงกับหนอนระยะที่ 3 คือมีขนาดลำตัวกว้าง 0.43 ± 0.12 มิลลิเมตร ยาว 1.39 ± 0.40 มิลลิเมตร (n = 6) ช่วงระยะเวลาในการพัฒนาตัวจะสั้นมากน้อยกว่า 12 ชั่วโมง จากนั้นจะเข้าสู่ระยะดักแด้ทันที

ระยะดักแด้ (ภาพที่ 10) ดักแด้ของแมลงตัวเบียนจะอยู่ภายในรอยชอนของหนอนชอนใบบนใบพืชตลอดเวลาจนกว่าจะเจริญเป็นตัวเต็มวัยจึงออกมาจากรอยชอน ดักแด้มีลักษณะแบบ exarate เมื่อเข้าสู่ระยะดักแด้ใหม่ ๆ ดักแด้มีลักษณะสีขาวใส มีขนาดลำตัวกว้าง 0.40 ± 0.06 มิลลิเมตร ยาว 1.42 ± 0.20 มิลลิเมตร (n = 29) สีของลำตัวจะเข้มขึ้นเรื่อย ๆ ตามระยะเวลาการเจริญเติบโตจนกลายเป็นสีดำและตาจะเปลี่ยนเป็นสีแดง ระยะดักแด้ใช้เวลา 4.20 ± 0.49 วัน หลังจากนั้นจึงเจริญเป็นตัวเต็มวัย ดักแด้ของแมลงตัวเบียนเพศผู้ใช้เวลาในการพัฒนา 4.15 ± 0.48 วัน ส่วนเพศเมียใช้เวลา 4.28 ± 0.50 วัน และโดยส่วนใหญ่แล้วดักแด้ของแมลงตัวเบียนจะเจริญออกมาเป็นตัวเต็มวัยในช่วงเช้าถึงเที่ยงโดยกัดรอยชอนของหนอนชอนใบออกมา

จากการศึกษาครั้งนี้เมื่อรวมระยะเวลาในการเจริญเติบโตจากไข่จนเป็นตัวเต็มวัยของแมลงตัวเบียน *H. varicornis* พบว่าใช้เวลาเฉลี่ย 7.20 ± 0.49 วัน (n = 64) โดยที่เพศผู้ใช้เวลา 7.15 ± 0.48 วัน (n = 39) ส่วนเพศเมียใช้เวลา 7.28 ± 0.50 วัน (n = 25) จากการศึกษาของ Saito และคณะ (1997) บนหนอนชอนใบ *L. trifolii* และ *L. bryoniae* ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส รายงานว่าแมลงตัวเบียน *H. varicornis* เพศผู้และเพศเมียใช้เวลาในการพัฒนาการเจริญเติบโตจากไข่จนเป็นตัวเต็มวัย 8.6 และ 8.8 วัน บนหนอนชอนใบ *L. trifolii* และใช้เวลา 8.8 และ 9.0 วัน บนหนอนชอนใบ *L. bryoniae* ตามลำดับ ซึ่งเมื่อพิจารณาจากการศึกษาครั้งนี้กับการศึกษาของ Saito และคณะ ทำให้สันนิษฐานได้ว่าระยะเวลาในการเจริญเติบโตของแมลงตัวเบียน

H. varicornis นั้นน่าจะขึ้นอยู่กับชนิดของตัวให้อาศัยและระดับของอุณหภูมิ ซึ่งมีผลทำให้ระยะเวลาในการพัฒนาการเจริญเติบโตของแมลงตัวเบียนมีความแตกต่างกัน

ตัวเต็มวัย (ภาพที่ 11) ตัวเต็มวัยของแมลงตัวเบียนมีลักษณะสีเหลือบเขียวดำ รูปร่างมีขนาดไม่แน่นอน โดยส่วนใหญ่แล้วเพศผู้มีขนาดที่เล็กกว่าเพศเมีย เพศผู้มีขนาดลำตัวยาว 1.18 $\pm$ 0.30 มิลลิเมตร อกกว้าง 0.23 $\pm$ 0.06 มิลลิเมตร (n = 20) เพศเมียมีขนาดลำตัวยาว 1.40 $\pm$ 0.27 มิลลิเมตร อกกว้าง 0.26 $\pm$ 0.06 มิลลิเมตร (n = 20) สามารถแยกความแตกต่างระหว่างเพศผู้และเพศเมียได้อย่างชัดเจนโดยสังเกตจากลักษณะของหนวด ซึ่งเพศผู้มีลักษณะหนวดแบบแตกกิ่ง (pectinate) มีกิ่งแยกออกมา 3 กิ่ง ส่วนเพศเมียมีหนวดแบบงอหักศอก (geniculate) เป็นเส้นตรงเพียงเส้นเดียวไม่แตกกิ่ง ตัวเต็มวัยทั้งเพศผู้และเพศเมียตามีสีแดง ขามีสีขาวขุ่น ปีกมีลักษณะบางใสไม่มีเส้นปีก ภายในปีกมีขนขนาดเล็กอยู่ เพศเมียมีอวัยวะวางไข่ทอดยาวอยู่ใต้บริเวณส่วนท้องขนานกับลำตัว อวัยวะวางไข่นอกจากมีไว้สำหรับการวางไข่แล้วยังใช้สำหรับแทงหนอนชอนใบให้เป็นอัมพาตเพื่อกินของเหลวภายในตัวหนอนอีกด้วย

จากการสังเกตพบว่าตัวเต็มวัยของแมลงตัวเบียน *H. varicornis* หลังจากฟักออกจากดักแด้แล้วสามารถผสมพันธุ์ได้ภายใน 24 ชั่วโมง โดยตัวเต็มวัยเพศผู้สามารถผสมพันธุ์กับเพศเมียได้หลายตัว ส่วนเพศเมียที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้วนั้นไม่ค่อยยอมรับการผสมพันธุ์อีกครั้งและพยายามหลบหลีกตลอดเวลา เพศเมียที่ได้รับการผสมพันธุ์สามารถให้ลูกเจริญออกมาได้ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ส่วนเพศเมียที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์จะให้ลูกที่เจริญเป็นเพศผู้เท่านั้น

แมลงตัวเบียน *H. varicornis* เพศเมียเมื่อฟักออกมาจากดักแด้ใหม่ ๆ เมื่อผ่าท้องดูรังไข่พบว่ามีการสร้างไข่ขึ้นมาพร้อมด้วยเช่นกัน แต่ไข่ยังมีปริมาณไม่มากนักและยังไม่มีความสมบูรณ์เต็มที่พร้อมที่จะวาง (ภาพที่ 12) แมลงตัวเบียนเพศเมียจะกินของเหลวภายในตัวหนอนชอนใบเพื่อนำสารอาหารที่ได้ไปใช้สำหรับการพัฒนาไข่ให้สมบูรณ์ ซึ่งแมลงตัวเบียนเพศเมียเท่านั้นที่จะกินหนอนชอนใบ ส่วนแมลงตัวเบียนเพศผู้จะไม่กินหนอนชอนใบแต่ได้รับสารอาหารจากการกินน้ำหวานที่เตรียมไว้ให้เท่านั้น ซึ่งโดยส่วนใหญ่ตัวเต็มวัยของแมลงตัวเบียนชนิดต่าง ๆ ในอันดับ Hymenoptera มีความต้องการอาหารเพื่อนำไปใช้สำหรับการพัฒนาการสืบพันธุ์ และโดยปกติแล้วอาหารของแมลงตัวเบียนจะได้จากน้ำหวาน (nectar) หรือเกสรดอกไม้ (pollen) (van Emden, 1962; van den Bosch and Telford, 1964) เมื่อตัวเต็มวัยของแมลงตัวเบียนได้กินน้ำหวานแล้วจะทำให้มีอายุยืนยาวขึ้น การให้ลูกมีมากขึ้นและอัตราในการเข้าทำลายตัวให้อาศัยก็มี

มากขึ้นด้วยเมื่อเปรียบเทียบกับแมลงตัวเบียนที่ไม่ได้กินน้ำหวาน (Syme, 1975; Foster and Ruesink, 1984)

แมลงตัวเบียน *H. varicornis* เพศเมียสามารถค้นหาหนอนชอนใบได้โดยการใช้หนวดสัมผัสลงไปตามรอยชอนของหนอนชอนใบบนใบพืชและใช้หนวดสัมผัสตามรอยชอนไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบที่อยู่ของหนอนชอนใบ ซึ่งวิธีการนี้เรียกว่า drumming (Vet and van Alphen, 1985) และบางครั้งพบว่าแมลงตัวเบียนชนิดนี้สามารถค้นหาและพบหนอนชอนใบได้จากฝั่งตรงข้ามกับรอยชอนโดยการใช้หนวดสัมผัสเช่นกัน ซึ่งการค้นหาหนอนชอนใบนั้นก็เพื่อเป็นการหาแหล่งอาหารสำหรับการกินและเป็นที่สำหรับวางไข่ของแมลงตัวเบียน จากการสังเกตพบว่าแมลงตัวเบียนเพศเมียสามารถกินระยะหนอนของหนอนชอนใบได้ทุกระยะ แต่ระยะหนอนที่แมลงตัวเบียนเพศเมียใช้วางไข่นั้นสามารถใช้ได้ในบางระยะเท่านั้น ซึ่งแมลงตัวเบียน *H. varicornis* เพศเมียสามารถเลือกระยะของหนอนชอนใบที่เหมาะสมต่อการวางไข่ได้ โดยการใช้อวัยวะวางไข่แทงเข้าไปที่บริเวณตัวหนอนชอนใบอาศัยอยู่เพื่อตรวจสอบขนาดว่าเหมาะสมต่อการวางไข่หรือไม่ ซึ่งถ้าไม่เหมาะสมแมลงตัวเบียนก็จะไม่มีการวางไข่ Vinson (1984) และ Vet และ Groenewold (1990) กล่าวว่าแมลงศัตรูธรรมชาติสามารถที่จะค้นหาแมลงศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ ได้ โดยแมลงศัตรูธรรมชาติใช้ semiochemical เป็นสื่อชักนำในการค้นหา ซึ่งสารเคมีเหล่านี้อาจมาจากพืชอาหาร ศัตรูพืช หรือแมลงศัตรูธรรมชาติเอง สารเคมีเหล่านี้จัดเป็นสารเคมีระยะไกล เมื่อแมลงตัวเบียนพบที่อยู่ของตัวให้อาศัยแล้วก็จะใช้กลิ่นของสารเคมีระยะใกล้หรือสารเคมีที่เกิดจากการสัมผัส เพื่อบอกตำแหน่งและความเหมาะสมของตัวให้อาศัยที่จะใช้เป็นอาหารของลูกต่อไป (Dicke *et al.*, 1985) ซึ่งแมลงตัวเบียนจะทำการสำรวจตัวให้อาศัยและทดลองเจาะด้วยอวัยวะวางไข่ แล้วจึงยอมรับตัวให้อาศัยนั้น (Vinson, 1976; 1984)

การกินของเหลวภายในตัวหนอนชอนใบของแมลงตัวเบียน *H. varicornis* เพศเมียนั้นจะใช้อวัยวะวางไข่แทงลงไปบนใบพืชที่มีหนอนชอนใบอาศัยอยู่ (ภาพที่ 13) ซึ่งเมื่อหนอนชอนใบถูกแทงจะพยายามเคลื่อนที่หนี แมลงตัวเบียนก็จะตอบโต้โดยแทงอวัยวะวางไข่ลงไปทั้งบริเวณส่วนหัวและท้ายของหนอนชอนใบเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่หนี และในระหว่างการรอให้หนอนชอนใบหยุดการเคลื่อนที่ แมลงตัวเบียนจะใช้ขาถูกับหนวด ปีก และใช้ขามาถูกันจนครบทุกขา ซึ่งการแสดงพฤติกรรมเหล่านี้เรียกว่า preening (Matthews and Matthews, 1978) หลังจากนั้นแมลงตัวเบียนจะใช้อวัยวะวางไข่แทงลงไปบนตัวหนอนชอนใบอีกครั้ง ซึ่งครั้งนี้จะแทงอวัยวะวางไข่ลึกเข้าไปภายในตัวหนอนเพื่อให้ของเหลวภายในตัวหนอนไหลซึมออกมา (ภาพที่ 14) จากนั้นแมลงตัวเบียนจะกินของเหลวที่ไหลออกมาจนหมด (ภาพที่ 15) เมื่อของเหลวภายในตัวหนอนชอนใบ

ไหลออกมาน้อยหรือหยุดไหล แมลงตัวเบียนจะใช้อวัยวะวางไข่แทงซ้ำลงไปที่หนอนชอนใบอีกครั้ง จนกระทั่งมีของเหลวไหลซึมออกมาอีกก็จะทำการกินต่อจนของเหลวภายในตัวหนอนหมด (ภาพที่ 16) ซึ่งถ้าปริมาณความต้องการอาหารยังไม่เพียงพอ แมลงตัวเบียนจะเคลื่อนที่ไปหาหนอนชอนใบตัวอื่นเพื่อทำการกินต่อไป การกินตัวให้อาศัยของแมลงตัวเบียนเพศเมียก็เพื่อนำโปรตีนที่ได้ไปใช้สำหรับการสร้างไข่ (Bartlett, 1964; Jervis and Kidd, 1986) ในแมลงตัวเบียนบางชนิดการกินตัวให้อาศัยเป็นสาเหตุทำให้ตัวให้อาศัยตาย ซึ่งการทำให้ตัวให้อาศัยตายนั้นจะทำให้สภาพไม่เหมาะสมสำหรับการวางไข่ของแมลงตัวเบียน (van Alphen and Jervis, 1996)

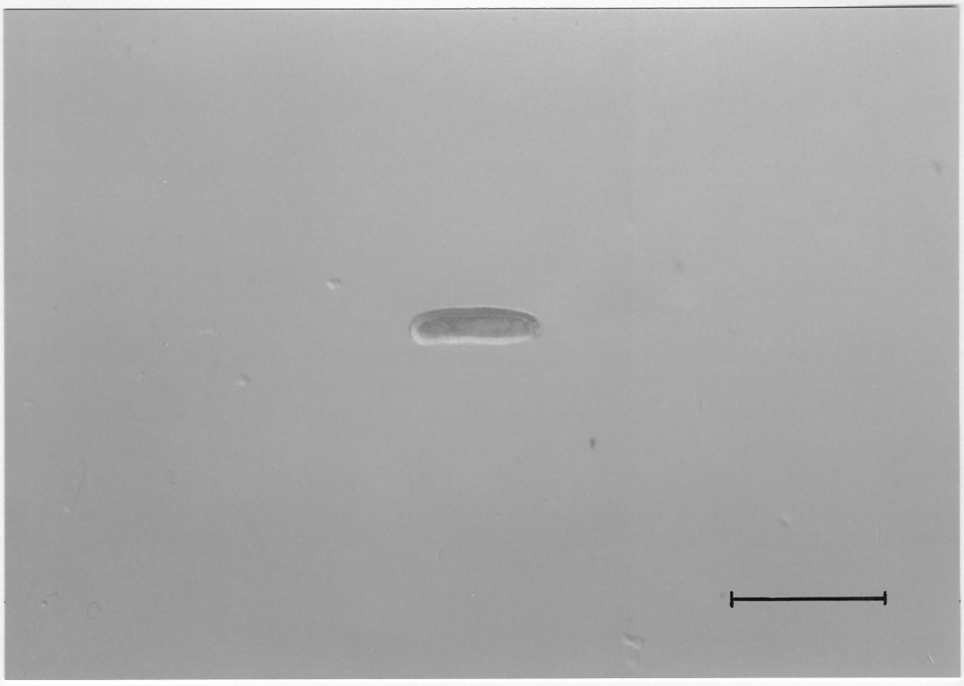
การวางไข่ของแมลงตัวเบียน *H. varicornis* มีลักษณะคล้ายกับการค้นหาหนอนชอนใบเพื่อกินของเหลวภายใน โดยใช้อวัยวะวางไข่แทงลงไปที่ตัวหนอนชอนใบ เมื่อหนอนชอนใบหยุดการเคลื่อนที่แล้วแมลงตัวเบียนเพศเมียจะวางไข่ลงไปในบริเวณใกล้ ๆ กับที่ที่หนอนชอนใบหยุดอยู่ การแทงอวัยวะวางไข่ลงไปที่ตัวของหนอนชอนใบเพื่อการวางไข่นั้นจะไม่ทำให้หนอนชอนใบตายในทันทีแต่จะทำให้หนอนหยุดการเคลื่อนที่เท่านั้น ซึ่งจากการสังเกตพบว่าหลังจากที่หนอนชอนใบถูกแทงแล้วประมาณ 30 นาที หนอนชอนใบก็อาจจะมีการเคลื่อนที่และกัดกินใบพืชต่อไปได้อีก การเคลื่อนที่และการกินอาหารจะดำเนินต่อไปอีกประมาณ 2-4 ชั่วโมง จากนั้นก็จะหยุดกิจกรรมทั้งหมด หนอนหยุดการเคลื่อนที่คล้ายกับเป็นอัมพาตแต่ยังไม่ตาย อวัยวะภายในของหนอนยังเคลื่อนไหวอยู่ เมื่อไข่ของแมลงตัวเบียนพัฒนาเป็นตัวหนอนแล้ว หนอนของแมลงตัวเบียนก็จะเคลื่อนที่ตามรอยชอนของหนอนชอนใบจนพบหนอนชอนใบที่เป็นอัมพาตอยู่ จากนั้นก็จะเกาะและกัดกินเป็นอาหาร และพบว่าแมลงตัวเบียน *H. varicornis* จะไม่วางไข่ลงบนหนอนชอนใบที่ถูกกินของเหลวภายในจนหมดแล้ว

การหยุดการเคลื่อนที่ของหนอนชอนใบหลังจากถูกแทงด้วยอวัยวะวางไข่ของแมลงตัวเบียน *H. varicornis* อาจเนื่องมาจากการได้รับสารพิษ (venom) ของแมลงตัวเบียนที่ปล่อยออกมา ซึ่ง Doutt (1964) กล่าวว่าแมลงตัวเบียนหลายชนิดในอันดับ Hymenoptera จะมีการฉีดสารพิษเข้าไปในตัวให้อาศัยทำให้เกิดการหยุดการเคลื่อนที่เป็นอัมพาตแล้วจึงวางไข่ อย่างไรก็ตามไม่ใช่แมลงตัวเบียนในอันดับ Hymenoptera ทั้งหมดที่จะฆ่าหรือทำให้ตัวให้อาศัยเป็นอัมพาตก่อนที่จะวางไข่ แมลงตัวเบียนบางชนิดพบว่าจะไม่มีการฉีดสารพิษเข้าไปในตัวให้อาศัยเลยก่อนการวางไข่ แต่โดยส่วนใหญ่แล้วการฆ่าหรือการทำให้ตัวให้อาศัยเป็นอัมพาตก่อนการวางไข่จะทำให้ตัวให้อาศัยมีสภาพเหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นตัวอ่อนของแมลงตัวเบียน การแสดงอาการของตัวให้อาศัยเมื่อได้รับสารพิษอาจเกิดขึ้นได้ทันที เช่น ในผีเสื้อ *Perisirola emigrata* Roh. หรือการแสดงอาการอาจปรากฏช้าหลายนาที เช่น ใน *Phytomyza atricornis* เมื่อถูกแทงโดยแมลงตัวเบียน

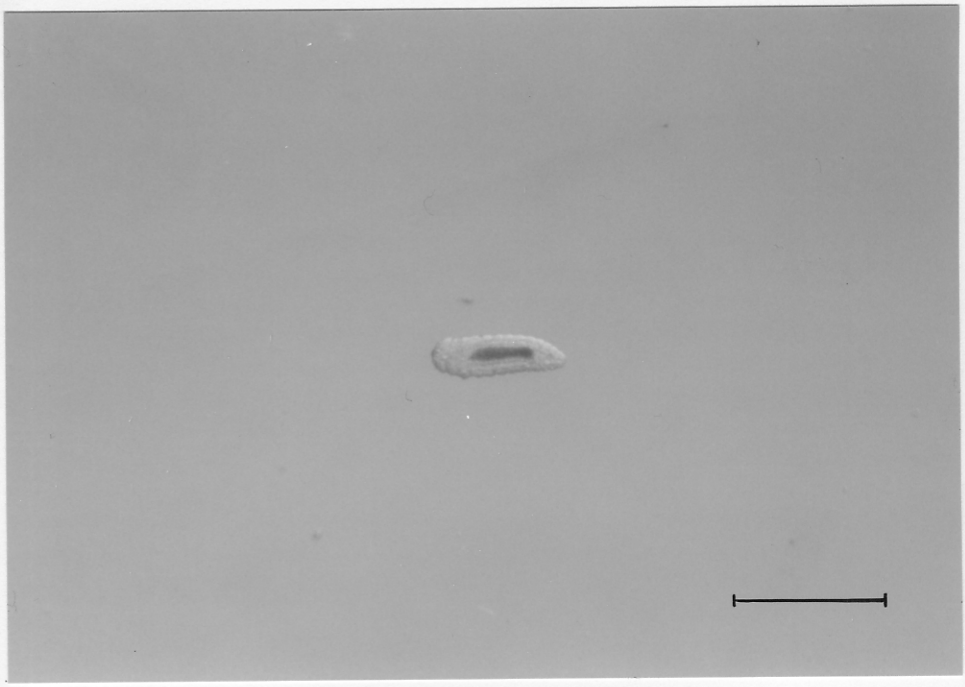
Solenotus begini แมลงตัวเบียนบางชนิดการทำให้ตัวให้อาศัยเป็นอัมพาตจะเกิดขึ้นอย่างถาวร ในขณะที่แมลงตัวเบียนบางชนิดการเป็นอัมพาตของตัวให้อาศัยจะเกิดขึ้นเพียงชั่วคราวเท่านั้น หลังจากนั้นตัวให้อาศัยก็จะฟื้นและมีกิจกรรมเป็นปกติเช่นเดิม

ในบางครั้งพบว่าแมลงตัวเบียน *H. varicornis* มีการวางไข่ลงไปใกล้ ๆ กับหนอนชอนใบตัวที่ถูกเบียนแล้วซ้ำกันหลายครั้ง (superparasitism) (ภาพที่ 17) ซึ่งสาเหตุอาจเนื่องมาจากแมลงตัวเบียนไม่สามารถแยกได้ว่าหนอนชอนใบตัวใดถูกวางไข่แล้ว หรืออาจเกิดจากปริมาณของหนอนชอนใบมีน้อยเกินไปทำให้มีหนอนชอนใบไม่เพียงพอต่อการวางไข่ของแมลงตัวเบียนจึงทำให้เกิดการวางไข่ซ้ำกันเกิดขึ้น ดังที่ Waage (1986) ได้กล่าวว่าการเบียนซ้ำของแมลงตัวเบียนที่เกิดจากตัวเองหรือเกิดจากแมลงตัวเบียนตัวอื่น ๆ นั้น จะเกิดขึ้นเมื่อจำนวนตัวให้อาศัยที่ยังไม่ถูกเบียนเริ่มมีจำนวนน้อยลง และถ้าให้แมลงตัวเบียนเลือกเบียนซ้ำระหว่างตัวให้อาศัยที่ถูกเบียนโดยตัวมันเองแล้วกับตัวให้อาศัยที่ถูกแมลงตัวเบียนตัวอื่นเบียนพบว่าแมลงตัวเบียนเลือกที่จะเบียนซ้ำลงบนตัวให้อาศัยที่ถูกแมลงตัวอื่นเบียนแล้วมากกว่า โดยปกติในธรรมชาติการเบียนซ้ำสามารถเกิดขึ้นได้เช่นกัน ซึ่งจะพบเมื่อมีความหนาแน่นของแมลงตัวเบียนอยู่ในระดับสูง (van Alphen and Vet, 1986) การสำรวจและการทดลองเจาะตัวให้อาศัยของแมลงตัวเบียนนั้นทำให้แมลงตัวเบียนสามารถแยกตัวให้อาศัยที่เป็นปกติออกจากพวกที่ถูกเบียนแล้วได้ ซึ่งจัดเป็นพฤติกรรมที่เป็นคุณสมบัติของแมลงตัวเบียนโดยทั่วไป (Doutt, 1959; van Lenteren, 1981) แต่แมลงตัวเบียนบางชนิดก็ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างนี้ได้

การทำลายหนอนชอนใบของแมลงตัวเบียน *H. varicornis* ซึ่งเป็นสาเหตุให้หนอนชอนใบตายนั้นนอกเหนือจากการวางไข่และการกินของเหลวภายในแล้ว ยังมีอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้หนอนชอนใบตายเนื่องจากการกระทำของแมลงตัวเบียนคือ แมลงตัวเบียนใช้อวัยวะวางไข่แทงลงไปที่ตัวหนอนชอนใบทำให้หนอนชอนใบเป็นอัมพาตเคลื่อนที่ต่อไปไม่ได้โดยปราศจากการวางไข่หรือการกินของแมลงตัวเบียน (ภาพที่ 18) ซึ่งทำให้หนอนชอนใบไม่เจริญต่อไปเป็นตัวเต็มวัยและตายในที่สุด จากการสังเกตพบว่าหนอนชอนใบที่ตายด้วยสาเหตุนี้มีปริมาณไม่มากนัก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Bordat และคณะ (1995) รายงานว่าในบางครั้งแมลงตัวเบียน *H. varicornis* เพศเมียค้นหาหนอนชอนใบที่ถูกแทงจนเป็นอัมพาตแล้วไม่พบ ทำให้แมลงตัวเบียนไม่สามารถวางไข่ลงไปบนตัวหนอนชอนใบที่เป็นอัมพาตแล้วนั้นได้ จึงเป็นสาเหตุทำให้หนอนชอนใบ *L. trifolii* ตาย ซึ่งพบว่ามีการตายประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์

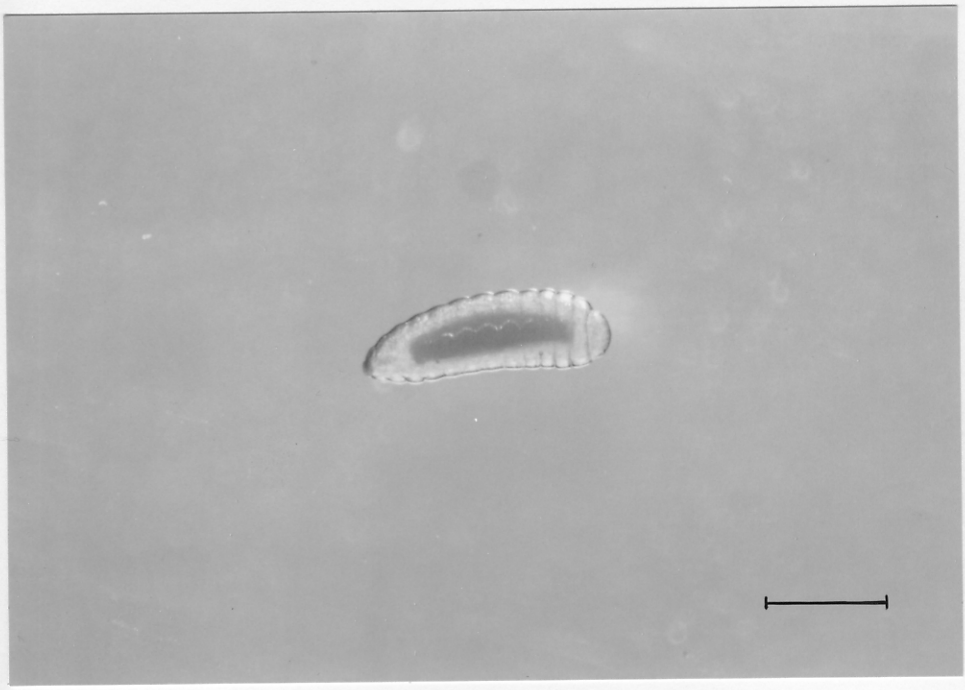


ภาพที่ 2 ลักษณะไข่ของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis*
มาตราส่วนเท่ากับ 0.40 มิลลิเมตร

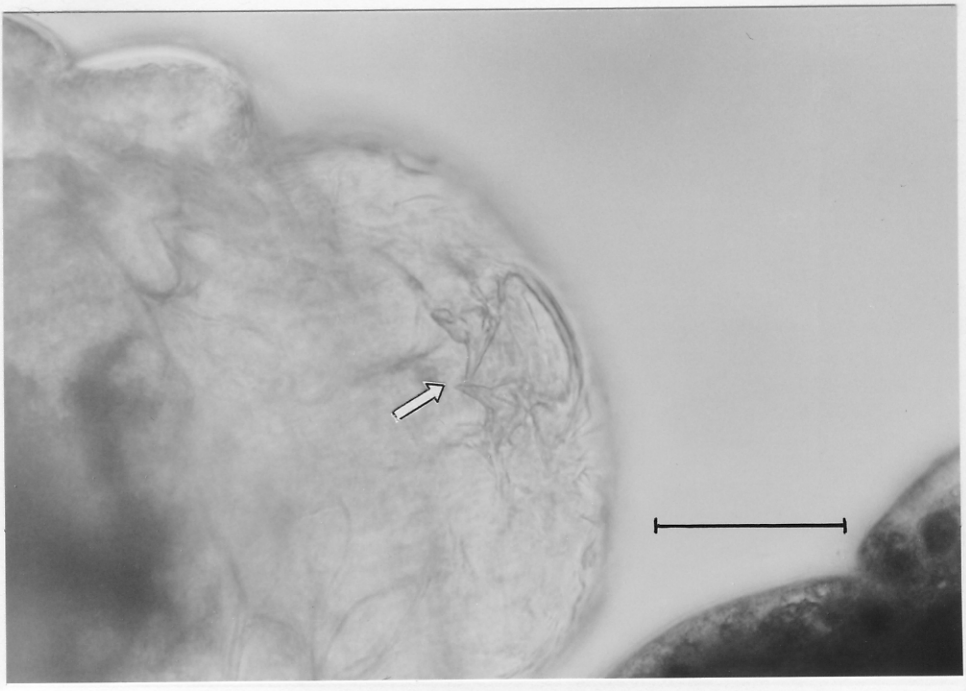


ภาพที่ 3 ลักษณะหนอนระยะที่ 1 ของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis*
มาตราส่วนเท่ากับ 0.40 มิลลิเมตร

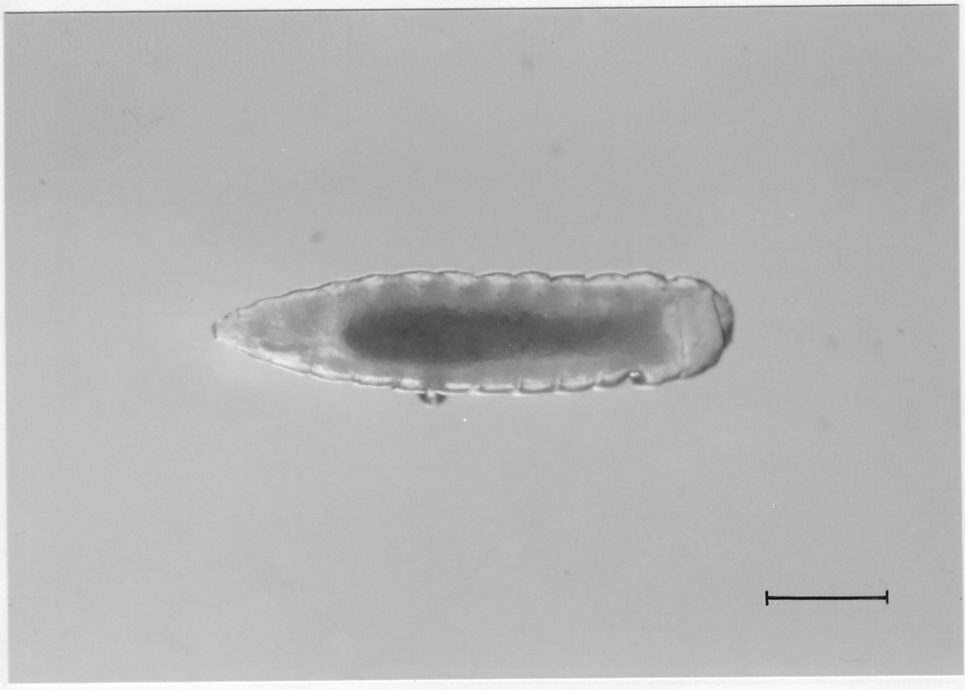
ภาพที่ 4 ลักษณะฟันหนอนระยะที่ 1 ของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* มาตราส่วนเท่ากับ 0.05 มิลลิเมตร



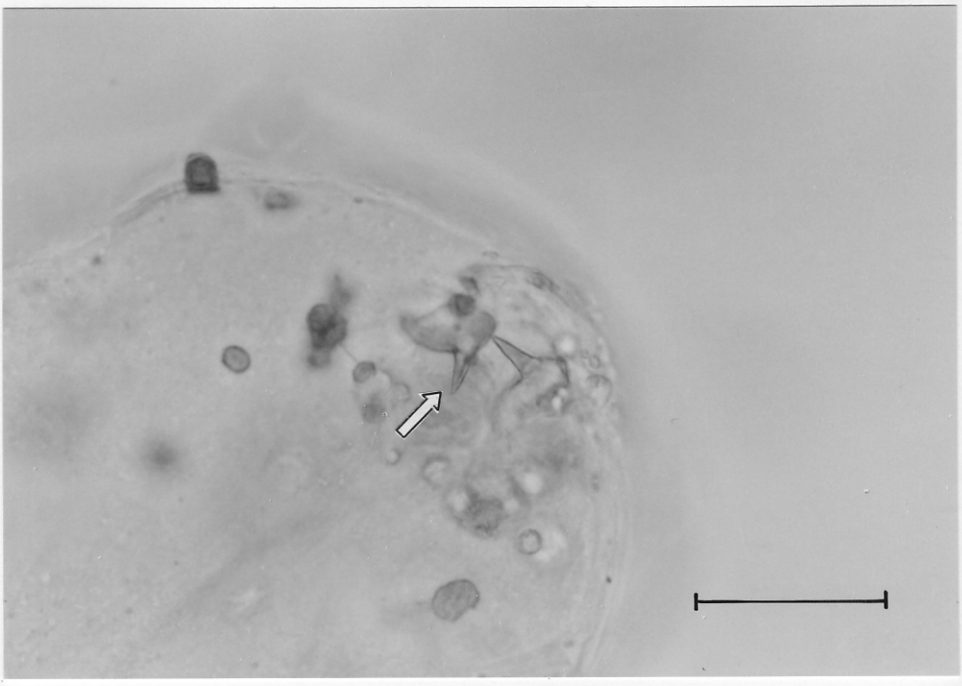
ภาพที่ 5 ลักษณะหนอนระยะที่ 2 ของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* มาตราส่วนเท่ากับ 0.40 มิลลิเมตร



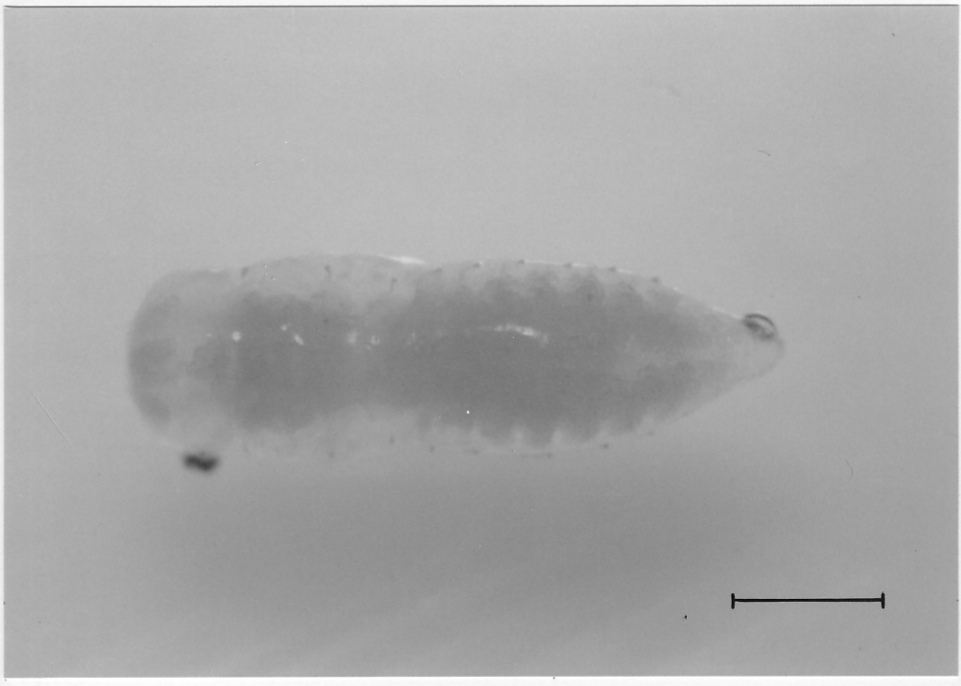
ภาพที่ 6 ลักษณะฟันหนอนระยะที่ 2 ของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* มาตราส่วนเท่ากับ 0.05 มิลลิเมตร



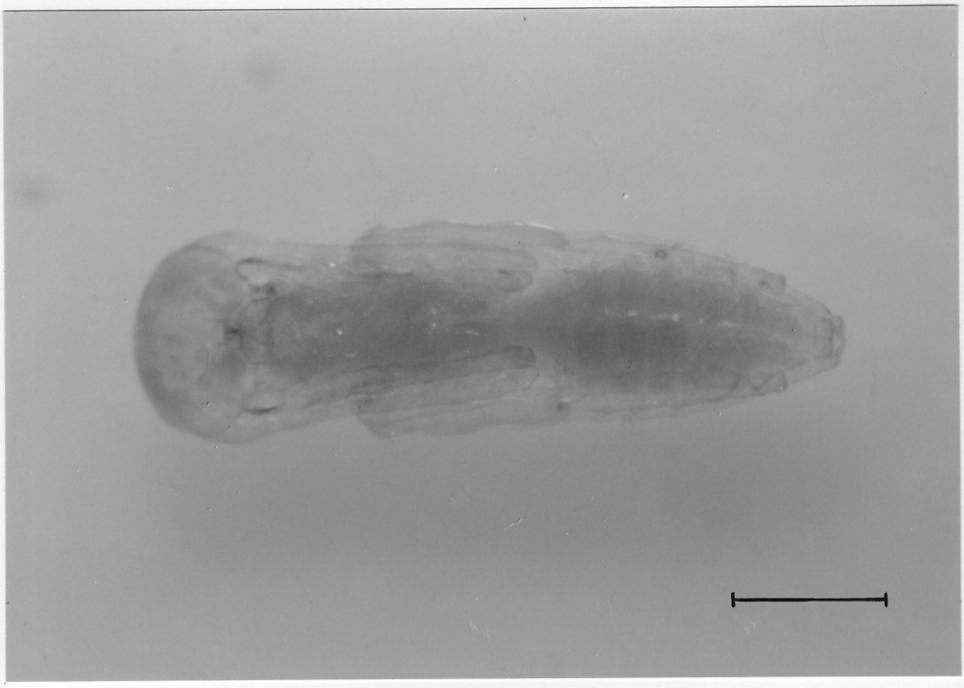
ภาพที่ 7 ลักษณะหนอนระยะที่ 3 ของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* มาตราส่วนเท่ากับ 0.40 มิลลิเมตร



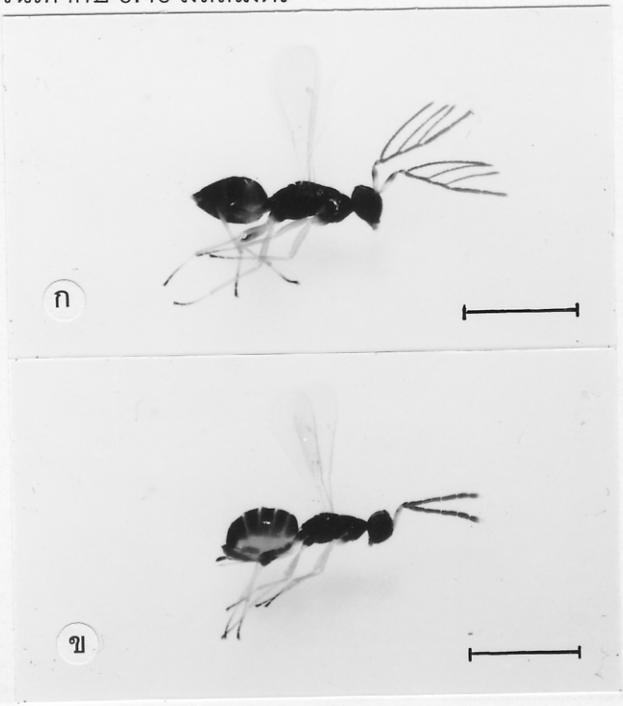
ภาพที่ 8 ลักษณะฟันหนอนระยะที่ 3 ของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* มาตราส่วนเท่ากับ 0.05 มิลลิเมตร



ภาพที่ 9 ลักษณะระยะก่อนเข้าดักแด้ของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* มาตราส่วนเท่ากับ 0.40 มิลลิเมตร



ภาพที่ 10 ลักษณะดักแด้ของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* มาตราส่วนเท่ากับ 0.40 มิลลิเมตร



ภาพที่ 11 ตัวเต็มวัยแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis*
ก. เพศผู้ ข. เพศเมีย มาตราส่วนเท่ากับ 1.00 มิลลิเมตร

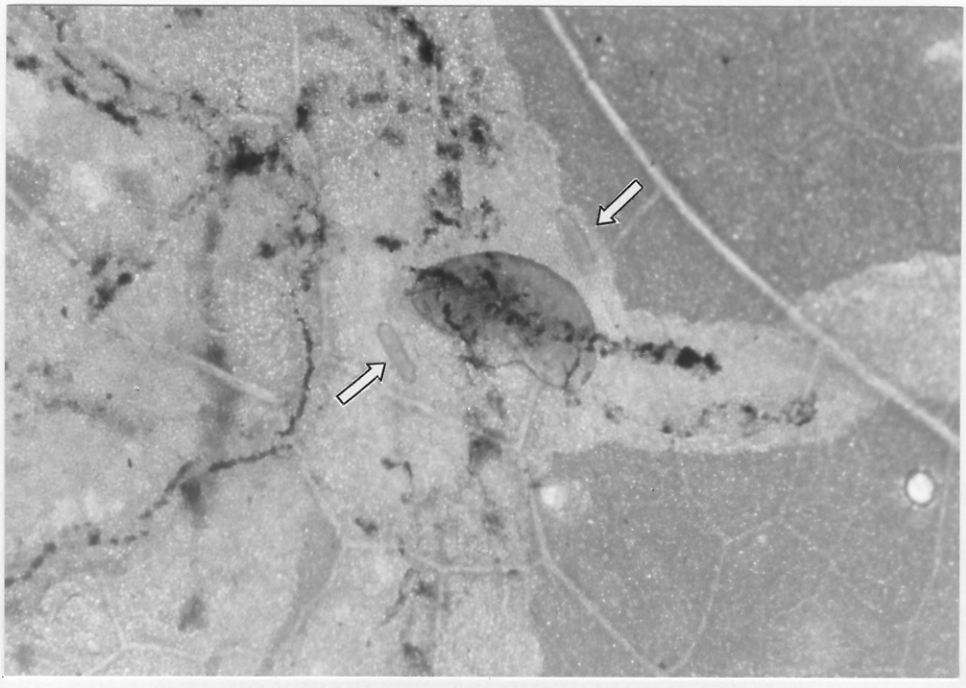
ภาพที่ 12 ลักษณะรังไข่ของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* หลังจากเพิ่งฟักออกจากดักแด้ มาตราส่วนเท่ากับ 0.10 มิลลิเมตร

ภาพที่ 13 ลักษณะการแทงอวัยวะวางไข่ลงบนตัวหนอนชอนใบของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* เพื่อกินโดยการซับเลียของเหลวภายในตัวหนอนชอนใบที่ไหลซึมออกมา

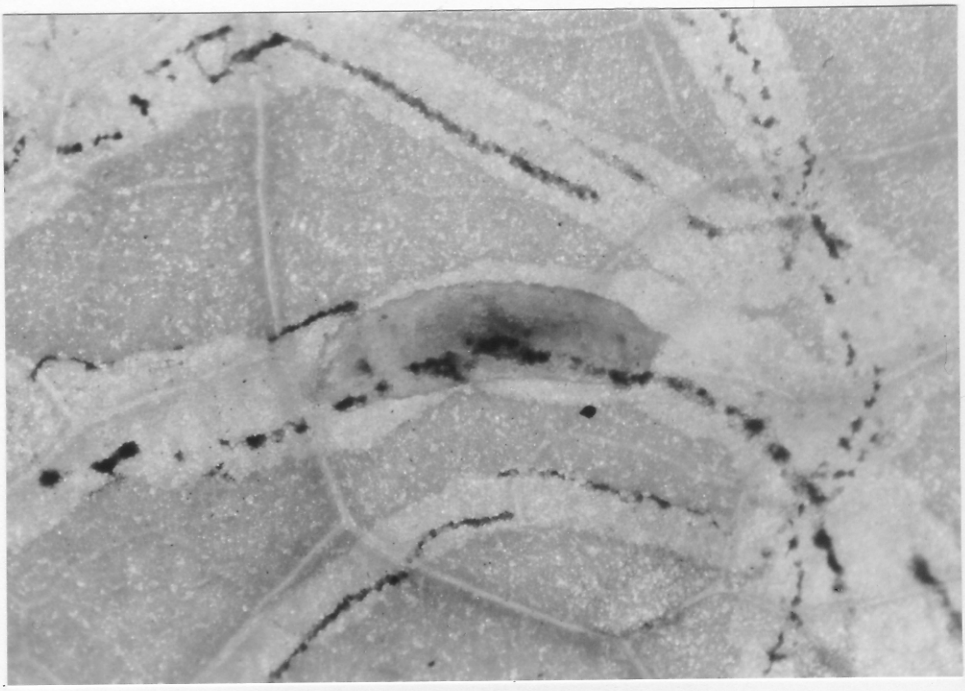
ภาพที่ 14 ของเหลวภายในตัวหนอนชอนใบที่ไหลซึมออกมา เนื่องจากถูกอวัยวะวางไข่ของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* แทง

ภาพที่ 15 แมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* กำลังกินโดยการซับเลียของเหลวภายในที่ไหลซึมออกมาจากตัวหนอนชอนใบ

ภาพที่ 16 ลักษณะของหนอนชอนใบที่ถูกกินของเหลวภายในตัวจนหมด



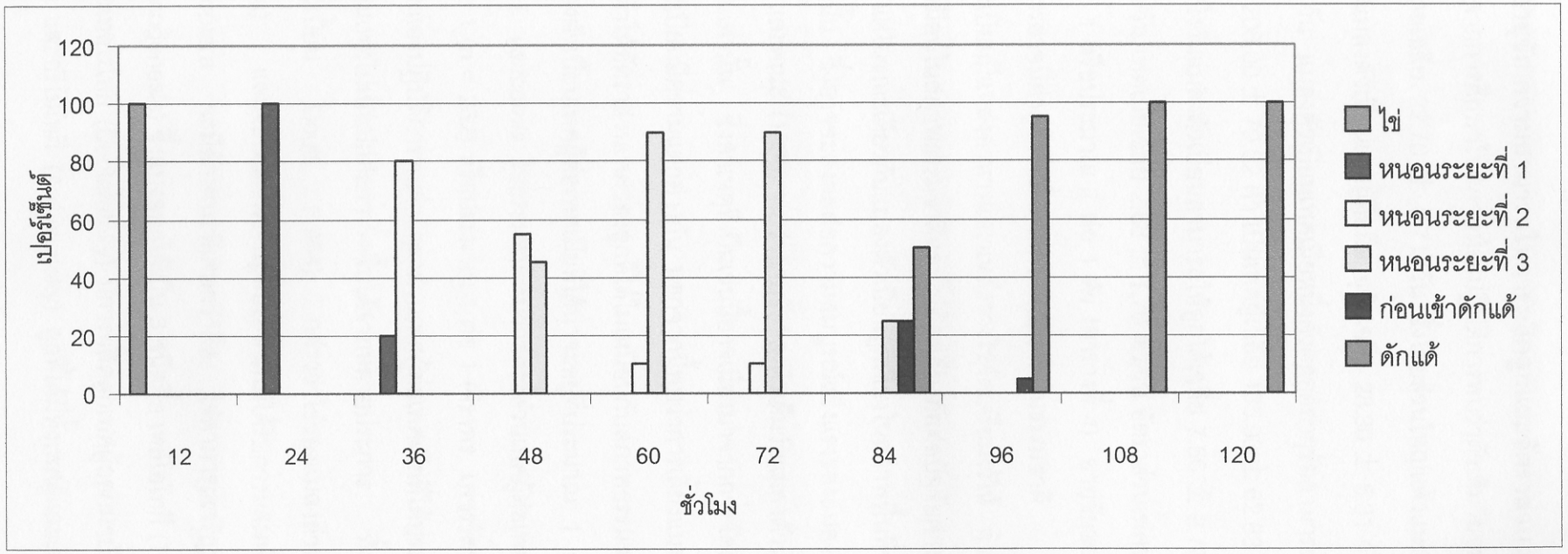
ภาพที่ 17 หนอนชอนใบที่ถูกวางไข่ซ้ำโดยแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis*



ภาพที่ 18 ลักษณะหนอนชอนใบที่ถูกแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* ใช้อวัยวะวางไข่แทงจนเป็นอัมพาตโดยปราศจากการวางไข่หรือการกิน

จากการสุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบระยะเวลาในการพัฒนาการเจริญเติบโตของแมลงตัวเบียน *H. varicornis* จำนวน 20 ตัว ทุก ๆ 12 ชั่วโมง (ภาพที่ 19) พบว่าหลังจากให้แมลงตัวเบียนวางไข่ลงในหนอนชอนใบบนใบพืชแล้ว 12 ชั่วโมง เมื่อตรวจสอบจะพบระยะไข่ของแมลงตัวเบียนทั้งหมด 100 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 24 ชั่วโมง ไข่ของแมลงตัวเบียนจะพัฒนาเป็นหนอนระยะที่ 1 ทั้งหมด 100 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 36 ชั่วโมง พบว่ามีหนอนระยะที่ 1 เหลืออยู่เพียง 20 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ส่วนอีก 80 เปอร์เซ็นต์พัฒนาไปเป็นหนอนระยะที่ 2 ที่เวลา 48 ชั่วโมง พบว่ามีหนอนระยะที่ 2 อยู่ 55 เปอร์เซ็นต์และเป็นหนอนระยะที่ 3 อีก 45 เปอร์เซ็นต์ ที่เวลา 60 และ 72 ชั่วโมง พบว่าเหลือหนอนระยะที่ 2 อยู่เพียง 10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ส่วนอีก 90 เปอร์เซ็นต์เป็นหนอนระยะที่ 3 ที่เวลา 84 ชั่วโมง พบว่าเหลือหนอนระยะที่ 3 อยู่เพียง 25 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ในขณะที่อีก 25 เปอร์เซ็นต์พัฒนาเป็นระยะก่อนเข้าดักแด้ ส่วนที่เหลืออีก 50 เปอร์เซ็นต์พัฒนาไปเป็นระยะดักแด้ ที่เวลา 96 ชั่วโมง พบว่าไม่เหลือระยะหนอนของแมลงตัวเบียนจะพบเพียงแต่ระยะก่อนเข้าดักแด้ของแมลงตัวเบียนเท่านั้น ซึ่งเหลืออยู่เพียง 5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนระยะดักแด้จะพบมากถึง 95 เปอร์เซ็นต์ และที่เวลา 108 และ 120 ชั่วโมง พบว่าแมลงตัวเบียนเข้าสู่ระยะดักแด้ทั้งหมด 100 เปอร์เซ็นต์จากตัวอย่างที่สุ่ม

การศึกษานี้ทำให้ทราบได้ว่าหลังจากแมลงตัวเบียนวางไข่แล้วประมาณ 96 ชั่วโมง ลูกของแมลงตัวเบียนส่วนใหญ่จะเจริญเติบโตเป็นดักแด้ ซึ่งถ้าต้องการเก็บรวบรวมดักแด้ของแมลงตัวเบียนควรที่จะเริ่มเก็บนับตั้งแต่ชั่วโมงนี้เป็นต้นไป



ภาพที่ 19 ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis*

1.2 อายุขัย ความสามารถในการผลิตลูกและอัตราส่วนเพศลูกที่ได้ของแมลงตัวเบียน

จากการศึกษาในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่าตัวเต็มวัยของแมลงตัวเบียน *H. varicornis* มีอายุขัยโดยเฉลี่ย 22.70 ± 8.71 วัน ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วแมลงตัวเบียนเพศเมียจะมีอายุขัยยาวนานกว่าแมลงตัวเบียนเพศผู้คือมีอายุขัยเฉลี่ย 28.30 ± 5.31 วัน ส่วนเพศผู้มีอายุขัยเฉลี่ย 17.10 ± 7.89 วัน แมลงตัวเบียนเพศเมียหนึ่งตัวตลอดอายุขัยสามารถให้ลูกที่เจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้เฉลี่ย 206.00 ± 79.32 ตัว เป็นเพศผู้เฉลี่ย 135.90 ± 62.83 ตัว เพศเมียเฉลี่ย 70.10 ± 39.22 ตัว ในหนึ่งวันแมลงตัวเบียนสามารถให้ลูกได้เฉลี่ย 7.56 ± 2.73 ตัว แยกเป็นเพศผู้เฉลี่ย 4.88 ± 1.79 ตัว/วัน เพศเมียเฉลี่ย 2.68 ± 1.76 ตัว/วัน อัตราส่วนเพศของลูกที่ได้เพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1.94 ต่อ 1 หรือประมาณ 2 ต่อ 1 ตัว (ตารางที่ 4) อายุขัยของแมลงตัวเบียนที่พบในสภาพห้องปฏิบัติการอาจมีค่าสูงหรือต่ำกว่าความเป็นจริงในธรรมชาติ เนื่องจากในสภาพห้องปฏิบัติการแมลงตัวเบียนมีแหล่งอาหารและแหล่งวางไข่จัดเตรียมไว้ให้ ทำให้แมลงตัวเบียนไม่ต้องออกไปค้นหาเองเหมือนในสภาพธรรมชาติและไม่ต้องเสี่ยงภัยต่อปัจจัยต่าง ๆ ที่อาจทำให้แมลงตัวเบียนเสียชีวิตได้ แต่ในขณะเดียวกันแมลงตัวเบียนถูกเลี้ยงในสภาพพื้นที่จำกัดทำให้มีการเคลื่อนที่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งอาจจะส่งผลต่อความสมบูรณ์แข็งแรงของแมลงตัวเบียนได้ จากการศึกษาของ Kumar และคณะ (1998) พบว่าอายุขัยของตัวเต็มวัยแมลงตัวเบียน *H. varicornis* ใช้เวลาเพียง 7-8 วันเท่านั้น ซึ่งสาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากการจัดสภาพในการเลี้ยงและให้อาหารแก่แมลงตัวเบียนมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้พบว่าการเลี้ยงแมลงตัวเบียนในสภาพห้องปฏิบัติการยังมีผลทำให้อัตราส่วนเพศของลูกที่ได้ไม่เหมือนกับสภาพธรรมชาติ ซึ่งโดยปกติแล้วอัตราส่วนเพศของแมลงตัวเบียนเพศผู้ต่อเพศเมียที่ได้น่าจะอยู่ที่ประมาณ 1 ต่อ 1 แต่จากการสำรวจแมลงตัวเบียน *H. varicornis* ในธรรมชาติพบว่าอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียของแมลงตัวเบียนที่ได้เท่ากับ 1.21 ต่อ 1 (n = 252) หรือประมาณ 1 ต่อ 1 (จิราพร เพชรรัตน์, ติดต่อส่วนตัว) แต่จากการเลี้ยงในสภาพห้องปฏิบัติการพบว่าอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียที่ได้ประมาณ 2 ต่อ 1 สาเหตุที่ทำให้อัตราส่วนเพศไม่เป็นปกติอาจเกิดขึ้นได้จากหลายประการ ทั้งปัจจัยภายนอกและภายในตัวของแมลงตัวเบียน Doutt (1964) กล่าวว่าไข่ของแมลงส่วนใหญ่จะมีการแบ่งตัวแบบไมโอซิส (meiosis) และจะไม่มีการเจริญต่อไปหากไม่ได้รับการผสมพันธุ์ แต่แมลงตัวเบียนในอันดับ Hymenoptera จะมีลักษณะพิเศษกว่าคือ ไข่สามารถเจริญต่อไปได้หากไม่ได้รับการผสมพันธุ์ (parthenogenesis) ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ เทลีโอโทกี (Thelyotoky) ลูกที่ได้เป็นเพศเมียทั้งหมด ดิวเทอโรโทกี (Deuterotoky) มีการผลิตลูกเพศผู้ออกมาบ้างเล็กน้อย แต่ลูกส่วนใหญ่จะเป็นเพศเมีย และอริโนโทกี (Arrhenotoky) ลูกที่ได้มีทั้งเพศผู้และเพศเมีย Flander (1939) อ้างโดย

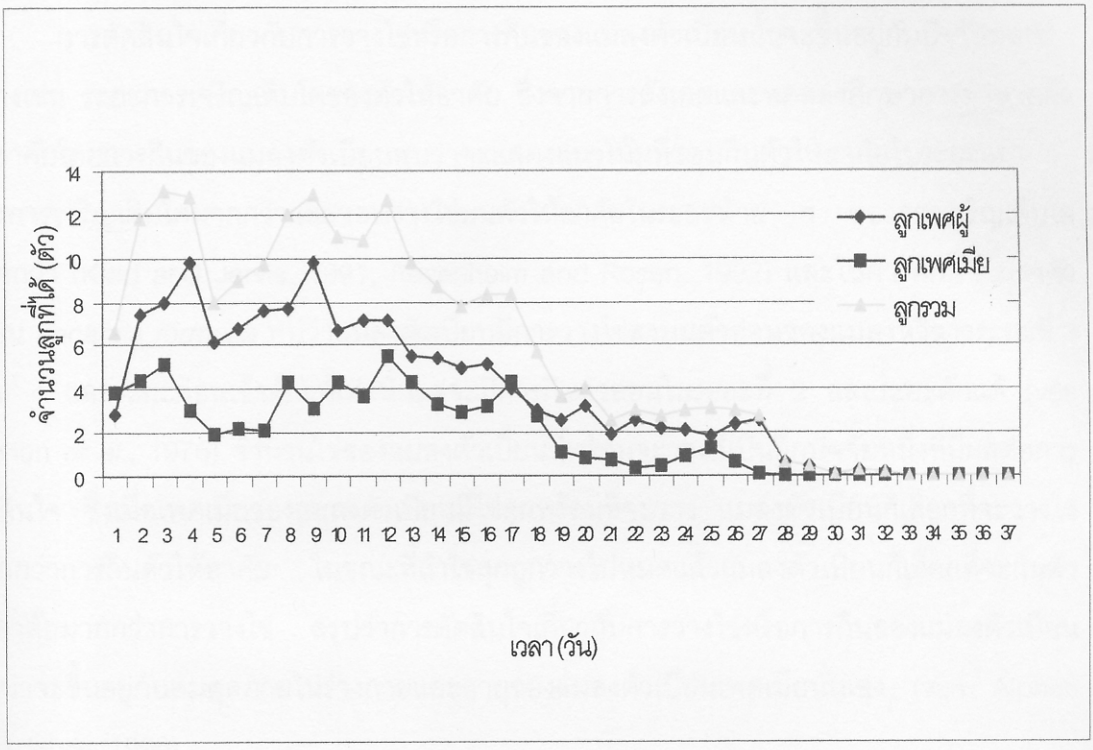
Doutt (1964) กล่าวว่าแมลงตัวเบียนจะสามารถกำหนดเพศของไข่ได้ในระหว่างที่มีการวางไข่ ซึ่งเมื่อไข่มีการเคลื่อนที่ผ่านลงมาตามท่อนำไข่ หากมีการกระตุ้นที่เหมาะสมอวัยวะเก็บสเปอร์มก็จะปล่อยสเปอร์มออกมาผสมกับไข่ ไข่ก็จะเปลี่ยนจากสภาพแฮพลอยด์ (haploid) ไปเป็นสภาพดิพลอยด์ (diploid) ซึ่งจะเจริญไปเป็นเพศเมีย ส่วนไข่ที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์จะเจริญเป็นเพศผู้ Jervis และ Copland (1996) กล่าวว่าโดยส่วนมากการสืบพันธุ์ของแมลงตัวเบียนในอันดับ Hymenoptera ที่เป็น arrhenotoky ลูกเพศผู้จะพัฒนามาจากไข่ที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์ส่วนลูกเพศเมียพัฒนามาจากไข่ที่ได้รับการผสมพันธุ์ ตัวเต็มวัยเพศเมียสามารถควบคุมเพศของลูกได้เมื่อมีการวางไข่โดยการเลือกที่จะปลดปล่อยสเปอร์มจากถุงเก็บสเปอร์ม จากการศึกษาของ Flanders (1946) พบว่าเมื่อตัวเมียของ *Macrocentrus ancytivorus* มีการผสมพันธุ์ซ้ำ ทำให้ลูกที่ได้เป็นเพศผู้จำนวนมาก ซึ่งมีสาเหตุเนื่องมาจากในการผสมพันธุ์แต่ละครั้งตัวเมียจะได้รับถุงสเปอร์ม (spermatophore) จากตัวผู้ ซึ่งเมื่อถุงสเปอร์มจัดเรียงตัวโดยการสัมผัสกับช่องเปิดของอวัยวะเก็บสเปอร์ม (spermatheca) แล้ว สเปอร์มจะมีการเคลื่อนตัวออกมาอยู่ภายในช่องเก็บสเปอร์ม (sperm capsule) ทำให้ตัวเมียไม่รับการผสมพันธุ์เป็นครั้งที่ 2 แต่ถ้าหากว่าตัวเมียได้รับการผสมพันธุ์เป็นครั้งที่ 2 หรือต่อ ๆ ไปก่อนที่การจัดเรียงตัวของถุงเก็บสเปอร์มจะเสร็จสิ้น ทำให้ตัวเมียได้รับถุงสเปอร์มมากจนเกินไปจนไม่อาจจัดตัวได้จึงต้องทิ้งถุงเก็บสเปอร์มออกไปทั้งหมด มีผลทำให้ลูกที่ได้ออกมามีแต่เพศผู้เท่านั้น

ตารางที่ 4 อายุขัยของตัวเต็มวัย จำนวนลูกที่ผลิตได้และอัตราส่วนเพศของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* ที่เลี้ยงบนหนอนชอนใบ *Liriomyza sativae* ในสภาพห้องปฏิบัติการ

	จำนวน (ตัว)	เฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
อายุขัยตัวเต็มวัย (วัน)	20	22.70 ± 8.71
เพศผู้ (วัน)	10	17.10 ± 7.89
เพศเมีย (วัน)	10	28.30 ± 5.31
จำนวนลูกที่ได้ทั้งหมด/เพศเมีย (ตัว)	10	206.00 ± 79.32
จำนวนลูกที่ได้ทั้งหมด/เพศเมีย/วัน (ตัว)	10	7.56 ± 2.73
เพศผู้ (ตัว)	10	135.90 ± 62.83
เพศผู้/วัน (ตัว)	10	4.88 ± 1.79
เพศเมีย (ตัว)	10	70.10 ± 39.22
เพศเมีย/วัน (ตัว)	10	2.68 ± 1.76
อัตราส่วนเพศ		
เพศผู้ : เพศเมีย		1.94 : 1

แมลงตัวเบียนเพศเมียสามารถวางไข่ได้ทันทีหลังจากได้รับการผสมพันธุ์ ไม่มีระยะพักก่อนการวางไข่เหมือนแมลงบางชนิด ปริมาณลูกทั้งหมดที่ผลิตได้ตลอดชีวิตโดยเฉลี่ยมีปริมาณสูงที่สุดในวันที่ 3 ของการวางไข่ ซึ่งสามารถให้ลูกได้สูงถึง 13.10 ± 9.83 ตัว โดยให้ลูกที่เป็นเพศผู้ปริมาณสูงที่สุดในวันที่ 4 และวันที่ 9 ของการวางไข่ซึ่งสามารถให้ลูกได้เฉลี่ย 9.80 ตัว ขณะที่ให้ลูกเพศเมียปริมาณสูงสุดในวันที่ 12 ของการวางไข่คือสามารถให้ลูกได้เฉลี่ย 5.50 ตัว (ภาพที่ 20) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าแมลงตัวเบียนเพศเมียบางตัวสามารถให้ลูกที่เป็นเพศผู้และเพศเมียในหนึ่งวันได้สูงที่สุดถึง 37 ตัว และแมลงตัวเบียน *H. varicornis* เพศเมียบางตัวสามารถให้ลูกที่เป็นเพศเมียในหนึ่งวันได้สูงที่สุดถึง 16 ตัว ซึ่งปริมาณแมลงตัวเบียนเพศเมียที่ได้ในแต่ละวันนั้นจะมีผลต่อการนำไปใช้ในการควบคุมโดยชีววิธี เนื่องจากแมลงตัวเบียนเพศเมียเท่านั้นที่จะมีการกินและวางไข่บนหนอนชอนใบ ซึ่งถ้าสามารถผลิตแมลงตัวเบียนได้ในปริมาณมาก ๆ จะทำให้การนำไปใช้ในการควบคุมโดยชีววิธีมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เมื่อแมลงตัวเบียน *H. varicornis* ให้ลูกใน

ปริมาณสูงสุดแล้ว หลังจากนั้นปริมาณลูกที่ผลิตได้จะค่อย ๆ ลดลงในช่วงวันท้าย ๆ ของการมีชีวิต จนไม่มีการวางไข่ในที่สุด



ภาพที่ 20 ความสามารถในการให้ลูกที่เจริญเป็นตัวเต็มวัยตลอดอายุขัยของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis*

1.3 ระยะของหนอนชอนใบที่เหมาะสมต่อการเบียนและการกินโดยแมลงตัวเบียน

จากการศึกษาพบว่าแมลงตัวเบียน *H. varicornis* จะไม่มีการเบียนบนหนอนชอนใบระยะที่ 1 เลย มีเพียงแต่การกินของเหลวภายในหนอนชอนใบเท่านั้น ซึ่งปริมาณการกินมีมากกว่าหนอนชอนใบในระยะอื่น ๆ เนื่องจากหนอนชอนใบในระยะนี้มีขนาดตัวที่เล็กเกินไปทำให้ปริมาณอาหารที่แมลงตัวเบียนต้องการมีไม่เพียงพอ จึงทำให้พบว่าแมลงตัวเบียนมีการกินหนอนระยะที่ 1 เป็นจำนวนมากเมื่อเปรียบเทียบกับหนอนระยะอื่น ๆ ขณะเดียวกันแมลงตัวเบียน *H. varicornis* จะมีการเบียนบนหนอนชอนใบระยะที่ 2 และระยะที่ 3 ได้ โดยสามารถให้ลูกที่ได้จากหนอนชอนใบระยะที่ 2 และระยะที่ 3 เฉลี่ย 2.60 $\pm$ 0.51 และ 4.00 $\pm$ 0.84 ตัว ตามลำดับ ซึ่งจำนวนลูกที่ได้จากหนอนชอนใบทั้ง 3 ระยะนี้มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.01$) ในขณะที่การกินหนอนชอนใบพบว่าแมลงตัวเบียน *H. varicornis* สามารถกินหนอนชอนใบระยะที่ 1 ได้สูงที่สุดเฉลี่ย

6.80 ± 1.26 ตัว ส่วนหนอนชอนใบระยะที่ 2 และระยะที่ 3 แมลงตัวเบียนสามารถกินได้เฉลี่ย 2.07 ± 1.10 และ 2.27 ± 1.10 ตัว ตามลำดับ การกินหนอนชอนใบระยะที่ 2 และระยะที่ 3 ของแมลงตัวเบียนมีความแตกต่างกันทางสถิติกับหนอนชอนใบระยะที่ 1 ($P < 0.01$) (ตารางที่ 5)

การตัดสินใจเกี่ยวกับการวางไข่หรือการกินของแมลงตัวเบียนนั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างเช่น ระยะการเจริญเติบโตของตัวให้อาศัย ซึ่งจากการสังเกตและทดลองศึกษาการทำลายตัวให้อาศัยโดยการกินของแมลงตัวเบียนพบว่าจะแสดงแนวโน้มที่ชอบกินตัวให้อาศัยในระยะแรกของการเจริญเติบโตมากกว่าและชอบวางไข่บนตัวให้อาศัยในระยะท้าย ๆ ของการเจริญเติบโตมากกว่า (Kidd and Jervis, 1991; Rosenheim and Rosen, 1992) และในการศึกษาแมลงตัวเบียน *Encarsia formosa* พบว่าแมลงตัวเบียนมีการวางไข่ลงบนตัวอ่อนของแมลงหวี่ขาวระยะที่ 3 และ 4 และระยะก่อนเข้าดักแด้เท่านั้นแต่จะมีการกินตัวอ่อนในระยะที่ 2 และระยะดักแด้ (van Alphen *et al*., 1976) จำนวนไข่ของแมลงตัวเบียนที่พร้อมจะวางก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการตัดสินใจ ซึ่งเมื่อเพศเมียของแมลงตัวเบียนมีไข่สุกพร้อมที่จะวาง แมลงตัวเบียนก็เลือกที่จะวางไข่มากกว่าการกินตัวให้อาศัย ในขณะที่ถ้าไข่สุกถูกวางไปหมดแล้วแมลงตัวเบียนก็เลือกที่จะกินตัวให้อาศัยมากกว่าการวางไข่ สรุปว่าการตัดสินใจเกี่ยวกับการวางไข่หรือการกินของแมลงตัวเบียนนั้นน่าจะขึ้นอยู่กับสมดุลภายในร่างกายและอายุของแมลงตัวเบียนเพศเมียนั่นเอง (van Alphen and Jervis, 1996)

ตารางที่ 5 จำนวนลูกที่ผลิตได้และหนอนชอนใบที่ถูกกินโดยแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* เพศเมีย เมื่อให้หนอนชอนใบ *Liriomyza sativae* ในระยะต่างกัน

	หนอนชอนใบที่ให้ (ตัว/วัน)	ลูกที่ผลิตได้ (ตัว) Mean ± SD [1/ 2/]	หนอนถูกกิน (ตัว) Mean ± SD [1/ 2/]
หนอนระยะที่ 1	30	0.00 ± 0.00 c	6.80 ± 1.26 a
หนอนระยะที่ 2	30	2.60 ± 0.51 b	2.07 ± 1.10 b
หนอนระยะที่ 3	30	4.00 ± 0.84 a	2.27 ± 1.10 b
F-test		190.85 **	80.23 **
C.V. (%)		25.87	31.19

[1/] = ค่าเฉลี่ยจาก 15 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้แมลงตัวเบียนเพศผู้และเพศเมีย 1 คู่

[2/] = ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) โดยวิธี DMRT

1.4 การเบียนและการกินของแมลงตัวเบียนที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกันของหนอนชอนใบ

จากการศึกษาแมลงตัวเบียน *H. varicornis* พบว่าภายในเวลา 24 ชั่วโมง แมลงตัวเบียนสามารถให้ลูกที่เจริญเป็นตัวเต็มวัยได้มากที่สุดเมื่อหนอนชอนใบมีความหนาแน่น 30 ตัว/กล่อง ในขณะที่หนอนชอนใบที่มีความหนาแน่น 10 ตัว/กล่อง แมลงตัวเบียนจะให้ลูกได้ต่ำที่สุดคือเฉลี่ย 2.93 ± 0.88 ตัว (ตารางที่ 6)

ความสามารถในการกินหนอนชอนใบของแมลงตัวเบียนที่ระดับความหนาแน่นแตกต่างกันพบว่าในเวลา 24 ชั่วโมง แมลงตัวเบียน *H. varicornis* สามารถกินหนอนชอนใบที่ความหนาแน่น 30 ตัว/กล่อง ได้สูงที่สุดเฉลี่ย 3.93 ± 2.28 ตัว ส่วนหนอนชอนใบที่ความหนาแน่น 10 20 และ 40 ตัว/กล่อง แมลงตัวเบียนกินได้ไม่แตกต่างกัน แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับหนอนชอนใบที่ความหนาแน่น 30 ตัว/กล่อง ($P < 0.05$) (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 จำนวนลูกที่ผลิตได้และหนอนชอนใบที่ถูกกินโดยแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* เพศเมีย เมื่อให้หนอนชอนใบจำนวนแตกต่างกัน

หนอนชอนใบ (ตัว/กล่อง)	ลูกที่ผลิตได้ (ตัว) Mean ± SD [1/2/]	หนอนถูกกิน (ตัว) Mean ± SD [1/2/]
10	2.93 ± 0.88 c	2.40 ± 1.50 b
20	3.87 ± 0.74 b	2.13 ± 1.19 b
30	6.07 ± 1.10 a	3.93 ± 2.28 a
40	4.07 ± 0.80 b	2.00 ± 1.25 b
F-test	32.78 **	4.58 *
C.V. (%)	21.06	61.76

[1/] = ค่าเฉลี่ยจาก 15 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้แมลงตัวเบียนเพศผู้และเพศเมีย 1 คู่

[2/] = ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยวิธี DMRT

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) โดยวิธี DMRT

จำนวนหนอนชอนใบที่ถูกเบียนจะเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นของหนอนชอนใบมีมากขึ้น แต่เมื่อความหนาแน่นของหนอนชอนใบถึงจุดหนึ่งแล้ว จำนวนหนอนชอนใบที่ถูกเบียนก็จะไม่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งเป็นไปตามการศึกษาของ Holling (1959) โดยแสดงให้เห็นว่าเวลาในการจัดการ (handling time) มีความสำคัญต่อการตอบสนองโดยการกระทำ เวลาในการจัดการเป็นช่วงเวลาระหว่างที่ผู้ล่าพบเหยื่อจนกระทั่งมันเริ่มหาเหยื่อตัวต่อไป เวลาในการจัดการนี้จะต่างกันไปตามชนิดของศัตรูธรรมชาติ เวลาทั้งหมดที่แมลงตัวเบียนใช้ในการจัดการ (handling) กับตัวให้อาศัยจะเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนตัวให้อาศัยถูกพบมากขึ้น และเมื่อความหนาแน่นของตัวให้อาศัยสูงขึ้น เวลาที่ใช้ในการค้นหาตัวให้อาศัยก็จะลดลงและประสิทธิภาพในการค้นหาเหยื่อก็จะลดลงด้วย ดังนั้นจำนวนตัวให้อาศัยที่ถูกเบียนจะเป็นสัดส่วนกลับกันกับจำนวนความหนาแน่นของตัวให้อาศัย

1.5 อุณหภูมิและจำนวนวันในการยืดอายุการเก็บรักษาดักแด้แมลงตัวเบียน

จากการศึกษาเมื่อเก็บดักแด้ของแมลงตัวเบียนไว้ที่อุณหภูมิห้อง 15 และ 10 องศาเซลเซียส พบว่าที่อุณหภูมิห้องดักแด้จะฟักออกมาเป็นตัวเต็มวัยได้หมดภายในเวลาไม่เกิน 6 วัน โดยตัวเต็มวัยของแมลงตัวเบียนจะทยอยฟักตัวออกมาเรื่อย ๆ ตั้งแต่วันที่ 4 เป็นต้นไป ในขณะที่การเก็บดักแด้ไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน แล้วนำออกมาตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ดักแด้ของแมลงตัวเบียนจะเริ่มฟักออกมาตั้งแต่วันที่ 16 เป็นต้นไป ซึ่งการเก็บดักแด้ไว้ที่อุณหภูมินี้จะใช้เวลานานถึง 20 วัน ดักแด้จึงฟักออกมาเป็นตัวเต็มวัยจนหมด (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 อุณหภูมิและจำนวนวันในการเก็บรักษาดักแด้แมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* เพื่อยืดระยะเวลาในการเจริญเป็นตัวเต็มวัย

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลาในการเก็บรักษา (วัน)	ระยะเวลาการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัย (วัน) [1/ 2/]	พิสัย (วัน)
10	5	8.72 ± 0.38 e	7-11
	10	13.26 ± 0.14 c	11-15
	15	18.20 ± 0.68 a	16-20
15	5	7.72 ± 0.29 f	7-9
	10	12.06 ± 0.19 d	11-13
	15	14.71 ± 0.10 b	12-19
ห้องปฏิบัติการ (23-37)	5	4.27 ± 0.05 g	4-5
	10	4.39 ± 0.10 g	4-6
	15	4.38 ± 0.08 g	4-6
F-test		532.04 **	
C.V. (%)		4.52	

[1/] = ค่าเฉลี่ยจาก 4 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ดักแด้จำนวน 30 ดักแด้

[2/] = ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT

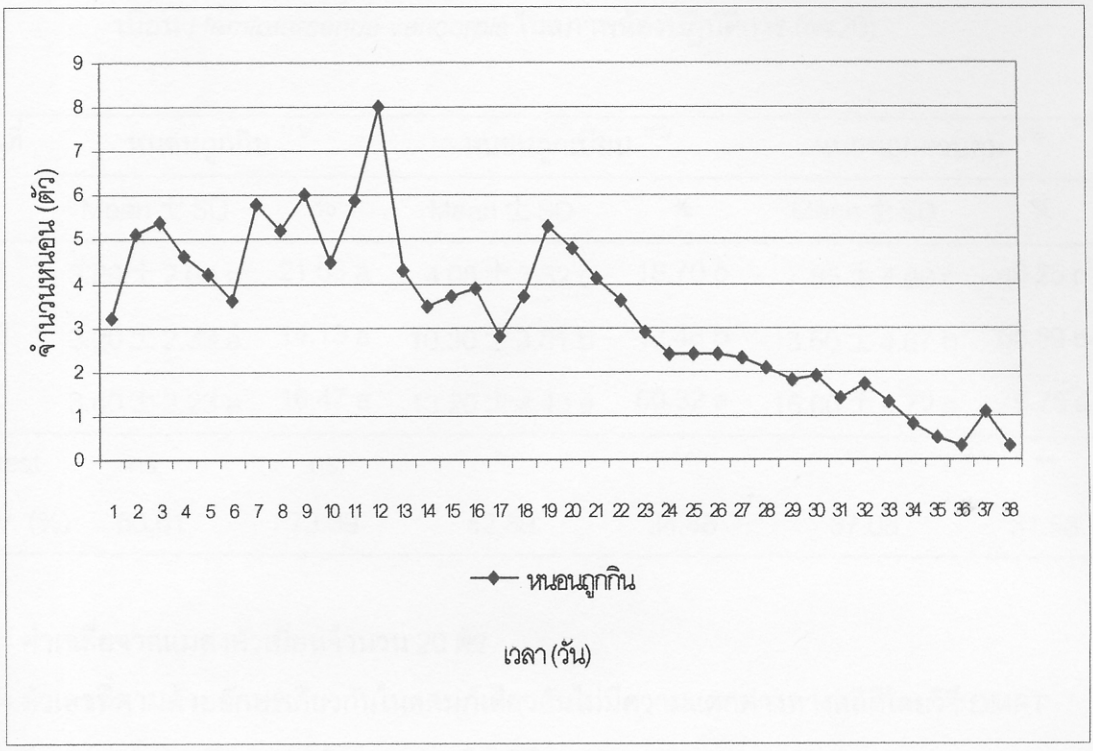
** = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) โดยวิธี DMRT

สรุปว่าดักแด้สามารถเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ทั้งหมด 100 เปอร์เซ็นต์ ทุกอุณหภูมิที่เก็บรักษาและสามารถยืดอายุในการเก็บรักษาดักแด้ได้นานที่สุดเมื่อเก็บดักแด้ไว้ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ภายในตู้ควบคุมแสงและอุณหภูมิ และเมื่อนำออกมาตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องดักแด้จะใช้เวลาอีกประมาณ 1-5 วัน ก็จะฟักออกมาเป็นตัวเต็มวัย

วิธีการเก็บรวบรวมแมลงตัวเบียนเพื่อให้ได้ปริมาณมาก มักนิยมเก็บแมลงตัวเบียนในระยะที่มีการพัฒนายังไม่สมบูรณ์เต็มที่หรือระยะดักแด้โดยจะเก็บไว้ในอุณหภูมิต่ำ ซึ่งถ้าเก็บไว้นานเกินไปอาจทำให้ลดความสมบูรณ์ของแมลงตัวเบียนลงได้เช่นกัน (van Lenteren, 1986) ดังนั้นการทราบช่วงระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาดักแด้ไว้และสามารถทำให้ดักแด้มีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตได้สูงจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการนำไปใช้ในการควบคุมโดยชีววิธี เนื่องจากทำให้สามารถเก็บรวบรวมดักแด้ของแมลงตัวเบียนไว้ได้ในปริมาณมาก ๆ ก่อนการนำไปปลดปล่อย และเมื่อถึงเวลาปลดปล่อยดักแด้ของแมลงตัวเบียนก็จะมีการพัฒนาออกมาเป็นตัวเต็มวัยพร้อม ๆ กัน ทำให้การควบคุมหนอนชอนใบมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.6 จำนวนหนอนชอนใบที่ตัวเต็มวัยแมลงตัวเบียนกินตลอดชีวิต

แมลงตัวเบียน *H. varicornis* มีพฤติกรรมการกินของเหลวภายในตัวของหนอนชอนใบเพื่อนำเอาโปรตีนจากหนอนชอนใบไปใช้สำหรับการสร้างไข่ให้สมบูรณ์ จากการศึกษาพบว่าตลอดชีวิตของแมลงตัวเบียนสามารถกินหนอนชอนใบได้รวมทั้งสิ้น 126.80 $\pm$ 28.89 ตัว (n=10) หรือเฉลี่ยสามารถกินหนอนชอนใบได้ 3.96 $\pm$ 0.66 ตัว/วัน ซึ่งปริมาณการกินหนอนชอนใบของแมลงตัวเบียนจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจากวันแรกของการกิน จากนั้นจะค่อนข้างคงที่โดยมีการเพิ่มขึ้นและลดลงเพียงเล็กน้อย และจะมีปริมาณสูงที่สุดในวันที่ 12 ของการกิน ซึ่งสามารถกินหนอนชอนใบได้ 8.00 $\pm$ 1.56 ตัว หลังจากนั้นปริมาณการกินก็ค่อย ๆ ลดลงในช่วงท้าย ๆ ของการมีชีวิต (ภาพที่ 21) ซึ่งเมื่อพิจารณาจากกราฟแสดงปริมาณการกินหนอนชอนใบและการให้ลูกที่เจริญเป็นตัวเต็มวัยของแมลงตัวเบียน (ภาพที่ 20 และ 21) พบว่ากราฟค่อนข้างมีความสอดคล้องกันกล่าวคือปริมาณการกินหนอนชอนใบนั้นจะมีมากในช่วงต้น ๆ ของการมีชีวิตอยู่ ขณะที่ปริมาณการให้ลูกเป็นตัวเต็มวัยก็มีสูงในช่วงต้น ๆ ของการมีชีวิตเช่นกัน ซึ่งเมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการกินหนอนชอนใบและปริมาณการให้ลูกของแมลงตัวเบียนพบว่ามีความสัมพันธ์กัน โดยมีดัชนีสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.85



ภาพที่ 21 จำนวนหนอนชอนใบที่ถูกกินตลอดอายุขัยของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis*

2. การทดสอบประสิทธิภาพแมลงตัวเบียน *H. varicornis* ในการควบคุมหนอนชอนใบ

2.1 สภาพห้องปฏิบัติการ

จากการศึกษาประสิทธิภาพของแมลงตัวเบียนในสภาพห้องปฏิบัติการเป็นเวลา 3 วัน (ตารางที่ 8) พบว่าแมลงตัวเบียนมีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนชอนใบโดยการกินไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละวัน ขณะที่ประสิทธิภาพการควบคุมหนอนชอนใบโดยการเบียนในแต่ละวันมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเบียนจะสูงที่สุดในวันที่ 3 ของการเบียน (เฉลี่ย 13.20 ± 4.43 ตัว จากหนอนชอนใบทั้งสิ้น 30 ตัว หรือคิดเป็น 60.32 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือวันที่ 2 และ 1 ตามลำดับ และเมื่อรวมประสิทธิภาพการควบคุมหนอนชอนใบโดยการกินและการเบียน พบว่าให้ประสิทธิภาพในการควบคุมแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละวัน โดยแมลงตัวเบียนมีประสิทธิภาพการควบคุมหนอนชอนใบสูงที่สุดในวันที่ 3 คือเมื่อให้หนอนชอนใบ 30 ตัว แมลงตัวเบียนสามารถกินและเบียนรวมกันได้เฉลี่ย 16.60 ± 4.72 ตัว หรือคิดเป็น 76.78 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือวันที่ 2 และ 1 ตามลำดับ

ตารางที่ 8 จำนวนและเปอร์เซ็นต์หนอนชอนใบที่ถูกกิน ถูกเบียนและถูกควบคุมโดยแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* ในสภาพห้องปฏิบัติการ (n=20)

วันที่	หนอนถูกกิน [1/ 2/]		หนอนถูกเบียน [1/ 2/]		หนอนถูกควบคุม [1/ 2/]	
	Mean ± SD	%	Mean ± SD	%	Mean ± SD	%
1	3.80 ± 2.04 a	21.55 a	4.05 ± 3.52 c	18.70 c	7.85 ± 4.68 c	40.25 c
2	3.20 ± 2.33 a	14.13 a	10.30 ± 3.81 b	42.46 b	13.50 ± 4.67 b	56.59 b
3	3.40 ± 2.23 a	16.47 a	13.20 ± 4.43 a	60.32 a	16.60 ± 4.72 a	76.78 a
F-test	ns	ns	*	**	*	**
C.V. (%)	63.61	73.39	42.89	34.48	37.08	31.58

[1/] = ค่าเฉลี่ยจากแมลงตัวเบียนจำนวน 20 ตัว

[2/] = ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยวิธี DMRT

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) โดยวิธี DMRT

จากการศึกษาประสิทธิภาพของแมลงตัวเบียน *H. varicornis* ในครั้งนี้ เมื่อพิจารณาเฉพาะการกินหนอนชอนใบเพียงอย่างเดียวในแต่ละวัน พบว่าการกินหนอนชอนใบในวันที่ 1 2 และ 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาประสิทธิภาพของแมลงตัวเบียน อาจเป็นช่วงที่แมลงตัวเบียนมีความต้องการปริมาณอาหารในแต่ละวันยังไม่มากนักเพราะไข่ของแมลงตัวเบียนได้ถูกสร้างมาค่อนข้างพร้อมแล้วเมื่อตอนออกจากดักแด้ และเมื่อแมลงตัวเบียนได้รับปริมาณอาหารที่เพียงพอกับความต้องการในแต่ละวัน แมลงตัวเบียนก็จะไม่มีการฆ่าหนอนชอนใบเพื่อกินเพิ่มขึ้นอีก ขณะที่เมื่อพิจารณาเฉพาะการฆ่าหนอนชอนใบเนื่องจากการเบียนเพียงอย่างเดียวพบว่าแมลงตัวเบียนสามารถเบียนหนอนชอนใบได้เพิ่มมากขึ้นจากวันแรกของการเบียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากในวันแรกของการเบียนอาจเป็นช่วงที่แมลงตัวเบียนเริ่มมีไข่สุกพร้อมที่จะวางเท่านั้น ไข่ของแมลงตัวเบียนบางส่วนยังไม่พร้อมที่จะวางทำให้ปริมาณไข่ที่แมลงตัวเบียนวางมีไม่มาก ปริมาณการเบียนจึงยังไม่สูงตามไปด้วย แต่เมื่อเวลาผ่านไปปริมาณไข่ที่ถูกสร้างมีมากขึ้นและพร้อมที่จะวางแมลงตัวเบียนจึงมีการวางไข่ที่เพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาณการเบียนของแมลงตัวเบียนเพิ่มมากขึ้น

ตามไปด้วยเช่นกัน เมื่อแมลงตัวเบียนมีปริมาณการวางไข่มากจนถึงระดับสูงที่สุดแล้ว จากนั้นปริมาณการวางไข่จะค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ เมื่อพิจารณารวมการกินและการเบียนหนอนชอนใบของแมลงตัวเบียนภายในเวลา 3 วัน พบว่าแมลงตัวเบียนสามารถฆ่าหนอนชอนใบได้เพิ่มมากขึ้นตามลำดับจากวันแรก ซึ่งสาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการเบียนของแมลงตัวเบียนที่เพิ่มขึ้นนั่นเองในขณะที่การกินหนอนชอนใบค่อนข้างคงที่ในแต่ละวัน

การศึกษาครั้งนี้ใช้เวลาเพียง 3 วันแรกของการเป็นตัวเต็มวัยของแมลงตัวเบียนเท่านั้น ซึ่งอาจเป็นการศึกษาในช่วงที่แมลงตัวเบียนมีประสิทธิภาพในการกินและการเบียนหนอนชอนใบยังไม่สูงที่สุด ถ้ามีการศึกษาต่อไปหลังจากนี้อีกอาจพบว่าแมลงตัวเบียนมีประสิทธิภาพการกินและการเบียนเพิ่มมากขึ้นกว่านี้อีก (ภาพที่ 20 และ 21) และถ้ามีประสิทธิภาพในการกินที่เพิ่มมากขึ้นก็น่าจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการเบียนหนอนชอนใบที่เพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพการควบคุมหนอนชอนใบโดยรวมที่สูงขึ้นตามไปด้วยเช่นกัน

2.2 สภาพมุ้งตาข่ายพลาสติก

จากการศึกษาประสิทธิภาพของแมลงตัวเบียนในสภาพมุ้งตาข่ายพลาสติกที่ระดับความหนาแน่นของการปล่อยแมลงตัวเบียน 0 (ชุดควบคุม) 40 และ100 คู่/มุ้ง เมื่อใช้ถั่วฝักยาวเป็นพืชอาศัยของหนอนชอนใบ (ตารางที่ 9) พบว่าหลังจากปล่อยแมลงตัวเบียนไปแล้ว 1 วัน เมื่อปล่อยแมลงตัวเบียนมากขึ้นจะสามารถฆ่าหนอนชอนใบโดยการกินได้มากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่การฆ่าหนอนชอนใบโดยการเบียนก็จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อปล่อยแมลงตัวเบียนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเมื่อรวมประสิทธิภาพการฆ่าหนอนชอนใบจากการกินและการเบียน แมลงตัวเบียนสามารถฆ่าหนอนชอนใบได้สูงที่สุดที่ระดับความหนาแน่นของการปล่อยแมลงตัวเบียน 100 คู่/มุ้ง ซึ่งสามารถฆ่าหนอนชอนใบได้เฉลี่ย 5.70 $\pm$ 4.51 ตัว/ใบ (3 ใบย่อย)

หลังจากการปล่อยแมลงตัวเบียนไปแล้ว 3 วัน พบว่าเมื่อปล่อยแมลงตัวเบียนเพิ่มขึ้นความสามารถฆ่าหนอนชอนใบโดยการกินและการเบียนจะสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยแมลงตัวเบียนสามารถฆ่าหนอนชอนใบได้สูงที่สุดที่ระดับความหนาแน่นของการปล่อยแมลงตัวเบียน 100 คู่/มุ้ง สามารถฆ่าหนอนชอนใบได้เฉลี่ย 30.25 $\pm$ 12.86 ตัว/ใบ (3 ใบย่อย)

จากการศึกษาประสิทธิภาพของแมลงตัวเบียน *H. varicornis* เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างการปล่อยแมลงตัวเบียนไปแล้ว 1 วันกับ 3 วัน พบว่าจำนวนและเปอร์เซ็นต์การฆ่าหนอนชอนใบในวันที่ 3 หลังการปล่อยจะมีสูงกว่าในวันที่ 1 ทั้งที่ระดับความหนาแน่นของการปล่อยแมลงตัวเบียน 40 และ 100 คู่/มุ้ง สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการปล่อยแมลงตัวเบียนไปเพียง 1

วัน แมลงตัวเบียนอาจยังไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีและความสามารถในการฆ่าหนอนชอนใบจากการกินและความพร้อมในการเบียนของแมลงตัวเบียนยังมีไม่สูงนัก ทำให้จำนวนและเปอร์เซ็นต์หนอนชอนใบที่ถูกฆ่าจึงยังอยู่ในระดับที่ต่ำ แต่เมื่อเวลาผ่านไปแมลงตัวเบียนสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้มากขึ้นและมีความสามารถในการฆ่าหนอนชอนใบเพิ่มขึ้นแล้ว จึงทำให้จำนวนและเปอร์เซ็นต์การฆ่าหนอนชอนใบเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งเป็นการยืนยันการศึกษาเกี่ยวกับการกินและการเบียนของแมลงตัวเบียน (ข้อ 1.2 และ 1.6) นอกจากนี้จำนวนและเปอร์เซ็นต์ในการฆ่าหนอนชอนใบหลังจากการปล่อยแมลงตัวเบียนไปแล้ว 3 วัน ยังเป็นการสะสมเอาจำนวนของหนอนชอนใบที่ถูกกินและถูกเบียนแล้วตั้งแต่วันแรกมาจนถึงวันที่ 3 มาคิดรวมไปด้วย จึงมีผลทำให้จำนวนและเปอร์เซ็นต์การฆ่าหนอนชอนใบในวันที่ 3 สูงกว่าวันที่ 1 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างความหนาแน่นในการปล่อยแมลงตัวเบียนจำนวน 40 คู่/มุ้ง กับ 100 คู่/มุ้ง พบว่าที่ระดับความหนาแน่นของการปล่อยแมลงตัวเบียน 100 คู่/มุ้ง จำนวนและเปอร์เซ็นต์การฆ่าหนอนชอนใบจะมีสูงกว่าระดับความหนาแน่นของแมลงตัวเบียน 40 คู่/มุ้ง ซึ่งในวันที่ 3 จำนวนการฆ่าหนอนชอนใบที่ระดับความหนาแน่นของการปล่อยแมลงตัวเบียน 100 คู่/มุ้ง มีสูงถึง 30.25 ± 12.86 ตัว/ใบ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การควบคุมเท่ากับ 65.92 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสาเหตุที่เป็นเช่นนี้มาจากเมื่อมีปริมาณแมลงตัวเบียนเพิ่มมากขึ้น โอกาสที่หนอนชอนใบจะถูกเบียนก็มีมากขึ้น ทำให้หนอนชอนใบถูกฆ่าโดยการกินและการเบียนเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย

ตารางที่ 9 จำนวนและเปอร์เซ็นต์หนอนชอนใบถูกกิน ถูกเบียนและถูกควบคุมโดยแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* ในสภาพมุ้งตาข่ายพลาสติก เมื่อใช้ถั่วฝักยาวเป็นพืชอาศัยของหนอนชอนใบ ที่อุณหภูมิ 24-40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-100 เปอร์เซ็นต์

จำนวนแมลงตัวเบียน /มุ้ง (คู่)	หลังปล่อย 1 วัน						หลังปล่อย 3 วัน					
	หนอนถูกกิน [1/2/]		หนอนถูกเบียน [1/2/]		หนอนถูกควบคุม [1/2/]		หนอนถูกกิน [1/2/]		หนอนถูกเบียน [1/2/]		หนอนถูกควบคุม [1/2/]	
	เฉลี่ย	%	เฉลี่ย	%	เฉลี่ย	%	เฉลี่ย	%	เฉลี่ย	%	เฉลี่ย	%
0 (ชุดควบคุม)	0.00 c	0.00 c	0.00 b	0.00 b	0.00 c	0.00 c	0.00 b	0.00 c	0.00 c	0.00 b	0.00 c	0.00 c
40	0.95 b	3.23 b	0.60 b	2.08 b	1.55 b	5.31 b	3.00 b	12.31 b	6.90 b	24.93 a	9.90 b	37.25 b
100	3.25 a	6.85 a	2.45 a	6.04 a	5.70 a	12.88 a	15.75 a	34.76 a	14.50 a	31.15 a	30.25 a	65.92 a
F-test	*	*	**	**	*	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	98.84	122.67	126.20	162.41	93.53	125.71	81.13	58.65	82.28	61.59	65.11	40.13

[1/] = ค่าเฉลี่ยจากการสุ่มเก็บใบถั่วฝักยาว 10 จุด จุดละ 1 ใบ จำนวน 2 ซ้ำ (ใบถั่วฝักยาว 1 ใบ มี 3 ใบย่อย)

[2/] = ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยวิธี DMRT

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) โดยวิธี DMRT

จากการศึกษาเมื่อใช้แตงกวาเป็นพืชอาศัยของหนอนชอนใบในสภาพมุ้งตาข่ายพลาสติก ที่ระดับความหนาแน่นในการปล่อยแมลงตัวเบียนจำนวน 0 (ชุดควบคุม) 40 และ 100 คู่/มุ้ง (ตารางที่ 10) หลังจากปล่อยแมลงตัวเบียนไปแล้ว 1 วัน พบว่าแมลงตัวเบียนสามารถฆ่าหนอนชอนใบโดยการกินและการเบียนเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) เมื่อปล่อยแมลงตัวเบียนมากขึ้นและแมลงตัวเบียนสามารถฆ่าหนอนชอนใบได้สูงที่สุดเมื่อปล่อยแมลงตัวเบียน 100 คู่/มุ้ง ซึ่งสามารถฆ่าหนอนชอนใบได้เฉลี่ย 3.35 $\pm$ 3.28 ตัว/ใบ (1 ใบ)

หลังจากปล่อยแมลงตัวเบียนแล้ว 3 วัน พบว่าแมลงตัวเบียนสามารถฆ่าหนอนชอนใบโดยการกินและการเบียนได้สูงมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งเมื่อปล่อยแมลงตัวเบียนในปริมาณสูงขึ้น เมื่อรวมประสิทธิภาพการฆ่าหนอนชอนใบจากการกินและการเบียน แมลงตัวเบียนสามารถฆ่าหนอนชอนใบได้สูงที่สุดที่ระดับความหนาแน่นของการปล่อยแมลงตัวเบียน 100 คู่/มุ้ง โดยสามารถฆ่าหนอนชอนใบได้เฉลี่ย 13.40 $\pm$ 5.46 ตัว/ใบ (1 ใบ) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การควบคุมหนอนชอนใบรวมได้เท่ากับ 88.71 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาประสิทธิภาพของแมลงตัวเบียน *H. varicornis* เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างการปล่อยแมลงตัวเบียนไปแล้ว 1 วันและ 3 วัน และที่ระดับความหนาแน่นของการปล่อยแมลงตัวเบียนที่ต่างกัน พบว่าจำนวนและเปอร์เซ็นต์การฆ่าหนอนชอนใบจะเพิ่มขึ้นจากวันแรก และเมื่อความหนาแน่นของแมลงตัวเบียนเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพของแมลงตัวเบียนในการฆ่าหนอนชอนใบก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งการใช้แตงกวาเป็นพืชอาศัยของหนอนชอนใบมีความสอดคล้องกับการใช้ถั่วฝักยาวเป็นพืชอาศัยของหนอนชอนใบเช่นกัน แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างเปอร์เซ็นต์การฆ่าหนอนชอนใบรวมจากการกินและการเบียนระหว่างถั่วฝักยาวกับแตงกวาพบว่าเปอร์เซ็นต์ในการฆ่าหนอนชอนใบรวมในแตงกวาจะสูงกว่าในถั่วฝักยาว สาเหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะของพืชที่หนอนชอนใบใช้เป็นพืชอาศัย ซึ่งจากการสังเกตพบว่าหนอนชอนใบจะมีการเจริญเติบโตรวดเร็วกว่าเมื่อมีแตงกวาเป็นพืชอาศัย ทำให้หนอนชอนใบเจาะใบพืชออกมาเพื่อเข้าสู่ระยะดักแด้ภายนอกใบก่อนการเก็บใบเพื่อนำไปหาเปอร์เซ็นต์การควบคุมหนอนชอนใบได้ ซึ่งเมื่อสุ่มเก็บใบพืชมาปริมาณหนอนชอนใบที่อยู่บนใบพืชจึงมีจำนวนน้อยลง ทำให้เปอร์เซ็นต์การควบคุมหนอนชอนใบที่คำนวณได้มีค่าสูงกว่าความเป็นจริง

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การควบคุมหนอนชอนใบระหว่างวันที่ 1 และ 3 หลังจากปล่อยแมลงตัวเบียน พบว่าเปอร์เซ็นต์การควบคุมหนอนชอนใบในวันที่ 3 มีค่าสูงกว่าในวันที่ 1 ซึ่งค่าเปอร์เซ็นต์ที่คำนวณได้นั้นอาจจะมีค่าสูงกว่าความเป็นจริง เนื่องจากหนอนชอนใบบนใบพืชบางส่วนจะออกมาเข้าดักแด้อยู่ภายนอกใบพืชก่อนการเก็บในวันที่ 3 ทำให้จำนวนหนอนชอนใบที่

เหลืออยู่บนใบพืชมีปริมาณลดลงเมื่อเทียบกับวันที่ 1 ซึ่งเมื่อเก็บใบพืชในวันที่ 3 มาจึงทำให้ค่าเปอร์เซ็นต์การควบคุมหนอนชอนใบที่คำนวณได้สูงกว่าความเป็นจริง

ตารางที่ 10 จำนวนและเปอร์เซ็นต์หนอนชอนใบถูกกิน ถูกเบียนและถูกควบคุมโดยแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* ในสภาพมุ้งตาข่ายพลาสติก เมื่อใช้แตงกวาเป็นพืชอาศัยของหนอนชอนใบ ที่อุณหภูมิ 24-40 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-100 เปอร์เซ็นต์

จำนวนแมลงตัวเบียน /มุ้ง (คู่)	หลังปล่อย 1 วัน						หลังปล่อย 3 วัน					
	หนอนถูกกิน [1/2/]		หนอนถูกเบียน [1/2/]		หนอนถูกควบคุม [1/2/]		หนอนถูกกิน [1/2/]		หนอนถูกเบียน [1/2/]		หนอนถูกควบคุม [1/2/]	
	เฉลี่ย	%	เฉลี่ย	%	เฉลี่ย	%	เฉลี่ย	%	เฉลี่ย	%	เฉลี่ย	%
0 (ชุดควบคุม)	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.00 b	0.00 c	0.00 b	0.00 b	0.00 c	0.00 c	0.00 b	0.00 c	0.00 c
40	0.75 b	8.30 b	0.55 a	6.28 a	1.30 b	14.58 a	1.45 b	21.02 b	2.65 b	43.30 a	4.10 b	64.32 b
100	2.75 a	18.09 a	0.60 a	3.87 ab	3.35 a	21.96 a	5.95 a	40.82 a	7.45 a	47.89 a	13.40 a	88.71 a
F-test	**	*	*	**	*	**	**	**	**	**	**	**
C.V. (%)	130.83	133.96	202.38	192.87	124.44	117.30	97.67	97.16	88.02	58.17	58.25	29.99

[1/] = ค่าเฉลี่ยจากการสุ่มเก็บใบแตงกวา 10 จุด จุดละ 1 ใบ จำนวน 2 ซ้ำ (ใบแตงกวามี 1 ใบ)

[2/] = ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT

* = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยวิธี DMRT

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) โดยวิธี DMRT

2.3 สภาพไร่

จากการสำรวจก่อนการปล่อยแมลงตัวเบียน *H. varicornis* ในแปลงทดลองที่ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการควบคุมหนอนชอนใบ *Liriomyza* spp. (ตารางที่ 11) พบว่าแปลงทดลองชุดควบคุม (ไม่มีการปล่อยแมลงตัวเบียน) และแปลงทดลองที่ปล่อยแมลงตัวเบียน *H. varicornis* ไม่มีแมลงตัวเบียน *H. varicornis* อาศัยอยู่ในพื้นที่เลย มีเพียงแมลงตัวเบียนหนอนชอนใบชนิดอื่น ๆ เท่านั้นที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ซึ่งได้แก่ *Asecodes* sp nr *delucchii*, *A.* sp nr *notundus*, *Neochrysocaris formosa* และ *Cirrospilus ambiguus* ซึ่งแมลงตัวเบียนเหล่านี้มีปริมาณอยู่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในระหว่างแปลงทั้งสอง หลังจากปล่อยแมลงตัวเบียน *H. varicornis* จำนวน 3,000 คู่ ลงในแปลงทดลองไปแล้ว 1 วัน พบว่าหนอนชอนใบถูกแมลงตัวเบียน *H. varicornis* เบียนได้เฉลี่ย 0.70 $\pm$ 1.34 ตัว/ใบ (3 ใบย่อย) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเบียนได้ 3.86 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แปลงทดลองชุดควบคุมไม่พบว่ามีแมลงตัวเบียน *H. varicornis* เข้ามาเบียนหนอนชอนใบในพื้นที่เลย

หลังจากปล่อยแมลงตัวเบียนไปแล้ว 3 วัน พบว่าในแปลงทดลองที่ปล่อยแมลงตัวเบียน *H. varicornis* หนอนชอนใบจะถูกเบียนสูงขึ้นเฉลี่ยเป็น 6.40 $\pm$ 7.51 ตัว/ใบ (3 ใบย่อย) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเบียนได้เท่ากับ 38.30 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่แปลงทดลองชุดควบคุมไม่มีแมลงตัวเบียน *H. varicornis* ลงทำลายหนอนชอนใบเลย เมื่อรวมประสิทธิภาพในการเบียนของแมลงตัวเบียน *H. varicornis* กับแมลงตัวเบียนหนอนชอนใบชนิดอื่น ๆ แล้ว พบว่าแปลงที่ทำการปล่อยแมลงตัวเบียน *H. varicornis* จะมีการเบียนสูงกว่าแปลงทดลองที่ไม่มีการปล่อยแมลงตัวเบียน *H. varicornis* เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแมลงตัวเบียน *H. varicornis* เฉพาะภายในแปลงทดลองที่ปล่อยแมลงตัวเบียน (ตารางที่ 12) พบว่าก่อนการปล่อยและหลังปล่อยแมลงตัวเบียน 1 วัน จำนวนและเปอร์เซ็นต์การเบียนของแมลงตัวเบียน *H. varicornis* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่จะแตกต่างทางสถิติกับการปล่อยแมลงตัวเบียนไปแล้ว 3 วัน

จากการศึกษาครั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแปลงทดลองชุดควบคุมกับแปลงทดลองที่ปล่อยแมลงตัวเบียน *H. varicornis* พบว่าหลังจากปล่อยแมลงตัวเบียนไปแล้ว 1 วัน ประสิทธิภาพในการทำลายหนอนชอนใบของแมลงตัวเบียน *H. varicornis* ยังมีไม่สูงนัก ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากแมลงตัวเบียนยังไม่สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพพื้นที่แปลงปลูกพืชทดลองได้ นอกจากนี้ยังอาจเกี่ยวกับลักษณะทางชีววิทยาของแมลงตัวเบียนอีกด้วย เนื่องจากวันแรกของการปล่อยแมลงตัวเบียนอาจเป็นช่วงที่แมลงตัวเบียนมีความสามารถในการเบียนอยู่ในระดับต่ำ (จากผลการศึกษาข้อ 1.2) ทำให้ประสิทธิภาพในการทำลายหนอนชอนใบของแมลงตัวเบียนต่ำตามไปด้วย ซึ่งเมื่อเวลา

ผ่านไปแมลงตัวเบียนมีการพัฒนาความพร้อมภายในร่างกายทำให้สามารถเบียนหนอนชอนใบได้เพิ่มขึ้นและยังสามารถปรับตัวเข้ากับสภาพพื้นที่ได้ดีขึ้น จึงทำให้มีประสิทธิภาพการเบียนสูงขึ้นตามไปด้วย เช่นเดียวกับการเปรียบเทียบภายในแปลงทดลองที่ปล่อยแมลงตัวเบียน *H. varicornis* ซึ่งก่อนการปล่อยและหลังปล่อยแมลงตัวเบียน 1 วัน ประสิทธิภาพของแมลงตัวเบียน *H. varicornis* ยังมีไม่สูงมากนัก แต่เมื่อเวลาผ่านไป 3 วัน ประสิทธิภาพในการเบียนของแมลงตัวเบียนกลับเพิ่มสูงขึ้น ทำให้สันนิษฐานได้ว่าแมลงตัวเบียน *H. varicornis* ที่ปล่อยออกไป สามารถที่จะมีชีวิตอยู่ในธรรมชาติได้มากกว่า 1 วัน มีผลทำให้ประสิทธิภาพการเบียนเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเมื่อประสิทธิภาพการเบียนเพิ่มขึ้นแล้วทำให้คาดหวังต่อไปว่าลูกของแมลงตัวเบียน *H. varicornis* ในรุ่นถัดไปที่ได้ น่าจะสามารถตั้งรกรากอยู่ในพื้นที่ได้และสามารถควบคุมระดับประชากรของหนอนชอนใบให้อยู่ในระดับสมดุลต่อไปได้

ในการศึกษาครั้งนี้มีการปล่อยแมลงตัวเบียน *H. varicornis* เพียงครั้งเดียวเท่านั้นจำนวน 3,000 คู่ ซึ่งถ้ามีการปล่อยแมลงตัวเบียนเพิ่มอีกอย่างต่อเนื่องน่าจะทำให้ประสิทธิภาพการทำลายหนอนชอนใบของแมลงตัวเบียนภายในแปลงทดลองสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งจะส่งผลต่อการควบคุมระดับประชากรของหนอนชอนใบเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากในสภาพพื้นที่ปลูกพืชเดิมก็มีแมลงศัตรูธรรมชาติของหนอนชอนใบบางชนิดอยู่ก่อนแล้ว เมื่อนำแมลงตัวเบียนมาปล่อยเพิ่มเติมลงไปอีกก็อาจจะทำให้การควบคุมหนอนชอนใบดีขึ้นกว่าเดิมก็เป็นได้ สำหรับการควบคุมโดยชีววิธีนั้นเกษตรกรควรจะมีการอนุรักษ์ศัตรูธรรมชาติให้คงอยู่ไว้ในพื้นที่ควบคู่ไปด้วย โดยมีการปลูกพืชหมุนเวียนอย่างต่อเนื่องเพื่อที่ศัตรูธรรมชาติต่าง ๆ จะได้มีแหล่งอาศัยและที่หลบภัยอยู่ตลอดไป ซึ่งจะทำให้การควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธีมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ตารางที่ 11 จำนวนและเปอร์เซ็นต์การเบียนของแมลงตัวเบียนของหนอนชอนใบ *Liriomyza* spp. ในสภาพแปลงทดลองก่อนและหลังการปล่อยแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis*

ชุดการทดลอง	แมลงตัวเบียน *H. varicornis* [1/]		แมลงตัวเบียนหนอนชอนใบชนิดอื่น ๆ [1/]		แมลงตัวเบียนรวมทุกชนิด [1/]	
ก่อนปล่อย	Mean ± SD	%	Mean ± SD	%	Mean ± SD	%
แปลงไม่ปล่อยแมลงตัวเบียน	0.00 ± 0.00	0.00	0.50 ± 0.83	2.13	0.50 ± 0.83	2.13
แปลงปล่อยแมลงตัวเบียน	0.00 ± 0.00	0.00	0.50 ± 1.10	1.29	0.50 ± 1.10	1.29
			ns	ns	ns	ns
	แมลงตัวเบียน *H. varicornis* [1/]		แมลงตัวเบียนหนอนชอนใบชนิดอื่น ๆ [1/]		แมลงตัวเบียนรวมทุกชนิด [1/]	
หลังปล่อย 1 วัน	Mean ± SD	%	Mean ± SD	%	Mean ± SD	%
แปลงไม่ปล่อยแมลงตัวเบียน	0.00 ± 0.00	0.00	0.90 ± 1.59	2.63	0.90 ± 1.59	2.63
แปลงปล่อยแมลงตัวเบียน	0.70 ± 1.34	3.86	0.60 ± 1.19	2.82	1.30 ± 2.13	6.69
			ns	ns	ns	**
	แมลงตัวเบียน *H. varicornis* [1/]		แมลงตัวเบียนหนอนชอนใบชนิดอื่น ๆ [1/]		แมลงตัวเบียนรวมทุกชนิด [1/]	
หลังปล่อย 3 วัน	Mean ± SD	%	Mean ± SD	%	Mean ± SD	%
แปลงไม่ปล่อยแมลงตัวเบียน	0.00 ± 0.00	0.00	0.35 ± 0.88	1.89	0.35 ± 0.88	1.89
แปลงปล่อยแมลงตัวเบียน	6.40 ± 7.51	38.30	0.75 ± 1.29	4.50	7.15 ± 7.85	42.80
			ns	ns	**	**

[1/] = ค่าเฉลี่ยจากการสุ่มเก็บใบถั่วฝักยาว 20 จุด จุดละ 1 ใบ (ใบถั่วฝักยาว 1 ใบ มี 3 ใบย่อย)

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี T-test

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) โดยวิธี T-test

ตารางที่ 12 ประสิทธิภาพการควบคุมหนอนชอนใบ *Liriomyza* spp. ของแมลงตัวเบียน *Hemiptarsenus varicornis* ในแปลงทดลองที่มีการปล่อยแมลงตัวเบียน

	หนอนชอนใบที่ถูกเบียน (ตัว) [1/ 2/]	เปอร์เซ็นต์การเบียน [1/ 2/]
ก่อนปล่อย	0.00 ± 0.00 b	0.00 b
หลังปล่อย 1 วัน	0.70 ± 1.34 b	3.86 b
หลังปล่อย 3 วัน	6.40 ± 7.51 a	38.30 a
F-test	12.69 **	36.50 **
C.V. (%)	186.21	111.05

[1/] = ค่าเฉลี่ยจากการสุ่มเก็บใบถั่วฝักยาว 20 จุด จุดละ 1 ใบ (ใบถั่วฝักยาว 1 ใบ มี 3 ใบย่อย)

[2/] = ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเดียวกันในสดมภ์เดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT

** = มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.01$) โดยวิธี DMRT