

รูปแบบการเจริญเติบโตของหนอนม้วนใบถั่วเหลือง

Lamprosema diamenalis Gune. (Lepidoptera : Pyralidae)

มนัส ทิตยวรรณ

GROWTH MODELING OF THE SOYBEAN LEAF FOLDER

Lamprosema diamenalis Gune. (Lepidoptera : Pyralidae)

Manas Titayavan

ABSTRACT : The growth model for the soybean leaf folder, *Lamprosema diamenalis* Guen. at 21.5°C and 68.5% RH with 12 hours photophase was studied. The Puspurosutardjo's mathematical equation $Y = k(X^n)/K^n + X^n$ was used to calculate the expected width of head capsule for *L. diamenalis* on the basis of the experimental rearing data. There were no statistically significant differences between the observed and expected width of head capsule as determined by the Chisquare test. The mathematical equation calculated for the rate of development is $Y = n(X)^{n-1}(K^n)/(K^n + X^n)^2$. The maximum growth rate was determined by the equation $X = K \left\{ \frac{(n-1)}{(n+1)} \right\}^{\frac{1}{n}}$ to be 11.62 days.

Incubation of eggs took 6.81 ± 0.18 days. The mean durations of development from the first to fifth instar larvae

were 5.11 ± 0.33 , 3.88 ± 9.28 , 4.05 ± 0.38 , 3.90 ± 0.35 and 6.35 ± 0.76 days respectively. The life cycle of *L. diamenalis* from egg stage to adult were 39.10 ± 2.62 days from male and 37.85 ± 2.62 days for female. The average number of days which adult males and females of *L. diamenalis* survived were 6.80 ± 0.91 and 7.75 ± 0.96 days respectively.

บทคัดย่อ : ในการศึกษารูปแบบการเจริญเติบโตของหนอนม้วนใบตัว—
เหลือง, *Lamprosema diamenalis* Guen. ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการอุณหภูมิเฉลี่ย
21.5°ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 68.5% ช่วงแสง 12 ชั่วโมง พบว่าอัตราการเจริญเติบโต
และรูปแบบของการเจริญเติบโตของแมลงชนิดนี้สอดคล้องกับสมการที่นายผลการเจริญ-
เติบโตของ Pusprosutardjo, $Y = k(X^n)/K^n + X^n$ ซึ่งจากการทดสอบโดยวิธี
โคสแควร์ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างค่าสังเกตและค่าที่ได้
จากการคาดคะเนจากสมการของความกว้างหัวกระโหลกของหนอนในแต่ละระยะ ทั้งนี้
อัตราการเจริญเติบโตของ *L. diamenalis* คำนวณได้จากอนุพันธ์ของสมการ Pus-
prosutardjo, $Y = n(X)^{n-1}(K^n)/(K^n + X^n)^2$ ซึ่งอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด
เกิดขึ้นในระยะหนอนวัยที่ 3 ที่ point of inflection, $X = K \left\{ \frac{(n-1)}{(n+1)} \right\}^{\frac{1}{n}}$ มีค่า
เท่ากับ 11.62 วัน

ระยะไข่ของ *L. diamenalis* เฉลี่ย 6.81 ± 0.18 วัน, หนอนวันที่
1 ถึง 5 ใช้เวลาในการเจริญเติบโตโดยเฉลี่ย 5.11 ± 0.33 , 3.88 ± 0.28 ,
 4.05 ± 0.38 , 3.90 ± 0.35 และ 6.35 ± 0.76 วันตามลำดับ ระยะดักแด้เพศผู้
นาน 9.00 ± 0.15 วัน และอายุขัยตัวเต็มวัยนาน 6.80 ± 0.91 วัน ดักแด้เพศเมีย
ใช้เวลา 7.79 ± 0.41 วัน และมีอายุขัยนาน 7.75 ± 0.96 วัน รวมอายุตั้งแต่
ระยะไข่ถึงตัวเต็มวัยเพศผู้เฉลี่ย 39.10 ± 2.62 วัน เพศเมียเฉลี่ย 37.85 ± 2.62
วัน

คำนำ

ถั่วเหลือง *Glycine max* (L.) Merrill เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกอย่างกว้างขวางในเขตจังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศ เช่น อ่างทองลพบุรี และจังหวัดเชียงใหม่ ทำให้เนื้อที่ปลูก และปริมาณผลผลิตรวมของถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามผลผลิตถั่วเหลืองต่อไร่มีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ อันเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่า จะเกิดปัญหาทางเศรษฐกิจในการปลูกถั่วเหลืองขึ้นในอนาคต

อรุณทิพย์ และ เสพวัลย์ (2523) รายงานว่า ในบรรดาอุปสรรคต่าง ๆ ของการปลูกถั่วเหลือง แมลงหลายชนิดเป็นตัวการสำคัญในการลดผลผลิต และเพิ่มต้นทุนในการผลิตถั่วเหลือง ซึ่งจากรายงานดังกล่าวสรุปว่า มีแมลงราว 12 ชนิด ที่เข้าทำลายถั่วเหลือง ได้แก่ หนอนม้วนใบถั่ว 3 ชนิด คือ *Lamprosema diamenalis* Guen., *Hedylepta indicata* (Fab.) และ *Archips micaceana* Walk., แมลงวันหนอนเจาะต้นถั่ว, *Ophiomyia* sp., หนอนข่อนใบถั่ว *Biloba subsecivella* Zeller., หนอนกระทู้ผัก, *Spodoptera litura* Fab., หนอนกระทู้ *Agrotis ypsilon* Rott., หนอนเจาะผัก, *Helicoverpa armigera* Hubner, เพลี้ยอ่อน, *Aphis glycines* Matsumura, ไรล่อจุด *Tetranychus urticae* (Kock.) มวนเขียวข้าว *Nezara Viridula* (Linn.) และมอดเมล็ด *Callosobruchus chinensis* Linn. อรุณทิพย์ (2519) รายงานว่าแมลงชนิดที่ทำความเสียหายรุนแรงได้แก่ หนอนม้วนใบ *L. diamenalis* ซึ่งทำความเสียหายแก่พืชโดยหนอนรวมกลุ่มชักใยบาง ๆ หุ้มตัวไว้ และดึงเอาใบถั่วหลาย ๆ ใบมารวมกัน และกัดกินใบที่ม้วนห่อขึ้นจนเหลือแต่ก้านใบ ทำให้มีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโต, น้ำหนักเมล็ด, และผลผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสูญเสียใบพืชในระยะการเจริญเติบโต เมื่อมีใบจริง 3-8 ใบ และเมื่อดอกเริ่มบาน 2-4 สัปดาห์

Trehan (1940) และ Harcourt (1957) กล่าวว่า ความรู้เกี่ยวกับชีวประวัติและอัตราการเจริญเติบโตของแมลง เป็นสิ่งจำเป็นในการใช้ทำนายผลการระบาดและการป้องกันกำจัด ทั้งนี้เนื่องจากภายใต้สภาพดินฟ้าอากาศที่แตกต่างกัน แมลงจะมีอัตราการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ที่แตกต่างกัน ดังรายงานของ อรุณัมภ์ (2519) ที่พบว่าแมลงศัตรูตัวเหลืองหลายชนิดในภาคเหนือ ของประเทศไทย มีการขยายพันธุ์ได้มากและระบาดได้รวดเร็วกว่าท้องที่ที่ปลูกทางภาคกลางดังนี้ การทดลองครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาชีวประวัติ และอัตราการเจริญเติบโตของ *L. diamenalis* ซึ่งเป็น defoliator ที่สำคัญของตัวเหลืองในเขตภาคเหนือ ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ เพื่อใช้ทำนายการระบาด และเพื่อใช้ในการป้องกันไม่ให้ปริมาณของแมลงชนิดนี้เพิ่มสูงถึงระดับความเสียหายทางเศรษฐกิจ (economic threshold) อีกทางหนึ่งด้วย

วิธีการศึกษาทดลอง

หนอนมันใบแก้วที่ใช้ในการศึกษา ได้มาจากแปลงทดลองศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร โดยคัดเลือกเฉพาะหนอนวัยที่ 4 และวัยที่ 5 มาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ อุณหภูมิเฉลี่ย 22°ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 69% โดยนำหนอนมาเลี้ยงรวมกันในกล่องพลาสติก ขนาดกว้าง 11 ซม. ยาว 11 ซม. สูง 6.5 ซม. กล่องละประมาณ 10 ตัว จำนวน 5 กล่อง เจาะฝากล่องพลาสติกดังกล่าวให้มีขนาดกว้าง 2.5 ซม. ยาว 2.5 ซม. แล้วปิดด้วยตระแกรงลวดเพื่อให้มีการระบายอากาศ และทำการปิดฝากล่องเพื่อป้องกันแมลงหนีไปใบแก้วเหลืองพันธุ์ ลจ.4 เลี้ยงหนอน โดยเปลี่ยนใบพืชทุก ๆ วัน จนกระทั่งหนอนเข้าสู่ระยะดักแด้ จากนั้นแยกเพศดักแด้ ซึ่งดักแด้ที่จะเจริญไปเป็นผีเสื้อเพศผู้จะมีช่องสืบพันธุ์อยู่ติดกับช่องขับถ่าย ส่วนดักแด้เพศเมียช่องทั้งสองจะอยู่ห่างกัน จากนั้นนำดักแด้ที่แยกเพศมาแล้วมาใส่ในกล่องพลาสติก ขนาดกว้าง 6 ซม. ยาว 6.5 ซม. สูง 3.5 ซม. เพศละกล่อง เมื่อดักแด้ที่แยกเพศแล้วดังกล่าวฟักออกเป็นผีเสื้อ จึงนำผีเสื้อทั้งสองเพศที่ฟักออก

จากดักแด้ในวันเดียวกันมาเลี้ยงรวมกันในกรงตระแกรงรูปทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง 20 ซม. สูง 40 ซม. ครอบบนกระถางซึ่งใช้ปลูกต้นถั่ว อายุ 20 วัน เพื่อเป็นที่วางไข่ ในกรงมีสำลีชุบสารละลายน้ำผึ้ง 10% แขนงไว้ เพื่อเป็นอาหารแมลงตัวเต็มวัย ทำการเปลี่ยนกระถางตัวทุกวัน และนำไข่ของผีเสื้อที่มีอายุวันเดียวกันมาศึกษาวงจรชีวิต โดยนำไข่ผีเสื้อบนใบพืชใส่ในจานแก้ว (Petri dish) ขนาด 10 x 1.5 ซม. ให้ความชื้นแก่ใบพืชโดยหยดน้ำลงบนกระดาษกรอง (Whatman #1) ซึ่งรองในจานแก้ว จากนั้นนำไปเก็บไว้ในห้องสำหรับเลี้ยงแมลง

ทำการตรวจดูไข่ของแมลงทุก ๆ 24 ชั่วโมง จนกระทั่งหนอนฟักออกจากไข่ จากนั้นทำการเปลี่ยนใบพืชเพื่อเป็นอาหารของหนอนวัยที่ 1 ทุกวัน พร้อมทั้งตรวจดูคราบของหนอนโดยใช้กล้อง dissecting microscope และบันทึกจำนวนวันที่ใช้ในการลอกคราบ จนกระทั่งหนอนวัยสุดท้ายเข้าสู่ระยะดักแด้ จากนั้นทำการแยกเพศดักแด้ใส่ในกล่องพลาสติก กล่องละ 1 ตัว จนกระทั่งตัวเต็มวัยแต่ละเพศฟักออกมาจากดักแด้ บันทึกผลการทดลองแต่ละระยะการเจริญเติบโต พร้อมทั้งหาค่ามัธยฐานเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนของมัธยฐานเลขคณิต

จากนั้นทำการดองหนอนในน้ำยา KAAD ทุกวันโดยเริ่มตั้งแต่วันที่หนอนฟักออกจากไข่ จนกระทั่งเข้าสู่ระยะดักแด้ แล้วนำตัวอย่างหนอนทั้งหมดมาทำการวัดความกว้างของสันกระดูก ภายใต้อุปกรณ์จุลทรรศน์ พร้อมทั้งบันทึกความกว้างของสันกระดูกของหนอนตั้งแต่ระยะที่ 1 ถึงระยะสุดท้าย จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวมาทดลองรูปแบบการเจริญเติบโต จากสมการ Pusprosutardjo, $Y = k(X^n)/K^n + X^n$ (Pusprosutardjo, 1982) เสนอโดย Titayavan (1983) เมื่อ Y คือค่าสูงสุดของความกว้างหัวกระดูก (มม.) ของหนอนระยะต่าง ๆ, X คืออายุของหนอน (วัน), k, K คือค่าคงที่ที่ต้องคำนวณหาจากการทดลองเลี้ยง *L. diamenalis*, n คือตัวเลขจำนวนเต็มในสมการ และ n มีค่า ≥ 2

จากสมการ

$$Y = \frac{k(X^n)}{K^n + X^n} \quad \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อ X เข้าใกล้ infinity ค่า Y ในสมการ (1) จะเข้าใกล้ค่าสูงสุดในการเจริญเติบโตทางทฤษฎี (asymptotic level) ของ *L. diamenalis* ที่ $Y = k$ ดังนั้นในการทดลองนี้กล่าวได้ว่าค่าของ k คือค่าของความกว้างของหัวกระโหลกที่มากที่สุด ดังนั้นเมื่อหาอัตราส่วนระหว่าง Y/k จะได้สมการที่ 2

$$\frac{Y}{k} = \frac{X^n}{K^n + X^n} \quad \dots\dots\dots (2)$$

เมื่อแทนค่า Y/k ด้วย $\frac{\Lambda}{Y}$ จะได้สมการที่ 3

$$\frac{\Lambda}{Y} = \frac{X^n}{K^n + X^n} \quad \dots\dots\dots (3)$$

และเมื่อพิจารณาค่าของ X จากสมการ (3) จะได้

$$X = K \left\{ \frac{Y}{1 - Y} \right\}^{\frac{1}{n}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

จะเห็นได้ว่า เมื่อค่าของ $Y = 0.5$ ในสมการ (4) จะทำให้ค่าของ $X = K$ ซึ่งหมายความว่า K มีค่าเท่ากับจำนวนวันที่ *L. diamenalis* ใช้ในการเจริญเติบโตถึงครึ่งหนึ่ง หรือ 50 เปอร์เซ็นต์ของค่าความกว้างหัวกระโหลกที่มากที่สุด

อัตราการเจริญเติบโตของ *L. diamenalis* สามารถคำนวณได้จากค่าอนุพันธ์ที่หนึ่งของสมการ (2)

$$\frac{dY}{dX} = \frac{n(X)^{n-1}(K^n)}{(K^n + X^n)^2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

ช่วงเวลาที่อัตราการเจริญเติบโตเกิดขึ้นสูงที่สุด ค่าเฉลี่ยได้จากอนุพันธ์ที่สอง
ของสมการ (2)

$$X = K \left\{ \frac{(n-1)}{(n+1)} \right\}^{\frac{1}{n}} \dots\dots\dots (6)$$

ผลการทดลองและวิจารณ์

ตารางที่ 1 แสดงวงจรชีวิตของหนอนม้วนใบ ที่เลี้ยงด้วยใบแก้วเหลืองพันธุ์
ลจ.4 ในห้องปฏิบัติการอุณหภูมิเฉลี่ย 21.8 °ซ. ความชื้นสัมพัทธ์ 68.5% โดยแมลงตัวเต็ม
วัยวางไข่ไว้ทั้งด้านบนและใต้ใบพืช

ไข่

ลักษณะไข่ของแมลงชนิดนี้กลมแบน สีขาวใส เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5
มม. แม้มันจะวางไข่เป็นกลุ่ม ๆ ละ 3-13 ฟอง นอกจากนี้ยังพบว่าแมลงวางไข่เป็น
ฟองเดี่ยว ๆ ด้วยไข่เมื่อใกล้ฟักจะมีสีค่อนข้างเหลืองและเห็นเป็นจุดดำ ๆ ล่องจุด ระยะ
ไข่ 6-8 วัน เฉลี่ย 6.81 ± 0.18 วัน

หนอน

หนอนวัยที่ 1 เมื่อฟักออกจากไข่ใหม่จะมีสีเขียวย่อน ส่วนหัวสีน้ำตาลอ่อน
และอยู่รวมกลุ่มกันโดยสร้างเส้นใยขึ้นคลุมตัว และกัดกินเนื้อเยื่อผิวใบพืช ซึ่งอยู่ภายใต้ใบ
ที่สร้างขึ้นนั้น ระยะหนอนวัยที่ 1 นาน 2-7 วัน เฉลี่ย 5.11 ± 0.33 วัน ความกว้าง
ของสันกระโหลก เฉลี่ย 0.142 ± 0.0100 มม. ในวันที่ 5 (ตารางที่ 2)

หนอนวัยที่ 2 มีลำตัวเขียวเข้มขึ้น และมีลักษณะการทำลายพืชคล้ายคลึงกับ
หนอนวัยที่ 1 ระยะเวลาที่ไข่ในการเจริญเติบโตนาน 2-7 วัน เฉลี่ย 3.83 ± 0.28
วัน ความกว้างของสันกระโหลกเฉลี่ย 0.376 ± 0.033 มม. ในวันที่ 9 (ตารางที่ 2)

TABLE 1. Duration of development among instars of *Lamprosema diamenalis* reared under laboratory condition at 21.5°C and 68.5% RH with a 12 hour photophase.

Stage	n	Duration of Development (days)			
		Mean	±	S.E.	Range
Egg	20	6.81	±	0.18	6-8
First instar	17	5.11	±	0.33	2-7
Second instar	17	3.88	±	0.28	2-7
Third instar	17	4.05	±	0.38	2-6
Fourth instar	16	3.09	±	0.35	2-7
Fifth instar	14	6.35	±	0.76	3-10
Pupa : Male	5	9.00	±	0.19	8-10
Female	4	7.75	±	0.41	7-9
Adult : Male	5	6.80	±	0.91	4-10
Female	4	7.79	±	0.96	5-10
Total : Egg to male	5	45.90	±	3.53	29-65
Egg to female	4	45.60	±	3.58	29-64

S.E. = The standard error associated with the means.

หนอนวัยที่ 3 มีสีเข้มกว่าหนอนวัยที่ 2 และบนอกปล้องแรกจะเห็นขีดสีน้ำตาลอ่อน ลำตัวมีขนาดใหญ่ขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ความกว้างของสันกระโหลกเฉลี่ย 0.566 ± 0.024 มม. ในวันที่ 13 (ตารางที่ 2) ขนบนลำตัวเริ่มเห็นชัดเจนนขึ้น แผลงจะเริ่มเคลื่อนย้ายไปยังใบอื่น ๆ ของต้นถั่วเหลือง ระยะหนอนนาน 2-6 วัน เฉลี่ย 4.05 ± 0.38 วัน

หนอนวัยที่ 4 มีสีเขียวเข้มคล้ายคลึงกับหนอนระยะที่ 3 กระโหลกสีน้ำตาล มีความกว้างเฉลี่ย 0.858 ± 0.021 มม. ในวันที่ 17 (ตารางที่ 2) ขนบนลำตัวเห็นชัดเจนนขึ้น ระยะหนอนวัยที่ 4 นาน 2-7 วัน เฉลี่ย 3.90 ± 0.35 วัน

หนอนวัยที่ 5 ลำตัวยาวและอ้วนขึ้น ขนบนลำตัวเห็นชัด และมีสีของลำตัวคล้ายคลึงกับหนอนวัยที่ 4 ระยะหนอนนาน 3-10 วัน เฉลี่ย 6.35 ± 0.76 วัน และมีความกว้างของกระโหลก ในวันที่ 23 เฉลี่ย 1.66 ± 0.028 มม. (ตารางที่ 2) กล่าวได้ว่าจากหนอนวัยที่ 1 ถึงวัยที่ 5 มีการลอกคราบเกิดขึ้น รวม 4 ครั้ง ตรงกับรายงานของ อรุณัท (2525)

ดักแด้

หนอนวัยที่ 5 เมื่อจะเข้าดักแด้จะเริ่มสร้างเส้นใยสีขาวห่อหุ้มตัวและอยู่ภายในใบถั่วที่ม้วน ดักแด้ระยะแรกมีสีเขียวอ่อน และจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ดักแด้ทั้งสองเพศมีขนาดไม่แตกต่างกันมากนัก แต่ดักแด้เพศผู้จะมีช่องสืบพันธุ์กับช่องขับถ่ายอยู่ติดกัน ส่วนดักแด้ที่เจาะเจริญไปเป็นเพศเมียช่องทั้งสองจะอยู่ห่างกันเห็นได้ชัดเจนน ระยะดักแด้เพศผู้ นาน 9 ± 0.19 วัน ระยะดักแด้เพศเมีย 7.75 ± 0.41 วัน

ตัวเต็มวัย

ตัวเต็มวัย *L. diamenalis* เป็นผีเสื้อขนาดเล็ก สีน้ำตาลปนเหลือง และมีลายดำขวางปีก ขนาดของเพศผู้และเพศเมียใกล้เคียงกัน ความกว้างของปีกขณะกางปีกประมาณ 17 มม. ระยะตัวเต็มวัยเพศผู้ นาน 4-10 วัน เฉลี่ย 6.80 ± 0.91 วัน อายุ

TABLE 2. Average width of head capsule of *Lamprosema diamenalis* in successive instar.

Larval instar (days)	N	Observed width of head capsule (mm)			Expected width of head capsule (mm)	$\frac{1}{n-2}$	$\frac{(O-E)^2}{E}$
		Mean	±	S.E.			
1	5	0.048	±	0.004	0.0477	1.246	0.00000189
2	5	0.057	±	0.005	0.0563	1.587	0.00000870
3	5	0.076	±	0.011	0.0676	1.887	0.00104379
4	5	0.088	±	0.010	0.0876	2.097	0.00000183
5	5	0.142	±	0.010	0.1413	2.047	0.00000347
6	6	0.193	±	0.011	0.1933	2.066	0.00000047
7	5	0.246	±	0.007	0.2462	2.108	0.00000016
8	5	0.314	±	0.012	0.3141	2.067	0.00000003
9	5	0.376	±	0.033	0.3764	2.071	0.00000043
10	5	0.430	±	0.026	0.4301	2.151	0.00000002
11	5	0.478	±	0.018	0.5046	2.327	0.00140222
12	5	0.549	±	0.026	0.5490	2.224	0.00000000
13	5	0.566	±	0.024	0.5602	3.635	0.00731167
14	5	0.611	±	0.022	0.6051	8.443	0.00005753
15	5	0.756	±	0.036	0.7479	4.414	0.00008773
16	5	0.716	±	0.045	0.9028	6.201	0.03865113
17	5	0.858	±	0.021	0.8473	2.881	0.00013512
18	5	0.911	±	0.031	0.9113	3.052	0.00000010
19	5	0.971	±	0.023	0.9707	3.182	0.00000009
20	5	1.010	±	0.013	1.0103	3.122	0.00000009
21	5	1.022	±	0.028	1.0216	2.832	0.00000016
22	5	1.163	±	0.037	1.1631	4.046	0.00000001
23	5	1.166	±	0.028	1.1659	3.695	0.00000001

TABLE 2. (Cont.)

Larval instar (days)	N	Observed width of head capsule (mm)			Expected width of ^{1/} head capsule (mm)	n ^{2/}	(O-E) ² E
		Mean	±	S.E.			
24	5	1.191	±	0.018	1.1914	3.688	0.00000013
25	5	1.217	±	0.018	1.2537	3.728	0.00107433
26	5	1.254	±	0.037	1.2537	3.987	0.00000007

Average Pooled χ^2
NS

n = 3.107 = 0.04978118

^{1/} From Pusprosutardjo' equation $Y = \frac{k(X^n)}{K^n + X^n}$

^{2/} An integer number, n must be ≥ 2

S.E. = The standard error associated with the means.

NS = No significant difference from the expected width of head capsule at 1% level.

ตั้งแต่ระยะไข่ถึงตัวเต็มวัยเพศผู้ตายเฉลี่ย 45.90 ± 3.53 วัน ระยะไข่ถึงตัวเต็มวัยเพศเมียตาย 45.60 ± 3.58 วัน ผลการทดลองนี้ค่อนข้างแตกต่างจากผลการทดลองของ ลีวัฒนการ และคณะ (2517) ซึ่งพบว่า *L. diamenalis* มีระยะไข่ 3.5 วัน และระยะหนอน 15.9 วัน ระยะดักแด้ 5.4 วัน และตัวเต็มวัยอายุ 3-5 วัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากสภาพแวดล้อมของการทดลองที่ต่างกันได้ โดยเฉพาะอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง ครั้งนี้ค่อนข้างต่ำกว่าปกติ และเป็นที่น่าสังเกตว่า ตามรายงานของ ลีวัฒนการ และคณะ (2517) หนอนวัยใบชนิดนี้มี 4 วัย ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้ก็เช่นกัน พบว่าหนอนมีการลอกคราบถึง 4 ครั้ง ซึ่งเท่ากับว่ามีระยะการเจริญเติบโตถึง 5 วัย ก่อนเข้าดักแด้ ซึ่งตรงกับรายงานของ อรุณันท์ (2525) ที่พบว่าหนอนมีการลอกคราบ 4 ครั้ง และอายุหนอนประมาณ 23-29 วัน

ตารางที่ 2 แสดงอัตราการเจริญเติบโตของ *L. diamenalis* ซึ่งวัดจากความกว้างของหัวกระโหลกหนอนอายุต่าง ๆ กัน ในแต่ละวันจะเห็นได้ว่าระยะแรกของการเจริญเติบโตระยะแรกช่วง 3-12 วัน เป็นแบบ exponential curve หรือ J-shaped (รูปที่ 1) แต่ในช่วงเวลาต่อมาอัตราการเปลี่ยนแปลงความกว้างหัวกระโหลกจะช้าลง เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาแรก ๆ ซึ่งเมื่อคำนวณอัตราการเจริญเติบโตของหนอนในแต่ละระยะการเจริญเติบโตแล้วจะเห็นได้ว่าหนอน *L. diamenalis* วัยที่ 3 มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด เมื่ออายุประมาณ 12 วัน (รูปที่ 2) และอาจกล่าวได้ว่าหนอนวัยดังกล่าวทำลายในถั่วเหลืองได้รุนแรงที่สุด เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด อัตราการเจริญเติบโตดังกล่าว คำนวณจากสมการที่ 6 ของ Pusprosutardjo, $X = K \left\{ \frac{(n-1)}{(n+1)} \right\} \frac{1}{n}$ มีค่าเท่ากับ 11.62 วัน ซึ่งใกล้เคียงกับค่าสังเกตจากการทดลองนี้เท่ากับ 12 วัน จากรูปที่ 1 จะเห็นว่าแบบแผนการเจริญเติบโตของ *L. diamenalis* ตั้งแต่หนอนระยะที่ 1 ถึง 5 เป็นรูปตัว "เอส" (S-Shaped) หรือ sigmoid growth form ซึ่งจะประกอบด้วยอัตราการเจริญเติบโตที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ของหนอนวัยที่ 1 โดย

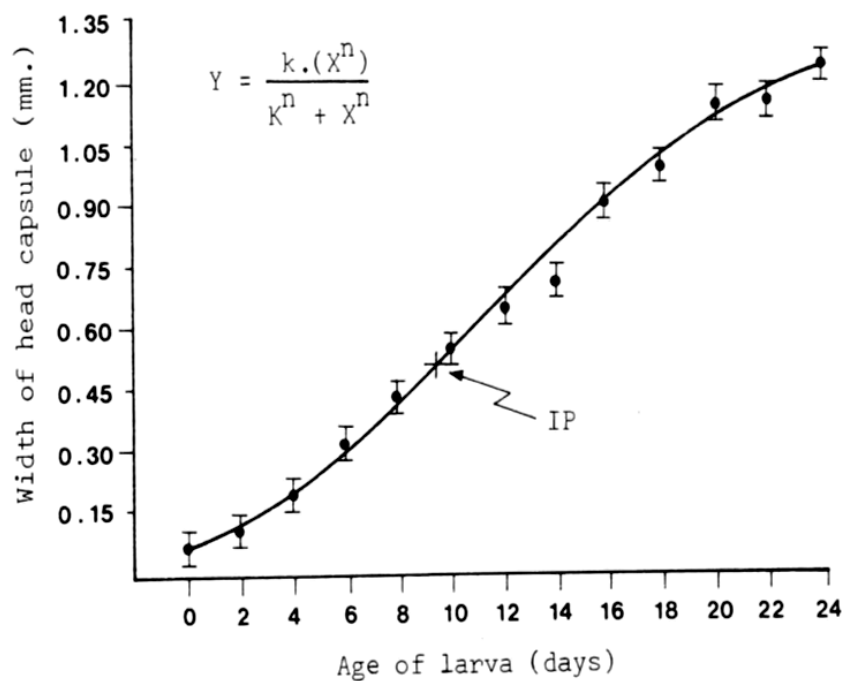


FIGURE 1. Relationship between the width of head capsule and age of *Lamprosema diamenalis* larva reared under constant temperature at 21.5°C and 68.5% RH with 12 hours photophase. The vertical lines represent standard error associated with the means. IP = inflection point of development.

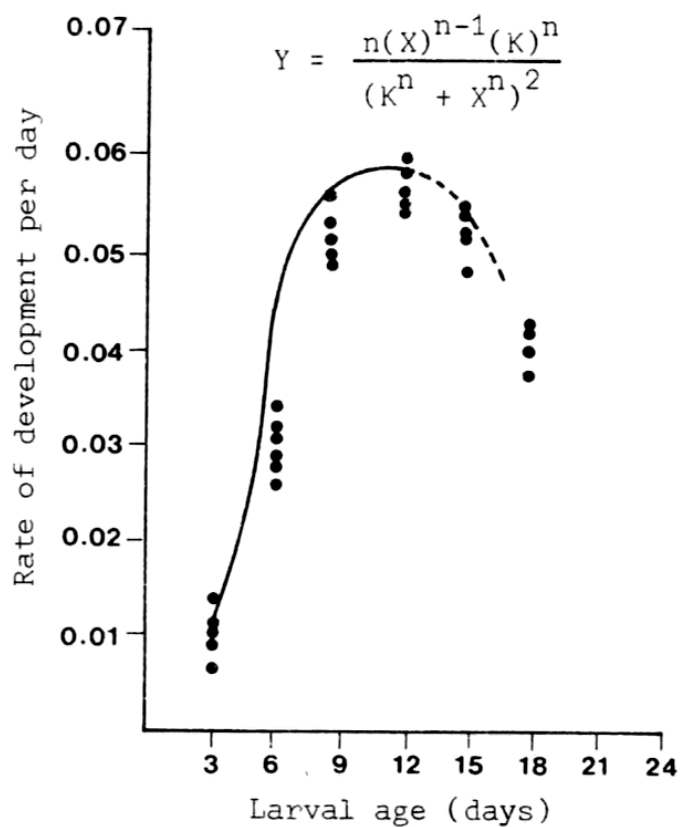


FIGURE 2. Estimated relationship between daily development rate and larval ages for *Lamprosema diamenalis* for period from first instar to fifth instar.

ใช้เวลา 5.11 ± 0.33 แล้วตามด้วยอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในวัยที่ 2-3 ซึ่งอยู่ในช่วงเวลาของการทดลอง ประมาณวันที่ 9-13 (ตารางที่ 1) ต่อจากนั้นการเพิ่มขนาดของหัวกระโหลกจะเริ่มช้าลง จนกระทั่งถึงระยะสุดท้ายของการเจริญเติบโต จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า ค่าไคสแควร์รวม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 1% ซึ่งหมายความว่าแบบแผนการเจริญเติบโตของ *L. diamenalis* สอดคล้องกับสัณฐานของ *Pusprosutardjo*

สรุปผลการทดลอง

รูปแบบการเจริญเติบโตของหนอนม้วนใบตัวเหลือง *L. diamenalis* ตั้งแต่หนอนระยะที่ 1 ถึง 5 สามารถทำนายผลได้จากสมการรูปตัวเอส ของ *Pusprosutardjo*, $Y = k(X)^n / K^n + X^n$ และแมลงยีนดัดนี้มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุดในวัยที่ 3 ซึ่งตรงกับวันที่ 11.62 ของการทดลองครั้งนี้ อัตราการเจริญเติบโตในแต่ละวัยของแมลงคำนวณได้จากอนุพันธ์ของสมการ *Pusprosutardjo*, $X = K \left\{ \frac{(n-1)}{(n+1)} \right\}^{\frac{1}{n}}$

หนอนของ *L. diamenalis* มีการลอกคราบ 4 ครั้ง ระยะตัวอ่อนตั้งแต่ไข่ถึงดักแด้นาน 29.29 ± 2.28 วัน ระยะดักแด้เพศผู้นาน 9.00 ± 0.19 วัน ระยะดักแด้เพศเมียนาน 7.75 ± 0.41 วัน รวมอายุแมลงยีนดัดนี้จากระยะไข่ถึงตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมียนาน 38.29 ± 2.47 วัน และ 37.04 ± 2.69 ตามลำดับ อายุขัยของแมลงเพศผู้ภายใต้สภาพการทดลองครั้งนี้ โดยเฉลี่ยนาน 6.80 ± 0.91 วัน เพศเมีย 7.79 ± 0.96 วัน

คำขอบคุณ

ผู้ศึกษาริวิจัยขอขอบคุณโครงการ National Agricultural Research Project (NARP), University Research Programme Grants Under

Australian Cooperation With Narp (ACNARP) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ คุณชูแสง แพงวังทอง และ คุณฐิติกุล ไชยวรรณ นักศึกษากฎิวิทยา ที่ช่วยงานวิจัยนี้ให้ลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- สัวัฒนาการ, เล่าวภา สัตยวิรุทธ์, เตือนจิตต์ เล่งล่วลัต์, พิลิษฐ์ และ อรุณันท์, อภิรัตน์. (2517). การศึกษาชีวประวัติของหนอนม้วนใบแก้วเหลือง. รายงานการค้นคว้าวิจัย. กองกัญและสัตววิทยา. กรมวิชาการเกษตร. 437-480.
- อรุณันท์, อภิรัตน์. (2519). แมลงศัตรูแก้วเหลือง. ว.วิทบ.ทษ. 9:163-165.
- อรุณันท์, อภิรัตน์. (2525). ปัญหาเรื่องแมลงแก้วเหลืองและการป้องกันกำจัด. ย่าวสารศัตรูพืช ฉบับโรคและแมลงศัตรูแก้ว. 1(2):42-45.
- อรุณันท์, อภิรัตน์ และ เล่งล่วลัต์, พิลิษฐ์. (2523). แมลงศัตรูและการป้องกันกำจัด. เอกสารวิชาการเล่ม 3. แก้วเหลือง. กรมวิชาการเกษตร. 49-53.
- Harcourt, T.V. (1957). Biology of the diamond back moth, *Plutella maculipennis* (Crut.) (Lepidoptera : Plutellidae) in eastern Ontario. II Life History, Behaviour and Host Relationships. Can. Ent. 89:554-564.
- Pusprosutardjo, S. (1982). Growth and yield modeling of irrigated soybean and peanut in tropical rain monsoon climates. Ph.D. dissertation in engineering, Utah State University, Logan, Utah. 314 pp.
- Titayavan, M. (1983). Studies of the San Jose scale, *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock) (Homoptera : Diaspididae) and its *Aphytis* nr. *vandenboschi* DeBach and Rosen (Hymenoptera : Aphelinidae)

parasite in northern Utah. Ph.D. dissertation in entomology,
Utah State University, Logan, Utah. 161 pp.

Trehan, K.N. (1940). Studies on the British White fiels (Homoptera :
Aleyrodidae). Trans. R. Ent. Soc., Lond. 90:575-616.