

การศึกษาตารางชีวิตของหนอนม้วนใบถั่วเหลือง

มนัส ทิตยวรรณ

LIFE TABLE STUDIES OF SOYBEAN LEAF FOLDER,

Lamprosema diemenalis Guen. (Lepidoptera : Pyralidae)

Manas Titayavan

ABSTRACT : The fate of a cohort of the soybean leaf folder, *Lamprosema diemenalis* Guen. from initial egg stage to the ultimate adult emergence of the last individual was studied. The thousand eggs hatched to produce 850 small larvae, 699, 600, 546 and 493 survived to become second, third, fourth and fifth instar larvae respectively, and 450 reached the pupal and adult stages. When the egg population changed to a population of first instar larvae, the k -value of the mortality factor concerned was 0.071. For the second to fifth instar larvae, the k -values were 0.084, 0.067, 0.041, 0.044 and 0.040 respectively. The k -values were added up and their sum equals the generation mortality $K = 0.347$.

The l_m products for each pivotal age in days were summed, the total being the value of net reproduction rate, $R = 23.776$ in each generation. The intrinsic rate of increase, r for *L. diemenalis* was found to be 0.0744. Thus, the finite rate^m of increase is 1.0772 per head per day. The stable age distribution was heavily loaded with the immature stages of the leaf folders. Only 10.9067 percent of the total number of individuals in the stable age distribution were adults. In this experiment $1/\beta = 1.4520$, and thus instantaneous birth rate, $b = 0.6634$. The difference between r and b was determined, as the instantaneous death rate, $d = 0.5890$.

ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50002

Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002

บทคัดย่อ : จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มประชากรหนอนม้วนในถั่วเหลือง *Lamprosema diemenalis* Guen. จากระยะไข่ถึงตัวเต็มวัยพบว่า จากไข่จำนวน 1,000 ฟอง เจริญเป็นหนอนวัยที่ 1-5 จำนวน 850, 699, 600, 546 และ 493 ตามลำดับ หนอนวัยที่ 5 จำนวน 493 ตัว สามารถเข้าสู่ระยะดักแด้และฟักออกเป็นตัวเต็มวัยได้ถึง 450 ตัว อัตราการตายของหนอนวัยต่าง ๆ ตั้งแต่ 1-5 ซึ่งแสดงโดยค่าของ K-values มีค่าเท่ากับ 0.084, 0.067, 0.041, 0.044 และ 0.040 ตามลำดับ และมีอัตราการตายรวมในช่วงอายุขัยของ *L. diemenalis*, $K = 0.347$

อัตราการขยายพันธุ์สุทธิ ซึ่งเป็นผลรวมของค่า $l_x m_x$ ในแต่ละอายุของวัยเจริญพันธุ์ของแมลง, $R_0 = 23.776$ ต่ออายุขัย และมีอัตราเกิด $r_m = 0.0744$ หรือเท่ากับ 1.0772 ต่อตัวต่อวัน จากการศึกษาของคัพระกอบของกลุ่มอายุของ *L. diemenalis* พบว่า แมลงชนิดนี้ใช้ชีวิตส่วนใหญ่ในระยะตัวอ่อน โดยมีช่วงของวงจรชีวิตที่เป็นตัวเต็มวัยเพียง 10.9067 เพอร์เซ็นต์เท่านั้น ในการทดลองนี้ค่าของ $1/B = 1.4520$ และมีอัตราเกิดตามธรรมชาติ (b), อัตราตายตามธรรมชาติ (d) เท่ากับ 0.6634 และ 0.5890 ตามลำดับ

คำนำ

หนอนม้วนใบ, *Lamprosema diemenalis* Guen. เป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็กที่สามารถทำลายถั่วเหลืองอย่างกว้างขวางในแหล่งปลูกใหญ่ ๆ ในประเทศทั้งภาคกลางและภาคเหนือ โดยมีการระบาดทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน (อรุณทิ 2520, ถนนมณี 2524) ความเสียหายจะเกิดขึ้นอย่างรุนแรง เนื่องจากการสูญเสียใบ หรือส่วนต่าง ๆ ของลำต้น เนื่องจากกัดกินและทำให้ผลผลิตถั่วลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (ฟังเจริญ และคณะ 2517) หนอนเมื่อฟักออกจากไข่ใหม่ ๆ จะอยู่รวมตัวเป็นกลุ่มและชักใยบาง ๆ ปกคลุมตัวเองโดยการนำใบพืช 2 ใบ หรือมากกว่ามาติดกัน ซึ่งหนอนจะอาศัยกัดกินอยู่ภายใน เมื่อคลไบบอกจะพบใยและมูลของหนอน Bhattacharjee (1977) รายงานว่า พืชอาศัยของ *L. diemenalis* มีหลายชนิดได้แก่ ถั่วเหลือง, *Glycine max* (L.) Merrill ถั่วเขียว, *Phaseolus aureus* Roxb. ถั่วพุ่ม, *Vigna* spp. และพืชตระกูลถั่วอื่น ๆ เป็นเหตุให้แมลงชนิดนี้มีการทำลายและแพร่กระจายได้อย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น

โดยเหตุที่ข้อมูลด้านชีววิทยาของ *L. diemenalis* มีรายงานน้อยมากในประเทศไทย ทำให้ไม่เพียงพอในการนำมาวางแผนควบคุมปริมาณของแมลงชนิดนี้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาเกี่ยวกับตารางชีวิต เป็นวิธีหนึ่งที่ทำให้เราได้ทราบเกี่ยวกับ อัตราการรอดตามธรรมชาติ อัตราการเพิ่มปริมาณของประชากร อัตราการตาย และสัดส่วนของวัยที่เป็นตัวการทำลายพืช และแพร่กระจายพันธุ์ของแมลงชนิดนี้ ทั้งนี้เนื่องจากตารางชีวิตเป็นตารางข้อมูลที่ เกี่ยวข้องกับอัตราการตาย และการเปลี่ยนแปลงของประชากรในแต่ละช่วงเวลาของการพัฒนา จึงทำให้ทราบถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงระดับของประชากร โดยการประเมินค่าอัตราการขยายพันธุ์สุทธิของตัวเมียที่สามารถผลิตลูกได้ในรุ่นต่อไป ดังนั้นการศึกษาตารางชีวิตในรูปแบบต่าง ๆ จึงมีประโยชน์มากทั้งนั้นนอกจากเพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนหาแนวทางป้องกันกำจัดให้ได้ผลดียิ่งขึ้น แล้วยังเป็นการลดต้นทุนในการผลิตตัว หล่อออกทางหนึ่งด้วย

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

นำไข่อายุไม่เกิน 24 ชั่วโมง ซึ่งแม่ตัวเมีย *L. diemenalis* วางไข่บนใบกล้วยแห้ง ตามวิธีการที่อธิบายโดย ทิตยวรรณ (2529) ใส่ในจานแก้ว (petri dish) ขนาด 10×1.5 ซม. จำนวน 20 ฟองต่อหนึ่งจาน การทดลองกระทำ 10 ซ้ำ รวมจำนวนไข่ 200 ฟอง ให้ความชื้นแก่ใบพืชโดยหยดน้ำบนกระดาษกรอง (Whatman #1) ซึ่งรองในจานแก้ว จากนั้นนำจานแก้วบรรจุไข่แมลงไปพักในห้องเลี้ยงแมลง ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 22 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 69% ช่วงแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน ทำการตรวจดูไข่แมลงทุก ๆ 24 ชั่วโมง จนกระทั่งหนอนฟักออกจากไข่ทุก ๆ การทดลอง จากนั้นทำการย้ายหนอนในแต่ละซ้ำมาเลี้ยงในกล่องพลาสติกขนาด 11×11 ซม. สูง 6.5 ซม. รวมทั้งสิ้น 10 กล่อง พร้อมกับเปลี่ยนใบพืชเพื่อเป็นอาหารของหนอนวัยที่ 1 ทุก ๆ วัน และทำการตรวจดูคราบหนอนที่ปรากฏในกล่องทุก ๆ 24 ชั่วโมง จนกระทั่งหนอนวัยสุดท้ายเข้าสู่วัยระยะดักแด้ จากนั้นทำการแยกดักแด้ใส่กล่องพลาสติกขนาดกว้าง 6.0 ซม. ยาว 6.5 ซม. สูง 3.5 ซม. กล่อง

ละ 1 ตัว ภายในกล่องไม้ให้ความชื้นใด ๆ ทั้งสิ้น จนกระทั่งคักแค้ในทุก ๆ กล่องพักออกเป็นตัวเต็มวัย ทำการบันทึกผลการทดลองในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต จำนวนหนอนที่รอดชีวิตในแต่ละระยะ และจำนวนคักแค้ที่รอดชีวิตไป เป็นตัวเต็มวัย นำข้อมูลทั้งหมดมาสร้างตารางชีวิต (cohort life table) ตามวิธีการของ Begon and Mortimer (1981) และ Varley et al. (1973) ดังนี้

x	คือ อายุของแมลงในแต่ละระยะการเจริญเติบโตต่อหน่วยเวลาที่ผ่านไป
l_x	คือ จำนวนแมลงที่รอดชีวิตในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต
d_x	คือ จำนวนแมลงที่ตายในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต
q_x	คือ อัตราการตายของแมลงในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต
	$q_x = \frac{d_x}{l_x}$
k_x	คือ killing power หรือปัจจัยที่ทำให้เกิดการตายของแมลงในแต่ละระยะของการเจริญเติบโต
	$k_x = \log l_x - \log l_{x+1}$
K	คือ ผลรวมของค่า killing power
	$k = k_1 + k_2 + \dots + k_n$

การศึกษาขั้นตอนต่อไปกระทำโดยการนำตัวเต็มวัยที่ฟักออกจากคักแค้ใหม่ ๆ จำนวน 4 คูมาเลี้ยงในกรงซึ่งเป็นตระแกรงลวดรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 ซม. ครอบลงบนกระถางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 ซม. สูง 28 ซม. ซึ่งปลูกต้นถั่วเหลืองอายุประมาณ 30 วัน ใสน้ำฝางเข้มข้นทาบนใบและใต้ใบพืชประมาณ 2-3 แห่ง เพื่อเป็นอาหารของผีเสื้อตัวเต็มวัย ทำการเปลี่ยนกระถางต้นถั่วทุก ๆ วัน จนกระทั่งแมลงตายหมด พร้อมทั้งการตรวจนับจำนวนไข่ของ *L. diamenalis* บนใบพืชทุก ๆ ครั้ง ทำการเปลี่ยนพืชอาศัยใหม่แก่แมลงและคำนวณความเข้มข้นเฉลี่ยของจำนวนไข่ต่อแมลงตัวเมีย 1 ตัวต่อ 1 วัน การทดลองทั้งหมดกระทำ 3 ขั้ ภายใต้สภาพห้องเลี้ยงแมลงอุณหภูมิเฉลี่ย 22 °C.

ความชื้นสัมพัทธ์ 69% ช่วงแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการสร้างตารางชีวิตตามวิธีการของ Andrewartha and Birch (1970) และ Poole (1974)

ผลการทดลองและวิจารณ์

ตารางที่ 1 แสดงอัตราการมีชีวิตรอดของ *L. diemenalis* ในห้องอายุขัยของการเจริญเติบโต จะเห็นได้ว่าอัตราการตายเกิดขึ้นสูงที่สุดในระยะหนอนวัยที่ 1 ถึง 17.76 เปอร์เซ็นต์ $k_x = 0.84$ รองลงมาได้แก่อัตราการตายในระยะไข่ 15% มีค่า $k_x = 0.71$ หนอนวัยที่ 1-5 มีชีวิตรอดจนกระทั่งเข้าสู่ระยะดักแด้เป็นจำนวน 82.24%, 85.84%, 91.00%, 90.29% และ 91.28% ตามลำดับ อัตราการตายในระยะหนอนวัยที่ 2 มีค่า $k_x = 0.067$ มากเป็นอันดับสองรองจากการตายในวัยที่ 1 รองลงมาได้แก่การตายในระยะหนอนวัยที่ 4, วัยที่ 3 และวัยที่ 5 ซึ่งมีค่า $k_x = 0.044, 0.041$ และ 0.040 ตามลำดับ แมลงชนิดนี้มีชีวิตรอดถึง 100% ในระยะดักแด้และมีอัตราส่วนระหว่างเพศผู้ : เพศเมีย 55.55 ต่อ 44.45% หรือ 1:1 โดยประมาณและมีอัตราการตายต่ออายุขัย 45 เปอร์เซ็นต์, $K = 0.347$

ตารางที่ 2 แสดงช่วงเวลาของ *L. diemenalis* เจริญเติบโตตั้งแต่วันที่ 1 จนกระทั่งวันสุดท้ายที่แมลงตัวเมียสามารถวางไข่ได้ภายใต้สภาพการทดลองดังกล่าว ขางตอนซึ่งประมาณวันที่ 50 ของการทดลอง จะเห็นได้ว่าแมลงเริ่มวางไข่หลังจากฟักออกเป็นตัวเต็มวัย 48 ชั่วโมง ทั้งนี้แสดงให้เห็นโดยค่า m_x ในตารางซึ่งหมายถึงจำนวนไข่ของ *L. diemenalis* ที่คาดว่าจะฟักออกเป็นตัวเมียในรุ่นถัดไป ผลคูณระหว่างเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตรอดเพื่อขยายพันธุ์และวางไข่ของแม่เสื้อ (l_x) และอัตราการวางไข่ที่จะฟักออกเป็นเสื้อตัวเมียรุ่นถัดไปต่อแม่เสื้อ 1 ตัว/วัน (m_x) จะหมายถึง จำนวนลูกที่เป็นตัวเมีย ที่คาดว่าจะแม่เสื้อจะสามารถผลิตได้ในชั่ว (generation) ถัดไปในแต่ละวัน ซึ่งจะเกิดขึ้นภายใต้สภาพการทดลองนี้ ตั้งแต่วันที่ 38.5 ซึ่งเป็นวันแรกที่แม่เสื้อเริ่มวางไข่ จนกระทั่งวันที่ 50.5 ซึ่งเป็นวันสุดท้ายของการวางไข่ แต่อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่า

Table 1 A cohort life-table for soybean leaf folder, *Lamprosema diemenalis* at 21.8 c 68.5% RH with a 12 hour photophase.

Stage at beginning of intervals	Standardized number surviving at the start of age interval x	Standardized number dying between x and $x+1$	Standardized mortality rate q_x	Killing power k_x	
x	$\frac{1}{x}$	d_x	q_x	$\log_{10} x$	k_x
Egg	1,000	150	0.150	3.000	0.071
First instar	850	151	0.178	2.929	0.084
Second instar	699	99	0.125	2.845	0.067
Third instar	600	54	0.073	2.778	0.041
Fourth instar	546	53	0.075	2.737	0.044
Fifth instar	493	43	0.061	2.693	0.040
Pupa	450	0	-	2.653	-
Adult	450	-	-	-	-
					$K=0.0347$

$\frac{1}{-}$ 200 eggs at start and 90 adults at completion

Table 2 Life table, age-specific fecundity-rates and net reproduction rate (R_0) of soybean leaf folder, *Lamprosema diemenalis* at 21.8°C and 68.5% RH with a 12 hour photophase.

Pivotal age in days	Probability at birth of a female being alive at age x	Expected daughters (m_x)	Reproductive expectation ($l_x m_x$)
(x)	(l_x)	(m_x)	($l_x m_x$)
0.5			Immature
1.5			stages :
2.5	0.850		egg, larva, and pupa
37.5	0.450	0	-
38.5	0.440	2.142	0.943
39.5	0.412	6.426	2.648
40.5	0.342	10.815	3.699
41.5	0.342	7.105	2.430
42.5	0.342	8.386	2.868
43.5	0.307	10.479	3.217
44.5	0.286	9.331	2.669
45.5	0.286	9.016	2.579
46.5	0.269	5.334	1.435
47.5	0.234	3.836	0.898
48.5	0.178	1.778	0.317
49.5	0.126	0.525	0.066
50.5	0.024	0.294	0.007
$R_0 = 23.776$			

แม่เสือบางตัวยังมีชีวิตอยู่โดยไม่วางไข่ก็ต้อไปจนกระทั่งตาย ผลรวมของค่า $l_x m_x$ ในแต่ละวันของการวางไข่คือ ค่าของอัตราเพิ่มสุทธิ (net reproduction rate) ของประชากร, $R_0 = 23.776$ ซึ่งหมายความว่า ประชากรของ *L. diemenalis* ในรุ่นถัดไปจะเพิ่มขึ้นได้สูงถึง 23.776 เท่าในแต่ละรุ่น ซึ่งรุ่นแรกจะเริ่มตั้นระหว่างวันที่ 42.590 - 42.811 หลังจากแม่เสือรุ่นแรกฟักออกจากคอกแค แต่ทั้งนี้ไดจากการคำนวณโดยการหาช่วงเวลา (T) ดังกล่าว จากสมการ $T = \sum_{x=0}^n l_x m_x / \sum l_x m_x$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 42.590 วัน หรือคำนวณจากสมการ $T = \ln R_0 / r_m$ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 42.811 วัน สำหรับค่า r_m หรืออัตราเพิ่มสูงสุดของประชากร *L. diemenalis* ภายใต้สภาพที่ปราศจากตัวทำและตัวเบียนนั้นคำนวณจากสมการ $r_m = \ln R_0 / T$ จากนั้นนำค่า r_m ที่ได้มาทดลองเพื่อหาค่า r_m ที่แท้จริงจากสมการ $\sum_{x=0}^n e^{-r_m x} l_x m_x = 1$ ซึ่งค่าที่คำนวณได้คือ $r_m = 0.0744$ ซึ่งหมายความว่าแม่เสือ *L. diemenalis* สามารถผลิตลูกที่เป็นตัวเมียได้ถึง 1.077 ตัว/ตัว/วัน อัตราการผลิตลูกจำนวนดังกล่าวนี้คือ อัตราเพิ่มต่อตัวเมียต่อวัน หรือ finite rate, $\lambda = e^{r_m}$

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่า วงจรชีวิตของหอนมวนใบชนิดนี้ 89.0933% ของอายุขัยในวงจรชีวิตอยู่ในระยะตัวอ่อนซึ่งจะนับตั้งแต่ระยะไข่, หอนมวนวัยต่าง ๆ และระยะคอกแค ทั้งนี้เพียง 10.9067% จะเป็นตัวเต็มวัยที่พร้อมที่จะขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณได้ ตัวเลขดังกล่าวคำนวณได้จากการทดลองในตารางที่ 2 โดยเริ่มต้นจากสมการ $L_x = \int l_x^{x+1} d_x$ ซึ่ง L_x จะหมายถึงเปอร์เซ็นต์ของแม่เสือที่รอดชีวิตในช่วงเวลาโดยเฉลี่ยระหว่าง l_x ถึง l_{x+1} ในตารางที่ 2 และสัดส่วนหรือเปอร์เซ็นต์ของวัยต่าง ๆ ในวงจรชีวิต 1 ปีคำนวณจากสมการ $\sum_{x=0}^n L_x e^{-r_m(x+1)} = 1/\beta$ เมื่อใดค่าของ β แล้วจึงนำไปแทนค่า percentage distribution ในสมการ $100 \beta L_x e^{-r_m(x+1)}$ เมื่อใดค่าต่าง ๆ เหล่านี้แล้วก็สามารถคำนวณอัตราการเกิดตามธรรมชาติ, b (instantaneous birth rate) และอัตราการตายตามธรรมชาติ d (instantaneous death rate) ได้จากสมการของความสัมพันธ์ระหว่าง r_m , β และ λ เมื่อ $b = r_m \beta / e^{r_m} - 1$ ได้ค่า instan-

Table 3 The stable age distribution of soybean leaf folder, *Lamprosema diemenalis* at 21.8°C and 68.5% RH with a 12 hour potophase.

Age at beginning of interval in day days (x)	percent distribution			
	L_x	$L_x \cdot e^{-r_m(x+1)}$	$100\beta \cdot L_x \cdot e^{-r_m(x+1)}$	
0.5			89.0933	
1.5			percent	
2.5	0.9250		total	
			immature	
			stages	
37.5	0.4450	0.02537271	1.74745797	
38.5	0.4260	0.02254784	1.55290478	
39.5	0.3770	0.01852359	1.27574843	
40.5	0.3420	0.01559906	1.07433150	
41.5	0.3420	0.01448061	0.99730211	10.9067
42.5	0.3245	0.01275452	0.87842361	percent
43.5	0.2965	0.01081839	0.74507933	total
44.5	0.2860	0.00968707	0.66716356	adults
45.5	0.2775	0.00872525	0.60092153	
46.5	0.2515	0.00734076	0.50556955	
47.5	0.2060	0.00558160	0.38441347	
48.5	0.1520	0.00411846	0.28364474	
49.5	0.0750	0.00175118	0.12060249	
50.5	0.490	0.00106207	0.07314641	

$$\frac{1}{\beta} = 1.45197827 \quad 100.0000$$

eous birth rate, $b = 0.663$ และมี instantaneous death rate, $d=0.589$ ซึ่งชี้ให้เห็นว่า ประชากรของ *L. diemenslis* ภายใต้สภาพการทดลองดังกล่าวมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากค่า $b > d$.

สรุปผลการทดลอง

หนอนมวนใบ *L. diemenalis* ที่ทดลองเลี้ยงเพื่อการศึกษาเกี่ยวกับตารางชีวิต ภายใต้สภาพห้องปฏิบัติการอุณหภูมิ 22 °C. ความชื้นสัมพัทธ์ 69% ช่วงแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน มีชีวิตรอดจากระยะหนอนถึงระยะดักแด้ 52.94% โดยมีชีวิตรอดรวมทั้งระยะไข่ถึงตัวเต็มวัยเพียง 45% หงนอัตรการตายรวมในช่วงอายุขัย (K) = 0.3470 อัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) = 23.7760 ต่ออายุขัย และมีอัตราการเกิด (r_m) = 0.0744 หรือเท่ากับ 1.0772 ต่อตัวต่อวัน แมลงชนิดนี้ใช้ชีวิตส่วนใหญ่ในระยะตัวอ่อน ถึง 89.0933% โดยมีช่วงของวงจรชีวิตที่เป็นตัวเต็มวัยเพียง 10.9067%

คำขอบคุณ

ผู้ศึกษาวิจัยขอขอบคุณโครงการ National Agriculture Research Project (NARP), University Research Programme Grants under Australian Cooperation With Narp (NCNARP) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ คุณจิราพร ตยัตติคุณกุล นักศึกษาวิชาเอกกีฏวิทยาที่ช่วยงานวิจัยนี้ให้ลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ถนนมณีน, วิจิตร. (2524). แมลงศัตรูพืชและวิธีการป้องกันกำจัด (ภาคเหนือ). เอกสารวิชาการประกอบการบรรยาย ฉบับที่ 2 โครงการวิจัยแมลงศัตรูพืชและ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 27 หน้า.

หิตยวัรรณ, มนัส. (2529). รูปแบบการเจริญเติบโตของหนอนม้วนใบแก้วเหลือง, *Lamprosema diemenalis* Guen. (Lepidoptera : Pyralidae). วารสารเกษตร 2(2) : 20-22

หึงเจริญ, พระพัฒน์ ถนอมถิ่น, วิจิตร เสพสวัสดิ์, พิสิษฐ์ และอรุณินท์, อภิรัตน์. (2517). การสูญเสียใบที่มีผลต่อการเจริญเติบโต น้ำหนักเมล็ด และผลผลิตของถั่วเหลือง. รายงานการค้นคว้าวิจัย ปี 2517. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 465-468.

อรุณินท์, อภิรัตน์. (2520). ปัญหาเรื่องแมลงถั่วเหลืองและการป้องกันกำจัด. รายงานการประชุมวิชาการเรื่องถั่วเหลือง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 146-159.

Andrewartha, H.G., and Birch, L.C. (1970). The distribution and abundance of animals. The University of Chicago Press. 782 pp.

Begon, M., and Mortimer, M. (1981). Population ecology, a unified study of animals and plants. Blackwell Science Publishing Company, Sunderland, Massachusetta. 200 pp.

Bhattacharjee, N.L. (1977). Records of soybean leaf roller parasites. Rev. Appl. Entomol. 65(8):4499.

Poole, R.W. (1974). An introduction to quantitative ecology. McGraw-Hill Book Company. 460 pp.

Varley, C.G., Gradwell, G.R., and Hassell, M.P. (1973). Insect population ecology, an analytical approach. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California. 212 pp.