

รูปแบบการกระจายและจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมในการ สุ่มตัวอย่างหนอนเจาะสมอฝ้าย

พรทิพย์ เทพกิดการ¹ เกศรา จีระจรรยา¹ วีรศักดิ์ สุรพัฒน์²
ลักขณา บำรุงศรี¹ และ สว่าง วังบุญคง¹

บทคัดย่อ

ศึกษารูปแบบการกระจายและจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมในการสุ่มตัวอย่างหนอนเจาะสมอฝ้าย (*Heliothis armigera* Hubner) ในแปลงฝ้ายที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นาสุพรรณบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่นาสุพรรณบุรี และสถานีทดลองพืชไร่เลย ระหว่างฤดูปลูกฝ้ายปี พ.ศ. 2525-2527 โดยตรวจนับจำนวนหนอนบนฝ้ายทุกต้นในเนื้อที่ 1 ไร่ ทุก 15-20 วัน ระหว่างฝ้ายอายุ 30-110 วันหลังออก ผลการวิเคราะห์ทางสถิติปรากฏว่า เมื่อค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนนับได้ 0.2 ตัว หรือมากกว่า 0.2 ตัว/ต้นในช่วงอายุฝ้าย 50-110 วันหลังออก รูปแบบการกระจายของหนอนจะเป็นแบบกลุ่ม (Negative Binomial Distribution) และคำนวณค่า k ได้ระหว่าง 0.964-7.580 เมื่อค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนนับได้ 0.215-3.249 ตัว/ต้น และเมื่อค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนน้อยกว่า 0.2 ตัว/ต้น จะพบรูปแบบการกระจายเป็นแบบปัวซอง (Poisson Distribution) สำหรับจำนวนต้นฝ้ายที่ต้องนับในการสุ่มตัวอย่างแต่ละครั้งนั้นแปรผกผันกับความหนาแน่นของหนอน โดยแปรผกผันอยู่ระหว่าง 5-243 ต้น เมื่อจำนวนหนอนแปรผกผันอยู่ระหว่าง 0.1-3.2 ตัว/ต้น

การสุ่มตัวอย่างแมลงมีประโยชน์ในการวัดจำนวนประชากรของแมลงเพื่อใช้พยากรณ์การระบาด เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการป้องกันกำจัด และเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบจำนวนแมลง โดยทั่ว ๆ ไป การสุ่มตัวอย่างมีปัจจัยสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณา คือ จำนวนตัวอย่างที่จะสุ่มสิ่งที่สุ่ม ขนาดหน่วยของตัวอย่างที่จะสุ่ม และเวลาที่จะสุ่ม

ปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาถึงจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมในการสุ่มตัวอย่างหนอนเจาะสมอฝ้ายจากเนื้อที่ปลูกฝ้ายที่รู้ขนาดแน่นอน การศึกษาถึงรูปแบบการกระจายของแมลงจะช่วยให้ทราบถึงเทคนิคการสุ่มตัวอย่าง ซึ่งจะช่วยให้การสุ่มตัวอย่างมีประสิทธิภาพ สามารถวัดปริมาณความหนาแน่นของแมลงที่ใกล้เคียงความเป็นจริงและประหยัดแรงงาน ตัวอย่างเช่น การสุ่มตัวอย่างแบบซีควเอนเชียล (Sequential sampling) ซึ่งเป็น

วิธีการสุ่มตัวอย่างที่ใช้จำนวนตัวอย่างน้อยในขณะที่มีปริมาณแมลงมากและปริมาณแมลงน้อย สามารถประหยัดเวลาได้ 20-79% (Waters, 1955; Pieters et al., 1974; Sterling, 1975; Nilakhe et al., 1982; ชำนาญและคณะ, 2527) ดังนั้นจึงทำการศึกษารูปแบบการกระจายของหนอนเจาะสมอฝ้ายเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกฝ้ายพันธุ์ศรีสำโรง 3 ในเนื้อที่ 1 ไร่ ระยะปลูกระหว่างแถวและต้น 1.25x0.50 ม. พ่นสารกำจัดวัชพืช metolachlor หลังปลูก ถอนแยกเหลือหลุมละ 1 ต้นเมื่อฝ้ายอายุ 1 เดือน พ่นสารป้องกันกำจัดแมลงปากดูด omethoate ทุก 2 สัปดาห์ การดูแลรักษาทั่วไปปฏิบัติตามคำแนะนำของสถาบันวิจัยพืชไร่นาวิชาการเกษตร และได้เก็บข้อมูลรวม 3 ปี คือ

1. ปี พ.ศ. 2525 ตรวจนับหนอนเจาะสมอฝ้ายบนต้นฝ้ายทุกต้นเมื่อฝ้ายอายุ 75 และ 90 วันหลังออก ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นาสุพรรณบุรี

2. ปี พ.ศ. 2526 ตรวจนับหนอนเจาะสมอฝ้ายบนต้นฝ้าย

¹นักกีฏวิทยา กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูพืชและพืชเส้นใย กอง
กีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร บางเขน กรุงเทพฯ 10900

²นักสถิติ งานวิเคราะห์ทางสถิติ กองแผนงานและวิชาการ กรม
วิชาการเกษตร บางเขน กรุงเทพฯ 10900

ทุกต้นเมื่อฝ้ายอายุ 50, 70, 90 และ 110 วันหลังงอก ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และสถานีทดลองพืชไร่เลย

3. ปี พ.ศ. 2527 ตรวจนับหนอนเจาะสมอฝ้ายบนต้นฝ้ายทุกต้นเมื่อฝ้ายอายุ 30, 50, 70, 90 และ 110 วันหลังงอก ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ ดังนี้

วิธีหารูปแบบการกระจาย

1. นำข้อมูลจำนวนแมลงที่นับได้ในช่วงอายุต่าง ๆ ของต้นฝ้ายมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าความแปรปรวน โดยใช้สูตร

$$\bar{X} = \Sigma fX \quad \text{และ} \quad s^2 = \frac{\Sigma fX^2 - (\Sigma fX)^2/N}{N-1}$$

เมื่อ X = จำนวนแมลงที่นับได้ต่อต้น

f = จำนวนต้นฝ้ายที่พบแมลง X ตัว

2. ทดสอบข้อมูลในแต่ละอายุฝ้ายว่ามีการกระจายเป็นแบบสุ่ม (random) หรือ Poisson Distribution หรือไม่ โดยคำนวณค่าไคสแควร์ (Chi-square) จากสูตร

$$X^2 = (N-1) \frac{s^2}{\bar{X}} \quad \text{เมื่อ} \quad N = \Sigma f \quad (\text{Southwood, 1975})$$

เปรียบเทียบค่าไคสแควร์ที่คำนวณได้กับค่าไคสแควร์ที่ได้จากตารางที่ (N-1) degree of freedom และที่ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนดให้

3. ทดสอบข้อมูลในแต่ละอายุฝ้ายว่ามีการกระจายเป็นแบบกลุ่ม (clump) หรือ Negative Binomial Distribution หรือไม่ โดยคำนวณค่าสถิติ T จากสูตร

$$T = \frac{\Sigma fX^3 - 3\bar{X}\Sigma fX^2 + 2\bar{X}^2\Sigma fX - s^2\left(\frac{2s^2}{\bar{X}} - 1\right)}{N}$$

(Anscombe, 1950)

คำนวณค่า standard error of T ดังนี้

$$S.E.(T) = \sqrt{\frac{2\bar{X}(k+1)p^2q^2}{N} [2(3+5p) + 3kq]}$$

$$\text{เมื่อ} \quad k = \frac{\bar{X} - s^2/N}{s^2 - \bar{X}} \quad (\text{Bliss, 1971})$$

$$P = \frac{\bar{X}}{k}$$

$$q = 1 + p$$

คำนวณค่าสถิติ t ดังนี้

$$t = \frac{T}{S.E.(T)}$$

เปรียบเทียบค่า t ที่คำนวณได้กับค่า t ที่ได้จากตารางที่ (N-1) degree of freedom ที่ระดับความเชื่อมั่นที่กำหนดให้

วิธีหาจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมในการสุ่มนับแมลง

1. หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของจำนวนแมลงที่นับได้กับค่าสัมประสิทธิ์แห่งความแปรปรวน ($CV = \text{coefficient of variation}$) ในช่วงอายุฝ้ายต่าง ๆ กัน โดยใช้สูตร

$$r = \frac{\Sigma AB - \Sigma A \Sigma B/N}{\sqrt{\left(\Sigma A^2 - \frac{(\Sigma A)^2}{N}\right) \left(\Sigma B^2 - \frac{(\Sigma B)^2}{N}\right)}}$$

เมื่อ $A = \bar{X}$

และ $B = CV$

2. ใช้ข้อมูลในช่วงอายุฝ้ายต่าง ๆ กัน คำนวณสมการทางคณิตศาสตร์ เรียก exponential equation เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $\bar{X}$ และ CV ดังนี้

$$CV = a\bar{X}^b$$

เมื่อ a และ b เป็นค่าคงที่

3. หาจำนวนต้นฝ้ายที่เหมาะสมในการสุ่มนับ (n) โดยใช้สูตร

$$n = \left(\frac{CV}{CV(\bar{X})}\right)^2$$

เมื่อ $CV(\bar{X})$ คือค่า standard error ที่แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของค่าเฉลี่ย ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้กำหนดค่า $CV(\bar{X})$ เป็น 20%, 25% และ 30% ส่วนค่า CV นั้นได้มาจากข้อ 2 เมื่อแทนค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนที่นับได้จริงระหว่าง 0.065-3.249 จะได้ค่าจำนวนตัวอย่างที่จะสุ่มนับต่าง ๆ กัน

ผลการทดลองและวิจารณ์

รูปแบบการกระจายของหนอนเจาะสมอฝ้าย

จากตารางที่ 1 พบว่า การกระจายของหนอนที่สุพรรณบุรีเป็นแบบกลุ่มหรือแบบ Negative Binomial โดยมีค่า k จำนวนได้อยู่ระหว่าง 0.964-2.025 และค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนอยู่ระหว่าง 0.296-1.056 ตัว/ต้น

จากตารางที่ 2 พบว่า มี 5 ใน 7 ครั้งที่การกระจายของหนอนเป็นแบบกลุ่ม คือ ที่อายุฝ้าย 70, 90, 110 วัน ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ และที่อายุ 50, 70 วัน ที่สถานีทดลองพืชไร่เลย โดยมีค่า k จำนวนได้อยู่ระหว่าง 1.853-6.797 และค่าเฉลี่ย

ตารางที่ 1 การทดสอบรูปแบบการกระจายของหนอนเจาะสมอฝ้าย ที่
ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี ปี พ.ศ. 2525

อายุฝ้าย (วัน หลังปลูก)	ค่าเฉลี่ย หนอน ต่อต้น	Poisson Distribution	Negative Binomial Distribution	k
75	1.056	**	ns	2.025
90	0.296	**	ns	0.964

ตารางที่ 2 การทดสอบรูปแบบการกระจายของหนอนเจาะสมอฝ้ายที่
ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์และสถานีทดลองพืชไร่เลย ปี
พ.ศ. 2526

อายุฝ้าย (วัน)	ค่าเฉลี่ย หนอน ต่อต้น	Poisson Distribution	Negative Binomial Distribution	k
ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์				
50	0.137	ns	**	—
70	1.724	**	ns	6.797
90	2.948	**	ns	2.758
110	0.293	**	ns	4.431
สถานีทดลองพืชไร่เลย				
50	0.215	*	ns	3.134
70	0.365	**	ns	1.853
90	0.195	ns	**	—
110	0.065	—	—	—

ตารางที่ 3 การทดสอบรูปแบบการกระจายของหนอนเจาะสมอฝ้ายที่
ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์ ปี พ.ศ. 2527

อายุฝ้าย (วัน)	ค่าเฉลี่ย หนอน ต่อต้น	Poisson Distribution	Negative Binomial Distribution	k
30	0.128	**	ns	2.604
50	3.249	**	ns	7.580
70	0.701	*	**	—
90	0.930	**	**	—
110	0.802	**	ns	3.559

ns เป็นการกระจายแบบนั้น ๆ

* ไม่เป็นการกระจายแบบนั้น ๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

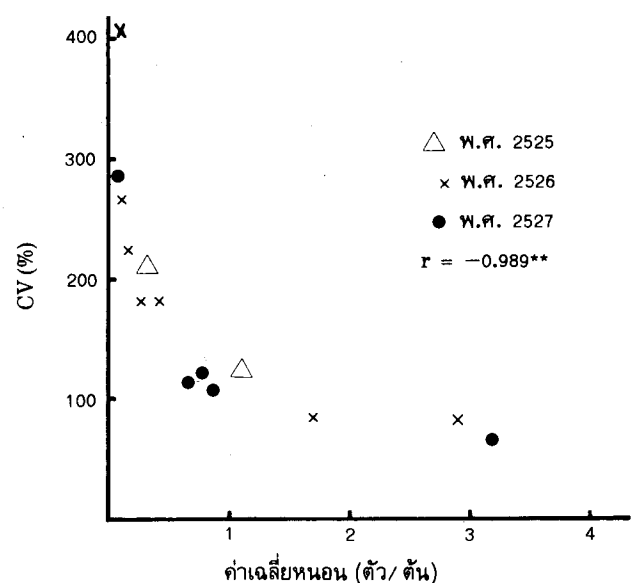
** ไม่เป็นการกระจายแบบนั้น ๆ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

จำนวนหนอนอยู่ระหว่าง 0.215–2.948 ตัว/ต้น ส่วนที่อายุฝ้าย 50 วันที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์ และอายุฝ้าย 90 วันที่สถานีทดลองพืชไร่เลยนั้น พบการกระจายของหนอนเป็นแบบสุ่มหรือแบบ Poisson โดยมีค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนอยู่ระหว่าง 0.137–0.195 ตัว/ต้น มีข้อน่าสังเกตว่า เมื่อจำนวนหนอนเฉลี่ยเพิ่มเป็น 0.2 ตัว/ต้นหรือ 2 ตัว/10 ต้น จะพบรูปแบบการกระจายของหนอนเป็นแบบกลุ่มทั้งหมด (ตารางที่ 1 และ 2)

จากตารางที่ 3 พบว่า มี 3 ใน 5 ครั้งที่การกระจายของหนอนที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์เป็นแบบกลุ่ม คือ ที่อายุฝ้าย 30, 50 และ 110 วัน โดยมีค่า k คำนวณได้อยู่ระหว่าง 2.604–7.580 และค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนอยู่ระหว่าง 0.128–3.249 ตัว/ต้น ส่วนที่อายุฝ้าย 70 และ 90 วันนั้น พบว่าการกระจายไม่เป็นที่แบบ Negative Binomial และ Poisson ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าการกระจายของหนอนจะเป็นแบบกลุ่มแบบอื่นซึ่งแทนได้ด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ เช่น Lognormal, Neyman Type A หรือ Polya-Aeppli ซึ่งการศึกษาครั้งนี้จะไม่กล่าวถึงเนื่องจากรูปแบบการกระจายของแมลงส่วนใหญ่เมื่อเป็นแบบกลุ่มแล้วจะแทนได้ดีด้วย Negative Binomial Distribution (Anscombe, 1949; Bliss, 1958)

จำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมในการสุ่มนับหนอนเจาะสมอฝ้าย

ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายกับค่า CV ในการสุ่มนับหนอนในแปลงทดลอง



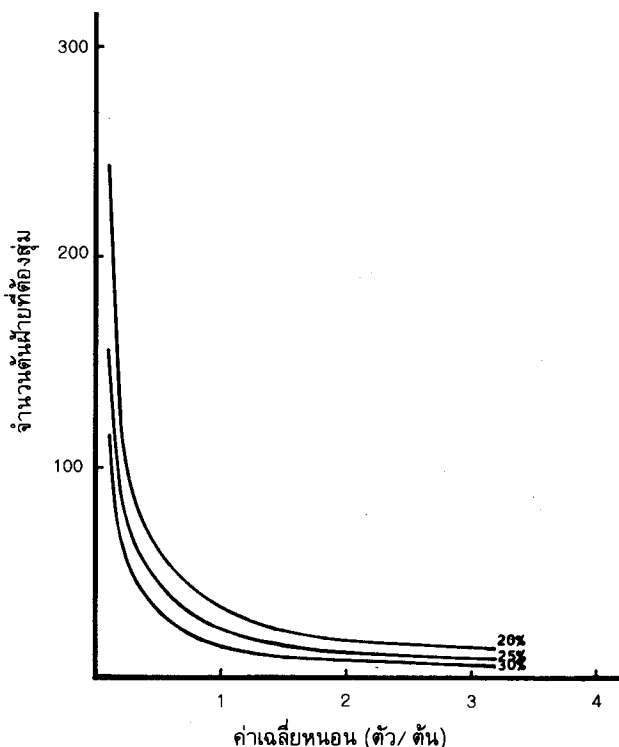
ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยหนอนกับค่า CV (%) จากการ
นับจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายในแปลงทดลองปี พ.ศ. 2525–
2527

ซึ่งมีค่า $r = -0.989^{**}$ แสดงว่ามีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม นั่นคือ CV จะมีค่ามากเมื่อค่าเฉลี่ยหนอนมีค่าน้อย และ CV จะมีค่าน้อยเมื่อค่าเฉลี่ยหนอนมีค่ามาก นอกจากนี้ ความสัมพันธ์ยังสามารถแสดงในรูปสมการได้ดังนี้

$$CV = 113.7954 \bar{X}^{-0.4373}$$

จากสมการนี้สามารถนำไปคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมที่ค่าเฉลี่ยของหนอนต่าง ๆ กัน และที่ระดับความแปรปรวนของการสุ่มนับที่จะยอมให้เกิดขึ้นได้ คือที่ CV ($\bar{X}$) 20%, 25% และ 30% ตามลำดับ

ภาพที่ 2 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนตัวอย่างสุ่มและค่าเฉลี่ยหนอนจะสมอฝ้าย จากความสัมพันธ์นี้จะเห็นได้ว่าจำนวนตัวอย่างสุ่มนับจะน้อยลงเมื่อจำนวนหนอนเพิ่มมากขึ้น และจำนวนตัวอย่างสุ่มนับจะมากขึ้นเมื่อจำนวนหนอนลดลง ดังนั้น ในช่วงอายุต่าง ๆ ของฝ้ายซึ่งมีจำนวนหนอนแตกต่างกันออกไปนั้น การใช้จำนวนต้นฝ้ายเป็นตัวอย่างสุ่มนับหนอนจะต้องคำนึงถึงจำนวนหนอนที่ระบาดในช่วงนั้น ๆ ด้วย หรืออีกนัยหนึ่ง การสุ่มนับหนอนจะสมอฝ้ายในช่วงอายุต่าง ๆ ของต้นฝ้ายไม่จำเป็นต้องใช้จำนวนตัวอย่างเดียวตลอด จากภาพที่ 2 สามารถกะดูด้วยตาถึงจำนวนตัวอย่างสุ่มที่จะใช้เมื่อพบหนอน



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนตัวอย่างสุ่มและค่าเฉลี่ยหนอนที่ระดับความแปรปรวน CV ($\bar{X}$) เท่ากับ 20%, 25% และ 30%

เฉลี่ย 0.2 ตัว/ต้น โดยจะต้องสุ่มต้นฝ้ายเป็นจำนวน 132 ต้น, 85 ต้น และ 59 ต้น ที่ระดับความแปรปรวน CV ($\bar{X}$) 20%, 25% และ 30% ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าที่ระดับความแปรปรวนต่ำคือ ที่ CV ($\bar{X}$) 20% จำเป็นต้องสุ่มตัวอย่างมากกว่าที่ระดับความแปรปรวนสูงคือที่ CV ($\bar{X}$) 25% และ 30%

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาหารูปแบบการกระจายของหนอนจะสมอฝ้ายในแปลงทดลองพบว่า เมื่อค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนนับได้ 0.2 ตัวหรือมากกว่า 0.2 ตัว/ต้นในช่วงอายุฝ้าย 50-110 วัน หลังออก รูปแบบการกระจายของหนอนจะเป็นแบบกลุ่ม ซึ่งสามารถแทนได้ด้วย Negative Binomial Distribution และคำนวณค่า k ได้ระหว่าง 0.964-7.580 เมื่อค่าเฉลี่ยของจำนวนหนอนนับได้ 0.215-3.249 ตัว/ต้น และเมื่อค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนน้อยกว่า 0.2 ตัว/ต้น จะพบรูปแบบการกระจายเป็นแบบกลุ่ม

จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนสัมพันธ์กับค่าความแปรปรวน CV โดยวัดค่า r ได้เท่ากับ -0.989^{**} ซึ่งจากความสัมพันธ์นี้ทำให้สามารถคำนวณหาจำนวนต้นฝ้ายที่จะใช้เป็นตัวอย่างในการสุ่มนับหนอนจะสมอฝ้ายในแปลงทดลองได้ โดยจำนวนตัวอย่างจะขึ้นกับจำนวนหนอนในแปลง จำนวนตัวอย่างที่ใช้จะน้อยถ้ามีหนอนมาก และจำนวนตัวอย่างที่ใช้จะมากถ้ามีหนอนน้อย ในทางปฏิบัติจริง สามารถกระทำได้โดยเริ่มสุ่มนับต้นฝ้ายครั้งแรกจำนวน 10 ต้นเพื่อตรวจสอบปริมาณการระบาดของหนอน จากนั้นเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนที่นับได้กับภาพที่ 2 เพื่อหาจำนวนต้นฝ้ายที่ต้องสุ่มนับที่ระดับความแปรปรวน 20%, 25% หรือ 30%

เอกสารอ้างอิง

- ชำนาญ พัทธกิจ, โอชา ประจวบเหมาะ, จุฑารัตน์ อรรถจารุสิทธิ์, อรุณ กองกาญจนะ, และ บุญสม เมฆสองสี. 2527. การเปรียบเทียบการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเชียลและแบบปกติกับหนอนกออ้อย. บทคัดย่อผลงานวิจัย ปี 2527 กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวโพดและพืชไร่อื่น ๆ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 1 หน้า.
- Anscombe, F.J. 1949. The Statistical analysis of insect counts based on the negative binomial distribution. *Biometrics*. 5 : 165-175.
- Anscombe, F.J. 1950. Sampling theory of the negative binomial and logarithmic series distributions. *Biometrika*, 37 : 358-382.
- Bliss, C.I. 1958. The analysis of insect counts as negative binomial distributions. *Proc. 10th. Internatl. Congr. Ent.* 2 : 1015-1032.
- Bliss, C.I. 1971. The aggregation of species within spatial units.

- In "Statistical Ecology", Vol. 1 (G.P. Patil, E.C. Pietou, and W.E. Waters, Eds.) Pennsylvania State University Press.
- Nilakhe, S.S., R.B. Chalpant, S.C. Phatak and B. Mullinix. 1982. Tomato fruitworm : development of sequential sampling and comparison with conventional sampling in tomatoes. J. Econ. Entomol. 75 : 416 - 421.
- Pieters, E.P. and W.L. Sterling. 1974. A sequential sampling plan for the cotton fleahopper, *Pseudotomoscelis seriatus*. Entomol. 3 : 102 - 106.
- Southwood, T.R.E. 1975. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. Frome and London : Butler and Tanner Ltd. 391 p.
- Sterling, W.L. 1975. Sequential sampling of cotton insect population. Belmide Cotton. Prod. Res. Conf. Proc. pp. 133 - 136.
- Waters, W.E. 1955. Sequential sampling in forest insect surveys. For. Sci. 1 : 68 - 79.

Distribution Pattern and Optimum Sample Size for Estimation of Cotton Bollworm Population

By

**Porntip Tepgidargarn, Kesara Jee-rajunya, Veerasak Surapat
Luckana Bumroongsri and Swang Wangboonkong**

Entomology & Zoology Division, Department of Agriculture, Bangkok, Bangkok, Thailand 10900

ABSTRACT

The distribution pattern and optimum sample size for estimation of cotton bollworm (*Heliothis armigera* Hubner) population were conducted in 1982–1984 at Suphanburi and Nakornsawan Field Crops Research centres and Loei Field Crops Experiment Station. For each year, larvae were enumerated on all cotton plants in the experimental fields for every 15–20 days during 30–110 days old of cotton. The result indicated that if mean of larvae per plant was 0.2 or more, during 50–110 days old of cotton, the distribution pattern was clumped and could be represented by the Negative Binomial Theoretical Distribution. The k values of the Negative Binomial Distribution and means of larvae per plant were 0.964–7.580 and 0.215–3.249, respectively. If mean of larvae per plant was less than 0.2, the distribution pattern was considered as Poisson Distribution. The optimum sample size varied conversely with the larval density. Number of cotton plant varied from 5–243 plants while means of larvae per plant varied from 0.1–3.2.
