

การสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเซียลเพื่อประมาณประชากร เพลี้ยจักจั่นฝ้ายในแปลงทดลอง

ประสิทธิ์ บุญดวง¹

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่องนี้เพื่อที่จะประมาณความหนาแน่นของประชากรเพลี้ยจักจั่นฝ้ายในแปลงทดลองโดยใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเซียลและแผนการสุ่มตัวอย่างแบบกำหนดขนาดตัวอย่างไว้คงที่ ใช้ข้อมูลจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายวัยอ่อนที่ยังบินไม่ได้จากต้นฝ้ายแต่ละต้นขณะต้นฝ้ายอายุ 21 วัน จำนวน 1,073 ต้น ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ปีเพาะปลูก 2529/30 ผลการศึกษาพบว่าข้อมูลจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายต่อต้นมีการแจกแจงแบบ negative binomial และเมื่อใช้ระดับเศรษฐกิจของเพลี้ยจักจั่นฝ้าย (m) สำหรับทดสอบสมมติฐาน $H_0: m = 2.5$ ตัวต่อต้น และ $H_1: m = 5.0$ ตัวต่อต้น และให้ $\alpha = \beta = 0.1$ นำมาหาแผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเซียล ปรากฏว่าได้สมการที่แบ่งเขตสรุปการตัดสินใจดังนี้คือ ไม่ต้องพ่นสารฆ่าแมลงเมื่อตรวจนับจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายรวมสะสม (d) จากต้นฝ้าย ตัวอย่างที่สุ่มมาได้ (n) คือ $d \leq 3.493n - 15.824$ ต้องพ่นสารฆ่าแมลงเมื่อ $d \geq 3.493n + 15.824$ และสุ่มตัวอย่างต้นฝ้ายต่อไปเมื่อ d มีค่าอยู่ระหว่างสมการทั้งสอง นอกจากนี้ยังพบว่าถ้าใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเซียลแทนแผนการสุ่มตัวอย่างแบบกำหนดขนาดตัวอย่างไว้คงที่สามารถลดจำนวนตัวอย่างได้มากกว่า 50%

การสำรวจปริมาณประชากรเพลี้ยจักจั่นฝ้ายในแปลง ก่อนทำการพ่นสารฆ่าแมลง เป็นบทบาทสำคัญที่นำมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช หรือการจัดการศัตรูพืช (pest management) โดยพิจารณาจากผลการสำรวจว่าในแปลงฝ้ายมีจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายหนาแน่นมากจนถึงระดับที่จะก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตฝ้ายหรือระดับเศรษฐกิจจึงจะทำการพ่นสารฆ่าแมลงซึ่งเป็นวิธีการป้องกันกำจัดแมลงที่มีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามการสำรวจปริมาณเพลี้ยจักจั่นฝ้ายไม่สามารถทำการตรวจนับจากต้นฝ้ายทั้งแปลงได้ จำเป็นต้องอาศัยวิธีการประมาณประชากรเพลี้ยจักจั่นฝ้ายจากต้นฝ้ายเพียงบางส่วนที่เลือกมาเป็นตัวอย่าง โดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม (นิรนาม, 2525; 2527)

การสุ่มตัวอย่างที่กำลังเป็นที่สนใจนำมาปฏิบัติในการป้องกันกำจัดแมลง คือ การสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเซียล

(sequential sampling) ซึ่งมีวิธีการที่ผิดไปจากการสุ่มตัวอย่างแบบอื่นตรงที่ขนาดของตัวอย่างที่ใช้ไม่ได้กำหนดแน่นอนลงไปในการสุ่มตัวอย่างแต่ละครั้ง แต่เป็นไปในลักษณะที่สุ่มต้นฝ้ายตัวอย่างมาตรวจสอบหาจำนวนแมลงทีละต้น ๆ จนกว่าจะได้จำนวนแมลงรวมสะสม (เป็นตัวสถิติ) ตกอยู่ในเขตการตัดสินใจพ่นสารฆ่าแมลง (เขตปฏิเสธสมมติฐาน) หรือเขตการตัดสินใจไม่พ่นสารฆ่าแมลง (เขตยอมรับสมมติฐาน) เขตใดเขตหนึ่งจึงจะหยุดการสุ่มตัวอย่าง ในกรณีที่ปริมาณแมลงในแปลงมีจำนวนน้อยหรือจำนวนมาก การใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเซียลจะช่วยให้การตัดสินใจเร็วขึ้น เนื่องจากขนาดตัวอย่างที่ใช้จะมีขนาดเล็ก ทำให้ประหยัดเวลาและแรงงานในการเก็บตัวอย่าง โดยทั่วไปแล้ววิธีการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเซียลสามารถที่จะลดขนาดตัวอย่างลงได้ถึง 50% หรือมากกว่านี้เมื่อเทียบกับวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบอื่น ๆ (Waters, 1955; Pieters and Sterling, 1975)

¹ นักสถิติ ฝ่ายวิเคราะห์ทางสถิติ กองแผนงานและวิชาการ
กรมวิชาการเกษตร

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะหารูปแบบการแจกแจงของจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายต่อต้านในแปลงทดลอง ซึ่งเป็นสิ่งหนึ่งที่จะต้องทราบในการสร้างแผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเซียล และเพื่อเปรียบเทียบขนาดตัวอย่างที่ใช้ในแผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเซียลกับแผนการสุ่มตัวอย่างแบบกำหนดขนาดตัวอย่างไว้คงที่ ผลที่ได้รับจากการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการพัฒนาการปลูกฝ้ายของประเทศไทย ทั้งในด้านการเพิ่มผลผลิต การลดต้นทุนและใช้เป็นแนวทางการศึกษาวิจัยของผู้สนใจต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาวิเคราะห์ครั้งนี้ ได้รับความอนุเคราะห์จากกลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูฝ้ายและพืชเส้นใย กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ข้อมูลดังกล่าวคือ จำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายวัยอ่อนที่ยังบินไม่ได้จากต้นฝ้ายแต่ละต้นในแปลงทดลองฝ้ายขณะต้นฝ้ายอายุ 21 วัน จำนวน 1,073 ต้น ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ปีเพาะปลูก พ.ศ. 2529/30

วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ

1. รูปแบบการแจกแจงของจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายต่อต้าน

การแจกแจงที่จะทำการทดลองมี 3 แบบ คือ binomial, Poisson และ negative binomial ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ Chi-square test of goodness of fit ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่าความถี่ของข้อมูลที่ตรวจพบมาได้จริงกับค่าความถี่ที่คาดว่าจะได้ตามทฤษฎีของการแจกแจงนั้น ๆ โดยตั้งสมมติฐานหลัก (H_0) ในการทดสอบไว้ว่า จำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายต่อต้านในแปลงทดลองมีการแจกแจงเป็นแบบ binomial หรือ Poisson หรือ negative binomial ของการสอบแต่ละการแจกแจง ส่วนสมมติฐานรอง (H_1) ก็คือ จำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายต่อต้านในแปลงทดลองไม่มีการแจกแจงเป็นรูปแบบดังกล่าว

ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบ คือ

$$\chi^2 = \sum_{\text{all } x} \frac{(O_x - E_x)^2}{E_x}$$

โดยที่ x = จำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายต่อต้าน

O_x = จำนวนต้นฝ้ายที่นับได้ที่มีเพลี้ยจักจั่นฝ้าย x ตัวต่อต้าน

E_x = จำนวนต้นฝ้ายที่คาดว่าจะได้ตามทฤษฎีที่มีเพลี้ยจักจั่นฝ้าย x ตัวต่อต้าน

2. แผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเซียล

นำผลการทดสอบรูปแบบการแจกแจง และกำหนดระดับเศรษฐกิจของจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายต่อต้านในแปลงทดลอง

ถ้าให้ m_0 = จำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายเฉลี่ยต่อต้านในแปลงทดลองที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตฝ้ายจะไม่พ่นสารฆ่าแมลงใช้เป็นระดับเศรษฐกิจขอบเขตล่าง

m_1 = จำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายเฉลี่ยต่อต้านในแปลงทดลองที่จะก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตฝ้ายที่ต้องตัดสินใจพ่นสารฆ่าแมลง ใช้เป็นระดับเศรษฐกิจขอบเขตบน

สมมติฐานของการทดสอบ คือ

$$H_0 : m = m_0 \text{ และ } H_1 : m = m_1$$

จากหลักการของ Sequential Probability Ratio Test (SPRT) สามารถหาตัวสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน และจะได้เขตของการตัดสินใจ ดังนี้

1. ตัดสินใจยอมรับ H_0 เมื่อ $d \leq h_0 + sn$
2. ตัดสินใจปฏิเสธ H_0 เมื่อ $d \geq h_1 + sn$
3. ยังไม่ตัดสินใจและสุ่มตัวอย่างต้นฝ้ายหน่วยต่อไป เมื่อ

$$h_0 + sn < d < h_1 + sn$$

โดยที่ d = จำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายรวมสะสมจากต้นฝ้ายตัวอย่างที่สุ่มมาได้

h_0 = จุดตัดแกนตั้ง (intercept) ของเส้นสมการ
ขอบเขตล่าง

h_1 = จุดตัดแกนตั้งของเส้นสมการขอบเขตบน

s = ค่าความลาดชัน (slope) ของเส้นสมการ

n = จำนวนต้นฝ้ายตัวอย่างที่สุ่มมาได้

3. การเปรียบเทียบขนาดตัวอย่าง

สำหรับการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเชียลจะพิจารณาความน่าจะเป็นที่จะยอมรับ H_0 ภายใต้ค่าพารามิเตอร์ θ ที่ระดับต่าง ๆ หรือ OC (θ) และหาค่าจำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ย (Average Sample Number, ASN) หรือ $E(n)$ (Lingren, 1976) เพื่อเปรียบเทียบกับขนาดตัวอย่างของแผนการสุ่มตัวอย่างแบบกำหนดขนาดตัวอย่างไว้คงที่

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดสอบการแจกแจงแบบ binomial และ Poisson พบว่าความถี่ของจำนวนต้นฝ้ายที่นับได้จากแปลงทดลอง มีความแตกต่างกันมากกับความถี่ที่คาดว่าจะได้ตามทฤษฎีของแต่ละการแจกแจงดังกล่าว ค่าจำนวนค่า x^2 ได้เท่ากับ 4398.53 และ 4288.35 ตามลำดับ ซึ่งค่า $P < 0.001$ นั่นคือตัดสินใจปฏิเสธ H_0 แสดงว่าข้อมูลจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายต่อต้นในแปลงทดลองไม่มีการแจกแจงแบบ binomial หรือ Poisson

ส่วนการทดสอบการแจกแจงแบบ negative binomial ค่าจำนวนค่า $x^2 = 22.739$ และ $P = 0.121$ จึงตัดสินใจยอมรับ H_0 สรุปได้ว่าข้อมูลจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายต่อต้นในแปลงทดลองมีการแจกแจงเป็นแบบ negative binomial หรือมีการกระจายเป็นแบบกลุ่ม ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการอาศัยอยู่ของเพลี้ยจักจั่นฝ้ายในต้นฝ้ายแต่ละต้นในแปลงทดลองนี้เป็นลักษณะการรวมกลุ่มกัน ค่าจำนวนค่าดัชนีที่วัดระดับการรวมกลุ่ม (k) โดยวิธีการประมาณแบบ maximum likelihood ได้ค่า $k = 0.875$ (Fig. 1)

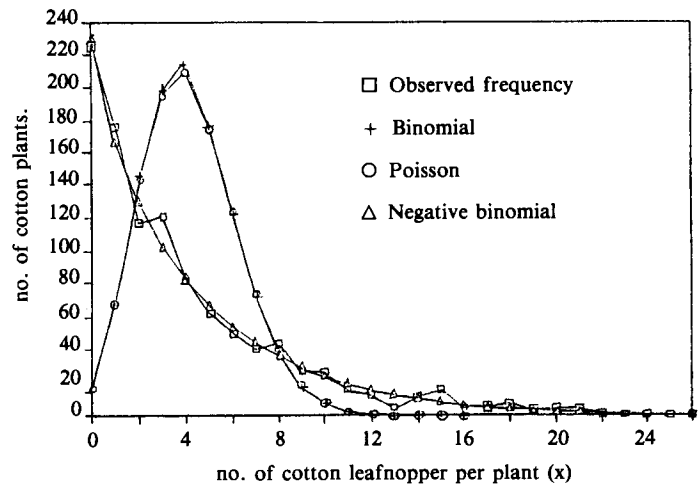


Fig. 1. Comparison of observed frequency and expected frequency of the distribution of binomial, Poisson and negative binomial.

การหาแผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเชียลเมื่อข้อมูลจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายต่อต้นในแปลงทดลองมีการแจกแจงแบบ negative binomial และสมมติฐานของการทดสอบ คือ $H_0 : m = m_0 = 2.5$ และ $H_1 : m = m_1 = 5.0$ ดังนั้นจะได้ $P_0 = \frac{m_0}{k} = 2.8571$, $q_0 = 1 + P_0 = 3.8571$, $P_1 = \frac{m_1}{k} = 5.7143$, $q_1 = 1 + p_1 = 6.7143$ และกำหนดให้ $\alpha = \beta = 0.1$ คำนวณหาเส้นสมการการตัดสินใจได้จากสูตร

$$d = \sum_{i=1}^n x_i$$

$$h_0 = \frac{\log\left(\frac{\beta}{1-\alpha}\right)}{\log\left(\frac{p_1 q_0}{p_0 q_1}\right)} = -15.824$$

$$h_1 = \frac{\log\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right)}{\log\left(\frac{p_1 q_0}{p_0 q_1}\right)} = 15.824$$

$$s = k \frac{\log\left(\frac{q_1}{q_0}\right)}{\log\left(\frac{p_1 q_0}{p_0 q_1}\right)} = 3.493$$

ดังนั้นจะได้เขตการตัดสินใจสำหรับแผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเซียล ดังนี้ (fig. 2)

1. ตัดสินใจยอมรับ H_0 คือไม่ต้องพ่นสารฆ่าแมลงในแปลงทดลอง เมื่อตรวจนับจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายรวมสะสม (d) จากจำนวนต้นฝ้ายตัวอย่างที่สุ่มมาได้ (n) สอดคล้องกับสมการคือ $d \leq 3.493 n - 15.824$

2. ตัดสินใจปฏิเสธ H_0 คือต้องพ่นสารฆ่าแมลงในแปลงทดลองเมื่อ $d \geq 3.493 n + 15.824$

3. ยังไม่ตัดสินใจและสุ่มตัวอย่างต้นฝ้ายหน่วยต่อไปเมื่อค่า d อยู่ระหว่างเขตการยอมรับ H_0 และเขตการปฏิเสธ H_0 ดังกล่าว คือ $3.493 n - 15.824 < d < 3.493 n + 15.824$

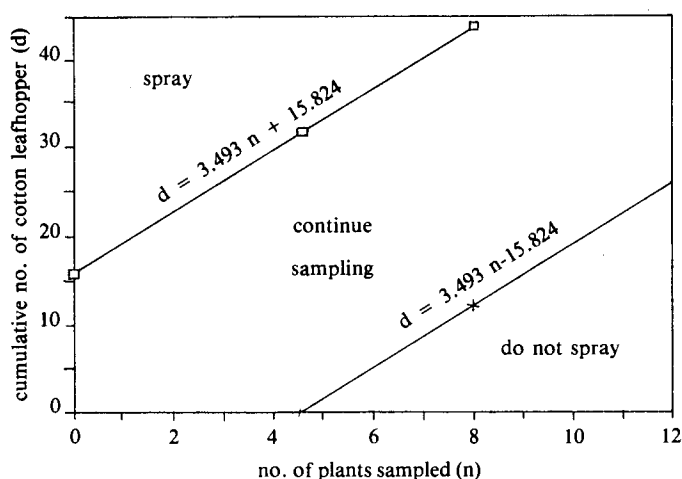


Fig. 2. Sequential sampling graph for the cotton leafhopper.

เพื่อความสะดวกในการนำไปปฏิบัติ ทำการแปลงสมการทั้งสองออกมาเป็นตัวเลขที่สามารถใช้ได้ง่ายขึ้น เนื่องจากข้อมูลจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายต่อต้นในแปลงทดลองมีค่าความแปรปรวนค่อนข้างสูงและค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ต่ำ จึงกำหนดให้สุ่มตัวอย่างต้นฝ้ายเป็นจำนวนเริ่มต้นเท่ากับ 10 ต้น และถ้ายังไม่สามารถตัดสินใจได้จะสุ่มตัวอย่างต้นฝ้ายเพิ่มขึ้นครั้งละ 5 ต้นเรื่อย ๆ ไปตาม TABLE 1 (Mackey and Hoy, 1978; Foster et al., 1982)

TABLE 1. Sequential sampling table for use in making insecticide application decisions on the cotton leafhopper

no. of sample plants (n)	cumulative no. of cotton leafhoppers (d)	
	no spraying for this number and below	spray for this number and above
10	19	51
15	37	68
20	54	86
25	72	103
30	89	121
35	106	138
40	124	156
45	141	173
50	159	190
55	176	208
60	194	225
65	211	243
70	229	260
75	246	278
80	264	295
85	281	313
90	299	330
95	316	348
100	333	365

การหาค่าความน่าจะเป็นที่จะยอมรับ H_0 ภายใต้ค่าพารามิเตอร์ p ที่ระดับต่าง ๆ (OC-function) เมื่อ p เป็นค่าพารามิเตอร์ของการแจกแจงแบบ negative binomial สามารถหาค่าได้จากสูตร (TABLE 2)

$$\begin{aligned}
 OC(p) &= \frac{A^h - 1}{A^h - B^h} \quad \text{เมื่อ } h \neq 0 \\
 &= \frac{\log A}{\log A - \log B} \quad \text{เมื่อ } h = 0 \\
 \text{และ } p &= \frac{1 - \left(\frac{q_0}{q_1}\right)^h}{\left(\frac{p_1 q_0}{p_0 q_1}\right)^h - 1} \quad \text{เมื่อ } h \neq 0 \\
 &= \frac{\log \left(\frac{q_1}{q_0}\right)}{\log \left(\frac{p_1 q_0}{p_0 q_1}\right)} = \frac{s}{k} \quad \text{เมื่อ } h = 0 \\
 \text{โดยที่ } A &= \frac{1 - \beta}{\alpha} \\
 B &= \frac{\beta}{1 - \alpha} \\
 h &= \text{ตัวแปรหุ่น (dummy variable)}
 \end{aligned}$$

TABLE 2. OC – function of the sequential sampling for the cotton leafhopper

h	p	OC (p)
∞	0	1
1	2.8571	0.90
$\frac{1}{2}$	3.3658	0.75
0	3.9920	0.50
$-\frac{1}{2}$	4.7657	0.25
-1	5.7143	0.10
$-\infty$	∞	0

ในแผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเชียล จำนวนตัวอย่างที่ต้องใช้เพื่อให้สามารถตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธ H_0 ได้จะเป็นตัวแปรตัวหนึ่งมีค่าไม่คงที่ ในกรณีที่จำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายต่อต้นมีการแจกแจงแบบ negative binomial สามารถคำนวณหาจำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ย หรือค่าของ $E(n)$ ได้จากสูตร

$$E(n) = \frac{h_1 + (h_0 - h_1) OC(p)}{kp - s}$$

TABLE 3. Average sample number of the sequential for the cotton leafhopper

p	E(n)
0	4.53
2.8571	12.75
3.3658	14.44
4.7657	11.69
5.7143	8.40
6.8963	5.78

จาก TABLE 3 เมื่อ $p = p_0 = 2.8571$ จะได้ $E(n) = 12.75$ แสดงว่าถ้า H_0 เป็นจริง คือจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายเฉลี่ยต่อต้นในแปลงทดลองมีค่าเท่ากับ 2.5 ตัวต่อต้น เราจะต้องใช้จำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยเท่ากับ 12.75 ต้น และเมื่อ $p = p_1 = 5.7143$ จะได้ $E(n) = 8.40$ แสดงว่าถ้า H_1 เป็นจริงคือจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายเฉลี่ยต่อต้นในแปลงทดลองมีค่าเท่ากับ 5.0 ตัวต่อต้น เราจะต้องใช้จำนวนตัวอย่างโดยเฉลี่ยเท่ากับ 8.40 ต้น

สำหรับแผนการสุ่มตัวอย่างแบบกำหนดขนาดตัวอย่างไว้คงที่ การคำนวณขนาดตัวอย่างหาได้ 2 กรณีคือ

1. ขนาดตัวอย่างสำหรับการประมาณค่าเฉลี่ย เมื่อต้องการควบคุมระดับ α , d คำนวณจากสูตร

$$n = \frac{Ns^2 Z_{\alpha/2}^2}{Nd^2 + s^2 Z_{\alpha/2}^2}$$

โดยที่ n = ขนาดของตัวอย่างต้นฝ้าย

N = จำนวนต้นฝ้ายทั้งหมดในแปลง

s^2 = ความแปรปรวนของจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายต่อต้น

$Z_{\alpha/2}$ = ค่าจากตารางโค้งปกติมาตรฐานที่มีระดับนัยสำคัญทางขวามือ $\alpha/2$

d = ความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าเฉลี่ยจำนวนเพลี้ยจักจั่นฝ้ายต่อต้น

จากข้อมูลชุดนี้ $N = 1073$ ต้น $\bar{X} = 4.2013$ ตัวต่อต้น $s^2 = 25.2075$ ถ้าต้องการให้ค่าประมาณมีความคลาดเคลื่อนจากค่าเฉลี่ยจริงไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ จะได้ค่า $d = \frac{20}{100} \times 4.2013 = 0.84$ ตัวต่อต้น และให้ $\alpha = 0.1$ พบว่าขนาดของตัวอย่างต้นฝ้ายที่ใช้เท่ากับ 89 ต้น

2. ขนาดตัวอย่างสำหรับการทดสอบสมมติฐาน เมื่อต้องการควบคุมระดับ α, β คำนวณจากสูตร

$$n = \left[\frac{s(Z_\alpha + Z_\beta)}{(m_1 - m_0)} \right]^2$$

เมื่อกำหนดให้ $H_0 : m = m_0 = 2.5$, $H_1 : m = m_1 = 5.0$, $s^2 = 25.2075$ และ $\alpha = \beta = 0.1$ ผลการคำนวณหาขนาดตัวอย่างจะได้ $n = 26.50 \approx 27$ ต้น และหาค่าวิกฤต (critical value, C) ของการทดสอบสมมติฐานจากสมการ $C = m_0 + Z_{\alpha} s_{\bar{n}}$ หรือ $C = m_1 - Z_{\beta} s_{\bar{n}}$ หาค่า $C = 3.75$ นั่นคือเมื่อสุ่มตัวอย่างต้นฝ้ายจำนวน 27 ต้น ถ้าได้ค่าเฉลี่ยน้อยกว่า 3.75 ตัวต่อต้น เราจะยอมรับ H_0 แต่ถ้าได้ค่าเฉลี่ยมากกว่าหรือเท่ากับ 3.75 ตัวต่อต้นเราจะปฏิเสธ H_0

การเปรียบเทียบขนาดตัวอย่าง พบว่าการใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเซียลแทนแผนการสุ่มตัวอย่างแบบกำหนดขนาดตัวอย่างไว้คงที่ทั้ง 2 กรณี สามารถคำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่ประหยัดได้จากสูตร $[1 - \frac{E(n)}{n}] \times 100\%$ กรณีที่ควบคุมระดับ α, d การใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเซียลจะประหยัดจำนวนตัวอย่างได้ $= (1 - \frac{12.75}{89}) \times 100 = 85.67\%$ เมื่อ H_0 เป็นจริง และ $(1 - \frac{8.40}{89}) \times 100 = 90.56\%$ เมื่อ H_1 เป็นจริง และกรณีที่ควบคุมระดับ α, β การใช้แผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเซียลจะประหยัดจำนวนตัวอย่างได้ $= (1 - \frac{12.75}{26.50}) \times 100 = 51.89\%$ เมื่อ H_0 เป็นจริง และ $(1 - \frac{8.40}{26.50}) \times 100 = 68.30\%$ เมื่อ H_1 เป็นจริง

สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษาหาแผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเซียลเพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการป้องกันกำจัดเพลี้ยจักจั่นฝ้าย

ในแปลงทดลอง พบว่าสามารถลดขนาดตัวอย่างได้มากกว่าครึ่งหนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับแผนการสุ่มตัวอย่างแบบอื่น ทำให้ประหยัดเวลา และแรงงานในการเก็บตัวอย่าง ผลการศึกษานี้สรุปมาจากข้อมูลเพียงชุดหนึ่งเท่านั้น จึงควรขยายขอบเขตการศึกษาให้กว้างขวางยิ่งขึ้น นอกจากนี้สามารถนำไปประยุกต์หรือศึกษาวิจัยทำนองเดียวกันนี้กับแมลงอื่น ๆ ที่เข้าทำลายพืชต่าง ๆ ได้อีกมากมายที่กำลังเป็นปัญหาในการป้องกันกำจัดอยู่ในปัจจุบันนี้

เอกสารอ้างอิง

- นิรนาม. 2527. เรื่องฝ้าย. เอกสารวิชาการเล่มที่ 9. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ 145 หน้า.
- นิรนาม. 2525. แนวทางการบริหารแมลงศัตรูฝ้าย. เอกสารวิชาการ หมายเลข 2. กองกัญและสัตววิทยา. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 10 หน้า
- ประสิทธิ์ บุญชูดวง. 2533. การสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเซียลเพื่อการประมาณประชากรเพลี้ยจักจั่นฝ้ายในแปลงทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Bliss, C.I. and R.A. Fisher, 1953. Fitting the negative binomial distribution to biological data. Biometrics 9 : 176-200.
- Foster, R.E., J.J. Tollefson and K.L. Steffey. 1982. Sequential sampling plans for adult corn rootworms. J. Econ. Entomol. 75 : 791-793.
- Lingren, B.W. 1976. Statistical Theory, 3 ed., Macmillan Publishing Co., New York. 614 pp.
- Mackey, B.E. and J.B. Hoy. 1978. Sequential sampling as a means of estimating populations in California rice fields. J. Econ. Entomol. 75 : 329-334.
- Oakland, G.B. 1950. An application of sequential analysis to whitefish sampling. Biometrics 6 : 56-67.
- Pieters, E.P. and W.L. Sterling. 1975. Sequential sampling cotton square damaged by boll weevils and Heliothis spp. in the Coastal Bend of Texas. J. Econ. Entomol. 68 : 543-545.
- Waters, W.E. 1955. Sequential sampling in forest insect surveys. For. Sci. 1 : 68-79.

Sequential Sampling for Population Estimates of Cotton Leafhopper in an Experimental Field

By

Prasit Boonchooduang

Planning and Technical Division, Department of Agriculture, Bangkok, Bangkok, Thailand 10900.

ABSTRACT

The objective of the study was to compare estimates of population density of cotton leafhoppers in an experimental field by a sequential sampling plan and a sampling plan with a fixed sample size. Data collection was undertaken in an experimental cotton field at the Nakon Sawan Field Crops Research Centre in central Thailand. Leafhopper counts were made in a total of 1073 plants.

For sequential sampling, the distribution of the number of cotton leafhoppers per plant was found to fit a negative binomial. When m = the mean of the number of cotton leafhoppers per plant at the economic threshold for spraying, the hypotheses were tested where $H_0 : m = 2.5$ and $H_1 : m = 5.0$, using $\alpha = \beta = 0.1$; the two decision lines were $d \leq 3.493n - 15.824$ and $d \geq 3.493n + 15.824$ where d = the total number of cotton leafhoppers found on the number (n) of cotton plants selected. For sequential sampling, the number of sample plants required could be reduced by more than 50 percent when compared with the sampling method using a fixed sample size.