รูปแบบการแจกแจงและแผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเชียล ของหนอนเจาะสมอฝ้ายในข้าวฟ่าง

Distribution Pattern and Sequential Sampling Plan for the Cotton Bollworm in Sorghum.

สุทธีราภรณ์ สิริสิงห์[1] มาลี ชวนะพงศ์[2]
เสาวนีย์ พิสิฏฐพันธ์[1] ประสิทธิ์ บุญชูดวง[1]
Suttieraporn Sirisingh[1] Malee Chawanapong[2]
Saowanee Pisittapan[1] Prasit Bunchuduang[1]

ABSTRACT

The cotton ballworm *(Heliothis armigera* hubner) is the important insect attacking sorghum especially in the seed setting and milky stages. The outbreak incidence including efficient sampling plan is much necessary for controlling. The study on the distribution pattern and sequential sampling plan of cotton ballworm in sorghum were conducted during the years 1989-1991. The KU 439 variety was planted using 75x10 cm spacing in a 1600 m^2 plot at the National Corn and Sorghum Research Center, Nakornrachasima province. The number of larvae and their development stages on every sorghum head during the seed setting and milky stages were recorded. In each year the data showed that the number of larvae in milky stage was much higher than that in setting stage. As for several insect infestation situations, the observed data are most reasonably described by the negative binomial type of distribution. Using the value from the negative binomial fit for milky stage, economic injury level = 1 for the lower level which no action is needed and = 2 for the higher level which insecticide should be applied, also using error I = error II levels of 0.05, a sequential sampling plan has been constructed. Hence a graph of 2 paralleled lines represented 2 equations separate the area for decision making into 3 zones. The first zone for insecticide application necessity if the accumulative number of ballworm is more than 1.4038n+13.4386 when n sorghum plants are examined. The second zone that insecticide application is not necessary if the accumulative number of ballworm is less than 1.4038n-13.4386 when n sorghum plant are examined. Further examination should be done if the accumulative number of ballworm larvae is in between the 2 mentioned zone from n sorghum plants.

(1) กองแผนงานและวิชาการ กรมวิชาการเกษตร
Planning and Technical Division, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900
(2) กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร
Entomology and Zoology Division, Department of Agriculture, Chatuchak, Bangkok 10900

บทคัดย่อ

หนอนเจาะสมอฝ้าย *Heliothis armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) เป็นแมลงศัตรูสำคัญของข้าวฟ่างในระยะออกช่อและติดเมล็ด การป้องกันกำจัดหนอนเจาะสมอฝ้ายในข้าวฟ่างจำเป็นต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับการระบาด รวมทั้งแผนการสุ่มตัวอย่างที่มีประสิทธิภาพ จึงได้ทำการศึกษารูปแบบการแจกแจงและแผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเชียลของหนอนเจาะสมอฝ้ายในข้าวฟ่างพันธุ์ เค.ยู.439 ระยะปลูก 75x10 เซนติเมตร ในพื้นที่ 1 ไร่ ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ในปี พ.ศ.2532-2534 ทำการตรวจนับจำนวนและวัยของหนอนในช่อข้าวฟ่างทุกต้น 2 ครั้ง คือ ระยะเริ่มติดเมล็ด และระยะเมล็ดเป็นน้ำนม ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ทั้ง 2 ระยะนี้ หนอนเจาะสมอฝ้ายมีรูปแบบการแจกแจงเป็น Negative binomial คือมีการแพร่กระจายแบบเป็นกลุ่มโดยปริมาณการระบาดในระยะที่ข้าวฟ่างเริ่มติดเมล็ดมากกว่าระยะเมล็ดเป็นน้ำนม จึงสร้างแผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเชียลเฉพาะระยะข้าวฟ่างเริ่มติดเมล็ดเท่านั้น โดยกำหนดค่า $\alpha = \beta = 0.05$ และมีระดับเศรษฐกิจบนเป็น 2 ตัวต่อต้น ระดับเศรษฐกิจล่างเป็น 1 ตัวต่อต้น ได้กราฟที่มีสมการเส้นตรง 2 เส้น แบ่งการตัดสินใจพ่นสารฆ่าแมลงเป็น 3 ส่วน คือ ไม่ต้องพ่นสารฆ่าแมลง ถ้าจำนวนรวมสะสมของหนอนเจาะสมอฝ้ายเมื่อสุ่มตัวอย่าง n ต้น มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ $1.4038n - 13.4386$ และต้องพ่นสารฆ่าแมลง เมื่อจำนวนรวมสะสมของหนอนเจาะสมอฝ้ายเมื่อสุ่มตัวอย่าง n ต้น มากกว่าหรือเท่ากับ $1.4038n + 13.4386$ ระหว่างเส้นสมการทั้งสองเป็นขอบเขตที่ไม่สามารถตัดสินใจได้ ต้องทำการสุ่มตัวอย่างต่อไป เพื่อให้สะดวกต่อการปฏิบัติในไร่ข้าวฟ่าง ได้จัดทำตารางแผนการสุ่มตัวอย่างไว้ในรายละเอียดด้วย

คำนำ

หนอนเจาะสมอฝ้าย *Heliothis armigera* Hubner (Lepidoptera: Noctuidae) นอกจากจะเป็นแมลงศัตรูสำคัญของฝ้าย ยังเป็นแมลงศัตรูสำคัญของพืชเศรษฐกิจเช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วฝักยาว ยาสูบและวัชพืชอีกหลายชนิด สำหรับข้าวฟ่าง หนอนจะเข้าทำลายตั้งแต่เริ่มออกช่อดอกจนถึงระยะเมล็ดเป็นน้ำนม และเป็นปัญหามากในข้าวฟ่างที่มีช่อใหญ่และแน่น เพราะหนอนสามารถใช้เป็นที่อยู่อาศัยกัดกินและหลบซ่อนตัวจากศัตรูธรรมชาติได้หลายตัวต่อช่อ นอกจากนี้มูลของหนอนที่ถ่ายทิ้งไว้ในช่อจะอมความชื้นและมีเชื้อราเกิดขึ้น การทำลายของหนอนเจาะสมอฝ้ายทำให้ข้าวฟ่างสูญเสียผลผลิตและคุณภาพโดยตรง จึงได้ศึกษาการสูญเสียผลผลิต และคุณภาพในเชิงเศรษฐกิจตลอดจนศึกษาหาวิธีการป้องกันกำจัดที่เหมาะสม (มาลี และ เกรียงไกร, 2534) การใช้สารฆ่าแมลงป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างเหมาะสมและคุ้มค่าในการลงทุนนั้น นอกจากจะต้องศึกษาระดับความเสียหายทางเศรษฐกิจของแมลงแล้ว จำเป็นต้องทราบลักษณะการกระจายตัวและปริมาณประชากรของแมลงที่ระบาด โดยการสุ่มตัวอย่างเพื่อประมาณประชากรทั้งหมด เพื่อช่วยตัดสินใจในการใช้สารฆ่าแมลง การสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเชียลเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีชนิดหนึ่ง (Twine และ Kay, 1982) จึงได้ทำการศึกษารูปแบบการแจกแจงและแผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเชียลของหนอนเจาะสมอฝ้ายในช่อข้าวฟ่าง เพื่อแนะนำให้เกษตรกรและผู้เกี่ยวข้องนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1) การปฏิบัติการในแปลงทดลอง ปลูกข้าวฟ่างพันธุ์ เค.ยู.439 ระยะปลูก 75x10 เซนติเมตร ในพื้นที่ 1 ไร่ ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา มีการปฏิบัติ ดูแลรักษาพร้อมทั้งป้องกันกำจัดแมลงศัตรูชนิดต่างๆ ในระยะแรกของการเจริญเติบโต ตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร ตรวจนับจำนวนและวัยของหนอนเจาะสมอฝ้ายในช่อข้าวฟ่างทุกต้น 2 ครั้งคือ ระยะที่ข้าวฟ่างเริ่มติดเมล็ดและระยะที่เมล็ดเป็นน้ำนม

2) การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ 2 ขั้นตอนคือ ศึกษารูปแบบการแจกแจง

Table 1 Number of plant surveyed and different larval instar of *H. armigera* found in sorghum head of seed setting and milky stages, National Corn and Sorghum Research Center, Nakornrachasima province, 1989–1991.

Larval instar	1989		1990		1991	
	Seed setting stage	Milky stage	Seed setting stage	Milky stage	Seed setting stage	Milky stage
2	75	1	223	8	724	3
3	185	5	351	24	1011	15
4	426	9	271	37	912	26
5	1556	58	387	27	619	51
Total	2242	73	1232	96	3266	95
No. of plant	20143		21533		21653	

ของจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายในข้าวฟ่าง ศึกษาแผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเชียลในข้าวฟ่าง

2.1 ศึกษารูปแบบการแจกแจงของจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายในข้าวฟ่าง

ถ้าพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างค่าความแปรปรวนและค่าเฉลี่ยของจำนวนแมลงแล้ว รูปแบบการแจกแจงของแมลงโดยทั่วไปจะเกิดขึ้นได้ 3 รูปแบบ คือ (Cassie 1962; Lewis และ Taylor 1974)

ก) แบบ Binomial เป็นลักษณะที่แมลงอยู่กระจายในแปลงอย่างสม่ำเสมอ เป็นระเบียบ(regularity) มีค่าความแปรปรวนน้อยกว่าค่าเฉลี่ย

ข) แบบ Poisson เป็นลักษณะที่แมลงอยู่กระจัดกระจายทั่วไปในแปลงแบบสุ่ม(randomness) มีค่าความแปรปรวนเท่ากับค่าเฉลี่ย

ค) แบบ Negative binomial เป็นลักษณะที่แมลงอยู่บนต้นพืชใกล้ๆ กันเป็นกลุ่ม กระจายทั่วแปลง (clump) มีค่าความแปรปรวนมากกว่าค่าเฉลี่ย

นำจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายที่พบของแต่ละระยะไปคำนวณหาค่าทางสถิติ ได้แก่ จำนวนรวม จำนวนเฉลี่ยต่อต้น ค่าความแปรปรวน เพื่อทดสอบรูปแบบการแจกแจงดังกล่าว ด้วยวิธี Chi-square test

2.2 ศึกษาแผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเชียลในข้าวฟ่าง

จากผลการทดลองในข้อ 2.1 ทำให้ทราบรูปแบบการแจกแจงของจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายต่อต้นในแปลงข้าวฟ่าง และเมื่อกำหนดระดับเศรษฐกิจของจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายในแปลงข้าวฟ่างเป็นตัวช่วยตัดสินใจในการป้องกันกำจัดแล้ว จะสามารถสร้างแผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเชียลได้

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการตรวจนับจำนวนและวัยของหนอนเจาะสมอฝ้ายที่ซ่อข้าวฟ่างทุกต้นเป็นเวลา 3 ปี พบว่าจำนวนหนอนและจำนวนต้นข้าวฟ่างของแต่ละปีมีความแตกต่างกันเล็กน้อย โดยระยะเริ่มติดเมล็ดพบหนอนระบาดมากกว่าระยะเมล็ดเป็นน้ำนมทุกปี เมื่อจำแนกวัยของหนอนแล้ว พบหนอนตั้งแต่วัยที่ 2 จนถึงวัยที่ 5 (Table 1)

1) ศึกษารูปแบบการแจกแจงของจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายในข้าวฟ่าง

ความรู้เกี่ยวกับรูปแบบการแจกแจงของหนอนเจาะสมอฝ้ายในแปลงข้าวฟ่างโดยละเอียดเป็นสิ่งจำเป็น เพราะช่วยชี้ให้รู้ว่าจะสุ่มตัวอย่างอย่างไรเพื่อที่จะประมาณประชากรหนอนทั้งหมดได้ถูกต้องตามระดับความเชื่อมั่นที่กำหนดไว้

นำข้อมูลจำนวนหนอนทั้งหมดมาจำแนกความถี่ (Table 2) เพื่อคำนวณหาค่าสถิติต่างๆ ที่จำเป็นในการ

Table 2 Freguency of *H. armigera* found in sorghum head of seed setting and milky stages, National Corn and Sorghum Research Center, Nakornrachasima province, 1989–1991.

No. of larvae/plant	No. of plant					
	Seed setting stage			Millky stage		
	1989	1990	1991	1989	1990	1991
0	18170	20515	19060	20070	21437	21558
1	1737	871	2022	73	96	95
2	211	110	492	-	-	-
3	21	27	66	-	-	-
4	2	4	11	-	-	-
5	1	3	1	-	-	-
7	1	1	-	-	-	-
9	-	1	-	-	-	-
13	-	1	1	-	-	-
Total	20143	21533	21653	20143	21533	21653
No. of larvae	2242	1232	3266	73	96	95
Average (x)	0.1113	0.0572	0.1508	3.62E-03	4.46E-03	4.39E-03
variance (s^2)	0.1304	0.0892	0.2061	3.61E-03	4.44E-03	4.37E-03
C.V. (%)	324	522	301	1659	1494	1506

ตรวจสอบรูปแบบการแจกแจง โดยวิธี Chi-square test of goodness of fit เช่น ค่าเฉลี่ยจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายต่อต้นข้าวฟ่างทั้งหมดในแปลง ($\bar{x}$) ค่าความแปรปรวนของจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายต่อต้นทั้งหมดในแปลง (S^2) โดยทำการวิเคราะห์แยกแต่ละระยะการระบาดในแต่ละปี

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายบนช่อข้าวฟ่างของการทดลองทั้ง 3 ปี (Table 2) พบว่าแต่ละระยะที่เก็บข้อมูลการระบาดของหนอนมีจำนวนที่ใกล้เคียงกันทุกปีโดยระยะที่ข้าวฟ่างเริ่มติดเมล็ดมีจำนวนหนอนมากกว่าระยะเมล็ดเป็นน้ำนมประมาณ 13–34 เท่า

ระยะเริ่มติดเมล็ด มีหนอนตั้งแต่ 0–13 ตัว/ช่อ ในปี พ.ศ.2532, 2533 และ 2534 มีจำนวนหนอนทั้งหมด 2242, 1232, 3266 ตัว จากข้าวฟ่างทั้งหมด 20143, 21533 และ 21653 ต้นตามลำดับ ลักษณะข้อมูลมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนค่อนข้างสูง (CV = 301–522%)

ระยะเมล็ดเป็นน้ำนม พบหนอนเพียง 1 ตัว/ช่อ เท่านั้น และมีเพียง 73, 96 และ 95 ตัว จากข้าวฟ่างจำนวนทั้งหมด 20143, 21533 และ 21653 ต้นตามลำดับ จึงทำให้มีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนสูงกว่าระยะเริ่มติดเมล็ด 2–5 เท่า (CV = 1494–1659%)

เมื่อพิจารณาค่า Chi-square (χ^2) (Table 3) เห็นได้อย่างชัดเจนว่า **ในระยะข้าวฟ่างเริ่มติดเมล็ด** การแจกแจงของจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายไม่เป็นทั้งแบบ Binomial และ Poisson ดังจะเห็นได้ว่าค่า χ^2 สำหรับทดสอบการแจกแจงแบบ Binomial ของปี2532, 2533 และ 2534 เท่ากับ 163.39, 468.24 และ 1046.50 ตามลำดับ และ 161.75, 451.94 และ 1018.42 สำหรับการแจกแจงแบบ Poisson นอกจากนี้เมื่อดูค่าความน่าจะเป็น จะเห็นว่ามีค่าเท่ากับ 0 ทุกกรณี และเป็นเช่นเดียวกันทุกปี ส่วนค่า χ^2 ที่ใช้ทดสอบการแจกแจงแบบ Negative binomial ปี 2532 นั้น มีค่าเท่ากับ 1.29 มีค่าความน่าจะเป็น (Pr) เท่ากับ 0.2557 ซึ่งแสดงว่า

Table 3 Statistical values for testing 3 patterns of frequency distribution of *H. armigera* in sorghum head of seed setting and milky stages, National Corn and Sorghum Research Center, Nakornrachasima province, 1989–1991.

Statistical value	Seed setting stage			Millky stage		
	1989	1990	1991	1989	1990	1991
Binomial						
n	224	37	85	973	991	975
p	4.97E-04	1.55E-03	1.77E-03	3.72E-06	4.50E-06	4.50E-06
q	0.9995	0.9984	0.9982	0.9999	0.9999	0.9999
2	163.39**	468.24**	1046.50**	9.58E-04^{ns}	1.91E-06^{ns}	1.83E-03^{ns}
Pr	0	0	0	0.9753	0.9652	0.9659
Poisson						
	0.1113	5.72E-02	0.1508	3.62E-03	4.46E-03	4.39E-03
2	161.75**	451.94**	1018.42**	9.60E-04^{ns}	1.91E-03^{ns}	1.83E-03^{ns}
Pr	0	0	0	0.9995	0.9990	0.9991
Negative binomial						
k	0.6489	0.1022	0.4120	-1.0139	-1.0105	-1.0106
p	0.1715	0.5597	03661	-3.57E-03	-4.41E-03	-4.34E-03
q	1.1715	1.5597	1.3661	0.9964	0.9956	0.9957
2	1.29^{ns}	32.98**	36.22**	1.811E-07^{ns}	2.08E-07^{ns}	2.03E-03^{ns}
Pr	0.2557	5.96E-08	5.96E-08	0.9997	0.9996	0.9996

รูปแบบของการแจกแจงเป็น Negative binomial จริง ในปี 2533 และ 2534 ค่า χ^2 เท่ากับ 32.98 และ 36.22 และค่าความน่าจะเป็นน้อยกว่า 0.001 แสดงว่ารูปแบบของการแจกแจงไม่ได้เป็น Negative binomial

สำหรับระยะที่เมล็ดข้าวฟ่างเป็นน้ำนม มีจำนวนหนอนที่ตรวจพบน้อยมากทุกปี มีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนสูง การทดสอบรูปแบบการแจกแจงเป็นได้ทั้ง 3 แบบ และเป็นเช่นนี้ทั้ง 3 ปี เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าความน่าจะเป็นของการแจกแจงทั้ง 3 รูปแบบภายในปีเดียวกันแล้ว ปรากฏว่า การแจกแจงแบบ Negative binomial มีค่า Pr สูงที่สุดทุกปี

จากการทดสอบทั้ง 6 กรณี ดังกล่าวข้างต้น การแจกแจงของจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายเป็นแบบ Negative binomial อย่างชัดเจน 1 กรณี คิดเป็น 16.67% และอีก 3 กรณีคือ 50% แสดงค่าความน่าจะเป็นของ Negative binomial สูงสุด ด้วยเหตุนี้จึงสรุปโดยรวมได้ว่า หนอนเจาะสมอฝ้ายในแปลงข้าวฟ่างมีรูปแบบการแจกแจงแบบ Negative binomial หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า หนอนเจาะสมอฝ้ายที่ระบาดในแปลงข้าวฟ่าง มีลักษณะที่อยู่กันเป็นกลุ่ม และอยู่กระจายไปทั่วแปลง

2) ศึกษาแผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเชียลในข้าวฟ่าง

จากการทดสอบรูปแบบของการแจกแจง ทำให้ทราบว่าหนอนเจาะสมอฝ้ายต่อต้นข้าวฟ่างมีรูปแบบของการแจกแจงเป็น Negative binomial โดยเฉพาะอย่างยิ่งระยะข้าวฟ่างเริ่มติดเมล็ด (Table 3) และจากการศึกษาของกลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวโพดและพืชไร่อื่นๆ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ซึ่งกำหนดให้จำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายเฉลี่ยต่อต้นที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตข้าวฟ่างเท่ากับ 2 ตัว เป็นค่าระดับเศรษฐกิจขอบเขตบน และจำนวนหนอนที่

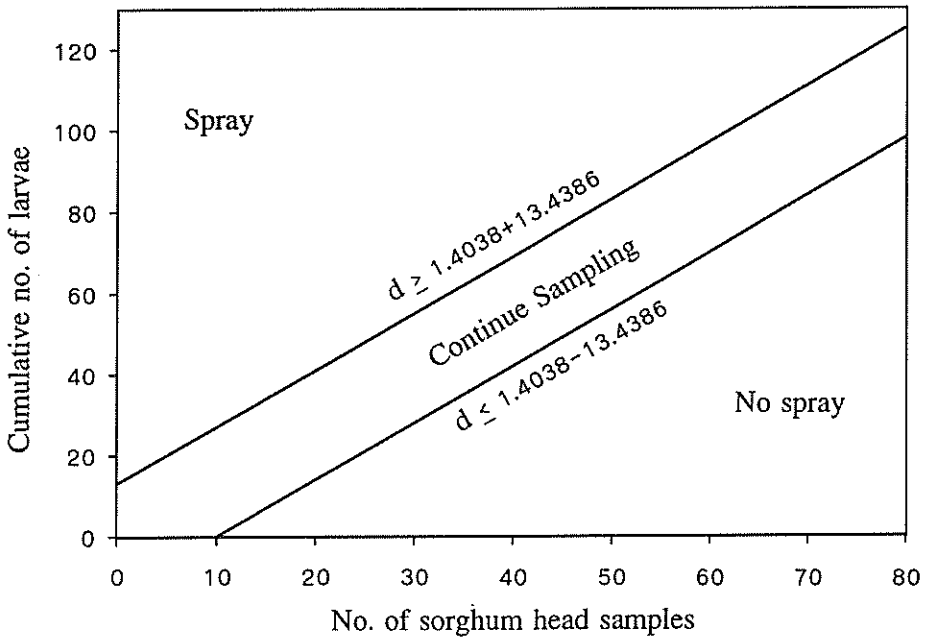

Figure 1. Sequential sampling plan for *H. armigera* in sorghum head of seed setting stage, National Corn and Sorghum Research Center, Nakornrachasima province, 1989.

ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตข้าวฟ่างคือ 1 ตัวต่อต้น เป็นค่าระดับเศรษฐกิจขอบเขตล่าง

สมการที่ใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินใจคือ

$$d \leq h_0 + sn$$

และ $$d \geq h_1 + sn$$

เมื่อกำหนดให้ d = จำนวนรวมสะสมของหนอนเจาะสมอฝ้ายจากต้นข้าวฟ่างตัวอย่างที่ทำการสุ่ม

h_0 = จุดตัดแกนตั้งของสมการขอบเขตล่าง

h_1 = จุดตัดแกนตั้งของสมการขอบเขตบน

s = ค่าความลาดชันของเส้นสมการ

n = จำนวนต้นข้าวฟ่างตัวอย่างที่ทำการสุ่ม

และกำหนดให้มีขนาดของความผิดพลาดประเภทที่ 1 และที่ 2 เป็น $\alpha = \beta = 0.05$ จากการคำนวณสมการที่ใช้เป็นเกณฑ์ตัดสินใจ ได้ผลสรุปการตัดสินใจ สำหรับแผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควนเชียล คือ

1. $d \leq 1.4038n - 13.4386$

ตัดสินใจไม่พ่นสารฆ่าแมลงเมื่อพบหนอนเจาะสมอฝ้ายรวมสะสมน้อยกว่าหรือเท่ากับ d เมื่อสุ่มตัวอย่างต้นข้าวฟ่าง n ต้น

2. $d \geq 1.4038n + 13.4386$

ตัดสินใจพ่นสารฆ่าแมลงเมื่อพบหนอนเจาะสมอฝ้ายรวมสะสมมากกว่าหรือเท่ากับ d เมื่อสุ่มตัวอย่างจากข้าวฟ่าง n ต้น

3. $1.4038n - 13.4386 \leq d \leq 1.4038n + 13.4386$

ยังไม่ตัดสินใจพ่นสารฆ่าแมลง และจะต้องสุ่มนับข้าวฟ่างหน่วยต่อไป

เมื่อแทนค่า n ในสมการ จะได้เส้นตรง 2 เส้นขนานกัน แบ่งขอบเขตการตัดสินใจออกเป็น 3 ส่วน (Figure 1) คือเขตไม่พ่นสารฆ่าแมลงเมื่อมีจำนวนหนอนรวมสะสมอยู่ด้านล่างของเส้นสมการ $d = 1.4038n - 13.4386$, เขตที่ต้องพ่นสารฆ่าแมลงเมื่อจำนวนหนอนรวมสะสมอยู่เหนือเส้นสมการ $d = 1.4038n + 13.4386$ และเขตที่ตัดสินใจไม่ได้เมื่อจำนวนหนอนรวมสะสมอยู่ระหว่าง 2 เส้นดังกล่าว และจะต้องสุ่มนับหนอนจากข้าวฟ่างหน่วยต่อไป

เพื่อให้สะดวกและง่ายต่อการนำแผนการสุ่มตัวอย่างนี้ไปใช้ปฏิบัติในไร่ข้าวฟ่าง จึงแทนค่า n ในสมการทั้งสอง เพื่อแปลงให้เป็นตัวเลขแทนจำนวนหนอนเจาะสมอฝ้ายรวมสะสมที่สุ่มนับได้จากต้นข้าวฟ่างจากการตรวจนับหนอนเจาะสมอฝ้ายทั้ง 3 ปี พบว่ามี

Table 4 Sequential sampling plan for *H. armigera* in sorghum head of seed setting stage, National Corn and Sorghum Research Center, Nakornrachasima province, 1989.

No. of sampling plant	Cumulative no. of larvae	
	no spray	spray
10	<1	27
15	7	34
20	14	41
25	21	48
30	28	55
35	35	62
40	42	69
45	49	76
50	56	83
55	63	90
60	70	97
65	77	104
70	84	111
75	91	118
80	98	125
85	105	132
90	112	139
95	119	146
100	126	153

หนอนจำนวนสูงสุด 13 ตัวต่อต้นเพียง 2 ครั้ง ค่าเฉลี่ยของหนอนต่อต้นน้อยกว่า 1 ตัว และจากการทดสอบรูปแบบการแจกแจงปรากฏว่า หนอนอาศัยอยู่ในลักษณะเป็นกลุ่มกระจายทั่วทั้งแปลง จึงแสดงให้เห็นว่าในการสุ่มตัวอย่างครั้งละ 1 ต้น อาจพบหนอนในบางต้น บางต้นอาจไม่พบหนอนเลย ดังนั้นจึงกำหนดให้ทำการสุ่มนับจากต้นข้าวฟ่างครั้งละ 5 ต้น ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลช่วยในการตัดสินใจรวดเร็วยิ่งขึ้นโดยเริ่มต้นตรวจนับครั้งแรก 10 ต้น ถ้ายังตัดสินใจไม่ได้ จะสุ่มต่อเพิ่มขึ้นครั้งละ 5 ต้นเรื่อยไป (Mackey และ Hoy, 1978; Foster และคณะ, 1982) จนกว่าจะได้จำนวนรวมสะสมอยู่ในขอบเขตตัดสินใจได้ (Table 4)

สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษา ในปี พ.ศ.2532-2534 สรุปได้ว่าหนอนเจาะสมอฝ้ายเข้าทำลายข้าวฟ่าง ได้ติดต่อกัน 2 ระยะคือ ระยะเริ่มติดเมล็ดจนถึงระยะที่เมล็ดเป็นน้ำนม จำนวนประชากรในระยะเริ่มติดเมล็ดมีมากกว่าระยะเมล็ดเป็นน้ำนมมาก และเป็นเช่นนี้ทุกปี จากการทดสอบปรากฏว่า หนอนเจาะสมอฝ้ายที่ระบาดทำลายข้าวฟ่างมีโอกาสสูงที่สุดที่จะมีการแจกแจงแบบ Negative binomial คือมีลักษณะการแพร่กระจายแบบเป็นกลุ่มและอยู่กระจายทั่วทั้งแปลง โดยเฉพาะปี 2532 ซึ่งมีผลการทดสอบที่ชัดเจน เมื่อนำข้อมูลของระยะเริ่มติดเมล็ดปี 2532 ไปสร้างแผนการสุ่มตัวอย่างแบบซีเควน-เชียล โดยใช้ค่าสถิติของการแจกแจงแบบ Negative binomial ร่วมกับค่าระดับเศรษฐกิจบน เท่ากับ 2 ตัวต่อต้น, ระดับเศรษฐกิจล่างเท่ากับ 1 ตัวต่อต้น และกำหนดค่า $\alpha = \beta = 0.05$ แล้ว ได้แผนการสุ่มตัวอย่างในรูปของสมการเส้นตรง 2 เส้นคือ $d = 1.4038n - 13.4386$ และ $d = 1.4038n + 13.4386$ (d = จำนวนรวมสะสมของหนอนเจาะสมอฝ้ายเมื่อสุ่มนับจากต้นข้าวฟ่าง n ต้น) เมื่อแทนค่า n ในสมการทั้งสอง จะได้กราฟที่มีเส้นตรง 2 เส้นขนานกัน แบ่งเขตการตัดสินใจเป็น 3 ส่วน คือ เขตตัดสินใจไม่พ่นสารฆ่าแมลงเมื่อสุ่มนับหนอนรวมสะสมได้ต่ำกว่าเส้นสมการ $d = 1.4038n - 13.4386$, เขตตัดสินใจพ่นสารฆ่าแมลงเมื่อสุ่มนับหนอนรวมสะสมได้มากกว่าสมการ $d = 1.4038n + 13.4386$ และเขตที่ตัดสินใจไม่ได้ เมื่อสุ่มนับหนอนรวมสะสมอยู่ระหว่างสมการทั้ง 2 เส้น ซึ่งจะต้องสุ่มตัวอย่างในหน่วยต่อไปโดยกำหนดให้สุ่มนับหน่วยละ 5 ต้นไปเรื่อยจนกว่าจะตกอยู่ในเขตตัดสินใจเขตใดเขตหนึ่ง จากรูปกราฟได้แปลงให้เป็นตารางตัวเลขที่เป็นจำนวนนับของหนอนเจาะสมอ-ฝ้าย เพื่อสะดวกและง่ายต่อการปฏิบัติจริงในไร่ข้าวฟ่าง

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ในความกรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่และวัสดุทดลอง

เอกสารอ้างอิง

มาลี ชวนะพงศ์ และ เกรียงไกร จำเริญมา. 2534. แมลงศัตรูข้าวฟ่าง. *ใน* เอกสารวิชาการเรื่อง "แมลงศัตรูข้าวโพดและพืชไร่อื่นๆ" การอบรมหลักสูตรแมลง-สัตว์-ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 6, 17-25 มิถุนายน 2534. กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. หน้า 33-61.

Cassie, R.M. 1962. Frequency distribution models in the ecology of plankton and other organisms. J. Anim. Ecol. 31: 65-92.

Foster, R.E., J.J. Tollefson and K.L. Steffey. 1982. Sequential sampling plans for adult corn rootworms. J.Econ. Entomol. 75: 791-793.

Lewis, T. and L.R. Taylor. 1974. Introduction to Experimental Ecology. Academic Press, London. 401 pp.

Mackey, B.E. and J.B. Hoy. 1978. Sequential sampling as a means of estimating populations in California rice fields. J. Econ. Entomol. 71: 329-334.

Twine, P.H. and I.R. Kay. 1982. A determination of an economic injury level of *Heliothis armigera* (Hubner) in sorghum for Southeast Queensland. *In* Proceedings of the International Workshop on *Heliothis* Management. 15-20 November 1981. ICRISAT Center, Patancheru, A.P., India. p. 189-195.