

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสำรวจและติดตามการระบาดของหนอนกออ้อยและปริมาณแมลงศัตรูธรรมชาติในแปลงอ้อย

สุ่มสำรวจและติดตามการระบาดของหนอนกออ้อยในแปลงปลูกของเกษตรกร ด้วยแผนการสุ่มแบบ Systematic sampling โดยสำรวจกออ้อยจำนวน 2 แถว คือ แถวที่ 1 และแถวที่ 10 แต่ละแถวสุ่มสำรวจ 25 กอ รวมกอสำรวจ 50 กอต่อแปลงอ้อย แต่ละกอที่สำรวจห่างกันประมาณ 10 เมตร สำรวจทุก 15 วัน ตั้งแต่เดือนมกราคม – ตุลาคม 2547 สำรวจในแปลงอ้อย 2 พื้นที่ ดังนี้ (ภาพที่ 3.1)

1.1 แปลงปลูกอ้อยพันธุ์มาร์กอส จังหวัดขอนแก่น จำนวน 2 แปลง

แปลงที่ 1 บ้านถ้ำแซ่ ต.สงเปลือย อ.ภูเวียง จังหวัดขอนแก่น จำนวนพื้นที่ประมาณ 16 ไร่

แปลงที่ 2 บ้านอ่างศิลา ต. สงเปลือย อ.ภูเวียง จังหวัดขอนแก่น จำนวนพื้นที่ประมาณ 9 ไร่

1.2 แปลงปลูกอ้อยพันธุ์ LK92-11 จังหวัดสุโขทัย จำนวน 2 แปลง

แปลงที่ 1 ต.ท่าชัยเหนือ อ.ศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย จำนวนพื้นที่ประมาณ 25 ไร่

แปลงที่ 2 ต.คลองมะพลับ อ.ศรีนคร จังหวัดสุโขทัย จำนวนพื้นที่ประมาณ 30 ไร่

การบันทึกผล ตรวจสอบจำนวนกออ้อยทั้งหมด กออ้อยที่ถูกทำลาย ปริมาณและชนิดของแมลงศัตรูอ้อยและศัตรูธรรมชาติที่พบในแปลงที่สำรวจ เก็บรวบรวมอ้อยที่ถูกทำลายเข้ามาภายในห้องปฏิบัติการเพื่อจำแนกชนิดและปริมาณของแมลงศัตรูอ้อยและศัตรูธรรมชาติ ตรวจสอบเปอร์เซ็นต์การเบียนของแมลงศัตรูธรรมชาติในสภาพไร่

2. การศึกษาพฤติกรรมและลักษณะการทำลายของหนอนกออ้อย 5 ชนิด

สุ่มเก็บตัวอย่างอ้อยที่ถูกทำลายจากหนอนกออ้อยแต่ละชนิดในแปลงปลูกอ้อยที่มีการระบาดของเข้ามาในห้องปฏิบัติการเพื่อแยกและจำแนกชนิดของหนอนกออ้อยที่เข้าทำลาย โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจาก 2 พื้นที่ ดังนี้ (ภาพที่ 3.2)

2.1 แปลงปลูกอ้อยพันธุ์มาร์กอส จังหวัดขอนแก่น จำนวน 2 แปลง

แปลงที่ 1 บ้านถ้ำแซ่ ต.สงเปลือย อ.ภูเวียง จังหวัดขอนแก่น จำนวนพื้นที่ประมาณ 16 ไร่

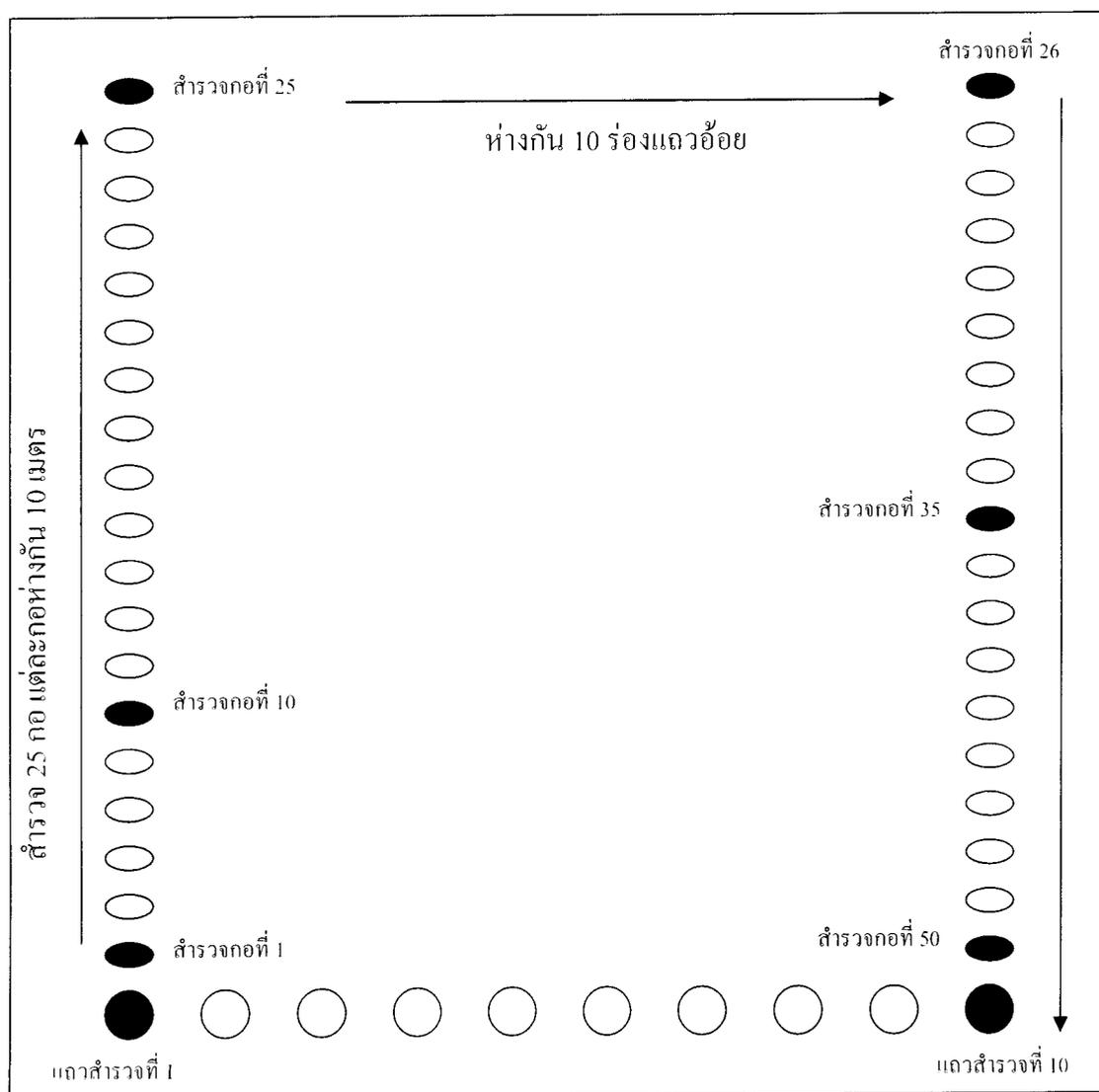
แปลงที่ 2 บ้านอ่างศิลา ต. สงเปลือย อ.ภูเวียง จังหวัดขอนแก่น จำนวนพื้นที่ประมาณ 9 ไร่

2.2 แปลงปลูกอ้อยพันธุ์ LK92-11 จังหวัดสุโขทัย จำนวน 2 แปลง

แปลงที่ 1 ต.ท่าชัยเหนือ อ.ศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย จำนวนพื้นที่ประมาณ 25 ไร่

แปลงที่ 2 ต.คลองมะพลับ อ.ศรีนคร จังหวัดสุโขทัย จำนวนพื้นที่ประมาณ 30 ไร่

การบันทึกผล ตรวจสอบจำนวนรुरอยทำลายที่พบบริเวณหน่อ/ลำ และที่ใบอ้อย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรुरอยทำลายที่หน่ออ้อย/ลำ และที่ใบอ้อย ตำแหน่งของรुरอยทำลายที่ปรากฏบนหน่อ/ลำ ลักษณะอาการที่อ้อยแสดงออกหลังจากที่ถูกหนอนกออ้อยทำลาย หลังจากนั้นใช้มีดผ่าหน่อ/ลำดังกล่าวเพื่อตรวจสอบลักษณะและตำแหน่งที่ตัวหนอนกัดกินเนื้ออ้อยภายในหน่อ/ลำ วัดความยาวของรอยแผลที่เกิดขึ้น เปรียบเทียบพฤติกรรมและลักษณะการทำลายของหนอนกออ้อยแต่ละชนิดและตรวจสอบปริมาณของตัวหนอนที่พบอยู่ภายในหน่อ/ลำ



ภาพที่ 3.1 แผนผังแสดงทิศทางการเดินสำรวจแปลงปลูกอ้อย



ภาพที่ 3.2 การเก็บตัวอย่างหน่ออ้อยที่ถูกทำลายจากหนอนกออ้อย

ก. แปลงอ้อยที่เก็บตัวอย่าง

ข. เก็บรวบรวมหน่อที่ถูกทำลาย

ค. หน่ออ้อยที่ถูกทำลายจากหนอนกออ้อย

ง. จำแนกชนิดหนอนกออ้อย

3. การทดสอบการเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอสีชมพูในห้องปฏิบัติการ

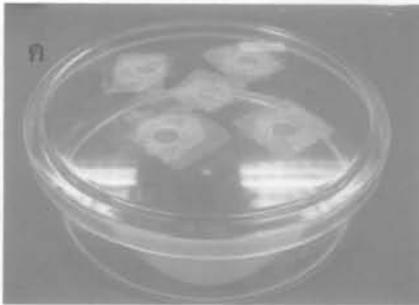
3.1 การเลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติ

สุ่มเก็บหน่ออ้อยที่ถูกทำลายจากหนอนกอสีชมพูมาใส่ในกล่องพลาสติกขนาด 20 X 26 X 10 ซม.³ (ภาพที่ 3.3ก) ที่ฝากล่องเจาะเป็นช่องสี่เหลี่ยมขนาด 7.5 X 11 ซม.². บุด้วยผ้าขาวบางเพื่อระบายอากาศ ใส่หน่ออ้อยที่มีตัวหนอนกอสีชมพูอยู่ในประมาณ 20-25 หน่อ/กล่อง เลี้ยงในห้องปฏิบัติการอุณหภูมิ 25 ± 2 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 53.6 % เมื่อตัวหนอนกอสีชมพูเข้าดักแด้ เก็บรวบรวมดักแด้ของหนอนกอสีชมพูแล้วปล่อยให้ฟักในกรงมุ้งลวดเลี้ยงแมลงขนาด 60 X 60 X 90 ซม.³. (ภาพที่ 3.3ข) ที่มีดินอ้อยอยู่ใน ใช้สำลีชุบน้ำฝึ้ง 10% วางให้เป็นอาหารสำหรับตัวเต็มวัย หลังจากนั้นปล่อยให้ตัวเต็มวัยของหนอนกอสีชมพูผสมพันธุ์และวางไข่ลงบนกาบใบอ้อยตัดกาบใบอ้อยที่มีไข่ของหนอนกอสีชมพูออกมาให้ไข่ฟักในกล่องพลาสติกเล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 ซม. ความสูง 4.5 ซม. ฝากล่องเจาะเป็นช่องสี่เหลี่ยมบุด้วยผ้าขาวบางเพื่อระบายอากาศ(ภาพที่ 3.3ค) ในวัยแรก ๆ เลี้ยงโดยใช้ยอดอ้อยส่วนที่ยังอ่อนเป็นอาหาร การเปลี่ยนอาหารให้หนอนควรแกะยอด

อาหารเทียมมีความหนาประมาณ 1.5 – 2 ซม. ทิ้งให้อาหารเทียมเย็นนานประมาณ 30 นาที หลังจากนั้นตัดอาหารเทียมเป็นก้อนสี่เหลี่ยมขนาดพอเหมาะเพื่อใช้ในการเลี้ยงหนอนสีชมพูเปลี่ยนอาหารทุก 2 - 3 วัน เพื่อป้องกันการขึ้นรา

การเลี้ยงเพิ่มปริมาณแมลงเบียนหนอนเพื่อใช้ในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

เก็บรวบรวมดักแด้แมลงเบียนหนอน *C. flavipes* ที่พบภายในหน่อ/ลำอ้อย ในสภาพไร่ มาใส่ในกล่องพลาสติกกลมใสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 ซม. ความสูง 5.5 ซม. ด้านบนเจาะรู 3 รู แต่ละรูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ซม. (ภาพที่ 3.3ง) รูแรกสำหรับสำลิจับน้ำผึ้ง 10 % เพื่อเป็นอาหารแก่ตัวเต็มวัยแมลงเบียน รูที่สองสำหรับหย่อนตัวหนอนลงไปให้แมลงเบียนหนอนเบียน และอีกรูหนึ่งอยู่ทางด้านข้างกล่องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ซม. เพื่อใช้สำหรับปล่อยและเคลื่อนย้ายแมลงเบียน หลังจากดักแด้แมลงเบียนฟักเป็นตัวเต็มวัย ปล่อยให้ผสมพันธุ์กันนาน 24 ชม. ให้น้ำผึ้ง 10 % เป็นอาหาร หลังจากนั้นคัดเลือกตัวหนอนกอสีชมพูที่มีขนาดความยาวลำตัวประมาณ 2-2.5 ซม. มีความสมบูรณ์และแข็งแรงหย่อนส่วนท้องทางด้านท้ายลงในกล่องที่มีแมลงเบียนอยู่ภายใน เพื่อให้แมลงเบียนหนอนเบียน หลังจากนั้นนำตัวหนอนที่ถูกเบียนมาเลี้ยงในกล่องพลาสติกสำหรับเลี้ยงหนอนกออ้อย ภายในกล่องมีขดอ้อยวางเรียงเป็นแถวในแนวนอน เปลี่ยนอาหารทุก 3 วัน เพื่อป้องกันอ้อยขึ้นราและอ้อยเน่า หลังจากนั้นประมาณ 14 วัน จะได้ดักแด้แมลงเบียนออกมา เก็บรวบรวมดักแด้แมลงเบียนแล้วนำมาฟักในกล่องพลาสติกกลมใสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 ซม. ความสูง 5.5 ซม.



ภาพที่ 3.3 อุปกรณ์การทดลองในห้องปฏิบัติการ

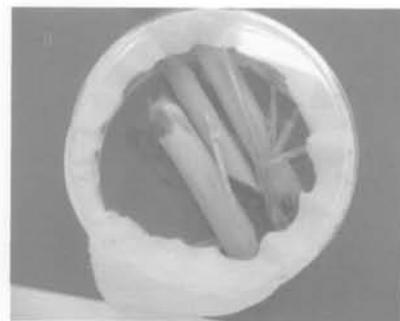
ก. กล่องพลาสติกขนาด 20X26X10 ซม.³

ข. กรงมุ้งลวดขนาด 60X60X90 ซม.³

ค. กล่องพลาสติกกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 13 ซม.

ง. กล่องพลาสติกทรงกระบอก

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 ซม.



ภาพที่ 3.4 การเลี้ยงเพิ่มปริมาณหนอนกอดีชมพูด้วยอาหารธรรมชาติในห้องปฏิบัติการ

ก. วิธีการป้องกันตัวหนอนขนาดเล็กออกจากกล่อง

ข. วิธีการเลี้ยงด้วยขดอ่อนของอ้อย

ค. ลักษณะการกักกินขดอ่อนอ้อย

ง. การเลี้ยงตัวหนอนภายในห้องปฏิบัติการ

4. การพัฒนาแบบจำลองการควบคุมหนอนกอสีชมพูด้วยแมลงเบียนหนอน

การพัฒนาแบบจำลองการควบคุมหนอนกอสีชมพูด้วยแมลงเบียนหนอน *C. flavipes* จะต้องศึกษาข้อมูลต่างๆ ประกอบการวิเคราะห์ดังนี้

4.1 การศึกษาตารางชีวิตของหนอนกอสีชมพู

นำดักด้วหนอนกอสีชมพูที่เลี้ยงเพิ่มปริมาณได้จากข้อ 3.1 มาคัดเลือกเพื่อแยกเพศผู้และเพศเมีย และปล่อยให้ดักด้วฟักเป็นตัวเต็มวัย หลังจากนั้นนำตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมีย 1 คู่ มาใส่ลงในกล่องพลาสติกขนาด 20 X 26 X 10 ซม. ที่ฝากล่องจะเป็นช่องสี่เหลี่ยมขนาด 7.5 X 11 ซม. บุด้วยผ้าขาวบางเพื่อระบายอากาศ ภายในกล่องมีอาหารสำหรับให้ตัวเต็มวัยเกาะผสมพันธุ์และวางไข่ เก็บไข่ทุกวันจนตัวเต็มวัยตาย ปล่อยให้ไข่ฟักเป็นตัวหนอนและเลี้ยงตัวหนอนโดยใช้ธัญพืชเป็นอาหาร เปลี่ยนอาหารทุกวันเพื่อป้องกันการขึ้นรา ทำการทดลอง 14 ซ้ำ

การบันทึกข้อมูล วงจรชีวิตของหนอนกอสีชมพูจากไข่เป็นตัวเต็มวัย การอยู่รอดชีวิตของวัยต่างๆ จากไข่เป็นตัวเต็มวัย การอยู่รอดของตัวเต็มวัย การวางไข่ตลอดชีวิต และสัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย

การวิเคราะห์ข้อมูลตารางชีวิตหนอนกอด้วยโปรแกรม Microsoft Excel

นำข้อมูลตารางชีวิตของหนอนกอสีชมพูมาวิเคราะห์หาค่าโอกาสที่เพศเมียจะรอดชีวิต (1) การวางไข่ในช่วงอายุ (m_x) การขยายพันธุ์ในแต่ละช่วงอายุ ($l_x m_x$) (Southwood, 1978) และอัตราการเพิ่มทางพันธุกรรม (r) โดยใช้ spread sheet ในโปรแกรม Microsoft Excel วิเคราะห์ตามวิธีจอร์จ (2545) ซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

คอลัมน์ที่ 1 ระยะการเจริญเติบโต แทนด้วย x

คอลัมน์ที่ 2 จำนวนการรอดชีวิตระหว่างระยะ x ถึง $x+1$ แทนด้วย l_x

คอลัมน์ที่ 3 จำนวนการตายระหว่างระยะ x ถึง $x+1$ แทนด้วย d_x

คอลัมน์ที่ 4 อัตราการตายในแต่ละระยะ (d_x / l_x)

คอลัมน์ที่ 5 จำนวนเฉลี่ยที่มีชีวิตอยู่ในระยะ x ถึง $x+1$ แทนด้วย $L_x = (l_x + (l_x + 1))$

คอลัมน์ที่ 6 จำนวนทั้งหมดที่เหลืออยู่ที่ระยะ x

(ความถี่สะสมของ L_x จากชั้นล่างขึ้นชั้นบน) แทนด้วย T_x

คอลัมน์ที่ 7 เวลาที่สิ่งมีชีวิตแต่ละตัวที่อายุ x จะมีชีวิตเหลืออยู่ (T_x / l_x) แทนด้วย e_x

นำค่าจำนวนการรอดชีวิตระหว่างระยะ x ถึง $x+1$ แทนด้วย l_x มาใช้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการรอดชีวิตกับช่วงอายุเพื่อใช้ในการทำนายประชากรได้

การคำนวณค่าจากสูตรคำนวณ (พิมพรรณ และบรรพต, 2542)

อัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (net reproductive rate, R_0)

$$R_0 = \sum l_x m_x$$

อัตราการเพิ่มโดยพันธุกรรม (rate of population increase, r)

$$r = \frac{\log_e R_0}{T}$$

ชั่วอายุของกลุ่ม (T)

$$T = \frac{\sum l_x m_x x}{\sum l_x m_x}$$

อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (finite rate of increase, λ)

$$\lambda = \text{anti log}_e r$$

4.2 การศึกษาวงจรชีวิตของแมลงเบียนหนอน

นำดักแด้แมลงเบียนหนอน *C. flavipes* มาใส่ในกล่องพลาสติกทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 ซม. ปลอ่ยให้ดักแด้แมลงเบียนฟักเป็นตัวเต็มวัย และผสมพันธุ์กันนาน 24 ชม. ให้น้ำผึ้ง 10 % เป็นอาหาร คัดเลือกตัวหนอนกอสีชมพูที่แข็งแรงและสมบูรณ์เพื่อสำหรับให้แมลงเบียนเข้าเบียน หลังจากนั้นนำตัวหนอนกอสีชมพูที่ถูกเบียนมาผ่าได้กล่องทุกๆ ละ 5 ตัว เพื่อศึกษาพัฒนาการและการเจริญเติบโตของแมลงเบียนที่อยู่ภายในตัวหนอนกออ้อย

การบันทึกข้อมูล พัฒนาการจากไข่เป็นตัวเต็มวัย การอยู่รอดของตัวเต็มวัยและการขยายพันธุ์ของแมลงเบียนหนอน

4.3 พฤติกรรมการเบียนของแมลงเบียนหนอน

นำตัวเต็มวัยแมลงเบียนหนอนที่ผ่านการผสมพันธุ์นาน 24 ชม. จำนวน 1 ตัว มาใส่ในกล่องพลาสติกกลมใสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.5 ซม. ความสูง 7.5 ซม. ด้านบนเจาะรู 1 รู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ซม. เพื่อปลอ่ยหนอนกอสีชมพู ด้านข้างเจาะรูอีก 1 รู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ซม. เพื่อปลอ่ยแมลงเบียน หลังจากนั้นนำตัวหนอนกอสีชมพูที่มีขนาดเหมาะสมใส่ลงในกล่อง ทำการทดลอง 20 ซ้ำ

การบันทึกผล สังเกตและบันทึกพฤติกรรมการเบียน การหาเหยื่อ ระยะเวลาในการค้นหาเหยื่อ ระยะเวลาในการเบียน

4.4 การศึกษาอัตราการหาเหยื่อของแมลงเบียนหนอน

คัดเลือกหนอนกอสีชมพูที่สมบูรณ์และแข็งแรงจากข้อ 3.1 จำนวน 6 อัตรา คือ 5, 10, 15, 20, 25 และ 40 ตัว มาวางลงในกล่องพลาสติกเลี้ยงหนอนกออ้อยขนาด 20 X 26 X 10 ซม. ภายในมีท่อนอ้อยสำหรับเป็นอาหาร ปล่อยให้ตัวหนอนกอสีชมพูกัดกินอ้อยในกล่องนาน 1 วัน หลังจากนั้นนำกล่องดังกล่าวมาวางลงในกรงมุ้งลวดเลี้ยงแมลงขนาด 60 X 60 X 90 ซม. นำแมลงเบียนหนอนเพศเมียที่ผ่านการผสมพันธุ์นาน 24 ชม. มาปล่อยลงในกรงจำนวน 1 ตัว/กรง ปล่อยให้แมลงเบียนหนอนอยู่ในกรงนาน 24 ชม. หลังจากนั้นนำตัวหนอนกอสีชมพูมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการเปลี่ยนอาหารทุก 3 วัน ทำการทดลองอัตราละ 4 ซ้ำ

การบันทึกผล ตรวจสอบจำนวนตัวหนอนกอสีชมพูที่ถูกเบียน จำนวนดักแด้แมลงเบียน การฟักเป็นตัวเต็มวัยและการรอดชีวิตของตัวเต็มวัย

การวิเคราะห์ข้อมูลอัตราการหาเหยื่อของแมลงเบียนหนอน

นำข้อมูลตารางชีวิตของหนอนกอสีชมพูในข้อ 4.2 มาวิเคราะห์จากหลักการใช้เวลาในนิเวศวิทยาเชิงพฤติกรรมซึ่งมี 2 กิจกรรม คือ (Holling, 1959 ; อ้างตาม วิโรจน์, 2545)

1. การค้นหาเหยื่อ (searching for prey) การค้นหาหนอนกอสีชมพูอัตราต่างๆ ของแมลงเบียนหนอนจำนวน 1 ตัว ในพื้นที่ต่อหน่วยเวลา
2. การเบียนเหยื่อ (prey handling) การวางไข่ของแมลงเบียนหนอนลงในตัวหนอนกอสีชมพู ซึ่งเวลาที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นเวลาที่ใช้ในการค้นหาเหยื่อและเวลาที่ใช้ในการเบียนเหยื่อ

$$T = T_{\text{search}} + T_{\text{handling}}$$

เมื่อ T = เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการเบียนเหยื่อ

T_{search} = เวลาที่ใช้ในการค้นหาเหยื่อ

T_{handling} = เวลาที่ใช้ในการเบียนเหยื่อ

$$T_{\text{handling}} = H_a * Th$$

เมื่อ H_a = เป็นจำนวนเหยื่อที่ถูกเบียน

Th = เป็นเวลาที่ใช้ในการเบียนเหยื่อ 1 ตัว

$$H_a = a * H * T \text{ search}$$

เมื่อ $T \text{ search}$ = เวลาในการหาเหยื่อของแมลงเบียนและจับเหยื่อ

a = การค้นหาเหยื่อต่อหน่วยพื้นที่

H = ความหนาแน่นของเหยื่อต่อหน่วยพื้นที่

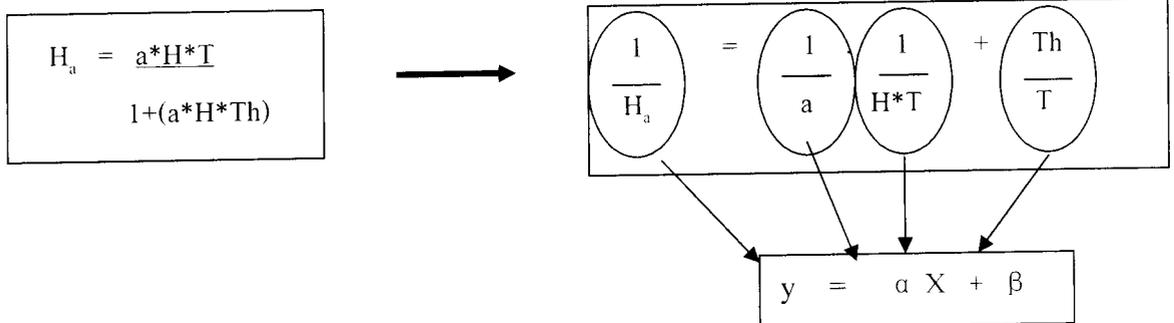
ดังนั้น $T \text{ search} = H_a / a * H$

จาก $T = T \text{ search} + T \text{ handling}$

จะได้ $T = (H_a / a * H) + (H_a * Th)$ หรือ

$$H_a = \frac{a * H * T}{1 + (a * H * Th)}$$

Holling's equation สามารถนำสมการอัตราการหาเหยื่อมาเขียนให้อยู่ในรูปสมการเส้นตรง โดยการนำค่าอัตราการหาเหยื่อที่ความหนาแน่นต่างๆมาเขียนกราฟ โดยแกนแนวนอน (แกน y) คือ ค่าของเศษหนึ่งส่วนสองของจำนวนเหยื่อที่ถูกจับกิน ส่วนแกนแนวตั้ง (แกน x) คือ ค่าของเศษหนึ่งส่วนสองความหนาแน่นของเหยื่อคูณด้วยเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการกินเหยื่อดังสมการ



4.5 แบบจำลองการควบคุมหนอนกอสีชมพูด้วยแมลงเบียนหนอน

การพัฒนาแบบจำลองการควบคุมหนอนกอสีชมพูด้วยแมลงเบียนหนอน โดยนำแบบจำลองการควบคุมแมลงหมีขาวด้วยแมลงเบียนของ Rogers (1972) อ้างตาม วิโรจน์ (2545) มาปรับและพัฒนาโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อการคำนวณการคาดคะเนประชากรของหนอนกอสีชมพู โดยใช้ข้อมูลดังต่อไปนี้

ข้อมูลของหนอนกอสีชมพู ประกอบด้วย

1. วงจรชีวิตจากไข่เป็นตัวเต็มวัย
2. สัดส่วนตัวผู้/ตัวเมีย แทนด้วย Fem
3. วางไข่ แทนด้วย Fhost
4. การอยู่รอดจากไข่เป็นตัวเต็มวัย แทนด้วย Shost
5. การอยู่รอดของตัวเต็มวัย แทนด้วย SAhost
6. ช่วงอายุของตัวหนอนกอสีชมพูที่ถูกเบียน

$H(t)$ = ความหนาแน่นของผีเสื้อหนอนกอสีชมพูเพศเมียที่เวลาต่างๆ

ข้อมูลของแมลงเบียนหนอน ประกอบด้วย

1. การพัฒนาจากไข่เป็นตัวเต็มวัย
2. การอยู่รอดของตัวเต็มวัย แทนด้วย SApar
3. การขยายพันธุ์ของแมลงเบียน แทนด้วย Fpar
4. อัตราการหาแมลงอาศัย/วัน แทนด้วย a

การเริ่มต้นพัฒนาแบบจำลองเมื่อหนอนกอสีชมพูมีการเป็น ตัวเต็มวัยซึ่งใช้เวลา 57 วัน ดังสมการดังนี้

$$H(t_{57}) = [H(t_{54}) * SAhost + \text{จำนวนหนอนกอสีชมพูเริ่มต้น}] * Fhost * Shost * Fem * q(t_{12})$$

กำหนดให้ การพัฒนาแบบจำลองของหนอนกอสีชมพูเกิดขึ้นทุก 3 วัน

เมื่อ $H(t_{57})$ = ความหนาแน่นของตัวเต็มวัยหนอนกอสีชมพูที่เวลา 57 วัน

$H(t_{54})$ = ความหนาแน่นของหนอนกอสีชมพูที่รอดชีวิตที่เวลา 54 วัน

SAhost = การอยู่รอดของตัวเต็มวัยหนอนกอสีชมพู

Fhost = การวางไข่ของตัวเต็มวัยของหนอนกอสีชมพู

Shost = การอยู่รอดจากไข่เป็นตัวเต็มวัยของหนอนกอสีชมพู

Fem = สัดส่วนเพศเมียต่อเพศผู้ของแมลงเบียนหนอน

$q(t_{12})$ = จำนวนเหยื่อที่ถูกเบียนที่เวลา 12 วัน เนื่องจาก ที่เวลา 12 วัน เป็นช่วงอายุที่เหมาะสมของหนอนกอสีชมพูในการถูกเบียนจากแมลงเบียน ซึ่งสามารถหาค่าได้จากสมการ

$$q(t_{12}) = 1 - \exp \left[- \frac{a \cdot P(t_9) \cdot Fpar}{Fpar + a \cdot [H(t_9) \cdot Fhsot \cdot Shost]} \right]$$

การพัฒนาแบบจำลองของแมลงเบียนหนอนเริ่มที่เวลา 12 วัน ดังสมการดังนี้

$$P(t_{12}) = P(t_9) * SApar + R(t_{12})$$

- เมื่อ $P(t_{12})$ = ความหนาแน่นของแมลงเบียนหนอนที่ 12 วัน
 $P(t_9)$ = ความหนาแน่นของแมลงเบียนหนอนที่รอดชีวิตจากวันที่ 9
 SApar = การอยู่รอดของตัวเต็มวัยของแมลงเบียนหนอน
 $R(t_{12})$ = ความหนาแน่นของแมลงเบียนหนอนที่ปล่อยที่เวลา 12 วัน

ระยะเวลาในการพัฒนาการเจริญเติบโตของแมลงเบียนหนอนจากไข่เป็นตัวเต็มวัยใช้เวลา 16 วัน ดังนั้นการหาปริมาณความหนาแน่นของแมลงเบียนหนอนที่ทำลายหนอนกอสีชมพูได้ที่เวลา 28 วัน (เนื่องจากช่วงเวลาที่เหมาะสมของหนอนกอสีชมพูที่ถูกแมลงเบียนหนอนเบียนได้ที่เวลา 12 วัน บวกกับระยะเวลาการพัฒนาการเจริญเติบโตของแมลงเบียนหนอนภายในตัวเหยื่อใช้เวลา 16 วัน ดังนั้นเวลาที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณความหนาแน่นของแมลงเบียนคือที่เวลา 28 วัน) แต่การพัฒนาแบบจำลองของหนอนกอสีชมพูเกิดขึ้นทุก 3 วัน ดังนั้น จึงต้องคำนวณหาปริมาณความหนาแน่นของแมลงเบียนที่เวลา 27 วัน ดังสมการ

$$P(t_{27}) = P(t_{24}) * SApar + R(t_{24}) + \text{จำนวนหนอนกอสีชมพูเริ่มต้น} * Shost * q(t_{12})$$

- เมื่อ $P(t_{27})$ = ความหนาแน่นของแมลงเบียนหนอนที่เวลา 27 วัน
 $P(t_{24})$ = ความหนาแน่นของแมลงเบียนหนอนที่รอดชีวิตจากวันที่ 24 วัน
 $R(t_{24})$ = ความหนาแน่นของแมลงเบียนที่รอดชีวิตจากการปล่อยที่เวลา 24 วัน
 Shost = ค่าการอยู่รอดจากไข่เป็นตัวเต็มวัยของหนอนกอสีชมพู
 $q(t_{12})$ = จำนวนเหยื่อที่ถูกเบียนที่เวลา 12 วัน

การพัฒนาแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งกำหนดให้

คอลัมน์ A ชนิดหรือชื่อ parameter

คอลัมน์ B ค่า parameter ต่างๆ

คอลัมน์ C เวลา (วัน)

คอลัมน์ D ความหนาแน่นของหนอนกอสีชมพู แทนค่าด้วย $H(t)$

คอลัมน์ E ความหนาแน่นของแมลงเบียนหนอน แทนค่าด้วย $P(t)$

คอลัมน์ K $R(t)$ คือ ความหนาแน่นของแมลงเบียนที่ปล่อยที่เวลา t

คอลัมน์ L $\text{Log}(H+1)$ คือ ปริมาณประชากรความหนาแน่นของหนอนกอสีชมพูที่ได้

จากการพยากรณ์การระบาด และสามารถคำนวณได้จาก Log ของปริมาณความหนาแน่นของหนอนกอสีชมพู

คอลัมน์ M ET คือ ระดับเศรษฐกิจ สามารถคำนวณได้จาก Log ของจำนวนผีเสื้อที่จับได้และมีผลทำให้มีการระบาดอย่างมาก