



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์)

ปริญญา

พฤกษศาสตร์

สายวิชาวิทยาศาสตร์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ผลของเชื้อแบคทีเรียบาซิลลัส ทูรินจिएนซิส และส่วนผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนพอร์ในการควบคุมแมลงศัตรูกะหล่ำ

Effect of *Bacillus thuringiensis* and a Mixture of Abamectin and Chlorfenapyr
in Control the Insect Pests on Chinese Kale (*Brassica alboglabra* Bailey)

นามผู้วิจัย นางสาวทิพย์อุษา คุ่มประวัติ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ฐิติยา แซ่ปึง, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์กุลศิริ ช. กรับส์, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

(อาจารย์ลักขณา กันทะมา, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลของเชื้อแบคทีเรียบาซิลลัส ทุรินจีโอเนซิส และส่วนผสมของอะบาเม็กตินและ
คลอร์ฟิโนเพอร์ในการกำจัดแมลงศัตรูคะน้า

Effect of *Bacillus thuringiensis* and a Mixture of Abamectin and Chlorfenapyr in Control
the Insect Pests on Chinese Kale (*Brassica alboglabra* Bailey)

โดย

นางสาวทิพย์อุษา คุ่มประวัติ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พญกษัเศรษฐกิจ)
พ.ศ. 2552

ทิพย์อุษา คุ่มประวดี 2552: ผลของเชื้อแบคทีเรียบาซิลลัส ทรินจิเอนซิส และส่วนผสม
ของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์ในการควบคุมแมลงศัตรูคะน้า ปรินญาวิทยา
ศาสตรมหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์) สาขาพฤกษศาสตร์ สายวิชาวิทยาศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ฐิตติยา แซ่ปึง, Ph.D. 77 หน้า

เปรียบเทียบผลผลิตผักคะน้าจากการใช้สารกำจัดแมลงได้แก่ เชื้อแบคทีเรียบาซิลลัส
ทรินจิเอนซิส (บีที) สายพันธุ์ไอชาไว สายพันธุ์เคอร์สตากี ในอัตราแนะนำ และสารผสมของ
อะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์อัตราแนะนำและสูงกว่า 2 เท่าของอัตราแนะนำ วางแผนการ
ทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ 5 ทรีทเมนต์ 5 ซ้ำ คือ 1) แปลงควบคุม ฉีดพ่นด้วยโมแลนอัตรา 10 กรัม/
น้ำ 20 ลิตร ซึ่งฉีดทุกแปลง 2) บีทีสายพันธุ์ไอชาไว 80 ml/น้ำ 20 ลิตร 3) บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี
90 กรัม/น้ำ 20 ลิตร 4) อะบาเม็กติน 40 ml คลอร์ฟินาเพอร์ 20 ml/น้ำ 20 ลิตร (อัตราแนะนำ)
5) อะบาเม็กติน 80 ml คลอร์ฟินาเพอร์ 40 ml/น้ำ 20 ลิตร แต่ละแปลงย่อยมีขนาด 4x9 ตารางเมตร
ทำการทดลองทั้งหมด 2 รอบการปลูก ฉีดพ่นสารตั้งแต่คะน้าอายุ 10 วันจนถึง 35 วัน โดยฉีดพ่น
ทุก 5 วันในรอบการปลูกที่ 1 และทุก 4 วันในรอบการปลูกที่ 2 เก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโตของ
คะน้า ได้แก่ความสมบูรณ์ของต้น ในช่วงคะน้าอายุ 30-45 วัน ความสูง พื้นที่ใบในช่วงคะน้าอายุ
20-45 วัน และน้ำหนักของผลผลิตเมื่อถึงอายุ 45 วัน เก็บข้อมูลการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช
ได้แก่ การถูกทำลายโดยแมลงภายในแปลง การถูกกัดกินของใบ ชนิดและจำนวนของแมลงศัตรู
คะน้าในช่วงคะน้าอายุ 30-45 วัน พบว่าสารกำจัดแมลงที่ใช้ในการทดลองไม่มีผลต่อความ
สมบูรณ์ของต้น ความสูง พื้นที่ใบ และน้ำหนักของผลผลิตคะน้า แต่พบว่ามีผลต่อการถูกทำลาย
โดยแมลงภายในแปลง การถูกกัดกินของใบ และจำนวนของแมลงศัตรูพืชที่เข้าทำลายอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินา-
เพอร์สูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า มีการถูกทำลายโดยแมลง การถูกกัดกินของใบ จำนวนหนอนใย
ผักและหนอนกระทู้ผักน้อยที่สุด รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและ
คลอร์ฟินาเพอร์อัตราแนะนำ แปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี บีทีสายพันธุ์ไอชาไว และ
แปลงควบคุม ตามลำดับ โดยแปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์เคอร์สตากีมีการถูกทำลายโดยแมลง
ภายในแปลง การถูกกัดกินของใบ จำนวนของหนอนใยผักและหนอนกระทู้ผักใกล้เคียงกับแปลง
ที่ใช้สารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์อัตราแนะนำ แสดงว่าบีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี
สามารถใช้ควบคุมแมลงศัตรูคะน้าทดแทนการใช้อะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์ได้

Thip-u-sa Koomprawat 2009: Effect of *Bacillus thuringiensis* and a Mixture of Abamectin and Chlorfenapyr in Control the Insect Pests on Chinese Kale (*Brassica alboglabra* Bailey). Master of Science (Economic Botany), Major Field: Economic Botany, Division of Science. Thesis Advisor: Ms. Thitiya Pung, Ph.D. 77 pages.

Productions of Chinese kale were compared when using *Bacillus thuringiensis* var. *aizawai*, *B. thuringiensis* var. *kurstaki* and a mixture of abamectin and chlorfenapyr with recommended dose and double of the recommended dose for insect pests control. Completely randomized design with 5 treatments and 5 replicates were as followed: 1) Control unit spray with molan 10 g/20 L of water 2) *B. thuringiensis* var. *aizawai* 80 ml/20 L 3) *B. thuringiensis* var. *kurstaki* 90 g/20 L 4) a mixture of abamection 40 ml and chlorfenapyr 20 ml/20 L (recommended dose) 5) a mixture of abamectin 80 ml and chlorfenapyr 40 ml/20 L (double of the recommended dose). Chinese kale was planted in 25 plots (4x9 m²) for 2 crops. The insecticides were sprayed every 5 days in first crop and every 4 days in second crop. Data were recorded in periodic of time after the germination until harvested. Data of plant growth i.e. fertility of kale were recorded in 30-45 days, height and leaf area were recorded in 20-45 days and weight of kale at 45 days. Data of insectivial damage i.e. field damage, leaf damage and number of insect (30-45 days). The insecticides in this study were not effect on Chinese kale's growth but were significantly different effected among treatments for the insectivial damage ($p < 0.05$). A mixture of abamectin and chlorfenapyr at the double of recommended dose showed the least field damage, leaf damage and number of *Plutella xylostella* L. and *Spodoptera litura* (Fabricius) followed by a mixture of abamectin and chlorfenapyr at the recommended dose, *B. thuringiensis* var. *kurstaki*, *B. thuringiensis* var. *aizawai* and control respectively. *B. thuringiensis* var. *kurstaki* showed the field damage, leaf damage and number of *Plutella xylostella* L. and *Spodoptera litura* (Fabricius) closed to a mixture of abamectin and chlorfenapyr at the recommended dose. Therefore, *B. thuringiensis* var. *kurstaki* could use to replace abamectin and chlorfenapyr in control *Plutella xylostella* L. and *Spodoptera litura*.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ฐิตียา แซ่ป้ง ประธานกรรมการที่ปรึกษา และอาจารย์
กุลศิริ ข. กริบส์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในการดำเนินงานวิทยานิพนธ์ รวมทั้งให้ความรู้และ
แนวความคิดด้านวิชาการ ตลอดจนตรวจแก้ไขให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ และ
ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์อัญริยา ปราบอริฟาย และอาจารย์กฤตชญา อิศกุล ที่ได้กรุณาให้
ความรู้ให้คำแนะนำในการศึกษาเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณศักดิ์ และคุณสุมาลี อินสว่าง เกษตรกรในอำเภอไทรน้อยที่ช่วยเหลือปลูก
ผักคะน้าเป็นอย่างดี ตลอดจนช่วยดำเนินงานจัดหาอุปกรณ์ต่างๆ และคนงานในการปลูก รวมทั้งช่วย
ทำการปลูกและฉีดพ่นสารกำจัดแมลงด้วย

ขอขอบคุณคณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาพืชไร่นา และภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรกำแพงแสน
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ที่อนุเคราะห์อุปกรณ์และเครื่องมือหลายชนิด
ขอขอบคุณ โครงการสนับสนุนนักวิจัยใหม่ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เอื้อเฟื้อทุนสนับสนุนในการทำงานวิจัยนี้

ท้ายสุด ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และทุกคนในครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนเป็น
กำลังใจในการเรียนและการทำงานตลอดมา และขอขอบคุณนิสิตปริญญาโทภาควิชาพืช
เศรษฐกิจที่คอยช่วยเหลือ

คุณค่าและสิ่งที่เป็นประโยชน์ที่วิทยานิพนธ์เล่มนี้พึงมี ขอมอบความดีนี้แด่บิดา มารดา และ
ผู้มีพระคุณทุกท่าน ครูบาอาจารย์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และมิตรสหายทุกท่านที่คอยให้การ
สนับสนุนและช่วยเหลือเป็นอย่างดีตลอดมา

ทิพย์อุษา คุ่มประวดี

พฤษภาคม 2552

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	27
อุปกรณ์	27
วิธีการ	28
ผลและวิจารณ์	33
ผล	33
วิจารณ์	57
สรุปและข้อเสนอแนะ	60
สรุป	60
ปัญหาและข้อเสนอแนะ	61
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	62
ภาคผนวก	67
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	77

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณน้ำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรระหว่างปี 2541-2545	21
2	การปลูกรอบที่ 1 (ธันวาคม 2549-มกราคม 2551)	30
3	การปลูกรอบที่ 2 (พฤษภาคม-มิถุนายน 2550)	31

ตารางผนวกที่

1	คะแนนความสมบูรณ์ของต้นคะน้าในแปลงตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1	68
2	ความสูงของต้นคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1	68
3	พื้นที่ใบของคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1	69
4	น้ำหนักของผลผลิตคะน้าที่อายุ 45 วันหลังจากได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1	69
5	คะแนนการถูกทำลายโดยแมลงภายในแปลงคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงรอบการปลูกที่ 1	70
6	การถูกกัดกินของใบคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1	70
7	จำนวนด้วงหมัดผัก (<i>Phyllotreta sinuata</i> Step.) ที่พบในแปลงคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1	71
8	จำนวนหนอนใยผัก (<i>Plutella xylostella</i> L.) ที่พบในแปลงคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1	71
9	จำนวนหนอนกระทู้ผัก [<i>Spodoptera litura</i> (Fabricius)] ที่พบในแปลงคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1	72
10	คะแนนความสมบูรณ์ของต้นคะน้าในแปลงตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	72

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
11 ความสูงของต้นคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	73
12 พื้นที่ใบของผักคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	73
13 น้ำหนักของผลิตคะน้าที่อายุ 45 วันหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	74
14 คะแนนการถูกทำลายโดยแมลงของผักคะน้าในแปลงตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	74
15 คะแนนการถูกกัดกินของใบคะน้าในแปลงตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	75
16 จำนวนด้วงหมัดผัก (<i>Phyllotreta sinuata</i> Step.) ที่พบในแปลงคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	75
17 จำนวนหนอนใยผัก (<i>Plutella xylostella</i> L.) ที่พบในแปลงคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	76
18 จำนวนหนอนกระทู้ผัก [<i>Spodoptera litura</i> (Fabricius)] ที่พบในแปลงคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	76

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กลไกการออกฤทธิ์ของเชื้อบีทีและผลึกโปรตีน	26
2	คะแนนความสมบูรณ์ของต้นคะน้าในแปลงตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1	34
3	ความสูงของต้นคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1	35
4	พื้นที่ใบของคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1	36
5	น้ำหนักสดของผลผลิตคะน้าที่อายุ 45 วันหลังจากได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1	37
6	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของผลผลิตคะน้าที่อายุ 45 วันหลังจากได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1	37
7	คะแนนการถูกทำลายโดยแมลงภายในแปลงคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงรอบการปลูกที่ 1	39
8	คะแนนการถูกกัดกินของใบคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1	40
9	จำนวนด้วงหมัดกระโดด (<i>Phyllotreta sinuata</i> Step.) ที่พบในแปลงคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1	41
10	จำนวนหนอนใยผัก (<i>Plutella xylostella</i> L.) ที่พบในแปลงคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1	42
11	จำนวนหนอนกระทู้ผัก [<i>Spodoptera litura</i> (Fabricius)] ที่พบในแปลงคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1	43

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
12 คะแนนความสมบูรณ์ของดินค่น้ำในแปลงตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	44
13 ความสูงของต้นค่น้ำตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	45
14 พื้นที่ใบของผักค่น้ำตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	46
15 น้ำหนักสดของผลผลิตค่น้ำที่อายุ 45 วันหลังจากได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	47
16 เปอร์เซนต์น้ำหนักแห้งของผลผลิตค่น้ำที่อายุ 45 วันหลังจากได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	48
17 คะแนนการถูกทำลายโดยแมลงของผักค่น้ำในแปลงตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	50
18 คะแนนการถูกกัดกินของใบค่น้ำในแปลงตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	51
19 จำนวนด้วงหมัดกระโดด (<i>Phyllotreta sinuata</i> Step.) ที่พบในแปลงค่น้ำตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	52
20 จำนวนหนอนใยผัก (<i>Plutella xylostella</i> L.) ที่พบในแปลงค่น้ำตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	53
21 จำนวนหนอนกระทู้ผัก [<i>Spodoptera litura</i> (Fabricius)] ที่พบในแปลงค่น้ำตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2	54

ผลของเชื้อแบคทีเรีย บาซิลลัส ทูรินจिएนซิส และส่วนผสมของอะบาเม็กติน
และคลอร์ฟินาเพอร์ในการควบคุมแมลงศัตรูคะน้า

Effect of *Bacillus thuringiensis* and a Mixture of Abamectin and Chlorfenapyr
in Control the Insect Pests on Chinese Kale
(*Brassica alboglabra* Bailey)

คำนำ

คะน้า (*Brassica alboglabra* Bailey) เป็นผักตระกูลกะหล่ำที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศ สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปีทั่วทุกภาคเพื่อใช้บริโภคทั้งภายในประเทศและส่งออก คะน้าเป็นพืชผักที่มีผู้นิยมบริโภคกันมากทำให้เกษตรกรเพิ่มการผลิตคะน้า ทำให้พบว่ามีปัญหาการใช้สารกำจัดแมลงในการปลูกคะน้ากันมากขึ้น โดยเฉพาะประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อน มีสภาพเหมาะสมต่อการแพร่ระบาดของศัตรูพืชผัก เช่น หนอนใยผัก หนอนกระทู้ผักและหนอนเจาะยอดกะหล่ำ (กอบเกียรติ และคณะ, 2534) ดังนั้นจึงมีการนำสารกำจัดแมลงเข้ามาใช้กันมากกว่าในอดีต แมลงศัตรูคะน้าเป็นอุปสรรคสำคัญในการเพาะปลูกคะน้าเช่นเดียวกับพืชผักชนิดอื่น เมื่อมีสภาพแวดล้อมเหมาะสม การทำลายจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดความเสียหายทั้งด้านผลผลิตและคุณภาพอย่างรุนแรง จนบางครั้งไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เนื่องจากคะน้าเป็นพืชผักกินใบที่ผู้บริโภคต้องการคุณภาพสูง โดยที่ใบและต้นต้องสมบูรณ์สะอาดปราศจากรอยทำลายของศัตรูพืชเพื่อให้ได้ผลผลิตดังกล่าวเกษตรกรนิยมใช้สารเคมีป้องกันกำจัดในอัตราสูงโดยผสมสารเคมีหลายชนิด และพ่นสารบ่อยครั้งตลอดฤดูปลูก ทำให้ศัตรูพืชหลายชนิดพัฒนาสร้างภูมิต้านทานต่อสารกำจัดศัตรูพืชได้อย่างรวดเร็วและหลากหลายชนิด ผลผลิตที่ได้มักมีปริมาณพิษตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค (วินัย, 2535; กองวิเทศกัมมิ์พฤษการเกษตร, 2538; มาลี และคณะ, 2542)

จากการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการผลิตพืชที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้ต้องหาแนวทางในการป้องกันการปนเปื้อนที่จะเกิดขึ้น ซึ่งมีหลายแนวทางด้วยกัน โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการผลิตโดยทั่วไปจะลดการใช้สารเคมีในกระบวนการผลิต โดยเปลี่ยนไปใช้สารสกัดจากธรรมชาติทดแทนหรือใช้ชีววิธีในการควบคุมแมลงศัตรูพืช (นิพนธ์, 2548) การควบคุมแมลงศัตรูพืชด้วยชีววิธี เป็นวิธีหนึ่งในกระบวนการกำจัดศัตรูพืชด้วยวิธีผสมผสาน ซึ่งได้แก่การใช้

เชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ในการควบคุมศัตรูพืช อาทิเช่น *Bacillus thuringiensis* เชื้อราต่างๆ ไวรัส NPV เป็นต้น (ศิริศักดิ์, ม.ป.ป.) *B.thuringiensis* ใช้กำจัดแมลงได้บางชนิดเท่านั้นเนื่องจากมีความจำเพาะเจาะจงสูง สามารถใช้กำจัดสัตว์ที่เป็นศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ทำลายแมลงห้ำ แมลงเบียนที่เป็นประโยชน์ ไม่เป็นพิษแก่ผู้ใช้ สามารถใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจได้หลายชนิดเช่น หนอนกระทู้หอม หนอนใยผัก หนอนเจาะสมอฝ้าย หนอนกินใบปาล์ม ฯลฯ ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ นกและสัตว์อื่นๆ แต่เป็นศัตรูกับแมลงศัตรูพืชในอันดับ Lepidoptera, Coleoptera และ Diptera (อัจฉรา, 2544)

การศึกษาถึงคุณภาพของผลผลิตของผักคะน้าที่ได้มาจากการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงศัตรูชนิดต่างๆ จะสามารถบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของสารกำจัดแมลงว่ามีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้มากน้อยเพียงใด และเป็นแนวทางให้เกษตรกรสามารถที่จะเลือกใช้สารกำจัดแมลงได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้คือ ศึกษาผลของสารกำจัดแมลงในการควบคุมแมลงศัตรูผักคะน้าทั้งในด้านของผลผลิตของผักคะน้าและจำนวนแมลงศัตรูคะน้า โดยใช้สารกำจัดแมลงได้แก่ บีทีสายพันธุ์ไอชาไว บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี และสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเออร์อัตรานะนำและ 2 เท่าของอัตรานะนำ ตามลำดับ

วัตถุประสงค์

1. เปรียบเทียบผลผลิตของค่น้ำที่ใช้สารชีวภาพบีที (*Bacillus thuringiensis*) กับการใช้สารเคมีกำจัดแมลงอะบาเม็กติน (Abamectin) และคลอร์ฟิโนเพอร์ (Chlorfenapyr) ในการควบคุมแมลงศัตรูค่น้ำ
2. เปรียบเทียบผลของการใช้สารชีวภาพบีที และสารเคมีกำจัดแมลงอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเพอร์ในการควบคุมแมลงศัตรูค่น้ำ

การตรวจเอกสาร

1. ผักคะน้า

คะน้า เป็นผักที่คนไทยนิยมบริโภคส่วนของใบและลำต้น มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย และปลูกมากในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น จีน ฮองกง ไต้หวัน มาเลเซีย และประเทศไทย เป็นต้น (อุดม, 2541) อยู่ในวงศ์ Brassicaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica alboglabra* Bailey เป็นผักที่สามารถปลูกได้ตลอดปี เป็นพืชอายุ 2 ปีแต่ปลูกเป็นผักอายุปีเดียว ช่วงเวลาที่ปลูกได้ผลดีที่สุดอยู่ในช่วงเดือนตุลาคม - เมษายน ปลูกได้ดีในดินแทบทุกชนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง คะน้าจะโตเต็มที่และมีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 45-55 วัน นอกจากนี้ยังได้คะน้าอ่อนหรือที่เรียกว่ายอดคะน้า ซึ่งได้จากการถอนแยกขณะที่มีอายุประมาณ 30 วัน (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

1.1 การปลูกคะน้า

คะน้าสามารถขึ้นได้ดีในดินแทบทุกชนิดที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง มีความเป็นกรด - ด่างของดินอยู่ระหว่าง 5.5 – 6.8 และมีความชื้นในดินสูงสม่ำเสมอ พันธุ์ที่นิยมปลูกในบ้านเราเป็นพวกคะน้าดอกขาวทั้งหมด แบ่งเป็น 3 พันธุ์คือ พันธุ์ใบกลม พันธุ์ใบแหลม และพันธุ์ก้าน ในการเตรียมดินเพื่อปลูกคะน้านั้นควรมีการไถพรวนอย่างดี ตากดินเป็นเวลา 7-10 วัน ผสมปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยคอกที่สลายตัวอย่างดีแล้วให้มาก ขยี้ดินให้ละเอียด (อุดม, 2541)

การปลูกคะน้าสามารถทำได้โดยการหว่านเมล็ดหรือการนำต้นกล้าไปปลูก การหว่านกระจายทั่วทั้งแปลงเหมาะสำหรับแปลงขนาดใหญ่ปลูกเป็นการค้า เช่น แปลงปลูกแบบร่องสวนในภาคกลาง ใช้เมล็ดประมาณ 1-2 กิโลกรัมต่อไร่ เสร็จแล้วคลุมด้วยฟางหรือหญ้าแห้ง รดน้ำให้ชุ่ม (ไฉน, 2542) สำหรับระยะที่ปลูกที่เหมาะสม โดยหลังจากถอนแยกจัดระยะครั้งสุดท้ายควรให้มีระยะปลูกระหว่างต้นประมาณ 20 เซนติเมตร หลังจากคะน้างอกแล้วประมาณ 20 วัน หรือต้นสูงประมาณ 10 เซนติเมตร ให้เริ่มทำการถอนแยกครั้งแรก โดยเลือกถอนต้นที่ไม่สมบูรณ์ออก ให้เหลือระยะห่างระหว่างต้นไว้ประมาณ 10 เซนติเมตร ซึ่งต้นอ่อนของคะน้าในวัยนี้เมื่อเด็ดรากออกแล้วสามารถนำไปขายได้ และเมื่อคะน้ามีอายุได้ประมาณ 30 วัน จึงทำการถอนแยกครั้งที่ 2 โดยให้เหลือระยะห่างระหว่างต้น 20 เซนติเมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

1.2 การดูแลรักษา

ทำการให้น้ำคะน้ำวันละ 2 เวลาคือ เช้าและเย็น เนื่องจากคะน้ำเป็นผักกินใบและลำต้น จึงควรใส่ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนสูง สัดส่วนของธาตุอาหารในปุ๋ยที่ใช้คือ N:P:K เท่ากับ 2:1:1 เช่น ปุ๋ยสูตร 12-8-8 หรือ 20-11-11 ในอัตราประมาณ 100 กิโลกรัมต่อไร่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดินและปริมาณปุ๋ยคอกที่ใช้ โดยแบ่งใส่ 2 ครั้งๆ ละเท่าๆ กัน คือ ใส่หลังจากการถอนแยกครั้งแรกและหลังจากถอนแยกครั้งที่สอง อย่างไรก็ตามหากสังเกตเห็นว่าผักที่ปลูกไม่ค่อยเจริญเติบโตเท่าที่ควรอาจจะใส่ปุ๋ยบำรุงเพิ่มเติม เช่น ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรท โดยให้ทางรากหรือละลายน้ำในอัตราประมาณ 3-4 ช้อนแกงต่อน้ำ 1 ปี๊บ ฉีดพ่นทางใบ และในการถอนแยกคะน้ำแต่ละครั้ง ควรทำการกำจัดวัชพืชไปในตัวด้วย (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

1.3 การเก็บเกี่ยวและการจำหน่าย

ต้นคะน้ำอายุประมาณ 30 วันที่ถอนแยกออกมาในครั้งที่ 2 สามารถตัดรากออกแล้วส่งขายตลาดเป็นยอดผักได้ ซึ่งผู้บริโภคนิยมรับประทานเป็นยอดผักเพราะอ่อนและมีรสชาติดี โดยใช้แรงงานคนในการถอนและตัดรากนำไปขายซึ่งสามารถทำให้เกษตรกรมีรายได้เพิ่มขึ้น คะน้ำอายุ 45 วันเป็นระยะที่ตลาดมีความต้องการมาก แต่คะน้ำที่มีอายุ 50-55 วันเป็นระยะที่เก็บเกี่ยวได้น้ำหนักมากกว่า โดยใช้มีดตัดให้ชิดโคนต้น การตัดจะตัดได้เป็นหน้ากระดานไปเลย เมื่อตัดแล้วบางแห่งมัดด้วยเชือกกล้วยมัดละ 5 กิโลกรัม บางแห่งก็บรรจุถุงโดยไม่มัด ทั้งนี้แล้วแต่ความสะดวกในการขนส่งและของผู้ขาย สรุปแล้วการปลูกคะน้ำในแต่ละฤดูปลูกสามารถขายได้ 3 ครั้ง คือ เมื่อถอนแยกครั้งแรก ถอนแยกครั้งที่ 2 และตอนตัดต้นขาย (กรมวิชาการเกษตร, 2549)

2. แมลงศัตรูที่สำคัญของพืชผักตระกูลกะหล่ำ

2.1 หนอนใยผัก (Diamondback moth)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Plutella xylostella* L.

อันดับ : Lepidoptera

วงศ์ : Plutellidae



ความสำคัญทางเศรษฐกิจ

หนอนใยผักเป็นหนอนผีเสื้อชนิดหนึ่งที่สำคัญที่สุด ก่อความเสียหายให้กับพืชตระกูลกะหล่ำทั่วประเทศยกเว้นในผักกาดหอม หนอนทำความเสียหายรุนแรงเมื่ออยู่ในวัยที่ 3 ขึ้นไป โดยกินทุกส่วนของพืช พบการทำลายตามแหล่งปลูกผักคะน้าทั่วไป ระบาดรุนแรงมากในช่วงฤดูร้อน การระบาดค่อนข้างรวดเร็วเพราะมีวงจรสั้น หนอนใยผักมีความสามารถในการทนต่อยาและพัฒนาตนเองต่อการดื้อยาได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญต่อการใช้สารกำจัดแมลง (สิริวัฒน์, 2526 และกรมวิชาการเกษตร, 2549)

ลักษณะ ชีวประวัติและพฤติกรรม

หนอนใยผักเกิดจากไข่ที่แม่ผีเสื้อวางตามได้ใบ ไข่มีขนาดเล็กสีเหลืองค่อนข้างกลมแบน วางติดกัน 2-5 ฟอง และมักพบจำนวนมากในใบพืชใบหนึ่ง อายุฟักไข่ประมาณไม่เกิน 3 วัน หนอนตัวเล็ก ๆ ค่อนข้างมองเห็นยาก อาศัยเกาะผิวใบพืช มีการเจริญเติบโตรวดเร็วกว่าหนอนอื่น เพียง 1 สัปดาห์ก็โตเต็มที่มีขนาดประมาณ 1 เซนติเมตร หัวท้ายแหลม ส่วนท้ายมีปุ่มยื่นออกไป 2 แฉก สีลำตัวอาจมีสีเขียวอ่อน เทาอ่อน หรือเขียวปนเหลือง สามารถสร้างใยพาดตัวขึ้นลงระหว่างพื้นดินกับใบพืชได้ หนอนใยผักเข้าดักแด้ขนาด 1 เซนติเมตรภายในใบบาง ๆ ดักได้ใบ อายุดักแด้สั้นเพียง 3-4 วัน ตัวเต็มวัยเมื่อออกจากดักแด้จะอาศัยตามบริเวณต้นผักได้ใบ ทั้งนี้เนื่องจากมีขนาดเล็กจึงมักไม่ชอบบินไปไกลพืชอาหาร ตัวเต็มวัยมีอายุสั้นไม่เกิน 1 อาทิตย์ วางไข่ได้เป็นร้อยฟอง ลักษณะของตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืน มีสีเทาตรงกลางสันหลัง แแถบสีเหลืองส้มเป็นประกายคล้ายเกล็ดมเพชรหรือแถบของสายฟ้าเห็นได้ชัดเวลาหุบปีก (สิริวัฒน์, 2526 และกรมวิชาการเกษตร, 2549)

2.2 หนอนกระทู้หอม (Beet armyworm)

ชื่อวิทยาศาสตร์	:	<i>Spodoptera exigua</i> Hubner
อันดับ	:	Lepidoptera
วงศ์	:	Noctuidae



ความสำคัญทางเศรษฐกิจ

หนอนกระทุ้หอมเป็นหนอนที่มีความสำคัญมากที่สุดชนิดหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคกลาง หนอนกระทุ้หอมมีนิเวศก่อกินส่วนต่างๆ ของพืช หนอนจะระบาดค่อนข้างรวดเร็วเมื่อมีจำนวนมาก ตัวโตขึ้น และพืชอาหารเริ่มขาดแคลน ผีเสื้อหนอนกระทุ้หอมจะวางไข่เป็นกลุ่มเล็กๆ โดยทั่วไป ดังนั้น เวลาหนอนเกิดมาก็ปรากฏว่ามีจำนวนมากในต้นหนึ่ง ๆ จึงก่อความเสียหายให้อย่างรวดเร็ว หนอนอาจก่อกินเป็นรูลึกเข้าไปในห้วกะหล่ำ ห้วหอม ผักถั่ว หรือพืชผักอื่น ๆ หนอนจะหลบซ่อนตัวตามซอกกาบใบ ทำให้การพ่นยาถูกตัวได้ยาก ในบางครั้งทำให้ผลผลิตในขั้นสุดท้ายเสียหาย หนอนกระทุ้หอมทำลายพืชผักมากหลายชนิด รวมทั้งพืชไร่ เช่น ถั่วและพืชสวนบางชนิด ปัจจุบันพื้นที่ปลูกหอมในภาคกลางกำลังลดลง สาเหตุต้นทุนการผลิตสูง จึงเป็นอันตรายอย่างยิ่งสำหรับชาวสวนผักจำพวกกะหล่ำและผักกาด ฯลฯ ดังนั้น โอกาสที่หนอนชนิดนี้จะดำรงชีวิตและขยายพันธุ์ก็มีมาก เป็นปัญหาร้ายแรงมากสำหรับผู้ปลูกหอม กะหล่ำ รวมทั้งพืชผัก พืชไร่ และพืชสวนอีกหลายชนิด (สิริวัฒน์, 2526 และกรมวิชาการเกษตร, 2549)

ลักษณะ ชีวประวัติและพฤติกรรม

แม่ผีเสื้อวางไข่เป็นกลุ่มเล็ก ๆ กลุ่มละ 20-80 ฟอง ตามใต้ใบของพืชผัก และถ้าเป็นใบหอมจะวางไข่บริเวณปลายใบ ช่วงเวลาของการวางไข่ ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงระหว่าง 16-20 น. ไข่จะฟักออกมาเป็นตัวหนอนภายในเวลา 3 วัน ตัวหนอนที่ฟักออกมาใหม่ ๆ จะรวมกลุ่มกันอยู่ใต้ใบผัก จนกระทั่งมีการลอกคราบครั้งที่ 3 จึง แยกย้ายจากกลุ่ม สำหรับในต้นหอมตัวหนอนจะเจาะเข้าไปในหลอดหอมหลังจากฟักออกมาแล้วภายใน 3 ชั่วโมง ตัวหนอนโดยทั่วไปมีลักษณะลำตัวอ้วน ผ้นง ลำตัวเรียบ สีของหนอนเมื่อโตเต็มที่จะมีสีเขียวอ่อนเทา หรือสีน้ำตาลดำ บริเวณด้านข้างจะมีแถบสีขาวข้างละแถบพาดยาวตามลำตัว ตัวหนอนมีการลอกคราบ 5 ครั้ง ระยะตัวหนอนจะกินเวลา 15-17 วัน หลังจากนั้นจะเข้าดักแด้อยู่ในดินบริเวณโคนต้นพืช ระยะดักแด้ประมาณ 5-7 วันก็จะออกมาเป็นตัวเต็มวัยซึ่งจะมีอายุอยู่ได้ 5-10 วัน ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืนสีน้ำตาลแก่ปนเทา มีจุดสีน้ำตาลอ่อน 2 จุด ตรงกลางปีกคู่หน้า ความกว้างเมื่อกางปีกกว้างประมาณ 20-25 มม. (สิริวัฒน์, 2526 และกรมวิชาการเกษตร, 2549)

2.3 หนอนกระทู้ผัก (Common cutworm)



ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Spodoptera litura* (Fabricius)

อันดับ : Lepidoptera

วงศ์ : Noctuidae

ความสำคัญทางเศรษฐกิจ

หนอนชนิดนี้มีพืชอาหารมากมายหลายชนิด จึงสามารถขยายพันธุ์ได้แทบตลอดปี แต่มีความสำคัญน้อยกว่าหนอนกระทู้หอมมาก

ลักษณะ ชีวประวัติและพฤติกรรม

ตัวเมียวางไข่เป็นกลุ่มๆ โดยมีขนสีน้ำตาลปกคลุมไว้ ไข่ใหม่ๆ จะมีสีขาวนวล และจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและสีดำเมื่อไข่ใกล้จะฟักออกเป็นตัว ไข่มีอายุประมาณ 3-7 วัน หนอนเกิดใหม่จะอยู่กันเป็นกลุ่มเกาะกินผิวใบจนบางใสหรือพรุนไปหมด เมื่อลอกคราบประมาณ 2 ครั้งจะเห็นแถบดำที่คอชัดเจน ลำตัวเปลี่ยนจากสีเขียวอ่อนเกิดลายเส้นหรือจุดสีดำ บางครั้งมีสีแกมเทา ผิวลำตัวมักมีขีดดำพาดตามยาวทั่วไป ลักษณะลำตัวอ้วนป้อม ผิวหนังเรียบ มีส่วนคล้ายหนอนกระทู้หอม มีสีแตกต่างกัน และแถบสีขาวข้างตัวไม่ชัด ส่วนหัวมักสังเกตเห็นจุดสีดำใหญ่ตรงปล้องที่ 3 ถ้าหนอนใหญ่จะมองไม่เห็นชัดเจน หนอนจะเริ่มแยกย้ายกันทำลายพืชผักกินใบ ยอดอ่อน หรือเข้าไปกัดในซอกกอลีบใบ หนอนโตเต็มที่ขนาดใหญ่มาก 3-4 เซนติเมตร เคลื่อนไหวช้า ส่วนมากจะออกหากินในเวลากลางคืน ระยะตัวหนอนยาวนานถึงอาทิตย์จึงเข้าดักแด้ โดยปกติแล้วหนอนจะเข้าดักแด้ในดินตรงรอยแตกกระแหงหรือตามกองขยะ ดักแด้สีน้ำตาลดำยาวประมาณ 1.5-1.8 เซนติเมตร อายุดักแด้ประมาณ 7-12 วัน ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืนเมื่อกางปีกแล้ววัดได้ประมาณ 3 เซนติเมตร ลำตัว 1.5 เซนติเมตร ปีกคู่หน้ามีสีน้ำตาลเข้มมีลวดลายเต็มปีก ส่วนปีกคู่หลังสีขาวบาง ลำตัวมีขนสีน้ำตาลอ่อนปกคลุมอยู่ ตัวเมียตัวหนึ่งวางไข่ได้ 200-300 ฟอง ระยะตลอดวงจรชีวิตประมาณ 1 เดือน (สิริวัฒน์, 2526 และกรมวิชาการเกษตร, 2549)

2.4 หนอนเจาะยอดกะหล่ำ (Cabbage webworm)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Hellula undalis* F.



อันดับ : Lepidoptera

วงศ์ : Pyralidae

ความสำคัญทางเศรษฐกิจ

หนอนเจาะยอดกะหล่ำ จะพบระบาดทำความเสียหายให้แก่พืชผักในตระกูลกะหล่ำ โดยที่หนอนมีนิสัยชอบเจาะเข้าไปกัดกินในหัว กัดกินยอดผักที่กำลังเจริญเติบโต ทำให้ยอดขาด ไม่เข้าหัว ถ้าระบาดในระยะออกดอกจะเจาะเข้าไปในลำต้น ก้านดอก ผัก ซึ่งจะสังเกตได้ ส่วนที่ถูกเจาะจะมีใยสีขาวหุ้มอยู่ และมีขุยของมูลที่ถ่ายออกมา พบการทำลายตามแหล่งปลูกผักคะน้าทั่วไป ระบาดรุนแรงในช่วงฤดูร้อน

ลักษณะ ชีวประวัติและพฤติกรรม

แม่ผีเสื้อจะวางไข่บริเวณยอด ตาหรือตาของพืชอาจจะวางเป็นใบเดี่ยวๆ หรือเป็นกลุ่มเล็กๆ ไข่มีสีขาวนวล ระยะไข่กินเวลา 3-5 วัน จึงจะฟักออกมาเป็นตัวหนอน ตัวหนอนมีการลอกคราบ 5 ครั้ง เมื่อโตเต็มที่มีขนาดลำตัวยาว 10-20 มิลลิเมตร ผิวลำตัวใส มีแถบสีน้ำตาลพาดตามยาว หนอนจะเจาะเข้าไปกัดกินตามส่วนยอดและจะถักใยคลุมตัวภายในยอดและลำต้น สังเกตจากรอยกินเป็นทางหรือมูลหนอนที่ถ่ายทิ้งไว้ ระยะหนอนใช้เวลา 15-25 วัน จึงจะเข้าดักแด้ ซึ่งมีใยหุ้มตามเศษพืชบนผิวดินหรือใต้ผิวดิน ระยะดักแด้ประมาณ 7-11 วัน จึงออกมาเป็นตัวเต็มวัย ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อขนาดเล็ก มีขนาดกว้างเมื่อกางปีกวัดได้ประมาณ 19 มิลลิเมตร ปีกคู่หน้า มีแถบสีน้ำตาลปนเทาพาดตามขวางโค้งไปมา (สิริวัฒน์, 2526 และกรมวิชาการเกษตร, 2549)

2.5 หนอนคืบผัก (Cabbage Looper)



ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Trichoplusia ni* Hubner

อันดับ : Lepidoptera

วงศ์ : Noctuidae

ความสำคัญทางเศรษฐกิจ

หนอนคืบผัก เป็นหนอนผีเสื้อที่สำคัญมากชนิดหนึ่ง ทำความเสียหายให้แก่ผักในตระกูลกะหล่ำหลายชนิด โดยเฉพาะกะหล่ำและคะน้า หนอนจะทำลายโดยการกัดกินใบเป็นส่วนใหญ่ การทำลายจะเป็นไปอย่างรวดเร็วเมื่อหนอนโตขึ้น หนอนคืบจะกัดกินเนื้อใบและมักเหลือไว้แต่เส้นใย หนอนชนิดนี้เมื่อเกิดระบาดขึ้นมักจะแพร่กระจายไปอย่างรวดเร็ว เพราะตัวแม่ผีเสื้อจะวางไข่กระจัดกระจายทั่วไปในแปลงผัก

ลักษณะ ชีวประวัติและพฤติกรรม

แม่ผีเสื้อจะวางไข่ใบเดี่ยวๆ ลักษณะกลมสีครีม กระจัดกระจายอยู่ทั่วไปใต้ใบผัก ระยะไข่กินเวลาประมาณ 3 วัน จึงฟักออกมาเป็นตัวหนอน ตัวหนอนเมื่อโตเต็มที่จะมีขนาดยาวประมาณ 40 มิลลิเมตร ลำตัวจะมีสีเขียวอ่อน มีเส้นสีขาวพาดยาวตามลำตัว ระยะหนอนใช้เวลาประมาณ 14 วัน ก็จะเข้าดักแด้ใต้ใบผักโดยมีเส้นใยบางๆ คลุมไว้ ระยะดักแด้ประมาณ 7 วัน จึงออกมาเป็นตัวเต็มวัย ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืนสีเทาดำ บริเวณกลางปีกคู่หน้าจะมีจุดสีขาวข้างละจุด ขนาดตัวเต็มวัยเมื่อกางปีกจะกว้างประมาณ 30 มิลลิเมตร (สิริวัฒน์, 2526 และกรมวิชาการเกษตร, 2549)

2.6 คีวหมัดผัก (Vegetable flea beetle)



ชื่อวิทยาศาสตร์	:	<i>Phyllotreta sinuata</i> Step.
	:	<i>Phyllotreta chontalica</i> Dueriv.
อันดับ	:	Chysomelidae
วงศ์	:	Coleoptera

ความสำคัญทางเศรษฐกิจ

ตัวเต็มวัยของคิ้วหมัดทั้งสองชนิดจะทำลายพืชผักโดยการกัดกินใบจนเป็นรูพรุน ถ้าเป็นผักในระยะกล้าจะกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโต แต่ในผักที่เติบโตแล้วก็จะทำให้คุณภาพของผักลดลง ตัวหนอนของคิ้วหมัดจะอาศัยกัดกินรากพืชผักและวัชพืชต่างๆ ไปอยู่ในดิน ผักจำพวกผักกาดที่มีกลิ่นฉุน เช่น ผักกาดหัว ผักกาดเขียว ผักกวางตุ้งหรือผักขม เป็นพืชผักที่คิ้วหมัดชอบทำลาย สำหรับผักกาดหัวตัวเต็มวัยของคิ้วหมัดจะทำลายส่วนของใบ และตัวหนอนจะทำลายส่วนของหัว

ลักษณะ ชีวประวัติและพฤติกรรม

ตัวเต็มวัยจะวางไข่ในดินใกล้กับรากพืช ตัวหนอนจะเจริญเติบโตอยู่ในดิน เมื่อโตเต็มที่จะมีลักษณะพอมยาว สีใส มีขนาดยาว 3.5-4 มิลลิเมตร และจะเข้าดักแด้อยู่ในดิน หลังจากนั้นก็จะออกมาเป็นตัวเต็มวัยซึ่งเป็นแมลงปีกแข็ง ขนาดลำตัวยาวประมาณ 2 มิลลิเมตร มีขาคู่หลังที่แข็งแรง สามารถจะกระโดดหนีได้เมื่อถูกรบกวน *P. sinuata* ส่วนของปีกและลำตัวมีสีน้ำตาล ด้านหลังมีแถบสองแถบ (ชนิดลาย) ส่วน *P. chontalica* ลำตัวทุกส่วนจะมีสีน้ำตาลเข้ม (ชนิดน้ำเงิน) (สิริวัฒน์, 2526 และกรมวิชาการเกษตร, 2549)

3. สารกำจัดแมลง

สารกำจัดแมลงหมายถึงสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการทำลาย (destroying) ไล่ (repelling) และทำให้แมลงอ่อนแอลง (mitigating) (United States Environmental Protection Agency, 2009 [U.S. EPA]) สารกำจัดแมลงเป็นปัจจัยสำคัญในระบบการปลูกพืชเพื่อการค้าในปัจจุบัน ถึงแม้ว่าในปัจจุบันกระแสความต้องการผลผลิตพืชจากเกษตรอินทรีย์ได้รับความสนใจเป็นอย่างสูง ประกอบกับการเข้มงวดเรื่องสารพิษตกค้างของสารกำจัดแมลงในผลิตภัณฑ์มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสินค้าส่งออก ทำให้เกษตรกรต้องเพิ่มความระมัดระวังในการใช้สารเคมีมากขึ้น แม้กระนั้นก็ตามความต้องการใช้สารกำจัดแมลงไม่ได้ลดลงไปกว่าในอดีต ในทางตรงกันข้ามกลับมีแนวโน้มในการใช้เพิ่มขึ้นมาก และยังมีการใช้สารกำจัดแมลงควบคุมแมลงศัตรูในบ้านเรือน ในโรงเก็บผลผลิต และใช้ป้องกันแมลงนำโรคมานุษย์และสัตว์ การใช้สารกำจัดแมลงอย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพสูง และมีความปลอดภัยนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ใช้จะต้องทราบข้อมูลต่างๆ ของสารดังกล่าวเป็นอย่างดี เช่น การจำแนกประเภท คุณสมบัติที่สำคัญและการใช้ประโยชน์ และกลไกการออกฤทธิ์ เป็นต้น (อรัญ, 2547)

การจำแนกประเภท คุณสมบัติที่สำคัญและการใช้ประโยชน์

สารกำจัดแมลงแมลงจำแนกออกเป็น 2 กลุ่มตามองค์ประกอบทางเคมี คือ สารประกอบอนินทรีย์และสารประกอบอินทรีย์ (ขวัญชัย, 2524 และ อรัญ, 2547)

3.1 สารประกอบอนินทรีย์ (Inorganic compounds) เป็นสารที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ไม่มีองค์ประกอบของคาร์บอน (C) มีคุณสมบัติไม่ระเหย มีความเสถียร และส่วนใหญ่ละลายน้ำได้ สารอนินทรีย์หลายชนิดคงทน (persistent) ในสิ่งแวดล้อมนาน และหลายชนิดมีพิษสูงต่อมนุษย์และสัตว์ เช่น สารหนู ไซยาไนด์ ปรีท และซิลิเนียม (สิริวัฒน์, 2521) จากสาเหตุดังกล่าวปัจจุบันสารกลุ่มนี้ส่วนใหญ่ถูกห้ามใช้และเปลี่ยนมาใช้สารกำจัดแมลงอินทรีย์ทดแทน ตัวอย่างสารกำจัดแมลงอนินทรีย์ได้แก่สาร boric acid, mercuric oxide, copper hydroxide, mercurous chloride, copper oxychloride, sodium fluoroaluminate, copper sulfate, sodium fluoroacetate, sodium arsenite, thallium sulphate, sodium chlorate, silica aerogel และสาร sodium fluoride ปัจจุบันมีการใช้สารประกอบทองแดงและกำมะถันเป็นสารป้องกันกำจัดเชื้อรา สาร boric acid และสาร silica gels ออกฤทธิ์ต่อชั้นไขมันบริเวณผนังลำตัวของแมลงทำให้แมลงสูญเสียน้ำออกจากร่างกาย เป็นเหตุให้แมลงตาย ทั้งสาร boric acid และสาร silica gels ใช้ควบคุมแมลงในบ้านเรือน เช่น แมลงสาบ มด ในรูปของเหยื่อพิษ (พาลาภ, 2537 และ อรัญ, 2547)

3.2 สารประกอบอินทรีย์ (Organic compounds) เป็นสารที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้นมา มีธาตุองค์ประกอบที่สำคัญคือ คาร์บอน ไฮโดรเจน และธาตุอื่นๆ ได้แก่ คลอรีน ออกซิเจน ฟอสฟอรัส และไนโตรเจน สารกำจัดแมลงอินทรีย์จำแนกเป็นกลุ่มย่อยต่างๆ หลายกลุ่มได้แก่

3.2.1 สารกำจัดแมลงจากพืช (Botanical insecticides) สารสกัดจากพืชหมายถึง สารเคมีที่ได้จากพืชซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ เช่น รูปผงหรือรูปน้ำของสารสกัด สารสกัดจากพืชถูกจัดอยู่ในกลุ่มสารกำจัดแมลงธรรมชาติ (natural insecticides) มนุษย์ใช้สารสกัดจากพืชควบคุมแมลงมาช้านาน สมัยโบราณมีการใช้สารสกัดจากดอกไพรีทรัม (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) สารสกัดจากรากโล่เต้าน (*Derris elliptica*) และใบยาสูบ (*Nicotiana tabacum*) ควบคุมแมลงศัตรูพืช หลังจากค้นพบสารกำจัดแมลงอินทรีย์สังเคราะห์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการค้นพบสารกำจัดแมลง dichloro-diphenyl-trichloroethane (DDT) ในปี ค.ศ. 1939 ทำให้สารกำจัดแมลงสังเคราะห์ได้รับความนิยมและใช้กันกว้างขวาง จึงมีการใช้สารสกัดจากพืชน้อยลง อย่างไรก็ตามในปัจจุบันสารสกัดจากพืชได้รับความสนใจมากขึ้น สารที่นิยมใช้กันมากและศึกษากันกว้างขวางคือ สารสกัดจากสะเดาซึ่งมีอยู่หลายชนิด แต่ชนิดที่นิยมใช้กันได้แก่สะเดาอินเดีย (*Azadirachta indica*) และสะเดาไทย (*A. indica* var. *siamensis*) นอกจากนี้ยังมีสะเดาช้าง (*A. excelsa*) ซึ่งพบมากทางภาคใต้ของประเทศไทย สารออกฤทธิ์สำคัญจากสารสกัดจากสะเดาคือ สารอะซาดิแรคติน (azadirachtin) ซึ่งมีคุณสมบัติในการกำจัด ไล่ ยับยั้งการกิน และยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงมากกว่า 6 อันดับ สารกำจัดแมลงจากพืชมีหลายชนิด แต่สารที่นิยมนำมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชได้แก่สารอะซาดิแรคติน นิโคติน ไพรีทริน และสารโรติโนน (สิริวัฒน์, 2521; สุภาณี, 2537; พาลาภ, 2537 และ อรัญ, 2547)

3.2.2 สารประกอบออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine compounds) สารประกอบออร์กาโนคลอรีนเป็นสารอินทรีย์สังเคราะห์ โมเลกุลประกอบด้วยธาตุคาร์บอน คลอรีน ไฮโดรเจน และบางครั้งมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ อาจเรียกลักษณะนี้ว่า “chlorinated hydrocarbons” หรือ “chlorinated insecticides” สารที่รู้จักกันดีได้แก่สาร DDT และ benzenehexachloride (BHC) ซึ่งสารทั้ง 2 ชนิดนี้ถูกสังเคราะห์ขึ้นเมื่อ 100 กว่าปีที่แล้วแต่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ จนกระทั่งปี ค.ศ. 1940 มีการค้นพบว่าสารทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวมีคุณสมบัติเป็นสารกำจัดแมลง และการค้นพบครั้งนี้ นับเป็นยุคเริ่มต้นของสารกำจัดแมลงสังเคราะห์ เพราะหลังจากนั้นมีการค้นพบและสังเคราะห์สารกำจัดแมลงอินทรีย์ชนิดอื่นๆ ตามมาอีกมากมาย (สิริวัฒน์, 2521; พาลาภ, 2537 ; สุภาณี, 2537 และ อรัญ, 2547)

3.2.3 สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphates insecticides) เป็นสารกำจัดแมลงกลุ่มใหญ่ ซึ่งมีจำนวนชนิดของสารออกฤทธิ์มากที่สุด การพัฒนาใช้สารในกลุ่มนี้เริ่มตั้งแต่ระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน นำโดย Gerhard Schrader เป็นผู้เริ่มทำการวิจัยสารประกอบในกลุ่มนี้ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาเป็นแก๊สพิษที่มีผลต่อระบบประสาท และสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในปัจจุบัน สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทั้งหมดเป็นเอสเทอร์ของกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) จึงถูกเรียกว่า organophosphates (OPs) หรือ phosphorus esters เป็นสารกำจัดแมลงกลุ่มใหญ่ มีคุณสมบัติที่สำคัญ 2 ประการคือ โดยทั่วไปมีพิษเฉียบพลันต่อมนุษย์และสัตว์มีกระดูกสันหลัง และมีการตกค้างสั้น จากคุณสมบัติการตกค้างสั้นจึงต้องฉีดพ่นซ้ำ สารกำจัดแมลงกลุ่มนี้จะมีอะตอมของ O, C, S และ N เกาะกับอะตอมของ P ในโมเลกุล เนื่องจากสารกลุ่ม OPs มีสูตรโครงสร้างโมเลกุลคล้ายกับแก๊สพิษที่ทำลายระบบประสาทที่เรียกว่า “nerve gasses” จึงมีกลไกการออกฤทธิ์คล้ายกัน แก๊สเหล่านี้ได้แก่แก๊ส sarin, soman และ tabun ซึ่งใช้ในสงครามในประเทศสาธารณรัฐเยอรมันในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 ในระยะแรกสารกลุ่ม OPs ถูกผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ทดแทนสารนิโคตินเนื่องจากมีการใช้กันมากในประเทศสาธารณรัฐเยอรมัน จากคุณสมบัติที่ตกค้างสั้นของสารกลุ่ม OPs จึงนำเข้ามาใช้ทดแทนสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน สารกำจัดแมลงกลุ่ม OPs ออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะซิติลโคลีนเอสเตอเรส เมื่อเอนไซม์ถูกจับด้วยโมเลกุลของสารกลุ่มดังกล่าว เอนไซม์นั้นจะอยู่ในรูปที่เรียกว่า phosphorylated enzyme ทำให้เกิดการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ผลจากการยับยั้งเอนไซม์ชนิดนี้ทำให้เกิดการสะสมของสารอะซิติลโคลีน บริเวณรอยต่อระหว่างเซลล์ประสาท (neuron/neuron junction) หรือที่เรียกว่าบริเวณซินแนปส์ (synapse) หรือระหว่างเซลล์ประสาทกับกล้ามเนื้อ (neuron/muscle junction) ส่งผลให้กล้ามเนื้อสั่นและชักกระตุกรุนแรง ทำให้แมลงเป็นอัมพาตและตายในที่สุด สารกำจัดแมลงกลุ่ม OPs จำแนกออกเป็นกลุ่มย่อยต่างๆ ได้ 6 กลุ่มคือกลุ่ม phosphates, phosphonates, phosphorothioates, phosphorothiolates และ phosphoramidates อย่างไรก็ตามสามารถจำแนกออกเป็นกลุ่ม 3 กลุ่มด้วยกันคือกลุ่ม aliphatic derivatives, phenyl derivatives และ heterocyclic derivatives (สิริวัฒน์, 2521; สุภาณี, 2537 และ อรัญ, 2547)

3.2.4 สารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมต (Carbamate insecticides) สารกลุ่มคาร์บาเมตเป็นเอสเทอร์ของกรดคาร์บาเมก (carbamic acid) เป็นสารสังเคราะห์จากสารอนุพันธ์ไฟโซสติกมิน (physostigmine) ซึ่งเป็นสารแอลคาลอยด์ที่สกัดมาจากถั่วกาลาบาร์ (*Physostigma venenosum*) ต่อมาได้สังเคราะห์สารโปรสติกมิน (prothigmine) ซึ่งเป็นสาร analogue ของสาร physostigmine สารกลุ่มนี้ออกฤทธิ์ควบคุมแมลงเหมือนกับสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต โดยทั่วไปตกค้างสั้น ออกฤทธิ์ควบคุมแมลงได้กว้างขวาง มีคุณสมบัติเป็นทั้งสารกำจัดแมลง สารกำจัดไร สารกำจัดไส้เดือนฝอย

และสารกำจัดหอย นอกจากนี้สารกลุ่มคาร์บาเมตยังมีคุณสมบัติเป็นสารกำจัดวัชพืชและสารกำจัดราได้ด้วย เช่น สารกลุ่ม thiocarbamates และ dithiocarbamates สารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตจำแนกได้ 3 กลุ่มใหญ่คือ กลุ่ม methyl carbamates with phenyl ring structure, methyl carbamates and dimethyl carbamates with heterocyclic structure และ methyl carbamate of oximes having a chain structure (ขวัญชัย, 2524; สุภาณี, 2537 และ อรัญ, 2547)

3.2.5 กลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ (Synthetic pyrethroid) สารกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์เป็นสารสังเคราะห์เลียนแบบโครงสร้างโมเลกุลจากสารที่สกัดได้จากดอกไพรีทรัมซึ่งมีองค์ประกอบของสารเคมี 6 ชนิดด้วยกันคือ cinerin I, pyrethrin I, jasmolin I, cinerin II, pyrethrin II และ jasmolin II เนื่องจากสารไพรีทรอยด์สังเคราะห์สร้างเลียนแบบโมเลกุลของสารตัวใดตัวหนึ่งดังกล่าวทั้ง 6 ชนิดข้างต้น จึงพบว่าแมลงสร้างความต้านทานได้เร็วกว่าสารที่สกัดจากดอกไพรีทรัมที่มีองค์ประกอบของสารเคมีทั้ง 6 ชนิดอยู่รวมกัน (สุภาณี, 2537) ซึ่งปัจจุบันไม่มีรายงานความต้านทานต่อสารที่สกัดจากดอกไพรีทรัม โดยทั่วไปสารไพรีทรอยด์สังเคราะห์มีพิษต่อสัตว์เลื้อยคลานด้วยนมต่ำ แต่มีลักษณะเหมือนกับสารสกัดจากดอกไพรีทรัมคือ มีพิษต่อปลาและผึ้ง ตกค้างในพืชสั้นและมีพิษต่อแมลงสูง สารไพรีทรัมและสารไพรีทรอยด์สังเคราะห์ยุคอื่นๆ จะตอบสนองต่อแสงแดดมากคือเมื่อโดนแสงแดดจะถูกทำลายได้ง่าย ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในสภาพไร่ แต่เหมาะกับการนำมาใช้ควบคุมแมลงในบ้านเรือนซึ่งผลิตขึ้นมาในรูปกระป๋องอัดแรงดัน (aerosols) และผสมสารเพิ่มฤทธิ์ piperonyl butoxide สารไพรีทรอยด์มีวิวัฒนาการและพัฒนาโดยลำดับจึงจำแนกออกเป็นยุคต่างๆ 4 ยุคดังนี้

ยุคที่ 1 เริ่มผลิตขึ้นในปี ค.ศ. 1949 สารชนิดแรกที่ผลิตขึ้นมาคือสาร allethrin ในกระบวนการผลิตนั้นมีขั้นตอนสลับซับซ้อนมากมีปฏิกิริยาทางเคมีเกี่ยวข้องถึง 22 ปฏิกิริยา สาร allethrin สลายตัวได้ง่ายเมื่อโดนแสงแดด

ยุคที่ 2 เริ่มผลิตในปี ค.ศ. 1965 สารชนิดแรกคือสาร tetramethrin หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 1967 ผลิตสาร resmethrin ซึ่งมีฤทธิ์มากกว่าสารสกัดจากดอกไพรีทรัม 20 เท่า ในปีเดียวกันได้ผลิตสาร bioresmethrin ซึ่งมีฤทธิ์สูงขึ้น โดยมีพิษมากกว่าสารไพรีทรัมถึง 50 เท่า ในปี ค.ศ. 1969 ผลิตสาร bioallethrin ขึ้น สารชนิดสุดท้ายในยุคที่ 2 ที่ถูกผลิตขึ้นมาคือสาร phonathrin ผลิตขึ้นในปี 1973 สารกลุ่มนี้ถูกสลายตัวโดยแสงแดดได้ง่าย

ยุคที่ 3 สารในยุคนี้ได้แก่สาร fenvalerate และ permethrin ผลิตขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1972-1977 นับเป็นสารไพรีทรอยด์กลุ่มแรกที่น่ามาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชทางการเกษตร เนื่องจากมีฤทธิ์กำจัดแมลงได้ดี ทนต่อการสลายตัวโดยแสงแดดและตกค้างบนใบพืชได้นานถึง 4-7 วัน

ยุคที่ 4 และยุคปัจจุบันนับเป็นยุคที่ผลิตสารที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และมีอัตราการใช้ต่ำระหว่าง 1.82-9.10 กรัมของสารออกฤทธิ์/ไร่ ในขณะที่สารในยุคที่ 3 ใช้ในอัตรา 18 กรัมของสารออกฤทธิ์/ไร่ สารในยุคที่ 4 ได้แก่สาร bifenthrin, lambda-cyhalothrin, cypermethrin, cyfluthrin, deltamethrin, esfenvalerate, fenpropathrin, flucythrinate, fluvalinate, prallethrin, tau-fluvalinate, tefluthrin, tralomethrin และ zeta-cypermethrin เมื่อไม่นานมานี้มีการจัดสารชนิดใหม่ 2 ชนิด คือ สาร acrinathrin และ imiprothrin อยู่ในยุคที่ 4 ซึ่งชนิดหลังอยู่ในระหว่างขึ้นทดลอง สารกลุ่มนี้ทนต่อแสงแดด ไม่สลายตัวเมื่อโดนแสงและระเหยต่ำ จึงออกฤทธิ์ได้นานหากใช้ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สารกลุ่มไพรีทรอยด์ออกฤทธิ์คล้ายกับสาร DDT โดยมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง และระบบประสาทรอบนอกของแมลง ผลของอุณหภูมิต่อการออกฤทธิ์ของสารไพรีทรอยด์แตกต่างกันตามแบบของสารในกลุ่มซึ่งมี 2 แบบ คือสารไพรีทรอยด์ type I และ type II ในกรณีของสารไพรีทรอยด์ type I มีการออกฤทธิ์แบบ “negative temperature coefficient” เหมือนกับสาร DDT ในขณะที่สารไพรีทรอยด์ type II มีการออกฤทธิ์แบบ “positive temperature coefficient” ไพรีทรอยด์ type I และ type II แตกต่างกันที่ชนิดของแอลกอฮอล์ในโมเลกุล โดย ไพรีทรอยด์ type I ประกอบด้วย descyano-3-phenoxybenzyl หรือแอลกอฮอล์อื่นๆ ตัวอย่างสารไพรีทรอยด์ type I ที่เป็น nonphenoxybenzyl เช่นสาร pyrethrins, allethrin และ tetramethrin ส่วนที่เป็น phenoxybenzyl คือสาร permethrin และที่มีธาตุฮาโลเจน เช่นสาร tefluthrin ส่วนสารไพรีทรอยด์ type II ได้แก่สารที่ประกอบด้วย cyano-3-phenoxybenzyl alcohol ในโมเลกุลอาจมี phenyl ring ออกฤทธิ์กำจัดแมลงได้ดีกว่าสารไพรีทรอยด์ type I ประมาณ 10 เท่าตัว อย่างเช่นสาร fenvalerate และ fluvalinate (พาลาก ,2537 ; สุภาณี, 2537 และ อรัญ, 2547)

3.2.6 กลุ่มสารรมควัน (Fumigants) สารรมควันจะเปลี่ยนสถานะเป็นก๊าซเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 40 °F สารรมควันปกติจะมีน้ำหนักมากกว่าอากาศและสามารถแทรกซึมได้ดี โครงสร้างโมเลกุลประกอบด้วยธาตุหมู่ 7 ได้แก่ Cl, Br หรือ F ใช้ควบคุมแมลงในโรงเรือนปิด ไซโลเก็บเมล็ดพันธุ์หรือไซบอดิน สารกลุ่มนี้มีพิษสูง หากหายใจเข้าไป สารรมควันที่รู้จักกันดีและใช้กันมากคือสารเมทิลโบรไมด์ (CH₃Br) ในปี ค.ศ. 1996 มีการใช้สารดังกล่าวทั่วโลกประมาณ 68,424 ตัน ครั้งหนึ่งของปริมาณดังกล่าวถูกใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา ส่วนใหญ่ใช้ในการรมดินก่อนปลูกพืช คิดเป็น 70% ใช้รมในด่านกักกันพืช 5-8% ใช้รมพืชผักและผลไม้สด 8% รมผลิตภัณฑ์แห้ง เช่น ไม้ 12% และประมาณ 6% ใช้รมสิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยไม้ สารรมควันชนิดอื่นๆ ได้แก่สาร ethylene

dichloride, hydrogen cyanide, sulfuryl fluoride, chloroethene, ethylene oxide, naphthalene, chloropicrin, formaldehyde และ paradichlorobenzene ก๊าซฟอสฟีน (PH_3) เป็นสารรมควันอีกชนิดหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ทดแทนสารเมทิลโบรไมด์เนื่องจากสารเมทิลโบรไมด์ทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ ก๊าซฟอสฟีนระเหยมาจากสาร aluminum phosphide หรือ magnesium phosphide ซึ่งอยู่ในรูปเม็ด เมื่อสารดังกล่าวสัมผัสกับอากาศจะเปลี่ยนเป็นก๊าซฟอสฟีน ข้อเสียของก๊าซฟอสฟีนคือก่อให้เกิดความเสียหายกับผลิตภัณฑ์สดและมีคุณสมบัติดูดซึมได้ดีในน้ำมัน ดังนั้นจึงใช้รมดินไม่ได้ ปัจจุบันยังไม่มีสารเคมีตัวอื่นที่สามารถนำมาทดแทนสารเมทิลโบรไมด์ได้ดีเท่าก๊าซฟอสฟีน สารรมควันออกฤทธิ์ทำให้เกิดอาการมึนเมา (narcotics) ง่วง หมดสติ สารรมควันมีคุณสมบัติละลายได้ดีในไขมัน สาร ethylene dibromide ถูกห้ามใช้ในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2537 เนื่องจากเป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง (พาลาก, 2537 ; สุภาณี, 2537 และ อรัญ, 2547)

3.2.7 กลุ่มสารปฏิชีวนะ (Antibiotics) สารปฏิชีวนะหมายถึง สารเคมีที่สังเคราะห์โดยจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ใช้ควบคุมโรคที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียและไวรัส แต่มีสารปฏิชีวนะบางชนิดมีคุณสมบัติเป็นสารกำจัดแมลงและใช้กันกว้างขวางคือ สารอะบาเม็กตินซึ่งผลิตมาจากเชื้อรา *Streptomyces* spp. สารอะบาเม็กตินนอกจากมีคุณสมบัติเป็นสารกำจัดแมลงแล้วยังเป็นสารกำจัดไรและสารกำจัดไส้เดือนฝอยได้ด้วย ประเทศไทยเคยใช้สารชนิดนี้ควบคุมหนอนใยผักได้ผลดี ปัจจุบันถูกนำไปใช้ควบคุมหนอนชอนใบส้มและสามารถกำจัดไรในพืชดังกล่าวได้อีกด้วย สารอะบาเม็กตินมีคุณสมบัติดูดซึมได้ดีบ้างจึงให้ผลควบคุมแมลงดีขึ้น สารปฏิชีวนะชนิดอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นสารกำจัดแมลงได้แก่สาร allosamidin, ivermectin, thuringiensis, doraamectin, milbemectin, emamectin, selamectin, eprinomectin และ spinosad (สุภาณี, 2537 และ อรัญ, 2547)

3.2.8 กลุ่มนิโคตินอยด์ (Nicotinoids) สารนิโคตินอยด์เป็นสารสังเคราะห์เลียนแบบสารนิโคติน เป็นสารกำจัดแมลงกลุ่มใหม่ที่มีกลไกการออกฤทธิ์แตกต่างไปจากกลุ่มอื่น ก่อนหน้านี้เรียกชื่อสารกลุ่มนิโคตินอยด์หลายชื่อเช่น nitroguanidines, neonicotinyls, neonicotinoids, chloronicotines และ chloronicotinyls สารกลุ่มนี้ได้แก่สาร imidacloprid ซึ่งมีการศึกษาในยุโรปและญี่ปุ่นในปี ค.ศ. 1990 และจดทะเบียนในสหรัฐอเมริกาครั้งแรกในปี ค.ศ. 1992 ปัจจุบันจำหน่ายทั่วโลกในชื่อการค้าต่างๆ เช่น Admire[®], Confidor[®], Gaucho[®], Merit[®], Premier[®], Premise[®] และ Provade[®] ประเทศไทยนำเข้าและจำหน่ายสารชนิดนี้ในรูปผลิตภัณฑ์แบบ EC ในชื่อการค้า Confidor[®] และ Admire[®] และในรูปผงคลุกเมล็ดในชื่อการค้า Gaucho[®] สาร imidacloprid เป็นสารกำจัดแมลงชนิดดูดซึม สามารถดูดซึมผ่านทางรากพืชได้ดี มีฤทธิ์ทั้งแบบกินตายและถูกตัวตาย ใช้คลุกเมล็ดและฉีดพ่นทางใบ ป้องกันแมลงปากดูดในพืชไร่หลายชนิด เช่น ฝ้าย ข้าว ไม้ผล โดยเฉพาะในข้าวสามารถป้องกันเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ดี นอกจากสารดังกล่าวแล้วยังมีสารชนิด

อื่นที่จัดอยู่ในกลุ่มสารนิโคตินอยด์ได้แก่สาร acetamiprid (Mospilan[®]), thiamethoxam (Actara[®], Platinum[®]) และ nitenpyram (Bestguard[®]) (อรัญ, 2547)

3.2.9 กลุ่มไพโรล (Pyroles) ตัวอย่างสารกลุ่มนี้คือสาร chlorfenapyr มีคุณสมบัติเป็นสารกำจัดแมลงและสารกำจัดไร ออกฤทธิ์แบบกินตายและถูกตัวตาย ใช้ควบคุมแมลงหลายกลุ่มได้แก่ แมลงหีวขาว เพลี้ยไฟ หนอนผีเสื้อหนอนชอนใบ เพลี้ยอ่อน และด้วงปีกแข็ง ในพืชหลายชนิดเช่น ฝ้าย ข้าวโพด ถั่วเหลือง ผัก ไม้ผล นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมไรศัตรูพืช และมีคุณสมบัติเป็นสารกำจัดไข่ในแมลงบางชนิด สาร chlorfenapyr ออกฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการ oxidative phosphorylation และป้องกันการสร้าง ATP ในกระบวนการหายใจ (อรัญ, 2547)

3.2.10 สารไล่แมลง (Insect repellents) สารกลุ่มนี้มีคุณสมบัติไล่แมลง เช่นสาร dimethyl phthalate (Indalone[®], Rutgers 612[®]) dibutyl phthalate, benyl benzoate, dimethyl carbate (Dimelone[®]) และ diethyl toluamide (DEET, Delphene[®]) สาร DEET เป็นที่นิยมใช้ทั่วโลกในการไล่แมลงวันและยุง (อรัญ, 2547)

3.2.11 สารจุลินทรีย์กำจัดแมลง (Microbial insecticides) เชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นสารกำจัดแมลงที่สำคัญได้แก่ เชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และเชื้อไวรัส

1) เชื้อรา (Fungi) มีการใช้เชื้อราในการป้องกันกำจัดแมลงในปศุสัตว์รวมทั้ง 19 เชื้อราสามารถทำให้แมลงทุกระยะการเจริญเติบโตเป็นโรคได้ เมื่อแมลงกินเชื้อราเข้าไปหรือเส้นใยของเชื้อราออกผ่านผนังลำตัวของแมลงหรืออาจจะเข้าไป 2 ทางพร้อมๆ กัน เชื้อราเจริญเติบโตและครอบคลุมอวัยวะต่างๆ ทั้งภายในและภายนอก ส่งผลให้การทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกายผิดปกติทำให้แมลงตายในที่สุด เชื้อราที่สำคัญที่ใช้ในการควบคุมแมลงคือ เชื้อ *Beauveria* และ *Metarrhizium* spp. ในสหรัฐอเมริกามีการผลิตเชื้อรา *B. bassiana* เป็นการค้าชื่อ Biotrol BB[®] (อรัญ, 2547)

2) เชื้อแบคทีเรีย (Bacteria) เชื้อแบคทีเรียที่สำคัญที่ใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงได้แก่เชื้อ *Bacillus popilliae* และ *B. thuringiensis* ซึ่ง *B. popilliae* ผลิตออกมาจำหน่ายในชื่อการค้า Japidemic[®] และ Doom[®] ใช้ป้องกันกำจัดด้วง Japanese beetle (*Popilliae japonica*) อยู่ในวงศ์ Scarabaeidae ซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญชนิดหนึ่ง เชื้อ *B. thuringiensis* (Bt) เป็นเชื้อที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ พบได้ในดิน ใบพืช และในสิ่งแวดล้อมอื่นๆ มีรูปร่างเป็นแท่ง (rod-shaped) สามารถสร้างสปอร์ (spore-forming) ใช้ออกซิเจน (aerobic) ในการดำรงชีวิตและเป็นแบคทีเรียพวก gram-positive ปัจจุบันมีการใช้แบคทีเรียชนิดนี้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชอย่างกว้างขวาง เนื่องจากไม่มีพิษต่อ

มนุษย์และสัตว์เลื้อยคลานด้วยกัน แต่มีความเป็นพิษเฉพาะเจาะจงกับแมลงบางชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงในอันดับ Lepidoptera, Diptera และ Coleoptera เชื้อบีทีที่มีหลายสายพันธุ์ตัวอย่างเช่น สายพันธุ์ที่ได้รับการจดทะเบียนโดยบริษัท Abbott ได้แก่สายพันธุ์ *B. thuringiensis* var. *kurstaki* (Btk.) มีชื่อการค้าว่า DiPel[®] *B. thuringiensis* var. *israelensis* (Bti.) มีชื่อการค้าว่า VectoBac[®] *B. thuringiensis* var. *tenebrionis* (Btte.) มีชื่อการค้าว่า DiTera[®] และ *B. thuringiensis* var. *aizawai* (Bta.) มีชื่อการค้า XenTari[®] เป็นต้น (สิริวัฒน์, 2521 และ อรัญ, 2547)

3) เชื้อไวรัส (Viruses) เชื้อไวรัสส่วนใหญ่ใช้ป้องกันกำจัดแมลงในอันดับ Lepidoptera ได้ผลดีนอกจากนี้ยังใช้ได้กับแมลงในอันดับ Diptera และ Coleoptera แต่เชื้อไวรัสไม่ได้รับการพัฒนาเหมือนเชื้อบีทีเนื่องจากการเพิ่มจำนวนต้องอาศัยสัตว์อาศัยที่มีชีวิต จึงค่อนข้างลำบากในการเพิ่มปริมาณ เชื้อไวรัสสำคัญที่ใช้ป้องกันกำจัดแมลงคือ เชื้อไวรัสเอ็นพีวี (nuclear polyhedrosis virus, NPV) อยู่ในวงศ์ Baculoviridae ซึ่งลักษณะทั่วไปจะมีผลึกโปรตีนห่อหุ้มอนุภาคไวรัสเป็นไวรัสที่มีประสิทธิภาพสูงสุดที่จะนำมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืช เนื่องจากลักษณะเด่นดังต่อไปนี้คือ

- มีความเฉพาะเจาะจงสูงมาก จะทำลายเฉพาะแมลงเป้าหมายเท่านั้นเช่น ไวรัส NPV ของหนอนกระทู้หอมจะทำลายเฉพาะหนอนกระทู้หอมเท่านั้น มีความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ รวมทั้งปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม
- มีฤทธิ์รุนแรงในการทำลายแมลงสามารถผลิตทวีจำนวนได้มากในเวลาอันรวดเร็วในตัวหนอน
- มีผลึกโปรตีนห่อหุ้มอนุภาคของไวรัสเอาไว้ ทำให้ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี สามารถแพร่ระบาดออกไปได้เองในธรรมชาติ

ปัจจุบันเชื้อไวรัส NPV ใช้ได้ผลดีกับหนอนกระทู้หอมที่ระบาดในพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น ในหอม องุ่น หน่อไม้ฝรั่ง เป็นต้น (สิริวัฒน์ 2521, และ อรัญ, 2547)

3.2.12 สารดึงดูด (Attractants) สารดึงดูดหรือสารฟีโรโมนเป็นสารเคมีที่ถูกปลดปล่อยมาจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งแล้วส่งผลกระทบอย่างใดอย่างหนึ่งในสิ่งมีชีวิตเดียวกัน เช่น ฟีโรโมนเพศ (sex pheromones) ซึ่งปลดปล่อยมาจากเพศเมียเพื่อดึงดูดเพศผู้ให้เข้ามาผสมพันธุ์ นอกจากนี้อาจปลดปล่อยสารที่ทำให้แมลงรวมตัวอยู่กันเป็นกลุ่ม หรือปลดปล่อยออกมาเพื่อเป็นสัญญาณเตือนภัย

อันตราย ตัวอย่างสาร pheromones ได้แก่ muscalure (Muscamone[®]), disparlure (Disparmon[®]) และ eugenol เป็นต้น (อรัญ, 2547)

3.2.13 สารกำจัดแมลงอื่นๆ สารกำจัดแมลงกลุ่มนี้กำลังถูกพัฒนาโดยมีสูตรโครงสร้างและกลไกการออกฤทธิ์ใหม่ๆ ตัวอย่างสารกำจัดแมลง 2 ชนิดที่พัฒนาขึ้นมาในปี ค.ศ. 1996 คือสาร pyriproxyfen (Knack[®], Esteem[®], Archer[®]) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม pyridine IGR และสาร buprofezin (Applaud[®]) ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม thiadiazine IGR สารทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวใช้ควบคุมแมลงหีขาวในฝ้ายได้ดี นอกจากนี้ยังมีสาร clofentezine (Apollo[®], Acaristup[®]) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม tetrazine ใช้เป็นสารกำจัดไรในพืชหลายชนิดโดยมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของไรแต่ยังไม่ทราบกลไกการออกฤทธิ์ที่แน่ชัด นอกจากนี้ยังมีสาร sodium tetrathiocarbonate (Enzone[®]) ใช้ควบคุมแมลงในดิน ไล่เดือนฝอยและเชื้อโรคในดินในส้มและองุ่น สาร Clandosan[®] เป็นสารจากธรรมชาติได้จากเปลือกหอยและปู ใช้ควบคุมไล่เดือนฝอย มีการผสมกับยูเรียเพื่อกระตุ้นจุลินทรีย์ในดินที่มีประโยชน์ในการควบคุมไล่เดือนฝอย แต่สารดังกล่าวไม่มีผลโดยตรงต่อไล่เดือนฝอย (อรัญ, 2547)

ความสำคัญและสถานะการใช้สารกำจัดแมลงในประเทศไทย

สารกำจัดแมลงมีส่วนแบ่งตลาดเป็นอันดับ 2 รองจากสารกำจัดวัชพืช ในปี ค.ศ. 1992 สารกำจัดแมลงมีส่วนแบ่งการตลาดทั่วโลก 29.6% ส่วนประเทศไทยในปี ค.ศ. 1998 มีส่วนแบ่งของสารกำจัดแมลง 40.1% ในระหว่างปี พ.ศ. 2540-2542 ประเทศไทยนำเข้าสารกำจัดแมลง รวม 87 ชนิด โดยปริมาณนำเข้าสารกำจัดแมลง 10 ลำดับแรกในปี พ.ศ. 2542 ได้แก่สาร carbofuran, methamidophos, monocrotophos, methyl parathion, endosulfan, dimethoate, cypermethrin, dicrotophos และ carbaryl ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่ประเทศไทยยังใช้สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทในปริมาณสูงกว่าสารกลุ่มอื่น (กรมวิชาการเกษตร, 2542) จากตารางที่ 1 ข้อมูลแสดงให้เห็นแนวโน้มการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่สูงขึ้นทุกปี สารที่มีการนำเข้าสูงสุดคือ สารกำจัดวัชพืช และอันดับที่ 2 คือ สารกำจัดแมลง

ตารางที่ 1 ปริมาณการนำเข้าวัตถุดิบทรายทางการเกษตร ระหว่างปี พ.ศ. 2541 – 2545

กลุ่มสารเคมี	ปริมาณการนำเข้า (กิโลกรัม)				
	2541	2542	2543	2544	2545
สารกำจัดแมลง	12,823,306	16,219,057	12,532,982	16,673,615	16,356,671
สารชีวอินทรีย์กำจัดแมลง	78,337	ไม่มีข้อมูล	7,392,711	79,962	68,440
สารป้องกันและกำจัดโรคพืช	3,683,336	4,652,911	29,714,804	7,824,913	8,891,945
สารกำจัดวัชพืช	15,108,080	15,335,407	44,990	32,422,569	36,596,148
สารกำจัดไร	235,737	157,142	274,473	296,287	339,903
สารกำจัดหนู	224,160	206,000	141,680	199,700	131,430
สารควบคุมการเจริญของพืช	587,218	831,883	1,162,165	1,460,108	1,417,186
สารกำจัดหอยและหอยทาก	46,339	134,548	226,442	156,141	187,020
สารรมควันพืช	190,852	285,809	569,602	784,085	1,089,675
สารกำจัดไส้เดือนฝอย	255	2,000	21,040	-	-
สารอื่น ๆ	ไม่มีข้อมูล	745,207	657,894	644,070	231,840
รวม	32,977,620	38,569,964	52,738,783	60,541,450	65,310,259

ที่มา : ฝ่ายทะเบียนและการอนุญาตวัตถุดิบพืช กองวัตถุดิบพืชการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

สารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชที่สำคัญ

อะบาเม็กติน (Abamectin)

อะบาเม็กตินเป็นสารผสมของ avermectins ประกอบด้วย > 80% avermectin B_{1a} และ < 20% avermectin B_{1b} อะบาเม็กติน (avermectin B₁) และ ivermectin จัดอยู่ในกลุ่มของ macrocyclic lactone anthelmintics ได้จากแบคทีเรียในดินชื่อ *Streptomyces avermitilis* (Putter *et al.*, 1981 และ Shoop *et al.*, 1995) การออกฤทธิ์ของอะบาเม็กตินคือ มีผลต่อระบบประสาทตรงบริเวณ γ -aminobutyric acid (GABA) โดยเข้าไปหยุดการส่งกระแสประสาทที่จุดเชื่อมต่อของกล้ามเนื้อประสาท โดยไปเพิ่มการเคลื่อนย้ายของคลอไรด์ไอออนผ่านเนื้อเยื่อ เป็นผลให้เกิดอัมพาต และตายในที่สุด (Bloomquist, 1996) อะบาเม็กตินถูกนำมาใช้ในการเป็นสารกำจัดแมลงและไร ความเป็นพิษของอะบาเม็กตินเมื่อนำมาใช้ในแปลงจะเสื่อมสภาพลงเมื่อได้รับแสงและออกซิเจนเช่นเดียวกับสารอื่นๆ ชนิด อย่างไรก็ตามความเป็นพิษของอะบาเม็กตินจะเสื่อมลงในส่วน of avermectin B₁ และ metabolite 8,9-Z-avermectin B₁ เท่านั้น (Pesticide Residues in Food Products Report, 1992) ค่าปริมาณสารตกค้างสูงสุดที่สามารถยอมรับได้ (MRLs) ในผักและผลไม้ที่กำหนดโดย Codex เท่ากับ 0.01 - 0.02 mg/kg ในด้านประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชนั้น ทางกองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตรได้แนะนำให้ใช้อะบาเม็กตินในการป้องกันกำจัดหนอนขนใบส้ม เพลี้ยไฟพริก ไรแดงมะม่วง ไรสองจุด หนอนใยผัก หนอนแมลงวันขนใบกะหล่ำ ไรขาวพริก เพลี้ยไฟฝ้าย และหนอนเจาะดอกมะลิ

คลอร์ฟินาเพอร์ (Chlorfenapyr)

คลอร์ฟินาเพอร์จัดอยู่ในสารกำจัดแมลงกลุ่ม pyrrole ถูกพัฒนาขึ้นโดย American Cyanamid, IUPAC name คือ 4-bromo-2-(4-chlorophenyl)-1-ethoxymethyl-5(trifluoromethyl)pyrrole-3-carbonitrile สูตรโมเลกุลคือ : C₁₅H₁₁BrClF₃N₂O มีลักษณะเป็นผลึกของแข็งสีขาวถึงสีน้ำตาล เป็นสารออกฤทธิ์ทั่วไป (Black *et al.*, 1994; Mascarenhas และ Boethel, 1997) คลอร์ฟินาเพอร์ถูกนำไปใช้ในเชิงการค้าเพื่อกำจัดปลวก แมลงศัตรูพืช และไร (Pimprale *et al.*, 1997 และ Sheppard and Joyce, 1998) ปัจจุบันถูกใช้เพื่อควบคุมแมลงและไรในฝ้าย ออกฤทธิ์กับแมลงหลายชนิด เช่น *Heliothis* sp., *Spodoptera* sp., *Trichoplusia* sp., *Pseudoplusia* sp., *Tetranychus* sp. ที่ต้านทานสารกำจัดแมลงในกลุ่มคาร์บาเมต ออร์แกโนฟอสเฟต และไพรีทรอยด์ คลอร์ฟินาเพอร์เป็น pro-insecticide ที่จะเปลี่ยนอยู่ในรูปที่สามารถออกฤทธิ์ได้ (active form) ในลำไส้ส่วนกลาง (midgut) ของแมลงและไร (Black *et al.*, 1994; Mascarenhas and Boethel, 1997) ซึ่ง pro-insecticide ถูกกระตุ้นโดย cytochrome P₄₅₀ monooxygenases เพื่อเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสารทำให้ได้

เมตาบอลิซึมที่ออกฤทธิ์มากขึ้น (Black et al., 1994) กลไกการออกฤทธิ์ของคลอร์ฟีนาเพอร์ไม่เหมือนกับสารไพรีทรอยด์ที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท แต่คลอร์ฟีนาเพอร์จะเข้าไปยับยั้งกระบวนการถ่ายทอดอิเล็กตรอนของไมโทคอนเดรีย (mitochondrial electron transport inhibitor; METI) โดยจะเข้าไปยับยั้งการเปลี่ยน ADP ไปเป็น ATP (oxidative phosphorylation) ในไมโทคอนเดรียของเซลล์ เมื่อไม่ได้รับพลังงานจากโปรตอน ไมโทคอนเดรียจึงไม่สามารถสร้าง ATP ได้ ทำให้เซลล์นั้นหยุดการทำงานลง เป็นผลให้เซลล์ตาย และแมลงตายในที่สุด (United States Environmental Protection Agency [U.S. EPA], 2001) ระดับความเป็นพิษของคลอร์ฟีนาเพอร์ในการเป็นสารกำจัดศัตรูพืชซึ่งกำหนดโดยองค์การอนามัยโลก (World Health Organization [WHO], 2004) จัดเป็นสารมีพิษชนิดปานกลาง Moderately hazardous (Class II) ค่า maximum residue limits (MRLs) ที่กำหนดโดย U.S. EPA ของสารชนิดนี้ในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเท่ากับ 1.0 mg/kg คลอร์ฟีนาเพอร์มีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม โดยมีความเป็นพิษต่อกุ้ง ซึ่งจากการทดลองใน mallard ducks และ bobwhite quail พบว่าคลอร์ฟีนาเพอร์ในปริมาณที่น้อยมากก็มีผลทำให้เปลือกไข่บางลง ตัวอ่อนไม่แข็งแรง และการฟักเป็นตัวลดลงทำให้ประชากรนกในธรรมชาติลดจำนวนลง (U.S. EPA, 2001)

การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี

ปัจจุบันการจัดการแมลงศัตรูพืช มีการนำวิธีการต่าง ๆ มาใช้ผสมผสานกัน นอกเหนือจากการใช้สารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืช ตัวอย่างเช่น การใช้กับดักแสงไฟ กับดักกาวเหนียว การปลูกผักในโรงเรือนตาข่าย การใช้สารสกัดจากพืชและการใช้วิธีการทางชีววิธี เช่นการใช้แบคทีเรียบีที ไวรัส เชื้อราหรือไส้เดือนฝอยกำจัดแมลง แมลงห้ำ แมลงเบียน เป็นต้น โดยมีเป้าหมายที่จะเพิ่มผลผลิตเพื่อให้ได้กำไรสูงสุดและลดอันตรายจากการใช้สารเคมีกำจัดแมลง การนำแบคทีเรียบีทีมาใช้กับแปลงปลูกผัก จะเป็นวิธีการที่เหมาะสมอย่างยิ่งในการช่วยลดปัญหาการตกค้างของสารเคมีบนพืชผัก และการใช้เชื้อบีทีซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีความเฉพาะเจาะจงต่อศัตรูพืช จะเป็นการช่วยอนุรักษ์แมลงศัตรูธรรมชาติได้เป็นอย่างดี ดังนั้นในการนำแบคทีเรียบีทีมาใช้ จำเป็นต้องเข้าใจคุณสมบัติของเชื้อบีทีเพื่อที่จะนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพและได้ประโยชน์สูงสุด (จริยา และ วินัย, 2541) ข้อดีของการใช้เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้คือมีความจำเพาะในการกำจัดแมลงศัตรูพืชบางชนิดเท่านั้น โดยไม่ทำอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์อื่น ซึ่งรวมทั้งแมลงที่เป็นประโยชน์ด้วย เนื่องจากไม่มีพิษตกค้างในสภาพแวดล้อม อย่างไรก็ตาม การควบคุมแมลงศัตรูพืชด้วยชีววิธีก็มีข้อจำกัดบางประการ เช่น มีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับยากำจัดแมลงทั่วไป และการใช้ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์เพื่อให้ได้ผลเต็มประสิทธิภาพ ทำให้วิธีนี้ยังไม่แพร่หลายมากนักในหมู่เกษตรกร (ศิริศักดิ์, ม.ป.ป.)

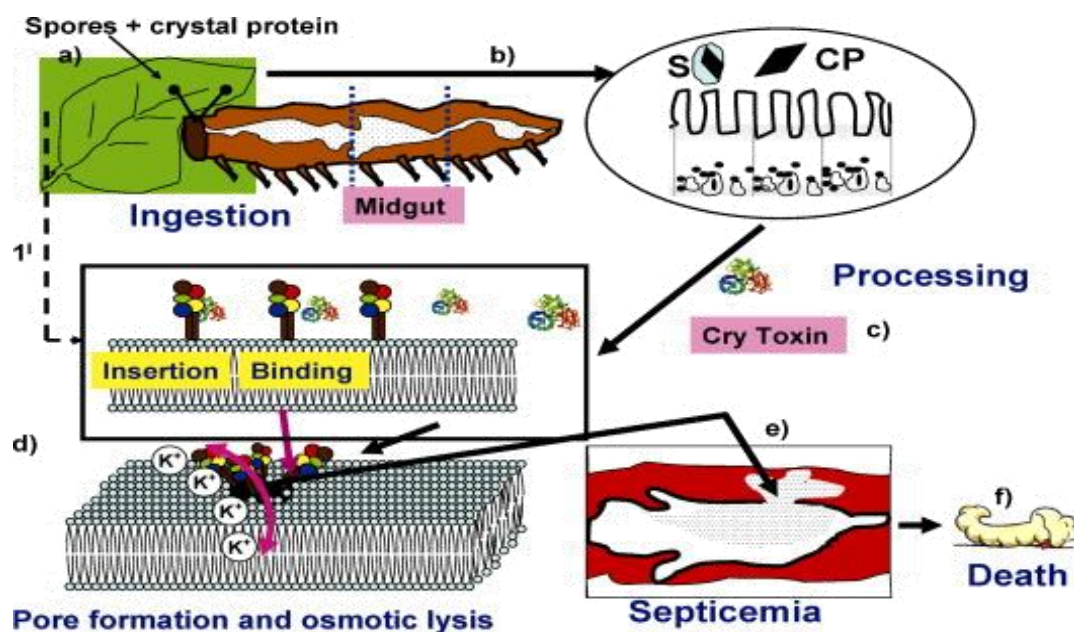
เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* (เชื้อบีที)

บีทีหรือ *Bacillus thuringiensis* เป็นเชื้อแบคทีเรียที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติพบได้ทั่วไปทั้งในอากาศ ดิน น้ำ แม่น้ำ ต้นไม้ และใบไม้ ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ รวมทั้งผึ้ง ต่อ แตน ลักษณะเฉพาะของบีทีคือสามารถสร้างสารพิษ ซึ่งเมื่อแมลงกินเข้าไปจะทำให้แมลงตาย จึงได้มีการนำไปใช้ควบคุมแมลงที่กินพืชผลทางการเกษตร นักวิทยาศาสตร์คนแรกที่พบเชื้อบีทีเป็นชาวญี่ปุ่นชื่อ Dr. Ishiwata ในปี ค.ศ. 1901 ได้แยกเชื้อบีทีจากหนอนไหมที่เป็นโรคตาย และตั้งชื่อว่า *Bacillus sotto* ต่อมาในปี ค.ศ. 1909-1912 Dr. Berliner พบเชื้อแบคทีเรียที่สร้างสปอร์จากหนอน Mediterranean flour moth (*Anagasta kuehniella*) ซึ่งพบที่เมือง Thuringen จึงตั้งชื่อที่พบตามชื่อเมืองว่า *Bacillus thuringiensis* บีทีเป็นจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพสูง สามารถใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจได้หลายชนิดเช่น หนอนกระทู้หอม หนอนใยผัก หนอนเจาะสมอฝ้าย หนอนกินใบปาล์ม ฯลฯ เป็นศัตรูกับแมลงศัตรูพืชในอันดับ Lepidoptera, Coleoptera และ Diptera ในต่างประเทศมีการทดลองเกี่ยวกับความปลอดภัยจากการใช้เชื้อแบคทีเรียบีทีโดยทดลองกับสัตว์เลือดอุ่น สัตว์น้ำพวกปลา และแมลงที่เป็นประโยชน์ เช่น ผึ้ง แมลงห้ำ แมลงเบียน พบว่าบีทีมีความปลอดภัยสูงไม่เป็นอันตรายกับสัตว์ รวมทั้งคนที่นำมาทดลอง (อัจฉรา, 2544; World Health Organization [WHO], 2004) Herman *et al.* (1988) ได้ทำการศึกษาหาส่วนประกอบของโปรตีนและสเปกตรัมที่เป็นสารกำจัดแมลงของผลึกของเชื้อบีที 29 สายพันธุ์ที่ออกฤทธิ์ต่อตัวอ่อนของหนอนผีเสื้อกลางคืน พบว่าผลึกทั้งหมดประกอบด้วยโปรตีนที่ 130-140 กิโลดาลตัน โดยสามารถแบ่งออกได้ทั้งหมด 3 กลุ่มตามน้ำหนักโมเลกุล ซึ่งทุกกลุ่มมีความเป็นพิษต่อแมลงในอันดับ Lepidoptera

กลไกการเข้าทำลายแมลงของเชื้อบีที คือ เมื่อแมลงได้รับผลึกโปรตีน สภาพความเป็นด่างในกระเพาะอาหารจะสลายผลึกโปรตีนได้ protoxin และน้ำย่อยโปรตีน (protease) จะย่อย protoxin ได้สารพิษที่เรียกว่า α -endotoxin เข้าทำลายเซลล์เยื่อบุกระเพาะอาหาร ทำให้เกิดอัมพาตที่กระเพาะอาหาร (gut paralysis) และทำให้เกิดอัมพาตทั่วตัว และตายในที่สุด (ภาพที่ 1) หากแมลงไม่ได้ตายจากฤทธิ์ของ α -endotoxin การตายจะเกิดขึ้นหลังจากสปอร์ของแบคทีเรียงอกหลังจากที่ผนังลำไส้ถูกทำลายและเจริญเป็นเส้นใยแทงทะลุไปยังช่องว่างลำตัวแมลง (Carrie, 1994)

การเกิดอัมพาตทั่วตัว เนื่องจากเกิดรอยแยกของผนังกระเพาะอาหาร ทำให้อาหารของเหลว และเอนไซม์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ภายในกระเพาะอาหารซึ่งมีสภาพเป็นด่างไหลปะปนมากับน้ำเลือดในช่องว่างของลำตัวแมลงซึ่งมีสภาพเป็นกรด เกิดความไม่สมดุลของระดับโพแทสเซียมไอออน (K^+) และเลือดมีความเป็นด่างมากขึ้น ทำให้แมลงหยุดกินอาหาร เคลื่อนไหวเชื่องช้า เป็นอัมพาต และตายในที่สุด เชื้อบีทีบางสายพันธุ์ที่สร้าง exotoxin ทำให้แมลงตายอย่างรวดเร็วด้วย

อาการที่เรียกว่า toxemia สารพิษแต่ละชนิดมีกลไกการเข้าทำลายแมลงต่างกัน ในแมลงบางชนิด สารพิษที่ได้จากเชื้อบีทีจะไม่เป็นอันตราย แต่เมื่อผ่านเข้าสู่กระแสเลือด จะทวีจำนวนมากจนเกิดอาการโลหิตเป็นพิษ (septicemia) (ทิพย์วดี, 2535 และ Knowles, 1994) *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* สร้างผลึก α -endotoxin ในช่วง sporulation stage ของวงจรชีวิต ซึ่ง α -endotoxin นี้เป็นพิษต่อตัวอ่อนของผีเสื้อกลางคืน (lepidopteran larvae) มี protoxin ขนาดใหญ่ 132 kDa ในการทดสอบความเป็นพิษกับตัวอ่อนพบว่า พิษที่มีผลต่อตัวอ่อน เกิดมาจาก protoxin (60-70 kDa) จับกับ receptors ในกระเพาะ ทำให้กระเพาะและส่วนของปากเป็นอัมพาตและตายในที่สุด (Aronson *et al.*, 1986)



ภาพที่ 1 กลไกการออกฤทธิ์ของเชื้อบีทีและผลึกโปรตีน (a) ตัวอ่อนกินสปอร์และผลึกโปรตีนเข้าไป (b) ผลึกโปรตีนของเชื้อบีทีละลายอยู่ในลำไส้ส่วนกลาง (midgut) ของตัวอ่อน (c) เกิดกระบวนการ proteolytic ของผลึกโปรตีนที่อยู่ในรูป protoxins กลายเป็น active toxin โดยสารพิษจับกับ specific receptors บนเยื่อบุผิว (epithelium) แล้วเข้าไปในเยื่อหุ้มเซลล์ (d) ผลึกพิษเข้าไปรบกวน ionic pump ทำให้เกิดช่องที่ผนังเซลล์ (e) ลำไส้ส่วนกลางถูกทำลาย ทำให้ตัวอ่อนหยุดกินอาหาร เกิดภาวะโลหิตเป็นพิษและตายในที่สุด

หมายเหตุ 1' ผลึกโปรตีนที่เป็น pre-hydrolyzed protoxin ในขั้นตอน b และ c สามารถข้ามขั้นตอนเข้าไปจับกับ receptor ได้โดยตรง

ที่มา : Whalon และ Wingerd, 2003

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์คะน้า พันธุ์ขุนหลวง 99 ของบริษัทท่าไทรทองการเกษตร จำกัด
2. สารกำจัดแมลงโมแลน (acetamiprid) ของบริษัท คิวแฟค จำกัด
3. บีทีสายพันธุ์ไอซาไว [*B. thuringiensis* var. *aizawai* (Serotype 7) 8500 IU/mg SC on *Anagasta kuhniella*] ของบริษัท เทพวัฒนา จำกัด
4. บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี (*B. thuringiensis* var. *kurstak* 36,000 IU/mg WG) ของบริษัท แอปพลาย เค็ม (ประเทศไทย) จำกัด
5. อะบาเม็กติน (abamectin, 1.8% W/V EC) ของบริษัท ลัดดา จำกัด
6. คลอร์ฟิโนเพอร์ (chlorfenapyr, 4-bromo-2(4-chlorophenyl)-1 (ethyoxymethyl)-5-(trifluoromethyl) pyrrole-3-carbonitrile, 10% W/V SC) ของบริษัท เจียงซู โรแทมเคมีสตรี้จำกัด
7. ผ้าใบขนาด 1.5 x 5 เมตร
8. ถังพลาสติกสำหรับผสมสารกำจัดแมลง
9. ตาชั่ง
10. ถังมียาง
11. ผ้าปิดจมูก
12. ไม้สำหรับผสมสาร
13. กระบอกตวง
14. ปีกเกอร์
15. เครื่องพ่นยาแบบสะพายหลัง มิตซูบิชิ รุ่น F-797t เครื่อง TL30
16. ตลับเมตร
17. ไม้บรรทัด
18. LI-COR LI-3000A leaf area meter

วิธีการ

ออกแบบการทดลอง

ทำการทดลองในแปลงผักคะน้าของเกษตรกรในอำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี ซึ่งพื้นที่โดยรอบแปลงทดลองเป็นที่นา และได้สอบถามถึงการระบาดของแมลงศัตรูผักคะน้ารวมทั้งการเว้นระยะในการปลูกและระยะเตรียมดินก่อนปลูก ทำให้ประเมินได้ว่าการกระจายของแมลงศัตรูคะน้าเป็นแบบสุ่ม จึงทำการวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 5 ทริทเมนต์ 5 ซ้ำ ได้แก่

ทริทเมนต์ที่ 1 แปลงควบคุม ฉีดพ่นโมแลนอัตรา 10 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

ทริทเมนต์ที่ 2 โมแลน 10 กรัม บีทีสายพันธุ์ไอซาไว 80 ml/น้ำ 20 ลิตร

ทริทเมนต์ที่ 3 โมแลน 10 กรัม บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี้ 90 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

ทริทเมนต์ที่ 4 โมแลน 10 กรัม อะบาเม็กติน 40 ml คลอร์ฟินาเพอร์ 20 ml/น้ำ 20 ลิตร (อัตราแนะนำ)

ทริทเมนต์ที่ 5 โมแลน 10 กรัม อะบาเม็กติน 80 ml คลอร์ฟินาเพอร์ 40 ml/น้ำ 20 ลิตร (สูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า)

ทำการทดลองทั้งหมด 7 ร่องๆ ละ 4 แปลงย่อย ขนาดของแปลงย่อย 4 x 9 ตารางเมตร โดยร่องที่ 7 ใช้ 1 แปลงย่อย รวมทั้งสิ้น 25 แปลงย่อย ระยะห่างระหว่างแปลงย่อย 0.5 เมตร ทำการจึงผ้าใบกันน้ำในแต่ละแปลงย่อยเพื่อป้องกันการกระจายของสารกำจัดแมลงไปยังแปลงอื่น ทำการทดลองครั้งที่ 1 ในเดือนธันวาคม 2549 - มกราคม 2550 และทำการทดลองครั้งที่ 2 ในเดือนพฤษภาคม - มิถุนายน 2550

พารามิเตอร์ที่ใช้วัดในด้านของผลผลิตคือ ความสมบูรณ์ของต้นคะน้า ความสูง พื้นที่ใบ และน้ำหนักของผลผลิต ส่วนพารามิเตอร์ที่ใช้วัดในด้านของประสิทธิภาพของสารกำจัดแมลง ได้แก่ การถูกทำลายด้วยแมลงของผักคะน้าในแปลง การถูกกัดกินของใบ ชนิดและจำนวนของแมลงศัตรูที่เข้าทำลาย ตามลำดับ

การทดลองในแปลง

1. ทำการเตรียมดินโดยไถตากดินทิ้งไว้ 7 วัน จากนั้นทำการย่อยดินแล้วใส่ปุ๋ยอินทรีย์ให้ทั่วแปลง หว่านเมล็ดผักคะน้าพันธุ์ขุนหลวง 99 ลงในแปลง ในอัตราร่องละ 500 กรัมให้ทั่วแปลง คลุมฟางให้ทั่ว รดน้ำเช้าเย็นให้ชุ่ม เมื่อคะน้าอายุ 20 วันทำการถอนแยกต้นคะน้าครั้งแรกโดยเลือกเอาต้นที่ไม่สมบูรณ์ออก

2. ผสมสารกำจัดแมลงตามอัตราส่วนที่กล่าวมาข้างต้น ฉีดพ่นในอัตรา 178 ลิตร/ไร่ ฉีดพ่นทุก 5 วันในการปลูกครั้งแรก ส่วนการปลูกครั้งที่สอง ทำการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงทุก 4 วัน เริ่มฉีดพ่นสารกำจัดแมลงตามระยะเวลาที่กำหนดเมื่อผักคะน้าอายุได้ 10 วันจนกระทั่งผักคะน้าอายุ 35 วัน จึงหยุดการฉีดพ่น

3. ทำการเก็บข้อมูลของคะน้าโดยสุ่มเก็บแบบ Systematic sampling โดยใช้ระบบฟันเลื่อย (zig zag pattern) ระยะห่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่างประมาณ 1.5 เมตรโดยทั่วแปลง วัดความสูงของต้นคะน้าจากระดับผิวดินจนถึงปลายใบเมื่อคะน้ามีอายุได้ 15, 20, 25, 30, 35, 40 และ 45 วัน จำนวน 10 ต้น/แปลงย่อย เก็บข้อมูลพื้นที่ใบเมื่อคะน้าอายุ 20, 25, 30, 35, 40 และ 45 วัน (สุ่มเก็บใบที่ 2 นับจากโคนต้นจำนวน 10 ต้น/แปลงย่อย) เมื่อคะน้าอายุได้ 45 วัน เก็บข้อมูลน้ำหนักของผลผลิตโดยการสุ่มเก็บคะน้าจำนวน 10 ต้น/แปลงย่อย นำมาชั่งหาน้ำหนักสด และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง เมื่อคะน้าอายุ 30, 35, 40 และ 45 วัน ประเมินให้คะแนนความสมบูรณ์ของต้นคะน้า การถูกทำลายด้วยแมลงของผักคะน้าภายในแปลง และการถูกกัดกินของใบ โดยสุ่มเก็บ 20 ต้น/แปลงย่อย ซึ่งคะแนนมากหมายถึงผักคะน้ามีคุณภาพดี รวมทั้งเก็บข้อมูลจำนวนและชนิดของหนอนและแมลงศัตรูที่เข้าทำลาย โดยใช้เกณฑ์การประเมินให้คะแนนดังต่อไปนี้

คะแนนความสมบูรณ์ของต้นคะน้า (สุ่มเก็บ 20 ต้น/แปลงย่อย)

- 5 = ต้นสมบูรณ์ ขนาดใหญ่
- 4 = ต้นสมบูรณ์ ขนาดปานกลาง
- 3 = ต้นสมบูรณ์ ขนาดเล็ก
- 2 = ต้นไม่สมบูรณ์ ขนาดเล็ก
- 1 = ต้นแคระแกร็น

คะแนนการถูกทำลายด้วยแมลงของผักคะน้าในแปลง

- 4 = พบการถูกทำลายน้อยกว่า 25%
 3 = พบการถูกทำลายปานกลาง 25 - 50%
 2 = พบการถูกทำลาย 50 - 75%
 1 = พบการถูกทำลายมากกว่า 75%

คะแนนการถูกกัดกินของใบ (สุ่มเก็บ 20 ต้น/แปลงย่อย)

- 3 = มีรอยกัดกิน 0 - 25%
 2 = มีรอยกัดกิน 25 - 50%
 1 = มีรอยกัดกินมากกว่า 50%

การปฏิบัติงาน

ตารางที่ 2 การปลูกรอบที่ 1 (ธันวาคม 2549 - มกราคม 2550) หวานเมล็ดวันที่ 30 พฤศจิกายน
 2549 นีดพันธุ์สารกำจัดแมลงทุกๆ 5 วัน

ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8
นีดพันธุ์สาร							-	-
กำจัดแมลง	10 ช.ค.	15 ช.ค.	20 ช.ค.	25 ช.ค.	30 ช.ค.	4 ม.ค.		
เก็บข้อมูล		15 ช.ค.	20 ช.ค.	25 ช.ค.	30 ช.ค.	4 ม.ค.	9 ม.ค.	14 ม.ค.

การสุ่มเลือกแปลงในรอบการปลูกครั้งที่ 2

ร่องที่ 1	ร่องที่ 2	ร่องที่ 3	ร่องที่ 4	ร่องที่ 5	ร่องที่ 6	ร่องที่ 7
4	1	1	1	1	4	5
5	3	3	2	3	5	
1	5	2	3	2	2	
2	4	4	5	4	3	

- หมายเหตุ 1. แปลงควบคุม จีดฟันโมแลนอัตรา 10 กรัม/น้ำ 20 ลิตร
 2. โมแลน 10 กรัม บีทีสายพันธุ์ไอชาไว 80 ml/น้ำ 20 ลิตร
 3. โมแลน 10 กรัม บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี้ 90 กรัม/น้ำ 20 ลิตร
 4. โมแลน 10 กรัม อะบาเม็กดิน 40 ml คลอร์ฟิनाเพอร์ 20 ml/น้ำ 20 ลิตร
 5. โมแลน 10 กรัม อะบาเม็กดิน 80 ml คลอร์ฟิनाเพอร์ 40 ml/น้ำ 20 ลิตร

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ทดสอบผลการทดลองโดยค่าสถิติ F-test ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยใช้โปรแกรม SPSS 15 for Windows

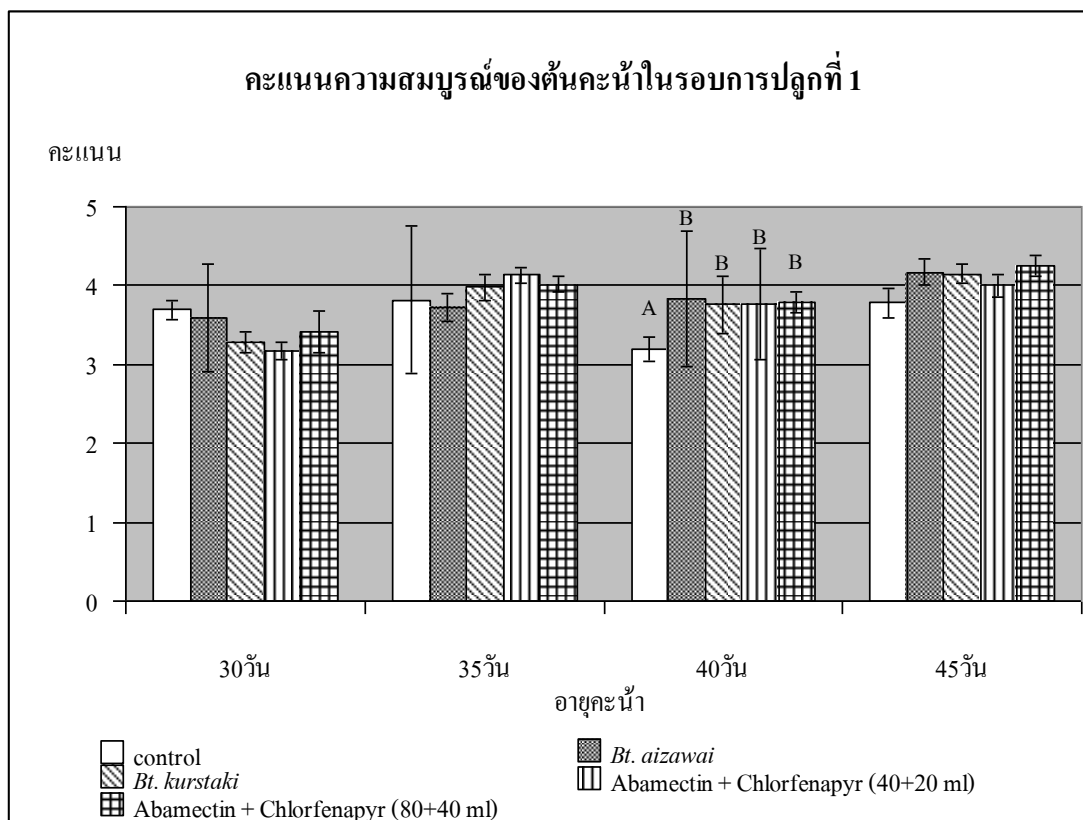
ผลและวิจารณ์

ผล

1. การปลูกรอบที่ 1 (ธันวาคม 2549-มกราคม 2550)

เริ่มฉีดพ่นสารกำจัดแมลงทุกทริทเมนต์เมื่อค่น้ำอายุได้ 10 วัน ทำการฉีดพ่นทุกๆ 5 วันและหยุดฉีดพ่นเมื่อค่น้ำอายุ 35 วัน ให้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

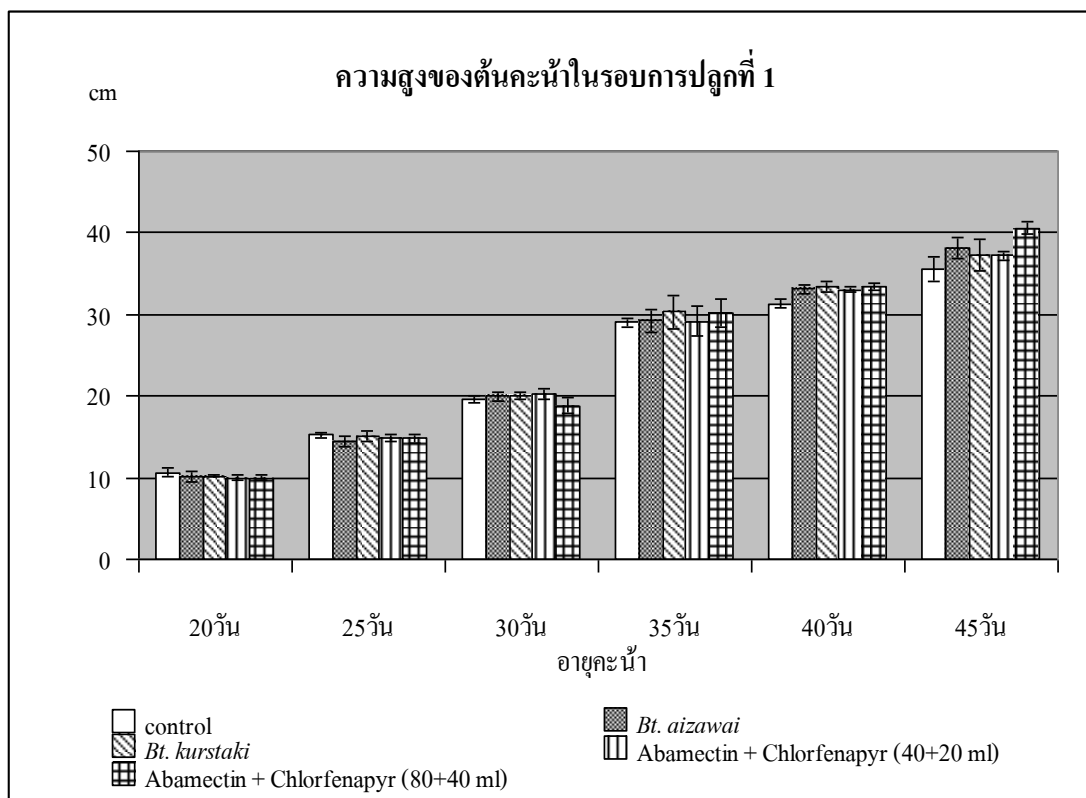
1.1 ความสมบูรณ์ของต้นค่น้ำ เมื่อทำการประเมินให้คะแนนในส่วนของความสมบูรณ์ของต้นค่น้ำ จากการสุ่มเก็บตัวอย่างต้นค่น้ำในแปลงทุกๆ 5 วัน ตั้งแต่ค่น้ำอายุได้ 30 วันจนถึงอายุเก็บเกี่ยว คือ 45 วัน พบว่าเมื่อค่น้ำอายุ 30, 35 และ 45 วัน มีคะแนนความสมบูรณ์ของต้นแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 1.920, p = 0.146$, $F_{4,20} = 1.511, p = 0.237$, $F_{4,20} = 1.481, p = 0.245$ ตามลำดับ) แต่พบว่าที่อายุ 40 วัน คะแนนความสมบูรณ์ของต้นค่น้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 6.924, p = 0.001$) โดยแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงทั้ง 4 ทริท-เมนต์ มีคะแนนความสมบูรณ์ของต้นค่น้ำสูงกว่าแปลงควบคุม ($p < 0.05$) โดยแปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์ไอชาไว มีความสมบูรณ์ของต้นมากที่สุด (3.83 ± 0.86 คะแนน) รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเพอร์สูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า แปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเพอร์อัตราแนะนำ และแปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี้ตามลำดับ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 คะแนนความสมบูรณ์ของต้นคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลง
ในรอบการปลูกที่ 1

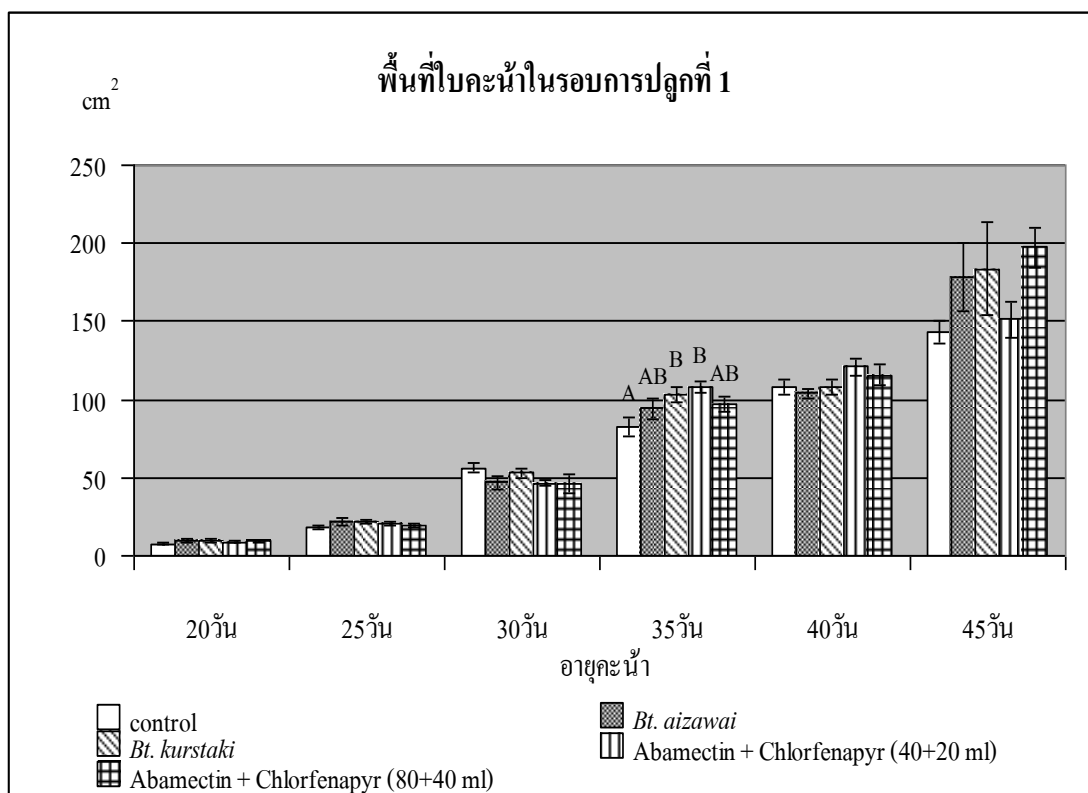
^{A, B} ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ
 $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

1.2 ความสูงของต้นคะน้า พื้นที่ใบ และน้ำหนักของผลผลิต พบว่าความสูงของต้นคะน้าใน
แต่ละช่วงอายุคือ 20, 25, 30, 35, 40 และ 45 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
($F_{4,20} = 0.304, p = 0.872, F_{4,20} = 0.327, p = 0.857, F_{4,20} = 0.849, p = 0.511, F_{4,20} = 0.149,$
 $p = 0.961, F_{4,20} = 2.816, p = 0.053, F_{4,20} = 1.951, p = 0.141$ ตามลำดับ) (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ความสูงของต้นคะน้าในตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

ในส่วน of พื้นที่ใบพบว่า เมื่อคะน้ามีอายุได้ 20, 25, 30, 35 และ 45 วัน พื้นที่ใบคะน้าในแต่ละช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 0.882, p = 0.493$, $F_{4,20} = 0.898, p = 0.484$, $F_{4,20} = 1.311, p = 0.300$, $F_{4,20} = 2.042, p = 0.127$, $F_{4,20} = 1.553, p = 0.225$ ตามลำดับ) แต่พบว่าเมื่อคะน้าอายุได้ 35 วัน พื้นที่ใบในแต่ละการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 3.053, p = 0.041$) โดยแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเพอร์อัสตราแนะนำมีพื้นที่ใบโดยเฉลี่ยมากที่สุด (107.7 ± 3.4 ตารางเซนติเมตร) รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี แปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเพอร์สูงกว่าอัสตราแนะนำ 2 เท่า และแปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์ไอซาไว ตามลำดับ ส่วนแปลงควบคุมมีพื้นที่ใบเฉลี่ยน้อยที่สุด (82.8 ± 6.3 ตารางเซนติเมตร) (ภาพที่ 4)



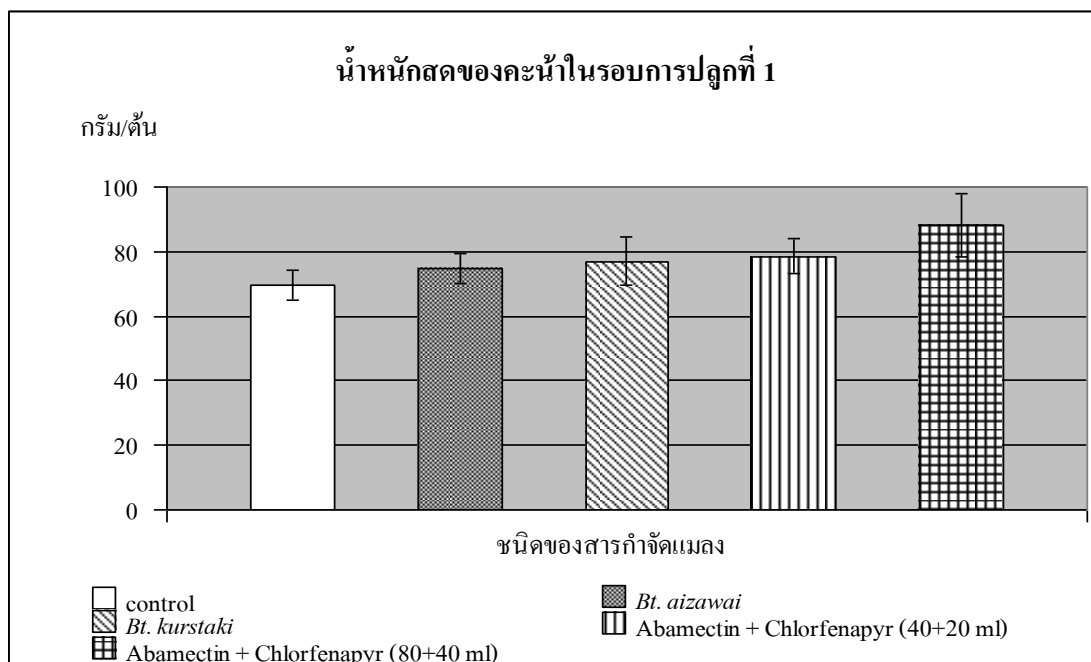
ภาพที่ 4 พื้นที่ใบคะน้ำในตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

^{A, B} ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ

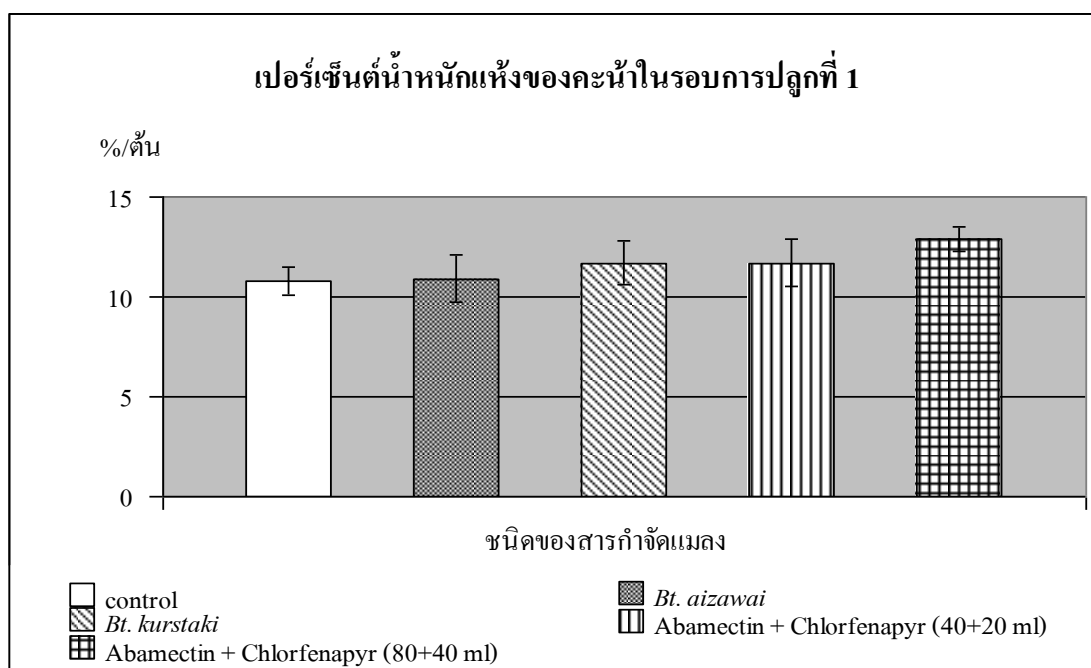
$p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

น้ำหนักของผลผลิต เมื่อถึงอายุเก็บเกี่ยว คือ 45 วัน ทั้งในส่วนของน้ำหนักสดและเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งนั้น พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกๆ ทรีทเมนต์

($F_{4,20} = 1.031, p = 0.415$ และ $F_{4,20} = 0.706, p = 0.597$ ตามลำดับ) (ภาพที่ 5 และ 6)



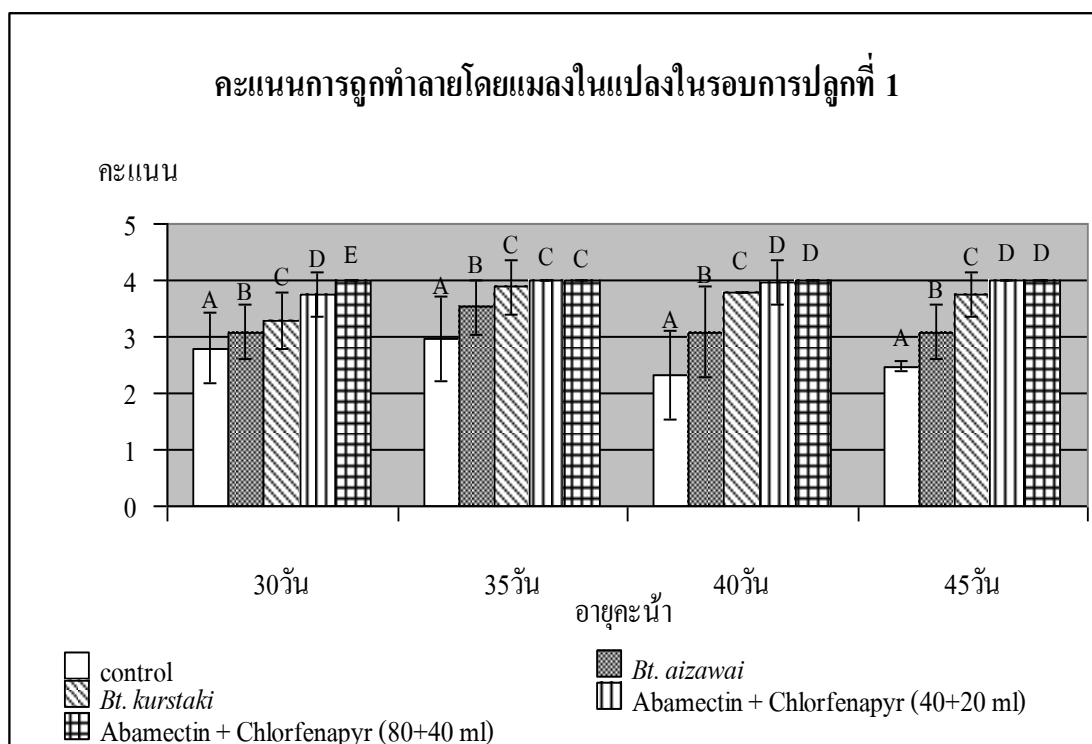
ภาพที่ 5 น้ำหนักสดของคะน้าที่อายุ 45 วัน หลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1



ภาพที่ 6 เปอร์เซนต์น้ำหนักแห้งของคะน้าที่อายุ 45 วัน หลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

จากข้อมูลข้างต้นเห็นได้ว่าการเจริญเติบโตของผักคะน้าในการทดลองครั้งนี้ค่อนข้างใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าสารกำจัดแมลงที่ใช้ในการทดลองไม่มีผลหรือมีผลน้อยมากต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้าในการทดลอง

1.3 การถูกทำลายโดยแมลงของผักคะน้าในแปลง พบว่าเมื่อคะน้ามีอายุ 30 วัน คะแนนการถูกทำลายโดยแมลงของผักคะน้าในแปลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 116.000, p = 0.000$) โดยในแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์สูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า มีคะแนนการถูกทำลายโดยแมลงในแปลงมากที่สุด (4.0 ± 0.0 คะแนน) นั่นคือพบการถูกทำลายโดยแมลงน้อยกว่า 25 % รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์อัตราแนะนำ โดยพบการถูกทำลายโดยแมลงในแปลงน้อยกว่า 25 % (3.8 ± 0.4 คะแนน) แปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์เกอร์สตากี้ บีทีสายพันธุ์ไอชาไว และแปลงควบคุมมีการถูกทำลายในแปลงมากที่สุด โดยพบการถูกทำลายโดยแมลงในแปลง 50 – 75% (2.8 ± 0.6 คะแนน) เมื่อคะน้ามีอายุ 35 วัน คะแนนการถูกทำลายภายในแปลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 94.769, p = 0.000$) แปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์ทั้งสองอัตราพบการเข้าทำลายของแมลงในแปลงน้อยกว่า 25% โดยมีคะแนนการถูกทำลายภายในแปลงมากที่สุด (4.0 ± 0.0 คะแนนเท่ากัน) รองลงมาคือแปลงที่ใช้บีทีสายพันธุ์เกอร์สตากี้ บีทีสายพันธุ์ไอชาไว และแปลงควบคุม ตามลำดับ และเมื่อคะน้าอายุได้ 40 และ 45 วัน คะแนนการถูกทำลายภายในแปลงยังคงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($F_{4,20} = 182.056, p = 0.000$ และ $F_{4,20} = 154.333, p = 0.000$ ตามลำดับ) โดยแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์สูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า มีคะแนนการถูกทำลายในแปลงมากที่สุด (4.0 ± 0.0 คะแนนเท่ากัน) รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์อัตราแนะนำ แปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์เกอร์สตากี้ บีทีสายพันธุ์ไอชาไว และแปลงควบคุม ตามลำดับ (ภาพที่ 7) แสดงว่าการใช้อะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์ช่วยลดการถูกทำลายโดยแมลงของผักคะน้ามากที่สุด รองลงมาคือ บีทีสายพันธุ์เกอร์สตากี้ และบีทีสายพันธุ์ไอชาไว ตามลำดับ



ภาพที่ 7 คะแนนการถูกทำลายโดยแมลงในแปลงกระน้ำตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

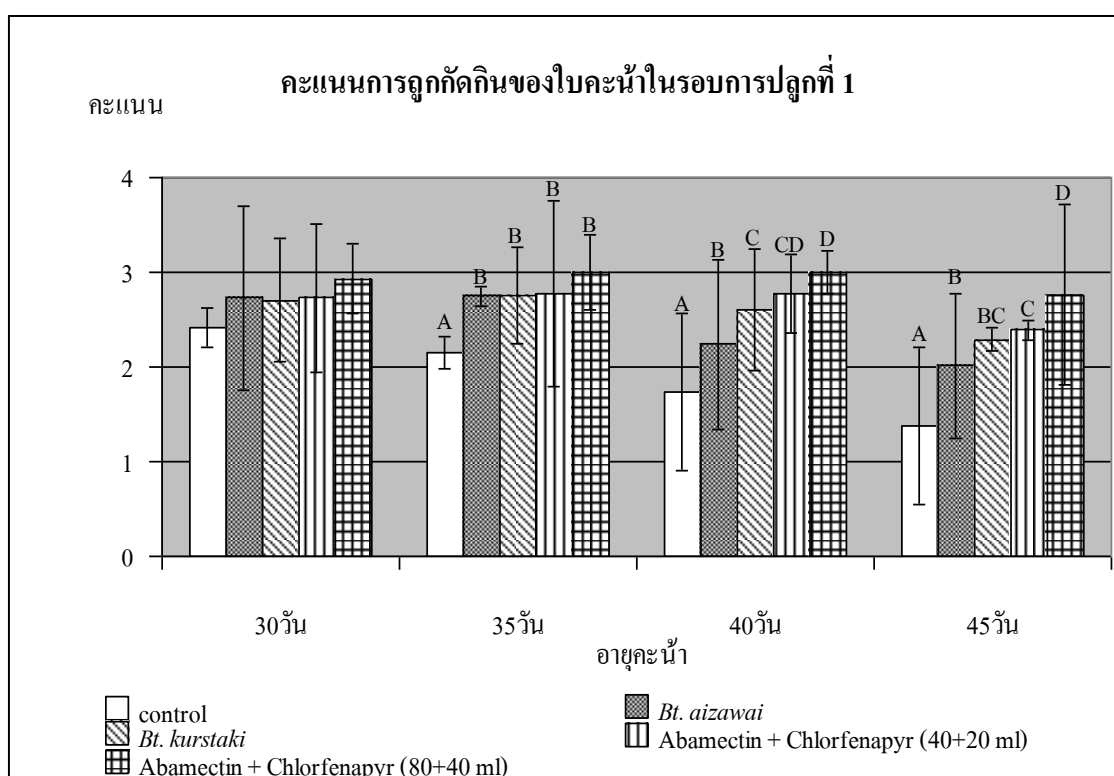
A, B, C, D, E ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ

$p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

คะแนนการถูกทำลายโดยแมลงในแปลงที่สูงหมายถึงผักกระน้ำมีคุณภาพดี

1.4 การถูกกัดกินของใบกระน้ำในแปลงทดลอง พบว่าเมื่อกระน้ำมีอายุ 30 วัน คะแนนการถูกกัดกินของใบกระน้ำแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 2.647, p = 0.064$) แต่เมื่อกระน้ำมีอายุได้ 35 วัน คะแนนการถูกกัดกินของใบกระน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 8.578, p = 0.000$) ในแปลงควบคุมมีการถูกกัดกินใบมากที่สุด โดยมีรอยถูกกัดกิน 25-50% (2.2 ± 0.2 คะแนน) เมื่อกระน้ำอายุ 40 วัน คะแนนการถูกกัดกินของใบกระน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 54.568, p = 0.000$) แปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์สูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า มีคะแนนการถูกกัดกินของใบมากที่สุด (3.0 ± 0.2 คะแนน) โดยมีรอยถูกกัดกิน 0 – 25% รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์อัตราแนะนำ แปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี แปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์ไอซาไว และแปลงควบคุม ตามลำดับ และเมื่อกระน้ำมีอายุ 45 วัน คะแนนการถูกกัดกินของใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 27.855, p = 0.000$) โดยพบว่าใบกระน้ำในแปลงที่

ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเพอร์สูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า มีคะแนนการถูกกัดกินของใบมากที่สุด (2.8 ± 1.0 คะแนน) รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเพอร์อัตราแนะนำ แปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์เกอร์สตากี้ แปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์ไอซาไว และแปลงควบคุม ตามลำดับ (ภาพที่ 8) โดยใบกะน้าในแปลงควบคุมมีรอยถูกกัดกินมากกว่า 50% (1.4 ± 0.8 คะแนน) แสดงว่าการใช้อะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเพอร์ช่วยลดการถูกกัดกินของใบกะน้าได้มากที่สุด รองลงมาคือบีทีสายพันธุ์เกอร์สตากี้ และบีทีสายพันธุ์ไอซาไว ตามลำดับ



ภาพที่ 8 คะแนนการถูกกัดกินของใบกะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

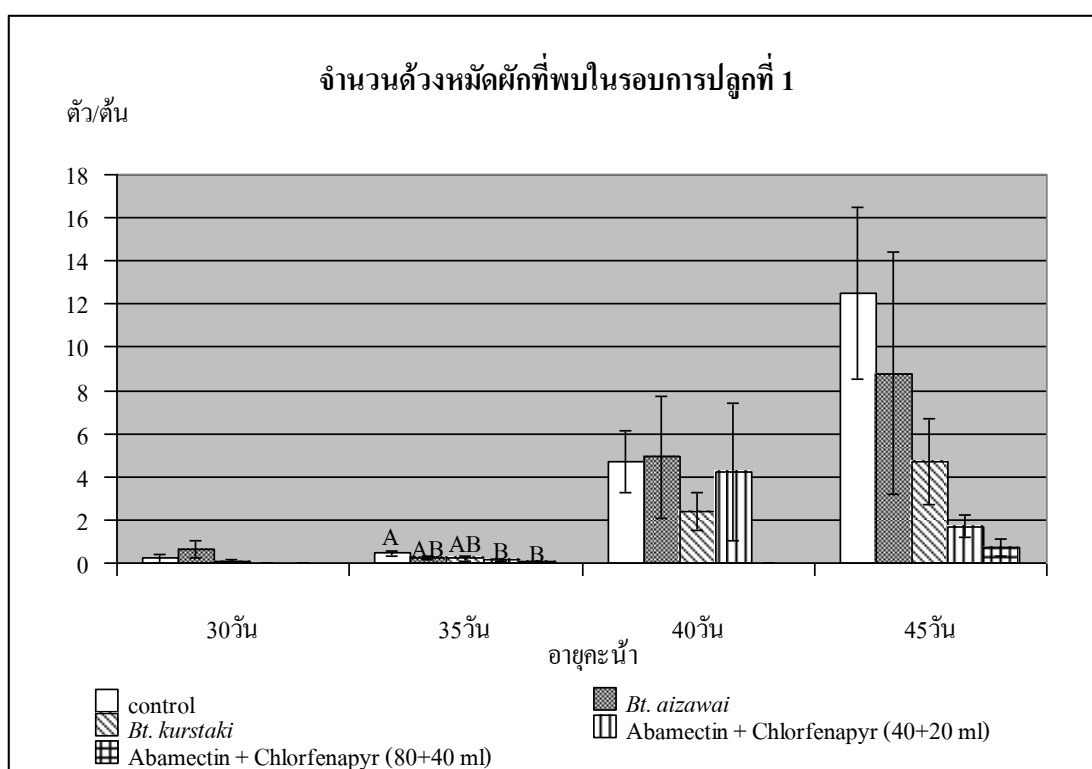
A, B, C, D ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ

$p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

คะแนนการถูกกัดกินของใบกะน้าที่สูงหมายถึงผักกะน้ามีคุณภาพดี

1.5 ชนิดและจำนวนของแมลงศัตรูผักกะน้า สํารวจพบแมลงศัตรูที่เข้าทำลายแปลงกะน้าในการทดลองทั้งหมด 3 ชนิดด้วยกันคือ ตัวห้ำดัก (Phyllotreta sinuata Step.) หนอนใยผัก (Plutella xylostella L.) และหนอนกระทู้ผัก [Spodoptera litura (Fabricius)] ตามลำดับ

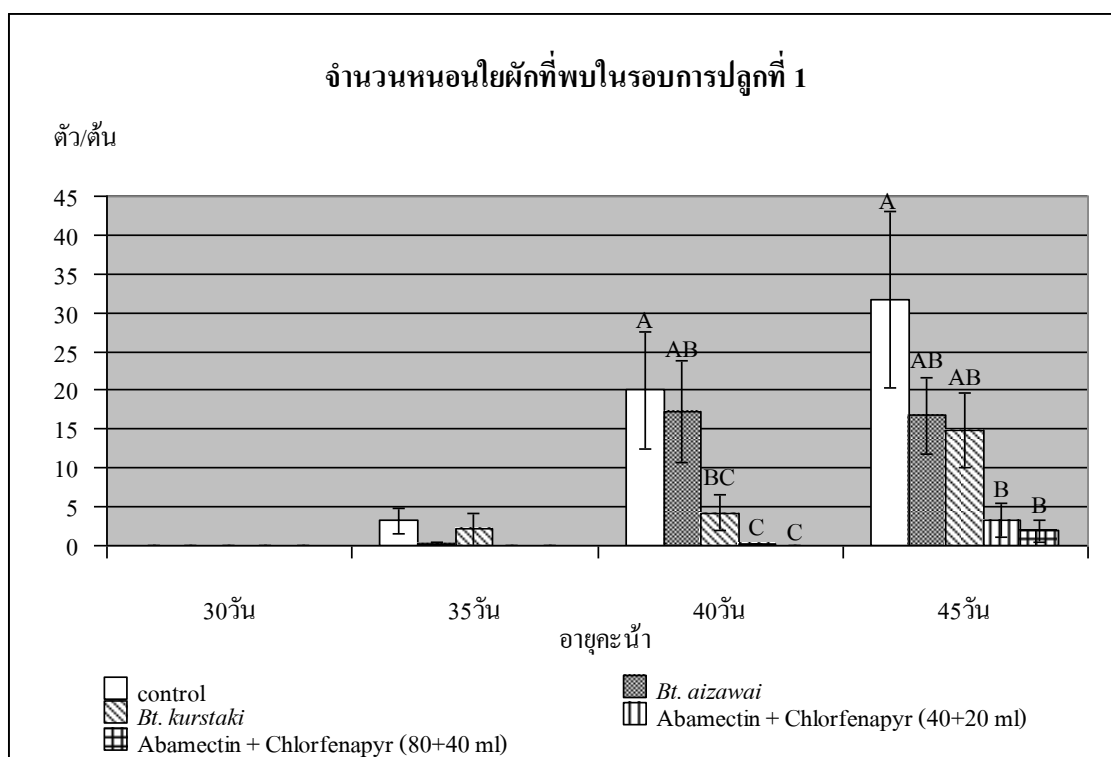
จำนวนด้วงหมัดผักที่พบในแปลงกะน้าที่ทำการทดลองเมื่อกะน้ามีอายุ 30, 40 และ 45 วัน พบจำนวนด้วงหมัดผักในแต่ละแปลงแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 2.070, p = 0.123$, $F_{4,20} = 0.993, p = 0.434$ และ $F_{4,20} = 2.379, p = 0.086$ ตามลำดับ) แต่เมื่อกะน้าอายุได้ 35 วัน พบจำนวนด้วงหมัดผักในแปลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 2.943, p = 0.046$) โดยพบจำนวนด้วงหมัดผักในแปลงควบคุมมากที่สุด รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์ไอชาไว บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี้ แปลงที่ใช้สารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเพอร์อัตรานะเนาะ 2 เท่า ตามลำดับ โดยจำนวนด้วงหมัดผักมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลา และพบในแปลงควบคุมมากที่สุด รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์ไอชาไว บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี้ แปลงที่ใช้สารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเพอร์อัตรานะเนาะ 2 เท่า และสูงกว่าอัตราเนาะ 2 เท่า ตามลำดับ (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 จำนวนด้วงหมัดผัก (*Phyllotreta sinuata* Step.) ที่พบในแปลงกะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

^{A, B} ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

จำนวนของหนอนใยผักที่พบในแปลงคะน้าตามช่วงอายุ พบว่าเมื่อคะน้ามีอายุ 30 และ 35 วัน คือในช่วงที่ยังมีการฉีดพ่นสารกำจัดแมลง พบจำนวนหนอนใยผักแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 4.441, p = 0.431$ และ $F_{4,20} = 1.445, p = 0.253$ ตามลำดับ) แต่เมื่อทำการหยุดฉีดพ่นสารกำจัดแมลงได้ 5 วัน คือเมื่อคะน้าอายุได้ 40 วัน พบจำนวนหนอนใยผักในแปลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 4.441, p = 0.010$) โดยพบจำนวนหนอนใยผักมากที่สุดในแปลงควบคุม รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์ไอชาไว บีทีสายพันธุ์เคอร์สตาจี แปลงที่ใช้สารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเออร์อัตรานะนำ และสูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า ตามลำดับ และเมื่อหยุดฉีดพ่นสารกำจัดแมลงได้ 10 วัน คือเมื่อคะน้าอายุได้ 45 วัน พบจำนวนหนอนใยผักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 3.948, p = 0.016$) โดยพบหนอนใยผักมากที่สุดในแปลงควบคุม รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์ไอชาไว บีทีสายพันธุ์เคอร์สตาจี แปลงที่ใช้สารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเออร์อัตรานะนำ และสูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า ตามลำดับ (ภาพที่ 10)

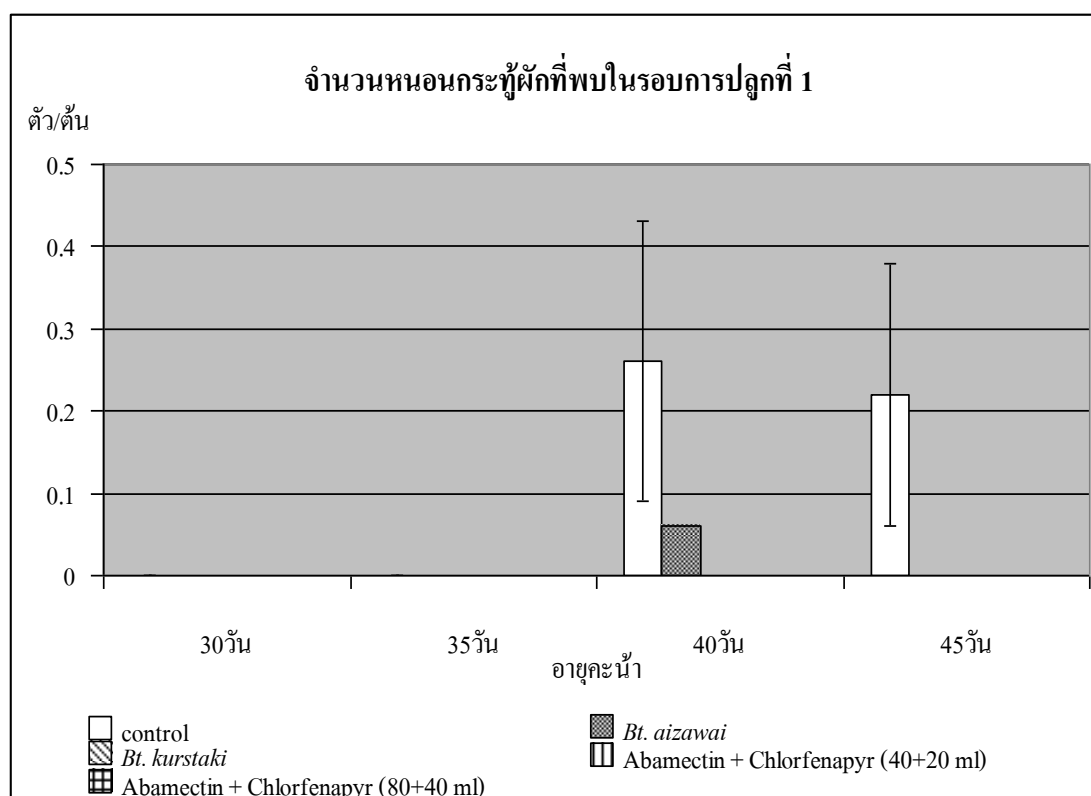


ภาพที่ 10 จำนวนหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) ที่พบในแปลงคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

A, B, C ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ

$p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

จำนวนของหนอนกระทู้ผักที่พบในการทดลองมีจำนวนน้อยมาก โดยเมื่อค่น้ำมีอายุ 30 และ 35 วัน ไม่พบหนอนกระทู้ผักในแปลงทดลอง แต่หลังจากหยุคฉีดพ่นสารกำจัดแมลงได้ 5 และ 10 วัน เริ่มพบหนอนกระทู้ผักในแปลงควบคุมและแปลงที่ใช้บีทีสายพันธุ์ไอซาไว แต่จำนวนที่พบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($F_{4,20} = 2.136, p = 0.114$ และ $F_{4,20} = 1.882, p = 0.153$ ตามลำดับ) (ภาพที่ 11)



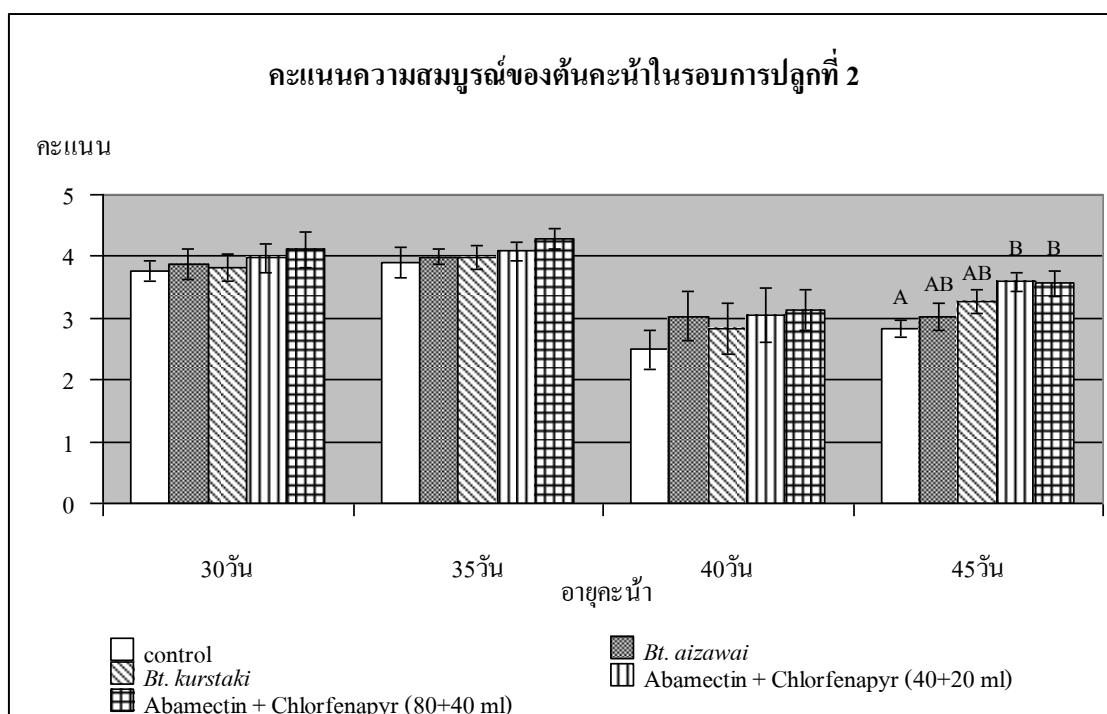
ภาพที่ 11 จำนวนหนอนกระทู้ผัก [*Spodoptera litura* (Fabricius)] ที่พบในแปลงค่น้ำตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

ข้อมูลในส่วนของการพารามิเตอร์ที่ใช้วัดผลของสารกำจัดแมลงในการทดลองครั้งนี้ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ค่อนข้างชัดเจน แสดงให้เห็นว่าสารกำจัดแมลงแต่ละชนิดที่นำมาใช้ในการทดลองนั้นมีผลในการควบคุมแมลงศัตรูค่น้ำได้แตกต่างกัน โดยแปลงที่ใช้สารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์สูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า มีผลในการควบคุมแมลงศัตรูค่น้ำได้ดีที่สุด ส่วนแปลงที่ใช้สารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์อัตราแนะนำและแปลงที่ใช้เชื้อบีทีสายพันธุ์เคอร์สตาเกี มีผลในการควบคุมแมลงศัตรูค่น้ำได้ใกล้เคียงกัน และสามารถควบคุมแมลงศัตรูค่น้ำได้มากกว่าแปลงที่ใช้เชื้อบีทีสายพันธุ์ไอซาไว และแปลงควบคุม ตามลำดับ

2. การปลูกรอบที่ 2 (พฤษภาคม 2550 – มิถุนายน 2550)

เริ่มฉีดพ่นสารกำจัดแมลงทุกทริทเมนต์เมื่อคะน้ำอายุได้ 10 วัน ทำการฉีดพ่นทุกๆ 4 วัน และหยุดฉีดพ่นเมื่อคะน้ำอายุ 34 วัน ให้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

2.1 ความสมบูรณ์ของต้นคะน้ำ พบว่าเมื่อคะน้ำมีอายุ 30, 35 และ 40 วัน คะแนนความสมบูรณ์ของต้นคะน้ำในแต่ละทริทเมนต์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 0.327$, $p = 0.857$, $F_{4,20} = 0.654$, $p = 0.631$ และ $F_{4,20} = 0.446$, $p = 0.774$ ตามลำดับ) แต่เมื่อคะน้ำมีอายุได้ 45 วัน พบว่าคะแนนความสมบูรณ์ของต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 3.235$, $p = 0.034$) โดยแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเออร์อัตรานะนำและแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเออร์สูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า มีความสมบูรณ์ของต้นมากที่สุด (3.6 ± 0.2 คะแนน) รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์เคอร์สตาเกีสายพันธุ์ไอซาไว และแปลงควบคุม ตามลำดับ (ภาพที่ 12)

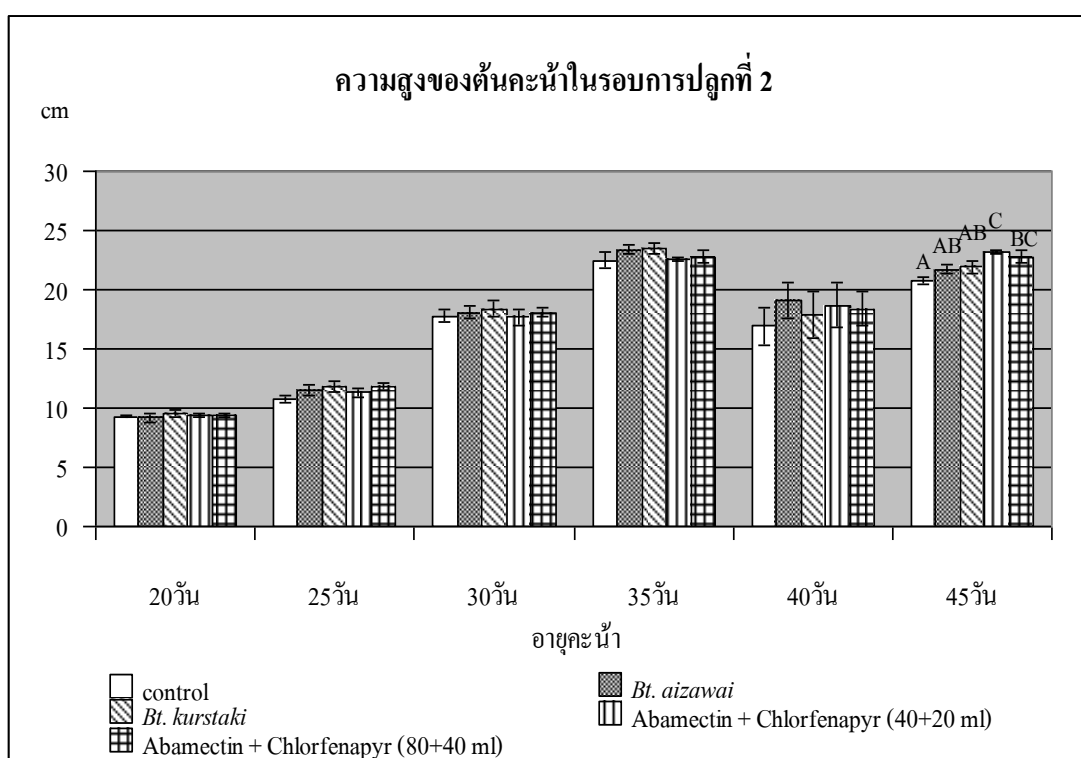


ภาพที่ 12 คะแนนความสมบูรณ์ของต้นคะน้ำตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2

^{A, B} ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ

$p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

2.2 ความสูงของคะน้ำ พื้นที่ใบ และน้ำหนักของผลผลิตในรอบการปลูกครั้งที่ 2 พบว่าเมื่อคะน้ำมีอายุได้ 20, 25, 30, 35 และ 40 วัน การเจริญเติบโตทางด้านความสูงของแต่ละทรีทเมนต์การทดลองในแต่ละช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 0.226$, $p = 0.921$, $F_{4,20} = 1.437$, $p = 0.259$, $F_{4,20} = 0.239$, $p = 0.913$, $F_{4,20} = 0.814$, $p = 0.531$ และ $F_{4,20} = 0.256$, $p = 0.903$ ตามลำดับ) แต่เมื่อคะน้ำมีอายุได้ 45 วัน พบว่าความสูงของคะน้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 5.729$, $p = 0.003$) โดยในแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเออร์อัตรานะนา มีค่าเฉลี่ยความสูงมากที่สุด (23.2 ± 0.2 เซนติเมตร) รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเออร์อัตราสูงกว่านะนา 2 เท่า แปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี สายพันธุ์ไอซาไว และแปลงควบคุมตามลำดับ (ภาพที่ 13)

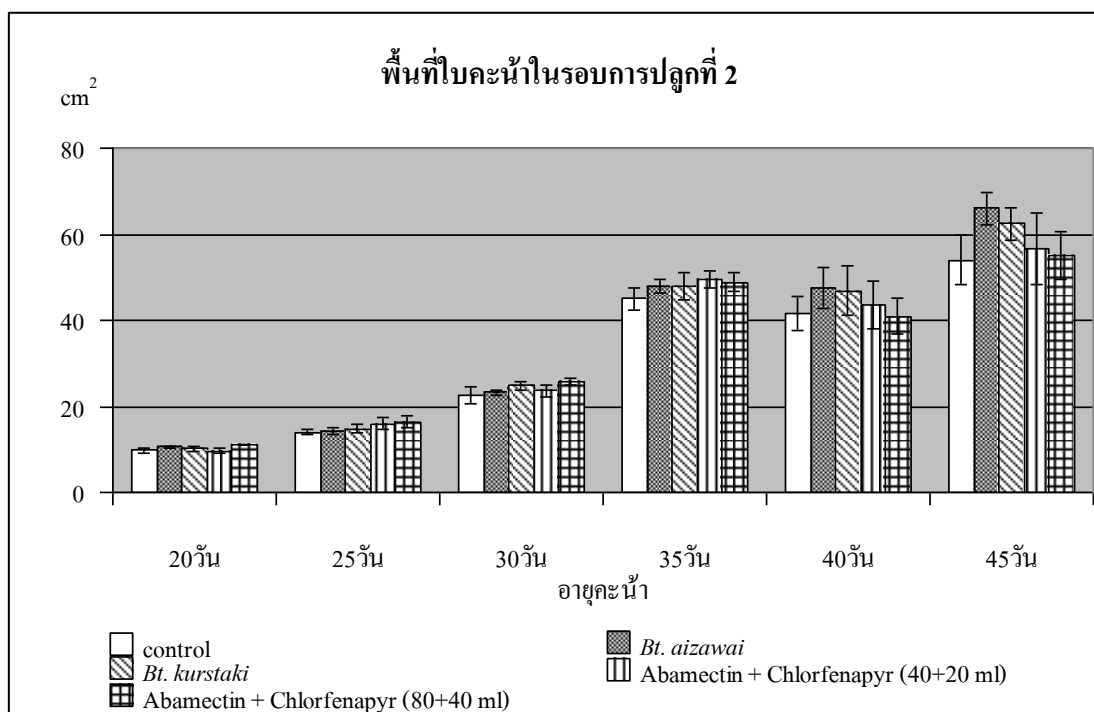


ภาพที่ 13 ความสูงของต้นคะน้ำตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2

^{A, B} ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ

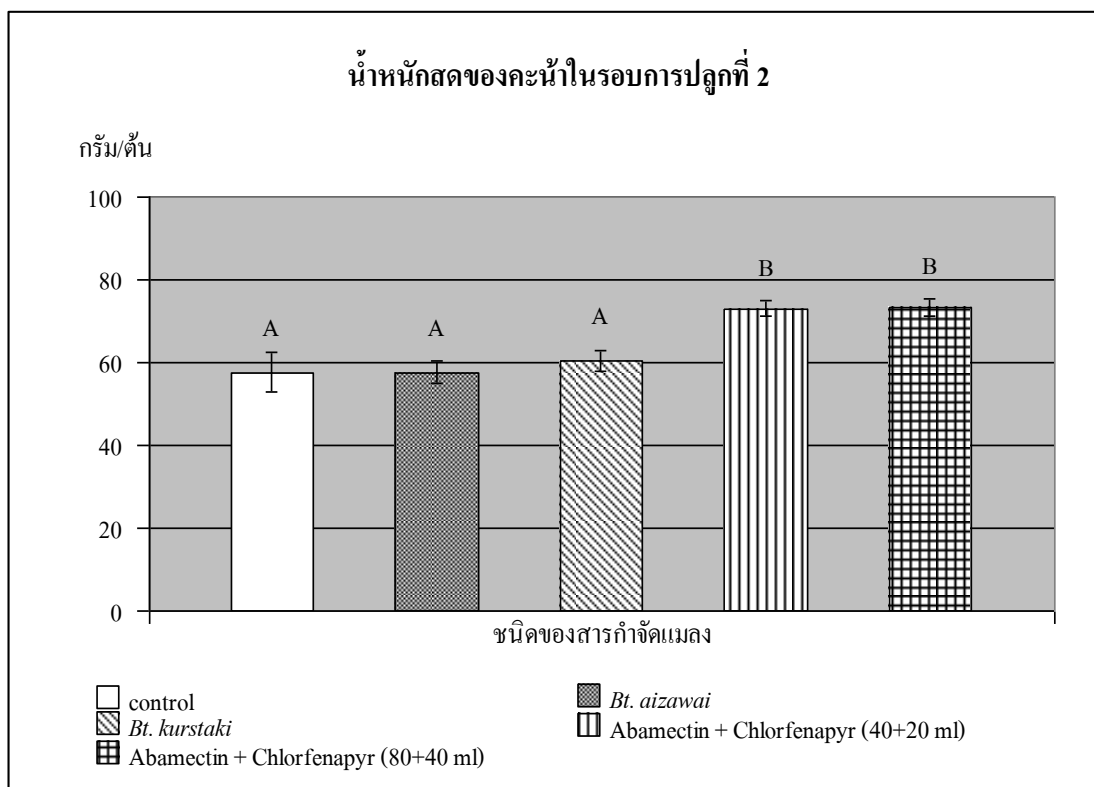
$p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

พื้นที่ใบโดยเฉลี่ยของคะน้าตั้งแต่อายุ 20, 25, 30, 35, 40 และ 45 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 2.072, p = 0.123$, $F_{4,20} = 1.048, p = 0.408$, $F_{4,20} = 1.068, p = 0.398$, $F_{4,20} = 0.553, p = 0.699$, $F_{4,20} = 0.369, p = 0.828$ และ $F_{4,20} = 0.829, p = 0.0522$ ตามลำดับ) (ภาพที่ 14)



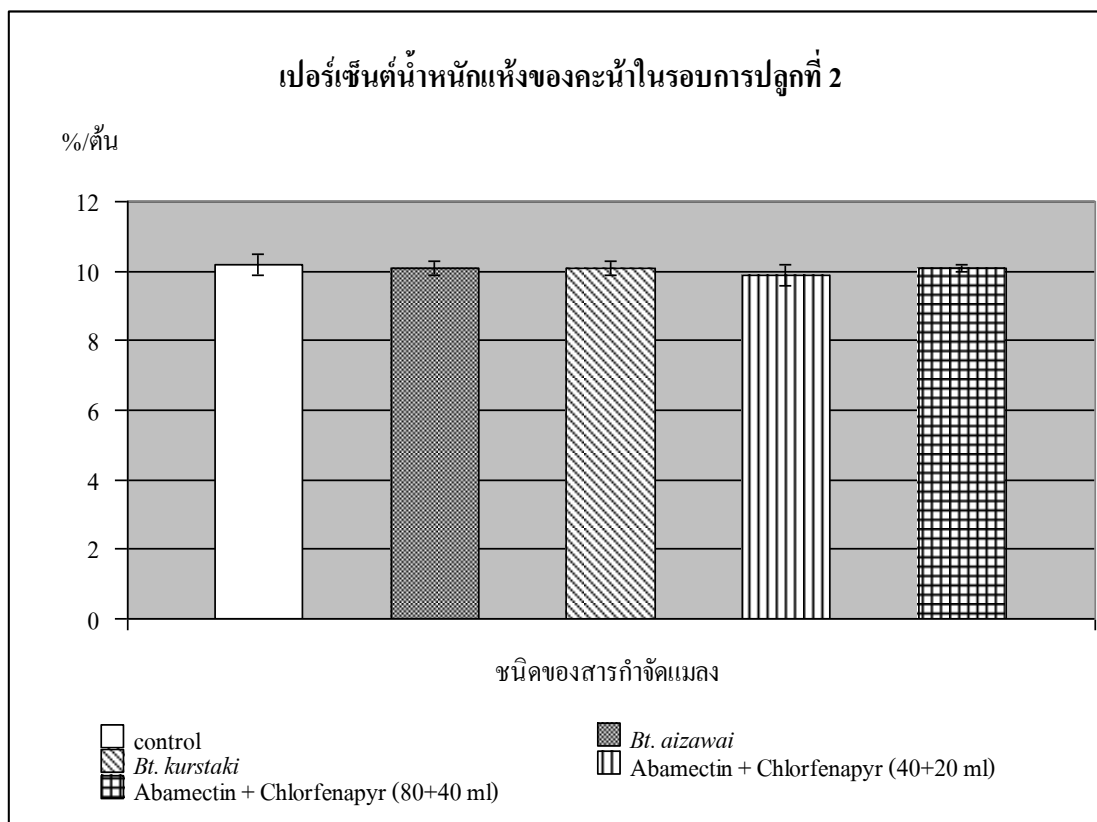
ภาพที่ 14 พื้นที่ใบของผักคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2

น้ำหนักของผลผลิต เมื่อถึงอายุเก็บเกี่ยว คือ 45 วัน ในส่วนของน้ำหนักสดพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 7.475, p = 0.001$) โดยแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเออร์อัตราสูงกว่าแนะนำ 2 เท่า มีน้ำหนักสดโดยเฉลี่ยมากที่สุด (73.4 ± 2.2 กรัม) รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเออร์อัตราแนะนำ แปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี สายพันธุ์ไอซาไว และแปลงควบคุม ตามลำดับ แต่เมื่อนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกทรีทเมนต์ ($F_{4,20} = 0.329, p = 0.855$) (ภาพที่ 15 และ 16)



ภาพที่ 15 น้ำหนักสดของคะน้าที่อายุ 45 วันหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2

^{A, B} ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

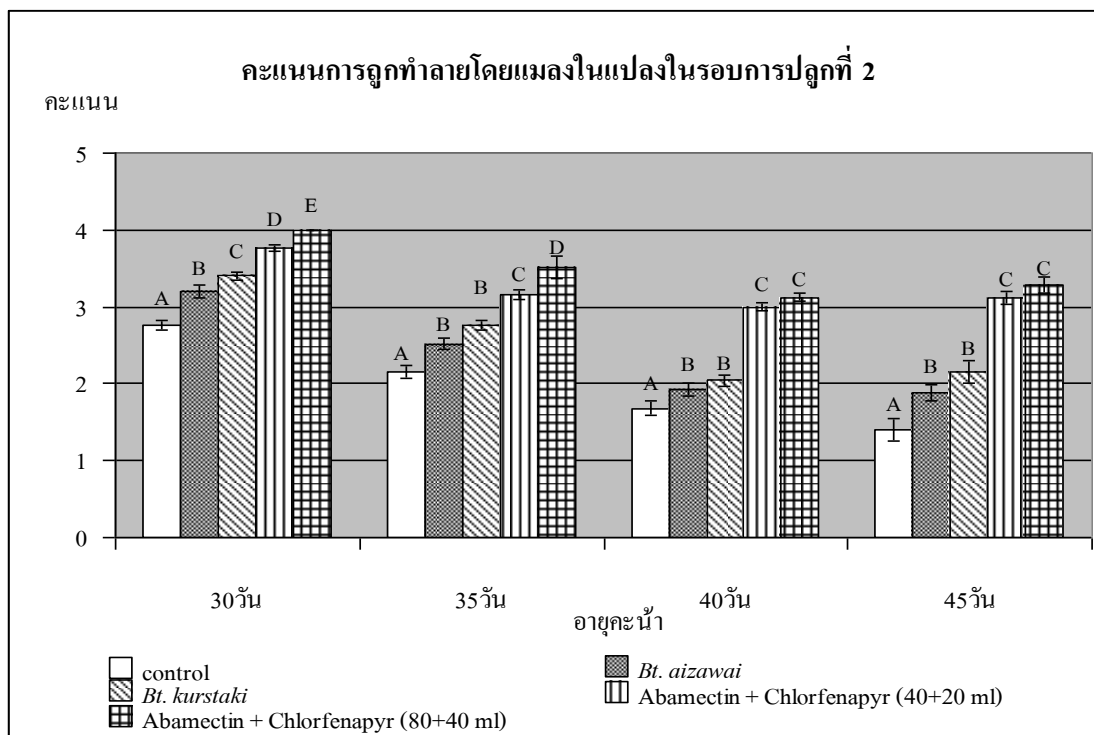


ภาพที่ 16 เปอร์เซนต์น้ำหนักแห้งของค่น้ำที่อายุ 45 วัน หลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลง
ในรอบการปลูกที่ 2

ในการปลูกครั้งที่ 2 พบว่าข้อมูลที่ได้มีความแปรปรวนมากกว่าในการปลูกครั้งที่ 1 แต่คงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน คือไม่พบความแตกต่างทางสถิติของทุกทรีทเมนต์ต่อพื้นที่ใบและเปอร์เซนต์น้ำหนักแห้ง แต่พบว่าสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์ทั้งสองอัตราทำให้ความสมบูรณ์ของต้นและส่วนสูงของค่น้ำมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่อายุ 45 วัน แสดงให้เห็นว่าสารกำจัดแมลงที่ใช้ในการทดลองไม่มีผลหรือมีผลเพียงเล็กน้อยต่อการเจริญเติบโตของผักค่น้ำในการทดลอง

2.3 การถูกทำลายโดยแมลงของผักค่น้ำภายในแปลง พบว่าเมื่อค่น้ำมีอายุได้ 30 วัน คะแนนการถูกทำลายของผักค่น้ำในแปลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 60.958$, $p = 0.000$) โดยในแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์สูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า มีคะแนนการถูกทำลายของค่น้ำภายในแปลงมากที่สุด (4.0 ± 0.0 คะแนน) โดยมีการถูกทำลายโดยแมลงภายในแปลงน้อยกว่า 25% รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์อัตราแนะนำ แปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์เกอร์สตากี บีทีสาย

พันธุ์ไอชาไว และแปลงควบคุม ตามลำดับ เมื่อคะน้ำอายุได้ 35 วัน มีคะแนนการถูกทำลายโดยแมลงของผักคะน้ำในแปลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 31.105, p = 0.000$) แปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเพอร์สูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า มีคะแนนการถูกทำลายโดยแมลงมากที่สุด (3.5 ± 0.2 คะแนน) รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเพอร์อัตราแนะนำ แปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี บีทีสายพันธุ์ไอชาไว และแปลงควบคุมตามลำดับ และเมื่อคะน้ำมีอายุได้ 40 และ 45 วัน พบว่าคะแนนการถูกทำลายโดยแมลงภายในแปลงมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($F_{4,20} = 75.750, p = 0.000$ และ $F_{4,20} = 47.523, p = 0.000$ ตามลำดับ) โดยแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเพอร์สูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่ายังคงมีคะแนนการเข้าทำลายของแมลงมากที่สุด รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเพอร์อัตราแนะนำ แปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี บีทีสายพันธุ์ไอชาไว และแปลงควบคุมตามลำดับ (ภาพที่ 17) แสดงว่าการใช้อะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเพอร์ช่วยลดการถูกทำลายโดยแมลงของผักคะน้ำมากที่สุด รองลงมาคือ บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี และบีทีสายพันธุ์ไอชาไว ตามลำดับ



ภาพที่ 17 คะแนนการถูกทำลายโดยแมลงในแปลงกระน้ำตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

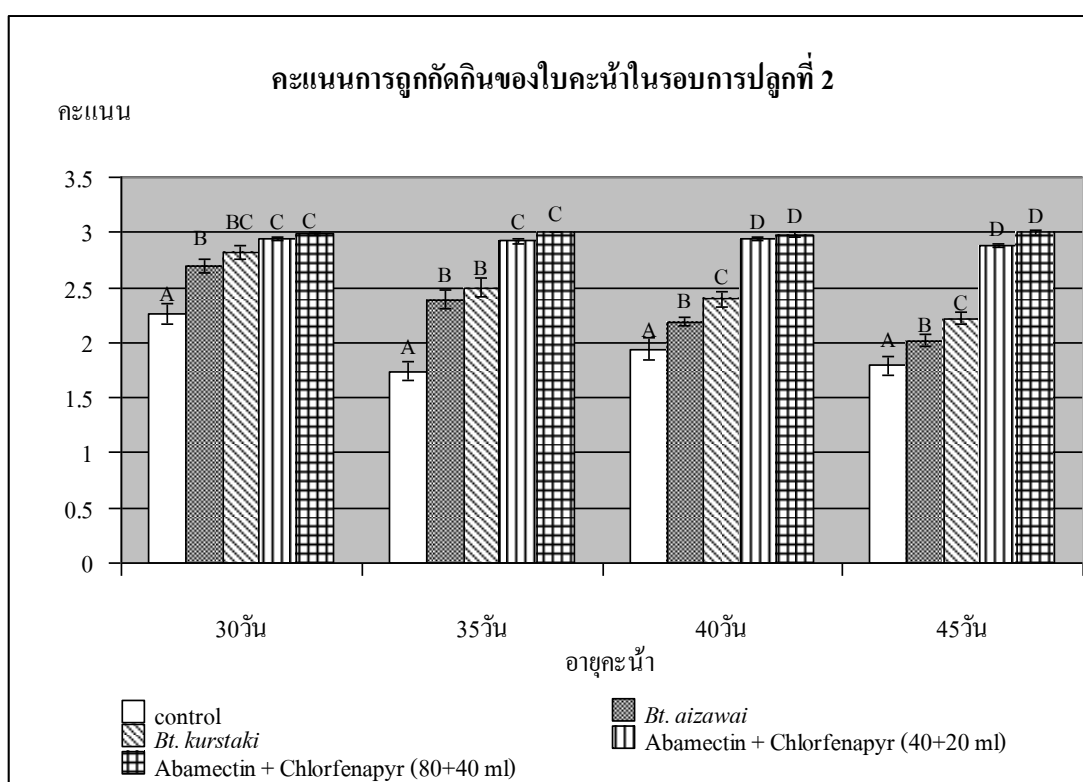
A, B, C, D, E ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ

นัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

คะแนนการถูกทำลายโดยแมลงในแปลงที่สูงหมายถึงผักกระน้ำมีคุณภาพดี

2.4 การถูกกัดกินของใบ เมื่อกระน้ำมีอายุได้ 30 วัน พบว่าคะแนนการถูกกัดกินของใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 25.059, p = 0.000$) โดยแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์สูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า มีคะแนนการถูกกัดกินของใบสูงที่สุด (3.0 ± 0.01 คะแนน) โดยมีรอยถูกกัดกิน 0-25% รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์อัตราแนะนำ แปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี บีทีสายพันธุ์ไอซาไว ส่วนแปลงควบคุมมีการถูกกัดกินของใบมากที่สุด (2.3 ± 0.1 คะแนน) ที่อายุ 35 วัน คะแนนการถูกกัดกินของใบกระน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 57.443, p = 0.000$) โดยมีแนวโน้มเช่นเดียวกับกระน้ำอายุ 30 วัน คือ แปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์สูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่ามีการถูกกัดกินของใบ 0-25% (3.0 ± 0.0 คะแนน) รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์อัตราแนะนำ แปลงที่ฉีดพ่นด้วย บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี บีทีสายพันธุ์ไอซาไว และแปลงควบคุมตามลำดับ เมื่อกระน้ำอายุ

ได้ 40 วัน พบว่าคะแนนการถูกกัดกินของใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน ($F_{4,20} = 47.866, p = 0.000$) โดยแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิनाเพอร์สูง กว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า มีคะแนนการถูกกัดกินของใบมากที่สุด รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิनाเพอร์อัตราแนะนำ แปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี บีทีสายพันธุ์ไอซาไว และแปลงควบคุมตามลำดับ และเมื่อหยุดฉีดพ่นสารกำจัดแมลงได้ 10 วัน คือเมื่อคะน้ำมีอายุ 45 วัน พบว่าคะแนนการถูกกัดกินของใบมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($F_{4,20} = 99.435, p = 0.000$) และเป็นไปในทิศทางเดียวกัน (ภาพที่ 18) แสดงว่าการใช้อะบาเม็กติน และคลอร์ฟิनाเพอร์ช่วยลดการถูกกัดกินของใบคะน้ำมากที่สุด รองลงมาคือบีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี และบีทีสายพันธุ์ไอซาไว ตามลำดับ



ภาพที่ 18 คะแนนการถูกกัดกินของใบคะน้ำตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลง ในรอบการปลูกที่ 1

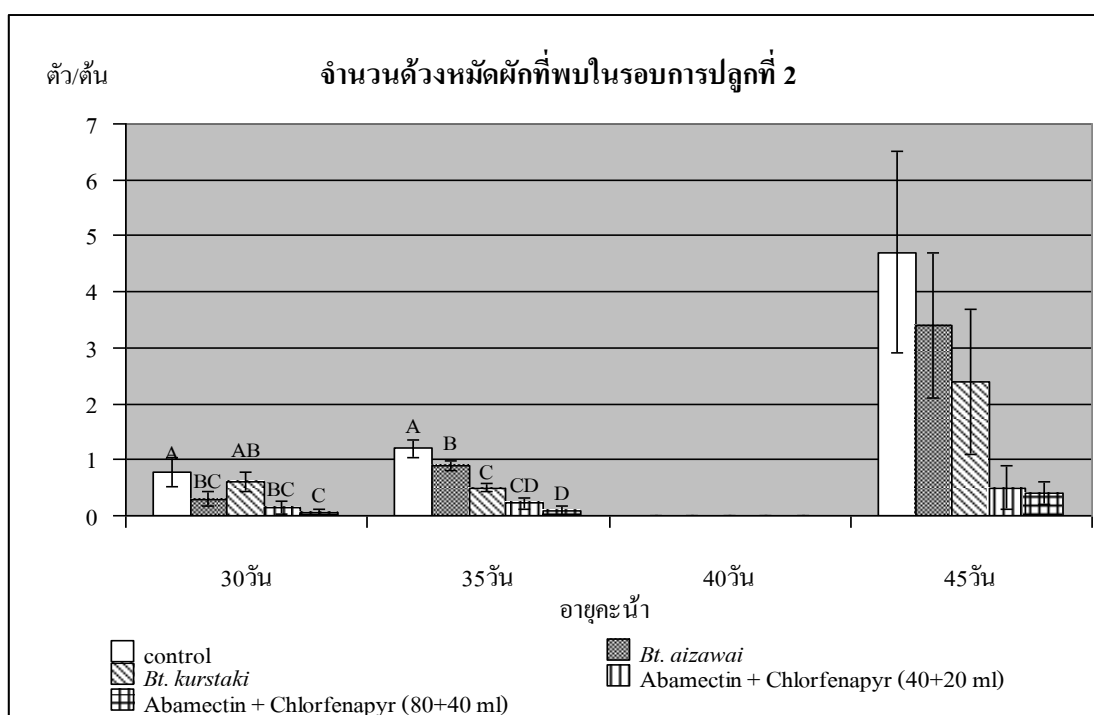
A, B, C, D ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ

นัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

คะแนนการถูกกัดกินของใบคะน้ำที่สูงหมายถึงผักคะน้ำมีคุณภาพดี

2.5 ชนิดและจำนวนของแมลงศัตรูผักคะน้าในรอบการปลูกครั้งที่ 2 พบชนิดของแมลงศัตรูคะน้าเช่นเดียวกันกับรอบการปลูกที่ 1 ได้แก่ ตัวห้ำดผัก (*Phyllotreta sinuata* Step.) หนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) และหนอนกระทู้ผัก [*Spodoptera litura* (Fabr.)] ตามลำดับ

จำนวนของตัวห้ำดผักที่พบในแปลงในแต่ละช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล พบว่าเมื่อคะน้ามีอายุ 30 และ 35 วัน พบจำนวนตัวห้ำดผักในแต่ละการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 3.331, p = 0.030$, $F_{4,20} = 21.023, p = 0.000$ ตามลำดับ) โดยจำนวนตัวห้ำดผักที่พบเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ พบในแปลงควบคุมมากที่สุด รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีที สายพันธุ์ ไอชาไว บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี และแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเพอร์ทั้งสองอัตรา ตามลำดับ ส่วนในวันที่คะน้ามีอายุ 40 วัน ไม่พบตัวห้ำดผักในทุกแปลง ทั้งนี้เนื่องจากมีฝนตกจึงทำให้ไม่พบตัวห้ำดผัก และเมื่อคะน้าอายุได้ 45 วัน จำนวนตัวห้ำดผักที่พบในแต่ละ ทรีทเมนต์มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 2.567, p = 0.070$) (ภาพที่ 19)

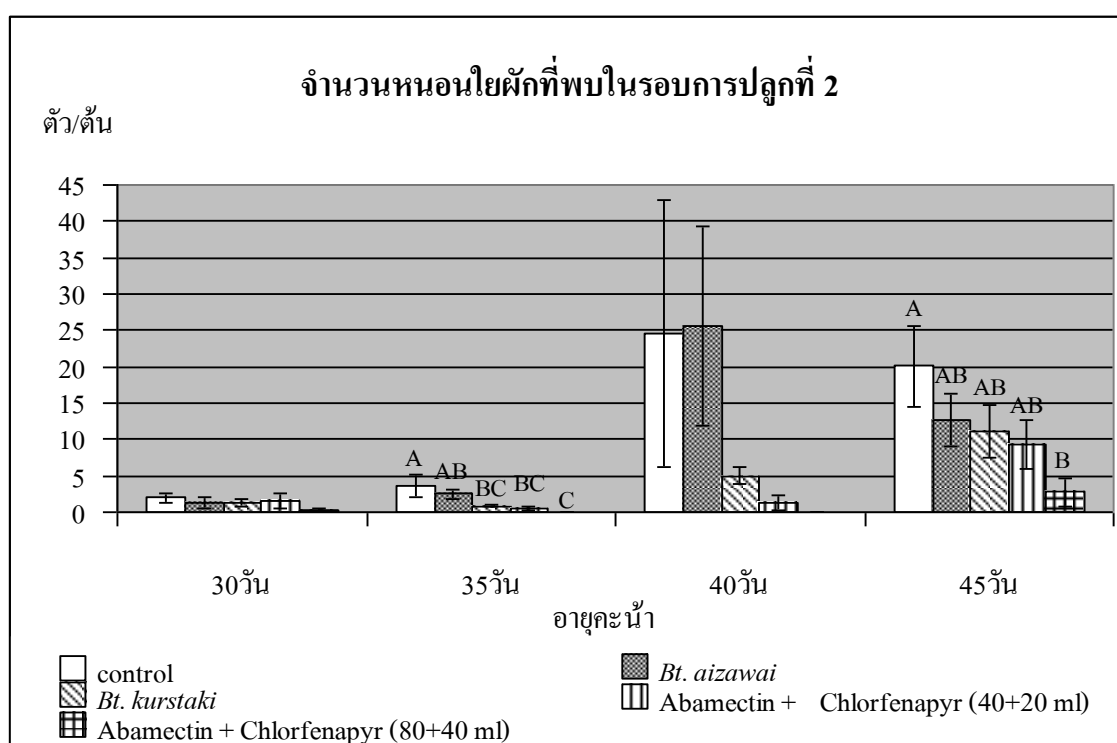


ภาพที่ 19 จำนวนตัวห้ำดผัก (*Phyllotreta sinuata* Step.) ที่พบในแปลงคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2

A, B, C, D ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ

นัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

จำนวนหนอนใยผักที่พบในแต่ละแปลงเมื่อคะน้ำมีอายุได้ 30 และ 40 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($F_{4,20} = 0.863, p = 0.503$ และ $F_{4,20} = 1.53, p = 0.236$) แต่พบว่าจำนวนของหนอนใยผักมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อคะน้ำมีอายุ 35 วัน ($F_{4,20} = 4.068, p = 0.014$) โดยพบหนอนใยผักในแปลงควบคุมมากที่สุด รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์ไอซาไว บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี และแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนพอร์ทั้งสองอัตราตามลำดับ และเมื่อคะน้ำมีอายุได้ 45 วัน จำนวนหนอนใยผักที่พบมีแนวโน้มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F_{4,20} = 2.741, p = 0.057$) (ภาพที่ 20)

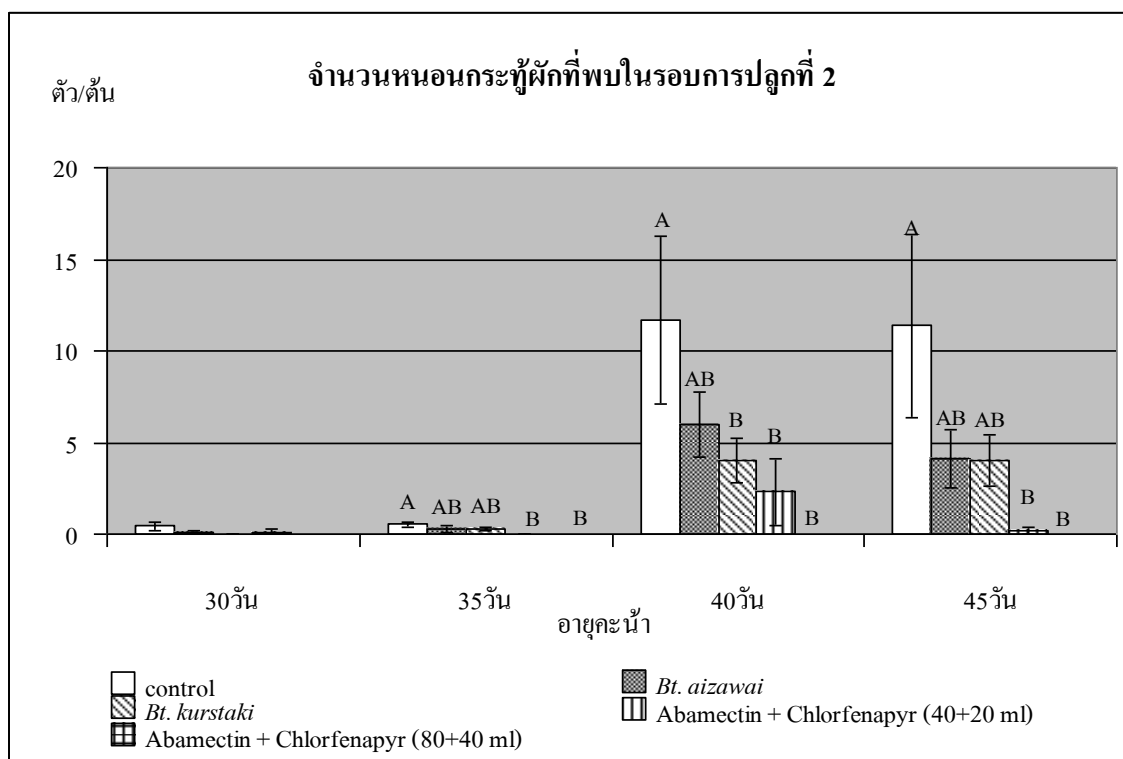


ภาพที่ 20 จำนวนหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) ที่พบในแปลงคะน้ำตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

A, B, C ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

จำนวนหนอนกระทู้ผักที่พบในรอบการปลูกครั้งที่ 2 พบว่าเมื่อคะน้ำมีอายุได้ 30 วัน จำนวนหนอนกระทู้ผักที่พบในแต่ละแปลงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($F_{4,20} = 1.985, p = 0.136$) แต่พบว่าจำนวนของหนอนกระทู้ผักมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อคะน้ำมีอายุ 35, 40 และ 45 วัน

($F_{4,20} = 4.061, p = 0.014$, $F_{4,20} = 3.326, p = 0.030$ และ $F_{4,20} = 3.514, p = 0.025$ ตามลำดับ) โดยพบหนอนกระทู้ผักในแปลงควบคุมมากที่สุด รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์ไอซาไว บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี และแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์ทั้งสองอัตรา ตามลำดับ (ภาพที่ 21)



ภาพที่ 21 จำนวนหนอนกระทู้ผัก [*Spodoptera litura* (Fabricius)] ที่พบในแปลงกระน้ำตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

^{A, B} ข้อมูลที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

พารามิเตอร์ที่ใช้วัดประสิทธิภาพของสารกำจัดแมลงในการปลูกครั้งที่ 2 นี้ มีแนวโน้มไปในทางเดียวกับการปลูกครั้งที่ 1 คือ แปลงที่ใช้สารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์สูงกว่าอัตราแนะนำ 2 เท่า มีผลในการควบคุมแมลงศัตรูกระน้ำได้มากที่สุด ส่วนแปลงที่ใช้สารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์อัตราแนะนำและแปลงที่ใช้เชื้อบีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี มีผลในการควบคุมแมลงศัตรูกระน้ำใกล้เคียงกัน รองลงมาคือแปลงที่ใช้บีทีสายพันธุ์ไอซาไว รวมทั้งมีผลในการควบคุมแมลงศัตรูผักกระน้ำได้มากกว่าแปลงที่ใช้เชื้อบีทีสายพันธุ์ไอซาไว และแปลงควบคุมตามลำดับ

ผลการทดลองที่ได้จากการปลูกคะน้าในรอบการปลูกครั้งที่ 1 ในช่วงเดือนธันวาคม 2549 ถึงเดือนมกราคม 2550 พบว่า ในด้านการเจริญเติบโตได้แก่ ส่วนสูง พื้นที่ใบ และน้ำหนักของผลผลิตในแต่ละทรีทเมนต์พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในส่วนของความสมบูรณ์ของต้นคะน้า พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อคะน้าอายุได้ 40 วัน และพื้นที่ใบ ก็พบความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อคะน้ามีอายุได้ 35 วันเท่านั้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สารกำจัดแมลงแบบต่างๆ ที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ไม่มีผลหรือมีผลน้อยมากต่อการเจริญเติบโตของคะน้าทางด้านกายภาพ ผลการทดลองในการปลูกครั้งที่สองเห็นได้ว่า ก่อนข้างค้ำและมีความแปรปรวนค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับการปลูกครั้งแรก แต่ก็ยังคงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับผลการทดลองในรอบการปลูกครั้งที่ 1 โดยพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติในความสมบูรณ์ของต้นและความสูงของคะน้าในวันที่ 45 รวมไปถึงน้ำหนักสดของผลผลิตที่อายุ 45 วัน แต่เมื่อทำการหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อคะน้าอายุได้ 40 วัน มีการเจริญเติบโตที่ลดลง แล้วกลับเพิ่มขึ้นอีกครั้งเมื่อคะน้ามีอายุ 45 วัน สาเหตุเกิดจากการที่คะน้ามีการเจริญเติบโตที่ไม่ดี และมีการเก็บข้อมูลแบบถอนออกไปทั้งต้น ดังนั้นต้นคะน้าที่ยังคงเหลืออยู่ในแปลงเมื่ออายุได้ 40 วันจึงเป็นต้นคะน้าที่มีขนาดเล็กเป็นส่วนใหญ่ สาเหตุที่การเจริญเติบโตในรอบการปลูกครั้งที่ 2 ก่อนข้างค้ำและมีความแปรปรวนสูง เกิดเนื่องมาจากความแปรปรวนของสภาพอากาศ โดยในช่วงเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน 2550 เป็นช่วงที่มีอากาศร้อนจัดและมีมรสุมเข้า ฝนตกชุก แตกต่างจากในช่วงที่ทำการปลูกในครั้งที่ 1 ซึ่งสภาพอากาศที่เหมาะสมมากกว่า ทำให้คะน้าที่ปลูกในครั้งที่ 2 นั้นมีการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างต่ำ ข้อมูลที่ได้ค่อนข้างมีความแปรปรวน แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกันในแต่ละทรีทเมนต์ก็ยังคงมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันกับในครั้งแรก

ผลของสารผสมอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์ และเชื้อบีทีทั้งสองสายพันธุ์ต่อด้วงหมัดผัก ภายหลังการหุดยืดพันธุ์สารกำจัดแมลงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าแปลงที่ใช้อะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์ สามารถควบคุมการเข้าทำลายของด้วงหมัดผักในแปลงได้ดีกว่าแปลงที่ใช้เชื้อบีทีทั้งสองสายพันธุ์และแปลงควบคุม และพบว่าแปลงที่ใช้บีทีสายพันธุ์เคอร์สตาก็พบจำนวนด้วงหมัดผักในแปลงน้อยกว่าแปลงที่ใช้แปลงที่ใช้บีทีสายพันธุ์โอซาไว

ผลของสารผสมอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์ และเชื้อบีทีทั้งสองสายพันธุ์ต่อหนอนใยผัก พบว่ามีผลในการควบคุมหนอนใยผักได้ดีในช่วงที่มีการฉีดพ่นสารกำจัดแมลง โดยแปลงที่ฉีดพ่นด้วยสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์ ทั้งสองอัตราและบีทีสายพันธุ์เคอร์สตาก็สามารถควบคุมหนอนใยผักได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีแนวโน้มว่าบีทีสายพันธุ์เคอร์สตาก็สามารถใช้

ควบคุมหนองไข้ฝักได้ดีจนถึงในช่วงที่ค่น้ำมีอายุ 40 วัน (หลังจากหยุดฉีดพ่นสารกำจัดแมลง 5 วัน) ส่วนบีทีสายพันธุ์ไอชาไวมีผลในการควบคุมหนองไข้ฝักได้น้อยกว่าบีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี้

ผลของสารผสมอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเพอร์ และเชื้อบีทีทั้งสองสายพันธุ์ต่อหนองไข้ฝัก พบว่าสารกำจัดแมลงที่ใช้ มีผลในการควบคุมหนองไข้ฝักได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้พบการเข้าทำลายของหนองไข้ฝักในแปลงค่อนข้างน้อย แต่มีแนวโน้มว่าเชื้อบีทีทั้งสองสายพันธุ์สามารถควบคุมหนองไข้ฝักได้ดีเมื่อค่น้ำมีอายุได้ 35 วัน และยังมีผลในการควบคุมหนองไข้ฝักได้เมื่อค่น้ำอายุได้ 40 และ 45 วัน โดยบีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี้มีแนวโน้มในการควบคุมหนองไข้ฝักได้ดีกว่าคิ่นว่าสายพันธุ์ไอชาไว

วิจารณ์

1. ผลของสารกำจัดแมลงที่มีต่อการเจริญเติบโตของคะน้า

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารกำจัดแมลงที่ใช้ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของคะน้าในแปลงทดลองทั้งในด้านส่วนสูง พื้นที่ใบ และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของผักคะน้า โดยพบความแตกต่างกันทางสถิติเป็นส่วนน้อยเท่านั้น เนื่องจากสารกำจัดแมลงที่ใช้ไม่มีส่วนผสมของธาตุอาหารที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช ความแตกต่างของผลการทดลองในรอบการปลูกครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 นั้น ปัจจัยหลักอาจเกิดมาจากความแตกต่างกันของสภาพอากาศ ในงานทดลองนี้ได้ทำการติดตั้งเครื่องมือตรวจสอบสภาพอากาศบริเวณพื้นที่แปลงปลูกในช่วงที่ทำการทดลอง พบว่าสภาพอากาศในการปลูกในรอบที่ 1 นั้นมีการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศน้อย ไม่มีฝนตก อุณหภูมิเหมาะสมกับการปลูกคะน้า โดยมีอุณหภูมิอยู่ในช่วงระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วงระหว่าง 65-80% ส่วนในรอบการปลูกครั้งที่ 2 นั้นมีความแปรปรวนของสภาพอากาศค่อนข้างสูง มีมรสุม อากาศร้อนและมีฝนตกหนัก อุณหภูมิอยู่ในช่วงระหว่าง 30-40 องศาเซลเซียส เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์มีค่าอยู่ในช่วง 60% จนถึง 100% จากรายงานของ Rudolf (2002) ได้ทดสอบผลของการฉายแสงยูวีต่อการงอกของเมล็ด โดยการใช้หลอดยูวีฉายให้กับเมล็ดคะน้าในงานเพาะพบว่าเมล็ดคะน้าเมื่อได้รับการฉายแสงยูวีเป็นระยะเวลา 15 วัน มีการงอกที่ช้าลงอย่างผิดปกติ รากหักงอ เมื่อเทียบกับเมล็ดคะน้าที่เพาะจนที่เป็นตัวควบคุม จึงสันนิษฐานได้ว่าสภาพอากาศโดยเฉพาะแดดที่ร้อนจัดในระยะแรกของการปลูกเป็นปัจจัยที่ทำให้การเจริญเติบโตของคะน้าในรอบการปลูกครั้งที่ 2 ลดลง และมีความแปรปรวนค่อนข้างมากเมื่อเทียบกับการปลูกในครั้งแรก

2. ผลของสารกำจัดแมลงที่มีต่อคุณภาพของคะน้า

ข้อมูลที่ได้จากการประเมินให้คะแนนทางด้านคุณภาพของผักคะน้ารวมทั้งจำนวนของแมลงศัตรูที่เข้าทำลายนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในช่วงที่มีการฉีดสารกำจัดแมลงอยู่นั้นข้อมูลที่ได้มีความใกล้เคียงกัน หรือแตกต่างกันทางสถิติเพียงเล็กน้อย แต่หลังจากคะน้าอายุได้ 30 วัน จึงพบความแตกต่างในแง่ของความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของแมลงศัตรูเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลา โดยพบการเข้าทำลายและจำนวนของแมลงศัตรูคะน้าในแปลงควบคุมมากที่สุด รองลงมาคือแปลงที่ฉีดพ่นด้วยบีทีสายพันธุ์ไอชาไว บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี และสารเคมีทั้งสองอัตราตามลำดับ โดยแปลงที่ใช้บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากีนั้นมีความสามารถในการควบคุมแมลง

ศัตรูคนน้ำได้มากกว่าแปลงที่ใช้บีทีสายพันธุ์ไอชาไว และมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับแปลงที่ใช้สารเคมีในอัตราแนะนำ

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลทางด้านคุณภาพของผลผลิตในส่วนของการถูกทำลายโดยแมลงภายในแปลง การถูกกัดกินของใบ รวมไปถึงชนิดและจำนวนของแมลงศัตรูคนน้ำที่เข้าทำลายในแปลง พบว่าผลผลิตที่ได้ในรอบการปลูกครั้งที่ 1 มีคุณภาพมากกว่าในการปลูกครั้งที่ 2 เป็นผลมาจากการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน และสภาพอากาศที่แตกต่างกันดังที่ได้กล่าวมาแล้ว พบการถูกทำลายโดยแมลงและการกัดกินของใบมากขึ้นเมื่อทำการหุ้ดฉีดพ่นสารกำจัดแมลง คือในช่วงที่คนน้ำมีอายุได้ 40 และ 45 วัน ตามลำดับ เป็นที่น่าสังเกตว่าในการปลูกครั้งแรก แปลงที่ใช้บีทีสายพันธุ์เคอร์สตาก็มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการใช้สารเคมีอัตราแนะนำ แต่ในการปลูกครั้งที่ 2 นั้นพบว่าประสิทธิภาพของบีทีสายพันธุ์เคอร์สตาก็ และสารกำจัดแมลงที่ใช้ในการทดลองลดลง ซึ่งสาเหตุเนื่องมาจากปัจจัยทางด้านสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสม ดังนั้นในการเลือกใช้สารกำจัดแมลงให้ได้ผลดีจึงควรคำนึงถึงปัจจัยทางสภาพภูมิอากาศ

เชื้อบีทีสายพันธุ์เคอร์สตาก็มีความสามารถในการควบคุมหนอนกระทู้ผักและหนอนใยผักได้ใกล้เคียงกับการใช้สารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟิโนเพอร์ และดีกว่าเชื้อบีทีสายพันธุ์ไอชาไว การที่คุณภาพของผักคนน้ำที่ได้จากการฉีดพ่นบีทีสายพันธุ์เคอร์สตาก็และสารเคมีกำจัดแมลงทั้งสองอัตรามีความใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับการศึกษาของสันติภาพ และคณะ (2545) ทดสอบผลของเชื้อบีทีสายพันธุ์เคอร์สตาก็ น้ำมันสะเดาและน้ำมันรำ ในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ผัก (*Spodoptera litura*) วัยที่ 2-3 โดยการพ่นสารวันละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 6 วัน พบว่าการใช้บีที (*Lepidoptera* ชนิดผง) อัตรา 50 และ 70 กรัม/น้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนเท่ากับ 70 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือการใช้บีที (*Lepidoptera* ชนิดผง) อัตรา 100 กรัม และน้ำมันสะเดาอัตรา 100 ml/น้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนเท่ากับ 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนบีที (*Lepidoptera* ชนิดผง) อัตรา 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร, น้ำมันรำ อัตรา 100 ml/น้ำ 20 ลิตร, น้ำมันรำ อัตรา 100 ml/น้ำ 20 ลิตร และน้ำมันรำอัตรา 100 ml /น้ำ 20 ลิตร มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนเท่ากับ 40, 30, 20 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในการทดสอบเปรียบเทียบซึ่งพ่นด้วยน้ำกลั่นที่ปราศจากจุลินทรีย์มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนเท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบพบว่า เชื้อบีทีสามารถป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ผักได้ดีที่สุด Mohan และ Gujar (2001) พบว่าเชื้อบีทีที่ประกอบด้วยผลึกสารพิษ Cry1Ab หรือ Cry1 และ Cry2 ซึ่งได้แก่สายพันธุ์เคอร์สตาก็และสายพันธุ์ไอชาไว มีความเป็นพิษทางการกินต่อหนอนใยผักมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อบีทีที่ประกอบด้วยผลึกสารพิษอื่นๆ เช่นเดียวกับรายงานของวินัย และณัฐวัฒน์ (2538) พบว่าเชื้อบีทีสายพันธุ์เคอร์สตาก็และสายพันธุ์ไอชาไวมีผลในการป้องกัน

กำหนดหนอยักในคะน้ำแตกต่างกันที่อัตราการใช้ต่างๆ และสอดคล้องกับรายงานของ Suresh and Venkateswerlu (1998) ทำการทดสอบความเป็นพิษของ endogenous protease-activated 66-kDa จาก บีทีสายพันธุ์เกอร์สตากี้ พบว่ามีความเป็นพิษสูงในการกำหนดหนอยักในอันดับ lepidoptera คือ *Spodoptera littoralis* ที่มีความต้านทานต่อสารกำจัดแมลง

ดังนั้นการเลือกใช้เชื้อบีทีสายพันธุ์เกอร์สตากี้ในอัตราแนะนำหรือสารผสมของอะบาเม็กติน และคลอร์ฟินาเพอร์อัตราแนะนำจึงมีประสิทธิภาพเหมาะสมเพียงพอและปลอดภัยต่อผู้บริโภค ผลการทดลองในครั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นได้ว่าการใช้บีทีสายพันธุ์เกอร์สตากี้ในการฉีดพ่นเพื่อกำจัดแมลงศัตรูผักคะน้ำนั้นมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการใช้สารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์อัตราแนะนำ หากเกษตรกรหันมาเลือกใช้เชื้อบีทีสายพันธุ์เกอร์สตากี้ในการฉีดพ่นเพื่อกำจัดแมลงศัตรูในผักคะน้ำหรือนำมาใช้ร่วมกับสารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์อัตราแนะนำก็อาจเป็นแนวทางหนึ่งในการลดปัญหาสารพิษตกค้างในผักคะน้ำได้ อีกทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดความต้านทานของแมลงศัตรูพืชอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับมาลี และคณะ (2545) ได้ทดสอบการป้องกันกำจัดศัตรูคะน้ำโดยวิธีผสมผสานพบว่าศัตรูสำคัญของคะน้ำตลอดฤดูปลูก คือ หนอยัก *Plutella xylostella* (Linnaeus) หนอนกระทุ้งหอม *Spodoptera exigua* (Hubner) ค้างหมัดผัก *Phyllotreta* spp. แปลงทดสอบพ่นสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 ชนิด ได้แก่ chlorfenapyr, fipronil, prothiofos, alachlor และบีทีสายพันธุ์โอชาไว โดยมีการผสมสาร 2 – 3 ชนิด จำนวน 9 ครั้ง ผลการทดลองพบว่า การป้องกันกำจัดศัตรูคะน้ำโดยวิธีผสมผสานให้ผลดีและคุ้มค่าต่อการลงทุน มากกว่าวิธีการของเกษตรกร โสภณ และคณะ (2546) ได้รายงานถึงความต้านทานของหนอนเจาะสมอฝ้ายที่มีต่อ α -endotoxin ของเชื้อบีทีว่า หนอนเจาะสมอฝ้าย (*Helicoverpa armigera*) มีความสามารถที่จะพัฒนาความต้านทานต่อ α -endotoxins ของบีทีได้เมื่อแมลงได้รับสารพิษชนิดนี้อย่างต่อเนื่อง เป็นระยะเวลานานติดต่อกัน แม้ว่าจะยังไม่มีรายงานการเกิดความต้านทานของแมลงที่อยู่ในสภาพแปลงปลูกในธรรมชาติก็ตาม สมศักดิ์ (2546) ทำการทดสอบการใช้สารกำจัดแมลงสลับกับเชื้อบีทีป้องกันกำจัดหนอยักในกะหล่ำปลี พบว่าการใช้เชื้อบีทีพ่นสลับกับสารกำจัดแมลง ได้แก่ abamectin, chlorfenapyr, fipronil และ spinosad ทุก 5 วัน พบว่ามีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดหนอยักไม่แตกต่างจากการใช้สารกำจัดแมลงเพียงอย่างเดียว และผลผลิตมีคุณภาพดี

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรีย บาซิลลัส ทุรินจีโอเนซิส และ ส่วนผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์ในการควบคุมแมลงศัตรูคะน้า สามารถสรุปได้ดังนี้

1. สารกำจัดแมลงที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักคะน้า ได้แก่ ความสมบูรณ์ของต้น ความสูง พื้นที่ใบ และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของผลผลิต แต่พบว่ามีผลต่อคุณภาพของผักคะน้าได้แก่ การถูกทำลายโดยแมลงภายในแปลง และการถูกกัดกินของใบ โดยแปลงที่ใช้บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากีพบการถูกทำลายโดยแมลงภายในแปลงและการถูกกัดกินของใบใกล้เคียงกับแปลงที่ใช้สารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์ คือมีการเข้าทำลายของแมลงศัตรูภายในแปลงและใบมีรอยถูกกัดกินน้อย ส่วนแปลงที่ใช้บีทีสายพันธุ์ไอชาไวไม่มีการเข้าทำลายของแมลงภายในแปลงและการถูกกัดกินของใบมากกว่า ดังนั้นผลผลิตผักคะน้าที่ได้จากการใช้บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากีในการควบคุมแมลงศัตรูพืชจึงมีคุณภาพดีใกล้เคียงกับการใช้อะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์

2. สารกำจัดแมลงที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีผลต่อการเข้าทำลายของแมลงศัตรูในแปลงคะน้า โดยพบจำนวนของหนอนใยผักและหนอนกระทู้ผักในแปลงที่ใช้บีทีทั้งสองสายพันธุ์ใกล้เคียงกับแปลงที่ใช้สารเคมีได้แก่สารผสมของอะบาเม็กตินและคลอร์ฟินาเพอร์ และพบว่าบีทีสายพันธุ์เคอร์สตากีมีแนวโน้มในการควบคุมหนอนใยผักและหนอนกระทู้ผักได้ดีกว่าบีทีสายพันธุ์ไอชาไว ดังนั้น บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากีจึงสามารถนำมาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูคะน้าได้แก่ หนอนใยผักและหนอนกระทู้ผักทดแทนการใช้สารเคมีกำจัดแมลงคือ อะบาเม็กตินและ คลอร์ฟินาเพอร์ในอัตราแนะนำได้ ทั้งนี้สามารถนำไปเผยแพร่เพื่อเป็นข้อมูลส่งเสริมให้เกษตรกรนำไปใช้ต่อไป

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

1. แปลงทดลองที่ติดต่อเกษตรกรเพื่อนำมาใช้ในการทดลอง มีข้อจำกัดในเรื่องการแบ่งพื้นที่ให้ใช้ จึงทำให้มีข้อจำกัดในการวางแผนการทดลอง ดังนั้นจึงควรเลือกพื้นที่เพาะปลูกที่มีพื้นที่มากเพียงพอ

2. เกษตรกรที่เป็นเจ้าของพื้นที่ไม่ยินยอมให้ทำแปลงควบคุมที่ไม่มีการฉีดพ่นสารกำจัดแมลง และสภาพพื้นที่เพาะปลูกเป็นระบบเปิด ดังนั้นจึงทำให้ข้อมูลที่ได้อาจไม่สามารถบอกถึงสถานการณ์การแพร่ระบาดของแมลงศัตรูคณะน้ำได้ การคัดเลือกเกษตรกรที่มีแนวคิดทางการเกษตรแบบสมัยใหม่และการศึกษาข้อมูลการระบาดของแมลงในพื้นที่เพาะปลูกก่อนทำการทดลองจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2542. สถิติการนำเข้าวัตถุดิบทรายทางการเกษตร พ.ศ. 2541. กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพฯ.
- กรมวิชาการเกษตร. 2549. การปลูกคะน้า. ห้องสมุดความรู้การเกษตร. แหล่งที่มา: <http://www.doae.go.th/library/html/detail/kana2.htm>, 20 ตุลาคม 2549.
- กองวัดภูมิพิสัยการเกษตร. 2538. การศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเคมีของเกษตรกรและความสนใจในโครงการลดใช้สารเคมีทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 73 .
- กอบเกียรติ บันสิทธิ์, ปิยรัตน์ เจียนมีสุข และ วินัย รัชตปกรณชัย. 2534. แมลงศัตรูพืชตระกูลถั่ว, น. 33-40. ใน การอบรมหลักสูตรแมลงศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 6. กองกัญและสัตววิทยา, กรุงเทพฯ.
- ขวัญชัย สมบัติศิริ. 2524. ยากำจัดแมลง. ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จริยา จันทน์ไพแสง และ วินัย รัชตปกรณชัย. 2541. การใช้แบคทีเรียควบคุมแมลงศัตรูผัก. เอกสารประกอบนิทรรศการงานเกษตรแฟร์. แหล่งที่มา: <http://www.kmitl.ac.th/hydro/Hydr-Pest/BT.pdf>, 20 ตุลาคม 2549.
- ไฉน ยอดเพชร. 2542. พืชผักในตระกูล crucifer. ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ไร่เขียว, กรุงเทพฯ.
- ทิพย์วดี อรรถธรรม. 2535. โรควิทยาของแมลง. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- นิพนธ์ เอี่ยมสุภาษิต. 2548. รายงานความก้าวหน้าเรื่องการสำรวจองค์ความรู้ด้านสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในมิติสิ่งแวดล้อม. โครงการเกษตรแบบยั่งยืนเพื่อสิ่งแวดล้อม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 92 .

พาลาภ สิงหเสนี. 2537. พืชของยากำจัดแมลงต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม. ครั้งที่ 4. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พิมลพร จันทะ. 2543. การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี, น. 1-42. ใน เอกสารวิชาการ การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีเพื่อการเกษตรยั่งยืน. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.

มาลี ชวนะพงศ์, จีรนุช เอกอำนวย, ดำรง เวชกิจ, รจนา สุรการ และ สุปราณี อัมพิทักษ์. 2542. เทคนิคการพ่นสารป้องกันกำจัดหนอนใยผัก *Plutella xylostella* (Linnaeus) ในกะหล่ำ. วารสารกัญและสัตววิทยา 21 (4): 243-251.

_____, วิภาดา ปลอดครบุรี, อรพรรณ วิเศษสังข์, เสริมศิริ คงแสงดาว,จินตนา ภู่มงกุฏชัย และ สมเกียรติ ขำเอี่ยม. 2545. ทดสอบการป้องกันกำจัดศัตรูกะหล่ำโดยวิธีผสมผสาน. วารสารกัญและสัตววิทยา 24 (2): 85-99.

วินัย รัชตปกรณชัย. 2535. แมลงศัตรูพืชผักตระกูลกะหล่ำและแนวทางการบริหาร, น. 142-152. แมลงและสัตว์ศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหาร. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

_____และ ณัฐวัฒน์ แยมยิ้ม. 2538. ผลของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* ต่อแมลงศัตรูผักที่สำคัญในกะหล่ำ. รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2538 : 102-114.

ศิริศักดิ์ เทพาคำ. ม.ป.ป. การจัดการศัตรูพืชด้วยชีววิธี. แหล่งที่มา:
<http://rde.biotec.or.th/Biocontrol.pdf>, 1 เมษายน 2552.

สมศักดิ์ ศิริพลตั้งมั่น. 2546. การใช้สารกำจัดแมลงสลับกับเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* ป้องกันกำจัดหนอนใยผักในกะหล่ำปลี. วารสารกัญและสัตววิทยา 25 (4): 271-282.

สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2521. ยากำจัดแมลง. อักษรประเสริฐ, กรุงเทพฯ.

_____. 2526. แมลงศัตรูพืชทางการเกษตรของประเทศไทย. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

- สุภาณี พิมพ์สมาน. 2537. **สารกำจัดแมลง. ครั้งที่ 1.** โครงการตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สันติภาพ นวลจำรัส, เกษม สร้อยทอง, สมเดช กนกเมธากุล และ อุบอบ โคลัมเบ็ท. 2545. การทดสอบประสิทธิภาพของ *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, น้ำมันสะเดาและน้ำมันรำข้าวในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ผัก *Spodoptera litura* (F), น. 691. **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 28.** สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, กรุงเทพฯ.
- โสภณ อุไรชื่น, Jean-Michel Vassal และ Maurice Vaissayre. 2546. ความต้านทานของหนอนเจาะสมอฝ้ายที่มีต่อ α -endotoxins ของ *Bacillus thuringiensis* Berliner. **วารสารกัญและสัตววิทยา** 25 (3): 139-151.
- อรัญ งามพ่องไส. 2547. **สารเคมีควบคุมศัตรูพืช (Pesticides).** มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.
- อุดม โกสสัยสุข. 2541. **การปลูกผักกินใบ.** อักษรบัณฑิต, กรุงเทพฯ.
- อจันรา ตันติโชค. 2544. ปีที: การควบคุมแมลงศัตรูพืช, น. 183-208. ใน เอกสารวิชาการ การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีเพื่อการเกษตรยั่งยืน. กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร.
- Aronson A.I., W. Beckman and P. Dunn. 1986. *Bacillus thuringiensis* and related insect pathogens. **Microbial Review** 50: 1-24.
- Black B.C., R.M. Hollingworth, K. I.Ahmmadsahib, C.D. Kukel and S. Donovan. 1994. Insecticidal action and mitochondrial uncoupling activity of AC-303, 630 and related halogenated pyrroles. **Pesticide biochemistry and physiology** 50: 115-128.

- Bloomquist J. R. 1996. **Insecticides: Chemistries and Characteristics**. Available Source: <http://ipmworld.umn.edu/chapters/bloomq.htm>, February 17, 2009.
- Carrie Swadener. 1994. *Bacillus thuringiensis* (B.t.). Available Source: www.greens.org.nz/node/18395, January 20, 2009.
- Diserens H. and Henzelin M. 1999. Determination of abamectin residues in fruits and vegetables by high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography A** . 833 (1): 13-18. Cited Joint FAO/WHO Food Standards Programme. 1997. **Codex Committee on Pesticide Residues** : 151.
- Herman Hofte, Jeroen Van Rie, Stefan Jansens, Annemie Van Houtven, Hilde Vanderbruggen and Mark Vaeck. 1988. Monoclonal Antibody Analysis and Insecticidal Spectrum of Three Types of Lepidopteran-Specific Insecticidal Crystal Proteins of *Bacillus thuringiensis*. **Applied and Environmental Microbiology** 54 (8): 2010-2017.
- Knowles B.H. 1994. The mode of action of *Bacillus thuringiensis* delta-endotoxin. **Advances in Insect Physiology** 24: 275-308.
- Mascarenhas R.N. and D.J. Boethel. 1997. Response of Teld-collected strains of soybean looper to selected insecticides using an artificial diet overlay bioassay. **Journal of Economic Entomology** 90: 1117–1124.
- Mohan M. and G.T. Gujar. 2001. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* strains and commercial formulations to the diamondback moth, *Plutellaxylostella* (L.). **Crop Protection** 20: 311-316.
- Pimprale, S.S., C.L Besco, P.K. Bryson and T.M. Brown. 1997. Increased susceptibility of pyrethroid-resistant tobacco budworm (Lepidoptera: Noctuidae) to chlorfenapyr. **Journal of Economic Entomology** 90: 9-54.

- Putter, I., J. G. Mac Connel, F. A. Preiser, A. A. Haidri, S. S. Ristich and R. A. Dybas, 1981. Avermectins: Novel Insecticides, Acaricides and Nematicides from a Soil Microorganism. **Experientia** 37: 963–964.
- Rudolf E. Noble. 2002. Effects of UV-irradiation on seed germination. **The Science of the Total Environment** 299: 173-176.
- Sheppard D.C. and J.A Joyce. 1998. Increased susceptibility of pyrethroid-resistant horn flies (Diptera:Muscidae) to chlorfenapyr. **Journal of Economic Entomology** 91: 398-400.
- Shoop W.L., H. Mrozik and M.H. Fisher. 1995. Structure and activity of avermectins and milbemycins in animal health. **Veterinary Parasitology** 59: 139-156.
- Suresh Kumar N. and Venkateswerlu G. 1998. Endogenous protease-activated 66-kDa toxin from *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* active against *Spodoptera littoralis*. **FEMS Microbiology Letters** 159: 113-120.
- United States Environmental Protection Agency. 2001. **Pesticide Fact Sheet**. Chlorfenapyr Reson for Issuance: New Chemical Registration. Available Source: <http://www.epa.gov/opprd001/factsheets/chlorfenapyr.pdf>, February 16, 2009.
- World Health Organization. 2004. **The WHO Recommended Classification of Pesticide by Hazard and guidelines to classification**. Available Source: http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard_rev_3.pdf, March 16, 2009.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 คะแนนความสมบูรณ์ของต้นกะน้าในแปลงตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

อายุกะน้า (วัน)	แปลง ควบคุม	คะแนนความสมบูรณ์ของต้นกะน้า (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อน)			
		บีทีสายพันธุ์ ไอชาไว	บีทีสายพันธุ์ เคอร์สตากี้	อะบาเม็กติน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (40+20 mL)	อะบาเม็กติน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (80+40 mL)
30	3.7±0.1	3.6±0.7	3.3±0.1	3.2±0.1	3.4±0.3
35	3.8±0.9	3.7±0.2	4.0±0.2	4.1±0.1	4.0±0.1
40	3.2±0.2 ^A	3.8±0.9 ^B	3.8±0.4 ^B	3.8±0.7 ^B	3.8±0.1 ^B
45	3.8±0.2	4.2±0.2	4.2±0.1	4.0±0.1	4.3±0.1

^{A, B} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนเดียวกันของตารางไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 2 ความสูงของต้นกะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

อายุกะน้า (วัน)	แปลง ควบคุม	ส่วนสูง (เซนติเมตร) (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อน)			
		บีทีสายพันธุ์ ไอชาไว	บีทีสายพันธุ์ เคอร์สตากี้	อะบาเม็กติน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (40+20 mL)	อะบาเม็กติน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (80+40 mL)
20	10.6±0.5	10.1±0.7	10.2±0.1	10.0±0.3	10.0±0.3
25	15.2±0.4	14.4±0.6	15.1±0.7	14.9±0.4	14.8±0.5
30	19.6±0.5	20.0±0.5	20.0±0.4	20.2±0.6	18.8±1.0
35	29.0±0.6	29.3±1.4	30.3±2.0	29.2±1.8	30.2±1.8
40	31.3±0.5	33.1±0.6	33.4±0.6	33.0±0.3	33.4±0.5
45	35.6±1.5	38.2±1.3	37.3±1.9	37.2±0.6	40.6±0.8

ตารางผนวกที่ 3 พื้นที่ใบของคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

อายุคะน้า (วัน)	พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร) (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อน)				
	แปลงควบคุม	บีทีสายพันธุ์		อะบาเม็กติน +	อะบาเม็กติน +
		ไอซาไว	เคอร์สตากี้	คลอร์ฟิโนเพอร์ (40+20 mL)	คลอร์ฟิโนเพอร์ (80+40 mL)
20	7.8±0.5	9.8±0.9	9.6±1.4	9.1±0.7	9.7±0.6
25	18.4±1.0	21.7±2.5	22.0±1.5	20.1±1.2	19.6±1.1
30	56.1±3.2	47.2±4.2	53.0±3.4	46.4±2.0	45.7±6.1
35	82.8±6.3 ^A	94.5±6.6 ^{AB}	102.9±5.2 ^B	107.7±3.4 ^B	97.5±4.9 ^{AB}
40	107.6±4.7	103.8±2.5	107.7±4.6	120.8±5.2	115.7±6.3
45	143.1±7.3	178.7±22.1	183.8±29.2	151.3±11.4	197.5±12.7

^{A, B} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนเดียวกันของตารางไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 4 น้ำหนักของผลผลิตคะน้าที่อายุ 45 วันหลังจากได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

น้ำหนัก (กรัม)	น้ำหนัก/ต้น (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อน)				
	แปลงควบคุม	บีทีสายพันธุ์		อะบาเม็กติน +	อะบาเม็กติน +
		ไอซาไว	เคอร์สตากี้	คลอร์ฟิโนเพอร์ (40+20 mL)	คลอร์ฟิโนเพอร์ (80+40 mL)
น้ำหนักสด	69.6±4.7	74.6±4.7	77.0±7.4	78.6±5.2	88.0±9.8
%น้ำหนัก แห้ง	10.8±0.7	10.9±1.2	11.7±1.1	11.7±1.2	12.9±0.6

ตารางผนวกที่ 5 คะแนนการถูกทำลายโดยแมลงภายในแปลงค่น้ำตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงรอบการปลูกที่ 1

คะแนนการถูกทำลายโดยแมลงภายในแปลง (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อน)					
อายุค่น้ำ (วัน)	แปลง ควบคุม	บีทีสายพันธุ์ ไอชาไว	บีทีสายพันธุ์ เคอร์สตากี้	อะบาเม็กติน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (40+20 mL)	อะบาเม็กติน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (80+40 mL)
30	2.8±0.6 ^A	3.1±0.5 ^B	3.3±0.5 ^C	3.8±0.4 ^D	4.0±0.0 ^E
35	3.0±0.8 ^A	3.5±0.5 ^B	3.9±0.5 ^C	4.0±0.0 ^C	4.0±0.0 ^C
40	2.3±0.8 ^A	3.1±0.8 ^B	3.8±0.0 ^C	4.0±0.4 ^D	4.0±0.0 ^D
45	2.5±0.1 ^A	3.1±0.5 ^B	3.8±0.4 ^C	4.0±0.0 ^D	4.0±0.0 ^D

A, B, C, D ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนเดียวกันของตารางไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 6 การถูกกัดกินของใบค่น้ำตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

คะแนนการถูกกัดกินของใบค่น้ำ (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อน)					
อายุค่น้ำ (วัน)	แปลงควบคุม	บีทีสายพันธุ์ ไอชาไว	บีทีสายพันธุ์ เคอร์สตากี้	อะบาเม็กติน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (40+20 mL)	อะบาเม็กติน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (80+40 mL)
30	2.4±0.2	2.7±1.0	2.7±0.7	2.7±0.8	2.9±0.4
35	2.2±0.2 ^A	2.8±0.1 ^B	2.8±0.5 ^B	2.8±1.0 ^B	3.0±0.4 ^B
40	1.7±0.8 ^A	2.2±0.9 ^B	2.6±0.6 ^C	2.8±0.4 ^{CD}	3.0±0.2 ^D
45	1.4±0.8 ^A	2.0±0.8 ^B	2.3±0.1 ^{BC}	2.4±0.1 ^C	2.8±1.0 ^D

A, B, C, D ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนเดียวกันของตารางไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 7 จำนวนด้วงหมัดผัก (*Phyllotreta sinuata* Step.) ที่พบในแปลงกะน้าตามช่วงอายุ หลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

อายุกะน้า (วัน)	จำนวนด้วงหมัดผัก (ตัว/ต้น) (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อน)				
				อะบาเม็กติน +	อะบาเม็กติน +
	แปลงควบคุม	บีสายพันธุ์ ไอชาไว	บีสายพันธุ์ เคอร์สตากี้	คลอร์ฟิโนเพอร์ (40+20 mL)	คลอร์ฟิโนเพอร์ (80+40 mL)
30	0.2±0.2	0.6±0.4	0.1±0.1	0.0±0.0	0.0±0.0
35	0.4±0.1 ^A	0.2±0.1 ^{AB}	0.2±0.1 ^{AB}	0.1±0.1 ^B	0.0±0.0 ^B
40	4.7±1.4	4.9±2.8	2.4±0.9	4.2±3.2	0.0±0.0
45	12.5±4.0	8.8±5.6	4.7±2.0	1.8±0.5	0.7±0.4

^{A, B} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนเดียวกันของตารางไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 8 จำนวนหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) ที่พบในแปลงกะน้าตามช่วงอายุหลัง ได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

อายุกะน้า (วัน)	จำนวนหนอนใยผัก (ตัว/ต้น) (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อน)				
				อะบาเม็กติน +	อะบาเม็กติน +
	แปลงควบคุม	บีสายพันธุ์ ไอชาไว	บีสายพันธุ์ เคอร์สตากี้	คลอร์ฟิโนเพอร์ (40+20 mL)	คลอร์ฟิโนเพอร์ (80+40 mL)
30	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
35	3.2±1.7	0.3±0.2	2.1±2.1	0.0±0.0	0.0±0.0
40	20±7.5 ^A	17.3±6.5 ^{AB}	4.2±2.3 ^{BC}	0.1±0.1 ^C	0.0±0.0 ^C
45	31.7±11.4 ^A	16.8±4.9 ^{AB}	14.8±4.8 ^{AB}	3.2±2.2 ^B	1.9±1.4 ^B

^{A, B, C} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนเดียวกันของตารางไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 9 จำนวนหนอนกระทู้ผัก [*Spodoptera litura* (Fabricius)] ที่พบในแปลงค่น้ำตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 1

อายุค่น้ำ(วัน)	จำนวนหนอนกระทู้ผัก (ตัว/ต้น) (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อน)				
	แปลงควบคุม	บีทีสายพันธุ์ไอชาไว	บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี้	อะบาเม็กติน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (40+20 mL)	อะบาเม็กติน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (80+40 mL)
30	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
35	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
40	0.3±0.2	0.1±0.1	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
45	0.2±0.2	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0

ตารางผนวกที่ 10 คะแนนความสมบูรณ์ของต้นค่น้ำในแปลงตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2

อายุค่น้ำ(วัน)	คะแนนความสมบูรณ์ของต้น (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อน)				
	แปลงควบคุม	บีทีสายพันธุ์ไอชาไว	บีทีสายพันธุ์เคอร์สตากี้	อะบาเม็กติน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (40+20 mL)	อะบาเม็กติน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (80+40 mL)
30	3.8±0.2	3.9±0.3	3.8±0.2	4.0±0.2	4.1±0.3
35	3.9±0.3	4.0±0.1	4.0±0.2	4.1±0.2	4.3±0.2
40	2.5±0.3	3.0±0.4	2.8±0.4	3.1±0.5	3.1±0.3
45	2.8±0.2 ^A	3.0±0.2 ^{AB}	3.3±0.2 ^{AB}	3.6±0.2 ^B	3.6±0.2 ^B

^{A, B} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนเดียวกันของตารางไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 11 ความสูงของต้นกะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2

อายุกะน้า (วัน)	แปลง ควบคุม	ความสูง (เซนติเมตร) (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อน)			
		ปีที่สายพันธุ์ ไอชาไว	ปีที่สายพันธุ์ เคอร์สตาเก้	อะบาเม็กดิน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (40+20 mL)	อะบาเม็กดิน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (80+40 mL)
20	9.3±0.1	9.2±0.4	9.6±0.3	9.4±0.2	9.4±0.2
25	10.7±0.3	11.5±0.4	11.8±0.4	11.3±0.4	11.8±0.3
30	17.8±0.6	18.1±0.5	18.4±0.7	17.7±0.7	18.1±0.4
35	22.5±0.7	23.4±0.4	23.5±0.4	22.6±0.2	22.8±0.5
40	16.9±1.6	19.1±1.5	17.9±2.0	18.7±1.9	18.4±1.5
45	20.7±0.3 ^A	21.7±0.4 ^{AB}	21.9±0.5 ^{AB}	23.2±0.2 ^C	22.8±0.6 ^{BC}

^{A, B, C} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนเดียวกันของตารางไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 12 พื้นที่ใบของผักกะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2

อายุกะน้า (วัน)	แปลง ควบคุม	พื้นที่ใบ (ตารางเซนติเมตร) (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อน)			
		ปีที่สายพันธุ์ ไอชาไว	ปีที่สายพันธุ์ เคอร์สตาเก้	อะบาเม็กดิน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (40+20 mL)	อะบาเม็กดิน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (80+40 mL)
20	9.8±0.5	10.5±0.3	10.1±0.5	9.7±0.5	11.1±0.1
25	14.0±0.7	14.3±0.7	14.8±0.9	16.0±1.3	16.4±1.3
30	22.6±1.9	23.2±0.5	24.8±1.0	23.6±1.3	25.8±0.8
35	45.0±2.6	47.9±1.6	47.9±3.0	49.5±2.1	48.9±2.2
40	41.5±3.9	47.4±4.7	46.8±5.8	43.7±5.6	40.9±4.1
45	54.0±5.7	66.0±3.9	62.4±3.6	56.8±8.3	55.0±5.6

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวทิพย์อุษา คุ่มประวัติ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	17 มกราคม 2525
สถานที่เกิด	อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ประวัติการทำงาน	2547-2548 เจ้าหน้าที่ฝ่ายการตลาด บริษัทสวีฟท์ จำกัด
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนอุดหนุนการค้นคว้าและวิจัยประเภทวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 13 น้ำหนักของผลผลิตคะน้าที่อายุ 45 วันหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2

น้ำหนักของผลผลิต/ต้น (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อน)					
น้ำหนัก (กรัม)	แปลงควบคุม	บีทีสายพันธุ์		อะบาเม็กติน +	อะบาเม็กติน +
		ไอซาไว	เคอร์สตากี้	คลอร์ฟิโนเพอร์ (40+20 mL)	คลอร์ฟิโนเพอร์ (80+40 mL)
น้ำหนักสด	57.7±4.6 ^A	57.7±2.9 ^A	60.4±2.5 ^A	73.0±1.9 ^B	73.4±2.2 ^B
%น้ำหนัก แห้ง	10.2±0.3	10.1±0.2	10.1±0.2	9.9±0.3	10.1±0.1

^{A, B} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนเดียวกันของตารางไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 14 คะแนนการถูกทำลายโดยแมลงของผักคะน้าในแปลงตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2

คะแนนการถูกทำลายโดยแมลงภายในแปลง (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อน)					
อายุคะน้า (วัน)	แปลง ควบคุม	บีทีสายพันธุ์		อะบาเม็กติน +	อะบาเม็กติน +
		ไอซาไว	เคอร์สตากี้	คลอร์ฟิโนเพอร์ (40+20 mL)	คลอร์ฟิโนเพอร์ (80+40 mL)
30	2.8±0.1 ^A	3.2±0.1 ^B	3.4±0.1 ^C	3.8±0.0 ^D	4.0±0.0 ^E
35	2.2±0.1 ^A	2.5±0.1 ^B	2.8±0.1 ^B	3.2±0.1 ^C	3.5±0.2 ^D
40	1.7±0.1 ^A	1.9±0.1 ^B	2.0±0.1 ^B	3.0±0.1 ^C	3.1±0.1 ^C
45	1.4±0.1 ^A	1.9±0.1 ^B	2.2±0.2 ^B	3.1±0.1 ^C	3.3±0.1 ^C

^{A, B, C, D, E} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนเดียวกันของตารางไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 15 คะแนนการถูกกัดกินของใบคะน้าในแปลงตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2

คะแนนการถูกกัดกินของใบคะน้า (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อน)					
อายุคะน้า (วัน)	แปลง ควบคุม	บีทีสายพันธุ์ ไอชาไว	บีทีสายพันธุ์ เคอร์สตาเก้	อะบาเม็กดิน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (40+20 mL)	อะบาเม็กดิน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (80+40 mL)
30	2.3±0.1 ^A	2.7±0.1 ^B	2.8±0.1 ^{BC}	2.9±0.0 ^C	3.0±0.0 ^C
35	1.7±0.1 ^A	2.4±0.1 ^B	2.5±0.1 ^B	2.9±0.0 ^C	3.0±0.0 ^C
40	1.9±0.1 ^A	2.2±0.0 ^B	2.4±0.1 ^B	2.9±0.0 ^C	3.0±0.0 ^C
45	1.8±0.1 ^A	2.0±0.1 ^B	2.2±0.1 ^C	2.9±0.0 ^D	3.0±0.0 ^D

^{A, B, C} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนเดียวกันของตารางไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 16 จำนวนด้วงหมัดผัก (*Phyllotreta sinuata* Step.) ที่พบในแปลงคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2

จำนวนด้วงหมัดผัก (ตัว/ต้น) (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อน)					
อายุคะน้า (วัน)	แปลง ควบคุม	บีทีสายพันธุ์ ไอชาไว	บีทีสายพันธุ์ เคอร์สตาเก้	อะบาเม็กดิน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (40+20 mL)	อะบาเม็กดิน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (80+40 mL)
30	0.8±0.3 ^A	0.3±0.1 ^{BC}	0.6±0.2 ^{AB}	0.1±1.1 ^C	0.1±0.1 ^C
35	1.2±0.2 ^A	0.9±0.1 ^B	0.5±0.1 ^C	0.2±0.1 ^{CD}	0.1±0.1 ^D
40	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
45	4.7±1.8	3.4±1.3	2.4±1.3	0.5±0.4	0.4±0.2

^{A, B, C, D} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนเดียวกันของตารางไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 17 จำนวนหนอนใยผัก (*Plutella xylostella* L.) ที่พบในแปลงคะน้าตามช่วงอายุ หลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2

อายุคะน้า (วัน)	แปลง ควบคุม	จำนวนหนอนใยผัก (ตัว/ต้น) (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อน)			
		บีทีสายพันธุ์ ไอชาไว	บีทีสายพันธุ์ เคอร์สตากี้	อะบาเม็กติน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (40+20 mL)	อะบาเม็กติน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (80+40 mL)
30	2±0.7	1.3±0.7	1.3±0.6	1.5±1.0	0.2±0.2
35	3.6±1.5 ^A	2.5±0.7 ^{AB}	0.9±0.2 ^{BC}	0.5±0.2 ^{BC}	0.0±0.0 ^C
40	24.5±18.4	25.6±13.8	5.0±1.1	1.3±1.0	0.0±0.0
45	20.1±5.6	12.6±3.6	11.2±3.6	9.3±3.3	2.8±1.9

^{A, B, C} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนเดียวกันของตารางไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT

ตารางผนวกที่ 18 จำนวนหนอนกระทู้ผัก [*Spodoptera litura* (Fabricius)] ที่พบในแปลงคะน้าตามช่วงอายุหลังได้รับการฉีดพ่นด้วยสารกำจัดแมลงในรอบการปลูกที่ 2

อายุคะน้า (วัน)	แปลงควบคุม	จำนวนหนอนกระทู้ผัก (ตัว/ต้น) (ค่าเฉลี่ย±ความคลาดเคลื่อน)			
		บีทีสายพันธุ์ ไอชาไว	บีทีสายพันธุ์ เคอร์สตากี้	อะบาเม็กติน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (40+20 mL)	อะบาเม็กติน + คลอร์ฟิโนเพอร์ (80+40 mL)
30	0.4±0.2	0.1±0.1	0.0±0.0	0.1±0.1	0.0±0.0
35	0.5±0.1 ^A	0.3±0.2 ^{AB}	0.3±0.1 ^{AB}	0.0±0.0 ^B	0.0±0.0 ^B
40	11.7±4.6 ^A	6.0±1.8 ^{AB}	4.0±1.2 ^B	2.3±1.8 ^B	0.0±0.0 ^B
45	11.4±5.0 ^A	4.1±1.6 ^{AB}	4.0±1.4 ^{AB}	0.2±0.2 ^B	0.0±0.0 ^B

^{A, B} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนเดียวกันของตารางไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ $p < 0.05$ โดยวิธี DMRT