21659
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง
ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ความต้านทานของด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky, Coleoptera : Curculionidae) ที่มีต่อสาร chlorpyrifos

Resistance of the Maize Weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky, Coleoptera : Curculionidae) to Chlorpyrifos

T098948

โดย

นางสาวชนาธินาถ แจ่มใส

นางสาวณรินทร์ ลาภโสภา

Miss Chanatinat Cheamsai

Miss Narin Lapsopha

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ส.ม.
ว1490
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 98948
วัน,เดือน,ปี 12 Oct 2006

.b 11777012
.i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

ความต้านทานของด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky, Coleoptera : Curculionidae) ที่มีต่อสาร chlorpyrifos

Resistance of the Maize Weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky, Coleoptera : Curculionidae) to Chlorpyrifos

โดย

นางสาวชนาธินาถ แจ่มใส

นางสาวณรินทร์ ลาภโสภา

ได้พิจารณาความเห็นชอบโดย

.....

(รศ.ดร.วรเดช จันทรสร)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ชวาลา บุรณศิริ)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่ ๒๙ เดือน ๑๒ ค. พ.ศ. ๕๖

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : ความต้านทานของด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky, Coleoptera : Curculionidae) ที่มีต่อสาร chlorpyrifos

โดย : นางสาวชนาธินาถ แจ่มใส และ นางสาวณรินทร์ ลาภโสภา

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา : ..... ๒๖ /.....๒๕๕๑/.....

(รศ.ดร.วรเดช จันทรสร)

การทดสอบความต้านทานของด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky, Coleoptera : Curculionidae) ที่มีต่อสาร chlorpyrifos โดยวิธี residual film test กับตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 ในปริมาณ 0.0 (acetone), 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6 และ 1.8 ppm (0.00, 9.48, 12.63, 15.79, 18.95, 22.11, 25.27 และ 28.43 ng/cm^2 ตามลำดับ) ทำการทดสอบทั้งหมด 20 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว โดยในด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1 เป็นรุ่นที่ยังไม่เคยได้รับสารฆ่าแมลงใดๆ มาก่อน ส่วนรุ่นที่ 2 และ 3 เป็นด้วงงวงข้าวโพดที่รอดชีวิตจากการทดสอบด้วยสาร chlorpyfos ในปริมาณเท่ากับค่า LC_{50} ของรุ่นที่ 1 และ 2 ตามลำดับ บันทึกผลที่เวลา 24 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์การตายในแต่ละระดับความเข้มข้นของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1 คือ 0.00, 0.00, 59.50, 94.75, 93.16, 99.25, 100.00 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 2 คือ 0.00, 2.27, 36.37, 53.79, 90.66, 100.00, 100.00 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 3 คือ 0.00, 3.25, 35.25, 51.25, 91.75, 100.00, 100.00 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และพบว่าในด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 มีเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยคือ 67.5, 60.8 และ 60.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ น้ำหนักโดยเฉลี่ยต่อตัวของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 คือ 1.80, 1.72 และ 1.83 มิลลิกรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) ของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 คือ 368.5 ± 82.1 690.5 ± 89.8 และ 688.8 ± 63.5 mU/g.tissue ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบความความสัมพันธ์ระหว่างระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

activity) กับเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 พบว่าเมื่อระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) เพิ่มขึ้นส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การตายในแต่ละรุ่นมีแนวโน้มลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Title : Resistance of the Maize Weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky, Coleoptera : Curculionidae) to Chlorpyrifos

By : Miss Chanatinat Cheamsai and Miss Narin Lapsopha

Degree : Bachelor of Science in Agriculture

Major field : Plant Pest Management Technology

Advisor : ..... 23 / April / 07

(Assoc. Prof. Dr. Warlardaj Chantrasorn)

The resistance of maize weevil (*Sitophilus zeamais* Motschulsky, Coleoptera : Curculionidae) to chlorpyrifos (organophosphate group) using residual film Technique was conducted with the maize weevil on 1st, 2nd and 3rd generations rearing in an environmental chamber at 30 °c and 70% relative humidity. The first, second and third generations were tested with chlorpyrifos (technical grade) at 0.0 (acetone), 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6 and 1.8 ppm (0.00, 9.48, 12.63, 15.79, 18.95, 22.11, 25.27, 28.43 ng/cm^3). A total of twenty replications and 20 weevils were tested and mortality was recorded after 24 hours. The results showed that percent mortality of the 1st, 2nd and 3rd generation were 0.00, 0.00, 59.50, 94.75, 93.00, 99.00, 100.00, 100.00; 0.00, 2.27, 36.37, 53.79, 90.66, 100.00, 100.00, 100.00 and 0.00, 3.25, 35.25, 51.25, 91.75, 100.00, 100.00, 100.00, respectively. There were significant differences in mortality between different concentrations but non-significant differences among generations.

Weight and enzymatic activity of the 1st, 2nd and 3rd generations of weevil were studied and resulted found that the average weight of the weevils of 1st, 2nd and 3rd were 1.80, 1.70 and 1.80 mg, respectively and statistical non-significant differences. Enzymatic activity levels of each generation, were 368.5±82.1, 690.5±89.8 and 688.8±63.5 mV/g tissue, respectively and found non- significant differences.

Percent mortality and enzymatic activity of the 1st, 2nd and 3rd generations of weevil were compared and the result showed that even the enzymatic activity was increasing at each generation but the percent mortality had tendency to decrease after the 2nd and 3rd generations.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษเรื่อง ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก รศ. ดร.วรเดช จันทรสร ซึ่งเป็นผู้ควบคุมปัญหาพิเศษฉบับนี้ ผู้ทำวิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ คุณจรงค์ศักดิ์ พุมนวน นักวิทยาศาสตร์ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช ที่ได้ให้ความรู้เกี่ยวกับการหาระดับการทำงานของเอนไซม์ การเตรียมสารเคมีต่างๆในการทำการทดลอง ทำให้การปฏิบัติงานในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ตลอดจนครู อาจารย์ทุกท่าน ที่คอยอบรมสั่งสอนมาโดยตลอด และคอยให้การสนับสนุนเรื่องต่าง ๆ ตลอดเวลาที่ได้มีโอกาสศึกษาในสถาบันที่ให้ความรู้แห่งนี้

สุดท้ายนี้ หากในปัญหาพิเศษฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ก็ขออภัยและขอน้อมรับข้อผิดพลาดดังกล่าวไว้ ณ โอกาสนี้

ชนาธินาถ แจ่มใส
ณรินทร์ ลาภโสภา
มีนาคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	iii
คำนิยม	iv
สารบัญ	v
สารบัญภาพ	vi
สารบัญภาคผนวก	viii
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์	14
วิธีการทดลอง	15
ผลการทดลอง	17
วิจารณ์ผลการทดลอง	21
สรุปผลการทดลอง	22
เอกสารอ้างอิง	23
ภาคผนวก	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

1 เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 ในแต่ละระดับความเข้มข้นเมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos โดยวิธี residual film test ในปริมาณ 0.0 (acetone), 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6 และ 1.8 ppm (0.00, 9.48, 12.63, 15.79, 18.95, 22.11, 25.27 และ 28.43 ng/cm^2 ตามลำดับ) ทำการทดสอบทั้งหมด 20 ซ้ำๆละ 20 ตัว บันทึกผลที่เวลา 24 ชั่วโมง..... 18

2 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 เมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos โดยวิธี residual film test ในปริมาณ 0.0 (acetone), 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6 และ 1.8 ppm (0.00, 9.48, 12.63, 15.79, 18.95, 22.11, 25.27 และ 28.43 ng/cm^2 ตามลำดับ) ทำการทดสอบทั้งหมด 20 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว บันทึกผลที่เวลา 24 ชั่วโมง..... 18

3 ค่า Lethal Concentration (LC) ของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 เมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos โดยวิธี residual film test ในปริมาณ 0.0 (acetone), 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6 และ 1.8 ppm (0.00, 9.48, 12.63, 15.79, 18.95, 22.11, 25.27 และ 28.43 ng/cm^2 ตามลำดับ) ทำการทดสอบทั้งหมด 20 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว บันทึกผลที่เวลา 24 ชั่วโมง..... 19

4 น้ำหนักโดยเฉลี่ยต่อตัวของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 (ซึ่งรุ่นที่ 1 ยังไม่เคยได้รับสารฆ่าแมลงใดๆ มาก่อน ส่วนรุ่นที่ 2 และ 3 เป็นด้วงงวงข้าวโพดที่รอดชีวิตจากการทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos ในปริมาณเท่ากับค่า LC_{50} ของรุ่นที่ 1 และ 2 ตามลำดับ)..... 19

5 ระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) ของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 (ซึ่งรุ่นที่ 1 ยังไม่เคยได้รับสารฆ่าแมลงใดๆ มาก่อน ส่วนรุ่นที่ 2 และ 3 เป็นด้วงงวงข้าวโพดที่รอดชีวิตจากการทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos โดยวิธี residual film test ในปริมาณเท่ากับค่า LC_{50} ของรุ่นที่ 1 และ 2 ตามลำดับ).. 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่

6 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) กับเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 เมื่อระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การตายในแต่ละรุ่นมีแนวโน้มลดลง..... 20

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาคผนวก

หน้า

ตารางภาคผนวกที่

1 จำนวนการตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่1 เมื่อทดสอบด้วย สาร chlorpyrifos ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน..... 26

2 จำนวนการตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่2 เมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน..... 27

3 จำนวนการตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่3 เมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน..... 28

4 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนการตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1 เมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน..... 29

5 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนการตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 2 เมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน..... 29

6 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนการตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 3 เมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน..... 30

7 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนการตายของด้วงงวงข้าวโพดทั้ง 3 รุ่น เมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos..... 30

8 น้ำหนักของด้วงงวงข้าวโพดในแต่ละรุ่น..... 31

9 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักของด้วงงวงข้าวโพดทั้ง 3 รุ่น เมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos..... 31

10 ระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) ของด้วงงวงข้าวโพดในแต่ละรุ่น... 32

11 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) ของด้วงงวงข้าวโพดในแต่ละรุ่น..... 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ด้วงงวงข้าวโพด(*Sitophilus zeamais* Motschulsky) เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญในการเข้าทำลายเมล็ดพืชในโรงเก็บ โดยเฉพาะเมล็ดข้าวและข้าวโพด ด้วงงวงข้าวโพดนี้แพร่กระจายอยู่ทั่วโลก ชอบอากาศร้อนและอบอุ่น จึงมีแนวโน้มการระบาดในแถบเอเชียและแอฟริกา โดยการขนส่ง เป็นต้น การระบาดอาจมีตลอดทั้งปีเนื่องจากด้วงงวงข้าวโพดกินอาหารได้หลายชนิด วิธีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชในโรงเก็บนั้น นิยมใช้สารเคมีเพราะได้ผลและรวดเร็ว แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงเมล็ดพืชหรือการตกค้างของสารเคมีในผลผลิต ถ้าใช้ในการทำพันธุ์ควรใช้สารเคมีที่ออกฤทธิ์นานและมีอัตราสูง แต่ถ้านำไปใช้ในการบริโภคต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคโดยอาจใช้สารเคมีที่สลายตัวได้ในเวลาที่กำหนดและใช้ในอัตราที่อยู่ในระดับที่กำหนด สารเคมีที่ใช้สำหรับผลผลิตในโรงเก็บ เช่น มาลาไธออน, เฟนนิโตรไธออน, เมธิลโบรไมด์, คาร์บอนไดซัลไฟด์ และ คลอไพริฟอส เป็นต้น (สิริวัฒน์, 2525)

Residue contact test เป็นวิธีการที่ไม่สามารถบอกปริมาณที่แท้จริงที่แมลงได้รับสาร แต่เป็นวิธีการที่แมลง exposed ต่อสารเคมีจากพื้นผิวของขวดแก้ว ซึ่งเหมือนกับวิธีการทดลองที่เรียก WHO glass jar method ของ Choo และคณะ (2000) โดยใช้ให้แมลงสาบอเมริกันสัมผัสกับ Deltametrin จากผิวของ jar ขนาด 0.3 ลิตร (พื้นที่ผิวประมาณ 255.8 cm3) เพื่อหาค่า KT50 (Time to 50% knockdown)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความต้านทานของด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky, Coleoptera : Curculionidae) ที่มีต่อสาร chlorpyrifos
2. เพื่อหาเส้นทางการขจัดพิษ (detoxification route) ของด้วงงวงข้าวโพดที่มีต่อสาร chlorpyrifos

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

ด้วงงวงข้าวโพด

ชื่อสามัญ : Corn weevil

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Sitophilus zeamais* Motschulsky

วงศ์ : Curculionidae

อันดับ : Coleoptera

ด้วงงวงข้าวโพด เป็นแมลงศัตรูสำคัญอันดับหนึ่งของเมล็ดข้าวโพด ทั้งที่ใช้ทำเมล็ดพันธุ์และเพื่อการบริโภค โดยจะอาศัยกัดกินอยู่ภายในเมล็ดเหมือนด้วงงวงข้าว เมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้เป็นเวลานาน 6 เดือน จะได้รับความเสียหายสูงถึง 22 เปอร์เซ็นต์ หรืออาจสูงถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ในประเทศเขตร้อน การทำลายของด้วงงวงชนิดนี้ทำให้เมล็ดมีน้ำหนักเบา และหมดคุณค่าทางอาหาร ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้

จากปัญหาดังกล่าวได้มีการศึกษาหาวิธีการต่างๆ ที่จะนำมาใช้ป้องกันกำจัดแมลงศัตรูหลังเก็บเกี่ยวโดยลดการใช้สารเคมีสังเคราะห์ลง เช่น การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการใช้ประโยชน์จากเคมีธรรมชาติในพืช เพื่อกำจัดหรือป้องกันการทำลายจากแมลง

ความสำคัญและลักษณะการทำลาย

ด้วงงวงข้าวโพดเป็นแมลงศัตรูสำคัญอันดับหนึ่งของเมล็ดข้าวโพด ทั้งที่ใช้ทำพันธุ์และเพื่อการบริโภค โดยจะอาศัยและกัดกินอยู่ภายในเมล็ดเหมือนด้วงงวงข้าว และยังทำลายร่วมกับด้วงงวงข้าวอีกด้วย เมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้นาน 6 เดือน จะได้รับความเสียหายสูงถึง 22 เปอร์เซ็นต์และเมล็ดที่ถูกทำลายจะนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปไม่ได้ ในกรณีของข้าวโพดที่อยู่บนฝักจะมีเปลือกหุ้มหรือไม่ก็ตาม อาจจะถูกด้วงงวงข้าวโพดเจาะทำลายเป็นรูทั่วไป ทำให้เมล็ดมีน้ำหนักเบา และหมดคุณค่าทางอาหาร (ชุมพล, 2533)

รูปร่างลักษณะ ชีวประวัติ และอุปนิสัย

รูปร่างและลักษณะทั่วไปเหมือนด้วงงวงข้าวทุกประการ เพียงแต่มีสีเข้มกว่า คือ มีสีอกเป็นสีดำ และมีขนาดใหญ่กว่าเล็กน้อย คือ มีขนาด 3.0-3.5 มิลลิเมตร ดูจากลักษณะภายนอกแล้วจึงไม่สามารถจำแนกความแตกต่างระหว่างด้วงงวงข้าวและด้วงงวงข้าวโพดออกจากกันได้ นอกจากจะอาศัยดูความแตกต่างของอวัยวะสืบพันธุ์ของทั้ง 2 เพศ วงจรชีวิตของด้วงงวงข้าวโพดใช้เวลาประมาณ 30-45 วัน ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้นาน 1-2 เดือน หรืออาจถึง 6 เดือนก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแพร่กระจายและฤดูกาลระบาด

แพร่กระจายไปทั่วโลก โดยเฉพาะในแหล่งที่มีการปลูกข้าวโพด สามารถบินไปได้ไกลและแข็งแรง จึงทำให้ระบาดไปในที่ต่างๆ ได้รวดเร็ว (ชุมพล, 2533)

พืชอาหาร

กินอาหารได้หลายชนิดเหมือนด้วงงวงข้าว แต่ชอบกินเมล็ดข้าวโพดมากที่สุด ในกรณีของข้าวจากการสำรวจในประเทศอินโดนีเซียพบด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสาร (milled rice) มากกว่าในข้าวเปลือก (paddy or rough rice) และตรงกันข้ามในกรณีของด้วงงวงข้าว คือ พบในข้าวเปลือกมากกว่าข้าวสาร

แมลงศัตรูธรรมชาติ

ปกติมักจะมีตัวเบียนที่อยู่ในวงศ์ Ptermalidae อันดับ Hymenoptera ลงทำลาย หรือวงศ์อื่นๆ ด้วยเป็นครั้งคราว แมลงตัวเบียนของด้วงงวงข้าวโพดที่พบโดยทั่วไป คือ *Anisopteromalus calandrae*, *Lariopbagus distinguendus* และ *Cbaetospila elegans* (ชุมพล, 2533)

แหล่งกำเนิดที่มาของด้วงงวงข้าวโพด

แหล่งกำเนิดเดิมของแมลงศัตรูในโรงเก็บ ไม่มีใครยืนยันแน่นอน เชื่อว่าเดิมทีแมลงพวกนี้อาศัยอยู่ตามป่า ไร่นา โดยอาศัยและกัดกินผสมพันธุ์ตามเมล็ดพืช แต่มักมีศัตรูคอยรบกวนอยู่เสมอ ทำให้แมลงต้องพยายามดัดแปลงการกินและการขยายพันธุ์มาอยู่บนเมล็ดที่เก็บอยู่ในที่มิดชิด ต่อมามนุษย์มีวิวัฒนาการทางด้านการผลิต และการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรดีขึ้น มีโรงเก็บถาวรจัดเก็บผลผลิตเป็นสัดส่วนในบริเวณบ้านเรือน และแมลงก็ได้เคลื่อนย้ายตามเข้ามาอาศัยและทำลายผลผลิต ทำการขยายพันธุ์อยู่ภายในโรงเก็บโดยแอบแฝงปะปนเข้ามากับเมล็ดพืช แล้วปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมภายในโรงเก็บให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้และสืบพันธุ์ต่อไป

ต้นเหตุ การทำลายและการระบาดของแมลง

1. การทำลายในไร่นา ข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพด ได้ถูกทำลายตั้งแต่อยู่ในไร่หรือนา ขณะที่ข้าวแก่เต็มที่ โดยแมลงจะบินมาจากโรงเก็บที่อยู่ใกล้ๆ กับบริเวณเพาะปลูก จากนั้นก็เข้าไปวางไข่บนเมล็ด แล้วติดตามเข้ามาระบาดในโรงเก็บต่อไป

2. การทำลายเนื่องมาจากโรงเก็บที่ไม่ถูกสุขลักษณะ เมล็ดพืชเก่าที่ยังเหลือตกค้างอยู่ภายในโรงเก็บ แล้วไม่ได้ทำความสะอาดก่อนนำเมล็ดใหม่เข้าไปเก็บ เมล็ดใหม่จะถูกแมลงศัตรูที่ยังหลงเหลืออยู่ตามเมล็ดเก่า เข้าทำลายและขยายพันธุ์แพร่พันธุ์อย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทำลายเนื่องมาจากความสกปรกของบริเวณใกล้เคียงโรงเก็บ แมลงสามารถเคลื่อนย้ายจากเมล็ดพืชที่ตกค้างอยู่บริเวณภายนอกใกล้ๆ โรงเก็บ เริ่มเข้ามาทำลายผลผลิตในโรงเก็บ แล้วขยายพันธุ์เพิ่มปริมาณเป็นจำนวนมาก

4. แหล่งกำเนิดการทำลายที่มาจากวัสดุเก่า เกษตรกรส่วนมาก เมื่อเก็บเกี่ยวแล้วจะบรรจุผลผลิตลงกระสอบ แล้วนำไปเทในโรงเก็บ โดยพวกภาชนะบรรจุนั้นมีแมลงและไข่ของแมลงหลบซ่อนอยู่ จึงทำให้แมลงแพร่ระบาดไปยังที่อื่นๆ ได้

ความเสียหายของผลผลิตที่เกิดจากการทำลายของด้วงงวงข้าวโพด

1. ทำให้ผลผลิตสูญเสียน้ำหนัก (weigth loss) เนื่องจากแมลงเข้าทำลายโดยการกัดกินหรือแทะเล็มจากภายนอก บางกรณีเมล็ดพืชบางชนิดจะเหลือเพียงเปลือกหุ้มเมล็ด โดยที่ส่วนที่อยู่ภายในถูกแมลงทำลายหมด

2. ทำให้สูญเสียคุณค่าทางอาหาร (food loss) ในกรณีของเมล็ดพืชบางชนิดที่ส่วนของ endosperm ประกอบด้วย แป้ง ไขมัน และโปรตีน ส่วนของ germ จะประกอบไปด้วยวิตามินและธาตุอาหารต่างๆ เช่น Thaimine (B) และ Riboflavin (B) ถ้าส่วนไหนถูกทำลายคุณค่าทางอาหารที่อยู่ในส่วนนั้นก็จะสูญเสียไป และแมลงจะชอบทำลายส่วนของ germ มากกว่า เนื่องจากในสภาพที่มีความชื้นต่ำ ส่วนที่เป็น endosperm จะแข็งในขณะที่ส่วนของ germ จะอ่อน

3. ทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอก (seed loss) เมล็ดที่จะนำไปทำพันธุ์ เมื่อถูกแมลงทำลายอาจจะทำให้เมล็ดพันธุ์สูญเสียความงอก (germination) หรืออาจจะมีผลต่อความแข็งแรงต่อต้นพืช ซึ่งอาจจะทำให้พืชตายหรือไม่ได้ผลผลิตเลย

4. ทำให้ผลผลิตเสียคุณภาพ (quality loss) คุณภาพของผลผลิต คือ ความสม่ำเสมอของขนาดของสี ความหยาบหรือความละเอียด สิ่งสกปรกที่ปะปนอยู่ พิษตกค้างของสารฆ่าแมลง กลิ่นรสชาติ รวมทั้งของเสียที่เกิดจากขับถ่ายของแมลงที่เข้าทำลายและเศษชิ้นส่วนของแมลงที่ตายแล้ว การเข้าทำลายของแมลงจะทำให้คุณภาพของผลผลิตเสียไป ทำให้เป็นที่น่ารังเกียจสำหรับการที่จะนำไปบริโภค และอาจจะมีผลทำให้ราคาลดต่ำลงไป

5. ทำให้เกิดความร้อนขึ้นในกองเมล็ด จากการหายใจของแมลง ความร้อนจะแพร่กระจายไปตามเมล็ด และจะสะสมที่เมล็ดและกองเมล็ด ทำให้เกิดความร้อนสูงที่เป็นประโยชน์ต่อแมลง เพราะแมลงศัตรูในโรงเก็บส่วนใหญ่ชอบอยู่ที่อุณหภูมิสูง การกินอาหาร การเคลื่อนไหวเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว การเคลื่อนไหวมากยิ่งเกิดความร้อนมากทำให้ความร้อนแพร่กระจายภายในโรงเก็บ มีผลทำให้เกิดความชื้นตามมา อันเป็นสาเหตุการเข้าทำลายของเชื้อรา

6. ทำให้เกิดการสูญเสียเงินทอง (monetary loss) ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาไว้มีแมลงเข้าทำลายและทำให้เกิดความเสียหายในด้านต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะทำให้รายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลงไปกว่าที่ควรจะได้รับ และนอกจากนั้นในบางกรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่ผลผลิตไม่ได้คุณภาพตามที่ผู้ซื้อต้องการ อาจจะมีการส่งคืนสินค้าหรือทำลายสินค้าเหล่านั้นทั้งหมด ซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียเงินทองที่ลงทุนไปอย่างมากหรืออาจจะต้องเพิ่มการป้องกันกำจัดให้ดีขึ้นกว่าเดิม เป็นต้น

7. ทำให้เสียชื่อเสียง นอกจากต้องสูญเสียเงินทองและค่าใช้จ่ายตามที่ได้กล่าวไปแล้ว ยังจะทำให้ความเชื่อถือในด้านการค้าลดลง หรืออาจจะกระทบกระเทือนไปถึงสินค้าชนิดอื่นๆ ด้วย ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายกับประเทศชาติในส่วนรวมในกรณีที่ติดต่อค้าขายกับต่างประเทศ

8. ทำให้เกิดปัญหาทางสังคม (social problems) ในแหล่งที่มีการเก็บผลผลิตการเกษตรมากๆ เช่น ตามโรงเก็บขนาดใหญ่ๆ หรือตามโรงงานที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตทางการเกษตร เช่น ข้าว มะพร้าวหรือแป้ง เป็นต้น ถ้ามีการระบาดของแมลงบางชนิด เช่น มอดฟันเลื่อย มอดแป้ง หรือมอดข้าวสาร ประชากรของแมลงเหล่านี้จะก่อให้เกิดปัญหาแก่ชาวบ้านที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณนั้น บางคนต้องกินข้าวหรือนอนพักผ่อนในมุ้ง เนื่องจากแมลงบินไปเล่นไฟและบินไปเกาะตามตัวคน หรือปะปนในอาหาร และแทรกเข้าไปตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย ก่อความเดือดร้อนและรำคาญให้กับชาวบ้านเป็นอันมาก นอกจากนั้นยังมักจะทำลายผลผลิตทางการเกษตร หรืออาจจะก่อให้เกิดโรคผิวหนังกับคนงานหรือผู้ที่คลุกคลีกับผลผลิตเหล่านี้ได้ด้วย (ชูวิทย์, 2524)

วิธีการป้องกันและกำจัดด้วงงวงข้าวโพด

การป้องกันกำจัดแมลงโดยทั่วไป แบ่งออกเป็น 2 แบบใหญ่ๆ คือ การป้องกัน (preventive control) ซึ่งเป็นการกระทำก่อนที่แมลงจะลงทำลาย และการกำจัด (curative control) ซึ่งหมายถึงการกระทำหลังจากที่แมลงทำลายเรียบร้อยแล้ว สำหรับวิธีการกำจัดนั้นจะแยกออกเป็น 2 แบบ คือ การกำจัดหรือทำลายให้หมดไปจากพื้นที่เป้าหมาย (eradication) และการกำจัดให้ปริมาณของแมลงหรือความเสียหาย (damage) ลดลงในระดับที่ยอมรับกันทั่วไป (suppression)

การทำความสะอาดและการจัดการภายในโรงเก็บ

ในเรื่องความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยภายในโรงเก็บถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพราะว่าวิธีนี้เป็นเรื่องที่ง่ายที่สุดและเป็นมาตรการป้องกันแมลงได้ดีที่สุด ก่อนที่จะทำการเก็บเมล็ดพืชในฤดูใหม่ควรมีการทำความสะอาดพื้น ฝา และโครงสร้างส่วนอื่นๆ ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยหรือหลบซ่อนของแมลงได้ ทั้งนี้รวมถึงเมล็ดพืชและผลผลิตต่างๆ ที่หลงเหลือควรมีการเก็บไว้ในภาชนะหรือกระสอบควรจัดเรียงให้เป็นระเบียบเรียบร้อย และเว้นช่องว่างสำหรับการตรวจเช็คได้ง่าย กระสอบที่ไม่ได้ใช้ควรเก็บไว้ต่างหากและไม่ควรตั้งทิ้งไว้ใกล้ผลผลิตหรือกองเมล็ดพืช เพราะแมลงอาจจะใช้หลบซ่อนได้เช่นกัน และอีกประการหนึ่งถ้าหากว่ายังมีผลผลิตเก่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตกค้างในโรงเก็บ ผลผลิตใหม่ที่นำเข้ามาเก็บไว้ในที่เดียวกันควรแยกไว้คนละส่วนไม่ควรนำมาปนกันและของเก่าควรจะนำไปใช้หรือจำหน่ายก่อนของใหม่

การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บโดยใช้สารเคมี

สารฆ่าแมลงในที่นี้หมายถึง สารฆ่าแมลงที่ใช้กันทั่วไปและสารรมควัน สำหรับประเทศไทยมีการใช้สารฆ่าแมลงเพื่อกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บในระดับเกษตรกรนั้นทำน้อยมาก หรือแทบไม่มีเลย และการใช้สารฆ่าแมลงกันส่วนมากจะนิยมใช้กับเมล็ดพันธุ์ ซึ่งจะเป็นการใช้สารเคมีที่เหลือจากการใช้ในไร่นา หรือหาซื้อสารเคมีที่มีราคาถูกและหาซื้อง่าย เช่น ดีดีที หรือเซฟวิน เป็นต้น ส่วนวิธีอื่นๆ นอกจากนั้นก็เป็นการใช้เทคโนโลยีแบบชาวบ้าน

สารเคมี : คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos)

คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) ชื่อทางเคมีคือ O,O-diethyl O-(3,5,6-trichloro-2-piridyl) phosphorothioate ชื่อทางการค้าได้แก่ เดอร์สแบน (Dursban®), เอซิแบน (Aciban®), เจนเพสท์ (Genpest®), ไพริแบน (Pyriban®), ดีวิแบน (Deviban®), พิริเดน (Piridane®), ลอร์สแบน (Lorsban®), คราสสิก (Classic®), โบรแดน (Brodan®), อีแรเดกซ์ (Eradax®) และซุลแบน (Sulban®) chlorpyrifos มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 41- 42 องศาเซลเซียส ละลายได้ในอะซิโตน เบนซีน คลอโรฟอร์ม เอทธิลแอลกอฮอล์ เมทธิลแอลกอฮอล์ ไอโซออกเทนและสารทำละลายอินทรีย์อื่นๆ chlorpyrifosเป็นสารกำจัดแมลงที่ตกค้างในสิ่งแวดล้อมนาน มีประสิทธิภาพในการควบคุมยุง หมัดและตัวเบียนภายนอกของสัตว์เลี้ยง ออกฤทธิ์ฆ่าหนอน (larvicide) ใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชในไร่นา โดยใช้ทางดินหรือฉีดพ่น และใช้ควบคุมแมลงในบ้านเรือน chlorpyrifos มีพิษสูงต่อผึ้ง มีความเป็นพิษต่อสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ จึงมีข้อจำกัดในการใช้ควบคุมแมลงในน้ำหรือใช้กับพืชน้ำ ค่า LD_{50} ทางปากกับหนูขาวเท่ากับ 97-276 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Matsumura,1976; Metcalf,1994) 135-163มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Fest and Schmidt,1983) 135-163 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (The Pesticide Manual,1994) 96-270 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (Farm Chemicals Handbook,1995)

Thacker และคณะ (1995) ได้ศึกษาถึงผลของการเปลี่ยนแปลงของหยดสารกำจัดศัตรูพืชในด้านความเป็นพิษของสาร chlorpyrifos และ deltamethrin โดยได้มีการทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อประเมินถึงการเปลี่ยนแปลงขนาดหยดของสารกำจัดแมลงจะมีผลกระทบถึงความเป็นพิษต่อแมลงศัตรูพืชและแมลงที่เป็นประโยชน์ โดยใช้สารกำจัดแมลงที่อยู่ในกลุ่ม organophosphate (chlorpyrifos) และ pyrethroid (deltamethrin) ในการทดลองใช้เครื่อง hand-held microapplicator หรือ drop on demand monosize droplet generator ในการหยดสารมีขนาดแตกต่างกัน ดังนี้คือ 1.00, 0.25, 0.05 หรือ 0.20 µl จากผลการทดลอง แสดงให้เห็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าหารลดขนาดของหยดทำให้ความเป็นพิษเพิ่มขึ้น 6-5 เท่า สำหรับสาร deltamethrin ถ้าเพิ่มความเข้มข้นและทำให้ขนาดของหยดเล็กลงจะทำให้ได้ผลที่ดี แต่การใช้ microapplicator ในการทดลองในห้องปฏิบัติการ จะเป็นประเมินที่ต่ำเกินไปเมื่อนำไปเทียบกับสถานที่จริง

อาการพิษ ผู้ที่ได้รับพิษของวัตถุมีพิษจะมีอาการเซื่องซึม ตาพร่า ปวดเกร็งในช่องท้อง แน่นหน้าอก กล้ามเนื้อเปลี้ย ปวดศีรษะ หายใจขัด ม่านตาหรี่ น้ำลายไหล คลื่นไส้ อาเจียน ท้องร่วง เหงื่อออกมาก ตัวสั่น

การแก้พิษเบื้องต้น ถ้าวัตถุมีพิษถูกผิวหนังต้องล้างด้วยน้ำและสบู่ หากเข้าตาต้องล้างด้วยน้ำสะอาดหลายๆ ครั้ง ถ้าเกิดอาการเนื่องจากพิษของวัตถุมีพิษต้องรีบนำผู้ป่วยออกจากบริเวณที่ใช้วัตถุมีพิษ ชำระร่างกายให้สะอาด เปลี่ยนเสื้อผ้าใหม่ ให้ผู้ป่วยนอนในที่อากาศถ่ายเทได้ดี และให้ร่างกายได้รับความอบอุ่น หากเข้าปากให้รีบนำส่งแพทย์ทันที พร้อมด้วยภาชนะบรรจุหรือฉลากวัตถุมีพิษนั้น (หากผู้ป่วยมีอาการชัก หรือหมดสติ ห้ามให้น้ำหรือของเหลว หรือพยายามทำให้ผู้ป่วยอาเจียน) (ลักขณา, 2544)

การต้านทานต่อสารกำจัดแมลงของแมลง

ความต้านทานของแมลงต่อสารเคมีกำจัดแมลงหมายถึง แมลงที่ตายเมื่อได้รับสารป้องกันกำจัดแมลงในระดับเดิมที่เคยใช้ได้ผล ซึ่งในทางปฏิบัติย่อมหมายถึงการที่ต้องใช้สารในปริมาณที่มากขึ้นเพื่อให้ได้ผลเช่นเดิม ทั้งนี้หากพิจารณาในแง่ของอันตรายและค่าใช้จ่าย ไม่ควรแก้ปัญหาโดยใช้สารกำจัดแมลงในอัตราสูงขึ้นหรือใช้ซ้ำ ๆ ควรเปลี่ยนไปใช้สารกำจัดแมลงชนิดใหม่หรือใช้วิธีการใหม่จะเหมาะสมกว่า แม้ว่าวิธีการของแต่ละทางเลือกจะไม่สามารถเห็นผลอย่างชัดเจนทันที

ความหมายของความต้านทานในแง่นักกีฏวิทยาหมายถึงกลุ่มแมลงหรือจำนวนประชากรแมลงที่มีความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงแต่ละชนิดมีขนาดใหญ่ขึ้นหรือมีจำนวนมากขึ้น โดยที่ส่วนของประชากรแมลงที่ต้านทานนี้กลายเป็นกลุ่มเด่น (prominent fraction) ของประชากรแมลง และการต้านทานก็สามารถถ่ายทอดและต่อเนื่องไปสู่รุ่นต่อ ๆไปได้แม้ว่าจะเคยได้รับหรือไม่ได้รับสารกำจัดแมลงก็ตาม แมลงรุ่นลูกรุ่นหลานจะมีความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงนั้นๆ ผลที่เกิดขึ้นคือจะทำให้ลักษณะที่ต้านทานขึ้นในแมลง

แมลงแต่ละชนิดและแต่ละตัวจะสามารถเมทาบอไลต์ต่อสารเคมีได้แตกต่างกัน จึงทนทานต่อสารกำจัดแมลงหรือมีความอ่อนแอ (susceptible) ต่อสารกำจัดแมลงได้มากน้อยแตกต่างกัน ทำให้ในกลุ่มประชากรแมลงแต่ละกลุ่มมีทั้งแมลงที่ต้านทานและอ่อนแอต่อสารกำจัดแมลงรวมอยู่ด้วยกัน แมลงบางตัวหรือบางชนิดที่สามารถต้านทานต่อการเข้าทำลายของสารกำจัดแมลงได้ดีกว่า จะเป็นพวกที่รอดชีวิตจากสารดังกล่าวในขณะที่แมลงตัวอื่นหรือชนิดอื่น ๆจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตายหรือเป็นอันตรายจากการใช้สารชนิดเดียวกันและในขนาดเดียวกัน การใช้สารฆ่าแมลงที่ไม่สลายตัวหรือตกค้างนาน หรือมีการใช้บ่อย ๆอย่างต่อเนื่อง จะทำให้แมลงที่อ่อนแอต่อสารหรือไม่สามารถพัฒนาความต้านทานต่อสารตาย ในขณะที่แมลงที่มีความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงจะรอดชีวิตและมีโอกาสผสมพันธุ์กัน ทำให้เพิ่มจำนวนมากขึ้นและกลายเป็นประชากรส่วนใหญ่หรือเป็นกลุ่มเด่นของแมลงกลุ่มนั้น

สารกำจัดแมลงแต่ละชนิดจะเป็นตัวคัดเลือกแมลงที่ต้านทานต่อสาร เพราะสารกำจัดแมลงแต่ละชนิดจะทำให้แมลงพัฒนาได้แตกต่างกัน โดยที่แมลงแต่ละชนิดจะมีระดับความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงต่างกัน ซึ่งระดับความต้านทานหรือค่า resistance factor คำนวณได้จากค่า LD_{50} ของสารกำจัดแมลงชนิดหนึ่งที่มีผลต่อแมลงที่ต้านทานต่อสาร หารด้วยค่า LD_{50} ของสารกำจัดแมลงชนิดเดียวกันที่มีผลต่อแมลงที่อ่อนแอ ค่า resistance factor เป็นเพียงการเปรียบเทียบความต้านทานหรือความอ่อนแอของแมลงของสารกำจัดแมลงแต่ละชนิด ทั้งนี้ความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงของแมลงจะมีปัจจัยอื่นๆ เกี่ยวข้องอีกมาก เช่น ชนิดของสารทำละลาย (solvent) ที่ใช้ละลายสารกำจัดแมลงซึ่งจะมีผลต่อการซึมผ่านคิวทิเคิล (cuticle) ของแมลง วิธีการใช้สารกำจัดแมลง การเมแทบอลิซึมสารกำจัดแมลงของแมลงซึ่งจะเป็นแบบกระตุ้นหรือลดความเป็นพิษ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวจะทำให้ระดับความต้านทานของแมลงเปลี่ยนแปลงไป (ลักขณา, 2544)

ปรากฏการณ์การต้านทานต่อสารกำจัดแมลงของแมลงมักเป็นผลจากการใช้สารกำจัดแมลงที่คงทนหรือไม่สะลายตัวในสิ่งแวดล้อม การต้านทานของแมลงต่อสารกำจัดแมลงเริ่มพบตั้งแต่ปีค.ศ.1908 ซึ่งพบว่าเพลี้ยหอย (san lose scale) ต้านทานต่อไลม์-ซัลเฟอร์ (lime sulphur) ปีค.ศ.1916 เพลี้ยหอย (red scales และ black scales) ที่ทำลายส้มมีความต้านทานต่อไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ปีค.ศ. 1928 หนอนผีเสื้อม้วนใบ (codling moth) ในไร่แอปเปิ้ลต้านทานต่อสารประกอบสารหนู ปีค.ศ. 1935 เห็บ (tick) ของวัว-ควาย ต้านทานต่อสารประกอบของสารหนู ปีค.ศ. 1938 เพลี้ยหอย (citricola scale) ในสวนส้มต้านทานต่อไฮโดรเจนไซยาไนด์อีกหนึ่งปีถัดมา (ค.ศ.1939) มอดแป้ง (flour beetles) ที่ทำลายธัญพืชมีความต้านทานต่อไฮโดรเจนไซยาไนด์เช่นกัน ค.ศ.1942 เพลี้ยไฟ (thrips) ในสวนส้มต้านทานต่อทาร์ทาร์อีมีติก (tartaremetic) ในปีค.ศ.1946 แมลงวันบ้านต้านทานต่อดีดีที ปีค.ศ.1947 ยุงต้านทานต่อดีดีที ปีค.ศ.1949 ไร (mites) ต้านทานต่อพาราไธออน ปีค.ศ. 1951 เหา (body lice) และผีเสื้อหนอนม้วนใบในไร่แอปเปิ้ลต้านทานต่อดีดีที ในปีค.ศ. 1952 แมลงวันบ้านต้านทานต่อไพรีทรัม ในปีค.ศ. 1955 และต่อมาต้านทานต่อพาราไธออนในปีค.ศ. 1963 ทั้งนี้แมลงกว่า 120 ชนิด เริ่มมีความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงได้หลายชนิด ในปีค.ศ. 1969 แมลงมากกว่า 156 ชนิด ต้านทานต่อสารกำจัดแมลง ซึ่งในจำนวนนี้ประมาณ 55 ชนิด ต้านทานต่อดีดีที 84 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้านทานต่อดีลดริน และ 17 ชนิดต้านทานต่อสารออร์กาโนฟอสเฟต ทั้งนี้ Pimentel *et al.*(1993) ชี้ว่าในปีค.ศ. 1990 (พ.ศ. 2533) แมลงและไรต้านทานต่อสารกำจัดแมลงถึง 504 ชนิด(ลักขณา, 2544)

กลไกการต้านทานสารกำจัดแมลงของแมลง

กลไกการต้านทานต่อสารกำจัดแมลงของแมลงแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ซึ่งมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือลักษณะโครงสร้างของแมลง สัณฐานวิทยาของแมลง พฤติกรรมของแมลง สรีรวิทยาของแมลงและกลไกทางชีวเคมีของแมลง โดยที่แมลงจะสร้างกลไกดังกล่าวอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างร่วมกันเพื่อสร้างความต้านทาน เช่น แมลงอาจสร้างความต้านทานต่อสารเคมีโดยการสร้างกลไกการซึมผ่านคิวทิเคิล (cuticle) ของสารกำจัดแมลงและ/หรือเพิ่มเมแทบอลิซึม (metabolism) ของเอนไซม์ P_{450} (mixed function oxydase, cytochrome P_{450} microsomal monooxygenase) เอนไซม์ hydrolase หรือเอนไซม์ glutathione-transferase ซึ่งจะทำให้เกิดกระบวนการลดพิษสารกำจัดแมลงหรือแมลงสร้างกลไกลดความไวในการเปลี่ยนแปลงอะเซตทิลโคลินเอสเทอเรสซึ่งจะทำให้มีความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงออร์โนฟอสเฟตและคาร์บาเมต

ลักษณะทางโครงสร้างที่แตกต่างกันของแมลงจะทำให้ปริมาณสารพิษเข้าสู่ร่างกายแมลงแตกต่างกัน เช่น ผนังลำตัวภายนอกมีความหนาหรือความแข็งแตกต่างกัน ความแตกต่างของปีก เช่น ปีกมีเส้นขน (hair) หรือปีกถูกปกคลุมด้วยเกล็ด (scale) เนื้อปีกที่แตกต่างกัน เช่น ปีกบาง (membrane) ปีกทึบ (tegmina) หรือปีกแข็ง (elytra) เป็นต้น รวมทั้งลักษณะของขาที่แตกต่างกันจะมีผลต่อการแทรกซึมของสารเคมีเข้าสู่ร่างกายแมลงทำให้มีความแตกต่างในการต้านทาน ความเป็นพิษของสารกำจัดแมลง ความแตกต่างทางพฤติกรรมของแมลง ทำให้โอกาสที่แมลงจะสัมผัสกับสารพิษแตกต่างกัน เช่นแมลงที่บินเร็วอาจได้รับสารพิษน้อยกว่าแมลงที่มีการเคลื่อนเชื่องช้า แมลงที่บินไปบินมาไม่ค่อยเกาะกับต้นไม้นานอาจได้รับสารพิษน้อยกว่าแมลงที่เกาะนิ่งอยู่กับที่เมื่อมีการฉีดพ่นสารกำจัดแมลงบนต้นไม้ หรือแมลงที่เรียนรู้วิธีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อลดการได้รับสารกำจัดแมลงได้เร็วจะทำให้แมลงนั้นมีความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงมากขึ้น เช่น ไม่บินเข้าไปในพื้นที่ที่มีการใช้สารหรือไม่เกาะบริเวณที่มีสารพิษ หรือบินไปบินมาสลับกับการเกาะพัก จะทำให้มีโอกาสได้สัมผัสกับสารพิษน้อยกว่าการมีพฤติกรรมที่เกาะอยู่กับที่เป็นเวลายาวนาน

ลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งของแมลงคือโครงสร้างภายนอกจะปกคลุมด้วยแผ่นแข็งที่มีส่วนประกอบของโปรตีนกับไคติน (chitin) ลำตัวและรยางค์มีลักษณะเป็นข้อปล้อง การดำรงชีวิตขึ้นกับการไหลเวียนของเลือด ระบบประสาท ระบบทางเดินอาหาร ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย และระบบสืบพันธุ์ ระบบต่างๆ เหล่านี้จะทำงานร่วมกันเพื่อให้แมลงตอบสนองและปรับตัวต่อสิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระตุ้นต่างๆ สารกำจัดแมลงจะมีผลต่อระบบหายใจ ระบบทางเดินอาหาร ระบบสืบพันธุ์ ระบบประสาท และกระบวนการสร้างผนังลำตัวภายนอกของแมลง การเปลี่ยนแปลงทางสรีระของแมลงจะทำให้แมลงต้านทานต่อสารกำจัดแมลงได้มากขึ้น เช่น แมลงสร้างกลไกที่ทำให้สารกำจัดแมลงไม่สามารถไปถึงตำแหน่งที่จะเข้าทำลายได้ เช่น tobacco budworm ที่ต้านทานต่อดีดีทีจะมีผนังลำตัวแข็งซึ่งสามารถยึดเกาะดีดีทีได้มากขึ้น ทำให้ดีดีทีถูกดูดซึมเข้าสู่ร่ายกายได้น้อยลง จึงไม่เป็นอันตรายจากดีดีทีและต้านทานต่อดีดีทีได้มากขึ้น

จากการศึกษาเกี่ยวกับการต้านทานของแมลงพบว่า ประชากรแมลงที่เลี้ยงในห้องทดลองและไม่ได้รับสารกำจัดแมลงจะพัฒนากลับไปเป็นกลุ่มแมลงที่อ่อนแอต่อสารเคมีในรุ่น (generation) หลังๆ แต่บางสายพันธุ์จะยังคงความต้านทานต่อไปซึ่งจะเป็นความต้านทานที่มีลักษณะเด่น และเมื่อมีการใช้สารกำจัดแมลงอีก แมลงดังกล่าวจะพัฒนาความต้านทานต่อสารกำจัดแมลงได้รวดเร็วทั้งนี้การเปลี่ยนชนิดของสารกำจัดแมลงจากชนิดหนึ่งเป็นอีกชนิดหนึ่งที่ออกฤทธิ์กำจัดแมลงต่างกันทุกๆ 5-6 รุ่น (generation) ของแมลง จะทำให้การใช้สารกำจัดแมลงเพื่อป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชมีประสิทธิภาพมากขึ้น(ลักขณา, 2544)

การตรวจวิเคราะห์ระดับเอนไซม์

วิธีการตรวจวิเคราะห์ระดับการทำงานของเอนไซม์ (enzyme activity) เป็นวิธีการที่นิยมกันมาก โดยเฉพาะเอนไซม์ acetylcholinesterase : AChE ซึ่งสามารถถูกยับยั้งได้โดยสารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บอเมต

ความเป็นพิษของสารกำจัดแมลงออร์กาโนฟอสเฟตคือการยับยั้งการทำงานของ AChE ในขบวนการ hydrolyse acetylcholine ซึ่งเป็นสารสื่อประสาท (neurotransmitter) โดยที่การยับยั้งปฏิกิริยา hydrolyse นี้จะทำให้ acetylcholine ไม่แตกตัวเป็น Choline และ Acetic acid ได้ ทำให้มีการสะสมของ acetylcholine ณ บริเวณเชื่อมต่อของเซลล์ประสาทจึงทำให้เกิดการส่งสัญญาณและกระตุ้นประสาทมากเกินไป ประสาทกล้ามเนื้อจะทำงานตลอดเวลาทำให้กล้ามเนื้ออ่อนล้า เป็นอัมพาต (Amder.1996) acetylcholinesterase เป็นส่วนหนึ่งของเอนไซม์ cholinesterase : ChE ซึ่งมีหน้าที่สำคัญในกระบวนการสื่อสัญญาณประสาทบริเวณที่เรียกว่า cholinergic synapse ส่วนอีกกลุ่มของเอนไซม์cholinesterase คือเอนไซม์ butylrylcholinesterase : BChE ซึ่งรู้จักกันดีในอีกรูปหนึ่งว่า serum cholinesterase, pseudocholinesterase หรือ nonspecific cholinesterase สามารถพบได้ในสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังมีสูตรโครงสร้างคล้ายกับ acetylcholinesterase แต่ยังไม่ทราบหน้าที่และลักษณะทางด้านสรีรวิทยาที่ชัดเจน (Marce. 1991) ซึ่งจัดเป็นเอนไซม์ที่มีความยืดหยุ่น (plasticity) และมีความไว (sensitive) สูง (Weingand *et al.* 2001) ถึงแม้ butylrylcholinesterase สามารถ hydrolyse สาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

acetylcholine ได้ แต่มีอัตราการย่อยที่ต่ำกว่าเอนไซม์ acetylcholinesterase และไม่ใช่เป้าหมายหลักของการถูกยับยั้งการทำงานด้วยสารออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บอเมต แต่โดยทั่วไปคำว่า cholinesteraseมีความหมายรวมทั้งเอนไซม์ acetylcholinesterase และเอนไซม์ butylrylcholinesterase เอนไซม์cholinesteraseสามารถสกัดออกมาได้จากเนื้อเยื่อส่วนต่างๆของสัตว์หลายชนิด รวมทั้งอวัยวะที่ทำให้เกิดไฟฟ้าของปลาไหลไฟฟ้า เม็ดเลือดแดงและสมองของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และในเนื้อเยื่อของแมลง (วิภา ตั้งนิพนธ์. 2541)

จากการรายงานของ Ekholm (2001) เกี่ยวกับรูปร่างโมเลกุลของ AChE และ BChE พบว่าทั้งคู่มีส่วนของ active site ที่เหมือนกัน แต่แตกต่างกัน คือ ความกว้างและแคบของ active center กล่าวคือใน AChE มีขนาดแคบกว่า BChE ทำให้ความสามารถในการเข้าจับกับ substrate (acetylthiocholine iodide) และการกลับสู่สภาพเดิมเป็นไปได้ยากกว่า BChE นอกจากนี้สารกำจัดแมลงพวกออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บอเมตสามารถยับยั้งการทำงานของ AChE และ BChE แตกต่างไปตามชนิดและความเข้มข้นของสารเคมี ซึ่งจากการศึกษาของ Nicode(2001) พบว่า เอนไซม์ AChE ถูกยับยั้งด้วย 5, 25 และ 85% เมื่อถูกยับยั้งด้วย thichlorfon 10, 50 และ 100% ตามลำดับ และหากนำเอนไซม์มาทดสอบกับสารเคมีของ thichlorfon : carbosulfan ปริมาณ 10μM : 10μM, 50μM : 20μM และ 50μM : 50μM พบว่า AChE ถูกยับยั้งได้ 30, 90 และ 100% ตามลำดับ ขณะที่ BChE ถูกยับยั้งได้ 100% ทุกกรณี ซึ่งจะเห็นได้ว่า AChE มีความสามารถในการแยกความแตกต่างของความเข้มข้นของสารกำจัดแมลงได้ดีกว่า BChE

ส่วนหัวของแมลงเป็นส่วนที่ประกอบด้วยสมองซึ่งเป็นศูนย์กลางของระบบประสาท การนำตัวอ่อนของแมลงทั้งตัวเพื่อนำมาสกัดหาเอนไซม์ AChE มักได้ค่าที่ไม่แน่นอนเนื่องจากการทำงานของ phenoloxidase รบกวนการตรวจวิเคราะห์เอนไซม์ AChE ที่ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร ซึ่งเป็นความคลื่นที่ใกล้เคียงกับความยาวคลื่น 412 นาโนเมตร ที่ตรวจวิเคราะห์ AChE จะทำให้ค่าที่อ่านได้ไม่ตรงกับความจริง แต่สำหรับส่วนหัวของตัวอ่อนหรือตัวเต็มวัยจะให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน (Frank and Nick. 2001) ระดับการทำงานของเอนไซม์ชนิดนี้จะสามารถเฉพาะเจาะจงมากที่สุดในส่วนหัวของตัวเต็มวัยมากกว่าในไข่ ตัวอ่อน และดักแด้ (Casida. 1995)

สารกำจัดแมลงในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตหรือคาร์บาเมตเป็นสารกำจัดแมลงที่ใช้กันอย่างกว้างขวางและเนื่องจากออกฤทธิ์โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ AChE ในระบบประสาทของแมลง ทำให้เกิดพิษต่อแมลง รวมทั้งทำให้สามารถเกิดพิษต่อระบบประสาทของคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้ด้วยเช่นกัน ปัจจุบันจึงมีการนำระดับการทำงานของเอนไซม์ AChE ในสิ่งมีชีวิตมาเป็นตัวชี้วัดถึงความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสารพิษตกค้างดังกล่าวได้ ตัวอย่างเช่นกองชีวอนามัย (2539) ได้มีการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์โดยใช้กระดาษทดสอบ (Rapid paper) ในการหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณเอนไซม์โคลินเอสเทอเรสในตัวอย่างน้ำเหลืองของเกษตรกร เพื่อตรวจดูแนวโน้มการเกิดพิษของสารเคมี ซึ่งเป็นการเฝ้าระวังและติดตามเพื่อป้องกันและแก้ไขได้อย่างทันท่วงที

จากคุณสมบัติของเอนไซม์ AChE จึงได้มีการพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต ตามหลักการ Ellman's reaction (Ellman *et al.* 1961) ดังนี้

$$\text{Acetylthiocholine iodide} \xrightarrow{\text{AChE}} \text{Thiocholine + Acetate}$$

$$\text{Thiocholine + DNTB} \longrightarrow \text{yellow produce (สีเหลือง)}$$

ในสภาวะที่ปราศจากสารพิษ เอนไซม์ AChE จะทำปฏิกิริยากับ Acetylthiocholine (ATChI) ซึ่งใช้เป็นสารตั้งต้น (substrate) ของปฏิกิริยา ได้เป็นสาร Thiocholine ซึ่งจะทำปฏิกิริยาต่อกับ 5,5'-dithio-bis-(2-nitrobenzoate) หรือ DTNB ได้สารสีเหลืองเกิดขึ้น ส่วนในสภาวะที่มีสารพิษกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมตจะไปยับยั้งเอนไซม์ ทำให้สีของปฏิกิริยาจางลง ค่าความเข้มของสีเหลืองสามารถตรวจวัดได้จากการวัดค่าดูดกลืนแสง (absorbance) ด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น (wavelength) 412 นาโนเมตร

เมทาบอลิซึมของสารพิษเมื่อเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตแล้ว สารพิษเหล่านี้จะถูกทำให้มีพิษน้อยลงและง่ายต่อการกำจัดออกนอกร่างกาย ในสัตว์จะมีการเปลี่ยนแปลงสารพิษให้เป็นสารที่มีขั้วมากขึ้นเพื่อให้สารนั้นละลายน้ำได้ง่ายขึ้นและถูกกำจัดออกนอกร่างกายในที่สุด แต่อย่างไรก็ตามวิธีการเมทาบอลิซึมดังกล่าวจะไม่ใช่วิธีการเปลี่ยนแปลงสารพิษให้น้อยลงเสมอไป เช่น สารกำจัดแมลงออร์กาโนฟอสเฟตหลายชนิดที่เป็นกลุ่ม pro-insecticide ได้แก่กลุ่ม phosphorothionate หรือ phosphodithionate เช่น malathion, methyl parathion, diazinon, chlopyrifos และ fenitrothion จะต้องผ่านกระบวนการ oxidation ให้อยู่ในรูปของ phosphate (active oxygen analogues) ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ AChE ได้ดีกว่า phosphorothionate หรือ phosphodithionate มาก สารที่อยู่ในรูป phosphate จะถูกเปลี่ยนให้เป็นสารที่มีพิษน้อยลงโดยกระบวนการ hydrolysis และอื่นๆอีกต่อไป (วรเดช จันทรสร. 2535) ดังนั้นในการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มนี้จึงต้องเติมสารที่เป็น oxidizing agent เช่น bromine water หรือ microsomal enzyme จากตับ (Barber.1999) เพื่อเปลี่ยนสารพิษให้อยู่ในรูป active oxygen analogues ซึ่งอยู่ในสภาพการเกิดพิษตามธรรมชาติก่อนการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์

1. ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky)
2. เมล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ
3. กล่องสำหรับเลี้ยงแมลง
4. ตะกร้าร่อนแมลงหรือพู่กัน
5. สารเคมี chlorpyrifos (Technical grade)
6. สารละลาย buffer phosphate (pH 8.0, 0.1 M)
7. สารละลาย buffer phosphate (pH 7.0, 0.1 M)
8. สารละลาย ATChI 0.075 M
9. สารละลาย DTNB 0.01 M
10. เครื่อง vortex mixer
11. ขวดvial ขนาด 10 ml (พื้นที่ผิว 31.66 cm^2)
12. เครื่องชั่งมาตรฐาน 4 ตำแหน่ง
13. บีกเกอร์
14. ปิเปตต์ และออโตปิเปตต์
15. หนังยาง
16. เทปใส
17. เครื่อง homogenizer
18. เครื่อง spectrophotometer
19. กระดาษทิชชู
20. อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

3.1. วิธีการเลี้ยงด้วงงวงข้าวโพด

เก็บรวบรวมด้วงงวงข้าวโพดจากแหล่งเก็บเมล็ดพันธุ์มาเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการ โดยใช้เมล็ดข้าวกล้องหอมมะลิเป็นอาหารเตรียมใส่กล่องเลี้ยงแมลงประมาณ 1 ใน 3 ส่วนของกล่อง จากนั้นปล่อยตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดทั้งเพศเมียและเพศผู้ประมาณ 200 ตัวลงในกล่องเลี้ยงแมลง ปิดฝากล่องด้วยฝาที่ทำจากตาข่าย จากนั้นนำกล่องเลี้ยงด้วงงวงข้าวโพดมาเก็บไว้ในตู้ incubator จนกระทั่งฟักออกเป็นตัวเต็มวัยอายุ 10 วัน จึงนำไปทดสอบ

3.2. วิธีการทดสอบสาร Chlorpyrifos กับด้วงงวงข้าวโพด

เตรียมสาร chlorpyrifos ที่มีความเข้มข้น 0.0(acetone), 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6 และ 1.8 ml นำมาทดสอบกับตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดที่มีอายุประมาณ 10 วัน โดยใช้วิธี residual film test โดยดูดสาร chlorpyrifos ในแต่ละความเข้มข้น ปริมาณ 0.5 ml ลงในขวด vial ขนาด 10 ml (พื้นที่ผิว 31.66 cm^2) จะได้ปริมาณสาร chlorpyrifos เท่ากับ 0.00, 9.48, 12.63, 15.79, 18.95, 22.11, 25.27, 28.43 ng/cm^3 ตามลำดับ กลิ้งขวดไปมาเพื่อให้สารเคลือบภายในให้ทั่วขวด ตั้งขวดทิ้งไว้จนแห้ง หลังจากนั้นปล่อยตัวเต็มวัยด้วงงวงโพดข้าวลงในขวดทดสอบ ขวดละ 20 ตัว ทำความเข้มข้นจำนวนละ 20 ซ้ำ จากนั้นปิดฝาขวด ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง บันทึกผลอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพด

หลังจากบันทึกผลแล้ว นำตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพดที่รอดชีวิตมาเลี้ยงต่อโดยวิธีการเลี้ยงเหมือนกับข้อ 3.1 เพื่อให้ด้วงขยายพันธุ์และทำการทดสอบในรุ่นที่ 2 และ 3 ต่อไป

3.3. การตรวจวิเคราะห์ระดับปกติของเอนไซม์ในด้วงงวงข้าวโพด (Enzyme activity)

การศึกษาระดับปกติของเอนไซม์จากด้วงงวงข้าวโพด มีความจำเป็นอย่างยิ่งเนื่องจากปริมาณความเข้มข้นที่วัดได้บ่งบอกถึงระดับการทำงานของเอนไซม์ต่อด้วงงวงข้าวโพด 1 ตัวระดับการทำงานของเอนไซม์ มีหน่วยเป็น mUnit/g (tissue) โดยใช้วิธีตามหลักของ Ellman's reaction (Ellman *et al.* 1961) มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1). นำด้วงงวงโพดข้าวปั่นในสารละลาย buffer phosphate (pH 8.0, 0.1 M) ในอัตราส่วนเนื้อเยื่อ 20 mg ต่อ buffer phosphate 1 ml โดยใช้เครื่อง homogenizer

2.) ดูดสารละลายที่ได้ 400 µl เติมลงในหลอดทดลองที่มี buffer phosphate (pH 8.0, 0.1 M) 2.6 ml เติมสารละลาย DTNB 0.01 M 100 µl เตรียมได้จากสารละลาย 5,5'-dithio-bis-(2-nitrobenzoate) 39.6 mg ในสารละลาย buffer phosphate (pH 7.0, 0.1 M) 10 ml และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลาย ATChI 0.075 M 20 µl ซึ่งเตรียมได้จากสารละลาย acetylthiocholine iodide 21.67 mg ในน้ำกลั่น 10 ml ผสมสารทั้งหมดด้วยเครื่อง vortex mixer

3.) วัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer แบบ visible ที่ความยาวคลื่น 412 nm บันทึกค่าดูดกลืนแสงทุก 30 วินาที ภายในเวลา 3 นาที หาค่าเฉลี่ยความแตกต่างเพื่อคำนวณตามสมการของ Ellman *et al.* (1961) ทำให้ได้ค่าระดับการทำงานของเอนไซม์ AChE ที่มีหน่วยเป็น mUnit/g (tissue)

$$\text{Enzyme activity} = 2.87 \times 10^{4} \times \triangle A$$

เมื่อ $\triangle A$ คือค่า absorbance ที่เปลี่ยนแปลงไปต่อนาที

3.4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติและตรวจสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ย โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) และหาค่า LC_{50} (Lethal Concentrate)

สถานที่ทำการการทดลอง

ใช้ห้องปฏิบัติการกีฏวิทยา ชั้น 2 ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

ระยะเวลาในการทำการทดลอง

เดือนสิงหาคม 2549 - เดือนมกราคม 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

จากการทดสอบด้วงงวงข้าวโพดด้วยสาร chlorpyrifos เพื่อศึกษาความต้านทานของด้วงงวงข้าวโพดในแต่ละรุ่นมีผลดังนี้

1. ศึกษาอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพด

เมื่อทดสอบด้วงงวงข้าวโพดทั้ง 3 รุ่น ด้วยสาร chlorpyrifos ที่ระดับความเข้มข้น 0.0(acetone), 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6 และ 1.8 ppm (0.00, 9.48, 12.63, 15.79, 18.95, 22.11, 25.27 และ 28.43 ng/cm^2 ตามลำดับ) แล้วพบว่าเปอร์เซ็นต์การตายในแต่ละระดับความเข้มข้นของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1 คือ 0.00, 0.00, 59.50, 94.75, 93.16, 99.25, 100.00 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 2 คือ 0.00, 2.27, 36.37, 53.79, 90.66, 100.00, 100.00 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 3 คือ 0.00, 3.25, 35.25, 51.25, 91.75, 100.00, 100.00 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 1) และพบว่าในด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 มีเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยคือ 67.5, 60.8 และ 60.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 2)

2. ศึกษาค่า LC_{50} และ LC_{90} โดยคำนวณได้จากอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพด

ด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 มีค่า LC_{50} คือ 0.82, 0.92 และ 0.93 ตามลำดับ (12.96, 14.54 และ 14.69 ng/cm^2 ตามลำดับ) และมีค่า LC_{90} คือ 1.03, 1.22 และ 1.19 ตามลำดับ (16.27, 19.28 และ 18.80 ng/cm^2 ตามลำดับ) (ภาพที่ 3)

3. ศึกษาน้ำหนักของด้วงงวงข้าวโพดในแต่ละรุ่น

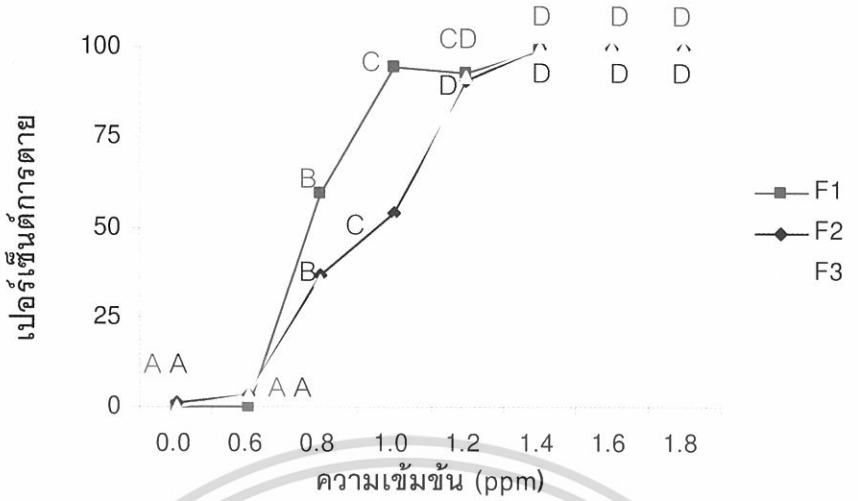
น้ำหนักโดยเฉลี่ยต่อตัวของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 คือ 1.80, 1.72 และ 1.83 มิลลิกรัม ตามลำดับ (ภาพที่ 4)

4. ศึกษาระดับปกติของเอนไซม์ (Enzyme activity)

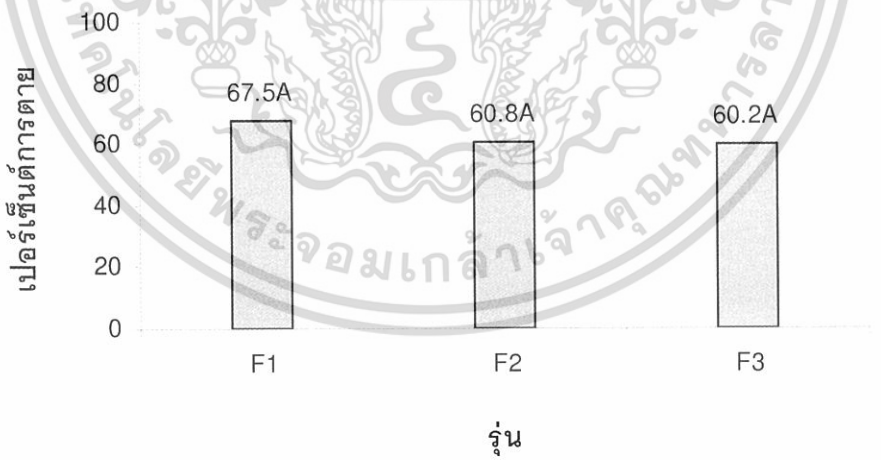
ระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) ของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 คือ 368.5 ± 82.1, 690.5 ± 89.8 และ 688.8 ± 63.5 mU/g tissue ตามลำดับ (ภาพที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

98948

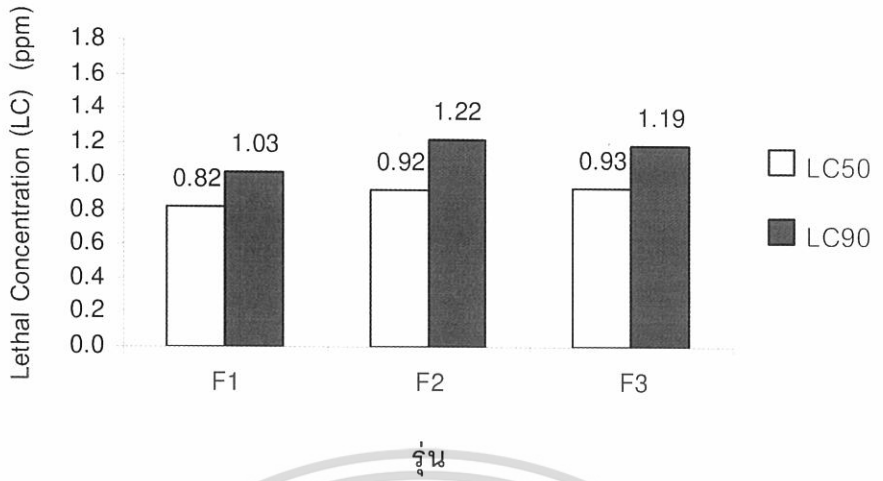


ภาพที่ 1 เปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 ในแต่ละระดับความเข้มข้นเมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos โดยวิธี residual film test ในปริมาณ 0.0 (acetone), 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6 และ 1.8 ppm (0.00, 9.48, 12.63, 15.79, 18.95, 22.11, 25.27 และ 28.43 ng/cm^2 ตามลำดับ) ทำการทดสอบทั้งหมด 20 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว บันทึกผลที่เวลา 24 ชั่วโมง

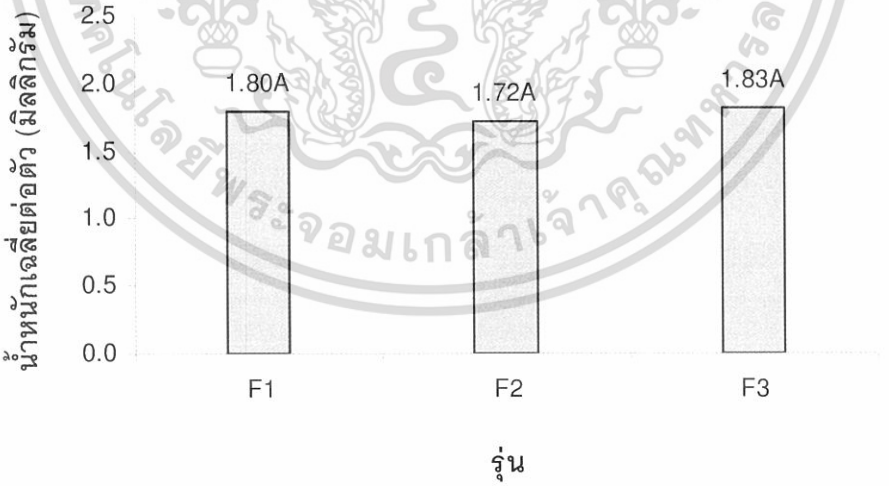


ภาพที่ 2 เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 เมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos โดยวิธี residual film test ในปริมาณ 0.0 (acetone), 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6 และ 1.8 ppm (0.00, 9.48, 12.63, 15.79, 18.95, 22.11, 25.27 และ 28.43 ng/cm^2 ตามลำดับ) ทำการทดสอบทั้งหมด 20 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว บันทึกผลที่เวลา 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

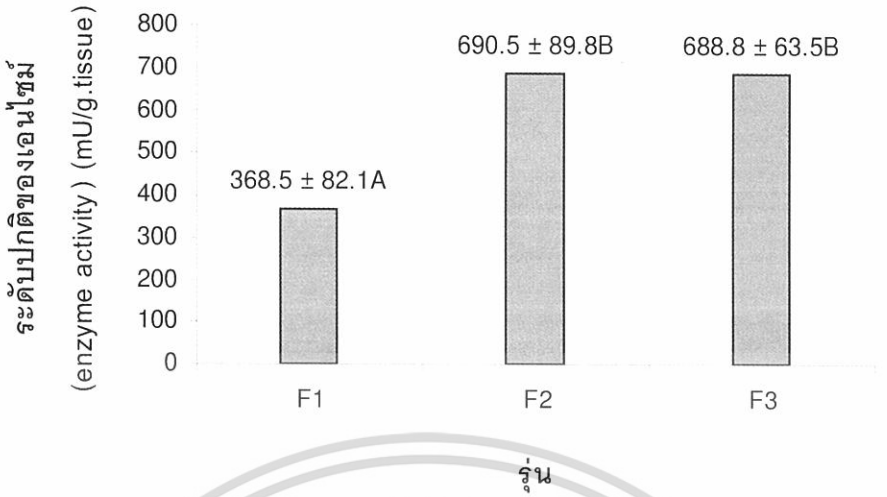


ภาพที่ 3 ค่า Lethal Concentration (LC) ของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 เมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos โดยวิธี residual film test ในปริมาณ 0.0 (acetone), 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6 และ 1.8 ppm (0.00, 9.48, 12.63, 15.79, 18.95, 22.11, 25.27 และ 28.43 ng/cm^2 ตามลำดับ) ทำการทดสอบทั้งหมด 20 ซ้ำๆ ละ 20 ตัว บันทึกผลที่เวลา 24 ชั่วโมง

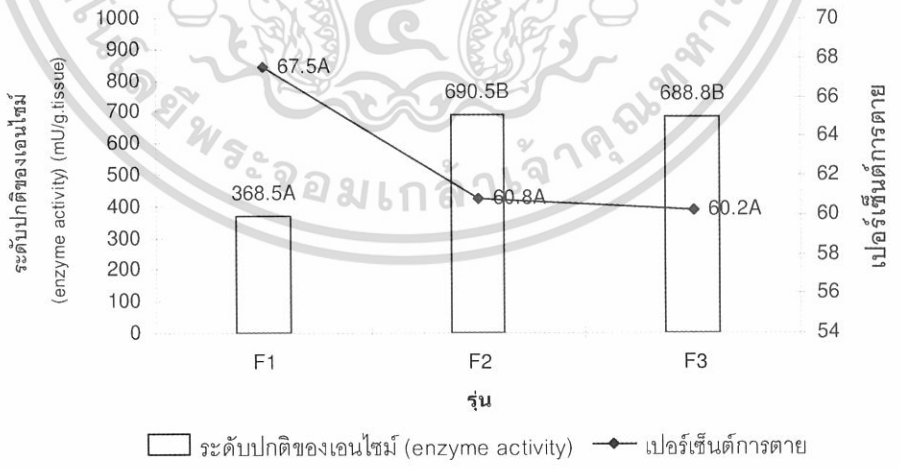


ภาพที่ 4 น้ำหนักโดยเฉลี่ยต่อตัวของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 (ซึ่งรุ่นที่ 1 ยังไม่เคยได้รับสารฆ่าแมลงใดๆ มาก่อน ส่วนรุ่นที่ 2 และ 3 เป็นด้วงงวงข้าวโพดที่รอดชีวิตจากการทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos ในปริมาณเท่ากับค่า LC_{50} ของรุ่นที่ 1 และ 2 ตามลำดับ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 ระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) ของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 (ซึ่งรุ่นที่ 1 ยังไม่เคยได้รับสารฆ่าแมลงใดๆ มาก่อน ส่วนรุ่นที่ 2 และ 3 เป็นด้วงงวงข้าวโพดที่รอดชีวิตจากการทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos โดยวิธี residual film test ในปริมาณเท่ากับค่า LC_{50} ของรุ่นที่ 1 และ 2 ตามลำดับ)



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) กับเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 เมื่อระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การตายในแต่ละรุ่นมีแนวโน้มลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการทดสอบความต้านทานต่อสาร chlorpyrifos ของด้วงงวงข้าวโพดสามารถทดสอบได้เพียง 3 รุ่น เท่านั้น เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการทดลองมีจำกัดจึงไม่สามารถทำการทดลองต่อไปได้ และเมื่อนำเปอร์เซ็นต์การตายและน้ำหนักเฉลี่ยของด้วงงวงข้าวโพดทั้ง 3 รุ่น มาเปรียบเทียบกันทางสถิติแล้วพบว่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งถ้าทำการทดลองในรุ่นต่อๆ ไปอีก อาจจะได้ผลที่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) มีความแตกต่างกันทางสถิติ

และการทดสอบด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 2 ในระดับความเข้มข้นของ chlorpyrifos ที่ 0.00 (acetone) ppm (0.00 ng/cm^2) พบว่ามีการตายของด้วงงวงข้าวโพด ซึ่งจริงๆ แล้วไม่ควรมีการตายเกิดขึ้นเนื่องจากที่ระดับความเข้มข้นนี้ไม่มีส่วนผสมของสาร chlorpyrifos อยู่เลย จึงต้องปรับเปอร์เซ็นต์การตายโดยใช้วิธี Abbott's formula (Abbott, 1925)

หลังจากทดสอบด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1 ด้วย chlorpyrifos แล้วนำตัวเต็มวัยที่มีชีวิตรอดมาเลี้ยงต่อเพื่อนำไปใช้ในการทดลองครั้งต่อไป พบว่าตัวเต็มวัยรุ่นต่อๆ ไป (รุ่นที่ 2 และ3) วางไข่และฟักออกจากไข่ช้าลงจากรุ่นที่ 1 อาจมีผลมาจากการทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos ซึ่งต้องทำการศึกษาต่อไป

เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) กับเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 พบว่าเมื่อระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) เพิ่มขึ้นส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การตายในแต่ละรุ่นมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้เป็นผลมาจากเกิดกระบวนการ hydrolysis ซึ่งมีเอนไซม์ esterase เพิ่มขึ้นตามมา เนื่องจากเอนไซม์ชนิดนี้เป็นตัวยับยั้งการเกิดพิษในตัวของด้วงงวงข้าวโพด ทำให้ในรุ่นถัดไปเมื่อด้วงงวงข้าวโพดได้รับสาร chlorpyrifos เข้าไปอีกระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) จึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและเปอร์เซ็นต์การตายก็จะมีแนวโน้มลดลง ซึ่งจากการทดลองจะเห็นว่า สาร chlorpyrifos บางส่วนจะสลายด้วยเอนไซม์ esterase (Ponce *et al.* 2002)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นว่าด้วงงวงข้าวโพดในแต่ละรุ่นมีเปอร์เซ็นต์การตายเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของสาร chlorpyrifos เพิ่มขึ้น ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของรุ่นที่ 1, 2 และ 3 พบว่ามีแนวโน้มการตายลดลง ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และในด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 2 และ 3 มีค่า LC_{50} และน้ำหนักเฉลี่ย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากรุ่นที่ 1 แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) ของด้วงงวงข้าวโพดทั้ง 3 รุ่น มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) กับเปอร์เซ็นต์การตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1, 2 และ 3 พบว่าเมื่อระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การตายในแต่ละรุ่นมีแนวโน้มลดลง จากผลการทดลองทั้งหมดจึงสรุปได้ว่าด้วงงวงข้าวโพดมีแนวโน้มความต้านทานต่อสาร chlorpyrifos เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กองอาชีวอนามัย. 2539. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจวิเคราะห์โคลินเอสเอทเรสในเม็ดเลือดแดง(Red Blood Cell) กับการตรวจวิเคราะห์โคลินเอสเทอเรสในน้ำเหลือง (Serum) ด้วยชุด Test Mate OP Kit. หน้า271-302. ใน รายงานการวิจัยปัญหาทางอาชีวอนามัยในประเทศไทย 2539 เล่มที่ 1. กรุงเทพฯ : กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

ชุมพล กันทะ. 2533. หลักการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูโรงเก็บ. ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. หน้า 105-106.

ชูวิทย์ ศุขปราการ. 2524. แมลงศัตรูผลผลิตเกษตรในโรงเก็บ. สาขาแมลงศัตรูผลผลิตเกษตรในโรงเก็บ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 1-4.

ลักขณา อมรสิน. 2544. เคมีของสารกำจัดแมลง. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร. หน้า217.

วรเดช จันทรสร. 2535. เคมีของสารป้องกันกำจัดแมลง. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร.

วิภา ตั้งนิพนธ์. 2541. ความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืชออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต. ข่าววัตถุมีพิษ. 25(3) : 113-123.

สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2526. แมลงศัตรูพืชทางการเกษตรของประเทศ. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 424 หน้า.

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide J. Econ. Entomol 265-267.

Amder, M.O.1996. The Basic Science of Poisons. New York : Mc Graw-Hill.

Barber, D. 1998. Inhibition of Acetylcholinesterase and Butylcholinesterase by Chlopyrifos-oxon. Biochem Pharmacol. 56(3) : 293-299.

Casida, J.E. 1995. Comparative Enzymmology of Certain Insect Acetylcholinesterase in Relation to Poisonings by Organophosphorus Insecticides. Biochem. J. 60 : 487-496.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Choo, L.E., C.H. Tang, F.Y. Pang and S.H.Ho. 2000. Compasison of Two Bioassay Methods for Determining Deltamethrin Resistance in German Cockroaches (Blattodae : Blattellidae). Entomol.Soc.Am. 63(3) : 905 – 910.

Ekholm, M. Molecular of Substrates and Inhibition of Acetylcholin-and Butylcholinesterase. [online]. Available : http://ethsis.helsinki.fi. 2000.

Ellman, G.L., Courtney, K.D., Fratherstone and Andresand R.M. 1961. A New and Repid Colorimetric Determination of Acetylcholinesterase Activity. Biochem. Pharm. 7 : 88- 95.

Farm Chemicals Handbook. 1995. Pesticide Dictionary. Vol. 81. Meister, R.t. (Editor in-Chief) and Sine, C. (editorial director). Meister Publishing Company. USA. 427 p

Frank, J.B., and Nick, C.T. 2001. An Insensitive Acetylcholinesterase Confers Resistance to Methomyl in the Beet Armyworm Spodoptera exigua (Lepidoptera : Noctuidae)." J. Econ. Entomol. 94(2) : 524-528.

Marcel, V. 1998. Two invertebrate Acetylcholinesterase Show Activity Followed by Inhibition with Substrate Concentration. Biochem. J. 329 : 329-333.

Nicode, J.R. 2001. New Trends in Biosensors for Organophosphorus Pesticide. Sensors. 1 : 60-72.

Ponce P.P., Santana J.S., Martínez Ramírez J.L., Duran Martínez C.M., Cabral G.E. and Luna F.P. 2001. Detoxification of *Cyclocephala comata* Bates (Coleoptera : Scarabaeidae) to Pyrethroide and Phosphorated Insecticides.

Weingdand. A.Z., Ribes, F., Renault, F. and Masson P. 2001. Pressure – and Heat – Induced Inactivation of Butylcholinesterase : Evidence for Multiple Intermediates and the Remnant Inactivation Process. Biochem. J. 356 : 487-493.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 จำนวนการตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1 เมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน

ความเข้มข้น		จำนวนการตาย (ตัว)																				
(ppm)	(ng/cm^2)	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	ซ้ำที่ 5	ซ้ำที่ 6	ซ้ำที่ 7	ซ้ำที่ 8	ซ้ำที่ 9	ซ้ำที่ 10	ซ้ำที่ 11	ซ้ำที่ 12	ซ้ำที่ 13	ซ้ำที่ 14	ซ้ำที่ 15	ซ้ำที่ 16	ซ้ำที่ 17	ซ้ำที่ 18	ซ้ำที่ 19	ซ้ำที่ 20	รวม
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6	9.48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.8	12.63	6	16	17	12	9	12	13	13	10	13	6	10	6	7	17	11	9	13	18	10	228
1.0	15.79	19	19	20	20	19	20	20	10	20	20	17	20	20	20	20	19	19	20	20	17	379
1.2	18.95	18	15	16	19	20	20	18	18	20	20	20	20	16	20	20	20	16	20	18	0	354
1.4	22.11	17	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	397
1.6	25.27	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	400
1.8	28.43	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	400

ตารางภาคผนวกที่ 2 จำนวนการตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 2 เมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน

ความเข้มข้น		จำนวนการตาย (ตัว)																				
(ppm)	(ng/cm^2)	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	ซ้ำที่ 5	ซ้ำที่ 6	ซ้ำที่ 7	ซ้ำที่ 8	ซ้ำที่ 9	ซ้ำที่ 10	ซ้ำที่ 11	ซ้ำที่ 12	ซ้ำที่ 13	ซ้ำที่ 14	ซ้ำที่ 15	ซ้ำที่ 16	ซ้ำที่ 17	ซ้ำที่ 18	ซ้ำที่ 19	ซ้ำที่ 20	รวม
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
0.6	9.48	0	0	3	0	3	0	0	2	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	1	13
0.8	12.63	11	4	10	2	12	5	0	1	9	1	8	14	6	6	20	9	1	15	14	0	148
1.0	15.79	14	11	12	7	11	7	14	11	10	6	7	9	13	12	12	15	10	12	13	11	217
1.2	18.95	19	19	15	19	14	19	19	16	20	18	20	20	17	20	18	19	20	17	18	16	363
1.4	22.11	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	400
1.6	25.27	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	400
1.8	28.43	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	400

ตารางภาคผนวกที่ 3 จำนวนการตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 3 เมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน

ความเข้มข้น		จำนวนการตาย (ตัว)																				
(ppm)	(ng/cm^2)	ซ้ำที่ 1	ซ้ำที่ 2	ซ้ำที่ 3	ซ้ำที่ 4	ซ้ำที่ 5	ซ้ำที่ 6	ซ้ำที่ 7	ซ้ำที่ 8	ซ้ำที่ 9	ซ้ำที่ 10	ซ้ำที่ 11	ซ้ำที่ 12	ซ้ำที่ 13	ซ้ำที่ 14	ซ้ำที่ 15	ซ้ำที่ 16	ซ้ำที่ 17	ซ้ำที่ 18	ซ้ำที่ 19	ซ้ำที่ 20	รวม
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6	9.48	0	1	0	2	0	3	0	0	2	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	13
0.8	12.63	9	5	10	2	0	5	4	9	1	6	0	3	11	6	6	7	6	20	17	14	141
1.0	15.79	13	10	8	15	8	7	14	6	12	11	11	12	14	7	8	8	7	10	12	12	205
1.2	18.95	18	19	19	20	17	18	18	19	19	18	20	16	17	20	20	19	18	18	16	18	367
1.4	22.11	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	400
1.6	25.27	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	400
1.8	28.43	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	400

ตารางภาคผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนการตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 1 เมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	10821.50	1545.93	310.62	2.08	2.79
Ex.Error	52	756.50	4.98			
Total	59	11578	72.82			

GRAND MEAN = 13.49

CV = 16.54%

LSD .05 = 1.40

LSD .01 = 1.85

ตารางภาคผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนการตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 2 เมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	10403.44	1486.21	267.14	2.08	2.79
Ex.Error	52	845.65	5.56			
Total	59	11249.09	70.75			

GRAND MEAN = 12.16

CV = 19.40%

LSD .05 = 1.48

LSD .01 = 1.95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนการตายของด้วงงวงข้าวโพดรุ่นที่ 3 เมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos ในระดับความเข้มข้นต่างๆ กัน

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	7	10653.98	1522.00	316.113	2.08	2.79
Ex.Error	52	731.80	4.81			
Total	59	11385.78	71.61			

GRAND MEAN = 12.04

CV = 18.23%

LSD .05 = 1.37

LSD .01 = 1.82

ตารางภาคผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนการตายของด้วงงวงข้าวโพดทั้ง 3 รุ่น เมื่อทดสอบด้วยสาร chlorpyrifos

Source	df	SS	MS	F Value	Pr > F
Model	2	207.40	103.70	1.45^{ns}	0.24
Error	477	34212.84	71.73		
Corrected Total	479	34420.25			

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

R-Square = 0.01

C.V. = 67.43%

Root MSE = 8.47

DEATH Mean = 12.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 8 น้ำหนักของด้วงงวงข้าวโพดในแต่ละรุ่น

ซ้ำที่	น้ำหนัก (กรัม)		
	F_1	F_2	F_3
1	18.7	16.9	19.9
2	19.8	16.6	18.4
3	19.5	17.6	16.6
4	17.6	16.8	19.7
5	16.1	16.9	17.2
6	15.7	16.0	18.3
7	19.9	19.4	20.4
8	18.9	18.3	17.5
9	16.2	15.5	18.4
10	17.6	17.7	16.2
เฉลี่ย	18.0	17.2	18.3

ตารางภาคผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนน้ำหนักของด้วงงวงข้าวโพดทั้ง 3 รุ่น เมื่อทดสอบด้วยสาร Chlorpyrifos

Source	df	SS	MS	F Value	Pr > F
Model	2	6.48	3.24	1.67^{ns}	0.21
Error	27	52.43	1.94		
Corrected Total	29	58.91			

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

R-Square = 0.11

C.V. = 7.82%

Root MSE = 1.39

WEIGTH Mean = 17.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 10 ระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) ของด้วงงวงข้าวโพดในแต่ละรุ่น

ซ้ำที่	ระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) (mUnit/ml)		
	F_1	F_2	F_3
1	0.0080	0.0245	0.0240
2	0.0123	0.0198	0.0230
3	0.0153	0.0260	0.0210
4	0.0100	0.0283	0.0200
5	0.0093	0.0280	0.0250
6	0.0168	0.0227	0.0260
7	0.0147	0.0200	0.0230
8	0.0142	0.0268	0.0260
9	0.0138	0.0225	0.0260
10	0.0140	0.0220	0.0260

ตารางภาคผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนระดับปกติของเอนไซม์ (enzyme activity) ของด้วงงวงข้าวโพดในแต่ละรุ่น

Source	df	SS	MS	F Value	Pr > F
Model	2	0.0009	0.0004	1.67	0.0001
Error	27	0.0002	0.000008	56.02	
Corrected Total	29	0.0011			

R-Square = 0.8058

C.V. = 13.5581%

Root MSE = 0.0028

ENZ Mean = 0.0203

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้