

1. ชุดโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช
  
2. โครงการวิจัย : การศึกษาและพัฒนาประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช
  - กิจกรรม : การศึกษาความต้านทานของศัตรูพืชต่อสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช
  - กิจกรรมย่อย : การศึกษาความต้านทานของแมลงและไรศัตรูพืชต่อสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช
  
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การศึกษาการพัฒนาความต้านทานเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* ของหนอนกระทู้หอม
  - ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Resistance Development to *Bacillus thuringiensis* of the Beet Armyworm , *Spodoptera exigua* (Hübner)
  
4. คณะผู้ดำเนินงาน
  - หัวหน้าการทดลอง : อิศเรศ เทียนทัต สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
  - ผู้ร่วมงาน : สมชัย สุวงศ์ศักดิ์ศรี สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช  
ภัทรพร สรรพนุเคราะห์ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
  
5. บทคัดย่อ :
 

ทำการศึกษาความต้านทานต่อเชื้อ *B. thuringiensis* subsp. *aizawai* (Bta) และ *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* (Btk) ของหนอนกระทู้หอมที่เก็บมาเลี้ยงขยายจากจังหวัดกาญจนบุรี พบว่า หนอนกระทู้หอมในรุ่น F2, F3 และ F4 มีความทนทานต่อเชื้อ Bta ซึ่งมีค่าอัตราความต้านทานอยู่ระหว่าง 0.77 – 1.51 เท่า และ หนอนกระทู้หอมในรุ่น F2, F3 และ F4 มีความทนทานต่อเชื้อ Btk ซึ่งมีค่าอัตราความต้านทานอยู่ระหว่าง 0.08 – 2.27 เท่า ซึ่งแสดงว่าหนอนกระทู้หอมไม่ต้านทานต่อเชื้อ Bt ดังนั้นยังสามารถใช้เชื้อ Bt ในการควบคุมหนอนกระทู้หอมได้ แต่ต้องใช้อัตราตามคำแนะนำและมีการพ่นที่ถูกต้อง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุม
  
6. คำนำ : หนอนกระทู้หอมเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง พบมีการระบาดของพืชหลายชนิดทั้งพืชผัก พืชไร่ พืชสวน ตลอดจนไม้ดอกไม้ประดับต่างๆ ในการเข้าทำลาย พืชหนอนอาจกัดเจาะพืชให้เป็นรูเล็กแล้วเข้าไปกินอาหารอยู่ภายในรูตามส่วนต่างๆของพืชอาหาร บางครั้ง

หนอนจะหลบซ่อนตัวตามซอกกาบใบ ทำให้สารฆ่าแมลงที่ใช้พ่นไม่ถูกตัวหนอนโดยตรงหรือพ่นถูกตัวได้ยาก (อุทัย, 2544) ซึ่งหนอนกระทู้หอมในแต่ละแหล่งจะมีการตอบสนองต่อสารฆ่าแมลงแตกต่างกัน โดยแนวโน้มที่จะมีการปรับตัวต้านทานต่อสารฆ่าแมลงชนิดใดนั้นจะขึ้นอยู่กับว่าในแหล่งปลูกพืชนั้นมีการใช้สารฆ่าแมลงใดๆ อย่างต่อเนื่อง (สุเทพและคณะ, 2541) และความแปรปรวนในการตอบสนองต่อสารฆ่าแมลงที่แตกต่างกัน เป็นผลมาจากลักษณะการจัดการต่อหนอนกระทู้หอมในแต่ละแหล่งนั้นๆ (Brewer et al., 1990) และผลจากการใช้สารฆ่าแมลงไม่ถูกต้อง เป็นสาเหตุให้หนอนกระทู้หอมสามารถพัฒนาความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว กนกพรและคณะ (2537) ได้ทดสอบระดับความต้านทานของสารฆ่าแมลงกับหนอนกระทู้หอมวัยต่างๆ โดยวิธีการให้หนอนได้รับสารด้วยการกินอาหารเทียมที่มีสารฆ่าแมลงเคลือบผิวหน้าไว้ พบว่าระดับความต้านทานของหนอนกระทู้หอมจะเพิ่มขึ้นตามวัย ขนาดและน้ำหนักของหนอนที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการสร้างความต้านทานของแมลงต่อสารเคมีฆ่าแมลงเป็นปรากฏการณ์ทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องไม่หยุดนิ่งโดยมีสารฆ่าแมลงเป็นตัวคัดเลือก แมลงที่รอดชีวิตอาจพัฒนาสร้างกลไกความต้านทานและขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนมากขึ้น แมลงเหล่านี้จะมีจีโนไทป์ซึ่งเปลี่ยนแปลงและแสดงออกโดยมีกลไกความต้านทานตั้งแต่ 1 วิธีขึ้นไป ซึ่งจะยังผลให้แมลงเหล่านี้สามารถรอดชีวิตอยู่ได้ภายหลังมีการใช้สารฆ่าแมลง และเมื่อมีการใช้สารฆ่าแมลงชนิดนั้นๆ ซ้ำๆ ในบริเวณกว้างขวางมากขึ้น จำนวนแมลงที่รอดชีวิตที่จะมียืนต้านทานก็จะยิ่งมากขึ้นตามลำดับ จนกระทั่งเป็นจำนวนส่วนใหญ่ของประชากรซึ่งแสดงให้เห็นจากประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงลดลง ทำให้ต้องใช้สารฆ่าแมลงในอัตราที่สูงขึ้นเรื่อยๆ จนต้องเลิกใช้สารฆ่าแมลงชนิดนั้นในที่สุด แต่ยังมีสารฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้หอม ได้แก่ เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* ไวรัส NPV และสารเคมีฆ่าแมลงบางชนิดเท่านั้น ที่ยังคงให้ผลดีอยู่ในปัจจุบัน (อัจฉรา, 2544) แต่ไม่ว่าจะเป็นสารที่มีประสิทธิภาพดีเพียงใดก็ตาม เมื่อมีการใช้ฉีดพ่นเพื่อป้องกันกำจัดบ่อยครั้งและเป็นเวลายาวนาน ย่อมมีโอกาสที่หนอนกระทู้หอมจะสร้างความต้านทานต่อสารนั้นๆ ได้ ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาวิจัยและทดสอบเพื่อการติดตามประสิทธิภาพของเชื้อ Bt ที่มีต่อหนอนและตรวจสอบแนวโน้มการพัฒนาความต้านทานของหนอนกระทู้หอมต่อเชื้อ Bt

## 7. วิธีดำเนินการ :

- อุปกรณ์
- 1. เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*
- 2. เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*
- 3. หนอนกระทู้หอม *Spodoptera exigua*
- 3. กล้องจุลทรรศน์
- 4. จานแก้วเพาะเชื้อ
- 5. อาหารเลี้ยงเชื้อ

## 6. อาหารเทียมเลี้ยงแมลง

- วิธีการ

1. เตรียมเชื้อแบคทีเรีย Bt ด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้น 5 ระดับ คือ  $1 \times 10^3$ ,  $1 \times 10^4$ ,  $1 \times 10^5$ ,  $1 \times 10^6$  และ  $1 \times 10^7$  cfu/ml

2. เก็บหนอนกระทู้หอมในจังหวัดกาญจนบุรี มาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการด้วยอาหารเทียมจนได้หนอนรุ่น F1 จากนั้นแบ่งหนอนออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 100 ตัว หนอนกลุ่มที่ 1 คือกลุ่มของหนอนกระทู้หอมที่ให้กินเชื้อ Bta แล้วมีชีวิตรอดอยู่รอด ( Bta selected colony) โดยได้รับเชื้อ Bta ที่อัตราความเข้มข้นต่ำสุดที่ทำให้หนอนตายประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ และเลี้ยงต่อในสภาพห้องปฏิบัติการ หนอนกลุ่มที่ 2 คือกลุ่มของหนอนกระทู้หอมที่ให้กินเชื้อ Btk แล้วมีชีวิตรอดอยู่รอด ( Btk selected colony) โดยได้รับเชื้อ Btk ที่อัตราความเข้มข้นต่ำสุดที่ทำให้หนอนตายประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ และเลี้ยงต่อในสภาพห้องปฏิบัติการ หนอนกลุ่มที่ 3 คือกลุ่มของหนอนกระทู้หอมที่ไม่ได้รับเชื้อ Bt (Unselected colony) และเลี้ยงไว้ในสภาพห้องปฏิบัติการเพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบ

3. ทดสอบค่าความเป็นพิษของเชื้อ Bta และ Btk ทำเช่นนี้ทุกรุ่นของหนอนกระทู้หอมทั้ง 3 กลุ่ม ด้วยวิธีให้กิน (Feeding Method) บนอาหารเทียม โดยหยดเชื้อ Bt ที่ความเข้มข้นต่างๆที่ได้เตรียมไว้ลงบนอาหารเทียมที่เตรียมไว้ในถ้วยพลาสติกสำหรับทดสอบปริมาณ 30 ไมโครลิตรต่อถ้วย ส่วนอัตราความเข้มข้นที่ใช้คัดเลือกจะใช้ตามความเหมาะสมของการตอบสนองต่อเชื้อ Bt ตลอดจนการดำรงอยู่ของกลุ่มหนอนแต่ละรุ่น นำมาทดสอบ โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD มี 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1. เชื้อ Bt ความเข้มข้น  $1 \times 10^3$  cfu/ml

กรรมวิธีที่ 2. เชื้อ Bt ความเข้มข้น  $1 \times 10^4$  cfu/ml

กรรมวิธีที่ 3. เชื้อ Bt ความเข้มข้น  $1 \times 10^5$  cfu/ml

กรรมวิธีที่ 4. เชื้อ Bt ความเข้มข้น  $1 \times 10^6$  cfu/ml

กรรมวิธีที่ 5. เชื้อ Bt ความเข้มข้น  $1 \times 10^7$  cfu/ml

กรรมวิธีที่ 6. control

การบันทึกข้อมูล

ตรวจนับจำนวนหนอนที่ตายในแต่ละกรรมวิธีทุก 24 ชั่วโมงหลังการทดลองในแต่ละรุ่นจนครบ 7 วัน และถ้าพบหนอนตายใน control ปรับค่าเปอร์เซ็นต์การตายด้วย Abbott's formula ดังนี้

$\% \text{ corrected mortality} = \frac{\% \text{ test mortality} - \% \text{ control mortality}}{100 - \% \text{ control mortality}} \times 100$

จากนั้นนำข้อมูลจำนวนหนอนที่ตายมาหาค่าความเข้มข้นที่ทำให้หนอนตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ( $LC_{50}$ ) ด้วยโปรแกรม Probit analysis

4. นำค่า  $LC_{50}$  ของเชื้อ Bta และ Btk ที่ทดสอบกับหนอนกระทู้หอมที่เป็น selected colony มาหารด้วยค่า  $LC_{50}$  ของเชื้อ Bta และ Btk ที่ทดสอบกับหนอนกระทู้หอมที่เป็น unselected colony จะได้ค่าอัตราความต้านทาน (Resistance Ratio; RR)

- เวลาและสถานที่

- ระยะเวลา : 2555 – 2557

สถานที่ : ห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

## 8. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากผลการทดลองหาค่าความเป็นพิษของเชื้อ Bt โดยใช้ค่า  $LC_{50}$  ของหนอนกระทู้หอมที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการ มี 3 กลุ่ม คือ 1. หนอนกระทู้หอมที่ได้รับการคัดเลือกด้วยเชื้อ Bta 2. หนอนกระทู้หอมที่ได้รับการคัดเลือกด้วยเชื้อ Btk และ 3. หนอนกระทู้หอมที่ไม่ได้รับการคัดเลือก จากการทดลองพบว่า

### 1. เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai*

ในกลุ่มประชากรหนอนกระทู้หอมที่ไม่ได้รับการคัดเลือก (unselected colony) มีค่า  $LC_{50}$  ในหนอนรุ่น F2, F3 และ F4 เท่ากับ 5,245,332.93, 18,720,646.33 และ 4,094,022.95 cfu/ml ตามลำดับ (ตาราง 1) และในกลุ่มประชากรหนอนกระทู้หอมที่ได้รับการคัดเลือก ( Bta selected colony) มีค่า  $LC_{50}$  ในหนอนรุ่น F2, F3, และ F4 เท่ากับ 7,971,529.47, 24,474,004.27 และ 6,148,904.74 cfu/ml ตามลำดับ (ตาราง 2) และมีค่า RR เท่ากับ 1.51, 1.30 และ 0.77 เท่า ในรุ่น F2, F3, และ F4 ตามลำดับ (ตาราง 5)

### 2. เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki*

ในกลุ่มประชากรหนอนกระทู้หอมที่ไม่ได้รับการคัดเลือก (unselected colony) มีค่า  $LC_{50}$  ในหนอนรุ่น F2, F3 และ F4 เท่ากับ 48,326,042.81, 7,100,571.58 และ 3,922,951.06 cfu/ml ตามลำดับ (ตาราง 3) และในกลุ่มประชากรหนอนกระทู้หอมที่ได้รับการคัดเลือก (Btk selected colony) มีค่า  $LC_{50}$  ในหนอนรุ่น F2, F3, และ F4 เท่ากับ 832,256.37, 16,138,770.70 และ 5,080,182.13 cfu/ml ตามลำดับ (ตาราง 4) และมีค่า RR เท่ากับ 0.08, 2.27 และ 1.29 เท่า ในรุ่น F2, F3, และ F4 ตามลำดับ (ตาราง 5)

จากการทดลองในครั้งนี้พบว่า เมื่อทำการเลี้ยงประชากรหนอนกระทู้หอมที่เป็น Bt selected colony จนถึงรุ่น F4 เมื่อหนอนเจริญเป็นผีเสื้อ ผีเสื้อที่ได้เกือบทั้งหมดมีลักษณะพิการผิดปกติ ไม่สามารถผสมพันธุ์และวางไข่ได้ ในส่วนผีเสื้อที่ปกติที่สามารถวางไข่ได้ พบว่าไข่ที่ส่วนใหญ่จะฝ่อ ไม่ฟักเป็นตัวหนอน ทำให้ได้ปริมาณหนอนทดลองไม่เพียงพอที่จะทำการทดลองต่อไปได้ในรุ่น F5 และเมื่อได้รับการคัดเลือกด้วยเชื้อ Bt จนถึงรุ่น F6 ประชากรหนอนได้ตายทั้งหมดไม่สามารถเลี้ยงขยายต่อไปได้

การตรวจสอบความต้านทานนี้จะใช้หลักของ เทวินท์และคณะ (2545) โดยใช้ค่า RR ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 10 เท่า ของสายพันธุ์อ่อนแอจะเป็นสายพันธุ์ต้านทาน (resistant strain) และค่า RR ที่น้อยกว่า 10 เท่า จะเป็น

สายพันธุ์ทนทาน (tolerant strain) จากการตรวจสอบพบว่า ในหนอนกระทู้หอมที่ทำการทดลองทุกรุ่นอยู่ในระดับที่ทนทาน ไม่อยู่ในระดับที่มีการต้านทาน

ตาราง 1 ค่า LC<sub>50</sub> ของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* ของหนอนกระทู้หอมที่เป็น unselected colony

หนอนกระทู้หอม(รุ่น)	LC <sub>50</sub> (cfu/ml)	95% confidence limit of LC <sub>50</sub>	
		Lower	Upper
F2	5,245,332.93	3,703,942.37	7,838,377.07
F3	18,720,646.33	-	-
F4	4,094,022.95	-	-

ตาราง 2 ค่า LC<sub>50</sub> ของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* subsp. *aizawai* ของหนอนกระทู้หอมที่เป็น Bta selected colony

หนอนกระทู้หอม(รุ่น)	LC <sub>50</sub> (cfu/ml)	95% confidence limit of LC <sub>50</sub>	
		Lower	Upper
F2	7,971,529.47	5,611,064.01	13,224,823.40
F3	24,474,004.27	-	-
F4	6,148,904.74	-	-

ตาราง 3 ค่า LC<sub>50</sub> ของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* ของหนอนกระทู้หอมที่เป็น unselected colony

หนอนกระทู้หอม(รุ่น)	LC <sub>50</sub> (cfu/ml)	95% confidence limit of LC <sub>50</sub>	
		Lower	Upper
F2	48,326,042.81	-	-
F3	7,100,571.58	3,626,183.22	32,134,876.92
F4	3,922,951.06	-	-

ตาราง 4 ค่า LC<sub>50</sub> ของเชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* ของหนอนกระทู้หอมที่เป็น Btk selected colony

หนอนกระทู้หอม(รุ่น)	LC <sub>50</sub> (cfu/ml)	95% confidence limit of LC <sub>50</sub>	
		Lower	Upper
F2	832,256.37	428,993.71	5,535,986.82
F3	16,138,770.70	12,335,844.03	24,009,091.30

F4	5,080,182.13	-	-
----	--------------	---	---

ตาราง 5 อัตราความต้านทานเชื้อ Bt ของหนอนกระทู้หอมในรุ่นต่างๆ ที่เป็น selected colony

หนอนกระทู้หอม (รุ่น)	<i>B. thuringiensis</i> subsp. <i>aizawai</i>		<i>B. thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i>	
	LC <sub>50</sub> (cfu/ml)	RR <sup>1/</sup>	LC <sub>50</sub> (cfu/ml)	RR <sup>2/</sup>
F2	7,971,529.47	1.51	832,256.37	0.08
F3	24,474,004.27	1.30	16,138,770.70	2.27
F4	6,148,904.74	0.77	5,080,182.13	1.29

<sup>1/</sup>, <sup>2/</sup> RR = Resistance Ratio = LC<sub>50</sub> selected colony / LC<sub>50</sub> unselected colony

#### 9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

จากการตรวจสอบความต้านทานต่อเชื้อ *B. thuringiensis* subsp. *aizawai* (Bta) และ *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki* (Btk) ของหนอนกระทู้หอมที่เก็บมาเลี้ยงขยายจากจังหวัดกาญจนบุรี พบว่า หนอนกระทู้หอมในรุ่น F2, F3 และ F4 มีความทนทานต่อเชื้อ Bta ซึ่งมีค่าอัตราความต้านทานอยู่ระหว่าง 0.77 – 1.51 เท่า และ หนอนกระทู้หอมในรุ่น F2, F3 และ F4 มีความทนทานต่อเชื้อ Btk ซึ่งมีค่าอัตราความต้านทานอยู่ระหว่าง 0.08 – 2.27 เท่า ซึ่งแสดงว่าหนอนกระทู้หอมไม่ต้านทานต่อเชื้อ Bt ดังนั้นยังสามารถใช้เชื้อ Bt ในการควบคุมหนอนกระทู้หอมได้ แต่ต้องใช้อัตราตามคำแนะนำและมีการพ่นที่ถูกต้อง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุม

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ : เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาและติดตามแนวโน้มการสร้าง ความต้านทานของหนอนกระทู้หอมที่มีต่อเชื้อ Bt

11. คำขอบคุณ : ขอขอบคุณ คุณมยุรา พงษ์ชวาล คุณปานนภา ภู่อทอง คุณวิฑูรย์ สอนอ่อน คุณกษมา นามแดง คุณอำไพ หาญมนตรี และทีมงานทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือและช่วยปฏิบัติงานทดลองครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

12. เอกสารอ้างอิง :

- กนกพร อุ๋นใจชน, สุเทพ สหaya, อุทัย เกตุนุติ, อัจฉรา ตันติโชดกและเกศรา จีระจรยา. 2537. การศึกษาความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงกลุ่มต่างๆต่อหนอนกระทู้หอม. รายงานการค้นคว้าและวิจัย ปี 2537. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูฝ้ายและพืชเส้นใย. กองกัญและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร.
- เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์, มานิตา คงชื่นสิน, วัฒนา จารณศรีและพิเชฐ เขาวนวัฒน์วงศ์. 2545. การศึกษาความต้านทานต่อสารฆ่าไรบางชนิดของไรแดงแอฟริกันในสวนส้ม. เอกสารวิชาการการประชุมสัมมนาทางวิชาการแมลงและศัตรูพืช ครั้งที่ 13 ประจำปี 2545. กองกัญและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร.
- สุเทพ สหaya, สุพจน์ กิตติบุญญา, ลักขณา บำรุงศรีและเกศรา จีระจรยา. 2541. การศึกษาความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงกลุ่มต่างๆต่อหนอนกระทู้หอม. รายงานการค้นคว้าและวิจัย ปี 2541. กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูฝ้ายและพืชเส้นใย. กองกัญและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร.
- อัจฉรา ตันติโชดก. 2544. บีที: การควบคุมแมลงศัตรูพืช. หน้า 183-208. ใน: การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีเพื่อการเกษตรยั่งยืน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.
- อุทัย เกตุนุติ. 2544. การควบคุมแมลงศัตรูพืชด้วยไวรัส NPV. หน้า 141-182. ใน: การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธีเพื่อการเกษตรยั่งยืน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.
- Beron, C. M., L. Curatti and G. L. Salerno. 2005. New strategy for identification of novel cry-type genes from *Bacillus thuringiensis* strains. Appl. Environ. Microbiol. 71(2): 761-765.
- El-Guidny, M.A., Madi, S.M., Keddis, M.E., Issa, Y.H. and Abdel-Sattar, M.M. 1982. Development of resistance to pyrethroids in field populations of the Egyptian Cotton Leafworm *Spodoptera littoralis* (Boisd.). International Pest Control 124 : 6-11.
- Porcar, M. and P. Caballero. 2000. Molecular and insecticidal characterization of a *Bacillus thuringiensis* strain isolated during a natural epizootic. J. Appl. Microbiol. 89(2): 309-316.