

การสำรวจหาประสิทธิภาพของสายพันธุ์ต่างๆ ของ *Bacillus thuringiensis* ในการควบคุม หนอนผีเสื้อกิน  
ใยฝั่ขนาดเล็ก *Achroia grisella* และ หนอนผีเสื้อกินใยฝั่ขนาดใหญ่ *Galleria mellonella*



นาย สุรัชย์ ลิฬหัทธ์วัฒน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางชีวภาพ  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

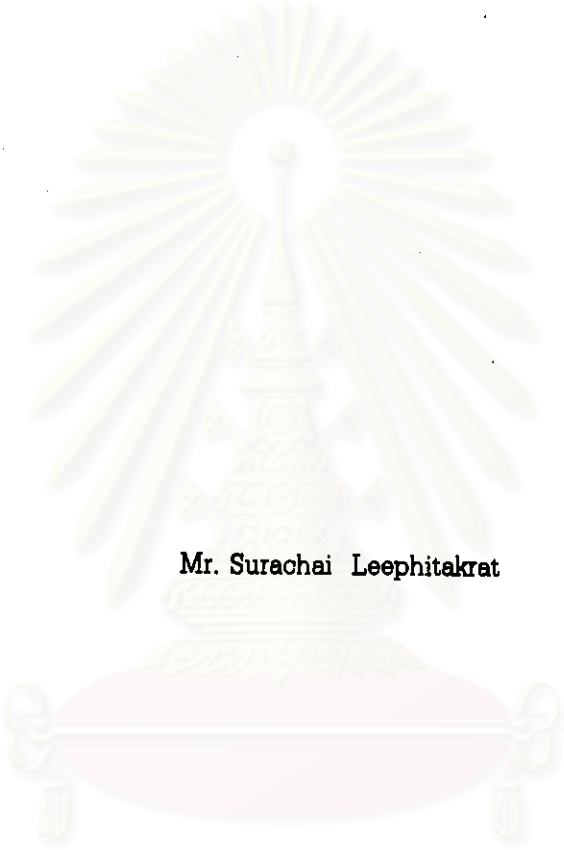
ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-636-816-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17257931

INVESTIGATION OF THE EFFICACY OF VARIOUS STRAINS OF  
*Bacillus thuringiensis* ON THE LESSER WAX MOTH *Achroia grisella* AND THE  
GREATER WAX MOTH, *Galleria mellonella*



Mr. Surachai Leephitakrat

A Thesis is Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Programme of Biotechnology

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1996

ISBN 974-636-816-8

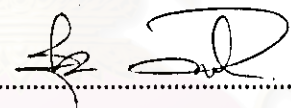
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสำรวจหาประสิทธิภาพของสายพันธุ์ต่างๆของ *Bacillus thuringiensis*  
ในการควบคุมหนอนผีเสื้อกินใบไม้ขนาดเล็ก *Achroia grisella* และหนอนผีเสื้อ  
กินใบไม้ขนาดใหญ่ *Galleria mellonella*

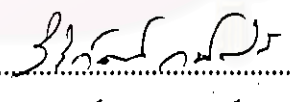
โดย นาย สุรัชย์ ลิฬหัทธกัน  
สาขาวิชา เทคโนโลยีทางชีวภาพ  
อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร. สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร. เกรียงไกร เลิศทัศนีย์

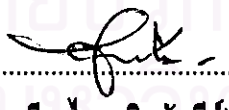
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ  
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

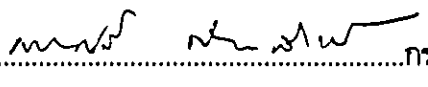
  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภวัฒน์ ชุตินวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ตันตระเชียร)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ศาสตราจารย์ ดร. สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ดร. เกรียงไกร เลิศทัศนีย์)

  
..... กรรมการ  
(ศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญศรี ตั้งคณะสิงห์)

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

สุรัช ลิขิตภักดิ์ : การสำรวจหาประสิทธิภาพของสายพันธุ์ต่างๆ ของ *Bacillus thuringiensis* ในการควบคุมหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดเล็ก *Achroia grisella* และหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดใหญ่ *Galleria mellonella* Linn. (INVESTIGATION OF THE EFFICACY OF VARIOUS STRAINS OF *Bacillus thuringiensis* ON THE LESSER WAX MOTH *Achroia grisella* AND THE GREATER WAX MOTH *Galleria mellonella* Linn. อ. ที่ปรึกษา : ศ.ดร. สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ดร. เกียรติไกร เลิศทัศนีย์, 92 หน้า ISBN 974-636-816-8

ผลการทดสอบความเป็นพิษของแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* สายพันธุ์ต่างๆต่อหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดเล็ก (*Achroia grisella*) และหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดใหญ่ (*Galleria mellonella*) จากจำนวนทั้งหมด 27 สายพันธุ์ ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการโดยวิธีการให้หนอนกิน พบแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* 3 สายพันธุ์ ที่มีผลต่อผีเสื้อหนอนกินไข่ม้วนขนาดเล็กได้แก่ *Bacillus thuringiensis dendrolimus*, *Bacillus thuringiensis kurstaki* และ *Bacillus thuringiensis entomocidus* จากการศึกษาความเป็นพิษ *Bacillus thuringiensis* แต่ละสายพันธุ์ ในอาหารเทียม พบว่า ค่า  $LC_{50}$  (48 ชั่วโมง) เท่ากับ 0.34 และ 1.64% (W/W) ใน *Bacillus thuringiensis kurstaki* เท่ากับ 0.25 และ 0.65% (W/W) ใน *Bacillus thuringiensis entomocidus* เท่ากับ 0.45 และ 0.51% (W/W) ใน *Bacillus thuringiensis dendrolimus* ของหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดเล็กระยะ 1-2 และ 3-4 ตามลำดับ และเท่ากับ 1.02 และ 1.29% (W/W) ใน *Bacillus thuringiensis kurstaki* เท่ากับ 0.17 และ 0.48% (W/W) ใน *Bacillus thuringiensis entomocidus* และเท่ากับ 0.76 และ 1.13% (W/W) ใน *Bacillus thuringiensis dendrolimus* ของหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดใหญ่ ระยะ 1-2 และ 3-4 ตามลำดับ

หมายเหตุ

X การทดสอบความเป็นพิษที่ทดลองในรวงรังผึ้งพบว่า ค่า  $LC_{50}$  (48 ชั่วโมง) เท่ากับ 2.72 และ 11.51 กรัม/ลิตร ใน *Bacillus thuringiensis kurstaki* เท่ากับ 0.11 และ 0.86 กรัม/ลิตร ใน *Bacillus thuringiensis entomocidus* และเท่ากับ 0.004 และ 0.28 กรัม/ลิตร ใน *Bacillus thuringiensis dendrolimus* ของหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดเล็กระยะ 1-2 และ 3-4 ตามลำดับ และเท่ากับ 9.20 และ 5.38 กรัม/ลิตร ใน *Bacillus thuringiensis kurstaki* 0.07 และ 0.18 กรัม/ลิตร ใน *B. thuringiensis var. entomocidus* และเท่ากับ 3.98 และ 4.54 กรัม/ลิตร ใน *Bacillus thuringiensis dendrolimus* ของหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดใหญ่ระยะ 1-2 และ 3-4 ตามลำดับ

การเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยของหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วน พบว่าหนอนผีเสื้อไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยที่ความเข้มข้น 0.3 % ใน *Bacillus thuringiensis entomocidus* และ *Bacillus thuringiensis dendrolimus* และที่ความเข้มข้น 0.4 % ใน *Bacillus thuringiensis kurstaki* ของหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดเล็กระยะ 1-2 และที่ความเข้มข้น 0.4% ใน *Bacillus thuringiensis dendrolimus* และ *Bacillus thuringiensis kurstaki* และที่ความเข้มข้น 0.1% ใน *Bacillus thuringiensis entomocidus* ของหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดใหญ่ระยะ 1-2

การทดสอบต่อหนอนของผึ้งโพรง *Apis cerana* อายุ 3 วัน ที่ความเข้มข้น 10% โดยพบว่าไม่มีอัตราการตายที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญต่อกลุ่มควบคุมที่ระยะเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง

ภาควิชา .....  
สาขาวิชา เทคโนโลยีทางชีวภาพ .....  
ปีการศึกษา 2539 .....

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทความวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

# # C626931 : MAJOR BIOTECHNOLOGY

KEY WORD: *Bacillus thuringiensis* / *Achroia grisella* / *Galleria mellonella* / TOXICITY

SURACHAI LEEPITAKRAT : INVESTIGATION OF THE EFFICACY OF VARIOUS STRAINS OF *Bacillus thuringiensis* ON THE LESSER WAX MOTH *Achroia grisella* AND THE GREATER WAX MOTH *Galleria mellonella*. THESIS ADVISOR : PROF.SIRIWAT WONGSIRI, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR : KRIANGKRAI LERDTHUSANEE, Ph.D. 92 pp. ISBN 974-636-816-8.

Activity of 27 strains of *Bacillus thuringiensis* against the lesser wax moth, *Achroia grisella* and Greater wax moth, *Galleria mellonella* were determined in the laboratory by a feeding method. Only 3 out of 27 strains of *Bacillus thuringiensis kurstaki*, *Bacillus thuringiensis entomocidus* and *Bacillus thuringiensis dendrolimus* were toxic to the larvae of wax moths. The toxicity of *Bacillus thuringiensis* by feeding the larvae on artificially treated media was:  $LC_{50}$  (48 hr.) of *Bacillus thuringiensis kurstaki* were 0.34 and 1.64 % (w/w), *Bacillus thuringiensis entomocidus* were 0.25 and 0.65 % (w/w) and *Bacillus thuringiensis dendrolimus* were 0.45 and 0.51 % (w/w) for the first to second instars and third to fourth instars of *Achroia grisella*, respectively. The  $LC_{50}$  (48 hr.) of *Bacillus thuringiensis kurstaki* were 1.02 and 1.29% (w/w), *Bacillus thuringiensis entomocidus* were 0.17 and 0.48 % (w/w) and *Bacillus thuringiensis dendrolimus* were 0.76 and 1.13 % (w/w) for the first to second instars and third to fourth instars of *Galleria mellonella* respectively.

The toxicity of *Bacillus thuringiensis* to wax moths was also studied by feeding larvae on treated wax comb. The  $LC_{50}$  (48 hr.) of *Bacillus thuringiensis kurstaki* were 2.72 and 11.81 g/l., *Bacillus thuringiensis entomocidus* were 0.11 and 0.86 g/l. and *Bacillus thuringiensis dendrolimus* were 0.004 and 0.28 g/l. for the first to second instars and third to fourth instars of *Achroia grisella*, respectively. The  $LC_{50}$  (48 hr.) of *Bacillus thuringiensis kurstaki* were 9.20 and 5.38 g/l, *Bacillus thuringiensis entomocidus* were 0.07 and 0.18 g/l. and *Bacillus thuringiensis dendrolimus* were 3.98 and 4.54 g/l for the first to second instars and third to fourth instars of *Galleria mellonella*, respectively.

Delayed effects of sublethal dosages on adult emergence was studied by feeding larvae on artificial media treated with the bacteria. The first to second instars and third to fourth instars of *Achroia grisella* did not develop to adult stage in media treated with 0.3 % of *Bacillus thuringiensis entomocidus* and *Bacillus thuringiensis dendrolimus*, 0.4 % of *Bacillus thuringiensis kurstaki*. The first to second instars and third to fourth instars of *Galleria mellonella*, and 0.4 % of *Bacillus thuringiensis dendrolimus* and *Bacillus thuringiensis kurstaki* and 0.1 % of *Bacillus thuringiensis entomocidus*.

Toxicity on the larvae of *Apis cerana* was also tested. There was no significant activity on the larvae at the concentration of 10.0 % (W/W) at 24, 48 and 72 hr. when compare with control groups.

ภาควิชา.....

สาขาวิชา..... เทคโนโลยีทางชีวภาพ

ปีการศึกษา..... 2539

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญภาพ.....	ฅ
<b>บทที่</b>	
1. บทนำ.....	1
2. บทสอบสวนเอกสาร.....	4
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....	27
4. ผลการทดลอง.....	38
5. วิเคราะห์ผลการทดลอง.....	69
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	73
วารสารอ้างอิง.....	75
<b>ภาคผนวก</b>	
ภาคผนวก ก. ....	83
ภาคผนวก ข. ....	87
ประวัติผู้เขียน .....	92

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การควบคุมหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนที่อุณหภูมิต่ำในระยะเวลาต่างๆ.....	11
2.2 เพอร์เซนต์การตายของหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดใหญ่จากการใช้สาร EDB และ PDB ที่อุณหภูมิต่างๆ .....	12
2.3 การจัดจำแนกของ <i>Bacillus thuringiensis</i> crystal protein genes .....	19
2.4 แสดงลำดับของยีนที่สร้างผลึกโปรตีนในแบคทีเรีย <i>Bacillus thuringiensis</i> สายพันธุ์ต่างๆ .....	20
4.1 อัตราการตายของหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดเล็ก <i>Achoia grisella</i> ระยะ 1-2 ที่ระดับความเข้มข้น 1.0 % .....	39
4.2 แสดงความเป็นพิษของ <i>Bacillus thuringiensis</i> ต่อหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดเล็ก <i>Achoia grisella</i> ระยะ 1-2 ในอาหารเทียม .....	41
4.3 แสดงความเป็นพิษของ <i>Bacillus thuringiensis</i> ต่อหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดเล็ก <i>Achoia grisella</i> ระยะ 3-4 ในอาหารเทียม .....	42
4.4 แสดงความเป็นพิษของ <i>Bacillus thuringiensis</i> ต่อหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดใหญ่ <i>Galleria mellonella</i> ระยะ 1-2 ในอาหารเทียม .....	47
4.5 แสดงความเป็นพิษของ <i>Bacillus thuringiensis</i> ต่อหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดใหญ่ <i>Galleria mellonella</i> ระยะ 3-4 ในอาหารเทียม .....	48
4.6 แสดงความเป็นพิษของ <i>Bacillus thuringiensis</i> ต่อหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดเล็ก <i>Achoia grisella</i> ระยะ 1-2 ในรวงรังผึ้ง .....	53
4.7 แสดงความเป็นพิษของ <i>Bacillus thuringiensis</i> ต่อหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดเล็ก <i>Achoia grisella</i> ระยะ 3-4 ในรวงรังผึ้ง .....	54
4.8 แสดงความเป็นพิษของ <i>Bacillus thuringiensis</i> ต่อหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดใหญ่ <i>Galleria mellonella</i> ระยะ 1-2 ในรวงรังผึ้ง .....	59
4.9 แสดงความเป็นพิษของ <i>Bacillus thuringiensis</i> ต่อหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดใหญ่ <i>Galleria mellonella</i> ระยะ 3-4 ในรวงรังผึ้ง .....	59
4.10 ความเป็นพิษของ <i>Bacillus thuringiensis</i> ต่อหนอนผึ้งโพรง <i>Apis cerana</i> .....	63



## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงวงจรชีวิตของผีเสื้อหนอนกินใบไม้ .....	6
2.2 ตัวเต็มวัยของผีเสื้อหนอนกินใบไม้ขนาดเล็ก <i>Achroia grisella</i> F. ....	7
2.3 ตัวเต็มวัยของผีเสื้อหนอนกินใบไม้ขนาดใหญ่ <i>Galleria mellonella</i> L. ....	7
2.4 รวงรังผึ้งที่ยังไม่ได้ถูกหนอนผีเสื้อกินใบไม้ทำลาย .....	8
2.5 รวงรังผึ้งที่ถูกหนอนผีเสื้อกินใบไม้เข้าทำลาย .....	8
2.6 ภาพถ่ายอเล็กตรอนแสดง sporangium ของแบคทีเรีย <i>Bacillus thuringiensis</i> ..	21
3.1 หนอนผีเสื้อกินใบไม้ขนาดเล็ก <i>Achroia grisella</i> F. ระยะ 1-2 และ 3-4 .....	34
3.2 หนอนผีเสื้อกินใบไม้ขนาดใหญ่ <i>Galleria mellonella</i> L. ระยะ 1-2 และ 3-4 .....	34
3.3 รวงรังผึ้งที่ใช้ในการทดลอง .....	35
3.4 อาหารสำหรับใช้ในการทดลอง .....	35
3.5 ลักษณะแบคทีเรีย <i>Bacillus thuringiensis</i> ที่ใช้ในการทดลอง .....	36
3.6 ลักษณะการตายของหนอนผีเสื้อกินใบไม้ขนาดเล็กที่กิน <i>Bacillus thuringiensis entomocidus</i> .....	36
4.1 เปรียบเทียบอัตราการตายของหนอนผีเสื้อกินใบไม้ขนาดเล็ก <i>Achroia grisella</i> ระยะ 1-2 ในอาหารเทียม ของ B.t.d, B.t.e และ B.t.k ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน ใน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง .....	44
4.2 เปรียบเทียบอัตราการตายของหนอนผีเสื้อกินใบไม้ขนาดเล็ก <i>Achroia grisella</i> ระยะ 3-4 ในอาหารเทียม ของ B.t.d, B.t.e และ B.t.k ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน ใน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง .....	45
4.3 เปรียบเทียบอัตราการตายของหนอนผีเสื้อกินใบไม้ขนาดใหญ่ <i>Galleria mellonella</i> ระยะ 1-2 ในอาหารเทียม ของ B.t.d, B.t.e และ B.t.k ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน ใน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง .....	50
4.4 เปรียบเทียบอัตราการตายของหนอนผีเสื้อกินใบไม้ขนาดใหญ่ <i>Galleria mellonella</i> ระยะ 3-4 ในอาหารเทียม ของ B.t.d, B.t.e และ B.t.k ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน ใน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง .....	51



ภาพที่	หน้า
4.5 เปรียบเทียบอัตราการตายของหนอนผีเสื้อกินใบฝิ่งขนาดเล็ก <i>Achroia grisella</i> ระยะ 1-2 ในรวงรังฝิ่ง ของ B.t.d, B.t.e และ B.t.k ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน ใน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง .....	56
4.6 เปรียบเทียบอัตราการตายของหนอนผีเสื้อกินใบฝิ่งขนาดเล็ก <i>Achroia grisella</i> ระยะ 3-4 ในรวงรังฝิ่ง ของ B.t.d, B.t.e และ B.t.k ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน ใน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง .....	57
4.7 เปรียบเทียบอัตราการตายของหนอนผีเสื้อกินใบฝิ่งขนาดใหญ่ <i>Galleria mellonella</i> ระยะ 1-2 ในรวงรังฝิ่ง ของ B.t.d, B.t.e และ B.t.k ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน ใน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง .....	63
4.8 เปรียบเทียบอัตราการตายของหนอนผีเสื้อกินใบฝิ่งขนาดใหญ่ <i>Galleria mellonella</i> ระยะ 3-4 ในรวงรังฝิ่ง ของ B.t.d, B.t.e และ B.t.k ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน ใน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง .....	64
4.9 เปรียบเทียบความเป็นพิษของ <i>Bacillus thuringiensis</i> ต่อหนอนผีเสื้อกินใบฝิ่งขนาดเล็ก <i>Achroia grisella</i> ที่ 48 ชั่วโมง ในอาหารเทียม .....	68
4.10 เปรียบเทียบความเป็นพิษของ <i>Bacillus thuringiensis</i> ต่อหนอนผีเสื้อกินใบฝิ่งขนาดใหญ่ <i>Galleria mellonella</i> ที่ 48 ชั่วโมง ในอาหารเทียม .....	69
4.11 เปรียบเทียบความเป็นพิษของ <i>Bacillus thuringiensis</i> ต่อหนอนผีเสื้อกินใบฝิ่งขนาดเล็ก <i>Achroia grisella</i> ที่ 48 ชั่วโมง ในรวงรังฝิ่ง .....	70
4.12 เปรียบเทียบความเป็นพิษของ <i>Bacillus thuringiensis</i> ต่อหนอนผีเสื้อกินใบฝิ่งขนาดใหญ่ <i>Galleria mellonella</i> ที่ 48 ชั่วโมง ในรวงรังฝิ่ง .....	71

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความสามารถ และความช่วยเหลือจากคณาจารย์ และบุคลากรหลายท่าน ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ศาสตราจารย์ ดร.สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ดร.เกรียงไกร เลิศทัศนีย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งได้ควบคุมงานวิจัย และ ให้คำแนะนำ เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในด้านต่างๆ จนประสบความสำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. สุเมธ ตันตระเชียร ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์ ดร. เพ็ญศรี ตั้งคณะสิงห์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาช่วยแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณ รศ. จริยา เล็กประยูร ที่ได้เอื้ออำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์ ฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการกองกึ่งวิทยาทางแพทย์ คุณประคอง พันธุ์อุไร คุณวิชัย งามสุข จากกองกึ่งวิทยาทางแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ที่ได้ให้คำแนะนำ และเอื้ออำนวยความสะดวกในการเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ หน่วยวิจัยชีววิทยาของผึ้ง ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้สถานที่และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทำวิจัย

ขอขอบคุณ คุณ วริษา ตั้งใจจริง และ สุชาติ เทพนมิตร ที่ได้ช่วยเหลือในการพิมพ์วิทยานิพนธ์ และค้นคว้าเอกสาร คุณพูนพิชฌน์ ไช้ประภาย คุณจันทิมา ปิยะพงษ์ และพี่ๆน้องๆ ทุกคนที่มีส่วนช่วยเหลือตลอดจนให้กำลังใจต่อผู้เขียนเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และโครงการพัฒนาองค์ความรู้ และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ/สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ(รหัสโครงการ BRT 539024) ที่ได้ร่วมให้ทุนในการศึกษาครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครู-อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนข้าพเจ้า และผู้ให้ความช่วยเหลือในด้านการศึกษาามาตลอด