

ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารอะซาไดแรคติน

นางสาวพริยามรณ อ้นอาดม้งาม



วิทยานิพนธ์ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางชีวภาพ

หลักสูตรเทคโนโลยีทางชีวภาพ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-332-289-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

BIOLOGICAL ACTIVITY OF AZADIRACHTIN

Miss Piriyaorn Anartngam

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Biotechnology

Program of Biotechnology

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1998

ISBN 974-332-289-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์      ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารอะซาไดแรคติน  
โดย                              นางสาวพิริยาภรณ์ อันอาดมิ่งาม  
สาขาวิชา                      เทคโนโลยีทางชีวภาพ  
อาจารย์ที่ปรึกษา              รองศาสตราจารย์ ดร. นลินี นิลอุบล  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม        รองศาสตราจารย์ จริญญา เล็กประจักษ์  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม        ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อมร เพชรสม


---

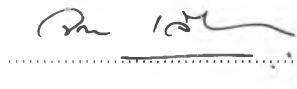
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยดำเนินการ  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

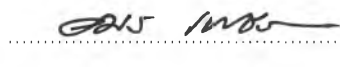
  
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ศุภวัฒน์ ชุตินวงศ์)

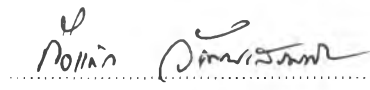
คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร ริมพิชญกิจ)

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร. นลินี นิลอุบล)

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(รองศาสตราจารย์ จริญญา เล็กประจักษ์)

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อมร เพชรสม)

  
.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. กิ่งแก้ว วัฒนเสริมกิจ)

พรียาภรณ์ อันอาดมิ่งาม : ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารอะซาไดแรคติน ( BIOLOGICAL ACTIVITY OF AZADIRACTIN ) อาจารย์ที่ปรึกษา: รศ. ดร. นลิน นิลอุบล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม: รศ. จริญญา เล็กประยูร และ ผศ.ดร.อมร เพชรสม, 99 หน้า. ISBN 974-332-289-2.

จากการสกัดแยกสารอะซาไดแรคตินจากเมล็ดสะเดา 4 กิโลกรัม โดยใช้เทคนิคต่างๆ ได้แก่ การสกัดด้วยตัวทำละลาย, การแยกสารด้วยคอลัมน์โครมาโตกราฟี และการแยกสารด้วยรีเวอส์เฟสไฮเพอร์ฟอร์แมนซิลิคิดโครมาโตกราฟี ตามลำดับได้สารอะซาไดแรคตินที่มีความบริสุทธิ์ 92.87 เปอร์เซ็นต์มีน้ำหนักแห้ง 11.9 มิลลิกรัม

นำสารสกัดที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล (F003) และเอทิลอะซิเตท (F004) ,สารสกัดจากการแยกด้วยคอลัมน์โครมาโตกราฟี (F007, F011, F016, F022, F027) และสารสกัดที่แยกได้จาก reversed phase HPLC (F030) ซึ่งตรวจพบสารอะซาไดแรคติน ทำการทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันเพื่อหาค่า  $LC_{50}$  และทดสอบหาฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหารกับหนอนผีเสื้อกินไผ่ขนาดใหญ่ ( *Galleria mellonella* ) ด้วยวิธีการกิน (feeding bioassay) โดยการให้อาหารผสมกับสารสกัด 0.01, 0.05, 0.1, 0.5 และ 1.0 มก./มก.ของอาหาร และหาค่า  $LC_{50}$  ในเวลา 72 ชั่วโมง พบว่า F030 มีค่า  $LC_{50}$  เท่ากับ 0.0412 มก./มก.ของอาหาร แสดงว่ามีฤทธิ์ทางชีวภาพสูง นอกจากนี้พบว่า F003, F004, F007, F011, F016, F022, F027 ออกฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหารปานกลางขณะที่ F030 ออกฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหารสูงสุด

ภาควิชา.....  
สาขาวิชา เทคโนโลยีทางชีวภาพ.....  
ปีการศึกษา..... 2541.....

ลายมือชื่อนิสิต..... พรียาภรณ์ อันอาดมิ่งาม.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....  
ดร. นลิน

## C827153 : MAJOR BIOTECHNOLOGY

KEY WORD: AZADIRACTIN / BIOASSAY / GALLERIA MELLONELLA L.

PIRIYAPORN ANARTNGAM : BIOLOGICAL ACTIVITY OF AZADIRACTIN

THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. NALINE NILUBOL, Ph.D. THESIS CO - ADVISOR :

ASSOC. PROF. CHARIYA LEKPRAYOON AND ASSIST. PROF. AMORN PECHSOM, Ph.D.

99 pp. ISBN. 974-332-289-2.

Azadirachtin was isolated from 4 kg. of neem seed kernels by solvent extraction and purified by column chromatography and reversed-phase high-performance liquid chromatography, respectively. The yield of 11.9 mg. with 92.87% purity was obtained.

Fraction F003 from methanol extract, F004 from ethyl acetate extract, F007, F011, F016, F022, F027 from column chromatography and F030 from reversed phase HPLC containing azadirachtin were tested for a acute toxicity and antifeedant activity against the greater wax moth (*Galleria mellonella L.*) by a feeding bioassay. The test was carried out by feeding each fractions mixed in the feed at the concentrations of 0.01, 0.05, 0.1, 0.5 and 1.0 mg./mg.feed. The LC<sub>50</sub> values were determined within 72 hours. Fraction F030 had LC<sub>50</sub> value was 0.0412 mg./mg.feed indicating having high biological activity. Furthermore, F003, F004, P007, F011, F016, F022, F027 showed moderate antifeedant activity, while fraction F030 had highest activity.

ภาควิชา.....

สาขาวิชา..... เทคโนโลยีทางชีวภาพ

ปีการศึกษา..... 2541

ลายมือชื่อนิสิต..... ทิริยาภรณ์ อ้นอาม่ม่งาม

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

อ.น. น.น.



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงในความกรุณาของรองศาสตราจารย์ ดร.นลิน นิลอุบล ที่กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ จริยา เล็กประยูร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ อมร เพชรสม ที่กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการวิจัยครั้งนี้ ขอกราบขอบพระคุณไว้เป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ เร่งพิพัฒน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ริมพณิชยกิจ ที่กรุณาเป็นประธานกรรมการในการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ และขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. กิ่งแก้ว วัฒนเสริมกิจ ที่กรุณารับเป็นกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ให้คำแนะนำและช่วยเสนอแนะแนวคิดในการนำเสนอข้อมูล ในการทำวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณคุณคุณชนิษฐา ดีประหลาด ที่กรุณาช่วยวางแผนงานปรับปรุงวิธีการและขั้นตอนในการสกัดสารอะซาไดแรคติน ตลอดจนให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ในการทำวิจัยครั้งนี้ คุณสุรชัย ลิพิทักษ์รัตน์, คุณณรงค์ หอมจันทร์, พี่นักวิจัย, พี่ฝ่ายธุรการ และช่างเทคนิค ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือต่างๆอย่างดียิ่ง และขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ร่วมสถาบัน ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้เป็นอย่างดียิ่ง

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่ได้อบรมสั่งสอนและให้กำลังใจในการเรียนตลอดมา รวมทั้งพี่ชาย, น้องสาว และผู้ที่ให้ความช่วยเหลือต่างๆ ที่มีได้กล่าว ในที่นี้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญรูป.....	ฏ
คำย่อ.....	ต
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ประวัติความเป็นมา.....	1
1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นสะเดา.....	2
1.3 ประโยชน์ของสะเดาในด้านต่าง.....	4
1.4 องค์ประกอบของสารที่สำคัญในเมล็ดสะเดา .....	5
1.5 วิธีการทดสอบฤทธิ์ของสารโดยชีววิธี (Bioassay) .....	9
1.6 การศึกษาผลของสารอะซาไดแรคตินที่มีต่อแมลงและสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น..	10
1.7 มุมเหตุจูงใจในการทำวิจัย .....	13
1.8 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย .....	13
1.9 ขอบเขตของงานวิจัย .....	13
บทที่ 2 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง	
2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	14
2.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง .....	15
2.3 การสกัดสารอะซาไดแรคตินจากเมล็ดสะเดา.....	15

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.1 การสกัดสารอะชาไดแรคตินจากเมล็ดสะเดาด้วย ตัวทำละลายเมทานอล.....	15
2.3.2 การสกัดสารอะชาไดแรคติน จากสารสกัดเมทานอล ด้วยสารละลายผสม 95% เมทานอลและเฮกเซน อัตราส่วน 1 : 1 .....	15
2.3.3 การสกัดสารอะชาไดแรคตินจากสารสกัดเมทานอลด้วยสารละลาย ผสมน้ำและเอทิลอะซิเตท อัตราส่วน 1 : 6 .....	16
2.4 การแยกสารอะชาไดแรคตินด้วยคอลัมน์โครมาโตกราฟี (chromatography column) .....	17
2.4.1 การแยกสารจากสารสกัดเอทิลอะซิเตท .....	17
2.4.2 การแยกสารจากสารที่แยกได้จากสารสกัดเอทิลอะซิเตท.....	17
2.4.3 การแยกสารจากสารที่ผ่านการแยกด้วยเซฟาเดคเจล .....	17
2.4.4 การแยกสารจากการชะด้วยสารละลายผสมคลอโรฟอร์ม และอะซิโตน ( 5 : 1) .....	18
2.4.5 การแยกสารจากการชะด้วยสารละลายผสมเฮกเซน, คลอโรฟอร์มและอะซิโตน ( 3 : 1 : 1) .....	18
2.5 การแยกสารอะชาไดแรคตินด้วยรีเวอร์สเฟส ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ ลิควิดโครมาโตกราฟี (reversed phase HPLC) .....	18
2.6 การวิเคราะห์หาปริมาณอะชาไดแรคตินด้วยเครื่อง HPLC.....	19



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.7 การเพาะเลี้ยงหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.).....	20
2.8 การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดโดยชีววิธี (bioassay).....	20
2.8.1 การทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันในเวลา 72 ชั่วโมง และหาค่า LC <sub>50</sub> ที่ 72 ชั่วโมง.....	20
2.8.2 การทดสอบหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหาร (antifeedant)...	21
2.8.3 การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	21
 บทที่ 3 ผลการทดลอง	
3.1 การสกัดสารอะชาไดแรคติน.....	22
3.1.1 การสกัดสารอะชาไดแรคตินจากเมล็ดสะเดาด้วย ตัวทำละลายเมทานอล.....	22
3.1.2 การสกัดสารอะชาไดแรคตินจากสารสกัดเมทานอลด้วย สารละลายผสม 95% เมทานอลและเฮกเซน (1 : 1) .....	22
3.1.3 การสกัดสารอะชาไดแรคตินจากสารสกัดเมทานอลด้วย สารละลายผสมน้ำและเอทิลอะซิเตท (1 : 6).....	22
3.2 การแยกสารอะชาไดแรคตินด้วยคอลัมน์โครมาโตกราฟี .....	24
3.2.1 การแยกสารสกัดเอทิลอะซิเตท (F004).....	24
3.2.2 การแยกสารจาก F007.....	24
3.2.3 การแยกสารจาก F011.....	26
3.2.4 การแยกสารจาก F016.....	26
3.2.5 การแยกสารจาก F022.....	28
3.3 การแยกสารอะชาไดแรคตินด้วย reversed phase HPLC .....	29

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 การวิเคราะห์หาปริมาณสารอะซาไดแรคตินจาก F030 ด้วยเครื่อง HPLC	33
3.5 การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดโดยชีววิธี .....	34
3.5.1 การทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลัน(acute toxicity)เพื่อหาค่า LC <sub>50</sub> ที่เวลา 72 ชั่วโมง.....	34
3.5.2 การหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของหนอนผีเสื้อกินใบฝรั่ง ขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.).....	52
บทที่ 4. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	70
รายการอ้างอิง.....	73
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก เทคนิคที่ใช้ในการแยกสาร.....	79
ภาคผนวก ข การเตรียมอาหารเลี้ยงหนอนผีเสื้อกินใบฝรั่งขนาดใหญ่.....	81
ภาคผนวก ค กราฟมาตรฐานของสารอะซาไดแรคติน.....	82
ภาคผนวก ง การคำนวณหาปริมาณสารอะซาไดแรคติน.....	83
ภาคผนวก จ การวิเคราะห์ผลการทดลอง .....	84
ภาคผนวก ฉ การคำนวณหาค่า LC <sub>50</sub> (concentration producing 50% mortality)....	85
ประวัติผู้เขียน .....	99

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แสดงฤทธิ์ทางชีวภาพของสารอะซาไดแรคตินและอนุพันธ์ .....	7
1.2	แสดงค่าเฉลี่ยของสารอะซาไดแรคตินและน้ำมันในเมล็ดสะเดาจากประเทศต่างๆ..	8
2.1	แสดงชื่อเครื่องมือ รุ่น และบริษัทผู้ผลิต .....	14
2.2	รายชื่อสารเคมีและบริษัทผู้ผลิต .....	15
3.1	น้ำหนักและลำดับส่วนของ F006, F007, F008 และ F009 ที่แยกจาก F004.....	24
3.2	น้ำหนักและลำดับส่วนของ F010, F011, และ F012 ที่แยกจาก F007.....	24
3.3	น้ำหนักและลำดับส่วนของ F013 - F019 ที่แยกจาก F011.....	26
3.4	น้ำหนักและลำดับส่วนของ F020, F021, F022 และ F023 ที่แยกจาก F016.....	26
3.5	น้ำหนักและลำดับส่วนของ F024, F025, F026 และ F027 ที่แยกจาก F022.....	28
3.6	น้ำหนักและลำดับส่วนของ F029, F030 และ F031 ที่แยกจาก F027.....	29
3.7	เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของหนอน ที่ทดสอบด้วยสารสกัด F003 ที่ความเข้มข้น ของสารต่างๆกัน(มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร)ที่เวลา 24,48 และ 72 ชั่วโมง....	34
3.8	เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของหนอน ที่ทดสอบด้วยสารสกัด F004 ที่ความเข้มข้น ของสารต่างๆกัน(มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร)ที่เวลา 24,48 และ 72 ชั่วโมง....	36
3.9	เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของหนอน ที่ทดสอบด้วยสารสกัด F007 ที่ความเข้มข้น ของสารต่างๆกัน(มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร)ที่เวลา 24,48 และ 72 ชั่วโมง...	38
3.10	เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของหนอน ที่ทดสอบด้วยสารสกัด F011 ที่ความเข้มข้น ของสารต่างๆกัน(มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร)ที่เวลา 24,48 และ 72 ชั่วโมง...	40
3.11	เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของหนอน ที่ทดสอบด้วยสารสกัด F016 ที่ความเข้มข้น ของสารต่างๆกัน(มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร)ที่เวลา 24,48 และ 72 ชั่วโมง...	42
3.12	เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของหนอน ที่ทดสอบด้วยสารสกัด F022 ที่ความเข้มข้น ของสารต่างๆกัน(มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร)ที่เวลา 24,48 และ 72 ชั่วโมง...	44

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.13	46
เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของหนอน ที่ทดสอบด้วยสารสกัด F027 ที่ความเข้มข้นของสารต่างๆกัน(มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร)ที่เวลา 24,48 และ 72 ชั่วโมง...	
3.14	48
เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของหนอนที่ทดสอบด้วยสารอะชาโดแรคตินบริสุทธิ์ 92.87 % (F030) ที่ความเข้มข้นของสารต่างๆ กัน (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	
3.15	51
แสดงค่า LC <sub>50</sub> ที่ 48 และ 72 ชั่วโมง ของสารสกัดจากเมล็ดสะเดา fractions ต่างๆ ต่อหนอนผีเสื้อกินใบไม้ขนาดใหญ่.....	
3.16	52
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของหนอนที่ทดสอบด้วยสารสกัด F003 ที่ความเข้มข้นของสารต่างๆ กัน (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	
3.17	54
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของหนอนที่ทดสอบด้วยสารสกัด F004 ที่ความเข้มข้นของสารต่างๆ กัน (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	
3.18	56
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของหนอนที่ทดสอบด้วยสารสกัด F007 ที่ความเข้มข้นของสารต่างๆ กัน (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	
3.19	58
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของหนอนที่ทดสอบด้วยสารสกัด F011 ที่ความเข้มข้นของสารต่างๆ กัน (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	
3.20	60
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของหนอนที่ทดสอบด้วยสารสกัด F016 ที่ความเข้มข้นของสารต่างๆ กัน (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	
3.21	62
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของหนอนที่ทดสอบด้วยสารสกัด F022 ที่ความเข้มข้นของสารต่างๆ กัน (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.22	64
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของหนอนที่ทดสอบด้วยสารสกัด F027 ที่ความเข้มข้นของสารต่างๆ กัน (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	
3.23	66
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของหนอนที่ทดสอบด้วยสารอะซาไดแรคตินบริสุทธิ์ 92.87 % (F030) ที่ความเข้มข้นของสารต่างๆ กัน (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	
3.24	68
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของสารสกัดจากเมล็ดสะเดา fractions ต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.05 และ 0.10 มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1	5
2.1	16
3.1	23
3.2	23
3.3	25
3.4	25
3.5	27
3.6	27
3.7	28
3.8	30
3.8 ก.	30
3.8 ข.	30
3.8 ค.	31
3.8 ง.	31
3.9	32
3.10	33

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.11 เพอร์เซ็นต์การอยู่รอดของหนอนผีเสื้อกินใบฝิ่งขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.) ที่ได้รับสารสกัด F003 (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	35
3.12 เพอร์เซ็นต์การอยู่รอดของหนอนผีเสื้อกินใบฝิ่งขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.) ที่ได้รับสารสกัด F004 (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	37
3.13 เพอร์เซ็นต์การอยู่รอดของหนอนผีเสื้อกินใบฝิ่งขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.) ที่ได้รับสารสกัด F007 (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	39
3.14 เพอร์เซ็นต์การอยู่รอดของหนอนผีเสื้อกินใบฝิ่งขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.) ที่ได้รับสารสกัด F011 (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	41
3.15 เพอร์เซ็นต์การอยู่รอดของหนอนผีเสื้อกินใบฝิ่งขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.) ที่ได้รับสารสกัด F016 (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	43
3.16 เพอร์เซ็นต์การอยู่รอดของหนอนผีเสื้อกินใบฝิ่งขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.) ที่ได้รับสารสกัด F022 (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	45
3.17 เพอร์เซ็นต์การอยู่รอดของหนอนผีเสื้อกินใบฝิ่งขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.) ที่ได้รับสารสกัด F027 (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	47
3.18 เพอร์เซ็นต์การอยู่รอดของหนอนผีเสื้อกินใบฝิ่งขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.) ที่ได้รับสารอะซาไดแรคติน (F030) (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง.....	49
3.19 กราฟเปรียบเทียบค่า $LC_{50}$ ของสารสกัด fractions ต่างๆ ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง...	51
3.20 เพอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของหนอนผีเสื้อกินใบฝิ่งขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เมื่อให้สารสกัด F003 (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร).....	53

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.21	55
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของหนอนผีเสื้อกินไหม้ขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เมื่อให้สารสกัด F004 (มก.ของสารสกัด /มก.ของอาหาร).....	
3.22	57
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของหนอนผีเสื้อกินไหม้ขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เมื่อให้สารสกัด F007 (มก.ของสารสกัด /มก.ของอาหาร).....	
3.23	59
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของหนอนผีเสื้อกินไหม้ขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เมื่อให้สารสกัด F011 (มก.ของสารสกัด /มก.ของอาหาร).....	
3.24	61
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของหนอนผีเสื้อกินไหม้ขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เมื่อให้สารสกัด F016 (มก.ของสารสกัด /มก.ของอาหาร).....	
3.25	63
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของหนอนผีเสื้อกินไหม้ขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เมื่อให้สารสกัด F022 (มก.ของสารสกัด /มก.ของอาหาร).....	
3.26	65
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของหนอนผีเสื้อกินไหม้ขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เมื่อให้สารสกัด F027 (มก.ของสารสกัด /มก.ของอาหาร).....	
3.27	67
เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของหนอนผีเสื้อกินไหม้ขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง เมื่อให้สารอะซาไดแรคติน (F003) (มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร).....	



## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
3.28	กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการกินอาหารของหนอนผีเสื้อกินไข่ม้วนขนาดใหญ่ ( <i>Galleria mellonella</i> L.) ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมงเมื่อให้สารสกัดจากเมล็ดสะเดา fractions ต่างๆ ที่ความเข้มข้น 0.05 และ 0.10 มก.ของสารสกัด/มก.ของอาหาร.....	69
ค.1	กราฟมาตรฐานของสารอะซาไดแรคติน.....	82

## คำย่อ

### สัญลักษณ์

### ความหมาย

มก./มก.

น้ำหนักสาร(มิลลิกรัม) ต่อ อาหารทดสอบ (มิลลิกรัม)

ชม.

ชั่วโมง

%

เปอร์เซ็นต์