

ศึกษาอัตราและระยะเวลาที่เหมาะสมของสารฟอสฟีนในการป้องกันกำจัดด้วงขมวน  
ในอาหารทะเลแห้ง

ละลม พงษ์ศิริ

๓๓ พ.ย. 2546  
171061

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

มิถุนายน 2546

ISBN 974-9604-63-6

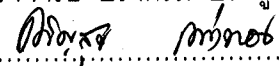
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์  
ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

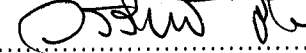
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

 ..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ปรากรม ประยูรรัตน์)

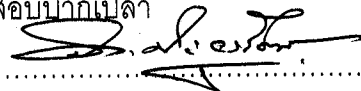
 ..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสุข ต้าทอง)

 ..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ ชีวาพร)

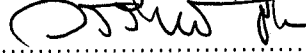
คณะกรรมการการสอบปากเปล่า

 ..... ประธาน

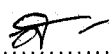
(รองศาสตราจารย์ ปรากรม ประยูรรัตน์)

 ..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสุข ต้าทอง)

 ..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ ชีวาพร)

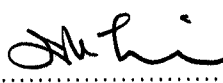
 ..... กรรมการ

(ดร.ศิริโฉม พุ่งแก้ว)

 ..... กรรมการ

(ดร.สมศักดิ์ ลีลา)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลัก  
สูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

 ..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)

วันที่ 17 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2546

## ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตตากรุณาอย่างสูงในการให้คำปรึกษาช่วยแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ รวมทั้งกำลังใจที่ได้รับอย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ปรากรม ประยูรรัตน์ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญสุข เต่าทอง และรองศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ ชีวาพร กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ศิริโฉม หุ่นแก้ว และดร.สมศักดิ์ ลิลา ซึ่งเป็นผู้แทนจากบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณชาติชาย พงษ์ศิริ คุณสมศักดิ์ พงษ์ศิริ และคุณศกุนี พงษ์ศิริ ที่ได้ให้กำลังใจและสนับสนุนในทุกเรื่องตลอดระยะเวลาของการศึกษา

สะสม พงษ์ศิริ

40910435 : สาขาวิชา : ชีววิทยา ; กศ.ม. (การศึกษามหาบัณฑิต)

คำสำคัญ : อัตรา / ระยะเวลา / ฟอสฟีน / การป้องกันกำจัด / ดั่งขมวน

สะสม พงษ์ศิริ : การศึกษาอัตราและระยะเวลาที่เหมาะสมของสารฟอสฟีนในการป้องกันกำจัดดั่งขมวน (*Dermestes maculatus* De Geer) ในอาหารทะเลแห้ง (STUDY ON DOSAGE RATES AND SUITABLE EXPOSURE PERIOD OF PHOSPHINE TO CONTROL THE HIDE BEETLE (*Dermestes maculatus* De Geer) IN DRIED SEA FOOD). อาจารย์ที่ปรึกษา : ปรากรม ประยูรรัตน์, วท.ม. (กีฏวิทยา) อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม : เพ็ญสุข เต่าทอง, Ph. D. (Entomology) 78 หน้า. ISBN 974-9604-63-6

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราและระยะเวลาที่เหมาะสมของสารรมฟอสฟีนในการป้องกันกำจัดดั่งขมวน (*Dermestes maculatus* De Geer) ที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง โดยใช้ฟอสฟีนที่อัตรา 1, 2, และ 3 กรัมต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตร ระยะเวลาในการรม 24, 48, และ 72 ชั่วโมง ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการแมลง ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยบูรพา อุณหภูมิเฉลี่ย 29.24 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 80.78 % พบว่า ฟอสฟีนที่ความเข้มข้นทุกอัตราให้ผลดีในการกำจัดขมวนทุกระยะของการเจริญเติบโต คือ ระยะไข่ หนอนระยะที่ 1 หนอนระยะที่ 3 หนอนระยะที่ 5 หนอนระยะที่ 7 ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย โดยใช้เวลาในการรมตั้งแต่ 24 ชั่วโมงขึ้นไป ทำให้แมลงตายได้ 100 % โดยไข่ไม่สามารถฟักออกเป็นตัวอ่อนได้ และดักแด้ไม่สามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ เช่นกัน

40910435 : MAJOR : BIOLOGY ; M.Ed. (EDUCATION)

KEY WORD : DOSAGE / EXPOSURE PERIOD / PHOSPHINE / HIDE BEETLE / DRIED SEA FOOD

SASOM PONGSIRI : STUDY ON DOSAGE RATES AND SUITABLE EXPOSURE PERIOD OF PHOSPHINE TO CONTROL THE HIDE BEETLE (*Dermestea maculatus* De Geer) IN DRIED SEA FOOD. THE ADVISOR : PRAGROM PRAYOONRAT, M.S., PENSOOK TAUTHONG, Ph. D. 78 P. ISBN 974-9604-63-6

Study on dosage rates and suitable exposure periods of phosphine to control the hide beetle, *Dermestes maculatus* De Geer was investigated in the laboratory at the Biology Department, Burapha University, Bangsaen. The hide beetles were cultured on dried fish at 29.24° C and 80.78 % RH. There were 4 treatments and 3 replications pertreatment. The treatments differed in rate of fumigant application with rates of dosage concentrations being 0, 1, 2, and 3 grams of phosphine per cubic meter. Seven stages of the test insect were : egg, 1<sup>st</sup> instar larva, 3<sup>th</sup> instar larva, 5<sup>th</sup> instar larva, 7<sup>th</sup> instar larva, pupa and adult. After exposure period of 24, 48, and 72 hours, the insects were removed from the fumigation chambers and their mortality was tabulated.

The results showed that phosphine at all dosages were effective against all stages of the hide beetle at 24 hours. This suggests that the dosage of one gram phosphine per cubic meter was adequate to kill all stages of the hide beetle at 24 hours of exposure. The larval and adults were also susceptible to phosphine. The treated egg and pupae which are generally the most tolerant stages could not develop or emerge.

## สารบัญ

|                                                        | หน้า |
|--------------------------------------------------------|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย .....                                  | ง    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....                               | จ    |
| สารบัญ .....                                           | ฉ    |
| สารบัญตาราง .....                                      | ช    |
| สารบัญภาพ .....                                        | ฎ    |
| บทที่                                                  |      |
| 1 บทนำ .....                                           | 1    |
| ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....                   | 1    |
| ความมุ่งหมายของการศึกษา .....                          | 2    |
| ความสำคัญของการศึกษา .....                             | 2    |
| สมมติฐานของการศึกษา .....                              | 2    |
| ขอบเขตของการศึกษา .....                                | 2    |
| สถานที่ทำการศึกษา .....                                | 3    |
| ระยะเวลาทำการศึกษา .....                               | 3    |
| 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....                 | 4    |
| การจัดหมวดหมู่ของขมวน .....                            | 4    |
| รูปร่างลักษณะทั่วไปของขมวน .....                       | 5    |
| ความสำคัญและลักษณะการทำลายของขมวน .....                | 5    |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....                            | 5    |
| งานวิจัยเกี่ยวกับขมวน .....                            | 7    |
| การใช้สารรมในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร ..... | 12   |
| สารรม phosphine .....                                  | 13   |
| อาการของผู้ที่ได้รับพิษจากแกสฟอสฟีน .....              | 14   |

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| การปฐมพยาบาล .....                                                  | 15 |
| เครื่องมือที่ใช้ในการรม (tarpaulin fumigation) .....                | 15 |
| การเตรียมการก่อนรมยา .....                                          | 15 |
| ขั้นตอนการรมยา .....                                                | 16 |
| อัตราของสารรม .....                                                 | 17 |
| วิธีปฏิบัติเมื่อครบกำหนดการรม .....                                 | 17 |
| คำแนะนำเกี่ยวกับความปลอดภัย .....                                   | 17 |
| มาตรฐานบังคับในการปฏิบัติการรมของกองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร ..... | 17 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้สารฟอสฟีน .....                           | 18 |
| 3 วัสดุอุปกรณ์ และวิธีดำเนินการศึกษา .....                          | 25 |
| วัสดุอุปกรณ์ .....                                                  | 25 |
| วิธีดำเนินการศึกษา .....                                            | 26 |
| วิธีทำการทดลอง .....                                                | 27 |
| สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....                               | 28 |
| 4 ผลการทดลอง .....                                                  | 29 |
| 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....                              | 34 |
| อภิปรายผล .....                                                     | 34 |
| สรุปผล .....                                                        | 35 |
| ข้อเสนอแนะ .....                                                    | 35 |
| บรรณานุกรม .....                                                    | 36 |
| ภาคผนวก .....                                                       | 43 |
| ภาคผนวก ก .....                                                     | 44 |
| ภาคผนวก ข .....                                                     | 66 |
| ประวัติย่อของผู้วิจัย .....                                         | 78 |

## สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

- 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนระยะไข่ที่ถูกรมด้วยสารฟอสฟีน  
ในอัตราและระยะเวลาต่าง ๆ (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.24 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 80.78%) ..... 30
- 2 แสดงเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนระยะที่ 1 ที่ถูกรมด้วยสารฟอสฟีน  
ในอัตราและ ระยะเวลาต่าง ๆ (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.24 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 80.78 %) ..... 30
- 3 แสดงเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนระยะที่ 3 ที่ถูกรมด้วยสารฟอสฟีน  
ในอัตราและ ระยะเวลาต่าง ๆ (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.24 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 80.78 %) ..... 31
- 4 แสดงเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนระยะที่ 5 ที่ถูกรมด้วยสารฟอสฟีน  
ในอัตราและ ระยะเวลาต่าง ๆ (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.24 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 80.78 %) ..... 31
- 5 แสดงเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนระยะที่ 7 ที่ถูกรมด้วยสารฟอสฟีน  
ในอัตราและ ระยะเวลาต่าง ๆ (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.24 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 80.78 %) ..... 32
- 6 แสดงเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนระยะดักแด้ที่ถูกรมด้วยสารฟอสฟีน  
ในอัตราและระยะเวลาต่าง ๆ (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.24 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 80.78 %) ..... 32
- 7 แสดงเปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยของหนอนระยะตัวเต็มวัยที่ถูกรมด้วยสารฟอสฟีน  
ในอัตราและระยะเวลาต่าง ๆ (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.24 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 80.78 %) ..... 33
- 8 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงหนอน *Dermestes maculatus*  
ระยะไข่ที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.57 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 80 %) ..... 45

## ตารางที่

- 9 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
หนอนระยะที่ 1 ที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.57 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 80 %) ..... 46
- 10 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
หนอนระยะที่ 3 ที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.57 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 80 %) ..... 47
- 11 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
หนอนระยะที่ 5 ที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.57 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 80 %) ..... 48
- 12 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
หนอนระยะที่ 7 ที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.57 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 80 %) ..... 49
- 13 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
ระยะดักแด้ที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.57 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 80 %) ..... 50
- 14 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
ระยะตัวเต็มวัยที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.57 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 80 %) ..... 51
- 15 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 72 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
ระยะไข่ที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.57 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 80 %) ..... 52

## ตารางที่

- 16 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
หนอนระยะที่ 1 ที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 28.67 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 81 %) ..... 53
- 17 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
หนอนระยะที่ 3 ที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 28.67 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 81 %) ..... 54
- 18 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร ระยะ  
เวลา 48 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
หนอนระยะที่ 5 ที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 28.67 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 81 %) ..... 55
- 19 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
หนอนระยะที่ 7 ที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 28.67 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 81 %) ..... 56
- 20 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
ระยะตัวเต็มวัยที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 28.67 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 81 %) ..... 57
- 21 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
ระยะตัวเต็มวัยที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 28.67 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 81 %) ..... 58
- 22 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
ระยะไข่ที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 28.67 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 81 %) ..... 59

- 23 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
หนอนระยะที่ 1 ที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.5 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 81.33 %) ..... 60
- 24 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
หนอนระยะที่ 3 ที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.5 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 81.33 %) ..... 61
- 25 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
หนอนระยะที่ 5 ที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.5 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 81.33 %) ..... 62
- 26 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
หนอนระยะที่ 7 ที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.5 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 81.33 %) ..... 63
- 27 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
ระยะดักแด้ที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.5 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 81.33 %) ..... 64
- 28 ประสิทธิภาพการทำลายของสารฟอสฟีนในตู้รมสารขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร  
ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ต่อจำนวนการตายของด้วงขมวน *Dermestes maculatus*  
ระยะตัวเต็มวัยที่ทำลายอาหารทะเลแห้ง (อุณหภูมิเฉลี่ย 29.5 องศาเซลเซียส  
ความชื้นเฉลี่ย 81.33 %) ..... 65

## สารบัญภาพ

| ภาพที่                                                                                 | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1 ลักษณะตัวเต็มวัยของหนอน                                                              | 4    |
| 2 แสดงการผสมพันธุ์ของหนอน                                                              | 67   |
| 3 ไช้หนอน                                                                              | 67   |
| 4 ลักษณะทั่วไปของหนอน                                                                  | 68   |
| 5 หนอนระยะที่ 1 – 7                                                                    | 69   |
| 6 หนอนระยะที่ 7 กำลังเข้าดักแด้                                                        | 69   |
| 7 ดักแด้                                                                               | 70   |
| 8 หนอนตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมีย                                                       | 70   |
| 9 ลักษณะส่วนท้ายด้านล่าง (ventral) ของหนอนเพศผู้ที่มีจุดสีน้ำตาล 2 จุด                 | 71   |
| 10 อาหารทะเลแห้งจากตลาดที่มีด้วงหนอนเข้าทำลาย                                          | 71   |
| 11 อุปกรณ์การแยกแมลง และสารออลูมิเนียมฟอสไฟด์                                          | 72   |
| 12 "ปลาวง" อาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนเพื่อการทดลอง                                          | 72   |
| 13 กล่องเพาะเลี้ยงแมลงในห้องปฏิบัติการ                                                 | 73   |
| 14 การจัดวางกล่องภายในตู้รมสาร                                                         | 73   |
| 15 ลักษณะของสารออลูมิเนียมฟอสไฟด์ก่อนทำปฏิกิริยากับไอน้ำในอากาศ<br>ได้แกสฟอสฟีนฆ่าแมลง | 74   |
| 16 ลักษณะของไส้ที่เหลือจากปฏิกิริยาภายหลังการรม                                        | 74   |
| 17 ไช้หนอนที่ตรวจเช็คหลังเสร็จสิ้นการทดลองแล้ว 7 วัน                                   | 75   |
| 18 เปรียบเทียบลักษณะไช้ของหนอน                                                         | 75   |
| 19 ลักษณะการตายของหนอนหนอนหลังการทดลอง 14 วัน                                          | 76   |
| 20 ลักษณะการตายของดักแด้หลังการทดลอง 14 วัน                                            | 76   |
| 21 แสดงการเปรียบเทียบลักษณะการตายของด้วงหนอนตัวเต็มวัย                                 | 77   |