18239

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างอาหารที่ใช้เลี้ยงแมลงบางชนิดกับปริมาณโปรตีน ไขมัน และการวางไข่ของหนอนเฉี้ยงนก (*Tenebrio molitor* L.)

The Relation among Some Insect Feedings and the Quantities of Protein, Fats and Egg Laying of Mealworms (*Tenebrio molitor* .L)

T099053

โดย

นาย อาทิตย์ เจียรกูล

ปก.
0621ค
2544

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....
วัน.เดือน.ปี.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ภาคเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างอาหารที่ใช้เลี้ยงแมลงบางชนิดกับปริมาณโปรตีน ไขมัน และการวางไข่ของหนอนเลี้ยงนก (*Tenebrio molitor* L.)

The Relation among Some Insect Feeding and the Quntities of Protein, Fats and Egg Laying of Mealworms (*Tenebrio molitor* L.)

โดย

นาย อาทิตย์ เจียรกูล

โดยพิจารณาเห็นชอบโดย

.....สุวรินทร์.....บำรุงสุข.....

(รศ.ดร.สุวรินทร์ บำรุงสุข)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร.วรเดช จันทรสร)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่..๑๔..เดือน..มี.ค.....พ.ศ.๒๕๔๕....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : ความสัมพันธ์ระหว่างอาหารที่ใช้เลี้ยงแมลงบางชนิดกับปริมาณโปรตีน ไขมัน และการวางไข่ของหนอนเลี้ยงนก (*Tenebrio molitor* L.)

โดย : นายอาทิตย์ เจียรกูล

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา : .....สุวรินทร์ บำรุงสุข..... ...15../...3../.2545

(รศ.ดร.สุวรินทร์ บำรุงสุข)

การศึกษาความสัมพันธ์ของอาหารที่ส่งผลต่อปริมาณโปรตีน ไขมัน และการวางไข่ของหนอนเลี้ยงนก (*Tenebrio molitor* L) โดยการเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกด้วยอาหาร 3 ชนิด คือ รำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค ซึ่งมีปริมาณโปรตีน 12.302% 16.384% และ 13.678% ตามลำดับ และไขมัน 11.437% 6.508% และ 2.517% ตามลำดับ พบว่าอาหารที่มีปริมาณโปรตีนและไขมันสูงจะส่งผลให้ปริมาณโปรตีน และไขมันในตัวหนอนเลี้ยงนกทั้ง 3 ระยะ คือ ระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และตัวเต็มวัยสูงตามไปด้วย โดยหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็กมีปริมาณโปรตีนสูงสุดทั้ง 3 ระยะโดยมีปริมาณโปรตีน 48.732% 50.070% และ57.709% ตามลำดับ รองลงมาคือหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยซีรีแลคมีปริมาณโปรตีน 45.164% 50.010% และ 55.966% ตามลำดับ หนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยรำละเอียดมีปริมาณโปรตีน 43.463% 48.465% และ 52.844% ตามลำดับ หนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยรำละเอียดมีปริมาณไขมันมากที่สุดทั้ง 3 ระยะคือ 36.667% 35.784% และ18.279% ตามลำดับ รองลงมาคือหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็กมีปริมาณไขมัน 33.616% 33.165% และ 17.205% ตามลำดับ หนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยซีรีแลคมีปริมาณไขมัน 33.503% 32.016% และ 16.698% ตามลำดับนอกจากนี้ยังพบว่าหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีโปรตีนสูงจะสามารถวางไข่ในปริมาณที่มาก โดยอาหารไก่เล็ก ซีรีแลค และรำละเอียดทำให้เพศเมียวางไข่เฉลี่ย 188.7 86.6 และ 84.4 ฟอง/ตัว ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Title : The Relation among Some Insect Feedings and Quantities of Protein, Fats and Egg Laying of Mealworms (*Tennebrio molitor* L.)

By : Mr. Arthit Jearakul

Degree : Bachelor of Science in Agriculture

Major Field : Plant Pest Management Technology

Advisor : ...Suvarin Bumroongsook..... ..15../..3../..2002

(Assoc.Professor.Suvarin Bumroongsook)

The study of relation among some insect feeding with the quantities of protein, fats and egg laying of mealworms was carried out by using three kinds of feedings, rice bran, small chicken feeds, and cerelax with the 12.302%, 16.384%, and 13.678% of protein, respectively, and 11.437%, 6.508%, and 2.517% of fats, respectively. It was found that feeding with higher protein and fat would cause higher protein and fat in all three stages of mealworms (larva, pupa, and adult stages). Mealworms fed with small chicken feeds had the highest protein in each of the three stages with 48.732%, 50.070%, and 57.709% of protein, respectively, to be followed by mealworms fed with cerelax with 45.164%, 50.010%, and 55.966% of protein, respectively. Third in the order regarding quantities of protein were those fed with rice bran with 43.463%, 48.465%, and 52.844% of protein, respectively. As for the quantities of fats, it was found that mealworms fed with rice bran has the highest quantity in each of the three stage with 36.667%, 35.784%, and 18.279% of fat, respectively, to be followed by those fed with small chicken feeds with 33.503%, 32.016%, and 17.205% of fat, respectively, and those fed with cerelax with 33.503%, 32.016%, and 16.698% fat, respectively. In addition, it was also found that mealworms fed with higher protein feedings could lay more eggs. The female mealworms fed with small chicken feeds, cerelax, and rice bran could lay the average numbers of 188.7, 86.6, and 84.4 eggs, respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี ก็เนื่องด้วยความกรุณาจาก รศ.ดร.สุวรินทร์ บำรุงสุข อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ เทคนิคต่าง ๆ ในการแก้ไขปัญหาความช่วยเหลือในเรื่องการจัดหาอุปกรณ์ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ในด้านต่าง ๆ อันเป็นแนวคิดที่สามารถ นำมาใช้แก้ไขกับปัญหาพิเศษฉบับนี้ได้เป็นอย่างดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณในความกรุณาของท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ คุณจารุวรรณ ด่านสมัคร คุณจรงค์ศักดิ์ พุมนวน นักวิทยาศาสตร์ และ คุณวาสนา กังสวัสดิ์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการกีฏวิทยา ผู้คอยให้กำลังใจผลักดัน และให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการจัดหาอุปกรณ์เครื่องมือและคำแนะนำต่าง ๆ ในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอขอบคุณ คุณวรวุฒิ เสาวรัตน์ และเพื่อน ๆ ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชทุก ๆคนที่ให้กำลังใจและความร่วมมือ ด้วยดีตลอดมา

กราบขอขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องทุก ๆ คน ที่ให้ความอนุเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ คำสั่งสอน และคอยเป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณทุก ๆ ท่านไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

อาทิตย์ เจียรกูล

3 พฤศจิกายน 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ii
คำนิยม..... iii
สารบัญ..... iv
สารบัญตาราง..... v
สารบัญภาพ..... vi
คำนำ..... 1
การตรวจเอกสาร..... 3
อุปกรณ์และวิธีการ..... 7
ผลการทดลอง..... 22
วิจารณ์ผลการทดลอง..... 38
สรุป..... 39
เอกสารอ้างอิง..... 41
ภาคผนวก..... 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. ปริมาณโปรตีนและไขมันในอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนก..... 23
2. ปริมาณโปรตีนและไขมันที่พบในหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยรำละเอียด..... 23
3. ปริมาณโปรตีนและไขมันที่พบในหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็ก..... 23
4. ปริมาณโปรตีนและไขมันที่พบในหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยซีรีแลค..... 24
5. ปริมาณไข่เฉลี่ยและเปอร์เซนต์การฟักของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วย
อาหารทั้ง 3 ชนิด..... 31
6. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไข่กับสัปดาห์ที่ทำการทดลอง
ของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยรำละเอียด..... 31
7. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไข่กับสัปดาห์ที่ทำการทดลอง
ของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็ก..... 34
8. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไข่กับสัปดาห์ที่ทำการทดลอง
ของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยซีรีแลค..... 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1. การเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกตัวเต็มวัยด้วยรำละเอียดเพื่อตรวจนับปริมาณไข่..... 9
2. การเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกตัวเต็มวัยด้วยซีรีแลคเพื่อตรวจนับปริมาณไข่..... 10
3. การเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกตัวเต็มวัยด้วยอาหารไก่เล็กเพื่อตรวจนับปริมาณไข่..... 11
4. การสกัดไขมันด้วยเครื่องมือแบบ Labconco Goldfisch..... 15
5. เครื่องย่อยหลายหน่วย (kjeldatherm) ขณะทำการย่อยบนเตาย่อย..... 17
6. สารละลายที่ย่อยแล้วจนเป็นสีฟ้าใสภายในหลอดย่อย..... 18
7. สารละลายตัวอย่างในหลอดย่อยก่อนทำการกลั่นด้วยเครื่อกลั่น (Vopodest 2)..... 20
8. การกลั่นสารละลายในหลอดย่อยจนเป็นสีน้ำตาลเข้ม..... 21
9. ความสัมพันธ์ระหว่าง %โปรตีนในอาหารกับ %โปรตีนในระยะตัวหนอน..... 25
10. ความสัมพันธ์ระหว่าง %โปรตีนในอาหารกับ %โปรตีนในระยะดักแด้..... 26
11. ความสัมพันธ์ระหว่าง %โปรตีนในอาหารกับ %โปรตีนในระยะตัวเต็มวัย..... 27
12. ความสัมพันธ์ระหว่าง %ไขมันในอาหารกับ %ไขมันในระยะตัวหนอน..... 28
13. ความสัมพันธ์ระหว่าง %ไขมันในอาหารกับ %ไขมันในระยะดักแด้..... 29
14. ความสัมพันธ์ระหว่าง %ไขมันในอาหารกับ %ไขมันในระยะตัวเต็มวัย..... 30
15. ความสัมพันธ์ระหว่าง %โปรตีนในอาหารกับปริมาณการวางไข่ของตัวเต็มวัย..... 32
16. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไข่กับระยะเวลาของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วย
รำละเอียด..... 33
17. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไข่กับระยะเวลาของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วย
อาหารไก่เล็ก..... 35
18. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไข่กับระยะเวลาของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วย
ซีรีแลค..... 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

หนอนเลี้ยงนกหรืออีกชื่อหนึ่งคือ mealworm ชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Tenebrio molitor* Linnaeus เป็นตัวอ่อนหรือหนอนของแมลงปีกแข็ง ต้นกำเนิดเดิมอยู่ทางแถบประเทศเขตหนาว และเขตอบอุ่นโดยเฉพาะทวีปยุโรปที่มีอากาศหนาว ซึ่งเหมาะแก่การเจริญเติบโตของหนอนเลี้ยงนก อุณหภูมิที่พอเหมาะแก่การเจริญเติบโตของหนอนเลี้ยงนกคือประมาณ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ 75% (Manojlovic, 1991) หนอนเลี้ยงนกมีวงจรชีวิตที่ค่อนข้างยาวนาน โดยมีระยะไข่ 5-9 วัน ระยะหนอน 90-180 วัน ระยะดักแด้ 5-7 วัน และตัวเต็มวัย 28-60 วัน อัตราตัวผู้ต่อตัวเมีย 2:1 ตัวโดยจะวางไข่เฉลี่ย ครั้งละ 55 ฟอง หลังจากนั้นยังสามารถวางไข่ได้อีกหลายครั้ง (ชูวิทย์, 2523 ; วินัย, 2537) ในประเทศไทยได้มีการเลี้ยงเพื่อเป็นการค้า เนื่องจากเป็นแมลงที่มีวงจรชีวิตค่อนข้างยาวนาน และการขยายพันธ์ทำได้ช้ามากทำให้มีราคาค่อนข้างสูง หนอนเลี้ยงนกมีความสำคัญ โดยใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์จำพวกสัตว์ปีก เช่นพวกไก่ มักนิยมให้หนอนเลี้ยงนกเป็นอาหารเสริมเพราะให้ปริมาณโปรตีนสูง และใช้เป็นอาหารแก่สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่กินแมลงรวมถึงใช้เป็นเหยื่อตกปลาได้อีกด้วย เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของหนอนเลี้ยงนก พบว่ามีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์กับสัตว์ปีกมากมาย เช่น มีไขมันสูงถึง 7.02% โปรตีน 17% โปแตสเซียม 0.22% แมกนีเซียม 0.04% แคลเซียม 0.8% ฟอสฟอรัส 0.6% รวมถึงธาตุอาหารอื่นๆอีกมากมาย (แจ่มจันทร์, 2525)

การศึกษาชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนกที่มีผลต่อ ปริมาณไขมัน และโปรตีนที่มีอยู่ในหนอนเลี้ยงนก เพื่อให้ทราบว่าอาหารประเภทใดที่ใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนกแล้วส่งผลต่อปริมาณไขมัน และโปรตีน ในหนอนเลี้ยงนกสูงที่สุดและการเปรียบเทียบชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนกที่อาจจะส่งผลต่อปริมาณการออกไข่และการฟักมากกว่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนกที่ส่งผลต่อปริมาณโปรตีนและไขมันที่มีอยู่ในหนอนเลี้ยงนก
2. เพื่อเปรียบเทียบชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนก ที่ส่งผลต่อปริมาณการออกไข่ และอัตราการฟักตัวของหนอนเลี้ยงนก
3. เพื่อให้ทราบถึงวิธีการวิเคราะห์ โปรตีน ไขมันในอาหารสัตว์ และศึกษาวงจรชีวิตของหนอนเลี้ยงนกในแต่ละชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

หนอนเลี้ยงนก (Mealworm) หรือชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Tenebrio molitor* Linnaeus อยู่ใน Class Insecta , Order Coleoptera , Family Tenebrionidae เป็นตัวอ่อนของแมลงปีกแข็ง มีลักษณะเป็นแมลงปีกแข็ง มีสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ มีขนาดประมาณ 12-20 มิลลิเมตร หนวดมีลักษณะเป็นแบบลูกตุ้ม (capitate) เมื่อมองจากด้านบน ส่วนของหัว อก และปีกจะเป็นมันเงา หนอนเลี้ยงนกจัดเป็นแมลงชนิดหนึ่งที่เป็นศัตรูผลิตผลทางการเกษตรในยุ้งฉางประเทศในแถบหนาวหรือค่อนข้างหนาว จัดเป็นแมลงศัตรูในโรงเก็บที่มีการกล่าวถึงเป็นอย่างมาก โดยแมลงชนิดนี้จะเข้าทำลายสร้างความเสียหายให้แก่ข้าวสาลีในโรงเก็บ เชื่อกันว่าแมลงชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดในแถบประเทศยุโรป (Hogan, 1999) ถึงแม้ว่าจะเป็นแมลงในเมืองหนาวหรือเขตที่ค่อนข้างหนาว แต่ก็สามารถนำมาเลี้ยงได้ในเขตร้อนอย่างประเทศไทยได้ การเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกให้เจริญเติบโตได้ดีจึงควรเลี้ยงในห้องที่มีการปรับอากาศ จึงจะสามารถเลี้ยงให้เจริญเติบโตได้ดี การเลี้ยงที่อุณหภูมิห้องจะทำให้หนอนมีขนาดเล็กอีกทั้งวงจรชีวิตจะยาวนานโดยเฉพาะช่วงเป็นตัวหนอน (larva) และมีอัตราการตายสูง (แจ่มจันทร์, 2525)

โดยทั่วไปแล้วหนอนเลี้ยงนกเป็นแมลงจำพวกที่ชอบกินของเน่าเสียพวก เมล็ดพืช แป้งสาลีที่สกปรกมีราขึ้น นอกจากนี้ยังกินพวกขนมปัง เศษเนื้อ ขนนก และซากแมลง ได้มีการศึกษาพืชอาหาร 22 ชนิด เพื่อใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนกพบว่ามีเพียงรำข้าวสาลีเท่านั้น ที่จะใช้เป็นอาหารเลี้ยงหนอนเลี้ยงนก โดยใช้ในรูปของรำข้าวสาลีแป้งสาลี เมล็ดข้าวสาลีและรำข้าวสาลีผสมแป้งสาลีในอัตราส่วน 1: 1 ปรากฏว่าหนอนเลี้ยงนกเจริญเติบโตได้ดีที่สุด (ชูวิทย์, 2533) และได้มีการทดลองใช้ แคนตาลูป ตำลึง มะละกอ ผักกาดขาว และแตงโม ให้น้ำแก่หนอนเลี้ยงนกแทนการใช้แตงกวา พบว่าทั้งระยะตัวหนอน และตัวเต็มวัยสามารถกินหมดอย่างรวดเร็วเช่นเดียวกับแตงกวา(วินัย, 2537)

ชีวประวัติของหนอนเลี้ยงนก

ตามธรรมชาติของหนอนเลี้ยงนก สามารถเจริญเติบโตและแพร่กระจายได้ดีในสภาพภูมิอากาศที่ค่อนข้างหนาว และมีความชื้นสูง อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญของหนอนเลี้ยงนกมากที่สุดคืออุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 75 % (Evan, 1983)

ระยะไข่

หนอนเลี้ยงนกตัวเต็มวัยตัวเมียจะวางไข่ ทั้งฟองเดี่ยวหรือฟองกลุ่ม ไข่จะมีลักษณะยาวรี สีขาวนวลผิวเรียบมันวาว มีน้ำคล้ายเมือกเคลือบผิวอยู่ ไข่จะเปราะบางมากเมื่อทำให้แตกจะมีน้ำเหนียวๆไหลออกมา (วินัย, 2536) ขนาดของไข่กว้างประมาณ 0.7-0.9 มิลลิเมตร ยาว 1.5-1.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิเมตร ไข่ของแมลงชนิดนี้จะเป็นแบบ elongate (แจ่มจันทร์, 2523) ถ้าให้ไข่ฟักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลซียส ไข่จะฟักเป็นตัวภายใน 5-9 วัน (ชูวิทย์, 2533)

ระยะตัวหนอน

ระยะตัวหนอนเป็นระยะที่มีการเจริญเติบโตช้าที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระยะอื่นๆ มีระยะการเจริญเติบโตทั้งสิ้น 9-20 ระยะตัวหนอนระยะแรกจะใช้เวลาฟักออกจากไข่ประมาณ 1-2 ชั่วโมง เมื่อตัวหนอนหลุดจากเปลือกไข่ประมาณ 1-2 ชั่วโมง ตัวหนอนจะคลานไปหาอาหารทันที(Cololey, 1990) ตัวหนอนจะเป็นแบบ elateriform (แจ่มจันทร์, 2523) ตัวหนอนในระยะแรกจะมีขนาดเท่าเส้นด้ายยาวประมาณ 0.9-1.2 มิลลิเมตร มีขนาดประมาณเส้นด้ายสีขาวนวลต่อมาสีจะค่อยๆเข้มขึ้นเป็นสีน้ำตาลอ่อน เมื่อเวลาผ่านไปลำตัวจะมีสีเข้มขึ้นเรื่อยๆ ลำตัวของหนอนมีทั้งหมด 9 ปล้อง ปล้องสุดท้ายจะมีขนาดเล็กที่สุด ลำตัวผอมยาวมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกมีขา 3 คู่ขนาดเห็นได้ชัดเจนเมื่อมองผ่านกล้อง stereo microscope จะมองเห็นเส้นข้างลำตัวมีสีน้ำตาล และบนเส้นข้างลำตัวมีรูหายใจปล้องละ 1 รู (แจ่มจันทร์, 2523)

ตัวหนอนที่โตเต็มที่ จะมีขนาดความยาวโดยเฉลี่ยประมาณ 28 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 3-3.5 มิลลิเมตร มีผิวเรียบทรงกระบอก มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า yellow mealworm ในระยะนี้เป็นระยะที่นิยมนำไปขายมากที่สุด เพราะมีขนาดใหญ่เต็มที่ (Hill, 1990) เมื่อหนอนอายุได้ประมาณ 45 วัน ในระยะนี้หนอนจะขึ้นมาอยู่บริเวณผิวของรำข้าวสาลี หนอนจะลอกคราบ จนถึงระยะหนึ่งก่อนเข้าดักแด้หนอนจะเริ่มหดตัวสั้น ระยะตัวหนอนหดตัวสั้น เรียกว่าระยะ prepupal stage ใช้เวลาประมาณ 4 วันในระยะนี้หนอนจะไม่กินอาหาร และจะขึ้นมานอนนิ่งๆ บริเวณผิวของรำข้าวสาลีหรือไม่ก็ฝังตัวอยู่ในรำข้าวสาลีเพียงครึ่งหนึ่งของลำตัวหลังจากนั้นก็จะลอกคราบเข้าดักแด้ ระยะหนอนตั้งแต่เริ่มฟักออกจากไข่ จนถึงระยะดักแด้กินเวลาประมาณ 62-78 วัน (วินัย, 2536) ในระยะนี้ตัวหนอนจะมีศัตรูคือพวกมอดแป้ง (red flour beetle) , *Tribolium castaneum* (Herbst) มอดแป้งเหล่านี้จะทำลายหนอนโดยการกัดกิน

ระยะดักแด้

เมื่อเข้าดักแด้ใหม่ๆ ลำตัวจะมีสีขาวนวล นิ่มและมีลักษณะเหยียดตรง ส่วนหัวโตแล้วค่อยๆเรียวไปทางด้านหลัง เมื่อเวลาผ่านไปทั้งตัวของดักแด้หนอนเลี้ยงนกจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีขาวอมน้ำตาล ลำตัวงอเข้าทางด้านท้อง (ventral) เห็นตารวมเป็นสีดำ ส่วนขาโดยเฉพาะปลายขาหนวดส่วนหัวจะเห็นเป็นสีน้ำตาลอ่อนแล้วค่อยๆเข้มขึ้น ส่วนหัวจะงอพับเข้าหาส่วนอก ส่วนของปีกจะพับลงไปอยู่ระหว่างขาคู่ที่ 2 และ 3 จะนอนนิ่งๆ ไม่เคลื่อนไหว จะเคลื่อนไหวเมื่อมีสิ่งไปรบกวน โดยเฉพาะบริเวณส่วนท้องจะแสดงปฏิกิริยาเร็วมาก หากมีปัจจัยภายนอกมาโดน สังเกตได้จากการใช้นิ้วแตะที่ส่วนท้องดักแด้จะแสดงปฏิกิริยาอย่างรวดเร็ว และรุนแรงมากโดยมันจะงุ้มท้องเข้าแล้วยืดออก คล้ายการดีดตัว (วินัย, 2537)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดักแด้ของหนอนเลี้ยงนกเป็นแบบ exerate pupa (วินัย, 2537) โดยทั่วไปมีขนาดประมาณ 4.5-5.5 มิลลิเมตร และยาวประมาณ 14– 18 มิลลิเมตร ระยะดักแด้ใช้เวลา 5-7 วันโดยเฉลี่ย 6 วัน เวลานานที่สุดประมาณ 9 วันหลังจากเข้าดักแด้ประมาณ 7-8 วันก็จะลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย (Hill , 1990)

ระยะตัวเต็มวัย

ก่อนที่จะเป็นตัวเต็มวัยจะมีการลอกคราบ 1 ครั้งในระยะดักแด้ โดยตัวเต็มวัยจะลอกคราบออกมาจากดักแด้ทางส่วนหัวของดักแด้ ตัวเต็มวัยที่ออกมาจากดักแด้ใหม่ๆ จะมีสีขาวนวล ส่วนอกจะมีสีเหลือง ส่วนหัวขาและหนวดมีสีน้ำตาล ตามีสีดำ และอวัยวะทุกส่วนจะค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจนถึงดำยกเว้นส่วนท้องจะมีสีน้ำตาลเข้ม โดยใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน (วินัย, 2537) ความแตกต่างระหว่างตัวเมียกับตัวผู้ คือตัวเมียจะมีขนาดโตกว่าตัวผู้ และตัวผู้จะมี aedeagus สำหรับสืบพันธ์ที่ปลายท้อง ส่วนตัวเมียจะไม่มี ตัวเต็มวัยของหนอนเลี้ยงนกจะเริ่มผสมพันธ์หลังจากออกจากดักแด้ได้ประมาณ 7 วัน ในการผสมพันธ์ตัวผู้จะขึ้นคร่อมตัวเมียแล้วใช้ aedeagus ส่อดใส่ในอวัยวะเพศตัวเมีย ตัวเมียสามารถวางไข่ได้ครั้งละ 35-50 ฟอง หลังจากนั้นก็สามารถผสมพันธ์และวางไข่ได้อีกครั้ง อายุของตัวเต็มวัยจะแตกต่างกันมาก ตัวผู้จะมีอายุสั้นกว่าตัวเมีย บางตัวมีอายุได้นานถึง 70 วัน ส่วนตัวที่อายุสั้นจะมีอายุเพียง 5 วัน

วงจรชีวิต (life cycle) ของหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส อายุประมาณ 3-5 เดือน

Egg	→	Larva	→	Pupa	→	Adult
(3-6 วัน)		(62-78 วัน)		(5-7 วัน)		(28-60 วัน)

ความสำคัญและการแพร่กระจาย

แมลงชนิดนี้ส่วนใหญ่จะพบกระจายในพื้นที่ที่มีอากาศเย็น ได้แก่ ทวีปยุโรป ตอนเหนือของเอเชีย และทวีปอเมริกาเหนือ (Hogan, 1991) แมลงชนิดนี้เป็นแมลงศัตรูพืชที่ไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ บางครั้งเป็นแมลงศัตรูสำคัญทางเศรษฐกิจอันดับสอง เนื่องจากเป็นแมลงที่มีอัตราการสืบพันธ์และวงจรชีวิตที่ยาวนาน (Cololey, 1990) ในการเข้าทำลายผลผลิต หนอนเลี้ยงนกจะไม่เข้าทำลายผลผลิตโดยตรง โดยพบว่าบริเวณหนวดของแมลงในโรงเก็บอย่างหนอนเลี้ยงนก จะมีอวัยวะรับความชื้นที่บริเวณหนวดทำให้สามารถตรวจสอบได้ว่าที่ใดมีความชื้นมากหรือน้อย มันก็จะไปรวมกลุ่มในแหล่งที่มีความชื้นพอเหมาะ ดังนั้นถ้าอาหารนั้นมีความชื้นต่ำ หนอนเลี้ยงนกจะไม่ใช้เป็นอาหาร เมื่ออาหารนั้นแห้งเกินไป (Evan, 1975) บริเวณที่อาศัยของหนอนเลี้ยงนก จะอาศัยในที่อับชื้นและมืด ทั้งภายในและภายนอกยุ้งฉางหรือโรงเก็บ โดยเฉพาะในสภาพที่เก็บเมล็ดพืชเก่าๆ ไว้เป็นเวลานานๆ การเข้าทำลายของหนอนเลี้ยงนกจะสังเกตง่ายๆ คือ อาหารจะมีกลิ่นเหม็นอับมาก ซึ่งหนอนเลี้ยงนกจะเลือกเข้าทำลายอาหารทีละชิ้นเท่านั้น การทำลายจึงค่อนข้างจำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในประเทศไทยได้มีผู้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนกเป็นการค้า โดยใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ อย่างพวกนกและสัตว์ปีกอื่นๆ โดยเฉพาะไก่จะชอบกินอาหารประเภทนี้มาก หนอนเลี้ยงนกมีราคาค่อนข้างสูงมากตกประมาณกิโลกรัมละ 250-300 บาท เนื่องจากมีวงชีวิตที่ยาวนานทำให้การเพาะเลี้ยงใช้เวลานานและหนอนเลี้ยงนกชอบอากาศเย็น การเลี้ยงจึงต้องเลี้ยงในที่ที่มีการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในระดับประมาณ 25 องศาเซลเซียส จึงจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุด (แจ่มจันทร์, 2525) ในการเลี้ยงหนอนลี้ยงนกด้วยรำข้าวเจ้า จะทำให้หนอนมีขนาดค่อนข้างเล็ก หนอนเลี้ยงนกจะเจริญเติบโตได้ดีในรำข้างสาลี รองลงมาคือ รำข้าวสาลีผสมรำข้าวเจ้า และเจริญเติบโตได้ช้าที่สุดในรำข้าวเจ้าเพียงอย่างเดียว โดยมีระยะการเจริญเติบโตในช่วงหนอน 55-77 วัน 73-90 วัน และ 90-120 วัน ตามลำดับ และมีรายงานว่า ในรำข้าวสาลีจะมีพวก flate grain beetle, *Crutulestes pesillus* (Schonherr) ซึ่งปกติจะไม่ทำลายหนอนเลี้ยงนกแต่จะเป็น secondery pest ทำลายข้าวสาลีและยังพบว่ามีพวกมอดแป้ง *Tribolium castaneum* (Herbst) ซึ่งเป็นศัตรูของหนอนเลี้ยงนก ดังนั้นก่อนที่จะนำรำข้างสาลีมาเลี้ยงหนอนเลี้ยงนก จึงควรทำการอบเสียก่อนเพื่อทำลายไข่และแมลงทั้ง 2 ชนิด โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียสนานประมาณ 1 ชั่วโมง (แจ่มจันทร์, 2523)

การใช้แมลงเพื่อเป็นอาหาร

ได้มีการสำรวจแมลงที่กินได้ในประเทศไทย โดยทำการสำรวจในแถบภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่ามีแมลงที่สามารถนำมาเป็นอาหารได้ สามารถนำมาจำแนกชนิดได้ 8 อันดับ 20 วงศ์ 40 สกุล 49 ชนิด โดยทำการศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของแมลงที่กินได้ 15 ชนิด พบว่าตั๊กแตนปาทังกา (*Pantanga succincta* Linnaeus) มีโปรตีนสูงสุด 25.88 กรัม/100 กรัม ตั๊กแตนหญ้า (*Ckoroedocus illustris* Walker) ให้พลังงานสูงสุด 237.26 กิโลแคลอรี่/100 กรัม ตัวอ่อนแมลงปอ (*Crocothemis* sp.)มีแคลเซียมมากที่สุด0.1038กรัม/100 กรัม ส่วนแมลงทับ (*Sternocera illustris* Walker) มีฟอสฟอรัสมากที่สุด 0.2773 กรัม/100 กรัม

การนำแมลงมาประกอบอาหารนั้น ได้มีการกระทำมาตั้งแต่สมัยโบราณ ในหมู่ชนชาวพื้นเมืองในประเทศต่างๆ ในทวีปเอเชีย อาฟริกา ออสเตรเลีย และอเมริกา โดยมีการจดบันทึกและประวัติการกินแมลงเขียนไว้ในหนังสือหลายเล่ม(Vane-Wright, 1991)ในประเทศไทยนั้นมีความนิยมบริโภคแมลงเป็นอันมาก โดยเฉพาะทางแถบภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีความนิยมรับประทานแมลงเป็นอันมาก (วรากรและคณะ, 2518) มีการพบแมลงที่กินได้วางขายตามท้องตลาดในจังหวัดขอนแก่น 15 ชนิด (องุ่น, 2531) นอกจากนำมารับประทานแล้วยังมีการนำแมลงมาเล่นเป็นเกมกีฬา (องุ่น, 2540) นอกจากนี้ยังพบว่าแมลงที่กินได้ที่คนไทยนิยมรับประทานเป็นอาหารได้ 28 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเลี้ยงหนอนเลี้ยงนก

อุปกรณ์

1. กล่องพลาสติกใสขนาด 19.2 ×28.0×11.0 cm. เจาะรูระบายอากาศที่ฝากล่อง
2. อาหารไก่เล็ก
3. รำละเอียด
4. ซีรีแลค
5. แตงกวา
6. ไม้บรรทัด

วิธีการ

1. ทำการคัดเลือกตัวดักแด้ของหนอนเลี้ยงนกมาประมาณ 200 ตัว นำมาใส่ในกล่องพลาสติกใสขนาด 19.2×28.0×11.0 cm. โดยใส่อาหารที่จะใช้เลี้ยงไว้หนาประมาณ 1.0 cm.
2. รอจนดักแด้กลายเป็นตัวเต็มวัย และผสมพันธ์ออกไข่ภายในกล่อง ปล่อยทิ้งไว้จนตัวเต็มวัยเริ่มตายและสังเกตเห็นตัวหนอนเริ่มฟักออกเป็นมาตัวมากขึ้น จึงเริ่มเติมอาหารที่จะใช้เลี้ยงลงไปให้หนาประมาณ 3.0 cm.จากก้นกล่อง รวมทั้งมีการให้น้ำแก่ตัวหนอนโดยการให้แตงกวาฝานครึ่งลูกทุกๆสัปดาห์
3. เมื่อเลี้ยงหนอนรุ่นแรกได้ประมาณ 25 วันก็จะกระทำดังเช่นข้อ 1 อีกครั้งเพื่อต้องการให้มีหนอนเลี้ยงนกหลายรุ่น เพราะในการวิเคราะห์จะต้องใช้หนอนเลี้ยงนกทั้งหมด 3 ระยะด้วยกันคือ ระยะตัวหนอน , ดักแด้ และตัวเต็มวัย เพื่อสะดวกในการนำไปวิเคราะห์พร้อมกัน
4. ในการคัดเลือกหนอนเลี้ยงนกไปทำการวิเคราะห์ ระยะตัวหนอนที่จะใช้วิเคราะห์จะใช้ตัวหนอนที่โตเต็มที่โดยใช้หนอนที่เลี้ยงมาประมาณ 90-100 วัน ดักแด้และตัวเต็มวัยที่ใช้จะมีอายุประมาณ 100-110 วัน และ 115-130 วัน ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การศึกษาปริมาณการวางไข่และเปอร์เซนต์การฟัก

อุปกรณ์

1. กล่องพลาสติกใสขนาด 7.5×10.2×5.3 cm.เจาะรูระบายอากาศที่ฝากล่อง
2. แผ่นกระดาษสีดำขนาด 7.0 ×10 cm.จำนวน 300 แผ่น
3. รำละเอียด
4. อาหารไก่เล็ก
5. ซีรีแลค
6. แตงกวา
7. กระดาษทิชชู่
8. แว่นขยาย
9. ช้อนชาพลาสติก
10. ตัวเต็มวัยหนอนเลี้ยงนกตัวผู้และตัวเมีย จำนวน 30 คู่

วิธีการ

1. การเตรียมตัวเต็มวัยจะคัดเลือกจากดักแด้ที่ถูกเลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 ชนิดคือ รำละเอียด, อาหารไก่ และซีรีแลค โดยเฝ้าดูตัวหนอนที่เข้าดักแด้จำนวน 100 ตัวในแต่ละชนิดของอาหารที่เลี้ยง แล้วรอคัดเลือกตัวเต็มวันที่ออกจากดักแด้ในวันเดียวกัน เลือกตัวเต็มวัยเพศผู้ และเพศเมีย ที่ออกเป็นตัวเต็มวัยสมบูรณ์จำนวน เพศผู้จำนวน 10 ตัว เพศเมียจำนวน 10 ตัว รวม 10 คู่ นำมาใส่กล่อง กล่องละ 1 คู่ ทำเช่นเดียวกันทุกชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยง
2. การเตรียมที่เลี้ยงใช้กล่องพลาสติกใสขนาด 7.5×10.2×5.3 cm.เจาะรูระบายอากาศที่ฝากล่องจำนวน 30 กล่องตัดกระดาษรองไข่ขนาด 7.0×10 cm.ให้ใส่กล่องได้พอดี จากนั้นนำตัวเต็มวัยที่คัดเลือกไว้ใส่กล่อง เป็นคู่ๆ จากนั้นใส่อาหารที่ใช้เลี้ยงลงในกล่อง กล่องละ 2 ช้อนชา และใส่กระดาษทิชชู่ที่ฉีกเป็นฝอยลงไป 3-4 แผ่นเพื่อให้ตัวเต็มวัยใช้เกาะเวลากลับตัว (ภาพที่ 1-3)
3. ทำการศึกษาปริมาณการวางไข่ และเปอร์เซนต์การฟัก โดยการสังเกตจากการวางไข่ทุกๆ 7 วัน ทำการจดบันทึกและนับปริมาณไข่จากกระดาษที่รองใต้ก้นกล่อง ทำการเปลี่ยนกระดาษรองก้นทุกครั้งหลังจากตรวจนับเช็คผลแล้ว และนำกระดาษที่มีไข่ไป

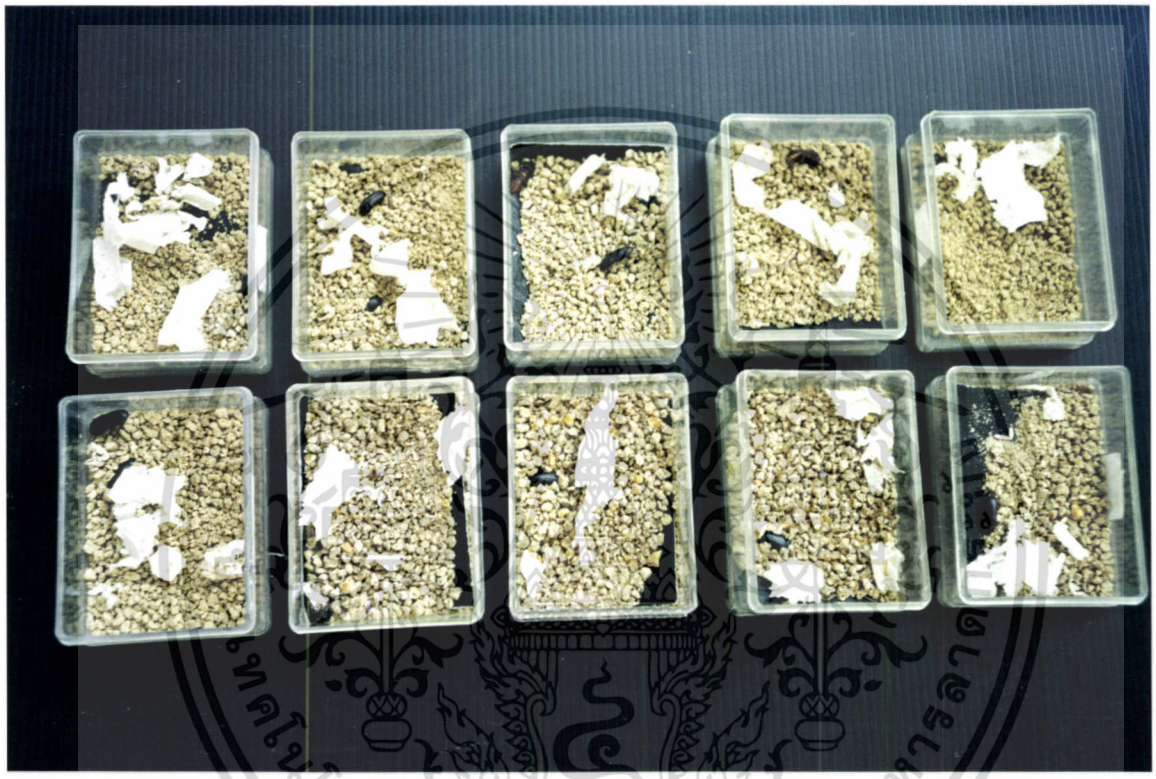
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1 การเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกตัวเต็มวัยด้วยรำละเอียดเพื่อการตรวจนับปริมาณไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2 การเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกตัวเต็มวัยด้วยซีรีแลคเพื่อตรวจนับปริมาณไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 การเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกตัวเต็มวัยด้วยอาหารไก่เล็กเพื่อตรวจนับปริมาณไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพาะฟักเพื่อนับจำนวนตัวหนอนที่ฟักออกมา นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาเปอร์เซนต์การฟัก ให้น้ำโดยใช้แตงกวาตัดเป็นชิ้นเล็กๆใส่ลงในกล่องทุกๆ 7 วัน ทำการทดลองจนกระทั่งตัวเต็มวัยหนอนเลี้ยงนกตายหมดทุกตัว แล้วนำข้อมูลที่เก็บได้ไปคำนวณหาค่าเฉลี่ยของปริมาณไข่ทั้งหมดและเปอร์เซนต์การฟักและนำไปวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ

สูตรการคำนวณเปอร์เซนต์การฟัก

$$\text{เปอร์เซนต์การฟัก} = \frac{\text{จำนวนไข่ที่ฟัก}}{\text{จำนวนไข่}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ไขมัน (Ether Extract)

อุปกรณ์

1. เครื่องมือสกัดไขมันแบบ Labconco Goldfisch รุ่น Labconco
2. Beaker ขนาด 100 ซี.ซี.ที่มีขอบแบนราบปากถ้วย
3. Extraction thimble
4. Pyrex sample tube
5. Reclaiming tube
6. Retaining ring
7. Beaker gasket
8. Heater Cover
9. โหลดูดความชื้นและตู้อบ

สารเคมีและอื่นๆ

1. Diethyl ether หรือ Dichloromethane
2. ตัวอย่างอาหารที่ใช้วิเคราะห์ไขมัน ประกอบไปด้วย รำละเอียด อาหารไก่เล็ก ซีรีแลค และตัวอย่างหนอนนกที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 ชนิดผ่านการอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมงแล้วทำการบดให้ระเอียด

วิธีการ

1. นำ beaker ขนาด 100 ซี.ซี. ที่สะอาดไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโหลดูดความชื้นแล้วนำออกมาชั่งให้ได้น้ำหนักที่คงที่
2. ชั่งตัวอย่างที่เตรียมไว้เรียบร้อย ให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 2 กรัม ใส่ลงไปใน extraction thimble อุดด้วยสำลีที่ปราศจากไขมัน
3. อบตัวอย่างอาหารนั้นในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงเพื่อไล่ความชื้น
4. นำ extraction thimble ที่ใส่ตัวอย่างอาหารนี้ ใส่ลงใน pyrex sample tube แล้วสวมเข้าที่ส่วนของเครื่องควบแน่น (condenser heat) ที่ holding clip ทำตัวอย่างอาหารละ 3 หลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เติม diethyl ether (หรือ dichloromethane) ลงใน beaker ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้วนั้นประมาณ 25-30 ซี.ซี. ซึ่งเป็นปริมาณที่เพียงพอที่จะใช้กลั่นประมาณ 3-4 ชั่วโมง
6. เปิดน้ำเย็นให้ไหลผ่านเครื่องควบแน่นตลอดเวลา สังเกตการไหลของน้ำที่ท่อน้ำออก และปรับอัตราการไหลเพื่อให้ได้อัตราการควบแน่นที่ต้องการ
7. สวม gasketed retainer ring เข้ากับ beaker ที่บรรจุ diethyl ether แล้วนำ beaker นี้ต่อเข้าไปเข้ากับเครื่องและหมุนให้เข้าที่จนแน่นสนิท
8. ปรับระดับเครื่องให้ความร้อน (heater) ให้แนบกันกับของ beaker โดยดึงปุ่ม elevation control knob ลงพร้อมกับหมุนไปทางซ้ายเล็กน้อยแล้วยกขึ้นเป็นจังหวะที่ 1 ต่อจากนั้นหมุนปุ่มนี้อีกครั้งไปทางขวาแล้วค่อยๆ ยกขึ้นเพื่อให้สัมผัสกันกับ beaker อย่างแผ่วเบา
9. เปิดสวิทซ์เครื่องให้ความร้อน ที่ตำแหน่งให้ความร้อนประมาณ 3-4 (ภาพที่ 4)
10. การสกัดใช้เวลาประมาณ 4 ชั่วโมง ก็สามารถสกัดไขมันจากตัวอย่างได้หมด
11. เมื่อขบวนการสกัดเสร็จสิ้นแล้ว นำเอา sample tube ออกและใส่แทนที่ด้วย reclaiming tube แล้วให้ความร้อนอีกเพื่อให้สารละลายที่ใช้สกัดเข้ามาอยู่ใน reclaiming tube นี้ เพราะฉะนั้นไขมันก็จะอยู่ใน beaker
12. ไขมันที่ถูกสกัดที่เหลืออยู่ใน beaker จะถูกทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนอย่างต่ำ (low) แก่ beaker ซึ่งวางในลักษณะเอียงจนกระทั่งเหลือสารละลายเพียงเล็กน้อยจึงนำ beaker นั้นเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที
13. นำ beaker ที่อบแล้วนั้นทิ้งไว้ให้เย็นในโหลดูดความชื้นแล้วชั่งได้น้ำหนักที่แน่นอน

วิธีการคำนวณ

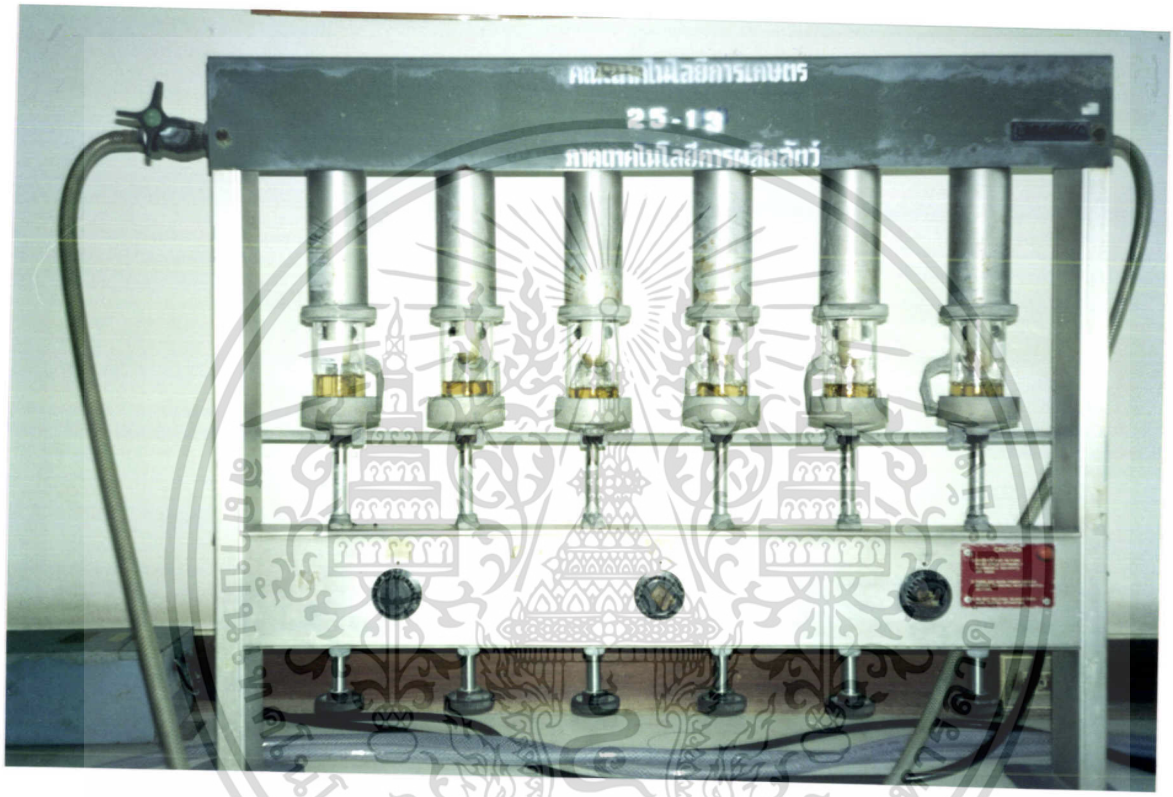
$$\% \text{ ether extract} = \frac{b - a}{c} \times 100$$

a = น้ำหนักของ beaker

b = น้ำหนักของ beaker และไขมันหลังการอบ

c = น้ำหนักตัวอย่างอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 การสกัดไขมันด้วยเครื่องมือแบบ Labconco Goldfisch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การวิเคราะห์โปรตีน (Crude Protein) โดยการใช้เครื่อง Gerhardt

อุปกรณ์

1. เครื่องย่อยหลายหน่วย (Kjeldatherm) พร้อมเครื่องดูดควัน ยี่ห้อ Gerhardt
2. เ ครื่องกลั่น (Vopodest 2) ยี่ห้อ Gerhardt
3. เครื่องไตรเตรทอัตโนมัติ(Auto burette)
4. Erlenmeyer flask 500 ml.
5. หลอดย่อยขนาด 250 ml.(digestion tube)

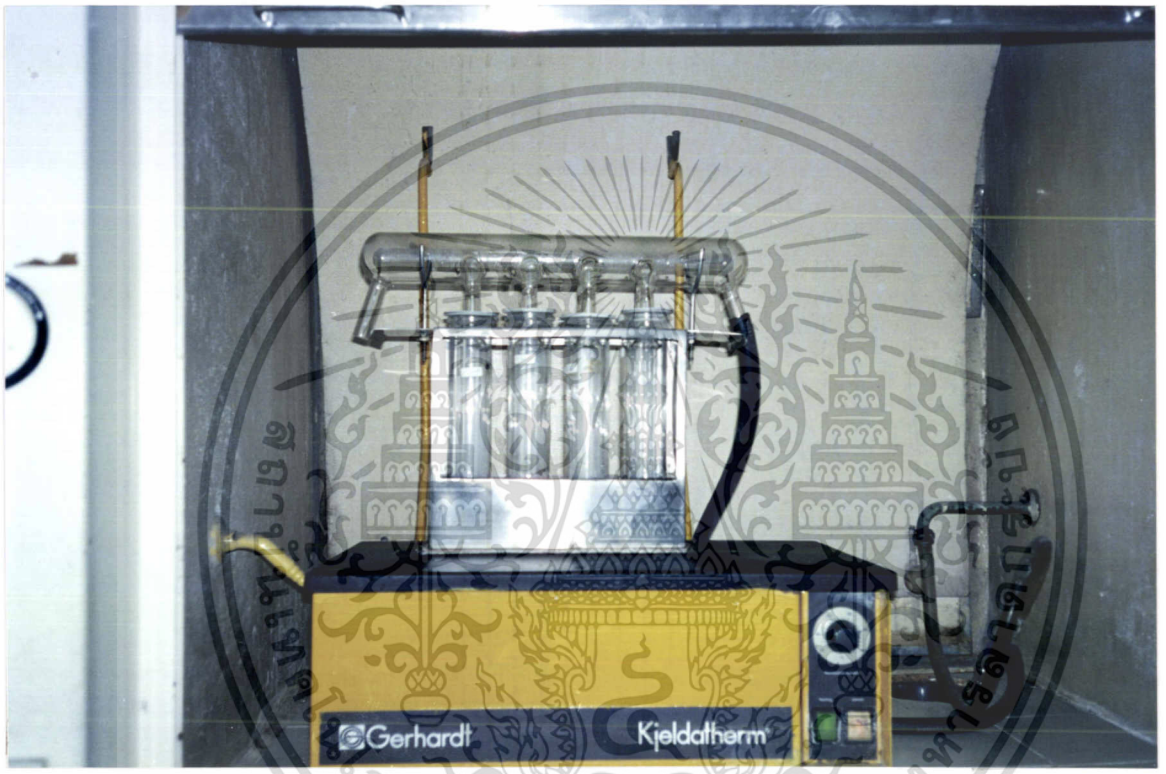
สารเคมีและอื่นๆ

1. Conc.H_2SO_4 93-98%
2. Catalyst mixture
3. 32% NaOH
4. 4% Boric acid
5. mix indicator
6. 0.1N H_2SO_4
7. ตัวอย่างอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนนก ประกอบด้วย รำละเอียด อาหารไก่เล็ก ซีรีแลคและหนอนนกที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 ชนิดที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมงแล้วนำมาบดให้ระเอียด

วิธีการวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Gerhardt

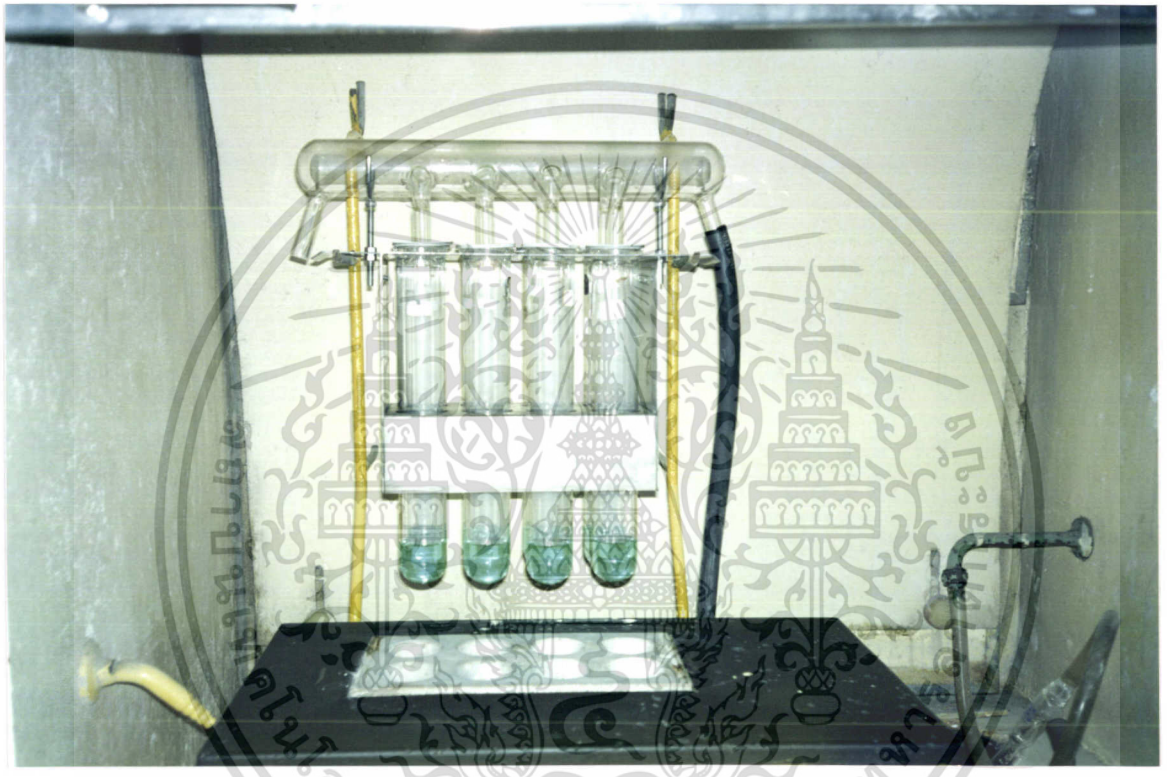
1. ชั่งตัวอย่างอาหารที่ใช้วิเคราะห์ประมาณ 0.5 กรัม ใส่ลงในหลอดย่อยขนาด 250 ml. ตัวอย่างละ 4 หลอด โดยกำหนดให้ 3 หลอดเป็นตัวอย่างอาหารที่ใช้วิเคราะห์ อีก 1 หลอดเป็น blank เพื่อใช้เปรียบเทียบโดย blank จะไม่ใส่ตัวอย่างอาหาร
2. ใส่ catalyst mixture หลอดละ 7 กรัม
3. ใส่กรดซัลฟุริคเข้มข้น 20 ml. จากนั้นนำไปย่อยบนเตาย่อย (ภาพที่ 5) โดยครั้งแรกใช้ไฟอ่อน 280 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที แล้วจึงทำการเร่งไฟให้มีความร้อนสูงถึง 380-400 องศาเซลเซียส ย่อยจนกว่าไอกรดที่ลอยออกมาเริ่มหมดและสารละลายในหลอดเป็นสีฟ้าใส (ภาพที่ 6)
4. ปิดสวิทซ์ไฟแล้วยกชุดหลอดย่อยวางไว้เหนือเตา ทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดควัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 เครื่องย่อยหลายหน่วย (kjeldatherm) ขณะทำการย่อยบนเตาย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
99053



ภาพที่ 6 สารละลายที่ย่อยแล้วจนเป็นสีฟ้าใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อสารละลายเย็นดีแล้ว เติมน้ำกลั่น 40 ml. การเติมต้องค่อยๆรินช้าๆ จากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำไปใส่ในที่สำหรับกลั่น
6. นำ boric 4% ที่เตรียมไว้ใส่ใน erlenmeryer flask ขนาด 500 ml. ประมาณ 75 ml.
7. เติม mix indicator 2-3 หยด นำไปวางต่อเข้ากับเครื่องกลั่น Vopodest 2 (ภาพที่ 7) ให้ปลาย condenser จุ่มลงในสารละลาย boric ใน flask
8. ดำเนินการกลั่น
   - อันดับแรก เสียบปลั๊กเครื่องกลั่น Vopodest 2 เปิดปุ่ม power switch ไฟสีเขียวจะสว่างขึ้น
   - เปิดน้ำเพื่อให้ไหลหล่อเย็น condenser ไฟตำแหน่ง cooling สีเหลืองจะติด
   - เลือกไอน้ำที่ใช้กลั่นโดยกดปุ่ม stream ไปที่ตำแหน่ง hight
   - จากนั้นกดปุ่ม เติม NaOH จะเป็นการเติมด่างในหลอดย่อย ที่ต้องการกลั่นเติมจนได้สารละลายเป็นสีน้ำเงินเข้ม (ภาพที่ 8) สังเกตจากขีดสเกลประมาณ 120-150 ml.
   - ดูไฟตำแหน่ง start ถ้าไฟติดแล้วให้กดปุ่ม start เพื่อเริ่มทำการกลั่นไฟตำแหน่ง distillation สีเหลืองจะติด ให้ทำการกลั่นประมาณ 3 นาที
   - กดปุ่ม stop เพื่อหยุดกลั่น ลดฟลาคลงชะปลายหลอดที่จุ่มอยู่ด้วยน้ำกลั่น
   - นำสารละลายในฟลาคไป titrate ด้วยกรด H_2SO_4 0.1 N จนเป็นกลางโดย titrate สารละลายจนเห็นเป็นสีชมพูบานเย็น

วิธีการคำนวณ

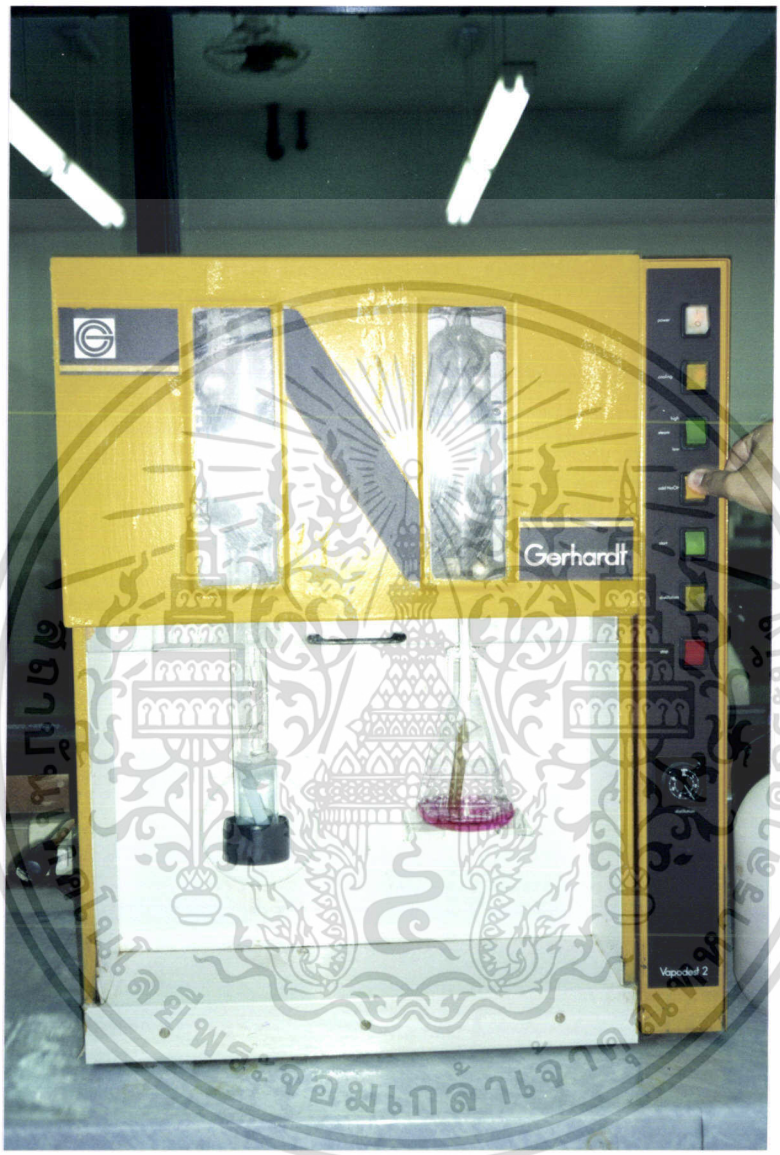
$$\% \text{ crude protein} = \frac{1.4\ VN \times 6.25}{W}$$

V = ปริมาตรของกรดซัลฟุริคที่ใช้

N = ความเข้มข้นเป็น normal ของ H_2SO_4

W = น้ำหนักของตัวอย่างอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 สารละลายตัวอย่างในหลอดย่อยก่อนทำการกลั่นด้วยเครื่องกลั่น (Vopodest 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18239

ภาพที่ 8 การกลั่นสารละลายในหลอดย่อยจนเป็นสีน้ำตาลเข้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ฉาดกระบัง

ผลการทดลอง

1. จากผลการวิเคราะห์โปรตีนทั้งหมด (crude protein) ในรำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค ผลที่ได้คือ รำละเอียดมีปริมาณโปรตีนทั้งหมด 12.302% อาหารไก่เล็กมีปริมาณโปรตีนทั้งหมด 16.384% และซีรีแลคมีปริมาณโปรตีนทั้งหมด 13.678% (ตารางที่ 1) จากการวิเคราะห์หนอนเลี้ยงนกทั้ง 3 ระยะเพื่อหาปริมาณโปรตีนทั้งหมดโดยหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยรำละเอียด พบว่าในระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และตัวเต็มวัย มีปริมาณโปรตีนทั้งหมด 43.463% 48.465% และ 52.844% ตามลำดับ (ตารางที่ 2) หนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็ก พบว่าในระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และตัวเต็มวัย มีปริมาณโปรตีนทั้งหมด 48.732% 50.070% และ 57.109% ตามลำดับ (ตารางที่ 3) หนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยซีรีแลค พบว่าระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และตัวเต็มวัย มีปริมาณโปรตีนทั้งหมด 45.164% 50.010% และ 55.966% ตามลำดับ (ตารางที่ 4) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์เชิงเส้นแบบถดถอยระหว่างปริมาณโปรตีนในอาหารกับปริมาณโปรตีนในระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และตัวเต็มวัย มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกตามสมการเส้นตรง $y = 1.322x + 27.356$ ($R = 0.966$), $y = 0.6102x + 40.911$ ($R = 0.530$) และ $y = 1.168x + 38.254$ ($R = 0.646$) ตามลำดับ (ภาพที่ 9-11)

2. จากผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันทั้งหมด (crude fats) ในรำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค ผลที่ได้คือ รำละเอียดมีปริมาณไขมันทั้งหมด 11.437% ในอาหารไก่เล็กมีปริมาณไขมันทั้งหมด 6.508% และซีรีแลคมีปริมาณไขมันทั้งหมด 2.517% (ตารางที่ 1) หนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยรำละเอียด พบว่าในระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และตัวเต็มวัยมีปริมาณไขมันทั้งหมด 36.66% 35.784% และ 18.279 % ตามลำดับ (ตารางที่ 2) หนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็ก พบว่าในระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และตัวเต็มวัยมีปริมาณไขมันทั้งหมด 33.616% 33.165% และ 17.205% ตามลำดับ (ตารางที่ 3) หนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยซีรีแลค พบว่าในระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และตัวเต็มวัยมีปริมาณไขมันทั้งหมด 33.503% 32.016 % และ 16.698 % ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เชิงเส้นแบบถดถอยระหว่างปริมาณไขมันในอาหารกับปริมาณไขมันในระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และตัวเต็มวัย มีความสัมพันธ์เชิงบวกทั้งหมดตามสมการ $y = 0.387x + 32.546$ ($R = 0.901$), $y = 0.530x + 30.518$ ($R = 0.965$) และ $y = 0.184x + 16.206$ ($R = 0.689$) ตามลำดับ (ภาพที่ 12-14)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ปริมาณโปรตีนและไขมันในอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนก

ชนิดอาหาร	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)
รำละเอียด	12.302	11.437
อาหารไก่เล็ก	16.384	6.508
ซีรีแลค	13.678	2.517

ตารางที่ 2 ปริมาณโปรตีนและไขมันที่พบในหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยรำละเอียด

หนอนเลี้ยงนก	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)
ระยะตัวหนอน	43.463	36.667
ระยะดักแด้	48.465	35.784
ตัวเต็มวัย	52.844	16.279

ตารางที่ 3 ปริมาณโปรตีนและไขมันที่พบในหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็ก

หนอนเลี้ยงนก	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)
ระยะตัวหนอน	48.732	33.616
ระยะดักแด้	50.070	33.165
ตัวเต็มวัย	57.709	17.205

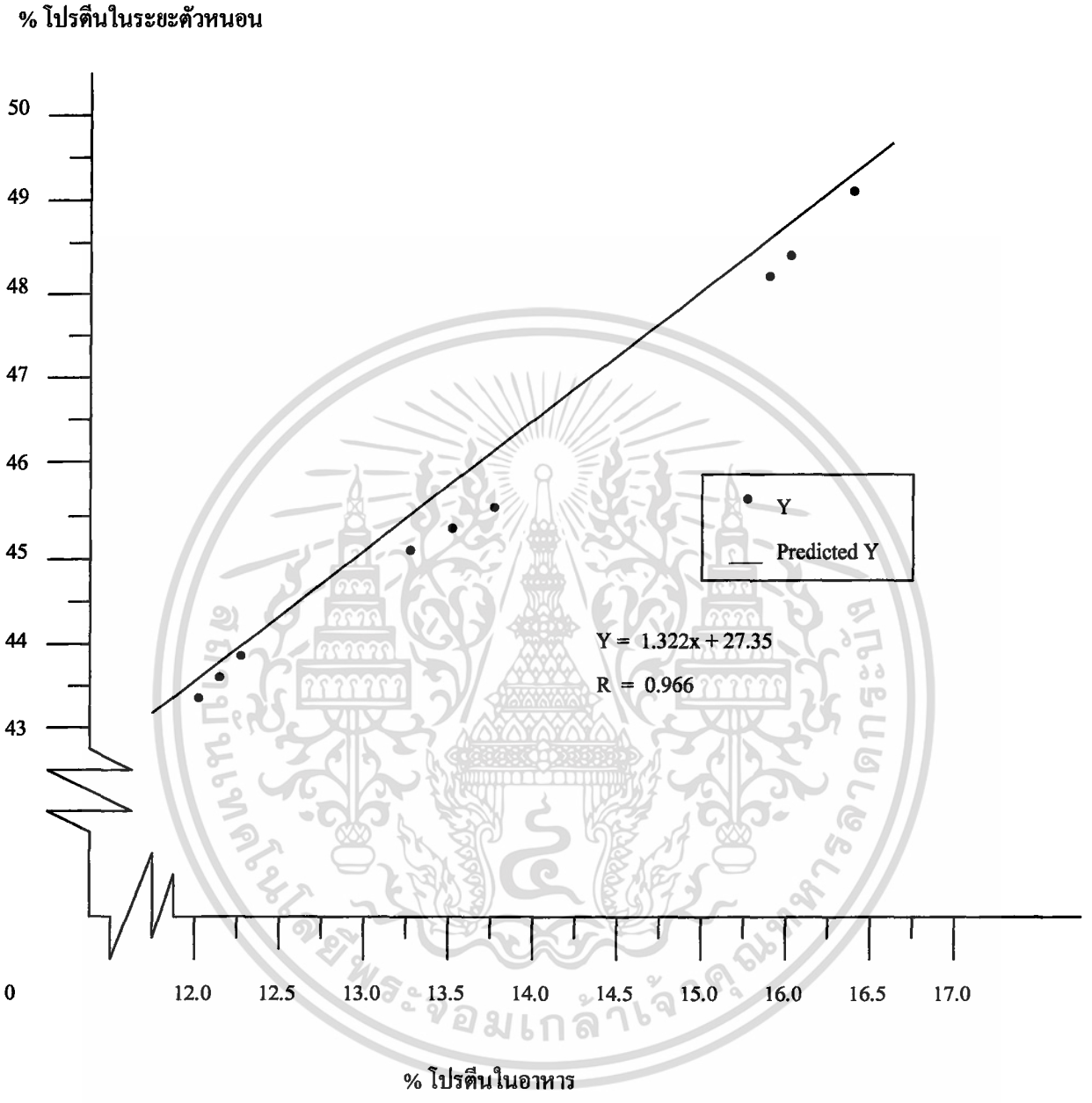
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ปริมาณโปรตีนและไขมันที่พบในหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยซีรีแลค

หนอนเลี้ยงนก	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)
ระยะตัวหนอน	45.164	33.616
ระยะดักแด้	50.010	32.015
ตัวเต็มวัย	55.966	16.698

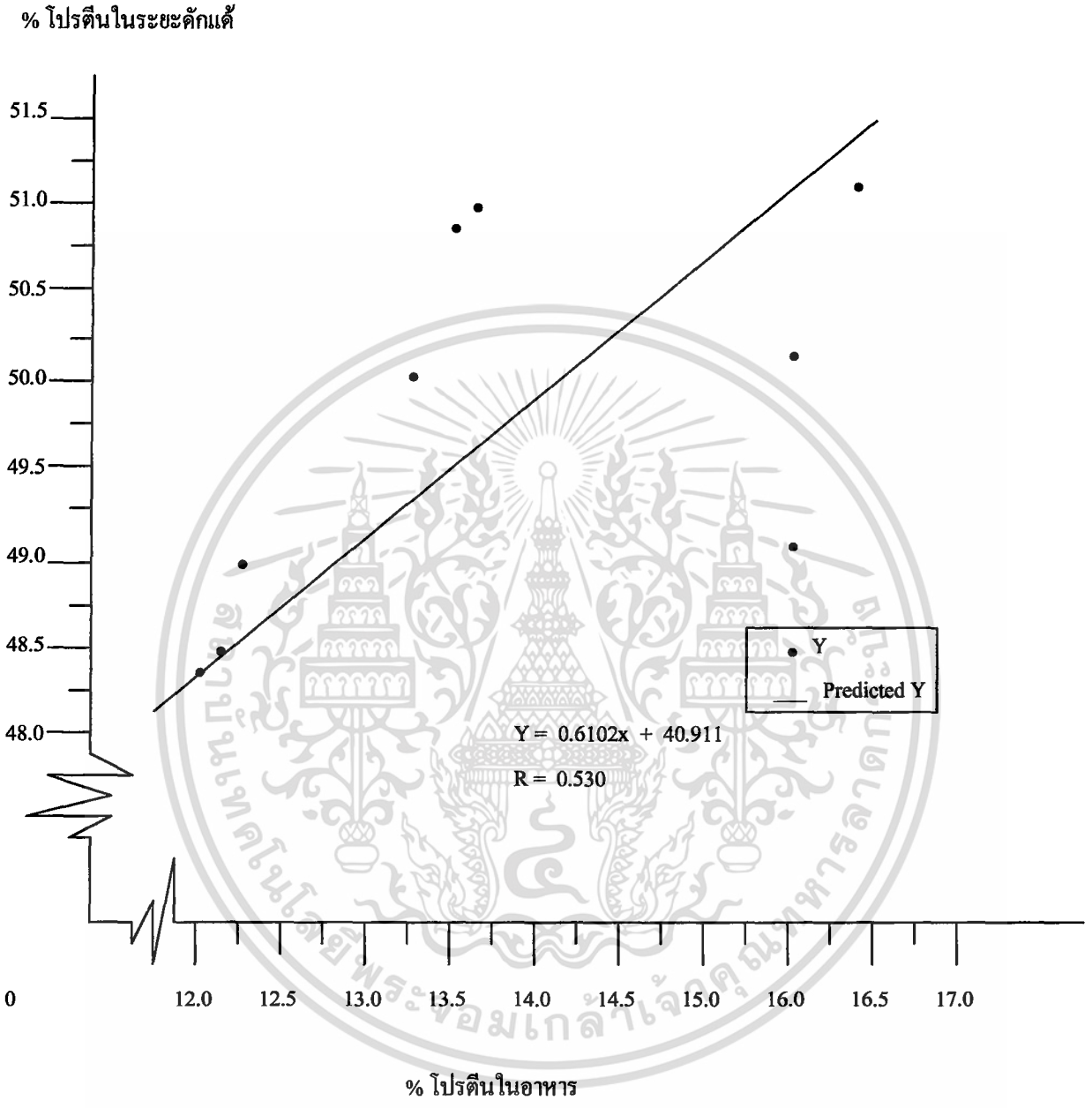
3. จากการศึกษาปริมาณการวางไข่ และเปอร์เซนต์การฟักตลอดช่วงชีวิตที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 ชนิด พบว่าตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยรำละเอียดมีปริมาณการวางไข่เฉลี่ย 84.4 ฟอง/ตัว เปอร์เซนต์การฟักเฉลี่ยเท่ากับ 75.98% ตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยซีรีแลคมีปริมาณการวางไข่เฉลี่ย 86.6 ฟอง/ตัว เปอร์เซนต์การฟักเฉลี่ยเท่ากับ 67.82% ตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็กมีปริมาณการวางไข่เฉลี่ยมากที่สุด 188.7 ฟอง/ตัว เปอร์เซนต์การฟักเฉลี่ย 67.46% (ตารางที่ 5) ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ P = 0.05 จากปริมาณไข่ที่ได้จากการเลี้ยงด้วยรำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค ส่วนแปอร์เซนต์การฟักไข่ในหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 ชนิดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เชิงเส้นแบบถดถอยระหว่างปริมาณโปรตีนในอาหารกับปริมาณการวางไข่ มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกตามสมการเส้นตรง $y = 25.551x + 229.92$ ($R = 0.974$) (ภาพที่ 15) ตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยรำละเอียดมีปริมาณการวางไข่สูงสุดปริมาณเฉลี่ย 25.3 ฟอง/ตัวในสัปดาห์ที่ 5 (ตารางที่ 6 และภาพที่16) ตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็กมีปริมาณการวางไข่สูงสุดปริมาณเฉลี่ย 43.8 ฟอง/ตัวในสัปดาห์ที่ 3 (ตารางที่ 7 และภาพที่ 17) ตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยซีรีแลคจะมีการวางไข่สูงสุดปริมาณเฉลี่ย 28.8 ฟอง/ตัวใน สัปดาห์ที่ 2 (ตารางที่ 8 และภาพที่ 18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



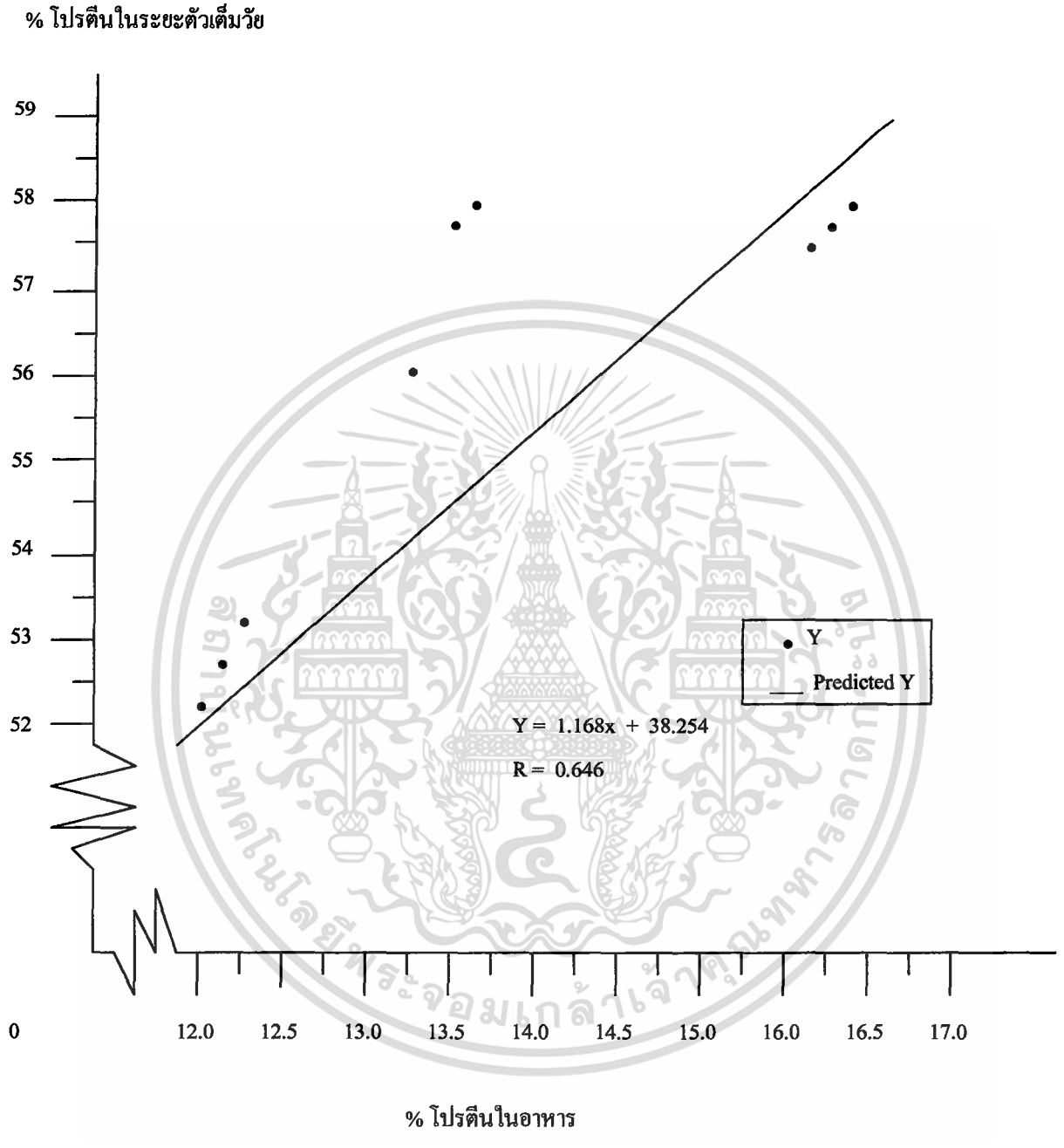
ภาพที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่าง %โปรตีนในอาหารกับ %โปรตีนในระยะตัวหนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



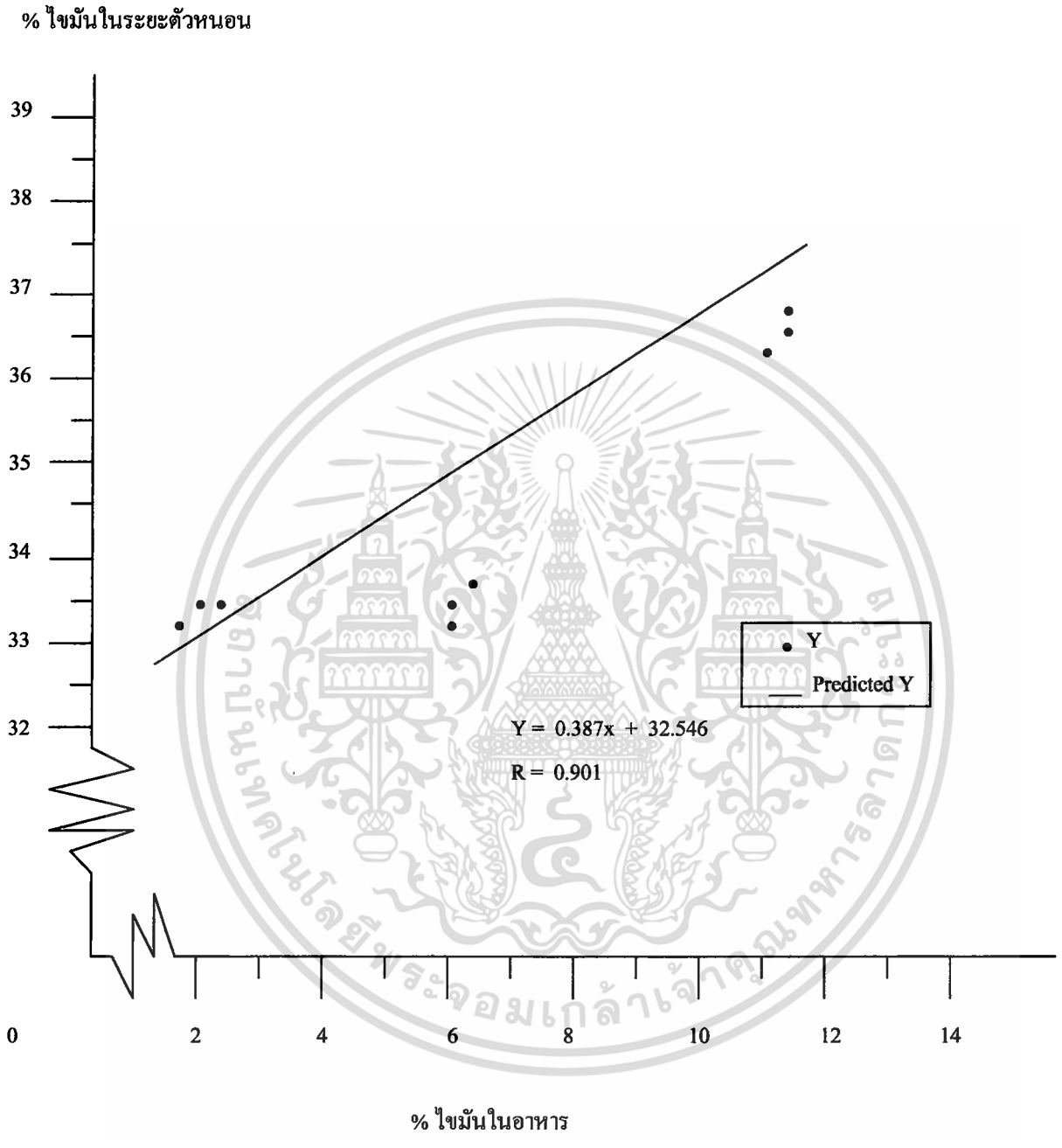
ภาพที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่าง %โปรตีนในอาหารกับ %โปรตีนในระยะดักแด้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



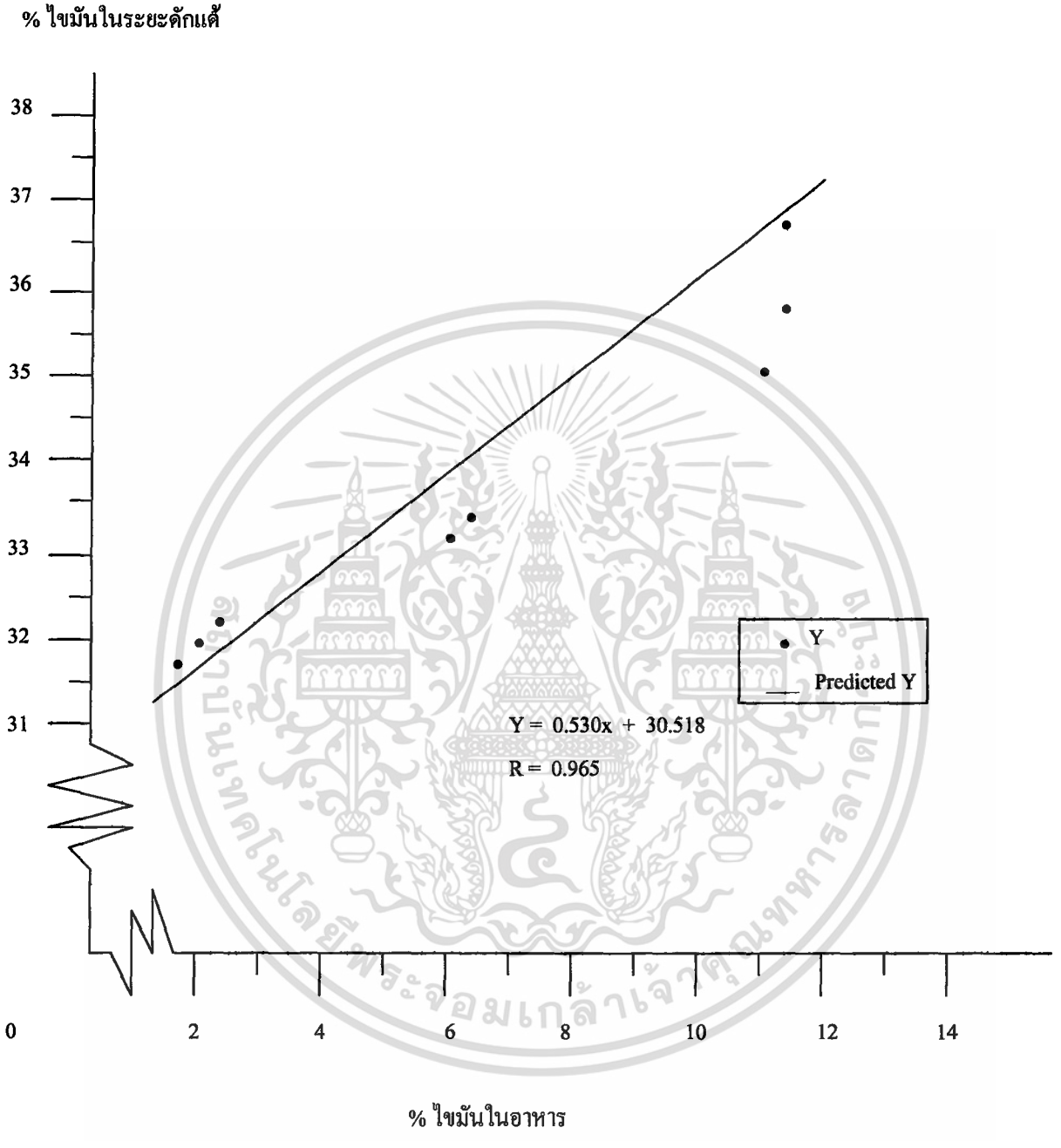
ภาพที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่าง %โปรตีนในอาหารกับ %โปรตีนในระยะตัวเต็มวัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



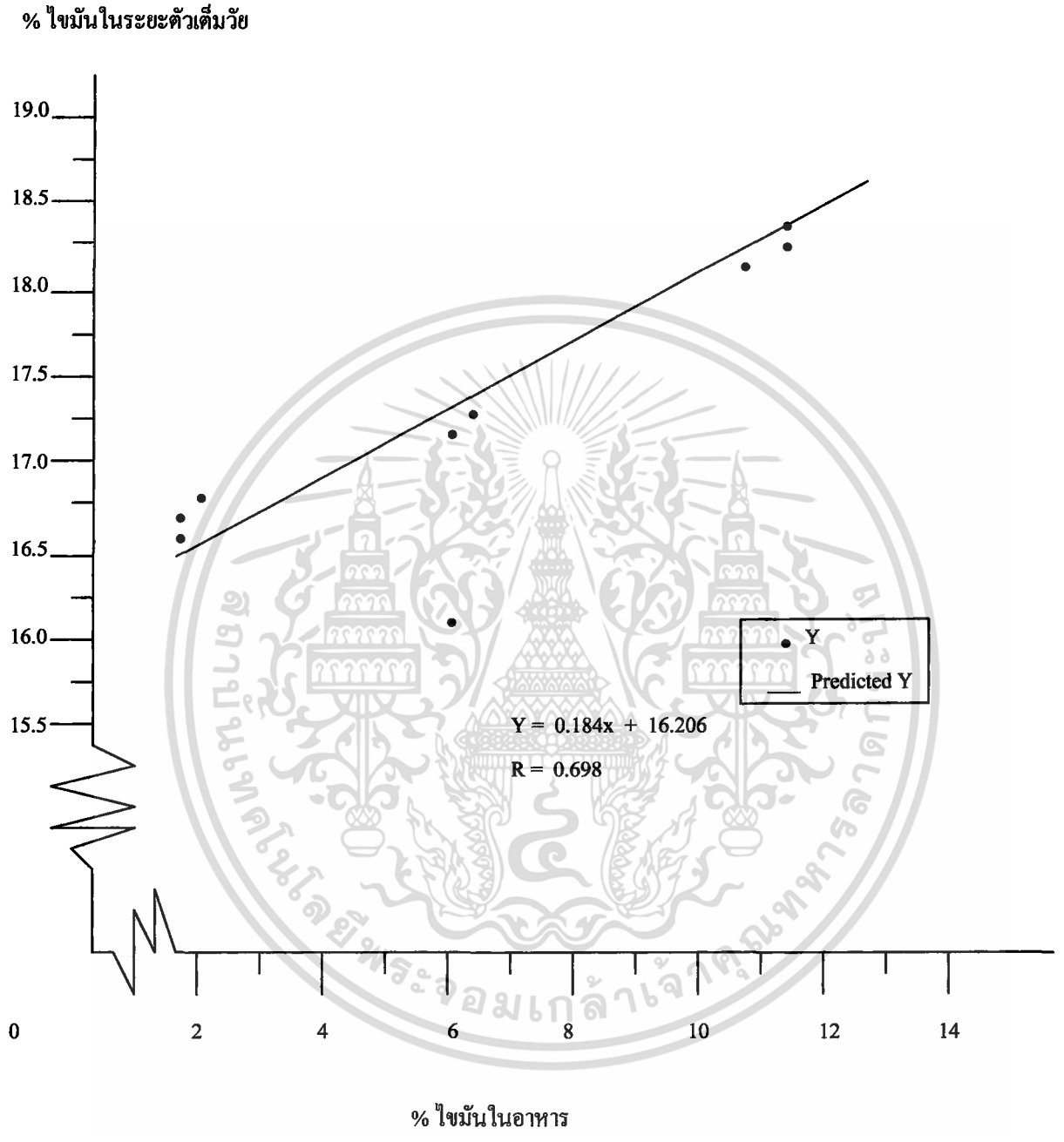
ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่าง %ไขมันในอาหารกับ %ไขมันในระยะตัวหนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่าง %ไขมันในอาหารกับ %ไขมันในระยะดักแด้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่าง %ไขมันในอาหารกับ %ไขมันในระยะตัวเต็มวัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ปริมาณไข่เฉลี่ยและเปอร์เซนต์การฟักของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 ชนิด

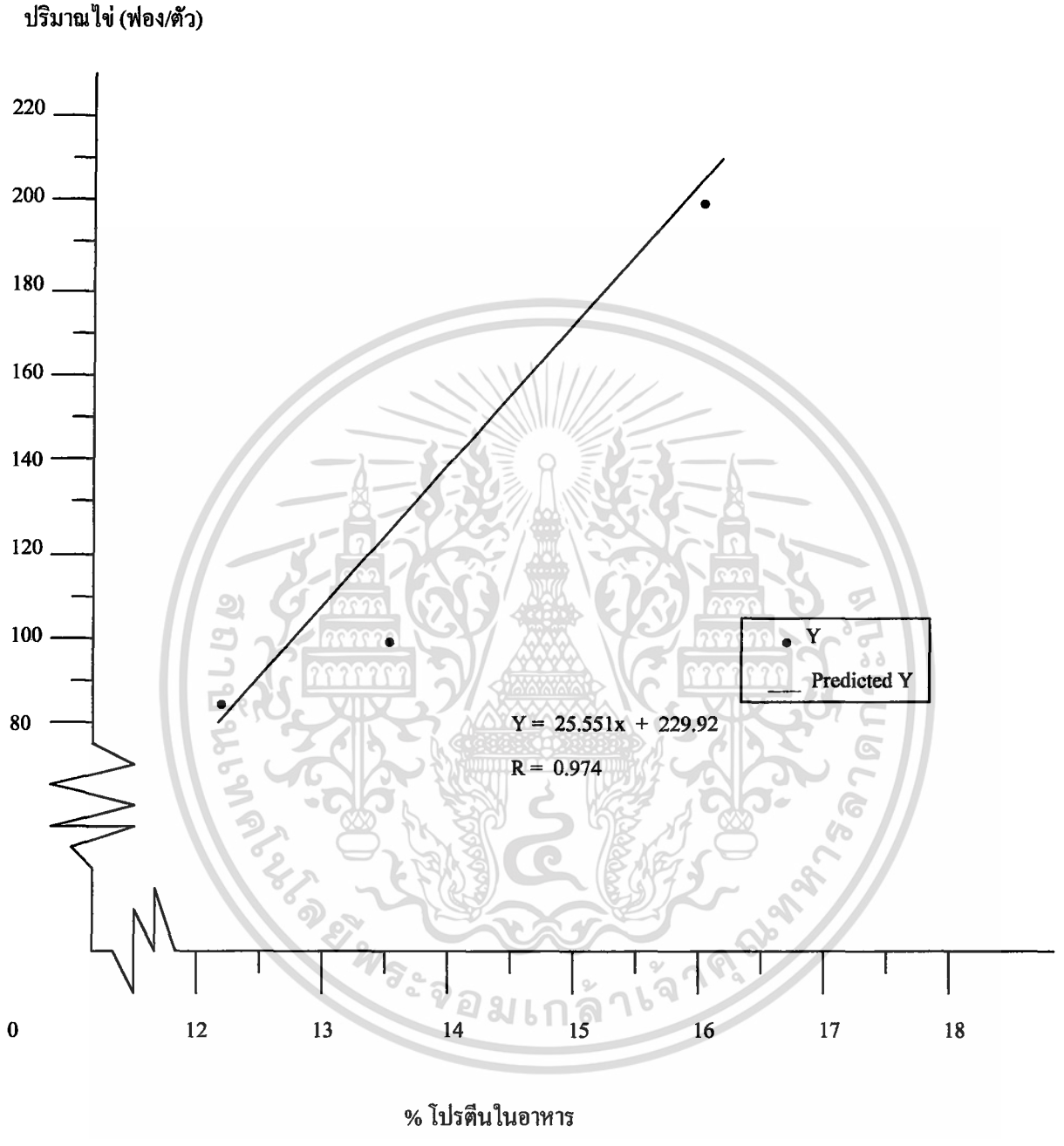
อาหารที่ใช้เลี้ยง	ปริมาณไข่เฉลี่ย [1] (ฟอง/ตัว)	การฟัก[1] (%)
รำละเอียด	84.4 b	75.98 a
ซีรีแลค	96.6 b	67.82 a
อาหารไก่เล็ก	188.7 a	67.46 a

[1] ค่าเฉลี่ยที่ตามหลังด้วยอักษรเหมือนกันในคอลัมน์เดียวกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยใช้ Duncan's Multiple Range Test

ตารางที่ 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไข่กับสัปดาห์ที่ทำการทดลองของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยรำละเอียด

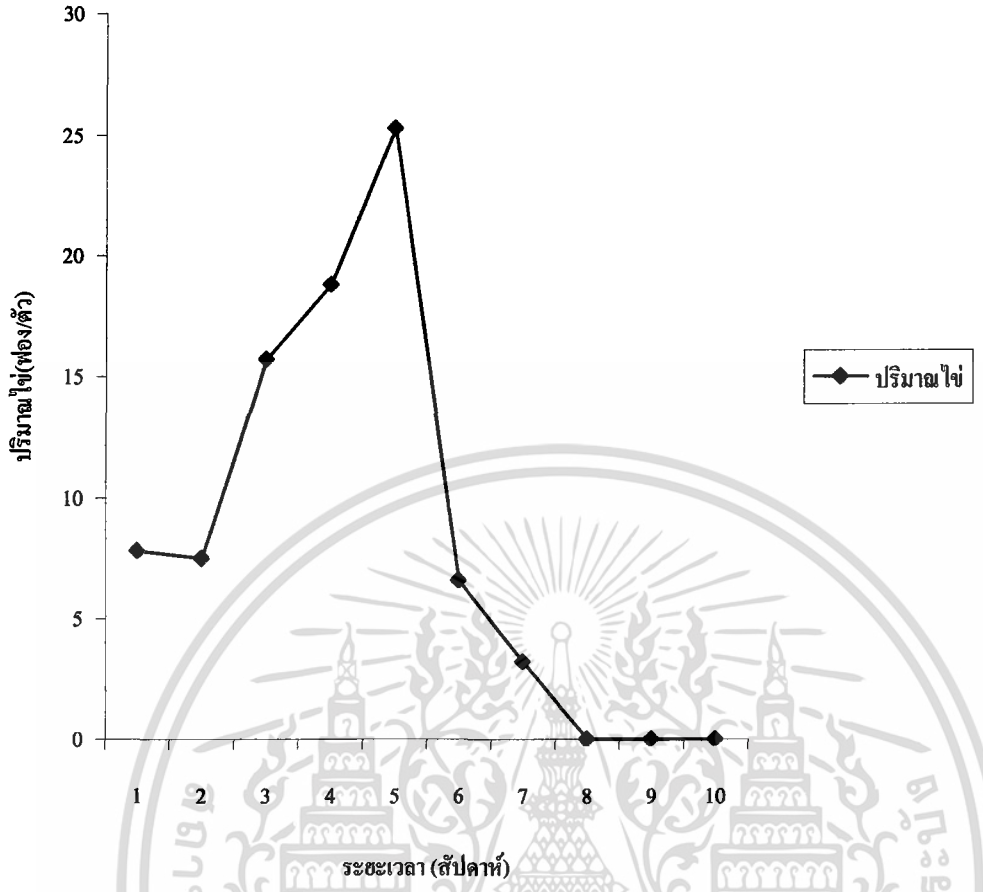
สัปดาห์ที่ / คู่ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	11	28	18	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	12	12	11	12	0	0	0
3	0	8	12	25	60	0	0	0	0	0
4	15	8	12	25	60	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	8	10	0	0	0	0
6	10	20	39	34	44	0	0	0	0	0
7	40	13	37	24	5	27	22	0	0	0
8	0	8	19	12	0	18	0	0	0	0
9	13	0	3	6	30	0	0	0	0	0
10	0	7	19	15	16	0	0	0	0	0
รวม	78	75	157	188	253	66	32	0	0	0
ปริมาณไข่เฉลี่ย	7.8	7.5	15.7	18.8	25.3	6.6	3.2	0	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 15 ความสัมพันธ์ระหว่าง %โปรตีนในอาหารกับปริมาณการวางไข่ของตัวเต็มวัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



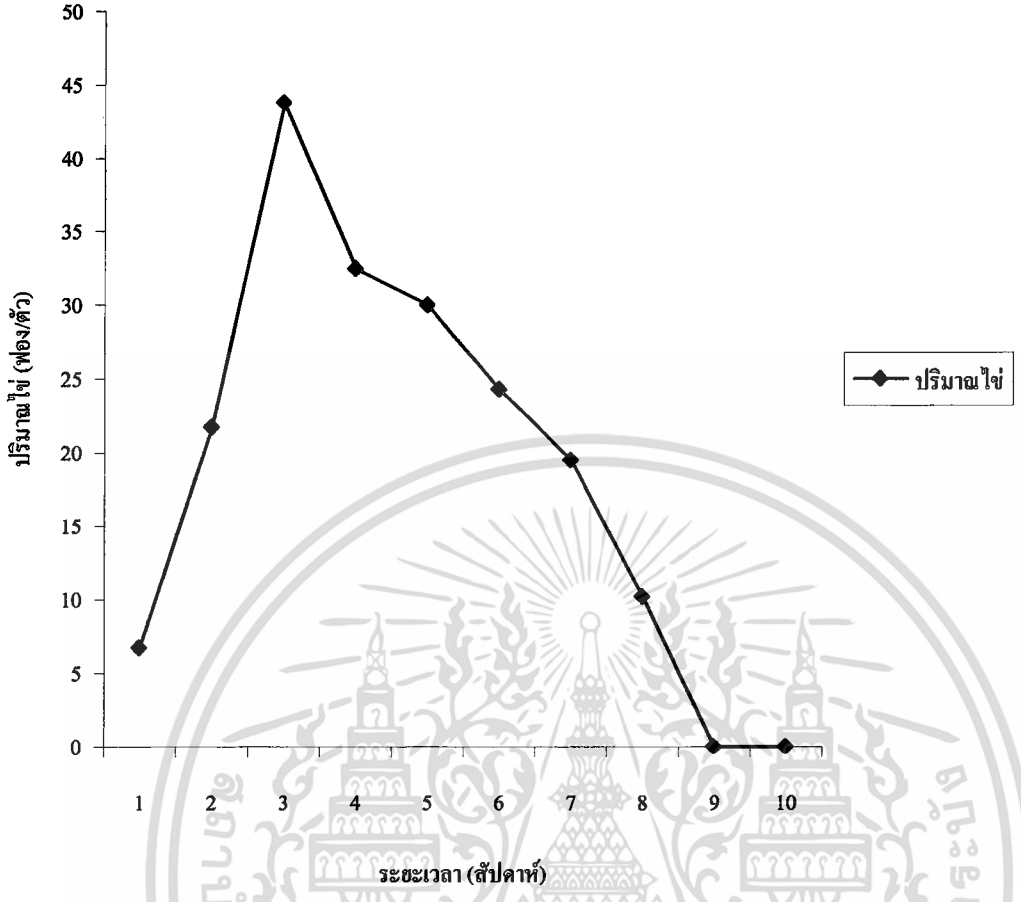
ภาพที่ 16 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไข่กับระยะเวลาของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยรำละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไข่กับสัปดาห์ที่ทำการทดลองของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็ก

สัปดาห์ที่ / คู่ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3	11	55	39	45	23	28	55	0	0
2	17	39	55	50	25	54	24	27	0	0
3	0	21	70	6	20	0	0	0	0	0
4	3	11	20	16	36	43	37	20	0	0
5	17	9	25	6	35	0	0	0	0	0
6	5	11	6	6	35	0	0	0	0	0
7	5	22	90	81	39	46	46	0	0	0
8	4	0	16	0	5	0	0	0	0	0
9	11	45	45	45	25	22	26	0	0	0
10	2	48	56	76	35	55	34	0	0	0
รวม	67	217	438	325	300	243	195	102	0	0
ปริมาณไข่เฉลี่ย	6.7	21.7	43.8	32.5	30.0	24.3	19.5	10.2	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



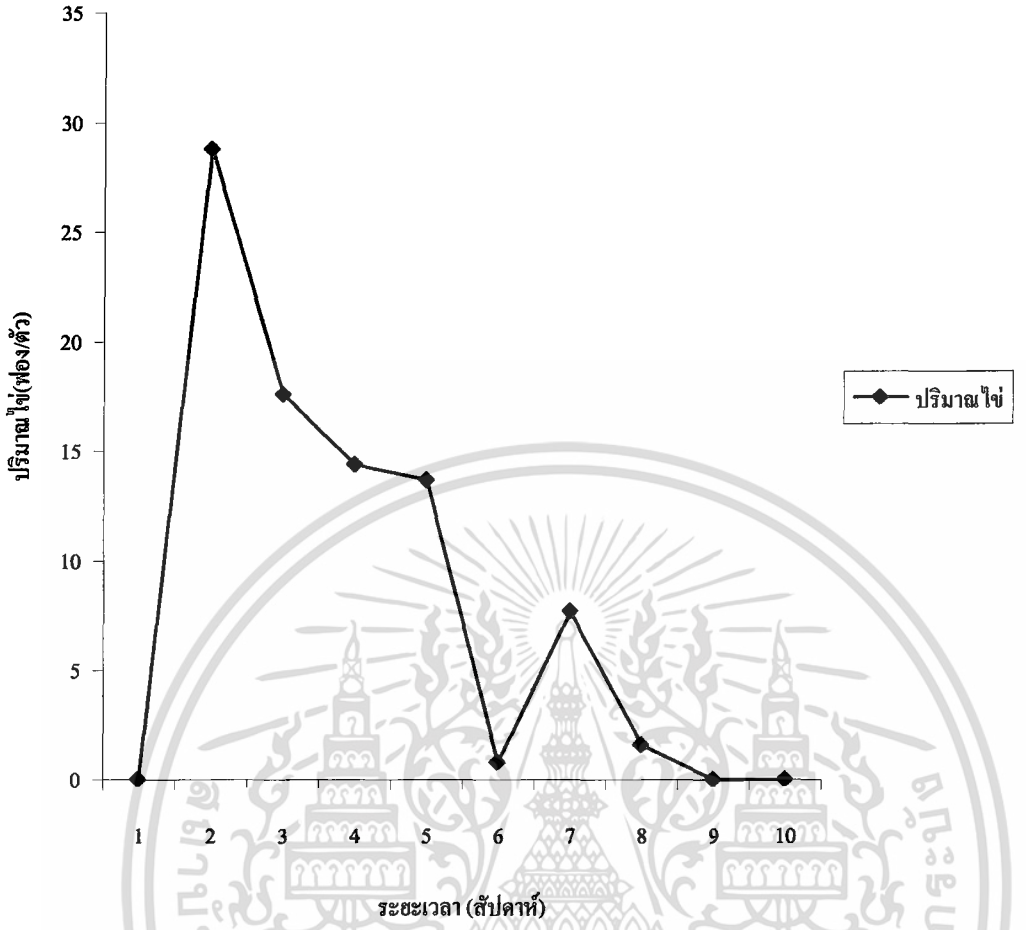
ภาพที่ 17 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไข่กับระยะเวลาของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไข่กับสัปดาห์ที่ทำการทดลองของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยซีรีแลค

สัปดาห์ที่ / คู่ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	7	0	7	15	0	0	0	0	0
2	0	43	30	15	10	8	48	10	0	0
3	0	57	20	25	24	0	0	0	0	0
4	0	17	0	23	7	0	19	6	0	0
5	0	46	15	22	10	0	10	0	0	0
6	0	16	0	0	22	0	0	0	0	0
7	0	31	40	20	12	0	0	0	0	0
8	0	24	10	15	14	0	0	0	0	0
9	0	20	21	0	0	0	0	0	0	0
10	0	27	40	17	23	0	0	0	0	0
รวม	0	288	176	144	137	0	77	16	0	0
ปริมาณไข่เฉลี่ย	0	28.8	17.6	14.4	13.7	0.8	7.7	1.6	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 18 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไข่กับระยะเวลาของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยซีรีแลค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปรตีนและไขมันในอาหารที่ใช้เลี้ยงกับปริมาณโปรตีนและไขมันในตัวของหนอนเลี้ยงนก ปรากฏว่ามีความสัมพันธ์แบบสมการเส้นตรงในเชิงบวก โดยถ้าอาหารที่ใช้เลี้ยงมีปริมาณโปรตีนและไขมันสูงก็จะส่งผลให้ปริมาณโปรตีนและไขมันในตัวหนอนเลี้ยงนกสูงตามไปด้วย ซึ่งผลการทดลองนี้มีลักษณะใกล้เคียงกับการศึกษาอิทธิพลของอาหารกึ่งสังเคราะห์ที่มีต่อปริมาณโปรตีนในตัวหนอน *Spodoptera litura* โดยอาหารกึ่งสังเคราะห์ที่มีการเพิ่มโปรตีนในสูตรอาหารมีผลทำให้หนอนมีปริมาณโปรตีนเพิ่มมากขึ้น (Sairabanu and Janarthan, 2001) และยังสอดคล้องกับการศึกษาในหนอน *Spodoptera frugiperda* โดยหนอนที่เลี้ยงอย่างหนาแน่นและมีการเสริมอาหารที่มีไขมัน จะส่งผลให้ตัวหนอนและตัวเต็มวัยมีปริมาณไขมันสูงกว่าการเลี้ยงแบบธรรมดา (Ferguson *et al*., 1997) ทางด้านปริมาณการวางไข่และเปอร์เซนต์การฟักพบว่าอาหารที่มีโปรตีนสูงจะช่วยส่งเสริมให้มีการวางไข่ของตัวเต็มวัยมีมากขึ้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับการวางไข่ในแมลงวันหัวเขียว (*Calliphora erythocephala*) ที่ต้องการอาหารที่มีโปรตีนสูง โดยโปรตีนมีความสำคัญและมีผลกับการสุกของไข่และการวางไข่ (อาคม, 2538) และในยุงตัวเมียมีความต้องการโปรตีนในเลือดเพื่อนำไปพัฒนาไข่และการวางไข่ (Donale, 2002) และยังสอดคล้องกับการให้อาหารแก่ไก่ไข่ที่มีปริมาณโปรตีนน้อยหรือไม่เพียงพอแก่ความต้องการของสัตว์ จะมีผลต่อผลผลิตไข่ทำให้ปริมาณการออกไข่ลดลง (อุทัย, 2529) จากการทดลองยังแสดงให้เห็นอีกว่าลักษณะของอาหารน่าจะมีผลต่อการวางไข่แต่ไม่สัมพันธ์กับเปอร์เซนต์การฟัก นอกจากอาหารจะมีลักษณะละเอียดและร่วนไม่ติดกัน ก็จะส่งผลให้การมุดตัวลงไปวางไข่ที่พื้นกล่องของตัวเต็มวัยง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

อาหารที่มีปริมาณโปรตีนทั้งหมดมากที่สุดคือ อาหารไก่เล็ก รองลงมาคือ ซีรีแลค และรำละเอียด โดยมีปริมาณโปรตีนทั้งหมดเท่ากับ 16.384% 13.678% และ12.302% ตามลำดับ และปริมาณโปรตีนทั้งหมดที่ได้จากหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็กทั้ง 3 ระยะ คือ ระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย มีปริมาณโปรตีนทั้งหมดมากที่สุดทั้ง 3 ระยะคือ 48.732% 50.070% และ 57.709% ตามลำดับ รองลงมาคือหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยซีรีแลคมีปริมาณโปรตีนทั้งหมดทั้ง 3 ระยะคือ 45.164% 50.010% และ 55.966% ตามลำดับ ส่วนหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยรำละเอียดมีปริมาณโปรตีนทั้งหมดต่ำที่สุดทั้ง 3 ระยะคือ 43.463%, 48.465% และ 52.844% ตามลำดับ และการวิเคราะห์สหสัมพันธ์เชิงถดถอยระหว่างปริมาณโปรตีนในอาหารกับปริมาณโปรตีนในระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และตัวเต็มวัย มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกตามสมการเส้นตรง $y = 1.322x + 27.356$ ($R = 0.996$), $y = 0.6102x + 40.911$ ($R = 0.530$) และ $y = 1.168x + 38.254$ ($R = 0.646$) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปริมาณโปรตีนในอาหารที่ใช้เลี้ยงมีความสัมพันธ์ต่อปริมาณโปรตีนในตัวของหนอนเลี้ยงนก โดยถ้าอาหารที่ใช้เลี้ยงมีปริมาณโปรตีนสูงก็จะส่งผลให้หนอนเลี้ยงนกมีปริมาณโปรตีนสูงตามไปด้วย

อาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนกที่มีปริมาณไขมันทั้งหมดมากที่สุดคือ รำละเอียด รองลงมาคือ อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค โดยมีปริมาณไขมันทั้งหมดเท่ากับ 11.437%, 6.508% และ 2.517% ตามลำดับ หนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยรำละเอียดมีปริมาณไขมันทั้งหมดมากที่สุดทั้ง 3 ระยะคือ ระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย โดยมีปริมาณไขมันทั้งหมด 36.667% 35.784% และ 18.279% ตามลำดับ รองลงมาคือหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็กมีปริมาณไขมันทั้งหมดทั้ง 3 ระยะคือ 33.616% 33.165% และ 17.205%ตามลำดับ และหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยซีรีแลคมีปริมาณไขมันทั้งหมดน้อยที่สุดทั้ง 3 ระยะคือ 33.503% 32.016% และ 16.698% ตามลำดับ โดยมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกตามสมการเส้นตรง $y = 0.387x + 32.546$ ($R = 0.901$), $y = 0.530x + 30.518$ ($R = 0.965$) และ $y = 0.184x + 16.206$ ($R = 0.689$) แสดงให้เห็นว่าปริมาณไขมันในอาหารที่ใช้เลี้ยงมีความสัมพันธ์กับปริมาณไขมันในตัวของหนอนเลี้ยงนก โดยถ้าอาหารที่ใช้เลี้ยงมีปริมาณไขมันสูงก็จะส่งผลให้ตัวของหนอนเลี้ยงนกมีปริมาณไขมันสูงตามไปด้วย

ตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็กมีปริมาณการวางไข่เฉลี่ยมากที่สุดคือ 188.7 ฟอง/ตัว รองลงมาคือตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยซีรีแลค และรำละเอียด มีปริมาณการวางไข่เฉลี่ย 86.6 ฟอง/ตัว และเต็ม 84.4 ฟอง/ตัว ตามลำดับ โดยมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกตามสมการเส้นตรง $y = 25.551x + 229.92$ ($R = 0.974$) แสดงให้เห็นว่าปริมาณโปรตีนในอาหารที่ใช้เลี้ยงมีความสัมพันธ์ต่อปริมาณการวางไข่ของตัวเต็มวัยหนอนเลี้ยงนก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นปริมาณโปรตีนและไขมันในอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนกมีความสัมพันธ์กันกับปริมาณโปรตีนและไขมันในตัวของหนอนเลี้ยงนกและโปรตีนในอาหารยังมีผลต่อปริมาณไข่ที่ได้ การเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกให้มีคุณค่าทางอาหารสูงก็สามารถเลี้ยงได้ด้วยอาหารที่มีปริมาณโปรตีนและไขมันสูง การเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกเพื่อการค้า จึงควรเลือกใช้อาหารที่มีปริมาณโปรตีนและไขมันสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

แจ่มจันทร์ พิริยะพงศ์. 2523. การศึกษาชีวประวัติและชนิดของอาหารที่เหมาะสมสำหรับการใช้เลี้ยงหนอนนก. ฝ่ายเพาะเลี้ยงสัตว์ป่า. กองอนุรักษ์สัตว์ป่า. กรมป่าไม้.กรุงเทพมหานคร. 23 หน้า.

แจ่มจันทร์ พิริยะพงศ์. 2525. รายงานคุณค่าทางอาหารของหนอนเลี้ยงนก. ฝ่ายเพาะเลี้ยงสัตว์ป่า กรมป่าไม้, กรุงเทพมหานคร.13 หน้า

ชูวิทย์ ศุขปราการ. 2533.มีลเวอร์ม หนอนเลี้ยงนก.กสิกร 63 (3) : หน้า 271 – 272.

วินัย ปลั่งพินิจกิจการ. 2537. การศึกษาชีวประวัติของหนอนเลี้ยงนก. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร.32 หน้า.

องุ่น ลิ่ววานิช. 2531. แมลงที่กินได้. กสิกร 61 (6):547 – 553.

องุ่น ลิ่ววานิช. 2540. แมลงกับวัฒนธรรมพื้นบ้าน. บทบรรณาธิการ วารสารกีฏและสัตววิทยา 19 (3):1 - 2

อาคม สังข์วรานนท์. 2538. กีฏวิทยาทางสัตวแพทย์. สหมิตรพริ้นติ้ง, นนทบุรี. 773 หน้า

อุทัย คันโธ. 2529. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก.เอกสารเผยแพร่ของศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ หมายเลข 86-2-01.ภาควิชาสัตวบาล , มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำแพงแสน , นครปฐม. 297 น.

วรากร วราอัศวปติ, จำนง วิสุทธิภาคย์, ชูเกียรติ มณีธร. 2518. แมลงที่เป็นอาหารในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. เอกสารงานวิจัยฉบับที่ 7.มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรจน์ มหาสารคาม. 64 หน้า.

Cololey, L.S. 1990. Scientific Guide to Pest Control Operation for Pesticide.Harvest Pub.Co.pp. 276.

Sutherland, D.J. 2002. Mosquito in your life. From the word wild web. http:// www. – rci.. rutgers. edu/ ~ insects/ moslife. html..

Evans, D.E. 1983. The biology of stored products Coleoptera Proceedings of Australian Development Assistant. Couse on Presevation of Stored Cereals, CSIRO Division of Entomology Canberra, Australia. pp 149 -185.

Evan, G. 1975. The Life of Beetles.Great Britain Oxford. pp 232.

Hill, S.D. 1990. Pest of stored Products and Their Control. Belhaven Press Publ. pp 247.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hogan, G.R. 1991. Selinium-Induced Mortality and Tissue Distribution Studies in *Tenebrio molitor L.* Environ.Entomol. 20 (3) :790-791.

Johnson, B.T. 1989. An Introduction to Study of Insect. Sauders College Pub.875 p.

Manojlovic, B.1991. Influence of food on the weight of pupae and imagos, duration of life of imago and fertility of the yellow mealworm *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera:Tenebrionidae). Zastita-bijsa-bijsa 39(180):115-124.

Van-Wright. 1991. Why not eat insects,Bulletin of Entomological Research 81(1):1-4.

Sairabanu, B., Janarthanan, R. 2001. Influence of semisynthetic diets on the total protein and lipid content of the larvar of *Spodoptera litura*. Entomol. 26(1):45-52.

Ferguson, H.J., Ealton, J.L., Roger, C.E. 1997. Larval rearing density effects on lipid reserves and wing – loading in fall armyworm adults. Journal of Agricultural Entomology 14 (4):369-384.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงตาราง regression เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณโปรตีนในอาหารกับปริมาณโปรตีนในระยะตัวหนอนของหนอนเลี้ยงนก

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std.Error of the Estimate
1	0.996[a]	0.992	0.991	0.224246

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงตาราง regression เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณโปรตีนในอาหารกับปริมาณโปรตีนในระยะดักแด้ของหนอนเลี้ยงนก

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std.Error of the Estimate
1	0.530[a]	0.281	0.178	1.043484

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงตาราง regression เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปรตีนในอาหารกับปริมาณโปรตีนในระยะตัวเต็มวัยของหนอนเลี้ยงนก

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std.Error of the Estimate
1	0.646[a]	0.418	0.335	1.818065

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงตาราง regression เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไขมันในอาหารกับปริมาณไขมันในระยะตัวหนอนของหนอนเลี้ยงนก

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std.Error of the Estimate
1	0.901[a]	0.813	0.786	0.725627

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงตาราง regression เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไขมันในอาหารกับปริมาณไขมันในระยะดักแด้ของหนอนเลี้ยงนก

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std.Error of the Estimate
1	0.965[a]	0.932	0.922	0.475634

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงตาราง regression เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไขมันในอาหารกับปริมาณไขมันในระยะตัวเต็มวัยของหนอนเลี้ยงนก

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std.Error of the Estimate
1	0.689[a]	0.475	0.400	0.638357

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงตาราง regression เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโปรตีนในอาหารกับปริมาณการวางไข่เฉลี่ยในตัวเต็มวัยของหนอนเลี้ยงนก

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std.Error of the Estimate
1	0.974[a]	0.948	0.896	0.670950

ตารางภาคผนวกที่ 8 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)เปรียบเทียบ ปริมาณการวางไข่เฉลี่ยของหนอนเลี้ยงนกที่นัย สำคัญ 0.05

Source of Variation	SS	df	MS	F	Sig.
Treatment	65032.467	2	32516.233	6.097*	0.007
Error	14398.900	27	5332.774		
Total	209017.367	29			

C.V. = 59.258 %

* = significant

ตารางภาคผนวกที่ 9 ตารางวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) เปรียบเทียบเปอร์เซนต์การฟักไข่เฉลี่ยของตัวเต็มวัยหนอนเลี้ยงนกที่นัยสำคัญ 0.05

Source of Variation	SS	df	MS	F	Sig.
Treatment	464.082	2	232.041	1.985[ns]	0.157
Error	3156.936	27	116.924		
Total	3621.017	29			

C.V. = 15.355 %

ns = non significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้