18644

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างอาหารที่ใช้เลี้ยงแมลงบางชนิดกับปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส และการวางไข่ของหนอนเลี้ยงนก (*Tenebrio molitor L.*)

The Relation Among Some Insect Feedings and the Quantities of Calcium, Phosphorus and Egg Laying of Mealworms (*Tenebrio molitor* L.)

T099077

โดย

ปพ.
ว275ค
2544

นายวรวุฒิ เสาวรัตน์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....99077.....
วัน,เดือน,ปี.....15 Jun 2001.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
ภาคเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างอาหารที่ใช้เลี้ยงแมลงบางชนิดกับปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส และการวางไข่ของหนอนเลี้ยงนก (*Tenebrio molitor L.)*

The Relation Among Some Insect Feedings and the Quantities of Calcium, Phosphorus and Egg Laying of Mealworms (*Tenebrio molitor* L.)

โดย

นายวรวุฒิ เสาวรัตน์

โดยพิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(รศ.ดร.สุวรินทร์ บำรุงสุข)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร.วรเดช จันทรสร)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่ ๔ เดือน มีนาคม พ.ศ. ๒๕๔๕

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : ความสัมพันธ์ระหว่างอาหารที่ใช้เลี้ยงแมลงบางชนิดกับปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส และการวางไข่ของหนอนเลี้ยงนก (*Tenebrio molitor L.*)

โดย : นายวรวุฒิ เสาวรัตน์

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขาวิชา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา : .....สุวรินทร์.....ปารุง..... ...4.../...3...../...45

(รศ.ดร.สุวรินทร์ บำรุงสุข)

การศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนกกับปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส และปริมาณการวางไข่ของหนอนเลี้ยงนก (*Tenebrio molitor* L.) ได้ดำเนินการเลี้ยง หนอนเลี้ยงนกด้วยอาหาร 3 ชนิดคือ อาหารไก่เล็ก รำละเอียด และซีรีแลค ที่อุณหภูมิ 29°c ห้องปฏิบัติการกีฏวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่า รำละเอียด ซีรีแลค และอาหารไก่เล็ก มีแคลเซียม 0.6495, 0.5915 และ 0.0913% ตามลำดับ ในระยะหนอนที่เลี้ยงด้วยซีรีแลค อาหารไก่เล็ก และรำละเอียด มีแคลเซียม 0.2165, 0.1750 และ 0.0913% ตามลำดับ ส่วนระยะดักแด้ที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็ก ซีรีแลค และรำละเอียด มีแคลเซียม 0.1495, 0.0995 และ 0.0915% ตามลำดับ ส่วนตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยรำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค มีแคลเซียม 0.4830, 0.3080 และ 0.2750% ตามลำดับ ส่วนการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสในรำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค พบว่ามีปริมาณ 0.4646, 0.3482 และ 0.1933% ตามลำดับ หนอนที่เลี้ยงด้วยรำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค มีฟอสฟอรัส 0.6234, 0.3594 และ 0.3393% ตามลำดับ ส่วนระยะดักแด้ที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็ก รำละเอียด และซีรีแลค มีฟอสฟอรัส 0.3669, 0.3571 และ 0.3363% ตามลำดับ ส่วนตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยรำละเอียด ซีรีแลค และอาหารไก่เล็ก มีฟอสฟอรัส 0.4180, 0.5685 และ 0.3567% ตามลำดับ สำหรับปริมาณการวางไข่นั้น หนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็ก มีปริมาณการวางไข่มากที่สุด รองลงมาคือซีรีแลค และรำละเอียดคือ 188.7, 96.6 และ 84.4 ฟอง/ตัว ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัสในอาหาร ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณแคลเซียม ฟอสฟอรัส และปริมาณการวางไข่ในหนอนเลี้ยงนก ยกเว้นเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสในระยะตัวหนอนที่มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณฟอสฟอรัสในอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Title : The relation Among some insect feedings and quantities of calcium, phosphorus and egg laying of mealworms *(Tenebrio molitor* L.)

By : Mr. Voravut Saovarat

Degree : Bachelor of Science in Agriculture

Major Field : Plant Pest Management Technology

Advisor : ...Suvarin Bumroongsook..... ...../...../.....

(Assoc.Professor.Suvarin Bumroongsook)

The study of the relationship between some insect feedings and the quantities of calcium, phosphorus and egg laying of mealworms (*Tenebrio molitor* L.) is carried out by feeding mealworms with 3 kinds of food : small chicken food, unhusked rice and cerelac at average 29°c in the Entomology Laboratory of the Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. By chemical analysis, it was found that unhusked rice, cerelac and small chicken food has 0.6495, 0.5915 and 0.0913% of calcium, respectively. In larva fed with cerelac, small chicken food and unhusked rice has 0.2165, 0.1750 and 0.0913% of calcium, respectively. Whereas pupa fed with small chicken food, cerelac and unhusked rice has 0.1495, 0.0995 and 0.0915% of calcium, respectively. The adult fed with unhusked rice, small chicken food and cerelac has 0.4830, 0.3080 and 0.2750% of calcium, respectively. By phosphorus analysis in unhusked rice, small chicken food and cerelac has 0.4646, 0.3482 and 0.1933%, respectively. While the larva fed with unhusked rice, small chicken food and cerelac has 0.6234, 0.3594 and 0.3393%, respectively. The pupa fed with small chicken food, unhusked rice and cerelac has 0.3669, 0.3571 and 0.3363%, respectively. Whereas adult fed with unhusked rice, cerelac and small chicken food has 0.4180, 0.5685 and 0.3567%, respectively. Concerning the quantity of the egg laying average of mealworms, it was found that mealworms fed with small chicken food would give the highest egg laying quantity, followed by cerelac and unhusked rice : 188.7, 96.6 and 84.4 eggs,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

respectively. The results of these studies showed that the quantities of calcium and phosphorus in the food had no relation to the quantity of calcium, phosphorus and egg laying of mealworms except the percentage of phosphorus in larva which had positive relation with the phosphorus quantity in the insect feedings.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดีส่วนหนึ่งก็เนื่องด้วย รศ.ดร.สุวรินทร์ บำรุงสุข อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ เทคนิคต่าง ๆ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ในด้านต่าง ๆ อันเป็นแนวคิดที่สามารถ นำมาใช้แก้ไขกับปัญหาพิเศษฉบับนี้ได้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณจารุวรรณ ด่านสมัคร คุณจรรยา คงฤทธิ์ นักวิทยาศาสตร์ และคุณวาสนา กังสวัสดิ์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการกีฏวิทยา ผู้คอยให้กำลังใจผลักดัน และให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการจัดหาอุปกรณ์เครื่องมือและคำแนะนำต่าง ๆ ในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ขอขอบคุณ คุณอาทิตย์ เจียรกูล และเพื่อน ๆ ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืชทุก ๆ คน

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

วรวุฒิ เสาวรัตน์

3 มกราคม 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ii
คำนิยม.....iv
สารบัญ.....v
สารบัญตาราง.....vi
สารบัญภาพ.....vii
คำนำ.....1
การตรวจเอกสาร.....3
อุปกรณ์และวิธีการ.....10
ผลการทดลอง.....27
วิจารณ์ผลการทดลอง.....43
สรุป.....44
เอกสารอ้างอิง.....45
ภาคผนวก.....47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. ปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสในรำละเอียดอาหารไก่เล็กและซีรีแลค.....28
2. ปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่พบในระยะหนอนของหนอนเลี้ยงนก ที่เลี้ยงด้วยรำละเอียด อาหารไก่เล็กและซีรีแลค.....28
3. ปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่พบในระยะดักแด้ของหนอนเลี้ยงนก ที่เลี้ยงด้วยรำละเอียด อาหารไก่เล็กและซีรีแลค.....29
4. ปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่พบในระยะตัวเต็มวัยของหนอนเลี้ยงนก ที่เลี้ยงด้วยรำละเอียด อาหารไก่เล็กและซีรีแลค.....29
5. ปริมาณการวางไข่เฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การฟักของตัวเต็มวัย ที่เลี้ยงด้วย อาหาร 3 ชนิดคือ รำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค.....36
6. แสดงปริมาณการวางไข่กับสัปดาห์ ที่ทำการทดลองของตัวเต็มวัยที่ เลี้ยงด้วยรำละเอียด.....37
7. แสดงปริมาณการวางไข่กับสัปดาห์ ที่ทำการทดลองของตัวเต็มวัยที่ เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็ก.....38
8. แสดงปริมาณการวางไข่กับสัปดาห์ ที่ทำการทดลองของตัวเต็มวัยที่ เลี้ยงด้วยซีรีแลค.....39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1. เตาเผาตัวอย่างหนอนเลี้ยงนก.....13
2. เถ้าที่เป็นสีขาว ของตัวอย่างหนอนเลี้ยงนกในcrucible 14
3. สารละลายของตัวอย่างมีสีเหลืองอ่อนๆของ methyl red.....15
4. การกรองตะกอนออก.....17
5. การไตเตรทตัวอย่างกับ potassium permanganate 0.05 N. จนได้จุด end point.....18
6. เครื่อง spectrophotometry พร้อม phosphorus standard stock solution สำหรับทำกราฟมาตรฐาน.....21
7. กราฟมาตรฐานของฟอสฟอรัส..... 22
8. การเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกด้วยรำละเอียดเพื่อตรวจนับปริมาณการวางไข่.....24
9. การเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกด้วยอาหารไก่เล็กเพื่อตรวจนับปริมาณการวางไข่ 25
10. การเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกด้วยซีรีแลคเพื่อตรวจนับปริมาณการวางไข่ 26
11. การกระจายของข้อมูลระหว่าง %Ca ในอาหารกับ %Ca ในระยะหนอน.....30
12. ความสัมพันธ์ระหว่าง %Ca ในรำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค กับ %Ca ในหนอนเลี้ยงนกระยะดักแด้.....31
13. การกระจายของข้อมูลระหว่าง %Ca ในอาหารกับ %Ca ในระยะตัวเต็มวัย..... 32
14. ความสัมพันธ์ระหว่าง %P ในอาหาร กับ %P ในระยะตัวหนอน.....33
15. การกระจายของข้อมูลระหว่าง %P ในอาหารกับ %P ในระยะดักแด้.....34
16. การกระจายของข้อมูลระหว่าง %P ในอาหารกับ %P ในระยะตัวเต็มวัย.....35
17. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการวางไข่กับระยะเวลาของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วย รำละเอียด.....40
18. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการวางไข่กับระยะเวลาของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วย อาหารไก่เล็ก..... 41
19. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการวางไข่กับระยะเวลาของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วย ซีรีแลค.....42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

หนอนเลี้ยงนกหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า mealworm (*Tenebrio molitor* L.) เป็นหนอนของแมลงปีกแข็ง หนอนเลี้ยงนกเป็นแมลงศัตรูในโรงเก็บในประเทศแถบหนาวหรือค่อนข้างหนาว (Hogan, 1991) ต้นกำเนิดเดิมอยู่ทางแถบประเทศเขตหนาว และเขตอบอุ่น โดยเฉพาะทวีปยุโรปมีอากาศหนาวเป็นอากาศที่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของหนอนเลี้ยงนก อุณหภูมิที่เหมาะแก่การเจริญเติบโตคือ ประมาณ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ 75% (Manojlovic , 1991) แมลงชนิดนี้เลี้ยงไม่ยาก แต่มีวงจรชีวิตที่ค่อนข้างยาวนาน และการขยายพันธุ์ทำได้ช้ามากทำให้ราคาค่อนข้างสูง (Cololey, 1990) วงจรชีวิตหนอนเลี้ยงนกมีดังนี้ ระยะไข่ 5-9 วัน ระยะหนอน 3-6 เดือน ระยะดักแด้ 5-7 วัน ตัวเต็มวัย 28-60 วัน อัตราตัวผู้ต่อตัวเมีย 2 : 1 ตัว โดยจะวางไข่เฉลี่ย ครั้งละ 55 ฟอง หลังจากนั้นยังสามารถวางไข่ได้อีกหลายครั้ง(ชูวิทย์, 2523; วินัย, 2537) มีผู้นำเข้ามาเลี้ยงในประเทศไทย เพื่อเป็นการค้า ปัจจุบันพบว่า หนอนเลี้ยงนกเริ่มมีความสำคัญสามารถใช้เลี้ยงสัตว์จำพวกสัตว์ปีก เช่น นก ไก่ มักนิยมให้หนอนเป็นอาหารเสริมเพราะให้โปรตีนสูง ใช้เป็นอาหารของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนกที่กินแมลงเป็นอาหาร และยังสามารถเป็นเหยื่อตกปลาและสัตว์นำโชคได้ เมื่อวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของหนอนเลี้ยงนกพบว่า มีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์กับสัตว์ปีกมากมาย เช่น มีไขมันสูงถึง 7.02% โปรตีน 17% โปแตสเซียม 0.22% แมกนีเซียม 0.04% แคลเซียม 0.8% ฟอสฟอรัส 0.6% รวมทั้งธาตุอาหารอื่น ๆ อีกมากมาย (แจ่มจันทร์, 2525)

การศึกษานี้มีจุดประสงค์เพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างอาหารที่ใช้เลี้ยงนกที่อาจส่งผลต่อปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสในหนอนเลี้ยงนก และปริมาณไข่จากตัวเต็มวัยเพศเมีย ตลอดจนเปอร์เซ็นต์การฟักของไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเปรียบเทียบชนิดอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนกที่ส่งผลต่อปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในหนอนเลี้ยงนก
2. เพื่อศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนกเพื่อสะดวกในการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการ
3. เพื่อเปรียบเทียบชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนกที่มีผลต่อปริมาณการวางไข่ของตัวเต็มวัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

หนอนเลี้ยงนก (*Tenebrio molitor* L.) หรือที่คนส่วนใหญ่เรียกกันว่า "Mealworm" นั้นแต่เดิมมีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบประเทศยุโรป เป็นตัวหนอนของแมลงปีกแข็ง จัดเป็นแมลงศัตรูในโรงเก็บที่ก่อความเสียหายอยู่พอสมควร โดยที่หนอนเลี้ยงนกนั้นจะเข้าทำลายข้าวสาลีที่เก็บไว้ในโรงเก็บที่มีอากาศเย็น หรือค่อนข้างหนาว (Hogan, 1991)

ลำดับอนุกรมวิธานของหนอนเลี้ยงนก

หนอนเลี้ยงนกนั้นอยู่ใน Class ; Insecta
Subclass ; Pterygota
Order ; Coleoptera
Family ; Tenebrionidae

และหนอนเลี้ยงนกมีชื่อ วิทยาศาสตร์ คือ *Tenebrio molitor L.*

โดยทั่วไปแล้ว การเลี้ยงหนอนเลี้ยงนก ภายในประเทศไทยนั้น ควรจะทำการเลี้ยงภายในห้องปรับอากาศ เพราะสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยค่อนข้างร้อน โดยเฉพาะในระยะตอนที่เป็น ตัวหนอนนั้นจะยิ่งมีอัตราการตายสูง หรือจะทำให้ตัวหนอนมีขนาดเล็กลงอย่างเห็นได้ชัด (แจ่มจันทร์, 2525) ดังนั้นถ้าอยากให้สามารถเจริญเติบโตได้ดี ก็ต้องทำการควบคุณอุณหภูมิให้เหมาะสม

ความสำคัญและลักษณะการเข้าทำลาย

หนอนเลี้ยงนกนั้นเป็นแมลงจำพวกที่ชอบกินของเน่าเสีย พวกเมล็ดพืช เศษเนื้อ ซากขนมปัง ขนนก ซากแมลง และพวกแป้งสาลีที่สกปรกและมีราขึ้น เป็นต้น (ชูวิทย์, 2533) ในการเข้าทำลายผลผลิตหนอนเลี้ยงนกนั้น โดยธรรมชาติแล้ว หนอนเลี้ยงนกจะไม่ค่อยเข้าทำลายโดยตรง แต่จะอาศัยอยู่ภายในยุ้งฉาง บริเวณที่มืดและที่อับชื้น บริเวณที่เก็บเมล็ดพืชเก่า ๆ ไว้เป็นเวลานาน ๆ

สำหรับวิธีการสังเกตการเข้าทำลายอย่างง่าย ๆ คือ บริเวณนั้นส่วนมากจะมีกลิ่นที่ค่อนข้างจะอับ ซึ่งการเข้าทำลายของหนอนเลี้ยงนกจะมีข้อจำกัดก็คือ มันจะเลือกเข้าทำลายอาหารทีละชิ้นเท่านั้น (Hill, 1990)

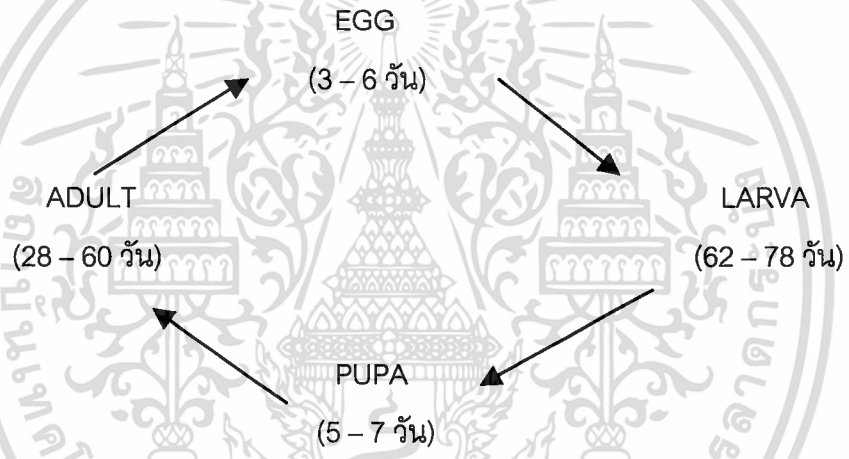
สำหรับในประเทศไทยมีผู้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนกไว้ในลักษณะการค้า โดยมากมักจะอยู่ในลักษณะเพื่อเป็นอาหารสัตว์จำพวกสัตว์ปีก ไก่ และนก โดยเฉพาะไก่นั้นจะชอบกินอาหารประเภทนี้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกทั้งหนอนเลี้ยงนกมีราคาที่สูงมาก ประมาณกิโลกรัมละ 250 – 300 บาท สาเหตุก็เนื่องมาจากเป็นแมลงที่มีอัตราการสืบพันธุ์ช้า และมีวงจรชีวิต (life cycle) ที่ยาวนาน อีกทั้งต้องเลี้ยงบริเวณที่ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ประมาณ 25 องศาเซลเซียส ภายในห้องปรับอากาศ จึงจะสามารถเจริญเติบโตได้ดี (แจ่มจันทร์, 2525) แต่แมลงชนิดนี้เป็นแมลงศัตรูในโรงเก็บ เป็นแมลงศัตรูโรงเก็บลำดับสอง ทำให้ไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากนัก (Cololey, 1990)

วงจรชีวิต (life cycle) **ของหนอนเลี้ยงนก**

เนื่องจากหนอนเลี้ยงนกเป็นแมลงที่มีอัตราการสืบพันธุ์ช้า และวงจรชีวิตที่ยาวนานประมาณ 3 - 5 เดือน (เมื่อเลี้ยงไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส)



สำหรับการแพร่กระจายหนอนเลี้ยงนกนั้น

หนอนเลี้ยงนก ส่วนใหญ่นั้นมักจะมีการแพร่กระจายภายในบริเวณพื้นที่ ที่มีอากาศค่อนข้างหนาว แถบทวีปยุโรป ทวีปอเมริกาเหนือ รวมทั้งตอนเหนือของทวีปเอเชีย (Hogan, 1991)

ในการนำรำข้าวสาลี มาเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกนั้นควรจะต้องทำการอบรำข้าวสาลีเสียก่อน เพื่อเป็นการทำลายทั้งตัวและไข่ของแมลงทั้ง 2 ชนิด ที่มีติดอยู่ในรำข้าวสาลี คือ พวก flat grain beetle ; *Crutolestes pusillces* (Schonherr) โดยปกติตัวนี้จะไม่ทำลายหนอนเลี้ยงนก แต่จะเป็น secondery pest ทำลายรำข้าวสาลี อีกชนิดหนึ่ง ก็คือ พวกมอดแป้ง *Tribolim castancum* (Herbst) จัดเป็นศัตรูของหนอนเลี้ยงนก สำหรับการอบนั้นเราจะใช้อุณหภูมิประมาณ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง สำหรับรำข้าวสาลี แล้วหนอนเลี้ยงนกจะมีระยะการเจริญเติบโตได้ในช่วง 55 – 77 วัน ส่วนในรำข้าวเจ้าแล้วนั้นหนอนเลี้ยงนกจะมีระยะการเจริญเติบโตได้ในช่วง 73 –90 วัน แต่ขนาดของหนอนเลี้ยงนกก็จะเล็กกว่าปกติ ส่วนอันดับรองลงมาก็จะเป็น รำข้าวสาลีที่ผสม กับรำข้าวเจ้า แต่ก็จะ เจริญเติบโตได้ช้ากว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลี้ยงในรำข้าวเจ้าเพียงอย่างเดียว โดยมีระยะการเจริญเติบโตได้ในช่วงตัวหนอนคือ 90 –120 วัน (แจ่ม จันทร์, 2523)

หนอนเลี้ยงนกนั้นเป็นแมลงที่สามารถอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีสภาพอากาศความชื้นค่อนข้างต่ำ เช่น ภายในยุ้งฉาง โรงเก็บ ได้เป็นอย่างดีได้ก็เนื่องมาจาก หนอนเลี้ยงนกนั้นจะมี mulpighian tubules ที่เป็นส่วนที่มาแตะกับ ส่วนของ rectum เพื่อจะทำหน้าที่ดูดความชื้นจากมูลในส่วนของ rectum ทำให้หนอนเลี้ยงนกนั้นสามารถที่จะรักษาระดับน้ำไว้ในร่างกายของมันได้อีกวิธีหนึ่ง (Johnson, 1989) พบว่าหนอนเลี้ยงนก ที่บริเวณหนวดของมันจะมีอวัยวะรับความชื้นที่บริเวณหนวด ทำให้มันสามารถที่จะตรวจสอบได้ว่า บริเวณใดมีความชื้นมากหรือน้อย แต่มันจะชอบอาหารที่มีความชื้นต่ำ และจะไปรวมกลุ่มกันในบริเวณที่มีความชื้นพอเหมาะ จึงไม่ใช้เป็นอาหารเมื่ออาหารนั้นแห้งเกินไป (Evan , 1975)

ชีวประวัติของหนอนเลี้ยงนก

การเลี้ยงหนอนเลี้ยงนก ถ้าต้องการที่จะทำให้สามารถเจริญเติบโตและแพร่ขยายพันธุ์ได้ดีนั้น ต้องเลี้ยงภายในอุณหภูมิที่เหมาะสม สภาพภูมิอากาศค่อนข้างหนาวเย็นและมีความชื้นที่พอเหมาะ สำหรับช่วงอุณหภูมิที่มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด คือ อุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 75% (Evan, 1983) ซึ่งถ้าจะทำการเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกที่อุณหภูมิห้อง ต้องทำการปรับระดับความชื้นสัมพัทธ์และให้อาหารที่เหมาะสมก็จะสามารถเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกได้เช่นกัน

ระยะไข่ของหนอนเลี้ยงนก

สำหรับลักษณะของไข่ของหนอนเลี้ยงนก จะเป็นแบบ elongate (แจ่มจันทร์, 2523)ลักษณะของไข่นั้นจะมีลักษณะ ผิวเรียบ ยาวรี มันวาว มีน้ำคล้ายเมือกเคลือบผิวอยู่ หนอนเลี้ยงนกตัวเมียนั้นจะวางไข่ทั้งแบบเป็นฟองเดี่ยว หรือเป็นกลุ่ม ซึ่งไข่นั้นมีเนื้อผิวที่เปราะบางมาก สังเกตจากเมื่อทำให้มันแตกแล้วก็จะมีน้ำเหนียวๆไหลออกมาจากไข่ (วินัย, 2536) ขนาดของไข่นั้นจะมีความกว้างประมาณ 0.7 – 0.9 มิลลิเมตร ความยาวประมาณ 10 – 11 มิลลิเมตร ที่อุณหภูมิประมาณ 18 – 20 องศาเซลเซียส แต่ถ้ามีการควบคุมอุณหภูมิให้ไข่ฟักที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ไข่จะฟักเป็นตัวภายใน 5 – 9 วัน (ชูวิทย์ , 2533)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะตัวหนอนของหนอนเลี้ยงนก

ตัวหนอนของหนอนเลี้ยงนกมีลักษณะแบบ elateriform (แจ่มจันทร์ , 2523) เมื่อตัวหนอนหลุดออกจากเปลือกไข่แล้ว ประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง มันก็จะพยายามคลานออกไปหาอาหาร โดยทันที (Cololey, 1990) ระยะนี้เป็นระยะที่หนอนเลี้ยงนกมีการเจริญเติบโตที่ช้ามาก เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการเจริญเติบโตในระยะอื่น ๆ ซึ่งมีระยะการเจริญเติบโตทั้งสิ้น 9 – 20 วัน ระยะซึ่งขนาดความยาวโดยเฉลี่ยของหนอนเลี้ยงนกในระยะที่โตเต็มที่นั้น จะมีขนาดความยาวประมาณ 28 มิลลิเมตร ความกว้างประมาณ 3.5 มิลลิเมตร สำหรับระยะตัวหนอนที่เรานิยมนำไปขายมากที่สุดนั้นมักจะเป็นระยะที่มีขนาดใหญ่เต็มที่ และมีผิวที่เรียบ ลักษณะคล้ายทรงกระบอก หรือที่เรียกกันว่า “yellow mealworm” (Hill, 1990)

ตัวหนอนในระยะช่วงแรก ๆ นั้นจะมีขนาดที่เล็กมาก ๆ เท่าเส้นด้ายมีขนาดยาวประมาณ 0.9 – 1.2 มิลลิเมตร ลำตัวนั้นจะมีข้อปล้องทั้งหมด 9 ปล้อง ซึ่งปล้องสุดท้ายนั้นจะเป็นปล้องที่มีขนาดเล็กสุด เมื่อเวลาผ่านไปก็จะทำให้มีสีที่เข้มขึ้นเรื่อย ๆ มีขาทั้งหมด 3 คู่ ลำตัวมีลักษณะที่ผอมยาวรูปทรงกระบอก เมื่อส่องดูด้วยกล้อง stereo microscope แล้ว มีลักษณะดังนี้คือ ลำตัวนั้นมีสีน้ำตาล บริเวณบนเส้นที่อยู่ข้างลำตัวก็จะมีรูหายใจ ปล้องละ 1 รู (แจ่มจันทร์, 2523) เมื่อหนอนมีอายุได้ประมาณ 45 วัน มันก็จะขึ้นมาอยู่บริเวณผิวของอาหารที่ใช้เลี้ยงเสร็จแล้วตัวหนอนก็จะทำการลอกคราบจนถึงระยะหนึ่งก่อนที่จะเข้าดักแด้ โดยที่หนอนเลี้ยงนกจะเริ่มหดตัวให้สั้นลง ในระยะที่หนอนหดตัวสั้นลงนี้ เรียกว่า ระยะ prepupal stage ซึ่งใช้เวลาประมาณ 4 วัน ช่วงนี้หนอนจะไม่กินอาหารใด ๆ เลย และจะขึ้นมานอนอยู่นิ่ง ๆ อยู่บริเวณผิวของอาหารหรือไม่ ก็ฝังตัวอยู่ในอาหารเพียงครึ่งหนึ่งของ ลำตัว เสร็จแล้วก็จะลอกคราบแล้วก็เข้าดักแด้ ในระยะหนอนตั้งแต่เริ่มฟักออกจากไข่ จนกระทั่งถึงดักแด้นั้น จะกินเวลารวมทั้งสิ้น 62 – 78 วัน (วินัย, 2536)

สำหรับในระยะตัวหนอนนั้น มีศัตรูก็คือ พวกมอดแป้ง (red flour beetle) , *Tribolium castaneum* (Herbst) ซึ่งมอดแป้งเหล่านี้จะทำลายหนอนเลี้ยงนกโดยการเข้ากัดกิน

ระยะดักแด้ของหนอนเลี้ยงนก

หนอนเลี้ยงนกนั้นเมื่อเข้าดักแด้ใหม่ ๆ แล้ว ลำตัวจะมีลักษณะเหยียดตรง ส่วนหัวนั้นจะโตแล้วค่อย ๆ เรียวไปทางด้านหลัง มีสีขาวและนิ่ม แต่เมื่อเวลาผ่านไปนั้นทั้งตัวของดักแด้หนอนเลี้ยงนกก็จะเริ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลายเปลี่ยนเป็นสีขาวอมน้ำตาล ลำตัวงอเข้าทางด้านท้อง (ventral) ตารวมก็จะเป็นสีดำ สำหรับขานั้นโดยเฉพาะปลายขา หนวด ส่วนหัวจะเป็นสีน้ำตาลอ่อนแล้วค่อย ๆ เข้มขึ้น ส่วนหัวก็จะงอพับเข้าสู่ส่วนอก ส่วนของปีกจะพับลงไปอยู่ระหว่าง ขาคู่ที่ 2 และขาคู่ที่ 3 ลักษณะดักแด้ของหนอนเลี้ยงนกเป็นแบบ exerate pupa (วินัย, 2536)

โดยทั่วไปแล้วดักแด้ของหนอนเลี้ยงนกจะมีขนาดความกว้างประมาณ 4.5 – 5.5 มิลลิเมตร และมีความยาวประมาณ 14 – 18 มิลลิเมตร ช่วงนี้จะอาศัยอาหารภายในลำตัวจากการสะสมไว้มาใช้ดำรงชีพ ซึ่งระยะดักแด้จะใช้เวลาประมาณ 5 – 7 วัน โดยเฉลี่ย 6 วัน แต่ถ้าเวลานานสุดก็ประมาณ 9 วัน โดยช่วงนี้ก็จะอยู่นิ่ง ๆ ไม่เคลื่อนไหว นอกเสียจากว่ามีสิ่งรบกวนภายนอกมาโดน โดยเฉพาะส่วนท้อง จะแสดงปฏิกิริยาตอบโต้อย่างรวดเร็ว และรุนแรง สังเกตได้จากพอเอานิ้วแตะลงไปที่ท้องมันก็จะงุ้มท้องเข้าแล้วยืดออกมาคล้ายกับลักษณะดีดตัว

ระยะตัวเต็มวัยของหนอนเลี้ยงนก

ตัวเต็มวัยหนอนเลี้ยงนกนั้นจะลอกคราบออกมาจากดักแด้ทางส่วนหัว ซึ่งก่อนที่จะมาเป็นตัวเต็มวัยนั้นจะมีการลอกคราบ 1 ครั้ง ในระยะดักแด้ ซึ่งลักษณะของตัวเต็มวัยที่ออกจากดักแด้ช่วงเริ่มแรกนั้นมักจะมีสีขาวนวล ลำตัวจะอ่อน บริเวณส่วนอกมักจะมีสีเหลือง ส่วนของหัว ขา และหนวดนั้นจะมีสีน้ำตาล ตาเป็นสีดำ แล้วก็จะค่อย ๆ เปลี่ยนอวัยวะทุก ๆ ส่วนเป็นสีน้ำตาลจนถึงสีดำยกเว้นส่วนท้องนั้น จะมีสีน้ำตาลเข้ม รวมเวลาทั้งสิ้น 2 – 3 วัน

เมื่อนำหนอนเลี้ยงนกในระยะตัวเต็มวัยนี้มาส่องดูด้วยกล้อง stereo microscope ก็จะพบว่า มีลักษณะหนวดเป็นแบบลูกตุ้ม (capitate) (วินัย, 2536) และความแตกต่างกันระหว่างลักษณะของตัวเมียกับตัวผู้นั้น คือ ตัวเมียนั้นจะมีขนาดที่โตกว่าตัวผู้ และตัวผู้นั้นจะมี aedeagus สำหรับใช้สืบพันธุ์อยู่บริเวณปลายท้อง ส่วนตัวเมียนั้นจะไม่มี aedeagus

ระยะตัวเต็มวัยของหนอนเลี้ยงนกนั้น จะเริ่มทำการผสมพันธุ์หลังจากออกจากดักแด้ไปแล้วประมาณ 7 วัน สำหรับการผสมพันธุ์นั้น ตัวผู้ก็จะทำการขึ้นคร่อมตัวเมีย แล้วใช้ aedeagus สอดใส่เข้าไปในอวัยวะเพศของตัวเมีย โดยธรรมชาติแล้วนั้นตัวเมียจะวางไข่ครั้งละประมาณ 35 – 50 ฟอง หลังจากนั้นก็จะสามารถผสมพันธุ์และวางไข่ได้อีกหลายครั้ง อายุโดยเฉลี่ยของตัวเต็มวัยนั้นจะต่างกันมาก ก็คือ ตัวผู้นั้นจะมีอายุสั้นกว่าตัวเมีย ซึ่งบางตัวนั้นมีอายุถึงประมาณ 70 วัน แต่ตรงกันข้ามกับพวกที่อายุสั้นจะมีชีวิตอยู่ได้เพียง 5 วัน ซึ่งอาจเกิดจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น อาหารขาดแคลนบ้าง หรือการที่มีปริมาณของแมลงที่มากเกินไป แมลงก็จะกินกันเอง ทำให้ด้วงตัวที่ลอกคราบปีกไม่สมบูรณ์ตายได้ภายใน 2 – 3 วัน อัตราส่วนของตัวผู้ต่อตัวเมียมีประมาณ 2 : 3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารของหนอนเลี้ยงนก

ได้มีการทำการศึกษาถึงผลกระทบของอาหารต่อการเจริญเติบโตของหนอนเลี้ยงนก โดยนำพืชอาหารมาใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนก 6 ชนิด ได้แก่ ข้าวโพด แป้ง คุกกี้ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และข้าว พบว่าข้าวโพด แป้ง และคุกกี้นั้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของหนอนเลี้ยงนก (Monojilovic, 1991)

ในระยะที่เป็นตัวเต็มวัยและตัวหนอน พบว่าหนอนเลี้ยงนกนั้นจะไม่ค่อยกินรำข้าวสาลี ส่วนมากจะกินน้ำเลี้ยงจากแตงกวา และผลไม้เนื้ออ่อนต่าง ๆ เช่น แคนตาลูป ตำลึง มะละกอ ผักกาดขาว และแตงโม (วินัย, 2536)

รวมถึงได้มีการศึกษาถึงพืชอาหาร 22 ชนิด เพื่อใช้เป็นอาหารของหนอนเลี้ยงนก พบว่ามีเพียงอาหารในรูปของข้าวสาลี เท่านั้นใช้เป็นอาหารของหนอนเลี้ยงนกได้ดีที่สุด เพราะเนื่องจากมีถิ่นกำเนิดอยู่ในเขตหนาว โดยใช้ในรูปของรำข้าวสาลี แป้งสาลี เมล็ดข้าวสาลี และรำข้าวสาลี ผสมแป้งสาลีในอัตราส่วน 1 :1 จากการทดลองปรากฏว่า หนอนเลี้ยงนกเจริญเติบโตดีที่สุด ส่วนในรำข้าวสาลีรองลงมา คือ รำข้าวสาลีผสมแป้งสาลี, แป้งสาลี และเมล็ดข้าวสาลี โดยมีวงจรชีวิตประมาณ 65 – 70 วัน, 101 – 123 วัน และ 120 – 170 วัน ตามลำดับ (ชูวิทย์, 2533)

การนำแมลงมาเป็นอาหาร

ในการที่จะทราบว่าแมลงชนิดใดรับประทานได้หรือไม่นั้น เป็นความรู้ที่สืบทอดกันมาแต่สำหรับในประเทศไทยนอกจากนำแมลงมารับประทานเป็นอาหารแล้วยังนำมาเล่นเป็นเกมกีฬา (องุ่น, 2540) ได้ทำการสำรวจแมลงกินได้ที่คนไทยนำมารับประทานเป็นอาหารได้ 28 ชนิด แต่ที่ผ่านมาการศึกษาแมลงกินได้ในประเทศไทยส่วนใหญ่จะทำในเฉพาะตัวเมืองไม่ได้มีการสำรวจในชนบทที่อยู่ห่างไกล นอกจากนี้ยังทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแมลงกินได้บางชนิด ซึ่งนอกจากจะทราบคุณค่าทางอาหารของแมลงแล้ว ยังจะเป็นข้อมูลสำหรับพิจารณาส่งเสริมการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ชนิดแมลงเก็บได้ที่ให้คุณค่าทางอาหารสูงในอนาคตอีกด้วยแล้วได้ทำการสำรวจแมลงกินได้ในภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นำมาจำแนกชนิดได้ 8 อันดับ 20 วงศ์ 40 สกุล 49 ชนิด มาศึกษาส่วนประกอบทางเคมีของแมลงกินได้ 15 ชนิด (องุ่น, 2531)

การศึกษาคุณภาพด้านอาหารของหนอนเลี้ยงนกนั้นมี ปริมาณของ โปแตสเซียม แมกนีเซียม ธาตุเหล็ก และสังกะสีในระดับที่สูง คือ มีปริมาณ crude protein ถึง 17.37% และปริมาณ crude fat 7.02% ซึ่งจัดว่าอยู่ในระดับที่สูง จึงเหมาะที่จะใช้เลี้ยงนก เพราะจะทำให้นกมีสีขนที่สดใสเป็นเงางาม แต่ก็จะขาดฟอสฟอรัส แคลเซียม โซเดียม และ แมงกานีส อยู่บ้าง (แจ่มจันทร์, 2525)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ของหนอนเลี้ยงนก

ปัจจุบันนี้หนอนเลี้ยงนกกำลังเป็นที่นิยมอย่างมากในการนำไปใช้เป็นอาหารให้กับสัตว์เลี้ยงที่กินแมลง ทำให้กลายเป็นธุรกิจอย่างหนึ่งที่สามารถสร้างรายได้เป็นอย่างดี เพราะมีราคาสูงให้กับผู้ที่เลี้ยงหนอนนกขาย ทำให้คนมีความสนใจขึ้นเป็นลำดับ อีกทั้งยังมีผู้ได้กล่าวถึงประโยชน์ของหนอนเลี้ยงนกไว้อีกเป็นจำนวนมาก อาทิเช่น แจ่มจันทร์, 2525 ; กิตติพร, 2543 ; นาทพล, 2543 เป็นต้น โดยได้กล่าวไว้ดังนี้

1. หนอนเลี้ยงนกนั้นสามารถนำไปใช้เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์ปีก ทำให้สัตว์ปีกเหล่านั้นมีสีขนที่สวยสดใสเป็นเงางาม เพราะมีโปรตีนและไขมันในปริมาณที่สูง
2. หนอนเลี้ยงนกยังสามารถใช้เป็นอาหารสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจำพวกที่กินแมลงเป็นอาหารได้อย่างดี
3. สามารถนำไปใช้เป็นเหยื่อตกปลาหรืออาจจะนำมาใช้เป็นอาหารเลี้ยงปลาก็ได้ทั้งปลาทะเลและปลาน้ำจืด
4. สำหรับในบางพื้นที่นั้นโดยเฉพาะทางภาคเหนือของประเทศไทย มีการนำหนอนเลี้ยงนกมาทำเป็นอาหาร โดยคนเหล่านั้นมีความเชื่อว่าสามารถเป็นยาบำรุงกำลัง เพราะมีโปรตีนและไขมันสูง
5. ใช้ประโยชน์ในทางการเกษตรโดยใช้หนอนเลี้ยงนกเป็นอาหารของมวนพิฆาตและเพชฆาตโดยทำการเลี้ยงมวนตัวห้ำเหล่านี้ในห้องปฏิบัติการก่อนเพื่อให้มวนตัวห้ำทำลายแมลงศัตรูพืช อื่นต่อไป เป็นการลดการใช้สารเคมี ทำให้สิ่งแวดล้อมดีขึ้น
6. สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านงานวิจัยและการทดลองต่าง ๆ พบว่านิยมใช้เป็นแมลงทดลองในการศึกษาพฤติกรรมของด้วง
7. สามารถนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านการค้า สามารถใช้เลี้ยงเป็นอาชีพเสริม เพราะมีราคาค่อนข้างสูง โดยเฉลี่ยประมาณ 200 – 300 บาท ต่อ 1 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการในการเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกเพื่อวิเคราะห์แคลเซียม และฟอสฟอรัส

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองมีดังนี้

1. หนอนเลี้ยงนก
2. อาหารไก่เล็ก
3. รำละเอียด
4. ซีรีแลค
5. กล่องพลาสติก ขนาด 19.2x28.0x11.0 cm
6. แตงกวา
7. ที่หนีบ (forcep)
8. ชั้นวางกล่องพลาสติก

วิธีการ

เลือกหนอนเลี้ยงนกในระยะดักแด้มาทำการใส่ลงในกล่องพลาสติกขนาด 19.2x28.0x11.0 เซนติเมตร ที่มีอาหารทั้ง 3 ชนิด อยู่คือ อาหารไก่เล็ก รำละเอียด และซีรีแลค อย่างละ 1 กล่อง เพื่อที่จะทำให้หนอนเลี้ยงนกได้กินอาหารชนิดเดียวตั้งแต่ออกจากตัวดักแด้และจากระยะดักแด้มาใช้เวลาประมาณ 5-7 วัน ก็จะลอกคราบออกมาเป็นตัวเต็มวัยจากตัวสีน้ำตาลอ่อน ๆ กลายเป็นสีน้ำตาลเข้มจนถึงสีดำ หลังจากออกจากดักแด้ประมาณ 7 วัน ก็จะเริ่มทำการผสมพันธุ์ หนอนเลี้ยงนก ตัวเมียนั้นก็จะวางไข่ทั้งแบบฟองเดี่ยวหรือเป็นกลุ่ม หลังจากนั้นไข่จะฟักเป็นตัวหนอนภายใน 5-9 วัน ตัวหนอนในระยะช่วงแรก ๆ นั้นจะมีขนาดที่เล็กมาก เมื่อหนอนมีอายุได้ประมาณ 45 วัน มันก็จะขึ้นมาอยู่บริเวณผิวของอาหารที่ใช้เลี้ยงในการเลี้ยงนั้นสำหรับในระยะตัวเต็มวัยและตัวหนอนจะให้กินน้ำเลี้ยงจากแตงกวา นำระยะหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย รวมทั้งอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนกทั้ง 3 ชนิด ไปทำการวิเคราะห์หาแคลเซียมด้วยวิธี permanganate tritration method และวิเคราะห์หาฟอสฟอรัสโดยวิธี spectrophotometry จากนั้นทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสในหนอนเลี้ยงนก และปริมาณของแคลเซียมและฟอสฟอรัสในอาหารที่ใช้เลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และสารเคมีใน การวิเคราะห์แคลเซียมโดยวิธี
permanganate tritration method

อุปกรณ์ มีดังนี้.-

1. ตัวอย่างอาหารที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ รำละเอียด อาหารไก่ ซีรีแลค หนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วย รำละเอียด อาหารไก่ และซีรีแลค
2. porcelain evaporating dish
3. hot plate
4. muffle furnace Naber รุ่น D - 2804
5. เครื่องมือในการไตเตรท
6. แท่งแก้วคน
7. volumetric flask ขนาด 250 ml.
8. น้ำกลั่น 2 ครั้ง
9. pipette
10. beaker ขนาด 250 ml. และ beaker สำหรับการกรอง
11. กระจกนาฬิกา
12. กระดาษกรองเบอร์ 40

สารเคมีและวิธีการเตรียมสารเคมีมีดังนี้.-

1. กรดดินประสิวเข้มข้น (Conc.HNO_3)
2. กรดเกลือ 6N

   ปิเปตกรดเกลือเข้มข้น Conc.HCl 37% ถ.พ.1.19, น้ำหนักสมมูลย์ 36.46 จำนวน 496.8 ml. จากนั้นนำมาผสมกับน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรครบ 1000 ml.
3. กรดเกลือ 50%
4. กรดกำมะถันเข้มข้น (Conc.H_2SO_4)
5. สารละลายแอมโมเนียไฮดรอกไซด์เข้มข้น (Conc.NH_4OH)
6. ammonium oxalate 4%

   นำ $(NH_4)_2C_2O_2.H_2O$ ที่มีความบริสุทธิ์ 99% ชั่งให้ได้ในน้ำหนัก 4 กรัม จากนั้นก็เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตรครบ 100 ml.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

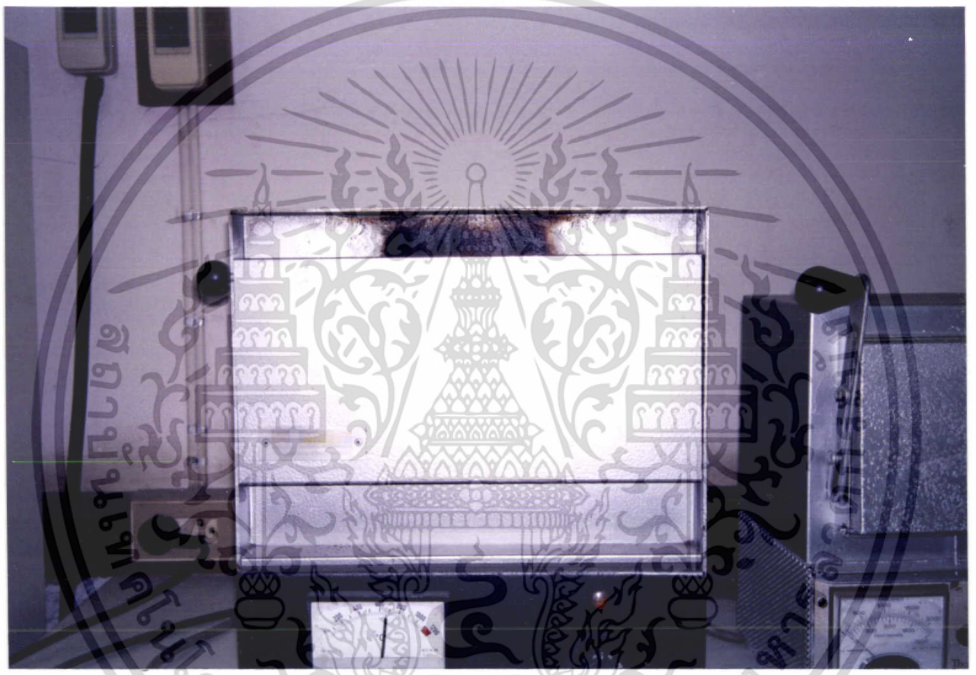
7. potassium permanganate 0.05 N ($KMnO_4$)
8. ammonium hydroxide เจือจาง

   นำ Conc.NH_4OH 1 ml. มาละลายในน้ำกลั่น จำนวน 300 ml.
9. methyl red
10. ยูเรีย
11. calcium chloride

วิธีการวิเคราะห์แคลเซียม

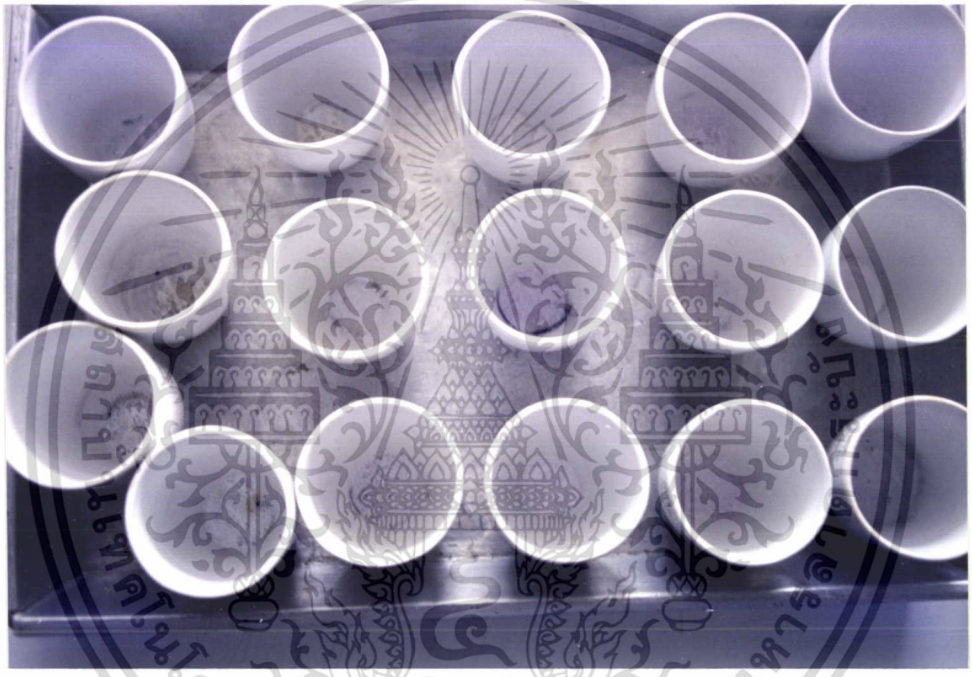
1. นำตัวอย่างที่ต้องการจะวิเคราะห์แคลเซียมนั้นมาทำการชั่ง ประมาณ 3 กรัม ใส่ลงใน crucible หรือให้มีแคลเซียมอยู่อย่างน้อย 5 มิลลิกรัม
2. นำไปเผาบนเครื่อง hot plate จนแห้ง หมดควัน แล้วจึงนำไปเผาต่อบนเตาเผา พยายามควบคุมอุณหภูมิ โดยค่อย ๆ เร่งให้สูงขึ้นจนกระทั่งถึง 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 – 4 ชั่วโมง (ภาพที่ 1)
3. นำ crucible ที่ใส่อาหารออกจากเตาเผา รอจนกระทั่งเย็นแล้ว ก็ทำให้ชื้นด้วยการหยด กรดไนตริกลงไป (ใช้แท่งแก้วค่อย ๆ หยดลงไปพอชื้น) เสร็จแล้วก็นำไปตั้งบน hot plate รอจนกระทั่งแห้ง
4. นำ crucible ชุดเดิมนี้ไปเผาในเตาเผาต่ออีก 1 ชั่วโมงครึ่งที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนกว่าจะได้เถ้าที่เป็นสีขาว (ถ้าหากว่าเถ้าที่ได้ยังไม่เป็นสีขาวให้หยดกรดไนตริกอีก รอให้แห้งแล้วจึงไปเผาต่ออีกครั้งจนกระทั่งได้เถ้าสีขาว (ภาพที่ 2)
5. เมื่อได้เถ้าสีขาวของตัวอย่างอาหารที่ ทดสอบใน crucible แล้ว ก็เติมกรดเกลือ 50% ลงไป จำนวน 10 ml. เพื่อเปลี่ยน CaO ให้เป็น $CaCl_2$
6. นำไปต้มเพื่อที่จะให้เถ้านั้นละลายจนหมด อาจใช้แท่งแก้วคนช่วย โดยนำไปตั้งบน hot plate ใช้ไฟอ่อน ๆ
7. จากนั้นนำสารละลายที่ได้เทใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 250 ml. ชะล้างเถ้าใน crucible ด้วยน้ำกลั่น (redistilled water) แล้ว เทน้ำกลั่นใสให้ปริมาตรครบ 250 ml.
8. นำ pipette ดูดสารละลายมา 50 ml. ใส่ลงไปใน beaker ขนาด 250 ml. แล้วจึงหยด methyl red ลงไป 1 – 2 หยด จะได้กรดที่มีสีส้มออกแดง จากนั้นก็ทำให้เป็นกลางโดยใช้แอมโมเนียไฮดรอกไซด์เข้มข้นหยดลงไป 2 – 3 หยด จนกระทั่งสารละลายนั้นมีสีเหลืองอ่อน ๆ ของ methyl red (ภาพที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 เตาเผาตัวอย่างหนอนเลี้ยงนก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 เถ้าที่เป็นสีขาว ของตัวอย่างหนอนเลี้ยงนกในcrucible

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3 สารละลายของตัวอย่างมีสีเหลืองอ่อนๆของ methyl red

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เติมกรดเกลือ 6 N ลงไปจำนวน 1.5 ml. และยูเรียอีก 5 กรัม จากนั้นก็ตามด้วย ammonium oxalate 4% อีกจำนวน 5 ml. ใส่ลงใน beaker ถ้าหากตะกอนเกิดขึ้นควรใช้ตัวอย่างให้น้อยลง
10. นำกระจกนาฬิกามาปิด beaker แล้วนำไปต้มให้เดือดพอประมาณ จนกระทั่งสารละลายดังกล่าวนั้นเปลี่ยนเป็นสีส้มหรือสีขาว จากนั้นยกลงรอจนกระทั่งเย็น
11. นำกระดาษกรองเบอร์ 40 มากรองเอาตะกอนออก ล้างตะกอนด้วยแอมโมเนียเจือจางไปเรื่อย ๆ จนหมด oxalate (ทดสอบโดยหยด $CaCl_2$ ลงในน้ำล้าง ถ้ายังเกิดตะกอนขุ่นอยู่แสดงว่ามี oxalate อยู่) ก็จะติดอยู่บนกระดาษกรอง (ภาพที่ 4)
12. นำ beaker ใบเดิมที่ใช้ตกตะกอน มารองใต้กระดาษกรอง เจาะกระดาษกรองให้เป็นรู ล้างด้วยน้ำกลั่นจนหมดตะกอนแล้วเติมกรดกำมะถันเข้มข้น จำนวน 2.5 ml. แล้วนำไปอุ่นบน hot plate ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส (เพื่อเร่งปฏิกิริยา)
13. จากนั้นนำมาไตเตรทกับ potassium permanganate 0.05 N. จนกว่าจะได้สารละลายมีสีขมพูจาง ๆ อยู่นานกว่า 30 วินาที แสดงว่าถึงจุด end point (กระดาษกรองที่เก็บไว้นั้นเอาไว้ใส่เมื่อเลยจุด end point) (ภาพที่ 5)
14. นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์แคลเซียม

1 ml ของ 0.05 N $KMnO_4$ = 0.001 กรัมของแคลเซียม

$$\% \text{ แคลเซียม} = \frac{ml \times 0.001 \times 100 \times 5}{W}$$

ml = จำนวนของ $KMnO_4$ ที่ใช้ไตเตรทเป็น ml.

W = น้ำหนักอาหาร ที่วิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 การกรองตะกอนออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

99077

ภาพที่ 5 การไตเตรทตัวอย่างกับ potassium permanganate 0.05 N.
จนได้จุด end point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และสารเคมีในการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสโดยวิธี Spectrophotometry

อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส มีดังนี้.-

1. ตัวอย่างที่ได้จากการเผาที่ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง
2. น้ำกลั่น
3. ขวดวัดปริมาตร ขนาด 1 ลิตร และขนาด 100 ml.
4. ไปเปต ขนาด 25 ml.
5. graduated pipette ขนาด 10 ml.
6. หลอดแก้วที่มีขีดบอกปริมาตร (graduated test tube) ขนาด 10 ml. มีฝาปิด 6 หลอด
7. ขวดวัดปริมาตร ขนาด 10 ml.
8. เครื่อง spectrophotometer Milton roy รุ่น spectronic genesys 2 (ภาพที่ 6)

สารเคมีและวิธีการเตรียมสารเคมี

1. molybdovanadate reagent

การเตรียมให้นำแอมโมเนียมโมลิบเดท $(NH_4)_6Mo_7O_4 4H_2O)$ จำนวน 20 กรัม มาละลายในน้ำกลั่นร้อน 200 ml. ได้ (สารละลาย A) และนำแอมโมเนียมเมทตาวานาเดท (NH_3VO_3) จำนวน 1 กรัม มาละลายในน้ำกลั่นร้อน 125 ml. ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วเติมกรดเปอร์คลอริค $(HClO_4)$ 70% ลงไป 225 ml. ก็จะได้ (สารละลาย B) จากนั้นค่อย ๆ เทสาร (สารละลาย A) ลงไปใน (สารละลาย B) อย่างช้า ๆ พร้อมกับคนให้เข้ากัน จากนั้นปรับให้มีปริมาตรครบ 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น ก็จะได้ (phosphorus standard stock solution)

2. ส่วนสารละลายมาตรฐานของโปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (standard solution potassium dihydrogen phosphate) นั้นก็เตรียมจากนำโปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) ที่บริสุทธิ์และแห้งหนัก 0.4394 กรัม มาละลายในน้ำกลั่น แล้วทำให้ได้ปริมาตรครบ 1 ลิตร ซึ่ง 1 ml. ของสารละลายที่ทำให้เจือจางแล้วก็จะมีความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 0.10 mg.

วิธีการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส

1. เตรียมตัวอย่างหนอนเลี้ยงนกซึ่งได้จากการเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ถ่ายเถ้าจากเบ้ากระเบื้องลงในบีกเกอร์ ขนาด 250 ml. โดยใช้น้ำกลั่นร้อนเป็นตัวช่วยในการถ่ายล้างเบ้ากระเบื้องด้วยกรดเกลือเจือจาง (50%) แล้วจึงล้างด้วยน้ำกลั่นร้อนอีกครั้งหนึ่ง (การล้างทุกครั้ง ให้เทน้ำล้างลงในบีกเกอร์)
3. เทน้ำกลั่นใส่ลงในบีกเกอร์ของข้อสอง ประมาณ 75 ml. ของบีกเกอร์
4. นำไปตั้งที่เตาไฟฟ้า ต้มให้เดือดช้า ๆ โดยใช้ไฟอ่อน ๆ ระเหยน้ำให้เหลือประมาณ 50 ml. ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง
5. กรองสารละลายใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 250 ml. ด้วยกระดาษกรอง ใช้น้ำกลั่นร้อนล้างตะกอนจากบีกเกอร์ลงบนกระดาษกรอง
6. ทิ้งไว้สักครู่รอให้เย็นจึงเติมน้ำกลั่นลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 250 ml. เก็บตัวอย่างน้ำไว้ เพื่อวิเคราะห์แคลเซียมและฟอสฟอรัส โดยเก็บไว้ในตู้เย็น
7. เตรียมกราฟมาตรฐานของฟอสฟอรัส (standard curve for phosphorus)

Vol.flask Number	Standard solu. ml.	Molybdovadate Reagent,ml.	Final vol. ml.(dis.water)	ความเข้มข้น
1	0	10	50	Blank(0)
2	0.5	10	50	0.001
3	1.0	10	50	0.002
4	1.5	10	50	0.003
5	2.0	10	50	0.004
6	2.5	10	50	0.005
7	3.0	10	50	0.006

8. เขย่าหลอดแก้วทุกหลอดให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เพื่อให้เกิดสีเหลือง แล้วรีบนำไปอ่านค่า % absorbance จากเครื่อง spectrophotometer ที่ 400 nm. โดยใช้ blank เป็นตัวเปรียบเทียบมาตรฐาน (ภาพที่ 6)
9. ถ้าตัวอย่างอาหารมีฟอสฟอรัสสูงหรือต่ำเกินไป (จะต้องให้อยู่ในช่วงของ standard curve) เราก็สามารถปรับระดับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในตัวอย่างให้เหมาะสมได้ โดยอาจจะทำให้เข้มข้นขึ้นหรือจะเจือจางลงก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

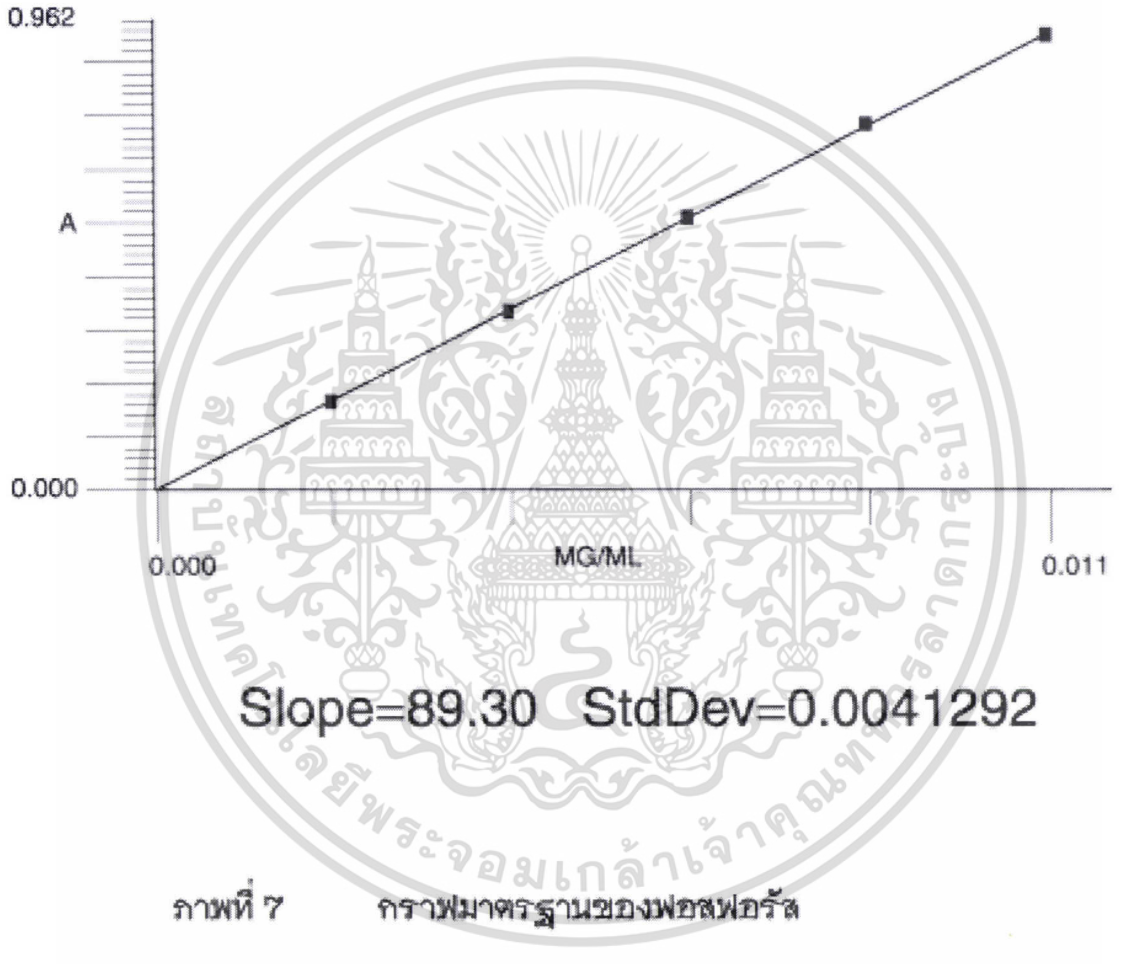
18644

ภาพที่ 6 เครื่อง spectrophotometry พร้อม phosphorus standard stock solution สำหรับทำกราฟมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง

10. อ่านค่าฟอสฟอรัส ในตัวอย่างจากกราฟมาตรฐาน (ภาพที่ 7)
11. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ฟอสฟอรัสที่ได้



ภาพที่ 7 กราฟมาตรฐานของฟอสฟอรัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการตรวจนับปริมาณการวางไข่ของหนอนเลี้ยงนก และเปอร์เซ็นต์การฟักไข่ของหนอนเลี้ยงนก

อุปกรณ์มีดังนี้.

1. หนอนเลี้ยงนก
2. กล่องพลาสติกขนาด 19.2 x28.0x11.0 cm และขนาด 7.5x 10.2 x5.3 cm
3. อาหารสำหรับเลี้ยงหนอนเลี้ยงนก ได้แก่ อาหารไก่เล็ก รำละเอียด และ ซีรีแลค
4. แตงกวา
5. กระดาษสีดำ และกระดาษทิชชู
6. แว่นขยาย
7. ที่หนีบ (forcep)

วิธีการ

นำหนอนเลี้ยงนก ในระยะตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วย อาหารไก่เล็ก รำละเอียด และซีรีแลค จากกล่องขนาด 19.2x28.0x11.0 เซนติเมตร คัดเอาเฉพาะตัวผู้ 10 ตัว ตัวเมีย 10 ตัว จากอาหารแต่ละชนิด มาในการตรวจนับปริมาณไข่ของหนอนเลี้ยงนก ที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชนิด จำนวนอย่างละ 10 ซ้ำ และใส่ตัวเต็มวัยไปกล่องละ 1 คู่ ใส่แตงกวาชิ้นเล็ก ๆ ลงไป และเศษกระดาษทิชชูเพื่อกันการหงายท้องตาย และง่ายจับเป็นคู่เลี้ยงไว้ในกล่องขนาด 7.5x10.2x5.3 เซนติเมตร สำหรับกล่องนั้นจะมีการเจาะช่องด้านบนฝากล่องเพื่อระบายอากาศ และปิดด้วยตะแกรงตาถี่ ๆ ส่วนพื้นกล่องจะใส่กระดาษสีดำเอาไว้ เพื่อสะดวกในการกลับตัว ทำการตรวจนับไข่ทุก ๆ 2-3 วัน โดยใช้ แว่นขยายส่องดูไข่บนกระดาษสีดำที่อยู่ภายใต้กล่อง บันทึกผลเปลี่ยนกระดาษแผ่นใหม่เติมอาหารลงไปเหมือนเดิม จึงนำตัวเต็มวัยคู่เดิมเลี้ยงไว้นับไข่ในครั้งต่อไป จากนั้นนำแผ่นกระดาษสีดำที่มีไข่อยู่นั้นไปเลี้ยงในกล่องใหม่ที่ใส่อาหารลงไปอย่างเดียว เพื่อที่จะทำการตรวจนับเปอร์เซ็นต์การฟักไข่ของหนอนเลี้ยงนกอีกที นับดูว่ามีหนอนเลี้ยงนกที่ฟักออกจากไข่เป็นจำนวนเท่าไร บันทึกผลการทดลอง ไปจนกว่าตัวเต็มวัยทั้ง 30 คู่ นั้นจะตายหมด แล้วจึงนำผลมาเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ว่าอาหารชนิดใดส่งผลให้หนอนเลี้ยงนกมีการวางไข่จากตัวเต็มวัยเพศเมีย ในปริมาณที่มาก ตลอดจนบันทึกเปอร์เซ็นต์การฟักของไข่ (ภาพที่ 8 -10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 8 การเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกด้วยรำละเอียด เพื่อตรวจนับปริมาณการวางไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 9 การเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกด้วยอาหารไก่เล็ก เพื่อตรวจนับปริมาณการวางไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 10 การเลี้ยงหนอนเลี้ยงนกด้วยซีรีแลค เพื่อตรวจนับปริมาณการวางไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแคลเซียมในอาหารกับปริมาณแคลเซียมในหนอนเลี้ยงนก จากการวิเคราะห์พบว่าใน รำละเอียด ซีรีแลค และอาหารไก่เล็ก มีแคลเซียม 0.6495, 0.5915 และ 0.0913% ตามลำดับ (ตารางที่ 1) หนอนเลี้ยงนก ระยะหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ที่เลี้ยงด้วย ซีรีแลค อาหารไก่เล็ก และรำละเอียด มีแคลเซียม 0.2165, 0.1750, 0.0913, 0.0995, 0.1495, 0.0915, 0.2750, 0.3080 และ 0.4830% ตามลำดับ (ตารางที่ 2-4) การศึกษาการกระจายของข้อมูลและหาสมการถดถอยเชิงเส้นเชิงเดียวและสหสัมพันธ์ พบว่าปริมาณแคลเซียมในอาหารที่ใช้เลี้ยงไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณแคลเซียมในหนอนเลี้ยงนก ระยะหนอน และตัวเต็มวัย แต่พบความสัมพันธ์ในเชิงลบ ในระยะดักแด้ สมการ $y = 0.1612 – 0.1076x$ และ ค่า $R = 0.893$ (ภาพที่ 11-13)

2. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารกับปริมาณฟอสฟอรัสในหนอนเลี้ยงนก จากการวิเคราะห์พบว่าใน รำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค มีฟอสฟอรัส 0.4646, 0.3482 และ0.1933% ตามลำดับ (ตารางที่ 1) หนอนเลี้ยงนก ระยะหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ที่เลี้ยงด้วย รำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค มีฟอสฟอรัส 0.6234, 0.3594, 0.3393, 0.3571, 0.3669, 0.3363, 0.4180, 0.3567และ 0.3685% ตามลำดับ (ตารางที่ 2-4) การศึกษาการกระจายของข้อมูลและหาสมการถดถอยเชิงเส้นเชิงเดียวและสหสัมพันธ์ พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารที่ใช้เลี้ยงไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณฟอสฟอรัสในหนอนเลี้ยงนก ระยะดักแด้ และตัวเต็มวัย แต่พบความสัมพันธ์ในเชิงบวก ในระยะหนอน สมการ $y = 0.1051 + 1.0006x$ และค่า $R = 0.857$ (ภาพที่ 14-16)

3. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอาหารที่ใช้เลี้ยงกับปริมาณการวางไข่และเปอร์เซ็นต์การฟักไข่ของหนอนเลี้ยงนกนั้น ผลการศึกษาพบว่า ตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่ ซีรีแลค และรำละเอียดมีปริมาณการวางไข่เฉลี่ย 188.7, 96.6 และ 84.4 ฟอง/ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 5-8) ตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็ก สามารถวางไข่ได้มากและมีความแตกต่างทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กับตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยรำละเอียด และซีรีแลค ลักษณะการวางไข่ ของตัวเต็มวัยเพศเมียที่เลี้ยงด้วย รำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค จะค่อยๆเพิ่มขึ้นสูงสุดในสัปดาห์ที่ 5, 3 และ2 เป็นจำนวน 25.3, 43.8 และ 28.8 ฟอง/ตัว ตามลำดับ จนไม่วางไข่เลยในสัปดาห์ที่ 8-9 (ตารางที่ 6-8 และ ภาพที่ 17-19) การฟักไข่เฉลี่ยนั้น ไข่ของหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยรำละเอียด ซีรีแลค และอาหารไก่เล็ก มีเปอร์เซ็นต์การฟักไข่เฉลี่ย 76.02, 67.82 และ 67.46% ตามลำดับ(ตารางที่ 5) และเมื่อนำมาเปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสในรำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค

ชนิดอาหารที่ใช้	ปริมาณแคลเซียม (%)	ปริมาณฟอสฟอรัส (%)
รำละเอียด	0.6495	0.4646
อาหารไก่เล็ก	0.0913	0.3482
ซีรีแลค	0.5915	0.1933

ตารางที่ 2 ปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่พบในระยะหนอนของหนอนเลี้ยงนก ที่เลี้ยงด้วย รำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค

ชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยง	ปริมาณแคลเซียม (%)	ปริมาณฟอสฟอรัส (%)
รำละเอียด	0.0913	0.6234
อาหารไก่เล็ก	0.1750	0.3594
ซีรีแลค	0.2165	0.3393

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

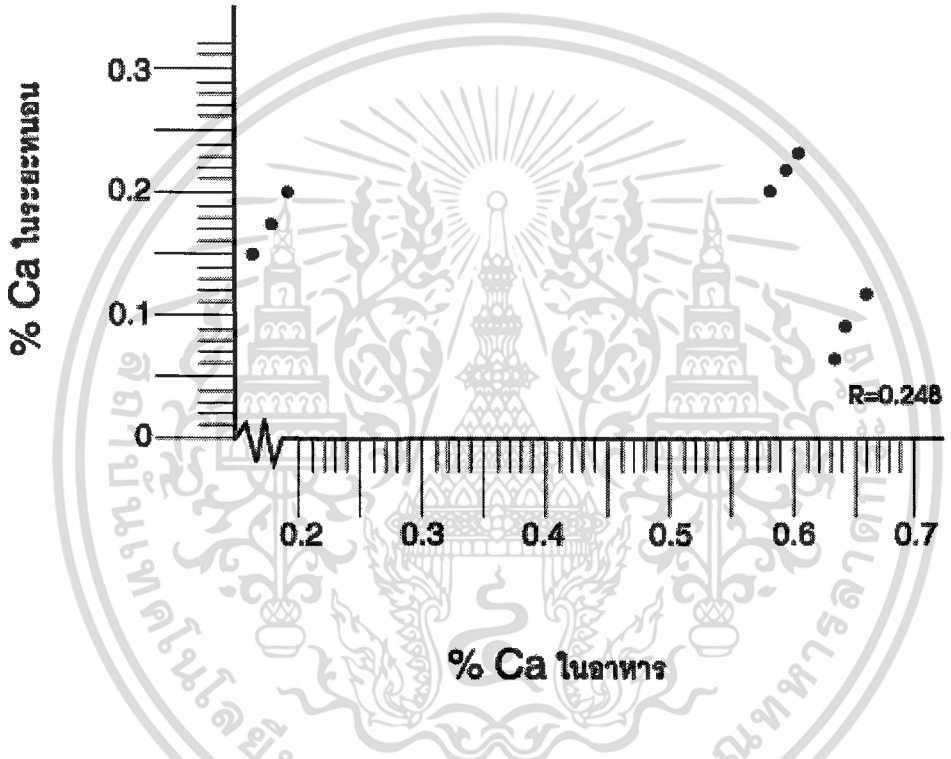
ตารางที่ 3 ปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่พบในระยะดักแด้ของหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วย รำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค

ชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยง	ปริมาณแคลเซียม (%)	ปริมาณฟอสฟอรัส (%)
รำละเอียด	0.0915	0.3571
อาหารไก่เล็ก	0.1495	0.3669
ซีรีแลค	0.0995	0.3363

ตารางที่ 4 ปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่พบในระยะตัวเต็มวัยของหนอนเลี้ยงนก ที่เลี้ยงด้วย รำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค

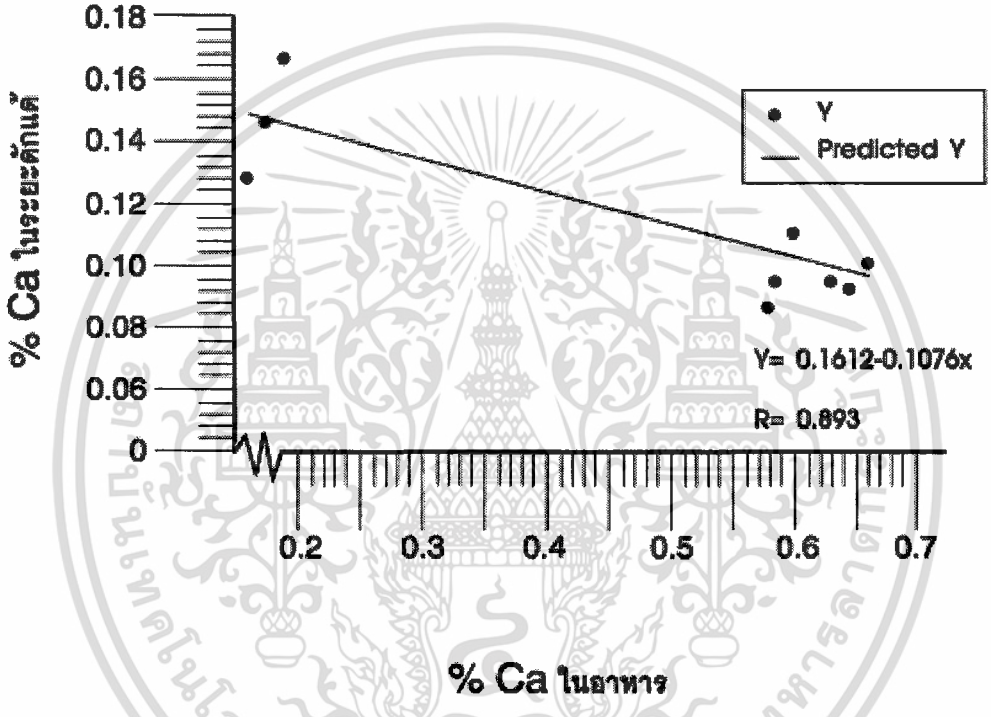
ชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยง	ปริมาณแคลเซียม (%)	ปริมาณฟอสฟอรัส (%)
รำละเอียด	0.4830	0.4180
อาหารไก่เล็ก	0.3080	0.3567
ซีรีแลค	0.2750	0.3685

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



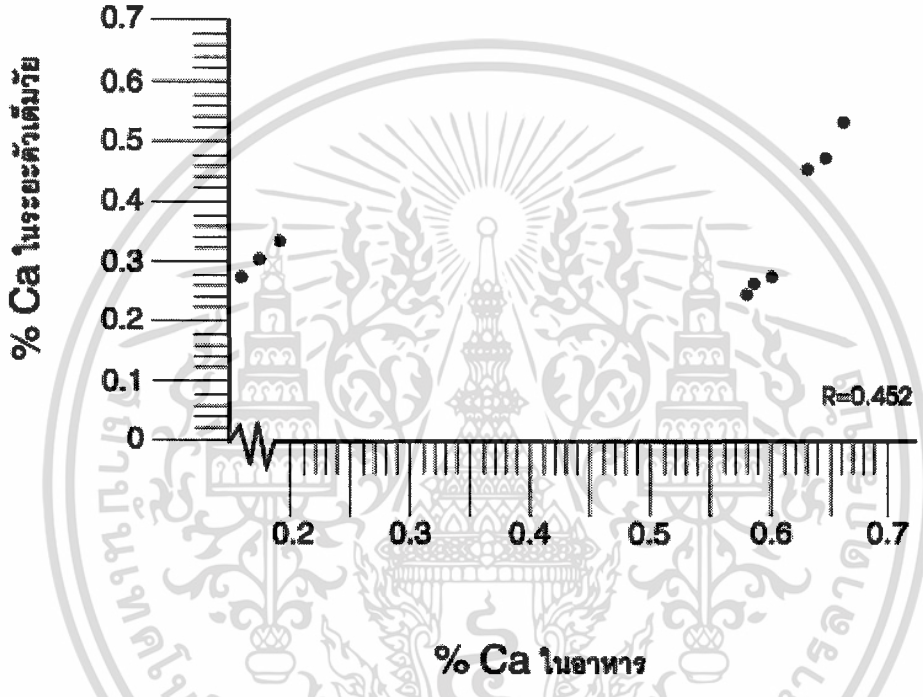
ภาพที่ 11 การกระจายของข้อมูลระหว่าง %Ca ในอาหาร กับ %Ca ในระยะหนอน ของหนอนเลี้ยงนก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



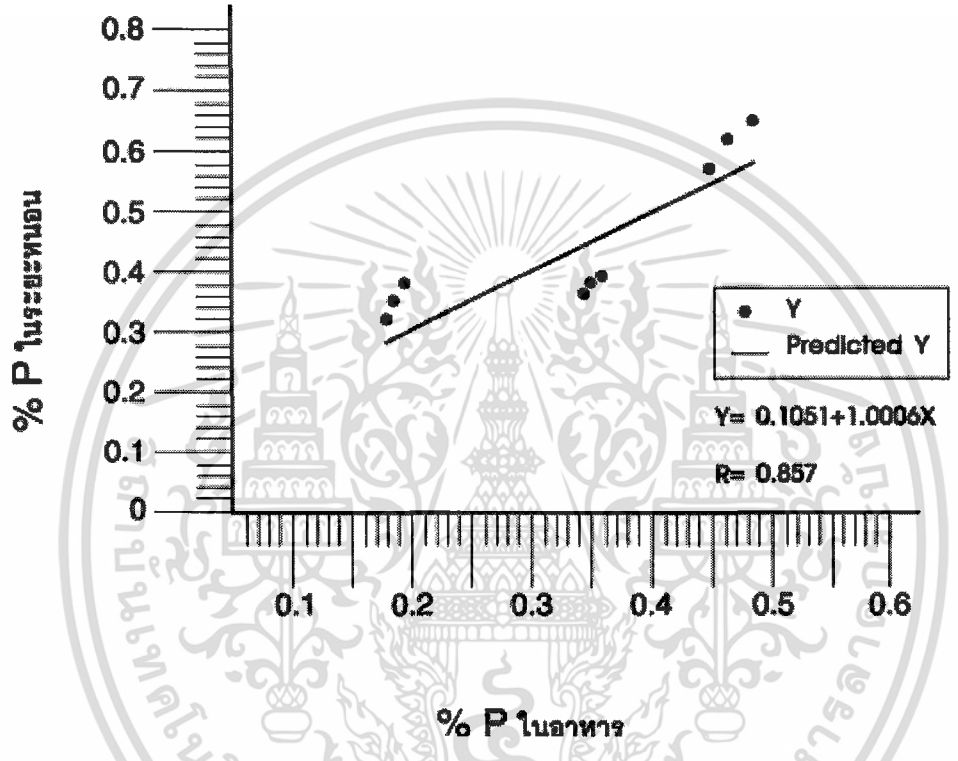
ภาพที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่าง%Ca รำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค %Ca ในหนอนเลี้ยงนก ระยะดักแด้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



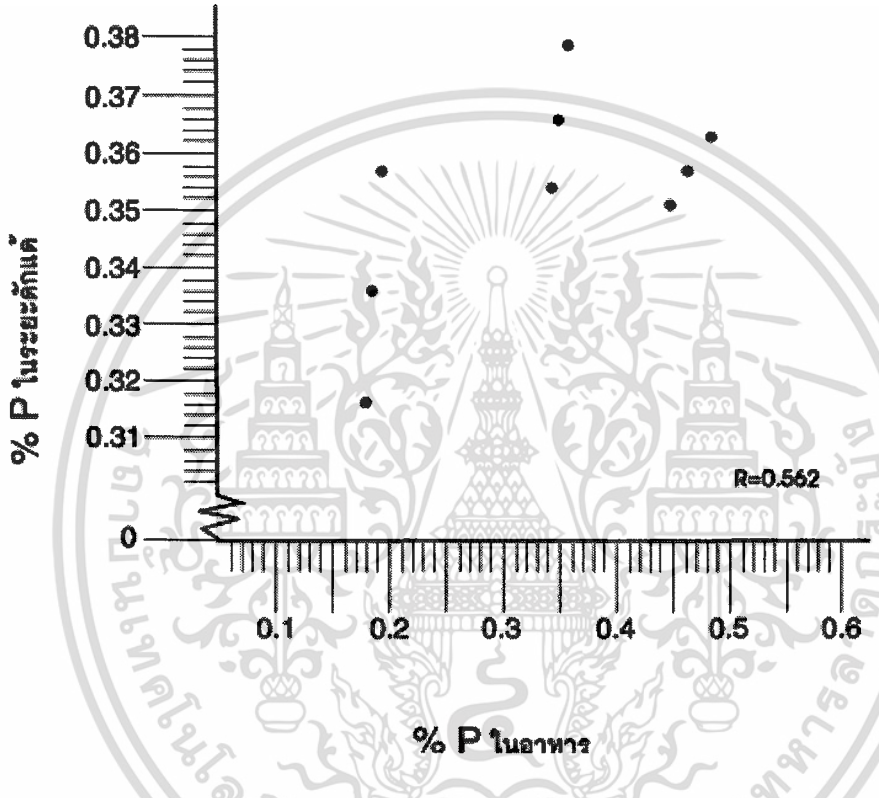
ภาพที่ 13 การกระจายของข้อมูลระหว่าง %Ca ในอาหาร กับ %Ca ในระยะตัวเต็มวัย ของหนอนเลี้ยงนก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



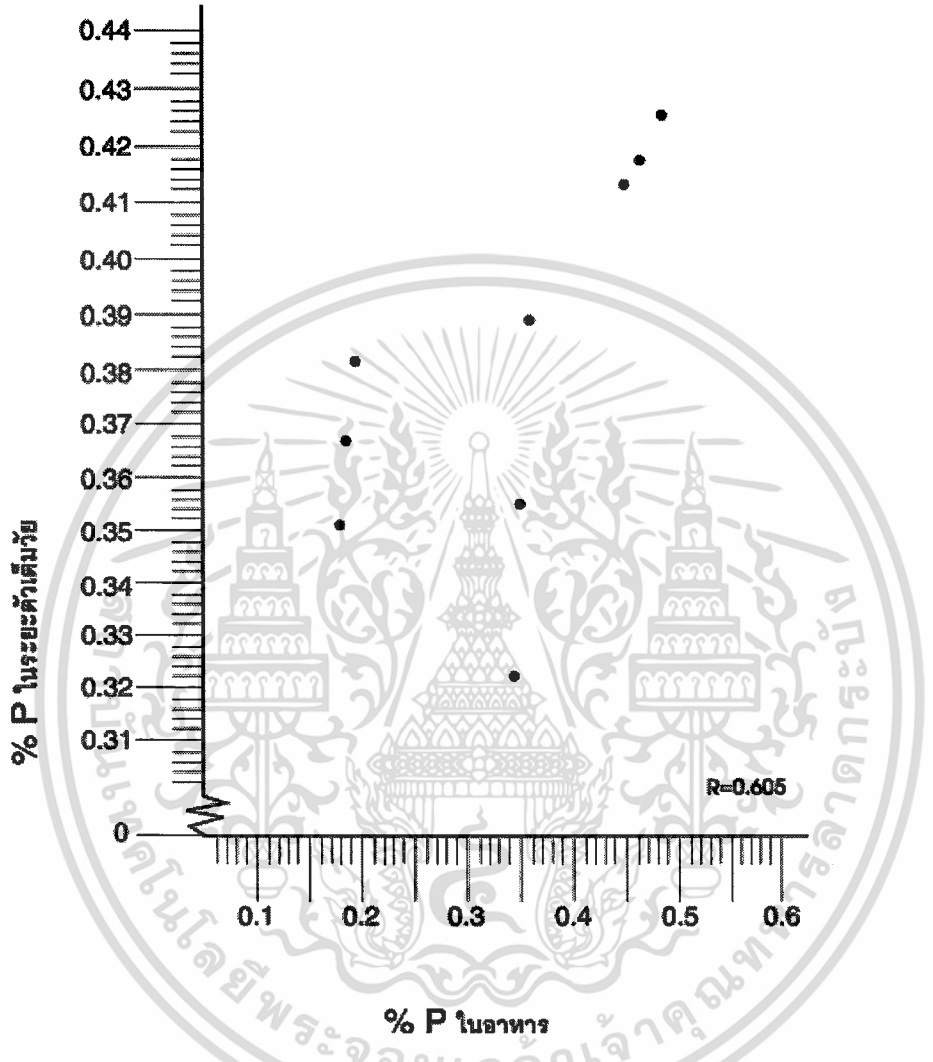
ภาพที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่าง %P ในอาหาร กับ %P ในระยะตัวหนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 15 การกระจายของข้อมูลระหว่าง %P ในอาหาร กับ %P ในระยะดักแด้ของหนอนเลี้ยงนก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 16 การกระจายของข้อมูลระหว่าง %P ในอาหาร กับ %P ในระยะตัวเต็มวัย ของหนอนเลี้ยงนก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 ปริมาณการวางไข่เฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การฟักของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชนิด คือ รำละเอียด อาหารไก่ และซีรีแลค

อาหารที่ใช้เลี้ยง	ปริมาณการวางไข่เฉลี่ย[1] (ฟอง/ตัว)	เปอร์เซ็นต์การฟักไข่เฉลี่ย[1] (%)
รำละเอียด	84.4 b	75.98 a
อาหารไก่	188.7 a	67.46 a
ซีรีแลค	96.6 b	67.82 a

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณการวางไข่กับสัปดาห์ที่ทำการทดลองของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วย รำละเอียด

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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณการวางไข่กับสัปดาห์ที่ทำการทดลองของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็ก

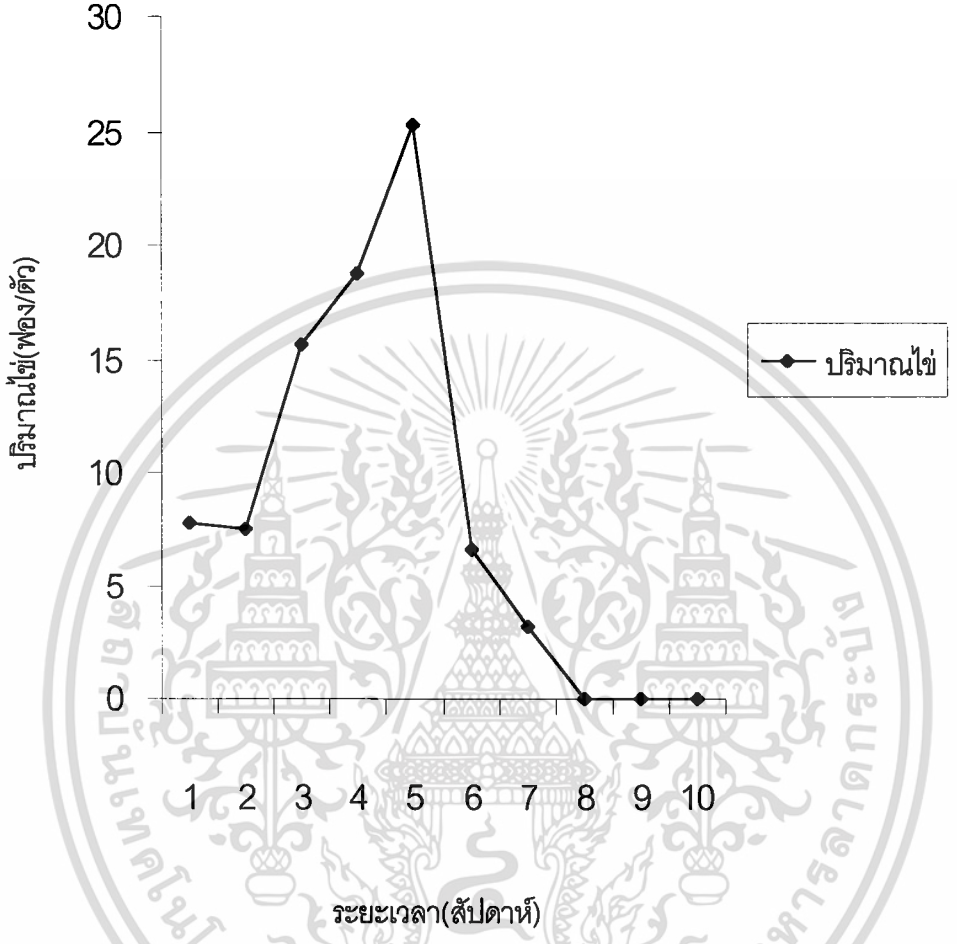
สัปดาห์ที่ / คู่ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3	11	55	39	45	23	28	55	0	0
2	17	39	55	50	25	54	24	27	0	0
3	0	21	70	6	20	0	0	0	0	0
4	3	11	20	16	36	43	37	20	0	0
5	17	9	25	6	35	0	0	0	0	0
6	5	11	6	6	35	0	0	0	0	0
7	5	22	90	81	39	46	46	0	0	0
8	4	0	16	0	5	0	0	0	0	0
9	11	45	45	45	25	22	26	0	0	0
10	2	48	56	76	35	55	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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 แสดงปริมาณการวางไข่กับสัปดาห์ที่ทำการทดลองของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วย ซีรีแลค

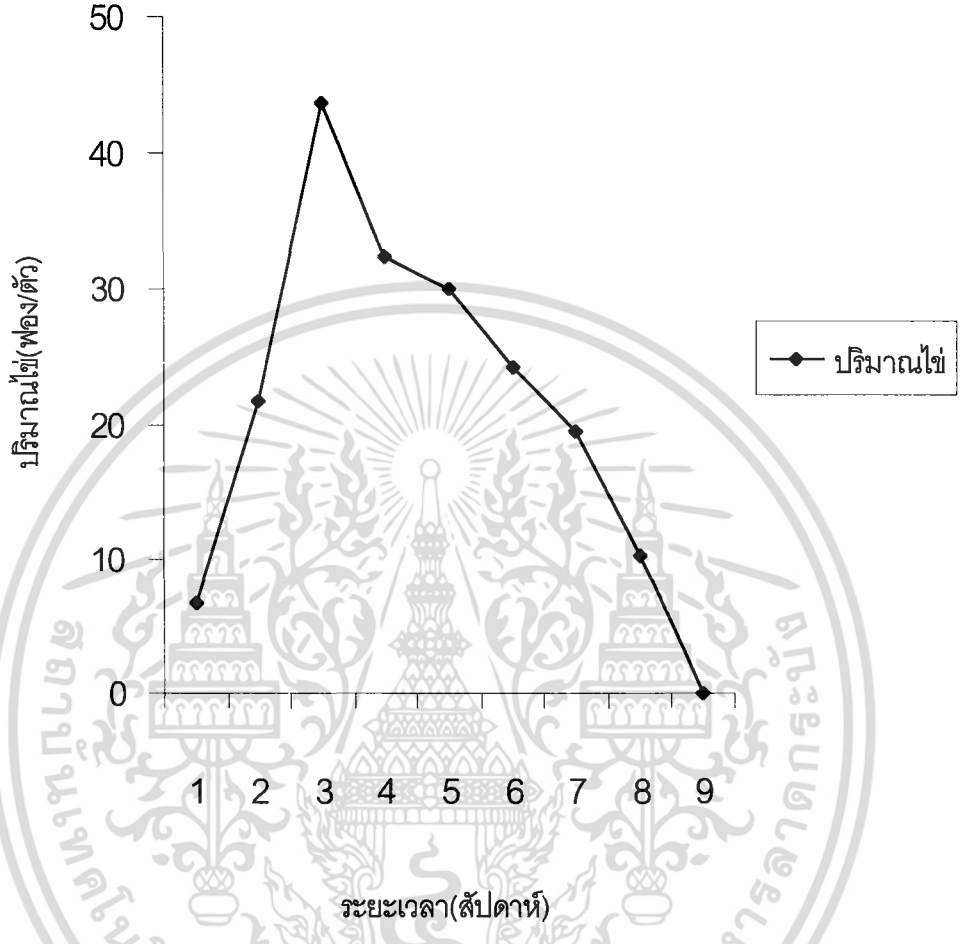
สัปดาห์ที่ / คู่ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	7	0	7	15	0	0	0	0	0
2	0	43	30	15	10	8	48	10	0	0
3	0	57	20	25	24	0	0	0	0	0
4	0	17	0	23	7	0	19	6	0	0
5	0	46	15	22	10	0	10	0	0	0
6	0	16	0	0	2	0	0	0	0	0
7	0	31	40	20	12	0	0	0	0	0
8	0	24	10	15	14	0	0	0	0	0
9	0	20	21	0	0	0	0	0	0	0
10	0	27	40	17	23	0	0	0	0	0
รวม	0	288	176	144	137	8	77	16	0	0
ปริมาณไข่เฉลี่ย	0	28.8	17.6	14.4	13.7	0.87	7.7	1.6	0	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



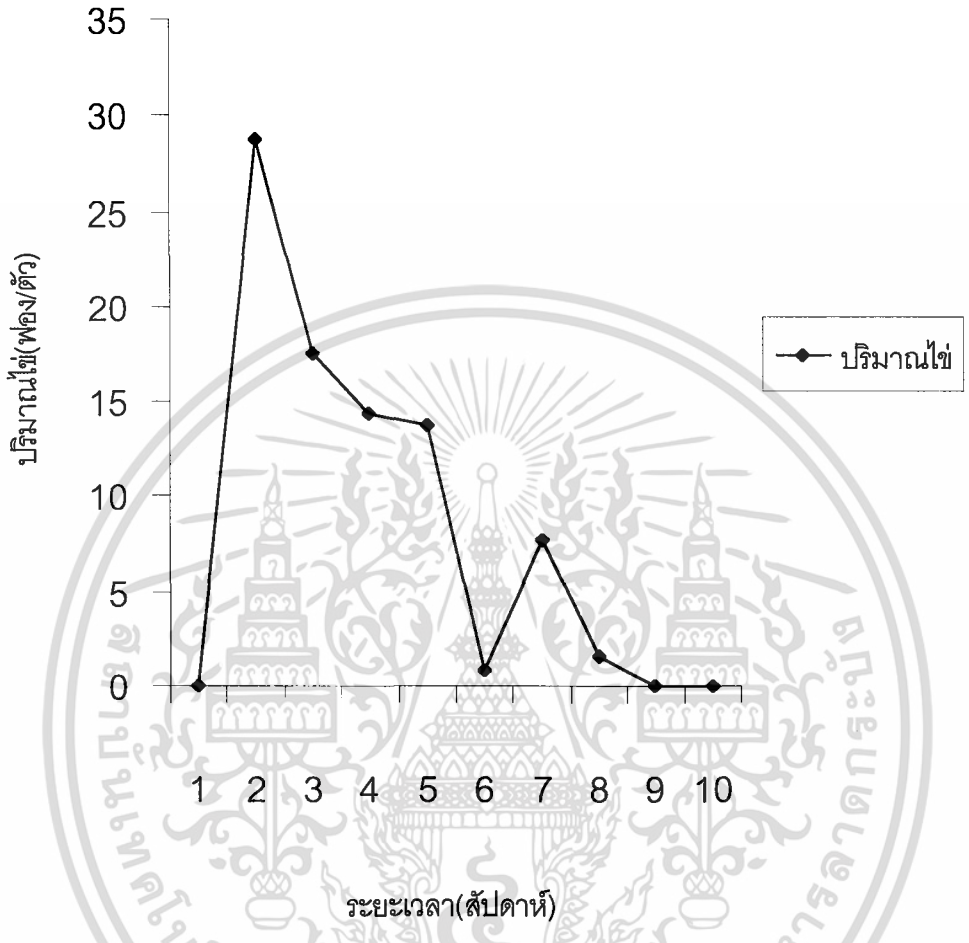
ภาพที่ 17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการวางไข่กับระยะเวลาของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วย รำละเอียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการวางไข่กับระยะเวลาของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วย อาหารไก่เล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการวางไข่กับระยะเวลาของตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วย ซีรีแลค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนกกับปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสในหนอนเลี้ยงนกระยะต่าง ๆ ปรากฏว่า รำละเอียด ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่สูง แต่ปริมาณแคลเซียมในอาหารที่ใช้เลี้ยงไม่ได้มีความสัมพันธ์ กับปริมาณแคลเซียมในหนอนเลี้ยงนกทั้ง 3 ระยะ คือ ไม่ได้ส่งผลให้หนอนเลี้ยงนกมี ปริมาณแคลเซียมที่สูงตามไปด้วย ในทางตรงข้ามมีความสัมพันธ์เชิงลบ ต่อปริมาณแคลเซียมในระยะดักแด้ คือถ้าใช้อาหารที่มีปริมาณแคลเซียมสูงทำให้มีปริมาณแคลเซียมในดักแด้ต่ำ ซึ่งคงต้องมีการค้นคว้าต่อไปว่า แคลเซียมและฟอสฟอรัสที่แมลงสามารถนำไปใช้ได้จะต้องอยู่ในรูปไหน สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนกไม่มีความสัมพันธ์ต่อปริมาณฟอสฟอรัสในระยะดักแด้และตัวเต็มวัย แต่จะมีความสัมพันธ์เชิงบวก ต่อระยะตัวหนอนของหนอนเลี้ยงนก ซึ่งมีผลสอดคล้องกับการศึกษา การเสริมธาตุฟอสฟอรัสในอาหารกับน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวันในไก่กระทงพบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่ไก่ได้รับมีความสัมพันธ์ไปในแนวเดียวกับน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นแต่ละวันคือ ถ้าได้รับฟอสฟอรัสมากน้ำหนักเฉลี่ยต่อวันก็เพิ่มมากขึ้นรวมทั้งปริมาณฟอสฟอรัสในกระดูกและความแข็งแรงของกระดูกก็มีมากขึ้น (เสกสม, 2543)

ส่วนรำละเอียดซึ่งมีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่สูงแต่ไม่ได้ส่งผลให้หนอนเลี้ยงนกมีปริมาณการวางไข่ที่สูงขึ้นตามไปด้วย มีผลสอดคล้องกับการศึกษาในไก่ไข่ที่นำข้าวโพดและกากถั่วเหลืองเป็นอาหารมีปริมาณฟอสฟอรัส 0.22 – 0.25% หรือคิดเป็น 60 – 80% ของฟอสฟอรัสทั้งหมดในอาหารซึ่งถือว่ามีอยู่ในระดับที่สูง แต่ไก่สามารถนำฟอสฟอรัสไปใช้ประโยชน์เพียงเล็กน้อยส่งผลให้ปริมาณไข่และเปอร์เซ็นต์การฟักไข่ที่ต่ำ ถ้าได้รับฟอสฟอรัสไม่เพียงพอ (NRC, 1994) ซึ่งในกรณีของแมลงคงต้องมีการศึกษาต่อไปถึงผลของปริมาณฟอสฟอรัสในร่างกายว่ามีผลต่อปริมาณไข่และเปอร์เซ็นต์การฟักไข่อย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

ปริมาณแคลเซียมในอาหารที่ใช้เลี้ยงหนอนเลี้ยงนกนั้น รำละเอียด มีปริมาณแคลเซียมมากที่สุด รองลงมาคือ ซีรีแลค และอาหารไก่เล็ก โดยมีแคลเซียม 0.6495, 0.5915 และ 0.0913% ตามลำดับ ในระยะหนอนที่เลี้ยงด้วยซีรีแลค อาหารไก่เล็ก และรำละเอียด มีแคลเซียม 0.2165, 0.1750 และ 0.0913% ตามลำดับ ส่วนในระยะดักแด้ที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็ก ซีรีแลค และรำละเอียด มีแคลเซียม 0.1495, 0.0995 และ 0.0915% ตามลำดับ สำหรับตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยรำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค มีแคลเซียม 0.4830, 0.3080 และ 0.2750% ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณแคลเซียมในอาหารที่ใช้เลี้ยงไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณแคลเซียมที่มีอยู่ในหนอนเลี้ยงนกทั้ง 3 ระยะคือ ถ้าใช้อาหารที่มีปริมาณแคลเซียมสูงก็ไม่ได้ส่งผลให้หนอนเลี้ยงนกมีปริมาณแคลเซียมสูงตามไปด้วย ส่วนปริมาณฟอสฟอรัสในรำละเอียด อาหารไก่เล็ก และซีรีแลค พบว่ามีปริมาณ 0.4646, 0.3482 และ 0.1933% ตามลำดับ ในระยะหนอนที่เลี้ยงด้วยรำละเอียด อาหารไก่เล็ก และ ซีรีแลค มีฟอสฟอรัส 0.6234, 0.3594 และ 0.3393% ตามลำดับ ส่วนระยะดักแด้ที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็ก รำละเอียด และซีรีแลค มีฟอสฟอรัส 0.3669, 0.3571 และ 0.3363% ตามลำดับ ส่วนตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยรำละเอียด ซีรีแลค และอาหารไก่เล็ก มีฟอสฟอรัส 0.4180, 0.3685 และ 0.3567% ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารที่ใช้เลี้ยงมีความสัมพันธ์ต่อปริมาณฟอสฟอรัสในระยะหนอนเท่านั้น คือถ้าใช้อาหารที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงเลี้ยงก็จะส่งผลให้ระยะหนอนมีฟอสฟอรัสสูงตามไปด้วย ส่วนในระยะดักแด้ และตัวเต็มวัยนั้นปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารที่ใช้เลี้ยงไม่มีความสัมพันธ์ในเชิงบวก ต่อปริมาณฟอสฟอรัสในหนอนเลี้ยงนกคล้ายกับที่พบแคลเซียม สำหรับปริมาณการวางไข่นั้นหนอนเลี้ยงนกที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เล็ก มีปริมาณการวางไข่มากที่สุด คือ 188.7 ฟอง/ตัว รองลงมาคือ ซีรีแลค และรำละเอียด มีปริมาณ 96.6 และ 84.4 ฟอง/ตัว ตามลำดับ อาหารไก่เล็ก จึงน่าจะเหมาะสำหรับนำมาใช้เลี้ยงเป็นอาหารให้แก่หนอนเลี้ยงนกเพื่อให้วางไข่ในปริมาณมากในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กิตติพร ผังมาลี. 2543. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับการออกเป็นตัวเต็มวัยของดักแด้หนอนเลี้ยงนก (*Tenebrio molitor* L.) ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

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) : 271 – 272.

นาทพล อินทร์ทวี. 2543. การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บไข่ของหนอนเลี้ยงนก (*Tenebrio molitor* L.) ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วินัย ปลั่งพินิจกิจการ. 2537. การศึกษาชีวประวัติของหนอนเลี้ยงนก. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีกระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. 32 หน้า

เสกสม อาตมางกูร. 2543. ฟอสฟอรัสในอาหารสัตว์. วารสารส่งเสริมการปศุสัตว์. 9(103):17-20

องุ่น ลิ่ววานิช. 2531. แมลงกินได้. กสิกร 61(6) : 547- 553.

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

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

Evans, D.E. 1983. The Biology of Stored Products. Coleoptera Proceedings of Australian Development Assistant. Couse on Preservation of Stored Cereals, CSIRO Division of Entomology Canberra, Australia. p 149-185.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hill, S.D. 1990. Pests of stored Products and Their Control. Belhaven Press, London. 274 p.

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, Philadelphia. 875 p.

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

NRC. 1994. Nutrient Requirements Council of Poultry. 8 th ed. Nationnal Academy Press, Washington, D.C. 88 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 1 แสดงตาราง regression เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง %Ca ในอาหาร กับ %Ca ในระยะหนอนของหนอนเลี้ยงนก

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.248[a]	0.062	- 0.073	6.07545E-02

ตารางภาคผนวกที่ 2 แสดงตาราง regression เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง %Ca ในอาหาร กับ %Ca ในระยะดักแด้ของหนอนเลี้ยงนก

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.893[a]	0.797	0.768	1.44225E-02

ตารางภาคผนวกที่ 3 แสดงตาราง regression เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง%Ca ในอาหาร กับ %Ca ในระยะตัวเต็มวัยของหนอนเลี้ยงนก

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.452[a]	0.204	0.090	9.51728E-02

ตารางภาคผนวกที่ 4 แสดงตาราง regression เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง%P ในอาหาร กับ %P ในระยะตัวหนอนของหนอนเลี้ยงนก

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.857[a]	0.734	0.696	7.67834E-02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 5 แสดงตาราง regression เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง%P ในอาหาร กับ %P ในระยะดักแด้ของหนอนเลี้ยงนก

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.562[a]	0.315	0.217	1.62136E-02

ตารางภาคผนวกที่ 6 แสดงตาราง regression เปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่าง%P ในอาหาร กับ %P ในระยะตัวเต็มวัยของหนอนเลี้ยงนก

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	0.605[a]	0.367	0.276	2.85484E-02

ตารางภาคผนวกที่ 7 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) เปรียบเทียบปริมาณการวางไข่เฉลี่ยของหนอนเลี้ยงนก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Source of Variation	Sum of squares	Df	Mean square	F-ratio	Significant
Treatment	65032.467	2	32516.233	6.097*	0.07
Error	143984.900	27	5332.774		
Total	209017.367	29			

C.V. = 59.258%

* = significant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ 8 แสดงตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การฟักไข่เฉลี่ยของหนอนเลี้ยงนก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Source of variation	Sum of squares	Df	Mean square	F-ratio	Significant
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 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้