การพัฒนาสูตรอาหารเทียมเพื่อเลี้ยงหนอนไหมวัยอ่อน *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) พันธุ์นางลาย

ARTIFICIAL DIET DEVELOPMENT FOR YOUNG SILKWORM, *Bombyx mori* L. (LEPIDOPTERA: BOMBYCIDAE), NANGLAI VARIETY

เกรียงไกร จีระกุล
KRIENGKRAI JEERAKUL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาชีฏวิทยาและสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2550

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาสูตรอาหารเทียมเพื่อเลี้ยงหนอนไหมวัยอ่อน *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) พันธุ์นางลาย

ARTIFICIAL DIET DEVELOPMENT FOR YOUNG SILKWORM, *Bombyx mori* L. (LEPIDOPTERA: BOMBYCIDAE), NANGLAI VARIETY

T074535

เกรียงไกร จีระกุล

KRIENGKRAI JEERAKUL

ว่น.
ก 767 ก
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 74535
วัน,เดือน,ปี - 3 ต.ค. 2550

b 11729731
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชากีฏวิทยาและสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ARTIFICIAL DIET DEVELOPMENT FOR YOUNG SILKWORM, *Bombyx mori* L. (LEPIDOPTERA: BOMBYCIDAE), NANGLAI VARIETY

KRIENGKRAI JEERAKUL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN ENTOMOLOGY AND ENVIRONMENT

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2007

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาสูตรอาหารเทียมเพื่อเลี้ยงหนอนไหมวัยอ่อน *Bombyx mori* L. (Lepidoptera : Bombycidae) พันธุ์นางลาย

Artificial Diet Development for Young Silkworm, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera : Bombycidae), Nanglai Variety

ชื่อนักศึกษา นายเกรียงไกร จีระกุล

รหัสประจำตัว 45065251

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา กีฏวิทยาและสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.อำมร อินทร์สังข์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.ดร.อมรรัตน์ พรหมบุญ

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.มยุรา	สุนย์วีระ	
ผศ.ดร.อำมร	อินทร์สังข์	
ผศ.ดร.อมรรัตน์	พรหมบุญ	
ดร.สฤษดิพร	ชูประยูร	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 25 เมษายน 2550 **เวลา** 9.30-12.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้องประชุมคณะเทคโนโลยีการเกษตร 1 (ชั้น 1 ตึก L)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.จารุวัตร เจริญสุข)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 17 **เดือน** พฤษภาคม **พ.ศ.** 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาสูตรอาหารเทียมเพื่อเลี้ยงหนอนไหมวัยอ่อน *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) พันธุ์นางลาย
ชื่อนักศึกษา	นายเกรียงไกร จีระกุล
รหัสประจำตัว	45065251
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	กีฏวิทยาและสิ่งแวดล้อม
พ.ศ.	2550
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ. ดร. อำมร อินทร์สังข์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ. ดร. อมรรัตน์ พรหมบุญ

บทคัดย่อ

ในการพัฒนาสูตรอาหารเทียมเพื่อเลี้ยงหนอนไหมวัยอ่อน *Bombyx mori* L. พันธุ์นางลาย โดยเริ่มจากการปรับความเข้มข้นของสารปฏิชีวนะ (antiseptic) พบว่าหนอนไหมตอบสนองต่ออาหารเทียมที่มีปริมาณสารปฏิชีวนะ 1 เปอร์เซ็นต์ ดีที่สุด ปริมาณกากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาเป็นสูตรพื้นฐาน คือ 24.02 เปอร์เซ็นต์ หนอนไหมตอบสนองต่ออาหารเทียมที่มีส่วนประกอบหลักเป็นถั่วเหลืองสกัดไขมัน และใบหม่อนแห้งบดดีที่สุด การปรับระดับส่วนประกอบของอาหารแต่ละส่วน พบว่า หนอนไหมตอบสนองต่อสูตรอาหารเทียมที่มีส่วนประกอบหลักเป็นถั่วเหลืองสกัดไขมัน 24.02 เปอร์เซ็นต์ วุ้นผง 4.17 เปอร์เซ็นต์ β-sitosterol 0.16 เปอร์เซ็นต์ salt-mixture 1.60 เปอร์เซ็นต์ และ citric acid 2.4 เปอร์เซ็นต์ และในสูตรปรับปรุงที่มีส่วนประกอบหลักเป็นใบหม่อนแห้งบด 64.05 เปอร์เซ็นต์ ที่มีวุ้นผง 8.01 เปอร์เซ็นต์ β-sitosterol 0.16 เปอร์เซ็นต์ salt-mixture 3.2 เปอร์เซ็นต์ และ citric acid 1.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การตอบสนองของสูตรปรับปรุงที่มีกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน และใบหม่อนแห้งบด เป็นส่วนประกอบหลัก มีความแตกต่างจากสูตรพื้นฐานเดิมที่ยังไม่ปรับปรุง ซึ่งมีถั่วเหลืองสกัดไขมัน 15.19 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าการตอบสนองของหนอนไหมต่ออาหารเทียมที่ผลิตเป็นการค้า และหม่อนสด ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับสูตรปรับปรุง

จากการศึกษาตารางชีวิตของไหมวัยอ่อน *Bombyx mori* L. พันธุ์นางลาย ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรการค้า สูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน ใบหม่อนสด และสูตรใบหม่อนแห้งบด เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±1 ^{o}C, 60±2 เปอร์เซ็นต์RH พบว่ามีอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_o) 550.93, 418.77, 385.35 และ 327.86 เท่า อายุขัยของกลุ่ม (T_c) 46.09, 51.18, 43.10 และ 54.19 วัน ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางพันธุกรรม (r_c) 0.137, 0.118, 0.138 และ 0.107 อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) 1.147, 1.125, 1.148 และ 1.113 เท่า/วัน ระยะเวลาการเพิ่มประชากรเป็นสองเท่า (DT) 5.058, 5.873, 5.022 และ 6.477 วันตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Artificial Diet Development for Young Silkworm, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae), Nanglai Variety
Student	Mr. Kriengkrai Jeerakul
Student ID	45065251
Degree	Master of Science
Program	Entomology and Environment
Year	2007
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Ammorn Insung
Thesis Co Advisor	Asst. Prof. Dr. Amornrat Promboon

ABSTRACT

A study of artificial diet development for young silkworm, *Bombyx mori* L. Nanglai variety was performed. It was found that young larval silkworm showed the best acceptance to the diet containing of 1% antiseptic. Amount of oil–free soybean used was evalutated and found that use of oil-free soybean 24.02% was appropriate for the silkworm. As this result, the main components of each basal artificial diet, were oil–free soybean and dry brended mulberry. The both prescriptions were 24.02% oil-free soybean, 4.17% agar, 0.16% β-sitosterol, 1.60% salt-mixture and 2.4% citric acid, as well as 64.05% dry brended mulberry, 8.01% agar, 0.16% β-sitosterol, 3.2% salt-mixture and 2.4% citric acid, respectively.

The feeding response of silkworm lavae to the improved artificial diet containing oil–free soybean and dry brended mulberry was significantly different from the basal prescription containing 15.19% oil-free soybean. Whereas, the commercial diet and mulberry leaves were not insignificantly different from that of improved artificial diets.

The life tables of silkworm, Nang Lai variety, reared on the commercial diet, oil- free soybean, mulberry and dry brended mulberry at 25±1 °C, 60±2%RH were also investigated and then the biological attributes were calculated. We found the net reproductive rate of increases (R_o) were 550.93, 418.77, 385.35 and 327.86 times/ generation; the cohort generation time (T_c) 46.09, 51.18, 43.10 and 54.19 days; the innate capacity for increase (r_c) 0.137, 0.118, 0.138 and 0.107; the finite rate of increase (λ) 1.147, 1.125, 1.148 and 1.113 times/day and the population doubling time (DT) 5.058, 5.873, 5.022 and 6.477 days, respectively.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาและคำปรึกษาที่มีประโยชน์จาก ผศ. ดร.อำมร อินทร์สังข์ ผู้วิจัยมีความรู้สึกซาบซึ้งใจในความเมตตากรุณาที่ได้รับจากอาจารย์เป็นอย่างสูง และขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.อมรรัตน์ พรหมบุญ อาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา เสนอแนะด้านเทคนิคการเลี้ยงไหม และตรวจสอบแก้ไขแนวทางการวิจัย ตลอดจนให้ความอนุเคราะห์ไหมพันธุ์นางลายเพื่อใช้ในงานวิจัย

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.มยุรา สุนย์วีระ ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร.สฤษดิพร ชูประยูร สถาบันหม่อนไหมแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เพื่อความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ให้วิชาความรู้ พร้อมทั้งข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า และเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ คุณจรงค์ศักดิ์ พุมนวน นักวิทยาศาสตร์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยให้ความช่วยเหลือ คอยอำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ และเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ขอขอบพระคุณ ทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัย และพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขอขอบพระคุณ ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ประจำปี 2550 บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ อย่างสุดซึ้ง ที่ให้กำลังใจ และช่วยเหลือสนับสนุนทุกๆ ด้านตลอดมา และขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านตลอดจนผู้ที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

เกรียงไกร จีระกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ..... III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญภาพ.....IX

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญและที่มา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3

2.1 ไหม.....3

2.2 ชีววิทยาของไหม.....3

2.3 สัณฐานวิทยาของหนอนไหม.....4

2.4 โรคไหม.....7

2.5 โรคและแมลงศัตรูหม่อน.....7

2.6 การพัฒนาอาหารเทียม.....7

2.7 ส่วนประกอบในสูตรอาหารเทียม.....9

2.8 การเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียม.....11

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....15

3.1 สัตว์ทดลอง.....15

3.2 อุปกรณ์.....15

3.3 วิธีการเตรียมอาหารและการเลี้ยง.....16

3.4 การพัฒนาสูตรอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงไหมวัยอ่อน.....18

3.4.1 สูตรอาหารเทียมเบื้องต้นสำหรับเริ่มทำการพัฒนา.....18

3.4.2 การหาความเข้มข้นของสารไรแฟมปิน (antiseptic) 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4.3 การหาเปอร์เซ็นต์ของกากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เหมาะสมในสูตรอาหารเทียม.....22
3.4.4 การศึกษาหาแหล่งโปรตีนจากพืชชนิดอื่น มาใช้ทดแทน
กากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่ใช้ในสูตรอาหารเทียม.....24
3.4.5 การปรับปริมาณส่วนประกอบอื่นๆ ในสูตรอาหารเทียมที่ได้แหล่ง
โปรตีนที่เหมาะสม.....26
3.4.6 การพัฒนาอาหารเทียมโดยใช้ใบหม่อนแห้งบด มาปรับระดับ
ส่วนประกอบของอาหารให้เหมาะสม.....28
3.4.7 การเปรียบเทียบสูตรอาหารปรับปรุงที่ดีที่สุดกับอาหารเทียมสูตรการค้า และ
ใบหม่อนสด.....30

บทที่ 4 ผลการวิจัย.....32
4.1 การหาความเข้มข้นของสารไรเฟมปิน.....32
4.2 การหาเปอร์เซ็นต์ของกากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เหมาะสมในสูตรอาหารเทียม.....33
4.3 การศึกษาหาแหล่งโปรตีนจากพืชชนิดอื่นมาใช้ทดแทน
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน.....35
4.4 การปรับปริมาณส่วนประกอบอื่นๆ ในสูตรอาหารเทียมที่ได้จากแหล่ง
โปรตีนที่เหมาะสม.....37
4.5 การพัฒนาอาหารเทียมโดยใช้ใบหม่อนแห้งบด มาปรับระดับ
ส่วนประกอบของอาหารให้เหมาะสม.....47
4.6 การเปรียบเทียบสูตรอาหารปรับปรุงที่ดีที่สุดกับอาหารเทียมสูตรการค้า และ
ใบหม่อนสด.....57
4.7 การศึกษาตารางชีวิต.....62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการวิจัย.....68

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัย.....70

บรรณานุกรม.....72

ประวัติผู้เขียน.....76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 ส่วนประกอบของสารต่างๆ ในสูตรอาหารเทียมเบื้องต้นสำหรับเริ่มทำการพัฒนา..... .18

3.2 การหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของ antiseptic ที่เป็นส่วนประกอบของอาหารเทียม.....21

3.3 การปรับระดับเปอร์เซ็นต์ของกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน เพื่อให้ได้ปริมาณที่เหมาะสม.....23

3.4 การนำโปรตีนจากแหล่งต่างๆ มาใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน.....25

3.5 การปรับระดับส่วนประกอบอาหารให้เหมาะสม.....27

3.6 การใช้ใบหม่อนแห้งบด มาปรับระดับส่วนประกอบของอาหารให้เหมาะสม.....29

4.1 การตอบสนองของหนอนไหมต่อ antiseptic ปริมาณต่างๆ ในอาหารเทียมสูตรที่ได้รับการพัฒนาจากสูตรที่ดีของพรทิพย์ เพชรมนต์ และเกษร สุขเจริญ 2542.....33

4.2 การตอบสนองของหนอนไหมต่อกากถั่วเหลืองสกัดไขมันปริมาณต่างๆ.....35

4.3 การตอบสนองของหนอนไหมต่ออาหารเทียมที่มีส่วนผสมของแหล่งโปรตีนจากพืชชนิดต่างๆ.....37

4.4 การตอบสนองของหนอนไหมต่อ β-sitosterol ปริมาณต่างๆ กัน ในอาหารเทียม.....39

4.5 การตอบสนองของหนอนไหมต่อ citric acid ปริมาณต่างๆ กัน ในอาหารเทียม.....42

4.6.การตอบสนองของหนอนไหมต่อวุ้นผง ปริมาณต่างๆ กัน ในอาหารเทียม.....44

4.7 การตอบสนองของหนอนไหมต่อ salt - mixture ปริมาณต่างๆ กัน ในอาหารเทียม.....46

4.8 การตอบสนองของหนอนไหมต่อ β-sitosterol ปริมาณต่างๆ กัน ในอาหารเทียม (ใบหม่อนแห้งบด).....49

4.9 การตอบสนองของหนอนไหมต่อ citric acid ปริมาณต่างๆ กัน ในอาหารเทียม (ใบหม่อนแห้งบด).....51

4.10 การตอบสนองของหนอนไหมต่อวุ้นผง ปริมาณต่างๆ กัน ในอาหารเทียม (ใบหม่อนแห้งบด).....54

4.11 การตอบสนองของหนอนไหมต่อ salt - mixture ปริมาณต่างๆ กัน ในอาหารเทียม (ใบหม่อนแห้งบด).....57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.12 การตอบสนองของหนอนไหมต่ออาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด สูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน อาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสด เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±1°C, 60±2%RH 61

4.13 ตารางชีวิต และอัตราการขยายพันธุ์สุทธิของไหมพันธุ์นางลาย, *Bombyx mori* L. ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด อาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน อาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสดเลี้ยงที่ อุณหภูมิ 25±1°C, 60±2%RH (n = 300).....64

4.14 ตารางชีวิต (partial ecological lifetable) ของไหมพันธุ์นางลาย, *Bombyx mori* L. ที่เลี้ยงด้วย อาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด อาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน อาหารเทียมสูตรการค้าจากประเทศญี่ปุ่นและใบหม่อนสด เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±1°C, 60±2%RH.....65

4.15 ค่า Biological attributes ของไหมไทยพันธุ์นางลาย, *Bombyx mori L.* ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด อาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน อาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสดเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±1°C,60±2%RH.....66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

3.1 แสดงการเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมที่ผลิตเป็นการค้า.....17

3.2 แสดงการเลี้ยงไหมด้วยใบหม่อนสด.....17

4.1 อัตราการวางไข่ของไหม *Bombyx mori L.* ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด อาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน อาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสดเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±1°C 60±2%RH..... 67

4.2 อัตราการรอดชีวิตของไหม *Bombyx mori L.* ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรหม่อนแห้งบด อาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน อาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสดเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±1°C 60±2%RH.....67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

หม่อน เป็นพืชที่อยู่ในตระกูล moraceaeโดยใบหม่อนใช้เป็นอาหารของหนอนไหม (สถาบันวิจัยหม่อนไหม. 2541) โดยหนอนไหม *(Bombyx mori* L.) เป็นแมลงที่เลือกกินเฉพาะใบหม่อนเพียงอย่างเดียวเป็นอาหาร (Chauhan and Singh. 1992) การผลิตไหมในประเทศไทยถือได้ว่าเป็นสินค้าเอกลักษณ์ ส่งออกติดตลาดโลก เป็นอาชีพที่รัฐบาลให้ความสำคัญตลอดมา และโดยทั่วไปเป็นอาชีพที่ให้ผลตอบแทนสูง และสม่ำเสมอตลอดปี (สถาบันวิจัยหม่อนไหม. 2541) แต่ในการประกอบอาชีพ จำเป็นที่เกษตรกร จะต้องมีที่ดินในการดำเนินการ ซึ่งในขณะนี้และต่อไปในอนาคตราคาที่ดินจะสูงขึ้นไม่คุ้มกับการลงทุนที่จะซื้อที่ดินมาทำการปลูกหม่อนเลี้ยงไหม ในหน้าฝนหม่อนให้ผลผลิตดีแต่เลี้ยงไหมได้ไม่ดี ซึ่งไหมเป็นสัตว์ทดลองที่สำคัญอย่างหนึ่ง การพัฒนาอาหารเทียมจึงเป็นประโยชน์ต่อการทดลองในห้องปฏิบัติการ และสามารถแก้ปัญหาเกษตรกรไม่มีที่ดินสร้างสวนหม่อนได้อีกด้วย (พรทิพย์ เพชรมนต์ และ เกษร สุขเจริญ. 2542) นอกจากนี้ใบหม่อนที่เกษตรกรปลูก ยังอาจมีความสะอาดไม่เพียงพอต่อไหม รวมทั้งยังมีคุณภาพไม่เหมาะสมกับความต้องการของไหมพันธุ์แท้ และพันธุ์ลูกผสมต่างประเทศทำให้หนอนไหมเป็นโรค และเกษตรกรส่วนใหญ่ในเขตภาคเหนือ และภาคอีสานนิยมปลูกหม่อนพันธุ์น้อย เพื่อเลี้ยงหนอนไหม แต่หม่อนพันธุ์น้อย หากปลูกในเขตภาคเหนือจะประสบปัญหา หม่อนมีการพักตัวในขณะที่มีอากาศหนาวเย็น ทั้งๆ ที่ในช่วงที่มีอากาศหนาวเย็นนี้เหมาะแก่การเลี้ยงไหมเป็นอย่างยิ่ง แต่กลับประสบปัญหาขาดแคลนใบหม่อนเพื่อเลี้ยงไหม (สมบูรณ์ โกมลนาค และคณะ. 2533) และการเลี้ยงไหมวัย 1-3 ด้วยอาหารเทียม ยังช่วยลดปัญหาการตายของหนอนไหมเนื่องจากโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคเพบรินที่อาจเกิดจากการกินสปอร์ของเชื้อโรคเพบรินที่ติดมากับใบหม่อนเข้าไป ทำให้แสดงอาการเป็นโรคในวัย 4-5 และหนอนจะเริ่มตายมากในวัยที่ 5 (ชาญชัย ถาวรอนุกูลกิจ. 2537) การใช้อาหารเทียมก็เป็นเหตุผลหนึ่งที่สามารถลดการเกิดโรคเพบรินได้ การเลี้ยงหนอนไหมด้วยอาหารเทียมมีประโยชน์ในด้านการรักษาความสะอาด และการควบคุมคุณภาพของอาหารให้เหมาะสม อีกทั้งยังช่วยลดค่าใช้จ่ายของแรงงานในการเลี้ยงได้ โดยภาระอย่างหนึ่งของผู้เลี้ยงไหม คือ จำนวนครั้งของการให้อาหารหนอนไหม โดยการเลี้ยงด้วยอาหารเทียม สามารถให้อาหารแก่หนอนไหมเพียงวันละ 1–2 ครั้ง เมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยใบหม่อนสด ซึ่งต้องเลี้ยง 3–4 ครั้ง/วัน การพัฒนาอาหารให้สามารถเลี้ยงเพียงเฉพาะช่วงเช้า และเย็น (วันละ 2 ครั้ง) ก็จัดว่ามีประโยชน์มาก เพราะทำให้เกษตรกรสามารถปลีกตัวไปหารายได้จากการขายแรงงานหรือทำเกษตรกรรมอื่นๆ และในอนาคตหากสามารถผลิตอาหารเทียมให้หนอนไหมกินตลอดช่วงวัย 1-5 ก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไหม

ไหม silkworm: *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) เป็นแมลงที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ (complete metamorphosis) การเจริญเติบโตและการพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปได้ 4 ระยะ ได้แก่ ระยะไข่ ระยะตัวหนอน ระยะดักแด้ และระยะผีเสื้อ โดยพันธุ์ไหม ที่เกษตรกรเลี้ยงกันในประเทศสามารถแบ่งได้ 3 ประเภท คือ (กรมวิชาการเกษตร. 2547ก,ข)

1. ไหมพันธุ์ไทย เป็นพันธุ์ที่เกษตรกรส่วนใหญ่เลี้ยงกันตามชนบท หนอนไหมแข็งแรงแต่ผลผลิตรังไหมต่ำ เช่น พันธุ์นางน้อย นางลาย นางเหลือง นางน้อยศรีสะเกษ และนางน้อยสกลนคร เป็นต้น

2. ไหมพันธุ์ไทยลูกผสม เป็นพันธุ์ที่เกิดจากการผสมระหว่าง พันธุ์ไทยกับพันธุ์ต่างประเทศ หนอนไหมเลี้ยงง่ายมีความแข็งแรงสูงเหมาะกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย เช่น พันธุ์ไหมไทยลูกผสม อุบลราชธานี 60-35 (ยูบี 1 X นางน้อย) ที่เกษตรกรนิยมเรียกว่าพันธุ์ดอกบัว พันธุ์ไหมไทยลูกผสมสกลนคร 2

3. พันธุ์ต่างประเทศลูกผสม เป็นพันธุ์ที่เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์ไหมญี่ปุ่น กับพันธุ์ไหมจีน หนอนไหมตัวโต แต่เลี้ยงยากกว่าไหมพันธุ์ไทย ไหมพันธุ์นี้เรียกว่า พันธุ์ไหมนครราชสีมาลูกผสม 1 (เค 1 X เค 8) และ (ยูบี 3 X ยูบี 6) เป็นต้น

2.2 ชีววิทยาของไหม

ชีววิทยาของไหมชนิดฟักออกตามธรรมชาติหลายครั้งต่อปี (polyvoltine egg) กล่าวโดยสรุปดังนี้ ระยะการเจริญเติบโตของหนอนไหม มี 4 ระยะ คือ (สมหญิง ชูประยูร และ คณะ 1998; กรมวิชาการเกษตร. 2547ก,ข; Krishnaswami *et al*. 1973)

ระยะไข่ (eggs) ในระยะนี้จะใช้เวลามากน้อยแตกต่างกันไปตามพันธุ์ กล่าวคือถ้าเป็นไหมพวกที่ฟักออกหลายครั้งต่อปีตามธรรมชาติ (polyvoltine) จะใช้เวลา 10–12 วัน หกวันแรกไข่มีลักษณะเป็นสีเหลือง จากนั้นก่อนที่หนอนวัยแรกจะฟัก ไข่จะค่อยๆ คล้ำจนเป็นสีเทา

ระยะตัวหนอน (larvae) ในชีพจักรของไหม ระยะนี้ใช้เวลานานที่สุด และมีการเปลี่ยนแปลงขนาดและน้ำหนักมากที่สุด เมื่อเจริญเติบโตไปได้ระยะหนึ่งผิวหนังซึ่งมีขีดจำกัดการขยายตัวก็ไม่สามารถที่จะขยายตัวออกอีกต่อไป จะต้องหยุดพักตัวเพื่อลอกคราบเปลี่ยนเป็นวัยใหม่เรียกว่า ไหมนอน หลังจากนั้นก็จะ ลอกคราบ (moulting) การเจริญเติบโตของหนอนไหมจะได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิทธิพลจากฮอร์โมน ซึ่งได้จาก corpus alata และเมื่อมีการเจริญเติบโตถึงจุดหนึ่ง ซึ่งผิวหนังไม่สามารถขยายตัวได้อีกต่อไป ฮอร์โมนจาก corpus alata ก็จะหยุดทำงานและในจังหวะเดียวกันนี้ ฮอร์โมนจาก prothoracic gland จะเริ่มมีบทบาทกำหนดให้ไหมทำการลอกคราบ ในการลอกคราบของหนอนไหม ต่อม exuvial ซึ่งอยู่ในบริเวณโคนของขาส่วน อก จะผลิตของเหลวออกมาช่วยให้การลอกคราบเป็นไปได้ง่าย นอกจากนี้ก่อนจะมีการลอกคราบ mulpighian tube ก็จะสร้างสารลักษณะคล้ายแป้งออกมาแทรกซึมอยู่ระหว่างผิวหนังเก่าและใหม่อีกด้วย การลอกคราบในระยะที่เป็นตัวหนอน จะกระทำซ้ำอยู่เช่นนี้จนครบ 4 ครั้ง ซึ่งจะทำให้เกิดไหมวัย 1 (จากระยะที่ออกจากไข่จนถึงลอกคราบครั้งที่ 1) วัย 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ โดยในแต่ละวัยใช้เวลาการเจริญเติบโต ดังนี้ วัยที่ 1 อายุ 3-4 วัน นอน 1 วัน วัยที่ 2 อายุ 2-3 วัน นอน 1 วัน วัยที่ 3 อายุ 3-4 วัน นอน 1 วัน และวัยที่ 4 อายุ 4-5 วัน นอน 1.5-2 วัน และไหมวัยแก่ วัยที่ 5 อายุ 6-8 วัน จนไหมสุกทำรัง (mature larvae) ในระยะปลายของวัย 5 ไหมจะหยุดกินอาหาร ลำตัวค่อนข้างโปร่งแสง และคลานหาสถานที่เหมาะสมต่อการทำรัง ในระยะนี้เรียกว่า ไหมสุก ช่วงเวลาจากระยะหนอนฟักออกจากไข่จนถึง ระยะไหมสุกนี้จะใช้เวลา 20–25 วัน เมื่อได้ที่เหมาะสมแล้วก็จะเริ่มลงมือทำรัง โดยในตอนแรกเส้นใยที่คายออกมาทำรังจะเป็นตัวหยุดอยู่กับสิ่งต่างๆ และในตอนนี้ไหมจะทำการปัสสาวะครั้งสุดท้ายโดยไม่เปรอะเปื้อนรังส่วนนอกของมันเลย ไหมจะทำรังเสร็จหลังจากเริ่มทำรังแล้ว 1–2 วัน เมื่อทำรังเสร็จแล้วอีก 1–2 วัน หนอนไหมจะลอกคราบกลายเป็นดักแด้อยู่ภายในรัง

ระยะดักแด้ (pupae) ใช้เวลาประมาณ 11 วัน ตัวหนอนดักแด้ก็จะลอกคราบอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งกลายเป็นผีเสื้อ (moths)

ระยะผีเสื้อ (moths) หลังจากที่ได้ออกมาจากรังแล้วพักอยู่สักครู่ ตัวของผีเสื้อจะแห้ง ปีกจะกางออกพร้อมที่จะทำการผสมพันธุ์ และวางไข่ต่อไป

2.3 สัณฐานวิทยาของหนอนไหม

1. ส่วนประกอบภายนอกของหนอนไหม ประกอบด้วยส่วนหัว (head) ส่วนอก (thorax) และส่วนท้อง (abdomen) หนอนไหมมีรูหายใจอยู่ข้างลำตัวมีลักษณะบ่งชี้เพศอยู่ทางด้านท้อง

ส่วนหัว (head) หัวของหนอนไหมเป็นสีน้ำตาลปนดำ ประกอบด้วยปากซึ่งมี labrum, mandibles, maxillae และlabium นอกจากนี้ยังมีหนวด (antenna) สั้นๆ ท่อคายเส้นไหม (spinneret) และตาซึ่งเป็นตาเดี่ยว (ocelli) มีอยู่ 6 คู่ โดยอยู่ทางด้านข้างของส่วนหัว

ส่วนอก (thorax) ประกอบไปด้วยปล้อง 3 ปล้อง แต่ละปล้องมีขาแท้อยู่ปล้องละ 1 คู่ ที่ส่วน อก จึงมีขาแท้อยู่ 3 คู่ (thoracic legs)

ส่วนท้อง (abdomen) ส่วนท้องประกอบด้วยปล้อง 11 ปล้อง และเริ่มจากปล้องท้องที่ 3 จนถึงปล้องท้องที่ 6 แต่ละปล้องจะมีขาของส่วนท้อง (abdominal legs) อยู่ 1 คู่ ดังนั้นส่วนท้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงมีขาอยู่ 4 คู่ ขาของส่วนท้องนี้ไม่แบ่งออกเป็นปล้องแต่มีลักษณะเป็นกล้ามเนื้อตอนปลายขามีลักษณะคล้ายๆ ถ้วย และมีแผ่น chitin สีคล้ำๆ อยู่ตามขอบในลักษณะครึ่งวงกลมภายในอุ้งเท้าจะประกอบด้วยขน ซึ่งมีลักษณะคล้ายตะขออยู่หนาแน่น ขนนี้ใช้ประโยชน์ในการยึดเกาะกับพื้นที่

ผิวหนัง (body wall) ผิวหนังของหนอนไหมประกอบด้วยผิวหนังชั้นนอกหรือหนังกำพร้า (cuticle) และหนังแท้ (hypodermis) ในส่วนของหนังกำพร้ายังแบ่งออกเป็น primary และ secondary cuticle สาร chitin ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผิวหนังหนอนไหมจะอยู่ในชั้นของหนังกำพร้านี้เอง ในชั้นของ primary cuticle จะมีสารขี้ผึ้งเคลือบอยู่บางๆ และมีปุ่ม (nodules) กระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับพันธุ์ไหม แต่หากพันธุ์ใดมีผิวหนังเป็นมัน เช่นไหมสายเลือดจีน และไหมพวกที่ฟักออกหลายครั้งต่อปีจะมีปุ่มดังกล่าวอยู่น้อย ปุ่มดังกล่าวนี้จะมีมากตามบริเวณแต้มหรือจุด (marking or spots) สารที่ทำให้เกิดสีจะอยู่บนชั้น primary cuticle และในส่วนของหนังแท้เท่านั้นไม่ปรากฏใน secondary cuticle

2. ส่วนประกอบภายในของหนอนไหม หนอนไหมมีส่วนประกอบภายในที่สำคัญคือ

2.1 ท่อทางเดินอาหาร (alimentary canal) ท่อทางเดินอาหารแบ่งออกได้เป็นส่วนๆ คือ

ลำไส้ตอนต้น (fore intestine) นับจากช่องปาก (oral cavity) คอหอย (pharynx) หลอดอาหาร (oesophagus) และไปสิ้นสุดที่ cardiac valve

ลำไส้ตอนกลาง (mid intestine) เป็นส่วนที่ใหญ่ที่สุดของท่อทางเดินอาหาร อยู่ระหว่างปล้องที่ 2 ถึงปล้องที่ 9

ลำไส้ตอนปลาย (hind intestine) ลำไส้ส่วนนี้ต่อจากส่วนกลาง เป็นส่วนที่จะออกสู่ทวารหนัก

2.2 ต่อมสร้างเส้นไหม (silk gland) ต่อมสร้างเส้นไหมมีอยู่ 1 คู่ ต่อมสร้างเส้นไหมที่มีขนาดโตขึ้น ก็จะเข้าไปดันท่อทางเดินอาหารให้ไปอยู่ทางส่วนท้ายของลำตัวหนอนไหม เส้นไหมถือได้ว่ามิใช่โปรตีนที่มาจากใบหม่อนโดยตรง แต่เป็นโปรตีนที่เปลี่ยนแปลงมาจากร่างกายของหนอนไหมเอง ต่อมสร้างเส้นไหมจะส่งสารที่อยู่ในรูปของเหลวไปยังท่อคายเส้นไหม จากนั้นหนอนไหมก็จะเริ่มคายเส้นไหมออกทำรังต่อไปซึ่งในระยะนี้ของเหลวที่ถูกส่งมาจากต่อมสร้างเส้นไหมจะแข็งตัวกลายเป็นเส้นใย และเป็นรูปรังในที่สุด จากการที่หนอนไหมสร้างรังขึ้นมานี้โดยเหตุผลทางนิเวศวิทยา ถือว่าเป็นการป้องกันตัวของมันเองในระยะที่กลายเป็นดักแด้ ซึ่งเคลื่อนไหวไปมาไม่ได้ ในการทำรังของหนอนไหม หนอนไหมจะพ่นใยออกมาเป็น 2 ลักษณะ คือ

ก. พ่นใยลักษณะตัวเอส (S - type) การพ่นใยลักษณะนี้มักจะพ่นออกมาในช่วงการสร้างรังระยะแรก ส่วนนอกของรังไหม ซึ่งถ้ารังไหมมีการเรียงตัวของเส้นใยในลักษณะนี้จะสาวไหมง่าย

ข. พ่นใยลักษณะเลขแปด (8 - type) การพ่นใยลักษณะนี้ พบในช่วงตอนในของรังไหม ซึ่งมักจะสาวยาก จากการสังเกตพบว่ารังไหมส่วนในจะเส้นเล็ก ทั้งนี้เพราะการทับกันของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นไหมมีลักษณะเป็นเลข 8 ดังกล่าว ภายในเปลือกรังไหมรังหนึ่งๆ มีรูเล็กๆ ที่เป็นทางผ่านของอากาศ และ น้ำอยู่ถึง 50,000–60,000 รู

2.3 อวัยวะที่ใช้ในการไหลเวียนโลหิต (circular organ) การไหลเวียนของโลหิตภายในตัวไหม เกิดจากการบีบตัวโดยอัตโนมัติของปลายเส้นเลือดที่มีอยู่ทางตอนปลายของลำตัว เส้นเลือดนี้จะวางพาดอยู่ทางด้านบน (dorsal) ของลำตัว มีรูปร่างเป็นท่อยาว (dorsal vessel) มีช่องเปิดทางปลายหัว และมี ostia เป็นคู่ๆ อยู่บนปล้องที่ 2 ตลอดไปจนถึงปล้องที่ 12 โลหิตของไหมจะไหลเข้าทาง ostia ของปล้องที่ 1 หรือ 2 ส่วนล่างของ dorsal vessel และไหลออกทาง ostia ทางด้านของปล้องที่ 1 หรือ 2 เช่นกัน การไหลเวียนของโลหิตจะไหลผ่านไปยังเนื้อเยื่อทั้งหมดของลำตัว โลหิตของไหมประกอบไปด้วย blood corpuscles น้ำในเลือดมี 90–95 เปอร์เซ็นต์

2.4 อวัยวะที่ใช้ในการหายใจ (respiratory organ) ภายในรูหายใจต่ำจาก sieve plate ลงไปจะมีเยื่อบางๆ 2 ชิ้น ซึ่งเคลื่อนไหวได้ต่อจากเยื่อบางๆ นี้จะมีช่องต่อกับท่ออากาศ (tracheae) ขนาดใหญ่หลายเส้น ท่ออากาศเหล่านี้ท่อหนึ่งจะไปด้านหน้าติดกับปล้องของลำตัว และจะมีท่อหนึ่งไปทางด้านหลัง เพื่อไปเชื่อมกับรูหายใจของปล้องถัดไป ส่วนท่ออากาศอื่นๆ ก็จะติดกับเนื้อเยื่อต่างๆ การหายใจของไหมจะหายใจผ่านท่ออากาศเหล่านี้

2.5 อวัยวะที่ใช้ในการขับถ่าย malpighian tube เป็นอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการขับถ่ายของเหลวของไหม นอกจากจะช่วยในการขับถ่ายของเหลวแล้ว malpighian tube ยังมีส่วนช่วยในการลอกคราบ โดยเป็นตัวผลิตสารสีเหลืองคล้ายแป้ง ให้ไปแทรกซึมอยู่ระหว่างผิวหนังเก่ากับใหม่ในระยะที่จะมีการลอกคราบสารดังกล่าวนี้เป็นส่วนประกอบของ calcium oxalate, vitamin B_2 และกรดยูริก ซึ่งได้มาจากการเผาผลาญไนโตรเจน (nitrogen metabolism)

2.6 ไขมัน (fat body) มีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อขาวๆ อยู่ใต้ผิวหนัง โดยทั่วไปมีลักษณะเป็นแผ่นบาง แต่ละเซลล์ประกอบด้วยโปรตีน glycogen และสารชนิดอื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับขบวนการเผาผลาญ (metabolism process)

2.7 กล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหว หนอนไหมประกอบด้วยกล้ามเนื้อมากมายหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นการเดิน การคายเส้นไหมทำรัง ฯลฯ ล้วนแต่เป็นผลที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อทั้งสิ้นอวัยวะเพศ (sexual organ) ในระยะที่เป็นตัวหนอนอวัยวะเพศมีการพัฒนาไม่มากนัก จะเริ่มพัฒนาอย่างเห็นได้ชัดในระยะที่เป็นดักแด้

2.8 อวัยวะเพศผู้ ประกอบด้วยอัณฑะ (testis) 2 ข้าง มีลักษณะคล้ายไตอยู่ใต้ผิวหนังปล้องที่ 8 ภายในแต่ละข้างแบ่งออกเป็น 4 ส่วน

2.9 อวัยวะเพศเมีย ประกอบด้วยรังไข่ (ovary) ในลักษณะสี่เหลี่ยมคางหมู ขนาดเล็กกว่าอัณฑะในเพศผู้ มีอยู่ 2 ข้าง และอยู่ในตำแหน่งใกล้เคียงกันกับอัณฑะ ภายในรังไข่แต่ละอันแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ซึ่งต่อไปจะพัฒนาไปเป็นท่อไข่ (กรมวิชาการเกษตร. 2547ก,ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 โรคไหม

สาเหตุของการเกิดโรคของไหม เกิดได้ 2 กรณีคือ เกิดจากสิ่งไม่มีชีวิต โดยเกิดจากสภาพแวดล้อม ที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของไหม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง และความเป็นพิษอันเนื่องมาจากสารเคมี อีกสาเหตุหนึ่งคือ เกิดจากสิ่งมีชีวิต เกิดจากเชื้อต่างๆ ที่เป็นสาเหตุของโรค เช่น เชื้อรา ไวรัส แบคทีเรีย และโปรโตซัว เป็นต้นโดยโรคที่พบมีดังนี้ โรคแกสเซอรี่ (เต้อ หรือตัวเหลือง) เกิดจากเชื้อไวรัสติดต่อทางปาก โรคแฟรคเซอรี่ (หัวส่อง) เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ติดต่อทางปาก แอสเปอร์จิลลัส (หูด) เกิดจากเชื้อแอสเปอร์จิลลัส ติดต่อทางผิวหนัง โรคเพบริน (ตัวหด) เกิดจากโปรโตซัว ติดต่อทางปาก และไข่ โรคมัสคาดีน เกิดจากเชื้อรามัสคาดีน ติดต่อทางผิวหนัง

2.5 โรคและแมลงศัตรูหม่อน

หม่อนเป็นพืชยืนต้นจำพวกไม้พุ่มตระกูล moraceae ใบใช้เป็นอาหารชนิดเดียวของหนอนไหม นอกจากนั้นส่วนต่างๆ ยังใช้ประโยชน์ ด้านเภสัชกรรม และ ด้านอื่นๆ อีกด้วย หม่อนสามารถเจริญได้ทั้งในเขตร้อน และ เขตหนาว ชอบดินร่วนปนทราย มีความอุดมสมบูรณ์ ระบายน้ำได้ดี โดยการปลูกหม่อนเลี้ยงไหมในประเทศไทยประสบปัญหาต่างๆ คือ โรคและแมลงศัตรูหม่อนโดยโรคที่พบ ได้แก่ โรครากเน่า ปัจจุบันยังไม่ทราบเชื้อสาเหตุ โรคราแป้งเกิดจากเชื้อรา โรคใบด่างเกิดจากเชื้อไวรัส โรคแบคทีเรียลไบล์ (โรคใบไหม้หรือกิ่งไหม้) เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย โรคราสนิมเกิดจากเชื้อราเป็นต้น ส่วนแมลงที่เข้าทำลายหม่อน ได้แก่ ด้วงเจาะลำต้นหม่อน เพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง เพลี้ยหอยดำ และ แมลงหวี่ขาว เป็นต้น พันธุ์หม่อนที่ทางกรมวิชาการเกษตรรับรองพันธุ์ และส่งเสริมให้เกษตรกรปลูกในปัจจุบัน มี 4 พันธุ์ ได้แก่ หม่อนพันธุ์นครราชสีมา 60 พันธุ์บุรีรัมย์ 60 พันธุ์บุรีรัมย์ 51 และ พันธุ์ศรีสะเกษ 33 (กรมวิชาการเกษตร. 2547ก,ข)

2.6 การพัฒนาอาหารเทียม

เหตุผลในการเลี้ยงไหมวัยอ่อน 1-3 ด้วยอาหารเทียมเพื่อลดปัญหาการขาดแคลนหม่อนใบอ่อนที่ใช้เลี้ยงหนอนไหมวัยอ่อน และการตายของหนอนไหมเนื่องจากโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคเพบบริน จากแมลงในธรรมชาติ โดยหนอนไหมได้รับเข้าทางปาก จากการกินสปอร์ที่ติดมากับใบหม่อนเข้าไป ทำให้แสดงอาการเป็นโรคในวัย 4 และ 5 (พรรณี ศรีบรรเทา. 2530; ชาญชัย ถาวรอนุกูลกิจ. 2537) การใช้อาหารเทียมก็เป็นเหตุผลหนึ่ง ที่สามารถลดการเกิดโรคเพบรินได้ โดยการเลี้ยงในสภาพที่ปลอดเชื้อ และการใช้อาหารเทียมเลี้ยงไหม ทำให้หนอนไหมได้รับโภชนะครบถ้วนเพิ่มความแข็งแรงให้กับไหมเพิ่มขึ้น เนื่องจากไหมวัยอ่อนเริ่มตั้งแต่หนอนไหมแรกฟักออกจากไข่ไหมไปจนหนอนไหมนอนครั้งที่ 3 ใช้เวลาประมาณ 10-11 วัน ช่วงนี้หนอนไหมจะอ่อนแอและมีความต้านทานโรคน้อย จึงมีโอกาสติดเชื้อและตายได้ง่าย (พรรณี ศรีบรรเทา. 2530)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และหากมีการขาดแคลนหม่อนวัยอ่อนในช่วงที่มีการเลี้ยงไหม ก็สามารถใช้อาหารเทียมทดแทนได้ จึงมีผู้สนใจในเรื่องอาหารของตัวไหม และได้ทำการวิจัยสามารถรวบรวมได้ดังนี้ Dethier (1954) ศึกษาพฤติกรรมการเลือกกินอาหารของแมลงกินพืช ได้สรุปว่าจะต้องมีสาระสำคัญบางอย่างในพืช เป็นตัวกระตุ้นให้แมลงยอมรับ และ กินอาหารนั้น สามารถแบ่งตัวกระตุ้นในการกินอาหารของแมลงเป็น 2 ขั้น

1. ตัวกระตุ้นที่ทำให้แมลงเคลื่อนเข้าหาอาหาร จากการศึกษาพบว่า กลิ่นจากสารเคมีในอาหาร มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้แมลงเคลื่อนเข้าหาอาหาร อวัยวะที่ทำหน้าที่ในการรับกลิ่นสารเคมีจากอาหารนั้น คือ เซลล์ที่อยู่บนหนวด 16 เซลล์ โดยแต่ละเซลล์จะรับกลิ่นได้ต่างกันบางเซลล์อาจจะรับกลิ่นร่วมกันได้ สำหรับในหนอนไหมอวัยวะที่ทำหน้าที่เป็นตัวรับกลิ่นจากใบหม่อนจะตั้งอยู่บนหนวด เช่นเดียวกันกับที่พบในกลุ่มของแมลงกินพืชเป็นอาหาร (phytophagous insects) (Legay. 1958) นอกจากนี้ Watanabe (1958) สามารถแยกสารระเหย 2 ชนิดจากใบหม่อน คือ α-βhexenal และ β-r hexenol เป็นตัวดึงดูดไหมให้เคลื่อนเข้าหาอาหาร ซึ่งการมองเห็นเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะทำให้แมลงแยกความแตกต่างของอาหารได้

2. ตัวกระตุ้นที่ทำให้เกิดการกัดและกินติดต่อกัน อวัยวะที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการกินติดต่อกันตั้งอยู่บนฟัน (maxilla) ของหนอนไหม Yokoyama (1963) ได้ทดลองตัดฟันออก พบว่าหนอนไหมจะกินใบไม้ชนิดอื่นที่ไม่ใช่ใบหม่อน จากปรากฏการนี้ ทำให้ทราบว่าน่าจะมีอวัยวะรับสารเคมีอยู่บนฟันซึ่ง Fraenkel (1959) อธิบายว่าพฤติกรรมในการเลือกกินอาหารที่จำเพาะเจาะจงของหนอนไหมขึ้นอยู่กับสารประกอบที่หนอนไหมรับความรู้สึกด้วยรสมากกว่ากลิ่น ซึ่งหนอนไหมต้องการสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตเช่น น้ำตาล โปรตีน ไขมัน รวมถึงเกลือแร่ และวิตามิน (Sengupta *et al*. 1972; Saha and Khan. 1997; Faruki. 1998)

คาร์โบไฮเดรท ใช้เป็นแหล่งสำคัญของพลังงานและเพื่อการสังเคราะห์ไขมัน (fat) และไกลโคเจน (glycogen) ในการเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ โดยคาร์โบไฮเดรท ที่ใช้ได้ดีกับแมลงกินพืชส่วนใหญ่มี glucose, fructose, sucrose และ แป้ง (starch หรือ dextrin) นอกจากนี้ Friend (1958) และ Ito (1960) ยังพบอีกว่าคาร์โบไฮเดรทมีส่วนในการกระตุ้นให้หนอนไหมอยากกินอาหาร โดยเฉพาะน้ำตาลซูโครส เป็นตัวกระตุ้นการกินอาหารของหนอนไหมมากที่สุด ต่อมา Ito (1961) ยังทดลองใช้น้ำตาลซูโครส ในระดับ 5–20 เปอร์เซ็นต์ แล้วให้หมอนไหมวัย 5 กินปริมาตร 1.0 ไมโครลิตร พบว่าสารละลายน้ำตาลที่ระดับ 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลดีที่สุด ทั้งในด้านอายุ และน้ำหนักตัว

โปรตีน หนอนไหมสามารถสะสมโปรตีนจากใบที่ย่อยแล้วเก็บเป็นองค์ประกอบของร่างกายถึง 91 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนไปเป็น glycogen เพื่อเก็บสะสมไว้ใช้เป็นพลังงาน (Roeder. 1953) และยังพบว่าแมลงกินพืชเป็นอาหารนั้นโดยทั่วๆไปจะต้องการ กรดอะมิโน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่จัดว่าเป็นโภชนะที่จำเป็น 10 ชนิด ได้แก่ arginine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, threonine, tryptophane และvaline ได้มีการศึกษาระดับโปรตีนในอาหารเทียมเลี้ยงหนอนไหม โดยใช้แป้งถั่วเหลืองที่ระดับ 40, 30, 20 และ10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณแป้งถั่วเหลืองในอาหารเพิ่มขึ้นทำให้ผลผลิตของเนื้อไหมเพิ่มขึ้นด้วย (Ito. 1960)

ไขมันหรือกรดไขมัน เป็นแหล่งพลังงาน เปอร์เซ็นต์ของไขมันในร่างกายเพิ่มขึ้นเมื่อหนอนมีการเจริญเติบโตขึ้น และจะลดลงเมื่อออกเป็นตัวเต็มวัยโดยปกติแมลงสามารถสังเคราะห์ไขมันจากคาร์โบไฮเดรท และโปรตีน (Friend. 1958)

2.7 ส่วนประกอบในสูตรอาหารเทียม

หม่อนป่น ได้จากการนำใบหม่อนสดไปอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำกว่า 80 องศาเซลเซียส แล้วบดละเอียดเป็นผง (Ito, 1980) ใบหม่อนที่เหมาะสมควรจะเป็นหม่อนที่เติบโตมาพร้อมๆกันหรืออายุเท่ากัน รุ่นเดียวกัน มีการเจริญเติบโตเหมือนๆกัน (Shinbo and Yanakawa. 1994) การเติมหม่อนป่นในอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงไหมวัยอ่อนควรเติมในระดับไม่ต่ำกว่า 20-25 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร Ito (1980) พบว่า ถ้าปริมาณหม่อนป่นในอาหารลดลงจากเกณฑ์นี้ มีผลทำให้หนอนไหมมีอัตราการอยู่รอดลดลง ใบหม่อนมีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของหนอนไหม เช่น chlorogenic acid จัดเป็น gustatory stimulating โดยการ active ในโมเลกุลของ chlorogenic acid นี้ จะมีสารตัวอื่นร่วมอยู่ด้วย เช่น caffeic acid protocatchuric acid และ DOPA ช่วยให้ปฏิกิริยาของ chlorogenic acid มากขึ้นหรือน้อยลงได้ และchloromycetin ยังเป็นตัวชักนำให้โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และออกซิเจนเพิ่มขึ้น (Ito, 1978)

Citric acid เป็นกรดประเภท tricarboxylic มีการใช้มากกว่ากรดชนิดอื่นๆ โดยมีการใช้กับอาหารถึง 60 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณกรดทั้งหมด มีคุณสมบัติดีกว่ากรดชนิดอื่นๆคือ สามารถละลายน้ำได้ดีจึงนิยมใส่ในอาหาร ความเป็นกรดด่างให้พอเหมาะ เป็นวัสดุกันเสีย และจะช่วยทำปฏิกิริยากับโลหะที่อาจปนเปื้อนมาในวัตถุดิบ เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนขึ้น

Sorbic acid เป็นวัสดุกันเสียที่นิยมใช้กันมากเนื่องจากเป็นสารประกอบที่ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และไม่ทำให้กลิ่นและรสของอาหารเปลี่ยนแปลง และยังสามารถถูกย่อยสลายไปได้แบบเดียวกับกรดไขมันที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ อันตรายจากการได้รับวัสดุกันเสียชนิดนี้ ค่อนข้างน้อย เมื่อความเป็นกรดของอาหารลดลง ประสิทธิภาพของ sorbic acid จะลดลงด้วย การเติมเกลือลงในน้ำตาลและอาหารจะช่วยเสริมประสิทธิภาพของ sorbic acid แต่การมีเกลือแคลเซียมและแมคนีเซียมคลอร์ไรด์ ในอาหาร จะทำให้ประสิทธิภาพของ sorbic acid ลดลง และ sorbic acid ช่วยยืดอายุการเก็บของอาหารประเภทเนยเทียม เนยแข็ง เครื่องดื่มต่างๆ ผลิตภัณฑ์เนื้อและผลิตภัณฑ์ปลาต่างๆ เป็นต้น กลไกของ sorbic acid ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการที่ sorbic acid ไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ dehydrogenase เมื่อใส่ sorbic acid ในอาหารจะเกิดปฏิกิริยา oxidation ขึ้น (ศิวาพร ศิวเวชช. 2529)

Ascorbic acid เป็นตัวกระตุ้นการกินอาหารของหนอนเมื่อเติมในอาหารสังเคราะห์ (Ito. 1960) และเมื่อสเปรย์ ascorbic acid ที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ บนใบหม่อนที่ใช้เลี้ยงไหมวัย 3, 4 และ 5 จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวางไข่ของแม่ผีเสื้อไหมเพศเมีย (Chauhan and Singh. 1992) นอกจากนี้ Murthy (1953) กล่าวว่า ascorbic acid ที่มีอยู่ในใบหม่อนมีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับปริมาณอาหารของใบหม่อน ซึ่งปริมาณ ascorbic acid ในตัวหนอนขึ้นอยู่กับใบหม่อน เนื่องจาก ascorbic acid ไม่ได้สังเคราะห์ขึ้นในตัวหนอน นอกจากนี้ ascorbic acid ยังมีผลเพิ่มอัตราการอยู่รอดของหนอน (Cappellozza *et al.* 2005) การใส่ ascorbic acid ในอาหารสังเคราะห์เป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาของตัวเต็มวัยในตั๊กแตนหนวดสั้น (locust) 2 species โดยระดับที่เหมาะสมกับการเจริญของหนอนมากที่สุด คือระดับ 4-10 มิลลิกรัม/ 100 กรัม ของน้ำหนักแห้งของอาหาร (Dadd. 1957) ส่วนอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงหนอนไหมนั้นควรเติมในอาหารไม่ต่ำกว่า 20 มิลลิกรัม/กรัม ของน้ำหนักอาหารแห้ง (Ito and Kobayashi. 1975) นอกจากช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารแล้ว ยังทำให้ความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์อาหารลดลง และเป็นวัสดุกันหืนด้วย (ศิวาพร ศิวเวชช. 2529) การทดสอบอิทธิพลของ ascorbic acid ต่อหนอนไหม พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 0.25, 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยเพิ่มน้ำหนักและดักแด้ของหนอนไหม และหนอนไหมที่ลอกคราบวัย 5 จะให้รังที่มีน้ำหนักสูงขึ้น ซึ่งที่ระดับ ascorbic acid 2 เปอร์เซ็นต์ จะให้น้ำหนักรังมากที่สุด ผลผลิตไหมเพิ่มขึ้น 29.85 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเติม ascorbic acid ลงไปจะทำให้ตัวเมียมีลูกดกขึ้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษาลักษณะทางฟิสิกส์เพื่ออธิบายผลกระทบของ ascorbic acid ซึ่งก็พบว่า ascorbic acid จะทำให้การกินอาหารและการเจริญเติบโตของหนอนดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มระดับฮอร์โมนในตัวอ่อนด้วย

Cellulose powder ช่วยกระตุ้นการกินอาหารของหนอน ช่วยให้หนอนมีการเจริญเติบโตและพัฒนาเร็วขึ้น ปรับปรุงลักษณะโครงสร้างทางฟิสิกส์ของอาหาร และช่วยรักษาความชื้นในอาหาร (Ito. 1960) หนอนไหมไม่สามารถย่อย cellulose powder ได้ เช่นเดียวกับแมลงที่กินพืชเป็นอาหารเนื่องจากไม่มีเอนไซม์สำหรับย่อย (Friend. 1958) แต่การเพิ่มขึ้นของระดับ cellulose powder ทำให้การกินอาหารของหนอนมีประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นของ cellulose powder สูง 30 เปอร์เซ็นต์ จะกระตุ้นการกินอาหารได้มากกว่าที่ความเข้มข้น 14 เปอร์เซ็นต์ (Ito. 1961)

วุ้น เป็นสารสกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีแดง ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ และไม่ละลายที่อุณหภูมิต่ำกว่า 85 องศาเซลเซียส แต่ละลายในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 95-100 องศาเซลเซียส นำมาใช้ในอาหารเพื่อให้เกิดเจล นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ และขนมหวาน ในผลิตภัณฑ์เนื้อ และปลาเพื่อช่วยให้เนื้อ และปลาจับกันได้ดีขึ้น (ศิวาพร ศิวเวชช. 2529) และวุ้นช่วยรักษาความชื้นในอาหารเทียม และรักษาลักษณะทางฟิสิกส์ของอาหาร (Matsura. 1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

β-sitosterol เป็นสารที่ดึงดูดหนอนไหมให้เกิดพฤติกรรมการกัด และกินติดต่อกันไปซึ่งสามารถแยกได้จากใบหม่อน และเป็นสารที่จำเป็นต้องใส่ในอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงไหม (Hamamura *et al.* 1961; Ito. 1961)

น้ำกลั่น เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ซึ่งมีผลต่อลักษณะทางกายภาพของอาหารเทียม อาหารที่อ่อนหรือแข็งจะมีผลต่อปริมาณการกินอาหารของหนอนไหม ปริมาณน้ำที่เติมลงในส่วนผสมมีผลให้คุณค่าทางอาหารแตกต่างกัน และปริมาณเปลี่ยนแปลงไปตามส่วนประกอบของอาหาร อาหารเทียมสำหรับไหมวัยอ่อนควรเติมน้ำในระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ ของอาหารแห้ง ส่วนไหมวัยแก่ควรใช้น้ำผสมในอัตราส่วนที่น้อยลง (Ito. 1961)

วิตามินบีรวม เป็นวิตามินที่ให้พลังงานอย่างสูงช่วยเร่งขบวนการเผาผลาญสารอาหารทั้งคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ตัวอย่างเช่น Vitamin B1 (Thiamine), Vitamin B2 (Riboflavin), Vitamin B3 (Niacin) , Vitamin B5 (Pantothenic Acid) , Vitamin B6 (Pyridoxine) , Vitamin B12, Biotin, Choline, Folic Acid, Inositol และ Para-Aminobenzoic Acid (PABA) วิตามินบี เหล่านี้มักจะทำงานร่วมกัน Faruki (2005) พบว่าผลของวิตามินบี 6 ทำให้หนอนไหมผลิตไข่ และมีอัตราการฟักที่สูงขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยใบหม่อน

2.8 การเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียม

1. วิธีการเลี้ยง และการให้อาหาร สำหรับการเลี้ยงในงานทดลองซึ่งมักปฏิบัติในห้อง เลี้ยงไหมที่มีขนาดไม่ใหญ่นัก ไม่ค่อยมีปัญหากับวิธีการให้อาหาร เพียงแต่ใช้มีดที่สะอาดตัดอาหารเทียมที่มีขนาดพอเหมาะก็จะใช้เลี้ยงไหมได้เลย แต่การเลี้ยงไหมในระดับอุตสาหกรรม ซึ่งมีระบบการให้อาหารด้วยเครื่องจักรเข้ามาเกี่ยวข้อง ควรพิจารณาเลี้ยงไหมในปริมาณมาก ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรสูงสุด แต่การจะให้อาหารด้วยวิธีการใดนั้นจะขึ้นอยู่กับวิธีการทำงานของเครื่องจักร เพราะมีเครื่องจักรให้อาหารได้หลายแบบด้วยกัน เช่นการตัดอาหารให้เป็นชิ้นเล็กๆ แล้วโปรยลงบนภาชนะที่ใช้เลี้ยงไหม และการตัดอาหารให้อยู่ในรูปแท่ง นอกจากวิธีการให้อาหารจะขึ้นอยู่กับชนิดแล้ว ยังขึ้นอยู่กับลักษณะของอาหารเทียมนั้นๆด้วย อาหารเทียมบางชนิดมีลักษณะเป็นแผ่นใหญ่ ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องตัดให้เป็นชิ้นเล็ก หรือบางชนิดเป็นก้อนแข็งและแห้งเพียงแต่ได้รับการเติมน้ำก็จะอยู่ในรูปที่นำไปใช้เลี้ยงไหมได้ทันที การเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมจะต้องมีการเตรียมการให้ได้มาตรฐาน พื้นที่สำหรับการเลี้ยงต้องกำหนดแน่นอน ปริมาณอาหารที่ใช้กับไหมแต่ละวัยจะอยู่ในพิกัดมาตรฐาน นอกจากนี้สภาพแวดล้อมในสถานที่เลี้ยงไหม ก็ควรได้รับการปรับปรุงให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดด้วย แต่ทั้งนี้หากมีการใช้พันธุ์ไหมหรืออาหารเทียมที่แตกต่างกันไปจากเดิม ก็จะต้องมีการเปลี่ยนมาตรฐาน ต่างๆ ตามไปด้วย ดังนั้นเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ให้เกิดความผิดพลาดจึงควรมีมาตรฐานสำหรับอาหารแต่ละชนิด และไหมแต่ละพันธุ์แสดงไว้โดยเฉพาะ

2. การเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียมและเลี้ยงไหมวัยแก่ด้วยใบหม่อน เท่าที่มีการปฏิบัติกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันเป็นการเลี้ยงไหมวัยอ่อน (วัย 1-3) ด้วยอาหารเทียมจากนั้นก็จะเลี้ยงไหมวัยแก่ด้วยใบหม่อนตามปกติ ระยะเวลาของการเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียมจะมากกว่าระยะเวลาการเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยใบหม่อน 1 วัน แต่น้ำหนักตัวของหนอนไหมไม่มีความแตกต่างกัน และการเจริญเติบโตของหนอนไหมก็จะเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ แต่ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับความชำนาญ และทักษะของผู้ดำเนินการด้วย ในด้านผลผลิตนับว่าไม่มีความแตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นการเลี้ยงด้วยอาหารเทียม หรือใบหม่อน ในการเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียม ปกติในแต่ละวัยจะให้อาหารเพียง 1-2 ครั้ง ซึ่งนับว่าเกิดประสิทธิภาพในการทำงานอย่างยิ่ง นอกจากนี้ตลอดการเลี้ยงไหมตั้งแต่วัย 1 จนถึงวัย 3 อาจไม่ต้องทำการถ่ายกากเลยก็ได้ โดยทั่วๆ ไปไหมวัย 1-3 จำนวน 1 กล่อง จะต้องการอาหารไม่เกิน 15 กิโลกรัม (น้ำหนักสด)

3. การเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมตลอดระยะเวลาการเป็นตัวหนอน ได้มีการทดลอง เลี้ยงไหมตลอดระยะเวลาที่เป็นตัวหนอนด้วยอาหารเทียมทั้งชนิดที่มีส่วนผสมของใบหม่อน และไม่มีส่วนผสมของใบหม่อน และจากการที่ได้มีการปรับปรุงส่วนผสมของอาหารเทียมให้ดีขึ้นกว่าเดิม ปรากฏว่าสามารถเลี้ยงไหมได้ และไหมที่เลี้ยงให้รังที่มีขนาดใหญ่ แต่ในด้านน้ำหนักเปลือกรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรังนั้นยังต่ำกว่าปกติ ส่วนผสมของอาหารเทียมจะมีอิทธิพลต่อผลผลิตรังไหมเป็นอย่างมาก จึงควรพิจารณาให้อาหารเทียมซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมที่มีคุณค่าทางอาหารสูงในการเลี้ยงไหมวัย 5 นอกจากนี้การใช้ juvenile hormone ในการเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียม ก็ทำให้ผลผลิตรังไหมเพิ่มขึ้นเช่นกัน จากการวิเคราะห์สารโปรตีนต่างๆ ที่ประกอบอยู่ในเปลือกรังไหมที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารเทียมตลอดระยะเวลาการเป็นตัวหนอน กับส่วนที่ได้จากการเลี้ยงด้วยหม่อนตามปกติ ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันแต่ประการใด แต่คุณสมบัติในด้านการสาวเอาเส้นใยออกมา ด้อยกว่ารังที่ได้จากการใช้ใบหม่อนเป็นอาหารของหนอนไหมเล็กน้อย ทั้งนี้คุณสมบัติทางด้านกายภาพของเส้นไหมที่ได้จากการเลี้ยงหนอนไหมด้วยอาหารแต่ละชนิดดังกล่าวไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งการค้นคว้าวิจัยในด้านนี้คงต้องดำเนินต่อไปอีก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่ยังได้ผลไม่สมบูรณ์

4. การเลี้ยงไหมพันธุ์แท้ด้วยอาหารเทียม การใช้อาหารเทียมกับไหมพันธุ์แท้จะมีปัญหามากกว่าการเลี้ยงไหมลูกผสม ในระยะวัยอ่อนของไหมพันธุ์แท้สายพันธุ์ญี่ปุ่น หรือไหมลูกผสมสามารถใช้อาหารเทียมได้อย่างดี ส่วนในไหมวัยอ่อนของสายพันธุ์จีนมักจะไม่มีการยอมรับอาหารเทียม แต่ในระยะวัยแก่เป็นไปในทางกลับกัน กล่าวคือ ไหมสายพันธุ์จีนจะมีการยอมรับอาหารเทียมได้ดีกว่าสายพันธุ์ญี่ปุ่น พ่อ-แม่พันธุ์ (จีนกับญี่ปุ่น) ซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารเทียมเมื่อนำไปผลิตเป็นไหมลูกผสม ปรากฏว่าลูกผสมที่ได้เมื่อนำไปเลี้ยงด้วยใบหม่อนจะทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างจากลูกผสมที่เกิดจากพ่อแม่พันธุ์ที่เลี้ยงมาด้วยใบหม่อน จากผลดังกล่าวจึงเกิดแนวความคิดในการที่จะเลี้ยงไหมพันธุ์แท้ เพื่อการผลิตไข่ไหม เพราะการเลี้ยงไหมพันธุ์แท้ด้วยอาหารเทียม สามารถที่จะหลีกเลี่ยงการติดเชื้อโรคเพบรินจากใบหม่อนได้ อย่างไรก็ตามต้องคำนึงเสมอว่าอาหารเทียมที่ใช้ในการเลี้ยงไหมพันธุ์แท้กับลูกผสมนั้นย่อมมีส่วนผสมหรือส่วนประกอบของอาหารแตกต่างกัน และชนิดของอาหารเทียมสำหรับใช้เลี้ยงแมลงจัดแบ่งตามส่วนประกอบในสูตรอาหารเทียมได้ 3 ชนิด คือ

1. Oligidic diet เป็นอาหารเทียมที่เกิดจากส่วนผสมที่ได้จากธรรมชาติ

2. Holidic diet เป็นอาหารเทียมที่เกิดจากสารเคมีบริสุทธิ์

3. Meridic diet เป็นอาหารเทียมที่เกิดจากส่วนผสมที่ได้จากธรรมชาติ และสารเคมีบริสุทธิ์ ตั้งแต่ 1 ชนิด หรืออยู่ในรูปสารประกอบอื่น และอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงไหมวัยอ่อนชนิดที่ไม่มีใบหม่อนป่นผสมอยู่เลย มีชื่อเรียกเฉพาะว่าอาหารกึ่งสังเคราะห์ (semi-synthetic diet) จัดอยู่ในอาหารเทียมชนิดนี้ (Ito. 1980)

ในประเทศญี่ปุ่นมีการใช้อาหารเทียมเลี้ยงไหม (Matsura. 1994) ซึ่งพบว่า การใช้อาหารเทียมเลี้ยงไหมจากวัย 1-3 เป็นระยะที่สำคัญมาก แต่มีข้อจำกัด คือด้านต้นทุนค่าอาหารเทียมที่สูง ซึ่งในการเลี้ยงไหมวัยอ่อนคิดเป็นต้นทุนค่าอาหารประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ จึงได้พยายามคิดพัฒนาอาหารเทียมให้มีต้นทุนต่ำลง โดยหาวัตถุดิบราคาถูกมาทดแทนวัตถุดิบราคาแพง ในปัจจุบันประเทศญี่ปุ่นใช้อาหารเทียมเลี้ยงไหมมากกว่าใบหม่อนถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และยังสามารถใช้อาหารเทียมเลี้ยงไหมได้ตั้งแต่วัย 1-5 (Shinbo and Yanakawa. 1994)

การพัฒนาอาหารเทียมเพื่อใช้เลี้ยงหนอนไหมในประเทศไทยได้มีผู้พยายามคิดค้นสูตรอาหารเทียมขึ้น เพื่อลดต้นทุนค่าอาหารเพื่อให้เหมาะสมที่จะใช้ในประเทศไทย โดยกรรณิการ์ ร้อยเจริญ (2525) ได้ศึกษาอาหารเทียมเพื่อใช้เลี้ยงไหมอีรี่ *Philosamia ricini* พบว่าเมื่อนำหนอนตั้งแต่แรกฟักออกจากไข่ใหม่ๆ มาเลี้ยงด้วยอาหารเทียม ที่มีส่วนผสมของถั่วไลม่า มารวมกับสารเคมีอื่นๆ ที่เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารเทียมเบื้องต้น ปรากฏว่าสามารถเลี้ยงหนอนให้เจริญเติบโตจนเข้าดักแด้ และเจริญออกมาเป็นตัวเต็มวัยได้ แต่เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารเทียมที่มีถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วดำ และถั่วแดงหลวง เป็นส่วนประกอบอยู่ในอาหารเทียม พบว่าหนอนมีอายุอยู่ได้ไม่เกินวัย 3 ยกเว้นถั่วเหลืองอบ ซึ่งสามารถเลี้ยงหนอนให้เจริญเติบโตจนเข้าดักแด้ได้ 10 เปอร์เซ็นต์ และจะตายหมดในระยะดักแด้

ฉวีวรรณ จารุกาญจน์ (2524) ได้ศึกษาหาอาหารเทียมเพื่อใช้เลี้ยงหนอนไหม พันธุ์ลูกผสมญี่ปุ่น พบว่าหากเลี้ยงหนอนไหมวัย 4 ด้วยอาหารเทียมที่มีส่วนผสมของถั่วชนิดต่างๆ 7 ชนิด ลงในสูตรอาหารเทียมเบื้องต้น พบว่าสูตรที่ผสมถั่วเขียว จะได้ผลของน้ำหนักดักแด้ และเปอร์เซ็นต์เส้นใยสูงกว่าถั่วชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบอีกว่าใบหม่อนที่มีคุณภาพดี คือใบที่ 6-14 จากยอด และเมื่อลดปริมาณใบหม่อนลงในสูตร พบว่าปริมาณใบหม่อนอบแห้งจะต้องมีอยู่ไม่ต่ำกว่า 28.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ และอัตราส่วนของใบหม่อน : ถั่วเขียว ที่ให้ผลดีที่สุด คือ 1 : 1 แต่สำหรับสูตรอาหารเทียมที่ไม่มีใบหม่อนป่นผสมอยู่เลยหนอนไหมจะไม่สามารถเจริญเติบโตได้ และจะตายหมดภายใน 7-8 วัน

กรรณิการ์ จ้อยเจริญ (2525) ศึกษาพบว่าปริมาณน้ำที่เหมาะสมในสูตรอาหารเทียมของไหมอีรี่ต้องมีน้ำเป็นส่วนผสมอยู่ 3.393 ลูกบาศก์เซนติเมตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม นอกจากนี้ ฉวีวรรณ จารุกาญจน์ (2524) ยังใช้สาร β- sitosterol ซึ่งใช้เป็นตัวกระตุ้นให้หนอนไหมอยากกินอาหารมากขึ้น ซึ่งพบว่าควรผสมในสูตรอาหารเทียมคือ 0.70 เปอร์เซ็นต์ และยังพบอีกว่าการใช้ cellulose powder ที่ 5.63 เปอร์เซ็นต์ ควรนำมาพิจารณาใช้ในสูตรปรับปรุงต่อไป และยังได้ศึกษาว่าการเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียมตั้งแต่แรกฟักจากไข่ทำให้ผลของน้ำหนักดักแด้ต่ำกว่าการใช้อาหารเทียมเริ่มเลี้ยงตอนวัย 2, 3, 4 และ 5

วันทนีย์ เจริญกาญจน์ (2539) พบว่าหนอนไหมสายพันธุ์ไทยโดยเฉลี่ย มีการตอบสนองต่ออาหารเทียมได้สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับไหมสายพันธุ์ญี่ปุ่น และจีน ส่วนการใช้อาหารกุ้งกับอาหารไก่ ทดแทนแป้งถั่วเหลืองนั้น อาหารกุ้งให้ผลการตอบสนองของหนอนไหมสูงกว่าอาหารไก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 สัตว์ทดลอง

ไหมพันธุ์นางลาย *Bombyx mori* L. ได้รับการอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร. อมรรัตน์ พรหมบุญ ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บางเขน)

3.2 อุปกรณ์

3.2.1 อาหารเทียมที่ผลิตเป็นการค้าจากประเทศญี่ปุ่น (ยาคูลท์)®

3.2.2 อาหารเทียมสูตรพัฒนาเพื่อการทดลอง

3.2.3 ชั้นวางกล่องสำหรับเลี้ยงไหม

3.2.4 เครื่องวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์

3.2.5 ตู้เย็น

3.2.6 กล่องพลาสติกสำหรับเลี้ยงหนอนขนาด 15 x 20 x 4 เซนติเมตร

3.2.7 ถ้วยกระเบื้องเคลือบสำหรับใส่อาหารเทียม ขนาด 7 x 7 x 2.5 เซนติเมตร

3.2.8 วัตถุดิบ และสารเคมี ที่ใช้ทำอาหารเทียม (ตารางที่ 3.1, 3.2, 3.3 และ 3.4)

3.2.9 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath)

3.2.10 เครื่องชั่ง อิเล็กโทรนิค

3.2.11 เครื่องปั่น และครกหิน สำหรับบดอาหาร

3.2.12 อุปกรณ์เบ็ดเตล็ดสำหรับเตรียมอาหาร

3.2.13 ไม้พายสำหรับคนอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 วิธีการเตรียมอาหารและการเลี้ยง

3.3.1 การเตรียมอาหารเทียมที่ผลิตเป็นการค้า

ชั่งอาหารผสมสำเร็จรูปชนิดผง 100 กรัม ผสมกับน้ำร้อน 300 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ ขนาด 1,000 มิลลิลิตร คนให้เข้ากัน แล้วเทใส่ถ้วยกระเบื้องเคลือบสำหรับใส่อาหารเทียม ขนาด 7 x 7 x 2.5 เซนติเมตร อัดอาหารให้แน่นแล้วจึงใช้ไม้พายเกลี่ยให้หน้าอาหารเรียบ ปิดด้วย อลูมิเนียมฟลอยด์ นำไปนึ่งในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ประมาณ 98 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น และนำไปเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส อาหารที่เตรียมเสร็จใหม่ๆ นี้ ต้องทิ้งไว้อย่างน้อย 1 วัน จึงจะนำออกมาเลี้ยงไหมได้ (ภาพที่ 3.1)

3.3.2 การเตรียมอาหารเทียมสูตรทดลอง

ชั่งส่วนผสมของอาหารให้ได้ตามสัดส่วนของแต่ละสูตร จากนั้นนำส่วนผสมทุกชนิด (ยกเว้นวุ้นผง วิตามิน และน้ำ) ใส่ครกหิน โดยใส่ใบหม่อนแห้งบด (พันธุ์บุรีรัมย์ 60) และถั่วเหลืองลงไปก่อน คนให้เข้ากันอย่างสม่ำเสมอ และทยอยใส่สารอื่นๆ จนครบ จึงคลุกเคล้าส่วนผสมทุกอย่างให้เข้ากัน

ละลายวุ้นในน้ำกลั่น 2/3 ในบีกเกอร์ ตั้งไฟให้เดือด เมื่อวุ้นละลายดีแล้วจึงเติมน้ำอีก 1/3 ทิ้งไว้สักครู่ ใส่วิตามินลงไป คนให้เข้ากัน (ก่อนใส่ควรผสมน้ำเล็กน้อยเพื่อไม่ให้ติดภาชนะ) นำส่วนผสมทั้งหมดเทลงในบีกเกอร์ คนให้เข้ากัน จากนั้นเทอาหารใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบสำหรับใส่อาหารเทียม อัดอาหารให้แน่น ใช้ไม้พายเกลี่ยให้หน้าอาหารเรียบแล้วปิดด้วยอลูมิเนียมฟลอยด์ นำไปนึ่งในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ประมาณ 98 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น นำไปเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส อาหารที่เตรียมเสร็จใหม่ๆ นี้ ต้องทิ้งไว้อย่างน้อย 1 วัน จึงจะนำออกมาเลี้ยงไหมได้

3.3.3 วิธีการเลี้ยงไหมด้วยใบหม่อนสด

นำหนอนวัยแรกฟักมาเลี้ยงในกล่องเลี้ยงแมลง ภายในห้องควบคุมอุณหภูมิ ประมาณ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60±2 เปอร์เซ็นต์RH ให้ใบหม่อนเป็นอาหารโดยตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด 1 x 3 เซนติเมตร ให้ในวันแรกๆ เมื่อหนอนโตขึ้น ก็ตัดให้ชิ้นใบหม่อนมีขนาดใหญ่ขึ้นจนกระทั่งให้ได้ทั้งใบ (ภาพที่ 3.2) โดยการให้อาหารหนอนไหมให้ 3 ครั้ง/วัน คือให้ในเวลา 8.00, 12.00 และ 17.00 นาฬิกา (แต่ในมื้อที่ให้ตอน 17.00 นาฬิกา ต้องให้อาหารมากเป็นพิเศษเพื่อป้องกันหนอนขาดอาหาร เนื่องจากตอนกลางคืนไม่ได้ให้อาหารแก่หนอนจนถึงเช้า) ให้หนอนไหมกินอาหารอย่างนี้จนกระทั่งไหมเข้าจ่อ และเมื่อตัวเต็มวัยไหมออกจากดักแด้ นำตัวเต็มวัยเพศผู้ และเพศเมียให้ผสมพันธุ์เป็นคู่ๆ ภายในท่อพีวีซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว โดยตัดเป็นท่อน ยาวท่อนละ 2 นิ้ว วางท่อที่ตัดลงบนกระดาษ 10 ท่อน โดยแต่ละท่อนมีตัวเต็มวัยเพศผู้ และเพศเมียของไหมพันธุ์นางลายท่อนละ 1 คู่ ทิ้งให้ผสมพันธุ์กัน 8 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำตัวผู้ออกไป ทิ้งให้ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่บนแผ่นกระดาษที่มีท่อพีวีซีครอบอยู่ 1 วัน ผีเสื้อจะวางไข่บนแผ่นกระดาษ โดยตลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ช่วงเวลาตั้งแต่ผีเสื้อเริ่มผสมพันธุ์จนถึงวางไข่เรียบร้อยนั้นจะต้องทำในกล่องเลี้ยงแมลงซึ่งมีฝาปิดกล่องเพื่อป้องกันสัตว์กินแมลงทำลายผีเสื้อ

ภาพที่ 3.1 แสดงการเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมที่ผลิตเป็นการค้า

3.3.4 วิธีการเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียม

นำหนอนแรกฟักมาเลี้ยงในกล่องเลี้ยงแมลง ภายในห้องควบคุมอุณหภูมิ ประมาณ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 60±2 เปอร์เซ็นต์RH ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง โดยตัดอาหารเป็นชิ้นเล็กๆ ประมาณ 1 X 3 เซนติเมตร ในวัยแรกๆ ให้ครั้งละ 1 ชิ้นต่อหนอน 100 ตัว แต่เมื่อหนอนโตขึ้นเป็นวัยที่ 2 และ 3 ต้องให้อาหารแก่หนอนเพิ่มเป็นครั้งละ 2 ชิ้น เพื่อป้องกันหนอนขาดแคลนอาหาร โดยในทุกการทดลองจะให้อาหารเทียมจนสิ้นสุดวัย 3 (ขณะที่ในวัยที่ 4 จนถึงวัยที่ 5 เลี้ยงด้วยใบหม่อนสด)

ภาพที่ 3.2 แสดงการเลี้ยงไหมด้วยใบหม่อนสด

74535
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การพัฒนาสูตรอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงไหมวัยอ่อน

3.4.1 สูตรอาหารเทียมเบื้องต้นสำหรับเริ่มทำการพัฒนา

สูตรอาหารเทียมเบื้องต้นได้มาจาก พรทิพย์ เพชรมนต์ และ เกษร สุขเจริญ (2542) ศูนย์วิจัยหม่อนไหมนครราชสีมา ได้ทำการทดลองขั้นพื้นฐาน คิดหาสูตรอาหารเทียมต่างๆ (ตารางที่ 3.1) สูตรนี้จะใช้เป็นสูตรอาหารเทียมเบื้องต้นสำหรับเปรียบเทียบกับสูตรอื่นๆ ที่จะทำการทดลองต่อไป

ตารางที่ 3.1 ส่วนประกอบของสารต่างๆในสูตรอาหารเทียมเบื้องต้นสำหรับเริ่มทำการพัฒนา มีดังนี้

ส่วนประกอบของอาหารเทียม	ส่วนผสม (กรัม)	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ใบหม่อนแห้งบด	50	44.68
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน	17	15.19
น้ำมันถั่วเหลือง	1.5	1.34
citric acid	2	1.79
ascorbic acid	2	1.79
วุ้นผง	10	8.94
น้ำตาล	5	4.47
แป้งมันฝรั่ง	5	4.47
sorbic acid	0.2	0.18
β-sitosterol	0.2	0.18
salt - mixture	4	3.57
cellulose powder	15	13.40
วิตามินบีรวม	11.19 มล.	0.1 มล./นน.อาหารแห้ง 1 กรัม
antiseptic (ยาปฏิชีวนะ)	11.19 มล.	0.1 มล./นน.อาหารแห้ง 1 กรัม
น้ำกลั่น	335.7 มล.	3.0 มล./นน.อาหารแห้ง 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของ salt-mixture ซึ่งประกอบขึ้นใช้เองประกอบด้วย

K_4HPO_4	41.5	กรัม
KCl	15.0	กรัม
$MgHPO_4$	15.0	กรัม
$Ca_3(PO_4)_2$	5.0	กรัม
$FePO_42H_2O$	2.0	กรัม
$CaCO_3$	20.0	กรัม
$MgSO_4$	0.5	กรัม
NaCl	1.0	กรัม
รวม	100.0	กรัม

ส่วนประกอบของวิตามินบีรวม ซึ่งประกอบขึ้นใช้เองประกอบด้วย

biotin	0.02	กรัม
pantothenate	1.50	กรัม
choline chloride	15.0	กรัม
inositol	20.0	กรัม
nicotinic acid	1.0	กรัม
foric acid	0.02	กรัม
riboflavin	0.20	กรัม
thiamine	0.20	กรัม
pyridoxine-HCl	0.30	กรัม
รวม	38.24	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การหาความเข้มข้นของสารไรแฟมปิน (antiseptic)

โดยใช้สูตรพื้นฐานจาก พรทิพย์ เพชรมนต์ และ เกษร สุขเจริญ (2542) แสดงไว้ใน ตารางที่ 3.2 เนื่องจากในสูตรพื้นฐานมีส่วนประกอบของ antiseptic ดังนี้

chloramphenical	1.5 กรัม
propionic acid	70 มิลลิลิตร

แต่เนื่องจาก สาร chloramphenical เป็นสารอันตราย และได้ถูกห้ามจำหน่าย ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้สาร antiseptic ชนิดใหม่ คือ ไรแฟมปิน ซึ่งก่อนจะนำมาใช้จำเป็นต้องนำมาหาเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นที่เหมาะสมในระดับ 0.5, 1, 2 และ 3 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นที่ได้นี้ ได้จากการนำ antiseptic มาทำการ dilute ให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการเสียก่อน จากนั้นนำสารแต่ละความเข้มข้นใส่ในอาหารเทียม ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร/ อาหารแห้ง 1 กรัม โดยใช้ แผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ใช้ไหมพันธุ์นางลาย เป็นทรีตเมนต์แบ่งเป็น 3 ซ้ำๆ ละ 100 ตัว รวมใช้หนอนทดลอง 300 ตัว ทำการเลี้ยงหนอนวัยแรก โดยบันทึกข้อมูล ดังนี้

- การยอมรับอาหารหลังจากให้อาหาร 12 และ 24 ชั่วโมง
- หนอนรอดชีวิตในแต่ละวัย $= \frac{\text{จำนวนหนอนรอดชีวิต}}{\text{จำนวนหนอนที่เริ่มต้นเลี้ยง}} \times 100$
- การเพิ่มน้ำหนักของหนอนในแต่ละวัย (สุ่มชั่งครั้งละ10 ตัว) = น้ำหนักหนอนโตเต็มที่ในแต่ละวัยโดยชั่งน้ำหนักก่อนให้อาหารมื้อแรกในแต่ละวัย
- อายุหนอน คือสังเกตตั้งแต่หนอนเริ่มกินอาหารวันแรกจนถึงหนอนลอกคราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 การหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของ antiseptic ที่เป็นส่วนประกอบของอาหารเทียม

ส่วนประกอบของอาหารเทียมที่ใช้		ความเข้มข้นของ antiseptic (เปอร์เซ็นต์)			
		0.5	1	2	3
ใบหม่อนแห้งบด	(กรัม)	50	50	50	50
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน	(กรัม)	17	17	17	17
น้ำมันถั่วเหลือง	(กรัม)	1.5	1.5	1.5	1.5
citric acid	(กรัม)	2	2	2	2
ascorbic acid	(กรัม)	2	2	2	2
วุ้นผง	(กรัม)	10	10	10	10
น้ำตาล	(กรัม)	5	5	5	5
แป้งมันฝรั่ง	(กรัม)	5	5	5	5
sorbic acid	(กรัม)	0.2	0.2	0.2	0.2
β-sitosterol	(กรัม)	0.2	0.2	0.2	0.2
salt–mixture	(กรัม)	4	4	4	4
cellulose powder	(กรัม)	15	15	15	15
วิตามินบีรวม	(มล./นน.อาหารแห้ง1กรัม)	0.1	0.1	0.1	0.1
antiseptic	(มล./นน.อาหารแห้ง1กรัม)	0.1	0.1	0.1	0.1
น้ำกลั่น	(มล./นน.อาหารแห้ง1กรัม)	3	3	3	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การหาเปอร์เซ็นต์ของกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน ที่เหมาะสมในสูตรอาหารเทียม ที่พัฒนาจากสูตรพื้นฐาน ดังแสดงในตารางที่ 3.3

การทดลองนี้ได้เลือกสูตรที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 3.4.2 ซึ่งเป็นการหาสูตรเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของ antiseptic ที่ให้ผลดีที่สุด ซึ่งจากผลการทดลองนี้ คือ 1 เปอร์เซ็นต์ และสูตรอาหารเทียมเบื้องต้นสำหรับเริ่มทำการพัฒนาจากตารางที่ 3.1 ซึ่งใช้กากถั่วเหลืองสกัดไขมันค่อนข้างน้อย คือ 15.19 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรของ Ito (1969) และ Anonymous (1981) ซึ่งใช้กากถั่วเหลืองสกัดไขมันถึง 24.79, 28.46 และ 32.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เพื่อหาระดับเปอร์เซ็นต์ของกากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่เหมาะสมที่สุด จึงวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) โดยใช้ไหมพันธุ์นางลาย เป็นทรีตเมนต์แบ่งเป็น 3 ซ้ำๆ ละ 100 ตัว รวมใช้หนอน 300 ตัว เลี้ยงหนอนวัยแรก โดยบันทึกข้อมูล ดังนี้

- การยอมรับอาหาร หลังจากให้อาหาร 12 และ 24 ชั่วโมง
- หนอนรอดชีวิตในแต่ละวัย $= \frac{\text{จำนวนหนอนรอดชีวิต}}{\text{จำนวนหนอนที่เริ่มต้นเลี้ยง}} \times 100$
- การเพิ่มน้ำหนักของหนอนในแต่ละวัย (สุ่มชั่งครั้งละ10 ตัว) = น้ำหนักหนอนโตเต็มที่ในแต่ละวัยโดยชั่งน้ำหนักก่อนให้อาหารมื้อแรกในแต่ละวัย
- อายุหนอน คือสังเกตตั้งแต่หนอนเริ่มกินอาหารวันแรกจนกระทั่งหนอนลอกคราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 การปรับระดับเปอร์เซ็นต์ของกากถั่วเหลืองสกัดไขมันเพื่อให้ได้ปริมาณที่เหมาะสม

ส่วนประกอบของอาหารเทียม		ปริมาณกากถั่วเหลืองกัดไขมัน (เปอร์เซ็นต์)				
		9.53	15.19	17.40	24.02	29.65
ใบหม่อนแห้งบด	(กรัม)	50	50	50	50	50
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน	(กรัม)	10	17	20	30	40
น้ำมันถั่วเหลือง	(กรัม)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
citric acid	(กรัม)	2	2	2	2	2
ascorbic acid	(กรัม)	2	2	2	2	2
วุ้นผง	(กรัม)	10	10	10	10	10
น้ำตาล	(กรัม)	5	5	5	5	5
แป้งมันฝรั่ง	(กรัม)	5	5	5	5	5
sorbic acid	(กรัม)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
β-sitosterol	(กรัม)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
salt–mixture	(กรัม)	4	4	4	4	4
cellulose powder	(กรัม)	15	15	15	15	15
วิตามินบีรวม	(มล./นน.อาหารแห้ง1 กรัม)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
antiseptic*	(มล./นน.อาหารแห้ง1 กรัม)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
น้ำกลั่น	(มล./นน.อาหารแห้ง1 กรัม)	3	3	3	3	3
น้ำหนักแห้งรวม	(กรัม)	104.9	111.9	114.9	124.9	134.9

* เป็นผลที่ได้จากการทดลอง ในการหาเปอร์เซ็นต์ antiseptic ในขั้นแรก (โดยใช้ antiseptic 1 เปอร์เซ็นต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 การศึกษาหาแหล่งโปรตีนจากพืชชนิดอื่นมาทดแทนกากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่ใช้ในสูตรอาหารเทียม ดังตาราง 3.4

การทดลองนี้จะเลือกสูตรที่มีเปอร์เซ็นต์กากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่ให้ผลที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 3.4.3 (ซึ่งปรากฏว่า สูตรที่ใช้กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 24.02 เปอร์เซ็นต์ (30 กรัม)ให้ผลดีที่สุด) ในการทดลองนี้จึงเลือกใช้ปริมาณดังกล่าวมาทำการทดลอง โดยใช้วัตถุดิบที่ศึกษาปริมาณโปรตีนโดย ดวงสมร สินเจิมสิริ และ อังคณา หาญบรรจง (2527) ซึ่งศึกษาพบว่า พืชเหล่านี้มีปริมาณโปรตีนสูง โดยใช้กากมะพร้าว ใบหม่อนแห้งบด ใบและยอดกระถิน ใบมันสำปะหลัง เมล็ดถั่วแดงหลวงหลวง เมล็ดถั่วเขียว(พันธุ์กำแพงแสน 2) และ เมล็ดถั่วดำ ในปริมาณที่เท่ากันกับกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน คือใช้ 24.02 เปอร์เซ็นต์ มาใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน เปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้กากถั่วเหลืองสกัดไขมันโดยใช้ แผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ใช้ไหมพันธุ์นางลาย เป็นทรีตเมนต์แบ่งเป็น 3 ซ้ำๆ ละ 100 ตัว รวมใช้หนอน 300 ตัว เลี้ยงหนอนวัยแรก โดยบันทึกข้อมูล ดังนี้

- การยอมรับอาหาร หลังจากให้อาหาร 12 และ 24 ชั่วโมง
- หนอนรอดชีวิตในแต่ละวัย $\frac{\text{จำนวนหนอนรอดชีวิต}}{\text{จำนวนหนอนที่เริ่มต้นเลี้ยง}} \times 100$
- การเพิ่มน้ำหนักของหนอนในแต่ละวัย (สุ่มชั่งครั้งละ10 ตัว) = น้ำหนักหนอนโตเต็มที่ในแต่ละวัยโดยชั่งน้ำหนักก่อนให้อาหารมื้อแรกในแต่ละวัย
- อายุหนอน คือดูตั้งแต่หนอนเริ่มกินอาหารวันแรกจนกระทั่งหนอนลอกคราบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 การนำโปรตีนจากแหล่งต่างๆ มาใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน

ส่วนประกอบของอาหารเทียม (น้ำหนัก)		กรรมวิธีที่							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ใบหม่อนแห้งบด	(กรัม)	50	80	50	50	50	50	50	50
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน	(กรัม)	-	-	-	-	-	-	-	30
กากมะพร้าว	(กรัม)	30	-	-	-	-	-	-	-
เมล็ดถั่วเขียว	(กรัม)	-	-	-	-	-	30	-	-
ใบและยอดกระถิน	(กรัม)	-	-	30	-	-	-	-	-
ใบมันสำปะหลัง	(กรัม)	-	-	-	30	-	-	-	-
เมล็ดถั่วแดงหลวง	(กรัม)	-	-	-	-	30	-	-	-
เมล็ดถั่วดำ	(กรัม)	-	-	-	-	-	-	30	-
น้ำมันถั่วเหลือง	(กรัม)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
citric acid	(กรัม)	2	2	2	2	2	2	2	2
ascorbic acid	(กรัม)	2	2	2	2	2	2	2	2
วุ้นผง	(กรัม)	10	10	10	10	10	10	10	10
น้ำตาล	(กรัม)	5	5	5	5	5	5	5	5
แป้งมันฝรั่ง	(กรัม)	5	5	5	5	5	5	5	5
sorbic acid	(กรัม)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
β–sitosterol	(กรัม)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
salt–mixture	(กรัม)	4	4	4	4	4	4	4	4
cellulose powder	(กรัม)	15	15	15	15	15	15	15	15
วิตามินบีรวม (มล./นน.อาหารแห้ง1กรัม)		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
antiseptic (มล./นน.อาหารแห้ง1กรัม)		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
น้ำกลั่น (มล./นน.อาหารแห้ง1กรัม)		3	3	3	3	3	3	3	3
น้ำหนักแห้งรวม	(กรัม)	124.9	124.9	124.9	124.9	124.9	124.9	124.9	124.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 การปรับปริมาณส่วนประกอบอื่นๆ ในสูตรอาหารเทียม ที่ได้แหล่งโปรตีนที่เหมาะสม (กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน ในกรรมวิธีที่ 8 ในการทดลองที่ 3.4.4) ดังแสดงในตารางที่ 3.5

นำผลจากการทดลองที่ 3.4.4 ที่ให้ผลดี (ซึ่งจากการทดลอง คือการใช้กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน) นำมาพัฒนาต่อ โดยการปรับปริมาณ β-sitosterol ปริมาณต่างๆ กัน คือ 0.1, 0.2 และ 0.3 กรัม ปรับปริมาณ citric acid ปริมาณต่างๆ กัน คือ 1, 2, 3 และ 4 กรัม ปรับปริมาณ วุ้นผง ปริมาณต่างๆ กัน คือ 5, 10 และ 15 กรัม และปรับปริมาณ salt-mixture ปริมาณต่างๆ กัน คือ 2, 4, 6 และ 8 กรัม (ตารางที่ 3.5) โดยใช้แผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ใช้ไหมพันธุ์นางลาย เป็นทรีตเมนต์ แบ่งเป็น 3 ซ้ำๆ ละ 100 ตัว รวมใช้หนอน 300 ตัว โดยเลี้ยงตั้งแต่ วัย 1 จนถึงสิ้นสุดวัยที่ 3

การบันทึกข้อมูล

- หนอนรอดชีวิตในแต่ละวัย = $\frac{\text{จำนวนหนอนรอดชีวิต}}{\text{จำนวนหนอนที่เริ่มต้นเลี้ยง}} \times 100$
- การเพิ่มน้ำหนักของหนอนในแต่ละวัย (สุ่มชั่งครั้งละ10 ตัว) = น้ำหนักหนอนโตเต็มที่ในแต่ละวัยโดยชั่งน้ำหนักก่อนให้อาหารมื้อแรกในแต่ละวัย
- การยอมรับอาหาร หลังจากให้อาหาร 12 และ 24 ชั่วโมง
- อายุหนอน คือดูตั้งแต่หนอนเริ่มกินอาหารวันแรกจนกระทั่งหนอนลอกคราบในแต่ละวัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 การปรับระดับส่วนประกอบอาหารให้เหมาะสม

ส่วนประกอบอาหารเทียม(กรัม)	กรรมวิธี										
	สูตรที่เหมาะสม*	salt-mixture			citric acid			β-sitosterol		วุ้นผง	
		1	2	3	1	2	3	1	2	1	2
ใบหม่อนแห้งบด	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
น้ำมันถั่วเหลือง	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
citric acid	2	2	2	2	1	3	4	2	2	2	2
ascorbic acid	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
วุ้นผง	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	15
น้ำตาล	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
แป้งมันฝรั่ง	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
sorbic acid	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
β-sitosterol	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2
salt-mixture	4	2	6	8	4	4	4	4	4	4	4
cellulose power	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
วิตามินบีรวม (มคน.อาหารแห้ง1กรัม)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
antiseptic (มคน.อาหารแห้ง1กรัม)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
น้ำกลั่น (มคน.อาหารแห้ง1กรัม)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

* เป็นผลจากการทดลองที่ 3.4.4 ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ 8 ที่ใช้กากถั่วเหลืองสกัดไขมันเป็นแหล่งโปรตีน และมี ปริมาณของ β-sitosterol, citric acid, วุ้นผง และ salt-mixture เท่ากับ 0.2, 2, 10 และ 4 กรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 การพัฒนาอาหารเทียมโดยใช้ใบหม่อนแห้งบดมาปรับระดับส่วนประกอบของอาหารให้เหมาะสม

เป็นการนำผลการทดลองที่ 3.4.4 (ซึ่งการใช้ใบหม่อนแห้งบดให้ผลดี) จึงได้นำมาพัฒนาต่อ โดยการปรับปริมาณ β-sitosterol ปริมาณต่างๆ กัน คือ 0.1, 0.2 และ 0.3 กรัม ปรับปริมาณ citric acid ปริมาณต่างๆ กัน คือ 1, 2, 3 และ 4 กรัม ปรับปริมาณ วุ้นผง ปริมาณต่างๆ กัน คือ 5, 10 และ 15 กรัม และปรับปริมาณ salt-mixture ปริมาณต่างๆ กัน คือ 2, 4, 6 และ 8 กรัม (ตารางที่ 3.6) โดยใช้แผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ใช้ไหมพันธุ์นางลาย เป็นทรีตเมนต์แบ่งเป็น 3 ซ้ำๆ ละ 100 ตัว รวมใช้หนอน 300 ตัว โดยเลี้ยงตั้งแต่ วัย 1 จนถึงสิ้นสุดวัยที่ 3

การบันทึกข้อมูล

- หนอนรอดชีวิตในแต่ละวัย $= \frac{\text{จำนวนหนอนรอดชีวิต}}{\text{จำนวนหนอนที่เริ่มต้นเลี้ยง}} \times 100$
- การเพิ่มน้ำหนักของหนอนในแต่ละวัย (สุ่มชั่งครั้งละ10 ตัว) = น้ำหนักหนอนโตเต็มที่ในแต่ละวัยโดยชั่งน้ำหนักก่อนให้อาหารมื้อแรกในแต่ละวัย
- การยอมรับอาหาร หลังจากให้อาหาร 12 และ 24 ชั่วโมง
- อายุหนอน คือดูตั้งแต่หนอนเริ่มกินอาหารวันแรกจนกระทั่งหนอนลอกคราบในแต่ละวัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 การใช้หม่อนล้วน (หม่อนแห้งบด) มาปรับระดับส่วนประกอบของอาหารให้เหมาะสม

ส่วนประกอบอาหารเทียม (กรัม)	กรรมวิธี										
	สูตรหม่อนแห้งบด*	salt - mixture			citric acid			β-sitosterol		วุ้นผง	
		1	2	3	1	2	3	1	2	1	2
ใบหม่อนแห้งบด	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
น้ำมันถั่วเหลือง	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
citric acid	2	2	2	2	1	3	4	2	2	2	2
ascorbic acid	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
วุ้นผง	10	10	10	10	10	10	10	10	10	5	15
น้ำตาล	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
แป้งมันฝรั่ง	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
sorbic acid	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
β-sitosterol	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2
salt-mixture	4	2	6	8	4	4	4	4	4	4	4
cellulose powder	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
วิตามินบีรวม (มล/นน.อาหารแห้ง1กรัม)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
antiseptic (มล/นน.อาหารแห้ง1กรัม)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
น้ำกลั่น (มล/นน.อาหารแห้ง1กรัม)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

* เป็นผลจากการทดลองที่ 3.4.4 ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ 2 ที่ใช้ใบหม่อนแห้งบด และมีปริมาณของ β - sitosterol, citric acid, วุ้นผง และ salt-mixture เท่ากับ 0.2, 2, 10 และ 4 กรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.7 การเปรียบเทียบสูตรอาหารปรับปรุงที่ดีที่สุดกับอาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสด

เปรียบเทียบความแตกต่างกันทางสถิติ ของอาหารเทียมแต่ละชนิดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของไหม และนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ใช้ไหมพันธุ์นางลาย เป็น ทรีตเมนต์แบ่งเป็น 3 ซ้ำๆ ละ 100 ตัว รวมใช้หนอน 300 ตัว โดยเลี้ยงตั้งแต่ วัย 1 จนถึงสิ้นสุดวัยที่ 3

การบันทึกข้อมูล

- หนอนรอดชีวิตในแต่ละวัย = $\frac{\text{จำนวนหนอนรอดชีวิต}}{\text{จำนวนหนอนที่เริ่มต้นเลี้ยง}}$ X 100
- การเพิ่มน้ำหนักของหนอนในแต่ละวัย (สุ่มชั่งครั้งละ10 ตัว) = น้ำหนักหนอนโตเต็มที่ในแต่ละวัยโดยชั่งน้ำหนักก่อนให้อาหารมื้อแรกในแต่ละวัย
- การยอมรับอาหาร หลังจากให้อาหาร 12 และ 24 ชั่วโมง
- อายุหนอน คือ ดูตั้งแต่หนอนเริ่มกินอาหารวันแรกจนกระทั่งหนอนลอกคราบในแต่ละวัย
- น้ำหนักรังสด = น้ำหนักของดักแด้ภายในรัง + น้ำหนักรังนอก (โดยทำการชั่งในวันที่ 6 หลังจากไหมเข้าดักแด้สมบูรณ์)
- เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง = $\frac{\text{น้ำหนักรังนอก}}{\text{น้ำหนักของดักแด้ภายในรัง}}$ X 100

ในการศึกษาตารางชีวิต โดยเริ่มจากไข่ 100 ฟอง สำรวจอัตราการฟักของไข่ และจำนวนการรอดชีวิตของหนอนไหมทุกวัน จนเข้าดักแด้ และเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย นำเพศผู้ และเพศเมีย มาจับคู่ผสมพันธุ์ และนับจำนวนไข่ที่ตัวเมียวางไข่ได้ทุกวัน จนตัวเต็มวัยตายหมด ทำการศึกษา 3 ซ้ำๆ ละ 100 ฟอง รวมใช้ไข่ 300 ฟอง

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลทั้งหมดไปหาค่าคุณลักษณะทางชีววิทยา (biological attributes) คือ อัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_o) ซึ่งหมายถึง จำนวนเท่าของประชากรที่เพิ่มขึ้นในรุ่นหนึ่งๆ (generation) อายุขัยของกลุ่ม (T_c) หมายถึง อายุขัยของเพศเมียที่ให้กำเนิดลูกหลาน ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางพันธุกรรม (r_c) หมายถึง เป็นค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มขณะที่กำหนดให้ประชากรขณะนั้นเจริญในสภาพแวดล้อมที่ไม่จำกัด อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) หมายถึง เป็นจำนวนเท่าที่ประชากรสามารถเพิ่มประชากรได้ในช่วงระยะเวลาที่สังเกต และ ระยะเวลาการเพิ่มประชากรเป็นสองเท่า(DT) รวมถึงการศึกษา partial ecological life table ของไหมที่เลี้ยงด้วยสูตรอาหารแต่ละสูตรคำนวณตามวิธีการของ Birch (1948), Laughlin (1965), Harcourt (1969) และ Price (1975) ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มโดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการขยายพันธ์สุทธิ (R_o)

$$R_o = \sum_{x=0}^{\alpha} l_x m_x$$

อายุขัยของกลุ่ม (T_c)

$$T_c = \frac{\sum_{x=0}^{\alpha} l_x m_x x}{\sum_{x=0}^{\alpha} l_x m_x}$$

ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางพันธุกรรม (r_c)

$$r_c = \frac{\log_e R_o}{T_c}$$

อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ)

$$\lambda = anti \log_e r_c$$

ระยะเวลาการเพิ่มประชากรเป็นสองเท่า (DT)

$$DT = \frac{\log_e 2}{r_c}$$

เมื่อ l_x = อัตราการอยู่รอดของเพศเมีย

e = ฐานของค่าลอกกาลิทึม

x = อายุของเพศเมียแต่ละตัว

m_x = จำนวนลูกเพศเมียที่ยังมีชีวิตโดยคิดเฉลี่ยต่อแม่ 1 ตัว ที่อายุ x (วัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การหาความเข้มข้นของสาร ไรแฟมปิน (antiseptic)

โดยใช้สูตรพื้นฐานจาก พรทิพย์ เพชรมนต์ และ เกษร สุขเจริญ (2542) ปรากฏผลดังตารางที่ 4.1

การยอมรับอาหาร

การใช้ความเข้มข้นของสารไรแฟมปินซึ่งเป็น antiseptic ปริมาณต่างๆ ในอาหารเทียม หลังจากให้อาหาร 12 และ 24 ชั่วโมง พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรที่มีความเข้มข้นของ antiseptic 1 เปอร์เซ็นต์ มีการยอมรับอาหารหลังจากให้อาหาร 12 และ 24 ชั่วโมงดีที่สุด คือ 65.33 และ 53.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่มีความเข้มข้นของ antiseptic 2, 0.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีการยอมรับอาหาร 12 และ 24 ชั่วโมง ดังนี้ สูตรที่มีความเข้มข้นของ antiseptic 2 เปอร์เซ็นต์ การยอมรับอาหารเท่ากับ 63.67 และ 50.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในสูตรที่มีความเข้มข้นของ antiseptic 0.5 เปอร์เซ็นต์ การยอมรับอาหารเท่ากับ 58.67 และ 42.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และในสูตรที่มีความเข้มข้นของ antiseptic 3 เปอร์เซ็นต์ การยอมรับอาหารเท่ากับ 47.67 และ 39.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การอยู่รอด

หนอนไหมวัยที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรที่มีความเข้มข้นของ antiseptic ปริมาณต่างๆ ในอาหารเทียม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่มีความเข้มข้นของ antiseptic 1 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอดในวัยที่ 1 สูงที่สุด คือ 51.67 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่มีความเข้มข้นของ antiseptic 2, 0.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด คือ 49.33, 46.67 และ 32.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

น้ำหนัก

หนอนไหมวัยที่ 1 ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรที่มีความเข้มข้นของ antiseptic 1 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักในวัยที่ 1 สูงที่สุด เท่ากับ 0.0033 กรัม/ตัว โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารสูตรที่มีความเข้มข้นของ antiseptic 2, 0.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักที่เพิ่มของหนอนไหม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0031, 0.0026 และ 0.0022 กรัม/ตัว ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อายุหนอน

พบว่า หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่มีความเข้มข้นของ antiseptic 1 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่ 1 สั้นที่สุด เพียง 6.13 วัน ส่วนความเข้มข้นของ antiseptic ที่ 2, 0.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์ หนอนไหมวัยที่ 1 ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตยาวขึ้น คือ 6.34, 6.84 และ 7.26 วัน ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาค่าต่างๆ ที่ได้ สูตรอาหารเทียมที่ใช้ความเข้มข้นของ antiseptic 1 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลดีที่สุด

ตารางที่ 4.1 การตอบสนองของหนอนไหมต่อ antiseptic ปริมาณต่างๆ ในอาหารเทียมสูตรที่ได้รับการพัฒนาจากสูตรที่ดีของพรทิพย์ เพชรมนต์ และเกษร สุขเจริญ (2542)

ลักษณะ	ความเข้มข้น antiseptic (เปอร์เซ็นต์)				CV
	0.5	1	2	3	(เปอร์เซ็นต์)
การยอมรับอาหาร (เปอร์เซ็นต์)					
12 ชั่วโมง	58.67a[1]	65.33a	63.67a	47.67a	21.71
24 ชั่วโมง	42.00a	53.33a	50.67a	39.33a	27.43
การอยู่รอด (เปอร์เซ็นต์)					
วัยที่ 1	46.67a	51.67a	49.33a	32.67a	24.51
น้ำหนักของหนอน (กรัม/ตัว)					
วัยที่ 1	0.0026c	0.0033a	0.0031b	0.0022d	10.51
อายุหนอน (วัน)					
วัยที่1	6.84ab	6. 13b	6.34ab	7.26a	7.28

1/ อักษรเหมือนกันตามแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (non-significant) ตรวจสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.2 การหาเปอร์เซ็นต์ของกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน ที่เหมาะสมในสูตรอาหารเทียม

ซึ่งเป็นการพัฒนาจากสูตรพื้นฐาน ปรากฏผลดังตาราง 4.2

การยอมรับอาหาร

หลังให้อาหาร 12 ชั่วโมง การใช้กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 24.02 และ 29.65 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารเทียม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีการยอมรับอาหารดีกว่าปริมาณอื่นๆ เท่ากับ 93.33 และ 88.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรที่มีกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 17.40, 15.19 และ 9.53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 78.67, 68.67 และ 50.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังจากให้อาหารที่ 24 ชั่วโมง การใช้กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 24.02, 29.65 และ 17.40 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารเทียม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ โดยมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 91.33, 84.66 และ 74.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรที่มีปริมาณของกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 15.19 และ 9.53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 66.33 และ 42.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การอยู่รอด

หนอนไหมวัยที่ 1 ที่ได้รับอาหารเทียมสูตรที่มีกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 29.65, 24.02 และ 17.40 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอดในวัยที่ 1 คือ 92.00, 91.33 และ 86.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิตที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารเทียมในสูตรที่มีปริมาณกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 15.19 และ 9.53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอดในวัยที่ 1 คือ 80.33 และ 72.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

น้ำหนัก

หนอนไหมวัยที่ 1 ที่ได้รับอาหารที่มีปริมาณของกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 24.02 และ29.65 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักในวัยที่ 1 เท่ากับ 0.0035 และ 0.0035 กรัม/ตัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรที่มีปริมาณของกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 17.40, 15.19 และ 9.53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีน้ำหนักเพิ่ม เท่ากับ 0.0032, 0.0031 และ 0.0029 กรัม/ตัว ตามลำดับ

อายุหนอน

พบว่า หนอนที่ได้รับอาหารที่มีปริมาณของกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 29.65, 24.02, 17.40, 15.19 และ 9.53 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยหนอนที่ได้รับอาหารที่มีปริมาณของกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 29.65 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่ 1 สั้นที่สุด เพียง 6.34 วัน ส่วนหนอนที่ได้รับอาหารเทียมที่มีปริมาณของกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 24.02, 17.40, 15.19 และ 7.13 เปอร์เซ็นต์ ใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่ 1 เท่ากับ 6.35, 6.54, 6.87 และ 7.13 วัน ตามลำดับ

ดังนั้นเมื่อพิจารณาผลที่ได้ กล่าวได้ว่าสูตรที่ใช้ กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 30 กรัม หรือ 24.02 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การตอบสนองของหนอนไหมต่อกากถั่วเหลืองสกัดไขมันปริมาณต่างๆ

ลักษณะ	กากถั่วเหลืองสกัดไขมันปริมาณต่างๆ (เปอร์เซ็นต์)					CV
	9.53	15.19	17.40	24.02	29.65	(เปอร์เซ็นต์)
การยอมรับอาหาร (เปอร์เซ็นต์)						
12 ชั่วโมง	50.33d[1/]	68.67c	78.67b	93.33a	88.67a	5.82
24 ชั่วโมง	42.33c	66.33b	74.67ab	91.33a	84.67ab	14.51
การอยู่รอด (เปอร์เซ็นต์)						
วัยที่ 1	72.00c	80.33bc	86.67ab	91.33a	92.00a	5.63
น้ำหนักของหนอน (กรัม/ตัว)						
วัยที่ 1	0.0029c	0.0031b	0.0032b	0.0035a	0.0035a	6.65
อายุหนอน (วัน)						
วัยที่1	7.13a	6. 87a	6.54a	6.35a	6.34a	6.86

1/ อักษรเหมือนกันตามแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (non-significant) ตรวจสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.3 การศึกษาหาแหล่งโปรตีนจากพืชชนิดอื่นมาทดแทนกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน

การตอบสนองของหนอนไหมต่ออาหารเทียมที่มีการหาวัตถุดิบอื่นๆ มาใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองสกัดไขมันโดยใส่วัตถุดิบที่สนใจลงไปทดแทนกากถั่วเหลืองสกัดไขมันในปริมาณที่เท่ากันกับการใส่กากถั่วเหลืองสกัดไขมันเปรียบเทียบกับการใช้กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน ปรากฏผลดังตาราง 4.3

การยอมรับอาหาร

หลังจากให้อาหาร 12 ชั่วโมง พบว่า สูตรอาหารเทียมที่ใช้ ใบหม่อนแห้งบด กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน และ เมล็ดถั่วเขียว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 97.67, 96.67 และ 90.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรเมล็ดถั่วดำ เมล็ดถั่วแดง กากมะพร้าว ใบและยอดกระถิน และใบมันสำปะหลัง ซึ่งมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 87.00, 84.00, 30.33, 25.67 และ 13.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังจากให้อาหาร 24 ชั่วโมง พบว่า สูตรอาหารเทียมที่ใช้ ใบหม่อนแห้งบด กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน เมล็ดถั่วเขียว และ เมล็ดถั่วดำ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 95.67, 94.33, 85.00 และ 84.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรเมล็ดถั่วดำ กากมะพร้าว ใบมันสำปะหลัง และใบและยอดกระถิน ซึ่งมีการยอมรับอาหารเท่ากับ 80.00, 24.67, 16.33, 25.67 และ 15.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การอยู่รอด

หนอนไหมวัยที่ 1 ที่ได้รับกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน และใบหม่อนแห้งบดเป็นแหล่งโปรตีน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหนอนไหมมีอัตราการอยู่รอดในวัยที่ 1 เท่ากับ 93.67 และ 90.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรเมล็ดถั่วเขียว เมล็ดถั่วดำ และเมล็ดถั่วแดง ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 78.00, 77.67 และ 64.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในสูตรกากมะพร้าว ใบและยอดกระถิน และใบมันสำปะหลัง ปรากฏว่าหนอนไหมตายหมด

น้ำหนัก

หนอนวัยที่ 1 ที่ได้รับอาหารสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรอื่นๆ โดยมีน้ำหนักในวัยที่ 1 สูงที่สุด เท่ากับ 0.0035 กรัม/ตัว รองลงมาคือ ใบหม่อนแห้งบด เมล็ดถั่วเขียว เมล็ดถั่วแดง และ เมล็ดถั่วดำ เท่ากับ 0.0033, 0.0033, 0.0032 และ 0.0030 กรัม/ตัว ตามลำดับ ส่วนในสูตรกากมะพร้าว ใบและยอดกระถิน และ ใบมันสำปะหลัง ปรากฏว่าหนอนไหมตายหมด

อายุหนอน

พบว่า หนอนไหมที่ได้รับอาหารสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน ใบหม่อนตากแห้งบด และเมล็ดถั่วเขียว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่ 1 เท่ากับ 6.16, 6.55 และ 6.47 วัน ตามลำดับ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรเมล็ดถั่วแดง และ เมล็ดถั่วดำ ซึ่งมีระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่ 1 เท่ากับ 7.23 และ 7.18 วัน ตามลำดับ

ดังนั้นกล่าวได้ว่าสูตรอาหารที่ดีเหมาะสมในการทดลองนี้คือ กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน และใบหม่อนแห้งบด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การตอบสนองของหนอนไหมต่ออาหารเทียมที่มีส่วนผสมของแหล่งโปรตีนจากพืชชนิดต่างๆ

แหล่งโปรตีน	การยอมรับอาหาร (เปอร์เซ็นต์)		การอยู่รอด (เปอร์เซ็นต์)	น้ำหนัก (กรัม/ตัว)	อายุหนอน (วัน)
	12 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	วัยที่ 1	วัยที่ 1	วัยที่ 1
กากมะพร้าว	30.33c[1/]	24.67c	0.00d	-	-
ใบหม่อนแห้งบด	97.67a	95.67a	90.00a	0.0033b	6.55b
ใบและยอดกระถิน	25.67c	15.67c	0.00d	-	-
ใบมันสำปะหลัง	13.67d	16.33c	0.00d	-	-
เมล็ดถั่วแดงหลวง	84.00b	84.00ab	64.67c	0.0032b	7.23a
เมล็ดถั่วเขียว	90.33ab	85.00ab	78.00b	0.0033b	6.47b
เมล็ดถั่วดำ	87.00b	80.00b	77.67b	0.0030c	7.18a
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน	96.67a	94.33a	93.67a	0.0035a	6. 16b
CV (เปอร์เซ็นต์)	7.36	10.35	10.64	6.02	3.86

1/ อักษรเหมือนกันตามแนวตั้ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (non-significant) ตรวจสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Rang Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

- หนอนตายตั้งแต่อยู่ในวัยที่ 1

4.4 การปรับปริมาณส่วนประกอบอื่นๆ ในสูตรอาหารเทียม ที่ได้แหล่งโปรตีนที่เหมาะสม

(กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน ในกรรมวิธีที่ 8 ในการทดลองที่ 3.4.4)

4.4.1 การตอบสนองของหนอนไหมต่อระดับของ β-sitosterol

เป็นการปรับปรุง β-sitosterol จากสูตรที่ใส่กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 24.02 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปรากฏผลดังตาราง 4.4

การยอมรับอาหาร

หลังจากให้อาหาร 12 ชั่วโมง อาหารเทียมที่มีปริมาณของ β-sitosterol 0.1 และ 0.3 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หนอนมีการยอมรับอาหารเท่ากับ 100.00 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารเทียมที่มีปริมาณของ β-sitosterol 0.2 กรัม ซึ่งมีการยอมรับอาหารเท่ากับ 95.00 เปอร์เซ็นต์

หลังจากให้อาหาร 24 ชั่วโมง พบว่า อาหารเทียมที่มีปริมาณของ β-sitosterol 0.1 และ 0.2 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 100.00 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารเทียมที่มีปริมาณของ β-sitosterol 0.3 กรัม ซึ่งมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 98.00 เปอร์เซ็นต์

การอยู่รอด

หนอนไหมวัยที่ 1 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol 0.1 และ 0.2 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 100.00 และ 99.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารเทียมที่มีปริมาณของ β-sitosterol 0.3 กรัม ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 98.00 เปอร์เซ็นต์

หนอนไหมวัยที่ 2 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.2 กรัม มีอัตราการอยู่รอด มากที่สุด 97.33 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.1 และ 0.3 กรัม ในอาหารเทียม มีอัตราการอยู่รอด 96.67 และ 92.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

หนอนไหมวัยที่ 3 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.2 และ 0.1 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอด 95.33 และ 93.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.3 กรัม มีอัตราการอยู่ 85.33 เปอร์เซ็นต์

หนอนไหมวัยที่ 5 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.2 และ 0.3 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอด 71.00 และ 67.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับ หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.1 กรัม มีอัตราการอยู่รอด 66.00 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนัก

หนอนไหมวัยที่ 1 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.2 และ 0.3 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0037 และ 0.0037 กรัม/ตัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.1 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0034 กรัม/ตัว

หนอนไหมวัยที่ 2 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.1 และ 0.3 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0187 และ 0.0186 กรัม/ตัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.2 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0163 กรัม/ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนอนไหมวัยที่ 3 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.1 และ 0.2 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0778 และ 0.0744 กรัม/ตัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.3 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0726 กรัม/ตัว

อายุหนอน

พบว่า หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.3, 0.1 และ 0.2 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่ 1-3 เท่ากับ 16.21, 16.38 และ 16.83 วัน

ดังนั้นกล่าวได้ว่า β-sitosterol ที่มีปริมาณต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่4.4 การตอบสนองของหนอนไหมต่อ β-sitosterol ปริมาณต่างๆ ในอาหารเทียม

ลักษณะที่สังเกต	ปริมาณ β-sitosterol (กรัม)			CV
	0.1 (0.08 %)	0.2 (0.16%)	0.3 (0.24%)	(เปอร์เซ็นต์)
การยอมรับอาหาร (เปอร์เซ็นต์)				
12 ชั่วโมง	100.00a[1/]	95.00b	100.00a	1.55
24 ชั่วโมง	100.00a	100.00a	98.00b	0.58
การอยู่รอด (เปอร์เซ็นต์)				
วัยที่ 1	100.00a	99.33a	98.00b	0.67
วัยที่ 2	96.67a	97.33a	92.00a	3.30
วัยที่ 3	93.33a	95.33a	85.33b	4.05
วัยที่ 5	66.00b	71.00a	67.00ab	3.18
น้ำหนักของหนอน (กรัม/ ตัว)				
วัยที่ 1	0.0034b	0.0037a	0.0037a	10.36
วัยที่ 2	0.0187a	0.0163b	0.0186a	7.18
วัยที่ 3	0.0778a	0.0744ab	0.0726b	11.52
อายุหนอนวัย 1–3 (วัน)	16.38a	16.83a	16.21a	4.18

1/ อักษรเหมือนกันตามแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (non-significant) ตรวจสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การตอบสนองของหนอนไหมต่อระดับของ citric acid

เป็นการปรับปรุง citric acid จากสูตรที่ใส่กากถั่วเหลืองสกัด ไขมัน 24.02 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปรากฏผลดังตาราง 4.5

การยอมรับอาหาร

หลังจากให้อาหาร 12 ชั่วโมง อาหารเทียมที่มีปริมาณของ citric acid 1, 4 และ 3 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หนอนมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 100.00, 100.00 และ97.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารเทียมที่มีปริมาณของ citric acid 2 กรัม ซึ่งมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 95.00 เปอร์เซ็นต์

หลังจากให้อาหาร 24 ชั่วโมง พบว่า อาหารเทียมที่มีปริมาณของ citric acid 1 และ 2 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 100.00 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารเทียมที่มีปริมาณของ citric acid 3 และ 4 กรัม ซึ่งมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 98.00 และ 98.00 เปอร์เซ็นต์

การอยู่รอด

หนอนไหมวัยที่ 1 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid 1, 4, 2 และ 3 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 100.00, 100.00, 99.33 และ 98.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หนอนไหมวัยที่ 2 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 3, 1 และ 2 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอด 98.67, 97.67 และ 97.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 4 กรัม มีอัตราการอยู่ 95.33 เปอร์เซ็นต์

หนอนไหมวัยที่ 3 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid 3, 2, 1 และ 4 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 98.67, 95.33, 94.33 และ 92.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หนอนไหมวัยที่ 5 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid 2, 3, 1 และ 4 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 71.00, 68.00, 67.33 และ 67.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนัก

หนอนไหมวัยที่ 1 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 2 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0037 กรัม/ตัว ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 4, 3 และ 1 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0035, 0.0034 และ 0.0033 กรัม/ตัว ตามลำดับ

หนอนไหมวัยที่ 2 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 4 และ 3 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0192 และ 0.0188 กรัม/ตัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 2 และ 1 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0163 และ 0.152 กรัม/ตัว ตามลำดับ

หนอนไหมวัยที่ 3 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 4 และ 3 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0862 และ 0.0841 กรัม/ตัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 2 และ 1 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0744 และ 0.0741 กรัม/ตัว ตามลำดับ

อายุหนอน

พบว่า หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 4, 3, 2 และ 1 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่1–3 เท่ากับ 15.67, 15.92, 16.83 และ 16.88 วัน

ดังนั้นกล่าวได้ว่า citric acid ที่มีปริมาณต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.5 การตอบสนองของหนอนไหมต่อ citric acid ปริมาณต่างๆ กัน ในอาหารเทียม

ลักษณะที่สังเกต	ปริมาณ citric acid (กรัม)				CV (เปอร์เซ็นต์)
	1 (0.81%)	2 (1.60%)	3 (2.38%)	4 (3.15%)	
การยอมรับอาหาร (เปอร์เซ็นต์)					
12 ชั่วโมง	100.00a[1/]	95.00b	97.00ab	100.00a	1.91
24 ชั่วโมง	100.00a	100.00a	98.00b	98.00b	0.71
การอยู่รอด (เปอร์เซ็นต์)					
วัยที่ 1	100.00a	99.33a	98.67a	100.00a	0.82
วัยที่ 2	97.67ab	97.33ab	98.67a	95.33b	1.39
วัยที่ 3	94.33ab	95.33a	98.67a	92.67ab	3.29
วัยที่ 5	67.33a	71.00a	68.00a	67.00a	8.09
น้ำหนักของหนอน (กรัม/ตัว)					
วัยที่ 1	0.0033b	0.0037a	0.0034b	0.0035b	10.06
วัยที่ 2	0.0152b	0.0163b	0.0188a	0.0192a	13.92
วัยที่ 3	0.0741b	0.0744b	0.0841a	0.0862a	7.55
อายุหนอนวัย 1-3 (วัน)	16.88a	16.83a	15.92a	15.67a	3.89

1/ อักษรเหมือนกันตามแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (non-significant) ตรวจสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์

4.4.3 การตอบสนองของหนอนไหมต่อระดับของวุ้นผง

เป็นการปรับปรุงวุ้นผงจากสูตรที่ใส่กากถั่วเหลืองสกัด ไขมัน 24.02 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปรากฏผลดังตาราง 4.6

การยอมรับอาหาร

หลังจากให้อาหาร 12 ชั่วโมง อาหารเทียมที่มีปริมาณของ วุ้นผง 15, 5 และ 10 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หนอนมีการยอมรับอาหารเท่ากับ 100.00, 97.00 และ 95.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังจากให้อาหาร 24 ชั่วโมง พบว่า อาหารเทียมที่มีปริมาณของ วุ้นผง 5, 10 และ 15 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีการยอมรับอาหารเท่ากับ 100.00, 100.00 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอยู่รอด

หนอนไหมวัยที่ 1 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ วุ้นผง 5 และ 10 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 100.00 และ 99.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารเทียมที่มีปริมาณของ วุ้นผง 15 กรัม ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 95.00 เปอร์เซ็นต์

หนอนไหมวัยที่ 2 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ วุ้นผง 10, 5 และ 15 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 97.33, 97.00 และ 93.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หนอนไหมวัยที่ 3 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ วุ้นผง 10, 5 และ 15 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 95.33, 95.00 และ 89.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หนอนไหมวัยที่ 5 ที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง 5, 10 และ 15 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 71.00, 71.00 และ 67.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

น้ำหนัก

หนอนไหมวัยที่ 1 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง ปริมาณ 5 และ 10 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0037 และ 0.0037 กรัม/ตัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง ปริมาณ 15 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0035 กรัม/ตัว

หนอนไหมวัยที่ 2 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง ปริมาณ 5 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0187 กรัม/ตัว ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ วุ้นผง ปริมาณ 10 และ 15 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0163 และ 0.0155 กรัม/ตัว ตามลำดับ

หนอนไหมวัยที่ 3 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง 5, 10 และ 15 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0773, 0.0744 และ 0.0736 กรัม/ตัว ตามลำดับ

อายุหนอน

พบว่า หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง ปริมาณ 15, 5 และ 10 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่ 1-3 เท่ากับ 16.19, 16.56 และ 16.83 วัน

ดังนั้นกล่าวได้ว่า ปริมาณวุ้นผง ที่เหมาะสมในสูตรอาหารเทียม คือใช้วุ้นผง 5 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.6 การตอบสนองของหนอนไหมต่อวุ้นผง ปริมาณต่างๆ กัน ในอาหารเทียม

ลักษณะที่สังเกต	ปริมาณวุ้นผง (กรัม)			CV (เปอร์เซ็นต์)
	5 (4.17%)	10 (8.01%)	15 (11.55%)	
การยอมรับอาหาร (เปอร์เซ็นต์)				
12 ชั่วโมง	97.00ab[1]	95.00b	100.00a	2.22
24 ชั่วโมง	100.00a	100.00a	100.00a	0.00
การอยู่รอด (เปอร์เซ็นต์)				
วัยที่ 1	100.00a	99.33a	95.00b	1.59
วัยที่ 2	97.00a	97.33a	93.00a	2.28
วัยที่ 3	95.00a	95.33a	89.00a	3.53
วัยที่ 5	71.00a	71.00a	67.67a	5.05
น้ำหนักของหนอน (กรัม/ ตัว)				
วัยที่ 1	0.0037a	0.0037a	0.0035b	10.37
วัยที่ 2	0.0187a	0.0163b	0.0155c	7.58
วัยที่ 3	0.0773a	0.0744a	0.0736a	11.33
อายุหนอนวัย 1-3 (วัน)	16.56a	16.83a	16.19a	7.83

1/ อักษรเหมือนกันตามแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (non-significant) ตรวจสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.4.4 การตอบสนองของหนอนไหมต่อระดับของ salt-mixture

เป็นการปรับปรุง salt-mixture จากสูตรที่ใส่กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 24.02 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งดังปรากฏในตาราง 4.7

การยอมรับอาหาร

หลังจากให้อาหาร 12 ชั่วโมง อาหารเทียมที่มีปริมาณของ salt-mixture 2, 8, 4 และ 6 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หนอนมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 100.00, 99.00, 95.00 และ 95.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังจากให้อาหาร 24 ชั่วโมง พบว่า อาหารเทียมที่มีปริมาณของ salt-mixture 2, 4 และ 8 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 100.00, 100.00 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารเทียมที่มี salt-mixture เท่ากับ 6 กรัม มีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 97.00 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอยู่รอด

หนอนไหมวัยที่ 1 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture 6, 4, 2 และ 8 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 100.00, 99.33, 98.67 และ 98.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หนอนไหมวัยที่ 2 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 6, 4 และ 8 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอด 98.67, 97.33 และ 97.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 2 กรัม มีอัตราการอยู่ 94.33 เปอร์เซ็นต์

หนอนไหมวัยที่ 3 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture 8, 4, 6 และ 2 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 96.33, 95.33, 94.00 และ 90.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หนอนไหมวัยที่ 5 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture 4, 2 และ 8 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 71.00, 64.67 และ64.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

น้ำหนัก

หนอนไหมวัยที่ 1 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 4 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0037 กรัม/ตัว ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 2, 8 และ 6 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0035, 0.0035 และ 0.0034 กรัม/ตัว ตามลำดับ

หนอนไหมวัยที่ 2 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture 8, 4, 6 และ 2 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0172, 0.0163, 0.0159 และ 0.0157 กรัม/ตัว ตามลำดับ

หนอนไหมวัยที่ 3 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 4 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0744 กรัม/ตัว ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 8, 6 และ 2 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0702, 0.0663 และ 0.0632 กรัม/ตัว ตามลำดับ

อายุหนอน

พบว่า หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 8 กรัม ใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่1–3 สั้นที่สุด คือ 16.29 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 4 กรัม ซึ่งใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่1–3 เท่ากับ 16.83 วัน แต่มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 2 และ 6 กรัม ซึ่งใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่ 1–3 เท่ากับ 17.60 และ 17.80 วัน ตามลำดับ

ดังนั้นกล่าวได้ว่า salt-mixture ที่มีปริมาณต่างๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.7 การตอบสนองของหนอนไหมต่อ salt-mixture ปริมาณต่างๆ กัน ในอาหารเทียม

ลักษณะที่สังเกต	ปริมาณ salt-mixture (กรัม)				CV (เปอร์เซ็นต์)
	2 (1.63%)	4 (3.20%)	6 (4.73%)	8 (6.21%)	
การยอมรับอาหาร (เปอร์เซ็นต์)					
12 ชั่วโมง	100.00a 1/	95.00a	95.00a	99.00a	2.86
24 ชั่วโมง	100.00a	100.00a	97.00b	100.00a	1.33
การอยู่รอด (เปอร์เซ็นต์)					
วัยที่ 1	98.67ab	99.33a	100.00a	98.67ab	1.01
วัยที่ 2	94.33b	97.33ab	98.67a	97.33ab	1.74
วัยที่ 3	90.00a	95.33a	95.00a	96.33a	3.55
วัยที่ 5	64.67a	71.00a	47.33b	64.00a	7.27
น้ำหนักของหนอน (กรัม/ตัว)					
วัยที่ 1	0.0035b	0.0037a	0.0034b	0.0035b	9.44
วัยที่ 2	0.0157a	0.0163a	0.0159a	0.0172a	51.79
วัยที่ 3	0.0632d	0.0744a	0.0663c	0.0702b	8.63
อายุหนอนวัย 1-3 (วัน)	17.60a	16.83ab	17.80a	16.29b	3.38

1/ อักษรเหมือนกันตามแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (non-significant) ตรวจสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การพัฒนาอาหารเทียมโดย ใช้ใบหม่อนแห้งบด มาปรับระดับส่วนประกอบของอาหารให้เหมาะสม (ใช้ใบหม่อนแห้งบด ในกรรมวิธีที่ 2 ในการทดลองที่ 3.4.4)

4.5.1 การพัฒนาอาหารเทียมโดยการปรับระดับของ β-sitosterol

เป็นการปรับปรุง β-sitosterol จากสูตรที่ใส่ใบหม่อนแห้งบด 64.05 เปอร์เซ็นต์ ดังปรากฏในตาราง 4.8

การยอมรับอาหาร

หลังจากให้อาหาร 12 ชั่วโมง อาหารเทียมที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.3, 0.1 และ 0.2 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หนอนมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 98.00, 97.33 และ 97.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังจากให้อาหาร 24 ชั่วโมง พบว่า อาหารเทียมที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.1, 0.3 และ 0.2 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 98.00, 98.00 และ 97.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การอยู่รอด

หนอนไหมวัยที่ 1 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.3 และ 0.2 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอดเท่ากับ 92.33 และ 90.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารเทียมที่มีปริมาณของ β-sitosterol 0.1 กรัม ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 83.33 เปอร์เซ็นต์

หนอนไหมวัยที่ 2 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.3 กรัม และ 0.2 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอดเท่ากับ 87.33 และ 86.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.1 กรัม ซึ่งมีอัตราการอยู่รอดเท่ากับ 73.67 เปอร์เซ็นต์

หนอนไหมวัยที่ 3 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.2 และ 0.3 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอด 76.33 และ 93.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.1 กรัม มีอัตราการอยู่ 65.33 เปอร์เซ็นต์

หนอนไหมวัยที่ 5 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.3 ,0.2 และ 0.1 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอด 64.33, 62.67 และ 55.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนัก

หนอนไหมวัยที่ 1 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.2, 0.3 และ 0.1 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0034, 0.0034 และ 0.0033 กรัม/ตัว ตามลำดับ

หนอนไหมวัยที่ 2 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.3 และ 0.2 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0157 และ 0.0154 กรัม/ตัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.1 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0146 กรัม/ตัว

หนอนไหมวัยที่ 3 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.3 และ 0.1 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0676 และ 0.0673 กรัม/ตัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.2 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0627 กรัม/ตัว

อายุหนอน

พบว่า หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ β-sitosterol ปริมาณ 0.1, 0.2 และ 0.3 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่ 1-3 เท่ากับ 17.92, 17.29 และ 17.13 วัน

ดังนั้น ปริมาณ β-sitosterol จำนวน0.2 กรัมเป็นปริมาณที่เหมาะสมในสูตรใบหม่อนแห้งบด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.8 การตอบสนองของหนอนไหมต่อ β-sitosterol ปริมาณต่างๆ กัน ในอาหารเทียม (ใบหม่อนแห้งบด)

ลักษณะที่สังเกต	ปริมาณ β-sitosterol (กรัม)			CV (เปอร์เซ็นต์)
	0.1 (0.08%)	0.2 (0.16%)	0.3 (0.24%)	
การยอมรับอาหาร (เปอร์เซ็นต์)				
12 ชั่วโมง	97.33a[1/]	97.00a	98.00a	1.23
24 ชั่วโมง	98.00a	97.00a	98.00a	1.02
การอยู่รอด (เปอร์เซ็นต์)				
วัยที่ 1	83.33b	90.33ab	92.33a	4.74
วัยที่ 2	73.67b	86.33a	87.33a	5.33
วัยที่ 3	65.33b	76.33a	76.33a	6.21
วัยที่ 5	55.67a	62.67a	64.33a	6.90
น้ำหนักของหนอน (กรัม/ตัว)				
วัยที่ 1	0.0033a	0.0034a	0.0034a	6.37
วัยที่ 2	0.0146b	0.0154a	0.0157a	9.90
วัยที่ 3	0.0673a	0.0627b	0.0676a	8.19
อายุหนอนวัย 1-3 (วัน)	17.92a	17.29a	17.13a	2.64

1/ อักษรเหมือนกันตามแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (non-significant) ตรวจสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.5.2 การพัฒนาอาหารเทียมโดยการปรับระดับของ citric acid

เป็นการปรับปรุง citric acid จากสูตรที่ใส่ใบหม่อนแห้งบด 64.05 เปอร์เซ็นต์ ดังปรากฏในตาราง 4.9

การยอมรับอาหาร

หลังจากให้อาหาร 12 ชั่วโมง อาหารเทียมที่มี citric acid ปริมาณ 2, 1, 3 และ 5 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หนอนมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 97.00, 96.00, 96.00 และ 92.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ส่วนการยอมรับอาหารหลังจากให้อาหาร 24 ชั่วโมง พบว่า อาหารเทียมที่มี citric acid ปริมาณ 2 และ 3 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 97.00 และ 96.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารเทียมที่มี citric acid ปริมาณ 4 และ 1 กรัม ซึ่งมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 90.00 และ 88.00 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอยู่รอด

หนอนไหมวัยที่ 1 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 3, 4 และ 2 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอดเท่ากับ 92.67, 91.67 และ 90.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารเทียมที่มี citric acid ปริมาณ 1 กรัม ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 84.33 เปอร์เซ็นต์

หนอนไหมวัยที่ 2 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 2, 3 และ 1 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอดเท่ากับ 86.33, 85.66 และ 82.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารเทียมที่มี citric acid ปริมาณ 4 กรัม ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 75.67 เปอร์เซ็นต์

หนอนไหมวัยที่ 3 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 2, 3 และ 1 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอด 76.33, 71.33 และ 70.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 4 กรัม มีอัตราการอยู่ 61.33 เปอร์เซ็นต์

หนอนไหมวัยที่ 5 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 1, 2 และ 3 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอด 65.33, 62.67 และ 60.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับ หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acidปริมาณ 4 กรัม มีอัตราการอยู่รอด 52.67 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนัก

หนอนไหมวัยที่ 1 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 2, 1 และ 3 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0034, 0.0033 และ 0.0033 กรัม/ตัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 4 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0032 กรัม/ตัว

หนอนไหมวัยที่ 2 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 3 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.074 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric ปริมาณ 2, 4 และ 1 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0154, 0.0147 และ 0.0143 กรัม/ตัว ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนอนไหมวัยที่ 3 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 3 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0673 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 2, 4 และ 1 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0627, 0.0611 และ 0.0597 กรัม/ตัว ตามลำดับ

อายุหนอน

พบว่า หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ citric acid ปริมาณ 1, 4, 2 และ 3 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่ 1-3 เท่ากับ 17.79, 17.63, 17.29 และ 17.13 วัน ตามลำดับ

ดังนั้นกล่าวได้ว่า ปริมาณ citric acid ที่เหมาะสมในสูตรอาหารเทียมที่ใส่ใบหม่อนแห้งบด 64.05 เปอร์เซ็นต์ คือ สูตรที่ใช้ citric acid เท่ากับ 2 กรัม

ตารางที่ 4.9 การตอบสนองของหนอนไหมต่อ citric acid ปริมาณต่างๆ กัน ในอาหารเทียม (ใบหม่อนแห้งบด)

ลักษณะที่สังเกต	ปริมาณ citric acid (กรัม)				CV (เปอร์เซ็นต์)
	1 (0.81%)	2 (1.60%)	3 (2.38%)	4 (3.15%)	
การยอมรับอาหาร (เปอร์เซ็นต์)					
12 ชั่วโมง	96.00a[1/]	97.00a	96.00a	92.00a	2.68
24 ชั่วโมง	88.00b	97.00a	96.00a	90.00b	2.59
การอยู่รอด (เปอร์เซ็นต์)					
วัยที่ 1	84.33b	90.33ab	92.67a	91.67a	3.99
วัยที่ 2	82.33a	86.33a	85.67a	75.67b	3.85
วัยที่ 3	70.33a	76.33a	71.33a	61.33b	5.61
วัยที่ 5	65.33a	62.67a	60.33ab	52.67b	7.48
น้ำหนักของหนอน (กรัม/ ตัว)					
วัยที่ 1	0.0033ab	0.0034a	0.0033ab	0.0032b	7.43
วัยที่ 2	0.0143b	0.0154b	0.0174a	0.0147b	15.08
วัยที่ 3	0.0597b	0.0627b	0.0673a	0.0611b	12.50
อายุหนอนวัย 1 - 3 (วัน)	17.79a	17.29a	17.13a	17.63a	3.01

1/ อักษรเหมือนกันตามแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (non-significant) ตรวจสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 การพัฒนาอาหารเทียมโดยการปรับระดับของวุ้นผง

เป็นการปรับปรุงวุ้นผงจากสูตรที่ใส่ใบหม่อนแห้งบด 64.05 เปอร์เซ็นต์ ดังปรากฏในตาราง 4.10

การยอมรับอาหาร

หลังจากให้อาหาร 12 ชั่วโมง อาหารเทียมที่มีปริมาณของวุ้นผง 5 , 10 และ 15 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หนอนมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 98.00, 97.00 และ 97.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังจากให้อาหาร 24 ชั่วโมง พบว่า อาหารเทียมที่มีปริมาณของวุ้นผง 5 และ 10 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 99.00และ 97.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารเทียมที่มีปริมาณของวุ้นผง 15 กรัม ซึ่งมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 96.00 เปอร์เซ็นต์

การอยู่รอด

หนอนไหมวัยที่ 1 ที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง ปริมาณ 5, 10 และ 15 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 90.66, 90.33 และ 89.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หนอนไหมวัยที่ 2 ที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง 10 กรัม มีอัตราการอยู่รอดสูงที่สุด เท่ากับ 86.33 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับ หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ วุ้นผง 15 และ 10 กรัม ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด เท่ากับ 78.33 และ 76.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หนอนไหมวัยที่ 3 ที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง ปริมาณ 10 และ 15 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอด 76.33 และ 72.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง ปริมาณ 5 กรัม มีอัตราการอยู่ 66.33 เปอร์เซ็นต์

หนอนไหมวัยที่ 5 ที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง ปริมาณ 10 และ 15 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอด 62.67 และ 58.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง ปริมาณ 5 กรัม มีอัตราการอยู่ 52.67 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนัก

หนอนไหมวัยที่ 1 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง ปริมาณ 10 และ 15 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0034

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 0.0033 กรัม/ตัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง ปริมาณ 5 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0032 กรัม/ตัว

หนอนไหมวัยที่ 2 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง ปริมาณ 10 และ 15 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0154 และ 0.0153 กรัม/ตัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง ปริมาณ 5 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0143 กรัม/ตัว

หนอนไหมวัยที่ 3 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง ปริมาณ 15 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0664 กรัม/ตัว ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง ปริมาณ 10 และ 5 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0627 และ 0.0621 กรัม/ตัว ตามลำดับ

อายุหนอน

พบว่า หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้วุ้นผง ปริมาณ 15, 10 และ 5 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่ 1-3 เท่ากับ 17.00, 17.29 และ 17.75 วัน

ดังนั้น ปริมาณวุ้นผง ที่เหมาะสมในสูตรอาหารชนิดนี้ คือสูตรที่ใช้วุ้นผง เท่ากับ 10 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 การตอบสนองของหนอนไหมต่อวุ้นผง ปริมาณต่างๆ กัน ในอาหารเทียม (ใบหม่อนแห้งบด)

ลักษณะที่สังเกต	ปริมาณวุ้นผง (กรัม)			CV (เปอร์เซ็นต์)
	5 (4.17%)	10 (8.01%)	15 (11.55%)	
การยอมรับอาหาร (เปอร์เซ็นต์)				
12 ชั่วโมง	98.00a[1]	97.00a	97.00a	1.33
24 ชั่วโมง	99.00a	97.00ab	96.00b	1.33
การอยู่รอด (เปอร์เซ็นต์)				
วัยที่ 1	90.67a	90.33a	89.33a	4.10
วัยที่ 2	76.67b	86.33a	78.33b	3.93
วัยที่ 3	66.33b	76.33a	72.33ab	5.40
วัยที่ 5	52.67b	62.67a	58.33ab	7.46
น้ำหนักของหนอน (กรัม/ตัว)				
วัยที่ 1	0.0032b	0.0034a	0.0033ab	6.19
วัยที่ 2	0.0143b	0.0154a	0.0153a	9.92
วัยที่ 3	0.0621b	0.0627b	0.0664a	8.65
อายุหนอนวัย 1-3 (วัน)	17.75a	17.29a	17.00a	3.06

1/ อักษรเหมือนกันตามแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (non-significant) ตรวจสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.5.4 การพัฒนาอาหารเทียมโดยการปรับระดับของ salt-mixture

เป็นการปรับปรุง salt-mixture จากสูตรที่ใส่หม่อนแห้งบด 64.05 เปอร์เซ็นต์ ดังปรากฏในตาราง 4.11

การยอมรับอาหาร

หลังจากให้อาหาร 12 ชั่วโมง อาหารเทียมที่มีปริมาณของ salt-mixture 8, 6, 2 และ 4 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หนอนมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 99.00, 98.00, 97.00 และ 97.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หลังจากให้อาหาร 24 ชั่วโมง อาหารเทียมที่มีปริมาณของ salt-mixture 2, 6, 8 และ 4 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หนอนมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 98.00, 98.00, 98.00 และ 97.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การอยู่รอด

หนอนไหมวัยที่ 1 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 6, 4 และ 8 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอด 92.33, 90.33 และ 86.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 2 กรัม มีอัตราการอยู่ 83.33 เปอร์เซ็นต์

หนอนไหมวัยที่ 2 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 6 และ 4 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอด 87.33 และ 86.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 2 และ 8 กรัม มีอัตราการอยู่รอด 73.67 และ 71.41 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หนอนไหมวัยที่ 3 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 4 และ 6 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอด 76.33 และ 76.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 8 และ 2 กรัม มีอัตราการอยู่รอด 66.33 และ 65.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หนอนไหมวัยที่ 5 ที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 6, 4 และ 8 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอด 64.33, 62.67 และ 58.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 2 กรัม มีอัตราการอยู่รอด 55.67 เปอร์เซ็นต์

น้ำหนักเพิ่ม

หนอนไหมวัยที่ 1 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 4, 6 และ 8 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0034, 0.0033 และ 0.0033 กรัม/ตัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 5 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0032 กรัม/ตัว

หนอนไหมวัยที่ 2 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 8, 6 และ 4 กรัม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0163, 0.0160 และ 0.0154 กรัม/ตัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 5 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0147 กรัม/ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนอนไหมวัยที่ 3 หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 8 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0746 กรัม/ตัว ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 6 , 4 และ 2 กรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0672, 0.0627 และ 0.0575 กรัม/ตัว ตามลำดับ

อายุหนอน

พบว่า หนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 8 กรัม ใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่ 1–3 สั้นที่สุด คือ 16.83 วัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 6 และ 4 กรัม ซึ่งใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่ 1–3 เท่ากับ 17.13 และ 17.29 วัน ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่ใช้ salt-mixture ปริมาณ 2 กรัม ซึ่งใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่1–3 เท่ากับ 17.92 วัน

ดังนั้นปริมาณ salt-mixture ที่เหมาะสมในสูตรอาหารนี้คือสูตรที่ใช้ salt-mixture เท่ากับ 4 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 การตอบสนองของหนอนไหมต่อ salt-mixture ปริมาณต่างๆ กัน (ใบหม่อนแห้งบด)

ลักษณะที่สังเกต	ปริมาณ salt-mixture (กรัม)				CV (เปอร์เซ็นต์)
	2 (1.63%)	4 (3.20%)	6 (4.73%)	8 (6.21%)	
การยอมรับอาหาร (เปอร์เซ็นต์)					
12 ชั่วโมง	97.00a[1]	97.00a	98.00a	99.00a	1.25
24 ชั่วโมง	98.00a	97.00a	98.00a	98.00a	1.25
การอยู่รอด (เปอร์เซ็นต์)					
วัยที่ 1	83.33b	90.33a	92.33a	86.33ab	4.03
วัยที่ 2	73.67b	86.33a	87.33a	71.41b	4.75
วัยที่ 3	65.33b	76.33a	76.33a	66.33b	5.73
วัยที่ 5	55.67b	62.67ab	64.33a	58.67ab	6.22
น้ำหนักของหนอน (กรัม/ตัว)					
วัยที่ 1	0.0032b	0.0034a	0.0033ab	0.0033ab	5.19
วัยที่ 2	0.0147b	0.0154ab	0.0160a	0.0163a	12.93
วัยที่ 3	0.0575d	0.0627c	0.0672b	0.0746a	11.50
อายุหนอนวัย 1-3 (วัน)	17.92a	17.29b	17.13b	16.83b	1.81

1/ อักษรเหมือนกันตามแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (non-significant) ตรวจสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.6 การเปรียบเทียบสูตรอาหารปรับปรุงที่ดีที่สุดกับ อาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสด

การตอบสนองของหนอนไหมต่ออาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด สูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน อาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสด เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส, 60±2 เปอร์เซ็นต์RH ดังปรากฏในตาราง 4.12

การยอมรับอาหาร

หลังจากให้อาหาร 12 ชั่วโมง หนอนไหมที่เลี้ยงด้วย สูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน อาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หนอนมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 100.00, 100.00 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรใบหม่อนแห้งบด หนอนมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 97.00 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากให้อาหาร 24 ชั่วโมง หนอนไหมที่เลี้ยงด้วย ใบหม่อนสด และอาหารเทียมสูตรการค้า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ หนอนมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 100.00 และ 99.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรใบหม่อนแห้งบด และสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน หนอนมีการยอมรับอาหาร เท่ากับ 97.00 และ 97.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การอยู่รอด

หนอนไหมวัยที่ 1 หนอนไหมที่เลี้ยงด้วย สูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน ใบหม่อนสด และอาหารเทียมสูตรการค้า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอด 100.00, 97.33 และ 94.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยสูตรใบหม่อนแห้งบด มีอัตราการอยู่รอด 90.33 เปอร์เซ็นต์

หนอนไหมวัยที่ 2 หนอนไหมที่เลี้ยงด้วย สูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน และ อาหารเทียมสูตรการค้า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอด 97.00 และ 92.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่เลี้ยงด้วย สูตรใบหม่อนแห้งบด และใบหม่อนสด มีอัตราการอยู่รอด 86.33 และ 78.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หนอนไหมวัยที่ 3 หนอนไหมที่เลี้ยงด้วย สูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน มีอัตราการอยู่รอด 95.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่เลี้ยงด้วย อาหารเทียมสูตรการค้า สูตรใบหม่อนแห้งบด และใบหม่อนสด มีอัตราการอยู่รอด 80.67, 76.33 และ 73.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หนอนไหมวัยที่ 5 หนอนไหมที่เลี้ยงด้วย อาหารเทียมสูตรการค้า และ สูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอด 77.67 และ 71.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่เลี้ยงด้วย ใบหม่อนสด และสูตรใบหม่อนแห้งบด มีอัตราการอยู่รอด 67.67 และ 62.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

น้ำหนัก

หนอนไหมวัยที่ 1 หนอนไหมที่เลี้ยงด้วย อาหารเทียมสูตรการค้า และสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0038 และ 0.0037 กรัม/ตัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่เลี้ยงด้วย ใบหม่อนสด และสูตรใบหม่อนแห้งบด มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0036 และ 0.0034 กรัม/ตัว ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนอนไหมวัยที่ 2 หนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรการค้า สูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน และใบหม่อนสด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0207, 0.0187 และ 0.0182 กรัม/ตัว ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่เลี้ยงด้วย สูตรใบหม่อนแห้งบด มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0154 กรัม/ตัว

หนอนไหมวัยที่ 3 หนอนไหมที่เลี้ยงด้วย อาหารเทียมสูตรการค้า มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0939 กรัม/ตัว ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนสด สูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน และสูตรใบหม่อนแห้งบด มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 0.0873, 0.0773 และ 0.0627 กรัม/ตัว ตามลำดับ

อายุหนอน

พบว่า หนอนไหมที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนสด และอาหารเทียมสูตรการค้าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่ 1-3 เท่ากับ 12.96 และ 13.88 วัน ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่เลี้ยงด้วย สูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน และ สูตรใบหม่อนแห้งบด โดยใช้ระยะเวลาเจริญเติบโตในระยะหนอนวัยที่ 1-3 เท่ากับ 16.56 และ 17.29 วัน ตามลำดับ

น้ำหนักรังสด

เพศผู้ หนอนไหมที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนสด มีน้ำหนักรังสด 0.7107 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารเทียมสูตรการค้า สูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน และสูตรใบหม่อนแห้งบด มีน้ำหนักรังสด เท่ากับ 0.6377, 0.6128 และ 0.5909 กรัม ตามลำดับ

เพศเมีย หนอนไหมที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนสด อาหารเทียมสูตรการค้า และสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักรังสด เท่ากับ 0.8048, 0.766 และ 0.7466 กรัม ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรใบหม่อนแห้งบด มีน้ำหนักรังสด เท่ากับ 0.6639 กรัม

น้ำหนักเปลือกรัง

เพศผู้ หนอนไหมที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนสด มีน้ำหนักเปลือกรัง 0.0988 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารเทียมสูตรการค้า สูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน และสูตรใบหม่อนแห้งบด มีน้ำหนักเปลือกรัง เท่ากับ 0.0902, 0.0834 และ 0.0751 กรัม ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพศเมีย หนอนไหมที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนสด อาหารเทียมสูตรการค้า และสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเปลือกรัง เท่ากับ 0.1043, 0.0945 และ 0.0904 กรัม ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรใบหม่อนแห้งบด มีน้ำหนักเปลือกรังเท่ากับ 0.0811 กรัม

เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง

เพศผู้ หนอนไหมที่เลี้ยงด้วย อาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์เปลือกรังเมื่อเทียบกับรังสด เท่ากับ 14.17 และ 13.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่เลี้ยงด้วย สูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน และสูตรใบหม่อนแห้งบด มีเปอร์เซ็นต์เปลือกรังเมื่อเทียบกับรังสด เท่ากับ 13.65 และ 12.77 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เพศเมีย หนอนไหมที่เลี้ยงด้วย ใบหม่อนสด และ อาหารเทียมสูตรการค้า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์เปลือกรังเมื่อเทียบกับรังสด เท่ากับ 12.94 และ 12.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับหนอนไหมที่เลี้ยงด้วย สูตรใบหม่อนแห้งบด และสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน มีเปอร์เซ็นต์เปลือกรังเมื่อเทียบกับรังสด เท่ากับ 12.25 และ 12.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ดังนั้นกล่าวได้ว่า อาหารเทียมสูตรที่ผลิตเป็นการค้า หนอนไหมมีการตอบสนองดีที่สุด รองลงมา คือสูตรปรับปรุงที่มีกากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่มี β-sitosterol, citric acid, วุ้นผง และ salt-mixture เป็นส่วนประกอบเท่ากับ 0.2, 2, 10 และ 4 กรัม ตามลำดับ รองลงมาอีกคือ ที่เลี้ยงด้วยใบหม่อน และที่มีการตอบสนองน้อยที่สุด คืออาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด แต่อย่างไรก็ตาม ทั้ง 4 สูตร นับว่าให้ผลที่ใกล้เคียงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.12 การตอบสนองของหนอนไหมต่ออาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด สูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน อาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสด เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส, 60±2 เปอร์เซ็นต์RH

ลักษณะที่สังเกต	อาหารเทียมสูตรต่างๆ*				CV (เปอร์เซ็นต์)
	1	2	3	4	
การยอมรับอาหาร (เปอร์เซ็นต์)					
12 ชั่วโมง	97.00b[1/]	100.00a	100.00a	100.00a	0.87
24 ชั่วโมง	97.00b	97.00b	99.00a	100.00a	0.88
การอยู่รอด (เปอร์เซ็นต์)					
วัยที่ 1	90.33b	100.00a	94.67ab	97.33a	3.22
วัยที่ 2	86.33b	97.00a	92.33ab	78.33c	4.07
วัยที่ 3	76.33b	95.00a	80.67b	73.33b	4.96
วัยที่ 5	62.67b	71.00ab	77.67a	67.67b	6.72
น้ำหนักของหนอน (กรัม/ตัว)					
วัยที่ 1	0.0034c	0.0037ab	0.0038a	0.0036b	4.92
วัยที่ 2	0.0154c	0.0187b	0.0207a	0.0182b	9.32
วัยที่ 3	0.0627d	0.0773c	0.0939a	0.0873b	8.91
อายุหนอนวัย 1-3 (วัน)	17.29a	16.56a	13.88b	12.96b	7.21
น้ำหนักรังสด (กรัม)					
เพศผู้	0.5909c	0.6128bc	0.6377b	0.7107a	8.65
เพศเมีย	0.6639c	0.7466b	0.7660b	0.8048a	6.52
น้ำหนักเปลือกรัง (กรัม)					
เพศผู้	0.0751d	0.0834c	0.0902b	0.0988a	9.08
เพศเมีย	0.0811c	0.0904b	0.0945b	0.1043a	10.89
เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง (กรัม)					
เพศผู้	12.77c	13.65b	14.17a	13.89ab	6.74
เพศเมีย	12.25b	12.12b	12.37ab	12.94a	9.91

* 1 = ใบหม่อนแห้งบด, 2 =สูตร กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน, 3 = อาหารเทียมสูตรการค้า, 4 = ใบหม่อนสด

1/ อักษรเหมือนกันตามแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (non-significant) ตรวจสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple RangeTest ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การศึกษาตารางชีวิต

การศึกษาตารางชีวิตของหนอนไหมพันธุ์นางลาย ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรการค้า อาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน ใบหม่อนสด และอาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส, 60±2 เปอร์เซ็นต์RH พบว่าไหมมีการวางไข่ใบแรกในวันที่ 45, 50, 42 และ 53 ของการเจริญเติบโต ตามลำดับ ไหมมีปริมาณไข่สูงสุดในวันแรกๆ หรือในวันที่ 45, 51, 42 และ 53 ตามลำดับ โดยไข่มีปริมาณมากสุด เท่ากับ 200.54, 157.87, 138.04 และ 115.25 ฟอง/ตัว/วัน ตามลำดับ ไหมหยุดไข่หลังจากเป็นตัวเต็มวัย 7 วัน จากการเลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรการค้า อาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน ใบหม่อนสด และ อาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด หรือในวันที่ 51, 56, 48 และ 59 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.13) การคำนวณค่า biological attributes ไหมมีอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_o) ซึ่งหมายถึง จำนวนเท่าของประชากรที่เพิ่มขึ้นในรุ่นหนึ่งๆ (generation) พบว่า การเลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรการค้า มีค่าสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 550.93 เท่า/รุ่น และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน ใบหม่อนสด และอาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด แต่ทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 418.77, 385.35 และ 327.86 เท่า/รุ่น ตามลำดับ อายุขัยของกลุ่ม (T_c) หมายถึง อายุไขของเพศเมียที่ให้กำเนิดลูกหลาน พบว่าทุกสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยการเลี้ยงด้วยใบหม่อนสดให้ผลดีที่สุดคือใช้เวลาในการเลี้ยงสั้นที่สุดซึ่งมีค่า เท่ากับ 46.09 วัน รองลงมาคือ เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรการค้า 51.18 วัน รองลงมาคือ สูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน เท่ากับ 43.10 วัน และสูตรที่ใช้เวลาเลี้ยงนานที่สุดคือ สูตรใบหม่อนแห้งบด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 54.19 วัน ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางพันธุกรรม (r_c) เป็นค่าสัมประสิทธิการเพิ่มขณะที่กำหนดให้ประชากรขณะนั้นเจริญในสภาพแวดล้อมที่ไม่จำกัด พบว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์โดยมีค่าเท่ากับ 0.137 และ 0.138 ตัว/วันตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน และอาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.118 และ 0.107 ตัว/วัน ตามลำดับ อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) เป็นจำนวนเท่าที่ประชากรสามารถเพิ่มประชากรได้ในช่วงระยะเวลาที่สังเกต พบว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเท่ากับ 1.147 และ1.148 เท่า/วัน ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กับสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน และอาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด โดยมีค่าเท่ากับ 1.125 และ1.113 เท่า/วัน ตามลำดับ และระยะเวลาการเพิ่มประชากรเป็นสองเท่า (DT) พบว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าเท่ากับ 5.058 และ 5.022 วัน ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน และอาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด โดยมีค่าเท่ากับ 5.873 และ 6.477 วัน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.15) และ จากการศึกษา พบว่าอัตราการตายของไหมในระยะไข่ เท่ากับ 5.33, 0.00, 2.67 และ 9.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราการตายของหนอนไหมวัยที่ 1 เท่ากับ 2.47, 3.00, 19.52 และ 4.43 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราการตายของหนอนไหมวัยที่ 2 เท่ากับ 12.63, 2.06, 6.38 และ 11.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราการตายของหนอนไหมวัยที่ 3 เท่ากับ 3.69, 25.26, 7.72 และ 17.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราการตายของไหมระยะดักแด้ เท่ากับ 5.15, 9.86, 17.25 และ 20.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (อัตราการวางไข่ และ อัตราการรอดชีวิต ซึ่งแสดง ภาพที่ 4.1 และ 4.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่4.13 ตารางชีวิตและอัตราการขยายพันธุ์สุทธิของไหมพันธุ์นางลาย, *Bombyx mori* L. ที่เลี้ยงด้วย อาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด อาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมันอาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสด เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±1องศาเซลเซียส, 60±2 เปอร์เซ็นต์RH (n = 300)

อายุ	อัตราการรอดของไหมเพศเมีย X (l_x)				รุ่นลูกเพศเมีย(จำนวนไข่/ตัว/วัน) (m_x)				ปริมาณไข่ ($l_x m_x$)				($l_x m_x x$)			
(x)	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
0	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	0.63	0.71	0.78	0.68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	0.63	0.71	0.78	0.68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	0.63	0.71	0.78	0.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	0.63	0.71	0.78	0.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	0.63	0.71	0.78	0.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	0.63	0.71	0.78	0.61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	0.63	0.71	0.76	0.57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	0.63	0.71	0.76	0.57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	0.63	0.69	0.76	0.56	-	-	-	246.50	-	-	-	138.04	-	-	-	5797.7
43	0.63	0.69	0.75	0.56	-	-	-	231.2	-	-	-	129.47	-	-	-	5567.3
44	0.63	0.67	0.75	0.49	-	-	-	143.5	-	-	-	70.32	-	-	-	3093.9
45	0.60	0.67	0.74	0.49	-	-	271.00	75.38	-	-	200.54	36.93	-	-	9024.3	1662.0
46	0.60	0.67	0.74	0.49	-	-	247.00	20.40	-	-	182.78	10.00	-	-	8407.9	459.8
47	0.57	0.65	0.63	0.17	-	-	163.63	3.50	-	-	103.08	0.60	-	-	4844.9	28.0
48	0.57	0.65	0.63	0.07	-	-	77.50	-	-	-	48.83	-	-	-	2343.6	-
49	0.54	0.65	0.63	0.07	-	-	20.80	-	-	-	13.10	-	-	-	642.1	-
50	0.54	0.64	0.26	0.00	-	208.50	10.00	-	-	133.44	2.60	-	-	6672.0	130.0	-
51	0.52	0.64	0.04	-	-	246.67	-	-	-	157.87	-	-	-	8051.2	-	-
52	0.52	0.57	0.04	-	-	113.25	-	-	-	64.55	-	-	-	3356.7	-	-
53	0.50	0.57	0.00	-	230.50	82.00	-	-	115.25	46.74	-	-	6108.3	2477.2	-	-
54	0.50	0.57	-	-	197.20	25.00	-	-	98.60	14.25	-	-	5324.4	769.5	-	-
55	0.44	0.24	-	-	148.38	8.00	-	-	65.29	1.92	-	-	3590.7	105.6	-	-
56	0.44	0.12	-	-	83.88	-	-	-	36.91	-	-	-	2066.7	-	-	-
57	0.44	0.00	-	-	23.20	-	-	-	10.21	-	-	-	581.9	-	-	-
58	0.17	-	-	-	9.50	-	-	-	1.62	-	-	-	93.7	-	-	-
59	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
								รวม	**327.86**	**418.77**	**550.93**	**385.35**	**17756.5**	**21432.3**	**25392.8**	**16608.6**

A = อาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด, B = อาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน, C = อาหารเทียมสูตรการค้า, D = ใบหม่อนสด

ตารางที่ 4.14 ตารางชีวิต (partial ecological lifetable) ของไหมไทยพันธุ์นางลาย *Bombyx mori* L. ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด อาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน อาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสด เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส, 60±2 เปอร์เซ็นต์RH

ระยะการเจริญเติบโต X	จำนวนไหมที่อยู่รอดในแต่ละระยะ (lx)				จำนวนไหมที่ตายในแต่ละระยะ (dx)				เปอร์เซ็นต์จำนวนไหมที่ตาย/จำนวนที่รอดในแต่ละระยะ (100dx/lx)				เปอร์เซ็นต์จำนวนไหมที่ตาย/จำนวนไหมทั้งหมด (100dx/n)			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
ระยะไข่	300	300	300	300	29.01	0.00	15.99	8.01	9.67	0.00	5.33	2.67	9.67	0.00	5.33	2.67
ระยะหนอน																
วัยที่ 1	271	300	284	292	12.00	9.00	7.02	57.00	4.43	3.00	2.47	19.52	4.00	3.00	2.34	19.00
วัยที่ 2	259	291	277	235	30.00	6.00	34.98	15.00	11.58	2.06	12.63	6.38	10.00	2.00	11.66	5.00
วัยที่ 3	229	285	242	220	40.98	72.00	9.00	16.98	17.90	25.26	3.72	7.72	13.66	24.00	3.00	5.66
ระยะดักแด้	188	213	233	203	39.00	21.00	12.00	35.01	20.74	9.86	5.15	17.25	13.00	7.00	4.00	11.67
ตัวเต็มวัย	149	192	221	168	149.01	192.00	221.01	168.00	100.00	100.00	100.00	100.00	49.67	64.00	73.67	56.00

A = อาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด, B = อาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน, C = อาหารเทียมสูตรการค้า, D = ใบหม่อนสด

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

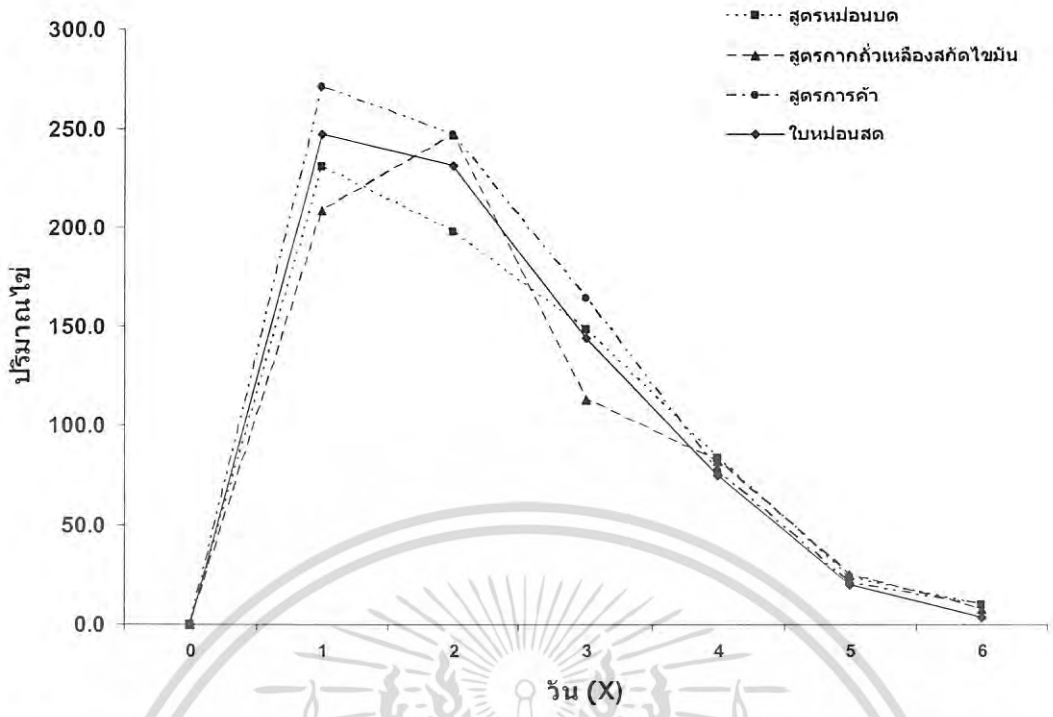
ตารางที่ 4.15 ค่า biological attributes ของไหมพันธุ์นางลาย *Bombyx mori* L. ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด อาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน อาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสด เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส, 60±2 เปอร์เซ็นต์RH

Biological attributes		ค่าที่คำนวณได้			
		A	B	C	D
อัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_o)	(เท่า/รุ่น)	327.86b[1/]	418.77b	550.93a	385.35b
อายุขัยของกลุ่ม (T_c)	(วัน)	54.19a	51.18b	46.09c	43.10d
ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางพันธุกรรม (r_c)	(ตัว/วัน)	0.107c	0.118b	0.137a	0.138a
อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ)	(เท่า/วัน)	1.113c	1.125b	1.147a	1.148a
ระยะเวลาการเพิ่มประชากรเป็นสองเท่า(DT)	(วัน)	6.477a	5.873b	5.058c	5.022c

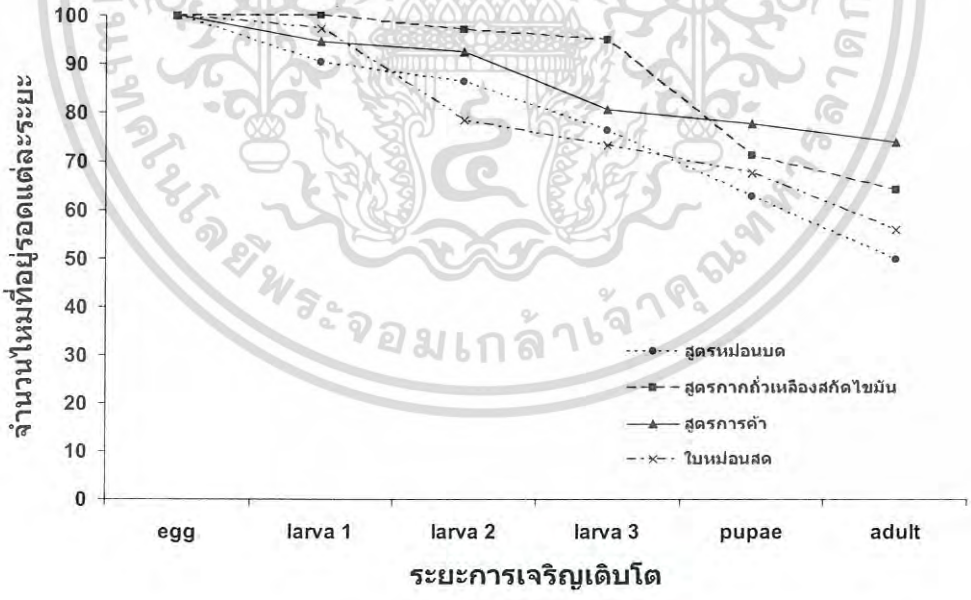
A = อาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด. B = อาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน. C = อาหารเทียมสูตรการค้า. D = ใบหม่อนสด

1/ อักษรเหมือนกันตามแนวนอน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (non-significant) ตรวจสอบโดยวิธี Duncan's New Multiple RangeTest ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 อัตราการวางไข่ของไหม *Bombyx mori* L. ที่เลี้ยงด้วย อาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด อาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน อาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสด เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส, 60±2 เปอร์เซ็นต์RH



ภาพที่ 4.2 อัตราการรอดชีวิตในแต่ละระยะของไหม *Bombyx mori* L. ที่เลี้ยงด้วย อาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด อาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน อาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสด เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส, 60±2 เปอร์เซ็นต์RH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการวิจัย

antiseptic ที่ใช้ในการทดลองนี้ คือ ไรแฟมปิน 0.1 มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม ซึ่งแตกต่างกับ พรทิพย์ เพชรมนต์ และ เกษร สุขเจริญ (2542) ที่ใช้ chloramphenical 0.1 มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม แต่ก็พบว่ามีการตอบสนองของหนอนไหมต่ออาหารเทียมไม่แตกต่างกัน ซึ่งจากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่าหนอนไหมพันธุ์นางลาย มีการตอบสนองต่ออาหารเทียมสูตรที่มีความเข้มข้นของ antiseptic 1 เปอร์เซ็นต์ ได้ดีที่สุด รองลงมา คือ 2, 0.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังจะเห็นได้จากการยอมรับอาหารหลังจากให้อาหาร 12 และ 24 ชั่วโมง ซึ่งหนอนไหมมีการยอมรับอาหารสูงสุด สำหรับการอยู่รอดของหนอนไหมที่ได้รับอาหารที่มีความเข้มข้นของ antiseptic 1 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอดสูงที่สุด คือ 51.67 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่มีความเข้มข้นของ antiseptic 2, 0.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอด คือ 49.33, 46.67 และ 32.67 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

อาหารเทียมสูตรที่มีปริมาณกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 24.02 เปอร์เซ็นต์ (30 กรัม) ในอาหารเทียม หนอนไหมมีการตอบสนองต่ออาหารสูงสุด ทั้งในด้านการยอมรับอาหาร อัตราการอยู่รอดวัย 1 และน้ำหนักหนอน ซึ่งสอดคล้องกับ Ito *et al* (1961) ซึ่งพบว่า ระดับแป้งถั่วเหลืองที่มีอิทธิพลสูงสุดต่อคุณค่าทางอาหารของหนอนไหม และหนอนไหมมีการเจริญเติบโตดีเมื่อใช้แป้งถั่วเหลือง 30 – 50 กรัม และวันทนีย์ เจริญกาญจน์ 2539 พบว่า ใช้แป้งถั่วเหลือง 40 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงไหมพันธุ์ลูกผสมต่างประเทศพันธุ์ KU 105 x KU106 หนอนไหมตอบสนองดีที่สุด

การตอบสนองของหนอนไหมต่ออาหารเทียมที่มีการหาวัตถุดิบอื่นๆ มาใช้ทดแทนกากถั่วเหลืองสกัดไขมันโดยใส่วัตถุดิบที่สนใจลงไปทดแทนกากถั่วเหลืองสกัดไขมันในปริมาณที่เท่ากันกับการใส่กากถั่วเหลืองสกัดไขมันเปรียบเทียบกับการใช้กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน พบว่าอาหารเทียมสูตรที่ใช้กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน และอาหารเทียมสูตรที่ใช้ใบหม่อนแห้งบด ให้ผลดีกว่า อาหารเทียมที่ใช้เมล็ดถั่วเขียว เมล็ดถั่วดำ เมล็ดถั่วแดง กากมะพร้าว ใบมันสำปะหลัง และใบและยอดกระถิน

การพัฒนาสูตรอาหารเทียมที่ได้จากสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน ซึ่งมีปริมาณ β–sitosterol, citric acid, salt-mixture และวุ้นผงในปริมาณที่แตกต่างกัน พบว่าปริมาณ β sitosterol, citric acid และ salt–mixture ในแต่ละปริมาณไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงใช้อาหารเทียมที่มีปริมาณสาร β–sitosterol, citric acid และ salt-mixture เท่ากับสูตรเดิมคือ 0.2, 2 และ 4 กรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณวุ้นผงพบว่าในแต่ละปริมาณไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากหนอนไหมมีการยอมรับอาหาร และอัตราการอยู่รอดมากที่สุดจึงใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณวุ้นผงที่ 5 กรัม แสดงว่าวุ้นผง 5 กรัม น่าจะมีส่วนช่วยให้รักษาความชื้นในอาหารเทียมได้เหมาะสม ดังนั้นจึงใช้สูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมันที่ปรับปริมาณ วุ้นผง 5 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ วันทนีย์ เจริญกาญจน์ (2539) ที่ใช้อาหารเทียมสูตรพื้นฐาน I ที่เลี้ยงหนอนไหมวัย 1-3 ได้ใช้ปริมาณวุ้นผง 5 กรัม

สูตรอาหารเทียมที่ได้จากสูตรใบหม่อนแห้งบด ซึ่งมีปริมาณ β–sitosterol, citric acid, salt - mixture และวุ้นผง ในปริมาณที่แตกต่างกัน พบว่าในแต่ละปริมาณไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงใช้อาหารเทียมที่มีปริมาณสาร β–sitosterol, citric acid, salt - mixture และวุ้นผง คือ 0.2, 2, 4 และ 10 กรัม ตามลำดับ เนื่องจากมีการยอมรับอาหารและอัตราการอยู่รอดมากที่สุด มาใช้เปรียบเทียบกับใบหม่อนสด และอาหารเทียมสูตรการค้า

การตอบสนองของสูตรปรับปรุงที่มีกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน และใบหม่อนแห้งบด เป็นส่วนประกอบหลัก มีความแตกต่างจากสูตรพื้นฐานเดิมที่ยังไม่ปรับปรุง ซึ่งมีกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 15.19 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าการตอบสนองของหนอนไหมต่ออาหารเทียมที่ผลิตเป็นการค้า และใบหม่อนสด ไม่มีความแตกต่างกับสูตรปรับปรุง อย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาตารางชีวิตของไหมวัยอ่อนพันธุ์นางลาย ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรการค้า อาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน ใบหม่อนสด และอาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±1^{o}C, 60±2 เปอร์เซ็นต์RH โดยมีอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_o) 550.93, 418.77, 385.35 และ 337.86 เท่า อายุขัยของกลุ่ม (T_c) 46.09, 51.18, 43.10 และ 54.19 วัน ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางพันธุกรรม (r_c) 0.137, 0.118, 0.138 และ 0.107 อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) 1.147, 1.125, 1.148 และ 1.113 ระยะเวลาการเพิ่มประชากรเป็นสองเท่า (DT) 5.058, 5.873, 5.022 และ 6.477 ตามลำดับ

ซึ่งในการเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมมีปัจจัยหลายอย่างเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งในช่วงดำเนินการวิจัยประสบปัญหาคือ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการบดที่ใช้ในการบดคือ เครื่องปั่น ตะแกรงร่อน และครก ซึ่งความละเอียดยังไม่เพียงพอ อาจมีผลต่อความชื้นของอาหาร นอกจากนี้หากนำสัดส่วนปริมาณสารอาหารที่เหมาะสมในแต่ละสูตร มารวบรวมแล้วทำเป็นสูตรอาหารเทียมสูตรใหม่ และบดให้ละเอียดมากขึ้น การตอบสนองของหนอนไหมต่ออาหารเทียมน่าจะให้ผลดีขึ้นอย่างไรก็ตามสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการเลี้ยงไหมคือ จำเป็นต้องทำให้หนอนไหมมีพฤติกรรมที่สามารถยอมรับอาหารชนิดใหม่ได้ ในอาหารต้องมีธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและลอกคราบ นอกจากนี้หนอนไหมสายพันธุ์ที่แตกต่างกันอาจมีการยอมรับอาหาร การสร้างเส้นใย และการสืบพันธุ์ที่ต่างกัน ราคาอาหารเทียมสูตรการค้า 5 ดอลลาร์ คิดเป็นเงินไทยประมาณ 170 บาท สามารถเลี้ยงหนอนไหมได้ 25 ตัว (Silkworm Moth (*Bombyx mori*) Artificial Diet, Small Diet Pack (SWM300). 2007) ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นราคาที่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตรังไหมที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัย

การหาเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของยาปฏิชีวนะ (antiseptic) ที่เหมาะสมในการนำไปเป็นส่วนประกอบของอาหารเทียมเลี้ยงไหมวัยอ่อนโดยใช้หนอนไหมพันธุ์นางลาย จากการหาเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของ antiseptic ที่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในสูตรอาหารเทียม พบว่าอาหารเทียมสูตรที่มีความเข้มข้นของ antiseptic 1 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลดีกว่าอาหารเทียมสูตรที่มีความเข้มข้นของ antiseptic 2, 0.5 และ 3 เปอร์เซ็นต์

การตอบสนองของหนอนไหมต่อกากถั่วเหลืองสกัดไขมันปริมาณต่างๆ ในอาหารเทียม โดยการปรับปริมาณของกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน พบว่าหนอนไหมตอบสนองต่ออาหารเทียมที่มีปริมาณของกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 24.02 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลดีกว่าอาหารเทียมที่มีปริมาณของกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน 29.65, 17.40, 15.19 และ 9.53

การตอบสนองของหนอนไหมต่ออาหารเทียมที่มีการหาวัตถุดิบอื่นๆ ทดแทนกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน โดยใส่ในปริมาณที่เท่ากัน พบว่าอาหารเทียมสูตรที่ใช้กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน และอาหารเทียมสูตรที่ใช้ใบหม่อนแห้งบด ให้ผลดีกว่าอาหารเทียมที่ใช้เมล็ดถั่วเขียว เมล็ดถั่วดำ เมล็ดถั่วแดงหลวง กากมะพร้าว ใบมันสำปะหลัง และ ใบและยอดกระถิน

การพัฒนาอาหารเทียมโดยการปรับระดับส่วนประกอบต่างๆ ของอาหาร จากสูตรอาหารเทียมที่มีส่วนประกอบหลักเป็นถั่วเหลืองสกัดไขมัน 24.02 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณ β–sitosterol, citric acid, salt-mixture และวุ้นผง ในปริมาณที่แตกต่างกัน พบว่าในแต่ละปริมาณไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สูตรอาหารเทียมที่ใช้ปริมาณวุ้นผง 5 กรัม มีการยอมรับอาหาร และอัตราการอยู่รอดมากที่สุด

การพัฒนาอาหารเทียมโดยการปรับระดับส่วนประกอบต่างๆ ของอาหารจากสูตรอาหารเทียมที่มีส่วนประกอบหลักเป็นใบหม่อนแห้งบด 64.05 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณ β–sitosterol, citric acid, salt-mixture และวุ้นผงในปริมาณที่แตกต่างกัน พบว่าในแต่ละปริมาณไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การตอบสนองของหนอนไหมต่ออาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด สูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน อาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสด เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส, 60±2 เปอร์เซ็นต์ RH พบว่าอาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน ให้ผลการยอมรับอาหารดีเทียบเท่ากับอาหารเทียมสูตรการค้า และการเลี้ยงด้วยใบหม่อนสด รวมไปถึงอัตราการรอดชีวิตของหนอนไหมก็ใกล้เคียงกันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาตารางชีวิตของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วย อาหารเทียมสูตรใบหม่อนแห้งบด อาหารเทียมสูตรกากถั่วเหลืองสกัดไขมัน อาหารเทียมสูตรการค้า และใบหม่อนสด เลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส, 60±2 เปอร์เซ็นต์ RH พบว่าหนอนไหมมีการวางไข่ใบแรกในวันที่ 53, 50, 45 และ 42 ของการเจริญเติบโต ตามลำดับ โดยไข่มีปริมาณมากที่สุด 230.50, 208.50, 271.00 และ 246.50 ฟอง/ตัว/วัน ตามลำดับ การคำนวณค่า biological attributes หนอนไหมมีอัตราการขยายพันธุ์สุทธิ (R_0) 337.86, 418.77, 550.93 และ 385.35 ตามลำดับ อายุไขของกลุ่ม (T_C) เท่ากับ 54.19, 51.18, 46.09 และ 43.10 วัน ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การเพิ่มทางพันธุกรรม (r_c) เท่ากับ 0.107, 0.118, 0.137 และ 0.138 ตัว/วัน ตามลำดับ อัตราการเพิ่มที่แท้จริง (λ) เท่ากับ 1.113, 1.125, 1.147 และ 1.148 เท่า/วัน ตามลำดับ และระยะเวลาการเพิ่มประชากรเป็นสองเท่า (DT) มีค่าเท่ากับ 6.477, 5.873, 5.058 และ 5.022 วัน ตามลำดับ หนอนไหมมีอัตราการตายในระยะไข่ เท่ากับ 9.67, 0.00, 5.32 และ 2.66 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราการตายของหนอนไหมระยะที่ 1 เท่ากับ 4.43, 3.00, 2.47 และ 19.52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราการตายของหนอนไหมระยะที่ 2 เท่ากับ 11.58, 2.06, 12.63 และ 6.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราการตายของหนอนไหมระยะที่ 3 เท่ากับ 17.90, 25.26, 3.72 และ 7.72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อัตราการตายของไหมระยะดักแด้ เท่ากับ 20.74, 9.86, 5.15 และ 17.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการทดลองสรุปได้ว่า สูตรอาหารเทียมที่พัฒนาขึ้นให้ผลผลิตดีใกล้เคียงกับสูตรที่ผลิตเป็นการค้าแต่ยังด้อยกว่าในด้านเวลาที่ใช้เลี้ยงซึ่งต้องเลี้ยงนานกว่า 2-3 วัน จากการคำนวณค่าใช้จ่าย พบว่าอาหารเทียมสูตรพัฒนามีราคาถูกกว่าอาหารเทียมสูตรการค้ามาก โดยสูตรอาหารเทียมที่พัฒนาขึ้นในการใช้อาหารเทียมน้ำหนักแห้ง 1 กิโลกรัม สามารถเลี้ยงหนอนไหม 2,000 ตัว ซึ่งเมื่อคำนวณต้นทุน อาหารเทียมสูตรพัฒนา 1 กิโลกรัม ราคาประมาณ 1,300 บาท ขณะที่อาหารเทียมสูตรการค้า ที่สามารถเลี้ยงหนอนได้ 2,000 ตัว ราคาประมาณ 2,720 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2547ก. **เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับ การปลูกหม่อนเลี้ยงไหมระดับครัวเรือน.** กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรมวิชาการเกษตร. 2547ข. **เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับ การปลูกหม่อนเลี้ยงไหมระดับอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กรรณิการ์ จ้อยเจริญ. 2525. "การปรับปรุงสูตรอาหารเทียมเพื่อเลี้ยงไหมป่าอีรี่." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขากีฏวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฉวีวรรณ จารุกาญจน์. 2524. "การเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียม." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตสาขากีฏวิทยา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชาญชัย ถาวรอนุกูลกิจ. 2537. **การผลิตหม่อนไหม.** ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ดวงสมร สินเจิมสิริ และ อังคณา หาญบรรจง. 2527. **การศึกษาส่วนประกอบของโภชนะในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีในประเทศไทย.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรทิพย์ เพชรมนต์ วรพจน์ เพชรสังข์ เกษร สุขเจริญ สุวณี กิตติลาภานนท์ และ วรรณนิภา โรจน์วราวัตร. 2525. "การศึกษาวิธีการผลิตและเก็บผงหม่อนให้มีคุณภาพสำหรับทำอาหารเทียมเลี้ยงไหม." หน้า 248-269. **ในรายงานผลงานวิจัย ศูนย์วิจัยหม่อนไหมนครราชสีมา.** นครราชสีมา : สถาบันวิจัยหม่อนไหม.

พรทิพย์ เพชรมนต์ และ เกษร สุขเจริญ. 2542. "ศึกษาปรับปรุงส่วนผสมของอาหารเทียมให้มีประสิทธิภาพ." หน้า 1-19. **ในรายงานผลงานวิจัย ศูนย์วิจัยหม่อนไหมนครราชสีมา.** นครราชสีมา : สถาบันวิจัยหม่อนไหม.

พรรณี ศรีบรรเทา. 2530. **เทคนิคการเลี้ยงไหมสำหรับประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.

วันทนีย์ เจริญการ. 2539. "การตอบสนองของหนอนไหมวัยอ่อน (*Bombyx mori* L.) ต่ออาหารเทียม." กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพันธุศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2529. **วัตถุเจือปนอาหาร.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สถาบันวิจัยหม่อนไหม. 2541. **การปลูกหม่อนเลี้ยงไหม.** กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยหม่อนไหม กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมบูรณ์ โกมลนาค มาโนช ปัญญาวนิช และ บัวแก้ว โกมลนาค. 2533. ศึกษาวิจัยผลของสาร Thiouria ต่อการเพิ่มผลผลิตใบหม่อนที่ใช้เลี้ยงไหมวัยอ่อน. หน้า 51. **ในรายงานผลการค้นคว้าวิจัยไหมต่างประเทศลูกผสม ปี 2533**. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยหม่อนไหม กรมวิชาการเกษตร.

สมหญิง ชูประยูร สฤษดิพร ชูประยูร และพรทิพย์ สุคนธสิงห์. 1998. **เอกสารวิชาการที่ 13 เรื่อง การปลูกหม่อนเลี้ยงไหม**. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการเกษตร.

Anonymous. 1981. "Manual of grouping juvenile silkworm with artificial food." p. 11 Cited by T. Fukuda. In the Rearing of Mulberry Silkworm and Non Mulberry Silkworm on Artificial Diets. Tokyo : Kodansha.

Birch, L.C. 1948. " The intrinsic rate of natural increase of an insect population." **J. Anim. Ecol.** 17 (1) : 15 – 26.

Cappellozza, L., Cappellozza, S., Saviane, A. And Sbrenna, G. 2005. "Artificial diet rearing system for the silkworm *Bombyx mori* (Lepidoptera : Bombycidae) : effect of vitamin C deprivation on larval growth and cocoon production." **Appl. Entomol. Zool.** 40(3) : 405-412.

Chauhan, T.P.S. and Singh, K. 1992. "Studies on the effect of ascorbic acid (vitamin C) on fecundity in the mulberry silkworm *Bombyx mori* L." **Sericologia.** 32(4) : 567 – 574.

Dadd, R. H. 1957. "Ascorbic acid and carotene in the nutrition of the desert locust *Schistocerca gregaria* Forsk." **Nature.** 179 (4556) : 427-428.

Dethier, V.G. 1954. "Evolution of feeding preferences in phytophagous insects." **Evolution.** 8(1) : 33-54.

Faruki, S. 1998. "Nutritive effects of thianomin® enriched mulberry leaves on the silkworm, *Bombyx mori* L." **Univ. J. Zool. Rajshahi Univ.** 17(1) : 39-44.

Faruki, S. 2005. Effect of pyridoxine on the reproduction of the mulberry silkworm, *Bombyx mori* L.(Lepidoptera: Bombycidae) ." **ISJ.** 2(1) : 28-31.

Fraenkel, G.S. 1959. "The raison d'e tre of secondary plant substance." **Science.** 129(3361) : 1466- 1470.

Friend, W. G. 1958. "Nutrition requirements of phytophagous insects." **Annu. Rev.Enmol.** 3(1) : 57-74.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hamamura, Y. K., K. Hayashiya and K. Naito. 1961. "ß-Sitosterol as one of the biting factors." **Nature.** 190 (4243) : 880-881.

Harcourt, D.G. 1969. **"The development and use of Life tables in the study of natural insect populations." Ann. Rev. Entomol.** 14 (1) : 175 – 196.

Ito, T. 1960. "Effect of sugar on feeding of larvae of the silkworm, *Bombyx mori* L." **J. Ins. Physiol.** 5(2) : 95-107.

Ito, T. 1961. "Effect of dietary ascorbic acid on the silkworm, *Bombyx mori*." **Nature.** 192 (4806) : 951-952.

Ito, T. 1978. Silkworm nutrition, 121-157. In Y. Tazima(ed) . In **The Silkworm an Important Laboratory Tool.** Tokyo : Kodansha.

Ito, T. 1980. "Application of artificial diets in sericulture."**JARQ. Japan.** 14 (13) : 163-168.

Ito, T and Kobayashi, M. 1975. Rearing of the silkworm, pp. 85-101. *In* **Y. Tazima (ed) The Silkworm an Important Laboratory Tool.** Tokyo : Kodansha.

Krishnaswami, S., Narasimhanna, M.N., Suryanarayan, S.K., Kumararaj, S. 1973. **Sericulture manual 2- Silkworm rearing.** Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Laughlin, R. 1965. "Capacity for Increase, a useful Population Statistics." **J. Anim. Ecol.** 34(1) : 77 – 91.

Legay, J.M. 1958. "Recent advances in silkworm nutrition." **Ann.Rev.Entomo.** 31 (1) : 75-86.

Murthy, M.R.V. 1953. "Studies on the nutrition of silkworm, *Bombyx mori* L." **Annu. Rev. Ent.** 3 (1) : 57-74.

Matsura, Y. 1994. **"Blood meal used as dietary protein for the silkworm *Bombyx mori* L." JARQ.** 28(3) : 133-137.

Price, P.W. 1975. **Insect Ecology.** New York : John Wiley and Sons.

Roeder, D.K. 1953. **Insect Physiology.** London : Chapman and Hall, Ltd.

Saha, B.N. and Khan, A.R. 1997. "Effect of vertebrate sex-hormones on *Bombyx mori* L." **Sericologia.** 37(1) : 19-25.

Sengupta, K., Singh, B.D and Mustafi, J.C. 1972. "Nutrition of the silkworm, *Bombyx mori* L. I. Studies on enrichment of mulberry leaf with various sugars, proteins, amino acids and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

vitamins for vigorous growth of worms and increased cocoon crop production. " **Indian J. Seric**. 11(1) : 11-19.

Shinbo, H. and Yanagawa, H. 1994. "Low – cost artificial diet for polyphagous silkworm." **JARQ**. 28 (3) : 262- 267.

Silkworm Moth (*Bombyx mori*) Artificial Diet, Small Diet Pack (SWM300). 2007. [Online]. Available : http://educationalscience.com/merchant.ihtml.

Tanaka, S. 1975. **Texbook of Tropical Sericulture.** Tokyo : Kodansha.

Watanabe, T. 1958. "Substances in mulberry leaves which attract silkworm larvae (*Bombyx mori* L.)" **Nature.** 182(4631) : 325-326.

Yokoyama, T. 1963. "Serriculture." **Ann. Rev. Entomol.** 8(1) : 287-289 .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นามสกุล	นายเกรียงไกร จีระกุล Mr. Kriengkrai Jeerakul
วัน เดือนปี เกิด	21 มกราคม พ.ศ. 2521
ที่อยู่	181/68 ถนนประชาราษฎร์2 แขวงบางซื่อ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
ประวัติการศึกษา	2540 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนวิมุตยารามพิทยากร จังหวัดกรุงเทพมหานคร 2543 สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จังหวัดกรุงเทพมหานคร 2544 ทำงานเป็นผู้ช่วยวิจัยของผศ.ดร. อำมร อินทร์สังข์ โดยได้รับทุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (ส.ก.ว.) ให้การสนับสนุนโครงการวิจัยเรื่องการควบคุมหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน *Darna furva* Wileman โดยชีววิธี ปัญหาพิเศษปริญญาโท เรื่อง การแพร่กระจายของหนอนหน้าแมวปาล์มน้ำมัน *Darna furva* Wileman และการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์แตนเบียน *Dolichogenidea parasae* (Rower)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้