21667

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ชีววิทยาของไหม (*Bombyx mori* L.) พันธุ์นางลาย ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียม

Biology of Silkworm (*Bombyx mori* L.), Nang-Lai Variety Reared on Various Artificial Diets.

T099086

โดย

นางสาวศิริวรรณ อินยา

Miss Siriwun Inya

สน.
ค 486ส
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....99086
วัน,เดือน,ปี.....16 Jun 2009

.b.11777199
.i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

ชีววิทยาของไหม (*Bombyx mori* L.) พันธุ์นางลาย ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียม

Biology of Silkworm (*Bombyx mori* L.), Nang-Lai Variety Reared on Various Artificial Diets.

โดย

นางสาวศิริวรรณ อินยา

Miss Siriwun Inya

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(ผู้ช่วยศาสตร์ตราจารย์ ดร.อำมร อินทร์สังข์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์ ชวาลา บุรณศิริ)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่ 18 เดือน พ.ค. พ.ศ. 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง : ชีววิทยาของไหม (*Bombyx mori* L.)พันธุ์นางลาย ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียม
โดย : นางสาวศิริวรรณ อินยา
ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
สาขา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
อาจารย์ที่ปรึกษา: ..... 18 / พค / 50
(ผศ.ดร.อำมร อินทร์สังข์)

บทคัดย่อ

จากการศึกษาชีววิทยาของไหม (*Bombyx mori* L.) พันธุ์นางลาย ที่เลี้ยงบนอาหารเทียมที่มีหม่อนแห้งป่นและถั่วเหลืองสกัดไขมันเป็นองค์ประกอบหลักสูตรต่างๆเปรียบเทียบกับอาหารธรรมชาติและอาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น พบว่า การเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมที่มีองค์ประกอบของ β-sitosterol1 หนอนไหมมีความสามารถในการยอมรับอาหารที่ 12 และ 24 ชั่วโมง คือ 100.00 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับมีอัตราการอยู่รอดในวัยที่ 1, 2, 3 และ 5 คือ 100.00, 98.89, 95.56 และ 77.78 เปอร์เซ็นต์ และมีน้ำหนักตัววัยที่ 1, 2 และ 3 เฉลี่ย 0.0054, 0.0197 และ 0.0902 กรัมต่อตัว ตามลำดับ มีผลผลิตรังโดยมีน้ำหนักรังสดเพศผู้และเพศเมีย คือ 0.6695 และ 0.6705 กรัมต่อรัง น้ำหนักเปลือกรัง 0.0794 และ 0.0732 กรัมต่อรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง 11.8594 และ 10.9294 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับใบหม่อนและสูตรญี่ปุ่น โดยที่สูตรญี่ปุ่นมีความสามารถในการยอมรับอาหารที่ 12 และ 24 ชั่วโมง คือ 100 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการอยู่รอดในวัยที่ 1, 2, 3 และ 5 คือ 90.00, 90.00, 81.11, 51.11 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัววัยที่ 1, 2 และ 3 เฉลี่ย 0.0056, 0.0631 และ 0.3702 กรัมต่อตัว ตามลำดับ มีผลผลิตรัง โดยมีน้ำหนักรังสดเพศผู้และเพศเมีย คือ 0.6277 และ 0.6530 กรัมต่อรัง น้ำหนักเปลือกรัง 0.0857 และ 0.0897 กรัมต่อรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง 13.6590 และ 14.2914 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่อาหารเทียมสูตร Salt-mixture3 ให้คุณภาพรังดีที่สุด แต่อัตราการอยู่รอดในวัยที่ 1, 2, 3 และ 5 น้อยที่สุด คือ 100.00 , 98.89, 95.56 และ 30.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับอาหารเทียมสูตรอื่นๆ ให้ผลการทดลองที่ใกล้เคียงกัน ในขณะที่ อาหารเทียมสูตร salt-mixture2 ทำให้หนอนไหมวัย 2 และ 3 ตายหมด ดังนั้นการเลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตร β-sitosterol1 ให้ผลดีกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรพัฒนาชนิดอื่น นอกจากนี้ ขนาดลำตัวของหนอนไหม ดักแด้และตัวเต็มวัยที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนมีขนาดใหญ่กว่าหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมแต่หนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมมีวงจรชีวิตและอัตราการวางไข่มากกว่าหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยใบหม่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : Biology of Silkworm (*Bombyx mori* L.), Nang-Lai Variety Reared on Various Artificial Diets.

By : Miss Siriwun Inya

Degree : Bechelor of Science (Agriculture)

Major : Plant Pest Management Technology

Advisor : ..... 18 / May / 2007

(Assist.Prof.Dr.Ammorn Insung)

Abstract

The biology of silkworm (*Bombyx mori* L.) Nang-Lai variety reared on various artificial diets developed from the main components of dry-brended mulberry and oil-free soybean was investigated and compared with mulberry and commercial artificial diet. It was found that the silkworm reared with artificial diet consists of β-sitosterol1 showed food acceptable at 12 and 24 hours of 100.00 and 100.00 percent, respectively. The survival rates of 1st, 2nd, 3rd and 5th instar larvae were 100.00, 98.89, 95.56, 77.78 percent and the weight of 1st, 2nd and 3rd instar larvae were 0.0054, 0.0197 and 0.0902 g, respectively. The weights of pupa with cocoon of male and female were 0.6695 and 0.6705 g, the weights of cocoon were 0.0794 and 0.0732 g and cocoon percentages were 11.8594 and 10.9294 percent, respectively. The larvae reared on this artificial diet showed similar result to those reared on mulberry leaves and particularly on artificial diet for commercial use which showed food acceptable at 12 and 24 hours of 100 percent. The survival rates of 1st, 2nd, 3rd and 5th instar larvae were 90.00, 90.00, 81.11, 51.11 percent and the weight of 1st, 2nd and 3rd instar larvae were 0.0056, 0.0631 and 0.3702 g, respectively. The weights of pupa with cocoon of male and female were 0.6277 and 0.6530 g, the weights of cocoon were 0.0857 and 0.0897 g, and cocoon percentages were 13.6590 and 14.2914 percent, respectively. Although, artificial diet consists of salt-mixture3 showed the highest weight of cocoon but it caused low survival rate of 1st, 2nd, 3rd and 5th instar larvae, which were 100.00, 98.89, 95.56 and 30.00 percent, respectively. As for other kinds of artificial diet showed close similarities. However, artificial

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

diet consists of salt-mixture2 did not show any efficiency for rearing silkworm. Therefore, it caused the second and third instars larvae to die. It could be indicated that larvae reared on artificial diet consists of β-sitosterol1 showed better result than that of reared on other kinds of artificial diets. Beside, the size of larvae, pupa and adult of silkworm reared on mulberry leaves were bigger than those reared on various artificial diets. But the larvae reared on the artificial diets had longer life cycle and higher fecundity than those reared on mulberry leaves.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษปริญญาตรีฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยมี ผศ.ดร.อำมร อินทร์สังข์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ซึ่งได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ความเมตตา กรุณา ของอาจารย์ที่มีต่อข้าพเจ้ามา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่าน โดยเฉพาะคณาจารย์ในภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ อนุเคราะห์เครื่องมือ อุปกรณ์และสถานที่ในการปฏิบัติงานเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณรุ่นพี่ปริญญาโท สาขากีฏวิทยาและสิ่งแวดล้อม พี่เกรียงไกร จีระกุล และพี่พรพิมล รักษาพล ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ขอขอบคุณที่คอยรับฟังปัญหาในการทำปัญหาพิเศษของข้าพเจ้าและคอยชี้แนะแนวทางการแก้ไขปัญหา จนสามารถทำงานได้อย่างสำเร็จลุล่วง และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจให้เสมอ ตลอด 4 ปีที่ผ่านมาที่ศึกษาอยู่ ณ สถาบันแห่งนี้ ข้าพเจ้าซาบซึ้งใจยิ่งนัก

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา อย่างสุดซึ้งที่คอยเป็นกำลังใจ ดูแลเอาใจใส่ข้าพเจ้า อบรมบ่มนิสัย เลี้ยงดูข้าพเจ้าให้ข้าพเจ้าเป็นคนดี และให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ เสมอมายังผลทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้ประสบผลสำเร็จด้วยดี

นางสาวศิริวรรณ อินยา

เมษายน 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ii
คำนิยม.....iv
สารบัญ.....v
สารบัญตาราง.....vi
สารบัญภาพ.....viii
คำนำ.....1
วัตถุประสงค์.....2
การตรวจเอกสาร.....3
อุปกรณ์และวิธีการ.....26
ผลการทดลอง.....32
วิจารณ์ผลการทดลอง.....61
สรุปผลการทดลอง.....63
เอกสารอ้างอิง.....64
ภาคผนวก.....68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของสารอาหารในใบหม่อน.....13
ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของอาหารชนิดต่างๆ.....29
ตารางที่ 3 การยอมรับอาหารของหนอนไหมพันธุ์นางลายหลังจากให้อาหารครั้งแรก.....33
ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงบนอาหารเทียม
และใบหม่อน.....36
ตารางที่ 5 อายุของหนอนไหมวัย 1-3 ที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน.....39
ตารางที่ 6 น้ำหนักของหนอนไหมวัยที่ 1-3 ที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน.....41
ตารางที่ 7 น้ำหนักรังสด น้ำหนักเปลือกรังและเปอร์เซ็นต์เปลือกรังของเพศผู้และเพศเมีย
ที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน.....44
ตารางที่ 8 ขนาดลำตัวของหนอนไหมพันธุ์นางลายในแต่ละวัย.....51
ตารางที่ 9 อายุของหนอนไหมพันธุ์นางลายในแต่ละวัย.....54
ตารางที่ 10 ขนาดรังดักแด้ของหนอนไหม.....56
ตารางที่ 11 อัตราการวางไข่ของผีเสื้อพันธุ์นางลายที่ได้รับการผสมพันธุ์ในแต่ละวัย.....58
ตารางที่ 12 วงจรชีวิตของไหมพันธุ์นางลาย.....60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวก

หน้า

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร salt-mixture1.....69
ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร salt-mixture2 พื้นฐาน.....70
ตารางที่ 3 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร salt-mixture3.....71
ตารางที่ 4 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร salt-mixture4.....72
ตารางที่ 5 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร β-sitosterol1.....73
ตารางที่ 6 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร β-sitosterol3.....74
ตารางที่ 7 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร citric acid1.....75
ตารางที่ 8 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร citric acid3.....76
ตารางที่ 9 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร citric acid4.....77
ตารางที่ 10 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร agar1.....78
ตารางที่ 11 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร agar3.....79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 วงจรชีวิตของไหม.....7
ภาพที่ 2 เปอร์เซ็นต์การยอมรับอาหารของหนอนไหมพันธุ์นางลายหลังจากให้อาหารครั้งแรก.....34
ภาพที่ 3 เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน.....37
ภาพที่ 4 น้ำหนักตัวของหนอนไหมพันธุ์นางลายวัยที่ 1-3 ที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน.....42
ภาพที่ 5 น้ำหนักรังสดเฉลี่ยต่อรังของหนอนเพศผู้และเพศเมียที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน.....45
ภาพที่ 6 น้ำหนักเปลือกรังเฉลี่ยต่อรังของหนอนเพศผู้และเพศเมียที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน.....46
ภาพที่ 7 เปอร์เซ็นต์เปลือกรังของหนอนเพศผู้และเพศเมียที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน.....47
ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงของไข่.....49
ภาพที่ 9 ลักษณะของหนอนไหมพันธุ์นางลาย.....52
ภาพที่ 10 ลักษณะของดักแด้.....55
ภาพที่ 11 วงจรชีวิตของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยใบหม่อน.....59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

หนอนไหม (*Bombyx mori* L.) สามารถเจริญได้เมื่อเลี้ยงด้วยใบหม่อน ซึ่งเส้นใยจากหนอนไหมที่นำมาทอเป็นผ้าไหมเป็นที่นิยมของทั้งชาวไทยและต่างประเทศ ดังนั้นอาชีพเลี้ยงไหมจึงให้ผลตอบแทนค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามยังคงประสบปัญหาหลายประการในการเลี้ยง เช่น ในช่วงฤดูหนาวหม่อนมีการพักตัว ทำให้ขาดแคลนใบหม่อนโดยเฉพาะหม่อนพันธุ์น้อยซึ่งเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูก ดังนั้นอาหารเทียมจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนใบหม่อน อีกทั้งยังสามารถลดปัญหาการเกิดโรคในไหมวัยอ่อน (วัย1-3) ซึ่งมีสาเหตุมาจากใบหม่อนมีความสะอาดไม่เพียงพอ นอกจากนี้ยังเป็นการแบ่งเบาภาระด้านแรงงานโดยการเลี้ยงหนอนไหมด้วยใบหม่อนสด ซึ่งปกติเกษตรกรเลี้ยงหนอนไหม 3-4 ครั้งต่อวัน แต่การเลี้ยงหนอนไหมด้วยอาหารเทียมเกษตรกรสามารถเลี้ยงเพียง 1-2 ครั้งต่อวันเท่านั้น และในปัจจุบันประเทศไทยมีการนำเข้าอาหารเทียมจากประเทศญี่ปุ่นซึ่งมีราคาสูง ดังนั้นจึงจำเป็นที่นักวิจัยต้องวิจัยและพัฒนาสูตรอาหารเทียมที่เหมาะสมกับหนอนไหมที่เกษตรกรเลี้ยงภายในประเทศต่อไป ซึ่งจากการพัฒนาสูตรอาหารเทียมบางสูตรที่คาดว่าน่าจะเหมาะสมต่อหนอนไหมพันธุ์นางลาย จึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของหนอนไหมที่เลี้ยงบนอาหารเทียมสูตรต่างๆเหล่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะและชีววิทยาของไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงในสูตรอาหารเทียมที่มีหม่อนแห้งป่นและถั่วเหลืองสกัดไขมันเป็นองค์ประกอบหลัก เปรียบเทียบกับอาหารเทียมที่เป็นการค้า (สูตรญี่ปุ่น) และอาหารธรรมชาติ(ใบหม่อน)
2. เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาไปพัฒนาเป็นสูตรอาหารเทียมที่เหมาะสมของหนอนไหมวัยอ่อนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

ไหมเป็นสัตว์อยู่ใน Phylum Arthropoda มีการเจริญเติบโตเป็นแบบ complete metamorphosis คือมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในแต่ละขั้นตอนของการเจริญเติบโต แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด สำหรับลำดับการจัดหมวดหมู่ของไหมมีดังนี้

Kingdom - Animalia

Phylum - Arthropoda

Class - Hexapoda or Insecta

Subclass - Pterygota

Division - Endopterygota

Order - Lepidoptera

Family – Bombycidae

Genus - *Bombyx*

Species - *mori*

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Bombyx mori* Linn.

ผีเสื้อที่อยู่ในวงศ์ Bombycidae นี้มีลักษณะพิเศษประจำวงศ์ที่สำคัญคือ ตัวหนอน (larvae) จะพ่นเส้นใย เพื่อใช้ในการทำรังห่อหุ้มตัวของมันเอง แล้วลอกคราบกลายเป็นดักแด้ (pupae) อยู่ภายในรังนั้น

พันธุ์ไหม

พันธุ์ไหมเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากต่อการเลี้ยงไหมให้ประสบความสำเร็จ เพราะหากเกษตรกรใช้พันธุ์ไหมที่ดี มีคุณภาพก็สามารถจะเพิ่มผลผลิตรังไหมและเส้นไหมของเกษตรกรได้ พันธุ์ไหมที่ส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงในปัจจุบันจำแนกตามพันธุ์ไหมที่เกษตรกรเลี้ยงได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ (รุจิพร, 2548)

1. ไหมพันธุ์ไทย หมายถึง ไหมพันธุ์พื้นเมือง ที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทยเป็นพวกที่สามารถฟักออกตลอดปี มีความต้านทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี รังไหมมีขนาดเล็ก ลักษณะยาวรีส่วนใหญ่จะมีสีเหลือง สีจำปา รังไหมมีขี้ไหมมาก เปอร์เซ็นต์เปลือกรังต่ำ เส้นใยสั้นไม่สามารถสาวด้วยเครื่องจักรได้ พันธุ์ที่แนะนำส่งเสริม ได้แก่ พันธุ์นางน้อย และพันธุ์นางลาย พันธุ์เหล่านี้เลี้ยงเพื่อสาวเป็นเส้นพุ่งด้วยเครื่องสาวแบบพื้นบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไหมพันธุ์ไทยลูกผสม หมายถึง พันธุ์ไหมที่เกิดจากการผสมระหว่างพันธุ์ไทยกับพันธุ์ต่างประเทศ (จีน/ญี่ปุ่น) รังไหมสีเหลือง ขนาดรังใหญ่กว่าพันธุ์ไทย ให้ผลผลิตรังไหมสูงกว่าแต่ต้านทานต่อสภาพแวดล้อมน้อยกว่าพันธุ์ไทย พันธุ์ที่ส่งเสริมได้แก่ พันธุ์ กสก.2 กสก.6 และดอกบัว

3. ไหมพันธุ์ผสมต่างประเทศ หมายถึง พันธุ์ที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ต่างประเทศ สายพันธุ์จีนกับสายพันธุ์ญี่ปุ่น รังไหมสีขาว ขนาดรังใหญ่เปอร์เซ็นต์เปลือกรังสูง ความยาวของเส้นไหมเฉลี่ยต่อรังมากกว่า 1,000 เมตร เหมาะในการสาวด้วยเครื่องจักรโดยสาวเป็นเส้นยืน พันธุ์ที่ส่งเสริมได้แก่ กสก.1 และ กสก.5

ชีพจักรและการเจริญเติบโต

ชีพจักรของไหม แบ่งออกเป็นขั้นตอนสำคัญได้ 4 ขั้นคือ (ชำนาญ, 2546)

1. ระยะที่เป็นไข่ (eggs) ในระยะนี้จะใช้เวลามากน้อยแตกต่างกันไปตามพันธุ์ กล่าวคือถ้าเป็นไหมพวกที่ฟักออกหลายครั้งต่อปีตามธรรมชาติ (polyvoltine) ช่วงเวลาที่แม่ไหมวางไข่จนถึงตัวอ่อนฟักออกจากไข่ก็จะใช้เวลา 9-12 วัน แต่ถ้าเป็นไหมพวกที่ฟักออก 1-2 ครั้งในรอบปี (univoltine or bivoltine) และในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติเดิมของไหม แล้วจะใช้เวลาในช่วงดังกล่าว 4-10 เดือน

2. ระยะที่เป็นตัวหนอน (larvae) ระยะนี้เป็นระยะที่ใช้เวลามากที่สุดในชีพจักรของไหมและมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางขนาดและน้ำหนักมากที่สุด กล่าวคือหนอนไหมโตเต็มที่จะมีน้ำหนักเป็น 10,000 เท่า ของไหมที่ฟักตัวออกจากไข่ใหม่ๆ หนอนไหมมีการเจริญเติบโตรวดเร็วมาก เมื่อเจริญเติบโตไปได้ระยะหนึ่งผิวหนังซึ่งมีขีดจำกัดการขยายตัว เนื่องจากประกอบด้วยสาร chitin ก็ไม่สามารถที่จะขยายตัวออกอีกต่อไป หนอนไหมจึงต้องมีการลอกคราบเพื่อเพิ่มขนาดลำตัวขึ้นไปอีกหนอนไหมโดยทั่วไปจะมีการลอกคราบ 4 ครั้ง

2.1 หนอนไหมที่ฟักออกจากไข่ใหม่ๆ (new-born larvae) หนอนไหมที่ฟักออกใหม่ๆจะมีลำตัวเป็นสีดำหรือสีน้ำตาลไหม้ ทั้งนี้ เนื่องจากมีขน (bristle) ปกคลุมอย่างหนาแน่น ขนนี้จะค่อยๆ บางลงเนื่องด้วยผิวหนังมีการขยายตัว หลังจากที่ออกจากไข่และกินอาหารเต็มที่ประมาณ 3-4 วัน ก็จะหยุดกินอาหารเตรียมตัวลอกคราบ

2.2 การลอกคราบ (moulting) การเจริญเติบโตของหนอนไหมจะได้รับอิทธิพลจากฮอร์โมน ซึ่งได้จาก corpus alata และเมื่อมีการเจริญเติบโตถึงจุดหนึ่ง ซึ่งผิวหนังไม่สามารถขยายตัวได้อีกต่อไป ฮอร์โมนจาก corpus alata ก็จะหยุดทำงานและในขณะเดียวกันนี้ ฮอร์โมนจาก prothoracic gland จะเริ่มมีบทบาทกำหนดให้ไหมทำการลอกคราบ ในการลอกคราบของหนอนไหม ต่อม exuvial ซึ่งอยู่ในบริเวณโคนของขาส่วนอก จะผลิตของเหลวออกมาช่วยให้การลอกคราบเป็นไปได้ง่าย นอกจากนี้ก่อนจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการลอกคราบ mulpighian tube ก็จะสร้างสารลักษณะคล้ายแป้งออกมาแทรกซึมอยู่ระหว่างผิวหนังเก่าและใหม่อีกด้วย

การลอกคราบในระยะที่เป็นตัวหนอน จะกระทำซ้ำอยู่เช่นนี้จนครบ 4 ครั้ง ซึ่งจะทำให้เกิดไหมวัย 1 (จากระยะที่ออกจากไข่จนถึงลอกคราบครั้งที่ 1) วัย 2,3,4 และ 5 ตามลำดับ

2.3 ไหมสุก (mature larvae) ในระยะปลายของวัย 5 ไหมจะหยุดกินอาหาร ลำตัวค่อนข้างโปร่งใส และคลานหาสถานที่เหมาะสมต่อการทำรัง ในระยะนี้เรียกว่าไหมสุก ช่วงเวลาจากระยะฟักตัวออกจากไข่จนถึงระยะไหมสุกนี้จะใช้เวลา 20-25 วัน เมื่อได้ที่เหมาะสมแล้วก็จะเริ่มลงมือทำรัง โดยในตอนแรกเส้นใยที่คายออกมาทำรังจะเป็นตัวหยุดอยู่กับสิ่งต่างๆ และในตอนนี้ไหมจะทำการถ่ายมูลครั้งสุดท้ายโดยไม่เปรอะเปื้อนรังส่วนนอกของมันเลย หลังจากนั้นไหมก็จะเริ่มทำรังส่วนในซึ่งถือว่าเป็นรังแท้ ไหมจะทำรังเสร็จหลังจากเริ่มทำรังแล้ว 2-3 วัน เมื่อทำรังเสร็จแล้วอีก 1-2 วัน หนอนไหมจะลอกคราบกลายเป็นดักแด้อยู่ภายในรัง อันเป็นการสิ้นสุดสภาพของการเป็นตัวหนอน

3. ระยะที่เป็นดักแด้ (pupae) หลังจากหนอนไหมลอกคราบกลายเป็นดักแด้อยู่ภายในรังแล้วดักแด้นี้จะนอนอยู่ในรังเฉยๆ จนกระทั่งอีก 6-7 วัน หลังจากที่ลอกคราบเปลี่ยนสภาพจากตัวหนอนดักแด้ก็จะลอกคราบอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งมักจะเป็นเวลาเช้ากลายเป็นผีเสื้อ (moths)

4. ระยะที่เป็นผีเสื้อ (moths) เมื่อดักแด้ได้ลอกคราบกลายเป็นผีเสื้ออยู่ภายในรังแล้ว ผีเสื้อจะพ่นน้ำลายซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่าง เพื่อละลายรังไหมแล้วดันตัวเองออกสู่ภายนอก หลังจากที่ได้ออกมาจากรังแล้วพักอยู่สักครู่หนึ่งตัวของผีเสื้อจะแห้ง ปีกจะกางออกพร้อมที่จะทำการผสมพันธุ์ และวางไข่ต่อไป หลังจากที่เปลี่ยนสภาพไปเป็นผีเสื้อออกมาสู่ภายนอกแล้ว 7-9 วัน ผีเสื้อเหล่านี้ก็จะตาย

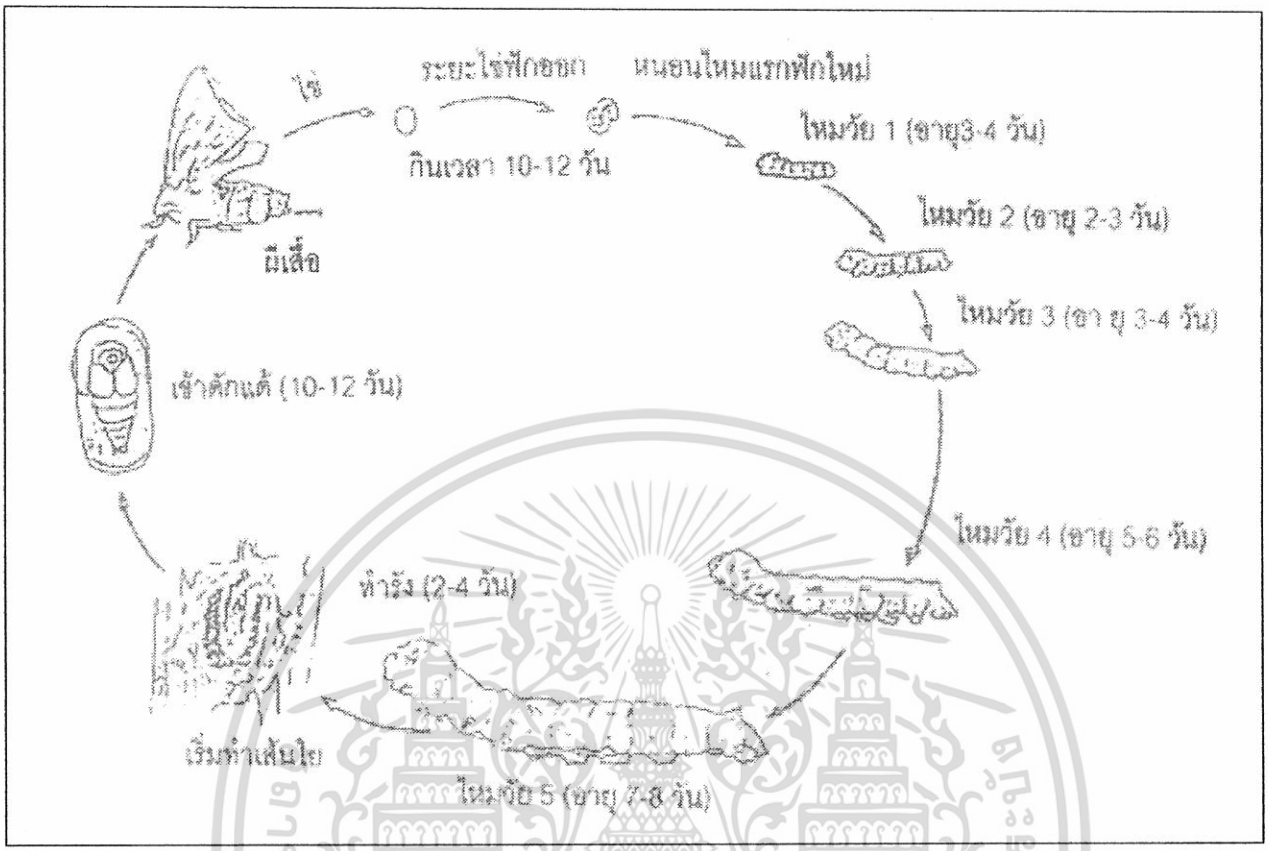
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรชีวิตของไหม

ระยะไข่	10-12 วัน
ระยะตัวหนอน(5วัย)	20-25 วัน
ไหมวัย 1	3-4 วัน
ไหมวัย 2	2-3 วัน
ไหมวัย 3	3-4 วัน
ไหมวัย 4	5-6 วัน
ไหมวัย 5	7-8 วัน
ระยะทำรัง	2-4 วัน
ระยะดักแด้	10-12 วัน
ระยะผีเสื้อ	3 -4 วัน

วงจรชีวิตของไหม (ภาพที่ 1) เริ่มต้นตั้งแต่แม่ผีเสื้อวางไข่ หลังจากวางไข่แล้วประมาณ 10-12 วัน ไข่จะฟักเป็นตัวหนอนในไข่ไหมชนิดฟักออกธรรมชาติ สำหรับไข่ไหมชนิดฟักออกปีละครั้งจะต้องนำออกมาฟักเทียม เมื่อไข่ฟักออกเป็นตัวหนอน ตัวหนอนจะเริ่มต้นกินใบหม่อน ซึ่งตัวหนอนจะมี 5 วัย ใช้เวลาประมาณ 20-25 วัน จากนั้นหนอนไหมจะเริ่มสุก และทำรังห่อหุ้มตัวเอง หนอนไหมจะทำรังเสร็จภายใน 2-4 วัน เมื่อทำรังเสร็จจะกลายเป็นดักแด้อยู่ภายในรังไหมประมาณ 10-12 วัน ก็กลายเป็นผีเสื้อเจาะทะลุรังออกมา หลังจากนั้นผีเสื้อผสมพันธุ์ ตัวเต็มวัยจะเริ่มวางไข่ทันที หลังจากวางไข่เสร็จแล้ว 2-3 วัน จะตาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 วงจรชีวิตของไหม (สุทธิ, 2545)

สัณฐานวิทยาภายนอกของไหมในระยะที่เป็นหนอน

หนอนไหมมีส่วนประกอบภายนอกและภายในดังนี้

1. หนอนไหมประกอบด้วยส่วนหัว (head) ส่วนอก (thorax) และส่วนท้อง (abdomen) นอกจากนี้ ผิวหนังของหนอนไหมประกอบด้วย chitin ซึ่งเป็นสารประกอบพวกแคลเซียม หนอนไหมมีรูหายใจอยู่ข้างลำตัวมีลักษณะบ่งชี้เพศอยู่ทางด้านท้อง (ชำนาญ, 2546)

1.1 ส่วนหัว (head) หัวของไหมเป็นสีน้ำตาลปนดำ ประกอบด้วยปากซึ่งมี labrum, mandibles, maxillae และ labium นอกจากนี้ยังมีหนวด (antenna) สั้นๆ ท่อคล้ายเส้นไหม (spinneret) และตาซึ่งเป็นตาเดี่ยว (ocelli) มีอยู่ 6 คู่ โดยอยู่ทางด้านข้างของส่วนหัว

จากส่วนหัวจะเป็นส่วนลำตัวของหนอนไหม ประกอบไปด้วยปล้อง 14 ปล้องติดต่อกันโดย 3 ปล้องแรกเป็นส่วนอก (thorax) และอีก 11 ปล้องต่อมาเป็นส่วนท้อง (abdomen) ส่วนลำตัวของหนอนไหมนี้จะมีขน bristle ปกคลุมอยู่โดยทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ส่วนอก (thorax) ซึ่งประกอบไปด้วยปล้อง 3 ปล้อง แต่ละปล้องมีขาแท้อยู่ปล้องละ 1 คู่ ดังนั้นส่วนอกซึ่งมีขาแท้อยู่ 3 คู่ (thoracic legs)

1.3 ส่วนท้อง (abdomen) ส่วนท้องประกอบด้วยปล้อง 11 ปล้อง และเริ่มจากปล้องท้องที่ 3 จนถึงปล้องท้องที่ 6 แต่ละปล้องจะมีขาของส่วนท้อง (abdominal legs) อยู่ 1 คู่ ดังนั้นส่วนท้องจึงมีขาอยู่ 4 คู่ ขาของส่วนท้องนี้ไม่แบ่งออกเป็นปล้องแต่มีลักษณะเป็นกล้ามเนื้อตอนปลายขามีลักษณะคล้ายๆ ถ้วย และมีแผ่น chitin สีคล้ำๆ อยู่ตามขอบในลักษณะครึ่งวงกลมภายในอุ้งเท้าจะประกอบด้วยขน ซึ่งมีลักษณะคล้ายตะขออยู่หนาแน่น ขนนี้ใช้ประโยชน์ในการเกาะยึดกับพื้นที่

ส่วนปลายสุดของลำตัวมีอวัยวะลักษณะเป็นกล้ามเนื้อ และมีส่วนประกอบเช่นเดียวกับขาของส่วนท้องอยู่ 1 คู่ ซึ่งเรียกว่า ขาส่วนท้ายของลำตัว (caudual legs)

1.4 ผิวหนัง (body wall) ผิวหนังของหนอนไหมประกอบด้วยผิวชั้นนอกหรือหนังกำพร้า (cuticle) และหนังแท้ (hypodermis) ในส่วนของหนังกำพร้ายังแบ่งออกเป็น primary และ secondary cuticle สาร chitin ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผิวหนังหนอนไหมจะอยู่ในชั้นของหนังกำพร้านี้เอง ในชั้นของ primary cuticle จะมีสารขี้ผึ้งเคลือบอยู่บางๆ และมีปุ่ม (nodules) กระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับพันธุ์ไหม ซึ่งหากพันธุ์ใดมีผิวหนังเป็นมัน เช่น ไหมสายเลือดจีน และไหมพวกที่ฟักออกหลายครั้งต่อปีจะมีปุ่มดังกล่าวอยู่น้อย ปุ่มดังกล่าวนี้จะมีมากตามบริเวณแต้มหรือจุด (marking or spots) สารที่ทำให้เกิดสีจะอยู่บนชั้น primarycuticle และในส่วนของหนังแท้เท่านั้นไม่ปรากฏใน secondary cuticle

หนังแท้ที่อยู่ถัดจากหนังกำพร้าลงไป ประกอบด้วยเซลล์ซึ่งมีต่อมเล็กๆ อันประกอบด้วย กรดยูริก และสาร pterin ซึ่งสารทั้งสองนี้จะทำให้เกิดลักษณะคล้ายๆ กับผิวหนังแตกในไหม พวกที่มีผิวหนังเป็นมันจะมีต่อมเหล่านี้อยู่เป็นจำนวนมากต่อมเหล่านี้สลายตัวไปเมื่อไหมสุก (matured larvae) สาร chitin ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของผิวหนังนั้น ยังพบว่ามีกระจายอยู่ตามบริเวณส่วนหัว และตามบริเวณช่องปากตลอดไปจนถึงลำไส้ตอนต้น และตอนปลายอีกด้วย

1.5 รูหายใจ (spiracles) หนอนไหมใช้รูหายใจเป็นอวัยวะสำหรับหายใจ รูหายใจนี้อยู่ด้านข้างลำตัวหนอนไหมทั้ง 2 ข้าง เมื่อมองด้วยตาเปล่าจะเห็นเป็นจุดสีดำๆ รูหายใจมีทั้งหมด 9 คู่ โดยรูหายใจคู่แรกอยู่ที่ปล้องที่ 1 ของส่วนนอกนั้นจะมี chitin ring ยื่นออกมา สำหรับรูหายใจคู่ต่อมาจะอยู่ที่ปล้องที่ 1-8 ของส่วนท้อง รูหายใจของปล้องส่วนท้องจะมีขนาดเล็กที่สุดในปล้องท้องแรกและจะมีขนาดโตขึ้นตามลำดับของปล้องท้อง ปากช่องของรูหายใจนี้จะถูกปิดไว้ด้วยเนื้อเยื่อบางๆ เรียกว่า sieve plate

1.6 ลักษณะบ่งชี้เพศ ลักษณะบ่งชี้เพศจะปรากฏชัดเจนเมื่อหนอนไหมอยู่ในระยะวัย 4-5 ลักษณะเพศเมียจะปรากฏที่ส่วนล่างของปล้องท้องที่ 8-9 โดยจะมีจุดขาวคล้ายสีน้ำนมอยู่ 2 คู่ อยู่ที่ส่วนด้านล่างปล้องท้องที่ 8 และ 9 ปล้องละ 1 คู่ ซึ่งจุดทั้งสองคู่นี้มีชื่อเรียกโดยเฉพาะว่า Ishiwata's fore and

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

hind glands ส่วนในเพศผู้ลักษณะบ่งชี้เพศจะปรากฏเป็นจุดสีขาวน้ำนมเพียงหนึ่งจุดอยู่ทางด้านล่างของปล้องท้อง ระหว่างปล้องท้องที่ 8 กับปล้องท้องที่ 9 จุดดังกล่าวมีชื่อเรียกว่า Herold's gland.

2. ส่วนประกอบภายในของหนอนไหม หนอนไหมมีส่วนประกอบภายในที่สำคัญคือ

2.1 ท่อทางเดินอาหาร (alimentary canal) ท่อทางเดินอาหารแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนคือ

ลำไส้ตอนต้น (fore intestine) นับจากช่องปาก (oral cavity) คอหอย (pharynx) หลอดอาหาร (oesophagus) และไปสิ้นสุดที่ cardiac valve ภายในช่องปากจะมีต่อมน้ำลายสีเหลืองผลิตน้ำลายมีฤทธิ์เป็นด่างประกอบด้วย diastasic enzyme หรือ amylase ที่ส่วน pharynx จะมีกล้ามเนื้อ 1 คู่ คอยบีบตัวส่งอาหารจากคอหอยเข้าไปสู่หลอดอาหาร อาหารที่เข้าสู่หลอดอาหารแล้วนี้จะถูกเก็บกักไว้ ณ ส่วนนี้ระยะหนึ่ง โดยอวัยวะที่เรียกว่า cardiac valve

ลำไส้ตอนกลาง (mid intestine) เป็นส่วนที่ใหญ่ที่สุดของท่อทางเดินอาหาร อยู่ระหว่างปล้องที่ 2 ถึงปล้องที่ 9

ลำไส้ตอนปลาย (hind intestine) ลำไส้ส่วนนี้ต่อจากส่วนกลาง เป็นส่วนที่จะออกสู่ทวารหนัก ประกอบด้วยลำไส้เล็ก (mid intestine) colon rectum และทวารหนัก (anus)

จุดที่ลำไส้ส่วนปลายต่อกับลำไส้เล็กนั้นมี pylorus valve คอยปิด-เปิด รับอาหารที่จะเคลื่อนเข้าสู่ลำไส้เล็ก

2.2 ต่อมสร้างเส้นไหม (silk gland) ต่อมสร้างเส้นไหมมีอยู่ 1 คู่ แต่ละข้างแบ่งออกเป็น 3 ตอน ตอนหน้าผลิตสาร fibroin ตอนกลางผลิต fibroin และ sericin ส่วนตอนปลายผลิตเฉพาะ sericin ซึ่งในเส้นใยไหมจะประกอบด้วย sericin 20-30% และ fibroin 70-80%

Sericin มีส่วนประกอบดังนี้

Glysin	42.8%
Alanin	72.4%
Serin	14.7%
Chirosin	11.8%

และสารอื่นๆ อีก 14 ชนิด

Fibroin มีส่วนประกอบดังนี้

Serin	30.1%
Sleomin	9.5%
Asporagin (acid)	16.8%
Glutamin (acid)	10.1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีสารอื่นๆ เช่น

Alugin, Histizin, Rigin

ต่อมสร้างเส้นไหมที่มีขนาดโตขึ้น ก็จะเข้าไปดันท่อทางเดินอาหารให้ไปอยู่ทางส่วนท้ายของลำตัวหนอนไหม เส้นไหมถือได้ว่ามิใช่โปรตีนที่มาจากใบหม่อนโดยตรง แต่เป็นโปรตีนที่เปลี่ยนแปลงมาจากร่างกายของหนอนไหมเอง ต่อมสร้างเส้นไหมจะส่งสารที่อยู่ในรูปของเหลวไปยังท่อคายเส้นไหม จากนั้นหนอนไหมก็จะเริ่มคายเส้นไหมออกทำรังต่อไป ซึ่งในระยะนี้ของเหลวที่ถูกส่งมาจากต่อมสร้างเส้นไหมจะแข็งตัวกลายเป็นเส้นใย และเป็นรูปรังในที่สุด จากการที่หนอนไหมสร้างรังขึ้นมานี้โดยเหตุผลทางนิเวศน์วิทยา ถือว่าเป็นการป้องกันตัวของมันเองในระยะที่กลายเป็นดักแด้ ซึ่งเคลื่อนไหวไปมาไม่ได้

ในการทำรังของหนอนไหม หนอนไหมจะพ่นใยออกมาเป็น 2 ลักษณะคือ

ก. พ่นใยลักษณะตัวเอส (S type) การพ่นใยลักษณะนี้มักจะพ่นออกมาในช่วงการสร้างรังระยะแรก ส่วนนอกของรังไหม ซึ่งถ้ารังไหมมีการเรียงตัวของเส้นใยในลักษณะนี้จะสาวไหมง่าย

ข. พ่นใยลักษณะเลขแปด (8 type) การพ่นใยลักษณะนี้ พบว่าช่วงตอนในของรังไหม ซึ่งมักจะสาวยาก จากการสังเกตพบว่ารังไหมส่วนในจะเส้นเล็ก ขาดบ่อย ทั้งนี้เพราะการทับกันของเส้นไหมมีลักษณะเป็นเลข 8 ดังกล่าว

ภายในเปลือกรังไหมรังหนึ่งๆ มีรูเล็กๆ ที่เป็นทางผ่านของอากาศ และน้ำอยู่ถึง 50,0000-60,0000 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 สำหรับ blood corpuscles ยังจำแนกออกเป็น proleucocyte, phagocyte globulated-leucocyte และ oenocytoide ซึ่งมีในระยะที่เป็นตัวหนอน แต่จะไม่พบในดักแด้ น้ำในเลือดมี 90-95% ซึ่งจะสูงสุดในระยะวัย 4 และจะต่ำลงเมื่อไหมสุก ทั้งนี้ก็เนื่องด้วยมีการเปลี่ยนแปลง (physiological change) เกิดขึ้นในกระแสโลหิต enzyme ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงนี้ เช่น tyrosinase, catalase, amylase, oxidase และ maltase เป็นต้น การเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ซับซ้อนมากซึ่งเข้าใจว่าเป็นผลจากการเจริญเติบโตของไหมเอง และอิทธิพลของฤดูกาลมาประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 อวัยวะที่ใช้ในการหายใจ (respiratory organ)

ภายในรูหายใจต่ำจาก sieve plate ลงไปจะมีเยื่อบางๆ 2 ชิ้น ซึ่งเคลื่อนไหวได้ต่อจากเยื่อบางนี้จะมีช่องต่อกับท่ออากาศ (tracheae) ขนาดใหญ่หลายเส้น ท่ออากาศเหล่านี้ท่อหนึ่งจะไปด้านหน้าติดกับปล้องของลำตัว และจะมีท่อหนึ่งไปทางด้านหลัง เพื่อไปเชื่อมกับรูหายใจของปล้องถัดไป ส่วนท่ออากาศอื่นๆ ก็จะติดกับเนื้อเยื่อต่างๆ การหายใจของไหมจะหายใจผ่านท่ออากาศเหล่านี้

2.5 อวัยวะที่ใช้ในการขับถ่าย

Malpighian tube เป็นอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการขับถ่ายของเหลวของไหม นอกจากจะช่วยในการขับถ่ายของเหลวแล้ว Malpighian tube ยังมีส่วนช่วยในการลอกคราบ โดยเป็นตัวผลิตสารสีเหลืองคล้ายแป้ง ให้ไปแทรกซึมอยู่ระหว่างผิวหนังเก่ากับใหม่ ในระยะที่จะมีการลอกคราบสารดังกล่าวนี้เป็นส่วนประกอบของ calcium oxalate, vitamin B_2 กรดยูริก ซึ่งได้มาจากการเผาผลาญไนโตรเจน (nitrogen metabolism)

2.6 ไขมัน (fat body)

มีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อขาวๆอยู่ใต้ผิวหนังโดยทั่วไปมีลักษณะเป็นแผ่นบางแต่ละเซลล์ประกอบด้วยโปรตีน glucogen และสารชนิดอื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับขบวนการเผาผลาญ (metabolism process)

2.7 กล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหว

ตัวหนอนไหมประกอบด้วยกล้ามเนื้อมากมายหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นการเดิน การคายเส้นไหม ทำรัง ฯลฯ ล้วนแต่เป็นผลที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อทั้งสิ้น

2.8 อวัยวะเพศ (sexual organ)

ในระยะที่เป็นตัวหนอน อวัยวะเพศไม่มีการพัฒนามากนัก อวัยวะเพศจะเริ่มพัฒนาอย่างเห็นได้ชัดในระยะที่เป็นดักแด้

2.8.1 อวัยวะเพศผู้ ประกอบด้วยอัณฑะ (testis) 2 ข้าง มีลักษณะคล้ายไตอยู่ใต้ผิวหนังปล้องที่ 8 ภายในแต่ละข้างแบ่งออกเป็น 4 ส่วน แต่ละข้างดังกล่าวติดต่อกับ Herold gland ซึ่งอยู่ตรงส่วนกลางของช่องท้อง

2.8.2 อวัยวะเพศเมีย ประกอบด้วยรังไข่ (ovary) ในลักษณะสี่เหลี่ยมคางหมู ขนาดเล็กกว่าอัณฑะในเพศผู้ มีอยู่ 2 ข้าง และอยู่ในตำแหน่งใกล้เคียงกันกับอัณฑะ ภายในรังไข่แต่ละอันแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ซึ่งต่อไปจะพัฒนาไปเป็นท่อไข่ จากส่วนยอดของรังไข่แต่ละข้างจะมีแผ่นบางๆติดต่อกับ Ishiwata's glands ในปล้องที่ 10 และ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศัตรูไหมที่สำคัญและการป้องกันกำจัด

1. โรคมัสคาดินและโรคแอสเปอร์จิลลัส

เกิดจากเชื้อราเข้าทำลายหนอนไหม ป้องกันกำจัดโดยทำความสะอาดอุปกรณ์และฉีดพ่นฟอร์มาลีน 3% ก่อนและหลังการเลี้ยงไหม แยกหนอนไหมที่มีอาการผิดปกติออกทำลายโรยสารเคมีจำพวกฟอร์มาดีไฮด์ป้องกันเชื้อราบนตัวหนอนไหมตามคำแนะนำ

2. โรคเพบริน

เกิดจากเชื้อโปรโตซัว ติดต่อโดยการถ่ายทอดจากแม่ผีเสื้อที่เป็นโรค ป้องกันกำจัดโดยตรวจโรคแม่ผีเสื้อที่วางไข่ ถ้าพบโรคให้ทำลายไข่ไหมทันที ฉีดพ่นอุปกรณ์และโรงเลี้ยงด้วยฟอร์มาลีน 3% ก่อนและหลังการเลี้ยงไหมทุกครั้ง

3. แมลงวันลาย มด และจิ้งจก ควรทำห้องเลี้ยงไหมให้สามารถป้องกันศัตรูเหล่านี้ได้

หม่อน

หม่อนเป็นพืชยืนต้นประเภทไม้พุ่ม เนื้ออ่อน เจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนและเขตอบอุ่นปลายใบแหลม ขอบใบอาจหยักเว้ามาก คล้ายใบมะละกอ หรือหยักน้อยคล้ายใบโพธิ์ บางชนิดมีขนเล็กใต้ใบ ลำต้นมีลักษณะกลม ผิวลำต้นเรียบ ไม่มีหนาม มียางสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนม บางพันธุ์ติดผลดกและโตรับประทานได้คล้ายผลสตรอเบอรี่ ต้นหม่อนที่ได้รับการบำรุงรักษาโดยถูกต้องอาจมีอายุยืนให้ปริมาณใบมากถึง 25 ปี ในสมัยโบราณหม่อนเป็นพืชที่ขึ้นได้เองตามธรรมชาติ แต่เมื่อมีการเลี้ยงไหมกันมากขึ้นต้องนำมาปลูกเพื่อให้ได้ใบมากพอแก่ความต้องการ

ตามธรรมชาติหม่อนมีอยู่หลายพันธุ์ด้วยกัน บางพันธุ์มนุษย์ผสมพันธุ์ขึ้นมาใหม่ เพื่อให้ได้พันธุ์ซึ่งมีใบใหญ่และข้อถี่ พันธุ์หม่อนที่ปลูกกันมากทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมีไม่น้อยกว่า 20 พันธุ์ เช่น หม่อนน้อย หม่อนตาดำ หม่อนจาก หม่อนมี่ หม่อนไผ่ หม่อนส้ม หม่อนส้มใหญ่ หม่อนสร้อย หม่อนใบโพธิ์ หม่อนแก้วชนบท หม่อนแก้วอุบล หม่อนหยวก หม่อนแม่ลูกอ่อน หม่อนใบมน หม่อนจระเข้ หม่อนสา หม่อนใหญ่บุรีรัมย์ หม่อนตาแดง หม่อนแก้วสตึก ฯลฯ

ส่วนพันธุ์หม่อนที่ทางราชการส่งเสริมให้ปลูก ได้แก่ หม่อนน้อยและหม่อนตาดำ เพราะเป็นพันธุ์ที่มีใบใหญ่ ไม่มีแฉก หรือมีแฉกน้อยมาก ให้ผลผลิตสูง โตเร็ว สามารถนำไปปลูกได้ดีในท้องที่แทบทุกแห่ง บางพันธุ์มีลักษณะใบเป็นแฉกๆมาก เนื้อใบน้อย ผลผลิตใบต่ำ แต่ก็สามารถทนทานต่อโรครากเน่าได้ดีกว่าพันธุ์หม่อนน้อย ซึ่งได้แก่พันธุ์หม่อนไผ่ หม่อนส้ม และหม่อนส้มใหญ่ เป็นต้น

(สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญของคุณค่าอาหารต่อการเจริญเติบโตของหนอนไหม

หนอนไหมเป็นแมลงที่กินใบหม่อนเพียงอย่างเดียวเป็นอาหาร (Horie and Watanabe, 1980 : Chauhan and Singh, 1992) ดังนั้น คุณภาพของใบหม่อนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตและความต้านทานโรคของไหม โดยเฉพาะส่วนประกอบของสารอาหาร ภายในใบหม่อนซึ่งเป็นตัวให้สารอาหารแก่หนอนไหมนั้น จะมีปริมาณเปลี่ยนแปลงไปได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น พันธุ์หม่อน ฤดูกาล อุณหภูมิ ความยาวของแสง ธาตุอาหารในดิน ชนิดปุ๋ย ระดับน้ำใต้ดินและวิธีการเลี้ยง เป็นต้น (Ito and Kobayashi, 1975) ดังนั้นในการนำใบหม่อนไปเลี้ยงหนอนไหมควรเลือกใช้ใบหม่อนให้เหมาะสมกับอายุหรือวัยของหนอนไหม เนื่องจากใบหม่อนอายุต่างกันจะมีปริมาณสารอาหารในใบแตกต่างกัน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของสารอาหารภายในใบหม่อน (Ito and Kobayashi,1975)

Leave for	Water content in fresh leave (%)	Dry leave (%)					
		Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Ash	Nitrogen free extracts	Carbo-hydrates
1st instar	82.07	36.35	3.17	9.27	8.11	43.1	12.23
2nd instar	79.99	31.04	3.1	9.52	7.23	49.11	18.71
3rd instar	77.49	28.29	2.82	10.15	7.33	51.41	18.67
4th instar	78.4	27.35	3.15	10.79	7.97	50.74	18.02
5th instar	75.65	24.16	3.49	10.71	7.2	54.44	20.21

หม่อนเป็นพืชยืนต้นปลูกครั้งเดียวสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้หลายปีและปีละหลายครั้งจึงจำเป็นต้องให้สารอาหารในการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตและคุณภาพใบ ดังนั้น จึงควรใส่ปุ๋ยให้เพียงพอกับความต้องการของต้นหม่อน โดยเฉพาะปุ๋ย N ซึ่งมีบทบาทมากในการเพิ่มผลผลิตหม่อนเมื่อเปรียบเทียบผลผลิตหม่อน โดยการใส่ปุ๋ย N-P-K และขาด Nหรือ P หรือ K พบว่าหม่อนจะให้ผลผลิตต่างกันคือ ดินที่ขาดปุ๋ย N มีผลผลิตเพียง 41% และถ้าดินขาด P ให้ผลผลิต 91% และถ้าขาด K ให้ผลผลิตสูงถึง 97% (JOCV, 1975) นอกจากนี้การนำใบหม่อนที่ปลูกในดินที่ขาดธาตุฟอสฟอรัส ไปใช้เลี้ยงไหม ปรากฏผลว่าการเจริญเติบโตของหนอนลดลง ไม่มีการสร้างรังและมีอาการของโรค Flacherie

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำใบหม่อนต่างพันธุ์มาใช้เลี้ยงไหมพบว่า หนอนไหมมีการเจริญเติบโตต่างกัน ดังการทดลองของ พรรณนภา และ เลิศลักษณ์ (2535) เปรียบเทียบทางอ้อมถึงคุณค่าทางอาหารของใบหม่อนพันธุ์พื้นเมืองจำนวน 7 พันธุ์ โดยวัดการเจริญเติบโต และลักษณะทางเศรษฐกิจของหนอนไหมพันธุ์ลูกผสมต่างประเทศ ปรากฏว่า หม่อนปล้องและหางปลาหลด มีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับหม่อนน้อย แต่เมื่อพิจารณาจากอัตราการเจริญเติบโต การเข้าจ่อ น้ำหนักเปลือกรัง ปรากฏว่า พันธุ์หางปลาหลดและปล้องดีกว่าพันธุ์หม่อนน้อย ตามลำดับ

การเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียม

1. วิธีการเลี้ยงและการให้อาหาร สำหรับการเลี้ยงในงานทดลองซึ่งมักปฏิบัติในห้องเลี้ยงไหมที่มีขนาดไม่ใหญ่นัก ไม่ค่อยมีปัญหากับวิธีการให้อาหาร เพียงแต่ใช้มีดที่สะอาดตัดอาหารเทียมที่มีขนาดพอเหมาะก็จะใช้เลี้ยงไหมได้เลย แต่การเลี้ยงไหมในระดับใหญ่ ซึ่งมีระบบการให้อาหารด้วยเครื่องจักรเข้ามาเกี่ยวข้อง ควรพิจารณาเลี้ยงไหมในปริมาณมาก ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรสูงสุด แต่การจะให้อาหารด้วยวิธีการใดนั้นจะขึ้นอยู่กับวิธีการทำงานของเครื่องจักร เพราะมีเครื่องจักรให้อาหารได้หลายแบบด้วยกัน บางแบบจะตัดอาหารให้เป็นชิ้นเล็กๆแล้วโปรยลงบนภาชนะที่ใช้เลี้ยงไหม บางแบบจะตัดอาหารให้อยู่ในรูปแท่งนอกจากวิธีการให้อาหารจะขึ้นอยู่กับชนิดหรือลักษณะของอาหารเทียมนั้นด้วย อาหารเทียมบางชนิดมีลักษณะเป็นแผ่นใหญ่ ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องตัดให้เป็นชิ้นเล็ก หรือบางชนิดเป็นก้อนแข็งและแห้งเพียงแต่ได้รับการเติมน้ำก็จะอยู่ในรูปที่นำไปใช้เลี้ยงไหมได้ทันที

การเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมจะต้องมีการเตรียมการให้ได้มาตรฐาน พื้นที่สำหรับการเลี้ยงต้องกำหนดแน่นอน ปริมาณอาหารที่ใช้กับไหมแต่ละวัยจะอยู่ในพิกัดมาตรฐาน นอกจากนี้สภาพแวดล้อมในสถานที่เลี้ยงไหม ก็ควรได้รับการปรับปรุงให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดด้วยแต่ทั้งนี้หากมีการใช้พันธุ์ไหมหรืออาหารเทียมที่แตกต่างกันไปจากเดิมก็จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานต่างๆตามไปด้วย ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดจึงควรมีมาตรฐานสำหรับอาหารแต่ละชนิดและไหมแต่ละพันธุ์แสดงไว้โดยเฉพาะ

2. การเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียมและเลี้ยงไหมวัยแก่ด้วยใบหม่อน เท่าที่มีการปฏิบัติกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันเป็นการเลี้ยงไหมวัยอ่อน (วัย 1-3) ด้วยอาหารเทียมจากนั้นก็จะเลี้ยงไหมวัยแก่ด้วยใบหม่อนตามปกติ ระยะเวลาของการเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียมจะมากกว่าระยะเวลาการเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยใบหม่อน 1 วัน แต่น้ำหนักตัวของหนอนไหมไม่มีความแตกต่างกัน และการเจริญเติบโตของหนอนไหมก็จะเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ แต่ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับความชำนาญและทักษะของผู้ดำเนินการด้วย ในด้านผลผลิตนับว่าไม่มีความแตดต่างกันไม่ว่าจะเป็นการเลี้ยงด้วยอาหารเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ได้มีการทดลองเลี้ยงไหมตลอดระยะเวลาที่เป็นหนอนด้วยอาหารเทียมทั้งชนิดที่มีส่วนผสมของใบหม่อนและไม่มีส่วนผสมของใบหม่อน และจากการที่ได้มีการปรับปรุงส่วนผสมของอาหารเทียมให้ดีขันกว่าเดิมปรากฏว่าสามารถเลี้ยงไหมได้ และไหมที่ลี้ยงให้รังที่มีขนาดใหญ่ แต่ในด้านน้ำหนักเปลือกรังและเปอร์เซ็นต์เปลือกรังนั้นยังต่ำกว่าปกติ ส่วนผสมของอาหารเทียมจะมีอิทธิพลต่อผลผลิตรังไหมเป็นอย่างมาก จึงควรพิจารณาให้อาหารเทียมซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมที่มีคุณค่าทางอาหารสูงในการเลี้ยงไหมวัย 5 นอกจากนี้การใช้ juvenile hormone ในการเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียม ก็ทำให้ผลผลิตรังไหมเพิ่มขึ้นเช่นกัน จากการวิเคราะห์สารโปรตีนต่างๆ ที่ประกอบอยู่ในเปลือกรังไหมที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารเทียมตลอดระยะเวลาการเป็นตัวหนอน กับส่วนที่ได้จากการเลี้ยงด้วยหม่อนปกติ ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกันแต่ประการใด แต่คุณสมบัติในด้านการสาวเอาเส้นใยออกมา ด้อยกว่ารังที่ได้จากการเลี้ยงหนอนไหมด้วยอาหารแต่ละชนิดดังกล่าวไม่มีความแตดต่างกัน ซึ่งการค้นคว้าวิจัยในด้านนี้คงต้องดำเนินต่อไปอีกโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่ยังได้ผลไม่สมบูรณ์

4. การเลี้ยงไหมพันธุ์แท้ด้วยอาหารเทียม การใช้อาหารเทียมกับไหมพันธุ์แท้จะมีปัญหามากกว่าการเลี้ยงไหมลูกผสม ในระยะวัยอ่อนของไหมพันธุ์แท้สายพันธุ์ญี่ปุ่น หรือไหมลูกผสมสามารถใช้อาหารเทียมได้อย่างดี ส่วนในไหมวัยอ่อนของสายพันธุ์จีนมักจะไม่มีการยอมรับอาหารเทียม แต่ครั้นเมื่ออยู่ในระยะวัยแก่เป็นไปในทางกลับกัน กล่าวคือ ไหมสายพันธุ์จีนจะมีการยอมรับอาหารเทียมได้ดีกว่าสายพันธุ์ญี่ปุ่น พ่อ-แม่พันธุ์ (จีนกับญี่ปุ่น) ซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารเทียม เมื่อนำไปผลิตเป็นไหมลูกผสม ปรากฏว่าลูกผสมที่ได้เมื่อนำไปเลี้ยงด้วยใบหม่อนจะทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่แตกต่างจากลูกผสมที่เกิดจากพ่อแม่พันธุ์ที่เลี้ยงมาด้วยใบหม่อน จากผลดังกล่าวจึงเกิดแนวความคิดในการที่จะเลี้ยงไหมพันธุ์แท้ เพื่อการผลิตไข่ไหม เพราะการเลี้ยงไหมพันธุ์แท้ด้วยอาหารเทียม สามารถที่จะหลีกเลี่ยงการติดเชื้อโรคเพบบรินจากใบหม่อนได้ อย่างไรก็ตามต้องคำนึงเสมอว่าอาหารเทียมที่ใช้ในการเลี้ยงไหมพันธุ์แท้กับลูกผสมนั้นย่อมมีส่วนผสมหรือส่วนประกอบของสารอาหารแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของอาหารเทียม อาหารเทียมสำหรับใช้เลี้ยงแมลงจัดแบ่งตามส่วนประกอบในสูตรอาหารเทียมได้ 3 ชนิด คือ

1.Oligidic diet เป็นอาหารเทียมที่เกิดจากส่วนผสมที่ได้จากธรรมชาติ

2.Holidic diet เป็นอาหารเทียมที่เกิดจากสารเคมีบริสุทธิ์ล้วนๆ

3.Meridic diet เป็นอาหารเทียมที่เกิดจากส่วนผสมที่ได้จากธรรมชาติและสารเคมีบริสุทธิ์ตั้งแต่ 1 ชนิด หรืออยู่ในรูปสารประกอบอื่นและอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงไหมวัยอ่อนชนิดที่ไม่มีใบหม่อนป่นผสมอยู่เลย มีชื่อเรียกเฉพาะว่า อาหารกึ่งสังเคราะห์ (semi-synthetic diet) จัดอยู่ในอาหารเทียมชนิดนี้ (Ito,1979)

อาหารเทียมกับพันธุ์ไหมไทย

1. อาหารเทียมกับไหมลูกผสม ปัจจุบันได้มีการอนุญาตให้ผลผลิตไข่ไหมลูกผสมที่จะใช้เลี้ยงด้วยอาหารเทียมแล้ว แต่ในหมู่ของไหมลูกผสมเหล่านี้ก็จะมีความแตกต่างกันในความเหมาะสมที่จะเลี้ยงด้วยอาหารเทียม ซึ่งมีสาเหตุจากกรรมพันธุ์ พ่อ-แม่พันธุ์ที่เหมาะกับการเลี้ยงด้วยอาหารเทียมก็จะให้ลูกผสมที่ไม่มีความเหมาะสมกับการใช้อาหารเทียมเลี้ยงไปด้วย ซึ่งความเหมาะสมของการใช้อาหารเทียมเพื่อเลี้ยงไหมนั้นจะสังเกตได้จากพฤติกรรมกินอาหารของหนอนไหม

2. อาหารเทียมกับไหมพันธุ์แท้ ปัญหาของการเลี้ยงไหมพันธุ์แท้ด้วยอาหารเทียมนั้นจะอยู่ที่ไหมวัยอ่อนของสายพันธุ์จีนมักจะไม่ยอมรับอาหารเทียม ไหมพันธุ์จีนบางพันธุ์ในระยะที่เป็นวัยอ่อนจะไม่มีการยอมรับอาหารเทียมโดยสิ้นเชิง ซึ่งจากเหตุการณ์นี้พอจะอนุมานได้ว่าไหมสายพันธุ์จีนและสายพันธุ์ญี่ปุ่นมีความต้องการสารอาหารที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามยังมิได้มีการศึกษาในเรื่องดังกล่าวนี้อย่างละเอียด

3. การสร้างพันธุ์ไหมให้เหมาะกับการเลี้ยงด้วยอาหารเทียม ความพยายามในอันที่จะสร้างพันธุ์ไหมให้เหมาะสมกับวิธีการเลี้ยงด้วยอาหารเทียม อาจกระทำได้โดยวิธีการคัดเลือกหรืออาจด้วยวิธีการผสมข้ามพันธุ์ (cross breeding) แต่ทั้งนี้นอกจากจะพิจารณาถึงลักษณะในด้านความเหมาะสมที่จะใช้เลี้ยงด้วยอาหารเทียมแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงคุณลักษณะในด้านอื่นด้วย

การศึกษาพันธุกรรมต่อพฤติกรรมการกินอาหารของหนอนไหม โดยใช้อาหารเทียมต้นทุนต่ำที่ออกแบบโดยวิธี linear programming method ร่วมกับการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งเป็นการพัฒนาอาหารเทียมต้นทุนต่ำสำหรับใช้เลี้ยงหนอนไหม โดยอาหารเทียมชนิดใหม่นี้ประกอบด้วย วัตถุดิบ อาหารสัตว์และอาหารสัตว์ปีก และมีแป้งหม่อนเพียงเล็กน้อย หรือไม่มีเลยขึ้นอยู่กับความต้องการสารอาหารของหนอนไหมที่นำไปใช้ในการเจริญเติบโตและราคาวัตถุดิบในท้องตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีการเกษตร พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ส่วนประกอบของอาหารที่เลือกใช้มีหลายชนิด เช่น soybean meal rice bran fishmeal gluten meal yeast เป็นต้น การเลือกขึ้นอยู่กับราคา จึงเลือกตัวที่มีราคาต่ำสุดมาใช้ ซึ่งผลจากการศึกษา พบว่า

1. สามารถคัดเลือกได้อย่างรวดเร็ว จากหนอนที่มีความสามารถในการกินอาหารเทียมชนิดใหม่ได้สูง

2. ลักษณะทางพันธุกรรมที่คอยควบคุมการกินอาหารชนิดต้นทุนต่ำ ถูกควบคุมโดย major recessive gene ซึ่งตั้งอยู่บน chromosome ที่ 3 และยังมี modifier gene อยู่ด้วย

3. การปรับปรุงพันธุ์หนอนชนิดที่ใช้เลี้ยง เพื่อการค้าที่มีความสามารถในการกินอาหารได้สูง ซึ่งอาจเป็นไปได้ในทางทฤษฎี ในทางปฏิบัติ ยังต้องหาวิธีการคัดเลือกที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากลูกผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ที่กินอาหารได้สูง โดยการคัดเลือกและเลี้ยงหลายๆ ชั่วเพิ่มผลิตหนอนไหมสายพันธุ์เพื่อการค้าที่กินอาหารเทียม เพื่อให้เกิดการคัดเลือก และการกลายพันธุ์ของยีนส์ และมีการปรับตัวได้ตามธรรมชาติ

เหตุผลการพัฒนาอาหารเทียมเพื่อใช้เลี้ยงหนอนไหมวัยอ่อน

เหตุผลในการเลี้ยงไหมวัยอ่อน 1-3 ด้วยอาหารเทียมเพื่อลดปัญหาการขาดแคลนหม่อนวัยอ่อนที่ใช้เลี้ยงหนอนไหมวัยอ่อน และการตายของหนอนไหมเนื่องจากโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคเพบบรินจากแมลงในธรรมชาติ โดยหนอนไหมได้รับเข้าทางปาก จากการกินสปอร์ที่ติดมากับใบหม่อนเข้าไป ทำให้แสดงอาการเป็นโรคในวัย 4 และ 5 หนอนจะเริ่มตายมากในวัย 5 อันเป็นวัยที่ ได้กินอาหารเข้าไปกว่า 80 เปอร์เซ็ตน์ (พรรณี, 2530; ชาญชัย, 2537) การใช้อาหารเทียมก็เป็นเหตุผลหนึ่งที่สามารถลดการเกิดโรคเพบบรินได้ โดยการเลี้ยงในสภาพที่ปลอดเชื้อ และการใช้อาหารเทียมเลี้ยงไหม ทำให้หนอนไหมได้รับโภชนะครบถ้วนเพิ่มความแข็งแรงให้กับไหมเพิ่มขึ้น เนื่องจากไหมวัยอ่อนเริ่มตั้งแต่หนอนไหมแรกฟักออกจากไข่ไหมไปจนหนอนไหมนอนครั้งที่ 3 ใช้เวลาประมาณ 10-11 วัน ช่วงนี้หนอนไหมจะอ่อนแอและมีความต้านทานโรคน้อย จึงมีโอกาสติดเชื้อและตายได้ง่าย (พรรณี, 2530) และหากมีการขาดแคลนหม่อนวัยอ่อนในช่วงที่มีการเลี้ยงไหม ก็สามารถใช้อาหารเทียมทดแทนได้ และการพัฒนาอาหารเทียมสำหรับใช้เลี้ยงไหมในประเทศไทย จึงควรจะได้มีการคัดเลือกพันธุ์ไหมที่สามารถยอมรับ และใช้ประโยชน์จากส่วนประกอบของอาหารที่ผลิตขึ้นควบคู่ไปด้วย เนื่องจากพันธุ์ไหมต่างกันมีความสามารถในการยอมรับอาหารต่างกัน (Shinbo and Yanakawa, 1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

99086

การพัฒนาอาหารเทียมในญี่ปุ่นและการพัฒนาอาหารเทียมราคาถูก

ประเทศญี่ปุ่นเริ่มมีการพัฒนาอาหารเทียม เพื่อใช้เลี้ยงไหมครั้งแรกในปี ค.ศ. 1929 โดย Yakana (Ito, 1980 : Ito and Tanaka, 1961) ต่อมา Fukuda *et.al.* (1960) ได้ทดลองศึกษาเพิ่มเติมพบว่าการเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมต้องมีใบหม่อนป่นผสมอยู่อย่างน้อย 50% หนอนไหมจึงจะยอมกินอาหารเทียม

Ito and Horie (1962) ได้ทดลองเลี้ยงหนอนไหมในอาหารเทียมที่ไม่มีใบหม่อนป่นผสมอยู่เลย พบว่า หนอนไหมวัยที่ 1 จะมีอัตราการตายสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมที่เติมใบหม่อนป่น 8% พบว่าในกลุ่มหลังหนอนไหมมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่า และมีอัตราการตายต่ำกว่า อย่างไรก็ตามการเลี้ยงหนอนไหมด้วยอาหารเทียมครั้งแรกนั้นยังไม่ประสบผลสำเร็จเนื่องจากมีจำนวนหนอนตายสูง หนอนโตช้าและเล็ก ต่อมา มีผู้ทำการทดลองค้นคว้าศึกษาในด้านโภชนะ ที่ใช้ในการประกอบอาหาร ความต้องการอาหาร ระบบที่ใช้เลี้ยง การควบคุมโรคและมีการพัฒนาวิธีการเลี้ยงจนกระทั่งในปี ค.ศ.1977 ได้มีการผลิตอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงไหมวัยอ่อนภายในโรงเรือนแบบสหกรณ์ (cooperative rearing houses) (Shinbo and Yanakawa, 1994) และในปี ค.ศ. 1979 สามารถเลี้ยงไหมวัยอ่อน ภายในโรงเรือนสหกรณ์ได้ถึง 120,000 กล่อง จนกระทั่งถึงปี ค.ศ. 1980 ประเทศญี่ปุ่นสามารถเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมได้ถึง 50%(Ito, 1980)

การใช้อาหารเทียมเลี้ยงไหม จากวัย 1-3 ซึ่งเป็นระยะที่สำคัญมากแต่ยังมีข้อจำกัดทางการเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมคือ ขนาดลำตัวของหนอนจะแตกต่างกันและต้นทุนค่าอาหารเทียมสูง ในการเลี้ยงไหมวัยอ่อนนั้นคิดเป็นต้นทุนค่าอาหารเทียมประมาณ 35% และอีก 50% เป็นค่าใช้จ่ายสำหรับการเลี้ยง ดังนั้นจึงได้มีการคิดพัฒนาอาหารเทียมให้มีต้นทุนต่ำลง โดยการหาวัตถุดิบที่มีราคาถูกมาทดแทนวัตถุดิบที่มีราคาแพง เช่น การใช้เลือดป่นและอาหารไก่ทดแทนโปรตีนจากแป้งถั่วเหลือง (Matsura, 1994) การใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์พวกปลาป่น รำข้าว ยีสต์ เพื่อลดปริมาณหม่อนป่นและวุ้น ซึ่งมีราคาสูงประมาณ 60% ของต้นทุน ในส่วนประกอบทั้งหมดของอาหาร (Shinbo and Yanakawa, 1994) การทดลองเลี้ยงหนอนไหมวัย 1-4 โดยใช้อาหารเทียมที่ไม่มีวุ้นผสมในสูตรอาหาร (Yanakawa and Suzuki, 1991)

ประเทศญี่ปุ่น มีความสำเร็จในการเลี้ยงไหมโดยใช้อาหารเทียมและได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลเป็นอย่างดี มีการทำขายเป็นการค้าหลายชื่อ เช่น Silkmate Mayumisilk Vitasilk และ Morus เป็นต้น (Benchamin, 1986) จนกระทั่งปัจจุบันนี้ประเทศญี่ปุ่นใช้อาหารเทียมเลี้ยงไหมมากกว่าใบหม่อนถึง 50% และใช้อาหารเทียมเลี้ยงไหมตั้งแต่วัย 1-5 และมีการพัฒนาอาหารเทียมแห้งอัดเม็ด สามารถนำมาใช้ได้ง่ายสะดวก โดยการนำอาหารเม็ดจุ่มน้ำร้อน อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปใช้เลี้ยงไหม ซึ่งอาหารชนิดนี้มีชื่อว่า Yuneri diet (Shinbo and Yanakawa, 1994)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบัน ประเทศญี่ปุ่นก็สามารถผลิตอาหารเทียมที่สามารถนำไปใช้เลี้ยงไหมได้ โดยที่ผลผลิตรังไหมจากการเลี้ยงด้วยอาหารเทียม ไม่มีความแตกต่างกับผลผลิตรังไหมที่ได้จากการเลี้ยงด้วยใบหม่อนแต่อย่างไร

เหตุผลการพัฒนาอาหารเทียมเพื่อใช้เลี้ยงหนอนไหมในประเทศไทย

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีผลผลิตทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก เช่น ข้าว ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และปลาป่น เป็นต้น สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นอาหารให้กับสัตว์เลี้ยงต่างๆ เช่น สุกร ไก่ กุ้ง และปลา ดังนั้น ถ้าหากได้มีการนำวัตถุดิบอาหารสัตว์มาใช้ในการผลิตอาหารเทียมให้กับหนอนไหมและมีการพัฒนาต่อเนื่องอย่างจริงจัง ก็จะสามารถทำให้มีอาหารเทียมใช้ทดแทนใบหม่อนได้ในบางช่วง เช่น หน้าแล้ง ประเทศไทยจะมีปัญหาการขาดแคลนน้ำในบางพื้นที่ที่ปลูกหม่อน ทำให้เกษตรกรไม่สามารถเลี้ยงไหมได้ นอกจากนี้ใบหม่อนที่เกษตรกรปลูกได้ ยังมีคุณภาพไม่สูงเพียงพอกับความต้องการของไหมพันธุ์แท้และพันธุ์ลูกผสมต่างประเทศ ทำให้หนอนไหมเป็นโรค ประเทศไทยในเขตภาคเหนือตอนบน มีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงไหมพันธุ์ต่างประเทศเป็นอย่างดี เกษตรกรส่วนใหญ่ ใช้หม่อนพันธุ์น้อยปลูกเป็นอาหารของหนอนไหม แต่หม่อนพันธุ์น้อย เมื่อปลูกในเขตภาคเหนือ จะประสบปัญหาหม่อนมีการพักตัวในขณะที่มีอากาศหนาวเย็น ซึ่งเริ่มจากเดือนตุลาคม-กุมภาพันธ์ ทั้งที่อุณหภูมิในช่วงนี้เหมาะแก่การเลี้ยงไหมเป็นอย่างยิ่งโดยเฉพาะไหมลูกผสมต่างประเทศที่ให้ผลผลิตสูง แต่กลับประสบปัญหาขาดแคลนใบหม่อนอ่อนเพื่อเลี้ยงไหมวัยอ่อน (สมบูรณ์ และคณะ, 2533)

การพัฒนาอาหารเทียมเพื่อใช้เลี้ยงไหมในประเทศไทย เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 โดยฉวีวรรณได้ทดลองเลี้ยงไหมวัยอ่อน *Bombyx mori* L. ด้วยอาหารเทียมตั้งแต่เริ่มฟักจากไข่ พบว่าได้ผลน้ำหนักดักแด้ต่ำกว่าการใช้อาหารเทียมเลี้ยงไหมในช่วงวัย 2 3 4 และ 5 ตามลำดับ และไหมวัย 5 ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียม จะให้เปอร์เซ็นต์เส้นใยสูงใกล้เคียงกับเปอร์เซ็นต์เส้นใยของหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติ ต่อมา กรรณิการ์ (2525) ได้มีการทดลองปรับปรุงสูตรอาหารเทียม เพื่อเลี้ยงไหมป่าอีรี่ พบว่าสูตรที่ปรับปรุงให้ผลการเจริญเติบโตดีกว่าสูตรเบื้องต้น และใกล้เคียงกับการเลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติ อายุหนอนนานกว่า 2 วัน แต่น้ำหนักดักแด้ น้ำหนักเปลือกรังและจำนวนไข่มากกว่า อย่างไรก็ดี ยังไม่มีการใช้อาหารเทียมเพื่อการเลี้ยงหลังจากนั้น พรทิพย์ และธีระ (2533) พบว่า สามารถใช้อาหารเทียมที่มีใบหม่อนเป็นส่วนประกอบเลี้ยงไหมวัย 5 ได้ผลดีใกล้เคียงกับการเลี้ยงด้วยหม่อน โดยมีเปอร์เซ็นต์เปลือกรังจากการเลี้ยงด้วยอาหารเทียม เท่ากับ 18.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์เปลือกรังที่ได้จากการเลี้ยงด้วยหม่อน (20.20) เปอร์เซ็นต์ และจากการพัฒนาอาหารเทียมโดยทดแทนสารอาหารบางชนิด พบว่าการใช้ถั่วเขียวเป็นแหล่งโปรตีน ในอาหารเทียมนำมาเลี้ยงไหมมีผลให้อัตราการอยู่รอดสูงกว่า แต่ให้เปอร์เซ็นต์เปลือกรังต่ำกว่าอาหารเทียมที่ใช้โปรตีนจากถั่วเหลือง โดยมีอัตราการอยู่รอดวัย 1-5 จากการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลี้ยงด้วยถั่วเขียว เท่ากับ 78 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์เปลือกรังเท่ากับ 12.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้ถั่วเหลืองมีอัตราการอยู่รอด 34 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง เท่ากับ 12.8% (พรทิพย์ และธีระ, 2534)

เหตุผลในการเลี้ยงไหมวัยอ่อน 1-3 ด้วยอาหารเทียมเพื่อลดปัญหาการตายของหนอนไหมเนื่องจากโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคเพบบรินจากแมลงในธรรมชาติ โดยหนอนไหมได้รับเข้าทางปาก จากการกินสปอร์ที่ติดมากับใบหม่อนเข้าไป ทำให้แสดงอาการเป็นโรคในวัย 4 และ 5 หนอนจะเริ่มตายมากในวัย 5 อันเป็นวัยที่ได้กินอาหารเข้าไปกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ (พรรณี, 2530 : ชาญชัย, 2537) การใช้อาหารเทียมก็เป็นเหตุผลหนึ่ง ที่สามารถลดการเกิดโรคเพบบรินได้ (Ito, 1979) โดยการเลี้ยงในสภาพที่ปลอดเชื้อ และการใช้อาหารเทียมเลี้ยงไหม ทำให้หนอนไหมได้รับโภชนะครบถ้วนเพิ่มความแข็งแรงให้กับไหมเพิ่มขึ้น เนื่องจากไหมวัยอ่อนเริ่มตั้งแต่หนอนไหมแรกฟักออกจากไข่ไหมไปจนหนอนไหมนอนครั้งที่ 3 ใช้เวลาประมาณ 10-11 วัน ช่วงนี้หนอนไหมจะอ่อนแอและมีความต้านทานโรคน้อย จึงมีโอกาสติดเชื้อและตายได้ง่าย (พรรณี, 2530) และหากมีการขาดแคลนหม่อนวัยอ่อนในช่วงที่มีการเลี้ยงไหม ก็สามารถใช้อาหารเทียมทดแทนได้ และการพัฒนาอาหารเทียมสำหรับใช้เลี้ยงไหมในประเทศไทย จึงควรจะได้มีการคัดเลือกพันธุ์ไหมที่สามารถยอมรับ และใช้ประโยชน์จากส่วนประกอบของอาหารที่ผลิตขึ้นควบคู่ไปด้วย เนื่องจากพันธุ์ไหมต่างกันมีความสามารถในการยอมรับอาหารต่างกัน (Shinbo and Yanakawa, 1994)

คุณสมบัติของอาหารเทียม

อาหารเทียมที่ใช้เลี้ยงไหมมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของรังไหม ดังนั้น ควรจะต้องมีสารอาหารต่างๆที่หนอนไหมต้องการครบถ้วน และอยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับความต้องการโภชนะต่างๆของหนอนไหมโดย (Ito, 1960) ดังนี้

1. คาร์โบไฮเดรต โภชนะพวก คาร์โบไฮเดรตมีส่วนในการกระตุ้นให้หนอนไหมอยากกินอาหาร โดยเฉพาะน้ำตาลซูโครส กระตุ้นการกินอาหารของหนอนไหมมากที่สุด ตามด้วยน้ำตาลฟรุคโตส ส่วนน้ำตาลกลูโคส เป็นตัวกระตุ้นที่ดีที่สุด (Ito, 1960) ส่วนอาหารพวกแป้งและ dextrin นั้นเมื่อหนอนไหมได้รับเข้าทางปาก ก็จะถูกย่อยด้วยเอนไซม์อะไมเลส ในเนื้อเยื่อท่ออาหารและน้ำย่อยในหลอดอาหาร นอกจากหนอนใช้เป็นแหล่งพลังงานแล้วยังเก็บสะสมไว้ในรูปทรีฮาโลส (trehalose) เยื่อไขมัน (fat body) ไกลโคเจน (glycogen) ไขมันและกรดอะมิโน (lipids and amino acid) (Yanakawa, 1973) ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้นในหนอนไหมวัย 5 จะมีการสะสมเยื่อไขมันในเลือด หลังจากได้รับคาร์โบไฮเดรต 6 ชั่วโมง และมีปริมาณทรีฮาโลส 20-35 เปอร์เซ็นต์ ของคาร์โบไฮเดรตที่เก็บสะสมทั้งหมด

Ito and Tanaka (1961) ทดลองใช้สารละลายน้ำตาลซูโครส ในระดับ 5-20 เปอร์เซ็นต์ แล้วให้หนอนไหมลอกคราบใหม่ขึ้นวัย 5 กินทางปาก ปริมาตร 1.0 ไมโครเมตร พบว่า สารละลายน้ำตาลที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ และ 15 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรตีน หนอนไหมได้รับโปรตีนจากแป้งถั่วเหลืองเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากนิยมใช้เป็นส่วนผสมอาหารสูตรอาหารเทียม (Ito, 1960) ได้ศึกษาระดับโปรตีนในอาหารโดยใช้แป้งถั่วเหลืองที่ระดับ 40 30 20 และ 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปริมาณแป้งถั่วเหลืองที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ หนอนไหมจะให้ผลผลิตน้ำหนักรังสด น้ำหนักเปลือกรังและเปอร์เซ็นต์เปลือกรังสูงกว่ามี่ระดับ 30 20 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การเพิ่มปริมาณของแป้งถั่วเหลืองในอาหารเพิ่มขึ้นทำให้ผลผลิตของเนื้อไหมเพิ่มขึ้นด้วย

Hamano (1989) ศึกษาการใช้ประโยชน์ของโปรตีนร่วมกับ pyridoxine (B6) กับหนอนไหมวัยอ่อน พบว่า หนอนลูกผสมเจริญเติบโตในอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 20-30 เปอร์เซ็นต์ โดยมีวิตามินบี 6 ประกอบอยู่ 1.5-10 กรัม น้ำหนักตัวหนอนสูงมากเมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ B6 10 กรัม และน้ำหนักหนอนต่ำเมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีโปรตีน 10-20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ B6 1 กรัม นอกจากนี้หนอนไหมยังได้รับโปรตีนจากใบหม่อนป่น และสามารถสะสมโปรตีนจากใบหม่อนย่อย เก็บเป็นองค์ประกอบของร่างกายได้ถึงร้อยละ 91 และยังสามารถเปลี่ยนโปรตีนให้อยู่ในรูปไกลโคเจน เพื่อเก็บไว้ใช้เป็นพลังงาน (Roeder, 1953)

การเติมกรดอะมิโนในอาหารเทียมเพื่อให้หนอนไหมใช้กรดอะมิโนเป็นอาหาร ได้อย่างมีระสิทธิภาพ แต่ถ้าเติมเข้าไปมากเกินความต้องการ ทำให้เกิดความเสียหายแก่หนอน ระดับกรดอะมิโนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหนอนไหม คือที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ ของอาหารและที่ระดับกรดอะมิโน 25 หรือ 30 เปอร์เซ็นต์ ของอาหาร อัตราการผลิตเส้นไหมสูงกว่าระดับกรดอะมิโน 20 เปอร์เซ็นต์ ของอาหารหนอนต้องการกรดอะมิโนที่จัดว่าเป็นโภชนะที่จำเป็น (essential amino acid) อยู่ 10 เปอร์เซ็นต์ คือarginine histidtne isoleucine leucine lysine methionine phenylalanine tryptophane threonine และ valine (Tanaka, 1975)

3. ไขมัน หนอนไหมได้รับไขมันจากแป้งถั่วเหลือง ซึ่งสกัดไขมันออกด้วย ethet1 และในใบหม่อนมีไขมันเป็นองค์ประกอบใน dry matter ประมาณ 3-6 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพในการย่อยได้ของ crude lipid จากใบหม่อนประมาณ 58.5 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉลี่ยใบหม่อนวัย 1 ถึงวัย 5 และจะสะสมไขมันในร่างกายมากกว่าปริมาณการย่อยได้ของหนอนส่วน sterol เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของหนอนไหมซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ได้สูงถ้ามีกรดไขมันอยู่ด้วย น้ำมันจากพืชหลายชนิด สามารถเติมลงไปในอาหารเทียมได้ เพื่อให้หนอนไหมได้รับไขมันที่เพียงพอ (Tanaka, 1975)

4. วิตามิน หนอนไหมต้องการวิตามินบีทุกชนิด ที่ต้องการมากเป็นพิเศษคือ choline inositol และกรดแอสคอร์บิก ส่วนวิตามินบี อื่นๆก็มีความสำคัญเช่นกัน เช่น การเจริญเติบโตของหนอนจะต่ำลงเมื่อขาด folic acid ในใบหม่อนมี choline อยู่ในรูปของเอสเทอร์และมี acetyl choline อยู่เพียงเล็กน้อย สารทั้งสองชนิดเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตของหนอนวัย 1 และสามารถทดแทนได้ด้วย choline chloride ซึ่งเป็นสารที่ควรเติมให้กับอาหารเทียม หนอนไหมต้องการวิตามินเพื่อนำไปใช้เป็น cofactor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของ enzyme ส่วน Hamano (1989) พบว่า อัตราการตายของหนอนก่อนเข้าดักแด้สูงเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่มี วิตามินบี 6 ต่ำกว่า 0.1 มิลลิกรัม และหนอนเพศเมียต้องการวิตามินบี 6 สูงกว่าหนอนเพศผู้

5. แร่ธาตุ แร่ธาตุที่จำเป็นสำหรับหนอนไหมได้แก่ K, P, Mg, Ca, Zn และ Fe ปกติในใบหม่อนประกอบด้วยแร่ธาตุประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักแห้งหนอนทุกวัยสามารถดูดซึมแร่ธาตุไปใช้ประโยชน์ได้ประมาณ 28 เปอร์เซ็นต์ แต่ในอาหารเทียมมักมีส่วนประกอบของใบหม่อนผสมอยู่น้อยจึงมีการเติมแร่ธาตุที่จำเป็นในรูปสารเคมี เช่น K สามารถทดแทนโดย K_2HPO_4 และ $MgSO_4$ ทดแทนโดย $MgHPO_4$ หรือ $MgCl_2$ ส่วน $FePO_4$ ทดแทนโดย $FeCl_3$ เป็นต้น การทดแทนแร่ธาตุในอาหารเทียมนั้นที่นิยมใช้ทั่วไปคือ Wasson'salt mixture ส่วนใหญ่อยู่ในรูปเกลือแร่

ส่วนประกอบของเกลือแร่มีดังนี้

สารเคมี	น้ำหนัก (กรัม)
CH_3COOK	32.00
$NaH_2PO_42H_2O_2$	10.92
$MgSO_4$	3.60
$CaCO_3$	8.40
$MnCl_24H_2O$	0.08
$FeCl_26H_20$	0.74
$ZnCl_2$	0.21
รวม	55.95

คุณสมบัติของส่วนประกอบในสูตรอาหารเทียม

หม่อนป่น ได้จากการนำใบหม่อนสดไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แล้วบดละเอียดเป็นผง (Ito, 1980) ใบม่อนที่เหมาะสมควรจะเป็นใบม่อนที่เติบโตมาพร้อมๆกันหรืออายุเท่ากัน รุ่นเดียวกัน มีการเจริญเติบโตเหมือนๆกัน (Shinbo and Yanakawa, 1994) การเติมหม่อนป่นในอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงไหมวัยอ่อนควรเติบในระดับไม่ต่ำกว่า 20-25 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร (Ito, 1980) พบว่า ถ้าปริมาณหม่อนป่นในอาหารลดลงจากเกณฑ์นี้ มีผลทำให้ลดอัตราการอยู่รอดของหม่อน

ใบหม่อนมีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของหนอนไหมเช่น Chlorogenic acid จัดเป็น Gustatory stimulating โดยการ Active ในโมเลกุลของ Chlorogenic acid นี้ จะมีสารตัวอื่นร่วมอยู่ด้วย เช่น Caffeic acid propocatchuric acid และ DOPA ช่วยให้ปฏิกิริยาของ Chlorogenic acid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากขึ้นหรือน้อยลงได้ และ Chloromycetin ยังเป็นตัวชักนำให้โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และออกซิเจนของท่ออาหาร (gut) เพิ่มขึ้น (Ito, 1978)

โปรตีนจากแป้งถั่วเหลือง (defated soybeam meal) เป็นผลิตภัณฑ์จากถั่งเหลืองใช้เป็นแหล่งโปรตีนในอาหารสำหรับหนอนไหม มีสีเหลืองอ่อนนวล ค่อนไปทางสีเหลืองขาว มี crude propein 42 เปอร์เซ็นต์ (Matsura, 1994)

คาร์โบไฮเดรต ได้แก่ แป้งข้าวโพด เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นส่วนประกอบของวัสดุของเจือปนอาหารในอุตสาหกรรมอาหารและใช้ในอุตสาหกรรมยา (อรพิน, 2532) ซึ่งได้จากเมล็ดของข้าวโพดที่มีชื่อทางพฤษศาสตร์ว่า *Zea mays* Linn ผ่านกรรมวิธีการบดเปียก (wet miling) แยกโปรตีนและไขมันออกแล้วอบแห้ง มีส่วนประกอบดังนี้คือ ความชื้น 13.5 ไขมัน 1.0 โปรตีน 0.3 และคาร์โบไฮเดรต 81.2 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (ศิริลักษณ์, 2519)

แป้งสาลี ชนิดทำขนมปังได้จากการสีและบดเมล็ดข้าวสาลีชนิดคอมมอน (common wheat) ปราศจากสิ่งแปลกปลอมเป็นผงละเอียดสีขาว ประกอบด้วยสารชนิดต่างๆ ในแป้ง 100 กรัม ดังนี้ คือ ไทอะมีน 0.55 มิลลิกรัม ไรโบฟลาวิน 0.33 มิลลิกรัม ไนอะซีน 4.40 มิลลิกรัม เหล็ก 8.80 มิลลิกรัม แคลเซียม 211.2 มิลลิกรัม และ มีไลซีน 180 มิลลิกรัม (อรพิน, 2532) มีส่วนประกอบในแป้งดังนี้ ความชื้น 13.3 ไขมัน 0.9 โปรตีน 71.0 คาร์โบไฮเดรต 74.0 และกาก 0.3 กรัม ด้วยน้ำหนัก ตามลำดับ (ศิริลักษณ์, 2519)

แป้งข้าวกล้อง เป็นแป้งที่ได้จากส่วนของ endosperm ของข้าว และยังคงมีเยื่อหุ้มผลอยู่และข้าวกล้องนี้เป็นผลที่ได้จากการนำข้าวเปลือกมาสีเอาเปลือกออก มีคุณภาพใกล้เคียงกับข้าวโพด เมื่อใช้เลี้ยงสุกร

อุทัย (2527) กล่าวว่า ข้าวแดง (ข้าวกล้อง) ที่บดละเอียดจะสามารถใช้ผสมในสูตรอาหารได้โดยข้าวกล้องจะมีคุณภาพพอๆกับปลายข้าวและสามารถใช้ผสมในสูตรอาหารเลี้ยงสุกรได้เป็นอย่างดีและไม่มีขีดจำกัดในการใช้ด้วย คุณค่าทางอาหารสัตว์ของข้าวกล้องเหนียวซึ่งวิเคราะห์โดยวิธี Proximate analysis ที่ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน พบว่า มีความชื้น 11.66 โปรตีน 7.31 ไขมัน 2.57 เยื่อใย 0.86 เถ้า 1.24 และคาร์โบไฮเดรต 76.36 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ดวงสมร และ อังคณา , 2527)

กรดซิตริก เป็นกรดประเภท Tricarboxylic มีการใช้มากกว่ากรดชนิดอื่นๆ โดยมีการใช้กับอาหารถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณกรดทั้งหมด มีคุณสมบัติดีกว่ากรดชนิดอื่นๆ คือ สามารถละลายน้ำได้ดีจึงนิยมใส่ในอาหารประเภทน้ำผลไม้และน้ำหวานชนิดต่างๆ เพื่อช่วยปรับปรุงกลิ่น รส และความเป็นกรดด่างให้พอเหมาะ เป็นวัตถุกันเสียและจะช่วยทำปฏิกิริยากับโลหะที่อาจปนเปื้อนมาในวัตถุดิบ เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนขึ้น ทำให้กรดแอสคอร์บิกที่มีอยู่ตามธรรมชาติในผักหรือผลไม้คงตัวขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อเนื่องไปถึงความคงตัวของสี กลิ่นและรสของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เพราะกรดแอสคอร์บิก จัดเป็นวัตถุกันหืนตามธรรมชาติ การใช้กรดซิตริกร่วมกับกรดอะมิโนในบางชนิดจะช่วยให้การอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ดีขึ้นและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในผลิตภัณฑ์ขนมหวาน กรดซิตริกจะช่วยป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลและป้องกันการเกิด oxidations ของส่วนประกอบอื่นๆด้วย นอกจากนี้ยังใช้สารเสริมฤทธิ์ วัสดุกันหืนชนิดอื่นๆในผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมัน หรืออาจมีไขมัน หรือน้ำมันของพืชหรือสัตว์ เช่น เป็นส่วนประกอบของนมผง และอาหารทะเล เป็นต้น (ศิวาพร, 2529)

กรดซอร์บิก เป็นวัสดุกันเสียที่นิยมใช้กันมากเนื่องจากเป็นสารประกอบที่ไม่มีกลิ่น ไม่มีรสและไม่ทำให้กลิ่นและรสของอาหารเปลี่ยนแปลง และยังสามารถถูกย่อยสลายไปได้แบบเดียวกับกรดไขมันที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ อันตรายจากการได้รับวัสดุกันเสียชนิดนี้ ค่อนข้างน้อยเมื่อความเป็นกรดของอาหารลดลง ประสิทธิภาพของกรดซอร์บิกจะลดลงด้วย การเติมเกลือลงในน้ำตาลและอาหารจะช่วยเสริมประสิทธิภาพของกรดซอร์บิก แต่การมีเกลือแคลเซียมและแมกนีเซียมคลอไรด์ในอาหาร จะทำให้ประสิทธิภาพของกรดซอร์บิกลดลง และกรดซอร์บิกช่วยยืดอายุการเก็บของอาหารประเภทเนยเทียม เนยแข็ง เครื่องดื่มต่างๆ ผลิตภัณฑ์เนื้อและผลิตภัณฑ์ปลาต่างๆ เป็นต้น

กลไกของกรดซอร์บิกในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราเกิดขึ้นจากการที่กรดซอร์บิกไปยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ dehydrogenase เมื่อใส่กรดซอร์บิกในอาหารจะเกิดปฏิกิริยา oxidation ขึ้น (ศิวาพร, 2529)

กรดแอสคอร์บิก หรือวิตามินซี เป็นตัวกระตุ้นการกินอาหารของหนอนเมื่อเติมในอาหารสังเคราะห์ (Ito, 1960) และเมื่อสเปรย์กรดแอสคอร์บิก ที่มีความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ บนใบหม่อนที่ใช้เลี้ยงไหมวัย 3, 4 และ 5 จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการวางไข่ของแม่ผีเสื้อไหมเพศเมีย (Chauhan and Singh, 1992)

กรดแอสคอร์บิก ที่มีอยู่ในใบหม่อนสด มีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับปริมาณอาหารของ ใบและปริมาณกรดแอสคอร์บิก ในตัวหนอนขึ้นอยู่กับใบหม่อน เนื่องจากกรดแอสคอร์บิก ไม่ได้สังเคราะห์ขึ้นในตัวหนอน (Ito and Arai, 1965) นอกจากนี้กรดแอสคอร์บิก ยังมีผลเพิ่มอัตราการอยู่รอดของหนอน (Murthy, 1953)

Dadd (1957) กล่าวว่า การใส่กรดแอสคอร์บิก ในอาหารสังเคราะห์เป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาของตัวเต็มวัยในตั๊กแตนหนวดสั้น (locust) 2 species โดยระดับที่เหมาะสมกับการเจริญของหนอนมากที่สุด คือระดับ 4-10 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักแห้งของอาหาร ส่วนอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงหนอนไหมนั้นควรเติมในอาหารไม่ต่ำกว่า 20 มิลลิกรัม ต่อกรัมของน้ำหนักแห้งของอาหาร (Ito and Kobayashi, 1975) นอกจากช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารแล้ว ยังทำให้ความเป็นกรดด่างของ ผลิตภัณฑ์เอาหารลดลง และเป็นวัสดุกันหืนด้วย (ศิวาพร, 2529)

การทดสอบอิทธิพลของกรดแอสคอร์บิกต่อหนอนไหม พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 0.25, 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยเพิ่มน้ำหนักดักแด้ของหนอนไหม และหนอนไหมที่ลอกคราบวัย 5 จะให้รังที่น้ำหนักสูงขึ้น ซึ่งที่ระดับกรดแอสคอร์บิก 2 เปอร์เซ็นต์ จะให้น้ำหนักรังมากที่สุด ผลผลิตไหมเพิ่มขึ้น 29.85 เปอร์เซ็นต์ เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เติมกรดกรดแอสคอร์บิกลงไปจะทำให้ตัวเมียมีลูกดกขึ้นนอกจากนี้ยังมีการศึกษาลักษณะทางฟิสิกส์เพื่ออธิบายผลกระทบของ กรดแอสคอร์บิก ซึ่งก็พบว่ากรดแอสคอร์บิก จะทำให้การกินอาหารและการเจริญเติบโตของหนอนดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มระดับฮอร์โมนในตัวอ่อนด้วย (Karaksy and Idriss, 1990)

เซลลูโลส ช่วยกระตุ้นการกินอาหารของหนอน ช่วยให้หนอนมีการเจริญเติบโตและพัฒนาเร็วขึ้น ปรับปรุงลักษณะโครงสร้างทางฟิสิกส์ของอาหาร และช่วยรักษาความชื้นในอาหาร (Ito, 1960) นอกจากนี้การเติมเซลลูโลสจากกิ่งหม่อนที่ใช้ความร้อนหรือการนึ่งแทน purified cellulose power เหมาะต่อการเจริญและพัฒนาของหนอนไหม เนื่องจากเซลลูโลสที่ได้จากกิ่งหม่อน ไม่ยับยั้งการกินอาหารของหนอนและราคาถูกด้วย (Yanakawa and Suzuki, 1991)

Ito and Kobayashi (1975) กล่าวว่าหนอนไหมไม่สามารถย่อยเซลลูโลสได้ เช่นเดียวกับแมลงที่กินพืชเป็นอาหารเนื่องจากไม่มี enzyme สำหรับย่อย (Friend, 1958) แต่การเพิ่มขึ้นของระดับเซลลูโลสทำให้การกินอาหารของหนอนมีประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นของเซลลูโลสสูง 30 เปอร์เซ็นต์ จะกระตุ้นการกินอาหารได้มากกว่าที่ความเข้มข้น 14 เปอร์เซ็นต์

วุ้น เป็นสารสกัดได้จากสาหร่ายทะเลแดง ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำและไม่ละลายที่อุณหภูมิต่ำกว่า 85 องศาเซลเซียส แต่ละลายในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 95-100 องศาเซลเซียส นำมาใช้ในอาหารเพื่อให้เกิดเจล นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบและขนมหวาน ในผลิตภัณฑ์เนื้อและปลา เพื่อช่วยให้เนื้อปลาจับกันได้ดีขึ้น (ศิวาพร, 2529) และ วุ้นช่วยรักษาความชื้นในอาหารเทียม และรักษาลักษณะทางฟิสิกส์ของอาหาร (Matsura, 1994)

β sitosteral เป็นสารดึงดูดหนอนไหมให้เกิดพฤติกรรมการกัดและกินติดต่อกันไปซึ่งสามารถแยกได้จากใบหม่อน และเป็นสารที่จำเป็นต้องใส่ในอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงไหม (Hamamura *et.al.*, 1961 : Ito, 1961)

น้ำ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญซึ่งมีผลต่อลักษณะทางกายภาพของอาหารเทียม อาหารที่อ่อนหรือแข็งจะมีผลต่อปริมาณการกินอาหารของหนอนไหม ปริมาณน้ำที่เติมลงในส่วนผสมมีผลให้คุณค่าทางอาหารแตกต่าง และมีปริมาณเปลี่ยนแปลงไปตามส่วนประกอบของอาหาร อาหารเทียมสำหรับสำหรับไหมวัยอ่อนควรเติมน้ำในระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ ของอาหารแห้ง ส่วนไหมวัยแก่ควรใช้น้ำผสมในอัตราที่น้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์และสารเคมี

1. อุปกรณ์
   - กล่องเลี้ยงแมลง
   - ขนไก่หรือพู่กัน
   - ถาดใส่อาหาร
   - Hot plate
   - อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath)
   - บีกเกอร์ (beaker)
   - แท่งแก้ว (stirring rod)
   - เครื่องชั่ง 2 และ 4 ตำแหน่ง กล้องจุลทรรศน์
   - ไม้บรรทัด
   - กระดาษฟอยด์
   - ใบหม่อนสด

2. สารเคมี
   - อาหารเทียมสูตรทางการค้า (ญี่ปุ่น)
   - หม่อนป่น
   - กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน
   - น้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์
   - แป้งมันฝรั่ง (Potato starch)
   - น้ำตาล (Sucrose)
   - น้ำกลั่น
   - Citric acid
   - Ascorbic acid
   - Agar
   - Sorbic acid
   - β-sitosteral

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Salt-mixture
- Vitamin B complex
- Cellulose power
- Antiseptic
- K_4HPO_4
- KCL
- $MgHPO_4$
- $Ca_3(PO_4)_2$
- $FePO_4 2H_2O$
- $CaCO_3$
- $MgSO_4$
- NaCl
- Biotin
- Ca-pantothenate
- Choline chloride
- Inositol
- Nicotinnic acid
- Foric acid
- Rivoflavin
- Thiamine
- Pyridoxine-HCl

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1.การเตรียมอาหารเทียมและการเลี้ยงหนอนไหมใบอ่อนด้วยอาหารเทียม และใบหม่อน

1.1 การเตรียมอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงหนอนไหม

1.1.1 การเตรียมอาหารเทียมที่ผลิตเป็นการค้า (ญี่ปุ่น) ชั่งอาหารสำเร็จชนิดผง 100 กรัม ผสมน้ำ 300 มิลลิลิตร บรรจุในถาดสำหรับใส่อาหารเทียม คนให้เข้ากันแล้วนำไปนึ่ง ที่อุณหภูมิองศาเซลเซียสประมาณ 98 องศาเซลเซียส จนอาหารสุกประมาณ 20 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น นำไปเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

1.1.2 การเตรียมอาหารเทียม ชั่งอาหารให้ได้สัดส่วนอาหารที่ใช้ทดลอง จากนั้นนำส่วนผสมทุกชนิด (ยกเว้น ผงวุ้น วิตามิน เกลือแร่และกรดซิตริก) นำมาบดให้เข้ากันโดยใส่ทีละอย่าง เพื่อให้สารต่างๆ คลุกเคล้ากันอย่างดีเทใส่ถาดสำหรับใส่อาหารเทียมเพื่อผสมกับน้ำ ต้มน้ำให้เดือดใส่ผงวุ้น เกลือแร่และกรดซิตริก คนจนวุ้นละลายหมด เติมวิตามินลงไปคนให้เข้ากันแล้วเทลงในถาดสำหรับใส่อาหารเทียมที่มีส่วนผสมของอาหารชนิดอื่นๆ อยู่คนให้เข้ากัน ปิดถาดใส่อาหารเทียมด้วยกระดาษฟอยด์ นำไปนึ่งลงที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส จนอาหารสุก ทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำไปเก็บไว้ในตู้เย็น อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส อาหารที่เตรียมเสร็จใหม่ๆนี้จะต้องทิ้งไว้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง จึงนำออกมาเลี้ยงหนอนไหมได้

1.2 การเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียม นำไข่ของหนอนไหมพันธุ์นางลาย มาฟักที่อุณหภูมิ 29 ±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80 เปอร์เซ็นต์ ใส่ในกล่องๆละ 50 ฟอง โดยแบ่งเป็น 13 วิธีการ แต่ละวิธีการทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำหนอนวัยแรกมาแยกลงกล่องด้วยขนนก เลี้ยงด้วยอาหารชนิดต่างๆใน 13 วิธีการดังนี้ (ตารางที่ 2)

วิธีการที่ 1 ใบหม่อนสด
วิธีการที่ 2 อาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น
วิธีการที่ 3 อาหารเทียมสูตร salt-mixture1 (1.28 g)
วิธีการที่ 4 อาหารเทียมสูตร salt-mixture2 พื้นฐาน (1.78 g)
วิธีการที่ 5 อาหารเทียมสูตร salt-mixture3 (2.28 g)
วิธีการที่ 6 อาหารเทียมสูตร salt-mixture4 (2.78 g)
วิธีการที่ 7 อาหารเทียมสูตร β-sitosterol1 (0.044 g)
วิธีการที่ 8 อาหารเทียมสูตร β-sitosterol3 (0.133 g)
วิธีการที่ 9 อาหารเทียมสูตร citric acid1 (0.45 g)
วิธีการที่ 10 อาหารเทียมสูตร citric acid3 (1.78 g)
วิธีการที่ 11 อาหารเทียมสูตร citric acid4 (2.67 g)
วิธีการที่ 12 อาหารเทียมสูตร agar1 (6.70 g)
วิธีการที่ 13 อาหารเทียมสูตร agar3 (8.93 g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของอาหารชนิดต่างๆ

ส่วนประกอบอาหารเทียม (กรัม)	treatment												
	ใบหม่อน	ญี่ปุ่น	salt-mixture				β-sitosterol		citric acid			agar	
			1	2	3	4	1	3	1	3	4	1	3
หม่อนบด	-	-	22.34	22.34	22.34	22.34	22.34	22.34	22.34	22.34	22.34	22.34	22.34
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน	-	-	13.40	13.40	13.40	13.40	13.40	13.40	13.40	13.40	13.40	13.40	13.40
น้ำมันถั่วเหลือง	-	-	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
citric acid	-	-	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.45	1.78	2.67	0.89	0.89
ascorbic acid	-	-	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
agar	-	-	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	4.47	6.70	8.93
น้ำตาล	-	-	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24
แป้งมันฝรั่ง	-	-	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24	2.24
sorbic acid	-	-	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
β-sitosterol	-	-	0.09	0.09	0.09	0.09	0.044	0.133	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
salt-mixture	-	-	1.28	1.78	2.28	2.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78	1.78
cellulose power	-	-	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70
วิตามินบีรวม (มล/นน.อาหารแห้ง1กรัม)	-	-	5.58	5.58	5.58	5.58	5.58	5.58	5.58	5.58	5.58	5.58	5.58
antiseptic (มล/นน.อาหารแห้ง1กรัม)	-	-	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70
น้ำกลั่น (มล/นน.อาหารแห้ง1กรัม)	-	-	176.50	177.50	179.00	185.00	177.40	177.50	177.30	180.30	182.90	183.40	190.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การให้อาหาร ให้อาหารเทียมแก่หนอนวันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็นในแต่ละวิธีการ ส่วนใบหม่อนสดสับละเอียดให้เลี้ยงเวลา 7.00 น., 11.00 น., 15.00 น., 18.oo น. ทำการเลี้ยงที่อุณหภูมิ 29 ±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80 เปอร์เซ็นต์ จนถึงวัย 3 และเมื่อหนอนไหมนอนประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ และทำการเปิดฝากล่องเลี้ยงเพื่อให้อาหารแห้งและจะเริ่มเลี้ยงหนอนไหมใหม่เมื่อหนอนตื่นนอน 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อหนอนเริ่มวัย 4 ให้เลี้ยงด้วยใบหม่อนสดตามปกติจนเข้าดักแด้

1.3 การเลี้ยงไหมวัย 4 เมื่อหนอนไหมเริ่มเข้าวัย 4 ให้เลี้ยงด้วยใบหม่อนสดตามปกติจนเข้าดักแด้

1.4 การบันทึกผล

1.4.1 จำนวนหนอนรอดชีวิตในแต่ละวัย โดยนับจำนวนหนอนรอดชีวิตหลังจากลอกคราบในแต่ละวัย แล้วคิดเป็นอัตราการอยู่รอดในแต่ละวัย

1.4.2 การเพิ่มน้ำหนักของหนอนไหมในแต่ละวัย (สุ่มชั่งครั้งละ 10 ตัว) โดยชั่งน้ำหนักก่อนให้อาหารมื้อแรกในแต่ละวัย

1.4.3 การยอมรับอาหาร โดยสังเกตจำนวนหนีอาหารหลังจากให้อาหาร 12 และ 24 ชั่วโมง

1.4.4 น้ำหนักรังสด น้ำหนักเปลือกรังและเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง (สุ่มชั่งครั้งละ 10 ตัว)

- น้ำหนักเปลือกรัง ชั่งวันที่ 6 หลังจากหนอนเข้าจ่อสมบูรณ์
- เปอร์เซ็นต์เปลือกรังคำนวณจาก = น้ำหนักเปลือกรังเดี่ยวx100/น้ำหนักรังสด

2. การศึกษาชีววิทยาของไหม

บันทึกข้อมูลของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยวิธีการทั้ง 13 ข้างต้น โดยบันทึกทุกระยะการเจริญเติบโตของหนอนจากตัวอย่าง 50 ตัวอย่าง ทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้วหาค่าเฉลี่ย

2.1 ระยะไข่ สังเกต วิธีการไข่ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของไข่ ขนาด อัตราการไข่ในแต่ละวันและจำนวนวันที่ฟักเป็นหนอน โดยนำผีเสื้อที่ออกจากดักแด้ มีตัวผู้และตัวเมีย อย่างละ 10 ตัว ใส่ในกล่องเพื่อให้ผีเสื้อวางไข่ จดบันทึกข้อมูลดังนี้

2.1.1 บันทึกวันที่ผีเสื้อเริ่มไข่ และจำนวนไข่ในแต่ละวัน รวมทั้งวันที่สิ้นสุดการไข่

2.1.2 สังเกต วิธีการวางไข่ การเปลี่ยนแปลงของไข่ จนกระทั่งฟักเป็นตัวหนอนไหม

2.1.3 นำไข่ที่ได้มาวัดขนาด ความกว้าง ความยาว โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ ซึ่งใช้เลนส์ใกล้ตา ที่กำลังขยาย 40 เท่า โดยใช้ไข่ 10 ฟอง แล้วนำข้อมูลมาหาค่าเฉลี่ย

2.2 ระยะหนอน สังเกตระยะเวลาในการลอกคราบ สี และขนาดของหนอน โดยนำหนอนที่ฟักออกจากไข่มาวัดขนาดโดยใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของลำตัว โดยทำการสุ่มหนอนจำนวน 10 ตัว สังเกตหนอนระยะเวลาการลอกคราบ ส่วนการวัดขนาดลำตัวจะทำการวัดหลังจากลอกคราบแล้ว 1 วัน และวัดขนาดหนอนทุกวัยจนกระทั่งหนอนเข้าระยะดักแด้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ระยะดักแด้ สังเกต วิธีการเข้าดักแด้ ระยะเวลาการเข้าดักแด้ ขนาด และสีของดักแด้ รวมทั้งวันที่เป็นผีเสื้อ โดยใช้ไม้บรรทัดวัดความกว้างและความยาวของดักแด้โดยสุ่มดักแด้ 10 ดักแด้ นำข้อมูลที่ได้หาค่าเฉลี่ย สังเกต ระยะที่เป็นดักแด้ การฟักของผีเสื้อออกจากดักแด้กี่วัน ทำการจดบันทึก

2.4 ระยะตัวเต็มวัย สังเกต ระยะเวลาการฟักผีเสื้อออกจากดักแด้ วัดขนาด อายุของผีเสื้อเพศผู้และเพศเมีย โดยสุ่มตัวอย่าง 10 ตัว บันทึกอายุไขของตัวเต็มวัยในแต่ละเพศ การวัดขนาดโดยการนำผีเสื้อเพศผู้ และเพศเมียไปอบแห้ง แล้วกางปีกเพื่อวัดความกว้างของปีก นำข้อมูลที่ได้หาค่าเฉลี่ย รวมทั้งสังเกตสี ช่วงเวลาที่ผสมพันธุ์ และการวางไข่

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ระยะเวลาในการทดลอง

ตั้งแต่ ตุลาคม 2549 จนถึง กุมภาพันธ์ 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. การเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียมและอาหารธรรมชาติ (ใบหม่อน)

1.1 การยอมรับอาหารของหนอนไหมพันธุ์นางลายต่ออาหารเทียมและใบหม่อน

จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า หลังจากที่หนอนไหมได้รับอาหาร 12 ชั่วโมง หนอนไหมที่เลี้ยงด้วยใบหม่อน, อาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น, อาหารเทียมสูตร salt-mixture3, อาหารเทียมสูตร β-sitosterol1, อาหารเทียมสูตร citric acid1, อาหารเทียมสูตร citric acid3, อาหารเทียมสูตร agar1, อาหารเทียมสูตร salt-mixture1, อาหารเทียมสูตร salt-mixture4, อาหารเทียมสูตร β-sitosterol3, อาหารเทียมสูตร citric acid4, อาหารเทียมสูตร agar3 และอาหารเทียมสูตร salt-mixture2 พื้นฐาน ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีเปอร์เซ็นต์การยอมรับอาหารเฉลี่ยเท่ากับ 100, 100, 100, 100, 100, 100, 100, 99, 99,99, 99, 99 และ 98 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่หลังจากหนอนไหมได้รับอาหาร 24 ชั่วโมง หนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตร salt-mixture2 พื้นฐาน มีการยอมรับอาหารน้อยที่สุด โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสูตร β-sitosterol3, สูตร agar3, สูตร citric acid4, สูตร salt-mixture4, สูตร salt-mixture1, ใบหม่อน, สูตรญี่ปุ่น, สูตร salt-mixture3, สูตร β-sitosterol1, สูตร citric acid1, สูตร citric acid3 และสูตร agar1 คือ มีเปอร์เซ็นต์การยอมรับอาหารเฉลี่ย เท่ากับ 95.67, 96.67, 98, 99, 99, 99, 100, 100, 100, 100, 100, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3 และ ภาพที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

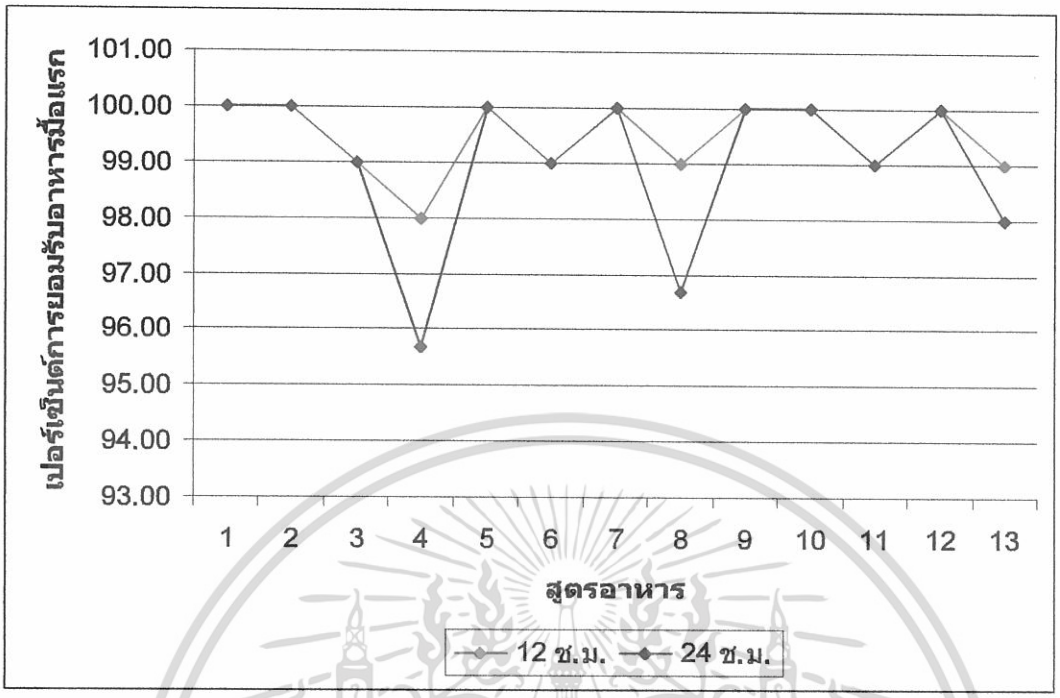
ตารางที่ 3 การยอมรับอาหารของหนอนไหมพันธุ์นางลายหลังจากให้อาหารครั้งแรก

สูตรอาหาร	การยอมรับอาหารมื้อแรก[1]	
	12 ช.ม.	24 ช.ม.
ใบหม่อน	100.00 a[2]	100.00 a
ญี่ปุ่น	100.00 a	100.00 a
salt-mixture1	99.00 a	99.00 ab
salt-mixture2 พื้นฐาน	98.00 a	95.67 c
salt-mixture3	100.00 a	100.00 a
salt-mixture4	99.00 a	99.00 ab
β-sitosterol1	100.00 a	100.00 a
β-sitosterol3	99.00 a	96.67 bc
citric acid1	100.00 a	100.00 a
citric acid3	100.00 a	100.00 a
citric acid4	99.00 a	99.00 ab
agar1	100.00 a	100.00 a
agar3	99.00 a	98.00 abc

1/ ค่าเฉลี่ยจาก 50 ตัว

2/ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 เปอร์เซ็นต์การยอมรับอาหารของหนอนไหมพันธุ์นางลายหลังจากให้อาหารครั้งแรกที่ 12 และ 24 ชั่วโมง

คำอธิบายสูตรอาหาร

1. = ใบหม่อนสด
2. = อาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น
3. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture1 (1.28 g)
4. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture2 พื้นฐาน (1.78 g)
5. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture3 (2.28 g)
6. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture4 (2.78 g)
7. = อาหารเทียมสูตร β-sitosterol1 (0.044 g)
8. = อาหารเทียมสูตร β-sitosterol3 (0.133 g)
9. = อาหารเทียมสูตร citric acid 1 (0.45 g)
10. = อาหารเทียมสูตร citric acid 3 (1.78 g)
11. = อาหารเทียมสูตร citric acid 4 (2.67 g)
12. = อาหารเทียมสูตร agar 1 (6.70 g)
13. = อาหารเทียมสูตร agar 3 (8.93 g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 อัตราการอยู่รอดของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน

จากการศึกษาอัตราการรอดของหนอนไหม พบว่า หนอนไหมวัย 1, 2 และ 3 ที่เลี้ยงบนใบหม่อน อาหารเทียมสูตรญี่ปุ่นและอาหารเทียมสูตรพัฒนามีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

หนอนไหมวัยที่ 1 ที่เลี้ยงบนอาหารเทียมสูตร salt-mixture3, สูตร β-sitosterol1, สูตร citric acid1, สูตร citric acid4 และ สูตร agar1 มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดมากที่สุด 100 เปอร์เซ็นต์ และใบหม่อนมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดน้อยที่สุด คือ 89.00 เปอร์เซ็นต์

หนอนไหมวัยที่ 2 ที่เลี้ยงบนอาหารเทียมสูตร citric acid4 และ สูตร agar1 มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดมากที่สุด 100 เปอร์เซ็นต์ และ ใบหม่อนมีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดน้อยที่สุด คือ 81.33 เปอร์เซ็นต์

หนอนไหมวัยที่ 3 ที่เลี้ยงบนอาหารเทียมสูตร citric acid4 และ สูตร agar1 มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดมากที่สุด 100 เปอร์เซ็นต์ และ สูตรญี่ปุ่น มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดน้อยที่สุด 81.00 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสูตร salt-mixture2 พบว่าไม่มีอัตราการอยู่รอดเหลืออยู่เลย คือ 0.00 เปอร์เซ็นต์

และหนอนไหมวัยที่ 5 เป็นวัยสิ้นสุดการทดลองพบว่าหนอนไหมที่เลี้ยงบนอาหารเทียมสูตร β-sitosterol1 มีอัตราการอยู่รอดมากที่สุด 77.67 เปอร์เซ็นต์ และสูตร salt-mixture3 มีเปอร์เซ็นต์การอยู่รอดน้อยที่สุด คือ 30.33 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสูตร salt-mixture2 พื้นฐาน ไม่มีอัตราการอยู่รอดเหลืออยู่เลย คือ 0.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4 และ ภาพที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน

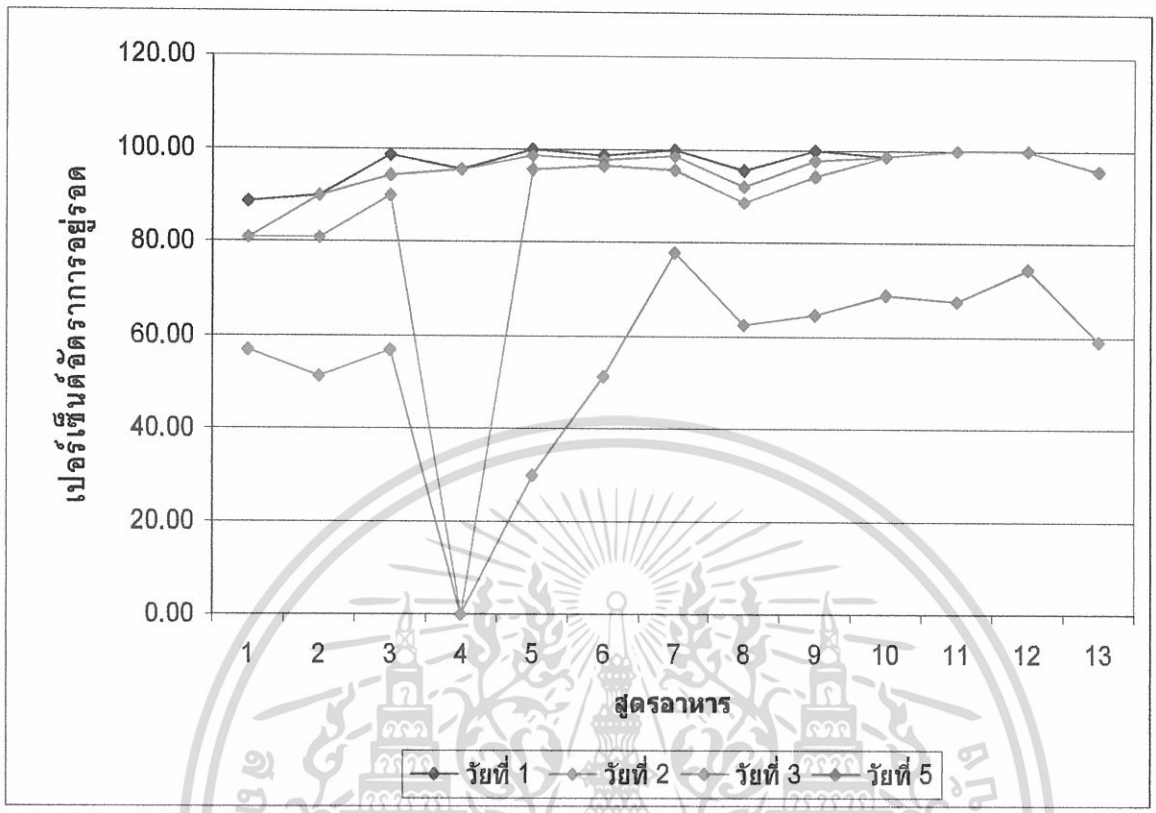
สูตรอาหาร	การอยู่รอดของหนอนไหมพันธุ์นางลาย (เปอร์เซ็นต์)[1]			
	วัยที่ 1	วัยที่ 2	วัยที่ 3	วัยที่ 5
ใบหม่อน	88.89 b[2]	81.11 b	81.11 b	56.67 ab
ญี่ปุ่น	90.00 ab	90.00 ab	81.11 b	51.11 ab
salt-mixture1	98.89 ab	94.44 a	90.00 ab	56.67 ab
salt-mixture2 พื้นฐาน	95.56 ab	95.67 a	0.00 c	0.00 c
salt-mixture3	100.00 a	98.89 a	95.56 a	30.00 b
salt-mixture4	98.89 ab	97.78 a	96.67 a	51.11 ab
β-sitosterol1	100.00 a	98.89 a	95.56 a	77.78 a
β-sitosterol3	95.56 ab	92.22 ab	88.89 ab	62.22 a
citric acid1	100.00 a	97.78 a	94.44 ab	64.44 a
citric acid3	98.89 ab	98.89 a	98.89 a	68.89 a
citric acid4	100.00 a	100.00 a	100.00 a	67.78 a
agar1	100.00 a	100.00 a	100.00 a	74.44 a
agar3	95.56 ab	95.67 a	95.56 a	58.89 ab

1/ ค่าเฉลี่ยจาก 50 ตัว

2/ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 เปอร์เซ็นต์การอยู่รอดของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน

คำอธิบายสูตรอาหาร

1. = ใบหม่อนสด
2. = อาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น
3. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture1 (1.28 g)
4. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture2 พื้นฐาน (1.78 g)
5. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture3 (2.28 g)
6. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture4 (2.78 g)
7. = อาหารเทียมสูตร β-sitosterol1 (0.044 g)
8. = อาหารเทียมสูตร β-sitosterol3 (0.133 g)
9. = อาหารเทียมสูตร citric acid1 (0.45 g)
10. = อาหารเทียมสูตร citric acid3 (1.78 g)
11. = อาหารเทียมสูตร citric acid4 (2.67 g)
12. = อาหารเทียมสูตร agar1 (6.70 g)
13. = อาหารเทียมสูตร agar3 (8.93 g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 อายุของหนอนไหมพันธุ์นางลายตั้งแต่วัย 1-3 ต่ออาหารเทียมและใบหม่อน

จากการศึกษา พบว่า หนอนไหมที่เลี้ยงบนอาหารเทียมสูตร salt-mixture1 และอาหารเทียมสูตร citric acid1 มีอายุของหนอนวัย 1-3 นานที่สุด คือ 17 วัน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมา คือ สูตร salt-mixture3, สูตร salt-mixture4, สูตร β-sitosterol1, สูตร β-sitosterol3, สูตร agar1, สูตร agar3, สูตร citric acid3, สูตร citric acid4, ใบหม่อน และสูตรญี่ปุ่น ตามลำดับ ซึ่งมีอายุของหนอนวัย 1-3 แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับสูตร salt-mixture2 พื้นฐาน มีอายุของหนอนถึงวัยที่ 2 ของการทดลอง เนื่องจากอาหารเสียทำให้หนอนตายหมด จึงทำให้อาหารเทียมสูตร salt-mixture2 พื้นฐาน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับใบหม่อนและอาหารเทียมทุกสูตร (ตารางที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 อายุของหนอนไหมพันธุ์นางลายวัย 1-3 ที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน

สูตรอาหาร	อายุของหนอนไหมวัย 1-3 (วัน)
ใบหม่อน	14.00 ab[1]
ญี่ปุ่น	14.00 ab
salt-mixture1	17.00 a
salt-mixture2 พื้นฐาน	11.33 b
salt-mixture3	16.67 ab
salt-mixture4	16.33 ab
β-sitosterol1	16.33 ab
β-sitosterol3	16.33 ab
citric acid1	17.00 a
citric acid3	16.00 ab
citric acid4	16.00 ab
agar1	16.33 ab
agar3	16.33 ab

1/ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 อัตราการเจริญเติบโตของหนอนไหมพันธุ์นางลายวัย 1-3 ที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน

จากการศึกษาอัตราการเจริญเติบโต โดยศึกษาน้ำหนักตัวของหนอนไหมวัย 1-3 พบว่า หนอนไหมทั้ง 3 วัย มีอัตราการเจริญเติบโต ดังนี้ (ตารางที่ 6 และ ภาพที่ 4)

หนอนไหมวัยที่ 1 หนอนไหมที่เลี้ยงบนอาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยมากที่สุด 0.0056 กรัมต่อตัว รองลงมาคือ อาหารเทียมสูตร β-sitosterol1, อาหารเทียมสูตร salt-mixture4, อาหารเทียมสูตร citric acid3, อาหารเทียมสูตร citric acid4, อาหารเทียมสูตร agar3, อาหารเทียมสูตร salt-mixture3, อาหารเทียมสูตร β-sitosterol3, อาหารเทียมสูตร agar1, อาหารเทียมสูตร salt-mixture 2 พื้นฐาน, ใบหม่อน สำหรับอาหารเทียมสูตร salt-mixture1 และ อาหารเทียมสูตร Citric acid1 มีน้ำหนักตัวน้อยที่สุด คือ 0.0034 กรัมต่อตัว

หนอนไหมวัยที่ 2 หนอนไหมที่เลี้ยงบนใบหม่อน และอาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยมากที่สุด คือ 0.0624 และ 0.0631 กรัมต่อตัว รองลงมา คือ อาหารเทียมสูตร citric acid3, อาหารเทียมสูตร citric acid4, อาหารเทียมสูตร agar1, อาหารเทียมสูตร β-sitosterol3, อาหารเทียมสูตร β-sitosterol1, อาหารเทียมสูตร salt-mixture1, อาหารเทียมสูตร salt-mixture3, อาหารเทียมสูตร citric acid1, อาหารเทียมสูตร agar3, อาหารเทียมสูตร salt-mixture4 ตามลำดับ และ อาหารเทียมสูตร salt-mixture2พื้นฐาน มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 0.0111 กรัมต่อตัว โดยหนอนไหมที่เลี้ยงบนใบหม่อน และอาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับอาหารเทียมสูตรพัฒนาทุกสูตร

หนอนไหมวัยที่ 3 หนอนไหมที่เลี้ยงบนอาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยมากที่สุด 0.3702 กรัมต่อตัว รองลงมาคือ ใบหม่อน, อาหารเทียมสูตร β-sitosterol1, อาหารเทียมสูตร β-sitosterol3, อาหารเทียมสูตร citric acid4, อาหารเทียมสูตร citric acid3, อาหารเทียมสูตร agar3, อาหารเทียมสูตร agar1, อาหารเทียมสูตร salt-mixture1, อาหารเทียมสูตร salt-mixture3, อาหารเทียมสูตร citric acid1, อาหารเทียมสูตร salt-mixture4 ตามลำดับ ส่วนอาหารเทียมสูตร salt-mixture2 พื้นฐาน ไม่สามารถวัดอัตราการเจริญเติบโตได้เนื่องจากเกิดการตายตั้งแต่เริ่มเข้าสู่วัยที่ 3

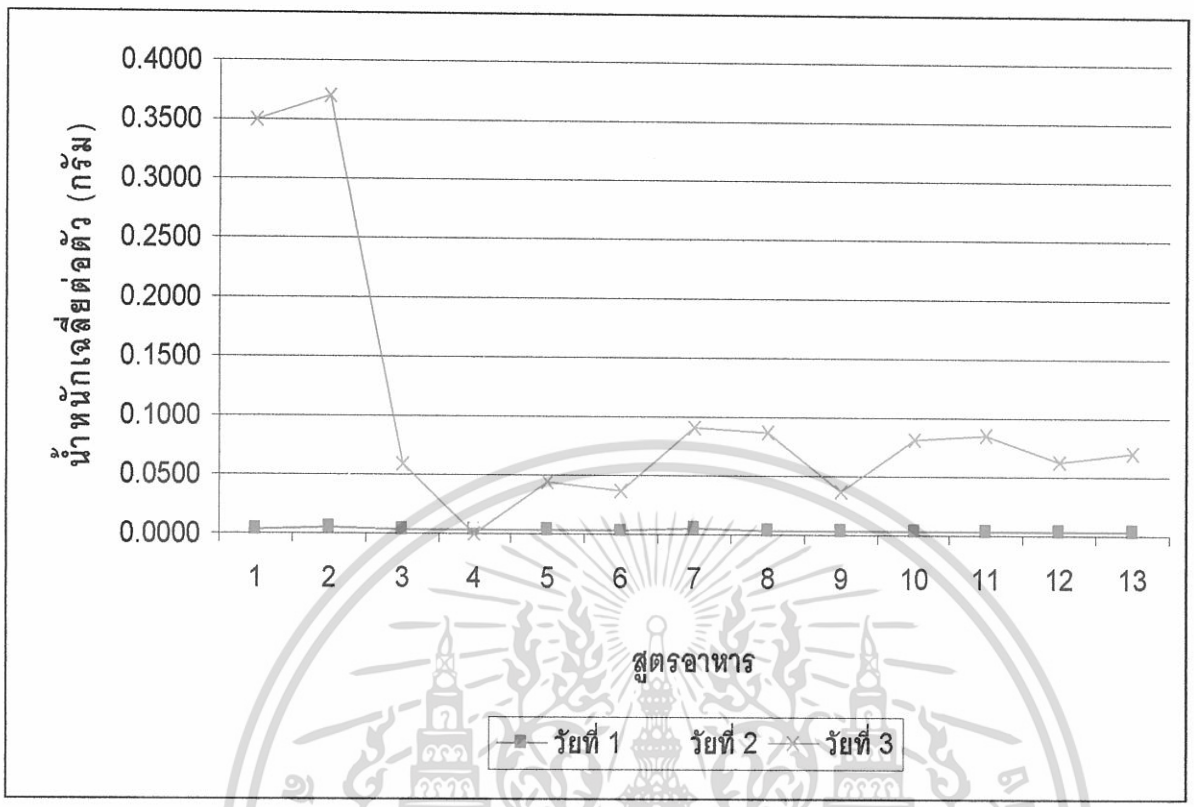
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 น้ำหนักของหนอนไหมพันธุ์นางลายวัยที่ 1-3 ที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน

สูตรอาหาร	น้ำหนักตัวเฉลี่ย (กรัม)		
	วัยที่ 1	วัยที่ 2	วัยที่ 3
ใบหม่อน	0.0037 de[1]	0.0624 a	0.3493 b
ญี่ปุ่น	0.0056 a	0.0631 a	0.3702 a
salt-mixture1	0.0034 e	0.0172 def	0.0597 e
salt-mixture2พื้นฐาน	0.0037 de	0.0111 f	0.0000 g
salt-mixture3	0.0042 cde	0.0170 ef	0.0448 f
salt-mixture4	0.0046 bc	0.0143 ef	0.0369 f
β-sitosterol1	0.0054 ab	0.0197 de	0.0902 c
β-sitosterol3	0.0039 cde	0.0210 cde	0.0862 c
citric acid1	0.0034 e	0.0166 def	0.0378 f
citric acid3	0.0046 bc	0.0289 b	0.0807 cd
citric acid4	0.0045 cd	0.0279 bc	0.0860 c
agar1	0.0030 cde	0.0238 bcd	0.0633 e
agar3	0.0044 cd	0.0158 ef	0.0696 de

1/ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 น้ำหนักตัวของหนอนไหมพันธุ์นางลายวัยที่ 1-3 ที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน

คำอธิบายสูตรอาหาร

1. = ใบหม่อนสด
2. = อาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น
3. = อาหารเทียมสูตร solt-mixture1 (1.28 g)
4. = อาหารเทียมสูตร solt-mixture2 พื้นฐาน (1.78 g)
5. = อาหารเทียมสูตร solt-mixture3 (2.28 g)
6. = อาหารเทียมสูตร solt-mixture4 (2.78 g)
7. = อาหารเทียมสูตร β-sitosterol1 (0.044 g)
8. = อาหารเทียมสูตร β-sitosterol3 (0.133 g)
9. = อาหารเทียมสูตร citric acid1 (0.45 g)
10. = อาหารเทียมสูตร citric acid3 (1.78 g)
11. = อาหารเทียมสูตร citric acid4 (2.67 g)
12. = อาหารเทียมสูตร agar1 (6.70 g)
13. = อาหารเทียมสูตร agar3 (8.93 g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ผลผลิตรังไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน

จากการศึกษา พบว่า ไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตร citric acid1 มีน้ำหนักรังสดและน้ำหนักเปลือกรังของเพศผู้ ที่มีคุณภาพสูงกว่าใบหม่อน อาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น และอาหารเทียมสูตรอื่น ไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตร solt-mixture1 และอาหารเทียมสูตร solt-mixture3 มีน้ำหนักรังสดและน้ำหนักเปลือกรังของเพศเมีย ที่มีคุณภาพสูงกว่า ใบหม่อน อาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น และอาหารเทียมสูตรอื่น แม้ว่าเปอร์เซ็นต์เปลือกรังของหนอนไหมที่เลี้ยงบนใบหม่อนทั้งเพศผู้และเพศเมียสูงกว่าที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น และอาหารเทียมสูตรอื่น แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมในวัยที่ 1-3 นั้นมีน้ำหนักรังสดและน้ำหนักเปลือกรังดีกว่าหนอนไหมที่เลี้ยงบนใบหม่อน โดยอาหารเทียมสูตร citric acid1 ดีที่สุด โดยเพศผู้มีน้ำหนักรังสด 0.8973 กรัม มากกว่าเพศเมียที่มีมีน้ำหนักรังสด 0.7425 กรัม และเพศผู้มีน้ำหนักเปลือกรังมากกว่าเพศเมีย คือ 0.1051 และ 0.0879 กรัม ตามลำดับ รองลงมา คือ อาหารเทียมสูตร agar3, อาหารเทียมสูตร solt-mixture4, อาหารเทียมสูตร solt-mixture1, อาหารเทียมสูตร β-sitosterol3, อาหารเทียมสูตร agar1, อาหารเทียมสูตรcitric acid4, อาหารเทียมสูตร solt-mixture3, อาหารเทียมสูตร β-sitosterol1, อาหารเทียมสูตร citric acid3, อาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น ตามลำดับ และใบหม่อนมีน้ำหนักรังสดน้อยที่สุด โดยเพศผู้มีน้ำหนักรังสด 0.62235 กรัม ซึ่งน้อยกว่าเพศเมียที่มีน้ำหนักรังสด 0.6646 กรัม และ เพศเมียยังมีน้ำหนักเปลือกรังมากกว่าเพศผู้ คือ 0.0939 และ 0.0913 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 7 และ ภาพที่ 5-7) แต่เปอร์เซ็นต์เปลือกรังเฉลี่ยของหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนกลับมีค่าสูงที่สุดทั้งเพศผู้และเพศเมีย คือ 14.6373 และ 15.0591 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เปอร์เซ็นต์เปลือกรังของเพศผู้น้อยกว่าของเพศเมีย รองลงมา คือ หนอนไหมที่เลี้ยงบนอาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น, อาหารเทียมสูตร citric acid3, อาหารเทียมสูตร solt-mixture3, อาหารเทียมสูตร β-sitosterol1, อาหารเทียมสูตร citric acid1, อาหารเทียมสูตร solt-mixture4, อาหารเทียมสูตร agar3, อาหารเทียมสูตร β-sitosterol3, อาหารเทียมสูตร agar1, อาหารเทียมสูตร citric acid4 ตามลำดับ และอาหารเทียมสูตร solt-mixture1 มีเปอร์เซ็นต์เปลือกรังเพศผู้และเพศเมียน้อยที่สุดคือ 10.8352 และ10.8246 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

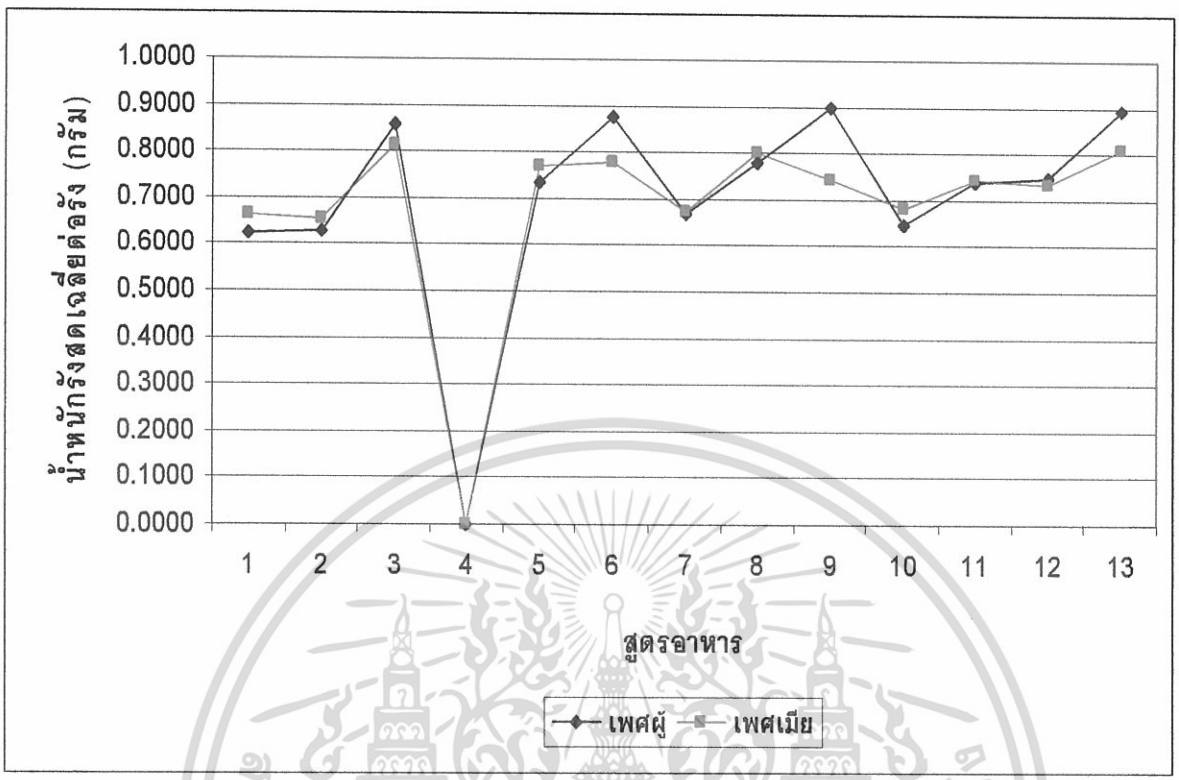
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 น้ำหนักรังสด น้ำหนักเปลือกรังและเปอร์เซ็นต์เปลือกรังของเพศผู้และเพศเมีย ที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน

สูตรอาหาร	น้ำหนักรังสด (กรัม)		น้ำหนักเปลือกรัง (กรัม)		เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง (กรัม)	
	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย	เพศผู้	เพศเมีย
ใบหม่อน	0.6235 a[1/]	0.6646 a	0.0913 a	0.0939 a	14.6373 a	15.0591 a
ญี่ปุ่น	0.6277 a	0.6530 a	0.0857 a	0.0897 a	13.6590 a	14.2914 a
salt-mixture1	0.8590 a	0.8147 a	0.0931 a	0.0930 a	10.8352 a	10.8246 a
salt-mixture2พื้นฐาน	0.0000 b	0.0000 b	0.0000 b	0.0000 b	0.0000 b	0.0000 b
salt-mixture3	0.7334 a	0.7717 a	0.0862 a	0.0974 a	11.7560 a	13.2802 a
salt-mixture4	0.8767 a	0.7767 a	0.1015 a	0.0994 a	11.5777a	11.3347 a
β-sitosterol1	0.6695 a	0.6705 a	0.0794 a	0.0732 a	11.8594 a	10.9294 a
β-sitosterol3	0.7776 a	0.8027 a	0.0865 a	0.0894 a	11.1207 a	11.4960 a
citric acid1	0.8973 a	0.7425 a	0.1051 a	0.0879 a	11.7136 a	9.7910 a
citric acid3	0.6466 a	0.6807 a	0.0795 a	0.0870 a	12.3017 a	13.4579 a
citric acid4	0.7371 a	0.7443 a	0.0801 a	0.0928 a	10.8721 a	12.5961 a
agar1	0.7458 a	0.7354 a	0.0822 a	0.0805 a	11.0283 a	10.7891 a
agar3	0.8951 a	0.8118 a	0.1009 a	0.0951 a	11.2725 a	10.6267 a

1/ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

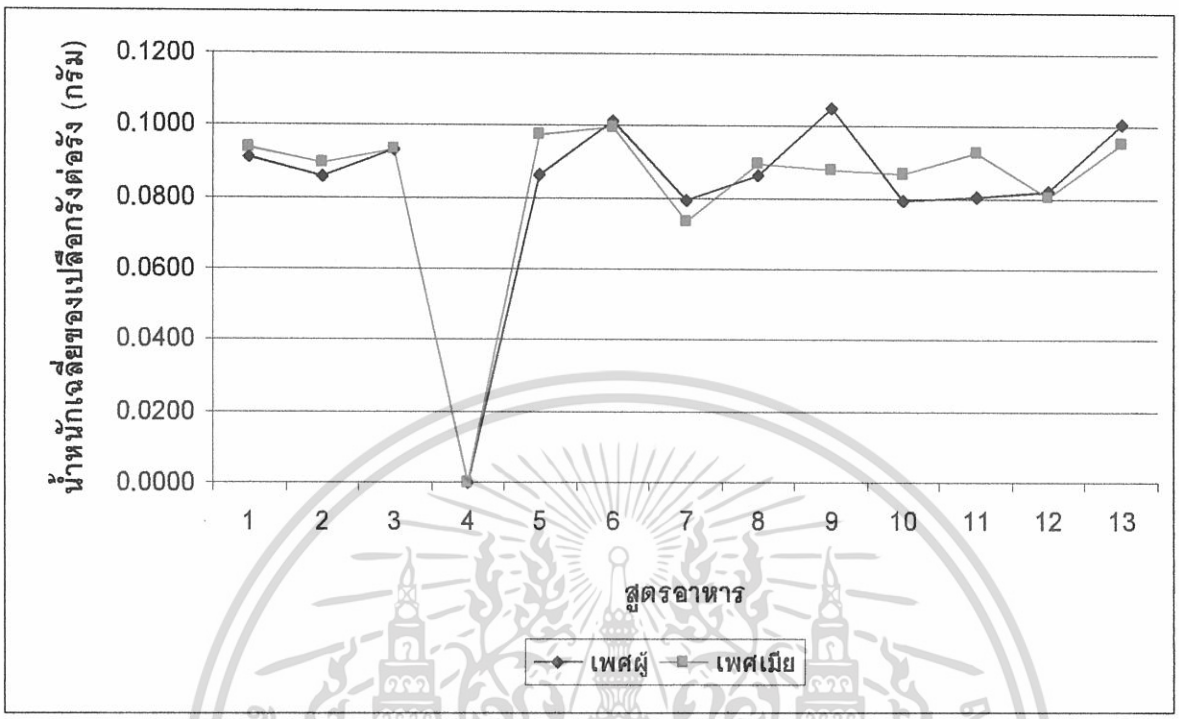


ภาพที่ 5 น้ำหนักรังสดเฉลี่ยต่อรังของเพศผู้และเพศเมียที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน

คำอธิบายสูตรอาหาร

1. = ใบหม่อนสด
2. = อาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น
3. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture1 (1.28 g)
4. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture2 พื้นฐาน (1.78 g)
5. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture3 (2.28 g)
6. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture4 (2.78 g)
7. = อาหารเทียมสูตร β-sitosterol1 (0.044 g)
8. = อาหารเทียมสูตร β-sitosterol3 (0.133 g)
9. = อาหารเทียมสูตร citric acid1 (0.45 g)
10. = อาหารเทียมสูตร citric acid3 (1.78 g)
11. = อาหารเทียมสูตร citric acid4 (2.67 g)
12. = อาหารเทียมสูตร agar1 (6.70 g)
13. = อาหารเทียมสูตร agar3 (8.93 g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

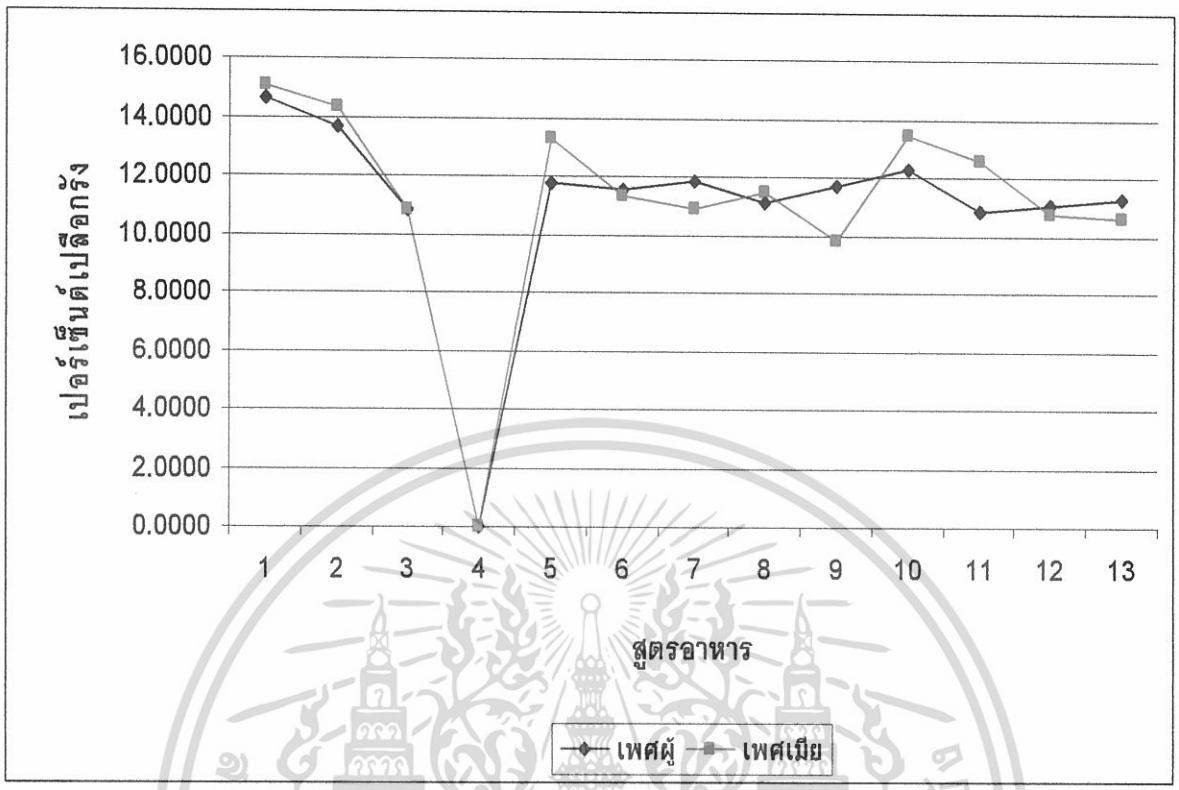


ภาพที่ 6 น้ำหนักเปลือกรังเฉลี่ยต่อรังของเพศผู้และเพศเมียที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน

คำอธิบายสูตรอาหาร

1. = ใบหม่อนสด
2. = อาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น
3. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture1 (1.28 g)
4. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture2 พื้นฐาน (1.78 g)
5. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture3 (2.28 g)
6. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture4 (2.78 g)
7. = อาหารเทียมสูตร β-sitosterol1 (0.044 g)
8. = อาหารเทียมสูตร β-sitosterol3 (0.133 g)
9. = อาหารเทียมสูตร citric acid1 (0.45 g)
10. = อาหารเทียมสูตร citric acid3 (1.78 g)
11. = อาหารเทียมสูตร citric acid4 (2.67 g)
12. = อาหารเทียมสูตร agar1 (6.70 g)
13. = อาหารเทียมสูตร agar3 (8.93 g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 7 เปอร์เซ็นต์เปลือกรังของเพศผู้และเพศเมียที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน

คำอธิบายสูตรอาหาร

1. = ใบหม่อนสด
2. = อาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น
3. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture1 (1.28 g)
4. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture2 พื้นฐาน (1.78 g)
5. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture3 (2.28 g)
6. = อาหารเทียมสูตร salt-mixture4 (2.78 g)
7. = อาหารเทียมสูตร β-sitosterol1 (0.044 g)
8. = อาหารเทียมสูตร β-sitosterol3 (0.133 g)
9. = อาหารเทียมสูตร citric acid1 (0.45 g)
10. = อาหารเทียมสูตร citric acid3 (1.78 g)
11. = อาหารเทียมสูตร citric acid4 (2.67 g)
12. = อาหารเทียมสูตร agar1 (6.70 g)
13. = อาหารเทียมสูตร agar3 (8.93 g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. **การศึกษาชีววิทยาของไหมพันธุ์นางลาย ที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อน**

ลักษณะสี ไข่ ขนาดลำตัวของหนอนไหมพันธุ์นางลายในแต่ละวัยทั้งที่เลี้ยงด้วยใบหม่อน และอาหารเทียมชนิดต่างๆ มีลักษณะสีไม่แตกต่างกัน แต่มีขนาดใกล้เคียงกัน โดยหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมมีขนาดเล็กกว่า

1. **ระยะไข่**

ลักษณะของไข่ ขนาด และการเปลี่ยนแปลงของไข่ จากการศึกษาพบว่า

ไข่วันที่ 1 มีลักษณะค่อนข้างกลมรี ขนาดเท่าหัวเข็มหมุด มีลักษณะเป็นสีเหลือง เปลือกไข่หุ้ม embryo ที่กำลังเจริญเติบโตอยู่

ไข่วันที่ 2-4 สีของไข่เริ่มเป็นสีเหลืองเข้ม

ไข่วันที่ 5-8 สีของไข่เริ่มเป็นสีเหลืองอมส้ม ตรงกลางมีลักษณะเป็นสีดำ

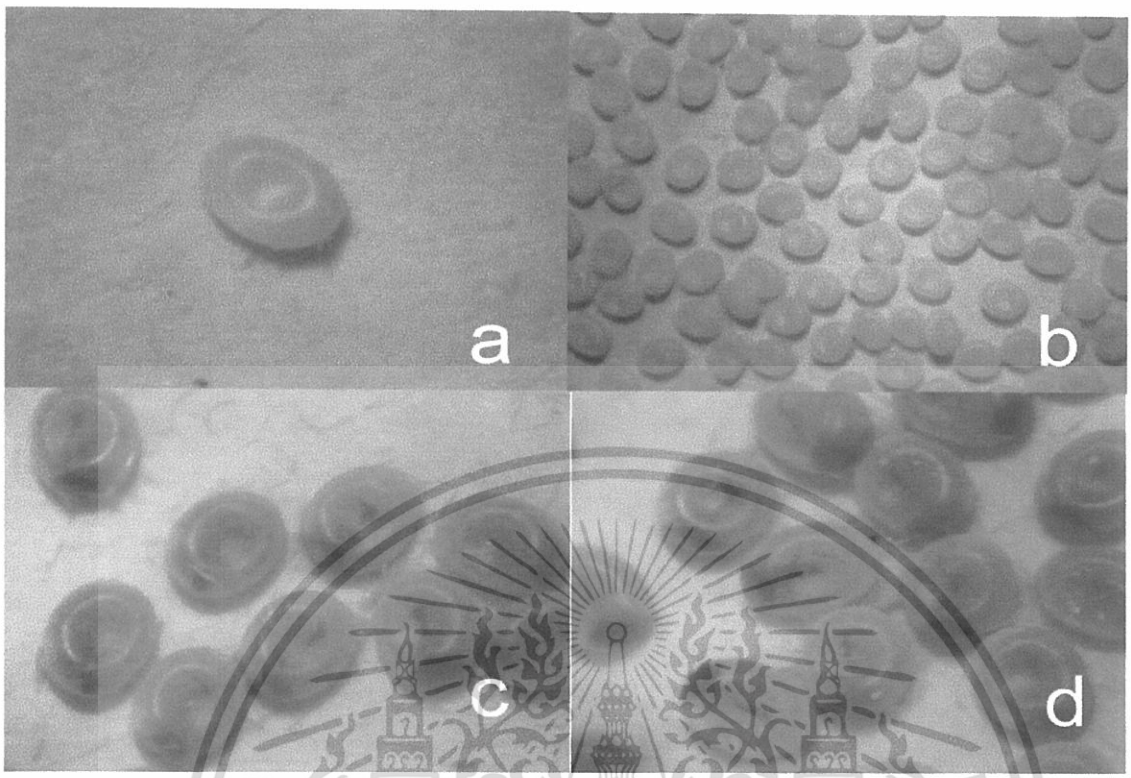
ไข่วันที่ 9-10 สีของไข่ค่อยๆคล้ำจนเป็นสีเทา สังเกตเห็นตัวหนอนที่เจริญเติบโตอยู่ในไข่ได้อย่างชัดเจน ซึ่งหลังฟักเป็นตัวหนอนแล้วจะทิ้งคราบเปลือกไข่ไว้ (ภาพที่ 8)

ขนาดไข่ พบว่า มีความกว้างเฉลี่ย 0.95 มิลิเมตร และความยาวเฉลี่ย 1.23 มิลลิเมตร โดยขนาดของไข่ที่เลี้ยงบนอาหารชนิดต่างๆมีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน

ไข่จะฟักออกเป็นตัวหนอน หลังจากผีเสื้อวางไข่ประมาณ 9-10 วัน โดยหนอนจะกัดเปลือกไข่ออกมาในเวลากลางคืนและก่อนที่จะสว่าง

จากการทดลองพบว่าระยะไข่ของหนอนมีจำนวนวันสั้นลง คือ ประมาณ 9-10 วัน จากปกติหนอนไหม จะมีระยะไข่ประมาณ 10-12 วัน เนื่องจากในห้องทดลองมีความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศน้อย จึงทำให้หนอนไหมฟักเป็นตัวเร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงของไข่ a) วันแรก b) วันที่ 2-4 c) วันที่ 5-8 d) วันที่ 9-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระยะหนอน

ลักษณะ ขนาดลำตัว และการลอกคราบ

ลักษณะสี ขนาดลำตัว ของหนอนไหมพันธุ์นางลายในแต่ละวัย จากการศึกษาพบว่า

หนอนไหมวัยที่ 1 ลำตัวมีสีดำหรือน้ำตาลไหม้ มีขนปกคลุมหนาแน่น

หนอนไหมวัยที่ 2 ลำตัวมีสีน้ำตาลอ่อนลง เริ่มสังเกตเห็นเส้นสีน้ำตาลเข้มพาดขวางลำตัวเป็นปล้องๆ และสังเกตเห็นส่วนของหัวเป็นสีน้ำตาลปนดำ แต่ยังไม่ชัดเจน เส้นขนบางลงเพราะขนาดลำตัวขยาย

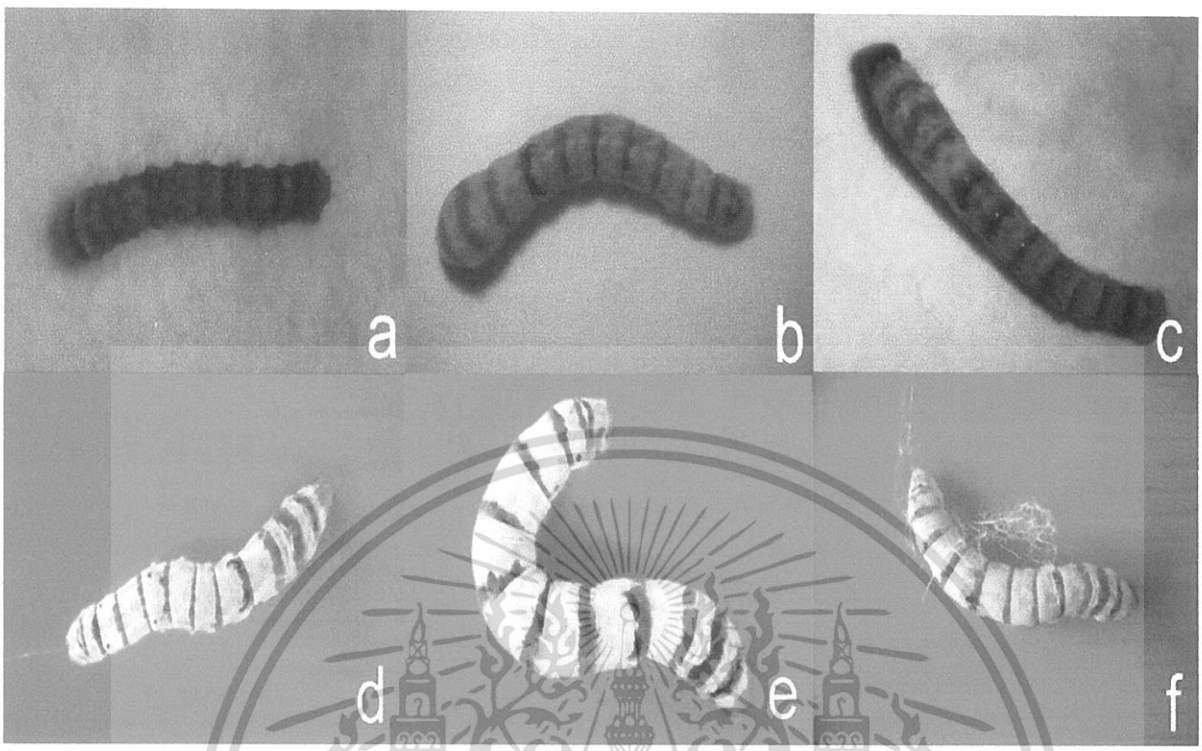
หนอนไหมวัยที่ 3 ลำตัวมีสีขาวสลับสีน้ำตาลเข้ม เห็นส่วนหัวมากขึ้น และเริ่มเห็นส่วนของขาทั้งขาจริงและขาเทียมและรูหายใจเป็นจุดสีดำเล็กๆ

หนอนไหมวัยที่ 4 ลำตัวมีสีขาวสลับน้ำตาลเข้มเห็นได้ชัดเจน เริ่มเห็นตาเดี่ยวทางด้านข้างของส่วนหัว ลำตัวมีลักษณะเป็นปล้องๆ เห็นรูหายใจเป็นจุดสีดำมี 9 คู่

หนอนไหมวัยที่ 5 ลำตัวมีสีขาวสลับน้ำตาลเข้มเห็นได้ชัดเจน ส่วนของหัวจะเป็นส่วนลำตัวประกอบด้วยปล้อง 14 ปล้องติดต่อกัน 3 ปล้องแรกเป็นส่วนอกมีขาจริงอยู่ปล้องละ 1 คู่ อีก 11 ปล้องต่อมาเป็นส่วนท้อง เริ่มจากปล้องที่ 3-6 มีขาปล้องละ 1 คู่ ตอนปลายขามีลักษณะคล้ายถ้วย และมีแผ่น chitin สีคล้ำๆ อยู่ตามขอบในลักษณะครึ่งวงกลม ภายในอุ้งเท้าประกอบด้วยขนคล้ายตะขออยู่หนาแน่น รูหายใจคู่แรกอยู่ที่ปล้องที่ 1 และที่เหลืออยู่ที่ส่วนท้องปล้องที่ 1-8 เห็นตาเดี่ยวทั้งหมด 6 คู่ (ภาพที่ 9)

หนอนไหมตั้งแต่วัยที่ 1 จนถึงวัยที่ 5 ที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนสดและอาหารเทียมชนิดต่างๆ นั้นมีลักษณะสีที่เหมือนกัน จะแตกต่างกันที่ขนาดของลำตัว ความกว้างและความยาว (ตารางที่ 8) โดยหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนมีขนาดใหญ่ที่สุด โดยมีความกว้างและความยาว คือ 2.85 และ 46.17 มิลลิเมตร และหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตร salt-mixture1 มีขนาดเล็กที่สุด โดยมีความกว้างและความยาว คือ 2.37 และ 20.30 มิลลิเมตร ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 9 ลักษณะของหนอนไหมพันธุ์นางลาย a) วัยที่ 1 b) วัยที่ 2 c) วัยที่ 3 d) วัยที่ 4 e) วัยที่ 5 และหนอนก่อนเข้าดักแด้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 ขนาดลำตัวของหนอนไหมพันธุ์นางลายในแต่ละวัย

สูตรอาหาร	ขนาดลำตัวเฉลี่ยของหนอนไหมพันธุ์นางลายในแต่ละวัย (มิลลิเมตร)									
	วัยที่ 1		วัยที่ 2		วัยที่ 3		วัยที่ 4		วัยที่ 5	
	กว้าง	ยาว	กว้าง	ยาว	กว้าง	ยาว	กว้าง	ยาว	กว้าง	ยาว
ใบหม่อน	0.41 a[1]	2.65 abcd	0.53 ab	8.53 ab	0.97 a	15.13 a	1.89 a	40.20 a	2.85 a	46.17 a
ญี่ปุ่น	0.42 a	2.68 abc	0.55 ab	9.03 a	0.95 a	15.47 a	1.96 a	25.73 b	2.77 a	38.76 b
salt-mixture1	0.43 a	2.35 d	0.52 ab	8.03 bcd	0.86 b	10.43 f	1.44 b	16.90 e	2.37 b	20.30 e
salt-mixture2พื้นฐาน	0.47 a	2.42 cd	0.53 ab	7.10 def	0.94 a	9.60 g	0.00 c	0.00 f	0.00 c	0.00 f
salt-mixture3	0.56 a	2.71 abc	0.56 a	6.87 ef	0.97 a	10.73 ef	1.42 b	20.97 cd	2.31 b	27.13 d
salt-mixture4	0.44 a	2.82 a	0.54 ab	6.57 f	0.93 a	10.90 de	1.42 b	20.03 d	2.35 b	28.80 d
β–sitosterol1	0.42 a	2.65 abcd	0.55 ab	7.07 def	0.98 a	11.40 cd	1.40 b	21.17 cd	2.29 b	29.33 d
β-sitosterol3	0.45 a	2.81 a	0.55 ab	7.67 bcd	0.94 a	10.97 de	1.40 b	21.63 cd	2.34 b	29.80 d
citric acid1	0.46 a	2.65 abcd	0.57 a	7.47 cde	0.95 a	11.07 de	1.39 b	20.57 cd	2.34 b	29.77 d
citric acid3	0.45 a	2.78 ab	0.50 b	8.17 abc	0.93 a	12.47 b	1.38 b	25.77 b	2.29 b	33.83 c
citric acid4	0.44 a	2.70 abc	0.52 ab	8.57 ab	0.93 a	12.13 bc	1.37 b	25.63 b	2.30 b	39.73 b
agar1	0.44 a	2.86 a	0.53 ab	6.97 ef	0.92 ab	11.67 cd	1.38 b	23.77 bc	2.28 b	38.07 b
agar3	0.44 a	2.46 bcd	0.52 ab	7.40 cde	0.95 a	10.43 f	1.40 b	20.50 cd	2.37 b	37.13 bc

1/ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อ ทดสอบโดย วิธี Duncan's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการลอกคราบของไหม

จากการศึกษา พบว่า หนอนไหมลอกคราบ 4 ครั้ง หลังจากหนอนฟักออกจากไข่เป็นหนอนไหมวัยที่ 1 จากนั้นก็จะลอกคราบเป็นวัยที่ 2 จากวัยที่ 2 เป็น 3, 4 และ 5 ตามลำดับ โดยในวัยที่ 1 หนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตร salt-mixture2 พื้นฐาน, อาหารเทียมสูตร salt-mixture4, อาหารเทียมสูตร citric acid1 และ อาหารเทียมสูตร agar3 มีช่วงอายุ 7-8 วัน ซึ่งยาวนานกว่าการเลี้ยงด้วยใบหม่อนและอาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น, อาหารเทียมสูตร salt-mixture1, อาหารเทียมสูตร salt-mixture3, อาหารเทียมสูตร β-sitosterol1, อาหารเทียมสูตร β-sitosterol3, อาหารเทียมสูตร citric acid 4 และอาหารเทียมสูตร agar1 ซึ่งมีช่วงอายุ 6-7 วัน เท่านั้น (ตารางที่ 9)

หนอนไหมที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนมีระยะหนอนวัยที่ 1-5 ประมาณ 22-27 วัน โดยหนอนที่เลี้ยงบนอาหารเทียมสูตรต่างๆมีระยะหนอนดังนี้ อาหารเทียมสูตรญี่ปุ่นมีระยะหนอนประมาณ 24-29 วัน อาหารเทียมสูตร β-sitosterol1 มีระยะหนอนประมาณ 24-30 วัน อาหารเทียมสูตร salt-mixture3, อาหารเทียมสูตร salt-mixture4, อาหารเทียมสูตร β-sitosterol3 และอาหารเทียมสูตร agar1 มีระยะหนอนประมาณ 25-30 วัน อาหารเทียมสูตร agar3 มีระยะหนอนประมาณ 25-31 วัน อาหารเทียมสูตร citric acid1 มีระยะหนอนประมาณ 26-31 วัน และ อาหารเทียมสูตร salt-mixture1, อาหารเทียมสูตร citric acid3, อาหารเทียมสูตร citric acid4 มีระยะหนอนประมาณ 27-32 วัน สำหรับอาหารเทียมสูตร salt-mixture2พื้นฐาน มีระยะหนอนวัยที่ 1 ถึงวัยที่ 2 ประมาณ 12-14 วัน เนื่องจากเกิดการตายตั้งแต่วัยที่ 2

ลักษณะการลอกคราบ พบว่า หนอนไหม ก่อนลอกคราบหนอนไหมจะกินใบหม่อนหรืออาหารเทียมน้อยลง ไม่เคลื่อนไหวหรือเคลื่อนไหวช้าลง ลำตัวย่นและฐูหัวขึ้น หนอนออกจากคราบวันแรกจะกินอาหารได้ไม่มากแล้วจะกัดกินได้มากในวันที่ 2 เป็นต้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 อายุของหนอนไหมพันธุ์นางลายในแต่ละวัย

สูตรอาหาร	อายุเฉลี่ยของหนอนไหมพันธุ์นางลายในแต่ละวัย (วัน)					
	วัย 1	วัย 2	วัย 3	วัย 4	วัย 5	รวม
ใบหม่อน	6.00 b[1] (6-7)	3.67 d (4-5)	3.33 d (3-4)	4.00 e (4-5)	5.00 c (5-6)	22.67 c (22-27)
ญี่ปุ่น	6.00 b (6-7)	4.00 cd (4-5)	4.00 cd (4-5)	5.00 cd (5-6)	5.00 cd (5-6)	24.00 b (24-29)
salt-mixture1	6.00 b (6-7)	5.00 ab (5-6)	6.00 a (6-7)	5.00 cd (5-6)	5.00 cd (5-6)	27.00 a (27-32)
salt-mixture2พื้นฐาน	7.00 a (7-8)	5.00 ab (5-6)	0.00 e (0)	0.00 f (0)	0.00 e (0)	12.00 d (12-14)
salt-mixture3	6.67 a (6-7)	5.33 a (5-6)	4.67 bc (4-5)	5.00 cd (5-6)	5.33 bc (5-6)	27.00 a (25-30)
salt-mixture4	7.00 a (7-8)	4.67abc (4-5)	4.67 bc (4-5)	4.67 d (4-5)	6.00 a (6-7)	27.00 a (25-30)
β-sitosterol1	6.67 a (6-7)	4.67 abc(4-5)	5.00 abc(4-6)	5.67 ab (5-6)	5.00 cd (5-6)	27.00 a (24-30)
β-sitosterol3	6.67 a (6-7)	4.67 abc(4-5)	5.00 abc(5-6)	5.33 bc (5-6)	5.00 cd (5-6)	27.00 a (25-30)
citric acid1	7.00 a (7-8)	4.33 bcd(4-5)	5.67 ab (5-6)	5.00 cd (5-6)	5.00 cd (5-6)	27.00 a (26-31)
citric acid3	6.00 b (6-7)	5.00 ab (5-6)	5.00 abc(5-6)	6.00 a (6-7)	5.00 cd (5-6)	27.00 a (27-32)
citric acid4	6.00 b (6-7)	5.00 ab (5-6)	5.00 abc(5-6)	6.00 a (6-7)	5.00 cd (5-6)	27.00 a (27-32)
agar1	6.00 b (6-7)	5.00 ab (5-6)	5.33 ab (5-6)	5.67 ab (5-6)	4.67 d (4-5)	27.00 a (25-30)
agar3	7.00 a (7-8)	4.67 abc(4-5)	4.67 bc (4-6)	5.00 cd (5-6)	5.67 ab (5-6)	27.00 a (25-31)

1/ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อทดสอบ โดยวิธี Duncan's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ระยะดักแด้

ลักษณะการเข้าดักแด้และขนาดรังดักแด้ของหนอนไหมพันธุ์นางลาย จากการศึกษาพบว่า เมื่อหนอนไหมมีอายุดังที่กล่าวมาข้างต้น ก็จะเข้าดักแด้ ซึ่งสังเกตจากไหมหยุดกินอาหาร ลำตัวมีลักษณะเป็นสีส้มค่อนข้างโปร่งแสง และคลานหาสถานที่ทำรัง ซึ่งจะพบลักษณะดังกล่าว 1 วันก่อนเข้าดักแด้

การเข้าดักแด้ของหนอนไหม พบว่า หนอนไหมเข้าดักแด้ในจ่อ โดยหนอนจะเริ่มคลายเส้นใยออกมาทำรังเป็นตัวหยุดอยู่กับสิ่งต่างๆ และในตอนนี้ไหมจะทำการถ่ายมูลครั้งสุดท้ายโดยไม่ให้เปื้อนรังส่วนนอกของมันเลย หลังจากนั้นเริ่มทำรังส่วนในที่เป็นรังแท้ ห่อหุ้มลำตัว ไหมจะทำรังเสร็จหลังจากเริ่มทำรัง 2-3 วัน เมื่อทำรังเสร็จอีก 1-2 วัน หนอนไหมจะลอกคราบกลายเป็นดักแด้อยู่ในรัง ดักแด้ค่อนข้างเรียวมีสีน้ำตาล โดยเพศผู้จะมีขนาดเล็กกว่าเพศเมีย (ภาพที่ 10) ใบหม่อนมีขนาดความกว้างและความยาวของรังเฉลี่ยมากที่สุด คือ 13.80 x 32.60 มิลลิเมตร และอาหารเทียมสูตร agar1 มีขนาดความกว้างและความยาวของรังเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 12.13 x 29.07 มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 10)

ภาพที่ 10 ลักษณะของดักแด้ a) เพศผู้ b) เพศเมีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ขนาดรังดักแด้ของหนอนไหมพันธุ์นางลาย

สูตรอาหาร	ขนาดเฉลี่ยของรังดักแด้หนอนไหมพันธุ์นางลาย (มิลลิเมตร)	
	กว้าง	ยาว
ใบหม่อน	13.80 ab[1]	32.60 a
ญี่ปุ่น	13.16 abcde	30.71 abcd
salt-mixture1	13.48 abcd	31.16 abc
salt-mixture2 พื้นฐาน	0.00 f	0.00 e
salt-mixture3	13.24 abcde	30.81 abcd
salt-mixture4	13.60 abc	32.13 ab
β-sitosterol1	13.27 abcde	29.67 cd
β-sitosterol3	13.97 a	30.80 abcd
citric acid1	14.27 a	30.80 abcd
citric acid3	12.37 cde	30.43 bcd
citric acid4	12.57 bcde	31.40 abc
agar1	12.13 e	29.07 d
agar3	12.23 de	30.53 bcd

1/ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อทดสอบ โดยวิธี Duncan's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผสมพันธุ์พฤติกรรมการวางไข่

จากการศึกษา พบว่า เมื่อดักแด้ลอกคราบกลายเป็นผีเสื้ออยู่ในรังแล้ว ผีเสื้อจะพ่นน้ำลายซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่าง เพื่อละลายรังไหมแล้วดันตัวเองออกสู่ภายนอก ซักพักตัวของผีเสื้อจะแห้ง ปีกจะกางออก พร้อมที่จะทำการผสมพันธุ์ แล้วจะเริ่มวางไข่ หลังจากผสมพันธุ์ 1 วัน

การไข่และอัตราการวางไข่

จากการศึกษา พบว่า การไข่ ผีเสื้อจะวางไข่ในเวลากลางคืน หลังจากผีเสื้อผสมพันธุ์ วันที่เริ่มวางไข่แล้ว และอัตราการวางไข่สูงสุดอยู่ในวันแรก รองลงมา คือ วันที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ส่วนวันต่อๆมา ผีเสื้อไม่วางไข่และตายในที่สุด โดยในวันแรก ผีเสื้อไหมที่เลี้ยงบนอาหารเทียมสูตร β-sitosterol3 จะให้ปริมาณไข่สูงสุด คือ 406.00 ฟอง และอาหารเทียมสูตรญี่ปุ่นให้ปริมาณไข่น้อยที่สุด คือ 338.00 ฟอง ในขณะที่วันที่ 2 อาหารเทียมสูตร salt-mixture4 ให้ปริมาณไข่สูงสุด คือ 50.33 ฟอง และอาหารเทียมสูตร citric acid4 ให้ปริมาณไข่น้อยสุด คือ 12.33 ฟอง ตามลำดับ โดยวันที่ 3 มีปริมาณไข่น้อยมาก จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในวันที่ 1 และ 2 ส่วนวันที่ 3 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 11) ส่วนผีเสื้อที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์ก็สามารถวางไข่ได้ แต่ไข่จะไม่ฟัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 11 อัตราการวางไข่ของผีเสื้อพันธ์นางลายที่ได้รับการผสมพันธุ์ในแต่ละวัน

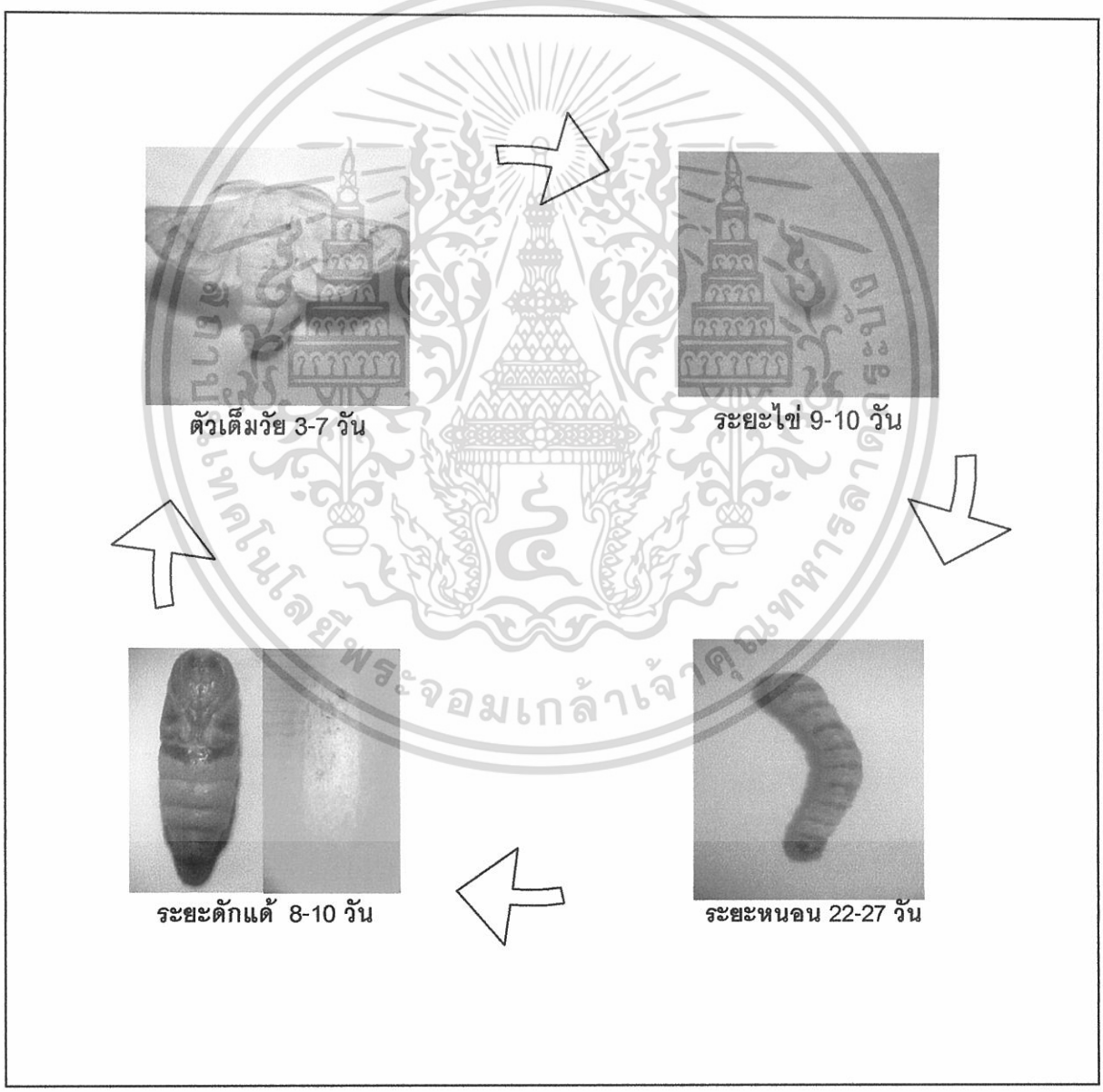
อาหาร	อัตราการวางไข่เฉลี่ยของผีเสื้อพันธ์นางลายที่ได้รับการผสมพันธุ์ในแต่ละวัน (ฟอง)		
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3
ใบหม่อน	385.00 abc[1/]	22.00 abc	0.00 a
ญี่ปุ่น	338.00 c	25.00 abc	0.33 a
salt-mixture1	376.00 abc	45.67 a	1.67 a
salt-mixture2 พื้นฐาน	0.00 d	0.00 c	0.00 a
salt-mixture3	350.33 bc	31.33 abc	0.67 a
salt-mixture4	360.67 abc	50.33 a	2.00 a
β-sitosterol1	404.00 ab	29.00 abc	0.00 a
β-sitosterol3	406.00 a	37.67 ab	2.00 a
citric acid1	399.67 ab	23.33 abc	0.67 a
citric acid3	375.67 abc	29.67 abc	0.33 a
citric acid4	398.67 ab	12.33 bc	1.00 a
agar1	372.67 abc	19.00 abc	0.00 a
agar3	399.33 ab	17.67 abc	1.00 a

1/ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อทดสอบ โดยวิธี Duncan's new mutiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรชีวิต

รวมวงจรชีวิตของหนอนไหมตั้งแต่ไข่จนเป็นผีเสื้อ ของที่เลี้ยงบนใบหม่อน และอาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น มีวงจรชีวิตประมาณ 42-45 วัน และ 45-58 วัน อาหารเทียมสูตร salt-mixture1, อาหารเทียมสูตร salt-mixture3, อาหารเทียมสูตร salt-mixture4, อาหารเทียมสูตร β-sitosterol3, อาหารเทียมสูตร agar1 และอาหารเทียมสูตร agar3 มีวงจรชีวิตประมาณ 47-61 วัน อาหารเทียมสูตร β-sitosterol1, อาหารเทียมสูตร citric acid1, อาหารเทียมสูตร citric acid3 และอาหารเทียมสูตร citric acid4 มีวงจรชีวิตประมาณ 48-61 วัน (ภาพที่ 11 และ ตารางที่ 12)



ภาพที่ 11 วงจรชีวิตของไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยใบหม่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 วงจรชีวิตของไหมพันธุ์นางลาย

สูตรอาหาร	วงจรชีวิตของไหมพันธุ์นางลาย (วัน)					
	ระยะไข่	ระยะหนอน	ระยะทำรัง	ระยะดักแด้	ระยะผีเสื้อ	รวม
ใบหม่อน	9.00 b	23.00 c	1.50 b	9.00 a	5.00 a	46.00 d
	(9-10)	(22-27)	(1-2)	(8-10)	(2-7)	(42-54)
ญี่ปุ่น	9.33 b	24.00 b	2.00 b	9.33 a	3.33 b	47.67 c
	(9-10)	(24-29)	(1-2)	(8-10)	(3-7)	(45-58)
salt-mixture1	9.00 b	27.00 a	1.67 b	9.00 a	2.33 b	49.33 ab
	(9-10)	(27-32)	(1-2)	(8-10)	(2-7)	(47-61)
salt-mixture2 พื้นฐาน	0.00 c	0.00 d	0.00 b	0.00 d	0.00 c	0.00 e
	-	-	-	-	-	-
salt-mixture3	9.00 b	27.00 a	1.67 b	9.00 a	3.00 b	50.00 ab
	(9-10)	(27-32)	(1-2)	(8-10)	(2-7)	(47-61)
salt-mixture4	9.33 b	26.67 a	6.33 a	9.00 a	3.00 b	50.00 ab
	(9-10)	(27-32)	(1-2)	(8-10)	(2-7)	(47-61)
β-sitosterol1	9.00 b	27.00 a	1.67 b	9.00 a	3.00 b	50.00 ab
	(9-10)	(27-32)	(1-2)	(8-10)	(3-7)	(48-61)
β-sitosterol3	10.00 a	27.00 a	2.00 b	9.00 a	2.67 b	50.67 a
	(9-10)	(27-32)	(1-2)	(8-10)	(2-7)	(47-61)
citric acid1	9.00 b	26.67 a	1.83 b	8.67 ab	3.33 b	50.00 ab
	(9-10)	(27-32)	(1-2)	(8-10)	(3-7)	(48-61)
citric acid3	9.33 b	27.33 a	1.83 b	8.33 bc	2.67 b	49.00 bc
	(9-10)	(27-32)	(1-2)	(8-10)	(3-7)	(48-61)
citric acid4	9.00 b	26.67 a	1.67 b	8.00 c	3.67 b	49.67 ab
	(9-10)	(27-32)	(1-2)	(8-10)	(3-7)	(48-61)
agar1	9.00 b	27.33 a	1.83 b	8.33 bc	3.00 b	49.33 ab
	(9-10)	(27-32)	(1-2)	(8-10)	(2-7)	(47-61)
agar3	9.00 b	27.33 a	1.67 b	8.67 ab	3.33 b	49.67 ab
	(9-10)	(27-32)	(1-2)	(8-10)	(2-7)	(47-61)

1 ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี Duncan's new multiple range test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

ความสามารถในการยอมรับอาหาร อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการอยู่รอดของหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรญี่ปุ่นพบว่าดีกว่าใบหม่อนและอาหารเทียมสูตรอื่นๆ โดยอาหารเทียมสูตรญี่ปุ่นมีอัตราการเจริญเติบโตในวัยที่ 1, 2 และ 3 คือ 0.0056, 0.0631 และ 0.3702 กรัมต่อตัว ส่วนใบหม่อนมีอัตราการเจริญเติบโต 0.0037, 0.0624 และ 0.3493 กรัมต่อตัว ตามลำดับ ส่วนอาหารเทียมสูตรอื่นๆ มีอัตราการเจริญเติบโต และอัตราการอยู่รอดใกล้เคียงกัน

หนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมมีอายุของหนอนไหมวัยที่ 1-3 ยาวกว่าการเลี้ยงด้วยใบหม่อน 1-4 วัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ito (1980) กล่าวว่า หนอนไหมมีระยะเวลาการเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียมมากกว่าระยะเวลาการเลี้ยงไหมด้วยใบหม่อน สำหรับหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตร salt-mixture2 หนอนไหมไม่ยอมรับอาหาร หนีอาหาร เนื่องจากเกิดการเสียของอาหารได้มากกว่าอาหารเทียมสูตรอื่น ทำให้หนอนไหมเริ่มตายในวัยที่ 2 และตายหมดในช่วงเข้าสู่วัยที่ 3 ของการทดลอง ทำให้ไม่สามารถวัดช่วงอายุวัยที่ 1-3 ได้

จากการศึกษาผลผลิตรังไหมของไหม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ หนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมมีคุณภาพรังไหมดีกว่าการเลี้ยงด้วยใบหม่อน ทั้งในด้านน้ำหนักเปลือกรัง และน้ำหนักรังสด แม้ว่าหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนจะมีเปอร์เซ็นต์เปลือกรังสูงกว่าหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมก็ตาม โดยอาหารเทียมสูตร citric acid1 มีคุณภาพรังดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ วันทนีย์ (2539) ที่มีรายงานว่า น้ำหนักเปลือกรังและน้ำหนักรังสดของหนอนไหมทั้งเพศผู้และเพศเมีย จากการเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียม มีคุณภาพของรังดีกว่าการเลี้ยงด้วยใบหม่อน แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

สำหรับการศึกษาวงจรชีวิตของหนอนไหม พบว่า ไข่มีขนาดความกว้างและยาวเฉลี่ยของอาหารชนิดต่างๆ ใกล้เคียงกัน ระยะไข่ 9-10 วัน หนอนที่เลี้ยงด้วยใบหม่อน วัยที่ 5 มีขนาดความกว้างและความยาวเฉลี่ยของลำตัวใหญ่ที่สุด ระยะหนอนใบหม่อนมีระยะหนอนนานที่สุดประมาณ 22-27 วัน ส่วนอาหารเทียมสูตรอื่นๆ มีระยะหนอนประมาณ 24-32 วัน ขนาดรังของดักแด้ที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนมีขนาดใหญ่ที่สุด และอาหารเทียมสูตร agar1 มีขนาดรังดักแด้น้อยที่สุด ระยะดักแด้ประมาณ 8-10 วัน จากนั้นกลายเป็นตัวเต็มวัยซึ่งมีอายุอยู่ได้ประมาณ 2-7 วัน รวมวงจรชีวิตของหนอนไหมตั้งแต่ไข่จนเป็นผีเสื้อของที่เลี้ยงบนใบหม่อนและอาหารเทียมสูตรอื่นๆประมาณ 42-61 วัน อัตราการวางไข่สูงสุดอยู่ในวันแรก รองลงมาคือ วันที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยในวันแรก อาหารเทียมสูตร β-sitosterol3 มีปริมาณการวางไข่สูงที่สุด ขณะที่ในวันที่ 2 อาหารเทียมสูตร salt-mixture4 มีอัตราการวางไข่สูงสุด โดยในวันที่ 3 มีปริมาณไข่น้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับ ณัฏฐา (2548) ที่มีรายงานว่า ขนาดลำตัวของหนอนไหม ดักแด้ และตัวเต็มวัย ที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนมีขนาดใหญ่กว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียม แต่หนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมมีวงจรชีวิตและอัตราการวางไข่มากกว่าหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยใบหม่อน

การพัฒนาอาหารเทียมควรนำผลที่ได้จากการทดลองปรับระดับส่วนประกอบของอาหารเทียมที่ดีที่สุดมาประกอบเป็นสูตรอาหารเทียมสูตรใหม่ เพื่อให้มีอัตราการอยู่รอดสูงในไหมวัยอ่อนเท่ากับการเลี้ยงด้วยใบหม่อนและให้ผลผลิตรังไหมมากที่สุด มาปรับปรุงและพัฒนาต่อไปเพื่อให้สามารถนำไปใช้กับหนอนไหมวัยแก่ได้อีกด้วย เนื่องจากในอนาคตที่ดินอาจมีราคาสูงขึ้นไม่คุ้มค่ากับการลงทุนซื้อที่ดินมาทำการเกษตร ดังนั้นถ้าสามารถดำเนินการเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมได้จะสามารถแก้ปัญหาเกษตรกรไม่มีที่ดินปลูกหม่อนได้ นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาการขาดแคลนใบหม่อนในฤดูหนาวอีก และยังช่วยลดปัญหาการเกิดโรคไหมวัยอ่อนได้อีกด้วย จึงจำเป็นต้องสร้างความรู้เพื่อพัฒนาประสบการณ์ในด้านการพัฒนาอาหารเทียมต่อไป โดยเฉพาะเทคโนโลยีการผลิตอาหารเทียมให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับการเลี้ยงไหมในประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาชีววิทยาโดยการเลี้ยงไหมพันธุ์นางลายด้วยอาหารเทียมที่มีหม่อนแห้งป่นและถั่วเหลืองสกัดไขมันเป็นองค์ประกอบหลัก เปรียบเทียบกับอาหารธรรมชาติและอาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น พบว่าการเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมสูตร β-sitosterol1 หนอนไหมมีความสามารถในการยอมรับอาหารที่ 12 และ 24 ชั่วโมง คือ 100.00 และ 100.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีอัตราการอยู่รอดในวัยที่ 1, 2, 3 และ 5 มากที่สุด คือ 100.00, 98.89, 95.56 และ 77.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีน้ำหนักตัววัยที่ 1, 2 และ 3 เฉลี่ย 0.0054, 0.0197 และ 0.0902 กรัมต่อตัว ตามลำดับ มีผลผลิตรัง โดยมีน้ำหนักรังสดเพศผู้และเพศเมีย คือ 0.6695 และ 0.6705 กรัมต่อรัง น้ำหนักเปลือกรัง 0.0794 และ 0.0732 กรัมต่อรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง 11.8594 และ 10.9294 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับใบหม่อนและสูตรญี่ปุ่น ส่วนอาหารเทียมสูตร salt-mixture3 ให้คุณภาพรังดีกว่าอาหารเทียมสูตร β-sitosterol1 แต่มีอัตราการอยู่รอดในวัยที่ 1, 2, 3 และ 5 น้อยที่สุด ดังนั้นการเลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตร β-sitosterol1 จึงให้ผลดีกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรพัฒนาชนิดอื่น สำหรับอาหารเทียมสูตร salt-mixture2 พบว่า มีอัตราการอยู่รอดถึงวัยที่ 2 เนื่องจากอาหารเทียมสูตร salt-mixture2 เกิดการเสียของอาหารได้มากกว่าอาหารเทียมสูตรอื่น ทำให้หนอนไหมเริ่มตายในวัยที่ 2 และตายหมดในช่วงเข้าสู่วัยที่ 3 ของการทดลอง และไม่มีผลผลิตของรังไหม

สำหรับการศึกษาวงจรชีวิตของหนอนไหม พบว่า ไข่มีขนาดความกว้างและยาวเฉลี่ยของอาหารชนิดต่างๆ ใกล้เคียงกัน คือ 0.95x1.23 มิลลิเมตร ระยะไข่ 9-10 วัน หนอนที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น วัยที่ 5 มีขนาดความกว้างและความยาวเฉลี่ยของลำตัวใหญ่ที่สุด คือ 2.85x46.17 มิลลิเมตร และ อาหารเทียมสูตร salt-mixture1 มีขนาดความกว้างและความยาวเฉลี่ยของลำตัวน้อยที่สุด คือ 2.37x20.30 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในขณะที่วัยอื่นๆ มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนระยะหนอนใบหม่อนมีระยะหนอนนานที่สุดประมาณ 22-27 วัน รองลงมาคือ อาหารเทียมสูตรญี่ปุ่นมีระยะหนอนประมาณ 24-29 วัน และอาหารเทียมสูตรอื่นๆ มีระยะหนอนเท่ากันคือประมาณ 27-32 วัน ขนาดรังของดักแด้ที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนมีขนาดใหญ่ที่สุด คือ 13.80x32.60 มิลลิเมตร และอาหารเทียมสูตร agar1 มีขนาดรังดักแด้น้อยที่สุด คือ 12.13x29.07 มิลลิเมตร ระยะดักแด้ประมาณ 8-10 วัน จากนั้นกลายเป็นตัวเต็มวัยซึ่งมีอายุอยู่ได้ประมาณ 27 วัน รวมวงจรชีวิตของหนอนไหมตั้งแต่ไข่จนเป็นผีเสื้อของที่เลี้ยงบนใบหม่อนและอาหารเทียมสูตรอื่นๆประมาณ 42-61 วัน อัตราการวางไข่สูงสุดอยู่ในวันแรก รองลงมาคือ วันที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยในวันแรก อาหารเทียมสูตรβ-sitosterol3 มีปริมาณการวางไข่สูงที่สุด คือ 406.00 ฟอง และอาหารเทียมสูตรญี่ปุ่น มีอัตราการวางไข่น้อยที่สุดในวันแรก คือ 338.00 ฟอง ตามลำดับ ขณะที่ในวันที่ 2 อาหารเทียมสูตร salt-mixture4 มีอัตราการวางไข่สูงสุด โดยในวันที่ 3 มีปริมาณไข่น้อยมาก จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ จ้อยเจริญ. 2525. การปรับปรุงสูตรอาหารเทียมเพื่อเลี้ยงไหมป่าอีรี่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ฉวีวรรณ จารุกาญน์. 2524. การเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชาญชัย ถาวรอนุกูลกิจ. 2537. การผลิตหม่อนไหม. ภาควิชากีฏวิทยา, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 351 น.

ชำนาญ โกศัยศาสตร์,หลวง. 2546. การเลี้ยงไหมทำไหม. สถาบันวิจัยหม่อนไหม, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 39 น.

ณัฏฐา มั่นคง.2548. ชีววิทยาของไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงในอาหารเทียมชนิดต่างๆ.ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ดวงสมร สินเจิมศิริ และ อังคนา หาญบรรจง. 2527. การศึกษาส่วนประกอบของโภชนะในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีในประเทศไทย.กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรทิพย์ เพชรมนต์ และ เกษร สุขเจริญ. 2542. ศึกษาปรับปรุงส่วนผสมของอาหารเทียมให้มีประสิทธิภาพ , น. 1-19. ใน รายงานผลงานวิจัยศูนย์วิจัยหม่อนไหมนครราชสีมา. นครราชสีมา. สถาบันวิจัยหม่อนไหม.

พรทิพย์ เพชรมนต์ และ ธีระ งามประสิทธิ์. 2533. ศึกษาวิธีการทำอาหารเทียมใช้ในการเลี้ยงไหม, น. 188-193. ในรายงานผลการค้นคว้าวิจัยไหมต่างประเทศลูกผสม ประจำปี 2533. สถาบันวิจัยหม่อนไหม, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

พรทิพย์ เพชรมนต์ และ ธีระ งามประสิทธิ์. 2534. ศึกษาปรับปรุงส่วนผสมของอาหารเทียมให้มีประสิทธิภาพ, น. 193-196. ใน รายงานผลการวิจัยไหมต่างประเทศลูกผสม ประจำปี 2534. สถาบันวิจัยหม่อนไหม, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

พรรณี ศรีบรรเทา. 2530. เทคนิคการเลี้ยงไหมสำหรับประเทศไทย. กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ,กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ. 103 น.

พรรณภา ศักดิ์สูง และ เลิศลักษณ์ เงินศิริ. 2535. ผลของการใช้หม่อนพันธุ์พื้นเมืองเลี้ยงไหมในด้านการเจริญเติบโต และคุณลักษณะทางเศรษฐกิจของหนอนไหม (*Bombyx mori* L.).; วิทยาศาสตร์เกษตร 25. (4-6) : 89-96.

รุจิพร จารุพงษ์. 2548. พันธุ์ไหมส่งเสริม.[Online].Avaliable: www2.does.go.th/www/work/web/wanna3/silk.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันทนีย์ เจริญการ. 2539.การตอบสนองของหนอนไหมวัยอ่อนต่ออาหารเทียม.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 20 หน้า.

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ 2540. เล่ม 7. การปลูกหม่อนเลี้ยงไหม. [Online].Avaliable: www.Kanchanapisak.or.th/kp6/Book7/chapter3/t7-3-s.htm

สุทธิ ทองขาว. 2545. สิ่งประดิษฐ์จากรังไหม. ภาควิชากีฏวิทยา. คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน, นครปฐม.

สมบูรณ์ โกมลนาค, มาโนช ปัญญาวนิช และ บัวแก้ว โกมลนาค. 2533. ศึกษาอิทธิพลของสาร Thiouria ต่อการเพิ่มผลผลิตใบหม่อนที่ใช้เลี้ยงไหมวัยอ่อน, น.51. ใน รายงานผลการค้นคว้าวิจัยไหมต่างประเทศลูกผสม ปี 2533. สถาบันวิจันหม่อนไหม. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2519. ทฤษฎีอาหารเล่ม2. หลักการถนอมอาหารและการควบคุมคุณภาพอาหาร. บีเอฟไอ, กรุงเทพฯ. 130น.

ศิวาพร ศิวเวช. 2529. วัตถุเจือปนอาหาร. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 182 น.

อุทัย คันโท. 2527. อาหารและการผลิตอาหารเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 187 น.

อรพิน ภูมิภมร. 2532. รายงานสถานการณ์อุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์จากแป้ง. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 96 น.

Benchamin, K.V. 1986. Silkworm rearing on synthetic diets. Lectures on Sericultures. Bangalore. 240 p.

Chauhan, T.P.S. and K. Singh. 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 : 427-428.

Friend, W.G. 1958. Nutrition requirements of phytophagous insects. Annu. Rev.En. 3:57-74.

Fukuda, T.M. Suto and Y. Higuchi. 1960. Silkworm raising on artificial food. Nature 187: 669-670.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hamamura, Y.K.,K. Hayashiya and K. Naito. 1961. β-sitosterol as one of the biting factors. Nature 190 : 880-881.

Hamano, K. 1989. Effect of dietary pyridoxine content on efficiency of the silkworm larvae, *Bombyx mori* L. J. Seri. Sci. Japan. 61 (3) : 245-253.

Horie, Y. and H. Watanabe. 1980 Recent advances in sericulture. Annu Rev. Ent. 25 : 47-71.

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

Ito, T. 1961. Effect of dietary ascorbic acid on the silkworm, *bombyx mori*. Nature 192 : 951.

Ito, T. 1978. Silkworm nutrition, pp. 121-157. Y. Tazima(ed). In The Silkworm an Important Laboratory Tool, by Kodansha LTD., Tokyo, 307 p.

Ito, T. and M. Kobayashi. 1975. Rearing of the silkworm ,pp. 85-101. *In* Y. Tazima (ed) The Silkworm an Important Laboratory Tool. Kodansha, Tokyo, Japan. 307 p.

Ito, T. and M. Tanaka. 1961. Effect of administration of various sugars and their nutritive value. Bull. Sreicul. EExp. Sta. 16 (5) : 267-285.

Ito, T. and N. Aria. 1965. Nutrition of the silkworm, *Bombyx mori* L.,IX Further studies on the nutritive effects of ascorbic acid, pp. 16-19. *In* T.P.S. Chauhan, and Singh. (ed). Studies on the Effect of Ascorbic Acid (Vitamin C) on the Fecundity in the Mulberry Silkworm *Bombyx mori* L. Sericologia 32 (4) : 567-574.

Ito, T. 1979. Artificial diet, pp. 271-281. *Cited by* สาน วิไล. อาหารเทียมเพื่อหนอนไหม. แก่นเกษตร 14 (3) : 119-127.

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

Ito, T. and Y. Horie. 1962. Nutrition of the silkworm, *Bombyx mori* L. VIII. An aseptic culture of larvae on semi-synthetic diets.
J. Ins. Physiol.8 : 569-578'

J.O.C.V. 1975. Japan Overseas Cooperation Volunteers. Textbook of Tropical Sericuture. Tokyo. Japan. 321 p.

Karaksy, El. And M. Idriss. 1990. Ascorbic acid enhances the silk yield of the mulberry silkworm, *Bombyx mori* L. J. Appli. Entomol. 109 (1) : 81-86.

Matsura, Y. 1994. 1 Blood meal used as dietary protein for the silkworm, *Bombyx mori* L. JARQ. 28 : 133-137.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Murthy, M.R.V. 1953. Studies on the nutrition of silkworm, *Bombyx mori* L. Cited by W.G. Friend. Nutrition Requirement of Phytophagous Ins. Annu. Rev. Ent. 3 : 57-74.

Roeder, D.K. 1953. Insectphysiology. Chapman and Hall. Ltd, London. 1100 p.

Shinbo, H. and Yanakawa. 1994. Low-cost artificial diet for polyphagous silkworm. JARQ. 28: 262-267.

Tanaka, S. 1975. Textbook of Tropical Sericulture. Tokyo. Japan. 600 p.

Yanakawa, H. 1973. Effects of dietary levels of glucose on the amounts of trehalose, glycogen, lipids, and free aminoacid in the silkworm, *Bomby mori* L. Bull. Sreicul. Exp. Sta. 25 (5) : 267-283.

Yanakawa, H. and K. Suzuki. 1991. Development of a low-cost artificial diet-development of artificial diet by applying a linear programming method for strain of the silkworm *Bomby mori* L. Bull. Inst. Seric. Sci. Entomol. Sci. 3 : 57-75.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร salt-mixture1

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (กรัม)
หม่อนป่น	22.340
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน	13.400
น้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์	0.670
citric acid	0.890
ascorbic acid	0.890
agar	4.470
น้ำตาล	2.240
แป้งมันฝรั่ง	2.240
sorbic acid	0.090
β-sitosteral	0.090
salt-mixture*	1.280
cellulose powder	6.700
วิตามินบีรวม* (มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	5.580
antiseptic (มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	6.700
น้ำกลั่น (มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	176.500

ที่มา สูตรอาหารเทียมเลี้ยงไหมวัยอ่อนของประเทศเกาหลี และปรับปรุงจากสูตรของพรทิพย์ และเกษร (2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร salt-mixture2 พื้นฐาน

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (กรัม)
หม่อนป่น	22.340
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน	13.400
น้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์	0.670
citric acid	0.890
ascorbic acid	0.890
agar	4.470
น้ำตาล	2.240
แป้งมันฝรั่ง	2.240
sorbic acid	0.090
β-sitosteral	0.090
salt-mixture*	1.780
cellulose powder	6.700
วิตามินบีรวม* (มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	5.580
antiseptic (มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	6.700
น้ำกลั่น (มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	177.500

ที่มา สูตรอาหารเทียมเลี้ยงไหมวัยอ่อนของประเทศเกาหลี และปรับปรุงจากสูตรของพรทิพย์ และเกษร (2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร salt-mixture3

ส่วนประกอบ		ปริมาณ (กรัม)
หม่อนป่น		22.340
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน		13.400
น้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์		0.670
citric acid		0.890
ascorbic acid		0.890
agar		4.470
น้ำตาล		2.240
แป้งมันฝรั่ง		2.240
sorbic acid		0.090
β–sitosteral		0.090
salt-mixture*		2.280
cellulose powder		6.700
วิตามินบีรวม*	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	5.580
antiseptic	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	6.700
น้ำกลั่น	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	179.000

ที่มา สูตรอาหารเทียมเลี้ยงไหมวัยอ่อนของประเทศเกาหลี และปรับปรุงจากสูตรของพรทิพย์ และเกษร (2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร salt-mixture4

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (กรัม)
หม่อนป่น	22.340
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน	13.400
น้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์	0.670
citric acid	0.890
ascorbic acid	0.890
agar	4.470
น้ำตาล	2.240
แป้งมันฝรั่ง	2.240
sorbic acid	0.090
β-sitosteral	0.090
salt-mixture*	2.780
cellulose powder	6.700
วิตามินบีรวม* (มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	5.580
antiseptic (มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	6.700
น้ำกลั่น (มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	185.000

ที่มา สูตรอาหารเทียมเลี้ยงไหมวัยอ่อนของประเทศเกาหลี และปรับปรุงจากสูตรของพรทิพย์ และเกษร (2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร β–sitosterol1

ส่วนประกอบ		ปริมาณ (กรัม)
หม่อนป่น		22.340
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน		13.400
น้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์		0.670
citric acid		0.890
ascorbic acid		0.890
agar		4.470
น้ำตาล		2.240
แป้งมันฝรั่ง		2.240
sorbic acid		0.090
β-sitosteral		0.044
salt-mixture*		1.780
cellulose powder		6.700
วิตามินบีรวม*	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	5.580
antiseptic	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	6.700
น้ำกลั่น	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	179.400

ที่มา สูตรอาหารเทียมเลี้ยงไหมวัยอ่อนของประเทศเกาหลี และปรับปรุงจากสูตรของพรทิพย์ และเกษร (2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร β–sitosterol3

ส่วนประกอบ		ปริมาณ (กรัม)
หม่อนป่น		22.340
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน		13.400
น้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์		0.670
citric acid		0.890
ascorbic acid		0.890
agar		4.470
น้ำตาล		2.240
แป้งมันฝรั่ง		2.240
sorbic acid		0.090
β-sitosteral		0.133
salt-mixture*		1.780
cellulose powder		6.700
วิตามินบีรวม*	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	5.580
antiseptic	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	6.700
น้ำกลั่น	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	177.200

ที่มา สูตรอาหารเทียมเลี้ยงไหมวัยอ่อนของประเทศเกาหลี และปรับปรุงจากสูตรของพรทิพย์ และเกษร (2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร citric acid1

ส่วนประกอบ	ปริมาณ (กรัม)
หม่อนป่น	22.340
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน	13.400
น้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์	0.670
citric acid	0.450
ascorbic acid	0.890
agar	4.470
น้ำตาล	2.240
แป้งมันฝรั่ง	2.240
sorbic acid	0.090
β-sitosteral	0.090
salt-mixture*	1.780
cellulose powder	6.700
วิตามินบีรวม* (มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	5.580
antiseptic (มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	6.700
น้ำกลั่น (มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	177.300

ที่มา สูตรอาหารเทียมเลี้ยงไหมวัยอ่อนของประเทศเกาหลี และปรับปรุงจากสูตรของพรทิพย์ และเกษร (2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร citric acid3

ส่วนประกอบ		ปริมาณ (กรัม)
หม่อนป่น		22.340
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน		13.400
น้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์		0.670
citric acid		1.780
ascorbic acid		0.890
agar		4.470
น้ำตาล		2.240
แป้งมันฝรั่ง		2.240
sorbic acid		0.090
β-sitosteral		0.090
salt-mixture*		1.780
cellulose powder		6.700
วิตามินบีรวม*	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	5.580
antiseptic	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	6.700
น้ำกลั่น	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	180.300

ที่มา สูตรอาหารเทียมเลี้ยงไหมวัยอ่อนของประเทศเกาหลี และปรับปรุงจากสูตรของพรทิพย์ และเกษร (2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร citric acid4

ส่วนประกอบ		ปริมาณ (กรัม)
หม่อนป่น		22.340
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน		13.400
น้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์		0.670
citric acid		2.670
ascorbic acid		0.890
agar		4.470
น้ำตาล		2.240
แป้งมันฝรั่ง		2.240
sorbic acid		0.090
β-sitosteral		0.090
salt-mixture*		1.780
cellulose powder		6.700
วิตามินบีรวม*	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	5.580
antiseptic	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	6.700
น้ำกลั่น	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	182.900

ที่มา สูตรอาหารเทียมเลี้ยงไหมวัยอ่อนของประเทศเกาหลี และปรับปรุงจากสูตรของพรทิพย์ และเกษร (2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร agar1

ส่วนประกอบ		ปริมาณ (กรัม)
หม่อนป่น		22.340
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน		13.400
น้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์		0.670
citric acid		0.890
ascorbic acid		0.890
agar		6.700
น้ำตาล		2.240
แป้งมันฝรั่ง		2.240
sorbic acid		0.090
β-sitosteral		0.090
salt-mixture*		1.780
cellulose powder		6.700
วิตามินบีรวม*	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	5.580
antiseptic	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	6.700
น้ำกลั่น	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	183.400

ที่มา สูตรอาหารเทียมเลี้ยงไหมวัยอ่อนของประเทศเกาหลี และปรับปรุงจากสูตรของพรทิพย์ และเกษร (2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 11 ส่วนประกอบของอาหารเทียมสูตร agar3

ส่วนประกอบ		ปริมาณ (กรัม)
หม่อนป่น		22.340
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน		13.400
น้ำมันถั่วเหลืองบริสุทธิ์		0.670
citric acid		0.890
ascorbic acid		0.890
agar		8.930
น้ำตาล		2.240
แป้งมันฝรั่ง		2.240
sorbic acid		0.090
β-sitosteral		0.090
salt-mixture*		1.780
cellulose powder		6.700
วิตามินบีรวม*	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	5.580
antiseptic	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	6.700
น้ำกลั่น	(มิลลิลิตร/น้ำหนักอาหารแห้ง 1 กรัม)	190.800

ที่มา สูตรอาหารเทียมเลี้ยงไหมวัยอ่อนของประเทศเกาหลี และปรับปรุงจากสูตรของพรทิพย์ และเกษร (2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* หมายเหตุ

เกลือแร่ ประกอบด้วย

K_4HPO_4	41.50	กรัม
KCL	15.00	กรัม
$MgHPO_4$	15.00	กรัม
$Ca_3(PO_4)_2$	5.00	กรัม
$FePO_4.2H_2O$	2.00	กรัม
$CaCO_3$	20.00	กรัม
$MgSO_4$	0.50	กรัม
NaCl	1.00	กรัม
รวม	100.00	กรัม

วิตามินบีรวม ประกอบด้วย

biotin	0.052	กรัม
ca-pantothenate	3.923	กรัม
choline chloride	39.226	กรัม
inosital	52.301	กรัม
nicotinic acid	2.615	กรัม
foric acid	0.052	กรัม
riboflavin	0.523	กรัม
thiamine	0.400	กรัม
pyridoxine-HCL	0.785	กรัม
รวม	100.000	กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้