สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

การเจริญเติบโตและผลผลิตเส้นไหมของไหมไทย (*Bombyx mori* L.) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียม

Development and Silk Product of Thai Silkworm (*Bombyx mori* L.) Fed on Artificial Diet

T 102912

โดย

นายณัฐพล พวงมณี

Mr. Nattapol Poungmanee

ส/ว.
ณ342 ก
2550
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 102912
วัน,เดือน,ปี 20 ส.ค. 2552

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช
ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2550

b.19044891
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

ปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

เรื่อง

การเจริญเติบโตและผลผลิตเส้นไหมของไหมไทย (*Bombyx mori* L.)
ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียม

Development and Silk Product of Thai Silkworm (*Bombyx mori* L.)
Fed on Artificial Diet

โดย

นายณัฐพล พวงมณี

Mr. Nattapol Poungmanee

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

.....

(ผศ.ดร.อำมร อินทร์สังข์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ชวาลา บุรณศิริ)

หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

วันที่ ๒๒ เดือน มค พ.ศ. ๕๗

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การเจริญเติบโตและผลผลิตเส้นไหมของไหมไทย (*Bombyx mori* L.) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียม

โดย : นายณัฐพล พวงมณี

ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

สาขา : เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช

อาจารย์ที่ปรึกษา : ..... 20 / พค. 51.

(ผศ.ดร.อำมร อินทร์สังข์)

จากการศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของหนอนไหม (*Bombyx mori* L.) พันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมเปรียบเทียบกับอาหารธรรมชาติในวัยอ่อน พบว่า การเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมหนอนไหมมีความสามารถในการยอมรับอาหารที่ 12 และ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีอัตราการอยู่รอดของหนอนไหมวัย 1 และวัย 4 เท่ากับ 88.75 และ 78.42 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวหนอนไหมวัย 3 และวัย 5 เท่ากับ 0.38 และ 1.59 กรัมต่อตัว ตามลำดับ มีผลผลิตรังไหม คือ มีน้ำหนักรังสดเท่ากับ 1.26 กรัมต่อรัง น้ำหนักเปลือกรังเท่ากับ 0.14 กรัมต่อรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรังเท่ากับ 11.26 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการเลี้ยงด้วยใบหม่อน โดยที่ใบหม่อนมีอัตราการอยู่รอดของหนอนไหมวัย 1 และวัย 4 มากที่สุด เท่ากับ 98.89 และ 95.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีน้ำหนักตัวหนอนไหมวัย 3 และวัย5 เท่ากับ 0.38 และ 1.45 กรัมต่อตัว ตามลำดับ มีผลผลิตรังไหม คือ มีน้ำหนักรังสดเท่ากับ 1.13 กรัมต่อรัง น้ำหนักเปลือกรังเท่ากับ 0.13 กรัมต่อรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรังเท่ากับ 12.02 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมจะให้ผลใกล้เคียงกับการเลี้ยงด้วยใบหม่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

Title : Development and Silk Product of Thai Silkworm (*Bombyx mori* L.) Fed on Artificial Diet

By : Mr. Nattapol Poungmanee

Degree : Bachelor of Science (Agriculture)

Major : Plant Pest Management Technology

Advisor : 20/May/2008

(Assist.Prof.Dr.Ammorn Insung)

The biology of silkworm (*Bombyx mori* L.) Nang-Lai variety reared on artificial diet during young larval stage was investigated and compared with mulberry. It was found that the silkworm reared with artificial diet showed food acceptance at 12 and 24 hours of 100 and 100 percent, respectively. The survival rates of 1st and 4th instar larvae was 88.75 and 78.42 percent and the weights of 3rd and 5th instar larvae was 0.38 and 1.59 g, respectively. The weight of pupa with cocoon was 1.26 g, the weight of cocoon was 0.14 g and cocoon percentage was 11.26 percent. The larvae reared on this artificial diet showed similar result to those reared on mulberry leaves which showed food acceptance at 12 and 24 hours of 100 and 100 percent, respectively. The survival rates of 1st and 4th instar larvae was 98.89 and 95.79 percent and the weights of 3rd and 5th instar larvae was 0.38 and 1.45 g, respectively. The weight of pupa with cocoon was 1.13 g, the weight of cocoon was 0.13 g and cocoon percentage was 12.02 . It could be indicated that larvae reared on commercial artificial diet showed similar result comparing to reared on mulberry.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษปริญญาตรีฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี โดยมี ผศ.ดร.อำมร อินทร์สังข์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณความเมตตากรุณาของอาจารย์ที่มีต่อข้าพเจ้ามา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่าน โดยเฉพาะคณาจารย์ในภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ อนุเคราะห์เครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการปฏิบัติงานเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ พี่วนิดา สุวรรณสิทธิ์ ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตร 6ว ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติชุมพร จังหวัดชุมพร ที่คอยช่วยเก็บข้อมูลอันเป็นประโยชน์ และคำแนะนำต่าง ๆ ในการทำปัญหาพิเศษฉบับนี้

ขอขอบคุณ พี่เกรียงไกร จีระกุล และ พี่พรพิมล รักษาพล ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล และคอยชี้แนะแนวทางการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วง และขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจให้เสมอมา

ขอขอบคุณ สำนักวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดย ผศ.ดร.อมรรัตน์ พรหมบุญ ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่คอยเป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในด้านต่าง ๆ เสมอมา จนทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้ประสบผลสำเร็จด้วยดี

นายณัฐพล พวงมณี

เมษายน 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ii
คำนิยม.....iii
สารบัญ.....iv
สารบัญตาราง.....v
สารบัญภาพ.....vi
คำนำ.....1
วัตถุประสงค์.....2
ตรวจเอกสาร.....3
อุปกรณ์และวิธีการ.....24
ผลการทดลอง.....30
วิจารณ์ผลการทดลอง.....38
สรุปผลการทดลอง.....39
เอกสารอ้างอิง.....40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1. ส่วนประกอบของสารอาหารในใบหม่อน.....12
2. อัตราการอยู่รอดของหนอนไหมพันธุ์นางลาย
ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อนในวัยอ่อน.....30
3. อายุของหนอนไหมพันธุ์นางลาย
ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อน.....32
4. น้ำหนักตัวของหนอนไหมพันธุ์นางลาย
ที่เลี้ยงบนอาหารเทียมและใบหม่อนในวัยอ่อน.....34
5. ผลผลิตรังไหมพันธุ์นางลาย
ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อนในวัยอ่อน.....36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

1. วงจรชีวิตของไหม.....6
2. อัตราการอยู่รอดของหนอนไหมพันธุ์นางลาย
ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อนในวัยอ่อน.....31
3. อายุของหนอนไหมพันธุ์นางลาย
ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อน.....33
4. น้ำหนักตัวของหนอนไหมพันธุ์นางลาย
ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อนในวัยอ่อน.....35
5. ผลผลิตรังไหมพันธุ์นางลาย
ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อนในวัยอ่อน.....37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

หนอนไหม (*Bombyx mori* L.) เป็นแมลงที่มีสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ซึ่งนิยมเลี้ยงกันมากทั้งในประเทศและต่างประเทศ สามารถเจริญเติบโตได้ดีเมื่อเลี้ยงด้วยใบหม่อน ผลผลิตที่ได้จากหนอนไหม คือ เส้นไหม สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการทอผ้าไหมเพื่อนำมาตัดเป็นเครื่องแต่งกายซึ่งเป็นที่นิยมของทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ อีกทั้งผ้าไหมยังเป็นเอกลักษณ์ประจำชาติไทย ดังนั้น อาชีพการเลี้ยงไหมจึงให้ผลตอบแทนค่อนข้างสูง แต่ยังคงประสบกับปัญหาหลายประการในการเลี้ยง เช่น ในช่วงฤดูหนาวใบหม่อนมีการพักตัว จึงทำให้ขาดแคลนใบหม่อนโดยเฉพาะใบหม่อนพันธุ์น้อยซึ่งเป็นพันธุ์ที่เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมปลูก ดังนั้น จึงได้มีการศึกษาค้นคว้าและวิจัยเพื่อหาวิธีการป้องกันการขาดแคลนใบหม่อน ซึ่งอาหารเทียมจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของเกษตรกรเพื่อแก้ปัญหาการขาดแคลนใบหม่อน นอกจากนี้ยังสามารถลดปัญหาการเกิดโรคในหนอนไหมวัยอ่อน คือ หนอนไหมวัย 1-3 มักมีสาเหตุมาจากใบหม่อนที่มีความสะอาดไม่เพียงพอ และยังเป็นการแบ่งเบาภาระของคนงานเลี้ยงหนอนไหม การเลี้ยงหนอนไหมโดยทั่วไปเกษตรกรจะให้ใบหม่อนหนอนไหม 3-4 ครั้งต่อวัน แต่การเลี้ยงหนอนไหมด้วยอาหารเทียมเกษตรกรสามารถให้อาหารเทียมเพียง 1-2 ครั้งต่อวันเท่านั้น และในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการนำเข้าอาหารเทียมจากประเทศญี่ปุ่น ทำให้เกษตรกรสามารถหาซื้ออาหารเทียมได้ง่ายขึ้น

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาวงจรชีวิต การเจริญเติบโต น้ำหนัก ความยาวของหนอนไหมในแต่ละวัย โดยจะใช้อาหารเทียมสูตรพัฒนาขึ้นเลี้ยงในสภาพจริง ณ ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติชุมพร จังหวัดชุมพร เพื่อเป็นข้อมูลในการที่จะนำไปใช้เปรียบเทียบพัฒนาอาหารเทียมสูตรอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาลักษณะทางชีววิทยาของหนอนไหม (*Bombyx mori* L.) พันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรปรับปรุงและอาหารธรรมชาติในวัยอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

หนอนไหมเป็นแมลงที่อยู่ใน Phylum Arthropoda มีการเจริญเติบโตแบบ complete metamorphosis คือ มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในแต่ละขั้นตอนของการเจริญเติบโตแตกต่างกัน สำหรับลำดับการจัดหมวดหมู่ของหนอนไหมมีดังนี้

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) จะพ่นเส้นใยเพื่อใช้ในการทำรังห่อหุ้มตัวของมันเอง แล้วลอกคราบกลายเป็นดักแด้ (pupae) อยู่ภายในรังนั้น

พันธุ์ไหม

พันธุ์ไหมเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมากต่อการเลี้ยงไหมให้ประสบความสำเร็จ เพราะหากเกษตรกรใช้พันธุ์ไหมที่ดี มีคุณภาพก็สามารถเพิ่มผลผลิตรังไหมและเส้นไหมได้ พันธุ์ไหมที่ส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงในปัจจุบันจำแนกตามพันธุ์ไหมที่เกษตรกรเลี้ยงได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ไหมพันธุ์ผสมต่างประเทศ หมายถึง พันธุ์ที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์ต่างประเทศ สายพันธุ์จีนกับสายพันธุ์ญี่ปุ่น รังไหมสีขาว ขนาดรังใหญ่เปอร์เซ็นต์เปลือกรังสูง ความยาวของเส้นไหมเฉลี่ยต่อรังมากกว่า 1,000 เมตร เหมาะในการสาวด้วยเครื่องจักรโดยสาวเป็นเส้นยืน พันธุ์ที่ส่งเสริมได้แก่ กสก.1 และ กสก.5 (รุจิพร, 2548)

ชีพจักรและการเจริญเติบโต

ชีพจักรของไหม แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. ระยะที่เป็นไข่ (eggs) ในระยะนี้จะใช้เวลามากน้อยแตกต่างกันไปตามพันธุ์ กล่าวคือ ถ้าเป็นพวกหนอนไหมที่ฟักออกหลายครั้งต่อปีตามธรรมชาติ (polyvoltine) ช่วงเวลาที่แม่ไหมวางไข่จนถึงตัวอ่อนฟักออกจากไข่ก็จะใช้เวลา 9-12 วัน แต่ถ้าเป็นพวกหนอนไหมที่ฟักออก 1-2 ครั้งในรอบปี (univoltine or bivoltine) และในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติเดิมของหนอนไหมแล้วจะใช้เวลา 4-10 เดือน

2. ระยะที่เป็นตัวหนอน (larvae) ระยะนี้เป็นระยะที่ใช้เวลามากที่สุดในชีพจักรของไหม และมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางขนาดและน้ำหนักมากที่สุด กล่าวคือ หนอนไหมโตเต็มที่จะมีน้ำหนักเป็น 10,000 เท่า ของไหมที่ฟักตัวออกจากไข่ใหม่ ๆ หนอนไหมมีการเจริญเติบโตรวดเร็วมาก เมื่อเจริญเติบโตไปได้ระยะหนึ่งผิวหนังซึ่งมีขีดจำกัดการขยายตัว เนื่องจากประกอบด้วยสาร chitin ก็ไม่สามารถที่จะขยายตัวออกอีกต่อไป หนอนไหมจึงต้องมีการลอกคราบเพื่อเพิ่มขนาดลำตัว หนอนไหมโดยทั่วไปจะมีการลอกคราบ 4 ครั้ง

2.1 หนอนไหมที่ฟักออกจากไข่ใหม่ ๆ (new-born larvae) จะมีลำตัวเป็นสีดำ หรือสีน้ำตาลไหม้ เนื่องจากมีขน (bristle) ปกคลุมอย่างหนาแน่น ขนนี้จะค่อย ๆ บางลง เมื่อผิวหนังมีการขยายตัว หลังจากที่ออกจากไข่และกินอาหารเต็มที่ประมาณ 3-4 วัน ก็จะหยุดกินอาหารเพื่อเตรียมตัวลอกคราบ

2.2 การลอกคราบ (moulting) การเจริญเติบโตของหนอนไหมจะได้รับอิทธิพลจากฮอร์โมน ซึ่งได้จาก corpus alata และเมื่อมีการเจริญเติบโตถึงจุดหนึ่ง ซึ่งผิวหนังไม่สามารถขยายตัวได้อีกต่อไป ฮอร์โมนจาก corpus alata ก็จะหยุดทำงานและในขณะเดียวกันนี้ ฮอร์โมนจาก prothoracic gland จะเริ่มมีบทบาทกำหนดให้หนอนไหมทำการลอกคราบ การลอกคราบของหนอนไหมต่อม exuvial ซึ่งอยู่บริเวณโคนของขาส่วนอกจะผลิตของเหลวออกมาช่วยให้การลอกคราบเป็นไปได้ง่าย และก่อนจะมีการลอกคราบ mulpighian tube ก็จะสร้างสารลักษณะคล้ายแป้งออกมาแทรกซึมอยู่ระหว่างผิวหนังเก่าและใหม่อีกด้วย

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ไหมสุก (mature larvae) ในระยะปลายของวัย 5 หนอนไหมจะหยุดกินอาหาร ลำตัวค่อนข้างโปร่งใส และคลานหาสถานที่ที่เหมาะสมต่อการทำรัง ในระยะนี้เรียกว่า ไหมสุก ช่วงเวลาจากระยะฟักตัวออกจากไข่จนถึงระยะไหมสุกนี้จะใช้เวลา 20-25 วัน เมื่อได้ที่ที่เหมาะสมแล้วก็จะเริ่มลงมือทำรัง โดยในตอนแรกเส้นใยที่คายออกมาทำรังจะเป็นตัวหยุดอยู่กับสิ่งต่าง ๆ และในตอนนี้หนอนไหมจะทำการถ่ายมูลครั้งสุดท้ายโดยไม่เปรอะเปื้อนรังส่วนนอก หลังจากนั้นหนอนไหมก็จะเริ่มทำรังส่วนในซึ่งถือว่าเป็นรังแท้ หนอนไหมจะทำรังเสร็จหลังจากเริ่มทำรังแล้ว 2-3 วัน เมื่อทำรังเสร็จแล้วอีก 1-2 วัน หนอนไหมจะลอกคราบกลายเป็นดักแด้อยู่ภายในรัง อันเป็นการสิ้นสุดสภาพของการเป็นตัวหนอน

3. ระยะที่เป็นดักแด้ (pupae) หลังจากหนอนไหมลอกคราบกลายเป็นดักแด้อยู่ภายในรังแล้ว ดักแด้นี้จะนอนอยู่ในรังเฉย ๆ จนกระทั่งอีก 6-7 วัน หลังจากที่ลอกคราบเปลี่ยนสภาพจากตัวหนอน ดักแด้ก็จะลอกคราบอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งมักจะเป็นเวลาเช้ากลายเป็นผีเสื้อ (moths)

4. ระยะที่เป็นผีเสื้อ (moths) เมื่อดักแด้ได้ลอกคราบกลายเป็นผีเสื้ออยู่ภายในรังแล้ว ผีเสื้อจะพ่นน้ำลายซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่าง เพื่อละลายรังไหมแล้วดันตัวเองออกสู่ภายนอก หลังจากที่ได้ออกมาจากรังแล้วพักอยู่สักครู่หนึ่งตัวของผีเสื้อจะแห้ง ปีกจะกางออกพร้อมที่จะทำการผสมพันธุ์ และวางไข่ต่อไป หลังจากที่เปลี่ยนสภาพไปเป็นผีเสื้อออกมาสู่ภายนอกแล้ว 7-9 วัน ผีเสื้อเหล่านี้ก็จะตาย (ชำนาญ, 2546)

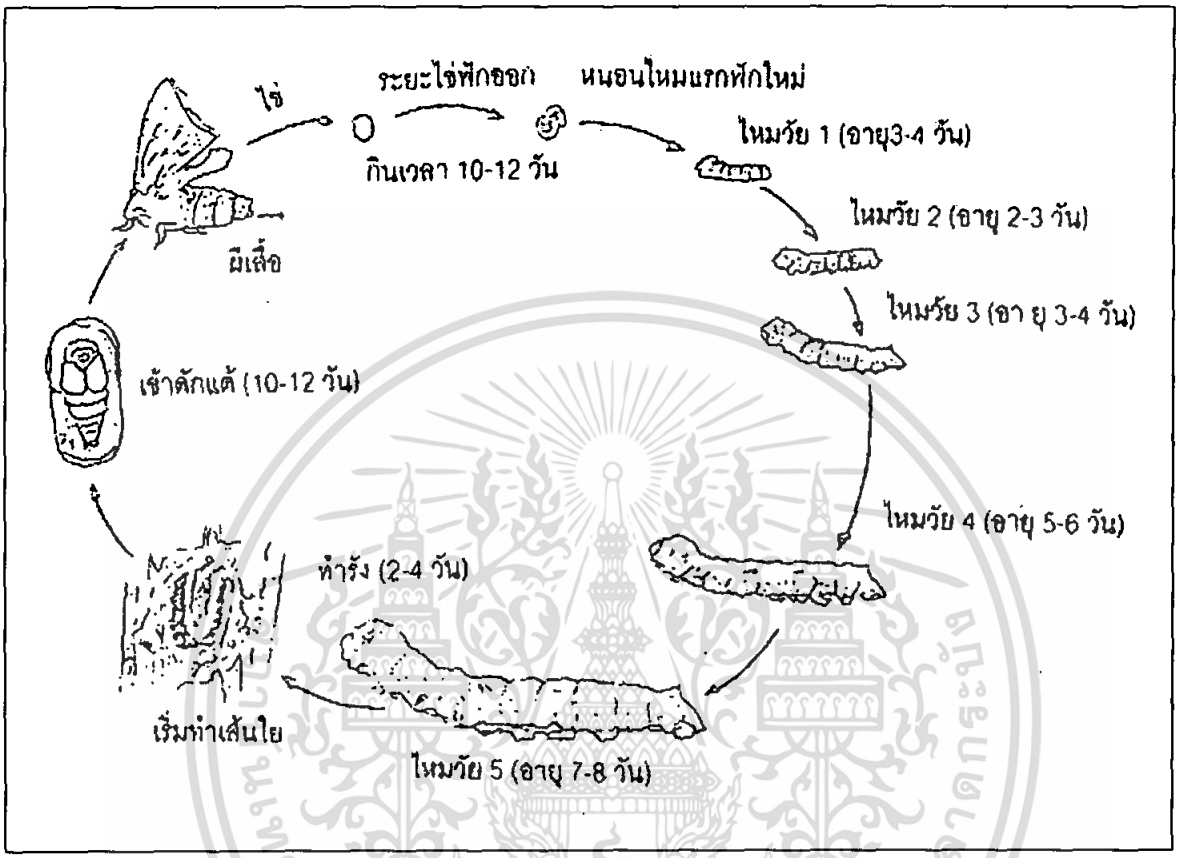
วงจรชีวิตของไหม

ระยะไข่	10-12 วัน
ระยะตัวหนอน (5 วัย)	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 จากนั้นหนอนไหมจะเริ่มสุกและทำรังห่อหุ้มตัวเอง หนอนไหมจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำรังเสร็จภายใน 2-4 วัน เมื่อทำรังเสร็จจะกลายเป็นดักแด้อยู่ภายในรังไหมประมาณ 10-12 วัน ก็กลายเป็นผีเสื้อเจาะทะลุรังออกมา หลังจากนั้นผีเสื้อผสมพันธุ์ ตัวเต็มวัยจะเริ่มวางไข่ทันที หลังจากวางไข่เสร็จแล้ว 2-3 วัน จะตาย (สุทธิ, 2545)



ภาพที่ 1 วงจรชีวิตของไหม (สุทธิ, 2545)

สัณฐานวิทยาภายนอกและภายในของไหม

หนอนไหมมีส่วนประกอบภายนอกและภายใน ดังนี้

1. หนอนไหมประกอบด้วยส่วนหัว (head) ส่วนอก (thorax) และส่วนท้อง (abdomen) ผิวหนังของหนอนไหมประกอบด้วย chitin ซึ่งเป็นสารประกอบพวกแคลเซียม หนอนไหมมีรูหายใจอยู่ข้างลำตัวมีลักษณะบ่งชี้เพศอยู่ทางด้านท้อง

1.1 ส่วนหัว (head) หัวของหนอนไหมเป็นสีน้ำตาลปนดำ ประกอบด้วยปากซึ่งมี labrum, mandibles, maxillae และ labium นอกจากนี้ยังมีหนวด (antenna) สั้น ๆ 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) ซึ่งประกอบด้วยปล้อง 3 ปล้อง แต่ละปล้องมีขาแท้อยู่ปล้องละ 1 คู่ ดังนั้นส่วนอกมีขาแท้อยู่ 3 คู่ (thoracic legs)

1.3 ส่วนท้อง (abdomen) ส่วนท้องประกอบด้วยปล้อง 11 ปล้อง และเริ่มจากปล้องท้องที่ 3 จนถึงปล้องท้องที่ 6 แต่ละปล้องจะมีขาของส่วนท้อง (abdominal legs) อยู่ 1 คู่ ดังนั้นส่วนท้องจึงมีขาอยู่ 4 คู่ ขาของส่วนท้องนี้ไม่แบ่งออกเป็นปล้องแต่มีลักษณะเป็นกล้ามเนื้อ ตอนปลายขามีลักษณะคล้าย ๆ ถ้วย และมีแผ่น chitin สีคล้ำ ๆ อยู่ตามขอบในลักษณะครึ่งวงกลม ภายในอุ้งเท้าจะประกอบด้วยขน 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 ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผิวหนังหนอนไหมจะอยู่ในชั้นของหนังกำพร้า ในชั้นของ primary cuticle จะมีสารขี้ผึ้งเคลือบอยู่บาง ๆ และมีปุ่ม (nodules) กระจายอยู่ทั่วไป ซึ่งจะมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับพันธุ์ไหม ซึ่งหากพันธุ์ใดมีผิวหนังเป็นมัน เช่น ไหมสายเลือดจีน และพวกหนอนไหมที่ฟักออกหลายครั้งต่อปีจะมีปุ่มดังกล่าวอยู่น้อย ปุ่มดังกล่าวนี้จะมีมากตามบริเวณแต้มหรือจุด (marking or spots) สารที่ทำให้เกิดสีจะอยู่บนชั้น primary cuticle และในส่วนของหนังแท้เท่านั้น ไม่ปรากฏใน secondary cuticle

หนังแท้ที่อยู่ถัดจากหนังกำพร้าลงไปประกอบด้วยเซลล์ซึ่งมีต่อมเล็ก ๆ อันประกอบด้วย กรดยูริก และสาร pterin ซึ่งสารทั้งสองนี้จะทำให้เกิดลักษณะคล้าย ๆ กับผิวหนังแตกในหนอนไหม พวกที่มีผิวหนังเป็นมันจะมีต่อมเหล่านี้อยู่เป็นจำนวนมาก ต่อมเหล่านี้จะสลายตัวไปเมื่อไหมสุก (matured larvae) สาร chitin ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของผิวหนัง พบว่า มีกระจายอยู่ตามบริเวณส่วนหัว และตามบริเวณช่องปากตลอดไปจนถึงลำไส้ตอนต้นและตอนปลายอีกด้วย

1.5 รูหายใจ (spiracles) หนอนไหมใช้รูหายใจเป็นอวัยวะสำหรับหายใจ รูหายใจจะอยู่ด้านข้างลำตัวหนอนไหมทั้ง 2 ข้าง เมื่อมองด้วยตาเปล่าจะเห็นเป็นจุดสีดำ ๆ รูหายใจมีทั้งหมด 9 คู่ โดยรูหายใจคู่แรกอยู่ที่ปล้องที่ 1 ของส่วนอก นอกนั้นจะมี chitin ring ยื่นออกมา สำหรับรูหายใจคู่ต่อมาจะอยู่ที่ปล้องที่ 1-8 ของส่วนท้อง รูหายใจของปล้องส่วนท้องจะมีขนาดเล็กที่สุดในปล้องท้องแรก และจะมีขนาดโตขึ้นตามลำดับของปล้องท้อง ปากช่องของรูหายใจนี้จะถูกปิดไว้ด้วยเนื้อเยื่อบาง ๆ เรียกว่า sieve plate

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในเพศผู้ลักษณะบ่งชี้เพศจะปรากฏเป็นจุดสีขาวน้ำนมเพียงหนึ่งจุดอยู่ทางด้านล่างของปล้องท้องระหว่างปล้องท้องที่ 8 กับ 9 จุดดังกล่าวมีชื่อเรียกว่า Herold's gland

2. ส่วนประกอบภายในของหนอนไหม ที่สำคัญ คือ

2.1 ท่อทางเดินอาหาร (alimentary canal) แบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ

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

ลำไส้ตอนกลาง (mid intestine) เป็นส่วนที่ใหญ่ที่สุดของท่อทางเดินอาหารอยู่ระหว่างปล้องที่ 2 ถึงปล้องที่ 9

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

จุดที่ลำไส้ส่วนปลายต่อกับลำไส้เล็กนั้นมี pylorus valve คอยปิด-เปิดรับอาหารที่จะเคลื่อนเข้าสู่ลำไส้เล็ก

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

Sericin มีส่วนประกอบดังนี้

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

และสารอื่น ๆ อีก 14 ชนิด

Fibroin มีส่วนประกอบดังนี้

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

นอกจากนี้ยังมีสารอื่น ๆ เช่น Alugin, Histizin, Rigin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อต่อมสร้างเส้นไหมมีขนาดโตขึ้นก็จะเข้าไปดันท่อทางเดินอาหารให้ไปอยู่ทางส่วนท้ายของลำตัวหนอนไหม เส้นไหมไม่ใช่โปรตีนที่มาจากใบหม่อนโดยตรง แต่เป็นโปรตีนที่เปลี่ยนแปลงมาจากร่างกายของหนอนไหม ต่อมสร้างเส้นไหมจะส่งสารที่อยู่ในรูปของเหลวไปยังท่อคายเส้นไหม จากนั้นหนอนไหมก็จะเริ่มคายเส้นไหมออกทำรังต่อไป ซึ่งในระยะนี้ของเหลวที่ถูกส่งมาจากต่อมสร้างเส้นไหมจะแข็งตัวกลายเป็นเส้นใยและเป็นรูปรังในที่สุด จากการที่หนอนไหมสร้างรังขึ้นมานี้โดยเหตุผลทางนิเวศวิทยา ถือว่าเป็นการป้องกันตัวในระยะที่กลายเป็นดักแด้ ซึ่งเคลื่อนไหวไปมาไม่ได้

ในการทำรังของหนอนไหม หนอนไหมจะพ่นใยออกมา 2 ลักษณะ คือ

ก. พ่นใยลักษณะตัวเอส (S type) การพ่นใยลักษณะนี้มักจะพ่นออกมาในช่วงการสร้างรังระยะแรกบริเวณส่วนนอกของรังไหม ถ้ารังไหมมีการเรียงตัวของเส้นใยในลักษณะนี้จะสาวไหมง่าย

ข. พ่นใยลักษณะเลขแปด (8 type) การพ่นใยลักษณะนี้พบว่า ช่วงตอนในของรังไหมมักจะสาวยาก จากการสังเกตพบว่า รังไหมส่วนในจะเส้นเล็ก ขาดบ่อย เพราะการทับกันของเส้นไหมมีลักษณะเป็นเลข 8

ภายในเปลือกรังไหมรังหนึ่ง ๆ มีรูเล็ก ๆ ที่เป็นทางผ่านของอากาศ และน้ำอยู่ถึง 50,0000-60,0000 รู

2.3 อวัยวะที่ใช้ในการไหลเวียนโลหิต (circular organ) การไหลเวียนของโลหิตภายในตัวหนอนไหมเกิดจากการบีบตัวโดยอัตโนมัติของปลายเส้นเลือดที่มีอยู่ทางตอนปลายของลำตัว เส้นเลือดนี้จะวางพาดอยู่ทางด้านบน (dorsal) ของลำตัว มีรูปร่างเป็นท่อยาว (dorsal vessel) มีช่องเปิดทางปลายหัวและมี ostia เป็นคู่ ๆ อยู่บนปล้องที่ 2 ตลอดไปจนถึงปล้องที่ 12 โลหิตของไหมจะไหลเข้าทาง ostia ของปล้องที่ 1 หรือ 2 ส่วนล่างของ dorsal vessel และไหลออกทาง ostia ของปล้องที่ 1 หรือ 2 เช่นกัน การไหลเวียนของโลหิตจะไหลผ่านไปยังเนื้อเยื่อทั้งหมดของลำตัว

โลหิตของหนอนไหมประกอบด้วย blood corpuscles สำหรับ blood corpuscles ยังจำแนกออกเป็น proleucocyte, phagocyte globulated-leucocyte และ oenocytoide ซึ่งมีในระยะที่เป็นตัวหนอน แต่จะไม่พบในดักแด้ น้ำในเลือดมี 90-95% ซึ่งจะสูงสุดในระยะวัย 4 และจะต่ำลงเมื่อไหมสุก เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลง (physiological change) เกิดขึ้นในกระแสโลหิต enzyme ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง เช่น tyrosinase, catalase, amylase, oxidase และ maltase เป็นต้น การเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ซับซ้อนมากอาจเป็นผลจากการเจริญเติบโตของหนอนไหมเอง และอิทธิพลของฤดูกาลด้วย

2.4 อวัยวะที่ใช้ในการหายใจ (respiratory organ) ภายในรูหายใจต่ำจาก sieve plate ลงไปจะมีเยื่อบาง ๆ 2 ชิ้น ซึ่งเคลื่อนไหวได้ต่อจากเยื่อบางนี้จะมีช่องต่อกับท่ออากาศ (tracheae) ขนาดใหญ่หลายเส้น ท่ออากาศเหล่านี้ท่อหนึ่งจะไปด้านหน้าติดกับปล้องของลำตัว และจะมีท่อหนึ่งไปทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านหลังเพื่อไปเชื่อมกับรูหายใจของปล้องถัดไป ส่วนท่ออากาศอื่น ๆ ก็จะติดกับเนื้อเยื่อต่าง ๆ การหายใจของหนอนไหมจะหายใจผ่านท่ออากาศนี้

2.5 อวัยวะที่ใช้ในการขับถ่าย (Malpighian tube) เป็นอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการขับถ่ายของเหลวของไหม นอกจากจะช่วยในการขับถ่ายของเหลวแล้ว Malpighian tube ยังมีส่วนช่วยในการลอกคราบ โดยเป็นตัวผลิตสารสีเหลืองคล้ายแป้งให้ไปแทรกซึมอยู่ระหว่างผิวหนังเก่ากับใหม่ ในระยะที่จะมีการลอกคราบสารดังกล่าวนี้เป็นส่วนประกอบของ calcium oxalate, vitamin B_2 และกรดยูริก ซึ่งได้มาจากการเผาผลาญไนโตรเจน (nitrogen metabolism)

2.6 ไขมัน (fat body) มีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อขาว ๆ อยู่ใต้ผิวหนัง โดยทั่วไปมีลักษณะเป็นแผ่นบาง แต่ละเซลล์ประกอบด้วยโปรตีน glucogen และสารชนิดอื่นที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับขบวนการเผาผลาญ (metabolism process)

2.7 กล้ามเนื้อและการเคลื่อนไหว ตัวหนอนไหมประกอบด้วยกล้ามเนื้อมากมายหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นการเดิน การคายเส้นไหมทำรัง ฯลฯ ล้วนแต่เป็นผลที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อทั้งสิ้น

2.8 อวัยวะเพศ (sexual organ) ในระยะที่เป็นตัวหนอน อวัยวะเพศไม่มีการพัฒนามากนัก อวัยวะเพศจะเริ่มพัฒนาอย่างเห็นได้ชัดในระยะที่เป็นดักแด้

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

2.8.2 อวัยวะเพศเมีย ประกอบด้วยรังไข่ (ovary) ลักษณะคล้ายสี่เหลี่ยมคางหมูขนาดเล็กกว่าอัณฑะในเพศผู้ มีอยู่ 2 ข้าง และอยู่ในตำแหน่งใกล้เคียงกันกับอัณฑะ ภายในรังไข่แต่ละอันแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ซึ่งต่อไปจะพัฒนาไปเป็นท่อไข่ จากส่วนยอดของรังไข่แต่ละข้างจะมีแผ่นบาง ๆ ติดต่อกับ Ishiwata's glands ในปล้องที่ 10 และ 11 (ชำนาญ, 2546)

ศัตรูไหมที่สำคัญและการป้องกันกำจัด

1. โรคมัสคาดินและโรคแอสเปอร์จิลลัส เกิดจากเชื้อราเข้าทำลายหนอนไหม ป้องกันกำจัดโดยทำความสะอาดอุปกรณ์และฉีดพ่นฟอร์มาลีน 3% ก่อนและหลังการเลี้ยงไหม แยกหนอนไหมที่มีอาการผิดปกติออกทำลายโรยสารเคมีจำพวกฟอร์มาดีไฮด์ป้องกันเชื้อราบนตัวหนอนไหมตามคำแนะนำ

2. โรคเพบริน เกิดจากเชื้อโปรโตซัว ติดต่อโดยการถ่ายทอดจากแม่ผีเสื้อที่เป็นโรค ป้องกันกำจัดโดยตรวจโรคแม่ผีเสื้อที่วางไข่ ถ้าพบโรคให้ทำลายไข่ไหมทันที ฉีดพ่นอุปกรณ์และโรงเลี้ยงด้วยฟอร์มาลีน 3% ก่อนและหลังการเลี้ยงไหมทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แมลงวันลาย มด และจิ้งจก ควรทำห้องเลี้ยงไหมให้สามารถป้องกันศัตรูเหล่านี้ได้

หม่อน

หม่อนเป็นพืชยืนต้นประเภทไม้พุ่ม เนื้ออ่อน เจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนและเขตอบอุ่น ปลายใบแหลม ขอบใบอาจหยักเว้ามากคล้ายใบมะละกอ หรือหยักน้อยคล้ายใบโพธิ์ บางชนิดมีขนเล็กใต้ใบ ลำต้นมีลักษณะกลม ผิวลำต้นเรียบ ไม่มีหนาม มียางสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนม บางพันธุ์ติดผลดกและโต รับประทานได้คล้ายผลสตรอเบอรี่ 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 บางพันธุ์มีลักษณะใบเป็นแฉก ๆ มาก เนื้อใบน้อย ผลผลิตใบต่ำ แต่ก็สามารถทนทานต่อโรครากเน่าได้ดีกว่าพันธุ์หม่อนน้อย ซึ่งได้แก่พันธุ์หม่อนไผ่ หม่อนส้ม และหม่อนส้มใหญ่ เป็นต้น (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ, 2540)

ความสำคัญของคุณค่าอาหารต่อการเจริญเติบโตของไหม

หนอนไหมเป็นแมลงที่กินใบหม่อนเพียงอย่างเดียวเป็นอาหาร (Horie and Watanabe, 1980 : Chauhan and Singh, 1992) ดังนั้น คุณภาพของใบหม่อนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตและความต้านทานโรคของหนอนไหม โดยเฉพาะส่วนประกอบของสารอาหาร ภายในใบหม่อนซึ่งเป็นตัวให้สารอาหารแก่หนอนไหมจะมีปริมาณเปลี่ยนแปลงไปได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น พันธุ์หม่อน ฤดูกาล อุณหภูมิ ความยาวของแสง ธาตุอาหารในดิน ชนิดปุ๋ย ระดับน้ำใต้ดิน และวิธีการเลี้ยง เป็นต้น (Ito and Kobayashi, 1975) ดังนั้นการนำใบหม่อนไปเลี้ยงไหมควรเลือกใช้ใบหม่อนให้เหมาะสมกับอายุหรือวัยของหนอนไหม เนื่องจากใบหม่อนอายุต่างกันจะมีปริมาณสารอาหารในใบแตกต่างกัน ดังตารางที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบของสารอาหารในใบหม่อน (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 การให้ผลผลิต และคุณภาพใบ ดังนั้นจึงควรใส่ปุ๋ยให้เพียงพอกับความต้องการของต้นหม่อนโดยเฉพาะปุ๋ย N ซึ่งมีบทบาทมากในการเพิ่มผลผลิตหม่อน เมื่อเปรียบเทียบผลผลิตหม่อนโดยการใส่ปุ๋ย N-P-K และขาด N หรือ P หรือ K พบว่า หม่อนจะให้ผลผลิตต่างกันคือ ดินที่ขาดปุ๋ย N มีผลผลิตเพียง 41% และถ้าดินขาด P ให้ผลผลิต 91% และถ้าขาด K ให้ผลผลิตสูงถึง 97% (JOCV, 1975) นอกจากนี้การนำใบหม่อนที่ปลูกในดินที่ขาดธาตุฟอสฟอรัสไปใช้เลี้ยงไหม ปรากฏว่า การเจริญเติบโตของหนอนลดลง ไม่มีการสร้างรังและมีอาการของโรค Flacherie การนำใบหม่อนต่างพันธุ์มาใช้เลี้ยงไหมพบว่า หนอนไหมมีการเจริญเติบโตต่างกัน ดังการทดลองของ พรรณนภา และ เลิศลักษณ์ (2535) เปรียบเทียบทางอ้อมถึงคุณค่าทางอาหารของใบหม่อนพันธุ์พื้นเมืองจำนวน 7 พันธุ์ โดยวัดการเจริญเติบโตและลักษณะทางเศรษฐกิจของหนอนไหมพันธุ์ลูกผสมต่างประเทศ ปรากฏว่า หม่อนปล้องและหางปลาหลด มีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับหม่อนน้อย แต่เมื่อพิจารณาจากอัตราการเจริญเติบโต การเข้าจ่อ น้ำหนักเปลือกรัง ปรากฏว่า พันธุ์หางปลาหลดและพันธุ์ปล้องดีกว่าพันธุ์หม่อนน้อย

การเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียม

1. วิธีการเลี้ยงและการให้อาหาร สำหรับการเลี้ยงในการทดลองซึ่งมักปฏิบัติในห้องเลี้ยงไหมที่มีขนาดไม่ใหญ่นัก ไม่ค่อยมีปัญหากับวิธีการให้อาหาร เพียงแต่ใช้มีดที่สะอาดตัดอาหารเทียมที่มีขนาดพอเหมาะก็จะใช้เลี้ยงไหมได้ แต่การเลี้ยงไหมในระดับใหญ่ซึ่งมีระบบการให้อาหารด้วยเครื่องจักรเข้ามาเกี่ยวข้อง ควรพิจารณาเลี้ยงไหมในปริมาณมาก ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรสูงสุด แต่การจะให้อาหารด้วยวิธีการใดนั้นจะขึ้นอยู่กับวิธีการทำงานของเครื่องจักรเพราะมีเครื่องจักรให้อาหารได้หลายแบบด้วยกัน บางแบบจะตัดอาหารให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรยลงบนภาชนะที่ใช้เลี้ยงไหม บางแบบจะตัดอาหารให้อยู่ในรูปแท่ง นอกจากวิธีการให้อาหารจะขึ้นอยู่กับชนิดหรือลักษณะของอาหารเทียมนั้น อาหารเทียมบางชนิดมีลักษณะเป็นแผ่นใหญ่ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องตัดให้เป็นชิ้นเล็ก หรือบางชนิดเป็นก้อนแข็งและแห้ง เพียงแต่ได้รับการเติมน้ำก็จะอยู่ในรูปที่นำไปใช้เลี้ยงไหมได้ทันที

การเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมจะต้องมีการเตรียมการให้ได้มาตรฐาน พื้นที่สำหรับการเลี้ยงต้องกำหนดแน่นอน ปริมาณอาหารที่ใช้กับไหมแต่ละวัยจะอยู่ในพิกัดมาตรฐาน นอกจากนี้สภาพแวดล้อมในสถานที่เลี้ยงไหมก็ควรได้รับการปรับปรุงให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดด้วย หากมีการใช้พันธุ์ไหมหรืออาหารเทียมที่แตกต่างกันไปจากเดิมก็จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานต่าง ๆ ตามไปด้วย ดังนั้นเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดจึงควรมีมาตรฐานสำหรับอาหารแต่ละชนิดและไหมแต่ละพันธุ์แสดงไว้โดยเฉพาะ

2. การเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียมและเลี้ยงไหมวัยแก่ด้วยใบหม่อน เท่าที่มีการปฏิบัติกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันเป็นการเลี้ยงไหมวัยอ่อน (วัย 1-3) ด้วยอาหารเทียม จากนั้นก็จะเลี้ยงไหมวัยแก่ด้วยใบหม่อนตามปกติ ระยะเวลาของการเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียมจะมากกว่าระยะเวลาการเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยใบหม่อน 1 วัน แต่น้ำหนักตัวของหนอนไหมไม่มีความแตกต่างกัน และการเจริญเติบโตของหนอนไหมก็จะเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้ย่อมขึ้นอยู่กับความชำนาญและทักษะของผู้ดำเนินการด้วย ในด้านผลผลิตนับว่าไม่มีความแตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นการเลี้ยงด้วยอาหารเทียมหรือใบหม่อน ในการเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียมปกติในแต่ละวัยจะให้อาหารเพียง 1-2 ครั้ง ซึ่งนับว่าเกิดประสิทธิภาพในการทำงานอย่างยิ่งตลอดการเลี้ยงไหมตั้งแต่วัย 1 จนถึงวัย 3 อาจไม่ต้องทำการถ่ายกากเลยก็ได้ โดยทั่ว ๆ ไปไหมวัย 1-3 จำนวน 1 กล่อง จะต้องการอาหารไม่เกิน 15 กิโลกรัม (น้ำหนักสด)

3. การเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมตลอดระยะเวลาการเป็นตัวหนอน ได้มีการทดลองเลี้ยงไหมตลอดระยะเวลาที่เป็นหนอนด้วยอาหารเทียมทั้งชนิดที่มีส่วนผสมของใบหม่อนและไม่มีส่วนผสมของใบหม่อน และจากการที่ได้มีการปรับปรุงส่วนผสมของอาหารเทียมให้ดีขึ้นกว่าเดิมปรากฏว่าสามารถเลี้ยงไหมได้และไหมที่ลี้ยงให้รังที่มีขนาดใหญ่ แต่ในด้านน้ำหนักเปลือกรังและเปอร์เซ็นต์เปลือกรังนั้นยังต่ำกว่าปกติ ส่วนผสมของอาหารเทียมจะมีอิทธิพลต่อผลผลิตรังไหมเป็นอย่างมาก จึงควรพิจารณาให้อาหารเทียมซึ่งประกอบด้วยส่วนผสมที่มีคุณค่าทางอาหารสูงในการเลี้ยงไหมวัย 5 นอกจากนี้การใช้ juvenile hormone ในการเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมก็ทำให้ผลผลิตรังไหมเพิ่มขึ้นเช่นกัน จากการวิเคราะห์สารโปรตีนต่าง ๆ ที่ประกอบอยู่ในเปลือกรังไหมที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารเทียมตลอดระยะเวลาการเป็นตัวหนอนกับส่วนที่ได้จากการเลี้ยงด้วยใบหม่อนปกติ ปรากฏว่า ไม่มีความแตกต่างกัน และคุณสมบัติในด้านการสาวเอาเส้นใยออกจากรังที่ได้จากการเลี้ยงหนอนไหมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งการค้นคว้าวิจัยในด้านนี้คงต้องดำเนินต่อไปอีก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่ยังได้ผลไม่สมบูรณ์

4. การเลี้ยงไหมพันธุ์แท้ด้วยอาหารเทียม การใช้อาหารเทียมกับไหมพันธุ์แท้จะมีปัญหามากกว่าการเลี้ยงไหมลูกผสม ในระยะวัยอ่อนของไหมพันธุ์แท้สายพันธุ์ญี่ปุ่น หรือไหมลูกผสมสามารถใช้อาหารเทียมได้อย่างดี ส่วนไหมวัยอ่อนของสายพันธุ์จีนมักจะไม่มีการยอมรับอาหารเทียม แต่เมื่ออยู่ในระยะวัยแก่เป็นไปในทางกลับกัน กล่าวคือ ไหมสายพันธุ์จีนจะมีการยอมรับอาหารเทียมได้ดีกว่าสายพันธุ์ญี่ปุ่นพ่อ-แม่พันธุ์ (จีนกับญี่ปุ่น) ซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารเทียม เมื่อนำไปผลิตเป็นไหมลูกผสมปรากฏว่า ลูกผสมที่ได้เมื่อนำไปเลี้ยงด้วยใบหม่อนจะทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่แตกต่างจากลูกผสมที่เกิดจากพ่อแม่พันธุ์ที่เลี้ยงมาด้วยใบหม่อน จากผลดังกล่าวจึงเกิดแนวความคิดในการที่จะเลี้ยงไหมพันธุ์แท้เพื่อการผลิตไข่ไหม เพราะการเลี้ยงไหมพันธุ์แท้ด้วยอาหารเทียมสามารถที่จะหลีกเลี่ยงการติดเชื้อโรคเพบบรินจากใบหม่อนได้ อย่างไรก็ตามต้องคำนึงเสมอว่าอาหารเทียมที่ใช้ในการเลี้ยงไหมพันธุ์แท้กับลูกผสมนั้นย่อมมีส่วนผสมหรือส่วนประกอบของสารอาหารแตกต่างกัน

ชนิดของอาหารเทียม อาหารเทียมสำหรับใช้เลี้ยงแมลงจัดแบ่งตามส่วนประกอบในสูตรอาหารเทียมได้ 3 ชนิด คือ

1. Oligidic diet เป็นอาหารเทียมที่เกิดจากส่วนผสมที่ได้จากธรรมชาติ

2. Holidic diet เป็นอาหารเทียมที่เกิดจากสารเคมีบริสุทธิ์ล้วน ๆ

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

อาหารเทียมกับพันธุ์ไหมไทย

1. อาหารเทียมกับไหมลูกผสม ปัจจุบันได้มีการอนุญาตให้ผลผลิตไข่ไหมลูกผสมที่จะใช้เลี้ยงด้วยอาหารเทียมแล้ว แต่ในหมู่ของไหมลูกผสมเหล่านี้ก็จะมีความแตกต่างกันในความเหมาะสมที่จะเลี้ยงด้วยอาหารเทียม ซึ่งมีสาเหตุจากกรรมพันธุ์พ่อ-แม่พันธุ์ที่เหมาะกับการเลี้ยงด้วยอาหารเทียมก็จะให้ลูกผสมที่ไม่มีความเหมาะสมกับการใช้อาหารเทียมเลี้ยงไปด้วย ซึ่งความเหมาะสมของการใช้อาหารเทียมเพื่อเลี้ยงไหมนั้นจะสังเกตได้จากพฤติกรรมกินอาหารของหนอนไหม

2. อาหารเทียมกับไหมพันธุ์แท้ ปัญหาของการเลี้ยงไหมพันธุ์แท้ด้วยอาหารเทียมนั้นจะอยู่ที่ไหมวัยอ่อนของสายพันธุ์จีนมักจะไม่ยอมรับอาหารเทียม ไหมพันธุ์จีนบางพันธุ์ในระยะที่เป็นวัยอ่อนจะไม่มีการยอมรับอาหารเทียมโดยสิ้นเชิง ซึ่งพอจะอนุมานได้ว่าไหมสายพันธุ์จีนและสายพันธุ์ญี่ปุ่นมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้องการสารอาหารที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามยังไม่ได้มีการศึกษาในเรื่องดังกล่าวนี้อย่างละเอียด

3. การสร้างพันธุ์ไหมให้เหมาะกับการเลี้ยงด้วยอาหารเทียม ความพยายามในอันที่จะสร้างพันธุ์ไหมให้เหมาะสมกับวิธีการเลี้ยงด้วยอาหารเทียม อาจกระทำได้โดยวิธีการคัดเลือกหรืออาจด้วยวิธีการผสมข้ามพันธุ์ (cross breeding) นอกจากจะพิจารณาถึงลักษณะในด้านความเหมาะสมที่จะใช้เลี้ยงด้วยอาหารเทียมแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงคุณลักษณะในด้านอื่นด้วย

การศึกษาพันธุกรรมต่อพฤติกรรมการกินอาหารของหนอนไหมโดยใช้อาหารเทียมต้นทุนต่ำที่ออกแบบโดยวิธี linear programming method ร่วมกับการปรับปรุงพันธุ์ซึ่งเป็นการพัฒนาอาหารเทียมต้นทุนต่ำสำหรับใช้เลี้ยงหนอนไหม โดยอาหารเทียมชนิดใหม่นี้ประกอบด้วย วัตถุดิบ อาหารสัตว์และอาหารสัตว์ปีก และมีแป้งหม่อนเพียงเล็กน้อย หรือไม่มีเลยขึ้นอยู่กับความต้องการสารอาหารของหนอนไหมที่นำไปใช้ในการเจริญเติบโตและราคาวัตถุดิบในท้องตลาด

ส่วนประกอบของอาหารที่เลือกใช้มีหลายชนิด เช่น soybean, meal rice, bran fishmeal, gluten meal, yeast เป็นต้น การเลือกขึ้นอยู่กับราคาจึงเลือกตัวที่มีราคาต่ำสุดมาใช้ ซึ่งผลจากการศึกษา พบว่า

1. สามารถคัดเลือกได้อย่างรวดเร็ว จากหนอนที่มีความสามารถในการกินอาหารเทียมชนิดใหม่ได้สูง

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

3. การปรับปรุงพันธุ์หนอนชนิดที่ใช้เลี้ยงเพื่อการค้าที่มีความสามารถในการกินอาหารได้สูง ซึ่งอาจเป็นไปได้ในทางทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัติยังต้องหาวิธีการคัดเลือกที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากลูกผสมข้ามระหว่างสายพันธุ์ที่กินอาหารได้สูง โดยการคัดเลือกและเลี้ยงหลาย ๆ ชั่วเพื่อเพิ่มผลิตหนอนไหมสายพันธุ์เพื่อการค้าที่กินอาหารเทียม เพื่อให้เกิดการคัดเลือก การกลายพันธุ์ของยีนส์ และมีการปรับตัวได้ตามธรรมชาติ

เหตุผลการพัฒนาอาหารเทียมเพื่อใช้เลี้ยงไหมวัยอ่อน

การเลี้ยงไหมวัยอ่อน (1-3) ด้วยอาหารเทียมเพื่อลดปัญหาการขาดแคลนใบหม่อนอ่อนที่ใช้เลี้ยงหนอนไหมวัยอ่อน และการตายของหนอนไหมเนื่องจากโรคโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคเพบบรินจากแมลงในธรรมชาติ โดยหนอนไหมได้รับเข้าทางปากจากการกินสปอร์ที่ติดมากับใบหม่อนเข้าไป ทำให้แสดงอาการเป็นโรคในวัย 4 และ 5 หนอนจะเริ่มตายมากในวัย 5 ซึ่งเป็นวัยที่กินอาหารเข้าไปกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ (พรรณี, 2530; ชาญชัย, 2537) การใช้อาหารเทียมก็เป็นเหตุผลหนึ่งที่สามารถลดการเกิดโรคเพบบรินได้ โดยการเลี้ยงในสภาพที่ปลอดเชื้อและการใช้อาหารเทียมเลี้ยงไหมทำให้หนอนไหมได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โภชนะครบถ้วน เพิ่มความแข็งแรงให้กับหนอนไหมเพิ่มขึ้น เนื่องจากไหมวัยอ่อนเริ่มตั้งแต่หนอนไหมแรกฟักออกจากไข่ไหมไปจนหนอนไหมนอนครั้งที่ 3 ใช้เวลาประมาณ 10-11 วัน ช่วงนี้หนอนไหมจะอ่อนแอและมีความต้านทานโรคน้อยจึงมีโอกาสติดเชื้อและตายได้ง่าย (พรรณี, 2530) หากมีการขาดแคลนใบหม่อนอ่อนในช่วงที่มีการเลี้ยงไหมก็สามารถใช้อาหารเทียมทดแทนได้ การพัฒนาอาหารเทียมสำหรับใช้เลี้ยงไหมในประเทศไทยจึงควรจะได้มีการคัดเลือกพันธุ์ไหมที่สามารถยอมรับและใช้ประโยชน์จากส่วนประกอบของอาหารที่ผลิตขึ้นควบคู่ไปด้วย เนื่องจากพันธุ์ไหมต่างกันมีความสามารถในการยอมรับอาหารต่างกัน (Shinbo and Yanakawa, 1994)

การพัฒนาอาหารเทียมในญี่ปุ่นและการพัฒนาอาหารเทียมราคาถูก

ประเทศญี่ปุ่นเริ่มมีการพัฒนาอาหารเทียมเพื่อใช้เลี้ยงไหมครั้งแรกในปี ค.ศ. 1929 โดย Yakana (Ito, 1980 : Ito and Tanaka, 1961) ต่อมา Fukuda *et.al.* (1960) ได้ทดลองศึกษาเพิ่มเติม พบว่า การเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมต้องมีใบหม่อนป่นผสมอยู่อย่างน้อย 50% หนอนไหมจึงจะยอมกินอาหารเทียม

Ito and Horie (1962) ได้ทดลองเลี้ยงหนอนไหมในอาหารเทียมที่ไม่มีใบหม่อนป่นผสมอยู่ พบว่า หนอนไหมวัย 1 จะมีอัตราการตายสูงมาก เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมที่เติมใบหม่อนป่น 8% พบว่า ในกลุ่มหลังหนอนไหมมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าและมีอัตราการตายต่ำกว่า อย่างไรก็ตามการเลี้ยงหนอนไหมด้วยอาหารเทียมครั้งแรกนั้นยังไม่ประสบผลสำเร็จเนื่องจากมีจำนวนหนอนตายสูง หนอนโตช้าและเล็ก ต่อมามีผู้ทำการทดลองค้นคว้าศึกษาในด้านโภชนะที่ใช้ในการประกอบอาหาร ความต้องการอาหาร ระบบที่ใช้เลี้ยง การควบคุมโรค และมีการพัฒนาวิธีการเลี้ยงจนกระทั่งในปี ค.ศ.1977 ได้มีการผลิตอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงไหมวัยอ่อนภายในโรงเรือนแบบสหกรณ์ (cooperative rearing houses) (Shinbo and Yanakawa, 1994) และในปี ค.ศ.1979 สามารถเลี้ยงไหมวัยอ่อนภายในโรงเรือนสหกรณ์ได้ถึง 120,000 กล่อง จนกระทั่งถึงปี ค.ศ.1980 ประเทศญี่ปุ่นสามารถเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมได้ถึง 50% (Ito, 1980)

การใช้อาหารเทียมเลี้ยงไหมจากวัย 1-3 ซึ่งเป็นระยะที่สำคัญมาก แต่ยังมีข้อจำกัดทางการเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมคือ ขนาดลำตัวของหนอนไหมจะแตกต่างกันและต้นทุนค่าอาหารเทียมสูง ในการเลี้ยงไหมวัยอ่อนนั้นคิดเป็นต้นทุนค่าอาหารเทียมประมาณ 35% และอีก 50% เป็นค่าใช้จ่ายสำหรับการเลี้ยง ดังนั้นจึงได้มีการคิดพัฒนาอาหารเทียมให้มีต้นทุนต่ำลง โดยการหาวัตถุดิบที่มีราคาถูกมาทดแทนวัตถุดิบที่มีราคาแพง เช่น การใช้เลือดป่นและอาหารไก่ทดแทนโปรตีนจากแป้งถั่วเหลือง (Matsura, 1994) การใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์พวกปลาป่น รำข้าว ยีสต์ เพื่อลดปริมาณหม่อนป่นและวุ้น ซึ่งมีราคาสูงประมาณ 60% ของต้นทุนในส่วนประกอบทั้งหมดของอาหาร (Shinbo and Yanakawa,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

1994) การทดลองเลี้ยงหนอนไหมวัย 1-4 โดยใช้อาหารเทียมที่ไม่มีวุ้นผสมในสูตรอาหาร (Yanakawa and Suzuki, 1991)

ประเทศญี่ปุ่นมีความสำเร็จในการเลี้ยงไหมโดยใช้อาหารเทียมและได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลเป็นอย่างดีมีการทำขายเป็นการค้าหลายชื่อ เช่น Silkmate Mayumisilk Vitasilk และ Morus เป็นต้น (Benchamin, 1986) ปัจจุบันนี้ประเทศญี่ปุ่นใช้อาหารเทียมเลี้ยงไหมมากกว่าใบหม่อนถึง 50% และใช้อาหารเทียมเลี้ยงไหมตั้งแต่วัย 1-5 และมีการพัฒนาอาหารเทียมแห้งอัดเม็ด สามารถนำมาใช้ได้ง่าย สะดวก โดยการนำอาหารเม็ดจุ่มน้ำร้อน อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปใช้เลี้ยงไหม ซึ่งอาหารชนิดนี้มีชื่อว่า Yuneri diet (Shinbo and Yanakawa, 1994)

ปัจจุบันประเทศญี่ปุ่นสามารถผลิตอาหารเทียมที่สามารถนำไปใช้เลี้ยงไหมได้โดยที่ผลผลิตรังไหมจากการเลี้ยงด้วยอาหารเทียมไม่มีความแตกต่างกับผลผลิตรังไหมที่ได้จากการเลี้ยงด้วยใบหม่อนแต่อย่างไร

เหตุผลการพัฒนาอาหารเทียมเพื่อใช้เลี้ยงไหมในประเทศไทย

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีผลผลิตทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก เช่น ข้าว ข้าวโพด กากถั่วเหลือง และปลาป่น เป็นต้น สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นอาหารให้กับสัตว์เลี้ยง เช่น สุกร ไก่ กุ้ง และปลา ดังนั้นถ้าหากได้มีการนำวัตถุดิบอาหารสัตว์มาใช้ในการผลิตอาหารเทียมให้กับหนอนไหมและมีการพัฒนาต่อเนื่องอย่างจริงจังก็จะสามารถทำให้มีอาหารเทียมใช้ทดแทนใบหม่อนได้ในบางช่วง เช่น หน้าแล้ง ประเทศไทยจะมีปัญหาการขาดแคลนน้ำในบางพื้นที่ที่ปลูกหม่อนทำให้เกษตรกรไม่สามารถเลี้ยงไหมได้ นอกจากนี้ใบหม่อนที่เกษตรกรปลูกได้ยังมีคุณภาพไม่สูงเพียงพอกับความต้องการของไหมพันธุ์แท้และพันธุ์ลูกผสมต่างประเทศทำให้หนอนไหมเป็นโรค ประเทศไทยในเขตภาคเหนือตอนบนมีความเหมาะสมต่อการเลี้ยงไหมพันธุ์ต่างประเทศเป็นอย่างดี เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้หม่อนพันธุ์น้อยปลูกเป็นอาหารของหนอนไหม แต่หม่อนพันธุ์น้อยเมื่อปลูกในเขตภาคเหนือจะประสบปัญหาหม่อนมีการพักตัวในขณะที่มีอากาศหนาวเย็น ซึ่งเริ่มจากเดือนตุลาคม-กุมภาพันธ์ ทั้งที่อุณหภูมิในช่วงนี้เหมาะแก่การเลี้ยงไหมเป็นอย่างยิ่งโดยเฉพาะไหมลูกผสมต่างประเทศที่ให้ผลผลิตสูง แต่กลับประสบปัญหาขาดแคลนใบหม่อนอ่อนเพื่อเลี้ยงไหมวัยอ่อน (สมบูรณ์ และคณะ, 2533)

การพัฒนาอาหารเทียมเพื่อใช้เลี้ยงไหมในประเทศไทย เริ่มตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 โดยฉวีวรรณ (2524) ทดลองเลี้ยงไหมวัยอ่อน (*Bombyx mori* L.) ด้วยอาหารเทียมตั้งแต่เริ่มฟักจากไข่ พบว่าได้ผลน้ำหนักดักแด้ต่ำกว่าการใช้อาหารเทียมเลี้ยงไหมในช่วงวัย 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ และไหมวัย 5 ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมจะให้เปอร์เซ็นต์เส้นใยสูงใกล้เคียงกับเปอร์เซ็นต์เส้นใยของหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารธรรมชาติ ต่อมา กรรณิการ์ (2525) ได้มีการทดลองปรับปรุงสูตรอาหารเทียมเพื่อเลี้ยงไหมป่าอีรี่ พบว่า สูตรที่ปรับปรุงให้ผลการเจริญเติบโตดีกว่าสูตรเบื้องต้น และใกล้เคียงกับการเลี้ยงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

102912

อาหารธรรมชาติ อายุหนอนนานกว่า 2 วัน แต่มีน้ำหนักดักแด้ น้ำหนักเปลือกรัง และจำนวนไข่มากกว่า และหลังจากนั้น พรทิพย์ และ ธีระ (2533) พบว่า สามารถใช้อาหารเทียมที่มีใบหม่อนเป็นส่วนประกอบเลี้ยงไหมวัย 5 ได้ผลดีใกล้เคียงกับการเลี้ยงด้วยใบหม่อนโดยมีเปอร์เซ็นต์เปลือกรังจากการเลี้ยงด้วยอาหารเทียม เท่ากับ 18.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าเปอร์เซ็นต์เปลือกรังที่ได้จากการเลี้ยงด้วยใบหม่อน (20.20 เปอร์เซ็นต์) และจากการพัฒนาอาหารเทียมโดยทดแทนสารอาหารบางชนิด พบว่าการใช้ถั่วเขียวเป็นแหล่งโปรตีนในอาหารเทียม เมื่อนำมาเลี้ยงไหมมีผลให้อัตราการอยู่รอดสูงกว่าแต่ให้เปอร์เซ็นต์เปลือกรังต่ำกว่าอาหารเทียมที่ใช้โปรตีนจากถั่วเหลือง โดยมีอัตราการอยู่รอดวัย 1-5 จากการเลี้ยงด้วยถั่วเขียวเท่ากับ 78 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์เปลือกรังเท่ากับ 12.7 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการใช้ถั่วเหลืองมีอัตราการอยู่รอด 34 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์เปลือกรังเท่ากับ 12.8 เปอร์เซ็นต์ (พรทิพย์ และ ธีระ, 2534)

คุณสมบัติของอาหารเทียม

อาหารเทียมที่ใช้เลี้ยงไหมมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของรังไหม ดังนั้นควรมีสารอาหารต่าง ๆ ที่หนอนไหมต้องการครบถ้วน และอยู่ในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับความต้องการโภชนะต่าง ๆ ของหนอนไหม (Ito, 1960) ดังนี้

1. คาร์โบไฮเดรต โภชนะพวกคาร์โบไฮเดรตมีส่วนในการกระตุ้นให้หนอนไหมอยากกินอาหารโดยเฉพาะน้ำตาลซูโครสกระตุ้นการกินอาหารของหนอนไหมมากที่สุด ตามด้วยน้ำตาลฟรุคโตส ส่วนน้ำตาลกลูโคสเป็นตัวกระตุ้นที่ดีที่สุด (Ito, 1960) ส่วนอาหารพวกแป้งและ dextrin นั้น เมื่อหนอนไหมได้รับเข้าทางปากก็จะถูกย่อยด้วยเอนไซม์อะไมเลสในเนื้อเยื่อท่ออาหารและน้ำย่อยในหลอดอาหาร นอกจากหนอนใช้เป็นแหล่งพลังงานแล้วยังเก็บสะสมไว้ในรูปทรีฮาโลส (trehalose) เยื่อไขมัน (fat body) ไกลโคเจน (glycogen) ไขมัน และกรดอะมิโน (lipids and amino acid) (Yanakawa, 1973) ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูงขึ้น ในหนอนไหมวัย 5 จะมีการสะสมเยื่อไขมันในเลือดหลังจากได้รับคาร์โบไฮเดรต 6 ชั่วโมง และมีปริมาณทรีฮาโลส 20-35 เปอร์เซ็นต์ ของคาร์โบไฮเดรตที่เก็บสะสมทั้งหมด

Ito and Tanaka (1961) ทดลองใช้สารละลายน้ำตาลซูโครสในระดับ 5-20 เปอร์เซ็นต์ แล้วให้หนอนไหมลอกคราบใหม่ขึ้นวัย 5 กินทางปากปริมาตร 1.0 ไมโครเมตร พบว่า สารละลายน้ำตาลที่ระดับ 10 เปอร์เซ็นต์ และ 15 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลดีที่สุด

2. โปรตีน หนอนไหมได้รับโปรตีนจากแป้งถั่วเหลืองเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากนิยมใช้เป็นส่วนผสมอาหารสูตรอาหารเทียม

Ito (1960) ได้ศึกษาระดับโปรตีนในอาหารโดยใช้แป้งถั่วเหลืองที่ระดับ 40, 30, 20 และ 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ปริมาณแป้งถั่วเหลืองที่ระดับ 40 เปอร์เซ็นต์ หนอนไหมจะให้ผลผลิตน้ำหนักรังสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักเปลือกรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรังสูงกว่ามีระดับ 30, 20 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การเพิ่มปริมาณของแป้งถั่วเหลืองในอาหารทำให้ผลผลิตของเนื้อไหมเพิ่มขึ้นด้วย

Hamano (1989) ศึกษาการใช้ประโยชน์ของโปรตีนร่วมกับ pyridoxine (B_6) กับหนอนไหมวัยอ่อน พบว่า หนอนลูกผสมเจริญเติบโตในอาหารที่ประกอบด้วยโปรตีน 20-30 เปอร์เซ็นต์ โดยมีวิตามินบี 6 ประกอบอยู่ 1.5-10 กรัม น้ำหนักตัวหนอนสูงมากเมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ B_6 10 กรัม และน้ำหนักหนอนต่ำเมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีโปรตีน 10-20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ B_6 1 กรัม นอกจากนี้หนอนไหมยังได้รับโปรตีนจากใบหม่อนป่นและสามารถสะสมโปรตีนจากใบหม่อนย่อยเก็บเป็นองค์ประกอบของร่างกายได้ถึงร้อยละ 91 และยังสามารถเปลี่ยนโปรตีนให้อยู่ในรูปไกลโคเจนเพื่อเก็บไว้ใช้เป็นพลังงาน (Roeder, 1953)

การเติมกรดอะมิโนในอาหารเทียมเพื่อให้หนอนไหมใช้กรดอะมิโนเป็นอาหารได้อย่างมีระสิทธิภาพ แต่ถ้าเติมเข้าไปมากเกินความต้องการทำให้เกิดความเสียหายแก่หนอน ระดับกรดอะมิโนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหนอนไหม คือ ที่ระดับ 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร และที่ระดับกรดอะมิโน 25 หรือ 30 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร อัตราการผลิตเส้นไหมสูงกว่าระดับกรดอะมิโน 20 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร หนอนต้องการกรดอะมิโนที่จัดว่าเป็นโภชนะที่จำเป็น (essential amino acid) อยู่ 10 เปอร์เซ็นต์ คือ arginine histidtne isoleucine leucine lysine methionine phenylalanine tryptophane threonine และ valine (Tanaka, 1975)

3. ไขมัน หนอนไหมได้รับไขมันจากแป้งถั่วเหลืองซึ่งสกัดไขมันออกด้วย ethet 1 และในใบหม่อนมีไขมันเป็นองค์ประกอบใน dry matter ประมาณ 3-6 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพในการย่อยได้ของ crude lipid จากใบหม่อนประมาณ 58.5 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉลี่ยใบหม่อนวัย 1 ถึงวัย 5 และจะสะสมไขมันในร่างกายมากกว่าปริมาณการย่อยได้ของหนอน ส่วน sterol เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของหนอนไหมซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ได้สูงถ้ามีกรดไขมันอยู่ด้วย น้ำมันจากพืชหลายชนิดสามารถเติมลงไปในอาหารเทียมได้เพื่อให้หนอนไหมได้รับไขมันที่เพียงพอ (Tanaka, 1975)

4. วิตามิน หนอนไหมต้องการวิตามินบีทุกชนิดที่ต้องการมากเป็นพิเศษคือ choline inositol และกรดแอสคอร์บิก ส่วนวิตามินบี อื่น ๆ ก็มีความสำคัญ เช่น การเจริญเติบโตของหนอนจะต่ำลงเมื่อขาด folic acid ในใบหม่อนมี choline อยู่ในรูปของเอสเทอร์และมี acetyl choline อยู่เพียงเล็กน้อย สารทั้งสองชนิดเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเจริญเติบโตของหนอนวัย 1 และสามารถทดแทนได้ด้วย choline chloride ซึ่งเป็นสารที่ควรเติมให้กับอาหารเทียม หนอนไหมต้องการวิตามินเพื่อนำไปใช้เป็น cofactor ของ enzyme ส่วน Hamano (1989) พบว่า อัตราการตายของหนอนก่อนเข้าดักแด้สูงเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่มีวิตามินบี 6 ต่ำกว่า 0.1 มิลลิกรัม และหนอนเพศเมียต้องการวิตามินบี 6 สูงกว่าหนอนเพศผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. แร่ธาตุ ที่จำเป็นสำหรับหนอนไหมได้แก่ K, P, Mg, Ca, Zn และ Fe ปกติในใบหม่อนประกอบด้วยแร่ธาตุประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง หนอนทุกวัยสามารถดูดซึมแร่ธาตุไปใช้ประโยชน์ได้ประมาณ 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 การทดแทนแร่ธาตุในอาหารเทียมที่นิยมใช้ทั่วไป คือ 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) ใบหม่อนที่เหมาะสมควรจะเป็นใบหม่อนที่เติบโตมาพร้อม ๆ กันหรืออายุเท่ากัน รุ่นเดียวกัน มีการเจริญเติบโตเหมือน ๆ กัน (Shinbo and Yanakawa, 1994) การเติมหม่อนป่นในอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงไหมวัยอ่อนควรเติบในระดับไม่ต่ำกว่า 20-25 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารพบว่า ถ้าปริมาณหม่อนป่นในอาหารลดลงจากเกณฑ์นี้ มีผลทำให้ลดอัตราการอยู่รอดของหม่อน (Ito, 1980)

ใบหม่อนมีปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของหนอนไหม เช่น Chlorogenic acid จัดเป็น Gustatory stimulating โดยการ Active ในโมเลกุลของ Chlorogenic acid นี้ จะมีสารตัวอื่นร่วมอยู่ด้วย เช่น Caffeic acid propocatchuric acid และ DOPA ช่วยให้ปฏิกิริยาของ Chlorogenic acid มากขึ้นหรือน้อยลงได้ และ Chloromycetin ยังเป็นตัวชักนำให้โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และออกซิเจนของท่ออาหาร (gut) เพิ่มขึ้น (Ito, 1978)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

คาร์โบไฮเดรต ได้แก่ แป้งข้าวโพด เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้เป็นส่วนประกอบของวัสดุเจือปนอาหารในอุตสาหกรรมอาหารและใช้ในอุตสาหกรรมยา (อรพิน, 2532) ซึ่งได้จากเมล็ดของข้าวโพดที่มีชื่อ ทางพฤษศาสตร์ว่า *Zea mays* Linn ผ่านกรรมวิธีการบดเปียก (wet miling) แยกโปรตีนและไขมันออกแล้วอบแห้ง มีส่วนประกอบดังนี้ คือ 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) ส่วนประกอบในแป้ง ดังนี้ ความชื้น 13.3 ไขมัน 0.9 โปรตีน 71.0 คาร์โบไฮเดรต 74.0 และกาก 0.3 กรัม โดยน้ำหนัก ตามลำดับ (ศิริลักษณ์, 2519)

แป้งข้าวกล้อง เป็นแป้งที่ได้จากส่วนของ endosperm ของข้าว และยังคงมีเยื่อหุ้มผลอยู่และข้าวกล้องนี้เป็นผลที่ได้จากการนำข้าวเปลือกมาสีเอาเปลือกออก มีคุณภาพใกล้เคียงกับข้าวโพดเมื่อใช้เลี้ยงสุกร

อุทัย (2527) กล่าวว่า ข้าวแดง (ข้าวกล้อง) ที่บดละเอียดจะสามารถใช้ผสมในสูตรอาหารได้ โดยข้าวกล้องจะมีคุณภาพพอ ๆ กับปลายข้าว และสามารถใช้ผสมในสูตรอาหารเลี้ยงสุกรได้เป็นอย่างดีและไม่มีขีดจำกัดในการใช้ด้วย คุณค่าทางอาหารสัตว์ของข้าวกล้องเหนียวซึ่งวิเคราะห์โดยวิธี Proximate analysis ที่ห้องปฏิบัติการอาหารสัตว์ ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน พบว่า มีความชื้น 11.66 โปรตีน 7.31 ไขมัน 2.57 เยื่อใย 0.86 เถ้า 1.24 และคาร์โบไฮเดรต 76.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ดวงสมร และ อังคณา, 2527)

กรดซิตริก เป็นกรดประเภท Tricarboxylic มีการใช้มากกว่ากรดชนิดอื่น ๆ โดยมีการใช้กับอาหารถึง 60 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณกรดทั้งหมด มีคุณสมบัติดีกว่ากรดชนิดอื่น ๆ คือ สามารถละลายน้ำได้ดีจึงนิยมใสในอาหารประเภทน้ำผลไม้และน้ำหวานชนิดต่าง ๆ เพื่อช่วยปรับปรุงกลิ่น รส และความเป็นกรดด่างให้พอเหมาะ เป็นวัตถุกันเสียและช่วยทำปฏิกิริยากับโลหะที่อาจปนเปื้อนมาในวัตถุดิบเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนขึ้น ทำให้กรดแอสคอร์บิกที่มีอยู่ตามธรรมชาติในผักหรือผลไม้คงตัวขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อเนื่องไปถึงความคงตัวของสี กลิ่น และรสของผลิตภัณฑ์ เพราะกรดแอสคอร์บิกจัดเป็นวัตถุกันหืนตามธรรมชาติ การใช้กรดซิตริกร่วมกับกรดอะมิโนในบางชนิดจะช่วยให้การอุ้มน้ำของผลิตภัณฑ์ดีขึ้น ในผลิตภัณฑ์ขนมหวานกรดซิตริกจะช่วยป้องกันการตกผลึกของน้ำตาลและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ป้องกันการเกิด oxidations ของส่วนประกอบอื่น ๆ ด้วย นอกจากนี้ยังใช้สารเสริมฤทธิ์ วัตถุกันหืนชนิดอื่น ๆ ในผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมันหรืออาจมีไขมัน หรือน้ำมันของพืชหรือสัตว์ เช่น เป็นส่วนประกอบของนมผง และอาหารทะเล เป็นต้น (ศิวาพร, 2529)

กรดซอร์บิก เป็นวัตถุกันเสียที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นสารประกอบที่ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และไม่ทำให้กลิ่นและรสของอาหารเปลี่ยนแปลง และสามารถถูกย่อยสลายไปได้แบบเดียวกับกรดไขมันที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ อันตรายจากการได้รับวัตถุกันเสียชนิดนี้ค่อนข้างน้อย เมื่อความเป็นกรดของอาหารลดลงประสิทธิภาพของกรดซอร์บิกจะลดลงด้วย การเติมเกลือลงในน้ำตาลและอาหารจะช่วยเสริมประสิทธิภาพของกรดซอร์บิก แต่การมีเกลือแคลเซียมและแมกนีเซียมคลอไรด์ในอาหารจะทำให้ประสิทธิภาพของกรดซอร์บิกลดลง กรดซอร์บิกจะช่วยยืดอายุการเก็บของอาหารประเภทเนยเทียม เนยแข็ง เครื่องดื่มต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์เนื้อ และผลิตภัณฑ์ปลาต่าง ๆ เป็นต้น

กลไกของกรดซอร์บิกในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราเกิดขึ้นจากการที่กรดซอร์บิกไปยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ dehydrogenase เมื่อใส่กรดซอร์บิกในอาหารจะเกิดปฏิกิริยา oxidation ขึ้น (ศิวาพร, 2529)

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

กรดแอสคอร์บิกที่มีอยู่ในใบหม่อนสดมีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับปริมาณอาหารและปริมาณกรดแอสคอร์บิกในตัวหนอนขึ้นอยู่กับใบหม่อน เนื่องจากกรดแอสคอร์บิกไม่ได้สังเคราะห์ขึ้นในตัวหนอน (Ito and Arai, 1965) นอกจากนี้กรดแอสคอร์บิกยังมีผลเพิ่มอัตราการอยู่รอดของหนอน (Murthy, 1953)

Dadd (1957) กล่าวว่า การใส่กรดแอสคอร์บิกในอาหารสังเคราะห์เป็นสิ่งจำเป็นในการพัฒนาของตัวเต็มวัยในตั๊กแตนหนวดสั้น (locust) 2 species โดยระดับที่เหมาะสมกับการเจริญของหนอนมากที่สุด คือ ระดับ 4-10 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของน้ำหนักแห้งของอาหาร ส่วนอาหารเทียมสำหรับเลี้ยงหนอนไหมนั้นควรเติมในอาหารไม่ต่ำกว่า 20 มิลลิกรัม ต่อกรัมของน้ำหนักแห้งของอาหาร (Ito and Kobayashi, 1975) นอกจากช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารแล้วยังทำให้ความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์เอาหารลดลง และเป็นวัตถุกันหืนด้วย (ศิวาพร, 2529)

การทดสอบอิทธิพลของกรดแอสคอร์บิกต่อหนอนไหม พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 0.25, 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ จะช่วยเพิ่มน้ำหนักดักแด้ของหนอนไหมและหนอนไหมที่ลอกคราบวัย 5 จะให้รังที่น้ำหนักสูงขึ้น ซึ่งที่ระดับกรดแอสคอร์บิก 2 เปอร์เซ็นต์ จะให้น้ำหนักรังมากที่สุด ผลผลิตไหมเพิ่มขึ้น 29.85 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเติมกรดกรดแอสคอร์บิกลงไปจะทำให้ตัวเมียมีลูกดกขึ้น นอกจากนี้ยังมีการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะทางฟิสิกส์เพื่ออธิบายผลกระทบของกรดแอสคอร์บิก ซึ่งพบว่า กรดแอสคอร์บิกจะทำให้การกินอาหารและการเจริญเติบโตของหนอนดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มระดับฮอร์โมนในตัวอ่อนด้วย (Karaksy and Idriss, 1990)

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

Ito and Kobayashi (1975) กล่าวว่า หนอนไหมไม่สามารถย่อยเซลลูโลสได้เช่นเดียวกับแมลงที่กินพืชเป็นอาหาร เนื่องจากไม่มี enzyme สำหรับย่อย (Friend, 1958) แต่การเพิ่มขึ้นของระดับเซลลูโลสทำให้การกินอาหารของหนอนมีประสิทธิภาพและระดับความเข้มข้นของเซลลูโลสสูง 30 เปอร์เซ็นต์ จะกระตุ้นการกินอาหารได้มากกว่าที่ความเข้มข้น 14 เปอร์เซ็นต์

วุ้น เป็นสารสกัดได้จากสาหร่ายทะเลแดงซึ่งมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำและไม่ละลายที่อุณหภูมิต่ำกว่า 85 องศาเซลเซียส แต่ละลายในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 95-100 องศาเซลเซียส นำมาใช้ในอาหารเพื่อให้เกิดเจล นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมอบและขนมหวาน ในผลิตภัณฑ์เนื้อและปลา เพื่อช่วยให้เนื้อปลาจับกันได้ดีขึ้น (ศิวาพร, 2529) วุ้นจะช่วยรักษาความชื้นในอาหารเทียมและรักษาลักษณะทางฟิสิกส์ของอาหาร (Matsura, 1994)

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

น้ำ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญซึ่งมีผลต่อลักษณะทางกายภาพของอาหารเทียม อาหารที่อ่อนหรือแข็งจะมีผลต่อปริมาณการกินอาหารของหนอนไหม ปริมาณน้ำที่เติมลงในส่วนผสมมีผลให้คุณค่าทางอาหารแตกต่างและมีปริมาณเปลี่ยนแปลงไปตามส่วนประกอบของอาหาร อาหารเทียมสำหรับหนอนไหมวัยอ่อนควรเติมน้ำในระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ของอาหารแห้ง ส่วนหนอนไหมวัยแก่ควรใช้น้ำผสมในอัตราที่น้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. หนอนไหม (*Bombyx mori* L.) พันธุ์นางลาย
2. ใบหม่อนสด
3. กล่องเลี้ยงแมลง
4. ขนไก่หรือพู่กัน
5. ถาดใส่อาหาร
6. ครก
7. เครื่องปั่น
8. Hot plate
9. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (water bath)
10. บีกเกอร์ (beaker)
11. แท่งแก้ว (stirring rod)
12. เครื่องชั่ง 2 และ 4 ตำแหน่ง
13. กล้องจุลทรรศน์
14. ไม้บรรทัด
15. กระดาษฟลอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมี

1. CH3COOK
2. NaH2PO42H2O2
3. MgSO4
4. CaCO3
5. MnCl24H2O
6. FeCl26H20
7. ZnCl2
8. Biotin
9. Ca-pantothenate
10. Choline chloride
11. Inositol
12. Nicotinnic acid
13. Foric acid
14. Rivoflavin
15. Thiamine
16. Pyridoxine-HCl
17. Citric acid
18. Ascorbic acid
19. Sorbic acid
20. β-sitosteral
21. Cellulose power
22. Agar
23. Antiseptic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

1. การเตรียมอาหารเทียมและการเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียมและใบหม่อน

1.1 การเตรียมอาหารเทียมโดยใช้สูตรอาหารเทียมที่ปรับปรุงล่าสุดโดยเกรียงไกร (2550) โดยชั่งอาหารให้ได้สัดส่วน ดังนี้

ส่วนประกอบของเกลือแร่ (Salt-mixture) มีดังนี้

สารเคมี	**น้ำหนัก (กรัม)**
CH3COOK	32.00
NaH2PO42H2O2	10.92
MgSO4	3.60
CaCO3	8.40
MnCl24H2O	0.08
FeCl26H20	0.74
ZnCl2	0.21
รวม	55.95

ส่วนประกอบของ Vitamin B complex

สารเคมี	**น้ำหนัก (กรัม)**
Biotin	0.05
Ca-pantothenate	3.92
Choline chloride	39.22
Inositol	52.30
Nicotinnic acid	2.61
Foric acid	0.05
Rivoflavin	0.52
Thiamine	0.40
Pyridoxine-HCl	0.78
รวม	**100.00**

ส่วนประกอบของอาหาร 500 กรัม

สารเคมี	**น้ำหนัก (กรัม)**
ใบหม่อนบด	200.00
กากถั่วเหลืองสกัดไขมัน	120.00
Citric acid	8.00
Ascorbic acid	8.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมี	น้ำหนัก (กรัม)
Agar	40.00
น้ำตาล (Sucrose)	20.00
แป้งมันฝรั่ง (Potato starch)	20.00
Sorbic acid	0.80
β-sitosteral	0.80
Salt-mixture	16.00
Vitamin B complex	55.80
Cellulose power	60.00

ส่วนประกอบที่เป็นของเหลว

สารเคมี	ปริมาตร (มิลลิลิตร)
น้ำกลั่น	1648.20
Antiseptic	6.70
น้ำมันพืช	6.70

จากนั้นนำส่วนผสมทุกชนิด (ยกเว้น ผงวุ้น วิตามิน เกลือแร่ และกรดซิตริก) นำมาบดให้เข้ากันโดยใส่ทีละอย่าง เพื่อให้สารต่าง ๆ คลุกเคล้ากันอย่างดี เทใส่ถาดสำหรับใส่อาหารเทียมเพื่อผสมกับน้ำ แล้วต้มน้ำให้เดือดใส่ผงวุ้น เกลือแร่ และกรดซิตริก คนจนวุ้นละลายหมด เติมวิตามินลงไปคนให้เข้ากัน แล้วเทลงในถาดสำหรับใส่อาหารเทียมที่มีส่วนผสมของอาหารชนิดอื่นอยู่ คนให้เข้ากัน ปิดถาดใส่อาหารเทียมด้วยกระดาษฟลอยด์ นำไปนึ่งที่อุณหภูมิ 98 องศาเซลเซียส จนอาหารสุก ทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส อาหารที่เตรียมเสร็จใหม่ ๆ จะต้องทิ้งไว้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง จึงนำออกมาเลี้ยงหนอนไหมได้

1.2 การเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียม

นำไข่ของหนอนไหมพันธุ์นางลายมาฟักที่อุณหภูมิ 29 ±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80 เปอร์เซ็นต์ ใส่ในกล่อง ๆ ละ 100 ฟอง โดยแบ่งเป็น 2 วิธีการ แต่ละวิธีการทำการทดลอง 2 ซ้ำ ใช้ขนนกแยกหนอนไหมวัยแรกลงในกล่องเลี้ยงแมลง แล้วให้อาหารเทียมแก่หนอนไหมวันละ 2 ครั้ง เช้าและเย็น ส่วนใบหม่อนสดสับละเอียดให้เลี้ยงเวลา 7.00, 11.00, 15.00 และ 18.00 น. ทำการเลี้ยงที่อุณหภูมิ 29 ±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70-80 เปอร์เซ็นต์ จนถึงวัย 3 เมื่อหนอนไหมนอนประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ทำการเปิดฝากล่องเลี้ยงเพื่อให้อาหารแห้ง และเริ่มเลี้ยงหนอนไหมใหม่เมื่อหนอนตื่นนอน 90 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 **การเลี้ยงไหมวัย 4** เมื่อหนอนไหมเริ่มเข้าวัย 4 ให้เลี้ยงด้วยใบหม่อนสดตามปกติจนเข้าดักแด้

1.4 บันทึกผล

1.4.1 การยอมรับอาหาร โดยสังเกตจำนวนหนีอาหารหลังจากให้อาหาร 12 และ 24 ชั่วโมง

1.4.2 นับจำนวนหนอนไหมที่รอดชีวิตหลังจากลอกคราบในแต่ละวัย แล้วคิดเป็นอัตราการอยู่รอดในแต่ละวัย

1.4.3 การเพิ่มน้ำหนักของหนอนไหมในแต่ละวัย (สุ่มชั่งครั้งละ 10 ตัว) โดยชั่งน้ำหนักก่อนให้อาหารมื้อแรกในแต่ละวัย

1.4.4 น้ำหนักรังสด น้ำหนักเปลือกรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง (สุ่มชั่งครั้งละ 10 ตัว)

- น้ำหนักเปลือกรัง ชั่งวันที่ 6 หลังจากหนอนเข้าจ่อสมบูรณ์
- เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง = น้ำหนักเปลือกรังเดี่ยว x 100/น้ำหนักรังสด

2. การศึกษาชีววิทยาของไหม

บันทึกข้อมูลของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยวิธีการข้างต้นโดยบันทึกทุกระยะการเจริญเติบโตของหนอนจากตัวอย่าง 20 ตัวอย่าง ทำการทดลอง 4 ซ้ำ

2.1 ระยะไข่ สังเกตวิธีการไข่ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของไข่ ขนาด อัตราการไข่ในแต่ละวันและจำนวนวันที่ฟักเป็นหนอน โดยนำผีเสื้อที่ออกจากดักแด้ มีตัวผู้และตัวเมีย อย่างละ 10 ตัว ใส่ในกล่องเลี้ยงแมลงเพื่อให้ผีเสื้อวางไข่ แล้วบันทึกข้อมูล ดังนี้

2.1.1 บันทึกวันที่ผีเสื้อเริ่มไข่และจำนวนไข่ในแต่ละวัน รวมทั้งวันที่สิ้นสุดการไข่

2.1.2 สังเกตวิธีการวางไข่ การเปลี่ยนแปลงของไข่จนกระทั่งฟักเป็นตัวหนอน

2.1.3 นำไข่จำนวน 10 ฟอง มาวัดขนาด ความกว้าง ความยาว โดยใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40 เท่า

2.2 ระยะหนอน จดบันทึกระยะเวลาในการลอกคราบ สี และขนาดของหนอน โดยนำหนอนที่ฟักออกจากไข่มาวัดขนาดโดยใช้ไม้บรรทัดวัดความยาวของลำตัว โดยทำการสุ่มหนอนจำนวน 10 ตัว การวัดขนาดลำตัวจะทำการวัดหลังจากลอกคราบแล้ว 1 วัน และวัดขนาดหนอนทุกวัยจนกระทั่งหนอนเข้าระยะดักแด้

2.3 ระยะดักแด้ จดบันทึกวิธีการเข้าดักแด้ ระยะเวลาการเข้าดักแด้ ขนาด และสีของดักแด้ รวมทั้งวันที่เป็นผีเสื้อ โดยใช้ไม้บรรทัดวัดความกว้างและความยาวของดักแด้ โดยสุ่มดักแด้ 10 ดักแด้

2.4 ระยะตัวเต็มวัย จดบันทึกระยะเวลาการฟักผีเสื้อออกจากดักแด้ วัดขนาด อายุไขของผีเสื้อตัวเต็มวัยเพศผู้และเพศเมีย โดยสุ่มตัวอย่าง 10 ตัว การวัดขนาดโดยการนำผีเสื้อเพศผู้และเพศเมียไปอบแห้ง แล้วกางปีกเพื่อวัดความกว้างของปีก สังเกต สี ช่วงเวลาที่ผสมพันธุ์ และการวางไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาทำการทดลอง

เริ่มทำการทดลองเดือนธันวาคม 2550

สิ้นสุดการทดลองเดือนกุมภาพันธ์ 2551

สถานที่ทำการทดลอง

ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติชุมพร จังหวัดชุมพร และห้องปฏิบัติการพิษวิทยา ชั้น 2 ภาควิชาเทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

1. การเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียมและอาหารธรรมชาติ (ใบหม่อน)

1.1 อัตราการอยู่รอดของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อน

จากการศึกษาอัตราการอยู่รอดของหนอนไหมพันธุ์นางลาย พบว่า หนอนไหมวัย 1 และวัย 4 ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรปรับปรุงมีอัตราการอยู่รอดเท่ากับ 88.75 และ 78.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนหนอนไหมวัย 1 และวัย 4 ที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนมีอัตราการการอยู่รอดเท่ากับ 98.89 และ 95.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

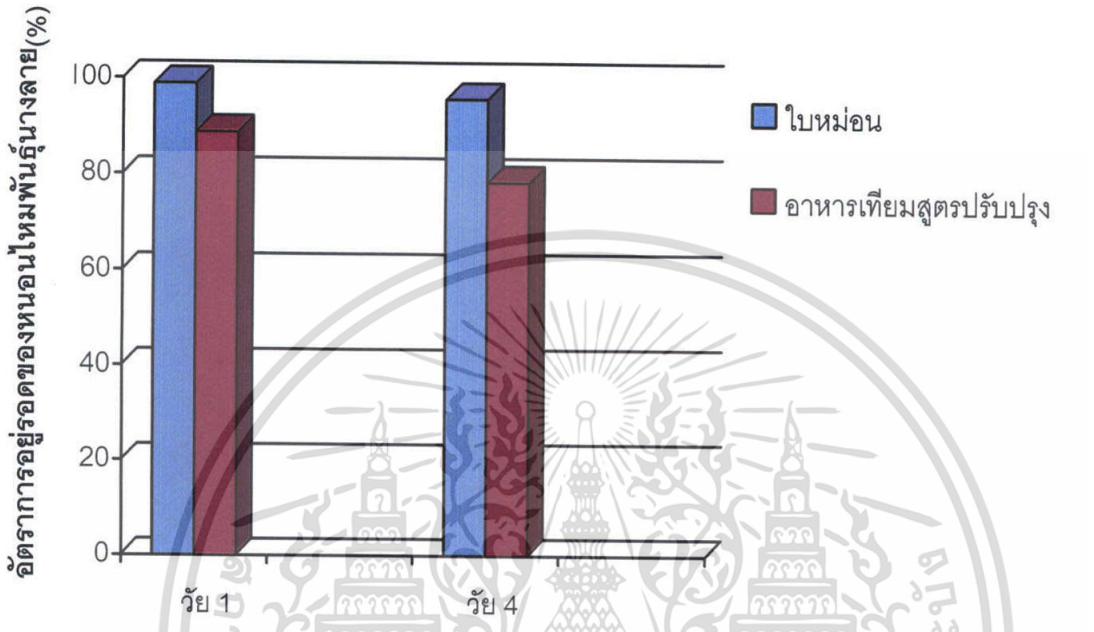
ตารางที่ 2 อัตราการอยู่รอดของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อนในวัยอ่อน

สูตรอาหาร	อัตราการอยู่รอดของหนอนไหมพันธุ์นางลาย[1/] (%)	
	วัยที่ 1	วัยที่ 4
ใบหม่อน	98.89a[2/]	95.79a
อาหารเทียมสูตรปรับปรุง	88.75b	78.42b

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

[2/] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2 อัตราการอยู่รอดของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อนในวัยอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 อายุของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อน

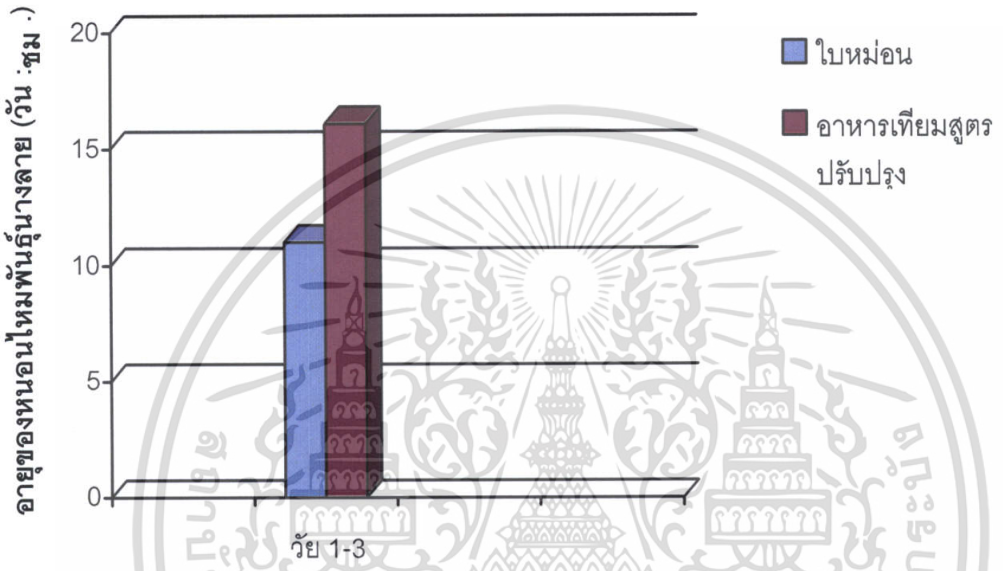
จากการศึกษาอายุของหนอนไหมพันธุ์นางลายตั้งแต่วัย 1-3 พบว่า หนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรปรับปรุงมีอายุของหนอนไหมวัย 1-3 นานที่สุด คือ 16 : 08 (วัน: ชม.) ส่วนหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนมีอายุของหนอนไหมวัย 1-3 เท่ากับ 11 : 00 (วัน: ชม.) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 อายุของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อน

สูตรอาหาร	อายุของหนอนไหมพันธุ์นางลายวัย 1-3 (วัน : ชม.)
ใบหม่อน	11 : 00a[1/]
อาหารเทียมสูตรปรับปรุง	16 : 08a

[1/] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 อายุของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 อัตราการเจริญเติบโตของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อน

จากการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของหนอนไหมพันธุ์นางลาย โดยศึกษาน้ำหนักตัวของหนอนไหม พบว่า หนอนไหมวัย 3 และวัย 5 ที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรปรับปรุงมีน้ำหนักตัวเท่ากับ 0.38 และ 1.59 กรัม ตามลำดับ ส่วนหนอนไหมวัย 3 และวัย 5 ที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนมีน้ำหนักตัวเท่ากับ 0.38 และ 1.54 กรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 4

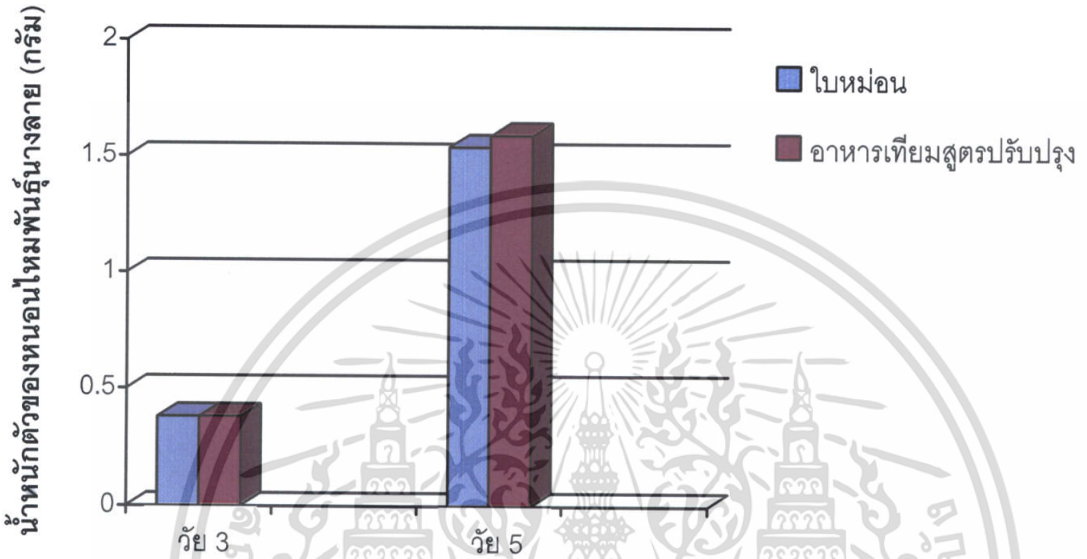
ตารางที่ 4 น้ำหนักตัวของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อนในวัยอ่อน

สูตรอาหาร	น้ำหนักตัวของหนอนไหมพันธุ์นางลาย[1/] (กรัม)	
	วัยที่ 3	วัยที่ 5
ใบหม่อน	0.38a[2/]	1.54a
อาหารเทียมสูตรปรับปรุง	0.38a	1.59a

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

[2/] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 น้ำหนักตัวของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อนในวัยอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ผลผลิตรังไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อน

จากการศึกษาผลผลิตรังไหมพันธุ์นางลาย พบว่า หนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรปรับปรุงมีน้ำหนักรังสด น้ำหนักเปลือกรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรังเท่ากับ 1.26, 0.14 และ 11.26 กรัม ตามลำดับ ส่วนหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยใบหม่อนมีน้ำหนักรังสด น้ำหนักเปลือกรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรังเท่ากับ 1.13, 0.14 และ 12.02 กรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 5

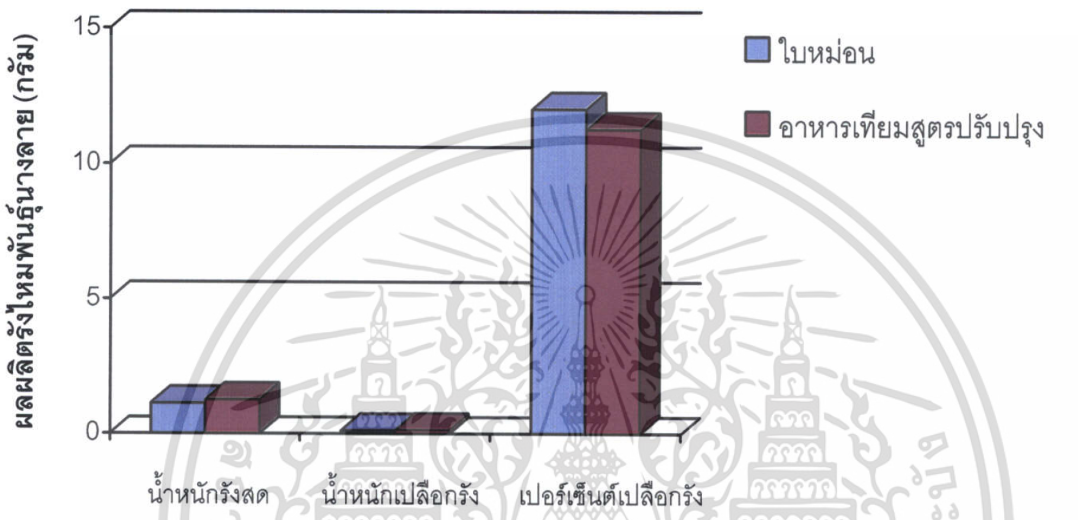
ตารางที่ 5 ผลผลิตรังไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อนในวัยอ่อน

สูตรอาหาร	ผลผลิตรังไหมพันธุ์นางลาย[1/] (กรัม)		
	น้ำหนักรังสด	น้ำหนักเปลือกรัง	เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง
ใบหม่อน	1.13a[2/]	0.14a	12.02a
อาหารเทียมสูตรปรับปรุง	1.26a	0.14a	11.26a

[1/] ค่าเฉลี่ยจาก 2 ซ้ำ

[2/] ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันตามแนวตั้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P \leq 0.05$) เมื่อทดสอบโดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 ผลผลิตรังไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมและใบหม่อนในวัยอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาความสามารถในการยอมรับอาหาร อัตราการอยู่รอด และอัตราการเจริญเติบโต ของหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรปรับปรุงกับการเลี้ยงด้วยใบหม่อน พบว่า มีอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการอยู่รอดใกล้เคียงกัน โดยหนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมมีอายุของหนอนไหมวัย 1-3 ยาวกว่าการเลี้ยงด้วยใบหม่อนประมาณ 1-4 วัน ซึ่ง Ito (1980) ได้กล่าวว่า การเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียมทำให้หนอนไหมมีระยะเวลานานกว่าการเลี้ยงด้วยใบหม่อน และจากการศึกษาผลผลิตรังไหม พบว่า หนอนไหมที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมมีคุณภาพรังไหมดีกว่าการเลี้ยงด้วยใบหม่อน ทั้งในด้านน้ำหนักเปลือกรังและน้ำหนักรังสด ซึ่งสอดคล้องกับ วันทนีย์ (2539) ที่รายงานว่า น้ำหนักเปลือกรังและน้ำหนักรังสดของหนอนไหมจากการเลี้ยงไหมวัยอ่อนด้วยอาหารเทียมมีคุณภาพของรังดีกว่าการเลี้ยงด้วยใบหม่อน แต่ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ

การพัฒนาอาหารเทียมควรนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาปรับปรุงเป็นอาหารเทียมสูตรใหม่ เพื่อให้มีอัตราการอยู่รอดสูงในหนอนไหมวัยอ่อนและให้ผลผลิตรังไหมมากที่สุดเท่ากับการเลี้ยงด้วยใบหม่อน และพัฒนาต่อไปเพื่อให้สามารถนำไปใช้กับหนอนไหมวัยแก่ได้ เนื่องจากในอนาคตที่ดินอาจมีราคาสูงขึ้นไม่คุ้มค่ากับการลงทุนซื้อที่ดินมาทำการเกษตร ดังนั้นถ้าสามารถดำเนินการเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมได้จะสามารถแก้ปัญหาเกษตรกรไม่มีที่ดินปลูกต้นหม่อนได้ นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาการขาดแคลนใบหม่อนในฤดูหนาว และช่วยลดปัญหาการเกิดโรคในหนอนไหมวัยอ่อนได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาชีววิทยาของหนอนไหมพันธุ์นางลายที่เลี้ยงด้วยอาหารเทียมสูตรปรับปรุงที่ประกอบด้วย หม่อนแห้งป่น และถั่วเหลืองสกัดไขมันเป็นองค์ประกอบหลักเปรียบเทียบกับอาหารธรรมชาติ พบว่า การเลี้ยงไหมด้วยอาหารเทียมสูตรปรับปรุงหนอนไหมมีความสามารถในการยอมรับอาหารที่ 12 และ 24 ชั่วโมง คือ 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีอัตราการอยู่รอดของหนอนไหมวัย 1 และวัย 4 เท่ากับ 88.75 และ 78.42 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีน้ำหนักตัวหนอนไหมวัย 3 และวัย 5 เท่ากับ 0.38 และ 1.59 กรัมต่อตัว ตามลำดับ มีผลผลิตรัง คือ น้ำหนักรังสดเท่ากับ 1.26 กรัมต่อรัง น้ำหนักเปลือกรังเท่ากับ 0.14 กรัมต่อรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรังเท่ากับ 11.26 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการเลี้ยงด้วยใบหม่อน คือ หนอนไหมมีความสามารถในการยอมรับอาหารที่ 12 และ 24 ชั่วโมง คือ 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีอัตราการอยู่รอดของหนอนไหมวัย 1 และวัย 4 เท่ากับ 98.89 และ 95.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีน้ำหนักตัวหนอนไหมวัย 3 และวัย 5 เท่ากับ 0.38 และ 1.54 กรัมต่อตัว ตามลำดับ มีผลผลิตรัง คือ น้ำหนักรังสดเท่ากับ 1.13 กรัมต่อรัง น้ำหนักเปลือกรังเท่ากับ 0.14 กรัมต่อรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรังเท่ากับ 12.02 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนรากหลังปักชำ 20 วัน ที่ท่อนพันธุ์สบู่ดำได้รับฮอร์โมน IBA

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	35.3333	11.7778	10.10	4.07	7.59
Ex.Error	8	9.3333	1.1667			
Total	11	44.6667	4.0606			

GRAND MEAN = 11.3333333333333

CV = 9.5305 %

LSD .05 = 2.03370084110497

LSD .01 = 2.95883188287389

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
0.75 กรัม.		13.6667	A
0.50 กรัม		12.0000	AB
0.25 กรัม		10.6667	AB
0 กรัม		9.0000	B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
0.75 กรัม.		13.6667	A
0.50 กรัม.		12.0000	AB
0.25 กรัม.		10.6667	BC
0 กรัม.		9.0000	C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนรากหลังปักชำ 25 วัน ที่ท่อนพันธุ์สบู่ดำได้รับฮอร์โมน IBA

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	15.3333	5.1111	2.19	4.07	7.59
Ex.Error	8	18.6667	2.3333			
Total	11	34.0000	3.0909			

GRAND MEAN = 16

CV = 9.5470 %

LSD .05 = 2.87608731130022

LSD .01 = 4.18442017754217

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
0.75 กรัม.		17.3333	A
0.50 กรัม		16.6667	A
0.25 กรัม		15.6667	A
0 กรัม		14.3333	A

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
0.75 กรัม.		17.3333	A
0.50 กรัม.		16.6667	A
0.25 กรัม.		15.6667	A
0 กรัม.		14.3333	A

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนรากหลังปักชำ 30 วัน ที่ท่อนพันธุ์สบู่ดำได้รับฮอร์โมน IBA

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	30.0000	10.0000	3.00	4.07	7.59
Ex.Error	8	26.6667	3.3333			
Total	11	56.6667	5.1515			

GRAND MEAN = 20.3333333333333

CV = 8.9791 %

LSD .05 = 3.4375818374097

LSD .01 = 5.00133870967456

NAME ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
0.75 กรัม.	22.6667	A
0.50 กรัม	20.6667	A
0.25 กรัม	19.6667	A
0 กรัม	18.3333	A

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
0.75 กรัม.	22.6667	A
0.50 กรัม.	20.6667	AB
0.25 กรัม.	19.6667	AB
0 กรัม.	18.3333	B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 4 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนรากหลังปักชำ 35 วัน ที่ท่อนพันธุ์สบู่ดำได้รับฮอร์โมน IBA

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	28.6667	9.5556	3.82	4.07	7.59
Ex.Error	8	20.0000	2.5000			
Total	11	48.6667	4.4242			

GRAND MEAN = 24.3333333333333

CV = 6.4978 %

LSD .05 = 2.97703319878477

LSD .01 = 4.33128637550863

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
0.75 กรัม.		26.6667	A
0.50 กรัม		24.3333	A
0.25 กรัม		24.0000	A
0 กรัม		22.3333	A

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
0.75 กรัม.		26.6667	A
0.50 กรัม.		24.3333	AB
0.25 กรัม.		24.0000	AB
0 กรัม.		22.3333	B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนรากหลังปักชำ 40 วัน ที่ท่อนพันธุ์สบู่ดำได้รับฮอร์โมน IBA

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	40.2500	13.4167	3.74	4.07	7.59
Ex.Error	8	28.6667	3.5833			
Total	11	68.9167	6.2652			

GRAND MEAN = 28.4166666666667

CV = 6.6615 %

LSD .05 = 3.56416070843548

LSD .01 = 5.18549834206463

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
0.75 กรัม.		31.0000	A
0.50 กรัม		29.0000	A
0.25 กรัม		27.6667	A
0 กรัม		26.0000	A

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
0.75 กรัม.		31.0000	A
0.50 กรัม.		29.0000	AB
0.25 กรัม.		27.6667	AB
0 กรัม.		26.0000	B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 6 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนรากหลังปักชำ 20 วัน ที่ท่อนพันธุ์สบู่ดำได้รับฮอร์โมน NAA

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	69.6667	23.2222	34.83	4.07	7.59
Ex.Error	8	5.3333	0.6667			
Total	11	75.0000	6.8182			

GRAND MEAN = 9.5

CV = 8.5947 %

LSD .05 = 1.53733333333332

LSD .01 = 2.23666666666665

NAME ID MEAN RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01

0.50 ซีซี. 13.0000 A

0.75 ซีซี. 10.0000 B

0.25 ซีซี. 8.6667 B

0 ซีซี. 6.3333 C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME ID MEAN RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

0.50 ซีซี. 13.0000 A

0.75 ซีซี. 10.0000 B

0.25 ซีซี. 8.6667 B

0 ซีซี. 6.3333 C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 7 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนรากหลังปักชำ 25 วัน ที่ท่อนพันธุ์สบู่ดำได้รับฮอร์โมน NAA

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	54.2500	18.0833	12.06	4.07	7.59
Ex.Error	8	12.0000	1.5000			
Total	11	66.2500	6.0227			

GRAND MEAN = 12.75

CV = 9.6058 %

LSD .05 = 2.306

LSD .01 = 3.355

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
0.50	ซีซี.	15.6667	A
0.75	ซีซี.	13.6667	AB
0.25	ซีซี.	11.6667	BC
0	ซีซี.	10.0000	C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
0.50	ซีซี.	15.6667	A
0.75	ซีซี.	13.6667	AB
0.25	ซีซี.	11.6667	BC
0	ซีซี.	10.0000	C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 8 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนรากหลังปักชำ 30 วัน ที่ท่อนพันธุ์สบู่ดำได้รับฮอร์โมน NAA

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	55.0000	18.3333	11.58	4.07	7.59
Ex.Error	8	12.6667	1.5833			
Total	11	67.6667	6.1515			

GRAND MEAN = 17.1666666666667

CV = 7.3299 %

LSD .05 = 2.36918978180773

LSD .01 = 3.44693482999347

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
0.50	ซีซี.	20.3333	A
0.75	ซีซี.	17.3333	AB
0.25	ซีซี.	16.6667	B
0	ซีซี.	14.3333	B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY

BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
0.50	ซีซี.	20.3333	A
0.75	ซีซี.	17.3333	B
0.25	ซีซี.	16.6667	BC
0	ซีซี.	14.3333	C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY

BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 9 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนรากหลังปักชำ 35 วัน ที่ท่อนพันธุ์สบู่ดำได้รับฮอร์โมน NAA

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	33.3333	11.1111	3.33	4.07	7.59
Ex.Error	8	26.6667	3.3333			
Total	11	60.0000	5.4545			

GRAND MEAN = 21

CV = 8.6940 %

LSD .05 = 3.4375818374097

LSD .01 = 5.00133870967456

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
0.50	ซีซี.	23.3333	A
0.75	ซีซี.	21.3333	A
0.25	ซีซี.	20.6667	A
0	ซีซี.	18.6667	A

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
0.50	ซีซี.	23.3333	A
0.75	ซีซี.	21.3333	AB
0.25	ซีซี.	20.6667	AB
0	ซีซี.	18.6667	B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 10 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนรากหลังปักชำ 40 วัน ที่ท่อนพันธุ์สบู่ดำได้รับฮอร์โมน NAA

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	3	39.3333	13.1111	3.15	4.07	7.59
Ex.Error	8	33.3333	4.1667			
Total	11	72.6667	6.6061			

GRAND MEAN = 24.3333333333333

CV = 8.3887 %

LSD .05 = 3.84333333333332

LSD .01 = 5.59166666666664

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
0.50	ซีซี.	27.0000	A
0.75	ซีซี.	24.6667	A
0.25	ซีซี.	23.6667	A
0	ซีซี.	22.0000	A

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	ID	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
0.50	ซีซี.	27.0000	A
0.75	ซีซี.	24.6667	AB
0.25	ซีซี.	23.6667	AB
0	ซีซี.	22.0000	B

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMON DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล : นายณัฐพล ผาเนตร

วันเดือนปีเกิด : 9 ตุลาคม 2529

ที่อยู่ในสำเนาทะเบียนบ้าน : 195/1 หมู่ 2 ตำบลลำภู อำเภอเมือง จังหวัดหนองบัวลำภู 39000

โทรศัพท์ : 084-9250735

ที่อยู่ปัจจุบัน : 195/1 หมู่ 2 ตำบลลำภู อำเภอเมือง จังหวัดหนองบัวลำภู 39000

โทรศัพท์ : 084-9250735 , 042-378370

การศึกษา : พ.ศ. 2535 - 2540 ระดับประถมศึกษาโรงเรียนหนองบัววิทยายน
จังหวัดหนองบัวลำภู

พ.ศ. 2541 – 2543 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จ
พระศรีนครินทร์หนองบัวลำภู จังหวัดหนองบัวลำภู

พ.ศ. 2544 – 2546 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จ
พระศรีนครินทร์หนองบัวลำภู จังหวัดหนองบัวลำภู

พ.ศ. 2547 - 2548 ระดับอนุปริญญาบัตร มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
จังหวัดอุดรธานี

พ.ศ. 2549 - 2550 ระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการผลิตพืช)
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อ – นามสกุล : นายอรรถชัย บุญหล่อ

วันเดือนปีเกิด : 14 พฤษภาคม 2528

ที่อยู่ในสำเนาทะเบียนบ้าน : 18/49 หมู่ 7 ตำบลชะแล อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี 71180

โทรศัพท์ : 081-7722395

ที่อยู่ปัจจุบัน : 18/49 หมู่ 7 ตำบลชะแล อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี 71180

โทรศัพท์ : 081-7722395

การศึกษา : พ.ศ. 2535 - 2540 ระดับประถมศึกษาโรงเรียนบ้านเหมืองสองท่อ จังหวัดกาญจนบุรี

: พ.ศ. 2541 - 2543 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียน บ้านเหมืองสองท่อ จังหวัดกาญจนบุรี

: พ.ศ. 2544 - 2546 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

: พ.ศ. 2547 - 2548 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

: พ.ศ. 2549 - 2551 ระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีการผลิตพืช) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

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

เกรียงไกร จิระกุล. 2550. การพัฒนาสูตรอาหารเทียมเพื่อเลี้ยงหนอนไหมวัยอ่อน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

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

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

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

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

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. ในรายงานผลการวิจัยไหมต่างประเทศลูกผสม 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. 2540. เล่ม 7. การปลูกหม่อนเลี้ยงไหม. [Online]. Available : 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. ในรายงานผลการค้นคว้าวิจัยไหมต่างประเทศลูกผสม ปี 2533. สถาบันวิจันหม่อนไหม. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ศิริลักษณ์ สินธวาลัย. 2519. ทฤษฎีอาหารเล่ม 2. หลักการถนอมอาหารและการควบคุมคุณภาพอาหาร. บีเอฟไอ, กรุงเทพฯ. 130 น.

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.

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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.

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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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