



ISSN 1686-4522

KOCH CHA SARN JOURNAL OF SCIENCE
Vol. 44 (1); January-June (2022), pp. 62-69
<https://science.srru.ac.th/kochasarn>

Research Article

The Optimal Timing for Applying Juvenile Hormone Analogue Pyriproxyfen to Hybrid Silkworm, *Bombyx mori* L., Leung Saraburi Strain (J108 x Nanglai Saraburi)

ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการให้ฮอร์โมนจูวีไนล์สังเคราะห์ไพริพ록ซีเฟนในหนอนไหมบ้านสายพันธุ์ลูกผสมเหลืองสระบุรี (J108 x นางลายสระบุรี)

คณิศรา แม่กนุสเซน^{1*}, ธิดาร์ตน์ กองศรี¹, จริญญาภรณ์ วิศรีสิทธิ์² และ สุวัฒน์ พรหมมา²
Kanitsara Magnussen^{1*}, Thidarat Kongsri¹, Jariyaporn Wisrisit² & Suwat Promma²

¹ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

¹Department of Biology, Faculty of Science, Mahasarakham University, Maha Sarakham 44150, Thailand

ศูนย์ความเป็นเลิศทางนวัตกรรมไหม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

²Center of Excellence for Silk Innovation, Mahasarakham University, Kantharawichai District, Maha Sarakham 44150, Thailand

Article Info

Received 20 September
2021

Revised 22 February 2022

Accepted 10 June 2022

Abstract

This research aimed to determine the optimal timing for applying Juvenile Hormone Analogue, Pyriproxyfen to increase silk yields in the hybrid silkworm, *Bombyx mori* L. Leung Saraburi Strain (J108 x Nanglai Saraburi). At a concentration level of 0.05 ppm, 50 µl, the pyriproxyfen solution was applied by utilizing a topical method on fifth instar silkworms in six different experimental groups divided into days: day 1, day 2, day 3, day 4, day 5 and day 6 of fifth instar larvae. The control group was topically applied with distilled water. Once spinning was complete, growth characteristics and silk yields data were collected from all groups and statistically analyzed. The results revealed that the percentage of normal cocoon and normal pupae in the day 5 and day 6 groups was significantly lower ($P < 0.05$) than in the control and other experimental groups. On the other hand, in the day 1, 2, 3, and 4 groups, percentage of normal cocoons and normal pupae were high but were not statistically different ($P > 0.05$) compared to the control group. In comparison, the silk yields characteristics, the cocoon weight, cocoon shell weight, silk filament weight and length of silk filament, in the day 3 and day 4 groups statistically significantly increased ($P < 0.05$) compared to the same characters of the day 1 and day 2 groups. The length of silk filament of the female cocoon on the day 3 and day 4 groups was 1099.65 and 1169.15 metres which were longer than in the day 1 and day 2 groups, 997.07 and 980.01 metres, respectively. In conclusion, the results indicated that

*Corresponding Author. Email: kanitsara.c@msu.ac.th

the silk yield was most significant in the day 3 and day 4 groups. Therefore, the third and the fourth day of the fifth instar are the optimal times for pyriproxyfen administration in the *Bombyx mori* L. Leung Saraburi Strain.

Keywords: Juvenile Hormone Analogue, Pyriproxyfen, Silkworm, Leung Saraburi Strain

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะหาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการให้ฮอร์โมนจูวีโนลสังเคราะห์ไพริพ록ซีเฟนเพื่อเพิ่มผลผลิตไหมในหนอนไหมบ้านสายพันธุ์ลูกผสมเหลืองสระบุรี (J108 x นางลายสระบุรี) โดยทำการทดสอบการให้สารละลายไพริพ록ซีเฟนที่ความเข้มข้น 0.05 พีพีเอ็ม ปริมาตร 50 ไมโครลิตรต่อหนอนไหมด้วยวิธีการหยดในหนอนไหมที่มีช่วงอายุที่แตกต่างกัน 6 กลุ่มประกอบด้วย กลุ่มวันที่ 1 (หนอนไหมวัยหatching วันที่ 1) กลุ่มวันที่ 2 (หนอนไหมวัยหatching วันที่ 2), กลุ่มวันที่ 3 (หนอนไหมวัยหatching วันที่ 3) กลุ่มวันที่ 4 (หนอนไหมวัยหatching วันที่ 4) กลุ่มวันที่ 5 (หนอนไหมวัยหatching วันที่ 5) และ กลุ่มวันที่ 6 (หนอนไหมวัยหatching วันที่ 6) ในกลุ่มควบคุมหยดเฉพาะน้ำกลั่น จากนั้นหลังหนอนไหมสร้างรังทำการเก็บข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตไหมของทุกกลุ่มและนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ จากผลการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์รังดี เปอร์เซ็นต์ดักแด้สมบูรณ์ในหนอนไหมในกลุ่มวันที่ 5 และ 6 ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองอื่น ส่วนในกลุ่มวันที่ 1-4 มีเปอร์เซ็นต์รังดีและเปอร์เซ็นต์ดักแด้สมบูรณ์อยู่ในเกณฑ์สูงและไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ในการเปรียบเทียบผลผลิตไหมระหว่างกลุ่มวันที่ 1-4 พบว่ากลุ่มวันที่ 3 และ 4 มีน้ำหนักรัง น้ำหนักเปลือกรัง เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง น้ำหนักเส้นใย และความยาวเส้นใยของรังไหมเพศเมียเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มวันที่ 1 และ 2 โดยความยาวของเส้นใยของรังไหมเพศเมียในกลุ่มวันที่ 3 และ 4 คือ 1099.65 และ 1169.15 เมตรซึ่งยาวกว่ากลุ่มวันที่ 1 และ 2 ที่มีความยาวเส้นใย 997.07 และ 980.01 เมตร ตามลำดับ จากผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่าผลผลิตไหมเพิ่มมากที่สุดในกลุ่มวันที่ 3 และ 4 ดังนั้นหนอนไหมวัยหatching วันที่ 3 และ 4 จึงเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการให้ฮอร์โมนจูวีโนลสังเคราะห์ไพริพ록ซีเฟนในหนอนไหมสายพันธุ์นี้

คำสำคัญ: ฮอร์โมนจูวีโนลสังเคราะห์, ไพริพ록ซีเฟน, หนอนไหม, สายพันธุ์เหลืองสระบุรี

1. บทนำ

ฮอร์โมนจูวีโนลสังเคราะห์ (Juvenile Hormone Analogues) เป็นสารเคมีที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นเพื่อเลียนแบบโครงสร้างหรือการทำงานของฮอร์โมนจูวีโนลของแมลง ในปัจจุบันฮอร์โมนจูวีโนลสังเคราะห์ถูกจัดอยู่ในกลุ่มของสารกำจัดแมลงประเภทสารควบคุมการเจริญเติบโตของแมลง (Insect Growth Regulator, IGR) ฮอร์โมนจูวีโนลสังเคราะห์นอกจากจะนำไปใช้ในการควบคุมและกำจัดแมลงแล้ว นักวิจัยยังพบว่าสามารถนำมาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตไหมในหนอนไหมบ้าน (Silkworm, *Bombyx mori* L.) [1-5] และในไหมป่า เช่นไหมมูก้า (*Antheraea assamensis* Helfer) [6] และไหมอีรี (*Samia cynthia ricini*) [7] เป็นต้น โดยพบว่าเมื่อให้ฮอร์โมนจูวีโนลสังเคราะห์ที่ความเข้มข้นต่ำ และในช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อหนอนไหม จะทำให้มีผลต่อการยืดระยะเวลาการกินอาหารของหนอนไหม และส่งผลต่อการเพิ่มน้ำหนักรังไหม น้ำหนักเปลือกรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรัง เป็นต้น [1-8]

อายุและวัยของหนอนไหมเป็นปัจจัยหนึ่งที่นักวิจัยจะต้องคำนึงถึงเมื่อทำการทดสอบฮอร์โมนจูวีโนลสังเคราะห์กับหนอนไหม สมโพธิ อัครพันธุ์ และ วันชัย เจริญสุข (2526) รายงานว่าการพ่นจูวีโนลสังเคราะห์ในหนอนไหมวัยหatching วันที่ 2 และ 3 ของสายพันธุ์ลูกผสม K1 x K8 ส่งผลให้ผลผลิตรังไหม เช่นน้ำหนักรังไหมและน้ำหนักเปลือกรังสูงกว่าการ

พ่นฮอร์โมนในหนอนไหมวัยหatching วันที่ 1 และในหนอนไหมวัยหatching ที่เพิ่งลอกคราบ [9] Nair (2003) พบว่าการให้จูวีโนลสังเคราะห์บาคูลิโอล (Bukuchiol) 1.25 พีพีเอ็มกับหนอนไหมวัยหatching วันที่ 2 ของสายพันธุ์ลูกผสม KA x NB4D2 และ PM x NB4D2 ส่งผลต่อการเพิ่มน้ำหนักรังไหม น้ำหนักเปลือกรัง และความยาวของเส้นใยสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการให้ฮอร์โมนในหนอนไหมวัยหatching วันที่ 1 3 และ 4 [10] Gangwar (2009) พบว่าการให้ 0.01 ไมโครลิตรของฮอร์โมนจูวีโนล R394 ต่อหนอนไหมวัยหatching วันที่ 2 และ 3 ของสายพันธุ์ลูกผสม KA x NB4D2 ส่งผลต่อการเพิ่มน้ำหนักรังไหม น้ำหนักเปลือกรัง และเปอร์เซ็นต์เปลือกรังมากที่สุด [4] Nair et al. (2012) พบว่าการให้ฮอร์โมนจูวีโนลสังเคราะห์ SB-515 ที่ความเข้มข้น 2.5 พีพีเอ็มกับหนอนไหมวัยหatching วันที่ 2 ของสายพันธุ์ลูกผสม CSR2 x CSR4 ให้ผลต่อการเพิ่มน้ำหนักรังไหมและน้ำหนักเปลือกรังมากที่สุด ในขณะที่เมื่อทดสอบความเข้มข้นเดียวกันในสายพันธุ์ลูกผสม CSR4 x CSR2 พบว่าการให้ฮอร์โมนในหนอนไหมวัยหatching วันที่ 3 ส่งผลต่อน้ำหนักรังไหมและน้ำหนักเปลือกรังมากที่สุด [5]

ไพริพ록ซีเฟน (Pyriproxyfen) เป็นหนึ่งในฮอร์โมนจูวีโนลสังเคราะห์ที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตไหม [11, 12] จากผลการศึกษาของคณะผู้วิจัยในปี 2015 พบว่าไพริพ록ซีเฟนที่ความเข้มข้น 0.05

พีพีเอ็ม เมื่อให้โดยวิธีการหยดลงบนหนอนไหมวัยหัววันที่ 3 (3 วันหลังการลอกคราบครั้งที่ 4) ส่งผลให้มีการเพิ่มลักษณะทางด้านเศรษฐกิจของหนอนไหมสายพันธุ์ลูกผสมเหลืองสระบุรี (J108 X นางลายสระบุรี) โดยพบว่าระยะเวลากินอาหารของหนอนไหมขยายออกไป 2-4 วัน ส่งผลให้น้ำหนักรังไหม น้ำหนักเปลือกรัง และความยาวของเส้นใยเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ให้ฮอร์โมน [13] อย่างไรก็ตามแม้จะทราบความเข้มข้นที่เหมาะสมของไพริพ록ซีเฟน ต่อหนอนไหมในสายพันธุ์นี้ แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าช่วงเวลาใดของหนอนไหมวัยห้าที่ เหมาะสมต่อการให้ไพริพ록ซีเฟนมากที่สุด เนื่องจากการทดลองข้างต้นมีการทดสอบในหนอนไหมวัยหัววันที่ 3 เท่านั้น

ดังนั้นเพื่อเป็นการเก็บข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปัจจัยที่ช่วยเสริมประสิทธิภาพของการใช้ฮอร์โมนจูว์โนลสังเคราะห์ในหนอนไหมงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะหาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการให้ฮอร์โมนจูว์โนลสังเคราะห์ไพริพ록ซีเฟนเพื่อเพิ่มผลผลิตไหมในหนอนไหมบ้านสายพันธุ์ลูกผสมเหลืองสระบุรี (J108 x นางลายสระบุรี) โดยจะทำการทดสอบการให้สารละลายไพริพ록ซีเฟนที่ความเข้มข้น 0.05 พีพีเอ็ม ปริมาตร 50 ไมโครลิตรต่อหนอนไหมวัยหัววันที่ 1-6 และศึกษาผลต่อลักษณะการเจริญเติบโตเช่น ระยะเวลาของหนอนไหมวัยห้า น้ำหนักของหนอนไหมโตเต็มที่ และผลผลิตไหม เช่น เปอร์เซ็นต์รังดี เปอร์เซ็นต์ดักแด้สมบูรณ์ น้ำหนักรังไหม น้ำหนักเปลือกรัง น้ำหนักดักแด้ เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง น้ำหนักเส้นใย ความยาวของเส้นใย และขนาดเส้นใย โดยช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดจะวัดจากผลผลิตไหมที่เพิ่มมากที่สุด

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อศึกษาผลของการให้สารละลายไพริพ록ซีเฟนที่ความเข้มข้น 0.05 พีพีเอ็ม ปริมาตร 50 ไมโครลิตรต่อหนอนไหมวัยหัววันที่ 1-6 ต่อลักษณะการเจริญเติบโตเช่น ระยะเวลาของหนอนไหมวัยห้า น้ำหนักของหนอนไหมโตเต็มที่ และผลผลิตไหม เช่น เปอร์เซ็นต์รังดี เปอร์เซ็นต์ดักแด้สมบูรณ์ น้ำหนักรังไหม น้ำหนักเปลือกรัง น้ำหนักดักแด้ เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง น้ำหนักเส้นใย ความยาวของเส้นใย และขนาดเส้นใย

2.2 เพื่อหาช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการให้ฮอร์โมนจูว์โนลสังเคราะห์ไพริพ록ซีเฟนที่มีผลต่อการเพิ่มผลผลิตไหมมากที่สุด

3. อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 การเตรียมสัตว์ทดลอง

ทำการทดลองระหว่างเดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2563 โดยนำไข่ของหนอนไหมบ้านสายพันธุ์ลูกผสมเหลืองสระบุรี (J108 X นางลายสระบุรี) ที่ปราศจากโรคมาฟักในห้องเลี้ยงไหมของศูนย์ความเป็นเลิศทางนวัตกรรมไหม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม เลี้ยงหนอนไหมวัย 1 ถึงวัย 5 ด้วยใบหม่อนสด ให้ 3 ครั้งต่อวัน ที่เวลา 8:00, 13:00 และ 18:00 น. โดยการเลี้ยงไหมทุกระยะอยู่ภายใต้สภาวะของอุณหภูมิห้อง 26 ± 4 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75 ± 5 เปอร์เซ็นต์ อัตราช่วงแสงมืดต่อสว่าง 12:12 หลังจากหนอนไหมลอกคราบครั้งที่ 4 ทำการสุ่มคัดเลือกหนอนไหมวัยห้าวันที่ 1-6 (ขนาดของหนอนไหมวัยห้าวันที่ 1-6 แสดงในภาพที่ 1) เพื่อนำไปใช้ตามกลุ่มทดลองที่ได้วางแผนไว้ ซึ่ง

การสุ่มคัดเลือกหนอนไหมแต่ละวันที่จะนำมาใช้ในการทดลองต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 1 รูปร่างและขนาดของหนอนไหมวัยห้า ก. วันที่ 1 ข. วันที่ 2 ค. วันที่ 3 ง. วันที่ 4 จ. วันที่ 5 ฉ. วันที่ 6

3.2 การเตรียมความเข้มข้นของฮอร์โมนสังเคราะห์

ทำการเตรียมไพริพ록ซีเฟนที่อยู่ในรูปสารละลาย 1.3 % w/v ให้ได้ระดับความเข้มข้น 0.05 พีพีเอ็ม โดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลาย และเก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง 1 วันก่อนทำการทดสอบ

3.4 วิธีการทดสอบ

ทำการหยดไพริพ록ซีเฟน 0.05 พีพีเอ็ม ปริมาตร 50 ไมโครลิตร (μL) ลงบนลำตัวของหนอนไหมแต่ละตัวในแต่ละกลุ่มทดลอง 6 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มวันที่ 1 (หนอนไหมวัยห้าวันที่ 1, TD1) กลุ่มวันที่ 2 (หนอนไหมวัยห้าวันที่ 2, TD2), กลุ่มวันที่ 3 (หนอนไหมวัยห้าวันที่ 3, TD3) กลุ่มวันที่ 4 (หนอนไหมวัยห้าวันที่ 4, TD4) กลุ่มวันที่ 5 (หนอนไหมวัยห้าวันที่ 5, TD5) และ กลุ่มวันที่ 6 (หนอนไหมวัยห้าวันที่ 6) แต่ละกลุ่มมีหน่วยทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยหนอนไหมวัยห้าจำนวน 50 ตัว ส่วนกลุ่มควบคุม (Control) ทำการทดสอบเฉพาะน้ำกลั่น แต่ละกลุ่มมีหน่วยทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำประกอบด้วยหนอนไหมวัยห้าจำนวน 50 ตัว รวมหนอนไหมที่ใช้ในการทดลองทั้งหมด 1,050 ตัว แต่ละหน่วยทดลองถูกเลี้ยงในภาดอลูมิเนียมขนาด 40 ซม. x 60 ซม. โดยก่อนการทดสอบผู้วิจัยได้ให้ใบหม่อนกับหนอนไหมแต่ละตัว ซึ่งเป็นเทคนิคที่ทำให้หนอนไหมนิ่งและเคลื่อนไหวน้อยลง หลังจากหยดฮอร์โมนประมาณ 10-15 นาที เลี้ยงหนอนไหมด้วยใบหม่อนสดตามเวลาปกติ

3.5 การเก็บข้อมูล

หลังจากการทดสอบไพริพ록ซีเฟน ทำการบันทึกข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตเช่น ระยะเวลาของหนอนไหมวัยห้า น้ำหนักของหนอนไหมโตเต็มที่ และผลผลิตไหม เช่น เปอร์เซ็นต์รังดี เปอร์เซ็นต์ดักแด้สมบูรณ์ น้ำหนักรังไหม น้ำหนักเปลือกรัง น้ำหนักดักแด้ เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง น้ำหนักเส้นใย ความยาวของเส้นใย และขนาดเส้นใยจากรังของทั้งเพศเมียและเพศผู้ โดยวิธีการเก็บข้อมูลของลักษณะทางเศรษฐกิจทำการคัดแปลงจากสำเนางานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ [14]

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองในแต่ละกลุ่มทดลองทั้ง 3 ซ้ำ มาหาค่าเฉลี่ย และนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มที่ศึกษาโดยใช้วิธีของดันแคน (Duncan's New Multiple Range Test, DMRT) ภายใต้การคำนวณด้วยโปรแกรม IBM SPSS Version 20

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากผลการศึกษาพบว่ากลุ่มวันที่ 1-4 มีเปอร์เซ็นต์รังด้้อยู่ในช่วง 89.33-92.00% เปอร์เซนต์ด้กัด้สมบูรณ์อยู่ในช่วง 87.33-90.33%

ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีเปอร์เซ็นต์รังด้เฉลี่ย 92.33 % และมีเปอร์เซนต์ด้กัด้สมบูรณ์เฉลี่ย 90.66 % (ตารางที่ 1) นอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาการกินอาหารของหนอนไหมวัยหัดในกลุ่มนวันที่ 1-4 มีการขยายระยะเวลาออกไป 1-3 วันเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งส่งผลให้น้ำหนักตัวและขนาดของหนอนไหมโตเต็มที่ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 2) ลักษณะของรังไหมทั้งเพศเมีย (ตารางที่ 2, ภาพที่ 5) และเพศผู้ (ตารางที่ 3, ภาพที่ 5) เช่น น้ำหนักรังไหม ความยาวของเส้นใยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ตัวอย่างขนาดของรังไหมและเส้นใยไหมของกลุ่มทดลองวันที่ 3 และกลุ่มควบคุมดังแสดงในภาพที่ 3 และ 6 ตามลำดับ)

ตารางที่ 1 ผลของไฟรพรอกซิเฟนต่อระยะเวลาของหนอนไหมวัยหัด น้ำหนักของหนอนไหม เปอร์เซนต์การสร้างรังและ เปอร์เซนต์ด้กัด้สมบูรณ์

หน่วยทดลอง	ระยะเวลาของหนอนไหมวัยหัด (วัน)	น้ำหนักของหนอนไหมโตเต็มที่ (กรัม)	รังด้ (เปอร์เซนต์)	ด้กัด้สมบูรณ์ (เปอร์เซนต์)
กลุ่มควบคุม	8.16 ^e	3.256±0.25 ^b	92.33±2.51 ^a	90.66±3.05 ^a
วันที่ 1	9.3 ^d	3.820±0.32 ^{ab}	90.66±1.52 ^a	89.00±1.00 ^a
วันที่ 2	10.50 ^c	4.137±0.23 ^a	90.33±1.52 ^a	89.66±0.57 ^a
วันที่ 3	11.16 ^b	4.333±0.25 ^a	92.00±2.00 ^a	90.33±1.52 ^a
วันที่ 4	11.33 ^b	4.199±0.36 ^a	89.33±2.08 ^a	87.33±2.08 ^a
วันที่ 5	13.00 ^a	3.985±0.57 ^a	71.33±3.51 ^b	66.66±2.88 ^b
วันที่ 6	9.3 ^d	3.817±0.49 ^{ab}	42.66±2.51 ^c	41.66±2.88 ^c
F-test	**	**	**	**
C.V.%	11.92	15.0	21.77	22.45

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่อักษรแตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

และจากการเปรียบเทียบผลผลิตไหมในกลุ่มวันที่ 1, 2, 3 และ 4 พบว่ารังไหมเพศเมียของกลุ่มวันที่ 3 และ 4 มีการขยายระยะเวลาการกินอาหารออกไปประมาณ 3 วัน ซึ่งส่งผลให้น้ำหนักรังไหมสด น้ำหนักเปลือกรัง เปอร์เซนต์เปลือกรัง น้ำหนักเส้นใย และความยาวของเส้นใยของทั้งเพศเมียและเพศผู้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะเปอร์เซนต์เปลือกรัง และความยาวของเส้นใยมีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองวันที่ 1 และ 2 ส่วนในรังไหมเพศผู้พบว่าเปอร์เซนต์เปลือกรัง และความยาวของเส้นใยในทุกกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนในกลุ่มวันที่ 5 และ 6 พบว่ามีเปอร์เซนต์รังด้และเปอร์เซนต์ด้กัด้สมบูรณ์ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองวันที่ 1-4 (ตารางที่ 1) และพบว่าหนอนไหมบางส่วนในกลุ่มวันที่ 5 สามารถชักใยและสร้างรังได้แต่ไม่สามารถเปลี่ยนไปเป็นด้กัด้สมบูรณ์ได้ ส่วนในกลุ่มวันที่ 6 หนอนไหมส่วนใหญ่สร้างรังบาง และด้กัด้ตายในรัง (ภาพที่ 4)

ผลจากการศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าการให้ฮอร์โมนจูวีนอลในช่วงเวลาที่แตกต่างกันส่งผลให้ระยะเวลาการกินอาหารของหนอนแตกต่างกัน ซึ่งในการทดลองนี้การให้ไฟรพรอกซิเฟนกับหนอนไหมวัยหัดวันที่ 1-4 ยังคงทำให้หนอนไหมขยายระยะเวลาการกินอาหารออกไปได้ 1-4 วัน

และหนอนไหมยังสามารถชักใย สร้างรังและเปลี่ยนเป็นด้กัด้ได้ตามปกติ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการรายงานของ Gangwar [4] Nair [10] และ Nagendraradhya and Kumar [15] ที่พบว่าการให้ฮอร์โมนจูวีนอลสังเคราะห์ที่ความเข้มข้นต่ำในหนอนไหมวัยหัดช่วงแรก (หนอนไหมวัย 1-4 หรือ 24-96 ชั่วโมงหลังการลอกคราบครั้งที่ 4) จะส่งผลให้ระยะเวลาการกินอาหารขยายออกไปเพียง 2-3 วัน ซึ่งหนอนไหมจะสามารถสร้างรังได้ตามปกติและได้รังไหมที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากขึ้น แต่หากมีการให้ฮอร์โมนในช่วงท้ายของหนอนไหมวัยหัดจะทำให้ระยะเวลาของหนอนเพิ่มขึ้นจนกลายเป็นหนอนไหมถาวร (permanent larvae) ที่ไม่สามารถเปลี่ยนเป็นด้กัด้ได้ และจะทำให้ผลผลิตไหมลดลง ในทางสรีรวิทยา Kamimura and Kiuchi (1998) รายงานว่าเมื่อให้ฮอร์โมนจูวีนอลสังเคราะห์จากภายนอก (exogenous JHAs) ในปริมาณน้อยในช่วงระยะแรกของหนอนไหมวัยหัด จะส่งผลให้ยังคงมีฮอร์โมนจูวีนอลในฮีโมลิมฟ์ ซึ่งจะไปยับยั้งการสร้างฮอร์โมนเอ็กโดสเตอรอยด์ (ecdysteroid) หรือฮอร์โมนลอกคราบ (molting hormone) ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่จะชักนำให้หนอนไหมหยุดกินอาหาร และมีพฤติกรรมปั่นเส้นใย (spinning behavior) ดังนั้นทราบได้ที่ยังมีปริมาณของฮอร์โมนจูวีนอลในฮีโมลิมฟ์จะส่งผลให้ฮอร์โมนเอ็กโดสเตอรอยด์ถูกยับยั้ง และทำให้หนอนไหมยังคงกินอาหารต่อไปซึ่งเป็น

ผลให้ระยะเวลาการกินอาหารของหนอนไหมวัยห้าเพิ่มขึ้น การให้ฮอร์โมนจูวีโนลส์สังเคราะห์ความเข้มข้นต่ำในช่วงเวลาที่เหมาะสมจะทำให้หนอนไหมที่มีระยะเวลาการกินอาหารเพิ่มขึ้นยังสามารถสร้างรังและเปลี่ยนไปเป็นดักแด้ได้ตามปกติ ส่วนการให้ฮอร์โมนจูวีโนลส์สังเคราะห์ในระยะเวลาหลังของหนอนไหมวัยห้าจะส่งผลต่อการกระตุ้นให้ต่อมอก (prothoracic glands) หลังฮอร์โมนลอกคราบมากขึ้น การเพิ่มของฮอร์โมนลอกคราบจะชักนำให้เกิดการลอกคราบพิเศษไปเป็นหนอนไหมวัยหก (sixth instar larva) ซึ่งหนอนไหมจะไม่สามารถเปลี่ยนไปเป็นดักแด้สมบูรณ์ได้ และหนอนไหมจะตายในที่สุด [16] ซึ่งผลจากการทดลองนี้พบพฤติกรรมการกินอาหาร การสร้างรังและการเปลี่ยนไปเป็นดักแด้ในกลุ่มวันที่ 1-4 และวันที่ 5 และ 6 น่าจะเป็นผล

มาจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่เกิดจากระดับฮอร์โมนจูวีโนลส์และฮอร์โมนเอ็กโดสเตอรอยด์ในฮีมอลิมฟ์ที่มีแตกต่างกัน

ในการศึกษาด้านผลผลิตไหม Nair et al. (2008) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์รังดีมีความสำคัญมากต่อต้นทุนการผลิต เพราะหากได้รังไหมที่มีน้ำหนักรังไหมเพิ่มขึ้น แต่มีเปอร์เซ็นต์รังดีต่ำย่อมส่งผลต่อผลผลิตทางปริมาณของไหม [2] ดังนั้นกลุ่มวันที่ 5 และ 6 จึงเป็นช่วงเวลาที่ไม่เหมาะต่อการให้ไพรรอกซิเฟน เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์รังดีและเปอร์เซ็นต์ดักแด้สมบูรณ์ต่ำซึ่งส่งผลให้ผลผลิตไหมโดยรวมลดลง ส่วนการให้ฮอร์โมนไพรรอกซิเฟนในหนอนไหมวัยห้าวันที่ 3 และ 4 น่าจะเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดต่อการเพิ่มผลผลิตไหม

ตารางที่ 2 ผลของไพรรอกซิเฟนต่อน้ำหนักรังไหม น้ำหนักเปลือกรัง น้ำหนักดักแด้ เปอร์เซ็นต์เปลือกรังของเพศเมีย

หน่วยทดลอง	น้ำหนักรังไหม (กรัม)	น้ำหนักเปลือกรัง (เซนติกรัม)	น้ำหนักดักแด้ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง (%)	น้ำหนักเส้นไหม (กรัม)	ความยาวของเส้นใย (เมตร)	ขนาดเส้นใย (ดีเนียร์)
กลุ่มควบคุม	2.116±0.04 ^d	34.47±0.71 ^c	1.762±0.04 ^c	16.28±0.13 ^b	0.277±0.04 ^c	824.16±65.97 ^c	2.89±0.35 ^b
วันที่ 1	2.427±0.07 ^{bc}	40.33±0.90 ^b	2.014±0.07 ^b	16.29±0.39 ^b	0.336±0.03 ^b	997.07±63.83 ^b	3.04±0.31 ^{ab}
วันที่ 2	2.535±0.02 ^{ab}	40.96±1.88 ^b	2.115±0.04 ^a	16.49±0.34 ^b	0.334±0.04 ^b	980.01±114.24 ^b	3.22±0.46 ^a
วันที่ 3	2.643±0.04 ^a	44.90±0.86 ^a	2.204±0.02 ^a	17.55±0.29 ^a	0.374±0.41 ^a	1099.65±124.31 ^a	3.10±0.24 ^a
วันที่ 4	2.664±0.06 ^a	44.96±0.76 ^a	2.203±0.06 ^a	17.28±0.06 ^a	0.360±0.05 ^a	1169.15±182.78 ^a	3.15±0.36 ^a
วันที่ 5	2.649±0.14 ^a	40.53±0.47 ^b	2.134±0.02 ^a	16.65±0.40 ^b	0.347±0.05 ^{ab}	1130.52±164.49 ^a	3.11±0.52 ^a
วันที่ 6	2.317±0.05 ^c	34.83±1.04 ^c	1.822±0.08 ^c	16.46±0.38 ^b	0.145±0.03 ^d	865.41±134.39 ^c	2.93±0.46 ^{ab}
F-test	**	**	**	**	**	**	**
% CV	8.71	10.38	8.99	3.23	23.80	17.47	16.49

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่อักษรแตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 3 ผลของไพรรอกซิเฟนต่อน้ำหนักรังไหม น้ำหนักเปลือกรัง น้ำหนักดักแด้ เปอร์เซ็นต์เปลือกรังของเพศผู้

หน่วยทดลอง	น้ำหนักรังไหม (กรัม)	น้ำหนักเปลือกรัง (เซนติกรัม)	น้ำหนักดักแด้ (กรัม)	เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง (%)	น้ำหนักเส้นไหม (กรัม)	ความยาวของเส้นใย (เมตร)	ขนาดเส้นใย (ดีเนียร์)
กลุ่มควบคุม	1.675±0.06 ^d	30.90±2.20 ^d	1.349±0.04 ^d	18.44±1.07 ^a	0.250±0.03 ^c	760.90±98.28 ^b	3.019±0.32 ^a
วันที่ 1	1.869±0.10 ^c	36.90±2.82 ^{bcd}	1.498±0.07 ^c	19.71±0.55 ^a	0.324±0.04 ^b	959.56±134.94 ^a	3.053±0.30 ^a
วันที่ 2	2.083±0.04 ^b	40.26±1.10 ^{ab}	1.671±0.04 ^b	19.33±0.60 ^a	0.328±0.06 ^{bc}	951.09±135.36 ^a	3.099±0.25 ^a
วันที่ 3	2.257±0.15 ^a	42.00±2.59 ^a	1.829±0.13 ^a	18.62±0.70 ^a	0.343±0.05 ^a	1048.26±155.39 ^a	3.007±0.25 ^a
วันที่ 4	2.046±0.07 ^b	41.16±2.15 ^{ab}	1.829±0.05 ^a	18.83±1.48 ^a	0.346±0.03 ^a	1078.58±160.76 ^a	2.920±0.36 ^a
วันที่ 5	2.064±0.07 ^b	40.93±2.60 ^{ab}	1.650±0.09 ^b	18.86±0.30 ^a	0.298±0.04 ^b	1052.84±158.34 ^a	2.564±0.26 ^b
วันที่ 6	1.834±0.11 ^{cd}	33.46±2.87 ^c	1.346±0.02 ^d	18.38±1.00 ^a	0.261±0.04 ^c	787.08±133.13 ^b	2.142±0.76 ^c
F-test	**	**	**	ns	**	**	**
% CV	10.49	12.50	12.99	4.49	27.77	19.54	15.62

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ยที่อักษรแตกต่างกันในคอลัมน์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ** มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบขนาดของหนอนไหมในกลุ่มควบคุม (Control) และหนอนไหมในกลุ่มทดลองวันที่ 3 (TD3)



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบขนาดรังไหมเพศเมียในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองวันที่ 3



ภาพที่ 4 ลักษณะรังเสียในกลุ่มทดลองวันที่ 5 และ 6

เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์รังดี เปอร์เซ็นต์ดักแด้สมบูรณ์อยู่ในเกณฑ์สูง และมีผลผลิตไหมเช่น น้ำหนักรังไหม น้ำหนักเปลือกรัง และความยาวของเส้นใยของเพศเมียเพิ่มมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการให้ฮอร์โมนไพรพรอกซิเฟนในหนอนไหมวัยห่าวันที่ 1 และ 2 โดยความยาวเส้นใยของรังไหมเพศเมียในกลุ่มวันที่ 3 และ 4 คือ 1099.65 และ 1169.15 เมตรซึ่งยาวกว่ากลุ่มวันที่ 1 และ 2 ที่มีความยาวเส้นใย 997.07 และ 980.01 เมตร ตามลำดับ ดังนั้นจากความยาวของเส้นใยจึงทำให้เห็นอย่างชัดเจนว่าการให้ฮอร์โมนไพรพรอกซิเฟนในหนอนไหมวัยห่าวันที่ 3 และ 4 ส่งผลต่อการเพิ่มผลผลิตไหมมากที่สุด ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Magnussen and Promma [13] ที่พบว่า น้ำหนักของรังไหม น้ำหนักเปลือกรัง และความยาวของเส้นใยของหนอนไหมสายพันธุ์ลูกผสมเหลืองสระบุรีเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อให้ฮอร์โมนไพรพรอกซิเฟนที่ความเข้มข้น 0.05 พีพีเอ็มในหนอนไหมวัยห่าวันที่ 3 แต่อย่างไรก็ตามในการทดลองนี้แสดงให้เห็นเพิ่มเติมว่าการให้ฮอร์โมนในหนอนไหมวัยห่าวันที่ 4 ให้ผลผลิตไหมเช่นเดียวกับการให้ฮอร์โมนในหนอนไหมวัยห่าวันที่ 3 ซึ่งแตกต่างจากการทดลองส่วนใหญ่ที่พบว่าหนอนไหมวัยห่าวันที่ 2 และ 3 เหมาะต่อการให้ฮอร์โมนสังเคราะห์ [4, 5, 9] ความแตกต่างที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลมาจากประเภท ความเข้มข้น ปริมาตรของฮอร์โมนจูโนลสังเคราะห์ ช่วงเวลาในการทดสอบ และสายพันธุ์ไหม เป็นต้น [15, 17]

5. สรุปผลทดลอง

หนอนไหมวัยห่าวันที่ 3 และ 4 เป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุดในการให้ฮอร์โมนไพรพรอกซิเฟน เนื่องจากช่วงเวลานี้ทำให้หนอนไหมขยายระยะเวลาการกินอาหารออกไปประมาณ 3 วันซึ่งมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์รังดี เปอร์เซ็นต์ดักแด้สมบูรณ์สูง และส่งผลต่อการเพิ่มน้ำหนักของรังไหม เปลือกรัง เปอร์เซ็นต์เปลือกรัง น้ำหนักเส้นใย และความยาวของเส้นใยมากที่สุด จากผลการทดลองดังกล่าว คณะผู้วิจัยจะนำไปทำการทดสอบด้วยวิธีการสเปรย์เพื่อจะเลือกเพียงช่วงเวลาเดียวที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในภาคเกษตรกร

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์ความเป็นเลิศทางนวัตกรรมไหม และห้องปฏิบัติการชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์สำหรับการเลี้ยงไหม และขอขอบคุณบริษัทแทคซาโก (ประเทศไทย) ที่ให้ความอนุเคราะห์ฮอร์โมนจูโนลสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดลองนี้



ภาพที่ 5 รังไหมเพศเมียและรังไหมเพศผู้ของกลุ่มควบคุม (Control) และกลุ่มทดลองวันที่ 1-6 (TD1-TD6)



ภาพที่ 6 ลักษณะเส้นใยไหม ก. เพศเมียกลุ่มควบคุมวันที่ 3 ข. เพศเมียกลุ่มทดลองวันที่ 3 ค. เพศผู้กลุ่มควบคุมวันที่ 3 ง. เพศผู้กลุ่มทดลองวันที่ 3

เอกสารอ้างอิง

1. Akai H, Kobayashi M. Induction of prolonged larval instar by the juvenile hormone in *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). J Appl Entomol 1971; 6:1938-1939.
2. Nair KS, Kariappa BK, Kamble CK. Impact of individual and co-administrations of juvenile hormone analogue and phytoecdysteroid on the crop management and performance of silkworm, *Bombyx mori* L. J Biol Sci 2008;8:470-473.
3. Mamatha D, Cohly HPP, Raju HHA, Rajeswara MR. Studies on the quantitative and qualitative characters of cocoons and silk from methoprene and fenoxycarb treated *Bombyx mori* (L) larvae. Afr J Biotechnol 2006;5(5):1422-1426.
4. Gangwar SK. Juvenile hormone mimic R394 on silkworm (*Bombyx mori* L.) growth and development of silk gland. ARPN J Agric Biol Sci 2009;4(6):65-67.
5. Nair KS, Gopal N, Kumar SN. Improvement in cocoon yield influenced by a Juvenile Hormone Analogue, SB-515 in the Bivoltine Silkworm *Bombyx mori* (L). Hybrid, CSR2xCSR4 and CSR4xCSR2 its reciprocal combination. J Entomol 2012;9(1):50-56.
6. Neog K, Dutta P, Choudhury B, Singh BK. Field efficacy of methoprene a juvenile hormone analogue on growth, cocoon characters and fecundity of the muga silkworm *Antheraea assamensis* Helfer (Lepidoptera: Saturniidae). Int J Agric Po Res 2017;5(10):145-156.
7. Magadum VB, Magadum SB. Influence of "Manta" on Some Economical Characters of Eri Silkworm, *Samia cynthia ricini* Boisduval. J Seric Entomol Sci 1991;33(2): 93-96.
8. Trivedy K, Remadevi OK, Magadam SB, Datta, RK. Effect of juvenile hormone analogue, Labomin on the growth and economic characters of silkworm, *Bombyx mori* L. Indian J. Seric 1993;32(2):162-168.
9. สมโพธิ อัครพันธุ์, วันชัย เจริญสุข. การใช้จิวโนลฮอโมนในการเพิ่มผลผลิตรังไหม. วารสารวิชาการเกษตร 2526;1:182-184.
10. Nair KS, Nair JS, Trivedy K, Vijayan VA. Influence of Bakuchiol, a JH analogue from Bemchi (*Psoralea corylifolia*) on Silk Production in Silkworm, *Bombyx mori* L. (Bombycidae: Lepidoptera). JASEM 2003;7(2):31-38.
11. Yeom JH, Hwang S, Kwon YJ. Effects of pyriproxyfen treatment on the insect growth rates. Entomol Res 2011; 46(6):291-292.
12. Saad MSI, Helaly WMM, El-Sheikh EA. Biological and physiological effects of pyriproxyfen insecticide and amino acid glycine on silkworm, *Bombyx mori* L. Bull Natl Res Cent 2019;43(1):1-8.
13. Magnussen K, Promma S. A Preliminary Study of Juvenile Hormone Analogue Pyriproxyfen on Growth and Economic Characters of Thai Hybrid Silkworm *Bombyx mori* L.(Nanglai x J108) by topical application. Int J Wild Silkmoth & Silk 2015;19:37-44.
14. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติกระทรวงเกษตรและสหกรณ์. รังไหมพันธุ์ไทยสีเหลือง (Yellow Thai silkworm cocoon) [อินเทอร์เน็ต]. 2553 [เข้าถึงเมื่อ 15 มีนาคม 2563]. เข้าถึงได้จาก: https://www.acfs.go.th/standard/download/yellow_thai_silkworm_cocoon.pdf
15. Nagendraradhya BS, Kumar TSJ. Effect of topical administration of JH mimic and performance of qualitative and quantitative traits of CSR2 and MG408 biovoltine breeds of the silkworm, *Bombyx mori* L. Int. j sci environ Technol 2013;2(2):185-195.
16. Kamimura M., Kiuchi M. Effect of Juvenile Hormone Analog Fenoxycarb on 5th stadium larvae of the silkworm, *Bombyx mori* L. Appl Entomol Zool 1998;33(2):333-338.
17. Miranda J, Bortoli SAD, Takahashi R. Development and silk production by silkworm larvae after topical application of methoprene. Sci. Agric 2002;53(3):585-588.