

การศึกษารูปแบบของจ๋อเลี้ยงหนอนไหมโดยใช้ความรู้เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว
ที่มีผลต่อการจัดเรียงและปริมาณของรังไหม

Study of silkworm rearing patterns using a polar coordinate system
affecting cocoon quantity

ศิระประภา โสมาบุตร กมลรัตน์ ศรีคงเพชร

วุฒิพงษ์ ประทุมมา อัจฉรา วันฤกษ์

โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มุกดาหาร, ตำบลบางทรายใหญ่, อำเภอเมือง, จังหวัดมุกดาหาร 49000, ประเทศไทย

*E-mail: 05947@pccm.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการเรื่อง การศึกษารูปแบบของจ๋อเลี้ยงหนอนไหมโดยใช้ความรู้เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว มีวัตถุประสงค์
1) เพื่อศึกษารูปแบบของจ๋อเลี้ยงหนอนไหมที่เหมาะสมโดยใช้ความรู้เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วที่สามารถจัดเรียงตัวของไหม
ได้ 2) เพื่อออกแบบและศึกษาประสิทธิภาพจ๋อเลี้ยงหนอนไหมโดยใช้ระบบพิกัดเชิงขั้วรูปเส้นเวียนก้นหอยแบบอาร์คิมิดีส
3) เพื่อสร้างตัวต้นแบบของจ๋อเลี้ยงหนอนไหมที่มีคุณภาพและมีราคาต้นทุนต่ำ โดยทำการศึกษารูปแบบชนิดและรูปแบบ
ลายของจ๋อเลี้ยงหนอนไหม จากการศึกษพบว่า รูปแบบชนิดของจ๋อเลี้ยงหนอนไหมที่มีค่า b และ θ แตกต่างกัน ตาม
สมการเส้นเวียนก้นหอยอาร์คิมิดีส $r = a + b(\theta)$ ในระบบพิกัดเชิงขั้ว ขดรูปแบบที่มีค่า b เท่ากับ 0.6 และ θ
เท่ากับ 16.5π เหมาะสมในการนำมาสร้างจ๋อเลี้ยงหนอนไหมมากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบรูปแบบลายของจ๋อเลี้ยง
หนอนไหมทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ จ๋อพลาสติกทั่วไป จ๋อลายสี่เหลี่ยมจัตุรัส จ๋อลายสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน และจ๋อลายหก
เหลี่ยม โดยเปรียบเทียบอัตราเร็วในการเข้าจ๋อของหนอนไหมโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่ามีค่า p
> 0.05 และเปรียบเทียบสัดส่วนเปอร์เซ็นต์เปลือกรังของรังไหมโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบโคสแควร์ พบว่ามีค่า p >
0.05 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่ามีอัตราเร็วในการเข้าจ๋อของหนอนไหมและสัดส่วนเปอร์เซ็นต์เปลือกรังของรังไหมไม่แตกต่าง
กัน ดังนั้น ตัวต้นแบบของจ๋อเลี้ยงหนอนไหมสามารถลดต้นทุน และนำมาใช้งานได้

คำสำคัญ (Keywords): หนอนไหม (silkworm) ,จ๋อเลี้ยงหนอนไหม(cocooning), ระบบพิกัดเชิงขั้ว (Polar Coordinate System)

บทนำ

ไหม (silkworm) เป็นหนึ่งในสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย รังไหมซึ่งเป็นเส้นใยธรรมชาติที่ใช้ทำเสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม เคหะสิ่งทอต่างๆ ที่สำคัญคือ ผ้าไหมไทยมีชื่อเสียงไปทั่วโลก ในด้านความสวยงามเป็นเอกลักษณ์ เป็นสิ่งทอ

หลักที่นำรายได้เข้าประเทศ โดยมีหลักฐานเกี่ยวกับการทอผ้าไหมที่เก่าแก่ในไทยเมื่อ 3,000 ปีก่อน (สนินาฏ ศิริ,2560) การเลี้ยงไหมทำให้เกิดเกษตรกรมืออาชีพที่สร้างรายได้สำหรับดำรงชีวิต จะเห็นได้ว่าไหมมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจไทยเป็นอย่างมาก การเลี้ยงหนอนไหมในวิสาหกิจชุมชน นิยมเลี้ยงในจ๋อเลี้ยงไหมซึ่งมีรูปทรงคล้ายกระดัง

แต่มีขนาดใหญ่กว่า และภายในจ่อจะมีซี่ไม้ขัดเป็นวงกันหอยหรือเป็นวงกลมซ้อนกันหลายๆวง ภายในวงจะมีช่องว่างให้สำหรับหนอนไหมเพื่อให้หนอนยึดเกาะและสร้างรังไหมได้ จ่อเป็นภาชนะที่มีใช้ในหมู่ผู้เลี้ยงไหมทั่วไป จัดเป็นอุปกรณ์ที่ทำขึ้นเพื่อประโยชน์ในการเลี้ยงไหมโดยเฉพาะ

แต่การเลี้ยงหนอนไหมในจ่อเลี้ยงไหมแบบดั้งเดิมหรือที่เกษตรกรนิยมใช้กันทั่วไปซึ่งทำมาจากไม้ไผ่ มักประสบปัญหาในการทำความสะดวกของจ่อ เนื่องจากจ่อไม้ทำความสะอาดได้ยาก อาจทำให้หนอนไหมเสี่ยงต่อการติดเชื้อได้ง่าย และประสบปัญหาในการกระจายตัวของรังไหมที่ไม่สมบูรณ์นัก ซึ่งอาจทำให้เกิดรังแฝด ถือเป็นรังไหมที่มีลักษณะบกพร่อง ส่งผลให้เส้นใยไหมไม่สามารถนำมาสาวเป็นเส้นไหมได้ อีกทั้งจ่อเลี้ยงหนอนไหมพลาสติกที่นิยมใช้กันในอุตสาหกรรมยังมีราคาที่สูงอีกด้วย ปัญหาเหล่านี้ยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญที่เกษตรกรผู้เลี้ยงไหมต้องเผชิญอยู่ในปัจจุบัน

จากการศึกษาพบว่าจ่อเลี้ยงไหมมีลักษณะคล้ายระบบพิกัดเชิงขั้วรูปเส้นเวียนกันหอยแบบอาร์คิมิดีส ผู้จัดทำจึงสนใจที่จะศึกษารูปแบบของจ่อเลี้ยงหนอนไหมโดยใช้ความรู้เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วในการออกแบบรังไหม

วิธีการดำเนินงาน

ตอนที่ 1 การออกแบบจ่อเลี้ยงหนอนไหม

1.1 ออกแบบจ่อเลี้ยงหนอนไหมโดยใช้โปรแกรม Desmos โดยใช้หลักการของเส้นเวียนกันหอยอาร์คิมิดีสตามสมการ $r = a + b(\theta)$ โดยกำหนดให้ค่า $a = 0$ และกำหนดขอบเขต ค่า $r = 32$ เสมอ

จากนั้นออกแบบจ่อเลี้ยงที่มีรูปแบบแตกต่างกัน 10 รูปแบบ

1.2 คำนวณหาความยาวของจ่อเลี้ยงหนอนไหมในแต่ละรูปแบบ โดยอาศัยสมการการหาความยาวของเส้นโค้งอาร์คิมิดีส

1.3 พิจารณาระยะห่างระหว่างขดที่น้อยที่สุดที่สามารถบรรจุรังไหมได้ในแต่ละรูปแบบของจ่อเลี้ยงหนอนไหม โดยพิจารณาจากขนาดของรังไหมพันธุ์ J108 ซึ่งเป็นพ่อของพันธุ์ NAN72 ซึ่งมีความยาวเท่ากับ 2.84 เซนติเมตร (ข้อมูลจากกรมหม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ มุกดาหาร)

1.4 การคำนวณจำนวนรังไหมที่สามารถบรรจุในจ่อเลี้ยงแต่ละรูปแบบดำเนินการโดยใช้หลักการของเส้นโค้งอาร์คิมิดีส ซึ่งเป็นเส้นทางที่หนอนไหมจะสร้างรังเรียงตัวไปตามแนวโค้งของจ่อโดยจำนวนรังไหมจะคำนวณจากความยาวของเส้นโค้งหารด้วยขนาดของรังไหมและกำหนดให้

หนอนไหมเรียงตัวเป็นแนวนอนตามเส้นโค้งของขด

1.5 ออกแบบรูปแบบลายขดของจ่อมาทั้งหมด 3 ลาย โดยการประยุกต์ใช้หลักการทางเรขาคณิตรูปไฮโลแกรมเพื่อสร้างรูปแบบลายขดที่สามารถเชื่อมต่อประสานกันได้อย่างต่อเนื่องในลักษณะซ้อนเป็นชั้นและพิจารณาลายของขดจ่อจากพฤติกรรมการสร้างรังไหม [Makoto Kiyosawa, et al. (1999)]

ตอนที่ 2 การคัดเลือกและทดสอบจ่อเลี้ยงหนอนไหม

2.1 คัดเลือกรูปแบบขด 1 รูปแบบจากทั้งหมด 10 รูปแบบ โดยใช้ขนาดของรังไหมวิเคราะห์ร่วมกับระยะห่างระหว่างขดที่น้อยที่สุดที่สามารถบรรจุรังไหมได้ และพิจารณาจากจำนวนรังไหมที่สามารถบรรจุได้ รวมไปถึงความเหมาะสมในการจัดเรียงตัวของรังไหม

2.2 คัดเลือกรูปแบบลายโดยพิจารณาจากจำนวนจุดยึดและระยะห่างระหว่างจุดยึดของลายจ่อแต่ละลายที่นอนสามารถยึดทำรังได้ โดยกำหนดให้ระยะห่างระหว่างจุดยึดยาวไม่เกิน 1.55 เซนติเมตร ซึ่งเป็นขนาดความกว้างของรังไหม และเนื่องจากการสร้างจุดยึดของหนอนไหมสามารถสร้างจุดยึดได้แบบสามมิติ จึงจะนับจำนวนจุดยึดในสามมิติจากการนับจุดยึดในสองมิติซ้ำ 2 ครั้ง ดำเนินการโดยประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องทฤษฎีกราฟเกี่ยวกับตึกหรือของจุดยอด และใช้โปรแกรม GeoGebra ในการพิจารณาระยะห่างระหว่างจุดยึดของรูปเรขาคณิต ได้แก่ ลายสี่เหลี่ยมจัตุรัส ลายสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน และลายหกเหลี่ยม

2.3 นำรูปแบบขดที่ได้จากการคัดเลือก มาสร้างจ่อ 3 จ่อ โดยมีลายขดของจ่อที่ต่างกัน ดังนี้

2.3.1 ตัดตาข่ายพลาสติกแต่ละลายที่มีความยาวด้านของรูปลายตาข่ายเท่ากัน โดยกำหนดความยาวตาข่ายจากการคำนวณหาความยาวของเส้นโค้งอาร์คิมิดีสในกราฟระบบพิกัดเชิงขั้ว และกำหนดความสูงของตาข่ายจากความสูงของจอมมาตรฐาน

2.3.2 ออกแบบและตัดแกนอะคริลิกเพื่อใช้เป็นแกนสำหรับยึดขดจ่อเลี้ยงหนอนไหม โดยมีทั้งหมด 4 แกน

2.4 ทดสอบการใช้งานของจ่อเลี้ยงหนอนไหมโดยเลี้ยงหนอนไหมในจ่อทั้ง 3 รูปแบบ เพื่อสังเกตและบันทึกผลการเข้าจ่อของหนอนไหมโดยเลี้ยงหนอนไหมในจ่อทั้ง 3 รูปแบบ เพื่อสังเกตและบันทึกผลการเข้าจ่อของหนอนไหม

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผล

3.1 สังเกตระยะเวลาการเข้าจ่อของหนอนไหมในแต่ละจ่อโดยการสังเกตการเข้าจ่อของหนอนไหมทุกๆ 1 ชั่วโมงในช่วงเวลา 6.00 น. – 18.00 น. เป็นเวลา 3 วันและเริ่มเก็บรังไหมในวันที่ 4

3.2 บันทึกผลการเข้าจ่อของหนอนไหม

3.3 บันทึกลักษณะทางการเกษตรของรังไหมที่ได้ในแต่ละจ่อ ได้แก่ ความกว้าง ความยาว เปอร์เซ็นต์ดักแด้สมบูรณ์ เปอร์เซ็นต์เปลือกรังของรังไหมโดยเฉลี่ย และเปอร์เซ็นต์การเข้าทำรังของหนอนไหมในแต่ละจ่อ

3.4 นำมาวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลอัตราเร็วในการเข้าจ่อของหนอนไหมในจ่อแต่ละรูปแบบโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Anova) และเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์เปลือกรังของรังไหมในแต่ละจ่อ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบไคสแควร์ (Chi-Square)

ผลและอภิปรายผล

1. ผลการวิเคราะห์รูปแบบจ่อเลี้ยงหนอนไหม

จากการศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบขดของจ่อเลี้ยงหนอนไหมที่แตกต่างกันทั้ง 10 รูปแบบ โดยวิเคราะห์ความยาวขด (s) ระยะห่างระหว่างขดที่น้อยที่สุด (d) และจำนวนรังไหม (n) ดังตารางที่ 1

รูปแบบที่	S (cm)	d (cm)	n (รัง)
1	2517.62	0.94	886
2	1564.59	1.41	550
3	1185.95	1.88	417
4	845.78	2.34	297
5	807.64	2.82	284
6	728.03	3.3	256
7	618.80	3.77	217
8	491.77	4.24	173
9	358.78	4.71	126
10	394.66	5.18	138

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์รูปแบบขดของจ่อ

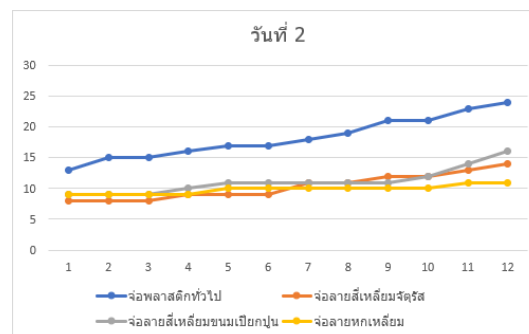
จากการศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบขดของจ่อเลี้ยงหนอนไหมทั้ง 4 รูปแบบ โดยวิเคราะห์จำนวนเส้นเชื่อมใน 2 มิติ และ 3 มิติ ดังตารางที่ 2

รูปแบบลาย	จำนวนจุดยึด			
	2 มิติ		3 มิติ	
	จุดยอด	จุดกึ่งกลาง	จุดยอด	จุดกึ่งกลาง
รูปสามเหลี่ยม	12 เส้นเชื่อม	8 เส้นเชื่อม	24 เส้นเชื่อม	16 เส้นเชื่อม
รูปสี่เหลี่ยม	10 เส้นเชื่อม	8 เส้นเชื่อม	20 เส้นเชื่อม	16 เส้นเชื่อม
จัตุรัส	เชื่อม	เชื่อม	เชื่อม	เชื่อม
รูปหกเหลี่ยม	9 เส้นเชื่อม	10 เส้นเชื่อม	18 เส้นเชื่อม	20 เส้นเชื่อม
ด้านเท่า	เชื่อม	เชื่อม	เชื่อม	เชื่อม

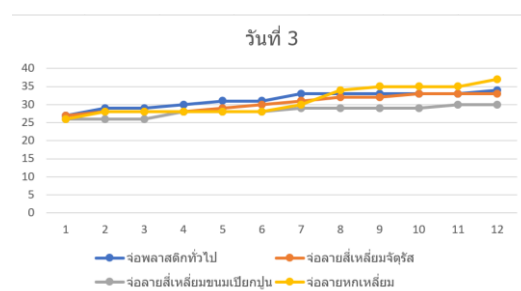
ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์รูปแบบลายของจ่อ

2. ผลการเข้าจ่อของหนอนไหมในแต่ละจ่อ

จากการบันทึกผลการเข้าจ่อของหนอนไหมเป็นเวลา 3 วัน โดยหนอนไหมเริ่มเข้าจ่อในวันที่ 2 และมีจำนวนมากขึ้นในวันที่ 3 ดังรูปที่ 1 และ 2



รูปที่ 1 กราฟแสดงความถี่สะสมของจำนวนตัวของหนอนไหมที่เข้าจ่อในวันที่ 2



รูปที่ 2 กราฟแสดงความถี่สะสมของจำนวนตัวของหนอนไหมที่เข้าจ่อในวันที่ 3

3. การเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผล

จากการวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลอัตราเร็วในการเข้าจ่อของหนอนไหมในแต่ละรูปแบบโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way Anova) พบว่า ค่าเฉลี่ยอัตราเร็วในการเข้าจ่อของหนอนไหมของแต่ละจ่อมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยประมาณ 2 ตัว/ชั่วโมง โดยจอลายหกเหลี่ยมมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 2.49 ในส่วนของค่าความแปรปรวนจอลายหกเหลี่ยมมีความแปรปรวนมากที่สุดประมาณ 3.47 และจากผลการเปรียบเทียบพบว่า มีค่า P-value = 0.76 แสดงว่า จอแต่ละรูปแบบมีอัตราเร็วในการเข้าจ่อของหนอนไหมไม่แตกต่างกัน

จากการวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลเปอร์เซ็นต์เปลือกของรังไหมในแต่ละจ่อ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบไคสแควร์ (Chi-Square) พบว่า Pearson Chi-Square มีค่า Value = 12 df = 9 จากผลการเปรียบเทียบ เห็นได้ว่ามีค่า Sig. = 0.213

ซึ่ง > 0.05 แสดงว่าจ่อแต่ละรูปแบบมีสัดส่วนเปอร์เซ็นต์เปลือกกรังของรังไหมไม่แตกต่างกัน

สรุปผล

ตอนที่ 1 การออกแบบจ่อเลี้ยงหนอนไหม

1.1 รูปแบบขดของจ่อ

รูปแบบการม้วนของขดถูกกำหนดโดยค่า b ซึ่งมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับค่า θ กล่าวคือ หากค่า b มีค่าสูงจะทำให้ค่า θ ลดต่ำลง เป็นเหตุให้ระยะห่างระหว่างขดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นไปตามสมการเส้นเวียนก้นหอยอาร์คิมิดีสในระบบพิกัดเชิงขั้ว

1.2 รูปแบบลายของจ่อ

รูปแบบลายขดของจ่อมีลักษณะเป็นรูปเรขาคณิตไฮโลแกรมเพื่อนำมาพิจารณาในการสร้างจ่อเลี้ยงหนอนไหมที่สามารถซ้อนกันเป็นชั้นได้ ซึ่งมีรูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน และรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า ซึ่งในการทดสอบนี้ได้กำหนดมาตรฐานให้ ความยาวด้านของตาข่ายทุกรูปทรงต้องมีความยาวด้านเท่ากัน เพื่อจุดประสงค์สำคัญ 2 ประการคือ เพื่อไม่ให้จุดยึดหักงอเกินไป และเพื่อใช้เป็นตัวแปรควบคุมในการคำนวณ

ตอนที่ 2 การคัดเลือกและทดสอบจ่อเลี้ยงหนอนไหม

จากการพิจารณารูปแบบขดของจ่อเลี้ยงหนอนไหมโดยพิจารณาจากขนาดของรังไหมวิเคราะห์ร่วมกับระยะห่างระหว่างขดที่น้อยที่สุดรวมไปถึงจำนวนรังไหมที่สามารถบรรจุในจ่อได้ บ่งชี้ว่า รูปแบบขดที่ 5 เป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งมีค่า b เท่ากับ 0.6 มีระยะห่างระหว่างขดที่น้อยที่สุดเท่ากับ 2.82 เซนติเมตร โดยค่าดังกล่าวมีความสอดคล้องกับขนาดความกว้างของรังไหมมากที่สุดเมื่อเทียบกับรูปแบบอื่น และสามารถบรรจุรังไหมได้เหมาะสม จึงเป็นรูปแบบขดที่ได้รับการคัดเลือกที่สามารถนำมาสร้างจ่อเลี้ยงหนอนไหมได้เหมาะสมที่สุด

จากการพิจารณารูปแบบลายของจ่อเลี้ยงหนอนไหม โดยพิจารณาจากจำนวนจุดยึดและระยะห่างระหว่างจุดยึดของลายจ่อแต่ละลายที่หนอนสามารถยึดทำรังได้ จากการวิเคราะห์รูปแบบลายทั้ง 4 รูปแบบ พบว่าจำนวนเส้นเชื่อมมีความใกล้เคียงกัน โดยในสองมิติลายรูปสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมีจำนวนเส้นเชื่อมสูงสุด เมื่อพิจารณาจากจุดยอด คือ 12 เส้นเชื่อม ส่วนรูปหกเหลี่ยมมีเส้นเชื่อมสูงสุดเมื่อพิจารณาจากจุดกึ่งกลาง คือ 10 เส้นเชื่อม เนื่องจากรูปสามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมีคุณสมบัติด้านจำนวนเส้นเชื่อมที่เหมือนกันทั้งการพิจารณาจากจุดยอดและการพิจารณาจากจุดกึ่งกลาง ประกอบกับข้อจำกัดที่ลายตาข่ายรูปสามเหลี่ยมหาได้ยากในท้องตลาด ผู้จัดทำจึงคัดเลือกเฉพาะรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน และรูปหกเหลี่ยม เพื่อนำมาสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของจ่อเลี้ยงหนอนไหม

ตอนที่ 3 เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผล

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของอัตราเร็วเฉลี่ยในการเข้าจ่อของหนอนไหมในแต่ละจ่อ จะได้ค่า P -value เท่ากับ 0.76 ซึ่งมีค่า $p > 0.05$ และจากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบไคสแควร์ (Chi-Square) ของเปอร์เซ็นต์เปลือกกรังของรังไหมในแต่ละจ่อ จะได้ค่า $p > 0.05$ จึงสามารถสรุปได้ว่า จ่อทั้งสามลายและจ่อพลาสติกทั่วไปมีอัตราเร็วในการเข้าจ่อของหนอนไหมและมีสัดส่วนเปอร์เซ็นต์เปลือกกรังของรังไหมไม่แตกต่างกัน ดังนั้น จ่อลายรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน และรูปหกเหลี่ยมด้านเท่า เมื่อเทียบกับจ่อพลาสติกทั่วไป มีความเหมาะสมในการนำมาสร้างจ่อเลี้ยงหนอนไหมร่วมกับรูปแบบขดที่เหมาะสม



กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้ได้รับคำปรึกษาและชี้แนะ
ตลอดจนได้รับการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่จาก
โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร
และศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ มุกดาหาร

เอกสารอ้างอิง

ภาณุวัฒน์ ธิยาพันธ์, อาทิตย์ อินทรสิทธิ์. (2560).

**การจัดเรียงของเมล็ดดอกทานตะวันและการ
บรรจุที่มีประสิทธิภาพ**(ออนไลน์). สืบค้นจาก
<https://l1nq.com/32za1n3>

ศูนย์หม่อนไหมเฉลิมพระเกียรติฯ เลย, (2562).

การเลี้ยงไหม (ออนไลน์). สืบค้นจาก
<https://url-shortener.me/4L3B>

สินีนางู ศิริ และคณะ, (2560).**การเพิ่มมูลค่าไหมบ้าน
และไหมอีรี่ด้วยการพัฒนาเป็นวัสดุปิดแผล
หน้าที่เฉพาะด้วยเทคนิคอิเล็กทรอนิกส์พินนิง**
(ออนไลน์). สืบค้นจาก
<https://sl1nk.com/zk7j4cb>

Fujia Chen, et al. (2012). **Morphology and
structure of silkworm cocoons**
(Online). Web site :
<https://sl1nk.com/9ye5qmc>

Makoto Kiyosawa, et al. (1999). **Cocoon
Spinning Behavior in the silkworm,
Bombyx mori : Comparison of Three
Strains Constructing Different Cocoons
in Shape** (Online). Web site :
<https://sl1nk.com/xzo5e1z>