

การพัฒนาเครื่องสาวรังไหมและเครื่องตีเกลียวเส้นไหมสำหรับไหมอีรี่

The Development of a Carding Machine and a Twisting Silk Machine for Eri Silk

ภุริพงษ์ อักษรพิมพ์¹, เกียรติสิน กาญจนวนิชกุล², จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์³, ศิริลักษณ์ วงศ์เกษม⁴
Puripong Aksonpim¹, Kiattisin Kanjanawanishkul², Jindaporn Jamradloedluk³, Siriluk Wonkasem⁴

บทคัดย่อ

ไหมอีรี่มีคุณสมบัติโดดเด่นเฉพาะตัว ผ้าที่ทอจากไหมอีรี่จะมีความมันวาว น้ำหนักเบาเบา ฟู นุ่ม และดูดซับได้ดี แต่เนื่องจากข้อจำกัดของลักษณะใยไหมคือเป็นเส้นสั้นและกาวที่รังไหม ดังนั้นการสาวไหมอีรี่มีความยุ่งยาก ใช้เวลานาน จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้คือออกแบบและสร้างเครื่องสาวรังไหมและเครื่องตีเกลียวสำหรับรังไหมอีรี่ โดยเครื่องสาวไหมทำหน้าที่สาวรังไหมที่ลอกกาวแล้วให้แตกตัวและทำให้เกาะกันเป็นแผ่นใยไหม ใยไหมที่ได้จากเครื่องสาวรังไหมจะถูกนำไปปั่นและตีเกลียวในเครื่องตีเกลียวผลิตเป็นเส้นไหมอีรี่ จากการทดลองเครื่องสาวไหมพบว่ารังไหมมีการแตกตัวมากที่สุด เมื่อใช้ฟันของชุดสาวที่ทำมุม 45° โดยฟันของชุดสาวเรียงตัวแบบสลับฟันปลา ความเร็วของป้อนรังไหมคือ 0.0053 เมตร/นาที การทดสอบเครื่องตีเกลียวที่ความเร็วของชุดปั่นแผ่นไหมที่ 0.0079 เมตร/นาที และความเร็วชุดตีเกลียว 1.33 เมตร/นาที ให้เส้นไหมที่มีเส้นสม่ำเสมอ และค่าแรงดึงคือ 5.72 นิวตัน ซึ่งใกล้เคียงกับไหมอีรี่ที่ผลิตจากวิธีดั้งเดิม จากการทดสอบการทำงานของเครื่องสาวเส้นไหมและเครื่องตีเกลียวต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง พบว่า เครื่องสามารถสาวรังไหมและตีเกลียวเส้นไหม ได้น้ำหนักรังไหม 1.52 กิโลกรัม ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าเครื่องสาวรังไหมและเครื่องตีเกลียวที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้สามารถช่วยเกษตรกรในการเพิ่มผลผลิตเส้นไหมอีรี่ และรองรับการพัฒนาของอุตสาหกรรมไหมอีรี่ต่อไป

คำสำคัญ: ไหมอีรี่, สาวไหม, สาวรังไหม, ตีเกลียวไหม

Abstract

Eri Silk is unique silk. Fabrics which woven from Eri silk are silkiness, light weight, fluff, softy and well absorbing. However, due to the limitations of Eri silk fiber character that is short line and glue at their cocoons, to reeling Eri silk fiber is then complicate work and time consuming. The purpose of this research was to develop a cocoon carding machine and twisting machine for Eri cocoons. A cocoon carding machine decomposes degumming cocoons and forms it into cohesiveness silk filament. The silk filament produced from a cocoon carding machine is then spun and twisted in the twisting machine to produce Eri silk fiber. From the experiments of a cocoon

¹ นิสิตปริญญาโท สาขาวิศวกรรมเครื่องกล, ^{2,3,4} อาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150,

¹ Graduate student Mechanical engineering, ^{2,3,4} Lecturer, Faculty of Engineer, Mahasarakham University Kantharawichai district Maha sarakham 44150,

carding machine, it can be found that cocoons were most decomposed when using teeth of carding head with angle 45 degree and these teeth were alignment in zigzag pattern. The speed of the cocoon feeder was about 0.0053 m / min. From twisting machine testing, the results pointed that the silk filament feeder velocity was of 0.0079 m / min and twisting set velocity was 1.33 m / min provided regular Eri silk meanwhile its tension is 5.72 Newton which is equivalent to Eri silk produced from traditional method. From continuous running cocoon carding machine and twisting machine for eight hours it can be seen that machines can decomposed cocoons and twisted silk by 1.52 kg of cocoon's weight. Hence, it can be concluded that, a cocoon carding machine and a twisting machine developed in this research can help farmers to increase Eri silk production and support the Eri silk industry development.

Keyword: Eri silk, Reeling silk , Cocoon carding, Silk twisting

บทนำ

ไหมไทยมีคุณสมบัติที่โดดเด่น ไหมมีหลายสายพันธุ์ แต่ละพันธุ์จะสามารถผลิตเส้นไหมที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน คุณสมบัติโดยรวมของเส้นไหมคือ เหนียว ทนทาน มันวาว เส้นไหมสามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด อาทิเช่น ผืนผ้าเพื่อใช้ในการสวมใส่ ผ้าห่ม กระเป๋า หรือแม้แต่ใช้เป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์ เช่น ไหมเย็บแผล การเลี้ยงไหมพันธุ์ทั่วไป ต้องปลูกหม่อนเพื่อนำใบมาเป็นอาหาร แต่ข้อจำกัดคือไม่สามารถนำใบหม่อนมาเลี้ยงได้ตลอดปี ในฤดูแล้งใบหม่อนจะไม่เพียงพอเลี้ยงตัวดักแด้ไหม ทำให้ผลผลิตไหมลดลงเกษตรกรจึงหาไหมพันธุ์ ที่ทนทาน กินพืชชนิดอื่นเป็นอาหาร คือหนอนไหมอิตาลี หรือ ไหมป่าอิตาลี ซึ่งกินใบมันสำปะหลังเป็นอาหาร¹ ข้อดีของไหมอิตาลีคือ เลี้ยงง่าย ทนต่อโรค ข้อจำกัดของไหมอิตาลีคือ รังไหมจะให้เส้นใยสั้นไม่ต่อเนื่อง² อย่างไรก็ตาม เส้นไหมอิตาลีก็มีคุณสมบัติเฉพาะตัว คือมีสีขาว มันวาว เมื่อนำทอผ้าจะได้ผ้าที่เบาฟู ดูดซับเหงื่อได้ดี จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูล ราคารังไหมอิตาลีสด จะอยู่ที่ 230 บาทต่อกิโลกรัม เส้นไหมอิตาลี 1,100 บาทต่อกิโลกรัม ถ้าทอเป็นผืนผ้าไหม 1 กิโลกรัม จะมีราคาถึง 3818.54 บาท³ จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงไหมป่าพบว่าไหมอิตาลีไม่สามารถใช้วิธีสาวไหมด้วยวิธีการเช่นเดียวกับไหมพันธุ์อื่นได้ ด้วยเหตุที่ไหมอิตาลี มี

เส้นสั้นและมีกาวเหนียวที่รังไหม การสาวไหมอิตาลีจะใช้วิธีการตีเกลียว⁴ เริ่มต้นจากการต้มรังไหมด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เพื่อละลายสารเหนียวที่เคลือบรังไหม ตากแดดให้แห้ง จากนั้นสาวเส้นไหมด้วยมือ การปั่นไหมอิตาลีจะใช้วิธีการคล้ายปั่นฝ้าย โดยใช้กงล้อปั่นไหมที่ละรังจนเป็นเส้น กระบวนการทั้งหมดนี้ต้องใช้ความชำนาญในการดึงและปล่อยใยไหม อีกทั้งใช้เวลาในการสาวนาน จากการสำรวจพบว่าชาวบ้านจะขายรังไหมสดเนื่องจากขาดแคลนแรงงานในการปั่นเส้นไหม โดยเฉพาะอย่างยิ่งฤดูทอ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและอุปกรณ์ที่ใช้ในการปั่นไหมอิตาลี พบว่า มีการสาว 2 แบบคือ คือแบบเปียกและแบบผสมกับฝ้าย ระหว่างการสาวแบบเปียกจะต้องนำไหมพื้นบ้านมาผสม เพราะเส้นไหมอิตาลีเป็นเส้นสั้นไม่ต่อเนื่องกัน และสภาวะทำงานแบบเปียก จะมีกลิ่นเหม็นของรังไหม และการปั่นเส้นไหมผสมกับฝ้ายจะทำให้โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ลงทุนสูงทำให้เกษตรกรไม่สามารถแปรรูปผลผลิตได้ ผลผลิตที่ได้จากกระบวนการทั้ง 2 ไม่ได้เส้นไหมอิตาลีที่บริสุทธิ์ ซึ่งทำให้คุณสมบัติที่โดดเด่น เช่น แรงดึง ความมันวาว การดูดซับเหงื่อลดลง

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการออกแบบและสร้างเครื่องสาวรังไหมและเครื่องปั่นเส้นไหมอิตาลีโดยเฉพาะ⁵ โดยคำนึงถึง ต้นทุนต่ำเพื่อให้เกษตรกรผู้ใช้งานซ่อม

บำรุงและการใช้งานทำได้ง่าย โดยเส้นไหมอีรี่ที่ได้จากเครื่องปั่นรังไหม จะมีคุณภาพ มีความยืดหยุ่น มีขนาดเส้นไหมสม่ำเสมอ แรงดึง เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นไหมที่ปั่นด้วยวิธีแบบดั้งเดิมประโยชน์ของเครื่องปั่นไหมอีรี่นี้ จะสามารถช่วยเกษตรกร ในการเพิ่มผลผลิตเส้นไหม และรองรับการพัฒนาอุตสาหกรรมไหมอีรี่ต่อไป

วัสดุและวิธีการศึกษา

ขั้นตอนการออกแบบและสร้าง

เครื่องสานรังไหม ทำหน้าที่ สานรังไหมแห้ง ที่ผ่านการต้มและลอกกาออกแล้ว และเครื่องตีเกลียวทำหน้าที่ปั่นตีเกลียวรังไหมที่ผ่านการสานแล้วให้เป็นเส้น จากแนวความคิดของการออกแบบ⁷ เครื่องสานไหม ประกอบด้วยส่วนสำคัญได้แก่ กรวยปั่นรังไหมติดตั้งด้านบนของเครื่อง ด้านล่างของกรวยจะมีชุดปั่นรังไหมทำหน้าที่ดึงรังไหมจากกรวย ไปยังหัวสางที่มีลักษณะคล้ายหนาม ด้านล่างมีถาดรองไหม สำหรับรองรับเส้นไหมที่ไม่เกาะหัวสาง โดยเครื่องสานไหมจะเปิดปิดการทำงาน ผ่านสวิทช์ควบคุมและต้นกำเนิดกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ดังแสดงใน Figure 1

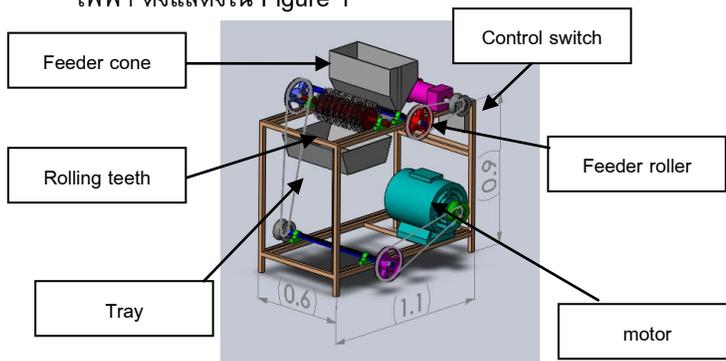


Figure 1 A drawing of carding silk machine (m)

เครื่องตีเกลียวประกอบไปด้วย ชุดม้วนไหมใหม่ ทำหน้าที่ม้วนไหมให้เป็นเส้น ในชุดม้วนไหมนี้จะมีลูกรีด 3 ชุด ระหว่างลูกรีดชุดที่ 1 กับ 2 จะมีช่องที่หมุนได้ ทำหน้าที่รวมไหมให้เป็นเส้นส่งต่อไปยังชุดตีเกลียว ซึ่งทำหน้าที่ตีเกลียวเส้นไหมให้มีความแน่นและ

เส้นสม่ำเสมอ ก่อนเข้าสู่ชุดตีเกลียวจะมีชุดปั่นที่สามารถปรับความเร็วรอบได้ เครื่องตีเกลียวจะมีสวิทช์ควบคุมการทำงานและเครื่องตีเกลียวส่งกำลังด้วยมอเตอร์ 3 ตัว ดังแสดงใน Figure 2

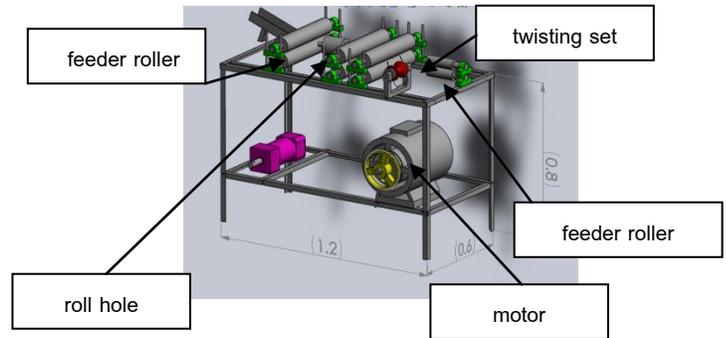


Figure 2 A drawing of twisting silk machine (m)

สามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานโดยรวม คือนำรังไหมที่ผ่านการต้มลอกกา ดากแดดให้แห้งปั่นเข้าไปในกรวยปั่นรังไหม จะมีชุดปั่นรังไหม จะหมุนดึงรังไหมเข้าไปที่หัวสาง โดยลูกหนามที่หัวสางจะสานรังไหมให้แยกออกจากกัน และเกาะอยู่ที่หัวสาง จากนั้นทำการตัดไหมที่ติดอยู่กับหัวสาง และลอกออกเป็นแผ่นไหม นำแผ่นไหมใหม่มาผ่านเข้าเครื่องตีเกลียวเส้นไหม โดยผ่านลูกรีดและช่องเล็กเพื่อม้วนไหม ตัดและนำเส้นเข้าสู่ชุดปั่นตีเกลียวให้เส้นไหมมีขนาดเล็ก

เงื่อนไขการออกแบบ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและศึกษาดูงาน พบว่า ใน 1 วันเกษตรกรจะสาวไหม โดยคิดเป็นน้ำหนักรังไหมอีรี่เฉลี่ย 300 กรัม ในงานวิจัยนี้ เครื่องสานรังไหมและเครื่องตีเกลียวถูกออกแบบให้ทำงานได้รวดเร็วกว่าเกษตรกร 5 เท่า ดังนั้น จึงกำหนดอัตราการผลิตเส้นไหมโดยผลิตจากรังไหม 1.5 กิโลกรัม/ 8 ชั่วโมง

เงื่อนไขการออกแบบ คือ อัตราการปั่นรังไหมเข้าเครื่อง 200 กรัม/รอบ (การทำงานต่อรอบ ใช้เวลาเฉลี่ย 60 นาที) กำหนดความกว้างของแผ่นเส้นไหม 0.3 เมตร และความยาวของแผ่นไหมใหม่ คือ 0.3 เมตร จะต้องได้ความยาวของแผ่นไหมใหม่ 0.3 เมตร

จากเงื่อนไขของการออกแบบได้แก่ อัตราการผลิต ขนาดของแผ่นเส้นใย สามารถคำนวณหา ความยาวของเพลาลูกหนามได้ 0.3 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเพลาลูกหนาม 0.095 เมตร เมื่อคำนวณแรงบิดทั้งหมดจากน้ำหนักของอุปกรณ์และผลของแรงเสียดทานรวมทั้งแฟกเตอร์ความปลอดภัย จะได้ขนาดของมอเตอร์ขับหัวสาย 597.675 วัตต์ เพราะฉะนั้นใช้มอเตอร์ ขนาด 1 แรงม้า

การออกแบบขั้นตอนการทดลอง

การทดลองเครื่องสร้างไหม มีเงื่อนไขการทดลองคือ

- น้ำหนักไหมที่ป้อนแต่ละรอบ คือ 200 กรัม
- มุมของหนามสายกับหัวสาย คือ 45° และ 90°
- ความเร็วรอบของชุดรีดป้อนไหม 2,3,4 รอบ/นาที (1 รอบ/นาที หมายถึง 0.00265 เมตร/นาที)
- การเรียงตัวของหนามสาย แบบเรียงตรง สลับฟันปลา

ผลการทดลองจะบันทึกข้อมูล การแตกตัวของรังไหม และน้ำหนักไหมที่ตกลงบนภาครองรับด้านล่าง

การทดสอบเครื่องตีเกลียว มีเงื่อนไขการทดลองคือ

- น้ำหนักไหมที่ป้อนแต่ละรอบ 100 กรัม
- ชุดตีเกลียว โดยปรับความเร็วรอบของชุดตีเกลียว คือ 400 ,500,600 รอบ ต่อ นาที (1 รอบ/นาที หมายถึง 0.00265 เมตร/นาที)
- ความเร็วรอบของชุดป้อนไหม คือ 3,4,5 รอบต่อ นาที (1 รอบ/นาที หมายถึง 0.00265 เมตร/นาที)

ผลการทดลองจะบันทึกข้อมูลความสม่ำเสมอ แรงดึง และความยาวของเส้นไหมที่ได้

ผลการดำเนินงาน

การสร้างเครื่อง

จากการสร้างเครื่องที่ได้ออกแบบและคำนวณ อุปกรณ์ต่างๆได้ จะได้เครื่องสร้างไหม และเครื่องตีเกลียวที่เสร็จสมบูรณ์ ดังในแสดง Figure 3 และ Figure 4 ตามลำดับ

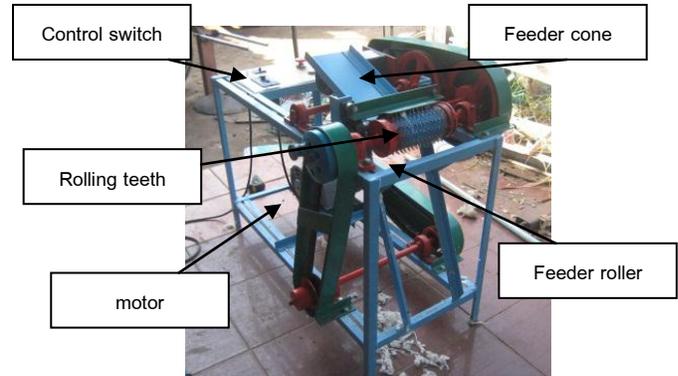


Figure 3 Carding Machine

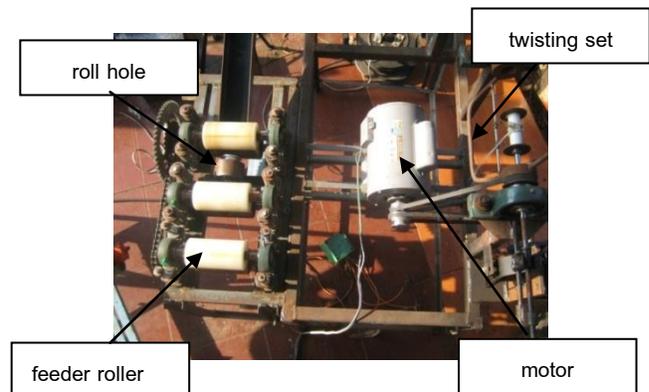


Figure 4 Twisting machine

ผลการทดสอบเครื่องสร้างไหม

Table 1 แสดงผลการทดสอบเครื่องสร้างไหม โดยการประเมินการแตกตัวของรังไหม มีการประเมิน ให้คะแนน 1 - 5 โดย 1 หมายถึงรังไหมมีการแตกตัวน้อยที่สุด และ 5 หมายถึงรังไหมมีการแตกตัวมากที่สุด ผลการแตกตัวของรังไหม ประเมินโดยผู้วิจัยและผู้ประกอบการเกี่ยวกับไหม น้ำหนักของรังไหมในภาครองรับบันทึกในหน่วยกรัม น้ำหนักของรังไหมในภาครองรับมากแสดงถึงความไม่สมบูรณ์ในการเกาะตัวกันของใยไหมมีมาก

Table 1 The results of carding machine

Teeth Angle (degree)	Feeder speed (rpm)	Alignment teeth	Point of decomposition (1-5)	Silk weight on tray (g)
45°	2	Straight	3.33	34
		Zigzag	4.33	31
	3	Straight	3.00	35
		Zigzag	3.60	33
	4	Straight	2.07	38
		Zigzag	2.2	36
90°	2	Straight	3.4	36
		Zigzag	4.2	34
	3	Straight	2.93	35
		Zigzag	3.86	33
	4	Straight	1.93	39
		Zigzag	2.11	34

Table 2 แสดงผลการทดสอบเครื่องตีเกลียว โดยการประเมินความสม่ำเสมอของเส้นไหม มีการประเมินให้คะแนน 1 -5 โดย 1 หมายถึงความสม่ำเสมอของเส้นไหมน้อยที่สุด และ 5 หมายถึงความสม่ำเสมอของเส้นไหมมากที่สุด ผลความสม่ำเสมอประเมินโดยผู้วิจัยและผู้ประกอบการเกี่ยวกับไหม วัดแรงดึงในหน่วยนิวตัน โดยใช้เครื่องวัดแรงดึง และความยาวเส้นไหมในหน่วยเมตร

Table 2 The results of twisting machine

Speed of feeder	Twisting speed (rpm)	Regularity (1-5)	Tension (N)	Length (m)
3	400	3.60	5.23	11.45
	500	3.46	5.26	11.50
	600	3.33	5.35	12.35
4	400	3.93	5.55	10.45
	500	4.20	5.72	10.85
	600	3.93	5.63	11.55
5	400	3.26	4.75	8.75
	500	3.53	4.97	9.35
	600	3.86	4.9	10.85

วิจารณ์และสรุปผล

จากการทดสอบเครื่องสานไหมพบว่า หนามสานทำมุม 45° เรียงตัวของหนามสานคือแบบสลับฟันปลาความเร็วรอบป้อนที่ 2 รอบ/นาที (0.0053 เมตร/นาที) มีการแตกตัวของรังไหมมากที่สุด ได้คะแนนจากการประเมิน 4.33 ส่วนการทดลองที่มีน้ำหนักรังไหมตกลงบนถาดรองมากที่สุดคือ มุมของหนามสาน 90° เรียงตรง ความเร็วรอบป้อนที่ 4 รอบ/นาที (0.0079 เมตร/นาที) มีน้ำหนัก 39 กรัม น้ำหนักในถาดรองของรังไหมซึ่งบ่งความไม่เกาะกันของเส้นไหม และเนื่องจากความเร็วรอบของตัวป้อนรังไหมสูงเกินไปทำให้รังไหมกระเด็นออกจากตัวสานมาก ผลการประเมินการแตกตัวของรังไหมต่ำที่สุด คือ 1.93 เนื่องจากความเร็วรอบป้อนที่สูง และการทำมุมของหนามสาน 45° และ 90° ให้ผลการประเมินการสานที่ใกล้เคียงกัน

การทดสอบเครื่องตีเกลียว ความเร็วรอบของชุดป้อนที่ 4 รอบ/นาที (0.011 เมตร/นาที) และความเร็วรอบชุดตีเกลียว 500 รอบ/นาที (1.33 เมตร/นาที) มีความสม่ำเสมอของเส้นไหมมากที่สุด ได้คะแนนจากการประเมิน 4.2 การทดลองแรงดึงเฉลี่ยของเส้นไหมมากที่สุดคือ ความเร็วรอบของชุดป้อนที่ 4 รอบ/นาที และความเร็วรอบชุดตีเกลียว 500 รอบ/นาที (1.33 เมตร/นาที) ได้แรงดึง 5.72 นิวตัน เส้นไหมที่แรงดึงต่ำที่สุดคือ 4.75 เนื่องมาจากการความเร็วรอบในการป้อนรังไหมสูงเกินไป จะตีเกลียวได้น้อย ทำให้แรงดึงลดลง ความยาวของเส้นไหมมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน โดยความยาวมากที่สุดคือ ความเร็วรอบของชุดป้อนที่ 3 รอบ/นาที และความเร็วรอบชุดตีเกลียว 600 รอบ (1.6 เมตร/นาที) ได้ความยาว 12.35 เมตร แต่ความยาวของผลการทดลองไม่แตกต่างกันมากนัก สรุปได้ว่าเครื่องตีเกลียวให้ ความสม่ำเสมอ และค่าแรงดึงที่ดีที่สุดคือ ความเร็วรอบของชุดป้อนที่ 4 รอบ/นาที (0.011 เมตร/นาที) และความเร็วรอบชุดตีเกลียว 500 รอบ/นาที (1.33 เมตร/นาที) ซึ่งใกล้เคียงกับวิธีดั้งเดิมที่ค่าแรงดึง 5.63 นิวตัน และจากการทดสอบการทำงานต่อเนื่อง 8 ชั่วโมงพบว่า เครื่องที่ออกแบบและสร้างขึ้นสามารถสานรังไหมและตี

เกลียวได้คิดเป็นน้ำหนักของรังไหมอีรี่ 1.52 กิโลกรัม โดยได้เส้นไหมที่มีคุณภาพใกล้เคียงกับไหมที่สาวด้วยวิธีแบบดั้งเดิม

ข้อเสนอแนะจากการทดลอง ในการทำงานตีเกลียวให้ได้ประสิทธิภาพนั้น ต้องทำความสะอาดรังไหมก่อนทำการต้มลอกขาว เพื่อให้ได้ใยไหมที่สะอาดก่อนเข้าเครื่องสาว นอกจากนี้ผู้ใช้เครื่องจะต้องรักษาความสะอาดในขณะที่ใช้งาน เพราะถ้ามีฝุ่นในใยไหม เส้นไหมจะไม่เกาะกันทำให้เส้นไหมขาดระหว่างการตีเกลียว

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับทุนวิจัย จากศูนย์ส่งเสริมความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม (UIC) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ให้สถานที่ในการทำงานวิจัย ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำในการทำงานวิจัย ขอขอบคุณห้างหุ้นส่วน ถวิลการ จำกัด ที่ให้รังไหมอีรี่สำหรับงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. ทิพย์วดี อรรถธรรม และคณะ. การให้บริการไหมอีรี่เพื่อการดำเนินการวิจัย.ชุดโครงการ “การพัฒนาไหมอีรี่สู่อุตสาหกรรม”. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. ภาควิชาภูมิวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, 2549.
2. รังสิมา ชลคุป และคณะ. การผลิตเส้นด้ายและผ้าจากไหมอีรี่ผสมฝ้ายในระดับหัตถอุตสาหกรรม. ชุดโครงการ การพัฒนาไหมอีรี่สู่อุตสาหกรรม. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549.
3. สุชาดา อุชชิน และนภาพรพันธ์ พรหมชนะ. การวิเคราะห์ราคาขายและจุดคุ้มทุนการผลิตไหมอีรี่ในงานหัตถกรรม. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลทางการเกษตรและ

อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2552.

4. S. Sirimungkararat, S. Kamoltip, W. Saksirat “Reeling of Eri Cocoon (Philosamia ricini B.) for Silk Yarn Production”. Journal of Science and Technology MSU 24(3)(Jul-Sep)page 24-27, 2005.
5. Debasis Chattopadhyay. Spinning of Eri Silk Yarn using Amber Charka Technique, 2010
6. วรวิทย์ อึ้งภากรณ์, ชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล MACHINE DESIGN เล่ม 1. กรุงเทพฯ:ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2549.
7. วรวิทย์ อึ้งภากรณ์, ชาญ ถนัดงาน. การออกแบบเครื่องจักรกล MACHINE DESIGN เล่ม 2. กรุงเทพฯ:ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2548.
8. นิตยา มหาไชยวงศ์ และคณะ. การพัฒนากรรมวิธี / เครื่องมือในการผลิตเส้นไหมอีรี่และผลิตภัณฑ์จากไหมอีรี่. รายงานเชิงวิจัยปฏิบัติการฉบับสมบูรณ์. โครงการฝ้ายแกมไหม สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2551.