PRAWARUN AGRICULTURAL JOURNAL

https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index

บทความวิจัย

การออกแบบและพัฒนาเครื่องสางตีใยสังเคราะห์แบบกึ่งอัตโนมัติ

ปิยะพงษ์ สิงห์บัว[1*] รักพงษ์ ขันธวิธิ[1] สวาส อาจสาลี[1] อนุรักษ์ มะโนมัย[2] ชลดา ยอดยิ่ง[3] และ กันตพงษ์ แข้โส[4]

[1]*สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000*

[2]*สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000*

[3]*สาขานวัตกรรมเทคโนโลยีเครื่องจักรกล คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000*

[4]*ศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002*

ข้อมูลบทความ

Article history
รับ: 22 พฤษภาคม 2566
แก้ไข: 25 มิถุนายน 2566
ตอบรับการตีพิมพ์: 25 มิถุนายน 2566
ตีพิมพ์ออนไลน์: 28 มิถุนายน 2566

คำสำคัญ
หมอนรองคอ
หมอนสมุนไพร
ใยสังเคราะห์
เครื่องตีสางตีใยสังเคราะห์
ลูกกลิ้งสางใย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องสางตีใยสังเคราะห์แบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบขนาดเล็ก เพื่อลดปัญหาหลักของกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมสิ่งทอผลิตหมอนและผ้าห่มของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มหมอนฟักทอง อ.ส.ม. หมอนสมุนไพรเพื่อสุขภาพ ตั้งอยู่เลขที่ 21 หมู่ 1 บ้านลาด ตำบลศรีสุข อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ในส่วนของกระบวนการสางตีใยสังเคราะห์ โดยใช้เครื่องสางตีใยสังเคราะห์แบบกึ่งอัตโนมัติขนาด 142 x 229 x 130 เซนติเมตร สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย มีการทดสอบปัจจัยที่เหมาะสมของเครื่อง คือ ความเร็วรอบการหมุนของชุดตีใย 4 ระดับ ได้แก่ 250, 300, 350 และ 400 รอบต่อนาที มีค่าชี้ผลการทดสอบคือ 1) ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) 2) ประสิทธิภาพในการทำงาน (ร้อยละ) และ 3) ความหนาแน่นของเส้นใย (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) จากการทดสอบ พบว่า ความสามารถการทำงาน 42.40±0.80 – 51.40±0.50 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีประสิทธิภาพการทำงานร้อยละ 92.50±0.69 - 97.10±1.34 ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบลูกกลิ้งสางตีใยที่ปรับตั้ง โดยเมื่อปรับให้ความเร็วลูกกลิ้งสูง ยิ่งทำให้ความสามารถการทำงาน ประสิทธิภาพการทำงาน รวมทั้งความหนาแน่นของเส้นใยสางสูงขึ้นตาม แต่ก็ส่งผลให้การใช้พลังงานสูงขึ้นด้วยเช่นกัน อยู่ที่ 71.40±0.50 – 94.80±0.40 วัตต์ต่อกิโลกรัม นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคน เครื่องสางตีใยสังเคราะห์แบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบมีความสามารถในการทำงานมากกว่าแรงงานคนอยู่ที่ 5 เท่า สามารถลดการจ้างแรงงาน 3 คน ลดต้นทุนการผลิต 180,000 บาท และเป็นการเพิ่มรายได้จากยอดขาย 270,000 บาท จากเดิม 120,000 บาทต่อเดือน คิดเป็นรายได้ที่เพิ่มขึ้น 2.25 เท่า จุดคุ้มทุนของเครื่องอยู่ที่ 2 ปี

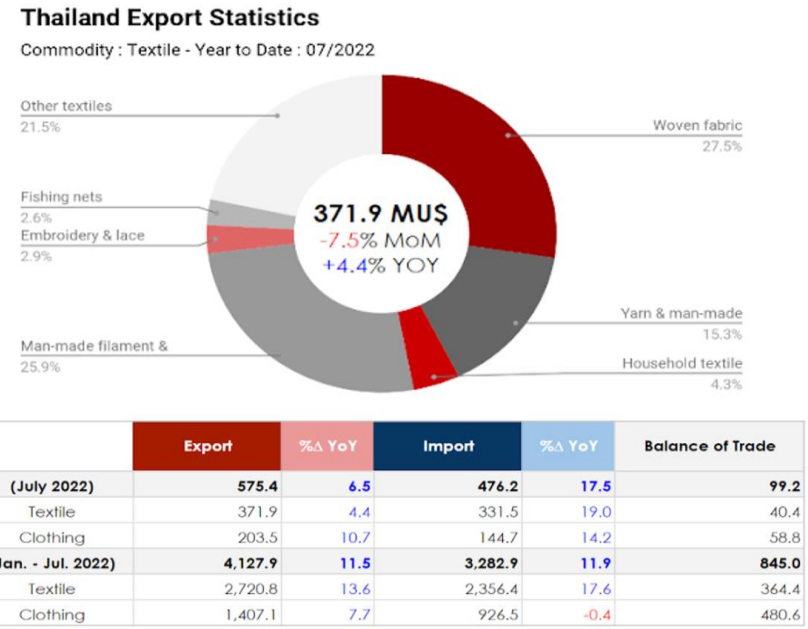
บทนำ

ในประเทศไทย อุตสาหกรรมผลิตผ้าและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการนอนถือเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยเริ่มต้นจากการผลิตในครัวเรือนเพื่อใช้เฉพาะสมาชิกในครอบครัวหรือในชุมชน ต่อมาเริ่มมีบทบาททางด้านเศรษฐกิจ พร้อมทั้งมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอุตสาหกรรมผลิตหมอน ผ้าห่ม และผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับการนอนทั้งหมด (Rattanakamnuan, 2014; Cultural Information Center, 2023) ตามรายงานของ สำนักงานนโยบายและยุทธศาสตร์การค้า กระทรวงพาณิชย์ ปี พ.ศ. 2565 มูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์สิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มของประเทศไทย มีมูลค่าประมาณ 19,385.23 ล้านบาท ซึ่งขยายตัวจากปี พ.ศ. 2564 อยู่ที่ร้อยละ 6.5 (Figure 1) (Data Center and Digital Industry, 2022)

กระบวนการผลิตหมอน เริ่มจากการคัดเลือกผ้าที่จะนำมาทำเป็นตัวหมอน ตัดผ้าตามชนิดหรือตามขนาดของหมอนที่ต้องการ เช่น หมอนสุขภาพ หมอนรองคอ หมอนหนุน หมอนข้าง เป็นต้น เมื่อได้ผ้าตามขนาดที่ต้องการ จึงนำมาตัดเย็บเป็นรูปแบบที่ต้องการ พร้อมบรรจุไส้หมอนด้วยวัสดุต่าง ๆ ก่อนเย็บสอยปิดหน้าหมอน (Product database, 2023) ไส้สำหรับบรรจุหมอนในปัจจุบัน มีหลากหลายวัสดุตามความต้องการของผู้ใช้งาน ซึ่งแต่ละวัสดุจะมีลักษณะเด่นและมีความแตกต่างกันในแต่ละวัสดุ เช่น 1) ใยนุ่นสังเคราะห์ ด้วยคุณลักษณะที่ดีกว่านุ่นธรรมชาติในหลาย ๆ ด้าน เพราะไร้ฝุ่น และปลอดภัยจากเชื้อรา มีความฟูและความนุ่ม เนื้อแน่น น้ำหนักเบา และฟูเด้งคืนตัวได้เป็นอย่างดี 2) เม็ดไมโครบีดส์ เป็นที่นิยมนำมาทำเป็นหมอนทราเวลและหมอนพักมือ จำเป็นต้องใช้คู่กับผ้ายืด เหมาะสำหรับเป็นหมอนสุขภาพ เพราะจะปรับเปลี่ยนรูปทรงไปตามสรีระของผู้ใช้ มีผิวสัมผัสที่นุ่มสบาย ความรู้สึกเวลาใช้งานจะต่างกับใยนุ่นสังเคราะห์ ราคาจะสูงกว่าใยนุ่นสังเคราะห์ 3) ขนเป็ดหรือขนห่านจะมอบสัมผัสที่ความนุ่มฟู มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน โดยขั้นตอนการผลิตนั้นก็จะมีสัดส่วนของขนแต่ละชนิดในการทำหมอนที่แตกต่างกันไป ข้อดีของหมอนที่มีไส้ขนสัตว์คือ ความทนทาน มีสัมผัสที่นุ่มสบาย รองรับสรีระส่วนคอได้ดี ส่วนข้อเสียคือ อาจจะไม่เหมาะกับผู้เป็นโรคภูมิแพ้ขนสัตว์ รวมถึงทางด้านราคาที่ค่อนข้างสูง 4) นุ่น เป็นวัสดุที่ได้

*Corresponding author
E-mail address: piyapong_sin@vu.ac.th (P. Singbua)
Online print: 28 June 2023 Copyright © 2023. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. https://doi.org/10.14456/paj.2023.19

จากธรรมชาติ มีคุณสมบัติในการระบายอากาศได้ดี แต่ถึงแม้จะเป็นหมอนที่มีความหนาแน่นสูงเมื่อใช้งานแรก ๆ แต่เมื่อเวลาผ่านไปจะให้สัมผัสที่นุ่มลงเรื่อย ๆ และไม่สามารถคืนตัวได้ และ 5) เส้นใยจากพืช โดยนำวัสดุเส้นใยพืชไปผ่านกระบวนการถัก ทอ หรือสานเป็นสิ่งของเครื่องใช้ต่าง ๆ (Janyatham & Sikka, 2012; Umasiln & Utiswannakul, 2018; Pillow Smile, 2019; JINPIINCHEEYEA, 2020)



	Export	%Δ YoY	Import	%Δ YoY	Balance of Trade
(July 2022)	**575.4**	**6.5**	**476.2**	**17.5**	**99.2**
Textile	371.9	4.4	331.5	19.0	40.4
Clothing	203.5	10.7	144.7	14.2	58.8
(Jan. - Jul. 2022)	**4,127.9**	**11.5**	**3,282.9**	**11.9**	**845.0**
Textile	2,720.8	13.6	2,356.4	17.6	364.4
Clothing	1,407.1	7.7	926.5	-0.4	480.6

Figure 1 Overview of International Trade in Thai Textile and Garment Industry July 2022.

วิสาหกิจชุมชนกลุ่มหมอนฟักทอง อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน (อ.ส.ม.) หมอนสมุนไพรเพื่อสุขภาพ ตั้งอยู่เลขที่ 21 หมู่ 1 บ้านลาด ตำบลศรีสุข อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม (Community Enterprise Promotion Division Department of Agricultural Extension, 2017) มีสมาชิกทั้งหมดจำนวน 10 คน เป็นกลุ่มวิสาหกิจที่มีการดำเนินการผลิตผลิตภัณฑ์หมอนบรรจุใยสังเคราะห์เพื่อการจำหน่าย โดยผลิตภัณฑ์ส่วนมากจะจำหน่ายภายในประเทศโดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และกรุงเทพฯ ซึ่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวนี้จะมีจุดเด่นคือ เป็นการใช้ฝีมือของสมาชิกกลุ่มทำการเย็บลูกหมอนด้วยตนเอง และมีการเพิ่มมูลค่าโดยการเติมสมุนไพรเพิ่มกลิ่นหอมทำให้รู้สึกโล่งสบาย จากจุดเด่นของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจึงส่งผลทำให้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคและมีคำสั่งซื้อเป็นจำนวนมาก โดยกระทั่งร้านค้าแบบโมเดิร์นเทรดก็มีการสั่งผลิตจากวิสาหกิจชุมชนนี้เพื่อนำไปจำหน่ายเช่นกัน ซึ่งในปัจจุบัน ทางวิสาหกิจยังขาดอุปกรณ์และปัจจัยในการเพิ่มการผลิตให้มากขึ้น เนื่องจากการนำใยสังเคราะห์มาเพื่อใช้บรรจุลงในหมอนนั้น ต้องมีการรับใยฝ้ายสังเคราะห์มาจากแหล่งผลิตใหญ่ ซึ่งมาเป็นก้อนและต้องนำมาตีให้แตกออกเป็นเส้นใย ด้วยเครื่องตีใยสังเคราะห์ ซึ่งทางวิสาหกิจฯ ได้ทำการจ้างบริษัทเอกชนในการตีเส้นใยและในการตีแต่ละครั้งต้องใช้เวลานานและต้องมีการจองคิวก่อนล่วงหน้า เนื่องจากมีหลายกลุ่มที่ทำเกี่ยวกับเส้นใยต้องมาใช้บริการเอกชนเช่นกัน ทำให้เป็นเงื่อนไขของกำลังการผลิต ทำให้ไม่สามารถเพิ่มปริมาณในการผลิตหมอนได้ ถือเป็นคอขวดในกระบวนการผลิต ซึ่งหากมีเครื่องตีใยสังเคราะห์ที่มีราคาไม่สูงมากและมีประสิทธิภาพที่ดี จะส่งผลให้ทางกลุ่มสามารถยกระดับการผลิตได้อีกเป็นเท่าตัว ถือเป็นการเพิ่มความสามารถในการทำงานและเป็นการเพิ่มรายได้ให้แก่กลุ่มวิสาหกิจ

งานวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องสางตีใยสังเคราะห์แบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบขนาดเล็ก เพื่อให้สามารถมีเครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตสูงและเหมาะสำหรับกลุ่มวิสาหกิจที่มีความต้องการยกระดับการผลิตใกล้เคียงระดับอุตสาหกรรม สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย โดยมีการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมของเครื่อง คือ ความเร็วรอบการหมุนของชุดตีใย 4 ระดับ มีค่าชี้ผลการทดสอบคือ 1) ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) 2) ประสิทธิภาพในการทำงาน (ร้อยละ) และ 3) ความหนาแน่นของเส้นใย (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) โดยเครื่องสางตีใยสังเคราะห์แบบกึ่งอัตโนมัติที่จะทำการออกแบบพัฒนานั้น จะสามารถเพิ่มการผลิตและเพิ่มโอกาสทางรายได้ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนได้

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

แนวความคิดในการออกแบบและสร้างเครื่องจักร

การออกแบบเครื่องสางตีใยสังเคราะห์แบบกึ่งอัตโนมัติ จำเป็นที่จะต้องอาศัยหลักการออกแบบทางด้านงานวิศวกรรม เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงความต้องการและความปลอดภัยของผู้ใช้งานเป็นหลัก ซึ่งแนวความคิดในการออกแบบและสร้างเครื่องจักรมีดังนี้

เครื่องสางตีใยสังเคราะห์ต้นแบบ ออกแบบให้มีขนาดเล็กและความคงทนสูงในระดับอุตสาหกรรม เนื่องจากเครื่องทั่วไปมีขนาดใหญ่หนัก เคลื่อนย้ายลำบาก และราคาสูง ในด้านของการผลิต ต้องมีปริมาณการผลิตที่มากพอระดับหนึ่งในระดับขนาดอุตสาหกรรมจึงจะคุ้มค่ากับการลงทุน มีกระบวนการปั่นสางตีใยหน้ากว้างการทำงาน

เหมาะกับขนาดใยสังเคราะห์อัดแผ่น 85 เซนติเมตร ช่องป้อนมีสายพานลำเลียงในการรองรับวัสดุ และพาวัสดุเข้าสู่กระบวนการสางตีใยด้วยชุดสางตีใย พร้อมชุดเป่าลมที่จะทำหน้าที่ขับวัสดุให้ชุดสางตีใยทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมกับเพื่อนำเอาผลิตภัณฑ์ออก ตัวเครื่องสามารถทำงานแบบต่อเนื่องได้โดยมีการควบคุมอัตราการป้อนวัตถุดิบ (Wongkasem & Aksornpim, 2015) ลักษณะในการทำงานของเครื่องที่จะออกแบบ มีรายละเอียดดัง Figure 2

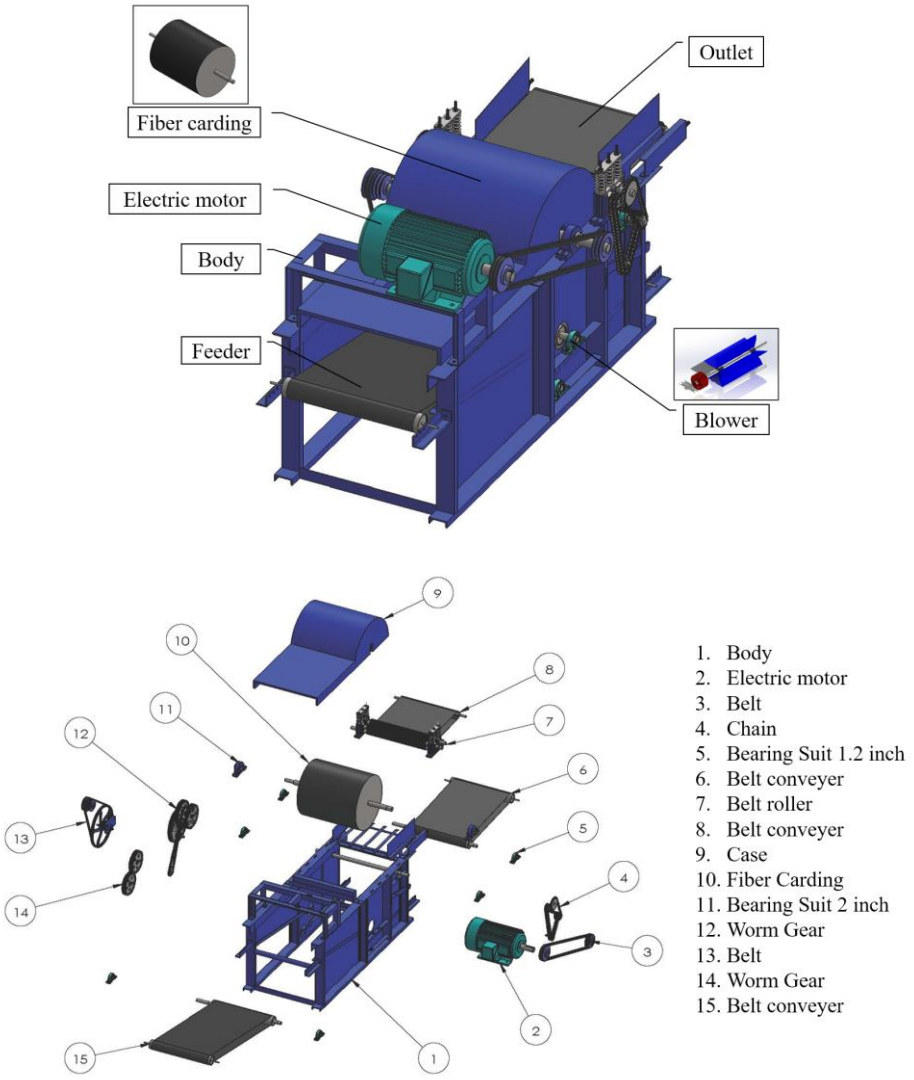


Figure 2 Sketch of semi-automatic synthetic carding machine.

ขนาดเครื่องที่ออกแบบ 142 x 229 x 130 เซนติเมตร หลักการทำงานของเครื่องคือ เมื่อมีการลำเลียงก้อนใยสังเคราะห์ที่มีขนาดหน้ากว้างไม่เกิน 85 เซนติเมตร ผ่านเข้าชุดสายพานลำเลียงในตำแหน่งช่องป้อน ก้อนใยสังเคราะห์จะถูกลำเลียงไปสู่ชุดสางตีใยที่ทำจากลูกกลิ้งหมุนโลหะขนาด 40 – 45 นิ้ว ที่มีแท่งหนามเหล็กแหลมขนาดสั้น ๆ จำนวนมากอยู่บนพื้นผิว (Amaroek, 2017) ลูกกลิ้งหมุนจะทำการสางตีใยจากลักษณะเป็นแผ่นก้อน กลายเป็นลักษณะคล้ายปุยนุ่น ซึ่งตัวเครื่องมีตัวถังห่อหุ้มอีกชั้นเพื่อไม่ให้ปุยเส้นใยกระเด็นออก พร้อมมีการเป่าลมเพื่อกระจายก้อนเส้นใยให้โดนหนามเหล็กแหลมอย่างทั่วถึง เมื่อแผ่นก้อนใยสังเคราะห์ถูกสางตีใยแล้ว จะถูกขับออกผ่านทางด้านช่องทางออกหลังเครื่อง เพื่อนำเอาผลิตภัณฑ์ออกไปใช้งานต่อไป โดยตัวเครื่องใช้ต้นกำลังขนาด 1 แรงม้า ลูกกลิ้งหมุนในชุดสางตีใยสามารถปรับความเร็วรอบการหมุนได้ด้วยการปรับอัตราการทดของเกียร์ อยู่ในช่วง 250 – 400 รอบต่อนาที คิดเป็นความเร็วเชิงเส้นการหมุนที่ 14.96 –23.94 เมตรต่อวินาที เพื่อทำการตีก้อนใยสังเคราะห์ให้แตกตัวออกมา

วิธีทำการทดสอบ

การทดสอบปัจจัยที่เหมาะสมของเครื่อง เพื่อศึกษาความสามารถการทำงานของเครื่องและความหนาแน่นของปุยเส้นใยที่ได้จากปัจจัยการทดสอบต่าง ๆ จะทำการทดสอบความเร็วรอบการหมุนของลูกกลิ้งหมุนสางตีใย (หมายเลข 10 จาก Figure 2) 4 ระดับ ได้แก่ 250 300 350 และ 400 รอบต่อนาที คิดเป็น 14.96 17.95 20.95 และ 23.94 เมตรต่อวินาที ควบคุมอัตราการป้อนที่ 1.80 เมตรต่อนาที ทดสอบจากความเร็วการหมุนของสายพานลำเลียง ทดสอบกับใยฝ้ายสังเคราะห์ที่ความชื้นร้อยละ 7 ฐานเปียก ขนาดใยสังเคราะห์อัดแผ่น 85 x 100 เซนติเมตร มีค่าชี้ผลการทดสอบคือ

1) ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) 2) ประสิทธิภาพในการทำงาน (ร้อยละ) และ 3) ความหนาแน่นของปุยเส้นใย (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ดังแสดงในสมการที่ 1 พร้อมกับทดสอบเปรียบเทียบความสามารถการสางตีใยสังเคราะห์ด้วยเครื่องต้นแบบและผลิตแบบดั้งเดิม (แรงงานคน) พร้อมคำนวณจุดคุ้มทุนของเครื่อง

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นของปุยเส้นใย (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)

m คือ น้ำหนักของปุยเส้นใย (กรัม)

V คือ ปริมาตรของภาชนะ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการออกแบบและสร้างเครื่องจักร

เมื่อทำการสร้างเครื่องต้นแบบ ตามแนวคิดการออกแบบที่กำหนดไว้ ได้ภาพตัวอย่างเครื่องสางตีใยสังเคราะห์แบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบ โดยมีส่วนประกอบหลักของเครื่องและหน้าที่หลัก ๆ ได้แก่ โครงเครื่อง สายพานลำเลียงก้อนใยสังเคราะห์อัดแผ่นเข้าและออก ชุดตีสางตีใยที่มีลูกกลิ้งหมุนอยู่ภายใน ชุดพัดลมเป่า และชุดส่งกำลัง (Figure 3) และเมื่อทำการทดสอบการทำงานของเครื่องและปัจจัยที่เหมาะสมของเครื่อง ได้ตัวอย่างใยสังเคราะห์ที่ได้จากเครื่องต้นแบบลักษณะดังแสดงใน Figure 4

ผลการทดสอบปัจจัยที่เหมาะสมของเครื่อง

จากการทดสอบปัจจัยที่เหมาะสมของเครื่อง โดยทำการทดสอบความเร็วรอบการหมุนของชุดตีใย 4 ระดับ ได้แก่ 250 300 350 และ 400 รอบต่อนาที ได้ผลการทดสอบดังแสดงใน Figure 5

Figure 3 Prototype semi-automatic polyester fiber carding machine.

Figure 4 Polyester fiber obtained through the prototype.

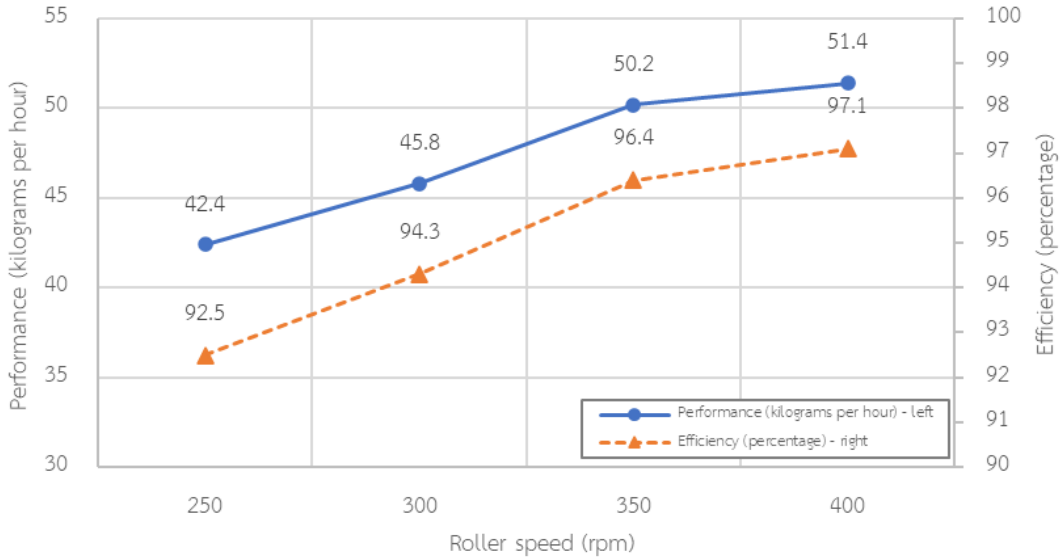


Figure 5 Relationship between Performance (kilograms per hour) - left, Efficiency (percentage) - right and Roller speed (rpm).

จาก Figure 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถการทำงาน (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) ด้านซ้าย ประสิทธิภาพการทำงาน (ร้อยละ) ด้านขวา กับความเร็วรอบลูกกลิ้งสางตีใย (รอบต่อนาที) พบว่าแนวโน้มของความสามารถในการทำงานของเครื่องและประสิทธิภาพเครื่อง แปรผันตรงกับความเร็วรอบลูกกลิ้งสางตีใย โดยเมื่อความเร็วรอบลูกกลิ้งสางตีใยสูงขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการทำงานของเครื่องและประสิทธิภาพเครื่องสูงขึ้นตาม โดยมีความแตกต่างทางสถิติที่นัยสำคัญ $P<0.05$ มีความสามารถในการทำงานเท่ากับ 42.40±0.8a 45.80±0.6b 50.20±0.75c และ 51.40±0.5d กิโลกรัมต่อชั่วโมง กับ ประสิทธิภาพการทำงานร้อยละ 92.50±0.7a 94.30±0.65b 96.40±0.60c, 97.1±1.34c ซึ่งเป็นค่าของความเร็วรอบลูกกลิ้งสางตีใย 250 300 350 และ 400 รอบต่อนาที ตามลำดับ โดยในส่วนของความสามารถในการทำงานนั้น จะเห็นได้ว่า เมื่อความเร็วของลูกกลิ้งเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้การสางตีใยของลูกกลิ้งนั้นทำได้อย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง พร้อมกับแรงดึงที่เกิดจากปลายหนามของลูกกลิ้งสางตีใยเพิ่มขึ้นและความเร็วเชิงเส้นเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดการทำงานได้อย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่อง เนื่องจากความเร็วเชิงเส้นที่เพิ่มขึ้นของปลายหนามลูกกลิ้ง ส่งผลให้เกิดการดึงใยสังเคราะห์อัดแผ่นเข้าไปยังชุดสางตีใยได้มากขึ้น เมื่อทำการเก็บข้อมูลความหนาแน่นของเส้นใย (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) พบว่าความหนาแน่นของเส้นใยอยู่ที่ 1.14±0.01a 1.18±0.01b 1.31±0.01c และ 1.33±0.01d กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งเป็นค่าความหนาแน่นของความเร็วรอบลูกกลิ้งสางตีใย 250 300 350 และ 400 รอบต่อนาที ตามลำดับ ซึ่งความหนาแน่นที่ได้นั้น จะส่งผลกับระดับความแน่นของผลิตภัณฑ์ ซึ่งขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้บริโภคจากการสอบถามกับทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มหมอนฟักทอง อ.ส.ม. หมอนสมุนไพรเพื่อสุขภาพ พบว่า หากเป็นการปรับตั้งที่ความเร็วรอบ 400 รอบต่อนาที ได้ความหนาแน่นของเส้นใยอยู่ที่ 1.33±0.01 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จะเหมาะสมสำหรับการที่ทางกลุ่มจะนำมาผลิตเป็นหมอนรองคอ ในส่วนของความเร็วรอบที่ 250 และ 300 รอบต่อนาที จะเหมาะสมสำหรับการผลิตตุ๊กตา และความเร็วรอบที่ 350 รอบต่อนาที เหมาะสำหรับผลิตหมอนและฟูกนอน

การเปรียบเทียบเครื่องต้นแบบกับแรงงานคน

โดยมีข้อเปรียบเทียบระหว่างเครื่องสางตีใยสังเคราะห์แบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบ กับการผลิตแบบดั้งเดิม (แรงงานคน) ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Comparison details between the original semi-automatic carding machines with traditional production (man labor)

Properties	Traditional production (man labor)	Prototype semi-automatic polyester fiber carding machine
1. Performance	8 – 12 kg/hr	42.4 – 51.40 kg/hr
2. Power consumption	–	71 – 95 Watt/kg
3. Type of technology used	Man labor	Semi-automatic
4. Turnkey manufacturing opportunity level / machine integration	Do not have	Have
5. Safety system	Do not have	Have
6. Key technical highlights	Folk wisdom	Machine technology
7. Operating cost	300 baht/person/day x 5 persons	150 baht/day
8. IRR / Payback period	–	2 years
9. Commercial price	500,000 – 700,000 baht	250,000 – 350,000 baht

สรุปผลการวิจัย

จากการออกแบบและสร้างเครื่องสางตีใยสังเคราะห์แบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบ โดยเครื่องจักรนี้สามารถตีสางตีใยสังเคราะห์อัดแผ่นกว้างไม่เกิน 85 เซนติเมตร ในความสามารถการทำงาน 42.40±0.80 – 51.40±0.50 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีประสิทธิภาพการทำงานร้อยละ 92.50±0.70 – 97.10±1.30 ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบลูกกลิ้งสางตีใยที่ปรับตั้ง โดยเมื่อปรับให้ความเร็วลูกกลิ้งสูง ยิ่งทำให้ความสามารถการทำงาน ประสิทธิภาพการทำงาน รวมทั้งความหนาแน่นของเส้นใยสูงขึ้นตาม แต่ก็ส่งผลให้การใช้พลังงานสูงขึ้นด้วยเช่นกัน อยู่ที่ 71.40±0.50 – 94.80±0.40 วัตต์ต่อกิโลกรัม นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคน เครื่องสางตีใยสังเคราะห์แบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบมีความสามารถในการทำงานมากกว่าแรงงานคนอยู่ที่ 5 เท่า สามารถลดการจ้างแรงงาน 3 คน ลดต้นทุนการผลิต 180,000 บาทต่อปี และเป็นการเพิ่มรายได้จากยอดขาย 270,000 บาทต่อปี จากเดิม 120,000 บาทต่อเดือน คิดเป็นรายได้ที่เพิ่มขึ้น 2.25 เท่า จุดคุ้มทุนอยู่ที่ 2 ปี

เนื่องจากในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม มีสถานประกอบการที่มีความจำเป็นต้องใช้ใยสังเคราะห์เป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์อยู่จำนวนค่อนข้างมาก และเกือบทั้งหมดของสถานประกอบการลักษณะดังกล่าวล้วนสั่งใยสังเคราะห์จากแหล่งเดียวกัน ซึ่งมีอยู่แหล่งเดียวในพื้นที่ที่มีเครื่องจักรในการตีสางตีใยสังเคราะห์ ส่งผลให้เครื่องสางตีใยสังเคราะห์แบบกึ่งอัตโนมัติต้นแบบ สามารถแก้ไขปัญหาใยสังเคราะห์ไม่เพียงพอต่อกำลังการผลิตสินค้า และลดต้นทุนการผลิตของทางสถานประกอบการแล้ว นอกจากนี้เครื่องสางตีใยสังเคราะห์แบบกึ่งอัตโนมัตินี้ สามารถนำไปใช้กับสถานประกอบการอื่น ๆ ที่ทำการผลิตสินค้าที่มีใยสังเคราะห์เป็นองค์ประกอบ เช่น ตุ๊กตา หมอน และฟูกนอน เป็นต้น ในอนาคตยังสามารถรับจ้างตีสางตีใยสังเคราะห์ให้กับสถานประกอบการอื่นที่ต้องการ เป็นการเพิ่มรายได้อีกทางให้แก่กลุ่มได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ กองส่งเสริมและประสานเพื่อประโยชน์ทางวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ร่วมกับสถาบันไทย-เยอรมัน ผู้สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล ศูนย์วิจัยเครื่องจักรกลเกษตรและวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยขอนแก่น และมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และบุคลากร เพื่อให้งานวิจัยนี้เสร็จเรียบร้อยสมบูรณ์

References

Amaroek, S. (2017). *Research and development on carding machines for cotton fiber*. Accessed May 6, 2023. Retrieved from https://www.doa.go.th/research/attachment.php?aid=2847

Community Enterprise Promotion Division Department of Agricultural Extension. (2017). *Community enterprise information system*. Accessed May 6, 2023. Retrieved from https://smce.doae.go.th/product_detail.php?smce_id=444040810001&ps_id=5508

Cultural Information Center. (2023). *Ban-Lao-Charoenrat hand-woven silk*. Accessed May 6, 2023. Retrieved from http://www.m-culture.in.th/album/197808

Data Center and Digital Industry. (2022). *Situation of Thai textile and garment industry in July 2022*. Accessed May 6, 2023. Retrieved from https://www.thaitextile.org/th/insign/detail.3203.1.0.html

Janyatham, J., & Sikka, P. (2012). The development of nipa palm fiber for use in product design. *Art and Architecture Journal Naresuan University*, *3*(1), 94-104.

JINPIINCHEEYEA. (2020). *Each type of pillow filling*. Accessed May 6, 2023. Retrieved from https://jinpiin.com/pillow-tips/pillow-filling-types/

Pillow Smile. (2019). *Filling stuffing for pillows*. Accessed May 6, 2023. Retrieved from https://xn--m3cihvs1bp6c.com/

Product database. (2023). *Lao-Wiang-Ban-Khong-Phatthana Community Enterprise Group*. Accessed May 6, 2023. Retrieved from http://www.arts.su.ac.th/crafttown/index.php/ entrepreneur-information/entrepreneur-ratchaburi/41-laowieng-bankhongpattana?showall=&start=6Rattanakamnuan, U. (2014). *IC 361 fiber and fabric science*. Accessed May 6, 2023. Retrieved fromhttp://www.science.mju.ac.th/chemistry/download/u_ratanakamnuan/IC%20361%20%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%97%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%A8%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B9%80%E0%B8%AA%E0%B9%89%E0%B8%99%E0%B9%83%E0%B8%A2%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%9C%E0%B9%89%E0%B8%B21-57.pdf

Umasiln, N., & Utiswannakul, P. (2018). *Innovative textiles from etlingera elatior fibers to design lifestyle. Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and Arts)*, *11*(3), 803-814.

Wongkasem, S., & Aksornpim, P. (2015). The Development of a carding machine and a twisting silk machine for Eri silk. *Procedia Engineering*, *100*, 801-806. doi: 10.1016/j.proeng.2015.01.434

.

Research article

Design and development of semi-automatic polyester fiber carding machine

Piyapong Singbua[1*] Rakpong Khanthawithi[1] Swas Oajsalee[1] Anurak Manomai[2]

Chonlada Yodying[3] and Kantapong Khaeso[4]

[1]*Department of Mechanical Engineering Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University, Nakhon Ratchasima Province 30000, Thailand*
[2]*Department of Engineering Management, Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University, Nakhon Ratchasima Province 30000, Thailand*
[3]*Innovative Technology Machinery Program, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University, Maha Sarakham Province 44000, Thailand*
[4]*Agricultural Machinery and Postharvest Technology Center, Khon Kaen University, Khon Kaen Province 40002, Thailand*

ARTICLE INFO

Article history
Received: 22 May 2023
Revised: 25 June 2023
Accepted: 25 June 2023
Online published: 28 June 2023

Keyword
Neck pillow
Pillow
Polyester
Carding machine
Carding roller

ABSTRACT

The purpose of this research was to design and build a prototype of a small semi-automatic synthetic fiber carding machine. The main issue in the production process for the textile industry in the production of pillows and blankets by the community enterprise group, Pumpkin Pillow Group, A.S.M., herbal pillow for health, has been reduced. The group is situated at No. 21, Village No. 1, Bahn Lade, Tambon Sree Souk, Ampoeu Kanntharavichay, Maha Sarakham Province. During the process of carding synthetic fibers, a semi-automatic carding machine, sized 142 x 229 x 130 centimeters, was used. The machine was easily movable. Various factors of the machine were tested, including the spin speed of the spinning set, which was set at 4 levels: 250, 300, 350, and 400 rpm. The test results were included the following: 1) Workability: the working capacity was found to be 42.4±0.8 - 51.4±0.5 kg/h. 2) Work efficiency: the machine exhibited an efficiency of 92.5±0.69 - 97.1±1.34 percent, depending on the set winding roller speed. 3) Fiber density: the density of carding fibers was measured in grams per cubic centimeter. From the test, it is observed that increasing the roller speed results in higher work performance and increased fiber density. However, it also leads to higher energy consumption, ranging from 71.4±0.5 to 94.8±0.4 watts per kilogram. Moreover, compared to human labour, the prototype semi-automatic synthetic carding machine demonstrates the ability to work 5 times more efficiently, effectively reducing the need for 3 workers. This reduction in labor costs amounts to 180,000 Thailand Baht, while the increase in sales revenue reached 270,000 baht per month, compared to the original 120,000 Thailand Baht. This presents a revenue increase of 2.25 times. The machine's break-even point is estimated to be 2 years.

[*]Corresponding author
E–mail address: piyapong_sin@vu.ac.th (P. Singbua)

Online print: 28 June 2023 Copyright © 2023. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. https://doi.org/10.14456/paj.2023.19