



รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องทึบฝ้ายสำหรับการคัดแยกเมล็ด
และทำความสะอาดปุยฝ้าย
Research and Development on Ginning Machine
For Cotton Fiber

นายวุฒิพล จันท์สระคู
Mr. Wuttiphol Chansrakoo

ปี พ.ศ. 2560



รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องทีบฝ้ายสำหรับการคัดแยกเมล็ด
และทำความสะอาดปุยฝ้าย
Research and Development on Ginning Machine
For Cotton Fiber

นายวุฒิพล จันทร์สระคู
Mr. Wuttiaphol Chansrakoo

ปี พ.ศ. 2560

คำปรารภ

โครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องหีบฝ้ายสำหรับการคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุ๋ยฝ้าย
ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยที่สำเร็จลุล่วงจะมีผู้นำไปใช้ประโยชน์
ซึ่งคณะผู้วิจัยมีความยินดีอย่างยิ่งที่จะถ่ายทอดเทคโนโลยี และองค์ความรู้ที่ได้จากชุดโครงการวิจัยนี้
ให้แก่ผู้สนใจ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่คณะผู้วิจัยตั้งเป้าหมายไว้



(นายวุฒิพล จันทรสระคู)

หัวหน้าโครงการวิจัยและพัฒนา

27 กุมภาพันธ์ 2561

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	5
ผู้วิจัย	6
บทนำ.....	7
บทคัดย่อ.....	8
บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....	9
กิจกรรมวิจัย.....	10
บทนำ.....	11
ระเบียบวิธีการวิจัย.....	19
ผลการวิจัย.....	20
อภิปรายผล.....	31
สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	33
เอกสารอ้างอิง.....	34

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้เริ่มดำเนินการจนบรรลุวัตถุประสงค์ได้โดยได้รับการสนับสนุนจาก ผู้อำนวยการ พนักงานราชการ และลูกจ้างประจำ ของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรมและศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น ขอขอบคุณกลุ่มแม่บ้านทอผ้าฝ้าย ต.หนองสูงเหนือ อ.หนองสูง จ.มุกดาหาร ที่ให้สถานที่และความร่วมมือในการทดสอบ ขอขอบคุณศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สำหรับการศึกษาดูงานการผลิตฝ้ายและข้อมูลด้านเครื่องจักรต่างๆ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรมุกดาหาร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตรทุกท่าน ที่ร่วมมือและช่วยให้งานนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์โครงการ ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัย

วุฒิพล จันทร์สระคู
Wuttiphol Chansrakoo
เอกภาพ ป่านภูมิ
Aekkarap Panpoom

ศักดิ์ชัย อาชาวง
Sakchai Arsawang
ปริญญา ศรีบุญเรือง
Parinya Sribunraung

เวียง อากรชี
Weang Arekornchee
พิกุล ชุนพุ่ม
Pikul Sunpum

บทนำ

ฝ้ายเป็นพืชเส้นใยที่มีบทบาทสำคัญ และยังคงครองความยิ่งใหญ่ในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักสำหรับการผลิตสิ่งทอของไทย โดยอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มของโลก มีอัตราการขยายตัวประมาณปีละ 3.6% และกลุ่มอาเซียนถือเป็นตลาดใหญ่ที่มีการขยายตัวอย่างก้าวกระโดด ผลจากการขยายตัวอย่างต่อเนื่องของอุตสาหกรรมสิ่งทอภายในประเทศ ทำให้ประเทศไทยสามารถส่งผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ใช้ฝ้ายเป็นวัตถุดิบ ออกจำหน่ายไปยังต่างประเทศ ซึ่งสามารถทำรายได้ให้ประเทศอย่างมาก และยังขยายไปสู่หัตถกรรมสิ่งทอพื้นบ้าน ที่ทำรายได้ให้แก่ชุมชน ในรูปของหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) โดยมีจำนวนถึง 335 ตำบลของ 34 จังหวัด ที่ใช้หัตถกรรมสิ่งทอเป็นสินค้า OTOPT จึงทำให้มีความต้องการใช้ปุ๋ยฝ้าย ในการผลิตหัตถกรรมสิ่งทอรวมทั้งประเทศไม่ต่ำกว่า 10,000 ตันต่อปี ปุ๋ยฝ้ายที่ใช้ส่วนมากมาจากพันธุ์พื้นเมืองที่เกษตรกรใช้ปลูกซึ่งให้ผลผลิตและคุณภาพต่ำ (กรมวิชาการเกษตร, 2554) ไม่สามารถขยายได้ในราคาสูง อีกทั้งยังไม่สามารถนำไปแข่งขันในตลาดโลกได้ จึงทำให้เกษตรกรทั้งผู้ปลูกและผู้ผลิตหัตถกรรมสิ่งทอได้รับผลตอบแทนต่ำ นอกจากนี้ปัญหาการขาดแคลนพันธุ์ฝ้ายที่มีคุณภาพหรือคุณสมบัติเฉพาะด้านแล้วเกษตรกรยังขาดเทคโนโลยีในการปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และการแปรรูป ในกระบวนการจัดเตรียมเส้นใยฝ้าย หรือการแปรรูปฝ้ายเพื่อให้ได้เส้นใยที่มีคุณภาพ ที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตหัตถกรรมสิ่งทอเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ ยังขาดทั้งคุณภาพและประสิทธิภาพ สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปจากเส้นใยเป็นวัตถุดิบในการผลิตหัตถกรรมสิ่งทอที่กลุ่มผู้ผลิตหัตถกรรมสิ่งทอมืออยู่ไม่เหมาะสมกับเส้นใยของพันธุ์ฝ้ายที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือมีความยาวเส้นใยที่มากกว่า ทำให้ใช้เวลาในการแปรรูปเพิ่มขึ้น และยังคงได้วัตถุดิบที่ไม่มีคุณภาพตามคุณสมบัติพิเศษของพันธุ์ฝ้าย ซึ่งในปัจจุบันกระบวนการแปรรูปฝ้ายหลังการเก็บเกี่ยวของกลุ่มเกษตรกรเพื่อผลิตเส้นใยฝ้ายยังใช้แรงงานคน เครื่องมือและอุปกรณ์พื้นบ้านที่คิดค้นประดิษฐ์ขึ้นเองใช้สืบทอดกันมาเป็นส่วนใหญ่ จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เส้นใยฝ้ายมีคุณภาพต่ำและเพิ่มต้นทุนการผลิต

ในขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวฝ้ายก่อนนำฝ้ายเข้าเครื่องหีบ มักจะประสบปัญหาความสกปรก สิ่งเจือปน เปลือกสมอ เศษกิ่งและใบฝ้ายติดมา รวมทั้งมีความชื้นและอาจมีสมอฝ้ายที่ยังไม่แตกปุยติดมาด้วย กิ่งใบ และเศษผงต่างๆ ออกจากฝ้ายทั้งเมล็ดก่อน การลดความชื้นด้วยการตากแดดทำให้ฝ้ายแห้งจนมีความชื้นร้อยละ 6.5 - 8 ก่อนนำเข้าเครื่องหีบ ซึ่งจะทำให้ฝ้ายมีคุณภาพที่ดี เพราะฉะนั้นการพัฒนาเครื่องหีบฝ้ายจึงต้องเพิ่มเครื่องแยกเอาเปลือกสมอ หรือคัดแยกและทำความสะอาดปุยฝ้ายก่อนเสมอ ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าวิจัยและพัฒนาเครื่องหีบฝ้ายหรือคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุยฝ้ายในขนาดเล็กที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานของเกษตรกร ซึ่งเป็นเครื่องมือในขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับชุมชน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มมูลค่าผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว สำหรับสนับสนุนกระบวนการแปรรูปจากผลผลิตฝ้ายไปสู่การผลิตหัตถกรรมสิ่งทอของชุมชน เพื่อยกระดับผลผลิตให้มีมูลค่าสูงขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องหีบฝ้ายสำหรับการคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุยฝ้ายระดับชุมชน โดยวิธีการดำเนินงานเป็นการออกแบบและสร้างเครื่องมือต้นแบบ และทดสอบสมรรถนะในการทำงาน เปรียบเทียบกับเครื่องมือที่มีอยู่เดิมที่ใช้แรงงานคน

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาเครื่องหีบฝ้ายสำหรับการคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุยฝ้ายระดับชุมชน ดำเนินการออกแบบและสร้างต้นแบบขนาดเล็ก ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า 220 โวลต์ ถ่ายทอดกำลังด้วยพูลเลย์และสายพาน ตัวเครื่องหีบมีน้ำหนักประมาณ 80 กิโลกรัม ประกอบด้วยส่วนโครงสร้างทำจากเหล็ก ลูกกลิ้งแบบยางอัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว ใบมีดแยกเมล็ดฝ้าย และแผ่นเหล็กกั้นเมล็ดฝ้าย ผลการทดสอบหีบฝ้ายเพื่อคัดแยกเมล็ดกับพันธุ์ตากฟ้า 84-4 พบว่าเครื่องต้นแบบมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 5.06 กิโลกรัม/ชั่วโมง โดยมีราคาเครื่องประมาณ 50,000 บาท จุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องอยู่ที่ 199.86 กก./ปี

คำสำคัญ: ฝ้าย, เครื่องหีบฝ้าย, เส้นใยฝ้าย

Abstract

The purpose of this research was to develop a ginning machine for cotton fiber in community. The design small prototyped and used the power of electric motor 1 HP 220 volt, transmission with pulleys and belts. The pressed machine weighs about 80 kilograms. The structure was made of steel, rubber roller diameter was 5 inch., blade seed cotton, and baffles cotton seed. Testing results indicated that ginning machine with cotton species 84-4 has the capacity to average was 5.06 kg per hour and the price was about 50,000 baht. The breakeven point of the machine was 199.86 kg per year.

Keyword: Cotton, Ginning Machine, Cotton fiber

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยทำให้ได้ต้นแบบเครื่องหีบฝ้ายสำหรับการคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้ายขนาดเล็ก ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า 220 โวลต์ ถ่ายทอดกำลังด้วยพูลเลย์และสายพาน ตัวเครื่องหีบมีน้ำหนักประมาณ 80 กิโลกรัม ประกอบด้วยส่วนโครงสร้างทำจากเหล็ก ลูกกลิ้งแบบยางอัด ใบมีดแยกเมล็ดฝ้าย และแผ่นกั้นเมล็ดฝ้าย ใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 40 รอบต่อนาที ทดสอบสมรรถนะการทำงานหีบฝ้ายกับพันธุ์ตากฟ้า 84-4 มีความสามารถในการทำงานโดยเฉลี่ย 5.06 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยมีราคาเครื่องประมาณ 50,000 บาท จุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องอยู่ที่ 199.86 กก./ปี ซึ่งเครื่องดังกล่าวมีอายุการใช้งาน 5 ปี ทำงานเพียงแค่วันละ 4 ชม. กรณีหากมีกิจกรรมอื่นๆ ก็จะสามารถทำงานได้วันละ 20.24 กก. ซึ่งสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลาทำงานประมาณ 10 วัน

เนื่องจากโครงการนี้ของบประมาณดำเนินการไป 2 ปี (2560-2561) แต่ได้ดำเนินงานได้เพียง 1 ปี ก็ปิดโครงการลงเนื่องจากไม่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณให้ดำเนินการวิจัยต่อ เครื่องต้นแบบจึงทำงานได้ดีระดับหนึ่งเท่านั้น และยังขาดในส่วนการทดสอบและประเมินคุณภาพเส้นใยฝ้ายรวมทั้งการนำไปให้กลุ่มแม่บ้านที่ผลิตฝ้ายทดลองใช้งานในระยะยาว ทั้งนี้เครื่องต้นแบบยังสามารถพัฒนาให้มีความสามารถในการทำงานได้ดีกว่านี้แต่น่าเสียดายที่ต้องยุติโครงการเสียก่อน

กิจกรรมงานวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องหีบฝ้ายสำหรับการคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุยฝ้าย Research and Development on Ginning Machine For Cotton Fiber

วุฒิพล จันทร์สระคู เอกภาพ ป่านภูมิ ศักดิ์ชัย อาษาวัง
เวียง อากรชี ปริญา ศรีบุญเรือง พิกุล ซุนพุ่ม

Wuttiphol Chansrakoo Aekkaparp Panpoom Sakchai Arsawang
Weang Arekornchee Parinya Sribunraung Pikul Sunpum

คำสำคัญ (keywords) : ฝ้าย, เครื่องหีบฝ้าย, เส้นใยฝ้าย

: Cotton, Ginning Machine, Cotton fiber

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาเครื่องหีบฝ้ายสำหรับการคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุยฝ้ายระดับชุมชน ดำเนินการออกแบบและสร้างต้นแบบขนาดเล็ก ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า 220 โวลต์ ถ่ายทอดกำลังด้วยพูลเลย์และสายพาน ตัวเครื่องหีบน้ำหนักประมาณ 80 กิโลกรัม ประกอบด้วยส่วนโครงสร้างทำจากเหล็ก ลูกกลิ้งแบบยางอัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว ใบมีดแยกเมล็ดฝ้าย และแผ่นเหล็กกั้นเมล็ดฝ้าย ผลการทดสอบหีบฝ้ายเพื่อคัดแยกเมล็ดกับพันธุ์ตากฟ้า 84-4 พบว่าเครื่องต้นแบบมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 5.06 กิโลกรัม/ชั่วโมง โดยมีราคาเครื่องประมาณ 50,000 บาท จุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องอยู่ที่ 199.86 กก./ปี

Abstract

The purpose of this research was to develop a ginning machine for cotton fiber in community. The design small prototyped and used the power of electric motor 1 HP 220 volt, transmission with pulleys and belts. The pressed machine weighs about 80 kilograms. The structure was made of steel, rubber roller diameter was 5 inch., blade seed cotton, and baffles cotton seed. Testing results indicated that ginning machine with cotton species 84-4 has the capacity to average was 5.06 kg per hour and the price was about 50,000 baht. The breakeven point of the machine was 199.86 kg per year.

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ฝ้ายเป็นพืชที่มีความสำคัญเนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำเสื้อผ้า จำเป็นต้องมีเส้นใยฝ้ายรวมอยู่ด้วย แม้การผลิตเส้นใยประดิษฐ์จะเจริญก้าวหน้าเพียงใดก็ตาม เสื้อผ้าที่ผลิตจากฝ้าย หรือส่วนผสมของฝ้ายยังคงเป็นที่นิยม เพราะสวมใส่สบายให้ความอบอุ่นพอเหมาะซึมซับเหงื่อและถ่ายเทอากาศดีกว่าเสื้อผ้าจากใยประดิษฐ์ ฝ้ายเส้นใยสั้นเป็นฝ้ายพื้นเมืองมีปุยหยาบ และมีความยาวของเส้นใยต่ำกว่า 1 นิ้ว เป็นวัตถุดิบที่สำคัญต่องานหัตถกรรมสิ่งทอพื้นบ้าน ประเทศไทยต้องการใช้ปุยฝ้ายเส้นใยสั้นประมาณ 6,000 ตันต่อปี สำหรับฝ้ายเส้นใยยาวปานกลาง และเส้นใยยาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นพันธุ์ฝ้ายที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ มีความต้องการปุยฝ้ายประมาณ 350,000 ตันต่อปี ปัจจุบันประเทศไทยใช้ฝ้ายสูงเป็นอันดับ 9 ของโลก (กรมวิชาการเกษตร, 2552) ปี 2554 ไทยนำเข้าฝ้าย 319,239 ตัน ลดลงจากปี 2553/54 ที่นำเข้า 383,746 ตัน ร้อยละ 21 แต่มูลค่าการนำเข้าในปี 2554/55 กลับสูงถึง 34,187,685 ล้านบาท สูงกว่าปี 2553/54 ร้อยละ 32 (ตารางที่ 1) เนื่องจากช่วงต้นปี 2554 เป็นช่วงที่ฝ้ายในตลาดโลกมีราคาสูงที่สุดเป็นประวัติการณ์ คือ จากระาคาฝ้ายปุยกิโกรัมละ 50 บาท เพิ่มขึ้นเป็น 103 บาท เนื่องจากสต็อกฝ้ายของโลกลดลงทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้

ตารางที่ 1 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าฝ้ายของไทยปี 2553/54 – ปี 2554/55

รายการสินค้า	2553/54		2554/55	
	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
ฝ้ายที่ยังไม่ได้sangหรือหวี	383,746	23,327,326	319,239	34,187,685

ที่มา : ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2554

ผลผลิตฝ้ายส่วนใหญ่ของประเทศในปัจจุบันเป็นเส้นใยยาวปานกลาง และมีการผลิตเส้นใยสั้นในบางพื้นที่ของภาคเหนือ และผลผลิตที่ได้ก็ไม่สามารถแข่งขันกับผู้ผลิตรายใหญ่ของโลกได้ เนื่องจากต่างประเทศใช้พันธุ์ฝ้าย GMO ทำให้มีผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้น และยังลดต้นทุนการผลิตในส่วนของสารกำจัดศัตรูฝ้าย อีกทั้งยังมีตลาดสิ่งทอกำลังซื้อสูงในสหภาพยุโรป และญี่ปุ่นที่รองรับผลิตภัณฑ์สิ่งทอจากพันธุ์ฝ้ายที่มีคุณสมบัติเฉพาะด้าน หรือมีการดูแลรักษาเป็นพิเศษ เช่น ฝ้ายเส้นใยดี และฝ้ายอินทรีย์ที่จะมีราคาสูงกว่าฝ้ายปกติ 3-4 เท่า เนื่องจากเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพราะลดปริมาณการใช้สารเคมี และลดมลภาวะน้ำเสียที่เกิดจากการฟอกย้อม (ปริญญา, 2551)

ฝ้ายเป็นพืชเส้นใยที่มีบทบาทสำคัญ และยังคงครองความยิ่งใหญ่ในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักสำหรับการผลิตสิ่งทอของไทย โดยอุตสาหกรรมสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มของโลก มีอัตราการขยายตัวประมาณปีละ 3.6% และกลุ่มอาเซียนถือเป็นตลาดใหญ่ที่มีการขยายตัวอย่างก้าวกระโดด ผลจากการขยายตัวอย่างต่อเนื่องของอุตสาหกรรมสิ่งทอภายในประเทศ ทำให้ประเทศไทยสามารถส่งผลิตภัณฑ์สิ่งทอที่ใช้ฝ้ายเป็นวัตถุดิบ ออกจำหน่ายไปยังต่างประเทศ ซึ่งสามารถทำรายได้ให้ประเทศอย่างมาก และยังขยายไปสู่หัตถกรรมสิ่งทอพื้นบ้าน ที่ทำรายได้ให้แก่ชุมชน ในรูปของหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) โดยมีจำนวนถึง 335 ตำบลของ 34 จังหวัด ที่ใช้หัตถกรรมสิ่งทอเป็นสินค้า OTOP จึงทำให้มีความต้องการใช้ปุยฝ้าย ในการผลิตหัตถกรรมสิ่งทอรวมทั้งประเทศไม่ต่ำกว่า 10,000 ตันต่อปี ปุยฝ้ายที่ใช้ส่วนมากมาจากพันธุ์พื้นเมืองที่เกษตรกรใช้ปลูกซึ่งให้ผลผลิตและคุณภาพต่ำ (กรมวิชาการเกษตร, 2554)

ไม่สามารถขายได้ในราคาสูง อีกทั้งยังไม่สามารถนำไปแข่งขันในตลาดโลกได้ จึงทำให้เกษตรกรทั้งผู้ปลูกและผู้ผลิตหัตถกรรมสิ่งทอได้รับผลตอบแทนต่ำ นอกจากนี้ปัญหาการขาดแคลนพันธุ์ฝ้ายที่มีคุณภาพหรือคุณสมบัติเฉพาะด้านแล้วเกษตรกรยังขาดเทคโนโลยีในการปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และการแปรรูป

กระบวนการจัดเตรียมเส้นใยฝ้าย หรือการแปรรูปฝ้ายเพื่อให้ได้เส้นใยที่มีคุณภาพ ที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตหัตถกรรมสิ่งทอเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ ยิ่งขาดทั้งคุณภาพและประสิทธิภาพ สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปจากเส้นใยเป็นวัตถุดิบในการผลิตหัตถกรรมสิ่งทอที่กลุ่มผู้ผลิตหัตถกรรมสิ่งทอมือยังไม่เหมาะสมกับเส้นใยของพันธุ์ฝ้ายที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือมีความยาวเส้นใยที่มากกว่า ทำให้ใช้เวลาในการแปรรูปเพิ่มขึ้น และยังคงได้วัตถุดิบที่ไม่มีคุณภาพตามคุณสมบัติพิเศษของพันธุ์ฝ้าย ซึ่งในปัจจุบันกระบวนการแปรรูปฝ้ายหลังการเก็บเกี่ยวของกลุ่มเกษตรกรเพื่อผลิตเส้นใยฝ้ายยังใช้แรงงานคน เครื่องมือและอุปกรณ์พื้นฐานที่คิดค้นประดิษฐ์ขึ้นเองใช้สืบทอดกันมาเป็นส่วนใหญ่ จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เส้นใยฝ้ายมีคุณภาพต่ำและเพิ่มต้นทุนการผลิต

ในขั้นตอนหลังการเก็บเกี่ยวฝ้ายก่อนนำฝ้ายเข้าเครื่องหีบ มักจะประสบปัญหาความสกปรก สิ่งเจือปน เปลือกสมอ เศษกิ่งและใบฝ้ายติดมา รวมทั้งมีความชื้นและอาจมีสมอฝ้ายที่ยังไม่แตกปุยติดมาด้วย กิ่งใบ และเศษผงต่างๆ ออกจากฝ้ายทั้งเมล็ดก่อน การลดความชื้นด้วยการตากแดดทำให้ฝ้ายแห้งจนมีความชื้นร้อยละ 6.5 - 8 ก่อนนำเข้าเครื่องหีบ ซึ่งจะทำให้ฝ้ายมีคุณภาพที่ดี เพราะฉะนั้นการพัฒนาเครื่องหีบฝ้ายจึงต้องเพิ่มเครื่องแยกเอาเปลือกสมอ หรือคัดแยกและทำความสะอาดปุยฝ้ายก่อนเสมอ ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าวิจัยและพัฒนาเครื่องหีบฝ้ายหรือคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุยฝ้ายในขนาดเล็กที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานของเกษตรกร ซึ่งเป็นเครื่องมือในขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับชุมชน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มมูลค่าผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว สำหรับสนับสนุนกระบวนการแปรรูปจากผลผลิตฝ้ายไปสู่การผลิตหัตถกรรมสิ่งทอของชุมชน เพื่อยกระดับผลผลิตให้มีมูลค่าสูงขึ้น

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. กระบวนการผลิตเส้นใยฝ้าย

กระบวนการผลิตและอุปกรณ์ในการผลิตเส้นใยฝ้ายนั้นเป็นภูมิปัญญาที่สืบทอดกันมายาวนานพัฒนาจนเหมาะสมกับวิถีชีวิตคนไทยในสังคมเกษตรกรรม การผลิตเส้นใยฝ้ายมีกระบวนการตามลำดับ ดังนี้ (พิพิธภัณฑสถานผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)

1) การเก็บปุยฝ้าย เมื่อสมอฝ้ายแก่แตกเป็นปุยและแห้งเต็มที่ในช่วงฤดูหนาว ชาวบ้านจะช่วยกันเก็บใส่ ถุงย่าม ตะกร้า หรือ กระบุง คัดเลือกเฉพาะปุยฝ้ายที่แก่เต็มที่ ดึงปุยฝ้ายออกจากสมอ ระวางไม่ให้เศษใบไม้ติดปนมาด้วย โดยคัดเลือกเก็บปุยฝ้ายที่สะอาด ไม่ชื้นหรือมีเชื้อรา มิฉะนั้นปุยฝ้ายจะเสียหายทั้งกระบุง ต่อจากนั้นจะนำปุยฝ้ายมาเทใส่กระดัง เพื่อตรวจคัดเศษใบไม้หรือสมอที่หกร่วงปนมากับปุยฝ้ายออก ให้เหลือแต่ปุยฝ้ายที่สะอาด

2) การตากปุยฝ้าย เพื่อให้ปุยฝ้ายแห้งสนิทและป้องกันเชื้อราจึงต้องตากปุยฝ้าย โดยใส่ปุยฝ้ายในกระดังขนาดใหญ่เกลี่ยให้พอเหมาะ ไม่ซ้อนทับกันหนาจนแสงแดดส่องไม่ทั่วถึง จะต้องหมั่นพลิกปุยฝ้ายเป็นระยะ ๆ เพื่อให้ถูกแดดทั่วถึงกันจนแห้งสนิทดีและฟู

3) การคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้าย ปุยฝ้ายที่สะอาดและแห้งสนิทดีนั้น ยังมีเมล็ดฝ้ายอยู่ข้างใน จึงต้องคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้าย โดยใช้เครื่องมือที่เรียกตามภาษาถิ่นว่า อัดฝ้าย อิวฝ้าย หรือ หีบฝ้าย เครื่องมือนี้ทำจากไม้เนื้อแข็ง โดยมีโครงสร้างประกอบด้วยส่วนฐานเป็นแผ่นไม้กระดานหนาพอประมาณต่อกันคล้ายรูปอักษร T ในภาษาอังกฤษ ในส่วนหัวของอักษร T จะมีหลักไม้ทรง

สี่เหลี่ยม หลักไม้ในบางท้องถิ่นอาจแกะสลัก ตกแต่งสวยงามเป็นยอดแหลมหรืออาจเป็นยอดมนเกลี้ยงเรียบ ๆ หลักไม้สูงประมาณ 14-16 นิ้วเท่ากันทั้งสองด้านเพื่อเป็นหลักของฟินเฟือง ซึ่งเป็นไม้ 2 ท่อนขนานกัน ส่วนด้านซ้ายทำเป็นเกลียวฟินเฟืองด้วยการบากไม้ให้เป็นร่องสัมพันธ์กัน ใช้ไข่มันสัตว์ เช่น ไข่มันวัว ไข่มันควาย เป็นน้ำมันหล่อลื่น ส่วนช่วงตรงกลางระหว่างหลักนั้นเป็นไม้ทรงกลมเกลี้ยงขนานชิดกัน ไม้ฟินเฟืองนี้ส่วนด้านขวามือจะยาวไม่เท่ากัน ท่อนบนจะสั้นกว่าส่วนท่อนล่างจะยาวกว่า และต่อไม้แป้นที่จับหมุนเพื่อให้ฟินเฟืองหมุนเคลื่อนไป

4) การติดฝ้ายหรือแกบฝ้าย นำปุ๋ยฝ้ายที่คัดแยกเมล็ดออกหมดแล้วมาติด โดยใช้ กงติดฝ้าย กังยิงฝ้าย หรือ กงแกบฝ้าย เพื่อให้ปุ๋ยฝ้ายกระจายตัวเป็นปุ๋ยละเอียด หมั่นคนปุ๋ยฝ้ายให้เชือกติดถูกจนทั่วสม่ำเสมอเป็นปุ๋ยละเอียดเหมือนกันทั้งหมด การติดฝ้ายแต่ละครั้งจะไม่ใส่ฝ้ายมากนักจะติดฝ้ายให้เพียงพอเฉพาะการนำม้วนฝ้ายหรือล่อฝ้ายเท่านั้น ไม่ควรติดฝ้ายทั้งค้างไว้เพราะปุ๋ยฝ้ายจะคืนตัวจับกันเป็นก้อนเหมือนเดิม

การม้วนฝ้ายหรือล่อฝ้าย คือ นำปุ๋ยฝ้ายที่ติดเป็นปุ๋ยละเอียดแล้ว วางลงบนแป้นล่อฝ้าย ให้กระจายสม่ำเสมอ ปรมาณขนาดให้ใหญ่กว่าฝ่ามือเพียงเล็กน้อย แล้ววางไม้ล่อฝ้ายไว้บนส่วนปุ๋ยฝ้าย จากนั้นให้เอาฝ่ามือถูปุ๋ยฝ้ายให้ม้วนขนานเข้าไปกับไม้ล่อฝ้าย โดยรักษาน้ำหนักมือให้พอเหมาะเพื่อไม่ให้ม้วนฝ้ายแน่นหรือหลวมเกินไป แล้วดึงไม้ล่อฝ้ายออก จะได้ฝ้ายเป็นม้วนหลอดกลมยาวประมาณ 8 - 9 นิ้ว บางท้องถิ่นเรียกหลอดม้วนฝ้ายนี้ว่า ดัว การม้วนฝ้ายหรือล่อฝ้ายนี้จะต้องทำจนหมดปุ๋ยฝ้ายที่ติดไว้ การม้วนฝ้ายหรือล่อฝ้ายนี้ทำสะดวกได้แล้วทยอยนำไปปั่นเป็นเส้นด้าย แต่ก็ไม่ควรเก็บม้วนฝ้ายหรือล่อฝ้ายไว้นานเกินไป โดยปกติหลังจากม้วนฝ้ายหรือล่อฝ้ายได้พอประมาณจึงนำไปปั่นเป็นเส้นใยจนหมดม้วนฝ้าย (พิพิธภัณฑสถาน มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ , 2551)

5) การปั่นฝ้ายหรือหลาปั่นฝ้าย การปั่นฝ้ายให้เป็นเส้นใยฝ้ายจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า กงปั่นฝ้าย หรือ หลาปั่นฝ้าย การปั่นฝ้ายนี้ภาษาท้องถิ่นทางภาคอีสานเรียกว่า การเข็นฝ้าย การปั่นฝ้ายหรือ หลาปั่นฝ้าย วิธีการปั่นฝ้ายหรือเข็นฝ้าย เอาปลายม้วนฝ้ายจ่อไว้ที่ใน ส่วนมืออีกข้างจับที่หมุนให้วงล้อหมุน ส่วนไนก็จะหมุนตาม ทำให้แรงเหวี่ยงตีเกลียวม้วนฝ้ายที่จ่อไว้ เมื่อดึงมือที่ถือม้วนฝ้ายออกมาก็จะเป็นเส้นฝ้าย เมื่อผ่อนมือย้อนกลับเส้นฝ้ายก็จะม้วนอยู่กับเหล็กไน เมื่อใกล้จะหมดม้วนฝ้ายก็เอาม้วนฝ้ายอันใหม่ทำต่อเนื่องกับม้วนฝ้ายอันเดิมให้เป็นเส้นฝ้ายเดียวกัน จนเส้นฝ้ายเต็มเหล็กไน จึงค่อยๆ คลายเส้นใยฝ้ายจากเหล็กไนใส่ไม้เปียฝ้ายหรือไม้เปียฝ้าย (พิพิธภัณฑสถาน มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ , 2551)

การเปียฝ้าย เป็นขั้นตอนที่ทำเพื่อพันพักด้ายที่ปั่นเส้นใยฝ้ายแล้ว เพื่อทำเป็นปอยหรือใจฝ้าย โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า ไม้เปีย ไม้เปีย หรือ ไม้เป ซึ่งทำจากไม้เนื้อแข็ง มักนิยมทำแบบเรียบๆ บางชิ้นทำจากไม้ไผ่ก็มีวิธีการเปียฝ้าย นำใยฝ้ายที่ม้วนไว้กับเหล็กไนมามากลายออกแล้วค่อยๆ พันกับไม้เปียโดยใช้มือข้างหนึ่งกำไม้เปียตรงกลางแกน แล้วใช้มืออีกข้างหนึ่งจับเส้นใยฝ้ายพันกับไม้เปีย ให้นำพอประมาณโดยรักษาน้ำหนักมือให้พอดี เพื่อไม่ให้เส้นใยฝ้ายตึงเกินไปหรือหย่อนเกินไป เมื่อได้เส้นใยฝ้ายในปริมาณที่ต้องการ ก็จะคลายออกมาพันเป็นปอย หรือใจด้าย เพื่อเก็บเส้นใยฝ้ายไม่ให้พันกันยุ่ง และเป็นระเบียบพร้อมที่จะนำไปทอผ้า เส้นใยฝ้ายที่สำเร็จเป็นปอยหรือใจฝ้ายนี้หากนำไปทอโดยไม่ย้อมควรชุบน้ำขาวเพื่อให้เส้นใยฝ้ายแข็งแรงและไม่เป็นขน ส่วนเส้นใยฝ้ายที่จะนำไปย้อมสีต้องนำไปต้มฟอก เพื่อล้างไขมันออกเสียก่อนจึงจะนำมาย้อมสีต่อไป (พิพิธภัณฑสถาน มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ , 2551)

2. การเก็บเกี่ยวและมาตรฐานฝ้ายดอกของไทย (ประสงค์ และคณะ, มปป.)

2.1 การเก็บเกี่ยวฝ้ายให้มีคุณภาพ สามารถเก็บเกี่ยวฝ้าย เพื่อให้ได้ฝ้ายที่มีคุณภาพดี ดังนี้

1) แยกเก็บเกี่ยวฝ้ายตามชนิดหรือพันธุ์ฝ้าย อย่าเก็บฝ้ายหลายพันธุ์ปะปนกัน เพราะจะได้ฝ้ายที่มีความยาวไม่สม่ำเสมอ

2) การเก็บเกี่ยวฝ้ายพันธุ์เดียวกันควรแบ่งการเก็บเกี่ยวออกเป็น 3 ครั้ง ยกเว้นพันธุ์ศรีสำโรง 2 และศรีสำโรง 60 ควรแบ่งการเก็บเกี่ยวออกเป็น 4 ครั้ง เนื่องจากมีอายุยาวกว่าพันธุ์ส่งเสริมอื่น ๆ การพิจารณาเก็บเกี่ยวฝ้ายเมื่อใดนั้น ใช้ปริมาณฝ้ายที่แตกสมอในไร่เป็นหลัก กล่าวคือเก็บเกี่ยวครั้งแรกเมื่อฝ้ายแตกสมอหนึ่งในสามสำหรับฝ้ายทั่วไป ส่วนพันธุ์ศรีสำโรง 2 และศรีสำโรง 60 เก็บครั้งแรกเมื่อฝ้ายแตกสมอหนึ่งในสี่ส่วนการเก็บเกี่ยวครั้งต่อไป การเก็บเกี่ยวฝ้ายครั้งสุดท้าย ควรแยกบรรจุกระสอบและแยกขายต่างหาก เพราะความยาวของเส้นใยฝ้ายจะสั้นกว่าการเก็บครั้งที่ 1, 2 หรือ 3 ประมาณ 1 มิลลิเมตร

3) เก็บฝ้ายเมื่อสมอแตก พุ่มเต็มที พยายามเก็บเฉพาะปุยฝ้ายเท่านั้น ระวังอย่าให้เศษใบฝ้าย และริ้วประดับที่แห้งอยู่ที่สมอ ติดปะปนไปกับปุยฝ้าย

4) การเก็บเกี่ยวฝ้ายในไร่ควรใช้ถุงผ้าสำหรับบรรจุฝ้ายสะอาด ใหญ่ โดยถุงหนึ่งบรรจุเฉพาะฝ้ายที่สะอาด ส่วนอีกถุงหนึ่งใช้บรรจุ ฝ้ายพิน้ำ หรือฝ้ายที่เสีย แยกฝ้ายส่วนที่ตีบรรจุกระสอบขายต่างหาก ส่วนฝ้ายพิน้ำก็สามารถเก็บรวบรวมและขายได้

5) ฝ้ายที่เปียกฝน ต้องนำมาตากแดดและผึ่งลมให้แห้งสนิทก่อนบรรจุกระสอบ

6) เชือกเย็บปากกระสอบใช้เชือกปอเท่านั้นห้ามใช้เชือกพลาสติก

2.2 มาตรฐานฝ้ายดอกของไทย

การกำหนดมาตรฐานฝ้ายดอกของไทยพิจารณาจาก 2 ลักษณะ คือความยาวและความสะอาดของเส้นใยฝ้าย โดย

1) ความยาว แบ่งออกเป็น 4 มาตรฐานคือ

- ฝ้ายยาวมาก ได้แก่ฝ้ายที่มีความยาว 28 มม. ($1 \frac{3}{32}$ นิ้ว) หรือยาวมากกว่านี้
- ฝ้ายยาว ได้แก่ฝ้ายที่มีความยาว 27 มม. ($1 \frac{1}{16}$ นิ้ว)
- ฝ้ายสั้น ได้แก่ฝ้ายที่มีความยาวอยู่ระหว่าง 25-26 มม. ($1 - 1 \frac{1}{32}$ นิ้ว)
- ฝ้ายสั้นมาก ได้แก่ฝ้ายที่มีความยาว 24 มม. ($\frac{15}{16} - \frac{31}{32}$ นิ้ว)

2) ความสะอาด พิจารณาดังนี้

- สีของฝ้าย ฝ้ายที่ดีจะต้องมีสีขาวสะอาดตามธรรมชาติ สีไม่คล้ำเนื่องจากเปียกน้ำ และไม่มีจุดต่างเป็นสีอื่น เนื่องจากการทำลายของแมลงและจุลินทรีย์ต่าง ๆ
- สิ่งเจือปน ได้แก่สิ่งเจือปนตามธรรมชาติคือ เศษใบแห้ง เศษกิ่งก้านของฝ้ายรวมทั้งเมล็ดตาย (พิน้ำ)

การพิจารณาเรื่องความสะอาดแบ่งเป็น 3 ชั้น ดังนี้

- ชั้นที่ 1 ได้แก่ฝ้ายที่มีสีขาวสะอาด และมีสิ่งเจือปนน้อยมาก
- ชั้นที่ 2 ได้แก่ฝ้ายที่มีสีขาวสะอาดและมีสิ่งเจือปนปานกลาง
- ชั้นที่ 3 ได้แก่ฝ้ายที่มีจุดต่างมีสีคล้ำ หรือมีสิ่งเจือปนอยู่มาก

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ขนาดเล็กในการคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้ายภายในประเทศ

เครื่องหีบฝ้าย (gin) คือ เครื่องแยกปุยฝ้ายออกจากเมล็ดฝ้าย เมื่อเอาฝ้ายทั้งเมล็ดป้อนเข้าตรงกลางแล้วหมุน เส้นใยฝ้ายจะถูกดึงเข้าไป เมล็ดซึ่งโตจะถูกคัดหลุดออกมาอีกด้านหนึ่ง ลักษณะของ

เครื่องมือหีบฝ้าย เป็นเครื่องกลทำด้วยไม้ เนื้อแข็ง มีลักษณะคล้ายกับเครื่องหนีบปลาหมึกย่าง โดยนำไม้แดง,ไม้ประดู่,ไม้สัก มีแกนไม้ประกบกัน 2 อัน ขบกันด้วยเฟืองที่แกนปลายไม้ทั้ง 2 ข้าง ปลายแกนอีกด้านหนึ่งทำมือหมุนสำหรับหมุนเฟืองให้แกนไม้ขบเข้าหากัน มีเสาสองข้างเจาะเป็นช่อง สำหรับใส่แกนไม้ยึดด้วยลิ่มโดยเสาทั้งสองข้าง ตั้งยึดอยู่บนฐานไม้ มีแผ่นไม้ยาว ๆ ไว้สำหรับนั่งทับเพื่อไม่ให้ล้มเวลาเรานั่งอ้วฝ้ายหรือหีบฝ้าย เครื่องอ้วฝ้ายหรือหีบฝ้าย เป็นเครื่องมือสำหรับแยกเปลือก ปุยฝ้าย และเมล็ดฝ้ายออกจากกัน โดยที่เราหมุนให้ไม้ขบกัน ปุยฝ้ายจะหลุดไปอีกทางหนึ่ง ส่วนเปลือกและเมล็ดจะหลุดออกไปอีกทางหนึ่ง หลังจากนั้น จะนำปุยฝ้ายที่อ้วแล้วไปทำการตีให้เป็นปุยฟูในลำดับต่อไป เครื่องหีบฝ้ายมี 2 ประเภท (ศูนย์ข้อมูลกลางทางวัฒนธรรม , 2554)

1) แบบลูกกลิ้ง (roller gin) หลักการได้ปรับปรุงมาจากเครื่องโบราณดังกล่าวแล้ว มี 1 ชนิดคือ ชนิดลูกกลิ้งเดี่ยว (single roller gin) และชนิดลูกกลิ้งคู่ (double roller gin) หลักการทำงานเหมือนกัน เพียงแต่ละชุด จะมีลูกกลิ้งเดี่ยวหรือคู่เท่านั้น หลักการทำงานของเครื่องหีบฝ้ายชนิดนี้ก็คือ มีลูกกลิ้งกลมที่ทำด้วยหนังโค-กระบือ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8 นิ้ว ยาวประมาณ 1 เมตร มีแกนเหล็กอยู่กลางและมีใบมีดบนยาวเท่ากับลูกกลิ้ง แบบขนานติดกับลูกกลิ้ง ให้ลูกกลิ้งหมุนเข้าหาใบมีด และมีใบมีดซึ่งเคลื่อนที่ได้อีกใบหนึ่ง ยาวเท่ากับลูกกลิ้ง แต่ไม่มีคมอยู่ในตำแหน่งล่าง สำหรับเป็นตัวนำฝ้ายทั้งเมล็ดป้อนเข้าไป ลูกกลิ้งจะพาเส้นใยเข้าไปยังใบมีด และหลุดใบมีดไปออกอีกด้านหนึ่ง ส่วนเมล็ดฝ้ายผ่านเข้าไปไม่ได้ก็จะตกลงอีกด้านหนึ่งของเครื่อง (ศูนย์ข้อมูลกลางทางวัฒนธรรม , 2554) เครื่องหีบฝ้ายชนิดลูกกลิ้งนี้ ถ้าเป็นชนิดลูกกลิ้งเดี่ยวใน 8 ชั่วโมงจะหีบฝ้ายทั้งเมล็ดได้ประมาณ 400-500 กิโลกรัม ถ้าเป็นลูกกลิ้งคู่ก็จะได้สูงขึ้นอีกเท่าตัว ถ้ามีฝ้ายต้องหีบมาก ก็เพิ่มจำนวนเครื่องขึ้นจนพอเพียง เครื่องหีบฝ้ายชนิดลูกกลิ้งนี้เหมาะสำหรับหีบฝ้ายชนิดใยยาว



ภาพที่ 1 เครื่องหีบฝ้ายแบบลูกกลิ้ง
ที่มา : ศูนย์ข้อมูลกลางทางวัฒนธรรม (2554)

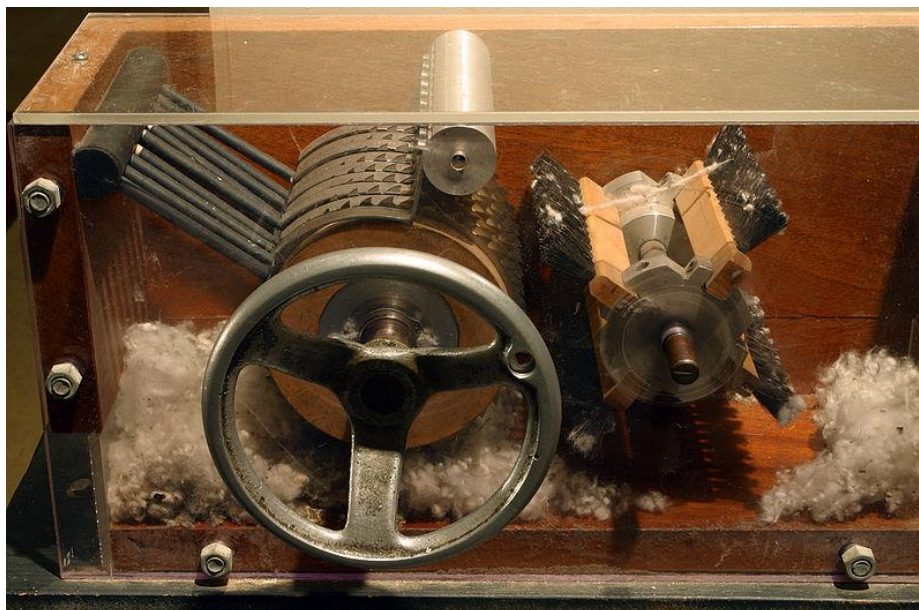
2) แบบฟันเลื่อย (saw gin) เครื่องหีบฝ้ายชนิดนี้ อีไลวิตนีย์ (Eli Whitney) ได้ประดิษฐ์ขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2333 (ค.ศ. 1790) เป็นเครื่องหีบฝ้ายที่ทำงานได้รวดเร็วและใช้คนงานน้อยกว่าแบบลูกกลิ้งมาก (ภาพที่ 2) ทำให้ ต้นทุนการหีบต่ำ หลักการของเครื่องหีบชนิดนี้ คือ มีใบเลื่อยวงเดือนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 12 นิ้ว จำนวนหลายใบเรียงอยู่ชิดกัน โดยมีแกนเหล็กร้อยตรงกลาง ริมด้านหนึ่งของฟันเลื่อยนี้จะมีตะแกรงเหล็กเป็นซี่ๆ ชิดกันขนาดเมล็ดฝ้ายลอดไม่ได้ ตั้งขนานกับแนวของใบเลื่อย ด้านตรงข้ามของตะแกรงนี้ จะมีแปรงขนสัตว์แข็งที่ติดเป็นท่อนกลม มีแกนเหล็กตรงกลางเช่นกัน จัดให้ขนแปรงไม่ชิดกับปลายฟันเลื่อย และวางขนานกับดัดของใบเลื่อย จัดให้แกนใบเลื่อยกับแกนแปรงหมุนตรงข้ามกัน เมื่อเอาฝ้ายทั้งเมล็ดมาให้อยู่ชิดตะแกรงด้านนอก แล้วหมุนใบเลื่อย ใบเลื่อยก็จะดึงเอาเส้นใยออกมา ฝ้ายที่ติดมากับฟันเลื่อยก็จะถูกแปรงกวาดออกไปอีกทางหนึ่ง ส่วนเมล็ดซึ่งหลุดตะแกรงไม่ได้ก็จะตกไปอยู่ด้านหนึ่ง (พิพิธภัณฑสถานผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)



ภาพที่ 2 เครื่องหีบฝ้ายแบบฟันเลื่อย (saw gin)
ที่มา : พิพิธภัณฑสถานผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร (2551)

4. เครื่องจักรกลสำหรับกระบวนการคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดฝ้ายในต่างประเทศ

เครื่องหีบฝ้าย (cotton gin) รุ่นแรกของโรงงานปั่นฝ้ายประกอบด้วยลูกกลิ้งเดี่ยวที่ทำจากเหล็กหรือไม้และชิ้นแบนของหินหรือไม้ (ภาพที่ 3) หลักฐานสำหรับประเภทของชิ้นนี้ได้ถูกพบในทวีปแอฟริกา เอเชียและอเมริกาเหนือเอกสารแรกของโรงงานปั่นฝ้ายโดยนักวิชาการร่วมสมัยที่พบในศตวรรษที่ห้าในรูปแบบของภาพวาดภาพวาดพุทธอินเดีย ลูกกลิ้งในถ้ำ Ajanta ตะวันตกของอินเดีย การจัดการที่ดีของแบบลูกกลิ้งเดี่ยวแคบ ๆ เป็นสิ่งจำเป็นที่จะคัดแยกเมล็ดจากฝ้ายโดยไม่ต้องบดเมล็ด การออกแบบที่มีความคล้ายคลึงกับที่ Metate ซึ่งถูกใช้ในการบดเมล็ดพืช (Collier, Ann M , 1970)



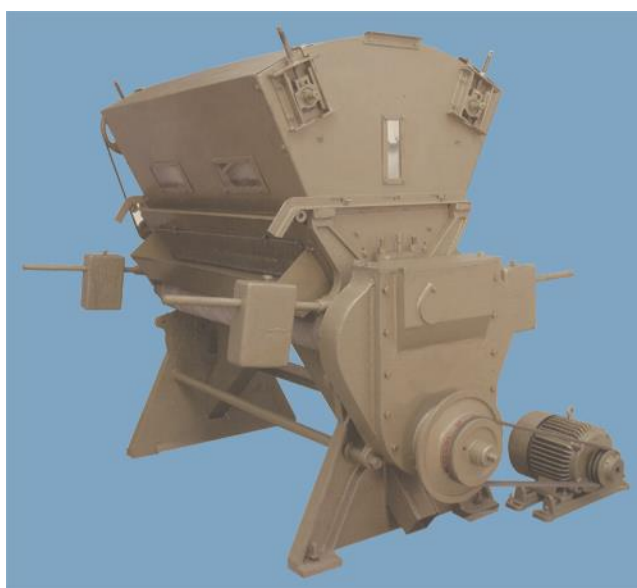
ภาพที่ 3 cotton gin on display at the Eli Whitney Museum in Hamden
ที่มา : Collier, Ann M (1970)

เครื่องหีบฝ้ายแบบเคลื่อนที่ (Ginning Portable) (ภาพที่ 4) ส่วนใหญ่จะใช้สำหรับการทดสอบคุณภาพของผ้าฝ้าย โดยการทดสอบปุ๋ยฝ้ายที่นำมาสู่โรงงานรับซื้อที่มีคุณภาพที่จะผลิตผ้าฝ้ายเป็นที่ยอมรับหรือไม่ ตลาดผ้าฝ้ายที่ทำการการค้าฝ้ายที่มีเมล็ดปนมาด้วย ซึ่งมีปุ๋ยฝ้ายจะถูกประเมินราคาด้วยนายหน้าซื้อขายที่วัดคุณภาพด้วยการสัมผัสจากมือ และการตัดสินสายตา ซึ่งมีข้อผิดพลาดค่อนข้างมาก เครื่องหีบฝ้ายแบบเคลื่อนที่ได้ (Ginning Portable) ที่มีเหล็กเป็นส่วนประกอบหลักสามารถที่จะช่วยให้การประเมินคุณภาพผลผลิตฝ้ายเพื่อการค้าขายที่ยุติธรรมมากขึ้น



ภาพที่ 4 PORTABLE COTTON GINNING MACHINE BY JAGDISH INDUSTRIES INDIA
ที่มา : [http://www. http://jagdishindustries.com](http://www.jagdishindustries.com)

เครื่องหีบฝ้ายแบบลูกกลิ้งคู่ (Double Roller Gin Machine) (ภาพที่ 5) ประกอบด้วยชุดเฟืองเกียร์ แขนติของแกนคั่นโยกที่มีการสวิง ต้นแบบทำจากเหล็กเหนียว ชั้นส่วนที่เป็นจุดเชื่อมต่อและจุดหมุนทั้งหมดจะมีลูกปืน และแบริ่ง เพื่อลดแรงเสียดทานให้มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด หน้าที่หุ้มเพลาลูกกลิ้งสามารถใช้แทนกันและถ้าด้านใดด้านหนึ่งของลูกกลิ้งชำรุดก็สามารถนำมาสลับข้างใช้ได้ ชั้นส่วนที่เคลื่อนไหวยับเคลื่อนด้วยชุดเกียร์กันฝุ่น การหล่อลื่นโดยจารบีกันฝุ่น กำลังการผลิตประมาณ 75 กิโลกรัม (ปุยฝ้าย)/ชั่วโมง ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 5 HP ความยาวของเครื่อง 2,150 มิลลิเมตร พื้นที่ที่ใช้ติดตั้ง (รวมทั้งมอเตอร์ไฟฟ้า) รูนจัมโบ้ 2,360 x 1,720 x 1,170 มิลลิเมตร น้ำหนักของเครื่อง รูนจัมโบ้ ประมาณ 915 กิโลกรัม (Bhagvati engineer work, มปป.)



ภาพที่ 5 Double Roller Gin Machine

ที่มา : http://www.ginningmachine.com/dbl_roller_gin_machine.htm

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องหีบฝ้ายสำหรับการคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุยฝ้ายระดับชุมชน

ขอบเขตของการวิจัย

ดำเนินการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือขนาดเล็กสำหรับชุมชน หรือกลุ่มแม่บ้านทอผ้าต่างๆ โดยเน้นเพื่อการแก้ปัญหาแรงงานหีบฝ้าย และความสกปรกของเศษสิ่งเจือปนในการคัดแยกและทำความสะอาดปุยฝ้าย ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องด้วยพันธุ์ฝ้ายพื้นบ้าน และพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร

สมมุติฐานและกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

การวิจัยนี้ครอบคลุมการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลขนาดเล็กสำหรับการผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับชุมชน หรือกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเส้นใยฝ้ายเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ได้แก่ เครื่องหีบปุยฝ้ายหรือเครื่องคัดแยกและทำความสะอาดปุยฝ้าย โดยการพัฒนาเครื่องมือในขนาดเล็กที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงานของกลุ่มแม่บ้านในชุมชน ต่อยอดงานวิจัยจากภูมิปัญญาท้องถิ่น จากเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีใช้อยู่แล้ว และพัฒนาจากเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเส้นใยฝ้ายระดับอุตสาหกรรมที่นำเข้ามาจาก

ต่างประเทศ ให้มีขนาดเล็กและราคาถูกลง ทั้งนี้มีการศึกษาเปรียบเทียบกรรมวิธีการหีบฝ้ายหรือการแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้ายด้วยวิธีปฏิบัติเดิมของเกษตรกร กับกรรมวิธีการหีบฝ้ายด้วยเครื่องจักรกลขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้น ตลอดจนวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนในเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ระเบียบวิธีการวิจัย

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องมือหีบฝ้ายแบบใช้แรงงานคน
2. เครื่องมือ และเครื่องจักรสำหรับการสร้างต้นแบบ
3. อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ ที่มีใช้กันอยู่ ณ ปัจจุบันในชุมชนผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับเกษตรกร หรือชุมชนผู้ผลิตหัตถกรรมสิ่งทอ

แบบและวิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องมือต้นแบบ และทดสอบสมรรถนะในการทำงาน เปรียบเทียบกับเครื่องมือที่มีอยู่เดิมที่ใช้แรงงานคน

สถานที่ดำเนินการ

1. ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม
2. ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่
3. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรมุกดาหาร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3

ระยะเวลา (เริ่มต้น - สิ้นสุด)

เดือนตุลาคม 2559 ถึง เดือนกันยายน 2560

วิธีปฏิบัติทดลอง

1. ศึกษารูปแบบและวิธีการเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์การผลิตเส้นใยฝ้ายที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น เครื่องหีบฝ้ายแบบลูกกลิ้งมือหมุน และแบบฟันเลื่อย
2. ศึกษากรรมวิธีการหีบฝ้าย หรือการคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุยฝ้าย ด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม เพื่อหาแนวทางในการออกแบบเครื่องมือให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน และลดภาระการใช้แรงงานคน
3. ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องหีบฝ้ายสำหรับการคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุยฝ้าย จากการเก็บเกี่ยวผลผลิตฝ้ายของเกษตรกร
 - 3.1 ออกแบบอุปกรณ์ร่อนทำความสะอาดฝ้ายดอกหลังการเก็บเกี่ยว โดยคัดแยกเอาเศษสิ่งเจือปนออกก่อนจากฝ้ายดอก เช่น เศษดิน ทราย ใบไม้ กลีบสมอฝ้าย เป็นต้น
 - 3.2 ออกแบบและสร้างเครื่องคัดแยกเมล็ดออกจากฝ้ายดอก หรือเครื่องหีบฝ้ายแบบฟันเลื่อย ตามกรอบแนวความคิดในการวิจัย แยกเมล็ดและปุยฝ้ายออกจากกัน ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า และสามารถปรับรอบได้ตามความเหมาะสม
4. ทดสอบเบื้องต้น ชุดทดสอบเครื่องมือต้นแบบทั้งสองส่วน คือ ส่วนร่อนทำความสะอาดและส่วนการหีบฝ้าย เพื่อหาความเร็วรอบและอัตราการป้อนที่เหมาะสม ปรับปรุงแก้ไขชิ้นส่วนและอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพ โดยใช้ผลผลิตของฝ้ายพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร และพันธุ์พื้นเมืองอื่นๆ
5. ทดสอบประสิทธิภาพ และเก็บข้อมูลสมรรถนะของเครื่องต้นแบบ ปุยฝ้ายที่ผ่านการคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดในเชิงปริมาณ และประเมินคุณภาพเบื้องต้น
6. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเศรษฐศาสตร์ และสรุปผลการทดลอง

ค่าชี้ผลการศึกษา

1. ความสามารถในการทำงานเครื่องต้นแบบ (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)
2. ประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ดออกจากฝ้ายปุย (%)

ผลการวิจัย

ดำเนินการสำรวจรูปแบบและวิธีการเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์การผลิตเส้นใยฝ้ายที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน จากชุมชนผู้ผลิตผ้าฝ้ายต่างๆในประเทศ ซึ่งขั้นตอนการผลิตเส้นใยฝ้ายโดยส่วนใหญ่ที่ดำเนินการในระดับของชุมชนจะประกอบไปด้วย การเก็บเกี่ยวฝ้าย การตากฝ้าย การหีบแยกเมล็ดออกจากฝ้าย การตีฟูหรือการสาวฝ้าย การปั่นฝ้าย และการเปียหรือกรอเส้นใยฝ้าย ตามลำดับ (ภาพที่ 6) โดยงานวิจัยนี้จะเน้นไปที่ศึกษาเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาเครื่องหีบฝ้าย หรือเครื่องคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดฝ้ายที่เหมาะสมสำหรับระดับชุมชนผู้ผลิตผ้าฝ้าย



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับชุมชน

ผลการสำรวจเบื้องต้น พบว่า ขั้นตอนการคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดฝ้ายถึงจะมีอุปกรณ์ช่วยระดับหนึ่ง แต่ก็ทำให้เสียเวลาและแรงงานค่อนข้างมาก ประกอบกับยังไม่มีเครื่องมือหีบฝ้ายขนาดเล็กที่เหมาะสมกับการผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับกลุ่มแม่บ้านและชุมชนทอผ้าฝ้าย อย่างไรก็ตามจากการประเมินผลของข้อมูลเบื้องต้นพบว่า กรรมวิธีการหีบฝ้ายภายในประเทศไทยมีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบ คือ แบบที่ 1 การใช้เครื่องหีบฝ้ายแบบมือหมุน หรือเรียกว่าการอ้วฝ้าย (ภาพที่ 7) การคัดแยกเมล็ดออกจากฝ้ายหรือการหีบฝ้าย เป็นการนำฝ้ายที่สะอาดและแห้งสนิท ยังมีเมล็ดฝ้ายอยู่ข้างในจึงต้องคัดแยกเมล็ดออกจากฝ้าย โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า อ้วฝ้าย หรือ หีบฝ้าย ซึ่งเครื่องมือนี้ทำจากวัสดุที่เป็นไม้เนื้อแข็งทั้งหมด มีใช้กันมานานมากจนถึงปัจจุบันในกลุ่มแม่บ้านที่มีผู้สูงอายุเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับผ้าฝ้ายเป็นส่วนใหญ่ และแบบที่ 2 การนำฝ้ายที่ได้จากการเก็บเกี่ยวและตากแล้วไปส่งโรงงานรับจ้างหีบฝ้ายโดยใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ (ภาพที่ 8) ซึ่งต้องมีปริมาณฝ้ายที่มากพอจึงจะสามารถนำส่งโรงงานได้



ภาพที่ 7 การใช้เครื่องทึบฝ้ายแบบมือหมุนหรือเรียกว่าการอ้วฝ้าย



ภาพที่ 8 โรงงานรับจ้างทึบฝ้ายโดยใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่

ในบางส่วนที่มีการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับฝ้ายดังเช่น ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ กรมวิชาการ เกษตร ก็จะมีเครื่องจักรกลที่เคยได้รับการสนับสนุนจากต่างประเทศ เพื่อใช้สำหรับการพัฒนาระบบการผลิตฝ้าย เช่น เครื่องทึบฝ้ายแบบลูกกลิ้งเดี่ยว (ภาพที่ 9) และเครื่องทึบฝ้ายแบบลูกกลิ้งคู่ (ภาพที่ 10) รวมทั้งเครื่องทำความสะอาดฝ้ายหลังจากการคัดแยกเมล็ดโดยใช้เครื่องทึบฝ้ายแล้ว (ภาพที่ 11) โดยทางคณะผู้วิจัยคาดว่าจะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องต้นแบบและประยุกต์ใช้งานให้เหมาะสมกับการผลิตฝ้ายระดับชุมชนของประเทศไทย



ภาพที่ 9 เครื่องทอฝ้ายแบบลูกกลิ้งเดี่ยว ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์



ภาพที่ 10 เครื่องทอฝ้ายแบบลูกกลิ้งคู่ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์



ภาพที่ 11 เครื่องทำความสะอาดปุยฝ้ายหลังจากการคัดแยกเมล็ดด้วยเครื่องทอฝ้าย
ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

จากการศึกษาระบบวิธีการหีบฝ้าย หรือการคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุยฝ้าย ด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม เพื่อหาแนวทางในการออกแบบเครื่องมือให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน และลดภาระการใช้แรงงานคน โดยการออกสำรวจและเก็บข้อมูลการใช้งานของเครื่องหีบฝ้ายที่มีใช้กันอยู่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ จ.มุกดาหาร และ จ.สกลนคร ซึ่งเป็นโรงงานหีบฝ้ายที่นำเครื่องจักรเก่าของโรงงานจากกรุงเทพฯ มารับจ้างหีบฝ้ายในพื้นที่จังหวัด

โรงงานหีบฝ้ายขนาดเล็ก มีเครื่องจักรอยู่ประมาณ 2-3 เครื่อง รับจ้างหีบฝ้ายและทำความสะอาด โดยคิดราคาปุยฝ้ายที่คัดแยกและทำความสะอาดแล้ว กิโลกรัมละ 30 บาท ทั้งนี้เกษตรกรจะนำปุยฝ้ายดิบมาส่งที่โรงงานเอง และรอรับปุยฝ้ายที่สะอาดแล้วกลับภายในวันนั้น ซึ่งเครื่องจักรที่ใช้ในการรับจ้างจะเป็นเครื่องจักรเก่าจากโรงงานผลิตเส้นใยฝ้าย ทั้งนี้มีการชำรุดเสียหายไปตามอายุการใช้งาน และเกษตรกรไม่สามารถซ่อมบำรุงได้เพราะเครื่องจักรจะทำจากเหล็กหล่อ เป็นชิ้นส่วนใหญ่ๆ และบางอย่างนำเข้ามาจากต่างประเทศ โดยเฉพาะลูกกลิ้งซึ่งมีปัญหาการสึกหรอค่อนข้างมาก (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 เครื่องหีบฝ้ายแบบลูกกลิ้งเดี่ยวของเกษตรกรจังหวัดมุกดาหาร



ภาพที่ 13 ปุยฝ้ายที่ผ่านการหีบด้วยเครื่องของโรงงานหีบฝ้าย

ปัญหาที่พบคือ ปุยฝ้ายที่ผ่านการคัดแยกเมล็ด หรือหีบฝ้ายจะไม่ค่อยสะอาด (ภาพที่ 13) ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องจักรมีการชำรุด และสึกหรอ เกษตรกรเจ้าของเครื่องก็ไม่มีความรู้ในการปรับแต่ง เช่น ใบมีด และลูกกลิ้งสึกหรอ อีกทั้งเป็นเครื่องจักรที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และเป็นเครื่องที่นำเข้ามาจากประเทศอังกฤษ จากโรงงานผลิตเส้นใยฝ้ายเดิม ซึ่งซ่อมบำรุงค่อนข้างยากสำหรับช่างท้องถิ่น



ภาพที่ 14 เครื่องทำความสะอาดฝ้ายที่ผ่านการหีบฝ้ายแล้ว

เครื่องทำความสะอาดฝ้ายที่ผ่านการหีบฝ้ายแล้ว (ภาพที่ 14) เป็นเครื่องจักรเก่าที่ซื้อมาจากโรงงานผลิตเส้นใยฝ้ายที่กรุงเทพฯ ซึ่งเลิกกิจการไปแล้ว เป็นแบบฟันเลื่อย สามารถทำงานได้ดีพอสมควร แต่มีปัญหาการซ่อมบำรุง เนื่องจากไม่มีอะไหล่ชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งต้องประยุกต์ใช้งานไปตามเชิงช่างท้องถิ่น



ภาพที่ 15 การทดลองหีบหรืออ้วฝ้ายด้วยเครื่องแบบมือหมุน



ภาพที่ 16 เครื่องทอฝ้ายแบบมือหมุนรุ่นเก่าจากต่างประเทศ

เครื่องทอฝ้ายรุ่นเก่าแก่ที่พบจากร้านรับซื้อของเก่า ไม่สามารถใช้งานได้ แต่ก็สามารถนำมาเป็นแนวทางการพัฒนา ออกแบบเครื่องทอฝ้ายขนาดเล็กให้เหมาะสมกับเกษตรกรกลุ่มทอผ้าฝ้ายได้



ภาพที่ 17 ห้องตรวจสอบคุณภาพเส้นใยฝ้าย ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

คุณภาพการทอ

ความหมาย ความเรียบหรือเป็นลอนของเส้นใยฝ้ายที่ได้จากการทอ ความสม่ำเสมอในการเรียงตัวของเส้นใย และความเสียหายที่เกิดกับเส้นใยอันเนื่องมาจากการทอ ความแตกต่างในคุณภาพการทอเป็นผลมาจาก 1) การเก็บเกี่ยว 2) การเก็บรักษา 3) การทอ แบ่งคุณภาพการทอ ดังนี้

1. Rough preparation คุณภาพขรุขระ ปู่เกาะติดกันเป็นกระจุก กระจายไม่สม่ำเสมอ
2. Smooth preparation คุณภาพเรียบ การกระจายตัวเรียงกันสม่ำเสมอ

คุณภาพของเส้นใยที่ต้องวิเคราะห์

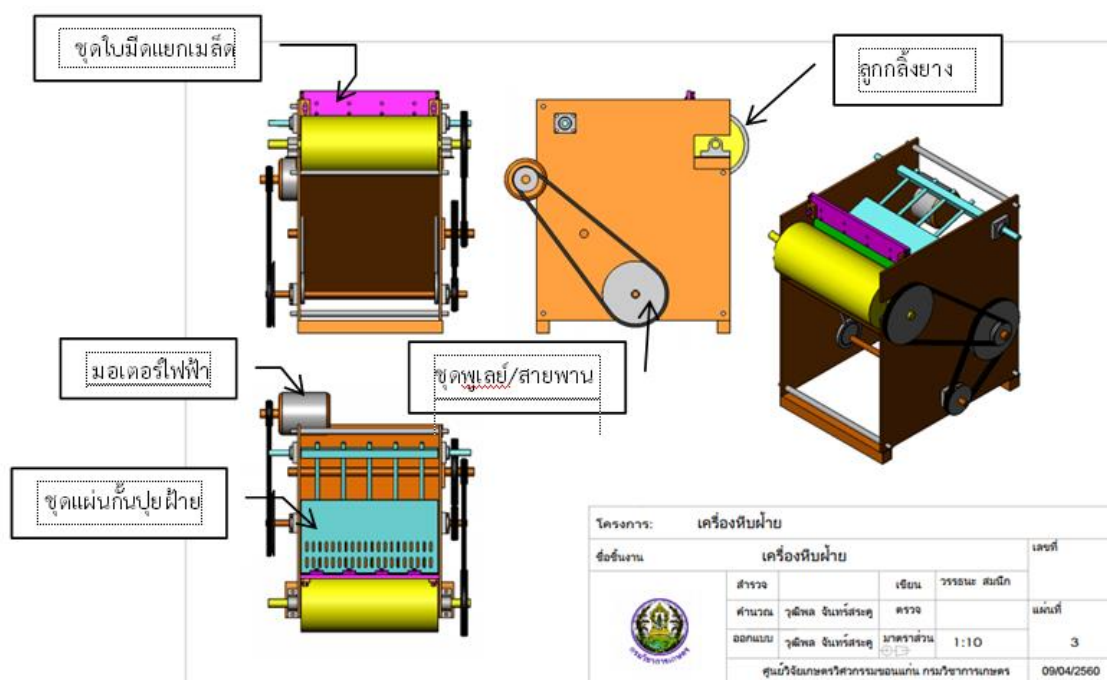
คุณภาพของเส้นใยฝ้ายที่ใช้เป็นเครื่องกำหนดราคาซื้อขายฝ้าย แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. เกรด หมายถึงถึง สี ปริมาณใบ สิ่งเจือปนอื่น ๆ และคุณภาพการทึบ
2. ความยาวของเส้นใย
3. คุณสมบัติอื่น ๆ เช่น ความเหนียว ความละเอียด ความแก่ และความสม่ำเสมอ

คุณสมบัติทางฟิสิกส์บางประการของเส้นใยฝ้าย ความยาว ความเหนียว ความละเอียดอ่อน ความแก่ เป็นคุณสมบัติที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ฝ้าย การทดสอบคุณสมบัติสามารถทำได้ดังนี้

การออกแบบและสร้างเครื่องทึบฝ้ายขนาดเล็กต้นแบบ

ดำเนินการออกแบบเครื่องทึบฝ้ายขนาดเล็ก โดยการจำลองแบบมาจากเครื่องทึบขนาดใหญ่ จาก การไปศึกษาการทำงานเบื้องต้น ทั้งนี้จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า 1 เฟส (220 V) เป็นต้นกำลังใน การขับเคลื่อน และออกแบบให้มีกลไกไม่ซับซ้อน วัสดุประกอบหาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป ทั้งนี้ช่าง ท้องถิ่นสามารถซ่อมบำรุงรักษาได้ง่าย เช่น ลูกกลิ้งทำจากหนังสัตว์หรือแผ่นยางอัดขึ้นรูป ชุดใบมีดแยก เมล็ดที่ถอดประกอบและซ่อมบำรุงได้ และชุดแผ่นกั้นปุ๋ยฝ้ายขณะทำการป้อนเพื่อทำการทึบฝ้ายหรือแยก เมล็ดออกจากปุ๋ยฝ้าย โดยระบบถ่ายทอดกำลังใช้พูเลย์และสายพาน รูปแบบที่หาได้ตามท้องตลาด (ภาพ ที่ 18)

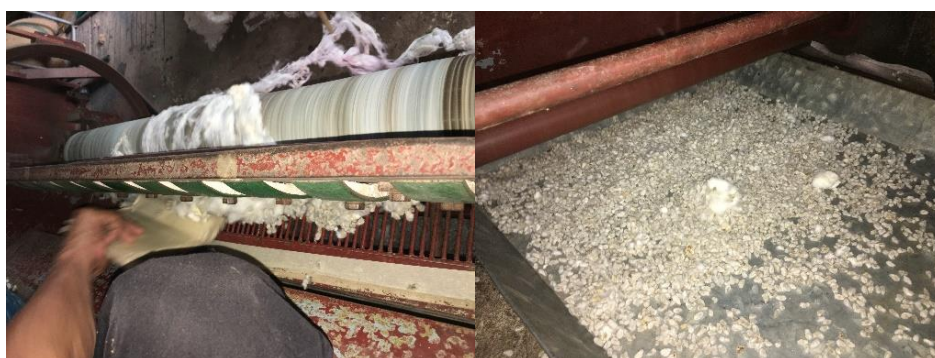


ภาพที่ 18 การออกแบบต้นแบบเครื่องทึบฝ้ายขนาดเล็ก

ขั้นตอนการดำเนินการสร้างเครื่องต้นแบบขนาดเล็ก ติดตั้งต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า และชุดถ่ายทอดกำลังพูเลย์และสายพาน พร้อมทั้งเตรียมการทดสอบการทึบฝ้ายจากเครื่องต้นแบบขนาดเล็ก ควบคู่ไปกับการทดสอบและเก็บข้อมูลเครื่องทึบฝ้ายขนาดใหญ่ที่มีใช้งานอยู่ในโรงงานท้องถิ่น ในเขตพื้นที่จังหวัดมุกดาหาร และสกลนคร



ภาพที่ 19 การทดสอบเก็บข้อมูลเครื่องทอฝ้ายเป็นเครื่องที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ



ภาพที่ 20 การคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้าย

ได้ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องทอฝ้ายขนาดเล็กเสร็จเรียบร้อยแล้ว (ภาพที่ 21) มิติตัวเครื่อง กว้าง 44 ซม. ยาว 60 ซม. และสูง 72 ซม. น้ำหนักตัวเครื่อง 80 กิโลกรัม ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1 แรงม้า 220 V ลูกกลิ้งทำจากวัสดุที่ทำจากแผ่นยางอัดขึ้นรูป ชุดใบมีดแยกเมล็ดที่ถอดประกอบ และซ่อมบำรุงได้ และชุดแผ่นกั้นปุยฝ้ายขณะทำการป้อนเพื่อทำการทอฝ้ายหรือแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้าย วัสดุถ่ายทอดกำลังด้วยพูลเลย์และสายพาน และทำการทดสอบการทำงานเบื้องต้นในโรงปฏิบัติงาน ศวศ. ขอนแก่น ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 2 โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 40 รอบ/นาที ซึ่งเป็นความเร็ว รอบที่เหมาะสมได้จากการทดสอบเบื้องต้น (ตารางที่ 1)



ภาพที่ 21 โครงสร้างต้นแบบเครื่องทอฝ้ายขนาดเล็ก



ภาพที่ 22 ต้นแบบเครื่องทอฝ้ายขนาดเล็กสำหรับการคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้าย



ภาพที่ 23 การทดสอบคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้ายด้วยเครื่องทอฝ้ายขนาดเล็ก
ในโรงปฏิบัติงาน ศวศ.ขอนแก่น

ตารางที่ 1 การทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสม

ความเร็วรอบ ลูกกลิ้ง (รอบ/นาที)	นน.ปุยฝ้าย ทั้งหมดก่อนทอ (กรัม)	นน.ปุยฝ้ายหลังการ ทอ (กรัม)	นน.เมล็ดฝ้ายหลัง การทอ (กรัม)	เวลาที่ใช้ในการ ทำงาน (วินาที)
30	200	60.5	135.5	122
40	200	68.5	130.2	110
50	200	56.5	140.5	105

ผลการทดสอบเบื้องต้นจากตารางที่ 1 เลือกใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้งที่ 40 รอบ/นาที ซึ่งมีความสามารถในการตัดแยกเมล็ดได้ค่อนข้างดีกว่า และได้น้ำหนักปุ๋ยฝ้ายมากกว่าการใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้งระดับ 30 และ 50 รอบ/นาที สังเกตจากมีปุ๋ยฝ้ายเหลือติดเมล็ดฝ้ายน้อยกว่าจึงประเมินเบื้องต้นได้ว่ามีการตัดแยกปุ๋ยฝ้ายออกจากเมล็ดได้มากกว่าความเร็วรอบอื่นๆ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบเบื้องต้นเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็กที่ออกแบบ กับฝ้ายพันธุ์ตากฟ้า 84-4 (สีขาว)

ครั้งที่	นน.ปุ๋ยฝ้ายทั้งหมด (กรัม)	นน.ปุ๋ยฝ้ายหลัง การหีบ (กรัม)	เวลาที่ใช้ในการ ทำงาน (วินาที)	ความสามารถในการ ทำงาน (กก./ชม.)
1	206.13	71.62	162.32	4.57
2	207.37	70.40	141.38	5.28
3	204.09	77.09	180.66	4.07
เฉลี่ย	205.86	73.04	161.45	4.64
SD	1.66	3.56	19.65	0.61

สำหรับการทดสอบหีบฝ้ายพันธุ์พื้นเมือง (ตะหลุงแดง) ซึ่งมีสีน้ำตาล จะมีคุณลักษณะเส้นใยสั้น และเหนียวกว่าพันธุ์ตากฟ้า สีขาว ทำให้เครื่องต้นแบบมีการทำงานได้ไม่ค่อยดี และไม่ต่อเนื่องต้องมีการปรับปรุงและแก้ไขให้เหมาะสมต่อไป โดยผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบเบื้องต้นเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็กที่ออกแบบ กับฝ้ายพันธุ์พื้นเมือง (ตะหลุงแดง)

ครั้งที่	นน.ปุ๋ยฝ้ายทั้งหมด (กรัม)	นน.ปุ๋ยฝ้ายหลังการ หีบ (กรัม)	เวลาที่ใช้ในการ ทำงาน (วินาที)	ความสามารถในการ ทำงาน (กก./ชม.)
1	203.94	79.73	769.46	0.95
2	204.53	64.46	594.37	1.24
3	200.39	69.34	537.81	1.34
เฉลี่ย	202.95	71.18	633.88	1.18
SD	2.24	7.80	120.77	0.20

ทำการทดสอบสมรรถนะการทำงานหีบฝ้ายในปริมาณที่มากขึ้นในพันธุ์ตากฟ้า 84-4 และหีบต่อเนื่องจนแล้วเสร็จ ผลการทดสอบพบว่า เครื่องต้นแบบมีความสามารถในการทำงานโดยเฉลี่ย 5.06 กก./ชม. ดังแสดงในตารางที่ 4 และได้้นำเครื่องให้เกษตรกรทดลองใช้ เพื่อเก็บข้อมูลความพึงพอใจในการใช้งาน และขอควรปรับปรุงต่อไป โดยการสอบถามเกษตรกรผู้ที่ทดลองใช้งาน

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็กที่ออกแบบกับฝ้ายพันธุ์ตากฟ้า 84-4 (สีขา)

ครั้งที่	นน.ปุ๋ยฝ้ายทั้งหมด (กรัม)	นน.ปุ๋ยฝ้ายหลังการหีบ (กรัม)	เวลาที่ใช้ในการ ทำงาน (วินาที)	ความสามารถใน การทำงาน (กก./ชม.)
1	1010.65	358.10	705	5.16
2	1016.85	352.00	706	5.19
3	1010.45	375.45	752	4.84
เฉลี่ย	1012.65	361.85	721.00	5.06
SD	3.64	12.17	26.85	0.19



ภาพที่ 24 การทดสอบคัดแยกเมล็ดออกจากปุ๋ยฝ้ายด้วยเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็ก ณ ศพพ.มุกดาหาร



ภาพที่ 25 การทดสอบคัดแยกเมล็ดออกจากปุ๋ยฝ้ายด้วยเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็ก
ร่วมกับกลุ่มแม่บ้าน ณ ศพก.หนองสูง จ.มุกดาหาร



ภาพที่ 26 การทดสอบคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้ายด้วยต้นแบบเครื่องทอฝ้ายขนาดเล็ก ร่วมกับกลุ่มแม่บ้าน ณ ศพก.หนองสูง จ.มุกดาหาร

อภิปรายผล

ผลจากการทดสอบทอฝ้ายพันธุ์พื้นเมือง (ตะหลุงแดง) ซึ่งมีสีน้ำตาล จะมีคุณลักษณะเส้นใยสั้น และเหนียวกว่าพันธุ์ตากฟ้า สีขาว ทำให้เครื่องต้นแบบมีการทำงานได้ไม่ค่อยดี และไม่ต่อเนื่องต้องมีการปรับปรุงและแก้ไขให้เหมาะสมต่อไป สำหรับการทดสอบสมรรถนะการทำงานทอฝ้ายในปริมาณที่มากขึ้นกับพันธุ์ตากฟ้า 84-4 และทอต่อเนื่องจนแล้วเสร็จ ผลการทดสอบพบว่า เครื่องต้นแบบมีความสามารถในการทำงานโดยเฉลี่ย 5.06 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และได้้นำเครื่องให้เกษตรกรทดลองใช้ เพื่อเก็บข้อมูลความพึงพอใจในการใช้งาน ซึ่งผลการประเมินคุณภาพของการใช้งานเครื่องโดยกลุ่มแม่บ้านที่ อ.หนองสูง พบว่า มีความพอใจในระดับที่ค่อนข้างดีกับเครื่องมือรุ่นแรกสำหรับกิจกรรมการคัดแยกเมล็ดฝ้ายออกจากปุยฝ้าย หรือการทอฝ้าย เนื่องจากลดภาระการใช้แรงงานคนในการอ้วฝ้ายด้วยเครื่องอ้วฝ้ายแบบมือหมุน และมีความต้องการเครื่องมือขนาดเล็กที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มทอผ้า ทั้งการทอและทำความสะอาด รวมทั้งการตีฟูหรือสางฝ้าย จะช่วยลดภาระความเหนื่อยยากและลดต้นทุนการจ้างโรงงานทอฝ้ายที่มีราคาค่อนข้างสูง โดยมีค่าจ้างทอที่กิโลกรัม (ฝ้ายพร้อมเมล็ด) ละ 30 บาท และค่าจ้างสางฝ้ายกิโลกรัม (ปุยฝ้าย) ละ 30 บาท และจากการประเมินคุณภาพปุยฝ้ายเบื้องต้นโดยให้เกษตรกรที่อยู่ในกลุ่มแม่บ้านทอผ้าเป็นผู้ประเมินเบื้องต้น พบว่าปุยฝ้ายสีที่ผ่านเครื่องทอฝ้ายขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้น สำหรับพันธุ์ฝ้ายสีขาว จะมีปุยฝ้ายที่สวยงามและสะอาดเกษตรกรค่อนข้างพอใจ แต่สำหรับพันธุ์ฝ้ายที่มีสีน้ำตาลหรือสีดุน ปุยฝ้ายที่ผ่านเครื่องทอจะมีขนาดปุยที่สั้นและแยกเมล็ดได้ยังไม่ค่อยดีนัก ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะฝ้ายสีดุนหรือพันธุ์พื้นเมืองมีเส้นใยที่สั้นจึงทำให้การแยกเมล็ดได้ไม่ค่อยดีนัก ผู้วิจัยจะได้นำไปเป็นข้อมูลในการพัฒนาในอนาคตต่อไป

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการใช้เครื่องมือที่ออกแบบเปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกร การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนของเครื่องทอฝ้ายใช้สมการในการคำนวณ ดังนี้

$$Ac = (Fc/A) + (1/Ct) [R\&M+E+L] \dots\dots\dots(1)$$

$$Fc = D + I \dots\dots\dots(2)$$

$$D = (P - S) / N \dots\dots\dots(3)$$

$$I = [(P + S) / 2 \times (r / 100)] \dots\dots\dots(4)$$

โดย D = ค่าเสื่อมราคา (บาท/ปี)
 P = ราคาเครื่อง (บาท)
 N = อายุการใช้งานของเครื่อง (ปี)
 Ac = ต้นทุนการใช้แรงงานคน (บาท/กิโลกรัม)
 Fc = ต้นทุนคงที่ (บาท/ปี)
 A = ปริมาณการใช้งานในหนึ่งปี (กิโลกรัม)
 E = ค่ากระแสไฟฟ้า (บาท/ชั่วโมง)
 Ct = ความสามารถในการทำงานของเครื่อง (กิโลกรัม/ชั่วโมง)
 I = ดอกเบี้ย (บาท/ปี)
 S = มูลค่าซาก (บาท)
 r = อัตราดอกเบี้ย (เปอร์เซ็นต์/ปี)
 $R\&M$ = ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (บาท/ชั่วโมง)
 L = ค่าแรงคนงาน (บาท/ชั่วโมง)

1. การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนของเครื่องที่บฝ่ายใช้ข้อมูล ดังต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{ราคาเครื่อง (P)} &= 50,000 \quad \text{บาท} \\ \text{อายุการใช้งาน (N)} &= 5 \text{ ปี} \\ \text{มูลค่าซาก (S)} &= 5,000 \text{ บาท (คิด 10\% ของราคาเครื่อง)} \\ \text{อัตราดอกเบี้ย (r)} &= 15 \% \\ \text{ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (R\&M)} &= 1.2\% \text{ ของราคาเครื่อง/100 ชั่วโมงทำงาน} \\ &= (0.012 \square 50,000/100) \\ &= 6.0 \text{ บาท/ชม.} \\ 1.1 \text{ ค่าไฟฟ้า (E)} &= (746 \text{ w}) \times (5 \text{ บาท/หน่วย}) / 1,000 \\ &= 3.73 \text{ บาท/ชม.} \\ 1.2 \text{ ค่าแรงงาน (L)} &= 300/8 \\ &= 37.5 \text{ บาท/ชม. (ค่าแรง 300 บาท / 8 ชม./วัน)} \\ \text{ความสามารถในการทำงานของเครื่อง (Ct)} &= 5.06 \text{ กก./ชม.} \\ 1.3 \text{ คำนวณค่าเสื่อมราคาจาก สมการที่ 3} \\ D &= (P-S)/N \\ &= (50,000 - 5,000)/5 \\ &= 9,000 \text{ บาท/ปี} \\ 1.4 \text{ คำนวณดอกเบี้ยจาก สมการที่ 4} \\ I &= [(P + S) / 2 \times (r / 100)] \\ &= [(50,000 + 5,000) / 2 \times (15 / 100)] \\ &= 4,125 \text{ บาท/ปี} \\ \text{แทนค่าในสมการที่ 2} \\ Fc &= D + I \\ &= 9,000 + 4,125 \\ &= 13,125 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

แทนค่าต่าง ๆ ในสมการที่ 1

$$\begin{aligned} Ac &= (Fc/A) + (1/Ct) [R\&M+E+L] \\ &= (13,125/A) + (1/5.06) [6.0+3.73+37.5] \\ Ac &= (13,125/A) + 9.33 \dots \dots \dots (5) \end{aligned}$$

2. การคำนวณหาต้นทุนการหีบฝ้าย

ในการศึกษาและทดสอบการหีบฝ้ายโดยใช้แรงงานคนด้วยเครื่องอ้วฝ้ายแบบมือหมุน พบว่า 1 คน สามารถหีบฝ้ายได้เฉลี่ย 0.5 กก./ชม. ถ้าทำงาน 8 ชม./วัน และค่าแรง 300 บาท ต้นทุนการหีบฝ้ายเมื่อใช้แรงงานคน (Ac)

$$\begin{aligned} Ac &= 300/(0.5 \times 8) \\ &= 75.0 \text{ บาท/กก.} \end{aligned}$$

3. การคำนวณหาจุดคุ้มทุน

สามารถคำนวณหาได้โดยแทนค่าลงในสมการที่ 5

$$\begin{aligned} Ac &= (13,125/A) + 9.33 \\ \text{แทนค่า } 75.0 &= (13,125/A) + 9.33 \\ \text{เพราะฉะนั้น } A &= 199.86 \text{ กก./ปี} \end{aligned}$$

แสดงว่าจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องอยู่ที่ 199.86 กก./ปี ซึ่งเครื่องดังกล่าวมีอายุการใช้งาน 5 ปี มีความสามารถในการทำงาน 5.06 กก./ชม. ซึ่งใน 1 วัน ทำงาน 8 ชม. จะสามารถทำงานได้ 40.48 กก. หรือทำงานเพียงแค่วันละ 4 ชม. หากมีกิจกรรมอื่นๆ ก็จะสามารถทำงานได้วันละ 20.24 กก. ซึ่งสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลาทำงานประมาณ 10 วัน

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลจากการวิจัยทำให้ได้ต้นแบบเครื่องหีบฝ้ายสำหรับการคัดแยกเมล็ดออกจากปุ๋ยฝ้ายขนาดเล็ก ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า 220 โวลต์ ถ่ายทอดกำลังด้วยพูลเลย์และสายพาน ตัวเครื่องหีบมีน้ำหนักประมาณ 80 กิโลกรัม ประกอบด้วยส่วนโครงสร้างทำจากเหล็ก ลูกกลิ้งแบบยางอัด ไบมีดแยกเมล็ดฝ้าย และแผ่นกันเมล็ดฝ้าย ใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 40 รอบต่อนาที ทดสอบสมรรถนะการทำงานหีบฝ้ายกับพันธุ์ตากฟ้า 84-4 มีความสามารถในการทำงานโดยเฉลี่ย 5.06 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยมีราคาเครื่องประมาณ 50,000 บาท จุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องอยู่ที่ 199.86 กก./ปี ซึ่งเครื่องดังกล่าวมีอายุการใช้งาน 5 ปี ทำงานเพียงแค่วันละ 4 ชม. กรณีหากมีกิจกรรมอื่นๆ ก็จะสามารถทำงานได้วันละ 20.24 กก. ซึ่งสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลาทำงานประมาณ 10 วัน

เนื่องจากโครงการนี้ของบประมาณดำเนินการไป 2 ปี (2560-2561) แต่ได้ดำเนินงานได้เพียง 1 ปี ก็ปิดโครงการลงเนื่องจากไม่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณให้ดำเนินการวิจัยต่อ เครื่องต้นแบบจึงทำงานได้ดีระดับหนึ่งเท่านั้น และยังขาดในส่วนการทดสอบและประเมินคุณภาพเส้นใยฝ้ายรวมทั้งการนำไปให้กลุ่มแม่บ้านที่ผลิตฝ้ายทดลองใช้งานในระยะยาว ทั้งนี้เครื่องต้นแบบยังสามารถพัฒนาให้มีความสามารถในการทำงานได้ดีกว่านี้แต่น่าเสียดายที่ต้องยุติโครงการเสียก่อน

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร. 2552. ฝ้าย. สืบค้นเมื่อ 5 พฤษภาคม 2557, จาก <http://it.doa.go.th/vichakan/news.php>.
- ประสงค์ ประไพตระกูล, ปริญญา ปาณะพล, จุณณเกศ พานิช และสุนิสา อธิวงค์ธนวัฒน์. มปป. การเก็บเกี่ยวฝ้ายและมาตรฐานฝ้ายดอกของไทย. เอกสารอิเล็กทรอนิกส์โดย:สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปริญญา สิบบุญเรือง. 2551. ศาสตร์แห่งฝ้ายค่ายเอเชีย. กสิกร. ปีที่ 81 ฉ.6 พฤศจิกายน-ธันวาคม 2551. หน้า 23-30.
- พิพิธภัณฑผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2551. จากฝ้ายกลายเป็นเส้น เส้นฝ้าย การผลิตเส้นใยฝ้าย. สืบค้นเมื่อ 2 พฤษภาคม 2557, จาก <http://www.thaitextilemuseum.com>.
- ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2554. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. น.73-99.
- ศูนย์ข้อมูลกลางทางวัฒนธรรม. 2554. ฝ้าย. สืบค้นเมื่อ 5 พฤษภาคม 2557, จาก <http://www.m-culture.in.th>.
- Bhagvati engineer work, มปป. Double Roller Gin Machine. Retrieved June, 15, 2015, from http://www.ginningmachine.com/dbl_roller_gin_machine.htm
- Collier, Ann M (1970), A Handbook of Textiles, Pergamon Press, p. 258, ISBN 0-08-018057-4
- Jagdish Industries. 2013. PORTABLE COTTON GINNING MACHINE. Retrieved June, 25, 2013, from <http://jagdishindustries.com/> G.I.D.C. Industrial Estate, Atkot Road, Nasmith, Joseph . 1895. Recent Cotton Mill Construction and Engineering. London: John Heywood. p. 284.ISBN 1-4021-4558-6.Retrieved March 2009.