รายงานแผนงานวิจัย

การวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลสำหรับการผลิตเส้นใยฝ้าย ระดับชุมชน

Research and Development on Processing Machine For Cotton Fiber of Community

ชื่อหัวหน้าแผนงานวิจัย

วุฒิพล จันทร์สระคู

WUTTIPHOL CHANSRAKOO

ปี พ.ศ. 2560

รายงานแผนงานวิจัย

การวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลสำหรับการผลิตเส้นใยฝ้าย ระดับชุมชน

Research and Development on Processing Machine For Cotton Fiber of Community

ชื่อหัวหน้าแผนงานวิจัย

วุฒิพล จันทร์สระคู

WUTTIPHOL CHANSRAKOO

ปี พ.ศ. 2560

คำปรารภ

แผนงานวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลสำหรับการผลิตเส้นใยฝ้ายระดับชุมชน ประกอบด้วยโครงการวิจัย จำนวน 3 โครงการย่อย ได้แก่ เครื่องหีบฝ้ายสำหรับการคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุยฝ้าย เครื่องสางฝ้ายสำหรับการตีฟูปุยฝ้าย และเครื่องปั่นฝ้ายสำหรับการทำเส้นใยฝ้าย ได้ดำเนินการเป็นระยะเวลา 1 ปี คณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยที่สำเร็จลุล่วงจะมีผู้นำไปใช้ประโยชน์ ซึ่งคณะผู้วิจัยมีความยินดีอย่างยิ่งที่จะถ่ายทอดเทคโนโลยี และองค์ความรู้ที่ได้จากชุดโครงการวิจัยนี้ให้แก่ผู้สนใจ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่คณะผู้วิจัยตั้งเป้าหมายไว้

(นายวุฒิพล จันทร์สระคู)
หัวหน้าแผนงานวิจัย
31 มีนาคม 2561

หน้าปก

ปกใน/ปกรอง

คำปรารภ (Foreword หรือ Preface)

สารบัญ **หน้า**

กิตติกรรมประกาศ..... 5
ผู้วิจัย 6
บทนำ..... 7
บทที่ 1 โครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องหีบฝ้ายสำหรับการคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุยฝ้าย 10
บทที่ 2 โครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องสางฝ้ายสำหรับการตีฟูปุยฝ้าย 35
บทที่ 3. โครงการวิจัยและพัฒนาเครื่องปั่นฝ้ายสำหรับการทำเส้นใยฝ้าย 54
บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... 73
บรรณานุกรม..... **74**

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้เริ่มดำเนินการจนบรรลุวัตถุประสงค์ได้โดยได้รับการสนับสนุนจาก ผู้อำนวยการ ข้าราชการ พนักงานราชการ และลูกจ้างประจำ ของสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมขอนแก่น และศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ ขอขอบคุณกลุ่มแม่บ้านทอผ้าฝ้าย ต.หนองสูงเหนือ อ.หนองสูง จ.มุกดาหาร ขอขอบคุณกลุ่มทอผ้าฝ้ายบ้านทุ่งก้อ และบ้านดินดำ อ.ลี้ จ.ลำพูน ที่ให้สถานที่และความร่วมมือในการทดสอบ ขอขอบคุณศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สำหรับการศึกษาและดูงานการผลิตฝ้ายและข้อมูลด้านเครื่องจักรต่างๆ ขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรมุกดาหาร กรมวิชาการเกษตรทุกท่าน ที่ร่วมมือและช่วยให้งานนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์โครงการ ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัย

วุฒิพล จันทร์สระคู	นายสนอง อมฤกษ์	เอกภาพ ป้านภูมิ
Wuttiphol Chansrakoo	Sanong Amaroek	Aekkaparp Panpoom
ประพัฒน์ ทองจันทร์	ปริญญา ศรีบุญเรือง	พิกุล ซุนพุ่ม
Prapat Thongjan	Parinya Sribunraung	Pikul Sunpum

บทนำ

ฝ้ายเป็นพืชที่มีความสำคัญเนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำเสื้อผ้า จำเป็นต้องมีเส้นใยฝ้ายรวมอยู่ด้วย แม้การผลิตเส้นใยประดิษฐ์จะเจริญก้าวหน้าเพียงใดก็ตาม เสื้อผ้าที่ผลิตจากฝ้าย หรือส่วนผสมของฝ้ายยังคงเป็นที่นิยม เพราะสวมใส่สบายให้ความอบอุ่นพอเหมาะซึมซับเหงื่อและถ่ายเทอากาศดีกว่าเสื้อผ้าจากใยประดิษฐ์ ฝ้ายเส้นใยสั้นเป็นฝ้ายพื้นเมืองมีปุยหยาบ และมีความยาวของเส้นใยต่ำกว่า 1 นิ้ว เป็นวัตถุดิบที่สำคัญต่องานหัตถกรรมสิ่งทอพื้นบ้าน ประเทศไทยต้องการใช้ปุยฝ้ายเส้นใยสั้นประมาณ 6,000 ตันต่อปี สำหรับฝ้ายเส้นใยยาวปานกลาง และเส้นใยยาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นพันธุ์ฝ้ายที่นำเข้าจากต่างประเทศ 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 จากราคาฝ้ายปุยกิโลกรัมละ 50 บาท เพิ่มขึ้นเป็น 103 บาท เนื่องจากสต๊อกฝ้ายของโลกลดลงทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ ผลผลิตฝ้ายส่วนใหญ่ของประเทศในปัจจุบันเป็นเส้นใยยาวปานกลาง และมีการผลิตเส้นใยสั้นในบางพื้นที่ของภาคเหนือ และผลผลิตที่ได้ก็ไม่สามารถแข่งขันกับผู้ผลิตรายใหญ่ของโลกได้ เนื่องจากต่างประเทศใช้พันธุ์ฝ้าย GMO ทำให้มีผลผลิตต่อไร่เพิ่มขึ้นและยังลดต้นทุนการผลิตในส่วนของสารกำจัดศัตรูฝ้าย อีกทั้งยังมีตลาดสิ่งทอกำลังซื้อสูงในสหภาพยุโรปและญี่ปุ่นที่รองรับผลิตภัณฑ์สิ่งทอจากพันธุ์ฝ้ายที่มีคุณสมบัติเฉพาะด้าน 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 ไม่สามารถขายได้ในราคาสูง (กรมวิชาการเกษตร, 2554) แนวทางการส่งเสริมเกษตรกรกลุ่มทอผ้าฝ้ายตากฟ้า อ.ตากฟ้า จังหวัดนครสวรรค์ ซึ่งเป็นชุมชนตัวอย่างหนึ่งที่มีศักยภาพในการเพาะปลูกฝ้ายสำคัญของประเทศเพื่อยกระดับรายได้ของประชาชนในชนบทให้สูงขึ้นโดยเน้นการพัฒนาคน พัฒนาสินค้า และพัฒนาตลาด ให้ความสำคัญและความจำเป็นเร่งด่วนในการลดปัญหาความเหลื่อมล้ำทางสังคมที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน โดยอาศัยจุดแข็งของชาวบ้านที่มีการรวมตัวกันอย่างเหนียวแน่นและมีการผลิตสินค้าที่ตนเองมีความชำนาญ โดยมีเครือข่ายหอการค้าและสถาบันการศึกษาสนับสนุนช่องทางการตลาดและองค์ความรู้ในการพัฒนาศักยภาพของกลุ่ม สามารถสร้างงาน สร้างรายได้ และชุมชนเข้มแข็ง ซึ่งจะเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาความเหลื่อมล้ำของการกระจายรายได้ นอกจากปัญหาการขาดแคลนพันธุ์ฝ้ายที่มีคุณภาพหรือ

คุณสมบัติเฉพาะด้านแล้วเกษตรกรยังขาดเทคโนโลยีในการปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และการแปรรูปผลิตผลจากฝ้าย

กระบวนการจัดเตรียมเส้นใยฝ้าย หรือการแปรรูปฝ้ายเพื่อให้ได้เส้นใยที่มีคุณภาพ ที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตหัตถกรรมสิ่งทอเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ ยังขาดทั้งคุณภาพและประสิทธิภาพ สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปจากเส้นใยเป็นวัตถุดิบในการผลิตหัตถกรรมสิ่งทอที่กลุ่มผู้ผลิตหัตถกรรมสิ่งทอมีอยู่ไม่เหมาะสมกับเส้นใยของพันธุ์ฝ้ายที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือมีความยาวเส้นใยที่มากกว่า ทำให้ใช้เวลาในการแปรรูปเพิ่มขึ้น และยังคงได้วัตถุดิบที่ไม่มีคุณภาพตามคุณสมบัติพิเศษของพันธุ์ฝ้าย ซึ่งในปัจจุบันกระบวนการแปรรูปฝ้ายหลังการเก็บเกี่ยวของกลุ่มเกษตรเพื่อผลิตเส้นใยฝ้ายยังใช้แรงงานคน เครื่องมือและอุปกรณ์พื้นบ้านที่คิดค้นประดิษฐ์ขึ้นเองใช้สืบทอดกันมาเป็นส่วนใหญ่ จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เส้นใยฝ้ายมีคุณภาพต่ำและเพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลขนาดที่เหมาะกับการผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับชุมชน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มมูลค่าผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว สำหรับสนับสนุนกระบวนการแปรรูปจากผลผลิตฝ้ายไปสู่การผลิตหัตถกรรมสิ่งทอของชุมชนอย่างครบวงจร เพื่อยกระดับผลผลิตให้มีมูลค่าสูงขึ้น ตลอดจนเป็นการเพิ่มความเข้มแข็งของชุมชนในการผลิตฝ้ายอย่างยั่งยืน พร้อมด้วยการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตฝ้ายสู่เกษตรกรอย่างครบวงจร

วัตถุประสงค์หลักของแผนงานวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลสำหรับการผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับชุมชน โดยการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือ อุปกรณ์ที่จำเป็นเพื่อลดภาระการใช้แรงงานคน ประหยัดเวลาในการทำงาน และลดต้นทุนการผลิตในกระบวนการผลิตเส้นใยฝ้ายของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝ้าย ซึ่งมีวัตถุประสงค์เฉพาะ ดังนี้

1. เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องหีบฝ้ายสำหรับการคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุยฝ้าย
2. เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องสางฝ้ายสำหรับการตีฟูปุยฝ้าย
3. เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องปั่นฝ้ายสำหรับการทำเส้นใยฝ้าย

การวิจัยนี้ครอบคลุมการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลขนาดเล็กสำหรับการผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับชุมชน หรือกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเส้นใยฝ้ายเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ เช่น เครื่องหีบฝ้ายหรือเครื่องคัดแยกและทำความสะอาดปุยฝ้าย เครื่องสางปุยฝ้ายหรือเครื่องตีฟูปุยฝ้าย เครื่องปั่นเส้นใยฝ้าย เป็นต้น โดยการพัฒนาเครื่องมือในขนาดเล็กที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงานของกลุ่มแม่บ้านในชุมชน ต่อยอดงานวิจัยจากภูมิปัญญาท้องถิ่น จากเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีใช้อยู่แล้ว และพัฒนาจากเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเส้นใยฝ้ายระดับอุตสาหกรรมที่นำเข้าจากต่างประเทศ ให้มีขนาดเล็กและราคาถูกลง

เครื่องหีบฝ้าย หรือเครื่องคัดแยกและทำความสะอาดปุยฝ้าย ใช้หลักการของเครื่องหีบแบบฟันเลื่อย โดยมีใบเลื่อยวงเดือนจำนวนหลายใบเรียงอยู่ชิดกัน โดยมีแกนเหล็กร้อยตรงกลาง ด้านหนึ่งของฟันเลื่อยนี้จะมีตะแกรงเหล็กเป็นซี่ๆ ชิดกันขนาดเมล็ดฝ้ายลอดไม่ได้ ตั้งขนานกับแนวของใบเลื่อย ด้านตรงข้ามของตะแกรงนี้ จะมีแปรงขนสัตว์แข็งที่ติดเป็นท่อนกลม มีแกนเหล็กตรงกลางเช่นกัน จัดให้ขนแปรงไม่ชิดกับปลายฟันเลื่อย และวางขนานกับแนวของใบเลื่อย แกนใบเลื่อยกับแกนแปรงหมุนในทิศทางตรงข้ามกัน เมื่อเอาฝ้ายทั้งเมล็ดมาให้อยู่ชิดตะแกรงด้านนอก แล้วหมุนใบเลื่อยก็จะดึงเอาเส้นใยออก ส่วนเมล็ดซึ่งลอดตะแกรงไม่ได้ก็จะแยกส่วนออกไป ต้นกำลังใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลต์ พร้อมชุดควบคุม ส่งกำลังผ่าน

พูเล่ย์ สายพาน และชุดเกียร์ทดปรับความเร็วรอบให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการทำงานที่เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน

เครื่องสางฝ้ายหรือเครื่องตีฟูปุยฝ้าย ออกแบบเครื่องสางฝ้ายให้มีรูปแบบที่ง่ายที่สุด มีลูกกลิ้งสองลูกที่ปกคลุมไปด้วยเส้นใยขนาดเล็ก โดยลูกกลิ้งจากถาดป้อนเข้าสู่ถังเก็บขนาดใหญ่กว่า มีการเชื่อมต่อถึงกันโดยเข็มขัดโซ่หรือสายพานเพื่อให้ความเร็วรอบลูกกลิ้งหมุนขับ ก่อให้เกิดการจัดเก็บใยฝ้ายโดยลูกกลิ้งที่จะค่อยๆ ดึงเส้นใยจากฝ้ายนี้ดึงยืดเส้นใยและวางใยฝ้ายไว้ระหว่างขอบของลูกกลิ้ง เส้นใยจะถูกเพิ่มจนกว่าใยฝ้ายที่ปกคลุมลูกกลิ้งเต็ม ต้นกำลังในการขับเคลื่อนลูกกลิ้งและระบบต่างๆใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลต์ พร้อมชุดควบคุมการทำงาน

เครื่องปั่นเส้นใยฝ้าย ส่วนโครงสร้าง ส่วนฐาน และส่วนวงล้อนั้นทำจากเหล็กเคลือบสีกันสนิม มีลักษณะคล้ายวงล้อจักรยานที่คานแกนกลางวงล้อนี้จะต่อยาวออกมาเป็นที่จับสำหรับหมุนปั่นฝ้าย ถ่ายทอดกำลังผ่านพูเล่ย์และสายพาน โดยใช้กำลังหมุนขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลต์ ด้านหนึ่งยื่นเป็นปลายแหลมเข้าหาด้านผู้ปั่นฝ้าย เหล็กปลายแหลมนี้เรียกว่า ไน ซึ่งหมุนโดยแรงเหวี่ยงของเส้นเชือกที่ผูกโยงรอบวงล้อมาหาแกนของเหล็กไน เมื่อได้เส้นใยฝ้ายในปริมาณที่พอเหมาะแล้วก็จะนำไปสู่กระบวนการเปียฝ้ายต่อไป

ในกระบวนการวิจัยมีการประเมินผลในเชิงปริมาณและคุณภาพเปรียบเทียบกรรมวิธีการผลิตเส้นใยฝ้ายด้วยวิธีปฏิบัติเดิมของเกษตรกร กับกรรมวิธีการผลิตเส้นใยโดยใช้ชุดเครื่องจักรกลสำหรับการผลิตเส้นใยฝ้ายที่พัฒนาขึ้น ตลอดจนวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนในเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

บทที่ 1

วิจัยและพัฒนาเครื่องหีบฝ้ายสำหรับการคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุยฝ้าย
Research and Development on Ginning Machine for Cotton Fiber

วุฒิพล จันทร์สระคู	ศักดิ์ชัย อาษาวัง	เวียง อากรชี
Wuttiphol Chansrakoo	Sakchai Arsawang	Weang Arekornchee
เอกภาพ ป้านภูมิ	ปริญญา ศรีบุญเรือง	พิกุล ซุนพุ่ม
Aekkaparp Panpoom	Parinya Sribunraung	Pikul Sunpum

คำสำคัญ: ฝ้าย, เครื่องหีบฝ้าย, เส้นใยฝ้าย

Keyword: Cotton, Ginning Machine, Cotton fiber

บทคัดย่อ

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

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 inches., 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 และเส้นใยยาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นพันธุ์ฝ้ายที่นำเข้าจากต่างประเทศ 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 จากราคาฝ้ายปุยกิโลกรัมละ 50 บาท เพิ่มขึ้นเป็น 103 บาท เนื่องจากสต๊อกฝ้ายของโลกลดลงทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้

ตารางที่ 1.1 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าฝ้ายของไทยปี 2553/54 – ปี 2554/55

รายการสินค้า	2553/54		2554/55	
	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
ฝ้ายที่ยังไม่ได้สางหรือหวี	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 ปุยฝ้ายที่ใช้

ส่วนมากมาจากพันธุ์พื้นเมืองที่เกษตรกรใช้ปลูกซึ่งให้ผลผลิตและคุณภาพต่ำ (กรมวิชาการเกษตร, 2554) ไม่สามารถขายได้ในราคาสูง อีกทั้งยังไม่สามารถนำไปแข่งขันในตลาดโลกได้ จึงทำให้เกษตรกรทั้งผู้ปลูกและผู้ผลิตหัตถกรรมสิ่งทอได้รับผลตอบแทนต่ำ นอกจากปัญหาการขาดแคลนพันธุ์ฝ้ายที่มีคุณภาพหรือคุณสมบัติเฉพาะด้านแล้วเกษตรกรยังขาดเทคโนโลยีในการปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และการแปรรูป

กระบวนการจัดเตรียมเส้นใยฝ้าย หรือการแปรรูปฝ้ายเพื่อให้ได้เส้นใยที่มีคุณภาพ ที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตหัตถกรรมสิ่งทอเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ ยังขาดทั้งคุณภาพและประสิทธิภาพ สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปจากเส้นใยเป็นวัตถุดิบในการผลิตหัตถกรรมสิ่งทอที่กลุ่มผู้ผลิตหัตถกรรมสิ่งทอมีอยู่ไม่เหมาะสมกับเส้นใยของพันธุ์ฝ้ายที่มีคุณสมบัติพิเศษ 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

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. กระบวนการผลิตเส้นใยฝ้าย

กระบวนการผลิตและอุปกรณ์ในการผลิตเส้นใยฝ้ายนั้นเป็นภูมิปัญญาที่สืบทอดกันมายาวนาน พัฒนาจนเหมาะสมกับวิถีชีวิตคนไทยในสังคมเกษตรกรรม การผลิตเส้นใยฝ้ายมีกระบวนการตามลำดับ ดังนี้ (พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)

1) การเก็บปุยฝ้าย เมื่อสมอฝ้ายแก่แตกเป็นปุยและแห้งเต็มที่ในช่วงฤดูหนาว ชาวบ้านจะช่วยกันเก็บใส่ ถุงย่าม ตะกร้า หรือ กระบุง คัดเลือกเฉพาะปุยฝ้ายที่แก่เต็มที่ ดึงปุยฝ้ายออกจากสมอ ระวังไม่ให้เศษใบไม้ติดปนมาด้วย โดยคัดเลือกเก็บปุยฝ้ายที่สะอาด ไม่ชื้นหรือมีเชื้อรา มิฉะนั้นปุยฝ้ายจะเสียหายทั้งกระบุง ต่อจากนั้นจะนำปุยฝ้ายมาเทใส่กระด้ง เพื่อตรวจคัดเศษใบไม้หรือสมอที่หักร่วงปนมากับปุยฝ้ายออก ให้เหลือแต่ปุยฝ้ายที่สะอาด

2) การตากปุยฝ้าย เพื่อให้ปุยฝ้ายแห้งสนิทและป้องกันเชื้อราจึงต้องตากปุยฝ้าย โดยใส่ปุยฝ้ายในกระด้งขนาดใหญ่เกลี่ยให้พอเหมาะ ไม่ซ้อนทับกันหนาจนแสงแดดส่องไม่ทั่วถึง จะต้องหมั่นพลิกปุยฝ้ายเป็นระยะ ๆ เพื่อให้ถูกแดดทั่วถึงกันจนแห้งสนิทดีและฟู

3) การคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้าย ปุยฝ้ายที่สะอาดและแห้งสนิทดีนั้น ยังมีเมล็ดฝ้ายอยู่ข้างในจึงต้องคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้าย โดยใช้เครื่องมือที่เรียกตามภาษาถิ่นว่า อีดฝ้าย อิ้วฝ้าย หรือ หีบฝ้าย เครื่องมือนี้ทำจากไม้เนื้อแข็ง โดยมีโครงสร้างประกอบด้วยส่วนฐานเป็นแผ่นไม้กระดานหนา

พอประมาณต่อกันคล้ายรูปอักษร T ในภาษาอังกฤษ ในส่วนหัวของอักษร T จะมีหลักไม้ทรงสี่เหลี่ยม หลักไม้นี้ในบางท้องถิ่นอาจแกะสลัก ตกแต่งสวยงามเป็นยอดแหลมหรืออาจเป็นยอดมนเกลี้ยงเรียบ ๆ หลักไม้สูงประมาณ 14-16 นิ้วเท่ากันทั้งสองด้านเพื่อเป็นหลักของฟันเฟือง ซึ่งเป็นไม้ 2 ท่อนขนานกัน ส่วนด้านซ้ายทำเป็นเกลียวฟันเฟืองด้วยการบากไม้ให้เป็นร่องสัมพันธ์กัน ใช้ไขมันสัตว์ เช่น ไขมันวัว ไขมันควาย เป็นน้ำมันหล่อลื่น ส่วนช่วงตรงกลางระหว่างหลักนั้นเป็นไม้ทรงกลมเกลี้ยงขนานชิดกัน ไม้ฟันเฟืองนี้ส่วนด้านขวามือจะยาวไม่เท่ากัน ท่อนบนจะสั้นกว่าส่วนท่อนล่างจะยาวกว่า และต่อไม้แป้นที่จับหมุนเพื่อให้ฟันเฟืองหมุนเคลื่อนไป

4) การดีดฝ้ายหรือแก้บฝ้าย นำปุยฝ้ายที่คัดแยกเมล็ดออกหมดแล้วมาดีด โดยใช้ กงดีดฝ้าย ก๋งยิงฝ้าย หรือ กงแก้บฝ้าย เพื่อให้ปุยฝ้ายกระจายตัวเป็นปุยละเอียด หมั่นคนปุยฝ้ายให้เชือกดีดถูกจนทั่วสม่ำเสมอกันเป็นปุยละเอียดเหมือนกันทั้งหมด การดีดฝ้ายแต่ละครั้งจะไม่ใส่ฝ้ายมากนักจะดีดฝ้ายให้เพียงพอเฉพาะการนำมาม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายเท่านั้น ไม่ควรดีดฝ้ายทิ้งค้างไว้เพราะปุยฝ้ายจะคืนตัวจับกันเป็นก้อนเหมือนเดิม

การม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้าย คือ นำปุยฝ้ายที่ดีดเป็นปุยละเอียดแล้ว วางลงบนแป้นล้อฝ้าย ให้กระจายสม่ำเสมอกัน ประมาณขนาดให้ใหญ่กว่าฝ่ามือเพียงเล็กน้อย แล้ววางไม้ล้อฝ้ายไว้บนส่วนปุยฝ้าย จากนั้นให้เอาฝ่ามือถูปุยฝ้ายให้ม้วนขนานเข้าไปกับไม้ล้อฝ้าย โดยรักษาน้ำหนักมือให้พอเหมาะเพื่อไม่ให้ม้วนฝ้ายแน่นหรือหลวมเกินไป แล้วดึงไม้ล้อฝ้ายออก จะได้ฝ้ายเป็นม้วนหลอดกลมยาวประมาณ 8 - 9 นิ้ว บางท้องถิ่นเรียกหลอดม้วนฝ้ายนี้ว่า ดิ้ว การม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายนี้จะต้องทำจนหมดปุยฝ้ายที่ดีดไว้ การม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายนี้ทำสะสมไว้ได้แล้วทยอยนำไปปั่นเป็นเส้นด้าย แต่ก็ไม่ควรเก็บม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายไว้นานเกินไป โดยปกติหลังจากม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายได้พอประมาณจึงนำไปปั่นเป็นเส้นใยจนหมดม้วนฝ้าย (พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)

5) การปั่นฝ้ายหรือหลาปั่นฝ้าย การปั่นฝ้ายให้เป็นเส้นใยฝ้ายจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า กงปั่นฝ้าย หรือ หลาปั่นฝ้าย การปั่นฝ้ายนี้ภาษาท้องถิ่นทางภาคอีสานเรียกว่า การเข็นฝ้าย การปั่นฝ้าย หรือ หลาปั่นฝ้าย วิธีการปั่นฝ้ายหรือเข็นฝ้าย เอาปลายม้วนฝ้ายจ่อไว้ที่ไน ส่วนมืออีกข้างจับที่หมุนให้วงล้อหมุน ส่วนไนก็จะหมุนตาม ทำให้แรงเหวี่ยงตีเกลียวม้วนฝ้ายที่จ่อไว้ เมื่อดึงมือที่ถือม้วนฝ้ายออกมาก็จะเป็นเส้นฝ้าย เมื่อผ่อนมือย้อนกลับเส้นฝ้ายก็จะม้วนอยู่กับเหล็กไน เมื่อใกล้จะหมดม้วนฝ้ายก็เอาม้วนฝ้ายอันใหม่ทำต่อเนื่องกับม้วนฝ้ายอันเดิมให้เป็นเส้นฝ้ายเดียวกัน จนเส้นฝ้ายเต็มเหล็กไน จึงค่อยๆ คลายเส้นใยฝ้ายจากเหล็กไนใส่ไม้เปียฝ้ายหรือไม้เปียฝ้าย (พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)

การเปียฝ้าย เป็นขั้นตอนที่ทำเพื่อพันพักด้ายที่ปั่นเส้นใยฝ้ายแล้ว เพื่อทำเป็นปอยหรือไจฝ้าย โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า ไม้เปีย ไม้เปี๋ย หรือ ไม้เป ซึ่งทำจากไม้เนื้อแข็ง มักนิยมทำแบบเรียบๆ บางชิ้นทำจากไม้ไผ่ก็มีวิธีการเปียฝ้าย นำใยฝ้ายที่ม้วนไว้กับเหล็กไนมาคลายออกแล้วค่อย ๆ พันกับไม้เปียโดยใช้มือข้างหนึ่งกำไม้เปียตรงกลางแกน แล้วใช้มืออีกข้างหนึ่งจับเส้นใยฝ้ายพันกับไม้เปีย ให้หนาพอประมาณโดยรักษาน้ำหนักมือให้พอดี เพื่อไม่ให้เส้นใยฝ้ายตึงเกินไปหรือหย่อนเกินไป เมื่อได้เส้นใยฝ้ายในปริมาณที่ต้องการ ก็จะคลายออกมาพันเป็นปอย หรือไจด้าย เพื่อเก็บเส้นใยฝ้ายไม่ให้พันกันยุ่ง และเป็นระเบียบพร้อมที่จะนำไปทอผ้า เส้นใยฝ้ายที่สำเร็จเป็นปอยหรือไจฝ้ายนี้หากนำไปทอโดยไม่ย้อมควรชุบน้ำข้าวเพื่อให้เส้นใยฝ้ายแข็งแรงและไม่เป็นขน ส่วนเส้นใยฝ้ายที่จะนำไปย้อมสีต้องนำไปต้มฟอก เพื่อล้างไขมันออกเสียก่อนจึงจะนำมาย้อมสีต่อไป (พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 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 กล่าวคือเก็บฝ้ายครั้งแรกเมื่อฝ้ายแตกสมอหนึ่งในสามสำหรับฝ้ายทั่วไป ส่วนพันธุ์ศรีสำโรง 2 และศรีสำโรง 60 เก็บครั้งแรกเมื่อฝ้ายแตกสมอหนึ่งในสี่ส่วนการเก็บเกี่ยวครั้งต่อไป การเก็บเกี่ยวฝ้ายครั้งสุดท้าย ควรแยกบรรจุกระสอบและแยกขายต่างหาก เพราะความยาวของเส้นใยฝ้ายจะสั้นกว่าการเก็บครั้งที่ 1, 2 หรือ 3 ประมาณ 1 มิลลิเมตร

3) เก็บฝ้ายเมื่อสมอแตก ฟูเต็มที่ พยายามเก็บเฉพาะปุยฝ้ายเท่านั้น ระวังอย่าให้เศษใบฝ้าย และริ้วประดับที่แห้งอยู่ที่สมอ ติดปะปนไปกับปุยฝ้าย

4) การเก็บเกี่ยวฝ้ายในไร่ควรใช้ถุงผ้าสำหรับบรรจุฝ้ายสะพายไหล่ 2 ถุง โดยถุงหนึ่งบรรจุเฉพาะฝ้ายที่ดีสะอาด ส่วนอีกถุงหนึ่งใช้บรรจุ ฝ้ายฟันม้า หรือฝ้ายที่เสีย แยกฝ้ายส่วนที่ดีบรรจุกระสอบขายต่างหาก ส่วนฝ้ายฟันม้าก็สามารถเก็บรวบรวมและขายได้

5) ฝ้ายที่เปียกฝน ต้องนำมาตากแดดและผึ่งลมให้แห้งสนิทก่อนบรรจุกระสอบ

6) เชือกเย็บปากกระสอบใช้เชือกปอเท่านั้นห้ามใช้เชือกพลาสติก

2.2 มาตรฐานฝ้ายดอกของไทย

การกำหนดมาตรฐานฝ้ายดอกของไทยพิจารณาจาก 2 ลักษณะ คือความยาวและความสะอาดของเส้นใยฝ้าย โดย

1) ความยาว แบ่งออกเป็น 4 มาตรฐานคือ

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

2) ความสะอาด พิจารณาดังนี้

- สีของฝ้าย ฝ้ายที่ดีจะต้องมีสีขาวสะอาดตามธรรมชาติ สีไม่คล้ำเนื่องจากเปียกน้ำและไม่มีจุดด่างเป็นสีอื่น เนื่องจากการทำลายของแมลงและจุลินทรีย์ต่าง ๆ
- สิ่งเจือปน ได้แก่สิ่งเจือปนตามธรรมชาติคือ เศษใบแห้ง เศษกิ่งก้านของฝ้ายรวมทั้งเมล็ดตาย (ฟันม้า)

การพิจารณาเรื่องความสะอาดแบ่งเป็น 3 ชั้น ดังนี้

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

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ขนาดเล็กในการคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้ายภายในประเทศ

เครื่องหีบฝ้าย (gin) คือ เครื่องแยกปุยฝ้ายออกจากเมล็ดฝ้าย เมื่อเอาฝ้ายทั้งเมล็ดป้อนเข้าตรงกลางแล้วหมุน เส้นใยฝ้ายจะถูกดึงเข้าไป เมล็ดซึ่งโตจะถูกรีดหลุดออกมาอีกด้านหนึ่ง ลักษณะของเครื่องมือหีบฝ้าย เป็นเครื่องกลทำด้วยไม้ เนื้อแข็ง มีลักษณะคล้ายกับเครื่องหนีบปลาหมึกย่าง โดยนำไม้แดง,ไม้ประดู่ไม้สัก มีแกนไม้ประกบกัน 2 อัน ขบกันด้วยเฟืองที่แกนปลายไม้ทั้ง 2 ข้าง ปลายแกนอีก

ด้านหนึ่งทำมือหมุนสำหรับหมุนเฟืองให้แกนไม้ขบเข้าหากัน มีเสาสองข้างเจาะเป็นช่อง สำหรับใส่แกนไม้ยึดด้วยลิ่มโดยเสาทั้งสองข้าง ตั้งยึดอยู่บนฐานไม้ มีแผ่นไม้ยาว ๆ ไว้สำหรับนั่งทับเพื่อไม่ให้ล้มเวลาเรานั่งอิ้วฝ้ายหรือหีบฝ้าย เครื่องอิ้วฝ้ายหรือหีบฝ้าย เป็นเครื่องมือสำหรับแยกเปลือก ปุยฝ้าย และเมล็ดฝ้ายออกจากกัน โดยที่เราหมุนให้ไม้ขบกัน ปุยฝ้ายจะลอดไปอีกทางหนึ่ง ส่วนเปลือกและเมล็ดจะลอดออกไปอีกทางหนึ่ง หลังจากนั้น จะนำปุยฝ้ายที่อิ้วแล้วไปทำการดีดให้เป็นปุยฟูในลำดับต่อไป 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 และลอดใบมีดไปออกอีกด้านหนึ่ง ส่วนเมล็ดฝ้ายผ่านเข้าไปไม่ได้ก็จะตกลงอีกด้านหนึ่งของเครื่อง (ศูนย์ข้อมูลกลางทางวัฒนธรรม , 2554) เครื่องหีบฝ้ายชนิดลูกกลิ้งนี้ ถ้าเป็นชนิดลูกกลิ้งเดี่ยวใน 8 ชั่วโมงจะหีบฝ้ายทั้งเมล็ดได้ประมาณ 400-500 กิโลกรัม ถ้าเป็นลูกกลิ้งคู่ก็จะได้สูงขึ้นอีกเท่าตัว ถ้ามีฝ้ายต้องหีบมาก ก็เพิ่มจำนวนเครื่องขึ้นจนพอเพียง เครื่องหีบฝ้ายชนิดลูกกลิ้งนี้เหมาะสำหรับหีบฝ้ายชนิดใยยาว

ภาพที่ 1.1 เครื่องหีบฝ้ายแบบลูกกลิ้ง
ที่มา : ศูนย์ข้อมูลกลางทางวัฒนธรรม (2554)

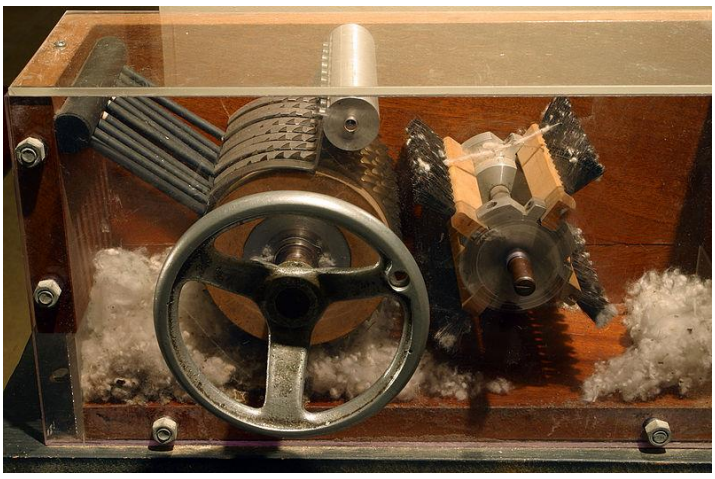
2) แบบฟันเลื่อย (saw gin) เครื่องหีบฝ้ายชนิดนี้ อีไลวิตนีย์ (Eli Whitney) ได้ประดิษฐ์ขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2333 (ค.ศ. 1970) เป็นเครื่องหีบฝ้ายที่ทำงานได้รวดเร็วและใช้คนงานน้อยกว่าแบบลูกกลิ้งมาก (ภาพที่ 1.2) ทำให้ ต้นทุนการหีบต่ำ หลักการของเครื่องหีบชนิดนี้ คือ มีใบเลื่อยวงเดือนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 12 นิ้ว จำนวนหลายใบเรียงอยู่ชิดกัน โดยมีแกนเหล็กร้อยตรงกลาง ริมด้านหนึ่งของฟันเลื่อยนี้จะมีตะแกรงเหล็กเป็นซี่ๆ ชิดกันขนาดเมล็ดฝ้ายลอดไม่ได้ ตั้งขนานกับแนวของใบเลื่อย ด้านตรงข้ามของตะแกรงนี้ จะมีแปรงขนสัตว์แข็งที่ติดเป็นท่อนกลม มีแกนเหล็กตรงกลางเช่นกัน

จัดให้ขนแปรงไม่ชิดกับปลายฟันเลื่อย และวางขนานกับตับของใบเลื่อย จัดให้แกนใบเลื่อยกับแกนแปรงหมุนตรงข้ามกัน เมื่อเอาฝ้ายทั้งเมล็ดมาให้อยู่ชิดตะแกรงด้านนอก แล้วหมุนใบเลื่อย ใบเลื่อยก็จะดึงเอาเส้นใยออกมา ปุยฝ้ายที่ติดมากับฟันเลื่อยก็จะถูกแปรงกวาดออกไปอีกทางหนึ่ง ส่วนเมล็ดซึ่งลอดตะแกรงไม่ได้ก็จะตกไปอยู่ด้านหนึ่ง (พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)

ภาพที่ 1.2 เครื่องหีบฝ้ายแบบฟันเลื่อย (saw gin)
ที่มา **:** พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร (2551)

4. เครื่องจักรกลสำหรับกระบวนการคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุยฝ้ายในต่างประเทศ

เครื่องหีบฝ้าย (cotton gin) รุ่นแรกของโรงงานปั่นฝ้ายประกอบด้วยลูกกลิ้งเดียวที่ทำจากเหล็กหรือไม้และชิ้นแบนของหินหรือไม้ (ภาพที่ 1.3) หลักฐานสำหรับประเภทของชิ้นนี้ได้ถูกพบในทวีปแอฟริกา เอเชียและอเมริกาเหนือเอกสารแรกของโรงงานปั่นฝ้ายโดยนักวิชาการร่วมสมัยที่พบในศตวรรษที่ห้าในรูปแบบของภาพวาดภาพวาดพุทธอินเดีย ลูกกลิ้งในถ้ำ Ajanta ตะวันตกของอินเดีย การจัดการที่ดีของแบบลูกกลิ้งเดียวแคบ ๆ เป็นสิ่งจำเป็นที่จะคัดแยกเมล็ดจากฝ้ายโดยไม่ต้องบดเมล็ด การออกแบบที่มีความคล้ายคลึงกับที่ Metate ซึ่งถูกใช้ในการบดเมล็ดพืช (Collier, Ann M , 1970)

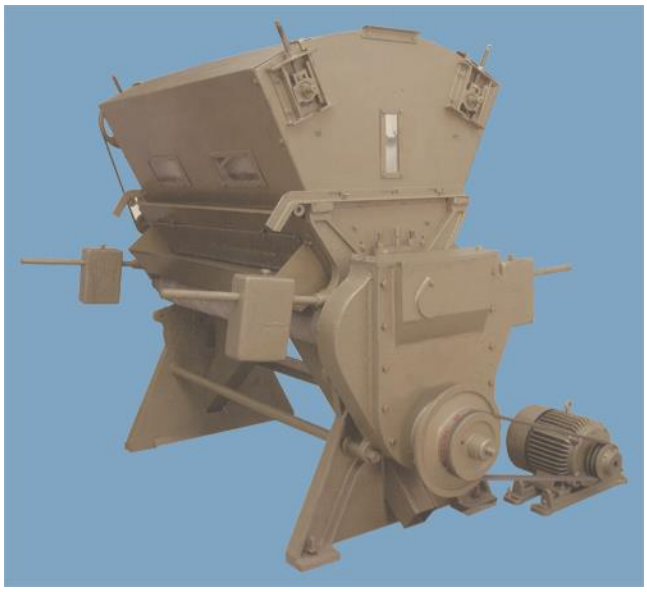


ภาพที่ 1.3 cotton gin on display at the Eli Whitney Museum in Hamden
ที่มา : Collier, Ann M (1970)

เครื่องหีบฝ้ายแบบเคลื่อนที่ (Ginning Portable) (ภาพที่ 1.4) ส่วนใหญ่จะใช้สำหรับการทดสอบคุณภาพของผ้าฝ้าย โดยการทดสอบปุยฝ้ายที่นำมาสู่โรงงานรับซื้อมีคุณภาพที่จะผลิตผ้าฝ้ายเป็นที่ยอมรับหรือไม่ ตลาดผ้าฝ้ายที่การทำการค้าฝ้ายที่มีเมล็ดปนมาด้วย ซึ่งมีปุยฝ้ายจะถูกประเมินราคาด้วยนายหน้าซื้อขายที่วัดคุณภาพด้วยการสัมผัสจากมือ และการตัดสินสายตา ซึ่งมีข้อผิดพลาดค่อนข้างมาก เครื่องหีบฝ้ายแบบเคลื่อนที่ได้ (Ginning Portable) ที่มีเหล็กเป็นส่วนประกอบหลักสามารถที่จะช่วยให้การประเมินคุณภาพผลผลิตฝ้ายเพื่อการค้าขายที่ยุติธรรมมากขึ้น

ภาพที่ 1.4 PORTABLE COTTON GINNING MACHINE BY JAGDISH INDUSTRIES INDIA
ที่มา : http://www. http://jagdishindustries.com

เครื่องหีบฝ้ายแบบลูกกลิ้งคู่ (Double Roller Gin Machine) (ภาพที่ 1.5) ประกอบด้วยชุดเฟืองเกียร์ แขนตีของแกนคันโยกที่มีการสวิง ต้นแบบทำจากเหล็กเหนียว ชิ้นส่วนที่เป็นจุดเชื่อมต่อและจุดหมุนทั้งหมดจะมีลูกปืน และแบริ่ง เพื่อลดแรงเสียดทานให้มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด หนังที่หุ้มเพลาลูกกลิ้งสามารถใช้แทนกันและถ้าด้านใดด้านหนึ่งของลูกกลิ้งชำรุดก็สามารถนำมาสลับข้างใช้ได้ ชิ้นส่วนที่เคลื่อนไหวขับเคลื่อนด้วยชุดเกียร์กันฝุ่น การหล่อลื่นโดยจารบีกันฝุ่น กำลังการผลิตประมาณ 75 กิโลกรัม (ปุยฝ้าย)/ชั่วโมง ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 5 HP ความยาวของเครื่อง 2,150 มิลลิเมตร พื้นที่ที่ใช้ติดตั้ง (รวมทั้งมอเตอร์ไฟฟ้า) รุ่นจัมโบ้ 2,360 x 1,720 x 1,170 มิลลิเมตร น้ำหนักของเครื่องรุ่นจัมโบ้ ประมาณ 915 กิโลกรัม (Bhagvati engineer work, มปป.)



ภาพที่ 1.5 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 เครื่องหีบปุยฝ้าย หรือเครื่องคัดแยกและทำความสะอาดปุยฝ้าย โดยการพัฒนาเครื่องมือในขนาดเล็กที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงานของกลุ่มแม่บ้านในชุมชน ต่อยอดงานวิจัยจากภูมิปัญญาท้องถิ่น จากเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีใช้อยู่แล้ว และพัฒนาจากเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเส้นใยฝ้ายระดับอุตสาหกรรมที่นำเข้าจากต่างประเทศ ให้มีขนาดเล็กและราคาถูกลง ทั้งนี้มีการศึกษาเปรียบเทียบกรรมวิธีการหีบฝ้ายหรือการแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้ายด้วยวิธีปฏิบัติเดิมของเกษตรกร กับกรรมวิธีการหีบฝ้ายด้วยเครื่องจักรกลขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้น ตลอดจนวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนในเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

ระเบียบวิธีการวิจัย

สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

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

แบบและวิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องมือต้นแบบ และทดสอบสมรรถนะในการทำงาน เปรียบเทียบกับเครื่องมือที่มีอยู่เดิมที่ใช้แรงงานคน

สถานที่ดำเนินการ

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

ระยะเวลา (เริ่มต้น - สิ้นสุด)

เดือนตุลาคม 2559 ถึง เดือนกันยายน 2560

วิธีปฏิบัติการทดลอง

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 การเก็บเกี่ยวปุยฝ้าย การตากฝ้าย การหีบแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้าย การตีฟูหรือการสางฝ้าย การปั่นฝ้าย และการเปียหรือกรอเส้นใยฝ้าย ตามลำดับ (ภาพที่ 1.6) โดย

งานวิจัยนี้จะเน้นไปที่ศึกษาเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาเครื่องหีบฝ้าย หรือเครื่องคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุยฝ้ายที่เหมาะสำหรับระดับชุมชนผู้ผลิตผ้าฝ้าย

ภาพที่ 1.6 ขั้นตอนการผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับชุมชน

ผลการสำรวจเบื้องต้น พบว่า ขั้นตอนการคัดแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุยฝ้ายถึงจะมีอุปกรณ์ช่วยระดับหนึ่ง แต่ก็ทำให้เสียเวลาและแรงงานค่อนข้างมาก ประกอบกับยังไม่มีเครื่องมือหีบฝ้ายขนาดเล็กที่เหมาะสมกับการผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับกลุ่มแม่บ้านและชุมชนทอผ้าฝ้าย อย่างไรก็ตามจากการประเมินผลของข้อมูลเบื้องต้นพบว่า กรรมวิธีการหีบฝ้ายภายในประเทศไทยมีอยู่ด้วยกัน 2 รูปแบบ คือ แบบที่ 1 การใช้เครื่องหีบฝ้ายแบบมือหมุน หรือเรียกว่าการอิ้วฝ้าย (ภาพที่ 1.7) การคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้ายหรือการหีบฝ้าย เป็นการนำปุยฝ้ายที่สะอาดและแห้งสนิท ยังมีเมล็ดฝ้ายอยู่ข้างในจึงต้องคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้าย โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า อิ้วฝ้าย หรือ หีบฝ้าย ซึ่งเครื่องมือนี้ทำจากวัสดุที่เป็นไม้เนื้อแข็งทั้งหมด มีใช้กันมานานมากจนถึงปัจจุบันในกลุ่มแม่บ้านที่มีผู้สูงอายุเป็นผู้ดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับผ้าฝ้ายเป็นส่วนใหญ่ และแบบที่ 2 การนำปุยฝ้ายที่ได้จากการเก็บเกี่ยวและตากแล้วไปส่งโรงงานรับจ้างหีบฝ้ายโดยใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ (ภาพที่ 8) ซึ่งต้องมีปริมาณฝ้ายที่มากพอจึงจะสามารถนำส่งโรงงานได้

ภาพที่ 1.7 การใช้เครื่องหีบฝ้ายแบบมือหมุนหรือเรียกว่าการอิ้วฝ้าย

ภาพที่ 1.8 โรงงานรับจ้างหีบฝ้ายโดยใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่

ในบางส่วนที่มีการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับฝ้ายดังเช่น ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ กรมวิชาการเกษตร ก็จะมีเครื่องจักรกลที่เคยได้รับการสนับสนุนจากต่างประเทศ เพื่อใช้สำหรับการพัฒนาระบบการผลิตฝ้าย เช่น เครื่องหีบฝ้ายแบบลูกกลิ้งเดี่ยว (ภาพที่ 1.9) และเครื่องหีบฝ้ายแบบลูกกลิ้งคู่ (ภาพที่ 1.10) รวมทั้งเครื่องทำความสะอาดปุยฝ้ายหลังจากการคัดแยกเมล็ดโดยใช้เครื่องหีบฝ้ายแล้ว (ภาพที่ 1.11) โดยทางคณะผู้วิจัยคาดว่าจะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องต้นแบบและประยุกต์ใช้งานให้เหมาะสมกับการผลิตฝ้ายระดับชุมชนของประเทศไทย

ภาพที่ 1.9 เครื่องหีบฝ้ายแบบลูกกลิ้งเดี่ยว ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ภาพที่ 1.10 เครื่องหีบฝ้ายแบบลูกกลิ้งคู่ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ภาพที่ 1.11 เครื่องทำความสะอาดปุยฝ้ายหลังจากการคัดแยกเมล็ดด้วยเครื่องหีบฝ้าย ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

จากการศึกษากรรมวิธีการหีบฝ้าย 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 1.12)

ภาพที่ 1.12 เครื่องหีบฝ้ายแบบลูกกลิ้งเดี่ยวของเกษตรกรจังหวัดมุกดาหาร

ภาพที่ 1.13 ปุยฝ้ายที่ผ่านการหีบด้วยเครื่องของโรงงานหีบฝ้าย

ปัญหาที่พบคือ ปุยฝ้ายที่ผ่านการคัดแยกเมล็ด หรือหีบฝ้ายจะไม่ค่อยสะอาด (ภาพที่ 1.13) ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องจักรมีการชำรุด และสึกหรอ เกษตรกรเจ้าของเครื่องก็ไม่มีความรู้ในการปรับแต่ง เช่น ใบมีด และลูกกลิ้งสึกหรอ อีกทั้งเป็นเครื่องจักรที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และเป็นเครื่องที่นำเข้ามาจากประเทศอังกฤษ จากโรงงานผลิตเส้นใยฝ้ายเดิม ซึ่งซ่อมบำรุงค่อนข้างยากสำหรับช่างท้องถิ่น

ภาพที่ 1.14 เครื่องทำความสะอาดฝ้ายที่ผ่านการหีบฝ้ายแล้ว

เครื่องทำความสะอาดฝ้ายที่ผ่านการหีบฝ้ายแล้ว (ภาพที่ 1.14) เป็นเครื่องจักรเก่าที่ซื้อมาจากโรงงานผลิตเส้นใยฝ้ายที่กรุงเทพฯ ซึ่งเลิกกิจการไปแล้ว เป็นแบบฟันเลื่อย สามารถทำงานได้ดีพอสมควร แต่มีปัญหาการซ่อมบำรุง เนื่องจากไม่มีอะไหล่ชิ้นส่วนต่างๆ ซึ่งต้องประยุกต์ใช้งานไปตามเชิงช่างท้องถิ่น

ภาพที่ 1.15 การทดลองหีบหรืออิ้วฝ้ายด้วยเครื่องแบบมือหมุน

ภาพที่ 1.16 เครื่องหีบฝ้ายแบบมือหมุนรุ่นเก่าจากต่างประเทศ

เครื่องหีบฝ้ายรุ่นเก่าแก่ที่พบจากร้านรับซื้อของเก่า ไม่สามารถใช้งานได้ แต่ก็สามารถนำมาเป็นแนวทางการพัฒนา ออกแบบเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็กให้เหมาะสมกับเกษตรกรกลุ่มทอผ้าฝ้ายได้

ภาพที่ 1.17 ห้องตรวจสอบคุณภาพเส้นใยฝ้าย ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

คุณภาพการหีบ

ความหมาย ความเรียบหรือเป็นลอนของเส้นใยฝ้ายที่ได้จากการหีบ ความสม่ำเสมอในการเรียงตัวของเส้นใย และความเสียหายที่เกิดกับเส้นใยอันเนื่องมาจากการหีบ ความแตกต่างในคุณภาพการหีบเป็นผลมาจาก 1) การเก็บเกี่ยว 2) การเก็บรักษา 3) การหีบ แบ่งคุณภาพการหีบ ดังนี้

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

คุณภาพของเส้นใยที่ต้องวิเคราะห์

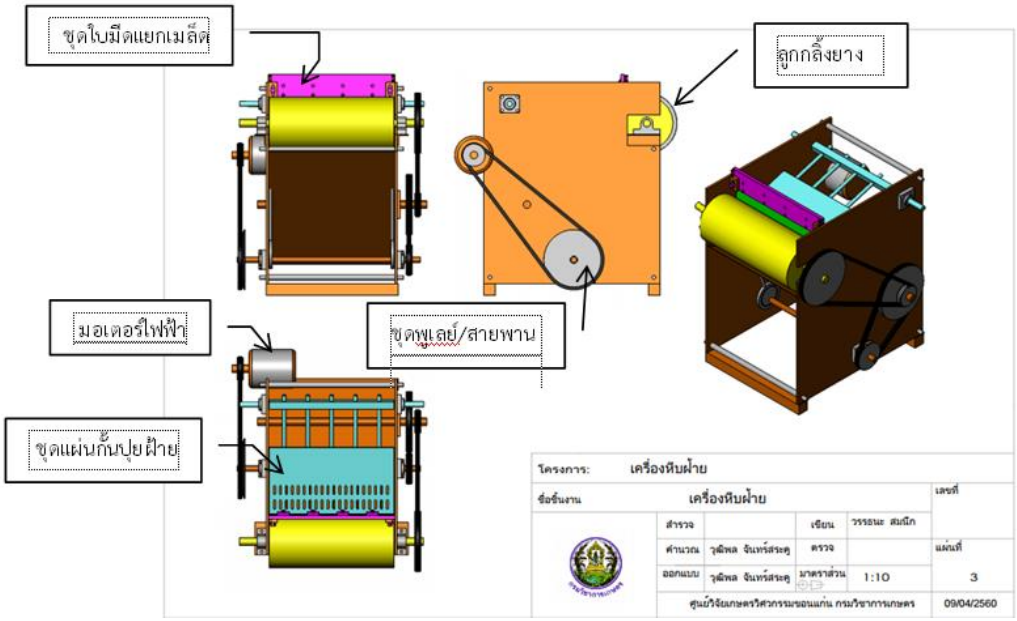
คุณภาพของเส้นใยฝ้ายที่ใช้เป็นเครื่องกำหนดราคาซื้อขายฝ้าย แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

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

คุณสมบัติทางฟิสิกส์บางประการของเส้นใยฝ้าย ความยาว ความเหนียว ความละเอียดอ่อน ความแก่ เป็นคุณสมบัติที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ฝ้าย การทดสอบคุณสมบัติสามารถทำได้ดังนี้

การออกแบบและสร้างเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็กต้นแบบ

ดำเนินการออกแบบเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็ก โดยการจำลองแบบมาจากเครื่องหีบขนาดใหญ่ จากการไปศึกษาการทำงานเบื้องต้น ทั้งนี้จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า 1 เฟส (220 V) เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อน และออกแบบให้มีกลไกไม่ซับซ้อน วัสดุประกอบหาซื้อได้ตามท้องตลาดทั่วไป ทั้งนี้ช่างท้องถิ่นสามารถซ่อมบำรุงรักษาได้ง่าย เช่น ลูกกลิ้งทำจากหนังสัตว์หรือแผ่นยางอัดขึ้นรูป ชุดใบมีดแยกเมล็ดที่ถอดประกอบและซ่อมบำรุงได้ และชุดแผ่นกั้นปุยฝ้ายขณะทำการป้อนเพื่อทำการหีบฝ้ายหรือแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้าย โดยระบบถ่ายทอดกำลังใช้พูเล่ย์และสายพาน รูปแบบที่หาได้ตามท้องตลาด (ภาพที่ 18)



ภาพที่ 1.18 การออกแบบต้นแบบเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็ก

ขั้นตอนการดำเนินการสร้างเครื่องต้นแบบขนาดเล็ก ติดตั้งต้นกำลังมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า และชุดถ่ายทอดกำลังพูเล่ย์และสายพาน พร้อมทั้งเตรียมการทดสอบการหีบฝ้ายจากเครื่องต้นแบบขนาดเล็ก ควบคู่ไปกับการทดสอบและเก็บข้อมูลเครื่องหีบฝ้ายขนาดใหญ่ที่มีใช้งานอยู่ในโรงงานท้องถิ่น ในเขตพื้นที่จังหวัดมุกดาหาร และสกลนคร

ภาพที่ 1.19 การทดสอบเก็บข้อมูลเครื่องหีบฝ้ายเป็นเครื่องที่นำเข้าจากต่างประเทศ

ภาพที่ 1.20 การคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้าย

ได้ดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็กเสร็จเรียบร้อย (ภาพที่ 1.21) มิติตัวเครื่อง กว้าง 44 ซม. ยาว 60 ซม. และสูง 72 ซม. น้ำหนักตัวเครื่อง 80 กิโลกรัม ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า 220 V ลูกกลิ้งทำจากวัสดุที่ทำจากแผ่นยางอัดขึ้นรูป ชุดใบมีดแยกเมล็ดที่ถอดประกอบและซ่อมบำรุงได้ และชุดแผ่นกั้นปุยฝ้ายขณะทำการป้อนเพื่อทำการหีบฝ้ายหรือแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้าย วัสดุถ่ายทอดกำลังด้วยพูเลย์และสายพาน และทำการทดสอบการทำงานเบื้องต้นในโรงปฏิบัติงาน ศวศ.ขอนแก่น ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 2 โดยใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้ง 40 รอบ/นาที ซึ่งเป็นความเร็วรอบที่เหมาะสมได้จากการทดสอบเบื้องต้น (ตารางที่ 1.2)

ภาพที่ 1.21 โครงสร้างต้นแบบเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็ก

ภาพที่ 1.22 ต้นแบบเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็กสำหรับการคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้าย

ภาพที่ 1.23 การทดสอบคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้ายด้วยเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็ก ในโรงปฏิบัติงาน ศวศ.ขอนแก่น

ตารางที่ 1.2 การทดสอบเบื้องต้นเพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสม

ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (รอบ/นาที)	นน.ปุยฝ้ายทั้งหมดก่อนหีบ (กรัม)	นน.ปุยฝ้ายหลังการหีบ (กรัม)	นน.เมล็ดฝ้ายหลังการหีบ (กรัม)	เวลาที่ใช้ในการทำงาน (วินาที)
30	200	60.5	135.5	122
40	200	68.5	130.2	110
50	200	56.5	140.5	105

ผลการทดสอบเบื้องต้นจากตารางที่ 1.2 เลือกใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้งที่ 40 รอบ/นาที ซึ่งมีความสามารถในการคัดแยกเมล็ดได้ค่อนข้างดีกว่า และได้น้ำหนักปุยฝ้ายมากกว่าการใช้ความเร็วรอบลูกกลิ้งระดับ 30 และ 50 รอบ/นาที สังเกตจากมีปุยฝ้ายเหลือติดเมล็ดฝ้ายน้อยกว่าจึงประเมินเบื้องต้นได้ว่ามีการคัดแยกปุยฝ้ายออกจากเมล็ดได้มากกว่าความเร็วรอบอื่นๆ

ตารางที่ 1.3 ผลการทดสอบเบื้องต้นเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็กที่ออกแบบ กับฝ้ายพันธุ์ตากฟ้า 84-4

ครั้งที่	นน.ปุยฝ้ายทั้งหมด (กรัม)	นน.ปุยฝ้ายหลังการหีบ (กรัม)	เวลาที่ใช้ในการทำงาน (วินาที)	ความสามารถในการทำงาน (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 จะมีคุณลักษณะเส้นใยสั้นและเหนียวกว่าพันธุ์ตากฟ้า สีขาว ทำให้เครื่องต้นแบบมีการทำงานได้ไม่ค่อยดี และไม่ต่อเนื่องต้องมีการปรับปรุงและแก้ไขให้เหมาะสมต่อไป โดยผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 ผลการทดสอบเบื้องต้นเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็กที่ออกแบบกับฝ้ายพันธุ์ตะหลุงแดง

ครั้งที่	นน.ปุยฝ้ายทั้งหมด (กรัม)	นน.ปุยฝ้ายหลังการหีบ (กรัม)	เวลาที่ใช้ในการทำงาน (วินาที)	ความสามารถในการทำงาน (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 1.5 และได้นำเครื่องให้เกษตรกรทดลองใช้ เพื่อเก็บข้อมูลความพึงพอใจในการใช้งาน และข้อควรปรับปรุงต่อไป โดยการสอบถามเกษตรกรผู้ที่ทดลองใช้งาน

ตารางที่ 1.5 ผลการทดสอบสมรรถนะเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็กที่ออกแบบกับฝ้ายพันธุ์ตากฟ้า 84-4

ครั้งที่	นน.ปุยฝ้ายทั้งหมด (กรัม)	นน.ปุยฝ้ายหลังการหีบ (กรัม)	เวลาที่ใช้ในการทำงาน (วินาที)	ความสามารถในการทำงาน (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 1.24 การทดสอบคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้ายด้วยเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็ก ณ ศวพ.มุกดาหาร

ภาพที่ 1.25 การทดสอบคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้ายด้วยเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็ก ร่วมกับกลุ่มแม่บ้าน ณ ศพก.หนองสูง จ.มุกดาหาร

ภาพที่ 1.26 การทดสอบคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้ายด้วยต้นแบบเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็ก ร่วมกับกลุ่มแม่บ้าน ณ ศพก.หนองสูง จ.มุกดาหาร

อภิปรายผล

ผลจากการทดสอบหีบฝ้ายพันธุ์พื้นเมือง (ตะหลุงแดง) ซึ่งมีสีน้ำตาล จะมีคุณลักษณะเส้นใยสั้นและเหนียวกว่าพันธุ์ตากฟ้า สีขาว ทำให้เครื่องต้นแบบมีการทำงานได้ไม่ค่อยดี และไม่ต่อเนื่องต้องมีการปรับปรุงและแก้ไขให้เหมาะสมต่อไป สำหรับการทดสอบสมรรถนะการทำงานหีบฝ้ายในปริมาณที่มากขึ้นกับพันธุ์ตากฟ้า 84-4 และหีบต่อเนื่องจนแล้วเสร็จ ผลการทดสอบพบว่า เครื่องต้นแบบมีความสามารถในการทำงานโดยเฉลี่ย 5.06 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และได้นำเครื่องให้เกษตรกรทดลองใช้ เพื่อเก็บข้อมูลความพึงพอใจในการใช้งาน ซึ่งผลการประเมินคุณภาพของการใช้งานเครื่องโดยกลุ่มแม่บ้านที่ อ.หนองสูง พบว่า มีความพอใจในระดับที่ค่อนข้างดีกับเครื่องมือทุ่นแรงสำหรับกิจกรรมการคัดแยกเมล็ดฝ้ายออกจากปุยฝ้าย หรือการหีบฝ้าย เนื่องจากลดภาระการใช้แรงงานคนในการอิ้วฝ้ายด้วยเครื่องอิ้วฝ้ายแบบมือหมุน และมีความต้องการเครื่องมือขนาดเล็กที่เหมาะสำหรับกลุ่มทอผ้า ทั้งการหีบและทำความสะอาด รวมทั้งการตีฟูหรือสางฝ้าย จะได้ช่วยลดภาระความเหนื่อยยากและลดต้นทุนการจ้างโรงงานหีบฝ้ายที่มีราคาค่อนข้างสูง โดยมีค่าจ้างหีบที่กิโลกรัม (ฝ้ายพร้อมเมล็ด) ละ 30 บาท และค่าจ้างสางฝ้ายกิโลกรัม (ปุยฝ้าย) ละ 30 บาท และจากการประเมินคุณภาพปุยฝ้ายเบื้องต้นโดยให้เกษตรกรที่อยู่ในกลุ่มแม่บ้านทอผ้าเป็นผู้ประเมินเบื้องต้น พบว่าปุยฝ้ายสีที่ผ่านเครื่องหีบฝ้ายขนาดเล็กที่พัฒนาขึ้น สำหรับพันธุ์ฝ้ายสีขาว จะมีปุยฝ้ายที่สวยงามและสะอาดเกษตรกรค่อนข้างพอใจ แต่สำหรับพันธุ์ฝ้ายที่มีสีน้ำตาลหรือสีตุ่น ปุยฝ้ายที่ผ่านเครื่องหีบจะมีขนาดปุยที่สั้นและแยกเมล็ดได้ยังไม่ค่อยดีนัก ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะฝ้ายสีตุ่นหรือพันธุ์พื้นเมืองมีเส้นใยที่สั้นจึงทำให้การแยกเมล็ดได้ไม่ค่อยดีนัก ผู้วิจัยจะได้นำไปเป็นข้อมูลในการพัฒนาในโอกาสต่อไป

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

วิเคราะห์ความคุ้มทุนในการใช้เครื่องมือที่ออกแบบเปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกร การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนของเครื่องหีบฝ้ายใช้สมการในการคำนวณ ดังนี้

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

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

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

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

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. การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนของเครื่องหีบฝ้ายใช้ข้อมูล ดังต่อไปนี้

ราคาเครื่อง (P) = 50,000 บาท
อายุการใช้งาน (N) = 5 ปี
มูลค่าซาก (S) = 5,000 บาท (คิด 10% ของราคาเครื่อง)
อัตราดอกเบี้ย (r) = 15 %
ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (R&M) = 1.2% ของราคาเครื่อง/100 ชั่วโมงทำงาน
= (0.012 □ 50,000/100)
= 6.0 บาท/ชม.

1.1 ค่าไฟฟ้า (E) = (746 w)x(5 บาท/หน่วย)/1,000
= 3.73 บาท/ชม.

1.2 ค่าแรงงาน (L) = 300/8
= 37.5 บาท/ชม. (ค่าแรง 300 บาท / 8 ชม./วัน)

ความสามารถในการทำงานของเครื่อง (Ct) = 5.06 กก./ชม.

1.3 คำนวณค่าเสื่อมราคาจาก สมการที่ 3

D = (P-S)/N
= (50,000 - 5,000)/5
= 9,000 บาท/ปี

1.4 คำนวณดอกเบี้ยจาก สมการที่ 4

I = [(P + S) / 2 X (r /100)]
= [(50,000+5,000)/2 X (15/100)]
= 4,125 บาท/ปี

แทนค่าในสมการที่ 2

Fc = D + I
= 9,000 + 4,125
= 13,125 บาท/ปี

แทนค่าต่าง ๆ ในสมการที่ 1

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

2. การคำนวณหาต้นทุนการหีบฝ้าย

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

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

3. การคำนวณหาจุดคุ้มทุน

สามารถคำนวณหาได้โดยแทนค่าลงในสมการที่ 5

$$Ac = (13{,}125/A) + 9.33$$
แทนค่า $75.0 = (13{,}125/A) + 9.33$
เพราะฉะนั้น $A = 199.86$ กก./ปี

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

ผลจากการวิจัยทำให้ได้ต้นแบบเครื่องหีบฝ้ายสำหรับการคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้ายขนาดเล็ก ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า 220 โวลต์ ถ่ายทอดกำลังด้วยพูเลย์และสายพาน 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

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2552. ฝ้าย. สืบค้นเมื่อ 5 พฤษภาคม 2557, จาก http://it.doa.go.th/vichakan/news.php.

ประสงค์ ประไพตระกูล, ปริญญา ปาณะพล, จุณณเกศ พานิช และสุนิสา อธิวงศ์ธนวัฒน์. มปป. การเก็บเกี่ยวฝ้ายและมาตรฐานฝ้ายดอกของไทย. เอกสารอิเลกทรอนิกส์โดย:สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปริญญา สีบุญเรือง. 2551. ศาสตร์แห่งฝ้ายค่ายเอเชีย. กสิกร. ปีที่ 81 ฉ.6 พฤศจิกายน-ธันวาคม 2551. หน้า 23-30.

พิพิธภัณฑ์ผ้า 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.

บทที่ 2

วิจัยและพัฒนาเครื่องสางฝ้ายสำหรับการตีฟูปุยฝ้าย
Research and Development on Carding Machine for Cotton Fiber

สนอง อมฤกษ์ ประพัฒน์ ทองจันทร์ สงกราณต์ กุลชนะพิไล
Sanong Amaroek Prapat Thongjan Songarn Kulchanapilai
วุฒิพล จันทร์สระคู ปริญญา ศรีบุญเรือง
Wuttiphol Chansrakoo Parinya Sribunraung

คำสำคัญ; ฝ้าย เครื่องสางฝ้าย
Keyword; Cotton Carding Machine

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ วิจัยและพัฒนาเครื่องสางฝ้ายสำหรับการตีฟูปุยฝ้ายระดับชุมชนในเขตพื้นที่ภาคเหนือ จากผลการวิจัย ออกแบบและพัฒนา ได้ต้นแบบเครื่องที่ใช้งานได้ดีระดับหนึ่ง ประกอบไปด้วยลูกกลิ้ง 2 ชุด คือ ชุดด้านบน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร และชุดด้านล่าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ขณะใช้งาน ลูกกลิ้งด้านบนจะถูกหมุนด้วยแรงงานคน และกำลังจะถูกถ่ายทอดส่งมาที่ลูกกลิ้งตัวล่างด้วยสายพาน ลูกกลิ้งทั้งสองมีความเร็วรอบต่างกันคือตัวล่างจะช้ากว่าตัวบน 4 เท่า ที่ผิวของลูกกลิ้งทั้งสองชุดจะติดซี่เหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 มิลลิเมตร ยาว 25 มิลลิเมตร จำนวน 20 ซี่ต่อตารางนิ้ว - ฝ้ายจะถูกป้อนเข้าทางด้านล่างของลูกกลิ้ง ฝ้ายจะโดนปลายซี่ของลูกกลิ้งดึงเข้าไป เมื่อฝ้ายสัมผัสกับลูกกลิ้งตัวบนซึ่งมีความเร็วมากกว่าก็จะดึงยืดฝ้ายออกเป็นเส้นตรงได้ เมื่อได้ต้นแบบแล้วนำเครื่องต้นแบบไปทดสอบเปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกร ที่ใช้วิธีและเครื่องมือแบบดั้งเดิม โดยในขั้นตอนการตีปุยฝ้ายใช้คันธนูในการดีดตีปุยฝ้ายให้ฟูตัว ผลการทดสอบการดีดฝ้ายแบบคันธนูใช้แรงงานคนพบว่า ความสามารถในการดีดฝ้ายสีขาว สีตุ่น สีเขียว เท่ากับ 0.24 0.20และ 0.23 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ และมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 0.22 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ผลการทดสอบเครื่องสางฝ้ายใช้มือหมุนพบว่า ความสามารถในการสางฝ้ายสีขาว สีตุ่น สีเขียว เท่ากับ 0.81 0.64และ 0.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 0.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยการสางฝ้ายสีขาวมีความสามารถในการทำงานสูงสุดคือ 0.81 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สรุปได้ว่า ต้นแบบเครื่องสางฝ้ายแบบมือหมุนสามารถตีฟูปุยฝ้ายได้ดีเหมือนที่เกษตรกรดีดด้วยคันธนู แต่มีความสามารถในการทำงานมากกว่า 3.27 เท่า โดยราคาเครื่องอยู่ที่ 15,000 บาท มีจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องอยู่ที่ 34 กิโลกรัมต่อปี

Abstracts

The experiment aims to research and develop the cotton fiber card. The developed prototype shows its work well on new design. The main parts of carding machine is two different size and speed of rollers which is assembled at the upper and lower position. The diameter of upper and lower roller is 250 and 100 millimeters, respectively. The upper roller speed is 4 times faster than the lower roller. The small steel comb is attached to the roller surface. The steel comb is 1.5 millimeter thickness, 25-millimeter length and 20 mesh. The carding machine is manual operation, the cotton is feeder at the bottom of lower rollers. When the carding machine was operated by the upper roller handle rotating, the cotton moved and touch to the upper roller then the cotton fiber can be strengthened. The developed carding machine and the traditional farmer practice which done by archer type were comparative tested. The results showed that the white, light green and green cotton can be carded within different working capacity among the prototype and traditional practice. The capacity of white, light green and green cotton combing of traditional carding style is 0.24, 0.20 and 0.23 kg/hr, respectively. The average working capacity is 0.22 kg/hr. While, the work capacity of the developed prototype is 0.81 0.64 and 0.72 kg/hr, respectively. The average working capacity is 0.72 kg/hr. The prototype of cotton carding machine with manual operation can be used for replacing the traditional type. Its capacity is 3.27 times higher than traditional type. The developed carding machine's price is 15,000 baht, which has a breakeven point of use at 34 kilogram/year.

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ฝ้ายเป็นพืชที่มีความสำคัญเนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำเสื้อผ้า จำเป็นต้องมีเส้นใยฝ้ายรวมอยู่ด้วย แม้การผลิตเส้นใยประดิษฐ์จะเจริญก้าวหน้าเพียงใดก็ตาม เสื้อผ้าที่ผลิตจากฝ้าย หรือส่วนผสมของฝ้ายยังคงเป็นที่นิยม เพราะสวมใส่สบายให้ความอบอุ่นพอเหมาะซึมซับเหงื่อและถ่ายเทอากาศดีกว่าเสื้อผ้าจากใยประดิษฐ์ ฝ้ายเส้นใยสั้นเป็นฝ้ายพื้นเมืองมีปุยหยาบ และมีความยาวของเส้นใยต่ำกว่า 1 นิ้ว เป็นวัตถุดิบที่สำคัญต่องานหัตถกรรมสิ่งทอพื้นบ้าน ประเทศไทยต้องการใช้ปุยฝ้ายเส้นใยสั้นประมาณ 6,000 ตันต่อปี สำหรับฝ้ายเส้นใยยาวปานกลาง และเส้นใยยาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอเป็นพันธุ์ฝ้ายที่นำเข้าจากต่างประเทศ 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 จากราคาฝ้ายปุยกิโลกรัมละ 50 บาท เพิ่มขึ้นเป็น 103 บาท เนื่องจากสต๊อกฝ้ายของโลกลดลงทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้

ตารางที่ 2.1 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าฝ้ายของไทยปี 2553/54 – ปี 2554/55

รายการสินค้า	2553/54		2554/55	
	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
ฝ้ายที่ยังไม่ได้สางหรือหวี	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 ปุยฝ้ายที่ใช้

ส่วนมากมาจากพันธุ์พื้นเมืองที่เกษตรกรใช้ปลูกซึ่งให้ผลผลิตและคุณภาพต่ำ (กรมวิชาการเกษตร, 2554) ไม่สามารถขายได้ในราคาสูง อีกทั้งยังไม่สามารถนำไปแข่งขันในตลาดโลกได้ จึงทำให้เกษตรกรทั้งผู้ปลูกและผู้ผลิตหัตถกรรมสิ่งทอได้รับผลตอบแทนต่ำ นอกจากปัญหาการขาดแคลนพันธุ์ฝ้ายที่มีคุณภาพหรือคุณสมบัติเฉพาะด้านแล้วเกษตรกรยังขาดเทคโนโลยีในการปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และการแปรรูป

กระบวนการจัดเตรียมเส้นใยฝ้าย หรือการแปรรูปฝ้ายเพื่อให้ได้เส้นใยที่มีคุณภาพ ที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตหัตถกรรมสิ่งทอเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ ยังขาดทั้งคุณภาพและประสิทธิภาพ สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจากเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปจากเส้นใยเป็นวัตถุดิบในการผลิตหัตถกรรมสิ่งทอที่กลุ่มผู้ผลิตหัตถกรรมสิ่งทอมีอยู่ไม่เหมาะสมกับเส้นใยของพันธุ์ฝ้ายที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือมีความยาวเส้นใยที่มากกว่า ทำให้ใช้เวลาในการแปรรูปเพิ่มขึ้น และยังคงได้วัตถุดิบที่ไม่มีคุณภาพตามคุณสมบัติพิเศษของพันธุ์ฝ้าย ซึ่งในปัจจุบันกระบวนการแปรรูปฝ้ายหลังการเก็บเกี่ยวของกลุ่มเกษตรกรเพื่อผลิตเส้นใยฝ้ายยังใช้แรงงานคน เครื่องมือและอุปกรณ์พื้นบ้านที่คิดค้นประดิษฐ์ขึ้นเองใช้สืบทอดกันมาเป็นส่วนใหญ่ จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เส้นใยฝ้ายมีคุณภาพต่ำและเพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าวิจัยและพัฒนาเครื่องสางฝ้ายสำหรับการตีฟูปุยฝ้ายในขนาดเล็กที่เหมาะสมกับการใช้งานของเกษตรกร ซึ่งเป็นเครื่องมือในขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับชุมชน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มมูลค่าผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว สำหรับสนับสนุนกระบวนการแปรรูปจากผลผลิตฝ้ายไปสู่การผลิตหัตถกรรมสิ่งทอของชุมชนอย่างครบวงจร เพื่อยกระดับผลผลิตให้มีมูลค่าสูงขึ้น ตลอดจนเป็นการเพิ่มความเข้มแข็งของชุมชนในการผลิตฝ้ายอย่างยั่งยืน พร้อมด้วยการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตฝ้ายสู่เกษตรกรอย่างครบวงจร

การทบทวนวรรณกรรม

กระบวนการผลิตเส้นใยฝ้าย

กระบวนการผลิตและอุปกรณ์ในการผลิตเส้นใยฝ้ายนั้นเป็นภูมิปัญญาที่สืบทอดกันมายาวนาน พัฒนาจนเหมาะสมกับวิถีชีวิตคนไทยในสังคมเกษตรกรรม การผลิตเส้นใยฝ้ายมีกระบวนการตามลำดับ ดังนี้ (พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)

1) การเก็บปุยฝ้าย เมื่อสมอฝ้ายแก่แตกเป็นปุยและแห้งเต็มที่ในช่วงฤดูหนาว ชาวบ้านจะช่วยกันเก็บใส่ ถุงย่าม ตะกร้า หรือ กระบุง คัดเลือกเฉพาะปุยฝ้ายที่แก่เต็มที่ ดึงปุยฝ้ายออกจากสมอ ระวังไม่ให้เศษใบไม้ติดปนมาด้วย โดยคัดเลือกเก็บปุยฝ้ายที่สะอาด ไม่ชื้นหรือมีเชื้อรา มิฉะนั้นปุยฝ้ายจะเสียหายทั้งกระบุง ต่อจากนั้นจะนำปุยฝ้ายมาเทใส่กระด้ง เพื่อตรวจคัดเศษใบไม้หรือสมอที่หักร่วงปนมากับปุยฝ้ายออก ให้เหลือแต่ปุยฝ้ายที่สะอาด

2) การตากปุยฝ้าย เพื่อให้ปุยฝ้ายแห้งสนิทและป้องกันเชื้อราจึงต้องตากปุยฝ้าย โดยใส่ปุยฝ้ายในกระด้งขนาดใหญ่เกลี่ยให้พอเหมาะ ไม่ซ้อนทับกันหนาจนแสงแดดส่องไม่ทั่วถึง จะต้องหมั่นพลิกปุยฝ้ายเป็นระยะ ๆ เพื่อให้ถูกแดดทั่วถึงกันจนแห้งสนิทดีและฟู

3) การคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้าย ปุยฝ้ายที่สะอาดและแห้งสนิทดีนั้น ยังมีเมล็ดฝ้ายอยู่ข้างในจึงต้องคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้าย โดยใช้เครื่องมือที่เรียกตามภาษาถิ่นว่า อีดฝ้าย อิ้วฝ้าย หรือ หีบฝ้าย เครื่องมือนี้ทำจากไม้เนื้อแข็ง โดยมีโครงสร้างประกอบด้วยส่วนฐานเป็นแผ่นไม้กระดานหนาพอประมาณต่อกันคล้ายรูปอักษร T ในภาษาอังกฤษ ในส่วนหัวของอักษร T จะมีหลักไม้ทรงสี่เหลี่ยม หลักไม้นี้ในบางท้องถิ่นอาจแกะสลัก ตกแต่งสวยงามเป็นยอดแหลมหรืออาจเป็นยอดมนเกลี้ยง

เรียบ ๆ หลักไม้สูงประมาณ 14-16 นิ้วเท่ากันทั้งสองด้านเพื่อเป็นหลักของฟันเฟือง ซึ่งเป็นไม้ 2 ท่อน ขนานกัน ส่วนด้านซ้ายทำเป็นเกลียวฟันเฟืองด้วยการบากไม้ให้เป็นร่องสัมพันธ์กัน ใช้ไขมันสัตว์ เช่น ไขมันวัว ไขมันควาย เป็นน้ำมันหล่อลื่น ส่วนช่วงตรงกลางระหว่างหลักนั้นเป็นไม้ทรงกลมเกลี้ยงขนานชิดกัน ไม้ฟันเฟืองนี้ส่วนด้านขวามือจะยาวไม่เท่ากัน ท่อนบนจะสั้นกว่าส่วนท่อนล่างจะยาวกว่า และต่อไม้แป้นที่จับหมุนเพื่อให้ฟันเฟืองหมุนเคลื่อนไป

4) การดีดฝ้ายหรือแก้บฝ้าย นำปุยฝ้ายที่คัดแยกเมล็ดออกหมดแล้วมาดีด โดยใช้ กงดีดฝ้าย ก๋งยิงฝ้าย หรือ กงแก้บฝ้าย เพื่อให้ปุยฝ้ายกระจายตัวเป็นปุยละเอียด หมั่นคนปุยฝ้ายให้เชือกดีดถูกจนทั่วสม่ำเสมอกันเป็นปุยละเอียดเหมือนกันทั้งหมด การดีดฝ้ายแต่ละครั้งจะไม่ใส่ฝ้ายมากนักจะดีดฝ้ายให้เพียงพอเฉพาะการนำมาม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายเท่านั้น ไม่ควรดีดฝ้ายทิ้งค้างไว้เพราะปุยฝ้ายจะคืนตัวจับกันเป็นก้อนเหมือนเดิม

การม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้าย คือ นำปุยฝ้ายที่ดีดเป็นปุยละเอียดแล้ว วางลงบนแป้นล้อฝ้าย ให้กระจายสม่ำเสมอกัน ประมาณขนาดให้ใหญ่กว่าฝ่ามือเพียงเล็กน้อย แล้ววางไม้ล้อฝ้ายไว้บนส่วนปุยฝ้าย จากนั้นให้เอาฝ่ามือถูปุยฝ้ายให้ม้วนขนานเข้าไปกับไม้ล้อฝ้าย โดยรักษาน้ำหนักมือให้พอเหมาะเพื่อไม่ให้ม้วนฝ้ายแน่นหรือหลวมเกินไป แล้วดึงไม้ล้อฝ้ายออก จะได้ฝ้ายเป็นม้วนหลอดกลมยาวประมาณ 8 - 9 นิ้ว บางท้องถิ่นเรียกหลอดม้วนฝ้ายนี้ว่า ดิ้ว การม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายนี้จะต้องทำจนหมดปุยฝ้ายที่ดีดไว้ การม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายนี้ทำสะสมไว้ได้แล้วทยอยนำไปปั่นเป็นเส้นด้าย แต่ก็ไม่ควรเก็บม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายไว้นานเกินไป โดยปกติหลังจากม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายได้พอประมาณจึงนำไปปั่นเป็นเส้นใยจนหมดม้วนฝ้าย (พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)

5) การปั่นฝ้ายหรือหลาปั่นฝ้าย การปั่นฝ้ายให้เป็นเส้นใยฝ้ายจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า กงปั่นฝ้าย หรือ หลาปั่นฝ้าย การปั่นฝ้ายนี้ภาษาท้องถิ่นทางภาคอีสานเรียกว่า การเข็นฝ้าย การปั่นฝ้าย หรือ หลาปั่นฝ้าย วิธีการปั่นฝ้ายหรือเข็นฝ้าย เอาปลายม้วนฝ้ายจ่อไว้ที่ไน ส่วนมืออีกข้างจับที่หมุนให้วงล้อหมุน ส่วนไนก็จะหมุนตาม ทำให้แรงเหวี่ยงตีเกลียวม้วนฝ้ายที่จ่อไว้ เมื่อดึงมือที่ถือม้วนฝ้ายออกมาก็จะเป็นเส้นฝ้าย เมื่อผ่อนมือย้อนกลับเส้นฝ้ายก็จะม้วนอยู่กับเหล็กไน เมื่อใกล้จะหมดม้วนฝ้ายก็เอาม้วนฝ้ายอันใหม่ทำต่อเนื่องกับม้วนฝ้ายอันเดิมให้เป็นเส้นฝ้ายเดียวกัน จนเส้นฝ้ายเต็มเหล็กไน จึงค่อยๆ คลายเส้นใยฝ้ายจากเหล็กไนใส่ไม้เปียฝ้ายหรือไม้เปียฝ้าย (พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)

การเปียฝ้าย เป็นขั้นตอนที่ทำเพื่อพันพักด้ายที่ปั่นเส้นใยฝ้ายแล้ว เพื่อทำเป็นปอยหรือไจฝ้าย โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า ไม้เปีย ไม้เปี๋ย หรือ ไม้เป ซึ่งทำจากไม้เนื้อแข็ง มักนิยมทำแบบเรียบๆ บางชิ้นทำจากไม้ไผ่ก็มีวิธีการเปียฝ้าย นำใยฝ้ายที่ม้วนไว้กับเหล็กไนมาคลายออกแล้วค่อย ๆ พันกับไม้เปียโดยใช้มือข้างหนึ่งกำไม้เปียตรงกลางแกน แล้วใช้มืออีกข้างหนึ่งจับเส้นใยฝ้ายพันกับไม้เปีย ให้หนาพอประมาณโดยรักษาน้ำหนักมือให้พอดี เพื่อไม่ให้เส้นใยฝ้ายตึงเกินไปหรือหย่อนเกินไป เมื่อได้เส้นใยฝ้ายในปริมาณที่ต้องการ ก็จะคลายออกมาพันเป็นปอย หรือไจด้าย เพื่อเก็บเส้นใยฝ้ายไม่ให้พันกันยุ่ง และเป็นระเบียบพร้อมที่จะนำไปทอผ้า เส้นใยฝ้ายที่สำเร็จเป็นปอยหรือไจฝ้ายนี้หากนำไปทอโดยไม่ย้อมควรชุบน้ำข้าวเพื่อให้เส้นใยฝ้ายแข็งแรงและไม่เป็นขน ส่วนเส้นใยฝ้ายที่จะนำไปย้อมสีต้องนำไปต้มฟอก เพื่อล้างไขมันออกเสียก่อนจึงจะนำมาย้อมสีต่อไป (พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)

มาตรฐานคุณภาพเส้นใยฝ้าย

ตารางที่ 2.2 มาตรฐานระดับความยาวของเส้นใย

ความยาวของเส้นใย	มาตรฐาน
ต่ำกว่า 1 นิ้ว	เส้นใยสั้น
1.00-1.14 นิ้ว	เส้นใยยาวปานกลาง
1.15-1.29 นิ้ว	เส้นใยยาว
มากกว่า 1.29 นิ้ว	เส้นใยยาวพิเศษ

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2552)

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานความสม่ำเสมอของเส้นใย

ความสม่ำเสมอของเส้นใย	มาตรฐาน
ต่ำกว่า 41	ต่ำมาก
41-43	ต่ำ
44-46	ปานกลาง
47-48	สูง
สูงกว่า 49	สูงมาก

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2552)

เครื่องมือและอุปกรณ์ขนาดเล็กในการสางฝ้ายหรือตีฟูปุยฝ้ายระดับเกษตรกรภายในประเทศ

อุปกรณ์ดีดฝ้าย นำปุยฝ้ายที่คัดแยกเมล็ดออกหมดแล้วมาดีด โดยใช้ กงดีดฝ้าย ก๋งยิงฝ้าย หรือ กงแก้บฝ้าย ซึ่งทำจากซี่ไม้ไผ่ เหลาให้ปลายเรียวทั้งสองข้าง ใช้เชือกผูกที่ปลายทั้งสองข้างเพื่อดัดซี่ไม้ให้โค้งเข้าหากันคล้ายกับคันธนู อุปกรณ์คู่กันคือปล้องไม้ไผ่ขนาดเล็กยาวประมาณ 6- 8 นิ้ว และกระบุงขนาดใหญ่พิเศษ ทรงปากกว้างพอประมาณขอบปากกระบุงด้านหนึ่งมัดท่อนไม้ขนาดประมาณ 4 x 6 นิ้ว เพื่อเวลาดีดฝ้าย ปากกระบุงจะได้ยกหนุนสูงขึ้นจากพื้น กระบุงขนาดใหญ่นี้เรียกเป็นภาษาท้องถิ่นต่าง ๆ กันว่า กะเพียด กะเพด หรือกระหลุมยิงฝ้าย (พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)

ภาพที่ 2.1 อุปกรณ์ดีดฝ้ายและการดีดฝ้ายให้แตกฟูเป็นปุยละเอียด

ที่มา : พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร (2551)

เครื่องจักรกลสำหรับกระบวนการสางฝ้ายหรือตีฟูปุยฝ้ายในต่างประเทศ

Drum carders เป็นเครื่องสางฝ้ายมีรูปแบบที่ง่ายที่สุด เป็นแบบมือหมุน หรือขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องเหล่านี้โดยทั่วไปมีสองลูกกลิ้งหรือถังที่ปกคลุมลูกกลิ้งไปด้วยเส้นใยขนาดเล็ก โดยลูกกลิ้งจากถาดป้อนเข้าสู่ถังเก็บขนาดใหญ่สองลูกกลิ้งที่ มีการเชื่อมต่อถึงกันโดยเข็มขัดโซ่หรือสายพานเพื่อให้ความเร็วรอบลูกกลิ้งหมุนขับ ก่อให้เกิดการจัดเก็บใยฝ้ายโดยลูกกลิ้งที่จะค่อยๆ ดึงเส้นใยจากฝ้ายนี้ ดึงยืดเส้นใยและวางใยฝ้ายไว้ระหว่างขอบของลูกกลิ้ง เส้นใยจะถูกเพิ่มจนกว่าใยฝ้ายที่ปกคลุมลูกกลิ้งเต็ม (Collier, Ann M , 1970)

ภาพที่ 2.2 Drum carders
ที่มา : Collier, Ann M (1970)

เครื่องสางฝ้าย (Carding machine) เส้นใยฝ้ายจะถูกแยกออกจากการจับตัวเป็นก้อนเพื่อให้เกิดการฟูของฝ้าย ใยฝ้ายออกมาของเครื่องหมุนรอบ และถูกนำไปยังเครื่องสาง เรียงเส้นใยไว้อย่างสวยงามเพื่อให้ง่ายต่อการหมุนม้วนฝ้ายต่อไป เครื่องสางประกอบด้วยลูกกลิ้งขนาดใหญ่หลายลูกกับลูกกลิ้งที่มีขนาดเล็กรอบๆ ของลูกกลิ้งจะครอบด้วยฟันเลื่อยที่มีขนาดเล็กและเป็นผ้าฝ้ายดำเนินต่อไปบนฟันเลื่อยถี่ๆ ฝ้ายที่ออกจากเครื่องสางในรูปแบบของเส้นใย (Collier, Ann M , 1970)

ภาพที่ 2.3 Carding machine
ที่มา : Collier, Ann M (1970)

เครื่องสางฝ้ายนี้เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางสำหรับกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตฝ้ายซึ่งสามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลายและเป็นระยะมายาวนาน การผลิตเครื่องจักรเหล่านี้ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงภายใต้การควบคุมอย่างระมัดระวังของนี้เจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญของบริษัท นอกจากนี้เหล่านี้มีการตรวจสอบอย่างเคร่งครัดโดยเจ้าหน้าที่ตรวจสอบคุณภาพ เพื่อให้เครื่องมือมีความพร้อมใช้งานที่สมบูรณ์แบบ เครื่องสามารถดำเนินการสางได้ทั้งฝ้าย เส้นใยสังเคราะห์ และขนสัตว์ มีคุณสมบัติติดตั้งง่าย ใช้งานได้ทนทาน และมีความต้านทานต่อการสึกหรอ ใช้มอเตอร์ 220 โวลต์ 1 เฟส เป็นต้นกำลังในการทำงาน ขนาดกำลังการผลิต (ต่อชั่วโมง)

ภาพที่ 2.4 Cotton Carding Machine
ที่มา : http://trade.indiamart.com/details.

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องสางฝ้ายสำหรับการตีฟูปุยฝ้ายระดับชุมชน

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ดำเนินการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือ อุปกรณ์ในกระบวนการผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับชุมชน โดยเน้นการแก้ปัญหาขั้นตอนการสางฝ้าย หรือการตีฟูปุยฝ้าย ให้มีความหนาแน่นเบาบาง และละเอียดเพียงพอที่จะไปใช้ในขั้นตอนการปั่นฝ้ายสำหรับทำเส้นใย ด้วยเครื่องปั่นเส้นใยฝ้ายต่อไป โดยเครื่องมือที่วิจัยและพัฒนาขึ้นนั้นต้องเหมาะสมกับพันธุ์ฝ้ายพื้นบ้าน และพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร

ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

การวิจัยนี้ครอบคลุมการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลขนาดเล็กสำหรับการผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับชุมชน หรือกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเส้นใยฝ้ายเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ เช่น เครื่องหีบปุยฝ้ายหรือเครื่องคัดแยกและทำความสะอาดปุยฝ้าย เครื่องสางปุยฝ้ายหรือเครื่องตีฟูปุยฝ้าย เครื่องปั่นเส้นใยฝ้าย เป็นต้น โดยการพัฒนาเครื่องมือในขนาดเล็กที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงานของกลุ่มแม่บ้านในชุมชน ต่อยอดงานวิจัยจากภูมิปัญญาท้องถิ่น จากเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีใช้อยู่แล้ว และพัฒนาจากเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเส้นใยฝ้ายระดับอุตสาหกรรมที่นำเข้าจากต่างประเทศ ให้มีขนาดเล็กและราคาถูกลง ทั้งนี้มีการศึกษาเปรียบเทียบกรรมวิธีการตีฟูหรือดีดฝ้ายด้วยวิธีปฏิบัติเดิมของเกษตรกร กับกรรมวิธีการสางฝ้ายโดยใช้เครื่องสางฝ้ายต้นแบบ ในกระบวนการผลิตเส้นใยฝ้ายที่พัฒนาขึ้น ตลอดจนวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนในเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยมีกรอบแนวความคิดในการออกแบบเครื่องมือมีดังนี้

เครื่องสางฝ้ายหรือเครื่องตีฟูปุยฝ้าย ออกแบบเครื่องสางฝ้ายให้มีรูปแบบที่ง่ายที่สุด มีลูกกลิ้งสองลูกที่ปกคลุมไปด้วยลวดถักขนาดเล็ก โดยลูกกลิ้งขนาดเล็กดึงปุยฝ้ายจากถาดป้อนเข้าสู่ลูกกลิ้งใหญ่กว่า มี

การเชื่อมต่อถึงกันโดยเฟืองโซ่หรือสายพานเพื่อให้ความเร็วรอบลูกกลิ้งหมุนขับ ก่อให้เกิดการจัดเก็บใยฝ้ายโดยลูกกลิ้งที่จะค่อยๆ ดึงเส้นใยจากฝ้ายนี้ดึงยืดเส้นใยและวางใยฝ้ายไว้ระหว่างขอบของลูกกลิ้ง เส้นใยจะถูกเพิ่มจนกว่าใยฝ้ายที่ปกคลุมลูกกลิ้งเต็ม แล้วจึงดึงทำการเก็บปุยฝ้ายที่สางแล้วออกจากลูกกลิ้ง ต้นกำลังในการขับเคลื่อนลูกกลิ้งและระบบต่างๆใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลต์ พร้อมชุดควบคุมการทำงาน

ภาพที่ 2.5 แนวความคิดในการออกแบบเครื่องสางฝ้ายหรือตีฟูปุยฝ้าย

ระเบียบวิธีการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 วิจัยและพัฒนาเครื่องสางฝ้ายสำหรับการตีฟูปุยฝ้าย

การทดลองที่ 1.1วิจัยและพัฒนาเครื่องสางฝ้ายสำหรับการตีฟูปุยฝ้าย

- สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องสางฝ้ายสำหรับการตีฟูปุยฝ้าย แบบใช้แรงงานคน
2. เครื่องมือ และเครื่องจักรสำหรับการสร้างต้นแบบ
3. อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ ที่มีใช้กันอยู่ ณ ปัจจุบันในขบวนผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับเกษตรกร หรือชุมชนผู้ผลิตหัตถกรรมสิ่งทอ

- แบบและวิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องมือต้นแบบ และทดสอบสมรรถนะในการทำงาน เปรียบเทียบกับเครื่องมือที่มีอยู่เดิมที่ใช้แรงงานคน

- วิธีปฏิบัติการทดลอง

วิธีการดำเนินงานดังนี้

1. ศึกษารูปแบบ การใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ในการตีฟู หรือสางฝ้าย ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น การตีฟูด้วยกงดีดฝ้าย เครื่องสางฝ้ายที่ผลิตจากต่างประเทศ

2. ศึกษากรรมวิธีการสางฝ้ายหรือการตีฟูปุยฝ้าย ด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม เพื่อหาแนวทางในการออกแบบเครื่องมือให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน และลดภาระการใช้แรงงานคน

3. ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องมือสางฝ้ายสำหรับการตีฟูปุยฝ้าย ที่ผ่านขั้นตอนการแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุยฝ้ายแล้ว โดยดำเนินการสร้างตามกรอบแนวความคิดของงานวิจัย ทั้งนี้จะทำการสร้างชุดทดสอบเพื่อการทดสอบหลักการออกแบบเครื่องที่เหมาะสมกับการใช้งานของกลุ่มแม่บ้าน

4. ทดสอบเบื้องต้น หาความเร็วรอบและอัตราการป้อนที่เหมาะสม ปรับปรุงแก้ไขชิ้นส่วนและอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพ โดยใช้ผลผลิตของฝ้ายพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร และพันธุ์พื้นเมืองอื่นๆ

5. ทดสอบประสิทธิภาพ และเก็บข้อมูลสมรรถนะของเครื่องต้นแบบ ปุยฝ้ายที่ผ่านการการตีฟูปุยฝ้าย ที่ระดับความชื้น อัตราการป้อน และความเร็วรอบต่างๆ โดยมีค่าชี้ผลการศึกษา ได้แก่

5.1 ความสามารถในการทำงานเครื่องต้นแบบ (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)

5.2 ประสิทธิภาพการสางปุยฝ้าย (%)

5.3 การประเมินคุณภาพปุยฝ้าย เช่น ความหนาแน่นฝ้าย (กิโลกรัม/ลบ.ม.)

6. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเศรษฐศาสตร์ และสรุปผลการทดลอง

สถานที่ดำเนินการวิจัย ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร
กลุ่มเกษตรกรแปรรูปฝ้าย ในเขต จ.เชียงใหม่และลำพูน

ผลการทดลอง

ศึกษารูปแบบ การใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ในการตีฟู หรือสางฝ้าย ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันที่กลุ่มทอผ้าฝ้ายบ้านทุ่งก้อ และบ้านดินดำ อ.ลี้ (ดังภาพที่ 2.6-2.11) สำหรับความยาวเส้นฝ้าย ขึ้นอยู่กับชนิดของฝ้ายดังนี้

1. ฝ้ายขาวความยาว 1-1.5 นิ้ว
2. ฝ้ายตุ่น ความยาว 0.5-1 นิ้ว
3. ฝ้ายเขียว ความยาว 0.5-7/8 นิ้ว

ภาพที่ 2.6 ฝ้ายจากไร่

ภาพที่ 2.7 เครื่องแยกเมล็ดฝ้ายออกจากเนื้อฝ้าย (อิ้ว)

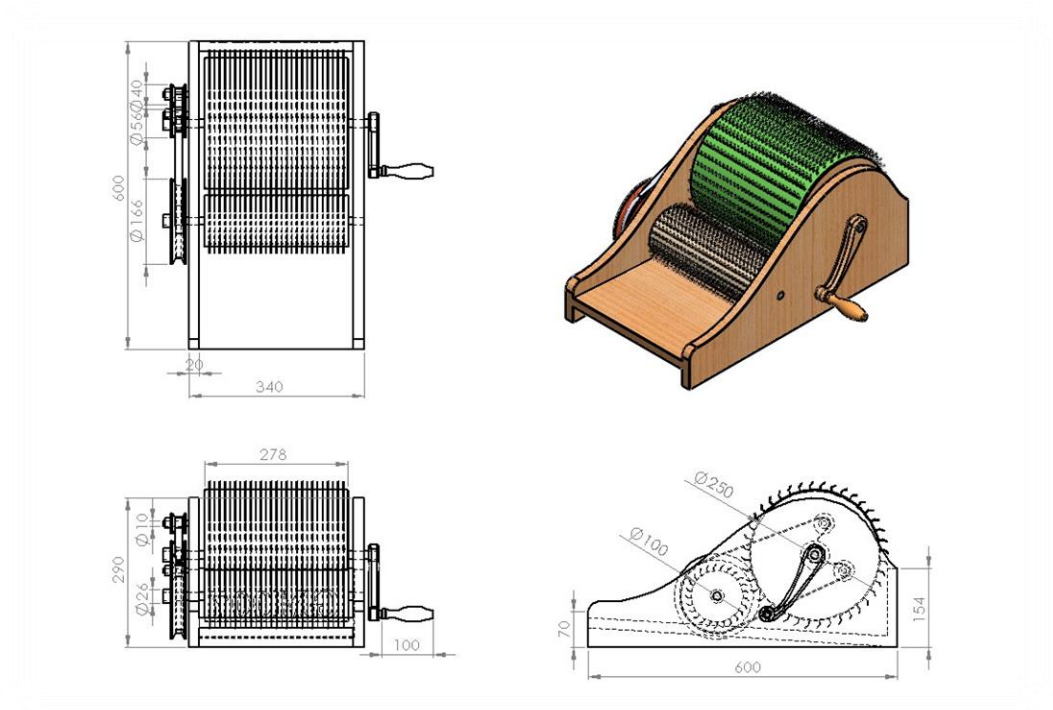
ภาพที่ 2.8 เครื่องมือตีให้เนื้อฝ้ายฟู

ภาพที่ 2.9 การม้วนเนื้อฝ้ายให้เป็นหลอด

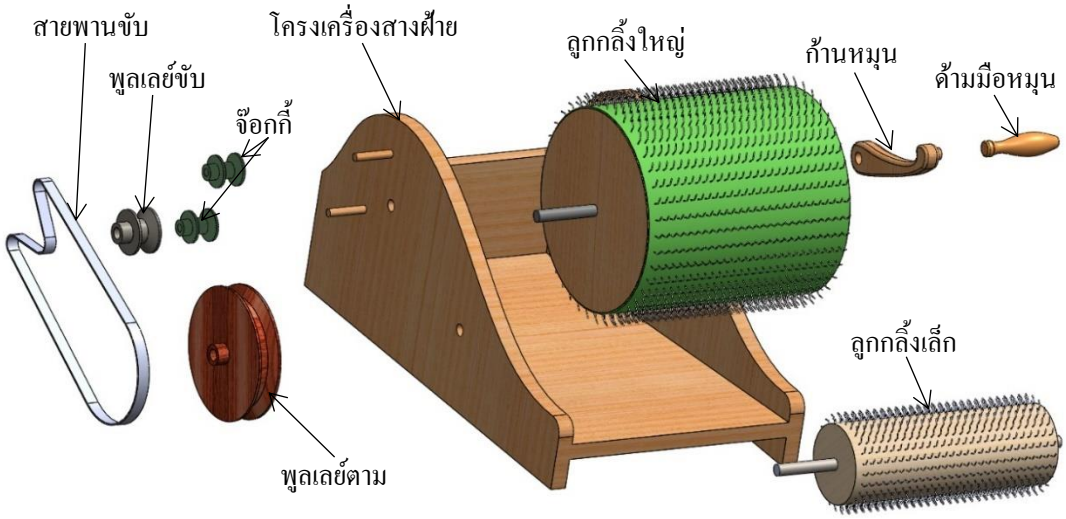
ภาพที่ 2.10 เส้นฝ้ายที่ได้

ภาพที่ 2.11 กลุ่มเกษตรกรทอฝ้าย อำเภอลี้ จ.ลำพูน

เครื่องต้นที่ออกแบบไว้ลักษณะการทำงานของเครื่องจะประกอบไปด้วยลูกกลิ้ง 2 ตัว คือตัวบนและตัวล่าง ตัวบนจะมีขนาดใหญ่กว่าตัวล่าง(เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร) ตัวล่าง (10 เซนติเมตร) โดยเวลาทำงานจะใช้แรงงานคนหมุนลูกกลิ้งตัวบนก่อน แล้วถ่ายทอดกำลังส่งมาที่ลูกกลิ้งตัวล่าง และความเร็วรอบต่างกันคือตัวล่างจะช้ากว่าตัวบน 4 เท่า ที่ลูกกลิ้งจะมีเหล็กขนาดเล็กติดรอบลูกกลิ้งทั้งสอง เมื่อป้อนฝ้ายเข้าด้านล่างของลูกกลิ้ง ฝ้ายจะโดนปลายซี่ของลูกกลิ้งดึงเข้าไป เมื่อไปถึงลูกกลิ้งตัวบนซึ่งมีความเร็วมากกว่าก็จะดึงยืดฝ้ายออกเป็นเส้นตรงได้ดังภาพที่ 2.12 - 2.13



ภาพที่ 2.12 งานออกแบบเครื่องสางฝ้าย ต้นแบบ



ภาพที่ 2.13 แบบเครื่องสางฝ้ายต้นแบบแยกชิ้นส่วน

ภาพที่ 2.14 เครื่องสางฝ้าย ตัวต้นแบบ

ได้ดำเนินการสร้างต้นแบบเครื่องสางฝ้ายจนเสร็จตามแบบที่ออกแบบไว้ดังภาพที่ 2.14 ทดสอบเบื้องตันพบว่าใช้งานได้ดี จึงได้นำเครื่องไปทดสอบกับกลุ่มเกษตรกร จ.ลำพูน

การทดสอบเครื่องสางฝ้ายต้นแบบ

ในการทดสอบเครื่องสางฝ้ายตัวต้นแบบ ได้ทำการทดสอบและรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิตเส้นฝ้าย ณ กลุ่มเกษตรกร 3 กลุ่ม คือกลุ่มทอผ้าย้อมสีธรรมชาติบ้านไม้ตะเคียน ม.2 ต.ตะเคียนปม อ.ทุ่งหัวช้าง จ.ลำพูน กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มพัฒนาอาชีพผู้สูงอายุบ้านก้อทุ่งผ้าฝ้ายทอมือจากฝ้ายสีธรรมชาติ ต.ก้อ อ.ลี้ จ.ลำพูน และกลุ่มทอผ้าศูนย์เรียนรู้การปลูกฝ้าย บ้านห้วยหญ้าไซ ม.4 ต.ดงดำ อ.ลี้ จ.ลำพูน

การตีฟูปุยฝ้าย เป็นขั้นตอนที่ทำเพื่อให้ปุยฝ้ายไม่เกาะตัวเป็นก้อนก่อนนำไปปั่นสาวเป็นเส้นฝ้าย เครื่องตีฟูแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน จะเป็นคันธนูไม้ไผ่ ดีด ตีปุยฝ้ายที่เกาะตัวเป็นก้อนให้แตกฟูตัว ซึ่งทำงานได้ช้า ใน 1 วัน อาจดีดตีฟูได้ประมาณ 1-1.5 กิโลกรัม

ภาพที่ 2.15 เครื่องดีดฝ้าย ตีฟูเส้นฝ้ายต่อครั้ง 25 กรัม

ในการใช้เครื่องดีดฝ้าย เกษตรกรกำหนดน้ำหนักฝ้าย 25 กรัมต่อการดีด 1 ครั้ง เป็นปริมาณและความถนัดของเกษตรกร (ภาพที่ **2.15**) ในการทดสอบกับเครื่องสางฝ้ายต้นแบบ จึงกำหนดน้ำหนักฝ้ายเท่ากันเพื่อเปรียบเทียบเวลาในการตีฟูต่อน้ำหนักที่เท่าๆ กัน โดยกำหนดทดสอบฝ้าย 3 สี คือ ขาว ตุ่น และเขียว ทดสอบ สีละ 3 ซ้ำ ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 2.4 พบว่าเครื่องดีดฝ้ายแบบคันธนูใช้แรงงานคนพบว่า ฝ้ายสีขาว สีตุ่น สีเขียว มีความสามารถในการทำงานเท่ากับ 0.24 0.20และ 0.23 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ และมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 0.22 กิโลกรัมต่อชั่วโมง การทดสอบเครื่องสางฝ้ายใช้มือหมุนพบว่า ฝ้ายสีขาว สีตุ่น สีเขียว มีความสามารถในการทำงานเท่ากับ 0.81 0.64 และ 0.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 0.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยฝ้ายสีขาวได้ความสามารถในการทำงานสูงสุดคือ 0.81 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ตารางที่ 2.4 ผลการทดสอบการสางฝ้าย

วิธีการสางฝ้าย	ชนิดพันธุ์ฝ้าย(สี)	ความสามารถในการทำงาน(กก./ชม.)	ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย(กก./ชม.)
ใช้แรงงานคน	ขาว	0.24	0.22
	ตุ่น	0.20	
	เขียว	0.23	
ใช้เครื่อง	ขาว	0.81	0.72
	ตุ่น	0.62	
	เขียว	0.72	

การทดสอบตีฟูปุยฝ้ายด้วยเครื่องสางฝ้ายต้นแบบ (ภาพที่ 2.16) ซึ่งได้ทดลองให้เกษตรกรใช้งานและฝึกสอนการใช้ เกษตรกรสามารถใช้งานได้ดี และทดสอบการทำงานผลกรทดสอบดังตารางที่ 2.5

ภาพที่ 2.16 เครื่องสางฝ้ายต้นแบบตีฟูเส้นฝ้ายต่อครั้ง 25 กรัม

ภาพที่ 17 เกษตรกรทดสอบเครื่องสางฝ้ายต้นแบบตีฟูเส้นฝ้าย

ตารางที่ 2.5 การเปรียบเทียบทางสถิติการสางฝ้ายโดยใช้เครื่องกับวิธีของเกษตรกร

สีของฝ้าย(พันธุ์)	วิธีการสางฝ้าย(ความสามารถในการทำงาน กก./ชม.)	
	ใช้เครื่องสาง	แบบเกษตรกร
ขาว	0.81a	0.24b
ตุ่น	0.64a	0.20b
เขียว	0.72a	0.23b

ได้นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติวิเคราะห์แผนการทดลองแบบ CRD พบว่าสายพันธุ์ฝ้าย(สีขาว ตุ่น เขียว) ไม่มีอิทธิพลต่อความสามารถในการทำงานของเครื่อง แต่วิธีการสางฝ้ายโดยใช้เครื่องกับแบบเกษตรกรมีอิทธิพลต่อความสามารถในการทำงานที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดยวิธีการใช้เครื่องสามารถทำงานได้เร็วกว่าแบบเกษตรกรโดยเฉลี่ย 3.27 เท่า

การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

วิเคราะห์ความคุ้มทุนในการใช้เครื่องมือที่ออกแบบเปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกร การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนของเครื่องสางฝ้ายใช้สมการในการคำนวณ ดังนี้

$$Ac = (Fc/A) + (1/Ct) [R\&M+E+L] \quad \text{.....สมการที่ 1}$$

$$Fc = D + I \quad \text{.....สมการที่ 2}$$

$$D = (P - S) / N \quad \text{.....สมการที่ 3}$$

$$I = [(P + S) / 2 \times (r / 100)] \quad \text{..... สมการที่ 4}$$

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. การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนของเครื่องสางฝ้ายใช้ข้อมูล ดังต่อไปนี้

ราคาเครื่อง (P) = 15,000 บาท

อายุการใช้งาน (N) = 5 ปี

มูลค่าซาก (S) = 1,500 บาท (คิด 10% ของราคาเครื่อง)

อัตราดอกเบี้ย (r) = 15 %

ค่าซ่อมแซมและบำรุงรักษา (R&M)

= 1.2% ของราคาเครื่อง/100 ชั่วโมงทำงาน

= (0.012 × 15,000/100)

= 1.8 บาท/ชม.

1.1 ค่าไฟฟ้า (E) = 0 (ไม่ได้ใช้ไฟฟ้า)

1.2 ค่าแรงงาน (L) = 1 คน/วัน

= 300/8

= 37.5 บาท/ชม. (ค่าแรง 300 บาท ทำงาน 8 ชม./วัน)

ความสามารถในการทำงานของเครื่อง(Ct)

= 0.72 กก./ชม.

1.3 คำนวณค่าเสื่อมราคาจาก สมการที่ 3

D = (P-S)/N

= (15,000 - 1,500)/5

= 2,700 บาท/ปี

1.4 คำนวณดอกเบี้ยจาก สมการที่ 4

I = [(P + S) / 2 X (r / 100)]

= [(15,000+1,500)/2 X (15/100)]

= 1,237 บาท/ปี

แทนค่าในสมการที่ 2

F_c = D + I

= 2,700 + 1,237

= 3,937 บาท/ปี

แทนค่าต่าง ๆ ในสมการที่ 1

A_c = (Fc/A) + (1/Ct) [R&M+E+L]

= (3,937/A) + (1/0.72) [1.8+37.5]

A_c = (3,937/A) + 54.63.....สมการที่ 5

2. การคำนวณหาต้นทุนการสางฝ้าย

ในการศึกษาการสางฝ้ายโดยใช้แรงงานคน พบว่า 1 คน สามารถสางฝ้ายได้เฉลี่ย 0.22 กก./ชม. ถ้าทำงาน 8 ชม./วัน และค่าแรง 300 บาท ต้นทุนการสางฝ้ายเมื่อใช้แรงงานคน(A_c)

A_c = 300/(0.22 × 8)

= 170.45 บาท/กก.

3. การคำนวณหาจุดคุ้มทุน

สามารถคำนวณหาได้โดยแทนค่าลงในสมการที่ 5

A_c = (3,937/A) + 54.63

แทนค่า 170.45 = (3,937/A) + 54.63

เพราะฉะนั้น A = 34 กก./ปี

แสดงว่าจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องอยู่ที่ 34 กก./ปี ซึ่งเครื่องดังกล่าวมีอายุการใช้งาน 5 ปี มีความสามารถในการทำงาน 0.72 กก./ชม. ซึ่งใน 1 วัน ทำงาน 8 ชม. จะสามารถทำงานได้ 5.79 กก. ซึ่งสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 6 วัน ส่วนที่เหลือเป็นผลกำไรที่ตามมา

อภิปรายผล

ผลการทดสอบเครื่องดีดฝ้ายแบบคันธนูแบบใช้แรงงานคนพบว่า มีความสามารถในการทำงานเมื่อใช้กับฝ้ายสีขาว สีตุ่น สีเขียว เท่ากับ 0.24 0.20และ 0.23 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ และความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 0.22 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งฝ้ายแต่ละพันธุ์มีความสามารถในการทำงานไม่ต่างกันมาก และจากการทดสอบโดยเครื่องสางฝ้ายมือหมุนพบว่าความสามารถในการทำงานเมื่อใช้กับฝ้ายสีขาว สีตุ่น สีเขียวเท่ากับ 0.81 0.64และ 0.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 0.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จะเห็นได้ว่าเครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการสางฝ้ายสูงกว่าเครื่องดีดฝ้ายแบบดั้งเดิมและเมื่อใช้กับฝ้ายสีขาวความสามารถในการทำงานสูงสุดคือ 0.81 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งเครื่องดังกล่าวสามารถทำงานได้ดีกับฝ้ายทุกพันธุ์ มีจุดคุ้มทุนในการ ใช้เครื่องสางฝ้ายอยู่ที่ 34 กิโลกรัมต่อปี เมื่อคิดอายุการใช้งานของเครื่องต้นแบบ 5 ปี ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 0.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน จะสามารถทำงานได้ 5.79 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งพบว่าสามารถคืนทุนได้ภายใน 6 วัน ส่วนที่เหลือเป็นผลกำไรที่ตามมา

สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการทดสอบ สรุปได้ว่า เครื่องสางฝ้ายแบบมือหมุนต้นแบบที่พัฒนาขึ้นประกอบไปด้วยลูกกลิ้ง 2 ชุด คือชุดด้านบนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร และชุดด้านล่าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ขณะใช้งานลูกกลิ้งจะหมุนด้วยการใช้แรงงานคน และกำลังจะถูกถ่ายทอดมาที่ลูกกลิ้งตัวล่างด้วยสายพาน ลูกกลิ้งทั้งสองมีความเร็วรอบต่างกันคือตัวล่างจะช้ากว่าตัวบน 4 เท่า ทีผิวของลูกกลิ้งทั้งสองชุดติดซี่เหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 มิลลิเมตร ยาว 25 มิลลิเมตร จำนวน 20 ซี่ต่อตารางนิ้ว ฝ้ายจะถูกป้อนเข้าทางด้านล่างของลูกกลิ้ง สามารถตีฟูปุยฝ้ายได้ดีเหมือนที่เกษตรกรดีดด้วยคันธนู โดยมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 0.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ในขณะที่แบบเดิมของเกษตรกรทำงานได้ 0.22 กิโลกรับต่อชั่วโมง หรือมีความสามารถในการทำงานมากกว่า แบบเดิม 3.27 เท่า โดยมีราคาเครื่องประมาณ 15,000 บาท มีจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องอยู่ที่ 34 กิโลกรัมต่อปี

เนื่องจากระยะเวลาดำเนินงานโครงการนี้ตามเป้าหมายคือดำเนินการสำเร็จตามวัตถุประสงค์ภายใน 2 ปี (ปีงบประมาณ2560-61) แต่ได้ดำเนินงานได้เพียง 1 ปี ก็ปิดโครงการลงเนื่องจากไม่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณ ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่ทำให้เครื่องต้นแบบสามารถพัฒนาได้ถึงระดับที่ทำงานได้ดีระดับหนึ่งเท่านั้นทั้งที่ยังสามารถพัฒนาให้มีความสามารถในการทำงานได้ดีกว่าเดิมโดยการใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง แต่น่าเสียดายที่ต้องยุติ โครงการเสียก่อน

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2552. ฝ้าย. สืบค้นเมื่อ 5 พฤษภาคม 2557, จาก http://it.doa.go.th/vichakan/news.php.

ประสงค์ ประไพตระกูล ปริญญาปาณะพล จุณณเกศ พานิช และสุนิสา อธิวงศ์ธนวัฒน์. มปป. การเก็บเกี่ยวฝ้ายและมาตรฐานฝ้ายดอกของไทย. เอกสารอิเลกทรอนิกส์โดย:สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปริญญา สีบุญเรือง. 2551. ศาสตร์แห่งฝ้ายค่ายเอเชีย. กสิกร. ปีที่ 81 ฉ.6 พฤศจิกายน-ธันวาคม 2551. หน้า 23-30.

พิพิธภัณฑ์ผ้า 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.

Collier, Ann M (1970), A Handbook of Textiles, Pergamon Press, p. 258, ISBN 0-08-018057-4

M.E.M. Lee and H. Ockendon. 2006. The transfer of fibres in the carding. Journal of Engineering Mathematics machine. Online. http://industrialhistoryhk.org/textile-industrial-terms-used-hong-kong-cotton-spinning-1898-1914.

Nasmith, Joseph . 1895. Recent Cotton Mill Construction and Engineering. London: John Heywood. p. 284. ISBN 1-4021-4558-6. Retrieved March 2009.

บทที่ 3

วิจัยและพัฒนาเครื่องปั่นฝ้ายสำหรับการทำเส้นใยฝ้าย
Research and Development on Spinning Machine For Cotton Fiber

เอกภาพ ป้านภูมิ	วุฒิพล จันทร์สระคู	วัชรพงษ์ ตามไธสง
Aekkaparp Panpoom	Wuttiphol Chansrakoo	Watcharapong Tamthaisong
สราวุฒิ ปานทน	ปริญญา ศรีบุญเรือง	พิกุล ซุนพุ่ม
Sarawuth Parnthon	Parinya Sribunraung	Pikul Sunpum

คำสำคัญ: เครื่องปั่นฝ้าย,เส้นด้าย,ตีเกลียวเส้นด้าย
Keywords: Cotton Spinning Machine , Yarn, Yarn Twist

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ปั่นเส้นใยฝ้ายให้เป็นเส้นด้ายที่มีคุณภาพ โดยพัฒนา ให้สามารถใช้งานได้ง่าย มีอัตราการทำงานสูงขึ้น และสามารถปั่นเส้นด้ายให้ได้ความแข็งแรงมากขึ้น โดยตัวเครื่องมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ 1.หัวปั่นฝ้าย ออกแบบให้มีกลไกดูดฝ้ายเข้าไปเก็บไว้ในในกระสวย พร้อมกับตีเกลียวไปในตัว หัวปั่นฝ้ายนี้จะหมุนด้วยการส่งกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 40 วัตต์ โดยหัวปั่นฝ้ายสามารถทำความเร็วรอบได้สูงสุด 3000 รอบ/นาที มีชุดปรับเพิ่มลดการดูดเส้นด้าย เพื่อควบคุมความโตของเส้นด้ายตามที่เกษตรกรต้องการ 2.แป้นเท้าเหยียบสำหรับลดความเร็วเมื่อเกษตรกรรู้สึกว่าหัวปั่นนั้นหมุนเร็วเกินไป เพราะหากหัวปั่นฝ้ายหมุนเร็วเกินไปจะส่งผลให้เส้นด้ายขาดระหว่างทำงาน เมื่อนำมาต่อจะเกิดปุ่มไม่สวยงาม 3. โครงเครื่อง ทำจากท่อPVC ที่มีน้ำหนักเบา แต่มีความแข็งแรง ขนาดของตัวอุปกรณ์มีความกะทัดรัด 30 x 50 x 20 ลบ.ซม. สามรถเคลื่อนย้ายได้สะดวก 4.ชุดอุปกรณ์กรอฝ้ายแบบสมองกลฝังตัวอัตโนมัติ ซึ่งการกรอฝ้ายเป็นขั้นตอนที่สำคัญก่อนจะนำไปทอต้องมีการจัดเรียงเส้นด้ายให้แม่นยำ และไม่ขาดระหว่างการกรอ จึงมีการพัฒนาชุดจัดเรียงเส้นด้าย โดยเขียนโปรแกรมสั่งงานให้ Stepper motor เคลื่อนที่ตามคำสั่งและจัดเรียงเส้นด้ายให้มีลักษณะเป็นลูกรักบี้ เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการทออย่างมีประสิทธิภาพ จากนั้นทดสอบเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมากับวิธีการปั่นเส้นใยฝ้ายตามแบบที่ผู้ผลิตผ้าฝ้ายนิยมใช้ในปัจจุบัน

ผลการทดสอบพบว่า อุปกรณ์ที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นมาใหม่ เมื่อใช้ความเร็วรอบของหัวปั่นฝ้าย 2200 รอบ/นาที พบว่ามีอัตราการทำงานเฉลี่ยต่อคนคือ 34.8 กรัม/ชั่วโมง สูงกว่าวิธีการปั่นเส้นใยฝ้ายตามแบบเดิม 1.39 เท่า ประสิทธิภาพในการทำงาน 96.41% ผลการทดสอบคุณภาพเส้นด้ายพบว่าอุปกรณ์สามารถปั่นเส้นด้ายเบอร์ 5NE ซึ่งเป็นเบอร์เส้นด้ายปานกลาง ที่มีความยืดหยุ่นแข็งแรง อีกทั้งอุปกรณ์ยังสามารถกรอเส้นด้ายอัตโนมัติได้ภายในเครื่องเดียว ซึ่งสามารถนำไปเข้าเครื่องทอผ้าต่อได้ในทันที

Abstract

This research aims to design and develop spinning equipment for quality cotton yarn. Developed by the cotton spinning method as convention method by cotton manufacturers. The new machine is a lightweight frame but strong. The size of the device is 30 x 50 x 20 cm. Which is compact. The 40-watt electric motor mount on frame. Transmission with belt to spin cotton yarn twist. The spinner can do maximum speed by 3000 rpm. Then comparative test of the capabilities between the developed device and conventional method.

The results showed that. Equipment designed and developed When the speed of the spinner is 2190 rpm. The average working rate is 34.8 g / hr. It was 1.39 times higher than the conventional spinning method, Efficiency by 96.41%. Yarn Quality Test Results was 5NE That's mean the medium yarn size, The flexible strength.

บทนำ

อุตสาหกรรมสิ่งทอของไทยมีมูลค่าการส่งออกร้อยละ 3.4 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ (GDP) มีการส่งออกสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่มประมาณ 150,000 ล้านบาท/ปี ทำให้อัตราการขยายตัวในแต่ละปีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะเครื่องนุ่งของไทยได้รับคำสั่งซื้อจากยุโรปเต็มจนถึงสิ้นปี คาดว่าเป็นผลมาจากสหภาพยุโรปขาดความเชื่อมั่นในสินค้าที่ผลิตจากประเทศจีนซึ่งเป็นผู้ผลิตสิ่งทอรายใหญ่ ในด้านการส่งสินค้าไม่ตรงเวลา ส่งผลให้ศักยภาพการในการแข่งขันด้านสิ่งทอของไทยสูงขึ้น เนื่องจากสินค้าไทยเป็นสินค้าที่มีความประณีตและส่งสินค้าได้ตรงเวลา(สำนักวิจัยเศรษฐกิจอุตสาหกรรม, 2555)

ฝ้ายเป็นวัตถุดิบหลักของอุตสาหกรรมสิ่งทอในไทยมายาวนาน ถึงแม้เทคโนโลยีการผลิตเส้นใยสังเคราะห์จะเจริญก้าวหน้าเพียงใด แต่ฝ้ายก็ยังครองความยิ่งใหญ่ในการเป็นส่วนผสมของสิ่งทอ และเป็นที่ทราบโดยทั่วไปว่าผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่มจากเส้นใยฝ้ายเหมาะที่จะนำมาสวมใส่ ให้ความอบอุ่นพอเหมาะสวมใส่สบายกว่าเสื้อผ้าที่ทำจากเส้นใยสังเคราะห์ ทำให้สิ่งทอจากผ้าฝ้ายมีมูลค่าสูงมาก

ผลจากการขยายตัวอย่างต่อเนื่องของอุตสาหกรรมสิ่งทอภายในประเทศได้ส่งผลต่ออุตสาหกรรมสิ่งทอพื้นบ้าน ที่ทำรายได้ให้แก่ชุมชน ในรูปของหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์(OTOP) โดย 335 ตำบลของ 34 จังหวัด ชูเรื่องผลิตภัณฑ์จากสิ่งทอเป็นสินค้า OTOP ทำให้มีความต้องการใช้ปุยฝ้ายไม่ต่ำกว่า 10,000 ตัน/ปี โดยเกษตรกรจะเริ่มผลิตฝ้ายตั้งแต่ขั้นตอน การปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว จนถึงการแปรรูป ซึ่งการแปรรูปเป็นส่วนที่เพิ่มมูลค่าของฝ้ายได้สูงมาก โดยฝ้ายที่ได้หลังการเก็บเกี่ยวจะถูกนำมาเปลี่ยนให้เป็นเส้นด้ายด้วยการปั่น(Spinning)และทอเป็นผ้าผืนต่อไป แสดงว่าผ้าผืนที่มีคุณภาพนั้นจะต้องมาจากเส้นด้ายที่มีคุณภาพ ซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีการปั่นเส้นใยฝ้ายของเกษตรกรยังทำเส้นด้ายที่มีคุณภาพและมาตรฐานไม่เพียงพอที่จะแข่งขันกับระดับโรงงานอุตสาหกรรม ส่งผลให้เกษตรกรหันมาซื้อเส้นด้ายจากโรงงานมาผลิตสิ่งทอ ทำให้ต้นทุนสูงขึ้น กำไรจึงลดลง ดังนั้นขั้นตอนการปั่นเส้นใยฝ้ายให้เป็นเส้นด้ายให้มีคุณภาพจึงเป็นส่วนสำคัญในการแปรรูป

การปั่นเส้นใยฝ้ายเพื่อให้ได้เส้นด้ายที่มีคุณภาพ ที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตหัตถกรรมสิ่งทอระดับชุมชนเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ โดยการปั่นเส้นใยฝ้ายในปัจจุบันยังคงใช้เครื่องมือและอุปกรณ์พื้นบ้านที่คิดค้นประดิษฐ์ขึ้นเองใช้สืบทอดกันมาเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งฝ้ายมีคุณสมบัติที่

เรียกว่า ความยาวเส้นใย ที่จะส่งผลต่อเบอร์และคุณภาพของเส้นด้าย ดังนั้นการปั่นเส้นใยฝ้ายที่มีคุณสมบัติต่างกัน ความเร็วรอบในการปั่นจึงปัจจัยสำคัญ ซึ่งอุปกรณ์ของเกษตรกรในปัจจุบันมีความเร็วรอบในการปั่นที่ปรับได้ยาก ต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญ จึงจะสามารถปั่นได้พอเหมาะกับพันธุ์ฝ้ายนั้นๆ จึงเกิดแนวคิดงานวิจัยในการปรับปรุงอุปกรณ์ปั่นฝ้ายที่สามารถใช้ความเร็วรอบปรับได้เหมาะสมกับพันธุ์ฝ้าย เพื่อเพิ่มอัตราผลิตเส้นด้ายจากฝ้ายระดับชุมชน และได้คุณภาพและมาตรฐานเส้นด้ายตามมาตรฐานระดับโลกตามมาตรฐานการทดสอบวัสดุ ASTM

ทบทวนวรรณกรรม

กระบวนการผลิตเส้นใยฝ้ายเพื่อให้เป็นเส้นด้าย

การปั่นเส้นใยฝ้ายคือการเปลี่ยนให้เส้นใยฝ้ายกลายเป็นเส้นด้าย(ภาพที่ 3.1) โดยกระบวนการผลิตและอุปกรณ์ในการผลิตเส้นใยฝ้ายนั้นเป็นภูมิปัญญาที่สืบทอดกันมายาวนาน พัฒนาจนเหมาะสมกับวิถีชีวิตคนไทยในสังคมเกษตรกรรม การผลิตเส้นใยฝ้ายมีกระบวนการตามลำดับ ดังนี้ (พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)

ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการแปรรูปจากเส้นใยฝ้ายให้เป็นเส้นด้าย

1) การเตรียมปุยฝ้าย

การคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้าย ปุยฝ้ายที่สะอาดและแห้งสนิทดีนั้น ยังมีเมล็ดฝ้ายอยู่ข้างในจึงต้องคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้าย โดยใช้เครื่องมือที่เรียกตามภาษาถิ่นว่า อีดฝ้าย อิ้วฝ้าย หรือ หีบฝ้าย เครื่องมือนี้ทำจากไม้เนื้อแข็ง โดยมีโครงสร้างประกอบด้วยส่วนฐานเป็นแผ่นไม้กระดานหนาพอประมาณต่อกันคล้ายรูปอักษร T ในภาษาอังกฤษ ในส่วนหัวของอักษร T จะมีหลักไม้ทรงสี่เหลี่ยม หลักไม้นี้ในบางท้องถิ่นอาจแกะสลัก ตกแต่งสวยงามเป็นยอดแหลมหรืออาจเป็นยอดมนเกลี้ยงเรียบ ๆ หลักไม้สูงประมาณ 14-16 นิ้วเท่ากันทั้งสองด้านเพื่อเป็นหลักของฟันเฟือง ซึ่งเป็นไม้ 2 ท่อน ขนานกัน ส่วนด้านซ้ายทำเป็นเกลียวฟันเฟืองด้วยการบากไม้ให้เป็นร่องสัมพันธ์กัน ใช้ไขมันสัตว์ เช่น ไขมันวัว ไขมันควาย เป็นน้ำมันหล่อลื่น ส่วนช่วงตรงกลางระหว่างหลักนั้นเป็นไม้ทรงกลมเกลี้ยงขนานชิดกัน ไม้ฟันเฟืองนี้ส่วนด้านขวามือจะยาวไม่เท่ากัน ท่อนบนจะสั้นกว่าส่วนท่อนล่างจะยาวกว่า และต่อไม้แป้นที่จับหมุนเพื่อให้ฟันเฟืองหมุนเคลื่อนไป

การดีดฝ้ายหรือแก้บฝ้าย นำปุยฝ้ายที่คัดแยกเมล็ดออกหมดแล้วมาดีด โดยใช้ กงดีดฝ้าย ก๋งยิงฝ้าย หรือ กงแก้บฝ้าย เพื่อให้ปุยฝ้ายกระจายตัวเป็นปุยละเอียด หมั่นคนปุยฝ้ายให้เชือกดีดถูกจนทั่วสม่ำเสมอกันเป็นปุยละเอียดเหมือนกันทั้งหมด การดีดฝ้ายแต่ละครั้งจะไม่ใส่ฝ้ายมากนักจะดีดฝ้ายให้

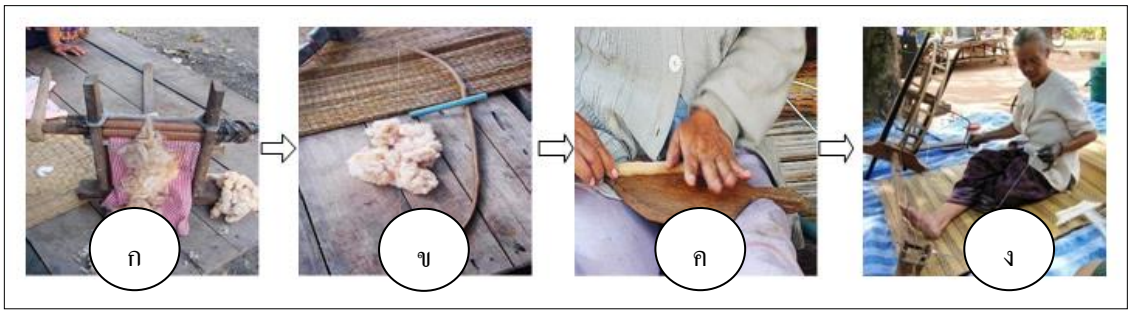
เพียงพอเฉพาะการนำมาม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายเท่านั้น ไม่ควรดีดฝ้ายทิ้งค้างไว้เพราะปุยฝ้ายจะคืนตัวจับกันเป็นก้อนเหมือนเดิม

2) การม้วนปุยฝ้ายให้พร้อมปั่นเส้นใย

การม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้าย เพื่อให้ง่ายต่อการปั่นฝ้าย โดยนำปุยฝ้ายที่ดีดเป็นปุยละเอียดแล้ว วางลงบนแป้นล้อฝ้าย ให้กระจายสม่ำเสมอกัน ประมาณขนาดให้ใหญ่กว่าฝ่ามือเพียงเล็กน้อย แล้ววางไม้ล้อฝ้ายไว้บนส่วนปุยฝ้าย จากนั้นให้เอาฝ่ามือถูปุยฝ้ายให้ม้วนขนานเข้าไปกับไม้ล้อฝ้าย โดยรักษาน้ำหนักมือให้พอเหมาะเพื่อไม่ให้ม้วนฝ้ายแน่นหรือหลวมเกินไป แล้วดึงไม้ล้อฝ้ายออก จะได้ฝ้ายเป็นม้วนหลอดกลมยาวประมาณ 8 - 9 นิ้ว บางท้องถิ่นเรียกหลอดม้วนฝ้ายนี้ว่า ดิ้ว การม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายนี้จะต้องทำจนหมดปุยฝ้ายที่ดีดไว้ การม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายนี้ทำสะสมไว้ได้แล้วทยอยนำไปปั่นเป็นเส้นด้าย แต่ก็ไม่ควรเก็บม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายไว้นานเกินไป โดยปกติหลังจากม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายได้พอประมาณจึงนำไปปั่นเป็นเส้นใยจนหมดม้วนฝ้าย (พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)

3) การปั่นเส้นใยฝ้าย

การปั่นฝ้ายหรือหลาปั่นฝ้าย การปั่นฝ้ายให้เป็นเส้นใยฝ้ายจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า กงปั่นฝ้าย หรือ หลาปั่นฝ้าย การปั่นฝ้ายนี้ภาษาท้องถิ่นทางภาคอีสานเรียกว่า การเข็นฝ้าย การปั่นฝ้ายหรือ หลาปั่นฝ้าย วิธีการปั่นฝ้ายหรือเข็นฝ้าย เอาปลายม้วนฝ้ายจ่อไว้ที่ไน ส่วนมืออีกข้างจับที่หมุนให้วงล้อหมุน ส่วนไนก็จะหมุนตาม ทำให้แรงเหวี่ยงตีเกลียวม้วนฝ้ายที่จ่อไว้ เมื่อดึงมือที่ถือม้วนฝ้ายออกมาก็จะเป็นเส้นด้าย เมื่อผ่อนมือย้อนกลับเส้นด้ายก็จะม้วนอยู่กับเหล็กไน เมื่อใกล้จะหมดม้วนฝ้ายก็เอาม้วนฝ้ายอันใหม่ทำต่อเนื่องกับม้วนฝ้ายอันเดิมให้เป็นเส้นฝ้ายเดียวกัน จนเส้นด้ายเต็มเหล็กไน จึงค่อยๆ คลายเส้นด้ายจากเหล็กไนใส่ไม้เปียฝ้ายหรือไม้เปียฝ้าย (พิพิธภัณฑ์ผ้า
มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)



ภาพที่ 3.2 แสดงกระบวนการผลิตเส้นใยฝ้ายเพื่อให้เป็นเส้นด้าย
ก.แสดงการแยกเมล็ดออกจากฝ้าย อยู่ในขั้นตอนการเตรียมปุยฝ้าย
ข. แสดงภาพอุปกรณ์การตีฟูปุยฝ้าย อยู่ในขั้นตอนการเตรียมปุยฝ้าย
ค. แสดงภาพการม้วนฝ้าย อยู่ในขั้นตอนการม้วนปุยฝ้ายให้พร้อมปั่นเส้นใย
ง.แสดงภาพการการปั่นเส้นใยฝ้าย

จากการศึกษากระบวนการผลิตเส้นใยฝ้ายเพื่อให้เป็นเส้นด้ายในปัจจุบันทำให้พบว่า ปัญหาสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของเส้นด้าย คือขั้นตอน การเตรียมปุยฝ้าย(มีการวิจัยและพัฒนาร่วมกันในแผนโครงการ)และการปั่นฝ้าย โดยการปั่นฝ้ายคือการทำให้เส้นใยฝ้ายบิดเป็นเกลียวที่มีขนาดเหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับรอบการหมุนด้วยมือของผู้ปั่นฝ้าย โดยมีความเร็วรอบของไนปั่นฝ้ายที่เหมาะสมกับพันธุ์ฝ้ายที่แตกต่างกัน ซึ่งจำเป็นต้องใช้ผู้ที่ชำนาญงานปั่นฝ้ายโดยเฉพาะ จึงจะได้เส้นด้ายที่มีคุณภาพที่ค่อนข้างคงที่

การวิจัยและพัฒนาครั้งนี้จึงมุ่งผลสำเร็จไปที่คุณภาพของเส้นด้ายต้องตรงมาตรฐาน และสามารถให้ผู้ที่ไม่ชำนาญสามารถฝึกใช้อุปกรณ์ได้รวดเร็ว โดยจะศึกษามาตรฐานการทดสอบเส้นด้ายต่อไป

ข้อมูลมาตรฐานคุณภาพเส้นใยฝ้าย

เส้นใยที่นำมาปั่นเพื่อแปรรูปให้เป็นเส้นด้าย จะต้องมีความเหมาะสมกัน โดยเส้นใยที่เป็นผลผลิตหลักของประเทศซึ่งนำมาปั่นเพื่อให้เป็นเส้นด้ายคือเส้นใยยาวปานกลาง โดยจะเหมาะกับเส้นด้ายเบอร์ 12-60 (‘s) ดังตารางที่ 3.2 หลังจากที่ปั่นเส้นใยฝ้ายจนได้ออกมาเป็นเส้นด้าย เส้นด้ายจะมีมาตรฐาน คือ 25 tex Z 15 tpi cotton ซึ่งเป็นการทดสอบในมาตรฐานของ ASTM โดยความหมายของ 25 tex คือ เส้นด้ายยาว 1000 เมตร ต้องหนัก 25 กรัม โดยจะมีค่าบวกลบตามมาตรฐาน และ Z 15 tpi หมายถึง เกลียวเส้นด้ายแบบ Z (ภาพที่ 3.3) มีจำนวนเกลียว 15 เกลียวต่อ 1 นิ้ว

ตารางที่ 3.1 มาตรฐานระดับความยาวของเส้นใย

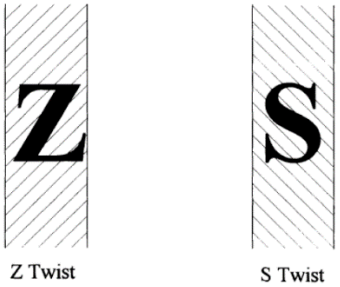
ความยาวของเส้นใย	มาตรฐาน
ต่ำกว่า 1 นิ้ว	เส้นใยสั้น
1.00-1.14 นิ้ว	เส้นใยยาวปานกลาง
1.15-1.29 นิ้ว	เส้นใยยาว
มากกว่า 1.29 นิ้ว	เส้นใยยาวพิเศษ

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2552)

ตารางที่ 3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเส้นใยกับเบอร์เส้นด้าย

ความยาวเส้นใย(นิ้ว)	ขนาดของเบอร์เส้นด้าย
7/8-1	7-10
1-1 1/32	12-20
1 1/32-1 1/16	20-32
1 1/16-1 3/32	32-40
1 3/32-1 1/8	45-50
1 1/8-1 ¼	50-60
1 ¼-1 ½	60-100
1 ½-2	100-120

ที่มา : การทดสอบสิ่งทอ ราชมงคลกรุงเทพ



ภาพที่ 3.3 แสดงลักษณะเกียวแบบ Z และ แบบ S ที่มา : การทดสอบสิ่งทอ ราชมงคลกรุงเทพ

เกณฑ์การพิจารณาเลือกฝ้ายเพื่อนำไปปั่นเป็นเส้นใย (ชเนษฎ์ ม้าลำพอง)

- ความยาวเส้นใย : ฝ้ายปุยสั้นปั่นเป็นด้ายเส้นใหญ่ ฝ้ายปุยยาวปั่นเป็นด้ายเส้นละเอียดขึ้น
- ฝ้ายสองชนิด มีความยาวเท่ากัน แต่มีความเหนียวมากและละเอียดกว่า จะนำไปปั่นเป็นด้ายเส้นเล็กกว่า
- ฝ้ายที่นำมาปั่นด้ายสาหรับทอผ้าใช้ทำเครื่องนุ่งห่มที่มีเนื้อละเอียด มักจะยาว 1 นิ้วขึ้นไป
- ฝ้ายที่สั้นกว่า จะนำไปใช้ในการผลิตผ้าเนื้อหยาบ
- ชนิดที่สั้นมาก ๆ นาไปทำสาลี เป็นต้น

เครื่องมือและอุปกรณ์ขนาดเล็กในการปั่นฝ้ายให้เป็นเส้นใยฝ้ายระดับเกษตรกร

การม้วนฝ้าย โดยใช้อุปกรณ์ ดังนี้

1) แป้นล้อฝ้าย ทำจากไม้เนื้อแข็ง เป็นแผ่นไม้หนาประมาณ 1 นิ้ว รูปทรงส่วนใหญ่เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดประมาณ 8 x 10นิ้ว โดยด้านกว้างด้านหนึ่งจะมีที่จับ

2) ไม้ล้อฝ้าย ทำจากไม้เนื้อแข็ง รูปทรงคล้ายตะเกียบ บางท้องถิ่นจะแกะสลักด้ามเป็นหยักเหลี่ยมสวยงาม

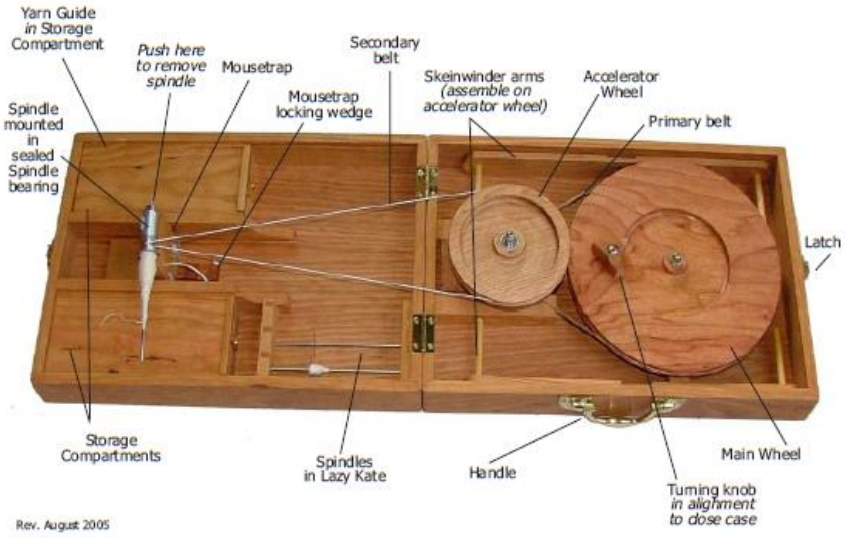
ภาพที่ 3.4 การม้วนฝ้ายหรือการล้อฝ้าย
ที่มา : พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร (2551)

1. เครื่องมือสำหรับการปั่นฝ้ายหรือหลาปั่นฝ้าย การปั่นฝ้ายให้เป็นเส้นใยฝ้ายจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า กงปั่นฝ้ายหรือ หลาปั่นฝ้าย การปั่นฝ้ายนี้ภาษาท้องถิ่นทางภาคอีสานเรียกว่า การเข็นฝ้าย การปั่นฝ้าย หรือ หลาปั่นฝ้าย ส่วนโครงสร้างทำจากไม้เนื้อแข็ง ส่วนวงล้อนั้นประกอบจากซี่ไม้ไผ่ โครงสร้างส่วนฐานประกอบจากท่อนไม้คล้ายตัวอักษร T โดยส่วนหัวมีเสาหลัก 2 ข้างเข้าต่อเป็นเดือยทะลุฐานข้างหนึ่งสั้นกว่าเพื่อให้เอียงเข้าหาด้านผู้ปั่น ส่วนเสาหนักที่ทะฐานขึ้นไปจะยาวเท่ากัน โดยส่วนกึ่งกลางจะเจาะทะลุใส่คานแกนของวงล้อปั่นฝ้าย วงล้อนี้จะทำด้วยซี่ไม้ไผ่มัดประกอบกันด้วยเส้นเชือก มีลักษณะคล้ายวงล้อจักรยาน ที่คานแกนกลางวงล้อนี้จะต่อยาวออกมาเป็นที่จับสำหรับหมุนปั่นฝ้ายส่วนฐานอีกด้านหนึ่งเข้าเดือยไม้อีกชิ้นหนึ่ง ซึ่งมีหลักเตี้ย ๆ ขึ้นไปเป็นคานใส่เหล็ก ด้านหนึ่งยื่นเป็นปลายแหลมเข้าหาด้านผู้ปั่นฝ้าย เหล็กปลายแหลมนี้เรียกว่า ไน ซึ่งหมุนโดยแรงเหวี่ยงของเส้นเชือกที่ผูกโยงรอบวงล้อมาหาแกนของเหล็กไน เมื่อหมุนวงล้อ เหล็กไนก็หมุนไปด้วย (พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)

ภาพที่ 3.5 การปั่นฝ้ายให้เป็นเส้นใย
ที่มา : พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร (2551)

เมเดลลีจักรา (Medleri Charka) คือ กงล้อสำหรับปั่นด้าย โดยใช้ชื่อที่เกิดจากการคิดค้นพัฒนาเครื่องมือนี้ ที่หมู่บ้านเมเดลี แคว้นคานาตะกะ ประเทศอินเดีย และจักรา แปลว่า กงล้อ หลักการทำงานของเมเดลีจักราประกอบด้วย ฐานล่าง เป็นแผ่นกระดานพนักวางเท้าที่มีก้านคันโยกเป็นตัวเชื่อมส่งกำลังไปยังกงล้อ สำหรับวางสายพานเชื่อมต่อกับกระสวยด้านบนทำให้กระสวยปั่นด้ายหมุนและดึงเส้นใยไปเก็บไว้ในหลอดด้าย โดยมือทั้งสองข้างเป็นตัวควบคุมการส่งเส้นใยเข้าหลอดด้าย ทำให้เส้นด้ายที่ปั่นออกมาเส้นเรียบสม่ำเสมอ เล็กใหญ่ได้ตามต้องการ เครื่องปั่นด้ายเมเดลีจักรา (ภาพที่ 3.6) มีประสิทธิภาพการใช้งานที่ค่อนข้างได้เปรียบกว่าเครื่องปั่นด้ายแบบพื้นบ้านของไทย ในด้านการผลิตเส้นใยที่มีคุณภาพ สามารถทำเส้นด้ายเล็กละเอียด เส้นด้ายขนาดกลางและเส้นหยาบ นอกจากนี้ยังสมารถทำเกลียวเส้นด้ายในเครื่องเดียวกัน ปัจจุบันเริ่มมีการนำเครื่องเมเดลีจักรามาใช้ในไทยบ้างแล้ว โดยกลุ่มสตรีจาก อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ อ.เกษตรวิสัย จ.ร้อยเอ็ด และกลุ่มสตรีกะเหรี่ยงทอผ้าย้อมสีธรรมชาติ อ.ด่านช้าง จ.สุพรรณบุรี เนื่องจากสภาพปัญหาขาดแคลนเส้นใย และไม่ต้องการยืดเส้นใยราคาสูงในท้องตลาดเป็นหลักในการผลิต (ศูนย์บริการข้อมูลเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้)

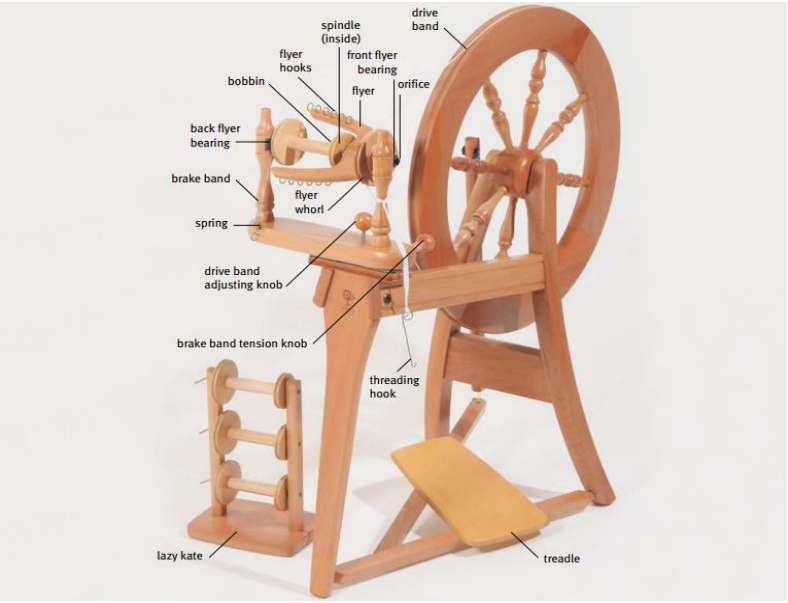
ภาพที่ 3.6 เครื่องปั่นด้ายเมเดลรีจักรา
ที่มา : ศูนย์บริการข้อมูลเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (มปป.)



ภาพที่ 3.7 อุปกรณ์ Journey Wheel Charkha
ที่มา : Jonathan Bosworth (2005)

Jonathan Bosworth (2005) ได้พัฒนาอุปกรณ์ Journey Wheel Charkha ซึ่งเป็นการรวมเอาภูมิปัญญาสมัยคานธี กับเทคโนโลยีกลไกอีกเล็กน้อยเพื่อให้ใช้ง่ายขึ้นและเพิ่มอัตราการผลิต ซึ่งอุปกรณ์จะถูกออกแบบให้ผู้ใช้ใช้มือขวาในการหมุนล้อ และมือซ้ายประคองให้มีการปั่นเส้นใย(spinning) โดยตัวอุปกรณ์มีน้ำหนัก 5-5.25 ปอนด์ มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อเปิดฝากล่องออก ภายในจะประกอบไปด้วยล้อหมุน2 อัน (Main wheel and Accelerator wheel) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางต่างกัน โดยล้อหมุนตัวใหญ่กว่าจะทำหน้าที่คล้ายพูเล่ย์ขับล้อเล็ก ทำให้ความเร็วรอบสูงขึ้น และไปขับตัวปั่นเส้นใย (Spindle) โดยมีอัตราทดระหว่างล้อหมุนเล็กกับตัวปั่นเส้นใย (Spindle) 110:1 (ภาพที่ 3.7)

เครื่องปั่นเส้นใยจากขนสัตว์ (ภาพที่ 3.8) ผลิตโดย Ashford Wheel and Looms นิวซีแลนด์ ตัวเครื่องประกอบไปด้วยแป้นเหยียบ (Treadle) ที่มีก้านคันโยกเป็นตัวเชื่อมส่งกำลัง ไปยังกงล้อ (Wheel) โดยมีสายพานส่งกำลัง(Drive Band) ไปยังลูกปืนของตัวเก็บด้าย (Front Flyer Bearing) เพื่อหมุนชุดปั่นเส้นใย (Flyer) อีกที การปั่นด้ายจะเกิดขึ้นภายใน กระสวย (Spindle) ซึ่งอยู่ภายในเพลาปั่นด้าย ในการใช้งานต้องใช้ด้ายความยาว 1.5 เมตรมาผูกล่อเส้นใยที่ต้องการจะปั่น โดยผู้ใช้เครื่องจะคอยประคองด้าย เพื่อควบคุมให้ได้ขนาดตามต้องการ เส้นใยซึ่งกลายเป็นเส้นด้ายจะผ่านเข้าสู่ Spindle ผ่าน Flyer hook และด้ายก็จะถูกม้วนเก็บอยู่ในหลอดเก็บด้าย (Bobbin) ในขณะที่ปั่นเส้นใยไปเป็นเส้นด้านด้ายนั้น จะมีสายพานคอยชะลอความเร็วของ Flyer เป็นสายพาน (Brake Band)คอยดึงรั้งระหว่างสปริงกับลูกปืนหลัง (Back Flyer Bearing) ใช้สำหรับเมื่อต้องการหยุดชะลอความเร็ว Flyer ลดความเร็วลงอย่างรวดเร็วไม่ส่งผลเสียต่อการควบคุมคุณภาพเส้นด้าย ในเครื่องยังมีตัวปรับอื่นๆเช่น ตัวปรับแรงตึงสายพาน (Drive Band Adjust Knob) และตัวปรับลดชะลอความเร็ว (Drive Band Tension Knob) ซึ่งใช้งานในลักษณะเดียวกันกับ Brake Band ที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว



ภาพที่ 3.8 เครื่องปั่นเส้นใยจากขนสัตว์ Ashford Wheel and Looms
ที่มา : http://www.ashford.co.nz

จากการศึกษาอุปกรณ์การปั่นเส้นใยฝ้ายระดับชุมชน ในปัจจุบันพบว่า เครื่องปั่นฝ้ายแบบของไทยค่อนข้างล้าหลังของต่างประเทศในด้านการใช้งาน หมายถึง ต้องใช้ผู้ที่ชำนาญเท่านั้นจึงจะปั่นเส้นเส้นใยฝ้ายได้ แต่ของต่างประเทศที่อ้างอิงมานั้น มีการทดความเร็วรอบผ่านกงล้อให้มีความเร็วรอบคงที่ คนทั่วไปจึงสามารถเรียนรู้และใช้งานได้เร็ว โดยเมเดลี จักรา และ Ashford มีความคล้ายกันในส่วนของ Bobbin และ Flyer ซึ่งสามารถทำเกลียวเส้นใยฝ้ายได้ง่ายไม่ซับซ้อน สองเครื่องนี้จึงเหมาะที่จะมาพัฒนาต่อยอด ซึ่งเมเดลี จักรา ถูกนำเข้ามาใช้ในไทยบ้างแล้ว

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องจักรกลสำหรับการผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับชุมชน โดยการออกแบบและพัฒนาเครื่องมือ อุปกรณ์ที่จำเป็นเพื่อลดภาระการใช้แรงงานคน ประหยัดเวลาในการทำงาน และลดต้นทุนการผลิตในกระบวนการผลิตเส้นใยฝ้ายของกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกฝ้าย ซึ่งมีวัตถุประสงค์เฉพาะ คือ เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่องปั่นฝ้ายสำหรับทำเส้นใยฝ้ายระดับชุมชน

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ดำเนินการวิจัยและพัฒนาเครื่องมือ อุปกรณ์ในกระบวนการผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับชุมชน โดยเน้นเพื่อการแก้ปัญหาแรงงานในกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเส้นใยฝ้าย และหรือผ้าฝ้าย ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคเหนือ ของประเทศไทย โดยเครื่องมือที่วิจัยและพัฒนาขึ้นนั้นต้องเหมาะสมกับพันธุ์ฝ้ายพื้นบ้าน และพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร

ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย

การวิจัยนี้ครอบคลุมการออกแบบและพัฒนาเครื่องจักรกลขนาดเล็กสำหรับการผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับชุมชน หรือกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตเส้นใยฝ้ายเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ เช่น เครื่องปั่นเส้นใยฝ้าย เป็นต้น โดยการพัฒนาเครื่องมือในขนาดเล็กที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงานของกลุ่มแม่บ้านในชุมชน ต่อยอดงานวิจัยจากภูมิปัญญาท้องถิ่น จากเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีใช้อยู่แล้ว และพัฒนาจากเครื่องจักรใน

กระบวนการผลิตเส้นใยฝ้ายระดับอุตสาหกรรมที่นำเข้าจากต่างประเทศ ให้มีขนาดเล็กและราคาถูกลง ทั้งนี้มีการศึกษาเปรียบเทียบกรรมวิธีการผลิตเส้นใยฝ้ายด้วยวิธีปฏิบัติเดิมของเกษตรกร กับกรรมวิธีการผลิตเส้นใยโดยใช้ชุดเครื่องจักรกลสำหรับการผลิตเส้นใยฝ้ายที่พัฒนาขึ้น ตลอดจนวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนในเชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม โดยมีกรอบแนวความคิดในการออกแบบเครื่องมือ ดังนี้

เครื่องปั่นเส้นใยฝ้าย ส่วนโครงสร้าง ส่วนฐาน และส่วนวงล้อนั้นทำจากเหล็กเคลือบสีกันสนิม มีลักษณะคล้ายวงล้อจักรยานที่คานแกนกลางวงล้อนี้จะต่อยาวออกมาเป็นที่จับสำหรับหมุนปั่นฝ้าย ถ่ายทอดกำลังผ่านพูเล่ย์และสายพาน โดยใช้กำลังหมุนขับด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า 220 โวลต์ ผ่านชุดเกียร์ทดรอบ ด้านหนึ่งยื่นเป็นปลายแหลมเข้าหาด้านผู้ปั่นฝ้าย เหล็กปลายแหลมนี้เรียกว่า ไน ซึ่งหมุนโดยแรงเหวี่ยงของเส้นเชือกที่ผูกโยงรอบวงล้อมาหาแกนของเหล็กไน ทั้งนี้เครื่องปั่นฝ้ายต้องผ่อนแรงหรือลดภาระการใช้แรงงานคน และสามารถควบคุมได้ง่ายเพื่อจัดเรียงเส้นด้ายพร้อมกันหลายๆ กงล้อ ลดเวลาในการจัดเรียง เมื่อได้เส้นใยฝ้ายในปริมาณที่พอเหมาะแล้วก็จะนำไปสู่กระบวนการเปียฝ้ายต่อไป

ระเบียบวิธีการวิจัย

1. ศึกษารูปแบบ การใช้งานของเครื่องมือและอุปกรณ์ในกระบวนการการผลิตเส้นใยฝ้ายที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น กงปั่นฝ้าย หรือ การเข็นฝ้ายแบบมือหมุน

ค่าชี้ผลการศึกษา

-ข้อมูลกระบวนการผลิตเส้นใยจากฝ้ายในปัจจุบัน

-ข้อมูลพันธุ์ฝ้ายที่กรมวิชาการเกษตรรับรอง และพันธุ์ฝ้ายพื้นเมือง

-ข้อมูลปัญหาในกระบวนการผลิต และช่องทางการเพิ่มมูลค่าเส้นใยฝ้าย

2. ศึกษากรรมวิธีการปั่นเส้นใยฝ้ายด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม เพื่อหาแนวทางในการออกแบบเครื่องมือให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน และลดภาระการใช้แรงงานคน

ค่าชี้ผลการศึกษา

-ข้อมูลอุปกรณ์ที่ใช้ปั่นเส้นใยฝ้ายไปเป็นเส้นด้ายในปัจจุบัน

-ข้อมูลมาตรฐานการทดสอบคุณภาพเส้นด้าย

3. ออกแบบและสร้างเครื่องมือต้นแบบสำหรับการปั่นเส้นใยฝ้าย ภายใต้กรอบแนวความคิด เกณฑ์ในการออกแบบ

-อุปกรณ์ที่ออกแบบต้องสามารถทำงานที่อัตราการทำงาน ประสิทธิภาพ ที่สูงกว่าอุปกรณ์ที่เกษตรการนิยมใช้ในปัจจุบัน โดยมีมาตรฐานของเส้นด้ายตรงตามข้อกำหนดของ ASTM จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของอุปกรณ์ที่ใช้ปั่นเส้นใยฝ้ายทั้งในและต่างประเทศพบว่า เครื่องปั่นแบบเมเดลี จักรา และ Ashford เหมาะที่จะนำมาพัฒนาต่อยอด ซึ่งส่วนสำคัญในการปั่นเส้นใยฝ้ายที่เหมือนกันระหว่างสองเครื่องนี้มีจุดที่คล้ายกันคือ ส่วนของการทำเกลียวเส้นด้าย โดยประกอบไปด้วยส่วน ของ Flyer และ Bobbin ทำให้เกิดแนวคิดในการออกแบบอุปกรณ์ปั่นเส้นใยฝ้ายให้มี flyer และ bobbin ในลักษณะเดียวกันกับเครื่องทั้งสอง (ภาพที่ 10) โดยเปลี่ยนต้นกำลังมาเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า (ภาพที่ 11) เพื่อปรับความเร็วรอบให้เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลไปยังคุณภาพที่คงที่ของเส้นด้ายอีกด้วย

4. ทดสอบเบื้องต้น หาความเร็วรอบที่เหมาะสม ปรับปรุงแก้ไขชิ้นส่วนและอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพ โดยใช้ผลผลิตของฝ้ายพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร และพันธุ์พื้นเมืองอื่นๆ จากศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ค่าชี้ผลการทดสอบ

-ความเร็วรอบที่เหมาะสมในการปั่นเส้นใยฝ้ายแต่ละพันธุ์

-มาตรฐานเส้นด้ายที่ได้จากการทดสอบเบื้องต้น

5. ทดสอบประสิทธิภาพ และเก็บข้อมูลสมรรถนะของเครื่องต้นแบบ และเส้นใยฝ้าย ในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ โดยมีค่าชี้ผลการศึกษา ได้แก่ ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) และประสิทธิภาพการการปั่นเส้นใยฝ้าย (%)

ค่าชี้ผลการทดสอบ

-ความสามารถในการทำงาน(กก./ชม.)

-ประสิทธิภาพการปั่นเส้นใย(%)

-ประสิทธิภาพการปั่นเส้นใย(%) = เส้นด้าย(กก.) / เส้นใยที่ป้อนเข้าอุปกรณ์(กก.)

-คุณภาพของเส้นด้าย ตามมาตรฐานASTM (tex/tpi cotton)

ผลการวิจัย

1. ผลศึกษารูปแบบ การใช้งานของเครื่องมือและอุปกรณ์ในกระบวนการการผลิตเส้นใยฝ้ายที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ได้ทำศึกษาข้อมูลการใช้งานของเครื่องมือและอุปกรณ์ในกระบวนการการผลิตเส้นใยฝ้ายที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ในพื้นที่ จ.นครสวรรค์ ทำให้ได้กรรมวิธีการปั่นเส้นใยฝ้ายด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม ซึ่งเครื่องปั่นฝ้ายแบบเมเลรีจักรา(ภาพที่ 3.9) เป็นเครื่องปั่นฝ้ายที่นิยมใช้กันมากในพื้นที่ดังกล่าว มีลักษณะการทำงานเป็นล้อจักรยาน ใช้เท้าเหยียบแป้นให้หมุนส่งกำลังไปขับหัวปั่นฝ้ายให้หมุนที่ความเร็วรอบ 1900-2000 รอบ/นาที (ภาพที่ 3.10) อุปกรณ์สามารถตีเกลียวเส้นใยได้ในตัว แต่เกษตรกรยังขาดสมาธิในการปั่นฝ้ายให้สม่ำเสมอเนื่องจากต้องใช้เท้าคอยเหยียบเพื่อหมุนอุปกรณ์ และมีความเร็วรอบที่สามารทำงานได้เพียงระดับเดียว

ภาพที่ 3.9 เครื่องปั่นแบบเมเดลรีจักรา

ภาพที่ 3.10 วัดความเร็วรอบในขณะทำงานของหัวปั่นฝ้ายแบบเมเดลรีจักรา

2. ผลการศึกษากรรมวิธีการปั่นเส้นใยฝ้ายด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม เพื่อหาแนวทางในการออกแบบเครื่องมือให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน และลดภาระการใช้แรงงานคน

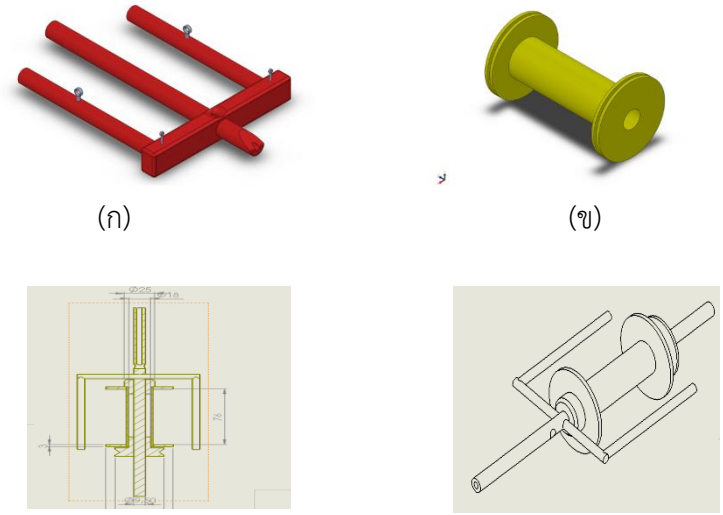
จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของอุปกรณ์ที่ใช้ปั่นเส้นใยฝ้ายทั้งในและต่างประเทศพบว่า เครื่องปั่นแบบเมเดลี จักรา(ภาพที่ 3.11 ก) และ Ashford (ภาพที่ 3.11 ข.)เหมาะที่จะนำมาพัฒนาต่อยอด ซึ่งส่วนสำคัญในการปั่นเส้นใยฝ้ายที่เหมือนกันระหว่างสองเครื่องนี้มีจุดที่คล้ายกันคือ ส่วนของการทำเกลียวเส้นด้าย โดยประกอบไปด้วยส่วน ของ Flyer และ Bobbin

(ก) (ข)

ภาพที่ 3.11 ก.แสดงอุปกรณ์การปั่นเส้นใยฝ้ายในส่วนของการทำเกลียวแบบเมเดลีจักรา
ข.แสดงอุปกรณ์การปั่นเส้นใยฝ้ายในส่วนของการทำเกลียวของ Ashford(13.2)

3. ผลออกแบบและสร้างเครื่องมือต้นแบบสำหรับการปั่นเส้นใยฝ้าย

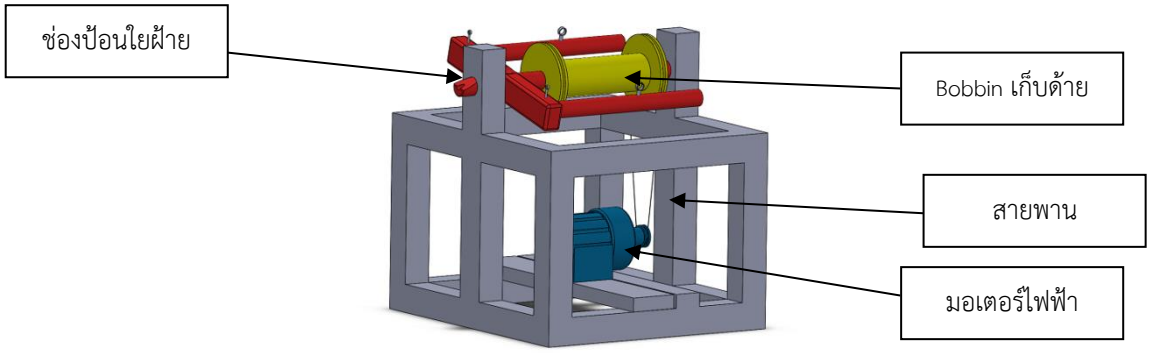
จากการศึกษากรรมวิธีการปั่นเส้นใยฝ้ายด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมทำให้เกิดแนวคิดในการออกแบบอุปกรณ์ปั่นเส้นใยฝ้ายให้มี flyer และ bobbin ในลักษณะเดียวกันกับเครื่องทั้งสอง(ภาพที่ 3.12) โดยเปลี่ยนต้นกำลังมาเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อปรับความเร็วรอบให้เหมาะสม(ภาพที่ 3.13) ซึ่งจะส่งผลไปยังคุณภาพที่คงที่ของเส้นด้ายอีกด้วย



(ก) (ข)

(ค) (ง)

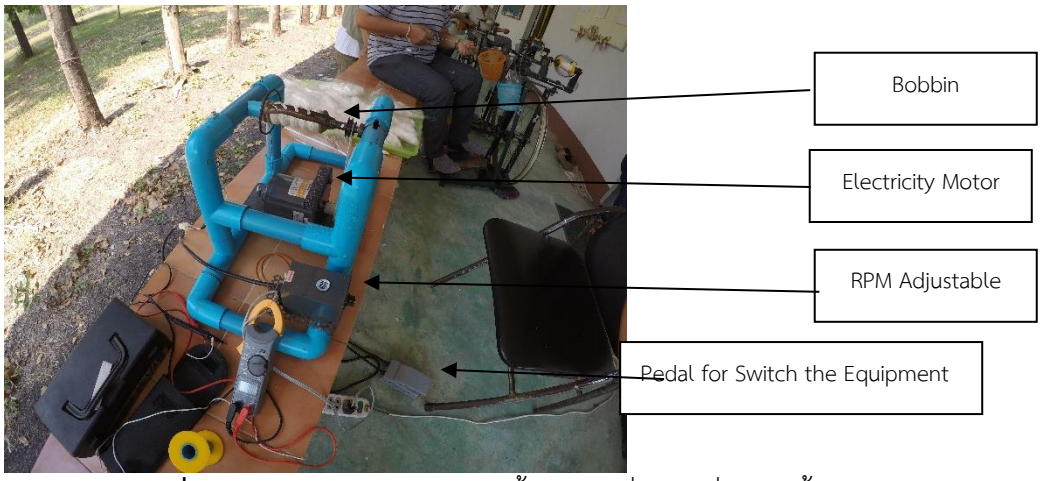
ภาพที่ 3.12 ก.แบบร่างจำลองลักษณะของ flyer
ข.แบบร่างจำลองลักษณะของ Bobbins
ค.แบบร่างขนาดจริงของ flyer
ง.แบบร่างขนาดจริงเมื่อนำ flyer สวม Bobbins



ภาพที่ 3.13 แสดงอุปกรณ์ที่ออกแบบเมื่อประกอบติดตั้งกับมอเตอร์ไฟฟ้า
(ตัวเครื่องประมาณ 30x30x30 cm^3)

4. ผลการทดสอบเบื้องต้น หาความเร็วรอบที่เหมาะสม ปรับปรุงแก้ไขชิ้นส่วนและอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพ

จากการทดสอบเบื้องต้นหัวปั่นฝ้ายที่พัฒนาขึ้นมา โดยมอเตอร์นำมาติดกับ speed motor controller เพื่อปรับความเร็วรอบสูงสุดโดยไม่มีอาการสั่น และวัดไฟฟ้าเพื่อนำมาคำนวณการใช้ไฟเบื้องต้น ผลการทดสอบปรากฏว่าเครื่องสามารถทำงานสูงสุดได้ที่ 2300 รอบ/นาที โดยไม่มีอาการสั่น ซึ่งครอบคลุมช่วงความเร็วเดียวกับที่เกษตรกรนิยมใช้ในเครื่องปั่นแบบเมเดลีจักรา และใช้ไฟฟ้าที่ 0.13 แอมแปร์ ซึ่งหมายความว่า อุปกรณ์ปั่นฝ้ายสามารถใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากำลังประมาณ 40 Watt ดังภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 แสดงอุปกรณ์ทดสอบเบื้องต้นหัวปั่นฝ้ายที่พัฒนาขึ้นมา

5. ผลการทดสอบประสิทธิภาพ และเก็บข้อมูลสมรรถนะของเครื่องต้นแบบ

ได้ทำการทดสอบเพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสม กับเกษตรกรที่มีความชำนาญและผู้ที่เริ่มต้นปั่นฝ้าย ภาพที่ 3.15 และนำเส้นด้ายไปหาขนาดเบอร์เส้นด้าย และเกลียวที่โรงงานทดสอบที่ได้มาตรฐาน ASTM D1907 (การทดสอบ Yarn size โดยวิธี indirect โดยนำฝ้าย 840 หลามาชั่งน้ำหนักและหาความแข็งแรงไจ) ภาพที่ 16 ผลการทดสอบพบว่าความเร็วรอบของหัวปั่นที่เหมาะสมในการใช้งานสำหรับเกษตรผู้มีความชำนาญคือ 2200 รอบ/นาที สามารถทำเส้นด้ายเบอร์ 5NE ซึ่งเป็นเบอร์ใหญ่ เกลียวต่อนิ้ว 10.70 ความแข็งแรงไจ 202.3 ปอนด์ ที่อัตราการทำงาน 34.80 กรัม/ชั่วโมง คงความเป็นเอกลักษณ์ของงานฝีมือ และ เบอร์ 7NE ซึ่งเป็นเส้นด้ายขนาดเล็กลงมาจากเบอร์ 5NE มี เกลียวต่อนิ้ว 12.65 ความแข็งแรงไจ 111.1 ปอนด์ ที่อัตราการทำงาน 10.02 กรัม/ชั่วโมง สามารถนำมทำเป็นเป็นเส้นยืน นอกจากนี้ยังมีการทดสอบกับผู้เริ่มต้นที่ไม่ชำนาญในการปั่นฝ้ายมาก่อน โดยมีรอบที่เหมาะสมอยู่ที่ 1600 รอบ/นาที เกษตรกรสามารถปั่นได้ แต่สามารถทำได้เฉพาะเบอร์ 5NE ซึ่งทำได้ง่ายกว่าเบอร์เล็ก เกลียวต่อนิ้ว 10.61 ความแข็งแรงไจ 95.3 ปอนด์ ที่อัตราการทำงาน 10.27 กรัม/ชั่วโมง

ภาพที่ 3.15 แสดงการทดสอบอุปกรณ์เพื่อหาความเร็วรอบในการทำงานกับเกษตรกร

ภาพที่ 3.16 แสดงการทดสอบเส้นด้ายที่ได้จากการปั่นโดยอุปกรณ์ทดสอบตามาตรฐาน ASTM

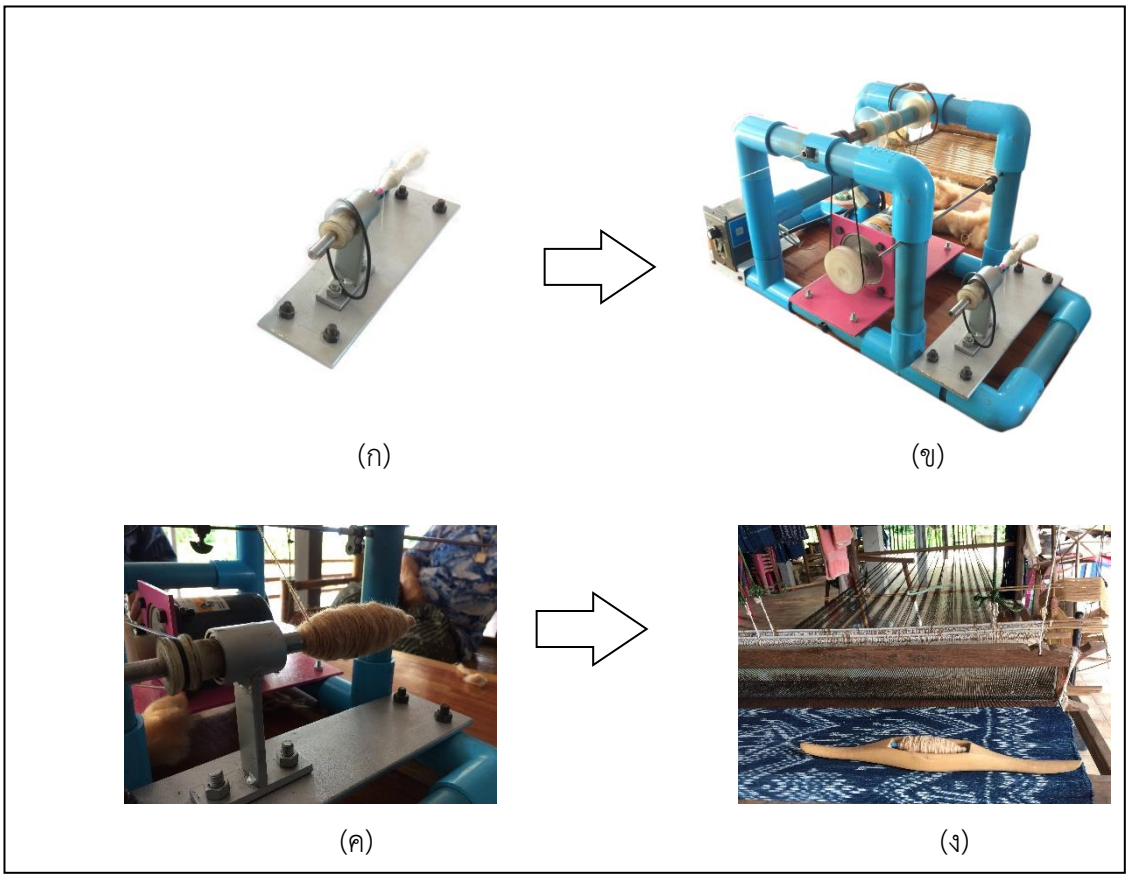
ตารางที่ 3.3. ผลการทดสอบเปรียบเทียบอุปกรณ์แบบที่พัฒนาขึ้นมากับเมเดลี จักรา

ชนิดของอุปกรณ์	รอบการปั่น (rpm)	อัตราการทำงาน g/Hr	ประสิทธิภาพ (%)	เบอร์เส้นด้าย
เมเดลลี จักรา (ปรับความเร็วรอบไม่ได้)	2000	24.88	84.36	-
อุปกรณ์ปั่นฝ้ายที่พัฒนาขึ้น	1600	12.5	97.6	-
	1800	17	96.2	-
	2000	31.6	96.41	5NE
	2200	34.8	96.5	5NE

ตารางแสดงผลการทดสอบอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับแบบเมเดลลีจักรา พบว่าเมเดลีจักราสามารถทำงานได้ที่ความเร็วรอบคงที่ 2000 รอบ/นาที และต้องใช้ผู้ชำนาญงานมากๆจึงจะสามารถปั่นรอบสูงได้ และเบอร์เส้นด้ายก็ยังไม่แข็งแรงเพียงพอที่จะนำไปทำเป็นเส้นยืนได้ จึงสามารถปั่นได้แค่เส้นพุ่งเท่านั้น ในส่วนอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ตั้งแต่ความเร็วรอบ 1600-2200 รอบ/นาที เป็นช่วงการปรับที่กว้างกว่าแบบเมเดลีจักรา ซึ่งการทำงานในรอบต่ำนั้นเหมาะสมกับผู้ที่กำลังเริ่มต้นหัดปั่นฝ้าย ถึงแม้จะไม่สามารถปั่นจนได้เบอร์เส้นด้ายที่ได้มาตรฐาน เท่ากับการปั่นในรอบสูง (2000 และ 2200 รอบ/นาที) ก็ยังสามารถปั่นเส้นพุ่งในขั้นเริ่มต้นได้ และถ้าหากผู้ใช้ฝึกฝนจนกระทั่งชำนาญแล้ว ก็จะสามารถปั่นเส้นยืนได้ในรอบที่สูงขึ้น ทั้งนี้เกิดจากการที่เครื่องปั่นที่พัฒนาขึ้นนั้น ถูกออกแบบมาให้ผู้ใช้มีท่านั่งที่สบาย ไม่ต้องใช้มือเดียวปั่นเหมือนหลาพื้นบ้านหรือต้องคอยเหยียบแป้นตลอดเวลาเหมือนเมเดลีจักรา อุปกรณ์มุงให้ผู้ใช้ไม่ต้องไปทำกิจกรรมอื่นเพิ่มนอกจากการใช้สองมือคอยประคองให้เส้นด้ายค่อยๆตีเกลียวและหมุนเข้าไปเก็บในกระสวย ส่งผลให้เส้นด้ายมีความประณีตแข็งแรง

6. ติดตั้งอุปกรณ์สมองกลฝังตัวอัตโนมัติสำหรับกรอเส้นด้าย แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เพิ่มอุปกรณ์สำหรับการกรอเส้นด้ายแบบ Manual หลังจากที่พัฒนาจนอุปกรณ์สามารถปั่นเป็นเส้นด้ายได้ จึงเริ่มออกแบบอุปกรณ์การกรอเส้นด้ายเข้าหลอดเพิ่มมาเพื่อให้สิ้นสุดกระบวนการปั่นฝ้าย และสามารถนำหลอดด้ายไปสวมเข้ากับกระสวยสำหรับทอได้ทันที โดยอุปกรณ์เป็นแกนเหล็กสำหรับเสียบหลอดกรอด้ายและด้านหน้าเป็นพูลเลย์สำหรับขับแกนโดยส่งกำลังมาจากมอเตอร์ไฟฟ้าตัวเดียวกับเครื่องปั่น



ภาพที่ 3.17 แสดงการเพิ่มอุปกรณ์การกรอฝ้ายแบบ Manualและการนำไปใช้

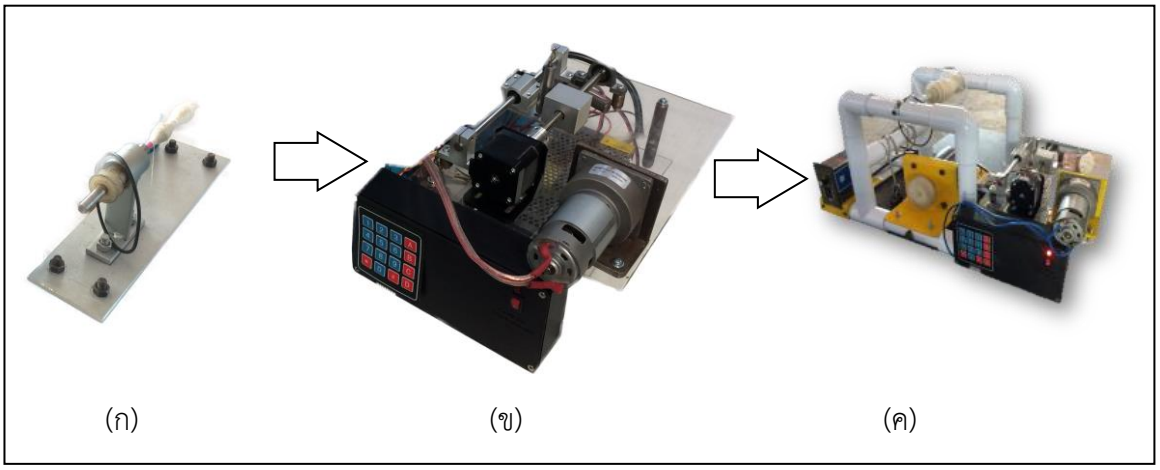
(ก) อุปกรณ์กรอฝ้ายที่พัฒนาขึ้นมา

(ข) นำอุปกรณ์ไปติดตั้งกับเครื่องปั่นฝ้าย

(ค) ลักษณะของการกรอฝ้ายเข้าหลอด

(ง) นำหลอดกรอด้ายไปใส่ในกระสวยสำหรับทอ

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาอุปกรณ์กรอเส้นด้ายควบคุมการกรอด้วยโปรแกรมอัตโนมัติ ด้วยลักษณะของเส้นด้ายในหลอดกรอ ต้องมีลักษณะเป็นทรงรีคล้ายลูกรักบี้ ซึ่งต้องใช้ผู้ที่ชำนาญในการขยับเส้นด้ายซ้ายขวา ดังนั้นจึงพัฒนาอุปกรณ์ที่สามารถขยับเส้นด้ายได้อัตโนมัติด้วยตัวเอง ควบคุมด้วยภาษา C ป้อนค่าให้กับ Arduino Board และส่งค่าไปยัง Stepper motor เพื่อให้การเคลื่อนที่แคบลงเรื่อยๆโดยคำนวณจากขนาดของเส้นด้าย และสัมพันธ์กับความเร็วรอบการกรอ เพื่อให้มีความสะดวกในการใช้งานและหลอดกรอดด้ายมีขนาดที่มาตรฐานมากยิ่งขึ้น



(ก) (ข) (ค)

ภาพที่ 3.18 แสดงการพัฒนาอุปกรณ์การกรอฝ้ายเข้าหลอดแบบควบคุมด้วยโปรแกรมอัตโนมัติ
(ก) อุปกรณ์กรอฝ้ายแบบ Manual ที่พัฒนาขึ้นมา
(ข) อุปกรณ์กรอฝ้ายแบบอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นมา

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการทดสอบเครื่องปั่นฝ้ายที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ เมื่อเทียบกับเมเดลรีจักรา พบว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่สามารถทำงานได้รอบการทำงานหลายระดับมากกว่า ผู้ที่เริ่มต้นสามารถปรับความเร็วรอบให้ต่ำและปั่นได้เส้นด้ายที่มีคุณภาพสูงกว่าแบบดั้งเดิม จากผลการทดลองในตารางที่ 1 จะเห็นว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ สามารถปั่นฝ้ายเบอร์ 5NE ได้ตรงตามมาตรฐานของ ASTM D1907 ที่อัตราการทำงาน 34.8 กรัม/ชั่วโมง ถึงแม้การปั่นในเบอร์อื่นๆจะไม่ตรงมาตรฐาน แต่ก็ถือว่ามีค่าแรงดึงที่สูงกว่าการปั่นแบบเมเดลรีจักรา ซึ่งการปั่นโดยเมเดลรีจักรา ได้เส้นด้าย มีแรงดึงที่ต่ำกว่ามาตรฐานมากถึงแม้จะมีน้ำหนักตรงตามที่ต้องการก็ตาม ทั้งนี้เป็นเพราะอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาเกษตรกรสามารถใช้งานได้ง่าย ไม่ต้องเหยียบตลอดเวลา สามารถเหยียบสวิทช์เท้าและปล่อยเมื่อต้องการ อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่สามารถทำงานได้สูงกว่าแบบเดิมถึง 1.39 เท่า ที่ประสิทธิภาพเชิงวัสดุ 96% และสามารถทำเส้นด้ายตามมารตรฐาน ASTM D1907 ในระบบ indirect ได้ในเบอร์ 5NE

การนำไปใช้ประโยชน์

-วิสาหกิจชุมชนกลุ่มทอผ้าฝ้ายบ้านภู อ.หนองสูง จ.มุกดาหาร

ภาพที่ 3.19 เกษตรกรวิสาหกิจชุมชนกลุ่มทอผ้าฝ้ายบ้านภู อ.หนองสูง จ.มุกดาหาร ทดลองใช้เครื่องปั่นฝ้าย

-ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

ภาพที่ 3.20 กลุ่มพนักงานศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ทดลองใช้เครื่องปั่นฝ้าย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2552. ฝ้าย. สืบค้นเมื่อ 5 พฤษภาคม 2557, จาก http://it.doa.go.th/vichakan/news.php.

ปริญญา สีบุญเรือง. 2551. ศาสตร์แห่งฝ้ายค่ายเอเชีย. กสิกร. ปีที่ 81 ฉ.6 พฤศจิกายน-ธันวาคม 2551. หน้า 23-30.

พิพิธภัณฑ์ผ้า 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.

ศูนย์บริการข้อมูลเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ . มปป. เครื่องปั่นด้ายเมเดลรีจักรา Medleri Charka. สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Ashford Wheel and Looms. Learn to spin on an Ashford wheel. Ashburton, New Zealand . Online ; http://www.ashford.co.nz

Collier, Ann M (1970), A Handbook of Textiles, Pergamon Press, p.258, ISBN 0-08-018057-4

Jonathan Bosworth . 2005. Instructions for using your attaché case journey wheel charkha. August 2005. Online ; http://www.JOURNEYWHEEL.COM

Satit Teraprasert. 2014. การทดสอบวัตถุดิบ อ้างใน Textile testing and analysis. เอกสารประกอบการสอน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพฯ.

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

เครื่องหีบฝ้ายสำหรับการคัดแยกเมล็ดออกจากปุยฝ้ายขนาดเล็ก ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1 แรงม้า 220 โวลต์ ถ่ายทอดกำลังด้วยพูเลย์และสายพาน 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

เครื่องสางฝ้ายแบบมือหมุนต้นแบบที่พัฒนาขึ้นประกอบไปด้วยลูกกลิ้ง 2 ชุด คือชุดด้านบนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร และชุดด้านล่าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ขณะใช้งานลูกกลิ้งจะหมุนด้วยการใช้แรงงานคน และกำลังจะถูกถ่ายทอดมาที่ลูกกลิ้งตัวล่างด้วยสายพาน ลูกกลิ้งทั้งสองมีความเร็วรอบต่างกันคือตัวล่างจะช้ากว่าตัวบน 4 เท่า ทีผิวของลูกกลิ้งทั้งสองชุดติดซี่เหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 มิลลิเมตร ยาว 25 มิลลิเมตร จำนวน 20 ซี่ต่อตารางนิ้ว ฝ้ายจะถูกป้อนเข้าทางด้านล่างของลูกกลิ้ง สามารถตีฟูปุยฝ้ายได้ดีเหมือนที่เกษตรกรดีดด้วยคันธนู โดยมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 0.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ในขณะที่แบบเดิมของเกษตรกรทำงานได้ 0.22 กิโลกรับต่อชั่วโมง หรือมีความสามารถในการทำงานมากกว่า แบบเดิม 3.27 เท่า โดยมีราคาเครื่องประมาณ 15,000 บาท มีจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องอยู่ที่ 34 กิโลกรัมต่อปี

เครื่องปั่นฝ้ายที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ เมื่อเทียบกับเมเดลรีจักรา พบว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่สามารถทำงานได้รอบการทำงานหลายระดับมากกว่า ผู้ที่เริ่มต้นสามารถปรับความเร็วรอบให้ต่ำและปั่นได้เส้นด้ายที่มีคุณภาพสูงกว่าแบบดั้งเดิม จากผลการทดลองในตารางที่ 1 จะเห็นว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ สามารถปั่นฝ้ายเบอร์ 5NE ได้ตรงตามมาตรฐานของ ASTM D1907 ที่อัตราการทำงาน 34.8 กรัม/ชั่วโมง ถึงแม้การปั่นในเบอร์อื่นๆจะไม่ตรงมาตรฐาน แต่ก็ถือว่ามีค่าแรงดึงที่สูงกว่าการปั่นแบบเมเดลรีจักรา ซึ่งการปั่นโดยเมเดลรีจักรา ได้เส้นด้าย มีแรงดึงที่ต่ำกว่ามาตรฐานมากถึงแม้จะมีน้ำหนักตรงตามที่ต้องการก็ตาม ทั้งนี้เป็นเพราะอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาเกษตรกรสามารถใช้งานได้ง่าย ไม่ต้องเหยียบตลอดเวลา สามารถเหยียบสวิทช์เท้าและปล่อยเมื่อต้องการ อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ สามารถทำงานได้สูงกว่าแบบเดิมถึง 1.39 เท่า ที่ประสิทธิภาพเชิงวัสดุ 96% และสามารถทำเส้นด้ายตามมารตรฐาน ASTM D1907 ในระบบ indirect ได้ในเบอร์ 5NE

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

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2552. ฝ้าย. สืบค้นเมื่อ 5 พฤษภาคม 2557, จาก http://it.doa.go.th/vichakan/news.php.

ประสงค์ ประไพตระกูล, ปริญญา ปาณะพล, จุณณเกศ พานิช และสุนิสา อธิวงศ์ธนวัฒน์. มปป. การเก็บเกี่ยวฝ้ายและมาตรฐานฝ้ายดอกของไทย. เอกสารอิเลกทรอนิกส์โดย:สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปริญญา สีบุญเรือง. 2551. ศาสตร์แห่งฝ้ายค่ายเอเชีย. กสิกร. ปีที่ 81 ฉ.6 พฤศจิกายน-ธันวาคม 2551. หน้า 23-30.

พิพิธภัณฑ์ผ้า 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.

ศูนย์บริการข้อมูลเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ . มปป. เครื่องปั่นด้ายเมเดลรีจักรา Medleri Charka. สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Satit Teraprasert. 2014. การทดสอบวัตถุดิบ อ้างใน Textile testing and analysis. เอกสารประกอบการสอน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพฯ.

Ashford Wheel and Looms. Learn to spin on an Ashford wheel. Ashburton, New Zealand. Online; http://www.ashford.co.nz

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,

Jonathan Bosworth. 2005. Instructions for using your attaché case journey wheel charkha. August 2005. Online; http://www.JOURNEYWHEEL.COM

M.E.M. Lee and H. Ockendon. 2006. The transfer of fibres in the carding. Journal of Engineering Mathematics machine. Online. http://industrialhistoryhk.org/textile-industrial-terms-used-hong-kong-cotton-spinning-1898-1914.

Nasmith, Joseph. 1895. Recent Cotton Mill Construction and Engineering. London: John Heywood. p. 284. ISBN 1-4021-4558-6. Retrieved March 2009.