เครื่องปั่นฝ้ายและกรอเส้นด้ายด้วยสมองกลฝังตัวอัตโนมัติ

Cotton Spinner and Automatic Microcontroller Yarn Spinning Machine

เอกภาพ ป้านภูมิ วุฒิพล จันทร์สระคู ปริญญา ศรีบุญเรือง วัชรพงษ์ ตามไธสงค์ เวียง อากรชี

ABSTRACT

The objectives of this research are design and develop the cotton spinner for a good quality of cotton yarns with the different development by the original Spinner and the Medehli Charkra spinner (Indian technology). This research designs the instrument with the electric control system that is capable of spinning the switch to control the turn speed as needed. Moreover, there is a foot switch used to cut off the power when it seems spinning too fast that may make cotton yarns tear in. That is the instrument with higher flexibilities in working than the former one considered more convenient because it can spin several cotton yarns at a time without any tiredness and reduce steps when comparing to the former instrument. The new instrument has a higher working rate (gram/hour) and produce stronger cotton yarns. The instrument significantly comprises of 1) the head of spinner designed to absorb to collect cotton in the shuttle and twist at the same time; this head of spinner will be spun by the 40-watt electric motor; the tested maximum speed is 3,000 rounds per minute; it can adjust to absorb the number of more or less cotton yarns to control how big cotton yarns are as agriculturists need, 2) the foot switch used to lessen the speed when agriculturists feel it spins too fast because if the head of spinner spins too fast, it will make cotton yarns tear in while working; when it is formed, it will not be as beautiful as it seems, 3) the instrument structure made from a PVC tube; the instrument size is 30*50*20 cubic centimeter; it is lightweight but durable; it is easy to move and 4) the kit of automatic mechanical cotton yarn spinning considered the key step before weaving; yarns must be arranged accurately and cannot be torn while spinning. Therefore, the kit of cotton yarn arrangement is developed by commanding that a stepper motor moves along the command and arranges cotton yarns in a rugby shape towards the weaving step with efficiency. Next, test to compare the performance of the abovementioned developed instrument to how to spin cotton yarns as cotton fabric manufacturers currently use. The result of using the instrument that is newly designed and developed revealed that users could work in a convenient position longer than the Medehli Charkra spinner that it was necessary to step on it (by foot) all

the time, plus it could spin only 2,000 rounds per minute. The result of testing the new instrument revealed that when the speed was at 2,220 rounds per minute, it was found that the average working rate per head was 34.8 gram/hour higher than the former spinning method 1.39 times, and the performance was at 96.41 percent. The result of testing a quality of cotton yarns revealed that the instrument could spin 5NE yarns considered the moderate size with flexibility and durability. Moreover, the instrument could also automatically spin cotton yarns at one time –no need to move the shuttle from the spinner like the past. It is considered reducing steps. After spinning into a bobbin, bring the bobbin in the weaving instrument immediately or bind the bobbin to make fabric pattern in the next step. Spinning and spinning yarn with automatic mechanism. The researcher has shown that the design of the spinner is easy to use.

Farmers can spin large yarns. The farmers can't do it. Reduce the cost of importing cotton fibers. Reduce factory purchases. Also designed. Automatic thread spinning machine in rugged shape By programming and save it to the motor control board. Calculating the yarn size corresponds to the spin speed. There is no one to fabricate the spinning and spinning machines in the same machine for farmers. Reduce time loss. Add value and beauty to produce yarn from farmers. Continue to develop OTOP products.

Keywords : Cotton Spinner, Microcontroller Board, Yarn Spinner

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาอุปกรณ์ปั่นเส้นใยฝ้ายให้เป็นเส้นด้ายที่มีคุณภาพ โดยพัฒนาอุปกรณ์ให้แตกต่างจาการปั่นโดยใช้เครื่องปั่นแบบดั้งเดิม (หลา) และเครื่องปั่นแบบ Medehli Charkra (เทคโนโลยีจากอินเดีย) งานวิจัยนี้ได้ออกแบบอุปกรณ์ให้ใช้ระบบไฟฟ้าควบคุมการทำงานทั้งหมด สามารถหมุนสวิทช์ควบคุมความเร็วรอบได้ตามต้องการ นอกจากนั้นยังมีสวิทช์เท้าคอยตัดไฟเมื่อรู้สึกว่าหัวปั่นหมุนเร็วเกินไปซึ่งอาจส่งผลให้เส้นด้ายขาด นั่นคืออุปกรณ์มีความยืดหยุ่นการทำงานสูงกว่าแบบเดิมส่งผลให้ผู้ใช้มีความสะดวกสบาย สามารถปั่นฝ้ายได้ครั้งละมากๆ โดยไม่เหนื่อย ลดขั้นตอนเมื่อเทียบกับอุปกรณ์แบบเดิม ทำให้มีอัตราการทำงาน (กรัม/ชั่วโมง) สูงขึ้น และสามารถปั่นเส้นด้ายให้ได้ความแข็งแรงมากขึ้น โดยตัวเครื่องมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ 1. หัวปั่นฝ้ายออกแบบให้มีกลไกดูดฝ้ายเข้าไปเก็บไว้ในในกระสวย พร้อมกับตีเกลียวไปในตัว หัวปั่นฝ้ายนี้จะหมุนด้วยการส่งกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 40 วัตต์ โดยหัวปั่นฝ้ายสามารถทำความเร็วรอบได้สูงสุดเมื่อทดรอบแล้วคือ 3000 รอบ/นาที มีชุดปรับเพิ่มลดการดูดเส้นด้าย เพื่อควบคุมความโตของเส้นด้ายตามที่เกษตรกรต้องการ

2. สวิทช์เท้าสำหรับลดความเร็วเมื่อเกษตรกรรู้สึกว่าหัวปั่นนั้นหมุนเร็วเกินไป เพราะหากหัวปั่นฝ้ายหมุนเร็วเกินไปจะส่งผลให้เส้นด้ายขาดระหว่างทำงาน เมื่อนำมาต่อจะเกิดปุ่มปมบนเส้นด้ายไม่สวยงาม 3. โครงเครื่อง ทำจากท่อ PVC ขนาดของตัวอุปกรณ์มีความกะทัดรัด 30 x 50 x 20 ลบ.ซม. มีน้ำหนักเบาแต่มีความแข็งแรง สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก 4. ชุดอุปกรณ์กรอฝ้ายแบบสมองกลฝังตัวอัตโนมัติ ซึ่งการกรอฝ้ายเป็นขั้นตอนที่สำคัญก่อนจะนำไปทอต้องมีการจัดเรียงเส้นด้ายให้แม่นยำ และไม่ขาดระหว่างการกรอ จึงมีการพัฒนาชุดจัดเรียงเส้นด้าย โดยเขียนโปรแกรมสั่งงานให้ Stepping motor เคลื่อนที่ตามคำสั่งและจัดเรียงเส้นด้ายให้มีลักษณะเป็นลูกรักบี้ เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการทออย่างมีประสิทธิภาพ จากนั้นทดสอบเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมากับวิธีการปั่นเส้นใยฝ้ายตามแบบที่ผู้ผลิตผ้าฝ้ายนิยมใช้ในปัจจุบัน ผลการทดลองใช้อุปกรณ์ที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นมาใหม่ พบว่าผู้ใช้สามารถนั่งในท่าที่สบายและนั่งปั่นได้นานกว่าแบบเมเดลีจักราซึ่งต้องใช้เท้าเหยียบตลอดเวลาและยังปั่นได้เพียงความเร็วรอบเดียว (2000 รอบ/นาที) ไม่สามารถปรับเพิ่มลดตามความถนัดของผู้ใช้ได้ ผลการทดสอบอุปกรณ์ใหม่พบว่าเมื่อใช้ความเร็วรอบของหัวปั่นฝ้าย 2200 รอบ/นาที พบว่ามีอัตราการทำงานเฉลี่ยต่อคนคือ 34.8 กรัม/ชั่วโมง สูงกว่าวิธีการปั่นเส้นใยฝ้ายตามแบบเดิม 1.39 เท่า ประสิทธิภาพในการทำงาน 96.41% ผลการทดสอบคุณภาพเส้นด้ายพบว่าอุปกรณ์สามารถปั่นเส้นด้ายเบอร์ 5NE ซึ่งเป็นเบอร์เส้นด้ายปานกลาง เครื่องปั่นฝ้ายและกรอเส้นด้ายด้วยสมองกลฝังตัวอัตโนมัติ ผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นถึงการออกแบบเครื่องปั่นฝ้ายให้เป็นด้ายที่สามารถใช้งานได้ง่าย

เกษตรกรสามารถปั่นเส้นด้ายเบอร์ใหญ่ (5NE ตามมาตรฐาน ASTMD1907) ซึ่งแต่เดิมเกษตรกรไม่สามารถทำได้มาก่อน เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการนำเข้าเส้นใยฝ้าย หรือต้องซื้อจากโรงงานลง และยังได้ออกแบบ อุปกรณ์กรอเส้นด้ายอัตโนมัติจัดเรียงเข้าหลอดกรอเป็นรูปทรงรักบี้ โดยการเขียนโปรแกรมและบันทึกลงในบอร์ดควบคุมมอเตอร์ โดยการคำนวณขนาดเส้นด้ายให้สัมพันธ์กับความเร็วรอบของการกรอ ซึ่งยังไม่มีผู้ใดประดิษฐ์อุปกรณ์เพื่อปั่นฝ้ายและกรอเส้นด้ายในเครื่องเดียวกันให้กับเกษตรกรมาก่อน ทำให้สามารถนำหลอดกรอด้ายเข้าเครื่องทอผ้าต่อได้ทันที เป็นการลดการสูญเสียเวลา เพิ่มคุณค่าและความสวยงามให้กับเส้นด้ายที่ผลิตจากเกษตรกรพัฒนาผลิตภัณฑ์ OTOP ต่อไป

คำสำคัญ : เครื่องปั่นฝ้าย แผ่นวงจรควบคุมอัตโนมัติ กรอเส้นด้าย

คำนำ

ฝ้ายเป็นวัตถุดิบหลักของอุตสาหกรรมสิ่งทอในไทยมายาวนาน ถึงแม้เทคโนโลยีการผลิตเส้นใยสังเคราะห์จะเจริญก้าวหน้าเพียงใด แต่ฝ้ายก็ยังครองความยิ่งใหญ่ในการเป็นส่วนผสมของสิ่งทอ และเป็นที่ทราบโดยทั่วไปว่าผลิตภัณฑ์เครื่องนุ่งห่มจากเส้นใยฝ้ายเหมาะที่จะนำมาสวมใส่ ให้ความอบอุ่นพอเหมาะ สวมใส่สบายกว่าเสื้อผ้าที่ทำจากเส้นใยสังเคราะห์ ทำให้สิ่งทอจากผ้าฝ้ายมีมูลค่าสูงมาก

ผลจากการขยายตัวอย่างต่อเนื่องของอุตสาหกรรมสิ่งทอภายในประเทศได้ส่งผลต่ออุตสาหรรมสิ่งทอพื้นบ้าน 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

การปั่นเส้นใยฝ้ายเพื่อให้ได้เส้นด้ายที่มีคุณภาพที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตหัตถกรรมสิ่งทอระดับชุมชนเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ โดยการปั่นเส้นใยฝ้ายในปัจจุบันยังคงใช้เครื่องมือและอุปกรณ์พื้นบ้านที่คิดค้นประดิษฐ์ขึ้นเองใช้สืบทอดกันมาเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งฝ้ายมีคุณสมบัติที่เรียกว่า ความยาวเส้นใย ที่จะส่งผลต่อเบอร์และคุณภาพของเส้นด้าย ดังนั้นการปั่นเส้นใยฝ้ายที่มีคุณสมบัติต่างกัน ความเร็วรอบในการปั่นจึงเป็นปัจจัยสำคัญ ซึ่งอุปกรณ์ของเกษตรกรในปัจจุบันมีความเร็วรอบในการปั่นที่ปรับได้ยาก ต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญ จึงจะสามารถปั่นได้พอเหมาะกับพันธุ์ฝ้ายนั้นๆ จึงเกิดแนวคิดงานวิจัยในการปรับปรุงอุปกรณ์ปั่นฝ้ายที่สามารถใช้ความเร็วรอบปรับได้เหมาะสมกับพันธุ์ฝ้าย เพื่อเพิ่มอัตราผลิตเส้นด้ายจากฝ้ายระดับชุมชน และได้คุณภาพและมาตรฐานเส้นด้ายตามมาตรฐานการทดสอบวัสดุ ASTM และเนื่องจากปัญหาในการจัดเรียงเส้นด้ายหลังการกรอและการขาดของเส้นด้าย จึงมีแนวความคิดพัฒนาชุดอุปกรณ์กรอฝ้ายแบบสมองกลฝังตัวอัตโนมัติเพื่อการจัดเรียงเส้นด้ายให้แม่นยำ และไม่ขาดระหว่างการกรอ จึงมีการพัฒนาคำสั่งการจัดเรียงเส้นด้ายโดยเขียนโปรแกรมสั่งงานให้ Stepping motor เคลื่อนที่ตามคำสั่งและจัดเรียงเส้นด้ายให้มีลักษณะเป็นลูกรักบี้ เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนการทออย่างมีประสิทธิภาพ จากนั้นทดสอบเปรียบเทียบความสามารถในการทำงานของอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมากับวิธีการปั่นเส้นใยฝ้ายตามแบบที่ผู้ผลิตผ้าฝ้ายนิยมใช้ในปัจจุบัน

อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 ศึกษากรรมวิธีการปั่นเส้นใยฝ้ายด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม เพื่อหาแนวทางในการออกแบบเครื่องมือให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน และลดภาระการใช้แรงงานคน โดยมีค่าชี้ผลการศึกษาคือ ข้อมูลอุปกรณ์ที่ใช้ปั่นเส้นใยฝ้ายไปเป็นเส้นด้ายในปัจจุบัน ข้อมูลมาตรฐานการทดสอบคุณภาพเส้นด้าย

2.2 ออกแบบและสร้างเครื่องมือต้นแบบสำหรับการปั่นเส้นใยฝ้าย ภายใต้กรอบแนวความคิดเกณฑ์ในการออกแบบ

-อุปกรณ์ที่ออกแบบต้องสามารถทำงานที่อัตราการทำงาน ประสิทธิภาพ ที่สูงกว่าอุปกรณ์ที่เกษตรการนิยมใช้ในปัจจุบัน โดยมีมาตรฐานของเส้นด้ายตรงตามข้อกำหนดของ ASTM D1907 (การทดสอบ Yarn size โดยวิธี indirect โดยนำฝ้าย 840 หลามาชั่งน้ำหนักและหาความแข็งแรงใจ) จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของอุปกรณ์ที่ใช้ปั่นเส้นใยฝ้ายทั้งในและต่างประเทศพบว่า เครื่องปั่นแบบ

เมเดลี จักรา และ Ashford เหมาะที่จะนำมาพัฒนาต่อยอด ซึ่งส่วนสำคัญในการปั่นเส้นใยฝ้ายที่เหมือนกันระหว่างสองเครื่องนี้มีจุดที่คล้ายกันคือ ส่วนของการทำเกลียวเส้นด้าย โดยประกอบไปด้วยส่วนของ Flyer และ Bobbin (Figure 1)

Figure 1 Medelhi Charkara Cotton Spinning in Nakhon Sawan

2.3 ทดสอบเบื้องต้น หาความเร็วรอบที่เหมาะสม ปรับปรุงแก้ไขชิ้นส่วนและอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพ โดยใช้ผลผลิตของฝ้ายพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร จากศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ โดยมีค่าชี้ผลการทดสอบคือ ความเร็วรอบที่เหมาะสมในการปั่นเส้นใยฝ้ายแต่ละพันธุ์ และมาตรฐานเส้นด้ายที่ได้จากการทดสอบเบื้องต้น

2.4 ทดสอบเปรียบเทียบสมรรถนะของอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมากับอุปกรณ์เมเดลีจักราที่เกษตรกรนิยมกำลังนิยมใช้ในปัจจุบันได้แก่ ความสามารถในการทำงาน (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) และประสิทธิภาพการการปั่นเส้นใยฝ้าย (%)

ค่าชี้ผลการทดสอบ

- ความสามารถในการทำงาน(กรัม/ชั่วโมง)
- ประสิทธิภาพการปั่นเส้นใย(%) = เส้นด้าย(กรัม) / เส้นใยที่ป้อนเข้าอุปกรณ์(กรัม)
- คุณภาพของเส้นด้าย ตามมาตรฐาน ASTM D1907 (การทดสอบ Yarn size โดยวิธี indirect โดยนำฝ้าย 840 หลามาชั่งน้ำหนักและหาความแข็งแรงไจ)

2.5 พัฒนาอุปกรณ์สำหรับการกรอเส้นด้าย หลังจากที่พัฒนาจนอุปกรณ์สามารถปั่นเป็นเส้นด้ายแล้ว จึงเริ่มออกแบบอุปกรณ์การกรอเส้นด้ายเข้าหลอดเพิ่มมาเพื่อให้ และสามารถนำหลอดด้ายไปสวมเข้ากับกระสวยสำหรับทอได้ทันที โดยอุปกรณ์เป็นแกนเหล็กสำหรับเสียบหลอดกรอด้ายและด้านหน้าเป็นพูลเลย์สำหรับขับแกนโดยส่งกำลังมาจากมอเตอร์ไฟฟ้าตัวเดียวกับเครื่องปั่น ด้วยลักษณะของเส้นด้ายในหลอดกรอ ต้องมีลักษณะเป็นทรงรีคล้ายลูกรักบี้ ซึ่งต้องใช้ผู้ที่ชำนาญในการขยับเส้นด้ายซายขวา ดังนั้นจึงพัฒนาอุปกรณ์ที่สามารถขยับเส้นด้ายได้อัตโนมัติ ควบคุมด้วยภาษา C ป้อนค่าให้กับ Arduino Board และส่งค่าไปยัง Stepping motor เพื่อให้การเคลื่อนที่ตามแนวแกนหลอดด้ายสั้นลง โดยคำนวณจากขนาดของเส้นด้าย สัมพันธ์กับความเร็วรอบการกรอ เพื่อให้มีความสะดวกในการใช้งาน

ผลและวิจารณ์

3.1 ตรวจสอบเอกสารเพื่อข้อมูลการใช้งานของเครื่องมืออุปกรณ์ในกระบวนการการผลิตเส้นใยฝ้ายที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และลงพื้นที่หาข้อมูลใน จ.สกลนคร จ.มุกดาหาร จ.นครสวรรค์ ทำให้ได้กรรมวิธีการปั่นเส้นใยฝ้ายด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม ดังนี้

3.1.1 เครื่องมือสำหรับการปั่นฝ้ายหรือหลาปั่นฝ้าย (Figure 2) นิยมใช้ในสกลนคร มุกดาหาร การปั่นฝ้ายให้เป็นเส้นใยฝ้ายจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า กงปั่นฝ้ายหรือหลาปั่นฝ้าย การปั่นฝ้ายนี้ภาษาท้องถิ่นทางภาคอีสานเรียกว่า การเข็นฝ้าย การปั่นฝ้าย หรือ หลาปั่นฝ้าย ส่วนโครงสร้างทำจากไม้เนื้อแข็ง ส่วนวงล้อนั้นประกอบจากซี่ไม้ไผ่ โครงสร้างส่วนฐานประกอบจากท่อนไม้คล้ายตัวอักษร T โดยส่วนหัวมีเสาหลัก 2 ข้างเข้าต่อเป็นเดือยทะลุฐาน ข้างหนึ่งสั้นกว่าเพื่อให้เอียงเข้าหาด้านผู้ปั่น โดยส่วนกึ่งกลางจะเจาะทะลุใส่คานแกนของวงล้อปั่นฝ้าย วงล้อนี้จะทำด้วยซี่ไม้ไผ่มัดประกอบกันด้วยเส้นเชือกมีลักษณะคล้ายวงล้อจักรยาน ที่คานแกนกลางวงล้อนี้จะต่อยาวออกมาเป็นที่จับสำหรับหมุนปั่นฝ้ายส่วนฐานอีกด้านหนึ่งเข้าเดือยไม้อีกชิ้นหนึ่ง ซึ่งมีหลักเตี้ยๆ ขึ้นไปเป็นคานใส่เหล็กด้านหนึ่งยื่นเป็นปลายแหลมเข้าหาด้านผู้ปั่นฝ้าย เหล็กปลายแหลมนี้เรียกว่า ไน ซึ่งหมุนโดยแรงเหวี่ยงของเส้นเชือกที่ผูกโยงรอบวงล้อมาหาแกนของเหล็กไน เมื่อหมุนวงล้อ เหล็กไนก็หมุนไปด้วย (พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)

Figure 2 Conventional Equipment Cotton Spinning in Thailand
ที่มา : พิพิธภัณฑ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร (2551)

3.1.2 เมเดลลีจักรา (Medleri Charka) คือ กงล้อสำหรับปั่นด้าย โดยใช้ชื่อที่เกิดจากการคิดค้นพัฒนาเครื่องมือนี้ ที่หมู่บ้านเมเดลี แคว้นคานาตะกะ ประเทศอินเดีย และจักรา แปลว่า กงล้อ หลักการทำงานของเมเดลีจักราประกอบด้วย ฐานล่าง เป็นแผ่นกระดานพนักวางเท้าที่มีก้านคันโยกเป็นตัวเชื่อมส่งกำลังไปยังกงล้อ สำหรับวางสายพานเชื่อมต่อกับกระสวยด้านบนทำให้กระสวยปั่นด้ายหมุนและดึงเส้นใยไปเก็บไว้ในหลอดด้าย โดยมือทั้งสองข้างเป็นตัวควบคุมการส่งเส้นใยเข้าหลอดด้ายทำให้เส้นด้ายที่ปั่นออกมาเส้นเรียบสม่ำเสมอ เล็กใหญ่ได้ตามต้องการ เครื่องปั่นด้ายเมเดลีจักรา (Figure 3) มีประสิทธิภาพการใช้งานที่ค่อนข้างได้เปรียบกว่าเครื่องปั่นด้ายแบบพื้นบ้านของไทยในด้านการผลิตเส้นใยที่มีคุณภาพ สามารถทำเส้นด้ายเล็กละเอียด เส้นด้ายขนาดกลางและเส้นหยาบ นอกจากนี้ยังสามารถทำเกลียวเส้นด้ายในเครื่องเดียวกัน ปัจจุบันเริ่มมีการนำเครื่องเมเดลีจักรามาใช้ในไทยบ้างแล้ว

โดยกลุ่มสตรีจาก อ.ฮอด จ.เชียงใหม่ อ.เกษตรวิสัย จ.ร้อยเอ็ด และกลุ่มสตรีกะเหรี่ยงทอผ้าย้อมสีธรรมชาติ อ.ด่านช้าง จ.สุพรรณบุรี ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จ.นครสวรรค์ เนื่องจากสภาพปัญหาขาดแคลนเส้นใย และไม่ต้องการยืดเส้นใยราคาสูงในท้องตลาดเป็นหลักในการผลิต (ศูนย์บริการข้อมูลเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้)

Figure 3 Medelhi Charkara Cotton Spinniner

จากการศึกษาลักษณะอุปกรณ์และทดสอบเปรียบเทียบเบื้องต้นที่ระหว่างหลากับเมเดลีจักรา พบว่า เครื่องปั่นฝ้ายแบบเมเดลีจักรา (Figure 4) เป็นเครื่องปั่นฝ้ายที่มีลักษณะที่ใช้งานได้ง่ายและปั่นได้เร็วกว่าหลา จึงนำข้อมูลเมเดลีจักรามาเป็นแนวทางในออกแบบหัวปั่นฝ้ายเบื้องต้น มีลักษณะการทำงานเป็นล้อจักรยาน ใช้เท้าเหยียบแป้นให้หมุนส่งกำลังไปขับหัวปั่นฝ้ายให้หมุนที่ความเร็วรอบ 1900-2000 รอบ/นาที อุปกรณ์สามารถตีเกลียวเส้นใยได้ในตัว

Figure 4 Pre-test on the Medelhi Charkara

3.2 ออกแบบและสร้างเครื่องมือต้นแบบสำหรับการปั่นเส้นใยฝ้าย ภายใต้กรอบแนวความคิดจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของอุปกรณ์ที่ใช้ปั่นเส้นใยฝ้ายทั้งในและต่างประเทศพบว่า เครื่องปั่นแบบเมเดลี จักรา และ Ashford เหมาะที่จะนำมาพัฒนาต่อยอด ซึ่งส่วนสำคัญในการปั่นเส้นใยฝ้ายที่เหมือนกันระหว่างสองเครื่องนี้มีจุดที่คล้ายกันคือ ส่วนของการทำเกลียวเส้นด้าย โดยประกอบไปด้วย ส่วน ของ Flyer และ Bobbin จาก Figure 5 A,B ทำให้เกิดแนวคิดในการออกแบบอุปกรณ์ปั่นเส้นใยฝ้ายให้มี flyer และ bobbin ในลักษณะเดียวกันกับเครื่องทั้งสองโดยเปลี่ยนต้นกำลังมาเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อปรับความเร็วรอบให้เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลไปยังคุณภาพที่คงที่ของเส้นด้ายอีกด้วย

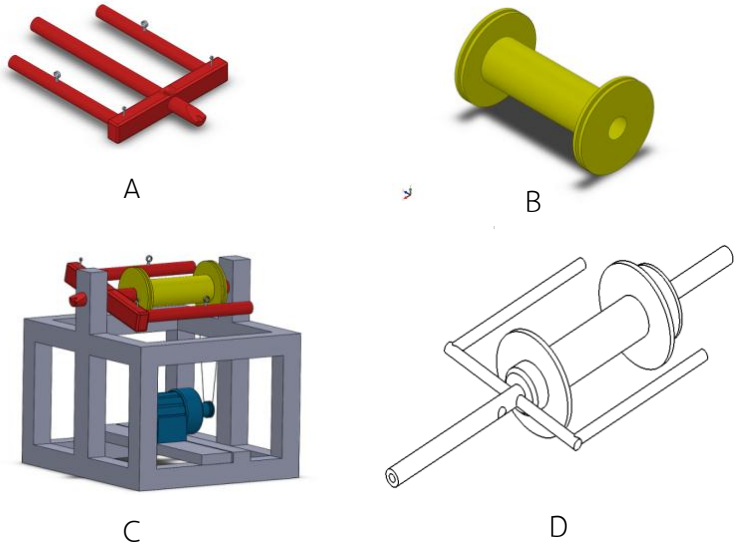


Figure 5 The Primary Model Designed

A: Flyer B: Bobbins

C: The assembly of equipment

D: The Bobbins weared on flyer

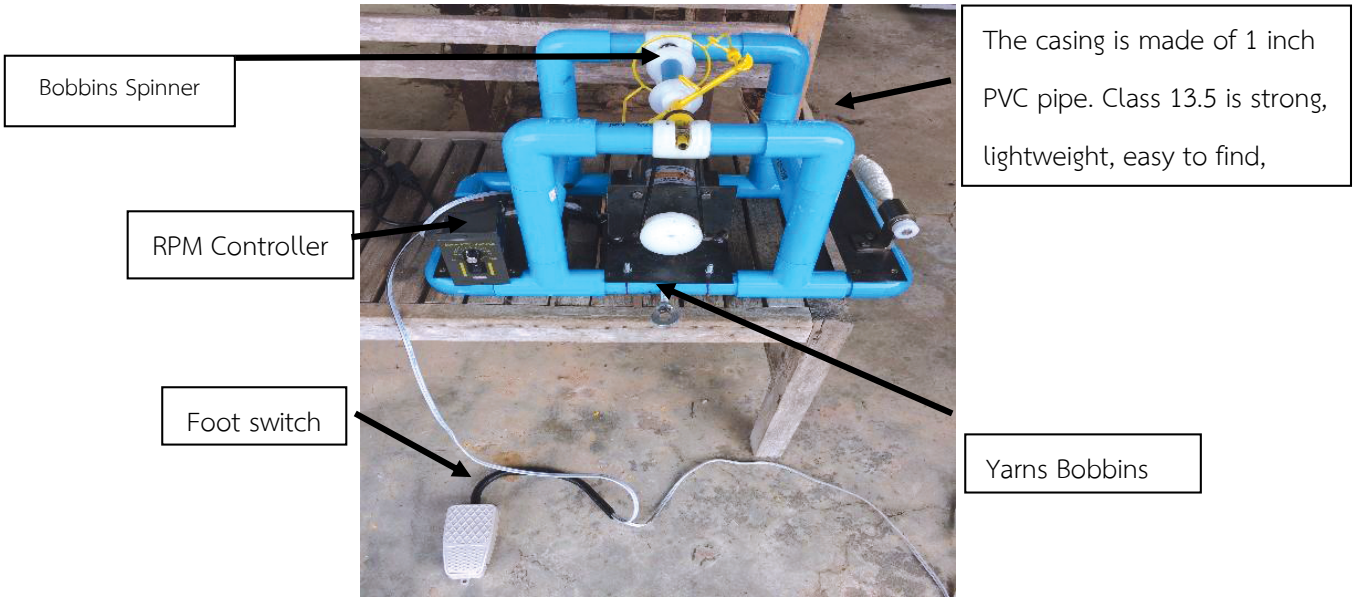


Figure 6 Shown the components of the Developed device.

จากนั้นจึงเริ่มประกอบส่วนต่างๆเข้าด้วยกัน เริ่มต้นจากตัวโครงเครื่อง ทำจากท่อ PVC ขนาดของตัวอุปกรณ์มีความกะทัดรัด 30 x 50 x 20 ซม. มีน้ำหนักเบาแต่มีความแข็งแรง สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก หัวปั่นฝ้าย ออกแบบให้มีกลไกดูดฝ้ายเข้าไปเก็บไว้ในในกระสวย พร้อมกับตีเกลียวไปในตัว หัวปั่นฝ้ายนี้จะหมุนด้วยการส่งกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 40 วัตต์ โดยหัวปั่นฝ้ายสามารถทำความเร็วรอบได้สูงสุดเมื่อทดรอบแล้วคือ 3000 รอบ/นาที มีชุดปรับเพิ่มลดการเบรคหัวปั่นเพื่อปรับการดูดเส้นด้าย เพื่อควบคุมความโตของเส้นด้ายตามที่เกษตรกรต้องการ ใช้สวิตช์เท้าสำหรับลดความเร็ว

เมื่อเกษตรกรรู้สึกว่าหัวปั่นนั้นหมุนเร็วเกินไป เพราะหากหัวปั่นฝ้ายหมุนเร็วเกินไปจะส่งผลให้เส้นด้ายขาดระหว่างทำงาน เมื่อนำมาต่อจะเกิดปุ่มปมบนเส้นด้ายไม่สวยงามและได้เพิ่มหัวกรอด้ายแบบจัดเรียงด้วยมือซึ่งเป็นชุดกรอฝ้ายรุ่นแรกก่อนจะพัฒนาเป็นระบบสมองกลจัดเรียงด้ายอัตโนมัติ

3.3 ทดสอบเบื้องต้น หาความเร็วรอบที่เหมาะสม ปรับปรุงแก้ไขชิ้นส่วนและอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพได้ทำการทดสอบเพื่อหาความเร็วรอบที่เหมาะสม โดยเกษตรกรที่มีความชำนาญและผู้ที่เริ่มต้นปั่นฝ้าย (Figure 7)

3.4 หลังจากการทดสอบปั่นเส้นด้ายแล้ว นำเส้นด้ายไปหาขนาดเบอร์เส้นด้าย และเกลียวที่โรงงานทดสอบที่ได้มาตรฐาน ASTM D1907 (การทดสอบ Yarn size โดยวิธี indirect โดยนำฝ้าย 840 หลามาชั่งน้ำหนักและหาความแข็งแรงไจ) (Figure 8) ผลการทดสอบพบว่าความเร็วรอบของหัวปั่นที่เหมาะสมในการใช้งานสำหรับเกษตรผู้มีความชำนาญคือ 2200 รอบ/นาที สามารถทำเส้นด้ายเบอร์ 5NE ซึ่งเป็นเบอร์ใหญ่ เกลียวต่อนิ้ว 10.70 ความแข็งแรงไจ 202.3 ปอนด์ ที่อัตราการทำงาน 34.80 กรัม/ชั่วโมง คงความเป็นเอกลักษณ์ของงานฝีมือ และเบอร์ 7NE ซึ่งเป็นเส้นด้ายขนาดเล็กลงมาจากเบอร์ 5NE มีเกลียวต่อนิ้ว 12.65 ความแข็งแรงไจ 111.1 ปอนด์ ที่อัตราการทำงาน 10.02 กรัม/ชั่วโมง สามารถนำมาทำเป็นเป็นเส้นยืน นอกจากนี้ยังมีการทดสอบกับผู้เริ่มต้นที่ไม่ชำนาญในการปั่นฝ้ายมาก่อน โดยมีรอบที่เหมาะสมอยู่ที่ 1600 รอบ/นาที เกษตรกรสามารถปั่นได้ แต่สามารถทำได้เฉพาะเบอร์ 5NE ซึ่งทำได้ง่ายกว่าเบอร์เล็ก เกลียวต่อนิ้ว 10.61 ความแข็งแรงไจ 95.3 ปอนด์ ที่อัตราการทำงาน 10.27 กรัม/ชั่วโมง (Table 1)

Figure 7 Show comparative test between Medina, chakra and equipment developed.

Figure 8 Bring yarn spinning from comparative testing to find the quality in factory Laboratory room.

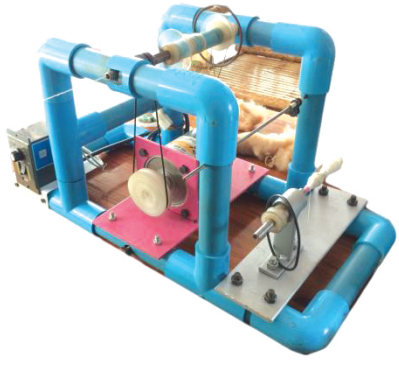
Table 1 Results of Comparative test the device developed with Medelhi Charka.

The equipment	RPM Spinning	Working rate (gram/Hr)	Efficieancy (%)	Yarn Number (ASTM)
Medelhi Charka)	2000	24.88	84.4	--
The Developed cotton spinning device	1600	12.5	97.6	--
	1800	17.0	96.2	--
	2000	31.6	96.4	5NE
	2200	34.8	96.5	5NE

3.5 เพิ่มอุปกรณ์สำหรับการกรอเส้นด้าย เนื่องจากการปฏิบัติของเกษตรกรในปัจจุบันหลังขั้นตอนการปั่นฝ้ายแล้ว เกษตรกรจะต้องนำฝ้ายไปกรอเข้าหลอดให้เป็นระเบียบ (ทรงลูกรักบี้) พร้อมสำหรับการนำเข้าเครื่องทอ ซึ่งในกระบวนการกรอนี้ ต้องมีหลาสำหรับกรออีก 1 เครื่อง กล่าวคือต้องถอดกระสวยจากเครื่องปั่นฝ้ายไปยังเครื่องกรอ ทำให้เกิดความยุ่งยากเพราะต้องทำ 2 ขั้นตอน ทางผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดในการสร้างเครื่องกรอติดตั้งอยู่ในตัวเดียวกันกับเครื่องปั่นฝ้ายเป็นแบบ 2 in 1 หลังจากที่พัฒนาจนอุปกรณ์สามารถปั่นเป็นเส้นด้ายได้ จึงเริ่มออกแบบอุปกรณ์การกรอเส้นด้ายเข้าหลอดเพิ่มเข้ามา โดยสามารถกรอฝ้ายเข้าหลอดได้หลังจากที่ปั่นฝ้ายเสร็จ และสามารถนำหลอดด้ายไปสวมเข้ากับกระสวยสำหรับทอทันที โดยอุปกรณ์เป็นแกนเหล็กสำหรับเสียบหลอดกรอด้ายและด้านหน้าเป็นพูลเลย์สำหรับขับแกนโดยส่งกำลังมาจากมอเตอร์ไฟฟ้าตัวเดียวกับเครื่องปั่น

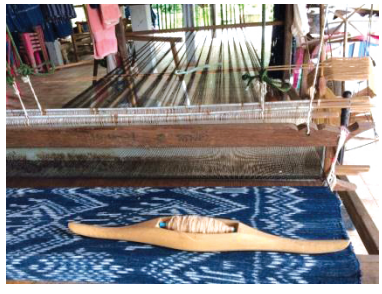
พัฒนาอุปกรณ์กรอเส้นด้ายควบคุมการกรอด้วยโปรแกรมอัตโนมัติ ด้วยลักษณะของเส้นด้ายในหลอดกรอ ต้องมีลักษณะเป็นทรงรีคล้ายลูกรักบี้ ซึ่งต้องใช้ผู้ที่ชำนาญในการขยับเส้นด้ายซายขวา ดังนั้นจึงพัฒนาอุปกรณ์ที่สามารถขยับเส้นด้ายได้อัตโนมัติ ควบคุมด้วยภาษา C ป้อนค่าให้กับ Arduino Board และส่งค่าไปยัง Stepping motor เพื่อให้การเคลื่อนที่ตามแนวแกนหลอดด้ายโดยคำนวณจากขนาดของเส้นด้าย และสัมพันธ์กับความเร็วรอบการกรอ สามารถปรับเปลี่ยนโปรแกรมการทำงานตามความต้องการเพียงการอัพโหลดผ่าน USB เข้ากล่องควบคุม เพื่อให้มีความสะดวกในการใช้งาน

A



B

C

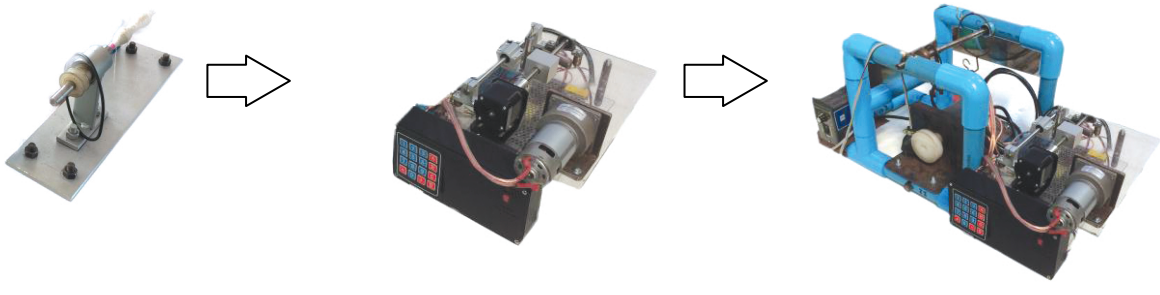


D

Figure 9 Show how to attach yarn cotton spinning equipment and use it.

A: The Yarn Spinner B: Yarn spinner attach on cotton spinner

C: The Shape of Yarn bobbins D: Yarn bobbins wear on loom



A B C

Figure 10 Show the development of equipment for spinning cotton into yarn bobbins controlled by automated programs.

A: The Yarn Spinner

B: Automatic Microcontroller Yarn Spinning

C: Automatic Microcontroller Yarn Spinning on cotton spinner

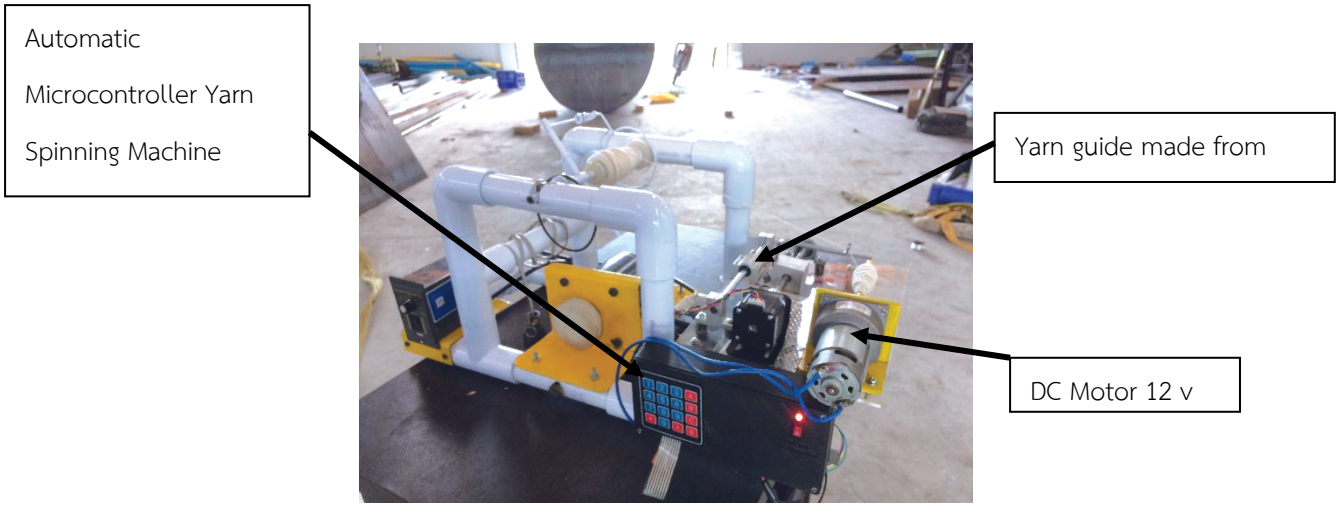


Figure 11 Show the system of spinning and spinning yarn with Automatic Microcontroller Yarn Spinning

สรุปผลการทดลอง

ผลการทดสอบเครื่องปั่นฝ้ายที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ เมื่อเทียบกับเมเดลีจักรา (Medeli Charka) พบว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่สามารถทำงานได้กว้างกว่า ผู้ที่เริ่มต้นก็สามารถปรับความเร็วรอบให้ต่ำและปั่นได้เส้นด้ายที่มีคุณภาพสูงกว่าแบบดั้งเดิม จากผลการทดลองจะเห็นว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่สามารถปั่นฝ้ายเบอร์ 5NE ได้ตรงตามมาตรฐานของ ASTM D1907 ที่อัตราการทำงาน 34.8 กรัม/ชั่วโมง (Table 1) ถึงแม้การปั่นในเบอร์อื่นๆ จะไม่ตรงมาตรฐาน แต่ก็ถือว่ามีค่าแรงดึงที่สูงกว่าการปั่นแบบเมเดลีจักรามาก ซึ่งการปั่นโดย เมเดลีจักราได้เส้นด้าย มีแรงดึงที่ต่ำกว่ามาตรฐานมากถึงแม้จะมีน้ำหนักตรงตามที่ต้องการก็ตาม ทั้งนี้เป็นเพราะอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาเกษตรกรสามารถใช้งานได้ง่าย ไม่ต้องเหยียบตลอดเวลา สามารถเหยียบสวิตช์เท้าและปล่อยเมื่อต้องการ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ สามารถทำงานได้สูงกว่าแบบเดิมถึง 1.39 เท่า ที่ประสิทธิภาพเชิงวัสดุ 96% และสามารถทำเส้นด้ายตามมารตรฐาน ASTM D1907 ในระบบ indirect ได้ในเบอร์ 5NE แข็งแรง อีกทั้งอุปกรณ์ยังสามารถกรอเส้นด้ายอัตโนมัติได้ภายในเครื่องเดียว เป็นการลดขั้นตอนลง ไม่ต้องย้ายกระสวยจากเครื่องปั่นไปยังเครื่องกรอเหมือนในอดีต ซึ่งหลังจากการกรอเข้าหลอดแล้วสามารถนำหลอดกรอไปเข้าเครื่องทอผ้าต่อได้ในทันที หรือนำหลอดกรอไปมัดทำลวดลายผ้าต่อไป

เครื่องปั่นฝ้ายและกรอเส้นด้ายด้วยสมองกลฝังตัวอัตโนมัติ ผู้วิจัยได้แสดงให้เห็นถึงการออกแบบเครื่องปั่นฝ้ายให้เป็นด้ายที่สามารถใช้งานได้ง่าย เกษตรกรสามารถปั่นเส้นด้ายเบอร์ใหญ่ (5NE ตามมาตรฐาน ASTMD1907) ซึ่งแต่เดิมเกษตรกรไม่สามารถทำได้มาก่อน เป็นการลดค่าใช้จ่าย ในการนำเข้าเส้นใยฝ้าย หรือต้องซื้อจากโรงงานลง และยังได้ออกแบบ อุปกรณ์กรอเส้นด้ายอัตโนมัติจัดเรียงหลอดกรอเป็นรูปทรงรักบี้ โดยการเขียนโปรแกรม และบันทึกลงในบอร์ดควบคุมมอเตอร์ โดยการคำนวณขนาดเส้นด้ายให้สัมพันธ์กับความเร็วรอบของการกรอ ซึ่งยังไม่มีผู้ใดประดิษฐ์อุปกรณ์เพื่อปั่น

ฝ้ายและกรอเส้นด้ายในเครื่องเดียวกันให้กับเกษตรกรมาก่อน ทำให้สามารถนำหลอดกรอด้ายเข้าเครื่องทอผ้าต่อได้ทันที เป็นการลดการสูญเสียเวลา เพิ่มคุณค่าและความสวยงาม ให้กับเส้นด้ายที่ผลิตจากเกษตรกร พัฒนาผลิตภัณฑ์ OTOP ต่อไป

การนำไปใช้ประโยชน์

- วิสาหกิจชุมชนกลุ่มทอผ้าฝ้ายบ้านภู อ.หนองสูง จ.มุกดาหาร

Figure 12 Farmer Enterprise of Ban Phu Cotton Weaving Group, Nongsung District, Mukdahan Province.

- ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์

Figure 13 The ofifcer of the Nakhon Sawan Crop Research Center

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณสภาวิจัยแห่งชาติที่ให้ทุนในการทำวิจัย สถาบันวิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ดร.ปริญญา ศรีบุญเรือง ที่คอยให้ความรู้ในเรื่องฝ้ายพื้นเมืองตากฟ้า พนักงานราชการในศูนย์วิจัยแห่งนี้ที่ให้ความสะดวกในการทดสอบและพัฒนาอุปกรณ์ และสถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการวิจัยและพัฒนาเครื่อง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2552. ฝ้าย. สืบค้นเมื่อ 5 พฤษภาคม 2557, จากhttp://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. เครื่องปั่นด้ายเมเดลีจักรา Medleri Charka. สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

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

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

Satit Teraprasert. 2014. การทดสอบวัตถุดิบ อ้างใน Textile testing and analysis. เอกสารประกอบการสอน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพฯ.August 2008.