



รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่องสำอางฝ้ายสำหรับการตีฟูปุ๋ยฝ้าย
Research and Development on Carding Machine for
Cotton Fiber

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย
นายสนอง อมฤกษ์
Mr. Sanong Amaroek

ปี พ.ศ. 2560



รายงานโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาเครื่อง สานฝ้ายสำหรับการตีฟูปุ๋ยฝ้าย

Research and Development on Carding Machine for

Cotton Fiber

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย

นายสนอง อมฤกษ์

Mr. Sanong Amaroek

ปี พ.ศ. 2560

สารบัญ	หน้า	
กิตติกรรมประกาศ.....		4
ผู้วิจัย	5	
บทคัดย่อ.....		6
บทนำ.....		7
การทบทวนวรรณกรรม.....		9
ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย.....		14
ผลการทดลอง.....		15
อภิปรายผลการทดลอง.....		24
บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....		25
บรรณานุกรม.....		25
ภาคผนวก.....		27

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มทอผ้าฝ้ายบ้านทุ่งก่อ และบ้านดินดำ อ.ลี้ จ.ลำพูน ที่ให้สถานที่และความร่วมมือในการทดสอบ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรม สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตรทุกท่าน ที่ช่วยให้งานนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

ผู้วิจัย

นายสนอง อมฤกษ์ ประพัฒน์ ทองจันทร์

Sanong Amaroek Prapat Thongjan

นายวุฒิพล จันทร์สระคู นายสงกรานต์ กุลชนะไพไล

Wuttipol Chansraku Songarn Kulchanapilai

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ วิจัยและพัฒนาเครื่อง สางฝ้ายสำหรับการตีฟูฝ้ายระดับชุมชนในเขตพื้นที่ภาคเหนือ จากผลการวิจัย ออกแบบและพัฒนา ได้ต้นแบบเครื่องที่ใช้งานได้ทีระดับหนึ่ง 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 เมื่อฝ้ายสัมผัสกับลูกกลิ้งตัวบนซึ่งมีความเร็วมากกว่าก็จะดึงยึดฝ้ายออกเป็นเส้นตรงได้ เมื่อได้ต้นแบบแล้วนำเครื่องต้นแบบไปทดสอบเปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกร ที่ใช้วิธีและเครื่องมือแบบดั้งเดิม โดยในขั้นตอนการตีฟูฝ้ายใช้คันธนูในการตีตีฟูฝ้ายให้ฟูตัว ผลการทดสอบการตีฝ้ายแบบคันธนูใช้แรงงานคนพบว่า ความสามารถในการตีฝ้ายสีขาว สีตุ่น สีเขียว เท่ากับ 0.24 0.20 และ 0.23 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ และมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 0.22 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ผลการทดสอบเครื่องสางฝ้ายใช้มือหมุนพบว่า ความสามารถในการสางฝ้ายสีขาว สีตุ่น สีเขียว เท่ากับ 0.81 0.64 และ 0.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 0.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง โดยการสางฝ้ายสีขาวมีความสามารถในการทำงานสูงสุดคือ 0.81 กิโลกรัมต่อชั่วโมง สรุปได้ว่า ต้นแบบเครื่องสางฝ้ายแบบมือหมุนสามารถตีฟูฝ้ายได้ดีเหมือนที่เกษตรกรติดด้วยคันธนู แต่มีความสามารถในการทำงานมากกว่า 3.27 เท่า โดยราคาเครื่องอยู่ที่ 15 ,000 บาท มีจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องอยู่ที่ 34 กิโลกรัมต่อปี

คำสำคัญ; ฝ้าย เครื่องสางฝ้าย

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 millimeter, 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 feeded 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.

Keyword; Cotton Carding Machine

บทนำ

ฝ้ายเป็นพืชที่มีความสำคัญเนื่องจากวัสดุที่ใช้ทำเสื้อผ้า จำเป็นต้องมีเส้นใยฝ้ายรวมอยู่ด้วย แม้การผลิตเส้นใยประดิษฐ์จะเจริญก้าวหน้าเพียงใดก็ตาม เสื้อผ้าที่ผลิตจากฝ้าย หรือส่วนผสมของฝ้ายยังคงเป็นที่นิยม เพราะสวมใส่สบายให้ความอบอุ่นพอเหมาะซึมซับเหงื่อและถ่ายเทอากาศดีกว่า เสื้อผ้าจากใยประดิษฐ์ ฝ้ายเส้นใยสั้นเป็นฝ้ายพื้นเมืองมีปุยหยาบ และมีความยาวของเส้นใยต่ำกว่า 1 นิ้ว เป็นวัตถุดิบที่สำคัญต่องานหัตถกรรมสิ่งทอพื้นบ้าน ประเทศไทยต้องการใช้ปุยฝ้ายเส้นใยสั้น ประมาณ 6,000 ตันต่อปี สำหรับฝ้ายเส้นใยยาวปานกลาง และเส้นใยยาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นพันธุ์ฝ้ายที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ 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 จากราคาฝ้ายปุย กิโลกรัมละ 50 บาท เพิ่มขึ้นเป็น 103 บาท เนื่องจากสต็อกฝ้ายของโลกลดลงทำให้ไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้

ตารางที่ 1 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าฝ้ายของไทยปี 2553/54 – ปี 2554/55

รายการสินค้า	2553/54		2554/55	
	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
ฝ้ายที่ยังไม่ได้สาวหรือหวี	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 จึงทำให้มีความต้องการใช้ปุ๋ยฝ้าย ในการผลิตหัตถกรรมสิ่งทอรวมทั้งประเทศไม่ต่ำกว่า 10,000 ตันต่อปี ปุ๋ยฝ้ายที่ใช้ส่วนมากมาจากพันธุ์พื้นเมืองที่เกษตรกรใช้ปลูกซึ่งให้ผลผลิตและคุณภาพต่ำ (กรมวิชาการเกษตร, 255 4) ไม่สามารถขายได้ในราคาสูง อีกทั้งยังไม่สามารถนำไปแข่งขันในตลาดโลกได้ จึงทำให้เกษตรกรทั้งผู้ปลูกและผู้ผลิต หัตถกรรมสิ่งทอได้รับ ผลตอบแทนต่ำ นอกจากนี้ปัญหาการขาดแคลนพันธุ์ฝ้ายที่มีคุณภาพหรือคุณสมบัติเฉพาะด้านแล้วเกษตรกรยังขาดเทคโนโลยีในการปลูก การดูแลรักษา การเก็บเกี่ยว และการแปรรูป

กระบวนการจัดเตรียมเส้นใยฝ้าย หรือการแปรรูปฝ้ายเพื่อให้ได้เส้นใยที่มีคุณภาพ ที่ใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตหัตถกรรมสิ่งทอเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ ยังขาดทั้งคุณภาพและประสิทธิภาพ สาเหตุส่วนหนึ่งเกิดจาก เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการแปรรูปจากเส้นใยเป็นวัตถุดิบในการผลิตหัตถกรรมสิ่งทอที่กลุ่มผู้ผลิตหัตถกรรมสิ่งทอมีอยู่ไม่เหมาะสมกับเส้นใยของพันธุ์ฝ้ายที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือมีความยาวเส้นใยที่มากกว่า ทำให้ใช้เวลาในการแปรรูปเพิ่มขึ้น และ

ยังคงได้วัตถุดิบที่ไม่มีคุณภาพตามคุณสมบัติพิเศษของพันธุ์ฝ้าย ซึ่งในปัจจุบัน กระบวนการแปรรูปฝ้ายหลังการเก็บเกี่ยวของกลุ่มเกษตรกร กระเพื่อผลิตเส้นใยฝ้ายยังใช้แรงงานคน เครื่องมือและอุปกรณ์พื้นบ้านที่คิดค้นประดิษฐ์ขึ้นเองใช้สืบทอดกันมาเป็นส่วนใหญ่ จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เส้นใยฝ้ายมีคุณภาพต่ำและเพิ่มต้นทุนการผลิต ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าวิจัยและพัฒนาเครื่องสานฝ้ายสำหรับการตีพู่ฝ้ายในขนาดเล็กที่เหมาะสมกับการใช้งานของเกษตรกร ซึ่งเป็นเครื่องมือในขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการผลิตเส้นใยฝ้ายในระดับชุมชน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มมูลค่าผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว สำหรับสนับสนุนกระบวนการแปรรูปจากผลผลิตฝ้ายไปสู่การผลิตหัตถกรรมสิ่งทอของชุมชนอย่างครบวงจร เพื่อยกระดับผลผลิตให้มีมูลค่าสูงขึ้น ตลอดจน เป็นการเพิ่มความเข้มแข็งของชุมชนในการผลิตฝ้ายอย่างยั่งยืน พร้อมด้วยการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตฝ้ายสู่เกษตรกรอย่างครบวงจร

วัตถุประสงค์ของโครงการ เพื่อวิจัยและพัฒนาเครื่อง สานฝ้ายสำหรับ การตีพู่ฝ้ายระดับชุมชน

การทบทวนวรรณกรรม

กระบวนการผลิตเส้นใยฝ้าย

กระบวนการผลิตและอุปกรณ์ในการผลิตเส้นใยฝ้ายนั้นเป็นภูมิปัญญาที่สืบทอดกันมายาวนาน พัฒนาจนเหมาะสมกับวิถีชีวิตคนไทยในสังคมเกษตรกรรม การผลิตเส้นใยฝ้ายมีกระบวนการตามลำดับ ดังนี้ (พิพิธภักดิ์ผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)

1) การเก็บปุ๋ยฝ้าย เมื่อสมอฝ้ายแก่แตกเป็นปุ๋ยและแห้งเต็มที่ในช่วงฤดูหนาว ชาวบ้านจะช่วยกันเก็บใส่ ถูย้อม ตะกร้า หรือ กระบุง คัดเลือกเฉพาะปุ๋ยฝ้ายที่แก่เต็มที่ ดึงปุ๋ยฝ้ายออกจากสมอ ระวังไม่ให้เศษใบไม้ติดปนมาด้วย โดยคัดเลือกเก็บปุ๋ยฝ้ายที่สะอาด ไม่ขึ้นหรือมีเชื้อรา มิฉะนั้นปุ๋ยฝ้ายจะเสียหายทั้งกระบุง ต่อจากนั้นจะนำปุ๋ยฝ้ายมาเทใส่กระด้ง เพื่อตรวจคัดเศษใบไม้หรือสมอที่หักร่วงปนมากับปุ๋ยฝ้ายออก ให้เหลือแต่ปุ๋ยฝ้ายที่สะอาด

2) การตากปุ๋ยฝ้าย เพื่อให้ปุ๋ยฝ้ายแห้งสนิทและป้องกันเชื้อราจึงต้องตากปุ๋ยฝ้าย โดยใส่ปุ๋ยฝ้ายในกระด้งขนาดใหญ่เกลี่ยให้พอเหมาะ ไม่ซ้อนทับกันหนาจนแสงแดดส่องไม่ถึงทั่วถึง จะต้องหมั่นพลิกปุ๋ยฝ้ายเป็นระยะ ๆ เพื่อให้ถูกแดดทั่วถึงกันจนแห้งสนิทดีและฟู

3) การคัดแยกเมล็ดออกจากปุ๋ยฝ้าย ปุ๋ยฝ้ายที่สะอาดและแห้งสนิทดีนั้น ยังมีเมล็ดฝ้ายอยู่ข้างในจึงต้องคัดแยกเมล็ดออกจากปุ๋ยฝ้าย โดยใช้เครื่องมือที่เรียกตามภาษาถิ่นว่า อัดฝ้าย อ้วฝ้าย หรือ ทีบฝ้าย เครื่องมือนี้ทำจากไม้เนื้อแข็ง โดยมีโครงสร้างประกอบด้วยส่วนฐานเป็นแผ่นไม้กระดานหนาพอประมาณต่อกันคล้ายรูปอักษร T ในภาษาอังกฤษ ในส่วนหัวของอักษร T จะมีหลักไม้ทรงสี่เหลี่ยม หลักไม้ชิ้นนี้ในบางท้องถิ่นอาจแกะสลัก ตกแต่งสวยงามเป็นยอดแหลมหรืออาจเป็นยอดมนเกลี้ยงเรียบ ๆ หลักไม้สูงประมาณ 14-16 นิ้วเท่ากันทั้งสองด้านเพื่อเป็นหลักของฟันเฟือง ซึ่งเป็นไม้ 2 ท่อนขนานกัน ส่วนด้านซ้ายทำเป็นเกลียวฟันเฟืองด้วยการบากไม้ให้เป็นร่องสัมพันธ์กัน ใช้

ไขมันสัตว์ เช่น ไขมันวัว ไขมันควาย เป็นน้ำมันหล่อลื่น ส่วนช่วงตรงกลางระหว่างหลักนั้นเป็นไม้ทรงกลมเกลี้ยงขนานชิดกัน ไม้ฟันเฟืองนี้ส่วนด้านขวามือจะยาวไม่เท่ากัน ท่อนบนจะสั้นกว่าส่วนท่อนล่างจะยาวกว่า และต่อไม้แป้นที่จับหมุนเพื่อให้ฟันเฟืองหมุนเคลื่อนไป

4) การติดฝ้ายหรือแก้มฝ้าย นำปุ๋ยฝ้ายที่คัดแยกเมล็ดออกหมดแล้วมาติด โดยใช้ กงติดฝ้าย กังยิงฝ้าย หรือ กงแก้มฝ้าย เพื่อให้ปุ๋ยฝ้ายกระจายตัวเป็นปุ๋ยละเอียด หมั่นคนปุ๋ยฝ้ายให้เชือกติดถูกจนทั่วสม่ำเสมอเป็นปุ๋ยละเอียดเหมือนกันทั้งหมด การติดฝ้ายแต่ละครั้งจะไม่ได้ใส่ฝ้ายมากนัก จะติดฝ้ายให้เพียงพอเฉพาะการนำม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายเท่านั้น ไม่ควรติดฝ้ายทิ้งค้างไว้เพราะปุ๋ยฝ้ายจะคืนตัวจับกันเป็นก้อนเหมือนเดิม

การม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้าย คือ นำปุ๋ยฝ้ายที่ติดเป็นปุ๋ยละเอียดแล้ว วางลงบนแป้นล้อฝ้าย ให้กระจายสม่ำเสมอ ปรมาณขนาดให้ใหญ่กว่าฝ่ามือเพียงเล็กน้อย แล้ววางไม้ล้อฝ้ายไว้บนส่วนปุ๋ยฝ้าย จากนั้นให้อาฝ่ามือถูปุ๋ยฝ้ายให้ม้วนขนานเข้าไปกับไม้ล้อฝ้าย โดยรักษาน้ำหนักมือให้พอเหมาะเพื่อไม่ให้ม้วนฝ้ายแน่นหรือหลวมเกินไป แล้วดึงไม้ล้อฝ้ายออก จะได้ฝ้ายเป็นม้วนหลอดกลมยาวประมาณ 8 - 9 นิ้ว บางท้องถิ่นเรียกหลอดม้วนฝ้ายนี้ว่า ดี้ว การม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายนี้จะต้องทำงานหมุดปุ๋ยฝ้ายที่ติดไว้ การม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายนี้ทำสะดวกไว้ได้แล้วทยอยนำไปปั่นเป็นเส้นด้าย แต่ก็ไม่ควรเก็บม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายไว้นานเกินไป โดยปกติหลังจากม้วนฝ้ายหรือล้อฝ้ายได้พอประมาณจึงนำไปปั่นเป็นเส้นใยจนหมดม้วนฝ้าย (พิพิธภัณฑสถาน มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)

5) การปั่นฝ้ายหรือหลาปั่นฝ้าย การปั่นฝ้ายให้เป็นเส้นใยฝ้ายจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า กงปั่นฝ้าย หรือ หลาปั่นฝ้าย การปั่นฝ้ายนี้ภาษาท้องถิ่นทางภาคอีสานเรียกว่า การเข็นฝ้าย การปั่นฝ้ายหรือ หลาปั่นฝ้าย วิธีการปั่นฝ้ายหรือเข็นฝ้าย เอาปลายม้วนฝ้ายจ่อไว้ที่ใน ส่วนมืออีกข้างจับที่หมุนไว้ห้วงล้อหมุน ส่วนไนก็จะหมุนตาม ทำให้แรงเหวี่ยงตีเกลียวม้วนฝ้ายที่จ่อไว้ เมื่อดึงมือที่ถือม้วนฝ้ายออกมาก็คจะเป็นเส้นฝ้าย เมื่อผ่อนมือย้อนกลับเส้นฝ้ายก็จะม้วนอยู่กับเหล็กไน เมื่อใกล้จะหมดม้วนฝ้ายก็เอาม้วนฝ้ายอันใหม่ทำต่อเนื่องกับม้วนฝ้ายอันเดิมให้เป็นเส้นฝ้ายเดียวกัน จนเส้นฝ้ายเต็มเหล็กไน จึงค่อยๆ คลายเส้นใยฝ้ายจากเหล็กไนใส่ไม้เปียฝ้ายหรือไม้เปียฝ้าย (พิพิธภัณฑสถาน มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)

การเปียฝ้าย เป็นขั้นตอนที่ทำเพื่อพันพักด้ายที่ปั่นเส้นใยฝ้ายแล้ว เพื่อทำเป็นปอยหรือใจฝ้าย โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า ไม้เปีย ไม้เปีย หรือ ไม้เป ซึ่งทำจากไม้เนื้อแข็ง มักนิยมทำแบบเรียบๆบางชิ้นทำจากไม้ไผ่ก็มีวิธีการเปียฝ้าย นำใยฝ้ายที่ม้วนไว้กับเหล็กไนมาคลายออกแล้วค่อยๆ พันกับไม้เปียโดยใช้มือข้างหนึ่งกำไม้เปียตรงกลางแกน แล้วใช้มืออีกข้างหนึ่งจับเส้นใยฝ้ายพันกับไม้เปีย ให้หนาพอประมาณโดยรักษาน้ำหนักมือให้พอดี เพื่อไม่ให้เส้นใยฝ้ายตึงเกินไปหรือหย่อนเกินไป เมื่อได้เส้นใยฝ้ายในปริมาณที่ต้องการ ก็จะคลายออกมาพันเป็นปอย หรือใจด้าย เพื่อเก็บเส้นใยฝ้ายไม่ให้พันกันยุ่ง และเป็นระเบียบพร้อมที่จะนำไปทอผ้า เส้นใยฝ้ายที่สำเร็จเป็นปอยหรือใจฝ้ายนี้หากนำไปทอโดยไม่ยอมควรชุบน้ำข้าวเพื่อให้เส้นใยฝ้ายแข็งแรงและไม่เป็นขน ส่วนเส้นใยฝ้ายที่จะ

นำไปย้อมสีต้องนำไปต้มฟอก เพื่อล้างไขมันออกเสียก่อนจึงจะนำมาย้อมสีต่อไป (พิพิธภัณฑผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)

มาตรฐานคุณภาพเส้นใยฝ้าย

ตารางที่ 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 2 มาตรฐานความสม่ำเสมอของเส้นใย

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

ที่มา : กรมวิชาการเกษตร (2552)

เครื่องมือและอุปกรณ์ขนาดเล็กในการสาวฝ้ายหรือตีฟูกฝ้ายระดับเกษตรกรภายในประเทศ

อุปกรณ์ ตีดีฝ้าย นำปุยฝ้ายที่คัดแยกเมล็ดออกหมดแล้วมาตี โดยใช้ กงตีดีฝ้าย กังยึงฝ้าย หรือ กงแก็บฝ้าย ซึ่งทำจากซี่ไม้ไผ่ เหลาให้ปลายเรียวทั้งสองข้าง ใช้เชือกผูกที่ปลายทั้งสองข้างเพื่อ ตัดซี่ไม้ให้โค้งเข้าหากันคล้ายกับคันธนู อุปกรณ์คู่กันคือปล้องไม้ไผ่ขนาดเล็กยาวประมาณ 6-8 นิ้ว และกระบุงขนาดใหญ่พิเศษ ทรงปากกว้างพอประมาณขอบปากกระบุงด้านหนึ่งมัดท่อนไม้ ขนาดประมาณ 4 x 6 นิ้ว เพื่อเวลาตีดีฝ้าย ปากกระบุงจะได้ยกหมุนสูงขึ้นจากพื้น กระบุงขนาดใหญ่ นี้เรียกเป็นภาษาท้องถิ่นต่าง ๆ กันว่า กะเพียด กะเพด หรือกระหลุมยึงฝ้าย (พิพิธภัณฑผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2551)



ภาพที่ 2 อุปกรณ์ตีฝ้ายและการตีฝ้ายให้แตกฟูเป็นปุยละเอียด
ที่มา : พิพิธภัณฑสถานแห่งชาติผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร (2551)

เครื่องจักรกลสำหรับกระบวนการสาวฝ้ายหรือตีฟูฝ้ายในต่างประเทศ

Drum carders เป็นเครื่องสาวฝ้ายมีรูปแบบที่ง่ายที่สุด เป็นแบบมือหมุน หรือขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องเหล่านี้โดยทั่วไปมีสองลูกกลิ้งหรือถึงที่ ปกคลุมลูกกลิ้ง ไปด้วยเส้นใยขนาดเล็ก โดยลูกกลิ้งจากถาดป้อนเข้าสู่ถึงเก็บขนาดใหญ่สองลูกกลิ้งที่ มีการเชื่อมต่อถึงกันโดยเข็มขัดโซ่หรือสายพานเพื่อให้ความเร็วรอบลูกกลิ้งหมุนขับ ก่อให้เกิดการจัดเก็บใยฝ้ายโดยลูกกลิ้งที่จะค่อยๆ ดึงเส้นใยจากฝ้ายนี้ดึงยึดเส้นใยและวางใยฝ้ายไว้ระหว่างขอบของลูกกลิ้ง เส้นใยจะถูกเพิ่มจนกว่าใยฝ้ายที่ปกคลุมลูกกลิ้งเต็ม (Collier, Ann M , 1970)



ภาพที่ 3 Drum carders
ที่มา : Collier, Ann M (1970)

เครื่องสาวฝ้าย (Carding machine) เส้นใยฝ้ายจะถูกแยกออกจากการจับตัวเป็นก้อนเพื่อให้เกิดการฟูของฝ้าย ใยฝ้ายออกมาของเครื่อง หมุนรอบ และถูกนำไปยังเครื่องสาว เรียงเส้นใยไว้อย่างสวยงามเพื่อให้ง่ายต่อการหมุน ม้วนฝ้ายต่อไป เครื่องสาวประกอบด้วยลูกกลิ้งขนาดใหญ่ หลายลูกกับลูกกลิ้งที่มีขนาดเล็กกรอบๆ ของลูกกลิ้งจะครอบด้วยฟันเลื่อยที่มีขนาดเล็กและเป็นผ้าฝ้ายดำเนินต่อไป บนฟันเลื่อยฝ้ายที่ออกจากเครื่องสาวในรูปแบบของเส้นใย (Collier, Ann M , 1970)



ภาพที่ 4 Carding machine

ที่มา : Collier, Ann M (1970)

เครื่องสาว ฝ้ายนี้เป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางสำหรับ กลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตฝ้ายซึ่ง สามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลายและเป็น ระยะเวลายาวนาน การผลิตเครื่องจักรเหล่านี้ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ภายใต้การ ควบคุมอย่างระมัดระวัง ของนี้เจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญของ บริษัท นอกจากนี้เหล่านี้มีการ ตรวจสอบอย่างเคร่งครัดโดย เจ้าหน้าที่ตรวจสอบ คุณภาพ เพื่อให้เครื่องมือมีความ พร้อมใช้งานที่ สมบูรณ์แบบ เครื่องสามารถดำเนินการ สาวได้ทั้ง ฝ้าย เส้นใยสังเคราะห์ และขนสัตว์ มีคุณสมบัติ ติดตั้งง่าย ใช้งานได้ทนทาน และมีความต้านทานต่อการสึกหรอ ใช้มอเตอร์ 220 โวลต์ 1 เฟส เป็นต้นกำลังในการทำงาน ขนาดกำลังการผลิต (ต่อชั่วโมง)



ภาพที่ 5 Cotton Carding Machine

ที่มา : <http://trade.indiamart.com/details.mp?offer=1633039491>

ระเบียบวิธีการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 วิจัยและพัฒนาเครื่องสำอางสำหรับการตีฟูปุ๋ยฝ้าย

การทดลองที่ 1.1 วิจัยและพัฒนาเครื่องสำอางสำหรับการตีฟูปุ๋ยฝ้าย

- สิ่งที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องสำอางสำหรับการตีฟูปุ๋ยฝ้าย แบบใช้แรงงานคน

2. เครื่องมือ และเครื่องจักรสำหรับการสร้างต้นแบบ

3. อุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆ ที่มีใช้กันอยู่ ณ ปัจจุบันในขบวนการผลิตเส้นใยฝ้ายใน

ระดับเกษตรกร หรือชุมชนผู้ผลิตหัตถกรรมสิ่งทอ

- แบบและวิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องมือต้นแบบ และทดสอบสมรรถนะใน

การทำงาน เปรียบเทียบกับเครื่องมือที่มีอยู่เดิมที่ใช้แรงงานคน

- วิธีปฏิบัติการทดลอง

วิธีการดำเนินงานดังนี้

1. ศึกษารูปแบบ การใช้งาน เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการตีฟู หรือสำอาง ฝ้าย ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น การตีฟูด้วยกงตีฝ้าย เครื่องสำอางที่ผลิตจากต่างประเทศ

2. ศึกษากรรมวิธีการสำอางหรือการตีฟูปุ๋ยฝ้าย ด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม เพื่อหาแนวทางในการออกแบบเครื่องมือให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน และลดภาระการใช้แรงงานคน

3. ออกแบบและสร้างต้นแบบเครื่องมือสำอางสำหรับการตีฟูปุ๋ยฝ้าย ที่ผ่านขั้นตอนการแยกเมล็ดและทำความสะอาดปุ๋ยฝ้ายแล้ว โดยดำเนินการสร้างตามกรอบแนวความคิดของงานวิจัย ทั้งนี้

จะทำการสร้างชุดทดสอบเพื่อการทดสอบหลักการออกแบบเครื่องที่เหมาะสมกับการใช้งานของกลุ่มแม่บ้าน

4. ทดสอบเบื้องต้น หาความเร็วรอบและอัตราการป้อนที่เหมาะสม ปรับปรุงแก้ไขชิ้นส่วนและอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพ โดยใช้ผลผลิตของฝ่ายพันธุ์รับรองของกรมวิชาการเกษตร และพันธุ์พื้นเมืองอื่นๆ

5. ทดสอบประสิทธิภาพ และเก็บข้อมูลสมรรถนะของเครื่องต้นแบบ ปุยฝ้ายที่ผ่านการการตีฟูปุยฝ้าย ที่ระดับความชื้น อัตราการป้อน และความเร็วรอบต่างๆ โดยมีค่าชี้ผลการศึกษา ได้แก่

5.1 ความสามารถในการทำงานเครื่องต้นแบบ (กิโลกรัมต่อชั่วโมง)

5.2 ประสิทธิภาพการสาวปุยฝ้าย (%)

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

6. วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเศรษฐศาสตร์ และสรุปผลการทดลอง

สถานที่ดำเนินการวิจัย ศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร

กลุ่มเกษตรกรแปรรูปฝ้าย ในเขต จ.เชียงใหม่และลำพูน

ผลการทดลอง

ศึกษารูปแบบ การใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ในการตีฟู หรือสาวฝ้าย ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันที่กลุ่มทอผ้าฝ้ายบ้านทุ่งก้อ และบ้านดินดำ อ.ลี้ (ดังภาพที่ 6-11) สำหรับความยาวเส้นฝ้าย ขึ้นอยู่กับชนิดของฝ้ายดังนี้

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



ภาพที่ 6 ฝ้ายจากไร่



ภาพที่ 7 เครื่องแยกเมล็ดฝ้ายออกจากเนื้อฝ้าย (อ้าว)



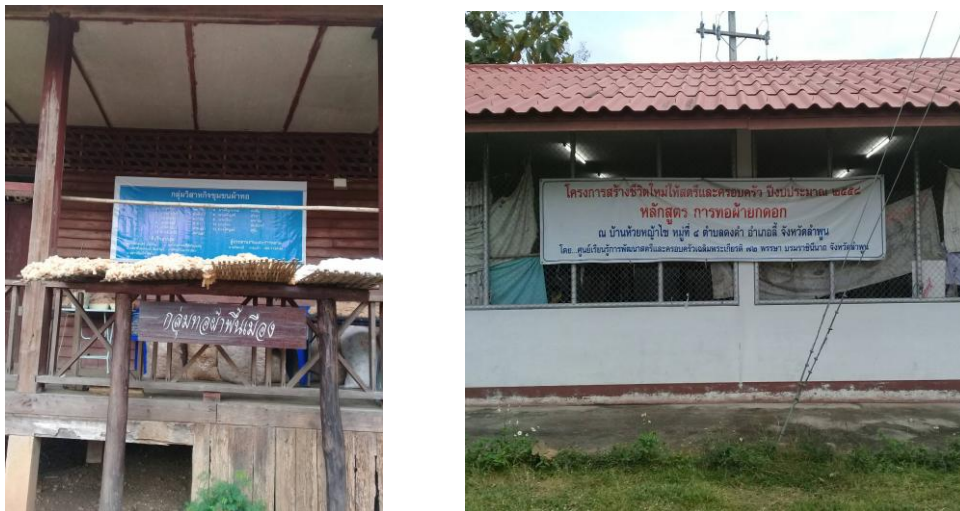
ภาพที่ 8 เครื่องมือตีให้เนื้อฝ้ายฟู



ภาพที่ 9 การม้วนเนื้อฝ้ายให้เป็นหลอด

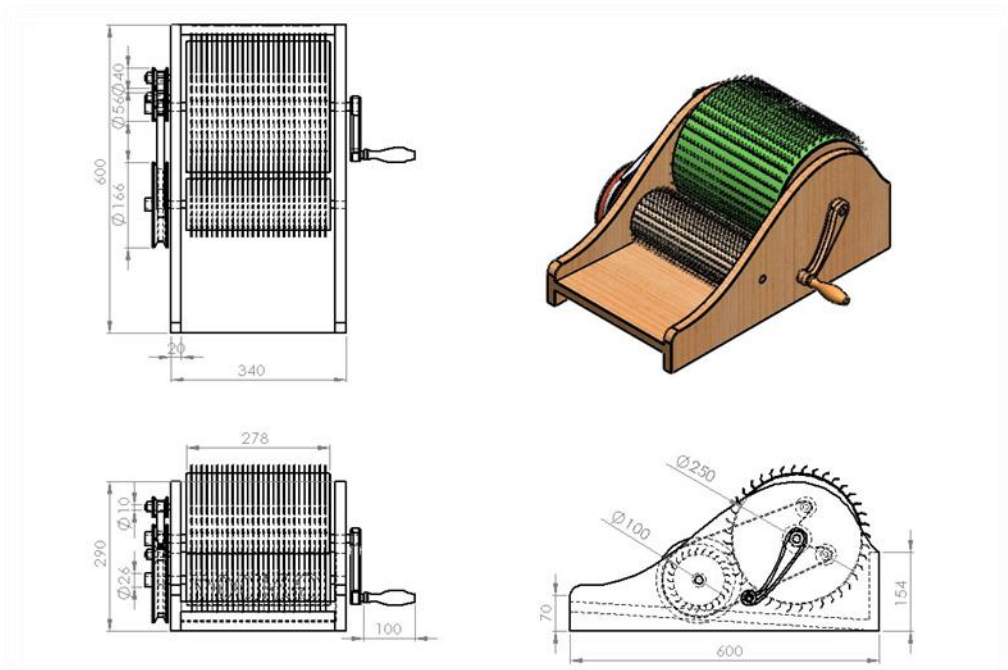


ภาพที่ 10 เส้นฝ้ายที่ได้

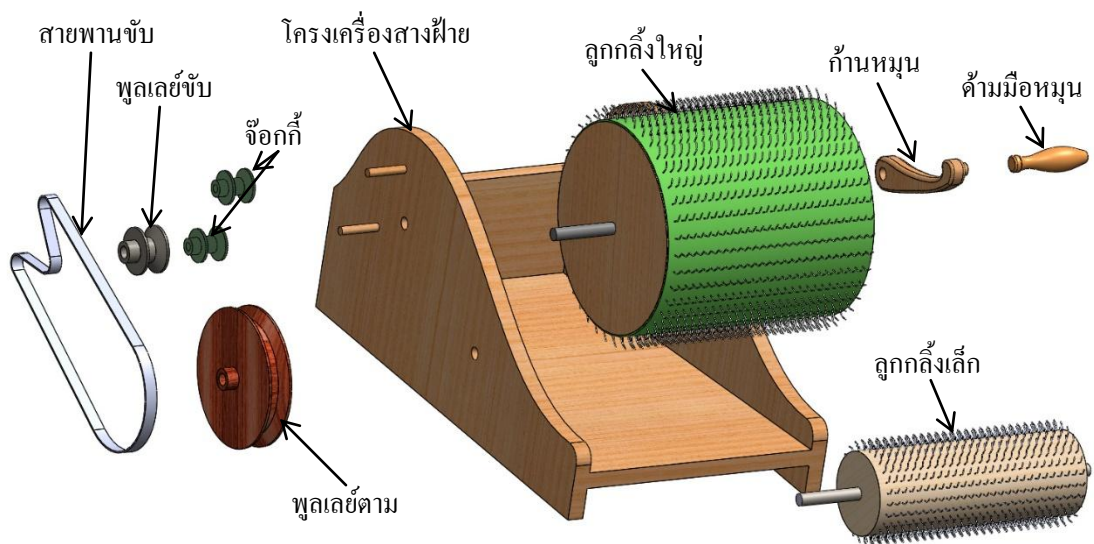


ภาพที่ 11 กลุ่มเกษตรกรทอฝ้าย อำเภอสี จ.ลำพูน

เครื่องต้นที่ออกแบบไว้ลักษณะการทำงานของเครื่องจะประกอบไปด้วยลูกกลิ้ง 2 ตัว คือตัวบนและตัวล่าง ตัวบนจะมีขนาดใหญ่กว่าตัวล่าง(เส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร) ตัวล่าง (10 เซนติเมตร) โดยเวลาทำงานจะใช้แรงงานคนหมุนลูกกลิ้งตัวบนก่อน แล้วถ่ายทอดกำลังส่งมาที่ลูกกลิ้งตัวล่าง และความเร็วรอบต่างกันคือตัวล่างจะช้ากว่าตัวบน 4 เท่า ที่ลูกกลิ้งจะมีเหล็กขนาดเล็กติดรอบลูกกลิ้งทั้งสอง เมื่อป้อนฝ้ายเข้าด้านล่างของลูกกลิ้ง ฝ้ายจะโดนปลายซี่ของลูกกลิ้งดึงเข้าไป เมื่อไปถึงลูกกลิ้งตัวบนซึ่งมีความเร็วมากกว่าก็จะดึงยึดฝ้ายออกเป็นเส้นตรงได้ดังภาพที่ 12-13



ภาพที่ 12 งานออกแบบเครื่องสางฝ้าย ต้นแบบ



ภาพที่ 13 แบบเครื่องสางฝ้ายต้นแบบแยกชิ้นส่วน



ภาพที่ 14 เครื่อง紡ฝ้าย ตัวต้นแบบ

ได้ดำเนินการสร้างต้นแบบเครื่อง紡ฝ้ายจนเสร็จตามแบบที่ออกแบบไว้ตั้ง
ทดสอบเบื้องต้นพบว่าใช้งานได้ดี จึงได้นำเครื่องไปทดสอบกับกลุ่มเกษตรกร จ.ลำพูน

ภาพที่ 1 4

การทดสอบเครื่อง紡ฝ้ายต้นแบบ

ในการทดสอบเครื่อง紡ฝ้ายตัวต้นแบบ ได้ทำการทดสอบและรวบรวมข้อมูลกระบวนการ
ผลิตเส้นฝ้าย ณ กลุ่มเกษตรกร 3 กลุ่ม คือกลุ่มทอผ้าย้อมสีธรรมชาติบ้านไม้ตะเคียน ม.2 ต.ตะเคียน
ปม อ.ทุ่งหัวช้าง จ.ลำพูน กลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่มพัฒนาอาชีพผู้สูงอายุบ้านก้อทุ่งผ้าฝ้ายทอมือจาก
ฝ้ายสีธรรมชาติ ต.ก้อ อ.ลี้ จ.ลำพูน และกลุ่มทอผ้าศูนย์เรียนรู้การปลูกฝ้าย บ้านห้วยหญ้าไซ ม.4 ต.
ดงดำ อ.ลี้ จ.ลำพูน

การตีฟูฝ้าย เป็นขั้นตอนที่ทำให้ฟูฝ้ายไม่เกาะตัวเป็นก้อนก่อนนำไปปั่นสาวเป็นเส้น
ฝ้าย เครื่องตีฟูแบบภูมิปัญญาชาวบ้าน จะเป็นคันธนูไม้ไผ่ ตีต ตีฟูฝ้ายที่เกาะตัวเป็นก้อนให้แตกฟูตัว
ซึ่งทำงานได้ช้า ใน 1 วัน อาจตีตตีฟูได้ประมาณ 1-1.5 กิโลกรัม

การทดสอบเบื้องต้น การตีฟูปุยฝ้ายด้วยเครื่องตีฝ้าย



ภาพที่ 15 เครื่องตีฝ้าย ตีฟูลิ้นฝ้ายต่อครั้ง 25 กรัม

ในการใช้เครื่องตีฝ้าย เกษตรกรกำหนดน้ำหนักฝ้าย 25 กรัมต่อการตี 1 ครั้ง เป็นปริมาณ และความถนัดของเกษตรกร (ภาพที่ 15) ในการทดสอบกับเครื่องสางฝ้ายต้นแบบ จึงกำหนดน้ำหนักฝ้ายเท่ากันเพื่อเปรียบเทียบเวลาในการตีฟูลิ้นฝ้ายต่อน้ำหนักที่เท่าๆกัน โดยกำหนดทดสอบฝ้าย 3 สี คือ ขาว ตุ่น และเขียว ทดสอบ สีละ 3 ซ้ำ ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าเครื่องตีฝ้ายแบบคันธนู ใช้แรงงานคนพบว่า ฝ้ายสีขาว สีตุ่น สีเขียว มีความสามารถในการทำงานเท่ากับ 0.24 0.20 และ 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 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	

การทดสอบตีฟูปุ๋ยฝ้ายด้วยเครื่องสางฝ้ายต้นแบบ(ภาพที่ 16) ซึ่งได้ทดลองให้เกษตรกรใช้งาน และฝึกสอนการใช้ เกษตรกรสามารถใช้งานได้ดี และทดสอบการทำงานผลการทดสอบดังตารางที่ 2



ภาพที่ 16 เกษตรกรทดสอบเครื่องสางฝ้ายต้นแบบตีฟูเส้นฝ้าย

ตารางที่ 3 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

วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการใช้เครื่องมือที่ออกแบบเปรียบเทียบกับวิธีของเกษตรกร การวิเคราะห์หาจุดคุ้มทุนของเครื่องสางฝ้ายใช้สมการในการคำนวณ ดังนี้

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

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

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

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

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 × (r / 100)]

= [(15,000+1,500)/2 × (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 = (F_c/A) + (1/Ct) [R&M+E+L]

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

$$A_c = (3,937/A) + 54.63 \dots \dots \dots \text{สมการที่ 5}$$

2. การคำนวณหาต้นทุนการ สางฝ้าย

ในการศึกษาการ สางฝ้ายโดยใช้แรงงานคน พบว่า 1 คน สามารถ สางฝ้ายได้เฉลี่ย 0.22 กก./ชม. ถ้าทำงาน 8 ชม./วัน และค่าแรง 300 บาท ต้นทุนการสางฝ้ายเมื่อใช้แรงงานคน(A_c)

$$\begin{aligned} A_c &= 300 / (0.22 \times 8) \\ &= 170.45 \text{ บาท/กก.} \end{aligned}$$

3. การคำนวณหาจุดคุ้มทุน

สามารถคำนวณหาได้โดยแทนค่าลงในสมการที่ 5

$$A_c = (3,937/A) + 54.63$$

$$\text{แทนค่า} \quad 170.45 = (3,937/A) + 54.63$$

$$\text{เพราะฉะนั้น} \quad A = 34 \text{ กก./ปี}$$

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

ผลการทดสอบเครื่องตีฝ้ายแบบคันธนู แบบใช้แรงงานคนพบว่า มีความสามารถในการทำงานเมื่อใช้กับฝ้ายสีขาว สีตุ่น สีเขียว เท่ากับ 0.24 0.20 และ 0.23 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ และความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 0.22 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งฝ้ายแต่ละพันธุ์มีความสามารถในการทำงานไม่ต่างกันมาก และจากการทดสอบโดยเครื่องสางฝ้ายมือหมุนพบว่าความสามารถในการทำงานเมื่อใช้กับฝ้ายสีขาว สีตุ่น สีเขียวเท่ากับ 0.81 0.64 และ 0.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ตามลำดับ ความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 0.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จะเห็นได้ว่าเครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการสางฝ้ายสูงกว่าเครื่องตีฝ้ายแบบดั้งเดิมและเมื่อใช้กับ ฝ้ายสีขาวความสามารถในการทำงานสูงสุดคือ 0.81 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งเครื่องดังกล่าวสามารถทำงานได้ดีกับฝ้ายทุกพันธุ์ มีจุดคุ้มทุนในการ ใช้เครื่องสางฝ้ายอยู่ที่ 34 กิโลกรัมต่อปี เมื่อคิดอายุการใช้งานของเครื่องต้นแบบ 5 ปี ความสามารถในการทำงาน เฉลี่ย 0.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และทำงาน 8 ชั่วโมง ต่อวัน จะสามารถทำงานได้ 5.79 กิโลกรัมต่อวัน ซึ่งพบว่าสามารถคืนทุนได้ภายใน 6 วัน ส่วนที่เหลือเป็นผลกำไรที่ตามมา

สรุปและข้อเสนอแนะ

ผลการทดสอบ สรุปได้ว่า เครื่องสานฝ้ายแบบมือหมุน ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นประกอบไปด้วย ลูกกลิ้ง 2 ชุด คือชุดด้านบนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 เซนติเมตร และชุดด้านล่าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร ขณะใช้งานลูกกลิ้งจะหมุนด้วยการใช้แรงงานคน และกำลังจะถูกถ่ายทอดมาที่ลูกกลิ้งตัวล่างด้วยสายพาน ลูกกลิ้งทั้งสองมีความเร็วรอบต่างกันคือตัวล่างจะช้ากว่าตัวบน 4 เท่า ที่ผิวของลูกกลิ้งทั้งสองชุดติดซี่เหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 มิลลิเมตร ยาว 25 มิลลิเมตร จำนวน 20 ซี่ต่อตารางนิ้ว ฝ้ายจะถูกป้อนเข้าทางด้านล่างของลูกกลิ้ง สามารถตีฟูฝ้ายได้ดีเหมือนที่เกษตรกรติดด้วยคันธนู โดยมีความสามารถในการทำงานเฉลี่ย 0.72 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ในขณะที่แบบเดิมของเกษตรกรทำงานได้ 0.22 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หรือมีความสามารถในการทำงานมากกว่าแบบเดิม 3.27 เท่า โดยมีราคาเครื่องประมาณ 15,000 บาท มีจุดคุ้มทุนในการใช้เครื่องอยู่ที่ 34 กิโลกรัมต่อปี

เนื่องจากระยะเวลาดำเนินงานโครงการนี้ตามเป้าหมายคือดำเนินการสำเร็จตามวัตถุประสงค์ภายใน 2 ปี (ปีงบประมาณ 2560-61) แต่ได้ดำเนินงานได้เพียง 1 ปี ก็ปิดโครงการลงเนื่องจากไม่ได้รับการสนับสนุนงบประมาณ ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่ทำให้เครื่องต้นแบบสามารถพัฒนาได้ถึงระดับที่ทำงานได้ดีระดับหนึ่ง เท่านั้นทั้งที่ยังสามารถพัฒนาให้มีความสามารถในการทำงานได้ดีกว่าเดิมโดยการ ใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง แต่น่าเสียดายที่ต้องยุติ โครงการเสียก่อน

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2552. ฝ้าย. สืบค้นเมื่อ 5 พฤษภาคม 2557, จาก

<http://it.doa.go.th/vichakan/news.php>.

ประสงค์ ประไพตระกูล ปริญญาปาณะพล จุณณเกศ พานิช และสุนิสา อธิวงค์ธนะวัฒน์. มปป. การเก็บเกี่ยวฝ้ายและมาตรฐานฝ้ายดอกของไทย. เอกสารอิเล็กทรอนิกส์โศกสำนักงานส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

พิพิธภัณฑผ้า มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2551. จากฝ้ายกลายเป็นเส้น เส้นฝ้าย การผลิตเส้นใยฝ้าย.

สืบค้นเมื่อ 2 พฤษภาคม 2557, จาก <http://www.thaitextilemuseum.com>.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร 2554. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 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.

ภาคผนวก
ตารางการทดสอบ

ตารางภาคผนวก 1 ผลการทดสอบการตีฟูปุ๋ยฝ้ายด้วยเครื่องตีฝ้าย(ใช้คันธนูตีฝ้าย)

ครั้งที่	น้ำหนัก(กรัม)	เวลา(นาท)	ความสามารถในการ ทำงาน(กก./ชม.)	สีฝ้าย	เฉลี่ย (กก./ชม.)
1	25	6.55	0.23		
2	25	6.37	0.24	ขาว	0.24
3	25	6.26	0.24		
4	25	7.87	0.19		
5	25	7.51	0.20	ตุ่น	0.20
6	25	6.93	0.22		
7	25	6.55	0.23		
8	25	6.32	0.24	เขียว	0.23
9	25	6.98	0.21		
เฉลี่ย	25	6.75	0.22		0.22

ตารางภาคผนวก 2 ผลการทดสอบการตีฟูปุ๋ยฝ้ายด้วยเครื่องสานฝ้ายมือหมุน

ครั้งที่	น้ำหนัก(กรัม)	เวลา(นาท)	ความสามารถในการ ทำงาน (กก./ชม.)	สีฝ้าย	เฉลี่ย (กก./ชม.)
1	25	2.14	0.70		
2	25	1.47	1.02	ขาว	0.81
3	25	2.11	0.71		
4	25	2.54	0.59		
5	25	2.20	0.68	ตุ่น	0.64
6	25	2.36	0.64		
7	25	2.14	0.70		
8	25	2.23	0.67	เขียว	0.72
9	25	1.87	0.80		
เฉลี่ย	25	2.12	0.71		0.72