

การพัฒนาคุณภาพเส้นไหมอีรี่ปั่นมือและผ้าทอจากสไลเวอร์  
Quality Improvement of Eri Hand Spun Silk Yarn and  
Woven Fabric from Card Sliver

เกสร วงศ์เกษม<sup>1</sup>, ณัฐดนัย รุ่งเรืองกิจไกร<sup>2</sup>, พิชาลัย ผู้พัฒน์<sup>2</sup>, ปวริน ตันตริยานนท์<sup>2</sup>, วราวุฒิ ศุภมิตรมงคล<sup>3</sup>, ณัฐวัชร นิธิทองสกุล<sup>4</sup>,  
รัตนพล มงคลรัตนสิทธิ์<sup>5</sup>, อุไรวรรณ นิลเพชร<sup>6</sup>, ศิวาลัย สิริมังกรรัตน์<sup>7</sup> และ รังสิมา ชลคุป<sup>3\*</sup>

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ. กันทรวิชัย จ. มหาสารคาม<sup>1</sup>  
ภาควิชาวิทยาการสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร<sup>2</sup>  
สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร<sup>3</sup>

บริษัท เนเซอร์ล ณิช จำกัด 10/39 ซ. วุฒากาศ 43 ถ. วุฒากาศ เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร<sup>4</sup>  
สาขาวิชาเทคโนโลยีเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร<sup>5</sup>

ศูนย์ความเป็นเลิศทางไหม ภาควิชาภูมิวิทยา คณะเกษตร อ. กำแพงแสน จ. นครปฐม<sup>6</sup>  
ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตรเพื่อเศรษฐกิจที่ยั่งยืน มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ. เมือง จ. ขอนแก่น<sup>7</sup>

\*ผู้นิพนธ์ประสานงาน, e-mail: aaprmc@ku.ac.th

## บทคัดย่อ

ไหมอีรี่เป็นไหมที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และนิยมปั่นและทอมือโดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชน แต่ไม่สามารถผลิตเส้นด้าย (เส้นไหม, เส้นไหมปั่นมือ) ได้เพียงพอต่อความต้องการของตลาด เนื่องจากต้องทำการเปิดรังไหมด้วยมือ ทำให้เสียเวลา และได้เส้นด้ายที่มีความแตกต่างกันของเบอร์ด้าย ความแข็งแรงจำเพาะ จำนวนเกลียวต่อนิ้ว และความไม่สมบูรณ์ของเส้นด้ายขึ้นอยู่กับความชำนาญของผู้ปั่นด้วยมือและเทคนิคการลอกทอ จึงทำการคัดเลือกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีความชำนาญในการปั่นเส้นด้ายด้วยมือ เพื่อเป็นตัวแทนในการปั่นเส้นด้ายไหมอีรี่จากสไลเวอร์ที่ผลิตจากเครื่องเปิดรังและเครื่องสาวเส้นใยชุมชน การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการยกระดับคุณภาพของไหมอีรี่ปั่นด้วยเครื่องสาวเส้นใยสำหรับวิสาหกิจชุมชนโดยเปรียบเทียบสมบัติของเส้นด้ายปั่นมือจากสไลเวอร์ที่ผลิตด้วยเครื่องสาวเส้นใยชุมชนและผลิตด้วยเครื่องสาวอุตสาหกรรมเกรด A และ B รวมถึงศึกษาสมบัติของผ้าทอจากการใช้เส้นด้ายปั่นมือเป็นเส้นพุ่ง ซึ่งจากการออกแบบผ้าทอและย้อมสีธรรมชาติโดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชน พบว่า คุณภาพของเส้นด้ายปั่นมือที่ผลิตด้วยสไลเวอร์จากเครื่องสาวเส้นใยชุมชนเทียบเคียงได้กับเส้นด้ายปั่นมือจากสไลเวอร์อุตสาหกรรมของบริษัท B แต่ด้อยกว่าจากสไลเวอร์จากอุตสาหกรรมของบริษัท A นอกจากนี้ยังมีการนำเส้นไหมอีรี่ปั่นมือมาทอโดยใช้เป็นเส้นพุ่ง อีกทั้งใช้เส้นไหมหม่อนและเส้นไหมอีรี่โรงงานเป็นเส้นยืน ซึ่งจากการออกแบบลายผ้าตามเทรนด์สีและการย้อมสีธรรมชาติ พบว่า ผ้าทอที่ได้สามารถป้องกันรังสียูวี และมีค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงในแนวเส้นยืนและพุ่งตามมาตรฐานความแข็งแรงที่สามารถนำไปทำผลิตภัณฑ์ผ้าทอ

คำสำคัญ: ไหมอีรี่ เส้นด้ายปั่นมือ เครื่องสาวเส้นใยชุมชน สไลเวอร์ ผ้าทอ

## Abstract

Eri silk is an economically value silk and produced for hand spun and hand loom by local community enterprise. But it was not able to produce enough volume of hand spun yarn to meet the market demand. Because opening the Eri cocoon by hand is time-consuming process and producing yarns with differences of yarn numbers, tenacity, yarn twist/inch, and imperfection depending on the skill of the hand spinner and degumming techniques. Therefore, the local community enterprises with yarn spinning expertise were selected to be an agent for hand spinning of the yarn derived from sliver produced with cocoon opening and community card sliver machines. This research aimed to enhance the quality of hand spun Eri silk yarn by the carding machine for local community in order to compare the properties of the hand spun yarns from card slivers produced by community and industrial machines. This study had also tested the properties of Eri silk woven fabrics using hand spun yarn as weft yarns which designed the fabrics and dyeing with natural colors by local community enterprise. The results showed that the properties of hand spun yarn from the community carding machine had the same quality as from industrial sliver B, but had less quality than from sliver A. Besides, the Eri silk fabrics were woven by using Eri hand spun yarn as weft and using mulberry silk yarn or industrial Eri silk yarn as warp. Result from the designed pattern fabric based on color trend and dyeing with natural dye indicated that the woven fabrics could protect UV radiation with enough strength in weft and warp directions, which standardized to be made the woven fabric products.

**Keywords:** Eri silk, Hand spun yarn, Community carding machine, Sliver, Woven fabric

## บทนำ

ไหมอีรี่ (*Samia ricini*) เป็นไหมที่กินใบมันสำปะหลังและใบละหุ่งเป็นอาหาร ลักษณะโดยทั่วไปของเส้นไหมอีรี่มีความยาวน้อยกว่าไหมหม่อน (*Bombyx mori*) และมีสีครีม แต่เส้นไหมที่ผลิตโดยเกษตรกรโดยทั่วไปก็มีลักษณะเป็นปุ่นปม ถ้านำเส้นไหมมาทอ ผ้าที่ผลิตจากไหมอีรี่ มีลักษณะเฉพาะตัวคือ เบา, นุ่ม, พุดตัว, สามารถดูดซับเหงื่อ และระบายอากาศได้ดี มูลค่าผลิตภัณฑ์ของไหมอีรี่ ได้แก่ รังไหม 350 - 400 บาทต่อกิโลกรัม สไลเวอร์ 800 - 1,500 บาทต่อกิโลกรัม เส้นด้าย (เส้นไหม) 1,800 - 2,000 บาทต่อกิโลกรัม ถ้านำไปทอเป็นผืนผ้าจะมีราคาเฉลี่ยอยู่ที่ 2,000 - 3,000 บาทต่อเมตร ข้อดีของไหมอีรี่คือ กินใบมันสำปะหลังและใบละหุ่งเป็นอาหาร ประเทศไทยมีการปลูกมันสำปะหลังมากถึง 8.91 ล้านไร่ [1] แต่ใบมันสำปะหลังไม่ได้มีการนำไปใช้ประโยชน์มากนัก การนำไปเลี้ยงไหมอีรี่จะเป็นการสร้างรายได้เสริมให้กับเกษตรกร

ไหมอีรี่มีรังเป็นชนิดรังเปิด (open mouthed cocoon) ซึ่งต่างจากไหมหม่อน กล่าวคือ รังไหมอีรี่มีรูเปิดออก 1 รู อยู่ที่ปลายรังด้านหนึ่ง ซึ่งเป็นทางออกของผีเสื้อ เส้นใยที่พันออกจากตัวหนอนไหมอีรี่ในช่วงที่ไหมทำรังนั้นเป็นเส้นใยแบบไม่ต่อเนื่อง (discontinuous filament) การผลิตเส้นไหมอีรี่ด้วยการปั่น (spinning) (เส้นไหมปั่นมือ, เส้นด้ายปั่นมือ, เส้นด้าย) จึงเป็นวิธีที่เหมาะสม โดยมีการผลิตระดับอุตสาหกรรมทั้งปั่นเฉพาะเส้นใยไหมอีรี่ หรือ ปั่นกับเส้นใยสั้นชนิดอื่น [2-3] ทั้งนี้ได้มีการพัฒนาชุดเครื่องผลิตเส้นไหมอีรี่แบบสับซัลค์ เพื่อการผลิตเส้นไหมอีรี่ปั่นสำหรับใช้ในระดับอุตสาหกรรมขนาดเล็กเป็นครั้งแรกของประเทศไทย ซึ่งรายงานโดย ศิวาลัย สิริมังครารัตน์ [4] ที่มีการจดทรัพย์สินทางปัญญาแล้วจำนวน 6 อนุสิทธิบัตร (6 การประดิษฐ์) สำหรับการผลิตเส้นไหมอีรี่ปั่นมือโดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่ทำการเลี้ยงไหมอีรี่นั้น เริ่มต้นการผลิตจากการ

ลอกการรังไหม ซึ่งการลอกการไหมหลายวิธี เช่น วิธีการต้มด้วยสบู่ - โซดาแอช จะนำมาทำการเปิดรังไหมด้วยมือ ซึ่งต้องใช้เวลาในการทำ รวมทั้งได้เส้นด้ายที่เกิดบ่มสูง, มีความไม่สม่ำเสมอ, ส่งผลให้มีความแข็งแรงต่ำ และทำให้ยากต่อการทอผ้า ดังนั้นการพัฒนาเครื่องสางเส้นใยชุมชน เพื่อให้การรังไหมที่ลอกการไหมแล้ว มาทำการเปิดและสางเส้นใยให้มีการเรียงตัวและมีความสม่ำเสมอของเส้นใยได้ดีขึ้น ทำให้สามารถนำมาปั่นเส้นด้ายให้ได้เส้นด้ายปั่นมือที่มีคุณภาพด้านความแข็งแรง และความสม่ำเสมอที่ดีขึ้น แต่ยังคงเอกลักษณ์ความเป็นด้ายปั่นมือ

การพัฒนาคุณภาพเส้นไหมอีรี่ในระดับวิสาหกิจชุมชนให้มีฟังก์ชันพิเศษและมีสมบัติของเส้นไหมอีรี่ปั่นมือดีขึ้น เป็นงานวิจัยที่ได้รับทุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม [5] ซึ่งได้มีการพัฒนาเครื่องสางเส้นใยชุมชน โดยมีหลักการออกแบบการทำงานของเครื่องสางเส้นใยชุมชนที่พัฒนา [6-7] ดังนี้ วางแผ่นแลปรังไหมที่ผ่านการต้มลอกการไหมแล้วบนถาดวาง (feed plate) โดยมี feed roller เป็นตัวดึงแผ่นแลปรังไหม เพื่อป้อนให้กับ licker - in นามของ licker - in จะทำหน้าที่สางเส้นใยให้เป็นอิสระต่อกัน จากนั้นเส้นใยจะถูกส่งผ่านไปยัง main cylinder ซึ่งมีลูกกลิ้งทำความสะอาดและเรียงเส้นใยอยู่ 2 ชุด เส้นใยที่ติดอยู่กับหมาม main cylinder จะถูกสางให้เรียงตัวขนานกัน เส้นใยที่ผ่านการสางแล้วจะถูกส่งต่อไปให้กับ doffer แล้วส่งไป roller เพื่อม้วนเก็บปุ๋ยไหมต่อไป เครื่องต้นแบบที่ได้สามารถปรับความเร็วของลูกกลิ้ง feed roller และ ความเร็วของ main cylinder ซึ่งสามารถสางปุ๋ยไหมได้ 0.75 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และสามารถนำไปผลิตด้ายปั่นมือที่มีเบอร์ด้าย (yarn number) 3.88 - 4.54 Ne, ความแข็งแรง Tenacity 2.95 - 7.20 cN/tex [5] ด้วยสไลเวอร์ที่ผลิตจากเครื่องสางเส้นใยชุมชนต้นแบบที่ผลิตได้นี้ เพื่อเพิ่มคุณภาพเส้นด้าย ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงทำการศึกษาคุณภาพเส้นด้ายไหมอีรี่ปั่นมือ จากรังไหมอีรี่ลอกการไหมแล้วนำมาผ่านเครื่องเปิดรังไหมและเครื่องสางเส้นใยต้นแบบระดับชุมชน เปรียบเทียบกับเส้นด้ายปั่นมือจากสไลเวอร์อุตสาหกรรม รวมทั้งศึกษาสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงของเส้นด้ายปั่นมือ โดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่คัดเลือกจากกลุ่มที่ผลิตเส้นไหมอีรี่ปั่นมือทั้งประเทศที่มีความชำนาญด้านการปั่นมือ เพื่อคัดเลือกกลุ่มที่จะเป็นตัวแทนมาทดสอบการปรับปรุงคุณภาพของสไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสางเส้นใย รวมทั้งทำการพัฒนาและออกแบบผ้าทอจากเส้นไหมอีรี่ปั่นมือที่ใช้เป็นเส้นพุ่งด้วยการออกแบบเจดสีตามเทคนิคการออกแบบสี รวมทั้งย้อมสีธรรมชาติจากพืชหรือสัตว์ที่ได้จากแหล่งในท้องถิ่น และที่มีสมบัติการป้องกันรังสียูวีจากงานวิจัยของคณะผู้วิจัย โดย Rungruangkitkrai และคณะ [8] เนื่องจากพืชธรรมชาติมีแทนนินที่มีสมบัติที่สามารถป้องกันรังสียูวีได้ เช่น ใบยูคาลิปตัส เป็นต้น โดยสีที่ได้จะเป็นสีน้ำตาล นอกจากนี้ถ้าใช้โลหะเป็นสารมอร์แดนต์ จะทำให้ผ้าได้เจดสีที่แตกต่างกันออกไป จึงนำมาต่อยอดและนำเส้นด้ายไหมอีรี่มาย้อมสีธรรมชาติดังกล่าวตามรายละเอียดของงานวิจัย [8] แล้วนำมาทอเป็นผ้าฝืน เพื่อทำผลิตภัณฑ์ต่อไป

## วิธีการศึกษา

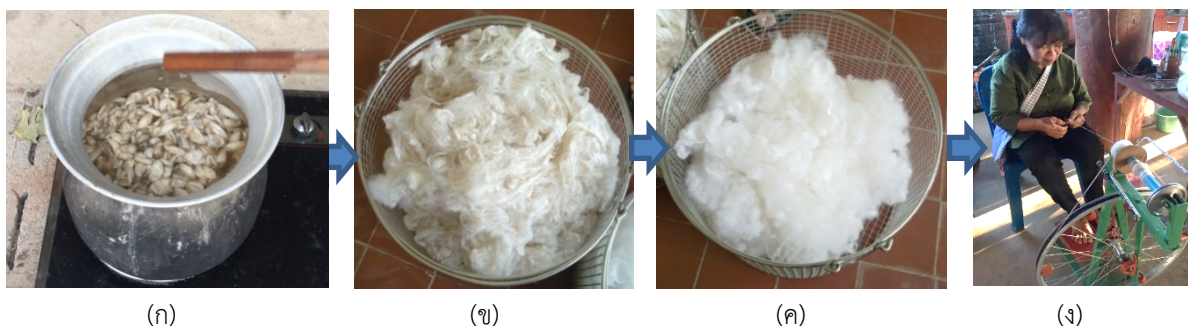
### 1. การสำรวจและคัดเลือกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีศักยภาพในการปั่นเส้นไหมอีรี่ด้วยมือ และการศึกษาคุณภาพเส้นไหมอีรี่ปั่นมือ

คัดเลือกและสำรวจข้อมูลแต่ละกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีความชำนาญในการปั่นเส้นไหมใยด้วยมือ โดยเลือกกลุ่มจากจังหวัดในภาคเหนือ คือ เชียงใหม่และลำปาง, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ คือ ขอนแก่น, ภาคตะวันตก คือ ตาก และภาคกลาง คือ อุทัยธานีและนครสวรรค์ โดยการสุ่มเป็นกลุ่ม ก - ฉ แต่ไม่ระบุให้ปรากฏ ซึ่งเลือกตัวแทนจังหวัดละ 1 กลุ่ม

เส้นไหมอีรี่ปั่นมือของแต่ละกลุ่ม โดยหลังจากการลอกการไหมอีรี่ด้วยวิธีต้มด้วยสบู่ - โซดาแอช ตามรายละเอียดในงานวิจัยของ Chollakup และคณะ [3] คือ สบู่ 5 กรัมต่อลิตร และโซเดียมคาร์บอเนต 3 กรัมต่อลิตร อัตราส่วน 1 : 30 ต้มที่ 90 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที แล้วตากแห้ง รังไหมที่ได้หลังการลอกการไหม นำมาเปิดรังไหมด้วยมือ แล้วแต่ละกลุ่มนำมาผลิตเส้นไหมอีรี่ปั่นมือด้วยเครื่องเมเตลริจเจอร์ (MC) ตามภาพที่ 1 เส้นไหมอีรี่ปั่นมือที่ได้นำมาทดสอบสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงดังต่อไปนี้

- (1) เบอร์ด้าย (yarn number, Ne) ตามวิธี ISO 1260 ด้วยการชั่งน้ำหนักต่อความยาว
- (2) จำนวนเกลียวต่อนิ้ว (yarn twist, TPI) ตามวิธี ISO 2061 ด้วยเครื่องวัดจำนวนเกลียวต่อนิ้ว และทิศทางของเกลียวตามวิธี ASTM D1423 ด้วย Simple twist tester (SDL 3220C, Shirley Developments Ltd., England)
- (3) ความแข็งแรงจำเพาะ (tenacity, cN/tex) ตามวิธี ISO 2062 ด้วยเครื่อง Tensile tester machine (Shimadzu AGS5kN, Japan)
- (4) ความไม่สมบูรณ์ (imperfection) ลักษณะ imperfection อธิบายว่าเกิดเป็นปมปมที่เรียกว่า neps หรือเส้นด้ายหนามากกว่าบริเวณอื่น ตามความยาว 0.5 ซม เรียก thick places ใช้เป็นเกณฑ์ในการวัดความไม่สมบูรณ์ของเส้นด้ายด้วยวิธี in-house ดัดแปลงตาม วิธี ASTM D2255-2002 (standard test method for grading spun yarns for appearance) โดยวิธีการดัดแปลงมาจากวิธีการที่ใช้วัดความสม่ำเสมอของไหมหม่อน [2]

ผลของสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงของเส้นไหมอีรี่ที่ได้จะนำมาคัดเลือกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ให้เหลือเพียง 1 กลุ่มที่จะให้ทำการปั่นเส้นด้ายจากสไลเวอร์ในข้อที่ 2 เพื่อปรับปรุงสมบัติของเส้นด้ายปั่นมือ และจำนวน 2 กลุ่มเพื่อศึกษาในข้อ 3



ภาพที่ 1 การเตรียมรังไหมอีรี่และการผลิตเส้นไหมอีรี่ปั่น (ก) ต้มลอกถ้ำไหม (ข) รังไหมที่ผ่านการต้ม (ค) แผ่นรังไหมที่เปิดด้วยมือ (ง) การใช้เครื่องเมเตลริจกร (MC) ผลิตเส้นไหมอีรี่ปั่นมือ

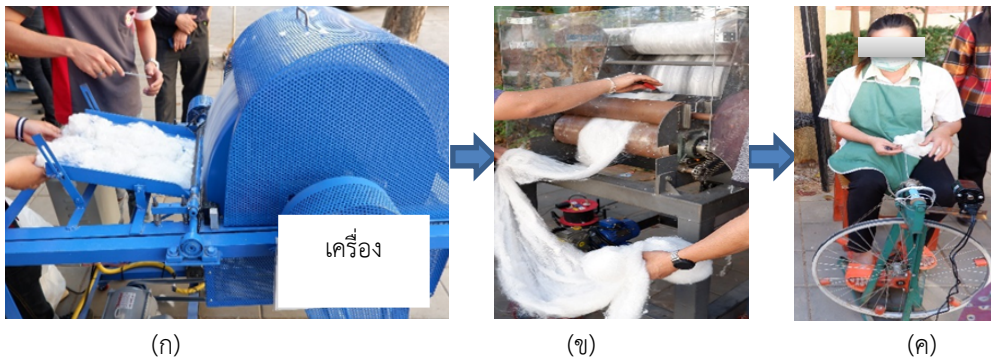
## 2. การศึกษาสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงของเส้นไหมอีรี่ที่ได้จากการปั่นสไลเวอร์ด้วยมือ

รังไหมที่ได้จากการลอกถ้ำของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนตัวแทน (กลุ่ม ฉ) นำมาผ่านเครื่องเปิดรังที่พัฒนาโดย Chollakup และ Wongkasem [7] และผ่านเครื่องสาวเส้นใยชุมชน ซึ่งพัฒนาภายใต้โครงการวิจัยของรังสิมา ชลคุป และคณะ [5] (ภาพที่ 2) ทำการปั่นเปรียบเทียบกับสไลเวอร์ที่ได้จากอุตสาหกรรมบริษัท A และ B (สไลเวอร์ A และ B) โดยสไลเวอร์ A เป็นสไลเวอร์ที่ได้จากการสาวเส้นใยไหมอีรี่ ซึ่งมีความยาวเส้นใย 60 มิลลิเมตร และสไลเวอร์ B เป็นสไลเวอร์จากเส้นใยไหมอีรี่ที่มีขนาดสั้นลง ซึ่งมีความยาวของเส้นใยน้อยกว่า 40 มิลลิเมตร ที่เหลือจากการผลิตในระบบเส้นใยสั้น (spun yarn) (ราคาถูกกว่า 1 เท่า) โดยทำการทดสอบสมบัติของเส้นด้ายตามข้อที่ 1

## 3. การออกแบบผ้าทอและย้อมสีธรรมชาติของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน และการศึกษาสมบัติของผ้าทอ

คัดเลือกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีศักยภาพในการผลิต (กลุ่ม ง และ ฉ) นำเส้นไหมอีรี่ปั่นม้าย้อมสีธรรมชาติที่มีสมบัติป้องกันรังสียูวี โดยสีที่ใช้อย้อมมาจากพืชต่างๆ ดังนี้ เเดดสีแดง ได้จากประดู่, เเดดสีชมพู ได้จากครั่ง, เเดดสีเหลือง ได้จากใบยูคาลิปตัสหรือใบมะม่วงผสมตะเคียนหนู, เเดดสีน้ำตาล ได้จากเปลือกต้นประดู่, เเดดสีฟ้าและน้ำเงิน ได้จากคราม, เเดดสีดำ ได้จากเปลือกขนุนและใบสักที่ทำมอร์แคนท์ด้วยสนิมเหล็ก นำมาย้อมสีธรรมชาติด้วยเทคนิคการย้อมและสกัดพืชที่ใช้อย้อมตามวิธีของ Rungruangkitkrai และคณะ [7] แล้วนำมาทอโดยใช้เป็นเส้นพุ่ง และใช้เส้นยืนเป็นไหมหม่อน Bombyx mori ขนาด

เบอร์ด้าย 88 ดีเนียร์ หรือ ไหมอีรีที่ผลิตจากอุตสาหกรรม (ไหมอีรีโรงงาน) ขนาดเบอร์ด้าย 40/2 Ne ขึ้นกับความถนัดของ กลุ่มวิสาหกิจชุมชน (กลุ่ม ก และ ฉ ตามลำดับ) ตามแนวการออกแบบเทรนด์สี ผ้าทอที่ได้นำมาทดสอบสมบัติของผ้าทอ คือ จำนวนเส้นด้ายต่อตารางนิ้ว (number of yarn per inch) แรงดึงขาด (tensile strength) และร้อยละการยืดตัว (% elongation) ตามวิธีมาตรฐาน ISO 13934-1 (1999E) ด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงชนิดอัตรายืดคงที่ (Constant Rate of Extension (CRE) testing machine; Shimadzu AGS-J, Japan) และทดสอบความสามารถในการป้องกันรังสียูวี (Ultraviolet Protection Factor, UPF) ตามมาตรฐาน AS/NZ 4399:1996 [9]



ภาพที่ 2 การเปิดรัง การผลิตสไลเวอร์ไหมอีรีด้วยเครื่องสานเส้นใยชุมชน และการผลิตเส้นไหมอีรีปั่นมือ โดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชน (กลุ่ม ฉ) (ก) การเปิดรังที่ผ่านการลอกกาวแล้วด้วยเครื่อง (ข) การผลิตสไลเวอร์ไหมด้วยเครื่องสานเส้นใยชุมชน (ค) การผลิตเส้นไหมอีรีปั่นมือจากสไลเวอร์โดยใช้เครื่องเมเตลรีจเจอร์ (MC)

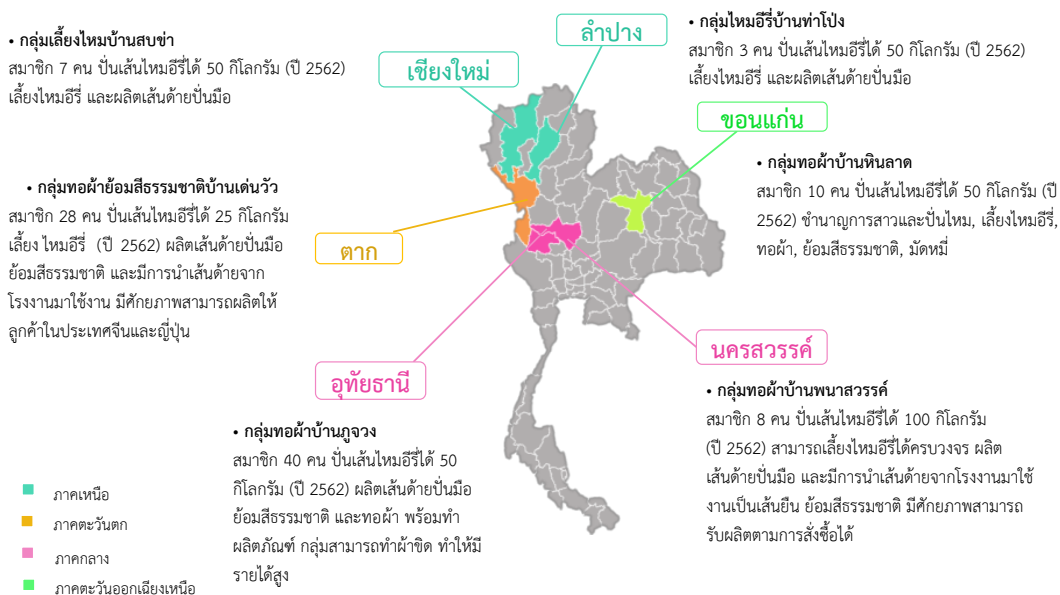
## ผลการศึกษา

### 1. การสำรวจและคัดเลือกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีศักยภาพในการปั่นเส้นไหมอีรีด้วยมือ และการศึกษาคุณภาพเส้นไหมอีรีปั่นมือ

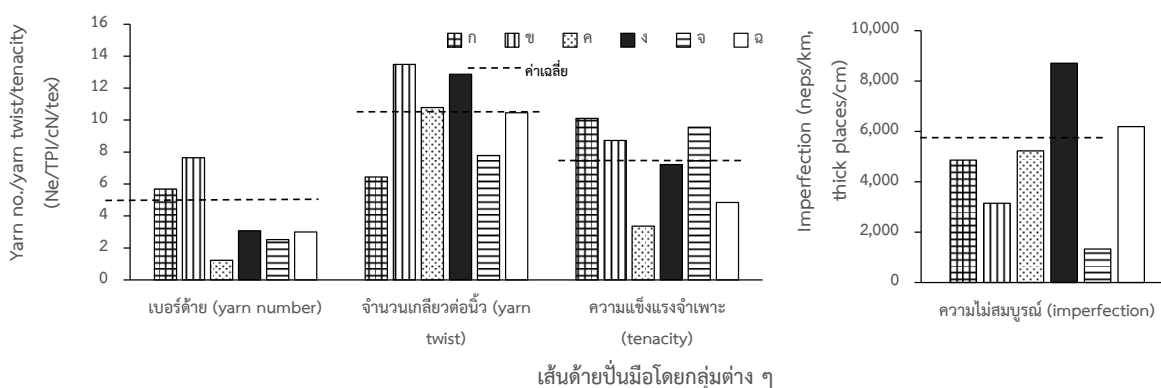
จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีศักยภาพที่เหมาะสมสำหรับนำรังไหมอีรีมาใช้ประโยชน์ โดยทำการรวบรวมตัวแทนกลุ่มต่างๆ ทั้งใน ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก และภาคกลาง ได้ทั้งหมด 6 กลุ่มด้วยกัน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีความรู้ในการเลี้ยงและมีความชำนาญในการปั่นเส้นใยด้วยมือ โดยมีรายละเอียดของแต่ละกลุ่ม ในภาพที่ 3 และได้เลือกกลุ่มวิสาหกิจชุมชน 6 กลุ่มตามรหัส ก - ฉ

จากการรวบรวมกลุ่มวิสาหกิจชุมชน เพื่อทดสอบสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงของเส้นไหมอีรีที่ปั่นด้วยมือ คือ เบอร์ด้าย จำนวนเกลียวต่อนิ้ว ความแข็งแรงจำเพาะ และความไม่สมบูรณ์ ดังแสดงรายละเอียดในภาพที่ 4 พบว่า จากการเปรียบเทียบการปั่นเส้นใยจากรังไหมของแต่ละกลุ่มมีเบอร์ด้ายตั้งแต่ 1 - 8 Ne โดยที่กลุ่มที่ปั่นเบอร์ด้ายสูง (ขนาดเส้นค่อนข้างเล็ก) ของกลุ่ม ก จะมีจำนวนเกลียว (TPI) ค่อนข้างสูง และให้ความแข็งแรงสูง สำหรับความไม่สมบูรณ์ อธิบายได้ด้วยจำนวนปมปมและช่วงเส้นด้ายมีความหนา มีค่าต่ำ ส่วนกลุ่มที่ปั่นเบอร์ด้ายสูงของกลุ่ม ข พบว่ามีศักยภาพที่ทำให้จำนวนเกลียวสูง จึงทำให้ได้เส้นด้ายเล็กสม่ำเสมอ มีค่าความแข็งแรงจำเพาะสูง และค่าจำนวนปมปมและช่วงเส้นด้ายมีความหนา มีค่าต่ำ ขณะเดียวกันกับกลุ่ม ค ปั่นเบอร์ด้ายต่ำ (เส้นด้ายใหญ่) แต่มีจำนวนเกลียวสูง แสดงถึงเส้นด้ายไม่นุ่ม แข็ง และให้ความแข็งแรงจำเพาะต่ำ ไม่เหมาะสำหรับทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความแข็งแรงสูง และมีความไม่สมบูรณ์สูง เป็นปมปม ดังนั้นถ้าจะนำมาใช้อาจต้องควบเส้นด้ายเพิ่มอีกเส้นเพื่อให้เส้นด้ายแข็งแรง และลดความไม่สม่ำเสมอ อาจต้องเสริมด้วยเส้นฟุ้งที่เป็นเส้นไหมหม่อนหรือเส้นไหมอีรีโรงงาน และกลุ่ม ฉ ปั่นเบอร์ด้ายต่ำ มีจำนวนเกลียวต่ำกว่าค่าเฉลี่ย และให้ความแข็งแรงสูง

อีกทั้งเส้นด้ายมีปมปมต่ำที่สุด ส่วนกลุ่ม ง และ ฉ เป็นกลุ่มที่มีเบอร์ด้ายเท่ากับเบอร์ 3 จำนวนตีเกลียวเท่ากับ 13 และ 11 TPI ตามลำดับ ทำให้ได้ความแข็งแรงที่ 5 - 8 cN/Tex และให้ค่าปมปม และช่วงเส้นด้ายที่หนา ในช่วงต่ำกว่า 10,000 จำนวนปม และเส้นด้ายหนา ต่อกิโลเมตร ซึ่งสามารถเอาไปทำผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นเอกลักษณ์ของด้ายปั่นมือ แต่ยังคงความแข็งแรงของเส้นด้ายสำหรับเส้นพุ่งของผ้าทอ จึงเลือกสองกลุ่มนี้ (ง และ ฉ) สำหรับนำเส้นด้ายมาย้อมสีและทอผ้า ในข้อที่ 3 แต่เลือกเพียง 1 กลุ่ม สำหรับศึกษาในข้อ 2 เพื่อการศึกษาสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงของเส้นไหมอีรี่ที่ได้จากการปั่นสไลเวอร์ด้วยมือ



ภาพที่ 3 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนในแต่ละภาคของประเทศไทยในการศึกษาที่มีการนำไหมอีรี่มาใช้ประโยชน์

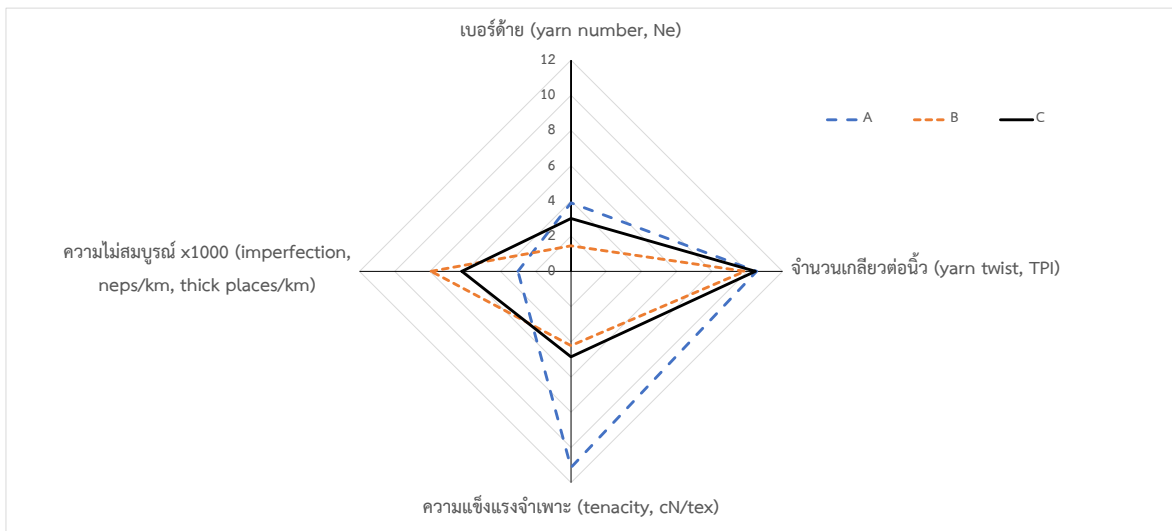


ภาพที่ 4 การทดสอบสมบัติของเส้นใยไหมอีรี่ปั่นมือจากรังไหมของแต่ละกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

2. การศึกษาสมบัติทางกายภาพและความแข็งแรงของเส้นไหมอีรี่ที่ได้จากการปั่นสไลเวอร์ด้วยมือ

จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลของกลุ่ม พบว่าในบางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีการรับซื้อเส้นด้ายจากบริษัทมาใช้งาน จึงได้มีการนำสไลเวอร์จากบริษัท A และ B ซึ่งส่งให้เฉพาะกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่ม ฉ (สามารถปั่นได้ตามเวลาที่กำหนดได้และ

มีคุณภาพการปั่นมือเทียบเท่าค่าเฉลี่ยทั่วไป จึงนำมาใช้เป็นตัวแทนในการศึกษา) ทำการทดลองปั่นมือเป็นเส้นด้ายและนำมาศึกษาสมบัติของเบอร์ด้าย, จำนวนเกลียวต่อนิ้ว, ความแข็งแรงจำเพาะ และความไม่สมบูรณ์ (ปุ่มปม/ความไม่สม่ำเสมอ) ของเส้นด้าย เปรียบเทียบกับเส้นใยไหมอีรี่ที่ผ่านการทำงานด้วยเครื่องเปิดรังและเครื่องสาวเส้นใยชุมชน (ดังแสดงรายละเอียดของวิธีการในภาพที่ 2) ซึ่งผลที่ได้แสดงในภาพที่ 5 พบว่า เส้นด้ายที่ปั่นจากสไลเวอร์ของบริษัท B มีขนาดเส้นด้ายที่ใหญ่กว่าของบริษัท A เนื่องจากสไลเวอร์จากบริษัท B เส้นใยสั้นกว่า จึงปั่นเส้นด้ายได้จำนวนเกลียวน้อย ได้เส้นด้ายขนาดใหญ่ และเกิดปมปมจึงไม่สม่ำเสมอ เส้นใยที่สั้นทำให้เมื่อปั่นเป็นด้ายจะได้เส้นด้ายที่มีเกลียวด้ายที่น้อยกว่าเส้นด้ายที่ปั่นจากเส้นใยที่มีความยาวแต่ในทางกลับกัน เส้นด้ายปั่นจากสไลเวอร์ของบริษัท A มีความยาวเส้นใย 60 มิลลิเมตร จึงได้สไลเวอร์ที่ตีกว่า เนื่องจากมีการเรียงตัวของเส้นใย ทำให้เส้นด้ายที่ปั่นได้มีจำนวนเกลียวค่อนข้างมาก จึงมีความแข็งแรงสูง และมีขนาดเส้นด้ายที่เล็กกว่าส่งผลให้มีความสม่ำเสมอมากกว่าของบริษัท B และเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นด้ายที่ปั่นมือที่ผ่านการทำงานด้วยเครื่องเปิดรังและเครื่องสาวเส้นใยชุมชน พบว่า ให้สมบัติเส้นด้ายคล้ายกับปั่นจากสไลเวอร์ B อย่างไรก็ตามการปั่นเส้นด้ายนี้ เป็นการปั่นด้วยมือจากคนปั่นคนเดียวกัน โดยอาศัยสมมุติฐานของความเคยชินของคนปั่นที่ใช้การควบคุมการปล่อยสไลเวอร์ไปยังเครื่องปั่นแมเดลรีจักร (MC) (เครื่องตัวเดียวกัน) ด้วยอัตราป้อนที่เท่ากันและ twist factor เท่ากัน เมื่อเส้นใยที่ยาวกว่า จึงทำให้เส้นใยเรียงตัวหมุนตีเกลียวมากกว่า ทำให้ได้เส้นด้ายเล็ก มีผลต่อเบอร์ด้ายมากกว่าจำนวนเกลียวต่อนิ้ว



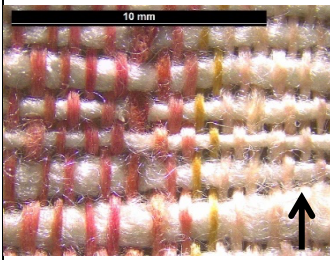

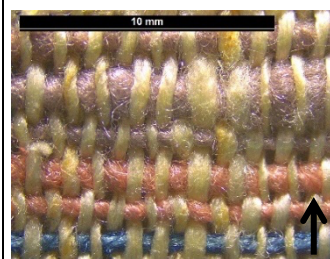
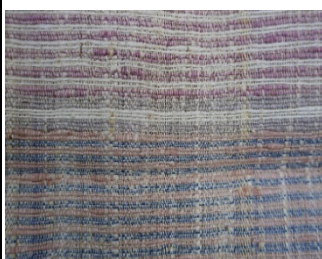
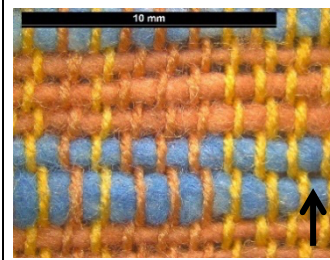
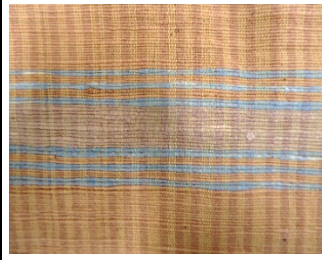
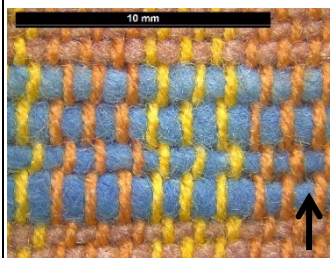

ภาพที่ 5 สมบัติของเส้นด้ายไหมอีรี่ที่ปั่นโดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชน กลุ่ม ฉ โดยปั่นจากสไลเวอร์ต่าง ๆ A: เส้นด้ายที่ปั่นจากสไลเวอร์ของบริษัท A; B: เส้นด้ายที่ปั่นจากสไลเวอร์ของบริษัท B; C: เส้นด้ายที่ปั่นจากสไลเวอร์ที่ผลิตจากเครื่องสาวเส้นใยชุมชน

### 3. การออกแบบผ้าทอและย้อมสีธรรมชาติของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน และการศึกษาสมบัติของผ้าทอ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทอให้มีฟังก์ชันการใช้งานจากเส้นใยไหมอีรี่ ในส่วนของการออกแบบผ้าทอก่อนที่จะนำไปขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์นั้น จะเน้นในเรื่องของสีที่ใช้ในการย้อม โดยให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนนำเส้นด้ายที่มีขนาดไม่เท่ากันมาใช้งานในการทอเป็นผืนผ้า เพื่อให้ผ้าที่ได้มีผิวสัมผัสที่โดดเด่น มีเอกลักษณ์ของเส้นด้ายปั่นมือ โดยมีการแนะนำให้กลุ่มวิสาหกิจชุมชนใช้สีที่อยู่ในเทรนด์สีปี 2020 ได้แก่ สีนํ้าเงิน, สีชมพูอมม่วง, สีนํ้าตาลทอง, สีดินเผา, สีเขียว และสีเขียวพาสเทล [9] มาทอเป็นผืนผ้าตามแนวโน้มของเทรนด์โลก และออกแบบผลิตภัณฑ์ตามกระแส eco friendly ซึ่งภายหลังจากการได้ศึกษารวบรวมข้อมูลของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน และศึกษาผลของการปั่นเส้นด้ายของแต่ละกลุ่ม โดยประเมินจากความชำนาญและกำลังการผลิตของ

กลุ่ม จึงทำการคัดเลือกกลุ่มวิสาหกิจชุมชนกลุ่ม ง และ ฉ ซึ่งใช้เส้นพุ่งเป็นเส้นไหมออร์แกนิก แล้วทอตามรายละเอียดในตารางที่ 1 โดยมีโครงสร้างผ้าภายใต้กล้องสแตริโอไมโครสโคป ซึ่งเป็นลายขัดธรรมดาจะมีความไม่สม่ำเสมอและขนาดเบอร์ด้ายมีความหลากหลายกว่าด้ายปั่นเครื่อง แต่หากใช้สไลเวอร์ที่เปิดจากเครื่องสางแล้ว สามารถเพิ่มความสม่ำเสมอของเส้นด้ายได้

ตารางที่ 1 โครงสร้างผ้าทอภายใต้กล้องสแตริโอไมโครสโคปและลายของผ้าทอ ที่ผลิตโดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชน

กลุ่มวิสาหกิจชุมชน	รหัสผ้า	รายละเอียด	โครงสร้างผ้า	ลายผ้า
กลุ่ม ง	A1	เส้นยืน: ไหมหม่อน 88 ดีเนียร์ เส้นพุ่ง: ไหมออร์แกนิก 3-4 Ne จำนวนเส้น: 42x20 เส้น/ ตารางนิ้ว		
	A2	เส้นยืน: ไหมหม่อน 88 ดีเนียร์ เส้นพุ่ง: ไหมออร์แกนิก 3-4 Ne จำนวนเส้น: 42x16 เส้น/ ตารางนิ้ว		
กลุ่ม ฉ	B1	เส้นยืน: ไหมออร์แกนิก 40/2 Ne เส้นพุ่ง: ไหมออร์แกนิก 3-4 Ne		
	B2	จำนวนเส้น: 41x21 เส้น/ ตารางนิ้ว		

หมายเหตุ ลายผ้าทอ A1, A2 คือออกแบบลายทอของกลุ่ม ง ; ลายผ้าทอ B1, B2 คือออกแบบลายทอของกลุ่ม ฉ

ผลการศึกษาสมบัติของผ้าทอลายขัดธรรมดา ซึ่งเป็นการทอผ้าของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนทั่วไปจากลักษณะที่ทอมีแบบง่าย โดยมีการแสดงรายละเอียดเส้นยืนและพุ่งในตารางที่ 2 พบว่า ค่าแรงดึงขาดเฉลี่ยในแนวเส้นด้ายยืนและพุ่ง โดยรวมผ้าทอตามแนวเส้นด้ายยืนจะมีความแข็งแรงต่อแรงดึงมากกว่าผ้าทอตามแนวเส้นด้ายพุ่ง แต่ในรหัส B2 ผ้าทอตามเส้นด้ายยืน

มีความแข็งแรงต่อแรงดึงขาดต่ำกว่าผ้าทอตามเส้นด้ายพุ่ง อาจเนื่องมาจากเส้นด้ายพุ่งที่นำมาทอมีความสม่ำเสมอ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ขึ้นอยู่กับความเชี่ยวชาญของผู้ปั่น และบริเวณที่เลือกมาทดสอบ และค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงขาดของทุกรหัสผ้ามีค่ามากกว่า 180 นิวตัน ซึ่งตามมาตรฐาน ISO standard ผ้าทอที่นำมาทำผลิตภัณฑ์เคหะสิ่งทอของประเทศสหราชอาณาจักร (แข็งแรงมากกว่าเสื้อผ้า) ต้องมีค่าความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง ได้มากกว่า 180 นิวตัน ทั้งแนวเส้นยืนและพุ่ง [11] ส่วนเปอร์เซ็นต์การยืดตัวในแนวเส้นด้ายยืนของผ้าไหมอิตาลี B1 และ B2 ซึ่งใช้เส้นไหมอิตาลีจากโรงงาน มีค่าการยืดตัวสูงประมาณสองเท่าของไหมหม่อน *Bombyx mori* (A1 และ A2) ซึ่งเป็นสมบัติเฉพาะของไหมอิตาลีที่มีเปอร์เซ็นต์การยืดตัวสูงกว่าไหมหม่อน [3] ทำให้ผ้าทอรหัส B1 และ B2 สามารถนำมาทำผ้าที่สวมใส่ได้ยืดหยุ่นดีกว่าผ้าไหมหม่อน ซึ่งการนำผ้าไปทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ ขึ้นอยู่กับแนวทางในการนำไปใช้งาน หากต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงสูง ให้เลือกใช้ผ้าที่มีค่าแรงดึงเฉลี่ยสูง แต่ถ้าหากต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีความอ่อนนุ่ม ยืดหยุ่น ให้เลือกใช้ผ้าที่มีค่าความยืดตัวสูง ทั้งนี้สามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ และตรงตามความต้องการของผู้บริโภค นอกจากนี้ผ้าทอที่ได้นำมาทดสอบสมบัติความสามารถในการป้องกันรังสียูวี เพื่อให้ทราบว่าผ้าแต่ละชนิดสามารถป้องกันรังสียูวีได้ดีเพียงใด ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการป้องกันรังสียูวี ได้แก่ น้ำหนักผ้า จำนวนเส้นด้ายต่อตารางนิ้ว (ด้านแนวเส้นยืน x แนวเส้นพุ่ง), ชนิดของเส้นใย, ช่องว่างระหว่างเส้นด้าย, สารเคลือบบนผิวผ้า และความเข้มสี เป็นต้น พบว่า ผ้าของทุกกลุ่มมีความสามารถป้องกันรังสียูวี (ทั้งกลุ่ม ง และ ฉ) มากกว่าหรือเท่ากับ 35 คือมีค่าในระดับดีมากจนถึงยอดเยี่ยม ซึ่งผ้าทอดังกล่าวเป็นการทอด้วยมือของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน ที่ให้โครงสร้างการทอ, ชนิดเส้นด้าย และย้อมสีธรรมชาติสีเข้มที่สามารถป้องกันรังสียูวีได้ดีมากจนถึงยอดเยี่ยม ดังนั้นจึงเหมาะกับการนำไปทำเป็นผลิตภัณฑ์ที่ป้องกันรังสียูวี คือเสื้อผ้าสวมใส่ ยังรวมถึงเครื่องใช้อื่นๆ เช่น หมวก, กระเป๋า, รองเท้า เป็นต้น

ตารางที่ 2 สมบัติแรงดึงขาด ร้อยละการยืดตัว และสมบัติความสามารถในการป้องกันรังสียูวี ของผ้าไหมอิตาลีที่ผลิตโดยกลุ่มวิสาหกิจตัวแทน

กลุ่มวิสาหกิจชุมชน	รหัสผ้า	แนวผ้า	ค่าเฉลี่ย		
			แรงดึงขาด (นิวตัน)	ร้อยละการยืดตัว	ความสามารถในการป้องกันรังสียูวี (UPF*)
กลุ่ม ง	A1	ด้ายยืน	339.13 ± 45.94	25.43 ± 3.28	58
		ด้ายพุ่ง	328.71 ± 28.45	41.05 ± 2.15	
	A2	ด้ายยืน	616.75 ± 61.97	31.82 ± 3.80	40
		ด้ายพุ่ง	200.67 ± 33.52	32.22 ± 7.35	
กลุ่ม ฉ	B1	ด้ายยืน	273.39 ± 22.37	63.53 ± 4.95	66
		ด้ายพุ่ง	225.13 ± 44.82	23.88 ± 8.34	
	B2	ด้ายยืน	301.78 ± 23.72	62.99 ± 12.59	35
		ด้ายพุ่ง	364.60 ± 29.29	51.15 ± 5.03	

หมายเหตุ: \* ค่าความสามารถในการป้องกันรังสียูวี (UPF) 15 – 24 = ดี, 25 – 39 = ดีมาก, 40 – 50 ขึ้นไป = ยอดเยี่ยม

## บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการรวบรวมกลุ่มวิสาหกิจชุมชนที่มีการปั่นเส้นไหมอีรี่ด้วยมือและการนำไหมอีรี่ไปใช้ประโยชน์ในประเทศไทย โดยได้ลงพื้นที่เพื่อสำรวจและคัดเลือกกลุ่มเกษตรกรดังกล่าวที่มีศักยภาพได้ 6 กลุ่ม จากทั้งในภาคกลาง, ภาคเหนือ, ภาคตะวันตก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า เส้นด้ายไหมอีรี่ที่ปั่นมือโดยกลุ่มวิสาหกิจดังกล่าว มีความหลากหลายขึ้นอยู่กับความชำนาญและการลอกกาไหมอีรี่ของแต่ละกลุ่ม เพื่อให้เกิดการพัฒนาคุณภาพของเส้นไหมอีรี่ จึงมีการพัฒนาเครื่องสาวเส้นใยชุมชน โดยได้นำรังไหมอีรี่หลังลอกกา มาผ่านเครื่องเปิดรังและเครื่องสาวเส้นใยชุมชน แล้วเปรียบเทียบกับสไลเวอร์ที่ได้กับสไลเวอร์อุตสาหกรรมของบริษัท A และ B พบว่า เส้นด้ายไหมอีรี่ที่ปั่นมือจากสไลเวอร์อุตสาหกรรมนั้น มีความแข็งแรงและเส้นด้ายมีขนาดเล็กกลง โดยที่เส้นด้ายปั่นมือจากสไลเวอร์ของบริษัท B มีสมบัติใกล้เคียงกับเส้นด้ายปั่นมือที่ผลิตจากรังที่ลอกกาแล้ว และผ่านการเปิดรังด้วยเครื่อง แล้วจึงผลิตสไลเวอร์ด้วยเครื่องสาวเส้นใยชุมชน จึงถือได้ว่าการพัฒนาเครื่องสาวเส้นใยระดับชุมชนสามารถนำมาพัฒนาเพื่อผลิตสไลเวอร์จากเส้นใยไหมอีรี่ที่ให้สมบัติของเส้นด้ายที่ดี นอกจากนี้ยังนำเส้นไหมอีรี่ปั่นมือจากสไลเวอร์ผลิตด้วยเครื่องสาวเส้นใยชุมชนมาทอโดยใช้เป็นเส้นพุ่ง เนื่องจากต้องการคงความเป็นเอกลักษณ์ของไหมปั่นมือที่มีความเป็นนุ่มปน สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ตามความถนัดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน โดยใช้เส้นยืนและเส้นพุ่งในการทอตามความถนัดและความเชี่ยวชาญของแต่ละกลุ่ม ซึ่งกลุ่ม ง ใช้ไหมหม่อนเป็นเส้นยืน เนื่องจากมีความต้องการให้ผลิตภัณฑ์มีความมันเงา ในขณะที่กลุ่ม ฉ จะเน้นไปที่การใช้ไหมอีรี่ 100% ในการทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทำให้ลักษณะผ้าทอมีความแตกต่างกัน แต่ยังคงมีความเป็นเอกลักษณ์ของแต่ละกลุ่ม โดยที่การทอให้มีจำนวนเส้นต่อตารางนิ้วที่เหมาะสม ทำให้ผ้าทอมีความแข็งแรงต่อแรงดึงในแนวเส้นยืนและพุ่งมากกว่า 200 นิวตัน มีความแข็งแรงต่อการนำไปทำผลิตภัณฑ์ผ้าทอ นอกจากนี้ยังทำการออกแบบลายผ้าตามเทรนด์สี และย้อมสีเส้นด้ายไหมอีรี่ด้วยสีธรรมชาติ โดยใช้พืชและสัตว์ที่สกัดสีย้อมที่มีสมบัติป้องกันรังสียูวี ผ้าทอที่ได้จึงสามารถป้องกันรังสียูวี โดยมีค่า UPF มากกว่า 35

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ของชุดโครงการ “การพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม” ปีงบประมาณ 2561-2562 ภายใต้ชุดโครงการ การพัฒนารูปแบบการผลิต การออกแบบ และส่งเสริมตลาดผลิตภัณฑ์สิ่งทอธรรมชาติจากเส้นใยไหมอีรี่และผลิตภัณฑ์จากดักแด้ไหมอีรี่อย่างยั่งยืน คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ที่ปรึกษาโครงการ อ. วิจิตร โกชนกุล ผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งทอ และศูนย์ความเป็นเลิศทางวิชาการด้านไหม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน ที่สนับสนุนและดำเนินงานวิจัยด้านไหมอีรี่จนถึงปัจจุบัน รวมทั้งกลุ่มวิสาหกิจชุมชน และบริษัทอุตสาหกรรมสิ่งทอที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยง บัน ทอ เส้นไหมอีรี่ เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ไหมอีรี่อย่างยั่งยืนต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2562). สถานการณ์การผลิตและการตลาดรายสัปดาห์: มันสำปะหลัง. ค้นจาก <https://www.ryt9.com/s/oaef/3078906>.
- [2] Chollakup, R., Suesat, J., and Ujjan, S. (2008). Effect of blending factors on Eri silk and cotton blended yarn and fabric characteristics. *Macromolecular Symposia*, 264(1), 44-49.

- [3] Chollakup, R., Suesat, J., and Ujjin, S. (2010). Influence of Eri silk fibre on the physical characteristics and dyeing properties of Eri silk/cotton blended yarn. *Coloration Technology*, 126(1), 42-47.
- [4] ศิวาลัย สิริมังคลารัตน์. (2557). ไหมเอรีและการใช้ประโยชน์. ขอนแก่น: หจก. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.
- [5] รังสิมา ชลคุป, นายณัฐดนัย รุ่งเรืองกิจไกร, ปวริน ตันตริยานนท์, พิมพวรรณ คุ่มภัย, พิธาลัย ผู้พัฒนา, รัตนพล มงคลรัตนาลิทธิ, ศิวาลัย สิริมังครารัตน์, เดือนเพ็ญ วงศ์สอน, เกสร วงศ์เกษม และณัฐวัชร นิธิทองสกุล. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์สิ่งทอจากเส้นด้ายไหมเอรีปั่น ภายใต้ชุดโครงการ การพัฒนารูปแบบการผลิต การออกแบบ และส่งเสริมตลาดผลิตภัณฑ์สิ่งทอธรรมชาติจากเส้นใยไหมเอรีและผลิตภัณฑ์จากดักแด้ไหมเอรีอย่างยั่งยืน (รายงานการวิจัย). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [6] Wongkasem, S. and Aksornpim, P. (2015). The development of a carding machine and a twisting silk machine for eri silk. *Procedia Engineering*, 100, 801-806.
- [7] Chollakup, R., and Wongkasem, K. (2018). Development of Eri cocoons opening machine. *International Conference on Materials Research and Innovation (ICMARI 2018)*. Emerald Hotel, Bangkok: Thailand.
- [8] Rungruangkitkrai, N., Mongkholrattanasit, R., Phoophat, P., Chartvivatpornchai, N., Sirimungkararat, S., Wongkasem, K., Tuntariyanond, P., Nithithongsakol, N., and Chollakup, R. (2020). UV-protection property of Eri silk fabric dyed with natural dyes for ecofriendly textiles. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 773, 1-4.
- [9] Gies, H.P., Roy, C.R., and Holmes, G. (2000). Ultraviolet radiation protection by clothing: Comparison of in vivo and in vitro measurements. *Radiation Protection Dosimetry*, 91(1-3), 247-250.
- [10] ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ (TCDC). (2562). เจาะเทรนด์โลก 2020. ค้นจาก [https://web.tcdc.or.th/media/publication\\_lang\\_file/208/TREND\\_2020\\_17-09-2019-single-page.pdf](https://web.tcdc.or.th/media/publication_lang_file/208/TREND_2020_17-09-2019-single-page.pdf)
- [11] Das, S. (2010). *Performance of home textile*. Bangalore: Woodhead Publishing India Pvt. Ltd.