

การขจัดกัมโดยวิธีเคมี



แช่น้ำด่าง 60 นาที



หลังแช่น้ำด่างเส้นใยเปลี่ยนเป็นสีเหลือง



เมื่อครบกำหนดเวลานำเส้นใยขึ้นจากด่าง

การฟอกขาวโดยวิธีเคมี



เตรียมน้ำร้อนที่ 70 °C



ชั่งน้ำหนัก



นำเส้นใยใส่ห้วง



นำเส้นใยลงหม้อ แล้วปรับอุณหภูมิที่ 70-85 °C แล้วปิดแก๊ส



ปิดฝาให้สนิท และมีผ้าเปียกคลุมไว้เพื่อป้องกันแก๊สออกไปจากหม้อฟอก



เมื่อครบเวลา 60 นาที นำขึ้นจากหม้อ

การฟอกกระทำโดยนำเส้นใยใส่ห้วง ใส่ในน้ำร้อน ปรับอุณหภูมิที่ 70 – 85 °C ยกเส้นใยขึ้น แล้วเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลงหม้อ คนให้เข้ากัน ยกเส้นใยลงให้เส้นใยสัมผัสสารเคมีให้น้ำท่วมเส้นใยอย่างสม่ำเสมอ ยกขึ้นลง สามครั้ง แล้วจึงยกขึ้น แล้วเติมโซเดียมซัลไฟต์ และ คนให้เข้ากันยกขึ้นลง หรือคนทุก 15 นาที เมื่อครบเวลา 60 นาที นำขึ้นจากหม้อ

การล้างและจัดการเส้นใยหลังฟอก



สวมถุงมือแล้วนำเส้นใยออกจากห้วง



บีบน้ำออกจากเส้นใย



ล้างน้ำให้สะอาด



ม้วนเส้นใย



ปั้นแท่ง



เก็บเส้นใยในถุงพลาสติก



เส้นใยหลังเก็บปั้นแท่ง



คลายเส้นใยออก



การกระตุกด้วยมือถ้าไม่มีเครื่องอัดบด



เส้นใยกระจายตัวหลังการกระตุก



การตากในร่ม



มัดเส้นใย : A หลังชุบ

B หลังล้าง C หลังขจัดกัมและฟอกขาว

ขั้นตอนการแยกเส้นใยเดี่ยวโดยเครื่องอัดบดเส้นใย(Individual breaking machine)



เส้นใยที่ใช้ในการทดลอง (1) หลังตากตามความยาว(2)หลังตากแห้ง(3) หลังล้างด้วยทีโพล (4) หลังฟอกขาว



น้ำมันปรับนุ่ม
(น้ำมันก๊าด + สารปรับผ้านุ่ม)



ทดลองหาสภาวะการปรับนุ่ม



การฟั่นฝอย



การหมักเส้นใยในถุงข้ามคืน



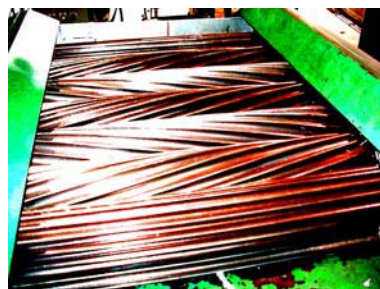
ตากให้หมาด



เครื่องอัด-บด (Individual breaker) ด้านข้าง



เครื่องอัด-บกด้านเส้นใยเข้า



เครื่องอัด-บกด้านบน



เครื่องอัด-บกด้านเส้นใยออก



การป้อนเส้นใย



เส้นใยออกจากเครื่อง



แยกเป็นเส้นใยเดี่ยวหลังการอัดบด



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยย่อยที่ 3

เทคโนโลยีการปั่นด้ายและการผลิตผ้าเพื่อหัตถอุตสาหกรรม

(Spinning and weaving for cottage level)

ของ

ชุดโครงการต้นแบบการใช้ประโยชน์จากเส้นใยของใบสับปะรดเพื่ออุตสาหกรรมสิ่งทอ

(Pilot project of pineapple leaf fiber utilization for textile industry)

โดย

สงคราม เสนาธรรม และ คณะ

30 ธันวาคม 2547

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยย่อยที่ 3

เทคโนโลยีการปั่นด้ายและการผลิตผ้าเพื่อหัตถอุตสาหกรรม

(Spinning and weaving for cottage level)

ของ

ชุดโครงการต้นแบบการใช้ประโยชน์จากเส้นใยของใบสับปะรดเพื่ออุตสาหกรรมสิ่งทอ

(Pilot project of pineapple leaf fiber utilization for textile industry)

คณะผู้วิจัย

สังกัด

นาย สงคราม เสนาธรรม

นักวิจัยอิสระ

นาง สุชาดา อุชชิน

งานเทคโนโลยีสิ่งทอ

สถาบันคั่นคว้าและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดร. รังสิมา ชลอุป

งานเทคโนโลยีสิ่งทอ

สถาบันคั่นคว้าและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นางสาว วนิดา ผาสุขดี

งานเทคโนโลยีสิ่งทอ

สถาบันคั่นคว้าและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่ปรึกษาโครงการ

ศ. (พิเศษ) อัจฉราพร ไสละสุต

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

หัวหน้าชุดโครงการ

รศ. วิชัย หฤทัยธนาสันต์

ผู้อำนวยการ

สถาบันคั่นคว้าและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชุดโครงการการพัฒนาอุตสาหกรรมไม้และเยื่อ

สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้จัดสรรงบประมาณในการดำเนินงานโครงการขอขอบพระคุณ สถาบันกัลยาและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ ที่ได้อนุญาตให้ดำเนินงานวิจัย ขอขอบพระคุณ ศ. ดร. วีระ สุตะบุตร รศ. วิชัย หุตัทธนาสันติ ศ. (พิเศษ) อัจฉราพร ไสละสุต ดร. นิคม แผลมสัก รศ. ดร. วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา คุณรุ่งอรุณ วัฒนวงศ์ ผศ. วิภา หมั่นทำการ ที่ให้คำแนะนำแนวทางการวิจัย และขอขอบคุณ อาจารย์วันิดา ผาสุขดี นางสาวสุชาดา อุชชิน ดร. รังสิมา ชลคุป อาจารย์พรชัย ตูลพิจิตร ดร. ทินโน ขวัญดี และ อาจารย์วิจารณ์ โกชนกุล ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในด้านเทคโนโลยีสิ่งทอ วิศวกรรมสิ่งทอ ขอขอบคุณ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ และ วิทยาเขตคลองหก ในการอนุเคราะห์เครื่องมืออัดบดเส้นใย ขอขอบคุณอาจารย์วิบูลย์ น้อยใจบุญ ที่ได้ประดิษฐ์เครื่องขูดใบสับปะรดที่ใช้ในการทดลอง ขอขอบคุณส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ กระทรวงอุตสาหกรรม และสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ดำเนินการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใย ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์ กรมวิชาการที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านเครื่องมือในการเตรียมเส้นด้ายสับปะรด ขอขอบคุณบริษัท อาหารสยาม จำกัด จ.ชลบุรี และองค์การอุตสาหกรรมสวนด้าบล อ.บ้านไร่ จ.อุทัยธานีในการอนุเคราะห์ใบสับปะรด ขอขอบคุณ บริษัท ยงสุวรรณ นครสวรรค์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการปั่นด้าย ขอขอบคุณโครงการทอผ้าวัดน้ำเต้าในพระบรมราชูปถัมภ์ อ.มหาราช จ.พระนครศรีอยุธยาและ คุณปรางค์ ทองลิ้มในด้านการทอผ้า ขอขอบคุณ คุณบุญยืน ชิดชอบ ผู้ประสานงานการทอผ้าและท้ายสุดขอขอบคุณทอดทุ่น สุวรรกุล และคุณสมพร จันฉนวน ผู้ช่วยนักวิจัยของโครงการ

สงคราม เสนาธรรม

หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยที่ 3

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	7
บทนำและการตรวจเอกสาร	9
วัตถุประสงค์	12
วิธีดำเนินการวิจัย	12
วิธีการทดลอง ตอนที่ ก. การทอผ้าฝ้ายและผลิตภัณฑ์	13
วิธีการทดลอง ตอนที่ ข. การย้อมสี	17
ผลการทดลอง	21
ตอนที่ ก การทอผ้าฝ้ายและผลิตภัณฑ์	21
ตอนที่ ข การย้อมสี	34
สรุปผลการทดลอง	41
ข้อเสนอแนะ	41
เอกสารอ้างอิง	42

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำความสะอาดและฟอกขาวเส้นใยสับปะรด.....	17
รูปที่ 2 ขั้นตอนการย้อมสีรีแอคทีฟ.....	19
รูปที่ 3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการย้อมและการทดสอบ	20
รูปที่ 4 การปั่นด้วยสับปะรดด้วยมือ.....	21
รูปที่ 5 กระบวนการปั่นกลุ่มเส้นใยขาวด้วยเกลียวดำ.....	23
รูปที่ 6 การผูกปมสำหรับการทอผ้า	24
รูปที่ 7 กระบวนการต่อเส้นด้วยสับปะรด	25
รูปที่ 8 การทอด้วยมือโดยใช้เส้นใยเดี่ยวหรือกลุ่มเส้นใยเป็นด้ายพุ่ง.....	26
รูปที่ 9 ลักษณะการทอแบบขนและห้วง	33
รูปที่ 10 ตัวอย่างพรหมที่ทอจากเส้นใยสับปะรด	33
รูปที่ 11 ค่า reflectance ของสีเส้นใยสับปะรดที่ย้อมที่สภาวะต่าง ๆ ตามความยาวคลื่น 400-700 nm	35
รูปที่ 12 การทดสอบความคงทนต่อแสงของสีย้อมเส้นใยสับปะรดที่อุณหภูมิต่าง ๆ	36
รูปที่ 13 Colour triangle ของสีย้อมเส้นใยสับปะรด โดย มีตัวอย่างสี, ค่า %exhaustion และค่า K/S	39

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 จำนวนเกลียวและขนาดเบอร์ด้ายของด้ายปั่นจากเส้นใยสับปะรด 100%	22
ตารางที่ 2 ผลของการย้อมสีที่ปัจจัยการย้อมสีต่าง ๆ	37
ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของสีต่อการซักฟอก และแสงซินอนอาร์ก ของเส้นด้ายย้อมสีรีแอคทีฟที่สภาวะ การย้อมต่าง ๆ	38
ตารางที่ 4 ค่าสีในระบบ CIELAB ของสีรีแอคทีฟผสม 21 สี ในการย้อมเส้นใยสับปะรด	40

โครงการวิจัยย่อยที่ 3
เทคโนโลยีการปั่นด้ายและการผลิตผ้าเพื่อหัตถอุตสาหกรรม
(Spinning and weaving for cottage level)

โดย

สงคราม เสนาธรรม¹, สุชาดา อุชชิน², รังสิมา ชลคุป² และ วนิดา ผาสุขดี²

.....

บทคัดย่อ

จากการศึกษาเทคโนโลยีการแปรรูปเส้นใยสับปะรดเป็นผลิตภัณฑ์เพื่ออุตสาหกรรมขนาดเล็กในระหว่างเดือน มิถุนายน 2546 – ธันวาคม 2547 พบว่า เส้นใยสับปะรดที่ได้จากเครื่องขูดต้นแบบ แล้วนำมาผ่านกระบวนการจัดกัมและการฟอกขาวสามารถนำมาผลิตเป็นเส้นด้าย 3 วิธี คือ 1) การปั่นกลุ่มเส้นใยยาวด้วยเกลียวต่ำ 2) การผูกปม และ 3) การปั่นด้ายผสมใยสับปะรดกับใยฝ้าย และในการผลิตเป็นผืนผ้าด้วยวิธีทอผ้าสามารถทำได้ 3 วิธี คือ 1) ทอด้วยมือโดยใช้เส้นใยเดี่ยวหรือกลุ่มเส้นใยเป็นด้ายพุ่ง 2) ทอด้วยเครื่องทอใช้กระสวยโดยใช้เส้นด้ายผสมเป็นด้ายพุ่ง และ 3) ทอปรุพู่พื้นและประดับผนัง และการทดลองนี้ได้ทอผ้า 5 ลายคือ 1) ลายขัด 2) ลายผ้าโปร่ง 3) ลายลูกแก้วพร้อมกรอบ 4) ลายลูกแก้วประยุกต์ และ 5) ลายลูกแก้วดอกขยายประยุกต์

สำหรับการศึกษาสภาวะการย้อมสีรีแอคทีฟในเส้นใยสับปะรดเพื่อเพิ่มศักยภาพในการนำมาผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ให้ได้หลากหลาย ในการทดลองครั้งนี้ได้เลือกใช้รีแอคทีฟ สีนํ้าเงินซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มโทนอ่อนที่ความเข้มข้นของสี 0.1% เป็นสีย้อมชนิดหนึ่งที่มีสภาวะการย้อมที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 °C โดยทำการศึกษากิจกรรมของปัจจัยผันแปรต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิ (40, 50, 60 °C) ปริมาณเกลือ (20, 30 กรัมต่อลิตร) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (8.5, 9.8, 10.3) และอัตราส่วนของเส้นใยต่อของเหลว (1:15, 1:20, 1:30) โดยทำการวิเคราะห์ค่าการดูดซับสี (%exhaustion) ระบบ CIE และ ความเข้มของสี ซึ่งแสดงด้วยค่า K/S รวมทั้งการคงทนของสีต่อการซักและคงทนของสีต่อแสงของด้ายที่ผ่านการย้อมสีรีแอคทีฟ ก่อนการย้อมสีได้นำเส้นใยสับปะรดมาผ่านการทำความสะอาดและฟอกในขั้นตอนเดียวกันด้วยสบู่และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่อุณหภูมิ 85 °C เพื่อกำจัดสิ่งเจือปนอื่นได้แก่ เพคติน ไซมัน เป็นต้น จากการศึกษาสภาวะการย้อมสีรีแอคทีฟ พบว่าสภาวะที่เหมาะสมคือ การย้อมที่ 50 °C ปริมาณเกลือ 30 กรัมต่อลิตร ในสภาพที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 10.3 และอัตราส่วนของเส้นใยต่อของเหลว 1:20 ทำให้เส้นใยสับปะรดมีค่า %exhaustion มากกว่า 90 ค่าสีนํ้าเงินเข้ม ให้สีสดใส ทนต่อการซักได้ดีมาก แต่ไม่ทนต่อแสง เนื่องจากลักษณะของเส้นใยสับปะรดซึ่งถูกออกซิไดส์โดยแสงได้ง่าย ทำให้เกิดเป็นสีเหลือง

.....
¹นักวิจัยอิสระ

²งานเทคโนโลยีสิ่งทอ ฝ่ายเทคโนโลยีเส้นใยธรรมชาติ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Subproject 3

Spinning and weaving for cottage level

by

Songkram Senatham¹, Suchada Ujjan², Rungsima Chollakup² and Wanida Pasookdee²

Abstract

Research on technology of pineapple leaf fiber utilization for fabric and rug was carried out during June 2003 – December 2004. Pineapple leaf fiber (PALF) was extracted by decorticating machine, and then degummed and bleached. PALF yarns were produced by 3 methods as follow: included 1) low twist spinning a bundle of fiber, 2) holding fiber together by knotting 3) spinning PALF-Cotton blend fiber. Three woven methods were compared i.e. 1) single or bundle PALF as weft yarn, which passed through the shed of the handloom 2) PALF-cotton spun yarn as weft yarn, which passed through the shed of the shuttle loom and 3) floor covering and wall decorative woven. Five fabric woven patterns were made as follows: 1) plain 2) basket pattern 3) crystal ball with frame pattern 4) applied crystal ball pattern and 5) applied giant crystal ball.

Pineapple fiber (PALF) dyeing condition with reactive dyes was studied in order to utilize dyed pineapple fiber for various products. The warm type and pale-brighten colour reactive dyes, Levafix-CA, were applied to dye PALF at maximum temperature 60 °C in order to prevent rough texture for dyed pineapple fiber, and to yield color fastness to wash and light. Four important dyeing factors of reactive dyes for cellulose fibers were studied: dyeing temperature (40, 50, 60 °C), salt concentration (20 and 30 g/l), pH (8.5, 9.8, 10.3), and liquor ratio of goods to water (1:15, 1:20, 1:30) using blue dye as representative at concentration of 0.1%. %Exhaustion, CIELAB colour system value and colour strength represented by K/S including the wash and light fastnesses of dyed fibers and dyestuffs were determined for various conditions of dyeing factors. Before dyeing process, pineapple fibers had to be scoured with soap and bleached with hydrogen peroxide at 85 °C in order to remove impurities such as pectin and oil. It is found that the optimum condition of 40 °C, salt content 30 g/l, pH 10.3 and liquor ratio 1:20 yields %exhaustion above 90, brighten blue colour with excellent wash fastness but poor in light fastnesses because of easy oxidation by sunlight (shown by yellowness).

¹Independent researcher

²Textile Technology Research Unit, Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute (KAPI), Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903, Thailand.

โครงการวิจัยย่อยที่ 3

เทคโนโลยีการปั่นด้ายและการผลิตผ้าเพื่อหัตถอุตสาหกรรม

บทนำและการตรวจสอบเอกสาร

การใช้ประโยชน์จากเส้นใยใบสับปะรด มีมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 16 ในประเทศฟิลิปปินส์ ซึ่งเป็นการแยกเส้นใยจากใบสับปะรดและนำมาทอเป็นผืนผ้าสำรองซึ่งเป็นเสื้อผ้าประจำชาติของประเทศฟิลิปปินส์ ที่น่าชื่อเสียงให้แก่ประเทศฟิลิปปินส์ อัจฉราพร (2504) กล่าวถึงคุณสมบัติของเส้นใยสับปะรดว่า มีสีขาวสะอาด ยาวเท่าขนาดของใบ เส้นใยนุ่ม มันเหมือนไหม เส้นใยทนต่อการหักพับ มีความเหนียวมาก ความเหนียวลดลงเมื่อเปียกน้ำ สามารถทอเป็นผ้าบาง เนื้อละเอียด ที่มีความนุ่มนวล และมีความแข็งแรงในเนื้อผ้า จับโค้งได้ และมีรูปทรงดี และยิ่งไปกว่านั้น ศ. (พิเศษ) อัจฉราพร ไสละสูต อาจารย์ยวนิดา ผาสุคดี และ คณะ (2525) ได้นำเส้นใยสับปะรดมาผสมกับโพลีเอสเตอร์ในอัตราส่วน 35:65 แล้วมาปั่นเป็นเส้นด้ายในระบบฝ้าย (cotton spinning system) ได้สำเร็จ และเช่นเดียวกันกับของสถาบัน South India Textile Research Association (SITRA) ซึ่งตั้งอยู่ที่เมือง Coimbatore ประเทศอินเดีย ได้นำเส้นใยสับปะรดมาปั่นเป็นเส้นด้ายตามระบบปั่นด้ายได้เช่นกันในปี 2536

ขนาดเส้นใยสับปะรดแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

1. เส้นใยละเอียดมาก (Finest fiber หรือ Linian) เป็นเส้นใยคัตพิเศษเฉพาะขนาดเล็กมาก และทำตามใบสั่งเท่านั้น
2. เส้นใยขนาดเล็ก (Fine fiber หรือ Pinarupok) เป็นเส้นใยที่มีขนาดเล็ก มีสีขาวครีม เงามกล้ายไหม มีผลผลิตประมาณ 25 % ของเส้นใยทั้งหมด ฟิลิปปินส์ใช้ในการทำเส้นด้ายและทอผ้า
3. เส้นใยหยาบ (Coarse fiber หรือ Bastos) เป็นเส้นใยที่มีขนาดใหญ่และเหนียวกว่า มีสีน้ำตาล มีผลผลิตประมาณ 75 % ของเส้นใยทั้งหมด ฟิลิปปินส์ใช้ในการทำเส้นด้ายและทอผ้า ผมตุ๊กตา เชือกผูกกรองเท้า เชือกเขี่ยรองเท้า ใช้อ้อยสายสร้อยคอ และด้ายเย็บผ้า สมัยสงครามโลกครั้งที่ 2

1. การผลิตผ้าทอและผลิตภัณฑ์จากเส้นใยสับปะรด

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเส้นใยสับปะรด มีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับชนิดของเส้นด้ายที่ถูกผลิตขึ้นมา โดยมีเส้นใยสับปะรดเป็นส่วนผสม อาทิ เช่น การนำเส้นด้าย PALF ใช้กับระบบ Coir spinning system เพื่อทำพรมเช็ดเท้า ส่วนขนของพรมปูพื้น และพรมในห้องน้ำ เป็นต้น

ส่วนเส้นด้าย PALF 100 % และเส้นด้าย PALF แบบผสม ซึ่งปั่นด้วยระบบ Cotton spinning และ Jute spinning เหมาะสมที่จะนำไปผลิตเป็นผ้าปูโต๊ะ, ผ้าคลุมเตียง, พรม, เฟอร์นิเจอร์ และผ้าขนหนู เป็นต้น

Ghosh et al. ได้ทดลองผลิตผ้าใบที่ทำจากใยสับปะรด 100 % (PALF duck – cloth) ซึ่งมีด้วยกัน 2 ชนิด คือ

- | | | |
|--------------------------|-------|------------------|
| - ผ้าใบที่มีเนื้อผ้าขนาด | 960 | กรัมต่อตารางเมตร |
| - ผ้าใบที่มีเนื้อผ้าขนาด | 1,347 | กรัมต่อตารางเมตร |

โดยทำการเปรียบเทียบความสามารถของผ้าใบที่ทำจากใยสับปะรดกับผ้าใบที่ทำจากใยฝ้าย ในด้านความเหนียวของผ้า (ทั้งแนวเส้นด้ายยืนและแนวเส้นด้ายพุ่ง) ปรากฏว่าผ้าใบที่ทำจากใยสับปะรด มีระดับความเหนียวสูงกว่าผ้าใบที่ทำจากใยฝ้าย ส่วนลักษณะความหนาของผ้าทั้ง 2 พวก มีความหนาพอๆ กัน แต่อย่างไรก็ตาม ผ้าใบที่ผลิตจากใยสับปะรดจะมีความเหนียวสูงกว่า แต่ในด้านเปอร์เซ็นต์การยืดตัวจะต่ำกว่าและเส้นด้ายใยสับปะรดจะมีลักษณะการขึ้นขนสูง (High

hairiness) แต่เป็นข้อได้เปรียบของเส้นด้ายใยสับปะรดที่ถูกนำมาเคลือบด้วยยาง (Rubber) จะทำให้มีการเกาะติดกันได้ดีกว่าเส้นด้ายฝ้าย คุณสมบัติที่สำคัญทางด้านฟิสิกส์ของการเคลือบยางกับวัสดุสิ่งทอเพื่อทำสายพาน ผ้าที่ผลิตจากเส้นใยสับปะรดมีความเหมาะสมมากที่นำมาเคลือบยางเพื่อทำเป็นสายพาน เพราะผ้าที่ผลิตด้วยใยสับปะรดมีลักษณะการขึ้นขนสูง (more hairy)

สำหรับในโครงการนี้ เส้นใยสับปะรดที่ผ่านกระบวนการชุบด้วยเครื่องจักรกล (Decorticating machine) แล้วนำมาผ่านกระบวนการล้าง การจัดกัม การฟอกขาว และการปรับให้นุ่ม จะมีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีความขาวนวลเหมือนนางช้างบริสุทธิ์ มีความมันวาว และมีน้ำหนักที่ต่ำกว่าเส้นใยอื่นๆ ซึ่งสามารถนำไปใช้สอยเป็นวัตถุดิบในเชิงหัตถอุตสาหกรรมและอุตสาหกรรมได้กว้างขวาง หลากหลายรูปแบบ เช่น

1. ใช้ผลิตเป็นเส้นด้ายสำเร็จสำหรับอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยผสมกับเส้นใยธรรมชาติอื่นๆ ผลิตในเชิงพาณิชย์ ใช้เทคโนโลยีและเครื่องมือ เครื่องจักรในการผลิตค่อนข้างราคาแพงแต่คุ้มทุนในระยะยาว และเป็นผลิตภัณฑ์กระจายรายได้ และผลพลอยได้แก่ชาวไร่สับปะรดแทนการเผาทำลายใยสับปะรดทิ้งโดยเปล่าประโยชน์
2. ใช้ผลิตเป็นเส้นด้ายใยสับปะรดแท้ เส้นด้ายในรูปแบบนี้ ใช้ขั้นตอนกระบวนการผลิตสั้น สามารถใช้เทคโนโลยีและภูมิปัญญาท้องถิ่นประยุกต์และปรับปรุงให้ได้เส้นด้ายหลายรูปแบบ สามารถไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้ เช่น ถักสานเป็นรองเท้า กระเป๋า ตะกร้า ทอเป็นผ้ารองจาน ผ้าปูโต๊ะ พรมต่าง ๆ เช่น พรมหน้าเตียง ห้องนั่งเล่น ชุดรับแขก พรมรองนั่ง พรมประดับผนัง และบุผนัง เป็นต้น

2. การย้อมสีรีแอคทีฟในเส้นใยสับปะรด

การใช้ประโยชน์ของเส้นใยสับปะรดหลังการเตรียมเส้นใย ควรคำนึงถึงคุณสมบัติของการย้อมติดสี เพื่อใช้เป็นผลิตภัณฑ์ เนื่องจากเส้นใยสับปะรดประกอบด้วยเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบหลัก ขั้นตอนการย้อมตลอดจนการทำความสะอาดและฟอกขาวเส้นใย คล้ายกับฝ้าย ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

2.1 การทำความสะอาดและฟอกขาว

เพื่อเป็นการกำจัดสิ่งเจือปนและสิ่งสกปรกที่ติดมากับเส้นใยออกไป โดยเส้นใยสับปะรดจะประกอบด้วยสารเคมีเซลลูโลส, เพคติน และอื่น ๆ ซึ่งจะทำให้สีไม่ติดกับตัวเส้นใย จึงจำเป็นต้องผ่านการจัดกัมด้วยสบู่ และ ค้าง การฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

- การทำความสะอาดด้วยสบู่และค้าง โดยคุณสมบัติของสบู่ที่ใช้เป็นประเภท surfactant ซึ่งจะทำให้ผ้าเปียกได้ง่ายในน้ำ และดึงสิ่งสกปรกออกจากผ้า รวมทั้งไขมันด้วย และยังทำให้สิ่งสกปรกไม่กลับไปติดบนผ้าใหม่ โดยแบ่งประเภทสบู่ได้หลายชนิด คือ น้ำสบู่ที่มีประจุลบ (anionic surfactant) ไม่มีประจุ (nonionic surfactant) ที่มีประจุบวก (cationic surfactant) และ ที่มีทั้งประจุบวกและลบ (amphoteric surfactant)

- การฟอกขาว ด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นสารออกซิไดซ์ที่นิยมนำมาใช้ในการฟอกขาวเส้นใยได้ทุกชนิด โดยเมื่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ละลายน้ำจะเกิดการแตกตัว ได้เป็น HO_2^- ซึ่งไม่เสถียร เมื่อพบสารที่มีสีในเส้นใยที่ถูกออกซิไดส์ได้ จะจับกันแล้วสลายตัวให้ออกซิเจนออกมาฟอกสียานั้น การเติมค้างประเภทโซเดียมไฮดรอกไซด์ในน้ำจะทำให้เกิด HO_2^- มากขึ้น การฟอกขาวให้ได้ผลดีควรมีค่าความเป็นกรดต่าง 11.5 นอกจากนี้ควรมีสารควบคุมปฏิกิริยาการแตกตัวไม่ให้เกิดเร็วเกินไป ที่เรียกว่า สเตบิลไลเซอร์ ซึ่งนิยมใช้โซเดียมซิลิเกต หากน้ำที่ใช้เป็นน้ำกระด้าง ให้เติมสารซีเควสเตรอริงลงไปก่อนสารสเตบิลไลเซอร์ เพื่อจะได้จับไอออนของแคลเซียมและโลหะหนักไว้ก่อน

2.2 ขั้นตอนการย้อมสี จะขึ้นอยู่กับชนิดสีที่ใช้ในการย้อม โดยสีเคมีที่ใช้ย้อมเส้นใยเซลลูโลสทั่วไป ได้แก่

- สิริแอคทีฟ (reactive dyes) เป็นสีที่ละลายน้ำได้ง่าย นิยมย้อมผ้ามากที่สุด โมเลกุลของสีมีกลุ่มเคมีที่ว่องไวต่อปฏิกิริยา ทำให้เกิดพันธะทางเคมีกับเส้นใยเป็นโมเลกุลเดียวกัน จึงมีความคงทนต่อการซักดีมาก มีสีสดใสและมีสีให้เลือกมาก สีนี้ถ้าย้อมในอ่างด้วยวิธีธรรมดาจะทำให้สีค่อนข้างอ่อน ต้องใช้วิธีการย้อมโดยใช้สีจำนวนน้อยผ่านผ้าไปในน้ำสีแล้วม้วนเก็บค้างคืนให้สีค่อย ๆ ทำปฏิกิริยากับผ้าจึงจะได้สีที่เข้ม อ่างย้อมต้องมีสภาพเป็นด่าง โดยใช้ โซดาแอช โซดาไฟ หรือโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต

- สีไดเรกซ์ (direct dyes) เป็นสีที่ละลายน้ำได้ดีมาก ย้อมง่าย เป็นสีกลุ่มใหญ่ สีแต่ละตัวมีความคงทนไม่เท่ากัน ส่วนใหญ่มีความคงทนต่อการซักต่ำ ทนต่อแสงปานกลาง (Trotman, 1984) ต้องมีเกลืออยู่ในอ่างย้อม ชนิดที่เป็น fixative และให้ความร้อน สีก็จะเกาะติดผ้าได้ดี ภายหลังการย้อมซักน้ำเย็น ปัจจุบันสามารถแก้ปัญหาในเรื่องของความทนทานต่อการซักต่ำของสีไดเรกซ์ด้วยวิธีการย้อมทับ เพื่อเป็นการเพิ่มน้ำหนักโมเลกุลของสีภายหลังจากที่แทรกซึมเข้าไปอยู่ภายในเส้นใยแล้ว

- สีซัลเฟอร์ (Sulphur dyes) มักจะให้สีทึบและดำ ใช้ย้อมสีดำ น้ำตาล กรมท่า สีเข้มจะย้อมได้ดี ราคาถูก ทนทานต่อการซักและทนแสง (Vigo, 1994)

- สีแนพทอล (naphthol dyes) ให้สีสดมากและสวยงามดี ได้แก่ สีส้ม แดงและเหลือง ราคาไม่แพง แต่กรรมวิธีการย้อมยุ่งยากมาก ต้องย้อมสองครั้ง ความคงทนต่อการขัดถูต่ำมาก (กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ, 2521)

- สีแวต (vat dyes) เป็นสีที่ไม่ละลายน้ำ เมื่อย้อมจะต้องใช้สารรีดิวซ์ที่เหมาะสมเพื่อเปลี่ยนให้เป็นสารที่ไม่มีสีที่แท้จริง แต่ละลายน้ำได้และดูดซึมโดยเส้นใยได้ หลังจากนั้นจึงออกซิไดส์ให้กลับมาเป็นสารที่มีสีและไม่ละลายน้ำ สีกลุ่มนี้มีความคงทนดีที่สุดในแง่ราคาค่อนข้างสูง (Vigo, 1994) สีย้อมได้ดีที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน ต้องใช้สารเคมีช่วย ได้แก่ โซเดียมไฮโดรซัลไฟด์ และโซดาไฟ นอกจากนี้มีเกลือและ wetting agent จำนวนสารเคมีที่ใช้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ย้อม

- สี solubilised vat dye เป็นสีที่ละลายน้ำได้ มีความทนทานดีเยี่ยม และให้สีที่สดใสมาก แต่มีราคาแพงที่สุด สีชนิดนี้จะต้องมีโซเดียมไนไตรต์และกรดซัลฟูริกอยู่จึงจะปรากฏสีออกมา

สีที่ใช้ในการศึกษาการย้อมสีในเส้นใยสับปะรด คือ สิริแอคทีฟ ซึ่งมีความคงทนต่อการซักและทนต่อแสงได้ดี จึงนิยมใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ (Allen, 1980) เนื่องจากลักษณะของโครงสร้างสี ดังนี้ (Shore, 1995) คือ

- 1) หมู่รีแอคทีฟของสีสามารถเกิดพันธะโควาเลนต์กับเส้นใยเซลลูโลส ทำให้เกิดความแข็งแรงได้ดี
- 2) หมู่ครอโมฟอร์ม ช่วยกระจายสีและทำให้ติดกับเซลลูโลส
- 3) หมู่เชื่อมระหว่างหมู่รีแอคทีฟกับหมู่ ครอโมฟอร์ม
- 4) หมู่ช่วยการละลายที่ง่ายต่อการกระจายตัวในน้ำ

2.3 อิทธิพลของการย้อมสีชนิดรีแอคทีฟ ขึ้นกับปัจจัยดังนี้ (Carr, 1995 ; Milner, 1992 ; Vigo, 1990) :

- อุณหภูมิ : การเลือกใช้อุณหภูมิในการย้อม ขึ้นกับประเภทของสีรีแอคทีฟ และเครื่องมือที่ใช้ย้อม โดยแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ การย้อมร้อน (80-100 °C) การย้อมอุ่น (40-60 °C) และการย้อมเย็น (25-30 °C) ราคาของสีย้อมเย็นจะแพงกว่าแต่ค่าใช้จ่ายในการย้อมจะถูกกว่า การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้ลดอัตราการจับของสีกับเส้นใยและเพิ่มปฏิกิริยารีแอคทีฟ

- เกลือ : เกลือช่วยเพิ่มการดูดซับสีบนโมเลกุลของเซลลูโลส โดยปกติใช้ได้ทั้งเกลือแอมโมเนียมและเกลือกลูโคเบอร์ โดยทั่วไปการใช้เกลือแอมโมเนียมต้องระวังการมีโลหะเจือปน ซึ่งจะทำให้สีตกตะกอน การใช้เกลือกลูโคเบอร์จะทำให้เพิ่มการดูดซึมของเส้นใยได้ดี ทำให้สีมีความเข้มข้น

- ค่าความเป็นกรด-ด่าง : ปฏิกิริยาของการเกิดพันธะเอสเทอร์ หรือ อีเทอร์ ระหว่างหมู่สีและกลุ่มไฮดรอกซีของเซลลูโลส จะเกิดในสภาวะที่เป็นด่าง โดยปกติการติดสีจะเพิ่มขึ้น เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิเพิ่มขึ้น แต่การเพิ่ม

ค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่า 11 ทำให้ลดประสิทธิภาพการคิดสี โดยทั่วไปมักนิยมใช้โซดาแอช หรือ โซเดียมคาร์บอเนต ซึ่งจะให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง 8-12 กรณีที่ย้อมอุณหภูมิต่ำ มักใช้ค่าความเป็นกรด-ด่างที่สูงขึ้น

- ค่าอัตราส่วนของเหลวต่อเส้นใย (Liquor ratio) : การใช้อัตราส่วนของเหลวต่อเส้นใยต่ำ จะทำให้อัตราการคิดสีในเส้นใยสูง แต่ต้องระวังไม่ให้เกิดความต่างในการย้อม โดยทั่วไปในระดับหัตถอุตสาหกรรมมักใช้ 20 : 1

ในงานวิจัยนี้ จะทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการย้อมสีรีแอคทีฟ 4 ปัจจัย คือ อุณหภูมิ ปริมาณเกลือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าอัตราส่วนของเหลวต่อเส้นใย

วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาและพัฒนา การผลิตเครื่องทอต้นแบบและอุปกรณ์ที่เหมาะสม ในกระบวนการผลิตเส้นด้ายและ
- ผืนผ้า
- เพื่อศึกษาพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเส้นใยสับปะรด
- เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการย้อมสีรีแอคทีฟในเส้นใยสับปะรด
- เพื่อหาการผสมสี (Matching) สำหรับสีรีแอคทีฟชนิดสีอ่อนในเส้นใยสับปะรด

วิธีดำเนินการวิจัย

การทดลองแบ่งเป็น 2 ตอน คือ

- ก. การปั่นด้าย ทอผืนผ้า และผลิตภัณฑ์
- ข. การย้อมสี

วิธีการทดลอง

ตอนที่ ก. การทอผ้าฝ้ายและผลิตภัณฑ์

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องสาางเส้นใยแบบแผ่น (Hand Carder)

ใช้สาางและจัดเรียงเส้นใยสับปะรดให้เป็นระเบียบ แยกเส้นใยให้เป็นอิสระ กำจัดสิ่งสกปรกและสิ่งแปลกปลอมออกไป เพื่อส่งให้กับกระบวนการรีดและการปั่นให้เป็นเส้นด้ายที่มีความสม่ำเสมอในขนาดเส้นด้าย เครื่องสาางเส้นใยมีลักษณะเป็นแผ่นหนามมีด้ามถือ เป็นมีขนาดกว้าง 5 นิ้ว ยาว 8 นิ้ว ชุดหนึ่งประกอบด้วย 2 แผ่น แผ่นหนามแต่ละตัวมีลวดหนามฝังอยู่บนแผ่นยางพาราติดกับแป้นไม้แต่ละเป็น



เครื่องสาางเส้นใยแบบแผ่น (Hand Carder)

2. เครื่องสาางเส้นใยแบบล้อหมุน (Drum Carder)

ใช้สาางและจัดเรียงเส้นใยสับปะรดให้เป็นระเบียบ แยกเส้นใยให้เป็นอิสระ กำจัดสิ่งสกปรกและสิ่งแปลกปลอมออกไป เพื่อส่งให้กับกระบวนการรีดและการปั่นให้เป็นเส้นด้ายที่มีความสม่ำเสมอในขนาดเส้นด้าย เครื่องสาางเส้นใยแบบล้อหมุน ประกอบด้วยล้อหนาม 2 ล้อ มีการขับเคลื่อนด้วยการหมุนจากแรงคนและสายพานเครื่องสาางเส้นใยแบบล้อหมุนมี 2 เครื่อง และมีลักษณะจำเพาะ (Specifications) ดังนี้ คือ

รายการ	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2
1. กำลังการผลิตต่อครั้ง	30 กรัม	50 กรัม
2. เส้นผ่าศูนย์กลางล้อใหญ่	90 มิลลิเมตร	190 มิลลิเมตร
3. ความยาวของแถบเส้นใยที่ได้	280 มิลลิเมตร	600 มิลลิเมตร
4. น้ำหนักเครื่อง	3.8 กิโลกรัม	6.5 กิโลกรัม



เครื่องสาว – 30 กรัม (ที่ 1)



เครื่องสาว – 50 กรัม(ที่ 2)

เครื่องสาวเส้นใยแบบล้อหมุน (Drum Carder)

3. เครื่องปั่นด้าย

ชนิดโครงไม้/เหล็กมีล้อหมุนและแป้นถีบ ที่สามารถปั่นและม้วนเส้นด้ายแบบกึ่งอัตโนมัติ



เครื่องปั่นด้ายโครงไม้



เครื่องปั่นด้ายโครงเหล็ก

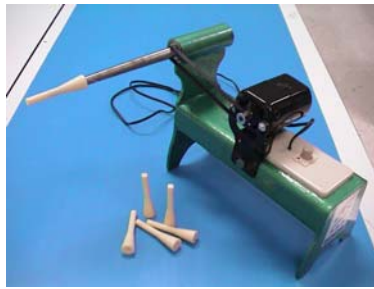
เครื่องปั่นด้าย (Hand Spinning wheel)

4. เครื่องควบเกลียวเส้นใยสับปะรด



เครื่องควบเกลียวเส้นสับปะรด

5. เครื่องกรอด้วย



เครื่องกรอด้วยกรอด้วย

6. ชุดเตรียมเส้นด้ายยืนเครื่องกรอด้วย



ชุดเตรียมเส้นด้ายยืน

7. กี่ทอผ้าแบบตั้งโต๊ะ

เป็นกี่ตั้งโต๊ะ สามารถพับเก็บ และเคลื่อนย้ายได้คล่องตัว สามารถทอผ้าขนาดกว้าง 12 นิ้ว และยาว 36 นิ้ว ได้ มีลูกบิดสำหรับบังคับการยกเส้นยืน โครงสร้าง 2 ตะกอล และสามารถทอผ้ารูปวงกลมโดยไม่มีเฟลมน้วน



กี่ทอผ้าแบบตั้งโต๊ะ

8. กี่ทอผ้าตัวอย่างขนาดกว้าง 24 นิ้ว

เป็นกี่ชนิดโครงและอุปกรณ์โลหะ สามารถทอผ้าได้กว้างตั้งแต่ 12 – 24 นิ้ว มีโครงตะกอกที่สามารถทอผาลวดลายตั้งแต่ 2 ตะกอก ถึง 4 ตะกอก มีคันยก คันกด และเท้าเหยียบที่สามารถพัฒนาผาลวดลายผ้า 4 ชุด



กี่ทอผ้าชนิดโครงเหล็กขนาดกว้าง 24 นิ้ว

9. กี่ทอผ้าตัวอย่างขนาดกว้าง 40 นิ้ว

เป็นกี่ชนิดโครงและอุปกรณ์ไม้เนื้อแข็ง สามารถทอผ้าได้กว้างระหว่าง 24 –40 นิ้ว มีโครงตะกอกที่สามารถทอผาลวดลายตั้งแต่ 4 ตะกอก ถึง 12 ตะกอก มีคันยก คันกด และเท้าเหยียบที่สามารถพัฒนาผาลวดลายผ้า 12 ชุด



กี่ทอผ้าชนิดโครงไม้ขนาดกว้าง 40 นิ้ว

วิธีการทดลอง

1. การศึกษาการปั่นด้ายระบบฝ้ายโดยเกษตรกร (Cotton spinning system as cottage level)
2. การศึกษาการผลิตเส้นด้ายสับประรดโดยการปั่นกลุ่มเส้นใยยาวด้วยเกลียวต่ำ (Twisting)
3. การศึกษาการผลิตเส้นด้ายสับประรดโดยการผูกปมเส้นใยเดี่ยว (Knotting)
4. การศึกษาการทอผ้า (Fabric weaving)
5. การศึกษาการทอพรม (Rug weaving)

วิธีการทดลอง

ตอนที่ ข. การย้อมสี

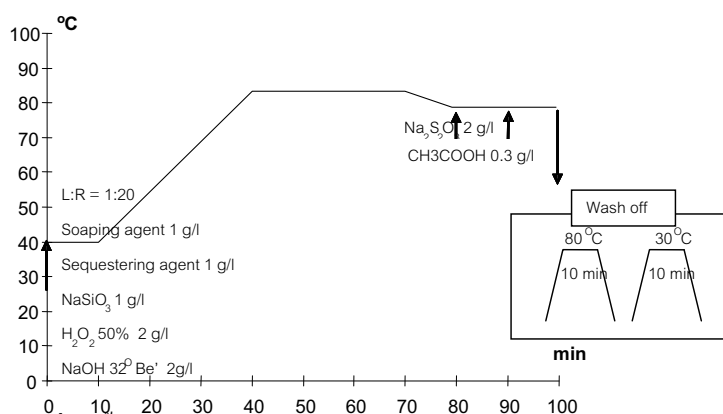
วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เส้นใยสับปะรดที่ผ่านการชุบด้วยเครื่องชุบสับปะรดล้างน้ำยาซักฟอก และการขจัดกัมด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมคาร์บอเนต เข้มข้น 4%
2. สีรีแอคทีฟ ชนิด Levafix CA ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท ไคสตาร์ (ประเทศไทย) จำกัด
3. สารช่วยย้อมสี (Auxiliary) ได้แก่ โซเดียมคลอไรด์, โซเดียมไบคาร์บอเนต, สารซีเคสเตอร์ริง (Dekol-S) ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท ไคสตาร์ (ประเทศไทย) จำกัด, บริษัท บุญทวี เคมีภัณฑ์ จำกัด สบู่เทียมชนิด แอนและนอนไอออนิก (Saporn 4485) ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท Boehme Thai จำกัด
4. เครื่องวัดสี Lovibond RT 100 Reflectance Tintometer
5. เครื่อง UV spectrophotometry
6. เครื่อง Laundry-o-meter
7. เครื่องทดสอบ Xenan arc

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมทำความสะอาดเส้นใยสับปะรด

เส้นใยสับปะรดที่ผ่านการชุบด้วยเครื่องชุบสับปะรด จะทำการล้างด้วยน้ำยาซักฟอกเข้มข้น 4 กรัมต่อลิตร แล้วล้างด้วยน้ำ ทำการตากแห้งในที่ร่ม เมื่อต้องการนำมาศึกษาการย้อมสี จะนำมาทำความสะอาดและฟอกขาว โดยกรรมวิธีดังในรูปที่ 1 โดยใช้สารเคมีดังนี้ สารซีเคสเตอร์ริง 1 กรัมต่อลิตร สบู่เทียมชนิดไม่มีประจุ 1 กรัมต่อลิตร โซเดียมซิลิเกต 1 กรัมต่อลิตร ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 50% 2 กรัมต่อลิตร และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 °Be' 2 กรัมต่อลิตร ในอัตราส่วนของเส้นใยต่อน้ำ 1 ต่อ 20 ที่อุณหภูมิ 85 °C นาน 30 นาที แล้วเติมโซเดียมไฮโอซัลเฟต 2 กรัมต่อลิตร เพื่อเป็นตัวลดปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ยังหลงเหลือ และปรับเป็นกลางด้วยกรดอะซิติก ที่อุณหภูมิ 80 °C แล้วล้างด้วยน้ำร้อนและน้ำเย็นตามลำดับ



รูปที่ 1 ขั้นตอนการทำความสะอาดและฟอกขาวเส้นใยสับปะรด

2 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการย้อมสี

เส้นใยสับปะรดที่ได้จะทำการแบ่งเป็น 5 กรัม เพื่อศึกษาปัจจัยของการย้อมสี ซึ่งประกอบด้วย 4 ปัจจัย คือ อุณหภูมิ 3 ระดับ (60, 50, 40 °C) ปริมาณเกลือ 2 ระดับ (30, 40 g /l) ความเป็นกรด-ด่าง 3 ระดับ (8.5, 9.8, 10.3) และอัตราส่วน 3 ระดับ (1:15, 1:20, 1:30) รวมทั้งสิ้น 54 การทดลอง ทำ 2 ซ้ำ โดยมีขั้นตอนการย้อมสีดัง **รูปที่ 2** ใน volumetric flask และ ย้อมใน water bath ที่ความเร็วรอบ 200 rpm ใช้ความเข้มข้นของสี 0.1% ทำการวัดค่าดังนี้

2.1 ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีก่อนและหลังย้อมด้วยเครื่อง UV/Visible spectrophotometer (Hitashi) ที่ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่แต่ละชนิดสามารถดูดกลืนแสงได้สูงสุด เพื่อคำนวณเป็นค่า %exhaustion

2.2 ค่าสีที่ได้ในระบบ CIELAB ในการระบุสีของเส้นด้ายฝ้ายที่ได้จากการย้อม ด้วยเครื่อง Louvibond Reflectance Tinnometer Colourimeter โดยใช้แสง D65 และ 10° ทำการวัดค่าต่าง ๆ ดังนี้

L* ใช้กำหนดค่าความสว่าง (Lightness) ถ้า L* มีค่าเท่ากับ 0 หมายถึง วัตถุสีดำ ถ้า L* มีค่าเท่ากับ 100

หมายถึงวัตถุสีขาว

a* ใช้กำหนดความเป็นสีแดงหรือเขียว ถ้า a เป็นค่าบวก หมายถึง วัตถุมีสีออกแดง ถ้า a เป็นค่าลบ

หมายถึง วัตถุมีสีออกเขียว

b* ใช้กำหนดความเป็นสีเหลืองหรือน้ำเงิน ถ้า b เป็นค่าบวก หมายถึง วัตถุมีสีออกเหลือง ถ้า b เป็นค่าลบ

หมายถึง วัตถุมีสีออกน้ำเงิน

h* (Hue angle) เป็นตัวเลขที่ระบุว่า สีอยู่ในตำแหน่งใดใน color space มีหน่วยเป็นองศา โดย $h = \tan^{-1}$

$[b^*/a^*]$

ถ้า h* เท่ากับ 0 องศา หรือ 360 องศา แสดงว่าเป็นสีแดง

ถ้า h* เท่ากับ 90 องศา แสดงว่าเป็นสีเหลือง

ถ้า h* เท่ากับ 180 องศา แสดงว่าเป็นสีเขียว

ถ้า h* เท่ากับ 270 องศา แสดงว่าเป็นสีน้ำเงิน

C* (Chroma) จะใช้บอกค่าความสดใสของสีที่มีความสว่างหนึ่ง ๆ ซึ่งได้จากความยาวของเส้นตรงจากจุด

กำเนิดที่ $a^* = h^* = 0$ ไปยังตำแหน่งของตัวอย่าง โดย

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

K/S value โดยใช้ Ku-belka Munk equation (Aspland, 1993)

$$K/S = (1-R)^2/2R, \text{ เมื่อ } R \text{ เป็นค่า reflectance ของด้ายที่ย้อมสีที่ความยาวคลื่นที่ดูดกลืนแสง}$$

สูงสุด ค่าสูง แสดงถึง ความแข็งแรงของสี

2.3 ทดสอบความคงทนของสีต่อการซักฟอก (Color Fastness to Washing) ตาม มาตรฐานของ ISO 105-C01 :

1989(E) การทดสอบความคงทนของสีต่อแสง (Color Fastness to light) ตาม มาตรฐานของ ISO 105 B02 เพื่อเลือกสภาวะในการย้อมสีแต่ละชนิดตามปัจจัยที่มีผลในการย้อมสีต่อด้ายฝ้าย

ความคงทนของสีต่อการซัก เป็นการประเมินความคงทนของสีต่อการซัก โดยนำเส้นด้ายติดกับผ้าขาว มาตรฐานที่ประกอบด้วยชนิดเส้นด้ายต่าง ๆ แล้วนำไปซักตามสภาวะมาตรฐานด้วยเครื่องทดสอบการซัก Laundry-O-Meter (Good brand-Jeffreys, England) หลังจากนั้นนำผ้ามาตรฐานไปวัดการเปลี่ยนสีติดผ้าขาว (Evaluating staining) สำหรับเส้นด้ายจะนำไปวัดความเปลี่ยนแปลงของสี (Evaluating change in color) โดยใช้เกรย์สเกล (grey scale) ซึ่งเป็นแผ่นเทียบสี มาตรฐานวัดเปรียบเทียบกับผ้าหรือด้ายที่ทดสอบแล้ว โดยดูความแตกต่างความเข้มของสีระหว่างผ้าหรือด้ายก่อนและหลังการซักกับเกรย์ สเกล ภายใต้แสง D65 ในคูมิด (Aurora) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับดังนี้ คือ

ระดับ 5 ดีมาก (excellent)

ระดับ 4 ดี (Good)

ระดับ 3 ปานกลาง (Fair)

ระดับ 2 คุณภาพต่ำ (Poor)

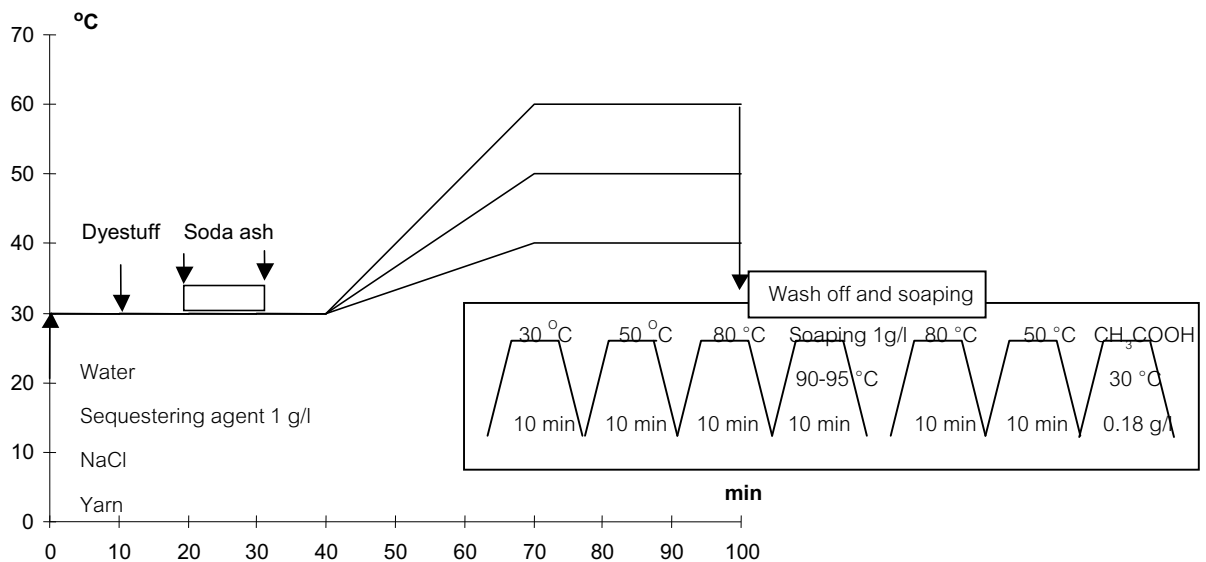
ระดับ 1 คุณภาพต่ำมาก (Very poor)

แต่ละระดับยังแบ่งย่อยออกเป็นระหว่าง 4/5, 3/4, 2/3, 1/2

ความคงทนของสีต่อแสง โดยนำเส้นด้ายพันรอบกระดาษแข็งขนาด 4.5 x 10 cm กับผ้ามาตรฐานขนสัตว์สีน้ำเงิน ซึ่ง

ความคงทนของสีต่อแสงแตกต่างกัน 6-8 ระดับ แล้วฉายแสงด้วยหลอดไฟซีนอนอาร์ค ในเครื่องทดสอบแสง Solarbox SDL (England) จนกระทั่งผ้ามาตรฐานขนสัตว์ระดับ 3 และ 4 เปลี่ยนสี โดยเทียบการเปลี่ยนสีด้วยเกรย์สเกล เช่นเดียวกันกับความคงทนของสีต่อการซัก

วางแผนและออกแบบการทดลองโดยใช้ Multifactor ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างแบบ Multiple Range Test ชนิด Bouferroni



รูปที่ 2 ขั้นตอนการย้อมสีรีแอคทีฟ

3. การทำ Colour triangle โดยใช้แม่สีหลัก 3 สี

การทำ Colour triangle จะเลือกสภาวะการย้อมที่ดีที่สุดในข้อ 2 ในการย้อมสี โดยแบ่งช่องของสีในแต่ละแม่สีหลัก เป็น 6 ส่วน ดังนั้นจะได้สีทั้งหมด 21 สี โดยใช้ความเข้มข้นของสีรวมเป็น 0.1% หลังจากย้อมเส้นใยสับปะรดแล้ว จะทำการวัดค่าต่าง ๆ ดังนี้ คือ %exhaustion, ค่าสีในระบบ CIELAB เช่นเดียวกับข้อ 2



การย้อมสีใน water bath



อุปกรณ์ทดสอบการคงทนต่อการซัก



น้ำสบู่มมาตรฐาน
การย้อมสีใน Launder Ometer



เครื่องทดสอบการซัก

รูปที่ 3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการย้อมและการทดสอบ

ผลการทดลอง

ตอนที่ ก การทอผ้าพื้นและผลิตภัณฑ์

ก1. การศึกษาการผลิตเส้นด้ายสับประรดโดยวิธีการปั่นด้ายสับประรด 100 % ในระบบฝ้ายโดยเกษตรกร (Cotton spinning system as cottage level)

ได้ทำการทดลองที่ กลุ่มการทอผ้าพื้นเมืองโคกหม้อ หมู่ที่ 2 ตำบลโคกหม้อ อำเภอทพทัน จังหวัดอุทัยธานี โดยนำเส้นใยที่ได้จากโครงการที่ 2 มาทำการคัดเส้นประมาณ 2.5 เซนติเมตร แล้วใช้คันดัดซึ่งทำจากไม้ไผ่กว้างประมาณ 2 เซนติเมตร ยาวประมาณ 1 เมตร และมีเชือกยาว 85 เซนติเมตรคล้องปลายให้โค้ง ได้ใช้สายดัดนั้นดัดให้ถูกกับเส้นใยสับประรดที่วางอยู่ในกระเปาะซึ่งมีลักษณะคล้ายถังป้องกันการฟุ้งกระจายของเส้นใย

จากนั้นได้นำเส้นใยสับประรดทำการล้อให้เป็นดิว โดยการนำปุยเส้นใยประมาณฝ่ามือวางลงบนพื้นสำหรับล้อ เอาไม้ล้อวางทับลงไปบนปุยเส้นใย แล้วใช้มือกลิ้งไปกับพื้น โดยให้ไม้ล้อหมุนด้วย เพื่อให้ปุยเส้นใยเป็นดิว มีซึ่งลักษณะเป็นท่อนกลมๆยาวประมาณ 20 เซนติเมตรหรือแล้วแต่ความพอใจ (สไลเวอร์) แล้วดึงไม้้ออก

การปั่นเป็นด้าย ได้นำดิวที่ได้ไปปั่นด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า หลา โดยแสดงกระบวนการผลิตด้ายสับประรดโดยวิธีปั่นด้ายด้วยมือ แสดงใน รูปที่ 4



คันดัดเส้นใย



การดัดเส้นใยสับประรด



ดิวเส้นใยและการดึงเส้นใยออกจากดิว



ปั่นด้ายด้วยหลา



การปั่นด้าย



เหล็กลิน

รูปที่ 4 การปั่นด้ายสับประรดด้วยมือ

ก2. การศึกษาการผลิตเส้นด้ายสับประดโดยการปั่นกลุ่มเส้นใยยาวด้วยเกลียวต่ำ (Twisting)

ได้ทำการทดลองที่ กลุ่มแม่บ้านบ้านผาทั้ง เลขที่ 32 หมู่ที่ 2 ตำบลห้วยแห้ง อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี เส้นใยที่ใช้ในการทดลองเป็นเส้นใยที่ผ่านการจักกัมและการฟอกขาวแล้ว ได้แบ่งเป็น 3 กลุ่มการทำงาน คือ

กลุ่มแยกเส้นใย มีหน้าที่ คึงแยกกลุ่มเส้นใยให้เป็นอิสระ การทำงานได้นั่งบนพื้นและเหยียดขา ใช้หัวแม่เท้าพันเส้นใยด้านหนึ่งไว้ แล้วใช้มือแยกเส้นใยให้มีขนาดตามต้องการ เมื่อได้กลุ่มเส้นใยแล้วนำปลายด้านหนึ่งมาวางลงในน้ำ

กลุ่มปั่นด้าย มีหน้าที่ นำกลุ่มเส้นใยด้านปลายไปป้อนที่ปลายเหล็กใน พร้อมกับหมุนกงเหลาซึ่งมีสายต่อมาถึงกลางเหล็กใน เหล็กในก็จะหมุนปั่นกลุ่มเส้นใยให้เป็นเกลียว โดยยึดเส้นใยสับประดไปตามแนวปลายเหล็กใน ให้ตั้งมุมต่างองศาประมาณ 5 – 10 องศา ได้เส้นด้ายที่มีเกลียวพอสมควร ประมาณ 8 – 12 เกลียวต่อนิ้ว แล้วพันเส้นด้ายเข้ากับโคนปีกเหล็กใน คนปั่นด้ายจะหมุนกงเหลาอีกครั้งเพื่อให้เส้นด้ายเรียงตัวชิดกันเป็นระเบียบบนเหล็กใน เมื่อถึงส่วนสุดของโคนของกลุ่มเส้นใยสับประด ให้หยุดหมุนแล้วคลี่ส่วนโคนเส้นใยออกจากกัน และหยิบกลุ่มเส้นใยสับประดาด้านปลายไปมาต่อกับส่วนของโคนเส้นใย แล้วทำการหมุนกงเหลาเข้าไปเรื่อยตามต้องการ

ความสม่ำเสมอและขนาดขึ้นกับความชำนาญของผู้ปั่นด้าย เมื่อปั่นด้ายเต็มเหล็กในแล้วก็จะใช้ไม้ซึ่งเรียกว่าเปี่ย ทำการเปี่ยเส้นด้ายออกจากเหล็กใน เพื่อจะทำให้เป็นใจหรือเข็ด เพื่อให้เส้นด้ายมีลักษณะตรงให้ ใช้ก้อนหินถ่วงเส้นด้ายไว้ กระบวนการผลิตเส้นด้ายสับประดโดยการปั่นกลุ่มเส้นใยยาวด้วยเกลียวต่ำ แสดงใน **รูปที่ 5** ผลการทดลองพบว่า ด้ายที่ได้จากการปั่นสับประด 100% นี้ มีความไม่สม่ำเสมอของการตีเกลียวและขนาดของเส้นด้าย โดยพิจารณาจากค่าจำนวนเกลียวต่อเมตรและขนาดเบอร์ด้าย ดังแสดงใน **ตารางที่ 1** โดยปุ่มปมที่เกิดขึ้นและความหนาของเส้นด้ายจะเกิดในช่วงต่อปลายระหว่างเส้นใย ทำให้เส้นด้ายไม่สม่ำเสมอ และจะหลุดและขาดง่ายตรงรอยต่อ แต่ความแข็งแรงภายในเส้นใยเดียวกัน จะเหนียวมาก จากการทดสอบด้วยการดึงขาดด้วยมือ และเนื่องจากความไม่สม่ำเสมอนี้ จึงไม่สามารถจะทำการทดสอบสมบัติทางเชิงกลของเส้นด้ายที่ผลิตด้วยวิธีนี้ได้

ตารางที่ 1 จำนวนเกลียวและขนาดเบอร์ด้ายของด้ายปั่นจากเส้นใยสับประด 100%

	จำนวนเกลียว (รอบต่อนิ้ว)	เบอร์ด้าย, Ne
เส้นด้ายสับประดปั่นมือ 100%	13.48 ± 1.92	2.37 ± 0.40



เส้นใยสับปะรด



แยกเส้นใยสับปะรดเป็นกลุ่มย่อย



วางปลายข้างหนึ่งในน้ำ



ต่อปลายกลุ่มเส้นใยกับด้ายที่ปั่นแล้ว



ปั่นด้าย



เส้นด้ายสับปะรดพันบนเหล็กใน



นำด้ายออกจากหลอดใส่ไม้ที่



ใจเส้นด้ายสับปะรด



ถ่วงด้วยก้อนหินเพื่อให้เส้นด้ายตรง



เส้นด้ายสับปะรด 100 %

รูปที่ 5 กระบวนการปั่นกลุ่มเส้นใยขาวด้วยเกลียวต่ำ

ก3. การศึกษาการผลิตเส้นด้ายสับปะรดโดยการผูกปมเส้นใยเดี่ยว (Knotting)

ได้ทำการทดลองที่ กลุ่มแม่บ้านน้ำคิ เลขที่ 84 หมู่ 12 ตำบลคอกควาย อำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี
เส้นใยที่ใช้ในการต่อต้องการเส้นใยที่มีลักษณะไม่นุ่มมาก แต่มีความเหนียวและทนต่อแรงดึงขาดสูง มีการ
แตกแยกกระจายตัวสูง และผิวเส้นใยเรียบไม่เป็นขน ขั้นตอนการต่อด้ายพอสรุปได้ดังนี้

- ตัดแต่งเส้นใยส่วนที่ติดกันเป็นแพออก ซึ่งมักพบบริเวณส่วนปลายสุดของเส้นใย
- สางเส้นใยให้เป็นอิสระต่อกัน
- ยึดติดปลายกลุ่มเส้นใยที่ตัวจับ เช่น คลิปหนีบ หรือ สก๊อตเทป บน โต๊ะ

ดึงเส้นใยออกทีละเส้นเพื่อนำมาต่อกันเหมือนการต่อเส้นด้ายในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ ดังแสดงใน รูปที่ 6 และ รูปที่ 7



วางเส้นใยให้ด้านขวา(สีน้ำตาล)ทับด้านซ้าย(สีแดง)บนนิ้วชี้



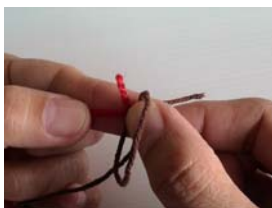
หัวแม่มือกดทับเส้นใยทั้งสอง



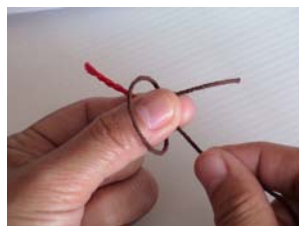
จับเส้นด้านขวา(สีน้ำตาล)หมุนรอบนิ้วหัวแม่มือและให้อยู่ใต้เส้นด้ายทั้งสอง



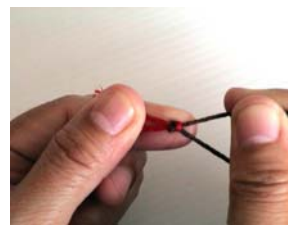
จับเส้นด้ายด้านขวา(สีน้ำตาล) หมุนรอบเส้นสีแดง



ใช้มือขวาคลเส้นที่ชี้(สีแดง)ไปทางขวามือให้หลุดใต้หัวง



หัวแม่มือกดปมไว้ แล้วใช้มือขวาดึงเส้นด้าย(สีน้ำตาล)ลงให้เกิดปม



ใช้มือทั้งสองข้างดึงด้าย ออกให้เกิดปม



ปมที่ต่อเส้นใยให้เป็นด้าย และเส้นด้ายมีขนาดเล็ก

รูปที่ 6 การผูกปมสำหรับการทอผ้า

เส้นด้ายที่ได้จากการผูกปมเส้นใยเดี่ยวนี้นี้ เนื่องจากเส้นใยที่แยกแต่ละชุดมีจำนวนเส้นไม่เท่ากัน ทำให้การต่อปมไม่สม่ำเสมอ และความยาวของเส้นใยมีจำกัด ต้องใช้การผูกปม จึงไม่สามารถนำมาทดสอบสมบัติทางเชิงกลได้ แต่อาจพิจารณาจากความแข็งแรงของเส้นใยเดี่ยว ที่ได้ทำการวิเคราะห์ในโครงการที่ 2



เส้นใยสับปะรด



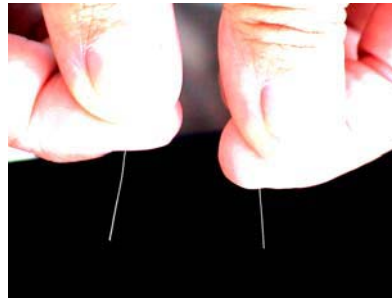
ขยี้เส้นใยให้แยกออกจากกัน



สาวเส้นใยให้เรียงตัว



ใช้สกอตเทปยึดปลายด้านหนึ่ง



จับปลายด้านโคน และปลายใบ



ปมเส้นด้านสับปะรด



การต่อเส้นด้ายสับปะรด



เส้นด้ายสับปะรด



ผ้าทอ เส้นยืนคือไหม และเส้นพุ่งคือ
เส้นด้ายสับปะรดระบบผูกปม

รูปที่ 7 กระบวนการต่อเส้นด้ายใยสับปะรด

ก4. การศึกษาการทอผ้า (Fabric weaving)

การผลิตผ้าใยสับปะรด สามารถผลิตได้ 2 รูปแบบคือ

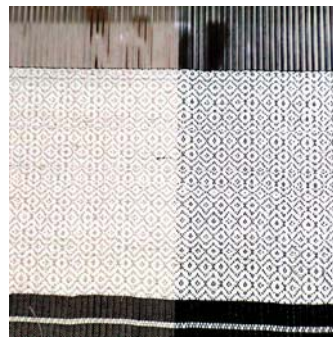
- 1 ทอด้วยมือโดยใช้เส้นใยเดี่ยวหรือกลุ่มเส้นใยเป็นด้ายพุ่ง
- 2 ทอด้วยเครื่องทอใช้กระสวยโดยใช้เส้นด้ายใยผสมเป็นด้ายพุ่ง

เป็นการทอผ้าหน้าแคบ เช่นผ้ารองจาน เป็นต้น โดยใช้เส้นยืนเป็นฝ้าย ด้ายพุ่งเป็นเส้นใยสับปะรด โดยใช้วิธีการดึงกลุ่มเส้นใยออกมาแล้วทำการสอดให้เกิดลวดลายบนผืนผ้า (รูปที่ 8)



การแยกเส้นใยสับปะรดแล้วเรียงไว้บนสกอตเทปที่ขอบโต๊ะซึ่งคนทอดึงง่าย

ที่ที่ใช้ทอเส้นใยสับปะรด



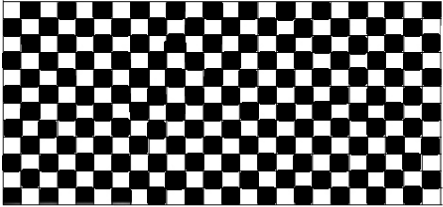
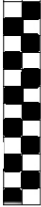
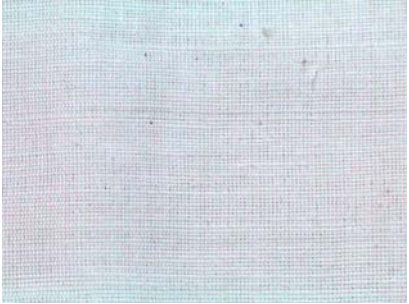
ผลิตภัณฑ์จากการทอเส้นใยสับปะรดโดยใช้เส้นด้ายพุ่งสอดระหว่างเส้นด้ายยืน

รูปที่ 8 การทอด้วยมือโดยใช้เส้นใยเดี่ยวหรือกลุ่มเส้นใยเป็นด้ายพุ่ง

ลวดลายของการทอผ้าเส้นใยสับปะรด

สามารถทอเป็นลายต่างๆตามความยากง่าย 6 ลาย ดังนี้คือ

ก4.1 ลายขัด (ผ้าใช้เอนกประสงค์)

ก  ข  ง  ค 	
ก. การร้อยตะกรอ ข. การผูกเท้า ค. การย่ำเท้า ง. ลายผ้า	
โครงสร้างผ้าทอ	ตัวอย่างผ้าทอลายขัด

ชุดผ้าผืนลายขัด (ผ้าใช้เอนกประสงค์)

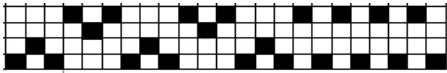
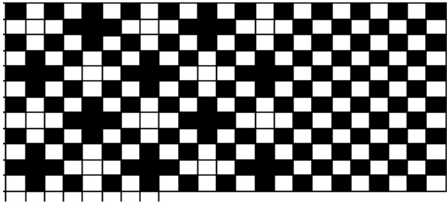
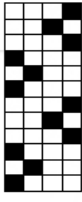
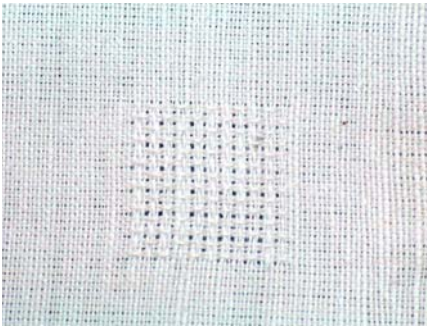
ข้อมูลการผลิตและอุปกรณ์

วัตถุดิบ	เส้นยืน	-เส้นใยฝ้ายปั่นกรอเบอร์ 32/2 และ 40/2
	เส้นพุ่ง	-เส้นใยสับปะรดปั่นผสมฝ้ายในอัตราส่วน 35/65
	อัตราส่วน	-82%ฝ้าย / 18%ใยสับปะรด

ลวดลายโครงสร้าง -ลายขัด 2 ตะกอ

อุปกรณ์การผลิต	-ก่ทอผ้าแบบกระตุก หรือตั้งพื้น ไม่ต่ำกว่า 2 ตะกอ 2 เท้าเหยียบ
	-กระสวย

ก4.2 ผ้าลายโปรง

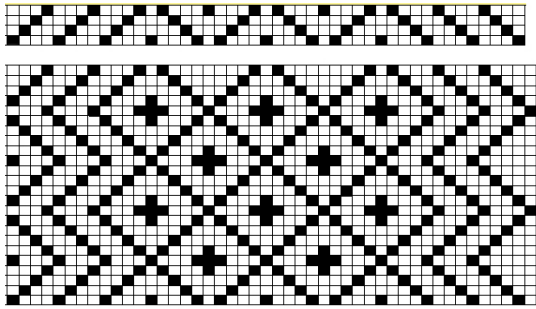
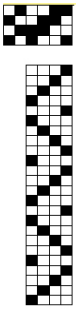
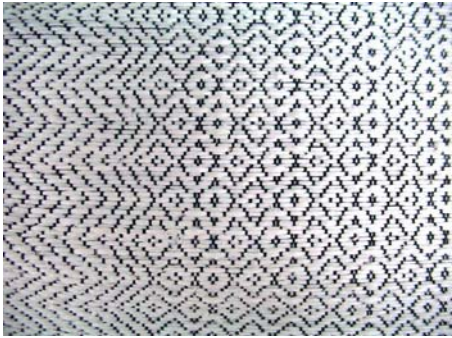
ก  ข  ง  ค 	
ก. การร้อยตะกรอ ข. การผูกเท้า ค. การย่ำเท้า ง. ลายผ้า	
โครงสร้างผ้าทอ	ตัวอย่างผ้าลายโปรง

ชุดผ้าโปรง (ผ้าตัดเสื่อฤดูร้อน / ผ้าบังตา)

ข้อมูลการผลิตและอุปกรณ์

วัตถุดิบ	เส้นยืน	-เส้นใยฝ้ายปั่นกรอเบอร์ 20/2
	เส้นพุ่ง	-เส้นใยสับปะรดปั่นผสมฝ้ายในอัตราส่วน 35/65
	อัตราส่วน	-82% ฝ้าย / 18% ใยสับปะรด
	ลดทลายโครงสร้าง -ลายผ้าโปรง 4 ตะกอ 4 เข็มเย็บ	
อุปกรณ์การผลิต	-กี่ทอผ้าแบบกระตุก 4 ตะกอ 4 เข็มเย็บ	
	-ฟันหวีเบอร์ 18	
	-กระสวยกระตุก	

ก4.3 ลายลูกแก้ว พร้อมกรอบ

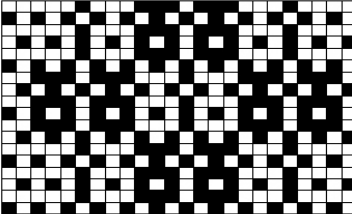
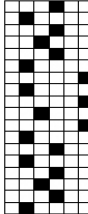
ก  ง	ข  ค 
ก. การร้อยตะกรอ ข. การผูกเท้า ค. การย่ำเท้า ง. ลายผ้า	
โครงสร้างผ้าทอ	ตัวอย่างลายลูกแก้วพร้อมกรอบ

ชุดผ้ารองงาน

ข้อมูลการผลิตและอุปกรณ์

วัตถุดิบ	เส้นยืน	-เส้นใยฝ้ายปั่นกรอเบอร์ 60/2
	เส้นพุ่ง	-เส้นใยสับประคความยาวตลอดใบควบให้โดยขนาดฝ้ายเบอร์ 5 โดยประมาณ
	อัตราส่วน	-50% ฝ้าย / 50% ใยสับประค
	ลวดลายโครงสร้าง	-ลายลูกแก้วล้อมกรอบชนิด 4 ตะกอ
อุปกรณ์การผลิต		-ก่ทอผ้าแบบตั้งโต๊ะ หรือตั้งพื้นชนิดไม่ต่ำกว่า 4 ตะกอ 4 เท้าเหยียบ
		-ฟันหวีเบอร์ 18
		-กระสวยหัวผ่า

ก4.4 ฟ้ำลายลูกแก้วประกฎกั้

ก   ง ข   ค	
ก. การร้อยตะกรอ ข. การผูกเท้า ค. การย่ำเท้า ง. ลายผ้า	ตัวอย่างลายลูกแก้วพร้อมกรอบ

ชุดผ้าลายลูกแก้วประยุกต์ (ผ้าบุเฟอร์นิเจอร์ และบุผนัง)

ข้อมูลการผลิตและอุปกรณ์

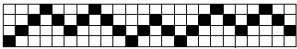
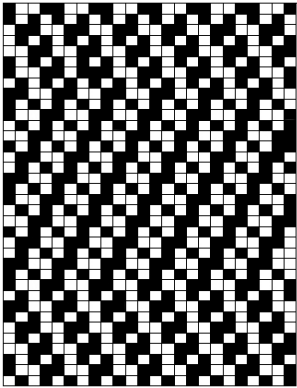
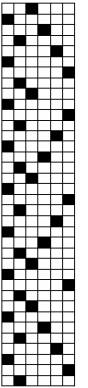
วัตถุดิบ	เส้นยืน	-เส้นใยฝ้ายปั่นกรอบเบอร์ 10
	เส้นพุ่ง	-เส้นใยสับประดผสมฝ้าย 35/65%
	อัตราส่วน	-82% ฝ้าย / 18%ใยสับประด

ตลาดขายโครงสร้าง - ขายลูกแก้วประยุกต์

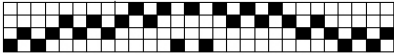
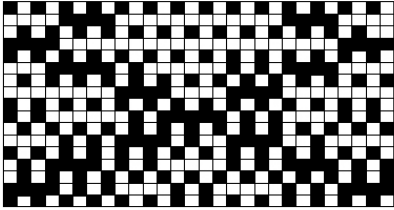
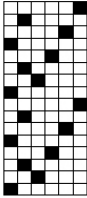
อุปกรณ์การผลิต

- กี่ทอผ้าแบบตั้งโต๊ะ หรือตั้งพื้นชนิดไม่ต่ำกว่า 4 ตะกอ 4 แท่นเหยียบ
- ฟันหวีเบอร์ 16
- กระสวยหัวผ้า

ก4.5 การร้อยตะกอบแบบ ผ้าลายลูกแก้วประยุกต์ ที่ ก4.1 แต่หากมีการผูกเท้าและการข้เท้าทอแตกต่างกันไปมีผลให้โครงสร้างลายผ้าที่ได้แตกต่างกัน เช่น ลายลูกแก้วประยุกต์ดังต่อไปนี้

ก  ข  ง  ค 	
ก. การร้อยตะกอบ ข. การผูกเท้า ค. การข้เท้า ง. ลายผ้า	
โครงสร้างผ้าทอ	ตัวอย่างลายลูกแก้วพร้อมกรอบ

ก 4.6 ผ้าลายลูกแก้วดอกประยุกต์

ก  ข  ง  ค 	
ก. การร้อยตะกรอ ข. การผูกเท้า ค. การย่ำเท้า ง. ลายผ้า	
โครงสร้างผ้าทอ	ตัวอย่างลายลูกแก้วดอกประยุกต์

ชุดผ้าลายลูกแก้วดอกประยุกต์ (ผ้ารองจาน ผ้าบุเฟอร์นิเจอร์)

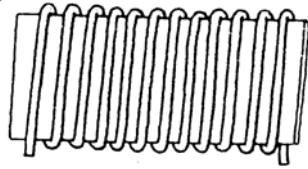
ข้อมูลการผลิตและอุปกรณ์

วัตถุดิบ	เส้นยืน	-เส้นใยฝ้ายปั่นกรอเบอร์ 10/3
	เส้นพุ่ง	-เส้นใยสับปะรดตามความยาวของใบ
	อัตราส่วน	-50% ฝ้าย / 50% ใยสับปะรด
	ลวดลายโครงสร้าง -ลายลูกแก้วขยายประยุกต์ 4 ตะกอ 6 แท้เหยียบ	
อุปกรณ์การผลิต	-กี่ทอผ้าแบบตั้งพื้นชนิด 4 ตะกอ 6 แท้เหยียบ	
	-พื้นหวีเบอร์ 9	
	-กระสวยหัวผ่า	

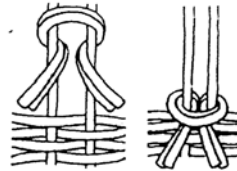
ก5 การศึกษาการทอพรม (Rug weaving)

การทอแบบห้วงและแบบขน (รูปที่ 9) คือลักษณะการทอเส้นด้ายพุ่งให้มีลักษณะเป็นห้วงหรือขน โดยใช้แกนเป็นตัวกำหนดขนาดของห้วง หรือการนำเส้นด้ายมาตัดให้ได้ขนาดตามต้องการ แล้วนำมาผูกกับเส้นด้ายยืน ทำให้เกิดปม เมื่อดึงขึ้นมา ขนก็จะไม่หลุดออกมา เทคนิคนี้จะสร้างงานให้เกิดลักษณะของพื้นผิวสัมผัสที่แตกต่าง คือมีลักษณะเป็นขนขึ้นมา เกิดระดับของระนาบในงานทอ และสร้างระยะของมิติในงานให้เป็นที่น่าสนใจมากขึ้น

ตัวอย่างของพรมที่ทอจากเส้นใยสับปะรดย้อมสีรูปแบบต่าง ๆ แสดงใน รูปที่ 10

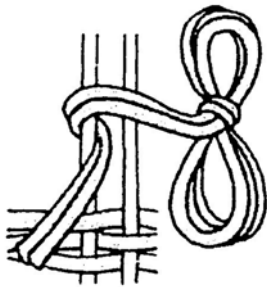


1. การเตรียมขนาดเส้นด้ายที่จะนำมาตัด

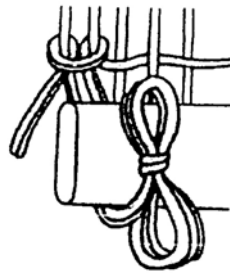


2. การผูกเส้นด้ายที่ตัด กับเส้นด้ายยืน ทำให้เกิดปม

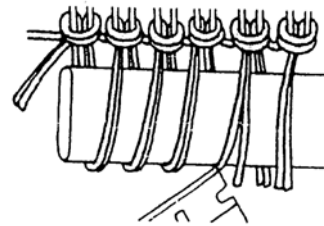
ก ลักษณะการทอแบบขน



1. วิธีการเริ่มทอหลายห้วง



2. วิธีคล้องแกนทำให้เกิดห้วงที่มีขนาดเท่ากัน



3. สามารถตัดห้วงให้เป็นลายปลายขนได้

ข ลักษณะการทอแบบห้วง

รูปที่ 9 ลักษณะการทอแบบขนและห้วง



พรมทอมือ เส้นยืน – ฝ้าย/เส้นพุ่ง -เส้นใยสับปะรด

รูปที่ 10 ตัวอย่างพรมที่ทอจากเส้นใยสับปะรด

ตอนที่ ข การย้อมสี

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการย้อมสีต่อค่าการดูดกลืนสี (%exhaustion) และค่าความแข็งแรงสีต่าง ๆ โดยการวิเคราะห์ผลที่ได้ทางสถิติแบบ Multifactor ANOVA ใน ตารางที่ 2 เป็นค่าเฉลี่ยรวมของแต่ละปัจจัยของการทดลองที่แสดงให้เห็นว่า ค่า %exhaustion ของเส้นใยสับปะรดมีค่าในช่วง 70-80% ซึ่งถือว่าเส้นใยสับปะรดสามารถดูดซับสีในเส้นใยค่อนข้างสูง การดูดกลืนสีที่อุณหภูมิ 40 และ 50 °C ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าการเพิ่มอุณหภูมิสูงถึง 60 °C กลับมีผลทำให้ค่าการดูดกลืนสีน้อยกว่าที่ 40 และ 50 °C แต่เมื่อนำเส้นใยสับปะรดที่ผ่านการย้อมสีมาตรวจสอบค่าความแข็งแรงของสี (K/S) พบว่าที่อุณหภูมิสูงมีค่าความแข็งแรงของสี (K/S) เพิ่มขึ้น

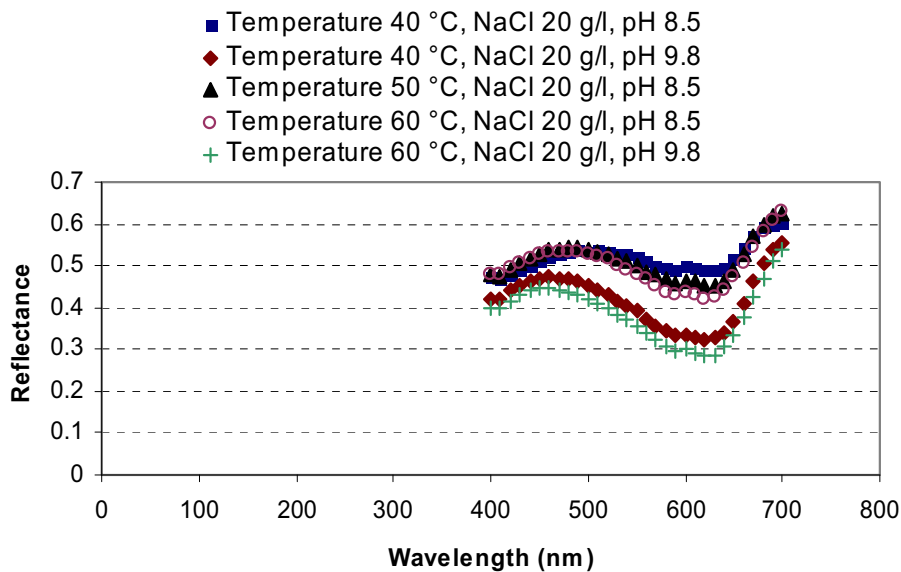
จากผลของการวัดค่าสีย้อมในเส้นใยตามระบบ CIELAB พบว่าสีย้อมของเส้นใยสับปะรดมีความเข้ม (แสดงด้วยค่า L* น้อย) ค่าสีเขียว (แสดงด้วยค่า a* ติดลบมาก) ค่าสีน้ำเงิน (แสดงด้วยค่า b* ติดลบมาก) ความสดใส (แสดงด้วยค่า C* มาก) และโทนน้ำเงิน (แสดงด้วยค่า h) เพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (60 °C) ซึ่งผลที่ได้ไม่สอดคล้องกับค่าการดูดกลืนสีในเส้นใยสับปะรด (% Exhaustion) เช่นกัน

การวัดค่าการดูดกลืนสี(%Exhaustion) เป็นการวัดที่น้ำสีย้อมก่อนและหลังการทดลอง การทดลองได้ใช้เส้นใยสับปะรดที่มีปริมาณกัมตกล้างสูงประมาณ 20 % เมื่อเส้นใยสับปะรดอยู่ในสภาวะที่อุณหภูมิ 40 และ 50 °C สีเหลือง (กัม) จากเส้นใยสับปะรดออกมาขังน้ำย้อมน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 60 °C และเมื่อนำสีย้อมมาวัดค่าการดูดซึม/การดูดกลืนสี (%Exhaustion) อาจเป็นสาเหตุให้ค่าการดูดกลืนสี (%Exhaustion) ที่ได้ที่ 40 และ 50 °C มีมากกว่าที่อุณหภูมิ 60 °C

ดังนั้นการพิจารณาประสิทธิภาพการย้อมสีจึงต้องการการวัดค่าสีย้อมในเส้นใยตามระบบ CIELAB ซึ่งเป็นการวัดค่า ความเข้ม (แสดงด้วยค่า L) ค่าสีเขียว (แสดงด้วยค่า a*) ค่าสีน้ำเงิน (แสดงด้วยค่า b*) ความสดใส (แสดงด้วยค่า C*) โทนน้ำเงิน (แสดงด้วยค่า h) และค่าความแข็งแรงของสี (K/S) พร้อมกับค่าการดูดกลืนสี (%Exhaustion) ด้วย

เพื่อเป็นการสนับสนุนแนวคิดนี้จึงได้ทำการทดสอบการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นต่างๆ ตาม รูปที่ 11 พบว่าจากน้ำสีหลังย้อมที่อุณหภูมิ 40 และ 50 °C และ pH ค่าที่ 8.5 มีการรบกวนของสิ่งเจือปนในเส้นใยสับปะรดซึ่งมีสีเขียวออกเหลืองและสามารถดูดกลืนแสงของน้ำสีได้ที่มีความยาวคลื่น 420 nm (โดยในการวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนสีในน้ำย้อมสีของเส้นใยสับปะรด จะวัดที่ค่าความยาวคลื่น 620 nm) จากค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่มีความยาวคลื่น ที่ 420 และ 620 nm นี้ ทำให้มีการรบกวนการวัดค่าการดูดกลืนสีของสีย้อม ดังอธิบายได้ใน รูปที่ 11 ซึ่งเป็นค่าการสะท้อนแสง (reflectance) หรือส่วนกลับของการดูดกลืนแสง ของเส้นใยสับปะรดหลังย้อมสี จะเห็นได้ว่า สเปกตรัมของเส้นใยหลังย้อมที่ 40 และ 50 °C รวมทั้ง pH 8.5 ปริมาณเกลือ 20 กรัมต่อลิตร มีพีคของค่าการสะท้อนแสงต่ำสุด (หรือค่าการดูดกลืนแสงสูงสุด) ที่ 420 nm แทนที่จะเป็นที่ 620 nm ทำให้เมื่อวัดค่าการดูดกลืนแสงของน้ำสีย้อม (สำหรับคำนวณค่า % Exhaustion) ที่ 620 nm มีการรบกวนของสีอื่นที่ 420 nm ผิดกับ ค่าสเปกตรัมของเส้นใยหลังย้อมที่ สภาวะที่เป็นด่างเพิ่มขึ้น หรือ อุณหภูมิเพิ่มขึ้น (pH 9.8, 60 °C) จะมีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 620 nm

ดังนั้น จากการทดลองครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นว่าที่อุณหภูมิ 50 °C ซึ่งให้ค่าดูดกลืนสี (% Exhaustion) 83.02 % และค่าความแข็งแรงของสี (K/S) 0.65 เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดของการทดลองนี้



รูปที่ 11 ค่า reflectance ของสีเส้นใยสับปะรดที่ย้อมที่สภาวะต่าง ๆ ตามความยาวคลื่น 400-700 nm

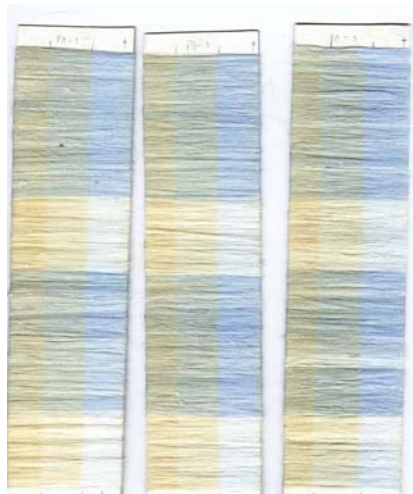
สำหรับการทดลองผันแปรปริมาณเกลือที่ใช้ พบว่า การเพิ่มเกลือในอ่างย้อมสีมากขึ้นกลับมีผลทำให้ค่าดัชนีน้อยลง แต่มีผลให้ความเข้มของสี, ค่าไทนสีน้ำเงิน รวมทั้งมีความแข็งแรงของสี มากขึ้น ส่วนค่าสีน้ำเงินและค่าความสดใสพบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน

ส่วนผลของการทดลองผันแปรปริมาณด่างที่ใช้ พบว่า การเพิ่มค่าความเป็นกรดด่าง มีผลให้การดูดซับสีมากขึ้น ทำให้ค่าดัชนีและสีน้ำเงิน มากขึ้น โดยในสภาพที่เป็นด่างทำให้กลุ่มไฮดรอกซิลในโมเลกุลเซลลูโลสถูกแตกตัวทำให้ง่ายต่อการจับของอะตอมของกลุ่มรีแอคทีฟใน โมเลกุลสี (Kim *et al.*, 2004)

ส่วนการทดลองการลดปริมาณน้ำที่ใช้ทำให้ความสามารถในการดูดติดสีบนเส้นใยได้มากขึ้น ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎี ทำให้ค่าดัชนีเพิ่มขึ้นเมื่อใช้อัตราส่วนของของเหลวต่อเส้นใยต่ำ

จากการทดสอบค่าการคงทนของสีต่อการซักและแสง (ตารางที่ 3) พบว่า สีที่ใช้มีความคงทนต่อการซักดีมากในระดับ 5 ของทุกสภาวะการย้อม และไม่มีการติดสีบนผ้าอื่น รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงของสีหลังย้อมน้อยมาก ซึ่งมีค่าความแตกต่างระหว่างก่อนซักและหลังซักน้อยมากในระดับ 4/5 จนถึง 5 แต่ค่าความคงทนของสีต่อแสง พบว่า ไม่สามารถเปรียบเทียบสีกับเกรย์สเกลได้ เนื่องจากเส้นใยสับปะรดเมื่อโดนแสงจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ซึ่งเกิดจากลักษณะของเส้นใยสับปะรดซึ่งเมื่อโดนแสงจะถูกออกซิไดส์เปลี่ยนเป็นสีเหลือง ดังรูปที่ 12 ดังนั้นการใช้งานของเส้นใยสับปะรดสำหรับเป็นผลิตภัณฑ์ ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับแสง

สภาวะการย้อมที่ดีที่สุดจากผลการทดลอง พบว่า อุณหภูมิ 50 °C ปริมาณเกลือ 30 mg/l ค่าความเป็นกรด-ด่าง 10.5 และอัตราส่วน 1:15 แต่ในการเลือกสภาวะที่จะใช้ย้อมสำหรับการทำ matching สี จะเลือกใช้อัตราส่วนของเส้นใยต่อของเหลวเป็น 1 :20 เพื่อให้เหมาะสมในการทำงานระดับหัตถอุตสาหกรรม ผลของการผสมสีแม่สีหลัก 3 สี สำหรับ 21 สี แสดงค่า %exhaustion และ K/S ของสีที่ค่าความยาวคลื่นที่มีการดูดกลืนแสงสูงสุด รวมทั้งตัวอย่างสี แสดงใน รูปที่ 13 สำหรับค่าสีระบบ CIELAB ของสีทั้ง 21 สี แสดงใน ตารางที่ 4 โดยสีที่ได้ค่า การดูดติดสีบนเส้นใยได้ 79-90 % และค่าความแข็งแรงของสี 0.45-0.84 สำหรับค่าความคงทนต่อการซัก พบว่า มีความคงทนต่อการซักดี



40 °C

50 °C

60 °C

รูปที่ 12 การทดสอบความคงทนต่อแสงของสีย้อมเส้นใยสับปะรดที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ตารางที่ 2 ผลของการซ่อมสปีชีส์ที่ปัจจัยการซ่อมสปีชีส์ต่าง ๆ

	Temperature (°C)			Salt content (g/l)		pH		Liquor ratio			
	40	50	60	20	30	8.5	9.8	10.3	15:1	20:1	30:1
%Exhaustion	85.88 a	83.02 a	77.07 b	71.62 a	70.94 b	72.63 c	84.40 b	88.95 a	89.82 a	85.07 b	71.08 c
L*	72.32 c	71.21 b	70.30 a	44.77 b	43.78 a	77.46 c	68.86 b	67.52 a	70.47 a	70.98 b	72.39 c
a*	-4.48 b	-5.10 a	-5.01 b	-6.15 a	-6.02 b	-3.64 b	-5.35 b	-5.61 a	-4.96 a	-4.99 a	-4.63 b
b*	-6.39 c	-7.24 b	-8.03 a	-15.4 ns	-15.4 ns	-1.86 c	-9.25 b	-10.55 a	-17.96 a	-7.45 b	-6.26 c
C*	8.40 c	9.09 b	9.63 a	16.55 ns	16.53 ns	4.43 c	10.71 b	11.96 a	9.59 a	9.22 b	8.29 c
h	220.22 c	228.80 b	235.15 a	248.00 b	248.50 a	200.77 b	239.56 b	241.83 a	231.65 a	229.02 b	221.49 c
K/S	0.56 c	0.65 b	0.68 a	0.61 b	0.65 a	0.29 c	0.74 b	0.85 a	0.68 a	0.65 b	0.56 c

ค่าที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ยรวมของปัจจัยที่ศึกษา เมื่อวิเคราะห์ด้วย Multifactor ANOVA

ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a, b, c) ในแถวเดียวกัน สำหรับแต่ละปัจจัย แสดงถึงผลที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95% โดยผลที่ได้ในเชิงบวกจะแสดงด้วย a

ค่า ns หมายถึง ผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95%

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าความคงทนของสีต่อการซักฟอก และแสงซินอนอาร์ก ของเส้นด้ายย้อมสีรีแอคทีฟที่สภาวะการย้อมต่าง ๆ

Salt content (g/l)	pH	Liquor ratio	Temperature 40 °C			Temperature 50 °C			Temperature 60 °C		
			ความคงทนของสีต่อการซัก		ความคงทนของสีต่อแสงซินอนอาร์ก	ความคงทนของสีต่อการซัก		ความคงทนของสีต่อแสงซินอนอาร์ก	ความคงทนของสีต่อการซัก		ความคงทนของสีต่อแสงซินอนอาร์ก
			การติดสีบนผ้า	การเปลี่ยนสีจากเดิม		การติดสีบนผ้า	การเปลี่ยนสีจากเดิม		การติดสีบนผ้า	การเปลี่ยนสีจากเดิม	
20	8.5	1:15	5	5	NA	5	4/5	NA	5	4/5	NA
		1:20	5	5		5	4		5	4/5	
		1:30	5	5		5	4		5	4/5	
	9.8	1:15	5	4/5		5	5		5	5	
		1:20	5	4		5	5		5	4/5	
		1:30	5	5		5	4		5	5	
	10.3	1:15	5	4/5		5	4/5		5	5	
		1:20	5	5		5	5		5	5	
		1:30	5	5		5	4/5		5	4	
	8.5	1:15	5	4/5		5	4		5	4/5	
		1:20	5	4		5	4		5	4/5	
		1:30	5	5		5	4		5	4/5	
30	8.5	1:15	5	4/5	NA	5	4/5	NA	5	5	NA
		1:20	5	5		5	4/5		5	5	
		1:30	5	5		5	4/5		5	5	
	9.8	1:15	5	4/5		5	4/5		5	4/5	
		1:20	5	5		5	4/5		5	5	
		1:30	5	5		5	4/5		5	5	
	10.3	1:15	5	5		5	5		5	4/5	
		1:20	5	4/5		5	5		5	5	
		1:30	5	5		5	5		5	5	

NA – ไม่สามารถวัดการเปลี่ยนแปลงของสีได้เนื่องจากเส้นใยสับปะรดถูกเปลี่ยนแปลงโดยแสงเป็นสีเหลือง

% Red/ Blue/ Yellow

1					
0 / 0.1 / 0					
K/S at 620 %Exh 90.04 nm = 0.62					
2		3			
0.02 / 0.08 / 0		0 / 0.08 / 0.02			
K/S at 620 %Exh 90.21 nm = 0.65		K/S at 620 %Exh 90.00 nm = 0.53			
4		5		6	
0.04 / 0.06 / 0		0.02 / 0.06 / 0.02		0 / 0.06 / 0.04	
K/S at 550 %Exh 86.54 nm = 0.65		K/S at 550 %Exh 86.70 nm = 0.48		K/S at 410 %Exh 89.70 nm = 0.57	
7		8		9	
0.06 / 0.04 / 0		0.04 / 0.04 / 0.02		0.02 / 0.04 / 0.04	
K/S at 530 %Exh 86.19 nm = 0.69		K/S at 530 %Exh 86.56 nm = 0.58		K/S at 430 %Exh 81.25 nm = 0.49	
10		11		12	
0.08 / 0.02 / 0		0.06 / 0.02 / 0.02		0.04 / 0.02 / 0.04	
K/S at 530 %Exh 85.377 nm = 0.84		K/S at 530 %Exh 84.47 nm = 0.69		K/S at 430 %Exh 82.07 nm = 0.60	
13		14		15	
0.1 / 0 / 0		0.08 / 0 / 0.02		0.06 / 0 / 0.04	
K/S at 530 %Exh 84.93 nm = 0.84		K/S at 530 %Exh 83.58 nm = 0.77		K/S at 530 %Exh 83.60 nm = 0.67	
16		17		18	
0.04 / 0 / 0.06		0.02 / 0 / 0.08		0 / 0 / 0.1	
K/S at 430 %Exh 81.96 nm = 0.45		K/S at 430 %Exh 84.00 nm = 0.66		K/S at 430 %Exh 79.76 nm = 0.68	

รูปที่ 13 Colour triangle ของสีย้อมเส้นใยสับปะรด โดยมีตัวอย่างสี, ค่า %exhaustion และค่า K/S

ตารางที่ 4 ค่าสีในระบบ CIELLAB ของสีรีแอคทีฟผสม 21 สี ในการเชื่อมเส้นใยสับปะรด

Colour	no 1	no 2	no 3	no 4	no 5	no 6	no 7	no 8	no 9	no 10	no 11	no 12	no 13	no 14	no 15	no 16	no 17	no 18	no 19	no 20	no 21
L*	73.2	71.2	72.9	69.4	70.8	75.0	71.7	71.9	75.6	79.2	71.2	73.4	73.4	77.0	79.7	73.1	75.4	74.8	77.1	79.2	84.3
a*	-4.7	2.8	-6.2	8.6	2.2	-6.1	14.6	9.6	3.0	-5.5	20.7	15.5	11.2	4.8	-3.0	28.4	24.7	19.5	15.0	10.5	0.9
b*	-11.4	-12.3	-4.0	-11.3	-4.5	3.6	-8.9	-3.9	3.1	10.9	-7.2	-1.3	3.8	8.9	16.9	-3.4	1.8	6.8	11.2	18.7	26.3
C*	12.3	12.7	7.3	14.2	5.0	7.1	17.1	10.4	4.3	12.2	21.9	15.6	11.8	10.1	17.1	28.6	24.8	20.7	18.7	21.5	26.4
h*	247.6	282.8	212.6	307.2	296.0	149.6	328.7	337.9	46.2	116.9	340.7	355.3	18.9	61.9	99.9	353.2	4.2	19.2	36.8	60.7	88.0

สรุปผลการทดลอง

สำหรับการศึกษาเทคโนโลยีการแปรรูปเส้นใยสับปะรดเป็นผลิตภัณฑ์เพื่ออุตสาหกรรมขนาดเล็ก พบว่าเส้นใยสับปะรดที่ได้จากเครื่องชูดั่นแบบ แล้วนำมาผ่านกระบวนการจัดกัมและการฟอกขาวสามารถนำมาผลิตเป็นเส้นด้าย 3 วิธี คือ 1) วิธีนำกลุ่มเส้นใยที่มีความยาวตลอดเส้นเข้าเกลียวหลวม 2) วิธีการผูกปมเส้นใยเดี่ยว และ 3) วิธีปั่นผสมฝ้าย และในการทอเป็นผืนผ้าสามารถทำได้ 3 วิธี คือ 1) วิธีสอดเส้นใย/กลุ่มเส้นใยระหว่างเส้นด้ายยืน 2) วิธีใช้เส้นด้ายปั่นระบบฝ้ายเป็นด้ายพุ่ง และ 3) วิธีทอพรหมปูพื้นและประดับผนัง และการทดลองนี้ได้ออกแบบลายผ้า 5 ลาย คือ 1) ลายขัด 2) ลายผ้าโปร่ง 3) ลายลูกแก้วพร้อมกรอบ 4) ลายลูกแก้วประยุกต์ และ 5) ลายลูกแก้วดอกขยายประยุกต์

การศึกษาการย้อมสีเส้นใยสับปะรด สามารถเลือกสภาวะการย้อมที่เหมาะสมกับเส้นใยสับปะรด โดยให้สีที่มีความสดใส เป็นสีอ่อน ย้อมได้ง่ายที่อุณหภูมิต่ำ ทนต่อการซักได้ดี และยังให้ลักษณะของเส้นใยที่ไม่แข็งกระด้าง สามารถนำไปใช้เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้ โดยสภาวะที่เหมาะสมในการย้อม คือ 40°C ปริมาณเกลือ 30 กรัมต่อลิตร ย้อมในสภาพที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 10.3 และอัตราส่วนของเส้นใยต่อของเหลว 1:20 อย่างไรก็ตามการใช้ประโยชน์ของเส้นใยสับปะรดมีจำกัดสำหรับใช้ภายในร่ม ไม่โดนแสง เนื่องจากแสงสามารถออกซิไดซ์เส้นใยสับปะรดให้เป็นสีเหลือง

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากเส้นใยสับปะรดไม่สามารถแยกกระจายตัวออกจากกันเป็นเส้นใยเดี่ยวอย่างอิสระและสมบูรณ์ การดึงเส้นใยแต่ละเส้นมาผูกปมเป็นเส้นด้ายเช่นระบบการทอผ้า Pima ของฟิลิปปินส์จึงทำได้ช้า และไม่ได้รับการยอมรับกับกลุ่มทดสอบ จึงควรมีการพัฒนาเทคโนโลยีการปรับสภาพเส้นใยสับปะรดให้มีการแยกกระจายตัวมากขึ้น

โครงการนี้ได้ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับลักษณะเส้นใยได้ เช่น การทำพรหมปูพื้นและประดับผนัง และได้ใช้กลุ่มเส้นใยเป็นด้ายพุ่งสำหรับทอระบบสอด และเพื่อเป็นทางเลือกของการใช้ประโยชน์เส้นใยสับปะรดมากขึ้น คณะผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเพิ่มเติมในการนำเส้นใยสับปะรดมาดัดเป็นเส้นใยสั้นเพื่อนำมาผสมกับเส้นใยฝ้ายในระบบการปั่นด้ายฝ้ายทั้งระดับหัตถอุตสาหกรรมและอุตสาหกรรมในต่อไป (โครงการวิจัยย่อยที่ 4)

เอกสารอ้างอิง

- กองอุตสาหกรรมสิ่งทอ. 2521. การย้อมสีฝ้ายและไหม. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ. 30 หน้า
- สงคราม เสนาธรรม. คู่มือการฝึกอบรม เทคนิคการทอผ้าด้วยมือ การออกแบบลายผ้า. ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ สำนักพัฒนา
อุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. 37 หน้า.
- อัญราพร ไสละสุต. 2539. ความรู้เรื่องผ้า. สำนักพิมพ์สร้างสรรค์-วิชาการ. 217 สุขุมวิท 20 เขตคลองเตย กทม. 10110. 508หน้า
- Allen N. S. and McKellar J. F. 1980. Photofading of Dyed and Pigmented Polymers. Applied Science, London.
- Aspland, J.R. 1993. Colour, colour measurement and control. Textile Chem. and Col. 25(1): 34-42.
- Carr, C. M. 1995. Chemistry of the textiles industry. Chapman & Hall, London, 361 p.
- Kim, T-K., Yoon, S-H, Son, Y-A. 2004. Effect of reactive anionic agent on dyeing of cellulosic fibers with a Berberine
colourant. Dyes and Pigments. 60: 121-127.
- Milner, A. 1998. Book of dyeing, 2nd ed., Shoal Bay Press Ltd.: Christchurch, 192 p.
- Shore, J. 1995. Cellulose dyeing. Society of Dyers and Colourists, Manchester.
- Trotman, E.R. 1984. Dyeing Chemical Technology of Textile Fibres. Billing&Son, Worcester. 329 p.
- Vigo, T.L. 1994. Textile Processing and Properties, Preparation Dyeing, Finishing and Performance. Elsevier Science
B.V., Amsterdam. 477 p.
-



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยย่อยที่ 4

เทคโนโลยีการปั่นด้ายและการผลิตผ้าเพื่ออุตสาหกรรม

(Spinning and weaving for industry)

ของ

ชุดโครงการต้นแบบการใช้ประโยชน์จากเส้นใยของใบสับปะรดเพื่ออุตสาหกรรมสิ่งทอ

(Pilot project of pineapple leaf fiber utilization for textile industry)

โดย

สุชาดา อุชชิน และคณะ

30 ธันวาคม 2547

รายงานฉบับสมบูรณ์
โครงการวิจัยย่อยที่ 4
เทคโนโลยีการปั่นด้ายและการผลิตผ้าเพื่ออุตสาหกรรม
(Spinning and weaving for industry)

ของ

ชุดโครงการต้นแบบการใช้ประโยชน์จากเส้นใยของใบสับปะรดเพื่ออุตสาหกรรมสิ่งทอ
(Pilot project of pineapple leaf fiber utilization for textile industry)

คณะผู้วิจัย	สังกัด
นาง สุชาดา อุชชิน	งานเทคโนโลยีสิ่งทอ สถาบันคั่นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นาย สงคราม เสนาธรรม	นักวิจัยอิสระ
ดร. รังสิมา ชลคุป	งานเทคโนโลยีสิ่งทอ สถาบันคั่นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นางสาว วนิดา ผาสุคติ	งานเทคโนโลยีสิ่งทอ สถาบันคั่นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นาย วิจารณ์ โภชนกุล	กลุ่มวิศวกรรมสิ่งทอ ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ กระทรวงอุตสาหกรรม
ที่ปรึกษาโครงการ	
ศ. (พิเศษ) อัจฉราพร ไสละสูต	ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
หัวหน้าชุดโครงการ	
รศ. วิชัย หฤทัยธนาสันต์	ผู้อำนวยการ สถาบันคั่นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชุดโครงการการพัฒนาอุตสาหกรรมไม้และเยื่อ
สนับสนุนโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้จัดสรรงบประมาณในการดำเนินงานโครงการ ขอขอบพระคุณ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ ที่ได้อนุญาตให้ดำเนินงานวิจัย ขอขอบพระคุณ ศ. ดร. ชีระ สุตะบุตร รศ. วิชัย หุทัยชนานันต์ ศ. (พิเศษ) อัจฉราพร ไสละสุต ดร. นิคม แผลมสัก รศ. ดร. วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา คุณรุ่งอรุณ วัฒนวงศ์ ผศ. วิภา หมั่นทำการ ที่ให้คำแนะนำแนวทางการวิจัย และขอขอบคุณอาจารย์วนิดา ผาสุขดี ดร. รังสิมา ชลคุป อาจารย์พรชัย ตูลพิจิตร อาจารย์วิจารณ์ โภชนกุล และ ดร. ทินโน ขวัญดี ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในด้านเทคโนโลยีสิ่งทอ วิศวกรรมสิ่งทอ ขอขอบคุณ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯและ วิทยาเขตคลองหก ในการอนุเคราะห์เครื่องมืออัดบดเส้นใย ขอขอบคุณอาจารย์วิบูลย์ น้อยใจบุญ ที่ได้ประดิษฐ์เครื่องชุดโอบสับประดที่ใช้ในการทดลอง ขอขอบคุณส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ กระทรวงอุตสาหกรรม และสถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ดำเนินการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใย ขอขอบคุณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์ กรมวิชาการที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านเครื่องมือในการเตรียมเส้นด้ายสับประด ขอขอบคุณบริษัท อาหารสยาม จำกัด จ.ชลบุรี และองค์การอุตสาหกรรมสวนด้าบล อ.บ้านไร่ จ.อุทัยธานีในการอนุเคราะห์โอบสับประด ขอขอบคุณ บริษัท ยงสุวรรณ นครสวรรค์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการปั่นด้าย ขอขอบคุณบริษัท ไทยรุ่งเท็กซ์ไทยจำกัด สำหรับการอนุเคราะห์ในการผลิตเส้นด้ายผสมเส้นใยสับประดในโรงงาน และการทดสอบสมบัติทางกายภาพของเส้นด้าย ขอขอบคุณบริษัทปากน้ำเท็กซ์ไทย จำกัด สำหรับการอนุเคราะห์ในการตกแต่งผ้าทอมือจากเส้นด้ายผสมเส้นใยสับประดและฝ้าย ขอขอบคุณโครงการทอผ้าวัฒนธรรมในพระบรมราชูปถัมภ์ อ.มหาราช จ.พระนครศรีอยุธยา อาจารย์สงคราม เสนา ธรรมและ คุณปรางค์ ทองลิ้มในด้านการทอผ้า ขอขอบคุณคุณบุญยืน ชิดชอบ ผู้ประสานงานการทอผ้าและท้ายสุดขอขอบคุณทอดทุ่น สุวรรกุล และคุณสมพร จันฉนวน ผู้ช่วยนักวิจัยของโครงการ

สุชาดา อุชชิน

หัวหน้าโครงการวิจัยย่อยที่ 4

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	8
บทนำและการตรวจเอกสาร	12
วัตถุประสงค์	23
วิธีดำเนินการวิจัย	23
วิธีการทดลอง	23
ผลการทดลอง	46
ตอนที่ 1 การศึกษาผลของปริมาณเส้นใยสับปะรดที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของ เส้นด้ายปั่นมือและผ้าทอมือ	46
ตอนที่ 2 การศึกษาผลของการปรับปรุงคุณภาพเส้นใยสับปะรดที่มีต่อสมบัติทาง กายภาพของเส้นด้ายปั่นมือและผ้าทอมือ	55
ตอนที่ 3 การศึกษาผลของปริมาณเส้นใยสับปะรดและเบอร์ด้ายที่มีต่อสมบัติทาง กายภาพของเส้นด้ายปั่นระดับอุตสาหกรรม	63
สรุปผลการทดลอง	70
ข้อเสนอแนะ	72
เอกสารอ้างอิง	75

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 ขั้นตอนการทดลอง ตอนที่ 1	25
รูปที่ 2 ขั้นตอนการทดลอง ตอนที่ 2	26
รูปที่ 3 ขั้นตอนการทดลอง ตอนที่ 3	27
รูปที่ 4 การล้างเส้นใยหลังการชุบ	28
รูปที่ 5 เครื่องอัด-บดเส้นใย (Individual breaking machine)	30
รูปที่ 6 เครื่องสาวมือ (Hand carder)	30
รูปที่ 7 กระบวนการปั่นด้ายด้วยมือ	31
รูปที่ 8 ไคอะแกรมการทำงานของ mini-opener	32
รูปที่ 9 เครื่อง mini-opener	32
รูปที่ 10 ไคอะแกรมการทำงานของเครื่อง mini-card	33
รูปที่ 11 เครื่องสาวเส้นใย mini-card	34
รูปที่ 12 การเตรียมสไลเวอร์ หรือ ลูกหลี แบบชาวบ้าน เพื่อป้อนให้กับเครื่องปั่นด้ายด้วยมือ	35
รูปที่ 13 การปั่นด้ายด้วยมือ	36
รูปที่ 14 เครื่อง Blow room ระดับอุตสาหกรรม	39
รูปที่ 15 ขั้นตอนการทดลอง ตอนที่ 3	40
รูปที่ 16 เครื่องสาวเส้นใยระดับอุตสาหกรรม	41
รูปที่ 17 เครื่องรีดปูย (drawing) ระดับอุตสาหกรรม	42
รูปที่ 18 เครื่อง roving ระดับอุตสาหกรรม	43
รูปที่ 19 เครื่อง ring spinning ระดับอุตสาหกรรม	44
รูปที่ 20 เครื่องกรอด้วย winder ชนิด cone ระดับอุตสาหกรรม	45
รูปที่ 21 ขั้นตอนการเตรียมเส้นด้ายผสมเข้าหลอดเล็กเพื่อใส่กระสวยสำหรับทอเป็นเส้นพุ่ง	45
รูปที่ 22 ลักษณะของเส้นใยสับประดที่เหลือจากการเปิดเส้นใยแล้วสองครั้ง	47
รูปที่ 23 การสูญเสียของเส้นใยสับประดขณะผ่านเครื่องสาวเส้นใย	47
รูปที่ 24 การม้วนแลปด้วยมือ และการเตรียมแผ่นสไลเวอร์ของเส้นใยสับประด	47
รูปที่ 25 การเตรียมเส้นใยผสมก่อนและหลังเข้าเครื่องสาว	48
รูปที่ 26 การปั่นเส้นด้ายสับประดด้วยมือ	49
รูปที่ 27 ความยาว 2.5% SL และความสม่ำเสมอของความยาว ของเส้นใยสับประดผสมฝ้าย	50
รูปที่ 28 สมบัติทางเชิงกลของด้ายผสมเส้นใยสับประดและฝ้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ	51
รูปที่ 29 ภาคตัดขวาง (Cross section) ของด้ายผสมเส้นใยสับประดและฝ้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ	51
รูปที่ 30 สมบัติความสม่ำเสมอของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับประดและฝ้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ	52
รูปที่ 31 ความสม่ำเสมอของเส้นด้ายผสมสับประดและฝ้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ ในการพันกระดาน seriplane	52
รูปที่ 32 สมบัติทางเชิงกลของผ้าทอที่ใช้เส้นด้ายผสมเส้นใยสับประดที่อัตราส่วนต่าง ๆ เป็นเส้นพุ่ง	54
รูปที่ 33 สมบัติทางเชิงกลและขนาดเส้นใยของเส้นใยสับประดที่ผ่านกรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการต่าง ๆ	56
รูปที่ 34 ความยาว 2.5% SL และความสม่ำเสมอของความยาว ของเส้นใยสับประดชนิดต่าง ๆ ผสมฝ้าย	58

รูปที่ 35 สมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดที่ผ่านวิธีการต่าง ๆ และฝ้ายที่อัตราส่วน 35/65	60
รูปที่ 36 สมบัติความสม่ำเสมอของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดชนิดต่าง ๆ กับฝ้าย เมื่อทดสอบด้วย Uster.....	60
รูปที่ 37 สมบัติความสม่ำเสมอของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดชนิดต่าง ๆ กับฝ้าย เมื่อทดสอบด้วย scriplane.....	61
รูปที่ 38 สมบัติทางเชิงกลของผ้าทอจากเส้นใยสับปะรดกลุ่มต่าง ๆ ผสมกับฝ้าย อัตราส่วน 35/65	62
รูปที่ 39 สมบัติทางเชิงกลของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่ปริมาณและเบอร์ด้ายต่าง ๆ.....	66
รูปที่ 40 สมบัติความสม่ำเสมอของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่ปริมาณและเบอร์ด้ายต่าง ๆ.....	67
รูปที่ 41 สมบัติความสม่ำเสมอของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรด กับฝ้าย ที่อัตราส่วนและเบอร์ด้ายต่าง ๆ เมื่อทดสอบด้วย scriplane.....	68
รูปที่ 42 กระบวนการตกแต่งผ้าทอผสมเส้นใยสับปะรดในโรงงานอุตสาหกรรม.....	72
รูปที่ 43 ตัวอย่างผ้าทอมือชนิดต่าง ๆ หลังการตกแต่ง.....	74

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของเส้นด้ายใยสับปะรด.....	14
ตารางที่ 2 สมบัติของผ้า.....	15
ตารางที่ 3 สมบัติของ Cover – Spun Yarns ด้วยเส้นใย PALF.....	16
ตารางที่ 4 สมบัติของเส้นด้ายที่ปั่นด้วยระบบ Dref Spinning System	17
ตารางที่ 5 รูปแบบของการทดลองปั่นด้ายใยสับปะรด.....	18
ตารางที่ 6 ผลกระทบจากเส้นใยสับปะรดที่ผลิตโดย SITRA.....	21
ตารางที่ 7 ขั้นตอนการทดลองการปรับปรุงคุณภาพเส้นใย	24
ตารางที่ 8 วิธีทดสอบสมบัติทางกายภาพของด้ายและผ้าทอ	38
ตารางที่ 9 สมบัติทางกายภาพของเส้นใยฝ้ายพันธุ์ ออสเตรเลีย.....	39
ตารางที่ 10 รายละเอียดและกระบวนการผลิตของเครื่องรีดปูยสำหรับเส้นใยสับปะรดผสมอัตราส่วนต่าง ๆ	42
ตารางที่ 11 รายละเอียดและกระบวนการผลิตของเครื่อง roving สำหรับเส้นใยผสมอัตราส่วนต่าง ๆ	43
ตารางที่ 12 รายละเอียดและกระบวนการผลิตของเครื่อง ring spinning สำหรับด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่อัตราส่วน และเบอร์ต่าง ๆ	44
ตารางที่ 13 ปริมาณผลผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตด้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ	46
ตารางที่ 14 สมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ	50
ตารางที่ 15 สมบัติทางกายภาพของผ้าทอจากเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ	53
ตารางที่ 16 ปริมาณกัมตกค้างในเส้นใยสับปะรดที่ผ่านกรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีต่าง ๆ.....	55
ตารางที่ 17 ค่าความขาว และค่าความสว่าง (L*) ของเส้นใยสับปะรดที่ผ่านกรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการต่าง ๆ.....	55
ตารางที่ 18 ปริมาณผลผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตด้ายจากเส้นใยสับปะรดที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีต่าง ๆ ที่ อัตราส่วนสับปะรดต่อฝ้าย 35/65.....	57
ตารางที่ 19 สมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดชนิดต่าง ๆ ผสมกับฝ้าย ที่อัตราส่วน 35/65	59
ตารางที่ 20 สมบัติทางกายภาพของผ้าทอจากเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่อัตราส่วน 35/65.....	62
ตารางที่ 21 สมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดชนิดต่าง ๆ ผสมกับฝ้าย ที่อัตราส่วนและเบอร์ด้ายต่าง ๆ	65
ตารางที่ 22 รายละเอียดของผ้าทอที่ได้จากการคัดกลุ่มประเภทผ้าตามลักษณะเนื้อสัมผัสเพื่อทำการตกแต่ง.....	71
ตารางที่ 23 กระบวนการตกแต่งผ้าทอตามประเภทเนื้อสัมผัส.....	73

โครงการวิจัยย่อยที่ 4

เทคโนโลยีการปั่นด้ายและการผลิตผ้าเพื่ออุตสาหกรรม

(Spinning and weaving for industry)

โดย

ศุภาดา อุชชิน¹, สงคราม เสนาธรรม², รังสิมา ชลคุป¹, วนิดา ผาสุคดี¹ และ วิจารณ์ โภชนกุล³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประโยชน์จากเส้นใยของใบสับปะรดซึ่งเป็นของเสียจากการผลิตสับปะรดเพื่ออุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยแบ่งการศึกษาเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 การศึกษาผลของอัตราส่วนของเส้นใยสับปะรดผสมฝ้ายที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของด้ายปั่นมือและผ้าทอ เพื่อเลือกอัตราส่วนที่เหมาะสม สำหรับศึกษาต่อในตอนที่ 2 คือ การศึกษาผลของการปรับปรุงคุณภาพเส้นใยสับปะรดทางเคมีต่อสมบัติทางกายภาพของด้ายปั่นมือและผ้าทอ และตอนที่ 3 คือ การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดในระดับอุตสาหกรรม

ในขั้นตอนที่ 1 ได้นำเส้นใยสับปะรดที่ผ่านการชุบด้วยเครื่องชุบใบสับปะรด (Decorticating machine) มาล้างด้วยน้ำยาซักฟอก แล้วนำมาปรับสภาพนุ่มก่อนนำผ่านการแยกเส้นใยเดี่ยวด้วยเครื่องอัดบด (Individual breaking machine) หลังจากนั้นได้ทำการตัดให้มีความยาวเส้นใย 40 มิลลิเมตร เพื่อผสมกับเส้นใยฝ้ายพันธุ์ตากฟ้า 2 ทำการผลิตเส้นด้ายโดยใช้เครื่องมือขนาดห้องปฏิบัติการ (Laboratory) คือ เครื่องกระจายเส้นใย (Mini-opener) เพื่อช่วยกระจายเส้นใย แล้วทำการสาว (Carding) เส้นใยด้วยเครื่อง Mini-card และแล้วนำมาปั่นในลักษณะการผสมผสานกับงานหัตถกรรม โดยการเตรียมสไลเวอร์ (Sliver) ด้วยมือและการปั่นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายด้วยมือ ในด้านการปั่นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายมีอัตราส่วน 5 อัตราส่วน คือ 100/0, 50/50, 35/65, 25/75 และ 0/100 ผลการทดลองเบื้องต้นพบว่า เส้นใยสับปะรด 100% ปั่นเป็นเส้นด้ายไม่ได้เพราะเส้นใยไม่มีรอยหยัก (Crimp) และไม่มีแรงเสียดทาน (friction) ที่จะเกาะกันเป็นแผ่นในกระบวนการสาวเส้นใย การผสมเส้นใยทั้งสองได้เตรียมผสมเส้นใยด้วยมือก่อนเข้าเครื่องสาว แล้วทำการศึกษาปริมาณผลผลิตแต่ละขั้นตอน วัดความยาวของเส้นใยผสมหลังผ่านเครื่องสาว และตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของเส้นด้าย ได้แก่ เบอร์ด้าย (Yarn numbers) จำนวนเกลียวต่อนิ้ว (Yarn twist) ความแข็งแรงจำเพาะ (Tenacity) การยืดตัว (Elongation) หลังจากนั้นทำการทอผ้าจากเส้นด้ายด้วยเครื่องทอผ้าชนิดโครงกี 2 ตะกอโดยใช้เส้นฝ้ายเป็นเส้นยืน และทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของผ้า ได้แก่ น้ำหนักต่อพื้นที่ (Fabric weight per unit area) แรงดึงขาดของผ้า (Tensile strength) การยืดตัว (Elongation) และ ความต้านแรงฉีกขาด (Tearing strength) ผลของสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายทุกอัตราส่วน พบว่า สมบัติทางเชิงกลและความสม่ำเสมอของเส้นด้ายไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นขนาดและการขึ้นขนของด้ายผสมซึ่งมีขนาดใหญ่และมากกว่าด้ายฝ้าย

งานเทคโนโลยีสิ่งทอ ฝ่ายเทคโนโลยีเส้นใยธรรมชาติ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

²นักวิจัยอิสระ

³กลุ่มวิศวกรรมสิ่งทอ ส่วนอุตสาหกรรมสิ่งทอ

100% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากเส้นใยสับปะรดยังมีขนาดหยาบและเกาะกันเป็น Bundle ทำให้การกระจายในภาคตัดขวางของเส้นด้าย (Cross-section) ยังไม่สม่ำเสมอดีพอ ในด้านความสม่ำเสมอของเส้นด้ายบน Sripplane พบว่าเส้นด้ายผสมมีความหนา บาง และ ปม กระจายตัวเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเส้นใยสับปะรดมากขึ้น สำหรับผ้าทอที่ได้จากเส้นด้ายผสม พบว่า มีค่าความต้านแรงฉีกขาดในแนวเส้นยืน และในแนวเส้นพุ่ง สูงกว่าผ้าทอจากเส้นด้ายฝ้าย และมีค่าเพิ่มขึ้น ตามปริมาณของเส้นใยสับปะรด เพื่อปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายและผ้าทอมือ จำเป็นต้องศึกษาการปรับปรุงคุณภาพเส้นใยสับปะรดทางเคมีให้มีปริมาณกัมที่ยึดติดเส้นใยสับปะรดน้อยลง เพื่อให้เส้นใยกระจายตัวออกจากกลุ่ม (bundle) มากขึ้น และได้เลือกอัตราส่วนของเส้นใยสับปะรดผสมกับฝ้ายที่ 35:65 เพื่อนำมาปั่นเป็นด้ายผสมกับฝ้ายและทอผ้าในขั้นตอนที่ 2

ในการทดลองขั้นที่ 2 ได้ทำการทดลอง 6 กรรมวิธี คือ กลุ่ม 1 ล้างน้ำ กลุ่ม 2 ล้างน้ำและฟอกขาว กลุ่ม 3 ล้างน้ำ, ขจัดกัมและฟอกขาว กลุ่ม 4 ล้างสารซักฟอก กลุ่ม 5 ล้างสารซักฟอกและฟอกขาว และกลุ่ม 6 ล้างสารซักฟอก, ขจัดกัมและฟอกขาว จากการทดลองนี้พบว่า เส้นใยกลุ่มที่ 6 ให้สมบัติของความขาว มันวาว สว่าง ลดปริมาณกัมตกค้างได้สูงสุด และให้สมบัติทางเชิงกลของเส้นใยและผลผลิตของเส้นด้ายสูงสุด และเมื่อนำเส้นใยดังกล่าวมาปั่นผสมกับฝ้าย พบว่า ให้ขนาดเบอร์ด้าย เล็ก และมีปม (Neps) ต่ำสุด รวมทั้งมีความสม่ำเสมอบนกระดานดำ (Sripplane) ดีที่สุดในกลุ่มทดสอบ ส่วนสมบัติอื่นของเส้นด้ายผสมรวมทั้งสมบัติทางกายภาพของผ้าทอมือค่าไม่แตกต่างกัน สำหรับการปรับปรุงคุณสมบัติเส้นใยตามกรรมวิธีที่ 3 สามารถขจัดกัม และเส้นใยมีความแวววาว และสว่าง รองลงมาจากกลุ่มที่ 6 และเมื่อนำมาผลิตเป็นเส้นด้ายและทอเป็นผืนผ้าได้ให้สมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายและผ้าทอไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มที่ 6 ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากเส้นใยสับปะรด โดยเตรียมเส้นใยสับปะรดหลังผ่านเครื่องขูด แล้วล้างด้วยน้ำเปล่า แล้วขจัดกัมและฟอกขาว ตามกรรมวิธีของกลุ่มที่ 3 ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่สั้น เหมาะสมที่จะนำมาผสมกับฝ้ายที่อัตราส่วน 35/65 ในระบบปั่นด้ายสั้นของฝ้ายเพื่อผลิตด้ายและผ้าทอที่ให้สมบัติผ้าที่มีความแข็งแรง และ มันวาวเหมาะสำหรับการใช้ประดับเฟอร์นิเจอร์และตกแต่งบ้านได้

การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดกับฝ้ายในระดับอุตสาหกรรมได้ทำการทดลองในโรงงานปั่นฝ้าย ด้วยการใช้อัตราส่วนการผสมต่าง ๆ คือ เส้นใยสับปะรดต่อฝ้ายที่ 0/100, 25/75; 35/65 และ 50/50 รวมทั้งทำการปั่นด้ายที่เบอร์ต่าง ๆ คือ 9.3, 14 และ 20 พบว่า การผลิตในระดับอุตสาหกรรมสามารถผลิตได้ด้วยเครื่องจักรในกระบวนการปั่นด้ายฝ้ายชนิด card cotton ด้วยการปรับค่าตัวแปรบางตัวให้เหมาะสม ผลของสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายที่ได้ พบว่า การเพิ่มปริมาณเส้นใยสับปะรดทำให้สมบัติทางเชิงกลและความสม่ำเสมอลดลง สำหรับการปั่นเส้นด้ายที่เบอร์สูงขึ้น หรือ เส้นเล็กลง พบว่า สมบัติของความแข็งแรงจำเพาะลดลง แต่ค่าการยืดตัว ไม่มีแนวโน้มต่อการเปลี่ยนแปลง ส่วนความสม่ำเสมอของเส้นด้าย ให้ลักษณะเส้นด้าย หนา บาง และมีปมมากขึ้นเมื่อเบอร์ด้ายสูงขึ้น แต่ให้ค่าความชื้นลดลง และไม่มีผลต่อค่า CV% เส้นด้ายที่ได้ที่อัตราส่วนและเบอร์ด้ายต่าง ๆ ถูกนำมาทอเป็นเส้นพุ่ง และเส้นด้ายฝ้ายเบอร์ 42/2 เป็นเส้นยืน สำหรับการทอเป็นผ้าทอลายขัด 2 ตะกอล หลังจากนั้นทำการตกแต่งด้วยการทำความสะอาดและฟอกขาว การกำจัดขน และการปรับนิ่ม พบว่า ผ้าที่ได้มีความนิ่มขึ้น ความยับลดลง และลดการขึ้นขน สามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มได้

.....

Subproject 4

Spinning and weaving for industry

by

Suchada Ujjin¹, Songkram Senatham², Rungsima Chollakup¹, Wanida Pasookdee¹ and Vijarn Pochanakul³

.....

Abstract

This research is aimed to utilize pineapple fiber leaves, wastes from pineapple production for textile industry. This work was consisted of three parts. The first part was to study an effect of pineapple to cotton fibers ratio on physical properties of hand spun yarn and weaved fabric. The results from the first part were analyzed to select an appropriate ratio for the next part. The second part was to study an effect of chemical treatment of pineapple fiber quality on physical properties of hand spun yarn and weaved fabric. The third part was a feasibility study in production of pineapple fiber and cotton blended yarn in an industry

Regarding the first part, pineapple fibers extracted by a decorticated machine were washed with detergent and softened before being separated from bundle fibers to single ones using an individual breaking machine. Then, pineapple fibers were cut into fiber length of 40 mm in order to blend with cotton fiber named Takfa 2 variety. Yarn was spun using laboratory machines, which were mini-opener for opening and cleaning fiber, mini-card for carding fiber and preparing sliver for spinning. Sliver was prepared manually for spinning with hand spinning like handcraft. Blended yarns were varied by five different ratios of pineapple fiber and cotton; 100/0, 50/50, 35/65, 25/75 and 0/100. Preliminary experiments resulted that pure pineapple fibers (100%) could not be spun due to their characteristics - no crimp and friction to hold each fiber for card web. Two fibers were mixed manually before carding. Yield in each process, fiber length after carding of blended fibers and yarn physical properties such as yarn number, twist, tenacity and elongation, were studied. Then, fabrics were weaved from their blended yarns by a handloom weaving machine with 2 harnesses for cotton yarn as warp yarn. The physical properties of fabrics were characterized by their fabric weight per unit area, tensile strength, elongation and tearing strength. The results of yarn physical properties at all ratios showed that their mechanical properties and evenness were not different significantly, except for yarn number and hairiness. The blended yarns were much bigger and had more hairiness than cotton yarn (at $p \leq 0.05$). Since the pineapple fibers were still coarse and held into bundle fibers, their distributions in yarn cross section were not homogenized. Concerning the yarn evenness on seriplane method, it was found that the blended yarn had more unevenness in thick, thin places and neps with the pineapple fiber content. Tearing strength in warp and weft directions of the weaved fabrics from the blended yarns were

.....

¹Textile Technology Research Unit, Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute (KAPI), Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10903, Thailand

²Independent researcher

³Textile Industry Division, Industry Ministry, Soi Treemit, Rama 4, Bangkok 10110

higher than the cotton one, and increased with the pineapple fiber contents. To improve the yarn and fabric physical properties, it was necessary to modify fiber quality by decreasing gum content in order to increase single fiber distribution out of bundle fiber. Therefore, pineapple fiber and cotton ratio of 35:65 was provided to spin for blended yarns and fabrics in part II.

In part II, six methods of pineapple fiber treatment such as 1) water washing, 2) water washing and bleaching 3) water washing, degumming and bleaching 4) detergent washing 5) detergent washing and bleaching 6) detergent washing, degumming and bleaching were determined. It was found that pineapple fiber no 6 gave highest in whiteness, glossy properties, gum content decrease, the fiber mechanical properties and yield of yarn production. Blended yarns made of pineapple fiber no 6 and cotton fibers had the least in yarn number and neps as well as the highest evenness on seriplane. The other properties of blended yarns including the fabric physical properties were not different significantly. Regarding the chemical treatment for pineapple fiber no 3, which was shortened method compared to no 6, the results showed no significant difference in the yarn and fabric physical properties. Therefore, pineapple fiber utilization by extraction with decorticated machine, water washing, degumming and bleaching as the chemical treatment for pineapple fiber no 3 were appropriated for blending with cotton fiber at a ratio of 35/65 in the cotton spinning. Their fabric characterizations were strengthened and glossy, which were appropriated for home furniture and decoration.

Feasibility study in production of pineapple/cotton fiber blended yarn in an industry was carried out at cotton spinning industry by variation with blending ratios of pineapple and cotton fiber at 0/100, 25/75, 35/65, and 50/50 and with yarn numbers at 9.3, 14 and 20. The results showed that this production in an industry could carry out successful with some machine adjustment of carded cotton spinning process. The yarn physical properties showed that increasing the pineapple fiber contents in blends resulted in decreasing the mechanical properties and evenness properties. In case of yarn count factor, higher cotton yarn number (thinner yarn) induced lower in tenacity. But the yarn elongation values were not affected trendy on yarn number change. Yarn unevenness at higher cotton yarn number provided more yarn imperfections of thin, thick places and neps, but less yarn hairiness and no significant difference in evenness CV%. These blended yarns were weaved as weft yarn at different blending ratios and yarn numbers by a handloom weaving machine with 2 harnesses for cotton yarn of 42/2 Ne as warp yarn. Then, their weaved fabrics were finished as following treatments; scouring and bleaching, biowashing with cellulose enzyme as dehairiness and softening. The results showed that the fabric apparences were softer, less crumple-like and hairiness. These properties were approved to produce for apparel.

.....

โครงการวิจัยย่อยที่ 4

เทคโนโลยีการปั่นด้ายและการผลิตผ้าเพื่ออุตสาหกรรม

บทนำและการตรวจสอบเอกสาร

กระบวนการผสมเส้นใยเพื่อผลิตเป็นเส้นด้าย ได้มีการดำเนินการมาเป็นเวลานานแล้ว โดยในช่วงศตวรรษที่ 20 การผลิตเส้นใยผสมได้รับความนิยมเพื่อให้ได้สมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานด้วยความแตกต่างของลักษณะทางกายภาพของส่วนผสมเส้นใยและอัตราส่วนต่าง ๆ ของการผสม ด้วยการดัดแปลงเครื่องมือของการปั่นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Kane et al., 2001) ในระบบการผลิตเส้นด้ายที่นิยมใช้กันมาก คือ การปั่นเส้นใยสั้นของฝ้าย ซึ่งสามารถปั่นเส้นใยฝ้าย เส้นใยสังเคราะห์ และ เส้นใยผสมด้วยความยาวเฉลี่ยของเส้นใยประมาณ 15 – 50 มิลลิเมตร

1. การผสมเส้นใยสับปะรดกับเส้นใยชนิดอื่น ในระบบการปั่นด้ายชนิดต่าง ๆ

Sinha (1982) พบว่า การผสมเส้นใยสับปะรดในปอกระเจา ตามวิธีการผลิตปอกระเจา ช่วยปรับปรุงคุณภาพของด้ายผสม ซึ่งสามารถใช้เป็นส่วนผสมได้ถึง 20% สำหรับผลิตด้ายที่มีความละเอียดได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นด้ายที่ผลิตจากปอกระเจาเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังพบว่า เส้นใยสับปะรดสามารถใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตปอกระเจาด้วยการเพิ่มคุณภาพให้กับเส้นด้าย และด้วยคุณสมบัติที่เด่นชัดสำหรับการผลิตผ้าปูโต๊ะ ผ้าปูโต๊ะ และผ้าตกแต่งประดับ

นอกจากนี้ยังพบว่ามีการวิจัยที่ผสมเส้นใยสับปะรดกับฝ้ายด้วยเทคโนโลยีการผลิตฝ้าย (Sinha and Ghosh, 1978) เส้นใยสับปะรดจะถูกตัดให้มีความยาวของเส้นใยสั้น 32 มิลลิเมตร แล้วผ่านเข้าเครื่องสาวเส้นใยฝ้าย พบว่าเส้นใยที่ผ่านการสาวแล้วไม่สามารถที่จะผ่านไปยังลูกกลิ้ง doffer เพื่อจัดเรียงกันเป็น web จึงทำให้เส้นใยไม่เรียงสานกันและตกลงภายหลังการถูกสาวของ doffer comb ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเส้นด้ายสับปะรด 100% ไม่สามารถผลิตเป็นเส้นด้ายได้ อย่างไรก็ตามยังมีการดัดแปลงเครื่องสาวโดยการปรับความเร็วรอบของ lakerin, cylinder, doffer และปรับลดความเร็วของ flat นอกจากนี้ยังทำการดัดแปลงความเร็วของแกนปั่น และการตั้งค่าของชุดคราฟท์ ของเครื่อง spin tester ซึ่งทำให้สามารถผลิตเส้นด้ายจากเส้นใยสับปะรด 100% ได้ขนาดเบอร์ด้าย 3s สำหรับการผสมเส้นใยสับปะรดกับฝ้ายเพื่อผลิตด้ายขนาดเบอร์ 14s พบว่า มีการใช้อัตราส่วน 33/67 และ 20/80 ตามลำดับ ผลของการทดสอบสมบัติทางกายภาพ ของเส้นด้ายดังกล่าว พบว่า การเพิ่มปริมาณเส้นใยสับปะรดทำให้ค่าความแข็งแรงและความสม่ำเสมอของเส้นด้ายลดลง รวมทั้งการสูญเสียของเส้นใยที่เครื่องเปิดและเครื่องสาวเส้นใยมีมากขึ้น ดังนั้น จึงควรปรับปรุงเส้นใยให้มีความนุ่มขึ้น ซึ่งมีการใช้เอนไซม์หรือสารเคมีหรือน้ำในการปรับสภาพ

Sinha และคณะ (1979) ได้ใช้น้ำในการปรับสภาพโดยแช่เส้นใยไว้ 2 วัน และตามด้วยการดมในโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1% โดยน้ำหนัก ซึ่งจะทำให้เส้นใยมีความแข็งแรงและละเอียดขึ้น เส้นใยสับปะรดที่ได้นำมาผสมกับฝ้ายที่อัตราส่วน 70/30 เพื่อผลิตเส้นด้ายเบอร์ 22s พบว่าการสูญเสียของเส้นใยระหว่างกระบวนการผลิตมีค่าลดลง อย่างไรก็ตาม พบว่า ด้ายผสมมีค่าความแข็งแรงต่ำกว่าด้ายที่ผลิตจากฝ้าย เนื่องจากเส้นใยสับปะรดซึ่งมีค่า cohesive ต่ำ และมีเส้นใยหยابในส่วนผสม ดังนั้นเส้นด้ายที่ผลิตได้นี้จึงมีสภาพที่เหมาะสมต่อการผลิตผืนผ้าที่หนา และเหมาะต่อการนำไปใช้งานหัตถกรรมหรือ งานตกแต่งบ้าน

งานวิจัยอื่นของการผสมเส้นใยสับปะรดกับขนสัตว์ในระบบ semi-worsted spinning ได้ถูกทดลองที่ SITRA ประเทศอินเดีย (Doraiswamy and Chellamani, 1991 ; Doraiswamy et al., 1991) และที่ Central Sheep and Wool Research

Institute ประเทศอินเดีย (Arora and Singh, 1986) โดยมีการผสมในอัตราส่วน 50/50 ด้วยขนสัตว์ชนิดเส้นใยหยาบ (เป็นการทดลองขั้นต้น) พบว่าสามารถผลิตเส้นด้ายขนาด 15s การผสมเส้นใยสับปะรดกับขนสัตว์ Merino ในอัตราส่วน 30/70 เพื่อผลิตด้ายขนาด 10s ในกระบวนการผลิตระบบ worsted spinning อย่างไรก็ตามพบว่าความแข็งแรงและการยืดตัวของเส้นด้ายชนิดนี้ต่ำกว่าด้ายที่ผลิตจากอคริลิก แต่มีความสม่ำเสมอของเส้นด้ายดีกว่าด้ายที่ผลิตในระบบปอ

1.1 การปั่นด้ายใยสับปะรดในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ (Spinning of Pineapple Leaf Fiber, PALF, in industrial level)

Ghosh และ Sinha (1977). ได้พยายามทำการผลิตเส้นด้ายจากเส้นใยสับปะรด 100 % ด้วยระบบการปั่นด้ายฝ้าย (Cotton spinning system) ซึ่งการปั่นด้ายนี้ได้จากการเตรียมแผ่น Lap จากเส้นใย PALF ชนิดใยสั้น (Staple fiber) ที่มีความยาวประมาณ 32 มิลลิเมตร มีการป้อนให้กับเครื่องสาวใยฝ้าย (Carding machine) ผลคือ เครื่องสาวใยฝ้ายไม่สามารถทำการลอก (Doffed) เส้นใยสับปะรดออกมาเป็นแผ่น Web ได้สำเร็จ เพราะใยสับปะรดเป็นเส้นใยกระด้างและไม่มีลักษณะการหยิกงอ ทำให้ไม่สามารถเกาะติดกันเป็นแผ่น สรุปได้ว่าเครื่องสาวใยฝ้ายไม่มีความเหมาะสมในการสาวเส้นใยสับปะรด 100 %

ดังนั้น Ghosh และ Sinha (1977). ได้ปรับปรุงแนวการผลิตใหม่ด้วยการนำเส้นใยสับปะรด (PALF) ผสมกับเส้นใยชนิดอื่น ซึ่งได้ทดลองผสมเส้นใยสับปะรด 2 วิธี คือ

1. อัตราส่วนผสม 33 % PALF กับ 67 % ฝ้าย
2. อัตราส่วนผสม 20 % PALF กับ 80 % ฝ้าย

จากผลการทดลอง Ghosh และ Sinha (1977). พบว่าเมื่อนำเส้นใยสับปะรด (PALF) ผสมกับเส้นใยฝ้าย จะทำให้สามารถผลิตเส้นด้ายด้วยระบบการปั่นด้ายฝ้ายได้ โดยเส้นด้ายใยผสมเหล่านี้จะมีความเหนียว (Strength) และความสม่ำเสมอ (Evenness) พอสมควร แต่มีข้อสังเกตว่า ถ้าสัดส่วนผสมของเส้นใยสับปะรดเพิ่มสูงขึ้นทุกๆ 1 % (และลดสัดส่วนของใยฝ้ายลงด้วย) ทำให้ความเหนียวของเส้นด้ายและความสม่ำเสมอของเส้นด้ายเสื่อมหรือด้อยลง ซึ่งมีผลแสดงได้ คือ ความเหนียวจะลดลง 10 % และความสม่ำเสมอลดลง 0.15 U % สาเหตุที่ทำให้เส้นด้ายมีคุณสมบัติลดลง เพราะว่าเส้นใยสับปะรดเป็นเส้นใยหยาบกว่า ทำให้การเกาะเกี่ยวกับเส้นใยอื่นๆ ไม่เหมาะสม นอกจากนี้ยังได้นำเส้นด้ายใยผสมระหว่างใยสับปะรดกับใยฝ้าย ไปทดลองทอผ้าลายทแยงหรือผ้า Drill fabric (เนื้อผ้าเหมือนผ้ายีนส์แต่ไม่ย้อมสี) ผลการทดลองผ้าในด้าน การต้านทานแรงขัดถู (Abrasion resistance) มีค่าต่ำกว่าผ้าฝ้าย 100 % รวมทั้งคุณลักษณะของผิวสัมผัส (Toughness) ของผ้าใยผสมนี้มีค่าต่ำมาก

JTRL แสดงผลความสำเร็จในการผลิตเส้นด้ายใยสับปะรดผสมฝ้าย (PALF / Cotton) ในอัตราส่วน 70 : 30 โดยนำเส้นใยสับปะรดไปผ่านการตกแต่งทางเคมี และผลิตเส้นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายฝ้ายที่ถูกปรับปรุง (Modified cotton spinning system) สำหรับปั่นเส้นด้ายใยผสมนี้โดยเฉพาะ ผลที่ได้รับเส้นด้ายใยสับปะรดผสมฝ้ายจะมีคุณภาพที่ดีกว่าเส้นด้ายฝ้ายรายงานจาก SITRA ยืนยันความสำเร็จที่สามารถผลิตเส้นด้ายใยสับปะรด 100 % ได้เป็นครั้งแรกด้วยระบบการปั่นด้ายฝ้าย (Cotton spinning system) โดยสาวเส้นใยสับปะรดด้วยเครื่องสาวใยฝ้าย (Cotton card) ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการผลิตเส้นด้ายใยสับปะรด ดังนี้ คือ

1. ปรับเปลี่ยนแผ่นกั้นลมใต้ Licker – in ที่ใช้กับใยฝ้าย โดยติดตั้งแผ่นกั้นลมที่มีขนาดและทิศทางที่ลดแรงลมให้น้อยลงในบริเวณ Licker – in zone ซึ่งสามารถป้องกันไม่ให้เส้นใยสับปะรดแตกกระจายได้ง่าย จึงทำให้เส้นใยรวมตัวกันได้ดี และถูกทำให้เป็นแผ่น Lap ส่งไปยังลูกกลิ้ง Cylinder
2. ลดความเร็วของ Flat เหลือประมาณ 1.5 นิ้วต่อนาที

3. ติดตั้งอุปกรณ์ช่วยควบคุมเส้นใยให้เป็นแผ่นได้แน่นขึ้น

จากวิธีการปรับปรุงดังกล่าวข้างต้น ทำให้สามารถปั่นด้ายด้วยเส้นใยสับปะรด ที่มีความยาวต่ำที่สุดประมาณ 38 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องสายแบบ Platts Semi – High Production Cards

นอกจากนี้ได้ผลิตเส้นด้ายใยสับปะรด 100 % ด้วยเครื่องปั่นด้ายต้นแบบ (Pilot scale ring frame) แล้ว Amber Charkha นักวิจัยของ SITRA ยังออกแบบเครื่องปั่นด้ายขึ้นมาใหม่ เพื่อใช้สำหรับปั่นด้ายใยสับปะรด 100 % โดยเฉพาะ เรียกว่า เครื่องปั่นด้าย Charkha จากการผลิตเส้นด้ายจากเครื่องปั่นด้ายทั้งสองเครื่องดังกล่าวข้างต้น สามารถแสดงผลในด้าน คุณสมบัติของเส้นด้ายใยสับปะรด 100 % ใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของเส้นด้ายใยสับปะรด

เบอร์ด้าย (Tex)	196.8	295.3
ระบบการปั่นด้าย	เครื่องปั่นด้ายต้นแบบ Pilot scale ring frame	เครื่องปั่นด้ายแบบ Charkha machine
คุณสมบัติของเส้นด้าย		
1. ความยาวของเส้นใย (mm)	38.0	50.0
2. ความแข็งแรงจำเพาะของเส้นด้าย (N/Tex)	4.2	6.0
3. เปอร์เซ็นต์การยืดตัวของเส้นด้าย	4.2	4.9
4. CV % ของความเหนียว	27.0	18.3

ที่มา : Indra Doraiswamy and P. Chellamani (1991) (ทำการทดลองที่ 27°C, 65%RH และอัตราแรงดึง 100 มม./นาท)

เครื่องปั่นด้ายแบบ OE หรือ Rotor – spun ยังเป็นเครื่องปั่นด้ายอีกชนิดหนึ่งที่สถาบัน SITRA ได้นำมาทดลองผลิตเส้นใยสับปะรด ซึ่งสามารถผลิตเส้นด้าย ตั้งแต่เบอร์ 197 – 295 Tex (เป็นเครื่องปั่นด้าย OE ที่ใช้ Rotors รุ่นกึ่งหั่นลมดูดแบบภายนอก) โดยเครื่องปั่นด้าย OE เครื่องนี้จะมีห้องเก็บเส้นใยอยู่ติดกับแกนหัวเส้นใยตามแนวนอน ทำให้เส้นด้ายใยสับปะรดที่ผลิตจากเครื่อง OE โดย SITRA มีลักษณะการยืดตัวของเส้นด้ายสูง ช่วยให้เส้นด้ายมีความเหนียวและความสม่ำเสมอคล้ายกับเส้นด้ายที่ผลิตด้วยเครื่อง Ring spun แต่ถ้านำเส้นด้ายจากเครื่อง OE ไปใช้ทอผ้าเป็นเส้นด้ายพุ่ง ทำให้ได้ผ้าที่นำไปใช้ทำผ้าปูโต๊ะ ผ้าเบาะ และเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ ที่มีความแตกต่างจากผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายใยสับปะรดจากเครื่อง Ring spun

นอกจากที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีความพยายามจากหลายๆ สถาบัน ได้แก่ SITRA, RIPT ของญี่ปุ่น และ Central Sheep and Wool Research Institute ของอินเดีย ได้วิจัยค้นคว้าที่จะผลิตเส้นด้ายใยสับปะรดด้วยการปั่นด้ายแบบ Semi – worsted spinning system ซึ่งจากผลการทดลองเป็นการปั่นด้ายด้วยวิธีการใช้เส้นใยสับปะรดผสมกับเส้นใย polyester และเส้นใยขนสัตว์ (Wool) ในอัตราส่วน 50%, 45 % และ 10 % ตามลำดับ ผลก็คือ คุณสมบัติด้านความเหนียวของเส้นด้ายลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นด้ายที่ผสมระหว่าง polyester 50 %และขนสัตว์ 50 % ซึ่งมีผลลัพธ์แสดงให้เห็นคือ เส้นด้ายเดี่ยวที่ผลิตจากเส้นใย polyester , ขนสัตว์ และใยสับปะรด มีผลทำให้เส้นด้ายมีความเปราะ 8 % เปอร์เซ็นต์การยืดตัวน้อยลง 2.5 % ความเหนียวสูงขึ้น 3.1 % ความสม่ำเสมอไม่เปลี่ยนแปลง

ผ้าที่ทอจากเส้นด้ายใยผสมระหว่าง PALF (ใยสับปะรด) กับ polyester จะได้ผ้าที่มีลักษณะผิวสัมผัส (Texture) และความสม่ำเสมอดีมาก แต่คุณสมบัติด้านความทนต่อการขัดถูมีน้อยมาก เป็นเพราะว่าการเกาะรัดกันระหว่างเส้นใยต่ำ เมื่อถูกขัดถูเส้นใยจึงกระจายตัวออกจากกันได้ง่าย

มีการทดลองจำนวนมากที่นำระบบการปั่นด้ายปอกระเจา (Jute Spinning System) มาใช้ปั่นเส้นด้ายใยสับปะรด ซึ่ง Ghosh และ Sinha (1977) มีข้อสรุปว่า เส้นใยยาวของ PALF มีความเหนียวและความละเอียดอ่อน (Stronger and finer) ดีกว่าปอกระเจา (Jute) ทำให้สามารถนำเส้นใย PALF ปั่นเป็นเส้นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายปอกระเจาได้ดีและเส้นด้าย PALF ที่ได้จะมีความเหนียวและความละเอียดอ่อนที่ดี และถ้าต้องการปรับปรุงให้เส้นใย PALF มีความอ่อนนุ่มเพิ่มขึ้น เพื่อให้มีความเหมาะสมต่อการปั่นด้าย มีเทคนิคพิเศษ คือ การแช่เส้นใย PALF กับน้ำมัน (15 % oil – water emulsion) ที่อัตราส่วน 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักเส้นใย นาน 24 ชั่วโมง ที่ความยาวเส้นใย 20 เซนติเมตร ส่วนการสาวเส้นใยด้วยเครื่อง Carding ที่มีลักษณะความถี่ของหนามสูงจะทำให้ได้เส้นใย PALF ที่มีความละเอียดที่ดี ในการปั่นด้ายใยผสมระหว่าง PALF กับปอกระเจา จะได้เส้นด้ายที่มีคุณภาพที่เพิ่มขึ้นโดยมีอัตราส่วนการผสมเส้นใย คือ ทุกๆ 1 % ที่เพิ่มขึ้นของใยสับปะรด จะทำให้เส้นด้ายมีความเหนียวเพิ่มขึ้น ที่ระดับของ twist factor 0.4 เพื่อควบคุมการดีเกรียว

สำหรับการปั่นด้ายจากเส้นใย PALF ด้วยระบบ Jute spinning – system ถ้าใช้การปั่นด้ายแบบ Wet – spinning จะได้เส้นด้ายที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่าการปั่นด้ายแบบ Dry – spinning

Doraiswamy และ Chellamani (1991) ได้นำเสนอส่วนผสมในการปั่นเส้นด้ายด้วยเส้นใย PALF กับ polypropylene จะได้เส้นด้ายที่มีความเหนียวและการยืดตัวของเส้นด้ายเพิ่มสูงขึ้น เมื่อสัดส่วนของ polypropylene เพิ่มขึ้น ผลการทดสอบคุณสมบัติของผ้าต่างๆ ในห้องทดลองที่ผลิตเส้นด้ายใยผสมต่างๆ มีผลแสดงการเปรียบเทียบใน ตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สมบัติของผ้า

ระบบการปั่นด้าย	Semi – Worsted		Jute	
ชนิดของผ้า	Suiting		Mop cloth	
อัตราส่วนผสมของเส้นใย	50 %polyester 50 % Wool	45 %polyester 45 % Wool 10 % PALF	100 % cotton	เส้นด้ายยืน 100 % cotton เส้นด้ายพุ่ง 100 % PALF
เบอร์ด้าย (Tex)	78.7 x 78.7	78.7 x 78.7	59.5 x 295	59.5 x 295
ความถี่เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งต่อเซนติเมตร	20 x 18	17 x 15	8 x 14	8 x 14
ความเหนียว (Tensile strenght, N)				
- เส้นด้ายยืน	1150.6 (N)	969.0 (N)	-	-
- เส้นด้ายพุ่ง	1160.8 (N)	938.4 (N)	-	-
การถ่ายเทอากาศ (cm ³ / sec / cm ²)	38.20	60.0	-	-
การทนต่อแรงขัดถู (mg) (น้ำหนักที่สูญเสียต่อ 1,000 รอบ)	-	-	840	858

ที่มา : Indra Doraiswamy and P. Chellamani (1991)

ในกรณีผ้า Suiting fabric พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างผ้า 2 ชนิด ในด้านความเหนียวของผ้า (Tensile Strength) มีความแตกต่างกัน เนื่องจากมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน (ความถี่เส้นด้ายยืนต่อเซนติเมตร และความถี่เส้นด้ายพุ่งต่อเซนติเมตร) ส่วนการถ่ายเทอากาศผ้าที่ทอจากเส้นใย Polyester กับ Wool และ PALF จะดีกว่า เนื่องจากเส้นใย PALF เป็นเส้นใยหยาบ จึงทำให้รวมตัวกับเส้นใยอื่นไม่ดีพอ เป็นเหตุให้เส้นใย PALF จะอยู่บนผิวของเส้นใย อากาศจึงผ่านได้ดี ส่วนในกรณีผ้า Mop cloth ที่ใช้เส้นด้าย PALF เป็นเส้นด้ายพุ่ง ทำให้ผ้ามีความต้านทานแรงเสียดทานต่ำ

ในการศึกษาความเหมาะสมในการนำ PALF ปั่นเส้นด้ายในระบบ Flax – wet spinning ให้ผลต่อการนำไปใช้งาน คือ เส้นด้ายจะมีคุณภาพที่ดีกว่าการปั่นเส้นด้ายในระบบ Flax – dry spinning โดยการผสมเส้นใย PALF กับ Polyester และ Acrylic ได้ผลการทดลองใน ตารางที่ 3 สำหรับเส้นด้ายที่ทำการศึกษานี้จะทำการปั่นเส้นด้ายแบบ Cover – spun yarns ที่ใช้สำหรับผลิตผ้าตัดชุดสุภาพสตรี และ ถุงเท้า เป็นต้น ซึ่งจะ ได้ผลที่ดี

ตารางที่ 3 สมบัติของ Cover – Spun Yarns ด้วยเส้นใย PALF

เบอร์ด้าย (Tex)		78.7
ชนิดของเส้นด้าย		Cover Spun
	Cover : 8.9 Tex เส้นใย polyester Core : polyester 50 %, Acrylic 30 %, PALF 20 %	
สมบัติของเส้นด้าย		
1. ความเหนียว (CN/Tex)		13.0
2. การยืดตัว (%)		15.1
3. CV % ของความเหนียว		9.7
4. ความสม่ำเสมอ (CV %)		16.5

ที่มา : Indra Doraiswamy and P. Chellamani (1991) (ทำการทดลองที่ 27°C., 65%RH และอัตราแรงดึง 100 มม/นาท)

SITRA ได้ดำเนินการผลิตเส้นด้ายเดี่ยวและเส้นด้าย Core yarns ที่มีส่วนผสมของเส้นใย PALF ด้วยความยาวเส้นใย 38 mm. ด้วยการปั่นด้ายระบบ Dref Spinning System นอกจากนี้ SITRA ได้ทำการปั่นด้าย PALF 100 % ด้วย Dref Spinning System ได้เบอร์ 492 Tex เปรียบเทียบกับเส้นด้ายที่ปั่นด้วยเครื่อง Rotor spinning ผลที่ได้ คือ ความเหนียวและการยืดตัวของเส้นด้าย PALF ที่ผลิตด้วย Dref Spinning System มีค่าต่ำกว่า เส้นด้าย PALF ที่ผลิตด้วย Rotor spinning

สำหรับการศึกษาการผลิตเส้นด้าย PALF ที่ปั่นด้ายแบบ Core yarns เปรียบเทียบกับเส้นด้ายเดี่ยว โดยปั่นด้ายด้วยเส้น Sliver ที่ทำจากเส้นใยสับปะรด ได้ผลการทดลองใน ตารางที่ 4 และรูปแบบการปั่นด้ายสับปะรดในระบบอื่นได้รวบรวมแสดงใน ตารางที่ 5

ตารางที่ 4 สมบัติของเส้นด้ายที่ปั่นด้วยระบบ Dref Spinning System

ชนิดเส้นด้าย เบอร์ด้าย (Tex)	เส้นด้ายเดี่ยว 492.0	เส้นด้าย Core	
		393.7	246.0
ส่วนผสมของเส้นด้าย	9 x 2.5 g/m Pineapple Sliver	9 x 2.5 g/m Pineapple Sliver และ เส้นใย polyester เบอร์ 167 dtex	9 x 2.5 g/m Pineapple Sliver และ เส้นใย polyester เบอร์ 167 dtex
อัตราความเร็วการป้อน Sliver (m/min)	100	170	150
คุณสมบัติของเส้นด้าย			
1. ความเหนียว (CN/Tex)	4.6	5.2	7.0
2. เบอร์เซ็นต์การยืดตัว (%)	4.9	4.5	3.7

ที่มา : Indra Doraiswamy and P. Chellamani (1991) ทำการทดลองที่ 27°C , 65 % RH และอัตราแรงดึง 100 มม/นาที่

ตารางที่ 5 รูปแบบของการทดลองปั่นด้ายใยสับปะรด

No.	Spinning System	Fiber Properties of PALF		100 % PALF or Blended	Count Spun (Ne)
		Length	Average Denier		
1.	Ring Spinning	1.5"	26 (Not degummed)	100 % PALF	2.0 to 3.0
		1.5"	17 (Degummed)	100 % PALF	6.0
		1.5"	17 (Degummed)	50 % PALF & 50 Cotton	24.0
2.	Rotor Spinning	1.5"	17 (Degummed)	50 % PALF & 50 Cotton	18
		1.5"	26 (Not Degummed)	100 % PALF	3
		1.5"	17 (Degummed)	25 % PALF & 25 % Jute & 50 Cotton	18
3.	Friction Spinning	2"	26(Not degumming)	100 % PALF	1.2
		2"	26(Not degumming)	PALF with Polyester filament (Core yarn)	1.5 to 3.0
4.	Charkha Spinning (Hand Spinning)	2"	26(Not degumming)	100 % PALF	3.0
5.	Jute Spinning	6"	26 (Not degumming)	50 % PALF & 50 % Jute	3.0 to 4.0
6.	Semi-Worsted Spg	3.5"	17 (Degumming)	10 % PALF & 45 % Polyester & 45 % Wool	15.0
7.	Flax Spinning	3"	17 (Degumming)	20 % PALF & 50 % Polyester & 30 % Acrylic	8.0
8	Ramie spinning	1.57"	16 (Degumming)	70/30 cotton/PALF, 90/10 polyester/PALF	6, 18, 30, 32

ที่มา 1-7 : Indra Doraiswamy and P. Chellamani (1991)

ที่มา 8 Yuanming and Chongwen (2001)

1.2 การผลิตเส้นด้ายฝ้ายในประเทศไทย สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระดับ คือ

1.2.1) การปั่นด้ายด้วยมือ ในระดับหัตถอุตสาหกรรม โดยใช้อุปกรณ์ที่ไม่ซับซ้อน ซึ่งใช้เครื่องปั่นด้ายแบบโบราณ โดยนำปุยของฝ้ายมาดึงให้เป็นเส้นยาว เรียงตัวพร้อมกับทำเกลียว ปัจจุบันมีการพัฒนาเครื่องปั่นด้ายแบบกึ่งเครื่องจักร ซึ่งมีทั้งการติดมอเตอร์ในการหมุนแกนด้าย และมีการดัดแปลงการใช้เท้าหรือมือเป็นตัวขับเคลื่อนด้ายให้หมุน ส่วนใหญ่ทำในระดับชาวบ้าน ไปจนถึงระดับหัตถอุตสาหกรรม โดยวัตถุดิบฝ้ายที่ใช้มีทั้งที่เป็นปุยฝ้ายที่ผ่านการหลีด้วยมือแบบชาวบ้าน และสไลเวอร์ที่ผ่านเครื่องสากระดับหนึ่ง

1.2.2) การปั่นด้ายแบบอุตสาหกรรม ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ด้ายสา (carded yarn) และด้ายหวี (combed yarn) ขั้นตอนการปั่นด้ายแบบอุตสาหกรรม สรุปได้ดังนี้

1) การแยกกระจาย และทำความสะอาดเส้นใย (Opening and cleaning) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อ

- ปรับสภาพเส้นใยจากวัตถุดิบที่ถูกจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อน หรือมีความชื้น เพื่อให้เส้นใยมีการขยายตัวและดูดหรือคายความชื้น ทำการผสมเส้นใยจากหลาย ๆ แหล่งผลิตเข้าด้วยกัน เพื่อให้มีความเป็นเนื้อเดียวกัน
- ทำการแยกกระจายและทำความสะอาดเส้นใย เพื่อแยกกระจายตัวเส้นใย และทำให้สิ่งเจือปนแยกออกจากกัน
- ทำการม้วนแลป เพื่อเตรียมเข้าเครื่องสาต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการนี้เป็นเครื่องมือที่ต้องการวัตถุดิบปริมาณมาก และประกอบด้วยเครื่องหลายชนิดสำหรับในแต่ละกระบวนการย่อย

2) การสาเส้นใย (Carding) ในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแยกสิ่งสกปรกและเศษเส้นใยสั้น ๆ ออก และทำการสาเส้นใยให้มีการรวบรวมเป็นเส้นใยที่เรียงขนานต่อกัน และลดขนาดของแลปให้เป็นเส้นสไลเวอร์ ที่มีขนาดตามความต้องการกับการผลิตขั้นต่อไป

3) การรีดปุย (Drawing frame) เป็นการนำเอาสไลเวอร์หลายเส้นผ่านเข้าเครื่องเพื่อให้เกิดการ Doubling และดึงออกจากเครื่องเป็นสไลเวอร์เดียวกัน โดยมีลูกกลิ้งหลาย ๆ คู่ช่วยรีดออก โดยความเร็วของลูกกลิ้งที่ต่างกัน ลูกกลิ้งด้านป้อนสไลเวอร์ที่หมุนช้ากว่าลูกกลิ้งที่ปล่อยสไลเวอร์ออก ทำให้เกิดการดราฟต์ ส่งผลให้ขนาดของสไลเวอร์ที่ออกจากเครื่องมีขนาดเล็กและเบากว่าสไลเวอร์ที่ป้อนเข้าเครื่อง รวมทั้งทำให้เส้นใยในสไลเวอร์เรียงตัวขนานกันและทำให้เส้นใยต่างชนิดกันมีการผสมเข้ากันด้วยดี สไลเวอร์ที่ได้มีขนาดตามที่ต้องการ

บางขั้นตอนของการผลิต มีขั้นตอนของการหวี (Combing) ซึ่งทำการกำจัดเส้นใยสั้น ทำให้อายุของสไลเวอร์ที่ได้มีขนาดเส้นใยสม่ำเสมอและยาว ซึ่งส่งผลให้คุณภาพของด้ายมีความเรียบ แข็งแรง แต่จะเสียค่าใช้จ่ายมาก

4) การโรฟวิ่ง (Roving) เป็นการทำให้สไลเวอร์ที่ออกจากเครื่องรีดปุยมีขนาดเล็กลงเรียกว่า โรฟวิ่ง ซึ่งเป็นการเตรียมการสำหรับเครื่องปั่นด้าย โดยมีส่วนการทำงานของเครื่องดราฟต์เพื่อลดขนาด การควมเกลียว และการพันแกนหลอดโรฟวิ่งให้มีรูปร่างตามต้องการ

5) การปั่นด้าย (Spinning process) สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบหลัก คือ การปั่นด้ายระบบ Ring spinning และ Rotor spinning โดยหลักการปั่นด้ายขั้นพื้นฐานจะใช้แบบ Ring spinning ซึ่งมีขั้นตอนการผลิต คือ

- การลดขนาดโดยชุดดราฟต์ของลูกกลิ้ง 2-3 ชุด ซึ่งมีหลักการคล้ายเครื่องรีดปุย
- การตีเกลียวโดยอาศัยหลักการที่โรฟวิ่งที่ถูกลดขนาดจนเหมาะสมจะถูกนำเข้าสู่ตัวนำด้าย (yarn guide) ผ่านไปยังห่วง (traveller) ที่คล้องอยู่บนวงแหวน (ring) จากนั้นพันลงบนหลอดด้ายที่เสียบอยู่บนแกนปั่นด้ายในวงแหวน เมื่อแกนปั่นด้ายหมุนทำให้เส้นด้ายหมุนพันอยู่บนหลอด ห่วงที่คล้องบนวงแหวนถูกลากหมุนตามไปแต่ละรอบของวงแหวนเท่ากับการตีเกลียวเข้าไปบนด้ายหนึ่งเกลียว

- การพันเส้นด้ายลงหลอด เส้นด้ายที่เกิดการตึงเครียดจะถูกพันเข้าหลอด ซึ่งจำนวนรอบต่อเวลาที่จะพันเส้นด้ายขึ้นอยู่กับอัตราการปล่อยเส้นด้ายจากลูกกลิ้งคู่หน้า และขนาดของหลอดด้าย

6) การกรอด้วย (Winding) เป็นการเตรียมเส้นด้ายให้เหมาะต่อการใช้งานในขั้นตอนต่อไปด้วยการนำด้ายจากหลอดภายหลังการปั่น มาต่อให้มีความยาวมากขึ้น รวมทั้งเป็นการตรวจสอบจุดบกพร่องที่อาจปรากฏบนเส้นด้าย และเป็นการเคลือบผิวเส้นด้ายเพื่อการหล่อลื่น

ในงานวิจัยนี้ทำการศึกษาการผลิตด้ายปั่นเส้นใยสับปะรดผสมฝ้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ และการผสมเส้นใยสับปะรดที่ผ่านการปรับสภาพด้วยวิธีต่าง ๆ ในระดับหัตถอุตสาหกรรมเบื้องต้นก่อน แล้วจึงทำการศึกษาการผลิตด้ายปั่นในระดับอุตสาหกรรม เส้นด้ายที่ได้จะทำการทอมือ โดยใช้เส้นยืนเป็นเส้นด้ายฝ้ายและเส้นพุ่งเป็นเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดกับฝ้าย เพื่อนำมาศึกษาสมบัติทางกายภาพของผ้าทอที่ได้ และเพื่อการตกแต่งเป็นผลิตภัณฑ์

2. ผลิตภัณฑ์จากเส้นใยสับปะรดหลังการตกแต่ง

ผ้าทอที่ผลิตได้จากเส้นใยสับปะรด หรือเส้นใยผสมเส้นใยสับปะรด ด้วยเทคโนโลยีการปั่นชนิดต่าง ๆ ได้มีการนำมาผลิตเป็นทั้งผ้าทอและผ้าถัก สำหรับผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ โดย SITRA ดังแสดงใน ตารางที่ 6 ผลการทดลองผลิตผ้าด้วยเส้นด้ายใยผสมด้วยเส้นใยสับปะรดกับใยฝ้าย (อัตราส่วน 20 % PALF กับ 80 % Cotton) โดยสถาบัน Cotton Technological Research Laboratory แสดงผลความแตกต่างในด้านความเหนียวและการยืดตัว (Strength and breaking extension) ของผ้าฝ้าย 100 % เมื่อเปรียบเทียบกับผ้าใยสับปะรดผสมกับฝ้าย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีความแตกต่างกันสำหรับสมบัติการหดตัวของผ้า (Shrinkage) นอกจากนี้ ได้ทำการทดสอบผ้ายีนส์ (Jeans) ที่ทอด้วยเส้นใยสับปะรดผสมฝ้าย (PALF / Cotton) ผลที่ได้ คือ มีคุณสมบัติด้านการจับจีบผ้า (Draping) ได้ดีพอๆ กับผ้าฝ้าย 100 % อีกทั้งได้ทำการนำผ้าใยสับปะรดผสมกับฝ้ายไปทำการตกแต่งด้วย Diammonium phosphate และใช้ Polysyn เป็นตัวประสานทำให้ผ้ามีความสามารถทนไฟ (Flame retardant, FR) และผ้ามีความเหนียวดีขึ้น

ตารางที่ 6 ผลิตภัณฑ์จากเส้นใยสับปะรดที่ผลิตโดย SITRA

No.	Yarn count (Ne)	Type of yarn	Fabrics Produced	Fabric constructional Details
1.	8.0	7.5s PALF / PES / Acrylic blended yarn covered by polyester filament	Women' Outer Garments	Knitted
			Socks	Knitted
2.	2/15s	PALF / Polyester / Wool blended yarn	Suiting fabric	Warp X Weft 2/15s Polywool x 2/15s Polywool ends X Picks / inch 44X 40
3.	3.0	PALF / Jute blended yarn	Mop cloth ผ้าทอตาถี่เหล็ยมนูน	Warp X Weft 2/20 cotton X 3s PALF Ends X Picks/inch 20 X 36
4.	3.0	100 % PALF	Furnishing cloth, Floor carpet, Curtain cloth, Bathroom mats, Bed spreads, Tarpaulins	Cotton yarn as warp with PALF yarn as weft
			Furnishing cloth, Floor carpet Curtain cloth, Bathroom mats Bed spreads, Tarpaulins	Cotton yarn as warp with PALF yarn as weft
			Car seat covering cloth	Warp 2/20 S cotton, welf 2/20 S 2 ply + 2 S Ne PALF, ends X picks 38x18 inch, weave compound

ตารางที่ 6 (ต่อ) ผลิตภัณฑ์จากเส้นใยสับปะรดที่ผลิตโดย SITRA

No.	Yarn count (Ne)	Type of yarn	Fabrics Produced	Fabric constructional Details
4. (ต่อ)	3.0	100 % PALF	Curtain-Leno	Warp 2/40 S cotton, welf 2S PALF, ends X picks 49 x 40 inch, weave Leno
			Transmission cloth	Warp 5 ply cotton (7.1 Ne) from PALF, welf 2 ply PALF (2.5 Ne), ends X picks
			Canvas cloth	Warp 10 S Ne cotton 3 ply, welf 2/ S Ne PALF, ends X picks 12 x 26 / in
			Floor carpet	Warp 3/10S Ne cotton, welf 3/2 ply Ne PALF, ends X picks 30 / 54 inch
5.	Fiber of 1.5" length	-	Non woven (Needle punched felts suitable for erosion control of slope of riverbank)	Mass 490 g/m ² Thickness 0.4 cm

ที่มา : Indra Doraiswamy and P. Chellamani (1991)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของปริมาณเส้นใยสับปะรดที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายปั่นมือและผ้าทอมือ
2. เพื่อศึกษาผลของการปรับปรุงคุณภาพเส้นใยสับปะรดที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายปั่นมือและผ้าทอมือ
3. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดกับฝ้ายในระดับอุตสาหกรรม

วิธีดำเนินการวิจัย

การทดลองแบ่งเป็น 3 ตอน คือ

- 1 การศึกษาผลของปริมาณเส้นใยสับปะรดที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายปั่นมือและผ้าทอมือ
- 2 การศึกษาผลของการปรับปรุงคุณภาพเส้นใยสับปะรดที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายปั่นมือและผ้าทอมือ
- 3 การศึกษาผลของปริมาณเส้นใยสับปะรดและเบอร์ด้ายที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายปั่นระดับอุตสาหกรรม

วิธีการทดลอง

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องเปิดเส้นใยชนิด mini-opener
2. เครื่องสาวเส้นใยชนิด mini-card
3. เครื่องปั่นด้ายด้วยมือ
4. เครื่องวัดความยาวเส้นใยชนิด Fibrograph
5. เครื่องวัดสี Lovibond RT 100 Reflectance Tintometer
6. เครื่องทดสอบแรงดึง (Instron)
7. เครื่องพันกระดานตามวิธี scriplane
8. กล้องจุลทรรศน์
9. ระบบการปั่นด้ายในโรงงานอุตสาหกรรม

วิธีการทดลอง

ได้เก็บตัวอย่างใบสับปะรดและนำมาผ่านการแยกเส้นใย โดยเครื่องชุบใบสับปะรดคันแบบที่ 1 ที่สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และแบ่งการทดลองเป็น 3 ตอน คือ

1 การศึกษาผลของปริมาณเส้นใยสับปะรดที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายปั่นมือและผ้าทอมือ

โดยเลือกสถานะการเตรียมเส้นใยสับปะรดดังนี้ แผนผัง ขั้นตอนการทดลองที่ 1 แล้วแปรปริมาณเส้นใยสับปะรดต่อฝ้าย เป็นอัตราส่วนดังนี้ 0:100, 25:75, 35:65, 50:50 เพื่อทำการทดลอง 2 ขั้นตอน ดังนี้ คือ

ขั้นตอนที่ 1 การปั่นด้าย

ขั้นตอนที่ 2 การทอผ้า

2 การศึกษาผลของการปรับปรุงคุณภาพเส้นใยสับปะรดที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายปั่นมือและผ้าทอมือ

โดยแบ่งเส้นใยออกเป็น 6 กลุ่มเพื่อทำการทดลอง 3 ขั้นตอนดังนี้คือ

ขั้นตอนที่ 1 การปรับปรุงคุณภาพเส้นใย

ขั้นตอนที่ 2 การปั่นด้าย

ขั้นตอนที่ 3 การทอผ้า

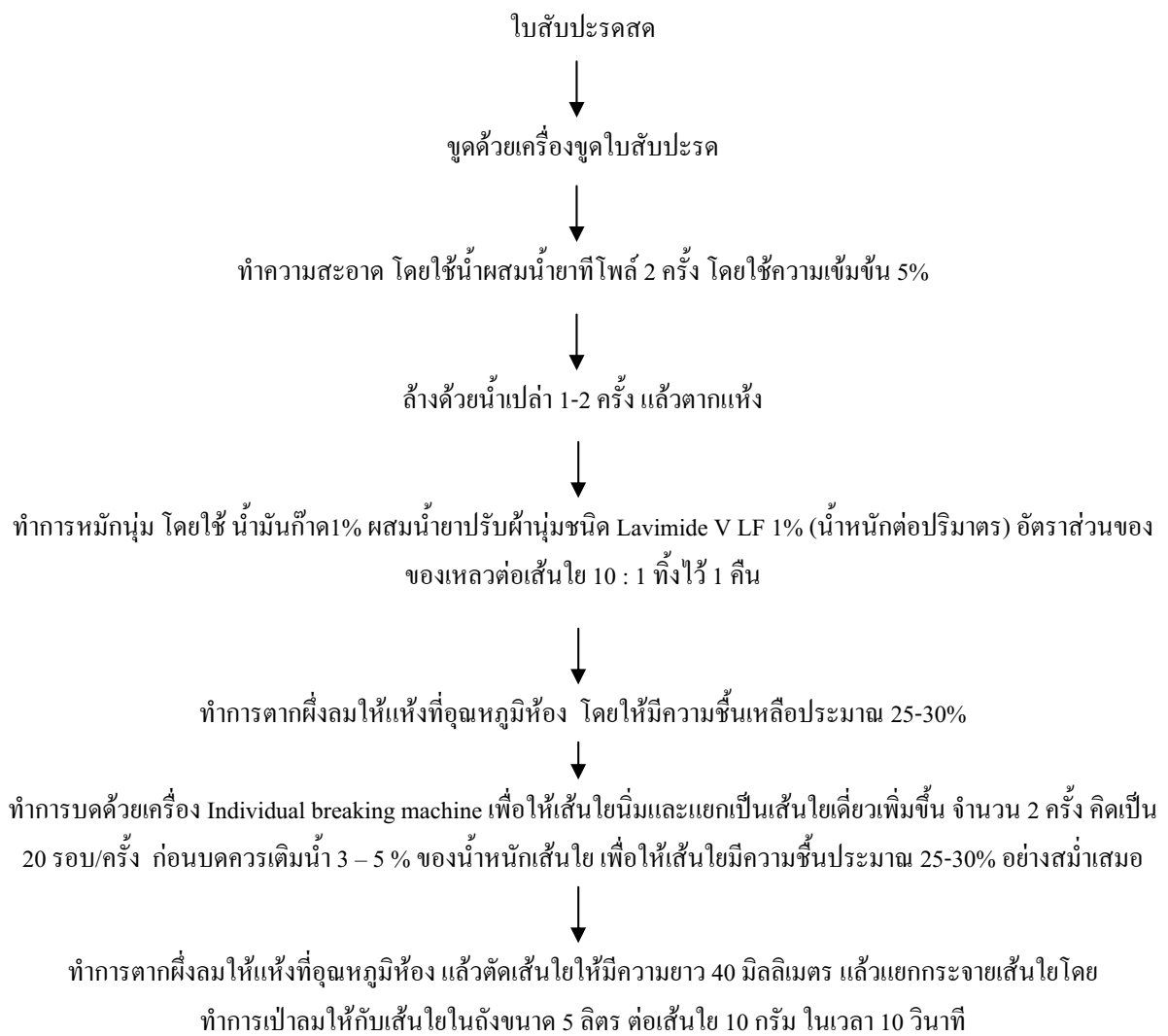
3 การศึกษาผลของปริมาณเส้นใยสับปะรดและเบอร์ด้ายที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายปั่นระดับอุตสาหกรรม

ขั้นตอนที่ 1 การเลือกสภาวะการปรับปรุงคุณภาพเส้นใยที่เหมาะสมที่สุด

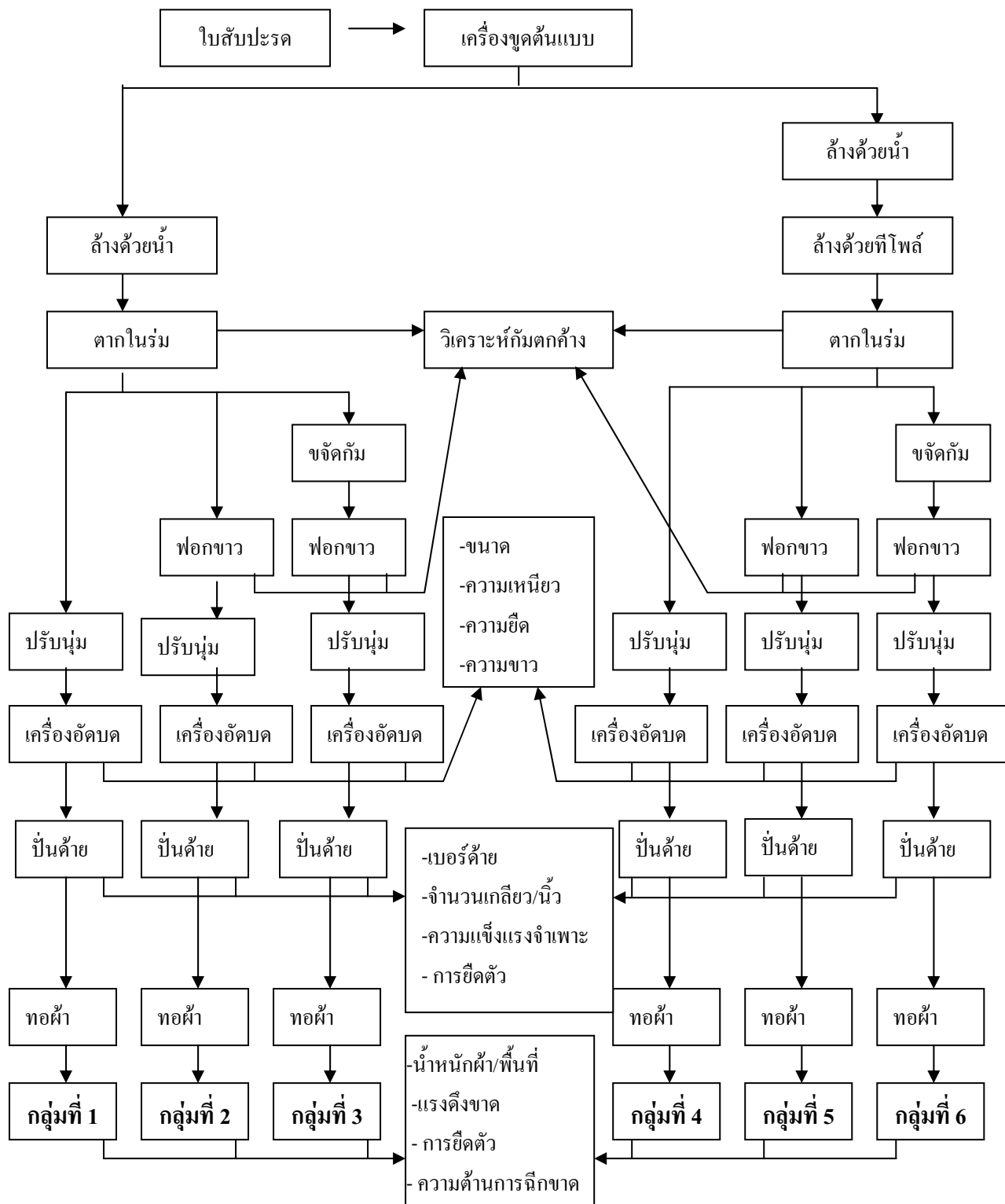
ขั้นตอนที่ 2 การปั่นด้ายระดับอุตสาหกรรม

ตารางที่ 7 ขั้นตอนการทดลองการปรับปรุงคุณภาพเส้นใย

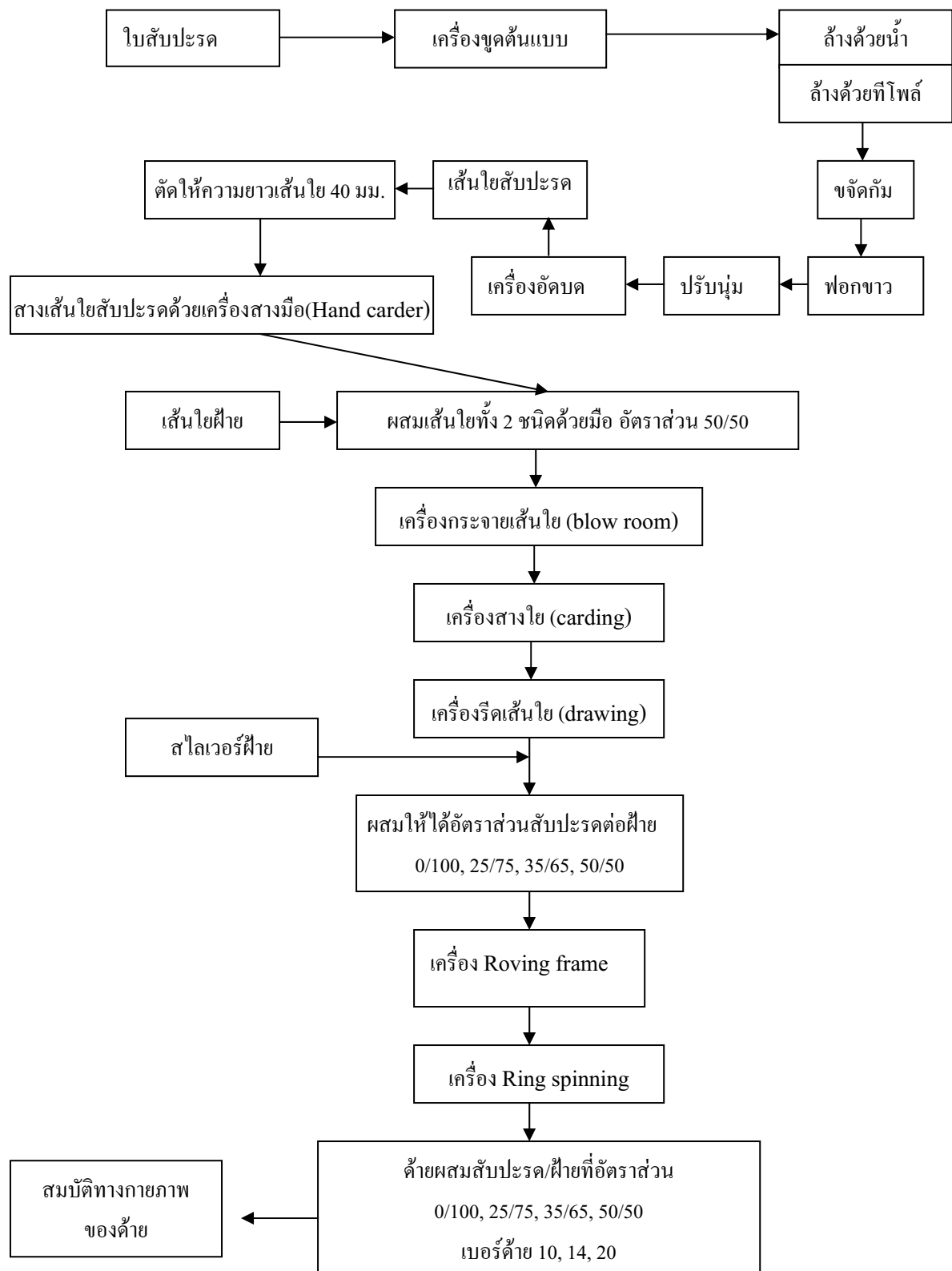
การทดลอง ตอนที่	กลุ่มที่	ขั้นตอนการทดลอง							
		การปรับปรุงคุณภาพเส้นใย						การปั่นด้าย	การทอผ้า
		ล้างน้ำ	สารซักฟอก	ขจัดกัม	ฟอกขาว	ปรับนุ่ม	นวด		
ก1			◆			◆	◆	◆	◆
		แปรอัตราส่วนเส้นใยสับปะรดต่อฝ้าย 0:100, 25:75, 35:65, 50:50							
ก2	1	◆				◆	◆	◆	◆
	2	◆			◆	◆	◆	◆	◆
	3	◆		◆	◆	◆	◆	◆	◆
	4	◆	◆			◆	◆	◆	◆
	5	◆	◆		◆	◆	◆	◆	◆
	6	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
		แปรอัตราส่วนเส้นใยสับปะรดต่อฝ้าย 35:65							
ก3		◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
		แปรอัตราส่วนเส้นใยสับปะรดต่อฝ้าย 0:100, 25:75, 35:65, 50:50 แปรเบอร์ด้าย 10, 14, 20 Ne						ระดับโรงงาน อุตสาหกรรม	



รูปที่ 1 ขั้นตอนการทดลอง ตอนที่ 1



รูปที่ 2 ขั้นตอนการทดลอง ตอนที่ 2



รูปที่ 3 ขั้นตอนการทดลอง ตอนที่ 3

1. วิธีการล้างเส้นใยสับปะรดหลังการชุบน้ำ

นำใบสับปะรดชุดละประมาณ 4 ใบมาชุบด้วยเครื่องชุบดินแบบ (Decorticating machine) หลังการชุบจะได้เส้นใยที่สะอาดปราศจากเปลือกนอก เส้นใยมีสีเขียวเปื่อยขึ้นติดกันเป็นแพ ทำการรวบรวมกลุ่มเส้นใยที่ได้ 3 แพแล้วใช้เชือกฟางมัดช่วงกลางเส้นใยเป็นมัดเล็กๆ (รูปที่ 4) แล้วจึงนำมัดเส้นใยไปล้างน้ำโดยการส่ายไปมาในน้ำ ส่วนสีเขียวบางส่วนหลุดไปในน้ำ บางส่วนติดกับเส้นใย ทำการล้างเส้นใยจนเส้นใยไม่เปลี่ยนสี นำไปสลัดให้แห้งในเครื่องซักผ้า แล้วจึงนำเส้นใยมาตากในร่มให้แห้งสนิท

2. วิธีการล้างเส้นใยสับปะรดหลังการชุบด้วยสารชักฟอก ทีโพล์

นำใบสับปะรดชุดละประมาณ 4 ใบมาชุบด้วยเครื่องชุบดินแบบ (Decorticating machine) หลังการชุบจะได้เส้นใยที่สะอาดปราศจากเปลือกนอก เส้นใยมีสีเขียวเปื่อยขึ้นติดกันเป็นแพ ทำการรวบรวมกลุ่มเส้นใยที่ได้ 3 แพแล้วใช้เชือกฟางมัดช่วงกลางเส้นใยเป็นมัดเล็กๆ แล้วจึงนำมัดเส้นใยไปล้างน้ำยาผสมทีโพล์โดยการส่ายไปมาและแช่ในน้ำผสมทีโพล์ 3-5 กรัมต่อลิตร ส่วนสีเขียวบางส่วนหลุดไปในน้ำ บางส่วนติดกับเส้นใย ทำการล้างเส้นใยจนเส้นใยไม่เปลี่ยนสี จึงนำเส้นใยมาล้างน้ำให้หมดสารชักฟอก แล้วจึงนำไปสลัดให้แห้งในเครื่องซักผ้า และตากในร่มให้แห้งสนิท



เส้นใยสับปะรดหลังการชุบ



การล้าง/แช่เส้นใยด้วยทีโพล์ 3-5 กรัมต่อลิตร

รูปที่ 4 การล้างเส้นใยหลังการชุบ

3. วิธีการขจัดกัมเส้นใยสับปะรด

การขจัดกัมมีสภาวะการทดลองดังนี้

NaOH	4	% ของน้ำหนักเส้นใย
Na ₂ CO ₃	4	% ของน้ำหนักเส้นใย
Wetting agent	3	% ของของเหลว
ของเหลว : เส้นใย(LR) 20 : 1		
อุณหภูมิ	30	°C (อุณหภูมิห้อง)
เวลาที่ใช้	60	นาที

4. วิธีการฟอกขาวเส้นใยสับปะรด

การฟอกขาวมีสภาวะการทดลองดังนี้

H ₂ O ₂	4	% ของน้ำหนักเส้นใย
Sodium silicate	2	% ของน้ำหนักเส้นใย
เส้นใย : น้ำ (LR)	1 : 16	

pH	10.5 - 11
อุณหภูมิ	74 - 80 องศาเซลเซียส
เวลาที่ใช้	60 นาที

5. วิธีการปรับนุ่มและการนวดเส้นใยสับปะรด

การเตรียมเส้นใยสับปะรด โดยใช้น้ำมันปรับนุ่ม (อจธราพร, 2525) มีอัตราส่วนผสมดังนี้ คือ

น้ำมันก๊าด	1	% (น้ำมันก๊าด 1 กรัมมีปริมาตรประมาณ 2 ซีซี)
สารทำให้นุ่ม	1	% (Lavemide V)

มีขั้นตอนการเตรียมเส้นใยดังนี้คือ

1. ชั่ง น้ำยาปรับผ้านุ่ม 1 % ของน้ำผสม (น้ำหนักต่อปริมาตร, W/V)
2. ชั่ง น้ำมันก๊าดสีใส 1 % ของน้ำผสม (น้ำหนักต่อปริมาตร, W/V) น้ำมันก๊าด 1 กรัม มีปริมาตรประมาณ 2 ซีซี
3. ทำการผสมกับน้ำในเครื่องปั่น (Blender) ให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยปั่นนาน 2 นาที น้ำมันปรับนุ่มที่ได้มีสีขาวขุ่น มีลักษณะคล้ายนมผสมน้ำ แล้วเทน้ำมันปรับนุ่มใส่ในกระป๋องพ่นฝอย
4. ชั่งเส้นใยที่ใช้ในการทดลอง แล้วพ่นน้ำมันปรับนุ่มในอัตราส่วน 30 % (น้ำหนักต่อน้ำหนัก, W/W)
5. ขยี้เส้นใยเพื่อช่วยให้มีการแทรกซึมเพิ่มขึ้น
6. หมักในถุงพลาสติก นาน 12 ชั่วโมง (Batch ageing) โดยมัดปิดปากถุงให้แน่นไม่ให้อากาศผ่านเข้าออก
7. นำมาผ่านเครื่องอัด-บดเส้นใย 20 รอบ

6. วิธีการปั่นด้ายจากเส้นใยสับปะรดเส้นผสมกับฝ้ายระดับหัตถอุตสาหกรรม

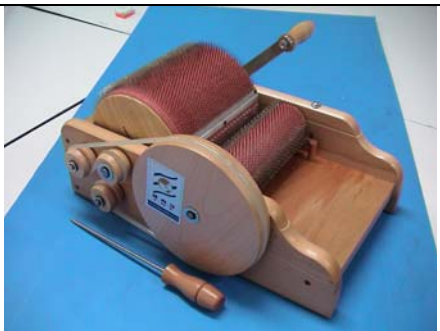
การผลิตด้ายในระบบการปั่นด้ายฝ้าย (Cotton spinning system) เป็นระบบที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการปั่นด้ายในประเทศไทย โครงการจึงได้ทำการผลิตด้ายผสมระหว่างเส้นใยสับปะรดกับฝ้าย โดยตัดเส้นใยสับปะรดให้เป็นเส้นใยสั้นเพื่อเป็นตัวแทนของการนำเส้นใยสั้นของสับปะรดมาผลิตให้เกิดประโยชน์ในหัตถกรรมการปั่นด้ายฝ้ายสำหรับเกษตรกร

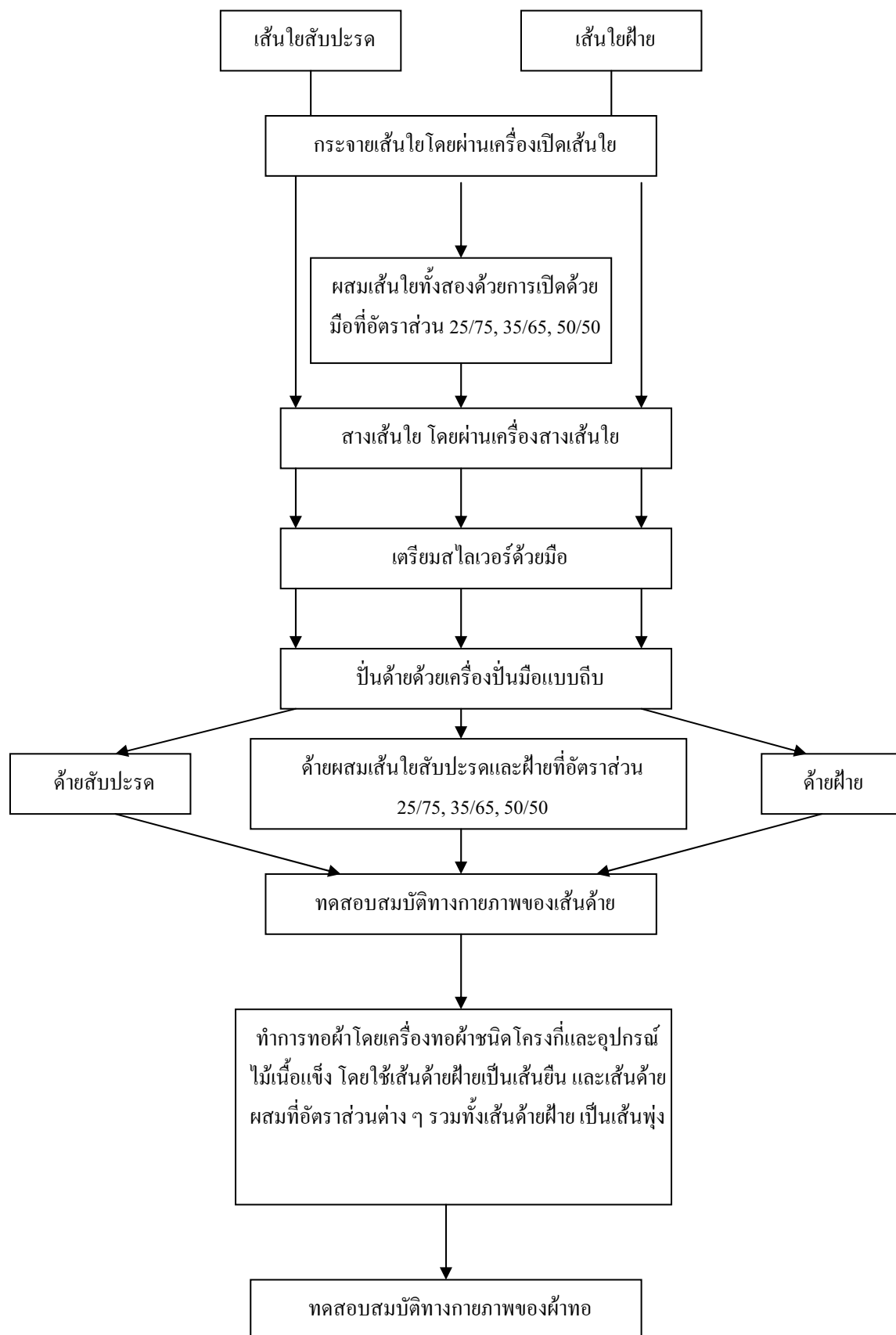
การเตรียมเส้นใยทำโดยนำเส้นใยสับปะรดที่ผ่านกระบวนการนวด (Individual breaking machine) (รูปที่ 5) มาแล้ว มาตัดให้มีขนาดยาว 40 มิลลิเมตร แล้วกระจายตัวด้วยเครื่องเป่าลม โดยทำการเป่าให้กับเส้นใยในถัง 5 ลิตรต่อเส้นใย 10 กรัมในเวลา 10 นาที หรือ นำเส้นใยมาผ่านเครื่องสางมือขนาดเล็ก (Hand carder) (รูปที่ 6) ซึ่งมีกำลังการผลิต 20 กรัมต่อครั้ง เป็นจำนวน 3 รอบ เมื่อได้เส้นใยที่กระจายตัวดีแล้วนำเส้นใยสับปะรดมาผ่านชุดเครื่องมือ microspinning โดยมีกระบวนการปั่นด้ายแสดงใน รูปที่ 7

ชุดเครื่องมือ microspinning นี้เป็นเครื่องที่ใช้ในการผลิตด้ายฝ้ายของ Shirley ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการระดับสเกล 50-500 กรัม (Frydrych et Drean, 2000) โดยในการทดลองนี้ใช้ชุดเครื่องเปิดเส้นใย (mini-opener) และ เครื่องสางเส้นใย (mini-card machine) เท่านั้น โดยทำการทดลอง ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ นครสวรรค์ ซึ่งตั้งอยู่ที่ อ. ตากฟ้า จ. นครสวรรค์ เมื่อได้ lap ของเส้นใยที่ผ่านเครื่องสางเส้นใยแล้วจะทำการปั่นโดยใช้เครื่องปั่นด้ายด้วยมือ ชนิดใช้แรงถีบจากเท้า โดยมีรายละเอียดของเครื่องมือ ดังนี้

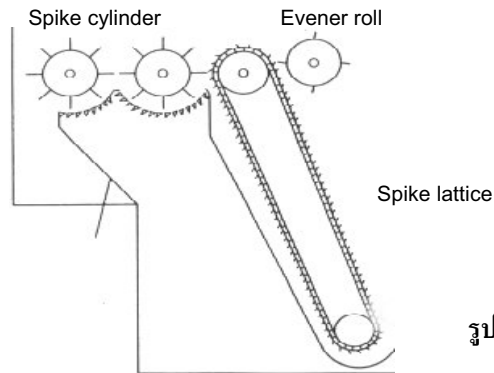
6.1 การเปิดเส้นใย หรือ การแยกกระจาย และทำความสะอาดเส้นใย (Opening and cleaning)

ได้ใช้เครื่องมือ mini-opener ซึ่งมีหลักการทำงานและส่วนประกอบ (รูปที่ 8 และ 9) ป้อนเส้นใยเข้าเครื่องเพื่อป้อนให้กับ spiked lattice ซึ่งมีหนามเป็นตัวเกี่ยวเส้นใยขึ้นไป ในขณะที่ ตัว evener roller ซึ่งหมุนสวนกันจะทำหน้าที่เกลี่ยเส้นใยให้สม่ำเสมอ และทำการแยกฝุ่นและเส้นใยสั้น รวมทั้งทำหน้าที่กระจายเส้นใย ฝุ่นและเส้นใยสั้นที่ปะปนอยู่ระหว่างเส้นใยซึ่งมีน้ำหนักเบาจะถูกลมดูดไปเก็บยังห้องเก็บ เส้นใยที่ผ่านการแยกกระจายของ evener roller ซึ่งเป็นกลุ่มแรก ของเส้นใยที่ดี จะถูกส่งต่อไปยัง spike cylinder และตกลงใน hopper ส่วนกลุ่มสองที่เป็นเส้นใยที่ไม่สามารถกระจายได้จะตกไปยัง conveyer ด้านหน้า การเตรียมเส้นใยจะกระจายเส้นใยให้ได้น้ำหนักต่อพื้นที่ 463 กรัมต่อตารางเมตร (โดยมีขนาดความกว้าง x ความยาว ของถาดป้อนเส้นใย (Feeder) 36 x 24 เซนติเมตร)

	
รูปที่ 5 เครื่องอัด-บดเส้นใย (Individual breaking machine)	รูปที่ 6 เครื่องสาวมือ(Hand carder)



รูปที่ 7 กระบวนการปั่นด้ายด้วยมือ



รูปที่ 8 ไคอะแกรมการทำงานของ mini-opener



เครื่องเปิดเส้นใย



เครื่องเปิดเส้นใย



ส่วน conveyyor ด้านหน้า



เส้นใยที่จัดเรียงก่อนเข้า feeder



เส้นใยถูกป้อนโดยลูกกลิ้งเข้าเครื่อง



เส้นใยหลังผ่านการกระจาย



ส่วนควบคุมการป้อนออกของเส้นใย
ที่ผ่านการกระจายไปยัง hopper



เส้นใยหลังผ่านการกระจายแล้ว
ตกลงบน hopper

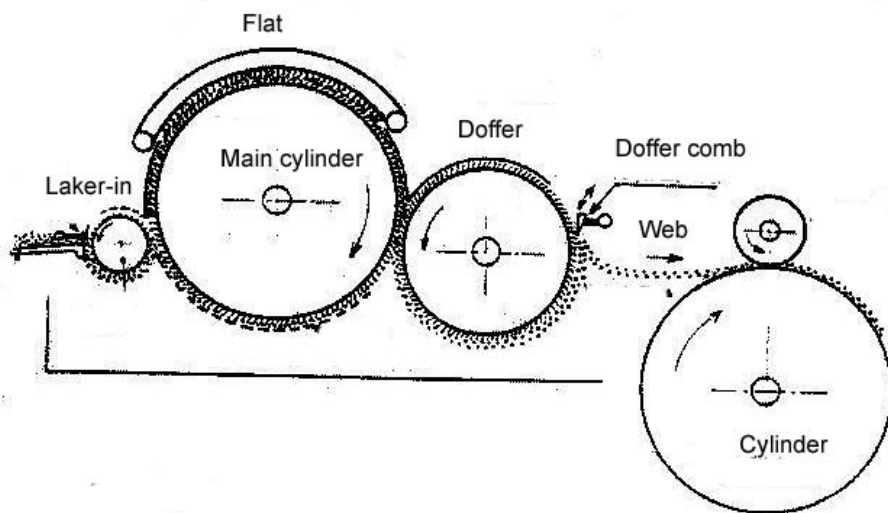


เส้นใยที่แข็งและหยาบซึ่งจะตกลง
ส่วน conveyyor ด้านหน้า

รูปที่ 9 เครื่อง mini-opener

6.2 การสาวเส้นใย (Carding) ในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแยกสิ่งสกปรกและเศษเส้นใยสั้น ออกและทำการสาวเส้นใยให้มีการรวบรวมเป็นเส้นใยที่เรียงขนานต่อกัน โดยทั่วไปจะทำการลดขนาดของแฉกให้เป็นเส้นสไลเวอร์ที่มีขนาดตามความต้องการกับการผลิตขั้นต่อไป เครื่องสาวเส้นใยชนิด mini-card ที่ใช้สำหรับขั้นตอนนี้ (รูปที่ 10 และ รูปที่ 11)

ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักของชุดหนาม Licker-in ที่ทำหน้าที่สานเส้นใยให้เป็นอิสระต่อกันเมื่อแลปของเส้นใยถูกป้อนเข้าเครื่อง โดยจะทำให้สิ่งสกปรกที่ติดมากับเส้นใยหลุดตกลงใต้เครื่อง ในการเตรียมเส้นใยก่อนเข้าเครื่องนี้ จะใช้เส้นใยหลังจากผ่านการกระจายและเปิดมาแล้วจะวางบนถาด feeder ให้มีน้ำหนักต่อพื้นที่ 625 กรัมต่อตารางเมตร หลังจากนั้นเส้นใยจะถูกส่งผ่านไปยัง Main cylinder ซึ่งจะถูกล้างให้เรียงตัวขนานกันและกำจัดเส้นใยสั้น ๆ ออก เส้นใยที่ทำการสานเรียบร้อยแล้วจะถูกส่งผ่านไปให้กับ Doffer และจะถูกลอกออกเป็นแผ่น web ซึ่งจะมีน้ำหนักต่อพื้นที่ 5 กรัมต่อตารางเมตร แล้วทำการรวบรวมแผ่น web บน cylinder อลูมิเนียม ซึ่งมีขนาดความยาวของเส้นรอบวง 0.76 เมตร แผ่น web ที่ทำการรวบรวมจะมีขนาดความกว้าง x ความยาว 0.23 x 0.77 เมตร



รูปที่ 10 ไคอะแกรมการทำงานของเครื่อง mini-card



Feeder สำหรับเครื่องสาว



ส่วน Doffer ที่มี ส่วนหัว ทำการลอก
แผ่น web



ชุด Licker-in และ cylinder ซึ่งมีชุด หนาม
อยู่บน



ส่วนหัวที่กำจัดเส้นใยที่ค้างอยู่บน
Doffer



แผ่น web บน cylinder อลูมิเนียม



ส่วนเส้นใยที่แข็งและไม่ได้ขนาดจะ
ติดบนแผ่น

รูปที่ 11 เครื่องสาวเส้นใย mini-card

6.3 การเตรียมสไลเวอร์ เนื่องจากเครื่อง mini-card ไม่สามารถเตรียมสไลเวอร์ได้ จึงทำการเตรียม สไลเวอร์ ด้วยมือ โดยใช้วิธีการเตรียมลูกหลีแบบชาวบ้าน สำหรับเข้าสู่การปั่นด้ายด้วยมือต่อไป (รูปที่ 12) โดยทำการแบ่งตามความยาวของ web เป็น 2 ส่วน และลอกแผ่น web ตามความหนา ให้ได้ขนาดของลูกหลีประมาณ 5 กรัม และทำการม้วนแผ่นไม้ ต่อความยาวของ web ซึ่งจะได้ความยาวของสไลเวอร์ขนาด 38 เซนติเมตร ซึ่งมีขนาดสไลเวอร์ใกล้เคียงกับการเตรียมใน โรงงานยงสุวัฒน์ อำเภอดงหลวง จังหวัดนครสวรรค์ เพื่อป้อนให้กับเครื่องปั่นด้ายด้วยมือ



แผ่น web บน cylinder อลูมิเนียม ซึ่งจะ
สะสมจนได้ขนาดที่ต้องการ



ทำการลอกแผ่น web ออกจาก cylinder
อลูมิเนียม



แผ่น web ที่มีความยาว 78 ซม.



ลอกแผ่น web ให้ได้ขนาดตามต้องการ



แผ่น web ที่ลอกได้ขนาด 5 กรัมต่อ 38
เซนติเมตร



เตรียมสไลเวอร์โดยใช้เทคนิคเตรียม
ลูกหลิแบบชาวบ้าน



เตรียมสไลเวอร์ (ต่อ)



เตรียมสไลเวอร์ (ต่อ)



สไลเวอร์ที่เตรียมสำหรับปั่นด้าย

รูปที่ 12 การเตรียมสไลเวอร์ หรือ ลูกหลิ แบบชาวบ้าน เพื่อป้อนให้กับเครื่องปั่นด้ายด้วยมือ

6.4 วิธีการปั่นด้ายด้วยมือ

โดยมีการลดขนาดของเส้นสไลเวอร์ ด้วยการรีดและดึงออกจากเส้น สไลเวอร์ ซึ่งเส้นสไลเวอร์ที่ถูกลดขนาดลง จะนำเข้าสู่แกนปั่นด้าย ที่มีการหมุนรอบด้วยการอาศัยแรงถีบเป็นตัวขับเคลื่อน ทำให้เกิดการหมุนในแนวนอน โดยมีความเร็วรอบ โดยเฉลี่ยสำหรับผู้ปั่น 2200-2500 rpm และมีแกนห่วงอยู่ด้านข้างของแกนปั่นด้าย เสมือนเป็นห่วง traveller เพื่อช่วยให้เกิดการเคลื่อนที่ของเส้นด้าย โดยเมื่อแกนปั่นด้ายหมุนทำให้เส้นด้ายหมุนพันอยู่บนหลอด แกนห่วงจะลากหมุนเส้นด้ายตามไป แต่ละรอบเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่เข้าไปบนแกนหลอดด้าย สำหรับการควบคุมการเคลื่อนเข้าออกของเส้นด้ายบนหลอด อาศัยหลักการนำเอาแผ่นพลาสติกประกบในแกนหลอดด้ายเพื่อเป็นตัวควบคุมระดับความยาวของหลอด ซึ่งใช้ระบบ manual เปลี่ยนระดับความยาวเพื่อให้เส้นด้ายพันเข้าหลอดอย่างเต็มความยาวของหลอด ขนาดของเบอร์ด้ายที่ทำการผลิต จะมีขนาดประมาณ เบอร์ 7 – 10 ขึ้นอยู่กับความชำนาญและฝีมือของผู้ปั่น ผลผลิตต่อการปั่นด้ายโดยเฉลี่ยประมาณ 200 กรัมต่อคน



แผนปั่นด้ายของโรงงาน



การปั่นด้ายแบบมือ



แกนปั่นด้ายหมุน เพื่อให้เกิดการตีเกลียว
เข้าหลอด



เส้นด้ายบนหลอดที่ปั่นได้



การสาวเส้นด้ายเข้าใจด้าย
รูปที่ 13 การปั่นด้ายด้วยมือ



เส้นด้ายเข้าใจด้าย

เส้นใยฝ้ายที่ใช้ทดสอบ

ใช้พันธุ์ตากฟ้า 2 ซึ่งเป็นฝ้ายเส้นใยยาวพันธุ์แรกทีพัฒนาโดยกรมวิชาการเกษตร และเป็นพันธุ์ผสมระหว่าง GDI 9-67 x Pima 79-106 ซึ่งเป็นสายพันธุ์แม่ และพันธุ์ศรีสำโรง 2 ซึ่งเป็นสายพันธุ์พ่อ โดยปลูกและเก็บเกี่ยว ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ คุณสมบัติทางกายภาพของเส้นใยฝ้ายตากฟ้า 2 แสดงใน ตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คุณภาพเส้นใยฝ้ายตากฟ้า 2

	เครื่อง HVI ¹	เครื่องมือชนิดอื่น
ความยาวเส้นใย (2.5% span length, mm)	31.50	31.50 (Fibrograph, ASTM-D 1447)
ความสม่ำเสมอของความยาวของเส้นใย (uniformity %)	47	51
ความแข็งแรงจำเพาะของเส้นใย (tenacity, g/tex)	34	21 – 22 (Stelometer, ASTM-D 1445)
ขนาดของเส้นใย (Fineness)	3.4	4 – 4.2 (Micronaire, ASTM D 1448)

อัตราส่วนระหว่างใยสับปะรดและฝ้าย

ได้ออกแบบการทดลองการผลิตเส้นด้ายจากเส้นใยสับปะรดและฝ้าย ที่อัตราส่วนของ สับปะรด และ ฝ้าย ที่ 100/0, 50/50, 35/65, 25/75 และ 0/100 โดยน้ำหนัก

การตรวจผลการทดลอง

- การวิเคราะห์หาปริมาณกัมตกค้าง

ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณกัมตกค้าง 2 ขั้นตอน คือ 1) หลังการล้างน้ำ และ 2) การล้างด้วยสารซักฟอก

- การหาค่าความขาว

ได้ทำการวัดค่าความขาวของเส้นใย หลังผ่านการ ขจัดกัม-การฟอกขาว-การปรับนุ่ม-การนวด ด้วยเครื่อง

Lovibond

RT 100 Reflectance Tintometer

- การหาผลผลิต

ได้ทำการหาปริมาณผลผลิตในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการทดลอง

- การหาความยาวของเส้นใย

ได้ทำการหาขนาดเส้นใยหลังการเปิดและเครื่องสาว ด้วยเครื่อง Fibrograph (ASTM-D 1447) จำนวน 10 ค่า

- การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเส้นด้าย

ได้ทำการทดสอบหา ค่าเบอร์ด้าย จำนวนเกลียวต่อนิ้ว ค่าความต้านแรงดึงขาด ค่าการยืดตัว ค่าความสม่ำเสมอ

ของ

ด้าย และ การพันกระดานตามวิธี scriplane ตามวิธีทดสอบมาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 8

- การตัดภาคขวาง (Cross-section) ของเส้นด้าย

ทำการตัดภาคขวางของเส้นด้ายผสมระหว่าง สับปะรดและฝ้ายที่อัตราส่วนต่างๆ แล้วตรวจดูภายใต้กล้อง

จุลทรรศน์

เพื่อตรวจดูอัตราส่วนผสมที่แท้จริง

ตารางที่ 8 วิธีทดสอบสมบัติทางกายภาพของด้ายและผ้าทอ

ด้าย			
สมบัติทางกายภาพ	วิธีมาตรฐาน	เครื่องมือทดสอบ	จำนวนตัวอย่าง
เบอร์ด้าย (Yarn number)	ISO 2060	Direct count balance & Lea Tester	15 หลา ต่อ 1 หลอด จำนวน 4 หลอด
จำนวนเกลียวต่อนิ้ว (Yarn twist /inch)	ISO 2061	Untwist & Retwist Tester-Zweigle	10 ค่า จำนวน 4 หลอด
ความแข็งแรงจำเพาะ(Tenacity), cN/tex	ISO 2062- 1993 (E)	Uster Tensorapid	Gauge length 50 cm, 5000 mm/min ทดสอบ 30 ค่า/หลอด จำนวน 4 หลอด
การยืดตัว(Elongation), %			
%CV ของความสม่ำเสมอ	ASTM D- 1425	Uster 4	ความเร็ว 100 m/min ทดสอบ 4 หลอด
Imperfections			
Thin places/cm			
Thick places/cm			
Neps			
Hairiness			
Seriplane		เครื่องพันด้ายบน กระดาด seriplane	พันใส่กระดาดแข็งขนาด 24 x 12 ซม.
ผ้าทอ			
น้ำหนักผ้าต่อพื้นที่, g/m ²	ISO 3801- 1977 (E)	เครื่องชั่ง	
แรงดึงขาด(Tensile strength) , N	BS EN ISO 13934-1 : 1999 (E)	Instron type CRE Model 5566	Gauge length 200 mm, 100 mm/min, 10 fabrics in warp and weft direction
การยืดตัว(Elongation), %			
ความต้านแรงฉีกขาด (Tearing strength), N	ISO 13937-2 : 2000 (E)	Instron type CRE Model 5566	Gauge length 200 mm, 300 mm/min, 10 fabrics in warp and weft direction

7. วิธีการปั่นด้ายจากเส้นใยสับปะรดสั่นผสมกับฝ้ายระดับอุตสาหกรรม

การปั่นด้ายจากเส้นใยสับปะรดผสมกับฝ้ายระดับอุตสาหกรรม ได้รับความอนุเคราะห์จากโรงงานไทยรุ่งเท็กซ์ไทล์ จำกัด ในการผลิตด้ายในระบบการผลิตของโรงงาน และอนุเคราะห์ฝ้ายในการผสมกับเส้นใยสับปะรด โดยมีการปรับค่าต่าง ๆ ในเครื่องมือการผลิตให้มีความเหมาะสมกับการผลิตเส้นใยสับปะรดและฝ้าย โดยใช้เส้นใยสับปะรดที่ได้จากการเตรียมและตัดให้มีความยาวเส้นใย 40 มิลลิเมตร และฝ้าย ใช้พันธุ์ออสเตรเลีย ซึ่งมีสมบัติทางกายภาพแสดงใน ตารางที่ 9

ตารางที่ 9 สมบัติทางกายภาพของเส้นใยฝ้ายพันธุ์ ออสเตรเลีย

	เครื่องมือที่ใช้	ค่าเฉลี่ย
เกรดของฝ้าย		2
ค่าสี Reflectance	HVI	79.4
ค่าสี +b	HVI	10.5
ความยาวเส้นใย (span length, mm)	HVI	41.40
ความสม่ำเสมอของความยาวของเส้นใย (uniformity %)	HVI	94.20
ไมโครแนร์	HVI	4.2
ความแข็งแรงจำเพาะของเส้นใย (tenacity, g/tex)	HVI	35.6
การยืดตัว (%elongation)	HVI	8.6
ความชื้น		10.31

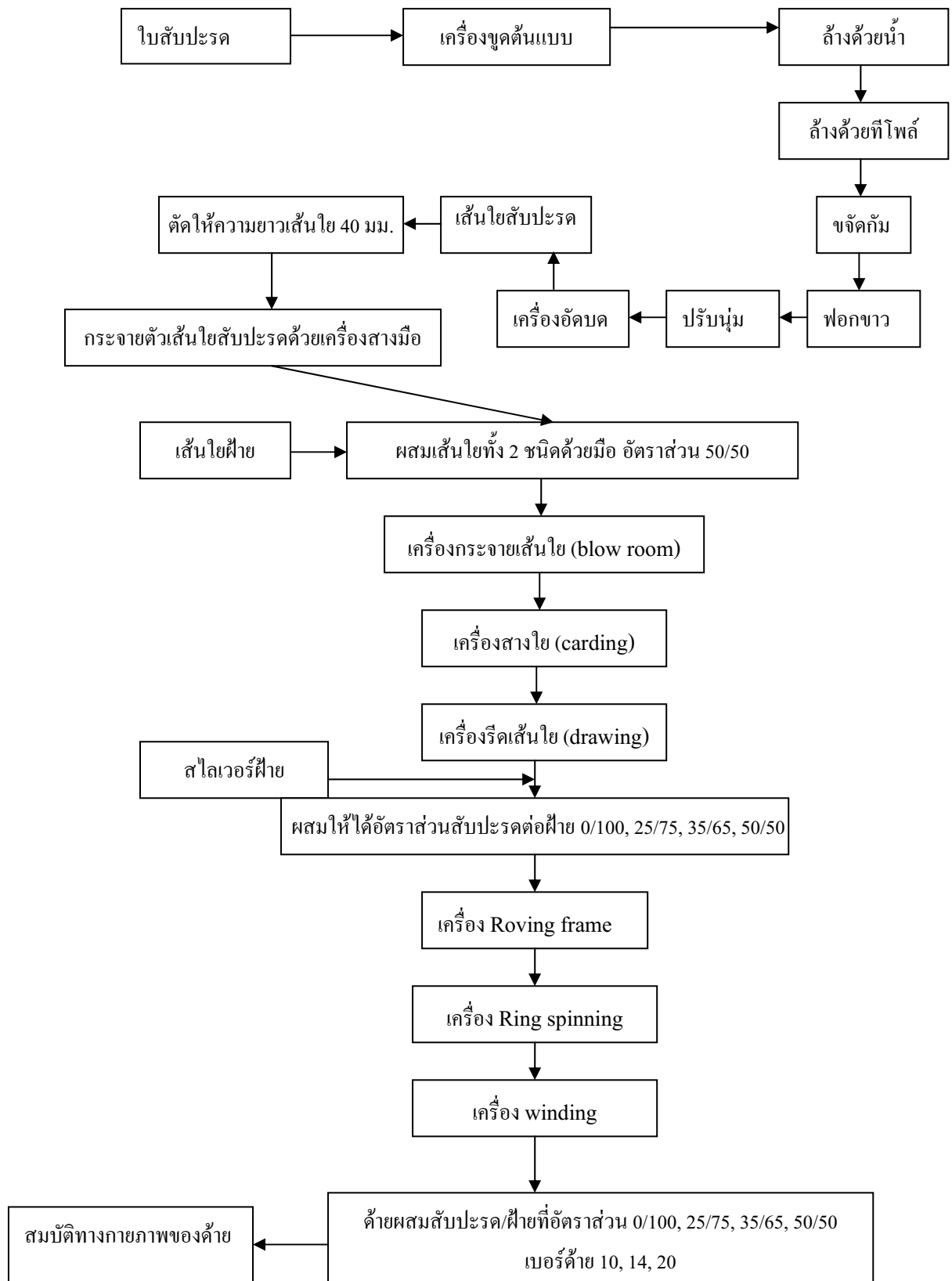
สำหรับขั้นตอนการผลิตดังแสดงในขั้นตอนการทดลองตอนที่ 3 และรายละเอียดเครื่องดังนี้

7.1 การผสมในเครื่อง Blow room

เส้นใยสับปะรดที่เตรียมได้ซึ่งมีความยาวเส้นใยประมาณ 40 มม. จำนวน 10 กิโลกรัม ที่บรรจุในกล่อง ถูกนำมากระจายตัวด้วยมือ และผสมกันให้เข้ากัน เช่นเดียวกับเส้นใยฝ้าย จำนวน 10 กิโลกรัม ถูกนำมากระจายด้วยมือ ก่อนที่จะมาผสมกัน โดยการโรยเป็นชั้นแซนวิช ฝ้าย/สับปะรด/ฝ้าย/สับปะรด/ฝ้าย/สับปะรด บนถาดยาว 2.5 เมตร ที่เป็นตัวป้อนเข้าเครื่อง Blow room (Toyobo Ohara Hergeth, Ohara Iron Works., Ltd) ดังแสดงใน รูปที่ 14 และตั้งความยาวของ lap 53 หลา ตั้งความเร็ว 242 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



รูปที่ 14 เครื่อง Blow room ระดับอุตสาหกรรม



รูปที่ 15 ขั้นตอนการทดลอง ตอนที่ 3

7.2 เครื่องสาวเส้นใย (carding)

โดยใช้เครื่องสาวเส้นใย Meikin & Company Ltd. Model DN-SD Card ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ และแสดงใน รูปที่ 16 โดย lap ที่ผสมแล้วจะป้อนเข้าหน้าเครื่อง และถูกสาวและทำความสะอาดความยาว 48 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร และปรับความเร็วในการป้อนวัตถุดิบให้เร็วขึ้น เพื่อให้สไลเวอร์มีน้ำหนักน้อยกว่าการสาวเส้นใยของฝ้ายปกติ เนื่องจากเส้นใยสับปะรดมีน้ำหนักมากกว่าเส้นใยฝ้าย จะได้น้ำหนักสไลเวอร์เป็น 360 ± 14 กรัมต่อ 6 หลา

Make and model	Sliver crains/6 yards	Taker-in RPM	Cylinder RPM	Doffer RPM	Distance between top and cylinder
Meikin – DNS	355	620	251	34	15/1000"



รูปที่ 16 เครื่องสาวเส้นใยระดับอุตสาหกรรม

7.3 เครื่องรีดปุ๋ย (drawing)

สไลเวอร์จากเครื่องสาว จะนำมารีดและควมขนานจำนวน 8 เส้น ที่เครื่องรีดปุ๋ย จำนวน 2 ครั้ง เพื่อให้เกิดการเรียงตัวสม่ำเสมอ และที่ขั้นตอนนี้จะทำการปรับอัตราส่วนของส่วนผสมต่าง ๆ โดยใช้สไลเวอร์ฝ้าย 100% ที่ผ่านเครื่องสาวเส้นใยนำมาผสมกับสไลเวอร์ของเส้นใยสับปะรด โดยคิดพื้นฐานของสไลเวอร์ของเส้นใยผสมมีอัตราส่วนของเส้นใยสับปะรดและฝ้าย 50/50

สำหรับการเตรียมสไลเวอร์ผสมที่อัตราส่วนเส้นใยสับปะรดและฝ้าย 35/65 และ 25/75 จำเป็นต้องทำการเตรียมสไลเวอร์ด้วยการรีดผ่านเครื่องรีดปุ๋ยของแต่ละสไลเวอร์ (predrawing) เพื่อให้ได้น้ำหนักของสไลเวอร์ใกล้เคียงกัน ก่อนที่จะทำการผสม โดยมีรายละเอียดใน ตารางที่ 10 เครื่องรีดปุ๋ยที่ใช้เป็นแบบ Cherry DX500 (Hara Shokki Seisakusho, Ltd.) ดังแสดงใน รูปที่ 17



รูปที่ 17 เครื่องรีดปุย (drawing) ระดับอุตสาหกรรม

ตารางที่ 10 รายละเอียดและกระบวนการผลิตของเครื่องรีดปุยสำหรับเส้นใยสับปะรดผสมอัตราส่วนต่าง ๆ

สับปะรด/ฝ้าย	50/50		35/65				25/75			
Drawing	No. 1	No. 2	Pre-PALF	Pre-Cotton	No. 1	No. 2	Pre-PALF	Pre-Cotton	No. 1	No. 2
Carded sliver weight, grain/6 yards	208	325	208	360	P 320x5 C 343x2	340	208	400	P 320x4 C 320x4	340
Sliver arrangement					PCPPPC P				CPCPCP CP	
Sliver doubling	8	8	8	8	7	8	8	8	8	8
Break draft	1.46	1.50	1.40	1.50	1.40	1.60	1.40	1.50	1.50	1.50
Total draft	6.675	7.163	6.675	8.391	6.733	7.531	6.675	7.531	7.531	7.531
Main draft	4.518									
Gauge setting,	44 x 43x 52 mm									
Speed, rpm	200									
Drawn sliver weight, grain/6 yards	325	325	320	343	340	360	320	320	340	360

7.4 เครื่อง roving

สไลเวอร์จากเครื่องรีดปุย จะมาเตรียมตีเกลียวบางส่วน และเตรียมลดขนาด ด้วยเครื่อง roving (Toyota Simplex FL-16, รูปที่ 18) สำหรับเตรียมปั่นด้ายที่เครื่องปั่นด้วยขนาดเบอร์ด้ายชนิดต่าง ๆ โดยมีรายละเอียดของเครื่องสำหรับการผลิตสไลเวอร์ที่เครื่อง roving อัตราส่วนผสมต่าง ๆ ดังแสดงใน ตารางที่ 11



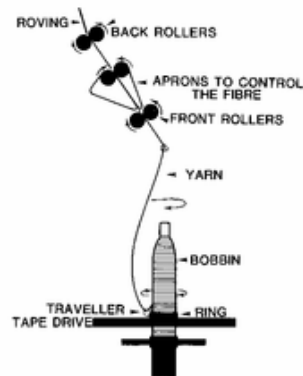
รูปที่ 18 เครื่อง roving ระดับอุตสาหกรรม

ตารางที่ 11 รายละเอียดและกระบวนการผลิตของเครื่อง roving สำหรับเส้นใยผสมอัตราส่วนต่าง ๆ

สับปะรด/ฝ้าย	50/50	35/65	25/75
Sliver wt., g/ 6 yards	360	360	360
speed, rpm	860		
Break draft	1.26		
Total draft	6.26		
Gauge setting, mm	43x48x52		
TPI	1.2	1.2	1.2
Roving wt., g/30 yards	295	280	280

7.5 เครื่องปั่นด้ายชนิด Ring spinning

สไลเวอร์จากเครื่อง roving จะถูกนำมาลดขนาดและเพิ่มเกลียว เพื่อให้ได้เบอร์ด้ายที่ต้องการ ที่เครื่อง ring spinning (USSR SP.2) โดยมีการดราฟท์เส้น roving ให้เล็กลง และทำการปั่นให้เกิดการตีเกลียวด้วยความเร็วรอบที่แตกต่างของแกนหลอดกับตัวนำด้าย (yarn guide) ที่ผ่านไปยังห่วง (traveller) ที่คล้องอยู่บนวงแหวน (ring) ดังแสดงใน รูปที่ 19 รายละเอียดของการปรับเครื่องและค่าต่าง ๆ ในการปั่นด้ายเบอร์ด้ายและอัตราส่วนต่าง ๆ แสดงใน ตารางที่ 12



รูปที่ 19 เครื่อง ring spinning ระดับอุตสาหกรรม

ตารางที่ 12 รายละเอียดและกระบวนการผลิตของเครื่อง ring spinning สำหรับด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่อัตราส่วนและเบอร์ด้ายต่าง ๆ

สับปะรด/ฝ้าย	50/50		35/65			25/75		
เบอร์ด้าย	9.3	14	9.3	14	20	9.3	14	20
Roving wt., g/ 30 yards	295		275	285	285	275	285	285
speed, rpm	6000	6000	6000	6000	8000	6000	6000	8000
Break draft	1.22							
Total draft	5.49	8.23	5.12	7.95	11.45	5.12	7.95	11.45
Gauge setting, mm	44 x 48							
TPI	12.37	15.67	12.37	15.67	18.0	12.37	15.67	18.80
Clearer	2.5	2.5	2.5	2.5	1.9	2.5	2.5	1.9
Yarn wt., g/60 yards	107.5	71.7	107.5	71.4	50.0	107.5	71.43	50.0