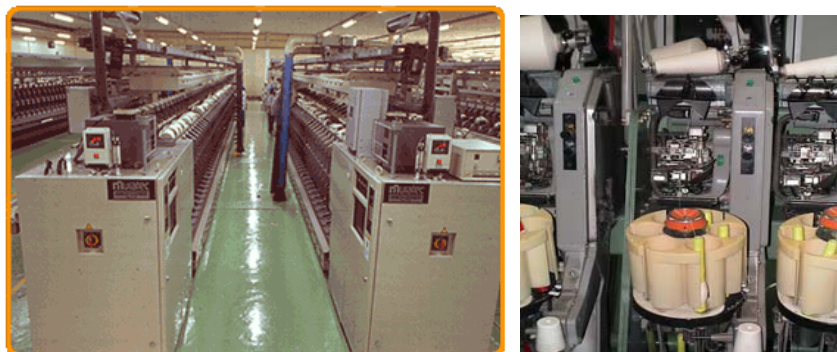


7.6 เครื่องกรอด้วย winder ชนิด cone

เส้นด้ายจากเครื่องปั่นด้ายหลาย ๆ หลอด จะถูกนำมากรอเข้าเครื่อง winder (Murata no. 7) ดังแสดงในรูปที่ 20 เพื่อมาต่อให้มีความยาวมากขึ้น และเป็นการตรวจสอบจุดบกพร่องที่อาจปรากฏบนเส้นด้าย ด้วยการต่อด้ายหัวต่อ G3 Splicer



รูปที่ 20 เครื่องกรอด้วย winder ชนิด cone ระดับอุตสาหกรรม

เส้นด้ายที่ผลิตได้ในระดับอุตสาหกรรม จะทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายที่ผลิตได้ ตามวิธีใน ตารางที่ 8

8. การผลิตผ้าทอมือ

เส้นด้ายที่ผลิตได้จากเส้นใยผสมสับปะรดและฝ้ายอัตราส่วนต่าง ๆ เฉพาะที่ผลิตระดับหัตถอุตสาหกรรม ได้นำมาเตรียมเป็นเส้นพุ่งเพื่อทอเป็นผ้าทอที่ อ. ตากฟ้า จ. นครสวรรค์ ดังแสดงใน รูปที่ 21 โดยใช้เส้นด้ายฝ้ายเบอร์ 32/2 เป็นเส้นยืน ขนาดผ้าหน้ากว้าง 40 นิ้ว ทำการวัดสมบัติทางกายภาพของผ้าทอ ได้แก่ น้ำหนักต่อพื้นที่ ค่าความต้านแรงดึงขาด การยืดตัว และ ความต้านแรงฉีกขาด ตามวิธีมาตรฐาน (ดังแสดงในตารางที่ 8)

สำหรับด้ายผสมที่ผลิตระดับอุตสาหกรรม ได้นำมาเตรียมเป็นเส้นพุ่ง เพื่อทอเป็นผ้าทอ ที่ วัดน้ำเต้า อ. มหาราช จ. อุทัย โดยใช้เส้นด้ายฝ้ายที่มีความละเอียดกว่าเบอร์ 42/2 เป็นเส้นยืน ขนาดผ้าหน้ากว้าง 40 นิ้ว ผ้าทอที่ได้จะไม่ทำการวัดสมบัติทางกายภาพของผ้าทอ แต่จะเตรียมไว้สำหรับการตกแต่งผ้าให้นุ่มในขั้นตอนต่อไป เพื่อเตรียมสาริต



การกรอใยเส้นด้ายเข้าหลอดเล็ก



หลอดเล็กที่ใส่ในกระสวย



การทอผ้าชนิดโครงถี่ 2 ตะกอโดยใช้เส้นฝ้ายเป็นเส้นยืน

รูปที่ 21 ขั้นตอนการเตรียมเส้นด้ายผสมเข้าหลอดเล็กเพื่อใส่กระสวยสำหรับทอเป็นเส้นพุ่ง

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1

การศึกษาผลของปริมาณเส้นใยสับปะรดที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายปั่นมือและผ้าทอมือ

1. การหาปริมาณผลผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตด้ายที่อัตราส่วนผสมต่าง ๆ

โครงการได้เลือกกลุ่มที่ 4 เป็นตัวแทนในการศึกษาการผลิตด้ายและผ้าที่อัตราส่วนผสมระหว่างเส้นใยสับปะรดและฝ้าย 5 อัตราส่วน 100/0, 50/50, 35/65, 25/75 และ 0/100

1.1 เครื่องเปิดเส้นใยสับปะรด

เส้นใยสับปะรดที่ผ่านเข้าเครื่องเปิดเพื่อกระจายเส้นใย พบว่า สามารถกระจายเส้นใยได้เพียง 38.4 % (ตารางที่ 13) ซึ่งได้เส้นใยที่มีความนุ่มและเส้นใยมีการเปิดและกระจายได้ดี สำหรับเส้นใยที่ไม่สามารถกระจายได้ พบว่ายังมีลักษณะเส้นใยที่นิ่ม และมีบางส่วนของเส้นใยที่มีการกระจายตัวดีปะปนมา ดังนั้นจึงทำการนำส่วน waste ดังกล่าวมาทำการผ่านเข้าเครื่องกระจายและเปิดเส้นใยอีกครั้ง พบว่า สามารถกระจายเส้นใยได้อีก 24.19 % เส้นใยที่ได้จากการกระจายครั้งที่ 2 นี้ยังให้ลักษณะเส้นใยที่นิ่มและความยาวที่ใกล้เคียงกับเส้นใยที่ผ่านการกระจายครั้งที่ 1 สำหรับส่วน waste ที่ผ่านการกระจายครั้งที่ 2 มีลักษณะของเส้นใยที่แข็งและเกาะกลุ่ม (รูปที่ 22) ไม่สามารถเปิดออกได้ ดังนั้นจึงทำการนำส่วนของเส้นใยที่ผ่านการกระจายเพียงสองครั้งมาทำการผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตต่อไป ซึ่งจะได้ % yield เท่ากับ 53.3

สำหรับเส้นใยฝ้าย พบว่า การสูญเสียของการเปิดเส้นใยมีค่าน้อย และทำการเปิดเพียงครั้งเดียว เพื่อให้เส้นใยไม่เกิดการสูญเสียความยาวและความแข็งแรง

ตารางที่ 13 ปริมาณผลผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตด้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ

สับปะรด, %	0	25	35	50	100
ฝ้าย, %	100	75	65	50	0
เครื่องเปิดเส้นใย					
ครั้งที่ 1 - % yield	94.00 ± 2.83				38.4 ± 3.96
ครั้งที่ 2 - % yield	-				24.19 ± 0.05
Total	94.00 ± 2.83				53.3 ± 2.97
เครื่องสาวเส้นใย					
- % yield	90.67 ± 4.71	96.20 ± 3.57	88.63 ± 3.85	79.40 ± 3.59	80
เครื่องปั่นด้ายแบบมือ					
- % yield	83.97	94.40 ± 5.20	94.14 ± 7.89	98.03 ± 2.40	ไม่สามารถ ปั่น ด้ายได้
% total yield	73.7	90.70 ± 2.47	83.64 ± 10.45	77.95 ± 11.31	



รูปที่ 22 ลักษณะของเส้นใยสับปะรดที่เหลือจากการเปิดเส้นใยแล้วสองครั้ง

1.2 เครื่องสาางเส้นใย (Carding machine)

จากการสาางเส้นใยสับปะรด 100 % ผ่านเครื่องสาาง พบว่า มีปริมาณเส้นใยที่ผ่านเครื่องสาางได้ 80% ซึ่งมีเส้นใยยาวและแข็งแรงติดอยู่บน flat top ของเครื่องสาาง (รูปที่ 23) นอกจากนี้ยังพบว่า ขณะเส้นใยสับปะรดผ่าน cylinder ไปยัง doffer โดยอาศัยหวี เพื่อให้ลอกเส้นใยออกเป็น web พบว่า เส้นใยสับปะรดไม่สามารถเกาะกันเป็นแผ่น web วางบน cylinder ได้ จึงทำการม้วนเส้นใยที่สาางออกมาด้วยมือ (รูปที่ 24) แล้วทำการเตรียม สไลเวอร์ด้วยการกระจายเส้นใยดังกล่าว พบว่าการกระจายเส้นใยไม่สม่ำเสมอ สไลเวอร์ที่ได้จึงไม่เหมาะต่อการปั่นด้าย ผลที่ได้เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Sinha และ Ghosh (1978) พบว่า ปริมาณเส้นใยสับปะรดที่เพิ่มขึ้นจะทำให้มีการสูญเสียเส้นใยที่เครื่องเปิดและเครื่องสาาง รวมทั้งทำให้สไลเวอร์มีความไม่สม่ำเสมอหลังจากผ่านเครื่องสาาง



เส้นใยที่แข็งที่ติดบน top flat

รูปที่ 23 การสูญเสียของเส้นใยสับปะรดขณะผ่านเครื่องสาางเส้นใย



การม้วนแลปด้วยมือ

การเตรียมสไลเวอร์ของเส้นใยสับปะรด

รูปที่ 24 การม้วนแลปด้วยมือ และการเตรียมแผ่นสไลเวอร์ของเส้นใยสับปะรด

สำหรับการผสมเส้นใยฝ้ายกับสับปะรดที่อัตราส่วนต่าง ๆ จะเตรียมโดยการเปิดเส้นใย แต่ละชนิดด้วยมือ แล้วจึงผสมกันอย่างละส่วน ๆ เพื่อให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากนั้นจะทำการผสมรวมกันอีกครั้ง เส้นใยผสมที่เตรียมจะเข้าเครื่องสาว (รูปที่ 25) สำหรับปริมาณ yield ของเส้นใยผสมอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ผ่านเครื่องสาวแล้ว มีค่าต่างกันโดยอัตราส่วนผสมของเส้นใยสับปะรดมากจะมีการสูญเสียมาก โดยทดลองสุ่มตัวอย่างเส้นใยผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ มาทำการแยกด้วยมือ โดยแยกเส้นใยและสับปะรดออกจากกันด้วยมือแล้วชั่งน้ำหนักเพื่อหาอัตราส่วนที่เหลืออยู่จริงหลังผ่านเครื่องสาว

การทดลองพบว่า อัตราส่วนผสมมีค่าต่างกันมากในแต่ละจุดที่สุ่มตัวอย่าง ดังนั้นการผสมเส้นใยทั้งสองชนิดด้วยมือต้องผสมกันให้เป็นเนื้อเดียวสม่ำเสมอทั่วทั้งตัวอย่างทดลอง ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ยากเนื่องจากความละเอียดของเส้นใยของสับปะรดและฝ้ายมีความต่างกันมาก ซึ่งการผสมอีกชนิดหนึ่งของเส้นใยที่มีความละเอียดต่างกัน คือ การผสมสไลเวอร์ของเส้นใยบริสุทธิ์ ในขั้นตอนการรีดปู จะทำให้มีการผสมกันเป็นเนื้อเดียวกันดีขึ้น แต่ในการทดลองนี้ไม่สามารถทำได้เนื่องจาก เส้นใยสับปะรดบริสุทธิ์ไม่สามารถผ่านเครื่องสาวเพื่อเตรียมสไลเวอร์ได้ และ ขั้นตอนการรีดปูซึ่งต้องอาศัยเครื่องรีดปู ไม่สามารถใช้ในการทดลองนี้ เนื่องจากต้องการที่จะมุ่งพัฒนาการผลิตในระดับหัตถกรรม

การทดลองพบว่า อัตราส่วนผสมมีค่าต่างกันมากในแต่ละจุดที่สุ่มตัวอย่าง เนื่องมาจากความละเอียดของเส้นใยของสับปะรดและฝ้ายมีความต่างกันมาก จึงไม่สามารถผสมเส้นใยทั้งสองชนิดด้วยมือให้เป็นเนื้อเดียวอย่างสม่ำเสมอสำหรับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ได้แก้ปัญหาคความสม่ำเสมอ โดยการผสมสไลเวอร์ของเส้นใยบริสุทธิ์ทั้งสองในขั้นตอนการรีดปู(Drawing) ซึ่งจะทำให้มีการผสมกันเป็นเนื้อเดียวกันดีขึ้น



รูปที่ 25 การเตรียมเส้นใยผสมก่อนและหลังเข้าเครื่องสาว

สำหรับการปั่นด้วยเครื่องปั่นด้วยมือ พบว่า เส้นใยสับปะรดไม่สามารถให้เส้นใยที่ดีได้ เนื่องจากขาดบ่อยและมีความไม่สม่ำเสมอสูง (รูปที่ 26) เนื่องจากเส้นใยมีค่า cohesion ต่ำ (Sinha et al., 1979) จึงไม่สามารถผลิตเส้นด้ายสับปะรด 100% ในกระบวนการปั่นด้ายฝ้าย ซึ่งในงานวิจัยอื่นสามารถผลิตเส้นด้ายสับปะรดเฉพาะในกระบวนการปั่นด้ายชนิดพิเศษของ jute spinning, flax spinning, ramie spinning เท่านั้น (Yuanming and Chongwen, 2001 ; Sinha and Ghosh, 1979 ; Sinha and Ghosh, 1977)

สำหรับเส้นใยผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ มีปริมาณ yield ประมาณ 94.14 – 98.03 % ซึ่งมีปริมาณการสูญเสียน้อยกว่าเส้นใยฝ้าย (ปริมาณ yield 83.97 %) อาจเนื่องจากฝ้ายมีน้ำหนักเบากว่า จึงทำให้มีการสูญเสียน้อยกว่า เส้นใยผสมสับปะรดกับฝ้าย

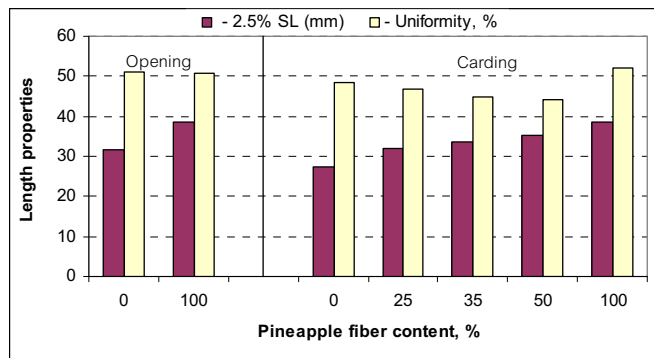


รูปที่ 26 การปั่นเส้นด้ายสับปะรดด้วยมือ

2. สมบัติทางกายภาพของเส้นใยและเส้นด้ายที่ผ่านกระบวนการผลิต

เส้นใยที่ผ่านเครื่องเปิดและเครื่องสาวจะทำการดัดตัวอย่างเพื่อวัดความยาวและความสม่ำเสมอของ เส้นใยหลังผ่านกระบวนการดังกล่าว (รูปที่ 27) พบว่า เส้นใยสับปะรดเมื่อผ่านเครื่องเปิดเส้นใย จะมีความยาว 2.5% Span Length 38.47 มิลลิเมตร ใกล้เคียงกับความยาวของเส้นใยที่ทำการตัดก่อนเข้าเครื่องเปิด และความยาวของเส้นใยสับปะรดมีค่ามากกว่าความยาวของเส้นใยฝ้าย ส่วนความสม่ำเสมอของความยาวของเส้นใยสับปะรด มีค่าใกล้เคียงกับเส้นใยฝ้าย แสดงว่า การเปิดเส้นใยสับปะรดช่วยให้เส้นใยกระจายตัวได้สม่ำเสมอและกำจัดสิ่งเจือปนและเส้นใยที่แข็ง ทำให้มีความสม่ำเสมอของเส้นใยดีขึ้น หลังจากเส้นใยผ่านเข้าเครื่องสาว พบว่า ความยาว 2.5% Span Length ของเส้นใยสับปะรดมีค่าไม่แตกต่างจากความยาวก่อนเข้าเครื่องสาว และมีความสม่ำเสมอของความยาวเพิ่มขึ้น เส้นใยสับปะรดที่สั้นหรือยาวจะถูกกำจัดออกไป และติดบน flat top ของเครื่องสาว และเส้นใยไม่เกิดการโค้งงอ ซึ่งต่างกับเส้นใยฝ้าย ซึ่งมีความยาวสั้นลง เนื่องจากเป็นที่ทราบกันว่า การสาวจะทำให้เส้นใยเกิดการโค้งงอ ซึ่งทำให้ความยาวสั้นลง ทำให้ความสม่ำเสมอของเส้นใยมีค่าลดลง สำหรับเส้นใยผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ พบว่า ความยาวของเส้นใยเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเส้นใยสับปะรดที่มากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันความสม่ำเสมอของความยาวของเส้นใยผสมมีค่าลดลง ยกเว้นเส้นใยสับปะรด 100 % ที่มีค่าความสม่ำเสมอของความยาวเพิ่มขึ้น เนื่องจากเส้นใยไม่หยิกงอ ทำให้ความยาวมีขนาดใกล้เคียงกันเมื่อผ่านการตัดและสาวเป็นเส้นใย

ด้ายที่ผลิตจากเส้นใยฝ้ายมีเบอร์ด้าย 8.23 Ne ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าเส้นใยผสมสับปะรดที่มีขนาด 5.60 - 6.13 Ne (ตารางที่ 14) เส้นด้ายปั่นมือนี้มีทิศทางการเกลียวแบบ Z การปั่นมือนี้มีจำนวนเกลียวด้ายของด้ายฝ้าย 11.71 รอบต่อนิ้ว ส่วนเส้นด้ายผสมจะมีจำนวนเกลียวด้าย 10.43-12.15 รอบ/นิ้ว ใกล้เคียงกันที่ปริมาณเส้นใยสับปะรดต่างกัน



รูปที่ 27 ความยาว 2.5% SL และความสม่ำเสมอของความยาว ของเส้นใยสับประดผสมฝ้าย ที่อัตราส่วนต่าง ๆ หลังผ่านเครื่องเปิดและเครื่องสาวเส้นใย

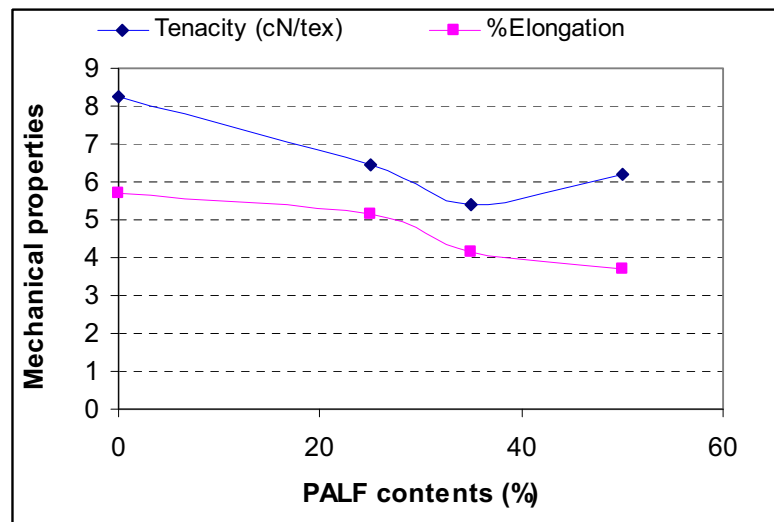
ตารางที่ 14 สมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับประดและฝ้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ

สับประด, %	0	25	35	50	100
ฝ้าย, %	100	75	65	50	0
เบอร์ด้าย (Yarn number), Ne	8.23 a	6.13 b	5.66 b	5.60 b	
เบอร์ด้าย (Yarn number), tex	76.59 a	98.09 b	114.00 b	106.59 b	
จำนวนเกลียวด้าย (รอบต่อนิ้ว)	11.71 ns	11.58 ns	12.15 ns	10.43 ns	
สมบัติทางเชิงกล (Mechanical properties)					
ความแข็งแรงจำเพาะ (Tenacity), cN/tex	8.23 ns	6.44 ns	5.39 ns	6.19 ns	
การยืดตัว (Elongation), %	5.71 ns	5.17 ns	4.15 ns	3.71 ns	
สมบัติความสม่ำเสมอ (Evenness)					
CV ของความไม่สม่ำเสมอ (Unevenness), %	36.24 ns	34.39 ns	36.37 ns	33.76 ns	
จุดบกพร่องบนเส้นด้าย หรือ ความไม่สมบูรณ์ของเส้นด้าย (Imperfections/1000 m)					
พื้นที่บาง (Thin places, -50%)	4620 ns	4870 ns	5028 ns	4605 ns	
พื้นที่หนา (Thick places, +50%)	2595 ns	2695 ns	2940 ns	2385 ns	
ปม (Neps, +200%)	980 ns	635 ns	1215 ns	756 ns	
การขึ้นขน (Hairiness)	10.08 a	12.69 b	13.14 b	12.72 b	

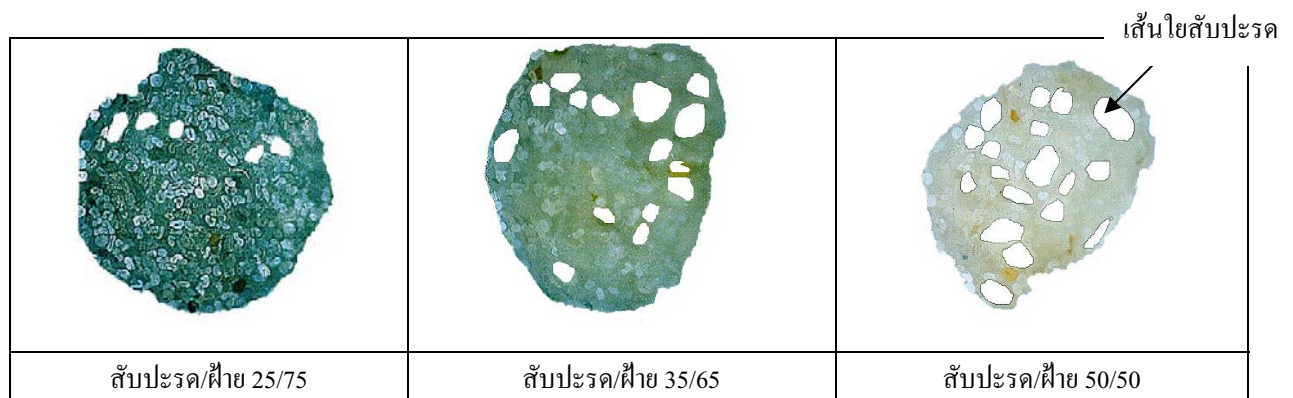
ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a, b, c) ในแถวเดียวกัน แสดงถึงผลที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95% โดยผลที่ได้ในเชิงบวกจะแสดงด้วย a ค่า ns หมายถึง ผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95%

เมื่อพิจารณาสมบัติทางเชิงกลทั้งค่าความเหนียวและค่าการยืดตัว (ตารางที่ 14) ของด้ายผสมสับประดที่อัตราส่วนต่าง ๆ พบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติที่นัยสำคัญ 95% อย่างไรก็ตามเมื่อนำมาแสดงด้วยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสับประดกับค่าสมบัติทางเชิงกล (รูปที่ 28) พบว่าสมบัติทางเชิงกลของด้ายผสมมีแนวโน้มลดลง เมื่อปริมาณของเส้นใย

สับปะรดเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณา cross-section ของเส้นด้ายผสม (รูปที่ 29) จะเห็นว่าเมื่อปริมาณเส้นใยสับปะรดมากขึ้น เส้นใยสับปะรดที่มีขนาดประมาณ 9 ดีเนียร์ และมีขนาดใหญ่กว่าเส้นใยฝ้าย 10 เท่า (Ghosh and Sinha, 1977) และลักษณะของเส้นใยสับปะรดที่มี cohesion ต่ำ (Shinha et al., 1979) ทำให้การกระจายตัวของเส้นใยทั้งสองไม่สม่ำเสมอ และเมื่อเส้นด้ายผสมถูกดึงเพื่อทดสอบความแข็งแรงของแรงดึง ทำให้ง่ายในการดึงขาด ประกอบกับจำนวนเกลียวด้ายของเส้นด้ายผสมมีค่าน้อยกว่าของเส้นด้ายฝ้าย อย่างไรก็ตาม การที่เส้นด้ายฝ้ายมีความแข็งแรงต่อแรงดึงและการยืดตัวดีกว่าเส้นด้ายผสม เป็นไปตามที่คาดไว้ และผลที่ได้เช่นเดียวกับการเปรียบเทียบเส้นด้ายฝ้ายกับเส้นด้ายผสม kenaf และฝ้าย (Bel-Berger et al., 1999) และ เส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้าย (Shinha et al., 1979)



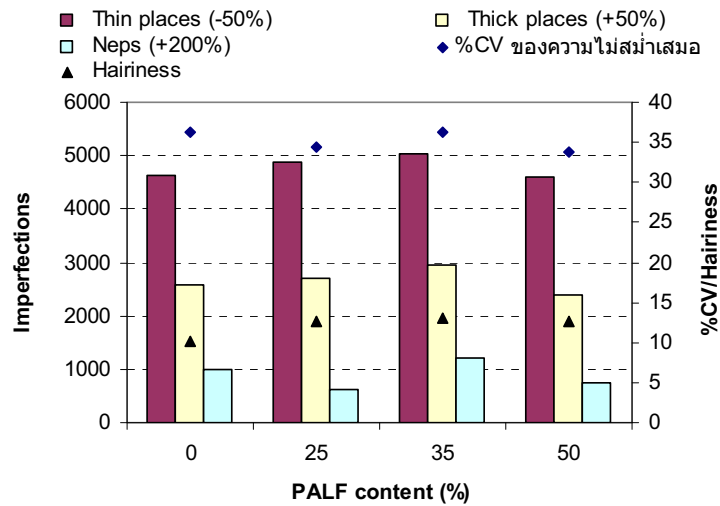
รูปที่ 28 สมบัติทางเชิงกลของด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ



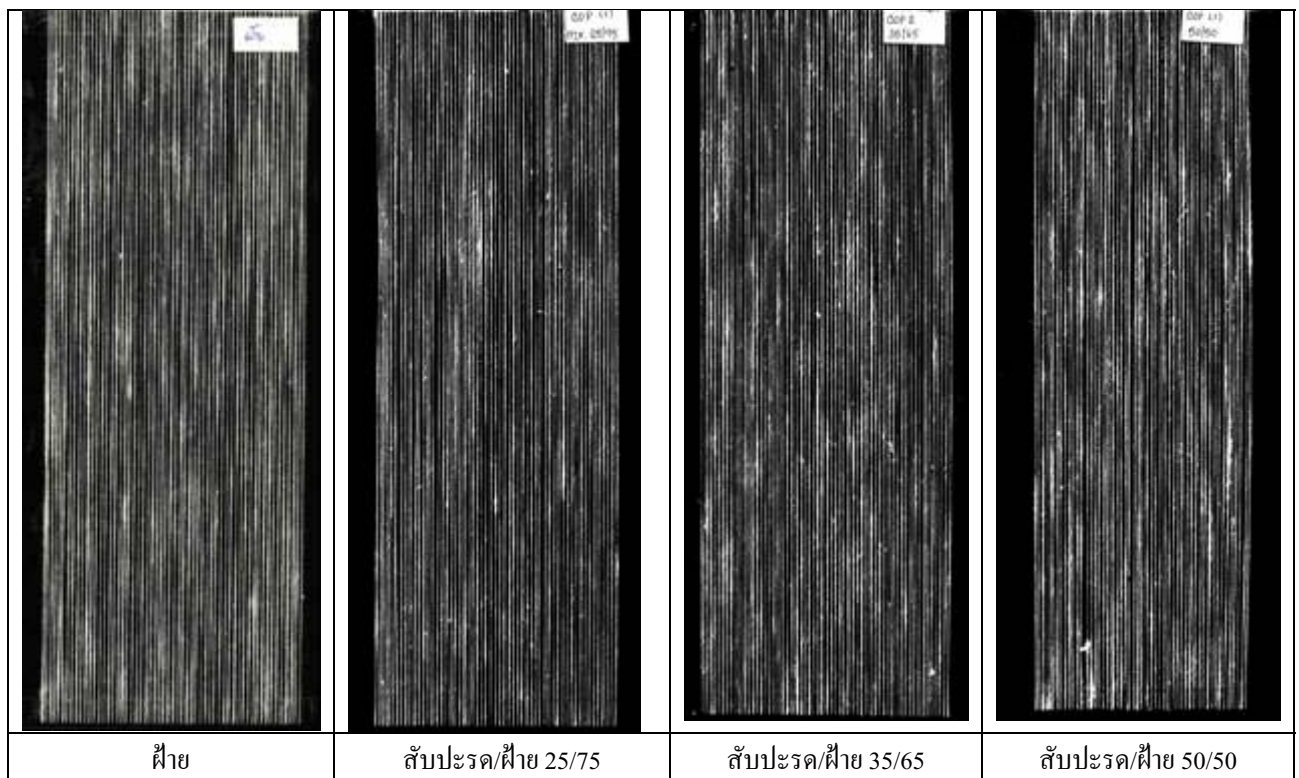
รูปที่ 29 ภาควัดขวาง (Cross section) ของด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ

สำหรับความสม่ำเสมอของเส้นด้าย ซึ่งแสดงด้วยค่า %CV, ค่า Imperfections ของความบาง (-50%) ความหนา (+50%) ลักษณะที่เป็น Neps (+200%) และความเป็นขน (hairiness) พบว่า เส้นด้ายฝ้ายและเส้นด้ายผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ 95% (ตารางที่ 14 และรูปที่ 30) เนื่องจากเส้นด้ายเหล่านี้เป็นเส้นด้ายที่ปั่นด้วยมือ ซึ่งมีความไม่สม่ำเสมอที่เป็นเอกลักษณ์ของการปั่นด้ายด้วยมืออยู่แล้ว แต่คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบด้วยวิธีมาตรฐานสากลด้วยเครื่อง Uster เพื่อเก็บเป็นข้อมูลและเป็นการเปรียบเทียบกับตัวเลข ดังนั้นเพื่อเป็นการเปรียบเทียบกับ

สายตา การทดสอบการพันกระดานแบบ seriplane จึงถูกนำมาใช้เปรียบเทียบระหว่างเส้นด้ายฝ้ายและเส้นด้ายผสมเส้นใย สับปะรดกับฝ้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ ดังแสดงใน **รูปที่ 31** พบว่าการเพิ่มปริมาณเส้นใยสับปะรด ทำให้เส้นด้ายมีขนาดหนาขึ้น และมีลักษณะของเส้นใยสับปะรดที่มีปลายโผล่ออกจากผิวเส้นด้าย ทำให้ความสม่ำเสมอลดลง การกระจายของเส้นด้ายใน seriplane เห็นมีช่องว่างระหว่างเส้นด้ายแคบ และมีปุ่มปม มากกว่าเส้นด้ายฝ้าย



รูปที่ 30 สมบัติความสม่ำเสมอของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ



รูปที่ 31 ความสม่ำเสมอของเส้นด้ายผสมสับปะรดและฝ้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ ในการพันกระดาน seriplane

3. สมบัติทางกายภาพของผ้าทอจากเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้าย

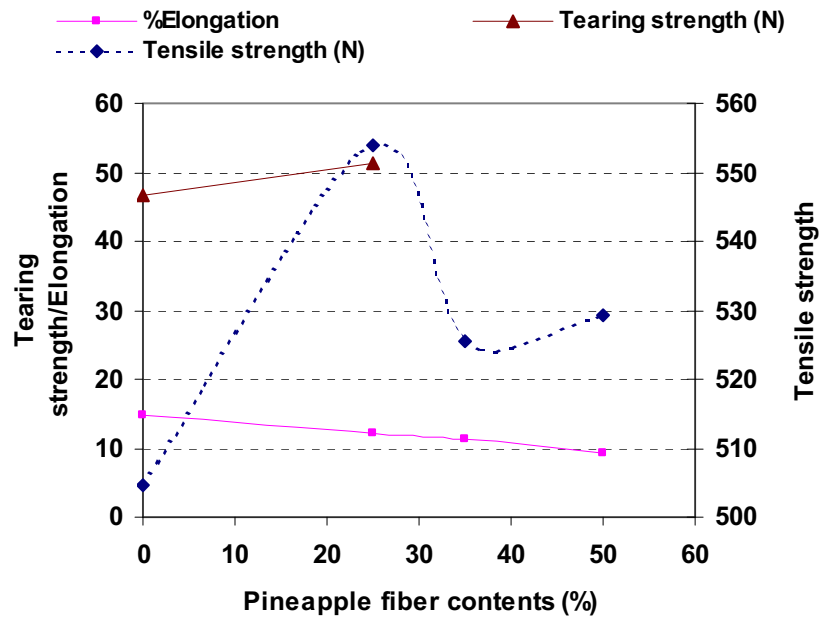
จากการเปรียบเทียบผ้าทอจากเส้นด้ายผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ พบว่า มีค่าน้ำหนักต่อพื้นที่ มากกว่าผ้าทอจากด้ายฝ้าย เนื่องจากขนาดของเส้นใยสับปะรด และเมื่อปริมาณเส้นใยสับปะรดมีมากขึ้น ทำให้มีน้ำหนักผ้าต่อพื้นที่มากขึ้น และทำให้จำนวนเส้นด้ายต่อซม. สำหรับเส้นพุ่ง มีปริมาณน้อยลง โดยที่ผ้าทอจากด้ายผสมอัตราส่วนของเส้นใยสับปะรดผสมฝ้ายที่ 25:75 และ 35:65 มีค่าไม่แตกต่างกัน สำหรับสมบัติทางเชิงกลของเส้นด้ายฝ้ายที่เป็นเส้นยืน มีค่าความต้านแรงดึงขาดอยู่ระหว่าง 359.19 – 361.11 N ค่าการยืดตัว 16.80 – 24.36 % และ ค่าความต้านแรงฉีกขาด 29.40 – 41.57 N (ตารางที่ 15) เมื่อเปรียบเทียบสมบัติทางเชิงกลของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดกับฝ้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ สำหรับเป็นด้ายพุ่ง (ตารางที่ 15 และ รูปที่ 32) พบว่าเส้นด้ายผสมให้ค่าความต้านแรงดึงขาดของผ้าทอไม่แตกต่างกับเส้นด้ายฝ้าย โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 512.05 – 553.50 N แต่สำหรับค่าการยืดตัวของผ้าทอสำหรับด้ายพุ่ง พบว่า เส้นด้ายผสมให้ค่าการยืดตัวของผ้าทอน้อยกว่าเส้นด้ายฝ้าย และมีค่าลดลงเมื่อปริมาณเส้นใยสับปะรดมากขึ้น ผลที่ได้เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Bel-Berger (1999) โดยผ้าทอจากเส้นใยผสม kenaf/cotton 30/70 มีค่าการยืดตัวต่ำกว่าผ้าทอจากฝ้าย จากสมบัติของเส้นใยสับปะรดที่มีการยืดตัวต่ำนี้จะทำให้ผ้าทอเพิ่มการคงรูปได้ดีขึ้น

ตารางที่ 15 สมบัติทางกายภาพของผ้าทอจากเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ

สับปะรด, %	0	25	35	50	100
ฝ้าย, %	100	75	65	50	0
น้ำหนักผ้าต่อพื้นที่ g/m ²	196.05 c	224.97 b	225.53 b	256.81 a	
จำนวนเส้นด้าย/ซม. สำหรับเส้นพุ่ง (17 เส้น/ซม. สำหรับเส้นยืน)	19.8 a	15.3 ab	15.7 b	14.0 c	
แรงดึงขาดของผ้า (Tensile strength) , N					
- เส้นยืน – ด้ายฝ้าย	361.11 ns	375.89 ns	370.94 ns	359.19 ns	
- เส้นพุ่ง – ด้ายผสม	512.05 ns	553.80 ns	525.47 ns	529.38 ns	
การยืดตัว (Elongation), %					
- เส้นยืน – ด้ายฝ้าย	16.80 c	21.02 b	19.49 b	24.36 a	
- เส้นพุ่ง – ด้ายผสม	14.12 a	12.05 b	11.41 b	9.42 c	
ความต้านแรงฉีกขาด (Tearing strength), N					
- เส้นยืน – ด้ายฝ้าย	29.40 b	40.07 a	40.59 a	41.57 a	
- เส้นพุ่ง – ด้ายผสม	31.26	51.21	**	**	

** ไม่สามารถวิเคราะห์ได้เนื่องจากแรงฉีกขาดที่เกิดขึ้นอยู่ในแนวขวางทิศทางของแรงที่ทำให้

ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a, b, c) ในแถวเดียวกันแสดงถึงผลที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95% โดยผลที่ได้ในเชิงบวกจะแสดงด้วย a ค่า ns หมายถึง ผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95%



รูปที่ 32 สมบัติทางเชิงกลของผ้าทอที่ใช้เส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดที่อัตราส่วนต่าง ๆ เป็นเส้นพุ่ง

ถึงแม้ว่าค่าความแข็งแรงจำเพาะ (Tenacity) ของเส้นด้ายผสม และเส้นด้ายฝ้าย 100% ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 14) เมื่อนำมาทอเป็นผืนผ้า กลับพบว่า ผ้าที่ทอจากเส้นด้ายผสมมีความต้านแรงฉีกขาด (Tearing strength) สูงกว่า ฝ้าย (ตารางที่ 15) โดยที่อัตราส่วน 25/75 มีค่าความต้านแรงฉีกขาดในแนวเส้นยืนเพิ่มจาก 29.40 N เป็น 40.07 – 41.57 N และในแนวเส้นพุ่ง เพิ่มจาก 31.26 N เป็น 51.21 N สำหรับอัตราส่วนของเส้นใยสับปะรดที่สูงกว่านี้ (35/65 และ 50/50) ค่าความต้านแรงฉีกขาดมีค่าสูงเกินความสามารถของเครื่องทดสอบความต้านแรงฉีกขาด (Instron) ที่จะวัดได้ การฉีกขาดของผ้าได้เกิดขึ้นในแนวตั้งฉากกับทิศทางของแรงที่ให้ คือมีการฉีกขาดในแนวเส้นด้ายยืนที่เป็นฝ้าย 100%

ข้อเสนอแนะของงานวิจัยอื่น เช่น Zheng และคณะ (2004) พบว่า การแยกเส้นใย kenaf ให้มีความละเอียดขึ้นโดยใช้เอนไซม์ จะทำให้เส้นใยแข็งแรงและมีความละเอียดเหมาะต่อการปั่นด้าย และจะทำให้ความแข็งแรงของเส้นด้ายดีขึ้น แต่ในขณะเดียวกันในงานวิจัยของ Yuanming และ Chongwen (2001) พบว่า ควรทำการ degumming สารที่ไม่ใช่เซลลูโลสออกเพียงบางส่วน เพื่อช่วยเชื่อม single cell ให้เกาะกันเป็น bundle cell เพื่อให้มีความยาวเพียงพอต่อการปั่นด้ายในระบบฝ้าย ดังนั้นในงานวิจัยต่อไป จึงควรทำการศึกษาเพื่อหาความเหมาะสมในการแยกเส้นใยสับปะรดให้มีความละเอียดขึ้น โดยยังคงลักษณะเป็น bundle cell ที่เหมาะต่อการปั่นด้ายในระบบฝ้าย แล้วทำการผสมกับฝ้ายที่อัตราส่วนของเส้นใยสับปะรด และฝ้าย 35/65

ผลการทดลอง

ตอนที่ 2

การศึกษาผลของการปรับปรุงคุณภาพเส้นใยสับปะรดที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายปั่นมือและผ้าทอมือ

จากการที่นำเส้นใยสับปะรดมาปรับปรุงคุณภาพด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ดังแสดงใน ตารางที่ 16 ซึ่งทำให้ปริมาณกัมที่เหลืออยู่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95% โดยเส้นใยกลุ่มที่ 2, 3, 5 และ 6 ที่ผ่านการฟอกขาว หรือ ขจัดกัม และฟอกขาว มีกัมเหลืออยู่น้อยที่สุด การขจัดกัมด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และ การฟอกขาวด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ทำให้กัมเหลืออยู่น้อยและยังทำให้เส้นใยมีความขาว และ ค่า L* เช่นเดียวกับเส้นใยที่ล้างสารซักฟอกและฟอกขาว (กลุ่ม 5)

ตารางที่ 16 ปริมาณกัมตกค้างในเส้นใยสับปะรดที่ผ่านกรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีต่าง ๆ

กลุ่มที่	กรรมวิธี	ปริมาณกัมตกค้าง (%)
	ตากแดด	37.94 c
1	ล้างน้ำ	26.13 b
2	ล้างน้ำ+ฟอกขาว	23.36 a
3	ล้างน้ำ+ขจัดกัม+ฟอกขาว	22.85 a
4	ล้างสารซักฟอก+ฟอกขาว	25.64 b
5	ล้างสารซักฟอก+ ฟอกขาว	23.78 a
6	ล้างสารซักฟอก+ขจัดกัม+ฟอกขาว	23.23 a

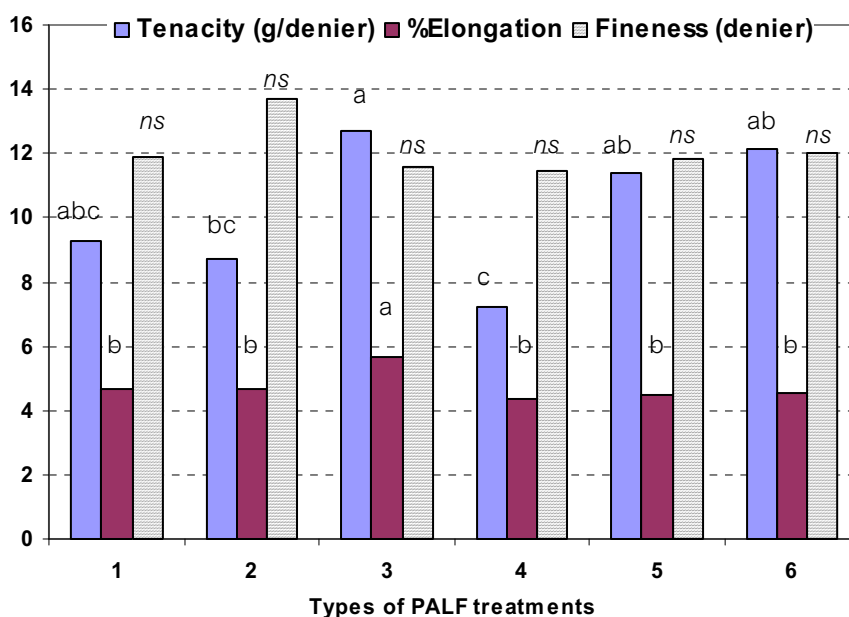
ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a, b, c) ในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงผลที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95% โดยผลที่ได้ในเชิงบวกจะแสดงด้วย a

ตารางที่ 17 ค่าความขาว และค่าความสว่าง (L*) ของเส้นใยสับปะรดที่ผ่านกรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการต่าง ๆ

กลุ่มที่	Whiteness	L*
1	-23.28 $\pm$ 0.20 e	77.37 $\pm$ 0.09 c
2	8.13 $\pm$ 2.66 c	82.48 $\pm$ 1.17 ab
3	13.45 $\pm$ 2.16 bc	81.94 $\pm$ 2.90 b
4	1.63 $\pm$ 2.41 d	82.25 $\pm$ 0.14 b
5	19.52 $\pm$ 0.58 a	85.02 $\pm$ 0.25 a
6	17.68 $\pm$ 4.40 ab	83.4 $\pm$ 0.72 ab

ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a, b, c, d, e) ในคอลัมน์เดียวกัน แสดงถึงผลที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95% โดยผลที่ได้ในเชิงบวกจะแสดงด้วย a

สำหรับสมบัติทางเชิงกลของเส้นใยสับปะรดกลุ่มต่าง ๆ พบว่า เส้นใยที่ล้างน้ำแล้วผ่านการขจัดกัมและฟอกขาว (กลุ่มที่ 3) มีค่าความแข็งแรงจำเพาะ (Tenacity) และค่า %การยืดตัวขณะขาด(Elongation)สูงสุด และให้ค่าความแข็งแรงจำเพาะไม่แตกต่างกับกลุ่มของเส้นใยที่ล้างด้วยสารซักฟอกแล้วผ่านการขจัดกัมอย่างเดียว (กลุ่ม 5) และเส้นใยที่ล้างด้วยสารซักฟอกและผ่านการขจัดกัมและฟอกขาว (กลุ่ม 6) สำหรับขนาดของเส้นใยสับปะรดทุกกลุ่ม พบว่า มีค่าในช่วง 11.48-13.68 ดีเนียร์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับ 95% แสดงว่าการขจัดกัมและฟอกขาว ช่วยลดปริมาณกัมที่มีในเส้นใยสับปะรด และกำจัดสิ่งเจือปนอื่นออก รวมทั้งทำให้เส้นใยมีความขาวขึ้น ซึ่งส่งผลให้สมบัติของความแข็งแรงจำเพาะมีค่าเพิ่มขึ้น แต่การปรับปรุงสมบัติดังกล่าว ไม่ทำให้ขนาดของเส้นใยลดลง



รูปที่ 33 สมบัติทางเชิงกลและขนาดเส้นใยของเส้นใยสับปะรดที่ผ่านกรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการต่าง ๆ

1. การหาปริมาณผลผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตด้วยผสมเส้นใยฝ้ายและเส้นใยสับปะรดที่ผ่านกรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีต่าง ๆ

เส้นใยสับปะรดที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการต่าง ๆ จะนำมาเปิดเส้นใยด้วยเครื่องเปิดเส้นใย หรือ mini-opener เพื่อกระจายเส้นใย และคัดเลือกเส้นใยที่มีขนาดละเอียดและมีความนุ่ม ก่อนที่จะนำมาผสมกับฝ้าย ที่อัตราส่วนของเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่ 35/65 แล้วผสมด้วยมือ และเข้าเครื่องสาวเส้นใย หรือ mini-card เพื่อเตรียมแผ่น web และกระจายเส้นใยให้สม่ำเสมอ สำหรับเตรียมสไลเวอร์หรือลูกหลี่ด้วยมือ สำหรับเตรียมเข้าเครื่องปั่นมือ ตามกระบวนการผลิตด้วยผสมในส่วนที่ 1

สำหรับเส้นใยสับปะรดที่ผ่านกรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการต่าง ๆ เมื่อผ่านขั้นตอนการผลิตด้วยผสมมีปริมาณผลผลิตต่าง ๆ ดังแสดงใน ตารางที่ 18 สำหรับเครื่องเปิดเส้นใย พบว่า การเปิดเส้นใยครั้งที่ 1 เส้นใยสับปะรด กลุ่มที่ 3 และ 6 ซึ่งเป็นเส้นใยที่ผ่านการขจัดกัมและฟอกขาว มีปริมาณผลผลิตมาก และเมื่อเปิดเส้นใยครั้งที่ 2 พบว่า ปริมาณเส้นใยของกลุ่มที่ 1, 4 และ 5 สามารถผ่านเครื่องเปิดเส้นใยได้มากกว่า 13% เมื่อรวมปริมาณเส้นใยที่ผ่านเครื่องเปิดเส้นใยทั้ง 2 ครั้ง พบว่า เส้นใยกลุ่มผ่านการขจัดกัมและฟอกขาว (กลุ่มที่ 3 และ 6) มีปริมาณผลผลิต มากถึง 64-67% สำหรับเครื่องสาว

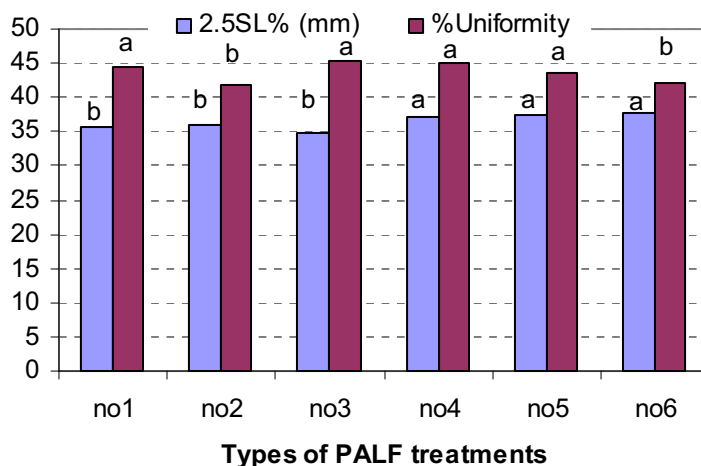
เส้นใย พบว่า เส้นใยผสมสับปะรดกลุ่มที่ 3 และ 6 กับฝ้าย มีปริมาณผลผลิตสูงกว่าเส้นใยกลุ่มอื่น ส่วนผลผลิตที่ได้จากการปั่นด้ายแบบมือ มีค่าแปรระหว่าง 91 – 98% การใช้เส้นใยสับปะรดที่ผ่านกระบวนการขจัดกัมและฟอกขาว ทำให้เส้นใยมีความสะอาดสูง ซึ่งทำให้ได้ผลผลิตสูงกว่าเส้นใยสับปะรดที่ผ่านการล้างน้ำหรือล้างสารซักฟอกอย่างเดียว

ตารางที่ 18 ปริมาณผลผลิตในแต่ละขั้นตอนการผลิตด้ายจากเส้นใยสับปะรดที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีต่างๆ ที่อัตราส่วนสับปะรดต่อฝ้าย 35/65

กลุ่มที่	1	2	3	4	5	6
เครื่องเปิดเส้นใย						
ครั้งที่ 1 - % yield	42.75	49.00	59.44	47.42	50.58	54.42
ครั้งที่ 2 - % yield	13.75	11.39	8.04	13.14	16.52	9.63
Total	56.5	60.39	67.46	60.56	67.1	64.04
เส้นใยสับปะรด/ฝ้าย ที่อัตราส่วน 35/65	1	2	3	4	5	6
เครื่องสาวเส้นใย						
- % yield	91.30	93.98	95.14	92.81	93.64	97.42
เครื่องปั่นด้ายแบบมือ						
- % yield	98.06	91.84	94.38	92.48	96.88	95.40
รวมทั้งสิ้น	50.58	57.30	60.57	51.98	55.43	59.52

2. สมบัติทางกายภาพของเส้นใยและเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายหลังผ่านกระบวนการผลิต

หลังการผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายแล้วผ่านเครื่องสาวเส้นใย จะทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อวัดความยาวและความสม่ำเสมอ (%uniformity) ของเส้นใย เพื่อดูการกระจายตัวและความสม่ำเสมอหลังผสมของเส้นใยสับปะรดกลุ่มต่าง ๆ (รูปที่ 34) พบว่า ความยาวของเส้นใยผสมเส้นใยสับปะรดกลุ่มที่ 4 - 6 ยาวกว่าเส้นใยผสมเส้นใยสับปะรดกลุ่มที่ 1 - 3 แต่ค่าความสม่ำเสมอของความยาวของเส้นใย ผสมกลุ่มที่ 1, 3 - 5 มีค่าสูงกว่ากลุ่มเส้นใยสับปะรดที่เหลือ



รูปที่ 34 ความยาว 2.5% SL และความสม่ำเสมอของความยาว ของเส้นใยสับปะรดชนิดต่าง ๆ ผสมฝ้าย ที่อัตราส่วน 35/65 หลังผ่านเครื่องสาวเส้นใย

ค่าสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดชนิดต่าง ๆ ที่อัตราส่วนเส้นใยสับปะรด ผสมฝ้ายที่ 35/65 แสดงใน ตารางที่ 19 ขนาดของเส้นด้ายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95% โดยฝ้ายมีขนาดเล็กที่สุด และ ด้ายผสมเส้นใยสับปะรดกลุ่มที่ไม่ได้ล้างด้วยน้ำยาซักฟอก (กลุ่ม 1 และ 3) มีขนาดใหญ่ที่สุด ส่วนจำนวนเกลียวด้ายมีความแตกต่างกัน เมื่อคิดแบบ ANOVA – CRD แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ Multiple range test ชนิด Boufferoni พบว่า ไม่สามารถระบุว่าด้ายชนิดใดที่แตกต่างกัน หรือ อาจกล่าวได้ว่า ความแตกต่างมีค่าน้อยมาก ส่วนค่าความเหนียวและการยืดตัวขณะขาดของเส้นด้ายไม่มีความแตกต่างกัน รวมทั้งลักษณะของความไม่สม่ำเสมอและจุดบกพร่องบนเส้นด้าย หรือ ความไม่สมบูรณ์ของเส้นด้ายที่ตรวจวัดโดยผิวสัมผัส (Imperfections/1000 m) ของเส้นด้าย ได้แก่ เส้นบาง เส้นหนา ของเส้นด้ายชนิดต่าง ๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 19 และ รูปที่ 35) ยกเว้นส่วนของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดกลุ่มที่ 1 ซึ่งมีความเป็นเนป(Neps)มากที่สุด และเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดกลุ่มที่ 6 มีความเป็นปมต่ำสุด นอกจากนี้การผสมเส้นใยสับปะรดทำให้เส้นด้ายมีความเป็นขนมากกว่าเส้นด้ายฝ้าย โดยมีเส้นใยสับปะรดโผล่ออกมา (รูปที่ 36) เพื่อเป็นการเปรียบเทียบความสม่ำเสมอของเส้นด้ายด้วยสายตา (รูปที่ 37) พบว่า เส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดกลุ่มที่ 6 ให้เส้นด้ายสม่ำเสมอ มีส่วนหนาส่วนบาง และปม น้อยกว่าเส้นด้ายผสมกลุ่มอื่น แต่ฝ้ายมีระยะห่างระหว่างด้ายมากกว่าเส้นด้ายผสม แต่มีส่วนหนา และปม น้อยกว่าเส้นด้ายผสม จากการจัดลำดับความสม่ำเสมอของเส้นด้ายจากมากไปน้อย ดังนี้ เส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดกลุ่มที่ ฝ้าย > 6 > 4 > 3 > 5 > 2 > 1

ดังจะเห็นได้ว่า เส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดกลุ่มที่ 6 ที่ได้จากการล้างด้วยน้ำยาซักฟอก และผ่านการขัดกัมและฟอกขาว ให้ผลผลิตสูงหลังผ่านเครื่องกระจายเส้นใย เส้นใยมีปริมาณกัม 23.23 % ความยาว 17.68 ขนาดเส้นใย 11.99 ดีเนียร์ และสมบัติทางเชิงกลของเส้นใย ดังนี้ คือ ความแข็งแรงจำเพาะ (Tenacity) 12.14 กรัมต่อดีเนียร์ %การยืดตัวขณะขาด

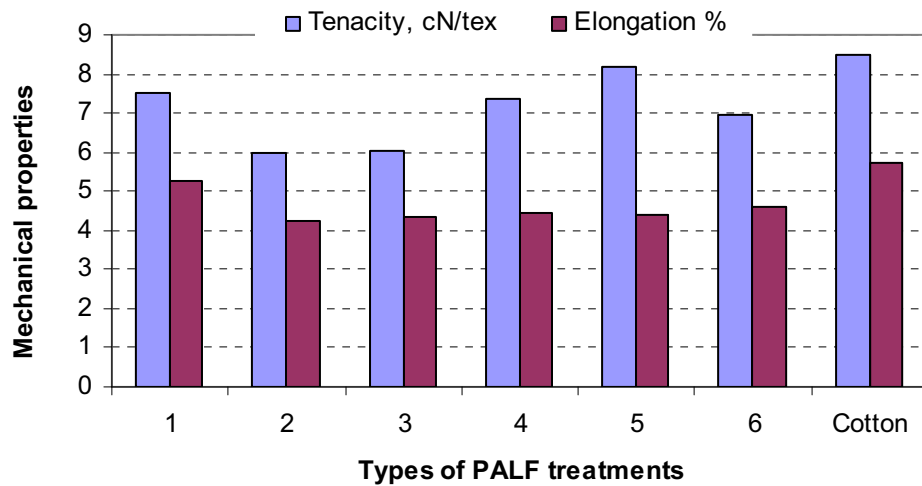
4.55 เมื่อนำมาผสมกับเส้นใยฝ้าย ทำให้สมบัติของเส้นด้ายเบอร์ 5.74 มีความแข็งแรงจำเพาะ (Tenacity) 6.96 กรัมต่อดีเนียร์ และ % การยืดตัวขณะขาด 4.59 สำหรับค่าความสม่ำเสมอของเส้นด้าย พบว่า มีค่า %CV 34.33 neps 535 hairiness 11.84 รวมทั้งมีความสม่ำเสมอของการพันกระดาน scriplane ดีกว่าเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดกลุ่มอื่น

ตารางที่ 19 สมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดชนิดต่าง ๆ ผสมกับฝ้าย ที่อัตราส่วน 35/65

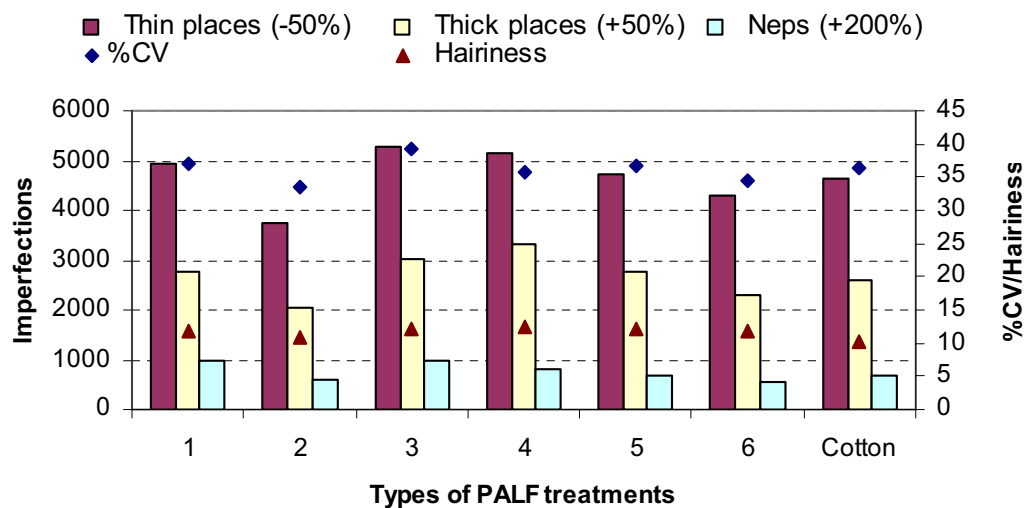
กลุ่มของเส้นใยสับปะรด	1	2	3	4	5	6	Cotton
เบอร์ด้าย, Ne	5.60 b	5.94 ab	5.29 b	6.48 ab	6.87 ab	5.74 ab	8.23 a
เบอร์ด้าย, tex	110.50 b	100.96 ab	115.91 b	91.55 ab	87.38 ab	105.17 ab	73.47 a
จำนวนเกลียวด้าย , รอบต่อนิ้ว*	13.22 ns	12.63 ns	9.72 ns	9.56 ns	12.22 ns	10.33 ns	11.71 ns
สมบัติทางเชิงกล (Mechanical properties)							
ความแข็งแรงจำเพาะ (Tenacity), (cN/tex)	7.52 ns	5.99 ns	6.04 ns	7.35 ns	8.16 ns	6.95 ns	8.47 ns
การยืดตัว(Elongation),%	5.29 ns	4.26 ns	4.34 ns	4.45 ns	4.38 ns	4.59 ns	5.71 ns
สมบัติความสม่ำเสมอ (Evenness)							
CV ของความไม่สม่ำเสมอ (Unevenness), %	36.93 ns	33.56 ns	39.21 ns	35.71 ns	36.63 ns	34.33 ns	36.24 ns
จุดบกพร่องบนเส้นด้าย หรือ ความไม่สมบูรณ์ของเส้นด้าย (Imperfections/1000 m)							
พื้นที่บาง (Thin places, -50%)	4935 ns	3733 ns	5283 ns	5155 ns	4705 ns	4298 ns	4620 ns
พื้นที่หนา (Thick places, +50%)	2760 ns	2050 ns	3027 ns	3310 ns	2787 ns	2316 ns	2595 ns
ปม (Neps, +200%)	980 b	575 ab	975 ab	820 ab	697 ab	535 a	685 ab
การขึ้นขน (Hairiness)	11.85 abc	10.89 ab	12.17 bc	12.58 c	12.16 bc	11.84 abc	10.08 a

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

ค่า ns หมายถึง ผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95%



รูปที่ 35 สมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดที่ผ่านวิธีการต่าง ๆ และฝ้ายที่อัตราส่วน 35/65

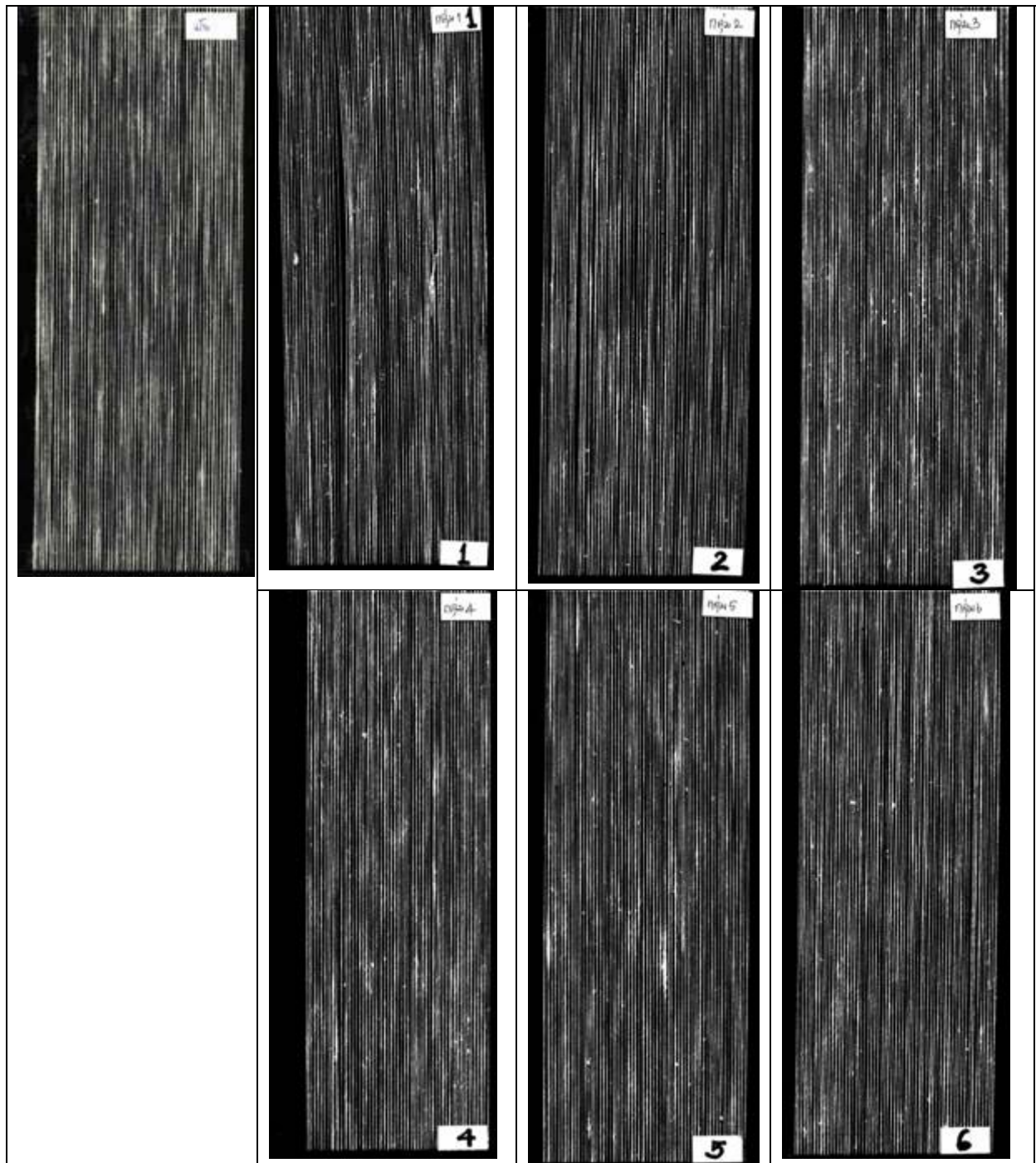


รูปที่ 36 สมบัติความสม่ำเสมอของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดชนิดต่าง ๆ กับฝ้าย เมื่อทดสอบด้วย Uster

3. สมบัติทางกายภาพของผ้าทอจากเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้าย

จากการเปรียบเทียบผ้าทอจากเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดกลุ่มต่าง ๆ ผสมฝ้ายที่อัตราส่วน 35/65 (ตารางที่ 20) พบว่า น้ำหนักต่อพื้นที่ ของผ้าทอจากเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดมีค่ามากกว่าผ้าทอจากด้ายฝ้าย เนื่องจากขนาดของเส้นใยสับปะรด และมีค่าไม่แตกต่างกันระหว่างผ้าทอจากเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดกลุ่มต่าง ๆ จำนวนเส้นด้ายต่อเซนติเมตร สำหรับเส้นยืน พบว่าจำนวนเส้นยืนของผ้าทอจากเส้นด้ายผสมมีค่าใกล้เคียงกับผ้าทอจากเส้นด้ายฝ้าย ส่วนเส้นพุ่งของผ้าทอจากเส้นด้ายผสม (15 – 17 เส้นต่อเซนติเมตร) มีจำนวนน้อยกว่าของผ้าทอจากฝ้าย (19.8 เส้นต่อเซนติเมตร) เนื่องจากเส้นด้ายผสมมีขนาดใหญ่กว่าเส้นด้ายฝ้าย สำหรับสมบัติของความต้านแรงดึงขาดของเส้นด้ายฝ้ายที่เป็นเส้นยืน และเส้นด้ายผสมที่เป็นเส้นพุ่ง ของผ้าทอชนิดต่าง ๆ มีค่าไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าความต้านแรงดึงขาดสำหรับเส้นยืนอยู่ระหว่าง 344 – 414 N และ สำหรับเส้นพุ่งอยู่ระหว่าง 512 – 588 N แต่ค่า% การยืดตัวขณะขาดของผ้า สำหรับเส้นยืน (ด้ายฝ้าย) ของผ้าทอจากเส้นด้ายผสมมีค่ามากกว่าผ้าทอจากฝ้าย โดยมีค่าระหว่าง 21.85 – 23.92 % ส่วนค่า % การยืดตัวขณะขาดของผ้าทอ

สำหรับเส้นพุ่ง (ด้ายผสม) ของผ้าทอนิตต่าง ๆ มีค่าไม่แตกต่างกัน สำหรับค่าความต้านแรงฉีกขาดสำหรับเส้นยืนของผ้าทอนิตต่าง ๆ มีค่าไม่แตกต่างกัน แต่สำหรับเส้นพุ่ง พบว่า ไม่สามารถวิเคราะห์ค่าความต้านแรงฉีกขาดได้ เนื่องจากเส้นด้ายผสมที่เป็นเส้นพุ่งมีความแข็งแรงมากกว่าเส้นด้ายฝ้ายที่เป็นเส้นยืน ทำให้การฉีกขาด เกิดขึ้นในแนวตั้งฉากกับทิศทางแรงที่ให้ ซึ่งอาจเนื่องจากความแข็งแรงของเส้นใยสับปะรด หรือ อาจเนื่องจากความหนาแน่นของเส้นด้ายสับปะรด (น้ำหนักต่อพื้นที่) มีมากกว่าเส้นด้ายฝ้าย



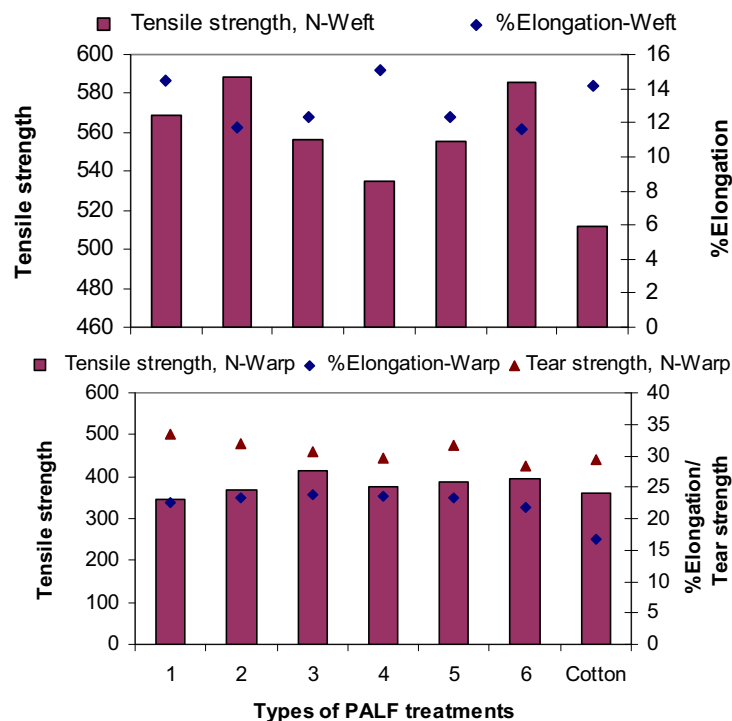
รูปที่ 37 สมบัติความสม่ำเสมอของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดชนิดต่าง ๆ กับฝ้าย เมื่อทดสอบด้วย seriplane

ตารางที่ 20 สมบัติทางกายภาพของผ้าทอจากเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่อัตราส่วน 35/65

กลุ่มเส้นใยสับปะรด	1	2	3	4	5	6	Cotton
น้ำหนักผ้า/พื้นที่ g/m ²	262.09 a	249.19 a	261.28 a	262.80 a	237.13 a	251.35 a	196.05 b
จำนวนเส้นด้าย/ซม.							
- เส้นยืน	17.0 ab	17.1 ab	17.1 ab	17.0 b	16.8 b	17.1 ab	17.4 a
- เส้นพุ่ง	15.1 c	16.2 bc	16.5 b	17.0 b	17.0 b	16.9 b	19.8 a
แรงดึงขาดของผ้า (Tensile strength), N							
- เส้นยืน-ด้ายฝ้าย	344.39 ns	366.66 ns	414.07 ns	376.42 ns	385.67 ns	394.80 ns	361.11 ns
- เส้นพุ่ง-ด้ายผสม	569.11 ns	588.31 ns	556.44 ns	534.55 ns	555.64 ns	585.84 ns	512.05 ns
การยืดตัวของผ้า, %							
- เส้นยืน-ด้ายฝ้าย	22.53 a	23.40 a	23.92 a	23.53 a	23.17 a	21.85 a	16.80 b
- เส้นพุ่ง-ด้ายผสม	14.44 ns	11.75 ns	12.35 ns	15.12 ns	12.32 ns	11.62 ns	14.12 ns
ความต้านแรงฉีกขาด (Tearing strength), N							
- เส้นยืน-ด้ายฝ้าย	33.42 ns	31.93 ns	30.73 ns	29.62 ns	31.69 ns	28.28 ns	29.40 ns
- เส้นพุ่ง-ด้ายผสม	**	**	**	**	**	**	31.26

ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a, b, c) ในแถวเดียวกัน แสดงถึงผลที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95% โดยผลที่ได้ในเชิงบวกจะแสดงด้วย a ค่า ns หมายถึง ผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95%

** ไม่สามารถวิเคราะห์ได้เนื่องจากแรงฉีกขาดที่เกิดขึ้นอยู่ในแนวขวางทิศทางของแรงที่ให้



รูปที่ 38 สมบัติทางเชิงกลของผ้าทอจากเส้นใยสับปะรดกลุ่มต่าง ๆ ผสมกับฝ้าย อัตราส่วน 35/65

ผลการทดลอง

ตอนที่ 3

การศึกษาผลของปริมาณเส้นใยสับปะรดและเบอร์ด้ายที่มีต่อสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายปั่นระดับ

อุตสาหกรรม

1. สมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่ปั่นระดับอุตสาหกรรม

การปั่นเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายในระดับอุตสาหกรรมที่อัตราส่วนต่าง ๆ เริ่มต้นที่การผสมเส้นใยทั้งสองในอัตราส่วน 50/50 ในขั้นตอน blow room เพื่อให้กระจายตัวได้ดี ให้มีการสูญเสียในปริมาณเท่ากัน และเป็นปริมาณสูงสุดที่ใช้สำหรับเส้นใยสับปะรด สำหรับอัตราส่วนอื่น ซึ่งมีปริมาณเส้นใยสับปะรดน้อยกว่าฝ้าย คือที่อัตราส่วนของเส้นใยสับปะรดผสมฝ้าย 25/75 และ 35/65 จะทำการใช้สไลเวอร์ของเส้นใยฝ้ายผสมในขั้นตอนการรีดปุ๋ย เพื่อให้เกิดการสูญเสียน้อย และเพื่อให้ความคุมปริมาณส่วนผสมได้คงที่ ดังนั้นในอัตราส่วนผสมของเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่ 50/50 จะเป็นผลของการผสมเส้นใยทั้งสองที่ blow room อย่างเดียว แต่ที่อัตราส่วนอื่นจะเป็นผลของการผสมเส้นใยทั้งสองชนิด ทั้งการผสมแบบเส้นใยและผสมแบบสไลเวอร์ จากการพิจารณาสมบัติทางกายภาพเส้นด้ายผสมที่อัตราส่วนและเบอร์ด้ายต่างๆ สำหรับการผลิตระดับอุตสาหกรรม แสดงใน ตารางที่ 21 พบว่าการเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพในแต่ละเบอร์ด้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ ด้วยการวิเคราะห์ค่า ANOVA-CRD แสดงในตาราง โดยให้เบอร์ด้ายใกล้เคียงกันระหว่างด้ายที่ผลิตจากเส้นใยผสมและเส้นใยฝ้ายล้วน เมื่อพิจารณาเฉพาะแต่ละเบอร์ด้าย พบว่า ด้ายผสมเส้นใยสับปะรดเบอร์ (Ne) 9.3 หรือ 64 tex มีจำนวนเกลียวประมาณ 12 เกลียวต่อนิ้ว ซึ่งมีมากกว่าด้ายฝ้ายล้วน เนื่องจากต้องการให้เส้นใยสับปะรดเกาะเกี่ยวและหมุนเข้าไปในเส้นด้ายได้ดีขึ้น สำหรับสมบัติทางเชิงกล พบว่า เส้นด้ายมีสมบัติทางเชิงกลลดลงเมื่อปริมาณเส้นใยสับปะรดมากขึ้น โดยที่ปริมาณเส้นใยสับปะรดที่ 25 และ 35% มีค่าความแข็งแรงจำเพาะไม่แตกต่าง และสมบัติการยืดตัวที่มีการผสมเส้นใยสับปะรดปริมาณต่าง ๆ มีค่าไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 39) สำหรับสมบัติความสม่ำเสมอ พบว่า ค่าที่ได้ให้ผลเช่นกันคือ การมีเส้นใยสับปะรดผสมมากขึ้นทำให้เส้นด้ายมีความไม่สม่ำเสมอ พื้นที่หนา บาง ปม เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการขึ้นขน ปริมาณเส้นใยสับปะรดที่ 35% ให้ลักษณะของเส้นด้ายที่มีความแข็งแรง และความสม่ำเสมอ รวมทั้งการขึ้นขนที่ดึกกว่าเส้นด้ายที่ปริมาณเส้นใยสับปะรดอื่น (รูปที่ 40)

สำหรับด้ายเบอร์ 14 ซึ่งมีจำนวนเกลียวต่อนิ้ว 16 พบว่า ด้ายผสมให้สมบัติทางเชิงกลที่แตกต่างและต่ำกว่าเส้นด้ายฝ้าย ซึ่งความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้มีมากกว่าความแตกต่างของด้ายผสมเส้นใยทั้งสองกับด้ายฝ้ายเบอร์ 9.3 (รูปที่ 39) และเส้นใยผสมที่อัตราส่วนต่าง ๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 95% ส่วนค่าการยืดตัว พบว่า เส้นใยผสมกับเส้นใยฝ้าย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 95% สำหรับสมบัติความสม่ำเสมอของเส้นด้าย พบว่า ปริมาณเส้นใยสับปะรดเพิ่มขึ้น ทำให้ความไม่สม่ำเสมอ พื้นที่ บาง หนา ปม และ การขึ้นขน มีมากกว่าเส้นด้ายฝ้าย โดยเฉพาะผลที่ได้มีต่อเส้นด้ายผสมเบอร์ 14 มากกว่าด้ายผสมเบอร์ 9.3 เนื่องจากเส้นใยสับปะรดมีขนาดเส้นใยใหญ่กว่าเส้นใยฝ้ายมาก เมื่อทำการผสมและปั่นให้ได้เส้นด้ายขนาดเล็ก หรือเบอร์ใหญ่ขึ้น เส้นใยสับปะรดจะอยู่บริเวณผิวมากกว่าเส้นใยฝ้าย ทำให้ลักษณะผิวสัมผัสของเส้นใยสับปะรด หรือความไม่สม่ำเสมอ มีมากกว่าเบอร์ด้ายขนาดใหญ่ สำหรับปริมาณเส้นใยสับปะรดที่ 25% ให้ผลของสมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายที่ดึกกว่าอัตราส่วนอื่น สำหรับด้ายเบอร์ 14 นี้ ส่วนด้ายเบอร์ 20 มีข้อจำกัดของการปั่นด้วยการใช้ปริมาณเส้นใยสับปะรดได้มากที่สุดเพียง 35% โดยใช้ปริมาณเกลียว 18 รอบต่อนิ้ว เนื่องจากข้อจำกัดของขนาดเส้นใยสับปะรดที่ใหญ่ ในการปั่นด้ายขนาดเล็ก ผลของสมบัติทางเชิงกลที่ได้ พบว่าเส้นด้ายมีค่าสมบัติของความ

แข็งแรงจำเพาะและการยืดตัวลดลงมาก สำหรับสมบัติความสม่ำเสมอ ให้ผลเช่นเดียวกัน คือ ที่ปริมาณเส้นใยสับปะรดมาก ถึง 35% ทำให้สมบัติความไม่สม่ำเสมอ พื้นที่บาง หนา ปม และการขึ้นขนมีค่ามาก ซึ่งข้อจำกัดของการใช้เส้นใยสับปะรด ควรใช้ที่ 25% สำหรับด้ายเบอร์ 20

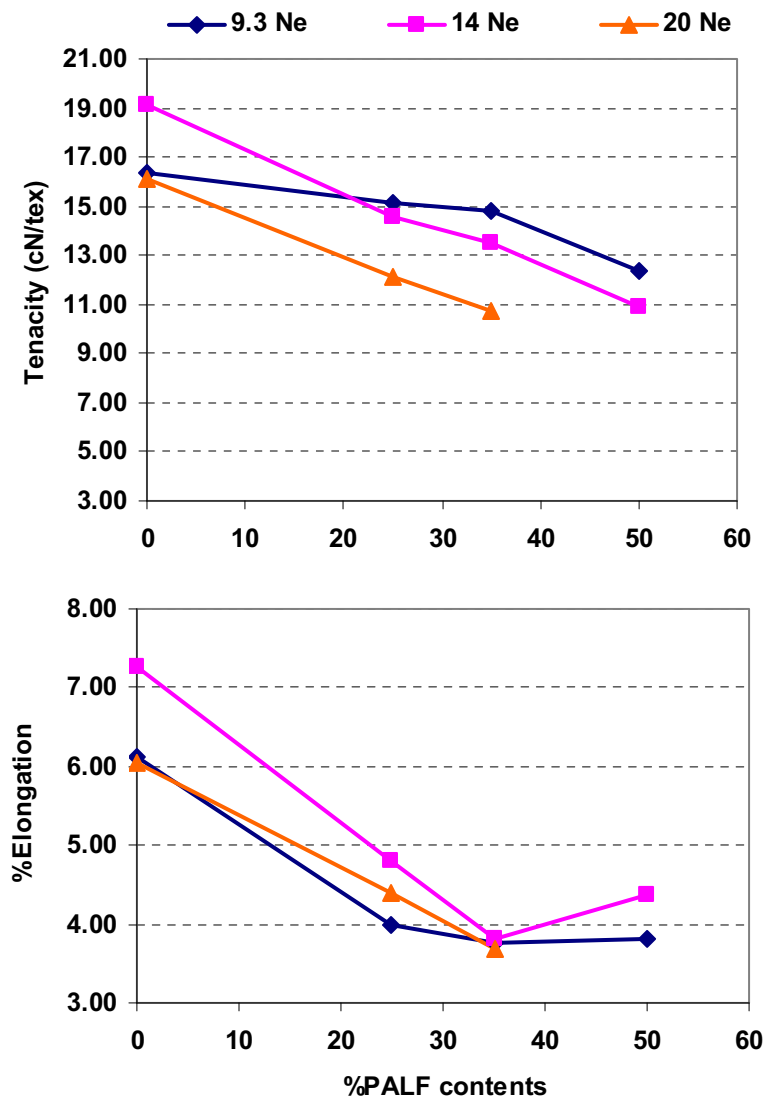
นอกจากนี้ยังทำการเปรียบเทียบด้วยสายตาด้วยการทดสอบการพันกระดานแบบ scriplane ระหว่างเส้นด้ายฝ้าย และเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดกับฝ้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ ดังแสดงใน รูปที่ 41 พบว่า เมื่อพิจารณาที่ เบอร์ด้าย 9.3 การเพิ่ม ปริมาณเส้นใยสับปะรด ทำให้เส้นด้ายมีลักษณะของเส้นใยสับปะรดที่มีปลายโผล่ออกจากผิวเส้นด้าย ทำให้ความสม่ำเสมอ ลดลง การกระจายของเส้นด้ายใน scriplane เห็นมีช่องว่างระหว่างเส้นด้ายแคบ กว้าง และ ปุ่มปม มากกว่าเส้นด้ายฝ้าย เมื่อ เบอร์ด้ายมากขึ้นเป็นเบอร์ 14 และที่ปริมาณเส้นใยสับปะรดมากขึ้น จะเห็นเส้นใยสับปะรดโผล่ออกจากผิวเส้นด้าย แต่เมื่อ เบอร์ด้ายมากขึ้นเป็นเบอร์ 20 ปริมาณเส้นใยสับปะรดที่โผล่ออกมา และบริเวณความหนา บาง ไม่แตกต่างกับเบอร์ด้าย 14 อาจเนื่องจากเมื่อปั่นด้ายเบอร์ละเอียดขึ้น ขนาดของเส้นใยสับปะรดที่มีความหนากว่าเส้นใยฝ้ายไม่สามารถจะปั่นเข้าไปใน พื้นที่หน้าตัดได้หมด ทำให้เส้นใยเกิดการหลุดออกไปได้มากขึ้น เส้นใยสับปะรดที่เหลืออยู่จึงมีสัดส่วนน้อยกว่าที่เป็นจริง จึงส่งผลให้ค่าการขึ้นขนเมื่อเบอร์ด้ายมากขึ้น มีขนาดลดลง

การทดลองการปั่นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายระดับอุตสาหกรรมนี้ ถือเป็นการแสดงถึงความเป็นไปได้ใน การผลิตและดัดแปลงเครื่องจักรให้เหมาะกับการใช้กับเส้นใยสับปะรด อย่างไรก็ตามต้นทุนการผลิตยังไม่สามารถคำนวณ ได้ เนื่องจากเป็นการผลิตปริมาณน้อยเพียง 10 กิโลกรัม ซึ่งถ้าปริมาณการผลิตที่มากกว่านี้ จะทำให้สามารถคำนวณต้นทุน ได้

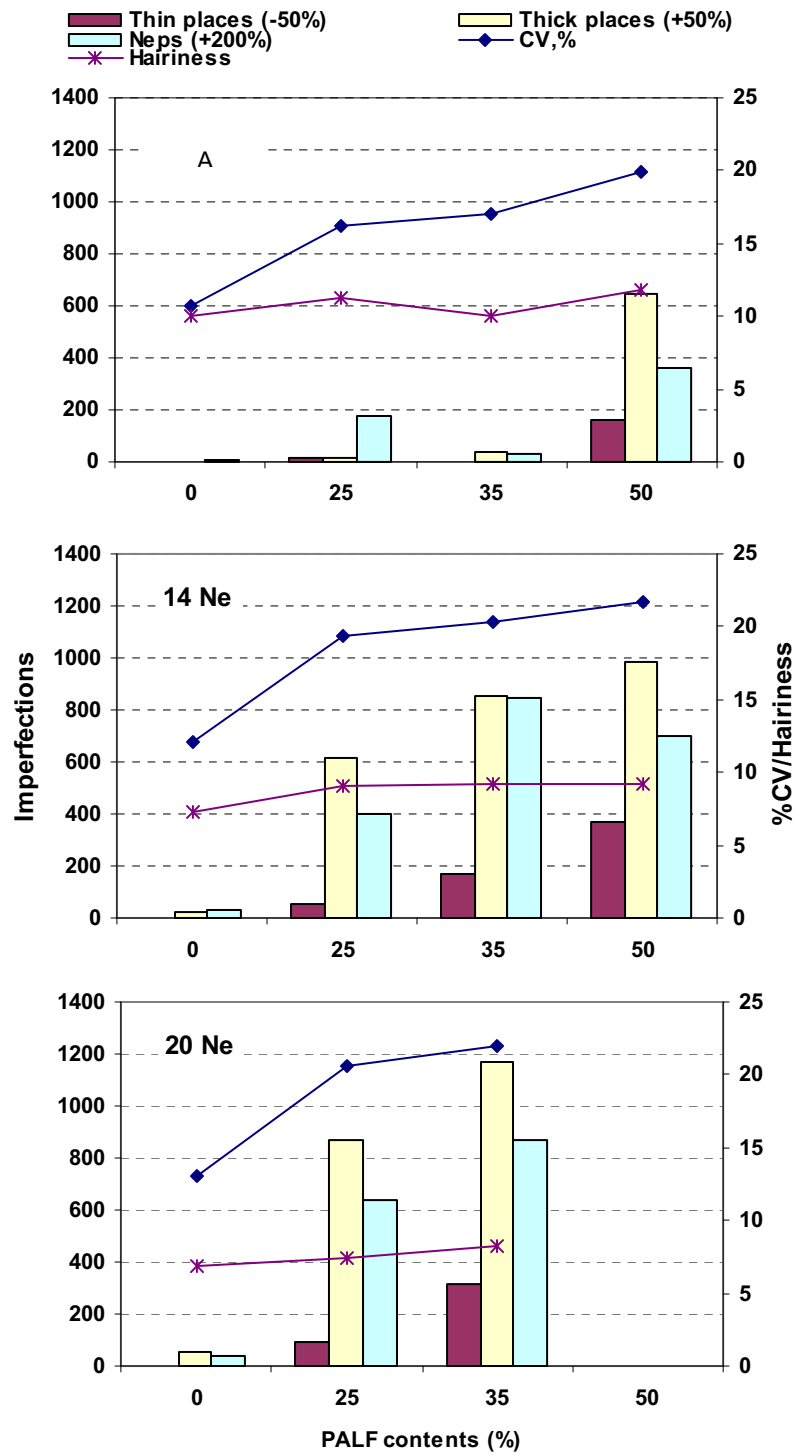
ตารางที่ 21 สมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับประรดชนิดต่าง ๆ ผสมกับฝ้าย ที่อัตราส่วนและเบอร์ด้ายต่าง ๆ

	ด้ายเบอร์ 9.3 Ne				ด้ายเบอร์ 14 Ne				ด้ายเบอร์ 20 Ne			
เส้นใยสับประรดฝ้าย	0/100	25/75	35/65	50/50	0/100	25/75	35/65	50/50	0/100	25/75	35/65	
เบอร์ด้าย, Ne	9.68	9.14	9.20	8.97	13.70	13.94	14.11	13.47	20.00	20.31	20.16	
เบอร์ด้าย, tex	57.85	64.54	64.13	65.80	43.07	42.32	41.81	43.80	29.50	29.05	29.27	
จำนวนเกลียวด้าย, รอบต่อนิ้ว*	10.00	12.15	12.54	12.13	14.69	15.18	15.91	16.50	17.41	18.47	18.37	
สมบัติทางเชิงกล (Mechanical properties)												
ความแข็งแรงจำเพาะ (Tenacity), (cN/tex)	16.33 a	15.15 b	14.82 b	12.33 c	19.17 a	13.02 b	13.47 b	12.21 b	16.15 a	12.16 b	10.72 b	
การยืดตัว(Elongation),%	6.12 a	3.98 b	3.76 b	3.82 b	7.27 ns	4.81 ns	3.82 ns	4.37 ns	6.05 a	4.39 b	3.67 c	
สมบัติความสม่ำเสมอ (Evenness)												
CV ของความไม่สม่ำเสมอ (Unevenness), %	10.73 a	16.23 b	16.97 b	19.90 c	12.06 a	19.35 b	20.33 c	21.24 d	13.01 a	20.63 b	22.03 c	
พื้นที่บาง (Thin places, -50%)	0 a	13 c	2 b	165 d	1 a	56 a	170 b	366 c	0 a	92 b	318 b	
พื้นที่หนา (Thick places, +50%)	3 a	13 a	136 b	648 c	26 a	619 b	852 c	987 c	52 a	869 b	1168 c	
ปม (Neps, +200%)	5 a	174 c	89 b	358 d	28 a	398 b	844 d	697 c	42 a	639 b	871 c	
การขึ้นขน (Hairiness)	9.98 a	11.20 b	9.73 a	11.84 b	7.33 a	9.10 c	9.17 c	9.26 b	6.92a	7.38 a	8.20 b	

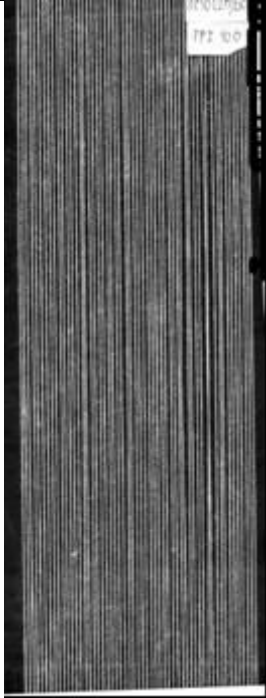
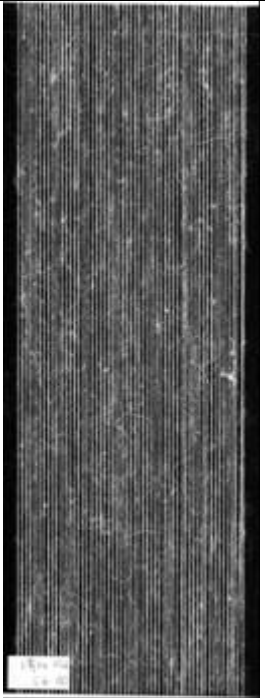
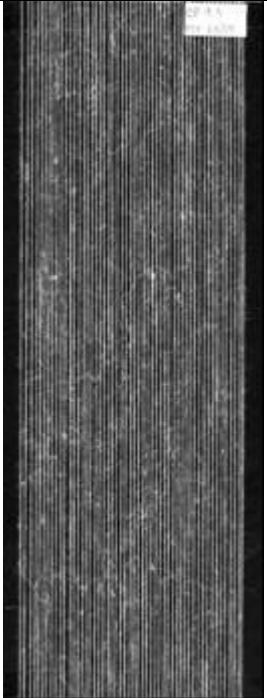
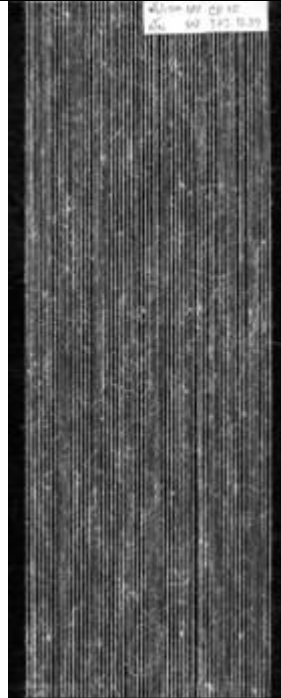
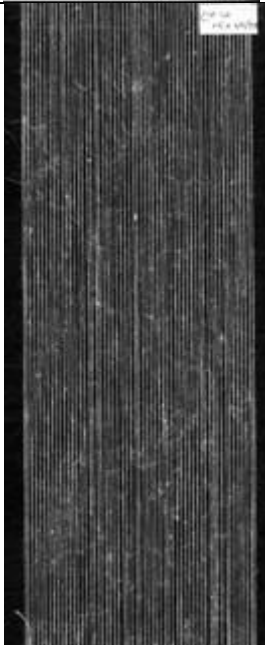
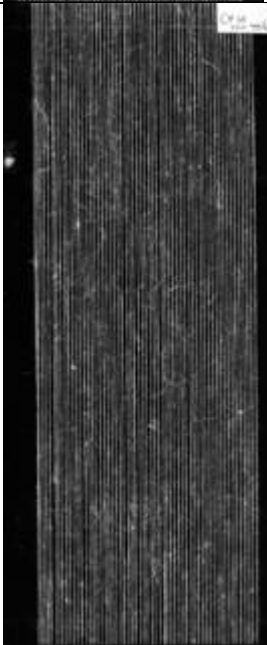
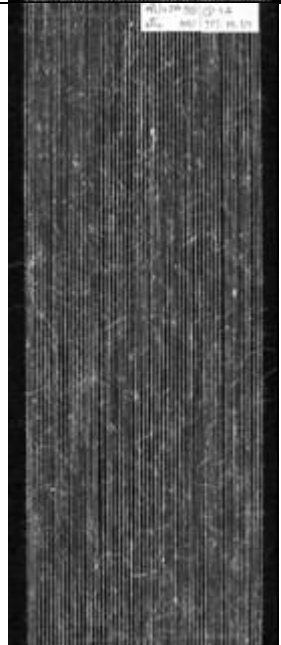
ตัวอักษรที่แตกต่างกัน (a, b, c) ในแถวเดียวกันในแต่ละเบอร์ด้าย แสดงถึงผลที่ได้มีความแตกต่างกันของอัตราส่วนต่าง ๆ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95% โดยผลที่ได้ในเชิงบวกจะแสดงด้วย a คำว่า ns หมายถึง ผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95%



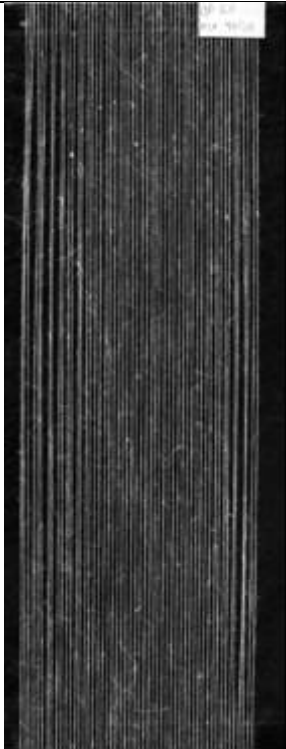
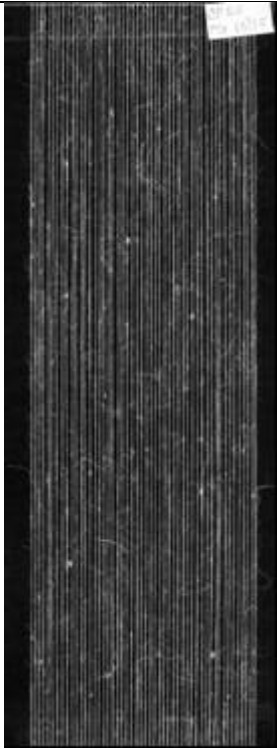
รูปที่ 39 สมบัติทางเชิงกลของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่ปริมาณและเบอร์ด้ายต่าง ๆ



รูปที่ 40 สมบัติความสม่ำเสมอของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่ปริมาณและเบอร์ด้ายต่าง ๆ

เบอร์ ด้าย	อัตราส่วนสับปรดต่อฝ้าย			
	0/100	25/75	35/65	50/50
10				
14				

รูปที่ 41 สมบัติความสม่ำเสมอของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปรด กับฝ้าย ที่อัตราส่วนและเบอร์ด้ายต่าง ๆ เมื่อทดสอบด้วย seriplane

เบอร์ ด้าย	อัตราส่วนสับปะรดต่อฝ้าย			
	0/100	25/75	35/65	50/50
20				

รูปที่ 41 (ต่อ) สมบัติความสม่ำเสมอของเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรด กับฝ้าย ที่อัตราส่วนและเบอร์ด้ายต่าง ๆ เมื่อทดสอบด้วย seriplane

สรุปผลการทดลอง

เส้นใยสับปะรดซึ่งเป็นเศษเหลือทางการเกษตร (waste) ที่เกิดขึ้นในการปลูกสับปะรดเพื่อใช้บริโภคและส่งออก มีศักยภาพที่จะนำมาผลิตเป็นเส้นด้ายผสมระหว่างเส้นใยสับปะรด/ฝ้ายในระบบปั่นด้ายใยสั้น (ฝ้าย) ได้ จากการทดลองนี้ สามารถผสมในอัตราส่วนเส้นใยสับปะรดกับฝ้ายระหว่าง 25:75, 35:65, 50:50 ได้เท่านั้น ไม่สามารถผลิตเส้นด้ายจากเส้นใยสับปะรด 100% และด้ายผสมที่ปั่นได้มีขนาดใหญ่กว่าด้ายฝ้าย จากการทดสอบสมบัติความแข็งแรงจำเพาะ การยืดตัว และความสม่ำเสมอด้วยเครื่อง Uster พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นการขึ้นขนของด้ายผสมมีมากกว่าด้ายฝ้าย และเมื่อตรวจสอบทางสายตาด้วยอุปกรณ์ Sripplane พบว่า เส้นด้ายผสมมีความหนา บาง และ ปม กระจายตัวเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณเส้นใยสับปะรดมากขึ้น เมื่อนำเส้นด้ายที่อัตราส่วนต่าง ๆ มาใช้เป็นเส้นพุ่งในผืนผ้า และด้ายฝ้ายโรงงานเป็นเส้นยืน พบว่า ค่าความต้านแรงฉีกขาดในแนวเส้นยืน และในแนวเส้นพุ่ง ของผ้าทอจากเส้นด้ายผสม สูงกว่าผ้าทอจากเส้นด้ายฝ้าย และมีค่าเพิ่มขึ้น ตามปริมาณของเส้นใยสับปะรด

ในการทดลองขั้นที่ 2 ได้เลือกอัตราส่วนของเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่ 35:65 เพื่อการศึกษาวิธีการปรับปรุงคุณภาพเส้นใยสับปะรดทางเคมี ให้มีปริมาณกัมลดลง ได้ทำการทดลอง 6 กรรมวิธี คือ กลุ่ม1) ล้างน้ำ กลุ่ม2) ล้างน้ำและฟอกขาว กลุ่ม3) ล้างน้ำ ขจัดกัมและฟอกขาว กลุ่ม4) ล้างด้วยทีโพล กลุ่ม5) ล้างด้วยทีโพลและฟอกขาว และกลุ่ม6) ล้างด้วยทีโพล, ขจัดกัม และฟอกขาว จากการทดลองนี้พบว่า เส้นใยกลุ่มที่ 6 ให้สมบัติของความมันวาว สว่าง ลดปริมาณกัมตกค้างได้สูงสุด และให้สมบัติทางเชิงกลและผลผลิตของเส้นด้ายสูงสุด เมื่อนำเส้นใยดังกล่าวมาปั่นผสมกับฝ้าย พบว่า สมบัติอื่นของเส้นด้ายผสมรวมทั้งสมบัติทางกายภาพของผ้าทอมีค่าไม่แตกต่างกัน ให้ขนาดด้ายค่อนข้างเล็ก และมีปม (Neps) ต่ำสุด รวมทั้งมีความสม่ำเสมอบนกระดานดำ (Sripplane) ดีที่สุดในกลุ่มทดสอบ

สำหรับการปรับปรุงคุณสมบัติเส้นใยตามกรรมวิธีกลุ่ม3) สามารถขจัดกัม และเส้นใยมีความแวววาว และสว่าง รองลงมาจากกลุ่ม6) และเมื่อนำมาผลิตเป็นเส้นด้ายและทอเป็นผืนผ้าได้ให้สมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายและผ้าทอไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่ม6) ดังนั้นการใช้ประโยชน์จากเส้นใยสับปะรดผสมฝ้ายที่อัตราส่วน 35/65 ในระบบปั่นด้ายสั้นของฝ้าย โดยเตรียมเส้นใยสับปะรดหลังผ่านเครื่องขูด แล้วล้างด้วยน้ำเปล่า แล้วขจัดกัมและฟอกขาว ตามกรรมวิธีของกลุ่ม3) ซึ่งเป็นกรรมวิธีที่สั้น ก็เพียงพอสำหรับงานปั่นด้ายและทอผ้า และผ้าที่ได้มีความแข็งแรง และ มันวาวเหมาะสำหรับการใช้ประดับเฟอร์นิเจอร์และตกแต่งบ้านได้

ในการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดกับฝ้ายในระดับอุตสาหกรรม พบว่า สามารถผลิตเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดได้เบอร์และอัตราส่วนต่าง ๆ โดยได้เบอร์ที่ละเอียดสุด คือ 20 ที่ปริมาณเส้นใยสับปะรด 25 และ 35% โดยที่สมบัติทางกายภาพและความไม่สม่ำเสมอจะลดลงเมื่อปริมาณการใช้เส้นใยสับปะรดมากขึ้น และการปั่นด้ายเบอร์สูงขึ้น จะให้สมบัติของความแข็งแรงจำเพาะลดลง แต่สำหรับสมบัติการยืดตัว พบว่า ไม่มีแนวโน้มของการเพิ่มหรือลดเมื่อปริมาณเบอร์ด้ายสูงขึ้น สำหรับความไม่สม่ำเสมอของเส้นด้าย พบว่า การปั่นด้ายเบอร์สูงขึ้น ทำให้เกิดความหนา บาง ปม มากขึ้น แต่มีแนวโน้มให้ค่าความขึ้นขน ลดลง และไม่มีผลต่อค่า CV%

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากปัญหาของความแข็งแรงต่อแรงดึงของเส้นใยผสมสับปะรดและฝ้ายยังมีค่าต่ำ ซึ่งเกิดจากการกระจายของ bundle fiber ของเส้นใยสับปะรดที่มีขนาดใหญ่ ดังนั้นจึงควรปรับปรุงการแยกเส้นใยให้มีขนาดเล็กลง ซึ่งอาจอาศัยการปรับปรุงทางกายภาพ เช่น ultrasonic เป็นต้น (Wang and Wang, 2004 ; Hurren et al., 2004)

นอกจากนี้คณะผู้วิจัยได้นำเส้นด้ายที่ผลิตในระดับอุตสาหกรรมดังกล่าว มาทอโดยใช้ที่กระตุกให้เป็นผืนผ้าโดยให้เส้นยืนเป็นด้ายฝ้ายเบอร์ 42/2 และให้เส้นพุ่งเป็นเส้นด้ายผสมเส้นใยสับปะรดและฝ้ายที่อัตราส่วนและเบอร์ต่าง ๆ สำหรับทอเป็นลายขัด 2 ตะกอล เพื่อให้ได้ผ้าทอกลุ่มต่าง ๆ รวมทั้งการนำผ้าทอมือที่ได้จากการปั่นเส้นด้ายด้วยมือ แล้วนำมาศึกษาการตกแต่งเพื่อฟอกขาว และกำจัดขนส่วนที่โผล่ออกจากผิวผ้าและปรับให้นุ่ม ที่โรงงานปากน้ำเท็กซ์ไทล์ โดยมีรายละเอียดของผ้ากลุ่มต่าง ๆ ดังตารางที่ 22 กระบวนการตกแต่งผ้าแต่ละกลุ่มมีขั้นตอนดัง ตารางที่ 23 และใช้เครื่องมือและกระบวนการดังแสดงใน รูปที่ 42

ตารางที่ 22 รายละเอียดของผ้าทอที่ได้จากการคัดกลุ่มประเภทผ้าตามลักษณะเนื้อสัมผัสเพื่อทำการตกแต่ง

กลุ่มที่	ชื่อ	เส้นยืน	เส้นพุ่ง
A ประเภทผ้านิ่ม	A1 ผ้าฝ้าย 100% ปั่นเครื่อง	ด้ายฝ้ายเบอร์ 42/2	ด้ายฝ้ายเบอร์ 9.3
	A2 ผ้าฝ้าย 100% ปั่นเครื่อง	ด้ายฝ้ายเบอร์ 42/2	ด้ายฝ้ายเบอร์ 14
	A3 ผ้าฝ้าย 100% ปั่นเครื่อง	ด้ายฝ้ายเบอร์ 42/2	ด้ายฝ้ายเบอร์ 20
B ประเภทผ้านิ่มปานกลาง	B1 ผ้าผสมเส้นใยสับปะรดปั่นเครื่อง	ด้ายฝ้ายเบอร์ 42/2	ด้ายผสมเส้นใยสับปะรด 25 % เบอร์ 9.3
	B2 ผ้าผสมเส้นใยสับปะรดปั่นเครื่อง	ด้ายฝ้ายเบอร์ 42/2	ด้ายผสมเส้นใยสับปะรด 35 % เบอร์ 9.3
	B3 ผ้าผสมเส้นใยสับปะรดปั่นเครื่อง	ด้ายฝ้ายเบอร์ 42/2	ด้ายผสมเส้นใยสับปะรด 50 % เบอร์ 9.3
	B4 ผ้าผสมเส้นใยสับปะรดปั่นเครื่อง	ด้ายฝ้ายเบอร์ 42/2	ด้ายผสมเส้นใยสับปะรด 25 % เบอร์ 14
	B5 ผ้าผสมเส้นใยสับปะรดปั่นเครื่อง	ด้ายฝ้ายเบอร์ 42/2	ด้ายผสมเส้นใยสับปะรด 35 % เบอร์ 14
	B6 ผ้าผสมเส้นใยสับปะรดปั่นเครื่อง	ด้ายฝ้ายเบอร์ 42/2	ด้ายผสมเส้นใยสับปะรด 50 % เบอร์ 14
	B7 ผ้าผสมเส้นใยสับปะรดปั่นเครื่อง	ด้ายฝ้ายเบอร์ 42/2	ด้ายผสมเส้นใยสับปะรด 25 % เบอร์ 20
	B8 ผ้าผสมเส้นใยสับปะรดปั่นเครื่อง	ด้ายฝ้ายเบอร์ 42/2	ด้ายผสมเส้นใยสับปะรด 35 % เบอร์ 20
C ประเภทผ้าแข็ง	C1 ผ้าผสมเส้นใยสับปะรดปั่นมือ	ด้ายฝ้ายเบอร์ 30/2	ด้ายผสมเส้นใยสับปะรด 35 % เบอร์ 5-6
	C2 ผ้าผสมเส้นใยสับปะรดปั่นมือไม่ฟอกขาว	ด้ายฝ้ายเบอร์ 30/2	ด้ายผสมเส้นใยสับปะรด 35 % เบอร์ 5-6



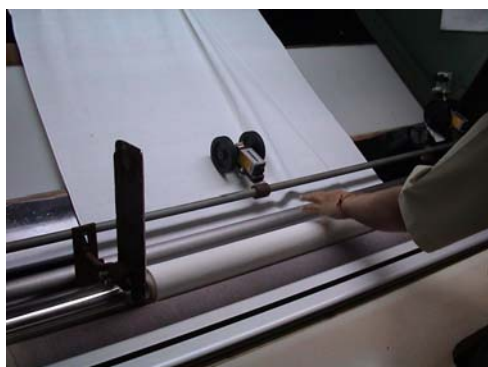
เครื่อง jet สำหรับการทำความสะอาดและฟอกขาว และการกำจัดขน



เครื่องอบผ้าให้แห้ง



เครื่อง stentex3 สำหรับการตกแต่งผ้าให้นุ่มด้วยสารปรับนุ่ม



กระบวนการบรรจุผ้าเข้าหลอดผ้า

รูปที่ 42 กระบวนการตกแต่งผ้าทอผสมเส้นใยสับปะรดในโรงงานอุตสาหกรรม

ตารางที่ 23 กระบวนการตกแต่งผ้าทอตามประเภทเนื้อสัมผัส

เบอร์ผ้า	ต้มสบู	ฟอกขาว	ตกแต่งผ้าด้วยการกำจัดขน	ตกแต่งให้ผ้านุ่ม
A1-3	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร โซเดียมซัลเฟต 1.5 กรัมต่อลิตร สบู่เทียม 1 กรัมต่อลิตร อุณหภูมิ 100 °C เวลา 30 นาที ด้วยเครื่อง jet (Tonggeng enterprise) ความเร็ว 15 เมตร/นาที		-	สารเคมี catsoft no. 7 เข้มข้น 50 g/l อุณหภูมิ 150 °C ด้วยเครื่อง stentex3 (Monforts-Montex) ความเร็ว 20 เมตร/นาที หน้าผ้า 36 นิ้ว %pick up = 70
B1-6			เอนไซม์เซลลูเลส Solusolf L 2% ที่ pH 5.5 อุณหภูมิ 55 °C เวลา 60 นาที ด้วยเครื่อง jet (Tonggeng enterprise) ความเร็วรอบ 100 เมตร/นาที แล้วอบผ้าให้แห้ง 100 °C	สารเคมี catsoft no. 7 เข้มข้น 50 g/l อุณหภูมิ 150 °C ด้วยเครื่อง stentex3 (Monforts-Montex) ความเร็ว 20 เมตร/นาที หน้าผ้า 37 นิ้ว %pick up = 70
B7-8				
C1				
C2	โซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 กรัมต่อลิตร สบู่เทียม 1 กรัมต่อลิตร อุณหภูมิ 100 °C เวลา 30 นาที ด้วยเครื่อง jet (Tonggeng enterprise) ความเร็ว 15 เมตร/นาที	-		สารเคมี catsoft no. 7 เข้มข้น 70 g/l อุณหภูมิ 160 °C ด้วยเครื่อง stentex3 (Monforts-Montex) ความเร็ว 20 เมตร/นาที หน้าผ้า 38 นิ้ว %pick up = 70

ผ้าที่ได้จากการตกแต่ง แสดงในรูปที่ 43 แต่ยังไม่ได้ทำการวัดสมบัติทางกายภาพอื่นๆ เนื่องจากเป็นขั้นตอนการศึกษาเริ่มต้น และต้องใช้ค่าใช้จ่ายในการทดสอบ จากลักษณะปรากฏและผิวสัมผัส พบว่า ผ้าที่ได้มีความนุ่มขึ้น และมีการทนต่อการหักพับ ได้มากขึ้น รวมทั้งการเกิดขนที่ปรากฏมีน้อยลงหลังจากการทำการตกแต่ง ทำให้ผ้าที่ได้สามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าเครื่องนุ่งห่มได้

รูปที่ 43 ตัวอย่างผ้าทอมือชนิดต่าง ๆ หลังการตกแต่ง

A1	ผ้าฝ้ายปั่นเครื่อง เส้นพุ่ง เบอร์ 9.3	B1	ผ้าผสมสับปะรด 25% ปั่นเครื่อง เบอร์ 9.3
A2	ผ้าฝ้ายปั่นเครื่อง เส้นพุ่ง เบอร์ 14	B2	ผ้าผสมสับปะรด 35% ปั่นเครื่อง เบอร์ 9.3
A3	ผ้าฝ้ายปั่นเครื่อง เส้นพุ่ง เบอร์ 20	B3	ผ้าผสมสับปะรด 50% ปั่นเครื่อง เบอร์ 9.3
		B4	ผ้าผสมสับปะรด 25% ปั่นเครื่อง เบอร์ 14
		B5	ผ้าผสมสับปะรด 35% ปั่นเครื่อง เบอร์ 14
C1	ผ้าผสมสับปะรด 35% ปั่นเครื่อง เบอร์ 5-6	B6	ผ้าผสมสับปะรด 50% ปั่นเครื่อง เบอร์ 14
C2	ผ้าผสมสับปะรด 35% ปั่นเครื่อง เบอร์ 5-6 ไม่ฟอกขาว	B7	ผ้าผสมสับปะรด 25% ปั่นเครื่อง เบอร์ 20
		B8	ผ้าผสมสับปะรด 35% ปั่นเครื่อง เบอร์ 20

เอกสารอ้างอิง

- Arora, R.K., and Singh, U.S. 1986. *Man-made textiles in India*. 29: 472.
- Bel-Berger, P., Kimmel, L., Boylston, E., Von Hoven, T., and Ramaswamy, G.N. 1999. Properties of kenaf/cotton blend yarns and fabrics. *In Kenaf Properties, Processing and Products*, Ed. by Sellers, T., Reichert, N.A., Columbus, E.P., Fuller, M.J., and Williams, K., Mississippi State University, Ag & Bio Engineering, MS, USA., p. 203-211.
- Doraiswamy, I., and Chellamani, P. 1991. Terminal report submitted to UNDP, New Delhi, India.
- Doraiswamy, I., Chellamani, P., Gunasekaran, R. 1991. Proceedings of the 32 nd Technological Conference held at SITRA, Coimbatore, June, 1991. pp. 203-207.
- Frydrych, R. and Drean, J-Y. 2000. A new method usable by researcher and spinners for short staple fibers microspinning. Beltwide Cotton Conferences, January 4-8, San Antonio, TX, USA, p. 1555-1556.
- Ghosh, S.K., and Sinha, M.K. 1977. Assessing textile value of pineapple fibre. *Ind. Text. J.* 88: 111-115.
- Hurren, C.J., Lecomte, S., and Wang, X. 2004. Determining residual gum content of bast fibres. Proceeding of The Textile Institute 83rd World Conference (83rd TIWC), May 23-27, 2004, Shanghai, China. p. 304-308.
- Saha, S.C., Das, B.K., Ray, P.K., Pandey, S.N., and Goswami, K. 1990. SEM studies of the surface and fracture morphology of pineapples leaf fibers. *Text. Res. J.* 726-731.
- Sinha, M.K. 1982. A review of processing technology for the utilisation of agro-waste fibres. *Agricul Wastes*, 4: 461-475.
- Sinha, M.K., and Ghosh, S.K. 1977. Processing of pineapple leaf fiber in jute machine. *Ind. Text. J.* 88, 105-110.
- Sinha, M.K., and Ghosh, S.K. 1978. Annual report of jute technological research laboratories, Calcutta, 14.
- Sinha, M.K., Ghosh, S.K., and Dey, S.K. 1979. Annual report of jute technology research laboratories, Calcutta, 12-15.
- Wang, H.M., and Wang, X. 2004. Hemp processing with microwave and ultrasonic treatments. Proceeding of The Textile Institute 83rd World Conference (83rd TIWC), May 23-27, 2004, Shanghai, China. p. 779-782.
- Yuanming, Z., Chongwen, Y. 2001. Properties and processing of the pineapple leaf fiber. *J of Dong Hua Univ.* 18(4): 24-26.
- Zheng, L., Du, B., Liu, J., and Huang, X. 2004. Mechanism of biological enzymatic single bath process degumming and modification for jute & kenaf bast fiber. Proceeding of The Textile Institute 83rd World Conference (83rd TIWC), May 23-27, 2004, Shanghai, China. p. 565-567.
-



ภาคผนวก

เรื่อง

รายงานการเดินทางไปศึกษาดูงาน ณ ประเทศอินเดีย

โดย

สุชาดา อุษชิน

วิบูลย์ น้อยใจบุญ

สงคราม เสนาธรรม

พรชัย ตูลพิจิตร

ทินโน ขวัญดี

สนับสนุนโดย

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

8-15 ธันวาคม 2545

คำขอบคุณ

คณะเดินทางขอขอบพระคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ได้จัดสรรงบประมาณค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ขอขอบพระคุณ รศ. วิชัย หอทัยธนาสันต์ และ ศ.(พิเศษ) อัจฉราพร ไสละสูต ที่ให้คำแนะนำ และ ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ และ กระทรวงอุตสาหกรรม ที่ได้อนุญาตให้คณะเดินทางไปศึกษาดูงาน และสุดท้ายขอขอบคุณ ดร. นิคม แหลมสัถ์ ที่ได้สนับสนุนและเสียสละเวลาเดินทางร่วมกับคณะ รวมทั้งทำหน้าที่เป็นหัวหน้าคณะเดินทางในครั้งนี้ด้วย

สารบัญ

	หน้า
กำหนดการเดินทาง	8
สถาบัน South India Textile Research Association (SITRA)	10
การผลิตเครื่องชูดใบสับปะรด (Decorticating machine)	17
องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยสับปะรด (Chemical constituents)	22
การแช่ฟอกเส้นใยสับปะรด	23
การลอกกาเส้นใยสับปะรด	24
วิธีการลอกกาเส้นใยสับปะรด	27
การวิเคราะห์ปริมาณกาที่ตกค้างในเส้นใยสับปะรด	28
การฟอกขาว	30
การย้อมสี	31
การผลิตเส้นด้ายและทอผ้าจากเส้นใยสับปะรด	35
การปั่นด้ายเส้นใยปอ	41
ผลิตภัณฑ์จากเส้นใยสับปะรด	43
การผลิตผ้าไม่ทอจากเส้นใยสับปะรด	45
การใช้ประโยชน์เศษเหลือจากการชูดใบสับปะรด	46
การผลิตกระดาษแข็ง	46
การผลิตเชื้อเพลิงชีว	50
เทคโนโลยีสิ่งทอของอินเดีย	51
สหกรณ์ Chennimalai	51
สหกรณ์ Chenkumar	51
Kumarapalayam PLSE SITRA center	53
Powerloom Station	54
การผลิตพรมแบบอินเดีย	54
การทอผ้ารองจาน	55
การทอผ้าเช็ดตัวแบบอินเดีย	55
การเย็บชมอศรมคานธี	56
การปั่นด้าย แบบ Ring spinning machine ด้วยมือ (Amber Charkha)	56
การกรอด้าย	58
การสับด้ายขึ้น	59
การทอด้วยอุปกรณ์ Jacquard	60
การปั่นด้ายด้วยเครื่อง	61
การทอและการถักผ้าด้วยเครื่องจักร	66
การผลิตหลอดลมเทียม	64
ประโยชน์ที่ได้รับ	67

แนวทางหลักของการวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีสิ่งทอพื้นบ้านไทยในอนาคต	67
บุคคลที่ให้การต้อนรับ	69

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 South India Textile Research Association (SITRA).....	10
รูปที่ 2 เครื่องชุดโอบสับประดที่ผลิตโดย SITRA, ประเทศอินเดีย.....	19
รูปที่ 3 หลังลอกกาว ต้องล้างน้ำให้สะอาดก่อนฟอกขาว	27
รูปที่ 4 ฟอกขาวด้วยคลอรีน แล้วล้างด้วยกรดเจือจาง	30
รูปที่ 5 การย้อมสีเส้นใยสับประด.....	34
รูปที่ 6 การปั่นด้ายเส้นใยปอ.....	42
รูปที่ 7 ผ้าทอลายเลโน(Leno) ผ้าย 100% เป็นเส้นยืน สับประด 100 % เป็นเส้นพุ่ง	43
รูปที่ 8 ผ้าไมทอที่ผลิตจากใยสับประด ด้วยวิธี Needle Punched Felt.....	45
รูปที่ 9 การผลิตกระดาษแข็งจากเศษผ้าและเส้นใยสับประด.....	48
รูปที่ 10 สถานที่ทำการ ของ Chencoptex A.A.399	51
รูปที่ 11 โรงงานฟอกย้อมสีที่ Chenkumartex Handloom Fabrics.....	53
รูปที่ 12 ศูนย์บริการออกแบบลายผ้า (CAD) ของ SITRA.....	54
รูปที่ 13 การทอพรหมของอินเดีย	54
รูปที่ 14 การทอผ้าหน้าแคบในอินเดียใช้กระสวยไร้แกน และกระสวยปลายมน	55
รูปที่ 15 ผ้าเช็ดตัวชาวอินเดียทอด้วยเครื่องทอผ้าระบบดอบบีเพื่อทำลายผ้า.....	55
รูปที่ 16 เครื่องผสมเส้นใยขนาดเล็ก (Blow room machine)	56
รูปที่ 17 เครื่องสาวเส้นใยขนาดเล็ก(Carding machine).....	56
รูปที่ 18 เครื่อง Roving machine ขนาดเล็กเพื่อผลิต Sliver สำหรับปั่นด้ายแบบ Ring spinning machine ด้วยมือ	56
รูปที่ 19 เครื่อง Roving machine ขนาดเล็กสำหรับผลิต roving ที่ใช้กับเครื่องปั่นด้าย แบบ Ring spinning machine ด้วยมือ	57
รูปที่ 20 เครื่องปั่นด้าย แบบ Ring spinning machine ด้วยมือ (Amber Charkha).....	57
รูปที่ 21 การกรอด้วยมอเตอร์	58
รูปที่ 22 การกรอด้วยมือโดยใช้แรงงานสตรี	58
รูปที่ 23 การสับด้ายยืนโดยใช้แรงงานผู้ชาย	59
รูปที่ 24 การสับด้ายยืนลงบนบีม (Beam).....	59
รูปที่ 25 การทอผ้าด้วยอุปกรณ์ Jacquard ในประเทศอินเดีย.....	60
รูปที่ 26 เครื่องผสมเส้นใย (Blow room)	61
รูปที่ 27 เครื่องสาวเส้นใย (Carding machine)	62
รูปที่ 28 เครื่องรีดปุ๋ย (Drawing machine)	62
รูปที่ 29 เครื่องหวีเส้นใย (Combing machine)	63
รูปที่ 30 เครื่อง Roving.....	64
รูปที่ 31 เครื่องปั่นด้ายแบบ Ring spinning machineชนิดหลอด Spool.....	64
รูปที่ 32 เครื่องปั่นด้ายแบบ Rotor spinning machine.....	64

รูปที่ 33 เครื่องทอผ้าด้วยไฟฟ้า (Weaving machine).....	65
รูปที่ 34 เครื่องถักผ้า (Knitting machine).....	65
รูปที่ 35 ผลิตภัณฑ์ลวดลาย.....	66

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยสับปะรดและฝ้าย.....	22
ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยที่ผ่านเครื่องขูดและการแช่ฟอก.....	23
ตารางที่ 3 คุณสมบัติของเส้นใยสับปะรดที่ผ่านกรรมวิธีต้มใน 5 % NaOH นาน 12 ชั่วโมง.....	25
ตารางที่ 4 กรรมวิธีการลอกกาวยของเส้นใยสับปะรดที่ SITRA ได้ทดลอง	25
ตารางที่ 5 ค่าความละเอียดและค่าความเหนียวของเส้นใยที่ผ่านการลอกกาวโดยใช้สารเคมี.....	26
ตารางที่ 6 สมบัติของเส้นด้ายใยสับปะรด	36
ตารางที่ 7 คุณสมบัติของผ้า.....	37
ตารางที่ 8 สมบัติของ Cover – Spun Yarns ด้วยเส้นใย PALF.....	38
ตารางที่ 9 สมบัติของเส้นด้ายที่ปั่นด้วยระบบ Dref Spinning System	39
ตารางที่ 10 รูปแบบของการทดลองปั่นด้ายที่ SITRA ในปี 1991.....	40
ตารางที่ 11 ผลกระทบจากเส้นใยสับปะรดที่ผลิตโดย SITRA.....	44
ตารางที่ 12 สมบัติของผ้า Non – Woven ที่ผลิตด้วย 100 % PALF.....	45
ตารางที่ 13 ขั้นตอนและผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนการผลิตกระดาษแข็ง	47
ตารางที่ 14 ต้นทุนการสร้างโรงงานผลิตกระดาษแข็ง	48
ตารางที่ 15 คุณสมบัติของเชื้อเพลิงชีวที่ได้จากเศษเหลือจากการขูดใบสับปะรด.....	50

กำหนดการเดินทาง

คณะเดินทางประกอบด้วย 5 คน คือ

นางสุชาดา อุชชิน	หน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีสิ่งทอ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลผลิตทางการเกษตร และอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นายวิบูลย์ น้อยใจบุญ	แผนกวิชาเทคโนโลยีสิ่งทอ คณะวิชาอุตสาหกรรมสิ่งทอ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ
นายสงคราม เสนาธรรม	กลุ่มงานอุตสาหกรรมสิ่งทอชนบท สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
นายพรชัย ตูลพิจิตร	แผนกวิชาเทคโนโลยีสิ่งทอ คณะวิชาอุตสาหกรรมสิ่งทอ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ
นายทินโน ขวัญดี	แผนกวิชาช่างกลโรงงาน คณะวิชาเทคโนโลยีการผลิต สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ

คณะที่เดินทางเป็นนักวิจัยซึ่งได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ในชื่อชุดโครงการวิจัยเรื่อง โครงการต้นแบบการใช้ประโยชน์จากเส้นใยของใบสับปะรดเพื่ออุตสาหกรรมสิ่งทอ และเพื่อให้การดำเนินงานการวิจัยเป็นไปอย่างรวดเร็วตามวัตถุประสงค์ โครงการฯจึงได้รับจัดสรรงบประมาณให้ไปศึกษาดูงาน ณ South India Textile Research Association (SITRA) ณ เมือง Coimbatore ประเทศอินเดีย ระหว่างวันที่ 8 ธันวาคม 2545 ถึง 15 ธันวาคม 2545 รวมระยะเวลา 8 วัน

วัตถุประสงค์ของการเดินทางครั้งนี้ คือ

1. เพื่อศึกษาดูงานการวิจัยเรื่อง การใช้ประโยชน์จากเส้นใยสับปะรด ของ SITRA ซึ่งได้ทำการวิจัยเมื่อปี 2534 โดยการสนับสนุนของ UNDP
2. เพื่อศึกษาดูงานเทคโนโลยีสิ่งทอของประเทศอินเดีย
3. แลกเปลี่ยนความรู้และข้อคิดเห็นต่างๆ ในด้านเทคโนโลยีสิ่งทอ

กำหนดการการศึกษาดูงานในครั้งนี้ มีดังนี้ คือ

วันอาทิตย์ที่ 8 ธันวาคม 2545

- 06.45-08.25 - ออกเดินทางจากสนามบินดอนเมืองไปยังสนามบิน Chennai Airport โดยเที่ยวบิน IC 980
- สัรรวจตลาดสิ่งทอ
- 18.30-20.20 - ออกจากสนามบิน Chennai Airport ไปยังสนามบิน Coimbatore Peelamedu Airport โดยเที่ยวบิน IC 7587
- พักแรมที่โรงแรม Rajpriya Hotel

วันจันทร์ที่ 9 ธันวาคม 2545

- ชมการสาธิตเครื่องชูดใบสับปะรด (Decorticating machine)
- ชมเครื่องผสมและปั่นด้ายในระบบ Staple spinning system
- พักแรมที่โรงแรม Rajpriya Hotel

วันอังคารที่ 10 ธันวาคม 2545

- ชมการสาธิตการลอกกาวจากเส้นใยและด้ายใยสับปะรด (Degumming)

- ฟังการบรรยายเรื่องการวิเคราะห์ปริมาณ Pectin และ Gum ที่ตกค้างบนเส้นใย
- ชมการสาธิตการฟอกสี และการย้อมสี (Bleaching and Dyeing)
- เยี่ยมชมร้านอะไหล่เครื่องทอมือ
- พักแรมที่โรงแรม Rajpriya Hotel

วันพุธที่ 11 ธันวาคม 2545

- ชมการสาธิตการทอผ้าที่หมู่บ้าน ซึ่งห่างจาก SITRA 90 กิโลเมตร
- พักแรมที่โรงแรม Rajpriya Hotel

วันพฤหัสบดีที่ 12 ธันวาคม 2545

- ชมการสาธิตการผลิตกระดาษแข็ง ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากเศษเหลือจากการชุบสับปะรด ซึ่งห่างจาก SITRA 120 กิโลเมตร
- ชมการสาธิตการทอผ้าที่อาศรมคานธี ซึ่งห่างจาก SITRA 120 กิโลเมตร
- พักแรมที่โรงแรม Rajpriya Hotel

วันศุกร์ที่ 13 ธันวาคม 2545

- แลกเปลี่ยนความคิดเห็นด้านสิ่งทอ และห้องสมุด
- พักแรมที่โรงแรม Rajpriya Hotel

วันเสาร์ที่ 14 ธันวาคม 2545

- 04.35-05.30 - ออกจากสนามบิน Coimbatore Peelamedu เพื่อไปสนามบิน Chennai โดยเที่ยวบิน IC976
- สำนักรวจตลาดสิ่งทอ
- พักแรมที่ New Victory Hotel ที่ Chennai

วันอาทิตย์ที่ 15 ธันวาคม 2545

- 00.10-04.50 - ออกเดินทางจากสนามบิน Chennai Airport กลับสนามบินดอนเมือง กรุงเทพมหานคร โดยเที่ยวบิน IC979

.....

สถาบัน South India Textile Research Association (SITRA)



รูปที่ 1 South India Textile Research Association (SITRA)

South India Textile Research Association (SITRA) เป็นสถาบันที่เริ่มก่อตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2494 ตามพระราชบัญญัติปีพ.ศ. 2403 ในระยะเริ่มต้นได้รับงบประมาณการสนับสนุนของภาคเอกชน 44 โรงงาน ในปัจจุบันได้รับงบประมาณจากภาครัฐและเอกชน มีผู้อำนวยการชื่อ Dr. Arimdam Basu และที่อยู่ คือ P.B. No. 3205, Coimbatore Aerodrome Post, Coimbatore 641 014, India โทรศัพท์ (0422) 574367-9 โทรสาร (0422) 571896 Email: sitra@vsnl.com Website: <http://www.sitraindia.org>

SITRA ได้แบ่งองค์กรออกเป็น 11 ฝ่าย และ 2 ศูนย์ คือ

- Chemistry Division มีห้องปฏิบัติการ Chemistry processing, Eco-testing และ Technical assistant
(Testing of fiber, textile chemicals, fabric defect and yarn defect.
Fiber: spin finish, oil, wax content, honey dew, sugar content, fiber identification blend etc.
Chemicals: Ca(OH)₂, H₂S, HCl etc. sizing chemical, starch, gumming, power, dyeing defect, synthetic like CMD, PVA etc.
Water analysis: pH, TDS, TSS, iron, Ca, Mg, sulphate, sulphide, like 21-25 test-VOD COD, size identification.)
- Engineering Division มีห้องปฏิบัติการ Machinery / ancillaries design & Fabrication และ Energy and environment management accessories testing
- Human Resources Division มีหน้าที่เกี่ยวกับ Management studies & training และ Organizational development
- Instrumentation Division มีห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับ Instruments development, Retrofitting, Performance certification และ Calibration
- Labour Research & Training Division มีหน้าที่เกี่ยวกับ Work assignment และ Operative training & research
- Liaison & Consultation Division มีหน้าที่เกี่ยวกับ Diagnostic & techno-economic studies, Cost control และ Project appraisal
- Physical Division มีหน้าที่เกี่ยวกับ Textile physics, Quality survey และ Testing
- Resources Management Division มีหน้าที่เกี่ยวกับ Productivity survey, Financial performance และ software development
- Spinning Division มีหน้าที่เกี่ยวกับ Process studies, Product & machinery development และ Maintenance audit

- Weaving & Knitting Division มีหน้าที่เกี่ยวกับ Technical assistance, Product diversification และ Service to decentralised sector
- Powerloom Service Centres ซึ่งมีทั้งหมด 12 ศูนย์
- Computer Aided Textile Design Centres ซึ่งมีทั้งหมด 5 ศูนย์

เครื่องจักรที่พัฒนาโดย SITRA

- FAK –Fiber analysis knitting for cotton yarn testing เพื่อหาความตึงของเส้นด้ายที่เหมาะสมในการถักของเครื่องถักผ้า เพื่อให้ได้ผ้าที่มีความสม่ำเสมอ (Evenness) ซึ่งจะช่วยให้ปัญหาเรื่องการยืดตัวและการหดตัวของผลิตภัณฑ์ผ้า

- SITRA fabric extensiometer
- Knittool – SITRA course length tester
- SITRA up Twist tester at speed of 1500 rpm
- เครื่อง Hero Jacquard, Mad Durai – 825009 T N
- Lea CSP System
- Electronic Yarn Friction Meter
- Electronic Twist Tester
- Motorised Multiboard Yarn Appearance Winder
- High Speed Reeling Machine
- Trash Analyser
- High Speed Knitting Cam
- Tow Cutting Machine
- Fault Control Bar
- Sandwich Blending Drawframe
- Aptitude Tester
- Woven Arterial Prosthetic Graft (เครื่องผลิตหลอดลมมนุษย์)
- Kapas Impurities Purifier
- High Production Sliver Making Machine
- Pineapple Fibre Decorticating machine

เทคโนโลยีสิ่งทอของ SITRA

A.1 Spinning Laboratory :

มีการแสดงเครื่องจักรที่ใช้ในการปั่นด้ายฝ้าย ขั้นตอนดังต่อไปนี้

- เครื่องผสมเส้นใย (Blowroom)
- เครื่องสาวเส้นใย (Carding)
- เครื่องรีดปุ๋ย (Drawing)
- เครื่องทำแผ่นม้วนสำหรับด้ายหวี (Comb preparation)
- เครื่องหวีเส้นใย (Combing)

- เครื่องโรฟวิ่ง (Roving)
 - เครื่องปั่นด้าย (Spinning)
- เครื่องปั่นด้ายมี 3 รูปแบบคือ
- Air-jet spinning
 - Open end spinning (O.E.spinning) หรือ Rotor spinning
 - Ring spinning

A.2 ห้องปฏิบัติการการถักผ้าด้วยเครื่องจักรที่ SITRA (Knitting laboratory)

เครื่องจักรถักผ้าที่แสดงที่ ห้องปฏิบัติการมีดังต่อไปนี้คือ

1. เครื่องถักผ้าแบบวงกลม (Circular knitting machine) แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ
 - Single knitting machine
 - Double knitting machine
2. เครื่องถักผ้าแบบแท่นเข็มตรง (Flat knitting machine)

A.3 ห้องปฏิบัติการการทอผ้าด้วยเครื่องจักรที่ SITRA (Weaving laboratory)

เครื่องจักรทอผ้าที่แสดงที่ ห้องปฏิบัติการมีดังต่อไปนี้คือ

1. เครื่องทอผ้าด้วยกระสวย (Shuttle Loom)
2. เครื่องทอผ้าด้วยก้านส่งด้ายพุ่ง (Rapier Loom)
3. เครื่องสืบด้ายยืน (Warping machine)
4. หัวแจ็กการ์ดสำหรับสาธิต (Jacquard machine for demonstrated)

หนังสือและเอกสารแผ่นพับที่จัดพิมพ์โดย SITRA

1. 25 Years of Research
2. 40 Years of SITRA (Vol. No.1)
3. Achievable Efficiency in Conventional Cone Winding with EYC and Splicers-Ready Reckoner Tables
4. Achievable Production in Automatic Cone Winding Machines
5. A Compatarive Study in Measuring Trash Content by Using HVI and Shirley Trash Analyser
6. Air-Jet Spun Yarns: Structure-Properties Relationship
7. A Survey on the Quality of Rotor Yarn
8. A Study on the Influence of Fibre and Yarn Parameters on Lint Shedding Propensity
9. A study on the Role of Cotton Fibre Maturity, Micronaire Value and Fluorescence for Shade Variation in Dyed Fabrics
10. A Study on the Properties of Single Jersey Fabric Knitted with Core-Spun Yarn
11. A Study on the Quality of Yarns Made of Man-Made Fibres and its Blends
12. A Study on Extra Sensitive Yarn Imperfections on Fabric Appearance
13. An Inter-Firm Comparison of Absenteeism
14. An Investigation on the Physical Properties of Modified Cotton Yarn
15. An Inter-Mill Study of Quality of Cotton Yarns

16. Azoic Dyes-Studies as per German Ban
17. Cost control and Costing in Spinning Mills
18. Cotton and Competing Natural Fibres
19. Design and Fabrication of Kapas Purifier
20. Development of Core Spun Sewing Threads
21. Development of ASTM Yarn Appearance Standards on EIB for Fine Yarns
22. Development of A Fabric Take-Down Mechanism for Hand operated Flat Knitting Machine
23. Development of Fire Resistant Yarns & Fabrics by Air-Jet Spinning
24. Development of Woven Vascular Graft
25. Economics of Modernisation and Sickness & Revival
26. Effective Absenteesim Control Practices
27. Energy Efficient Fan for Textile Industry "SITRA Excel Fans"
28. Energy Efficient Drive Control System for Automatic Cone Winding M/c SITRA ENERCONER
29. Energy and Production Management Information System for Textile Mills SITRA EnerInfosys
30. Heavy Metals in Reactive Dyeings of Cotton to Meet Eco Specifications
31. How to Assess Your Productivity (November 2001)
32. Influence of Flat Tops and Vario-comb on Production of Super fine Yarns to Meet International Quality Standards From Low Micronaire Indian Cottons
33. Low Cost Fibre Recovery Plant
34. Labour & Machine Productivity in Spg. Mills 26th Survey: I
35. Labour & Machine Productivity in Spg. Mills 26th Survey: II
36. Labour & Machine Productivity in Spg. Mills 28th Survey
37. Maintenance Management in Spinning (1999)
38. Measuring Device for Suction Pressure in Pneumafil - SITRA Pneumakit
39. Measurement of Yarn Diameter and Twist by Image Analysis
39. Mill Control Reports:
 - a) Work Methods of Ring Frame Testers MCR No.6
 - b) Operation Factors Critical to cost Reduction in Spinning Mills (1996-Costs) MCR No.13
 - c) Quality Assessment in Spg. Mills MCR No.14
 - d) ECO Parameters : Present Status
 - e) Microfibres – Properties, Processing and Uses
 - f) SITRA's Work on Financial Performance of Spinning Mills and Measures to Reduce Cost (1999-2000) MCR No.18
40. Norms for Textile Industry – Chemical
41. Norms for Textile Industry – Spinning
42. Objective Measurement of Structural Parameters of Rotor Spun Yarn

43. Optimisation of Inter-Roller Distance of Draw Frame, Speed Frame and Ring Frames Based on AFIS Length Data
44. Performance Study on 18.8 mm Wharve Diameter Spindle
45. Production and Productivity in Conventional Cone Winder
46. Productivity in Conventional Cone Winding, Automatic Cone Winding and Reeling
47. Productivity in Reeling and Cone Winding
48. Productivity in Spinning – 25th Survey
49. Productivity in Spinning – 27th Survey
50. Processing of Polyester/Cotton Blends Using Sliver Lap Blending Method
51. Quality Control in Spinning (Dec. 1999)
52. Qualitative and Quantitative Requirements of Cotton in 2004-5
53. Ready Reckoner to Convert Oven Dry Mass to Conditioned Dry Mass of Blended Materials
54. Reeling in Textile Mills
55. Roller Lapping During Spinning
56. SITRA FlexiMark – A Computerised System for Marker Making in Garment Industry
57. SITRA Motorised Yarn Appearance Winder
58. SITRAminiSPIN-Miniature Spinning Frame for Test Runs
59. “SITRA Motor Relay Tester” – A Device to Test Over Load Relays in Textile Mills
60. SITRA Norms for Spinning Mills (Dec.2000)
61. SITRA’s Research During the Nineties
62. Staffing Pattern in Spinning Mills
63. Statistical Techniques in Spinning Mills
64. Study of Nepping Potential of Indian Cottons
65. Studies on Techno-Economics of Air Jet Spinning
66. Studies on Autolevellers in Draw Frames for Man-Made Fibre Blended Yarn
67. Textile Testing – Fibre, Yarn & Fabric (March 2001)
68. Working of the Spinning Mills
69. Work Methods of Doffing Boys
70. WTO and its Impact on Indian Textile & Clothing Industry
71. Yarn Quality Improvement with SITRA Con-Hair System in Manual Cone Winder
72. Yarn Faults and Package Defects
73. Yarn and Technical Textiles
74. Control of Quality of Out Going Yarn in Reeling
75. Neps: Assessment and Control
76. Outgoing Yarn Control in conventional Cone winding
77. Fibre Damage During Spun Yarn Manufacture

78. Interpretation of test Data-processing (Spg.)
79. How to Achieve High Rate of Production per Spindle
80. Defects in Yarn: Causes & Remedial Measures
81. Significance of Span Length
82. Hairiness in Spun Yarn-Reasons & Remedies
83. Control of Roller Lapping in Ring Frames
84. Roving Unevenness Contributing Factors & Control Measures
85. How to Control Short Term Irregularity of Yarn
86. Lea Count & Strength Testing
87. Control of Yarn Strength & Its Variability
88. Achievable Productivity Levels
89. Assess .& Interp. of Yarn Faults by Uster Classimat Sys. II
90. Work Methods of Cone Winder Testers
91. Doffing Boy Productivity in Ring Spinning
92. How to Arrive at Wages Cost Cost-Wise from HOK
93. Export of Indian Cotton Yarns
94. Measures to Achieve Improvement in Rates of Production in Conventional Cone Winder
95. Measures to Achieve Improvement in Rates of Production in Draw Frames and Fly Frames
96. Pract. Aspects of Testing : Single Yarn Tenacity & Elongation
97. Practical Aspects of Testing: Fibre Bundle Strength Tester
98. Transformers – Description and Maintenance
99. Savings from Higher Machine Productivity in Ring Spinning
100. Economy in Yarn Mercerisation
101. Work Methods of Reelers
102. A Method for Conditioning the Grey Hank Yarn
103. Indicators of Good Health and Symptoms to Forewarn Sickness of Spinning Mills
104. Optimum Economic Assignment for Ring Frame Testers
105. Safety in Textile Mills
106. Ready Reckoner to Determine work Assignment/Pneumafil Waste percent for different end breakage & counts in ring frames
107. ECO-Friendly Textiles
108. How Improved Work Methods Lead to Reduction of Hard waste in Spinning
109. Quality Circles in Spinning Mills
110. Processing Problems & Remedies – Case Studies(Blow Room)
111. Two-for-One Twisting
112. Returns From Modernisation Impact of Tax Reduction

113. Case Study of a Spinning Mill with above Average Working Relating to Cost, Productivity and Quality
114. On-Line Quality Monitoring for Spinning Mills
115. Cotton Cleanability and Seed Coats Fragments
116. Assessment of Quality of Man-Made Fibres
117. Control of Yarn Count, Length Selling Price, Wages and Salaries (1996 –Costs)
118. Indigenous Textile Machinery – State of Art
119. Energy Conservation Measures in Spinning Mills
120. Impression of ITMA Part II – Spinning & Preparatory M/c
121. Impression of ITMA Part III – Unconventional Spinning & Post Spinning Machines
122. Impression of ITMA Part IV – Drives, Special Equipment and Textile Ancillaries
123. Colour Evaluation and Its Interpretation
124. Economics of Energy Efficient Equipment and Inter-Mill Study on Power Consumption
125. Total Quality Management in Textile Mills – Concept & Application
126. Index of Blend Irregularity – Concept of Application
127. Friction of Fibre and Yarn
128. SITRA's Work on Modernisation During 1991-2000
129. Power Quality in Textile Mills
130. Total Productivity Maintenance (TPM) – concepts and Applications
131. Quality Inspection of Fabrics
132. Evaluation of Yarn Appearance
133. Failure Mode & Effect Analysis (FMEA) – A Gateway to Customer Delight
134. Specialty Polyester Fibres – An Insight
135. Manufacture of High Quality Yarns in Fine & Superfine Counts Using Indian Cotton-some clues

การผลิตเครื่องขูดใบสับปะรด (Decorticating machine)

การแยกเส้นใยออกจากใบสับปะรดทำได้ 3 วิธีคือ การขูดด้วยมือ การแช่ฟอก และการขูดด้วยเครื่องจักรกล ประเทศฟิลิปปินส์ได้บันทึกว่าการแยกเส้นใยโดยการขูดด้วยมือ และการแช่ฟอก ต้องใช้คนที่มีความชำนาญและอดทนมาก เวลาที่ใช้ในการแช่ฟอกต้องนาน 18 วันและ ผลผลิตเส้นใย 2.5-3.3 % ของน้ำหนักใบสด

การแยกเส้นใยโดยเครื่องจักรกล จะได้เส้นใยที่ยาว และเส้นใยมีสีเหลืองขุ่นเล็กน้อย แต่หลังจากการล้างด้วยน้ำ และใช้หัวเหล็กหัวส่วนที่ติดมากับเส้นใยขณะที่เส้นใยเปียก จะได้เส้นใยที่สะอาด มีขนาดเล็กและยาวตามความต้องการ

วัตถุประสงค์หลักของการแยกเส้นใยจากใบพืช คือ การได้เส้นใยที่มีคุณภาพและปริมาณมาก ในประเทศฟิลิปปินส์ยังคงใช้วิธีการดั้งเดิม คือ ใช้มีดขนาดเล็ก หรือกระเบื้องแตก ซึ่งต้องใช้ความอดทนและความชำนาญมาก เป็นเหตุให้การขยายตัวของอุตสาหกรรมการผลิตเส้นใยสับปะรดในฟิลิปปินส์มีขีดจำกัด เป็นการกีดกันรายได้ที่ควรจะได้จากผลิตภัณฑ์ของใบสับปะรดซึ่งมีการปลูกมากในประเทศฟิลิปปินส์

ในประเทศอินเดีย มีการผลิตเครื่องขูดใบสับปะรดที่ Khadi and Village Industries Commission (KVIC) เครื่องขูดเส้นใยประกอบด้วย ถังล้อใบขูดที่หมุนได้ติดอยู่ที่แกนหมุนได้ รอบถังมีใบมีดติดอยู่ เพื่อตีใบสับปะรดขณะหมุน เป็นเครื่องจักรที่ใช้กำลังจากไฟฟ้า ใบถูกป้อนไปด้านหลังระหว่างถังล้อใบขูด และ แผ่นรองรับ ผลจากแรงบิด แรงตี และแรงดึง ทำให้เนื้อใบหลุดออกครึ่งใบก่อนแล้วจึงนำอีกด้านของใบใส่เข้าไปในเครื่องเพื่อขูดให้สะอาดทั่วใบ หลังจากการขูดแล้ว ได้นำเส้นใยไปล้างให้สะอาด และตากแดดให้แห้ง หรืออบแห้ง

การทดลองขูดใบสับปะรดที่ SITRA ได้ใช้เครื่องขูดของ KVIC ซึ่งให้ผลผลิตเส้นใย 5 กิโลกรัมต่อ 8 ชั่วโมง เส้นใยที่ได้สั้นและมีสีขาวครีม เหมาะต่อการใช้ประโยชน์ทางด้านสิ่งทอ

จากการตรวจสอบเอกสารด้านการพัฒนาเครื่องจักรกลที่ใช้ขูดใบพืช พบว่ามีการพัฒนาให้เครื่องจักรทำงานแบบอัตโนมัติ หรือ กึ่งอัตโนมัติ ไปพร้อมกับการพัฒนาให้มีกำลังการผลิตที่สูงขึ้น ตัวอย่างเช่น การพัฒนาเครื่องจักรของ Yucata (1954) ได้มีการพัฒนาหาทิศทางการป้อนใบและป้อนใบในแนวอนยาว เพื่อให้เส้นใยที่ผ่านออกมาไม่พันกัน เครื่องจักรนี้ประกอบด้วยล้อใบขูด 2 ถัง เมื่อป้อนใบจะมีเครื่องมือยึดจับใบให้ติดกับล้อใบขูดและทำการขูดใบในทันที มีโซ่เชื่อมโยงแกนหมุนในเครื่อง มีสายพานลำเลียงใบให้เกิดการขูดส่วนที่ยังไม่ได้ขูดในถังล้อใบขูดที่สอง การทำงานของถังล้อใบขูดทั้งสองคล้ายกัน หลังการขูดจะได้เส้นใยที่สมบูรณ์

บริษัทวิศวกรรมหนึ่งในบอมเบย์ ได้พัฒนาเครื่องขูดระบบ Power-operated semi-automatic decorticating machine ซึ่งเหมาะสมสำหรับการขูดใบป่านศรนารายณ์ สับปะรด และกล้วย การขูดทำโดยป้อนใบที่ด้านหลังและเส้นใยจะออกมาด้านหน้า การพัฒนารูปแบบนี้มีประโยชน์คือสามารถใช้งานเพียงสองคน คนหนึ่งเป็นผู้ที่มีความชำนาญ อีกคนเป็นผู้ใช้แรงงาน เป็นเครื่องยนต์ที่ใช้กำลังแบบมอเตอร์ 5 แรงม้า 1440 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพในการทำงาน 8 ชั่วโมง สำหรับป่านศรนารายณ์ผลิตได้ 150 กิโลกรัม เส้นใยกล้วย 60 กิโลกรัม และเส้นใยสับปะรด 45 กิโลกรัม

มีการพัฒนาเครื่องขูดที่สามารถขูดใบและล้างใบในเครื่องเดียวกัน และมีกำลังการผลิต 3 ตันของเส้นใยแห้งต่อการทำงาน 8-10 ชั่วโมง

เครื่องขูดในสมัยแรกสามารถขูดได้เฉพาะใบเขียวสด สำหรับเครื่องผสมที่ขูดและล้างในเครื่องเดียวสามารถขูดได้ทั้งใบเขียวสดและแห้ง เครื่องจักรกลชนิดนี้มีข้อดี คือ ประหยัดเวลาและสามารถทำงานได้ตลอดปี มีการนำมาใช้กับใบป่านศรนารายณ์ที่อินโดนีเซีย สามารถขูดได้ 2-300 ใบต่อนาที ล้อใบขูดหมุน 200-500 รอบต่อนาที และมีการใช้น้ำ 35,000 ลิตรต่อ ชั่วโมง แต่ยังไม่มีการใช้กับใบสับปะรด

วิธีการชูดแยกเส้นใยแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ ขึ้นกับ ปริมาณพื้นที่ปลูก ลักษณะถนน และระยะห่างระหว่างเครื่องชูดและต้นสับปะรด ในกรณีที่มีเครื่องชูดขนาดใหญ่ เช่น เครื่องชูดระบบกึ่งอัตโนมัติ และระบบอัตโนมัติ สำหรับห้องที่ใช้เครื่องชูดขนาดเล็ก เช่น ที่มีการประดิษฐ์ที่ Jute Technological Research Laboratory (JTRL) ที่ Calcutta เป็นเครื่องชูดที่เคลื่อนย้ายง่าย และประกอบด้วยล้อใบชูดยาว 12 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร และมีใบมีด 27 ใบ มีการหมุนใบมีดด้วยมือ โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา ได้ถึงล้อใบชูดมีแผ่นรองที่ปรับระดับความสูงได้ มีใบมีดที่เป็นฟันเลื่อย 2 คู่ นับเป็นเครื่องจักรที่กระทัดรัดและเคลื่อนย้ายง่าย ราคาถูก สามารถนำไปใช้งานในไร่ได้

การผลิตเครื่องชูดที่ SITRA

SITRA ได้พัฒนาและสร้างเครื่องชูดในปี 2545 ส่วนประกอบสำคัญของเครื่องชูดมีดังนี้คือ

1. โครงเครื่อง (Frame Machine) เพื่อติดตั้งต้นกำลัง และอุปกรณ์ มีชิ้นส่วนย่อยต้องนำมาเชื่อมประกอบเข้าด้วยกัน
2. ชูดป้อนใบสับปะรด (Feeder) ทำหน้าที่รองรับใบสับปะรดเพื่อป้อนเข้าเครื่องชูด
3. ชูดลูกกลิ้ง (Roller) ทำหน้าที่หมุนรอบเพื่อให้ Feeder convey เคลื่อนที่ และมีวิธีการติดตั้งลูกกลิ้งโดยเจาะรูยาวเพื่อการปรับระดับ
4. ชูดลูกกลิ้งจับใบ (Loading Roller) ทำหน้าที่ยึดจับใบเพื่อให้ใบเคลื่อนที่ต่อจาก feeder ส่งไปยังลูกกลิ้งชูดใบ การทำงานมี สปริงกดใบ เพื่อให้การกดใบมีความยืดหยุ่นได้ตามความหนาของใบ
5. ต้นกำลังที่ใช้ ประกอบด้วย 2 ชุดคือ มอเตอร์ขนาด 0.5 แรงม้า สำหรับเลื่อนใบสับปะรดเข้าไปยังเครื่องชูด (Feeding convey) และมอเตอร์ขนาด 5.0 แรงม้า สำหรับหมุนล้อใบชูด
6. แบร์ริง (Bearing) ประกอบด้วยเพลาหมุนและลูกปืน
7. ชุดโซ่ส่งกำลัง
8. ชุดลูกกลิ้งชูดใบสับปะรด (Abrade Drum) มีลักษณะเป็นถังกลมทรงสูง ยาวประมาณ 120 เซนติเมตร และมีใบชูดมีฟันหัวและใบมีดจำนวน 24 ใบติดอยู่รอบลูกกลิ้ง ใบมีดทำจาก Valadium compound โดยมีฟันหัวสลับกับใบมีด 2 : 1 ความถี่ของฟันหัว 16 ซี่ต่อนิ้ว นับว่าเป็นการทำงาน 2 แบบในเครื่องเดียว คือ มีการชูดใบและสาแหรกเส้นใย เส้นผ่าศูนย์กลาง shaft 70 mm เส้นผ่าศูนย์กลางล้อใบชูด 56 เซนติเมตร ใบมีดสูง 35 มิลลิเมตร ฟันหัวสูง 35 มิลลิเมตร การติดตั้งต้องมีช่องว่าง (Gap) ระหว่างลูกกลิ้งชูดและลูกกลิ้งป้อนตัด
9. ทางออกเส้นใยสับปะรด และเศษ อยู่ส่วนล่างด้านหน้าของเครื่องชูด
10. ชิ้นส่วนอื่นๆ เพื่อการขับเคลื่อน และเพื่อยึดประกอบ เช่น สายพาน เป็นต้น

การทำงานโดยผู้ชูดนำใบสับปะรดไปวางที่แท่นป้อนใบชูด ให้ปลายใบชี้ไปในเครื่องและได้รับการชูดก่อน หลังการชูดเส้นใยสับปะรดจะตกลงมาด้านล่างตรงบริเวณส่วนหน้าของเครื่อง แล้วจึงมีการนำเส้นใยไปตากแดด อัตราการชูดใบสด 1,500 กิโลกรัม ในเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน และเส้นใยแห้ง 35 กรัม หรือ ผลผลิตของเส้นใยจากเครื่องชูด 1 % ของน้ำหนักใบสด

เส้นใยที่ได้จากเครื่องชูดเป็นเส้นใยที่ยาบ และ เส้นใยติดกัน เนื่องจากคุณสมบัติทางพันธุกรรมของสับปะรด มีความจำเป็นที่ต้องนำเส้นใยมาผ่านกระบวนการแช่ฟอก (Retting) หรือลอกขาว (Degumming) วิธีใดวิธีหนึ่งก่อนการนำเข้าสู่กระบวนการปั่นด้าย

1. การแช่ฟอกโดยธรรมชาติ ซึ่งมีสองรูปแบบคือ โดยใช้แบคทีเรียและเชื้อราทำการย่อยสลายส่วนที่ไม่ใช่เส้นใยออก
2. การแช่ในสารเคมี (Chemical retting หรือ degumming) โดยใช้กรด ด่าง และเอนไซม์ช่วยย่อยสลายส่วนที่ไม่ใช่เส้นใยออก



เครื่องชดใบสับปะรด



ทางออกของเส้นใยและเศษ



ชุดป้อนใบ(Feeder)



ชุดลูกกลิ้งชุดป้อนใบ(Roller)



การทำงาน
ชุดลูกกลิ้งชุดป้อนใบ



ชุดลูกกลิ้งจับใบ
(Loading Roller)



พื้นผิวของลูกกลิ้งที่ออกแบบให้มีการ
ยึดจับที่ดี(Friction)



ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งป้อนใบชุดกับ
ลูกกลิ้งจับยึด



วิธีการให้แรงจับยึดใบโดยใช้สปริงกด



การส่งกำลังจากมอเตอร์
ไฟฟ้ากับชุดเฟืองทด



การประกอบเพลาลมุนกับลูกปืน
(Bearing)



ชุดโซ่ส่งกำลัง

รูปที่ 2 เครื่องชดใบสับปะรดที่ผลิตโดย SITRA, ประเทศอินเดีย



การติดตั้งลูกกลิ้ง โดยเจาะรูยาว
เพื่อการปรับระดับ



ภาพโดยรวมการทำงานลูกกลิ้งทั้ง 2 ชุด



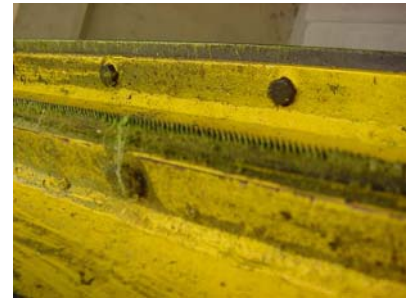
ชุดลูกกลิ้ง(Drum)



วิธีการจับยึดมีดชุดกับลูกกลิ้ง



ช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งชุดกับลูกกลิ้ง
ป้อนใบ



คมตัดของมีดชุด(หัว)
และการยึดกับลูกกลิ้ง



ชุดแต่งกายของผู้ปฏิบัติงาน



วัตถุดิบ



การวางในการป้อนใบชุด



การวางในการป้อนใบชุด



ผลหลังการชุดเสร็จ



อุปกรณ์ป้องกันเสียงในการปฏิบัติงาน

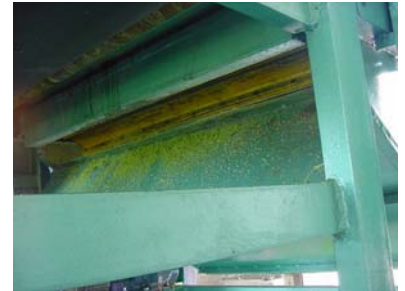
รูปที่ 2 (ต่อ) เครื่องชุดใบสับปรดที่ผลิตโดย SITRA, ประเทศอินเดีย



ผลจากการชุบและการชุบที่ไม่สมบูรณ์



ผลจากการชุบและการชุบที่ไม่สมบูรณ์



ด้านใต้เครื่องชุบ



การตากเส้นใย



เส้นใยที่แห้งแล้ว



การเก็บเส้นใยในกล่อง



การเก็บเส้นใยในกล่อง



เส้นใยที่ตัดแล้ว



เศษเหลือจากการชุบ

รูปที่ 2 (ต่อ) เครื่องชุบใบสับปะรดที่ผลิตโดย SITRA, ประเทศอินเดีย

องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยสับปะรด (Chemical constituents)

เส้นใยโดยทั่วไปประกอบด้วยองค์ประกอบดังต่อไปนี้ คือ

1. Fat and Waxes

เป็นองค์ประกอบที่พบมากบริเวณผิวใบ สามารถสกัดออกด้วย benzene

2. Water soluble

เป็นส่วนที่สามารถสกัดออกด้วยน้ำร้อน

3. Pectin

Pectic acid เป็นส่วนที่ละลายน้ำได้ แต่เมื่ออยู่ในรูปเกลือของแคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก จะไม่ละลายน้ำ ในระหว่างกระบวนการหมักด้วยจุลินทรีย์ เปคตินจะเปลี่ยนเป็น acetic acid และ Butyric acid การสกัดเปคตินสามารถสกัดออกโดยดิ่มด้วย ค่า 0.1 N หรือ HCl 12 % เปคตินละลายใน ammonium oxalate หรือ citrate ซึ่งใช้ในการตกตะกอนของแคลเซียม

4. Hemicellulose

เป็นองค์ประกอบพวก amorphous polysaccharide และ polyuronides อยู่ติดกับเซลลูโลส

5. Cellulose

เป็นองค์ประกอบที่เปลี่ยนเป็นเส้นใย

6. Lignin

เป็นสารที่พบใน Middle lamella ลิกนินที่พบในส่วนต่างๆ ของพืชมีความแตกต่างกัน การวิเคราะห์หาปริมาณลิกนิน จำเป็นต้องสกัดส่วนที่เป็น Waxes, Water soluble pectin และ Hemicellulose ออกก่อน ซึ่งอาจใช้ Chlorinate สกัดออกแล้วตามด้วย Sodium sulphite solution, Klason lignin ละลายใน Sodium chlorite และ Cellulose ละลายใน Sulphuric acid 72 % การหาปริมาณลิกนินโดยการชั่งน้ำหนัก

7. Colouring matter

สีต่างๆ ได้แก่ Chlorophyll, Xanthophyll, Carotene และ Tannin

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยสับปะรดและฝ้าย

องค์ประกอบทางเคมี	เส้นใย	
	สับปะรด	ฝ้าย
1. Alpha-cellulose	69.5 - 71.5	94
2. Ash	0.71 - 0.87	1.2
3. Fat and Waxes	3.0 - 3.3	0.6
4. Lignin	4.4 - 4.7	-
5. Pentosan	17.0 - 17.8	-
6. Pectin	1.0 - 1.2	0.9
7. Uronic anhydride	4.5 - 5.3	-

(Ghosh et al, 1982)

การแช่ฟอกเส้นใยสับปะรด

(Retting of PALF)

การแช่ฟอกเส้นใยสับปะรดเป็นการนำเส้นใยที่ผ่านเครื่องชุดมาแช่ในน้ำเพื่อให้เกิดการย่อยสลายสารยึดติด โดยเฉพาะสารเพคตินออกไป

กลไกของการแช่ฟอกแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ

1) ปฏิกริยาทางกายภาพ

ใบที่ถูกแช่ในน้ำจะดูดน้ำเข้าไปในใบ เกิดการพองตัว และบางส่วนของใบถูกแยกออกไปปนอยู่ในน้ำ

2) ปฏิกริยาทางชีวภาพ

ปฏิกริยาทางชีวภาพมี 2 สภาวะ คือ สภาวะต้องการออกซิเจน (Aerobic) และสภาวะที่ไม่ต้องการออกซิเจน (Anaerobic) เชื้อราส่วนใหญ่ต้องการอากาศ ส่วนแบคทีเรียส่วนใหญ่ไม่ต้องการอากาศ แต่ต้องการน้ำมากกว่าเชื้อรา

ปัจจัยที่มีผลต่อการแช่ฟอกมีทั้งปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมและจุลินทรีย์ที่ใช้ในการแช่ฟอก ได้แก่ น้ำที่ใช้ในการแช่ฟอก จำนวนครั้งที่ใช้น้ำแช่ การเติมน้ำในระหว่างการแช่ฟอก เวลา pH อุณหภูมิ แสง การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม การหมุนเวียนอากาศ ธาตุอาหารในน้ำแช่ฟอก เชื้อราและแบคทีเรียที่เจริญบนเส้นใยทำให้เส้นใยเปลี่ยนสีได้ และความสมบูรณ์ของใบพืชก่อนการนำมาแช่ฟอก

Philippine Textile Research Institute (PTRI) ได้เติม MgO 5 mg/g ของเส้นใย และเติมเชื้อบิริสูล์ลงไปในการแช่ฟอก ปรับ pH ที่ 6.8-7.2 ด้วย Na_2CO_3 ทำให้ลดเวลาการแช่ฟอกลง เหลือเพียง 26 ชั่วโมง

การแช่ฟอกด้วยจุลินทรีย์เป็นการกำจัด Hemicellulose, Lignin และ Pectin ออก ไม่มีผลต่อค่า Tensile strength ยกเว้นการแช่นานเกินไป

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยที่ผ่านเครื่องชุดและการแช่ฟอก

องค์ประกอบทางเคมีของเส้นใย	(%)	
	เครื่องชุด	แช่ฟอก
1. Alpha-cellulose	79.36	87.36
2. Hemicellulose	13.07	4.58
3. Lignin	4.25	3.62
4. Ash	2.29	0.54
5. Alcohol-Benzene extractions	5.73	2.72

(Cueto et. al., 1977)

การลอกกาวยเส้นใยสับปะรด (Degumming of pineapple leaf fiber)

เส้นใยหลังการขูดมีองค์ประกอบ Non-fibrous materials ประมาณในเส้นใยสับปะรด 25-35 % ซึ่งมองเห็นด้วยตาเปล่าว่าเส้นใยยังคงมีสีเขียวปนเปื้อนอยู่ หลังจากนำเส้นใยมาแช่ฟอกนาน 5 วัน พบว่า สามารถลด Non-fibrous material ลง 25 % และเส้นใยมีขนาด 2.26 Tex (20.34 denier) สำหรับ PTIR ได้ใช้จุลินทรีย์ในการแช่ฟอกเส้นใยและให้เส้นใยที่มีความละเอียด 3.8 Tex (34.2 denier) ความละเอียดของเส้นใยที่อินเดียและฟิลิปปินส์มีความแตกต่างกัน เนื่องมาจากต่างสายพันธุ์ของสับปะรด ซึ่งพบว่ามี 50 สายพันธุ์ที่ปลูกกันทั่วโลก สำหรับอินเดียมีปลูก 11 สายพันธุ์

จากการทดลองในภาพรวมแล้ว การใช้สารเคมีในการลอกกาวย จะให้เส้นใยที่มีความละเอียดมากกว่าการใช้จุลินทรีย์

เส้นใยที่ได้หลังการแช่ฟอก เป็นเซลล์ที่ยึดต่อกันยาวด้วยสารประกอบ Non-cellulose material เช่น Hemicellulose ลิกนิน และ สารอื่นที่ไม่ใช่ Pectin (ตามสมมุติฐานสาร Pectin ถูกกำจัดออกไปหมดแล้ว) การใช้สารเคมีกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการออกเพื่อให้เส้นใยแยกออกจากกันเป็นเส้นใยเดี่ยวและมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น

การแช่ฟอกโดยใช้สารเคมี คือ กระบวนการแช่เส้นใยในสารละลายที่เป็นกรด ด่าง หรือ เอนไซม์ ในสภาวะอุณหภูมิต่างๆ และในสภาพสูญญากาศ การใช้ด่างโดยเฉพาะ NaOH เป็นตัวทำปฏิกิริยากับ Hemicellulose ในสภาวะที่มีอากาศ NaOH จะเปลี่ยน Cellulose ให้เป็น Oxycellulose อย่างรวดเร็ว และมีผลทำให้เส้นใยอ่อนตัวขึ้นอย่างมาก ความเข้มข้นของด่าง อุณหภูมิ ระยะเวลา สาร Antioxidant เป็นตัวแปรทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานของ NaOH ต่างกัน

กระบวนการเปลี่ยนแปลงสารเคมีเกิดขึ้นระหว่างการต้มด่างยังไม่ทราบแน่นอน อย่างไรก็ตาม ปฏิกิริยาที่คาดว่าจะได้เกิดขึ้น คือ Hemicellulose ซึ่งเป็นสาร Polysaccharide ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ได้เปลี่ยนเป็นน้ำตาลที่มีขนาดเล็กและละลายน้ำได้ (Soluble simple sugar)

ยางและไขมัน (Saponifiable gum and waxes) ได้เปลี่ยนเป็นสบู่ที่ละลายน้ำได้ และ Unsaponifiable oil จะสามารถละลายน้ำได้โดยยึดจับกับสบู่และ Wetting agent

PTIR ได้ศึกษาการแช่ฟอกโดยใช้จุลินทรีย์และ NaOH เพื่อหาความสัมพันธ์ของอุณหภูมิ ระยะเวลาและความเข้มข้นของด่าง NaOH ผลการทดลองให้เส้นใยที่มีความเหมาะสมต่อการปั่นด้าย การทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า น้ำหนักเส้นใยและขนาดเส้นใยได้ลดลง ในสภาวะความเข้มข้นของด่างในสารละลายและเวลาได้เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ความเหนียว (Tensile strength) ได้ผันแปรไม่มีรูปแบบที่แน่นอน อาจเนื่องจากความผันแปรทางพันธุกรรมและวิธีการสุ่มตัวอย่าง จากการศึกษาก่อนหน้านี้ได้ค่าความละเอียดของเส้นใยลดลงจาก 3.8 Tex เป็น 1.2 Tex หลังจากการแช่ใน 5% NaOH นาน 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 100 °C ผลการแช่ในด่างไม่ทำให้ความเหนียวลดลง

ผลการทดลองการลอกกาวยของเส้นใยสับปะรดที่ SITRA ตามตารางที่ 4, 5 กรรมวิธีใช้กรด H_2SO_4 (No.1) และ Sodium sulphate (No.2) มีผลทำให้ความละเอียดของเส้นใยดีขึ้นปานกลาง อย่างไรก็ตามกรรมวิธี H_2SO_4 และ Sodium sulphate (No.3) มีผลทำให้เส้นใยมีความเหนียวลดลงมากและไม่เหมาะสมในการปั่นด้าย ถึงแม้ว่าเส้นใยจะมีความละเอียดมากที่สุดของการทดลองกรรมวิธี Methanol (No.10) ไม่ได้ทำให้ความละเอียดของเส้นใยเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3 คุณสมบัติของเส้นใยสับปะรดที่ผ่านกรรมวิธีดมใน 5 % NaOH นาน 12 ชั่วโมง

องค์ประกอบทางเคมี	%	
	แช่ฟอก	ลอกขาว
1. Alpha – cellulose	87.36	94.21
2. Hemicellulose	4.58	2.26
3. Lignin	3.62	2.72
4. Ash	0.54	0.37
5. Alcohol – benzene extractives	2.72	0.77

(ที่มา: Palmario et al, 1977)

กรรมวิธีเอนไซม์ตามด้วยกรด (No.6) หรือตามด้วยด่าง (No.7) มีผลทำให้ขนาดและความแข็งแรงเพิ่มขึ้นหรือลดลงน้อยมาก ในภาพรวม 5% NaOH (No.5)ทำให้เส้นใยละเอียดมากที่สุด

ตารางที่ 4 กรรมวิธีการลอกขาวของเส้นใยสับปะรดที่ SITRA ได้ทดลอง

กรรมวิธีที่	รายละเอียดของการทดลอง
1	แช่ใน H_2SO_4 5 % ที่ 30 °ซ นาน 5 ชั่วโมง LR 1:20
2	ดมใน Sodium sulphate 5 % ที่ 100 °ซ นาน 2 ชั่วโมง
3	แช่ใน H_2SO_4 5 % ที่ 60 °ซ นาน 3 ชั่วโมง LR 1:20 แล้วดมใน Sodium sulphate 5 % ที่ 100 °ซ นาน 2 ชั่วโมง
4	แช่ใน Potassium alum 1 % ที่ 30 °ซ นาน 2 ชั่วโมง LR 1:20
5	แช่ใน NaOH 5 % ที่ 60 °ซ นาน 3 ชั่วโมง LR 1:20
6	แช่ใน Zymex 1 % ที่ 30 °ซ นาน 30 นาที แล้ว แช่ใน Hydrochloric acid 1 % ที่ 60 °ซ นาน 30 นาที
7	แช่ใน Zymex 1 % ที่ 30 °ซ นาน 12 ชั่วโมง แล้ว ดมใน NaOH 0.5 % ที่ 100 °ซ นาน 60 นาที
8	แช่ใน H_2SO_4 5 % ที่ 30 °ซ นาน 4 ชั่วโมง แล้วแช่ใน Potassium alum 1 % ที่ 30 °ซ นาน 5 ชั่วโมง แล้ว ดมใน NaOH 0.5 % ที่ 100 °ซ นาน 60 นาที
9	แช่ใน H_2SO_4 0.3 % ที่ 30 °ซ นาน 2 ชั่วโมง แล้วแช่ใน Acetic acid conc. ที่ 30 °ซ นาน 5 ชั่วโมง
10	สกัดด้วย methanol ใน soxhlet นาน 4 ชั่วโมง อัตรา 6 รอบ/นาที แล้ว ดมใน NaOH 4 % ที่ 80 °ซ นาน 60 นาที

(ที่มา : Indra Doraiswamy , 1993)

การปรับปรุงสภาพเส้นใยเพื่อให้เส้นใยมีความละเอียดดีขึ้น และในเวลาเดียวกันต้องให้ได้เส้นใยมีความแข็งแรงทนต่อแรงดึงระหว่างกระบวนการผลิตเส้นด้ายด้วย จากการศึกษาของ SITRA พบว่า กรรมวิธีดมมีโอกาสทำให้เส้นใยสับปะรดละเอียดมากที่สุดและความเหนียวลดลงน้อยที่สุด ดังนั้น SITRA จึงได้ทำการทดลองต่อ โดยใช้ด่าง NaOH เข้มข้น 4 ถึง 12 % เวลาในการแช่ 4 ถึง 8 ชั่วโมง และอุณหภูมิ 30 –90 °C ทำการตรวจหาน้ำหนักที่หายไป ความละเอียด และ bundle strength จากการทดลอง พบว่า อุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้ความแข็งแรงเส้นใยเพิ่มขึ้น ในกรรมวิธีที่ดมมีความเข้มข้นสูงขึ้นและเวลานานขึ้นขนาดของเส้นใยกลับมีลักษณะเป็นแฉ่ง หรือ กราฟหงาย ค่าที่เส้นใยมีความละเอียดมากที่สุด ในกรรมวิธีของ NaOH มีความเข้มข้นสูงสุดและอุณหภูมิสูงสุด (90 °C) แต่มีผลให้เส้นใยแข็งแรงมาก จากการพิจารณาความ

เหมาะสมของเส้นใยต่อการปั่นด้าย SITRA ได้แนะนำให้ลอกกาวเส้นใยสับปะรดโดยใช้ NaOH 4 % (ตามน้ำหนักแห้ง) เวลานาน 4 ชั่วโมงที่ 30 °C

ตารางที่ 5 ค่าความละเอียดและค่าความเหนียวของเส้นใยที่ผ่านการลอกกาวโดยใช้สารเคมี

กรรมวิธีที่ทดลอง	คุณสมบัติของเส้นใย	
	Linear density (Tex)	Tenacity (CN/Tex)
กรรมวิธีที่ 1	3.17	22.5
กรรมวิธีที่ 2	3.09	6.4
กรรมวิธีที่ 3	2.57	33.5
กรรมวิธีที่ 4	3.25	29.8
กรรมวิธีที่ 5	2.70	21.1
กรรมวิธีที่ 6	2.96	22.2
กรรมวิธีที่ 7	2.92	22.2
กรรมวิธีที่ 8	3.12	18.7
กรรมวิธีที่ 9	3.37	17.4
กรรมวิธีที่ 10	3.72	24.7

จากการงานของ Appropriate Technology Development Association ของอินเดียมีคำแนะนำในการลอกกาวของเส้นใยสับปะรดโดยใช้ Na_2CO_3 1-2 % LR 1 : 10 และมีการทำให้เส้นใยนุ่มโดยการเติม Wetting agent 0.5 % ของสารละลาย หรือ glycerine 0.2 % ของสารละลาย

จากการทดลองของ Cotton Technology Research Laboratory เกี่ยวกับเส้นใยสับปะรดโดยใช้ Organic solvent และตามด้วย NaOH คือ แช่เส้นใยสับปะรดในสารละลาย Phenol 20% (Ph_{20}) และ Phenol 50% (Ph_{50}) ใน ethylene glycol นาน 12 ชั่วโมง แล้วล้างด้วย alcohol ก่อนนำมาแช่ใน NaOH 1, 3, 5, 10 % นาน 12 ชั่วโมง

กรรมวิธี Organic solvents ทำให้ความเหนียวของเส้นใยเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในกรรมวิธี Ph_{20} และเพิ่มขึ้นเห็นได้ชัดเจนในกรรมวิธี Ph_{50} ในการทดลองที่เติม NaOH ความเข้มข้นต่ำไม่ได้เพิ่มความเหนียวเส้นใย ส่วนความเข้มข้น NaOH 5% มีผลให้ความเหนียวของเส้นใยเพิ่มขึ้นในระดับที่น่าพอใจ ความยืดตัวของเส้นใยเพิ่มขึ้นในกรรมวิธี NaOH 5% และมีความยาวสูงสุดที่ NaOH 10 % คือ เพิ่มขึ้นจาก 3.1% เป็น 10.2% ความแข็งแรงเกิดขึ้นเนื่องจากเส้นใยพองตัว และเส้นใยมีความมันวาวเมื่อทำปฏิกิริยากับ ethylene glycol และ phenol สารปรับผ้านุ่ม Polyethanol ทำให้เส้นใยนุ่มเหมาะต่อการปั่นด้าย

Sen (1982) ได้ทดลองการลดปริมาณลิกนินในเส้นใย โดยนำเส้นใยหลังการชุบด้วยเครื่องจักรกลมาผ่านกรรมวิธีของ non-ionic detergent 0.1 – 1.0 % และ Sulphuric 0.2 – 2 % LR 10 : 1 ทำการทดลองที่ความดัน 1-5 บรรยากาศ และที่อุณหภูมิ 80-100 องศา นาน 10 นาที ผลการทดลองพบว่าเส้นใยถูกกำจัดยางออก หลังจากการกำจัดยางออกแล้วนำเส้นใยมาผ่าน Sodium / Calcium hypochlorate sodium ซึ่งมี Chlorine 6% และ pH 6 และล้างเส้นใยให้สะอาดแล้วนำเส้นใยมาผ่านกรรมวิธีปรับสภาพนุ่มโดยแช่ใน Tafalon หรือ Sarcamine GG 1-5 % และ polyethylene glycol 0.5% (MW 1500) นาน 30-60 นาที

การทดลองมีหลากหลายกรรมวิธี สิ่งที่น่าสนใจควรคำนึง คือความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจของแต่ละกรรมวิธีด้วย

วิธีการลอกกาวยเส้นใยสับปะรด

(Degumming method)

จากผลการทดลองของ SITRA การลอกกาวยของใบสับปะรดพอสรุปได้ดังนี้ คือ

1. ชั่งน้ำหนักเส้นใยแห้ง 30 กรัม (O.D. weight) ส่วนเส้นด้ายจากใบสับปะรดชั่ง 10 กรัม
2. สภาพะการลอกกาวย

NaOH	4 %	based on day-fiber weight
LR	1 : 20	
Temp.	room temp. or 30 °C	
Time	4	hour
3. เมื่อครบกำหนดเวลานำเส้นใยมาล้างในน้ำให้สะอาด
4. ทำให้เป็นกลางโดย HCL 2 % solution
5. ล้างอีกครั้งให้สะอาด



รูปที่ 3 หลังลอกกาวย ต้องล้างน้ำให้สะอาดก่อนฟอกขาว

การวิเคราะห์ปริมาณกาวที่ตกค้างในเส้นใยสับปะรด

(Pectin and Gum residue analysis)

เพคติน (Pectin) เป็นสารที่ละลายน้ำได้ แต่เมื่อเพคตินอยู่ในรูปของ Calcium pectate จะเป็นสารที่ยึดติดแน่นกับเส้นใยและไม่ละลายน้ำ ดังนั้นการวิเคราะห์หาปริมาณเพคตินจึงวิเคราะห์ในรูปของ Calcium pectate ซึ่งมี 2 วิธีการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

วิธีวิเคราะห์ปริมาณกาวที่ตกค้างในเส้นใย : วิธีที่ 1

1. ชั่งผงเส้นใยให้มีน้ำหนักแห้ง 100 กรัม
2. เติม Oxalic acid หรือ Ammonium oxalate 0.5 % และเก็บที่อุณหภูมิ 85 °C นาน 24 ชั่วโมง
3. กรองผ่านถ้วยกรอง และเติมน้ำให้ได้ 250 ซีซี
4. นำสารละลายนี้มา 100 ซีซี แล้วทำให้ปริมาตรลดลงอย่างช้าจนเหลือ 25 ซีซี (หากใช้ $H_2C_2O_4$ ควรทำให้เป็นกลางก่อนการลดปริมาตร)
5. ทำให้เย็นโดยการเติม Alcohol 95 % 3 ½ เท่า และทำให้เป็นกรดโดยเติม กรดเกลือ (HCl) 5-6 หยด
6. ปรับความเข้มข้นของสารให้ alcohol มีความเข้มข้นที่ระดับ 70 %
7. กรองตะกอนออกโดยผ่านกระดาษ Fluted paper แล้วล้างออกด้วย Acid alcohol จนกระทั่ง Oxalate หมดไป
8. วางกระดาษกรองและตะกอนในปิเกเจอร์ แล้วละลายตะกอนโดยการต้มในน้ำประมาณ 50 ซีซี หรือถ้าสกัดด้วย $(NH_4)_2C_2O_4$ ให้สกัดด้วย NH_3 เจือจาง
9. นำสารละลายมากรองและนำกระดาษกรองพร้อมตะกอนมาต้มอีกหนึ่งรอบโดยต้มด้วย NH_3 กรณีสกัดด้วย Oxalic acid และต้มด้วยน้ำในกรณีที่สกัดด้วย $(NH_4)_2C_2O_4$
10. ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำร้อน และเก็บของเหลวส่วนที่กรองได้ไว้
11. ของเหลวที่ได้ให้เติม NaOH 0.4 % 100 ซีซี และทิ้งไว้นาน 12 ชั่วโมง
12. เติม 1N CH_3COOH 50 ซีซี และ $CaCl_2$ 11.1 % แล้วต้มนาน 5 นาที
13. กรองเอา Calcium pectate ออกในขณะที่ร้อน และล้างเจลดด้วยน้ำร้อนจนกระทั่ง Chlorides หมด
14. อบ Calcium pectate ที่ 100 °C และชั่งน้ำหนัก
15. การคำนวณ Pectin as Calcium Pectate
$$= \frac{\text{น้ำหนักของตะกอน} \times 100}{\text{น้ำหนักของสารเริ่มต้น}}$$
16. ปริมาณ resin วิเคราะห์ได้โดยการสกัดด้วย ether 3 ชั่วโมง และตามด้วยการสกัดด้วย alcohol หรือ alcohol-benzene นาน 3-4 ชั่วโมง ระเหยสารละลายที่ได้ และทำให้แห้ง
17. การคำนวณ Resin content
$$= \frac{\text{น้ำหนักของสารที่สกัดได้} \times 100}{\text{น้ำหนักของสารเริ่มต้น}}$$

วิธีวิเคราะห์ปริมาณกาวยาตกค้างในเส้นใย : วิธีที่ 2

1. ชั่งเส้นใยหนัก 1 กรัม
2. แช่ใน HCl 0.3 % LR 1 : 50 ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที
3. ล้างด้วยน้ำให้สะอาด จนหมดกรด
4. แช่ใน NaOH 1 % LR 1 : 100 ที่ 94 - 96 °C นาน 60 นาที
5. ล้างน้ำให้สะอาด
6. แช่ใน NaOH 1 % LR 1 : 100 ที่ 94 - 96 °C นาน 60 นาที
7. ล้างน้ำให้สะอาด
8. แช่ใน NaOH 5 % LR 1 : 100 ที่ 94 - 96 °C นาน 60 นาที
9. ล้างน้ำให้สะอาด
10. ทำให้เป็นกลางด้วย Acetic acid 1 %
11. ล้างน้ำร้อนให้สะอาด
12. ล้างน้ำเย็นให้สะอาด
13. อบแห้งที่ 105 °C นาน 12 ชั่วโมง หรือจนแห้งสนิท
14. การคำนวณ ปริมาณกาวยาตกค้าง
$$= \frac{(\text{น้ำหนักของสารเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักที่เหลือ})}{\text{น้ำหนักของสารเริ่มต้น}} \times 100$$

การฟอกขาว (Bleaching)

วิธีการฟอกเส้นใย (Bleaching Method) มีดังต่อไปนี้คือ

1. สภาวะการฟอกขาว

NaOCL	3-5 %
LR	1 : 20
Temp.	room temp. or 30 °C
Time	30 min

2. ล้างให้สะอาดด้วยน้ำ
3. กำจัดคลอรีนในเส้นใยโดยใช้ sodium bisulfite 2 % คลอรีนจะไปทำให้เส้นใยเปื่อยขาดได้
4. ล้างออกด้วยน้ำสะอาด



รูปที่ 4 ฟอกขาวด้วยคลอรีน แล้วล้างด้วยกรดเจือจาง

การย้อมสี (Dyeing)

การย้อมสี แบ่งออกเป็น 3 ลำดับขั้นดังนี้

1. การย้อมเส้นใย (Stock or fiber dye)

เป็นการย้อมเส้นใยก่อนที่จะนำไปปั่นเป็นเส้นด้าย สีซึมเข้าไปในเส้นใยได้ดี เป็นกระบวนการย้อมสีที่ค่อนข้างสิ้นเปลืองและลงทุนมาก

2. การย้อมเส้นด้าย (Yarn dyed)

ย้อมหลังจากการปั่นเป็นเส้นด้ายแล้ว ก่อนที่จะนำไปทอ หรือ ถัก อาจย้อมเป็นเจ็ดหรือใจ หรือกรอใส่กระสวยด้าย ย้อมแล้วนำไปย้อมสี

3. การย้อมผืนผ้า (Piece dyeing)

เป็นการย้อมผืนผ้าและลงทุนถูกกว่าวิธีการอื่นๆ และมีหลายวิธีการคือ

3.1 การย้อมแบบจิก (Jig dyeing)

3.2 การย้อมแบบแพด (Pad dyeing)

3.3 การย้อมแบบวินช์ (Winch reel หรือ Beck dyeing)

3.4 การย้อมแบบต่อเนื่อง (Continuous machine)

3.5 การย้อมผ้าไขผสม (Cross dyeing)

3.6 การย้อมรวม (Union dyeing)

สีที่ SITRA ทดลองย้อมเส้นใยสับปะรด 4 ชนิดดังต่อไปนี้คือ

1. สีไดเรกต์ (Direct)

วิธีการเตรียมสี : ผสมสีด้วยน้ำอุ่นเล็กน้อย สีจะมีลักษณะข้นเหนียว (Paste) เติมน้ำ (Soda) และ ether wetting agent ซึ่งจะทำให้สีจะละลายในน้ำอุ่น

ขั้นตอนการย้อมสี :

-ใส่เส้นใยลงไปสีที่ละลายแล้วที่ 40 °C

-LR 1 : 30

-เพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นถึง 100 °C ภายใน 30 นาที และให้อุณหภูมิคงที่ 10 นาที

-เติมเกลือ NaCl 50% ของน้ำหนักเส้นใยลงไป และต้มต่อนาน 30 นาที

-นำเส้นใยออกมาล้างน้ำให้สะอาด

-ทำ Hot soaping โดยใช้ 2 gm/l detergent ที่ 80 °C นาน 20 นาที เพื่อกำจัดสีที่ย้อมไม่ติดออก

-ล้างให้สะอาด

-ตากแห้ง

2. สีรีแอคทีฟ (Reactive dyes)

-เป็นสีที่ละลายน้ำได้ เป็นสีย้อมใยเซลลูโลสได้ดีที่สุด มีคุณสมบัติเป็นแอนไอออน เมื่ออยู่ในน้ำย้อมซึ่งเป็นด่าง โมเลกุลของสีจะทำปฏิกิริยากับหมู่ OH ในเซลลูโลส และเชื่อมโยงติดกันโดย covalent bond กลายเป็นสารประกอบเคมีชนิดใหม่กับเซลลูโลส คุณสมบัติการละลายและดูดติดเส้นใยของตัวสี ทำให้สีเข้าไปอยู่ภายในเส้นใย และสียึดติดกันเส้นใย

วิธีการเตรียมสี : ผสมสีด้วยน้ำเย็นและ Wetting agent เล็กน้อย จะได้สีที่มีลักษณะข้นเหนียว ซึ่งจะละลายในน้ำอุ่น
ขั้นตอนการย้อมสี :

- สีย้อม (Dye depth) 1.5 % เป็นการย้อมความเข้มสีระดับกลาง
- ชั่งเส้นใยอบแห้งหนัก 30 กรัมใส่ในน้ำสีย้อม ที่อุณหภูมิห้อง
- LR 1 : 30
- เติม NaCl 50 gm/l ในน้ำสีย้อม (NaCl 30 กรัมสำหรับสีอ่อน และ 50 กรัมสำหรับสีเข้ม)
- ย้อมนาน 30-45 นาที
- เมื่อครบกำหนดเวลา ทำการ fixing สีด้วย Na_2CO_3 10 (8-15) กรัมต่อลิตร นาน 30-60 นาที
- ล้างให้สะอาด 2-3 ครั้ง
- ทำ Hot soaping โดยใช้ 2 gm/l detergent ที่ 80°C นาน 20 นาที เพื่อกำจัดสีที่ย้อมไม่ติดออก
- ล้างให้สะอาด
- ตากแห้ง

3. สีอะโซอิก (Azoic dyes)

ตัวสีอะโซอิกเป็นสีที่ไม่ละลายน้ำ ในกระบวนการย้อมสีให้ทำการย้อมด้วยสารประกอบฟีนอล ซึ่งเป็นสารละลายน้ำก่อน แล้วย้อมทับด้วยเกลือไดอะโซเนียม (Diazonium Salt) เกลือจะทำปฏิกิริยากับสารประกอบฟีนอล เกิดเป็นสารประกอบอะโซที่ใช้ให้สีบนเส้นใย ปฏิกิริยานี้เรียกว่า คัปปลิง (Coupling) สารประกอบฟีนอลละลายในค่า ซึ่งป็นอันตรายต่อไฮโปรีติน ฟีนอลละลายน้ำและติดใยเซลลูโลสได้ดี จึงนิยมใช้ย้อมใยเซลลูโลสเท่านั้น
สีอะโซอิก มีวิธีการย้อมดังนี้คือ

1) การเตรียม Naphthol :

- ผสม Naphthol 1 กรัม และ Turkey oil 1 กรัม เข้าด้วยกัน จะได้สีที่มีลักษณะเหนียวข้น
- เติมน้ำอุ่นลงไปให้เหลวแล้วกวนให้เข้ากัน
- ต้มนาน 5 นาที
- เติม Caustic soda flake 15 กรัมต่อลิตร แล้วต้มต่อจนละลาย
- ทำให้เย็น
- เติมเกลือ 50 กรัมต่อลิตร แล้วกวนให้เกลือละลาย

2) การเตรียม Base

- ผสม Hydrochloric acid : Sodium nitrite 2 : 1 จะได้สีที่มีลักษณะเหนียวข้น
- เติมน้ำแข็งแล้วเติม Sodium acetate ปริมาณเท่ากับน้ำหนักของ Hydrochloric acid และ Sodium nitrite
- ปรับ pH ที่ 5.5 ด้วย Acetic acid

3) การย้อมสี

- จุ่มเส้นใยลงในสารละลาย Naphthol
- เอาเส้นใยขึ้นแล้วบิดน้ำสีออก
- จุ่มลงในสารละลาย Base
- เอาเส้นใยขึ้นตากแห้ง
- ล้างในน้ำให้สะอาด
- ทำ Hot Soaping โดยใช้ 2 gm/l detergent ที่ 80°C นาน 20 นาที เพื่อกำจัดสีที่ติดผิวเส้นใยออก

-ล้างให้สะอาด

-ตากแห้ง

4. สีแวต (Vat dyes)

เป็นสีที่ไม่ละลายน้ำ ต้องใช้สารรีดิวส์ที่เหมาะสมมาทำให้ละลายจึงจะติดโดยเซลลูโลสได้ มีสภาพเป็นด่าง เป็นสีที่ติดทนดีที่สุด ทนต่อแสง การซักและการฟอกขาว เหมาะสำหรับการย้อมผ้าฝ้าย เรยอง อะคริลิก โมดอะคริลิก และไนลอน

วิธีการเตรียมสี :

-ผสมสีด้วยน้ำอุ่นเล็กน้อยและ Wetting agent เล็กน้อย จะได้สีที่มีลักษณะข้นเหนียว

-เติม Caustic soda และตามด้วย Sodium hydro sulphate

-เติมน้ำ และปรับระดับความเข้มข้นของสีตามต้องการ

-อุ่นที่ 60 °C นาน 15 นาที

-ได้สีที่ละลายน้ำ

ขั้นตอนการย้อมสี :

-LR 1 : 30

-เริ่มการย้อมสีที่ 40 °C และเพิ่มอุณหภูมิอย่างช้าๆ ถึง 60 °C

-ย้อมสีที่ 60 °C นาน 45 นาที

-ยกออกจากอ่างย้อมแล้วผึ่งลมให้ทำปฏิกิริยา เรียกว่า Oxidation 5-10 นาที จนเปลี่ยนเป็นสีที่ต้องการ

-ล้างให้สะอาด 2-3 ครั้ง

-ทำ Hot soaping โดยใช้ 2 gm/l detergent ที่ 80 °C นาน 20 นาที เพื่อกำจัดสีที่ย้อมไม่ติดออก

-ล้างให้สะอาด

-ตากแห้ง

การใช้สีไคเร็กซ์ย้อมเส้นใยสับปะรดให้ความคงทนต่ำ โมเลกุลสีไคเร็กซ์ประกอบด้วย Amino group ($-NH_4$)

เมื่อทำปฏิกิริยาจะจับกับ Hydroxy group ตรงบริเวณ Hydrogen bond ขนาดโมเลกุลสีมีขนาดเล็กมาก สามารถเข้าไปในโครงสร้างของโมเลกุลเซลลูโลสในส่วนที่เป็น Amorphous ได้ แต่ไม่สามารถเข้าไปในส่วนที่เป็น Crystalline ได้ เมื่อเส้นใยเซลลูโลสถูกย้อมสีไคเร็กซ์ในน้ำ จะเกิดแขนที่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลสี และส่วนของเซลลูโลสที่ไม่สมบูรณ์ มีผลทำให้สีหลุดออกมาจากเส้นใย

สีรีแอคทีฟและสีอะโซอิกแอซิก เป็นสีที่มีความคงทนกว่าสีไคเร็กซ์

การย้อมด้วยสีรีแอคทีฟมีการใช้สารช่วยติดสี (Fixation) ทำให้สีติดเซลลูโลสดีขึ้น สียึดติดกับเส้นใยในเวลาอันรวดเร็วและไม่หลุดออกมา

สีแวตเป็นสีที่ดีที่สุดสำหรับการย้อมเส้นใยสับปะรด สีแวตเป็นสีที่ไม่ละลายน้ำ แต่ก็ถูกทำให้อยู่ในรูปที่ละลายน้ำขณะย้อมสี สีจะแทรกตัวเข้าไปในระหว่างเซลลูโลส จากนั้นสีจะถูกเปลี่ยนเป็นสีที่ไม่ละลายน้ำ เซลลูโลสจะยึดสีไว้แน่น ทำให้สีไม่หลุดออกจากเส้นใย สีแวตเป็นสีที่ทนต่อแสง

ถึงแม้ว่าปฏิกิริยาการย้อมสี Azoic คล้ายกับสี Vat แต่สี Azoic มีความคงทนน้อยกว่า เนื่องมาจากสี Azoic ไม่มีการเปลี่ยนกลับคืนสู่สภาพที่ไม่ละลายน้ำ ดังนั้นหลังการย้อมผ้าแล้วสี Azoic จึงหลุดออกไปกับน้ำได้

สรุป การย้อมสีเส้นใยสับปะรด สีแวต เป็นสีที่ดีที่สุด เนื่องจากสีมีความคงทนมากที่สุด รองลงมา คือ สีรีแอคทีฟ



วัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง



เส้นใยหลังฟอกก่อนย้อมสี



เส้นด้ายหลังฟอกก่อนย้อมสี



การล้างน้ำ



หลังย้อมสี เส้นใยดัดสีสม่ำเสมอมากกว่าเส้นด้าย

รูปที่ 5 การย้อมสีเส้นใยสับปะรด

การผลิตเส้นด้ายและทอผ้าจากเส้นใยสับปะรด (Spinning and Weaving of Pineapple Leaf Fiber, PALF)

Ghosh and Sinha (1977). ได้พยายามทำการผลิตเส้นด้ายจาก เส้นใยสับปะรด 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 and 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 and 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 เพราะว่าเส้นใยสับปะรดเป็นเส้นใยหยากกว่า ทำให้การเกาะเกี่ยวกับเส้นใยอื่นๆ ไม่เหมาะสม นอกจากนี้ยังได้นำเส้นด้ายใยผสมระหว่างใยสับปะรดกับใยฝ้าย ไปทดลองทอผ้าลายทแยงหรือผ้า Drill fabric (เนื้อผ้าเหมือนผ้ายีนส์แต่ไม่ย้อมสี) ผลการทดลองผ้าในด้าน การต้านทานแรงขัดถู (Abrasion resistance) มีค่าต่ำกว่าผ้าฝ้าย 100 % รวมทั้งคุณลักษณะของผิวสัมผัส (Toughness) ของผ้าใยผสมนี้มีค่าต่ำมาก

ผลการทดลองผลิตผ้าด้วยเส้นด้ายใยผสมด้วยเส้นใยสับปะรดกับใยฝ้าย (อัตราส่วน 20 % PALF กับ 80 % Cotton) โดยสถาบัน Cotton Technological Research Laboratory แสดงผลความแตกต่างในด้านความเหนียวและการยืดตัว (Strength and breaking extension) ของผ้าฝ้าย 100 % เมื่อเปรียบเทียบกับผ้าใยสับปะรดผสมกับฝ้าย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่มีความแตกต่างกันสำหรับคุณสมบัติการหดตัวของผ้า (Shrinkage) นอกจากนี้ได้ทำการทดสอบผ้ายีนส์ (Jeans) ที่ทอด้วยเส้นใยสับปะรดผสมฝ้าย (PALF / Cotton) มีผลที่ได้ คือ มีคุณสมบัติด้านการจับจีบผ้า (Draping) ได้ดีพอๆ กับผ้าฝ้าย 100 % อีกทั้ง ได้ทำการนำผ้าใยสับปะรดผสมกับฝ้ายไปทำการตกแต่งด้วย Diammonium phosphate และใช้ Polysyn เป็นตัวประสานทำให้ผ้ามีความสามารถทนไฟ (Flame retardant, FR) และผ้ามีความเหนียวดีขึ้น

JTRL แสดงผลความสำเร็จในการผลิตเส้นด้ายใยสับปะรดผสมฝ้าย (PALF / Cotton) ในอัตราส่วน 70 : 30 โดยนำเส้นใยสับปะรดไปผ่านการตกแต่งทางเคมี และผลิตเส้นด้ายด้วยเครื่องปั่นด้ายฝ้ายที่ถูกปรับปรุง (Modified cotton spinning system) สำหรับปั่นเส้นด้ายใยผสมนี้โดยเฉพาะ ผลที่ได้รับเส้นด้ายใยสับปะรดผสมฝ้ายจะมีคุณภาพที่ดีกว่าเส้นด้ายฝ้าย

และรายงานจาก SITRA ยืนยันความสำเร็จที่สามารถผลิตเส้นด้ายใยสับปะรด 100 % ได้เป็นครั้งแรกด้วยระบบการปั่นด้ายฝ้าย (Cotton spinning system) โดยสาวเส้นใยสับปะรดด้วยเครื่องสาวใยฝ้าย (Cotton card) ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการผลิตเส้นด้ายใยสับปะรด ดังนี้ คือ

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

จากวิธีการปรับปรุงดังกล่าวข้างต้น ทำให้สามารถปั่นด้ายด้วยเส้นใยสับปะรด ที่มีความยาวต่ำที่สุดประมาณ 38 มิลลิเมตร ด้วยเครื่องสายใยแบบ 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 สามารถแสดงผลในด้านคุณสมบัติของเส้นด้ายใยสับปะรด 100 % ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สมบัติของเส้นด้ายใยสับปะรด

ขนาดของเส้นด้าย (Linier Density -Tex)	196.8	295.3
ระบบการปั่นด้าย	เครื่องปั่นด้ายต้นแบบ Pilot scale ring frame	เครื่องปั่นด้ายแบบ Charkha machine
คุณสมบัติของเส้นด้าย		
1. ความยาวของเส้นใย (mm)	38.0	50.0
2. ความเหนียวของเส้นด้าย (N / Tex)	4.2	6.0
3. เปอร์เซนต์การยืดตัวของเส้นด้าย (%)	4.2	4.9
4. CV % ของความเหนียว (%)	27.0	18.3

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

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 คุณสมบัตินี้ด้านความเหนียวของเส้นด้ายลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเส้นด้ายที่ผสมระหว่าง polyester 50 %และขนสัตว์ 50 % ซึ่งมีผลลัพธ์แสดงให้เห็นคือ เส้นด้ายเดี่ยวที่

ผลิตจากเส้นใย polyester , ขนสัตว์ และใยสับปะรด มีผลทำให้เส้นด้ายมีความเปราะ 8 % เปอร์เซ็นต์การยืดตัวน้อยลง 2.5 % ความเหนียวสูงขึ้น 3.1 % ความสม่ำเสมอไม่เปลี่ยนแปลง

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

มีการทดลองจำนวนมากที่นาระบบการปั่นด้ายปอกระเจา (Jute Spinning System) มาใช้ปั่นเส้นด้ายใยสับปะรด ซึ่ง Ghosh and Sinha (1977).มีข้อสรุปว่า เส้นใยขาวของ 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 จะได้เส้นด้ายที่มีคุณภาพที่เพิ่มขึ้น โดยมีอัตราส่วนการผสมเส้นใย คือ ทุกๆ 1 % ที่เพิ่มขึ้นของใยสับปะรด จะทำให้เส้นด้ายมีความเหนียวเพิ่มขึ้น ที่ระดับของ twist factor 0.4 เพื่อควบคุมการเกิดลีย

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

Ghosh and Sinha (1977). ได้นำเสนอส่วนผสมในการปั่นเส้นด้ายด้วยเส้นใย PALF กับ polypropylene จะได้เส้นด้ายที่มีความเหนียวและการยืดตัวของเส้นด้ายเพิ่มสูงขึ้น เมื่อสัดส่วนของ polypropylene เพิ่มขึ้น ผลการทดสอบคุณสมบัติของผ้าต่างๆ ในห้องทดลองที่ผลิตเส้นด้ายใยผสมต่างๆ มีผลแสดงการเปรียบเทียบใน ตารางที่ 7

ตารางที่ 7 คุณสมบัติของผ้า

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
ขนาดเส้นด้าย(Linier Density -Tex)	78.7 x 78.7	78.7 x 78.7	59.5 x 295	59.5 x 295
ความถี่เส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง ต่อ เซนติเมตร	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 (ความถี่เส้นด้ายขึ้นต่อเซนติเมตร 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 8 สำหรับเส้นด้ายที่ทำการศึกษานี้จะทำการปั่นเส้นด้ายแบบ Cover – spun yarns ที่ใช้สำหรับผลิตผ้าตัดชุดสุภาพสตรี และ ถุงเท้า เป็นต้น ซึ่งจะได้ผลที่ดี

ตารางที่ 8 สมบัติของ Cover – Spun Yarns ด้วยเส้นใย PALF

ขนาดเส้นด้าย(Linier Density -Tex)		78.7
ชนิดของเส้นด้าย		Cover Spun
	Cover : 8.9 Tex เส้นใย polyester Core : polyester 50 %, Acrylic 30 %, PALF 20 %	
คุณสมบัติของเส้นด้าย		
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/นาที

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 9

ตารางที่ 9 สมบัติของเส้นด้ายที่ปั่นด้วยระบบ Dref Spinning System

ชนิดเส้นด้าย ขนาดเส้นด้าย(Linier Density -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. เปอร์เซ็นต์การยืดตัว (%)	4.9	4.5	3.7

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

ตารางที่ 10 รูปแบบของการทดลองปั่นด้ายที่ SITRA ในปี 1991

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	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

ที่มา : Indra Doraiswamy and P. Chellamani (1991)

การปั่นด้ายเส้นใยปอ (Jute Spinning Laboratory)

การสาธิตการปั่นด้ายเส้นใยปอ (Jute spinning) ที่ SITRA มีขบวนการปั่นด้ายเส้นใยสับประรดพอสรุปได้ดังนี้ คือ

-นำเส้นใยสับประรดที่ผ่านการชุบด้วยเครื่องมาสาางเพื่อให้เปลือกที่ติดมาหลุดออกจากเส้นใย

-ขั้นตอนการผสมและทำความสะอาดเส้นใย การทดลองมีการใช้เส้นใยสับประรด 100 % และเส้นใยสับประรดผสมกับเส้นใยอื่นเช่น Polyester และ acrylic เป็นต้น ในวันที่ไปศึกษาดูงานไม่มีการสาธิตการปั่นด้ายของเส้นใยสับประรด แต่มีการสาธิตขั้นตอนของการผสมเส้นใยฝ้ายและปอในอัตราส่วน 30 : 70 แทน เมื่อเส้นใยผ่านห้องผสมเส้นใยผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ ม้วนเส้นใย (Lap)

-ขั้นตอนการสาางเส้นใย (Carding) นำม้วนเส้นใยมาผ่านเครื่องสาางเส้นใย การสาางเส้นใยเป็นการสาางเส้นใยให้แยกออกเป็นอิสระ เป็นการกำจัดสิ่งสกปรกและสิ่งแปลกปลอมออกไป รวมทั้งการกำจัดเส้นใยสั้นๆ ด้วย และเป็นการรวมเส้นใยที่สะอาดนี้ให้เป็น “สไลเวอร์ (Sliver)” เพื่อส่งให้กับการผลิตขั้นต่อไป

-ขั้นตอนการรีดเส้นใย (Drawing) เนื่องจากเส้นใยที่ประกอบเป็นสไลเวอร์ นั้นมีลักษณะยังไม่เหยียดตรง และยังเรียงตัวไม่ขนานกันตามแนวทางยาวของสไลเวอร์ดี จึงต้องทำการรีดปุยเส้นใยให้ได้สไลเวอร์ที่มีความสม่ำเสมอและมีขนาดตามต้องการ การทำงานของการรีดปุยเป็นการควบหรือสมทบสไลเวอร์หลายๆ สายรวมกันเข้าเป็นสายเดียว มีการดึงให้ยืดออกเท่าขนาดที่ต้องการ

-ขั้นตอนการทำแผ่นม้วนสำหรับด้ายหวี (Comb preparation) สไลเวอร์ที่ได้จากเครื่องสาางใย เมื่อต้องการทำเป็นด้ายหวี จำต้องผ่านการทำให้เป็นแผ่น (Lap) เพื่อป้อนเข้าเครื่องหวี และเป็นการทำให้เส้นใยเหยียดตรงมากขึ้นก่อนการหวี

-ขั้นตอนการหวี (Combing) เป็นการคัดแยกเส้นใยสั้นที่ไม่เหมาะสมออก เพื่อให้ได้เส้นใยที่มีความยาวเฉลี่ยตามเกณฑ์สำหรับผลิตเส้นด้ายที่มีขนาดเล็กหรือเบอร์ด้ายสูง (ในระบบ English cotton count) และเส้นด้ายมีความสม่ำเสมอดี

-ขั้นตอนการโรฟวิ่ง (Roving) เป็นการลดขนาดของสไลเวอร์ ให้มีขนาดเหมาะสม สำหรับการปั่นด้าย เส้นโรฟวิ่งจะมีลักษณะยาวตลอด มีเกลียวเล็กน้อยเพื่อให้เส้นใยยึดกันและมีความแข็งแรง

-ขั้นตอนการทำให้เส้นใยหยัก (Crimp) เพื่อให้เส้นใยสามารถพันเกลียว และยึดกันแน่น

-ขั้นตอนการปั่นด้าย (Spinning) เป็นการลดขนาดเส้นโรฟวิ่งเป็นเส้นด้าย และพันเข้าหลอด (Bobbins) อัตราการลดขนาดสามารถปรับได้ตามขนาดเบอร์ที่ต้องการ ด้ายที่ปั่นจะมีเกลียวเพื่อให้มีความแข็งแรง มีความยืดหยุ่น เหมาะสมกับการใช้งานชนิดต่างๆ มีการปั่นด้ายในระบบ open end spinning และ ring spinning (มีการแสดงเครื่องจักรชื่อ SITRA Jute Flyspin, England Manchester โดย SITRA ได้นำเข้าและมีการปรับปรุงคุณภาพให้เหมาะต่อการใช้งาน โดยเปลี่ยนอะไหล่บางชิ้นของเครื่องจักร)

-ขั้นตอนการกรอด้าย (Winding) เนื่องจากหลอดด้ายจากเครื่องปั่นด้ายมีขนาดเล็ก จึงต้องมีการกรอรวมกันเป็นหลอดใหญ่เพื่อสะดวกกับการใช้งาน การกรอด้ายเป็นการกำจัดสิ่งบกพร่องของด้าย เช่น ส่วนหนา บาง และปม เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในการใช้งาน และไม่ทำให้คุณภาพต่ำลง

เส้นใยสับประรดไม่ผ่านกระบวนการ Degumming มีผลให้เส้นด้ายที่ปั่นได้มีขนาดใหญ่และหยาบ คือมีขนาด 8 Ne หรือ 680 ดีเนียร์



เส้นใยปอกระเจา



เส้นใยปอกระเจาหลังตัด



เส้นใยปอกระเจาหลังสาว



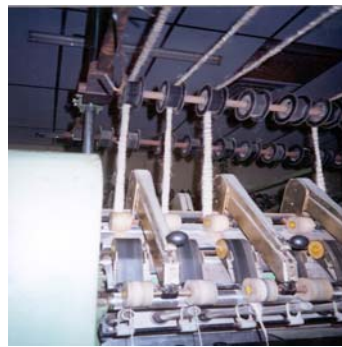
สายพานลำเลียงเส้นใยเข้าเครื่องผสม
เส้นใย ปอผสมฝ้ายอัตรา 70: 30



เครื่องผสมเส้นใย (Blow room)



เครื่องผสมเส้นใย(Blow room)เป็นที่
กระจายเส้นใยให้แยกออกจากสิ่ง
สกปรก



สายที่เป็นลอน ๆ ด้านบนของภาพ คือ
สไลเวอร์ที่ผสมแล้วถูกนำไปอัดเป็น
ลอนให้หงิกเพื่อให้มีการเกาะตัวกัน
ดีในกระบวนการปั่นด้วยเครื่องปั่น
ด้าย แบบ Ring spinning machine
ด้านล่างเป็นชุด Draft เส้น Sliver ให้มี
ขนาดเล็กลง



ด้านหน้าเครื่องปั่นด้ายปอกระเจา



แกนพร้อมด้วยอุปกรณ์ดีเกิลียว

รูปที่ 6 การปั่นด้ายเส้นใยปอ

ผลิตภัณฑ์จากเส้นใยสับปะรด

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 เหมาะสมที่จะนำไปผลิตเป็นผ้าปูที่นอน, ผ้าคลุมเตียง, พรม, เฟอร์นิเจอร์ และผ้าขนหนู เป็นต้น

Ghosh and Sinha (1977). ได้ทดลองผลิตผ้าใบที่ทำจากใยสับปะรด 100 % (PALF duck – cloth) ซึ่งมีด้วยกัน 2 ชนิด คือ

- ผ้าใบที่มีเนื้อผ้าขนาด 960 กรัมต่อตารางเมตร
- ผ้าใบที่มีเนื้อผ้าขนาด 1,347 กรัมต่อตารางเมตร

โดยทำการเปรียบเทียบความสามารถของผ้าใบที่ทำจากใยสับปะรดกับผ้าใบที่ทำจากใยฝ้ายที่เนื้อผ้าเดียว ในด้านความเหนียวของผ้า (ทั้งแนวเส้นด้ายยืนและแนวเส้นด้ายพุ่ง) ปรากฏว่าผ้าใบที่ทำจากใยสับปะรด มีระดับความเหนียวสูงกว่าผ้าใบที่ทำจากใยฝ้าย ส่วนลักษณะความหนาผ้าทั้ง 2 พวก มีความหนาพอๆ กัน แต่อย่างไรก็ตาม ผ้าใบที่ผลิตจากใยสับปะรด จะมีความเหนียวสูงกว่า แต่ในด้านเปอร์เซ็นต์การยืดตัวจะต่ำกว่าและเส้นด้ายใยสับปะรดจะมีลักษณะการขึ้นขนสูง (High hairiness) แต่เป็นข้อได้เปรียบของเส้นด้ายใยสับปะรดที่ถูกนำมาเคลือบด้วยยาง (Rubber) จะทำให้มีการเกาะติดกันได้ดีกว่าเส้นด้ายฝ้าย คุณสมบัติที่สำคัญทางด้านฟิสิกส์ของการเคลือบยางกับวัสดุสิ่งทอเพื่อทำสายพาน ผ้าที่ผลิตจากเส้นใยสับปะรดมีความเหมาะสมมากที่นำมาเคลือบยางเพื่อทำเป็นสายพาน เพราะผ้าที่ผลิตด้วยใยสับปะรดมีลักษณะการขึ้นขน



ผ้าทอลายเลโน(Leno) ฝ้าย 100% เป็น
เส้นยืน สับปะรด 100 % เป็นเส้นพุ่ง

รูปที่ 7 ผ้าทอลายเลโน(Leno) ฝ้าย 100% เป็นเส้นยืน สับปะรด 100 % เป็นเส้นพุ่ง

ตารางที่ 11 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	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
			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
			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	-	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)

การผลิตผ้าไม่ทอจากเส้นใยสับปะรด (PALF Non-woven Frabric)

สำหรับการนำ PALF มาใช้ในกระบวนการผลิตผ้าไม่ทอ หรือผ้า Non – Woven ต้องนำเส้นใย PALF (ขนาดเบอร์ 16 – 18 denier) ผ่านการตกแต่งด้วยสารเคมี และใช้กับเครื่องผลิตผ้าไม่ทอ แบบ Needle – punched felts รุ่น NL 6S และรายละเอียดของเครื่อง ดังนี้

1. จำนวนเข็มต่อเมตร 1,500 เข็ม
2. ความถี่ของฝีเข็ม 1,500 ครั้งต่อนาที
3. ความเร็วของการผลิต 10 เมตรต่อนาที

ซึ่งจะได้คุณสมบัติของผ้าไม่ทอดัง ตารางที่ 12

ตารางที่ 12 สมบัติของผ้า Non – Woven ที่ผลิตด้วย 100 % PALF

ชนิดของผ้า	คุณสมบัติ				
	มวล (g/m ²)	ความหนา (cm)	ความเหนียว (CN/Tex)	เปอร์เซ็นต์การยืด ตัว (%)	ความต้านทานแรงฉีก (นน.ที่หาย – mg)
ผ้าไม่ทอ (Non – woven) แบบ Needle – punched ด้วย 100 % PALF	490	0.4	0.175	5.1	50

ที่มา : Indra Doraiswamy and P. Chellamani (1991)

สำหรับผ้าไม่ทอที่ผลิตด้วย 100 % PALF เป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อสิ่งแวดล้อม เพราะถูกย่อยสลายได้ดีมาก เมื่อถูกฝังอยู่ในดิน ดังนั้น จึงเหมาะสมที่จะนำผ้าไม่ทอชนิดนี้ทำเป็นวัสดุคืบที่ใช้ปรับปรุงดินของแม่น้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้สิ่งทรุดตัว อีกทั้งยังสามารถปลูกต้นไม้บริเวณที่ปูด้วยผ้าไม่ทอที่ผลิตจาก 100 % PALF เพราะรากของต้นไม้จะสามารถทะลุผ่านได้



รูปที่ 8 ผ้าไม่ทอที่ผลิตจากใยสับปะรด ด้วยวิธี Needle Punched Felt

การใช้ประโยชน์เศษเหลือจากการชุบสับปะรด

มีการ นำไปใช้ประโยชน์ 2 ผลิตภัณฑ์ คือ

1. กระดาษแข็ง (Paper boards)
2. เชื้อเพลิงชีว (Fuel briquettes)

การผลิตกระดาษแข็ง

(Paperboard manufacturer factory)

มีการนำของเหลือใช้ เช่น เศษเหลือจากการชุบสับปะรด ผ้าและกระดาษมาผลิตเป็นกระดาษแข็ง และมีการนำไปใช้เป็นปกแฟ้มเอกสาร อัตราส่วนผสมระหว่างเศษเหลือจากการชุบสับปะรด และผ้าหรือกระดาษที่เหมาะสมคือ 50:50

ผู้จัดการคือ Mr. Kandasamy ผู้ช่วยผู้จัดการคือ Mr. Krishnamoorthy ที่อยู่ คือ Gandhi Ashram Handmade Paper Unit, Zamin Elianpall Post, Chittalandur 673201, Namakkal District, 637210, India. เป็นโรงงานผลิตกระดาษแข็งโดยใช้เครื่องจักร

มีกำลังการผลิต	30-35	กก. ต่อชั่วโมง
มีแรงงาน	10	คนต่อการทำงาน
ใช้น้ำ 30,000 ลิตร ต่อรอบ ต่อ 8 ชั่วโมง ต่อกำลังการผลิต	290	กิโลกรัมผลิตภัณฑ์

ขั้นตอนการผลิตกระดาษแข็ง

ขั้นตอนการผลิตกระดาษแข็งจากเส้นใยสับปะรดและเศษผ้า

1. ตัดผืนผ้าที่ไม่ใช้แล้ว ให้มีขนาดเล็กโดยเครื่องตัด
2. นำมาปั่นในเครื่องปั่นโดยผสมในน้ำ เป็นการการผลิตเชื้อโดยใช้แรงกล ไม่ต้องใช้สารเคมี ยกเว้นต้องการฟอกขาวจึงเติมสารฟอกขาวลงไป
3. ปรับอัตราส่วนระหว่างเชื้อต่อน้ำ 3 % โดยมีการกระจายเชื้อ เพื่อป้องกันไม่ให้เชื้อจม
4. ทำการกำจัดสิ่งแปลกปลอมออกจากเชื้อ เช่น ดิน แม็กซ์ หิน เป็นต้น
5. ทำเป็นแผ่นกระดาษโดยใช้เครื่องจักรที่สามารถควบคุมความหนาและขนาดของกระดาษได้
6. นำไปตากให้แห้งในร่ม โดยการแขวนไว้กับราวเชือก
7. รีดให้เรียบด้วยเครื่องรีด
8. ตัดขอบออก ตามขนาดที่ต้องการ

ตารางที่ 13 ขั้นตอนและผลที่ได้ในแต่ละขั้นตอนการผลิตกระดาษแข็ง

Process name	Process activity
Rag chopper	Cutting the waste cloth
Beater 6 hour	Pulp mixing with water
Dyeing	Room temperature dyeing
Agitator	Stirrer of pulp
Sand dropper	Waste extraction
Sheet formation	Boards delivery
Drying	Air drying
Calendering	Use for smothering the sheet
Cutting	Cut the sheet as requirement

ตารางที่ 14 ต้นทุนการสร้างโรงงานผลิตกระดาษแข็ง

เครื่องจักร	จำนวนเครื่องจักร	ราคา(ไร่)
เครื่องตัดวัตถุดิบ 2 ใบมีด (Rag chopper)	1	150,000
เครื่องตีเยื่อ (Beater machine)	2	300,000
ถังกระจายเยื่อ (Cylinder Moved Vat or agitator machine)	1	400,000
เครื่องอัดรีดแผ่นกระดาษ (Carlendar machine)	1	150,000
เครื่องตัดแผ่นกระดาษ (Cutting machine)	1	50,000
รวมงบลงทุนทั้งหมด		1,050,000



วัตถุดิบถูกตัดด้วยเครื่อง



ทำให้เป็นเยื่อโดยตีในเครื่องตีเยื่อ



การฟอกเยื่อ



ฝาครอบใบมีดที่ของเครื่องตีเยื่อ



ส่งเยื่อไปตามท่อเพื่อกระจายเยื่อ



ถังกระจายเยื่อ 3 %



เครื่องจักรทำแผ่นกระดาษแข็ง



สายพานเครื่องจักรทำแผ่น



การดึงกระดาษออกจากเครื่องทำแผ่น

รูปที่ 9 การผลิตกระดาษแข็งจากเศษผ้าและเส้นใยสับปะรด



รวมกระดาษไว้เพื่อตากแห้ง



การตาก



การรีดกระดาษให้เรียบด้วยเครื่อง



เครื่องรีดกระดาษ



เครื่องรีดกระดาษ



ตัดกระดาษให้ได้ขนาดตามต้องการ



เครื่องตัดกระดาษ



ทำเพิ่มเอกสาร

รูปที่ 9 (ต่อ) การผลิตกระดาษแข็งจากเศษผ้าและเส้นใยสับปะรด

การผลิตเชื้อเพลิงแข็ง (Fuel briquettes)

เชื้อเพลิงแข็งที่ได้จากเศษเหลือจากการขุดใบสับประดามีคุณสมบัติดัง ตารางที่ 15

ตารางที่ 15 คุณสมบัติของเชื้อเพลิงแข็งที่ได้จากเศษเหลือจากการขุดใบสับประด

วัตถุดิบ	เชื้อเพลิงแข็ง โดยใช้ 100 % PALF
คุณสมบัติ	
1. Volatile matter (%W/W)	66.46
2. จี๊ไฉ้ (%W/W)	15.84
3. Fixed carbon (% W/W)	8.95
4. Carlorific value (Kcal/kg)	3311

ที่มา : Indra Doraiswamy and P. Chellamani (1991)

เทคโนโลยีสิ่งทอของอินเดีย

จากการศึกษาดูงานครั้งนี้เพื่อสรุปองค์ความรู้ได้ 13 เทคโนโลยี คือ

1. The Chennimalai Industrial Weaver's Co-operative Production & Sale Society Ltd.

หรือ Chencoptex A.A.399



รูปที่ 10 สถานที่ทำการ ของ Chencoptex A.A.399

สหกรณ์ Chencoptex ตั้งอยู่ที่ No. A.A.399, Chennimalai-638 051, Erode District, Tamilnadu, India สหกรณ์นี้ จัดตั้งและเริ่มดำเนินการในปี 1962 โดยมีวัตถุประสงค์ในการเพิ่มความแข็งแกร่งด้านสังคมและเศรษฐกิจของชุมชนทอผ้าด้วยมือที่มีฐานะยากจน เพื่อให้มีการจ้างงานอย่างต่อเนื่องและได้รับค่าจ้างอย่างยุติธรรม มีสมาชิกทั้งหมด 3,303 คน มีทุนเรือนหุ้น 99.7 ล้านรูปี มีกี่ทอผ้า 2,077 กี่และสามารถทอเพื่อการส่งออก 1,467 กี่ เป็นสหกรณ์ที่มีชื่อเสียงในด้านผ้าปูที่นอน ปลอกหมอน ผ้าห่มเบาะ และเส้นใยผสมกับโพลีเอสเตอร์เพื่อการส่งออก เส้นใยที่ใช้ในการผลิต คือ 2/17s, 2/40s, 6, 2/40sf, และโพลีเอสเตอร์ ประสิทธิภาพในการทอผ้าพื้นกว้าง 90 นิ้ว ได้ 8 เมตรต่อวัน ในขณะที่ผ้าลายทอได้ 5.5 เมตร ค่าแรงขั้นต่ำของอินเดีย 82 รูปี แต่สหกรณ์นี้ทำรายได้ให้แก่สมาชิก 1000-3500 รูปีต่อเดือน ด้านสวัสดิการทางสังคม มีการให้เงินเดือนผู้เกษียณอายุ 350 รูปีต่อเดือน และมีการบริการคำปรึกษาพยาบาลและคำตลอดบุตร 2 คน ด้านการศึกษาแก่เด็กโดยการจัดหาหนังสือ ได้รับค่าแรงเพิ่มขึ้นกรณีทำงานในวันหยุดราชการ ในแผนงานในอนาคต ต้องการช่วยคนจนให้มากขึ้น ให้สมาชิกมีรายรับมากขึ้น และให้มีการส่งออกให้มากขึ้น

ภาพรวมของสหกรณ์นี้คือรัฐสนับสนุนทอผ้า และมีการรับซื้อผ้าจากคนจน ในการทำงานผู้หญิงส่วนใหญ่เป็นคนปั่นด้าย และผู้ชายส่วนใหญ่เป็นคนทอผ้า มีการแยกโรงทอผ้าระหว่างผู้หญิงและผู้ชาย การม้วนเส้นด้ายยืนยาว 165 หลาใช้เวลา 3 ชั่วโมง ค่าจ้าง 36 รูปีต่อม้วน 1 วันทำได้ 2-3 ม้วน

2. The Chenkumar Weaver's Co-operative Production & Sale Society Ltd. หรือ Chenkumartex

Handloom Fabrics

ตั้งอยู่ที่ CH 4, Post Box No. 11, Chennimalai-638 051, Erode District, Tamilnadu, India.

Email: chenkumartex@yahoo.co.in, info@chenkumartex.com

มีการทอผ้าโดยใช้เครื่องแจกการ์ดขนาด 400 ตะขอ (Hook) และทอด้วยเครื่องดอปบี้

สภาวะการทำมาค้าสะดวกเส้นด้ายฝ้าย (Scouring) มีดังนี้คือ

NaOH	1 %	based on dry-fiber weight of yarns
Na ₂ CO ₃	1 %	based on dry-fiber weight of yarns
Lissapon (ICI)	1 %	based on dry-fiber weight of yarns
LR	1 : 20	

Temp. 100 °C

Time 4 hr.

สภาวะการฟอกขาว มีดังนี้คือ

น้ำคลอรีน : เส้นใย 1 : 1

Temp. room temperature

Time 2 hr.

เมื่อครบกำหนดเวลาให้ทำการล้างน้ำให้สะอาด

สถานะการย้อมสี

ย้อมในอุณหภูมิปกติ และใช้ความร้อน



ต้มกำจัดไขมันและสิ่งสกปรกก่อน
ฟอก-ย้อมสี



การฟอกด้วยคลอรีน



การย้อมสีที่อุณหภูมิสูง



การตากที่ราวหลังย้อมสีร้อน



การย้อมสีที่อุณหภูมิห้อง



หลังย้อมเติมน้ำเพื่อปรับความ
เข้มข้นของสี 1 กระบวน



บิดเส้นด้ายด้วยไม้ให้หมาด



เส้นด้ายไม่ฟอกสี



เส้นด้ายฟอก - ย้อมสีแล้ว

รูปที่ 11 โรงงานฟอกย้อมสีที่ Chenkumartex Handloom Fabrics

3. Kumarapalayam PLSE SITRA centre

1. การบริการทดสอบคุณภาพเส้นด้าย

เช่น count with CV % 40.00 รูปี/ตัวอย่าง

CSP with CV%(one) 80.00 รูปี/ตัวอย่าง

CPS with CV% Hank 100.00 รูปี/ตัวอย่าง

TPI with CV single yarn/Double 50.00 รูปี/ตัวอย่าง

Length of yarn 40 รูปี/ตัวอย่าง

2. การบริการทดสอบทางเคมี

เช่น Rubbing fastness, Fastness to washing at 40 °C, Fastness to washing at 60 °C, Blend analysis for yarn and fabric, Fiber identification, Water analysis, Shrinkage to washing, Dye identification,

3. การบริการทดสอบคุณภาพผ้า

เช่น End / inch & Pick / inch, Warp / Weft count with design and without design, Length of fiber, Width of fiber

4. ศูนย์บริการออกแบบลายผ้า (CAD)



รูปที่ 12 ศูนย์บริการออกแบบลายผ้า (CAD) ของ SITRA

4. Powerloom Station

ใช้เครื่องทอ Flexible Rapier loom ของ Vamatex ผลิตในอิตาลี

5. การผลิตพรมแบบอินเดีย (Carpet weaving : Bhavani)

มีการทอผ้าโดยใช้กี่หูลุม (Traditional Pit Handloom) ทอผ้าหน้ากว้าง 3 เมตร ยาว 5 เมตร เนื้อหนา ราคา 1,000 รูปี และใช้คนทอ 2 คนขณะส่งกระสวยต้องปรับด้ายพุ่งให้เป็นภูเขาสองลูกเพื่อให้เส้นด้ายพุ่งนูนขึ้นปิดด้ายยืน มีไม้ผ่งค้ำผ้า (Cloth temple) เป็นธุรกิจของเอกชน



กี่หูลุมทอพื้นเมือง(Pit loom)



ทอพรมหน้ากว้าง 3 เมตร ยาว 5 เมตร



กระสวยปลายมน



การประสานงานของการทอ 2 คน



ราคาผืนละ 1,000 รูปี

รูปที่ 13 การทอพรมของอินเดีย

6. การทอผ้ารองจาน

เป็นการทอผ้าด้วยมือ เนื้อหนา หน้าผ้าแคบ 14 นิ้ว x 18-20 นิ้ว ผ้ามีวนหนึ่งมี 12-14 ผืน ด้ายพุ่งไม่ได้พันในกระสวย จึงเรียกว่า การทอไร้กระสวย



กระสวยไร้แกน



กระสวยปลายมน



การทอผ้าหน้าแคบ

รูปที่ 14 การทอผ้าหน้าแคบในอินเดียใช้กระสวยไร้แกน และกระสวยปลายมน

7. การทอผ้าเช็ดตัวแบบอินเดีย (Towel weaving : Thermapuri)

การทอผ้าเช็ดตัวแบบอินเดีย เนื้อบาง ผ้าซับน้ำได้ดี ขนาด 75 ซม. X 150 ซม. ราคา 15 รูปี มีการเดินด้าย ม้วนด้ายระบบมือ (Sectional warper) ขนาดเส้นด้าย 2/40 Ne Single 10 ยืน/พุ่ง 10 N



ผ้าเช็ดตัวชาวอินเดียทอด้วยเครื่องทอผ้าระบบคอบบี้เพื่อทำลายผ้า

รูปที่ 15 ผ้าเช็ดตัวชาวอินเดียทอด้วยเครื่องทอผ้าระบบคอบบี้เพื่อทำลายผ้า

8. การเยี่ยมชมอาศรมคานธี (Grandhi Ashram)

โรงงานปั่นด้ายด้วยมือ มีที่อยู่ คือ The Secretary, Gandhi Ashram, Tiruchengodu, Gandhi Ashram Post, Chittalandur 673201, Namakkal District, 637210, India. มีเครื่องมือดังต่อไปนี้คือ

-เครื่องผสมเส้นใยขนาดเล็ก (Blower room machine) ของ Dobsom & Barlow Ltd. Bolton, 1931

-เครื่องสาวเส้นใยขนาดเล็ก (Carding machine)

-เครื่องโรฟวิ่งขนาดเล็ก (Roving machine)

-การปั่นด้ายด้วยมือด้วยเครื่อง Amber Charkha หรือ Hand spinning machine เป็นเครื่องปั่นด้ายที่สามารถปั่นได้ 8 หลอดในเวลาเดียวกัน

การสำรวจตลาดสิ่งทอ

-ผ้าไหมแก้วเนื้อบางละเอียด

-ดินทอง 4 หลอดราคา 220 รูปี

-ด้ายฝ้ายเมอร์ซีไรซ์ ขนาด 2/100 น้ำหนัก 2.27 กิโลกรัม ราคา 950 รูปี ในประเทศไทยผลิตได้สูงสุดคือขนาด 2/60



รูปที่ 16 เครื่องผสมเส้นใยขนาดเล็ก (Blow room machine)



เครื่องสาวเส้นใยขนาดเล็ก

รูปที่ 17 เครื่องสาวเส้นใยขนาดเล็ก (Carding machine)



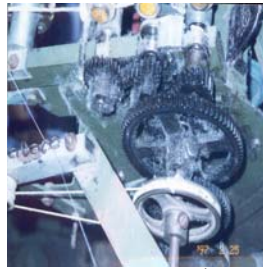
รูปที่ 18 เครื่อง Roving machine ขนาดเล็กเพื่อผลิต Sliver สำหรับปั่นด้ายแบบ Ring spinning machine ด้วยมือ



รูปที่ 19 เครื่อง Roving machine ขนาดเล็กสำหรับผลิต roving ที่ใช้กับเครื่องปั่นด้าย แบบ Ring spinning machine ด้วยมือ



เครื่องปั่นด้ายแบบ Ring spinning machine ด้วยมือ ขนาด 8 แกน ผลิตเส้นด้ายเบอร์ 16^S Ne



ชุดเฟืองขับเคลื่อนระบบลูกกลิ้งลดขนาด (Drafting gear)



ระบบขับเคลื่อนและตีเกลียวเส้นด้ายของเครื่องปั่นด้าย Ring spinning machine ด้วยมือ



มีแกนหมุนด้วยมือขวา

รูปที่ 20 เครื่องปั่นด้าย แบบ Ring spinning machine ด้วยมือ (Amber Charkha)

9. การกรอด้วย



เครื่องกรอด้วย ขนาด 40 แกน



กรอด้วยโดยคนรุ่นเยาว์



ในแต่ละเครื่องมีชุดเกียร์หัวสาย 2 ชุด



หลอดสีดำสำหรับด้ายยืน หลอดสีแดงสำหรับด้ายพุ่ง



เครื่องกรอด้วยพุ่ง ใส่กระสวยแบบวงกลม ขนาด 12 แกน

ดัดแปลงมาจากเครื่องถักผ้ายัด ไม่มีในไทย

รูปที่ 21 การกรอด้วยด้วยมอเตอร์



การกรอด้วยพุ่ง



กลุ่มสตรีนิยมกรอด้วย



ในกรอด้วยพื้นเมือง (Local winder)

รูปที่ 22 การกรอด้วยด้วยมือโดยใช้แรงงานสตรี

10. การสับด้ายยืน



ด้ายยืนและด้ายพุ่ง



Horizontal warper สำหรับเตรียมเส้นไหมยืน



การบรรจุหลอดด้ายยืนได้คราวละ 200 หลอด



เครื่องสับด้ายยืนและราวตั้งหลอดด้ายแบบ direct warping



เครื่องสับด้ายยืน



เครื่องสับด้ายยืนแบบ Sectional warping (ผ้าลายรีว) มีอุปกรณ์ม้วนด้ายยืนที่ควรนำมาประยุกต์ใช้ในไทย



เกลียวตัวหนอนขนาด 3 นิ้ว X 12 นิ้ว ที่เป็น Binder ทำหน้าที่ม้วนและเรียงด้ายยืนไม่ให้ล้น



พูลี่ขับเคลื่อนเพื่อสับด้ายยืน

รูปที่ 23 การสับด้ายยืนโดยใช้แรงงานผู้ชาย



รูปที่ 24 การสับด้ายยืนลงบน빔 (Beam)

11. การทอมือด้วยอุปกรณ์ Jacquard



การขึ้นผ้าบนกี่โดยเปลี่ยนบีม ด้ายขึ้น
ม้วนเก่าต่อกับม้วนใหม่



กี่ทอผ้าปูที่นอน แบบ 4 ตะกอ
4 แท้เหยียบ



โรงงานกำลังทอประมาณ 200 กี่



กี่ทอผ้าคลุมเตียงกว้าง 3 เมตร
โครงสร้างชาติน โดยแรงงานชาย



เท้าเหยียบ



แผงตะกรอสำเร็จรูป (แดง เหลือง ขาว)
ใช้งานได้นาน และสะดวกต่อการสับ
ลายโครงสร้าง กี่นี้มี 8 ตะกอ



กี่ทอผ้าด้วยหัว Jacquard ที่มี
ประสิทธิภาพในการยกลดลายได้
หลายรูปแบบ



การติดตั้งหัว หัว Jacquard โดยใช้
แผ่นกระดาษเจาะรูรหัส



หัวเครื่อง Jacquard 120 ขอ

รูปที่ 25 การทอผ้าด้วยอุปกรณ์ Jacquard ในประเทศอินเดีย



หัวเครื่อง Jacquard ที่ติดต่อซื้อเข้ามา
ใช้ในประเทศไทย

รูปที่ 25 (ต่อ) การทอผ้าด้วยอุปกรณ์ Jacquard ในประเทศอินเดีย

12 . การปั่นด้ายด้วยเครื่อง (Spinning machine)



เบลฝ้าย



เปิดเบลฝ้าย (Opening section) หรือ
ผสมเส้นใยโดยใช้แรงงาน



ด้านหน้า ของ Blow room ส่วนที่ทำ
แผ่นม้วนเส้นใย



ม้วนแผ่นเส้นใยที่ได้จากเครื่อง

รูปที่ 26 เครื่องผสมเส้นใย (Blow room)



ด้านหลังเครื่องสาวเส้นใยแสดงการ
ป้อนแผ่นเส้นใยที่ได้จาก Blow room



ด้านหน้าของเครื่องสาวเส้นใย



ด้านข้างของเครื่องสาวเส้นใย



เครื่องสาวเส้นใย



เครื่องสาวเส้นใยกำลังผลิต Sliver



เครื่องหวีเส้นใยเพื่อทำให้เส้นใยสะอาดขึ้นและสาวเส้นใยสั้นทิ้ง



หลอดม้วนแผ่นเส้นใยที่ผ่านการหวีแล้ว

รูปที่ 27 เครื่องสาวเส้นใย (Carding machine)



ราวลำเลียงเส้น Sliver ป้อนเข้าเครื่อง Drawing machine



เครื่อง Drawing machine



เครื่อง Drawing machine ใช้สำหรับ
เรียงเส้นใย ผลผลิตที่ได้คือ Sliver



แสดงลักษณะชุดลูกกลิ้งสำหรับ
ควบคุมและรีดเส้นใย



ด้านหลังเครื่อง Drawing และถังบรรจุ
Sliver

รูปที่ 28 เครื่องรีดปุย (Drawing machine)



รูปที่ 29 เครื่องหวีเส้นใย (Combing machine)



เครื่อง Roving ใช้สำหรับลดขนาดเส้น Sliver เพื่อให้เหมาะสมกับเบอร์ด้ายที่จะผลิต



เครื่อง Roving machine



ชั้นวางหลอด Roving, แกน Flyer และหลอด Superlap



หลอดบรรจุเส้น Roving เพื่อใช้ในการปั่นด้ายของเครื่อง Ring spinning machine

รูปที่ 30 เครื่อง Roving



รูปที่ 31 เครื่องปั่นด้ายแบบ Ring spinning machine ชนิดหลอด Spool



เครื่องปั่นด้าย Ring spinning machine



เครื่องปั่นด้าย Rotor spinning machine

รูปที่ 32 เครื่องปั่นด้ายแบบ Rotor spinning machine

13 . การทอ และการถักผ้าด้วยเครื่องจักร (Spinning Weaving and knitting machine)



เครื่องจักรทอผ้าใช้กระสวยที่เสริมด้วยหัวยกตะกรอคียบี้
ทำลวดลายริมผ้าทั้งสองด้าน



แท่นสาธิตการทำงานและเครื่องคอบบี้เพื่อใช้สร้างลวดลาย
ผ้าทอ เป็นผลงานต้นคิดของ SITRA



เครื่องจักรทอผ้าแบบก้านส่ง(rapier picking)อินเดียนำมา
เป็นต้นแบบเพื่อการวิจัยพัฒนาสร้างเครื่องใหม่



เครื่องจักรทอผ้าแบบ Flexible Rapier แบบก้านส่งด้ายพุ่ง

รูปที่ 33 เครื่องทอผ้าด้วยไฟฟ้า (Weaving machine)



เครื่องถักผ้าทรงกลม (Circular knitting
machine) สำหรับผลิตผ้ายี่ดชนิดผ้า Rib



เครื่องถักผ้าแบบวงกลมเป็นเครื่องขนาดเล็ก เพื่อใช้ทดลองค่า
ความตึงของเส้นด้ายที่เหมาะสมต่อการใช้งานจริง

รูปที่ 34 เครื่องถักผ้า (Knitting machine)

14. การผลิตหลอดลมเทียม



เครื่องทอหลอดลมเทียม



หลอดลมเทียมของคน



เครื่องกรอด้ายอัตโนมัติ



เครื่องอัดยื่นท่อหลอดลมเทียมที่ SITRA ทำการวิจัย

รูปที่ 35 ผลิตหลอดลมเทียม

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. งานวิจัยด้านเครื่องชดใบสับประรด

- ได้ทราบแนวทางการสร้างเครื่องป้อนใบแบบอัตโนมัติ
- ได้ทราบแนวทางการทำงานของเครื่องจักรที่สามารถชดเนื้อเยื่อออกจากใบจากการป้อนใบแบบอัตโนมัติ

2. งานวิจัยด้านการปรับสภาพเส้นใยสับประรด

- ได้ทราบแนวทางการลอกกาวย การฟอกสี และการย้อมสี
- ได้ทราบวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณกาวยที่ตกค้างในเส้นใย

3. งานวิจัยด้านการปั่นด้ายและทอผ้าจากเส้นใยสับประรด

- ได้ทราบแนวทางการปั่นด้ายและทอผ้าด้วยมือที่มีประสิทธิภาพสูง

4. งานวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีสิ่งทอพื้นบ้าน

ประเทศไทยควรมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อให้อุตสาหกรรมสิ่งทอพื้นบ้านสามารถเสริมรายได้คนในท้องถิ่นให้มีรายได้เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับการพัฒนาสิ่งทอพื้นบ้านของอินเดีย ซึ่งสามารถช่วยให้ผู้ประกอบการอาชีพด้านสิ่งทอพื้นบ้าน มีรายได้มากกว่ารายได้ขั้นต่ำที่รัฐกำหนดไว้

แนวทางหลักของการวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีสิ่งทอพื้นบ้านในอนาคต

แนวทางหลักของการวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีสิ่งทอพื้นบ้าน แยกออกเป็นสาขา 4 สาขาดังนี้

1. สาขาวิจัยและพัฒนาการผลิตเส้นใยธรรมชาติที่หลากหลายและมีคุณภาพเพื่ออุตสาหกรรมสิ่งทอ

1. เส้นใยชนิดใหม่ เช่น เส้นใยสับประรด ลิ้น
2. ปรับปรุงคุณภาพเส้นใยฝ้าย เส้นด้ายฝ้าย ให้มีคุณภาพสูงขึ้นจากเดิม เช่นการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเส้นด้ายขนาดเล็ก เบอร์ 100

2. สาขาการประดิษฐ์เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ

1. เครื่องปั่นเส้นด้ายจากใยธรรมชาติ
2. เครื่องกรอเพื่อทำเช็ดหรือโคน (เพื่อการฟอกย้อมสี)
3. เครื่องกรอเส้นด้ายยืน-ด้ายพุ่ง (เพื่อการทอ)
4. เครื่องสืบเส้นด้ายยืน และ เครื่องม้วนเส้นด้ายยืน
5. เครื่องจักรรูปแบบลวดลายโครงสร้าง
6. เครื่องม้วนผ้า และขยายเส้นยืนหลังการทอผ้าแบบอัตโนมัติโดยไม่ใช้ไฟฟ้า
7. เครื่องทอผ้าระบบคานยกดอก (Counter Balance system) 4-12 ตะกอ
8. เครื่องทอผ้าระบบคียบบี้ (16-32 ตะกอ)
9. เครื่องทอผ้าระบบแจ็กการ์ด (120 s-400 s)
10. เครื่องเจาะรหัสลาย (Card punching machine)
11. เครื่องเย็บลาย
12. เครื่องตรวจสอบคุณภาพผ้า
13. เครื่องมืออุปกรณ์การพิมพ์สีเส้นด้ายยืน-พุ่ง

14. เครื่องมืออุปกรณ์ตกแต่งคุณภาพผ้า

15. เครื่องมืออุปกรณ์การย้อมสี

3. หน่วยพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตเส้นด้ายพื้นบ้าน

1. การเตรียมเส้นใยจากใบสับปะรด, ป่าน, ปอ และเปลือกไม้ และการปั่นเป็นเส้นด้ายรูปแบบต่างๆ
2. การเตรียมเส้นใยฝ้ายและการปั่นเป็นด้ายเบอร์ต่างๆ
3. การผลิตเส้นใยจากเศษไหม (Spun silk) และ วิธีการปั่น
4. การปั่นผสมเส้นด้ายแฟนซี (Fancy yarn)

4. สาขาพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีสิ่งทอพื้นบ้าน

1. หน่วยพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการทอผ้า

- ผ้าพื้นเมืองฝ้าย-ไหม (เพื่อขนบธรรมเนียมและวัฒนธรรม)
- ผ้าเพื่อการตลาดสากล (ใยสับปะรดและใยพืชอื่นๆ)
- พรหมและเศษสิ่งทอ
- การฝึกอบรมหลักสูตรต่างๆ

2. หน่วยพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยีการย้อมสี

- การพัฒนาสีย้อมธรรมชาติ (Natural dyes)
- การพัฒนาการย้อมสีเคมี
- การตกแต่งคุณภาพผ้า
- การฝึกอบรมหลักสูตรต่างๆ

3. หน่วยพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์

- ตัดเย็บเสื้อผ้า
- ตัดเย็บผลิตภัณฑ์
- จัดงานแสดงแบบ-ประกวด
- พัฒนาและสร้างสรรค์

4. สาขาวิจัยและพัฒนาในด้านด้านสังคมไทย

สร้างทัศนคติและแรงจูงใจให้แรงงานชายมาประกอบอาชีพด้านการทอผ้า เช่นเดียวกับที่ประเทศอินเดีย เนื่องจากการทอผ้าเป็นงานที่ต้องใช้กำลังที่ต่อเนื่องเป็นเวลาหลายชั่วโมง กำลังที่ส่งไปยังเครื่องทอที่สม่ำเสมอจะให้ผ้าทอที่สม่ำเสมอด้วย

.....

บุคคลที่ให้การต้อนรับ

1. Dr. ARINDAM BASU

DIRECTOR of SITRA

Post Box No: 3205, Coimbatore Aerodrome Post, Coimbatore – 641 014. India

Off. 2574367-9 Per. 2574010 Res. 2540532 FAX : 0422-571896 E-mail : sitra@vsnl.com

2. Dr. Indra Doraiswamy

SITRA

Post Box No: 3205, Coimbatore Aerodrome Post, Coimbatore – 641 014. India

Off. 2574367-9 Per. 2574010 Res. 2540532 FAX : 0422-571896 E-mail : sitra@vsnl.com

3. Dr. K.P. Chellamani

Deputy Director

SITRA

Post Box No: 3205, Coimbatore Aerodrome Post, Coimbatore – 641 014. India

Off. 2574367-9 Per. 2574010 Res. 2540532, FAX : 0422-571896, E-mail : sitra@vsnl.com,
sitra@md2.vsnl.net.in

4. Mr. DEBASIS CHATTOPADHYAY

Senior Scientific Officer

SITRA

Post Box No: 3205, Coimbatore Aerodrome Post, Coimbatore – 641 014. India

Phone : (0422) 574367-8-9 Fax : (0422) 571896 E-Mail : sitra@vsnl.com.

5. Mr. D.BALAKKRISHNAN (คนผลิตเครื่องชุดใบสับปรด)

Proprietor

Aarbee Engineering Industry

99 , S.M.S. Layout , 3 rd Street , Ondipudur , Coimbatore – 641 016 . Tamil Nadu . India.

Phone . 98430 – 80822

6. Mr. M.K.VITTOPA, AMIE

Spinning

SITRA

Post Box No: 3205, Coimbatore Aerodrome Post, Coimbatore – 641 014. India

Phone Res. 6806823 , Phone :574367-8-9 Fax : 0422-571896

E-mail : sitra@vsnl.com , vittopa@yahoo.co.in WEBSIT : <http://www.sitra.org.in>

7. Mr. S.ANNADURAI (คนพาไปซื้อ หัวแจกการ์ด)

Weaving

SITRA

Post Box No : 3205, Coimbatore Aerodrome Post, Coimbatore – 641 014, Tamil Nadu, India

RESI. P4 : 04296 – 263759

Phone. 0422-574367-9 Fax. 0422-571896

E-mail : sitra@vsnl.com

Website : <http://www.sitraindia.org>

8. Mr. M. Karthikeyan D.Tech., (Textiles)

Textile Designer

SITRA CAD CENTRE (TEXTILE DESIGN)

#4, Ragavendra Street, Komarapalayam-638 183, Namakkal Dt. TN , India

Phone. 04288-261019 Email: sitrakpm@sanchainet.in

9. Mr. Gobinath Muthukumar

Jackguard Punched paper designer

Email: gobinath_m@yahoo.com

10. Mr. Kousalya

Asist. Professor, Department of Information Technology

Sri Krishna College of Engineering and Technology, Kuniamuthur, Coimbatore-641 008

Phone (0422) 670909, 677014, Fax. (0422) 607359

Email : skcer@md5.vsnl.net.in, Website : skcet.ac.in

11. Mrs. Jayasri Vasudovan

Assistant

Plot No. 22, Poompohar Nagao, Thidiyaluo, Coimbatore 641 034, India

Tel. 264 2562

12. Mr. S. Annadurai

B. Tech PGDMC

Junior Scientific Officer

The India South Textile Research Association

P.B. No. 3205, Aerodrome Post, Coimbatore 641014, India

13. Hayagrivas (ร้านขายผ้าไหม)

SILK HOUSE

153, G.N.CHETTY ROAD, T.NAGAR, CHENNAI – 600 017

Off. 8154989, 8150939 E-mail : sriya@giasmd01.vsnl.net.in Web site : www.silkmaker.com

14. Ashai

SAGA DEPARTMENT STORES LTD.

251, T.T.K. Road, Alwarpet , Chennai – 600 018. INDIA

Tel : 91-44-499 3811 , 497 1389/90

Fax : 91-44-497 1387

E-mail : saga@md2.vsnl.net.in

Web Site : www.sagastore.com

15. Indian Arts Emporium

Handicrafts export house

Agurchand Mansion

152 Mount Road, Chennai –2

Tel. 8460560, 8460489 res 4990778, 4992765

Email : iae@kmronline.com

16. VILLAGE SQUARE ORIENTAL TRADITIONS PVT LTD

#42 A , Kasthuri Ranga Road , Alwarpet , Chennai-600 018

Phone. 4981364 , 4998082 , Fax : 91-44-4994574 E-mail : villagesquare@hotmail.com

17. MEN'S TRUST

ALL KINDS OF SAREES, PUNJABI SUITS,

SHIRTS,T-SHIRTS, TROUSERS, JEANS,

FROCKS, BABY SUITS AND FABRICS

22 , Kenneth Lane , Opp. Egmore Railway Stn.,

EGMORE , CHENNAI-8 SOUTH INDIA

E-mail : menstrust@eth.net

www : menstrust.com

18. RAJAGANESAN

Nalli SILKS SALES DEPOT A/c

315/316,RAJA STREET, COIMBATORE-641 001, India

Phone. 395969

19. C.RAMARAJ / R. Mahendrabharathi ร้านขายหัวแฉีกการ์ด

2.Jeppa Kulam lane 3

COIMBATORE 641 001, India

Phone. (0422)2472511, 2475259 Phone 0422-2574368-9

Res. 04296-263759

.....