

การศึกษาคุณลักษณะของเส้นด้ายฝ้ายที่ลงแป้งโดยใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรแบบออกซิไดซ์  
 A STUDY ON THE CHARACTERISTICS OF COTTON YARN SIZED  
 WITH OXIDIZED STARCH

ยศวัต ตั้งฐานานุศักดิ์<sup>1</sup> ปลื้มจิตต์ เตชธรรมรักษ์<sup>1</sup> สมภพ นราภิรมย์อนันต์<sup>1</sup>

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาปริมาณแป้งมันสำปะหลังดัดแปรแบบออกซิไดซ์ ต่อสมบัติของเส้นด้ายและผืนผ้า ในด้านความแข็งแรงต่อแรงดึง การยืดตัวก่อนขาด และความคงทนต่อการขัดถู ทำการทดลองโดยลงแป้งเส้นด้ายทั้งหมด 14 สูตร ภายใต้สภาวะเดียวกัน จากการทดลองพบว่า สูตรที่ให้สมบัติของเส้นด้ายและผืนผ้าใกล้เคียงกับสูตรแป้งดิบคือสูตร S180 โดยความคงทนต่อการขัดถูของเส้นด้าย สูตรแป้งดิบมีค่า 1,154.5 ครั้ง สูตร S 180 มีค่า 1,114.2 ครั้ง ส่วนสมบัติของผืนผ้าหลังการลอกแป้ง ด้านน้ำหนักผืนผ้า สูตรแป้งดิบมีค่า 146.92 กรัมต่อตารางเมตร สูตร S 180 มีค่า 146.47 กรัมต่อตารางเมตร ความแข็งแรงต่อแรงดึงทางด้านเส้นด้ายยืน สูตรแป้งดิบมีค่า 243.32 นิวตัน สูตร S 180 มีค่า 221.98 นิวตัน การยืดตัวก่อนขาดของผืนผ้าทางด้านเส้นด้ายยืน สูตรแป้งดิบมีค่า 15.74 มิลลิเมตร สูตร S 180 มีค่า 16.5 มิลลิเมตร และความคงทนต่อการขัดถูของผืนผ้าสูตรแป้งดิบมีค่า 49,000 ครั้ง สูตร S 180 มีค่า 48,333 ครั้ง

**คำสำคัญ:** เส้นด้ายฝ้าย, แป้งมันสำปะหลังดัดแปรแบบออกซิไดซ์, ความแข็งแรงต่อแรงดึง, การยืดตัวก่อนขาด, ความคงทนต่อการขัดถู

### Abstract

The research aims to study the effect of modified tapioca starch on yarn and fabric properties in terms of yarn and fabric strength, extension at break and abrasion resistance. Fourteen sizing paste recipes were prepared for sizing on 40 Ne cotton yarn using the same condition. It was found that cotton yarn sized with the recipe of 180 grams modified tapioca starch in a litre of water enhances the property quite similar to cotton yarn sized with the typical sizing paste that contain auxiliaries such as polyvinyl alcohol, acrylic and lubricant in the paste. The abrasion resistance of yarn sized with the typical recipe is 1,154.5 revolutions whereas the abrasion resistance of yarn sized with S 180 is 1,114.2 revolutions. The two warp yarns sized with typical recipe and S180 were used to prepare sample fabrics. The two fabric samples compose of two different warp yarn were tested after desizing. Fabric weight of the two fabric samples using typical sizing recipe and the S180 recipe are 146.92 g/sq.m. and 146.47 g/sq.m., respectively. Fabric tensile strength at the warp side of the fabric using typical sizing recipe is 243.32 N (at the extension of 15.74 mm) and 221.98 N (at the extension of 16.5 mm) for the other. Abrasion resistance of the two fabrics are 49,000 revolutions and 48,333 revolutions.

**Keywords:** cotton yarn, modified tapioca starch, yarn strength, extension at break, abrasion resistance

**1. บทนำ**

ปัญหาการขาดของเส้นด้ายยืนในกระบวนการทอผ้า ส่งผลกระทบต่อคุณสมบัติของผืนผ้า และประสิทธิภาพในการทอผ้าเป็นอย่างมาก [1] การขาดของเส้นด้ายยืนในกระบวนการทอผ้านั้น เกิดขึ้นจาก การเสียดสีที่เกิดขึ้นในระหว่างการทอผ้าผืนพวกกับแรงที่เกิดขึ้นในระหว่างการทอผ้า [2]

ในปัจจุบัน โรงงานทอผ้าฝ้าย จะลงแป้งเส้นด้ายยืนโดยใช้ส่วนผสมแป้งมันสำปะหลังที่ไม่ผ่านการดัดแปร(แป้งดิบ) ผสมกับ พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ อะคริลิก และสารหล่อลื่น[3,4] เพื่อให้เส้นด้ายยืนมีความแข็งแรงและทนการขาดได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตามเส้นด้ายยืนก็ยังมีการขาดอยู่ในขณะทอผ้า และต้นทุนในกระบวนการลงแป้งสูง อีกทั้งยังทำให้เกิดน้ำเสียเนื่องจากมีสารเคมีเป็นส่วนผสม จากปัญหาดังกล่าวนี้นี้จึงมีแนวคิดที่จะใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรแบบออกซิไดซ์เพียงชนิดเดียวในกระบวนการลงแป้งเส้นด้ายยืนเพื่อที่จะทำให้เส้นด้ายยืนมีความแข็งแรงและทนการขาดได้ดีขึ้น รวมทั้งยังสามารถที่จะลดต้นทุนในกระบวนการลงแป้งเส้นด้ายยืน และลดต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียในกระบวนการลงแป้งเนื่องจากใน กระบวนการผลิตดังกล่าวไม่มีสารเคมีเป็นส่วนผสม

**2. วัตถุประสงค์**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสูตรการลงแป้งที่ใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรแบบออกซิไดซ์กับสูตรแป้งดิบ โดยเปรียบเทียบสมบัติของเส้นด้ายและผืนผ้าในด้านความแข็งแรงต่อแรงดึง การยืดตัวก่อนขาด และความคงทนต่อการขาด

**3. สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง**

1. แป้งดิบ (แป้งมันสำปะหลังที่ไม่ผ่านการดัดแปร)
2. แป้งดัดแปร (แป้งมันสำปะหลังที่ผ่านการดัดแปรแบบออกซิเดชัน)
3. แป้งพอลิไวนิลแอลกอฮอล์
4. แป้งอะคริลิก
5. สารหล่อลื่น
6. น้ำเปล่า

**4. วิธีการดำเนินงาน**

**4.1 ขั้นตอนการลงแป้งและทดสอบเส้นด้าย**

1.เตรียมสารลงแป้งเส้นด้ายยืนโดยใช้เครื่องชั่งความละเอียด 1 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น EB15DCE-I ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงส่วนผสมของสารลงแป้งในแต่ละสูตร

ส่วนผสม สูตร	แป้งดิบ (g)	แป้งดัดแปรแบบ ออกซิไดซ์ (g)	พอลิไวนิล แอลกอฮอล์ (g)	อะครี ลิก (g)	สาร หล่อ ลื่น (g)	น้ำ (ml)
1.WF	60	-	40	10	6	1000
2.S60	-	60	-	-	-	1000
3.S80	-	80	-	-	-	1000
4.S100	-	100	-	-	-	1000
5.S120	-	120	-	-	-	1000
6.S140	-	140	-	-	-	1000
7.S160	-	160	-	-	-	1000
8.S180	-	180	-	-	-	1000
9.S200	-	200	-	-	-	1000
10.S220	-	220	-	-	-	1000
11.S240	-	240	-	-	-	1000
12.S260	-	260	-	-	-	1000
13.S280	-	280	-	-	-	1000
14.S300	-	300	-	-	-	1000

- 2.เติมน้ำ 1,000 ml ลงในหม้อกวนแป้งเปิดเครื่องต้มน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงเริ่มกวนสารลงแป้ง
- 3.เติมส่วนผสมของสารลงแป้งตามสูตรที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1
- 4.กวนสารลงแป้งที่อุณหภูมิ 80-85 องศาเซลเซียส จนสังเกตว่าสารลงแป้งมีเนื้อเดียวกัน
- 5.ตรวจสอบค่าความหนืดของสารลงแป้งแต่ละสูตรโดยใช้เครื่องทดสอบความเข้มข้นของสารลงแป้ง (Refractometer Tester) ยี่ห้อ Atago รุ่น N1
- 6.นำสารลงแป้งที่เตรียมแล้วเทลงในอ่างลงแป้ง
- 7.เปิดเครื่องลงแป้งเส้นด้ายยืน โดยควบคุมอุณหภูมิในอ่างลงแป้งที่ 70 องศาเซลเซียส ควบคุมอุณหภูมิในห้องอบแห้งเส้นด้ายที่ 70 องศาเซลเซียส ควบคุมแรงกดลูกกลิ้งรีดน้ำแป้งที่ 0.1MPa และควบคุมความเร็วที่ 80 เมตรต่อนาที

8.ทดสอบค่าความแข็งแรงต่อแรงดึงและการยึดตัวของเส้นด้ายโดยใช้เครื่องทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile Strength Tester) ยี่ห้อ Instron รุ่น 5569 ตามมาตรฐาน ASTM D 2256-97

9.ทดสอบค่าความคงทนต่อการขัดถูของเส้นด้ายโดยใช้เครื่องทดสอบความคงทนต่อการขัดถู (Abrasion Tester) ยี่ห้อ Asano ตามมาตรฐาน JIS L 1095-1990

4.2 ขั้นตอนการทอผ้าและทดสอบผืนผ้า

1.นำเส้นด้ายฝ้ายที่ผ่านการลงแป้งมาทำการสับเส้นด้ายขึ้นใช้เครื่องสับเส้นด้ายขึ้น ยี่ห้อ Jiangyin Tongyuan รุ่น GA 193-600

2.เปิดเครื่องสับเส้นด้ายโดยแบ่งเส้นด้ายออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนแรกเส้นด้ายที่ลงแป้งดิบ 450 เส้น จากนั้นนำเส้นด้ายต่างสีมาคั่นกลาง 20 เส้นในส่วนที่สอง และส่วนที่สามเส้นด้ายที่ลงแป้งคัดแปรแบบออกซิโคซ์ 450 เส้นควบคุมความเร็วที่ 80 เมตรต่อนาที นำเส้นด้ายถ่างลงม้วนเส้นด้ายขึ้น

4.นำเส้นด้ายขึ้นที่ได้มาร้อยผ่านตะกอก และพันหวีโดยใช้พันหวีที่มีจำนวนช่องเส้นด้ายขึ้น 45 ช่องตอนนี้

5.เปิดเครื่องทอผ้าตัวอย่าง ใช้เครื่องทอผ้า ยี่ห้อ Jiangyin Tongyuan รุ่น GA 598 ปรับตั้งค่าต่างๆดังนี้ ความตึงของเส้นด้ายขึ้น 15 กิโลกรัม จำนวนเส้นด้ายพุ่ง 50 เส้นต่อนิ้วและความเร็วรอบเครื่องทอระดับกลาง คือ 30 รอบต่อนาที

6.ทอผ้าโดยใช้เวลาในการทอผ้า 2 ชั่วโมง

7.ตรวจสอบการขาดของเส้นด้ายขึ้น

8.ทำการลอกแป้งออกจากผืนผ้า

9.การทดสอบจำนวนเส้นด้ายขึ้นและเส้นด้ายพุ่งต่อนิ้ว ตามมาตรฐาน ASTM D 3775-98

10.การทดสอบน้ำหนักผืนผ้า ใช้เครื่องชั่ง ยี่ห้อ A&D รุ่น ER-182A ตามมาตรฐาน ASTM D3776-96

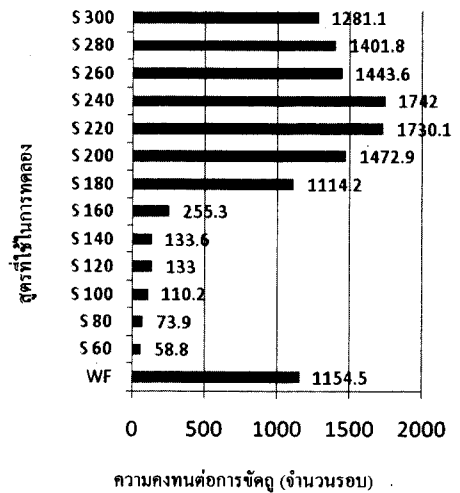
11.การทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงและการยึดตัวก่อนขาดของผืนผ้า ใช้เครื่องทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile Strength Tester) ยี่ห้อ Instron รุ่น 5569 ตามมาตรฐาน ASTM D5034-96

12.การทดสอบความต้านทานการขัดถูของผ้า ใช้เครื่องทดสอบความต้านทานการขัดถูของผ้า ยี่ห้อ SDL Atlas รุ่น M235 ตามมาตรฐาน ASTM D4966-98

5. ผลการทดลอง

จากการทดลองลงแป้งเส้นด้ายฝ้ายเบอร์ 40 Ne แล้วนำไปทอผ้า ได้นำเส้นด้ายฝ้ายและผืนผ้าไปทดสอบเพื่อหาค่าต่างๆทำให้สามารถสรุป ได้ดังนี้

แผนภูมิที่ 1 ความคงทนต่อการขัดถูของเส้นด้าย



จากผลการทดลองเปรียบเทียบสมบัติเส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยสูตรแป้งดิบและสูตรแป้งคัดแปรแบบออกซิโคซ์พบว่า เส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยสูตรแป้งคัดแปรแบบออกซิโคซ์ 180 กรัม มีสมบัติเทียบเคียงกับสูตรแป้งดิบโดยใช้ปริมาณแป้งคัดแปรแบบออกซิโคซ์ต่ำ ทั้งนี้ดูจากสมบัติความคงทนต่อการขัดถู ซึ่งเป็นสมบัติที่สำคัญที่สุดในการเป็นเส้นด้ายขึ้น[1,2] จึงเลือกนำเส้นด้ายขึ้นที่ลงแป้งด้วยสูตรแป้งดิบและสูตรแป้งคัดแปรแบบออกซิโคซ์ 180 กรัม ไปใช้ในการทอผ้าและศึกษาต่อไป ตารางที่ 2 จำนวนการขาดของเส้นด้ายในขณะทอผ้า (จำนวนครั้งต่อ 2 ชั่วโมง)

การขาด	สูตร	WF	S 180
การเสียดสีของลวดตะกอก		1	1
การเสียดสีของพันหวี		-	-
การเสียดสีของค้ายริม		-	-
การเสียดสีของค้ายไขว้กัน		-	-
ด้ายขึ้นติดเศษฝ้าย		-	-
เส้นด้ายพันกัน		2	2
รวมทั้งหมด		3	3

พบว่า จำนวนการขาดของเส้นด้ายในขณะทอผ้า โดยใช้เส้นด้ายยืน 2 ชนิด มีค่าการขาดของเส้นด้ายยืน ในขณะทอผ้าที่เท่ากัน เนื่องจากเส้นด้ายยืนที่ผ่านการลงแป้ง ทั้ง 2 สูตร มีค่าความแข็งแรงของเส้นด้าย การยืดตัวของเส้นด้าย และความคงทนต่อการขาดของเส้นด้าย ที่ดีใกล้เคียงกัน โดยส่วนใหญ่สาเหตุการขาดของเส้นด้ายยืน เกิดจากการพันกันของเส้นด้ายยืน ซึ่งเป็นผลมาจากการร้อยเส้นด้ายยืนที่ไขว้กัน จึงส่งผลให้เส้นด้ายยืนขาดในระหว่างการทอผ้า

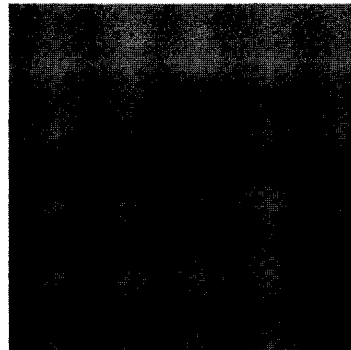
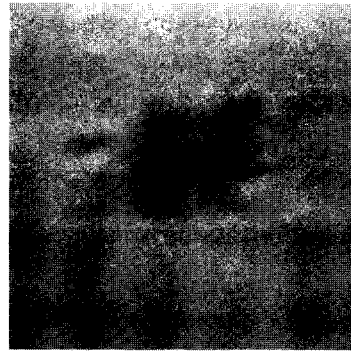
การลอกแป้ง มีวัตถุประสงค์เพื่อลอกสารลงแป้งที่ติดมากับเส้นด้ายยืนออกไป[5] ทำการทดลองโดยตัดแยกชิ้นผ้าที่ทอจากเส้นด้ายยืนสูตร WF และผ้าที่ทอจากเส้นด้ายยืนสูตร S180 ออกจากกันแล้วทำการทดลองลอกแป้งแยกชิ้นผ้าฝ้ายคละบีกเกอร์ ด้วยสูตรดังตัวอย่าง ใช้ผ้าฝ้ายหนัก 50 กรัม ปริมาณน้ำ 1 ลิตร อัตราส่วนของน้ำหนักผ้าต่อน้ำ (L: R) เท่ากับ 1:20 ทำการลอกแป้งด้วยเอนไซม์ตามสูตรต่อไปนี้ โดยสูตรที่ 1 ใช้ปริมาณเอนไซม์และเกลือร้อยละ 1 ของน้ำหนักผ้า และสูตรที่ 2 ใช้ปริมาณเอนไซม์และเกลือร้อยละ 2 ของน้ำหนักผ้า สามารถคำนวณปริมาณสารที่ใช้ได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตัวอย่างการลอกแป้งด้วยเอนไซม์

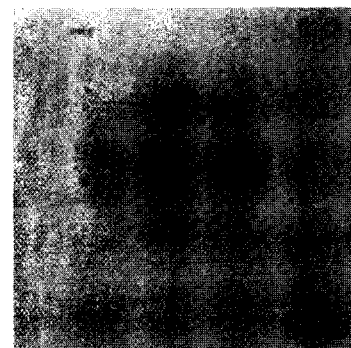
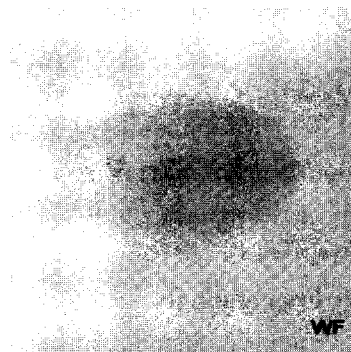
สูตรที่	1	2	หน่วย
เอนไซม์	0.5	1	ลบ.ซม.
เกลือ	0.5	1	กรัม
สารช่วยในการเปียก	0.25	0.25	ลบ.ซม.
สารจับอนุมูลโลหะ	0.1	0.1	ลบ.ซม.

มีการทดสอบแป้งที่เหลือบนผืนผ้าหลังการลอกแป้งโดยใช้สารละลายไอโอดีนในโพตัสเซียมไอโอไดด์เป็นสารทดสอบ ได้ผลการทดลองดังนี้

- สีน้ำเงินแก่ แสดงว่าแป้งยังไม่สลายตัว
- สีน้ำเงินอ่อน แสดงว่าแป้งส่วนใหญ่สลายตัว
- สีม่วงแดง แสดงว่าแป้งสลายตัวเป็นน้ำตาลเดกดิน
- สีเหลือง แสดงว่าไม่มีแป้งเหลืออยู่เลย



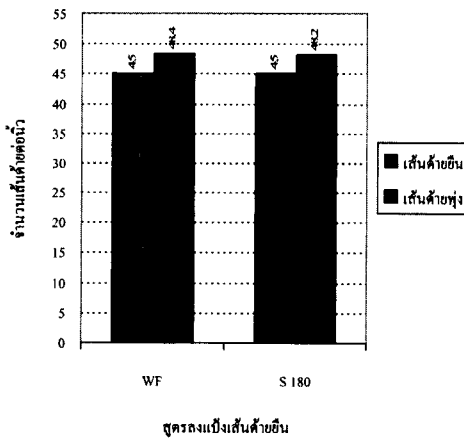
รูปที่ 1 ลักษณะของผืนผ้าก่อนลอกแป้ง



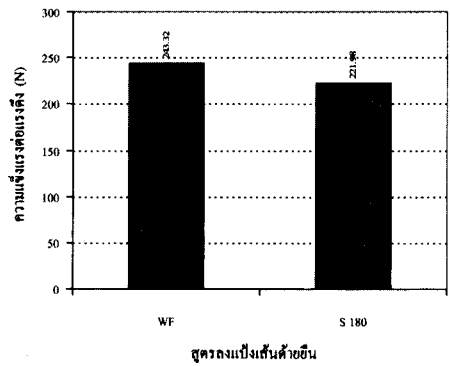
รูปที่ 2 ลักษณะของผืนผ้าหลังลอกแป้ง

จากผลการทดลอง พบว่าผืนผ้าก่อนและหลังลอกเบี่ยงที่ใช้เส้นด้ายยืนที่ผ่านการลงเบี่ยงทั้ง 2 สูตร มีลักษณะที่ไม่แตกต่างกัน โดยผืนผ้าก่อนการลอกเบี่ยงเมื่อหยดสารละลายไอโอดีนในโปตัสเซียมไอโอไดด์ พบว่ามีสีม่วง แสดงว่ามีแป้งติดกับผืนผ้า และเมื่อทำการลอกเบี่ยงออกไปจากนั้นหยดสารละลายไอโอดีนในโปตัสเซียมไอโอไดด์อีกครั้ง มีสีเหลืองแสดงว่าไม่มีแป้งติดกับผืนผ้า หรือทำการลอกเบี่ยงที่ติดมากับเส้นด้ายยืนออกไปจนหมดแล้ว

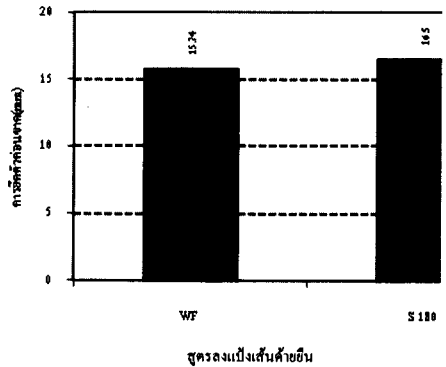
แผนภูมิที่ 2 การทดสอบจำนวนเส้นด้ายต่อนิวหลังลอกเบี่ยง



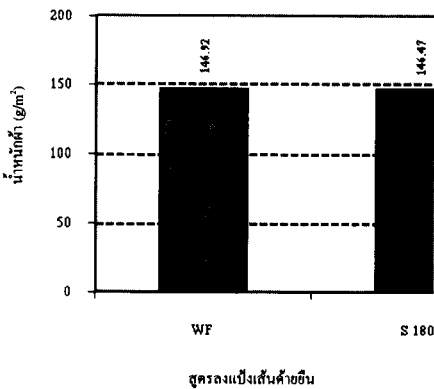
แผนภูมิที่ 4 การทดสอบความความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึงทางเส้นด้ายยืนหลังลอกเบี่ยง



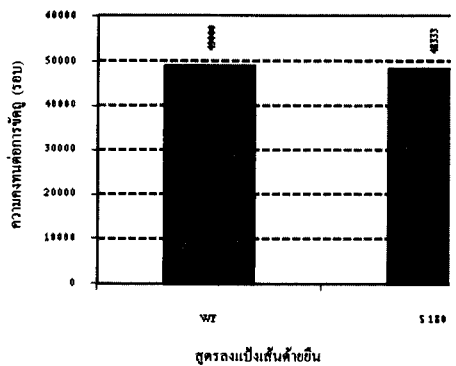
แผนภูมิที่ 5 การยืดตัวก่อนขนาดของผืนผ้าทางด้านเส้นด้ายยืนหลังลอกเบี่ยง



แผนภูมิที่ 3 การทดสอบน้ำหนักผ้าหลังลอกเบี่ยง



แผนภูมิที่ 6 ความคงทนต่อการขัดถูของผืนผ้าหลังลอกเบี่ยง



จากผลการทดสอบสมบัติของผืนผ้า ที่ทอมาจากเส้นด้ายยืนที่ผ่านการลงเบี่ยงทั้ง 2 สูตร พบว่ามีสมบัติในด้านต่างๆ ที่ใกล้เคียงกัน เช่น จำนวนเส้นด้ายต่อนิวหลังลอกเบี่ยง น้ำหนักผ้าหลังลอกเบี่ยง ความแข็งแรงของ

ผ้าต่อแรงดึงทางเส้นด้ายยืนหลังลอกแป้ง การยึดตัวก่อนขาด ของเส้นผ้าทางด้านเส้นด้ายยืนหลังลอกแป้ง และความคงทนต่อการขัดถูของเส้นผ้าหลังลอกแป้ง ดังแสดงในแผนภูมิที่ 1 ไปจนถึง แผนภูมิที่ 5

## 6. สรุปผลการทดลอง

1. เส้นด้ายฝ้ายที่ลงแป้งด้วยสูตร S180 มีสมบัติความคงทนต่อการขัดถูใกล้เคียงกับสูตรแป้งดิบ
2. การทดสอบทอผ้า โดยใช้เส้นด้ายยืนที่ผ่านการลงแป้งทั้ง 2 สูตร (สูตรแป้งดิบ และสูตร S180) พบว่าการขาดของเส้นด้ายยืนในระหว่างการทอผ้า มีค่าหรือผลการทดลองที่ไม่แตกต่างกัน
3. ภายหลังจากการลอกแป้ง จำนวนเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งต่อนิ้ว ที่สูงกว่าในเส้นผ้า [6] ที่ใช้เส้นด้ายยืนสูตรแป้งดิบ มีผลต่อน้ำหนักผ้าต่อหน่วยพื้นที่ ความแข็งแรงต่อแรงดึง การยึดตัวก่อนขาด และความคงทนต่อการขัดถูของเส้นผ้า

## 7. ประโยชน์ที่ได้รับ

จากการศึกษาคุณลักษณะของเส้นด้ายฝ้ายที่ลงแป้งโดยใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรแบบออกซิไดซ์ พบว่าเส้นด้ายยืนที่ใช้ปริมาณแป้งดัดแปรแบบออกซิไดซ์ 180 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร สามารถที่จะนำมาใช้เพื่อทดแทนสูตรแป้งดิบได้ โดยลดปริมาณการใช้สารเคมีในการลงแป้งเส้นด้ายยืน การใช้แป้งดัดแปรในกระบวนการลงแป้ง สามารถที่จะนำน้ำทิ้งจากการลงแป้งไปเพาะเลี้ยงทำให้เกิดเอนไซม์จากแบคทีเรีย เพื่อใช้ในการลอกแป้งได้ [7] อีกทั้งน้ำทิ้งจากแป้งมันสำปะหลังยังสามารถที่จะบำบัดได้โดยวิธีทางธรรมชาติคือการกรองด้วยหญ้าได้ [8] แป้งมันสำปะหลังดัดแปรไม่เป็นมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ รวมทั้งกระแสอุตสาหกรรมในขณะนี้เริ่มตระหนักและให้ความสนใจกับกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม [9]

## 8. ข้อเสนอแนะ

จากที่ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การศึกษาคุณลักษณะของเส้นด้ายฝ้ายที่ลงแป้งโดยใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปร

แบบออกซิไดซ์” ทำให้พบว่ายังมีอีกหลายประเด็นที่น่าสนใจ และควรที่จะทำการศึกษา ในโอกาสต่อไปดังนี้

1. สมบัติของแป้งธรรมชาติอื่นๆนอกเหนือไปจากแป้งมันสำปะหลัง
2. การบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากสารลงแป้ง

## เอกสารอ้างอิง

- [1] สมภพ นราภิรมย์อนันต์, เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชา การเตรียมทอ.ปทุมธานี : 2546
- [2] ลีลี่ โกศัยยานนท์, คู่มือวิชาการสิ่งทอ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2542
- [3] Lin Chin An, วิธีการยกระดับเทคนิคในกระบวนการใช้สีซึ่งของอุตสาหกรรมสิ่งทอ. กรุงเทพฯ, 2549
- [4] ชาญวิทย์ พรหมบุตร และคณะ, การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการลงแป้งเส้นด้ายฝ้ายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทอ, ปรียญานิพนธ์, วิศวกรรมสิ่งทอ, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2551
- [5] พิชิต กาญจนเชษฐ, เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชากระบวนการเคมีสิ่งทอ. ปทุมธานี, 2549
- [6] พรรณราย ปราโมทย์, เอกสารประกอบการสอนวิชาการทดสอบสิ่งทอ. ปทุมธานี, 2548
- [7] บรรษมณต์ แซ่จ้ง, ศึกษาการลอกแป้งบนเส้นผ้าด้วยเอนไซม์จากแบคทีเรียที่เพาะเลี้ยงจากน้ำทิ้งของอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง, ปรียญานิพนธ์, วิทยาศาสตร์ทั่วไป, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2546
- [8] วิมลมาศ บุญยังยืน, การปรับปรุงคุณภาพน้ำทิ้งออกจากโรงงานแป้งมันสำปะหลังโดยการกรองด้วยหญ้า, วิทยานิพนธ์, วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2545
- [9] สันติภาพ คำมอญ, “แป้งธรรมชาติ,” TEXTILE & APPAREL, Vol 2, No 12, 2008