

การใช้แป้งข้าวโพดดัดแปรเป็นสารทดแทนพอลิไวนิลแอลกอฮอล์
ในกระบวนการลงแป้งเส้นด้ายทึบ

Utilization of Modified Corn Starch to Replace Polyvinyl Alcohol
in the TC Yarn Sizing Process

สุกัญญา วงศ์ไวยทยากร^{1*}, ขนิษฐา เจริญลาภ²

Sukanya Wongvaitayakoon^{1*}, Khanittha Charoenlarp²

¹ สาขาวิชานวัตกรรมสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

² สาขาวิชาวิศวกรรมเคมีสิ่งทอ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

¹Department of Textile Innovation, Faculty of Textile Industries, Rajamangala University of Technology ,
Rajamangala University of Technology Krungthep, Thailand

²Department of Textile Chemical Engineering, Faculty of Textile Industries, Rajamangala University of
Technology Krungthep, Thailand

*Corresponding Author. Tel. 09 2454 4542, E-mail: K.skywong@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ และสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้แป้งข้าวโพดดัดแปรเป็นสารทดแทนพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ในการลงแป้งเส้นด้ายทึบ ทดลองโดยใช้เส้นด้ายทึบเบอร์ 45 ลงแป้งด้วยสูตรแป้งที่แตกต่างกัน 4 สูตร ได้แก่สูตรสารลงแป้งด้วยพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ชนิดเดียว สูตรผสมระหว่างพอลิไวนิลแอลกอฮอล์และแป้งข้าวโพดดัดแปรในอัตราส่วน 75 : 25 และอัตราส่วน 50 : 50 และสูตรสารลงแป้งด้วยแป้งข้าวโพดดัดแปรชนิดเดียว เส้นด้ายที่ผ่านการลงแป้งทั้ง 4 สูตร นำมาทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึง การยืดตัว และความเหนียวของเส้นด้าย ความคงทนต่อการขัดถู และประสิทธิภาพการทอ ผลการทดลองพบว่าสามารถใช้แป้งข้าวโพดดัดแปรทดแทนการใช้พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ได้ทั้งหมดในการลงแป้งเส้นด้ายยีน เส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยแป้งข้าวโพดดัดแปรในสัดส่วนร้อยละ 100 ให้สมบัติทางกายภาพและมีความคงทนต่อการขัดถูของเส้นด้ายดีที่สุด เส้นด้ายหลังการลงแป้งมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อแรงดึงเท่ากับ 3.71 ± 0.17 นิวตัน ค่าเฉลี่ยการยืดตัวสูงสุดเท่ากับ 42.15 ± 1.46 มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยความเหนียวเท่ากับ 28.05 ± 1.27 เซนตินิวตัน/เท็กซ์ ผ้าทอที่ผลิตจากเส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยแป้งข้าวโพดดัดแปร มีสมบัติที่ดีเหมือนการใช้สูตรที่มีพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ รวมทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทอโดยมีเส้นด้ายขาดระหว่างการทอน้อยที่สุด ทำให้ได้ผ้าทอที่มีความยาวมากที่สุด คือ 44.50 หลาต่อวัน

คำสำคัญ : เส้นด้ายทึบ สารลงแป้ง พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ แป้งข้าวโพดดัดแปร

ABSTRACT

The objective of this research was to study the feasibility and proportion of modified corn starch as a substitute for polyvinyl alcohol in TC yarn sizing process. This experiment was done by using TC yarn No.45 and then sized with 4 different sizing formulas: 100% polyvinyl alcohol, 75:25 polyvinyl alcohol and modified corn starch, 50:50 polyvinyl alcohol and modified corn, and 100% modified corn starch. All 4 formulas were tested for tensile strength, elongation and tenacity, including percentage of sizing, abrasion resistance and weaving performance. The results showed that modified corn starch was able to completely replace polyvinyl alcohol for sizing warp yarn. Yarn sized with 100% modified corn starch provided the best physical properties and abrasion resistance. The yarn after sizing had a tensile strength mean of 3.71 ± 0.17 N, a mean of maximum elongation of 42.15 ± 1.46 mm and a mean of tenacity of 28.05 ± 1.27 cN/text. Woven fabrics made from 100% modified corn starch sized yarn have the same properties as using 100% polyvinyl alcohol. It also enhanced the weaving efficiency with the least amount of yarn break during weaving resulting in the longest weaving of 44.50 yd. per day.

Keyword: TC Yarn, Sizing agent, Polyvinyl alcohol, Modified corn starch

1. บทนำ

ในการผลิตผ้าทอวัตถุดิบหลักคือ เส้นด้ายซึ่งนำมาใช้เป็นเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง โดยเฉพาะเส้นด้ายยืนจะต้องรับแรงกระทำในสองลักษณะ คือ แรงดึงเส้นด้ายยืนเนื่องมาจากการปรับความตึง การเปิด-ปิดตะกอกและการกระทบหน้าผ้า และแรงที่เกิดจากการเสียดสีจากฟันหวี ตะกอกและแผ่นเบรค รวมทั้งการขัดสีระหว่างเส้นด้ายยืนด้วยตัวเอง [1] แรงเสียดทานที่เกิดขึ้นนี้จะมีมากขึ้นเมื่อทอผ้าเนื้อแน่นและใช้เครื่องทอที่มีความเร็ว ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นด้ายยืนสึกหรอ หรือขาดบ่อยในขณะทอผ้าเนื่องจากทนแรงดึงไม่ไหว ทำให้ประสิทธิภาพการทอลดลง และมีผลต่อคุณภาพผ้าทอ จึงจำเป็นต้องมีการลงแป้งเส้นด้ายยืน (Warping sizing) เพื่อลดอัตราเส้นด้ายขาด [2] การเลือกใช้สารลงแป้งจะพิจารณาจากชนิดเส้นใย ประสิทธิภาพการทอ

ความยากง่ายในการลอกแป้ง ราคาของสารเคมีและความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพ สารลงแป้งที่ดีจะทำให้เส้นด้ายยืนแข็งแรง ลดอัตราการขาดของเส้นด้ายระหว่างการทอ ลดปริมาณเส้นใยที่โผล่พ้นผิวเส้นด้าย ลดปริมาณการเกิดไฟฟ้าสถิต และสามารถกำจัดออกได้ง่ายในกระบวนการลอกแป้ง [3] ปัจจุบันสารที่ใช้ในการลงแป้งเส้นด้ายยืนได้แก่ แป้งธรรมชาติ แป้งดัดแปร คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส และพอลิเมอร์สังเคราะห์ ได้แก่ พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ [4-6] สารที่นิยมใช้ในปัจจุบันคือพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ เนื่องจากมีสมบัติเป็นสารเคลือบที่ดี มีความแข็งแรง มีความยืดหยุ่น สามารถยึดเกาะกับเส้นใยได้ดี ละลายน้ำได้ดี ทำให้การลอกแป้งทำได้ง่าย [7] ทั้งนี้มีรายงานว่าพอลิไวนิลแอลกอฮอล์มีการย่อยสลายทางชีวภาพต่ำมาก โดยสัดส่วนค่าบีโอดีต่อซีโอดีมีค่าต่ำถึง 0.01 ทำให้การบำบัดน้ำเสียที่มี

พอลิไวนิลแอลกอฮอล์จะทำได้ยาก [8-10] ทำให้มีการวิจัยพัฒนาสารลงแป้งชนิดต่าง ๆ มาแทนพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ เพื่อที่จะทำให้เส้นด้ายยืนมีความแข็งแรงและทนต่อการขัดถูได้ดีขึ้น สามารถลดต้นทุนในกระบวนการลงแป้งเส้นด้ายยืน และลดต้นทุนในการบำบัดน้ำเสียในกระบวนการลงแป้ง ได้แก่ การใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรแบบออกซิไดซ์ [2,11] การใช้แป้งสาคุ [12] แป้งข้าวโพดดัดแปรแบบออกซิไดซ์ [13] โปรตีนจากถั่วเหลือง [4] โดยส่วนใหญ่ศึกษากับเส้นด้ายฝ้าย งานวิจัยนี้สนใจศึกษาความเป็นไปได้และสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้แป้งข้าวโพดดัดแปรเป็นสารทดแทนพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ในการลงแป้งเส้นด้ายทึบ โดยเปรียบเทียบสมบัติของเส้นด้ายสมบัติผ้าทอและประสิทธิภาพการทอผ้า และสมบัติของผ้า รวมทั้งศึกษาค่าความสกปรกของน้ำที่ได้จากการลอกแป้งของผ้าทอ

2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

2.1 วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุ ได้แก่ แป้งข้าวโพดดัดแปร ชื่อทางการค้า TS-919 C บริษัท Tolas international trading Co.,Ltd. พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ บริษัทลิ้มเอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด แป้งมันสำปะหลัง สารหล่อลื่น แวกซ์ เส้นด้ายทึบ (เส้นด้ายผสมระหว่างเส้นใยพอลิเอสเตอร์และเส้นใยฝ้ายในอัตราส่วนพอลิเอสเตอร์ต่อฝ้ายเท่ากับ 80: 20) ขนาดเบอร์ด้าย 45

อุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องชั่งน้ำหนักความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น XS204 เครื่องอบลมร้อน ยี่ห้อ Binder รุ่น FD115 ตู้ควบคุมความชื้น ยี่ห้อ Sanplatec รุ่น Auto C-3BS

2.2 วิธีการทดลอง

2.2.1 การลงแป้งและการทดสอบเส้นด้าย

(1) เตรียมสารลงแป้งเส้นด้ายยืนด้วยส่วนผสมน้ำแป้งต่างกันสี่สูตร ดังนี้

- เส้นด้ายลงแป้งด้วยพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ชนิดเดียว (Y_{PVA100})
- เส้นด้ายลงแป้งด้วยพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ และแป้งข้าวโพดดัดแปร อัตราส่วน = 75 : 25 (Y_{PVA75})
- เส้นด้ายลงแป้งด้วยพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ และแป้งข้าวโพดดัดแปร อัตราส่วน = 50 : 50 (Y_{PVA50})
- เส้นด้ายลงแป้งด้วยแป้งข้าวโพดดัดแปรชนิดเดียว ($Y_{CORN100}$)

(2) นำสารลงแป้งที่เตรียมแล้วเทลงในอ่างลงแป้ง เปิดเครื่องลงแป้งเส้นด้ายยืน ยี่ห้อ Kawamoto ควบคุมอุณหภูมิในอ่างลงแป้ง และห้องอบแห้งที่ 70 องศาเซลเซียส ควบคุมแรงกดลูกกลิ้งรีดน้ำแป้งที่ 0.1 เมกะปาสคาล และควบคุมความเร็วที่ 80 เมตรต่อนาที ในการศึกษาครั้งนี้ ลงแป้งทั้งหมดสี่สูตร และแต่ละสูตรทำซ้ำสามครั้ง

(3) ทดสอบสมบัติของเส้นด้าย

- ความแข็งแรงต่อแรงดึง การยืดตัว และความเหนียวของเส้นด้าย ด้วยเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Universal testing machine) ยี่ห้อ Testometric รุ่น M350-5AT ตามมาตรฐาน ASTM D 2256-97
- ความคงทนต่อการขัดถูของเส้นด้าย ด้วยเครื่องทดสอบความคงทนต่อการขัดถู (Abrasion tester) ยี่ห้อ JAMES H. HEAL รุ่น 670 HAND

DRIVEN CROCKMASTER ตามมาตรฐาน JIS L 1095-1990

- วิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของเส้นด้ายทั้งก่อนและหลังลงแป้ง ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope – SEM) ยี่ห้อ JEOL รุ่น JSM-IT300 เพื่อดูลักษณะพื้นผิวของเส้นด้าย และการเก็บขนบนเส้นด้าย

- ร้อยละการติดแป้งของเส้นด้าย โดยคำนวณจากสูตร ร้อยละของการติดแป้ง

$$= \left[\frac{\text{น้ำหนักด้ายหลังลงแป้ง} - \text{น้ำหนักด้ายก่อนลงแป้ง}}{\text{น้ำหนักด้ายหลังลงแป้ง}} \right] \times 100$$

2.2.2 การทอผ้าและทดสอบผืนผ้า

(1) นำเส้นด้ายทึบสี ที่ผ่านการลงแป้ง มาสับเส้นด้ายยืน ด้วยเครื่องสับเส้นด้าย

(2) เปิดเครื่องทอผ้าแบบกระสวยไม้ ยี่ห้อ Sakamota โดยปรับตั้งค่าดังนี้ จำนวนเส้นด้ายพุ่ง 65 เส้นต่อนิ้ว ความเร็วรอบเครื่องทอ 150 รอบ

ต่อเวลาที่ เวลาทอ 8 ชั่วโมง วัดความยาวของผ้าที่ได้ในแต่ละสูตร

(3) ทดสอบความแข็งแรงของผ้าต่อแรงดึง และการยืดตัวสูงสุดของผืนผ้า ด้วยเครื่องทดสอบอเนกประสงค์ (Universal testing machine) ยี่ห้อ Testometric รุ่น M350-5AT ตามมาตรฐาน ASTM D5034-96

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

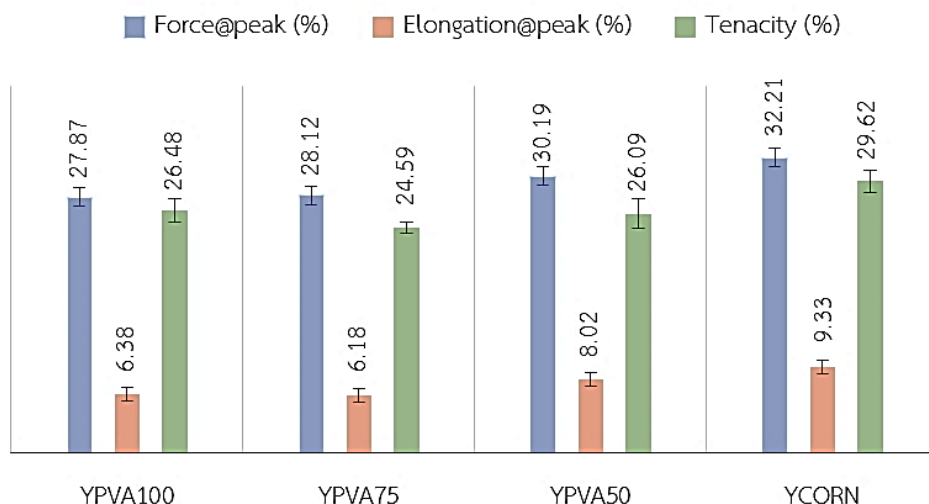
3.1 สมบัติของเส้นด้ายทึบสี 45 ก่อนและหลังลงแป้ง

(1) สมบัติทางกายภาพ

นำเส้นด้ายก่อนและที่ผ่านการลงแป้ง ทั้ง 4 สูตร (ทดลองสูตรละ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำสุ่มตัวอย่างเส้นด้าย 3 จุด) นำมาทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึง การยืดตัว และความเหนียวของเส้นด้าย ตามมาตรฐาน ASTM D 2256-97 ได้ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายทึบสี 45 ก่อนและหลังลงแป้งด้วยสูตรน้ำแป้งต่างกัน

สูตรน้ำแป้ง	แป้งข้าวโพด ดัดแปร	Force@Peak (N)	Elong@Peak (mm)	Tenacity (cN/Tex)
พีวีเอ				
0	0	2.51 ± 0.11	38.21 ± 0.90	19.74 ± 1.05
100	0	3.48 ± 0.10	40.82 ± 0.89	26.85 ± 1.28
75	25	3.49 ± 0.09	40.73 ± 1.04	26.18 ± 0.64
50	50	3.60 ± 0.18	41.55 ± 1.33	26.71 ± 1.63
0	100	3.71 ± 0.17	42.15 ± 1.46	28.05 ± 1.27



ภาพที่ 1 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละการเพิ่มขึ้นของความแข็งแรงต่อแรงดึง ค่าเฉลี่ยการยืดตัวสูงสุด และค่าเฉลี่ยความเหนียวของเส้นด้ายหลังลงแป้งด้วยสูตรน้ำแป้งต่างกัน

ผลการทดลองพบว่าเส้นด้ายหลังผ่านกระบวนการลงแป้งจะมีสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งแรงต่อแรงดึง การยืดตัวสูงสุด และค่าความเหนียว สูงขึ้นกว่าเส้นด้ายที่ไม่ผ่านการลงแป้ง

สูตรน้ำแป้งที่ใช้แป้งข้าวโพดคั่วดัดแปรร้อยละ 100 ทำให้เส้นด้ายมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อแรงดึง ค่าเฉลี่ยการยืดตัวสูงสุด และค่าเฉลี่ยความเหนียวสูงสุด คือมีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิมก่อนลงแป้งร้อยละ 32.21, 9.33 และ 29.62 ตามลำดับ รองลงมาเป็นสูตรน้ำแป้งผสมระหว่างพอลิไวนิลแอลกอฮอล์และแป้งข้าวโพดคั่วดัดแปร ในอัตราส่วน 50 : 50 และอัตราส่วน 75 : 25 และสูตรน้ำแป้งที่ใช้พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 100 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการใช้สูตรน้ำแป้งที่ใช้แป้งข้าวโพดคั่วดัดแปรร้อยละ 100 ให้

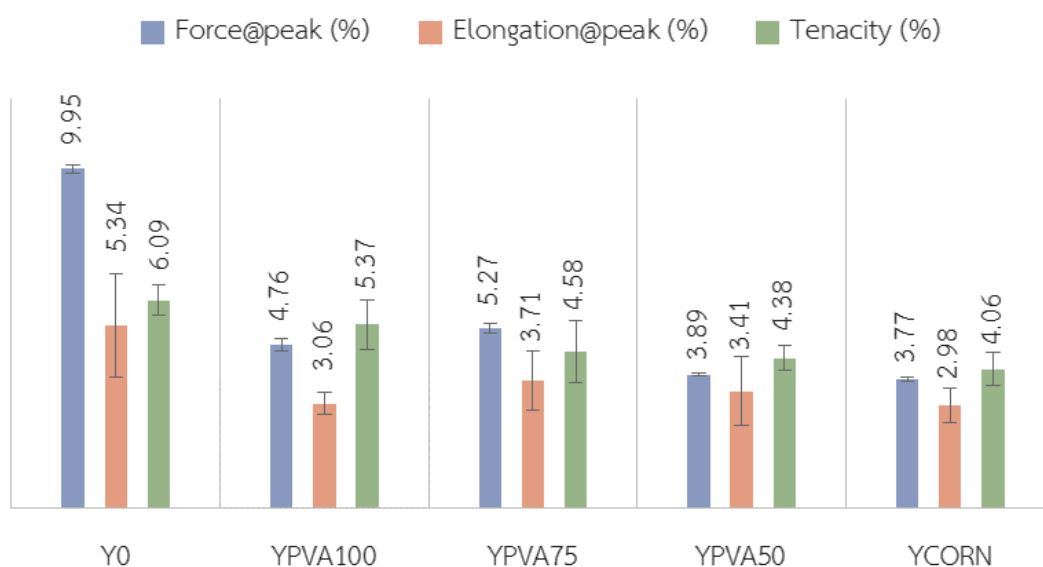
สมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายที่ดีที่สุด เส้นด้ายหลังการลงแป้งมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อแรงดึงเท่ากับ 3.71 ± 0.17 นิวตัน ค่าเฉลี่ยการยืดตัวสูงสุดเท่ากับ 42.15 ± 1.46 มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยความเหนียวเท่ากับ 28.05 ± 1.27 เซนติ นิวตัน/เท็กซ์

(2) สมบัติความคงทนต่อการขัดถู

นำเส้นด้ายก่อนลงแป้ง และเส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยสูตรน้ำแป้งต่างกัน ไปขัดถูเส้นด้ายตามมาตรฐาน JIS L 1095-1990 แล้วนำเส้นด้ายก่อนและหลังการขัดถู ทดสอบความแข็งแรงต่อแรงดึงตามมาตรฐาน ASTM D 2256-97 ได้ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 2 และภาพที่ 2

ตารางที่ 2 สมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายทึบสี 45 ก่อนและหลังลงแป้งด้วยสูตรน้ำแป้งต่างกันหลังการขัดถู

พีวีเอ	สูตรน้ำแป้ง		Force@Peak (N)	Elong@Peak (mm)	Tenacity (cN/Tex)
	แป้งข้าวโพด	ตัดแปร			
0	0		2.26 ± 0.12	36.17 ± 1.53	18.54 ± 0.46
100	0		3.32 ± 0.18	39.57 ± 0.31	25.41 ± 0.74
75	25		3.31 ± 0.14	39.22 ± 0.87	24.98 ± 0.91
50	50		3.46 ± 0.04	40.13 ± 1.10	25.54 ± 0.37
0	100		3.57 ± 0.07	40.89 ± 0.51	26.91 ± 0.49



ภาพที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยร้อยละการลดลงของความแข็งแรงต่อแรงดึง การยืดตัวสูงสุด และความเหนียวของเส้นด้ายก่อนและหลังการขัดถู

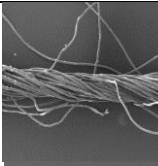
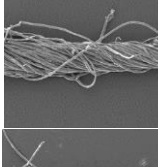
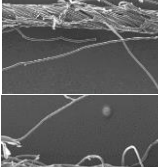
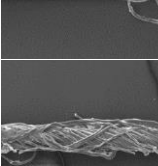
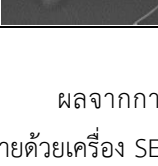
ผลการทดลองพบว่าการลงแป้งมีผลทำให้เส้นด้ายมีความคงทนต่อการขัดถูมากกว่าของเส้นด้ายที่ไม่ผ่านการลงแป้ง ซึ่งหมายความว่าน้ำแป้งทำให้เส้นใยในโครงสร้างของเส้นด้ายติดกันแน่นขึ้น เส้นด้ายมีความแข็งแรงมากขึ้น สามารถรับแรงเสียดสีกับอุปกรณ์ของเครื่องทอและแรงดึงในเส้นด้ายระหว่างการทอได้ดีขึ้น โดยสรุปได้ว่าสูตรน้ำแป้งที่ใช้แป้งข้าวโพดดัดแปรร้อยละ 100 ทำให้เส้นด้ายมีความคงทนต่อการขัดถูมากที่สุด กล่าวคือหลังการขัดถูเส้นด้ายมีค่าเฉลี่ยความแข็งแรงต่อแรงดึง ค่าเฉลี่ยการยืดตัวสูงสุด และค่าเฉลี่ยความเหนียวลดลงจากเดิมน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรน้ำแป้งอื่น ๆ โดยมีค่าลดลงร้อยละ 3.77, 2.98, และ 4.06 ตามลำดับ รองลงมาเป็นสูตรผสมที่มีพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ และแป้งข้าวโพดดัดแปร ในอัตราส่วน 50 : 50 สูตรแป้งที่มีพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 100 และสูตรผสมที่มีพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ และแป้งข้าวโพดดัดแปร ในอัตราส่วน 75 : 25 มีความคงทนต่อการขัดถูน้อยที่สุด แสดงว่าเมื่อผ่านการลงแป้งด้วยสูตรที่มีแป้งข้าวโพดดัดแปรร้อยละ 100 น้ำแป้งแทรกซึมเข้าไปในเส้นด้ายดีที่สุด และอัตราการแทรกซึมของน้ำแป้งจะลดลงเมื่อมีแป้งข้าวโพดดัดแปรเป็นส่วนผสมลดลง ทำให้หลังการขัดถูฝุ่นแป้งหลุดมาก ส่งผลให้สมบัติทางกายภาพของเส้นด้ายลดลง

(3) ร้อยละการติดแป้ง และลักษณะ สัณฐานวิทยา

นำเส้นด้ายที่ผ่านการลงแป้งและอบแห้ง มาชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณหาร้อยละของการติดแป้ง และวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของเส้นด้ายทั้งก่อนและหลังลงแป้งด้วยเครื่อง Scanning electron microscope (SEM) เพื่อดูลักษณะพื้นผิว

ของเส้นด้ายการเก็บขนบนเส้นด้าย ได้ผลแสดงในตารางที่ 3

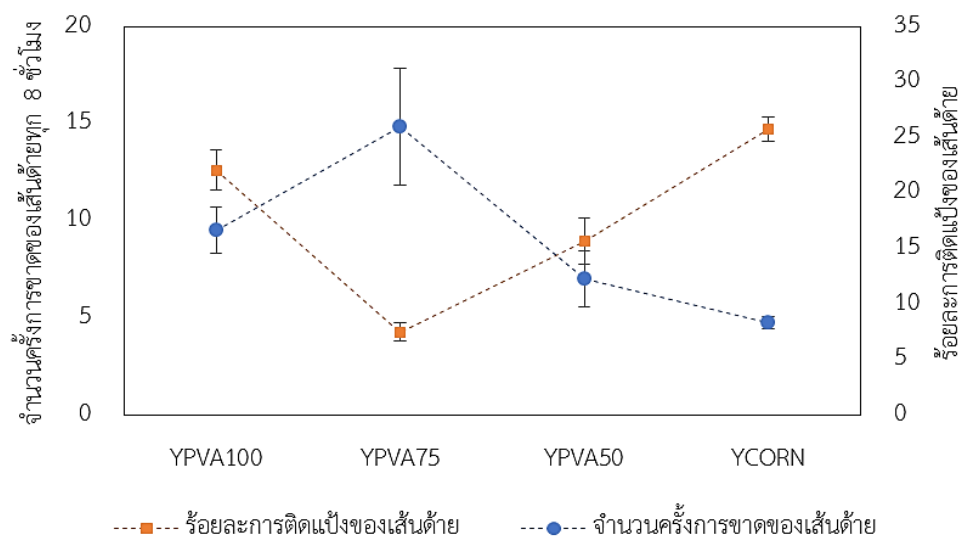
ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเส้นด้ายขาดและร้อยละการติดแป้งของเส้นด้าย

สูตรน้ำแป้ง	ลักษณะพื้นผิวของเส้นด้าย (ขยาย 100 เท่า)	การติดแป้ง (%โดยน้ำหนักเส้นด้าย)	การขาดของเส้นด้ายระหว่างทอผ้า (ครั้งต่อ 8 ชม.)
Y_0		-	-
Y_{PVA100}		12.63 ± 1.02	16.67 ± 2.08
Y_{PVA75}		4.29 ± 0.46	26.00 ± 5.29
Y_{PVA50}		8.98 ± 1.19	12.33 ± 2.52
$Y_{CORN100}$		14.75 ± 0.63	8.33 ± 0.58

ผลจากการวิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวของเส้นด้ายด้วยเครื่อง SEM เส้นด้ายก่อนลงแป้งเส้นใยโผล่ออกจากผิวเส้นด้ายเป็นจำนวนมาก เมื่อนำเส้นด้ายมาผ่านการลงแป้งด้วยสูตรน้ำแป้งที่ต่างกัน พบว่าเส้นด้ายที่ใช้สูตรน้ำแป้งผสมระหว่างพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ และแป้งข้าวโพดดัดแปร

ในอัตราส่วน 75 : 25 มีปริมาณเส้นใยโพลีเอสเตอร์จาก
ผิวเส้นด้ายมากที่สุด (ปริมาณการติดแบ่งร้อยละ
 4.29 ± 0.46) รองลงมาเป็นเส้นด้ายที่ใช้สูตรน้ำแบ่ง
ที่ใช้พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 100 (ปริมาณ
การติดแบ่งร้อยละ 4.29 ± 0.46) เส้นด้ายที่ใช้สูตร
น้ำแบ่งผสมระหว่างพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ และแบ่ง
ข้าวโพดตัดแปร ในอัตราส่วน 50 : 50 (ปริมาณ
การติดแบ่งร้อยละ 4.29 ± 0.46) และเส้นด้ายที่ใช้
สูตรน้ำแบ่งที่ใช้แบ่งข้าวโพดตัดแปรร้อยละ 100 มี
เส้นใยโพลีเอสเตอร์จากผิวเส้นด้ายน้อยที่สุด (ปริมาณ
การติดแบ่งร้อยละ 14.75 ± 0.63) ทั้งนี้ปริมาณ

การติดแบ่งบนเส้นด้ายต้องมีปริมาณที่เหมาะสม
ปริมาณการติดแบ่งที่น้อยหรือมากเกินไปไม่มีผลต่อ
เส้นด้าย ถ้ามากเกินไปจะส่งผลให้เส้นด้ายมี
ความเปราะ และถ้าน้อยเกินไปแบ่งจะเคลือบอยู่
เฉพาะผิวรอบนอก เส้นด้ายจะไม่ทนต่อการเสียดสี
ปลายเส้นใยจะยังโผล่จากเส้นด้าย อาจพันกับเส้น
ข้างเคียงหรือเกาะตัวกันเองเป็นปมเล็ก ๆ และขาด
ในที่สุด ปริมาณการติดแบ่งที่เหมาะสมส่งผลให้
เส้นด้ายมีผิวเรียบลื่น ลดการเสียดสี ทำให้จำนวน
การขาดของเส้นด้ายระหว่างการทอ ดังแสดงใน
ภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเส้นด้ายขาด และร้อยละการติดแบ่งของเส้นด้าย

ผลจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง
อัตราเส้นด้ายขาด และร้อยละการติดแบ่งของ
เส้นด้าย พบว่าจำนวนครั้งที่ขาดของเส้นด้ายใน
ระหว่างการทอขึ้นกับปริมาณแบ่งที่ติดไปกับเส้นด้าย
การใช้น้ำแบ่งที่เป็นสูตรแบ่งข้าวโพดตัดแปรร้อยละ
100 มีร้อยละการติดแบ่งสูงที่สุด (ร้อยละ 14.75) มี

จำนวนครั้งที่ขาดของเส้นด้ายน้อยที่สุด (1 ครั้งต่อ
ชั่วโมง) สูตรน้ำแบ่งผสมระหว่างพอลิไวนิล
แอลกอฮอล์ และแบ่งข้าวโพดตัดแปร ในอัตราส่วน
75 : 25 มีร้อยละการติดแบ่งต่ำที่สุด (ร้อยละ 4.29) มี
จำนวนครั้งที่ขาดของเส้นด้ายมากที่สุด (3.25 ครั้ง
ต่อชั่วโมง) ทั้งนี้โดยทั่วไปเส้นด้ายมีการขาดน้อยที่สุด

เมื่อปริมาณการดัดแปรประมาณร้อยละ 5 – 15 โดย
น้ำหนัก [1,14]

3.2 สมบัติของผ้าทอ และประสิทธิภาพ การทอ

(1) สมบัติของผ้าทอ

ทอผ้าโครงสร้างลายขัดธรรมดา (Plain)
ด้วยเครื่องทอผ้าแบบกระสวยไม่มีหัว Sakamoto ใน
การทอใช้ด้ายยืน 1 ชุด ด้ายพุ่ง 1 ชุด สอดขัดแบบ
ขึ้นหนึ่งลงหนึ่ง ได้ผ้าทอที่มีสมบัติดังนี้

โครงสร้างผ้า TC45 CARD x TC45
CARD / 87 x 65 Plain 1/1

ความกว้างของผ้า 47 นิ้ว
ด้ายยืน TC45 CARD

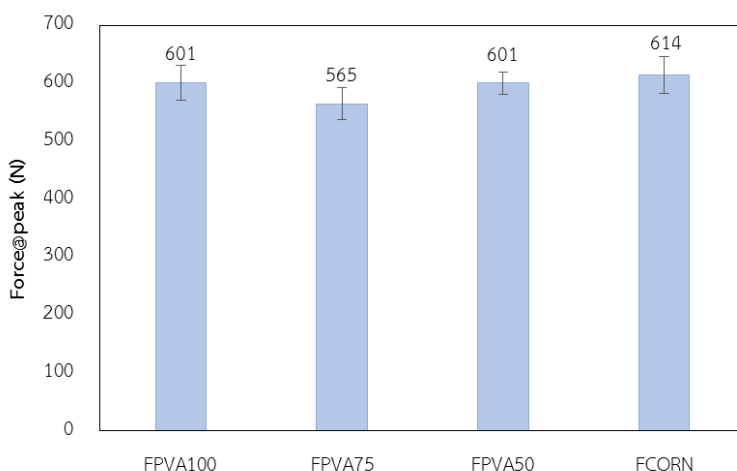
ด้ายพุ่ง TC45 CARD
ความถี่เส้นด้ายยืน 87 เส้นต่อนิ้ว
ความถี่เส้นด้ายพุ่ง 65 เส้นต่อนิ้ว
นำผ้าที่ทอจากเครื่องทอ โดยใช้เส้นด้าย

ยืนที่เตรียมจากการลงแบ่งของสารลงแบ่งทั้งสี่สูตร
ไปทดสอบค่าความแข็งแรงต่อแรงดึง

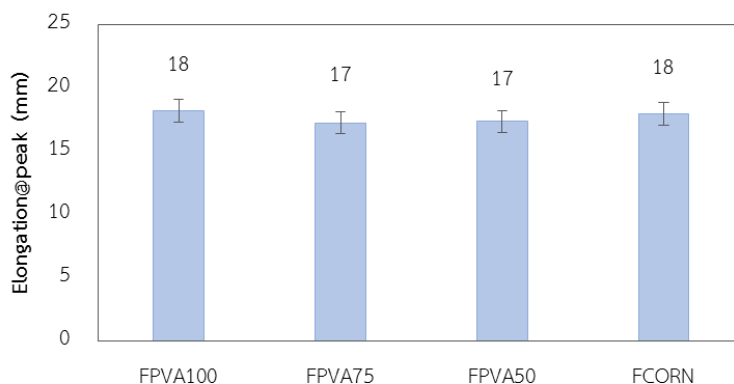
และค่าการยืดตัวสูงสุด ได้ผลแสดงในภาพที่ 4 – 5

(2) ประสิทธิภาพการทอ

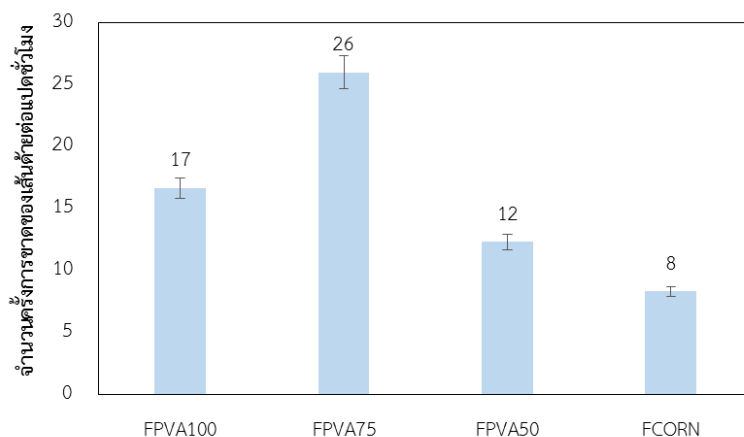
จากการนำเส้นด้ายทั้งสี่สูตรมาใช้เป็น
เส้นด้ายยืนในการทอผ้าลายขัด วัดปริมาณการขาด
ของเส้นด้าย และวัดความยาวของผืนผ้าที่ทอจาก
เครื่องทอ ต่อการผลิตผ้า 8 ชั่วโมง ได้ผล
การทดลองแสดงในภาพที่ 6 – 7



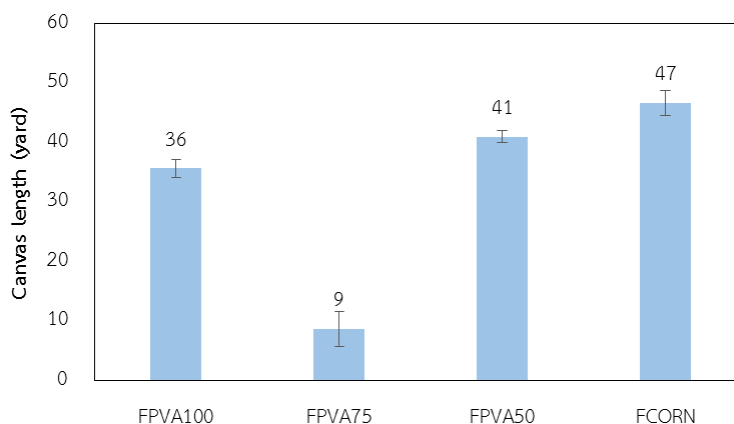
ภาพที่ 4 ความแข็งแรงของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายที่ลงแบ่งด้วยสูตรต่างกัน



ภาพที่ 5 ค่าการยืดตัวสูงสุดของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยสูตรต่างกัน



ภาพที่ 6 จำนวนครั้งการขาดของเส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยสูตรต่างกันระหว่างการทอผ้าต่อแปดชั่วโมง



ภาพที่ 7 ความยาวของผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยสูตรต่างกัน

ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยสูตรต่างกัน มีความยาวต่อวันแตกต่างกันเนื่องจากมีการขาดของเส้นด้ายระหว่างการทอ โดยเส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ผสมกับแป้งข้าวโพดตัดแปรในอัตราส่วน 75: 25 เส้นด้ายขาดบ่อยที่สุด ทำให้ได้ผ้าที่มีความยาวน้อยที่สุดคือ 9 หลาต่อวัน ในขณะที่ผ้าที่ทอด้วยเส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยแป้งข้าวโพดตัดแปรร้อยละ 100 เส้นด้ายจะขาดในระหว่างการทอที่น้อยที่สุด ทำให้ได้ผ้าทอที่มีความยาวมากที่สุดคือร้อยละ 47 หลาต่อวัน

ในการทดลองนี้ใช้แป้งข้าวโพดตัดแปร เพื่อปรับปรุงสมบัติของแป้งธรรมชาติคือ แป้งธรรมชาติมีโมเลกุลขนาดใหญ่ ทำให้แทรกซึมเข้าไปในเส้นด้ายได้น้อย ความหนืดเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ และเคลือบเส้นด้ายในลักษณะที่ก่อตัวเป็นฟิล์มแข็งบนพื้นผิวเส้นด้าย ทำให้ความยืดหยุ่นของเส้นด้ายลดลง [15,16] การใช้แป้งข้าวโพดตัดแปรจะช่วยลดหรือกำจัดข้อบกพร่องทั้งหมดของแป้งธรรมชาติ ได้แก่ ลดการคืนตัวของแป้ง (Retrogradation) เพิ่มความใส ความมันวาวของเนื้อแป้ง ความเป็นเจล ทำให้เกิดเป็นฟิล์มเคลือบเส้นด้ายได้ดี ทั้งเส้นใยจากธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ที่ไม่ชอบน้ำ [17] ดังนั้นจึงทำให้แป้งข้าวโพดตัดแปรสามารถเคลือบเส้นด้ายที่ซี 45 ซึ่งเป็นด้ายผสมระหว่างพอลิเอสเตอร์และฝ้ายในอัตราส่วน 80 : 20 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่ากระบวนการลงแป้งในปัจจุบันมีการใช้แป้งธรรมชาติตัดแปรทดแทนการใช้แป้งสังเคราะห์ เช่น พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) คาร์บอกซิลเมธิลเซลลูโลส (CMC)

พอลิอะครีเลต (PA) และสารสังเคราะห์อื่น ๆ เนื่องจากสามารถเกิดเป็นฟิล์มเคลือบเส้นด้ายได้ดี และมีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่า [18,19]

4. สรุปผลการทดลอง/ สรุปผลการวิจัย

การลงแป้งเส้นด้ายยืน สามารถใช้แป้งข้าวโพดตัดแปร ทดแทนการใช้พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ได้ทั้งหมด เส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยแป้งข้าวโพดตัดแปร มีสมบัติทางกายภาพ (ความแข็งแรงต่อแรงดึง การยืดตัวสูงสุด และความเหนียว) และมีความคงทนต่อการขัดถูมากกว่าการลงแป้งเส้นด้ายด้วยพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ ผ้าทอที่ผลิตจากเส้นด้ายที่ลงแป้งด้วยแป้งข้าวโพดตัดแปร มีสมบัติที่ดีไม่ด้อยไปกว่าการใช้สูตรที่มีพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ รวมทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทอ กล่าวคือมีเส้นด้ายขาดระหว่างการทอที่น้อยที่สุด ทำให้ได้ผ้าทอที่มีความยาวมากที่สุด คือร้อยละ 47 หลาต่อวัน และเมื่อพิจารณาด้านทุนพบว่าสูตรแป้งข้าวโพดตัดแปรชนิดเดียวมีต้นทุนต่ำที่สุด รวมทั้งมีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด อย่างไรก็ตามการเลือกใช้นิตของสารลงแป้ง ภาวะการลงแป้ง วิธีการลงแป้ง และวิธีการปรับปริมาณแป้งให้เคลือบผิวเส้นด้ายที่เหมาะสมจะขึ้นกับสมบัติของเส้นด้าย

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ให้ความอนุเคราะห์ ห้องทดสอบทางสิ่งทอ

ด้วยพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ ผ่าทอที่ผลิตจากเส้นด้ายที่
ลงแป้งด้วยแป้งข้าวโพดดัดแปร มีสมบัติที่ดีไม่ด้อยไป
กว่าการใช้สูตรที่มีพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ รวมทั้งยัง
ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทอ กล่าวคือมีเส้นด้ายขาด
ระหว่างการทอน้อยที่สุด ทำให้ได้ผ้าทอที่มีความยาว
มากที่สุด คือร้อยละ 47 หลาต่อวัน และเมื่อพิจารณา
ต้นทุนพบว่าสูตรแป้งข้าวโพดดัดแปรชนิดเดียวมี
ต้นทุนต่ำที่สุด รวมทั้งมีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
มากที่สุด อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ชนิดของสารลง
แป้ง ภาวะการลงแป้ง วิธีการลงแป้ง และวิธีการปรับ
ปริมาณแป้งให้เคลือบผิวเส้นด้ายที่เหมาะสม
จะขึ้นกับสมบัติของเส้นด้าย

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ให้ความ
อนุเคราะห์ ห้องทดสอบทางสิ่งทอ

6. อ้างอิง

- [1] วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา. อุตสาหกรรมสิ่งทอไทย.
พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2544.
- [2] Kovačević S, Schwarz I, Đorđević S, et al.
Synthesized Potato Starch—A New Eco
Sizing Agent for Cotton Yarns. *Polymers*.
2019; 11(5):908.
- [3] Zaisheng C, Yiping Q, Chuyang Zh, et al.
Effect of Atmospheric Plasma Treatment
on Desizing of PVA on Cotton. *Text Res
J*. 2003; 73(8):670–4.
- [4] Chen L, Reddy N, Yang Y. Soy proteins as
environmentally friendly sizing agents to

replace poly (vinyl alcohol). *Environ Sci
Pollut Res Int*. 2013 Sep; 20(9):6085–95.

- [5] Du G, Liu L, Song Z, et al. Production of
polyvinyl alcohol-degrading enzyme
with *Janthino bacterium* sp. and its
application in cotton fabric desizing.
Biotechnol J. 2007 Jun; 2(6):752–8.
- [6] Xiao H, Zhang W. Current Situation of
Environment Protection Sizing Agent and
Paste. *J Sustain Dev* [Internet]. 2009 Oct
20 [cited 2019 Nov 10];2(3). Available
from: [http://www.ccsenet.org/
journal/index.php/jsd/article/view/4250](http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jsd/article/view/4250)
- [7] Liu RR, Tian Q, Yang B, et . Hybrid
anaerobic baffled reactor for treatment
of desizing wastewater. *Int J Environ Sci
Technol*. 2010; 7(1):111–8.
- [8] Maqsood M, Khan MI, Shaker K, et al.
Recycling of warp size materials and
comparison of yarn mechanical
properties sized with recycled materials
and virgin materials. *J Text Inst*. 2017;
108(1):84–8.
- [9] Matsumura S, Kurita H, Shimokobe H.
Anaerobic biodegradability of polyvinyl
alcohol. *Biotechnol Lett*. 1993;
15(7):749–54.
- [10] Yu H, Gu G, Song L. Degradation of
Polyvinyl Alcohol in Sequencing Batch
Reactors. *Environ Technol*. 1996;
17(11):1261–7.

- [11] ยศวัต ตั้งฐานานุศักดิ์, ปลื้มจิตต์ เตชธรรมรักษ์, สมภพ นราภิรมย์อนันต์. การศึกษาลักษณะของเส้นด้ายฝ้ายที่ลงแป้งโดยใช้แป้งมันสำปะหลังดัดแปรแบบออกซิไดซ์ [Internet]. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชชมงคลธัญบุรี . นครนายก; 2552;7(1-2) [cited 2562 พฤศจิกายน 10]. จาก:<https://journal.engineer.rmutt.ac.th/enjournal/index.php/enjournal/article/view/142>
- [12] บิณฑ์สันต์ ขวัญข้าว, วิชุดา จันทร์ประภานนท์, ศิวิวรรณ ศรีธรรมรงค์. สมบัติของเส้นด้ายฝ้ายที่ลงแป้งด้วยแป้งสาคุ. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชชมงคลธัญบุรี. 2561;2:13–22.
- [13] Kovačević S, Đorđević S, Đorđević D. Natural Modified Starch and Synthetic Sizes in Function of Characteristics of Sized Yarn. *Fibres Text East Eur.* 2016; 24(1(115)):56–66.
- [14] Gandhi KL. 4 - Yarn preparation for weaving: sizing [Internet]. *Woven Textiles*. Woodhead Publishing; 2012 [cited 2019 Nov 12]. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845699307500049>
- [15] Djordjevic S, Kovacevic S, Djordjevic D, et al. Sizing process of cotton yarn by size from a copolymer of methacrylic acid and hydrolyzed potato starch. *Text Res J.* 2019 Sep; 89(17):3457–65.
- [16] Zhifeng Z, Xiong Z. Effect of Starch/SiO₂ Nanoparticle Blends on the Adhesion of Starch to Fibers for Warp Sizing. *AATCC Rev.* 2008; 8:45–8.
- [17] Brockway CE. Sizing Hydrophobic Fibers With Acrylate Polymers And Gelatinized Starch Or Graft Copolymers. US Patent; Thereof (Staley Patent) 3,061,472., 1962.
- [18] Hebeish A, Aly A, El-Shafei A, et al. Innovative Starch Derivatives as Textile Auxiliaries for Application in Sizing, Finishing and Flocculation. *Starch - Stärke.* 2008; 60:97–109.
- [19] Zhang S-D, Zhang Y-R, Zhu J, et al. Modified Corn Starches with Improved Comprehensive Properties for Preparing Thermoplastics. *Starch - Stärke.* 2007; 59(6):258–68.