ISSN 3027-8325 (Online) RMUTTO Reserch Journal Vol.18 No.2 (July - December 2025)
DOI: 10.63271/rmuttorj.v18i1.266250

ผลของระยะเวลาในการปรับสภาพเส้นใยจากก้านมะละกอสำหรับงานจักสาน

Effect of Conditioning Time on Papaya Petiole Fibers for Basketry

จุพามาส เอี่ยมเจริญ วินัย ตาระเวช วิจิตร สนหอม และ โสภิดา วิศาลศักดิ์กุล*

Jupamat Aiumjalern Vinai Taravat Vijit Sonhom and Sopida Wisansakkul*

สาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Department of Home Economics, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

**E-mail: sopida_w@rmutt.ac.th Tel. (+66)895847952*

(Received 08/02/2025, Revised 15/12/2025, Accepted 18/12/2025)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษากระบวนการที่เหมาะสมในการปรับสภาพก้านมะละกอสำหรับใช้ในงานจักสาน และการศึกษาสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลของเส้นใยจากก้านมะละกอสำหรับใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์งานจักสาน ระยะเวลาในการแช่สารฟอกขาว โดยแปรเป็น 3 ระยะ ประกอบด้วย 1, 2 และ 3 วัน โดยใช้ปริมาณก้านมะละกอแห้ง 1 กิโลกรัม แช่ในสารฟอกขาวต่อน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1:2 ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จะได้ทั้งหมด 3 สิ่งทดลอง ผลการทดลองพบว่าการแช่สารฟอกขาว 1 วัน ส่งผลให้เส้นใยจากก้านมะละกอมีสีขาวและมีความเหนียวมากกว่าระยะเวลาอื่น โดยมีค่าร้อยละความชื้นเท่ากับ 8.85±0.13 มีค่าความต้านทานแรงดึงเท่ากับ 18.39±0.57 นิวตัน ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับนำเข้าสู่กระบวนการปรับสภาพด้วยกลีเซอรีน โดยปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ระยะเวลาในการแช่กลีเซอรีน แปรเป็น 3 ระยะ ประกอบด้วย 3, 5 และ 7 วัน โดยทำการเตรียมก้านมะละกอที่ฟอกขาวแล้ว 200 กรัม มาแช่ในน้ำที่มีส่วนผสมของกลีเซอรีนต่อน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1:3 ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จะได้ทั้งหมด 3 สิ่งทดลอง ผลการวิจัยพบว่า สิ่งทดลองที่แช่ด้วยสารละลายกลีเซอรีนเป็นระยะเวลา 3 วัน มีคุณลักษณะที่เหมาะสำหรับนำไปใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์งานจักสานต่อไป โดยมีค่าร้อยละความชื้นเท่ากับ 14.17±0.24 ค่าความต้านทานแรงดึงเท่ากับ 28.30±0.70 นิวตัน โดยก้านมะละกอที่ได้เหมาะสำหรับนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์งานจักสาน เช่น พัด ที่รองจาน ของตกแต่งในบ้าน กระเป๋าแฟชั่น เป็นต้น

คำสำคัญ: ก้านมะละกอ สารฟอกขาว กลีเซอรีน งานจักสาน

Abstract

This research aimed to determine the optimal conditioning process for papaya stems for weaving applications. It also investigated the physical and mechanical properties of papaya stem fibers used in shaping woven products. Three bleaching durations were tested: 1, 2, and 3 days. One kilogram of dry papaya stems was soaked in a bleach solution, with a water-to-bleach ratio of 1:2. A completely randomized design (CRD) was used to create three treatments. The results showed that soaking for 1 day produced whiter and stronger papaya stem fibers than shorter durations. The moisture content was 8.85±0.13%, and the tensile force was 18.39±0.57 N. These values indicated suitability for further conditioning with glycerin. The study investigated the effect of glycerin soaking duration at three levels: 3, 5, and 7 days. Two hundred grams of bleached papaya stems were immersed in a solution of glycerin and water at a ratio of 1:3. A completely randomized design (CRD) was used to create three treatments. The results showed that soaking in the glycerin solution for 3 days resulted in characteristics suitable for shaping into woven products. It had a moisture content of 14.17±0.24% and a tensile force of 28.30±0.70 N. The resulting papaya stems could be used to make woven products such as fans, placemats, home decorations, and fashion bags.

Keywords: Papaya stems, Bleach, Glycerin, Weaving

ISSN 3027-8325 (Online)
DOI: 10.63271/rmuttorj.v18i1.266250

1. บทนำ

อุตสาหกรรมหัตถกรรมและงานจักสานเป็นอุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญทั้งในเชิงเศรษฐกิจ วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในประเทศที่มีวัฒนธรรมการใช้วัสดุธรรมชาติเป็นองค์ประกอบหลักในการผลิตสินค้า เนื่องจากการใช้เส้นใยจากพืช เช่น ไม้ไผ่ ปอ หวาย และกก ได้รับความนิยมมาช้านานและเป็นทรัพยากรที่มีอยู่มากในธรรมชาติและสามารถนำมาใช้โดยมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย (Rosen & Kishawy, 2012) อย่างไรก็ตาม ความต้องการที่เพิ่มขึ้นของวัสดุเหล่านี้ส่งผลให้เกิดการขาดแคลนและต้นทุนที่สูงขึ้น ส่งผลให้อุตสาหกรรมจักสานต้องค้นหาวัสดุทดแทนที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมและสามารถผลิตได้อย่างยั่งยืน (Azam et al., 2023) ซึ่งวัสดุจักสานจากเส้นใยธรรมชาติได้รับความนิยมจากทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค เนื่องจากเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและสามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ วัสดุเหล่านี้สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ เครื่องใช้ภายในบ้าน เครื่องประดับ และผลิตภัณฑ์ตกแต่งต่าง ๆ (Chongkon et al., 2024) อย่างไรก็ตาม ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพและความสามารถในการแข่งขันของวัสดุจักสาน ได้แก่ ความแข็งแรง ความทนทาน ความยืดหยุ่น และความต้านทานต่อสภาพแวดล้อม การพัฒนาวัสดุจักสานที่สามารถรักษาคุณสมบัติดังกล่าวได้ในระยะยาวจึงเป็นสิ่งที่ได้รับความสนใจจากนักวิจัยและอุตสาหกรรม (Bureekhampun & Attabhanyo, 2019)

ก้านมะละกอเป็นวัสดุธรรมชาติที่มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นวัสดุจักสาน เนื่องจากเป็นวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรที่หาได้ง่ายในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะในประเทศที่มีการปลูกมะละกอเป็นพืชเศรษฐกิจ (Ananwettayanon et al., 2015) อย่างไรก็ตาม เส้นใยที่ได้ตามธรรมชาติมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ความแข็งแรงต่ำ การดูดซึมน้ำสูง และการเสื่อมสภาพเร็วเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมชื้น (Thapliyal et al., 2023) ดังนั้น กระบวนการฟอกขาวและการปรับสภาพเส้นใยจึงมีบทบาทสำคัญในการเสริมสมบัติของวัสดุ งานวิจัยระบุว่าไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารฟอกที่เหมาะสมเพราะสามารถกำจัดลิกนินและสิ่งเจือปนได้โดยไม่ทำลายโครงสร้างเส้นใย อีกทั้งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าสารฟอกประเภทคลอรีน (Tamthong & Kraisuwan, 2017) ขณะที่การปรับสภาพด้วยด่าง เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ ช่วยลดเฮมิเซลลูโลส เพิ่มความสะอาดผิวเส้นใย และส่งผลให้การยึดเกาะระหว่างเส้นใยดีขึ้น (Latif et al., 2018) งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาวัสดุจากก้านมะละกอที่มีการปรับปรุงคุณสมบัติโดยใช้สารเคมีหรือกระบวนการทางกายภาพอื่น เช่น การอบแห้ง การปรับสภาพความร้อน หรือการผสมสารเชื่อมประสานยังมีจำนวนจำกัด แต่แสดงให้เห็นแนวทางที่ช่วยเพิ่มความแข็งแรงและความทนทานของเส้นใยได้อย่างมีนัยสำคัญ (Plakantonaki et al., 2023)

ด้วยความสำคัญดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการค้นหากระบวนการปรับสภาพที่เหมาะสมสำหรับเส้นใยจากก้านมะละกอ เพื่อเพิ่มสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกลให้เหมาะสมต่อการนำไปขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จักสาน โดยให้ความสำคัญกับการฟอกขาวและการปรับสภาพที่ปลอดภัย เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระดับชุมชนหรือระดับอุตสาหกรรมขนาดย่อม แนวทางการพัฒนานี้มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ลดปริมาณของเสีย และสนับสนุนเศรษฐกิจหมุนเวียน ตลอดจนเป็นการพัฒนาวัตถุดิบท้องถิ่นให้สามารถตอบโจทย์การใช้งานในผลิตภัณฑ์จักสานยุคใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

2. วิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

ทำการเตรียมก้านมะละกอสด สายพันธุ์แขกนวล ที่มีลักษณะก้านสมบูรณ์ ไม่มีแมลงกัดกิน โดยกำหนดให้ก้านมีความยาว 50-60 เซนติเมตร สำหรับนำมาใช้ในการศึกษากระบวนการต่อไป โดยมีกระบวนการเตรียมก้านมะละกอดัง Figure 1-2 และเมื่อได้ก้านมะละกอแห้งที่ผ่านกระบวนการเตรียมวัตถุดิบแล้ว ให้นำก้านมะละกอที่ได้มาทำการวิเคราะห์ค่าความชื้น (AOAC International, 2019) และค่าความต้านทานแรงดึงของวัตถุดิบก่อนนำไปศึกษาต่อในกระบวนการฟอกขาว

ISSN 3027-8325 (Online)
RMUTTO Reserch Journal Vol.18 No.2 (July - December 2025)
DOI: 10.63271/rmuttorj.v18i1.266250

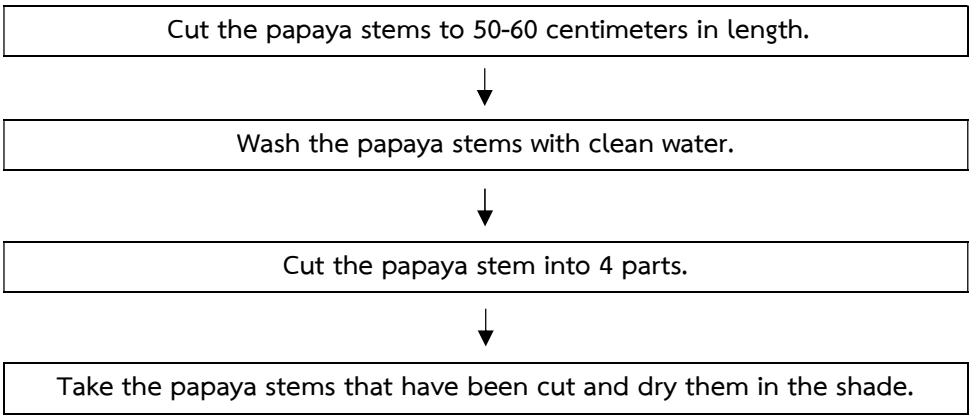


Figure 1 Raw material preparation steps



Figure 2 The appearance of papaya stems after the raw material preparation process

2.2 การศึกษาระยะเวลาในการแช่สารฟอกขาว

ทำการศึกษากระบวนการแช่สารฟอกขาวก้านมะละกอ โดยปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ระยะเวลาในการแช่สารฟอกขาว โดยแปรเป็น 3 ระยะ ประกอบด้วย 1 วัน, 2 วัน และ 3 วัน โดยใช้ปริมาณก้านมะละกอแห้ง 1 กิโลกรัม แช่ในสารฟอกขาว ซึ่งเป็นสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 6 ต่อน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1:2 ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) จะได้ทั้งหมด 3 สิ่งทดลอง ดัง Table 1 โดยมีขั้นตอนการแช่สารฟอกขาวดัง Figure 3 เมื่อได้สิ่งทดลองครบทั้ง 3 สิ่งทดลองแล้ว ให้นำสิ่งทดลองทั้งหมดทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกล

Table 1 Experimental design to study the duration of soaking papaya stems in bleaching solution

Experimental	Bleach soaking time (days)
1	1
2	2
3	3

DOI: 10.63271/rmuttorj.v18i1.266250

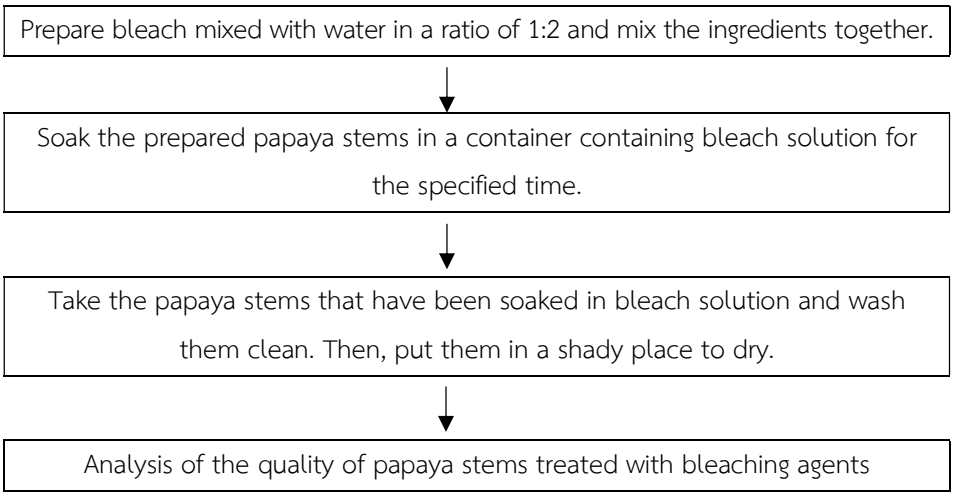


Figure 3 Steps for soaking papaya stems in bleach

2.2.1 การวัดค่าความชื้น

ทำการศึกษาค่าความชื้นของก้านมะละกอที่ผ่านกระบวนการฟอกขาวเรียบร้อยแล้ว โดยคำนวณหาค่าร้อยละความชื้น ดังสมการที่ 1 (AOAC International, 2019)

ร้อยละความชื้น = (น้ำหนักที่หายไป (กรัม)) / (น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)) × 100 (1)

2.2.2 การวิเคราะห์ค่าความต้านทานแรงดึง

ทำการวิเคราะห์ค่าความต้านทานแรงดึงของก้านมะละกอ โดยการตัดก้านมะละกอให้มีความยาวสิ่งทดลอง 10 เซนติเมตร แล้วนำไปยึดติดกับหัววัดของเครื่องวิเคราะห์ค่าแรงกด แรงดึง ยี่ห้อ DESK รุ่น DS-500 ทั้งด้านบนและด้านล่าง หลังจากนั้นทำการดึงเส้นใยขึ้นจนกระทั่งเส้นใยขาดออกจาก แล้วบันทึกผลการทดสอบ ทำการวิเคราะห์สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ

ดำเนินการคัดเลือกสิ่งทดลองที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากผลการวัดค่าความชื้น และการวิเคราะห์ค่าความต้านทานแรงดึง โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA) ถ้าพบนัยสำคัญทางสถิติจะคำนวณค่าความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทีระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพื่อทดสอบหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) แล้วทำการคัดเลือกสิ่งทดลองที่มีผลการทดสอบดีที่สุด สำหรับนำไปศึกษากระบวนการปรับสภาพด้วยกลีเซอรีนในขั้นตอนต่อไป

2.3 การปรับสภาพก้านมะละกอด้วยกลีเซอรีน

ทำการศึกษากระบวนการปรับสภาพก้านมะละกอหลังจากการแช่สารฟอกขาว โดยการนำก้านมะละกอที่มีคุณสมบัติดีที่สุดมาทำการศึกษากระบวนการปรับสภาพด้วยกลีเซอรีน ซึ่งปัจจัยที่ทำการศึกษา คือ ระยะเวลาในการแช่กลีเซอรีน แปรเป็น 3 ระยะ ประกอบด้วย 3 วัน, 5 วัน และ 7 วัน โดยทำการเตรียมก้านมะละกอที่ฟอกขาวแห้ง 200 กรัม มาแช่ในน้ำที่มีส่วนผสมของกลีเซอรีนต่อน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1:3 ที่อุณหภูมิห้อง ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) จะได้ทั้งหมด 3 สิ่งทดลอง ดัง Table 2 โดยทำการปรับสภาพก้านมะละกอหลังการแช่สารฟอกขาวตามกระบวนการ ดัง Figure 4

Table 2 Experimental design to study the process of papaya stem conditioning with glycerin

Experimental	Duration of glycerin immersion (days)
1	3
2	5
3	7

DOI: 10.63271/rmuttorj.v18i1.266250

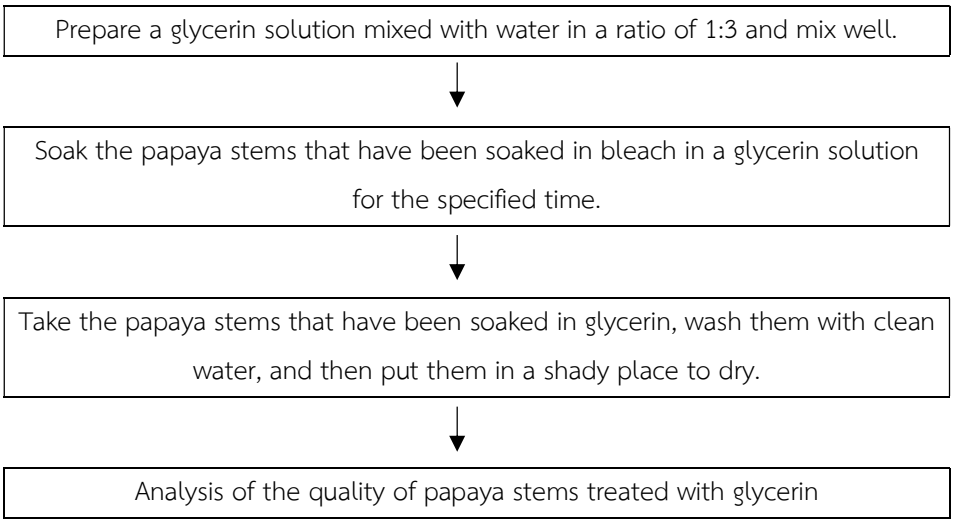


Figure 4 Papaya stem conditioning process with glycerin

เมื่อได้สิ่งทดลองครบทั้ง 3 สิ่งทดลองแล้ว ให้นำสิ่งทดลองทั้งหมดมาทำการทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกล ประกอบด้วย ค่าความชื้น และค่าความต้านทานแรงดึงโดยมีรายละเอียดเช่นเดียวกับการทดสอบการแช่สารฟอกขาว ดำเนินการคัดเลือกสิ่งทดลองที่เหมาะสมโดยพิจารณาจากผลการศึกษาค่าความชื้น และการวิเคราะห์ค่าความต้านทานแรงดึงโดยนำข้อมูลที่ ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance : ANOVA) ถ้าพบนัยสำคัญทางสถิติจะคำนวณค่าความแตกต่างเพื่อทดสอบหาค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) แล้วทำการคัดเลือกสิ่งทดลองที่มีความเหมาะสมในการนำมาใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์งานจักสานต่อไป

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 การศึกษาระยะเวลาในการแช่สารฟอกขาว

จากการศึกษาระยะเวลาในการปรับสภาพก้านมะละกอในการแช่สารฟอกขาวตามระยะเวลาที่กำหนดสิ่งทดลองได้ทั้งหมด 3 สิ่งทดลอง ดัง Figure 5 เมื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกล ประกอบด้วย การวิเคราะห์ค่าความชื้น และค่าความต้านทานแรงดึง ดัง Table 3



(a) (b) (c) (d)

Figure 5 The results of the study of the duration of soaking in bleach (a) unbleached papaya stems (b) papaya stems soaked in bleach for 1 day, (c) papaya stems soaked in bleach for 2 days, and (d) papaya stems soaked in bleach for 3 days

DOI: 10.63271/rmuttorj.v18i1.266250

ผลการศึกษาจากภาพแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของลักษณะก้านมะละกอภายหลังการแช่สารฟอกขาวทั้ง 3 สิ่งทดลอง และก้านมะละกอที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการแช่สารฟอกขาว โดยก้านมะละกอสดที่ไม่ได้แช่สารฟอกขาวจะมีสีเขียวเข้มและมีเส้นใยตามธรรมชาติปรากฏอย่างชัดเจน เมื่อเข้าสู่กระบวนการแช่สารฟอกขาว ก้านมะละกอมีการเปลี่ยนแปลงด้านสีและความโปร่งแสงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการแช่ที่ยาวนานขึ้น โดยก้านมะละกอที่แช่ในสารฟอกขาวเป็นเวลา 1 วันเริ่มปรากฏสีขาวนวลและยังคงเห็นโครงสร้างเส้นใยบางส่วน ขณะที่การแช่เป็นเวลา 2 วันทำให้สีขาวมีความสม่ำเสมอมากขึ้นและความเข้มของสีเขียวเดิมลดลงอย่างชัดเจน ส่วนก้านมะละกอที่แช่เป็นเวลา 3 วันมีลักษณะเป็นสีขาวเกือบทั้งหมด มีความโปร่งแสงเพิ่มขึ้น และโครงสร้างผิวภายนอกมีความเรียบเนียนมากกว่าในทุกช่วงเวลา ทั้งนี้ ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าระยะเวลาในการแช่สารฟอกขาวมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของการทำให้สีจางลง รวมถึงความพร้อมของวัสดุในการนำไปใช้ในกระบวนการศึกษาหรือพัฒนาผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนต่อไป

Table 3 Results of physical and mechanical properties of papaya stems after bleaching process

Experimental	Bleach soaking time (days)	Moisture Content (%)^{ns}	Tensile force (N)
0	-	7.09 ± 1.14	14.96^{b} ± 0.59
1	1	8.85 ± 0.13	18.39^{a} ± 0.57
2	2	8.34 ± 0.46	13.70^{c} ± 0.58
3	3	7.10 ± 0.57	2.03^{d} ± 0.01

Note: ^{ns} means the vertical means are not statistically significantly different ($p \leq 0.05$)

$^{a, b, c, d}$ means the vertical means with different letters are statistically significantly different ($p \leq 0.05$) ± means standard deviation

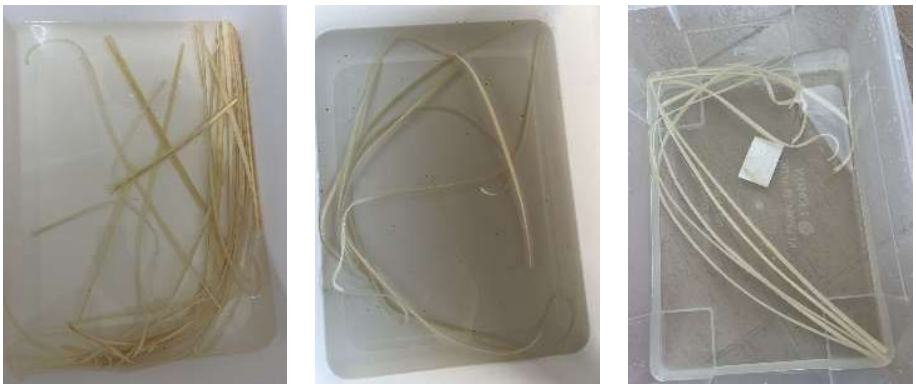
จากผลการวิเคราะห์ค่าความชื้น พบว่าก้านมะละกอสดที่ไม่ได้ผ่านการแช่สารฟอกขาวมีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 7.09±1.14 ขณะที่ก้านมะละกอที่ผ่านการแช่สารฟอกขาวเป็นเวลา 1–3 วัน มีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 8.85±0.13, 8.34±0.46, และ 7.10±0.57 ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการแช่สารฟอกขาวไม่ได้ส่งผลต่อความสามารถในการกักเก็บความชื้นของเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ อาจเนื่องจากโครงสร้างเส้นใยมีข้อจำกัดในการดูดซึมน้ำตามธรรมชาติ เช่นเดียวกับรายงานของ Rushdy et al. (2017) ที่ระบุว่าเส้นใยพืชมีขีดจำกัดในการเพิ่มปริมาณน้ำภายในโครงสร้างเซลลูโลส

ค่าความต้านทานแรงดึงของก้านมะละกอมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตามระยะเวลาในการแช่สารฟอกขาว โดยก้านมะละกอที่ไม่ได้ฟอกขาวมีค่าสูงถึง 14.96±0.59 นิวตัน และสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในสิ่งทดลองที่แช่สารฟอกขาว 1 วัน ซึ่งมีค่า 18.39±0.57 นิวตัน การเพิ่มขึ้นดังกล่าวสอดคล้องกับข้อค้นพบของ Thapliyal et al. (2023) ที่อธิบายว่า การฟอกขาวในช่วงเวลาที่เหมาะสมช่วยกำจัดลิกนินและเฮมิเซลลูโลสส่วนเกิน ทำให้เส้นใยสะอาดและรับแรงดึงได้ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มเวลาในการแช่เป็น 2 วัน ค่าความต้านทานแรงดึงลดลงเป็น 13.70±0.58 นิวตัน และลดลงอย่างมากในสิ่งทดลองที่แช่เป็นเวลา 3 วัน เหลือเพียง 2.03±0.01 นิวตัน สอดคล้องกับกลไกการเสื่อมสภาพของเส้นใยจากปฏิกิริยาดีโพลีเมอร์ไรเซชัน ซึ่งทำให้หมู่ไฮดรอกซิลของลิกนินและเฮมิเซลลูโลสถูกทำลายและหลุดออกจากโครงสร้างเส้นใย (Srikanth et al., 2020; Yew et al., 2019)

ผลการทดลองนี้ชี้ชัดว่ากระบวนการฟอกขาวไม่มีผลต่อค่าความชื้นของก้านมะละกออย่างมีนัยสำคัญ แต่มีผลอย่างมากต่อคุณสมบัติเชิงกลของเส้นใย โดยการฟอกขาวในช่วงเวลาที่เหมาะสม เช่น 1 วัน ช่วยเพิ่มค่าความต้านทานแรงดึงให้สูงขึ้นอย่างไรก็ตาม การฟอกขาวนานเกินไป เช่น 3 วัน ส่งผลให้เส้นใยเสื่อมสภาพและสูญเสียความแข็งแรงอย่างชัดเจน ดังนั้น การกำหนดระยะเวลาฟอกขาวที่เหมาะสมเป็นขั้นตอนสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการพัฒนากระบวนการแปรรูปก้านมะละกอเพื่อใช้เป็นวัสดุเส้นใยหรือผลิตภัณฑ์หัตถกรรมที่ต้องการความทนทาน

3.2 การปรับสภาพก้านมะละกอด้วยกลีเซอรีน

จากการศึกษากระบวนการปรับสภาพก้านมะละกอด้วยกลีเซอรีน โดยการนำก้านมะละกอที่แช่สารฟอกเป็นระยะเวลา 1 วัน มาทำการศึกษาระยะเวลาในการแช่กลีเซอรีนเพื่อปรับสภาพก้านมะละกอ โดยแปรเป็น 3 ระยะเวลา ประกอบด้วย 3 วัน 5 วัน และ 7 วัน ดัง Figure 6 เมื่อนำมาวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและสมบัติทางกล ประกอบด้วย การวิเคราะห์ค่าความชื้นและค่าความต้านทานแรงดึง ดัง Table 4 ผลการศึกษาจากภาพแสดงให้เห็นว่าลักษณะของก้านมะละกอมีสีขาวเพิ่มมากขึ้นเมื่อนำไปแช่ไว้ในสารละลายกลีเซอรีนในระยะเวลาที่เพิ่มมากยิ่งขึ้น แต่เมื่อสัมผัสก้านมะละกอที่ผ่านกระบวนการปรับสภาพด้วยกลีเซอรีน พบว่า ก้านมะละกอที่ผ่านกระบวนการแช่สารฟอกขาวที่ระยะเวลาที่นานมากยิ่งขึ้น ก้านมะละกอจะมีลักษณะเปื่อย และขาดง่าย ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Phan & Okubayashi (2024) ที่พบว่ากลีเซอรีนสามารถซึมเข้าสู่เส้นใยและเพิ่มความยืดหยุ่นของเส้นใยได้ถึงจุดหนึ่ง แต่หากใช้ในปริมาณมากเกินไป อาจทำให้โครงสร้างเส้นใยสูญเสียความแข็งแรง



(a) (b) (c)

Figure 6 Results of the study on the process of conditioning papaya stems with glycerin (a) papaya stems soaked in glycerin for 3 days, (b) papaya stems soaked in glycerin for 5 days, and (c) papaya stems soaked in glycerin for 7 days

Table 4 Results of physical and mechanical properties of papaya stems after glycerin treatment

Experimental	Duration of glycerin immersion (days)	Moisture Content (%)	Tensile force (Newtons)
1	3	$14.17^{a} \pm 0.24$	$28.30^{a} \pm 0.70$
2	5	$11.24^{b} \pm 0.22$	$19.87^{b} \pm 0.74$
3	7	$11.57^{b} \pm 0.08$	$19.07^{b} \pm 0.67$

Note: $^{a, b}$ means the vertical means with different letters are statistically significantly different ($p \leq 0.05$) ± means standard deviation

จากผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ พบว่าสิ่งทดลองที่ผ่านการปรับสภาพด้วยกลีเซอรีนเป็นเวลา 3 วัน มีค่าร้อยละความชื้นสูงที่สุด (14.17±0.24) ซึ่งแตกต่างจากสิ่งทดลองที่แช่กลีเซอรีนเป็นเวลา 5 วัน (11.24±0.22) และ 7 วัน (11.57±0.08) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลดังกล่าวสะท้อนว่ากลีเซอรีนทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความชุ่มชื้น (plasticizer) ที่สามารถดึงน้ำเข้าสู่โครงสร้างเส้นใยในช่วงระยะแรกของการแช่ โดยเฉพาะเมื่อโครงสร้างเซลลูโลสยังไม่เกิดการจัดเรียงตัวใหม่ (reorientation) มากนัก อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการแช่เป็น 5–7 วัน ค่าความชื้นกลับลดลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Célino et al. (2014) ที่ระบุว่าการแช่เส้นใยในกลีเซอรีนเป็นเวลานานอาจกระตุ้นกระบวนการแพร่กระจายของน้ำออกจากเส้นใย (moisture migration) และเกิดสมดุลใหม่ของปริมาณน้ำภายในเส้นใย ทำให้ความชื้นมีแนวโน้มลดลงแม้ยังคงมีสาร plasticizer อยู่ในโครงสร้าง

ในด้านสมบัติเชิงกล พบว่าสิ่งทดลองที่แช่กลีเซอรีนเป็นเวลา 3 วัน มีค่าความต้านทานแรงดึงสูงที่สุด (28.30±0.70 นิวตัน) และมีค่ามากกว่าสิ่งทดลองที่แช่เป็นเวลา 5 วัน (19.87±0.74 นิวตัน) และ 7 วัน (19.07±0.67 นิวตัน) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความแข็งแรงที่สูงขึ้นในช่วง 3 วันแรกสอดคล้องกับสมมติฐานที่ว่ากลีเซอรีนสามารถแทรกตัวเข้าไปในโครงสร้างเส้นใยและเพิ่มความยืดหยุ่นของเซลลูโลส ทำให้เส้นใยรับแรงดึงได้ดีขึ้นก่อนที่โครงสร้างจะเริ่มเสื่อมสภาพ ทั้งนี้ เมื่อเพิ่มระยะเวลาแช่เป็น 5–7 วัน ค่าความต้านทานแรงดึงลดลงอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Jitwarin et al. (2022) ที่ระบุว่าการแช่เส้นใยพืชในกลีเซอรีนในระยะเวลานานอาจเร่งให้เกิดกระบวนการไฮโดรไลซิส นำไปสู่การอ่อนตัวและการแตกตัวของพันธะระหว่างเส้นใย ทำให้ความสามารถในการรับแรงลดลงตามลำดับ

โดยสรุป การปรับสภาพก้านมะละกอด้วยกลีเซอรีนมีผลต่อทั้งสมบัติด้านความชื้นและสมบัติเชิงกลของเส้นใยอย่างมีนัยสำคัญ โดยการแช่กลีเซอรีนในช่วงสั้น เช่น 3 วัน ช่วยเพิ่มค่าความชื้นและส่งเสริมความแข็งแรงเชิงกลของเส้นใย ในขณะที่การแช่เป็นเวลานานเกินไปทำให้เกิดการสูญเสียทั้งค่าความชื้นและความต้านทานแรงดึง เนื่องจากโครงสร้างเส้นใยเริ่มเสื่อมสภาพภายใต้อิทธิพลของสาร plasticizer ดังนั้น การเลือกช่วงเวลาปรับสภาพด้วยกลีเซอรีนที่เหมาะสมจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาคุณสมบัติเส้นใยจากก้านมะละกอเพื่อการใช้งานด้านงานหัตถกรรม

4. สรุป

ผลการศึกษาพบว่า ก้านมะละกอสดที่ผ่านการตากแห้งมีค่าความชื้นเฉลี่ย 7.09±1.14% และมีค่าความต้านทานแรงดึงเฉลี่ย 14.96 ± 0.59 นิวตัน ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเข้าสู่กระบวนการฟอกขาว เนื่องจากเส้นใยยังคงความเหนียวและไม่เปราะเกินไป เมื่อผ่านการแช่สารฟอกขาว พบว่าความขาวของก้านมะละกอเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการแช่ แม้ว่าค่าความชื้นจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การแช่เพียง 1 วันให้ค่าความต้านทานแรงดึงสูงที่สุด (18.39±0.57 นิวตัน) แสดงถึงความเหมาะสมต่อการคงสภาพโครงสร้างของเส้นใยมากกว่าการแช่เป็นระยะเวลานาน

สำหรับกระบวนการปรับสภาพด้วยกลีเซอรีน พบว่าการแช่ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและความเหนียวของเส้นใย โดยก้านมะละกอที่แช่กลีเซอรีน 3 วันให้ค่าความต้านทานแรงดึงสูงสุด (28.30±0.70 นิวตัน) ก่อนที่ค่าดังกล่าวจะลดลงเมื่อแช่นานเกินไป อันเนื่องมาจากการเปื่อยยุ่ยของเส้นใยในระดับโครงสร้าง ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาจากค่าความแข็งแรงที่ได้ พบว่าเส้นใยมะละกอภายใต้เงื่อนไขที่เหมาะสมดังกล่าวมีระดับความแข็งแรงใกล้เคียงกับเส้นใยธรรมชาติที่นิยมใช้ในงานจักสาน เช่น เส้นใผ่ซึ่งมีค่าความต้านทานแรงดึงเฉลี่ยประมาณ 25–35 นิวตัน และเส้นใยกล้วยซึ่งมีค่าความต้านทานแรงดึงอยู่ในช่วง 20–30 นิวตัน โดยเส้นใยมะละกอที่ผ่านการฟอกขาว 1 วันและแช่กลีเซอรีน 3 วัน จัดอยู่ในช่วงค่าความแข็งแรงที่สามารถเทียบเคียงกับวัสดุเหล่านี้ได้อย่างเหมาะสม

ดังนั้น กระบวนการฟอกขาว 1 วันร่วมกับการแช่กลีเซอรีน 3 วัน ถือเป็นเงื่อนไขที่ให้เส้นใยมะละกอมีความแข็งแรงเพียงพอและเหมาะสมสำหรับนำไปใช้งานด้านงานจักสาน ไม่ว่าจะเป็นพัด ที่รองจาน ของตกแต่งบ้าน หรือผลิตภัณฑ์กระเป๋าแฟชั่น ดัง Figure 7



Figure 7 Handwoven bags made from papaya stems

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสาขาวิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการดำเนินงานวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

Ananwettayanon, C., Sukontachart, T., & Parmotmuang, M. (2015). *The Study and Development of Glass and Ceramic Packing Materials Made from Papaya Stem Fiber* [Research report]. Faculty of Architecture and Design, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon.

AOAC International. (2019). *Official methods of analysis of AOAC International* (21st ed.).

Azam, F., Ahmad, F., Ahmad, S., & Haji, A. D. (2023). *Sustainable raw materials*. In S. R. Batool, S. Ahmad, Y. Nawab, & M. Hussain (Eds.), Circularity in textiles (pp. 85–109). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-49479-6_4

Bureekhampun, S., & Attabhanyo, K. (2019). A study of factors and local handicraft wisdom of bamboo wickerwork for product design. *Journal of Industrial Education, 18*(1), 100–108. [in Thai]

Célino, A., Fréour, S., Jacquemin, F., & Casari, P. (2014). The hygroscopic behavior of plant fibers: A review. *Frontiers in Chemistry, 1*, Article 43. https://doi.org/10.3389/fchem.2013.00043

Chongkon, P., Sangchan, N., & Saowakon, P. (2024). A study and development of processed bag products from krajood for men in the Generation Y Baan Kawee Basketry Map Lao Cha-on Klaeng District Rayong Province. *Journal of Industrial Technology Buriram Rajabhat University*, *6*(2), 30–40. https://ph05.tci-thaijo.org/index.php/bru-idtech-journal/article/view/154 [in Thai]

Jitwarin, T., Jitwarin, L., Mekkaeo, B., Nirattisai, B., Nantachai, K., Sriboonjit, P., & Sani, S. (2022). The development of woven fabric mixed with sugar palm (*Arenga pinnata Werr*) peduncle's fiber. *VRU Research and Development Journal Science and Technology, 17*(3), 75–85. [in Thai]

Latif, R., Wakeel, S., Zaman Khan, N., Noor Siddiquee, A., Lal Verma, S., & Akhtar Khan, Z. (2018). Surface treatments of plant fibers and their effects on mechanical properties of fiber-reinforced composites: A review. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, *38*(1), 15-30. https://doi.org/10.1177/0731684418802022

Phan, H. N., & Okubayashi, S. (2024). Modification of dehydrated bacterial cellulose with glycerol and succinic acid by using padding method for textile applications. *Research Journal of Textile and Apparel.* https://doi.org/10.1108/RJTA-10-2023-0111

Plakantonaki, S., Roussis, I., Bilalis, D., & Priniotakis, G. (2023). Dietary fiber from plant-based food wastes: A comprehensive approach to cereal, fruit, and vegetable waste valorization. *Processes, 11*(5), 1580. https://doi.org/10.3390/pr11051580

Rosen, M. A., & Kishawy, H. A. (2012). Sustainable manufacturing and design: Concepts, practices and needs. *Sustainability, 4*(2), 154-174. https://doi.org/10.3390/su4020154

Rushdy, A., Noshy, W., Youssef, A., & Kamel, S. (2017). Influence of bleaching materials on mechanical and morphological properties for paper conservation. *Egyptian Journal of Chemistry, 60*(5), 893–903. https://doi.org/10.21608/ejchem.2017.1288.1073

Srikanth, V., Rajanarender, R. K., & Nageshwarrao, D. K. (2020). Bio – composites: A study on behavior of oil palm mesocarp fiber reinforced KGG. *Proceedings of International Conference on Design, Automation, and Control, Series: Materials Science and Engineering (ICDAC 2020)* (pp. 1–15). Vellore Institute of Technology.

Tamthong, W., & Kraisuwan, S. (2017). Effect of hydrogen peroxide on whiteness index and strength of corn husk. *Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology), 9*(17), 127–136. [in Thai]

Thapliyal, D., Verma, S., Sen, P., Kumar, R., Thakur, A., Tiwari, A. K., Tiwari, P., & Arya, R. K. (2023). Natural fibers composites: Origin, importance, consumption pattern, and challenges. *Journal of Composites Science, 7*(12), Article 506. https://doi.org/10.3390/jcs7120506

Yew, B. S., Muhamad, M., Mohamed, S. B., & Wee, F. H. (2019). Effect of alkaline treatment on structural characterisation, thermal degradation and water absorption ability of coir fibre polymer composites. *Sains Malaysiana*, 48(3), 653–659. http://dx.doi.org/10.17576/jsm-2019-4803-19