

ผลของน้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรดต่อความเหนียว และการจัดคราบเปื้อนบนสิ่งทอ

ศศิประภา รัตนดิถก ณ ฎุเกีต* และ กิตติกานต์ ทังหิกรณ

คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

รับบทความ 2 สิงหาคม 2567. แก้ไขบทความ 20 พฤษภาคม 2568 ตอรับบทความ 3 กรกฎาคม 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา วิธีการผลิตน้ำหมักชีวภาพสับปะรดและน้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด รวมถึงศึกษาผลของน้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรดต่อความเหนียวของผ้า ความสามารถในการจัดคราบเปื้อน และความคงตัวระหว่างการเก็บรักษา ผลการศึกษา พบว่า การหมักสับปะรดด้วยไวท์อีเอ็ม ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 23 วัน จะได้น้ำหมักที่ไม่มีกลิ่นเหม็น และสามารถนำไปผลิตน้ำยาปรับผ้านุ่มได้ ผ้าไหมที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรดมีค่าเฉลี่ยความเหนียวมากกว่าผ้าไหมที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มทั่วไปทั้งในแนวตั้งและในแนวตั้งพุ่ง ในขณะที่ผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์มีค่าเฉลี่ยความเหนียวลดลง น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรดไม่มีผลต่อความเหนียวของผ้าฝ้าย ผ้าโพลีเอสเตอร์ และผ้าไหม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรดสามารถจัดคราบเนมและคราบซ็อกโกแลตบนผ้าไหมได้

คำสำคัญ : ฝ้าย; ไหม; โพลีเอสเตอร์; น้ำยาปรับผ้านุ่ม; สับปะรด

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +668 1929 1474, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: agrsspp@ku.ac.th

The Effects of Fabric Softener from Pineapple Bioextract on Tenacity and Stains Removal on Textiles

Sasiprapha Rattanadilok Na Phuket* and Kittikarn Thunhikorn

Faculty of Agriculture, Kasetsart University

50 Ngamwongwan Road, Lat Yao, Chatuchak, Bangkok, 10900

Received 2 August 2024; Revised 20 May 2025; Accepted 3 July 2025

Abstract

The objectives of this research were to study the preparation methods of pineapple bioextract and the fabric softener from pineapple bioextract. It also investigated the effects of the fabric softener from pineapple bioextract on tenacity of fabrics, stains removal ability, and storage stability. The results showed that pineapple bioextract without bad smell was obtained by fermenting pineapple with White EM (White Effective Microorganisms) at room temperature for 23 days and could be used to produce fabric softener. Silk fabric soaked in fabric softener from pineapple bioextract had average tenacity more than those of soaking in commercial one both in warp and weft directions, whereas cotton and polyester fabrics were lessen. Fabric softener from pineapple bioextract did not significantly affect the tenacity of cotton, polyester, and silk fabrics at the .05 level. Additionally, fabric softener from pineapple bioextract could remove milk and chocolate stains on silk fabric.

Keywords : Cotton; Silk; Polyester; Fabric softener; Pineapple

* Corresponding Author. Tel.: +668 1929 1474, E-mail Address: agrspp@ku.ac.th

1. บทนำ

เส้นใ้ผ้าเครื่องนุ่งห่ม เป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ผ้าฝ้ายเป็นผ้าที่ได้รับความนิยมสูงสุดในการนำมาผลิตเส้นใ้ผ้าเครื่องนุ่งห่ม เนื่องจากใยฝ้ายเป็นใยธรรมชาติ (Natural Fiber) มีองค์ประกอบทางเคมีเป็นเซลลูโลส (Cellulose) ทำให้ดูดซับน้ำและความชื้นได้ดี และระบายอากาศได้ดี ผ้าฝ้ายจึงเป็นผ้าที่ทำให้รู้สึกสบายเมื่อสวมใส่ เส้นใ้ที่นิยมมากเป็นอันดับ 2 รองจากใยฝ้าย คือ โยพลีเอสเตอร์ (Polyester) ซึ่งเป็นใยสังเคราะห์ (Synthetic Fiber) มีองค์ประกอบทางเคมีเป็น โพลีเอสเตอร์ (Polyester) เป็นเส้นใ้ที่มีความเหนียวสูง และมีการคืนตัวจากรอยยับดี ส่วนไหม (Silk) เป็นเส้นใ้ธรรมชาติที่มีองค์ประกอบทางเคมีเป็นโปรตีน (Protein) เป็นเส้นใ้ที่ได้รับความนิยมและได้รับการยอมรับว่าเป็นราชินีแห่งเส้นใ้ เนื่องจากมีความสวยงามและเงามัน อย่างไรก็ตามผ้าที่ผลิตจากเส้นใ้ต่างชนิดนี้มีวิธีการดูแลรักษาที่แตกต่างกัน เช่น ผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์สามารถทำความสะอาดด้วยวิธีการซักน้ำได้ ส่วนผ้าไหมนิยมทำความสะอาดด้วยวิธีการซักแห้งมากกว่าการซักน้ำ [1], [2]

น้ำยาปรับผ้านุ่มเป็นสารช่วยซักหลังการทำความสะอาดผ้า (After-treatment Aid) ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในกระบวนการทำความสะอาดผ้าด้วยการซักน้ำ เนื่องจากช่วยลดการเกิดไฟฟ้าสถิตบนเส้นใ้ที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic Fibers) เช่น ไนลอน และโพลีเอสเตอร์ นอกจากนี้ยังทำให้เส้นใ้พองฟู และทำให้ผ้ามีความฟูและอ่อนนุ่ม โดยองค์ประกอบหลักที่สำคัญของน้ำยาปรับผ้านุ่มคือ สารลดแรงตึงผิวประจุบวก (Cationic Surfactant) [3], [4]

สับปะรดเป็นผลไม้เขตร้อนที่มีวิตามิน แร่ธาตุ ใยอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย และมีเอนไซม์บรอมีเลน (Bromelain) ซึ่งมีหน้าที่ช่วยย่อยโปรตีนโดยสามารถพบได้ในทุกส่วนของสับปะรด [5], [6] นอกจากนี้จะนำสับปะรดมาบริโภคในรูปแบบของผลไม้สดและใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารแล้ว สับปะรดยังสามารถนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น สับปะรดกระป๋อง สับปะรดอบแห้ง สับปะรด

กวน น้ำสับปะรด น้ำส้มสายชู และไวน์สับปะรด นอกจากนี้ใบสับปะรดยังสามารถนำไปผลิตเป็นเส้นใ้ (Pineapple Leaf Fiber) และใช้เป็นวัสดุเสริมแรง (Reinforcement) ได้อีกด้วย [7]-[10] อย่างไรก็ตาม ในการนำสับปะรดมาบริโภคหรือแปรรูปนั้น ยังคงมีส่วนของสับปะรดที่ไม่ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ เช่น เปลือก แกน และเนื้อสับปะรดบางส่วน ดังนั้นการทำน้ำหมักชีวภาพสับปะรดเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่าง ๆ เช่น ทำปุ๋ยในการเกษตร ใช้ผสมน้ำรดต้นไม้เพื่อช่วยให้ต้นไม้เจริญเติบโตได้ดี และใช้เป็นส่วนผสมในสารทำความสะอาดสำหรับเช็ดกระจก ล้างห้องน้ำ ล้างรถ และซักผ้า จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสับปะรดที่เหลือทิ้ง เน่าเสีย หรือล้นตลาด

การศึกษาค้นคว้าวิจัยสนใจผลิตน้ำยาปรับผ้านุ่มที่นอกจากจะมีสมบัติทั่วไปของน้ำยาปรับผ้านุ่มแล้ว ยังสามารถช่วยขจัดคราบเปื้อนที่ขจัดไม่หมดจากการซักน้ำ เนื่องจากสับปะรดมีเอนไซม์บรอมีเลนที่ช่วยย่อยโปรตีนได้อีกทั้งเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสับปะรด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) วิธีการผลิตน้ำหมักชีวภาพสับปะรดและน้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด 2) ผลของน้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรดต่อความเหนียวของผ้าฝ้าย ผ้าไหม และผ้าโพลีเอสเตอร์ 3) ความสามารถของน้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรดในการขจัดคราบโปรตีน คราบน้ำมัน และคราบผสม บนผ้าฝ้าย ผ้าไหม และผ้าโพลีเอสเตอร์ และ 4) ความคงตัวระหว่างการเก็บรักษาน้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 วัสดุและสารเคมี

1. สับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย จากบริษัท สยามแม็คโคร จำกัด ประเทศไทย
2. หัวเขื่อน้ำยาปรับผ้านุ่ม Tetranyl AL-TH (Cationic Quaternary Salt Surfactant) จากบริษัท ฮงฮวด จำกัด ประเทศไทย

3. หัวเชื้อน้ำหอม กลิ่น Pink Scent จากบริษัท ฮงฮวด จำกัด ประเทศไทย

4. ไวท์อีเอ็ม (White Effective Microorganisms) จากร้านชมรมเกษตรอินทรีย์ก้าวหน้า ประเทศไทย

5. ผ้าฝ้าย 100 เปอร์เซ็นต์ ทอลายขัดสมดุค มีเส้นด้ายยืน 136 เส้น และเส้นด้ายพุ่ง 76 เส้น ใน 1 ตารางนิ้ว

6. ผ้าไหม 2 เส้น ทอลายขัดสมดุค มีเส้นด้ายยืน 109 เส้น และเส้นด้ายพุ่ง 71 เส้น ใน 1 ตารางนิ้ว

7. ผ้าโพลีเอสเตอร์ 100 เปอร์เซ็นต์ ทอลายขัดสมดุค มีเส้นด้ายยืน 140 เส้น และเส้นด้ายพุ่ง 90 เส้น ใน 1 ตารางนิ้ว

8. นมยูเอชทีรสจืด ยี่ห้อโฟร์โมสต์ (คราบโปรตีน)

9. น้ำมันพืช ยี่ห้ออมรท (คราบน้ำมัน)

10. ซ็อกโกแลตนม ยี่ห้อเฮอร์ชีย์ และทำให้เป็นซ็อกโกแลตเหลวโดยละลายในน้ำสะอาดในอัตราส่วน 1:3 (คราบผสม)

11. น้ำยาปรับผ้านุ่มที่มีจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ (น้ำยาปรับผ้านุ่มทั่วไป)

2.2 เครื่องมือวิเคราะห์และทดสอบ

1. เครื่องวัดค่าสี (Spectrophotometer) Spectraflash 550 (Xenon Flash Lamp, Diffuse/8) รุ่น 550 ยี่ห้อ Datacolor

2. เครื่องทดสอบแรงกดแรงดึง (Tensile and Compression Testing Machine) รุ่น 5567 ยี่ห้อ Instron

2.3 ขั้นตอนการวิจัย

2.3.1 การผลิตน้ำหมักชีวภาพสับปะรด

นำสับปะรด 3 กิโลกรัม ที่ผ่านการทำความสะอาดและหั่นให้เป็นชิ้นขนาดเล็ก น้ำสะอาด 5 ลิตร และไวท์อีเอ็ม 400 มิลลิลิตร ใส่ในถังพลาสติกสำหรับหมักและคนให้เข้ากัน ปิดฝา หมักที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 23 วัน โดยเปิดฝาแล้วกวนเพื่อเติมอากาศทุก ๆ 3 วัน ครั้งละ 5

นาที เมื่อครบ 23 วัน นำน้ำหมักที่ได้มากรองเอากากออก จะได้น้ำหมักสับปะรดที่ต้องการ

2.3.2 การผลิตน้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด

ตม่น้ำสะอาด 1.25 ลิตร น้ำหมักชีวภาพสับปะรด 1.25 ลิตร และหัวเชื้อน้ำยาปรับผ้านุ่ม 200 กรัม และกวนให้เข้ากันจนถึงอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ยกออกจากเตา พักรอให้อุณหภูมิลดลงจนถึง 30 องศาเซลเซียส แล้วใส่หัวเชื้อน้ำหอม 10 มิลลิลิตร

2.3.3 การทดสอบความเหนียวของผ้าฝ้าย ผ้าไหม และผ้าโพลีเอสเตอร์ หลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ผ้าฝ้าย ผ้าไหม และผ้าโพลีเอสเตอร์ เป็นตัวอย่างของผ้าที่มีองค์ประกอบทางเคมีของเส้นใยเป็นเซลลูโลส (Cellulose) โปรตีน (Protein) และโพลีเอสเตอร์ (Polyester) ตามลำดับ โดยแช่ผ้าฝ้าย ผ้าไหม และผ้าโพลีเอสเตอร์ ขนาด 10 x 20 เซนติเมตร ในน้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด และน้ำยาปรับผ้านุ่มทั่วไป โดยใช้อัตราส่วนน้ำยาปรับผ้านุ่มต่อน้ำสะอาด 1:5 เป็นเวลา 30 นาที แล้วตากให้แห้งโดยไม่ต้องล้างออก หลังจากนั้นนำผ้าทดสอบไปทดสอบความเหนียวของเส้นใยผ้าตามมาตรฐาน ASTM D 5034:2009 [11] โดยใช้อัตราเร็วในการทดสอบ 300 ± 10 มิลลิเมตรต่อนาที และระยะทดสอบ 75 ± 1 มิลลิเมตร ทดสอบในสภาวะอุณหภูมิ 21 ± 1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 ± 2 เปอร์เซ็นต์

2.3.4 การศึกษาความสามารถของน้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรดในการขจัดคราบโปรตีน คราบน้ำมัน และคราบผสม บนผ้าฝ้าย ผ้าไหม และผ้าโพลีเอสเตอร์ หลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้นมยูเอชทีรสจืด น้ำมันพืช และซ็อกโกแลตเหลว เป็นตัวอย่างคราบโปรตีน คราบน้ำมัน และคราบผสม ตามลำดับ [3] และศึกษา

ความสามารถในการขจัดคราบโดยการเปรียบเทียบค่าสีของคราบหลังแช่น้ำเปล่ากับค่าสีของคราบหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ โดยหยดนมยูเอชทีรสจืด น้ำมันพืช และซีอิ้วโกแลตเหลว 10 ไมโครลิตร บนผ้าฝ้าย ผ้าไหม และผ้าโพลีเอสเตอร์ ขนาด 10 x 10 เซนติเมตร ที่ถูกซึ่งให้ตั้งและไม่สัมผัสกับวัสดุอื่น นำผ้าทดสอบที่หยดคราบแล้วไปแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ และแช่ผ้าควบคุม (Control) ในน้ำสะอาด ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 20 นาที แล้วนำไปฝั่งลมนจนแห้ง หลังจากนั้นวัดค่าสีของคราบบนผ้าควบคุมและผ้าทดสอบด้วยเครื่องวัดค่าสี

2.3.5 การศึกษาความคงตัวระหว่างการเก็บรักษา น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ

ใส่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ ในขวดพลาสติกใส ปิดฝา ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง สังเกตลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ การแยกชั้น กลิ่น และสี ของน้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละทุก 7 วัน

2.3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ความเหนียว (Tenacity) และค่าสี (L^* a^* b^* C^* และ h) โดยการหาค่าเฉลี่ย

2. เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเหนียว (Tenacity) ของผ้า และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยค่าสีของคราบ ด้วยสถิติทดสอบที่แบบอิสระต่อกัน (Independent sample t-test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 วิธีการผลิตน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ และน้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ

จากการทดลอง พบว่า การทำน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละสามารถกำหนดระยะเวลาการหมักได้แตกต่างกัน และสามารถใช้เวลาหมักได้น้อยกว่า 3 เดือน โดยจากการทดลองหมักน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละเป็นระยะเวลา 23 วัน พบว่า น้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละที่ได้มีสีเหลือง (รูปที่ 1) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 3.5 และ

ไม่มีกลิ่น เมื่อนำไปผลิตน้ำยาปรับผ้านุ่ม พบว่า น้ำยาปรับผ้านุ่มที่ได้มีค่า pH 4 ไม่มีกลิ่นเหม็น และมีสีเหลืองนวล (รูปที่ 2) ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีความน่าใช้ นอกจากนี้ สีจะไม่ติดผ้าที่แช่ในน้ำยาปรับผ้านุ่มที่ผลิตได้



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

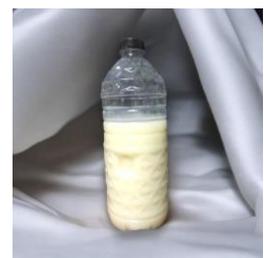


(ฉ)

รูปที่ 1 น้ำหมักสัปดาห์ละเปิดเพื่อคนครั้งที่: (ก) 1 (ข) 2 (ค) 3 (ง) 4 (จ) 5 และ (ฉ) 6



(ก)



(ข)

รูปที่ 2 ภาพถ่าย: (ก) น้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ และ (ข) น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ

3.2 ผลของน้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพ สับปะรดต่อความเหนียวของผ้าฝ้าย ผ้าไหม และผ้าโพลีเอสเตอร์

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยความเหนียวของผ้าหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่ม

ชนิดผ้า	ค่าเฉลี่ยความเหนียว (Tenacity) (gf)			
	แนวด้ายยืน		แนวด้ายพุ่ง	
	แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มทั่วไป	แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพ สับปะรด	แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มทั่วไป	แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพ สับปะรด
ผ้าไหม	1,484.81	1,487.37	439.27	452.65
ผ้าโพลีเอสเตอร์	1,385.02	1,346.15	937.58	933.94
ผ้าฝ้าย	1,115.35	1,102.93	622.50	595.27

จากตารางที่ 1 พบว่า ผ้าไหม ผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์มีค่าเฉลี่ยความเหนียว (Tenacity) ในแนวด้ายยืนสูงกว่าแนวด้ายพุ่ง ผ้าไหมที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มทั่วไปไม่มีค่าเฉลี่ยความเหนียวในแนวด้ายยืนและแนวด้ายพุ่ง 1,484.81 และ 439.27 กรัมแรง ตามลำดับ ผ้าไหมที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรดมีค่าเฉลี่ยความเหนียวในแนวด้ายยืนและแนวด้ายพุ่ง 1,487.37 และ 452.65 กรัมแรง ตามลำดับ จึงอาจกล่าวได้ว่า ผ้าไหมที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรดมีค่าเฉลี่ยความเหนียวมากกว่าผ้าไหมที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มทั่วไปทั้งในแนวด้ายยืนและแนวด้ายพุ่ง และน้ำหมักชีวภาพสับปะรดไม่ได้ทำลายโครงสร้างเคมีของผ้าไหมที่เป็นโปรตีน จึงไม่ทำให้ผ้าไหมที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรดมีค่าเฉลี่ยความเหนียวน้อยกว่าผ้าไหมที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มทั่วไป

ผ้าโพลีเอสเตอร์และผ้าฝ้ายที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มทั่วไปไม่มีค่าเฉลี่ยความเหนียวในแนวด้ายยืน 1,385.02 และ 1,115.35 กรัมแรง ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยความเหนียวในแนวด้ายพุ่ง 937.58 และ 622.50 กรัมแรง

ตามลำดับ ผ้าโพลีเอสเตอร์และผ้าฝ้ายที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรดมีค่าเฉลี่ยความเหนียวในแนวด้ายยืน 1,346.15 และ 1,102.93 กรัมแรง ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยความเหนียวในแนวด้ายพุ่ง 933.94 และ 595.27 กรัมแรง ตามลำดับ จึงอาจกล่าวได้ว่า ผ้าโพลีเอสเตอร์และผ้าฝ้ายที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรดมีค่าเฉลี่ยความเหนียวน้อยกว่าผ้าที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มทั่วไป

อย่างไรก็ตาม ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยความเหนียวของผ้า พบว่า ผ้าฝ้าย ผ้าไหม และผ้าโพลีเอสเตอร์ ที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มทั่วไปและที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด มีค่าเฉลี่ยความเหนียวไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในแนวด้ายยืนและด้ายพุ่ง

3.3 ความสามารถของน้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรดในการขจัดคราบโปรตีน คราบน้ำมัน และคราบผสม บนผ้าฝ้าย ผ้าไหม และผ้าโพลีเอสเตอร์ หลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย L* a* b* C* และ h ของผ้าที่เข็นคราบนม หลังแช่น้ำเปล่าและหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด

ผ้าทดสอบ	ค่าเฉลี่ยค่าสี				
	L*	a*	b*	C*	h
ผ้าไหมที่แช่น้ำเปล่า	83.33	-2.18	8.83	9.10	103.85
ผ้าไหมที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่ม	86.77	-0.79	1.48	1.68	118.34
ผ้าฝ้ายที่แช่น้ำเปล่า	88.40	-0.52	0.84	0.99	121.80
ผ้าฝ้ายที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่ม	88.27	-0.55	0.89	1.05	121.79
ผ้าโพลีเอสเตอร์ที่แช่น้ำเปล่า	86.03	-1.85	3.69	4.13	116.66
ผ้าโพลีเอสเตอร์ที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่ม	86.11	-1.83	3.38	3.84	118.42

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย L^* a^* b^* C^* และ h ของผ้าที่เป็นคราบน้ำมันพืช หลังแช่น้ำเปล่าและหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ

ผ้าทดสอบ	ค่าเฉลี่ยค่าสี				
	L^*	a^*	b^*	C^*	h
ผ้าไหมที่แช่น้ำเปล่า	84.31	-1.18	2.65	2.90	113.89
ผ้าไหมที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่ม	82.76	-1.34	4.34	4.55	107.16
ผ้าฝ้ายที่แช่น้ำเปล่า	86.97	-0.60	1.12	1.27	118.04
ผ้าฝ้ายที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่ม	86.77	-0.79	1.48	1.68	118.34
ผ้าโพลีเอสเตอร์ที่แช่น้ำเปล่า	84.63	-2.04	3.31	3.89	121.58
ผ้าโพลีเอสเตอร์ที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่ม	84.65	-2.05	3.32	3.90	121.69

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย L^* a^* b^* C^* และ h ของผ้าที่เป็นคราบช็อกโกแลต หลังแช่น้ำเปล่าและหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ

ผ้าทดสอบ	ค่าเฉลี่ยค่าสี				
	L^*	a^*	b^*	C^*	h
ผ้าไหมที่แช่น้ำเปล่า	66.52	7.28	21.40	22.60	71.20
ผ้าไหมที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่ม	78.30	2.20	12.32	12.53	80.44
ผ้าฝ้ายที่แช่น้ำเปล่า	46.21	14.16	26.90	30.40	62.23
ผ้าฝ้ายที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่ม	50.00	14.61	30.67	33.98	64.13
ผ้าโพลีเอสเตอร์ที่แช่น้ำเปล่า	82.01	-0.22	7.46	7.46	91.72
ผ้าโพลีเอสเตอร์ที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่ม	83.37	-0.66	5.90	5.96	97.08

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 2 พบว่าคราบนมบนผ้าไหมและผ้าโพลีเอสเตอร์ที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ มีค่าเฉลี่ย L^* มากกว่าผ้าที่แช่น้ำเปล่า และคราบนมบนผ้าฝ้ายที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ มีค่าเฉลี่ย L^* น้อยกว่าผ้าที่แช่น้ำเปล่า โดยคราบนมที่มีค่าเฉลี่ย L^* สูงสุด คือ คราบนมบนผ้าฝ้ายที่แช่น้ำเปล่า (88.40) และคราบนมที่มีค่าเฉลี่ย L^* ต่ำสุด คือ คราบนมบนผ้าไหมที่แช่น้ำเปล่า

(83.33) เมื่อพิจารณาจากคราบน้ำมันพืช (ตารางที่ 3) พบว่า คราบน้ำมันพืชบนผ้าโพลีเอสเตอร์ที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ มีค่าเฉลี่ย L^* มากกว่าผ้าที่แช่น้ำเปล่า คราบน้ำมันพืชบนผ้าไหมและผ้าฝ้ายที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ มีค่าเฉลี่ย L^* น้อยกว่าผ้าที่แช่น้ำเปล่า โดยคราบน้ำมันพืชที่มีค่าเฉลี่ย L^* สูงสุด คือ คราบน้ำมันพืชบนผ้าฝ้ายที่แช่น้ำเปล่า (86.97) และคราบน้ำมันพืชที่มีค่าเฉลี่ย L^* ต่ำสุด คือ คราบน้ำมันพืชบนผ้าไหมที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ (82.76) และเมื่อพิจารณาจากคราบช็อกโกแลต (ตารางที่ 4) พบว่า คราบช็อกโกแลตบนผ้าไหม ผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์ที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ มีค่าเฉลี่ย L^* มากกว่าผ้าที่แช่น้ำเปล่า โดยคราบช็อกโกแลตที่มีค่าเฉลี่ย L^* สูงสุด คือ คราบช็อกโกแลตบนผ้าโพลีเอสเตอร์ที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ (83.37) และคราบช็อกโกแลตที่มีค่าเฉลี่ย L^* ต่ำสุด คือ คราบช็อกโกแลตบนผ้าฝ้ายที่แช่น้ำเปล่า (46.21) ทั้งนี้จึงอาจกล่าวได้ว่า ถ้าค่าเฉลี่ย L^* มากขึ้น คราบน่าจะถูกขจัดออกไป คราบจึงมีความสว่างเพิ่มขึ้น

ค่า a^* (ค่าความเป็นสีแดง - เขียว) ค่า a^* เป็นบวก (+) แสดงค่าความเป็นสีแดง และค่า a^* เป็นลบ (-) แสดงค่าความเป็นสีเขียว เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 2) ซึ่งมีค่าเฉลี่ย a^* เป็นลบ แสดงค่าความเป็นสีเขียว พบว่า คราบนมบนผ้าไหมและผ้าโพลีเอสเตอร์ที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ มีค่าเฉลี่ย a^* น้อยกว่าผ้าที่แช่น้ำเปล่า และคราบนมบนผ้าฝ้ายที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ละ มีค่าเฉลี่ย a^* มากกว่าผ้าที่แช่น้ำเปล่า โดยคราบนมที่มีค่าเฉลี่ย a^* สูงสุด คือ คราบนมบนผ้าไหมที่แช่น้ำเปล่า (-2.18) และคราบนมที่มีค่าเฉลี่ย a^* ต่ำสุด คือ คราบนมบนผ้าฝ้ายที่แช่น้ำเปล่า (-0.52) เมื่อพิจารณาจากคราบน้ำมันพืช (ตารางที่ 3) ซึ่งมีค่าเฉลี่ย a^* เป็นลบ แสดงค่าความเป็นสีเขียว พบว่า คราบน้ำมันพืชบนผ้าไหม ผ้า

น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด มีค่าเฉลี่ย C^* มากกว่าผ้าที่แช่น้ำเปล่า โดยคราบน้ำมันพืชที่มีค่าเฉลี่ย C^* สูงสุด คือ คราบน้ำมันพืชบนผ้าไหมที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด (4.55) และคราบน้ำมันพืชที่มีค่าเฉลี่ย C^* ต่ำสุด คือ คราบน้ำมันพืชบนผ้าฝ้ายที่แช่น้ำเปล่า (1.27) และเมื่อพิจารณาจากคราบช็อกโกแลต (ตารางที่ 4) พบว่า คราบช็อกโกแลตบนผ้าไหมและผ้าโพลีเอสเตอร์ที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด มีค่าเฉลี่ย C^* น้อยกว่าผ้าที่แช่น้ำเปล่า และคราบช็อกโกแลตบนผ้าฝ้ายที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด มีค่าเฉลี่ย C^* มากกว่าผ้าที่แช่น้ำเปล่า โดยคราบช็อกโกแลตที่มีค่าเฉลี่ย C^* สูงสุด คือ คราบช็อกโกแลตบนผ้าฝ้ายที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด (33.98) และคราบช็อกโกแลตที่มีค่าเฉลี่ย C^* ต่ำสุด คือ คราบช็อกโกแลตบนผ้าโพลีเอสเตอร์ในน้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด (5.96)

ค่า h (ค่าตำแหน่งของสี) ค่า h เป็น 0 องศา แสดงว่าเป็นสีแดง ค่า h เป็น 90 องศา แสดงว่าเป็นสีเหลือง ค่า h เป็น 180 องศา แสดงว่าเป็นสีเขียว และค่า h เป็น 270 องศา แสดงว่าเป็นสีน้ำเงิน เมื่อพิจารณาจากคราบนม (ตารางที่ 2) พบว่า คราบนมบนผ้าไหมและผ้าโพลีเอสเตอร์ที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด มีค่าเฉลี่ย h มากกว่าผ้าที่แช่น้ำเปล่า และคราบนมบนผ้าฝ้ายที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด มีค่าเฉลี่ย h น้อยกว่าผ้าที่แช่น้ำเปล่า โดยคราบนมที่มีค่าเฉลี่ย h สูงสุด คือ คราบนมบนผ้าฝ้ายที่แช่น้ำเปล่า (121.80) และคราบนมที่มีค่าเฉลี่ย h ต่ำสุด คือ คราบนมบนผ้าไหมที่แช่น้ำเปล่า (103.85) เมื่อพิจารณาจากคราบน้ำมันพืช (ตารางที่ 3) พบว่า คราบน้ำมันพืชบนผ้าไหมที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด มีค่าเฉลี่ย h น้อยกว่าผ้าที่แช่น้ำเปล่า คราบน้ำมันพืชบนผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์ที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด มีค่าเฉลี่ย h

มากกว่าผ้าที่แช่น้ำเปล่า โดยคราบน้ำมันพืชที่มีค่าเฉลี่ย h สูงสุด คือ คราบน้ำมันพืชบนผ้าโพลีเอสเตอร์ที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่ม (121.69) และคราบน้ำมันพืชที่มีค่าเฉลี่ย h ต่ำสุด คือ คราบน้ำมันพืชบนผ้าไหมที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด (107.16) และเมื่อพิจารณาจากคราบช็อกโกแลต (ตารางที่ 4) พบว่า คราบช็อกโกแลตบนผ้าไหม ผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์ ที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด มีค่าเฉลี่ย h มากกว่าผ้าที่แช่น้ำเปล่า โดยคราบช็อกโกแลตที่มีค่าเฉลี่ย h สูงสุด คือ คราบช็อกโกแลตบนผ้าโพลีเอสเตอร์ที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด (97.08) และคราบช็อกโกแลตที่มีค่าเฉลี่ย h ต่ำสุด คือ คราบช็อกโกแลตบนผ้าฝ้ายที่แช่น้ำเปล่า (62.23)

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยค่าสีของคราบนมบนผ้าไหม ผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์ระหว่างหลังแช่น้ำเปล่า และหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด พบว่า ค่าเฉลี่ย L^* และ h ของคราบนมบนผ้าไหมหลังแช่น้ำเปล่ามีค่าต่ำกว่าหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด และค่าเฉลี่ย a^* b^* และ C^* ของคราบนมบนผ้าไหมหลังแช่น้ำเปล่ามีค่าสูงกว่าหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ย L^* a^* b^* C^* และ h ของคราบนมบนผ้าฝ้ายหลังแช่น้ำเปล่ามีค่าไม่แตกต่างจากหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ย L^* และ a^* ของคราบนมบนผ้าโพลีเอสเตอร์หลังแช่น้ำเปล่ามีค่าไม่แตกต่างจากหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ย b^* และ C^* ของคราบนมบนผ้าโพลีเอสเตอร์หลังแช่น้ำเปล่ามีค่าสูงกว่าหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด และค่าเฉลี่ย h ของคราบนมบนผ้าโพลีเอสเตอร์หลังแช่น้ำเปล่ามีค่าต่ำกว่าหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสับปะรด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยค่าสีของคราบน้ำมันพืชบนผ้าไหม ผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์ระหว่างหลังแช่น้ำเปล่า และหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ย L^* และ h ของคราบน้ำมันพืชบนผ้าไหมหลังแช่น้ำเปล่ามีค่าสูงกว่าหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ และค่าเฉลี่ย a^* b^* และ C^* ของคราบน้ำมันพืชบนผ้าไหมหลังแช่น้ำเปล่ามีค่าต่ำกว่าหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ย b^* ของคราบน้ำมันพืชบนผ้าฝ้ายหลังแช่น้ำเปล่ามีค่าต่ำกว่าหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ และค่าเฉลี่ย L^* a^* C^* และ h ของคราบน้ำมันพืชบนผ้าฝ้ายหลังแช่น้ำเปล่ามีค่าไม่แตกต่างจากหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ย L^* a^* b^* C^* และ h ของคราบน้ำมันพืชบนผ้าโพลีเอสเตอร์หลังแช่น้ำเปล่ามีค่าไม่แตกต่างจากหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยค่าสีของคราบช็อกโกแลตบนผ้าไหม ผ้าฝ้าย และผ้าโพลีเอสเตอร์ระหว่างหลังแช่น้ำเปล่า และหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ พบว่า ค่าเฉลี่ย L^* และ h ของคราบช็อกโกแลตบนผ้าไหมหลังแช่น้ำเปล่ามีค่าต่ำกว่าหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ และค่าเฉลี่ย a^* b^* และ C^* ของคราบช็อกโกแลตบนผ้าไหมหลังแช่น้ำเปล่ามีค่าสูงกว่าหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าเฉลี่ย L^* a^* b^* C^* และ h ของคราบช็อกโกแลตบนผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์หลังแช่น้ำเปล่ามีค่าไม่แตกต่างจากหลังแช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จึงอาจกล่าวได้ว่า น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ สามารถช่วยขจัดคราบนมและคราบ

ช็อกโกแลตบนผ้าไหมได้ ซึ่งอาจเนื่องมาจากเอนไซม์บรอมิเลนที่มีสมบัติในการช่วยย่อยโปรตีนสามารถย่อยโปรตีนที่อยู่ในคราบนมและคราบช็อกโกแลตได้ จึงทำให้ค่าเฉลี่ย L^* เพิ่มขึ้น และ a^* และ b^* ลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่สามารถขจัดคราบน้ำมันพืชได้

3.4 ความคงตัวของระหว่างการเก็บรักษาน้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์

จากการศึกษาความคงตัวของระหว่างการเก็บรักษาน้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ พบว่า เมื่อนำน้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ใส่ในขวดพลาสติกใส ปิดฝาและตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีกลิ่นเหม็น มีสีขาวครีม ในวันที่ 14, 21 และ 28 น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์เกิดการแยกชั้นเล็กน้อย แต่ไม่มีกลิ่นเหม็น

4. สรุป

การหมักสัปดาห์ด้วยวิธีที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 23 วัน จะได้น้ำหมักที่ไม่มีกลิ่นเหม็น และสามารถนำไปผลิตน้ำยาปรับผ้านุ่มได้ ผลการศึกษาพบว่า ผ้าไหมที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์มีค่าเฉลี่ยความเหนียวมากกว่าผ้าไหมที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มทั่วไปทั้งในแนวด้ายยืนและในแนวด้ายพุ่ง ผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์ที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์มีค่าเฉลี่ยความเหนียวน้อยกว่าผ้าฝ้ายและผ้าโพลีเอสเตอร์ที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มทั่วไปทั้งในแนวด้ายยืนและแนวด้ายพุ่ง ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยความเหนียวของผ้า พบว่า ผ้าฝ้าย ผ้าไหม และผ้าโพลีเอสเตอร์ ที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มทั่วไปและที่แช่น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์ มีค่าเฉลี่ยความเหนียวไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในแนวด้ายยืนและด้ายพุ่ง น้ำยาปรับผ้านุ่มจากน้ำหมักชีวภาพสัปดาห์สามารถช่วยขจัด

คราบน้ำมันและคราบซีอกโกแลตบนผ้าไหมได้ แต่ไม่สามารถช่วยขจัดคราบน้ำมันพีซีได้

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] S. J. Kadolph, *Textiles*, 10th ed. New Jersey: Pearson, 2007.
- [2] B. J. Collier and P.G. Tortora, *Understanding Textiles*, 6th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2001.
- [3] E. Smulders, *Laundry Detergents*, Weinheim: Wiley-VCH, 2002.
- [4] M. J. Rosen, *Textile Surfactants and Interfacial Phenomena*, New Jersey: John Wiley & Son, 2004.
- [5] V. A. Krishnan and M. Gokulakrishnan, "Extraction, purification of bromelain from pineapple and determination of its effect on bacteria causing periodontitis," *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, vol. 6, no. 12, pp. 5284-5294, Jan. 2015.
- [6] A. Fissore, M. Marengo, V. Santoro, G. Grillo, S. Oliaro-Bosso, G. Cravotto, F. D. Piaz, and S. Adinolfi, "Extraction and characterization of bromelain from pineapple core: A strategy for pineapple waste valorization," *Processes*, vol. 11, no. 7, pp. 1-10, Jul. 2023.
- [7] X. S. George Zhao, Si. Hongzong, and Xu. Peilong, "Structure and characteristics of pineapple leaf fibers obtained from pineapple leaves," *Advanced Materials Research*, vol. 998-999, pp. 316-319, Jul. 2014.
- [8] M. Sumrit and A. Pornsawan, "Microporous activated carbon fiber from pineapple leaf fiber by H₃PO₄ activation," *Asian Journal of Scientific Research*, vol. 9, no. 1, pp. 24-33, 2016.
- [9] A. L. Leao, B. M. Cherian, S. Narine, S. F. Souza, M. Sain and S. Thomas, "7-The use of pineapple leaf fibers (PALFs) as reinforcements in composites," in *Biofiber Reinforcements in Composites Materials*, O. Faruk and M. Sain, 1st ed. Woodhead Publishing, 2015, pp. 211-235.
- [10] M. Asim, K. Abdan, M. Jawaid, M. Nasir, Z. Dashtizadeh, M. R. Ishak, and M. E. Hoque, "A review on pineapple leaves fibre and its composites," *International Journal of Polymer Science*, vol. 2015, pp. 1-16, Oct. 2015.
- [11] Standard Test Method for Breaking Strength and Elongation of Textile Fabrics (Grab Test), ASTM D 5034:2009, 2009.