

การประยุกต์ใช้แป้งเมล็ดขนุนเพื่อทดแทนสารกันสีในการเขียนผ้าบาติก

Application of Jackfruit Seed Flour for Substitution of Color - Resist Substance in Batik Painting

โสภภาพรรณ ซอหะซัน¹ สาคร ชลสาคร^{1*} และรัตนพล มงคลรัตนาลิทธิ²

Sophaphan Sorhasan¹ Sakorn Chonsakorn^{1*} and Rattanaphol Mongkhorrattanasit²

Received: June 5, 2019; Revised: December 11, 2019; Accepted: December 12, 2019

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์วิจัยเพื่อศึกษากระบวนการผลิตแป้งจากเมล็ดขนุน องค์ประกอบทางเคมี ความหนืด และสูตรที่เหมาะสมของสารกันสี วิธีการวิจัย คือ การเตรียมผงแป้งเมล็ดขนุน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) ปัจจัยคือ อุณหภูมิการอบแป้งเมล็ดขนุน 3 ระดับ คือ 60 80 และ 100 องศาเซลเซียส คัดเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสม วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ความหนืด และการศึกษาสูตรสารกันสีที่มีส่วนผสมแป้งเมล็ดขนุนต่อแป้งข้าวเหนียวในสัดส่วนของน้ำหนัก 30 กรัม จำนวน 5 สูตร คือ 28:2 26:4 24:6 22:8 และ 20:10 และใช้น้ำ 32 กรัม น้ำมันพืช 2 กรัม น้ำเกลือ 23 กรัม และน้ำปูนใส 13 กรัม ในน้ำหนักที่เท่ากันทุกสูตร นำมาเขียนบนผ้าฝ้าย ระบายสีรีแอคทีฟ ผกสีด้วยโซเดียมซัลเฟต ล้างให้สะอาดและตากให้แห้ง จากนั้นทดสอบค่าดัชนีความขาว ค่าสี ความกระด้างของผ้า วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมในการกันสีผ้าบาติก ผลการศึกษาพบว่า กระบวนการผลิตแป้งเมล็ดขนุนที่เหมาะสมประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ ล้างให้สะอาด ปอกเปลือกหุ้มสีขาวครีมและน้ำตาลออกทันเป็นชั้น 1 - 2 มิลลิเมตร อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส บดละเอียด และร่อนตะแกรง 80 เมช ได้แป้งลักษณะเป็นผงละเอียด สีขาวครีม กลิ่นหอมธรรมชาติ ผลขององค์ประกอบทางเคมี และความหนืดพบว่า แป้งที่อบอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีความชื้น ความหนืด เหมาะสมเป็นสารทดแทนสารกันสี และผลของสูตรที่เหมาะสมในการกันสีพบว่า สูตรที่ 4 มีความสามารถในการกันสี เส้นคมชัดสม่ำเสมอ และง่ายต่อการทำความสะอาดผ้าบาติกโดยไม่ต้องใช้ความร้อน

คำสำคัญ : เมล็ดขนุน; สารกันสี; การประยุกต์ใช้; แป้งเมล็ดขนุน; บาติก

¹ คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

² คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

¹ Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Thunyaburi

² Faculty of Industrial Textiles and Fashion Design, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

* Corresponding Author E - mail Address: sakorn_c@rmutt.ac.th

Abstract

The objective of this research was studied the production process of flour from jackfruit seeds, the chemical composition and viscosity of the flour, and the optimum formula of this color-resist substance. The chemical composition and viscosity of the flour were studied by means of Completely Randomized Design (CRD). The factors included in the study were the baking temperature for the jackfruit seed flour at 3 levels (60, 80, and 100 degrees Celsius), and the mixture of jackfruit seed flour and sticky rice flour in proportion of 30-gram weight at 5 formulas (28:2, 26:4, 24:6, 22: 8 and 20:10 grams), and 32 water, 2 oil, 23 saline and 13 limewater grams in equal weight in all formulas, for making the color-resist substance. The color-resist substance obtained was then painted on cotton fabric, followed by reactive color and sealed with sodium silicate. The thoroughly washed and dried fabric was tested for the Whiteness Index and color values fabric stiffness, the variance (Analysis of Variance, ANOVA), and the differences in the mean by Duncan's New Multiple Range Test. It was found that the appropriate production process of jackfruit seed flour was in the following 6 steps: the seeds were thoroughly washed; the white cream and brown shells were peeled off; the seeds were cut into 1 - 2 millimeter pieces, left in hot air oven under the temperature of 80 degrees Celsius, then ground fine and sifted with a sieve of 80 mesh. The flour obtained was fine flour in white cream color with natural fragrance. From the chemical composition and viscosity test, it was found that the baked flour at 80 degrees Celsius had moisture, viscosity; and this was suitable as substitution of color-resist substance. Concerning the mixture proportion, it was found that formulas 4 resulted in the best color-resist substance with the ability of color barrier, consistent clear lines, and making it easy to clean batik without using heat.

Keywords: Jackfruit Seed; Color-Resist Substance; Application; Jackfruit Seed Flour; Batik

บทนำ

ขนุน (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) เป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญในเขตร้อนเพาะปลูกมากในประเทศไทยแถบเอเชีย ในประเทศไทยขนุนปลูกกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ โดยเฉพาะในเขตภาคตะวันออกเป็นแหล่งปลูกและแปรรูปผลิตภัณฑ์จากขนุน ได้แก่ จังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา ระยอง ปราจีนบุรี จันทบุรี และตราด [1] ขนุนเป็นผลไม้ที่ออกผลตลอดปีสามารถรับประทานได้ทุกฤดู โดยส่วนใหญ่นิยมบริโภคเนื้อหรือนำมาใส่ในของหวาน สามารถนำเนื้อขนุนมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น ขนุนอบแห้ง ขนุนในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋อง ขนุนเชื่อม ขนุนแผ่นทอด นอกจากนี้ใช้เป็นสีย้อมเครื่องเรือนเครื่องใช้และเป็นยา [2] ส่วนเมล็ดขนุนสามารถต้มรับประทานได้แต่นิยมเป็นส่วนน้อย เมล็ดขนุนถือได้ว่า

เป็นผลพลอยได้จากการแปรรูปและบริโภคขนุนคิดเป็นร้อยละ 10 - 15 ของน้ำหนักผลขนุน เมื่อคิดจากผลผลิตทั้งประเทศอาจมีเมล็ดขนุนเหลือทิ้ง (By Product) สูงถึง 19,600 - 19,931 ตันต่อปี [3] เมล็ดขนุนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตอาหารได้ เช่น เมล็ดขนุนในน้ำเชื่อม ขนมเมล็ดขนุน และการนำเมล็ดขนุนมาทำเป็นแป้งเพื่อนำไปทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ เช่น ขนมคุกกี้ ขนมปัง และข้าวเกรียบ โดยแป้งเมล็ดขนุน (Jackfruit Seed Flour) ผลิตจากเมล็ดขนุน ซึ่งมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก [4] เมื่อเม็ดแป้งได้รับความร้อนจนเกิดเจลแป้ง จะมีความคงตัวต่ออุณหภูมิสูงมีคุณลักษณะที่สามารถนำไปใช้เป็นสารให้ความข้นและความคงตัวในซอสพริก [2] ในอุตสาหกรรมสิ่งทอมีการใช้แป้งในการเคลือบเส้นด้ายเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของเนื้อผ้า [5]

สิ่งทอเป็นสินค้าที่นารายได้เข้าประเทศ และมีการจ้างงานอยู่ในอันดับต้น ๆ การตกแต่งผืนผ้าเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีส่วนสำคัญในการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์สิ่งทอ เช่น การพิมพ์ การเพ้นท์สี การทำผ้ามัดย้อม และผ้าบาติก [6] อุตสาหกรรมสิ่งทอมีแนวโน้มที่จะได้รับความนิยมในการใช้ผลิตภัณฑ์จากวัตถุดิบธรรมชาติมากขึ้น โดยเฉพาะในตลาดยุโรป [7] การทำผ้าบาติกเป็นการกันสีแบบรีซิสต์ (Resist Dyeing) เป็นเทคนิคการกันสีย้อมเพื่อไม่ให้สีย้อมผ่านเข้าไปได้ [8] ผ้าบาติกเป็นการนำผ้าสีขาวมากันสี หรือเขียนลวดลายด้วยเทียน ซึ่งสิ่งหรือสารกันสีก่อนที่จะแต้มสี ย้อมสีหรือระบายสี [9] สารกันสีที่ใช้ในงานบาติกในประเทศไทยมีส่วนผสมของขี้ผึ้งผสมกับไข ยางสน หรือพาราฟิน [10] ในกระบวนการลอกสารกันสีต้องใช้วิธีต้ม เพื่อลอกเทียนออกจะมีกลิ่นโอระเหยของเทียน ส่งผลเสียต่อระบบทางเดินหายใจและเกิดของเสียปนเปื้อนก่อให้เกิดการอุดตันท่อน้ำทิ้ง ปัจจุบันอุตสาหกรรมสิ่งทอมีการนำเข้าสารกันสีจากต่างประเทศ ทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณและเป็นการเพิ่มต้นทุนให้กับกระบวนการผลิตอีกด้วย

ดังนั้น การประยุกต์ใช้แป้งเมล็ดขนุนเพื่อทดแทนสารกันสีในการเขียนผ้าบาติก โดยเริ่มการศึกษากระบวนการผลิตแป้งจากเมล็ดขนุน องค์ประกอบทางเคมี และความหนืด เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมในการเตรียมสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุน ตรวจสอบคุณภาพการใช้สารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุนภายหลังการล้างออกจากผ้าบาติก เช่น ทดสอบความกระด้างของผ้า ค่าสี เพื่อพัฒนาสารกันสีธรรมชาติจากแป้งเมล็ดขนุน ใช้ทดแทนสารสังเคราะห์ที่ในผลิตภัณฑ์สิ่งทอ เป็นการนำเมล็ดขนุนเหลือทิ้งจากการเกษตรมาพัฒนาให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผ้าบาติกด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่สะอาด ลดการใช้สารเคมีเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพิ่มทางเลือกในการทำงาน และลดการนำเข้าสารกันสีจากต่างประเทศ

วัตถุประสงค์ และวิธีดำเนินการวิจัย

1. วัตถุประสงค์ และสารเคมี

- 1.1 เมล็ดขนุนสด พันธุ์มาเลย์
- 1.2 ผ้าฝ้ายสีขาว เป็นผ้าทอลายขัด ที่ผ่านการลอกแป้ง
- 1.3 สีรีแอคทีฟ อุณหภูมิห้อง สีแดง ท้างหุ้นส่วนจำกัดโยฮันเวลด์เคมริชและโยฮันคัลเลอร์เท็กซ์
- 1.4 โขเดียมซิลิเกต บริษัท เอกสราส์เน็ตเวิร์ค จำกัด
- 1.5 สบู่มาตรฐาน (Standard Soap) บริษัท SDC Enterprises Limited

- 1.6 น้ำมันพืช ตราอรุณ บริษัท น้ำมันพืชไทย จำกัด (มหาชน)
- 1.7 ปูนแดง (Red Lime Paste) สำหรับทำน้ำปูนใส
- 1.8 แป้งข้าวเหนียว ตราช้างสามเศียร บริษัท โรงเส้นหมี่ขอเฮง จำกัด
- 1.9 เปลือกแกง ผลิตโดย ออนพาณิชย์
- 1.10 ซีดึงสำหรับใช้เป็นตัวกันสีในงานบาติก ทางหุ้นส่วนจำกัดโยฮันเวลด์เคมริชและ

โยฮันคัลเลอร์เท็กซ์

2. อุปกรณ์และเครื่องมือ

- 2.1 ตู้อบลมร้อนแบบถาด (Tray Dryer) ผลิตโดย หจก.บี.ดับบลิว.เอส.เทรคดิง รุ่น BWS 5 380 V
- 2.2 ตะแกรงขนาด 80 เมช
- 2.3 เครื่องบดแห้งอเนกประสงค์ บริษัท ส.สุทรผลิตภัณฑ์แก๊ส จำกัด รุ่น NT-500D
- 2.4 กรอบไม้ ใช้สำหรับซิงผ้าบาติก
- 2.5 ชานดั่ง บริษัท เอกสรรค์เน็ตเวอร์ค จำกัด
- 2.6 เครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer Model Data Color 850 TM
- 2.7 เครื่องทดสอบความกระด้าง (Stiffness) ตามมาตรฐาน ASTM D 1388-96 ด้วยเครื่อง Shirley Stiffness Tester
- 2.8 เครื่องวัดความหนืด วิธีที่ใช้ Viscometer, Brookfield Dv-ii+ Version 5.0

3. วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย แบ่งออกได้เป็น 5 ขั้นตอน คือ วิธีการทำสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุน วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และความหนืด วิธีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการเขียนลวดลาย วิธีการเขียนผ้าบาติกจากสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุน และวิธีการทดสอบความกระด้างและค่าสี โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4. วิธีการทำสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุน

การเตรียมแป้งเมล็ดขนุน รายละเอียดดังต่อไปนี้

- 4.1 คัดเลือกเมล็ดขนุน พันธุ์มาเลย์ โดยมีลักษณะเมล็ดสด มีผิวตึง ไม่มีกลิ่นเหม็น โดยนำมาล้างทำความสะอาด
- 4.2 ปอกเปลือกชั้นนอกหุ้มเมล็ดขนุนสีขาวครีมและสีน้ำตาลออก ล้างด้วยน้ำสะอาด พักให้สะเด็ดน้ำ
- 4.3 หนาหนา 1 - 2 มิลลิเมตร
- 4.4 อบโดยตู้อบลมร้อนแบบถาดให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 80 และ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง
- 4.5 บดให้เนื้อละเอียดและร้อนด้วยตะแกรง 80 เมช ความชื้นไม่เกินร้อยละ 13 [4]
- 4.6 เก็บรักษาแป้งเมล็ดขนุนไว้ในที่อุณหภูมิห้อง โดยนำแป้งเมล็ดขนุนที่ได้มาใส่ถุงพลาสติกซิปล็อค เพื่อป้องกันอากาศเข้า

5. วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และความหนืด

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และความหนืด โปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้น ตามมาตรฐาน AOAC, 2000 และทดสอบหาค่าความหนืด วิธีที่ใช้ Viscometer, Brookfield Dv-ii+ Version 5.0 เพื่อคัดเลือกรูปทงูหมิที่เหมาะสมในการทำสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุน

6. วิธีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการเขียนลวดลาย

6.1 การเตรียมผ้าใช้ผ้าฝ้ายสีขาว เป็นผ้าทอละลายขัดที่ผ่านการลอกแป้ง ตามวิธีการ [8] โดยนำผ้าฝ้ายมาทำความสะอาดด้วยน้ำสบู่ 2 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร ต้มที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ล้างน้ำสะอาด และตากให้แห้ง

6.2 การเตรียมสีรีแอคทีฟ สีที่ใช้ในการย้อมระบาย เป็นสีย้อมอุณหภูมิห้อง โดยใช้สีรีแอคทีฟสีละ 3 กรัม ต่อน้ำร้อน 100 มิลลิลิตร ผสมสีแล้วคนให้ละลาย สีที่ละลายแล้วควรเก็บในขวดที่มีฝาปิดเพื่อป้องกันน้ำสีระเหย

6.3 การเตรียมน้ำเกลือและน้ำปูนใส มีวิธีการเตรียมตามวิธีการ [8] โดยเตรียมน้ำเกลือ (เกลือแกง) ร้อยละ 25 ต่อน้ำปูนแดง ร้อยละ 2 ต่อน้ำปูนแดงเมื่อนำมาผสมรอให้ตกตะกอน รินน้ำใส ๆ มาใช้

6.4 การเตรียมอุปกรณ์เขียนลวดลาย ในการเขียนลวดลายबाटจากแป้งเมล็ดขนุนจะใช้กรวยพลาสติกตัดมุมขนาด 0.5 เซนติเมตร นำไปเขียนตามลวดลายเพื่อกันสีทดแทนการทำผ้าबाटที่ใช้น้ำเทียน (ซีฟิ่ง) เป็นตัวกันสี

6.5 การเตรียมส่วนผสมสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุน

ในการเตรียมส่วนผสมสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุน มีปริมาณส่วนผสมสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุน แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณส่วนผสมสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุน

สูตร	แป้งเมล็ดขนุน (กรัม)	แป้งข้าวเหนียว (กรัม)	น้ำ (กรัม)	น้ำมันพืช (กรัม)	น้ำเกลือ (กรัม)	น้ำปูนใส (กรัม)
1	28	2	32	2	23	13
2	26	4	32	2	23	13
3	24	6	32	2	23	13
4	22	8	32	2	23	13
5	20	10	32	2	23	13

6.6 การเตรียมแป้งกันสีจากเมล็ดขนุน

6.6.1 ชั่งแป้งเมล็ดขนุน แป้งข้าวเหนียว น้ำ น้ำมันพืช น้ำเกลือ น้ำปูนใส ตามสัดส่วนในตารางที่ 1

6.6.2 ผสมทุกอย่างตามสัดส่วนของแต่ละสูตรลงในบีกเกอร์ที่เตรียมไว้

6.6.3 คนให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกัน นำมาตั้งไฟนาน 5 นาที ความร้อนที่ระดับ 2.5 อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส พร้อมคนเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการไหม้

6.6.4 ตักแป้งกันสีใส่ถุงพลาสติกที่เตรียมไว้ พร้อมนำไปใช้งาน

7. วิธีการเขียนผ้าบาติกจากสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุน

- 7.1 เขียนลวดลายลงบนผ้า โดยใช้ดินสอร่างลวดลาย
- 7.2 ซึงผ้าลงบนกรอบไม้ที่เตรียมไว้ ตึงผ้าให้ตึงทั้ง 4 ด้าน
- 7.3 เตรียมแป้งกันสีตามส่วนผสมในแต่ละสูตร ดังตารางที่ 1
- 7.4 บรรจุสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุนที่เตรียมใส่กรวยพลาสติก ตัดมุมขนาด 0.5 เซนติเมตร
- 7.5 บีบกรวยแป้งกันสีลงบนผ้าตามลวดลายที่ร่างไว้
- 7.6 ตากสารกันสีให้แห้งอย่างน้อย 3 ชั่วโมง
- 7.7 ระบายสีตามลวดลายและปล่อยให้แห้งอย่างน้อย 6 ชั่วโมง
- 7.8 ผนึกสีด้วยโซเดียมซัลเฟต และปล่อยให้แห้งประมาณ 8 - 12 ชั่วโมง
- 7.9 ล้างผ้าที่ผลึกสีด้วยโซเดียมซัลเฟตและกำจัดแป้งเมล็ดขนุนที่ใช้สำหรับกันสีออกให้

สะอาด ตาก ให้แห้ง

- 7.10 ทดสอบความกระด้างของผ้าและค่าสี

8. วิธีการทดสอบความกระด้างและค่าสี

8.1 การทดสอบความกระด้าง (Stiffness) ตามมาตรฐาน ASTM D 1388-96 ด้วยเครื่อง Shirley Stiffness Tester

- 8.2 ค่าสีเครื่อง Spectrophotometer Model Data Color 850 TM

9. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษากระบวนการผลิตแป้งเมล็ดขนุน ปัจจัยที่ต้องการศึกษา คือ อุณหภูมิของการอบแป้งเมล็ดขนุน จำนวน 3 ระดับ คือ อุณหภูมิ 60 80 และ 100 องศาเซลเซียส การทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) คัดเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสม และศึกษาสูตรสารกันสีที่มีส่วนผสมแป้งเมล็ดขนุนต่อแป้งข้าวเหนียวในสัดส่วนของน้ำหนัก 30 กรัม จำนวน 5 สูตร คือ 28:2 26:4 24:6 22:8 และ 20:10 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมในการกันสีผ้าบาติก

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

จากการศึกษากระบวนการผลิตแป้งเมล็ดขนุน องค์ประกอบทางเคมี ความหนืด และสูตรที่เหมาะสมของสารกันสี เพื่อนำมาผลิตเป็นสารกันสีในงานบาติก ได้ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลดังต่อไปนี้

1. กระบวนการผลิตแป้งเมล็ดขนุน กระบวนการผลิตแป้งเมล็ดขนุน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังแสดงในรูปที่ 1



(ก) เมล็ดขนุนสด
ผ่านการล้างสะอาด



(ข) ปอกเปลือกหุ้ม
ออกจนหมด



(ค) ทั่นหนา
1 - 2 มิลลิเมตร



(ง) อบลมร้อนแบบถาด



(จ) บดให้ละเอียด



(ฉ) ร่อนผ่านตะแกรง
ขนาด 80 เมช



(ช) พงแป้งเมล็ดขนุน



(ฅ) แป้งเมล็ดขนุนพร้อมใช้

รูปที่ 1 กระบวนการผลิตแป้งเมล็ดขนุน

จากรูปที่ 1 กระบวนการผลิตแป้งเมล็ดขนุนที่เหมาะสมประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ นำเมล็ดขนุนสดล้างทำความสะอาด ดังรูปที่ 1(ก) ปอกเปลือกหุ้มเมล็ดขนุนสีขาวยครีมและสีน้ำตาลออกจนหมดล้างด้วยน้ำสะอาดพักให้สะเด็ดน้ำ ดังรูปที่ 1(ข) จากนั้นนำเมล็ดขนุนมาทั่นหนา 1 - 2 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 1(ค) นำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 60 80 และ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ดังรูปที่ 1(ง) บดด้วยเครื่องบดแห้งจนกระทั่งละเอียด ดังรูปที่ 1(จ) นำผงแป้งเมล็ดขนุนมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช ดังรูปที่ 1(ฉ) ซึ่งพบว่า แป้งเมล็ดขนุนมีลักษณะเป็นผงละเอียด สีขาวครีม มีกลิ่นหอมตามธรรมชาติของเมล็ดขนุน เมื่อใช้มีกลิ่นฝ่ำจะมีความหยาบเล็กน้อย จากนั้นบรรจุแป้งเมล็ดขนุนใส่ถุงพลาสติกซิปล็อค ดังรูปที่ 1(ช) เพื่อป้องกันอากาศเข้า แป้งที่เก็บรักษาอย่างดีจะมีอายุการใช้งานประมาณ 5 - 6 เดือน [11] และได้ผงแป้งเมล็ดขนุนพร้อมใช้งาน ที่มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 13 ดังรูปที่ 1(ฅ)

2. องค์ประกอบทางเคมี และความหนืดของแป้งเมล็ดขนุน

ผลการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมี และความหนืดของแป้งเมล็ดขนุนในอุณหภูมิการอบที่แตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบขององค์ประกอบทางเคมี และความหนืดของแป้งเมล็ดขนุนในอุณหภูมิการอบแตกต่างกัน

อุณหภูมิอบแป้งเมล็ดขนุน (องศาเซลเซียส)	ผลการวิเคราะห์ (%)				Centipoise; cP
	ความชื้น	โปรตีน ^{ns}	ไขมัน ^{ns}	เถ้า	ความหนืด
60	5.13 ^a	0.02	1.03	95.89 ^a	2.10 ^b
80	4.76 ^b	0.04	1.03	95.81 ^b	5.00 ^a
100	3.64 ^c	0.07	1.04	95.74 ^c	5.50 ^a

หมายเหตุ : * ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง แสดงว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมี และความหนืดของแป้งเมล็ดขนุนพบว่า ความชื้นในการอบแป้งเมล็ดขนุนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นมากที่สุดร้อยละ 5.13 รองลงมาคือ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นร้อยละ 4.76 ซึ่งพบว่า อุณหภูมิในการอบทั้ง 3 อุณหภูมิ มีค่าความชื้นไม่เกินร้อยละ 13 ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดไว้ [4] ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Wisansakkul, S., Oupathumpanont, O., Sungsanit, K., and Chulacupt, S. [12] คือ มีค่าความชื้นร้อยละ 5.75 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Narklor, D., Sungnark, A., and Limroongreungrat, K. [13] ที่กล่าวว่าแป้งเมล็ดขนุนที่นำมาใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมอาหาร แป้งดิบจากเมล็ดขนุนที่มีความชื้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 8

โปรตีนพบว่า ปริมาณโปรตีนในแป้งเมล็ดขนุนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีค่าโปรตีนมากที่สุด คือร้อยละ 0.07 รองลงมาคือ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส โดยมีค่าโปรตีนร้อยละ 0.04 ตามลำดับทั้ง 3 อุณหภูมิพบว่า มีค่าปริมาณโปรตีนในแป้งเมล็ดขนุนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \geq 0.05$)

ไขมันพบว่า ปริมาณไขมันในแป้งเมล็ดขนุนอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีค่าไขมันมากที่สุด ร้อยละ 1.04 และรองลงมาคือ อุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส มีค่าไขมันร้อยละ 1.03 ทั้ง 3 อุณหภูมิพบว่า มีค่าปริมาณไขมันในแป้งเมล็ดขนุนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \geq 0.05$)

เถ้าพบว่า ปริมาณเถ้าในแป้งเมล็ดขนุนอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีค่าเถ้ามากที่สุดร้อยละ 95.89 รองลงมาคือ อุณหภูมิอบ 80 องศาเซลเซียส มีค่าเถ้าร้อยละ 95.81 ตามลำดับ

ความหนืดพบว่า ในการอบแป้งเมล็ดขนุนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส มีค่าความหนืดมากที่สุด ร้อยละ 5.50 รองลงมาคือ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความหนืดร้อยละ 5.00 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Klaijoy, C. [14] กล่าวว่า แป้งมันสำปะหลังมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำแต่เมื่อให้ความร้อนพันธะไฮโดรเจนจะคลายตัวลง ส่งผลให้เม็ดแป้งดูน้ำและพองตัว เกิดความหนืด สามารถใช้เป็นสารกันสีในงานบาติกบนผ้าไหม นอกจากนี้ Changpaiboon, S., Suraswadi, P., and Rungruangkitkrai, T. [6] พบว่า ความหนืดของแป้งข้าวไทยมีผลช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพในการกันสีของผ้าบาติก

ผลการศึกษาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในองค์ประกอบทางเคมี ความชื้น ความหนืดและเถ้าของแป้งเมล็ดขนุน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) ส่วนโปรตีนและไขมัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \geq 0.05$) ดังนั้นในการคัดเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแป้งเมล็ดขนุนเพื่อนำมาเป็นสารกันสี จึงเลือกใช้ความชื้นและความหนืดเป็นสมบัติสำคัญ โดยเลือกอุณหภูมิการอบที่ 80 องศาเซลเซียส เนื่องจากสีของแป้งเมล็ดขนุนมีสีชาวครีม ช่วยลดพลังงานในการอบ อีกทั้งความหนืดมีผลช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการกันสี

3. ลักษณะการกันสีของสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุน

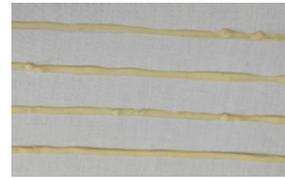
การเตรียมสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุน จำนวน 5 สูตร มีลักษณะการกันสี แสดงรูปที่ 2



(ก) น้ำเทียบ (ควบคุม)



(ข) แป้งเมล็ดขนุนกันสีสูตรที่ 1



(ค) แป้งเมล็ดขนุนกันสีสูตรที่ 2



(ง) แป้งเมล็ดขนุนกันสีสูตรที่ 3



(จ) แป้งเมล็ดขนุนกันสีสูตรที่ 4



(ฉ) แป้งเมล็ดขนุนกันสีสูตรที่ 5

รูปที่ 2 ลักษณะการกันสีของสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุน 5 สูตร

จากรูปที่ 2 ลักษณะการกันสีของสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุนจำนวน 5 สูตร เมื่อเปรียบเทียบขนาดของเส้นกันสีกับเส้นน้ำเทียบ (ควบคุม) ดังรูปที่ 2(ก) พบว่า แป้งเมล็ดขนุนกันสีสูตรที่ 4 มีปริมาณแป้งเมล็ดขนุนต่อแป้งข้าวเหนียว (กรัม) 22:8 ดังรูปที่ 2(จ) และสูตรที่ 5 มีปริมาณแป้งเมล็ดขนุนต่อแป้งข้าวเหนียว (กรัม) 20:10 ดังรูปที่ 2(ฉ) มีลักษณะของขนาดเส้นกันสีที่สม่ำเสมอ และยึดเกาะพื้นผ้าได้ดีตามลำดับ ส่วนแป้งเมล็ดขนุนกันสีสูตรที่ 1 มีปริมาณแป้งเมล็ดขนุนต่อแป้งข้าวเหนียว (กรัม) 28:2 ดังรูปที่ 2(ข) สูตรที่ 2 มีปริมาณแป้งเมล็ดขนุนต่อแป้งข้าวเหนียว (กรัม) 26:4 ดังรูปที่ 2(ค) และสูตรที่ 3 มีปริมาณแป้งเมล็ดขนุนต่อแป้งข้าวเหนียว (กรัม) 24:6 ดังรูปที่ 2(ง) มีลักษณะของขนาดเส้นกันสีที่ไม่สม่ำเสมอตามลำดับ

สีของเส้นกันสี เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นน้ำเทียบ (ควบคุม) ดังรูปที่ 2(ก) พบว่า แป้งเมล็ดขนุนกันสีทั้ง 5 สูตร มีลักษณะสีเป็นสีชาวครีม เนื่องจากตัวเมล็ดขนุนมีเยื่อหุ้มสีชาวครีมและเยื่อสีน้ำตาล

การเกาะติดบนพื้นผ้า เมื่อเปรียบเทียบกับเส้นน้ำเทียบ (ควบคุม) ดังรูปที่ 2(ก) พบว่า แป้งเมล็ดขนุนกันสีสูตรที่ 4 ดังรูปที่ 2(จ) และสูตรที่ 5 ดังรูปที่ 2(ฉ) มีการเกาะติดผ้าที่ดี ตัวเส้นกันสีไม่มีน้ำซึมออกมาที่พื้นผ้า เนื่องจากมีส่วนผสมของเมล็ดขนุนต่อแป้งข้าวเหนียวในอัตราส่วน (กรัม) 22:8 (สูตรที่ 4) และ 20:10 (สูตรที่ 5) ตามลำดับ ส่งผลให้เกิดความหนืดและการเกาะติดผ้าดีขึ้น ส่วนแป้งเมล็ดขนุน

กันสีสูตรที่ 1 มีปริมาณแป้งเมล็ดขนุนต่อแป้งข้าวเหนียว (กรัม) 28:2 ดังรูปที่ 2(ข) มีน้ำซึมออกมาที่พื้นผ้า อีกทั้งแป้งเมล็ดขนุนกับสีสูตรที่ 2 มีปริมาณแป้งเมล็ดขนุนต่อแป้งข้าวเหนียว (กรัม) 26:4 ดังรูปที่ 2(ค) และแป้งเมล็ดขนุนกับสีสูตรที่ 3 มีปริมาณแป้งเมล็ดขนุนต่อแป้งข้าวเหนียว (กรัม) 24:6 ดังรูปที่ 2(ง) มีการเกาะติดผ้าได้น้อย ตามลำดับ

4. ประสิทธิภาพสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุน

จากการเขียนผ้าผ้ามัดย้อมด้วยสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุน 5 สูตร ลงสีรีแอคทีฟ และทำการเคลือบด้วยโซเดียมซิลิเกต แล้วทำการลอกแป้งกันสีออกวิเคราะห์ผล แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุน 5 สูตร

ลำดับที่ของสูตร	สูตรสารกันสี							ค่าสี**			ทดสอบความกระด้าง		ลักษณะเส้นกันสี	
	แป้งเมล็ดขนุน (กรัม)	แป้งข้าวเหนียว (กรัม)	น้ำ (กรัม)	น้ำมันพืช (กรัม)	น้ำเกลือ (กรัม)	น้ำปูน (กรัม)	WI	L*	a*	b*	ΔE*	ระยะการโค้งตัว		
												เส้นด้ายยืน (เซนติเมตร)		เส้นด้ายพุ่ง (เซนติเมตร)
ผ้าหุ้ม (ควบคุม)	-	-	-	-	-	-	151.75 ^a	91.30 ^a	2.20 ^{cd}	-16.79 ^b	-	2.23 ^d	1.93 ^c	
น้ำเขียนผ้า	-	-	-	-	-	-	127.42 ^f	90.46 ^f	1.96 ^d	-11.34 ^a	5.13 ^d	2.87 ^{ab}	2.37 ^{ab}	
1	28	2	32	2	23	13	144.03 ^c	86.63 ^f	8.88 ^a	-16.19 ^b	8.40 ^a	2.97 ^a	2.40 ^a	
2	26	4	32	2	23	13	146.60 ^b	87.31 ^c	8.10 ^{ab}	-16.60 ^b	7.37 ^b	2.77 ^{bc}	2.23 ^{ab}	
3	24	6	32	2	23	13	146.11 ^{bc}	87.82 ^d	7.56 ^{ab}	-16.35 ^b	6.60 ^c	2.90 ^{ab}	2.33 ^{ab}	
4	22	8	32	2	23	13	146.01 ^c	89.33 ^c	4.84 ^{bcd}	-16.01 ^b	3.37 ^f	2.90 ^{ab}	2.23 ^{ab}	
5	20	10	32	2	23	13	145.22 ^d	89.09 ^c	5.67 ^{abc}	-15.83 ^b	4.24 ^c	2.67 ^c	2.17 ^b	

หมายเหตุ : ** ทดสอบตรงบริเวณเส้นสีขาว และตัวอักษรที่ต่างกันแนวดิ่ง แสดงว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p < 0.05)

จากตารางที่ 3 ประสิทธิภาพสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุน 5 สูตร พบว่า ค่าดัชนีความขาวของผ้า ทั้ง 5 สูตร มีค่าความขาวมากกว่าผ้าที่เขียนสารกันสีด้วยน้ำเตียน โดยสูตรที่ 2 มีค่าดัชนีความขาวมากที่สุด คือ 146.60 รองลงมา สูตรที่ 3 คือ 146.11

ค่า L^* ค่าความสว่างของสี (ค่าเท่ากับ 0 หมายถึงสีดำ ค่าเท่ากับ 100 หมายถึงสีขาว) พบว่า สูตรที่ 4 มีค่าความสว่างมากที่สุด คือ 89.33 รองลงมาสูตรที่ 5 คือ 88.09

ค่า a^* ค่าความเป็นสีแดง-เขียว (+ หมายถึงความเป็นสีแดง, - หมายถึงความเป็นสีเขียว) พบว่าค่า a^* มีค่าบวก แสดงว่าบริเวณที่กันสีจากแป้งเมล็ดขนุนมีความเป็นสีแดง โดยสูตรที่ 4 มีความเป็นสีแดงน้อยที่สุด คือ 4.84 รองลงมาสูตรที่ 5 คือ 5.67 ส่งผลให้เส้นกันสี มีสีแดงเข้มเข้าไปบริเวณกันสีน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับสูตรอื่นตามลำดับ

ค่า b^* ค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (+ หมายถึงความเป็นสีเหลือง, - หมายถึง ความเป็นสีน้ำเงิน) พบว่า ค่า b^* มีค่าลบ แสดงว่าบริเวณที่กันสีจากแป้งเมล็ดขนุนมีความเป็นสีน้ำเงิน เมื่อเปรียบเทียบกับ บริเวณที่กันทั้ง 5 สูตรมีค่า b^* มากกว่าผ้าที่เขียนสารกันสีด้วยน้ำเตียน โดยสูตรที่ 5 มีความเป็นสีน้ำเงิน น้อยที่สุด คือ -15.83 รองลงมา สูตรที่ 4 คือ -16.01

ค่า ΔE^* ค่าความแตกต่างของสีพบว่า ค่าความแตกต่างของบริเวณที่กันสีบนผ้าบาติกทั้ง 5 สูตร เมื่อเทียบกับค่าความแตกต่างของน้ำเตียนเส้นกันสีบนผ้าบาติก มีค่าความแตกต่างน้อยกว่า โดยสูตรที่ 4 คือ 3.37 รองลงมาสูตรที่ 5 คือ 4.24

จากผลข้างต้นจะเห็นได้ว่า ค่า L^* a^* b^* และ ΔE^* มีความสัมพันธ์ในทางเดียวกันกับ ค่าดัชนีความขาว กล่าวคือ เมื่อเพิ่มอัตราส่วนผสมของแป้งเมล็ดขนุนต่อแป้งข้าวเหนียว (กรัม) จาก 28:2 (สูตรที่ 1) 26:4 (สูตรที่ 2) 24:8 (สูตรที่ 3) 22:8 (สูตรที่ 4) และ 20:10 (สูตรที่ 5) พบว่า การเพิ่มปริมาณ แป้งข้าวเหนียวในสูตรที่ 4 และสูตรที่ 5 ส่งผลให้บริเวณที่กันสีมีความหนืดขึ้น เนื่องจากแป้งข้าวเหนียว มีปริมาณอะไมโลเพคตินสูง ซึ่งอะไมโลเพคตินมีคุณสมบัติทำให้เกิดความเหนียว [15] ในขณะที่การเพิ่ม ปริมาณแป้งเมล็ดขนุนในสูตรที่ 1 พบว่า บริเวณที่กันสีมีความหนืดน้อยลง เนื่องจากแป้งเมล็ดขนุนมีปริมาณ อะไมโลสสูงกว่าอะไมโลเพคติน ส่งผลทำให้บริเวณที่กันสี มีสีแดงเข้มเข้าไปติดในผ้าบาติกมากกว่าสูตรอื่น ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ Changpaiboon, S., Suraswadi, P., and Rungruangkitkrai, T. [6] พบว่า ส่วนผสมของแป้งที่สามารถกันสีได้ดี คือ แป้งข้าวเหนียว และรำข้าว โดยการใช้แป้งข้าวไทย ในการผลิตสารกันสีเพื่อใช้ในงานบาติก

ค่าความกระด้างแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่งพบว่า อัตราส่วนผสมของแป้งเมล็ดขนุนต่อ แป้งข้าวเหนียว (กรัม) จาก 22:8 (สูตรที่ 4) 20:10 (สูตรที่ 5) และ 24:6 (สูตรที่ 3) มีค่าความกระด้าง ของพื้นผ้าบาติกน้อยกว่าสารกันสีด้วยน้ำเตียน ตามลำดับ เนื่องจากสามารถกำจัดสารกันสีด้วยการแช่น้ำสะอาด เส้นกันสีฟองตัว หลุดร่อนออกจากตัวผ้าจนหมด เหลือแป้งตกค้างบนผ้าน้อย ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ ผลการศึกษาของ Kachachat, P. and Jieyin, L. [16] กล่าวไว้ว่า การกันสีจากแป้งหว่าบอบดัดแปรมีความ กระด้างของผ้าแนวเส้นด้ายยืนและเส้นด้ายพุ่ง มีค่าความกระด้างของพื้นผ้าบาติกใกล้เคียงสารกันสี ด้วยน้ำเตียน และเมื่อเปรียบเทียบสารกันสีด้วยน้ำเตียนพบว่า ต้องใช้ความร้อนเนื่องจากมีส่วนผสมของ ซีฟิ่ง ไช ยางสนหรือพาราฟิน ล้างออกได้ยาก จึงทำให้ผ้ามีความแข็งกระด้างมากกว่าสารกันสีจาก แป้งเมล็ดขนุน สอดคล้องกับการศึกษาของ Masae, M., Sikong, L., and Kooptarnond, K. [17] กล่าวว่า การล้างเตียนไซบนพื้นผ้าบาติก ต้องต้มด้วยน้ำเดือดเพื่อล้างเตียนออก

สรุปผลการวิจัย

สารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุนที่ผ่านการอบแป้งเมล็ดขนุนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีความชื้นร้อยละ 4.76 สีมี่สีขาวครีม มีระดับความหนืดที่เหมาะสมมีผลช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการกันสี และสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุนมีความสามารถในการกันสีน้อยกว่าน้ำเทียน โดยสูตรที่ 4 เป็นสูตรที่สามารถกันสีที่มีความหนืดที่เหมาะสม สามารถเขียนเส้นได้คมชัด มีสีเข้มเข้าไปติดได้น้อย และล้างออกได้ง่าย มีคุณสมบัติที่เหมาะสมจะนำไปทำสารกันสีในงานบาติก จึงนับว่าเป็นการพัฒนาสารกันสีธรรมชาติจากแป้งเมล็ดขนุนใช้ทดแทนสารสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์สิ่งทอ เป็นทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มาจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม สร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผ้าบาติกด้วยนวัตกรรมและเทคโนโลยีสะอาด ไม่ต้องระงับอันตรายที่เกิดจากน้ำเทียนที่ร้อนและการสูดไอระเหยของน้ำเทียนในระหว่างเขียนลาย ซึ่งสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุนสามารถลอกแป้งกันสีโดยการแช่น้ำ แป้งกันสีจะพองตัวหลุดออกมาโดยไม่ต้องใช้ความร้อน ช่วยลดต้นทุนการใช้แก๊สทุ้มเพื่อลอกน้ำเทียนออก และลดการนำเข้าสารกันสีจากต่างประเทศ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัยฉบับนี้ คือ ผ้าบาติกที่เขียนโดยสารกันสีจากแป้งเมล็ดขนุนสามารถนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น เสื้อผ้า ผ้าเช็ดหน้า ผ้าพันคอ และเคหะสิ่งทอ เป็นต้น อาจใช้สีธรรมชาติทดแทนสีรีแอคทีฟ เพื่อเป็นการลดต้นทุนการใช้สีสังเคราะห์ โดยการใช้สีธรรมชาติในชิ้นงานผ้าบาติก เป็นการเพิ่มจุดสนใจและมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์ [18]

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป คือ แป้งเมล็ดขนุนสามารถใช้ทดแทนสารกันสีในการเขียนผ้าบาติก จึงควรได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงานราชการ หรือหน่วยงานท้องถิ่น [19] ให้มีส่วนร่วมในการทดแทนสารสังเคราะห์ในผลิตภัณฑ์สิ่งทอ เป็นการนำเมล็ดขนุนเหลือทิ้งจากการเกษตรมาพัฒนาให้มีมูลค่าเพิ่มและลดปัญหาสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ขอขอบพระคุณสาขาวิชาสิ่งทอและเครื่องนุ่งห่ม คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ ให้ความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการทดสอบสิ่งทอ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ให้ความอนุเคราะห์การทดสอบองค์ประกอบทางเคมีและความหนืดของแป้งเมล็ดขนุน อีกทั้งคณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ให้ความอนุเคราะห์การทดสอบความกระด้างของผ้า

References

- [1] Wongsas, J., Bhuwakietkumjohn, N., Kanlaya, T., and Chalalai, A. (2012). Design and Construction of Peeling and Size Reducing Machine for Jackfruit Seed. **Agricultural Science Journal**. Vol. 43, Suppl. 3, pp. 171-174
- [2] Boonkong, J. (2011). Study on Physicochemical Properties of Phosphate Starch from Jackfruit Seed (*Artocarpus heterophyllus* Lamk.). **Journal of Food Technology, Siam University**. Vol. 7, No. 1, pp. 40-50
- [3] Nutalai, P., Kaewsrithong, J., and Sirianganakun, S. (2014). Effect of Wheat Flour Substitution with Jackfruit Seed Flour on Qualities of Cookies. In **Proceedings of 1st National Conference on Science Education to Inspire Innovation**. Mahidol University. pp. 225-227
- [4] Thumthanruk, B., Silapruang, S., and Aeimsard, R. (2012). Glucose Syrup Produced from Jackfruit Seed Flour and Tapioca Starch. **Agricultural Science Journal**. Vol. 43, Suppl. 2, pp. 149-152
- [5] Uttaphab, D. (n.d.). **Carbohydrate Technology**. Access (9 August 2019). Available (https://eu.lib.kmutt.ac.th/elearning/Courseware/BCT611/Chap3/chapter3_3.html)
- [6] Changpaiboon, S., Suraswadi, P., and Rungruangkitkrai, T. (2008). Development of Color Resistant Material from Thai Rice Flour for Resist Dyeing Process. In **Proceedings of 43rd Kasetsart University Annual Conference: Animal, Agro-Industry**. pp. 444-451. Bangkok
- [7] Thairathonline. (2014). **Agriculture Value of Waste Materials Agriculture to Textile Exports**. Access (25 January 2019). Available (<http://www.thairath.co.th/content/459958>)
- [8] Klaijoy, C. and Mongkholrattanasit, R. (2012). **Development of Color Resistant Material from Flour of Gaint Taro for Resist Printing and Dyeing**. Faculty of Industrial Textiles and Fashion Design, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
- [9] Thongprayoon, S. (2007). **The Improvement of Batik Design in Songkhla Province: the Study of Source of Production at Wangkaew-Wangkhaw Village, Tombon Bo-yang, Moung District, Songkhla Province**. Faculty of Fine Art, Songkhla Rajabhat University
- [10] Phinkun, K. (2002). **Batik Painting Techniques**. Bangkok: Khaofang Publishing
- [11] Snow, P. (2017). **How to Keep the Dough for a Long Time**. Access (9 January 2019). Available (<http://www.trueplookpanya.com/knowledge/content/55472/-blo-footip-foo->)
- [12] Wisansakkul, S., Oupathumpanont, O., Sungsanit, K., and Chulacupt, S. (2016). Development Production of Bioplastics from Jackfruit Seeds Starch. **Burapha Science Journal**. Vol. 21, No. 2, pp. 216-228
- [13] Narklor, D., Sungnark, A., and Limroongreungrat, K. (2011). Improvement in Quality of Jackfruit Seed Flour by Pregelatinization. **Burapha Science Journal**. Vol. 16, No. 1, pp. 12-21
- [14] Klaijoy, C. (2011). Making Batik on Silk Using Tapioca Starch to Resist Printing and Dyeing. **Colourway**. Vol. 17. No. 97. pp. 35-38

- [15] Sriraod, K. and Piyajomkwan, K. (2003). **The Technology of Flour**. Edition 4, Bangkok: Kasetsart University
- [16] Kachachat, P. and Jieyin, L. (2015). **Resist Printing of Cotton and Silk Fabric with Carboxymethylcellulose from Wild Taro Using Reactive Dyes and Batik Technique**. Technology Program in Textile Chemical Technology, Faculty of Industrial Textiles and Fashion Design, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
- [17] Masae, M., Sikong, L., and Kooptarnond, K. (2013). Comparative of Paraffin and Turpentine Used in Wax Resist Dying on Batik Fabric. **Journal of Community Development Research (Humanities and Social Sciences)**. Vol. 6, No. 1, pp. 31-41
- [18] Anunvrapong, A., Noodang, P., Pariman, B., Jiraboon, S., and Wongsathongdee, S. (2017). The Product Development of Batik using Natural Dyes Mixing Technique. **Wrea-wa Kalasin Journal of Kalasin Univerity**. Vol. 4, No. 2, pp. 207-222
- [19] Khunchaikan, J., Chonsakorn, S., and Mongkholrattanasit, R. (2018). Physical Properties of Yok Denim Nakhon Fabric. **RMUTI Journal Science and Technology**. Vol. 11, No. 3, pp. 130-143