

ไบโอเรซิน: วัสดุทางเลือกจากยางไม้ เพื่อสร้างสรรค์การย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติ แบบร่วมสมัย*

BIORESIN: AN ALTERNATIVE MATERIAL TO RESIN FOR CONTEMPORARY NATURAL FABRIC DYEING

ดวงใจ อุชชิน*, ขจรศักดิ์ นาคปาน

Duangjai Utchin, Khajornsak Nakpan

คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

Faculty of Decorative Arts, Silpakorn University, Bangkok, Thailand

*Corresponding author E-mail: sippajoy@gmail.com.

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ มุ่งเน้นประยุกต์ยางไม้ด้วยการสร้างวัสดุทางเลือกที่เรียกว่า ไบโอเรซิน (Bioresin) เพื่อนำมาใช้ร่วมกับกระบวนการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติ ด้วยการทดลองสร้างไบโอเรซินให้สามารถเคลือบกากกาแฟได้ เพื่อนำมาใช้ร่วมกับกระบวนการย้อมผ้า มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) ศึกษายางไม้เพื่อออกแบบกระบวนการสร้างไบโอเรซินให้สามารถเคลือบกากกาแฟ ด้วยการศึกษเอกสารที่เกี่ยวข้องและการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านยางไม้และด้านเม็ดสีธรรมชาติ และ 2) ออกแบบกระบวนการย้อมผ้าด้วยกากกาแฟที่เหลือจากการบริโภคด้วยการนำไบโอเรซินมาประยุกต์ใช้กับแอลกอฮอล์ (Alcohol) ผลการวิจัยพบว่า 1) ยางไม้ (Resin) จากต้นยางนาสามารถสร้างไบโอเรซินได้ด้วยการประยุกต์ใช้ร่วมกับยางไม้คารายากัม (Karaya Gum) เป็นอิมัลชัน (Emulsion) และกลีเซอริน (Glycerin) เป็นตัวทำละลาย และ 2) ไบโอเรซินสูตรที่ 13.5 มีอัตราส่วน ได้แก่ ยางไม้ 28 กรัม/กลีเซอริน 46 กรัม/คารายากัม 26 กรัม เป็นสูตรที่เหมาะสมในการนำมาเคลือบกากกาแฟ (มีค่า pH อยู่ในช่วง 4.50 - 5.00 ซึ่งอยู่ในค่าที่ไม่เป็นกรดมากเกินไป) และนำมาประยุกต์ใช้กับกระบวนการย้อมผ้าฝ้าย มีสีติดกับกากกาแฟด้วยการใช้แอลกอฮอล์แทนน้ำ ในสูตรย้อมผ้าที่ 7 โดยมีอัตราส่วน ได้แก่ ไบโอเรซิน 4 กรัม/กากกาแฟ 6 กรัม นอกจากนี้ พบว่า กระบวนการย้อมผ้าด้วยแอลกอฮอล์เมื่อสิ้นสุดกระบวนการย้อมผ้าแล้ว ยังสามารถนำวัตถุดิบกลับมาใช้ย้อมผ้าได้ใหม่โดยไม่ต้องทิ้งวัตถุดิบ เพื่อสอดคล้องการสร้างสรรค์ที่ตระหนักถึงคุณค่าของการนำวัตถุดิบกลับมาใช้ใหม่ อันก่อให้เกิดการต่อยอดกระบวนการย้อมผ้าที่ประยุกต์แบบร่วมสมัย ซึ่งได้จากการประยุกต์ภูมิปัญญาในแบบพึ่งพาตนเอง

คำสำคัญ: ยางไม้, ไบโอเรซิน, สีธรรมชาติ, การย้อมผ้า, ร่วมสมัย

Abstract

This research article focuses on the use of resin by creating alternative material called “bioresin” to apply in natural fabric dyeing process. The bioresin that is able to coat coffee grounds is created to apply in fabric dyeing process. The purposes of this research are as follows: 1) To study resin in order to design the process of making bioresin that can coat coffee grounds by studying related documents and interview experts in resin and natural pigment. And

2) To design the process of fabric dyeing using waste coffee grounds by applying bioresin with alcohol. The result found that: 1) Resin from yang na can be used to create bioresin by using Karaya gum as emulsion and glycerin as solvent. 2) The bioresin formula 13.5 with the ratio of resin: 28 g/glycerin: 46 g/gum karaya: 26 g is the formula that is suitable for coating coffee grounds (the pH values are between 4.50 - 5.00, which is not too acidic) and it is applied in the process of dyeing muslin fibers with coffee grounds by using alcohol instead of water as in the fabric dyeing formula 7 with the ratio of bioresin: 4 g/coffee: 6 g. In addition, it is found in the process of dyeing with alcohol that after the dyeing process has been done, the raw material can be kept to reuse in fabric dyeing again. This complies with the creation that recognizes the value of reusing raw material which brings about the development of contemporary fabric dyeing process rooted from the wisdom of sustainability.

Keywords: Resin, Bioresin, Natural Color, Alcohol Staining, Contemporary

บทนำ

สถานการณ์ความเปลี่ยนแปลงทางสิ่งแวดล้อมมีแนวโน้มที่จะถดถอยและเกิดความแปรปรวนจากการเสื่อมถอยของธรรมชาติ ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรที่มีจำนวนจำกัด ในปัจจุบันจะมีแนวทางในการตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม มีการคิดค้นและออกแบบกระบวนการที่คำนึงถึงระดับต้นน้ำด้วยการศึกษาวัสดุตั้งต้น ออกแบบกระบวนการไปจนถึงระดับปลายทางที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อรักษาระบบนิเวศให้ยั่งยืนต่อไป การสร้างสรรค์งานของมนุษย์ส่วนใหญ่จะใช้เพื่อตอบสนองการดำรงชีวิตประจำวัน ในประเทศไทยงานย้อมผ้าเป็นสิ่งสำคัญที่อยู่ในปัจจัย 4 ของมนุษย์มายาวนานและเป็นที่ได้รับความนิยมและขับเคลื่อนไปอย่างรวดเร็ว เพื่อตอบสนองในความต้องการของมนุษย์ที่ต้องการความสวยงาม จึงมีการแข่งขันการผลิตทั้งในรูปแบบหัตถกรรมและอุตสาหกรรมอย่างมากมาย แต่ด้วยกระบวนการย้อมผ้าในหลายทศวรรษที่ผ่านมากลับสร้างปัญหามลภาวะทางน้ำอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ จากการศึกษาข้อมูลการจัดการคุณภาพของกรมควบคุมมลพิษ ตั้งแต่ในปี 2552 ที่ผ่านมาสถิติวิกฤตการณ์แหล่งน้ำมีคุณภาพระดับเกณฑ์ดีเพียงร้อยละ 32 อยู่ในเกณฑ์พอใช้ร้อยละ 34 และอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมร้อยละ 34 (กรมควบคุมมลพิษ, 2566) ดังนั้น ระดับคุณภาพของน้ำระดับเกณฑ์ดีไม่ถึงร้อยละ 50 และในอนาคตมีเกณฑ์จะเพิ่มขึ้น ดังนั้น จึงเห็นได้ว่าการตระหนักถึงการลดการสร้างผลกระทบต่อมลภาวะทางน้ำจึงเป็นเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญ และจะต้องขับเคลื่อนการดำเนินงานด้านการจัดการคุณภาพน้ำและอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำควบคู่ไปด้วย เพื่อสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์ที่ดำเนินการจัดทำโดยคณะอนุกรรมการยุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ อันได้แก่ แผนบทการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ 20 ปี (พ.ศ. 2561 - 2580) ด้านที่ 4 การจัดการคุณภาพน้ำและอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ โดยมีเป้าประสงค์เพื่อพัฒนาคุณภาพของน้ำและเพิ่มประสิทธิภาพในระบบบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชน ดังรายงานการดำเนินการจัดการคุณภาพน้ำ พ.ศ. 2564 ในประเด็นการลดการสร้างมลภาวะน้ำเสียต้นทาง ด้วยการออกแบบอย่างสร้างสรรค์ที่มีประโยชน์แฝงด้วยคุณค่าให้กับมนุษยชาติและตระหนักถึงกระบวนการย้อมผ้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมควบคู่กับการแสวงหาหนทางที่เรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นสิ่งที่มนุษย์ในยุคปัจจุบันให้ความสนใจและใช้เป็นเครื่องมือในการริเริ่มสร้างสรรค์งานเป็นอย่างมาก โดยหนังสือความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสังคมร่วมสมัยได้กล่าวถึง การเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลง (Transformative Learning/TL) ที่มุ่งเน้นการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ระดับมโนทัศน์ของบุคคลที่มีต่อตนเอง ต่อโลก และนิสัยของใจ (Habit of mind) และความสามารถในการพิจารณาตนเอง (Self-reflection) โดยมีฐานคิดว่ามนุษย์ทุกคนล้วนมีความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ (บุครินทร์ เลิศขวลิตสกุล และคณะ, 2565) จากภาพที่ 1 เป็นรายละเอียดที่แสดงให้เห็นถึงมนุษย์มีการแสวงหาความรู้และสนใจสร้างสรรค์งานด้วยการนำเศษอาหารมา

สร้างวัสดุทางเลือกด้วยตนเอง ด้วยการสร้างวัสดุที่สามารถย่อยสลายได้ที่สร้างจากขยะอาหาร มาสร้างในรูปแบบ Biological ด้วยการทำงานในระบบแบบชีวภาพ นอกจากนี้ ยังรวมถึงกลุ่มที่ชื่นชอบในงานอดิเรก ที่ให้ความสนใจ การย้อมสีผ้า ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีลักษณะการปฏิบัติงานที่สอดแทรกความรู้ที่หลากหลายมิติ อันได้แก่ การริเริ่มสู่ งานสร้างสรรค์ การสร้างรายได้เสริม การบำบัดเชิงพฤติกรรม เป็นต้น งานย้อมผ้าจึงเป็นกิจกรรมที่ได้รับความนิยม ในด้านสังคมในปัจจุบัน โดยบทความ The Cloud ได้เสนอในแง่มุมแพชชั่นยั่งยืน ด้วยวิธีการที่จะช่วยทำให้เสื้อผ้าที่มีรอยเลอะเปรอะเปื้อน ใช้งานนานจนผ้ามีสีต่างและดูไม่สวยงาม มาชุบชีวิตโดย “ย้อมรอย” จากสีธรรมชาติที่เป็นมิตรกับทั้งผู้ย้อมและผู้สวมใส่ (วิณา พันธุ์ธีรานุกฤษ และคณะ, 2565)



ภาพที่ 1 ภาพแสดงให้เห็นถึงมนุษย์มีความสนใจและทดลองสร้างสรรค์วัสดุ biomaterial from biowaste ในรูปแบบ Biological (Youyangsong, S., 2023)

แนวทางการพัฒนากระบวนการย้อมสีผ้าจึงเป็นกระบวนการที่ต้องพัฒนาและมีแนวทางที่สามารถคิดค้นได้หลากหลายวิธี โดยอีกหนึ่งทางเลือกที่น่าสนใจ ได้แก่ การเลือกใช้วัสดุทางชีวภาพที่สามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติและเป็นแนวทางที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการย้อมสีผ้าได้ จากการศึกษาภูมิปัญญากระบวนการย้อมสีผ้าในรูปแบบงานทำด้วยมือ พบว่า มีการเลือกใช้วัสดุธรรมชาติเป็นหลักและมีอิทธิพลขึ้นเป็นปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการของแต่ละประเภทของการย้อม โดยจะขึ้นอยู่กับวัสดุตั้งต้นเป็นสิ่งสำคัญ อันได้แก่ เม็ดสีธรรมชาติ ที่ให้สีย้อมจากพืช (Vegetable Dyes) สีย้อมที่ได้จากพืชจัดเป็นกลุ่มสารสีหลักของสีย้อมธรรมชาติ โดยเป็นสีย้อมที่ได้จากทุกส่วนของพืชทั้งราก เปลือก ลำต้น เนื้อไม้ ใบ ดอก ผล และเมล็ด ซึ่งสีย้อมกลุ่มนี้มีความหลากหลายที่ให้สีสันทัน สามารถแบ่งโดยใช้กรรมวิธีการย้อมเป็นเกณฑ์ได้ 2 กลุ่ม คือ 1) การย้อมเย็น และ 2) การย้อมร้อน (ไพรัตน์ ปุญญาเจริญนนท์ และคณะ, 2557) นอกจากนี้ พบว่า ในกระบวนการย้อมสีผ้านั้น เม็ดสีเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการให้สีสันทันบนเส้นใยผ้า แต่ด้วยโครงสร้างของเม็ดสีแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันจึงทำให้ยากแก่การควบคุมคุณภาพของเม็ดสีในการย้อมผ้าได้ ดังนั้น ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงคุณสมบัติในการเคลือบเม็ดสีที่ได้จากธรรมชาติ ได้แก่ วัสดุชีวภาพที่เป็นไบโอพลาสติก ซึ่งในปัจจุบันมีบทบาทที่สำคัญที่สอดแทรกอยู่ในชีวิตประจำวันของมนุษย์มากขึ้น โดยส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์ม ได้แก่ อาหาร บรรจุภัณฑ์ เสื้อผ้า เป็นต้น ซึ่งเป็นวัสดุตั้งต้นที่มีโครงสร้างพื้นฐานโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากแป้งและเซลลูโลส และในบทความ Poly (lactic acid): Polyester from Renewable Resources โดยมีคุณสมบัติหลายประการของการนำพอลิแลคติกแอซิด (Poly (lactic acid), PLA) มาประยุกต์ใช้งาน ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ทางชีวภาพชนิดหนึ่งจัดอยู่ในกลุ่มพอลิเอสเทอร์ที่มีสายตรง สังเคราะห์ได้จากกรดแลคติก โดยกรดแลคติกจะสามารถผลิตได้จากการหมักแป้งหรือน้ำตาล มีองค์ประกอบหลัก เช่น ข้าวโพด มันสำปะหลัง ข้าวสาลีและอ้อย สามารถนำมาผลิตเป็นไบโอพลาสติกได้และสามารถสร้างขึ้นทดแทนใหม่ได้ (อมรรัตน์ เลิศวรสิริกุล, 2554) และบทความ Bioplastic: Alternative material ด้วยการนำพอลิแลคติก แอซิด (Polylactic acid, PLA) พลาสติกชีวภาพที่ผลิตจากสารตั้งต้นทางเกษตร ได้แก่ ฟางข้าว ข้าวโพด กากสับปะรด กากน้ำตาล ชั่งข้าวโพด เศษปลาเหลือทิ้ง เป็นต้น สามารถนำมา

ประยุกต์ใช้ในงานที่หลากหลายรวมถึงการผลิตเป็นสิ่งทอ (ภัทรนันท์ ทวดอาจ และคณะ, 2559) จากที่กล่าวมาข้างต้น ไบโอพลาสติกส่วนใหญ่จะทำมาจากแป้งที่ละลายน้ำได้เท่านั้น แต่ยังไม่ได้กล่าวถึงวัสดุตั้งต้นของกลุ่มเซลลูโลสที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ กลุ่มยางไม้ (Resin) มีลักษณะเป็นเรซิน (Resin) ที่ได้จากธรรมชาติ มีโครงสร้างพื้นฐานโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรตเรียงตัวกันเป็นเส้นส่งผลให้ยางไม้มีลักษณะที่เหนียวและเป็นกาธรรมชาติที่มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ (ธีรพล อิ่มใจ, 2565) และในภูมิปัญญาดั้งเดิมในผลิตภัณฑ์ของงานหัตถกรรมพื้นบ้าน จะนิยมนำยางไม้มาใช้ในการจักสานมีทั้งทรงกระบอก ทรงตะกร้า ถัง หรือขัน แล้วทาด้วยรักหรือน้ำมันยางสำหรับกันน้ำรั่วซึม หรือยางไม้ในรูปแบบชันยาเรือ เพื่อนำมาใช้ในการอุดรอยรั่วและเคลือบผิวไม้ให้กับเรือ เป็นต้นเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการตักน้ำมาอุปโภคและบริโภค เป็นต้น ดังภาพที่ 2 เป็นรูปภาพที่ใช้ยางไม้หรือชันมาใช้ประโยชน์ในการเคลือบผิวของเครื่องจักสาน เพื่อตอบสนองในประเภทของประโยชน์ใช้สอยในชีวิตประจำวัน ที่เรียกว่า “ครุ” เป็นภาชนะที่ใช้ตักน้ำสาบด้วยไม้ไผ่ยาหรือทาด้วยชัน (ซึ่งชันทำมาจากยางไม้ นำมาใช้สำหรับยาเรือหรือเครื่องจักสาน เพื่อใช้กันน้ำและใช้รักษาวัสดุให้มีความคงทนมากขึ้น) รูปร่างเป็นทรงกระบอกหรือมะนาวตัดปากจุ่มเข้า กันสอ มีหูสำหรับหิ้ว หาบ หรือเป็นที่ผูกเชือกสาวขึ้นจากบ่อ ครุเป็นภาชนะสำหรับตักน้ำมาใช้ในการครัวเรือน (วิบูลย์ ลี้สุวรรณ, 2558) นอกจากนี้ พบว่า ยางไม้คารายากัม (Karaya Gum) มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ช้า โดยวัสดุชนิดนี้จะนิยมนำมาใช้ในการห่อหุ้ม เคลือบ รักษา ยารักษาโรค อาหาร เป็นต้น ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจะนำยางไม้ทั้ง 2 ชนิดนี้ ได้แก่ ยางไม้ (Resin) ที่มีคุณสมบัติที่ไม่ละลายน้ำและยางไม้คารายากัม (Karaya Gum) มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ช้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกับกระบวนการย้อมสีผ้า เพื่อทำให้เม็ดสีธรรมชาติมีศักยภาพในการย้อมเกาะเส้นใยผ้าได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ เนื่องจากวิกฤตการณ์ของทรัพยากรธรรมชาติเริ่มถดถอยจึงส่งผลให้เม็ดสีที่ใช้สำหรับย้อมผ้ามีราคาที่สูงขึ้น ดังนั้น การวิจัยนี้จึงตระหนักถึงการเลือกเม็ดสีธรรมชาติที่เหลือใช้จากการบริโภคแล้ว ได้แก่ กากกาแฟ โดยมีสารแทนนินเป็นองค์ประกอบ ซึ่งจะช่วยให้สีย้อมติดกับผ้าได้ดีในระดับหนึ่ง (จักร พิชัยศรทัต, 2566) และยังสอดคล้องกับแนวทางหลักการของวงจรการออกแบบหมุนเวียนด้วยการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อลดการสร้างมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 2 ครุหรือน้ำพุเป็นภาชนะสำหรับตักน้ำในบ่อน้ำ ทาด้วยรักหรือน้ำมันยางสำหรับกันน้ำรั่วซึม
(ฉนวนดี สุขประเสริฐ, 2564)

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงนำวัสดุยางไม้ทดลองสร้างวัสดุทางเลือกที่เรียกว่า ไบโอเรซิน (Bioresin) โดยการใช้กระบวนการของการทำไบโอพลาสติกชีวภาพมาประยุกต์ใช้ให้สามารถเคลือบเม็ดสีธรรมชาติ ร่วมกับออกแบบกระบวนการย้อมสีผ้า โดยผู้วิจัยมุ่งเป้าหมาย 2 ประเด็น ได้แก่ 1) นำยางไม้มาทดลองด้วยการสร้างเป็นไบโอเรซิน (Bioresin) และมาเคลือบเม็ดสีธรรมชาติ และ 2) ออกแบบกระบวนการย้อมสีผ้าในรูปแบบกระบวนการร่วมสมัยที่มีการประยุกต์ด้วยการจัดการวัสดุที่มีอยู่ใกล้ตัวด้วยการเลือกเม็ดสีธรรมชาติที่เหลือใช้จากการบริโภคให้สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้อีกครั้ง นอกจากนี้ ยังรวมถึงการใช้แอลกอฮอล์มาเป็นตัวช่วยทำละลายและเมื่อแอลกอฮอล์หมดหน้าที่ของการทำละลายในกระบวนการย้อมผ้าก็จะสามารถนำน้ำย้อมกลับมาใช้ได้ใหม่ และมุ่งไปสู่

กระบวนการย้อมผ้าแบบไม่พึ่งพาน้ำต่อไปได้อย่างยั่งยืนและไม่ก่อให้เกิดการทำลายสิ่งแวดล้อม โดยยังเป็นแนวทางที่ช่วยสนับสนุนในการปรับตัวในสภาพสังคมร่วมสมัย ที่ในปัจจุบันสภาพของสังคมมีความซับซ้อนและมีความหลากหลายที่มนุษย์จะต้องปรับตัวเพื่อให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงไปของเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ด้วยการพึ่งพาตนเองในแบบยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาและทดลองย้อมผ้า ด้วยการออกแบบวัสดุทางเลือกไบโอเรซิน (Biorezin) เพื่อใช้ร่วมกับกระบวนการย้อมผ้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
2. ออกแบบกระบวนการย้อมผ้าด้วยการใช้วัสดุไบโอเรซิน (Biorezin) ร่วมกับกากกาแฟที่เหลือจากการบริโภค ด้วยวิธีการสร้างสรรค์แบบร่วมสมัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ภูมิปัญญาในกระบวนการย้อมผ้า: มุ่งศึกษากระบวนการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติจากงานทำมือ คือกระบวนการย้อมร้อนและกระบวนการย้อมเย็น โดยจะวิเคราะห์ถึงการเลือกใช้วัสดุที่ให้สี และสารช่วยติด

การวิเคราะห์: เม็ดสีธรรมชาติและวัสดุที่สามารถใช้เคลือบเมล็ดสี ด้วยการศึกษาแนวทางในการใช้คุณสมบัติของวัสดุธรรมชาติมาสร้างไบโอเรซิน (Biorezin) ด้วยการศึกษาด้านเนื้อหา เอกสาร ตำรา บทความ และสื่อสังคมออนไลน์ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ รวมถึงการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เน้นศึกษากระบวนการสร้างด้วยการใช้องค์ความรู้ของไบโอพลาสติกชีวภาพด้วยงานทำมือ เพื่อหาแนวทางทดลองในการสร้างไบโอเรซิน (Biorezin) โดยมุ่งเน้นในการเคลือบเมล็ดสีจากกากกาแฟ โดยศึกษาข้อมูล ดังนี้

- 1.1 ยางไม้ (Resin) ศึกษาคุณสมบัติจากเอกสารที่เกี่ยวข้องและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านยางไม้ในคุณสมบัติของการนำมาใช้ประโยชน์ ซึ่งอยู่ในรูปของคาร์โบไฮเดรตพบในพืชและสัตว์ในรูปของน้ำตาล แป้งและเซลลูโลส เป็นต้น (สมพงศ์ จันทรโพธิ์ศรี, 2560) เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างนวัตกรรมของการเคลือบผิว โดยเลือกใช้อย่างไม้ 2 ชนิด ได้แก่ ยางไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb ex G. Don) และ ยางไม้ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb) มาทำการทดลองวิจัยครั้งนี้

- 1.2 เม็ดสีธรรมชาติ: มุ่งศึกษาคุณสมบัติของเม็ดสีที่ได้จากของเหลือใช้ในครัวเรือนหรือเหลือใช้ในการบริโภค คือ กากกาแฟสดที่อยู่ในรูปแบบผงที่ผ่านการใช้งานแล้ว โดยการนำกลับมาใช้ในรูปแบบรีไซเคิล (Rescycle) และสีธรรมชาติที่สกัดจากกากกาแฟ มีสารแทนนินเป็นองค์ประกอบ ซึ่งทำให้สีย้อมติดกับผ้าได้ดีในระดับหนึ่ง (จักร พิชัยศรทัต, 2566)

- 1.3 อิมัลชัน (Emulsion) มาช่วยสนับสนุนการสร้างกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ด้วยวัสดุของเคมีทางชีวภาพ ศึกษาคุณสมบัติจากเอกสารที่เกี่ยวข้องและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ โดยคารายากัม (Gum karay) มีคุณสมบัติที่ละลายน้ำได้ช้า เป็นยางไม้จาก *Exudate gum* ต้นของ *Sterculai urens* นิยมมาใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหารในรูปแบบรงนกเทียม ซึ่งจัดอยู่ในประเภทวัสดุ Food Grade มาช่วยสนับสนุนในการสร้างกระบวนการให้มีคุณสมบัติเป็นอิมัลชัน (Emulsion) (Kungten, P., 2023)

- 1.4 ตัวทำละลาย ศึกษาคุณสมบัติของตัวทำละลายที่เหมาะสมกับกระบวนการสร้างไบโอเรซิน (Biorezin) และตัวทำละลายที่ใช้แทนน้ำและพลังงานความร้อน โดยสมมติฐานตั้งต้น คือ Glycerin และ Alcohol มาเป็นตัวทำละลาย (Solvent) แทนน้ำ เนื่องจากยางไม้มีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ

2. ทดลองการทำไบโอเรซิน (Biorezin) จากกระบวนการทำไบโอพลาสติกชีวภาพจากการศึกษาด้วยตนเองจากสื่อสังคมออนไลน์ (วิธีการทำพลาสติกชีวภาพ, 2565)

การวิเคราะห์: วิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำไบโอพลาสติกด้วยการศึกษาด้านเนื้อหา เอกสาร ตำรา บทความ และสื่อสังคมออนไลน์ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ รวมถึงการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 2 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเม็ดสีธรรมชาติในประเด็นของประเภทของเม็ดสีที่เหมาะสมในการนำมาย้อมสีผ้า และผู้เชี่ยวชาญด้านยางไม้ในประเด็นของคุณสมบัติที่นำมาใช้ในการเคลือบในรูปแบบที่ไม่ละลายน้ำ เป็นต้น เพื่อมุ่งเน้นการศึกษากระบวนการสร้างด้วยการใช้องค์ความรู้ของการย้อมผ้า กระบวนการ/เทคนิค, วิทยาศาสตร์/เทคโนโลยี

2.1 ทดลองคำนวณวัสดุตั้งต้นด้วยการค้นหาอัตราส่วน โดยใช้อัตราส่วนตั้งต้นจากสูตรที่ทำไบโอพลาสติกมาประยุกต์เทียบเคียงอัตราส่วนตั้งต้นของการสร้างไบโอเรซิน (Biorezin) ได้แก่ ยางไม้ (27 กรัม), กลีเซอริน (46 กรัม), คาราयाกัม (27 กรัม) ด้วยการใช้การคำนวณการกระจายสูตรบนทฤษฎีตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial blend) และได้สูตรที่ 13 และคำนวณกระจายส่วนอีกครั้ง และได้สูตรเพิ่มอีก จำนวน 9 สูตร รวมทั้งหมดเป็น จำนวน 10 สูตร

2.2 ทดลองสร้างไบโอเรซิน (Biorezin) ด้วยอัตราส่วนที่กำหนดไว้จำนวน 10 สูตร ด้วยยางไม้ 2 ชนิด โดยแต่ละชนิดของยางไม้และแต่ละสูตรที่ผสมกับกากกาแฟ ได้แก่ 1) ยางไม้จากต้นยางนาผสมกากกาแฟ 2) ยางไม้จากต้นตะเคียนทองผสมกากกาแฟ และวัดค่ากรด - ด่าง (pH) ที่ได้จากการสร้างเป็นไบโอเรซิน (Biorezin) ทั้ง 2 ชนิด

2.3 ทดสอบคุณสมบัติของไบโอเรซิน (Biorezin) ที่เคลือบกากกาแฟในแต่ละสูตรด้วยยางไม้ทั้ง 2 ชนิด ด้วยการแช่น้ำ เพื่อหาประสิทธิภาพในการเคลือบเม็ดสี

3. การทดลองย้อมผ้าจากกากกาแฟร่วมกับไบโอเรซิน (Biorezin) ทั้ง 2 ชนิด โดยศึกษาคุณสมบัติจากเอกสารที่เกี่ยวข้องและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านเม็ดสีธรรมชาติในประเภทและคุณสมบัติที่เหมาะสมของการนำมาใช้ย้อมสีผ้า เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างนวัตกรรมของการย้อมผ้าด้วยแอลกอฮอล์ ได้แก่ เม็ดสีกาแฟ โดยเลือกใช้กากกาแฟที่เหลือทิ้งจากการบริโภค

การวิเคราะห์: การวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติ ด้วยการศึกษาด้านเนื้อหา เอกสาร ตำรา บทความ และสื่อสังคมออนไลน์ ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ รวมถึงการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ มุ่งเน้นการศึกษากระบวนการสร้างด้วยการใช้องค์ความรู้ของการย้อมผ้า กระบวนการ/เทคนิค, วิทยาศาสตร์/เทคโนโลยี มีดังนี้

3.1 กระบวนการย้อมผ้าแบบดั้งเดิมด้วยกากกาแฟ พบว่า ระยะเวลาและอุณหภูมิและสารช่วยติด (Mordant) เป็นปัจจัยสำคัญต่อคุณภาพของการย้อมสีผ้า โดยระยะเวลาในการย้อม ถ้าย้อมเร็วเกินไป ผ้าจะมีรอยด่าง และสีไม่สม่ำเสมอ ถ้าย้อมนานเกินไปผ้าจะติดสีดีแต่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และทำให้เส้นใยมีคุณภาพลดลง โดยการวิจัยครั้งนี้ จะเลือกใช้ผ้าฝ้ายมัสลิน เนื่องจากเป็นผ้าที่มีคุณสมบัติเป็นเส้นใยธรรมชาติ มีราคาไม่สูงและหาซื้อได้ตามท้องตลาด

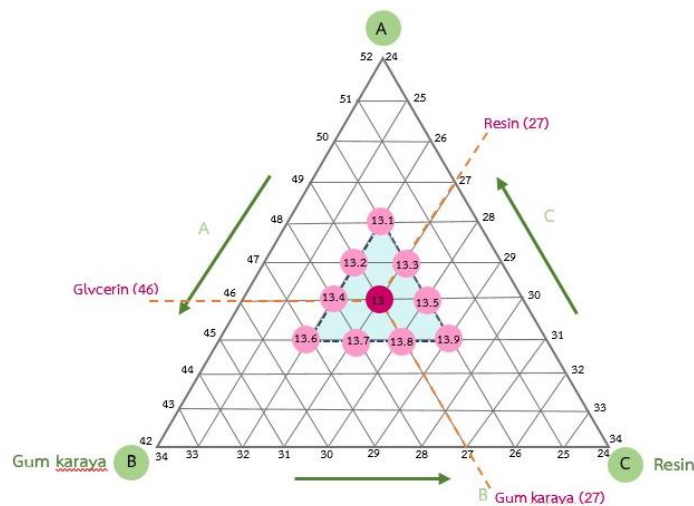
3.2 การทดลองกระบวนการย้อมสีผ้าด้วยแอลกอฮอล์จากไบโอเรซิน (Biorezin) ที่สร้างจากยางไม้ทั้ง 2 ชนิด ด้วยการใช้การคำนวณการกระจายสูตรบนทฤษฎีตาราง (Line blend) เพื่อกระจายสูตรและวัดค่ากรด - ด่าง (pH)

3.3 การวิเคราะห์สูตรไบโอเรซิน (Biorezin) และการยัดเกาะเม็ดสีบนเส้นใยผ้า วิเคราะห์สัดส่วนที่เหมาะสมต่อการย้อม เพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสมของการย้อมผ้าด้วยกากกาแฟ

ตัวแปรที่ศึกษา คือ 1) ยางไม้ โดยเฉพาะการเลือกชนิดของยางไม้ให้เหมาะสมในการสร้าง Biorezin ต่อกระบวนการสร้างการเคลือบเม็ดสีธรรมชาติ และ 2) เม็ดสีธรรมชาติ คือ กากกาแฟและสารช่วยติด (Mordant) โดยเฉพาะกากกาแฟที่เป็นวัสดุที่ผ่านการใช้งานด้วยการทำเป็นเครื่องดื่มมาแล้ว คุณภาพการให้เฉดสีอาจจะมี การเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษา: วิเคราะห์ได้ว่ากระบวนการสร้างไบโอพลาสติกชีวภาพจากการศึกษาด้วยตนเองโดยผ่านการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญและวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ด้วยการประยุกต์ใช้ร่วมกับภูมิปัญญาในกระบวนการย้อมผ้า ด้วยการทดลองนำยางไม้มาสร้างเป็นไบโอเรซิน (Bioresin) ซึ่งมีคุณสมบัติที่ไม่ละลายน้ำและเป็นวัสดุทางเลือกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและการนำยางไม้คารายากัม (Karaya Gum) (คุณสมบัติละลายน้ำได้ช้า) มาใช้เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) มาสร้างกระบวนการอิมัลชัน (Emulsion) และทำการแปลงค่าอัตราส่วนของการสร้างไบโอพลาสติกมาใช้กับยางไม้ (Resin) และกลีเซอริน (Glycerin) และคารายากัม (Karaya Gum) และนำการคำนวณการกระจายสูตรด้วยทฤษฎีตาราง Triaxial blend มาประยุกต์ใช้ซึ่งได้สูตรที่ 13 เป็นสูตรตั้งต้นและกระจายสูตรเพิ่มอีก จำนวน 9 สูตร รวมทั้งหมดมี จำนวน 10 สูตร เพื่อใช้ในการทดลองเคลือบกากกาแฟต่อไป รายละเอียดตามภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงการคำนวณด้วยการกระจาย เพื่อค้นหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการสร้างสูตรไบโอเรซิน (Bioresin) ด้วยการใช้ทฤษฎีตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial blend)

ตารางที่ 1 การแสดงรายละเอียดอัตราส่วนเพื่อใช้สร้างไบโอเรซิน (Bioresin) ตั้งแต่สูตรที่ 13 - 13.9 จากการคำนวณด้วยทฤษฎีตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial blend) ในภาพที่ 3 (โดยสูตรที่ 13 เป็นสูตรตั้งต้นและกระจายสูตรเพิ่มอีก 9 สูตร ได้แก่ 13.1, 13.2, 13.3, 13.4, 13.5, 13.6, 13.7, 13.8, 13.9)

สูตร	13	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9
Resin (R)	27	26	26	27	26	28	26	27	28	29
Glycerin (G)	46	48	47	47	46	46	45	45	45	45
Gum karaya (K)	27	26	26	26	28	26	29	28	27	26

จากตารางที่ 1 ผลการคำนวณด้วยการกระจายสูตรที่ 13 จากการใช้ทฤษฎีตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial blend) ได้สูตรเพิ่มอีกจำนวน 9 สูตร ได้แก่ 13.1, 13.2, 13.3, 13.4, 13.5, 13.6, 13.7, 13.8, 13.9 ด้วยการนำไปใช้ทดลองการสร้างไบโอเรซิน (Bioresin) จากยางไม้ ทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ ยางไม้ยางนา (Dipterocarpus alatus Roxb ex G. Don) และ 2) ยางไม้ตะเคียนทอง (Hopea odorata Roxb) เพื่อวิเคราะห์หายางไม้ที่เหมาะสมต่อการออกแบบกระบวนการย้อมผ้าด้วยสีธรรมชาติ

2. ผลการทดลอง: การสร้างไบโอเรซิน (Bioresin) โดยการนำวัสดุยางไม้ 2 ชนิด ได้แก่ 1) ยางไม้ตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb) และ 2) ยางไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb ex G. Don) มาเป็นวัสดุตั้งต้น และนำยางไม้คารายากัม (Karaya Gum) มาสร้างกระบวนการอิมัลชัน (Emulsion) และใช้ กลีเซอริน (Glycerin) มาเป็นตัวช่วยทำละลาย เพื่อสร้างไบโอเรซิน Bioresin รายละเอียดดังภาพที่ 4 คือ ลักษณะของไบโอเรซิน (Bioresin) ที่ได้จากยางไม้ตะเคียนทอง และรายละเอียดดังภาพที่ 5 คือ ลักษณะของไบโอเรซิน (Bioresin) ที่ได้จากยางไม้ยางนา



ภาพที่ 4 แผ่นไบโอเรซิน (Bioresin) ยางตะเคียนทองที่ผ่านกระบวนการ ด้วยเครื่องอบลมร้อน (Hot Air Oven)



ภาพที่ 5 แผ่นไบโอเรซิน (Bioresin) ยางนาที่ผ่าน กระบวนการ ด้วยเครื่องอบลมร้อน (Hot Air Oven)

ตารางที่ 2 ผลการทดลองสร้างแผ่นไบโอเรซินจากยางไม้ทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ สูตรที่ 13 - 13.9

ผลการทดลองสร้าง Bioresin										
ชนิด/ อัตราส่วน (g)	13	13.1	13.2	13.3	13.4	13.5	13.6	13.7	13.8	13.9
	R: 27	R: 26	R: 26	R: 27	R: 26	R: 28	R: 26	R: 27	R: 28	R: 29
	G: 46	G: 48	G: 47	G: 47	G: 46	G: 46	G: 45	G: 45	G: 45	G: 45
	K: 27	K: 26	K: 27	K: 26	K: 28	K: 26	K: 29	K: 28	K: 27	K: 26
Bioresin (ตะเคียน)	pH4.73	pH4.77	pH4.64	pH4.75	pH4.76	pH4.71	pH4.73	pH4.73	pH4.63	pH4.76
										
Bioresin (ยางนา)	pH4.94	pH4.71	pH4.93	pH4.93	pH4.96	pH4.91	pH4.78	pH4.85	pH4.81	pH4.84
										

จากตารางที่ 2 ผลการทดลองการสร้างแผ่นไบโอเรซิน (Bioresin) จากยางไม้ 2 ชนิด ได้แก่

ชนิดที่ 1 แผ่นไบโอเรซิน (Bioresin) ยางไม้ตะเคียนทอง(*Hopea odorata* Roxb) สูตรที่ 13 - 13.9 ใช้เวลา 4 ชั่วโมง เริ่มมีการเซตตัวและมีขนาดตามรูปทรงของภาชนะที่เซตตัวไว้ เนื้อของวัสดุละเอียดและมีความฟู มีสีน้ำตาลเข้มอมแดง มีกลิ่นสมุนไพรชัดเจน และทั้ง 10 สูตร จะมีค่ากรด - ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 4.63 - 4.76 และนำไปเข้ากระบวนการด้วยเครื่องอบลมร้อน (Hot Air Oven) เวลา 6 ชั่วโมง พบว่า เนื้อวัสดุจะแห้ง สีจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม มีความเหนียวและความแข็งแรงมากขึ้น

ชนิดที่ 2 แผ่นไบโอเรซิน (Bioresin) ยางไม้ยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb ex G) สูตรที่ 13 - 13.9 แผ่นไบโอเรซิน (Bioresin) ใช้เวลา 4 ชั่วโมง เริ่มมีการเซตตัวและมีขนาดตามรูปทรงของภาชนะที่เซตตัวไว้ เนื้อของวัสดุละเอียดและมีความฟู มีสีน้ำตาลอ่อน มีกลิ่นสมุนไพรปนยางไม้ และทั้ง 10 สูตร จะมีค่ากรด -

ต่าง (pH) อยู่ในช่วง 4.71 - 4.96 และนำไปเข้ากระบวนการด้วยเครื่องอบลมร้อน (Hot Air Oven) เวลา 6 ชั่วโมง พบว่า เนื้อวัสดุจะแห้ง สีจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้ม มีความเหนียวและความแข็งแรงมากขึ้น

ตารางที่ 3 การแสดงผลการทดสอบการนำไปโอเรซิน (Bioresin) ที่เคลือบกากกาแฟด้วยการแช่ในน้ำใน เวลา 1 - 30 นาที เพื่อทดสอบคุณสมบัติของการเคลือบกากกาแฟด้วยไบโอเรซิน (Bioresin)

สูตร อัตราส่วน (g)	ไบโอเรซิน (Bioresin) ยางตะเคียนทอง			ไบโอเรซิน (Bioresin) ยางนา		
	เคลือบกากกาแฟ			เคลือบกากกาแฟ		
	ก่อน ทดสอบ	เวลาการ ละลาย	ทดสอบทางกายภาพหลัง การทดสอบ	ก่อน ทดสอบ	เวลาการ ละลาย	ทดสอบทางกายภาพหลัง การทดสอบ
13 R: G: K: C 27:46:27:10	pH 4.89 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุยังคงสภาพแผ่น เนื้อฟู สีไม่ละลายในน้ำ วัสดุเนื้อฟู ไม่ละลายในน้ำ	pH 5.06 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุยังคงสภาพแผ่น เนื้อฟู สีไม่ละลายในน้ำ วัสดุเนื้อฟู ไม่ละลายในน้ำ
13.1 R: G: K: C 26:48:27:10	pH 4.89 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุยังคงสภาพแผ่น เนื้อฟู สีไม่ละลายในน้ำ วัสดุเปลี่ยนรูป เนื้อฟู สีไม่ ละลายในน้ำ	pH 4.90 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุยังคงสภาพแผ่น เนื้อฟู สีไม่ละลายในน้ำ วัสดุเปลี่ยนรูป เนื้อฟู สีไม่ ละลายในน้ำ
13.2 R: G: K: C 26:47:27:10	pH 4.73 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุเนื้อฟู ไม่ละลายในน้ำ วัสดุเปลี่ยนรูป เนื้อฟู สีไม่ ละลายในน้ำ	pH 5.01 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุเนื้อฟู ไม่ละลายในน้ำ วัสดุเปลี่ยนรูป เนื้อฟู สีไม่ ละลายในน้ำ
13.3 R: G: K: C 27:47:26:10	pH 4.88 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุเนื้อฟู ไม่ละลายในน้ำ วัสดุเปลี่ยนรูป เนื้อฟู สีไม่ ละลายในน้ำ	pH 5.05 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุเนื้อฟู ไม่ละลายในน้ำ วัสดุเปลี่ยนรูป เนื้อฟู สีไม่ ละลายในน้ำ
13.4 R: G: K: C 27:46:27:10	pH 4.88 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุเนื้อฟู ไม่ละลายในน้ำ วัสดุเปลี่ยนรูป เนื้อฟู สีไม่ ละลายในน้ำ	pH 5.07 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุเนื้อฟู ไม่ละลายในน้ำ วัสดุเปลี่ยนรูป เนื้อฟู สีไม่ ละลายในน้ำ
13.5 R: G: K: C 26:46:28:10	pH 4.87 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุเนื้อฟู ไม่ละลายในน้ำ วัสดุเปลี่ยนรูป เนื้อฟู สีไม่ ละลายในน้ำ	pH 5.02 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุเนื้อฟู ไม่ละลายในน้ำ วัสดุเปลี่ยนรูป เนื้อฟู สีไม่ ละลายในน้ำ

ตารางที่ 3 การแสดงผลการทดสอบการนำไบโอเรซิน (Bioresin) ที่เคลือบกากกาแฟด้วยการแช่ในน้ำใน เวลา 1 - 30 นาที เพื่อทดสอบคุณสมบัติของการเคลือบกากกาแฟด้วยไบโอเรซิน (Bioresin) (ต่อ)

สูตร อัตราส่วน (g)	ไบโอเรซิน (Bioresin) ยางตะเคียนทอง			ไบโอเรซิน (Bioresin) ยางนา		
	เคลือบกากกาแฟ			เคลือบกากกาแฟ		
	ก่อน ทดสอบ	เวลาการ ละลาย	ทดสอบทางกายภาพหลัง การทดสอบ	ก่อน ทดสอบ	เวลาการ ละลาย	ทดสอบทางกายภาพหลัง การทดสอบ
13.6 R: G: K: C 26:45:29:10	pH 4.89 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุเนื้อฟู ไม่ละลายในน้ำ วัสดุเปลี่ยนรูป เนื้อฟู สีไม่ ละลายในน้ำ	pH 4.92 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุเนื้อฟู ไม่ละลายในน้ำ วัสดุเปลี่ยนรูป เนื้อฟู สีไม่ ละลายในน้ำ
13.7 R: G: K: C 27:45:28:10	pH 4.99 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุเนื้อฟู ไม่ละลายในน้ำ วัสดุเปลี่ยนรูป เนื้อฟู สีไม่ ละลายในน้ำ	pH 4.96 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุเนื้อฟู ไม่ละลายในน้ำ วัสดุเปลี่ยนรูป เนื้อฟู สีไม่ ละลายในน้ำ
13.8 R: G: K: C 28:45:27:10	pH 4.73 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุเนื้อฟู ไม่ละลายในน้ำ วัสดุเปลี่ยนรูป เนื้อฟู สีไม่ ละลายในน้ำ	pH 4.94 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุเนื้อฟู ไม่ละลายในน้ำ วัสดุเปลี่ยนรูป เนื้อฟู สีไม่ ละลายในน้ำ
13.9 R: G: K: C 29:45:26:10	pH 4.88 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุเนื้อฟู ไม่ละลายในน้ำ วัสดุเปลี่ยนรูป เนื้อฟู สีไม่ ละลายในน้ำ	pH 4.96 	1 - 10 นาที 1 - 20 นาที 1 - 30 นาที	ไม่ละลายน้ำ วัสดุเนื้อฟู ไม่ละลายในน้ำ วัสดุเปลี่ยนรูป เนื้อฟู สีไม่ ละลายในน้ำ

จากตารางที่ 3 ผลการทดลองด้วยการใช้ไบโอเรซิน (Bioresin) มาเคลือบเมล็ดสีกากกาแฟ สรุปได้ดังนี้

ชนิดที่ 1 แผ่นไบโอเรซิน (Bioresin) ยางตะเคียนทอง สูตรที่ 13 - 13.9 แบบผสมกับกากกาแฟ ในอัตราส่วนจำนวนสูตรละ 10 กรัม มีค่ากรด - ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 4.73 - 4.99 มาทดสอบด้วยการแช่น้ำด้วย เวลา 30 นาที มีดังนี้ ช่วงที่ 1 คือ แช่น้ำ 1 - 10 นาที พบว่า วัสดุยังจับตัวเป็นแผ่น สีของกาแฟไม่ละลายในน้ำ, ช่วงที่ 2 คือ แช่น้ำ 1 - 20 นาที พบว่า วัสดุยังจับตัวเป็นแผ่น สีของกาแฟยังไม่ละลายในน้ำแต่สังเกตได้ก็ว่าเนื้อ วัสดุมีความพองตัวเหมือนฟองน้ำ วิเคราะห์ได้ว่า เกิดการพองตัวของยางไม้คารายากัม (Karaya Gum) เมื่อละลายใน น้ำ พบว่า กากกาแฟเริ่มละลายในน้ำแต่ไม่มาก ช่วงที่ 3 คือ แช่น้ำ 1 - 30 นาที (โดยช่วงเวลาที่ 22 - 25 นาที) พบว่า วัสดุเริ่มแยกตัวออกจากกันและเปลี่ยนรูปไม่เป็นแผ่นและกากกาแฟเริ่มละลายในน้ำมากขึ้น

ชนิดที่ 2 แผ่นไบโอเรซิน (Bioresin) ยางไม้ยางนา สูตรที่ 13 - 13.9 แบบผสมกับกากกาแฟใน อัตราส่วนจำนวนสูตรละ 10 กรัม มีค่ากรด - ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 4.90 - 5.07 มาทดสอบด้วยการแช่น้ำด้วยเวลา 30 นาที มีดังนี้ ช่วงที่ 1 คือ แช่น้ำ 1 - 10 นาที พบว่า วัสดุยังจับตัวเป็นแผ่น สีของกาแฟไม่ละลายในน้ำ, ช่วงที่ 2 คือ แช่น้ำในช่วงเวลา 1 - 20 นาที พบว่า วัสดุยังจับตัวเป็นแผ่น สีของกาแฟยังไม่ละลายในน้ำแต่สังเกตได้ก็ว่า เนื้อวัสดุมีความพองตัวเหมือนฟองน้ำ วิเคราะห์ได้ว่า เกิดการพองตัวของยางไม้คารายากัม (Karaya Gum) เมื่อ ละลายในน้ำ พบว่า กากกาแฟเริ่มละลายในน้ำแต่ไม่มาก, ช่วงที่ 3 คือ แช่น้ำ 1 - 30 นาที (โดยช่วงเวลาที่ 25 นาที) พบว่า วัสดุเริ่มแยกตัวออกจากกันและเปลี่ยนรูปไม่เป็นแผ่นและกากกาแฟเริ่มละลายในน้ำมากขึ้น

ดังนั้น ยางไม้ทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ 1) ยางไม้ตะเคียนทอง และ 2) ยางไม้ยางนา สามารถนำมาประยุกต์สร้างเป็นวัสดุไบโอเรซิน (Bioresin) ได้ดีที่ได้จากองค์ความรู้ของไบโอพลาสติกชีวภาพ และสามารถนำมาเคลือบเม็ดสีธรรมชาติเพื่อป้องกันการละลายของน้ำได้

3. ผลการทดลอง: การนำไบโอเรซิน (Bioresin) มาประยุกต์ใช้กับกระบวนการย้อมผ้าจากกากกาแฟ ทั้ง 2 ชนิด จะเลือกใช้ไบโอเรซิน (Bioresin) สูตรที่ 13.5 เนื่องจากการเตรียมวัสดุก่อนการย้อมสีผ้าจะต้องนำแผ่นใช้ไบโอเรซิน (Bioresin) มาบดเป็นแบบผง และพบว่า สูตรที่ 13.5 มีความเหมาะสมที่สุด (ซึ่งมีลักษณะของเนื้อวัสดุเป็นผงและไม่เหนียวติดกันเป็นก้อน) ตามภาพที่ 6 และภาพที่ 7



ภาพที่ 6 แผ่นไบโอเรซิน (Bioresin) ยางตะเคียนทองที่บดเป็นผงของสูตรที่ 13.5 มีลักษณะที่เป็นเม็ดและไม่เกาะกันเป็นก้อนเหนียว



ภาพที่ 7 แผ่นไบโอเรซิน (Bioresin) ยางนาที่บดเป็นผงของสูตรที่ 13.5 มีลักษณะที่เป็นเม็ดและไม่เกาะกันเป็นก้อนเหนียว

ขั้นตอนกระบวนการย้อมผ้าจะใช้การคำนวณด้วยทฤษฎีตาราง Line blend กระดาษสูตร เพื่อหาลักษณะของการย้อมสีของสีบนเส้นใยผ้าจากการใช้วัสดุไบโอเรซินมาย้อมกับผ้าฝ้ายมัดสี ขนาด 10 x 10 เซนติเมตร โดยใช้ไบโอเรซิน (Bioresin) สูตรที่ 13.5 ย้อมกับกากกาแฟและแอลกอฮอล์ 10 มิลลิกรัม (แทนการใช้น้ำ) โดยมีรายละเอียด ตั้งแต่สูตรที่ 2 - 9 ดังนี้

ตารางที่ 4 สูตรการย้อมสีผ้า (สูตรที่ 2 - 9) เพื่อใช้คำนวณอัตราส่วนในการย้อมผ้าจากวัสดุไบโอเรซิน (Bioresin) กับกากกาแฟ ด้วยตารางทฤษฎี Line blend

สูตรที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	หน่วย
วัสดุไบโอเรซินยางนา (B)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1	กรัม
กากกาแฟ (C)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	กรัม
แอลกอฮอล์ 99% (A)	-	10	10	10	10	10	10	10	10	10	-	มิลลิกรัม

จากตารางที่ 4 ผลการคำนวณด้วยการกระจายสูตรด้วยตารางทฤษฎี Line blend พบว่า ได้สูตรในการทดลองย้อมผ้า จำนวน 9 สูตร ได้แก่ 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 และใช้แอลกอฮอล์ (Alcohol) จำนวน 30 มิลลิกรัม เพื่อวิเคราะห์หาสูตรที่เหมาะสมต่อการย้อมผ้าและวิเคราะห์ต้นทุนของวัสดุได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 5 การผลการย้อมผ้าจากกระบวนการย้อมผ้าด้วยวัสดุไบโอเรซิน (Bioresin) ทั้ง 2 ชนิด กับกา
กาแพ (สูตรจากตารางที่ 4 ตั้งแต่สูตรที่ 2 - 9) โดยผ่านชักน้ำ 5 ครั้ง

ผลการทดลองการย้อมผ้าด้วยแอลกอฮอล์จากการเคลือบเม็ดสีจากกาแพด้วย Bioresin (ชักด้วยน้ำ 5 ครั้ง)									
ชนิด/ อัตราส่วน (g)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	B: C: A 9: 1: 10	B: C: A 8: 2: 10	B: C: A 7: 3: 10	B: C: A 6: 4: 10	B: C: A 5: 5: 10	B: C: A 4: 6: 10	B: C: A 7: 3: 10	B: C: A 8: 2: 10	B: C: A 1: 9: 10
ผ้าที่ย้อม Bioresin (ตะเคียน)									
ผ้าที่ย้อม Bioresin (ยางนา)									

จากตารางที่ 5 ผลการทดลองด้วยกระบวนการย้อมผ้าจากยางไม้ด้วยการใช้แอลกอฮอล์ สรุปลงได้ว่าผ้าที่ผ่านการย้อมด้วยกระบวนการนี้ (ชักน้ำ จำนวน 5 ครั้ง) พบว่า การย้อมผ้าด้วยไบโอเรซิน (Bioresin) ทั้ง 2 ชนิดในสูตรที่ 7 ให้เฉดสีที่เข้มที่สุดและสีมีความสม่ำเสมอที่สุด โดยมีอัตราส่วน ได้แก่ B: 4, C: 6, A: 10 และสูตรที่ 2 ได้เฉดสีที่อ่อนที่สุดและสีไม่มีความสม่ำเสมอ โดยมีอัตราส่วน ได้แก่ B: 9, C: 1, A: 10 และสูตรที่ 10 ได้เฉดสีที่ไม่สม่ำเสมอ โดยมีอัตราส่วน ได้แก่ B: 1, C: 9, A: 10 ดังนั้น การย้อมผ้าด้วยกระบวนการประยุกต์นี้สามารถนำมาย้อมผ้าด้วยการใช้แอลกอฮอล์แทนการใช้ชักน้ำได้ด้วยไบโอเรซิน (Bioresin) จากยางไม้ทั้ง 2 ชนิด ในอัตราส่วนของการย้อมในสูตรที่เหมือนกัน นอกจากนี้ ลักษณะของสีผ้าที่ได้จากการใช้แผ่นไบโอเรซิน (Bioresin) ด้วยการนำกาแพที่เหลือจากการบริโภคมาใช้ใหม่ด้วยวิธีการประยุกต์แบบร่วมสมัย สรุปลงได้ว่าสีที่ได้จากกระบวนการที่นำวัสดุทางเลือกมาใช้ครั้งนี้จะเป็นสีน้ำตาลและจากการใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์มากระจายสูตรด้วยแวริเอชัน (Variation) ด้วยการย้อมผ้าจากการคำนวณด้วยทฤษฎีตาราง Line blend พบว่า สีที่ได้จะมีโทนสีที่เรียงกันจากสีเข้มไปหาสีอ่อนตามตารางที่ 5 นอกจากนี้สามารถประยุกต์สร้างสรรค์ด้วยการเลือกใช้เฉดสีได้ตามสัดส่วนที่ต้องการและยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการควบคุมวัสดุและต้นทุนได้

อภิปรายผล

ในการวิจัยครั้งนี้ การนำยางไม้จากต้นยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb ex G. Don) และยางไม้จากต้นตะเคียนทอง (*Hopea odorata* Roxb) มาทดลองสร้างวัสดุทางเลือกในรูปแบบที่เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติในการเคลือบเม็ดสี เพื่อปกป้องเม็ดสีและช่วยเสริมแรงในการยึดเกาะระหว่างเม็ดสีจากกาแพกับเส้นใยของผ้า มีสลิ้นและการนำยางไม้คารายากัม (Karaya Gum) มาใช้ในกระบวนการ Emulsion เพื่อให้เกิดการสร้างไบโอเรซิน (Bioresin) ให้มีประสิทธิภาพ โดยการสร้างวัสดุทางเลือกนี้จะเป็นวัสดุตั้งต้นที่สามารถนำภูมิปัญญาดั้งเดิมมาประยุกต์ใช้เป็นภูมิปัญญาสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการย้อมผ้าใน “รูปแบบวงจรการออกแบบหมุนเวียน” ด้วยการนำวัสดุยางไม้ยางนาจากภูมิปัญญาที่เป็นรากเหง้างานหัตถกรรมมาสร้างไบโอเรซินและกาแพที่เหลือใช้จากการบริโภคให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับบทความ Bioplastic: Alternative material ด้วยการนำ (Polylactic acid, PLA) (ภัทรนันท์ ทวดอาจ และคณะ, 2559) ในประเด็นพลาสติกชีวภาพจากวัตถุดิบตั้งต้นที่ได้จากวัสดุที่เหลือใช้ทางการเกษตรมาประยุกต์สร้างไบโอพลาสติกที่มีข้อดี คือ สามารถย่อยสลายได้และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ วัสดุทางเลือกไบโอเรซินยังเป็นการออกแบบมาเพื่อสอดรับการสร้างสรรคที่ตระหนักถึงคุณค่าของการนำวัตถุดิบกลับมาใช้ใหม่ด้วยการประยุกต์กระบวนการย้อมผ้าในรูปแบบร่วมสมัยที่ได้จากการประยุกต์ภูมิปัญญาในแบบพึ่งพาตนเองด้วยการออกแบบกระบวนการย้อมผ้าในแบบร่วมสมัยที่ได้จากพฤติกรรมที่

ได้จากมนุษย์สมัย คือ มนุษย์พยายามสร้างความตระหนักแก่มนุษย์ เพื่อให้มนุษย์ใส่ใจดูแลระบบนิเวศ (เก่ง กิติ เรียงลาภ, 2564) ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมมนุษย์ในยุคนี้ โดยจะตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมและการประหยัดพลังงาน เลือกใช้วัสดุที่มีจำนวนจำกัดให้สามารถดัดแปลงสร้างสรรค์ได้และเล็งเห็นถึงคุณค่าของวัสดุที่เหลือจากการบริโภค รวมถึงพื้นที่ในการสร้างสรรค์งานที่มีจำนวนจำกัด

สรุปและข้อเสนอแนะ

แนวทางที่ดีที่สุดในการเลือกใช้วัสดุอย่างไม้จากการสร้างกระบวนการไบโอเรซิน (Bioresin) ด้วยยางไม้ทั้ง 2 ชนิดนี้ ซึ่งมีคุณสมบัติที่สามารถเคลือบเมล็ดสัได้อัลลายคลึงกัน ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกยางไม้ต้นยางนา (*Dipterocarpus alatus* Roxb ex G. Don) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างไบโอเรซิน (Bioresin) เนื่องจากเมื่อพิจารณาทางต้นทุนผู้วิจัยพิจารณาได้ว่า ยางไม้ 2 ชนิดนี้ มีข้อแตกต่าง 3 ประเด็น ดังนี้ ประเด็นที่ 1: ราคา (ยาง นามีราคาถูกกว่ายางตะเคียนทองมากและหาง่ายกว่า) ประเด็นที่ 2: ค่ากรด - ด่าง (pH) เมื่อนำยางนามาสร้างเป็น แผ่นไบโอเรซิน (Bioresin) พบว่า จะมีค่ากรด - ด่าง (pH) ที่ต่ำกว่า แผ่นไบโอเรซิน (Bioresin) จากยาง ตะเคียนทอง และประเด็นที่ 3: การละลายน้ำ แผ่นไบโอเรซิน (Bioresin) จากยางนา เคลือบกากกาแฟได้นานกว่า แผ่นไบโอเรซิน (Bioresin) จากยางตะเคียนทอง เพราะฉะนั้น สรุปได้ว่า ยางนามีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่จะนำมา สร้างเป็นไบโอเรซิน (Bioresin) ได้ดีกว่ายางตะเคียนทอง ด้วยเหตุนี้การย้อมผ้าแบบร่วมสมัย รวมถึงการ สร้างสรรค์ที่หลีกเลี่ยงการสร้างมลภาวะทางสิ่งแวดล้อม โดยสามารถใช้เป็นแนวทางตอบสนองเป้าหมายเชิง ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ.2561 - 2580) ของประเทศในการขับเคลื่อน BCG Model การขับเคลื่อนเศรษฐกิจ แบบยั่งยืนด้วยการพึ่งพาตนเอง จากวัสดุทางเลือกของการวิจัยครั้งนี้ สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการต่อยอดเพื่อ ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน อันก่อให้เกิดการต่อยอดกระบวนการที่ประยุกต์แบบร่วมสมัยได้ ดังนี้ 1) ใช้ทดแทนวัสดุ สังกะสี 2) ใช้สนับสนุนกระบวนการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยการไม่สร้างมลภาวะทางน้ำหลังจาก กระบวนการย้อมผ้า และ 3) ใช้สนับสนุนวัสดุที่เหลือจากการบริโภคมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อีก

เอกสารอ้างอิง

- เก่ง กิติเรียงลาภ. (2564). ANTHROOCENE บทวิพากษ์มนุษย์และวิกฤตสิ่งแวดล้อมในยุคสมัยแห่ง. (พิมพ์ครั้งที่ 1). ศูนย์มานุษยวิทยาสิรินธร องค์การมหาชน: ภาพพิมพ์.
- ไพรัตน์ ปุญญาเจริญนนท์ และคณะ. (2557). การพัฒนาการเตรียมสีผงจากการย้อมธรรมชาติ: งานวิจัยคณะสิ่งแวดล้อมและออกแบบแฟชั่น. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2566). รายงานการดำเนินงาน กองจัดการคุณภาพน้ำ พ.ศ. 2564. เรียกใช้เมื่อ 1 มิถุนายน 2566 จาก https://www.pcd.go.th/wp-content/uploads/2020/05/pcdnew-2020-05-20_04-16-18_565529.pdf
- จักร พิชัยศรทัต. (2566). การย้อมผ้าด้วยสีจากธรรมชาติ. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพมหานคร: สถาบันสร้างสรรค์งานศิลป์.
- ฉันทดี สุขประเสริฐ. (2564). ครุ. เรียกใช้เมื่อ 5 มิถุนายน 2566 จาก <https://citly.me/E2NTD>
- ธีรพล อิมใจ. (26 ตุลาคม 2565). คุณสมบัติของยางไม้และประโยชน์ของยางไม้. (ดวงใจ อุชชิน, ผู้สัมภาษณ์)
- บุศรินทร์ เลิศขวลิตสกุล และคณะ. (2565). ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสังคมร่วมสมัย. (พิมพ์ครั้งที่ 1). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยนเรศวร: รัตนสุวรรณการพิมพ์ 3.
- ภัทรนันท์ ทวดอาจ และคณะ. (2559). พลาสติกชีวภาพ: วัสดุทางเลือก Bioplastics: Alternative material. เรียกใช้เมื่อ 1 สิงหาคม 2566 จาก <http://dspace.bru.ac.th/xmlui/handle/123456789/7276>

- วิธีการทำพลาสติกชีวภาพ. (2565). วิธีการที่ 1 ใช้แป้งข้าวโพดและน้ำส้มสายชู. เรียกใช้เมื่อ 3 มีนาคม 2566 จาก <https://citly.me/r4EDk>.
- วิบูลย์ ลี้สุวรรณ. (2558). พจนานุกรมหัตถกรรมเครื่องมือเครื่องใช้พื้นบ้าน. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: บริษัทวิริยะธุรกิจ จำกัด.
- วีณา พันธุ์ธีรานุรักษ์ และคณะ. (2565). ย้อมรอย. เรียกใช้เมื่อ 1 สิงหาคม 2566 จาก <https://readthecloud.co/thai-natural-dyes/>
- สมพงศ์ จันทร์โพธิ์ศรี. (2560). เคมีอินทรีย์ เล่ม 2. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพมหานคร: วิทยพัฒน์.
- อมรรัตน์ เลิศวรสิริกุล. (2554). พอลิแลกติกแอซิด: พอลิเอสเทอร์ จากทรัพยากรที่สร้างทดแทนใหม่ได้. วารสารวิศวกรรมสาร มก, 24(77), 99-110.
- Kungten, P. (2023). What is caray gum. เรียกใช้เมื่อ 6 March 2023 จาก http://baipaknaru.blogspot.com/2013/03/blog-post_1321.html.
- Youyangsong, S. (2023). Youyang Song. Retrieved June 8, 2023, from <https://youyangsong.com/>