

การเปรียบเทียบตัวประสานในชั้นรองพื้นสำหรับงานอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนังของไทย*

Comparison of Binders in Ground Layer for Restoration of Thai Mural Painting

ธนัท ไทรงาม (Tanatat Saingam)^{**}

ขวัญจิต เลิศศิริ (Kwanjit Lertsiri)^{***}

ณิชนันท์ เทพสุภรังษิกุล (Nichanan Thepsuparungsikul)^{****}

บทคัดย่อ

กาวเมลต์มะขามถูกใช้เป็นตัวประสานในชั้นรองพื้นสำหรับงานอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนังไทยแต่มีข้อเสียคือเมลต์มะขามหาได้ยากนอกฤดูตุลาคม ไม่สามารถเก็บรักษาได้ในระยะเวลานาน และยุ่งยากในการเตรียม ต่อมาในปี พ.ศ. 2540 ช่างอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนังไทยได้เริ่มนำกาวยางกระถินมาใช้เป็นตัวประสาน เนื่องจากหาซื้อและเตรียมได้ง่าย แต่กาวยางกระถินนั้นเกิดการเสียสภาพได้ในระยะเวลานาน ในปัจจุบันมีรายงานการใช้ทั้งกาวเมลต์มะขาม และกาวยางกระถินในงานอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนังในส่วนของชั้นรองพื้นแต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของกาวทั้งสองชนิดนี้ งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาการเมลต์มะขามให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในด้านการยึดเกาะ การเตรียม และการเก็บรักษา โดยการสกัดเอมิเซลลูโลสออกมาจากเมลต์มะขาม แล้วนำไปใช้เป็นตัวประสาน จากนั้นได้ศึกษาและเปรียบเทียบคุณสมบัติของกาวยางกระถิน กาวเมลต์มะขาม และกาวเอมิเซลลูโลสในด้านความหนืด การเสียสภาพลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ จากผลการทดลองพบว่ากาวเอมิเซลลูโลสให้ค่าความหนืดมากกว่ากาวยางกระถิน และมีค่าใกล้เคียงกับกาวเมลต์มะขาม อีกทั้งยังสามารถเก็บรักษานานกว่ากาวเมลต์มะขาม และกาวยางกระถิน ดังนั้นกาวเอมิเซลลูโลสจากเมลต์มะขามจึงถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำมาใช้เป็นตัวประสานในชั้นรองพื้นสำหรับงานอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนังของไทย

คำสำคัญ: จิตรกรรมฝาผนัง, ตัวประสาน, เมลต์มะขาม, ยางกระถิน, เอมิเซลลูโลส

* เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัย

** นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีวิเคราะห์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร e-mail: tanatat.sai@gmail.com

Student of Master of Science (Analytical Chemistry), Department of Chemistry, Faculty of Science, Silpakorn University

*** นายช่างศิลปกรรมอาวุโส กลุ่มอนุรักษ์จิตรกรรมและประติมากรรม กรมศิลปากร e-mail: kwanjitl@gmail.com

Conservator, Division of Conservation Painting and Sculpture, Department of Fine Arts

**** อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร e-mail: tepsuparungsiku_n@su.ac.th

Lecturer, Department of Chemistry, Faculty of Science, Silpakorn University

Abstract

Tamarind kernel gum has been reported as a binder in the ground layer for Thai mural painting. However, the problems encountered include difficulties in finding out-of-season tamarind seeds, preservation and preparation. In 1997, Thai mural painting conservators have applied acacia gum as a binder because of its convenience to purchase and prepare. Unfortunately, the acacia gum is easy to denature. At present, both tamarind kernel gum and acacia gum have been used as a binder for the ground layer during restoration of Thai mural painting. No study on comparison of the properties between tamarind kernel gum and acacia gum has been reported. This paper focuses on improving the gum from tamarind seeds to provide good adhesion, ease-of-use and long-term preservation. Hemicellulose was extracted from tamarind seeds and used as a binder. In this study, various types of gum, namely acacia gum, tamarind kernel gum and hemicellulose gum, were characterized and compared in terms of viscosity, denaturation, morphology and physical changing. The results showed that hemicellulose gum provided higher viscosity than that of acacia gum and closed to the viscosity from tamarind kernel gum. Moreover, hemicellulose gum could be preserved longer than both acacia gum and tamarind kernel gum. Therefore, hemicellulose gum was identified as a potential alternative as a binder in the ground layer of Thai mural painting.

Keywords: Mural painting, binder, tamarind seed, acacia gum, hemicellulose

บทนำ

จิตรกรรมฝาผนังของไทย (Thai mural painting) หมายถึง ภาพเขียนบนฝาผนังที่มีลักษณะเป็นแบบอย่างของไทย โดยในอดีตการเขียนจิตรกรรมฝาผนังมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นสื่อการสอนในพระพุทธศาสนา ตกแต่งผนังให้สวยงาม และประดับสถานที่อันศักดิ์สิทธิ์ เช่น พระมหาปราสาท พระราชวัง และพุทธศาสนสถานต่างๆ ส่วนใหญ่จะกล่าวถึงวรรณกรรมทางพระพุทธศาสนา วิถีชีวิต จารีตประเพณี และตำราความรู้ต่างๆ ดังนั้นจิตรกรรมฝาผนังที่ยังเหลือทิ้งร่องรอยให้เห็นจนถึงปัจจุบัน ถือเป็นหลักฐานทางประวัติศาสตร์ เช่นเดียวกับการจารึกด้วยตัวอักษร (วรรณิกา, 2528; สมชาติ, 2529)

การสร้างจิตรกรรมฝาผนังของไทยในสมัยโบราณแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอน 1) การเตรียมผนัง หรือ การเตรียมชั้นปูนน้ำอ้อย เป็นขั้นตอนการเตรียมผนังชั้นปูนฉาบเพื่อความมั่นคงของโครงสร้างอิฐ และเพื่อเตรียมผนังให้เรียบเนียน 2) การเตรียมชั้นรองพื้น เป็นการทารองพื้นลงไปบนผนังปูนฉาบก่อนการเขียนภาพ โดยเตรียมรองพื้นจากดินสอพองผสมกับกาวยาที่ได้จากเมล็ดมะขาม และขัดพื้นอีกครั้งเพื่อให้ผิวเรียบ ชั้นรองพื้นนี้จะทำหน้าที่ดูดซับ และยึดเกาะสีได้ดี มีส่วนช่วยให้สีสดใสตามธรรมชาติของสี 3) การเขียนภาพ เป็นขั้นตอนเขียนภาพลงบนฝาผนัง โดยใช้สีจากธรรมชาติ เช่น แร่ธาตุ ดิน หรือ เหม่า โดยนำสีมาบดให้ละเอียดแล้วผสมกับกาวยาหนัสดัว หรือ กาวยางกระถิน (อาภรณ์, 2554)

ในปัจจุบันจิตรกรรมฝาผนังเกิดการเสื่อมโทรม ผุพัง หรือเสียหาย ซึ่งมีสาเหตุมาจาก 2 ปัจจัยหลัก คือ 1) สาเหตุจากมนุษย์ ทั้งจากการทำลายโดยเจตนาและไม่เจตนา การจับต้องที่ขาดความระมัดระวัง การบูรณะซ่อมแซมที่ผิดวิธี ตลอดจนความบกพร่องของอุปกรณ์ในการซ่อมแซม 2) สาเหตุจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น แสงแดด ความร้อน มลภาวะทางอากาศ และน้ำท่วมขัง เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังโดยตรง เช่น เสียรูปร่าง บิดงอ ภาพลบเลือน สีซีด และกรอบเปราะ (กตัญชี่, 2543)

การอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนังในประเทศไทย ดำเนินการโดยกลุ่มงานอนุรักษ์จิตรกรรมและประติมากรรม กรมศิลปากร กระทรวงวัฒนธรรม การดำเนินการแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน 1) ขั้นเตรียมการ โดยการสำรวจเก็บข้อมูลหลักฐานทางจิตรกรรม จัดลำดับความเร่งด่วนในการอนุรักษ์ตามคุณค่า ความสำคัญ และเทคนิคของจิตรกรรม วิเคราะห์ปัญหาจนรู้ถึงวิธีแก้ปัญหาที่เป็นสาเหตุให้จิตรกรรมเสื่อมสภาพ 2) ขั้นปฏิบัติการ โดยเป็นขั้นตอนการอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนังให้กลับมามีสภาพดีและคงความงามดั้งเดิม โดยในปัจจุบันใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มาผสมผสานกับความรู้การช่างไทยโบราณ โดยขั้นตอนการปฏิบัติการอนุรักษ์เริ่มต้นจากการทำความสะอาดฝาผนัง ผนังเสริมความมั่นคง และจุดปูนที่เสื่อมสภาพที่ไม่มีจิตรกรรมฝาผนังออกแล้วฉาบด้วยปูนน้ำอ้อย จากนั้นลงชั้นรองพื้นด้วยดินสอพองซึ่งผสมกับกาวเมล็ดมะขามหรือกาวยางกระถินในบริเวณที่ชำรุดสุดท้ายจึงซ่อมแซมส่วนภาพจิตรกรรม (วรรณิภา, 2528; สมปอง, 2550)

ข้อมูลจากสำเนาจารึก แผ่นศิลาว่าด้วยการปฏิสังขรณ์วัดโพธาราม สมุดไทยดำ จดหมายเหตุรัชกาลที่ 1 (จศ.1163) ระบุว่าวัสดุที่ช่างไทยใช้ทำชั้นรองพื้นสำหรับเตรียมเขียนจิตรกรรมฝาผนัง ได้แก่ ดินสอพองผสมกาวเมล็ดมะขาม โดยเหตุที่เลือกใช้กาวจากเมล็ดมะขามอาจเนื่องจากเป็นวัสดุธรรมชาติที่หาได้ง่ายและมีคุณสมบัติที่เหมาะสม คือ ให้สีขาวนวลเรียบเนียน ยึดเกาะกับพื้นปูนได้ดี ดูดซับสีได้ดี และมีรูปทรงทำให้ผนังคายความชื้นออกได้ จึงได้กำหนดวัสดุชั้นรองพื้นจากดินสอพองกับกาวเมล็ดมะขามเพื่อใช้ในการอนุรักษ์ซ่อมแซมจิตรกรรมฝาผนังของกลุ่มอนุรักษ์จิตรกรรมและประติมากรรมตั้งแต่ประมาณปี พ.ศ. 2514 (สมปอง, 2550; อาภรณ์, 2554) แต่อย่างไรก็ตามการเตรียมกาวเมล็ดมะขามมีขั้นตอนในการเตรียมที่ยุ่งยาก เสี่ยงสภาพได้ง่าย และสามารถหาเมล็ดมะขามได้ยากเมื่ออยู่นอกฤดูกาล รวมทั้งปัญหาเชื้อราและมอดในขั้นตอนการเก็บรักษาเมล็ดมะขามเพื่อไว้ใช้งาน ประมาณปี พ.ศ. 2540 ช่างอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนังไทยได้เริ่มนำกาวยางกระถินมาใช้เป็นตัวประสานในชั้นรองพื้นแทนกาวเมล็ดมะขามเนื่องจากสามารถหาซื้อได้ง่าย และมีขั้นตอนในการเตรียมที่ง่ายกว่า แต่อย่างไรก็ตามกาวยางกระถินมีราคาแพง และเสี่ยงสภาพได้ง่าย

มะขาม (*Tamarindus indica* L.) เป็นพืชที่สำคัญทางด้านเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ต้นมะขามนั้นสามารถนำเกือบทุกส่วนมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆได้ อย่างไรก็ตามเมล็ดมะขามถือเป็นของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการผลิตเนื้อมะขาม (สิริการ หนูสิงห์ และวรางคณา สมพงษ์, 2558) เมล็ดมะขาม (Tamarind seed) ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ 1) เปลือกหุ้มเมล็ดมะขามสีน้ำตาลแดง (Tamarind seed coat) ร้อยละ 35-40 โดยน้ำหนัก และเนื้อในเมล็ดมะขามสีขาว (Tamarind kernel) ร้อยละ 60-65 โดยน้ำหนัก โดยทั่วไปเนื้อในเมล็ดมะขามจะประกอบด้วยโพลีแซคคาไรด์ ร้อยละ 65.1-72.2 โดยน้ำหนัก โปรตีนร้อยละ 15.0-20.9 โดยน้ำหนัก ลิพิดร้อยละ 3.9-16.2 โดยน้ำหนัก ไฟเบอร์ร้อยละ 2.5-8.2 โดยน้ำหนัก และขี้เลื่อยร้อยละ 2.4-4.2 โดยน้ำหนัก (ภักศิริ สินไชยกิจ และไมตรี สุทธจิตต์, 2554; สิริการ หนูสิงห์ และวรางคณา สมพงษ์,

2558; Sahoo *et al.*, 2010) โดยโพลีแซคคาไรด์ที่พบเป็นเฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ชนิดไซโลกลูแคน (Xyloglucan) ที่ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาล 3 ชนิด คือ น้ำตาลกลูโคส (Glucose) น้ำตาลไซโลส (Xylose) และน้ำตาลกาแลคโทส (Galactose) ต่อกันเป็นสายโซ่ยาว มีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยประมาณ 720,000-880,000 ดาลตัน โดยโครงสร้างสายหลักประกอบด้วย $(1 \rightarrow 4)\text{-}\beta\text{-D-glucan}$ ต่อกัน (สิริการ หนูสิงห์ และวรางคณา สมพงษ์, 2558)

ในปัจจุบันนี้มีการใช้กาวเมล็ดมะขาม และกาวยางกระถินในการอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนัง แต่อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานทางวิทยาศาสตร์ถึงคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของกาวทั้งสองชนิดนี้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติของกาวเมล็ดมะขาม และกาวยางกระถิน และ ศึกษาการสกัดสารที่มีสมบัติเป็นตัวประสาน (Binder) ในรูปแบบของเฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ชนิดไซโลกลูแคน (Xyloglucan) กระบวนการสกัดสารเฮมิเซลลูโลสจากเนื้อในของเมล็ดมะขาม จะมีการกำจัดสารอื่นๆที่ละลายได้ในตัวทำละลายเอทานอลออก เหลือองค์ประกอบหลักที่มีลักษณะเป็นเจลข้นหนืดนั้นคือเฮมิเซลลูโลส (Chandramouli *et al.*, 2012; Ganesan *et al.*, 2013; Mishra *et al.*, 2014; Nitta, 2005) ซึ่งโดยทั่วไปเฮมิเซลลูโลสจากเมล็ดมะขามจะนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร เครื่องสำอาง ยา และสิ่งทอ (Bhalekar *et al.*, 2013; Chandramouli *et al.*, 2012; Sumathi *et al.*, 2002) อย่างไรก็ตามยังไม่มีรายงานการนำกาวเฮมิเซลลูโลสมาใช้ในประโยชน์ในงานอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนังของไทย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาคุณสมบัติของกาวเฮมิเซลลูโลสจากเมล็ดมะขาม เปรียบเทียบกับกาวยางกระถิน และกาวเมล็ดมะขาม ในด้านความหนืดของน้ำกาว การเสียวสภาพของน้ำกาว การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของชั้นรองพื้น และลักษณะทางสัณฐานวิทยาของชั้นรองพื้นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนังในส่วน of ชั้นรองพื้นของประเทศไทยต่อไป

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมน้ำกาวเมล็ดมะขามที่ความเข้มข้นที่ช่างอนุรักษ์จิตรกรรมใช้จริง

นำเมล็ดมะขามเปรี้ยวมาล้างน้ำเพื่อทำความสะอาด อบเมล็ดมะขามในตู้อบที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นแช่เมล็ดมะขามในน้ำทันที ทิ้งไว้ข้ามคืน เพื่อให้เปลือกหุ้มเมล็ดหลุดออก นำเนื้อในเมล็ดมะขามมาบดให้เป็นผงด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า นำผงเมล็ดมะขามมา 2.00 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ให้ความร้อนพร้อมกวนตลอดเวลา จนได้น้ำกาวเมล็ดมะขามสีขาวขุ่นที่ความเข้มข้นร้อยละ 2.00 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

2. การเตรียมน้ำกาวยางกระถินที่ความเข้มข้นที่ช่างอนุรักษ์จิตรกรรมใช้จริง

นำก้านยางกระถินมาบดให้เป็นผงด้วยโม่บดยา จากนั้นนำผงยางกระถิน 26.50 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ให้ความร้อนพร้อมกวนตลอดเวลา จนได้น้ำกาวยางกระถินสีน้ำตาลเข้มที่ความเข้มข้นร้อยละ 26.50 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

3. การเตรียมน้ำกาวเฮมิเซลลูโลสจากเมล็ดมะขามที่ความเข้มข้นที่ช่างอนุรักษ์จิตรกรรมใช้จริง

นำเมล็ดมะขามเปรี้ยวมาล้างน้ำ อบเมล็ดมะขามในตู้อบที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นแช่เมล็ดมะขามในน้ำทันที ทิ้งไว้ข้ามคืน เพื่อให้เปลือกหุ้มเมล็ดหลุดออก นำเนื้อในเมล็ดมะขามมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นไฟฟ้า จากนั้นนำผงเมล็ดมะขามมาต้มในน้ำพร้อมกวนตลอดเวลา ทิ้งไว้ข้ามคืนที่

อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส จะได้สารละลายแยกเป็น 2 ชั้นคือ ส่วนของตะกอนอยู่ด้านล่าง และส่วนของน้ำ กาวเมลต์มะขามอยู่ด้านบน นำส่วนของน้ำกาวเมลต์มะขามที่ได้มาตกตะกอนด้วยเอทานอลจะได้เส้นใยเฮมิเซลลูโลส (Chandramouli *et al.*, 2012; Ganesan *et al.*, 2013; Mishra *et al.*, 2014; Nitta, 2005) นำไป อบในตู้อบ นำแผ่นเส้นใยเฮมิเซลลูโลสมาบดให้ละเอียด นำมา 0.65 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ให้ ความร้อนพร้อมกวนตลอดเวลา จะได้น้ำกาวเส้นใยเฮมิเซลลูโลสจากเมลต์มะขามสีขาวขุ่นที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.65 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร

4. การเตรียมชั้นรองพื้นบนวัสดุ

เตรียมน้ำกาวแต่ละชนิดที่ความเข้มข้นที่ช่างอนุรักษ์จิตรกรรมใช้จริง (ข้อ 1-3) แล้วผสมน้ำกาวกับ ดินสอพองในอัตราส่วน 1:1 คนให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยโกร่งบดยาจนได้เนื้อนวลละเอียด จากนั้นใช้แปรงทาสีทา ชั้นรองพื้นลงบนพื้นผิวของวัสดุชนิดต่างๆ ได้แก่ แผ่นไม้ และปูนฉาบอิฐ ทิ้งไว้ให้แห้ง ทาซ้ำจนได้ความหนา ตามที่ต้องการ แล้วนำไปวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของชั้นรองพื้น (ข้อ 7) และวิเคราะห์การ เปลี่ยนแปลงทางกายภาพของชั้นรองพื้น (ข้อ 8)

5. การหาค่าความหนืดของน้ำกาว

เปรียบเทียบค่าความหนืดของน้ำกาวทั้งสามชนิด ได้แก่ น้ำกาวยางกระถิน น้ำกาวเมลต์มะขาม และ น้ำกาวเฮมิเซลลูโลส (ข้อ 1-3) ซึ่งเก็บรักษาน้ำกาวที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส วัดค่าความหนืดทุกวันเป็น เวลา 5 วัน ที่อุณหภูมิ 25 ± 1 องศาเซลเซียส โดยใช้มาตรวัดความหนืดแบบบรุคฟิลด์ (Brookfield viscometer) ยี่ห้อ Brookfield AMETEK รุ่น DV-II+Pro ประเทศสหรัฐอเมริกา ใช้เข็มวัดความหนืด (Spindle) เบอร์ 62

6. การศึกษาการเสถียรภาพของน้ำกาว

เปรียบเทียบการเสถียรภาพของน้ำกาวทั้งสามชนิดได้แก่ น้ำกาวยางกระถิน น้ำกาวเมลต์มะขาม และ น้ำกาวเฮมิเซลลูโลส (ข้อ 1-3) โดยพิจารณาจากค่าความหนืด การเกิดกลิ่นบูดเน่า ค่า pH ที่เปลี่ยนแปลง และ การเกิดเชื้อรา โดยสังเกตผลทุกวันเป็นเวลา 5 วัน สภาวะที่เก็บรักษาน้ำกาวคือ ที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส และในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส

7. การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของชั้นรองพื้น

นำตัวอย่างชั้นรองพื้นจากกาวทั้งสามชนิดที่ทาลงบนวัสดุแผ่นไม้ (ข้อ 4) มาตัดให้มีขนาด 1×1 เซนติเมตร แล้วนำมาเคลือบทองด้วยเครื่องเคลือบตัวอย่าง (Sputter coater) ยี่ห้อ Polaron Range รุ่น SC7620 ประเทศอังกฤษ จากนั้นนำตัวอย่างมาศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แบบส่องกราด (Scanning electron microscope) ยี่ห้อ Camscan รุ่น MX2000 ประเทศอังกฤษ

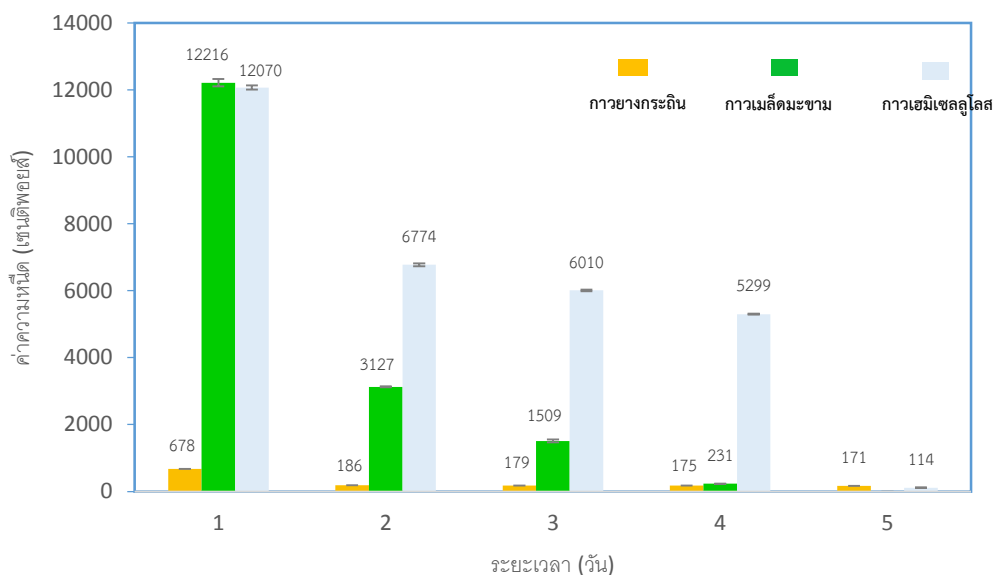
8. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของชั้นรองพื้น

นำตัวอย่างชั้นรองพื้นจากกาวทั้งสามชนิดที่ทาลงบนวัสดุแผ่นไม้ และปูนฉาบอิฐ (ข้อ 4) มาศึกษาการ เปลี่ยนแปลงทางกายภาพ โดยพิจารณาจากสีที่เปลี่ยนแปลง การหลุดร่อน และการเกิดความมันวาว ด้วยเครื่อง ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (Hydrostatic head tester) ยี่ห้อ Gotech รุ่น GT-7005-R ประเทศไต้หวัน ที่ อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90 เป็นเวลา 14 วัน

ผลการศึกษา

1. ผลการศึกษาค่าความหนืดของน้ำกาว

จากรูปที่ 1 การทดลองวันที่ 1 น้ำกาวเมล็ดมะขาม และน้ำกาวเฮมิเซลลูโลส ให้ค่าความหนืดสูง และมีค่าใกล้เคียงกันมาก ขณะที่น้ำกาวยางกระถินให้ค่าความหนืดต่ำกว่าน้ำกาวเมล็ดมะขามถึงร้อยละ 94.45 และให้ค่าความหนืดต่ำกว่าน้ำกาวเฮมิเซลลูโลสถึงร้อยละ 94.38 การทดลองวันที่ 2 พบว่าค่าความหนืดจากน้ำกาวเมล็ดมะขาม และน้ำกาวยางกระถินนั้นลดลงจากวันแรกอย่างรวดเร็วถึงร้อยละ 74.40 และร้อยละ 72.57 ตามลำดับ โดยเฉพาะน้ำกาวเมล็ดมะขามมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งในวันที่ 5 ไม่สามารถวัดค่าความหนืดได้แล้ว ขณะที่ค่าความหนืดของน้ำกาวเฮมิเซลลูโลสนั้นลดลงจากเดิมเพียงร้อยละ 43.88 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าน้ำกาวเฮมิเซลลูโลสให้ค่าความหนืดมากที่สุด และคงค่าความหนืดได้นานกว่าน้ำกาวเมล็ดมะขาม และน้ำกาวยางกระถิน



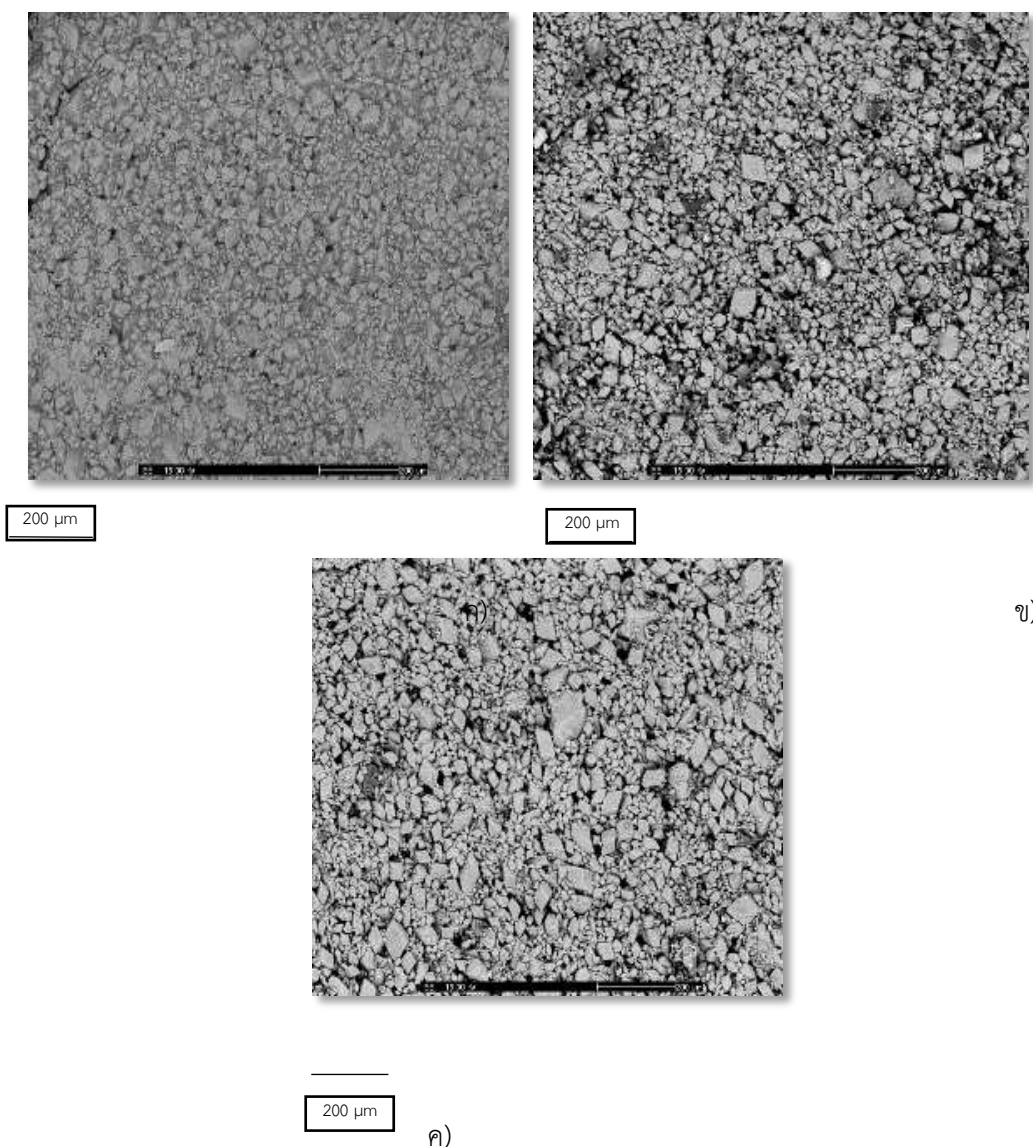
รูปที่ 1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนืดของน้ำกาวแต่ละชนิดในช่วงเวลา 5 วัน

2. ผลการศึกษาการเสถียรภาพของน้ำกาว

เมื่อเก็บรักษา น้ำกาวไว้ที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส พบว่าน้ำกาวยางกระถินเริ่มส่งกลิ่นเหม็นบูดในวันที่ 2 ส่วนน้ำกาวเมล็ดมะขาม และน้ำกาวเฮมิเซลลูโลสเริ่มส่งกลิ่นเหม็นบูดในวันที่ 3 และ 4 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังเริ่มพบการเจริญเติบโตของเชื้อราขึ้นเมื่อน้ำกาวเริ่มมีกลิ่นเหม็นบูด อย่างไรก็ตาม น้ำกาวทั้งสามชนิดไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่า pH ตลอดระยะเวลา 5 วัน ขณะที่เมื่อเก็บน้ำกาวไว้ที่อุณหภูมิ 4 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 5 วัน ไม่มีน้ำกาวชนิดใดที่เกิดกลิ่นเหม็นบูด ไม่พบเชื้อรา และไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่า pH ซึ่งผลการเสถียรภาพของน้ำกาวมีความสอดคล้องกับผลของค่าความหนืด (ข้อ 1) แสดงให้เห็นว่าน้ำกาวเฮมิเซลลูโลสเกิดการเสถียรภาพช้าที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการกระบวนการสกัดเฮมิเซลลูโลสจากเมล็ดมะขามมีการกำจัดโปรตีนและไขมันบางส่วนออกไป จึงช่วยให้สามารถรักษาสภาพไว้ได้นานขึ้น

3. ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของชั้นรองพื้น

ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (รูปที่ 2) พบว่าชั้นรองพื้นที่ได้รับจากกาวยาง กระถิน มีลักษณะคล้ายฟิล์มเคลือบอยู่ที่วอนุภาคของดินสอพอง โดยอนุภาคของดินสอพองเกาะกันอยู่อย่างหนาแน่น และมีรูพรุนน้อย ส่งผลให้อากาศ และความชื้นผ่านเข้าออกได้ไม่ดี ในทางกลับกันพบว่าชั้นรองพื้นที่ผสมด้วยกาวเมลต์มะขาม และกาวเฮมิเซลลูโลสสามารถสังเกตเห็นอนุภาคของดินสอพองได้ชัดเจนและมีรูพรุนสูง ส่งผลให้อากาศ และความชื้นสามารถผ่านเข้าออกได้ดี เมื่อนำมาใช้ประโยชน์ในงานอนุรักษ์จิตรกรรมไทยจะทำให้ชั้นรองพื้นยึดเกาะกับพื้นปูนได้ดี และผนังสามารถคายความชื้นออกมาได้ แต่อย่างไรก็ตามจากภาพที่ได้ไม่สามารถบอกความแตกต่างทางสัณฐานระหว่างกาวเมลต์มะขาม และกาวเฮมิเซลลูโลสได้



รูปที่ 2 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 100x ของชั้นรองพื้นจากกาวชนิดต่างๆ
ก) กาวยางกระถินผสมดินสอพอง ข) กาวเมลต์มะขามผสมดินสอพอง และ ค) กาวเฮมิเซลลูโลสผสมดินสอพอง

4. ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของชั้นรองพื้น

การทดสอบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของชั้นรองพื้นจากกาวทั้งสามชนิดบนแผ่นไม้ และปูนฉาบอิฐด้วยเครื่องควบคุมอุณหภูมิและความชื้น ที่สภาวะอุณหภูมิและความชื้นสูง พบว่าชั้นรองพื้นจากกาวยางกระถินทั้งบนแผ่นไม้ และบนปูนฉาบอิฐ หลังการอบมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นมาก ส่วนชั้นรองพื้นจากกาวเมล็ดมะขาม และกาวเฮมิเซลลูโลส บนแผ่นไม้ และบนปูนฉาบอิฐ หลังการอบไม่พบการเปลี่ยนแปลงสีของชั้นรองพื้น โดยยังคงมีสีขาวนวลคงเดิม ทั้งนี้ไม่พบการหลุดลอกของชั้นรองพื้นจากกาวทั้งสามชนิด นอกจากนี้ชั้นรองพื้นบนแผ่นไม้ และปูนฉาบอิฐซึ่งเก็บที่อุณหภูมิ 28 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 เดือน พบว่าชั้นรองพื้นจากกาวยางกระถินมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น และเกิดคราบมันวาว ส่วนชั้นรองพื้นจากกาวเมล็ดมะขาม และกาวเฮมิเซลลูโลสจากเมล็ดมะขาม ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของสี รวมทั้งไม่พบการหลุดลอกของชั้นรองพื้นจากกาวทั้งสามชนิด

สรุปผลการศึกษา

กาวเฮมิเซลลูโลสจากเมล็ดมะขามมีความหนืดมากกว่ากาวยางกระถิน และมีความหนืดใกล้เคียงกับกาวเมล็ดมะขามที่ความเข้มข้นที่ช่างอนุรักษ์จิตรกรรมใช้จริง ซึ่งกาวเฮมิเซลลูโลสมีความเข้มข้นน้อยกว่ากาวเมล็ดมะขามประมาณร้อยละ 67 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร และน้อยกว่ากาวยางกระถินประมาณร้อยละ 97 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร นอกจากนี้กาวเฮมิเซลลูโลสยังมีอัตราความหนืดที่ลดลงต่ำกว่าของกาวเมล็ดมะขาม ยิ่งไปกว่านั้นกาวเฮมิเซลลูโลสสามารถเก็บไว้ใช้โดยไม่เสียสภาพได้นานกว่ากาวเมล็ดมะขาม และกาวยางกระถิน โดยเก็บได้ 4 วัน ที่อุณหภูมิห้อง ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานสามารถบอกได้ว่ากาวเมล็ดมะขาม และกาวเฮมิเซลลูโลสมีรูพรุนมากกว่ากาวยางกระถิน ซึ่งอาจช่วยให้เกิดการยึดเกาะที่ดีขึ้นของสี และช่วยในการคายความชื้นของผนัง ผลจากการจำลองสภาวะที่อุณหภูมิ และความชื้นสูงพบว่าชั้นรองพื้นจากกาวเมล็ดมะขาม และกาวเฮมิเซลลูโลส ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของสีชั้นรองพื้น และไม่เกิดการหลุดร่อน จากผลการศึกษาทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่ากาวเฮมิเซลลูโลสจากเมล็ดมะขามให้ประสิทธิภาพในการยึดเกาะที่ดี สามารถเตรียมได้ง่าย และสามารถเก็บรักษาได้นาน ดังนั้นกาวเฮมิเซลลูโลสจากเมล็ดมะขามจึงถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำมาใช้เป็นตัวประสานในชั้นรองพื้นสำหรับงานอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนังของไทย

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กตัญญูลี เวชวิมล. (2543). อิทธิพลของความชื้นและแสงแดดต่อการเสื่อมสภาพของจิตรกรรมฝาผนังในวัด.

(Effects of moisture and sunlight on mural paintings in temples). วิทยานิพนธ์ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พอใจ ถาமாகร. (2556). “สมบัติของเจลโลสจากผงเมล็ดมะขามต่อพฤติกรรมการเกิดเจล.” **Research Update** 3, 4 (กรกฎาคม-สิงหาคม).

ภักศิริ สีนไชยกิจ และไมตรี สุทธจิตต์. (2554). “คุณสมบัติชีวเคมีและการประยุกต์ใช้ของเมล็ดมะขาม.”

Naresuan Phayao Journal 4, 2 (พฤษภาคม-สิงหาคม).

วรรณิภา ณ สงขลา. (2528). **การอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนัง**. กรุงเทพฯ : กรมศิลปากร, 104-116.

- สมชาติ มณีโชติ. (2529). **จิตรกรรมไทย**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 22-26.
- สิริการ หนูสิงห์ และวรางคณา สมพงษ์. (2558). “การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดและการทำแห้งต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของกัมเมล็ดมะขาม.” **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 23, 1 (มกราคม-มีนาคม).
- สมปอง อัครวงษ์. (2550). **จิตรกรรมไทย**. กรุงเทพฯ : คณะศิษย์เก่าแผนกวิชาจิตรกรรมไทย คณะศิลปะประจำชาติ โรงเรียนเพาะช่าง.
- อาภรณ์ ณ สงขลา. (2554). **การอนุรักษ์จิตรกรรมฝาผนังไทยในประเทศไทย**. กรุงเทพฯ : กรมศิลปากร.

ภาษาต่างประเทศ

- Bhalekar, Mangesh., Sonawane S. and Shimpi S. (2013). “Synthesis and characterization of a cysteine xyloglucan conjugate as mucoadhesive polymer.” **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences** 49.
- Chandramouli, Yerram., Firoz S., Vikram A., Mahitha B., Yasmeen B. R. and Hemanthapavankumar K. (2012). “Tamarind seed polysaccharide (TSP) – an adaptable excipient for novel drug delivery systems.” **International Journal of Pharmacy Practice & Drug Research** 2(2): 57-63.
- Ganesan, Karthikeyan., Rajaram S. K. , Chinnathambi A., Murugesan V., Muruganantham K., Amanullah T. R., Barthelomai I. S. and Chinnasamy S. (2013). “A sustained release of tablet granules associated with ZnS nanocrystals using Tamarind seed polysaccharide.” **Journal of Applied Pharmaceutical Science** 4: 44-47.
- Mishra, Vivek and Langote H. P. (2014). “Tamarind seed polysaccharide and its recent applications: a review.” **Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development** 2(4): 65-71
- Nitta, Yoko. (2005). “Gelation and gel properties of gellan gum and xyloglucan.” Department of Food and Human Health Sciences, Osaka City University.
- Sahoo, Soumendra., Sahoo R. and Nayak P. L. (2010). “Tamarind seed polysaccharide: a versatile biopolymer for mucoadhesive applications.” **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Sciences** 8(20).
- Suresh, Sumathi., and Ray A. R. (2002). “Release behavior of drugs from tamarind seed polysaccharide tablets.” **Journal of Pharmacy & Pharmaceutical Sciences** 5(1): 12-18.