

การพัฒนาชิ้นงานดินปั้นรักษัลโลกจากเปลือกหอยเหลือทิ้ง: อิทธิพลของสารเคลือบผิวที่มีต่อสมบัติทางกายภาพและความคงทน

Development of Eco-Friendly Shell-Based Clay Products: Influence of Surface Coatings on Physical Properties and Durability

ภัทรา ศรีสุข¹ วิทวัส สิงห์สังข์^{1*} สุรพงษ์ ปัญญาหา¹ อนรรักษ์ รอดบำรุง¹ ภัทรบดี พิมพิกิ¹ และกรรณก สนิทการ¹
Pathra Srisukho¹ Witawat Singsang^{1*} Surapong Panyata¹ Anurak Rodbumrung¹
Pattarabordee Pimki¹ and Kornkanok Sanitgan¹

Received: April 7, 2026; Revised: June 23, 2026; Accepted: June 26, 2026

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและความคงทนของชิ้นงานดินปั้นรักษัลโลกจากเปลือกหอยเหลือทิ้งโดยใช้สารเคลือบผิวที่แตกต่างกัน เพื่อแก้ปัญหาผลิตภัณฑ์เครื่องประดับและของที่ระลึกจากแป้งดินปั้นที่ไม่ทนทานต่อความชื้นและเกิดเชื้อราได้ง่าย วิธีการดำเนินงานเริ่มจากการเตรียมดินปั้นที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวโพด และผงเปลือกหอยแมลงภู่ นำมาขึ้นรูปและอบแห้งก่อนเคลือบผิวโดยใช้สารเคลือบผิว ได้แก่ อะคริลิกแลคเกอร์ เรซินอีพอกซี และโพลียูรีเทน จากนั้นทดสอบค่าสี มุมสัมผัสดการเปียกผิว และทดสอบความคงทนผ่านการจำลองการใช้งานจริง ผลการวิจัยพบว่าสารเคลือบผิวทั้งสามชนิดช่วยเพิ่มมุมสัมผัสของน้ำบนพื้นผิวชิ้นงาน ทำให้การเปียกผิวลดลง โดยชิ้นงานที่เคลือบโพลียูรีเทนมีมุมสัมผัสสูงสุดที่ 86 องศา แสดงสมบัติการเปียกผิวน้อยที่สุด ขณะที่การเคลือบโพลียูรีเทนส่งผลให้ค่าความสว่างของสี (L^*) ลดลงเล็กน้อย ทำให้ชิ้นงานดูมีสีเข้มขึ้นเมื่อเทียบกับสารเคลือบชนิดอื่น แต่สามารถลดความเสียหายของชิ้นงานที่ผ่านการทำความสะอาดได้ดีกว่าชิ้นงานที่ไม่เคลือบถึง 40 % ที่เวลาทำความสะอาดภายใต้คลื่นเสียงความถี่สูง 15 นาที ดังนั้นสารเคลือบผิวช่วยยกระดับความคงทนต่อความชื้นและรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ดินปั้นจากเปลือกหอยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : เปลือกหอยเหลือทิ้ง; ดินปั้น; การเคลือบผิว; ความทนทานต่อน้ำ; การจัดการของเสียชุมชน

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

¹ Faculty of Engineering and Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University

* Corresponding Author, Tel. 08 6163 5411, E - mail: witawat.s@rbru.ac.th

Abstract

This research aims to investigate the physical properties and durability of eco-friendly clay sculptures incorporating waste shells using different surface coatings. The study addresses the vulnerability of flour-based clay jewelry and souvenirs to moisture damage and fungal growth. The experimental procedure began with preparing clay specimens from a mixture of glutinous rice flour, cornstarch, and mussel shell powder, followed by molding, drying, and surface coating with acrylic lacquer, epoxy resin, and polyurethane. The specimens were subsequently evaluated for color properties, surface wettability via contact angle measurements, and durability through simulated practical use. The results indicated that all three surface coatings effectively increased the water contact angle on the specimen surfaces, thereby reducing wettability. Polyurethane-coated specimens exhibited the highest contact angle of 86 degrees, demonstrating the lowest wettability. Although the polyurethane coating slightly decreased the lightness value (L^*), resulting in a darker appearance compared to other coatings, it significantly enhanced durability by reducing specimen damage by 40 % after 15 minutes of cleaning under ultrasonic waves compared to uncoated samples. Consequently, the application of surface coatings effectively improves moisture resistance and preserves the quality of shell-based clay products.

Keywords: Waste Shells; Clay Sculpture; Surface Coating; Water Resistance; Community-Based Waste Management

บทนำ

ชุมชนบ้านน้ำเขียว จังหวัดตราด เป็นพื้นที่ที่มีความโดดเด่นเชิงภูมิรัฐศาสตร์และพหุวัฒนธรรม มีวิถีชีวิตผูกพันอย่างแนบแน่นกับระบบนิเวศป่าชายเลนและการประมงพื้นบ้าน จนสามารถพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวได้ อย่างไรก็ตาม การขยายตัวของกิจกรรมทางเศรษฐกิจและการบริโภคได้ก่อให้เกิดขยะจากเศษเปลือกหอยจำนวนมาก โดยเฉพาะเปลือกหอยแมลงภู่และหอยเชลล์ ซึ่งกลายเป็นภาระในการจัดการขยะของท้องถิ่นและส่งผลกระทบต่อทัศนียภาพเชิงนิเวศ แม้การกำจัดทิ้งจะสามารถทำได้แต่เป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่ายและขาดผู้รับภาระในพื้นที่ ดังนั้น การเปลี่ยนของเสียเปลือกหอยให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าจึงเป็นสิ่งที่ชุมชนต้องการ

เมื่อพิจารณาเปลือกหอยจะพบว่า องค์ประกอบหลักของเปลือกหอยคือ สารประเภทแคลเซียมคาร์บอเนต โดยมีแคลเซียมฟอสเฟต แมกนีเซียมคาร์บอเนต แมกนีเซียมฟอสเฟต แมกนีเซียมซิลิเกต ผสมอยู่ด้วยในสัดส่วนที่แตกต่างกันตามชนิดและแหล่งของเปลือกหอย ซึ่งสารเหล่านี้ทำให้วัสดุมีความแข็ง ทนทานและมีผลต่อความมันวาวด้วย (Meiqi et al., 2023) ดังนั้น เปลือกหอยเหลือทิ้งจึงถูกสนใจนำไปศึกษาในการพัฒนาเป็นเครื่องประดับ เช่น ในงานวิจัยของ Srisukho et al. (2023) ได้พัฒนาเครื่องประดับดินปั้น โดยการนำเปลือกหอยแมลงภู่บดผสมลงไปในแป้งดินปั้นที่มีส่วนผสมหลักเป็นแป้งข้าวเหนียว โดยพบว่าการเพิ่มส่วนผสมของเปลือกหอยแมลงภู่เข้าไปในดินปั้นมีผลทำให้สีของดินปั้นมีสีน้ำตาลมากขึ้น มีความเรียบเนียนน้อยลง แต่มีความมันวาวคล้ายเครื่องประดับแบบมุกมากขึ้น จนสามารถนำส่วนผสมของดินปั้นที่เหมาะสมไปพัฒนาเป็นของที่ระลึกสำหรับจำหน่ายได้ เช่น ต่างหู หรือ เข็มกลัด เป็นต้น นอกจากนี้ทางคณะผู้วิจัย (Srisukho et al., 2024) ได้พัฒนางานวิจัยด้วยการนำเปลือกหอยเชลล์ผาแดงมาผสมกับแป้งดินปั้นที่มีส่วนผสมของแป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวโพด เพื่อพัฒนาเป็นเครื่องประดับ จากผลการวิจัยพบว่า ดินปั้นที่ได้จะมีสีชมพูโทนอ่อน มีความอ่อนนุ่ม ง่ายต่อการกดพิมพ์ขึ้นรูปจึงสามารถนำไปต่อยอดเป็นเครื่องประดับที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวได้ดี และจัดทำเป็นผลิตภัณฑ์ของชุมชนบ้านน้ำเขียวภายใต้ชื่อผลิตภัณฑ์ หอยคราฟต์ แม้เครื่องประดับและของที่ระลึกของผลิตภัณฑ์หอยคราฟต์จะได้รับการตอบรับจากผู้บริโภคค่อนข้างดี แต่เมื่อนำไปใช้งานจริงพบว่ามีข้อจำกัด

ในการใช้งานที่ต้องสัมผัสกับน้ำ หรือความชื้น เนื่องจากส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ทำมาจากแป้งข้าวเหนียวและแป้งข้าวโพดเป็นหลักจึงไม่ทนทานต่อน้ำและเชื้อราเมื่อสัมผัสกับน้ำหรือทำความสะอาด ดังนั้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ทนทานต่อน้ำหรือความชื้นจึงมีความสำคัญต่อการใช้งานผลิตภัณฑ์เป็นอย่างมาก

วิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องประดับให้มีความทนทานต่อน้ำมักนิยมใช้การเคลือบผิวด้วยสารจำพวกโพลีเมอร์ เช่น อะคริลิกแลคเกอร์ (Matcan-Lisenco, 2025) เรซินอีพอกซี (Adelson, 2008) หรือโพลียูรีเทน (Chattopadhyay and Raju, 2007) เป็นต้น เนื่องจากมีคุณสมบัติทนทานต่อน้ำ มีสีใส ไม่บดบังสีของผลิตภัณฑ์ และใช้งานง่ายด้วยการพ่นหรือทาลงบนชิ้นงาน (Yang et al., 2001; Tracton, 2006) อย่างไรก็ตาม ผู้ผลิตได้พยายามเคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยการพ่นสเปรย์อะคริลิกแลคเกอร์ แต่พบว่าผลิตภัณฑ์ยังคงเกิดการสูญเสียสภาพ หรือเนื้อของผลิตภัณฑ์หายไปเมื่อถูกน้ำจากการทำความสะอาด นอกจากนี้ ความชื้นที่สะสมยังส่งผลให้เกิดเชื้อราบนผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย ดังนั้น การพัฒนาความคงทนของเครื่องประดับดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้งด้วยสารเคลือบผิวชนิดอื่น ๆ จึงเป็นประเด็นสำคัญในการรักษาคุณภาพของสินค้าและความสามารถในการแข่งขันของผลิตภัณฑ์จากชุมชนบ้านน้ำเขียว จังหวัดตราด ทั้งนี้เมื่อศึกษางานวิจัยของ Du et al. (2025) พบว่าสารเคลือบผิวจะส่งผลต่อลักษณะทางกายภาพ เช่น สี และความคงทนต่อการใช้งานของผลิตภัณฑ์ที่ถูกเคลือบ ซึ่งเป็นปัจจัยที่ต้องได้รับการศึกษา

สำหรับในงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยจะศึกษาผลของชนิดสารเคลือบป้องกันน้ำสำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องประดับดินปั้นที่มีส่วนผสมของเปลือกหอยเหลือทิ้งจากชุมชนบ้านน้ำเขียว จังหวัดตราด ที่มีต่อสีของผลิตภัณฑ์ มุมสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และความคงทนของสารเคลือบผิวจะถูกศึกษา โดยสารเคลือบผลิตภัณฑ์ที่ศึกษาแตกต่างกันสามชนิด ได้แก่ อะคริลิกแลคเกอร์ อีพอกซีเรซิน และโพลียูรีเทน เพื่อพัฒนาเป็นเครื่องประดับดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้งที่มีความคงทนต่อน้ำมากยิ่งขึ้น

วิธีดำเนินงานวิจัย

1. การเตรียมดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้ง

เปลือกหอยแมลงภู่ที่ผ่านการทำความสะอาดและบดเป็นผงแล้วปริมาณ 80 กรัม จะถูกนำมาผสมกับแป้งข้าวโพด (ตราเหรียญทองคู่) 10 กรัม แป้งข้าวเหนียว (ตราช้างสามเศียร) 10 กรัม สารกันบูดชนิดโซเดียมเบนโซเอต (บริษัทอาร์แอนด์บีฟู้ดส์พลาย จำกัด) 0.4 กรัม สารกันราแคลเซียมโปรปิโอเนต (บริษัทเบสท์โอเดอร์ จำกัด) 0.5 กรัม เบบียอล (ตราจอห์นสัน) 0.8 กรัม และกาวลาเท็กซ์ (ตราทีโอเอ) 40 กรัม จากนั้นนวดจนเนื้อดินมีความเป็นเนื้อเดียวกันและไม่เกาะติดมือ แล้วจึงนำไปหุ้มด้วยพลาสติกห่ออาหารไม่ให้สัมผัสอากาศเป็นเวลา 1 คืน

2. การเตรียมและเคลือบชิ้นงานดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้ง

นำดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้งที่เตรียมไว้มาขึ้นรูปเป็นชิ้นงานทดสอบด้วยการกดอัดในแม่พิมพ์ซิลิโคนขนาด $0.5 \times 0.5 \times 0.5$ เซนติเมตร โดยชิ้นงานแต่ละชิ้นจะมีปริมาณดินปั้นที่เตรียมไว้ 1.8 กรัม จากนั้นนำชิ้นงานไปอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมง เมื่อนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ชิ้นงานจะถูกขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 320 600 800 และ 1,000 ตามลำดับ หลังจากนั้น จึงนำชิ้นงานไปเคลือบด้วยสารเคลือบที่แตกต่างกันสามชนิด ได้แก่ อะคริลิกแลคเกอร์ชนิดเคลือบเงา (ชนิด C-75, ตรา Leyland) อีพอกซีเรซิน (ตรา Pop Craft) และโพลียูรีเทน (ตรา รุ่งอรุณ)

สำหรับขั้นตอนการเคลือบผิวชิ้นงานทดสอบด้วยสารเคลือบแต่ละชนิดจะมีวิธีที่แตกต่างกัน ในกรณีของอะคริลิกแลคเกอร์ (Acrylic Coating) ชิ้นงานจะถูกเคลือบด้วยวิธีเดิมที่ชุมชนใช้มาก่อนคือ การพ่นสเปรย์อะคริลิกแลคเกอร์ห่างชิ้นงานประมาณ 1 ฟุต จำนวน 3 รอบ โดยแต่ละรอบห่างกัน 10 นาที ในขณะที่การเคลือบด้วยอีพอกซีเรซิน (Epoxy Coating) และโพลียูรีเทน (Urethane Coating) ซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวจะใช้พู่กันทาเคลือบชิ้นงานจำนวน 3 รอบ แต่ละรอบห่างกัน 10 นาที ชิ้นงานที่ผ่านการเคลือบแล้วจะถูกปล่อยให้แห้งในอากาศเป็นเวลา 5 ชั่วโมง

3. การทดสอบสมบัติของชิ้นงานดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้ง

สีของชิ้นงานดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้งจะถูกทดสอบด้วยเครื่องวิเคราะห์สีดิจิตอล รุ่น LS171 (Linshang) ที่มีรูรับแสง 8 มิลลิเมตร แหล่งกำเนิดแสง D65 มุมมอง 10 องศา แสดงผลด้วยค่า $L^* a^* b^*$ โดยชิ้นงานทดสอบ

เป็นแผ่นวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว หนา 3 มิลลิเมตร ค่าความแตกต่างของสีจะพิจารณาได้จากค่า Delta E ดังสมการที่ (1)

$$\Delta E = \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2} \quad (1)$$

เมื่อ L_1^* , a_1^* , b_1^* คือค่าพิกัดสีของชิ้นงานทดสอบที่เคลือบผิว และ L_2^* , a_2^* , b_2^* คือค่าพิกัดสีของชิ้นงานที่ไม่เคลือบผิว

มุมสัมผัสของหยดน้ำกับชิ้นงานทดสอบจะเป็นค่าที่บอกพฤติกรรมการเปียกผิวของวัสดุได้เป็นอย่างดี ในงานวิจัยนี้การวัดมุมสัมผัสของชิ้นงานดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้งที่ไม่ผ่านการเคลือบ และชิ้นงานดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้งที่ผ่านการเคลือบด้วยวัสดุต่างกันสามชนิดจะได้รับการศึกษาโดยการหยดน้ำลงบนผิวชิ้นงานและบันทึกภาพของหยดน้ำบนผิวชิ้นงานไว้ หลังจากนั้นใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสำหรับการคำนวณวัดค่ามุมสัมผัสระหว่างผิวชิ้นงานกับหยดน้ำ



รูปที่ 1 ตัวอย่างชิ้นงานในการทดสอบความคงทนของสารเคลือบผิวกันน้ำ

สำหรับความคงทนของสารเคลือบผิวต่อการใช้งาน ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบการทดลองโดยจำลองจากสภาพการใช้งานจริงที่เครื่องประดับจะถูกทำความสะอาดด้วยเครื่องทำความสะอาดคลื่นเสียงความถี่สูง (Ultrasonic Cleaner) โดยในการทดสอบชิ้นงานเครื่องประดับจากเปลือกหอยที่ไม่ได้เคลือบผิว และชิ้นงานที่เคลือบผิวกันน้ำด้วยสารต่างกัน 3 ชนิด อย่างละ 3 ชิ้น ถูกเตรียมเป็นชิ้นงานทดสอบรูปลูกบาศก์ขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ดังรูปที่ 1 นำชิ้นงานทดสอบจุ่มแช่อยู่ในเครื่องทำความสะอาดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงที่มีน้ำกลั่นบรรจุอยู่ 1 ลิตร โดยระยะเวลาในการทำความสะอาดชิ้นงาน ตั้งแต่ 0 - 15 นาที ทั้งนี้ชั่งน้ำหนักชิ้นงานแห้งทุกชิ้นก่อนและหลังการทดสอบการทำความสะอาด เพื่อนำมาคำนวณร้อยละการลดลงของน้ำหนักชิ้นงาน (W) ดังสมการที่ (2)

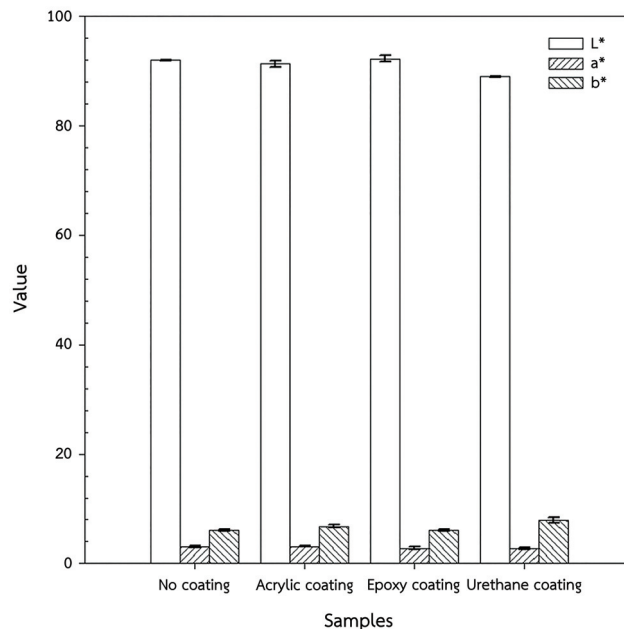
$$\Delta W = \left(\frac{W_1 - W_2}{W_1} \right) \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ W_1 และ W_2 คือ น้ำหนักชิ้นงานก่อน และหลังการทดสอบ

นอกจากนี้ชิ้นงานที่ผ่านการทำความสะอาดด้วยเครื่องทำความสะอาดคลื่นเสียงความถี่สูงแล้วจะถูกนำมาวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพื้นผิวชิ้นงาน ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope, SEM) ยี่ห้อ FEI รุ่น Quanta 250 ที่กำลังขยาย 150 เท่า เพื่อพิจารณาความแตกต่างของลักษณะพื้นผิวของชิ้นงานที่ผ่านการเคลือบด้วยวัสดุต่างชนิดกัน ทั้งนี้ก่อนการวิเคราะห์ชิ้นงานจะถูกนำไปฉาบผิวด้วยทองคำ เพื่อเพิ่มสภาพการนำไฟฟ้าให้เหมาะสมต่อการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

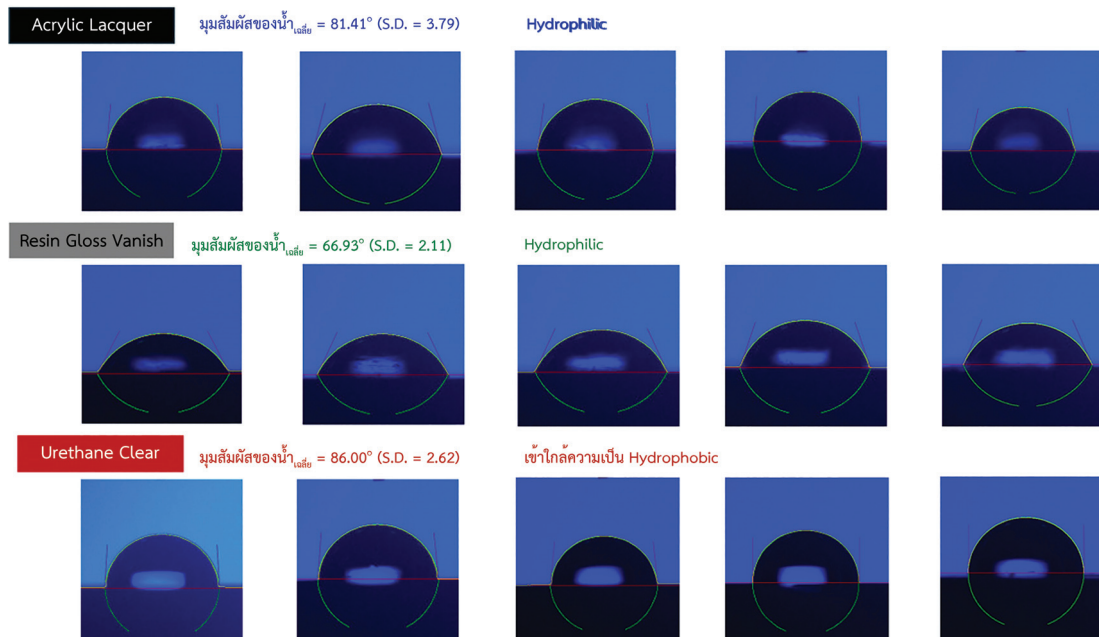
เมื่อนำชิ้นงานดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้งไปวัดค่าสีด้วยเครื่องวิเคราะห์สีดิจิทัลสำหรับทดสอบสี จะได้ผลค่าพิกัดสีในระบบ CIE L* a* b* ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ค่าพิกัดสีของชิ้นงานดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้งแบบไม่เคลือบผิว (No Coating) ชิ้นงานดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้งแบบเคลือบผิวกันน้ำด้วยอะคริลิกแลคเกอร์ (Acrylic Coating) เรซินอีพอกซี (Epoxy Coating) และโพลียูรีเทน (Urethane)

ผลกระทบของสารเคลือบผิวที่มีต่อสีของชิ้นงานสามารถสังเกตได้จากค่าพิกัดสีในระบบ CIE L* a* b* ดังรูปที่ 2 ซึ่งจะสังเกตได้ว่าชิ้นงานที่ถูกเคลือบผิวจะมีค่าพิกัดสีเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับชิ้นงานที่ไม่เคลือบผิว โดยค่าความแตกต่างของสีสามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (1) ผลจากการคำนวณพบว่าสารเคลือบผิวด้วยโพลียูรีเทนจะมีค่าความแตกต่างของสีมากที่สุดในกลุ่มของสารเคลือบที่ใช้ในงานวิจัยนี้ โดยมีค่าเท่ากับ 5.96 ± 0.56 ส่วนการเคลือบด้วยอะคริลิกแลคเกอร์ มีค่าความแตกต่างของสีเท่ากับ 3.86 ± 0.23 และการเคลือบด้วยเรซินอีพอกซีจะมีค่าความแตกต่างของสีเท่ากับ 3.15 ± 0.25 จากข้อมูลในงานวิจัยของ Lee (2005) ระบุว่าหากชิ้นงานมีค่าความแตกต่างของสีไม่เกิน 1.0 จะแยกความแตกต่างของสีด้วยสายตามนุษย์ไม่ได้ แต่ถ้าค่าความแตกต่างของสีมีค่าอยู่ในช่วง 2.0 - 10.0 จะสังเกตความแตกต่างได้ด้วยตาเปล่า ดังนั้น สารเคลือบผิวทั้งสามชนิดทำให้สีของชิ้นงานดินปั้นเปลี่ยน

เมื่อพิจารณาผลกระทบของสารเคลือบผิวที่มีต่อความสามารถในการดูดซับน้ำจะใช้ข้อมูลจากการทดสอบวัดมุมสัมผัสมาพิจารณา โดยหยดน้ำจะถูกหยดลงบนชิ้นงาน สภาวะละ 5 ชิ้นงาน และถ่ายภาพเพื่อใช้ในการคำนวณหามุมสัมผัสกับวัสดุ ลักษณะของหยดน้ำบนพื้นผิวที่มีสารเคลือบผิวที่แตกต่างกันดังรูปที่ 3 และค่าเฉลี่ยมุมสัมผัสของชิ้นงานดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคมีแตกต่างกันสามชนิดถูกนำเสนอแสดงตารางที่ 1



รูปที่ 3 ภาพถ่ายหยดน้ำบนพื้นผิวชิ้นงานดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้งที่มีสารเคลือบผิวแตกต่างกัน

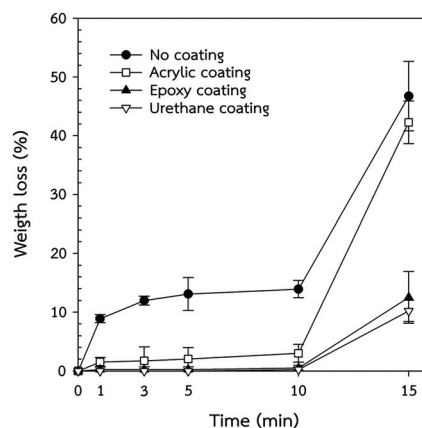
จากรูปที่ 3 จะสังเกตรูปร่างของหยดน้ำและมุมสัมผัสระหว่างหยดน้ำกับพื้นผิววัสดุที่มีสารเคลือบชนิดต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจนว่ามีความแตกต่างกัน โดยชิ้นงานที่เคลือบผิวด้วยแลคเกอร์ หรือโพลียูรีเทนจะทำให้หยดน้ำยังคงรูปร่างเป็นหยดวงกลมได้อยู่ ในขณะที่หยดน้ำบนชิ้นงานที่เคลือบผิวด้วยแลคเกอร์จะมีการแผ่ออกของหยดน้ำบนผิววัสดุมากกว่า โดยค่ามุมสัมผัสดังตารางที่ 1 จะยืนยันลักษณะดังกล่าวได้อย่างชัดเจน โดยค่ามุมสัมผัสของชิ้นงานที่เคลือบผิวด้วยเรซินอีพอกซีจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 66.93 องศา ในขณะที่ชิ้นงานที่เคลือบด้วยแลคเกอร์ และโพลียูรีเทนจะมีค่ามุมสัมผัสที่ 81.41 องศา และ 86.00 องศา ค่ามุมสัมผัสสามารถบอกลักษณะของสมบัติการดูดซับน้ำของวัสดุได้ โดยที่วัสดุที่มีมุมสัมผัสน้อยกว่า 90 องศา จะมีการเปียกผิวน้ำได้ดี จัดเป็นวัสดุที่มีความชอบน้ำ (Hydrophilic Materials) แต่ถ้ามุมสัมผัสมากกว่า 90 องศา วัสดุนั้นจะมีความไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic Materials) และน้ำจะไม่เปียกผิววัสดุ ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากค่ามุมสัมผัสของชิ้นงานตัวอย่างในงานวิจัยนี้จะพบว่าชิ้นงานที่เคลือบผิวด้วยเรซินอีพอกซีมีความสามารถในการเปียกผิวสูงที่สุด (ค่ามุมสัมผัสต่ำสุด) รองลงมาคือ ชิ้นงานที่เคลือบด้วยแลคเกอร์ และโพลียูรีเทน

จากการศึกษาพบว่าคุณสมบัติความชอบน้ำ-ไม่ชอบน้ำดังกล่าว สอดคล้องกับองค์ประกอบทางเคมีของสารเคลือบผิว สารเคลือบผิวเรซินอีพอกซีมีหมู่ฟังก์ชันประเภทยไฮดรอกซิล (-OH) และหมู่กรดคาร์บอกซิลิก (-COOH) ซึ่งมีความเป็นขั้วสูง และเกิดพันธะไฮโดรเจนได้มาก จึงสามารถดึงดูดโมเลกุลของน้ำที่มีขั้วสูงได้ดี ทำให้มีการเปียกผิวมากที่สุด (Pham and Marks, 2005) ในขณะที่สารเคลือบผิวจากแลคเกอร์อะคริลิกจะมีสารประกอบที่มีหมู่ฟังก์ชันของคาร์บอนิล (C = O) เป็นองค์ประกอบ ทำให้โมเลกุลมีขั้วสามารถดึงดูดน้ำได้ (Du et al., 2025) ในส่วนของสารเคลือบผิวที่มีโพลียูรีเทนเป็นองค์ประกอบจะมีหมู่ฟังก์ชันเอไมด์ (-NH-CO-) ในโครงสร้างหลักทำให้โมเลกุลมีขั้วเล็กน้อย จึงสามารถสร้างแรงยึดเหนี่ยวกับโมเลกุลของน้ำได้เช่นกัน (Zafar and Sharmin, 2012) อย่างไรก็ตาม การใช้โพลียูรีเทนเคลือบผิวชิ้นงานดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้งมีแนวโน้มในการป้องกันการดูดซับน้ำของชิ้นงานดินปั้นมากที่สุด

ตารางที่ 1 ค่ามุมสัมผัสระหว่างหยดน้ำและพื้นผิวชิ้นงานดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้งที่ผ่านการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวแตกต่างกัน

ชนิดสารเคลือบ	ค่าเฉลี่ยมุมสัมผัสน้ำ (°)	องค์ประกอบทางเคมีหลัก	แนวโน้มสมบัติ	ความสามารถในการเปียกผิว
เรซินอีพอกซี	66.93 (S.D. = 2.11)	มีหมู่ Polar (-OH, -COOH)	Hydrophilic	สูงสุด
อะคริลิกแลคเกอร์	81.41 (S.D. = 3.79)	มีหมู่ C = O, -CH ₃ (บางส่วนโพลาร์)	Hydrophilic ปานกลาง	ปานกลาง
โพลียูรีเทน	86.0 (S.D. = 2.62)	มีหมู่ -NH-CO- และ -CH ₃ (ไม่ชอบน้ำมากกว่า)	เข้าใกล้ Hydrophobic	ต่ำสุด

ผลการทดสอบความคงทนของสารเคลือบผิวกันน้ำสำหรับเครื่องประดับจากเปลือกหอยผ่านการจำลองการทำความสะอาดชิ้นงานด้วยเครื่องทำความสะอาดคลื่นเสียงความถี่สูง ในระยะเวลาตั้งแต่ 0 - 15 นาที สามารถพิจารณาได้จากความสัมพันธ์ของร้อยละน้ำหนักของชิ้นงานที่ลดลง และระยะเวลาทำความสะอาด ดังรูปที่ 4 ซึ่งจะพบว่าเมื่อถูกทำความสะอาดด้วยเครื่องทำความสะอาดคลื่นเสียงความถี่สูงเป็นเวลาตั้งแต่ 1 - 15 นาที ชิ้นงานที่ไม่ผ่านการเคลือบผิวจะมีการสูญเสียน้ำหนักของชิ้นงานโดยเฉลี่ย ประมาณร้อยละ 10 - 50 ของน้ำหนักเริ่มต้น ในขณะที่ชิ้นงานที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวประเภท แลคเกอร์จะมีน้ำหนักชิ้นงานลดลงเฉลี่ยร้อยละ 1.5 - 42 ของน้ำหนักเริ่มต้น ส่วนชิ้นงานที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวประเภทเรซินอีพอกซี และสารเคลือบผิวประเภทโพลียูรีเทนมีการลดลงของน้ำหนักใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ประมาณร้อยละ 0.25 - 12.5 ของน้ำหนักเริ่มต้น และร้อยละ 0 - 10 ของน้ำหนักเริ่มต้น ตามลำดับ

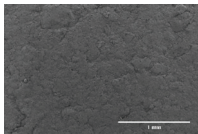
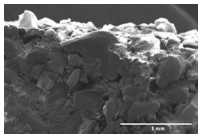
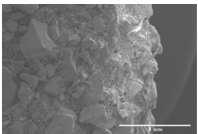
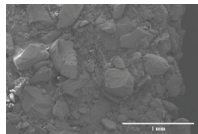
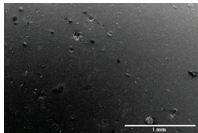
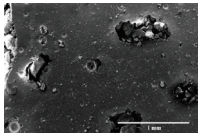
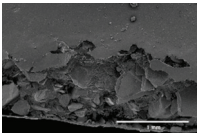
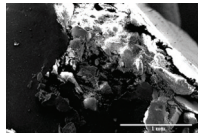
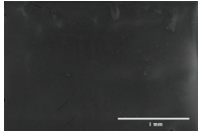
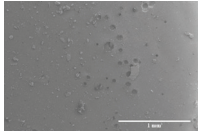
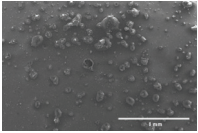
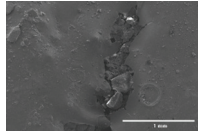
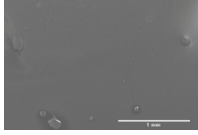
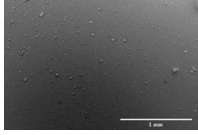
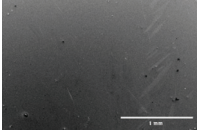
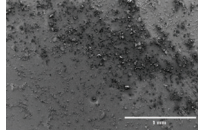


รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ของร้อยละน้ำหนักของชิ้นงานที่ลดลง และระยะเวลาทำความสะอาด

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างชิ้นงานที่ไม่เคลือบผิวและชิ้นงานที่เคลือบผิว พบว่าชิ้นงานที่ไม่เคลือบมีการสูญเสียน้ำหนักสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ แสดงให้เห็นถึงบทบาทของสารเคลือบผิวในการเพิ่มความคงทนของวัสดุ อย่างไรก็ตาม ชนิดของสารเคลือบผิวมีผลต่อระดับการป้องกันที่แตกต่างกัน ชิ้นงานที่เคลือบด้วยโพลียูรีเทนแสดงความสามารถในการปกป้องพื้นผิวได้ดีที่สุด โดยเริ่มเกิดการสูญเสียน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญเมื่อระยะเวลาการทำความสะอาดมากกว่า 10 นาที และมีการสูญเสียน้ำหนักเพียงประมาณร้อยละ 10 หลังการทำความสะอาด 15 นาที ในขณะที่ชิ้นงานที่เคลือบด้วยเรซินอีพอกซีมีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 12.5 ภายใต้สภาวะเดียวกัน ในทางตรงกันข้าม ชิ้นงานที่เคลือบด้วยแลคเกอร์มีการสูญเสียน้ำหนักตั้งแต่ช่วงเริ่มต้นของการทดสอบ และมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าร้อยละ 40 หลังการทำความสะอาด 15 นาที ซึ่งสะท้อนถึงประสิทธิภาพในการป้องกันที่ต่ำกว่าเมื่อเทียบกับสารเคลือบชนิดอื่น

ชิ้นงานที่ผ่านการทำความสะอาดแล้วจะถูกนำไปวิเคราะห์ลักษณะสัณฐานวิทยาของพื้นผิวด้วยภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เพื่อยืนยันผลจากการทดสอบความคงทนของสารเคลือบผิว โดยผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลักษณะสัณฐานวิทยาของพื้นผิวด้วยภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดที่กำลังขยาย 150 เท่า

ชนิดสารเคลือบ	เวลาในการทำความสะอาด (นาท)			
	0	5	10	15
ไม่เคลือบ				
อะคริลิกแลคเกอร์				
เรซินอีพอกซี				
โพลียูรีเทน				

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลน้ำหนักที่สูญเสียไปของชิ้นงานดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้งดังรูปที่ 4 กับลักษณะสัณฐานวิทยาของผิวชิ้นงานดังตารางที่ 2 พบว่ามีความสอดคล้องกัน โดยสังเกตได้ว่าที่เวลาเริ่มต้นบริเวณผิวของชิ้นงานที่ไม่ผ่านการเคลือบจะไม่เรียบเนียนเท่ากับพื้นผิวที่ผ่านการเคลือบด้วยสารเคลือบผิวทั้งสามชนิด อย่างไรก็ตาม การเคลือบด้วยแลคเกอร์แบบสเปรย์ทำให้พื้นผิวชิ้นงานบางบริเวณถูกเคลือบอย่างสม่ำเสมอ เมื่อเวลาทำความสะอาดผ่านไป 5 นาทีพบว่าพื้นผิวของชิ้นงานที่ไม่ผ่านการเคลือบจะถูกทำลายและเกิดความเสียหายมาก โดยเฉพาะบริเวณขอบของชิ้นงานเป็นผลให้สูญเสียน้ำหนักไปมากกว่า 10 % ดังรูปที่ 4 ในขณะที่พื้นผิวที่เคลือบด้วยอะคริลิกแลคเกอร์จะเกิดความเสียหายที่ผิวหน้าอย่างชัดเจน สอดคล้องกับน้ำหนักที่หายไปประมาณ 2 - 4 % แต่ชิ้นงานที่เคลือบด้วย เรซินอีพอกซีและโพลียูรีเทนเกิดความเสียหายเพียงเล็กน้อย (น้อยกว่า 2 %) โดยสังเกตได้เพียงพื้นผิวมีความขรุขระมากขึ้น ความรุนแรงของการพังทลายของผิวหน้าชิ้นงานเพิ่มมากขึ้นเมื่อเวลาทำความสะอาดนานขึ้น โดยที่ชิ้นงานเคลือบผิวด้วยแลคเกอร์จะเกิดความเสียหายค่อนข้างมากเมื่อทำความสะอาดไปแล้ว 15 นาที ซึ่งเกิดการหลุดออกของชิ้นงานในชั้นที่ลึกลงไปจากผิวหน้าที่พังทลาย แต่การเคลือบผิวชิ้นงานด้วย เรซินอีพอกซีหรือโพลียูรีเทนจะสามารถลดความสูญเสียดังกล่าวได้ดีกว่า แม้จะผ่านการทำความสะอาดไป 15 นาทีก็ตาม

เมื่อชิ้นงานดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้งถูกทำความสะอาดด้วยน้ำและคลื่นเสียงความถี่สูง โมเลกุลของน้ำที่ได้รับพลังงานคลื่นเสียงจะเกิดการสั่น และเกิดเป็นฟองอากาศจำนวนมาก ฟองอากาศนี้จะแตกออกบริเวณที่ต้องการทำความสะอาด เกิดความดันสูงในบริเวณดังกล่าวทำให้สิ่งเจือปนหลุดออก เรียกว่าปรากฏการณ์นี้ว่าการเกิดโพรงอากาศ (Yusof et al., 2016) ในกรณีชิ้นงานที่ไม่ผ่านการเคลือบ โมเลกุลของน้ำจะซึมเข้าสู่ชิ้นงานได้มาก ทำให้เกิดการแตกออกของชิ้นงานได้ แต่ปรากฏการณ์ดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้น้อยลงเมื่อชิ้นงานถูกเคลือบด้วยสารเคลือบผิวทั้งสามชนิด โดยชิ้นงานที่เคลือบด้วยโพลียูรีเทนจะมีความคงทนต่อการทำความสะอาดมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติการเปื่อยผิวของน้ำน้อยที่สุด

(ค่ามัมสัมผัสของน้ำมากที่สุดดังตารางที่ 1) ทำให้โมเลกุลของน้ำไม่สามารถแพร่เข้าสู่ชิ้นงานได้ง่าย อย่างไรก็ตาม ในกรณีของชิ้นงานที่เคลือบด้วยแลคเกอร์ ซึ่งมีค่ามัมสัมผัสของน้ำใกล้เคียงกับกรณีโพลียูรีเทนแต่พบว่าเกิดความเสียหายมากกว่านั้น อาจเกิดจากลักษณะของฟิล์มแลคเกอร์ที่ไม่สม่ำเสมอเนื่องจากการใช้การพ่นสเปรย์ ทำให้มีบริเวณที่ผิวชิ้นงานไม่ถูกปกคลุมด้วยชั้นฟิล์มแลคเกอร์ โมเลกุลของน้ำจึงแพร่เข้าไปในชิ้นงานได้มากกว่า สำหรับในกรณีของชิ้นงานที่เคลือบด้วยเรซินอีพอกซีพบว่าแม้ฟิล์มอีพอกซีจะถูกน้ำเปียกผิวได้ดีกว่าสารเคลือบอีกสองชนิด แต่โมเลกุลของน้ำทำลายได้แค่ชั้นของฟิล์มเป็นหลัก และส่งผลกระทบต่อพื้นผิวของชิ้นงานได้น้อยกว่าการเคลือบด้วยสเปรย์แลคเกอร์

สรุปผล

ชิ้นงานดินปั้นจากเปลือกหอยเหลือทิ้งสามารถเตรียมขึ้นได้จากการผสมแป้งข้าวเหนียว แป้งข้าวโพด เปลือกหอยเหลือทิ้งจากชุมชนบ้านน้ำเขียว จังหวัดตราด และสารเติมแต่งอื่น ๆ และนำไปผลิตเป็นเครื่องประดับและของที่ระลึกเพื่อจำหน่ายสร้างรายได้ให้ชุมชน ควบคู่ไปกับการจัดการปัญหาขยะจากเปลือกหอยเหลือทิ้ง อย่างไรก็ตาม ชิ้นงานที่สัมผัสความชื้นจากการใช้งานและความสะอาดจะเกิด ความเสียหายและไม่คงทน งานวิจัยนี้ได้พัฒนานำสารเคลือบผิวชิ้นงานสามชนิดมาเคลือบลงบนชิ้นงานดินปั้นตัวอย่างเพื่อศึกษาความคงทนต่อความชื้นหรือน้ำ จากการศึกษาพบว่าสารเคลือบผิวทั้งสามทำให้มัมสัมผัสของน้ำบนพื้นผิวชิ้นงานเพิ่มขึ้น การเปียกผิวของน้ำบนชิ้นงานลดลง โดยโพลียูรีเทนจะมีมัมสัมผัสมากที่สุดตามด้วยอะคริลิกแลคเกอร์ และเรซินอีพอกซี ในขณะที่ค่าสีของชิ้นงานเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเล็กน้อย เมื่อนำชิ้นงานไปทดสอบด้วยการทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่นและคลื่นเสียงความถี่สูง พบว่า ชิ้นงานที่ไม่เคลือบผิวมีการสูญเสียน้ำหนักไปประมาณ 40 - 50 % ภายในเวลา 15 นาที ในขณะที่ชิ้นงานที่เคลือบผิวด้วยโพลียูรีเทนจะเกิดความสูญเสียเนื้อของชิ้นงานไม่เกิน 10 % แม้จะผ่านการทำความสะอาดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงไปแล้ว 15 นาที ทั้งนี้ปรากฏการณ์ดังกล่าวสัมพันธ์กับโครงสร้างทางเคมีและวิธีการเคลือบผิวชิ้นงาน ซึ่งส่งผลต่อความเปียกผิวของชิ้นงาน ดังนั้น สารเคลือบผิวจากโพลียูรีเทนจึงเป็นสารเคลือบผิวที่เหมาะสมที่สุดภายใต้สภาวะที่ศึกษา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการผลิตเครื่องประดับและของที่ระลึกเพื่อการพาณิชย์ของชุมชนบ้านน้ำเขียว จังหวัดตราดต่อไปได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี และกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ที่ได้สนับสนุนทุนวิจัยงบประมาณด้านวิจัยและนวัตกรรม งบประมาณเพื่อสนับสนุนงานมูลฐาน (Fundamental Fund; FF) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 และขอขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนท่องเที่ยว บ้านน้ำเขียว จังหวัดตราด สำหรับความร่วมมือต่าง ๆ จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

References

- Adelson, D. (2008). *The Art of Jewelry: Plastic & Resin: Techniques, Projects, Inspiration*. New York, NY: Lark Books.
- Chattopadhyay, D.K. and Raju, K.V.S.N. (2007). Structural Engineering of Polyurethane Coatings for High Performance Applications. *Progress in Polymer Science*, 32(3), 352-418. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2006.05.003>
- Du, X., Feng, Y., Olarescu, A., Chen, Y. and Liu, X. (2025). Preparation and Properties of Composite Coatings Fabricated from Carved Lacquer Waste and Waterborne Acrylic Resin. *Coatings*, 15(10), <https://doi.org/10.3390/coatings15101230>

- Lee, Y.-K. (2005). Comparison of CIELAB ΔE^* and CIEDE2000 Color-Differences After Polymerization and Thermocycling of Resin Composites. *Dental Materials*, 21(7), 678-682. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2004.09.005>
- Mařcan-Lisenco, I. (2025). Eco-Friendly Innovations in Contemporary Adornment and Fine Jewelry Design for A Sustainable Future. *Intertext*, 1(65), 157-166. <https://doi.org/10.54481/intertext.2025.1.16>
- Meiqi, C., Man, L., Lirong, C., Qing, L., Chunxiao, W., Le, H., Ziyue, Z., Wanying, D., Li, C., Sihan, G., Zhi, Q., Panpan, P. and Jingdi, C. (2023). Overview of Structure, Function and Integrated Utilization of Marine Shell. *Science of The Total Environment*, 870. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161950>
- Pham, H.Q. and Marks, M.J. (2005). Epoxy Resins. In *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, (Ed.). https://doi.org/10.1002/14356007.a09_547.pub2
- Srisukho, P., Rungrattanaubol, K., Lertcumfu, N., Pimki, P. and Panyata, S. (2023). The Development of Crushed Mussel Shell Jewelry Clay at Ban Nam Chiew Tourism Community Enterprise in Trat Province. *Academic Journal: Uttaradit Rajabhat University Science and Technology*, 18(2), 75-84. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/uruj/article/view/250357>
- Srisukho, P., Rungrattanaubol, K., Lertcumfu, N., Pimki, P., Panyata, S. and Angkahiran, W. (2024). Study the Processing of Red Scallop Shells to Develop the Community Souvenirs. *Academic Journal Uttaradit Rajabhat University*, 19(2), 54-65. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/uruj/article/view/255608>
- Tracton, A.A. (2006). *Coatings Technology Handbook* (3rded). CRC Press.
- Yang, X.F., Vang, C., Tallman, D.E., Bierwagen, G.P., Croll, S.G. and Rohlik, S. (2001). Weathering Degradation of a Polyurethane Coating. *Polymer Degradation and Stability*, 74(2), 341-351. [https://doi.org/10.1016/S0141-3910\(01\)00166-5](https://doi.org/10.1016/S0141-3910(01)00166-5)
- Yusof N.S.M., Babgi, B., Alghamdi, Y., Mecit, A., Madhavan, J. and Ashokkumar, M. (2016). Physical and Chemical Effects of Acoustic Cavitation in Selected Ultrasonic Cleaning Applications. *Ultrasonics Sonochemistry*, 29, 568-576. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2015.06.013>
- Zafar, F. and Sharmin, E. (2012). *Polyurethane*. Rijeka, Croatia: InTech. <https://doi.org/10.5772/2416>