

ลักษณะเฉพาะของยางรักใหญ่และการยึดติดบนพื้นผิวเซรามิก

Characterization of Gluta Usitata Sap and Adhesion on Ceramic Surface

สมศักดิ์ บุญแจ้ง^{1*}

Somsak Boonjaeng^{1*}

^{1*}ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

202 ถนนช้างเผือก ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300

โทรศัพท์ 08 1594 4343 โทรสาร 0 5388 5645 E-mail : somsak_boo@cmru.ac.th

^{1*}Department of Industrial Technology, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University

202 Changpeuk Road, Changpeuk Sub-district, Muang District, Chiang Mai Province, Thailand 50300

Tel. 668 1594 4343, Fax: +66 5388 5645, E-mail: somsak_boo@cmru.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะเฉพาะของยางรักใหญ่และพฤติกรรมการยึดติดของยางรักบนพื้นผิวเซรามิก เพื่อเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์ยางรักเพื่อการตกแต่งผลิตภัณฑ์เซรามิก โดยการนำยางรักดิบไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ด้วยเทคนิคฟลูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรเมทรี (Fourier Transform Infrared Spectrometry, FTIR) และเทคนิคก๊าซโครมาโตกราฟีร่วมกับแมสสเปกโตรเมทรี (Gas Chromatography and Mass Spectrometry, GC/MS) พบว่า ยางรักดิบมีประองค์หลักที่มีโครงสร้างโมเลกุลของแคเทคอล (catechol, $C_6H_4(OH)_2$) ร่วมกับโมเลกุลของสารประกอบที่เป็นโซ่ตรง ในรูปของสารประกอบเฮปตะเดซีนิลแคเทคอล (Heptadecenylcatechol) ซึ่งโมเลกุลดังกล่าวเป็นมอนอเมอร์ตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันมีชื่อเรียกว่าทิตซียอล (thitsiol) นอกจากนี้ยังพบว่ามือน้ำเป็นองค์ประกอบถึงร้อยละ 40 จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ ความหนาแน่น ความหนืด และระยะเวลาการแข็งตัว พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.98 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร 4,057 มิลลิปาสคาลวินาที และ 14 วัน ตามลำดับ เมื่อทำการทดสอบเกี่ยวกับพฤติกรรมการเปียกผิว และการยึดติดบนพื้นผิวเซรามิก พบว่า การเปียกผิวเพิ่มขึ้นบนผลิตภัณฑ์ที่มีการเผาด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้นในช่วงที่ศึกษา ได้แก่ 700 - 1200 องศาเซลเซียส เนื่องจากความพรุนตัวที่ลดลง อย่างไรก็ตาม สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเปียกผิวด้วยการผสมน้ำมันกาดเพื่อลดความหนืดของยางรัก และเมื่อนำยางรักไปเคลือบผิวเนื้อเซรามิกที่ผ่านการเผาในช่วงอุณหภูมิ 700 - 1200 องศาเซลเซียส และทดสอบการยึดติดพบว่า ที่อุณหภูมิการเผา 700 องศาเซลเซียส มีการยึดติดของยางรักสูงที่สุด เมื่อเทียบกับอุณหภูมิอื่น ๆ ที่ทำการศึกษานี้ เนื่องจากความพรุนตัวที่สูง ทำให้การดูดซับยางรักเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้มีการยึดติดที่สูง

คำสำคัญ : ยางรัก, รักใหญ่, เครื่องเขิน, วานิช, ทิตซียอล

Abstract

This research aimed to study the characteristics and behavior of adhesion of Gluta Usitata sap on ceramic surface. For use in decorating materials on ceramic products, its chemical composition and structure were studied using FTIR (Fourier Transform Infrared Spectrometry) and GC/MS (Gas Chromatography and Mass Spectrometry, GC/MS). It was found that catechol ($C_6H_4(OH)_2$) linked with aliphatic molecule in the form of Heptadecenylcatechol compound was a major composition of sap corresponding to thitsiol monomer. In addition, water was found to a level of around 40%. The physical characteristics of sap in terms of density, viscosity, and hardening time were 0.98 g/cm^3 , 4,057 mPas, and 14 days respectively. The wetting and adhesion to ceramic surface between $700 - 1200^\circ\text{C}$ firing temperatures was studied. It was found that increasing the wetting meant increasing the firing temperature due to lower porosity. However, Kerosene was used for reducing the viscosity in the lower contact angle or increasing the wetting using high kerosene content. The optimum adhesion of sap on ceramic surface was found at 700°C firing temperature compared to the other temperatures with higher porosity and higher adsorption.

Keywords : Lacquer Sap, Gluta Usitata, Lacquer Ware, Varnish, Thitsiol

1. บทนำ

ยางรัก (Sap) มีองค์ประกอบหลักที่เป็นอนุพันธ์ของเคทิกคอล (Catechol, $C_6H_4(OH)_2$) ซึ่งอยู่ในรูปของ (1) อูรูชิโอล (Urushiol) ซึ่งพบในรักจีน ญี่ปุ่น เกาหลี มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Rhus vernicifera* (2) แลคคอล (Laccol) ซึ่งพบในรักเวียดนาม ไต้หวัน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Rhus succedanea* และ (3) ทิตชิโอล (Thitsiol) ซึ่งพบในรักใหญ่ ในไทย พม่า มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Gluta (Melanorrhoea) usitata* (Honda, T. et al., 2008)

ยางรักมีคุณสมบัติในการแข็งตัวได้โดยอาศัยตัวเร่งปฏิกิริยา ที่เรียกว่า เอนไซม์แลคเคส (Laccase) ส่งผลให้มอนอเมอร์ (Monomer) ที่อยู่ในรูปอนุพันธ์ของเคทิกคอลเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน (Polymerization) กลายเป็นพอลิเมอร์ (Polymer) มีสมบัติในการยึดเกาะได้ดี ทำให้มีการนำยางรักมาใช้ประโยชน์ในลักษณะการเคลือบผิววัสดุ ทั้งที่ทำจากไม้ โลหะ และเครื่องปั้นดินเผา ในประวัติศาสตร์มีการรายงานการใช้ประโยชน์ยางรักไม่น้อยกว่า 4,000 ปี (Frade, J. C. et al., 2009, 2010, Lu, R. et al., 2004) ซึ่งลักษณะการใช้งานมีทั้งการใช้ในลักษณะการเคลือบผิวเพื่อให้เกิดความคงทน ป้องกันการซึมผ่านของน้ำ และการใช้งานในลักษณะตกแต่งผิว สำหรับในประเทศไทย

ผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียง ได้แก่ เครื่องเงิน ในจังหวัดเชียงใหม่ โดยวัสดุที่นิยมนำมาเคลือบด้วยยางรักจะเป็นไม้ ยางรักยัดเกาะได้ดี เนื่องจากโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นเส้นใย มีความพรุนตัว ส่งเสริมให้เกิดการยัดเกาะเชิงกลได้ดี อย่างไรก็ตาม การนำยางรักมาใช้ประโยชน์ต้องมีการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแข็งตัว ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ องค์ประกอบทางเคมีหรือความบริสุทธิ์ สำหรับพื้นผิวต้องมีการปรับสภาพให้มีความเหมาะสม จากการศึกษาขั้นตอนการทำเครื่องเงินในจังหวัดเชียงใหม่ พบว่า มีมากถึง 13 ขั้นตอน กว่าจะได้ผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปใช้ประโยชน์

การศึกษาเกี่ยวกับยางรัก พบว่ามีการศึกษา วิจัย ในหลาย ๆ มิติ ดังรายงานของ ศิริชัย ห่วงเจริญตระกูล (2550) (Wangchareontrakul, S., 2008) ได้แก่ การศึกษาในมิติทางนิเวศวิทยา มิติทางพันธุศาสตร์ มิติทางวิทยาศาสตร์ มิติทางศิลปะ มิติการใช้ประโยชน์เชิงอุตสาหกรรม มิติการเก็บเกี่ยวผลผลิต เป็นต้น โดยเป้าหมายของการศึกษาเกี่ยวกับยางรักในหลายมิติ ก็เพื่อการเข้าใจธรรมชาติของยางรัก ซึ่งเป็นผลผลิตจากธรรมชาติ ถึงแม้ว่าปัจจุบันจะมีวัสดุสังเคราะห์ซึ่งมีคุณสมบัติไม่ต่างจากยางรัก หรือพัฒนาให้ดีกว่าในบางคุณสมบัติ แต่วัสดุทดแทนเหล่านี้ก็มีข้อเสีย เช่น มีการใช้ตัวทำลายซึ่งเป็นสารพิษเป็นส่วนผสม ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งานทั้งในระยะสั้น ได้แก่ ก่อให้เกิดการระคายเคือง หรือระยะยาว อาจเป็นสารก่อมะเร็งหรือระบบทางเดินหายใจถูกทำลาย ซึ่งยางรัก ไม่มี แต่อย่างไรก็ตาม ยางรักก็มีข้อเสีย คือ มีสารที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผิวหนัง หากสัมผัส อาจก่อให้เกิดเป็นแผลพุพอง อักเสบ ติดเชื้อ หากอาการรุนแรง โดยเฉพาะผู้ที่ผิวหนังที่แพ้ง่าย ซึ่งต้องระมัดระวังไม่ให้สัมผัสระหว่างใช้งาน นอกจากนี้ อุปสรรคอย่างหนึ่งที่พบหากต้องใช้ยางรักในเชิงอุตสาหกรรม เนื่องจาก อัตราการให้ผลผลิตต่อต้นค่อนข้างต่ำ การกรีดยางรักเพื่อนำมาใช้งานต้องกรีดจำนวนหลายต้น เพื่อให้ได้ปริมาณยางรักที่เพียงพอ สำหรับประเทศไทย ยางรักถือเป็นสิ่งของควบคุมตามกฎหมาย ห้ามผลิตในเชิงพาณิชย์ ปัจจุบันอุตสาหกรรมเครื่องเงินใช้ยางรักจากประเทศเพื่อนบ้าน ได้แก่ พม่า ซึ่งต้องขออนุญาตนำเข้า เนื่องจาก ต้นรัก เป็นไม้ยืนต้น ขึ้นตามพื้นที่ป่า หากไม่มีการควบคุมการนำมาใช้ประโยชน์ ต้นรักอาจถูกทำลาย อันเนื่องมาจากความต้องการที่สูง โอกาสที่จะถูกทำลายระหว่างการนำยางรักมาใช้ประโยชน์มีสูง เช่น การเผาเพื่อกระตุ้นการให้ผลผลิตยางรัก การกรีดที่ผิดวิธีทำลายระบบลำเลียงอาหารของต้นรัก เป็นต้น ซึ่งส่งผลกระทบต่อสภาพพื้นที่ป่าไม้ ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา

การนำยางรักมาใช้ในการเคลือบผิว นอกจากพื้นผิวที่เป็นไม้แล้ว ยังมีพื้นผิวเซรามิก อย่างไรก็ตาม เซรามิกที่นิยมนำมาเคลือบด้วยยางรักมักเป็นเซรามิกที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่ำราว 700 - 800 องศาเซลเซียส ปัจจุบัน พบว่า มีผู้ประกอบการนำเซรามิกที่ผ่านการเผาเคลือบด้านในราว 1200 - 1250 องศาเซลเซียส แล้วนำมาเคลือบผิวด้านนอกด้วยยางรักเพื่อตกแต่งด้วยทองคำเปลว ทั้งนี้ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยึดติดของยางรัก ประกอบไปด้วย พื้นผิวของวัสดุที่ต้องส่งเสริมการยึดติด พฤติกรรมการเปียกผิวของยางรัก คุณภาพของยางรัก การแข็งตัวของยางรักหรือความสมบูรณ์ของการเกิดปฏิกิริยา

พอลิเมอร์เซชัน เป็นต้น ดังนั้นในการวิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาลักษณะเฉพาะของยางรักใหญ่ ซึ่งนิยมนำมาใช้ในการเคลือบผิวและพฤติกรรมการยึดติดของยางรักใหญ่บนพื้นผิวเซรามิกที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่างกันในช่วง 700 - 1200 องศาเซลเซียส เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ใช้ยางรักในการเคลือบผิวเพื่อตกแต่งด้วยทองคำเปลวที่มีการยึดติดที่ดี

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพและทางเคมีของยางรักใหญ่ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

2.2 เพื่อศึกษาพฤติกรรมการยึดติดของยางรักบนพื้นผิวเซรามิกที่ผ่านการเผาด้วยอุณหภูมิ 700 - 1200 องศาเซลเซียส

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัตถุดิบและการศึกษาลักษณะเฉพาะ

วัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ ยางรักใหญ่ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการศึกษาลักษณะทางกายภาพและทางเคมี ได้แก่

1) การศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพ ได้แก่ ความชื้น โดยการทำให้ความชื้นระเหยที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส กวนจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ (Lu, R. and Miyakoshi, T., 2015) แล้วทำการคำนวณหาร้อยละของความชื้น ทำการวัดความหนืดด้วยถ้วยวัดความหนืดของฟอร์ด (Ford cup) ขนาดเบอร์ 4 (ASTM D1200, 1994) วัดการแข็งตัวโดยใช้หัวเข็มกดด้วยน้ำหนักคงที่ 300 กรัม และทำการหาความถ่วงจำเพาะด้วยวิธีการหาสัดส่วนของน้ำหนักต่อปริมาตร

2) การศึกษาองค์ประกอบและโครงสร้างทางเคมีของยางรัก

2.1) การศึกษาโดยใช้เทคนิคฟลูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรเมทรี (Fourier Transform Infrared Spectrometry, FTIR)

ในการศึกษานี้ใช้เครื่อง FTIR รุ่น PerkinElmer Frontier FT MID-IR/Far-IR ด้วยระบบ Smart Universal Diamond Attenuated total reflection (ATR) ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยการนำสารตัวอย่างยางรักซึ่งอยู่ในรูปของเหลว ไปวางบนแผ่นโลหะ แล้วทำการทดสอบในช่วงเลขคลื่น (Wave number) 400 - 3600 cm^{-1} เพื่อศึกษาพฤติกรรมการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดจากการส่งผ่านได้ของรังสี (Transmittance)

2.2) การศึกษาโดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟีร่วมกับแมสสเปกโตรเมทรี (Gas Chromatography and Mass Spectrometry, GC/MS)

ในการศึกษาได้ใช้เครื่องที่ผลิตโดยบริษัท Agilent รุ่น GC 7890A และ MSD 5975C (EI) Headspace G1888 ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยใช้คอลัมน์ ชนิดซิลิกา (silica capillary) สารดูดซับชนิด HP 5MS (ไดฟีนิล (Diphenyl) ร้อยละ 5 ต่อไดเมทิลไซลอกเซน (Dimethyl siloxane) ร้อยละ 95)

3.2 การศึกษาพฤติกรรมและการยึดติด

1) การเตรียมชิ้นงานสำหรับใช้เป็นพื้นผิวตัวอย่าง และลักษณะเฉพาะ

ชิ้นงานสำหรับใช้เป็นพื้นผิวตัวอย่าง เป็นชิ้นงานประเภทเซรามิก ชนิดสโตนแวร์ โดยการขึ้นรูปเนื้อเซรามิกให้เป็นแท่งสี่เหลี่ยมขนาดกว้าง 2.5 เซนติเมตร หนา 2.5 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 700 - 1200 องศาเซลเซียส อุณหภูมิละ 3 ชั้น นำไปต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 5 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น ทำการชั่งน้ำหนักเปียก แล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น ทำการชั่งน้ำหนัก และนำไปคำนวณหาค่าร้อยละความพรุน และการดูดซึมน้ำ

2) การศึกษาพฤติกรรมการเปียกผิว

การเปียกผิว (Wetting) ทำการศึกษาโดยการวัดมุมสัมผัส (Arif Butt, M. et al., 2007-2008) โดยการถ่ายภาพแล้ววัดมุมสัมผัสโดยใช้โปรแกรม SketchUp ทั้งนี้ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเปียกผิวที่เกิดจากการเติมน้ำมันก๊าดร่วมด้วย ในอัตราส่วนน้ำมันก๊าดต่อยางรักโดยน้ำหนักในช่วง 0.1 - 0.4

3) การศึกษาพฤติกรรมการยึดติดขึ้นทดสอบเซรามิกที่มีการเคลือบผิวด้วยยางรัก

สำหรับการศึกษาพฤติกรรมการยึดติด ได้ทำการศึกษาโดยใช้เทคนิคการลอกออกด้วยเทปกา (ASTM D3359, 2009) โดยผิวเคลือบเตรียมได้จากการนำยางรักมาทาเป็นชั้นบาง ๆ จำนวน 3 ครั้ง ซึ่งครั้งที่สอง และสาม ต้องทาหลังจากที่ชั้นก่อนหน้าเกิดการแข็งตัวแล้ว ซึ่งมีความหนาประมาณ 0.2 มิลลิเมตร หลังจากแข็งตัวแล้ว โดยทำการบ่มเพื่อให้เกิดการแข็งตัว ที่อุณหภูมิประมาณ 28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 70 - 80 เป็นเวลา 7 วัน สำหรับครั้งที่หนึ่งและสอง หลังจากนั้น บ่มทิ้งไว้อีก 14 วัน สำหรับครั้งที่สาม รวมทั้งสิ้น 28 วัน และทำการทดสอบการยึดติด

4. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ลักษณะเฉพาะของยางรัก

จากการศึกษาลักษณะเฉพาะทางกายภาพของรักใหญ่ ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ ความหนาแน่น ความหนืด การแข็งตัว และความชื้น ให้ผลดังตารางที่ 1 พบว่า น้ำยางรักมีค่าความชื้นที่สูงถึงร้อยละ 40 นั้น บ่งชี้ว่ามีน้ำปะปนอยู่ ซึ่งมีผลต่อการนำไปใช้งาน ซึ่งยางรักที่มีคุณภาพ

จะมีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 25 (Webb, M., 2000) เมื่อพิจารณาค่าความหนืด พบว่า มีค่าค่อนข้างสูง มีผลต่อการนำไปใช้งานซึ่งต้องอาศัยการไหลตัวที่ดีเพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพในการเคลือบผิว ซึ่งสอดคล้องกับมัมส์ผสมที่สะท้อนถึงความสามารถในการเปียกผิว กล่าวคือมีมัมส์ผสมค่อนข้างสูง เป็นผลมาจากความหนืดที่สูง หากต้องนำไปใช้งานต้องมีการปรับสภาพก่อน

จากการศึกษาเฉพาะทางเคมีโดยใช้เทคนิค FTIR และ GC/MS พบว่ามีองค์ประกอบหลักเป็นสารประกอบเฮปตะเดซีนิลแคทาคอล (Heptadecenylcatechol) หมู่อัลคินิลที่ปรากฏในโครงสร้างมีลักษณะเป็นโซ่ตรง มีโครงสร้างที่สอดคล้องกับมอนอเมอร์ชนิดทิตซียอลที่พบในรักใหญ่ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ (Kiprop, A. K. et al., 2013, Honda, T. et al., 2008, Lu, R. et al., 2007a, 2007b, 2012, Wan, Y.-Y. et al., 2007) ซึ่งโมเลกุลดังกล่าวเป็นมอนอเมอร์ตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน มีชื่อเรียกว่าทิตซียอล (thitsiol)

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะเฉพาะของยางรัก (28 องศาเซลเซียส)

ลักษณะเฉพาะ	ผลการศึกษา
ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร, กรัม/เซนติเมตร ³)	0.98
ความหนืด (#4 ford) (มิลลิปาสคาลวินาที)	4,057
การแข็งตัว (วัน) (ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 80)	14
ความชื้น (ร้อยละ)	40
สารประกอบหลัก	เฮปตะเดซีนิลแคทาคอล (Heptadecenylcatechol)

4.2 ผลการศึกษากิจกรรมการเคลือบผิวและการยึดติด

1) สมบัติของเนื้อเซรามิกที่นำมาทำพื้นผิว

จากผลการทดลองในตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าสมบัติของเนื้อเซรามิกที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิการเผาต่าง ๆ กัน ในช่วง 700 - 1200°C พบว่า ช่วง 700 - 1100°C มีค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 13.57 - 17.03 และความพรุนร้อยละ 24.55-29.58 ซึ่งค่อนข้างใกล้เคียงกัน แต่พบว่า ที่อุณหภูมิ 1200°C มีการเปลี่ยนแปลงค่าการดูดซึมน้ำและความพรุนสูง เมื่อเทียบกับอุณหภูมิก่อนหน้านี้ โดยมีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำและความพรุน เท่ากับ 3.7 และ 8.4 ตามลำดับ เนื่องจากการสูกตัวของเนื้อดินเกิดเป็นเนื้อแก้ว

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะเฉพาะของเนื้อเซรามิกที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน

ลักษณะเฉพาะ	เนื้อเซรามิกที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน (องศาเซลเซียส)					
	700	800	900	1000	1100	1200
การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	17.03	16.84	15.71	14.60	13.57	3.7
ความพรุน (ร้อยละ)	29.58	28.62	28.59	25.47	24.55	8.4

2) พฤติกรรมการเปื่อยผิวยางของยางรักบนผลิตภัณฑ์เซรามิก

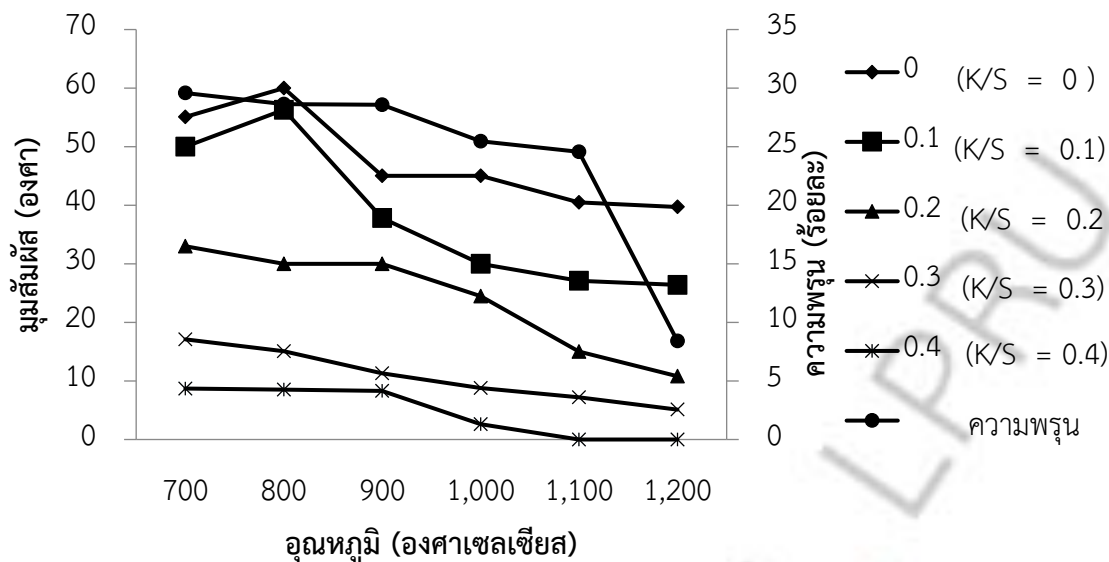
พฤติกรรมการเปื่อยผิวยางของเนื้อเซรามิกที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่างกัน ได้แก่ 700 - 1200 องศาเซลเซียส โดยการหยดยางรักที่มีการผสมน้ำมันก๊าดในอัตราส่วนต่าง ๆ ลงบนพื้นผิว แล้วทำการวัดมุมสัมผัส หากมุมสัมผัสต่ำแสดงว่ามีการเปื่อยผิวดี และถ้ามุมสัมผัสสูงแสดงว่ามีการเปื่อยผิวดูไม่ดี ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 พบว่า เมื่อนำยางรัก และยางรักที่มีการผสมน้ำมันก๊าด ไปหยดลงบนผิวของเนื้อเซรามิกที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่างกัน พบว่า เมื่ออุณหภูมิการเผาที่สูงขึ้นมุมสัมผัสจะลดลง แสดงว่ามีการเปื่อยผิวยางที่เพิ่มขึ้น และเมื่อผสมน้ำมันก๊าดลงไปปริมาณที่มากขึ้น พบว่ามุมสัมผัสที่ลดลง แสดงว่ามีการเปื่อยผิวยางที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากผลของพื้นผิวที่มีความพรุน ยิ่งความพรุนสูง มุมสัมผัสยิ่งสูง ส่งผลให้การเปื่อยผิวยางต่ำหรือไม่ดี ซึ่งความสัมพันธ์สามารถแสดงให้เห็นดังภาพที่ 1

เมื่อมีการผสมกับน้ำมันก๊าดพบว่ามุมสัมผัสลดลงเมื่อมีน้ำมันก๊าดเพิ่มขึ้น กล่าวคือมีการเปื่อยผิวยางเพิ่มขึ้น เนื่องจากยางรักบริสุทธิ์มีความหนืดค่อนข้างสูง มีการไหลตัวต่ำ จึงส่งผลต่อพฤติกรรมการเปื่อยผิวยางที่มาก และเมื่อมีการปรับความหนืดลงไป ด้วยการผสมน้ำมันก๊าด ส่งผลให้มีมุมสัมผัสที่ลดลง

ตารางที่ 3 แสดงมุมสัมผัสของยางรักที่มีการผสมน้ำมันก๊าดบนเนื้อเซรามิกที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อัตราส่วนของน้ำมันก๊าดต่อยางรัก (โดยน้ำหนัก)	มุมสัมผัสของเนื้อเซรามิกที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน (องศาเซลเซียส)					
	700	800	900	1000	1100	1200
0	55.1	60	45	45	40.5	39.7
0.1	50	56.3	37.8	30	27.1	26.4
0.2	33	30	30	24.5	15	10.8
0.3	17.1	15.1	11.3	8.8	7.2	5.1
0.4	8.7	8.5	8.3	2.6	0	0



ภาพที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเป็ยผิวของยางรักที่มีการผสมด้วยน้ำมันก๊าดในปริมาณต่าง ๆ กัน (K/S โดย K = น้ำมันก๊าด, S = ยางรัก) และความพรุนของผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน

3) การยึดติดของผิวเคลือบยางรักบนผิวผลิตภัณฑ์เซรามิก

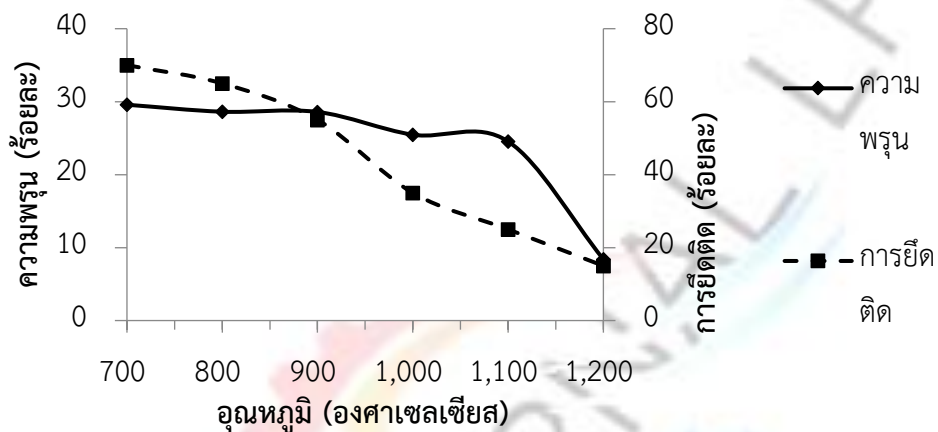
การทดสอบการยึดติด ถือเป็นการทดสอบที่สำคัญสำหรับผิวเคลือบโดยทั่วไป ซึ่งวิธีการที่นำมาใช้เพื่อทดสอบการยึดติดของยางรักในงานวิจัยนี้ เป็นการใช่วิธีการกรัดให้เป็นตารางในพื้นที่ที่กำหนด แล้วใช้เทปกาวปิดทับ หลังจากนั้นทำการดึงขึ้น แล้วสังเกตพฤติกรรมการหลุดออก เพื่อบ่งบอกถึงความสามารถในการยึดติดได้ โดยให้ผลการทดลอง ดังตารางที่ 4

จากผลการทดลอง พบว่า ที่อุณหภูมิการเผา 700 องศาเซลเซียส มีพื้นที่ของการยึดติดสูงสุด ร้อยละ 70 นั้นบ่งบอกว่ามีการยึดติดที่ดี โดยที่อุณหภูมิการเผา 1200 องศาเซลเซียส มีพื้นที่การยึดติดต่ำที่สุด ร้อยละ 15 เมื่อพิจารณาจากลักษณะเฉพาะ ได้แก่ การดูดซึมน้ำ ความพรุน โดยที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส มีการดูดซึมน้ำที่สูง และมีความพรุนตัวสูงที่สุด น่าจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการยึดติดที่ดี ดังแสดงให้เห็นในภาพที่ 2 ถึงแม้ว่าจะมีพฤติกรรมการเป็ยผิวที่ไม่ดี ซึ่งแก้โดยการผสมน้ำมันก๊าดลงไปเพื่อลดแรงตึงผิว

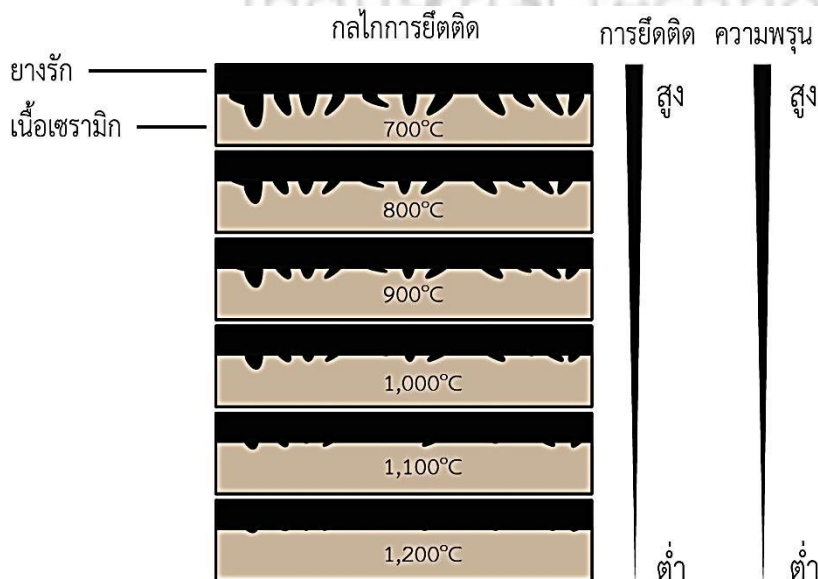
โดยที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส ยางรักที่ใช้หาสามารถซึมเข้าไปในเนื้อเซรามิกได้มาก ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการยึดเกาะมีสูง ในขณะที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ยางรักซึมเข้าไปในเนื้อเซรามิกได้น้อยเพราะรูพรุนที่ต่ำกว่า เมื่อเทียบกับเนื้อเซรามิกที่เผาด้วยอุณหภูมิที่ต่ำกว่า ส่งผลให้ประสิทธิภาพการยึดเกาะต่ำ และทำให้การยึดติดไม่ดีเท่าที่อุณหภูมิการเผาที่ต่ำกว่า โดยสามารถแสดงให้เห็นกลไกและปัจจัยที่ส่งผลต่อการยึดติดดังภาพที่ 3

ตารางที่ 4 แสดงความสามารถในการยึดติดของยางรับบนพื้นผิวเซรามิกที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน

การยึดติด	เนื้อเซรามิกที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน (องศาเซลเซียส)					
	700	800	900	1000	1100	1200
พื้นที่การยึดติด (ร้อยละ)	70	65	55	35	25	15



ภาพที่ 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการยึดติดของยางรักที่ผสมน้ำมันกาดร้อยละ 20 ($K/S=0.2$) และความพรุนของผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ และแก้ว



ภาพที่ 3 แสดงกลไกการยึดติดของยางรักบนพื้นผิวเซรามิกที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ

5. สรุปผลการวิจัย

ยางรักใหญ่ที่นำมาใช้ในการศึกษานี้ ได้แก่ ยางรักในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ มีองค์ประกอบหลักเป็นโมเลกุลของเฮปตะเดซีนิลแคเทคอล (Heptadecenylcatechol) โดยหมู่อัลคินิลที่ปรากฏในโครงสร้างมีลักษณะเป็นโซ่ตรง ซึ่งเป็นมอนอเมอร์ชนิดทิตซึออล คุณภาพของน้ำยางค่อนข้างต่ำเนื่องจากมีความชื้นสูง เมื่อนำมาเคลือบผิวเซรามิกที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน และศึกษาการยึดติด พบว่า ลักษณะเฉพาะของพื้นผิวที่แตกต่างกันโดยเฉพาะความพรุนอันเนื่องมาจากอุณหภูมิการเผาที่ต่างกัน กล่าวคือ ยิ่งใช้อุณหภูมิการเผาสูงเท่าไร ยิ่งส่งผลให้ความพรุนตัวของเซรามิกลดลง ซึ่งพื้นผิวที่มีรูพรุนสูงจะมีประสิทธิภาพในการยึดเกาะที่ดีกว่า อย่างไรก็ตาม หากเซรามิกมีรูพรุนสูงจะส่งผลให้มีการซึมของน้ำที่สูง ทำให้ความทนทานของผิวเคลือบลดลง ปัจจุบันนิยมนำเซรามิกที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิสูงมาเคลือบผิวด้วยยางรักเพื่อการตกแต่ง โดยเฉพาะผิวด้านนอก เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาด้วยอุณหภูมิที่สูงมีการดูดซึมน้ำต่ำ แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นคือประสิทธิภาพในการยึดติดที่ต่ำเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งต้องหาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในการยึดติดต่อไป

ยางรักบริสุทธิ์มีความหนืดค่อนข้างสูง ส่งผลต่อพฤติกรรมการเปียกผิว สามารถแก้ปัญหาได้โดยการลดความตึงผิว ด้วยการผสมน้ำมันก๊าดลงไปในปริมาณที่เหมาะสม

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปี 2559 และได้รับการสนับสนุนด้านระบบและกลไกในการบริหารงานวิจัยให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

7. เอกสารอ้างอิง

- Arif Butt, M., Chughtai, A., Ahmad, J., Ahmad, R., Majeed, U. and Khan, I. H. (2007-2008). Theory of Adhesion and its Practical Implications A Critical Review, Faculty of Engineering and Technology, 21-45.
- ASTM D1200. 1994. Standard Test Method for Viscosity by Ford Viscosity Cup.
- ASTM D3359. 2009. Standard Test Methods for Measuring Adhesion by Tape Test.
- Frade, J. C., Ribeiro, M. I., Graça, J. and Rodrigues, J. (2009). Applying pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry to the identification of oriental lacquers: study of two lacquered shields, Analytical and Bioanalytical Chemistry, 39, 2167-2174.

- Frade, J. C., Ribeiro, I., Graca, J., Vasconcelos, T. and Rodrigues, J. (2010). Chemotaxonomic application of Py-GC/MS: Identification of lacquer trees. **Analytical and Applied Pyrolysis**, 89, 117–121.
- Honda, T., Lu, R., Sakai, R., Ishimura, T. and Miyakoshi, T. (2008). Characterization and comparison of Asian lacquer saps, **Progress in Organic Coatings**, 61, 68–75.
- Kiprop, A. K., Pourtier, E. and Kimutai, S. K. (2013) GC-MS and ESI-MS detection of catechol, **International Journal of Education and Research**, 1(12), 1-12.
- Lu, R., Harigaya, S., Ishimura, T., Nagase, K. and Miyakoshi, T. (2004). Development of a fast drying lacquer based on raw lacquer sap, **Progress in Organic Coatings**, 51, 238–243.
- Lu, R., Kamiya, Y., and Miyakoshi, T. (2007a). Preparation and characterization of Melanorrhoea usitata lacquer film based on pyrolysis–gas chromatography/mass spectrometry, **Analytical and Applied Pyrolysis**, 78, 172–179.
- Lu, R., Kamiya, Y. and Miyakoshi, T. (2007b) Characterization of lipid components of Melanorrhoea usitata lacquer sap, **Talanta**, 71, 1536–1540.
- Lu, R., Harigaya, S., Ishimura, T., Nagase, K. and Miyakoshi, T. (2004). Development of a fast drying lacquer based on raw lacquer sap, **Progress in Organic Coatings**, 51, 238–243.
- Lu, R., Miyakoshi, T., (2015). **Lacquer Chemistry and Applications: Modification of lacquer**, ISBN: 978-0-12-803589-4, Elsevier, 171-214.
- Wan, Y.-Y., Lu, R., Yu-Min Du, Y.-M., Honda, T. and Miyakoshi, T. (2007). Does Donglan lacquer tree belong to Rhus vernicifera species? **International Journal of Biological Macromolecules**, 41, 497–503.
- Wangchareontrakul, S. (2007). **Seminar on Study of Oriental Lacquer Initialed by H.R.H. Princess Maha Chakri Sirindhorn for the Revitalization of Thai Wisdom**, September 17-19, Bangkok : Amarin Printing and Publishing. (in Thai)
- Webb, M., (2000). **Lacquer: Technology and conservation**. ISBN: 978-075-06-4412-9, Oxford : Butterworth-Heinemann, 6.