

การพัฒนาเนื้อดินและเคลือบสังคโลกจากส่วนผสมขวดแก้วสี สำหรับผลิตกระเบื้องตกแต่งอาคาร สู่การจำหน่ายเชิงพาณิชย์ โดยการต่อยอดภูมิปัญญาเครื่องสังคโลก จังหวัดสุโขทัย

วันที่รับ : 22 พฤศจิกายน 2566

วันที่แก้ไข : 14 กุมภาพันธ์ 2567

วันที่ตอบรับ : 15 กุมภาพันธ์ 2567

สนธิ ปิ่นสกุล^{1*} และชาติชาย จันทร์ประทีป¹

¹คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
จังหวัดพิษณุโลก

*corresponding author e-mail: sanit17@psru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดลองส่วนผสมและทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินและเคลือบสังคโลกจากส่วนผสมของขวดแก้วสี เพื่อผลิตกระเบื้องตกแต่งอาคารที่มีส่วนผสมของขวดแก้วสี และเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคจำนวน 50 คนที่มีต่อผลิตภัณฑ์กระเบื้องตกแต่งอาคาร วัตถุประสงค์ที่ใช้ทดลองเนื้อดิน คือ ดินเขาสีลำน ดินหนานา และขวดแก้วสีเขียว ส่วนวัตถุประสงค์ที่ใช้ทดลองเคลือบ คือ ดินเขาสีลำน หินฟันม้า หินปูน และขวดแก้วสีเขียว โดยเนื้อดินและเคลือบทุกสูตร ถูกเผาที่อุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาใหม่แบบสมบูรณ์ ลวดลายกระเบื้องออกแบบร่วมกับผู้ประกอบการโดยการนำอัตลักษณ์สังคโลกมาเป็นแนวคิดในการออกแบบ แล้วคัดเลือกต้นแบบจำนวน 10 แบบ นำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นกระเบื้องและนำไปประเมินความพึงพอใจผลการวิจัยพบว่าเนื้อดินและเคลือบสูตรที่มีสมบัติทางกายภาพเหมาะสม สำหรับผลิตกระเบื้อง คือ เนื้อดินสูตรที่ 3 และเคลือบสูตรที่ 1 โดยเนื้อดินสูตรที่ 3 มีส่วนผสมของดินเขาสีลำนร้อยละ 70 ดินหนานาร้อยละ 20 และขวดแก้วสีเขียวร้อยละ 10 หลังเผามีความหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 7.79 ความแข็งแรงเฉลี่ย 184.14 กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร การดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 1.34 เนื้อดินทนความร้อนที่อุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียสได้และมีสีน้ำตาล ส่วนเคลือบสูตรที่ 1 มีส่วนผสมของขวดแก้วสีเขียวร้อยละ 75 หินปูนร้อยละ 5 หินฟันม้าร้อยละ 20 และเพิ่มเติมดินเขาสีลำนร้อยละ 3 เคลือบมันแวววาว ผิววาว มีสีเขียวใสและมีการไหลตัวที่ 4.67 เซนติเมตร การออกแบบลวดลายกระเบื้องได้นำอัตลักษณ์ลายปลา ลายพรรณพฤกษาของสังคโลกมาประยุกต์เป็นลวดลายบนผิวกระเบื้องทั้ง 10 แบบ ผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวมของกระเบื้องทั้งหมด มีค่ามากกว่า 4.22±0.19 อยู่ในระดับมาก ผู้วิจัยได้ถ่ายทอดองค์ความรู้การใช้ประโยชน์จากขยะขวดแก้วสีเขียวในชุมชนนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตสังคโลกให้กับผู้ประกอบการผลิตสังคโลกในจังหวัดสุโขทัย งานวิจัยนี้สามารถลดต้นทุนให้ผู้ประกอบการได้

คำสำคัญ: เนื้อดิน, กระเบื้อง, สังคโลก, ขวดแก้วสี

DEVELOPMENT OF BODY AND GLAZES SANGKHALOK FROM THE MIXTURE OF COLORED GLASS BOTTLES FOR THE PRODUCTION OF DECORATIVE TILES TO COMMERCIAL DISTRIBUTION BY THE WISDOM OF THE SANGKHALOK SUKHOHAI PROVINCE

Received : November 22, 2023

Revised : February 14, 2024

Accepted : February 15, 2024

Sanit Phinsakul^{1*} and Chartchay Junprateep¹

¹Faculty of Industrial Technology, Pibulsongkram Rajabhat University,
Phitsanulok, Thailand

*corresponding author e-mail: sanit17@psru.ac.th

Abstract

The objectives of this research were to experiment with the composition and test the physical properties of clay and glaze in Sangkhalok ceramics using colored glass bottle mixtures to produce decorative building tiles incorporating colored glass bottles, and evaluate the satisfaction of 50 consumers with the decorative building tile products. The raw materials used for testing were soil from Khao See Lam Mountain, top-layer soil, and Green Glass Bottles. While, the raw materials used for the coating experiment were soil from Khao See Lam Mountain, feldspar, limestone, and green glass bottles. The experiments of both soil testing and coating mixtures were fired at a temperature of 1,220 degrees Celsius in a complete incineration atmosphere. Tile product patterns were designed in collaboration with entrepreneurs using the Sangkhalok's identity as a concept. Subsequently, the selection process involved choosing 10 prototype patterns which were then formed into tile samples for evaluation of consumer satisfaction. The research results indicated that the soil mixture with physical properties suitable for tile production was Formula No.3, and the coating formula suitable was Formula No. 1. To elaborate on, the soil mixture Formula No.3 consisted of 70% of soil from Khao See Lam Mountain, 20% of top-layer soil, and 10% of green glass bottles. Additionally, the average shrinkage of this formula was 7.79%, the average strength was 184.14 kilograms per square centimeter, the average water absorption was 1.34%, and the soil was heat-resistant at a temperature of 1,220 degrees Celsius and it had a color of brown. On the other hand, the coating Formula No. 1, consisted of 75% of green glass bottles, 5% of limestone, 20% of feldspar, and 3% of additional soil from Khao See Lam Mountain. The coating had a translucent appearance, smooth surface, clear green color, and flow rate of 4.67 centimeters. The tile design was inspired by the fish patterns and floral motifs of Sangkhalok, which were distinctive cultural features of Sukhothai Province. These elements were adapted into the surface design of all 10 tile prototypes. In addition, the overall satisfaction rating for the tiles exceeded 4.22±0.19, indicating a high level of satisfaction. The researcher transferred knowledge on using green glass bottle waste from the community as a raw material for Sangkhalok ceramic production to local manufacturers in Sukhothai Province. This research had the potential to reduce production costs for the manufacturers.

Keywords: Body, Tile, Sangkhalok, Colored glass bottles

บทนำ

เครื่องปั้นดินเผาหรือเซรามิก เป็นศิลปหัตถกรรมที่เป็นภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทยที่มีการผลิตมาตั้งแต่สมัยโบราณตามหลักฐานที่ปรากฏให้เห็นในทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย เป็นผลิตภัณฑ์งานฝีมือที่เกิดจากสมองและมือมนุษย์ ที่มีอายุยืนยาวที่สุดในโลกอย่างหนึ่ง เครื่องปั้นดินเผาของไทย มีเอกลักษณ์โดดเด่น หลายชิ้นมีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักกันดีในหมู่คนไทย ขณะที่อีกหลายชิ้นมีชื่อเสียงในระดับสากล เช่น เครื่องถ้วยชามสังคโลกจากแหล่งเตาเผาสมัยสุโขทัย ที่มีหลักฐานว่าเป็นสินค้าส่งออกในช่วงสมัยโบราณ ไปยังแถบหมู่เกาะต่างๆ ของอินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ญี่ปุ่นบางประเทศในตะวันออกกลางและแอฟริกา เมื่อกาลเวลาผันผ่าน เครื่องปั้นดินเผาสามารถสื่อความหมายในระดับวัฒนธรรมสะท้อนถึงความเปลี่ยนแปลงของสังคม บอกเล่าเรื่องราวและวิถีชีวิตของชนผู้เป็นเจ้าของในแต่ละยุคสมัยได้ (นิดดา หงส์วิวัฒน์, 2554, น. 7)

เครื่องสังคโลก จังหวัดสุโขทัย เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความสวยงาม โดดเด่น โดยเฉพาะชนิดเขียนลวดลายสีดำได้เคลือบ สีที่ใช้เขียนลายเป็นสีน้ำตาลเข้มและน้ำเคลือบมีลักษณะขุ่น ลวดลายที่ตกแต่งเป็นลายพรรณพฤกษาที่ประณีตสวยงาม ลายดอกไม้ ปลา นกและสัตว์ในเทพนิยายอยู่ปะปนกับพรรณพฤกษา ส่วนใหญ่มีลวดลายที่ปากภาชนะและด้านนอกแบ่งเป็นช่องๆ ชามบางใบเป็นลายดอกไม้และปลาที่วาดอย่างง่ายๆ ตรงกึ่งกลาง บางใบเป็นรูปปลากำลังว่ายอยู่รอบๆ พรรณพฤกษา ปัจจุบันนี้การผลิตเครื่องสังคโลก ได้รับการอนุรักษ์สืบทอด โดยมีการก่อตั้งโรงงานผลิตเครื่องสังคโลกในเขตอำเภอเมือง อำเภอศรีสขณาสัย และอำเภอศรีสำโรง จังหวัดสุโขทัย ประมาณ 7 แห่ง จากการที่ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากกลุ่มผู้ประกอบการผลิตเครื่องสังคโลก พบว่าปัญหาสำคัญของการผลิตเครื่องสังคโลก คือ ต้นทุนการผลิตสูงทั้งในส่วนของวัตถุดิบโดยเฉพาะวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเคลือบสังคโลกต้องสั่งซื้อจากต่างถิ่นและบางชนิดต้องใช้วัสดุธรรมชาติจากไม้เนื้อแข็งนำมาเผาเป็นขี้เถ้าแล้วนำมาเป็นส่วนผสมของเคลือบสังคโลก นอกจากนี้แก๊สที่นำมาใช้ในกระบวนการเผาที่มีราคาสูงซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนการผลิตโดยรวม แต่ผู้ประกอบการไม่สามารถเพิ่มราคาขายในส่วนของผู้ผลิตได้ นอกจากนี้รูปแบบผลิตภัณฑ์สังคโลกที่ผู้ประกอบการผลิตจำหน่ายยังคงเป็นรูปแบบเดิมเชิงอนุรักษ์ซึ่งปัจจุบันเป็นที่ต้องการของตลาดน้อย ผู้วิจัยเห็นว่าเศษวัสดุเหลือทิ้งประเภทขวดแก้วสี (สีเขียว) เป็นวัสดุชนิดหนึ่งที่มีความแข็ง มีทั้งลักษณะที่โปร่งใสและโปร่งแสง มีองค์ประกอบหลัก คือ ซิลิกา (Silica) หรือซิลิกอนไดออกไซด์ (Silicon dioxide หรือ SiO_2) หากนำมาหลอมด้วยความร้อนสูง 1,700 องศาเซลเซียส ซิลิกอนไดออกไซด์จะเกิดการหลอมละลายจากนั้นจึงผสมหินปูน (Lime) และโซดาแอช (Soda ash) เพื่อให้จุดหลอมเหลวของแก้วลดลง เมื่อเย็นตัวลงแล้วจะแข็งตัวโดยไม่เป็นผลึกและใส (ปวีตา ลิขิตเดชาโรจน์, 2565) ซึ่งแก้วนี้ที่มีอยู่ทั่วไปเป็นวัสดุที่มีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับวัตถุดิบที่นำมาใช้ในการผลิตเนื้อดินและเคลือบสังคโลกสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินและเคลือบสังคโลกทดแทนส่วนผสมของวัตถุดิบเดิมบางชนิดได้จึงเป็นการลดต้นทุนให้ผู้ประกอบการและเป็นการใช้เศษวัสดุให้เกิดประโยชน์ได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ผู้วิจัยต้องการที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสังคโลกร่วมกับผู้ประกอบการและเห็นว่าผลิตภัณฑ์ประเภทกระเบื้องตกแต่งอาคารเป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่จะสามารถพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่และสามารถส่งเสริมให้จำหน่ายได้ในเชิงพาณิชย์ได้ โดยรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนาจะสะท้อนถึงอัตลักษณ์ภูมิปัญญาเครื่องสังคโลกโบราณ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาสูตรเนื้อดินและเคลือบสังคโลกจากส่วนผสมขวดแก้วสีสำหรับผลิตภัณฑ์กระเบื้องตกแต่งอาคาร สู่การจำหน่ายเชิงพาณิชย์ โดยการต่อยอดภูมิปัญญาเครื่องสังคโลก จังหวัดสุโขทัย เป็นการลดต้นทุนในส่วนของวัตถุดิบและส่งเสริมการผลิตให้กับกลุ่มผู้ประกอบการเครื่องสังคโลกต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อทดลองส่วนผสมและทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินและเคลือบสังคโลกจากส่วนผสมของขวดแก้วสี
2. เพื่อผลิตกระเบื้องตกแต่งอาคารที่มีส่วนผสมของขวดแก้วสี โดยออกแบบผลิตภัณฑ์จากอัตลักษณ์เครื่องสังคโลก จังหวัดสุโขทัย
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคจำนวน 50 คนที่มีต่อผลิตภัณฑ์กระเบื้องตกแต่งอาคาร

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยประยุกต์ มุ่งศึกษาแก้ปัญหาร่วมกับผู้ประกอบการเซรามิก ในจังหวัดสุโขทัย เพื่อให้ได้ผลงานวิจัยที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง ทีมผู้วิจัยได้ลำดับขั้นตอนของการวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การทดลองในระยะที่ 1 ทดลองส่วนผสมและทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินและเคลือบสังคโลกจากส่วนผสมของขวดแก้วสี

1.1 การทดลองส่วนผสมของเนื้อดิน กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแบบเจาะจงโดยใช้ดินในท้องถิ่นเป็นส่วนผสมประกอบด้วยวัตถุดิบ 3 ชนิด คือ ดินเขาสีลำน ตำบลหนองอ้อ อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ดินหน้านา ตำบลหนองอ้อ อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย และขวดแก้วสีบดละเอียดผ่านตะแกรงกรรงขนาด 120 เมช คัดเลือกสูตรส่วนผสมที่มีขวดแก้วสีไม่เกินร้อยละ 40 ได้ส่วนผสมจำนวน 15 สูตร ส่วนผสมเนื้อดินที่ใช้ในการทดลองดังตาราง 1

ตาราง 1 ส่วนผสมของเนื้อดินสังคโลก

สูตรที่	ส่วนผสมของวัตถุดิบ (ร้อยละ)		
	ดินเขาสีลำน	ดินหน้านา	ขวดแก้วสี
1	80	10	10
2	70	10	20
3	70	20	10
4	60	10	30
5	60	20	20
6	60	30	10
7	50	10	40
8	50	20	30
9	50	30	20
10	50	40	10
11	40	10	50
12	40	20	40
13	40	30	30
14	40	40	20
15	40	50	10

จากนั้นชั่งส่วนผสมวัตถุดิบสูตรละ 1,000 กรัม ผสมน้ำเพื่อให้เกิดความเหนียว แล้วนำไปขึ้นรูปเป็นแท่งทดลองด้วยวิธีการอัดแบบพิมพ์ ขนาดความยาว 8 เซนติเมตร ความกว้าง 1 เซนติเมตรและความหนา 1 เซนติเมตร สูตรละ 6 แท่ง อบแห้งทดลองให้แห้งที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส ด้วยเตาแก๊ส บรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน จากนั้นนำชิ้นทดลองที่ผ่านการเผาแล้วไปทดสอบสมบัติทางกายภาพหลังการเผา ประกอบด้วย

- 1) ความหดรัดตัวของเนื้อดินหลังเผาวิเคราะห์โดยใช้สูตร Rhodes (1973, p.311)

$$\text{ร้อยละของความหดรัดตัวของดินหลังเผา} = \frac{\text{ความยาวของดินเปียก} - \text{ความยาวของดินหลังเผา} \times 100}{\text{การหดรัดตัวของดินเปียก}}$$

- 2) ค่าความแข็งแรงวิเคราะห์โดยใช้สูตร Andrews (1928, p.44)

$$M = \frac{3PL}{2bd^2}$$

- ให้
- M = ค่าความแข็งแรงของดิน (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)
 - P = แรงที่เกิดทำให้แท่งทดลองหัก (กิโลกรัม)
 - L = ระยะห่างของแท่นรองรับขึ้นทดลอง (เซนติเมตร)
 - b = ความกว้างของขึ้นทดลอง (เซนติเมตร)
 - d = ความหนาของขึ้นทดลอง (เซนติเมตร)

- 3) การดูดซึมน้ำการดูดซึมน้ำวิเคราะห์โดยใช้สูตร Rhodes (1973, p.310)

$$\text{ร้อยละของการดูดซึมน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักที่อิ่มตัว} - \text{น้ำหนักดินที่แห้ง} \times 100}{\text{น้ำหนักดินที่แห้ง}}$$

- 4) ความทนไฟของเนื้อดินวิเคราะห์โดยการพิจารณาการคงสภาพเดิมของแท่งทดลอง
 5) สีของเนื้อดินและเคลือบสังคโลกทดสอบโดยใช้แผ่นเทียบสี

หลักจากวิเคราะห์ข้อมูลแล้วคัดเลือกสูตรส่วนผสมของเนื้อดินที่เหมาะสมที่สุดไปผลิตชิ้นงาน

1.2 การทดลองส่วนผสมของเคลือบสังคโลกกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแบบเจาะจงประกอบด้วยวัตถุ 4 ชนิด คือ ขวดแก้วสี หินปูน หินฟันม้า และดินเขาสีลำน กำหนดส่วนผสมจำนวน 10 สูตรทำการชั่งส่วนผสมของวัตถุดิบสูตรละ 100 กรัม ผสมน้ำแล้วบดด้วยโม่รังกานสูตรละ 10 นาที แล้วนำไปเคลือบถ้วยทดสอบเคลือบและขึ้นทดสอบการไหลตัวของเคลือบ (Block test) ที่เตรียมไว้ สูตรละ 1 ชิ้นจากนั้นนำขึ้นทดลองเคลือบไปเผาที่อุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส ด้วยเตาแก๊ส บรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน จากนั้นนำแท่งทดลองเคลือบที่ผ่านการเผาแล้วไปทดสอบสมบัติทางกายภาพของเคลือบหลังเผา ประกอบด้วย ระดับความมันของเคลือบ การรานตัวของเคลือบ การไหลตัวของเคลือบและ สีของเคลือบ และคัดเลือกสูตรส่วนผสมที่มีลักษณะทางกายภาพใกล้เคียงกับเคลือบสังคโลกเดิมไปเคลือบผิวผลิตชิ้นงาน ส่วนผสมของเคลือบสังคโลกที่ใช้ในการทดลองดังตาราง 2

ตาราง 2 ส่วนผสมของเคลือบสังคโลก

สูตรที่ 1	วัตถุดิบ (ร้อยละ)			
	ขุดแก้วสี	หินปูน	หินฟันม้า	ดินเขาสีล้น (เพิ่มเติม)
1	75	5	20	3
2	70	10	20	3
3	70	5	25	3
4	65	15	20	3
5	65	10	25	3
6	65	5	30	3
7	60	20	20	3
8	60	15	25	3
9	60	10	30	3
10	60	5	35	3

การทดลองในระยะที่ 2 การผลิตกระเบื้องตกแต่งอาคารที่มีส่วนผสมของขุดแก้วสี โดยออกแบบผลิตภัณฑ์จากอัตลักษณ์เครื่องสังคโลก จังหวัดสุโขทัย

การออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องผู้วิจัยทำการออกแบบร่วมกับผู้ประกอบการผลิตสังคโลก จังหวัดสุโขทัย โดยทำการออกแบบและคัดเลือกไปทำการผลิตจริง จำนวน ไม่น้อยกว่า 10 แบบ โดยลดลายนบนกระเบื้องสังคโลกทั้ง 10 แบบได้แนวความคิดจากอัตลักษณ์ของเครื่องสังคโลกโบราณ ตัวอย่างเช่น แบบที่ 1 แนวคิดจากลายปลา แบบที่ 2 แนวคิดจากผนังฉลุลายประดับโบสถ์ วิหาร แบบที่ 3 แนวคิดจากลวดลายพรรณพฤกษาของสังคโลก เป็นต้น ในส่วนของเนื้อดินและเคลือบสังคโลกที่นำไปใช้ในการขึ้นรูปกระเบื้องได้มาจากการทดลองในตอนที่ 1 การทดลองในระยะที่ 3 การประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กระเบื้องตกแต่งอาคารผู้วิจัยกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงที่ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิประเมินที่ประกอบด้วย สถาปนิก นักออกแบบ นักวิชาการทางด้านเซรามิกประชาชนทั่วไป จำนวน 50 คน ทำการประเมินโดยใช้แบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ช่วงระดับคะแนน 4.50-5.0 คือ ระดับมากที่สุด 3.50-4.49 คือ ระดับมาก 2.50-3.49 คือระดับปานกลาง 1.50-2.49 คือ ระดับน้อย 1.00-1.49 คือ ระดับน้อยที่สุด การประเมินจะใช้แบบประเมินประกอบกับชิ้นงาน จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ยนำเสนอในรูปแบบตารางประกอบการบรรยาย

ผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยตามกระบวนการและวิเคราะห์ผลการทดลองในแต่ละระยะผลการวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การทดลองส่วนผสมและทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินและเคลือบสังคโลกจากส่วนผสมของขุดแก้วสี

1.1 การศึกษาสูตรเนื้อดินสังคโลกที่ผสมขุดแก้วสี แสดงภาพแห่งทดสอบเนื้อดินดังภาพ 1 และผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินดังตารางที่ 3 พบว่าเนื้อดินที่มีค่าความหดตัวหลังเผามากที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 10 ความหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 8.25 เนื้อดินที่มีค่าความหดตัวหลังเผาน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 6 ความหดตัวเฉลี่ยร้อยละ 7.42 เนื้อดินที่มีค่าความแข็งแรงหลังเผามากที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 3 ค่าความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ย 184.14 กก./ตร.ซม. เนื้อดินที่มีค่าความแข็งแรงหลังเผาน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 10 มีความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ย 135.61 กก./ตร.ซม. เนื้อดินที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 15 ค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ยร้อยละ 1.98 เนื้อดินที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 3 เนื้อดินที่มีค่าการดูดซึมน้ำเฉลี่ย

ร้อยละ 1.34 เนื้อดินที่ผ่านการเผาทุกสูตรมีสีน้ำตาลถึงสีน้ำตาลเข้ม ส่วนเนื้อดินสูตรที่ 2, 4, 5, 8, 9, 13 และ 14 ไม่สามารถทนไฟได้หลอมละลาย จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินพบว่า เนื้อดินสูตรที่มีสมบัติทางกายภาพเหมาะสมมากที่สุดในการขึ้นรูปกระเบื้องสังคโลก ได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 3 เนื่องจากมีค่าความแข็งแรงหลังเผาสูงและมีค่าการดูดซึมน้ำต่ำกว่าเนื้อดินสูตรอื่นๆ



ภาพ 1 แท่งทดสอบเนื้อดินที่ผ่านการเผาอุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส

ตาราง 3 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินสังคโลกผสมขวดแก้วบดสีละเอียด

สูตรที่	สมบัติทางกายภาพของเนื้อดินสังคโลกหลังเผาอุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส				
	ความหดตัวเฉลี่ย (ร้อยละ)	ความแข็งแรงเฉลี่ย(กก./ตร.ซม.)	การดูดซึมน้ำเฉลี่ย(ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีของเนื้อดิน
1	7.63	183.31	1.44	ทนได้	น้ำตาล
3	7.79	184.14	1.34	ทนได้	น้ำตาล
6	7.42	147.28	1.44	ทนได้	น้ำตาลเข้ม
10	8.25	135.61	1.94	ทนได้	น้ำตาลเข้ม
15	8.13	157.88	1.98	ทนได้	น้ำตาลเข้ม

หมายเหตุ เนื้อดินสูตรที่ 2, 4, 5, 8, 9, 13 และ 14 หลอมละลายจึงไม่มีผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพ

1.2 การศึกษาเคลือบที่ผสมขวดแก้วสี แสดงภาพด้วยทดสอบเคลือบและขึ้นทดสอบเคลือบดังภาพ 2 และผลการทดลองแสดงดังตาราง 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบเคลือบที่มีผิวมันแวววาวได้แก่เคลือบสูตรที่ 1, 2, 3, 5, 6, 9 และ 10 เคลือบที่มีผิวด้านได้แก่เคลือบสูตรที่ 4, 7 และ 8 เคลือบทั้ง 10 สูตรสุกตัว และมีผิวรานเคลือบที่ไหลตัวมากที่สุดได้แก่เคลือบสูตรที่ 5 การไหลตัว 5.50 เซนติเมตร เคลือบที่ไหลตัวน้อยที่สุดได้แก่เคลือบสูตรที่ 8 การไหลตัว 0.52 เซนติเมตร เคลือบที่มีสีเขียวใสได้แก่เคลือบสูตรที่ 1, 2, 3, 5, 6, 9 และ 10 เคลือบสูตรที่มีสีเขียวขุ่น ได้แก่เคลือบสูตรที่ 4, 7 และ 8 ผู้วิจัยเลือกเคลือบสูตรที่ 1 ไปเคลือบผิวกระเบื้องสังคโลก เนื่องจากมีสีใกล้เคียงสังคโลกเดิมและมีส่วนผสมของขวดแก้วบดละเอียดมากถึงร้อยละ 75 ซึ่งถือว่าเป็นการใช้ประโยชน์จากขยะ



ภาพ 2 ถ้วยทดสอบเคลือบ(ซ้าย) แผ่นทดสอบการไหลตัวของเคลือบ (ขวา)

ตาราง 4 ผลการทดสอบสมบัติทางกายภาพเคลือบสังคโลกผสมขวดแก้วสี หลังเผาอุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน

สูตรที่	สมบัติทางกายภาพของเคลือบสังคโลกผสมขวดแก้วสี				
	ระดับความมัน ของเคลือบ	การสูกตัว ของเคลือบ	การรานตัว ของเคลือบ	การไหลตัว ของเคลือบ (ซม.)	สีของ เคลือบ
1	มันแวววาว	สูกตัว	ราน	4.67	เขียวใส
2	มันแวววาว	สูกตัว	ราน	4.53	เขียวใส
3	มันแวววาว	สูกตัว	ราน	5.42	เขียวใส
4	ด้าน	สูกตัว	ราน	1.00	เขียวขุ่น
5	มันแวววาว	สูกตัว	ราน	5.50	เขียวใส
6	มันแวววาว	สูกตัว	ราน	5.06	เขียวใส
7	ด้าน	สูกตัว	ราน	0.55	เขียวขุ่น
8	ด้าน	สูกตัว	ราน	0.52	เขียวขุ่น
9	มันแวววาว	สูกตัว	ราน	4.82	เขียวใส
10	มันแวววาว	สูกตัว	ราน	4.18	เขียวใส

2. การออกแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องตกแต่งอาคารจากอัตลักษณ์เครื่องสังคโลกจังหวัดสุโขทัย โดยการทำงานร่วมกับผู้ประกอบการผลิตสังคโลก จังหวัดสุโขทัย แนวคิดในการออกแบบจากอัตลักษณ์เครื่องสังคโลกจังหวัดสุโขทัย ตัวอย่างเช่น แนวคิดจากลายปลา แนวคิดจากผนังฉลุลายประดับโบสถ์ วิหาร แนวคิดจากลวดลายพรรณพฤกษาของสังคโลก เป็นต้น ทำการร่างแบบกระเบื้องสังคโลกเป็นรูปแบบ 2 มิติ จำนวน 12 แบบ และทำการคัดเลือกรูปแบบกระเบื้องสังคโลกจำนวน 10 แบบ โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้าน การออกแบบเครื่องปั้นดินเผาเชิงหัตถกรรมสร้างสรรค์และผู้เชี่ยวชาญทางด้านเซรามิกจำนวน 5 คน หลังจากได้ต้นแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องสังคโลกแล้วนำไปขึ้นรูปโดยผู้ประกอบการผลิตเครื่องสังคโลก จังหวัดสุโขทัย การคัดเลือกแบบกระเบื้องร่วมกับผู้ประกอบการและการผลิตแผ่นกระเบื้องดังภาพ 3 และแผ่นกระเบื้องสังคโลกที่ขึ้นรูปเสร็จแล้วดังภาพ 4



ภาพ 3 ผู้วิจัยและผู้ประกอบการร่วมกันคัดเลือกแบบกระเบื้อง(ซ้าย) การขึ้นรูปกระเบื้อง(ขวา)



ภาพ 4 แผ่นกระเบื้องสังคโลกที่ขึ้นรูปเสร็จแล้ว

3. การประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กระเบื้องตกแต่งอาคารผู้วิจัยนำชิ้นงานกระเบื้องทั้ง 10 แบบ ดังภาพ 5 พร้อมด้วยแบบสอบถามไปประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่ประกอบด้วย สถาปนิก นักออกแบบ นักวิชาการทางด้านเซรามิกประชาชนทั่วไป จำนวน 50 คน ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศชาย ร้อยละ 68 เพศหญิง ร้อยละ 32 ช่วงอายุ 15-25 ปี ร้อยละ 12 ช่วงอายุ 26-35 ปี ร้อยละ 20 ช่วงอายุ 36-46 ปี ร้อยละ 44 ช่วงอายุ 47 ปี ขึ้นไป ร้อยละ 24 อาชีพราชการ/รัฐวิสาหกิจ ร้อยละ 40 อาชีพพนักงานบริษัท ร้อยละ 26 อาชีพนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 10 อาชีพธุรกิจส่วนตัว ร้อยละ 20 อาชีพอื่นๆ ร้อยละ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์สังคโลกแสดงดังตาราง 5 โดยพบว่า รูปแบบกระเบื้องสังคโลกที่มีผลการประเมินในภาพรวมสูงที่สุดได้แก่แบบที่ 1 ผลการประเมินมีค่าเฉลี่ย 4.45 ± 0.27 ในระดับมาก ส่วนรูปแบบกระเบื้องสังคโลกที่มีผลการประเมินในภาพรวมน้อยที่สุดได้แก่แบบที่ 7 ผลการประเมินมีค่าเฉลี่ย 4.22 ± 0.19 ในระดับมาก



แบบที่ 1



แบบที่ 2



แบบที่ 3



แบบที่ 4



แบบที่ 5



แบบที่ 6



แบบที่ 7



แบบที่ 8



แบบที่ 9



แบบที่ 10

ภาพ 5 แผ่นกระเบื้องสังคโลกทั้ง 10 แบบ

ตาราง 5 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์กระเบื้องสังคโลก

ประเด็นการประเมิน		1.รูปแบบ	2.รูปแบบ	3. ผลิตภัณฑ์	4.วัสดุที่	5.ผลิตภัณฑ์	ความ
		ผลิตภัณฑ์	ผลิตภัณฑ์	มีการพัฒนา	นำมาใช้ใน	สามารถ	พึงพอใจ
		มีความ	มีความ	รูปแบบร่วม	การผลิต	ขายได้	โดยรวมแต่
		สวยงาม	เหมาะสม	สมัยสื่อถึง	มีความ		ละแบบ
				อัตลักษณ์	เหมาะสม		
				สังคโลก			
แบบที่ 1	ค่าเฉลี่ย	4.54	4.38	4.42	4.58	4.34	4.45±0.27
	ระดับ	มากที่สุด	มาก	มาก	มากที่สุด	มาก	มาก
แบบที่ 2	ค่าเฉลี่ย	4.40	4.36	4.40	4.60	4.18	4.38±0.24
	ระดับ	มาก	มาก	มาก	มากที่สุด	มาก	มาก
แบบที่ 3	ค่าเฉลี่ย	4.32	4.32	4.42	4.50	4.26	4.36±0.24
	ระดับ	มาก	มาก	มาก	มากที่สุด	มาก	มาก
แบบที่ 4	ค่าเฉลี่ย	4.48	4.30	4.36	4.64	4.20	4.39±0.22
	ระดับ	มาก	มาก	มาก	มากที่สุด	มาก	มาก
แบบที่ 5	ค่าเฉลี่ย	4.22	4.28	4.38	4.38	3.96	4.24±0.25
	ระดับ	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก
แบบที่ 6	ค่าเฉลี่ย	4.26	4.34	4.30	4.44	4.06	4.28±0.22
	ระดับ	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก
แบบที่ 7	ค่าเฉลี่ย	4.16	4.28	4.38	4.40	3.88	4.22±0.19
	ระดับ	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก
แบบที่ 8	ค่าเฉลี่ย	4.38	4.26	4.32	4.54	4.16	4.42±0.23
	ระดับ	มาก	มาก	มาก	มากที่สุด	มาก	มาก
แบบที่ 9	ค่าเฉลี่ย	4.28	4.28	4.42	4.52	3.92	4.28±0.22
	ระดับ	มาก	มาก	มาก	มากที่สุด	มาก	มาก
แบบที่ 10	ค่าเฉลี่ย	4.38	4.30	4.46	4.46	4.14	4.34±0.21
	ระดับ	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลของการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการอภิปรายผลแบ่งออกเป็น 3 ตอนดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การทดลองส่วนผสมและทดสอบสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินและเคลือบสังคโลกจากส่วนผสมของขวดแก้วสี จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความหนืดตัวของเนื้อดินหลังเผาขึ้นอยู่กัปริมาณส่วนผสมของวัตุดิบที่มีความเหนียวที่มีอยู่ในสูตรส่วนผสมของเนื้อดินกล่าวคือ เนื้อดินปั้นสูตรที่ 15 มีความหนืดตัวหลังเผามากกว่าเนื้อดินสูตรที่ 6 ถ้าดูในส่วนผสมพบว่าเนื้อดินสูตรที่ 15 ดินหน่านาร้อยละ 50 ส่วนเนื้อดินในสูตรที่ 6 ดินหน่านาร้อยละ 30 ดินหน่านาเป็นดินเหนียวท้องถิ่นมีความละเอียดและมีความเหนียวมากเมื่อมีอยู่มากในสูตรส่วนผสมจึงทำให้เนื้อดินเกิดการหดตัวมากที่สุดก่อนเผาและหลังเผาจึงทำให้เนื้อดินสูตรที่ 15 มีความหนืดตัวหลังเผามากกว่าเนื้อดินสูตรที่ 6 สอดคล้องกับแนวคิดของ ปรีดา พิมาพชาวกา (2539, น.51) ที่พบว่า ความหนืดตัวของดินหลังเผามีค่าการเปลี่ยนแปลง

ค่อนข้างกว้าง ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างเช่น ความละเอียด ความเหนียวของดิน ปกติดินเหนียวจะหดตัวมากทั้งขณะแห้งและเมื่อผ่านการเผา

เนื้อดินที่มีความแข็งแรงหลังเผามากที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 3 ค่าความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ย 184.14 กก./ตร.ซม. มีส่วนผสมดินเขาสีล้นร้อยละ 70 เนื้อดินที่มีค่าความแข็งแรงหลังเผาที่น้อยที่สุดได้แก่เนื้อดินสูตรที่ 10 มีความแข็งแรงหลังเผาเฉลี่ย 135.61 กก./ตร.ซม. มีส่วนผสมดินเขาสีล้นร้อยละ 50 ความแข็งแรงของเนื้อดินหลังเผาเกิดจากส่วนผสมของดินเขาสีล้นถ้ามีปริมาณมากจะส่งผลทำให้เนื้อดินมีความแข็งแรงหลังเผาสูง เนื่องจากดินเขาสีล้นมีปริมาณของซิลิกาอยู่ในองค์ประกอบของดินสูงถึงร้อยละ 69.95 ซึ่งซิลิกามีส่วนช่วยทำให้เนื้อดินมีความแข็งแรงทั้งก่อนเผาและหลังเผาดังนั้นเนื้อดินสูตรที่ 3 มีค่าความแข็งแรงหลังเผาสูงกว่าเนื้อดินสูตรที่ 10 สอดคล้องกับแนวคิดของ โกลม รักษวงศ์ (2531, น.25) ที่พบว่า ซิลิกานำไปผสมในเนื้อดินจะช่วยทำให้เนื้อดินมีความแข็งแรง ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างป้องกันการบิดเบี้ยวและช่วยลดการหดตัวของผลิตภัณฑ์ได้

ค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินมีค่าน้อยเป็นผลดีกับเนื้อดินแสดงให้เห็นว่าเนื้อดินเผาถึงจุดสุกตัวทั้งนี้เนื้อดินสูตรที่ 3 มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยกว่าสูตรอื่นๆ อาจเป็นเพราะว่าในส่วนผสมของเนื้อดินที่ประกอบด้วยวัตถุดิบ 3 ชนิด ได้แก่ ดินเขาสีล้น ดินหนานา และขวดแก้วสีบดละเอียด มีสัดส่วนที่เหมาะสม เมื่อผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส เกิดการหลอมละลายเกิดผลึกมุลไลต์ทำให้ช่องว่างในเนื้อดินลดน้อยลง การดูดซึมน้ำจึงน้อยลงด้วย สอดคล้องกับแนวคิดของ ปุณณรัตน์ พิชญ์ไพบุลย์ (2538, น.199) ที่พบว่า เนื้อดินถูกเผาอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 955-1,290 องศาเซลเซียส จะเกิดผลึกของอลูมินาและซิลิกาขึ้นเรียกว่าผลึกมุลไลต์ จะช่วยทำให้ผลึกมุลไลต์มีความแข็งแรง เนื้อแน่นน้ำซึมผ่านไม่ได้

สีของเนื้อดินเนื้อดินที่ผ่านการเผาทุกสูตรมีสีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้มเกิดจากในส่วนผสมของวัตถุดิบ มีสารประกอบของเหล็กออกไซด์หรือเฟอร์ริกออกไซด์ ซึ่งดินหนานาเป็นดินเหนียวในท้องถิ่น จากการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่า มีเฟอร์ริกออกไซด์เป็นส่วนประกอบมากถึงร้อยละ 16.47 เมื่อนำดินหนานามาเป็นส่วนผสมของเนื้อดินและผ่านการเผาจึงทำให้เนื้อดินทุกสูตรมีสีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้มขึ้นอยู่กับปริมาณของดินหนานาที่มีอยู่ในส่วนผสมนั่นเอง สอดคล้องกับแนวคิดของ สุขุมาล เล็กสวัสดิ์ (2548, น.11) ที่พบว่า ดินสีเข้ม สีน้ำตาลแดง สีน้ำตาลเข้ม มักเป็นดินที่มีส่วนประกอบของเหล็กออกไซด์ผสมอยู่สูง

เนื้อดินสูตรที่ 2, 4, 5, 8, 9, 13 และ 14 ไม่สามารถทนไฟที่อุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส ได้เกิดการหลอมละลายหลังเผาเพราะมีส่วนผสมของขวดแก้วบดละเอียดที่มีอยู่ตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไป ขวดแก้วสีบดละเอียดหรือเศษแก้ว (Cullet) จะมีส่วนผสมของแก้วอ่อน (Soda lime) มีส่วนช่วยลดอุณหภูมิในการเผาและเป็นตัวช่วยในการหลอมละลายทั้งในเนื้อดินและเคลือบ ดังนั้นในส่วนผสมของเนื้อดินที่มีขวดแก้วสีมากเนื้อดินจะไม่สามารถทนอุณหภูมิในการเผาที่ 1,220 องศาเซลเซียสได้เกิดการหลอมละลายนั่นเอง ดังที่ สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ (2534, น.45) ได้ให้แนวคิดไว้ว่า เศษแก้วได้จากขวดหรือกระจกประตูปูหน้าต่างแตก เป็นวัตถุดิบที่มีสมบัติเป็นต่างกลุ่มแอลคาไลน์ มีคุณสมบัติเป็นตัวช่วยหลอมละลายที่ดี

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน พบว่าส่วนผสมเนื้อดินที่มีสมบัติทางกายภาพเหมาะสมมากที่สุดในการขึ้นรูปกระเบื้องสังคโลก คือเนื้อดินสูตรที่ 3 เนื่องจากมีค่าความแข็งแรงหลังเผาสูงและมีค่าการดูดซึมน้ำต่ำกว่าเนื้อดินสูตรอื่นๆ

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลของเคลือบหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส พบว่าเคลือบที่มีผิวมันแวววาวเกิดจากส่วนผสมของเคลือบมีวัตถุดิบที่เป็นตัวช่วยในการหลอมละลายผสมอยู่ในเคลือบนั้นคือ ขวดแก้วบดละเอียด หินฟันม้า และหินปูน โดยเฉพาะขวดแก้วสีบดละเอียดที่มีอยู่ในสูตรส่วนผสมตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป มีส่วนช่วยทำให้เคลือบหลอมละลายได้ดีและมีความมันแวววาว (สูตรที่ 1, 2, 3, 5, 6, 9 และ 10) เกิดจากส่วนผสมของเคลือบมีวัตถุดิบที่เป็นตัวช่วยในการหลอมละลายผสมอยู่คือ ขวดแก้วบดละเอียด ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไป และมีหินปูนผสมอยู่น้อยกว่าร้อยละ 15 ขวดแก้วสีบดละเอียด มีส่วนช่วยทำให้เคลือบหลอมละลายได้ดีและมีความมันแวววาว สอดคล้องกับแนวคิดของ สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ (2534, น.45) ที่พบว่า เศษแก้วเป็นวัตถุดิบที่มีสมบัติเป็นต่าง

กลุ่มแอลคาไลน์ เป็นตัวช่วยหลอมละลายที่ดี เพิ่มการไหลตัวของเคลือบและความมันแวววาว เคลือบที่มีผิวด้าน (สูตรที่ 4, 7 และ 8) เป็นลักษณะของเคลือบที่ต้านจากการตกผลึกของหินปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นวัตถุดิบที่เมื่อเผาแล้วจะให้แคลเซียมออกไซด์ถ้าใช้ในเคลือบปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เคลือบเกิดการตกผลึกและทำให้ผิวเคลือบด้าน ดังนั้นปริมาณหินปูนที่มีอยู่ตั้งแต่ร้อยละ 15 เป็นปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เคลือบเกิดการตกผลึกนั่นเอง สอดคล้องกับแนวคิดของ สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ (2534, น.37) ที่พบว่า แคลเซียมออกไซด์เมื่อผสมในเคลือบในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เคลือบเกิดการตกผลึกและทำให้ผิวเคลือบด้าน

การสุกตัวของเคลือบเกิดจากวัตถุดิบที่เป็นตัวช่วยในการหลอมละลาย เมื่อพิจารณาส่วนผสมของเคลือบทั้ง 10 สูตร พบว่ามีหินฟันม้า หินปูน และขวดแก้วสีบดละเอียดวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดนี้เป็นสารกลุ่มแอลคาไลด์หรือแอลคาไลด์เอิร์ท ส่งผลต่อการลดจุดหลอมเหลวเป็นตัวช่วยในการหลอมละลายในเคลือบ โดยเฉพาะหินฟันม้าที่มีส่วนช่วยในการหลอมละลายได้ดี จึงทำให้เคลือบทั้ง 10 สูตรสุกตัวที่อุณหภูมิ 1,220 องศาเซลเซียส ได้สอดคล้องกับแนวคิดของ ไพบูลย์ หน้าสมศรี (2552, น.35) ที่พบว่า หินฟันม้าเป็นวัตถุดิบสำคัญของเคลือบทำหน้าที่เป็นตัวลดจุดหลอมละลาย ทำให้อุณหภูมิในการเผาเคลือบต่ำลง

เคลือบทั้ง 10 สูตรมีผิวรานหรือมีรอยแตกเล็กๆ บนผิวเคลือบเป็นลักษณะอย่างหนึ่งที่แสดงให้เห็นว่าเนื้อดินและเคลือบมีการหดตัวและขยายตัวไม่เท่ากัน สอดคล้องกับแนวคิดของ สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ (2534, น.74) ที่พบว่า สาเหตุที่ทำให้เคลือบราน คือเนื้อดินและเคลือบมีการหดตัวหรือขยายตัวไม่เท่ากัน โดยปกติแล้วเคลือบที่มีผิวรานถือว่าเป็นตำหนิของเคลือบและไม่เหมาะที่จะนำไปใส่อาหารเนื่องจากอาจมีการสะสมของเชื้อแบคทีเรียหรือเชื้อโรคต่างๆ ในรอยรานของผิวเคลือบได้ แต่ในทางศิลปะถือว่าเป็นความสวยงามอย่างหนึ่งของผิวเคลือบ

เคลือบทั้ง 10 สูตรมีการไหลตัวเล็กน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ในการทำเคลือบแต่ละสูตร เคลือบที่มีการไหลตัวมากที่สุดได้แก่เคลือบสูตรที่ 5 การไหลตัว 5.50 เซนติเมตร เคลือบที่ไหลตัวน้อยที่สุดได้แก่เคลือบสูตรที่ 8 การไหลตัว 0.52 เซนติเมตร การไหลตัวของเคลือบที่มากเกินไปอาจทำให้ชิ้นงานเกิดตำหนิหรืออาจทำให้แผ่นรองเตาเผาเกิดความเสียหายได้ แต่ทั้งนี้เคลือบที่มีการไหลตัวที่เหมาะสมก็มีส่วนช่วยให้ผิวของเคลือบเรียบเสมอกันได้นอกจากนี้เคลือบที่มีการไหลตัวมากๆ อาจนำไปใช้เคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกในงานศิลปะได้ดีทำให้ชิ้นงานน่าสนใจ เมื่อพิจารณาส่วนผสมพบว่าวัตถุดิบที่มีส่วนทำให้เคลือบไหลตัวจะมากหรือน้อยคือหินปูน เคลือบสูตรที่ไหลตัวช้า ได้แก่ สูตรที่ 4, 7 และ 8 มีหินปูนผสมอยู่ในสูตรเคลือบร้อยละ 15 หินปูนเป็นวัตถุดิบที่สามารถเกิดผลึกแคลเซียมออกไซด์ได้ ถ้าใช้ปริมาณมากเกินไปจะเป็นตัวทนไฟที่ขัดขวางการไหลของเคลือบและทำให้ผิวเคลือบด้าน สอดคล้องกับแนวคิดของ สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ (2534, น.15) ที่พบว่า แคลเซียมคาร์บอเนตหรือหินปูน เป็นสารที่ให้แคลเซียมออกไซด์ ถ้าใช้ในเคลือบปริมาณน้อยๆ ร่วมกับฟลักซ์ชนิดอื่นๆ ในเคลือบไฟสูงจะช่วยในการหลอมละลาย แต่ถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไป จะทำหน้าที่เป็นตัวทนไฟทำให้ผิวเคลือบด้าน

เคลือบทั้ง 10 สูตรมีสีออกเขียวทั้งสีเขียวใส (สูตรที่ 1, 2, 3, 5, 6, 9 และ 10) และสีเขียวขุ่น (สูตรที่ 4, 7 และ 8) เนื่องจากผู้วิจัยใช้ขวดแก้วสีเขียวบดละเอียดเป็นส่วนผสมของเคลือบในปริมาณมากตั้งแต่ ร้อยละ 60 จนถึงร้อยละ 75 สีเขียวของขวดแก้วเกิดจากการเติมโครเมียมออกไซด์ในขั้นตอนของการผลิตขวดแก้วสีเขียวจึงทำให้เคลือบมีสีเขียว สอดคล้องกับแนวคิดของ กรมวิทยาศาสตร์บริการ (2563) ที่ได้เสนอไว้ว่า หากต้องการให้แก้วหรือกระจกมีสีต่างๆ เพื่อเพิ่มความสวยงาม สามารถเติมสารต่างๆ เช่น โครเมียมออกไซด์ (Chromium oxide, Cr_2O_3) ให้สีเขียว ส่วนเคลือบที่มีสีเขียวขุ่น (สูตรที่ 4, 7 และ 8) เนื่องจากมีหินปูนอยู่ในส่วนผสมตั้งแต่ร้อยละ 15-20 ซึ่งมีปริมาณหินปูนสูงในเคลือบ หินปูนสามารถตกผลึกเป็นแคลเซียมออกไซด์ ผลึกจะทำให้เกิดการทึบแสงเกิดเป็นสีเขียวขุ่น

จากสมบัติทางกายภาพของเคลือบที่ได้กล่าวมานี้ ผู้วิจัยได้เลือกเคลือบสูตรที่ 1 ที่มีส่วนผสมของขวดแก้วสีบดละเอียดร้อยละ 75 หินปูนร้อยละ 5 หินฟันม้าร้อยละ 20 และเพิ่มเติมดินเขาสีล้านร้อยละ 3 สำหรับผลิตกระเบื้องสังคโลกเพราะเคลือบมีความมันแวววาว เคลือบสุกตัว ผิวเคลือบราน มีสีเขียวใส มีการไหลตัวที่ 4.67 เซนติเมตร ทั้งนี้เคลือบสูตรที่ 1 มีส่วนผสมของขวดแก้วบดละเอียดถึงร้อยละ 75 ซึ่งถือว่าเป็นการใช้ประโยชน์จาก

ขวดแก้วที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการเคลือบผลิตภัณฑ์ทางด้านเซรามิกและลดต้นทุนการผลิตได้

ตอนที่ 2 การออกแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องตกแต่งอาคารจากอัตลักษณ์เครื่องสังคโลก จังหวัดสุโขทัย

การขึ้นรูปกระเบื้องสังคโลกใช้ส่วนผสมของเนื้อดินสูตรที่ 3 และเคลือบสูตรที่ 1 สำหรับเคลือบผิวกระเบื้องสังคโลก ส่วนผสมของเนื้อดินที่คัดเลือกมาสามารถขึ้นรูปเป็นกระเบื้องสังคโลกได้ดี หลังจากผ่านการเผาเคลือบแล้วมีสีเขียวใสสวยงามสามารถนำมาเป็นกระเบื้องประดับผนังได้ การออกแบบกระเบื้องสังคโลกทั้ง 10 แบบที่ได้รับคัดเลือกจากทั้งหมด 15 แบบจะแสดงอัตลักษณ์เครื่องสังคโลกโบราณ ที่มีลักษณะโดดเด่นทางด้านารตกแต่ง ลวดลายเขียนสีน้ำตาล-ดำ ลงบนผิวของชิ้นงานโดยเฉพาะลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์ เช่น ลายปลา ลายดอกไม้ ลายพรรณพฤกษา เป็นต้น ลวดลายเหล่านี้เป็นที่รู้จักและยังเป็นที่ยอมรับในการตกแต่งเครื่องสังคโลกในสมัยปัจจุบัน สอดคล้องกับแนวคิดของ ภูซงค์ จันทวิช (2551, น.29) ที่ได้ศึกษาพบว่า ลวดลายที่ตกแต่งเครื่องสังคโลกเป็นลายพรรณพฤกษาที่ประณีตสวยงาม ลายดอกไม้ ปลา นกและสัตว์ในเทพนิยายอยู่ปะปนกับพรรณพฤกษา ส่วนใหญ่มีลวดลายที่ปากภาชนะ

ตอนที่ 3 การประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์กระเบื้องตกแต่งอาคาร

ผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวมของกระเบื้องทั้ง 10 แบบ ค่าเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่แบบที่ 1 ค่าเฉลี่ย 4.45 ความพึงพอใจในระดับมาก ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้แก่แบบที่ 7 ค่าเฉลี่ย 4.22 ความพึงพอใจในระดับมาก ความพึงพอใจโดยรวมพบว่ากระเบื้องสังคโลกแบบที่ 1 มีผลการประเมินสูงที่สุดจากกระเบื้องทั้ง 10 แบบ ผู้วิจัยคิดว่าด้วยรูปแบบกระเบื้องสังคโลกแบบที่ 1 เป็นลวดลายปลาที่ประยุกต์จากลวดลายปลาที่มาจากเครื่องสังคโลกโบราณซึ่งผู้ประเมินส่วนใหญ่จะคุ้นเคยกับลวดลายปลาสังคโลกโบราณอยู่แล้ว เมื่อมีการออกแบบลวดลายปลาลงบนแผ่นกระเบื้องสังคโลกจึงทำให้ดูสวยงามแปลกตาประกอบกับลวดลายที่ออกแบบเป็นร่องลึกทำให้เคลือบฝังตัวในร่องเกิดเป็นสีเขียวเข้มสวยงามแปลกตาจึงทำให้ผลการประเมินในภาพรวมของกระเบื้องสังคโลกแบบที่ 1 มีผลการประเมินสูงมากกว่าแบบอื่นๆ นั่นเอง ผลการประเมินความพึงพอใจในภาพรวมที่น่าสนใจอีกประเด็นหนึ่งคือด้านอัตลักษณ์ของกระเบื้องทั้ง 10 แบบอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้ในความคิดเห็นของผู้วิจัยเห็นว่ากระเบื้องสังคโลกที่ออกแบบขึ้นมาใช้แนวคิดอัตลักษณ์สังคโลกโบราณ เช่น ลายปลา ลายธรรมชาติต่างๆ ลวดลายและนำมาประกอบเป็นลวดลายในการออกแบบ จึงทำให้เกิดการรับรู้อัตลักษณ์และจดจำได้ง่ายขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ ธนสิทธิ์ จันทะรี (2552, น.35) ที่ได้เสนอไว้ว่า การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เลียนแบบแบบธรรมชาติเริ่มจากการเลียนแบบให้เหมือนจริง แล้วค่อยๆ คลี่คลายรูปทรง ตัดทอนรายละเอียด จนได้รูปทรงที่เป็นเอกลักษณ์ของตนเองทำให้เกิดความน่าสนใจและจดจำ ประเด็นด้านวัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตมีความเหมาะสมประเด็นนี้ค่าเฉลี่ยของกระเบื้องสังคโลกทั้ง 10 แบบมีผลการประเมินในระดับมาก ทั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่าด้วยวัสดุที่นำมาใช้ผลิตกระเบื้องเป็นเซรามิกชนิดสโตนแวร์ซึ่งมีความคงทนแข็งแรง สามารถทนได้ทั้งความร้อนความเย็นได้เหมาะสมสำหรับเป็นผลิตภัณฑ์กระเบื้องที่ทุกคนรับรู้โดยทั่วไปจึงทำให้ผลการประเมินส่วนใหญ่เห็นพ้องกันว่าวัสดุเซรามิกมีความเหมาะสมสำหรับผลิตกระเบื้องสังคโลกนั่นเอง สอดคล้องกับแนวคิดของ ไพจิตร อังศิริวัฒน์ (2541, น.146) ที่ได้เสนอไว้ว่าผลิตภัณฑ์สโตนแวร์สามารถทนความร้อนและความเย็นอย่างเฉียบพลันได้ดี ประเด็นในเรื่องของผลิตภัณฑ์สามารถขายได้ ผลการประเมินในภาพรวมของกระเบื้องสังคโลกอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน ผู้วิจัยคิดว่าเหตุที่ผลการประเมินอยู่ในระดับมากอาจเป็นเพราะว่า ผู้ประเมินเห็นว่าผลิตภัณฑ์กระเบื้องประดับเป็นวัสดุที่จำเป็นต้องใช้ในการตกแต่งอาคารบ้านเรือน จึงเห็นว่าการทำงานผลิตภัณฑ์กระเบื้องสังคโลกจึงเป็นทางเลือกอีกช่องทางหนึ่งที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถขายได้นั่นเอง ในส่วนของ ข้อเสนอแนะอื่นๆ ผู้ประเมินยังเห็นว่า ควรทดสอบความคงทนของผลิตภัณฑ์จากการใช้งาน เพื่อเพิ่มความมั่นใจให้กับผู้บริโภคในการใช้งานในอนาคตและควรมีการพัฒนาผลิตภัณฑ์แบบอื่นๆ ให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยเห็นว่า เป็นข้อเสนอแนะที่ดีอาจจะเป็นประเด็นของวิทยานิพนธ์ในการทำวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์กระเบื้องสังคโลกสำหรับทำวิจัยครั้งต่อไปได้

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยประยุกต์พัฒนาเนื้อดินและเคลือบสังโลกจากส่วนผสมของขวดแก้วสี สำหรับผลิตภัณฑ์กระเบื้องตกแต่งอาคาร การออกแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องนำลวดลายที่เป็นอัตลักษณ์และภูมิปัญญาเครื่องสังโลก จังหวัดสุโขทัย มาใช้ในการออกแบบเป็นการลดต้นทุนในส่วนของวัตถุดิบและส่งเสริมการผลิตให้กับกลุ่มผู้ประกอบการเครื่องสังโลก เป็นงานวิจัยที่ใช้วัสดุเหลือทิ้งนำมาเพิ่มคุณค่าและนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ผลจากงานวิจัยนี้ได้สูตรเนื้อดินและสูตรเคลือบที่นำไปใช้ประโยชน์ได้จริง และยังได้ต้นแบบผลิตภัณฑ์กระเบื้องสังโลกจำนวน 10 แบบ ที่มีอัตลักษณ์ภูมิปัญญาเครื่องสังโลก จังหวัดสุโขทัย นอกจากนี้มีการประเมินผลความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์กระเบื้องสังโลกที่ออกแบบขึ้นมาผลการประเมินความพึงพอใจโดยรวมของกระเบื้องสังโลกทั้ง 10 แบบ อยู่ในระดับมาก จึงเป็นทางเลือกหนึ่งให้กับผู้ที่สนใจงานเซรามิกเชิงสร้างสรรค์ นอกจากนี้ต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาสามารถจดสิทธิบัตรได้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. การนำผลการวิจัยไปใช้ควรทำการทดลองส่วนผสมในปริมาณน้อยก่อนเพื่อที่จะได้รับประโยชน์สูงสุด
2. การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์กระเบื้องสังโลกต้องให้ชิ้นงานแห้งอย่างช้าๆ เพื่อลดความโค้งงอของแผ่นกระเบื้อง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาการผลิตกระเบื้องสังโลกในรูปแบบและขนาดอื่นๆ เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานประดับตกแต่งได้หลากหลายชิ้น
2. ควรศึกษาในเรื่องของการทดสอบอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์กระเบื้องสังโลก
3. ควรศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ให้มีความร่วมสมัย โดยใช้อัตลักษณ์ของเครื่องสังโลก

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยอันเป็นประโยชน์ในครั้งนี้ ขอขอบคุณกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผาสังโลก ตำบลหนองอ้อ อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กรมวิทยาศาสตร์บริการ. (2563). *ความรู้ทั่วไปด้านแก้ว*. <http://otop.dss.go.th/index.php/en/knowledge/interesting-articles/136-2017-05-31-06-33-45>
- โกมล รัชชวงศ์. (2531). *วัตถุดิบที่ใช้ในงานเครื่องปั้นดินเผาและเนื้อดินปั้น*. วิทยาลัยครูพระนคร.
- ธนสิทธิ์ จันทะวี. (2552). *เครื่องปั้นดินเผาขั้นพื้นฐาน*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นิตดา หงษ์วิวัฒน์. (2554). *เครื่องปั้นดินเผา*. คติ.
- ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. (2539). *เซรามิกส์ (พิมพ์ครั้งที่ 4)*. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญณรัตน์ พิชญ์ไพบูลย์. (2538). *เครื่องเคลือบดินเผาเทคนิคและวิธีการสร้างสรรค์*. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. (2541). *เนื้อดินเซรามิก*. โอเดียนสโตร์.
- ไพบูลย์ หน้าสมศรี. (2552). *เคลือบสีแดงของทองแดง*. โอเดียนสโตร์.
- ภุชงค์ จันทวิช. (2551). *เครื่องถ้วยในประเทศไทย “เครื่องถ้วยเบญจรงค์”*. เมืองโบราณ.
- สุขุมล เล็กสวัสดิ์. (2548). *เครื่องปั้นดินเผา พื้นฐานการออกแบบและปฏิบัติงาน*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. (2534). *น้ำเคลือบเครื่องปั้นดินเผา*. ไทยวัฒนาพานิช.
- ปวีตา ลิขิตเดชาโรจน์. (2565, 18 กุมภาพันธ์). *แก้ว*. องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ. <https://www.nsm.or.th/nsm/th/node/9948>
- Andrews, A. I. (1928). *Ceramic test and calculation*. John Milley and Sons.
- Rhodes, Danial. (1973). *Clay and Glazes for the Potter*. Chilton Book.