

## ซีเถ้าแกลบแทนซีลีกาสำหรับผลิตภัณฑ์เซรามิก อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส

ทนารัช จิตชาญวิชัย<sup>1\*</sup>

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นและลักษณะของเคลือบที่มีซีเถ้าแกลบเป็นส่วนผสมแทนวัตถุดิบที่ให้ซีลีกา ศึกษาการกระจายความละเอียดของวัตถุดิบผ่านตะแกรงหลายเบอร์ กำหนดอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 กำหนดอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นโดยการผสมปริมาณวัตถุดิบจากซีเถ้าแกลบ ดินขาวระนอง หินเขียวหนุมาน และหินฟันม้า แบบเจาะจงในตารางสี่เหลี่ยมด้านเท่าจำนวน 16 อัตราส่วนผสม ทุกอัตราส่วนผสมบดผสมและขึ้นรูปขึ้นทล่องโดยวิธีการหล่อแบบ กลุ่มที่ 2 หาอัตราส่วนผสมของเคลือบโดยการผสมปริมาณวัตถุดิบจากซีเถ้าแกลบ ดินขาวระนอง และหินฟันม้า แบบเจาะจงในตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าจำนวน 36 อัตราส่วนผสม นำไปบดผสมและเคลือบขึ้นทล่องด้วยวิธีการชุบเคลือบเผาอัตราส่วนผสมทั้ง 2 กลุ่มที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส โดยกลุ่มที่ 1 เผาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน ศึกษาความสามารถในการขึ้นรูป และทดสอบสมบัติทางกายภาพหลังเผา ผลปรากฏว่า อัตราส่วนผสมที่ 1 เป็นอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุด คือสามารถขึ้นรูปโดยวิธีการหล่อแบบได้ดี มีความแข็งแรง 180.25 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ความหนาแน่น 2.24 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และมีการดูดซึมน้ำร้อยละ 0.79 นำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ ส่วนกลุ่มที่ 2 ศึกษาลักษณะของเคลือบหลังเผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน และรีดักชัน ผลปรากฏว่า อัตราส่วนผสมที่ 32 ผ่านการเผาในบรรยากาศออกซิเดชันเป็นอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุด มีลักษณะผิวเคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน ผิวเคลือบสมบูรณ์พอใช้ และมีสีขาวครีม จึงเลือกมาเคลือบผลิตภัณฑ์ โดยนำเคลือบที่เลือกจากกลุ่มที่ 2 ไปเคลือบเนื้อดินปั้นที่เลือกจากกลุ่มที่ 1 พบว่า เคลือบสามารถเข้ากันได้ดีกับเนื้อดินปั้น

**คำสำคัญ :** ซีเถ้าแกลบ เนื้อดินปั้นเซรามิก เคลือบเซรามิก

<sup>1</sup> สาขาเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก

\* ผู้มีพันธ์หลัก e-mail: chittrapap@yahoo.com

## A USE OF RICE HUSK ASH AS A SUBSTITUTE FOR SILICA FOR CERAMIC PRODUCTS THROUGH 1200°C SINTERING

Thanarat Jitcharnvichai<sup>1\*</sup>

### Abstract

The purposes of this research were to study the physical properties and characteristics of clay and glaze by using rice husk ash to replace silica in the mixture, and examine the distribution of the fineness of the raw materials through the filters of different sizes. There were groups of mixing ratio of raw materials. In the first group, the quantity of the clay mixture materials [rice husk ash, Ranong kaoiin, quartz, and feldspar] were specifically estimated by using quadraxial diagram. Then all 16 different ratio mixtures were ground and cast to form testing pieces. As for the second group, the ratio mixing of the same materials was determined by using a triaxial diagram to get 36 mixtures. The mixtures were ground and the testing pieces were coated. Then, the two groups were sintered at 1200°C. The first was sintered in oxidation atmosphere to study its formability and physical properties after sintering. The results showed that the first ratio mixing was the best because its formability by casting, with its hardness of 180.25 Kg/cm<sup>2</sup>, density of 2.24 g/cm<sup>3</sup>, and water absorption of 0.79 %. As for the second group, the results showed that the ratio mixing number 32 was the best because it had coated surface which was half shiny-half rough. The coated surface was quite perfect with creamy-white colour. This was selected to coat the products of the clay from the first group, and found that it could blend will with the clay.

**Keywords :** Rice Husk Ash, Ceramics Body, Ceramics Glaze

---

<sup>1</sup> Program in Ceramics, Faculty of Industrial Technology Pibulsongkram Rajabhat

\* Corresponding author, e-mail: chittrapap@yahoo.com

## บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีการเพาะปลูกพืชทางเศรษฐกิจหลากหลายชนิด เช่น ยางพารา ข้าว ข้าวโพด มันสำปะหลัง และอ้อย เป็นต้น โดยเฉพาะข้าวจัดเป็นสินค้าเกษตรกรรมที่สำคัญอันดับหนึ่งของประเทศ มีการเพาะปลูกกระจายอยู่ทั่วทุกภูมิภาคโดยเฉพาะในเขตพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างและภาคกลาง การปลูกข้าวมักมีสิ่งเหลืออยู่คือฟางข้าวและแกลบ ซึ่งฟางข้าวใช้ในการปักสั้ว การเพาะปลูก แกลบที่เผากลายเป็นถ่านแกลบใช้ในการผลิตดินสำเร็จรูป แกลบสดใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตไฟฟ้า การเผาผลิตถ่านชีวมวล แบบพื้นบ้านบางชนิด เช่น กระจ่าง อิฐมอญ ใช้แกลบสดผสมกับฟืนไม้เบญจพรรณเป็นเชื้อเพลิง เป็นต้น

โดยทั่วไปซี้เถ้าจากพืชหลากหลายชนิดถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเซรามิกมานาน บางจังหวัดในภาคเหนือของไทยได้นำซี้เถ้าจากพืชบางชนิดมาผลิตน้ำเคลือบเซรามิกเรียกว่า เซลาดอน มีชื่อเสียงไปทั่วโลก ในจังหวัดราชบุรี จังหวัดนครปฐมนำซี้เถ้าจากร้านกาแฟ และครัวเรือนมาใช้ทำเคลือบ เคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิก ในความเป็นจริงแล้วซี้เถ้าแกลบมี ซิลิกามากกว่าร้อยละ 85 และคาร์บอนร้อยละ 1-12 ซิลิกาเป็นวัตถุดิบเริ่มต้นในการสังเคราะห์วัสดุต่างๆ เช่น ซิลิกอนคาร์ไบด์ มัลลท์ และซิลิกอนไนไตรด์ ที่มีความแข็งแรง ทนต่อการกัดกร่อน และสามารถใช้งานที่อุณหภูมิสูงๆ ได้ (ผกา มาศ แซ่ห่อง และคณะ, 2548) ปัจจุบันวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเซรามิกส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศ เช่น ฟลินท์ และควอตซ์ หรือหินเขี้ยวหนุแมน เป็นวัตถุดิบที่ให้ซิลิกามีราคากิโลกรัมละไม่ต่ำกว่า 8 บาท ซิลิกาเป็นวัตถุดิบที่สำคัญและจำเป็นต้องใช้ในปริมาณมากทั้งในเคลือบ และเนื้อดินปั้นเพื่อการผลิตเซรามิก ทั้งนี้อาจไม่สามารถนำซี้เถ้าแกลบมาแทนได้ทั้งหมดแต่ยังสามารถช่วยลดสัดส่วนการใช้ควอตซ์ หรือหินเขี้ยวหนุแมน และ ฟลินท์ลงได้ เนื่องจากซี้เถ้าแกลบเป็นวัตถุดิบที่ไม่มีวันหมดราบใดที่ยังมีการปลูกข้าว ซึ่งเป็นผลผลิตจากภาคเกษตรกรรม แตกต่างจากร่งข้างต้นที่หากนำมาใช้อย่างต่อเนื่องย่อมมีวันหมดไป จากข้อมูลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นและลักษณะของเคลือบที่มีซี้เถ้าแกลบเป็นส่วนผสมแทนวัตถุดิบที่ให้ซิลิกาเพื่อการผลิตเซรามิก หากการวิจัยนี้ประสบผลดีจะช่วยให้อุตสาหกรรมเซรามิกมีทางเลือกในการกำหนดวัตถุดิบทางเซรามิก ผู้ประกอบการ นักวิจัยสามารถนำผลการวิจัยไปเป็นข้อมูล แนวทางในการพัฒนา วิจัย วัตถุดิบเซรามิกที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากพืชผลเกษตรกรรมให้มีคุณภาพ และสามารถสนับสนุนอุตสาหกรรมเซรามิกได้อย่างยั่งยืน

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นที่มีซี้เถ้าแกลบเป็นส่วนผสมแทนวัตถุดิบที่ให้ซิลิกา
2. เพื่อศึกษาลักษณะของเคลือบที่มีซี้เถ้าแกลบเป็นส่วนผสมแทนวัตถุดิบที่ให้ซิลิกา

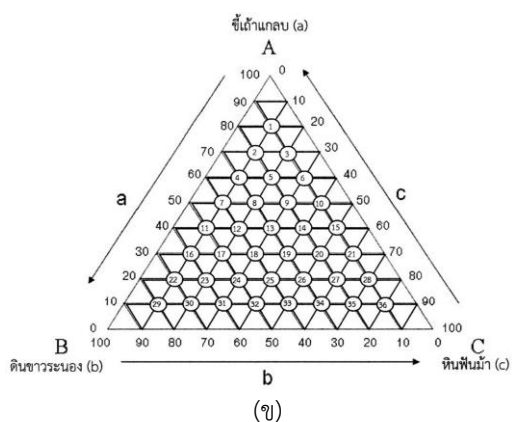
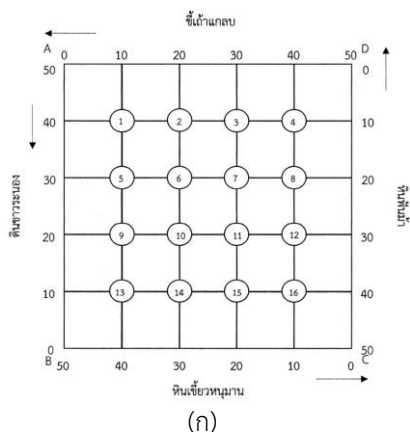
## วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาอิทธิพลของซี้เถ้าแกลบเพื่อใช้แทนวัตถุดิบที่ให้ซิลิกาที่มีผลต่อการผลิตเซรามิก ผู้วิจัยกำหนดวิธีดำเนินการทดลอง และการวิเคราะห์ข้อมูลไว้ดังนี้

1. วิธีดำเนินการทดลอง นำวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย ซี้เถ้าแกลบ ดินขาวระนอง หินเขี้ยวหนุแมน และหินฟันม้า อบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง เพื่อให้วัตถุดิบมีความชื้นใกล้เคียงกัน แบ่งวัตถุดิบไปทดสอบการกระจายขนาดของอนุภาคจากเครื่องหาการกระจายความละเอียดโดยใช้ตะแกรง 10 ขนาด เตรียมซี้เถ้าแกลบโดยการนำแกลบสดมาล้าง และอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง นำไปเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง นำซี้เถ้าแกลบที่เผาได้ไปล้างน้ำตามวิธีการล้างซี้เถ้าของเสริมศักดิ์ นาคบัว (2536 : 13) โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1.1 กำหนดกลุ่มตัวอย่างของเนื้อดินปั้น แบบเจาะจงจากตารางสี่เหลี่ยมด้านเท่า ได้ทั้งหมด 16 อัตราส่วนผสม วัตถุประสงค์ประกอบด้วยซีเมนต์ แกะบ ดินขาวระนอง หินเขี้ยวหนูนาน และหินฟันท้า ตามภาพที่ 1 (ก) บดเนื้อดินปั้นด้วยหม้อบดความเร็วสูงด้วยความเร็ว 500 รอบต่อนาที นาน 5 นาที ขึ้นรูปขึ้นทดสอบ และศึกษาความสามารถในการขึ้นรูปโดยวิธีการหล่อแบบ เผาขึ้นทดสอบที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส บรรยากาศแบบออกซิเดชัน นำขึ้นทดสอบที่ได้ไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้น

1.2 กำหนดกลุ่มตัวอย่างของเคลือบ แบบเจาะจงจากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า ได้ทั้งหมด 36 อัตราส่วนผสม วัตถุประสงค์ประกอบด้วยซีเมนต์ แกะบ ดินขาวระนอง และหินฟันท้า ตามภาพที่ 1 (ข) บดเคลือบด้วยหม้อบดความเร็วสูงด้วยความเร็ว 500 รอบต่อนาที นาน 5 นาที เคลือบขึ้นทดสอบโดยวิธีการชุบเคลือบ เผาขึ้นทดสอบที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส บรรยากาศแบบออกซิเดชันและรีดักชัน นำขึ้นทดสอบที่ได้ไปวิเคราะห์ลักษณะของเคลือบ



ภาพที่ 1 ตารางสี่เหลี่ยมด้านเท่า (ก) และตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (ข)

## 2. การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นโดยใช้ขึ้นทดสอบในการคำนวณ สมบัติละ 10 ขึ้นทดสอบต่อ 1 อัตราส่วนผสม มีวิธีการทดสอบและสูตรในการคำนวณดังนี้

2.1.1 การหดตัว ทดสอบโดยวัดระยะห่างของรอยขีดบนขึ้นทดสอบ หาค่าเฉลี่ยของระยะห่างนั้นในแต่ละอัตราส่วนผสม นำค่าเฉลี่ยที่ได้ไปคำนวณตามสูตร (1) (สุจินต์ พรราวพันธ์, 2534 : 20)

$$\text{ร้อยละการหดตัว} = \frac{\text{ความยาวของขึ้นทดสอบตอนเริ่มต้น} - \text{ความยาวของขึ้นทดสอบหลังเผา}}{\text{ความยาวของขึ้นทดสอบตอนเริ่มต้น}} \times 100 \quad (1)$$

2.1.2 ความแข็งแรง บันทึความหนาและความกว้างของชิ้นทดสอบ หาค่าเฉลี่ยในแต่ละอัตราส่วนผสม นำชิ้นทดสอบไปทดสอบด้วยเครื่องทดสอบความแข็งแรงด้วยวิธีการกด มีระยะห่างระหว่างลิ้มรองรับ 8 เซนติเมตร บันทึความแรงที่ใช้กดเป็นกิโลกรัม คำนวณหาค่าความแข็งแรง (Modulus of Rupture, MOR) ตามสูตร (2) (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ, 2539 : 72)

$$MOR = \frac{3PL}{2bd^2} \tag{2}$$

กำหนดให้  $MOR$  = ความแข็งแรงต่อแรงกด ( $kg/cm^2$ )  
 $P$  = แรงกดที่ทำให้ชิ้นทดสอบหัก ( $kg$ )  
 $L$  = ระยะระหว่างแท่นรอง ( $cm$ )  
 $b$  = ความกว้างของชิ้นทดสอบ ( $cm$ )  
 $d$  = ความหนาของชิ้นทดสอบ ( $cm$ )

2.1.3 การดูดซึมน้ำ นำชิ้นทดสอบไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียสนาน 2 ชั่วโมง ซึ่งชิ้นทดสอบก่อนดูดซึมน้ำแล้วหาค่าเฉลี่ย นำชิ้นทดสอบดังกล่าวไปต้มในน้ำเดือดนาน 2 ชั่วโมง ขณะที่ต้มชิ้นทดสอบต้องจมอยู่ในน้ำตลอดเวลาโดยชิ้นทดสอบต้องไม่ติดกับก้นภาชนะที่ต้ม หลังจากนั้นแช่ชิ้นทดสอบไว้ในน้ำนั้นอีก 24 ชั่วโมง นำชิ้นทดสอบขึ้นจากน้ำใช้ผ้าหมาดๆ ซับผิวชิ้นทดสอบ นำชิ้นทดสอบไปชั่งน้ำหนักหลังต้มหาค่าเฉลี่ย นำไปคำนวณตามสูตร (3) (Rhodes, 1974 : 200)

$$\text{ร้อยละการดูดซึมน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักของชิ้นทดสอบหลังต้ม} - \text{น้ำหนักของชิ้นทดสอบก่อนต้ม}}{\text{น้ำหนักของชิ้นทดสอบก่อนต้ม}} \times 100 \tag{3}$$

2.1.4 ความหนาแน่น โดยหลักการของอาร์คิมิดีส (Archimedes' Principle) หรือ การหาค่าความหนาแน่นโดยการชั่งน้ำหนัก วิธีการทำได้โดยการหาค่ามวลของวัตถุในอากาศ และขณะที่จุ่มอยู่ในน้ำ โดยใช้สูตรคำนวณคือ (4) (ปราณี รัตนวลีโรจน์, 2543 : 131)

$$\rho = \frac{W_a}{W_a - W_{fl}} \times \rho_{fl} \tag{4}$$

กำหนดให้  $\rho$  = ค่าความหนาแน่นของชิ้นทดสอบ ( $g/cm^3$ )  
 $\rho_{fl}$  = ค่าความหนาแน่นของของเหลว ( $g/cm^3$ )  
 $W_a$  = น้ำหนักแห้งของชิ้นทดสอบ ( $g$ )  
 $W_{fl}$  = น้ำหนักของชิ้นทดสอบในของเหลว ( $g$ )

2.2 ศึกษาลักษณะของเคลือบซึ่งประกอบไปด้วย ระดับความมันวาว ความสมบูรณ์ของเคลือบ และสีของเคลือบจากการสังเกตด้วยตาเปล่า สีของเคลือบใช้แถบวัดสีช่วยในการกำหนดสีของเคลือบควบคู่ไปด้วย

## ผลการวิจัยและอภิปรายผล

### ผลการวิจัย

1. ลักษณะของวัตถุบด ศึกษาการกระจายความละเอียดของวัตถุบดทุกชนิด มีขนาดอยู่ในช่วง 250-45 ไมโครเมตร มีขนาดเฉลี่ยมากที่สุด คือ ซีเมนต์แกลบร้อยละ 50.67 มีขนาดเฉลี่ย 106 ไมโครเมตร ส่วนดินขาวระนองร้อยละ 42.11 หินเขี้ยวหนุมานร้อยละ 33.78 และหินฟันม้าร้อยละ 39.08 มีขนาดเฉลี่ย 45 ไมโครเมตร

2. สมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้น แสดงตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของชิ้นทดสอบ

อัตราส่วนผสมที่	สมบัติทางกายภาพของชิ้นทดสอบ				
	สมบัติทางกายภาพก่อนเผา		สมบัติทางกายภาพหลังเผา		
	ความสามารถในการขึ้นรูปโดยวิธีการหล่อแบบ	การหดตัว (ร้อยละ)	ความแข็งแรง (Kg/cm <sup>2</sup> )	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความหนาแน่น (g/cm <sup>3</sup> )
1	หล่อแบบได้	9.80	180.25	0.79	2.24
2	หล่อแบบได้	9.70	175.44	0.89	2.15
3	หล่อแบบได้	9.40	165.99	1.13	2.03
4	หล่อแบบได้	9.30	142.03	1.34	1.96
5	หล่อแบบได้	9.10	133.15	1.76	1.76
6	หล่อแบบได้	8.90	120.05	1.96	1.70
7	หล่อแบบได้	8.80	108.59	2.11	1.64
8	หล่อแบบได้	8.60	100.03	2.34	1.59
9	หล่อแบบได้	8.60	85.44	2.56	1.39
10	หล่อแบบได้	8.50	78.23	2.75	1.32
11	หล่อแบบได้	8.30	65.23	2.89	1.24
12	หล่อแบบได้	8.10	50.15	3.15	1.20
13	หล่อแบบไม่ได้	-	-	-	-
14	หล่อแบบไม่ได้	-	-	-	-
15	หล่อแบบไม่ได้	-	-	-	-
16	หล่อแบบไม่ได้	-	-	-	-

3. ลักษณะของเคลือบที่มีส่วนผสมของซีเมนต์แกลบ เคลือบมีลักษณะเหมือนกันทั้ง 2 บรรยากาศ คือ

3.1 ระดับความมันวาว ประกอบด้วยเคลือบมีลักษณะไม่สุกตัว เคลือบมีลักษณะด้าน และเคลือบมีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน

3.2 ความสมบูรณ์ของเคลือบ ประกอบด้วยเคลือบมีจุดดำและไม่เรียบ ผิวเคลือบด้านมีจุดดำ ผิวเคลือบด้านมีจุดน้ำตาล และผิวเคลือบไม่เรียบมีความสมบูรณ์พอใช้

3.3 สีของเคลือบ มีสีเทา สีน้ำตาลอมเทา สีครีม และสีขาวครีม



การดูดซึมน้ำของดินทดสอบ มีค่าการดูดซึมน้ำในช่วงร้อยละ 0.79-3.15 ซึ่งการดูดซึมน้ำของเนื้อดิน ปั้นภายหลังการเผาเกิดจากรูพรุนที่อยู่ในเนื้อดิน ประจวบจุติ สารสิทธิ์ (2541 : 96) กล่าวว่า ผลผลิตถ่านที่เซรามิกหลังจากการเผาแล้ววัตถุดินจะหลอมตัวกันเกิดเป็นโครงสร้างใหม่ โครงสร้างของเซรามิกมักมีส่วนที่เป็นฟองอากาศขนาดเล็กปะปนอยู่ในโครงสร้าง ซึ่งเรียกว่า รูพรุน ดนัย อารยะพงษ์ (2538 : 17) กล่าวว่า รูพรุนบางชนิดจะอยู่ใกล้กับผิวผลผลิตถ่าน เรียกว่า รูพรุนเปิด (Open Pores) และมีรูพรุนบางชนิดจะเหลืออยู่ในเนื้อดินหลังเผา เรียกว่า รูพรุนปิด (Closed Pores) ซึ่งรูพรุนที่เกิดขึ้นเหล่านี้เกิดจากการสลายตัวของวัตถุดินที่เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่เกิดปฏิกิริยาในขณะที่ทำการเผา ปรีดา พิมพ์ขาวขำ (2539 : 337) กล่าวไว้เช่นกันว่า ความพรุนตัวของผลผลิตถ่านที่มีน้อยที่สุดที่อุณหภูมิระหว่าง 1100–1200 องศาเซลเซียส และมีความมากขึ้นเนื่องจากการขยายตัวของรูพรุน รูพรุนนี้เกิดจากก๊าซซึ่งอาจมาจากน้ำ คาร์บอนเนต และซัลเฟต หรือเกิดจากการเผาไหม้ของคาร์บอน อย่างไรก็ตามสามารถลดรูพรุนชนิดนี้ลงได้ หรือทำให้หมดไปโดยการควบคุมสภาวะการเผาให้เหมาะสม แต่ไม่สามารถลดรูพรุนที่ซ่อนอยู่ภายในเนื้อผลผลิตถ่านลงได้หมดด้วยวิธีปกติ

ลักษณะของเคลือบ พบว่า ระดับความมันวาวของเคลือบนั้น เคลือบที่มีส่วนประกอบของซีเถ้าแคลบในปริมาณสูงมากกว่าร้อยละ 40 ไม่สุกตัว ซึ่งสุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ (2534 : 33) กล่าวว่า ถ้านำซีเถ้าแต่ละชนิดมาวิเคราะห์จะเห็นว่ามีส่วนผสมไม่แตกต่างกันมากนัก มีตัวทำให้เกิดแก้วคือ ซิลิกา ตัวช่วยทนไฟคือ อลูมินา และตัวช่วยหลอมละลาย ในซีเถ้าแคลบมีซิลิกามากถึงร้อยละ 96 เอ็ททสโซเซ คาโต แบลโดย สมบูรณ์ อรัณยภาค (2553 : 38) กล่าวว่า ซีเถ้าแคลบจะมีซิลิกาเป็นส่วนผสมหลัก ซึ่งซิลิกาในงานเซรามิกจัดเป็นวัตถุดิบในกลุ่มกรดเมื่อใช้ผสมในเคลือบจะช่วยเพิ่มจุดหลอมละลายของเคลือบให้สูงขึ้น ฉะนั้นถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไปจะทำให้เคลือบทนไฟสูง และในทางกลับกันหากมีปริมาณของดินขาวระนองพอเหมาะ และหินฟันม้าที่มากพอทำให้เกิดเคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน และเคลือบด้าน เนื่องจากหินฟันม้าจัดอยู่ในกลุ่มด่างมีหน้าที่ช่วยหลอมละลาย ความสมบูรณ์ของเคลือบ เคลือบที่ไม่สุกตัวจะมีจุดสีดำและสีน้ำตาลผิวเคลือบไม่เรียบ เคลือบที่สุกตัวจะมีลักษณะของผิวเคลือบที่ด้านจนถึงกึ่งมันกึ่งด้านมีความสมบูรณ์พอใช้ สีของเคลือบ ในกลุ่มเคลือบที่ไม่สุกตัวจะมีเคลือบเป็นสีเทาซึ่งเป็นลักษณะสีของซีเถ้าแคลบก่อนการทดสอบ และเคลือบที่มีสีน้ำตาลอมเทา สีครีม และสีขาวครีม เนื่องจากซีเถ้าแคลบมีส่วนประกอบของเหล็ก และไททาเนียมปนอยู่ (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2534 : 34)

## สรุป

จากการศึกษาอิทธิพลของซีเถ้าแคลบเพื่อใช้แทนวัตถุดิบที่ให้ซิลิกาเพื่อการผลิตเซรามิก สรุปว่า อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่ดีที่สุดคือ สามารถขึ้นรูปโดยวิธีการหล่อแบบได้ดี มีความแข็งแรงและความหนาแน่นสูง การดูดซึมน้ำต่ำ ได้แก่อัตราส่วนผสมที่ 1 ประกอบด้วย ซีเถ้าแคลบร้อยละ 10 ดินขาวระนองร้อยละ 40 หินเขี้ยวหนุมานร้อยละ 40 และหินฟันม้าร้อยละ 10 อัตราส่วนผสมของเคลือบที่ดีที่สุด มีลักษณะผิวเคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน มีผิวที่สมบูรณ์พอใช้ และมีสีขาวครีม ได้แก่อัตราส่วนผสมที่ 32 ประกอบด้วย ซีเถ้าแคลบร้อยละ 10 ดินขาวระนองร้อยละ 50 และหินฟันม้าร้อยละ 40 ผ่านการเผาในบรรยากาศออกซิเดชันจึงนำเคลือบและเนื้อดินปั้นอัตราส่วนผสมดังกล่าวมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์เซรามิก ตามภาพที่ 2





(ก)



(ข)

ภาพที่ 2 ผลิตภัณฑ์เซรามิกจากการวิจัยที่ผลิตจากเคลือบและเนื้อดินปั้นที่มีส่วนผสมของซีเถ้าแกลบ

### ข้อเสนอแนะ

#### 1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 การนำผลการศึกษาไปใช้ในการผลิตเซรามิก จำเป็นอย่างยิ่งต้องมีการทดสอบอัตราส่วนผสมใหม่อีกครั้งเนื่องจากวัตถุดิบแต่ละแหล่งมีสมบัติ และส่วนประกอบของแร่แตกต่างกัน โดยเฉพาะเคลือบหากนำไปใช้กับเนื้อดินปั้นชนิดอื่น เคลือบและเนื้อดินปั้นอาจไม่เหมาะสมกันได้

1.2 การนำวัตถุดิบมาใช้ในการวิจัยแต่ละครั้ง ควรควบคุมความชื้นของวัตถุดิบให้เหมาะสม

1.3 เนื้อดินปั้นที่ได้จากการวิจัยนี้แห้งตัวเร็วเกิดการแตกร้าวบิดรูป และเสียรูปทรงได้ ควรควบคุมการแห้งตัวของชิ้นงานให้แห้งตัวอย่างช้าๆ เพื่อป้องกันการแตกร้าว บิดเบี้ยวเสียรูปทรงของชิ้นงาน

#### 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยด้านเคลือบควรมีการปรับปรุงส่วนผสมเพื่อให้เกิดสี และผิวเคลือบแตกต่างกันออกไป หรือเพิ่มเติมซีเถ้าชนิดต่างๆ เข้าไป

2.2 ควรมีการศึกษาอัตราส่วนผสมของเคลือบ และเนื้อดินปั้นในอุณหภูมิที่สูงขึ้นหรือต่ำลง

### กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ขอบคุนสาขาวิชาเซรามิกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงครามที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ในการวิจัย

### เอกสารอ้างอิง

โกมล รักษ์วงศ์. (2531). วัตถุดิบที่ใช้ในงานเครื่องปั้นดินเผาและเนื้อดินปั้น. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาช่างปั้นดินเผา คณะวิชาอุตสาหกรรมศิลป์ วิทยาลัยครูพระนคร.

दनัย อารยะพงษ์. (2538). เอกสารการฝึกอบรมเรื่อง การหล่อผลิตภัณฑ์. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประจตุฎดี สารสิทธิ์. (2541). การทดสอบสมบัติทางฟิสิกส์ในงานเซรามิกส์. นครศรีธรรมราช : คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช.

- ปราณี รัตนวลิตโรจน์. (2543). เครื่องเครื่องวัดความหนืด ใน วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชาและสุพจ หารหนองบัว (บก).
- เครื่องมือวิจัยทางวัสดุศาสตร์ : ฤทธิ์และหลักการงานเบื้องต้น. (หน้า 145-156).  
กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. (2539). เซรามิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพจิตร อังศิริวัฒน์. (2541). เนื้อดินเซรามิก. กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.
- สุจินต์ พรราวพันธ์. (2543). เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่องการทดสอบ ผลของความร้อนของ เนื้อดิน ความทนไฟ การหดตัว Weight Loss ในการตรวจวิเคราะห์วัตถุบเซรามิกส์ตาม มาตรฐานสากล.กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. (2534). น้ำเคลือบเครื่องปั้นดินเผา. กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช.
- เสริมศักดิ์ นาคบัว. (2536). เคลือบซีเถ้าพีช. กรุงเทพมหานคร : เจ. फिल्म โปรเซส
- อายุวัฒน์ สว่างผล. (2543). วัตถุบที่ใช้แพร่หลายในงานเซรามิกส์. กำแพงเพชร : สถาบันราชภัฏ กำแพงเพชร.
- เอ็ททลีโซะ คาโต แพลโดย สมบูรณ์ อรัณยภาค. (2553). หลักการทำเคลือบเซรามิกส์. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Rhodes, Deniel. (1974). Clay and Glazer for The Potter. London : Pitmane Publishing Company.