

การทดลองเคลือบซีเมนต์จากอัตราส่วนผสมซีเมนต์มะม่วง หินฟันม้า และ
ดินเหนียวท้องถิ่น เพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์

ปริญญานิพนธ์

ของ

ภาณุเทพ สุวรรณรัตน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

พฤษภาคม 2549

การทดลองเคลื่อนขี้เถ้าจากอัตราส่วนผสมขี้เถ้าไม้มะม่วง หินฟ้าน้ำ และ
ดินเหนียวท้องถิ่น เพื่อเคลื่อนผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโนแวร์

บทคัดย่อ

ของ

ภาณุเทพ สุวรรณรัตน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

พฤษภาคม 2549

ภาณุเทพ สุวรรณรัตน์. (2549).การทดลองเคลือบซี้เถ้าจากอัตราส่วนผสมซี้เถ้าไม้มะม่วง หินฟันม้า และดินเหนียวท้องถิ่น เพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา.

ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย

ศรีนครินทรวิโรฒ.คณะกรรมการควบคุม:อาจารย์ ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล, ผู้ช่วยศาสตราจารย์
ณอมสิน ดิสถาพร.

การวิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมจากอัตราส่วนผสมในการทำเคลือบซี้เถ้า เพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์ ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส บรรยากาศแบบออกซิเดชัน และรีดักชันโดยใช้วัตถุคืบ คือ ซี้เถ้าไม้มะม่วง (MANGO ASH) ,หินฟันม้า (FELDSPER) และดินเหนียวท้องถิ่น (SURFACE CLAY) การทดลองแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน

วิธีการทดลองขั้นตอนที่ 1 เพื่อดูลักษณะของเคลือบทำโดยกำหนดอัตราส่วนผสมของสารแต่ละชนิดจากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า จะมีทั้งหมด 36 สูตร นำมาบดผสมทีละสูตรเพื่อชุปบนแผ่นทดสอบเคลือบ ขนาดความกว้าง 5.00 เซนติเมตรยาว 5.00 เซนติเมตรหนา 1.00 เซนติเมตร นำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชันและรีดักชัน แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเพื่อคัดเลือกอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม จำนวน 3 สูตร เพื่อทำการทดลองในขั้นตอนที่ 2 ผลการทดลองที่ได้คือ เคลือบที่มีส่วนผสมของหินฟันม้า และซี้เถ้าไม้มะม่วงสูงตั้งแต่ร้อยละ 20-80 พบว่าเคลือบมีความมันวาว ทั้ง 2 บรรยากาศ เคลือบที่มีส่วนผสมของดินเหนียวท้องถิ่นสูงตั้งแต่ร้อยละ 50-80 พบว่าเคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน ในขณะที่ผิวที่เกิเกิดขึ้นจากการทดลองทำเคลือบซี้เถ้าครั้งนี้มีความแตกต่างกัน ในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน พบว่าเคลือบมีโทนสีครีม สีเหลืองอ่อน สีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลเข้ม และเคลือบที่เผาในบรรยากาศรีดักชันพบว่ามีโทนสีเขียวอมฟ้า สีเขียว สีเขียวขี้ม้า สีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลเข้ม ผู้เชี่ยวชาญได้คัดเลือกสูตรที่เหมาะสม คือสูตรที่ 13,18 และ20และจากผลการทดลองยังมีหลายสูตรที่ไม่ได้คัดเลือกมีความสมบูรณ์และสวยงาม

วิธีการทดลองขั้นตอนที่ 2 เพื่อดูคุณภาพของเคลือบเมื่อได้อัตราส่วนที่ผ่านการคัดเลือกจากขั้นตอนที่ 1 นำมาเคลือบบนผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์ สูตรละ 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบทรงกระบอก, รูปแบบอิสระและรูปแบบแผ่น นำไปเผาในอุณหภูมิ1,230 องศาเซลเซียสในบรรยากาศออกซิเดชัน และรีดักชัน จึงให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลิตภัณฑ์ ผลการทดลองที่ได้ สูตรที่ 13 และ 18 พื้นผิวเคลือบเรียบเนียนและพบตำหนิเคลือบรานตัวของเคลือบทั่วผลิตภัณฑ์ ทั้ง 3 รูปแบบและในสูตรที่ 20 พื้นผิวเคลือบจะเรียบเนียนเป็นบางจุดและพบตำหนิเคลือบแยกตัวและรูเข็มทั่วผิวผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 รูปแบบเหมือนกันเมื่อทำการเผาทั้ง 2 บรรยากาศ จากการทดลอง เคลือบสูตรที่ 13 และ 18 จึงพอสรุปได้ว่าเมื่อทำการเผาทั้ง 2บรรยากาศผิวเคลือบมีความเรียบเนียนใสเป็นมันวาว มีความสมบูรณ์สวยงามสามารถใช้กับผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน

AN EXPERIMENTATION OF ASH GLAZE WITH STONEWARE POTTERY
PRODUCTS BY MIXING A CERTAIN RATIO OF NANGGO ASH, FELDSPER AND
SURFACE CLAY

AN ABSTRACT

BY

PANUTHAP SUWANNARAT

Presented in Partial Fulfillment of there Requirements for the
Master of Education degree in Industrial Education
at Srinakharinwirot University

MAY 2006

Panuthap Suwannarat.(2006).*An Experimentation of Ash Glaze with stoneware Pottery*
.Products by mixing a certain ratio of mango ash, feldspar and surface clay.

Master thesis,M.Ed.(Industrial Education).Bangkok:Graduate School,
srinakharnwirot university. Advisor Comittee: Dr .Upawit suwakantagul, Asst.Prof
Tanumsin disatapon.

The purpose of this experimental was to study the suitable formula of wood ash glazes for the stoneware production by mixing a certain ratio of mango ash,feldspar and surface clay. Specifition to burn in 1,230 centigrade in oxidation firing and reduction firing.

The first step it looking for the qualities of a feature the experimental was to find the suitable ratio of each comporent by using the triaxiul blend which have 36 formulas inside. To conduct material was mixtere one by formular for soak tast glaze of 5.00x5.00x1.00 centimeter specifition to burn in 1,230 centigrade in oxidation firing and reduction firing. After firing. Only suitable of 3 formulas .Were chosen for the nex step. The results of the experimental were glaze contained in creasing mango ash and feldsper 20-80 percent displayed clear glaze from between neither method of firing. Glaze mede form mixing a certain ratio of surface clay between 50-80 percent produced semi-matte glaze and matte glaze. The material also produced the following glaze color. Oxidation firing glaze show color ranging from white, soft yellow and soft brown to dark brown whilst producet from reduction firing displayed the color of bluish green, soft green to dark green and brown to dark brown of glaze from this experiment.

The second step it was looking for the quality of experimental was stoneware products 3 from at free make from product, slab from product, cylinder from productwere glazed by using the suitable formulas which were selected in the first step. Then fired at 1,230 centigrade in oxidution and reduction at mosphere.The results of the experimental were glazes formular at 13 and 18 has a good skin and there was a crazing on the glaze all the 3 from. In formular 20 the skin only smooth is some skin and has pinholes, crawling on the glaze all the 3 from and about formula 13 and 18 is related to the hypothesis.

การทดลองเคลือบซีเมนต์จากอัตราส่วนผสมซีเมนต์ ไม้มะม่วง หินฟันม้า และ
ดินเหนียวท้องถิ่น เพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์

ปริญญานิพนธ์

ของ

ภาณุเทพ สุวรรณรัตน์

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา

พฤษภาคม 2549

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การทดลองเคลือบซีเมนต์จากอัตราส่วนผสม ซีเมนต์มะม่วง หินฟุ้งน้ำ และดินเหนียวท้องถิ่น
เพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์

ของ

ภาณุเทพ สุวรรณรัตน์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญศิริ จีระเดชากุล)

วันที่.....เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2459

.....ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์

(อาจารย์ ดร. อุปวิทย์ สุวคันธกุล)

..... กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ถนอมสิน คิสถาพร)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร)

..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(อาจารย์ โอภาส สุขหวาน)

คำประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้อย่างสมบูรณ์เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์ ดร. อุปวิทย์ สุวคันธกุล เป็นประธานควบคุมการทำปริญญานิพนธ์และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถนอมสิน ดิษฐาพร กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำอีกทั้งได้ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆให้สมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

กราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, อาจารย์ โอภาส สุขหวาน ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ พร้อมทั้งได้ให้ข้อเสนอแนะและแก้ไขข้อบกพร่อง ซึ่งทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมศักดิ์ ชวลาวัลย์, อาจารย์ภัทรพล สุวรรณโณม และคุณ สุขชาติ โฆษบติ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์สละเวลาเป็นผู้เชี่ยวชาญและประเมินผลการทดลอง พร้อมทั้งได้ให้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยซึ่งให้ความรู้ที่มีประโยชน์ต่อผู้วิจัยอย่างมาก

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการวิทยาลัยช่างศิลป์สุพรรณบุรี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ในการทำวิจัย รวมทั้งเครื่องมือเตาเผาและวัตถุดิบในการวิจัยจนงานวิจัยสำเร็จได้ด้วยดี รวมทั้งขอขอบคุณ อาจารย์ โกเมศ กันธิก อย่างสูงที่ได้ช่วยให้คำปรึกษาให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้เป็นไปได้อย่างราบรื่น

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่นที่เป็นกำลังใจให้งานวิจัยเดินหน้าไปอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งเจ้าหน้าที่และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ไม่มาสารทกล่าวนามได้ทั้งหมด ที่มีส่วนช่วยเหลือให้คำแนะนำ ตักเตือน สนับสนุนในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จอย่างดี

สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบคุณดีทั้งหมดของการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ให้บิดา-มารดา และครอบครัวผู้ที่ให้ทุนสนับสนุนและเป็นกำลังใจที่ให้มาโดยตลอดทำให้เกิดแรงบันดาลใจในการทำวิจัยครั้งนี้จนสำเร็จได้ด้วยดี

ภาณุเทพ สุวรรณรัตน์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายการวิจัย.....	3
ความสำคัญของการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
ตัวแปรที่ศึกษา.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	7
สมมุติฐานการวิจัย.....	7
2. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการเคลือบ.....	8
ความหมายของเคลือบและวัตถุประสงค์ในการเคลือบ.....	9
ประวัติความเป็นมาของเคลือบ.....	9
การแบ่งวัตถุดิบในการทำเคลือบ.....	10
สีทางเซรามิก.....	10
การเตรียมน้ำเคลือบและการเคลือบผลิตภัณฑ์.....	12
เตาและการเผาผลิตภัณฑ์.....	14
บรรยากาศในการเผาผลิตภัณฑ์.....	22
2. คำนิยามเคลือบ.....	24
3. ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์.....	26
4. ความรู้เกี่ยวกับการเคลือบจี้แก้ว.....	29
1. ประวัติความเป็นมาของเคลือบจี้แก้ว.....	29
2. กระบวนการเตรียมจี้แก้ว.....	32
5. วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง.....	35
1. จี้แก้วไม่มะม่วง.....	35
2. หินฟันม้า.....	38

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2.(ต่อ) 3. ดินเหนียวท้องถิ่น.....	41
6. การอ่านแผนภาพสามเหลี่ยมด้านเท่า.....	44
7. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	46
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	48
วัตถุศิป อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	48
ตัวแปรที่ศึกษา.....	49
การดำเนินการวิจัย.....	52
สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง.....	56
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	56
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	58
5. สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	68
บรรณานุกรม.....	76
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ตารางประเมินผลการทดลองเคลือบซีเมนต์.....	79
ภาคผนวก ข. กราฟแสดงการเผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชันและรีดักชัน.....	85
ภาคผนวก ค. ภาพผลการทดลองเคลือบซีเมนต์.....	88
ภาคผนวก ง. หนังสือขอใช้สถานที่และหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ.....	95
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	109

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 วงจรการเผาไหม้.....	17.
2 วิธีการเผาเคลือบ.....	18
3 ปฏิกริยาของผลิตภัณฑ์ที่โดนเผาผ่านความร้อนในอุณหภูมิต่างๆ.....	20
4 เปรียบเทียบชนิดของเครื่องเคลือบดินเผา.....	29
5 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีจี้เถ้าฟุ้ง 22 ต้น (24 ตัวอย่าง).....	36
6 ข้อมูลพื้นที่พระปูลงมะม่วง รายอำเภอ จังหวัดสุพรรณบุรี. ฤดูกาลผลิตปี 2546.....	37
7 ผลการวิเคราะห์สารประกอบไนจีเถ้าไม้มะม่วง.....	37
8 ชื่อเรียกชนิดของหินฟันม้าตามร้อยละของสารที่เจือปน.....	38
9 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหินฟันม้า ชนิดที่ใช้มากในงาน เครื่องปั้นดินเผา.....	40
10 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของหินฟันม้า อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี.....	41
11 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของดินเหนียวท้องถิ่นตำบลโคกโคเต่า สุพรรณบุรี.....	43
12 แสดงอัตราส่วนผสมของเคลือบจี้เถ้าสำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา โดยการอ้างอิงจากภาพประกอบ 3.....	51
13 สรุปผลการประเมินลักษณะของเคลือบจี้เถ้าจำนวน 36 สูตร.....	59
14 สรุปผลการประเมินคุณภาพของเคลือบจี้เถ้าจากผลิตภัณฑ์ 3 รูปแบบ.....	60
15 ค่าเฉลี่ยของผลการประเมินผลการทดลองขั้นตอนที่ 1 ในด้านการหลอมตัว ของเคลือบเผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชันและรีดักชัน.....	61
16 ค่าเฉลี่ยของผลการประเมินผลการทดลองขั้นตอนที่ 1 ในด้านสีของเคลือบ เผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชันและรีดักชัน.....	63
17 ค่าเฉลี่ยของผลการประเมินคุณภาพของเคลือบจี้เถ้าที่เคลือบผลิตภัณฑ์ ชนิดสโตนแวร์ในด้านพื้นผิวของเคลือบในบรรยากาศเผาไหม้แบบ ออกซิเดชันและรีดักชัน.....	65

บัญชีตาราง(ต่อ)

ตาราง	หน้า
18 ค่าเฉลี่ยของผลการประเมินคุณภาพของเคลือบซีเมนต์ที่เคลือบผลิตภัณฑ์ ชนิดสโตนแวร์ในด้านความสมบูรณ์ของเคลือบ ในบรรยากาศเผาไหม้แบบ ออกซิเดชันและรีดักชัน.....	66
19 แบบประเมินผลการทดลองเคลือบซีเมนต์จำนวน36สูตร ด้านการหลอมตัว ของเคลือบเผาในบรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชันและรีดักชัน.....	80
20 แบบประเมินผลการทดลองเคลือบซีเมนต์จำนวน36สูตร ด้านสีของเคลือบ ในบรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชันและรีดักชัน.....	82
21 แบบประเมินคุณภาพของเคลือบซีเมนต์ที่เคลือบผลิตภัณฑ์ชนิดสโตนแวร์ด้าน พื้นผิวของเคลือบ ในบรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชันและรีดักชัน 3รูปแบบ...	83
22 แบบประเมินคุณภาพของเคลือบซีเมนต์ที่เคลือบผลิตภัณฑ์ชนิดสโตนแวร์ด้าน ความสมบูรณ์ของเคลือบ ในบรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชัน และรีดักชัน 3รูปแบบ.....	84

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสงสะท้อนผ่านเคลือบใสและแสงสะท้อนผ่านเคลือบ.....	11
2 แผนภาพสามเหลี่ยมด้านเท่าที่ใช้ในการคำนวณสูตรเคลือบ.....	45
3 วิธีการคำนวณหาอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ โดยใช้ตาราง สามเหลี่ยมด้านเท่า จำนวน 36 สูตร.....	50
4 แผนภูมิลำดับขั้นตอนการทดลองที่ 1.....	54
5 แผนภูมิลำดับขั้นตอนการทดลองที่ 2.....	55
6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทดลอง เคลือบซีเถ้าในบรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชัน.....	86
7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทดลอง เคลือบซีเถ้าในบรรยากาศเผาไหม้แบบรีดักชัน.....	87
8 ผลการทดลองเคลือบซีเถ้าจำนวน 36สูตรในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน.....	89
9 ผลการทดลองเคลือบซีเถ้าจำนวน 36 สูตร ในบรรยากาศแบบรีดักชัน.....	90
10 ผลิตภัณฑ์ชนิดสโตนแวร์ที่ผ่านการเคลือบซีเถ้า เเผาในบรรยากาศ แบบออกซิเดชัน.....	91
11 ผลิตภัณฑ์ชนิดสโตนแวร์ที่ผ่านการเคลือบซีเถ้า เเผาในบรรยากาศ แบบรีดักชัน.....	92
12 ผลิตภัณฑ์รูปแบบที่ 1 เเผาบรรยากาศแบบออกซิเดชัน.....	93
13 ผลิตภัณฑ์รูปแบบที่ 2 เเผาบรรยากาศแบบออกซิเดชัน.....	93
14 ผลิตภัณฑ์รูปแบบที่ 3 เเผาบรรยากาศแบบออกซิเดชัน.....	93
15 ผลิตภัณฑ์รูปแบบที่ 1 เเผาบรรยากาศแบบรีดักชัน.....	94
16 ผลิตภัณฑ์รูปแบบที่ 2 เเผาบรรยากาศแบบรีดักชัน.....	94
17 ผลิตภัณฑ์รูปแบบที่ 3 เเผาบรรยากาศแบบรีดักชัน.....	94

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผา ขั้นตอนการเคลือบผลิตภัณฑ์ถือเป็นขั้นตอนการผลิตที่สำคัญมาก เนื่องจากเคลือบคือ ชั้นของแก้วบางที่หลอมละลายติดอยู่กับผิวดินซึ่งขึ้นรูปเป็นภาชนะรูปทรงต่างๆ(ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.2537:1)เพื่อประโยชน์ในการทำความสะดวก เพิ่มความแข็งแรงและเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เกิดความสวยงามจากสีสันทนของเครื่องเคลือบ (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2531 :1) ซึ่งการเคลือบเริ่มเป็นที่รู้จักเมื่อราว 3,500 ปีโดยชาวอียิปต์เป็นผู้คิดค้นเคลือบสีฟ้าสดในการเคลือบลูกปัด และมีการพัฒนาอยู่ในตะวันออกกลางและมีการเผยแพร่สู่ประเทศจีน ต่อมาจีนก็ได้มีการคิดค้นการทำเคลือบขี้เถ้าและเคลือบหินที่เผาในอุณหภูมิสูงต่างๆ (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.2537:2) และได้มีการคิดค้นพัฒนาสูตรเคลือบมาโดยตลอดเพื่อให้เกิดสีสันทนที่หลากหลายและสวยงามขึ้นกว่าเดิม

น้ำเคลือบที่ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาปัจจุบันแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ เคลือบจากขี้เถ้าของพืชและสัตว์ และเคลือบจากแร่และหิน ซึ่งอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาโดยส่วนมากมักใช้เคลือบจากแร่และหินมากกว่าเนื่องจากคุณภาพของสีที่สม่ำเสมอสามารถควบคุมคุณภาพของสีได้ตลอดในการผลิตแต่ละครั้ง และมีเจดสีมากมายให้เลือกใช้ อีกทั้งมีขั้นตอนการผลิตที่ไม่ยุ่งยาก ยิ่งในปัจจุบันมีโรงงานสำหรับผลิตน้ำเคลือบสำเร็จรูปโดยเฉพาะสำหรับโรงงานผลิตเครื่องปั้นดินเผา เป็นการลดขั้นตอนในการผลิตน้ำเคลือบและลดต้นทุนในการผลิต แต่วัตถุดิบประเภทแร่และหินบางชนิดต้องสั่งนำเข้าจากต่างประเทศ เนื่องจากมีคุณภาพที่ดีกว่าวัตถุดิบภายในประเทศทำให้มีราคาที่สูงและทำให้ราคาของเคลือบสำเร็จรูปมีราคาที่สูงตามไปด้วย

เคลือบขี้เถ้าเป็นเคลือบอีกประเภทหนึ่งที่ใช้ขี้เถ้าจากไม้ยืนต้นหรือไม้ล้มลุกเป็นวัตถุดิบหลักในการทำเคลือบ ซึ่งชาวจีนเป็นชาติที่คิดค้นได้และมีการเผยแพร่เทคนิคในการผลิตสู่ชาติใกล้เคียง เช่น ญี่ปุ่น เกาหลี ในประเทศไทยมีการผลิตเครื่องเคลือบจากขี้เถ้าใช้กันมานานแล้ว เริ่มแรกในยุคสุโขทัยเป็นราชธานี มีการผลิตเครื่องสังคโลกที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักของต่างชาติ เนื่องจากในยุคนั้นมีการส่งออกจำหน่ายในหลายประเทศ เครื่องเคลือบสังคโลกมีการเคลือบด้วยขี้เถ้าไม้ ที่มีโทนสีเขียวต่างๆ เช่น สีเขียวอมฟ้า สีเขียวอมเทา สีเขียวอมน้ำตาล เคลือบสีเขียวที่เป็นที่นิยมจะมีโทนสีเขียวไขกา หรือที่รู้จักในชื่อ เคลือบศิลาตล ซึ่งเป็นที่นิยมเคลือบผลิตภัณฑ์มาแต่โบราณ แม้ในยุคปัจจุบันเคลือบศิลาตลยังได้รับความนิยมและเป็นที่ยอมรับตลอดมาทั้งชาวไทยและต่างชาติ เนื่องจากมีสีที่นุ่มนวล สุขุมสวยงาม ในปัจจุบันเคลือบขี้เถ้าไม้ยังได้รับความนิยมในการใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ทางด้านงานศิลปะ

และงานตกแต่งประดับอาคาร เช่นที่เขียนใหม่หรือที่ราชบุรี แต่ไม่ได้รับความนิยมในระบบอุตสาหกรรม เครื่องปั้นดินเผาขนาดใหญ่ เช่น เครื่องสุกัณฑ์ เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร เป็นต้น เนื่องจากเคลือบซีเถ้า มีข้อจำกัดในเรื่องเคลือบสีที่มีโทนสีน้อย และมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายในการเผาครั้งต่อไปหากการควบคุมการเผาไม่ดี อีกทั้งยังเป็นการยุ่งยากในขั้นตอนการผลิตเคลือบของโรงงาน การใช้เคลือบซีเถ้าจึงมักเป็นโรงงานขนาดเล็กที่ทำงานด้านศิลปะหรือกลุ่มชุมชนที่ทำงานเครื่องปั้นดินเผาภายในครัวเรือน แต่เคลือบซีเถ้ามีลักษณะพิเศษในเรื่องพื้นผิวที่มีความหยาบเหมือนเม็ดทรายจนถึงมีผิวเรียบเนียนเหมือนหยก ผิวมีความแวววาวจนถึงผิวด้าน ผิวแตกรานเหมือนลายงาและมีความอ่อนแก่ของสีที่หลากหลาย จึงสามารถตอบสนองต่อการทำงานเครื่องปั้นดินเผาในแนวศิลปหัตถกรรมได้อย่างกว้างขวาง (เสริมศักดิ์ นาคบัว.2536:1) อีกทั้งเคลือบซีเถ้าไม่มีต้นทุนการผลิตที่น้อยกว่า สามารถนำวัตถุดิบในท้องถิ่นมาใช้ในการผลิตเคลือบซีเถ้าได้ ยิ่งในปัจจุบันแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติ และรัฐบาลมีนโยบายที่ต้องการพัฒนาเศรษฐกิจในชุมชนต่างๆ ในโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์เป็นแนวทางหนึ่งที่จะสร้างความเจริญให้แก่ชุมชนและสามารถยกระดับชีวิตความเป็นอยู่และฐานะของชุมชนให้ดีขึ้น โดยการผลิตหรือการจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นให้กลายเป็นสินค้าที่มีคุณภาพจากนโยบายดังกล่าว แต่ละชุมชน จึงมีการคิดค้นและนำภูมิปัญญาเดิมมาพัฒนาให้ดีขึ้น ยิ่งในพื้นที่ภาคกลางเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การทำเกษตรกรรม และมีสินค้าเกษตรออกสู่ตลาดอย่างมากมาย ทั้งข้าว ไม้ผล พืชไร่ ไม้ประดับ และการประมง โดยเฉพาะข้าว และไม้ผลที่มีการผลิตอยู่หลายพื้นที่ จึงทำให้มีวัสดุที่เหลือจากภาคเกษตรกรรมมาก จึงมีผู้คิดค้นนำวัสดุเหลือใช้เหล่านี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างมากมาย

จากสภาพการณ์ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรกรรมมาพัฒนาให้เกิดประโยชน์มากกว่าเดิม สำหรับงานด้านเครื่องปั้นดินเผาโดยจะทำการทดลองเคลือบซีเถ้า ให้มีโทนสีที่สวยงาม มีความหลากหลายทั้งสีสรรและพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ โดยนำวัสดุที่เหลือใช้จากภาคเกษตรกรรมมาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเคลือบซีเถ้า ซึ่งผู้วิจัยมีความสนใจในไม้มะม่วง ซึ่งมีการปลูกกันมากในพื้นที่ภาคกลางโดยเฉพาะจังหวัดสุพรรณบุรีที่มีการปลูกกันมากเป็นอันดับ 2 รองจากการปลูกข้าว โดยมีพื้นที่การปลูกมะม่วงถึง 114,300 ไร่ (เอกสารสภาอุตสาหกรรมจังหวัด.2545:39)ทั้งที่ปลูกเพื่อการขายผล และการขายกิ่งพันธุ์ ปริมาณการปลูกที่มีอยู่อย่างมากมาย ทำให้มีวัสดุเหลือทิ้งอยู่มาก ผู้วิจัยจึงต้องการนำไม้มะม่วงมาเป็นส่วนผสมหลักในการทำเคลือบซีเถ้า เพื่อให้มีโทนสีที่สวยงาม จึงทำการทดลองหาอัตราส่วนผสมเคลือบซีเถ้าไม้ จากซีเถ้าไม้มะม่วง หินฟันม้า และดินเหนียวท้องถิ่นเพื่อให้ได้เคลือบซีเถ้าไม้ที่มีโทนสีเขียว มีพื้นผิวเคลือบที่เรียบเนียน ใสเป็นมันวาว เพื่อนำไปใช้ในการเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์ เป็นการลดต้นทุนในการผลิตเคลือบ อีกทั้งเป็นการนำวัสดุเหลือใช้จากภาคเกษตรกรรมที่มีเป็นจำนวนมากในท้องถิ่นมาสร้างมูลค่าให้เพิ่มขึ้นจากเดิม

อีกทั้งเป็นแนวทางของผู้ประกอบการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ในประเภทงานเครื่องปั้นดินเผาในการพัฒนาเคลือบให้มีลักษณะเด่นของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในการแข่งขันกับโรงงานขนาดใหญ่และคู่ค้าทางการตลาด และเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของท้องถิ่นตนเอง

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมเคลือบสีน้ำตาลจากส่วนผสมสีน้ำตาลไหม้ มะม่วง หินฟันม้า และดินเหนียวท้องถิ่น สำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์
2. เพื่อประเมินคุณภาพของเคลือบสีน้ำตาลจากส่วนผสมสีน้ำตาลไหม้ มะม่วง หินฟันม้า และดินเหนียวท้องถิ่น สำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์

ความสำคัญของการวิจัย

ได้อัตราส่วนผสมในการผลิตเคลือบสีน้ำตาลจากอัตราส่วนผสมสีน้ำตาลไหม้ มะม่วง หินฟันม้า และดินเหนียวท้องถิ่น ที่มีราคาต้นทุนการผลิตที่ถูก สำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาชนิด สโตนแวร์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ประกอบการทางด้านงานเครื่องปั้นดินเผาในการใช้วัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่น ราคาถูก นำมาพัฒนาให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อให้การศึกษ้อัตราส่วนผสมเคลือบสีน้ำตาลจากส่วนผสม สีน้ำตาลไหม้ มะม่วง หินฟันม้า และดินเหนียวท้องถิ่น บรรลุจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการศึกษาวิจัยไว้ดังนี้

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง
 - 1.1 สีน้ำตาลไหม้ มีความละเอียด 100 เมส
 - 1.2 หินฟันม้า (Feldspar) มีความละเอียด 325 เมส
 - 1.3 ดินเหนียวท้องถิ่น บริเวณทุ่งลำยาง ตำบลโคกโคเฒ่า อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี (Kind of surface clay) ขุดลึกจากระดับผิวดิน 2 เมตร มีความละเอียด 120 เมส
2. การกำหนดอัตราส่วนผสมของเคลือบได้จากแผนภาพสามเหลี่ยมด้านเท่า จำนวน 36 สูตร โดยกำหนดสารหลักคือ สีน้ำตาลไหม้ มะม่วง หินฟันม้า และดินเหนียวท้องถิ่น
3. การทดลองมี 2 ขั้นตอนหลักดังนี้
 - ขั้นตอนที่ 1 นำแผ่นทดสอบชุบน้ำเคลือบทั้ง 36 สูตร สูตรละ 6 แผ่นจะได้แผ่นทดสอบจำนวน 213 ชิ้น นำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศการเผาไหม้แบบออกซิเดชัน (OF) และบรรยากาศแบบรีดักชัน(RF) จากนั้นคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด 3 สูตรโดยผู้เชี่ยวชาญ

โดยการเปรียบเทียบกันเองภายในอัตราส่วนสูตรต่างๆ จากลักษณะของเคลือบในด้านการหลอมตัวของเคลือบและสีของเคลือบ

ขั้นตอนที่ 2 นำสูตรที่ดีที่สุดจำนวน 3 สูตรไปเคลือบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์ ที่ผ่านการเผาดิบจำนวน 3 รูปแบบที่ต่างกันรูปแบบละ 6 ชิ้น จะได้ผลิตภัณฑ์ที่เผาจำนวน 18 ชิ้น นำไปเคลือบและเผาที่อุณหภูมิ 1, 230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศการเผาไหม้แบบออกซิเดชัน (OF) และการเผาไหม้แบบรีดักชัน (RF) และทำการประเมินคุณภาพของเคลือบผลิตภัณฑ์ในด้านพื้นผิวของเคลือบ

4.เตาเผาที่ใช้ในการทดลองเป็นเตาเผาชนิดทางเดินลมร้อนลงใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงในการเผาไหม้ในบรรยากาศรีดักชัน (OF) และใช้เตาไฟฟ้าในการเผาแบบบรรยากาศออกซิเดชัน (OF)

5. ดินที่ใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ และแผ่นทดสอบเคลือบจะใช้ดินผสมสำเร็จจากบริษัทคอมพาวด์เคลย์

6. ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ที่นำมาใช้เคลือบกับสูตรที่ผ่านการคัดเลือกจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 สูตร มีรูปแบบที่แตกต่างกัน 3 รูปแบบ จำนวน 18 ชิ้นทดลอง เพื่อนำไปเผาใน 2 บรรยากาศ

7. การประเมินคุณภาพของเคลือบจะใช้แบบประเมินทางสายตา โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ทางการสอนวิชาเครื่องปั้นดินเผาจำนวน 3 ท่านและผู้มีประสบการณ์ในสถานประกอบการทางงานเครื่องปั้นดินเผา 1 ท่าน

8.การชั่งส่วนผสมของวัตถุดิบ ใช้เครื่องชั่งระบบไฟฟ้า จำนวนทศนิยม 2 ตำแหน่ง

ตัวแปรที่ศึกษา

1 ตัวแปรต้น ได้แก่

1.1 อัตราส่วนผสมเคลือบซีเถ้า จำนวน 36 สูตร จากอัตราส่วนผสมระหว่าง ซีเถ้าไม่มะม่วง หินฟันม้า และดินเหนียวท้องถิ่น โดยกำหนดอัตราส่วนผสมจากแผนภาพสามเหลี่ยมด้านเท่า

1.2 บรรยากาศในการเผาไหม้

1.2.1 บรรยากาศการเผาไหม้แบบออกซิเดชัน (OF)

1.2.2 บรรยากาศการเผาไหม้แบบรีดักชัน (RF)

2 ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณภาพของเคลือบผลิตภัณฑ์

2.1 พื้นผิวของเคลือบ

2.1.1 ผิวเรียบเนียน

2.1.2 ผิวหยาบ

2.2 ความสมบูรณ์ของเคลือบ

2.2.1 เคลือบรานตัว

2.2.2 รุเข็ม

2.2.3 เคลือบแยกตัว

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **เคลือบซีเก้** หมายถึง เคลือบที่ใช้ซีเก้เป็นส่วนประกอบหลักในการผลิตเคลือบไม้เกินร้อยละ 50 ผสมกับวัตถุดิบตัวอื่นๆในอัตราส่วนที่เหมาะสมเผาในอุณหภูมิสูง

2. **อัตราส่วนผสม** หมายถึง ปริมาณวัตถุดิบที่นำมาผสมเป็นเคลือบซีเก้ไม้ โดยคิดอัตราส่วนผสมจากการใช้ แผนภาพสามเหลี่ยมด้านเท่าเป็นตัวกำหนดอัตราส่วนผสมโดยปริมาตร

3. **บรรยากาศการเผาไหม้แบบออกซิเดชัน** หมายถึง บรรยากาศภายในเตาเผาที่มีการเผาไหม้ระหว่างออกซิเจนที่เพียงพอต่อการทำปฏิกิริยากับเชื้อเพลิงอย่างสมบูรณ์

4. **บรรยากาศการเผาไหม้แบบรีดักชัน** หมายถึง บรรยากาศภายในเตาเผาที่มีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ระหว่างออกซิเจนที่ไม่เพียงพอต่อการทำปฏิกิริยากับเชื้อเพลิง

5. **ซีเก้ไม้** หมายถึง ไม้มะม่วงที่ผ่านการเผาจนเป็นซีเก้ และมีการผ่านกระบวนการทำความสะอาดและนำมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักในการทำเคลือบซีเก้

6. **หินฟันม้า** หมายถึง สารประกอบของอัลคาไล อลูมิเนียมซิลิเกตและอัลคาไลเอิร์ทของสารประกอบโซเดียม โพแทสเซียม และแคลเซียมจากเหมืองแร่ ตำบลลาดหญ้า จังหวัดกาญจนบุรี ที่ผ่านการทำความสะอาดบรรจุถุงจำหน่าย

7. **ดินเหนียวท้องถิ่น** หมายถึง ดินเหนียวในท้องถิ่นบริเวณทุ่งลำยาง ตำบลโคกโคเต่า จังหวัดสุพรรณบุรี ที่ผ่านกระบวนการล้างทำความสะอาดไม่มีสิ่งสกปรกเจือปนมีความละเอียด 120 เมส

8. **ลักษณะของเคลือบ** หมายถึง เคลือบที่ถูกเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชันและรีดักชันมีลักษณะของเคลือบที่ปรากฏดังนี้

8.1 การหลอมตัวของเคลือบ หมายถึง เคลือบที่ถูกเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส วัตถุดิบในเคลือบหลอมตัวเป็นเนื้อแก้วมีความแวววาว ซึ่งแบ่งเป็น

8.1.1 **เคลือบมันวาว** หมายถึง เคลือบเมื่อเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสผิวเคลือบมีการหลอมละลายดี มีผิวมันแวววาวสะท้อนแสงได้ดี

8.1.2 **เคลือบกึ่งมัน กึ่งด้าน** หมายถึง เคลือบเมื่อเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ผิวเคลือบบางส่วนเป็นฝ้าที่ปิดบังผิวเคลือบแต่ยังคงมีเคลือบบางส่วนที่ผิวเคลือบมีความมันแวววาว

8.1.3 เคลือบด้าน(Dry Surface) หมายถึง เคลือบเมื่อเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ผิวเคลือบไม่มีความมันวาวเกิดจากผลึกขนาดเล็กกระจายตัวในเคลือบทำให้ดูดกกลืนแสงไม่สะท้อนกลับไป มีผิวหยาบ

8.1.4 เคลือบไม่หลอมตัว หมายถึง เคลือบเมื่อเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส วัตถุดิบในเคลือบไม่หลอมละลายเป็นเคลือบเกิดจากวัตถุดิบมีความทนไฟสูง

8.2 สีของเคลือบ หมายถึง ผลของปฏิกิริยาของสารให้สีที่เกิดขึ้นหลังจากการเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ซึ่งผู้เชี่ยวชาญจะทำการประเมินโดยใช้สายตาของผู้เชี่ยวชาญประเมินตามผลที่ปรากฏของสีหลังการทดลอง

9. คุณภาพของเคลือบ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ชนิดสโตนแวร์ 3 รูปแบบที่ผ่านการเคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยเคลือบซีเถ้าเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชันและรีดักชันมีคุณภาพของผิวเคลือบในด้าน

9.1 พื้นผิวของเคลือบ หมายถึง การพิจารณาลักษณะทั่วไปของผิวผลิตภัณฑ์เมื่อผ่านการเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส มีพื้นผิวที่แบ่งได้เป็น

9.1.1 ผิวเรียบเนียน หมายถึง เคลือบเมื่อเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสพื้นผิวของเคลือบมีความละเอียดเป็นมัน เรียบเนียนสม่ำเสมอไม่เป็นหลุมหรือขอบคม

9.1.2 ผิวหยาบ หมายถึง เคลือบเมื่อเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสพื้นผิวเคลือบมีความหยาบด้านเป็นหลุมหรือเกิดขอบคมเมื่อลูบมีความรู้สึกสะดุดมือ

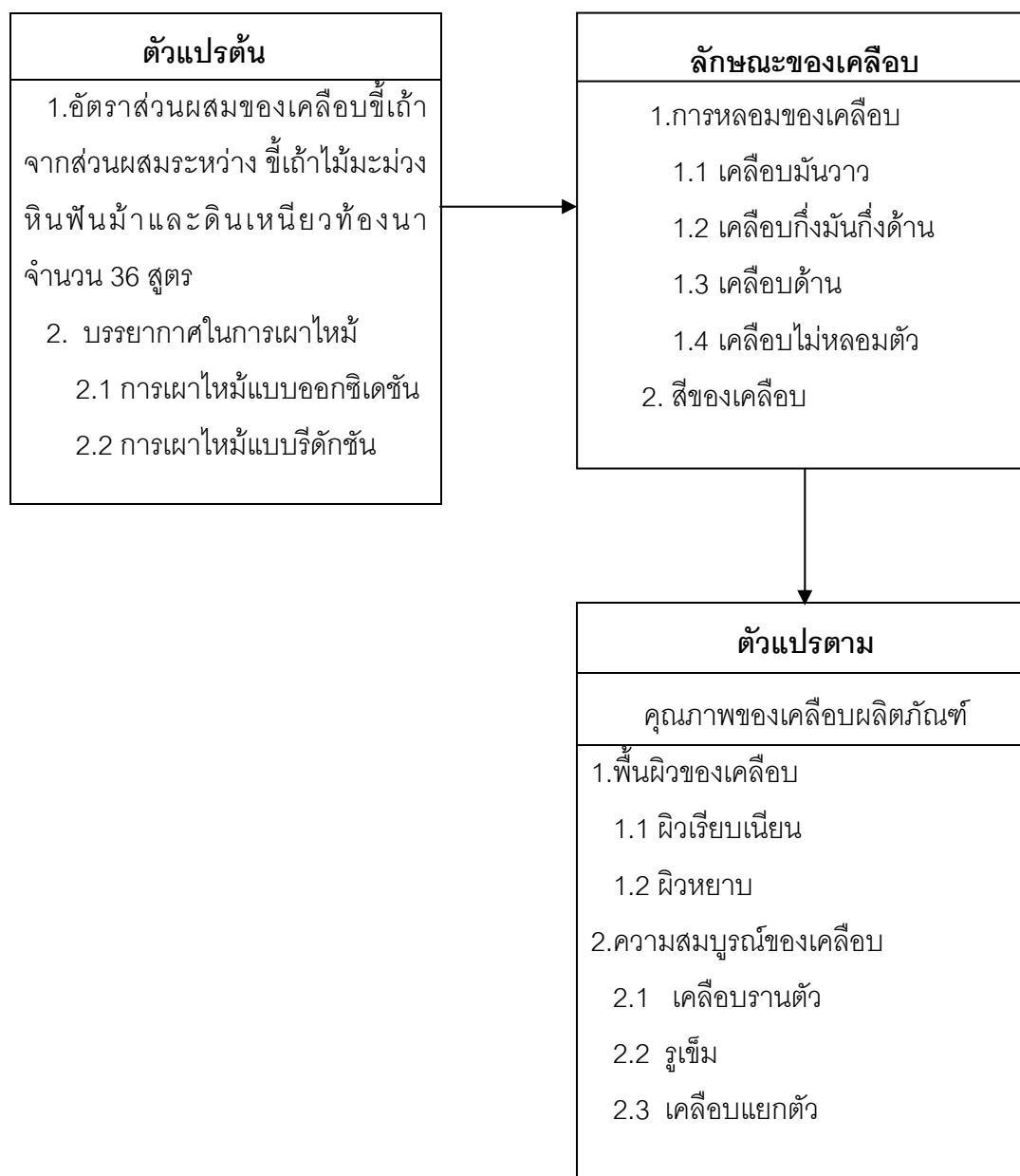
9.2 ความสมบูรณ์ของเคลือบ หมายถึง ลักษณะรอยตำหนิที่พบบนพื้นผิวของเคลือบที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสที่ทำให้เกิดความไม่สวยงามบนตัวผลิตภัณฑ์

9.2.1 เคลือบรานตัว หมายถึง น้ำเคลือบกับเนื้อดินมีการหดตัวหรือขยายตัวไม่เท่ากันหลังการเผาในระดับอุณหภูมิสูงจนถึงระดับสูงตัวทำให้มีลักษณะแตกเป็นลายเส้นตาข่ายบนผิวของผลิตภัณฑ์

9.2.2 รูเข็ม หมายถึง รอยตำหนิที่เป็นรูเล็กๆหรือมีขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นบนผิวเคลือบภายหลังการเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสทำให้เกิดความไม่สวยงาม

9.2.3 เคลือบแยกตัว หมายถึง เคลือบที่แยกออกจากกันคล้ายเคลือบเคลือบนี ทำให้เกิดรอยว่างไม่มีเคลือบติดผิวดิน ภายหลังการเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส

กรอบแนวคิดการวิจัย



สมมุติฐานการวิจัย

เคลือบซีเมนต์ จำนวน 3 สูตรที่ดีที่สุดโดยการเลือกของผู้เชี่ยวชาญ จากซีเมนต์ไม่มะม่วง หินพื้นม้า และดินเหนียวท้องถิ่นเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน และรีดักชัน มีผิวที่เรียบเนียนใสเป็นมันวาว มีความสมบูรณ์สวยงาม สามารถใช้กับผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมรายงานเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้ ดังต่อไปนี้

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการเคลือบ

- 1.1 ความหมายของการเคลือบและวัตถุประสงค์ของการเคลือบ
- 1.2 ประวัติความเป็นมาของการเคลือบ
- 1.3 การแบ่งกลุ่มวัสดุเคลือบในการทำเคลือบ
- 1.4 สีทางเซรามิก
- 1.5 การเตรียมน้ำเคลือบและการเคลือบผลิตภัณฑ์
- 1.6 เตาและการเผาผลิตภัณฑ์
- 1.7 บรรยากาศในการเผา

2. คำนิยามเคลือบ

3. ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์

4. ความรู้เกี่ยวกับเคลือบซีเมนต์

- 4.1 ประวัติความเป็นมาของเคลือบซีเมนต์
- 4.2 กระบวนการเตรียมเคลือบซีเมนต์

5. วัสดุที่ใช้ในการทดลอง

- 5.1 ซีเมนต์ไม่มะม่วง
- 5.2 หินปูนขาว
- 5.3 ดินเหนียวท้องถิ่น

6. การอ่านแผนภาพสามเหลี่ยมด้านเท่า

7. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการเคลือบ

ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ผ่านการเผาเรียบร้อยแล้ว อาจมีผิวผลิตภัณฑ์ที่หยาบดูไม่สวยงาม จึงมีการเคลือบผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผิวผลิตภัณฑ์มีความละเอียด สวยงาม และทำให้การดูแลรักษาง่าย อีกทั้งเป็นการป้องกันการรั่วซึมของน้ำหรือของเหลวต่างๆ

1.1 ความหมายของเคลือบและวัตถุประสงค์ของการเคลือบ

เคลือบ (Glaze) คือ สารประกอบของซิลิเกต (Silicat) ผสมกับสารประกอบอย่างอื่น ที่เป็นตัวช่วยหลอมละลายซึ่งเราเรียกว่า ฟลักซ์ (Flux) อาจจะมีออกไซด์ของโลหะผสมลงไปด้วยเพื่อทำให้เกิดสีและทึบในเคลือบ เมื่อเผาส่วนผสมของน้ำเคลือบถึงอุณหภูมิที่ทำให้หลอมละลายแล้ว น้ำเคลือบจะรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน และเมื่อทิ้งไว้ให้เย็นจะมีลักษณะเหมือนแก้วบางๆ ฉาบติดอยู่กับผิวผลิตภัณฑ์

วัตถุประสงค์ในการเคลือบผลิตภัณฑ์สามารถแบ่งเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้
(สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2531:1)

เพื่อป้องกันการซึมผ่านของแก๊สและน้ำ คือ เมื่อน้ำหรือแก๊สซึมผ่านเข้าไปในเนื้อผลิตภัณฑ์ย่อมทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดความชื้น ซึ่งอาจทำให้เกิดเชื้อราและตะไคร่น้ำ

เพื่อให้มีความแข็งแรงทนต่อการกัดกร่อนต่าง ๆ ซึ่งหากมีการเคลือบภาชนะจะทำให้ทนต่อการรดและล้าง เช่น น้ำส้ม เกลือ กระเทียมดอง ฯลฯ

เพื่อให้มีความสวยงามน่าใช้ และปิดบังผิวผลิตภัณฑ์ที่หยาบ

เพื่อป้องกันไม่ให้สกปรกง่าย สะดวกในการทำความสะดวกและการเก็บรักษา

เพื่อให้มีความคงทนต่อการกระแทกเสียดสีได้ดี

1.2 ประวัติความเป็นมาของเคลือบ

น้ำเคลือบมีการค้นพบและทำกันมานานแล้ว ตั้งแต่โบราณกาลกล่าวกันว่าชนชาติอียิปต์เป็นผู้ค้นพบมาก่อนโดยบังเอิญในแถบทะเลทราย เป็นพวกเคลือบต่าง (Alkaline glazes) ซึ่งมีส่วนผสมของโซดาแอส (Soda ash) ทราย (Sand) และดิน (Clay) ต่อมาปรากฏว่าชาวซีเรีย (Syrians) และบาบิโลเนียน (Babylonians) ได้ค้นพบสารชนิดหนึ่ง ปัจจุบันเรียกว่าตะกั่วซัลไฟด์ (Lead Sulfide or galena) และได้มีการนำมาทดลองทำเคลือบจนเป็นผลสำเร็จ และสามารถทำเป็นเคลือบสีต่างๆ ได้ด้วย โดยการเติมออกไซด์ของโลหะลงไปในน้ำเคลือบ ทำให้เกิดเป็นสีต่าง ๆ ตามที่ต้องการ ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ที่เคลือบสีมักนำไปใช้ในการก่อสร้าง

ความรู้เกี่ยวกับเคลือบตะกั่วนี้ได้เจริญแพร่หลายไปสู่ประเทศต่าง ๆ โดยกองคาราวานสินค้า โดยเฉพาะประเทศจีนที่ได้รับเทคนิคในการทำเคลือบตะกั่วเช่นกัน น้ำเคลือบของจีนในสมัยแรก ๆ นิยมเคลือบหลายสีคล้ายสีส้ม ทำให้เกิดความสวยงามและสะดุดตา ต่อมาชาวจีนได้ประสบความสำเร็จในการสร้างเตาเผา (Kiln) ซึ่งสามารถเผาได้ในอุณหภูมิสูงควบคุมได้ง่าย เป็นเตาเผาแบบทางเดินลมร้อนนานโดยใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง ในขณะเดียวกันชาวจีนก็ได้พยายามพัฒนาคิดสูตรน้ำเคลือบขึ้นใหม่ ซึ่งสามารถเผาในอุณหภูมิสูงได้เป็นครั้งแรก โดยใช้ส่วนผสมของขี้เถ้า (Ash) หินฟันม้า (Feldspar) และดิน (Clay) ในอัตราส่วนที่เท่ากันทำน้ำเคลือบเป็นผลสำเร็จ

นอกจากนี้ชาวจีน ยังได้พยายามศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับน้ำเคลือบต่อไป จนได้ค้นพบ น้ำเคลือบชนิดหนึ่งโดยบังเอิญ คือ น้ำเคลือบสลิบ (Slip glazes) ซึ่งเป็นน้ำเคลือบที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ มีลักษณะเป็นน้ำดิน แต่มีส่วนผสมที่ทำให้สามารถเผาให้หลอมได้ ส่วนใหญ่มักจะมีสีน้ำตาลเข้ม เนื่องจากมีปริมาณออกไซด์ของเหล็กสูง นอกจากนั้นชาวจีนยังได้ทำน้ำเคลือบหินซึ่งเป็นเคลือบไฟสูงเช่นกัน มีส่วนประกอบของหินฟันม้าเป็นหลัก และประกอบด้วยหินปูน (Limestone) หินแก้ว (Quartz) เป็นเคลือบที่สวยงามมาก ให้สีขาวนวล ผลงานเกี่ยวกับน้ำเคลือบของจีนได้รับความนิยมอย่างมาก เคลือบหินนี้ ส่วนมากชาวจีนใช้เคลือบผลิตภัณฑ์พวกพอร์สเลน (Porcelain) เคลือบชนิดนี้ได้รับความนิยมแพร่หลายมาถึงปัจจุบัน (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2531:1)

การทำน้ำเคลือบในปัจจุบันนั้น มีเครื่องมือที่ทันสมัยและมีการคิดค้นทดลองอยู่ตลอด ทำให้ผลิตเคลือบที่มีสีมากมายหลากหลายสี ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดความสวยงามน่าใช้งานยิ่งขึ้น

1.3 การแบ่งกลุ่มวัตถุดิบในการทำเคลือบ

1.3.1 วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง (Bases group) เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิในการหลอมละลาย (Fluxing agents) ในทางเซรามิกส์ ใช้สัญลักษณ์ RO และ R_2O เขียนแทนวัตถุดิบกลุ่มนี้ได้แก่ พวกตะกั่วออกไซด์ (PbO) สังกะสีออกไซด์ (ZnO) แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) เป็นต้น

1.3.2 วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง ทำหน้าที่เป็นตัวทนไฟ (Refractory) และตัวให้สี (Colorants) ในทางเซรามิกส์ใช้สัญลักษณ์ R_2O_3 เขียนแทนวัตถุดิบกลุ่มนี้ได้แก่พวก อลูมินาออกไซด์ (Al_2O_3) โครเมียมออกไซด์ (Cr_2O_3) พลวงออกไซด์ (Sb_2O_3) เป็นต้น

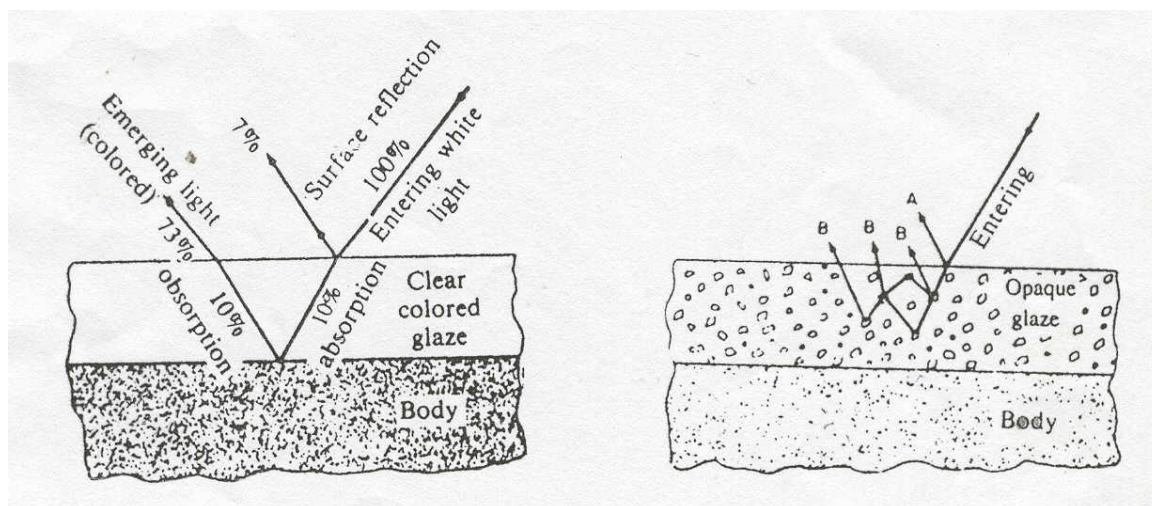
1.3.3 วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นกรด (Acids group) ทำหน้าที่เป็นตัวทำให้เกิดแก้ว (Glass forming) และทำให้ทึบในเคลือบ (Opacifier) ในทางเซรามิกส์ใช้สัญลักษณ์ RO_2 เขียนแทนวัตถุดิบกลุ่มนี้ได้แก่ พวกซิลิกาออกไซด์ (SiO_2) ดีบุกออกไซด์ (SnO_2) เป็นต้น

1.4 สีทางเซรามิก

1.4.1 ปฏิริยาของแสงและการเกิดสี

สี คือ คลื่นแสงที่เป็นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้ารูปหนึ่งซึ่งสัมผัสได้ด้วยตาแสงสีขาวที่เราเห็นเกิดจากการรวมตัวของคลื่นสีอย่างต่อเนื่อง สีแต่ละสีมีความยาวของคลื่นสีที่ต่างกัน สีที่เรามองเห็นเกิดจากการสะท้อนคลื่นแสงหรือการดูดกลืนคลื่นแสงของวัตถุ ถ้าวัตถุปล่อยคลื่นแสงออกมา ยาว ตาก็จะเห็นเป็นสีแดงถ้าคลื่นแสงสั้นก็จะเป็นสีม่วง นอกจากนี้ยังมีคลื่นแสงซึ่งอยู่ในระหว่างความยาวตามลำดับจากคลื่นแสงสีแดงสู่คลื่นสีน้ำเงิน ได้แก่ สีส้ม สีเหลือง สีเขียว สีน้ำเงินและสีม่วง

ความโปร่งและทึบแสง เกิดจากการที่เคลือบยอมให้แสงผ่านได้หรือไม่ได้เมื่อแสงผ่านเคลือบใสแสงส่วนมากทะลุผ่านเคลือบไปถึงเนื้อดินข้างใต้ สีที่ตาเห็นคือสีของเนื้อดินที่อยู่ภายใต้เคลือบใส ในเคลือบทึบแสงมีวัตถุดิบที่ไม่ยอมให้แสงผ่านถึงเนื้อดิน วัตถุดิบเหล่านี้ทำหน้าที่สะท้อนแสงให้กระจัดกระจายออกไป ตาจึงมองทะลุเคลือบออกไปไม่ได้ จะเห็นได้เพียงผิวของเคลือบเท่านั้นซึ่งปิดบังเนื้อดินด้านล่างไว้แต่เคลือบกึ่งทึบจะยอมให้แสงทะลุผ่านถึงเนื้อดินได้บ้างบางส่วน



ภาพประกอบ1 แสงสะท้อนผ่านเคลือบใสและแสงสะท้อนผ่านเคลือบทึบ
ที่มา: ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.(2547) :7

1.4.2 ประเภทของวัตถุดิบที่ให้สีทางเซรามิก

1.4.2.1 วัตถุดิบให้สีประเภทดิน ได้แก่ดินขาวบริสุทธิ์และดินสีเหลือง สีแดง หรือสีน้ำตาล ที่มีอยู่ตามธรรมชาติโดยในดินจะมีตัวทำให้เกิดสี คือแร่เหล็กและแมงกานีส สามารถนำมาผสมในน้ำเคลือบได้

1.4.2.2 วัตถุดิบให้สีประเภทแร่ธาตุ แร่ธาตุให้สีส่วนใหญ่เป็นโลหะที่รวมตัวกับออกซิเจนหรือคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นแร่ธาตุประเภทออกไซด์และคาร์บอนेट แร่ธาตุที่ให้สีของเซรามิกจะต้องทนความร้อนและปฏิกิริยาทางเคมีเมื่อหลอมตัวรวมกับวัตถุดิบอื่นๆซึ่งแตกต่างจากสีธรรมดาโดยทั่วไปที่ไม่ทนต่อความร้อน

1.4.2.3 สีสังเคราะห์หรือสีเสตน(Stain)หรือที่นิยมเรียกทับศัพท์คือแร่ที่มีองค์ประกอบที่แน่นอนซึ่งเตรียมจากแร่ธาตุให้สีออกไซด์ของโลหะหนึ่งหรือหลายชนิดมาผสมกับกลุ่มออกซิโมโนซิลิเกต จากนั้นทำการเผาเพื่อให้เกิดโครงสร้างใหม่ที่มีคุณสมบัติคงที่ สีเหล่านี้ทนความร้อนได้ดี

โดยไม่เปลี่ยนแปลงได้ง่าย สีสะท้อนทุกชนิดมีคุณสมบัติไม่ละลายในน้ำ มีสีต่างๆให้เลือกมากกว่าสีจากแร่ธาตุออกไซด์ตามธรรมชาติ (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.2547 :28)

1.4.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีทางเซรามิก (กฤษฎาวัลย์ พินิจदान กลาง.2542:10)

1.4.3.1 บรรยากาศในเตาเผา

การเผาแบบออกซิเดชัน เป็นการเผาไหม้ที่หมดจดไม่มีกลุ่มควันและเขม่าอยู่ในห้องเผาไหม้ของเตา โดยเตาไฟฟ้าเป็นเตาที่เผาได้ดีที่สุดทำให้เกิดสีโดยไม่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของออกไซด์ที่ให้สี

การเผาแบบรีดักชัน จะทำให้เกิดสีขึ้นได้สี ที่เกิดจะเปลี่ยนแปลงไปกับบรรยากาศในการเผาเนื่องจากในการเผาแบบรีดักชันจะมีควันในการเผาмаากซึ่งจะไปเกาะที่ผิวของเคลือบทำให้สีเปลี่ยนไป

1.4.3.2 อุณหภูมิในการเผา ในการเผาอุณหภูมิที่ต่างกันย่อมจะทำให้สีของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันหรืออาจทำให้สีบางสีจางหายไป ผลจากอุณหภูมิในการเผาแตกต่างกันหรือเผาในอุณหภูมิไม่เท่ากันมีดังนี้

การเผาเคลือบไฟต่ำและการเคลือบไฟสูง ใช้สีชนิดเดียวกันและมีอัตราส่วนที่เท่ากันย่อมให้สีไม่เหมือนกันโดยทั่วไปเคลือบไฟต่ำกว่าจะทำให้สีที่เข้มกว่า

การเผาผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเคลือบเดียวกันและเนื้อดินปั้นเดียวกันเมื่อนำมาเผาที่อุณหภูมิต่างกันจะเกิดสีที่ต่างกัน

1.5 การเตรียมเคลือบ และการเคลือบผลิตภัณฑ์

วัตถุดิบชนิดที่ใช้ในการเตรียมเคลือบ ลักษณะภายนอกอาจมีรูปลักษณะและสีที่เหมือนกัน อาจก่อให้เกิดความสับสนในการใช้ได้ อีกทั้งวัตถุดิบส่วนใหญ่ ถูกบดเป็นผงละเอียด ผ่านตะแกรงเบอร์ # 200 ส่วนใหญ่อยู่ในรูปผงละเอียดสีขาวเหมือนกันหมด ยกเว้นออกไซด์ที่เป็นสีต่าง ๆ ดังนั้น ควรหาภาชนะใส่วัตถุดิบแยกเฉพาะชนิด และเขียนชื่อวัตถุดิบกำกับติดไว้ที่ภาชนะให้ชัดเจน โดยเฉพาะวัตถุดิบที่มีพิษ เช่น สารตะกั่ว หรือแบเรียมคาร์บอเนต ควรเขียนคำว่า สารพิษอันตราย กำกับไว้ที่ตัวถังด้วย

1.5.1 อุปกรณ์ในการเตรียมเคลือบ

1.5.1.1 เครื่องชั่ง (Balance) หรือเครื่องวัดตวง (Scale) ควรเป็นชนิดที่มีความไวสูง เพราะการชั่งส่วนผสมของน้ำเคลือบต้องการความละเอียดมาก เครื่องชั่งที่เหมาะสมควรเป็นชนิดจาน แต่โรงงานในบางแห่งยังนิยมใช้การตวงวัตถุดิบอยู่ ซึ่งวิธีนี้คนทำต้องมีความชำนาญมาก

1.5.1.2 ถังใส่น้ำเคลือบ ควรเป็นถังที่มีฝาปิดมิดชิดเพื่อกันสิ่งสกปรกหล่นลงในน้ำเคลือบ ซึ่งอาจทำให้เกิดความผิดเพี้ยนของสีหลังการเผาได้ และควรมีตัวอย่างเคลือบติดไว้

1.5.1.3 หม้อเคลือบ (Pot-mill) หรือโกร่งบด (Apothecary's mortar) สำหรับโกร่งบดเคลือบใช้สำหรับบดเคลือบเพื่อใช้ทดลองสีของเคลือบ จึงใช้จำนวนน้อยราคาไม่แพงนัก ใช้แรงคนในการบดเคลือบทำด้วยเนื้อพอร์สเลนแข็งแรงแรงมากมีหลายขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งาน หม้อบดเคลือบมีหลายขนาดขึ้นอยู่กับความจุของหม้อบด เช่น ขนาดบรรจุ 0.5 กิโลกรัม 5 กิโลกรัม หรือ 100 กิโลกรัม เป็นต้น

1.5.1.4 ตะแกรงน้ำยาเคลือบ (Sieve) ควรเป็นตะแกรงเบอร์ละเอียดขนาด # 80 – 100 ควรมีตะแกรง 2 อัน เพื่อใช้สำหรับเคลือบขาวอันหนึ่งและเคลือบสีอีกอันหนึ่งอัน ไม่ควรปะปนกัน เพราะจะทำให้เม็ดสีตกค้างอยู่ตามซอกตะแกรง อาจทำอันตรายต่อเคลือบขาวได้

1.5.2 การเตรียมน้ำยาเคลือบ

การที่จะเตรียมน้ำยาเคลือบสูตรใดๆ สูตรนั้นจะมีการทดลองก่อนจนได้ผลดี เพื่อป้องกันการผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ทำให้สิ้นเปลืองวัสดุ

1.5.2.1 การชั่งส่วนผสม จะต้องให้ถูกต้องแน่นอนตรงตามสูตร เวลาชั่งไม่ควรให้ตัวเลขน้ำหนักเพิ่มหรือลด มากกว่าที่สูตรกำหนด หากเป็นน้ำหนักเลขทศนิยมก็ให้ปัดให้เป็นตัวเลขจำนวนเต็มได้

1.5.2.2 การบดผสม ส่วนมากการบดคือการผสมวัตถุดิบไปในตัวระหว่างการบด ถ้าเตรียมเคลือบจำนวนน้อยเพื่อใช้ในการทดลองก็ใช้โกร่งในการบด แต่ถ้าต้องการเตรียมจำนวนมากและให้สีที่สม่ำเสมอควรจะต้องบดด้วยหม้อบดมากกว่า ส่วนระยะเวลาในการบดขึ้นอยู่กับส่วนผสมของน้ำหนักหรือชนิดของเคลือบ การบดน้ำเคลือบไม่ควรใส่น้ำเกินร้อยละ 55 ของน้ำหนักส่วนผสม โดยทั่วไปจะใช้น้ำประมาณร้อยละ 30-40 เพราะถ้าใส่น้ำมากเกินไป จะทำให้การบดในหม้อบดไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เนื่องจากน้ำจะทำให้ส่วนผสมเคลื่อนหนีและเกิดการสึกหรอของวัตถุที่ถูไถภายใน แต่ถ้าใส่น้ำน้อยไปจะทำให้ส่วนผสมมีความหนืดสูง ทำให้ประสิทธิภาพในการบดต่ำ เนื่องจากลูกบดเคลื่อนที่ได้ยากลำบาก ฉะนั้น เวลาบดน้ำเคลือบควรจะใส่น้ำให้พอดี และน้ำที่ใช้ต้องเป็นน้ำที่สะอาดปราศจากตะกอนและมีสภาพเป็นกลาง

1.5.2.3 การกรอง น้ำเคลือบเมื่อผ่านการบดผสมเรียบร้อยแล้ว ต้องผ่านการกรองด้วยตะแกรง (Sieve) เพื่อให้ได้ความละเอียดตามต้องการ น้ำเคลือบแทบทุกชนิดถ้าทิ้งไว้นานจะเกิดการตกผลึกของสาร ฉะนั้นก่อนนำไปใช้ควรคนให้ทั่วเสียก่อน หรือถ้ากรองใหม่ได้ก็จะดี มิฉะนั้นสารเคมีจะเกาะตัวเป็นเม็ดผลึกแฝงอยู่ในเนื้อเคลือบ เมื่อเผาออกมาแล้วจะเกิดเป็นจุดเป็นดวงบนผิวเคลือบได้ (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์.2531:68)

1.5.3 การเคลือบผลิตภัณฑ์

1.5.3.1 เคลือบด้วยวิธีชุบหรือจุ่ม (Dipping) เป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็วกว่าวิธีอื่น เหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบาสามารถยกได้ โดยการเอาผลิตภัณฑ์จุ่มลงในน้ำเคลือบที่เตรียมไว้แล้ว ซึ่งน้ำเคลือบต้องมีปริมาณมากพอที่จะจุ่มผลิตภัณฑ์ทั้งใบได้ เป็นวิธีการที่ประหยัดและนิยมใช้กันมาก

1.5.3.2 เคลือบด้วยวิธีเทหรือราด (Pouring) วิธีนี้ส่วนมากใช้กับผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ ซึ่งไม่สามารถใช้วิธีจุ่มได้ หรือมีน้ำเคลือบน้อยไม่พอใช้ โดยใช้น้ำเคลือบเทราดลงบนผลิตภัณฑ์ วิธีนี้อาจจะได้ผิวเคลือบที่ไม่ค่อยเรียบนัก เนื่องจากรอยต่อระหว่างการเทราดแต่ละครั้ง

1.5.3.3 เคลือบด้วยวิธีทา (Painting) วิธีนี้ใช้แปรงหรือพู่กันทาส่วนมากใช้กับงานทางศิลปะที่ต้องการหลาย ๆ สี แปรงหรือพู่กันที่นำมาใช้น้ำเคลือบควรจะมีความยาว นุ่ม เพื่อที่จะได้อุ้มน้ำเคลือบไว้ได้มาก ๆ

1.5.3.4 เคลือบด้วยวิธีพ่น (Spraying) วิธีนี้เป็นวิธีที่ทำให้เคลือบมีผิวสม่ำเสมอ เคลือบที่ใช้ต้องผสมให้ใสกว่าเคลือบด้วย 3 วิธีแรก เพื่อสะดวกในการพ่น ถ้าเคลือบเข้มข้นมากจะทำให้พ่นไม่ออก วิธีนี้เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ และเครื่องสุญญากาศต่าง ๆ หรือในระบบการผลิตแบบสายพาน เวลาพ่นจะพ่นในตู้พ่น (Spray booth) เพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นเคลือบฟุ้งกระจาย และสามารถนำเคลือบที่ติดอยู่ในตู้พ่นกับมาใช้ได้ใหม่ได้อีก

เมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านการเคลือบแล้วต้องตกแต่งผิวเคลือบให้เรียบร้อยตรงไหนไม่ติดเคลือบก็ป้ายเคลือบให้สม่ำเสมอ หากเป็นรูเล็ก ๆ ที่ผิวเคลือบ (Pinholes) เมื่อเคลือบแห้งก็ใช้มือลูบเบา ๆ ผงเคลือบก็จะลงไปอุดจนเรียบ เสร็จแล้วใช้ฟองน้ำเช็ดเคลือบส่วนที่ต้องวางสัมผัสกับพื้นออกให้หมด ป้องกันการติดกับพื้นรองขณะเผา

1.6 เตาและการเผาผลิตภัณฑ์

เตาเซรามิกส์ เป็นเครื่องมือเครื่องใช้ของมนุษย์ในยุคต้น แบบโบราณนั้นต้องย้อนยุคไปอย่างน้อย 8,000 ปี ก่อนคริสต์ศักราช หรือมากกว่านั้น และมีการพัฒนารูปแบบและเทคนิคในการเผาผลิตภัณฑ์มาโดยตลอด โดยชนชาติอียิปต์ถือว่าเป็นผู้ที่พัฒนารูปแบบเตาให้สมบูรณ์และสามารถควบคุมอุณหภูมิได้เป็นชนชาติแรก ต่อมากรีกและโรมันก็มีการพัฒนาในอีกหลายด้าน ที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว ส่วนในทางตะวันออก การพัฒนาของเตาเผามีการออกแบบที่มีคุณสมบัติพิเศษ คือ มีขนาดเตาที่กว้างมากขึ้นสามารถควบคุมความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับบรรยากาศได้ การพัฒนาพอสเลนธ์(Porcelain) ขึ้นอยู่กับ การเผาในอุณหภูมิสูง(high firing temperature) บางอุณหภูมิก็สามารถใช้ได้ในเตาของแถบตะวันออก แต่ไม่สามารถใช้กับเตารุ่นเก่า (Primitive kiln) ในตะวันตกได้

ชนชาติจีนถือว่าเป็นเลิศและมีความชำนาญในการสร้างเตา และการเผา อีกทั้งยังมีญี่ปุ่น และเกาหลี ที่มีเอกลักษณ์ของเตาและการเผาที่แตกต่างออกไปจากจีน จนในปัจจุบันเตาและการเผาก็ยังมีการพัฒนาอยู่อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การเผาได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และสามารถลดเชื้อเพลิงในการเผาแต่ละครั้งได้

1.6.1 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของเตา

1.6.1.1 ห้องเตา (Firing chamber) แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

ส่วนบน (Top part)

ส่วนกลาง (Middle part)

ส่วนล่าง (Bottom part)

เตาที่มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีจะต้องให้ความร้อนทุกส่วนมีความร้อนสม่ำเสมอทุกครั้งที่ทำการเผา

1.6.1.2 ผนังเตา (Fire Wall) โดยปกติมักทำเป็น 2 ชั้น ทำหน้าที่ควบคุมความร้อน ชั้นนอกจะใช้อิฐทนไฟธรรมดา ส่วนผนังด้านในเตาจะใช้อิฐทนไฟชนิดเบา (Insulating brick) หากแต่ในปัจจุบันนิยมใช้เซรามิกไฟเบอร์ เนื่องจากน้ำหนักเบาสามารถเก็บกักความร้อนได้ดีกว่าอิฐทนไฟชนิดเบา

1.6.1.3 พื้นเตา (Floor) ในเตาแบบทางเดินลมร้อนลง พื้นเตาต้องมีช่องระบายลมร้อนลงเป็นแบบตาหมากรุกทั่ว ๆ ไปบนพื้นเตา ส่วนเตาชนิดทางเดินลมร้อนขึ้นจะต้องเจาะพื้นเตาให้ความร้อนขึ้นได้สะดวก ควรมีการสร้างตะกรับ (Checker work) หลายชั้น เพราะจะช่วยให้ความร้อนสม่ำเสมอดีทั่วทั้งเตา

1.6.1.4 ปล่องไฟ (Chimney) เตาที่ใช้ฟืน น้ำมัน ถ่านหิน และแก๊ส ต้องมีปล่องไฟเพื่อช่วยในการลุกไหม้ของเชื้อเพลิงได้ดี โดยเฉพาะเตาฟืน ปล่องต้องมีขนาดโตกว่าเตาแก๊ส และเตาน้ำมัน เพื่อการเข้าของอากาศที่สะดวก

1.6.1.5 กำแพงไฟ (Baffle wall) เป็นตัวป้องกันไม่ให้เปลวไฟไปสัมผัสผิวผลิตภัณฑ์ ซึ่งอาจทำให้เกิดรอยดำได้ มักใช้อิฐทนไฟในการทำกำแพง

1.6.1.6 หัวพ่น (Burner) เป็นตัวที่พ่นเปลวไฟเข้าไปสู่ภายในเตา โดยมากใช้ระบบที่สามารถปรับความสมดุลระหว่างแก๊สและอากาศได้ บริเวณหัวพ่นควรเป็นอิฐทนไฟ

1.6.1.7 หลังคาเตา (Crown) มักจะมีลักษณะโค้ง เพราะจะทำให้ทรงตัวได้ดี โดยเฉพาะเมื่อมีการเผาในอุณหภูมิสูงอาจทำให้หลังคาเตาพังลงมาได้

1.6.1.8 ประตูเตา (Door) ใช้ทำหน้าที่เปิด – ปิด ในการบรรจุของเข้าเตา และออกจากเตา บางชนิดติดกับตัวเตา บางชนิดติดกับตัวรถบรรจุผลิตภัณฑ์ (Kiln car) มักมีการเจาะช่องไว้เพื่อการสังเกตสีของไฟ

1.6.1.9 รถบรรจุผลิตภัณฑ์ (Kiln car) เตาเผาชนิดที่ใช้รถส่วนมากเป็นเตาที่ใช้ น้ำมัน ไฟฟ้า และแก๊สเป็นเชื้อเพลิง มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ส่วนบน ล้อ และที่ป้องกันความร้อน (Sand seal) ในปัจจุบันกำลังเป็นที่นิยมในวงการอุตสาหกรรมเซรามิกอย่างมาก

1.6.1.10 แผ่นบังคับความร้อน (Damper) ส่วนมากเป็นเตาแก๊สและเตาน้ำมันที่ใช้แผ่นบังคับความร้อน(Damper)ซึ่งเป็นแผ่นที่กั้นอยู่ที่ช่องปล่องเตากันไม่ให้ความร้อนไหลขึ้นสู่ปล่องเตาเร็วจนเกินไป

1.6.1.11 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Pyrometer) เป็นเครื่องมือบอกอุณหภูมิความร้อนภายในเตา เป็นองศาเซนเซียส หรือ องศาฟาเรนไฮต์ได้ บอกเป็นกราฟ หรือ ตัวเลข มักเจาะทะลุผนังเตาด้านบน หรือ ด้านข้าง ในส่วนที่มีอุณหภูมิคงที่

1.6.1.12 ช่องดูไฟ (Fire hole) เตาเผาทุกชนิดต้องมีช่องดูไฟ มักเจาะไว้ 3 ระดับ เพื่อการเปรียบเทียบสีไฟ หรือ ใช้ดู Cone ในการเผา ในเตาไฟฟ้าจะทำหน้าที่ระบายแก๊สไปในตัว

1.6.1.13 อุปกรณ์เตา (Kiln Furniture) โดยเฉพาะชั้นรองผลิตภัณฑ์เพื่อไว้วางชิ้นงานเข้าเตาเผา ที่นิยมใช้มี 2ชนิดคือ ซิลิกอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide) และ คอร์ดีไธส (Cordierite) เตาบางชนิดใช้หีบทนไฟ แซกเกอร์(Sagger) ก็ได้

1.6.2 การเผาผลิตภัณฑ์ (Firing)

การเผาในทางเซรามิก คือ การเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในเตาภายใต้บรรยากาศที่เหมาะสมเพื่อเปลี่ยนสภาพดินให้กลายเป็นถาวรวัตถุที่มีความแข็งแรงเหมือนหิน ช่วยให้ผลิตภัณฑ์เกิดความคงทนถาวร และสวยงาม การเผาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผามี 3 ขั้นตอน (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.2541:288)

1.6.2.1 การเผาดิบ (Biscuit Firing) เมื่อชิ้นงานที่ขึ้นรูปแล้ว ยังคงมีความชื้น และสารอินทรีย์ (Organic Matter) อยู่ในชิ้นงาน การเผาไล่ความชื้น และสารอินทรีย์ ก่อนที่จะนำไปชุบเคลือบเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากลดปริมาณน้ำในชิ้นงาน ซึ่งเป็นตัวการทำให้เกิดแรงดันจนชิ้นงานระเบิดได้ ในการเผาเคลือบหากชิ้นงานได้ผ่านการเผาดิบมาก่อน ในการชุบน้ำเคลือบจะทำได้ง่าย ชิ้นงานดูดซับน้ำเคลือบได้ง่ายอีกทั้งช่วงเวลาแรกในการเผาเคลือบสามารถเร่งไฟให้เร็วขึ้นได้ บรรยากาศในการเผาควรเป็นการเผาแบบออกซิเดชันเพื่อเปลี่ยนเหล็กออกไซด์(FeO)ในชิ้นงานให้อยู่ในรูปสารประกอบของเฟอร์รัสออกไซด์(FeO)ในการเผาดิบคือการเผาครั้งแรกโดยไม่ได้ชุบเคลือบ

สามารถเผาได้ในอุณหภูมิต่ำหรือสูงก็ได้ ผลิตรัศที่ผ่านการเผาแล้วจะมีความพรุนตัวสูง เนื่องจากการเผาในอุณหภูมิต่ำ 750–800 °C ทำให้ผลิตรัศที่ดูดซึมน้ำเคลือบได้ดี หากสูญเสียสามารถนำผลิตรัศที่ปล้างทำความสะอาดแล้วนำไปผึ่งให้แห้งก็นำมาเคลือบใหม่ได้ ผลิตรัศที่ผ่านการเผาติดหากบนผิวผลิตรัศที่มีรอยตำหนิสามารถแก้ไขได้ในขั้นตอนนี้ก่อนทำการเคลือบเช่นการใช้กระดาษทรายขัดผิวให้เรียบ หรือการคัดเลือกผลิตรัศที่มีรอยตำหนิมากจนเกินไปก็สามารถทำได้ในขั้นตอนนี้ก่อนนำไปเคลือบ เพื่อเลือกชิ้นงานที่เสียมีตำหนิที่ไม่สามารถแก้ไขได้ และเป็นการลดต้นทุนที่อาจเสียไปในระหว่างเผาได้

ตาราง 1 วงจรการเผาติด

อุณหภูมิ	วงจรการเผาติดผลิตรัศสโตนแวร์
24 °C	อุณหภูมิห้องเริ่มเผาผลิตรัศช้าๆ ผลิตรัศควรแห้งสนิท ก่อนเข้าเตาการเร่งอุณหภูมิไม่ควรเกินชั่วโมงละ 100 °C
100 - 250 °C	เป็นช่วงที่ผลิตรัศระบายไอน้ำจากเตาเผา ควรแง้มประตูเตาเผาทิ้งไว้(เตาแก๊ส) หรือเปิดระบายความชื้นให้เพียงพอ ถ้าระบายน้ำออกไม่ทัน และเผาเร็วจะทำให้ผลิตรัศแตก
230 – 573 °C	ผลึกของควอตซ์จะขยายตัวเปลี่ยนรูปทรงของผลึกเป็นช่วงวิกฤต ต้องควบคุมการเผาอย่างช้าๆ ไม่เกินชั่วโมงละ 100 °C
600 °C	เป็นช่วงการเผาที่ปลอดภัย เริ่มอุณหภูมิในการเผาให้เร็วขึ้น ได้ชั่วโมงละ 150 – 200 องศาเซลเซียส
750 – 800 °C	สิ้นสุดการเผาติด

ที่มา:ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.(2541) :290

หมายเหตุ ต้องเผาในบรรยากาศสมบูรณ์เต็มที่ ไม่ให้มีเขม่าตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการเผาใช้ระยะเวลา 6 – 7 ชั่วโมง ผลิตรัศที่ผ่านการเผาแล้ว เนื้อดินแข็งเป็นหินแต่ยังดูดซึมน้ำได้ดี สามารถนำไปชุบเคลือบได้ โดยดินไม่สลายตัวกลายเป็นโคลน

1.6.2.2 การเผาเคลือบ (Glost Firing) ชิ้นงานที่เผาติดถูกนำมาเคลือบแล้วนำไปเผาเพื่อให้เคลือบหลอมเป็นแก้วติดแน่นอยู่บนผิวชิ้นงานการเผาเคลือบจะเผาที่อุณหภูมิเท่าใด ภายในบรรยากาศใดขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตรัศเช่นการเผาผลิตรัศพอร์ซเลน เริ่มต้นการเผาใน

บรรยากาศออกซิเดชัน ตั้งแต่อุณหภูมิเริ่มจุดเตาจนถึงอุณหภูมิประมาณ 950°C หลังจากนั้นจึงเผาภายใต้บรรยากาศรีดักชันจนถึงอุณหภูมิสูงสุดที่ต้องการ ภาชนะที่ชุบเคลือบแล้วทุกชิ้นก่อนนำเข้าเตาเผาต้องเช็ดส่วนล่างของผลิตภัณฑ์ที่ต้องสัมผัสพื้นออกให้หมด เพื่อป้องกันการหลอมละลายของเคลือบติดบนแผ่นรองเตา ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นจะต้องวางให้ห่างกันเล็กน้อย หรือ สามารถวางติดกันได้ แต่ไม่ควรเกยกัน เนื่องจากเมื่อเคลือบหลอม เคลือบจะหดตัวลงมาอีก หากทำการเผาในเตาแก๊สไม่ควรวางผลิตภัณฑ์ใกล้หัวพ่นแก๊ส เพราะจะทำให้เปลวไฟเลียเคลือบจนต่างได้ ควรใส่หีบทนไฟ หรือ มีกำแพงกันเปลวไฟ ในเตาไฟฟ้าไม่ควรวางผลิตภัณฑ์ใกล้ขดลวด เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาจจะเปิดและทำให้เคลือบหลอมติดกับขดลวดทำให้เกิดความเสียหายและอายุการใช้งานสั้นลง ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ควรวางให้อยู่ในส่วนกลางของเตา เนื่องจากจะได้รับความร้อนที่สม่ำเสมอ ลดการบิดเบี้ยวภายหลังการเผา ในการวางผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผาจะต้องวางให้สมดุลกันเพื่อให้หัวพ่นแก๊สทำงานได้สมบูรณ์ ถ้าวางของในเตาไม่สมดุลด้านหน้าแน่นกว่าด้านหลัง หรือ ด้านซ้ายมีของมากกว่าด้านขวา การเผาจะมีปัญหาในการปรับเตา เนื่องจากเปลวไฟในเตาไม่สมมาตร (Balance) ทำให้การเผาไม่สม่ำเสมอ ควบคุมเปลวไฟไม่ได้

ตาราง 2 วิธีการเผาเคลือบ

อุณหภูมิ	วงจรในการเผาเคลือบ
24 – 950°C	ใช้เวลาในการเผา 5 – 6 ชั่วโมงเพื่อให้ผลิตภัณฑ์แข็งตัว
950 – 1250°C (OF)	ใช้เวลา 3 – 4 ชั่วโมง สามารถเร่งอุณหภูมิจาก 900°C ถึงจุดสุกตัวของเคลือบได้
950 – 1250°C (RF)	ใช้เวลา 3 – 4 ชั่วโมงในการเผา
เผาแช่อุณหภูมิคงที่ (Soaking) ในอุณหภูมิสุกตัว $1,250^{\circ}\text{C}$	ใช้เวลา 15 นาที เพื่อให้ปฏิกิริยาของเคลือบเสร็จสมบูรณ์

ที่มา : ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.(2541) :291

หมายเหตุ ในการเผาเคลือบทุกครั้งจะต้องตั้งวัตถุประสงค์ในการเผาวัดต้องการผลในการเผาอย่างไรและรักษาคุณค่าความงามของเคลือบให้มีคุณภาพดีสม่ำเสมอตามตัวอย่างผู้ควบคุมตัวที่มี

ประสบการณ์เท่านั้นจึงจะสามารถเผาเคลือบได้ผลดี มีคุณภาพ ประหยัดเวลา และเชื่อเพลิงในการเผา ข้อควรคำนึง ในการเผาเคลือบ

การให้ความร้อน และการลดความร้อนให้เย็นลงต้องเป็นไปแบบเดียวกันโดยตลอด และใช้เวลาที่เหมาะสมไม่เร็วจนเกินไป

การเผาไล่สิ่งเจือปน เช่น คาร์บอนेटต้องเผาไล่ออกให้หมดก่อนที่เคลือบจะหลอม ตัวเยิ้มคลุมผลิตภัณฑ์

จุดศูนย์กลางของเคลือบจะลดความหนืด และเคลื่อนไหลเยิ้มคลุมผิวผลิตภัณฑ์

เมื่อเผาถึงจุดศูนย์กลาง ควรทิ้งระยะไว้สักพักหนึ่งจะทำให้ผิวเคลือบเรียบเนียนสม่ำเสมอ

การปิดเตาเผาเคลือบ ควรปิดให้หมดทุกช่องหลังจากการเผาเสร็จเรียบร้อยแล้ว เพื่อควบคุมความร้อนให้เย็นตัวช้าๆ

การเผาเคลือบ สามารถเผาได้เร็วกว่าการเผาดิบ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ได้ผ่านการเผา ดิบมาแล้วครั้งหนึ่ง

การเผาเคลือบไม่ได้สิ้นสุดเมื่ออุณหภูมิขึ้นถึงจุดสูงสุด และปล่อยให้เตาเย็นลง น้ำยาเคลือบ เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างสลับซับซ้อน และต่อเนื่อง วัตถุประสงค์ในเคลือบค่อย ๆ หลอมละลายกลายเป็น แก้ว ที่อุณหภูมิสูงสุดเคลือบจะค่อย ๆ ไหลตัวเล็กน้อย ทำให้ผิวเคลือบเรียบเนียน เมื่อปิดเตาเผา ปล่อยให้เตาเย็นลงก็ยังคงเกิดการเปลี่ยนแปลงในการเคลือบได้อีกถ้าปล่อยให้เตาเย็นตัวเร็วจะได้ เคลือบใสธรรมดา แต่ถ้าควบคุมให้การเย็นตัวลงอย่างช้า ๆ วัตถุประสงค์บางตัวก็จะเกิดผลึก หรือ เป็นจุด เล็กๆ ทึบเป็นฝ้าบนผิวเคลือบ โดยปกติการปล่อยให้เตาเผาเย็นตัวเร็วผิวเคลือบจะมันวาว แต่ถ้าเย็น ตัวช้าจะทำให้เกิดการร้าวตัวได้

1.6.2.3 การเผาตกแต่ง (Decoration Firing)

ชิ้นงานที่ผ่านการเผาเคลือบแล้วนิยมตกแต่งด้วยการเขียนสีบนเคลือบ หรือ การติดรูปลอก (Decal) ที่ทำขึ้นเพื่อการตกแต่งสีบนเคลือบโดยเฉพาะ การเขียนสีเป็นลวดลาย หรือการติดรูปลอกลงบนผลิตภัณฑ์แล้วนำไปเผาเพื่อให้สิ่งที่ตกแต่งทนทานเรียกว่าการตกแต่งบน เคลือบ (Overglaze Decoration)

สีที่ใช้ตกแต่งบนเคลือบ แบ่งได้เป็น

สีแบบตะวันตก เป็นเนื้ออีนาเมล ซึ่งมีร้อยละของเนื้อสีที่สูง

สีแบบญี่ปุ่น เป็นสีฐานที่เป็นเนื้อแก้ว ซึ่งมีร้อยละของฟritสูง

สีทอง เป็นลักษณะของคอลลอยด์ที่ประกอบด้วยเงิน แพททินัม

สีบนเคลือบเมื่อเขียน หรือ ติดรูปลอกลงบนผิวเคลือบของภาชนะที่ผ่านการเผาเคลือบแล้ว จะ นำไปเผาที่อุณหภูมิ 700 – 800 °C ระยะเวลาในการเผาอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของเตาเผา

และปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในเตาเผา การเผาสี่ตงแต่งบนเคลือบด้วยรูปดอก หรือ สีเงินสีทอง จะต้องเผาในบรรยากาศสันดาปสมบูรณ์ตลอดการเผา จากอุณหภูมิห้องจนถึง 750°C

ตาราง 3 ปฏิกริยาของผลิตภัณฑ์ที่เผาผ่านความร้อนในอุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ	ผลิตภัณฑ์เมื่อเผาผ่านความร้อนในอุณหภูมิต่างๆ
$100-200^{\circ}\text{C}$	น้ำที่อยู่รอบๆ อนุภาคน้ำระเหยกลายเป็นไอออกจากรูเตาเผา ถ้าเผาเร็วเกินไปไอน้ำระเหยออกไม่ทันจะระเบิดในเตา
450°C	น้ำในสูตรเคมีของดินเริ่มระเหย $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
$230-573^{\circ}\text{C}$	ผลึกของซิลิกาหรือควอตซ์ เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปผลึกทำให้ดินเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ถ้าเผาเร็วในช่วงนี้ผลิตภัณฑ์จะระเบิดในเตาเผา
$500-600^{\circ}\text{C}$	น้ำที่เป็นส่วนประกอบทางเคมีของดินถูกเผาหมดไป ดินเริ่มเปลี่ยนสภาพเป็นหิน อินทรีย์สารในดินถูกเผาไหม้
$900-950^{\circ}\text{C}$	เศษซากเก่าแก่ของอินทรีย์สาร (Carbon) ในเนื้อดินถูกเผาไหม้หมดไป หินปูนสลายตัวทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิ 825°C
980°C	ดินเปลี่ยนโครงสร้างเริ่มเกิดการหดตัว จากการหลอมละลายรวมตัวของวัตถุดิบ
$1,050-1,100^{\circ}\text{C}$	หินพันน้ำในเนื้อดินเริ่มหลอมละลาย เกิดโครงสร้างรูปเข็ม ประสานกัน จากผลึกมัลไลต์ในเนื้อดินช่วยให้ดินมีความแข็งแรงและการหดตัวยังเป็นไปอย่างต่อเนื่อง
$1,200^{\circ}\text{C}$	ผลึกมัลไลต์มีมากขึ้น ดินหลอมละลายปิดรูพรุนเนื้อดิน มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น
$1,250^{\circ}\text{C}$	เนื้อดินและน้ำเคลือบสุกตัวหลอมละลาย (Sintering) โครงสร้างของผลึกดิน เปลี่ยนเป็นแก้วร้อยละ 60 มัลไลต์ ร้อยละ 21 และควอตซ์ ร้อยละ 19

ที่มา:ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.(2541) :292

1.6.3 การทำแผ่นทดสอบเคลือบ

แผ่นทดสอบเคลือบโดยทั่วไป นิยมทำได้ 3 แบบ แล้วแต่ความประสงค์ของการทำตัวอย่างว่าจะเก็บตัวอย่างน้ำเคลือบแบบไหน (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.2537:42)

1.6.3.1 แผ่นทดสอบตามแนวตั้ง

นิยมใช้เนื่องจากมีข้อดีอยู่หลายอย่างคือสามารถเรียงชิ้นงานเข้าเตาเผาได้จำนวนมากในชั้นวางแต่ละแผ่น ทำให้ประหยัดเนื้อที่ในการใช้แผ่นรองเผาและแผ่นเคลือบตามแนวตั้งสามารถเห็นการไหลของเคลือบได้ชัดเจน แผ่นเคลือบตามแนวตั้งหยิบได้ถนัดเพื่อชุบเคลือบ และไม่มีข้อเสียอยู่ที่ถ้าทำฐานตั้งไม่ได้ฉากกับพื้นวางแล้ว จะมีปัญหาล้มไปโดนผลิตภัณฑ์อื่นหรือล้มทับกันทั้งแถว ขนาดของแผ่นทดสอบตามแนวตั้งก่อนเผาใช้ขนาด 3×5 เซนติเมตร ฐานหนา 1.5 เซนติเมตร การเตรียมแผ่นทดสอบทำตัวอย่างด้วยดินเหนียว 1 ชิ้น แล้วทำพิมพ์กดด้วยปูนปลาสเตอร์

1.6.3.2 แผ่นทดสอบตามแนวนอน

แผ่นแบนเป็นรูปวงกลม หรือ สี่เหลี่ยมผืนผ้า แผ่นทดสอบชนิดนี้สามารถติดกับแผ่นกระดานหรือแผ่นกระดาษแข็งได้ง่าย แต่ถ้าผู้ดูแผ่นทดสอบไม่ชำนาญไม่สามารถเดาการไหลของเคลือบได้แม่นยำจะสังเกตยากกว่าแผ่นทดสอบตามแนวตั้ง แผ่นทดสอบตามแนวนอนต้องขีดเคลือบที่ด้านข้างของแผ่นออกโดยรอบทั้งหมด และด้านบนจะต้องทำลายนูนเป็นสันขึ้นมาด้วย เพื่อสังเกตหลังเผา ถ้าเคลือบบางบริเวณที่เป็นสันนูนแสดงว่าเคลือบไหลเล็กน้อย หรือเคลือบไหลย้อยลงไปที่ยอบของเนื้อดินทางด้านล่างรอบๆ แผ่นทดสอบ ก็แสดงว่าเคลือบไหล

1.6.3.3 แผ่นทดสอบชนิดที่เจาะรูแขวน

แผ่นทดสอบชนิดแบนและเจาะรูสำหรับแขวนกับถังเคลือบเพื่อเป็นตัวอย่าง หรือ เพื่อการเก็บแผ่นทดสอบโดยวิธีร้อยเก็บไว้เป็นพวงได้ เนื้อดินที่ใช้ทำแผ่นทดสอบนี้ควรใช้ดินหลักที่ใช้อยู่ในโรงงานเป็นมาตรฐานในการทำแผ่นทดสอบแต่สำหรับสถานศึกษาถ้านักศึกษาทำเคลือบ ปอร์ซเลน ก็ควรจะใช้ดินขาวพอร์ซเลนเป็นแผ่นทดสอบด้วย หรือถ้าต้องการทดลองเคลือบบนดินหลาย ๆ ชนิดเพื่อดูความแตกต่างหลังเผาเคลือบก็สามารถทดลองได้จากดินหลาย ๆ ชนิด

1.6.4 การชุบเคลือบบนแผ่นทดสอบ

แผ่นทดสอบที่ทำเตรียมไว้จำนวนมากโดยการกดพิมพ์ ควรผึ่งให้แห้ง และเผาดิบให้เรียบร้อยก่อนนำไปชุบเคลือบ การทดลองควรทำดังนี้

1.6.4.1 นำแผ่นทดสอบไปชุบน้ำครั้งแล้วนำขึ้นมาวางบนแผ่นกระดาษรอง

1.6.4.2 เขียนชื่อเคลือบและหมายเลขของแผ่นทดสอบให้เห็นชัดเจน ทางด้านล่างของแผ่นทดสอบ

1.6.4.3 เรียงแผ่นทดสอบที่เขียนชื่อและรหัสเลขตามลำดับให้เป็นระเบียบบนแผ่นไม้กระดาน

1.6.4.4 ถ้าทำเคลือบครั้งละสองเนื้อดิน ใช้แผ่นทดสอบดินสโตนแวร์ ๆ แผ่น และดินขาว พอร์ซเลนอีก 1 แผ่น รวมเป็น 2 แผ่น

1.6.4.5 ถ้าต้องการเผาไรต์กั้นให้เขียน RF กำกับไว้ด้านล่างของแผ่นทดสอบ ด้วยหรือต้องการออกซิเดชันก็เขียนว่า OF ถ้าทดลองเคลือบกับเนื้อดิน 2 ชนิดต้องทำแผ่นทดสอบ 4

แผ่น ในเคลือบ 1 ครกเล็กซึ่งใช้วัตถุดิบเคมีเคลือบประมาณ 30 – 40 กรัม ในการชุบแผ่นทดสอบ 4 แผ่น

1.6.4.6 คำนวนปริมาตรสารเคมีที่จะใช้บดในแต่ละสูตรว่ามีน้ำหนักของสารเคมีแต่ละชนิดรวมกี่กรัม

1.6.4.7 ชั่งสารเคมีไว้เป็นถุงๆ เขียนรหัสให้ชัดเจนด้วยปากกาเคมีที่เขียนบนถุงพลาสติกได้

1.6.4.8 บดน้ำยาเคลือบที่ใช้ทดสอบแต่ละครกให้ละเอียดใช้เวลาบด สูตรละประมาณ 30 นาที โดยสังเกตว่าวัตถุดิบเนียนละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันไม่เป็นเม็ดเมื่อใช้นิ้วมือขยี้

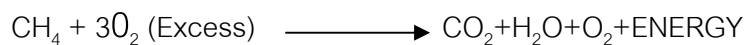
1.6.4.9 ชุบเคลือบบนแผ่นทดสอบ ให้มีความหนา 1 – 1.5 มิลลิเมตรอย่าชุบเคลือบหนา หรือบางเกินไปผลการเผาอาจเปลี่ยนแปลงได้

1.6.4.10 แบ่งกลุ่มเคลือบไว้เป็น 2 แผ่นกระดานรองเคลือบ คือเผาออกซิเดชัน 1 กลุ่มเผาด้วยเตาไฟฟ้า และกลุ่ม ไรต์กั้นเผาด้วยเตาแก๊ส ต้องเขียน OF และ RF ไว้ให้ชัดเจนบนแผ่นทดสอบที่ทำการทดลองเผาเคลือบ

1.7 บรรยากาศในการเผา (Firing Atmosphere)

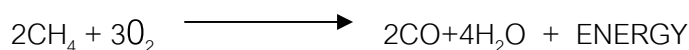
ในการเผาไหม้โดยทั่วไปจะมีพวกแก๊สที่เกิดขึ้นในอากาศ ได้แก่ พวออกซิเจน (Oxygen) ไนโตรเจน (Nitrogen) คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) และอื่นๆ ปริมาณและสัดส่วนของแก๊สเหล่านี้ มีความจำเป็นอย่างยี่งที่จะต้องควบคุมเพื่อให้ได้บรรยากาศที่เรียกว่า ออกซิเดชัน (Oxidation) ซึ่งหมายถึง การเผาไหม้ที่ใช้ปริมาณออกซิเจนในอากาศมากพอทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์ โดยแก๊สออกซิเจนและก๊าซไนโตรเจนจะมีอยู่ทั่วไปในอากาศส่วนไอน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงประเภทไฮโดรคาร์บอน(HydrocarbonFuel)ในกรณีที่ออกซิเจนไม่เพียงพอสำหรับการเผาไหม้ จะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ขึ้น การเผาแบบนี้เรียกว่า การเผาแบบรีดักชัน (Reduction Firing) บางช่วงจำเป็นต้องใช้บรรยากาศแบบรีดักชัน เพราะจะช่วยให้เกิดการฟอกสีของเนื้อผลิตภัณฑ์ให้ขาวขึ้น เนื่องจากเหล็กในเนื้อดินที่ผ่านการเผาวีธีนี้จะอยู่ในสภาพเฟอร์รัสออกไซด์ (FeO) ที่มีออกซิเจนต่ำสุดเพียงแค่ 1 ตัวจะให้สีค่อนข้างเขียวอมฟ้าแทนที่จะมีสีขาวอมเหลือง ทำให้มีความรู้สึกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาแบบรีดักชันมีความขาวขึ้น

1.7.1 บรรยากาศในการเผาไหม้แบบออกซิเดชัน (Oxidation Firing : OF)



ในการเผาจะต้องทำบรรยากาศในเตาเผาให้ออกซิเจนที่เพียงพอซึ่งทำได้โดยให้อากาศผ่านเข้าเตาอย่างเต็มที่โดยการปรับหัวพ่นไฟ และปริมาณเพียงพอที่จะไล่ก๊าซจากการเผาไหม้ให้พ้นออกไปจากเตาให้ได้เร็วที่สุด ซึ่งควรจะต้องเปิดแผ่นบังคับความร้อน (Damper) หรือตัวควบคุมความร้อนออกสำหรับเตาที่ใช้แผ่นบังคับความร้อนชนิดเสียบ แต่ถ้าเป็นเตาที่ใช้แผ่นบังคับความร้อนชนิดเป็นรูหลังปล่อง ต้องปิดแผ่นบังคับความร้อนให้หมด ปฏิริยาออกซิเดชันจะเริ่มตั้งแต่ 400 °C ขึ้นไป หลังการไล่น้ำอิสระออกไปจนถึงอุณหภูมิ 900-950°C จะแช่หรือคงคุณค่าอุณหภูมิการเผาไว้ (Soaking) จนมั่นใจว่าไล่คาร์บอนออกจากเนื้อผลิตภัณฑ์ที่เผาได้หมด จากนั้นจะดำเนินการเผาไปเรื่อยๆ จนถึงอุณหภูมิสุดท้ายของการเผาตามต้องการ เรียกว่าจุดสุดท้ายของผลิตภัณฑ์แล้วเย็นไฟให้ผลิตภัณฑ์สุกตัวทั่วกัน ก่อนจะปิดเตาเผา ทิ้งไว้ให้เตาเย็นตัวลง เตาที่เผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชันได้ดีที่สุด คือเตาไฟฟ้า จะทำให้สีของเคลือบไม่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของออกไซด์ที่ให้สี เคลือบบางชนิดต้องเผาในบรรยากาศแบบสมบูรณ์เท่านั้น เช่น เคลือบตะกั่วทุกชนิด หากเผาในบรรยากาศแบบรีดักชัน จะทำให้เปลี่ยนเป็นสีดำทั้งหมด

1.7.2 บรรยากาศในการเผาไหม้แบบรีดักชัน (Reduction Firing : RF)



ในการเผาแบบรีดักชัน ในช่วงแรกของการเผาต้องเผาแบบออกซิเดชันไปจนถึงอุณหภูมิ 800 – 1,000 °C อุณหภูมิในช่วงนี้จะคงค่าอุณหภูมิในการเผาไว้ (Soaking) จนแน่ใจว่าไล่คาร์บอนออกจากเนื้อผลิตภัณฑ์ที่เผาหมดแล้วจึงทำการปรับเปลี่ยนบรรยากาศการเผาไหม้เป็นบรรยากาศรีดักชันโดยการเปิดตัวแผ่นบังคับความร้อน (Damper) ของเตาประมาณร้อยละ 50 สำหรับเตาที่ใช้แผ่นบังคับความร้อนแบบเสียบ ถ้าเป็นเตาที่ใช้แผ่นบังคับความร้อนแบบรูหลังปล่อง ต้องเปิดรูแผ่นบังคับความร้อน สังเกตเปลวไฟที่แลบออกมาจากด้านหน้าและด้านหลังของเตาเผา เผาไปเรื่อยๆ จนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ และคงคุณค่าอุณหภูมิการเผาไว้จะใช้เวลาเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับขนาดของเตาเผาความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ที่เรียงเข้าเตาเผาและเคลือบในช่วงที่ยืนไฟนี้ มักจะเปลี่ยนบรรยากาศการเผาให้เป็นกลาง (Neutral Firing : NF) จนปิดเตาทิ้งไว้ให้เย็น

การเผาแบบรีดักชันเป็นที่นิยมนักมากในหมู่ช่างปั้นอิสระและงานทางด้านศิลปหัตถกรรม เนื่องจากสีบางสีที่สวยงามต้องเผาในบรรยากาศรีดักชันเท่านั้น เช่น สีแดงสด จากคอปเปอร์ออกไซด์

และการเผาแบบรีดักชันยังทำให้เคลือบใส มีความสดใสขาวมากขึ้น แต่การเผาแบบรีดักชันเป็นการเผาที่ต้องใช้ทักษะในการควบคุมเตาเผา จึงต้องใช้การฝึกฝนจนชำนาญ

2. ดำหนิบนผิวเคลือบ

ดำหนิหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับเคลือบเกิดขึ้นได้หลายสาเหตุด้วยกันมีลักษณะต่าง ๆ กันซึ่งมักมองเห็นด้วยตาเปล่า สาเหตุการเกิดดำหนิสามารถเกิดขึ้นได้ในทุกขั้นตอนจึงควรศึกษาและสาเหตุของดำหนิที่เกิดกับผิวเคลือบเพื่อหาทางป้องกันและแก้ไข

2.1 เคลือบรานตัว (Crazing) เป็นดำหนิที่พบเห็นได้อยู่เสมอมีลักษณะเป็นลายเส้นตาข่ายหรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า แตกลายงา สาเหตุของการรานคือเนื้อเคลือบกับเนื้อดินมีการหดตัวหรือขยายตัวไม่เท่ากัน หรือจากการซุบเคลือบหนาไป ลักษณะของการรานมี 2 อย่างคือ

2.1.1 การรานเป็นเส้นฝอยเนื่องจากเคลือบมีสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวต่างจากเนื้อดินมาก

2.1.2 การรานเป็นเส้นห่างเนื่องจากเคลือบมีสัมประสิทธิ์ของการขยายตัวจะเท่าเนื้อดินอยู่แล้ว

การรานของผิวเคลือบมีทั้งชนิดที่รานทันที และชนิดที่รานหลังจากทิ้งไว้ระยะหนึ่งอาจเป็น 3 เดือน 6 เดือน หรือหลายปีก็ได้

วิธีแก้ทำได้โดย

2.1.3 แก้ที่ส่วนผสมของน้ำเคลือบหรือเนื้อดินปั้น โดยลดวัตถุดิบที่เป็นตัวหลอมละลายและเพิ่มซิลิกาในส่วนผสมของน้ำเคลือบ เพิ่มอลูมินาในเนื้อดินปั้นหรือเพิ่มดินขาวในเนื้อดินปั้น วิธีนี้เราสามารถเลือกได้ว่าจะแก้ที่น้ำเคลือบหรือเนื้อดินปั้นแต่ส่วนมากจะแก้ที่น้ำเคลือบจะสะดวกกว่า คือลดฟลักซ์ เพิ่มซิลิกา

2.1.4 แก้ด้วยการย่นไฟระยะหนึ่งโดยการควบคุมอุณหภูมิให้คงที่เพื่อเปิดโอกาสให้เคลือบละลายโดยทั่วกัน

2.1.5 เพิ่มอุณหภูมิโดยไม่ต้องย่นไฟแต่ต้องไม่เกินช่วงหลอมละลายของเคลือบ

2.1.6 เมื่อเผาแล้วทิ้งผลิตภัณฑ์ให้เย็นตัวในเตาอย่างช้าๆ อย่าเอาผลิตภัณฑ์ออกมาในขณะที่ยังร้อนจัดอยู่ คือ อุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส

การแก้ปัญหาเคลือบรานตัวอาจจะใช้วิธีใดวิธีหนึ่งดังกล่าวนี้ก็ได้ คือ ถ้ารานตัวมากก็แก้ที่ส่วนผสมของน้ำเคลือบหรือเนื้อดินปั้น แต่ถ้ารานตัวน้อยสามารถแก้ด้วยวิธีการเผาดังกล่าว

2.2 รูเข็ม (pinholes) มีลักษณะเป็นรูเล็กๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวเคลือบถ้ามีขนาดใหญ่เรียกว่าบิสเตอร์ (Blisters) การเกิดดำหนิรูเข็มเกิดจากสาเหตุหลายประการด้วยกัน

2.2.1 เนื้อดินปั้นมีความพรุนตัว เนื่องมาจากการนวดดินไม่ดีพอทำให้เกิดฟองอากาศในดินพวกแก๊สหรืออากาศที่อยู่ภายในจะพยายามหนีออกมาในขณะที่เผาเนื่องจากอุณหภูมิความร้อนอากาศจึง

ขยายตัว ดันทะลุผิวเคลือบในขณะที่เคลือบหลอมตัว ซึ่งมักจะเกิดขึ้นกับเคลือบที่มีการไหลตัวน้อยถ้าหากเคลือบไหลตัวติดกันไม่ได้ก็จะทำให้เกิดรูเข็มหลังจากการเผาเสร็จแล้ว โดยเฉพาะการเผาที่แรงไฟเร็วจะเกิดรูเข็มขนาดใหญ่

2.1.2 การสันดาปของสิ่งเจือปนในเนื้อดิน ในเนื้อดินปั้นมีสารประกอบของอินทรีย์สารผสมอยู่ในปริมาณมาก เมื่อทำการเผาก๊าซคาร์บอนโมโนออกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์ระเหยออกทำให้เนื้อดินปั้นเกิดเป็นรูและเป็นโพรงในเนื้อดินปั้น เมื่อเคลือบผลิตภัณฑ์น้ำเคลือบจะปิดบังผิวผลิตภัณฑ์ น้ำที่ผสมอยู่ในน้ำเคลือบจะซึมเข้าไปในรูและโพรงของเนื้อดินปั้นเมื่อเผาน้ำและอากาศจะระเหยดันเคลือบทำให้เกิดเป็นรูเข็ม

2.2.3 การสันดาปของสิ่งเจือปนในเคลือบ ในน้ำเคลือบมีสารประกอบของวัตถุดิบที่มีอนุภาคของซัลเฟตและคาร์บอนเนตมากทำให้เกิดก๊าซระเหยออกมามากในขณะทำการเผา เป็นเหตุให้เกิดรูเข็มขึ้นกับเคลือบได้

2.2.4 เก็บเคลือบไว้นานจนเกิดแก๊สในเคลือบ ทำให้เกิดการสลายตัวของสารคาร์บอนเนตและการเน่าเปื่อยของอินทรีย์สารในหม้ออบเคลือบหรือพวกกาวยาที่ใช้ผสมทำให้เกิดก๊าซขึ้นได้ซึ่งเป็นเหตุทำให้เกิดรูเข็มและฟองได้

วิธีแก้ทำได้โดย

2.2.5 ก่อนทำการเคลือบควรทำความสะอาดผิวผลิตภัณฑ์ไม่ให้ฝุ่นเกาะและเมื่อเคลือบผลิตภัณฑ์แล้วเห็นรูเข็มที่เคลือบให้ใช้มือลูบผิวเคลือบกลับรูเข็ม

2.2.6 โดยการยืดเวลาในการเผาออกไปแต่อุณหภูมิคงที่เพื่อให้เคลือบทำปฏิกิริยาได้สมบูรณ์และมีเวลาให้ฟองอากาศดันตัวหลุดจากผิวเคลือบและน้ำเคลือบกลับปิดผิวผลิตภัณฑ์ได้ทัน

2.2.7 อย่าเร่งอุณหภูมิให้เร็วเกินไปเนื่องจากจะทำให้สารที่ดันตัวออกมาไม่ทัน

2.3 เคลือบแยกตัว(Crawling) เป็นปรากฏการณ์ที่เคลือบแยกตัวออกจากกันคล้ายเคลือบเคลื่อนหนีทำให้เกิดรอยว่างไม่มีเคลือบติดซึ่งเกิดจาก

2.3.1 น้ำเคลือบมีการหดตัวมากเกินไป เนื่องจาก

ผสมดินในน้ำเคลือบมากเกินไป โดยปกติไม่ควรใช้เกิน ร้อยละ 15

บดน้ำเคลือบละเอียดมากเกินไป

เคลือบหนาเกินไป

2.3.2 ผิวผลิตภัณฑ์สกปรกและมีพวกไขมันเกาะอยู่

2.3.3 การเกาะตัวของน้ำเคลือบกับผิวดินมีน้อย เนื่องจากในเคลือบใส่วัตถุดิบพวกดินหรือกาวยาน้อยเกินไป

2.3.4 ชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ที่ผิวเปื่อยขึ้น ทำให้เคลือบติดผิวผลิตภัณฑ์ไม่แน่นเกิดการหลุด
ล่อนในขณะที่เผา

วิธีแก้ไขทำได้โดย

- 2.3.5 ก่อนทำการเคลือบผลิตภัณฑ์ ควรทำความสะอาดผิวผลิตภัณฑ์ให้สะอาดปราศจากฝุ่น
ละอองและไขมัน
- 2.3.6 ไม่ชุบเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ที่มีความเปื่อยขึ้น
- 2.3.7 ชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ให้บางอยู่ระหว่าง 1-2 มิลลิเมตร
- 2.3.8 ใช้เวลาอบน้ำเคลือบให้น้อยลงกว่าเดิม

3. ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์

3.1 ส่วนประกอบของเนื้อผลิตภัณฑ์

เนื้อผลิตภัณฑ์ (Body) มีความหมายเป็น 2 อย่าง อย่างแรกหมายถึง การเตรียมเนื้อดินปั้น
เพื่อใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ชนิดใดชนิดหนึ่ง และอีกอย่างหนึ่ง หมายถึง เนื้อดินที่ปั้นรูปทรงเป็น
ผลิตภัณฑ์ชนิดต่างๆ ที่เผาแล้ว อาจจะเคลือบประกอบ หรือ ไม่มีก็ได้

เนื้อผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายประเภท เช่น ผลิตภัณฑ์ถ้วย
ชาม เครื่องสุขภัณฑ์ กระเบื้องปูพื้น บุผนัง ของที่ระลึก ของตกแต่ง ผลิตภัณฑ์อิฐทนไฟ ลูกถ้วย
ไฟฟ้าและผลิตภัณฑ์นิวเคลอมิกที่ใช้เป็นชิ้นส่วนของรถยนต์, เครื่องคอมพิวเตอร์, และอุปกรณ์ไฟฟ้า
 เป็นต้น

เนื้อดินที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา
ประเภทธรรมดา (Traditional ceramic) ใช้เนื้อดินและวัตถุดิบที่หาได้ง่ายกว่าผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นๆ
เนื้อดินที่ใช้วัตถุดิบหลักเพียง 3 ชนิด เนื้อดินที่ใช้ทำวัตถุดิบทนไฟ หรือ ผลิตภัณฑ์นิวเคลอมิก ส่วน
ใหญ่ใช้วัตถุดิบสังเคราะห์จากออกไซด์บริสุทธิ์เป็นหลักไม่มีดินเป็นส่วนประกอบในเนื้อดินใช้เทคโนโลยี
ในการผลิตที่ทันสมัยสำหรับเนื้อผลิตภัณฑ์นิวเคลอมิกแบบธรรมดา การสร้างเนื้อผลิตภัณฑ์มีข้อจำกัดจาก
ปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่อง เพื่อควบคุมคุณภาพของเนื้อผลิตภัณฑ์ ดังนั้นส่วนประกอบของเนื้อ
ผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับข้อบังคับหลายประการ คือ (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. 2541:137)

3.1.1 ต้องมีวัตถุดิบที่ให้ความเหนียว คือ ดิน เพื่อช่วยให้การขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้
ง่าย นอกจากนี้ยังมีดินเบนโตไนท์ และวัตถุดิบพวกกาวยที่เตรียมจากอินทรีย์สาร เพื่อใช้ประกอบใน
เนื้อผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีความเหนียวประเภทนิวเคลอมิก เพื่อช่วยในการยัดวัตถุดิบ ขณะขึ้นรูป

3.1.2 มีวัตถุประสงค์ที่เปิดเนื้อดินทำให้ดินหดตัวน้อย และเพิ่มความทนไฟเป็นโครงสร้างในเนื้อดินได้แก่ ควอทซ์ หรือ ดินเชื้อ

3.1.3 มีปริมาณของตัวหลอมละลายเพื่อให้ดินสุกตัวในอุณหภูมิที่ต้องการ เช่น หินพันม้า แต่จะต้องใช้ในปริมาณที่จำกัด ถ้ามีปริมาณมากเกินไปดินจะยุบตัวได้

3.2 การแบ่งประเภทเนื้อผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

การแบ่งประเภทของเนื้อผลิตภัณฑ์วิธีที่ง่ายที่สุดโดยการแบ่งเนื้อดินออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ แต่บางครั้งก็นิยมแบ่งด้วยอุณหภูมิการเผาเหมือนน้ำเคลือบเช่น เนื้อดินเผาในอุณหภูมิต่ำ 800-1,100 °C (cone 06) การศึกษาเนื้อดินในเบื้องต้น ควรศึกษาเนื้อดินที่ใช้ผลิตด้วยขาม (Pottery) โดยทั่วไปก่อน เนื้อดินที่ใช้ผลิตสามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.2541:145)

3.2.1 เนื้อดินเอิร์ทเทินแวร์ (Earthenware)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่เผาในอุณหภูมิต่ำประมาณ 800 – 1,150 °C ลักษณะการปั้นค่อนข้างหนา เนื้อดินมีความพรุนตัวสูง เปราะแตกหัก หรือ บิ่นได้ง่ายเมื่อกระทบกัน ผลิตภัณฑ์ที่เผาในอุณหภูมิต่ำดูดซึมน้ำได้สูงร้อยละ 10 – 15 เสียงเคาะไม่ดังกังวาน เนื่องจากเนื้อดินไม่แข็งแกร่ง ดินมีลักษณะเป็นสีทึบแสง เนื้อดินมีทั้งสีแดงอิฐ สีน้ำตาล หรือ สีครีมหลังการเผาถ้าผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำเคลือบจะใช้น้ำเคลือบที่เผาในอุณหภูมิต่ำได้แก่เคลือบตะกั่ว(Leadglaze) เคลือบบอแรกซ์ (Boron glaze) และเคลือบฟิต (Fitted glaze) ซึ่งเผาไม่เกิน 1,180 °C สีของน้ำเคลือบมีสีสดใส และมีความแวววาวสูง คุณสมบัติของเคลือบมีความแข็งแกร่งน้อย ผลิตภัณฑ์ที่เผาเคลือบในอุณหภูมิต่ำ ไม่ปลอดภัยในการใช้เป็นภาชนะใส่อาหาร เหมาะสำหรับทำผลิตภัณฑ์ของตกแต่ง หรือ งานศิลปะ (Artware) ผลิตภัณฑ์ประเภทเอิร์ทเทินแวร์ ได้แก่ กระถางต้นไม้ กระเบื้องมุงหลังคา และของประดับตกแต่ง หรือ ของที่ระลึกที่ใช้เนื้อดินเบาสีขาว

3.2.2 เนื้อดินสโตนแวร์ (Stoneware)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่เผาในอุณหภูมิสูง 1,230 – 1,300 °C เนื้อดินมีสีเทาอ่อน หรือ สีน้ำตาลอ่อนทึบแสง มีความแข็งแกร่งทนทานกว่าดินเอิร์ทเทินแวร์ ดูดซึมน้ำไม่เกินร้อยละ 3 ลักษณะการปั้นทั่วไปค่อนข้างหนา เสียงเคาะดังกังวานปานกลาง เนื่องจากเผาในอุณหภูมิสูงจนเนื้อดินสุกตัวหลอมตัวกันแน่นเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่ดูดซึมน้ำแม้ว่าจะไม่ได้เคลือบก็ตาม สามารถใช้กับเคลือบที่เผาอุณหภูมิสูงทุกชนิด เพราะมีช่วงการเผายาวมีชั้นของเคลือบหนา 1-2 มม. เนื้อดินไม่เปราะ แตกหัก หรือ บิ่นได้ง่าย เมื่อนำมาล้าง หรือ กระทบกัน ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์สามารถทนความร้อนและความเย็นเฉียบพลันได้ดี สีของเคลือบที่เผาในอุณหภูมิสูงเป็นสีขมๆ น้ำเคลือบไม่เป็นพิษต่อร่างกาย และคุณภาพของน้ำเคลือบดีกว่าเคลือบอุณหภูมิต่ำ ดินสโตนแวร์ที่ดีต้องมีช่วงการเผายาว และสามารถเผาแบบสันดาปไม่สมบูรณ์ หรือ รั้งกั้นได้โดยไม่ยุบตัว เนื้อดินสโตนแวร์เป็นดินที่ขุดพบในแหล่ง

ธรรมชาติที่มีความทนไฟสูง เป็นดินสำเร็จรูปที่ผสมไว้โดยธรรมชาติ คือ มีวัตถุดิบที่เป็นตัวหลอมละลายปนอยู่ในดินปริมาณเพียงพอ เนื้อดินมีความเหนียว และมีทรายปนอยู่ในปริมาณมาก จึงเป็นดินที่มีส่วนประกอบของวัตถุดิบครบทั้ง 3 ชนิด ต่าง กลาง กรด ไม่ต้องผสมวัตถุดิบชนิดอื่นเพิ่มก็สามารถนำมาขึ้นรูปได้ทันที ดินแต่ละแหล่งแตกต่างกันไป บางชนิดเหนียวมาก บางชนิดเหนียวน้อย

คุณสมบัติของดินสโตนแวร์ที่ดี

ก่อนเผา	ดินเหนียวมีอัตราส่วนของน้ำร้อยละ 22	
	ความแข็งแรงของดินดิบ 57 กก./ซม ²	
หลังเผา	หดตัว	ร้อยละ 8.2
	ดูดซึมน้ำ	ร้อยละ 1
	อัตราขยายตัวที่ 500 ° C = ร้อยละ 0.282	

3.2.3 เนื้อดินพอร์ซเลน (Porcelain)

เป็นเนื้อดินสีขาวโปร่งแสง เผาในอุณหภูมิสูง 1,250– 1,400 ° C เนื้อดินประกอบด้วยดินขาว เกาลิน หินฟันม้า และ ควอทซ์ ในอัตราส่วนประมาณ 50 : 30 : 20 ตามลำดับ นอกจากนี้ อาจมีการเติมดินดำ (Ball clay) เพื่อเพิ่มความเหนียวในการขึ้นรูป เนื้อดินพอร์ซเลนมีความแข็งแรงสูงกว่าดินเอิร์ทเทินแวร์ และสโตนแวร์ เนื้อดินพอร์ซเลน แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามอุณหภูมิการเผา คือ

3.2.3.1 พอร์ซเลนอุณหภูมิต่ำ (Soft Porcelain)

เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสีขาวโปร่งแสง ที่เผาในอุณหภูมิต่ำระหว่าง 1,200 – 1,280 ° C ได้แก่ ผลิตภัณฑ์โบนไชน่า ซึ่งมีความบาง มีความโปร่งแสงคล้ายแก้ว มีสีขาวบริสุทธิ์ เมื่อเคาะดูเสียงดังกังวานคล้ายระฆัง ถ้าลองดูผิวผิวจะรู้สึกได้ว่า ผลิตภัณฑ์โบนไชน่ามีความบอบบางมาก แต่ความจริงแล้วเนื้อดินถูกเผาจนสุดตัวแข็งแรงมาก ทั้ง ๆ ที่เผาในอุณหภูมิต่ำกว่าพอร์ซเลน วัตถุดิบหลักในการเตรียมเนื้อดินโบนไชน่า ได้แก่ แก้วกระดุกถึงร้อยละ 50 ผลิตภัณฑ์พาเรียน (Parian ware) เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทรูปปั้นงานประติมากรรมสำหรับตั้งโชว์ หรือ ของประดับตกแต่งบ้าน เนื้อดินโปร่งแสง ขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อน้ำดิน ส่วนใหญ่จะเผาแกร่งโดยไม่มีการเคลือบเพื่อโชว์เนื้อดินพอร์ซเลนที่มีสีขาวโปร่งแสง แต่บางครั้งก็มีการใช้เคลือบสีพ่นทับบางๆ ผลิตภัณฑ์โฮเต็ลไชน่า (Hotel China) เป็นอุตสาหกรรมการผลิตถ้วยชามที่พัฒนาขึ้นมาเพราะต้องการให้มีความแข็งแรง ทนทานต่อการใช้งานหนักตามร้านอาหาร โรงอาหาร หรือตามโรงแรมต่างๆ

3.2.3.2 พอร์ซเลนอุณหภูมิสูง (Hard Porcelain)

เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสีขาวโปร่งแสงเผาในอุณหภูมิสูง 1,300 – 1,460 ° C ได้แก่ พอร์ซเลนในจีนและยุโรปซึ่งเผาเนื้อดินและน้ำยาเคลือบให้สุกตัวพร้อมกันในอุณหภูมิสูงประมาณ

1,350 °C เนื้อดินและน้ำยาเคลือบมีความแข็งแกร่งสูงกว่าพอร์ซเลนที่เผาในอุณหภูมิต่ำ ผิวของน้ำยาเคลือบลื่นมือไม่มันแวววาวมาก มีผิวสัมผัสน่าใช้ มีคุณภาพดีแข็งแกร่งทนทาน และมีความสวยงาม ผลิตภัณฑ์พอร์ซเลนฉนวนไฟฟ้าแรงสูง (High – Tension Electrical Porcelain) เนื้อดินต้องอาศัยความเหนียวในการขึ้นรูป เช่น การกลึงลูกถ้วยไฟฟ้า มีส่วนผสมของเนื้อดินด่ำละเอียดที่ให้ความเหนียวประมาณร้อยละ 30 ต้องมีมาตรฐานการดูดซึมน้ำต่ำกว่าศูนย์ ผลิตภัณฑ์พอร์ซเลนฉนวนไฟฟ้ามีอุณหภูมิการเผาโดยเฉลี่ยประมาณ 1,280 – 1,300 °C ในการเผาจะทำครั้งเดียวชุบเคลือบเสร็จบนดินดิบ ส่วนผลิตภัณฑ์พอร์ซเลนฉนวนไฟฟ้าแรงต่ำ (Low – Tension Porcelain Insulators) เป็นผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนขนาดเล็กๆ ที่ขึ้นรูปด้วยวิธีการอัดดินฝุ่น อุปกรณ์เหล่านี้ใช้กับไฟฟ้าภายในบ้านได้แก่ ฐานรองสวิตช์ไฟ ขั้วหลอดไฟ และอื่นๆ ขนาดต้องได้มาตรฐานทุกชิ้นเพื่อนำไปประกอบเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า มีเนื้อดินคล้ายกับพอร์ซเลนฉนวนไฟฟ้าแรงสูง เผาในอุณหภูมิ 1,280 – 1,300 °C

ตาราง 4 เปรียบเทียบชนิดของเครื่องเคลือบดินเผา

ชนิดของเครื่องเคลือบ	เอิทเทนแวร์	สโตนแวร์	พอร์ซเลน	โบนไชน่า
ดินเผา	(E.W)	(S.W)	(P.L)	(B.C)
ส่วนผสม	หินน้อย	หินมาก	หินมาก	เถ้ากระดูก
เผาดิบ	800	1,100	800	1,100
เผาเคลือบ	800 – 1,200	1,250	1,350	1,250
ลักษณะเผา	O.F	O.F	R.F	O.F
ลักษณะเคลือบ	ทึบแสง	ทึบแสง	โปร่งแสง	โปร่งแสง

ที่มา : สิริลักษณ์ ทองลัม.(2545) : 41

4. ความรู้เกี่ยวกับเคลือบซีเถ้า

4.1 ประวัติความเป็นมาของเคลือบซีเถ้า

เคลือบซีเถ้าไม่ถูกค้นพบโดยช่างชาวจีนตั้งแต่สมัย Han dynasty (206 B.C.– A.D.200) หรือนานกว่า 2,000 ปีมาแล้ว (เสริมศักดิ์ นาคบัว.2537:2) เป็นเคลือบชนิดแรกที่เผาในอุณหภูมิสูง ที่มนุษย์สามารถคิดค้นได้ต่อช่างชาวจีนได้พัฒนาเคลือบซีเถ้าไม่จนสามารถสร้างเคลือบที่มีสีเหมือนหยก ซึ่งรู้จักในนามเคลือบเซลาดอน (Celadon) หรือคนไทยเรียกว่า สีลาดล ซึ่งช่างจีนได้พัฒนาได้ในปลายราชวงศ์ถัง และมีการทำกันอย่างแพร่หลายมากขึ้นในสมัยราชวงศ์ซ้อง พ.ศ.1503 – 1822

(ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.2537:142) และได้มีการพัฒนาปรับปรุงสูตรเคลือบให้ดีขึ้น ผลิตรถยนต์จึงมีความสวยงามกว่าในยุคแรกสืบเนื่องมาจากการพัฒนาเทคนิคในการควบคุมเตาเผาให้สามารถเผาแบบ รีดักชันได้ชำนาญขึ้น ต่อมาได้แพร่หลายเทคนิคเคลือบซีเถ้าไม่สีเขียวไปสู่ประเทศใกล้เคียงเช่น เกาหลี ญี่ปุ่น และไทย

4.1.1 เคลือบสีลาดล

เคลือบสีลาดลคือเคลือบซีเถ้าฟุ้งที่มีสีเขียวเหมือนหยกมีการคิดค้นและมีการพัฒนา มาโดยตลอดเคลือบสีเขียวมีการบันทึกไว้ว่า เริ่มมีในสมัย"เจิ้งกั๊ก" ก่อนคริสต์ศักราช 475 ปี หรือใน พ.ศ. 2468 แต่มีการผลิตออกจำหน่ายจริงในสมัยราชวงศ์ฮั่น โดยเตาที่มีชื่อเสียงในการผลิตเครื่องเคลือบสีเขียวคือเตา หลุนฉวน จังหวัดชู่จิ๋ว มณฑลจี๋เจียง ซึ่งมีอยู่หลายร้อยเตาโดยมีการผลิตเครื่องเคลือบสีเขียวไปกาส่งออกนอกประเทศเป็นจำนวนมาก เช่นประเทศญี่ปุ่น เอเชียกลาง ตะวันออกกลาง ในระยะหลังๆประมาณตั้งแต่ปลายราชวงศ์ซ้องถึงต้นราชวงศ์หมิงมีความเจริญสูงสุด ในระยะแรกเตาเผาส่วนมากตั้งอยู่ในภาคใต้ของประเศจีน จนถึงเวลาก่อนสมัยดังเล็กน้อย เตาเผาเครื่องเคลือบจึงค่อยๆปรากฏมีในภาคเหนือบ้าง ต่อมาในยุคสมัยราชวงศ์ถังระหว่างปี พ.ศ. 1161-1450 น้ำเคลือบมีการผสมโลหะออกไซด์ทำให้เกิดเคลือบที่มีสีเขียวอมน้ำตาลสืบเนื่องมาจนถึงสมัยราชวงศ์ซ้องตอนปลาย เครื่องเคลือบสีเขียวจึงได้ก้าวสู่ความรุ่งเรืองขึ้นอีกวาระหนึ่ง เครื่องเคลือบสีเขียวมีจุดเด่นที่ทำให้เกิดความนิยมก็คือมีความสวยงาม เย็นตา มีความแข็ง และสงบ จึงเป็นที่นิยมชมชื่นสำหรับบัณฑิตที่ชอบความสงบเงียบ เครื่องเคลือบสีเขียวถึงแม้ว่าจะทำได้มาก และส่งออกจำหน่ายนอกประเทศก็ตาม ศิลปวัตถุเหล่านี้ก็เพียงแต่มีอยู่ในครอบครองของคนมั่งมีในสมัยนั้น สำหรับประชาชนทั่วไปนั้น ต้องใช้เครื่องถ้วยชามที่ทำจากเครื่องปั้นเคลือบขาวอมเทาและมีลวดลายที่ง่าย(ป.เหมชะญาติ.2517.45) เคลือบสีลาดลของจีนได้นิยมแพร่หลายไปถึงเกาหลี ญี่ปุ่น เวียดนาม และไทย ซึ่งต่างก็ผลิตเครื่องเคลือบสีลาดลเลียนแบบของจีนและยังมีการดัดแปลงตกแต่งให้เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของตนเองเช่น ประเทศเกาหลี ได้คิดค้นเทคนิคในการใช้ดินสีขาวสีดำ ผังลายบนผิวภาชนะสีน้ำตาลเข้มแล้วเคลือบด้วยเคลือบสีเขียวสีลาดล เทคนิคนี้ทำให้สีลาดลของเกาหลีดูงดงามประณีตและมีคุณค่ายังเป็นที่ยอมรับและมีการผลิตต่อมาถึงยุคปัจจุบัน ในยุคต่อมาเคลือบสีลาดลเริ่มลดความนิยมลงเมื่อเริ่มมีการคิดค้นการทำเครื่องลายครามได้สวยงาม

4.1.2 เคลือบซีเถ้าของไทยในอดีต

เคลือบซีเถ้าถูกคิดค้นพัฒนาในประเทศจีนและมีการเผยแพร่เทคนิคในการผลิตออกไปสู่นานาประเทศ ทั้งจากการค้าขาย การขอตัวช่างปั้นจากเมืองจีน ทำให้หลายประเทศมีเทคนิคการทำเคลือบซีเถ้า โดยเฉพาะเคลือบสีลาดล ในประเทศไทยมีการผลิตเคลือบซีเถ้ากันมากในสมัยสุโขทัยจากหลักฐานเตาเผาที่สวรรคโลก และที่ศรีสัชนาลัย ซึ่งในปัจจุบันนั้นมีช่างชาวจีนเดินทางมา

เป็นช่างปั้นอยู่ในสุโขทัยอย่างมาก และมีการผลิตเครื่องเคลือบซีเถ้าออกขายสู่นานาประเทศ ทั้งทางบกและทางทะเล ซึ่งถือเป็นแหล่งผลิตขนาดใหญ่ มีอายุการผลิต และดำเนินกิจการเตาเผาระหว่างพุทธศตวรรษที่ 17 – 22 ผลผลิตของแหล่งกลุ่มเตาศรีสังขนาลย์รู้จักกันในชื่อ “เครื่องสังคโลก” พบแพร่กระจายทั่วไปตามเมืองโบราณ ชุมชนโบราณ เมืองท่าชายทะเล ในภาคกลางและภาคใต้ของไทย ในหมู่เกาะอินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ ซึ่งเครื่องสังคโลกของไทยมีการเคลือบหลายสี แต่ที่ขึ้นชื่อได้แก่ เคลือบสีเขียวไข่กา หรือ เซลาดอน ทางเหนือขึ้นไปจะมีแหล่งเตาที่สันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ที่มีการผลิตเครื่องปั้นดินเผามาแต่โบราณโดยสีเคลือบมักออกโทนสีน้ำตาล สำหรับในภาคกลางก็จะมีแหล่งเตาเผาที่แม่น้ำน้อย จังหวัดสิงห์บุรี และที่บ้านบางปูน จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งผลิตภัณฑ์ก็จะมีเอกลักษณ์เป็นของตนเอง ทั้งในด้านรูปแบบ และเคลือบ

4.1.3 เคลือบซีเถ้าที่เชียงใหม่

การทำเครื่องปั้นดินเผาที่ใช้เคลือบซีเถ้าพืชในประเทศไทย หยุดหายขาดตอนไปเป็นเวลานานหลายร้อยปี การกลับมาทำใหม่เมื่อไร โดยผู้ใดนั้น ยังไม่อาจทราบได้ แต่มีบันทึกว่า ช่างที่เริ่มตั้งเตาเป็นคนแรกเป็นช่างชาวไทยใหญ่ เดินทางมาจากเมืองกึ่ง ซึ่งอยู่ในรัฐฉาน ใกล้ๆ กับเมืองต่วน โดยมาตั้งเตาที่ประตูช้างเผือก ประมาณ 93 ปีมาแล้ว ช่างที่มาคราวนั้น ชื่อ นายจองยี นายคำทร และนายจองคำ และได้ถ่ายทอดวิชาให้บุตรหลานทำสืบมาจนถึงปัจจุบัน ช่างชาวเชียงใหม่จะใช้ซีเถ้าของไม้รักฟ้า (*Terminalia alata* Heya) และไม้มะกอกตาหมู (*Quercus Velutina*) ผสมกับดินผิวนา ตามสูตรดังนี้ (เสริมศักดิ์ นาคบัว.2537:3)

ซีเถ้าไม้มะกอกตาหมู (ตัวเมีย)	25 ส่วน
ซีเถ้าไม้รักฟ้า (ตัวผู้)	25 ส่วน
ดินผิวนา	50 ส่วน

น้ำยาเคลือบที่ได้จะเป็นสีเขียว บางโรงงานมีการปรับปรุงสีโดยการเติมเหล็กออกไซด์ลงไปเพื่อให้ได้สีน้ำตาล ผิวนาของเคลือบมีทั้งงานและไม้งาน เนื่องจากในขณะนี้ไม้มะกอก และไม้รักฟ้าเริ่มหายากจึงมีการนำไม้ลำไย และไม้เบญจพรรณอื่นๆ มาใช้ในการเคลือบแทน ในเชียงใหม่เครื่องปั้นดินเผาศิลาดลที่เลียนแบบของเก่าเป็นที่นิยมของคนต่างชาติและมีโรงงานเพิ่มมากขึ้นอยู่ตลอด

4.1.4 เคลือบซีเถ้าที่กรุงเทพมหานคร

เคลือบซีเถ้าเริ่มใช้ในกรุงเทพฯ ประมาณ พ.ศ.2472 โดยนายฮะลัม ซึ่งเป็นชาวจีนจากเมืองบึงเคย มาตั้งเตาเผาที่บ้านสามเสน ชื่อโรงงานเฮงเส็ง ซึ่งในปัจจุบัน คือ บริเวณเชิงสะพานกรุงธน ด้านฝั่งธนบุรี มีนายสีกวง เป็นผู้จัดการ มีการผลิตชามตราไก่ กระถางต้นไม้ แจกัน ชามลายดอกโบตั๋น ฯลฯ ต่อมา มีการย้ายโรงงานมาอยู่ที่ราชเทวี ประมาณ ปี 2479 ในช่วงเวลาใกล้เคียงกัน ก็

มีช่างกลุ่มหนึ่งแยกตัวจากโรงงานไปตั้งเตาเผาที่ราชบุรี เคลือบซีเมนต์ที่ใช้เป็นสูตรเคลือบใสจากเมืองจีน ดังนี้

แกลบ	1	ลูกบาศก์เมตร
เปลือกหอยแครง หรือหอยนางรม	20	กิโลกรัม

จะได้เคลือบใสในการเคลือบขามตราไก่ ต่อมาโรงงานที่สามเสนเลิกไป แต่ที่ราชบุรียังทำอยู่ และย้ายมาอยู่ที่ริมคลองแสนแสบข้างถนนเพชรบุรีตัดใหม่ ทำกระเบื้องมุงหลังคาเป็นหลัก แต่ได้เลิกใช้เคลือบ

4.1.5 เคลือบซีเมนต์ที่ราชบุรี

ได้เริ่มขึ้นเมื่อนายอึ้งจ้อเหม็ง ช่างปั้นถ้วยชาม เป็นคนตำบลบังโคย เข้ามาอยู่ในประเทศไทย โดยเป็นช่างปั้นถ้วยชามที่โรงงานสามเสน ต่อมาได้มาเยี่ยมญาติที่ราชบุรี เห็นว่าดินมีคุณภาพจึงนำกลับไปทดลองปั้นดินที่กรุงเทพฯ ผลที่ออกมาดี จึงชักชวนเพื่อน 8 คน รวมทุนตั้งโรงงานที่ตำบลดอนตะโก เมื่อ พ.ศ.2477 โดยได้เริ่มทำโอ่ง และไห และขามตราไก่ เคลือบใสที่ใช้ต่างกับที่สามเสน และราชบุรีคือนอกจากจะใช้แกลบ แล้วยังมีการผสมซีเมนต์หยาบด้วยรวมกับซีเมนต์เบญจพรรณ ซึ่งรวบรวมจากซีเมนต์ที่ใช้ในการเผาในเตา และซีเมนต์ตามร้านอาหาร และร้านค้าแฟ โดยมีส่วนผสมเคลือบซีเมนต์ ดังนี้

ซีเมนต์	3	ส่วน
ดินเลนร่อนผัก	7	ส่วน

ในปัจจุบันดินเลนที่ใช้เปลี่ยนไป บางแห่งใช้ดินเลนจากคูน้ำริมถนนทางหลวง หรือดินเลนจากคลองส่งน้ำเข้าบ่อกัก อัตราส่วนผสมก็มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอด ในปัจจุบันเคลือบที่ราชบุรียังนิยมใช้ซีเมนต์ในการทำเคลือบ และมีซีเมนต์เป็นส่วนผสมหลักเหมือนในอดีต โดยยังมีขั้นตอนการเตรียมซีเมนต์เหมือนเดิม และยังคงใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ประเภท โอ่ง ไห และกระถาง

4.2 กระบวนการเตรียมซีเมนต์

ซีเมนต์ทุกชนิดสามารถนำมาทำเคลือบได้ แต่จะให้ผสมของสี และผิว ตลอดจนความโปร่งแสง หรือทึบแสงแตกต่างกันไปจึงจำเป็นต้องเลือกซีเมนต์ให้เหมาะสมกับลักษณะของงานที่จะทำ

4.2.1 การรวบรวมพืชเพื่อนำมาทำซีเมนต์

4.2.1.1 ได้จากการเก็บรวบรวมใบไม้จากต้นต้นไม้ที่ผลัดใบพร้อมกันทั้งต้นเช่น จามจุรี ทุกราช ฯลฯ

4.2.1.2 ได้จากการรวบรวมเศษหญ้าจากการตัดแต่งสนามหญ้า รวมทั้งกิ่งไม้ หรือใบไม้ จากการตกแต่งรั้วต้นไม้

- 4.2.1.3 ได้จากการตัดแต่งต้นไม้ ในสถานที่ต่าง ๆ เช่น บ้านพักอาศัย
สถานที่ราชการ สวนสาธารณะ รวมทั้งการตัดแต่งต้นไม้จากสวนผลไม้
- 4.2.1.4 ได้จากต้นไม้ที่ถูกตัดจากการขยายถนน หรือ การสร้างถนนใหม่
ต้องมีการโค่นต้นไม้เพื่อเปิดทาง
- 4.2.1.5 ได้จากต้นไม้ของพืชไร่ภายหลังการเก็บเกี่ยว เช่น ข้าวโพด ถั่วชนิดต่าง ๆ
- 4.2.1.6 ได้จากวัชพืช เช่น หญ้าคา หญ้าตะกรับ ฐูปฤาษี หรือ ผักตบชวา เป็นต้น
- 4.2.1.7 ได้จากการเก็บรวบรวมเศษไม้ ซักบ ซี้เลื่อย จากโรงงานเฟอร์นิเจอร์ โรงงาน
ไม้แกะสลัก โรงกลึงไม้ เป็นต้น

4.2.1.8 ได้จากเปลือกของผัก หรือ ผลไม้ จากโรงงานผัก หรือ ผลไม้กระป๋อง เช่น
เปลือกข้าวโพด เปลือกหน่อไม้ เปลือกเงาะ ฯลฯ

4.2.1.9 ได้จากการรวบรวมขี้เถ้าจากร้านอาหารที่ใช้ฟืน หรือ ถ่านหรือขี้เลื่อยในการ
ปรุงอาหาร โดยวิธีปิ้ง ย่าง หรือ เผา

4.2.1.10 ได้จากโรงงานน้ำตาลที่ใช้ต้นอ้อยเป็นเชื้อเพลิงจากโรงงานสีหรือเตาอูฐที่ใช้
แกลบเป็นเชื้อเพลิง จากเตาเคี่ยวน้ำตาลมะพร้าว ที่ใช้ทางมะพร้าวเป็นเชื้อเพลิง

นอกจากวิธีข้างต้นยังมีวิธีอีกมากที่สามารถหาวัตถุดิบในการทำเคลือบขี้เถ้า ขึ้นกับว่า
อยู่ในท้องที่ใด ทำอะไร ในฤดูกาลไหน พืชบางชนิดอาจไม่มี หรือ หายากในบางท้องที่ แต่ในบาง
ท้องที่มีอยู่มากมาย

หมายเหตุ (เสริมศักดิ์ นาคบัว. 2537:11) ในกรณีที่เก็บกวาดรวบรวมใบไม้ร่วงต้อง
ระวังอย่าให้มีเศษดิน หรือ ทราวยจากพื้นปนเปื้อนมากับใบไม้ พืชไร่ที่ถอนรากขึ้นมา เช่น ถั่วลิสง ต้อง
สลัดดินที่ราก หรือ ตัดรากส่วนที่มีดินทราวยติดอยู่ทิ้งให้หมด

4.2.2 ฟืน หรือ ลานตากพันธุ์พืช

พื้นที่สำหรับตากจะต้องพิจารณาให้เหมาะสมว่า พืชชนิดใดควรตากบนพื้นอะไร ข้อที่
ควรระวัง คือ จะต้องไม่ให้มีดิน หรือ ทราวยปนเปื้อนกับใบไม้ที่ตาก ถ้าเป็นกิ่งไม้หรือแขนงไม้ที่ยังไม่ได้
ตัดทอนให้สั้น อาจตากทิ้งไว้บนลานดินหรือ ที่โล่งแจ้งใบไม้ปกติไม่จำเป็นต้องตาก เพราะเมื่อร่วงจาก
ต้นไม้นั้นก็แห้งดีแล้ว แต่เมื่อเก็บมาแล้วถูกฝนใบจะเปียก ต้องนำมาตากให้แห้งก่อน โดยตากบนลาน
ซีเมนต์ หากตากบนพื้นดินต้องรองด้วยสังกะสี พวกหญ้าหรือพืชที่อมน้ำ เช่น ผักตบชวา หญ้า
ตะกรับ ฐูปฤาษี เป็นพืชที่แห้งยาก เวลาตากควรใช้พื้นที่เช่นเดียวกันกับการตากใบไม้ แต่ควรหากิ่ง
ไม้ช่วยหนุนให้ลอยสูงขึ้นจากพื้น จะทำให้แห้งเร็วขึ้น ฐูปฤาษีนั้น ถ้าไม่แห้งสนิท จะเผาไม่ไหม้ ถ้า
ตากในฤดูฝนต้องระวังเรื่องฝนที่ตกลงมาโดนใบไม้ที่ตากไว้ เพราะเมื่อแห้งแล้วกลับมาถูกน้ำจะดูดซับ
และอุ้มน้ำไว้จนฉ่ำจะต้องเสียเวลาตากอีกหลายวันกว่าจะแห้ง

4.2.3 การเผาพันธุ์พืช

การเผาควรก่อเตาเผารูปสี่เหลี่ยมอย่างง่าย ๆ โดยอิฐมอญ หรือ อิฐก่อสร้างก้อนใหญ่ ๆ วางเรียงสลับแนวโดยไม่ต้องยาแนวในระหว่างเรียงอิฐควรเว้นช่องให้ว่างไว้บ้างเป็นช่วงๆ เพื่อให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก ช่วยทำให้การเผาไหม้ดีขึ้น ควรต่อเตาในที่โล่งแจ้งจะดีที่สุด วันที่ทำการเผาควรเป็นวันที่อากาศดีไม่มีลมและฝน เอาใบไม้หรือกิ่งไม้ที่แห้งดีแล้วใส่เตาเผาไปเรื่อยๆ โดยการเติมใบไม้ หรือ กิ่งไม้ลงไปเป็นตาเป็นระยะๆ แล้วปล่อยให้ใบไม้ หรือ กิ่งไม้ซึ่งไหม้เป็นขี้เถ้าแล้วบ้าง ยังเป็นถ่านอยู่บ้าง ปะปนกันอยู่ไหม้เผาตัวเองต่อไปจนมอดดับ เมื่อไฟดับสนิท เตาเย็นแล้ว ก็จะเก็บขี้เถ้าได้ หากรีบเก็บไฟยังไม่มอดดับดี ก็จะมีถ่านปนอยู่บ้าง ไฟจะมอดดับเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับชนิด ขนาดและความชื้นของไม้ด้วย ไม้ที่แห้งดีแล้วจะทำให้การเผาไหม้เร็วขึ้น ถ้าเตาเผาอยู่กลางแจ้ง เมื่อเผาเสร็จต้องรีบหาวิธีป้องกันไม่ให้ฝนสาดเข้าเตาได้ หากขี้เถ้าเปียกจะเสียเวลาในการตากแห้ง และเมื่อได้ขี้เถ้าต้องใส่ภาชนะให้มิดชิด หากประสงค์จะทำเคลือบ เซราดอน (Caladon) ที่ไม่ต้องการให้มีจุดของสนิมเหล็ก ต้องใส่ภาชนะที่ไม่มีสนิมหากขี้เถ้าร้อนใส่โถงดิน หากขี้เถ้าเย็นตัวก็ใส่ในถุงพลาสติก การเผาแต่ละครั้งต้องเผามากๆ ให้มีปริมาณมากพอในการใช้ครั้งต่อๆ ไป ขี้เถ้าที่ได้นำมาร่อนตะแกรงเบอร์ 80 หรือ 100 หรือ 120 แล้วก็นำไปผสมเคลือบได้เลย บางคนอาจต้องล้าง หรือเผาสีงสกปรก (Calcine) เสียก่อนจึงจะนำมาใช้

ข้อควรระวังในการทำงานกับขี้เถ้าพืช (เสริมศักดิ์ นาคบัว.2537:13)

การเก็บขี้เถ้าหรือร่อนขี้เถ้าต้องมีการปิดปากปิดจมูกให้ดีและควรอยู่ต่ำลม โดยต้องระวังอย่าให้ขี้เถ้าเข้าตาเมื่อขี้เถ้าถูกน้ำจะมีด่างละลายออกมาเข้มข้นมากน้อยแล้วแต่ชนิดของขี้เถ้า ดังนั้นหากขี้เถ้าปลิวเข้าจมูก หรือ ตา น้ำเยื่อเมือกในจมูก หรือ น้ำหล่อเลี้ยงตาจะทำให้ด่างละลายออกจากขี้เถ้า ทำให้เจ็บแสบมากหากขี้เถ้าโดนผิวหนังตามมือตามแขนจะทำให้แสบคันได้เมื่อแห้งออก วิธีป้องกันควรแต่งกายมิดชิดใส่ถุงมืออย่างในการป้องกัน เคลือบที่ผสมเสร็จใหม่ๆ แล้วใช้ทันทีที่ด่างอาจยังละลายออกมาไม่มากนัก แต่เมื่อทิ้งค้างคืนไว้แล้ว ด่างย่อมละลายออกมาเต็มที่ เคลือบที่ผสมด้วยขี้เถ้าที่ยังไม่ได้ล้าง จะมีความเป็นด่างค่อนข้างเข้มข้น จึงต้องควรระวังในการสัมผัสเคลือบ

4.2.4 การล้างขี้เถ้า

ผลของการล้างขี้เถ้าจะทำให้ไม่มีเม็ดถ่านขนาดเล็กที่ยังไม่ไหม้เหลืออยู่โดยการนำขี้เถ้าผสมกับน้ำในถังขนาดใหญ่ ใส่น้ำให้มากใช้ตะแกรงห่างๆ ตักเอาถ่าน และเศษไม้ที่ลอยอยู่บนผิวน้ำทิ้งแล้วรินน้ำและขี้เถ้าใส่ถังอีกใบหนึ่งทิ้งเศษดินและกรวดทรายไว้ที่ก้นถังใบแรกกรองขี้เถ้าด้วยตะแกรงเบอร์ 60 ถึงเบอร์ 100 หรืออาจถึงเบอร์ 200 ทั้งนี้แล้วแต่ความต้องการให้ลักษณะของผิวเคลือบเมื่อเผาแล้วเป็นอย่างไร หรือ อาจแยกขนาดของขี้เถ้าออกเป็น 2 หรือ 3 ขนาด ตามความละเอียดของตะแกรง ไม่ควรทิ้งขี้เถ้าไปโดยเปล่าประโยชน์ปล่อยให้ขี้เถ้าตกตะกอน 2-3 ชั่วโมง น้ำส่วนบนจะมี

รสร้อย เพราะมีด่างโซเดียม ไฮดรอกไซด์ หรือคราสติกโซดา(Sodium hydroxide หรือ caustic soda) จากขี้เถ้าละลายออกมาผสมอยู่เป็นจำนวนมาก ค่อยๆรินน้ำทิ้งหรือใช้วิธีการกลั่นน้ำเปลี่ยนน้ำใหม่ปล่อยให้ตกตะกอนแล้วรินน้ำทิ้งอีกทำซ้ำจนน้ำใสและเจ็ดตากขี้เถ้าให้แห้งเก็บไว้เพื่อใช้ผสมเคลือบต่อไป การล้างอาจล้างเพียงครั้งเดียว หรือ หลายครั้ง แล้วแต่ความประสงค์

5. วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

5.1 ขี้เถ้าไม้มะม่วง

ขี้เถ้าไม้ทุกชนิดมีส่วนประกอบของไฮโดรเจน และคาร์บอน เมื่อถูกเผาไหม้หมดไปขี้เถ้าจะเหลือเพียงปริมาณเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งเป็นส่วนที่ทนไฟ สารเหล่านี้จะคงเหลืออยู่ในกองขี้เถ้าจากพืช โดยทั่วไปประกอบด้วยตัวที่ทำให้เกิดแก้ว คือซิลิกา และตัวช่วยหลอมละลาย เช่นหินปูน โพแทสเซียม และแมกนีเซียม นอกจากนั้นยังมีตัวที่ทำให้เกิดความหนืดและทนไฟ คืออลูมินาและมีเหล็กออกไซด์ เล็กน้อยเป็นตัวที่ทำให้เกิดสีในเคลือบ เคลือบขี้เถ้าจึงเผาให้หลอมละลายในอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ได้ง่ายเนื่องจากมีด่างหลักที่เป็นตัวหลอมละลายอย่างรุนแรง (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.2537:152)

มะม่วงเป็นพันธุ์ไม้ที่มีการปลูกกันมากในประเทศไทยทั้งที่เพื่อการส่งออกและการบริโภค ภายในประเทศ และเป็นไม้ที่ขึ้นได้ดีในทุกภาคทำให้มีการปลูกมะม่วงกันมากในหลายพื้นที่ ไม้มะม่วงมีส่วนประกอบทางเคมีดังนี้คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 22 –48 สารจำพวกโปรตีนร้อยละ 14 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 1 ปริมาณเนื้อมะม่วงแห้งร้อยละ 15 สารพวกเรซินร้อยละ 2 และสารอนินทรีย์ร้อยละ 0.5 ในสารอนินทรีย์นี้จะประกอบไปด้วย แมกนีเซียม โพแทสเซียม แคลเซียมและเหล็ก (วิจิตร วงษ์ใน . 2529: 31)ซึ่งเป็นธาตุหนักและทนความร้อน เมื่อไม้มะม่วงถูกเผาสารเหล่านี้จึงตกค้างอยู่กับขี้เถ้า จากผลการวิเคราะห์ทางเคมีไม้มะม่วงมีปริมาณของเหล็กในเนื้อไม้ร้อยละ 0.3 ซึ่งมีส่วนที่ทำให้เกิดสีเขียวในเคลือบ (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.2538 :154) และมีปริมาณซิลิการ้อยละ25 ซึ่งเป็นตัวช่วยทำให้เกิดเคลือบได้ง่าย(สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์.2531 :14) อีกทั้งไม้มะม่วงเป็นไม้ยืนต้นเนื้อแข็ง ซึ่งเมื่อนำขี้เถ้ามาผสมเคลือบแล้วเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะได้สีเขียวอ่อนค่อนข้างใส ต่างจากขี้เถ้าพืชล้มลุก เช่น ข้าวโพด อ้อย เมื่อเผาออกมาจะได้สีเหลืองขุ่นๆ (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.2538 :153)

สรุป

จากคุณสมบัติเบื้องต้นของไม้มะม่วง ผู้วิจัยมีความสนใจในการนำไม้มะม่วงมาเป็นวัตถุดิบในการทำเคลือบขี้เถ้า เนื่องจากมีคุณสมบัติทางเคมีที่ทำให้เกิดเคลือบได้และให้สีที่สวยงาม โดยมะม่วงที่นำมาใช้เป็นมะม่วงในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี เนื่องจากมีปริมาณพื้นที่ในการปลูกมากเป็นอันดับ 3 รองจากข้าวและพืชไร่ และเป็นไม้ผลที่ปลูกมากที่สุด คิดเป็นพื้นที่การปลูก 25,300 ไร่ ซึ่งจะเป็นผลดีและมั่นใจว่ามีแหล่งวัตถุดิบสำรองต่อเนื่องสม่ำเสมอและเป็นการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นเพื่อเป็นเอกลักษณ์ตามแหล่งผลิตโดยไม้มะม่วงที่นำมาใช้นำมาจากส่วนของใบและกิ่งที่เกษตรกรตัดทิ้งเนื่องจากใบและ

กิ่งมีส่วนประกอบทางเคมีที่สะสมอยู่มีสารเหล็ก และโพแทสเซียม(ลดค่า พันธุ์สุษุมธนา, ชลัย ศรีสุข. 2546 :60)ที่ทำให้เกิดสีเขียวในเคลือบอีกทั้งอายุของต้นมะม่วงยังมีผลต่อสีของเคลือบ ซึ่งไม้ที่มีอายุตั้งแต่3ปีขึ้นไปจะให้สารเคมีที่ดีกว่าพืชอายุยังน้อย ไม้มะม่วงที่ใช้ในการทดลองเป็นเศษไม้ที่ทางเกษตรกรตัดแต่งเพื่อให้ต้นสมบูรณ์พร้อมสำหรับผลิตผลในรุ่นต่อไป

ตาราง 5 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีชี้เข้าพืช 22 ต้น (24 ตัวอย่าง)

ตัวอย่าง	ปริมาณที่พบ (% w/w)								
	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	SiO ₂
1. กระถิน (ต้น)	0.36	0.04	28.57	5.35	1.08	19.30	6.05	0.49	3.79
2.กระถินณรงค์(กิ่ง)	0.70	0.04	32.67	4.64	3.57	4.65	2.28	1.52	14.96
3. ชลู่ (ต้น)	0.41	0.05	12.80	3.14	12.50	13.42	8.01	0.51	7.67
4. ช้าว (แกลบ)	0.06	0.04	1.99	0.36	0.58	1.15	3.51	0.25	82.92
5. ช้าว (ฟาง)	0.43	0.19	8.28	2.81	4.07	10.21	6.05	0.21	53.08
6. ช้าวโพด (ต้น)	0.69	0.18	6.22	4.33	0.62	13.91	7.92	2.08	34.61
7. จามจุรี (กิ่ง)	0.43	0.03	40.50	2.67	0.36	12.29	9.30	0.72	3.12
8. ตาล (วง)	0.64	0.10	10.31	10.16	12.56	8.94	10.86	0.64	28.25
9. ตาล (ทาง)	0.24	0.09	12.38	13.48	22.63	1.49	4.43	0.06	21.71
10. ทองหลางใบมน	0.27	0.05	19.66	3.13	7.68	18.20	7.67	0.21	2.88
11. ฐปถาชี (ต้น)	0.97	1.56	26.26	4.11	6.71	8.33	9.03	1.13	12.19
12. ผักตบชวา ²	0.91	1.64	43.42	4.48	2.02	13.95	9.64	5.37	9.75
13. ฟินสี (ต้น)	0.44	0.06	22.73	6.21	3.84	17.64	13.78	0.26	4.13
14. มะขาม (กิ่ง)	0.36	0.10	46.38	3.50	0.26	5.42	7.34	0.66	3.06
15.มะขามเทศ (กิ่ง)	0.33	0.03	38.74	1.68	2.15	13.32	8.18	0.68	6.02
16. มะเดื่ออุทุมพร	0.19	0.03	24.76	5.42	0.97	18.20	6.66	0.15	13.08
17. มะพร้าว (ทาง)	0.73	0.08	20.33	6.97	5.58	5.27	6.89	2.31	20.61
18. ไมยราพ (ต้น)	0.46	0.08	21.46	8.65	2.44	20.14	11.54	0.47	6.03
19. เลียบ (ใบ)	1.00	0.03	21.62	2.66	2.00	5.54	7.32	1.64	28.55
20. สาบเสือ (ต้น)	0.46	0.07	12.80	9.12	4.32	16.87	6.20	0.37	11.80
21. หญ้าคา	0.30	0.12	5.62	2.65	1.07	7.73	4.16	1.23	65.36
22. หญ้าชันอากาศ	0.20	0.16	4.41	3.00	7.17	8.67	4.29	0.25	51.39

23. หญ้าตะกรับ	4.13	3.53	14.85	4.86	5.02	2.95	4.42	2.25	26.48
24. หูกวาง (ใบ)	0.89	0.05	24.49	2.71	1.63	3.42	8.89	2.85	25.40

ที่มา : เสริมศักดิ์ นาคบัว.(2536) :77

ตาราง 6 ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูก มะม่วง รายอำเภอ ฤดูการผลิต ปี 2546

ลำดับ	อำเภอ	พื้นที่ เพาะปลูก รวม (ไร่)	พื้นที่ ให้ผล ไร่)	ผลผลิต รวม (ตัน)	ผลผลิต เฉลี่ย (กก./ไร่)
1	เมืองสุพรรณบุรี	14,529	13,057	12,848	984
2	บางปลาม้า	3,748	2,566	2,248	876
3	เดิมบางนางบวช	2,844	2,634	740	281
4	ดอนเจดีย์	4,361	4,096	4,084	997
5	สามชุก	6,292	6,142	5,921	964
6	ศรีประจันต์	12,500	12,280	14,061	1,145
7	สองพี่น้อง	708	708	586	828
8	คูทอง	2,677	2,677	2,080	777
9	ด่านช้าง	6,349	6,299	7,949	1,262
10	หนองหญ้าไซ	11,332	9,451	7,589	803
รวมพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด		65,240	59,910	58,106	892

ที่มา : ข้อมูลการปลูกไม้ผลเศรษฐกิจของจังหวัดสุพรรณบุรี ปี 2539 – 2546 : 183.

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์สารเคมีในขี้เถ้าไม้มะม่วง

สารประกอบ	ร้อยละ
ซิลิกา	12.5
อะลูมินา	0.5
เหล็กออกไซด์	0.1
แคลเซียมออกไซด์	36.5
แมกนีเซียมออกไซด์	4.5
โซเดียมออกไซด์	0.3

โพแทสเซียมออกไซด์	6.7
ฟอสฟอรัสออกไซด์	8.5
แมงกานีสออกไซด์	0.1

ที่มา : กรมวิทยาศาสตร์บริการ

5.2 หินฟันม้า (Feldspar)

เป็นสารประกอบของแอลคาไลอะลูมิเนียมซิลิเกต (Alkalies Aluminium Silicate) และแอลคาไลน์เอิร์ทของสารประกอบโซเดียม โพแทสเซียม และแคลเซียม เป็นวัตถุดิบที่นำมาใช้มากในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา เพื่อเป็นตัวช่วยหลอมละลาย (Flux) ทั้งในเนื้อดินและน้ำเคลือบ นอกจากนี้ยังเป็นวัตถุดิบที่ช่วยให้เนื้อดินปั้นมีความแข็งแรงและประสานกันได้ดี โดยธรรมชาติของหินฟันม้า จะมีสารประกอบของแอลคาไล แอลคาไลน์เอิร์ทที่เจือปนอยู่หลายชนิดจึงปรากฏชื่อเรียกของหินฟันม้าแตกต่างกันตามเปอร์เซ็นต์ของสารประกอบที่เจือปน

ตาราง 8 ชื่อเรียกชนิดของหินฟันม้าตามเปอร์เซ็นต์ของสารประกอบที่เจือปน

Mineral	Formula
Potash – Feldspar (Orthoclase)	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
Soda – Feldspar (Albite)	$Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$
Lime – Feldspar (Anorthite)	$CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$
Baryta – Feldspar (Celsian)	$BaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$
Pollucite	$Cs_2O \cdot 2Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$
Spodumene	$Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$

ที่มา . อายุวัฒน์ สว่างผล . (2543) : 83

หินฟันม้านิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาเนื่องจากมีราคาถูกและเป็นสารประกอบแอลคาไลที่ไม่ละลายน้ำ โดยทั่วไปหินฟันม้ามี 3 ชนิด คือ (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. 2539 : 95)

5.2.1 หินฟันม้าประเภทโพแทสเซิลด์สปาร์ (Potash Feldspar) หรือ มีชื่อทางสินแร่ว่า ออร์โทเคลส (Orthoclase) หรือไมโครไคลน์ (Microcline)

สูตรทางเคมี คือ $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ โพแทสเซิลด์สปาร์ เป็นหินฟันม้าที่มีสารประกอบของโพแทสเซียม ที่มีความถ่วงจำเพาะ 2.56 มีความแข็งระดับ 6 จะมีสีแตกต่างกันแล้วแต่แหล่งที่กำเนิดได้แก่ สีขาว สีเหลือง สีชมพู เป็นต้น

5.2.2 หินฟันม้าประเภทโซดาเฟลด์สปาร์ (Soda feldspar) หรือ Albite ได้แก่ หินอัลไบท์ (Albite)

สูตรทางเคมีคือ $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ เป็นหินฟันม้าที่มีสารประกอบของโซเดียม อลูมิเนียมซิลิเกต (Sodium aluminium silicate) มีความถ่วงจำเพาะระหว่าง 2.61 – 2.64 มีความแข็งระดับ 6 เป็นผลึกสี่เหลี่ยม หรือข้าวขุ่น ใสผสมในน้ำเคลือบไฟสูง เพื่อช่วยลดอุณหภูมิ หินฟันม้าชนิดนี้ช่วยทำให้อุณหภูมิของเคลือบต่ำกว่าหินฟันม้าชนิดโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ และหินฟันม้าชนิดโซเดียมเฟลด์สปาร์ มีส่วนประกอบทางเคมี ดังนี้

ซิลิกา	ร้อยละ	68.8
อลูมินา	ร้อยละ	19.4
โซเดียม	ร้อยละ	11.8

มีน้ำหนักโมเลกุล 524

5.2.3 หินฟันม้าประเภทแคลเซียมเฟลด์สปาร์ (Calciumfeldspar) หรือ Anorthite หรือ หินไลม์สปาร์ (limespar)

ซิลิกา	ร้อยละ	43.3
อลูมินา	ร้อยละ	36.6
โซเดียม	ร้อยละ	20.1

มีน้ำหนักโมเลกุล 298

หินฟันม้าในแหล่งแร่ธรรมชาติ มักจะมีสิ่งเจือปนเกี่ยวกับซิลิกา (Free SiO_2) ไมกา (Mica) จนเรียกได้ว่าการพบหินฟันม้า ไม่เคยพบชนิดใดชนิดหนึ่งโดยเฉพาะ มักจะพบผสมกันระหว่างหินฟันม้าทั้ง 3 ชนิด ขึ้นอยู่กับว่า มีชนิดใดเป็นหลักก็นิยมเรียกเฟลด์สปาร์ชนิดนั้น หินฟันม้าที่พบโดยทั่วไปจะมีโพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ (K-feldspar) และโซเดียมเฟลด์สปาร์ (Na-feldspar) เป็นจำนวนมาก แต่ไม่เคยพบชนิดของแคลเซียมเฟลด์สปาร์ (Calcium feldspar) การมีสัดส่วนผสมระหว่างโซเดียม (Na) กับโพแทสเซียม (K) ในอัตราส่วนที่ใกล้เคียงกันจะเรียกเฟลด์สปาร์ชนิดนี้ว่าแร่กะเทย (perthiet)

หินฟันม้ามีประโยชน์อย่างยิ่งในการเตรียมเคลือบ เพราะมีจุดหลอมตัวต่ำเนื่องจากประกอบด้วยสารประเภทต่างของโพแทสเซียมและโซเดียมจึงเป็นตัวช่วยในการหลอมละลายได้อย่างดี เมื่อหินฟันม้าได้รับความร้อนจนหลอมตัวลงก็จะทำให้สารตัวอื่น ๆ ในเนื้อเคลือบมีจุดหลอมตัวที่ต่ำกว่าเดิม การหลอมตัวของหินฟันม้าขึ้นอยู่กับปริมาณของโซเดียม โพแทสเซียม และลิเทียม ที่มีอยู่ในหินฟันม้าแต่ละชนิด

ตาราง 9 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหินพื้นน้ำชนิดที่ใช้มากในงานเครื่องปั้นดินเผา

Potash - Feldspar	Soda - Feldspar	Calcium - Feldspar
1. มีสารประกอบของ K มาก	1. มีสารประกอบของ Na มาก	1. มีสารประกอบของ Ca
2. มีค่า ถ.พ. 2.57	2. มีค่า ถ.พ. 2.62	2. มีค่า ถ.พ. 2.76
3. มีแนวแตกเรียบทำมุมกันเท่ากับ 90°	3. มีแนวแตกเรียบทำมุมกันเท่ากับ $93^{\circ} 34'$	3. มีแนวแตกเรียบทำมุมกันเท่ากับ $99^{\circ} 12'$
4. มีปริมาณร้อยละ Al_2O_3 น้อย	4. มีปริมาณร้อยละ Al_2O_3 ปานกลาง	4. มีปริมาณร้อยละ Al_2O_3 มาก
5. จุดหลอมละลาย 1250 องศาเซลเซียส	5. จุดหลอมละลาย 1100 องศาเซลเซียส	5. จุดหลอมละลาย 1100 องศาเซลเซียส
6. ผสมในเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบ	6. ผสมในน้ำเคลือบ	6. ผสมในน้ำเคลือบ

ที่มา : อายวิวัฒน์ สว่างผล . (2534) :103

ประโยชน์ของหินพื้นน้ำในอุตสาหกรรมเซรามิก

1. เป็นส่วนผสมในน้ำเคลือบ และเนื้อดินปั้น

ใช้ผสมในน้ำเคลือบ อัตราส่วนประมาณร้อยละ 30 – 70 ในกรณีที่หินพื้นน้ำสูงเรียกว่า เฟลด์สปาร์ติค เกรซ (Feldspartic glaze)

ใช้ผสมในเนื้อดินปั้น อัตราส่วนประมาณร้อยละ 5 – 30 ในกรณีที่หินพื้นน้ำมากกว่าร้อยละ 30 อาจถึงร้อยละ 60 เรียกว่า เฟลด์สปาร์ติคบอดี้ (Feldspartic body)

2. เป็นส่วนผสมในอุตสาหกรรมแก้ว ผสมในอัตราส่วนประมาณร้อยละ 30 - 40

3. ทำหน้าที่เป็นตัวยึดเกาะ (Binder) เพราะทำให้เกิดแก้ว
4. ลดอุณหภูมิของวัตถุดิบ (Material) อื่น เพราะเป็นตัวลดจุดหลอมละลาย (Fluxing)
5. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติโปร่งแสงดีขึ้น เพราะทำให้เกิดแก้ว

ผู้วิจัยใช้หินฟันม้า จาก ตำบลลาดหญ้า จังหวัดกาญจนบุรี ที่มีการบรรจุเป็นกระสอบเพื่อการจำหน่ายสำหรับเป็นส่วนผสมในการทำเคลือบซีเมนต์เนื่องจากเป็นแหล่งที่มีการทำเหมืองแร่ เฟลด์สปาร์ออกเป็นอุตสาหกรรม ซึ่งมีการค้นพบ 2 แหล่ง คือที่ ตำบลทุ่งนางหรงก เป็นหินฟันม้าชนิด Soda – Feldspar และที่ตำบลลาดหญ้า เป็นหินฟันม้า Potash – Feldspar ทั้ง 2 ที่อยู่ในอำเภอบ่อพลอย ในภาคกลางจะมีแหล่งเดียว ส่วนทางภาคเหนือจะมีที่จังหวัดตาก จากแหล่งที่ตำบลลาดหญ้า เป็นหินฟันม้าชนิดโพแทสเฟลด์สปาร์สามารถผสมในเคลือบและเนื้อดินปั้นได้ทำให้มีประโยชน์ในหลายด้าน

ตาราง 10 ผลวิเคราะห์ทางเคมีของแหล่งหินฟันม้า อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี

สารประกอบ	ร้อยละ	
	ต.ทุ่งนางหรงก	ต.ลาดหญ้า
Loss on Ignition (LOI)	2.6	1.9
Silica (SiO_2)	60.0	65.2
Alumina (Al_2O_3)	24.0	21.4
Iron Oxide (Fe_2O_3)	1.0	1.6
Calcium Oxide (CaO)	4.2	1.0
Magnesium Oxide (MgO)	0.5	1.4
Potassium Oxide (K_2O)	0.3	4.3
Sodium Oxide (Na_2O)	7.0	2.5
	Soda – Felds.	Potash – Felds.

ที่มา: อายุวัฒน์ สว่างผล .2543 : 99

5.3 ดินเหนียวท้องถิ่น

ดินเหนียวอาจให้คำจำกัดความได้ว่า หมายถึง ดินที่มีสีขาว ขาวคล้ำ จนถึงดำสนิท มีแหล่งสะสมอยู่ที่ลุ่ม มีเม็ดละเอียด มีอินทรีย์สารเจือปนอยู่สูง มีความเหนียวดี ให้ความแข็งแรงต่อ

ผลิตภัณฑ์ก่อนเผาดีกว่าดินขาว ดินเหนียวมีการเปลี่ยนแปลงมากในแต่ละแหล่ง เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงมาจากแร่ธาตุต่างๆ ที่ผู้พังรวมทั้ง ชากพืช ชากสัตว์ ที่ทับถมกันมาช้านาน

ดินเหนียวเป็นดินในชั้นทุติยภูมิ (Secondary) เกิดจากการพัดพาโดยกระแสลม หรือน้ำ จากแหล่งที่เปลี่ยนแปลงสภาพไปยังแหล่งอื่น จึงปรากฏสีที่แตกต่างกัน ดินที่เกิดในชั้น ทุติยภูมิ จะเป็นดินที่มีความเหนียวมากเมื่อผสมกับน้ำสามารถขึ้นรูปได้โดยไม่ต้องอาศัยดินอื่นช่วย เมื่อขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์จะแข็งตัวช้า ดินเหล่านี้ก่อนนำมาใช้ต้องแยกสิ่งเจือปนออกให้หมดเสียก่อน โดยวิธีการล้าง การทุบแฉ่ง เป็นต้น ดินเหนียวปกติจะมีความทนไฟค่อนข้างต่ำคือประมาณ $1,000^{\circ} - 1,100^{\circ}$ เซลเซียส สามารถดูดซึมน้ำได้หลังการเผาร้อยละ 10

5.3.1 ประเภทของดินเหนียว

ดินเหนียวจัดเป็นดินที่เกิดได้ตั้งแต่ชั้นเหนือดินจนถึงลึกลงไปจากผิวหน้าดินสามารถแบ่งประเภทของดินเหนียว ได้ตามลักษณะแหล่งเกิด ดังนี้ (อายุวัฒน์ สว่างผล . 2543 : 76)

ดินจอมปลวก

ดินท้องถิ่น

ดินชายนํ้า – ท้องร่อง

ลักษณะของดินจอมปลวก เป็นดินที่มีความเหนียวและปนทรายมาก เมื่อนำมาใช้ต้องทุบปน เพื่อให้ย่อยเป็นผง แล้วร่อนผงดินนำมาผสมกับน้ำแล้วนวดขึ้นรูป ไม่นิยมล้างแยกสิ่งเจือปนด้วยน้ำ เพราะมีความแข็ง จับผลึกกันแน่นมาก และจัดเป็นดินทนไฟที่ใช้ในการทำเตาโดยการเจาะจอมปลวกให้เป็นเตา นิยมกันมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ

ลักษณะดินท้องถิ่น เป็นดินที่มีความเหนียวและมีทรายเจือปนน้อย ก่อนนำมาใช้เป็นวัตถุดิบต้องขุดเปิดผิวหน้าดินออก เพื่อแยกสิ่งเจือปนที่เป็นอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) เช่น รากไม้ ใบไม้ ตลอดจนซากสัตว์ หรืออนินทรีย์วัตถุ (Inorganic Matter) เช่น เม็ดกรวด ทราย หิน การล้างเพื่อแยกสิ่งเจือปนออกจากเนื้อดิน นิยมกระทำกันหลายวิธีตามสภาพท้องถิ่น เช่น แยกโดยวิธีตากแห้งแล้วทุบปนโดยวิธีแทงดินแล้วสีด้วยของมีคม โดยใช้น้ำแช่แล้วกววให้เป็นโคลน ฯลฯ

ลักษณะของดินชายนํ้า- ท้องร่อง เป็นดินที่มีความเหนียวต่างกันตามสภาพท้องถิ่น โดยทั่วไปมักพบว่ามีความเหนียวมาก ในแหล่งน้ำนิ่ง เช่น บ่อนํ้าร่องสวน เป็นต้นการล้างเพื่อแยกสิ่งเจือปนนิยมล้างด้วยน้ำ เพราะเป็นดินที่เหลวและอ่อนตัวอยู่แล้ว

วัตถุดิบที่นำมาใช้ในการทำเคลือบมีการแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ (อายุวัฒน์ สว่างผล . 2543 : 175)

กลุ่มวัตถุดิบที่เป็นต่าง ทำหน้าที่เป็นตัวแปรในการเกิดเคลือบชนิดต่างๆและทำหน้าที่ไม่ให้เคลือบไหลเยิ้ม

กลุ่มวัตถุติดที่เป็นกรด ทำหน้าที่เป็นตัวช่วยให้เกิดความมันวาวในเคลือบ

กลุ่มวัตถุติดที่เป็นกลาง จะมีสารเคมีที่นิยมใช้ คือ อลูมินา Al_2O_3 แต่เนื่องจาก อลูมินาบริสุทธิ์จะมีราคาที่สูงจึงมักนิยมใช้ดินแทน เนื่องจากในดินมีอลูมินาค่อนข้างสูง และเป็น ส่วนประกอบทางเคมีในดิน ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) มีประโยชน์ในเคลือบ คือ

1. ช่วยให้วัตถุติดอื่นๆ ในน้ำเคลือบกระจายลอยตัวได้ดี ไม่ตกตะกอนง่าย
2. ช่วยให้เคลือบยึดเกาะผิวผลิตภัณฑ์ได้ดีขึ้น
3. เป็นตัวกลางในการควบคุมการหดตัวของเคลือบติดที่คลุมผิวผลิตภัณฑ์ก่อนเผา
4. ดินเป็นสารประกอบของอลูมินาซึ่งมีอิทธิพลต่อเคลือบในการเพิ่มหรือลดจุดหลอม
5. ของเคลือบและมีอิทธิพลต่อคุณภาพการให้สีในเคลือบ
6. ดินเป็นสารประกอบของซิลิกาซึ่งมีปริมาณมากหรือน้อยจะมีอิทธิพลต่อเคลือบคือ

จุดหลอมละลายจะสูงขึ้น

ลดการไหลตัวของเคลือบขณะหลอม

ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่เคลือบ

จังหวัดสุพรรณบุรีมีพื้นที่ส่วนมากเป็นดินตะกอนลุ่มน้ำเก่าโดยมีเนื้อที่ประมาณ 1,650,900 ไร่ คิดเป็นพื้นที่ประมาณร้อยละ 49.3 ของพื้นที่ทั้งหมดในจังหวัดสุพรรณบุรี มีลักษณะทางกายภาพ เนื้อดินมีความเหนียวมีสีเทาจนถึงสีดำ มีเม็ดดินที่เล็กละเอียด (กรมพัฒนาที่ดิน. 2546: 42)

ตาราง 11 ผลการวิเคราะห์ทางเคมีของดินเหนียวท้องนาตำบลโคกโคเฒ่า อำเภอเมือง สุพรรณบุรี

สารประกอบ	ร้อยละ
Loss on Ignition	10.20
Silica	59.99
Alumina	19.96
Iron Oxide	4.21
Calcium Oxide	0.62
Magnesium Oxide	0.61
Sodium Oxide	0.41
Potassium Oxide	2.98
Manganese Oxide	0.02

ที่มา: กองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรธรณี

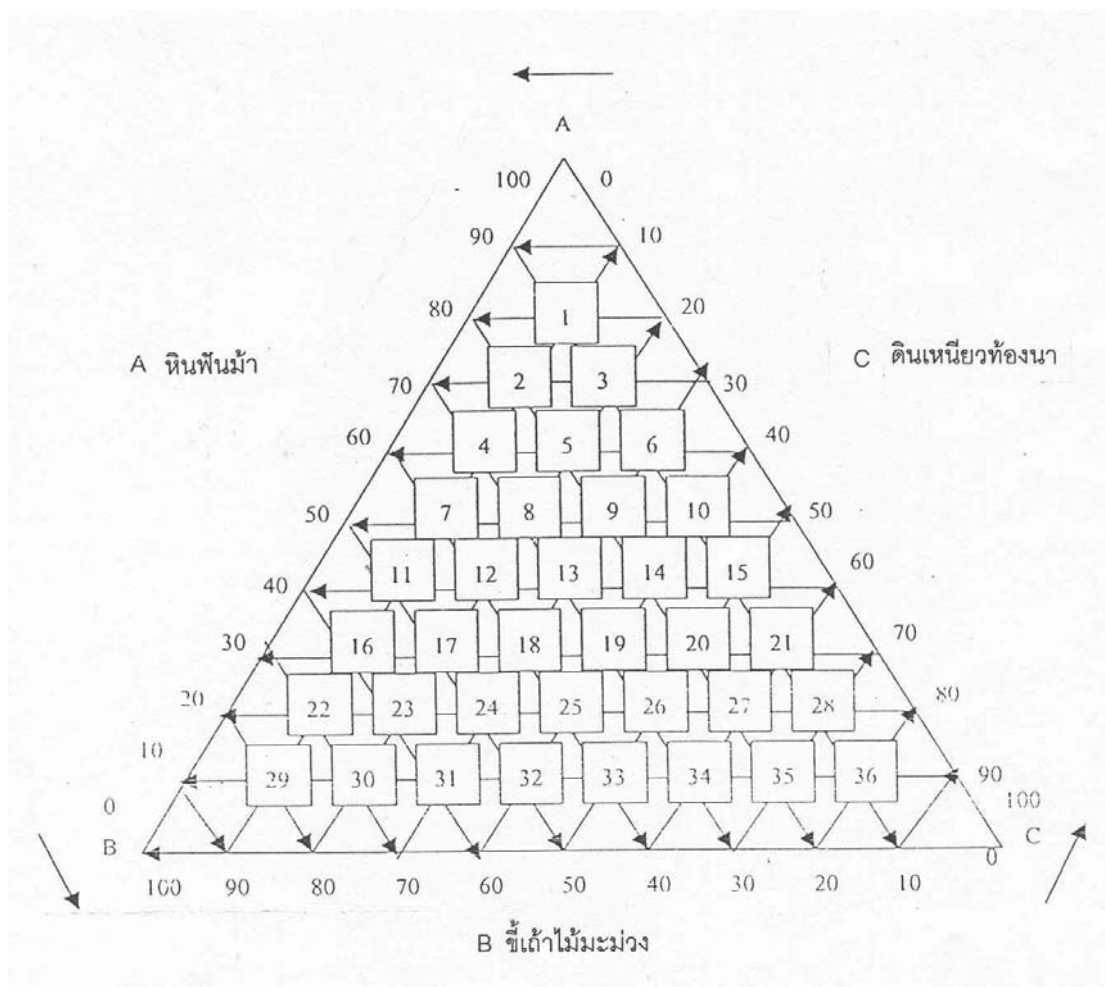
สรุป

จากคุณสมบัติทางกายภาพและผลวิเคราะห์ทางเคมีของเนื้อดินเหนียวในจังหวัดสุพรรณบุรี เบื้องต้น สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบในการเป็นส่วนผสมในการทำเคลือบซีเมนต์ได้ เนื่องจากคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินที่มีความละเอียดทำให้เกิดความเหนียว มีผลต่อการทำให้เคลือบหลอมตัวได้ง่ายขึ้น(สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์.2531:25) และในการทำเคลือบสีลาดลวดวัตถุดิบต้องมีความละเอียดมากๆ เพื่อให้เม็ดสีละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันหมด (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.2547:45) ทำให้ผิวเคลือบเรียบเนียน ในส่วนประกอบของสารเคมี ดินเหนียวมีสารอลูมินา ในปริมาณที่ทำให้เคลือบสามารถยึดเกาะผลิตภัณฑ์ได้ก่อนทำการเผาและมีปริมาณซิลิกาที่ทำให้เกิดเคลือบได้ง่ายในการเผาก็ทั้งมีสารเฟอริกออกไซด์ในปริมาณที่ไม่มากจนเกินไปซึ่งมีผลต่อสีในเคลือบที่หากมีมากเกินไปจะทำให้เกิดสีเขียวเข้มจนถึงดำอมน้ำตาล ในการเผารีดักชัน(ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.2547:25)

ผู้วิจัยได้เจาะจงเลือกดินเหนียวในตำบลโคกโคเฒ่าเนื่องจากคุณลักษณะทางกายภาพและอยู่ในโซนดินเดียวกับแหล่งดินที่มีการวิเคราะห์ทางเคมีของอำเภอเมืองสุพรรณบุรีกล่าวคือ มีความเหนียวมากเนื่องจากมีเม็ดดินที่ละเอียด มีสีดำถึงเทา และสามารถทำการขุดนำมาใช้ได้ง่ายเนื่องจากในพื้นที่มีการขุดหน้าดินขายทำให้ขั้นตอนการแต่งดินลดไปอีก ทั้งในพื้นที่บริเวณตำบลโคกโคเฒ่าในอดีตเคยมีการตั้งโรงงานผลิตอิฐแดงและจากการสำรวจคาดว่าดินในบริเวณนี้เป็นดินชนิดเดียวกับดินที่มีการใช้ทำเครื่องปั้นดินเผาบ้านเตาปูนในอดีต(กองโบราณคดี1)จึงสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ทั้งในด้านการทำเคลือบและการทำเนื้อดินปั้นในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาท้องถิ่นได้

6. การอ่านแผนภาพสามเหลี่ยมด้านเท่า (TRIAXIAL BLEND)

เคลือบที่ประกอบด้วยวัตถุดิบที่มากกว่า 2 ชนิด จะใช้งานได้ดีกว่า ทำการเคลือบบนชิ้นงานได้ง่ายกว่า มีความแน่นอนจากผลของการเผามากกว่า และมักมีช่วงการเผา (Firing ranges) กว้างกว่าเคลือบที่ผสมด้วยวัตถุดิบเพียง 2 ชนิด นอกจากนั้น เคลือบที่ผสมด้วยวัตถุดิบจำนวนตั้งแต่ 2-3 ชนิดขึ้นไป มักจะหลอมที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าเคลือบที่ใช้วัตถุดิบน้อยชนิดกว่า Triaxial Blend เป็นวิธีที่จะนำมาใช้หาสูตรเคลือบให้ดีขึ้นในด้านต่างๆ และมีความหลากหลายของสีผิว ความโปร่งแสง หรือทึบแสง เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานมากขึ้น (เสริมศักดิ์ นาคบัว . 2537 : 32)



ภาพประกอบ 2 แสดงวิธีการคำนวณหาอัตราส่วนส่วนผสมของน้ำเค็ม

วิธีการอ่านค่าตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า

ให้ A,B,C เป็นวัตถุดิบ 3 ชนิด

การหาค่าของวัตถุดิบ A ให้อ่านตามค่าแกนนอน (←) ค่าให้อ่านที่ด้าน A

การหาค่าของวัตถุดิบ B ให้อ่านตามค่าแกนนอน (↘) ที่ลากจากฐาน A ไปฐาน B ค่าให้อ่านที่ด้าน B

การหาค่าของวัตถุ C ให้อ่านตามค่าแกนนอน () ที่ลากจากฐาน A ไปฐาน B
ค่าที่อ่านที่ด้าน C

ค่าทั้ง 3 ค่า ที่อ่านได้จากตารางนี้ เมื่อรวมกันแล้วจะต้องได้ร้อยละ 100 พอดี ถ้าหากว่ารวมกัน
แล้วได้มากหรือน้อยกว่าร้อยละ 100 แสดงว่าอ่านค่าใดค่าหนึ่งผิด

เหตุที่ต้องเว้นระยะห่างไว้ 10 ส่วนเนื่องจากต้องการให้เห็นความแตกต่างของแต่ละสูตรเคลือบ
และสามารถทำการทดลองสูตรได้ละเอียดมากขึ้น

6. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเคลือบซีเมนต์จากพันธุ์ไม้ นานาชนิดเพื่อต้องการทราบถึงพันธุ์ไม้แต่ละชนิดที่สามารถ
นำมาทำเคลือบให้มีโชนสีเขียวเหมือนเคลือบเซลาดอน มีผิวเรียบเนียน มีความมันแวววาว โดยพันธุ์
ไม้แต่ละชนิดมีสารที่ทำให้เกิดสีต่างกัน จึงจำเป็นต้องศึกษางานวิจัยที่มีการทดลองทำเคลือบโดยใช้
ซีเมนต์แล้วผลออกมาตรงตามที่ได้กำหนดไว้ในกาทดลอง

จากงานวิจัยของ พิมพวัลค์ วัฒนภาส (นิสา มีชัยยา .2538: 42; อ้างอิงมาจาก พิมพวัลค์
วัฒนภาส) ได้ทำการทดลองเคลือบซีเมนต์จากเมล็ด โดยวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ หินฟันม้า
หินปูน ซีเมนต์ ใช้อุณหภูมิในการเผา 2 แบบคือระดับชั้นที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส และ
แบบออกซิเดชันที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส พบว่าเคลือบที่มีปริมาณเมล็ดที่สูงกว่าร้อยละ 40
ขึ้นไป ผิวเคลือบมีลักษณะพอง ในบริเวณที่มีซีเมนต์ร้อยละ 0-30 จะเป็นเคลือบใส ราน เมื่อ
นำไปเผาในบรรยากาศแบบระดับชั้นที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส จะได้เคลือบเซลาดอน บริเวณที่ดี
ที่สุดคือ ส่วนผสมที่มีหินฟันม้า ร้อยละ 40-60 และซีเมนต์ร้อยละ 0-30

นิสา มีชัยยา. (2538:52) ทำการทดลองเคลือบซีเมนต์จากอัตราส่วนผสมระหว่าง ซีเมนต์ยางพารา
หินฟันม้า ดินเหนียวท้องถิ่น และซีเมนต์เปลือกหอยแครง ได้เคลือบที่มีความใส มันวาว โดยเจาะสูตร
ที่มีหินฟันม้าร้อยละ 25-45 ขึ้นไปและซีเมนต์เปลือกหอยแครง ลดลงจากร้อยละ 25-5 และจะได้กลุ่มสี
เขียวเมื่อเผาในบรรยากาศระดับชั้น

เสริมศักดิ์ นาคบัว. (2536:12) ได้ทำการทดลองเคลือบซีเมนต์พืช หลายชนิด และมีผลการทดลอง
ออกมาสวยงาม มีความหลากหลายทั้งสีและพื้นผิว

เคลือบซีเมนต์มะพร้าว สูตรที่ให้สีเขียวที่สวยงาม จะมีอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ 3 ตัว คือ
โพแทสเซิลด์สป่า 34 ส่วน ซีเมนต์ทางมะพร้าว 33ส่วน และดินแดง 33ส่วน และเผาในบรรยากาศ
ระดับชั้น ในอุณหภูมิโคน 8-9 จะได้สีที่สวยงาม พื้นผิวที่น่าสนใจและเคลือบหลอมสมบูรณ์

เคลือบซีเมนต์มะขามเทศ สูตรที่ให้สีเขียวที่สวยงามจะมีอัตราส่วนผสมของ โพแทสเซิลด์สป่า
34 ส่วน ซีเมนต์มะขามเทศ 33 ส่วน ดินแดง 33 ส่วน เผาในบรรยากาศระดับชั้น ในอุณหภูมิโคน 9-10
จะได้ผิวเคลือบที่มันใส แวววาว มีสีเขียวมะกอก จนถึงเขียวเข้มซีเมนต์

เคลือบขี้เถ้าไม้ล้มลุกสาบเลื้อย สูตรที่ให้ผลสวยงาม ทั้งสีและพื้นผิว คือสูตรที่มีอัตราส่วนผสมของโพแทสเซียมฟอสเฟต 34 ส่วน ขี้เถ้าต้นสาบเลื้อย 33 ส่วน และดินแดง 33 ส่วน เฝ้าในบรรยากาศรีดักชัน ในอุณหภูมิโคน 8-9 (cone 8-9) จะได้สีที่สวยงาม และหากใช้ดินดำแทนดินแดงในสูตร จะได้เคลือบที่สวยงามแปลกตาออกไป

เอกสารต่างประเทศ

Bernard , Leach. (1960:171 – 175) ได้ทำการทดลองเคลือบขี้เถ้าไม้จำนวน 16 ชนิด โดยสูตรที่ให้เคลือบสีเขียวคือสูตรที่มีปริมาณของขี้เถ้าไม้ต่ำกว่า ร้อยละ 30 เฝ้าในอุณหภูมิโคน 8 – 10 ในบรรยากาศรีดักชัน และมีปริมาณของหินฟันม้าไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30 จะมีโทนสีเขียวอมเทา (Green-Grey) จนถึงสีเขียวมะกอก (Olive – Green)

Herbert H., Sandder. (1947:76) ได้ทำการทดลองเคลือบขี้เถ้าไม้จำนวน 4 ชนิด โดยเฝ้าในโคน 9 (cone 9) ในบรรยากาศออกซิเดชันแบบเดียว ผลที่ออกมาได้เคลือบสีเขียวเพียงชนิดเดียว เป็นสีเขียวอมเทา (Green – Grey) มีผิวมันวาวซึ่งใช้ขี้เถ้าไม้แอปริคอต (Apricot) แสดงว่าการทำเคลือบขี้เถ้าไม้หากเฝ้าในบรรยากาศออกซิเดชันจะไม่ได้เคลือบที่มีโทนสีเขียวส่วนมากจะเป็นสีน้ำตาลหรือสีเหลือง

สรุป

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเคลือบขี้เถ้าไม้ นั้น ขี้เถ้าที่นำมาใช้และให้ผลของเคลือบออกมาดีนั้นจะเป็นไม้ยืนต้นเนื้อแข็งมากกว่าขี้เถ้าจากไม้ล้มลุก และควรมีปริมาณเคลือบขี้เถ้าในสูตรเคลือบประมาณร้อยละ 30 – 50 และมีหินฟันม้าในปริมาณระหว่างร้อยละ 32-0 – 60 เคลือบที่ออกมาจึงจะให้ผลดี เหล็กออกไซด์ จะมีอิทธิพลต่อสีของเคลือบ และหากมีมากเกินไปอาจทำให้มีผลต่อการหลอมละลายของเคลือบ อีกทั้งในสูตรเคลือบที่มีปริมาณของอลูมินาในดินน้อยจะทำให้เคลือบหดตัวมาก การเฝ้าเคลือบควรเฝ้าทั้ง 2 บรรยากาศ คือออกซิเดชันและรีดักชัน เพื่อให้เห็นความแตกต่างของสีเคลือบ แต่ในการเฝ้าบรรยากาศรีดักชันจะให้สีที่สวยงามกว่าบรรยากาศออกซิเดชันและจะมีโทนสีเขียวที่สวยงาม การเฝ้าเคลือบควรใช้ไฟสูงอุณหภูมิระหว่าง 1,200 – 1,250 องศาเซลเซียส และที่สำคัญเคลือบที่ได้จากขี้เถ้าไม้ชนิดต่าง ๆ นั้นจะให้ลักษณะของผิวและสีที่ต่างกันออกไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองทำเคลือบซี้ได้จากอัตราส่วนผสมซี้เถ้าไม้มะม่วง, หินฟันม้า และดินเหนียวท้องถิ่น เพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์ มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. วัตถุดิบ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
2. ตัวแปรที่ศึกษา
3. การดำเนินการวิจัย
4. สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วัตถุดิบ วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือเครื่องใช้ในการวิจัย

1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1.1.1 ซี้เถ้าไม้มะม่วง เป็นมะม่วง อายุตั้งแต่ 3 ปีขึ้นไปอยู่สวนเดียวกัน เป็นพันธุ์เดียวกัน ที่ผ่านขั้นตอนการล้างทำความสะอาด แยกสิ่งสกปรกออกจนหมด มีความละเอียด 120 เมส

1.1.2 หินฟันม้าสำเร็จที่มีการบรรจุจำหน่ายในร้านขายวัตถุดิบในงานเครื่องปั้นดินเผา มีความละเอียด 325 เมส

1.1.3 ดินเหนียวท้องถิ่นบริเวณทุ่งลำยองตำบลโคกโคเฒ่า อำเภอเมือง สุพรรณบุรี ขุดลึกจากระดับผิวดิน 2 เมตร และผ่านขั้นตอนการเตรียมเนื้อดินจนสะอาด มีความละเอียด 120 เมส

1.2 อุปกรณ์ และเครื่องมือ ที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1.2.1 เครื่องชั่งระบบไฟฟ้า มีหน่วยเป็นกรัม และมิลลิกรัม

1.2.2 หม้ออบเคลือบขนาดความจุไม่เกิน 1 กิโลกรัม

1.2.3 โถรงบดเคลือบ

1.2.4 ตะแกรงร่อนขนาด 100 และ 120 เมส

1.2.5 ขึ้นทดลองที่ทำจากดินผสมสำเร็จรูปที่ผ่านการเผาดิบที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส

1.2.6 เตาเผาไฟฟ้าชนิดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ

1.2.7 เตาเผาแก๊ส

1.2.8 เทอร์โมคอปเปิล

1.2.9 เซกเกอร์โคน เบอร์ 7 (seger cone 7)

2. ตัวแปรที่ศึกษา การทดลองวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปร ดังนี้

2.1 ตัวแปรต้น คือ อัตราส่วนผสมเคลือบซีเมนต์ จำนวน 36 สูตร จากส่วนผสมระหว่างซีเมนต์ ไม้ มะม่วง หินฟันม้าและดินเหนียวท้องถิ่นจังหวัดสุพรรณบุรีโดยมีการกำหนดอัตราส่วนผสมจากแผนภาพ สามเหลี่ยมด้านเท่าและบรรยากาศที่ใช้ในการเผาซึ่งแบ่งออกเป็นบรรยากาศการเผาไหม้แบบ ออกซิเดชัน และบรรยากาศการเผาไหม้แบบรีดักชัน

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ลักษณะของเคลือบหลังทำการเผาในบรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชัน และบรรยากาศเผาไหม้แบบรีดักชัน

2.2.1 พื้นผิวของเคลือบ

2.2.1.1 ผิวเรียบเนียน

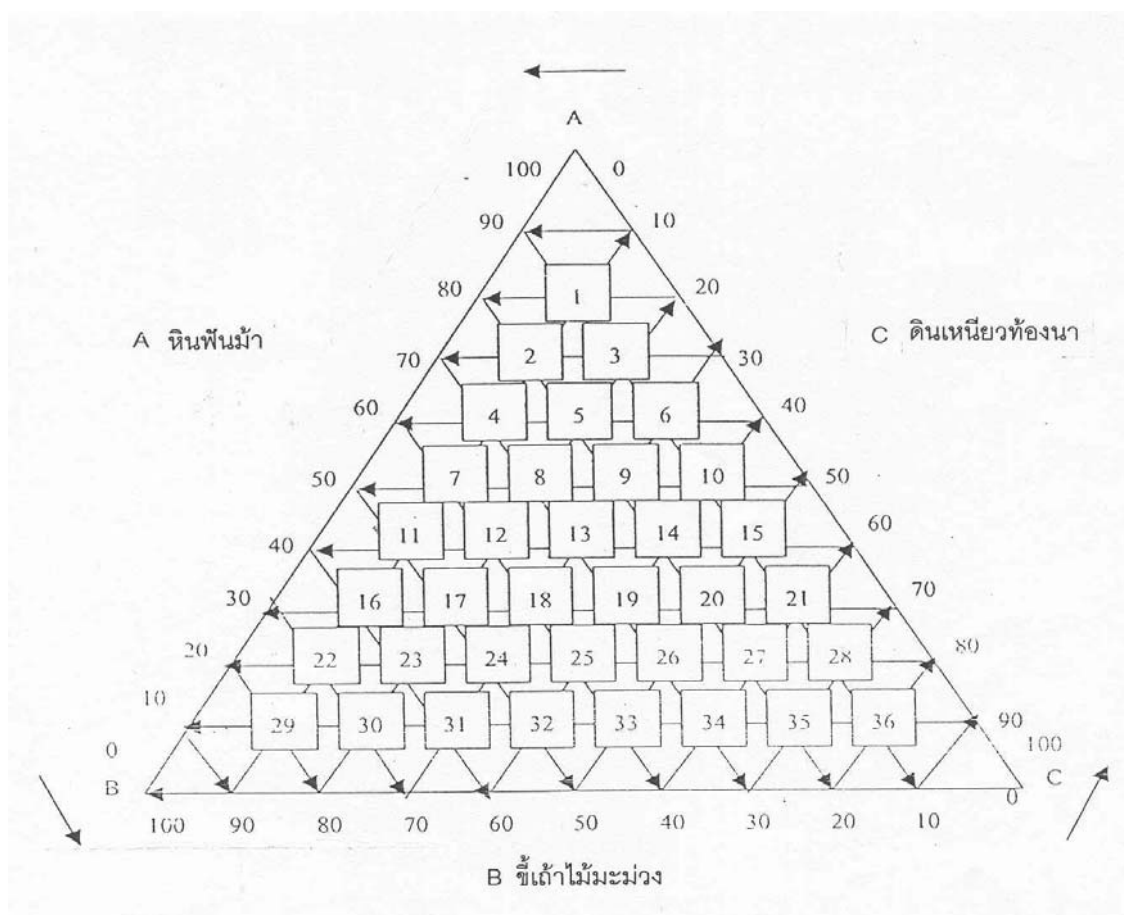
2.2.1.2 ผิวหยาบ

2.2.2 ความสมบูรณ์ของเคลือบ

2.2.2.1 เคลือบรานตัว

2.2.2.2 รูเข็ม

2.2.2.3 เคลือบแยกตัว



ภาพประกอบ 3 แสดงวิธีคำนวณหาอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ โดยใช้ตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าจำนวน 36 สูตร

หมายเหตุ กำหนดให้ค่าที่อ่านได้จากด้าน A แทน ดินเหนียวท้องถิ่น
กำหนดให้ค่าที่อ่านได้จากด้าน B แทน หินฟันม้า
กำหนดให้ค่าที่อ่านได้จากด้าน C แทน ขี้เถ้าไม้มะม่วง

หมายเลขที่อยู่ในช่องสี่เหลี่ยม หมายถึง การกำหนดอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด โดยจะอ่านค่าของวัตถุดิบตามทิศทางของลูกศรที่ปรากฏในแต่ละด้าน เช่น

สูตร ที่ 1 ดินเหนียวท้องถิ่น อ่านที่ด้าน A มีค่าเท่ากับ 80
หินฟันม้า อ่านที่ด้าน B มีค่าเท่ากับ 10
ขี้เถ้าไม้มะม่วง อ่านที่ด้าน C มีค่าเท่ากับ 10

ซึ่งวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด เมื่อนำค่าทั้ง 3 ด้านมารวมกันแล้ว จะต้องมียุทธศาสตร์เท่ากับ 100 เสมอ เมื่อกำหนดอัตราส่วนผสมได้แล้ว 36 อัตราส่วนผสม สามารถกำหนดค่าของดินเหนียวท้องถิ่น หินพื้นน้ำ และซีเมนต์ไม่มียุทธศาสตร์ ได้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 12 แสดงอัตราส่วนผสมของเคลือบซีเมนต์สำหรับผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาโดยการอ้างอิงจากภาพประกอบ 3

อัตราส่วนผสมที่ สูตรที่	วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมคิดเป็นจำนวนร้อยละ			
	หินพื้นน้ำ	ซีเมนต์ไม่มียุทธศาสตร์	ดินเหนียวท้องถิ่น	รวม
1	80	10	10	100
2	70	20	10	100
3	70	10	20	100
4	60	30	10	100
5	60	20	20	100
6	60	10	30	100
7	50	40	10	100
8	50	30	20	100
9	50	20	30	100
10	50	10	40	100
11	40	50	10	100
12	40	40	20	100
13	40	30	30	100
14	40	20	40	100
15	40	10	50	100
16	30	60	10	100
17	30	50	20	100
18	30	40	30	100
19	30	30	40	100
20	30	20	50	100
21	30	10	60	100

22	20	70	10	100
23	20	60	20	100
24	20	50	30	100
25	20	40	40	100

ตาราง12 (ต่อ)

อัตราส่วนผสมที่ สูตรที่	วัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมคิดเป็นจำนวนร้อยละ			
	หินพื้นม้า	ซีเมนต์มะม่วง	ดินเหนียวท้องถิ่น	รวม
26	20	30	50	100
27	20	20	60	100
28	20	10	70	100
29	10	80	10	100
30	10	70	20	100
31	10	60	30	100
32	10	50	40	100
33	10	40	50	100
34	10	30	60	100
35	10	20	70	100
36	10	10	80	100

หมายเหตุ

จากการผสมสูตรเคลือบโดยใช้ตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าจำนวน 36 สูตร จะทำให้เห็นเคลือบที่มีความหลากหลายทั้งพื้นผิวและสีของเคลือบ ซึ่งจะทำให้เราสามารถเลือกสูตรเคลือบไปใช้ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์และการใช้งาน และสูตรที่ไม่สมบูรณ์สามารถนำมาปรับปรุงแก้ไขใหม่ได้จึงไม่จำเป็นต้องทดลองสูตรที่คาดว่าจะออกมาสวยงามเท่านั้น

3. การดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเคลือบซีเมนต์จากอัตราส่วนผสมซีเมนต์มะม่วง, หินพื้นม้าและดินเหนียวท้องถิ่น เพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์ มี 2 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1

3.1 กำหนดอัตราส่วนผสมของเคลือบจากแผนภาพสามเหลี่ยมด้านเท่า จะได้อัตราส่วนผสมทั้งหมด 36 อัตราส่วนผสม

3.2 เตรียมวัตถุดิบ

3.2.1 ชี้นำไม้มะม่วง เตรียมโดยการนำไม้มะม่วงมาเผาให้ได้ชี้นำ แล้วนำมาผ่านขั้นตอนการทำความสะอาดล้างสิ่งสกปรกออกให้หมดตากแห้งแล้วนำมาเผาในเตาไฟฟ้าอีกครั้งที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส แล้วร่อนด้วยตะแกรงเบอร์ 120 เมส

3.2.2 หินปูนขาวจากเหมืองแร่อำเภอลาดหญ้าจังหวัดกาญจนบุรีที่ถูกเตรียมไว้ในลักษณะเป็นผงละเอียด ซึ่งใช้ในการค้าทั่วไป สามารถนำมาใช้ผสมในเคลือบได้ทันที

3.2.3 ดินเหนียวท้องถิ่นเตรียมโดยการขุดดินจากท้องถิ่นจากระดับผิวดิน 2 เมตร บริเวณตำบลโคกโคเต่า อำเภอมือง สุพรรณบุรี นำมาแยกสิ่งสกปรกล้างแล้วตากให้แห้งจึงนำมาบดให้ละเอียดจนเป็นผง ผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 120 เมส

3.3 ชั่งวัตถุดิบที่เตรียมไว้ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าที่มีความละเอียดจุดทศนิยม 2 ตำแหน่งตามอัตราส่วนผสมที่ได้จากแผนภาพสามเหลี่ยมด้านเท่า จำนวน 36 อัตราส่วนโดยมีอัตราส่วนผสมละ 40 กรัม

3.4 บดเคลือบโดยวิธีบดเปียกด้วยโถรงบดมีอนาน 20 นาที

3.5 กรองน้ำเคลือบด้วยตะแกรงขนาด 100 เมส

3.6 เตรียมชั้นทดลองที่ขึ้นรูปจากดินผสมสำเร็จรูปจากบริษัทคอมพาวด์เดลย์ ที่ผ่านการเผาดิบที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส

3.7 นำชั้นทดลองไปชุบเคลือบ โดยวิธีการจุ่มอัตราส่วนผสมละ 6 ชั้น จะได้ชั้นทดลองจำนวน 216 ชั้นทดลอง แบ่งเป็น 2 ชุด เพื่อเผาใน 2 บรรยากาศ

3.8 นำชั้นทดลองไปเผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส โดยชั้นทดลอง ชุดที่ 1 นำไปเผาในบรรยากาศออกซิเดชันในเตาไฟฟ้า และชุดที่ 2 นำไปเผาในบรรยากาศรีดักชันในเตาแก๊ส

3.9 นำชั้นทดลองทั้งหมด 216 ชิ้นไปประเมินผล โดยผู้เชี่ยวชาญ ตามตารางประเมินผล

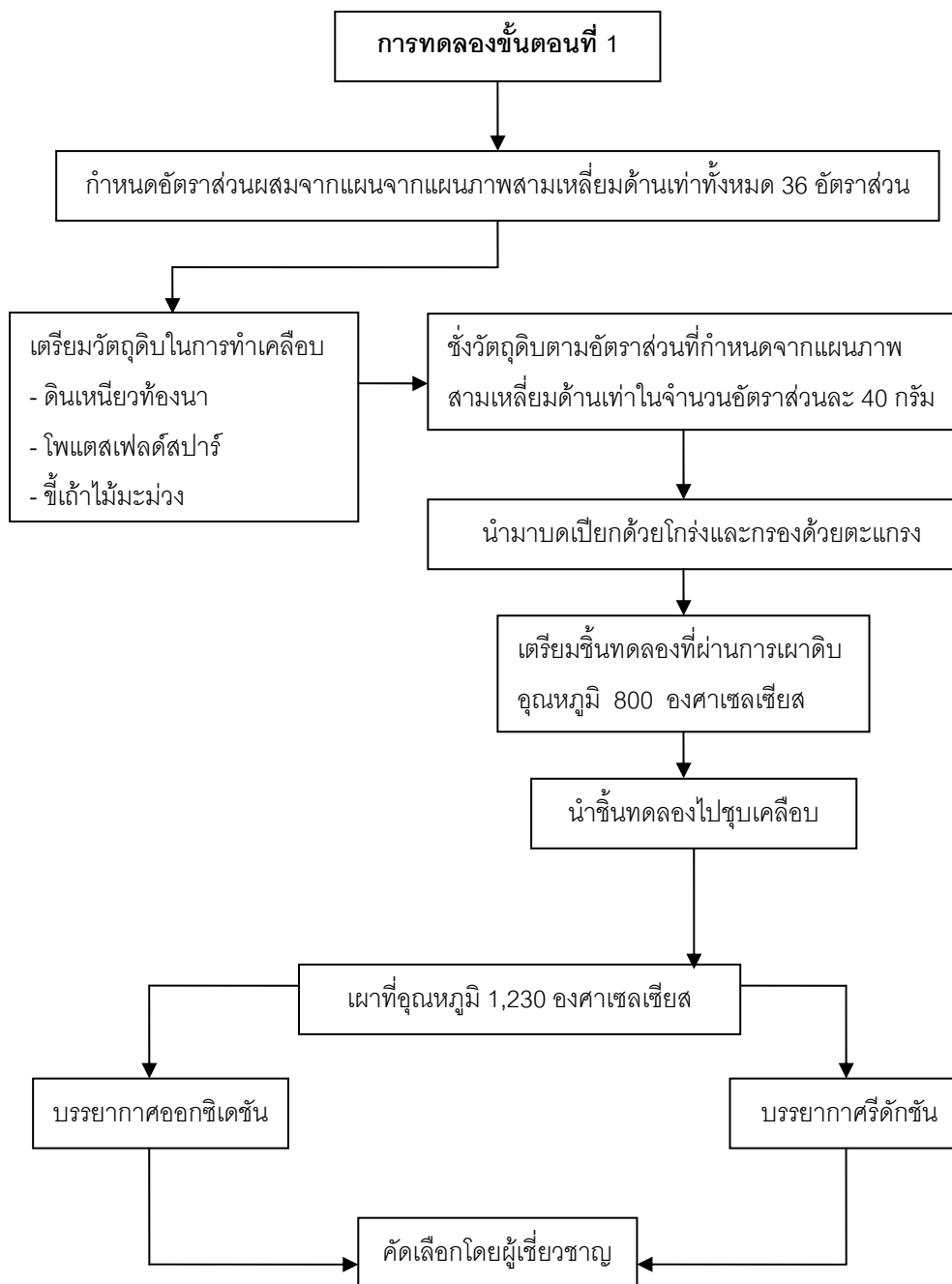
ขั้นตอนที่ 2

3.10 เลือกอัตราส่วนผสมของเคลือบที่ดีที่สุดจากผลการวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญนำมาคำนวณปริมาณของเคลือบให้เพิ่มขึ้นและบดเคลือบในหม้อบดเคลือบขนาดเล็ก ใช้เวลา 6 ชั่วโมง

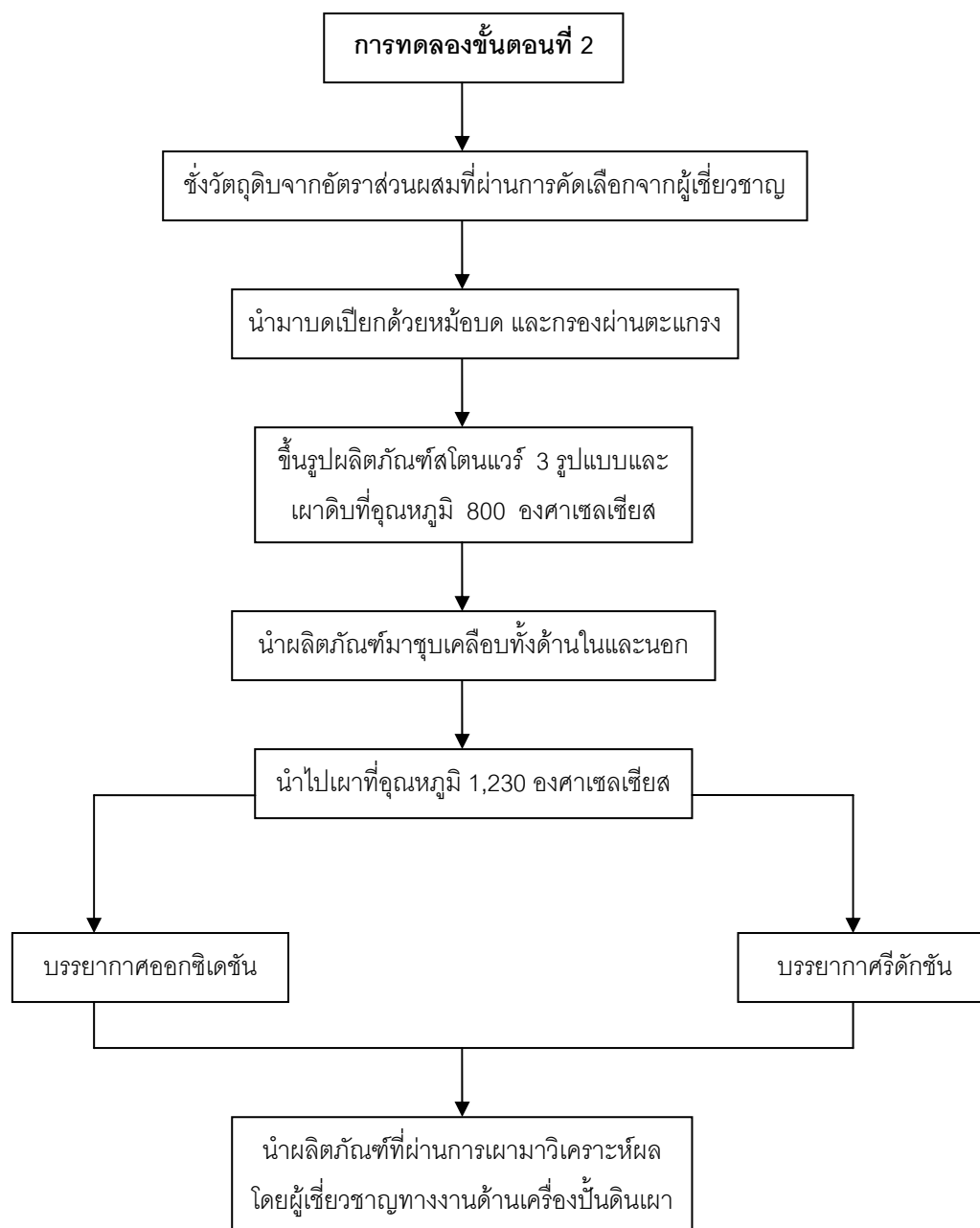
3.11 ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์ 3 รูปแบบเพื่อนำไปเผาในแต่ละบรรยากาศ

3.12 นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาดิบมาชุบเคลือบ ด้านใน และด้านนอกทั้งหมด

3.13 นำไปเผาในบรรยากาศออกซิเดชันในเตาไฟฟ้า และเผาในบรรยากาศรีดักชันในเตาแก๊ส และให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน



ภาพประกอบ 4 แผนภูมิแสดงลำดับการทดลองขั้นตอนที่ 1



ภาพประกอบ 5 แผนภูมิแสดงลำดับการทดลองขั้นตอนที่ 2

4. สถานที่ และเวลาที่ใช้ในการทดลอง

4.1 ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยใช้สถานที่ทำการทดลองคือห้องปฏิบัติการเครื่องปั้นดินเผาวิทยาลัยช่างศิลป์ จังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งได้ใช้เป็นสถานที่เตรียมวัตถุดิบ และใช้เตาเผาไฟฟ้า และเตาแก๊สในการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน และบรรยากาศแบบรีดักชัน

4.2 ระยะเวลาที่ทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการเตรียมวัตถุดิบและทดลองเป็นระยะเวลา 5 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน – สิงหาคม 2548

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองครั้งนี้ผู้ทดลองได้ทำการประเมินข้อมูลตามตารางการทดลองที่กำหนดขึ้นมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ในขั้นตอนที่1เป็นการประเมินลักษณะของเคลือบทั้ง 36 อัตราส่วน จำนวน 216 ชิ้นทดลองจากการเผาทั้ง2บรรยากาศโดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบโดยสายตาแล้วจึงคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด3 สูตรจากจำนวน 36 สูตร เพื่อนำไปเคลือบผลิตภัณฑ์จริงโดยใช้ตารางในการวิเคราะห์ผล มีรายละเอียดดังนี้

5.1.1 การประเมินการหลอมตัวของเคลือบ โดยแบ่งออกเป็นเกณฑ์ดังนี้

5.1.1.1 เคลือบไม่หลอมตัว

5.1.1.2 เคลือบด้าน

5.1.1.3 เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน

5.1.1.4 เคลือบมันวาว

5.1.2 การประเมินสีของแผ่นทดสอบที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ทั้ง 2 บรรยากาศ มีผลของสารปฏิกิริยาให้สีที่ออกมาและความเข้ม-อ่อน ของสีเคลือบตามสายตาที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นตามที่ผลการทดลองปรากฏ

5.2 ในขั้นตอนที่2 เป็นการประเมินคุณภาพของเคลือบของผลิตภัณฑ์ 3 รูปแบบจำนวน 18 ชิ้นงานที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ทั้ง 2 บรรยากาศ โดยผู้เชี่ยวชาญในงานด้านเครื่องปั้นดินเผาตรวจสอบโดยใช้ตารางการประเมินด้วยสายตามีรายละเอียดดังนี้

5.2.1 การประเมินคุณภาพของเคลือบด้านพื้นผิวของเคลือบที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ทั้ง 2 บรรยากาศ แบ่งออกเป็น

5.2.1.1 ผิวเคลือบ เรียบเนียน

5.2.1.2 ผิวเคลือบหยาบ

5.2.2 การประเมินคุณภาพของเคลือบด้านความสมบูรณ์ของเคลือบหลังการเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ทั้ง 2 บรรยากาศ แบ่งออกเป็น

5.2.2.1 เคลือบรานตัว คือการรานเป็นตาข่ายบนผิวผลิตภัณฑ์มีระยะห่างของเส้นที่กว้างทำให้ผลิตภัณฑ์ดูไม่สวยงามและยอมรับไม่ได้

5.2.2.2 รูเข็ม เป็นจุดขนาดเล็กบนผิวเคลือบมีจำนวนที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดความไม่สวยงามและยอมรับไม่ได้

5.2.2.3 เคลือบแยกตัว เป็นตำหนิที่ไม่ควรพบบนผิวผลิตภัณฑ์หรือหากพบควรมีขนาดไม่เกิน 0.5 เซนติเมตรหรืออยู่ในจุดที่ยอมรับได้และไม่ทำให้ความสวยงามของผลิตภัณฑ์ลดน้อยลง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์ผลโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 ท่าน ซึ่งเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาเครื่องเคลือบดินเผา จำนวน 3 ท่าน และอีก 1 ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการทำธุรกิจด้านเครื่องเคลือบดินเผา โดยทำการประเมินผลการทดลองตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การทดลองอัตราส่วนผสมเคลือบซีเถ้าจำนวน 36 สูตร แบ่งเป็น 2 ชุดเพื่อทดลองเผาที่ 2 บรรยากาศ จึงให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลโดยแบ่งการประเมินข้อมูลดังนี้

1. การหลอมตัวของเคลือบ
 - 1.1 เคลือบมันวาว
 - 1.2 เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน
 - 1.3 เคลือบด้าน
 - 1.4 เคลือบไม่หลอมตัว
2. สีของเคลือบ

หลังการวิเคราะห์ข้อมูลจึงให้ผู้เชี่ยวชาญเลือกสูตรที่ดี จำนวน 3 สูตร โดยใช้การลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อไปเคลือบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 รูปแบบที่ต่างกันเพื่อวิเคราะห์ผลในด้านอื่น

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินคุณภาพของเคลือบผลิตภัณฑ์ โดยการนำเคลือบทั้ง 3 สูตรไปเคลือบผลิตภัณฑ์ สูตรละ 3 รูปแบบที่ต่างกันแบ่งเป็น 2 ชุดเพื่อทดลองเผาที่ 2 บรรยากาศ จึงให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินผลโดยแบ่งการประเมินข้อมูลดังนี้

1. พื้นผิวของเคลือบ
 - 1.1 ผิวเรียบเนียน
 - 1.2 ผิวหยาบ
2. ความสมบูรณ์ของเคลือบ
 - 2.1 เคลือบรานตัว
 - 2.2 รูขุม
 - 2.3 เคลือบแยกตัว

ตาราง 13 สรุปผลการประเมินลักษณะของเคสลับซี่เก้า จำนวน 36 สูตร

สูตรที่			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
การหลอมตัวของเคสลับ	0	A	A	A	A	A	A	A	A					A	A			A	A	A																			
		B										B									B	B							B							B			
		C									C	C												C	C	C	C	C	C		C	C	C	C	C	C		C	C
		D															D																						
	R	A	A	A	A	A	A		A	A	A		A	A	A			A	A	A	A					A	A						A	A					
		B							B				B				B	B						B	B	B			B	B	B	B		B			B		
		C																																			C	C	C
		D																																					
สีของเคสลับ	O		☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒		
			☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	
			☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
☐ ☐			☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	

- | | | |
|----------------------------------|--|--|
| A หมายถึง เคสลับมันวาว | B หมายถึง เคสลับกึ่งมันกึ่งด้าน | □ หมายถึง เมาออกซิเดชั่น เคสลับมีการร้าว |
| C หมายถึง เคสลับด้าน | D หมายถึง เคสลับไม่หลอมตัว | ■ หมายถึง เมารีดักชั่น เคสลับมีการร้าว |
| ☒ หมายถึง เคสลับ เขียวอมฟ้า | ☒ หมายถึง เคสลับ สีเขียวอ่อน | ☑ หมายถึง เคสลับ สีเขียวเข้ม |
| □ หมายถึง เคสลับ สีน้ำตาลอมเขียว | ☒ หมายถึง เคสลับ สีเหลืองอ่อนจุดน้ำตาล | |
| ■ หมายถึง เคสลับ สีครีม | ■ หมายถึง เคสลับ สีครีมจุดน้ำตาล | ☒ หมายถึง เคสลับ สีน้ำตาลอ่อนจุดน้ำตาลเข้ม |
| ◇ หมายถึง เคสลับ สีน้ำตาลเข้ม | ◇ หมายถึง เคสลับ สีน้ำตาลเข้มจุดขาว | ○ หมายถึง เคสลับ สีเหลืองจุดน้ำตาล |
| ☒ หมายถึง เคสลับ สีน้ำตาลอ่อน | ☒ หมายถึง เคสลับ สีน้ำตาลเข้ม | ☒ หมายถึง เคสลับ สีน้ำตาลเข้มจุด |
| ☒ หมายถึง เคสลับ สีเหลืองอ่อนตัว | ◆ หมายถึง เคสลับ สีเหลือง | ☒ หมายถึง เคสลับ สีน้ำตาล |

ตาราง 14 สรุปผลการประเมินคุณภาพของเคลือบซีเมนต์ จากผลิตภัณฑ์ 3 รูปแบบ

สูตรที่	รูปแบบที่	พื้นผิวของเคลือบ		ความสมบูรณ์ของเคลือบ						หมายเหตุ	
		OF	RF	OF			RF				
				เคลือบรานตัว	รูเข็ม	เคลือบแยกตัว	เคลือบราน	รูเข็ม	เคลือบแยกตัว		
8	3	เรียบเนียนมันวาว	เรียบเนียนมันวาว	✓			✓			ผิวร่วนเป็นเส้นเล็กตาเล็ก	
	2	เรียบเนียนมันวาว	เรียบเนียนมันวาว	✓			✓				
	1	เรียบเนียนมันวาว	เรียบเนียนมันวาว	✓			✓				
13	3	เรียบเนียนมันวาว	เรียบเนียนมันวาว	✓			✓				
	2	เรียบเนียนมันวาว	เรียบเนียนมันวาว	✓			✓				
	1	เรียบเนียนมันวาว	เรียบเนียนมันวาว	✓			✓				
20	3	เรียบมันเป็นบางจุด	เรียบมันเป็นบางจุด		✓	✓			✓		
	2	เรียบมันเป็นบางจุด	เรียบมันเป็นบางจุด			✓			✓		
	1	เรียบมันเป็นบางจุด	เรียบมันเป็นบางจุด			✓			✓		

ตอนที่ 1 การทดลองอัตราส่วนผสมเคลือบซีเมนต์ นำวัตถุดิบมาชั่งตามอัตราส่วนทั้งหมด 36 สูตร ชุปลงบนพื้นทดลองจำนวน 216 ชิ้นแบ่งเป็น 2 ชุด นำไปเผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ที่บรรยากาศออกซิเดชันและรีดักชัน ในด้านการหลอมตัวของเคลือบโดยใช้ลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่าน ดังตาราง 15

ตาราง 15 ค่าเฉลี่ยของการประเมินผลการทดลองขั้นตอนที่ 1 ในด้านการหลอมตัวของเคลือบใน

. บรรยากาศแบบ ออกซิเดชันและรีดักชันโดยการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

สูตรที่	การหลอมตัวของเคลือบ									
	บรรยากาศออกซิเดชัน (OF)					บรรยากาศรีดักชัน (RF)				
	เคลือบ มันวาว	เคลือบ กึ่งมันกึ่ง ด้าน	เคลือบ ด้าน	เคลือบไม่ หลอมตัว	หมายเหตุ (เคลือบ ราน)	เคลือบ มันวาว	เคลือบกึ่ง มันกึ่งด้าน	เคลือบ ด้าน	เคลือบไม่ หลอมตัว	หมายเหตุ (เคลือบราน)
1.				✓	✓	✓				✓
2.				✓	✓	✓				✓
3.				✓	✓	✓				✓
4.				✓	✓	✓				✓
5.				✓	✓	✓				✓
6.				✓		✓				
7.				✓	✓	✓				✓
8.				✓	✓	✓				✓
9.		✓						✓		
10.		✓						✓		
11.			✓		✓		✓			✓
12.				✓	✓	✓				✓
13.				✓	✓	✓				✓
14.										
15.	✓								✓	
16.				✓		✓				
17.				✓	✓	✓				✓
18.				✓	✓	✓				✓
19.			✓				✓			
20.			✓				✓			

ตาราง 15 (ต่อ)

สูตรที่	การหลอมตัวของเคลือบ									
	บรรยากาศออกซิเดชัน (OF)					บรรยากาศรีดักชัน (RF)				
	เคลือบ มันวาว	เคลือบ กึ่งมันกึ่ง ด้าน	เคลือบ ด้าน	เคลือบไม่ หลอมตัว	หมายเหตุ (เคลือบ ราน)	เคลือบมัน วาว	เคลือบ กึ่งมันกึ่ง ด้าน	เคลือบ ด้าน	เคลือบไม่ หลอมตัว	หมายเหตุ (เคลือบราน)
21.			✓				✓			
22.			✓				✓			
23.			✓			✓				✓
24.			✓			✓				
25.			✓				✓			
26.			✓				✓			
27.		✓					✓			✓
28.			✓				✓			✓
29.			✓						✓	✓
30.			✓				✓			
31.			✓			✓				
32.			✓			✓				
33.			✓				✓			
34.		✓						✓		
35.			✓					✓		
36.			✓					✓		

จากตาราง 15. แสดงผลการประเมินผลการทดลองอัตราส่วนผสมเคลือบที่เข้าจากไม้มะม่วง ดินเหนียวท้องถิ่น และหินฟันม้า เเผที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ด้านการหลอมตัวของเคลือบ

ในบรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชัน พบว่าในด้านการหลอมตัวของเคลือบ สูตรที่เคลือบมีความมันวาวได้แก่สูตรที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,12,15,16,17 และ 18 สูตรที่เคลือบกึ่งมันกึ่งด้านได้แก่สูตรที่ 11,1,20 และ 34. สูตรที่เคลือบด้านได้แก่สูตรที่ 9,10,21,22,23,24,25,26,28,29,30,31,32,33,35. และ 36 สูตรที่เคลือบไม่หลอมได้แก่สูตรที่ 15. ในลักษณะของเคลือบที่รานตัวได้แก่สูตรที่ 1,2,3,4,5,7,8,11,12,13,17 และ 18 ในบรรยากาศเผาไหม้แบบรีดักชันพบว่าในด้านการหลอมตัวของเคลือบ สูตรที่เคลือบมีความมันวาวได้แก่สูตรที่ 1,2,3,4,5,6,8,9,11,12,13,16,17,18,19,23,24,31 และ 32 สูตรที่เคลือบกึ่งมันกึ่งด้านได้แก่สูตรที่ 7,10,14,15,20,21,22,25,26,27,28,30 และ 33. สูตรที่

เคลือบด้านได้แก่สูตรที่ 34,35 และ 36 สูตรที่ไม่หลอมตัวได้แก่สูตรที่ 29, ในลักษณะของเคลือบที่รานตัวได้แก่สูตรที่ 1,2,3,4,5,7,8,9,11,12,13,16,17,18,19,22,23,24,25,29,30,31, และ 32

ตาราง 16 ค่าเฉลี่ยของการประเมินผลการทดลองขั้นตอนที่ 1 ในด้านสีของเคลือบในบรรยากาศแบบ .

. ออกซิเดชัน และรีดักชัน โดยการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

สูตรที่	สีของเคลือบ	
	บรรยากาศออกซิเดชัน (OF)	บรรยากาศรีดักชัน (RF)
1	ครีมจุดน้ำตาล	เขียวอมฟ้า
2.	ครีมจุดน้ำตาล	เขียวอมฟ้า
3	ครีมจุดน้ำตาล	เขียวอ่อน
4	ครีมจุดน้ำตาล	เขียวอมฟ้า
5.	ครีมจุดน้ำตาล	เขียวอ่อน
6.	น้ำตาลอ่อนจุดน้ำตาลเข้ม	น้ำตาลอ่อน
7.	ครีมจุดน้ำตาล	เขียวอมฟ้า
8	เหลืองอ่อนจุดน้ำตาล	เขียวอ่อน
9	เหลืองอ่อนจุดน้ำตาล	เขียวเข้ม
10.	น้ำตาลเข้ม	น้ำตาลอ่อน
11.	ครีม	เขียวอมฟ้า
12.	เหลืองอ่อน	เขียวอมฟ้า
13.	เหลืองอ่อนจุดน้ำตาล	เขียวเข้ม
14.	เหลืองอ่อนจุดน้ำตาล	น้ำตาลอ่อน
15.	น้ำตาลเข้ม	น้ำตาลเข้ม
16.	ครีม	เขียวอมฟ้า
17.	เหลืองอ่อน	เขียวอ่อน
18.	เหลืองอ่อนจุดน้ำตาล	เขียวอ่อน
19.	เหลืองอ่อนจุดน้ำตาล	เขียวเข้ม
20.	น้ำตาลเข้มจุดขาว	น้ำตาลเข้มจุดดำ
21.	น้ำตาล	น้ำตาล
22.	ครีม	เขียวอ่อน
23.	เหลือง	เขียวอ่อน

ตาราง16 (ต่อ)

สูตรที่	สีของเคลือบ	
	บรรยากาศออกซิเดชัน (OF)	บรรยากาศรีดักชัน (RF)
24.	เหลือง	เขียวอ่อน
25.	เหลืองจุดน้ำตาล	เขียวเข้ม
26.	เหลืองจุดน้ำตาล	เขียวเข้ม
27.	น้ำตาลเข้ม	น้ำตาลเข้ม
28.	ครีมจุดน้ำตาล	น้ำตาลเข้ม
29.	ครีม	เขียวอ่อน
30.	เหลืองอ่อน	เขียวอ่อน
31.	เหลืองอ่อน	เขียวอ่อน
32.	เหลืองอ่อน	เขียวเข้ม
33.	เหลืองอ่อน	เขียวเข้ม
34.	น้ำตาลอ่อนจุดน้ำตาลเข้ม	เขียวเข้ม
35.	น้ำตาลเข้ม	น้ำตาลเข้ม
36.	น้ำตาล	น้ำตาล

จากตาราง 16. แสดงผลประเมินการทดลองอัตราส่วนผสมเคลือบสีได้จากไม้มะม่วง ดินเหนียว ท้องนา และหินปูนม้า เเผที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ด้านสีของเคลือบ

ในบรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชัน ในด้านสีของเคลือบที่ปรากฏ สูตรที่มีสีครีมจุดน้ำตาล ได้แก่สูตรที่ 1,2,3,4,5. และ 7 สูตรที่มีสีครีมได้แก่สูตรที่ 11,16,22 และ 29 สูตรที่มีสีเหลืองอ่อนได้แก่สูตรที่ 12,17,23,24,30,31,32 และ 33.สูตรที่มีสีเหลืองอ่อนจุดน้ำตาลได้แก่สูตรที่ 8,9,13,18,19,25 และ 26 สูตรที่มีสีน้ำตาลได้แก่สูตรที่ 21,28 และ 36 สูตรที่มีสีน้ำตาลเข้มได้แก่สูตรที่ 10,15,27.และ 35 ส่วนสูตรที่ 20 มีสีน้ำตาลเข้มจุดเขียว

ในบรรยากาศเผาไหม้แบบรีดักชัน ในด้านสีของเคลือบที่ปรากฏสูตรที่มีสีเขียวอมฟ้าได้แก่สูตรที่ 1,2,4,7,11 และ 16 สูตรที่มีสีเขียวอ่อนได้แก่สูตรที่ 3,5,8,12,17,18,22,23,24,29,30 และ 31 สูตรที่มีสีเขียวเข้มได้แก่สูตรที่ 9,13,19,25,26,32, และ 33 สูตรที่มีสีน้ำตาลอ่อนได้แก่สูตรที่ 6,10,และ 14 สูตรที่มีสีน้ำตาลได้แก่สูตรที่ 21 และ 36 สูตรที่มีสีน้ำตาลเข้มได้แก่สูตรที่ 15,27 และ 35 สูตรที่ 20 มีสีน้ำตาลเข้มจุดดำและสูตรที่ 34 มีสีน้ำตาลอมเขียว

ในการประเมินผลการทดลองอัตราส่วนผสมเคลือบซีเมนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญได้คัดเลือกสูตรที่จะนำไปเคลือบผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ จำนวน 3 สูตร ได้แก่ 8. ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของหินพื้นม้าร้อยละ 50 ซีเมนต์ไม่มะม่วง ร้อยละ 30 และดินเหนียวท้องถิ่นร้อยละ 20 ซีเมนต์ สูตรที่ 13 ซึ่งมีอัตราส่วนผสมของหินพื้นม้าร้อยละ 40 ซีเมนต์ไม่มะม่วงร้อยละ 30 และดินเหนียวท้องถิ่นร้อยละ 30 สูตรที่ 20 มีอัตราส่วนผสมของหินพื้นม้าร้อยละ 30 ซีเมนต์ไม่มะม่วงร้อยละ 20 และดินเหนียวท้องถิ่นร้อยละ 50. เนื่องจากลักษณะของเคลือบที่หลอมตัวเป็นมันวาวในสูตรที่ 8 และ 13 และสูตรที่ 20 มีเคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน และต้องการนำสูตรที่มีอัตราส่วนผสมของดินเหนียวท้องถิ่นในปริมาณมากนำมาเคลือบผลิตภัณฑ์สโตนแวร์

ตอนที่ 2 ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ ที่เคลือบผลิตภัณฑ์จากเคลือบซีเมนต์สูตรที่ผู้เชี่ยวชาญคัดเลือก จำนวน 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 8, 13 และ สูตรที่ 20 เผาในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส แบ่งเป็น 2 ชุด เพื่อเผาใน 2 บรรยากาศ จึงให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของเคลือบในด้านพื้นผิวของเคลือบและความสมบูรณ์ของเคลือบ

ตาราง 17 ค่าเฉลี่ยของผลการประเมินคุณภาพของเคลือบซีเมนต์ ที่เคลือบผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ ในด้านพื้นผิวของเคลือบในบรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชันและรีดักชัน

สูตรที่	ผลิตภัณฑ์รูปแบบที่	พื้นผิวของเคลือบ	
		บรรยากาศออกซิเดชัน (OF)	บรรยากาศรีดักชัน (RF)
8.	1	ผิวเรียบเป็นมันวาว	ผิวเรียบเป็นมันวาว
	2	ผิวเรียบเป็นมันวาว	ผิวเรียบเป็นมันวาว
	3	ผิวเรียบเป็นมันวาว	ผิวเรียบเป็นมันวาว
13.	1	ผิวเรียบเป็นมันวาว	ผิวเรียบเป็นมันวาว
	2	ผิวเรียบเป็นมันวาว	ผิวเรียบเป็นมันวาว
	3	ผิวเรียบเป็นมันวาว	ผิวเรียบเป็นมันวาว
20	1	เรียบมันเป็นบางจุด	เรียบมันเป็นบางจุด
	2	เรียบมันเป็นบางจุด	เรียบมันเป็นบางจุด
	3	เรียบมันเป็นบางจุด	เรียบมันเป็นบางจุด

จากตาราง 17 แสดงผลการประเมินคุณภาพของเคลือบซีเมนต์ที่เคลือบผลิตภัณฑ์ชนิดสโตนแวร์ เเผที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสด้านพื้นผิวของเคลือบ

ในบรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชัน พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 รูปแบบที่เคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยเคลือบสูตรที่ 8 และ 13 มีลักษณะผิวเรียบเป็นมันวาว ส่วนสูตรที่ 20 ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 รูปแบบมีลักษณะผิวเคลือบที่เรียบมันเป็นบางจุด

ในบรรยากาศเผาไหม้แบบรีดักชัน ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 รูปแบบที่เคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยเคลือบสูตรที่ 8 และ 13 มีลักษณะผิวเคลือบที่เรียบเป็นมันวาวส่วนสูตรที่ 20 ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 รูปแบบ มีลักษณะผิวที่เรียบมันเป็นบางจุด

ตาราง 18 ค่าเฉลี่ยของผลการประเมินคุณภาพของเคลือบซีเมนต์ที่เคลือบผลิตภัณฑ์ชนิดสโตนแวร์ . ด้านความสมบูรณ์ของเคลือบ ใน บรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชันและรีดักชัน

สูตร ที่	ผลิตภัณฑ์ รูปแบบ ที่	ความสมบูรณ์ของเคลือบ							
		บรรยากาศออกซิเดชัน (OF)				บรรยากาศรีดักชัน (RF)			
		เคลือบ รานตัว	รูเข็ม	เคลือบ แยกตัว	หมายเหตุ	เคลือบ รานตัว	รูเข็ม	เคลือบ แยกตัว	หมายเหตุ
8	1	✓			ผิวราน เป็นเส้น เล็กตา เล็ก	✓			ผิวรานเป็นเส้น เล็กตาเล็ก
	2	✓				✓			
	3	✓				✓			
13	1	✓				✓			
	2	✓				✓			
	3	✓				✓			
20	1		✓	✓				✓	
	2			✓				✓	
	3			✓				✓	

จากตาราง 18 แสดงผลการประเมินคุณภาพของเคลือบซีเมนต์ที่เคลือบผลิตภัณฑ์ชนิดสโตนแวร์ เเผที่ อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ด้านความสมบูรณ์ของเคลือบ

ในบรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชัน ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 รูปแบบที่เคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยเคลือบสูตรที่ 8 และ 13 มีรอยตำหนิเคลือบรานทั้งหมด ผิวรานเป็นเส้นเล็กบางและมีขนาดตาเล็ก ในสูตรที่

20 ผลิตรักข์ทั้ง 3 รูปแบบพบเคลือบแยกตัวทั้งหมดและมีปริมาณที่กระจายไปทั่วผลิตรักข์
ผลิตรักข์รูปแบบที่ 1 ยังมีการพบตำหนิรูเข็มขนาดเล็กกระจายอยู่เล็กน้อย

ในบรรยากาศเผาไหม้แบบรีดักชันพบว่า ผลิตรักข์ทั้ง 3 รูปแบบ ที่เคลือบผลิตรักข์ด้วย
เคลือบสูตรที่ 8 และ 13 มีรอยตำหนิเคลือบรานทั้งหมด ผิวนานเป็นเส้นเล็กบางและมีขนาดตาเล็ก ใน
สูตรที่ 20 ผลิตรักข์ทั้ง 3 รูปแบบพบเคลือบแยกตัวทั้งหมดและมีปริมาณที่กระจายไปทั่วผลิตรักข์

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายและข้อเสนอแนะ

การทดลองเคลื่อนย้ายเข้าจากอัตราส่วนผสมเข้าไม้มะม่วง หินพันม้าและดินเหนียวท้องนาเพื่อเคลื่อนผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์ได้ดำเนินการดังนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมเคลื่อนย้ายเข้า จากส่วนผสมไม้มะม่วง หินพันม้า และดินเหนียวท้องนา สำหรับเคลื่อนผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์

2. เพื่อประเมินคุณภาพของเคลื่อนย้ายเข้า จากส่วนผสมไม้มะม่วง หินพันม้าและดินเหนียวท้องนา สำหรับเคลื่อนผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์

สมมุติฐานงานวิจัย

เคลื่อนย้ายเข้าจำนวน 3 สูตรที่ดีที่สุดโดยการเลือกของผู้เชี่ยวชาญ จากเข้าไม้มะม่วง หินพันม้า และดินเหนียวท้องนา เเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศแบบออกซิเดชันและรีดักชัน ได้เคลื่อนย้ายที่หลอมตัวสมบูรณ์ มีผิวเรียบเนียนใสเป็นมันวาวมีความสวยงามสามารถนำไปเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์

1. ตัวแปรต้นได้แก่

1.1 อัตราส่วนผสมเคลื่อนย้ายเข้าจำนวน 36 สูตร จากอัตราส่วนผสมระหว่าง เข้าไม้มะม่วง หินพันม้า และดินเหนียวท้องนา โดยกำหนดอัตราส่วนผสมจากแผนภาพสามเหลี่ยมด้านเท่า

1.2 บรรยากาศในการเผาไหม้

1.2.1 บรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชัน (OF)

1.2.2 บรรยากาศเผาไหม้แบบรีดักชัน (RF)

2. ตัวแปรตาม ได้แก่คุณภาพของเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ชนิดสโตนแวร์

2.1 พื้นผิวของเคลื่อนย้าย

2.1.1 ผิวเรียบเนียน

2.1.2 ผิวหยาบ

2.2 ความสมบูรณ์ของเคลื่อนย้าย

2.2.1 เคลือบรานตัว

2.2.2 รูเข็ม

2.2.3 เคลือบแยกตัว

วัตถุดิบ เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย

1. ชี้เถ้าไม้มะม่วง
2. หินพันม้า
3. ดินเหนียวท้องถิ่น
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า
5. ตะแกรงร่อนขนาด 100 และ 120 เมช
6. หม้ออบเคลือบขนาดความจุไม่เกิน 1 กิโลกรัม
7. โถร่งบดเคลือบ
8. เตาเผาไฟฟ้าชนิดควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ
9. เตาเผาแก๊ส

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งการวิจัยเป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การทดลองอัตราส่วนผสมเคลือบชี้เถ้าและประเมินลักษณะของเคลือบ

1. เตรียมวัตถุดิบ ชี้เถ้าไม้มะม่วง หินพันม้า และดินเหนียวท้องถิ่น
2. นำวัตถุดิบมาชั่งตามตารางอัตราส่วนผสมจำนวน 36 อัตราส่วนผสม
3. นำส่วนผสมที่ได้บดในโถร่งนาน 20 นาที แล้วกรองผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช
4. ขึ้นรูปขึ้นทดลองจากดินสโตนแวร์เผาดิบที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส
5. นำขึ้นทดลองมาเคลือบด้วยวิธีการจุ่มอัตราส่วนละ 6 ขึ้นทดลองแบ่งออกเป็น 2 ชุด เพื่อ

นำไปเผาใน 2 บรรยากาศในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส

6. นำขึ้นทดลองที่ผ่านการเผาเคลือบทั้ง 2 ชุด มาคัดเลือกด้วยสายตาของผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการนำไปเคลือบผลิตภัณฑ์สโตนแวร์

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินคุณภาพของเคลือบผลิตภัณฑ์สโตนแวร์

1. ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ 3 รูปแบบที่ต่างกัน จากดินสโตนแวร์และนำไปเผาดิบที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส
2. นำอัตราส่วนของเคลือบที่คัดเลือกโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 สูตรมาซึ่งเพิ่มปริมาณอัตราส่วนละ 1 กิโลกรัม
3. นำผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ มาเคลือบด้วยวิธีการจุ่ม สูตรละ 6 ขึ้นผลิตภัณฑ์ ทุกรูปแบบ แบ่งออกเป็น 2 ชุด เพื่อเผาใน 2 บรรยากาศ

4. นำผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ที่ผ่านการเผาเคลือบในอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสมาประเมิน โดยใช้แบบประเมินด้วยสายตาของผู้เชี่ยวชาญเพื่อหาความสมบูรณ์ของเคลือบ

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยอัตราส่วนผสมเคลือบที่เถ้าจากไม้มะม่วง หินฟันม้า และดินเหนียวท้องถิ่นเพื่อเคลือบ ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์ นำมาเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศ ออกซิเดชัน และรีดักชัน แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การประเมินลักษณะของเคลือบที่เถ้า จำนวน 36 สูตรเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ใน 2 บรรยากาศที่ต่างกัน

1. ด้านการหลอมตัวของเคลือบ

1.1. ในบรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชัน เคลือบที่มีมันวาวคือสูตรที่

1,2,3,4,5,6,7,8,12,13,16,17, และ 18 เคลือบที่มันวาวด้านคืออัตราส่วนที่ 11,19,20, และ 34 เคลือบที่ด้านคือสูตรที่ 9,10,21,22,23,24,25,26,28,29,30,31,32,33,35, และ 36 เคลือบไม่หลอมคือสูตรที่ 15 เคลือบที่มีการร้าวคือสูตรที่ 1,2,3,4,5,7,8,11,12,13,17 และ 18

1.1 ในบรรยากาศเผาไหม้แบบรีดักชัน เคลือบที่มีมันวาวคือสูตรที่

1,2,3,4,5,6,8,9,11,12,13,16,17,18,19,23,24,31, และ 32 เคลือบที่มันวาวด้านคืออัตราส่วนที่ 7,10,14,15,20,21,22,25,26,27,28,30, และ 33 เคลือบที่ด้านคือสูตรที่ 34,35 และ 36 เคลือบไม่หลอมคือสูตรที่ 29, เคลือบที่มีการร้าวคือสูตรที่ 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 29, 30, 31, 32 และ 36

2. ด้านสีของเคลือบ

2.1 ในบรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชัน เคลือบที่มีสีครีมจุดน้ำตาลได้แก่สูตรที่

1,2,3,4,5, และ 7 สูตรที่มีสีครีมได้แก่สูตรที่ 11,16,22 และ 29 สูตรที่มีสีเหลืองอ่อนได้แก่สูตรที่ 12,17,23,24,30,31,32 และ 33 สูตรที่มีสีเหลืองอ่อนจุดน้ำตาลคือสูตรที่ 8,9,13,18,19,25 และ 26 สูตรที่มีสีน้ำตาลได้แก่สูตรที่ 21,28 และ 36 สูตรที่มีสีน้ำตาลเข้มได้แก่สูตรที่ 10,15,27 และ 35 สูตรที่ 20 มีสีน้ำตาลเข้มจุดเขียว

2.2 ในบรรยากาศเผาไหม้แบบรีดักชัน สูตรที่มีสีเขียวอมฟ้าได้แก่สูตรที่ 1,2,4,7,11 และ 16

สูตรที่มีสีเขียวอ่อนได้แก่สูตรที่ 3,5,8,12,17,18,22,23,24,29,30 และ 31 สูตรที่มีสีเขียวเขียวได้แก่สูตรที่ 9,13,19,25,26,32 และ 33 สูตรที่มีสีน้ำตาลอ่อนได้แก่สูตรที่ 6,10 และ 14, สูตรที่มีสีน้ำตาลได้แก่สูตรที่ 21 และ 36 สูตรที่มีสีน้ำตาลเข้มได้แก่สูตรที่ 15,27 และ 35 สูตรที่ 20 มีสีน้ำตาลเข้มจุดดำและสูตรที่ 34 มีสีน้ำตาลอมเขียว

หลังจากทำการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ใน 2 บรรยากาศ จึงให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินและคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมจำนวน 3 สูตร เพื่อนำไปเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์ 3 รูปแบบที่ต่างกันเพื่อประเมินผลิตภัณฑ์ในด้านพื้นผิวของเคลือบ และความสมบูรณ์ของเคลือบ ซึ่งอัตราส่วนที่ผู้เชี่ยวชาญคัดเลือก คือ อัตราส่วนที่ 8 มีอัตราส่วนผสมของซีเมนต์มะม่วงร้อยละ 30 หินฟันม้าร้อยละ 50 และดินเหนียวท้องถิ่นร้อยละ 20 อัตราส่วน 13 มีอัตราส่วนผสมของซีเมนต์มะม่วงร้อยละ 30 หินฟันม้าร้อยละ 40 และดินเหนียวท้องถิ่นร้อยละ 30 สูตรที่ 20 มีอัตราส่วนผสมของซีเมนต์มะม่วงร้อยละ 20 หินฟันม้าร้อยละ 30 และดินเหนียวท้องถิ่นร้อยละ 50

ขั้นตอนที่ 2. การประเมินคุณภาพของเคลือบผลิตภัณฑ์ชนิดสโตนแวร์ ที่เคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยเคลือบซีเมนต์สูตรละ 3 รูปแบบแบ่งเผาใน 2 บรรยากาศ แล้วประเมินผลการทดลองในด้านพื้นผิวของเคลือบ และความสมบูรณ์ของเคลือบ

1 ด้านพื้นผิวของเคลือบ

1.1 ในบรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชัน ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 รูปแบบที่เคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยสูตรที่ 8 และ 13 มีลักษณะผิวเคลือบที่เรียบเนียนเป็นมันวาว ส่วนสูตรที่ 20 ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 รูปแบบมีลักษณะผิวเคลือบที่เรียบมันเป็นบางจุด

1.2 ในบรรยากาศเผาไหม้แบบรีดักชัน ในด้านลักษณะของผิวเคลือบ ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 รูปแบบที่เคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยสูตรที่ 8 และ 13 มีลักษณะผิวเคลือบที่เรียบเนียน เป็นมันวาว ส่วนสูตรที่ 20 ผลิตภัณฑ์ ทั้ง 3 รูปแบบมีลักษณะผิวเคลือบที่เรียบมันเป็นบางจุด

2. ด้านความสมบูรณ์ของเคลือบ

2.1 ในบรรยากาศเผาไหม้แบบออกซิเดชัน ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 รูปแบบที่เคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยสูตรที่ 8 และ 13 พบตำหนิเคลือบร้าวทั้งหมด ในสูตรที่ 20 ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 รูปแบบพบตำหนิเคลือบแยกตัวทั้งหมด ในรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ 1 ยังพบตำหนิรูเข็มผสมอยู่

2.2 ในบรรยากาศเผาไหม้แบบรีดักชัน ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 รูปแบบที่เคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยสูตรที่ 8 และ 13 พบตำหนิเคลือบร้าวทั้งหมด ในสูตรที่ 20 ผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 รูปแบบพบตำหนิเคลือบแยกตัวทั้งหมด

สรุป

1. ด้านการหลอมตัวของเคลือบ เคลือบที่ทำการเผาไหม้ที่บรรยากาศแบบรีดักชันเคลือบจะมีการหลอมตัวที่ดีกว่าการเผาแบบออกซิเดชัน
2. ด้านสีของเคลือบ เคลือบในการเผาแบบรีดักชันจะให้สีที่ต่างกันทั้ง 36 สูตรและสวยงามกว่าการเผาแบบออกซิเดชัน

3. ด้านพื้นผิวของเคลือบ เคลือบที่เผาในบรรยากาศแบบรีดักชันจะมีพื้นผิวที่เรียบเนียนกว่า การเผาแบบรีดักชัน ในเคลือบที่มีอัตราส่วนผสมของดินเหนียวท้องถิ่นในปริมาณที่สูงจะทำให้ผิวเคลือบไม่เรียบ
4. ด้านความสมบูรณ์ของเคลือบ เคลือบที่มีอัตราส่วนผสมของดินเหนียวท้องถิ่นในปริมาณที่สูงจะทำให้เคลือบเกิดปัญหาได้ง่าย

อภิปรายผล

1. ด้านการหลอมตัวของเคลือบ จากการประเมินผลการทดลองพบว่าเคลือบที่มีอัตราส่วนผสมของ หินฟันม้าและซีเถ้าไม่มะม่วงร้อยละ 20-80 และดินเหนียวท้องถิ่นสัดส่วนที่น้อยจะทำให้เคลือบมีการหลอมตัวที่ดี เคลือบมีความมันวาวทั้ง 2 บรรยากาศเนื่องจากหินฟันม้าและซีเถ้าไม่มะม่วงมีคุณสมบัติเป็นต่าง ทำหน้าที่เป็นตัวหลอมละลายในเคลือบ น้ำเคลือบหลอมละลายเร็วขึ้นทำให้เคลือบมีผิวเรียบ(ไพจิตร อิงศิริวัฒน์:2547.162) มีความมันวาวสูงโดยเฉพาะสูตรที่ 1-8 ซึ่งมีปริมาณของหินฟันม้าในสูตรเคลือบปริมาณที่สูง ในทางตรงกันข้ามอัตราส่วนผสมที่มีดินเหนียวท้องถิ่นในปริมาณที่มากร้อยละ 50-80 จะทำให้เกิดเคลือบด้านหรือไม่หลอมได้ เนื่องจากในดินดินเหนียวท้องถิ่นมีปริมาณของซิลิกาที่สูงและบางส่วนในซีเถ้าไม่มะม่วงซึ่งมีคุณสมบัติเป็นกรด ทำหน้าที่เป็นตัวทนไฟ หากไม่ถึงอุณหภูมิที่หลอมก็จะทำให้เคลือบไม่หลอมหรือเคลือบด้านได้ สูตรที่เคลือบกึ่งมันกึ่งด้านอาจจะเนื่องมาจากเผาเคลือบยังไม่ถึงจุดสุกตัว หากได้เพิ่มอุณหภูมิในการเผาน่าจะดีกว่านี้ จากผลการทดลองเคลือบด้านหลายสูตรมีการหลอมตัวดี ผิวเรียบเนียนแสดงว่าถึงจุดหลอมละลาย ซึ่งอาจเกิดจากการตกผลึกของซิงค์ออกไซด์ ขณะที่เคลือบเย็นตัวลงช้า ๆ (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์: 2547.187) และบรรยากาศในการเผาแบบรีดักชันยังทำให้เคลือบหลายสูตรมีความมันวาวกว่า การเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน

2. ด้านสีของเคลือบ สีเคลือบที่เผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะมีโทนสีครีม เหลืองอ่อน น้ำตาลแดงจนน้ำตาลเข้ม ในสูตรที่มีปริมาณของหินฟันม้าอยู่มาก นอกจากจะทำให้เคลือบหลอมละลายเป็นมันวาว สีที่เกิดจะเป็นโทนครีม-เหลืองอ่อนเนื่องจากสารโพแทสเซียม คาร์บอเนต ในหินฟันม้าซึ่งแตกต่างกันไปตามแหล่งกำเนิด เช่น สีขาว เหลือง และชมพูเป็นต้น ซึ่งผลการทดลองสูตรเคลือบที่ได้มีสีโทนครีม-เหลืองอ่อน มีถึง 25 สูตร สูตรที่มีปริมาณของดินเหนียวท้องถิ่นในปริมาณที่มาก จะทำให้เกิดสีโทนน้ำตาล-น้ำตาลเข้ม เนื่องจากในดินมีสารเฟอร์ริกออกไซด์ในปริมาณที่มาก ทำให้เคลือบมีน้ำตาลแดง-น้ำตาลเข้ม เนื่องจากเฟอร์ริกออกไซด์เป็นสารให้สีในเคลือบ ในบางจุดกระ บนผิวเคลือบ คาดว่ามาจากการบดเคลือบสูตรที่มีปริมาณมากของดินเหนียวท้องถิ่นสูงไม่ละเอียดพอ ทำให้เม็ดดินที่ใหญ่อหลอมละลายไม่ทัน เม็ดดินละเอียดจึงเกิดจุดกระบนผิวเคลือบ สีเคลือบที่เผาในบรรยากาศ

รีดักชัน ในแต่ละสูตรจะมีสีที่แตกต่างกัน บ้างเล็กน้อย ในเรื่องน้ำหนักอ่อนแก่ โทนสีที่ปรากฏจะมีโทนสีเขียวฟ้า ,เขียวอ่อน เขียวเข้ม เขียวขี้ม้า และน้ำตาลแดง ถึงน้ำตาลเข้ม สูตรที่มีปริมาณของหินฟันม้าสูงจะทำให้เกิดสีเขียวอมฟ้าได้แก่สูตรที่ 1,2,4,7,11,16,22 ในสูตรที่มีปริมาณของซีเมนต์มะม่วงและดินเหนียวท้องถิ่นในปริมาณเท่า ๆ กันหรือลดหลั่นลงมาจะทำให้เกิดสีเขียวอ่อนจนถึงเขียวเข้มหรือเขียวขี้ม้า เนื่องจาก เฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3) ที่พบในซีเมนต์มะม่วงและดินเหนียวท้องถิ่นเมื่อเผาในบรรยากาศแบบรีดักชันจะเกิดการเปลี่ยนแปลงกลายเป็นเหล็กดำ (FeO Ferrous oxide) หากมีปริมาณร้อยละ 1-2 จะทำให้เกิดสีเขียวเขลาดอนหรือสีเขียวอ่อนหากใช้ในปริมาณมากถึงร้อยละ 10-15 จะทำให้เกิดสีน้ำตาลอมดำ สีดำหรือสีสนิม เหมือนในสูตรที่ 15,20,21,27,28,35,36 หากมีปริมาณเฟอร์ริกออกไซด์น้อยลงมากก็จะกลายเป็นเขียวขี้ม้า หรือเขียวอมน้ำตาล การเผาในบรรยากาศรีดักชันเคลือบที่ได้จะมีความหลากหลายและสวยงามกว่าการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน ซึ่งคุณภาพของการเผาเคลือบเปลี่ยนไปขึ้นอยู่กับชนิดของเตาเผา เช่น เตาแก๊ส เตาไฟฟ้า คุณสมบัติของเตาเผาแต่ละชนิดหรือคนละบริษัท รวมทั้งการวางตำแหน่งชิ้นงาน มีผลต่อสีที่อาจเปลี่ยนแปลงได้

3. ด้านพื้นผิวของเคลือบ ในการเผาแบบออกซิเดชัน เคลือบหลายสูตรมีพื้นผิวเรียบเนียนแม้จะเป็นเคลือบด้านหรือกึ่งมันกึ่งด้าน เนื่องจากเคลือบมีการหลอมตัวที่สมบูรณ์ดี เพียงแต่มีสารที่ทำให้ปฏิกิริยาในการตกผลึกเป็นผ้าที่บังผิวเคลือบในสูตรที่มีปริมาณของดินเหนียวท้องถิ่นที่สูงบางสูตรไม่หลอมตัวหรือหลอมไม่เต็มที่ทำให้ผิวเคลือบ หยาบ บางสูตรอาจมีผิวเป็นเม็ดสะดุดเกิดจากขนาดของเม็ดดินที่ใหญ่ทำให้หลอมตัวได้ช้าทำให้เกิดเป็นเม็ด ในสูตรที่ 1 และ 10 เป็นลักษณะผิวเคลือบที่เป็นหลุมพองทั่วผิวเคลือบเกิดจากการระเหยของแก๊สขณะที่เคลือบเริ่มเย็นตัวทำให้เกิดเคลือบพอง ในบรรยากาศเผาไหม้แบบรีดักชันหลายสูตรมีผิวที่เรียบเนียนบางสูตรอาจพบเป็นเม็ดละเอียดกระจายอยู่ทั่วผิวในสูตรที่ 22 และ 29 พบผิวมีลักษณะแตกกร่อนเป็นแผ่นบางส่วนเรียบ อาจเกิดจากการจุ่มเคลือบที่บางส่วนหนามากเกินไป

4. ด้านความสมบูรณ์ของเคลือบ ในการเผาแบบออกซิเดชัน หลายสูตรมีการรานตัวที่เคลือบเป็นลักษณะตาข่ายขนาดเล็กทั่วผิวเคลือบ โดยจะเห็นชัดในสูตรที่มีปริมาณของหินฟันม้าที่มาก ส่วนในสูตรที่มีหินฟันม้าน้อยการรานตัวจะเกิดเฉพาะบริเวณที่มีเคลือบหนา และมีขนาดเล็กจนมองเห็นได้ยาก ในสูตรที่มีปริมาณของดินเหนียวท้องถิ่นมากจะไม่พบการรานตัว ในสูตรที่ 28 และ 36 มีการพบเคลือบไม่ติดเนื่องจากมีปริมาณของดินเหนียวมากจนไม่เกาะผิว ในการเผาแบบรีดักชัน พบมีการรานตัวในหลายสูตร บางสูตรในออกซิเดชันการรานตัวไม่เด่นชัดก็จะชัดขึ้นในการเผาแบบรีดักชัน เส้นที่รานมีขนาดเล็กและเห็นตัดกับสีรอบข้างอย่างเด่นชัด แต่ในสูตรที่มีปริมาณของดินเหนียวท้องถิ่นไปปริมาณที่มากยังไม่พบการราน การรานในเคลือบเนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของเนื้อดินและเคลือบไม่เท่ากัน เกิดจากในสูตรที่เคลือบมีปริมาณของหินฟันม้าอยู่มาก ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การ

ขยายตัวหลังเผาสูงมากถึงร้อยละ 11-12 ทำให้เคลือบขยายตัวดันกันแตกเป็นลายละเอียด(ไฟจิตร อิงศิริวัฒน์:2547.126) หลังนำสูตรที่คัดเลือกโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 สูตรคือสูตรที่ 8 ,13 และ 20 หลังการเผาทั้ง 2 บรรยากาศพบว่าสูตรที่ 8 และ 13 ไม่พบตำหนิใด ๆ นอกจากการร้าวตัวของเคลือบ ในสูตรที่ 20 ไม่พบการร้าวแต่เกิดตำหนิเคลือบหลุด หรือเคลือบหนึ่ กระจายตัวทั่วผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์รูปแบบที่ 2 จะพบมากทั่วผลิตภัณฑ์ เนื่องจากอาจมีการบิดเคลือบนานเกินไป เพราะในขั้นตอนทดลองเคลือบบนชิ้นทดลองไม่พบการเกิดตำหนิ หากแต่ใช้การบิดในโกร่งจึงมีความหยาบอยู่บ้าง และอาจเกิดจากการเคลือบหนาเกินไป และค่าถ่วงจำเพาะของเคลือบที่สูงทำให้เคลือบมีความชื้นเพราะมีดินผสมอยู่มาก เมื่อเคลือบจึงหนากว่าปกติ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ตำแหน่งของการวางผลิตภัณฑ์ในเตาเผา ตำแหน่งที่ต่างกันมีส่วนทำให้สีของเคลือบต่างกันบ้างเล็กน้อย จึงควรทดสอบในจุดต่างๆของเตาที่จะเผางานจริง
2. ในช่วงของการเผาอุณหภูมิที่กำหนดควรมีการเย็นไฟ (Soaking) จะช่วยให้อุณหภูมิภายในเตาสม่ำเสมอทั่วทั้งเตา และสามารถลดข้อผิดพลาดในการเผาลดลงได้ อีกทั้งยังทำเคลือบมีความมันวาวขึ้น.
3. เคลือบที่เข้าที่วิจัยหลายสูตรมีการร้าวเกิดขึ้น หากต้องการให้การร้าวหายไปควรเพิ่มทัลก์ (Talc) หรือซิลิกาในสูตรจะลดอัตราการร้าวตัวลงได้
4. ในสูตรที่มีอัตราส่วนผสมของดินเหนียวท้องถิ่นปริมาณมากควรคำนึงถึงค่าความชื้นของเคลือบ และคำนึงถึงการบิดเคลือบที่ควรใช้เวลานานกว่าการบิดวัตถุดิบตัวอื่น
5. การเคลือบผิวผลิตภัณฑ์แต่ละวิธีที่ต่างกันผลของเคลือบที่ออกมาจะต่างกันด้วย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการทดลองช่วงอุณหภูมิการเผาที่แตกต่างกันเช่น 1,100-1,250 องศาเซลเซียส เพื่อการศึกษาลักษณะของเคลือบที่อุณหภูมิต่างกันซึ่งผลที่ออกมาจะมีความหลากหลายเพิ่มขึ้น และควรกำหนดจุดในการทดลองให้มากขึ้น
2. ควรทดลองเผาเคลือบในเตาเผาแบบอื่นหรือบริษัทผลิตอื่นๆ เนื่องจากแต่ละเตาเผาอาจจะให้ผลการเผาที่แตกต่างกัน
3. ควรมีการทดลองนำวัตถุดิบในท้องถิ่นชนิดอื่นๆมาประยุกต์ใช้ในการทำเคลือบโดยคำนึงถึงปริมาณสำรองของวัตถุดิบ ซึ่งสามารถลดต้นทุนการผลิตได้อีกทั้งวัตถุดิบชนิดเดียวกันแต่อยู่ต่างพื้นที่ ผลการทดลองอาจต่างกัน

4. เคลือบขี้เถ้าจากไม้มะม่วง หินปูนขาว และดินเหนียวทำองานมีสีที่ได้จากสารในวัตถุดิบ หากต้องการให้มีสีสรรค์ที่ต่างไปควรมีการเติมอีกไซค์ให้สีลงไปในอัตราส่วนผสม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมพัฒนาที่ดิน.(2546).คู่มือการจัดการดินกับพืชเศรษฐกิจสำหรับเกษตรกรอำเภอเมืองสุพรรณบุรี

สุพรรณบุรี : สถานีพัฒนาที่ดินจังหวัดสุพรรณบุรี .

กรมส่งเสริมการเกษตร . (2544). สถิติการปลูกไม้ยืนต้นไม้ผล ประจำปี 2544 .กรุงเทพฯ:ศูนย์

สารสนเทศการเกษตร .

กรมศิลปากร. (2545). เครื่องปั้นดินเผาบ้านบางขุน.กรุงเทพฯ.สำนักงานศิลปากรที่2 สุพรรณบุรี

กฤตยาวัลย์ พินิจดำนกลาง. (2542) .การทดลองทำสีได้เคลือบที่ใช้กับเคลือบใสอุณหภูมิ

1,230 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชันและรีดักชัน. ปรินิพนธ์

กศ.ม.(อุตสาหกรรมศึกษา).กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ถ่ายสำเนา.

ทวี พรหมพฤกษ์. (2525) .เตาและการเผาเตา. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : จงเจริญการพิมพ์.

นิสา มีชัยยา. (2538) .การทดลองทำเคลือบสีเถ้าจากอัตราส่วนผสมระหว่างสีเถ้าไม้ยางพารา หินฟันม้า

. ดินเหนียวท้องถิ่น และสีเถ้าเปลือกหอยแครง.ปรินิพนธ์. กศ.ม.(อุตสาหกรรมศึกษา) . .

. . กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายสำเนา

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ . (2530) .เคลือบเซรามิก. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ . (2535) .เซรามิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 3.กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

ป.เหมชะญาติ . (2517) . วิธีดูอายุลายคราม – เบญจรงค์ . กรุงเทพฯ : อักษรสมัย .

ไพจิตร อิงศิริวัฒน์ . (2537) .รวมสูตรเคลือบเซรามิกส์ . กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์ .

_____ (2541) .เนื้อดินเซรามิกส์ . กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์ .

_____ (2546) .สีเซรามิก . กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์ .

มนู ไปสมบุญ . (2544) . คู่มือการผลิตมะม่วงคุณภาพดี. กรุงเทพฯ. กรมส่งเสริมการเกษตร.

วิจิตร วังใน . (2529) . มะม่วง . กรุงเทพฯ : ศรีสมบัติการพิมพ์.

ลดดา พันธุ์สุขุมธนา และ ชลัย ศรีสุข.(2546 กันยายน – ธันวาคม).ตามมาตุการพัฒนาเคลือบสีเถ้าไม้.

. ยาง . เซรามิก . 7(17) : 59-63 .

เสริมศักดิ์ นาคบัว . (2536) . เคลือบสีเถ้าพืช . กรุงเทพฯ : เจ พิล์ม โปรเซส .

สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ . (2531) . น้ำเคลือบเครื่องปั้นดินเผา . กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช .

- สิริลักษณ์ ทองลิ้ม . (2545) . การศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ สำหรับชิ้นส่วนนำ
 . ร่องเส้นด้าย . ปริญญาณีพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา) . กรุงเทพฯ . บัณฑิตวิทยาลัย ..
 . มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ . ถ่ายสำเนา .
- อายุวัฒน์ สว่างผล . (2543) . วัตถุประสงค์ที่ใช้แพร่หลายในงานเซรามิก . กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์ .
- Sander , Herbert H . (1974) . *Glazes for Special Effects* : Guptill Publications, New York .
- Lech , Bernard . (1984) . *The Ceramic Spectrum* . William Collins Some and Co.,Ltd., London.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตารางแบบประเมินผลการทดลองเคลือบซีเมนต์
และผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ที่ผ่านการเคลือบด้วยซีเมนต์

ตาราง 20 แบบประเมินผลการทดลองขั้นตอนที่ 1 ในด้านสี่ของเคลือบในบรรยากาศแบบ.ออกซิเดชัน .
 . และรีดักชัน โดยการลงความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

สูตรที่	สี่ของเคลือบ	
	บรรยากาศออกซิเดชัน (OF)	บรรยากาศรีดักชัน (RF)
1		
2.		
3		
4		
5.		
6.		
7.		
8		
9		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		
20.		
21.		
22.		
23.		
24.		
25.		
26.		
27.		

28		
----	--	--

ตาราง 20 (ต่อ)

สูตรที่	สีของเคลือบ	
	บรรยากาศออกซิเดชัน (OF)	บรรยากาศรีดักชัน (RF)
29.		
30.		
31.		
32.		
33.		
34.		
35.		
36.		

ตาราง 21 แบบประเมินคุณภาพของเคลือบผลิตภัณฑ์ชนิดสโตนแวร์ด้านพื้นผิวของเคลือบใน . . .
 . . . บรรยากาศเผาไหม้แบบซิเดชัน (OF) และรีดักชัน (RF) 3 รูปแบบ

สูตรที่	ผลิตภัณฑ์รูปแบบที่	พื้นผิวของเคลือบ	
		บรรยากาศออกซิเดชัน (OF)	บรรยากาศรีดักชัน (RF)
8.	1		
	2		
	3		
13.	1		
	2		
	3		
20	1		
	2		
	3		

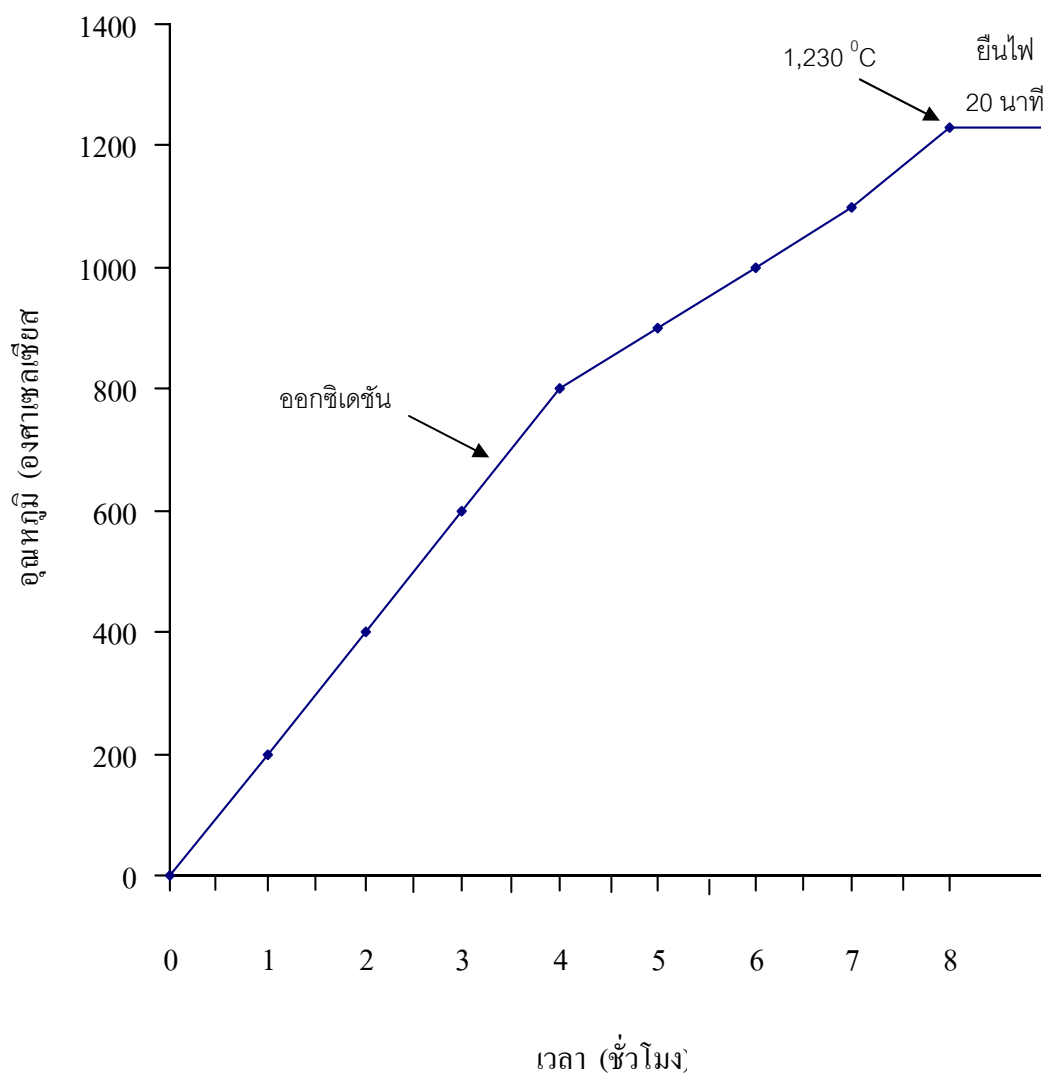
ตาราง 22 แบบประเมินคุณภาพของเคลือบผลิตภัณฑ์ชนิดสโตนแวร์ด้านความสมบูรณ์ของเคลือบใน.

. บรรยายภาพเผาไหม้แบบออกซิเดชัน(OF และรีดักชัน(RF) 3 รูปแบบ

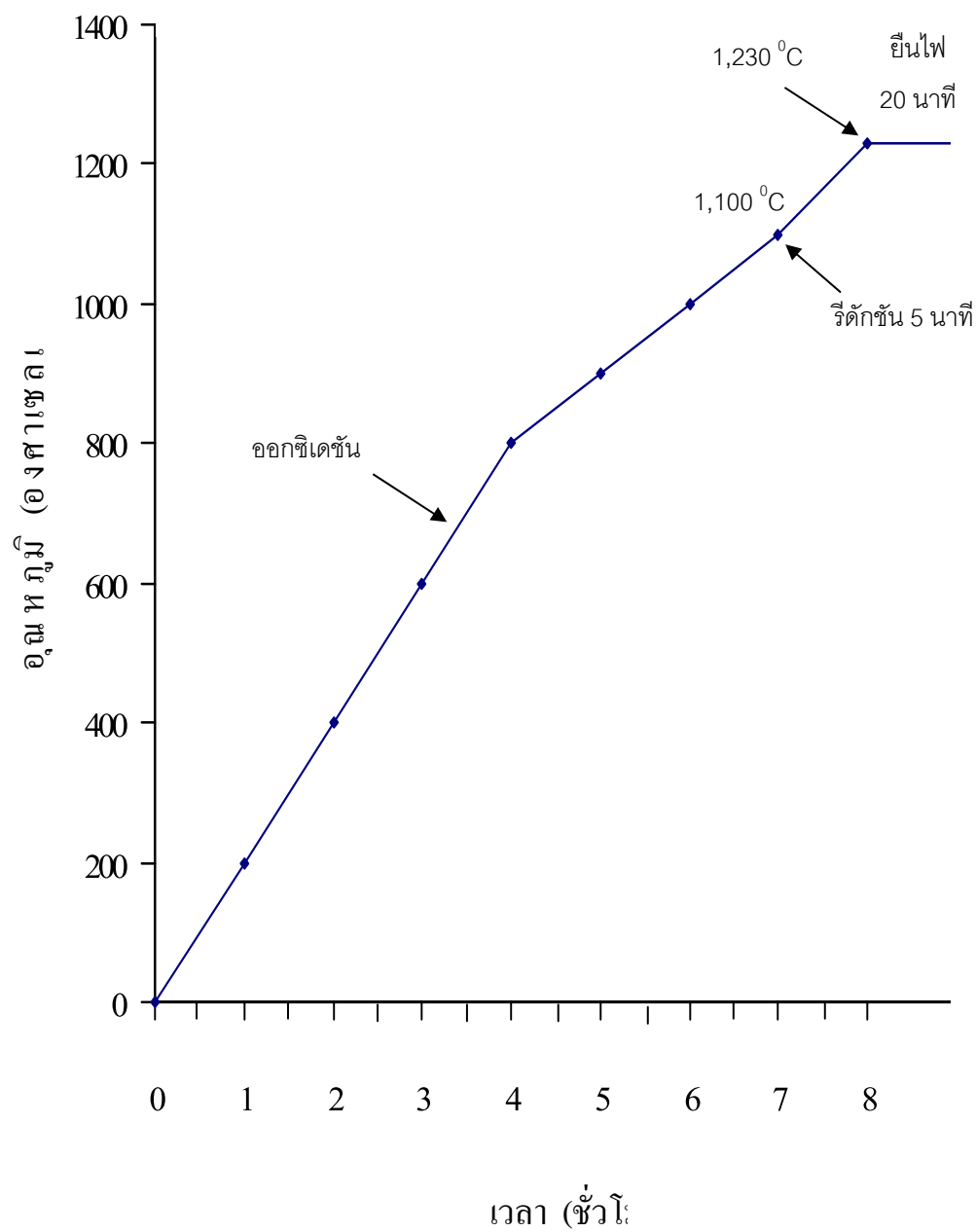
สูตร ที่	ผลิตภัณฑ์ รูปแบบ ที่	ความสมบูรณ์ของเคลือบ							
		บรรยากาศออกซิเดชัน (OF)				บรรยากาศรีดักชัน (RF)			
		เคลือบ รานตัว	รูเข็ม	เคลือบ แยกตัว	หมายเหตุ	เคลือบ รานตัว	รูเข็ม	เคลือบ แยกตัว	หมายเหตุ
8	1								
	2								
	3								
13	1								
	2								
	3								
20	1								
	2								
	3								

ภาคผนวก ข.

กราฟแสดงการเผาในระดับอุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส
ในบรรยากาศออกซิเดชันและรีดักชัน



ภาพประกอบ 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการเผาทดสอบ
คุณสมบัติทางกายภาพของสียบรรยากาศแบบออกซิเดชัน



ภาพประกอบ 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการเผาทดสอบ
คุณลักษณะทางกายภาพในบรรยากาศเผาไหม้แบบรีดักชัน

ภาคผนวก ค.

ภาพผลการทดลองเคลือบซีเมนต์จำนวน 36 สูตร
และผลิตภัณฑ์ชนิดสโตนแวร์ที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิ 1,230
องศาเซลเซียสในบรรยากาศแบบออกซิเดชันและรีดักชัน



ภาพประกอบ 8 ผลการทดลองเคลือบซีโต้จำนวน 36 สูตร ในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน



ภาพประกอบ 9 ผลการทดลองเคลือบซีเมนต์จำนวน 36 สูตร ในบรรยากาศแบบรีดักชัน



ภาพประกอบ 10 ผลิตภัณฑ์ชนิดสโตนแวร์ที่ผ่านการเคลือบขี้เถ้า เเผาในบรรยากาศแบบออกดักซัน



ภาพประกอบ 11 ผลิตภัณฑ์ชนิดสโตนแวร์ที่ผ่านการเคลือบซีเมนต์ เฟอร์นิเจอร์แบบรีไซเคิล



ภาพประกอบ 12 ผลิตภัณฑ์รูปแบบที่ 1 เฌนรรยาภาศาวิศักดิ์กชั้น



ภาพประกอบ 13 ผลิตภัณฑ์รูปแบบที่ 1 เฌนรรยาภาศาวิศักดิ์กชั้น



ภาพประกอบ 14 ผลิตภัณฑ์รูปแบบที่ 3 เฌนรรยาภาศาวิศักดิ์กชั้น



ภาพประกอบ 15 ผลิตภัณฑ์รูปแบบที่ 1 เภาพรรยากาศออกซิเดชั่น



ภาพประกอบ 16 ผลิตภัณฑ์รูปแบบที่ 2 เภาพรรยากาศออกซิเดชั่น



ภาพประกอบ 17 ผลิตภัณฑ์รูปแบบที่ 3 เภาพรรยากาศออกซิเดชั่น

ภาคผนวก ง

หนังสือขอความอนุเคราะห์ใช้สถานที่ทำการทดลอง
หนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญและผู้ประเมินผลการทดลอง
หนังสือรายงานผลการวิเคราะห์ทดสอบสารในซีไถ่ไม้มะม่วง
และดินเหนียวท้องถิ่น

ที่ ศธ 0519.12/4559



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

10 มิถุนายน 2548

เรื่อง ขอให้ห้องปฏิบัติการเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยช่างศิลป์สุพรรณบุรี

เนื่องด้วย นายภาณุเทพ สุวรรณรัตน์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปฏิญานิพนธ์ เรื่อง “การทดลองเคลือบซีเถ้าจากอัตราส่วนผสมซีเถ้าไม่มะม่วง หินฟันม้า และดินเหนียวท้องถิ่น เพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์” โดยมี อาจารย์อุปวิทย์ สุวคันทรกุล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ถนอมสิน ดิษฐาพร เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปฏิญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความประสงค์จะขอให้ห้องปฏิบัติการ เครื่องเคลือบดินเผา เตาเผาผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบเบื้องต้นในการทำเคลือบ และขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ เพื่อทำการทดลองเคลือบซีเถ้าจากอัตราส่วนผสมซีเถ้าไม่มะม่วง หินฟันม้า และดินเหนียวท้องถิ่น เพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์ ในระหว่าง เดือนมิถุนายน - สิงหาคม 2548

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ นายภาณุเทพ สุวรรณรัตน์ ได้ใช้สถานที่ดังกล่าว และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพ็ญสิริ จีระเชากุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5618, 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ มือถือ 06-0332696



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โทร. 5731

ที่ ศธ 0519.12/6774

วันที่ 6 ตุลาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะศิลปกรรมศาสตร์

เนื่องด้วย นายภาณุเทพ สุวรรณรัตน์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การทดลองเคลื่อนย้ายจากอัตราส่วนผสมขี้เถ้าไม้มะม่วงหินพันม้า และดินเหนียวท้องถิ่น เพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์” โดยมี อาจารย์อุปวิทย์ สุวกันทรกุล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถนอมสิน คัสดาพร เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมศักดิ์ ขวาลาวลัย เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบประเมินผลการทดลอง

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายภาณุเทพ สุวรรณรัตน์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพ็ญศิริ จีระเดชากุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ ศธ 0519.12/๖๔๔๑



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๖ ตุลาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ประเมินผลการทดลอง

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยช่างศิลปพระนคร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายภาณุเทพ สุวรรณรัตน์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การทดลองเคลือบซีเถ้าจากอัตราส่วนผสมซีเถ้าไม้มะม่วงหินพันม้า และดินเหนียวท้องถิ่น เพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์” โดยมี อาจารย์อุทัย ฐวักนธกุล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ถนอมสิน ดิสถาพร เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความประสงค์จะขอเชิญ อาจารย์โกเมศ กันธิ์ เป็นผู้ประเมินผลการทดลอง เรื่อง การทดลองเคลือบซีเถ้าจากอัตราส่วนผสมซีเถ้าไม้มะม่วงหินพันม้า และดินเหนียวท้องถิ่น เพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์ ในระหว่างเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน 2548

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชิญหาญให้
นายภาณุเทพ สุวรรณรัตน์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพ็ญสิริ จิระเชษฐกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ มือถือ 06-0332696

ที่ ศธ 0519.12/6800



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

6 ตุลาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ประเมินผลการทดลอง

เรียน คณะคณบดีคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายภาณุเทพ สุวรรณรัตน์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การทดลองเคลือบซีเมนต์จากอัตราส่วนผสมซีเมนต์ไม้มะม่วงหินปูนน้ำ และดินเหนียวท้องถิ่น เพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์” โดยมี อาจารย์อุทัย สุวคันทรกุล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดนอมสิน ดิลดาพร เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในกรณีนี้ นิสิตมีความประสงค์จะขอเชิญ อาจารย์ภัทรพล สุวรรณโณ เป็นผู้ประเมินผลการทดลอง เรื่อง การทดลองเคลือบซีเมนต์จากอัตราส่วนผสมซีเมนต์ไม้มะม่วงหินปูนน้ำ และดินเหนียวท้องถิ่น เพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์ ในระหว่างเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน 2548

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายภาณุเทพ สุวรรณรัตน์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เพ็ญศิริ จีระเชากุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ มือถือ 06-0332696

ที่ ศธ 0519.12/ ๒๕๘ |



บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุโขวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๖ ตุลาคม 2548

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ประเมินผลการทดลอง

เรียน ผู้จัดการโรงงานรัตนโกสินทร์ 4

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมิน

เนื่องด้วย นายภาณุเทพ สุวรรณรัตน์ นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การทดลองเคลือบขี้เถ้าจากอ้อยราส่วนผสมขี้เถ้าไม้มะม่วงหิมพานต์ และดินเหนียวท้องถิ่น เพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์” โดยมี อาจารย์อุปวิทย์ สุวพันธุ์กุล และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ฌอนมลิน คิลดาพร เป็นคณะกรรมการควบคุมการทำปริญญานิพนธ์ ในการนี้ นิสิตมีความประสงค์จะขอเชิญ นายสุภชาติ โฆษิต เป็นผู้ประเมินผลการทดลอง เรื่อง การทดลองเคลือบขี้เถ้าจากอ้อยราส่วนผสมขี้เถ้าไม้มะม่วงหิมพานต์ และดินเหนียวท้องถิ่น เพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาชนิดสโตนแวร์ ในระหว่างเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน 2548

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ ได้โปรดพิจารณาให้ข้าราชการในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญให้ นายภาณุเทพ สุวรรณรัตน์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เพ็ญศิริ จีระเชรากุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 02-664-1000 ต่อ 5731

หมายเหตุ : ต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ มือถือ 06-0332696



กองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณี กรมทรัพยากรธรณี
75/10 ถนนพระราม 6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กทม. 10400
โทรศัพท์ 0-2644-8782 โทรสาร 0-2644-8782

รายงานผลการทดสอบ

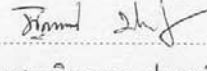
หน้า 1./..1..

เลขที่คำขอ 1340/2549 วันที่รับตัวอย่าง 30 กันยายน 2548
เครื่องหมายตัวอย่าง - หมายเลขห้องปฏิบัติการ R2127/2548
ลักษณะและสภาพของตัวอย่าง คิน วิธีทดสอบ -
ชื่อผู้ขอรับบริการ นายภาพเทพ สุวรรณรัตน์ วิธีชักตัวอย่าง -

ร้อยละของ	ซิลิกา	(SiO ₂)	=	59.99
	อะลูมินา	(Al ₂ O ₃)	=	19.96
	เฟอร์ริกออกไซด์	(Fe ₂ O ₃)	=	4.21
	แมงกานีสออกไซด์	(MnO)	=	0.02
	แมกนีเซียมออกไซด์	(MgO)	=	0.61
	แคลเซียมออกไซด์	(CaO)	=	0.62
	โซเดียมออกไซด์	(Na ₂ O)	=	0.41
	โพแทสเซียมออกไซด์	(K ₂ O)	=	2.98
	ส่วนที่หายไปหลังการเผา	(LOI)	=	10.20

จบรายงานการวิเคราะห์

ผู้รับรอง 
(นายพันธ์พงษ์ จริ่งจิตร)
นักวิทยาศาสตร์ 8
หัวหน้ากลุ่มวิเคราะห์ทรัพยากรแร่และหิน

ผู้ทดสอบ 
(นางสาวพิศพลทอง ประเสริฐศักดิ์)
ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 7
27 ตุลาคม 2548

รายงานนี้รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่ทดสอบเท่านั้น

ห้ามคัดถ่ายใบรายงานผลแต่เพียงบางส่วน โดยไม่ได้รับอนุญาตจากกองวิเคราะห์และตรวจสอบทรัพยากรธรณีเป็นลายลักษณ์อักษร

แบบ วศ.



ที่ วท 0302/ 16504

ถึง นายภาณุเทพ สุวรรณรัตน์

กรมวิทยาศาสตร์บริการขอส่งรายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ วัตถุตัวอย่าง ตาม คำร้อง
ลงวันที่ 30 กันยายน 2548 เลขรับ 7040 วันที่ 30 กันยายน 2548

ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์ฯ ได้รับเมื่อวันที่ 30 กันยายน 2548

สำนักเทคโนโลยีชุมชน

โทร. 0 2201 7035



รายงานการตรวจ วิเคราะห์ ทดสอบ

ชื่อวัตถุตัวอย่าง	เครื่องหมาย	หมายเลข	ร้อยละ
ตามที่ผู้ส่งเรียก	ตรา ฯลฯ		
ซีเมนต์มะม่วง	ที่ระบุตัวอย่าง	ปฏิบัติกร	
	-	YF.554	
		ซิลิกา (SiO_2)	12.5
		อะลูมินา (Al_2O_3)	0.5
		เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3)	0.1
		แคลเซียมออกไซด์ (CaO)	36.5
		แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO)	4.5
		โซเดียมออกไซด์ (Na_2O)	0.3
		โปแตสเซียมออกไซด์ (K_2O)	6.7
		ฟอสฟอรัสออกไซด์ (P_2O_5)	8.5
		แมงกานีสออกไซด์ (MnO)	0.1

สุวิระ พจนานันท์
(นางสุจินต์ พรหมพันธุ์)
นักวิทยาศาสตร์ 8 ว

หมายเหตุ วิเคราะห์ตาม Methods of silicate analysis

ประวัติผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ	ผศ. สมศักดิ์ ชวาลาวัณย์ ตำแหน่งอาจารย์
สถานที่ทำงาน	ภาควิชาจิตตทัศน์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
วุฒิทางการศึกษา	กศ.ม. เอกศิลปศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประวัติการสอนวิชาเซรามิกส์

พ.ศ. 2536 – ปัจจุบัน	เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาทัศนศิลป์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2523 – 2526	เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาศิลปะและวัฒนธรรม คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2522	เป็นอาจารย์ประจำโรงเรียนเทพศิรินทร์

ประวัติการทำงานพิเศษ

พ.ศ. 2541	เป็นผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์โดยใช้ดินเหนียวแดงราชบุรี โดยมีการ ตกแต่ง และเคลือบให้กับกรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม
พ.ศ. 2540	เป็นผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์จากดินปั้นเอง จังหวัดราชบุรี ให้กับ กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม
พ.ศ. 2540	เป็นวิทยากรร่วมบรรยายและสาธิตเชิงปฏิบัติการให้กับสมาคม เครื่องเคลือบดินเผาราชบุรีร่วมกับกรมทรัพยากรธรณี กระทรวงอุตสาหกรรม
พ.ศ. 2535	เป็นอาจารย์สอนพิเศษวิชาเซรามิกส์ ที่มหาวิทยาลัยรังสิต
พ.ศ. 2530	เป็นอาจารย์พิเศษสอนวิชาเซรามิกส์ ที่คณะศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2529	เป็นวิทยากรบรรยายสีในเนื้อดินปั้นให้ กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงอุตสาหกรรม
พ.ศ. 2526	เป็นอาจารย์พิเศษสอนวิชาเซรามิกส์ที่มหาวิทยาลัยครูพระนคร

ผลงานทางวิชาการ

พ.ศ. 2536 บทความเรื่อง อุตสาหกรรมเซรามิกคืออะไร จากนิตยสารวิมาน
เล่ม 4 ฉบับที่ 33 เดือนมกราคม 2536

พ.ศ. 2524 บทความเรื่อง การทดสอบทางฟิสิกส์ของดินก่อนและหลังเผา จาก
สูจิบัตรการแสดงนิทรรศการศิลปกรรมประสานมิตร 2524

ผลงานเซรามิกที่ได้รับรางวัล

พ.ศ. 2533 ได้รับรางวัลดีเด่นจากผลงานการแสดงเครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติครั้งที่ 4 ประเภทศิลปกรรม

ประวัติผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ	อาจารย์ภัทรพล สุวรรณโณม ตำแหน่งอาจารย์
สถานที่ทำงาน	ภาควิชา เทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
ตำแหน่งงานปัจจุบัน	หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2543	กศ.ม (อุตสาหกรรมศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2537	ศ.บ. (เครื่องเคลือบดินเผา) คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
พ.ศ. 2532	มัธยมปลาย โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2545 – ปัจจุบัน	กรรมการสภาคณาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
พ.ศ. 2545	ประธานโปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์อุตสาหกรรม
พ.ศ. 2544	เลขานุการ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
พ.ศ. 2537	นักออกแบบบริษัท อาร์ทเวย์ จำกัด

ประวัติเชี่ยวชาญ

ชื่อ	อาจารย์โกเมศ คันธิก ตำแหน่งอาจารย์
สถานที่ทำงาน	หมวดวิชาเครื่องเคลือบดินเผา วิทยาลัยช่างศิลป์ สุพรรณบุรี
ตำแหน่งงานปัจจุบัน	หัวหน้าหมวดวิชาเครื่องเคลือบดินเผา
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2536	วท.บ. (เทคโนโลยีเซรามิกส์) สถาบันราชภัฏพระนคร บางเขน กรุงเทพฯ
พ.ศ. 2534	อ.วท. (เซรามิกส์) สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2540 – ปัจจุบัน	หัวหน้าหมวดวิชาเครื่องเคลือบดินเผา
พ.ศ. 2537	อาจารย์ประจำหมวดวิชาเครื่องเคลือบดินเผา
พ.ศ. 2536	หัวหน้าแผนกพิมพ์โรงงาน อาร์ต แอนด์ ดราฟ
ประวัติงานแสดง	
ร่วมแสดงงานเครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติ ครั้งที่ 8	
ร่วมแสดงงานคณาจารย์ วิทยาลัยช่างศิลป์ ครั้งที่ 3	

ประวัติผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ	นาย สุขชาติ โฆษะบดี
สถานที่ทำงาน	โรงงานรัตนโกสินทร์ เซรามิก 4 51/5 ม. 1 ถ. เพชรเกษม ต. ท่าราบ อ. เมือง จ.ราชบุรี 70000
ตำแหน่งงานปัจจุบัน	ผู้จัดการโรงงานรัตนโกสินทร์ เซรามิก 4
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2522	ปวช. (ช่างยนต์) วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2548 – ปัจจุบัน	ผู้จัดการและเจ้าของโรงงานรัตนโกสินทร์ เซรามิก 4 อุปนายก สมาคมเครื่องเคลือบดินเผา ราชบุรี
พ.ศ. 2542	เป็นนายกสมาคมเครื่องเคลือบดินเผา ราชบุรี
พ.ศ. 2537	เปิดโรงงานรัตนโกสินทร์ เซรามิก 4
พ.ศ. 2517	ช่วยกิจการภายในโรงงานเครื่องปั้นดินเผาของบิดา

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นาย ภาณุเทพ สุวรรณรัตน์
วันเดือนปีเกิด	29 มิถุนายน พ.ศ.2522
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	161 หมู่ 1 ตำบล ท่าระหัด อำเภอเมือง จังหวัด สุพรรณบุรี 72000 โทร. 035-511907, 06-0332696
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2534	ประถมศึกษา จาก โรงเรียนสุพรรณภูมิ จังหวัดสุพรรณบุรี
พ.ศ. 2540	มัธยมศึกษา จาก โรงเรียนกรรณสูตศึกษาลัย จังหวัดสุพรรณบุรี
พ.ศ. 2542	อนุปริญญาวิทยาศาสตร (อ.วท.) โปรแกรมวิชาเซรามิก จาก สถาบันราชภัฏนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์
พ.ศ. 2544	ศึกษาศาสตรบัณฑิต (ศ.บ) วิชาเอกหลักสูตร สาขาเครื่องปั้นดินเผา จาก ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล จังหวัดปทุมธานี
พ.ศ. 2549	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม) วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ