

738.144

พ 695 ก

ร. 2

การทดลองทำเคลือบซีเมนต์จากอัตราส่วนผสมระหว่าง
ซีเมนต์ขาว พารา หินฟันม้า ดินเหนียวท้องถิ่นและซีเมนต์เปลือกหอยแครง

ปริญญาโท

ของ

นิสา มีชัยยา

10 ส.ค. 2539

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มีนาคม 2538

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

195875

การทดลองทำเคลือบขี้เถ้าจากอัตราส่วนผสมระหว่าง
ขี้เถ้าไม้ยางพารา หินพื้นผิว ดินเหนียวท้องถิ่นและขี้เถ้าเปลือกหอยแครง

บทคัดย่อ
ของ
นิตยา มีชัยยา

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

มีนาคม 2538

การทดลองหาเชื้อบขี้เถ้าจากอัตราส่วนผสมระหว่างขี้เถ้าไม้ยางพารา หินพื้นผิว
ดินเหนียวท้องถิ่น และขี้เถ้าเปลือกหอยแครงเพื่อหาคุณสมบัติของเชื้อบขี้เถ้าในด้านลักษณะความมัน สี
และการนำไปใช้งาน จากการทดลองพบว่า เชื้อบขี้เถ้าที่มีส่วนผสมของขี้เถ้าเปลือกหอยแครงสูง
ตั้งแต่ร้อยละ 30-45 และมีหินพื้นผิวต่ำร้อยละ 5-20 นั้น เชื้อบจะไม่หลอมละลายในการเผา
ทั้งสองบรรยากาศ เชื้อบที่มีส่วนผสมของดินเหนียวท้องถิ่นสูงร้อยละ 30-45 ขี้เถ้า
เปลือกหอยแครงลดลงจากร้อยละ 45-5 หินพื้นผิวมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 10-45 และ
ขี้เถ้าไม้ยางพาราอยู่ระหว่างร้อยละ 5-20 พบว่าเป็นเชื้อบทั้งด้านทั้งมันถึงเชื้อบด้าน
เชื้อบที่มีปริมาณของหินพื้นผิวสูงขึ้นร้อยละ 25-45 และขี้เถ้าเปลือกหอยแครงลดลงจากร้อยละ
25-5 พบว่าเป็นเชื้อบมันแวววาว ในขณะที่เดียวกันสีที่เกิดขึ้นจากการทดลองหาเชื้อบขี้เถ้า
ครั้งนี้ มีความแตกต่างกันคือ จากการเผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่นพบว่าเชื้อบมีสีน้ำตาล
ถึงน้ำตาลเข้ม และเชื้อบที่เผาในบรรยากาศรีดักชั่นพบว่ามีสีเขียว เขียวเหลือง เขียวน้ำตาล
และเขียวอมฟ้า เชื้อบที่ได้จากการทดลองครั้งนี้สามารถนำไปใช้งานได้ดังนี้คือ งานกระเบื้อง
ปูพื้น งานกระเบื้องกรุฝาผนัง งานถ้วยชาม ศิลปะและเครื่องประดับ

AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE MAKING OF ASH GLAZE
FROM RUBBER TREE ASH, FELDSPAR, SURFACE CLAY AND COCKLE SHELL ASH

AN ABSTRACT

BY

NISA MECHAIYA

Presented in partial fulfillment of requirements for the
Master of Education degree in Industrial Education
at Srinakharinwirot University

March 1995

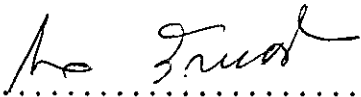
This study attempted to make glaze from the combination of rubber tree ash, feldspar, surface clay and cockle shell ash, and to find physical characteristics of glaze such as luster, color, and usefulness. The experiment indicated that glaze made from cockle shell ash between 30-45 percent and small amount of feldspar 5-20 percent did not melt from either method of firing. Glaze containing increasing surface clay from 30-45 percent and cockle shell ash decreasing from 40-5 percent, Feldspar between 10-45 percent, rubber tree ash 5-20 percent produced semi-matte glaze and matte glaze on the other hand glaze that contained increasingly high amount of feldspar between 25-45 percent and decreasing cockle shell ash from 25-5 displayed clear glaze.

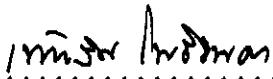
The material also produced the following glaze color. Oxidation firing glaze show color ranging from brown to dark brown while product from reduction firing displayed the color of green, yellowish green greenish brown and sky bluish green of glaze from this experiment.

Glaze created under this experiment was suitable for floor tile, wall tile, table ware, arts and decorating object.

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็น
สมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

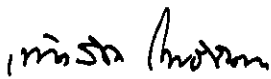
คณะกรรมการควบคุม

..........ประธาน
(ผศ. โกมล รักข่วงศ์)

..........กรรมการ
(อาจารย์เพ็ญสิทธิ์ โพธิจินดา)

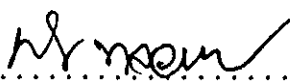
คณะกรรมการสอบ

..........ประธาน
(ผศ. โกมล รักข่วงศ์)

..........กรรมการ
(อาจารย์เพ็ญสิทธิ์ โพธิจินดา)

..........กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(นายพินิจ วรณีเวชศิลป์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..........คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ดร. ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

วันที่ 10 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2538

ประกาศคุณูปการ

ผลงานวิจัยฉบับนี้ได้รับความอนุเคราะห์ให้คำแนะนำ แก่ไข ดุแล และให้กำลังใจ
อย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกษม รัชต์วงศ์ และอาจารย์เพ็ญสิทธิ์ โพธิจินดา
ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ คุณพิณิจ วรรณิเวชศิลป์ นักวิทยาศาสตร์ระดับ 8 กรมวิทยาศาสตร์
บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการพลังงาน ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบ พร้อมกับ
ให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ อาจารย์เวนิช สุวรรณมณี อาจารย์สมศักดิ์ ขวลาวัณย์ และ
อาจารย์ศุภา ปาลเปรม ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ผลการวิจัย ทำให้
การวิจัยครั้งนี้บรรลุความมุ่งหมายโดยสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ภาควิชาเครื่องปั้นดินเผา สถาบันราชภัฏพระนคร ภาควิชาทัศนศึกษาและ
อุตสาหกรรมศิลป์ สถาบันราชภัฏนครศรีธรรมราช และสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ที่อนุเคราะห์
สถานที่พร้อมทั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการดำเนินการวิจัย ทำให้การวิจัยครั้งนี้ดำเนิน
ไปด้วยความราบรื่น

อนึ่ง ผู้วิจัยได้รับการสนับสนุนและกำลังใจเป็นอย่างดีจากคณาจารย์และกรรมการ
บริหารหลักสูตรสาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษาทุกท่าน ทั้งจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
บางเขน และสถาบันราชภัฏพระนคร ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเพื่อนร่วมงาน ญาติพี่น้อง และเจ้าหน้าที่ ซึ่งมีสามารถ
กล่าวนามได้ทั้งหมด ที่มีส่วนช่วยเหลือ แนะนำ สนับสนุนและให้กำลังใจในการทำวิจัยครั้งนี้เป็น
อย่างดี

ผู้วิจัยขอแสดงความดีทั้งหมดของงานวิจัยครั้งนี้ แต่บิดา-มารดา และครู-อาจารย์
อันเป็นที่เคารพรักสูงสุด

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง.....	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	5
ความสำคัญของการศึกษา.....	5
ขอบเขตของการศึกษา.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
สมมติฐาน.....	8
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเคลือบ.....	10
วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง.....	27
การเผาเคลือบและเตาเผาอุณหภูมิสูง.....	35
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	41
3 วิธีการดำเนินการศึกษา.....	44
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง.....	44
วัตถุดิบ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	49
การดำเนินการทดลอง.....	49
สถานที่และระยะเวลาที่ทำการทดลอง.....	53
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	53

บทที่	หน้า
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	56
ผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะความมันของเคลือบ.....	56
ผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะสีของเคลือบ.....	67
ผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะการนำไปใช้งาน.....	72
5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	82
จุดมุ่งหมายของการทดลอง.....	82
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง.....	82
ตัวแปรที่ศึกษา.....	83
วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง.....	83
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง.....	83
การดำเนินการทดลอง.....	84
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	85
สรุปผลการทดลอง.....	85
อภิปรายผล.....	88
ข้อเสนอแนะ.....	90
บรรณานุกรม.....	92
ภาคผนวก.....	94
ภาคผนวก ก.	95
ภาคผนวก ข.	112
ภาคผนวก ค.	116
ภาคผนวก ง.	119
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	129

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 แสดงกลุ่มของวัตถุตีบ.....	18
2 แสดงตัวอย่างการใช้สารให้สีในเคลือบ.....	34
3 แสดงอัตราส่วนผสมของวัตถุตีบที่ใช้ทำเคลือบจี๊ดแต่ละจุดที่อ่านค่าได้จาก แผนภาพสีเหลี่ยมจัตุรัส.....	46
4 แสดงการวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบจี๊ดระหว่างจี๊ดไม้ยางพารา หินพื้นน้ำ ดินเหนียวท้องถิ่นและจี๊ดเปลือกหอยแครง เเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่น.....	54
5 แสดงการวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบจี๊ดระหว่างจี๊ดไม้ยางพารา หินพื้นน้ำ ดินเหนียวท้องถิ่นและจี๊ดเปลือกหอยแครง เเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศแบบรีดักชั่น.....	55
6 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะความมันของเคลือบ เเผาในบรรยากาศ ออกซิเดชั่น ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส.....	57
7 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะความมันของเคลือบ เเผาในบรรยากาศ รีดักชั่น ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส.....	62
8 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะสีของเคลือบ เเผาในบรรยากาศออกซิเดชั่น และรีดักชั่นที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส.....	67
9 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะการนำไปใช้งาน เเผาในบรรยากาศ ออกซิเดชั่น ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส.....	72
10 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะการนำไปใช้งาน เเผาในบรรยากาศ รีดักชั่น ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส.....	77

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 แสดงแผนภาพสี่เหลี่ยมจตุรัสและวิธีอ่านค่าอัตราส่วนผสม.....	19
2 แสดงวิธีการวางคอนและการล้อมของคอน.....	40
3 แสดงแผนภาพสี่เหลี่ยมจตุรัสและจุดต่าง ๆ ที่อยู่บนแผนภาพ.....	45
4 แสดงลักษณะของชิ้นทดลอง.....	51
5 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการดำเนินการทดลอง.....	52
6 แสดงลักษณะของเคลือบซีเมนต์ด้านความมันที่เกิดขึ้น ณ จุดต่าง ๆ ในตาราง สี่เหลี่ยมจตุรัส เฝานับบรรยากาศออกซิเดชัน ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส.....	86
7 แสดงลักษณะของเคลือบซีเมนต์ด้านความมันที่เกิดขึ้น ณ จุดต่าง ๆ ในตาราง สี่เหลี่ยมจตุรัส เฝานับบรรยากาศรีดักชัน ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส..	87
8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิในการเผาไหม้ ที่ระดับอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส.....	113
9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิในการเผาเคลือบ ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน.....	114
10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิในการเผาเคลือบ ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสในบรรยากาศแบบรีดักชัน.....	115
11 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเคลือบซีเมนต์สูตรที่ 21 เฝานับบรรยากาศออกซิเดชัน ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส.....	117
12 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเคลือบซีเมนต์สูตรที่ 21 เฝานับบรรยากาศรีดักชัน ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส.....	117
13 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเคลือบซีเมนต์สูตรที่ 53 เฝานับบรรยากาศออกซิเดชัน ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส.....	118
14 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเคลือบซีเมนต์สูตรที่ 53 เฝานับบรรยากาศรีดักชัน ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส.....	118

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

เคลือบ (glazes) หมายถึง วัสดุชนิดหนึ่งมีลักษณะคล้ายแก้วจับอยู่บนผิวของผลิตภัณฑ์เซรามิกส์หนาประมาณ 0.1 ถึง 0.3 มิลลิเมตร (Budnikov. 1964 : 460) วัสดุนี้ประกอบไปด้วยสารประกอบของซิลิเกต (Silicate) ผสมกับสารประกอบอื่น ซึ่งเป็นตัวช่วยหลอมละลาย (flux) อาจจะมีออกไซด์ของโลหะผสมอยู่ด้วย เพื่อทำให้เกิดสีและพื้นในเคลือบ เมื่อนำไปบดผสมและเผาในอุณหภูมิที่พอเหมาะจะทำให้เคลือบหลอมละลาย และรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกัน (สุรศักดิ์ ګกสิยพันธ์. 2531 : 1) เคลือบนี้เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยเพิ่มความงาม ความคงทนให้แก่ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ และยังช่วยป้องกันการซึมผ่านของของเหลวทุกชนิด การกัดกร่อนของกรดและด่าง และยังทำให้ทำความสะอาดได้ง่ายอีกด้วย

เคลือบมีหลายชนิดแบ่งตามวัตถุดิบที่นำมาใช้ ได้แก่ เคลือบเกลือ (salt glaze) เคลือบตะกั่ว (lead glaze) และเคลือบขี้เถ้า (ash glaze) เป็นต้น เคลือบขี้เถ้าเป็นเคลือบชนิดหนึ่งที่แบ่งตามวัตถุดิบที่นำมาใช้ ซึ่งมีส่วนผสมของขี้เถ้าเป็นวัตถุดิบสำคัญ และเมื่อนำไปผสมกับดินและหินในอัตราส่วนที่เหมาะสม แล้วเผาในอุณหภูมิที่พอเหมาะก็จะเกิดเป็นเคลือบตามต้องการ (เสริมศักดิ์ นาคบัว. 2523 : 35) เคลือบขี้เถ้านี้ใช้กันมาตั้งแต่สมัยสุรขทัยจนถึงปัจจุบันก็ยังนิยมทำกันอยู่ โดยนำขี้เถ้าจากไม้รักฟ้า และไม้มะกอกมาผสมกับดินผิวนา เผาที่อุณหภูมิประมาณ 1,240 องศาเซลเซียส เคลือบที่ได้จะมีสีเขียวอมฟ้า สีฟ้าส และสีเขียวมะกอกเรียกผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ว่า เซลาดอน (Celadon) ที่จังหวัดราชบุรีมีการนำขี้เถ้าจากเตาหุงต้ม ผสมกับดินเลนร่องผัก นำไปเคลือบผลิตภัณฑ์แล้วเผา จะได้เคลือบมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลเหลืองจนถึงน้ำตาลแดง ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ได้แก่ ร่องมังกร ใหน้ำปลา อ่างปลูกบัว เป็นต้น (สุรศักดิ์ ګกสิยพันธ์. 2531 : 32)

นอกจากนั้น ได้มีการศึกษาทดลองนำจี้เถ้าจากพืช ชนิดอื่น ๆ มาทดลองทำน้ำเคลือบ เช่น สุรศักดิ์ โกลิพันธ์ (2531 : 33-34) ได้ทดลอง ทำเคลือบ จี้เถ้าจากผักตบชวา โดยหาอัตราส่วนผสมของน้ำเคลือบ จากแผนภาพสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial Diagram) ทดลองเผาที่อุณหภูมิ 1,240 องศาเซลเซียส โดยใช้วัตถุดิบดังนี้ คือ จี้เถ้าผักตบชวา ดินขาวราชวาส โบแตสเฟลด์สปาร์ (Potassium feldspar) ผลการทดลอง คือ ได้เคลือบสีน้ำตาลมีจุดเขียวหม่นแทรก สีน้ำตาลดำมีจุด น้ำตาลปนแดงแทรก สีน้ำตาลเข้มมีจุดเหลืองหม่นแทรก สีน้ำตาลไหม้ และสีน้ำตาลอ่อน มีจุดน้ำตาลเข้มแทรก

แคทธารีน (เสริมศักดิ์ นาคบัว. 2523:36; อ้างอิงมาจาก Katharine.n.d.) ได้ใช้จี้เถ้าพืช เช่น โอ๊ค(oak) เมเปิ้ล (maple) วอลนัท (walnut) สก็อตพิน(scotch pine) ลาเวนเดอร์ (lavender) เป็นต้น ผสมกับหินฟันม้า (feldspar) และดินพิคส์ (pikes clay) ผลที่ได้เป็นเคลือบที่มีลักษณะแตกต่างกันดังนี้ คือ ผิวเรียบสีน้ำตาลอ่อนหรือสีเขียวและรานเป็นร่องลึก ผิวด้านสีเทา ผิวหยาบมากมีสีเทาเกือบขาว ผิวคล้ายน้ำมันสีเทา และสีเขียวมะกอก และผิวคล้ายน้ำตาล สีเทาอ่อน รานเป็นร่องลึก

พิมพ์วัลลภ วัฒนภาส (ม.ป.ป. : 1-16) ทดลองทำเคลือบจี้เถ้าจากจี้เถ้าแกลบ โดยใช้วัตถุดิบ ดังนี้คือ หินฟันม้า หินปูน และจี้เถ้าแกลบ เเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส พบว่า ส่วนผสมที่เผาในบรรยากาศ แบบออกซิเดชั่น (Oxidation Firing) จะได้เคลือบใส และราน และเมื่อนำส่วนผสมเดียวกันนั้นไปเผาในบรรยากาศ แบบรีดักชั่น (Reduction Firing) ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส จะได้ เคลือบเคลาดอน นอกจากนี้ยังพบว่า ในการทดลองทำเคลือบจี้เถ้าจากจี้เถ้าไม้เต็ง โดยใช้ส่วนผสมจากวัตถุดิบดังนี้ หินฟันม้า จี้เถ้าไม้เต็งกับหินปูน สัดส่วน 7 : 3 และควอตซ์กับดินปากเกร็ด สัดส่วน 7 : 3 เเผาในอุณหภูมิที่แตกต่างกันคือ 1,200 องศาเซลเซียส 1,235 องศาเซลเซียส และ 1,245 องศาเซลเซียสนั้น มีผลที่ต่างกันคือ ส่วนผสมที่เผาที่อุณหภูมิ 1,235 องศาเซลเซียสเป็นเคลือบกึ่งด้าน สีเนื้อ ส่วนผสมที่เผาที่อุณหภูมิ 1,245 องศาเซลเซียสเป็นเคลือบด้านสีเทาอมฟ้า

จากผลการทดลอง ทำเคลือบซีเถ้าชนิดต่าง ๆ จะเห็นได้ว่า เคลือบซีเถ้าจากพืชแต่ละชนิด จะให้สี และลักษณะของเคลือบที่แตกต่างกันตามระดับอุณหภูมิ ในการเผาบรรยากาศในการเผา และชนิดของซีเถ้าของพืช ซึ่งซีเถ้าพืชทั่วไปประกอบไปด้วยสารที่ทำให้เกิดแก้ว คือ ซิลิกาออกไซด์ (SiO_2) และสารช่วยหลอมละลาย (fluxing agent) เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) โพแทสเซียมออกไซด์ (K_2O) และแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) สารที่ทำให้เกิดความหนืดและทนไฟ คือ อลูมินาออกไซด์ (Al_2O_3) และสารที่ทำให้เกิดสี คือ เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) สารเหล่านี้มีมาก หรือน้อยแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ซึ่งความแตกต่างจากสารเหล่านี้จะมีผลทำให้สี และลักษณะผิวของเคลือบ แตกต่างกันไป เสริมศักดิ์ นาคบัว (2523 : 39) ได้กล่าวไว้ว่า ความงามของเคลือบซีเถ้า นั้น เป็นความงามที่ให้ความรู้สึก สุขุม เยือกเย็น ลึกซึ้ง ชลิ่ง ไม่จุดเด่นเหมือนเคลือบชนิดอื่น เป็นความงามอันเป็นเอกลักษณ์พิเศษซึ่งหาไม่ได้ด้วยเคลือบชนิดอื่น จึงทำให้เคลือบซีเถ้าเป็นที่สนใจและนิยมกันมากทั้งในประเทศ และต่างประเทศ นับตั้งแต่อดีตนักโบราณคดีค้นพบว่า บริเวณภาคเหนือที่จังหวัดสุโขทัย เชียงราย เชียงใหม่ และบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยนั้น ได้มีการขุดพบเครื่องถ้วยจำนวนมากฝังรวมอยู่กับหลุมฝังศพ ซึ่งมีจำนวนนับเป็นพันหลุม และยังพบว่ามีการส่งผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไปจำหน่ายยังต่างประเทศ เช่น อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์เป็นจำนวนมากอีกด้วย (ซอว์ จอห์น. ม.ป.ป. : 22-31) ปัจจุบันผลิตภัณฑ์เคลือบซีเถ้าเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยในประเทศนั้นได้มีการส่งจำหน่ายโดยตรงไปยังร้านอาหาร ภัตตาคารและโรงแรมต่าง ๆ สำหรับต่างประเทศ มีการส่งจำหน่ายไปยังประเทศสหรัฐอเมริกา ประเทศแถบทวีปยุโรป และญี่ปุ่น (ความรู้ คือ ประทีป สถานีโทรทัศน์สี ช่อง 9 อ.ส.ม.ท. 6 ตุลาคม 2536. 18.30-19.00 น.)

เมื่อเคลือบที่ทำจากวัตถุดิบต่าง ๆ ให้สีและลักษณะผิวเคลือบที่แตกต่างกันไปเช่นนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทดลองทำเคลือบซีเถ้าชนิดใหม่ขึ้น โดยจะใช้ซีเถ้าจากไม้ยางพารา ซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจ ที่มีพื้นที่การปลูกทั้งประเทศประมาณ 11,635,429 ไร่ ภาคใต้มีพื้นที่ปลูกต้นยางพารามากที่สุด คือ 10,449,525 ไร่ และยังได้มีการส่งเสริมให้ปลูกยางพาราในภาคตะวันออกเฉียงเหนืออีกด้วย (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2533 : 178) โดยธรรมชาติของต้นยางพาราจะมีอายุการให้น้ำยาง ประมาณ 25-30 ปี หลังจากนั้นต้อง

โคนทิ้งและปลูกทดแทนใหม่ ส่วนยาง 1 ไร่จะมีต้นยางพารา อยู่ประมาณ 45-65 ต้น ในจำนวนนี้จะมีไม้ยางที่สามารถนำไป ทำเครื่องเรือนได้เพียงร้อยละ 10 นอกนั้นจะถูกนำไปเผาถ่าน และทำฟืนในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมรมควันยาง โรงงานปลาป่น โรงงานเผาอิฐ กระเบื้อง และปูนขาว ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 55 ของไม้ยางทั้งหมด (สมพร กฤษณะทรัพย์. 2525 : 120-124)จากการที่ไม้ยางพาราถูกนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ นี้ ทำให้มีปริมาณของจี้เถ้าจากไม้ยางพาราเป็นจำนวนมากที่สามารถจะนำมาใช้ประโยชน์ต่อไปได้อีก โดยจะนำจี้เถ้าจากไม้ยางพารานี้ ผสมกับหินพื้นมาจากจังหวัดราชบุรี ซึ่งเป็นแหล่งหินพื้นม้าที่ดีที่สุดในประเทศ หินพื้นม้าจะทำหน้าที่เป็นตัวช่วยหลอมละลาย ดินเหนียวท้องถิ่นจากตำบลบ้านไร่ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นดินเหนียวที่ชาวบ้านนำมาใช้ทำอิฐ มีเหล็กออกไซด์ผสมอยู่ด้วยจึงช่วยทำให้เกิดสีในเคลือบ และดินจะช่วยให้เคลือบเกาะติดกับผลิตภัณฑ์ได้ดี เปลือกหอยแครงเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่ายในแถบจังหวัดชายทะเล สำหรับการทดลองครั้งนี้จะใช้เปลือกหอยแครงที่หาได้ในเขตจังหวัดนครศรีธรรมราชเท่านั้น เปลือกหอยแครงนี้เป็นวัตถุดิบที่ทำหน้าที่เป็นตัวให้แคลเซียมออกไซด์แก่เคลือบ ซึ่งจะทำให้เคลือบแข็งแกร่งและคงทน (สุรศักดิ์ ฤทธิพันธ์. 2531 : 8) การนำเปลือกหอยแครงไปผสมในน้ำเคลือบนั้นจะต้องนำไปเผาที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส เพื่อให้เปลือกหอยเปื่อยยุ่ยง่ายต่อการบดให้ละเอียด จากการนำเปลือกหอยแครงไปเผานี้จึงเรียกว่า จี้เถ้าเปลือกหอยแครง

การทดลองทำเคลือบจาก อัตราส่วนผสมระหว่าง จี้เถ้าไม้ยางพารา หินพื้นม้า ดินเหนียวท้องถิ่น และจี้เถ้าเปลือกหอยแครงนี้ ผู้วิจัยจะใช้ อัตราส่วนผสมจากแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Quadraxial Grid) และนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับใช้เผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์โดยทั่วไป โดยเผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่นและรีดักชั่นการทดลองทำเคลือบจากจี้เถ้าไม้ยางพารานี้เป็นการทดลองทำเคลือบชิ้นใหม่จากการนำทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นคือจี้เถ้าไม้ยางพารา ดินเหนียวท้องถิ่นและจี้เถ้าเปลือกหอยแครงมาใช้ให้เกิดประโยชน์มีคุณค่ามากที่สุด ผลจากการทดลองนี้จะเป็นประโยชน์ต่อ สถานศึกษาที่มีการเรียนการสอนวิชาเซรามิกส์ สถานประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกส์ และผู้สนใจทั่วไป ซึ่งสามารถนำไปเป็นแนวทางในการศึกษา และพัฒนาเคลือบต่อไป

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อทดลองทำน้ำเคลือบจากอัตราส่วนผสมระหว่างจี๊ด้าไม้ยางพารา หินฟันม้า ดินเหนียวท้องถิ่นและจี๊ด้าเปลือกหอยแครง จำนวน 81 อัตราส่วนผสมเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่น และรีดักชั่น
2. เพื่อศึกษาลักษณะของเคลือบจี๊ด้า ในด้านความมัน สีของเคลือบ และความเหมาะสมกับการใช้งาน

ความสำคัญของการศึกษา

อัตราส่วนผสมและลักษณะของเคลือบที่ได้จากการทดลองในครั้งนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อสถานศึกษา สถานประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกส์ และผู้สนใจทั่วไป ซึ่งสามารถนำเคลือบไปใช้งานได้ตามความเหมาะสมของเคลือบต่อไป และเป็นแนวทางการศึกษา และพัฒนาเคลือบ

ขอบเขตของการศึกษา

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการทดลองไว้ดังนี้

1. การทดลองครั้งนี้เป็นการทดลองทำเคลือบจากอัตราส่วนผสมระหว่างจี๊ด้า ไม้ยางพารา หินฟันม้า ดินเหนียวท้องถิ่น และจี๊ด้าเปลือกหอยแครง เผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่น และรีดักชั่น
2. ประชากรที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ
 - 2.1 จี๊ด้าไม้ยางพารา จังหวัดนครศรีธรรมราช
 - 2.2 หินฟันม้า จังหวัดราชบุรี
 - 2.3 ดินเหนียวท้องถิ่น จังหวัดนครศรีธรรมราช
 - 2.4 จี๊ด้าเปลือกหอยแครง

3. อัตราส่วนผสมของ เคลือบที่ทำการทดลองครั้งนี้ กำหนดจากการอ่านค่าของ วัตถุติดบนแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส ตั้งแต่เลข 0 ถึง 100 โดยสุ่มอัตราส่วนผสมอย่างมีระบบ จำนวน 81 จุด หรือ 81 อัตราส่วนผสม แต่ละจุดประกอบด้วยวัตถุติด 4 ชนิด คือ จี๊เจ้า ไม้ยางพารา หินฟันม้า ดินเหนียวท้องถิ่น และจี๊เจ้าเปลือกหอยแครง ซึ่งวัตถุติดแต่ละชนิด จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามจุดของอัตราส่วนผสมในแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสและ เมื่อนำค่าของวัตถุติด แต่ละชนิดในจุดนั้น ๆ มารวมกันจะมีค่าเท่ากับ 200

4. ตัวแปรที่จะศึกษามีดังนี้

4.1 ตัวแปรต้น ได้แก่

4.1.1 อัตราส่วนผสมของวัตถุติด ซึ่งประกอบด้วยจี๊เจ้า ไม้ยางพารา หินฟันม้า ดินเหนียวท้องถิ่น และจี๊เจ้าเปลือกหอยแครง โดยสุ่มอย่างมีระบบจากแผนภาพ สี่เหลี่ยมจัตุรัส จำนวน 81 อัตราส่วนผสม

4.1.2 บรรยาการในการเผาเคลือบมี 2 ลักษณะ คือ

ก. การเผาแบบออกซิเดชั่น

ข. การเผาแบบรีดักชั่น

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ลักษณะของเคลือบ มีดังนี้คือ

4.2.1 ระดับความมันของเคลือบ

4.2.2 สีของเคลือบ

4.2.3 ความเหมาะสมกับการใช้งาน

5. เนื้อดินปั้น (clay body) ที่ใช้ทำชิ้นทดลองในครั้งนี้คือเนื้อดินปั้นชนิดสโตนแวร์ (stone ware) เป็นดินผสมดำของบริษัทคอมพาวด์เคลย์

6. การทดลองครั้งนี้จะเคลือบด้วยวิธีจุ่ม

7. ความถ่วงจำเพาะของเคลือบกำหนดไว้ที่ 1.5

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. เคลือบจี๊เจ้า หมายถึง เคลือบที่มีส่วนผสมของ จี๊เจ้าเป็นวัตถุติดสำคัญ เช่น

เคลื่อนจี๊ดเข้าใบหูกว้าง เคลื่อนจี๊ดเข้ากลบ เป็นต้น

2. อัตราส่วนผสม หมายถึง ปริมาณของวัตถุดิบที่นำมาผสมเข้าด้วยกันเป็น เคลื่อนจี๊ด โดยคิดอัตราส่วนผสมตามแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสของ ฮอปเปอร์ (Hopper.1984 : 74-76)

3. บรรยากาศแบบออกซิเดชั่น หมายถึง บรรยากาศภายในเตาเผา เป็นการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ เนื่องจากออกซิเจนในเตาเผาทำปฏิกิริยาได้เพียงพอกับเชื้อเพลิงที่ใช้ ในการเผา ทำให้ไม่มีกลุ่มควันในการเผา

4. บรรยากาศแบบรีดักชั่น หมายถึง บรรยากาศภายในเตาเผา เป็นการเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ ทำให้เกิดควันในขณะเผา เนื่องจากปริมาณของออกซิเจนในเตาเผา กับ เชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไม่สมดุลกัน

5. ลักษณะความมันของเคลือบ หมายถึง ความแวววาวของเคลือบ ซึ่งมีมากหรือน้อยแตกต่างกันไปตามอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบแบ่งเป็น เคลือบไม่หลอมละลาย เคลือบด้าน เคลือบกึ่งด้านกึ่งมัน เคลือบมันแวววาว

6. สีเคลือบ หมายถึง ผลของปฏิกิริยา ของสารให้สีที่เกิดขึ้นหลังจากการ เผาเคลือบ

7. ความเหมาะสมในการใช้งาน หมายถึง ความสอดคล้องของเคลือบกับการ นำไปใช้งาน โดยการนำไปเคลือบผลิตภัณฑ์ประเภทกระเบื้องกรุผาผนัง กระเบื้องปูพื้นสุขภัณฑ์ เครื่องถ้วยชาม และงานศิลปะและเครื่องประดับ

8. จี๊ดเข้าไม้ยางพารา หมายถึง จี๊ดสีขาวที่ได้จากการเผาไม้ยางพารา ที่มีอายุไม่ต่ำกว่า 25 ปี ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 80 เมช (mesh)

9. หินฟันม้า หมายถึง หินฟันม้าที่มีแหล่งกำเนิดอยู่ใน บริเวณกิ่งอำเภอ ส่วนฝั่ง จังหวัดราชบุรี

10. ดินเหนียวท้องถิ่น หมายถึง ดินเหนียวบริเวณบ้านเลขที่ 20 หมู่ 1 ตำบลท่าไร่ อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ขุดลึกจากผิวดินประมาณ 1 เมตร

11. จี๊ดเปส็อกหอยแครง หมายถึง เปส็อกหอยแครงที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส บดละเอียดผ่านตะแกรงร่อนขนาด 80 เมช

12. แผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส หมายถึง ตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ใช้ใน การกำหนดค่า อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบในการทดลองพ่นน้ำเคลือบครั้งนี้ (Hopper. 1984 : 74-76)

13. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้มีประสบการณ์ทางด้านการสอน วิชาเซรามิกส์ ระดับอุดมศึกษาไม่ต่ำกว่า 5 ปี หรือผู้มีประสบการณ์ในสถานประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกส์ ไม่ต่ำกว่า 5 ปี หรือผู้มีประสบการณ์ในการสอนวิชาเซรามิกส์ ระดับอุดมศึกษา และมีประสบการณ์ในสถานประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกส์ไม่ต่ำกว่า 5 ปี

สมมุติฐาน

อัตราส่วนผสมของเคลือบซีเถ้าระหว่าง ซีเถ้ามีอย่างพารา หินฟันม้า ดินเหนียว ท้องนา และซีเถ้าเปลือกหอยแครงนี้ เมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่นและรีดักชั่นแล้ว น่าจะทำให้เกิดเป็นเคลือบได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยได้จัดเสนอไว้ตามลำดับ ดังนี้

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเคลือบ
 - 1.1 ความหมายของเคลือบ
 - 1.2 วัตถุประสงค์ของการเคลือบ
 - 1.3 การจำแนกชนิดของเคลือบ
 - 1.4 องค์ประกอบของเคลือบ
 - 1.5 การคำนวณหาอัตราส่วนผสมของเคลือบด้วยแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส
 - 1.6 การเตรียมน้ำเคลือบและการเคลือบ
 - 1.7 ความเหมาะสมในการนำเคลือบไปใช้
2. วัสดุที่ใช้ในการทดลอง
 - 2.1 ชี้ไถ่ไม้ยางพารา
 - 2.2 ฟินพื้นผิว
 - 2.3 ดิน
 - 2.4 แคลเซียมออกไซด์
 - 2.5 ชี้ไถ่เปลือกหอยแครง
 - 2.6 สารให้สีในเคลือบ
3. การเผาเคลือบและเตาเผาอุณหภูมิสูง
 - 3.1 การเผาเคลือบ
 - 3.2 บรรยายากาสนในการเผาเคลือบ
 - 3.3 เตาเผาอุณหภูมิสูง
 - 3.4 อุปกรณ์การเผาและเครื่องมือวัดอุณหภูมิในเตาเผา
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเคลือบ

1.1 ความหมายของเคลือบ เคลือบ (glazes) หมายถึง แก้วชนิดหนึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ฉาบอยู่บนผิวของผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ (Singer, 1960 : 201) ซึ่ง แก้วชนิดนี้ มีส่วนผสมที่เป็นสารประกอบที่ได้จากการนำวัตถุดิบธรรมชาติ และออกไซด์ของสารต่าง ๆ มาผสมทำให้เข้ากันในส่วนที่เหมาะสม ต่อจากนั้น นำมาเคลือบผิวผลิตภัณฑ์เซรามิกส์แล้วเผาให้เคลือบนั้นหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน (โคมล รักษ์วงศ์, 2531:62)

1.2 วัตถุประสงค์ของการเคลือบ การเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ มีวัตถุประสงค์ดังนี้ (ปรีดา พิมพ์ขาวฯ, 2530 : 1)

1. ไม้ให้ของเหลวและแก๊สซึมผ่านผลิตภัณฑ์
2. ทำให้เกิดความสวยงาม
3. ทำให้ทำความสะอาดผิวผลิตภัณฑ์ได้ง่าย
4. ทำหน้าที่ป้องกันผิวผลิตภัณฑ์จากการกระทบกระแทก
5. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น
6. ทำให้เกิดคุณสมบัติเฉพาะบางอย่าง เช่น คุณสมบัติทางด้านไฟฟ้า

1.3 การจำแนกชนิดของเคลือบ น้ำเคลือบที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์นั้นมีหลายชนิดด้วยกัน แบ่งตามเกณฑ์ต่าง ๆ ดังที่ สุรศักดิ์ อกสิทธิ์ (2531 : 27-28) ได้สรุปไว้ดังนี้ คือ

1.3.1 แบ่งตามวัตถุดิบที่ใช้ ได้แก่

- ก. เคลือบตะกั่ว
- ข. เคลือบเกลือ
- ค. เคลือบบอแรกซ์ (Borosilicate glazes)
- ง. เคลือบซีเถ้า
- จ. เคลือบเฟลสปาร์ (Feldspar glazes)

1.3.2 แบ่งตามลักษณะที่มองเห็น หรือตามลักษณะของผิวเคลือบ ได้แก่

- ก. เคลือบใส (Clear glazes)

- ข. เคลือบทึบ (Opaque glazes)
- ค. เคลือบผลึก (Crystalline glazes)
- ง. เคลือบด้าน (Mat glazes)
- จ. เคลือบร้าว (Crackle glazes)
- ฉ. เคลือบสี (Color glazes)
- ช. เคลือบมันหรือเคลือบมุก (Luster glazes)

1.3.3 แบ่งตามชนิดของผลิตภัณฑ์ที่นำไปเคลือบ ได้แก่

- ก. เคลือบพอร์สเลน (Porcelain glazes)
- ข. เคลือบเบนไชนา (Bonechina glazes)
- ค. เคลือบเอิทเทนแวร์ (Earthenware glazes)
- ง. เคลือบสโตนแวร์ (Stoneware glazes)

1.3.4 แบ่งตามกรรมวิธีการผลิต ได้แก่

- ก. เคลือบดิบ (Raw glazes)
- ข. เคลือบพริต (Frit glazes)

1.3.5 แบ่งตามความทนไฟ

- ก. เคลือบไฟสูง (Hight temperature glazes)
- ข. เคลือบไฟปานกลาง (Intermediate temperature glazes)
- ค. เคลือบไฟต่ำ (Low temperature glazes)

1.3.6 แบ่งตามสถานที่มาของน้ำเคลือบ หรือผู้ทำน้ำเคลือบนั้น ๆ

- ก. อัลบานี สลิป เกลซ (Albany Slip Glaze)
- ข. เซเปอร์ พอร์สเลน เกลซ (Seper Porcelain Glaze)

1.3.7 แบ่งตามแนวคิดของนักเซรามิกส์ 2 ท่านคือ Kerl กับ Bragniard

ได้แก่

- ก. เคลือบตะกั่ว
- ข. เคลือบไม่มีตะกั่ว (Lead less glazes or Earth glazes)
- ค. เคลือบเกลือ

1.4 องค์ประกอบของเคลือบ เคลือบเป็นสารประกอบที่ได้จากการ นำเอาวัตถุดิบธรรมชาติ และออกไซด์ของสารต่าง ๆ มาบดผสมให้เข้ากันแล้วนำไปเผา เพื่อให้สารประกอบเหล่านั้นหลอมละลาย วัตถุดิบเหล่านี้จะทำให้เคลือบเกิดคุณสมบัติที่ แตกต่างกันไป ตามอัตราส่วนผสม องค์ประกอบของเคลือบโดยทั่วไปจะประกอบไปด้วยสารที่ทำให้เกิด แก้ว สารที่เป็นตัวช่วยในการหลอมละลาย และสารที่ทำให้เกิดสีในเคลือบ สารเหล่านี้จะมีอยู่ใน วัตถุดิบธรรมชาติ ซึ่งสามารถเลือกนำมาใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ในการทำเคลือบ วัตถุดิบธรรมชาติที่นำมาใช้ในการทำเคลือบนั้นมีเป็นจำนวนมาก และมักเป็นสารประกอบที่มี ความซับซ้อน แต่แม้ว่าจะเป็นอย่างนั้นก็ยังสามารถแบ่งกลุ่มของวัตถุดิบออกได้ตามคุณสมบัติทางเคมี ได้ 3 กลุ่ม ดังนี้คือ

1.4.1 กลุ่มวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติทางเคมีเป็นด่าง (Bases group) ทำหน้าที่เป็นตัวช่วยหลอมละลาย สัญลักษณ์ทั่วไป คือ R_2O และ RO วัตถุดิบกลุ่มนี้มี 2 ประเภท คือ

ก. แอลคาไลน์ (Alkaline) มีคุณสมบัติเป็นตัวช่วยหลอมละลายที่ดี (Strong flux) เพิ่มการไหลตัวของเคลือบ (Fluidity) และความมันแวววาว (Luster) ในเคลือบ ส่วนมากละลายน้ำได้ ดังพวกนี้ได้แก่

- โซเดียมออกไซด์ (Sodium oxide) มีสูตรทางเคมี คือ Na_2O เป็นฟลักซ์อุณหภูมิต่ำ มีสัมประสิทธิ์ในการขยายตัวสูง มีผลทำให้เคลือบไม่ทนต่อการกัดกร่อน สดแรงดึง (Tensile strength) และมีความยืดหยุ่น (Elasticity) วัตถุดิบที่ทำให้ โซเดียมออกไซด์ ได้แก่ โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) สูตรทางเคมี คือ Na_2CO_3 หรือ โซดาแอส (Soda ash) นั่นเอง โซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride) สูตรทางเคมี คือ $NaCl$ หรือเกลือแกง บอแรกซ์ (Borax) สูตรทางเคมี คือ $Na_2O \cdot 2B_2O_3 \cdot 10H_2O$ เป็นตัวช่วยหลอมละลายที่ดีที่อุณหภูมิต่ำ ละลายน้ำได้ หลอมละลายที่ อุณหภูมิ 735 องศาเซลเซียส ถ้าใช้ในปริมาณมากจะทำให้ผิวเคลือบ เกิดตำหนิรูเข็ม (Pinhole) และเป็นตุ่มพอง (Blister) เศษแก้ว (Cullet) สูตรทางเคมี คือ $0.5Na_2O \cdot 0.5CaO \cdot SiO_2$ โซดาเฟลด์สปาร์หรืออัลไบต์ (Soda feldspar or Albite) สูตรทางเคมี คือ $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ เป็นฟลักซ์ไฟสูงไม่ละลายน้ำราคาถูก

- โพแทสเซียมออกไซด์ (Potassium oxide) สูตรทางเคมี คือ K_2O ทาหน้าที่เป็นฟลักซ์ มีคุณสมบัติคล้ายกับโซเดียม แต่มีความคงทนต่อการขีดข่วนได้ดีกว่า ราคาแพงกว่า วัตถุดิบที่ให้สารโพแทสเซียมออกไซด์ ได้แก่ โพแทสเซียมคาร์บอเนต (Potassium carbonate) สูตรทางเคมี คือ K_2CO_3 ละลายน้ำได้ ใช้ปรับปรุงทางการให้สี ถ้าใช้แทนปริมาณของตะกั่ว โซเดียม หรือแคลเซียมออกไซด์ สีของทองแดง (Copper oxide) ซึ่งปกติจะให้สีเขียว เปลี่ยนเป็นสีเขียวแกมเหลืองหรือสีน้ำเงินสด โพแทสเซิลด์สปาร์ (Potash feldspar) สูตรทางเคมี คือ $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ มีจุดหลอมละลายที่อุณหภูมิ 1,200–1,250 องศาเซลเซียส

- ลิเทียมออกไซด์ (Lithium oxide) สูตรทางเคมี คือ Li_2O มีคุณสมบัติคล้ายโซเดียมออกไซด์ และโพแทสเซียมออกไซด์ เป็นด่างที่แรง ใช้แทนกันได้ในอัตราส่วน 1 : 3 : 5 (Li : Na : K) เป็นสารที่เบามาก มีราคาแพงแต่ให้ผลที่รุนแรง จะใช้ในเคลือบประมาณร้อยละ 6–8 เท่านั้นสารที่ให้ลิเทียมออกไซด์ได้แก่ลิเทียมคาร์บอเนต (Lithium carbonate) สูตรทางเคมี คือ Li_2CO_3 นิยมใช้ในการทำเคลือบสีโดยเฉพาะสีน้ำเงิน ถ้าใช้ร้อยละ 1 ในเคลือบจะทำให้เคลือบมีความแวววาวและมีความแข็งแรงดีขึ้น เลพิโดไลต์ (Lepidolite) สูตรทางเคมีคือ $LiF \cdot KF \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2$ สปอดูมิน (Spodumene) สูตรทางเคมี คือ $Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$ แพทาลิต (Petalite) สูตรทางเคมี คือ $Li_2O \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$ ใช้ผสมในเคลือบไฟสูง

ข. แอลคาไลน์เอิร์ท (Alkaline earths) มีคุณสมบัติคล้าย พวกแอลคาไลน์ แต่ไม่ละลายน้ำ ต่างพวกนี้ ได้แก่

- แบเรียมออกไซด์ (Barium oxide) สูตรทางเคมี คือ BaO เป็นฟลักซ์ที่อุณหภูมิสูงดีกว่าแคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และสตรอนเชียม (Sr) มีดัชนีหักเหของแสงรองจากตะกั่ว (Pb) วัตถุดิบที่ให้แบเรียม ได้แก่ แบเรียมคาร์บอเนต (Barium carbonate) สูตรทางเคมีคือ $CaCO_3$ เป็นฟลักซ์ที่ดีที่ไฟสูงถ้าใช้ตัวเดียวโดด ๆ จะทำให้เคลือบด้าน แบเรียมโครเมต (Barium cromate) สูตรทางเคมี คือ $BaCrO_4$ ส่วนมากใช้ทำสีสำเร็จรูป (Stain) จากพวกสีเขียว

- แคลเซียมออกไซด์ (Calcium oxide) สูตรทางเคมีคือ CaO เมื่อผสมในเคลือบจะทำให้เคลือบแข็งแรงดีขึ้น ทนต่อการขีดข่วนได้ดีกว่า โซเดียมออกไซด์ และโพแทสเซียมออกไซด์ ทนต่อการกัดกร่อนของกรดและด่างลดสัมประสิทธิ์การขยายตัวได้ดี ทาปฏิกิริยารุนแรงกับซิลิกา จะเป็นตัวทนไฟที่เคลือบไฟต่ำและจะเป็นฟลักซ์ที่เคลือบไฟสูง ถ้าใช้ในปริมาณที่มากเกินไป มักทำให้เกิดทกผลึกและทำให้ผิวเคลือบด้าน แคลเซียมออกไซด์นี้เกิดในรูปของธรรมชาติหลายรูปด้วยกัน เช่น หินปูน (Limestone) หินอ่อน (Marble) เปลือกหอย (Shell) และดินมาร์ล (Marl) เป็นต้น วัตถุดิบที่ทำให้แคลเซียมออกไซด์ได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate) สูตรทางเคมี คือ CaCO_3 โดโลไมต์ (Dolomite) สูตรทางเคมี คือ $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ แคลเซียมเฟลด์สปาร์ (Calcium feldspar) สูตรทางเคมี คือ $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$

- แมกนีเซียมออกไซด์ (Magnesium oxide) สูตรทางเคมีคือ MgO มักเกิดปะปนกับหินปูนและหินปูน เป็นตัวทนไฟในเคลือบไฟต่ำ และเป็นฟลักซ์ที่ดีในเคลือบไฟสูง อาจทำให้เคลือบที่บดได้เล็กน้อย วัตถุดิบที่ทำให้แมกนีเซียมออกไซด์ ได้แก่ แมกนีเซียมคาร์บอเนต (Magnesium carbonate) สูตรทางเคมี คือ MgCO_3 ส่วนมากใช้ในการทาเคลือบฟลัก และเคลือบที่ต้องการให้มีการไหลตัว และช่วยให้เคลือบเกาะติดกับเนื้อดินได้ดีขึ้น ทัลก์ (Talc) สูตรทางเคมี คือ $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ใช้เล็กน้อยในเคลือบทำให้เคลือบเรียบสวย ไม่มีพองอากาศ

- ตะกั่วออกไซด์ (Lead oxide) สูตรทางเคมี คือ PbO เป็นตัวช่วยลดจุดหลอมละลายในเคลือบไฟต่ำที่สำคัญ หาง่าย และราคาถูก มีดัชนีหักเหของแสงมากกว่าออกไซด์ทุกชนิด เพิ่มการไหลตัวให้แก่เคลือบ ทำให้เคลือบมีความมันแวววาวเรียบสวย แต่ตะกั่วเป็นสารที่มีพิษ ฉะนั้นจึงต้องนำไปทำเป็นเฟรต (Frit) เสียก่อนนอกจากนี้ ผิวเคลือบที่มีตะกั่วผสมอยู่จะไม่คงทนต่อกรดและด่าง และการขีดข่วน วัตถุดิบที่ให้ตะกั่วได้แก่ กาลีนนา (Galena) สูตรทางเคมี คือ PbS มีลักษณะเป็นผงสีดำตะกั่วขาว (White Lead) สูตรทางเคมีคือ $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ เป็นตัวให้ตะกั่วที่ดีมีความบริสุทธิ์สูง ตะกั่วเหลือง (Litharge) สูตรทางเคมีคือ PbO ตะกั่วแดง (Red lead) สูตรทางเคมี คือ Pb_3O_4

- สตรอนเทียมออกไซด์ (Strontium oxide) สูตรทางเคมี คือ SrO เป็นสารที่มีราคาแพง ใช้แทนแคลเซียมออกไซด์ และแมกนีเซียมออกไซด์ได้ แร่ที่ ให้สตรอนเทียม คือ สตรอนเทียไนต์ (Strontianite)

- สังกะสีออกไซด์ (Zinc oxide) สูตรทางเคมี คือ ZnO เป็นตัวที่ทำให้เคลือบมีความแวววาวดีขึ้น ถ้าใช้ในปริมาณน้อยจะเป็นฟลักซ์ ถ้าใช้ในปริมาณ มากจะเป็นตัวทนไฟและทำให้เกิดฟิบบินเคลือบ ถ้าเผาในอุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการตกผลึก จึงนิยมใช้ทำเคลือบผลึก จะได้ผลึกที่สวยงาม มีลักษณะคล้ายพัด ถ้าผสมในเคลือบสีจะทำให้ สีสดขึ้น

1.4.2 กลุ่มวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติทางเคมี เป็นกลาง (Intermediates group) สัญลักษณ์ทั่วไป คือ R_2O_3 วัตถุดิบในกลุ่มนี้ทำหน้าที่เป็นสารทนไฟ (Refractory) และสารให้สี (Colorants agent) วัตถุดิบในกลุ่มนี้ ได้แก่

- อลูมินา (Alumina) สูตรทางเคมี คือ Al_2O_3 เป็นตัวช่วย ปรับการไหลตัวของน้ำเคลือบ ปริมาณของอลูมินาในเคลือบจะมีผลต่อความทนไฟ และจุด สุกตัวของเคลือบ ถ้าใช้ในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เคลือบตกผลึกได้ยาก นอกจากนี้ อลูมินายังมีอิทธิพลต่อเคลือบ ในการเพิ่มความแข็งแรงแก่เคลือบ ใช้แก้ปัญหาในการราน ของเคลือบ และสามารถใช้ออกซิเจนของเคลือบ โดยดูที่อัตราส่วนของอลูมินาต่อซิลิกา คือ

อลูมินา : ซิลิกา ชนิดของน้ำเคลือบ

1 : 2.5-5 เคลือบด้าน

1 : 7-12 เคลือบใส

1 : 15-20 เคลือบผลึก

(สูตรศักดิ์ โกลิยพันธ์. 2531 : 11)

อลูมินามีอิทธิพลต่อสีในเคลือบเช่น สีของโคบอลออกไซด์ (CoO) ปกติจะให้สีน้ำเงิน หรือฟ้า แต่ถ้านำโคบอลออกไซด์ไปใช้ในเคลือบที่ไม่มีอะลูมินาจะได้ สีชมพู สารที่ให้อลูมินา ได้แก่ อลูมิเนียมไฮดรเอท (Aluminium hydrate) สูตรทางเคมี คือ $\text{Al}(\text{OH})_3$ เป็นวัตถุดิบที่ทำให้ อลูมินาที่มีความบริสุทธิ์สูง หินฟันม้า (Feldspar) สูตรทางเคมีคือ $\text{KNaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ ดิน (Clay) สูตรทางเคมี คือ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ เบนโทไนต์ (Bentonite)

สูตรทางเคมี คือ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ มักนิยมใช้ในเคลือบเพียงร้อยละ 3 เพื่อช่วยทำให้เคลือบแข็งแรง

- โบรอนออกไซด์ (Boron oxide) สูตรทางเคมี คือ B_2O_3 เป็นสารที่หลอมละลายได้ง่ายและจะละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับซิลิกา เกิดเพิ่มความมันแวววาวในผิวเคลือบ เป็นตัวละลายสารพิษ เป็นตัวช่วยลดการไหลตัวของเคลือบที่อุณหภูมิต่ำและไหลตัวได้ดีที่อุณหภูมิสูง ไม่ควรรำใช้ในเคลือบพลาสติก สารที่ทำให้โบรอนออกไซด์ ได้แก่ กรดบอริก (Boric acid) สูตรทางเคมี คือ $\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ มีลักษณะ

เป็นเกล็ด ละลายน้ำได้ บอแรกซ์ (Borax) สูตรทางเคมี คือ $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

โคเลมานาइट (Colemanite) สูตรทางเคมี คือ $2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

- โครมิกออกไซด์ (Chromic oxide) สูตรทางเคมี คือ Cr_2O_3 เป็นสารให้สีที่รุนแรง จะให้สีเขียวที่เคลือบพาส

- เหล็กออกไซด์ (Ferric oxide) สูตรทางเคมี คือ Fe_2O_3 เป็นสารให้สีน้ำตาลแดง เป็นฟลักซ์ที่ดี แต่เป็นสารที่ไวต่อการทำให้สีมาก

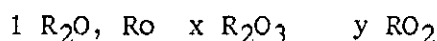
1.4.3 กลุ่มวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติทางเคมีเป็นกรด (Acids group) สัญลักษณ์ทั่วไป คือ RO_2 ทำหน้าที่เป็นสารที่ทำให้เกิดแก้ว และทำให้ฟิล์มในเคลือบวัตถุดิบในกลุ่มนี้ได้แก่

ซิลิกอนไดออกไซด์ (Silicon dioxide) สูตรทางเคมี คือ SiO_2 ซิลิกาจะใช้ทั้งในน้ำเคลือบ และเนื้อดินปั้น ซึ่งมีปริมาณมากกว่าร้อยละ 50 ซิลิกาบริสุทธิ์จะมีจุดหลอมละลายที่ 1,710 องศาเซลเซียส เป็นตัวเพิ่มจุดหลอมละลายของเคลือบให้สูงขึ้นเพิ่มความแข็งแรงให้แก่เคลือบ และทำปฏิกิริยาได้อย่างดีกับพวกต่าง แล้วหลอมตัวกลายเป็นแก้ว แต่ถ้าใช้ในปริมาณมากจะทำให้เคลือบทนไฟสูง วัตถุดิบที่ให้ซิลิกาได้แก่ หินเขียว หนุมาน หรือหินแก้ว (Quartz) สูตรทางเคมี คือ SiO_2 มีปริมาณซิลิกาสูงถึงร้อยละ 99.8 หินเขียวหนุมานที่มีคุณภาพดีมีอยู่ที่เขาหินแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี พลินท์ (Flint) สูตรทางเคมี คือ SiO_2 เป็นรูปหนึ่งของซิลิกา ซึ่งมีผลึกเล็กมาก หินทราย (Sand stone) สูตรทางเคมี คือ SiO_2 นอกจากนั้นแล้วยังมี ดิน หินพันม้า สบอุมิน และเลทโรไลต์

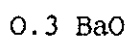
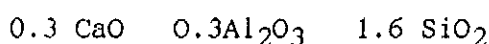
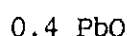
ดีบุกออกไซด์ (Tin oxide) สูตรทางเคมี คือ SnO_2 มีราคาแพงมาก แต่นิยมใช้เพราะเป็นตัวทำให้งดทึบแสงในเคลือบดีกว่าสารชนิดอื่นในปริมาณร้อยละ 5-7 ถ้าใช้มากจะทำให้เคลือบด้าน

ไทเทเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide) สูตรทางเคมี คือ TiO_2 เป็นออกไซด์ที่มีความทนไฟเท่ากับซิลิกา ผสมในเคลือบจะทำให้สีฟาง เป็นตัวช่วยทำให้เกิดทึบในเคลือบด้วย ถ้าใช้ในปริมาณร้อยละ 5-10 จะทำให้เคลือบเกิดความมันแวววาว สารที่ทำให้ไทเทเนียมไดออกไซด์ ได้แก่ ไทเทเนียมไดออกไซด์ และรูไทล์ (Rutile) สูตรทางเคมี คือ TiO_2 เป็นสารที่ไม่บริสุทธิ มักมีเหล็กออกไซด์ปะปนอยู่

ในการแสดงองค์ประกอบและส่วนผสมของเคลือบนั้น มักเขียนเป็นสูตรสากล หรือเรียกว่า สูตรเอมพิริคัล (Empirical formula) ซึ่งเขียนในรูปสัญลักษณ์ได้ดังนี้



แทนค่าด้วยสารที่มีคุณสมบัติตามกลุ่มสัญลักษณ์ได้ ดังนี้



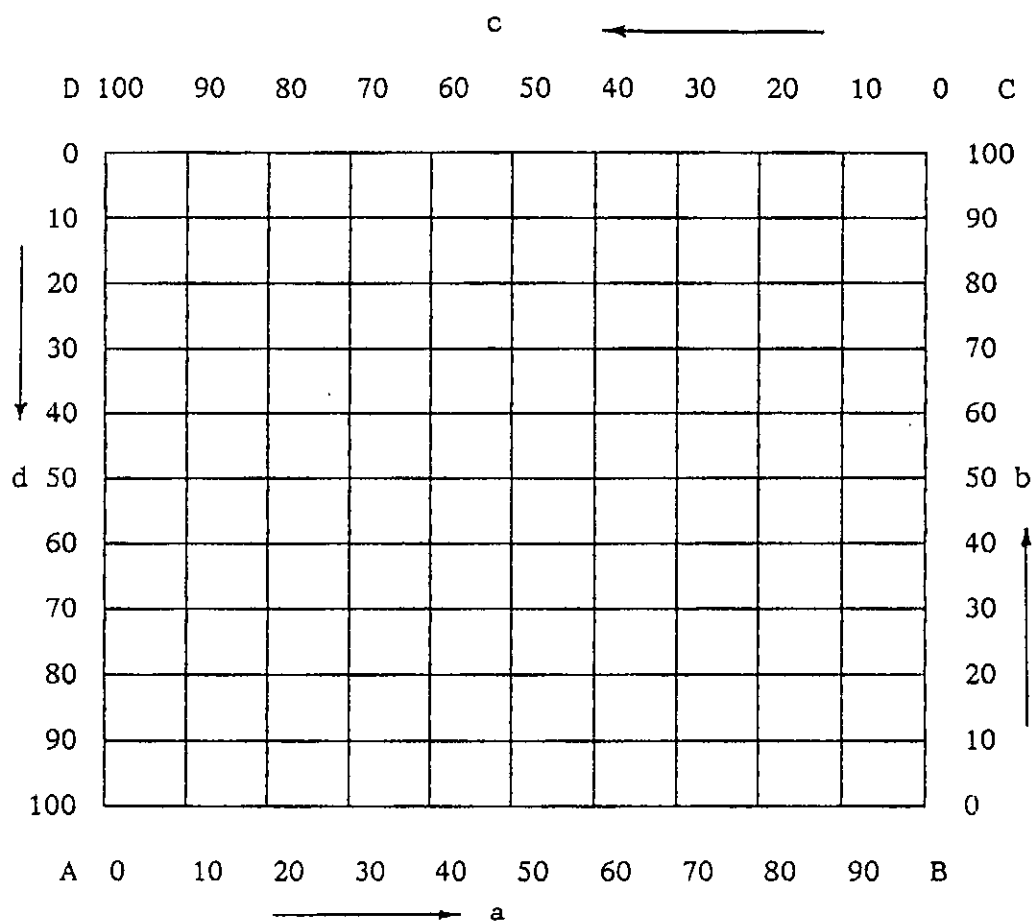
จะเห็นได้ว่า ในสูตรเคลือบนั้นจะประกอบไปด้วยวัตถุดิบที่อยู่ในกลุ่มของต่างกลางและกรด ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญในการทำให้เกิดเคลือบ วัตถุดิบในกลุ่มต่าง ๆ สามารถเขียนแยกกลุ่มเป็นตารางได้ ดังนี้

ตาราง 1 แสดงกลุ่มของวัตถุดิบ

กลุ่มที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง	กลุ่มที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง	กลุ่มที่มีคุณสมบัติเป็นกรด
RO ₂ RO	R ₂ O ₃	RO ₂
PbO	Al ₂ O ₃	SiO ₂
BaO	Fe ₂ O ₃	SnO ₂
CaO	Cr ₂ O ₃	TiO ₂
MgO	Sb ₂ O ₃	ZrO ₂
ZnO		
SrO		
K ₂ O		
Na ₂ O		
Li ₂ O		

1.5 การคำนวณหาอัตราส่วนผสมของน้ำเคลือบด้วยแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส

การนำแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสมาใช้ในการคำนวณหาอัตราส่วนผสมนั้น สามารถใช้ได้ทั้งการคำนวณหาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น (clay body) สีเคลือบ (glazes color) และเคลือบ โดยกำหนดวัตถุดิบไว้ที่มุมทั้งสี่ของสี่เหลี่ยมจัตุรัส แล้วอ่านค่าเป็นอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบแต่ละจุดในแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสนั้น วิธีอ่านค่าอัตราส่วนผสมตามแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส อ่านได้ดังนี้



ภาพประกอบ 1 แสดงแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสและวิธีอ่านค่าอัตราส่วนผสม

กำหนดให้ A, B, C และ D เป็นวัตถุดิบ 4 ชนิด การอ่านค่าของวัตถุดิบให้อ่านตามทิศทางของหัวลูกศร

การอ่านค่าของวัตถุดิบ A ให้อ่านค่าที่ด้าน a

การอ่านค่าของวัตถุดิบ B ให้อ่านค่าที่ด้าน b

การอ่านค่าของวัตถุดิบ C ให้อ่านค่าที่ด้าน c

การอ่านค่าของวัตถุดิบ D ให้อ่านค่าที่ด้าน d

ค่าของวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิด ที่อ่านได้จากแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสนี้ เมื่อรวมกันแล้ว จะต้องได้ค่า 200 ซึ่งคิดเป็นค่าน้ำหนักเมื่อนำวัตถุดิบไปชั่ง ตัวอย่างเช่น (Hopper, 1984 : 74-76)

จุดที่ 1 วัตถุดิบ A = 10

วัตถุดิบ B = 10

วัตถุดิบ C = 90

วัตถุดิบ D = 90

จุดที่ 2 วัตถุดิบ A = 20

วัตถุดิบ B = 10

วัตถุดิบ C = 80

วัตถุดิบ D = 90

จุดที่ 3 วัตถุดิบ A = 30

วัตถุดิบ B = 10

วัตถุดิบ C = 70

วัตถุดิบ D = 90

1.6 การเตรียมน้ำเคลือบและการเคลือบ เมื่อกำหนดสูตรเคลือบและได้อัตราส่วนผสมแล้ว ต่อไปจะต้องมีการเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ และวัตถุดิบ รวมทั้งซื้อควรคำนึงต่าง ๆ ในการเตรียมน้ำเคลือบ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี ประหยัดเวลา และแรงงาน รวมทั้งวัตถุดิบและเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ (ปรีดา พิมพ์ขาวขา. 2530 : 56) สิ่งที่ต้องคำนึงถึงดังกล่าว มีดังนี้

1.6.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมน้ำเคลือบ

1.6.2 ขั้นตอนในการเตรียมน้ำเคลือบ

- 1.6.3 ภาวะของผลิตภัณฑ์ที่จะนำไปเคลือบ
- 1.6.4 การเตรียมผลิตภัณฑ์ก่อนนำไปเคลือบ
- 1.6.5 วิธีเคลือบผลิตภัณฑ์
- 1.6.6 ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำเคลือบ

1.6.1 วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการเตรียมน้ำเคลือบ สูตรที่ดี

โรกลียพันธ์ (2531 : 67-68) แนะนำวัสดุอุปกรณ์ในการเตรียมน้ำเคลือบ ดังนี้

1.6.1.1 วัตถุดิบ วัตถุดิบที่ใช้ในการผสมทำน้ำเคลือบ ส่วนมากจะเตรียมไว้ในลักษณะบดละเอียด ซึ่งทำให้สะดวกสามารถนำไปใช้ได้ทันที

1.6.1.2 เครื่องชั่ง มีหลายชนิด เช่น แบบลูกตุ้ม แบบ 2 แขน เครื่องชั่งที่มีคุณภาพสามารถชั่งได้อย่างละเอียด คือ เครื่องชั่งไฟฟ้า บอกค่าน้ำหนักด้วยระบบตัวเลข ทำให้สะดวกในการใช้งาน ในการชั่งวัตถุดิบนั้นควรใช้เครื่องชั่งที่มีความไวสูง เพราะการชั่งส่วนต่าง ๆ นั้นต้องการความละเอียดมาก

1.6.1.3 เครื่องบด รดยทั่วไปแล้วแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.6.1.3.1 โกร่งบด (apothecary's mortar)

เป็นเครื่องมือที่ค่อนข้างหาได้ง่ายและราคาไม่แพงนัก ใช้กำลังคนในการบดทำด้วยเนื้อพอร์สเลน ซึ่งมีความแข็งแรงมาก มีขนาดปากกว้าง 6 นิ้ว 10 นิ้ว และ 12 นิ้ว ภายนอกนิยมเคลือบด้วยสีขาวทึบ ส่วนภายในไม่เคลือบ เพื่อต้องการให้มีผิวหยาบและช่วยในการบดได้ดี

1.6.1.3.2 หม้อบด (ball mill) มีหลายขนาด เช่น ขนาดบรรจุครึ่งกิโลกรัม 5 กิโลกรัม หรือ 100 กิโลกรัม เป็นต้น

ก. หม้อบดขนาดเล็ก (jar mill) คือ หม้อบดที่มีขนาดบรรจุตั้งแต่ 5 กิโลกรัมลงมา ทำจากเนื้อพอร์สเลนหนา ประมาณ 1-1.5 นิ้วเคลือบทั้งภายในและภายนอก เพื่อสะดวกในการทำความสะดวก

ข. หม้อบดขนาดใหญ่ (ball mill) เป็นหม้อบดที่มีขนาดบรรจุตั้งแต่ 50 กิโลกรัมขึ้นไป ลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ภายนอกเป็นโลหะ ภายในกรุ

ด้วยวัสดุที่ทนต่อแรงกระแทกและแรงเสียดสีได้สูง เช่น ยาง ไซเล็กซ์ (Silix) พอร์สเลน (Porcelain) เป็นต้น

ทั้งหม้อบดขนาดเล็กและหม้อบดขนาดใหญ่หมุนโดยกำลังไฟฟ้าด้วยความเร็วประมาณ 30 รอบต่อนาที ภายในบรรจุด้วยลูกบด (balls) ขนาดต่าง ๆ กัน การบดของหม้อบดเกิดขึ้นโดยการขัดสีระหว่างวัตถุบด กับลูกบด ซึ่งจะโผล่และกลิ้งไปในขณะที่หม้อบดหมุนไป ลูกบดในขณะบดควรมี 3 ขนาด ซึ่งขนาดของลูกบดที่เล็กสุดกับใหญ่สุดไม่ควรแตกต่างกันมากนัก โดยทั่วไปจะใส่ลูกบดแต่ละขนาดในอัตราส่วนดังนี้ คือ

ลูกบดขนาดใหญ่ ประมาณ ร้อยละ 20-25

ลูกบดขนาดกลาง ประมาณ ร้อยละ 50-60

ลูกบดขนาดเล็ก ประมาณ ร้อยละ 20-25

1.4 เครื่องกรอง คือ อุปกรณ์ที่ใช้กรองขนาดของวัตถุบด ในการทดลองครั้งนี้จะใช้ตะแกรงร่อน (sive) ทำด้วยทองเหลือง หรือสแตนเลส สำหรับกรองน้ำเคลื่อนประมาณ 80-150 เมช (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2531 : 69)

2. ขั้นตอนในการเตรียมน้ำเคลื่อน การเตรียมน้ำเคลื่อนมีขั้นตอนในการเตรียมดังนี้

2.1 การชั่งส่วนผสมให้ถูกต้องแน่นอนตรงตามสูตร

2.2 การบดผสม การบด และการผสมจะปฏิบัติไปพร้อม ๆ กัน ถ้าเคลื่อนมีจำนวนมาก ควรใช้หม้อบด เพื่อให้เคลื่อนมีความสม่ำเสมอดีกว่าการใช้โกร่ง การบดน้ำเคลื่อน ควรใส่น้ำไม่เกินร้อยละ 55 ของน้ำหนักส่วนผสม ถ้าใช้น้ำมากเกินไปจะทำให้ส่วนผสมเคลื่อนเหนียวและเกิดการสึกหรอของวัสดุที่กรุภายในหม้อบด แต่ถ้าใส่น้ำน้อยจะทำให้ส่วนผสมมีความหนืดสูง และมีการบดน้อยเพราะลูกบดเคลื่อนที่ได้ยาก โดยทั่วไปจะใช้น้ำประมาณร้อยละ 30-40 ของน้ำหนักส่วนผสม น้ำที่ใช้ในการผสมเคลื่อนจะต้องสะอาดปราศจากตะกอน และมีสภาพเป็นกลาง

2.3 การกรอง น้ำเคลื่อนที่ผ่านการบดผสมแล้ว จะต้องผ่านการกรองด้วยตะแกรงร่อน เพื่อให้ได้ความละเอียดที่สม่ำเสมอตามต้องการ

3. สภาวะของผลิตภัณฑ์ที่จะนำไปเคลือบ สภาวะของผลิตภัณฑ์ที่จะนำไปเคลือบ แบ่งออกได้ 2 สภาวะ คือ

3.1 ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในสภาวะของดินดิบ (greenware) การเคลือบผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในสภาพดินดิบนี้ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษเพราะผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะ เปราะหักง่าย โดยเฉพาะถ้าใช้วิธีเคลือบแบบจุ่มต้องใช้ความชำนาญเป็นพิเศษ เพราะถ้าจุ่มเคลือบไม่เป็น เนื้อผลิตภัณฑ์อาจยุบเสียหายได้ ผลิตภัณฑ์ในสภาวะนี้ไม่ควรวางกับข้างฝักหัก แต่ในโรงงานเซรามิกส์ขนาดใหญ่ นิยมเคลือบผลิตภัณฑ์ในสภาวะนี้ เพราะทำให้ประหยัดเชื้อเพลิง และ แรงงานมาก แต่มักเคลือบด้วยวิธีพ่น โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องสุขภัณฑ์

3.2 ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในสภาวะเผาดิบ (biscuitware) ซึ่งนิยมเผากันที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ถึง 900 องศาเซลเซียส ซึ่งดินจะแข็งตัวและหยาบกว่าได้สะดวก เนื้อผลิตภัณฑ์มีความพรุนตัวพอเหมาะที่จะดูดซับน้ำเคลือบได้ดี ถ้าเผาในอุณหภูมิสูงเกินไปจะมีผลให้เคลือบไม่ค่อยติดผลิตภัณฑ์ เพราะ เนื้อผลิตภัณฑ์มีความพรุนตัวน้อยเกินไป และถ้าเผาในอุณหภูมิต่ำเกินไป ก็จะมีผลทำให้เกิดตำหนิที่ผิวเคลือบได้ เนื่องจากความพรุนตัวมีมาก ทำให้ดูน้ำจากเคลือบมากเกินไป อาจทำให้ผิวเคลือบที่ได้ขรุขระหรือผลิตภัณฑ์อาจแตกได้ การเคลือบผลิตภัณฑ์ในสภาวะเผาดิบนี้นิยมทำกันทั้งในสถานศึกษาและโรงงานเซรามิกส์ เพราะเคลื่อนย้ายสะดวก และสามารถเก็บไว้ได้ในกรณีที่ผลิตไว้มาก (สุรศักดิ์ อกสิทธิ์. 2531 : 70)

4. การเตรียมผลิตภัณฑ์ก่อนนำไปเคลือบ สุรศักดิ์ อกสิทธิ์ (2531 : 70) ได้กล่าวไว้ดังนี้

"ผลิตภัณฑ์ก่อนที่จะนำไปเคลือบต้องผ่านการจัดฝุ่นละอองออกให้หมดเสียก่อน เพราะถ้าหากว่าที่ผิวผลิตภัณฑ์มีฝุ่นละอองเกาะอยู่ จะเป็นเหตุให้เคลือบร่อนหลุดจากผิวของผลิตภัณฑ์ ทำให้ผิวเคลือบมีตำหนิได้ การทำความสะอาด ผลิตภัณฑ์ก่อนนำไปเคลือบนั้น อาจใช้พองน้ำจุ่มน้ำหมาด ๆ แล้วเช็ด หรือใช้ผ้าทำเป็นรี้ว ๆ มัดเป็นฟู่แล้วซับ หรือใช้ลมเป่าก็ได้แต่ต้องระมัดระวังเรื่องฝุ่นเข้าจมูกด้วย"

5. วิธีเคลือบผลิตภัณฑ์ การเคลือบผลิตภัณฑ์มีหลายวิธี ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาด และประเภทของผลิตภัณฑ์ที่จะนำมาเคลือบ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (Kenny, 1968 : 200-201)

5.1 การเคลือบด้วยวิธีชุบหรือจุ่ม (dipping) การเคลือบด้วยวิธีนี้ ส่วนใหญ่จะเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเผาดิบ เหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก โดยนำผลิตภัณฑ์ที่เตรียมไว้จุ่มลงในถังน้ำเคลือบ การเคลือบวิธีนี้เป็นที่นิยมกันมาก

5.2 การเทราด (pouring) ในกรณีที่น้ำเคลือบมีปริมาณไม่มากพอ อาจเลือกวิธีเคลือบด้วยการเทราด โดยนำไม้ 2 อันวางพาดที่ปากถัง แล้ววางผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเคลือบไว้บนไม้ทั้งสอง แล้วใช้น้ำเคลือบเทราดลงไปบนผลิตภัณฑ์ น้ำเคลือบส่วนที่เหลือจากการเกาะผลิตภัณฑ์จะไหลลงสู่ถังที่รองรับไว้ วิธีนี้อาจใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ก็ได้ เช่น อย่างบัว รางมังกร เป็นต้น

5.3 การใช้แปรงหรือลูกกลิ้ง (brushing glaze) การใช้แปรงทาเคลือบลงบนผลิตภัณฑ์ต้องใช้น้ำเคลือบที่อุ่นน้ำได้ดี ขนแปรงยาวขนาดประมาณ 1/2 นิ้ว หรือ 1 นิ้ว การทาต้องทาอย่างรวดเร็วและต้องอาศัยความชำนาญเป็นพิเศษ วิธีนี้เหมาะสำหรับงานขนาดเล็ก เช่น เครื่องประดับ หรืออาจใช้ซ่อมแซมเคลือบที่เคลือบไว้ไม่ทั่วถึงก็ได้

5.4 การพ่น (spray) การเคลือบด้วยวิธีการพ่นต้องใช้กาสำหรับพ่นเคลือบ (spray gun) และต้องพ่นเคลือบในตู้พ่น (spray booth) เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของละอองเคลือบ และเคลือบจะต้องมีความละเอียดพอที่จะพ่นผ่านกาสำหรับพ่นเคลือบออกมาได้ เคลือบที่พ่นไปยังผลิตภัณฑ์จะมีความสม่ำเสมอเป็นวิธีการเคลือบที่ดีที่สุด ผลิตภัณฑ์ที่นิยมเคลือบด้วยวิธีนี้ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่มาก เครื่องสุขภัณฑ์ต่าง ๆ การเคลือบด้วยวิธีนี้ยังเหมาะสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ประเภทดินดิบที่ต้องการเผาเพียงครั้งเดียว (one firing) อีกด้วย

6. ค่าความถ่วงจำเพาะของเคลือบ หมายถึง ปริมาณความหนาแน่นของเคลือบซึ่งมีผลต่อการนำไปเคลือบผลิตภัณฑ์ เช่น เมื่อนำผลิตภัณฑ์เผาดิบ ซึ่งมีความพรุนตัวสูงนั้นคือความสามารถในการดูดซึมน้ำได้ดีไปจุ่มลงในน้ำเคลือบที่มีความหนาแน่นสูง จะทำให้เคลือบที่เกาะติดที่ผิวผลิตภัณฑ์มีความหนามากเกินไป ตรงกันข้ามถ้าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวไปจุ่มลงใน

เคลือบที่มีความหนาแน่นน้อยเกินไป ผลิตภัณฑ์ก็จะดูดซึมน้ำไว้มากเกินไป ซึ่งเป็นผลเสียต่อผลิตภัณฑ์เป็นอย่างมาก ฉะนั้นก่อนทำการเคลือบควรตรวจสอบค่าความถ่วงจำเพาะของเคลือบเสียก่อน (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2530 : 90) ซึ่งมีเกณฑ์ดังนี้ คือ (Parmelee. 1951 : 65)

ชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเคลือบ	ค่าความถ่วงจำเพาะของเคลือบ
ดินดิบหรือเผาดิบไฟต่ำ	1.430 - 1.470
เผาดิบไฟปานกลาง	1.460 - 1.500
เผาดิบไฟค่อนข้างสูง	1.500 - 1.600
เผาดิบไฟสูง	1.600 - 1.700

1.7 ความเหมาะสมในการนำเคลือบไปใช้งาน เคลือบมีลักษณะแตกต่างกันไปตามองค์ประกอบในการผลิต เช่น วัตถุดิบที่นำมาใช้ อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ อุณหภูมิและบรรยากาศในการเผา เป็นต้น ความแตกต่างของลักษณะเคลือบนี้ สามารถนำไปใช้งานได้ ในลักษณะที่ต่างกันไป ซึ่งสามารถกล่าวได้ดังนี้ (สุรศักดิ์ รกสยพันธ์. 2531 : 35-45)

1.7.1 เคลือบผลึก เป็นเคลือบที่มีผลึกเกิดขึ้นในเคลือบ หรือบนผิวเคลือบ ซึ่งอาจมีทั้งผลึกขนาดใหญ่และเล็ก การเกิดผลึกในเคลือบอาจทำให้เคลือบมีผิวมันหรือด้านก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับส่วนผสมของอลูมินาและซิลิกา ลักษณะของผลึกที่เกิดขึ้นนั้น จะขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสม เช่น ถ้าใช้ซิงค์ออกไซด์จะได้ผลึกรูปพัด ถ้าใช้ไทเทเนียมออกไซด์จะได้ผลึกรูปเข็ม เป็นต้น ความสวยงามของเคลือบผลึกจะแตกต่างไปจากเคลือบชนิดอื่นตรงที่มีลวดลายเกิดขึ้นในเคลือบเป็นลักษณะเฉพาะ ส่วนใหญ่นิยมนำไปเคลือบผลิตภัณฑ์ประเภทงานศิลปะและเครื่องประดับ เช่น แจกัน กระจกไฟ เป็นต้น

1.7.2 เคลือบทึบ เป็นเคลือบที่ไม่โปร่งแสง ใช้เคลือบลงบนผิวผลิตภัณฑ์เพื่อบังเนื้อดินไว้ ความทึบของเคลือบที่เกิดจากออกไซด์ของดีบุก ออกไซด์ของพลวง ออกไซด์ของสังกะสี หรือส่วนผสมของสารให้สีที่ให้อสีดําหรือสีมืดทึบ ส่วนมากเคลือบชนิดนี้มักใช้เคลือบผลิตภัณฑ์สแตนเลส เพื่อบังผิวเนื้อดิน เนื่องจากเนื้อดินนั้นมักมีสีไม่สวยงาม

เช่น กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องฝาผนัง สุขภัณฑ์ เครื่องถ้วยชาม เป็นต้น

1.7.3 เคลือบประกายมุก เป็นเคลือบที่มีผิวมันแวววาวมาก เป็นเคลือบที่มีลักษณะเฉพาะที่สวยงาม มีประกายคล้ายหอยมุก โดยเฉพาะเมื่อใช้สารให้สีเงินเกิดออกไซด์ เหล็กออกไซด์จะให้สีที่สวยงามยิ่งขึ้น เหมาะสำหรับใช้ตกแต่งเพื่อเพิ่มความงามให้กับผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องประดับ เช่น กระเบื้อง แจกัน เครื่องประดับกาย เป็นต้น แต่ไม่เหมาะกับการนำไปใช้เคลือบเครื่องถ้วยชาม เพราะมีสารประกอบของตะกั่วปนอยู่

1.7.4 เคลือบใส เป็นเคลือบที่มีความโปร่งใส เมื่อนำไปเคลือบผลิตภัณฑ์สามารถมองเห็นสีของเนื้อดินนั้นได้ จึงนิยมนำไปใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ที่มีการตกแต่งแบบได้เคลือบ (underglaze decoration) และถ้าต้องการให้เคลือบใสมีสีก็สามารถใช้ออกไซด์ที่ให้สีอ่อนผสมลงไปได้ เช่น คอปเปอร์ออกไซด์ใช้ไม่เกินร้อยละ 3 จะให้สีเขียวอ่อน เหล็กออกไซด์ไม่เกินร้อยละ 3 จะให้น้ำตาลอ่อน เป็นต้น

1.7.5 เคลือบราน เป็นลักษณะของเคลือบชนิดหนึ่งซึ่งจะมีรอยรานอยู่บนผิวเคลือบ เกิดจากการขยายตัวและหดตัวของผิวเคลือบ และเนื้อดินแตกต่างกัน เกิดขึ้นได้กับเคลือบทั้งผิวมันและด้าน เคลือบชนิดนี้สามารถควบคุมให้เกิดขึ้นได้ มักนิยมนำไปใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ประเภทศิลปะและเครื่องประดับ ไม่นิยมนำไปเคลือบผลิตภัณฑ์ที่เป็นภาชนะใส่อาหาร เนื่องจากร่องรานที่เกิดขึ้นนั้นจะทำให้เศษอาหารติดค้างและเกิดพิษได้ภายหลัง

1.7.6 เคลือบด้าน มีลักษณะผิวเรียบแต่ด้าน บางครั้งผิวจะหยาบเล็กน้อย ไม่เป็นเงามัน มีลักษณะคล้ายเปลือกไข่ เคลือบด้านที่เกิดจากการชุบเคลือบบางหรือเผาไม่ถึงจุดสุกตัว จะมีลักษณะผิวหยาบเมื่อสัมผัสจะรู้สึกกระคายมือ เคลือบด้านมี 2 ลักษณะ คือ เคลือบด้านที่มีลักษณะด้านสนิท ไม่มีเงามัน และเคลือบกึ่งด้านกึ่งมัน ลักษณะผิวจะมีความมันเล็กน้อย เคลือบชนิดนี้สามารถนำไปใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ได้ทุกประเภท เช่น เครื่องถ้วยชาม สุขภัณฑ์ งานศิลปะและเครื่องประดับ งานกระเบื้อง เป็นต้น

1.7.7 เคลือบที่มีการไหลตัว เคลือบที่มีการไหลตัวดี มักไหลจากบริเวณที่มีความลาดชัน จึงมีผลต่อการเผากระเบื้องซึ่งต้องระมัดระวังในการจัดวางผลิตภัณฑ์ขณะเผา ไม่นิยมนำไปเคลือบผลิตภัณฑ์ประเภทสุขภัณฑ์ หรือเครื่องถ้วยชาม การไหลตัวของเคลือบจะ

ทำให้เกิดความเสียหายขึ้นภายในเตาเผา คือ เคลือบมักจะไหลไปกองที่พื้นเตา ทำให้พื้นเตาและผลิตภัณฑ์เสียหาย แต่การไหลตัวของเคลือบก็มีประโยชน์สำหรับเคลือบบางชนิด เช่น เคลือบฟลัก ซึ่งอาศัยการไหลตัวของเคลือบในการเกิดผลึก นอกจากนั้นยังสามารถนำเคลือบที่มีการไหลตัวดีไปใช้ในการตกแต่งเคลือบ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีความสูง เช่น นำไปเคลือบทับส่วนบนของผลิตภัณฑ์ จะทำให้เคลือบไหลตัวลงมาเป็นลวดลายที่สวยงามได้ เคลือบที่มีการไหลตัวนี้ไม่ควรนำไปเคลือบผลิตภัณฑ์ที่มีการเขียนสีได้เคลือบ

2. วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

2.1 ซีเมนต์ขาวยางพารา ซีเมนต์เป็นวัตถุดิบที่ได้จากการเผาอินทรีย์สารต่าง ๆ ส่วนมากมักจะเป็นพืช เช่น ซีเมนต์จากไม้ไผ่ ซีเมนต์จากไม้มะกอก ซีเมนต์จากไม้รักฟ้า เป็นต้น หรือเอาวัสดุเหลือใช้จากพืชพันธุ์ต่าง ๆ มาเผาเป็นซีเมนต์ได้ เช่น เปลือกข้าวโพด เปลือกถั่ว แกลบเปลือกผลไม้ชนิดต่าง ๆ เป็นต้น ซีเมนต์แต่ละชนิดจะมีผลทำให้เคลือบแตกต่างกัน เช่น มีสีต่างกัน ลักษณะของผิวต่างกัน ซีเมนต์ทั่วไปประกอบด้วยตัวที่ทำให้เกิดแก้ว คือ ซิลิกา (SiO_2) และตัวช่วยหลอมละลาย (fluxing agent) เช่น หินปูน (CaCO_3) โพแทสเซียม (K_2O) และแมกนีเซียม (MgO) นอกจากนั้น ยังมีตัวทำให้เกิดความหนืดและทนไฟ คือ อลูมินา (Al_2O_3) และตัวที่ทำให้เกิดสี คือ เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) จำนวนมากน้อยต่างกันไปตามแต่นิคมของพืช ดังนั้น หากนำดินไปผสมกับซีเมนต์ในสัดส่วนที่เหมาะสมแล้วเผาในอุณหภูมิหนึ่ง ก็จะทำให้เกิดเคลือบได้ นอกจากนั้นยังสามารถปรุงแต่งเคลือบให้เกิดสี และผิวเคลือบที่แตกต่างออกไปได้อีกโดยนำเอาวัตถุดิบอื่น ๆ มาผสมเข้า (เสริมศักดิ์ นาคบัว. 2523 : 33)

ยางพาราเป็นพืชที่ให้ประโยชน์โดยตรงด้วยการผลิตน้ำยาง มีส่วนประกอบดังนี้ คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 22-48 ปริมาณเนื้อยางแห้งร้อยละ 20-45 สารจำพวกโปรตีนร้อยละ 10.5 สารพวกเรซินร้อยละ 2 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 1 และสารอินทรีย์ร้อยละ 0.5 ในอินทรีย์สารนี้ จะประกอบไปด้วยโลหะบางชนิด เช่น แมกนีเซียม โพแทสเซียม แอมโมเนียม และทองแดง (ภักดี จรุงนิน. 2528 : 4-5) ซึ่งเป็น

ธาตุหนักและทนต่อความร้อน เมื่อไม้ยางพาราถูกเผาสารเหล่านี้ จึงตกค้างอยู่กับขี้เถ้า ทำให้ขี้เถ้าไม้ยางพาราสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมเซรามิกส์ได้เป็นอย่างดี

2.2 หินฟันม้า เป็นวัตถุดิบที่เป็นตัวช่วยลดจุดหลอมละลาย เป็นสารประกอบอลูมิเนียมซิลิเกตของอัลคาไลน์ และอัลคาไลน์ เอิร์ท (กรมล รักษ์วงศ์. 2531 : 35) ซึ่งเกิดจากการแปรสภาพของหินแกรนิตมาเป็นหินฟันม้า มีสีขาวนวล หรืออาจมีสีเหลืองชมพูปนอยู่ด้วย (ดำรง สุโรชนัง. 2527 : 11) ข้อดีในการนำหินฟันม้ามาใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์นั้น คือ มีราคาถูก และเป็นอัลคาไลน์ที่ละลายน้ำ โดยทั่วไปหินฟันม้ามี 3 ชนิด คือ

2.2.1 หินฟันม้าชนิดโปแตส (potass feldspar) มีสูตรทางเคมี คือ $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ เป็นหินฟันม้าที่มีสารประกอบโปแตสเชื่อมอลูมิเนียมซิลิเกต (Potassium Aluminium Silicate) มีความแข็ง 6 ความถ่วงจำเพาะ 2.56 มีจุดหลอมละลายประมาณ 1,200-1,250 องศาเซลเซียส ใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบได้ดี มีส่วนประกอบทางเคมี ดังนี้

ซิลิกา ร้อยละ 65.7

อลูมินา ร้อยละ 18.4

โปแตสเชื่อม ร้อยละ 16.9

แหล่งที่สำคัญได้แก่ หินฟันม้าที่ตำบลสวนผึ้ง อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี

2.2.2 หินฟันม้าชนิดโซดา (soda feldspar) ได้แก่ หินอัลไบท์ (Albite) มีสูตรทางเคมี คือ $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ เป็นหินฟันม้าที่มีสารประกอบของโซเดียมอลูมิเนียมซิลิเกต (Sodium Aluminium Silicate) มีความแข็ง 6.5 ความถ่วงจำเพาะ 2.64 เป็นผลึกสี่เหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ใช้ผสมในน้ำเคลือบพู่กัน เพื่อช่วยลดอุณหภูมิ หินฟันม้าชนิดนี้ช่วยทำให้อุณหภูมิของเคลือบต่ำกว่าหินฟันม้าชนิดโปแตส หินฟันม้าชนิดโซดา มีส่วนประกอบทางเคมี ดังนี้

ซิลิกา ร้อยละ 68.8

อลูมินา ร้อยละ 19.4

โซเดียม ร้อยละ 11.8

แหล่งที่สำคัญได้แก่ หินพันม้าที่ตำบลทุ่งนางหรง อําเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี

2.2.3 หินฟันม้าชนิดแคลเซียม (calcium feldspar) หรือ หินโลมสปาร์ (Limespar) ใช้ผสมเคลือบชนิดเคลือบหินปูน มีส่วนประกอบทางเคมี คือ (กรมล รักษ์วงศ์. 2531 : 35-37)

ซิลิกา ร้อยละ 43.3

อลูมินา ร้อยละ 36.6

แคลเซียม ร้อยละ 20.1

2.3 ดิน (clay) เป็นวัตถุดิบที่มีความเหนียวที่มีความสำคัญมากในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ทั้งในส่วนที่เป็นเนื้อดินปั้น และน้ำเคลือบ ดินเป็นสารประกอบของอลูมิเนียมซิลิเกต (Aluminium Silicate) มีสูตรทางเคมี ดังนี้

$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ดินมักจะเกิดจากการแปรสภาพของหินพันม้า อันเนื่องมาจากหินพันม้าเกิดการผุพังก็จะเปลี่ยนสภาพเป็นดิน เรียกปฏิกิริยานี้ว่า "Kaolinitization" (กรมล รักษ์วงศ์. 2531 : 3) ดินนั้นสามารถแบ่งออกตามสภาพการเกิดได้ 2 ชนิด คือ

2.3.1 ดินที่เกิดครั้งแรก (primary clay) เป็นดินที่สลายตัวอยู่ในแหล่งเดิม (parent rock) เนื้อดินหยาบ ไร้สีขาว หรือสีขาวหม่น ทนไฟสูง มีความเหนียวน้อย ไม่สามารถนำไปขึ้นรูปได้ ต้องนำไปผสมกับวัตถุดิบอื่นเพื่อเพิ่มความเหนียว

2.3.2 ดินที่เกิดครั้งที่สอง (secondary clay) ได้แก่ ดินที่พบในที่ราบต่ำ ที่ราบลุ่ม เช่น ดินเหนียว (ball clay) เนื้อดินละเอียด มีความเหนียวดี นิยมนำไปทำเนื้อดินปั้น (ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 : 58)

ดินขาว (kaolin) หมายถึง ดินที่มีสีขาว หรือสีซีดจาง ส่วนใหญ่เป็นดินที่เกิดในที่ราบสูง เนื้อดินหยาบ มีความทนไฟสูง ทรงตัวได้ยาก และมีความเหนียวน้อย การนำไปใช้ผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกจะต้องนำไปผสมกับวัตถุดิบชนิดอื่น เป็นดินที่มีการหดตัวน้อย นอกจากจะนำดินขาวมาใช้อุตสาหกรรมเซรามิกแล้ว ยังใช้ดินขาวในอุตสาหกรรมอื่นอีกด้วย เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมทาสี อุตสาหกรรมการทํายา อุตสาหกรรมวัตถุนํ้าไฟและไฟเบอร์ทนความร้อน เป็นต้น (ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 : 58) ใน

ประเทศไทยมีการพบแหล่งดินขาวอยู่เป็นจำนวนมากเช่น ที่เชียงใหม่ ลำปาง เชียงราย แพร่ ตาก อุตรดิตถ์ พิจิตร สุโขทัย ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ยะลา สงขลา พังงา และนราธิวาส (กรมทรัพยากรธรณี. 2526 : 213)

ดินเหนียว (ball clay) หมายถึง ดินที่มีสีขาวคล้ำจนถึงดำสนิท เป็นดินสะสมอยู่ในที่ลุ่ม เมื่อดินมีความละเอียด มีอินทรีย์สารเจือปนอยู่มาก มีความเหนียวทำให้ความแข็งแรงต่อผลิตภัณฑ์ก่อนเผาดีกว่าดินขาว มีช่วงการเปลี่ยนแปลงสภาพของเนื้อดินไปเป็นเนื้อแก้วค่อนข้างยาว ทำให้ช่วยปรับปรุงเนื้อผลิตภัณฑ์หลังการเผาแล้วให้ดีขึ้น ในประเทศไทย มีแหล่งดินเหนียวอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น ที่สุราษฎร์ธานี ปราจีนบุรี อำเภอมะแมะ จังหวัดลำปาง และเชียงใหม่ เป็นต้น

ดินเหนียวท้องถิ่น เป็นดินที่มีอยู่ทั่วไปตามท้องทุ่งนา เป็นดินที่ถูกพัดพาไปอยู่ในที่ลุ่ม และทับถมกันเป็นเวลานาน มีสารจากพวกอินทรีย์ และสารเจือปนอย่างอื่น เช่น สารเหล็ก (Fe_2O_3) ปนอยู่ด้วย ดินชนิดนี้มีความเหนียวมากเวลาเผาจะมีสีแดง หรือสีฟาง ตัวอย่างที่เห็นได้ก็คือ ดินที่เกิดตามริมแม่น้ำ ซึ่งนำมาใช้ทำกระถางต้นไม้ทำกันมากที่อำเภอบางเกร็ง จังหวัดนนทบุรี และดินที่นำมาใช้ทำเป็นอิฐก่อสร้าง ซึ่งเป็นดินตามท้องนาในเขตจังหวัดปทุมธานี เป็นต้น (อนันต์ภักดี รัชตมิงคล. 2531 : 17)

ดินมีประโยชน์ต่อเคลือบ ดังนี้

1. ดินจะเป็นตัวช่วยย้ําวัตถุดิบอื่น ๆ ในน้ำเคลือบกระจายลอยตัวได้ดี
2. ช่วยย้ําให้เคลือบดิบ ปิดเกาะติดผิวผลิตภัณฑ์ได้ดี
3. เป็นตัวกลางที่ช่วยควบคุมการหดตัวของเคลือบดิบที่คลุมผิวผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เผา
4. ดินเป็นสารประกอบของอลูมินา ซึ่งมีอิทธิพลต่อเคลือบในการเพิ่มหรือลดจุดหลอมละลายของเคลือบ และมีอิทธิพลต่อคุณภาพของการใช้สีในเคลือบ
5. ดินเป็นสารประกอบของซิลิกา ซึ่งปริมาณมากหรือน้อยของซิลิกาจะมีอิทธิพลต่อเคลือบ ดังนี้

5.1 จุดหลอมละลายจะสูงขึ้น

5.2 ลดการไหลตัวของเคลือบขณะหลอม

5.3 ช่วยทำให้เคลือบมีความต้านทานต่อการละลายน้ำและการกัดกร่อนของสารเคมีมากขึ้น

5.4 ช่วยลดสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

5.5 ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่เคลือบ (ปรีดา พิมพ์ขาวชา. 2530 : 20-22)

2.4 แคลเซียมออกไซด์ (Calcium Oxide : CaO) เป็นวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเคลือบแทบทุกชนิด มีคุณสมบัติทำให้เคลือบมีความแข็งแรงมากขึ้น ทนต่อการขูดขีด เพิ่มความต้านทานต่อการผุกร่อน เพิ่มความทนทานต่อแรงดึงและลดสัมประสิทธิ์การขยายตัว ในส่วนผสมวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเคลือบเกินอัตราจะทำให้จุดสุกตัวของเคลือบสูงขึ้น และจะเกิดการตกผลึกเล็ก ๆ ในเคลือบ สารประกอบของแคลเซียม หาง่าย (ปรีดา พิมพ์ขาวชา. 2530 : 13) ได้แก่ หินปูน หินอ่อน ดินมาร์ล และเปลือกหอย โดยเฉพาะหินอ่อน และเปลือกหอยนั้น เป็นวัตถุดิบที่ทำให้แคลเซียมออกไซด์ที่มีความบริสุทธิ์สูง (Faith. 1966 : 487)

2.5 ซีเมนต์เปลือกหอยแครง เปลือกหอยแครงเป็นวัตถุดิบที่เป็นสารประกอบของแคลเซียม หาง่ายและราคาถูกซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนการผลิตในการนำมาใช้ จะต้องนำเปลือกหอยแครงไปล้างให้สะอาด แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส เพื่อให้เปลือกหอยแครงเปื่อยยุ่ย แล้วจึงนำไปบดให้ละเอียดร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 80 เมช ก็จะได้ซีเมนต์เปลือกหอยแครงที่เป็นผงละเอียดสามารถนำไปผสมเคลือบได้ตามต้องการ

2.6 สารให้สีทางเซรามิกส์ (Ceramic colorants) ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์จะมีความสวยงามและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น เมื่อมีการตกแต่งด้วยสีเส้นที่สวยงาม สีในทางเซรามิกส์เกิดขึ้นได้จากออกไซด์ของโลหะต่าง ๆ ที่มีคุณสมบัติในการให้สี ซึ่งสามารถนำไปใช้ในลักษณะต่าง ๆ กัน คือ นำไปผสมในน้ำเคลือบ เนื้อดินปั้น หรือนำไปทำเป็นสีสำเร็จรูปก็ได้ รายละเอียดของออกไซด์ให้สีต่าง ๆ นั้นมีดังนี้ (สุรศักดิ์ เกสยพันธุ์. 2531 : 16-18)

2.6.1 พลวงออกไซด์ (Antimony oxide) ใช้ในรูปของแอนติโมนีออกไซด์ (Sb_2O_3) ถ้านำมาใช้เดี่ยว ๆ จะไม่ให้สี แต่เมื่อนำไปใช้ร่วมกับเหล็กออกไซด์ หรือตะกั่วออกไซด์ จะให้สีส้มหรือสีเหลือง ใช้ประมาณร้อยละ 3-5

2.6.2 ทองแดงออกไซด์ (Copper oxide) เป็นสารที่สีที่สำคัญตัวหนึ่ง โดยทั่วไปจะเป็นสารที่สีเขียว เมื่อเผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่น ถ้าใช้กับเคลือบตะกั่ว ร้อยละ 1-6 จะได้สีเขียวแบบเปิ้ล หรือสีเขียวบนหญ้า ถ้าใช้ในเคลือบแอลคาไลน์ที่มี โซเดียมออกไซด์มาก อลูมินาน้อย เผาในบรรยากาศแบบรีดักชั่นจะได้สีแดง ซึ่งจะใช้ปริมาณ ไม่เกินร้อยละ 3 จึงจะเกิดผลดี และถ้าใช้เกินร้อยละ 6 ทองแดงออกไซด์จะทำให้สีเป็น หลักฐานเคลือบเล็กน้อย สูตรทางเคมี คือ CuO

2.6.3 แมงกานีสไดออกไซด์ (Manganese dioxide) สูตรทางเคมีคือ MnO_2 ใช้ประมาณร้อยละ 5-10 จะให้สีม่วงถึงสีน้ำตาล ถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไปจะทำให้เกิดเป็นฟองอากาศ ถ้าใช้ในเคลือบแอลคาไลน์จะได้สีม่วง ถ้าใช้ร่วมกับทองแดง ออกไซด์ หรือ โคบอลต์ออกไซด์ (Cobalt oxide) จะได้สีดำ และถ้าใช้ในเคลือบที่มี เหล็กออกไซด์สูงจะได้เคลือบที่มีมันวาว

2.6.4 โคบอลต์ออกไซด์ สูตรทางเคมี คือ CoO เป็นสารที่สีที่รุนแรงที่สุด ใช้ในเคลือบประมาณร้อยละ 0.5 จะให้สีน้ำเงินไม่ควรใช้เกินร้อยละ 3 เพราะจะกลายเป็นตัวทึบและมีราคาแพง ถ้าใช้ร่วมกับเหล็กออกไซด์ และแมงกานีสออกไซด์จะให้สีดำ

2.6.5 โครมิกออกไซด์ (Chromic oxide) เป็นสารที่สีที่รุนแรงตัวหนึ่ง ถ้าใช้ในเคลือบที่มีสังกะสีออกไซด์จะให้สีน้ำตาล ถ้าใช้ในเคลือบไฟฟ้ายาจะให้สีแดง ถ้าเป็นเคลือบไฟสูงจะให้สีเขียว ใช้กันปริมาณร้อยละ 2-5

2.6.6 เหล็กออกไซด์ (Iron oxide) ที่ใช้กันมากคือ ออกไซด์เหล็กสีแดง (Red iron oxide) สูตรทางเคมี คือ Fe_2O_3 และออกไซด์เหล็กสีดำ (Black iron oxide) สูตรทางเคมี คือ Fe_3O_4 ซึ่งถ้าใช้ในเคลือบทั่วไปจะให้สีน้ำตาลแดงเล็กน้อย จนถึงแดงน้ำตาล ถ้าใช้ในปริมาณมากเหล็กออกไซด์จะทำให้เคลือบเกิดผกึกเล็ก ๆ เป็น จุดสีทองอยู่ใต้เคลือบ หรือสีม่วง หรืออาจเกิดเป็นเกล็ดทองเล็ก ๆ แต่ถ้าเผาเคลือบใน บรรยากาศแบบรีดักชั่น เหล็กออกไซด์ จะให้สีเขียวแบบเขลาดอน หรือสีเขียวบนเทา

2.6.7 ยูเรเนียมออกไซด์ (Uranium oxide) เป็นสารที่มีราคาแพงมาก จึงไม่ค่อยมาใช้กัน สีที่ได้จากยูเรเนียมออกไซด์ คือ สีส้มแกมทอง ถ้าใช้ในปริมาณร้อยละ 5-8 ถ้าใช้กับเคลือบตะกั่วจะให้สีแดง ถ้าใช้กับเคลือบแอลคาไลน์จะให้สีเหลือง ถ้าใช้กับดีบุก

(Tin) และเซอร์โคเนียมออกไซด์ (Zirconium oxide) จะได้สีเหลืองอร่ามไปจนถึงสีส้มและสีแดงสด

2.6.8 ไทเทเนียมไดออกไซด์ สูตรทางเคมี คือ TiO_2 ใช้ในปริมาณร้อยละ 3-5 จะให้สีน้ำตาลแดง และจะให้สีที่แตกต่างออกไปเมื่อนำไปใช้ร่วมกับทองแดงออกไซด์ หรือโคบอลต์ออกไซด์

2.6.9 นิกเกิลออกไซด์ (Nickel oxide) สูตรทางเคมี คือ NiO ซึ่งจะเป็นออกไซด์ที่อยู่ในรูปผงสีเขียว หรือผงสีดำมีสูตรทางเคมี คือ Ni_2O_3 ถ้าใช้ในปริมาณร้อยละ 2-5 ในเคลือบที่มีแมกนีเซียม (Magnesia) จะให้สีเขียว เคลือบที่มีแบเรียมจะให้สีน้ำตาล เคลือบที่มีนินบุจะให้สีน้ำตาลแดง ถ้าใช้กับสังกะสีออกไซด์จะให้สีน้ำเงิน แต่สีที่เกิดขึ้นจะไม่ค่อยสดใส เพราะนิกเกิลออกไซด์จะเป็นตัวที่ทำให้สีจางหรืออ่อนลง ถ้าใช้ในปริมาณร้อยละ 5-10 จะทำให้เคลือบตกผลึกได้

การเติมออกไซด์ของสารลงในเคลือบเพื่อให้เกิดสีนั้น นอกจากจะได้สีจากออกไซด์ตัวเดียวแล้ว อาจจะได้จากการใช้ออกไซด์ของสารมาผสมกันตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปก็ได้ เพื่อจะให้เกิดสีขึ้นหลาย ๆ สี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของเคลือบ อุณหภูมิ ตลอดจนสภาวะในการเผาอีกด้วย ดังตัวอย่างที่แสดงในตาราง 2 (สุรศักดิ์ รกสิยพันธ์. 2531 : 18-19)

ตาราง 2 ตัวอย่างการใช้อุณหภูมิในการเคลือบ

สี (Color)	ออกไซด์ (Oxide)	เปอร์เซ็นต์ (Percentage)	อุณหภูมิ (Temperature)	บรรยากาศในการเผา (Atmosphere)
ดำ (black)	Cobalt	1-2	ทุกอุณหภูมิ	ทุกบรรยากาศ
	Manganese	2-4		
	Cobalt	1		
	Iron	8	ทุกอุณหภูมิ	ทุกบรรยากาศ
	Manganese	3		
น้ำเงิน (blue)	Cobalt	1/5-1	ทุกอุณหภูมิ	ทุกบรรยากาศ
	Truquoise copper (Alkaline flux)	3-5	ต่ำ	Oxidizing
	State blue mickel (with zinc)	1-3	ต่ำ	Oxidizing
น้ำตาล (brown)	Rutile	5	ทุกอุณหภูมิ	Reducing
	Chromium (with (MgO), (ZnO)	2-5	ต่ำ	ทุกบรรยากาศ
	Iron	3-7	ทุกอุณหภูมิ	Oxidizing
	Maganese	5	ทุกอุณหภูมิ	ทุกบรรยากาศ
	Nickel (with zinc)	2-4	ทุกอุณหภูมิ	ทุกบรรยากาศ
เขียว (green)	Copper	1-5	ทุกอุณหภูมิ	Oxidizing
	Iron	1-4	ทุกอุณหภูมิ	Reducing
	Nickel	3-5	ต่ำ	Oxidizing
แดง (red)	Chrome-Tin pink	5	ทุกอุณหภูมิ	Oxidizing
	Coral Chromium (with high PbO)	5	ต่ำ	Oxidizing

ตาราง 2 (ต่อ)

สี (Color)	ออกไซด์ (Oxide)	เปอร์เซ็นต์ (Percentage)	อุณหภูมิ (Temperature)	บรรยากาศในการเผา (Atmosphere)
	Purple manganese (with KNaO)	4-6	ทุกอุณหภูมิ	Oxidizing
	Copper	1	ทุกอุณหภูมิ	Reducing
	Iron (high SiO ₂) (KNaO, CaO)	2-5	ต่ำ	Oxidizing
น้ำตาลแดง (tan)	Iron	2	ทุกอุณหภูมิ	ทุกบรรยากาศ
	Manganese	2	ทุกอุณหภูมิ	ทุกบรรยากาศ
	Rutile	2	ทุกอุณหภูมิ	ทุกบรรยากาศ
เหลือง (Yellow)	Antimony	5	ต่ำ	Oxidizing
	Uranium (with Alkaline glaze)	5-8	ทุกอุณหภูมิ	Oxidizing
	Tin Vanadium stain	4-6	ทุกอุณหภูมิ	ทุกบรรยากาศ

3. การเผาเคลือบและเตาเผาอุณหภูมิสูง

3.1 การเผาเคลือบ (glost firing) หมายถึง การเผาให้น้ำเคลือบที่ชุบบนผลิตภัณฑ์ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน มีความมันวาว บางชนิดเป็นเคลือบด้าน ผิวเรียบมีความแข็งแรงสามารถต้านทานต่อกรดและด่างได้เป็นอย่างดี (ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 : 155)

เทคนิคในการเผาเคลือบ (ทวี พรหมพฤกษ์ (2523 : 156)

1. การวางผลิตภัณฑ์ในการเผาเคลือบจะต้องวางให้ห่างกันเล็กน้อย ขาหรือก้นของผลิตภัณฑ์ต้องเซ็ดเคลือบออกก่อนเผาเคลือบ
2. ก่อนบรรจุผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผา ควรทำความสะอาดภายในเตาเสียก่อนทุกครั้ง เช่น หลังคาเตา ก้านแขวนเตา พื้นเตา ตลอดจนชั้นรองผลิตภัณฑ์ เพื่อป้องกันเศษหิน เศษละอองหล่นลงมาติดผลิตภัณฑ์ได้ในขณะทำการเผาเคลือบ ทำให้เสียหายและหมดคุณค่า
3. การเผาเคลือบที่ดี ควรให้อัตราการเผา 50-100 องศาเซลเซียส แต่ตัวผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่และค่อนข้างหนา ควรยืดเวลาในการเผาให้ช้ากว่านี้ และไม่ควรรีบรัดการเผาให้รวดเร็วเกินไป
4. การเผาที่ใช้โคน (cone) เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิประกอบด้วยในภายหลังจากที่โคนล้มแล้ว ควรเผาแช่ (soaking) ไว้อีกประมาณครึ่งชั่วโมง จะทำให้การเผาสมบูรณ์ยิ่งขึ้น
5. การปิดเตา ภายหลังจากการเผาเคลือบได้ที่แล้ว ควรปล่อยเตาทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง จะทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่แตกเสียหาย

3.2 บรรยากาศในการเผาเคลือบ การเผาเคลือบแบ่งภาวะการเผาออกเป็น 2 แบบ คือ การเผาแบบออกซิเดชั่น และการเผาแบบรีดักชั่น

1. การเผาแบบออกซิเดชั่น หรือการเผาแบบสันดาปสมบูรณ์ คือ การเผาที่ปริมาณของออกซิเจนในอากาศภายในเตาเผา ทั่วปฏิกิริยาได้พบกับเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผานั้น การเผาแบบนี้มีอิทธิพลต่อสีของน้ำเคลือบบางชนิดบนผลิตภัณฑ์มาก เป็นการเผาชนิดที่พบมีควัน

2. การเผาแบบรีดักชั่น หรือการเผาแบบสันดาปไม่สมบูรณ์ คือ การเผาที่ปริมาณของออกซิเจนในอากาศภายในเตาเผา มีน้อยกว่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ทำให้เกิดก๊าซต่าง ๆ เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ขึ้นมา และการเผาแบบนี้มีอิทธิพลต่อเคลือบบางอย่าง เช่น เคลือบเซลาดอน หรือเคลือบสีแดงจากสนิมทองแดง การเผาแบบนี้เป็นการเผาแบบมีควัน (Nelson. 1966 : 91)

3.3 เตาเผาอุณหภูมิสูง เตาเผาอุณหภูมิสูงมีหลายแบบ ในที่นี้จะกล่าวถึงเตา 2 ชนิด ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย คือ เตาแก๊สทางเดินลมร้อนลง และเตาไฟฟ้า

1. เตาแก๊สทางเดินลมร้อนลง (gas down draft kiln) เป็นเตาชนิด ที่ให้ความร้อนสูง เนื่องจากการออกแบบเตา ให้ความร้อนไหลหมุนเวียนภายในเตา แล้ว ไหลออกสู่ปล่อง ทำให้เพิ่มความร้อนภายในเตาให้สูงขึ้น (ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 : 144) เตาชนิดนี้ส่วนใหญ่ออกแบบสร้างให้เป็นเตาขนาดใหญ่ ทำให้เผาผลิตภัณฑ์ได้จำนวนมาก การบรรจุผลิตภัณฑ์โดยใช้รถ (kiln car) ทำให้สะดวกและคล่องตัว ถ้าต้องการเพิ่ม ผลผลิตก็เพิ่มรถไว้สำรองอีก ซึ่งเป็นการประหยัดเชื้อเพลิงเมื่อเผาติดต่อกัน (ทวี พรหมพฤกษ์. 2525 : 33)

2. เตาไฟฟ้า (electric kiln) ทวี พรหมพฤกษ์ (2523 : 148) ได้กล่าวถึงเตาไฟฟ้าไว้ว่า "เตาไฟฟ้าเป็นเตาที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในโรงงาน และการอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา เพราะมีความสะดวกต่อการเผาเป็นอันมาก ได้ผล แน่นเอน และควบคุมอุณหภูมิได้ดี แต่การลงทุนค่อนข้างสูง ตั้งแต่ราคาเตา ค่ากระแสไฟฟ้า"

การทำงานของเตาไฟฟ้านั้น จะให้พลังงานจากการไหลผ่านของกระแสไฟฟ้าใน ขดลวดต้านทาน ซึ่งขดลวดต้านทานนี้将有ความต้านทานสูง และสามารถให้ความร้อนได้ที่ อุณหภูมิสูงมาก เตาไฟฟ้าเป็นเตาที่ไม่มีปล่องระบายความร้อน มีเพียงช่องเล็ก ๆ สำหรับ ให้อากาศออกบ้าง หรือสำหรับใช้มองดูสีผิวและผลิตภัณฑ์เท่านั้น การที่เตาไฟฟ้าไม่มีปล่อง ระบายความร้อนก็เนื่องจากเตาไฟฟ้าไม่มีเปลวไฟ และไม่มีควัน เรียกภาวะการเผาเช่นนี้ ว่า การเผาแบบอ็อกซิเดชั่น (ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 : 149)

ข้อดีของเตาเผาไฟฟ้า (ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 : 151)

1. ให้อุณหภูมิสม่ำเสมอ
2. ควบคุมการเผาและอุณหภูมิได้สะดวก
3. เป็นเตาเผาที่เผาได้สะอาดที่สุด
4. สามารถติดตั้งและเคลื่อนย้ายได้ง่าย
5. บรรยากาศในการเผาเป็นแบบอ็อกซิเดชั่น จึงไม่ทำให้ผิวเคลือบ หรือสีของ เคลือบเปลี่ยนแปลง

3.4 อุปกรณ์เตาเผาและเครื่องมือวัดอุณหภูมิในเตาเผา เตาเผาจำเป็นต้องมีวัสดุและอุปกรณ์เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการบรรจุผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. ชั้นวางผลิตภัณฑ์ (shelf) เป็นแผ่นสำหรับรองรับผลิตภัณฑ์ในเตาเผา เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีหลายขนาด การวางผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องมีชั้นวางโดยเฉพาะในเตาแก๊สและเตาไฟฟ้า ส่วนในเตาน้ำมันหรือเตาไฟฟ้าจ่อ หรือหีบทนไฟแทน และการใช้ชั้นรองยังเป็นการใช้เนื้อที่ภายในห้องเผาอย่างเต็มที่อีกด้วย

2. ขาตั้ง (posts) เป็นขาสำหรับวางชั้นรองในการเผาเคลือบ สามารถรับน้ำหนักและทนความร้อนได้สูง

3. วัสดุสำหรับทาชั้นรองผลิตภัณฑ์ (kiln wash) ก่อนวางผลิตภัณฑ์ลงบนชั้นรอง ควรทาชั้นรองผลิตภัณฑ์ก่อนเสมอ เพื่อป้องกันการไหลตัวของเคลือบ ที่จะไหลลงมากองที่ก้นของผลิตภัณฑ์และติดกับชั้นรอง เมื่อเคลือบเย็นลง ทำให้ผลิตภัณฑ์และชั้นรองติดกันเป็นผลให้เสียหายทั้งผลิตภัณฑ์และชั้นรอง วัสดุสำหรับทาชั้นรองผลิตภัณฑ์ทำได้โดยนำอลูมินาผสมกับดินละลายน้ำแล้วทาทนชั้นรองตามต้องการ

4. ขาตั้งผลิตภัณฑ์ (stilts) ทำด้วยวัสดุทนไฟมีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กัน ปลายขาตั้งจะถูกออกแบบมาให้แหลม เพื่อสัมผัสผิวผลิตภัณฑ์น้อยที่สุด ผิวเคลือบจะได้ไม่มีตำหนิ และแก้ไขง่าย

5. ที่วางรถยนต์ที่ทำด้วยดิน (cone plaques) ใช้สำหรับตั้งรถยนต์เผา ซึ่งจะต้องใช้ดินที่มีความทนไฟสูง (ทวี พรหมพฤษย์, 2523 : 158-159)

6. เครื่องมือวัดอุณหภูมิในเตาเผา การวัดอุณหภูมิภายในเตาเผาทำได้หลายวิธี เช่น การวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัปเปิล (Thermocouple) การดูด้วยตาโดยประมาณจากสีของไฟ การวัดด้วยออปติคอลไพโรมิเตอร์ (Optical pyrometer) เป็นต้น แต่มีวิธีการวัดอุณหภูมิภายในเตาเผาที่ให้ความเที่ยงตรง และแม่นยำ และเป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบันนี้คือ การวัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมอิเล็กทริกไพโรมิเตอร์ (Thermo Electric Pyrometer) และการวัดอุณหภูมิด้วยไพโรเมตริกโคน (Pyrometric Cone) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

เทอร์โม อิเล็กทริก ไพริมิเตอร์ เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่อาศัยหลักการเกิดกระแสไฟฟ้าจากความร้อน โดยนำเอาโลหะสองชนิดมาเชื่อม ให้ปลายติดกัน (thermo-couple) ส่วนปลายอีกด้านหนึ่ง ต่อเข้ากับเครื่องวัดอุณหภูมิ (indicator) แล้วเข็มจะชี้บอกอัตราความร้อนตามความมากน้อยของกระแสไฟฟ้า จะมีตัวเลขเทียบอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสและฟาเรนไฮต์ ปลายของโลหะที่ต่อไปยังหน้าปัดเรียกว่า โคลด์จังก์ชัน เทอร์โมคัพเพิล (Cold Junction Thermocouple) ที่วัดอุณหภูมิสูง ๆ จะมีเครื่องป้องกันโปรเจ็คเตอร์ (Protectue) ทำด้วยวัสดุทนไฟป้องกันอีกชั้นหนึ่ง (ทวี พรหมพฤกษ์. 2525 : 107)

ไพริมิเตอร์โคน มีลักษณะเป็นรูปปิรามิด สามารถใช้วัดการเผาที่มีอุณหภูมิต่างกันไป ถึงอุณหภูมิสูงได้อย่างเหมาะสมโดยมีหมายเลขต่าง ๆ กัน ซึ่งสามารถใช้วัดอุณหภูมิในระดับต่าง ๆ ในแต่ละหมายเลขนั้นจะมีค่าห่อหุ้มละลายในอุณหภูมิที่แน่นอน (Rado. 1988 : 115-116) ไพริมิเตอร์โคน เรียกสั้น ๆ ว่า โคน เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิภายในเตาเผา ใช้ง่ายและสะดวก ผู้ที่คิดทำโคนเป็นครั้งแรก ได้แก่ ชาวเยอรมัน ชื่อเซกเกอร์ (Segger) ตั้งชื่อว่า เซกเกอร์ โคน (Segger Cone) โดยนำเอาวัตถุดิบทางเซรามิกส์มาทำเป็นแท่งปิรามิดใช้วัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 585 องศาเซลเซียส ขึ้นไปจนถึง 2,015 องศาเซลเซียสและแบ่งออกเป็นหมายเลขต่าง ๆ ถึง 42 หมายเลขระบบการจัดหมายเลขอุณหภูมิต่างจะใช้ตัวเลขศูนย์หน้า เช่น อุณหภูมิที่ต่ำที่สุด 022 อุณหภูมิสูงสุดหมายเลข 42 เป็นต้น โคนที่ใช้เป็นมาตรฐานในปัจจุบัน คือ เซกเกอร์ โคน และออร์ตัน โคน (Orton Cone) (ทวี พรหมพฤกษ์. 2525 : 107)

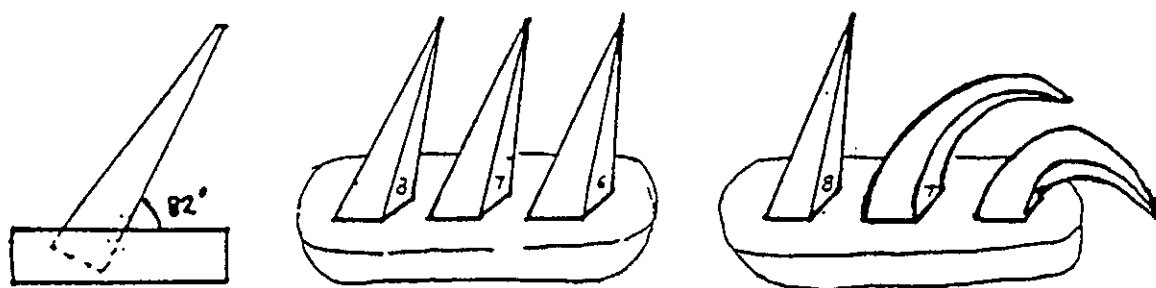
หมายเลขโคนมีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมเซรามิกส์โดยเฉพาะ คือ

ช่วงที่ 1 หมายเลข 010 ถึงหมายเลข 05 หรืออุณหภูมิ 894 องศาเซลเซียส ถึงอุณหภูมิ 1,046 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมินี้เป็นอุณหภูมิที่ใช้ในการเผากระเบื้องประดับและกระเบื้องมุงหลังคาที่เคลือบด้วยเคลือบตะกั่ว เคลือบบอแรกซ์ เป็นต้น

ช่วงที่ 2 หมายเลข 6 ถึงหมายเลข 10 หรืออุณหภูมิ 1,222 องศาเซลเซียส ถึงอุณหภูมิ 1,305 องศาเซลเซียส เป็นช่วงอุณหภูมิของการเผาถ้วยชาม และผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาทั่ว ๆ ไป

ช่วงที่ 3 หมายเลข 26 ถึงหมายเลข 28 หรืออุณหภูมิ 1,595 องศาเซลเซียส ถึงอุณหภูมิ 1,615 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่มีความสำคัญในการทดสอบวัสดุทนไฟของโรงงานที่ผลิตวัสดุทนไฟ

ทวี พรหมพฤกษ์ (2523 : 168-169) ได้อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้โคนไว้ว่า "การวางโคนเป็นสิ่งสำคัญ ถ้าวางไม่ถูกจะทำให้ค่าของอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปได้ การวางต้องมียุาน ซึ่งทำด้วยเนื้อดินปั้น ที่มีความทนไฟพอ ๆ กับโคน การเผาแต่ละครั้งจะต้องวางโคน 3 ตัว เช่น 8, 7 และ 6 ตามลำดับ โคนแต่ละตัวต้องหันด้านแบนของโคน ทวนกับฐานประมาณ 82 องศา โดยวางเรียงเป็นแถว" รูปภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 แสดงวิธีการวางโคน และการล้มนของโคน

การวางโคนภายในเตา ต้องวางในที่ที่สามารถมองเห็นได้สะดวก โคนแต่ละตัวมีความทนความร้อนในจุดต่าง ๆ กัน เมื่อเผาอุณหภูมิถึงจุดสูงสุด (vitrity) ของโคนตัวใดแล้ว โคนนั้นจะล้มนมาติดที่ฐานรองจากโคน 3 ตัวที่เป็นตัวอย่างนี้ โคน หมายเลข 7 เป็นจุดอุณหภูมิที่ต้องการ จะเอียงไม่มากนัก อาจจะอ่านตามเข็มนาฬิกา เช่น หนึ่งนาฬิกา สองนาฬิกา สามนาฬิกา ก็ได้

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิมพ์วิมล วัฒนภาส (ม.ป.ป. : 1-16) ทำการทดลองนำยาเคลือบจีเถ้า ดังนี้
นำยาเคลือบจีเถ้าแบบ วัตถุที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ หินพื้นม้า หินปูน จีเถ้า
 แบบใช้บรรจุภาชนะในการเผา 2 แบบคือ แบบออกซิเดชันที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส
 และแบบรีดักชันที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส พบว่า เคลือบที่มีปริมาณแคลเซียมสูงกว่า
 ร้อยละ 40 ขึ้นไปเป็นพองฟู ในบริเวณที่มีจีเถ้าเคลือบร้อยละ 0-30 จะเป็นเคลือบใส ราน
 เมื่อนำไปเผาแบบรีดักชันที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียสจะได้เคลือบเคลือบตอน บริเวณ
 ที่ดีที่สุด คือ ส่วนผสมที่มีหินพื้นม้า ร้อยละ 40-60 หินปูนร้อยละ 30-60 และจีเถ้าเคลือบ
 ร้อยละ 0-30

นำยาเคลือบจีเถ้าไม้แดง วัตถุที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ หินพื้นม้า หินปูน จีเถ้า
 ไม้แดง กับหินปูน สัดส่วน 7 : 3 ควอตซ์ และดินปากเกร็ด เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศา
 เซลเซียส จากการทดลอง พบว่า เคลือบส่วนใหญ่เป็นเคลือบด้าน บริเวณที่ให้ผลดี คือ มี
 หินพื้นม้า ปริมาณร้อยละ 30-60 ส่วนผสมของหินควอตซ์กับดินปากเกร็ด 7 : 3 ปริมาณ
 ร้อยละ 30-60 ส่วนผสมของจีเถ้าไม้แดงกับหินปูน 7 : 3 ปริมาณร้อยละ 10-40 เคลือบใน
 บรรจุภาชนะออกซิเดชัน เป็นเคลือบด้านสีเนื้อ เมื่อเผาแบบรีดักชันได้เคลือบด้านสีเทาอมเขียว

นำยาเคลือบจีเถ้าไม้เต็ง วัตถุที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ หินพื้นม้า หินปูน จีเถ้า
 ไม้เต็งกับหินปูน สัดส่วน 7 : 3 หินควอตซ์กับดินปากเกร็ด สัดส่วน 7 : 3 จากการทดลอง
 พบว่า ส่วนใหญ่เป็นเคลือบด้าน ส่วนผสมที่ไม่มีดินปากเกร็ดอยู่ด้วย จะมีการหดตัวมาก
 บริเวณที่เคลือบให้ผลดี คือ หินพื้นม้า ร้อยละ 30-60 หินควอตซ์กับดินปากเกร็ดสัดส่วน
 7 : 3 ปริมาณร้อยละ 0-30 ส่วนผสมของจีเถ้าไม้เต็งกับหินปูน สัดส่วน 7 : 3 ปริมาณ
 ร้อยละ 40-60 เมื่อเผาแบบออกซิเดชันได้เคลือบทั้งด้านสีเนื้อและเผาแบบรีดักชัน จะได้
 เคลือบด้านสีเทาฟ้าสวยงามมาก

สุจินดา โชติพานิช (ม.ป.ป. : 1-7) ได้ทำการทดลองเคลือบสีจากเหล็กออกไซด์
 บนนำยาเคลือบจีเถ้า วัตถุที่ใช้ ได้แก่ หินพื้นม้า จีเถ้าไม้เนื้ออ่อน จีเถ้าผงข้าว โดย
 ผสมเพอร็อกไซด์ร้อยละ 8 ในส่วนผสมของนำยาเคลือบทุกส่วนผสม ซึ่งคำนวณหาส่วน

ผสมได้จากแผนภาพตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า เเผที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส พบว่า เคลือบส่วนใหญ่เป็นเงามันใส แต่เคลือบที่มีส่วนผสมของจีเถ้าไม้ร้อยละ 40-70 เคลือบมันใสแต่จะมีผลึกด้านอยู่ตามขอบ สำหรับสีที่ได้นั้นปรากฏว่า ในส่วนผสมที่มีปริมาณของ หินฟันม้า ร้อยละ 50-80 เคลือบจะเป็นสีน้ำตาลเข้มถึงสีดำ และดำเป็นดวงแบบหยดน้ำมัน ในส่วนผสมที่มี หินฟันม้าร้อยละ 40 จีเถ้าไม้ร้อยละ 10-30 และจีเถ้าฟางข้าวร้อยละ 20-30 จะได้สีน้ำตาลอมฟ้าเป็นเงามันแต่ทึบ ซึ่งเป็นสีที่ใกล้เคียงกับเคลือบเซลาดอน

สุรศักดิ์ ฤทธิพันธ์ (2531 : 33-34) ได้ทำการทดลองทำเคลือบจีเถ้าจากผักตบชวาโดยหาส่วนผสมจากแผนภูมิสามเหลี่ยมด้านเท่า ทดลองเเผที่อุณหภูมิ 1,240 องศาเซลเซียส ใช้ส่วนผสมดังนี้คือ จีเถ้าผักตบชวา ดินขาวนราธิวาส โบตาสเฟลด์สปาร์ ผลการทดลองมีดังนี้ คือ จีเถ้าผักตบชวา 40 ส่วน ดินขาวนราธิวาส 10 ส่วนโบตาสเฟลด์สปาร์ 50 ส่วน จะได้เคลือบสีน้ำตาลดำ มีจุดเขียวหม่นแทรก จีเถ้าผักตบชวา 30 ส่วน ดินขาวนราธิวาส 20 ส่วน โบตาสเฟลด์สปาร์ 50 ส่วน จะได้เคลือบสีน้ำตาลดำ มีจุดน้ำตาลปนแดงแทรก จีเถ้าผักตบชวา 30 ส่วน ดินขาวนราธิวาส 10 ส่วน โบตาสเฟลด์สปาร์ 60 ส่วน จะได้เคลือบสีน้ำตาลเข้ม มีจุดเหลืองหม่นแทรก จีเถ้าผักตบชวา 25 ส่วน ดินขาวนราธิวาส 15 ส่วน โบตาสเฟลด์สปาร์ 60 ส่วน จะได้เคลือบสีน้ำตาลไหม้ จีเถ้าผักตบชวา 15 ส่วน ดินขาวนราธิวาส 15 ส่วน โบตาสเฟลด์สปาร์ 70 ส่วน จะได้เคลือบสีน้ำตาลอ่อน มีจุดน้ำตาลเข้มแทรก

กัทธารีน (เสริมศักดิ์ นาคบัว. 2523 : 36 ;อ้างอิงมาจาก Katharine) ใช้จีเถ้าพืชชนิดต่าง ๆ ผสมกับหินฟันม้า และดินพิคส์ ทำน้ำเคลือบ โดยมีส่วนผสมดังนี้ จีเถ้าพืช 1 ส่วน หินฟันม้า 1 ส่วน ดินพิคส์ เศษหนึ่งส่วนสองส่วน ผลของการทดลองมี ดังนี้

1. จีเถ้าของไม้โอ๊ค (oak) บีช (beach) เอลม์ (elm) ธอร์น (thorn) บ็อก (box) ฮอลลี่ (holly) กุหลาบ (rose) ไม้เคลือบผิวเรียบสีน้ำตาลอ่อนหรือเขียว และโดยปกติจะรานเป็นร่องลึก

2. จีเถ้าของ เมเปิ้ล (maple) ไลม์ (lime) ไอวี (ivy) แอช (ash) เอลเดอร์ (elder) ลาร์ช (larch) ลาเบิร์นัม (laburnum) ฮอสเซสนัท

(horsechesnut) ให้เคลือบผิวด้าน สีต่าง ๆ กันระหว่างครีมอมเทา และเทาอมน้ำเงิน ส่วนมากผิวไม่ราน

3. จี้เถาของ ยิว (yew) วอลนัท (walnut) ซีดาร์ (Cedar) ให้เคลือบผิวด้านมากจนเกือบจะหยาบ สีออกเทา ๆ หรือเกือบขาวถ้าเป็นจี้เถาของวอลนัท

4. จี้เถาของ สก็อตพิน (scotch pine) พีทแบล็คเคอร์แรนท์ (peat black currant) ให้เคลือบผิวคล้ายน้ำมัน สีเทาหรือสีเขียวมะกอกค่อนข้างเข้มกว่ากลุ่มอื่น ๆ

5. จี้เถาหญ้า รีดส์ (reeds) เนตเทิลส์ (nettles) ลาเวนเดอร์ (lavender) ให้เคลือบผิวคล้ายน้ำตาล สีเทาอ่อน รานเป็นรอยลึกถ้าเคลือบหนา

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเคลือบจี้เถานั้น สรุปได้ว่าเคลือบที่ได้จากส่วนผสมจี้เถาชนิดต่าง ๆ นั้น จะให้ลักษณะของผิว และสีที่แตกต่างกันไป นอกจากตัวจี้เถาที่มีอิทธิพลต่อเคลือบแล้วบรรยากาศในการเผา ระดับอุณหภูมิและอัตราส่วนของจี้เถา และชนิดของจี้เถากล้วนแล้วแต่มีอิทธิพลต่อลักษณะของผิว และสีของเคลือบจี้เถาทั้งสิ้น อนึ่งจากการศึกษาเอกสารตลอดจนงานวิจัยนี้ สามารถสรุปแนวทางการทดลองทำเคลือบจี้เถาได้ ดังนี้

1. หินฟันม้า ในปริมาณระหว่างร้อยละ 30-60 จะให้ผลดี
2. ปริมาณของหินปูนควรมีปริมาณอยู่ระหว่างร้อยละ 30-60 จะให้ผลดี
3. เคลือบที่ไม่มีดินผสมอยู่จะมีการหดตัวมาก
4. เหล็กออกไซด์จะมีอิทธิพลต่อสีของเคลือบ และถ้ามีปริมาณมากเกินไป จะมีอิทธิพลต่อการหลอมละลายของเคลือบ
5. การเผาเคลือบควรเผาทั้ง 2 บรรยากาศ คือ บรรยากาศแบบออกซิเดชั่นและบรรยากาศแบบรีดักชั่น
6. เคลือบจี้เถาเป็นเคลือบไฟสูงมีระดับอุณหภูมิระหว่าง 1,200 องศาเซลเซียส ถึง 1,250 องศาเซลเซียส

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การดำเนินการทดลองหาอัตราส่วนผสมของเคลือบซีเมนต์ระหว่างซีเมนต์ขาวพาราฟินพื้นผิว ดินเหนียวท้องถิ่น และเปลือกหอย มีขั้นตอนในการดำเนินการ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง
2. วัตถุประสงค์ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
3. การดำเนินการทดลอง
4. สถานที่และระยะเวลาที่ทำการทดลอง
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

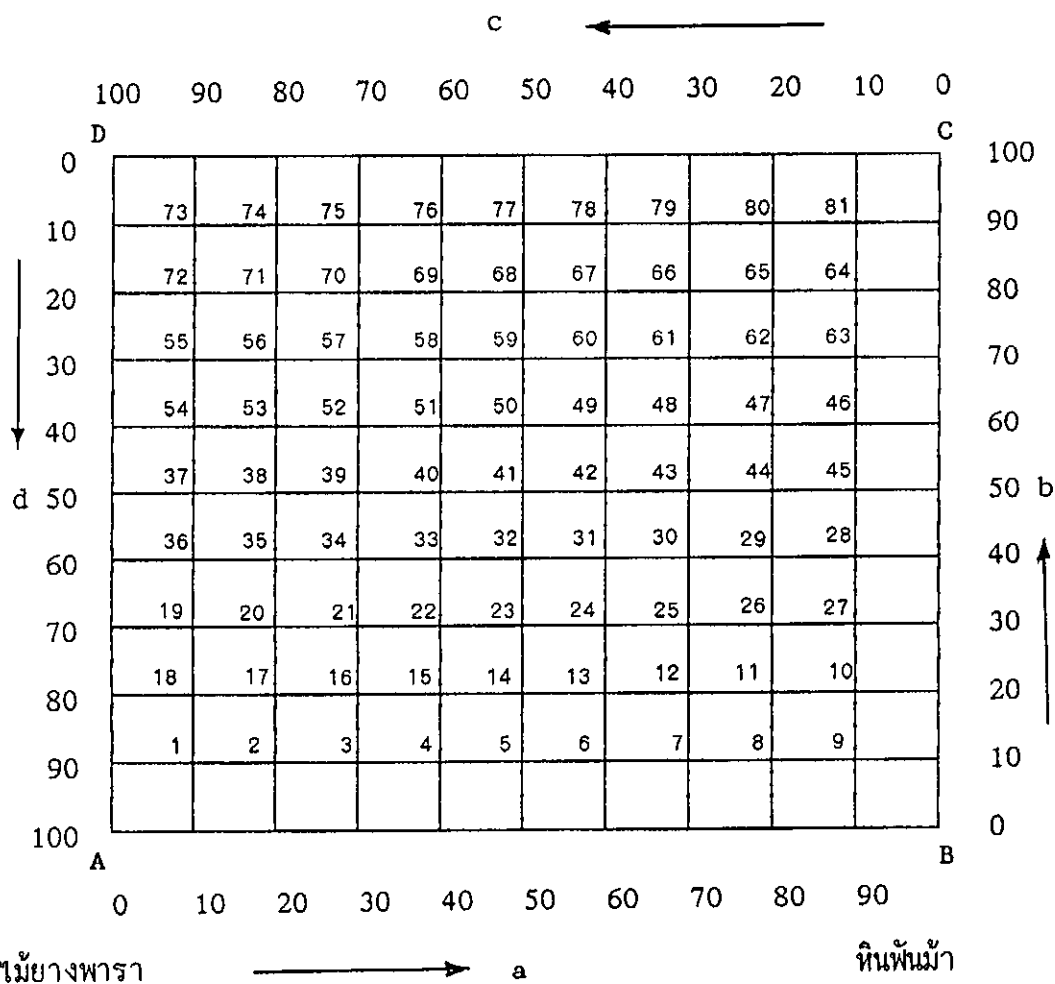
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

ประชากร ได้แก่ อัตราส่วนผสมของเคลือบซีเมนต์ระหว่างซีเมนต์ขาวพาราฟินพื้นผิว ดินเหนียวท้องถิ่น จังหวัดนครราชสีมา หินพื้นผิว จังหวัดราชบุรี ดินเหนียวท้องถิ่น จังหวัดนครราชสีมา และซีเมนต์เปลือกหอยแครง จังหวัดนครราชสีมา โดยอ่านค่าอัตราส่วนผสมจากแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสตั้งแต่ 0 ถึง 100

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อัตราส่วนผสมของเคลือบซีเมนต์ระหว่างซีเมนต์ขาวพาราฟินพื้นผิว ดินเหนียวท้องถิ่น จังหวัดนครราชสีมา หินพื้นผิว จังหวัดราชบุรี ดินเหนียวท้องถิ่น จังหวัดนครราชสีมา และซีเมนต์เปลือกหอยแครง จังหวัดนครราชสีมา ที่อ่านค่าอัตราส่วนผสมจากแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยสุ่มอย่างมีระบบ จำนวน 81 จุด ดังภาพประกอบ 3 และตาราง 3

ขี้เถ้าเปลือกหอยแครง

ดินเหนียวท้องถิ่น



ภาพประกอบ 3 แสดงแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสและจุดต่าง ๆ ที่อยู่บนแผนภาพ

ตาราง 3 (ต่อ)

ส่วนผสมที่	ซีเมนต์ขาวปอร์ตแลนด์	หินพื้นผิว	ดินเหนียวท้องถิ่น	ซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
	(a)	(b)	(c)	(d)
32	50	40	50	60
33	40	40	60	60
34	30	40	70	60
35	20	40	80	60
36	10	40	90	60
37	10	50	90	50
38	20	50	80	50
39	30	50	70	50
40	40	50	60	50
41	50	50	50	50
42	60	50	40	50
43	70	50	30	50
44	80	50	20	50
45	90	50	10	50
46	90	60	10	40
47	80	60	20	40
48	70	60	30	40
49	60	60	40	40
50	50	60	50	40
51	40	60	60	40
52	30	60	70	40
53	20	60	80	40
54	10	60	90	40
55	10	70	90	30
56	20	70	80	30
57	30	70	70	30
58	40	70	60	30
59	50	70	50	30
60	60	70	40	30
61	70	70	30	30
62	80	70	20	30
63	90	70	10	30

ตาราง 3 แสดงอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ทำเคลือบซีเมนต์แต่ละจุดที่อ่านค่าได้จาก
แผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส

	ส่วนผสมที่ ซีเมนต์ขาวปารา	หินพื้นผิว	ดินเหนียวท้องถิ่น	ซีเมนต์บล็อกหอยแครง
	(a)	(b)	(c)	(d)
1	10	10	90	90
2	20	10	80	90
3	30	10	70	90
4	40	10	60	90
5	50	10	50	90
6	60	10	40	90
7	70	10	30	90
8	80	10	20	90
9	90	10	10	90
10	90	20	10	80
11	80	20	20	80
12	70	20	30	80
13	60	20	40	80
14	50	20	50	80
15	40	20	60	80
16	30	20	70	80
17	20	20	80	80
18	10	20	90	80
19	10	30	90	70
20	20	30	80	70
21	30	30	70	70
22	40	30	60	70
23	50	30	50	70
24	60	30	40	70
25	70	30	30	70
26	80	30	20	70
27	90	30	10	70
28	90	40	10	60
29	80	40	20	60
30	70	40	30	60
31	60	40	40	60

ตาราง 3 (ต่อ)

ส่วนผสมที่	ขี้เถ้าไม้ยางพารา (a)	หินพันळा (b)	ดินเหนียวท้องถิ่น (c)	ขี้เถ้าเปลือกหอยแครง (d)
64	90	80	10	20
65	80	80	20	20
66	70	80	30	20
67	60	80	40	20
68	50	80	50	20
69	40	80	60	20
70	30	80	70	20
71	20	80	80	20
72	10	80	90	20
73	10	90	90	10
74	20	90	80	10
75	30	90	70	10
76	40	90	60	10
77	50	90	50	10
78	60	90	40	10
79	70	90	30	10
80	80	90	20	10
81	90	90	10	10

2. วัตถุดิบ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.1 วัตถุดิบ ได้แก่

2.1.1 จี๊ไฉ่ไม้ยางพารา จังหวัดนครศรีธรรมราช

2.1.2 กินพื้นไม้ จังหวัดราชบุรี

2.1.3 ดินเหนียวท้องถิ่น อำเภอมะนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

2.1.4 จี๊ไฉ่เปลือกหอยแครง จังหวัดนครศรีธรรมราช

2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ ได้แก่

2.2.1 เครื่องชั่งระบบไฟฟ้าชนิดละเอียด มีหน่วยการชั่งเป็นกรัม และมี
มิลลิกรัม

2.2.2 หม้ออบ

2.2.3 ตะแกรงร่อนขนาด 80 เมช และ 100 เมช

2.2.4 เตาเผา มี 2 ชนิด คือ

ก. เตาไฟฟ้า

ข. เตาแก๊สชนิดทางเดินลมร้อนลง

2.2.5 ออร์ตัน โคน หมายเลข 7

2.2.6 ชั้นทดลองที่เป็นดินผสมจากบริษัทคอมพาวด์เคลย์ มีขนาด
4x4x0.5 เซนติเมตร ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส จำนวน 162 ชั้น

3. การดำเนินการทดลอง

ขั้นตอนการทดลองทำน้ำเคลือบจี๊ไฉ่ครั้งนี้ มีดังนี้

3.1 กำหนดอัตราส่วนผสมของเคลือบจากแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยสุ่ม
อย่างมีระบบ ซึ่งจะได้อัตราส่วนผสมทั้งหมด 81 อัตราส่วนผสม

3.2 เตรียมวัตถุดิบ

3.2.1 จี๊ไฉ่ไม้ยางพารา เตรียมได้โดยการนำไม้ยางพาราที่คัดเลือก

แล้วไปเผาในเตาเผาอิฐ เมื่อพอมอดและเย็นตัวแล้วนำจี้ไถ่ที่ได้นั้น ไปผ่านตะแกรงร่อนขนาด 80 เมช เพื่อกรองให้จี้ไถ่มีความละเอียดที่เสมอกัน และกรองสิ่งที่ไม่ต้องการออกไป เช่น ถ่าน เป็นต้น

3.2.2 หินพัมมัว จะถูกเตรียมไว้ในลักษณะเป็นผงละเอียด ซึ่งใช้ในการค้ำทัวบ สามารถนำไปผสมเคลือบได้ทันที

3.2.3 ดินเหนียวท้องถิ่น เป็นดินที่ขุดมาจากดินท้องถิ่นบริเวณที่มีการขุดไปทำอิฐ นำมาผึ่งให้แห้งแล้วบดละเอียด จากนั้นนำไปผ่านตะแกรงร่อนขนาด 80 เมช จะได้ผงดินละเอียดนำไปผสมเคลือบได้ตามต้องการ

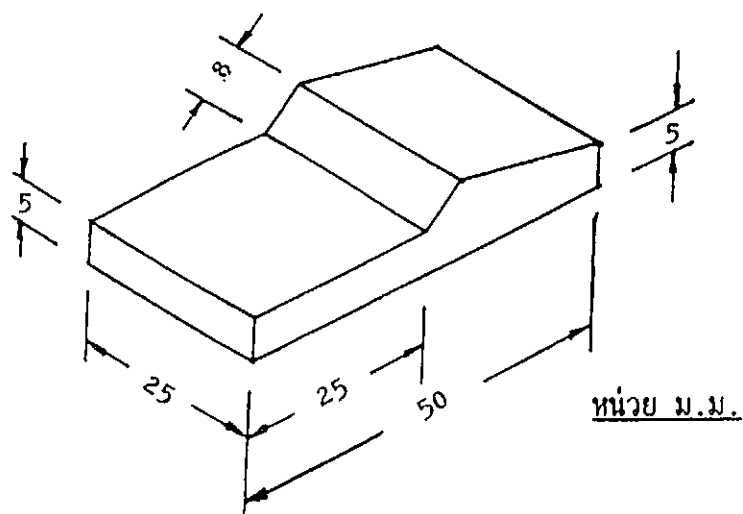
3.2.4 จี้ไถ่เปลือกหอยแครง นำเปลือกหอยแครงไปล้างให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 920 องศาเซลเซียส เปลือกหอยแครงจะเปื่อยยุ่ย นำไปบดละเอียดแล้วร่อนด้วยตะแกรงร่อนขนาด 80 เมช จากนั้นนำไปผสมเคลือบได้ตามต้องการ

3.3 ชั่งวัตถุดิบที่เตรียมไว้ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดละเอียด ตามอัตราส่วนผสมที่ได้จากแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัสจำนวน 81 อัตราส่วนผสม อัตราส่วนผสมละ 200 กรัม

3.4 นำวัตถุดิบที่ชั่งตามอัตราส่วนผสมแล้วนั้น ไปบดผสมในหม้อบดขนาดเล็ก โดยเติมน้ำลงไปอัตราส่วนผสมละ 200 ซีซี ใช้เวลาในการบดอัตราส่วนผสมละ 3 ชั่วโมง

3.5 กรองน้ำเคลือบด้วยตะแกรงร่อน ขนาด 100 เมช

3.6 เตรียมชิ้นทดลองที่ทำด้วยดินผสมค้ำของบริษัทคอมพาวด์ เคลย์ ขนาด 2.5x5x0.5 เซนติเมตร ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส โดยนำมาทำความสะอาดด้วยฟองน้ำชุบน้ำพอน้ำหมด แล้วนำมาอบไล่ความชื้นที่ 100 องศาเซลเซียส จึงบดสอยให้เป็นตัว.



ภาพประกอบ 4 แสดงลักษณะของชิ้นทดลอง

3.7 นำชิ้นทดลองไปชุบเคลือบ ด้วยวิธีจุ่ม ส่วนผสมละ 2 ชิ้นทดลอง จะได้ชิ้นทดลองจำนวน 162 ชิ้นทดลอง

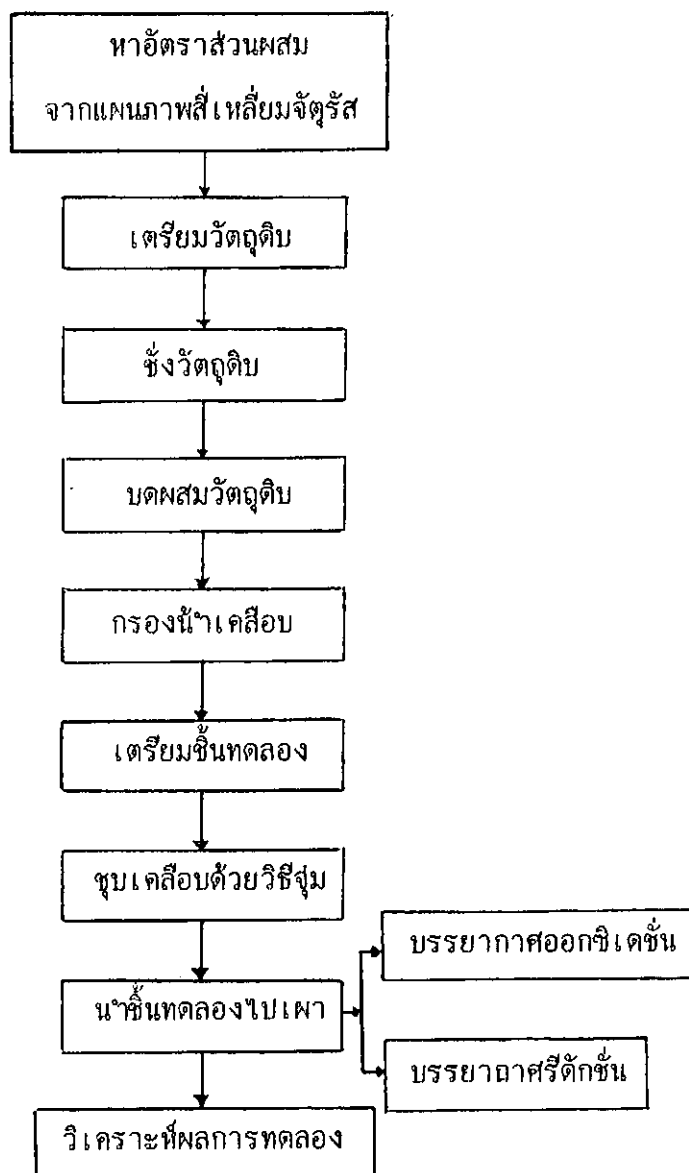
3.8 นำชิ้นทดลองไปเผาเคลือบ ดังนี้

3.8.1 เเผาแบบออกวิเตชั่นที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ด้วยเตาไฟฟ้า จำนวน 81 ชิ้นทดลอง

3.8.2 เเผาแบบรีดักชั่น ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสด้วยเตาแก๊สทางเดินลมร้อนลง จำนวน 81 ชิ้นทดลอง

3.9 นำชิ้นทดลองทั้งหมดจำนวน 162 ชิ้นทดลอง ไปวิเคราะห์ผลโดยผู้เชี่ยวชาญตามตารางวิเคราะห์ผลทดลอง 4 และ 5

ขั้นตอนการดำเนินการทดลอง



ภาพประกอบ 5 แสดงแผนภูมิขั้นตอนการดำเนินการทดลอง

4. สถานที่และระยะเวลาที่ทำการทดลอง

4.1 ในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สถานที่ทำการทดลอง คือ ภาควิชาเครื่องปั้นดินเผา คณะวิชาอุตสาหกรรมศึกษา วิทยาลัยครูพระนคร เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร และภาควิชาอุตสาหกรรมศิลป์ วิทยาลัยครูนครศรีธรรมราช

4.2 ระยะเวลาที่ทำการทดลอง ผู้วิจัยจัดเตรียมและดำเนินการทดลองตั้งแต่เดือนตุลาคม 2536 ถึงเดือนมกราคม 2537

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของการทดลองครั้งนี้ จะทำการวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งประกอบไปด้วย ผู้มีประสบการณ์ทางการสอนในสาขาวิชาเซรามิกส์จำนวน 2 ท่าน และผู้มีประสบการณ์ในสถานประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกส์ 1 ท่าน โดยวิเคราะห์ผลการทดลองตามตาราง 4 และ 5

ตาราง 4 แสดงการวิเคราะห์ผลการทดลองเคลื่อนจี๊ดระหว่างจี๊ดไ้ม่ย่างพารา

หินพื้นม้า ดินเหนียวท้องนา และจี๊ดเบือกหอยแครง เพาที่อุณหภูมิ 1,230 องศา

เซลเซียส ในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่น

ลักษณะความมัน				ลักษณะสี		ลักษณะการนำไปใช้งาน			
สูตร	เคลือบ	เคลือบ	เคลือบ	เคลือบ	กระเบื้อง	กระเบื้อง	สุข	เครื่อง	งานศิลปะ
ที่	ไม่หลอม	ด้าน	กึ่งด้าน	มันแวว	กรู	บูพื้น	กัณฑ์	ถ้วย	และเครื่อง
	ละลาย		กึ่งมัน	วาว	ผาผนัง			ชาม	ประดับ
1	✓				น้ำตาล	✓	✓	✓	✓
					เหลือง				
2			✓		น้ำตาล	✓	✓	✓	✓
3			✓						ไม่เหมาะ
									กับการนำ
									ไปใช้งาน
4		✓			ขาวทึบ	✓	✓	✓	✓
5	✓				เทา	✓	✓		
↓									
81		✓			น้ำตาล	✓	✓		✓

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองทำเคลือบซี่เฝ้าจากอัตราส่วนผสมระหว่างซี่เฝ้าไม้ยางพารา หินพัมเฝ้า ดินเหนียวท้องถิ่นและซี่เฝ้าเปลือกหอยแครง ซึ่งได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนการแล้ว ได้ข้อมูลเป็นคุณสมบัติทางกายภาพด้านลักษณะความมัน ลักษณะสีและลักษณะการนำไปใช้งานของเคลือบจำนวน 81 สูตร โดยการเผา 2 บรรยากาศคือ การเผาแบบออกซิเดชันและการเผาแบบรีดักชัน รวมจำนวนชิ้นทดลองทั้งหมด 162 ชิ้นทดลอง ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ แบ่งออกเป็นตอน ๆ ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะความมันของเคลือบ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะสีของเคลือบ

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะการนำไปใช้งาน

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะความมันของเคลือบ

การทดลองหาคุณสมบัติของเคลือบด้านลักษณะความมันโดยการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน จากการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จำนวน 81 สูตร เเผาในบรรยากาศรีดักชันจำนวน 81 สูตร บราญผลการวิเคราะห์ตามตาราง 6 และ ตาราง 7

ตาราง 6 แสดงผลการวิเคราะห์ทางด้านลักษณะความมันของเคลือบ เพาในบรรยากาศ
ออกซิเดชันที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส

สูตรที่	เคลือบไม่ หลอมละลาย	เคลือบด้าน	เคลือบ กึ่งด้านกึ่งมัน	เคลือบ มันวาว
1	✓			
2	✓			
3	✓			
4	✓			
5	✓			
6	✓			
7	✓			
8	✓			
9	✓			
10	✓			
11	✓			
12	✓			
13	✓			
14	✓			
15	✓			
16	✓			
17		✓		
18		✓		
19		✓		
20		✓		

ตาราง 6 (ต่อ)

สูตรที่	เคลือบไม้ หลอมละลาย	เคลือบด้าน	เคลือบ กึ่งด้านกึ่งมัน	เคลือบ มันวาว
21			✓	
22	✓			
23			✓	
24	✓			
25	✓			
26	✓			
27	✓			
28	✓			
29	✓			
30	✓			
31	✓			
32	✓			
33		✓		
34		✓		
35			✓	
36			✓	
37			✓	
38			✓	
39				✓
40				✓
41				✓

ตาราง 6 (ต่อ)

สูตรที่	เคลือบไม้ หลอมละลาย	เคลือบด้าน	เคลือบ กึ่งด้านกึ่งมัน	เคลือบ มันวาว
42	✓			
43			✓	
44	✓			
45	✓			
46				✓
47			✓	
48			✓	
49				✓
50				✓
51				✓
52			✓	
53			✓	
54		✓		
55		✓		
56		✓		
57			✓	
58				✓
59				✓
60				✓
61				✓
62				✓

ตาราง 6 (ต่อ)

สูตรที่	เคลือบไม้ หลอมละลาย	เคลือบด้าน	เคลือบ กึ่งด้านกึ่งมัน	เคลือบ มันวาว
63				✓
64				✓
65				✓
66				✓
67				✓
68				✓
69				✓
70		✓		
71		✓		
72		✓		
73		✓		
74		✓		
75		✓		
76		✓		
77				✓
78				✓
79				✓
80				✓
81				✓

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่าการเผาเคลื่อนในบรรยากาศออกซิเดชัน ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสนั้น เคลือบที่ไหม้หลอมละลายได้แก่ สูตรที่ 1-16, 22, 24-32, 42, 44, 45 เคลือบด้านได้แก่ สูตรที่ 17-20, 33, 34, 54-56, 70-76 เคลือบกึ่งด้าน กึ่งมัน ได้แก่สูตรที่ 21, 23, 35-38, 43, 47, 48, 52, 53, 57 เคลือบมันแวววาว ได้แก่สูตรที่ 39-41, 46, 49-51, 58-69, 77-81

ตาราง 7 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะความมันของเคลือบ เฟานบรรายากาศรีตักชั้น
ที่อุณหภูมิตั้งที่ 1,230 องศาเซลเซียส

สูตรที่	เคลือบไม่ หลอมละลาย	เคลือบด้าน	เคลือบ กึ่งด้านกึ่งมัน	เคลือบ มันวาว
1	✓			
2	✓			
3	✓			
4	✓			
5	✓			
6	✓			
7	✓			
8	✓			
9	✓			
10	✓			
11	✓			
12	✓			
13	✓			
14	✓			
15	✓			
16	✓			
17		✓		
18		✓		
19		✓		
20		✓		

ตาราง 7 (ต่อ)

สูตรที่	เคลือบไม้ หลอมละลาย	เคลือบด้าน	เคลือบ กึ่งด้านกึ่งมัน	เคลือบ มันวาว
21			✓	
22	✓			
23				✓
24	✓			
25	✓			
26	✓			
27	✓			
28	✓			
29	✓			
30	✓			
31	✓			
32	✓			
33		✓		
34		✓		
35			✓	
36			✓	
37			✓	
38			✓	
39				/
40				/
41				/

ตาราง 7 (ต่อ)

สูตรที่	เคลือบไม้ หลอมละลาย	เคลือบด้าน	เคลือบ กึ่งด้านกึ่งมัน	เคลือบ มันวาว
42	✓			
43			✓	
44			✓	
45	✓			
46				✓
47			✓	
48			✓	
49				✓
50				✓
51				✓
52				✓
53				✓
54		✓		
55		✓		
56		✓		
57			✓	
58				✓
59				✓
60				✓
61				✓
62				✓

ตาราง 7 (ต่อ)

สูตรที่	เคลือบไม้ ห่อหุ้มละลาย	เคลือบด้าน	เคลือบ กึ่งด้านกึ่งมัน	เคลือบ มันวาว
63				✓
64				✓
65				✓
66				✓
67				✓
68				✓
69				✓
70			✓	
71		✓		
72		✓		
73		✓		
74		✓		
75		✓		
76		✓		
77				✓
78				✓
79				✓
80				✓
81				✓

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่าการเผาเค็บบนบรรยากาศรีดักชัน ที่อุณหภูมิ

1,230 องศาเซลเซียสนั้น เค็บบนไหลอมละลายได้แก่ สูตรที่ 1-16, 22, 24-32, 42, 45 เค็บบด้านได้แก่ สูตรที่ 17-20, 33, 34, 54-56, 71-76 เค็บบกึ่งด้านกึ่งมันได้แก่ สูตรที่ 21, 35-38, 43, 44, 47, 48, 57, 70 เค็บบมันแวววาวได้แก่สูตรที่ 23, 39-41, 46, 49-53, 58-69, 77-81

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะสีของเคลือบ

การทดลองหาคุณสมบัติของเคลือบด้านลักษณะสีโดยการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน จากการเผาในบรรยากาศออกซิเดชั่น จำนวน 81 สูตร และเผาในบรรยากาศรีดักชั่นจำนวน 81 สูตร ปรากฏผลการวิเคราะห์ตามตาราง 8

ตาราง 8 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะสีของเคลือบโดยเผาในบรรยากาศออกซิเดชั่น และรีดักชั่น ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส

สูตรที่	ลักษณะสีของเคลือบ ออกซิเดชั่น	ลักษณะสีของเคลือบ รีดักชั่น
1	-	-
2	-	-
3	-	-
4	-	-
5	-	-
6	-	-
7	-	-
8	-	-
9	-	-
10	-	-
11	-	-
12	-	-
13	-	-
14	-	-
15	-	-

ตาราง 8 (ต่อ)

สูตรที่	ลักษณะสีของเคลือบ ออกซิเดชั่น	ลักษณะสีของเคลือบ รีดักชั่น
16	-	-
17	น้ำตาลเข้ม	น้ำตาลเจียว
18	น้ำตาลเข้ม	น้ำตาลเจียว
19	น้ำตาล	น้ำตาลเจียว
20	น้ำตาล	น้ำตาลเจียว
21	น้ำตาล	น้ำตาลเจียว
22	-	-
23	น้ำตาลเหลือง	น้ำตาลเจียว
24	-	-
25	-	-
26	-	-
27	-	-
28	-	-
29	-	-
30	-	-
31	-	-
32	-	-
33	น้ำตาลเหลือง	เจียว
34	น้ำตาลเหลือง	เจียว
35	น้ำตาลเข้ม	เจียวน้ำตาล
36	น้ำตาล	เจียวน้ำตาล

ตาราง 8 (ต่อ)

สูตรที่	ลักษณะสีของ เคลือบ	ลักษณะสีของ เคลือบ
	ออกซิเดชั่น	รีดักชั่น
37	น้ำตาลแดง	เขียวน้ำตาล
38	น้ำตาล	เขียวน้ำตาล
39	น้ำตาล	เขียวน้ำตาล
40	น้ำตาล	เขียวน้ำตาล
41	น้ำตาล	เขียวน้ำตาล
42	-	-
43	น้ำตาลเหลือง	เขียวน้ำตาล
44	-	-
45	-	-
46	น้ำตาลเหลือง	เขียวเหลือง
47	น้ำตาลเหลือง	เหลืองน้ำตาล
48	น้ำตาลเหลือง	เหลืองน้ำตาล
49	น้ำตาลเหลือง	เขียวเหลือง
50	น้ำตาลเหลือง	เขียวเหลือง
51	น้ำตาล	เขียวเหลือง
52	น้ำตาล	เขียวเหลือง
53	น้ำตาล	เขียวเทา
54	น้ำตาล	เขียวเทา
55	น้ำตาลเข้ม	เขียวน้ำตาล
56	น้ำตาลเข้ม	เขียวน้ำตาล
57	น้ำตาลเข้ม	เขียวน้ำตาล

ตาราง 8 (ต่อ)

สูตรที่	ลักษณะสีของเคลือบ ออกซิเดชั่น	ลักษณะสีของเคลือบ รีดักชั่น
58	น้ำตาลเจียว	เจียวน้ำตาล
59	น้ำตาลเจียว	เจียวน้ำตาล
60	น้ำตาล	เจียว
61	น้ำตาล	เจียว
62	น้ำตาลเหลือง	เจียว
63	น้ำตาลเหลือง	เจียว
64	น้ำตาลเหลือง	เจียว
65	น้ำตาลเหลือง	เจียว
66	น้ำตาลเหลือง	เจียวเทา
67	น้ำตาลเจียว	เจียวเทา
68	น้ำตาลเจียว	เจียวเทา
69	น้ำตาลเจียว	เจียวเทา
70	น้ำตาลเข้ม	เจียวน้ำตาล
71	น้ำตาลเข้ม	เจียวน้ำตาล
72	น้ำตาลเข้ม	เจียวน้ำตาล
73	น้ำตาลเข้ม	น้ำตาลเจียว
74	น้ำตาลเข้ม	น้ำตาลเจียว
75	น้ำตาลเจียว	น้ำตาลเจียว
76	น้ำตาล	น้ำตาลเจียว
77	น้ำตาล	เจียวอมฟ้า
78	น้ำตาล	เจียวอมฟ้า

ตาราง 8 (ต่อ)

สูตรที่	ลักษณะสีของเคลือบ	ลักษณะสีของเคลือบ
	ออกซิเดชั่น	รีดักชัน
79	น้ำตาล	เขียวอมฟ้า
80	น้ำตาล	เขียวอมฟ้า
81	น้ำตาล	เขียวอมฟ้า

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่าผลการทดลองเผาเคลือบในบรรยากาศออกซิเดชั่น และรีดักชันจะให้สีที่ต่างกันคือ การเผาในบรรยากาศออกซิเดชั่นพบว่าสีที่เกิดขึ้นจะเป็น สีน้ำตาล น้ำตาลเหลือง น้ำตาลเข้ม และการเผาในบรรยากาศแบบรีดักชันสีที่เกิดขึ้นคือสีเขียว เขียวน้ำตาล เขียวเหลือง เขียวอมเทา เขียวอมฟ้า

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะการนำไปใช้งาน

การทดลองหาคุณสมบัติของเคลือบด้านลักษณะการนำไปใช้งาน โดยการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน จากการเผาในบรรยากาศออกซิเดชั่น จำนวน 81 สูตร เผาในบรรยากาศรีดักชั่น จำนวน 81 สูตร ปรากฏผลการวิเคราะห์ที่ตามตาราง 9 และตาราง 10

ตาราง 9 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะการนำไปใช้งาน เผาในบรรยากาศออกซิเดชั่น ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส

สูตร ที่	กระเบื้อง กรุฝาผนัง	กระเบื้อง ปูพื้น	สุขภัณฑ์	เครื่องถ้วย-ชาม	งานศิลปะและ เครื่องประดับ
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					

ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน

ตาราง 9 (ต่อ)

สูตร ที่	กระเบื้อง กรุฝาผนัง	กระเบื้อง ปูพื้น	สุขภัณฑ์	เครื่องถ้วย-ชาม	งานศิลปะและ เครื่องประดับ
14					
15		ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน			
16					
17					✓
18					✓
19					✓
20					✓
21					✓
22		ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน			
23					✓
24					
25					
26					
27					
28		ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน			
29					
30					
31					
32					
33					✓
34					✓

ตาราง 9 (ต่อ)

สูตร ที่	กระเบื้อง กรุผาผนัง	กระเบื้อง ปูพื้น	สุขภัณฑ์	เครื่องถ้วย-ชาม	งานศิลปะและ เครื่องประดับ
35	✓	✓			✓
36	✓	✓			✓
37	✓	✓			✓
38	✓	✓			✓
39					✓
40					✓
41					✓
42		ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน			-
43					✓
44		ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน			
45					
46					✓
47					✓
48					✓
49					✓
50					✓
51					✓
52	✓	✓			✓
53	✓	✓			✓
54	✓	✓		✓	✓
55	✓	✓		✓	✓

ตาราง 9 (ต่อ)

สูตร ที่	กระเบื้อง กรุฝาผนัง	กระเบื้อง ปูพื้น	สุขภัณฑ์	เครื่องถ้วย-ชาม	งานศิลปะและ เครื่องประดับ
56	✓	✓		✓	✓
57	✓	✓		✓	✓
58					✓
59					✓
60					✓
61					✓
62					✓
63					✓
64					✓
65	✓	✓		✓	✓
66	✓	✓			✓
67					✓
68					✓
69	✓	✓			✓
70	✓	✓			✓
71	✓	✓			✓
72	✓	✓			✓
73	✓	✓			✓
74					✓
75	✓	✓			✓
76	✓	✓			✓

ตาราง 9 (ต่อ)

สูตร ที่	กระเบื้อง กรุฝาผนัง	กระเบื้อง ปูพื้น	สุขภัณฑ์	เครื่องถ้วย-ชาม	งานศิลปะและ เครื่องประดับ
77	✓	✓			✓
78					✓
79					✓
80					✓
81					✓

ตาราง 10 แสดงผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะการนำไปใช้ เฝ้าในบรรยากาศระดับชั้น ที่อุณหภูมิ
1,230 องศาเซลเซียส

สูตร ที่	กระเบื้อง กรุผนัง	กระเบื้อง ปูพื้น	สุขภัณฑ์	เครื่องถ้วย-ชาม	งานศิลปะและ เครื่องประดับ
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8	ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน				
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17	✓	✓			✓
18	✓	✓			✓
19	✓	✓			✓
20	✓	✓			✓

ตาราง 10 (ต่อ)

สูตร ที่	กระเบื้อง กรุผนัง	กระเบื้อง ปูพื้น	สุขภัณฑ์	เครื่องถ้วย-ชาม	งานศิลปะและ เครื่องประดับ
21	✓	✓			✓
22		ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน			
23					✓
24					
25					
26					
27					
28		ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน			
29					
30					
31					
32					
33					✓
34					✓
35	✓	✓			✓
36	✓	✓			✓
37	✓	✓		✓	✓
38	✓	✓		✓	✓
39					✓
40					✓
41					✓

ตาราง 10 (ต่อ)

สูตร ที่	กระเบื้อง กรุฝาผนัง	กระเบื้อง ปูพื้น	สุขภัณฑ์	เครื่องถ้วย-ชาม	งานเคลือบและ เครื่องประดับ
42		ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน			-
43					✓
44		ไม่เหมาะสมในการนำไปใช้งาน			
45					
46					✓
47					✓
48					✓
49					✓
50					✓
51					✓
52	✓	✓			✓
53	✓	✓			✓
54	✓	✓			✓
55	✓	✓			✓
56	✓	✓			✓
57					✓
58					✓
59					✓
60					✓
61					✓
62					✓

ตาราง 10 (ต่อ)

สูตร ที่	กระเบื้อง กรุผาผนัง	กระเบื้อง ปูพื้น	สุขภัณฑ์	เครื่องถ้วย-ชาม	งานศิลปะและ เครื่องประดับ
63					✓
64					✓
65	✓	✓			✓
66	✓	✓			✓
67					✓
68					✓
69	✓	✓			✓
70	✓	✓		✓	✓
71	✓	✓		✓	✓
72	✓	✓		✓	✓
73	✓	✓		✓	✓
74				✓	✓
75	✓	✓		✓	✓
76	✓	✓		✓	✓
77	✓	✓		✓	
78					✓
79					✓
80					✓
81					✓

จากตาราง 9 และ 10 แสดงให้เห็นว่า เคลือบที่ได้จากการเผาในบรรยากาศ ออกซิเดชันและรีดักชัน ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสนั้น เคลือบที่ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้งานคือเคลือบที่ไม่หลอมละลายได้แก่เคลือบสูตรที่ 1-16, 22, 24-32, 42, 44, 45 ทั้งที่เผาในบรรยากาศออกซิเดชันและรีดักชัน เคลือบที่นำไปใช้งานกระเบื้องกรุผนังและกระเบื้องปูพื้นได้แก่สูตรที่ 35, 36, 37, 38, 52-57, 65, 66, 69-73, 75-77 ในการเผาทั้งสองบรรยากาศ เคลือบที่นำไปใช้เคลือบถ้วยชามได้แก่สูตรที่ 54-57, 65 ในบรรยากาศออกซิเดชันและสูตรที่ 37, 38, 55-57, 70-72 ในบรรยากาศรีดักชัน สำหรับงานศิลปะและเครื่องประดับนั้น เคลือบที่ได้จากการทดลองครั้งนี้สามารถนำไปใช้ได้ทุกสูตร ยกเว้นสูตรที่ไม่หลอมละลาย และเคลือบจากการทดลองนี้ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้เคลือบสุขภัณฑ์

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองหาอัตราส่วนผสมของเคลือบซีเมนต์ระหว่างซีเมนต์ขาว พารา หินฟันม้า ดินเหนียวท้องถิ่น และซีเมนต์เปลือกหอยแครง

จุดมุ่งหมายของการทดลอง

1. เพื่อทดลองหาน้ำเคลือบจากอัตราส่วนผสมระหว่างซีเมนต์ขาว พารา หินฟันม้า ดินเหนียวท้องถิ่น และซีเมนต์เปลือกหอยแครง จำนวน 81 อัตราส่วนผสม เหนือที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศแบบออกซิเดชันและรีดักชัน
2. เพื่อศึกษาลักษณะของเคลือบซีเมนต์ ในด้านความมัน สี และความเหมาะสมกับการใช้งานของเคลือบ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

ประชากร ได้แก่ อัตราส่วนผสมของเคลือบซีเมนต์ระหว่างซีเมนต์ขาว พารา จังหวัด นครศรีธรรมราช หินฟันม้า จังหวัดราชบุรี ดินเหนียวท้องถิ่น จังหวัดนครศรีธรรมราช และ ซีเมนต์เปลือกหอยแครง โดยอ่านค่าอัตราส่วนผสมจากแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส ตั้งแต่ 0 ถึง 100

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อัตราส่วนผสมของเคลือบซีเมนต์ระหว่างซีเมนต์ขาว พารา หินฟันม้า ดินเหนียวท้องถิ่น และซีเมนต์เปลือกหอยแครง ที่อ่านค่าอัตราส่วนผสมจากแผนภาพ สี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยสุ่มอย่างมีระบบจำนวน 81 จุด แต่ละจุดประกอบด้วยวัตถุดิบ 4 ชนิด คือ ซีเมนต์ขาว พารา หินฟันม้า ดินเหนียวท้องถิ่น และซีเมนต์เปลือกหอยแครง ซึ่งวัตถุดิบแต่ละ ชนิดจะมีค่าแปรเปลี่ยนไปตามแต่ละจุดในแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส และเมื่อนำค่าของวัตถุดิบแต่ละ ชนิดในจุดนั้น ๆ มารวมกันจะมีค่าเท่ากับ 200

ตัวแปรที่จะศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่

1.1 อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ ซึ่งประกอบด้วย จี้ไถ้ไม้ยางพารา หินพื้นแม่น้ำ ดินเหนียวท้องถิ่น จี้ไถ้เปลือกหอยแครง รดยสูบอย่างมีระบบจากแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส จำนวน 81 อัตราส่วนผสม

1.2 บรรยาการในการเผาเคสลับมี 2 ลักษณะคือ

1.2.1 การเผาแบบออกซิเดชัน

1.2.2 การเผาแบบรีดักชัน

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

2.1 ระดับความมันของเคสลับ

2.2 สีของเคสลับ

2.3 ความเหมาะสมกับการใช้งาน

การทดลองครั้งนี้ ใช้เนื้อดินปั้นชนิดสโรตนแวร์ ซึ่งเป็นดินผสมดำของบริษัทคอมพาวด์เคลย์ เคลือบชั้นทดลองด้วยวิธีจุ่ม และกำหนดความถ่วงจำเพาะไว้ที่ 1.5

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองได้แก่ จี้ไถ้ไม้ยางพารา จังหวัดนครศรีธรรมราช หินพื้นแม่น้ำ ราชบุรี ดินเหนียวท้องถิ่น อำเภอมะนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช จี้ไถ้เปลือกหอยแครง จังหวัดนครศรีธรรมราช

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องจักรระบบไฟฟ้าชนิดละเอียด มีหน่วยการซึ่งเป็นกรัมและมิลลิกรัม
2. หม้ออบ

3. ตะแกรงร่อนขนาด 80 เมช และ 100 เมช
4. เตาเผาชนิดเตาไฟฟ้า และเตาแก๊สชนิดทางเดินลมร้อนลง
5. ออร์ตันโคน หมายเลข 7
6. ชั้นทดลองขนาด $2.5 \times 5 \times 0.5$ ใช้ดินผสมตะกอนพาวด์เคลย์ ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส จำนวน 162 ชั้น

ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส จำนวน 162 ชั้น

การดำเนินการทดลอง

1. กำหนดอัตราส่วนผสมของเคลือบจากแผนภาพสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยสุ่มอย่างมีระบบ จะได้อัตราส่วนผสมทั้งหมด 81 อัตราส่วนผสม

2. เตรียมวัตถุดิบ ได้แก่ จี๊ไถ้ไม้ยางพารา จังหวัดนครศรีธรรมราช หินพื้นม้าราชบุรี ดินเหนียวท้องถิ่น อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช จี๊ไถ้เปลือกหอยแครง จังหวัดนครศรีธรรมราช

3. ชั่งวัตถุดิบด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดละเอียด อัตราส่วนผสมละ 200 กรัม

4. นำวัตถุดิบไปบดผสม

5. กรองน้ำเคลือบด้วยตะแกรงร่อนขนาด 100 เมช

6. นำชั้นทดลองมาทำความสะอาดและอบไล่ความชื้น

7. นำชั้นทดลองไปชุบเคลือบด้วยวิธีจุ่ม ส่วนผสมละ 2 ชั้นทดลอง จะได้ชั้นทดลอง 162 ชั้น

8. นำชั้นทดลองไปเผาเคลือบดังนี้

8.1 เผาแบบออกซิเดชันที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ด้วยเตาไฟฟ้า จำนวน 81 ชั้นทดลอง

8.2 เผาแบบรีดักชันที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ด้วยเตาแก๊สทางเดินลมร้อนลง จำนวน 81 ชั้นทดลอง

9. นำชั้นทดลองทั้งหมดจำนวน 162 ชั้นทดลอง ไปวิเคราะห์ผลโดยผู้เชี่ยวชาญตามตารางวิเคราะห์ผลทดลอง 4 และ 5

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของการทดลองครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งประกอบไปด้วย ผู้มีประสบการณ์ทางการสอนในสาขาวิชาเชรามิกส์ จำนวน 2 ท่าน และมีประสบการณ์ในสถานประกอบการอุตสาหกรรมเชรามิกส์ 1 ท่าน โดยวิเคราะห์ผลการทดลองตามตาราง 4 และ 5

สรุปผลการทดลอง

การทดลองหาอัตราส่วนผสมของเคลือบซีเถ้าระหว่างซีเถ้าไม้ยางพารา หินฟันม้า ดินเหนียวท้องถิ่น ซีเถ้าเปลือกหอยแครง ในแต่ละตอนได้ผลการทดลองดังนี้คือ

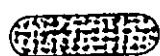
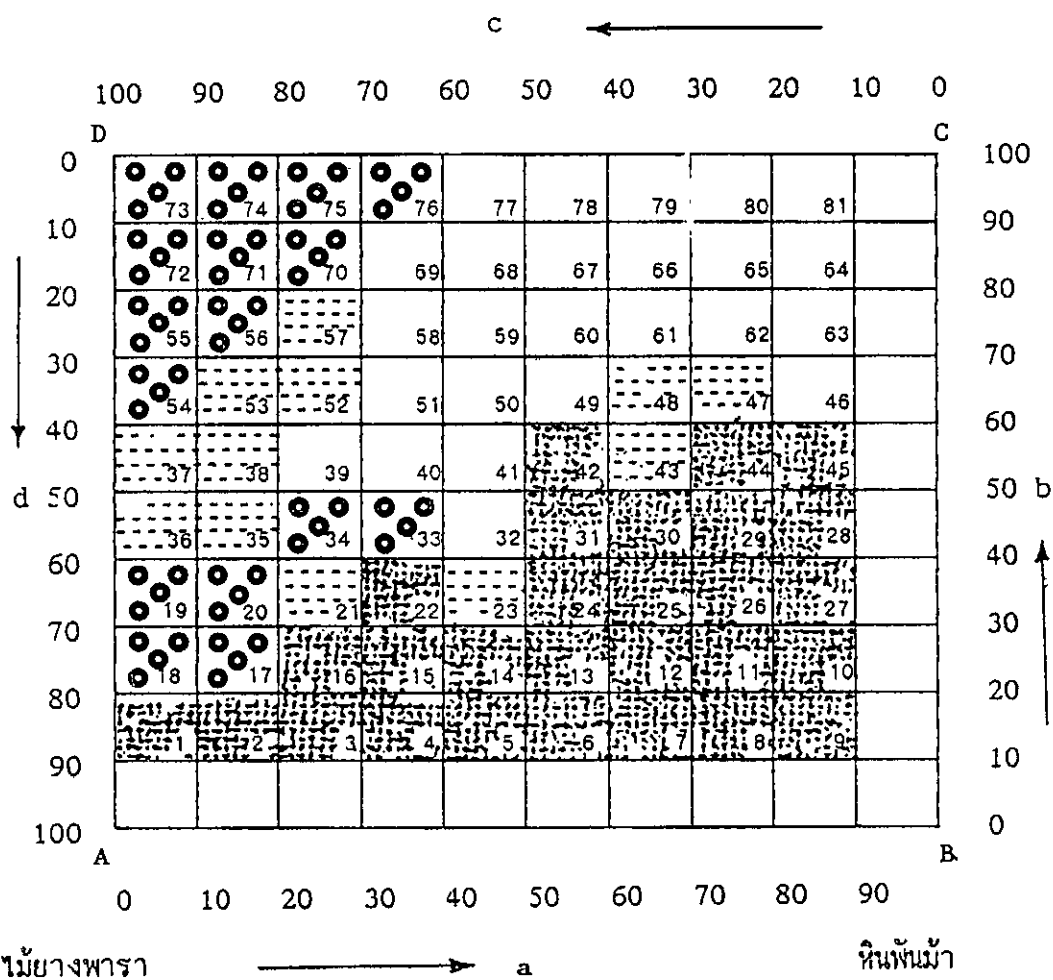
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะความมันของเคลือบ

จากการเผาในบรรยากาศออกซิเดชั่นที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส พบว่าเคลือบที่ไม่หลอมละลายมีจำนวน 29 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1-16, 22, 24-32, 42, 44, 45 เคลือบด้านมีจำนวน 16 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 17-20, 33, 34, 54-56, 70-76 เคลือบกึ่งด้านกึ่งมันมีจำนวน 12 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 21, 23, 35-38, 43, 47, 48, 52, 53, 57 เคลือบมันแวววาวมีจำนวน 24 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 39-41, 46, 49-51, 58-69 (ดูภาพประกอบ 6)

จากการเผาในบรรยากาศรีดักชันที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส พบว่าเคลือบไม่หลอมละลายมีจำนวน 28 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1-16, 22, 24-32, 42, 45 เคลือบด้านมีจำนวน 15 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 17-20, 33, 34, 54-56, 71-76 เคลือบกึ่งด้านกึ่งมันมีจำนวน 11 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 21, 35-38, 43, 44, 47, 48, 57, 70 เคลือบมันแวววาวมีจำนวน 27 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 23, 39-41, 46, 49-53, 58-69 77-81 (ดูภาพประกอบ 7)

ซีเถ้าเปลือกหอยแครง

ดินเหนียวท้องถิ่น



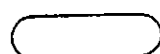
หมายถึง เคลือบไม่หลอมละลาย



หมายถึง เคลือบด้าน



หมายถึง เคลือบแข็งด้านแข็งมัน



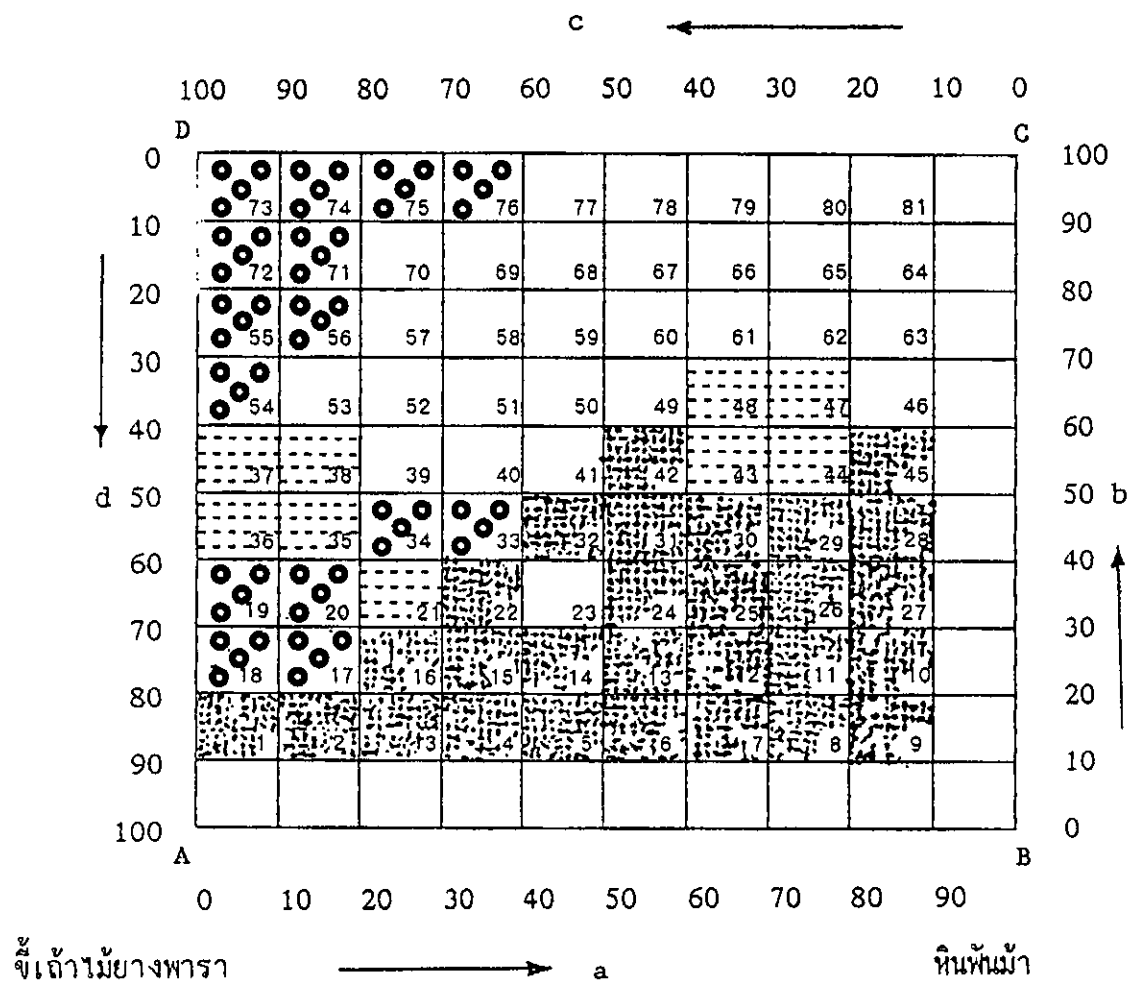
หมายถึง เคลือบมันแวววาว

ภาพประกอบ 6 แสดงลักษณะของเคลือบซีเถ้าด้านความมันที่เกิดขึ้น ณ จุดต่าง ๆ ในตาราง

สี่เหลี่ยมจัตุรัส เพาโนบรียากาสอออกซิเดชั่น ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส

จุ๋ถ้า เปลือกหอยแครง

ดินเหนียวทองคำ



ภาพประกอบ 7 แสดงลักษณะของเคลือบขี้เถ้าด้านความมันที่เกิดขึ้น ณ จุดต่าง ๆ ในตาราง

สี่เหลี่ยมจตุรัส เพาโนบรรยาภาศรีดักชั่น ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะสีของเคลือบ

จากการเผาในบรรยากาศออกซิเดชั่น พบว่า สีที่เกิดขึ้นจะเป็นสีน้ำตาล
น้ำตาลเหลือง จนถึงน้ำตาลเข้ม

จากการเผาในบรรยากาศรีดักชั่น พบว่า สีที่เกิดขึ้นเป็นสีเขียว เขียวน้ำตาล
เขียวเหลือง เขียวอมเทา เขียวอมฟ้า

ในการเผาทั้งสองบรรยากาศ พบว่า สีที่เกิดขึ้นจะแตกต่างกัน

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ด้านลักษณะการนำไปใช้งาน

จากการเผาในบรรยากาศออกซิเดชั่นและรีดักชั่น ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส
นั้น เคลือบที่ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้งานได้แก่สูตรที่ 1-16, 22, 24-32, 42, 44, 45
ในการเผาทั้งสองบรรยากาศ เคลือบที่นำไปใช้ในการทำกระเบื้องกรุผนังและกระเบื้องปูพื้น
ได้แก่สูตรที่ 35, 36, 37, 38, 52-57, 65, 66, 69-73, 75-77 ในการเผาทั้งสอง
บรรยากาศ เคลือบที่นำไปใช้เคลือบด้วยขามได้แก่สูตรที่ 54-57 ในบรรยากาศออกซิเดชั่น
และสูตรที่ 37, 38, 55-57, 70-77 ในบรรยากาศรีดักชั่น สำหรับงานศิลปะและ
เครื่องประดับนั้น เคลือบที่ได้จากการทดลองครั้งนี้สามารถนำไปใช้ได้ทุกสูตร ยกเว้นสูตรที่
ไม่หลอมละลาย และเคลือบจากการทดลองครั้งนี้ไม่เหมาะสมกับงานสุขภัณฑ์

อภิปรายผล

จากการทดลองหาอัตราส่วนผสมของเคลือบที่เข้าระหว่างจีเถ้าไม้ยางพารา
หินฟันม้า ดินเหนียวท้องถิ่นและจีเถ้าเปลือกหอยแครง เผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส
ในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่นและรีดักชั่น การอภิปรายผลมีดังนี้

1. ด้านลักษณะความมัน จากการวิเคราะห์ผลการทดลองพบว่า เคลือบที่มีส่วนผสม
ของจีเถ้าไม้ยางพาราตั้งแต่ร้อยละ 5-45 หินฟันม้าตั้งแต่ร้อยละ 5-2 ดินเหนียวท้องถิ่นตั้งแต่
ร้อยละ 5-45 จีเถ้าเปลือกหอยแครงตั้งแต่ร้อยละ 30-45 จะเป็นเคลือบที่ไม่หลอมละลาย
เนื่องมาจากปริมาณของแคลเซียมออกไซด์ที่มีอยู่ในจีเถ้าไม้ยางพารารวมกับแคลเซียมออกไซด์
ที่ได้จากจีเถ้าเปลือกหอยแครงมีปริมาณมากเกินไปอัตรา จึงทำให้เคลือบทนไฟสูง ในขณะที่ตัวช่วย

ลดจุดหลอมละลายคือหินพื้นมีปริมาณต่ำ นอกจากนี้ยังมีอลูมินาและซิลิกาที่เป็นสารที่มีจุดหลอมละลายสูงและมีอยู่ในดินเหนียวท้องนาผสมอยู่ด้วยจึงทำให้เคลือบไม่หลอมละลาย ซึ่งตรงกับ ปรีดา พิมพ์ขาวฯ. (2530 : 10-19) ได้กล่าวไว้ เคลือบที่ไม่หลอมละลายนี้ได้แก่เคลือบสูตรที่ 1-16, 22-32, 42, 44, 45 ในการเผาทั้งสองบรรยากาศ เคลือบที่มีส่วนผสมของดินเหนียวท้องนาอัตราสูงคือ ร้อยละ 30-45 และปริมาณซีเถ้าเปลือกหอยแครงลดลงจากร้อยละ 40-5 หินพื้นมีปริมาณเพิ่มขึ้นร้อยละ 10-45 และซีเถ้าไม้ยางพาราอยู่ในปริมาณร้อยละ 5-20 พบว่าเป็นเคลือบกึ่งด้านกึ่งมันเงาเคลือบด้าน เป็นที่น่าสังเกตว่าเคลือบกลุ่มนี้ได้ปริมาณของซีเถ้าไม้ยางพาราสูงและปริมาณของดินเหนียวท้องนาต่ำ เคลือบที่ปรากฏจะเป็นเคลือบกึ่งด้านกึ่งมัน แต่ถ้าปริมาณของดินเหนียวท้องนาสูงและปริมาณของซีเถ้าไม้ยางพาราต่ำแล้วเคลือบจะด้าน สาเหตุเพราะว่าซีเถ้าไม้ยางพาราจะมีตัวที่ทำให้เกิดแก้วคือซิลิกา มีตัวช่วยหลอมละลายคือโซเดียมออกไซด์ หินปูน แมกนีเซียมออกไซด์ และโบแทสเซียมออกไซด์ ซึ่งทำให้เคลือบหลอมละลายได้ดีกว่า และทำให้เคลือบมีลักษณะกึ่งด้านกึ่งมัน ขณะที่ดินมีส่วนประกอบของอลูมินาและซิลิกา ซึ่งจะทำให้เคลือบทนไฟมากขึ้น ทำให้เคลือบด้าน (ปรีดา พิมพ์ขาวฯ. 2530 : 22) เคลือบด้านนี้ได้แก่เคลือบสูตรที่ 17-20, 33, 34, 53, 54, 55, 56, 70-76 ที่เผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่น และเคลือบสูตรที่ 17-20, 33, 34, 54-56, 71-76 ในบรรยากาศแบบรีดักชั่น เคลือบกึ่งด้านกึ่งมันได้แก่เคลือบสูตรที่ 21, 23, 35-38, 43, 47, 48, 52, 53, 57 ในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่น และสูตรที่ 21, 35-38, 43, 44, 47, 48, 57, 70 ในบรรยากาศแบบรีดักชั่น นอกจากนี้ยังพบว่าสูตรเคลือบที่มีหินพื้นต่ำเพิ่มขึ้นตั้งแต่ร้อยละ 25-45 และซีเถ้าเปลือกหอยแครงลดจากร้อยละ 25-5 จะทำให้เคลือบมันแวววาว เนื่องจากซีเถ้าเปลือกหอยแครงอยู่ในปริมาณที่เหมาะสมและการเพิ่มของหินพื้นทำให้เกิดเคลือบลดจุดหลอมละลายลงตามลำดับ (สุรศักดิ์ ฤทธิพันธ์. 2531 : 6) ได้แก่เคลือบสูตรที่ 39-41, 46, 49-51, 58, 69, 77-81 ในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่น และสูตรที่ 23, 39-41, 46, 50-53, 58-69, 77-81 ในบรรยากาศแบบรีดักชั่น

2. ลักษณะของสี สีของเคลือบซีเถ้าจากการทดลองครั้งนี้ปรากฏเป็น 2 กลุ่มสี คือ สีน้ำตาล ได้แก่ สีน้ำตาล น้ำตาลเหลือง น้ำตาลเขียว น้ำตาลเข้ม น้ำตาลแดง ในการเผาแบบออกซิเดชั่น และกลุ่มสีเขียว ได้แก่ สีเขียว เขียวเหลือง เขียวน้ำตาล เขียวอมฟ้า เขียวเทา

ในบรรยากาศรีดักชั่น ซึ่งสีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้มที่ปรากฏนั้นเกิดจากดินเหนียวท้องถิ่น ซึ่งมีเพอร์ริกออกไซด์ผสมอยู่ ตรงกับผลการทดลองของสุจินดา โชติพานิช (ม.ป.ป. : 1-7) ที่พบว่าเคลือบสีน้ำตาลที่ผสมเพอร์ริกออกไซด์ลงไปจะทำให้สีน้ำตาลถึงน้ำตาลเข้ม ในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่น และเมื่อนำเคลือบสูตรเดียวกันไปเผาในบรรยากาศแบบรีดักชั่นก็จะได้สีเขียว เขียวเหลือง เขียวน้ำตาล เขียวอมฟ้า เขียวเทา ดังที่ปรากฏแสดงให้เห็นว่าการเผาในบรรยากาศที่แตกต่างกันให้สีต่างกัน (โรมล รัชวงศ์. ม.ป.ป. : 3)

3. ลักษณะการนำไปใช้งาน เคลือบที่สามารถนำไปเคลือบกระเบื้องปูพื้นและกระเบื้องกรุผนัง ได้แก่เคลือบสูตรที่ 35-38, 52-57, 65, 66, 69-73, 75-77 ในการเผาทั้งสองบรรยากาศ เคลือบนี้เป็นเคลือบกึ่งด้านกึ่งมันและเคลือบด้าน ผิวของเคลือบจะไม่เรียบเกินไป การนำไปใช้เป็นกระเบื้องปูพื้นจึงทำให้ปลอดภัยจากการลื่น เคลือบที่นำไปใช้เคลือบด้วยขามได้แก่เคลือบสูตรที่ 54-57 ในบรรยากาศออกซิเดชั่น และสูตรที่ 37, 38, 55-57, 70-72 ในบรรยากาศรีดักชั่น เคลือบที่ใช้กับงานด้วยขามนี้เป็นการเคลือบเพื่อความสวยงามเท่านั้น เพราะเคลือบสีน้ำตาลมักเป็นเคลือบที่มีการรานที่ผิว จึงไม่เหมาะสมที่จะนำไปเป็นภาชนะใส่อาหาร สำหรับงานศิลปะและเครื่องประดับนั้นสามารถนำผลการทดลองครั้งนี้ไปใช้ได้ทุกสูตร โดยพิจารณาตามความเหมาะสมและความสวยงาม ยกเว้นเคลือบที่ไม่หลอมละลาย และเนื่องจากเคลือบสีน้ำตาลเป็นเคลือบที่มีการรานที่ผิวจึงไม่เหมาะสมที่จะนำไปทาผลิตภัณฑ์ประเภทสุขภัณฑ์

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลทดลองไปใช้

1.1 การนำผลทดลองนี้ไปใช้ทาเคลือบสีน้ำตาลที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ทั้งในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่นและรีดักชั่น ควรมีการทดลองอัตราส่วนผสมอีกครั้งเพื่อความมั่นใจ เนื่องจากวัตถุดิบที่นำมาใช้แต่ละครั้ง อาจมีความแตกต่างกัน ทำให้ผลที่ได้ไม่ตรงกับที่ผู้วิจัยได้ทดลองไว้

1.2 การนำเคลือบจากการทดลองนี้ไปใช้เคลือบกับเนื้อดินปั้นสูตรอื่น ควรมีการทดลองก่อนนำไปใช้ เนื่องจากอาจเกิดความไม่เหมาะสมระหว่างเคลือบของผู้วิจัยและเนื้อดินปั้นของผู้ใช้ และทำให้ผลที่ได้ไม่เป็นไปตามต้องการ

1.3 ในการเตรียมเบสียกหอยแครง ควรเผาที่อุณหภูมิ 1,000–1,050 องศาเซลเซียส จะทำให้เคลือบไม่พองฟูหลังการชุบเคลือบ

1.4 เคลือบสีนี้เข้านี้เป็นต่างอย่างแรง จึงควรรีบล้างมือระหว่างการเตรียมเคลือบ

2. ข้อเสนอแนะในการท้าววิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาอัตราส่วนผสมของเคลือบสีนี้เข้าในระดับอุณหภูมิอื่น ๆ เช่น 1,250 องศาเซลเซียส, 1,280 องศาเซลเซียส, 1,300 องศาเซลเซียส

2.2 ควรศึกษาอัตราส่วนผสมของเคลือบจากสีนี้เข้าพืชชนิดอื่น ผสมกับวัตถุดิบอื่น เช่น สีเข้าเบสียกทุเรียน สีเข้าเบสียกมั่งคุด ผสมกับดินแหล่งต่าง ๆ และเคลือบจากวัตถุดิบอื่น เช่น หินปูน เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

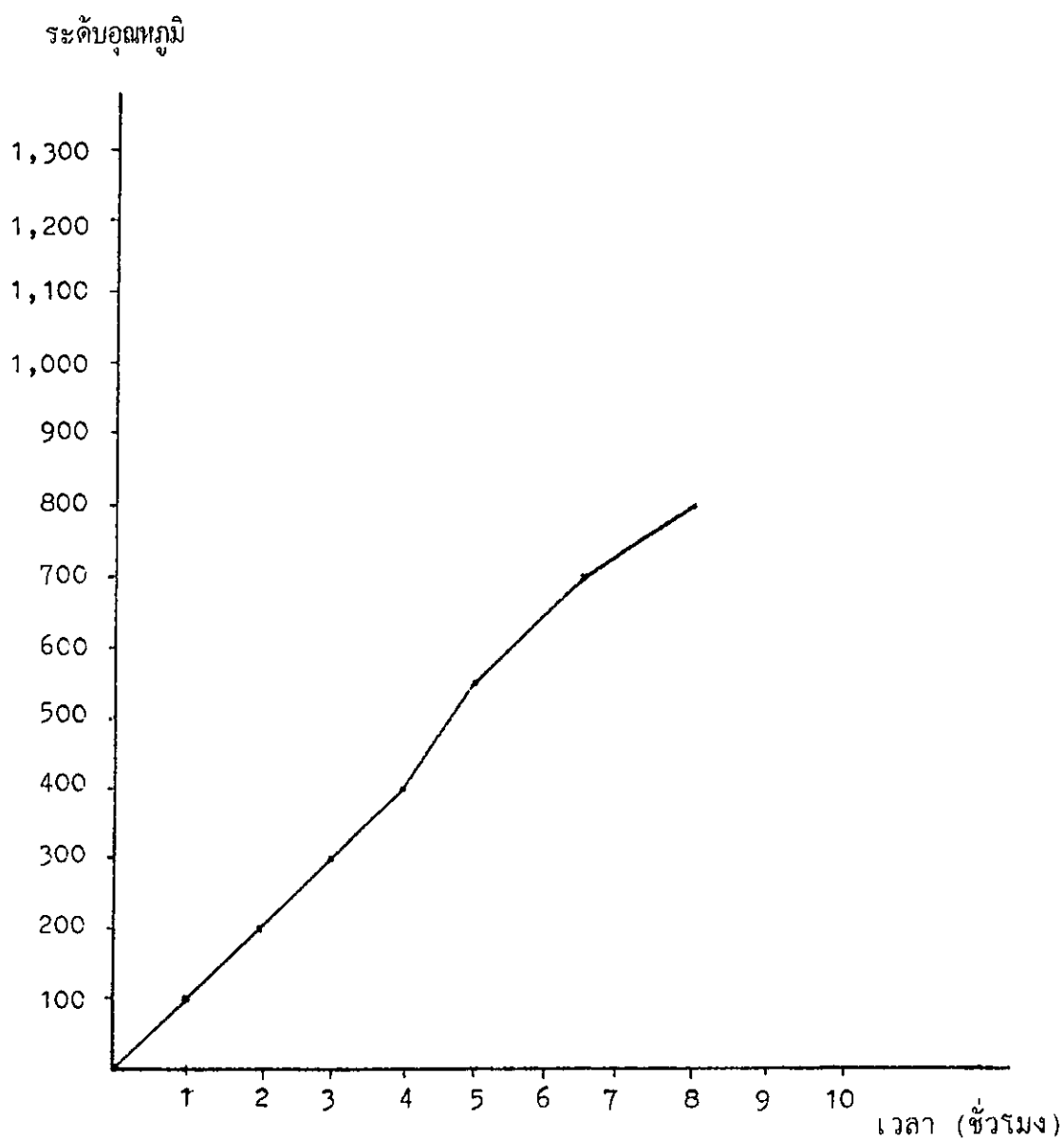
- โคมล รักษ์วงศ์. วัตถุดิบที่ใช้ในงานเครื่องปั้นดินเผาและเนื้อดินปั้น. กรุงเทพฯ :
วิทยาลัยครูพระนคร, 2531.
- โกศล จริงสูงเนิน. "การเตรียมน้ำยางสด," ยางพารา. 6(1): 3-13; เมษายน
2528.
- ความรู้คือประทับใจ. สถานีโทรทัศน์สี ช่อง 9 อ.ส.ม.ท. 6 ตุลาคม 2536. 18.30-
19.00 น.
- ขอร์ จอห์น. เครื่องปั้นดินเผาไทย. แปลและเรียบเรียงโดย สมพร วารัณาด เอมอร
ตรูวิเชียร และอุษณีย์ ชงไชย กรุงเทพฯ : คราฟท์แมน, ม.ป.ป.
- เชียงใหม่, มหาวิทยาลัย. เอกสารประกอบคำบรรยายและปฏิบัติการเซรามิกส์.
เชียงใหม่ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2530.
- ดารี สุโขชนัง. "วัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์," วัสดุศาสตร์. 2(2): 9-15;
ธันวาคม 2522.
- ทรัพย์ากรธรณี, กรม. แร่. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ศรีเมืองการพิมพ์, 2526.
- ทวี พรหมพฤษ. เครื่องเคลือบดินเผาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : รุ่งเดียนสตร์, 2523.
_____. เอกสารประกอบการสอนชั้น 363 เตาและการเผา. กรุงเทพฯ : คณะวิชา
อุตสาหกรรมศิลป์ วิทยาลัยครูพระนคร, 2525.
- ปรีดา พิมพ์ขาวชา. เคลือบเซรามิกส์. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์, 2530.
_____. เซรามิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2532.
- พิมพ์วลส์ วัฒนภาส. รายงานผลการวิจัยเรื่องน้ำยาเคลือบที่เ้าจากวัสดุเหลือใช้.
กรุงเทพฯ : ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา กรมวิทยาศาสตร์
บริการ, ม.ป.ป.
- สงเสริมการเกษตร, กรม. ยางพารา. กรุงเทพฯ : กองส่งเสริมพืชพันธุ์ กรม
ส่งเสริมการเกษตร, 2533.

- สมพร กฤษณะทรัพย์. "ประโยชน์ของไม้ยางพารา," ยางพารา. 3(3): 120-127; ธันวาคม 2525.
- สุจินดา โชติพานิช. รายงานผลการวิจัยเรื่องเคลือบสีจากเหล็กออกไซด์ในน้ำยาเคลือบ
ซีเมนต์. กรุงเทพฯ : ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา กรม
วิทยาศาสตร์บริการ, ม.ป.ป.
- สุรศักดิ์ รกสียพันธ์. น้ำเคลือบเครื่องปั้นดินเผา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช,
2531.
- เสริมศักดิ์ นาคบัว. "เคลือบซีเมนต์พืซ," วัสดุศาสตร์. 3(1): 31-47; ธันวาคม
2523.
- Budnikov, P.P. The Technology of Ceramics and Refractories.
Massachusetts : the M.I.T. Press, 1964.
- Faith, W.L., Donald B. Keyes and Ronald L. Clark. Industrial
Chemicals. 2nd ed. USA : John Wiley & Sons, Inc., 1966.
- Höpper, Robin. The Ceramics Spectrum. Pennsylvania : Chilton
Book Company, 1984.
- Kenny, John B. The Complete of Pottery Making. New York :
Chilton Book Company, 1949.
- Nelson, Glenn C. Ceramics. New York : Holt, Rinehart and
Winston Inc., 1960.
- Pamelee, Cullen W. Ceramic Glaze. 2nd ed. Chicago : Chicago
Industrial Publications Inc., 1975.
- Rado Paul. An Introduction to the Technology of Pottery.
2nd ed. Worcester : The Worcester Royal Porcelain
Company Ltd., 1988.
- Singer, Felix and Sonja S. Singer. Industrial Ceramics. London :
Champan and Hall Ltd, 1963.

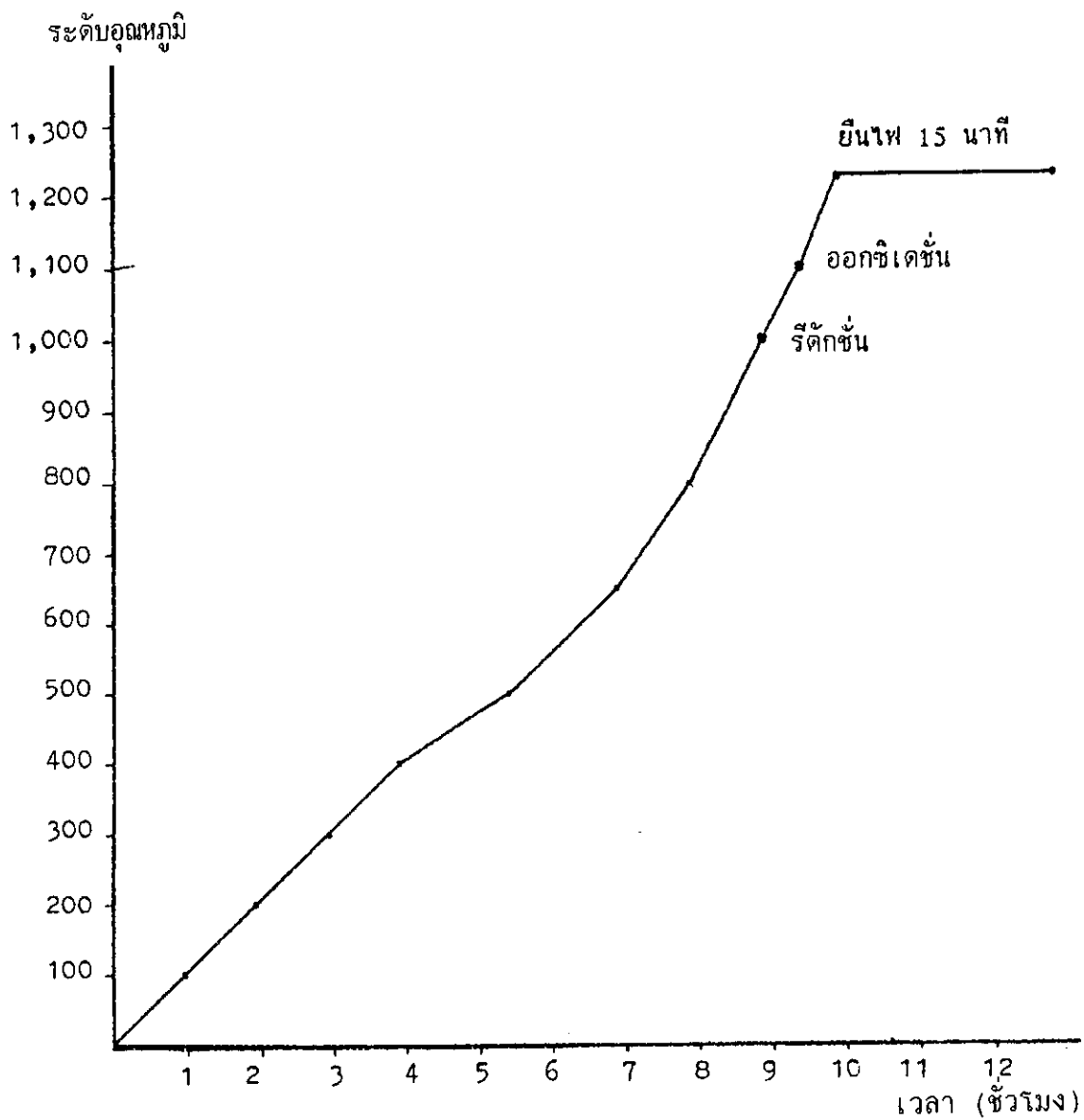
ภาคผนวก ก
ตารางการวิเคราะห์ผลการทดลอง
ของผู้เชี่ยวชาญ

ภาคผนวก ข

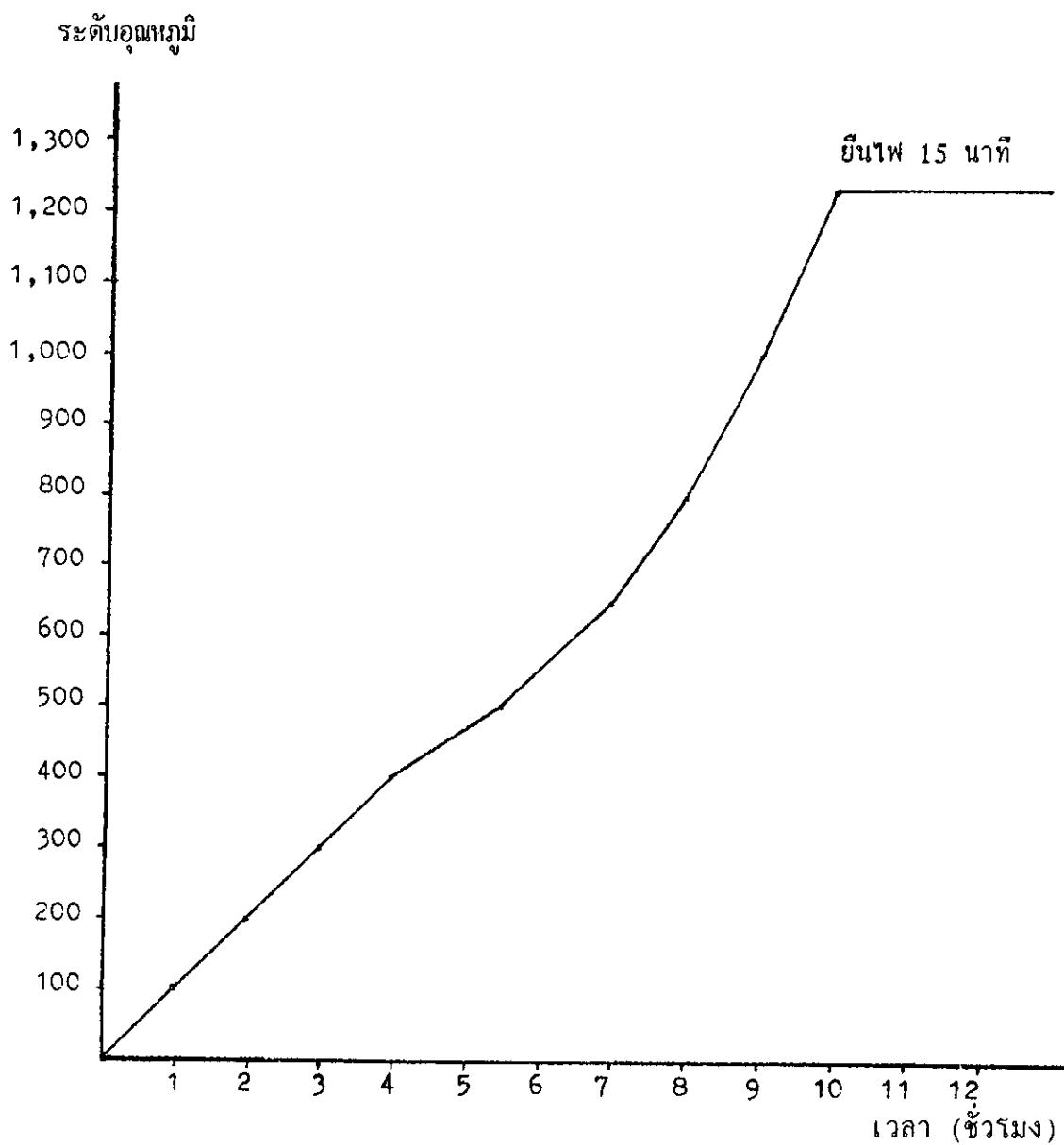
**กราฟแสดงการเผาในระดับอุณหภูมิ
800 และ 1,230 องศาเซลเซียส**



ภาพประกอบ 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับอุณหภูมิในการเผาไหม้ ที่ระดับ
อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส



ภาพประกอบ 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับอุณหภูมิในการเผาเชื้อเพลิง ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสในบรรยากาศแบบรีดักชั่น



ภาพประกอบ 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับอุณหภูมิในการเผาเคลือบ ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่น

ภาคผนวก ค

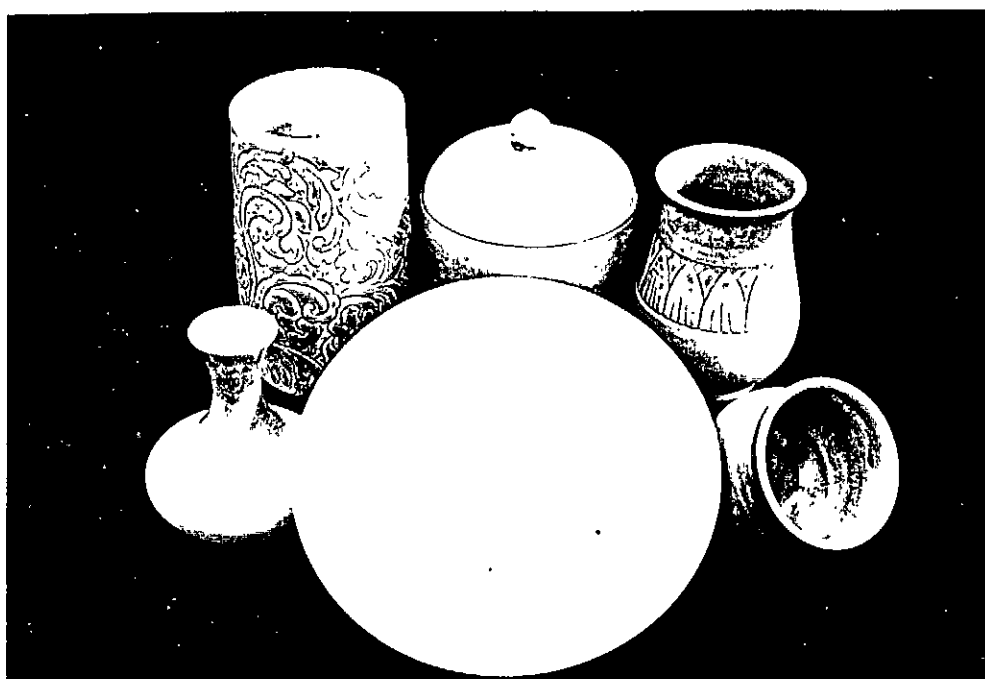
**ภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาเคลือบ
ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศ
แบบออกซิเดชั่นและรีดักชั่น**



ภาพประกอบ 11 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเคลือบสีน้ำตาลที่ 21 เฟอร์นิเจอร์ในบรรยากาศ
ออกซิเดชั่น ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส



ภาพประกอบ 12 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเคลือบสีน้ำตาลที่ 21 เฟอร์นิเจอร์ในบรรยากาศ
ซีดักชั่น ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส



ภาพประกอบ 13 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเคลือบซีเถ้าสูตรที่ 53 เพาโนบรียากาศ
ออกซิเดชั่น ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส



ภาพประกอบ 14 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เคลือบด้วยเคลือบซีเถ้าสูตรที่ 53 เพาโนบรียากาศ
รีดักชัน ที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส

ภาคผนวก ง
หนังสือขอความอนุเคราะห์
และ
ประวัติผู้เชี่ยวชาญ



ที่ ทม 1007/ 0134

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

10 มกราคม 2538

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน อธิการสถาบันราชภัฏนครราชสีมา

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวนิตา มีชัยยา เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง การหาอัตราส่วนผสมของเกลือป่นที่ละลายในน้ำดื่มเข้ามายังพารา กินพื้นน้ำ ดินเหนียวท้องนา และ
ซีเมนต์เปลือกหอยแครง

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

ผศ. รุ่งกมล รักษ์วงศ์

ประธาน

อ. เพ็ญสิริทธิ์ วัชรจินดา

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตฯ ขอความอนุเคราะห์ คือ ขอใช้ห้องปฏิบัติการเครื่องปั้นดินเผา ในระหว่างเดือนมกราคม
2538 เพื่อเป็นข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดฯ ให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร. สิริยาภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119



ที่ ทม 1007/ 0144

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23. กรุงเทพฯ 10110

|0 มกราคม 2538

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน อธิการสถาบันราชภัฏพระนคร

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวนิตา มีนัยยา เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์
เรื่อง การหาอัตราส่วนผสมของเคลือบซีเมนต์ระหว่างซีเมนต์ขาวพารา กิ้นพันม้า ดินเหนียวท้องถิ่น และ
ซีเมนต์เปลือกหอยแครง

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

ผศ.โรกมล รักษ์วงศ์

ประธาน

อ.เพ็ญสิทธิ์ โพธิจินดา

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตฯขอความอนุเคราะห์ คือ ขอใช้ห้องปฏิบัติการเครื่องปั้นดินเผา ในระหว่างเดือนมกราคม
2538 เพื่อเป็นข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดฯให้แก่ นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119



ที่ ทม 1007/ 0198

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

10 มกราคม 2538

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน คณะบดีคณะศิลปกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวนิสา มีฉัยยา เป็นนิสิตระดับปริญญาโท
วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์
เรื่อง การหาอัตราส่วนผสมของเคลือบซีเมนต์ระหว่างซีเมนต์อย่างพารา หินพั่มม้า ดินเหนียวท้องถิ่น และ
ซีเมนต์เปลือกหอยแครง

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

ผศ. รกมล รักษ์วงศ์

ประธาน

อ. เทียนสิทธิ์ วัชรจินดา

กรรมการ

สิ่งที่นิสิตขอความอนุเคราะห์ คือ ขอใช้ห้องปฏิบัติการเครื่องปั้นดินเผา ในระหว่างเดือนมกราคม
2538 เพื่อเป็นข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ
ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร. ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/0999

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๑ มีนาคม 2537

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลการทดลอง

เรียน อาจารย์เวนิช สุวรรณโณลี

บัณฑิตวิทยาลัยขอรับรองว่า นางสาวนิสา มีฉัยยา เป็นนิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร นิสิตผู้นี้กำลังทำ วิทยานิพนธ์ เรื่อง การทดลองทำเกลือซีได้จากอัตราส่วนผสมระหว่างซีเถ้าไม้ยางพารา หินพันม้า ดินเหนียวท้องถิ่น และซีเถ้าเปลือกหอยแครง โดยมีคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ คือ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์โรกมล รักษ์วงศ์ ประธาน

อาจารย์เพ็ญสิทธิ์ โพธิจินดา กรรมการ

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวมีความสมบูรณ์ จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบผลการทดลอง บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน และ ขอขอบคุณที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วยจักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ



(ดร.ศิริรูกา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ ๑๘๑4

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๑๑ มีนาคม 2537

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลการทดลอง

เรียน อาจารย์สมศักดิ์ ชวลาวัณย์

บัณฑิตวิทยาลัยขอรับรองว่า นางสาวนิสา มีถียา เป็นนิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร นิสิตผู้นี้กำลังทำ ปรินุณานิพนธ์ เรื่อง การทดลองทำเกลือบชี้ได้จากอัตราส่วนผสมระหว่างชี้ได้ไม่ย่างพารา หินพันม้า ดินเหนียวท้องถิ่น และชี้ได้เปลือกหอยแครง โดยมีคณะกรรมการควบคุมปรินุณานิพนธ์ คือ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์โกลม รักขังค์ ประธาน

อาจารย์เพ็ญสิทธิ์ โพธิจินดา กรรมการ

เพื่อให้การทำปรินุณานิพนธ์ดังกล่าวมีความสมบูรณ์ จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบผลการทดลอง บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน และ ขอขอบคุณที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วยจักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ



(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/ 0902

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒๑ มีนาคม 2537

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบผลการทดลอง

เรียน อาจารย์สุภา ปาลเปรม

บัณฑิตวิทยาลัยขอรับรองว่า นางสาวนิตา มีฉุยยา เป็นนิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร นิสิตผู้นี้กำลังทำ วิทยานิพนธ์ เรื่อง การทดลองทำเกลือขี้เถ้าจากอัตราส่วนผสมระหว่างขี้เถ้าไม้ยางพารา หินพื้นน้ำ ดินเหนียวท้องถิ่น และขี้เถ้าเปลือกหอยแครง โดยมีคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ คือ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์โกลล รักหวังศ์ ประธาน

อาจารย์เพ็ญสิทธิ์ โพธิจินดา กรรมการ

เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวมีความสมบูรณ์ จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบผลการทดลอง บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่าน และ ขอขอบคุนที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วยจักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ



(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

ประวัติย่อของผู้เชี่ยวชาญ

- ชื่อ นายเวนิช สุวรรณโณลี ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 5
 สถานที่ทำงาน ภาควิชาเครื่องปั้นดินเผา คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
 วุฒิทางการศึกษา ทบ. (อุตสาหกรรมศิลป์) สาขาเครื่องปั้นดินเผา
 ประวัติทางการสอนสาขาวิชาเซรามิกส์
- พ.ศ. 2523-ปัจจุบัน เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาเครื่องปั้นดินเผา
 คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
- ประวัติการทำงานในสถานประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกส์
- พ.ศ. 2527-ปัจจุบัน เป็นผู้จัดการและเจ้าของกิจการบริษัทเวนิชเซรามิกส์
 จำกัด
- ผลงานเซรามิกส์ที่ได้รับรางวัล
- | | |
|---------------------------------|---|
| รางวัลเหรียญทองแดง | การแสดงผลปะเครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติ ครั้งที่ 1 |
| รางวัลเหรียญทอง | การแสดงผลปะเครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติ ครั้งที่ 2 |
| รางวัลดีเด่น | การแสดงผลปะเครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติ ครั้งที่ 3 |
| รางวัลดีเด่น (ประเภทอุตสาหกรรม) | การแสดงผลปะเครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติ ครั้งที่ 3 |

ประวัติย่อของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ นายสมศักดิ์ ขวาลาวัณย์ ตำแหน่ง หัวหน้าภาควิชาทัศนศิลป์
 สถานที่ทำงาน ภาควิชาทัศนศิลป์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มศว.ประสานมิตร
 วุฒิทางการศึกษา กศ.ม. เอกศิลปศึกษา จาก มศว.ประสานมิตร

ประวัติทางการสอนสาขาวิชาเซรามิกส์

พ.ศ. 2522	เป็นอาจารย์ประจำโรงเรียนเทพศิรินทร์ เขตป้อมปราบ กรุงเทพฯ
พ.ศ. 2523-2536	เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาศิลปะและวัฒนธรรม คณะมนุษยศาสตร์ มศว.ประสานมิตร
พ.ศ. 2536-ปัจจุบัน	เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาทัศนศิลป์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มศว.ประสานมิตร

ประวัติการทำงานพิเศษ

พ.ศ. 2526-ปัจจุบัน	เป็นอาจารย์พิเศษสอนวิชาเซรามิกส์ ที่วิทยาลัยครูพระนคร
พ.ศ. 2530	เป็นอาจารย์พิเศษสอนวิชาเซรามิกส์ ที่คณะศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2535	เป็นอาจารย์พิเศษสอนวิชาเซรามิกส์ ที่มหาวิทยาลัยรังสิต

ผลงานเซรามิกส์ที่ได้รับรางวัล

ได้รับรางวัลดีเด่นจากผลงานแสดงเครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติครั้งที่ 4 พ.ศ. 2533

ประเภทศิลปกรรม

ผลงานทางวิชาการ

พ.ศ. 2524	บทความเรื่อง <u>การทดสอบทางฟิสิกส์ของดินก่อนและหลัง</u> <u>การเผา</u> จากสูจิบัตรการแสดงนิทรรศการศิลปกรรม ประสานมิตร 2524
พ.ศ. 2536	บทความเรื่อง <u>อุตสาหกรรมเซรามิกส์คืออะไร</u> จาก นิตยสารวิมาน เล่ม 4 ฉบับที่ 33 เดือนมกราคม 2536

ประวัติย่อของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ นางสาวสุภาภา ปาลเปรม ตำแหน่ง อาจารย์ 2 ระดับ 5

สถานที่ทำงาน ภาควิชาเครื่องปั้นดินเผา คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

วุฒิทางการศึกษา กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร

ประวัติการสอนสาขาวิชาเซรามิกส์

พ.ศ. 2526-ปัจจุบัน เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาเครื่องปั้นดินเผา
คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผลงานทางวิชาการ

พ.ศ. 2535 บทความเรื่อง เนื้อดินปั้นสัจตนแว้งจากดินปากเกร็ด
การแสดงผลปะเครื่องปั้นดินเผาครั้งที่ 6

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวนิสา

ชื่อสกุล มีลัยยา

เกิดวันที่ 18 มกราคม

พ.ศ. 2504

สถานที่เกิด

อำเภอผักไห่ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

สถานที่อยู่ปัจจุบัน

วิทยาลัยครูนครศรีธรรมราช อำเภอเมือง

จังหวัดนครศรีธรรมราช

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน

อาจารย์ 1 ระดับ 4

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

วิทยาลัยครูนครศรีธรรมราช อำเภอเมือง

จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2520

ม.ศ.3 โรงเรียนหอวัง กรุงเทพฯ

พ.ศ. 2526

ค.บ.(วิชาเอกอุตสาหกรรมศิลป์) สาขาช่างปั้นดินเผา

วิทยาลัยครูพระนคร

พ.ศ. 2538

กศ.ม.(อุตสาหกรรมศึกษา) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร