

# รายงานการวิจัย

## เรื่อง

การทดลองเคลือบโดยใช้ดินเลนบริเวณทุ่งทะเลแก้ว

สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม จ.พิษณุโลก

ผู้พิมพ์

พงศ์ศักดิ์ศรี

เพียรพิน

ชัยบ

สุภาพร

อรรถโกมล

รัชฎาภรณ์

เกษมส์สดี

พ.ศ. 2545

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม  
ประจำปีการศึกษา 2543

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม  
Pibulsongkram Rajabhat University

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเชิงทดลองครั้งนี้ ได้รับการสนับสนุนงบประมาณ จากสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม โดยได้รับความอนุเคราะห์ และให้คำแนะนำ พร้อมทั้งข้อมูล เกี่ยวกับการจัดทำกรวิจัย จาก สำนักวิจัยและบริการวิชาการ จนทำให้งานวิจัยสำเร็จ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ในโอกาสนี้

ขอขอบคุณ อาจารย์นิวัตร พัฒนะ ที่เป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำ และเสนอแนะข้อมูล ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยนี้ให้สำเร็จด้วยดี

ขอขอบคุณ โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม จ.พิษณุโลก ที่ได้ อนุเคราะห์ เครื่องมือวัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้

คณะผู้วิจัยขอแสดงความดีทั้งหมดของงานวิจัยนี้ แต่คุณพ่อ คุณแม่ ครู อาจารย์อันเป็นที่เคารพ อย่างสูงของคณะผู้วิจัย

นายจุมพฏ พงศ์ศักดิ์ศรี

นางสาวเพียรพิณ ชัยป์

นางสาวสวพร อรรถโกมล

นางสาวรัชฎาภรณ์ เกษมส์สดี

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม  
Pibulsongkram Rajabhat University

**ชื่อเรื่อง** : การทดลองเคลือบดินเลน บริเวณทุ่งทะเลแก้ว  
สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม จ.พิษณุโลก

**ชื่อผู้วิจัย** : นายจุมพฏ พงศ์ศักดิ์ศรี  
นางสาวเพียรพิน ชัยป์  
นางสาวสุภาพร อรรถโกมล  
นางสาวรัชฎาภรณ์ เกษมส์สดี

**ที่ปรึกษา** : อาจารย์นิวัตร พัฒนะ

**วิจัยในกลุ่มวิชาการ** : สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย

การทดลองนำเคลือบโดยใช้ดินเลนบริเวณทุ่งทะเลแก้ว สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก มีจุดมุ่งหมายเพื่อ ศึกษาลักษณะเคลือบที่มีส่วนผสมของดินเลน โดยเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน และรีดักชัน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากตารางสามเหลี่ยมที่มีส่วนผสมของ ดินเลนทะเลแก้ว ระหว่าง 10 - 80 % ดินฟันม้าระหว่าง 10 - 80 % และ ดินเขี้ยวหนุมาน 10 - 80 % ซึ่งได้ตัวอย่างในการทดลอง ทั้งหมดรวม 36 สูตรส่วนผสม โดยทดลองเผาเคลือบ ทั้งสองบรรยากาศด้วยเตาแก๊ส

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ส่วนผสมเคลือบดินเลนทะเลแก้วที่สมบูรณ์ที่สุด คือ สูตรส่วนผสมที่ 4 โดยมีส่วนผสมของ ดินเลนทะเลแก้ว 50 % ดินฟันม้า 40 % และ ดินเขี้ยวหนุมาน 10 % มีลักษณะของผิวเคลือบภายหลังการเผา ดังนี้ มีความมันแวววาว ผิวเคลือบมีความสมบูรณ์ปราศจากตำหนิ และให้สีน้ำตาลภายหลังการเผา



## สารบัญ

บทที่

หน้า

### 1 บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	1
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
ข้อตกลงเบื้องต้น.....	2
คำนิยามศัพท์เฉพาะ.....	3

### 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความรู้เกี่ยวกับเคเลือบ.....	5
เคเลือบดินเลน.....	7
วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง.....	8
การหาส่วนผสมเคเลือบจากตารางสามเหลี่ยม.....	10
การเตรียมและการชุบเคเลือบ.....	11
ลักษณะทางกายภาพและตำหนิของผิวเคเลือบ.....	15
เตาเผาและการเผา.....	19
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25

### 3 วิธีดำเนินการวิจัย

จัดวัตถุดิบ.....	27
ผสมตัวอย่าง.....	27
ตัวแปรที่ศึกษา.....	30
เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	30
การดำเนินการวิจัย.....	31
การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	32

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
<b>4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b>	
ผลการทดลองภายหลังการเผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน.....	33
ผลการทดลองภายหลังการเผาในบรรยากาศแบบรีดักชัน.....	36
<b>5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b>	
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	37
กลุ่มตัวอย่าง.....	37
เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	37
การดำเนินการวิจัย.....	38
สรุปผลการวิจัย.....	38
อภิปรายผล.....	40
ข้อเสนอแนะ.....	42
บรรณานุกรม.....	44
ภาคผนวก.....	47
ประวัติย่อของผ้วิจัย.....	51

## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1. แสดงส่วนผสมของวัตถุที่ใช้เป็นส่วนผสมในเคลือบดินเลนทะเลแก้ว.....	28
2. แสดงผลการทดลองเคลือบดินเลนทะเลแก้ว ภายหลังจากเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส บรรยากาศแบบออกซิเดชั่น.....	33
3. แสดงผลการทดลองเคลือบดินเลนทะเลแก้ว ภายหลังจากเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส บรรยากาศแบบรีดักชั่น.....	35

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม  
Pibulsongkram Rajabhat University

## บัญชีภาพ

ภาพ	หน้า
1. แสดงตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า.....	10
2. ตารางสามเหลี่ยมแสดงส่วนผสมของเคลือบดินเลนทะเลแก้ว.....	28
3. แสดงแหล่งวัตถุดิบดินเลนทะเลแก้ว สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม จ.พิษณุโลก.....	48
4. แสดงการชูดินเลนจากคูล้ำบริเวณทุ่งทะเลแก้ว.....	48
5. แสดงดินเลนที่ชูดได้ก่อนนำไปเป็นส่วนผสมเคลือบ.....	48
6. ผลการทดลองเคลือบดินเลนทะเลแก้ว บรรยากาศออกซิเดชั่น.....	49
7. ผลการทดลองเคลือบดินเลนทะเลแก้ว บรรยากาศรีดักชั่น.....	49
8. ผลิตภัณฑ์เคลือบดินเลนทะเลแก้ว.....	50

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม  
Pibulsongkram Rajabhat University

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาของปัญหา

เคลือบเป็นวัสดุที่มีลักษณะเหมือนแก้ว ฉาบบางๆบนผิวผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ อย่างต่อเนื่อง เกิดขึ้น โดยการที่มีส่วนผสมของสารประกอบซิลิเกต หลอมเหลวและยึดติดแน่น อยู่บนผิวผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ (ปรีดา พิมพ์ขาวชา. 2530 : 1) ซึ่ง โกมล รักษ์รงค์ (2531 : 63) กล่าวว่า เมื่อใช้น้ำยาเคลือบ เคลือบลงบน ผิวผลิตภัณฑ์ จะเกิดประโยชน์หลายประการ อาทิเช่น ผลิตภัณฑ์มีความสวยงามน่าใช้ สะดวกแก่การทำ ความสะอาด ป้องกันการซึมผ่านของแก๊สและของเหลว ผลิตภัณฑ์ทนต่อการกัดกร่อนของกรดและด่าง มีความแข็งแรงทนต่อการกระแทกเสียดสีได้ดี น้ำเคลือบที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ มีหลายชนิด ซึ่ง ชนิดที่มีราคาต้นทุนใน การเตรียมเคลือบต่ำและสามารถใช้วัสดุในท้องถิ่นผสมเป็นวัสดุทำเคลือบได้ คือ เคลือบที่มีส่วนผสมของ ดินเลน เสริมคักดี นาคบัว (2536 : 6) กล่าวว่า ส่วนผสมของเคลือบในโรงงาน เครื่องปั้นดินเผา จังหวัด ราชบุรี มีส่วนผสม คือดินเลนร่อนผัก 7 ส่วน และซีเมนต์ 3 ส่วน เป็นสัดส่วนของปริมาตร โดยการใช้กระบวยตัก ซึ่งปัจจุบัน (พ.ศ. 2536) ดินเลน ที่ใช้ผสมในเคลือบเปลี่ยนแปลงไป บางโรงงานใช้ดินเลนจากคลองส่งน้ำเข้าบ่อ เลี้ยงกุ้ง และบางสูตรใช้เลนทะเลและซีเมนต์จากถ่านไม้โกงกาง ซึ่งต้องเผาที่ความร้อนสูงๆ

ดินเลน เป็นวัสดุที่ทำได้ง่ายในท้องถิ่น โดยเฉพาะในสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม ผังทะเลแก้ว จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งมีดินเลนอยู่โดยรอบคูลำของสถาบัน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำดินเลนมาผสมเป็นวัสดุทำเคลือบใน การทำเคลือบและเผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส

#### จุดมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาลักษณะเคลือบที่มีส่วนผสมของดินเลน ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศ การเผาแบบออกซิเดชันและรีดักชัน

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. หน่วยงานที่จะได้รับประโยชน์จากผลการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สถานศึกษา สถาบันวิจัย โรงงาน อุตสาหกรรมทางด้านเซรามิกส์
2. บุคคลที่จะได้รับประโยชน์จากการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษา นักเรียน นักวิจัย บุคคลที่มีความเกี่ยวข้องกับการการผลิตน้ำเคลือบ และบุคลากรในท้องถิ่น

## ขอบเขตของการวิจัย

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ดินเลนทุ่งทะเลแก้ว Feldspar และ Quartz
2. กลุ่มตัวอย่าง ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend) ซึ่งได้สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้ ดินเลนทุ่งทะเลแก้ว 10 - 80 % Feldspar 10 - 80 % และ Quartz 10 - 80 % จำนวน 36 ส่วนผสม
3. ตัวแปรที่ศึกษา
  - 3.1 ตัวแปรอิสระ
    - 3.1.1 สัดส่วนของวัตถุดิบที่เปลี่ยนแปลง 36 สัดส่วน
    - 3.1.1.1 ปริมาณการเผาเคลือบ
      - 3.1.1.1.1 ปริมาณการเผาแบบออกซิเดชัน
      - 3.1.1.1.2 ปริมาณการเผาแบบรีดักชัน
  - 3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ลักษณะของเคลือบ
    - 3.2.1 ระดับความมันของเคลือบ
    - 3.2.2 ความสมบูรณ์ของเคลือบ
    - 3.2.3 สีของเคลือบ

## ข้อตกลงเบื้องต้น

การวิจัยนี้มีข้อตกลงเบื้องต้นดังต่อไปนี้

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่
  - 1.1 ดินเลนทุ่งทะเลแก้ว
  - 1.2 Feldspar บริษัท เซอร์นิค (ประเทศไทย) จำกัด

### 1.3 Quartz บริษัท เซอร์นิก (ประเทศไทย) จำกัด

2. ซึ่งส่วนผสมด้วยเครื่องซึ่งระบบดิจิทัล
3. ใช้น้ำประปาผสมในเคลือบ มีความถ่วงจำเพาะ 1.4
4. บดผสมด้วยหม้อบดขนาดเล็ก นาน 2 ชั่วโมง และกรองผ่านตะแกรงเบอร์ 120 เมช
5. ชุบเคลือบด้วยวิธีการจุ่มนาน 3 วินาที
6. เผาขึ้นทดลองที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชัน ด้วยเตาไฟฟ้า
7. เผาขึ้นทดลองที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส บรรยากาศรีดักชันโดยเตาแก๊สทางเดินลมร้อน

ลง

8. เผาขึ้นไฟที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที
9. วัดอุณหภูมิด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิแบบ Thermo electric pyrometers
10. นำแผ่นทดลอง (Test pices) ออกจากเตาเผาที่อุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส

### คำนิยามศัพท์เฉพาะ

การวิจัยนี้ใช้คำศัพท์ต่าง ๆ ในความหมายดังต่อไปนี้

1. เคลือบดินเผา หมายถึง เคลือบที่มีส่วนผสมของ ดินเลนทุ่งทะเลแก้ว Feldspar และ

Quartz

2. บรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation) หมายถึง การเผาไหม้ที่หมดจดไม่มีกลุ่มควันและเขม่าอยู่ในห้องเผาไหม้ของเตา เนื่องจากมีออกซิเจนและเชื้อเพลิงในปริมาณที่เหมาะสมกัน บรรยากาศนี้ใช้ในการเผาจนถึงอุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส

3. บรรยากาศรีดักชัน (Reduction) หมายถึง การเผาไหม้ในเตาเผาที่ไม่สมบูรณ์ หรือการเผาที่เกิดควันเนื่องจากมีอัตราส่วนของเชื้อเพลิงมากกว่าออกซิเจน

4. ลักษณะของเคลือบ หมายถึง ลักษณะของเคลือบที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาภายหลังจากการเผาเคลือบ ซึ่งได้แก่

- 4.1 ลักษณะความมันของเคลือบ แบ่งเป็น 4 ลักษณะได้แก่

- 4.1.1 เคลือบไม่หลอมละลายหรือไม่มีความมัน (Unfused)

- 4.1.2 เคลือบด้าน (Mat)

- 4.1.3 เคลือบกึ่งด้านกึ่งมัน (Semi-mat)

- 4.1.4 เคลือบมันแวววาว (Bright)



4.2 ความสมบูรณ์ของเคลือบ หมายถึง เคลือบที่ปราศจากตำหนิใดๆ ซึ่งแบ่งเป็น 7 ลักษณะ ได้แก่

4.2.1 การเกิดรูเข็ม (Pinhole)

4.2.2 การราน (Crazing)

4.2.3 การแตกร่อนบริเวณริมขอบ (Shivering)

4.2.4 การร่อนออกจากเนื้อดิน (Peeling)

4.2.5 การแยกตัวออกจากกันของเคลือบ (crawling)

4.2.6 ผิวเคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glaze)

4.2.7 เคลือบไหลตัวมาก (Running of Glaze)

4.3 สีของเคลือบ หมายถึง สีที่เกิดขึ้นหลังจากการเผาในเนื้อเคลือบ ซึ่งเกิดได้ด้วยตา

เปล่า

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา  
Pibulsongkram Rajabhat University



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาข้อมูลและเอกสารจากแหล่งต่าง ๆ ตามลำดับชั้นหัวข้อแบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเคลือบ
2. เคลือบดินเผา
3. วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการทดลอง
4. การหาส่วนผสมเคลือบจากตารางสามเหลี่ยม
5. การเตรียมและการชุบเคลือบ
7. ลักษณะทางกายภาพและตำหนิของผิวเคลือบ
8. เตาเผาและการเผา
  - 8.1 เตาเผา
  - 8.2 การเผาผลิตภัณฑ์
  - 8.3 บรรยากาศในการเผา
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเคลือบ

เครื่องปั้นดินเผาในยุคแรก ๆ 5,000 ปีก่อนประวัติศาสตร์เครื่องปั้นดินเผายังไม่มีการเคลือบ มักใช้การชุบขีดตกแต่งลวดลายลงบนผิวดิน แต่ใช้ดินสีต่าง ๆ ทาตกแต่งตามแต่จะหาได้ บางครั้งด้านนอกใช้ยางไม้หรือไขสัตว์ทาบนผิวภาชนะเพื่อกันซึม เครื่องปั้นดินเผายุคก่อนประวัติศาสตร์เกือบทั้งหมดมีวิวัฒนาการจากภาชนะดินเผาอุณหภูมิต่ำไม่มีน้ำยาเคลือบ ซึ่งในปัจจุบันในชนบทยังคงทำเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้านสืบต่อมา น้ำยาเคลือบชนิดแรกที่ค้นพบตามประวัติศาสตร์คือเคลือบอุณหภูมิต่ำสีฟ้าสดซึ่งชาวอียิปต์นิยมใช้เคลือบลูกปัด และ เครื่องประดับดินเผา มีอายุก่อนคริสต์กาลราว 3,500 ปี (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. 2537 : 1) ต่อมาชาวซีเรียและชาวบาบิโลเนีย ได้ค้นพบการเคลือบด้วยตะกั่วสำเร็จและสามารถทำให้เกิดสีต่าง ๆ โดยการเติมออกไซด์ต่าง ๆ ลงไปการเคลือบด้วยตะกั่วนี้ได้แพร่หลายออกไปสู่ประเทศต่าง ๆ โดยเฉพาะจีน ต่อมาจีนได้ค้นคิดสูตรเคลือบใหม่ ๆ ได้อีกเช่น เคลือบที่มีส่วนผสมของซีเถ้าและมีการพัฒนาเรื่อยมาจนพบน้ำเคลือบสลิบ น้ำเคลือบหิน (จิรพันธ์ สมประสงค์. 2535 : 101) แต่ในปัจจุบันเครื่องเคลือบดินเผาได้ถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำ

วันอย่างกว้างขวาง เช่นเครื่องถักย้อม สุกภัณฑ์ กระเบื้องปูพื้น เป็นต้น ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ถูกออกแบบให้เหมาะสมในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม ในอนาคตมนุษย์ยังคงพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อหาวัสดุอื่นมาทดแทนผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา เพื่อให้เหมาะสมยิ่งขึ้นต่อไป (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. 2537 : 2)

ในการศึกษาทางด้านเซรามิกส์ มีผู้ให้ความหมาย ของเคลือบในลักษณะ ต่างกันหลายท่านด้วยกัน เช่น

เคลือบ คือ แก้วชนิดพิเศษที่ผิวบาง ใช้ปกคลุมผิวของผลิตภัณฑ์กันการซึมรั่ว ตัวเคลือบประกอบด้วยออกไซด์ต่าง ๆ หลอมแล้วให้สารประกอบเชิงซ้อนของซิลิเกตที่มีคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์คล้ายกับแก้วทั่ว ๆ ไป (กาญจนะ แก้วกำเนิด. 2530 : 81)

เคลือบ หมายถึง วัสดุที่ลักษณะเหมือนแก้วบางบาง ๆ บนผิวผลิตภัณฑ์เซรามิกส์อย่างต่อเนื่อง เกิดขึ้นโดยการที่มีส่วนผสมของสารประกอบซิลิเกตหลอมเหลวและยึดติดแน่นอยู่บนผิวผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ (ปรีดา พิมพ์ขาวชา. 2530 : 1)

เคลือบเป็นชั้นแก้วบาง ๆ บนผิวของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่เกิดจากการหลอมตัวของสารประกอบซิลิเกตที่มีอยู่ในส่วนผสมของน้ำเคลือบ (สมภาลี ลิขิตวณิชกุล. 2531 : 1)

เคลือบ tin สารประกอบของซิลิเกตผสมกับสารประกอบอย่างอื่นที่เป็นตัวช่วยหลอมละลายที่เรียกว่าฟลักซ์ อาจจะมีออกไซด์ของโลหะผสมลงไปด้วยเพื่อทำให้เกิดสีและทึบในเคลือบ เมื่อเผาส่วนผสมถึงจุดสุกตัวที่ทำให้เคลือบหลอมละลายแล้วทิ้งไว้ให้เย็นจะมีลักษณะเหมือนกับแก้ว บาง ๆ ฉาบอยู่ (สุรศักดิ์ โกลิยพันธ์ 2534 : 1)

เคลือบ หมายถึง วัสดุที่มีลักษณะเหมือนแก้วฉาบอยู่บนผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ เป็นสารประกอบของซิลิเกตที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิสูงหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน (โกมล ภิรัชวงศ์. 2538 : 7)

จากความหมาย ของเคลือบในขั้นต้นสามารถกล่าวได้ว่าเคลือบหมายถึงสารประกอบของ ซิลิเกตผสมกับสารประกอบอื่นที่เป็นตัวช่วยหลอมละลาย อาจผสมออกไซด์เพื่อให้สีในเคลือบเผาจนถึงจุดสุกตัวจะมีลักษณะคล้ายกับแก้วฉาบที่ผิวผลิตภัณฑ์

วัตถุประสงค์ของการเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ มีความมุ่งหมายในการเคลือบผลิตภัณฑ์ซึ่งมีผู้ให้ความมุ่งหมายดังต่อไปนี้

ปรีดา พิมพ์ขาวชา(ปรีดา พิมพ์ขาวชา 2530 : 1)กล่าวถึงจุดประสงค์ของการเคลือบไว้ว่าเพื่อป้องกันเกิดการเกิดรอยบนผิวเคลือบ การซึมผ่านของของเหลว หรือความมุงหวังด้านความงาม

สุรศักดิ์ โกลิยพันธ์(สุรศักดิ์ โกลิยพันธ์. 2534 : 1)กล่าวว่าเมื่อใช้น้ำเคลือบเคลือบลงบนผิวผลิตภัณฑ์จะเกิดประโยชน์หลายประการ พอรวบรวมเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. เพื่อป้องกันการซึมผ่านของก๊าซและน้ำ
2. เพื่อให้มีความแข็งแรงทนต่อการกัดกร่อนต่าง ๆ

3. เพื่อให้มีความสวยงามน่าใช้
4. เพื่อป้องกันไม่ให้สกปรกง่ายและสะดวกในการทำความสะดวก
5. เพื่อให้มีความทนทานต่อการกระแทกเสียดสีได้ดี

โกลด์ รัชวงศ์(โกลด์ รัชวงศ์. 2538 : 7)บอกวัตถุประสงค์การเคลือบผลิตภัณฑ์ดังนี้

1. ป้องกันไม่ให้ของเหลวและก๊าซซึมผ่านผลิตภัณฑ์
2. เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ทนต่อการกัดกร่อนจากกรดและด่าง
3. เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดได้ง่ายหลังการนำไปใช้ เพราะผิวเคลือบมีความมัน
4. ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสวยงามน่าใช้ การเคลือบเป็นการเพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์และป้องกัน

ผลิตภัณฑ์ได้ดี

5. เพื่อป้องกันผิวผลิตภัณฑ์และสีได้เคลือบให้คงทนถาวร

จากวัตถุประสงค์ในการใช้น้ำเคลือบเคลือบผลิตภัณฑ์สามารถสรุปความสำคัญของการเคลือบผลิตภัณฑ์ดังนี้ เคลือบเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยเพิ่มความสวยงาม เพิ่มคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์ ช่วยบดบังผิวผลิตภัณฑ์ ป้องกันไม่ให้ของเหลวและก๊าซซึมผ่านผลิตภัณฑ์ ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดได้ง่ายเพราะผิวมันสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์ ทนต่อการกัดกร่อนจากกรดและด่าง ป้องกันผิวผลิตภัณฑ์และสีได้เคลือบให้คงทนถาวร

### เคลือบดินเลน

เคลือบดินเลน หรือ เคลือบสลิป สุรศักดิ์ โกลิยพันธ์ (2534 : 35) กล่าวว่า เคลือบสลิปเป็นเคลือบที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เกิดในรูปลักษณะเป็นน้ำดิน (Slip) ซึ่งในส่วนผสมนั้นเติมไปด้วยตัวช่วยไหลอมละลาย (Flux) พอเพียงที่จะทำหน้าที่เป็นเคลือบได้โดยไม่ต้องไปผสมกับสารเคมีอื่นแต่อย่างใด เพียงแต่นำมาล้างและกรองเอาสิ่งเจือปนขนาดหยาบออกเท่านั้น หรือบางครั้งอาจจะมีการเติมสารเคมีอื่นๆ ลงไปในเคลือบ สลิปบ้าง เพื่อปรับปรุงสีหรืออุณหภูมิให้ได้ตามที่ต้องการ นอกจากนี้ยังเป็นเคลือบที่น่าสนใจชนิดหนึ่ง เพราะง่ายต่อการเคลือบ ติดแน่นดี ค่าใช้จ่ายน้อย เสียหายน้อย มีส่วนผสมทางเคมีที่ทนทานที่สุด และ h a ยึดเวลาในการเตรียมด้วย

เคลือบสลิป ก่อนนำมาใช้ต้องผ่านการทดลองเสียก่อน ถ้าหากเราสนใจค้นคว้าของไทยก็น่าจะมี ซึ่งเราจะหาได้ในแหล่งที่มีน้ำท่วมตลอดปี แล้วนำเอาดินเลนในแหล่งนั้นๆ มาทดลองเคลือบผลิตภัณฑ์และเผาดูในไม่ช้าเราอาจจะพบเคลือบชนิดนี้ก็ได้ เคลือบสลิปนิยมใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เผาดิบ (Greenware) เพื่อที่จะให้เนื้อเคลือบเกาะติดผิวผลิตภัณฑ์ได้อย่างแนบสนิทแต่ถ้าใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ที่เผาดิบแล้วก็ได้เช่นกัน

## วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบที่ใช้ทางเซรามิกส์นั้นมีมากมายหลายชนิด ส่วนมากมักเป็นสารประกอบที่ซับซ้อนและมักมีสิ่งสกปรกเจือปนนอกเหนือจากส่วนประกอบหลัก น้อยมากที่เป็นออกไซด์ที่บริสุทธิ์ วัตถุดิบ สามารถจัดเป็นเกรดแล้วแบ่งเป็น 2 เกรด An commercial grade เป็นสารที่ไม่ค่อยบริสุทธิ์ หรือที่เรียกว่าเกรดทางการค้าในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ใช้เกรดนี้ และ Lab grade เป็น สารบริสุทธิ์ใช้ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์มีราคาแพงกว่า Commercial grade (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2534 : 3)

วัตถุดิบที่ใช้ผสมทำน้ำเคลือบที่นำมาใช้มีมากมายหลายชนิดมีส่วนประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน มีคุณสมบัติย่อมแตกต่างกัน การนำไปใช้งานจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเคลือบแต่ละชนิด วัตถุดิบที่นำมาใช้มักจะเป็นสารประกอบที่ซับซ้อน ในการนำวัตถุดิบมาใช้นั้นส่วนมากจะมีปัญหาเรื่องส่วนประกอบทางเคมีที่แน่นอน ซึ่งทำให้ความบริสุทธิ์ของวัตถุดิบแตกต่างกันไป ปัญหาใหญ่คือสิ่งเจือปนเพิ่มนอกเหนือจากสารประกอบหลักทำให้การเตรียมเคลือบแต่ละครั้งมีคุณภาพได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดของวัตถุดิบและกรรมวิธีการเตรียมแร่ (โกลม รัชชรงค์. 2538 : 29) นักเซรามิกส์ได้แบ่งวัตถุดิบต่าง ๆ ตามคุณสมบัติทางเคมีออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง (Bases group) เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิในการ หลอมละลายในเคลือบ (Fluxing agents) ช่วยลดอุณหภูมิในการเผาให้ต่ำลง ทำให้เคลือบหลอมละลายเร็วขึ้นและเพิ่มการไหลตัวของเคลือบทำให้ผิวเคลือบเรียบ ในทางเซรามิกส์ใช้สัญลักษณ์ RO และ R<sub>2</sub>O แทนวัตถุดิบ กลุ่มนี้ ได้แก่ สังกะสีออกไซด์ (ZnO) แบเรียมออกไซด์ (BaO) แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) แคลเซียมออกไซด์ (CaO) เป็นต้น

2. วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง (Intermediates or Neutrals group) ทำหน้าที่เป็นตัวทนไฟ (Refractory) ตัวให้สี (Colorants) มีคุณสมบัติช่วยให้เคลือบมีความหนืด ไม่ไหลหลุดออกจากผิวผลิตภัณฑ์ขณะหลอมละลายและลดการแตกรานของน้ำเคลือบในทางเซรามิกส์ใช้ สัญลักษณ์ R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> เขียนแทนวัตถุดิบกลุ่มนี้ ได้แก่ อลูมินาออกไซด์ (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) เหล็กออกไซด์ (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) โครเมียมออกไซด์ (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) เป็นต้น

3. วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นกรด (Acids group) ทำหน้าที่เป็นตัวทำให้เกิดแก้ว (Glass forming) ทำให้ฟันในเคลือบ (Opacifier) มีคุณสมบัติเป็นตัวทนไฟในน้ำเคลือบเพิ่มจุดหลอมละลายทำให้น้ำยาเคลือบมีความแข็งแรงทนต่อรอยขีดข่วนและแรงกระแทก เป็นวัตถุดิบที่สามารถทนต่อกรดหรือด่างได้ดี ทางเซรามิกส์ใช้สัญลักษณ์ RO<sub>2</sub> เขียนแทนวัตถุดิบ ได้แก่ พวกซิลิกาออกไซด์ (SiO<sub>2</sub>) ดีบุกออกไซด์ (SnO<sub>2</sub>) เป็นต้น (ไพจิตร อังศิริวัฒน์. 2537 : 7)

สิ่งที่ควรคำนึงในการเตรียมเคลือบโดยหลักการทั่ว ๆ ไปสำหรับผู้เตรียมเคลือบด้วยตนเองควรคำนึงในสิ่งต่อไปนี้



1. วัตถุดิบที่ละลายง่าย ทำให้ยากแก่การผสมเคลือบ ไม่ควรมานำมาใช้
2. สารประเภทที่เป็นด่าง ส่วนมากมักจะกัดมือ ควรสวมถุงมือยางเวลาชุป
3. วัตถุดิบบางอย่างเป็นฝุ่นมาก โดยเฉพาะหินแก้ว ถ้าหายใจเข้าไปมาก ๆ เป็นอันตรายกับปอดได้ เรียกโรคนี้ว่าซิลิโกซิส

4. สารประเภทตะกั่ว ถ้านำมาใช้ผสมน้ำเคลือบในรูปแบบของวัตถุดิบ เป็นสารมีพิษต่อร่างกาย ปัจจุบันผลิตในรูปของฟริต ใช้แทนได้ (ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 : 95)

จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยจึงใช้วัตถุดิบที่ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ประกอบด้วย

1. หินฟันน้ำ (Potash Feldspar) เป็นวัตถุดิบที่เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิ หินฟันน้ำมีสารประกอบของโปแตสเซียม มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 2.56 มีความแข็ง 6 หินฟันน้ำมี สีแตกต่างกันตามแหล่งกำเนิด ได้แก่ สีขาว เหลือง ชมพู เป็นต้น หินฟันน้ำสามารถใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้น และน้ำเคลือบได้ดี (โกมล รักรัวงศ์. 2531 : 36) หินฟันน้ำที่พบมีดังนี้

#### 1.1 Alkaline Feldspar

1.1.1 Potash Feldspar ( $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ )

1.1.2 Soda Feldspar ( $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ )

1.1.3 Potash Soda Feldspar ( $KNaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ )

#### 1.2 Alkaline Earth Feldspar

1.2.1 Calcium Feldspar ( $CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ )

1.2.2 Barium Feldspar ( $BaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ )

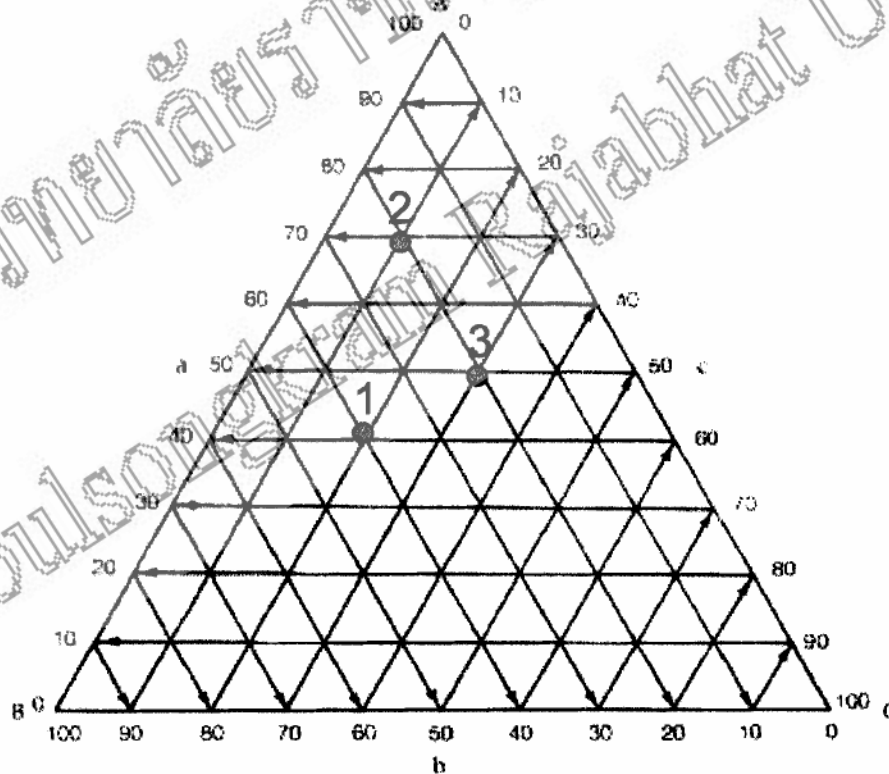
การเลือกใช้เฟลด์สปาร์ในสูตรเคลือบ การปรับเปลี่ยนวัตถุดิบจากโพแทสเซิลด์สปาร์ หรือ โซดาเฟลด์สปาร์ในสูตรเคลือบให้ยึดหลักดังนี้ เคลือบที่ต้องการเผาในอุณหภูมิต่ำหรือต้องการการลดจุดสุกตัวของเคลือบให้ต่ำลง ใช้โซดาเฟลด์สปาร์ในสูตรเคลือบด้านและเคลือบทนไฟสูงบางชนิด ใช้ โพแทสเซิลด์สปาร์ แทนเพื่อให้ได้เคลือบทนไฟสูง ในสูตรเคลือบที่ต้องการสีพิเศษเช่นสีเขียวอมฟ้า สีนําทะเลให้ใช้โซดาเฟลด์สปาร์ ถ้าใช้ โพแทสเซิลด์สปาร์จะได้สีเขียวไม่ดั่งนั้นสีบางสีใช้โซดาเฟลด์สปาร์เท่านั้นบางสีใช้โพแทสเซิลด์สปาร์เท่านั้น (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. 2537 : 94)

2. หินเขียวทนมาน (Flint) หรือควอตซ์มีสูตรทางเคมีว่า  $SiO_2$  เกิดอยู่ในธรรมชาติเป็นรูปของผลึก มีความบริสุทธิ์สูงกว่าวัตถุดิบชนิดอื่น มีความแข็ง 7 มีปริมาณซิลิกาถึง 99.8 เปอร์เซ็นต์ ทางเซรามิกส์ เรียกว่า Flint เป็นผงสีขาวหรือชมพู บดละเอียด 325 เมช ลักษณะของหินเขียวทนมานที่พบในประเทศไทยมีทั้งชนิดใส ขาวขุ่นทึบและสีชมพู (กรมวิทยาศาสตร์. 2513 : 140) หินเขียวทนมานหรือทรายแก้วที่ถูกฝนชะทำให้ผุกร่อนเป็นเม็ดเล็ก ๆ ทับถมกันสามารถใช้เป็นส่วนผสมในเนื้อดินปั้นและเคลือบได้ เพื่อทำให้ผลิตภัณฑ์คงทน ใช้ในเคลือบเพื่อให้ได้น้ำเคลือบเป็นเงางาม (วรรณท์ กิติอัมพานนท์. 2531 : 72) นอกจากนี้การใช้หิน

เชี่ยวชาญในการผสมเคลือบและเนื้อดินปั้นได้ การผสมหินเชี่ยวชาญในเนื้อดินปั้นทำหน้าที่เป็นโครงสร้างเพื่อให้ดินมีความทน ไฟสูงขึ้น ลดการหดตัวของเนื้อดิน นอกจากนี้ทำให้เนื้อดินมีความแข็งและมีความโปร่งใสขึ้นแต่ ถ้าใส่มากเกินไปทำให้ลดความเหนียวลงและเพิ่มการขยายตัวมีผลต่อการแตกร้าวเสียหายได้ ถ้านำไปผสมในเคลือบ ทำให้เคลือบเป็นมันทนต่อการกัดกร่อนได้ดี แต่ถ้าใส่มากเกินไปจะทำให้ ทนไฟสูงขึ้นเช่นกัน (ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 : 62)

### การหาส่วนผสมเคลือบจากตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend)

การหาส่วนผสมโดยใช้ตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าเป็นวิธีการหาส่วนผสมของวัตถุ 3 ชนิด หรือมากกว่าจะทำให้ได้สูตรเนื้อดินปั้น ที่แตกต่างไปจากการใช้วัตถุดิบ 2 ชนิด ซึ่งจะทำให้เกิดความหลากหลายของเนื้อดินปั้น วิธีการนี้เราใช้จุดต่าง ๆ บนสามเหลี่ยมด้านเท่าเป็น จุดตัวแทนของวัตถุดิบที่ใช้ทำเนื้อดินปั้น และที่มุมของสามเหลี่ยมแต่ละมุมเป็นตัวแทนร้อยละ 100 ของวัตถุดิบที่ใช้ (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. 2530 : 52) รูปภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 แสดงตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า

สุรศักดิ์ โกลิยพันธ์ (2534 : 65 - 66) กล่าวว่า เราสามารถคำนวณเนื้อดินปืนได้จากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่านี้ โดยวางวัตถุระเบิดตรงมุมของสามเหลี่ยมด้านเท่า แล้วอ่านค่าออกมาเป็นส่วนผสมของวัตถุระเบิดแต่ละตัว ส่วนมากเป็นวิธีการทดลองแบบสุ่มเอาหลายจุด และเลือกเฉพาะจุดที่ได้ผลดีมาใช้งาน ซึ่งวิธีอ่านค่าของตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า มีวิธีอ่านดังต่อไปนี้

ให้ A , B , C เป็นวัตถุระเบิด 3 ชนิด

การหาค่าของวัตถุระเบิด A ให้อ่านตามค่าในแกนนอน ( ← ) ค่าให้อ่านที่ด้าน a  
 การหาค่าของวัตถุระเบิด B ให้อ่านตามค่าในแกนเฉียง ( ↘ ) ที่ลากจากฐาน A ไปฐาน B ค่าให้อ่านที่ด้าน b  
 การหาค่าของวัตถุระเบิด C ให้อ่านตามค่าในแกนนอน ( ↗ ) ที่ลากจากฐาน B ไปฐาน C ค่าให้อ่านที่ด้าน c

ค่าทั้ง 3 ค่าที่อ่านได้จากตารางนี้เมื่อรวมกันแล้วจะต้องได้ 100 เปอร์เซ็นต์พอดี ถ้าหากว่ารวมกันแล้วได้มากกว่าหรือน้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์แสดงว่าอ่านค่าใดค่าหนึ่งผิด

ตัวอย่างเช่น

ที่จุด 1

วัตถุระเบิด A = 40

วัตถุระเบิด B = 40

วัตถุระเบิด C = 20

ที่จุด 2

วัตถุระเบิด A = 70

วัตถุระเบิด B = 20

วัตถุระเบิด C = 10

ที่จุด 3

วัตถุระเบิด A = 50

วัตถุระเบิด B = 20

วัตถุระเบิด C = 30

**การเตรียมและการชุบเคลือบ**

การเตรียมน้ำเคลือบ ต้องจัดหาวัตถุระเบิดที่ใช้ทำเคลือบที่มีราคาไม่แพง หาได้ง่าย มีพิษต่อร่างกายน้อยที่สุด ถ้าหากเป็นสารมีพิษจะต้องมีการป้องกัน การเตรียมน้ำเคลือบจำเป็นต้อง เตรียมและหาสิ่งต่อไปนี้คือ (โกลม รัชวงศ์. 2538 : 247 - 251)

1. เครื่องมืออุปกรณ์ในการเตรียมเคลือบมีดังนี้

- 1.1 เครื่องซั่ง ควรเป็นเครื่องซั่งที่มีความไวสูง ซั่งได้แน่นอน มีข้อผิดพลาดน้อย
- 1.2 ภาชนะสำหรับเก็บน้ำเคลือบมีฝาปิด
- 1.3 หม้ออบเคลือบหรือโถรงอบเคลือบ
- 1.4 ตะแกรงร่อนมีขนาด 80 - 120 เมช
- 1.5 เครื่องกวนน้ำเคลือบใช้สำหรับกวนเคลือบไม่ให้ตกตะกอน
- 1.6 อุปกรณ์สำหรับพ่นเคลือบ ใช้กับผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ที่ไม่สามารถจุ่มในถังเคลือบได้

ควรทำการเคลือบโดยวิธีการพ่น

2. วัตถุดิบที่ใช้ผสมทำน้ำเคลือบ เตรียมวัตถุดิบสำหรับผสมน้ำเคลือบ ตามสูตรเคลือบที่คิดคำนวณเอาไว้ วัตถุดิบที่ใช้ผสมทำน้ำเคลือบควรจะอยู่ในอัตราส่วนร้อยละ การผสมน้ำในอัตราส่วน วัตถุดิบแห้งสำหรับทำน้ำเคลือบ ควรใช้วัตถุดิบแห้ง 1 ส่วนต่อน้ำ 1 ส่วนถึงวัตถุดิบแห้ง 1.5 ต่อน้ำ 1 ส่วนเช่น วัตถุดิบ 1,000 กรัมต่อน้ำ 1,000 ซีซี

3. การบดน้ำเคลือบ หม้ออบเคลือบที่ใช้บดเคลือบนิยมใช้หม้ออบเนื้อเปอร์สเลน ถ้าหากเป็นหม้ออบขนาดใหญ่จะใช้เปอร์สเลนหรือยางเป็นวัสดุบดหนึ่งหม้อบดภายใน ภายนอกจะเป็นโลหะ มีลูกบดบรรจุภายในหม้อบดมีขนาดแตกต่างกัน การบรรจุวัตถุดิบและลูกบดลงในหม้อบดควรจะให้เหลือเนื้อที่ว่างในหม้อบดมีปริมาณประมาณร้อยละ 15 เพื่อให้ลูกบดภายในหม้อบดเคลื่อนที่ได้สะดวก เกิดการบดได้ละเอียด ปริมาณลูกบดที่ใช้บดควรจบรวมจุ 1/4 ของปริมาตรของหม้อบด

4. การทดสอบเคลือบก่อนนำไปใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ หลังจากบดเคลือบเสร็จแล้วต้องกรองด้วยตะแกรงร่อนขนาด 80 - 120 เมชก่อน หลังจากเสร็จแล้วต้องนำเอาเคลือบไปทดสอบก่อน เพื่อไม่ให้เกิดการผิดพลาด อาจทำให้เกิดการเสียหายได้ เช่น สีไม่ได้ตามความต้องการ ความต้านมันไม่เป็นไปตามต้องการ ความทึบความใสของเคลือบไม่ได้ตามความต้องการ หลังการทำเคลือบเสร็จทุกครั้งต้องนำมาทดสอบก่อนไปใช้งาน โดยกระทำดังนี้

4.1 ทดสอบการเผา โดยการชุบแผ่นทดลอง เข้าเตาเผาสำหรับทดลอง เพื่อพิสูจน์ว่าเคลือบเป็นไปตามต้องการหรือไม่ ผลจากการทดสอบหลังการเผาแล้วจะมองเห็นสีของเคลือบ ความมันด้านของเคลือบ ความทึบใสของเคลือบ การหลอมละลายของเคลือบ และตำหนิที่เกิดแก่เคลือบ เมื่อได้ผลออกมาจะต้องทำการแก้ไขเคลือบได้ ถ้าหากแก้ไขไม่ได้จำเป็นต้องเตรียมเคลือบใหม่

4.2 ทดสอบหาความชื้นของเคลือบ เป็นการทดสอบก่อนเผา ทำการทดสอบโดยการหาความถ่วงจำเพาะหรือหาความหนาแน่นของเคลือบ ตัวอย่างเคลือบเฟลด์สปาร์ควรมีความถ่วงจำเพาะ 1.2 - 1.4



4.3 ทดสอบหาการตกตะกอนของเคลือบ หากเคลือบตกตะกอนเร็วเกินไปก็มีปัญหาในการเคลือบ วัตถุดิบที่หยาบและมีน้ำหนักของโมเลกุลสูงจะตกตะกอนอยู่กับภาชนะที่ใช้เก็บน้ำเคลือบ เมื่อชุบเคลือบเสร็จแล้วเอาไปเผาเคลือบ น้ำเคลือบที่ผ่านการเผาแล้วเปลี่ยนสภาพไม่เหมือนเดิมตามต้องการ จะแก้ไขได้โดยการนำมาบดให้ละเอียดยิ่งขึ้นหรืออาจจะใช้วัตถุดิบที่ละลายน้ำได้เติมลงไปลงในน้ำเคลือบเพื่อเพิ่มความหนาแน่นของน้ำเคลือบวัตถุดิบที่ใช้คือแคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride) และแมกนีเซียมคลอไรด์ (Magnesium chloride)

4.4 ทดสอบความเหนียวของเคลือบ น้ำเคลือบที่มีความเหนียวไม่พอเมื่อชุบผลิตภัณฑ์ก็จะหลุดง่าย เนื้อเคลือบไม่เกาะติดผลิตภัณฑ์การหยาบยกเคลื่อนย้ายกระทบกระแทกจะหลุดทำให้เกิดความเสียหาย สาเหตุที่เคลือบมีความเหนียวต่ำเนื่องมาจากในสูตรเคลือบมีส่วนผสมของดินน้อย เมื่อมีดินผสมอยู่น้อยจึงจำเป็นต้องเติมสารจำพวกกาวยินทรีย์ผสมในน้ำเคลือบ ได้แก่ กาว C.M.C กาวยางมะขวิด กาวกระถิน กาวเด็กซ์ทริน เป็นต้น กาวที่ใช้ควรละลายด้วยน้ำร่อนก่อนผสมในเคลือบ การใช้กาวในเคลือบมักมีปัญหาเรื่องการบุดน้ำเก็บเคลือบไว้นานจะเกิดกลิ่นเหม็น

5. การเผาเคลือบผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่นำไปเคลือบเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการเผาดิบและผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาดิบแล้ว การนำผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการเผาดิบ ผลิตภัณฑ์ต้องผ่านการตากแห้งแล้ว การชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เผาดิบต้องระมัดระวังมาก เพราะเกิดการแตกหักได้ง่าย เนื้อผลิตภัณฑ์เมื่อถูกน้ำมากสามารถละลายน้ำได้ ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาดิบแล้วปัญหาในการเคลือบน้อยมาก เพราะเนื้อผลิตภัณฑ์แข็งแรง

สรุป (สรุปดี โกลิยพันธ์, 2534 : 69 -70) กล่าวถึงการเตรียมน้ำเคลือบว่า การที่จะเตรียมน้ำเคลือบสูตรใด ๆ สูตรนั้นควรจะได้ทำการทดลองจนได้ผลดีมาก่อน เพื่อป้องกันการผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ทำให้สิ้นเปลืองวัสดุ ขั้นตอนในการเตรียมน้ำเคลือบพอสรุปได้ดังนี้

1. การชั่งส่วนผสม จะต้องให้ถูกต้องแน่นอนตรงตามสูตร
2. การบดส่วนผสม ส่วนมากการบดก็เป็นการผสมไปในตัว ถ้าเตรียมเคลือบจำนวนน้อย

เพื่อทำการทดลองใช้ไถ่บดผสมก็เพียงพอ แต่ถ้าต้องการเตรียมจำนวนมากและให้ได้ดีสม่ำเสมอ ควรจะบดด้วยหม้อบดมากกว่า ส่วนจะบดนานเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับส่วนผสมหรือชนิดของน้ำเคลือบ น้ำเคลือบบางชนิดถ้าบดนานเกินไปอาจจะส่งผลให้เคลือบเปลี่ยนแปลงได้ เช่น เคลือบบอแรกซ์ การบดน้ำเคลือบควรใส่ไนใส่เกิน 55 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักส่วนผสม (Batch weight) โดยทั่วไปจะใช้น้ำประมาณ 30 ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการบดสูงสุด น้ำที่ใช้ในการผสมน้ำเคลือบ จะต้องสะอาดปราศจากตะกอน และมีสภาพเป็นกลาง

3. การกรองน้ำเคลือบเมื่อผ่านการบดผสมเรียบร้อยแล้วจะต้องผ่านการกรองด้วยตะแกรงเพื่อให้ได้ความละเอียดตามต้องการ

น้ำเคลือบทุกชนิดถ้าเก็บเปียกไว้จะเกิดการตกผลึกของสาร ฉะนั้นก่อนนำไปใช้ควรคนให้เข้ากัน ก่อนหรือกรองใหม่ได้จะดีมาก มิฉะนั้นสารเคมีจะเกาะตัวเป็นเม็ดผลึกแฝงอยู่ในเนื้อเคลือบเมื่อเผาแล้วจะเกิด เป็นจุดเป็นดวงบนผิวเคลือบได้

ในการเคลือบผลิตภัณฑ์ ต้องเตรียมผลิตภัณฑ์ให้เรียบร้อยก่อนจะเคลือบโดยทำความสะอาด ขจัดฝุ่นละอองหรือสิ่งสกปรกให้หมดไป โดยใช้ฟองน้ำเช็ดหรือใช้ลมเป่าทำความสะอาด วิธีการเคลือบผลิตภัณฑ์มีวิธีการดังนี้

1. วิธีเคลือบผลิตภัณฑ์โดยวิธีจุ่ม (Dipping) การเคลือบด้วยวิธีนี้ทำได้รวดเร็วกว่าวิธีอื่นๆ เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบาสามารถจุ่มได้ง่ายกระทำได้โดยการที่นำเอาผลิตภัณฑ์จุ่มลงใน น้ำเคลือบแล้วยกขึ้นมาโดยดูความเหมาะสมของความหนาของเคลือบให้เหมาะสม

2. วิธีเคลือบผลิตภัณฑ์โดยวิธีพ่น (Spraying) วิธีนี้เป็นวิธีเคลือบผลิตภัณฑ์ทุกขนาดเป็นวิธีที่ ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ได้สม่ำเสมอ เหมาะกับงานอุตสาหกรรมเครื่องสุขภัณฑ์มากที่สุด วิธีนี้ยังเหมาะกับการ เคลือบผลิตภัณฑ์ประเภท Green ware สำหรับเผาแบบ One Firing การเคลือบผลิตภัณฑ์โดยวิธีการพ่น กระทำแบบเดียวกันกับการพ่นสี คือ ใช้การพ่นสามารถพ่นเคลือบได้ทุกซอกทุกมุมตามต้องการ

3. วิธีเคลือบผลิตภัณฑ์โดยวิธีเทราด (Pouring) การเคลือบด้วยวิธีนี้ส่วนมากใช้เคลือบกับ ผลิตภัณฑ์ใหญ่ ๆ เช่น โถงมังกร ราชบุรี แจกันขนาดใหญ่ ๆ เป็นต้น ซึ่งผลิตภัณฑ์เหล่านี้ไม่สามารถจะ ยกจุ่มได้ หรือใช้สำหรับเคลือบที่มีผิวรางพาดเอาไว้ แล้วใช้ภาชนะตักน้ำเคลือบราดให้ทั่ว การเคลือบวิธีนี้ผิว ผลิตภัณฑ์จะไม่เรียบนัก มีรอยหนาบางทั้งเคลือบไม่เท่ากัน เนื่องจากตอนราดเคลือบจะมีรอยทับกัน การ เคลือบวิธีนี้สามารถนำไปใช้เคลือบ ตกแต่งผลิตภัณฑ์ให้เกิดหลายสีได้ดีด้วย อาจจะใช้โชว์ความสวยงามรอย ชาติต่าง ๆ ของเคลือบ

4. วิธีเคลือบผลิตภัณฑ์โดยวิธีทา (Painting) วิธีเคลือบด้วยวิธีนี้ใช้แปรงหรือพู่กันทาส่วนมาก ใช้กับการเคลือบผลิตภัณฑ์ชิ้นเล็ก ๆ เพื่อการทดลองหรือเคลือบผลิตภัณฑ์ที่ต้องการตกแต่งด้วยเคลือบหลาย สีเพื่อให้เกิดความสวยงาม ส่วนมากใช้ทำการเคลือบผลิตภัณฑ์พวก Art ware ทำให้เกิดสีต่าง ๆ หลาย ๆ สี (โกลม รัชวงศ์, 2531 : 95 - 99)

ในการดำเนินการทดลองครั้งนี้ใช้วิธีการจุ่มเคลือบ เนื่องจากการเตรียมน้ำเคลือบมีมากพบที่จะใช้ การจุ่มผลิตภัณฑ์ลงในเคลือบและผลิตภัณฑ์มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก โดยการชุบเคลือบนั้นต้องจุ่มผลิตภัณฑ์ลงในน้ำเคลือบนาน 3 วินาที

## ลักษณะทางกายภาพและตำหนิของผิวเคลือบ

สิ่งที่ต้องการในการทำเคลือบคือต้องการให้เคลือบมีความสมบูรณ์ตามความต้องการ คือความต้องการให้เคลือบหลอมตัวในอุณหภูมิที่กำหนดไว้ ความหนืดตัวของเคลือบคือไม่ต้องการให้เคลือบมีการไหลตัวมาก ความโปร่งใสและความทึบของเคลือบ สีที่เกิดกับเคลือบ ในการเตรียมน้ำเคลือบและการเผาเคลือบมีความต้องการให้เคลือบมีความสมบูรณ์ปราศจากตำหนิที่จะเกิดขึ้นในเคลือบ มีความจำเป็นที่ต้องศึกษาถึงสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้(โกมล รัชวงศ์. 2538 : 147 - 156)

1. การระเหยของสารประกอบทางเคมีของวัตถุที่ใช้ผสมทำเคลือบในขณะที่ทำการเผาเคลือบในอุณหภูมิสูงจะเกิดการระเหยของก๊าซที่เป็นสารประกอบของวัตถุดิบที่ใช้ผสมทำเคลือบเกิดขึ้น ในเมื่อเคลือบถูกเผาในอุณหภูมิสูงอะตอมของสารที่อยู่ในเคลือบที่มีพันธะที่อ่อนแอบนผิวเคลือบจะถูกขจัดออกไปด้วยพลังงานความร้อนที่เกิดจากการเผา อะตอมที่มีพันธะที่อ่อนแอจะเปลี่ยนสภาพไปอยู่ในรูปของก๊าซระเหยออกไป การระเหยกระจายของก๊าซอาจจะเกิดการรวมตัวใหม่ขึ้นได้ อาจจะไปรวมตัวติดบนผนังเตาเผา หรืออาจรวมตัวใหม่ไปติดบนผิวเคลือบของผลิตภัณฑ์ที่อยู่ใกล้เคียง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ใกล้เคียงเกิดสีขึ้น หรือเกิดผลทางความต้านและความมันของเคลือบได้

2. ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นกับเคลือบและเนื้อดินปั้น บริเวณที่เกิดปฏิกริยานี้จะเกิดขึ้นที่เนื้อเคลือบละลายเนื้อผลิตภัณฑ์ตรงบริเวณที่สัมผัสกันระหว่างเคลือบกับเนื้อดินปั้น เมื่อทำการเผาการละลายผิวผลิตภัณฑ์ทุกจุดไม่เท่ากัน เช่น ผิวผลิตภัณฑ์ที่เกิดปฏิกริยาที่มีพื้นผิวไม่เรียบจะทำให้เคลือบติดผิวผลิตภัณฑ์ได้ดี เนื้อดินปั้นที่มีความพรุนตัวสูงจะดูดซึมเคลือบได้ดีเมื่อเคลือบก็จะติดผิวผลิตภัณฑ์ได้ดี ถ้าหากเคลือบชนิดใดทำปฏิกริยากับเนื้อดินปั้นน้อยจะทำให้เคลือบไม่คงทนจะหลุดร่อนได้หลังการเผาแล้ว เคลือบที่มีลักษณะผิวด้าน เคลือบชนิดนี้เกิดจากการเกิดผลึกที่ผิวเคลือบเพราะส่วนผสมของเคลือบจะมีสารประกอบของอลูมินาและแคลเซียมออกไซด์สูง ดังนั้นเคลือบที่มีแคลเซียมออกไซด์สูงจะเกิดเป็นผลึกของอะนอร์ไทท์และวอลลาสโทไนต์ จะพบผลึกของวิลเลมไมท์ในเคลือบที่มีสังกะสีออกไซด์อยู่ และจะพบผลึกของหินฟันม้าชนิดแบเรียมในเคลือบที่มีส่วนผสมของแบเรียมสูง

3. การหดตัวและการขยายตัวของเคลือบที่มีผลกระทบต่อเนื้อดินปั้น ถ้าเคลือบกับเนื้อดินปั้นมีการหดตัวและขยายตัวเท่ากัน ระหว่างที่เผาเคลือบและปล่อยให้เย็นตัวลง จะไม่มีแรงเค้นเกิดขึ้นในเนื้อเคลือบเคลือบจะออกมาสมบูรณ์ดีไม่มีการร้าว แต่ถ้าการหดตัวและขยายตัวระหว่างเนื้อดินปั้นกับเคลือบไม่เท่ากัน จะเกิดแรงเค้นในเนื้อเคลือบ โดยปกติน้ำเคลือบจะทนต่อแรงอัด แต่ไม่ทนต่อแรงดึง ดังนั้นเมื่อเกิดการหดตัวและขยายตัวไม่เท่ากันระหว่างเคลือบกับเนื้อดินปั้นจะทำให้เคลือบเกิดการร้าวตัวขึ้น

#### 4. สาเหตุที่ทำให้เกิดสีในเนื้อเคลือบ มีสาเหตุดังนี้

4.1 บรรยากาศในการเผา ในการเผาเตาจะมีบรรยากาศ ในการเผาที่แตกต่างกันจะทำให้สีของเคลือบแตกต่างกัน บรรยากาศที่เกิดในเตาเผามี 2 ลักษณะคือ

4.1.1 การเผาแบบรีดักชัน ทำได้สีเกิดขึ้นได้ สีที่เกิดขึ้นในเนื้อเคลือบเปลี่ยนแปลงไป กับบรรยากาศของการเผา การเผาแบบรีดักชันคือการที่เกิดการเผาไหม้ไม่หมดภายในเตาเผา จะมีกลุ่มควันและเขม่าอยู่ภายในห้องเผาไหม้ของเตาเผาเนื่องจากออกซิเจนกับเชื้อเพลิงมีอัตราส่วนที่ไม่พอดีกัน การเผาเตาลักษณะนี้เรียกการเผาแบบรีดักชัน เตาที่ใช้ในการเผาบรรยากาศได้ดีได้แก่ เตาฟืน เตาน้ำมัน เตาแก๊ส ตัวอย่างเนื้อเคลือบและเนื้อดินปั้นที่มีสารประกอบของเฟอร์ริกออกไซด์เมื่อเผาในบรรยากาศรีดักชันจะทำให้เกิดสีเขียวแกมฟ้าในเคลือบ

4.1.2 การเผาแบบออกซิเดชัน เป็นการเผาไหม้ที่หมดจดไม่มีกลุ่มควันอยู่ในห้องเผาไหม้ของเตาเผา เพราะออกซิเจนและเชื้อเพลิงเหมาะสมกัน การเผาในบรรยากาศแบบนี้สามารถทำการเผาได้กับเตาเผาทุกชนิด เตาเผาที่เผาแบบออกซิเดชันได้ดีที่สุดคือเตาไฟฟ้า จะทำให้เกิดสีตามคุณสมบัติของออกไซด์ที่ผสมในเคลือบเช่นเฟอร์ริกออกไซด์จะให้สีน้ำตาลเมื่อเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน

4.2 การเผาในอุณหภูมิที่แตกต่างกันย่อมจะทำให้สีของเคลือบแตกต่างกัน อาจจะทำให้เกิดสีขึ้นมาใหม่หรืออาจจะทำให้สีจางหายไป สาเหตุจากอุณหภูมิในการเผาเคลือบแตกต่างกันหรือเผาในอุณหภูมิที่ไม่เท่ากันดังนี้

4.2.1 การเผาเคลือบไฟต่ำ และการเผาเคลือบไฟสูง ใช้สีเดียวกันหรือออกไซด์ชนิดเดียวกัน อัตราส่วนที่ใช้เท่ากัน ถ้าหากใช้เคลือบไฟต่ำจะให้สีที่เข้มกว่าไฟสูง

4.2.2 การเผาเคลือบผลิตภัณฑ์ที่มาจากเคลือบเดียวกัน และเนื้อดินปั้นเดียวกัน ในอุณหภูมิที่ต่างกันจะทำให้เกิดสีต่างกัน

4.3 สีของเคลือบจะเกิดขึ้นได้ เพราะส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ผสมทำน้ำยาเคลือบ การใช้วัตถุดิบที่มีความบริสุทธิ์น้อยจะทำให้เคลือบเกิดสีขึ้นได้

5. ความหนืดตัวของเคลือบ เคลือบที่มีความหนืดตัวสูง เป็นคุณสมบัติที่ดีอย่างหนึ่งของเคลือบ การที่เผาเคลือบเป็นการให้พลังงานความร้อนแก่เคลือบเพื่อให้เกิดการหลอมละลายซึ่งเปลี่ยนแปลงจากของแข็งเป็นของเหลวเกาะติดกับผิวผลิตภัณฑ์ พลังงานความร้อนของการทำให้เคลือบหลอมเหลวเปลี่ยนแปลงโครงสร้างหลังจากเย็นตัวลงเนื้อเคลือบจะมีความแข็งมากขึ้นได้ไม่ใช่เพราะอุณหภูมิในการเผาเพียงอย่างเดียว การที่ใช้วัตถุดิบที่เป็นฟลักซ์ปริมาณมากจะทำให้เคลือบไหลตัวได้มากด้วย เช่นการใช้โซดาแอสกก็เป็นตัวทำให้เคลือบไหลตัวสูงขึ้น

6. ความตึงผิวของเคลือบ ในเมื่ออะตอมหรือโมเลกุลที่อยู่ภายในของเหลวจะถูกกระทำด้วยแรงที่มีขนาดเท่ากันทุกด้าน ยกเว้นที่บริเวณผิวหน้าของของเหลวจะถูกกระทำด้วยแรงเพียงครั้งเดียวของอะตอมจึง



เป็นสาเหตุทำให้เกิดการดึงผิวขึ้น เคลือบที่มีความดึงผิวน้อยผิวก็จะเรียบ ส่วนเคลือบที่มีความดึงผิวมากจะทำให้เกิดการดึงตัวแยกออกจากกัน ความดึงผิวของเคลือบจะเกิดขึ้นในขณะที่ก่อนเผา กำลังเผา และหลังเผาดังนี้

6.1 ความดึงผิวของเคลือบที่เกิดขึ้นก่อนเผา เคลือบที่มีความดึงผิวน้อย ส่วนใหญ่จะมีสารประกอบที่มีความเหนียวผสมอยู่ในเคลือบเพียงพอ สารประกอบที่มีความเหนียวได้แก่ดิน และสารอินทรีย์ที่ผสมเข้าไปในเคลือบเพื่อทำให้เคลือบมีความเหนียว และประการหนึ่งคือความละเอียดของเคลือบไม่พอ ไม่หยาบจนเกินไป

6.2 ความดึงผิวของเคลือบที่เกิดขึ้นขณะกำลังเผา และหลังจากการเผา ในขณะที่กำลังเผา เคลือบจะเริ่มเกิดความดึงผิวขึ้นเมื่อก๊าซเริ่มระเหยออกจากเนื้อเคลือบ และเมื่อเคลือบเริ่มหลอมละลายกลายเป็นแก้วจนกระทั่งเย็นตัว

จากลักษณะทางกายภาพของเคลือบที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถนำมาเป็นข้อสรุปในการอภิปรายผลของเคลือบที่ได้ในการทำวิจัยครั้งนี้

ตำหนิของผิวเคลือบ ตำหนิที่เกิดขึ้นบนผิวเคลือบคือสิ่งที่ทำให้เคลือบไม่สวยงาม ผลิตภัณฑ์ที่มีตำหนิบนเคลือบจะทำให้หมดความสวยงาม ถ้าหากผลิตภัณฑ์เกิดความเสียหายเนื่องจากการเคลือบก็จะทำให้เกิดการสูญเสียทั้งด้านแรงงาน เวลาและการลงทุน โทมัส (โทมัส รักษ์วงศ์, 2531 : 107) ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับตำหนิเคลือบไว้ว่า

1. การเกิดตำหนิเป็นลักษณะรูเข็ม (Pin Holes) มีลักษณะเป็นรูเล็ก ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวเคลือบ ถ้ามีขนาดใหญ่เรียกว่า "BUSTERS"

สาเหตุที่ทำให้เกิดตำหนิลักษณะรูเข็ม คือ

1.1 เกิดจากเนื้อดินบ้นมีความพรุนตัว (Porosity) เนื่องมาจากการผสมเนื้อดินและการวาดดินไม่ดี คือเนื้อดินไม่เข้ากัน ในเนื้อดินมีฟองอากาศอยู่ในขณะที่เผา ฟองอากาศจะขยายตัวระเหยออกจากเนื้อดินทะลุผ่านผิวเคลือบออกมา ทำให้เกิดรูเข็มและอีกสาเหตุหนึ่งคือ เคลือบมีความหนืดสูง วิธีแก้ไขได้โดยวิธีต่อไปนี้

1.1.1 นวดดินให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

1.1.2 แก้ไขอัตราส่วนของเนื้อดินบ้น

1.1.3 แก้ไขโดยการนำดินไปหมัก

1.1.4 แก้ไขโดยการเผาให้ควบคุมอุณหภูมิเป็นไปอย่างช้า ๆ

1.2 เกิดจากการเก็บน้ำเคลือบไว้นาน ๆ จะทำให้น้ำเคลือบตกตะกอน และเกิดจากสารละลายตัวของก๊าซคาร์บอนเนตเปลี่ยนสภาพจะเกิดก๊าซขึ้นได้ วิธีแก้ไขโดยวิธีต่อไปนี้

1.2.1 เอาน้ำเคลือบไปบดใหม่หรือกวนให้เข้ากันอย่างละเอียด

1.2.2 เผาเคลือบโดยการย่นไฟ

1.2.3 การชุบเคลือบจะต้องชุบให้เรียบโดยไม่มีรูเข็ม หากมีตำหนิควรใช้มีดลูกหรือนำน้ำเคลือบป้ายลวรอยตำหนิ

1.3 ผลิตรักณ์ที่นำไปชุบเคลือบไม่สะอาดจะทำให้เกิดรอยตำหนิเป็นรูเข็มได้โดยการทำ ความสะอาดผิวผลิตรักณ์ก่อนนำไปชุบเคลือบ

2. การเกิดตำหนิเป็นลักษณะน้ำเคลือบรานตัว (Crazing) เป็นตำหนิประเภทหนึ่งที่เกิดกับเคลือบมีสาเหตุจะเกิดขึ้นได้ดังนี้

2.1 เกิดจากสัมประสิทธิ์การหดตัวและการขยายตัวของเนื้อดินปั้นกับน้ำเคลือบไม่เท่ากัน

2.2 เกิดจากเปิดเตาเผาเร็วเกินไป คือ เตาเผายังร้อนจัดรีบเปิดเตาเผาผลิตรักณ์ออก ทำให้เคลือบรานตัวได้ วิธีแก้การรานตัวของเคลือบแก้ไขได้ดังนี้

2.2.1 แก้ไขเนื้อดินปั้นโดยที่เติมอัตราส่วนของอลูมิน่า ลงไปในเนื้อดินปั้น

2.2.2 แก้ไขน้ำเคลือบโดยที่เติม ซิลิกา ออกไซด์ ลงไปในน้ำเคลือบแล้วให้ลดสารที่เป็น ฟลักซ์ลงและให้เพิ่มอุณหภูมิในการเผาขึ้น

3. การเกิดตำหนิของเคลือบที่เนื่องจากการเผาเคลือบไฟเกินการเผาเคลือบไฟเกิน ทำให้มีตำหนิประเภทนี้เคลือบจะไหลตัวและสีสำเร็จรูปที่ใช้ผสมในเคลือบจะจางหายไป สีเคลือบจะมีความเข้มขึ้นต่ำลง และยังจะทำให้ผลเสียหายอีกมาก คือ ทำให้เคลือบไหลติดกับชั้นวางผลิตรักณ์ภายในเตาเผา วิธีแก้ไขการเผาเคลือบไฟเกิน ทำได้คือ

3.1 เลือกใช้น้ำเคลือบที่มีช่วงการเผายาว (Firing rang) จึงจะทำงานมีประสิทธิภาพดี

3.2 อย่าเคลือบให้หนามากเกินไป

3.3 การเผาจะต้องอยู่ในอุณหภูมิที่กำหนดไว้

4. ตำหนิที่เกิดจากน้ำเคลือบร้อนหลุด ออกจากผิวผลิตรักณ์ (Peeling) ลักษณะที่เกิดขึ้น คือเคลือบร่วนหลุดออกผิวผลิตรักณ์ออกมาเป็นแผ่น ๆ อาจจะมีกระเด็นหลุดออกไปจากผลิตรักณ์ เกิดจากการแยกตัวออกจากเนื้อดินปั้นสาเหตุเนื่องมาจากสิ่งต่อไปนี้

4.1 เนื้อดินปั้นมีส่วนผสมของ ซิลิกา สูงเกินไป

4.2 ผิวผลิตรักณ์สกปรก อาจมีฝุ่นละอองหรือไขมันเกาะติดอยู่ทำให้เคลือบราน ไม่ติดอยู่บริเวณนั้น

4.3 ผลิตรักณ์ที่นำไปชุบเคลือบมีความร้อนอยู่ เอาไปทำการเคลือบจะทำให้เคลือบหลุดร้อนออกไปได้

4.4 การเผาเคลือบเร็วเกินไป วิธีแก้การร่วนหลุดของเคลือบจากผิวผลิตรักณ์

4.4.1 ทำเนื้อดินปั้นให้อัตราส่วนของ ซิลิกา เหมาะสม

4.4.2 ทำความสะอาดผลิตรักณ์ก่อนชุบเคลือบทุกครั้ง

4.4.3 การเคลือบผลิตภัณฑ์ทุกครั้งจะต้องไม่เคลือบผลิตภัณฑ์ที่กำลังร้อน ๆ

4.4.4 เมาเคลือบควบคุมอุณหภูมิให้ถูกต้อง

4.4.5 ตำแหน่งที่เกิดจากการแยกตัวของเคลือบ (Crawling) มีลักษณะเป็นรอยแยกตัวของเคลือบ เคลือบจะไม่ติดเป็นเนื้อเดียวกัน เกิดจากสาเหตุ

4.4.5.1 น้ำเคลือบหดตัวมากเกินไป เกิดจากส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้เคลือบบดหยาบหรือละเอียดเกินไป เคลือบหนาเกินไป

4.4.5.2 เกิดจากไม่ทำความสะอาดผิวผลิตภัณฑ์ก่อนเคลือบ

4.4.5.3 น้ำเคลือบไม่เกาะผิวเนื้อดินปั้นเนื่องจากเคลือบมีความเหนียวน้อยเกินไป วิธีแก้ไขการแยกตัวของเคลือบ โดยแก้ไขส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ในน้ำเคลือบ วัตถุดิบที่ทำให้เคลือบแยกตัวคือ ดินจะต้องใช้อัตราส่วนที่เหมาะสม โดยห้ามใช้ดินเหนียวเป็นส่วนผสมของน้ำเคลือบ เพราะจะทำให้เกิดการแยกตัวของเคลือบได้

## เตาเผาและการเผา

### MILNI

ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ชนิดต่าง ๆ เตาเผาจะอยู่ในขั้นตอนสุดท้าย ของกระบวนการผลิต การที่ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ได้ผ่านกรรมวิธี ขั้นตอนต่าง ๆ ของการผลิตมาอย่างดีแล้วก็ตาม อาจประสบความล้มเหลวได้ทันทีที่จุดสุดท้ายนี้ย่อมเป็นไปได้ ซึ่งทำให้ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ด้วยเหตุนี้ในทางอุตสาหกรรมทางด้านเซรามิกส์จึงมักจะให้ความสำคัญเป็นพิเศษ (อาปน วัฒนรังสรรค์. 2531 : 1)

ประเภทของเตาเผาสามารถแบ่งออก ตามลักษณะต่าง ๆ ของเตาเผาได้ดังนี้ (ทวี พรหมพฤกษ์. 2525 : 13)

#### 1. แบ่งตามประเภทของการใช้งานของเตา

1.1 เตาเผาที่ไม่ต่อเนื่อง (Un Continuous Kiln) เป็นเตาที่ทำการเผาเป็นครั้งคราวโดยเผาไม่ติดต่อกันใช้เวลานาน ต้องรอให้เตาเย็นจึงมีการบรรจุผลิตภัณฑ์เข้าเตาใหม่

1.2 เตาเผาชนิดกึ่งต่อเนื่อง (Semi Continuous Kiln) เป็นเตาที่สามารถเผาเกือบจะติดต่อกันไป เมื่อเผาเสร็จแล้วพร้อมที่จะเผาต่อไปอีก โดยไม่ต้องรอให้เตาเย็น

1.3 เตาเผาชนิดที่เผาต่อเนื่อง (Continuous Kiln) เป็นเตาที่ออกแบบติดต่อกันได้ตลอดเวลาเป็นเตาที่มีระบบการควบคุมอย่างดี ส่วนมากจะใช้ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น เตาอุโมงค์ เตาแบบวงแหวน



## 2. แบ่งตามประเภททางเดินลมร้อน

2.1 เตาเผาชนิดทางเดินลมร้อนในแนวนอน (Horizontal haft Kiln) เป็นเตาชนิดที่มีรูปร่างยาวขนานกับพื้นดิน หลังคาโค้งตลอดจนถึงแนวปล่อง

2.2 เตาเผาชนิดทางเดินลมร้อนขึ้น (Up Draft Kiln) เป็นเตาที่เผาอุณหภูมิไม่สูงมากนักเตาชนิดนี้ผู้สร้างจะต้องเรียงตะกรับ (Checker Work) หลาย ๆ ชั้นจะช่วยให้ความร้อนภายในเตาสมาเสมอ

2.3 เตาเผาชนิดทางเดินลมร้อนลง (Down Draft Kiln) เป็นเตาเผาที่สามารถเผาในอุณหภูมิสูง และการลงทุนค่อนข้างสูง โดยเฉพาะวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างเตาต้องเป็นวัสดุที่มีคุณภาพดี สามารถทนต่อสภาวะต่าง ๆ และช่วยประหยัดเชื้อเพลิงได้ดี

## 3. แบ่งตามประเภทของเปลวไฟ

3.1 เตาเผาชนิดเปลวไฟสัมผัส (Direct muffle Kiln) เป็นเตาขนาดใหญ่ใช้เผาผลิตภัณฑ์ประเภทสิ่งก่อสร้าง เป็นเตาเผาอุณหภูมิสูงส่วนมากใช้เผาผลิตภัณฑ์ไม้เคลือบ

3.2 เตาเผาชนิดกึ่งป้องกันเปลวไฟ (Semi muffle Kiln) เป็นเตาชนิดที่ออกแบบให้มีกำแพงไฟ (Muffle Wall) โดยให้เปลวไฟสัมผัสกำแพงไฟโดยตรง สามารถใช้เผาเคลือบได้ดี

3.3 เตาเผาชนิดเตาปิด (Muffle Kiln) เป็นเตาที่ออกแบบให้มีระบบป้องกันเปลวไฟสัมผัส โดยใช้วัสดุทนไฟสร้างเป็นทึบป้องกันไฟโดยตรง ใช้เผาเคลือบได้

## 4. แบ่งตามลักษณะของเชื้อเพลิง

4.1 เตาชนิดใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง (Wood Firing Kiln)

4.2 เตาชนิดใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง (Coal Firing Kiln)

4.3 เตาชนิดใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง (Gas Firing Kiln)

4.4 เตาชนิดใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง (Oil Firing Kiln)

4.5 เตาชนิดไฟฟ้า (Electric Firing Kiln)

### เตาเผาชนิดที่ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิง (Gas Firing Kiln)

ในปัจจุบันนี้ เตาแก๊สนับว่าเป็นเตาที่นิยมในหมู่บรรดาผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผา เป็นเตาที่ค่อนข้างสะดวก เผาให้อุณหภูมิสูง (High Temperature) มีความสะดวกต่อการใช้งาน ประหยัดเชื้อเพลิง ปลอดภัย เป็นเตาที่สามารถเผาแบบ Reduction ได้ดี

ทวี พรหมพฤกษ์ (2525 : 33 - 43) ได้กล่าวเกี่ยวกับเตาแก๊สไว้ว่า เตาแก๊สที่สร้างแบบมาตรฐานที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมีอยู่ 2 แบบ



1. เตาแก๊สชนิดทางลมร้อนขึ้น (Up Draft Kiln)
- 2 เตาแก๊สชนิดทางลมร้อนลง (Down Draft Kiln)

เตาแก๊สชนิดทางลมร้อนขึ้น (Up Draft Kiln) เป็นเตาที่ไม่มีปล่องไฟ แต่มีช่องระบายความร้อน ทำหน้าที่แทนปล่องไฟอยู่ในตอนบนของเตา ช่องล่าง (ก้นเตา) ให้ความร้อนผ่านแผ่นรองชนิดทนไฟสูง (Hearth Slab) โดยไม่ผ่านผลิตภัณฑ์โดยตรง แผ่นรองนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวนำความร้อนที่ดี (Thermal Conductivity) รับน้ำหนักและช่วยเคลื่อนความร้อนให้สม่ำเสมอทั่วทั้งเตา เตาแก๊สชนิดทางลมร้อนขึ้น นิยมออกแบบเตาเป็นรูปสี่เหลี่ยม ชนิดเปิดหน้า (Front Loading) ชนิดเปิดบน (Top Loading) เตาแก๊สชนิดทางลมความร้อนขึ้นเป็นเตาที่เหมาะสมสำหรับงานทดลอง งานวิจัยต่าง ๆ ได้ดี

เตาแก๊สชนิดทางลมร้อนลง (Down Draft Kiln) ส่วนมากออกแบบสร้างเป็นเตาขนาดใหญ่และเผาผลิตภัณฑ์ได้จำนวนมาก การบรรจุผลิตภัณฑ์โดยใช้รถ (Kiln Car) ซึ่งทำให้สะดวกและคล่องตัว ถ้าต้องการเพิ่มผลผลิตก็เพิ่มรถไว้สำรองอีกซึ่งเท่ากับเป็นการประหยัดเชื้อเพลิงได้ดี ซึ่งสามารถเผาติดต่อกันไป กำลังเป็นที่นิยมกันอยู่ เตาแก๊สชนิดทางลมร้อนลง จะต้องสร้างให้มีปล่องเตา ซึ่งจะช่วยกันเผาไหม้หรือสันดาปได้อย่างดี

นอกจากนี้ ทวี พรหมฤกษ์ (2525 : 34 - 43) ยังได้กล่าวถึงส่วนประกอบที่สำคัญของเตาแก๊ส เป็นเตาแก๊สชนิดทางลมร้อน จะเป็นเตาที่มีประสิทธิภาพและได้อุณหภูมิสูง จะต้องมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

1. กำแพงเตา เนื่องจากเตาชนิดทางลมร้อนลงเป็นเตาขนาดใหญ่ การก่อสร้างกำแพงเตาโดยก่อเป็นสองชั้น ส่วนภายในเตา (Lining) เป็นส่วนที่รับความร้อนสูงสุดและรับความร้อนโดยตรง ใช้อิฐที่มีคุณภาพดีเผาในอุณหภูมิสูง เป็นอิฐเบา (Insulating Brick) ส่วนภายนอกจะใส่แผ่นรองชนิด Insulating board อีกชั้นหนึ่งก็ได้
2. หลังคาเตา สร้างเป็นหลังคาโค้ง (Roof arch) ทำให้หลังคาทรงตัวได้ดี ในพื้นที่กว้างในการก่อหลังคาเตา จะต้องสร้างแบบและเรียงอิฐตามแบบ อิฐที่ใช้ก่อจะต้องคำนึงถึงการหดตัว และขยายตัวของอิฐจากน้ำหนักแรงอัดที่จะเกิดขึ้น ข้อควรคำนึงจะต้องสร้างกำแพงที่รองรับจุดศูนย์ถ่วงต้องแข็งแรง มิฉะนั้นหลังคาอาจยุบตัวได้
3. ระบายความร้อน ผลิตภัณฑ์ เตาที่สร้างชนิดที่บรรจุผลิตภัณฑ์ในรถ (Kiln car) ชนิดทางลมร้อนลง ผู้สร้างต้องออกแบบให้มีช่องระบายความร้อน (Exhaust Channal in the Floor) ไปในตัวออกสู่ปล่อง ทำให้การหมุนเวียนของลมร้อนเป็นไปอย่างช้า ๆ และสามารถทำให้ได้ช่วยความร้อนให้สูงขึ้น
4. ประตูเตา มักจะออกแบบสร้างให้ติดกับตัวเตาหรือจะติดกับรถโดยตรงก็ได้ แต่ข้อสำคัญต้องให้การเปิดปิดได้คล่องตัว เนื่องจากฝาเตาใหญ่รับน้ำหนักมาก ฝาเตาออกแบบให้มีช่องคูผลิตภัณฑ์ภายในเตาหรือใช้เปรียบเทียบกับสีของไฟภายในเตา โดยเจาะรูสองระดับจะใช้ตัวโคน (Cone) วัตถุอุณหภูมิก็ได้

5. ปล่องเตาแก๊ส มีไว้เพื่อให้การลุกไหม้ของเชื้อเพลิงได้ดีมีขนาดไม่ใหญ่เหมือนเตาฟืน นิยมใช้ท่อเหล็กและเป็นปล่องไม่สูงมากนักหัวฟ่น หัวฟ่นเตาแก๊ส (Burner) มีหลายแบบ และบางแบบปรับบรรยากาศ ( Primary air ) บางแบบใช้ความดันของลม (Forced air mixing) ซึ่งแล้วแต่ผู้ออกแบบเตาควรจะติดตั้งชนิดไหนหัวฟ่นชนิดที่นิยมใช้กันแบบเวนจูรี่ (Venturi) แบบ (Air - Gas mixer) อุปกรณ์อื่น ๆ ซึ่งได้แก่ ชั้นรอง (Shelf) ■ เครื่องวัดอุณหภูมิซึ่งถือว่าเป็นเครื่องมืออุปกรณ์ที่จำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะชั้นรองเรียกว่า ซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide) ซึ่งเผาไฟสูงและรับน้ำหนักได้มาก

### การเผาผลิตภัณฑ์ (Firing)

เป็นขั้นตอนสุดท้ายของขบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผา ซึ่งนับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุด ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะดีหรือไม่เพียงใด จะสวยงามมากน้อยเพียงใด หรือมีคุณค่ามากน้อยเท่าใด ก็จะขึ้นอยู่กับขั้นตอนการเผาผลิตภัณฑ์นี้ทั้งสิ้น การเผาผลิตภัณฑ์แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ การเผาดิบ (Biscuit Firing) และการเผาเคลือบ (Glost Firing) (ทวี พรหมพุกภัย 2523 : 152)

#### การเผาดิบ ( Biscuit Firing )

การเผาดิบหมายถึง การนำผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ปั้นแต่งและผึ่งให้แห้งดีแล้วมาทำการเผาเพื่อให้คงรูปอยู่ได้และป้องกันการเสียหายในการนำไปดำเนินการขั้นต่อไป การเผาดิบอาจทำได้ 2 วิธี (ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา. 2529 : 154 อ้างอิงมาจาก นิวัตร พัฒนะ. 2534 : 17)

1. เผาดินที่อุณหภูมิสูงแล้วเผาเคลือบอุณหภูมิต่ำ ในกรณีที่ใช้น้ำเคลือบที่มีจุลลอมละลายต่ำ จำเป็นต้องใช้วิธีนี้เพื่อให้เนื้อดินมีความแข็งแรง อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาสูงหรือต่ำเป็นไปตามประเภทของผลิตภัณฑ์

2. เผาดินที่อุณหภูมิต่ำแล้วเผาเคลือบที่อุณหภูมิสูง อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาประมาณ 700 ถึง 800 องศาเซลเซียส (1,181 - 1,696 องศาฟาเรนไฮต์)

การจัดเรียงผลิตภัณฑ์เข้าเผาดินควรจะเอาผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่หรือมีน้ำหนักมากไว้ด้านล่าง แล้วนำผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็กหรือมีน้ำหนักเบาวางซ้อนไว้ด้านบน เพื่อเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ การเผาดิบในระยะแรกจำเป็นต้องเพิ่มอุณหภูมิขึ้นอย่างช้า ๆ ในการเร่งไฟให้ร้อนเร็วเกินไป ถ้าผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในเตาไม่แห้งสนิทเมื่อได้รับความร้อนมากน้ำที่อยู่ในเนื้อผลิตภัณฑ์นั้นจะแตกระเบิดได้ ฉะนั้นการเผาในระยะแรกจึงต้องให้ความร้อนเพียงเล็กน้อย เพื่ออบไล่ไอน้ำออกจากผลิตภัณฑ์เสียก่อน สำหรับเตาเผาขนาดเล็กอย่างน้อยภายในระยะเวลา 3 ชั่วโมงแรก อุณหภูมิในเตาไม่ควรเกิน 200 องศาเซลเซียส

(424 องศาฟาเรนไฮต์) ต่อชั่วโมง แล้วจึงค่อย ๆ เรังไฟเพิ่มความร้อนในอุณหภูมิสูงขึ้น แต่ไม่ควรสูงมากเกินไป 150 องศาเซลเซียส (334 องศาฟาเรนไฮต์) ต่อชั่วโมง เมื่อเผาจนถึงอุณหภูมิที่ต้องการแล้วจึงค่อย ๆ ลดความร้อนภายในเตาให้เย็นลงทีละน้อย จนกระทั่งอุณหภูมิไม่เกิน 150 องศาเซลเซียส (324 องศาฟาเรนไฮต์) จึงสามารถนำผลิตภัณฑ์ออกจากเตาได้

### การเผาเคลือบ (Glaze Firing)

การเผาเคลือบ หมายถึง การเผาให้น้ำเคลือบที่ชุบบนผลิตภัณฑ์ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน มีความมันวาว บางชนิดเป็นเคลือบด้าน ผิวเรียบมีความแข็ง สามารถต้านทานต่อกรดและด่างได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ทวี พรหมพฤกษ์ (2523 : 155) ได้กล่าวถึง การเผาเคลือบว่าไม่ว่าจะเป็นเคลือบชนิดไฟต่ำหรือไฟสูง จะต้องเผาให้ได้อุณหภูมิตามข้อกำหนดของน้ำเคลือบแต่ละชนิด มิฉะนั้นการเผาจะเกิดการเสียหายได้ เช่น การเผาที่ไฟเกิน (Overtired) ย่อมทำให้น้ำเคลือบไหลมากอาจติดพื้นเตาหรือชั้นรองทำให้เสียหายได้ และการเผาที่อุณหภูมิไม่ถึงจะสุกตัวทำให้เคลือบไม่เป็นมันเท่าที่ควร

ทวี พรหมพฤกษ์ (2523 : 156) กล่าวถึง เทคนิคในการเผาเคลือบไว้ว่า การเผาเคลือบที่ดีควรให้อัตราเร่งในการเผา 50 - 100 องศาเซลเซียส (122 - 212 องศาฟาเรนไฮต์) ต่อชั่วโมง ไม่ควรเผาให้รวดเร็วเกินไป การเผาที่พุนวดไฟ (cone) เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิประกอบด้วยนั้น ภายหลังจากที่โคนลิ้มแล้ว ควรเผาเย็นไฟไว้ที่อุณหภูมิเดิมนั้นอีกประมาณครึ่งชั่วโมง จะทำให้การเผาสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และในการปิดเตา หลังจากการเผาเคลือบได้ที่แล้ว ควรปล่อยให้เตาทั้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง อัตราการลดความร้อนควรใช้ 100 องศาเซลเซียส (212 องศาฟาเรนไฮต์) ต่อชั่วโมงจะทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่แตกหักเสียหายได้ ทวี พรหมพฤกษ์ (2523 : 155) ยังได้กล่าวต่อไปอีกว่า การเผาเคลือบไม่ว่าจะเป็นเคลือบชนิดไฟต่ำหรือไฟสูงจะต้องเผาให้ได้ อุณหภูมิตามข้อกำหนดของน้ำเคลือบแต่ละชนิด มิฉะนั้นการเผาจะเกิดการเสียหายได้ เช่น การเผาที่ไฟเกิน (Over Fire) ย่อมทำให้น้ำเคลือบไหลมาก อาจติดพื้นเตาหรือชั้นวางทำให้เสียหายได้ และการเผาที่อุณหภูมิไม่ถึงจุดสุกตัว ทำให้เคลือบไม่เป็นมันเท่าที่ควร

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ (2539 : 349 - 350) กล่าวว่า การเผาเคลือบจะเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในแต่ละขั้นว่า

1. จะเกิดการอบแห้ง ผลิตภัณฑ์ดิบเมื่อชุบเคลือบ ส่วนผสมของเคลือบจะเกาะบนผิวผลิตภัณฑ์เป็นชั้นบาง ๆ ส่วนผสมของเคลือบมีวัตถุต่าง ๆ บางกรณีจะมีสารอินทรีย์ที่ช่วยทำให้เกิดความเหนียวเมื่อเริ่มเผาความชื้นจะถูกกำจัดออกไป ความหนาของเคลือบจะลดลงพร้อมกับมีการหดตัว ถ้าชั้นของเคลือบมีคุณสมบัติยึดหยุ่นตัวที่ดีเคลือบจะไม่แตกกระเทาะเนื่องจากความเครียด ถ้ามีดินเป็นส่วนผสมมากมีการบดที่ละเอียดหรือชุบหนาเกินไปจะทำให้เกิดการแตกกระเทาะหลังการชุบเคลือบ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เคลือบเกิดการดึงตัวและเคลือบผิวผลิตภัณฑ์เป็นหย่อม ๆ



2. การออกซิเดชันพวกสารอินทรีย์ ระหว่างอุณหภูมิ 500 - 600 องศาเซลเซียสอินทรีย์สารจำนวนหนึ่งจะถูกออกซิไดซ์ จะทำให้ชั้นของเคลือบพูนตัวมากขึ้น 30 - 50 เปอร์เซ็นต์

3. การกำจัดกลุ่ม OH ออกจากดิน ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส กลุ่ม OH ในโครงสร้างของดินจะถูกกำจัดออกไป จะทำให้ชั้นของเคลือบพูนตัวมากขึ้น

4. จุดเริ่มต้นการเกิดแก้ว ที่อุณหภูมิประมาณ 700 องศาเซลเซียสในเคลือบที่มีฟritจะเริ่มเยิ้มตัวและละลายส่วนผสมอื่น ๆ ในเคลือบชนิดอื่น ๆ จุดเริ่มต้นของการเกิดที่อุณหภูมิสูงกว่า แต่ในทุกกรณีจะมีแก้วเกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส

5. การละลายของวัตถุดิบที่ใช้ในส่วนผสมของเคลือบ เมื่อเริ่มเกิดแก้วขึ้นในขณะที่อุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณของเนื้อแก้วจะมีมากขึ้น เนื่องจากวัตถุดิบอื่น ๆ ละลายลงไปเนื้อแก้วมีแต่หินแก้วเท่านั้นคงตัวอยู่ได้ และสามารถทนอยู่ได้เกือบถึงจุดสุกตัวของเคลือบ การละลายของหินแก้วทำให้มีความหนืดสูงขึ้น ซึ่งจะช่วยให้เคลือบไหลตัวได้ดีขึ้น

6. การกำจัดพวกฟองอากาศ ชั้นของส่วนผสมของเคลือบขณะอบเคลือบใหม่ ๆ จะมีรูพรุน 40 - 50 เปอร์เซ็นต์ซึ่งจะมีอากาศอยู่เต็ม ขณะที่ส่วนผสมของเคลือบหลอมตัว ฟองอากาศจะหนีออกไป แต่บางส่วนจะถูกขังอยู่ในเนื้อเคลือบ ยังมีฟองอากาศที่เกิดจากสลายตัวของพวกคาร์บอนเตในวัตถุดิบที่ใช้ทำส่วนผสมของเคลือบ ที่จุดสุกตัวของเคลือบความหนืดของเคลือบจะลดลง ฟองอากาศส่วนใหญ่จะลอยตัวขึ้นมาที่ผิวเคลือบและหนีออกไป

ในการเผาเคลือบต้อง ใช้ความชำนาญและความระมัดระวังเป็นพิเศษเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตรงตามความต้องการ มีตำหนิของเคลือบที่น้อย และสวยงาม

#### บรรยากาศในการเผา (Kiln Atmosphere)

ในการเผาเครื่องปั้นดินเผาจะมีการเผา 2 แบบคือ การเผาแบบ Reduction และ Oxidation การเผาจะเป็นบรรยากาศประเภทใดนั้นขึ้นอยู่กับประเภทของเตาเผาและเชื้อเพลิงการเผา การเผาแบบ Reduction จะทำให้เกิดสีขึ้นได้ สีที่เกิดขึ้นแก่ผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนแปลงไปกับบรรยากาศของการเผา การเผาแบบนี้จะต้องใช้เตาชนิดต่าง ๆ ดังนี้ เตาน้ำมัน เตาแก๊ส เตาฟืน เตาถ่าน ฯลฯ บรรยากาศในการเผา ในการเผาเตาจะมีบรรยากาศในการเผาที่แตกต่างกันจะทำให้สีของเคลือบแตกต่างกัน บรรยากาศที่เกิดในเตาเผา มี 2 ลักษณะคือ

1. การเผาแบบรีดักชัน ทำให้สีเกิดขึ้นได้ สีที่เกิดขึ้นในเนื้อเคลือบเปลี่ยนแปลงไปกับบรรยากาศของการเผา การเผาแบบรีดักชันคือการที่เกิดการเผาไหม้ไม่หมดภายในเตาเผา จะมีกลุ่มควันและเขม่าอยู่ภายในห้องเผาไหม้ของเตาเผาเนื่องมาจากออกซิเจนกับเชื้อเพลิงมีอัตราส่วนที่ไม่พอดีกัน การเผาเตาลักษณะนี้เรียก

การเผาแบบรีดักชัน เตาที่ใช้ในการเผาบรรยากาศได้ดีได้แก่ เตาฟืน เตาน้ำมัน เตาแก๊ส ตัวอย่างเนื้อเคลือบและเนื้อดินปั้นที่มีสารประกอบของเฟอร์ริกออกไซด์เมื่อเผาในบรรยากาศรีดักชันจะทำให้เกิดสีเขียวแกมฟ้าในเคลือบ

2. การเผาแบบออกซิเดชัน เป็นการเผาไหม้ที่หมดจดไม่มีกลุ่มควันอยู่ในห้องเผาไหม้ของเตาเผา เพราะออกซิเจนและเชื้อเพลิงเหมาะสมกัน การเผาในบรรยากาศแบบนี้สามารถทำการเผาได้กับเตาเผาทุกชนิด เตาเผาที่เผาแบบออกซิเดชันได้ดีที่สุดคือเตาไฟฟ้า จะทำให้เกิดสีตามคุณสมบัติของออกไซด์ที่ผสมในเคลือบ เช่น เฟอร์ริกออกไซด์จะให้สีน้ำตาลเมื่อเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน(โกมล รัชวงศ์. 2538 : 154)

การเผาเคลือบไม่ได้สิ้นสุดเมื่ออุณหภูมิขึ้นถึงจุดสูงสุดและปล่อยให้เตาเย็นลง น้ำเคลือบเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างสลับซับซ้อนและต่อเนื่องวัตถุในเคลือบค่อย ๆ หลอมละลายกลายเป็นแก้ว ฟองอากาศและก๊าซต่าง ๆ จากผิวดินลอยตัวขึ้นมาแตกบนผิวเคลือบ ในอุณหภูมิสูงสุด เคลือบจะค่อย ๆ ไหลตัวเล็กน้อย ทำให้ผิวเนียนเรียบเมื่อปิดเผาปล่อยให้เตาเย็นลงก็ยิ่งเกิดปฏิกิริยาในเคลือบต่อไปอีก ถ้าปล่อยให้เตาเย็นลงเร็วจะได้เคลือบใสธรรมดา แต่ถ้าควบคุมเตาเผาให้ค่อย ๆ เย็นตัวลงช้า ๆ วัตถุในบางตัวจะเกิดผลึกหรือเกิดเป็นจุดเล็ก ๆ ที่บนผิวเคลือบโดยปกติเตาเผาเย็นตัวเร็วผิวเคลือบจะมันแวววาว แต่ถ้าเย็นตัวช้าเคลือบจะเกิดจุดและฝ้าน่าสนใจยิ่งขึ้นหรือเกิดเป็นผลึกเล็ก ๆ บนผิวเคลือบ (ไพจิตร อังศิริวัฒน์ 2537 : 37)

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นิวัตร พงษ์นะ (2534) ทำการทดลองสัดส่วนของอลูมินาต่อซิลิกาที่ทำให้เกิดลักษณะของเคลือบเฟลด์สปาร์ โดยการวิจัยเคลือบเฟลด์สปาร์มีลักษณะของเคลือบแสดงออกมาหลังการเผาคือเคลือบมัน เคลือบกึ่งมันกึ่งมันเคลือบด้าน ซึ่งใช้อัตราส่วนของอลูมินา 0.2 ถึง 0.5 โมลต่อ ซิลิกา 2.0 ถึง 5.0 โมล เเผาในอุณหภูมิ 1,240 องศาเซลเซียส โดยใช้วัตถุดิบเป็นสูตรเคลือบมาตรฐานดังนี้โปแตสเฟลด์สปาร์ ควอทซ์ ดินขาว แคลเซียมคาร์บอเนต ไดโลไมท์ แร่เวียมคาร์บอเนต สังกะสีออกไซด์ โปแตสเซียมคาร์บอเนต อลูมินา การเกิดตำหนิของเคลือบที่ทดลองเผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชันรูเข็มเกิดขึ้นกับเคลือบที่มีส่วนผสมที่มีลักษณะด้าน กึ่งด้าน และมันแวววาว เคลือบรานจะเกิดขึ้นกับส่วนผสมเคลือบที่มีลักษณะด้านเท่านั้น สำหรับการเผาในบรรยากาศแบบรีดักชันจะพบตำหนิรูเข็มในเคลือบกึ่งด้านกึ่งมัน และในเคลือบมันแวววาว เคลือบรานเกิดขึ้นกับเคลือบทั้งเคลือบด้าน เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน และเคลือบมันแวววาว

ประสิทธิ์ แก้วฟูรังษี (2539) ทำการทดลองหาประสิทธิภาพเนื้อดินปั้นประเภทสโตนแวร์ของดินเหนียวทะเลแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมี ทำให้ทราบว่าดินเหนียวทะเลแก้วเป็นหินเหนียวเนื้อละเอียดสีน้ำตาลปนเหลือง เมื่อวิเคราะห์

ทางเคมีพบว่ามีซิลิการ้อยละ 61.60 อลูมินาร้อยละ 17.40 เฟอริกออกไซด์ร้อยละ 6.80 แมงกานีสออกไซด์ร้อยละ 0.50 ไทเทเนียมไดออกไซด์ร้อยละ 1.00 แคลเซียมออกไซด์ร้อยละ 1.00 แมกนีเซียมออกไซด์ร้อยละ 1.00 โซเดียมออกไซด์ร้อยละ 1.70 และโพแทสเซียมออกไซด์ร้อยละ 1.90 การเผาเนื้อดินบดในบรรยากาศออกซิเดชันปรากฏโทนสีเนื้อ สีน้ำตาลแดง สีน้ำตาลจนถึงสีน้ำตาลดำเมื่อเคลือบด้วยเคลือบใสได้ผิวเคลือบเป็นมัน เรียบ สัมผัสของเนื้อดิน การเผาในบรรยากาศรีดักชัน ปรากฏโทนสีเนื้อ สีน้ำตาลจนถึงสีน้ำตาลดำเมื่อเคลือบด้วยเคลือบใสได้ผิวเคลือบค่อนข้างเข้ม เป็นมัน เรียบและรานเล็กน้อย เนื้อดินบดส่วนใหญ่เผาถึงขั้นแกร่งเป็นสโตนแวร์ได้

วาสนา สายมา (2539) ทำการทดลองเคลือบซีเมนต์ฟางข้าวเหนียวสำหรับเนื้อดินบดสโตนแวร์มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างเคลือบซีเมนต์ฟางข้าวเหนียวที่ใช้กับเครื่องปั้นสโตนแวร์ โดยใช้วัตถุดิบคือ แร่ฟันม้าดินผองา และซีเมนต์ฟางข้าวเหนียว เผาที่อุณหภูมิ 1,240 องศาเซลเซียสในบรรยากาศแบบรีดักชัน วิเคราะห์ผลจากการทดลองจากความมันของเคลือบ สรุปได้ว่าลักษณะของเคลือบที่ได้จากการทดลองมีความมันเกิดขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา  
Pibulsongkram Rajabhat University

### บทที่ 3

#### วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ได้ดำเนินการตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

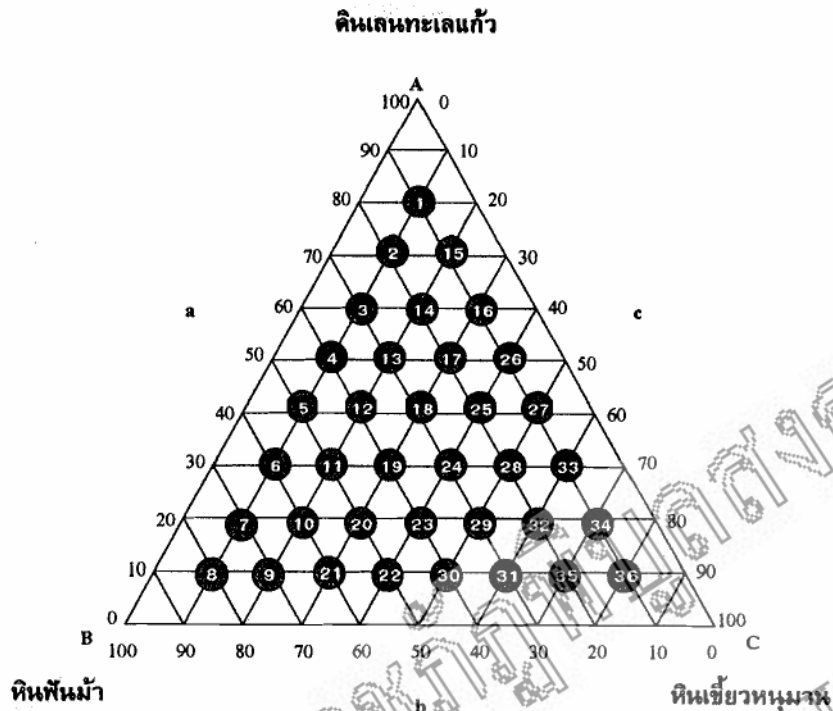
1. วัตถุประสงค์
2. กลุ่มตัวอย่าง
3. ตัวแปรที่ศึกษา
4. เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ในการทดลอง
5. สถานที่และระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง
6. การดำเนินการวิจัย
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ดินเลนทะเลแก้ว Feldspar และ Quartz

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend) ซึ่งได้สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้ ดินเลนทะเลแก้ว 10 - 80 % Feldspar 10 - 80 % และ Quartz 10 - 80 % จำนวน 36 สัดส่วน ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 ตารางสามเหลี่ยมแสดงส่วนผสมของเคลือบดินเลนทะเลแก้ว

จากตารางสามเหลี่ยมที่กำหนดไว้จำนวน 36 ส่วนผสม สามารถสรุปออกมาเป็นวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมน้ำเคลือบได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมในเคลือบดินเลนทะเลแก้ว

สูตรที่	วัตถุดิบที่ใช้ผสมคิดเป็นร้อยละ		
	ดินเลนทะเลแก้ว	Feldspar	Quartz
1	80	10	10
2	70	20	10
3	60	30	10
4	50	40	10
5	40	50	10
6	30	60	10



ตาราง 1 (ต่อ)

สูตรที่	วัตถุดิบที่ใช้ผสมคิดเป็นร้อยละ		
	ดินเหนียว	Feldspar	Quartz
7	20	70	10
8	10	80	10
9	10	70	20
10	20	60	20
11	30	50	20
12	40	40	20
13	50	30	20
14	60	20	20
15	70	10	20
16	60	10	30
17	50	20	30
18	40	30	30
19	30	40	30
20	20	50	30
21	10	60	30
22	10	50	40
23	20	40	40
24	30	30	40
25	40	20	40
26	50	10	40
27	40	10	50
28	30	20	50
29	20	30	50
30	10	40	50
31	10	30	60
32	20	20	60
33	30	10	60
34	20	10	70
35	10	20	70
36	10	10	80

## ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรที่ศึกษา
  - 1.1 ตัวแปรอิสระ
    - 1.1.1 สัดส่วนของวัตถุดิบที่เปลี่ยนแปลง 36 สัดส่วน
    - 1.1.2 บรรยากาศในการเผาเคลือบ
      - 1.1.2.1 บรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชั่น
      - 1.1.2.1 บรรยากาศการเผาแบบรีดักชั่น
  - 1.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ลักษณะของเคลือบ
    - 1.2.1 ระดับความมันของเคลือบ
    - 1.2.2 ความสมบูรณ์ของเคลือบ
    - 1.2.3 สีของเคลือบ

## เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยด้วยวิธีการทดลอง ซึ่งจะต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์แบ่งออกเป็น

- 2 หัวข้อใหญ่ ๆ ดังนี้
  1. วัสดุ ได้แก่
    - 1.1 ดินเลนทะเลแก้ว
    - 1.2 Feldspar
    - 1.3 Quartz
    - 1.4 ปูนปลาสเตอร์
    - 1.5 แก๊ส L.P.G
  2. อุปกรณ์ ได้แก่
    - 2.1 เตาเผาเซรามิกส์
    - 2.2 เครื่องชั่ง ระบบดิจิทัล
    - 2.3 หม้ออบขนาดเล็ก
    - 2.4 เครื่องวัดอุณหภูมิ
    - 2.5 ตะแกรงร่อน ขนาด 80 , 120 เมช

## ระยะเวลาในการทำวิจัย

ตั้งแต่ 2543 - กันยายน 2545

## สถานที่ทำการทดลองวิจัย

โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม

## การดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ลำดับขั้นตอนในการวิจัย 2 ขั้นตอน คือ  
ตอนที่ 1 เตรียมดินเลนทะเลแก้ว  
ตอนที่ 2 ชั่ง บดผสมวัตถุดิบที่ใช้ทำน้ำเคลือบดินเลนทะเลแก้วและทดลองเผาที่อุณหภูมิ 1,250

องศาเซลเซียส

### ตอนที่ 1

เตรียมดินเลนทะเลแก้ว ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ฉักดินเลนจากคูน้ำรอบทะเลแก้ว บริเวณโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์
2. นำดินเลนที่ได้ กรองด้วยตะแกรง ขนาด 80 เมช
3. นำดินเลนที่ผ่านการกรองแล้ว อบให้แห้งที่ อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส
4. นำดินเลนที่ผ่านการอบแห้ง แล้วบดด้วยโกร่งบดแล้วร่อนผ่านตะแกรง 120 เมช
5. ได้ดินเลนทะเลแก้วที่พร้อมสำหรับการชั่งและบดผสมเป็นเคลือบดินทะเลแก้ว

### ตอนที่ 2

1. ทำพิมพ์ปูนพลาสติกสำหรับการขึ้นรูปเป็นแท่งทดลองชุบน้ำเคลือบ
2. ชั่งวัตถุดิบ ตามส่วนผสมที่อ่านได้จากตาราง 1 โดยชั่งส่วนผสมละ 100 กรัม
3. นำส่วนผสมที่ได้บดผสมในหม้อบดขนาดเล็ก เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
4. นำส่วนผสมที่ผ่านการบดแล้วนำมาเคลือบด้วยวิธีการชุบเคลือบบนชิ้นทดลองที่เป็นผลิตภัณฑ์

ดิบ โดยชุบสูตรส่วนผสมละ 2 ชิ้นทดลอง

5. นำชิ้นทดลองไปเผาด้วยเตาแก๊สที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน และบรรยากาศรีดักชัน
6. นำชิ้นทดลองที่ผ่านการเผาวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะของเคลือบ ทั้งในบรรยากาศออกซิเดชัน และบรรยากาศรีดักชัน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองครั้งนี้ได้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลจากลักษณะของเคลือบ ดังต่อไปนี้

1. ลักษณะความมันของเคลือบ แบ่งเป็น 4 ลักษณะได้แก่
  - 1.1 เคลือบไม่หลอมละลายหรือไม่มีความมัน (Unfused)
  - 1.2 เคลือบด้าน (Mat)
  - 1.3 เคลือบกึ่งด้านกึ่งมัน (Semi-mat)
  - 1.4 เคลือบมันแวววาว (Bright)
2. ความสมบูรณ์ของเคลือบ แบ่งเป็น 7 ลักษณะ ได้แก่
  - 2.1 การเกิดรูเข็ม (Pinhole)
  - 2.2 การร้าว (Crazing)
  - 2.3 การแตกร่อนบริเวณริมขอบ (Shivering)
  - 2.4 การร่อนออกจากเนื้อดิน (Peeling)
  - 2.5 การแยกตัวออกจากกันของเคลือบ (Crawling)
  - 2.6 ผิวเคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glaze)
  - 2.7 เคลือบไหลตัวมาก (Running of Glaze)
3. สีของเคลือบ ภายหลังจากการเผา ใช้การสังเกตได้ด้วยตาเปล่า

#### บทที่ 4

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองศึกษาส่วนผสมของ 6 เคลือบดินเลนทะเลแก้ว โดยวัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ดินเลนทะเลแก้ว Feldspar และ Quartz มาคำนวณหาส่วนผสม จากตารางสามเหลี่ยม ซึ่งได้สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้ ดินเลนทะเลแก้ว 10 - 80 % Feldspar 10 - 80 % และ Quartz 10 - 80 % จำนวน 36 สัดส่วน เมื่อสิ้นสุดการดำเนินการทดลองแล้วผู้วิจัยได้ข้อมูลลักษณะของ น้ำเคลือบดินเลนทะเลแก้ว ภายหลังจากเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส จำนวน 36 สูตร ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์ผล ค่าพิกัด และนำเสนอผลไว้เป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการทดลอง เคลือบดินเลนทะเลแก้วภายหลังจากเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส บรรยากาศแบบออกซิเดชั่น

ตอนที่ 2 ผลการทดลองเคลือบดินเลนทะเลแก้วภายหลังจากเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส บรรยากาศแบบรีดักชั่น

ตอนที่ 1 ผลการทดลอง เคลือบดินเลนทะเลแก้ว ภายหลังจากเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส บรรยากาศ แบบออกซิเดชั่น

ตาราง 2 ผลการทดลองเคลือบดินเลนทะเลแก้วภายหลังจากเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส บรรยากาศแบบออกซิเดชั่น

สูตรที่	ลักษณะของเคลือบ		
	ระดับความมันของเคลือบ	ความสมบูรณ์ของเคลือบ	สีของเคลือบ
1	กึ่งมันกึ่งด้าน	เคลือบแยกตัว	น้ำตาลเข้มออกดำ
2	มันแวววาว	รูเข็ม	น้ำตาลเข้ม
3	กึ่งมันกึ่งด้าน	รูเข็ม	น้ำตาลจืดดำ
4	กึ่งมันกึ่งด้าน	รูเข็ม	น้ำตาลเข้ม
5	กึ่งมันกึ่งด้าน	รูเข็ม	น้ำตาลเข้ม
6	มันแวววาว	รูเข็ม	ครีมจืดดำ
7	มันแวววาว	รูเข็ม	ครีมจืดดำ



ตาราง 2 (ต่อ)

สูตรที่	ลักษณะของเคลือบ		
	ระดับความมันของเคลือบ	ความสมบูรณ์ของเคลือบ	สีของเคลือบ
8	มันแวววาว	วาน	ครีมจุดดำเล็กน้อย
9	กึ่งมันกึ่งด้าน	รูเข็ม	ครีมจุดดำเล็กน้อย
10	มันแวววาว	รูเข็ม	น้ำตาลจุดดำ
11	มันแวววาว	รูเข็ม	น้ำตาลจุดดำ
12	มันแวววาว	รูเข็ม	น้ำตาลจุดดำ
13	มันแวววาว	รูเข็ม	น้ำตาลจุดดำ
14	กึ่งมันกึ่งด้าน	เคลือบแยกตัว	น้ำตาลเข้มออกดำ
15	กึ่งมันกึ่งด้าน	เคลือบแยกตัว	น้ำตาลเข้มออกดำ
16	ด้าน	เคลือบแยกตัว	น้ำตาลเข้มออกดำ
17	กึ่งมันกึ่งด้าน	เคลือบแยกตัว	น้ำตาลเข้มออกดำ
18	กึ่งมันกึ่งด้าน	รูเข็ม	น้ำตาลจุดดำ
19	กึ่งมันกึ่งด้าน	รูเข็ม	น้ำตาลจุดดำ
20	กึ่งมันกึ่งด้าน	รูเข็ม	น้ำตาลจุดดำ
21	กึ่งมันกึ่งด้าน	พองตัว	ครีมจุดดำเล็กน้อย
22	กึ่งมันกึ่งด้าน	พองตัว	ครีมจุดดำเล็กน้อย
23	กึ่งมันกึ่งด้าน	พองตัว	น้ำตาลจุดดำเล็กน้อย
24	กึ่งมันกึ่งด้าน	รูเข็ม	น้ำตาลจุดดำ
25	กึ่งมันกึ่งด้าน	พองตัว	น้ำตาลเข้ม
26	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	น้ำตาลเข้มออกดำ
27	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	น้ำตาลเข้ม
28	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	น้ำตาล
29	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	ครีมจุดดำ
30	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	ครีมจุดดำ
31	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	ครีมจุดดำ
32	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	ครีมจุดดำ
33	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	น้ำตาล

ตาราง 2 (ต่อ)

สูตรที่	ลักษณะของเคลือบ		
	ระดับความมันของเคลือบ	ความสมบูรณ์ของเคลือบ	สีของเคลือบ
34	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	น้ำตาลจืดดำ
35	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	ครีมจืดดำ
36	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	ครีมจืดดำ

ตอนที่ 2 ผลการทดลองเคลือบดินเลนทะเลแก้ว ภายหลังจากเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส  
บรรยากาศแบบรีดักชัน แสดงผลในตาราง 3

ตาราง 3 ผลการทดลอง เคลือบดินเลนทะเลแก้ว ภายหลังจากเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส  
บรรยากาศแบบรีดักชัน

สูตรที่	ลักษณะของเคลือบ		
	ระดับความมันของเคลือบ	ความสมบูรณ์ของเคลือบ	สีของเคลือบ
1	กึ่งมันกึ่งด้าน	เคลือบแยกตัว	น้ำตาลเข้มออกแดง
2	มันแวววาว	เคลือบแยกตัว	น้ำตาล
3	มันแวววาว	รูเข็ม	น้ำตาลจืดดำ
4	มันแวววาว	สมบูรณ์	น้ำตาลแดงจืดดำ
5	มันแวววาว	สมบูรณ์	น้ำตาลจืดดำ
6	มันแวววาว	สมบูรณ์	น้ำตาลออกเขียว
7	มันแวววาว	ราน	เขียวจืดน้ำตาล
8	มันแวววาว	ราน	เขียว
9	มันแวววาว	ราน	เขียว
10	มันแวววาว	ราน	เขียวจืดน้ำตาล
11	มันแวววาว	สมบูรณ์	เขียวจืดน้ำตาล
12	มันแวววาว	สมบูรณ์	น้ำตาลจืดน้ำตาลเข้ม
13	มันแวววาว	รูเข็ม	น้ำตาลจืดดำ

ตาราง 3 (ต่อ)

สูตรที่	ลักษณะของเคลือบ		
	ระดับความมันของเคลือบ	ความสมบูรณ์ของเคลือบ	สีของเคลือบ
14	กึ่งมันกึ่งด้าน	เคลือบแยกตัว	น้ำตาลเข้ม
15	กึ่งมันกึ่งด้าน	เคลือบแยกตัว	น้ำตาลเข้มออกแดง
16	กึ่งมันกึ่งด้าน	เคลือบแยกตัว	น้ำตาลเข้ม
17	กึ่งมันกึ่งด้าน	เคลือบแยกตัว	น้ำตาลจืดดำ
18	กึ่งมันกึ่งด้าน	รูเข็ม	น้ำตาลจืดดำ
19	กึ่งมันกึ่งด้าน	รูเข็ม	น้ำตาลจืดดำ
20	มันแวววาว	รูเข็ม	เขียวจืดน้ำตาล
21	มันแวววาว	รูเข็ม	ขาวจืดน้ำตาลเล็กน้อย
22	กึ่งมันกึ่งด้าน	รูเข็ม	ขาวจืดน้ำตาลเล็กน้อย
23	กึ่งมันกึ่งด้าน	พองตัว	เขียวจืดน้ำตาล
24	กึ่งมันกึ่งด้าน	รูเข็ม	น้ำตาลจืดน้ำตาลเข้ม
25	กึ่งมันกึ่งด้าน	รูเข็ม	น้ำตาลจืดน้ำตาลเข้ม
26	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	น้ำตาลเข้ม
27	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	น้ำตาล
28	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	ครีมจืดน้ำตาล
29	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	ครีมจืดดำ
30	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	ขาวจืดน้ำตาล
31	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	ขาวจืดน้ำตาล
32	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	ครีมจืดน้ำตาล
33	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	น้ำตาล
34	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	เหลืองจืดดำ
35	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	ครีมจืดน้ำตาล
36	ด้าน	ด้านไม่ตรงความเป็นจริง	ครีมจืดน้ำตาล

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองหาอัตราส่วนผสมของดินเลนทะเลแก้ว หินเขียวหนุมานและหินฟันม้า เพื่อให้ได้เคลือบดินเลนที่เหมาะสมในอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส

#### จุดมุ่งหมายของการวิจัย

เพื่อศึกษาลักษณะเคลือบที่มีส่วนผสมของดินเลน ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศ การเผาแบบออกซิเดชันและรีดักชัน

#### วัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ดินเลนทะเลแก้ว Feldspar และ Quartz

#### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ได้จากการสุ่มจากแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Diagram) ซึ่งได้สัดส่วนของกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้ ดินเลนทะเลแก้ว 10 - 80 % Feldspar 10 - 80 % และ Quartz 10 - 80 % จำนวน 36 สูตรส่วนผสม

#### เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยด้วยวิธีการทดลอง ซึ่งจะต้องใช้เครื่องมือและอุปกรณ์แบ่งออกเป็น 2 หัวข้อใหญ่ ๆ ดังนี้

1. วัสดุ ได้แก่ ดินเลนทะเลแก้ว Feldspar Quartz ปูนปลาสเตอร์ และแก๊ส L.P.G.
2. อุปกรณ์ ได้แก่ เตาเผาเซรามิกส์ เครื่องชั่ง หม้ออบต เครื่องวัดอุณหภูมิ และตะแกรงร่อน

## การดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินการวิจัย ตามกระบวนการ โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ

**ตอนที่ 1** เตรียมดินเลนทะเลแก่้ว ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ตักดินเลนจากคูน้ำรอบทะเลแก่้ว บริเวณโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์
2. นำดินเลนที่ได้ กรองด้วยตะแกรง ขนาด 80 เมช
3. นำดินเลนที่ผ่านการกรองแล้ว อบให้แห้งที่ อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส
4. นำดินเลนที่ผ่านการอบแห้ง แล้วบดด้วยโกร่งบดแล้วร่อนผ่านตะแกรง 120 เมช
5. ได้ดินเลนทะเลแก่้วที่พร้อมสำหรับการชั่งและบดผสมเป็นเคลือบดินทะเลแก่้ว

**ตอนที่ 2**

1. ทำพิมพ์ปูนพลาสเตอร์สำหรับการขึ้นรูปเป็นแท่งทดลองรูปน้ำเคลือบ
2. ชั่งวัตถุดิบ ตามส่วนผสมที่อ่านได้จากตาราง 1 โดยชั่งส่วนผสมละ 100 กรัม
3. นำส่วนผสมที่ได้บดผสมในหม้อบดขนาดเล็ก เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
4. นำส่วนผสมที่ผ่านการบดแล้วนำมาเคลือบด้วยวิธีการชุบเคลือบบนชิ้นทดลองที่เป็นผลิตภัณฑ์ดิบ โดยชุบสูตรส่วนผสมละ 2 ชิ้นทดลอง
5. นำชิ้นทดลองไปเผาด้วยเตาแก๊สที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน และบรรยากาศรีดักชัน
6. นำชิ้นทดลองที่ผ่านการเผา มาวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะของเคลือบ ทั้งในบรรยากาศออกซิเดชัน และบรรยากาศรีดักชัน

## สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์สามารถสรุปผลการทดลองออกเป็นข้อๆได้ดังนี้

1. ลักษณะของเคลือบดินเลนทะเลแก่้วภายหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน สรุปได้ดังนี้

### 1.1 ระดับความมันของเคลือบ

- |       |                          |        |                                 |
|-------|--------------------------|--------|---------------------------------|
| 1.1.1 | เคลือบที่มีความมันแวววาว | ได้แก่ | สูตรส่วนผสมที่ 2 และ 6-13       |
| 1.1.2 | เคลือบที่กึ่งมันกึ่งด้าน | ได้แก่ | สูตรส่วนผสมที่ 1, 3-5, 9, 14-15 |

และ 17-25



- 1.1.3 เคลือบที่มีความต้าน ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 16 และ 26-36
- 1.2 ความสมบูรณ์ของเคลือบ มีดังนี้
- 1.2.1 เคลือบที่มีลักษณะการแยกตัวออกจากกันของเคลือบ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และ 14-17
- 1.2.2 เคลือบที่มีลักษณะเป็นรูเข็ม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2-7, 9-13, 18-20 และ 24
- 1.2.3 เคลือบที่มีลักษณะการราน ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 8
- 1.2.4 เคลือบที่มีลักษณะการพองตัว ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 21-23 และ 25
- 1.2.5 เคลือบที่มีลักษณะด้านไม่ตรงตามความเป็นจริง ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 26-36
- 1.3 สีของเคลือบภายหลังการเผาเคลือบให้สีครีมจนถึงสีน้ำตาลเข้มออกดำ แยกเป็นกลุ่มได้ ดังนี้
- 1.3.1 สีน้ำตาลเข้มจนถึงสีน้ำตาลเข้มออกดำ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1-2, 4-5, 14-17 และ 25-27
- 1.3.2 สีน้ำตาลจนถึงสีน้ำตาลสดจาง ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3, 10-13, 18-20, 23-24, 28 และ 33-34
- 1.3.3 สีครีมจืดดำ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 6-9, 21-22, 29-32 และ 35-36
2. ลักษณะของเคลือบดินเหนียวทะเลแก้วภายหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส บรรยากาศ แบบรีดักชัน สรุปได้ดังนี้
- 2.1 ระดับความมันของเคลือบ
- 2.1.1 เคลือบที่มีความมันแวววาว ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2-13 และ 20-21
- 2.1.2 เคลือบที่กึ่งมันกึ่งด้าน ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1, 14-19, และ 22-25
- 2.1.3 เคลือบที่มีความต้าน ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 26-36
- 2.2 ความสมบูรณ์ของเคลือบ มีดังนี้
- 2.2.1 เคลือบที่มีความสมบูรณ์ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4-6 และ 11-12
- 2.2.2 เคลือบที่มีลักษณะการแยกตัวออกจากกันของเคลือบ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1-2 และ 14-17
- 2.2.3 เคลือบที่มีลักษณะเป็นรูเข็ม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3, 13, 18-20, 22 และ 24-25
- 2.2.4 เคลือบที่มีลักษณะการราน ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7-10 และ 21
- 2.2.5 เคลือบที่มีลักษณะการพองตัว ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 23

- 2.2.6 เคลือบที่มีลักษณะด้านไม่ตรงตามความเป็นจริงได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 26-36
- 2.3 สีของเคลือบภายหลังการเผาเคลือบให้สีเขียวจนถึงสีน้ำตาลเข้มออกแดง แยกเป็นกลุ่ม  
ได้ดังนี้
- 2.3.1 สีน้ำตาลเข้มจนถึงสีน้ำตาลเข้มออกแดง ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1, 14-16,  
และ 26
- 2.3.2 สีน้ำตาลจนถึงสีน้ำตาลจืดดำ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3-5, 12-13, 17-19,  
24-25, 27 และ 33
- 2.3.3 สีเขียวจนถึงสีเขียวจืดน้ำตาล ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7-11, 20 และ 23
- 2.3.4 สีขาวจืดน้ำตาลจนถึงครีมจืดดำ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 21-22, 29-32 และ  
34-36

### อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ผลการวิจัย เคลือบโดยใช้ดินเลนบริเวณทุ่งทะเลแก้วภายหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศแบบออกซิเดชันและรีดักชัน พบว่าส่วนผสมที่แตกต่างกันของเคลือบทำให้ผลการทดลองที่ได้มีความแตกต่างกัน สามารถอภิปรายผลตามลักษณะของเคลือบได้ดังนี้

#### ระดับความมันของเคลือบ

จากการทดลองภายหลังจากการเผาพบว่า เคลือบมีระดับความมัน 3 กลุ่ม คือ มันแวววาว กึ่งมัน กึ่งด้าน และด้าน ซึ่งความมันของเคลือบที่ต่างกันอาจเป็นเพราะส่วนผสมของเคลือบในกลุ่มหินเขียวหนามานมีสัดส่วนที่ต่างกัน ซึ่งจะเห็นว่าเคลือบที่มีปริมาณของดินเลนทะเลแก้ว และหินฟันม้าในปริมาณใกล้เคียงกันจะมีระดับความมันของเคลือบคล้ายกัน แต่ปริมาณของหินเขียวหนามานต่างมีผลทำให้ระดับความมันของเคลือบต่างกัน เช่น สูตรส่วนผสมที่ 26-36 มีปริมาณของหินเขียวหนามานระหว่าง 50-80 % ลักษณะของเคลือบด้าน ปริดา พิมพ์ขาวขิง (2524-27) กล่าวว่า การเพิ่มปริมาณซิลิกาในเคลือบให้สูงขึ้นจะทำให้จุดหลอมตัวของส่วนผสมสูงขึ้น แต่ต้องระวังไว้เสมอว่าผลที่เกิดขึ้นอาจเปลี่ยนแปลงได้ดัดโดยปริมาณและคุณสมบัติของธาตุอื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบ หรือมีฉะนั้นปริมาณของซิลิกายังอยู่ในขอบเขตที่เหมาะสมสำหรับเคลือบแต่ละชนิด ดังนั้นถ้าใช้ซิลิกามากเกินไปจะทนไฟมากเกินไป คือมีจุดสุกตัวสูงเกินไป

### ความสมบูรณ์ของเคลือบ

จากผลการทดลองพบว่า เคลือบส่วนใหญ่ที่การเผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่น และรีดักชั่น ลักษณะของเคลือบมีตำหนิหลายลักษณะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายด้าน ซึ่งสามารถอธิบายผลได้ตามลักษณะที่ปรากฏได้ดังนี้

#### 1. การแยกตัวออกจากกันของเคลือบ

จะเห็นว่าส่วนผสมในสูตรที่ 1, 14-16 และ 26 มีปริมาณของดินเลนทะเลแก้ว ระหว่าง 50-80 % และในปริมาณของดินเลนสูงชันการแยกตัวออกจากกันของเคลือบจะปรากฏมากขึ้น โกลมล รัชวงค์ (2531 : 107) กล่าวว่า ความตึงผิวของเคลือบมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของสารประกอบที่มีความเหนียว ได้แก่ ดิน และสารอินทรีย์ที่ผสมเข้าไปในเคลือบเพื่อทำให้เกิดความเหนียว ส่วนเคลือบที่มีความตึงผิวมากจะทำให้เกิดการดึงตัวแยกออกจากกัน และอีกประการหนึ่งคือความละเอียดของเคลือบมากขึ้นไป

#### 2. การเกิดรูเข็มและการพองตัวของเคลือบ

พบว่าในสูตรส่วนผสมที่เกิดตำหนิดังกล่าวมีส่วนผสมในปริมาณสัดส่วนใกล้เคียงกันของสารประกอบดินเลนทะเลแก้วระหว่าง 10-60 % หินฟันม้าระหว่าง 10-60 % และหินชิวหนามา ระหว่าง 10-60 % ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่ต่างกัน ดังนั้นสาเหตุน่าจะเกิดจากเนื้อดินปั้นเนื่องจากการเคลือบดินเลน จะนิยมเคลือบผลิตภัณฑ์ที่ยังมีผ่านการเผาครั้งที่ ปรีดา พิมพ์ขาว (2524 : 303) กล่าวว่า รูเข็มจะเกิดขึ้นเมื่ออบเคลือบบนผลิตภัณฑ์ดิบ หรือเนื้อดินปั้นที่ไม่ได้ผ่านการเผา นอกจากนี้ เนื้อดินปั้นมีความพรุนตัวเนื่องมาจากการผสมเนื้อดินและการหดตัวของเนื้อดินปั้นไม่เข้ากัน ในเนื้อดินมีฟองอากาศอยู่ในขณะเผา ฟองอากาศจะขยายตัวระเหยออกจากเนื้อดินที่สุกผ่านผิวเคลือบออกมาทำให้เกิดรูเข็มและเคลือบพองตัว และอีกสาเหตุหนึ่งคือเคลือบมีความหนืดสูง (โกลมล รัชวงค์. 2531 : 107)

#### 3. การรานตัวของเคลือบ

ในส่วนผสมของเคลือบพบว่าสูตรส่วนผสมที่ 7-10 และ 21 เกิดการรานในผิวเคลือบ จะเห็นว่าจัดอยู่ในกลุ่มที่มีปริมาณหินฟันม้าในปริมาณที่สูง การรานอาจเกิดจากการหดตัวของเคลือบที่ไม่เท่ากับการหดตัวของเนื้อดินปั้นจึงทำให้เกิดการรานในลักษณะต่างๆ โกลมล รัชวงค์ (2538 : 152) กล่าวว่า การหดตัวและการขยายตัวของเคลือบกับเนื้อดินปั้นที่เท่ากัน ระหว่างที่ทำการเผาและปล่อยให้เย็นตัวลงจะไม่มีแรงเค้นเกิดขึ้นในเนื้อเคลือบ เคลือบที่ออกมาจะไม่รานตัว ถ้าเกิดการหดตัวและการขยายตัวไม่เท่ากันระหว่างเคลือบกับเนื้อดินปั้นจะทำให้เคลือบเกิดการรานตัว นอกจากนี้ สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ (2534 : 75) กล่าวอีกว่าการรานของผิวเคลือบมี 2 อย่างคือ การรานเป็นเส้นฝอย และการรานเป็นเส้นห่าง การรานมีทั้งชนิดรานทันที และรานหลังจากการทิ้งไว้สักระยะเวลาหนึ่ง การแก้ปัญหาการรานของเคลือบสามารถเลือกได้ว่าจะแก้ที่น้ำเคลือบหรือเนื้อดินปั้น แต่ส่วนมากมักนิยมแก้ที่น้ำเคลือบจะสะดวกกว่า คือ ลดฟลักซ์ เพิ่มซิลิกา

#### 4. เคลือบด้านไม่ตรงตามความเป็นจริง

ในส่วนผสมของเคลือบพบว่าสูตรส่วนผสมที่ 26-36 เคลือบไม่สุกคือ ไม่ถึงจุดสุกตัว พบว่าในส่วนผสมของสารประกอบมีปริมาณ ฟลักซ์น้อย และ ซิลิกาสูง สอดคล้องกับที่ สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ (2534 : 75) กล่าวว่า ปริมาณการใช้ซิลิกาขึ้นอยู่กับฟลักซ์และจุดสุกตัวของเคลือบ ปริมาณของซิลิกาถ้าใช้น้อยเกินไปจะทำให้เคลือบไม่อยู่ตัวและละลายน้ำได้ง่าย แต่ถ้าใช้มากเกินไปจะทำให้เคลือบทนไฟสูงขึ้น

#### สีของเคลือบ

สีที่ปรากฏจากการทดลองจะเห็นได้ว่าถ้าเผาในบรรยากาศออกซิเดชันจะได้สีครีมจนถึงสีน้ำตาลเข้ม ออกดำ และในบรรยากาศรีดักชันจะได้สีเขียวจนถึงสีน้ำตาลเข้มออกแดง ซึ่งแตกต่างกันไปตามส่วนผสมของดินเลนที่มีปริมาณต่างกัน ความเข้มของสีจะเพิ่มตามปริมาณของดินเลนที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นสีที่เกิดขึ้นเนื่องจากสีที่มีอยู่ในดินเลน คือ ออกไซด์ของเฟอร์ริกที่มีอยู่ในดินมาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับแหล่งของดิน โทมัส รัทซังค์ (2538 : 148) กล่าวว่า บรรยากาศในการเผาที่แตกต่างกันจะทำให้สีของเคลือบแตกต่างกัน บรรยากาศในการเผาตามี 2 ลักษณะ คือ การเผาแบบรีดักชัน คือการที่เกิดการเผาไหม้ไม่หมดภายในเตา จะมีกลุ่มควันและเขม่าเนื้อเคลือบที่มีสารประกอบเฟอร์ริกออกไซด์เมื่อเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะทำให้เกิดสีเขียวแกมฟ้าในเคลือบ และการเผาแบบออกซิเดชัน เป็นการเผาไหม้ที่หมดจดไม่มีกลุ่มควันอยู่ในห้องเผาไหม้ของเตาเผา จึงทำให้เนื้อเคลือบที่มีเฟอร์ริกออกไซด์จะให้สีน้ำตาลเมื่อเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน ทั้งนี้ความเข้มของสีขึ้นอยู่กับปริมาณของเฟอร์ริกออกไซด์มากหรือน้อยต่างกันออกไป

จากการทดลองพบว่า เคลือบดินเลนทะเลแก้ว สูตรส่วนผสมที่ 4 ในบรรยากาศแบบรีดักชัน มีลักษณะของผิวเคลือบสมบูรณ์ที่สุด คือ ผิวเคลือบมีความมันแวววาว และมีความสมบูรณ์ปราศจากตำหนิ ซึ่ง โทมัส รัทซังค์ (2538 : 147) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะของเคลือบที่ต้องการในการทำเคลือบไว้ว่า คือ ความต้องการให้เคลือบหลอมตัวในอุณหภูมิที่กำหนดไว้ ความหนืดของเคลือบคือไม่ต้องการให้เคลือบมีการไหลตัวมาก ความมันแวววาว ความโปร่งใสและความทึบของเคลือบ สีที่เกิดกับเคลือบในการเตรียมน้ำเคลือบและการเผาเคลือบมีความต้องการให้เคลือบมีความสมบูรณ์ปราศจากตำหนิที่เกิดขึ้นในเคลือบ

#### ข้อเสนอแนะ

##### 1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

- 1.1 การที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ในการทำเคลือบดินเลน ถ้านำสูตรส่วนผสม ไปใช้โดยที่วัตถุดิบที่ใช้ไม่ใช่แหล่งเดียวกับผู้วิจัยทำการทดลองควรจะได้ทำการทดลองใหม่อีกครั้งก่อนนำไปใช้งาน
- 1.2 ควรทดสอบความเหมาะสมกับเนื้อดินนั้นที่จะนำมาใช้กับเคลือบดินเลนก่อนนำไปใช้งาน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

- 2.1 การทดลองครั้งต่อไป ควรทดลองหลายช่วงอุณหภูมิ เพื่อศึกษาจุดสุกตัวที่เหมาะสมกับ  
เคลือบ
- 2.2 การทดลองครั้งต่อไป ควรศึกษาสารประกอบ ที่จะใส่เพิ่มเติมเข้าไปเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติ  
ของเคลือบให้ดีขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม  
Pibulsongkram Rajabhat University



บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม  
Pibulsongkram Rajabhat University

### บรรณานุกรม

กาญจนะ แก้วกำเนิด. การทดสอบวัสดุพิมพ์ดินเผาและดินปั้นในห้องปฏิบัติการ. เอกสาร  
ประกอบการฝึกอบรมเซรามิก ณ อาคารซิลิเกตเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
เชียงใหม่ 1 - 15 พฤษภาคม 2530. อัดสำเนา.

\_\_\_\_\_ . น้ำเคลือบ. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเซรามิก ณ อาคารซิลิเกตเทคโนโลยี คณะ  
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 16 -30 เมษายน 2532. อัดสำเนา

โกมล รัชชวงศ์. งานทำสีสำเร็จรูป. กรุงเทพฯ : คณะวิชาอุตสาหกรรมศึกษา วิทยาลัยครู  
พระนคร, 2532.

\_\_\_\_\_ . วัสดุพิมพ์ที่ใช้ในงานเครื่องปั้นดินเผาและเนื้อดินปั้น. นนทบุรี : โรงเรียนมารดานุ  
เคราะห์ , 2531.

จิรพันธ์ สมประสงค์. เทคนิคการสร้างสรรค์ศิลปะเครื่องปั้นดินเผา. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์ ,  
2535.

ทวี พรหมพฤกษ์. วิชาเครื่องปั้นดินเผาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์ , 2523.

นิวัตร พัฒนะ. การทดลองสัดส่วนของอุณหภูมิของสีที่ทำให้เกิดลักษณะของเคลือบเฟลตัสปาร์. ปรินญา  
นิพนธ์กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2535

ประสิทธิ์ แก้วพุ่มรังษี. การทดลองหาประสิทธิภาพเนื้อดินปั้นประเภทสโตนแวร์ของดินทะเลแก้ว อำเภอเมือง  
จังหวัดพิษณุโลก. ปรินญานิพนธ์กศ.ม. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร , 2535

ปรีดา พิมพ์ขาว. เคลือบเซรามิกส์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย , 2524.

\_\_\_\_\_ . เคลือบเซรามิกส์. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์ , 2530.

\_\_\_\_\_ . เซรามิกส์ พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2539.

ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. รวมสูตรเคลือบเซรามิกส์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์ , 2537.

วรรณท์ กิตติอัมพานนท์. รายงานการวิจัยบทบาทของเทคโนโลยีในการพัฒนาอุตสาหกรรม  
เซรามิกส์เพื่อการส่งออก. กรุงเทพฯ : คณะเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2531.

สุมาลี ลิขิตวนิชกุล. วิธีการเตรียมและควบคุมน้ำเคลือบ. เอกสารประกอบการสัมมนา เทคโนโลยี  
เซรามิก ณ สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น 12 - 16 กันยายน 2531.

สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. น้ำเคลือบเครื่องปั้นดินเผา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช , 2531.

เสริมศักดิ์ นาคบัว. เคลือบสีแก้ว. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร , 2536

อายุวัฒน์ สว่างผล. วัตถุดิบที่ใช้แพร่หลายในงานเซรามิก. กำแพงเพชร : คณะวิชาวิทยา  
ศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยครูกำแพงเพชร , ม.ป.ป.

Andrews, A.I. Ceramic Test and calculation. New York : John Milley and Sons,  
1957.

Rhodes, Danial. Clay and Glaze for the Potter. Pennsylvania : Chilton Book  
Company , 1974.

Signer, Felix and Sonja S. Singer. Industrial Ceramic. New York : Chemical  
Publishing Co., 1963.

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม  
Pibulsongkram Rajabhat University

ภาคผนวก

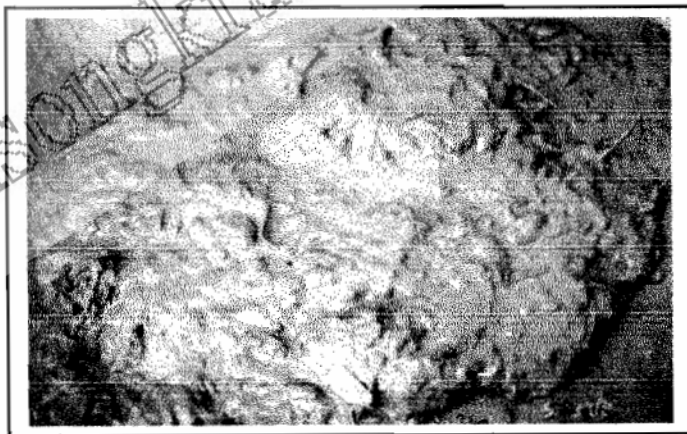
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม  
Pibulsongkram Rajabhat University



ภาพประกอบ 3 แสดงแหล่งวัตถุดิบดินเลนทะเลแก้ว สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม จ. พิษณุโลก



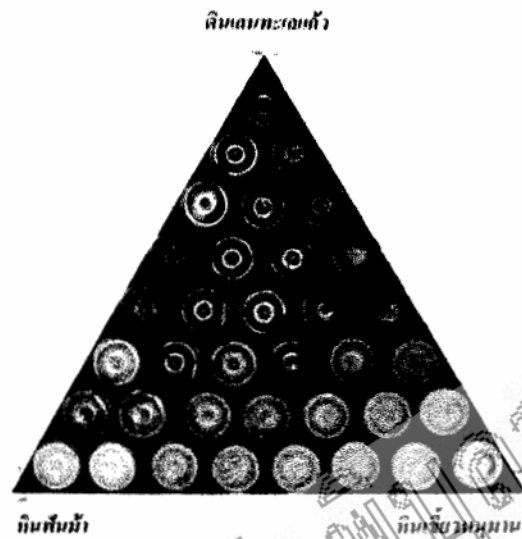
ภาพประกอบ 4 แสดงการขุดดินเลนจากคูน้ำบริเวณทุ่งทะเลแก้ว



ภาพประกอบ 5 แสดงดินเลนที่ขุดได้ก่อนนำไปเป็นส่วนผสมเคลือบ

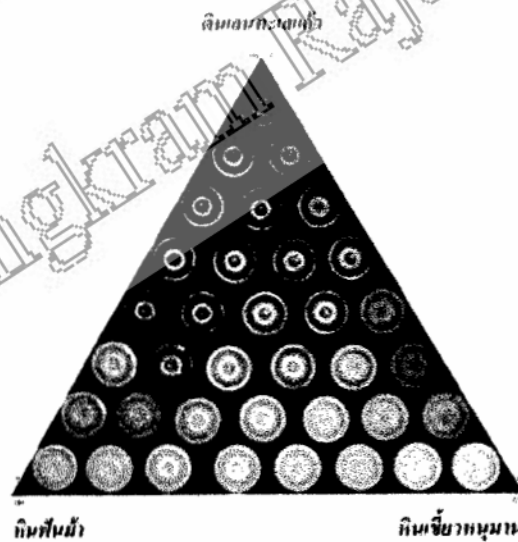


## บรรยากาศแบบ OXIDATION

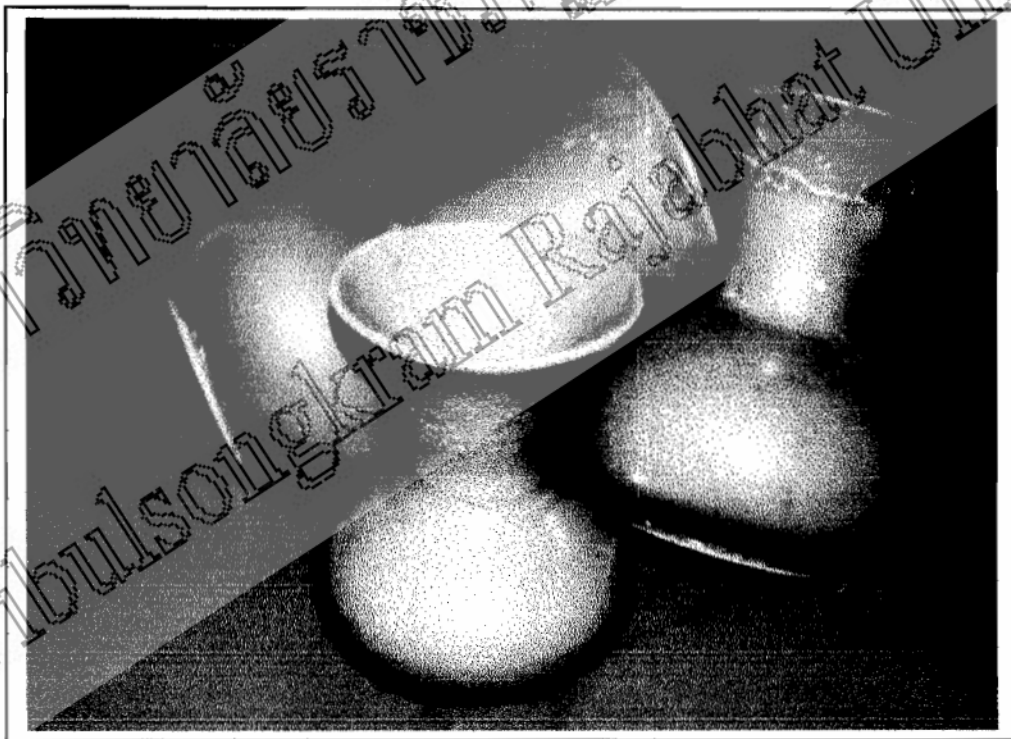
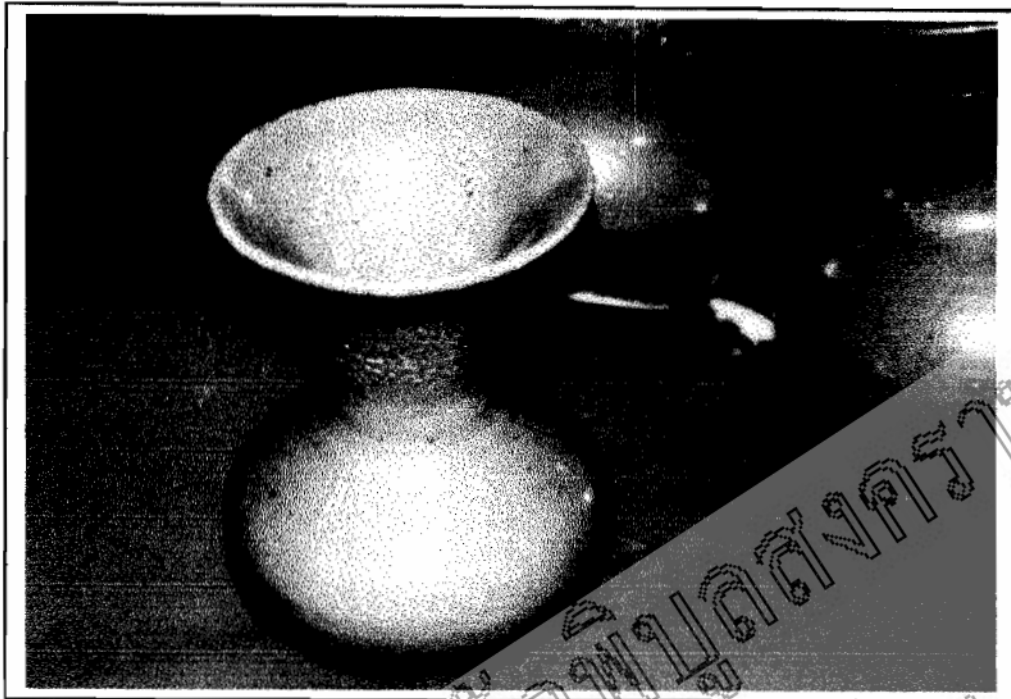


ภาพประกอบ 6 ผลการทดลองเคลิอบดินเลนทะเลแก้วอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียสบรรยากาศออกซิเจน

## บรรยากาศแบบ REDUCTION



ภาพประกอบ 7 ผลการทดลองเคลิอบดินเลนทะเลแก้วอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส บรรยากาศรีดักชัน



ภาพประกอบ 8 ผลัดภัณฑ์เคลือบดินเลนทะเลแก้ว

ประวัติย่อคณะวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม  
Pibulsongkram Rajabhat University

### ประวัติย่อคณะวิจัย

#### 1. นายจุมพฏ พงศ์ศักดิ์ศรี (หัวหน้าโครงการ)

วัน เดือน ปี 25 มีนาคม พ.ศ. 2516

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 177 /32 ซ.17 ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก

สถานที่ทำงาน โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม จ.พิษณุโลก

ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 4

คุณวุฒิ พ.ศ. 2537 วท.บ. เทคโนโลยีเซรามิกส์

พ.ศ. 2539 ศศ.บ. การจัดการทั่วไป

พ.ศ. 2542 กศ.ม. อุตสาหกรรมศึกษา

ผลงาน

- การทดลองเนื้อดินปั้นแบบเร็ว
- การทดลองเนื้อดินปั้นไส้กรองน้ำเซรามิกส์
- การทดลองผลิตภัณฑ์โกร่งบดด้วยเนื้อดินปั้นฮาร์ดพอร์สเลนที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส
- ที่ปรึกษางานวิจัยนักศึกษาโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ จำนวน 30 เรื่อง

#### 2. นางสาวเพ็ญพิน ชัยย

วัน เดือน ปี 20 สิงหาคม พ.ศ. 2515

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 80/1 ถ.สีหราชเดโชชัย ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก

สถานที่ทำงาน โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม จ.พิษณุโลก

ตำแหน่ง อาจารย์ 1 ระดับ 3

คุณวุฒิ พ.ศ. 2538 วท.บ. เทคโนโลยีเซรามิกส์

ผลงาน

- การทดลองเนื้อดินปั้นเดนทอล
- การทดลองผลิตภัณฑ์โกร่งบดด้วยเนื้อดินปั้นฮาร์ดพอร์สเลนที่อุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส
- ที่ปรึกษางานวิจัยนักศึกษาโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ จำนวน 35 เรื่อง

### 3.นางสาวสุภาพร อรรถโกมล

วัน เดือน ปี 6 กันยายน พ.ศ. 2515  
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน 600 /19 ถ.มิตรภาพ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.พิษณุโลก  
 สถานที่ทำงาน โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม จ.พิษณุโลก  
 ตำแหน่ง อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์  
 คุณวุฒิ พ.ศ. 2537 วท.บ. เทคโนโลยีเซรามิกส์  
 ผลงาน - การทดลองอิทธิพลของ สังกะสี แบเรียม ทอลด์ เซอร์โคเนียม  
 ที่มีต่อคุณสมบัติของเนื้อดินปั้นโดโลไมท์  
 - การทดลองผลิตภัณฑ์ไกรงบดด้วยเนื้อดินปั้นฮาร์ดพอร์สเลนที่อุณหภูมิ 1,300 องศา  
 เซลเซียส  
 - ที่ปรึกษางานวิจัยนักศึกษาโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์  
 จำนวน 30 เรื่อง

### 4.นางสาวรัชฎาภรณ์ เกษมส์สดี

วัน เดือน ปี 27 ตุลาคม พ.ศ. 2519  
 สถานที่เกิด ต.ป่งคล้า อ.ทลิ่งสัก จ.เพชรบูรณ์  
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม (ฝั่งทะเลแก้ว) อ.เมือง จ.พิษณุโลก  
 สถานที่ทำงาน โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม จ.พิษณุโลก  
 ตำแหน่ง อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์  
 คุณวุฒิ พ.ศ. 2541 วท.บ. เทคโนโลยีเซรามิกส์  
 ผลงาน - วัตถุทนไฟชนิดโครม  
 - การทดลองผลิตภัณฑ์ไกรงบดด้วยเนื้อดินปั้นฮาร์ดพอร์สเลนที่อุณหภูมิ 1,300 องศา  
 เซลเซียส  
 - ที่ปรึกษางานวิจัยนักศึกษาโปรแกรมวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์  
 จำนวน 10 เรื่อง