อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

การออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผาสำหรับใส่อาหาร ด้วยเทคนิคเคลือบขี้เถ้า

พงศธร วัฒนสุวกุล

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 22 ก.ย. 2558
เลขทะเบียน 16846555
เลขเรียกหนังสือ

ศิลปนิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
หลักสูตรศิลปกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์
พฤษภาคม 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

TABLEWARE CERAMICS DESIGNED BY ASH COATING TECHNIQE FOR DINNER SET

PONGSATORN WATTANASUWAKUN

Art Thesis Submitted to the Faculty of Architecture of Naresuan University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Arts and Design Degree in Product and Package Design

May 2015

Copyright 2015 by Naresuan University

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาศิลปะนิพนธ์ เรื่อง "การออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผาสำหรับใส่อาหารด้วยเทคนิคเคลือบขี้เถ้า" ของนายพงศธร วัฒนสุวกุลแล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรหลักสูตรปริญญา ศิลปกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

.....ประธาน

(อาจารย์ ศุภเดช หิมะมาน)

.....กรรมการ

(รศ.ดร. จิรวัฒน์ พิรสันต์)

.....กรรมการ

(ดร. ตติยา เทพพิทักษ์)

หัวข้อภาคนิพนธ์ : การออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผาสำหรับใส่อาหาร
ด้วยเทคนิคเคลือบขี้เถ้า

ผู้วิจัย : นายพงศธร วัฒนสุวกุล
รหัสนิสิต 54710363 สาขาวิชาออกแบบบรรจุภัณฑ์
ประธานที่ปรึกษา : อาจารย์ ศุภเดช หิมะมาน
กรรมการที่ปรึกษา : รศ.ดร. จิรวัฒน์ พิรสันต์
: ดร. ตติยา เทพพิทักษ์

ประเภทสารนิพนธ์ : ศิลปนิพนธ์ ศิลปศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์
และบรรจุภัณฑ์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2558
คำสำคัญ : การออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผาสำหรับใส่อาหาร
ด้วยเทคนิคเคลือบขี้เถ้า

บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผานั้นได้อยู่คู่กับวิถีชีวิตคนไทยมาช้านาน ที่เห็นเห็นได้ชัดอย่างหนึ่งคือ การใช้ภาชนะเหล่านั้นในการใส่อาหารและการจัดสำรับอาหาร สำรับอาหารไทยในทุกมื้อจะถูกจัดขึ้นอย่างพิถีพิถันไม่ว่าจะมีกับข้าวกี่อย่าง ก็ตาม เพื่อให้เกิดความเอร็ดอร่อย กับข้าวทุกจานที่จัดขึ้น จะต้องมีความสัมพันธ์กัน คนไทยจึงมักจัดสรรสำรับต่างๆ ให้มีความสมดุล หากว่าสำรับใดมีอาหารจานเปรี้ยว ก็ต้องมีจานหวานอย่างหนึ่ง สำหรับกินแก้รสกัน มื้อใดมีอาหารจานเผ็ดก็จะ ต้องมีอาหารจานเค็ม และแกงจืดวางรวมอยู่ด้วย อาหารบางอย่าง อย่างหมูหวาน แกงเผ็ดทั้งหลาย ก็มักจะมีเครื่องแนม เป็นปลาเค็มเสมอ รูปแบบการจัดสำรับแบบนี้ได้ถูกสืบทอดมาจนถึงปัจจุบัน ถึงแม้ว่าสังคมไทยในปัจจุบันจะเปลี่ยนไปตามยุคสมัย การเป็นอยู่ก็อยู่ในสถานที่ที่มีพื้นที่จำกัดและรูปแบบของครอบครัวที่ส่วนใหญ่ในปัจจุบันเป็นแบบครอบครัวเดี่ยว ซึ่งประกอบด้วยสามี ภรรยาและบุตรเท่านั้น แต่ก็ยังยึดติดวัฒนธรรมการทานอาหารตามแบบเดิมอยู่ ซึ่งก็คือการทานอาหารร่วมกันโดยมีรูปแบบการจัดอาหารที่มีทั้งของคาวของหวานตามแบบการจัดสำรับอาหารของไทย ซึ่งผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงจุดนี้และได้นำมาเป็นแนวคิดสำหรับการออกแบบ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิด ทีสอดแทรกกลิ่นอายของวิถีชีวิตแบบพื้นบ้านของคนไทย ลงไปในวิถีชีวิตของสังคมไทยในปัจจุบัน ที่ส่วนใหญ่จะเป็นแบบครอบครัวเล็กๆ และอาศัยอยู่ในพื้นที่

จำกัด โดยสื่อผ่านทางการออกแบบชุดอาหารไทย และในตัวชิ้นงานก็ได้นำเอาวัตถุดิบที่หาได้จากท้องถิ่น เทคนิคการทำเคลือบ และขี้เถ้าพืช ที่ได้มาจากจากการหุงต้มตามบ้านเรือนต่างๆ ซึ่งวัตถุดิบที่ว่านี้ส่วนใหญ่ถูกทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งไม่มีราคาค่างวดแต่อย่างใด มาใช้ในการออกแบบชุดอาหารนี้ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสวยงามแปลกตา มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอีกมากมายอย่างไม่น่าเชื่อ ด้วยรูปแบบของเคลือบจะออกมาในรูปแบบต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความสวยงามที่ไม่ซ้ำกันและบางรูปแบบอาจจะยังไม่เคยมีการนำมาใช้ ผู้ทำวิจัยจึงรู้สึกสนใจที่จะนำมาทดลองเพื่อหาข้อพิสูจน์

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ อาจารย์ศุภเดช หิมะมาน ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้อุตส่าห์สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการวิทยานิพนธ์ อันประกอบไปด้วย รศ.ดร. จิรวัฒน์ พิรสันต์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร. ตติยา เทพพิทักษ์ กรรมการ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

และกราบขอบพระคุณ ศูนย์อุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผาภาคเหนือ จ. ลำปาง ที่ให้ข้อมูลและคำแนะนำสำหรับงานวิจัย และคุณโยธิน จำอินถา ที่คอยให้ความช่วยเหลือและดูแลกระบวนการผลิตในทุกขั้นตอน และคุณมาลัย โมราดุก และคุณณัฐวุฒิ โมราดุก ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการให้ยืมใช้สถานที่และเตาเผา

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจบ้างไม่มากก็น้อย

พงศธร วัฒนสุวกุล

พฤษภาคม 2558

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	**บทนำ**.....	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
	จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	3
	กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	4
	ขอบเขตของงานวิจัย.....	5
	ข้อมูลเบื้องต้น.....	6
	คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย.....	8
	วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	9
2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**.....	11
	2.1.เซรามิก.....	11
	2.2.น้ำเคลือบ.....	21
	2.3. น้ำดินหล่อ.....	36
	2.4. การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์.....	39
	2.5. การตากและการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิก.....	43
	2.6.ประเภทของชุดเครื่องใช้เซรามิคบนโต๊ะอาหาร.....	49
3	**วิธีดำเนินการวิจัย**.....	57
	3.1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	57
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	58
	3.3.การเก็บรวมรวมข้อมูล.....	58

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
4	ผลการวิจัย	69
	ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ความสำคัญของปัญหา	70
	ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหาที่ได้จากการศึกษาข้อมูล	70
	ขั้นตอนที่ 3 สรุปผลจารการวิเคราะห์ปัญหา	70
	ขั้นตอนที่ 4 ออกแบบการออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า	77
5	บทสรุป	84
	สรุปผลการวิจัย	84
	อภิปรายผลการวิจัย	85
	ข้อเสนอแนะ	85
บรรณานุกรม		86
ภาคผนวก		87
ประวัติผู้วิจัย		94

สารบัญภาพ

ภาพ		หน้า
1.1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	4
1.2	เตาอั้งโล่แบบพื้นบ้านและขี้เถ้าจากเตาอังโล่	6
1.3	ฟืนและถ่านจากไม้มะขาม	7
1.4	ฟืนและถ่านจากไม้กระถิน	7
2.1	ดินเคโอลิไนต์ (Kaolinite)	13
2.2	ดินกากและดินตะกอน (Residual and Sedimentary Clays)	13
2.3	ดินขาว (China Clays)	17
2.4	ดินเหนียว ซึ่งเป็น ดินทุติยภูมิ (Secondary Clays)	19
2.5	ลักษณะของดินท่อน	21
2.6	ลักษณะของเคลือบใส (Transparent Glaze)	22
2.7	ลักษณะของเคลือบทึบ (Opaque Glaze)	23
2.8	ลักษณะของเคลือบด้าน (Matt Glaze)	24
2.9	ลักษณะของเคลือบราน (Crackle Glaze)	25
2.10	ลักษณะของเคลือบผลึก (Crystalline Glaze)	26
2.11	ลักษณะของเคลือบประกายมุก (Luster Glaze)	28
2.12	วิธีการชุบเคลือบหรือจุ่ม (Dipping)	33
2.13	วิธีการพ่นเคลือบ (Spraying)	34
2.14	วิธีการเทราดเคลือบ (Pouring)	35
2.15	วิธีการทาเคลือบ (Painting)	35
2.16	ขั้นตอนการเตรียมน้ำดินหล่อ	37
2.17	ขั้นตอนการเตรียมจากวัตถุดิบที่มีความชื้น	37
2.18	การวางทุ่นวัดอุณหภูมิและการล้มของทุ่นวัดอุณหภูมิ	49
2.19	Bone China	50
2.20	Porcelain	51
2.21	Stoneware	52
2.22	Earthenware	52

3.1 กลุ่มตัวอย่าง..... 57
3.2 ขี้เถ้าที่ได้จากเตาอั้งโล่วัตถุดิบที่ใช้ทำน้ำเคลือบ..... 59
3.3 การกวนน้ำขี้เถ้าที่ได้จากเตาอั้งโล่และการกรองเศษวัสดุ..... 60
3.4 การกรองน้ำขี้เถ้าที่ได้จากเตาอั้งโล่และเนื้อขี้เถ้าที่ได้หลังการกรองน้ำขี้เถ้า..... 61
3.5 การตากขี้เถ้าที่ได้จากเตาอั้งโล่และเนื้อขี้เถ้าที่ได้หลังการตาก..... 62
3.6 การตวงขี้เถ้ากับวัตถุดิบอีกสองชนิดในปริมาณที่แตกต่างกันในแต่ล่ะจุด..... 63
3.7 แบบพิมพ์สำหรับหล่อ..... 64
3.8 การหล่อน้ำดินแบบตัน..... 65
3.9 การถอดชิ้นงานออกจากแบบพิมพ์..... 66
3.10 การตากชิ้นงาน..... 66
3.11 การชุบเคลือบชิ้นงาน..... 67
3.12 การวางชิ้นงานก่อนการเผาเคลือบ..... 68
4.1 กราฟแสดงอุณหภูมิถายในเตาเผาในการเผาอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส (Cone 9) ในบรรยากาศการเผาแบบ Oxidation เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง..... 72
4.2 ผลการทดลองหาสูตรเคลือบด้วยวิธี Triaxial Blend ทั้ง 66 จุด..... 73
4.3 ลักษณะของเคลือบผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเคลือบที่ 32..... 76
4.4 แบบร่างที่ 1..... 78
4.5 แบบร่างที่ 2..... 79
4.6 แบบร่างที่ 3..... 79
4.7 แบบร่างที่ 4..... 79
4.8 สรุปรูปแบบร่าง..... 80
4.9 สรุปรูปแบบร่าง..... 81
4.10 ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า..... 82
5.1 ภาพผลิตภัณฑ์ ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า..... 88
5.2 ภาพผลิตภัณฑ์ ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า..... 89

5.3 ภาพผลิตภัณฑ์ ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า..... 90
5.4 ภาพผลิตภัณฑ์ ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า..... 91
5.5 ภาพผลิตภัณฑ์ ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า..... 92
5.6 ภาพผลิตภัณฑ์ ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า..... 93

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

2.1 แสดงอัตราส่วนการผสมปูนต่อน้ำในแบบพิมพ์..... 42

2.2 แสดงประเภทของผลิตภัณฑ์เซรามิก..... 54

2.3 แสดงเกณฑ์ที่กำหนดและมาตรฐานวิธีทดสอบภาชนะเซรามิกบนโต๊ะอาหาร..... 55

2.4 แสดงเกณฑ์ที่กำหนดและมาตรฐานวิธีทดสอบภาชนะเซรามิกบนโต๊ะอาหาร (ต่อ)..... 56

4.1 แสดงสัดส่วนของวัตถุดิบ 1, 2และ 3 ใน Triaxial Blend ขนาด 66 จุด..... 71

4.2 แสดงแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะของตัวเคลือบ Triaxial Blend ตั้งแต่จุดที่ 1 -33..... 74

4.3 แสดงแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะของตัวเคลือบ Triaxial Blend ตั้งแต่จุดที่ 34-66..... 75

4.4 แสดงแนวคิดในการออกแบบ..... 77

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา (Pottery)(สมศักดิ์ ชวาลาวัณย์, 2549 : เซรามิก, หน้า 1) เป็นการนำดินและหินประเภทต่างๆ อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายๆ อย่างนำมาผสมกันและนำไปขึ้นรูปและเผาให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแกร่ง โดยจำแนกชนิดของผลิตภัณฑ์ออกได้ดังนี้

ก. ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อดินปั้นพรุนตัวและซึมน้ำได้ได้แบ่งย่อยเป็นชนิดเคลือบกับไม่เคลือบ ตัวอย่างเช่น หม้อดินหุงต้ม หม้อใส่น้ำ โอ่ง อ่าง กระถางต้นไม้ แจกัน ของประดับตกแต่ง อิฐ กระเบื้องมุงหลังคา เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อดินปั้นประเภทนี้ คือผลิตภัณฑ์ เอิร์ทเธนแวร์ (Earthenware)

ข. ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อดินปั้นไม่พรุนตัว แบ่งออกเป็นเนื้อดินปั้นสีขาวและสีน้ำตาลอ่อนไม่โปร่งแสง เนื้อดินปั้นประเภทนี้ คือ ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ (Stoneware) ส่วนเนื้อดินปั้นสีขาวไม่โปร่งแสง (ผลิตภัณฑ์เนื้อเนียน) และชนิดสีขาวโปร่งแสง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์พอร์สเลน (Porcelain) และเนื้อดินที่ปั้นผสมขี้เถ้า และกระดูกสัตว์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์โบนไชน่า (Bone China) เนื้อดินปั้นประเภทนี้ส่วนมากนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชุดอาหาร แจกัน กระเบื้องเคลือบ เครื่องสุขภัณฑ์ ฉนวนกันไฟฟ้า เป็นต้น

ในการเผาชิ้นงานเครื่องปั้นดินเผาแต่ดั้งเดิมนั้นไม่มีการเคลือบ แต่การตกแต่งนั้นจะทำโดยการเขียนสีลงบนเครื่องปั้นดินเผา ซึ่งเคลือบนั้นถูกค้นพบทีหลังโดยบังเอิญ และได้มีการพัฒนาต่อมาเรื่อย จนทำให้เคลือบนั้นเกิดความหลากหลายยิ่งขึ้น เคลือบถือเป็นของผสมที่ได้จากการนำวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็น อนินทรีย์สารหลายชนิดมาผสมกันตามทฤษฎีและกฎเกณฑ์ในการทำเคลือบโดยมีน้ำเป็นตัวช่วยในการผสม เมื่อนำมาเคลือบทับบนภาชนะดินเผาแล้วนำไปเผาตามระดับอุณหภูมิที่เคลือบนั้นหลอมละลาย และปล่อยให้เย็นตัวลงก็จะได้ภาชนะดินเผาที่มีชั้นของแก้วฉาบติดอยู่บนผิวของภาชนะ

เคลือบที่จะนำมาใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้นำเอาวัตถุดิบตัวหลักจาก ขี้เถ้า ที่ได้จากการหุงต้มการทำอาหาร ซึ่งเตาที่ใช้ทำอาหารตามท้องที่ชนบทส่วนใหญ่ยังใช้เป็นแบบ เตาอังโล่ ที่ใช่ฟืนหรือถ่านเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งขี้เถ้าที่ได้จึงเป็นขี้เถ้าพืชจากไม้หรือถ่านที่ใช้ทำเชื้อเพลิง

เคลือบขี้เถ้าพืช จะมีความหลากหลายในลักษณะของพื้นผิว จากหยาบเหมือนเม็ดทราย ไม่ถึงละเอียดเนียนเหมือนผิวหยก ผิวด้านเหมือนหินทรายไม่จนถึงมันวาวเหมือนแก้ว มีทั้งซนิดแตกรานเป็นลายงา และเรียบเนียนไม่มีรอยแตกเลย สีแม้จะมีจำนวนจำกัดอยู่บ้าง แต่ก้อมีน้ำหนักอ่อนแก่ ของสีที่หลากหลาย มีความโปร่งแสงหรือความทึบแสงในระดับต่างๆ เนื้อหาจะกล่าวถึงอดีตและปัจจุบันของแหล่งเตาเผาที่ใช้เคลือบขี้เถ้าพืช การหาสูตรเคลือบด้วยวิธีต่างๆ เป็นต้น(เสริม ศักดิ์ นาคบัว, 2536 :เคลือบขี้เถ้าพืช)

ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผานั้นได้อยู่คู่กับวิถีชีวิตคนไทยมาช้านาน ที่เห็นเห็นได้ชัดอย่างหนึ่งคือ การใช้ภาชนะเหล่านั้นในการใส่อาหารและการจัดสำรับอาหาร สำรับอาหารไทยในทุกมื้อจะถูกจัดขึ้นอย่างพิถีพิถันไม่ว่าจะมีกับข้าวกี่อย่าง ก็ตาม เพื่อให้เกิดความเอร็ดอร่อย กับข้าวทุกจานที่จัดขึ้น จะต้องมีความสัมพันธ์กัน คนไทยจึงมักจัดสรรสำรับต่างๆ ให้มีความสมดุล หากว่าสำรับใดมีอาหารจานเปรี้ยว ก็ต้องมีจานหวานอย่างหนึ่ง สำหรับกินแก้รสกัน มื้อใดมีอาหารจานเผ็ดก็จะ ต้องมีอาหารจานเค็ม และแกงจืดวางรวมอยู่ด้วย อาหารบางอย่าง อย่างหมูหวาน แกงเผ็ดทั้งหลาย ก็มักจะมีเครื่องแนม เป็นปลาเค็มเสมอ รูปแบบการจัดสำรับแบบนี้ได้ถูกสืบทอดมาจนถึงปัจจุบัน ถึงแม้ว่าสังคมไทยในปัจจุบันจะเปลี่ยนไปตามยุคสมัย การเป็นอยู่ก็อยู่ในสถานที่ที่มีพื้นที่จำกัดและรูปแบบของครอบครัวที่ส่วนใหญ่ในปัจจุบันเป็นแบบครอบครัวเดี่ยว ซึ่งประกอบด้วยสามีภรรยาและบุตรเท่านั้น แต่ก็ยังยึดติดวัฒนธรรมการทานอาหารตามแบบเดิมอยู่ ซึ่งก็คือการทานอาหารร่วมกันโดยมีรูปแบบการจัดอาหารที่มีทั้งของคาวของหวานตามแบบการจัดสำรับอาหารของไทย ซึ่งผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงจุดนี้และได้นำมาเป็นแนวคิดสำหรับการออกแบบ

นานนับหลายชั่วอายุคน มาถึงวันนี้ ชาวบ้านชนบทยังคงใช้ เตาอั้งโล่ ด้วยบ้างให้เหตุผลว่ารสชาติอาหารอร่อยกว่าใช้เตาแก๊ส แก๊สถังละหลายร้อยใช้แบบนี้ประหยัดดี หรือบางคนนิยมของเก่าต่อให้ทุลักทุเลเพียงใดก็ยังใช้ด้วยความเคยชิน บางครัวเรือนจุดติดไฟแบบซ่ำซอง ภายใน 5-10 นาทีก็เริ่มหุงหาทำกับข้าวได้ทันที

จากการสำรวจสถิติเมื่อปี 2542 ครัวเรือนชนบทร้อยละ 45 (2.8 ล้านครัวเรือน) ยังคงใช้เตาอั้งโล่ โดยใช้ถ่านเป็นเชื้อเพลิงเฉลี่ยมากถึง 500 กก./ครัวเรือน/ปี จึงไม่น่าแปลกที่ แม้ในเมืองหลวงและใหญ่จะมีเตาไมโครเวฟใช้แล้ว แต่เตาอั้งโล่ก็ยังคงขายดีในร้านชำตามชุมชนต่างๆ เรื่อยมา ที่สนนราคาใบละ 50-60 บาท กับอายุการใช้งาน 6 เดือนและการให้ความร้อนเพื่อการหุงหาเพียงร้อยละ 21 เท่านั้น ส่วน ถ่าน หรือ ฟืน เชื้อเพลิงคู่เตาอั้งโล่ก็มีแนวโน้มราคาสูงขึ้นเช่นกัน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิด ที่สอดแทรกกลิ่นอายของวิถีชีวิตแบบพื้นบ้านของคนไทย ลงไปในวิถีชีวิตของสังคมไทยในปัจจุบัน ที่ส่วนใหญ่จะเป็นแบบครอบครัวเล็กๆ และอาศัยอยู่ในพื้นที่จำกัด

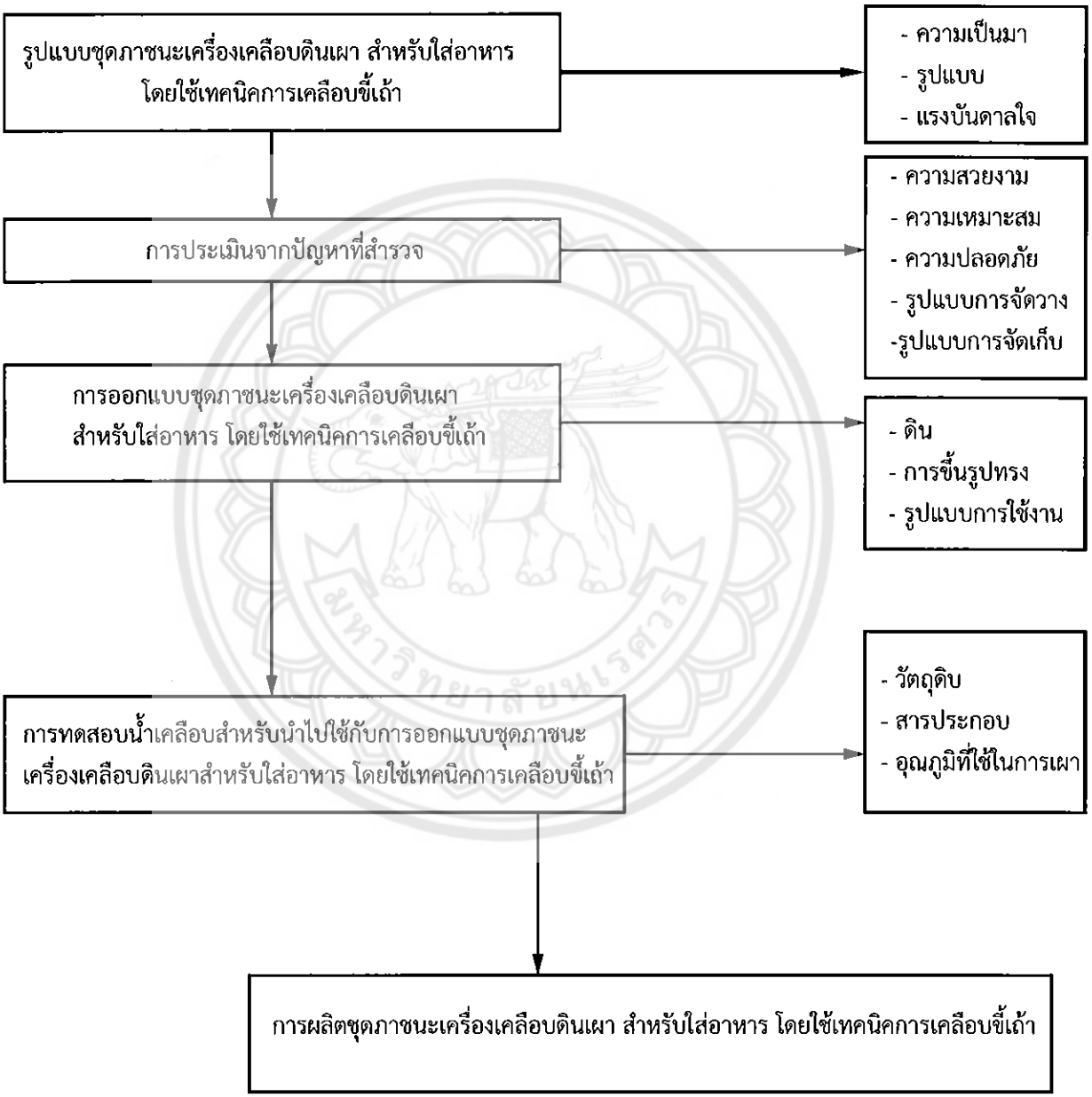
โดยสื่อผ่านทางการออกแบบชุดอาหาร และในตัวชิ้นงานก็ได้นำเอาวัตถุดิบที่หาได้จากท้องถิ่น เทคนิคการทำเคลือบ และขี้เถ้าพืช ที่ได้มาจากจากการหุงต้มตามบ้านเรือนต่างๆ ซึ่งวัตถุดิบที่ว่านี้ ส่วนใหญ่ถูกทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งไม่มีราคาค่างวดแต่อย่างใด มาใช้ในการออกแบบชุดอาหารนี้ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสวยงามแปลกตา มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอีกมากมายอย่างไม่น่าเชื่อ ด้วยรูปแบบของเคลือบจะออกมาในรูปแบบต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความสวยงามที่ไม่ซ้ำกันและบางรูปแบบอาจจะยังไม่เคยมีการนำมาใช้ ผู้ทำวิจัยจึงรู้สึกสนใจที่จะนำมาทดลองเพื่อหาข้อพิสูจน์

1.2 จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาลักษณะของภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของน้ำเคลือบ และเทคนิคการเคลือบภาชนะเครื่องเคลือบดินเผาที่ใช้น้ำเคลือบที่ได้จากการหุงต้ม
3. เพื่อออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรบใส่อาหาร ให้สอดคล้องกับแนวคิด

1.3 กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยการออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า มีกรอบแนวคิดดังนี้



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านพื้นที่

ทำการลงพื้นที่เพื่อศึกษาและค้นหาวัตถุดิบที่ใช้ทำเคลือบ โดยใช้วัตถุดิบทำเคลือบจากละแวกชุมชนใน อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ และทำการหล่อและเผาชิ้นงานที่โรงงานทำเซรามิก จ.ลำปาง

1.4.2 ขอบเขตด้านการออกแบบ

ออกแบบเป็นชุดสำรับอาหารรูปแบบธรรมดา จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- ออกแบบ ชาม (ใหญ่)	1	โครงสร้าง
- ออกแบบ จาน (ใหญ่)	1	โครงสร้าง
- ออกแบบ จาน (ก้นลึก)	1	โครงสร้าง
- ออกแบบ จาน (ก้นตื้น)	4	โครงสร้าง
- ออกแบบ ภาชนะเครื่องเคียง	1	โครงสร้าง
- ออกแบบ ที่วางช้อนซ้อม/ตะเกียบ	4	โครงสร้าง
- ออกแบบ Napkin ring	4	โครงสร้าง
- ออกแบบ กล่องใส่ทิชชู	1	โครงสร้าง
- ออกแบบถ้วยน้ำจิ้ม	1	โครงสร้าง

1.4.3 ขอบเขตด้านเวลา

ระยะเวลา 4 เดือน (เริ่มตั้งแต่ เดือนมกราคม 2558 – เดือนเมษายน 2558)

1.4.4 ขอบเขตด้านเนื้อหา

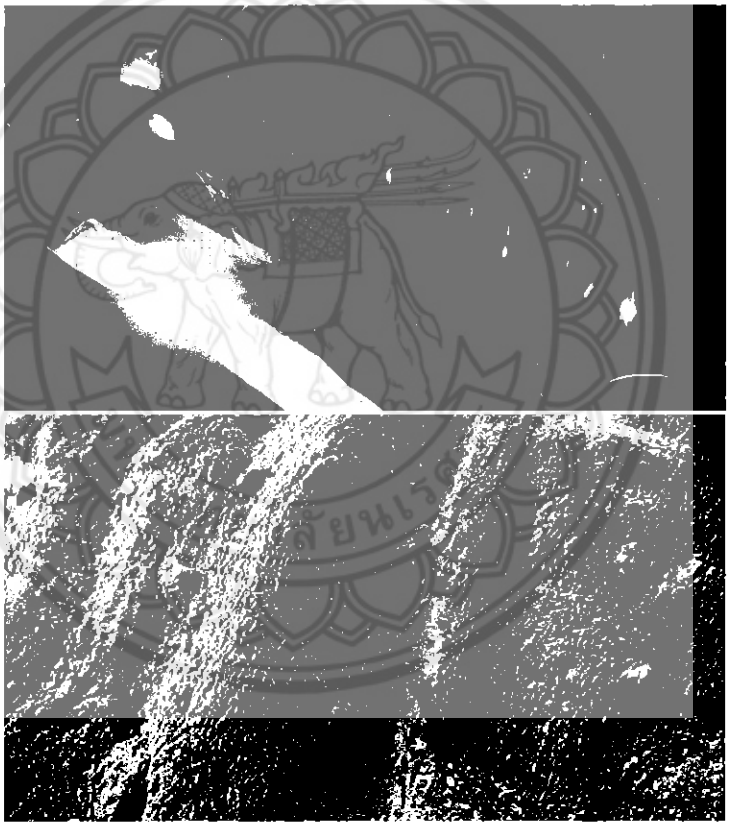
- เอกสารเกี่ยวกับเครื่องเคลือบดินเผา (Ceramic)
- เอกสารเกี่ยวกับเคลือบ
- เอกสารเกี่ยวกับน้ำดินหล่อ
- เอกสารเกี่ยวกับวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานเซรามิก
- เอกสารเกี่ยวกับการเผาชิ้นงาน
- เอกสารเกี่ยวกับเครื่องเรือนบนโต๊ะอาหารอาหาร (Tableware)

1.4.5 ขอบเขตด้านกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ กลุ่มผู้อยู่อาศัยที่มีลักษะครอบครัวแบบเดี่ยวที่มีสมาชิกประมาณ 3-4 คน และอาศัยอยู่ในสถานที่ที่มีพื้นที่จำกัด เช่น คอนโด ทาวน์เฮาส์ หอพัก เป็นต้น

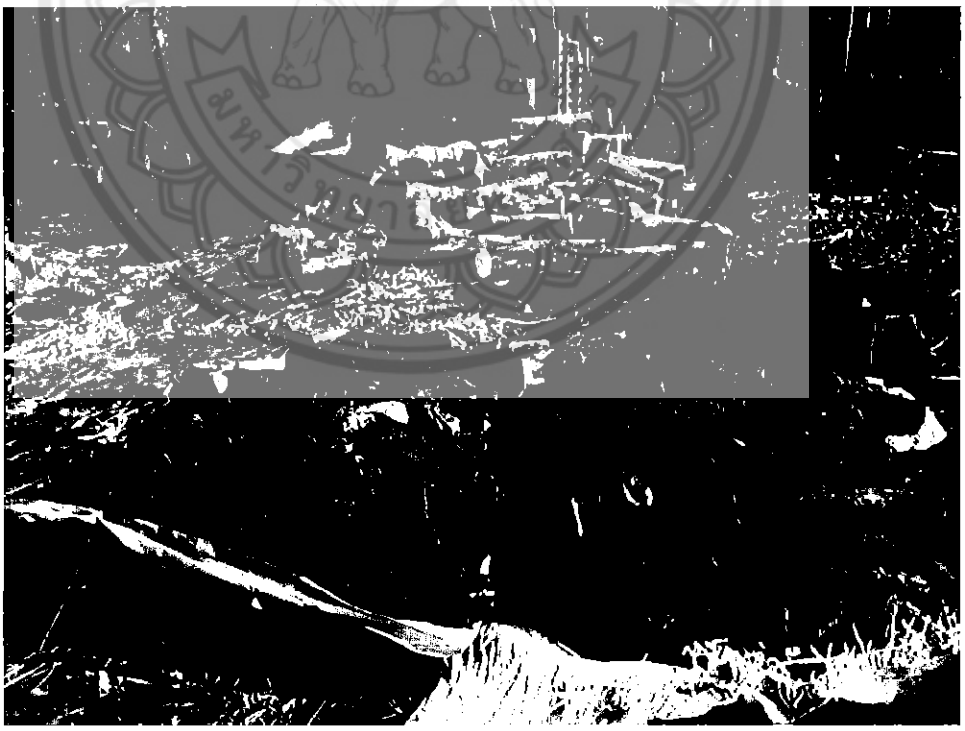
1.5 ข้อมูลเบื้องต้น

การออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า เนื่องจาก ขี้เถ้า ที่ได้จากการหุงต้มการทำอาหาร ซึ่งเตาที่ใช้ทำอาหารตามท้องที่ชนบทส่วนใหญ่ยังใช้เป็นแบบ เตาอังโล่ ที่ใช่ฟืนหรือถ่านเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งขี้เถ้าที่ได้จึงเป็นขี้เถ้าพืชจากไม้หรือถ่านที่ใช้ทำเชื้อเพลิง และวัตถุดิบที่ว่านี้ส่วนใหญ่ถูกทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งไม่มีราคาค่างวดแต่อย่างใด แต่ถ้าหากนำมาใช้ในการออกแบบชุดอาหารนี้ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสวยงามแปลกตา มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอีกมากมายอย่างไม่น่าเชื่อ ด้วยรูปแบบของเคลือบจะออกมาในรูปแบบต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความสวยงามที่ไม่ซ้ำกันและบางรูปแบบอาจจะยังไม่เคยมีการนำมาใช้



รูปที่ 1.2 เตาอั้งโล่แบบพื้นบ้านและขี้เถ้าจากเตาอังโล่

รูปที่ 1.3 ฟืนและถ่านจากไม้มะขาม



รูปที่ 1.4 ฟืนและถ่านจากไม้กระถิน

1.6 คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

1.6.1 ผลิตภัณฑ์ หมายถึง ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า

1.6.2 การออกแบบ หมายถึง การออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า

1.6.3 ชุดเครื่องเคลือบดินเผา คือ ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า ที่ผ่านกระบวนการเผาจนเสร็จสมบูรณ์ และสามารถนำไปใช้สำหรับใส่อาหารบนโต๊ะอาหาร

1.6.4 การเผาแบบบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation Firing) หมายถึง การเผาที่มีการเผาไหม้ อย่างสมบูรณ์ และใช้ออกซิเจนมากเกินพอ ซึ่งเมื่อเกิดการเผาไหม้แล้ว จะมีออกซิเจนเหลืออยู่

1.6.5 การเผาแบบบรรยากาศรีดักชัน (Reduction Firing) หมายถึง การเผาที่มีการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ ในเตาเผา มีออกซิเจนไม่เพียงพอ ซึ่งเมื่อเกิดการเผาไหม้แล้ว จะมีคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เหลืออยู่

1.6.6 บรรยากาศนิวทรัล (Neutral Firing) หมายถึงเผาไหม้ที่สมบูรณ์ และไม่มีออกซิเจนเหลืออยู่เลย การเผาไหม้ มีออกซิเจนที่พอดีการเผาแบบ Oxidation

1.6.7 การเผาบิสกิส คือการเผาครั้งที่หนึ่ง โดยยังไม่ได้ชุบน้ำเคลือบ สามารถที่จะเผาในอุณหภูมิต่ำ หรืออุณหภูมิสูงก็ได้

1.6.8 เคลือบ หมายถึง สารที่ใช้เคลือบลงบนชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา ที่ได้จากขี้เถ้าพืช ที่ได้จากเตาอั้งโล่

1.6.9 โคน คือทุ่นสำหรับวัดอุณหภูมิภายในเตาเผา ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปปิรามิดยอดแหลมฐานสี่เหลี่ยม นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน และเป็นการวัดที่ประหยัดค่าใช้จ่าย มีความแม่นยำ ใช้ง่าย ไม่ต้องบำรุงรักษามาก ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิดคือเซกเกอร์โคน (Segger Cone) ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันเป็นผู้คิดค้นขึ้นเป็นคนแรก คือ ดอกเตอร์เซกเกอร์ เคเกล (Dr.Seger Kegel) มีสัญลักษณ์เป็นอักษรย่อคือ SK เป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย และออร์ตันโคน (Orton Cone) เป็นชนิดเดียวกับเซกเกอร์โคน แต่ใช้กันในประเทศอเมริกา

1.7 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1.7.1 กำหนดความสำคัญของปัญหา

ขี้เถ้า ที่ได้จากการหุงต้มการทำอาหาร ซึ่งเตาที่ใช้ทำอาหารตามท้องที่ชนบทส่วนใหญ่ยังใช้เป็นแบบ เตาอังโล่ ที่ใช่ฟืนหรือถ่านเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งขี้เถ้าที่ได้จึงเป็นขี้เถ้าพืชจากไม้หรือถ่านที่ใช้ทำเชื้อเพลิง และวัตถุดิบที่ว่านี้ส่วนใหญ่ถูกทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งไม่มีราคาค่างวดแต่อย่างใด แต่ถ้าหากนำมาใช้ในการออกแบบชุดอาหารนี้ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสวยงามแปลกตา มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอีกมากมายอย่างไม่น่าเชื่อ ด้วยรูปแบบของเคลือบจะออกมาในรูปแบบต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความสวยงามที่ไม่ซ้ำกันและบางรูปแบบอาจจะยังไม่เคยมีการนำมาใช้

1.7.2 เก็บรวบรวมข้อมูล

- ทำการสืบค้นเอกสารเกี่ยวกับเครื่องเคลือบดินเผา (Ceramic)
- ทำการสืบค้นเอกสารเกี่ยวกับเคลือบ
- ทำการสืบค้นเอกสารเกี่ยวกับน้ำดินหล่อ
- ทำการสืบค้นเอกสารเกี่ยวกับวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานเซรามิก
- ทำการสืบค้นเอกสารเกี่ยวกับการเผาชิ้นงาน
- ทำการสืบค้นเอกสารเกี่ยวกับเครื่องเรือนบนโต๊ะอาหารอาหาร (Tableware)

1.7.3 ดำเนินการออกแบบ

1.7.3.1 สเกตและออกแบบโครงสร้าง

1.7.3.2 ทำการทดลองหาสูตรเคลือบด้วยวิธี Triaxial Blend

1.7.3.3 ทำตัวโมเดลต้นแบบ

1.7.4 สรุป

ทำการเลือกรูปแบบรูปทรงที่เหมาะสม และเลือกสูตรเคลือบที่เหมาะกับตัวผลิตภัณฑ์ ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า

1.7.5 **สร้างชิ้นงานต้นแบบ**

ประกอบด้วย

- ชาม (ใหญ่)	1	โครงสร้าง
- จาน (ใหญ่)	1	โครงสร้าง
- จาน (ก้นลึก)	1	โครงสร้าง
- จาน (ก้นตื้น)	4	โครงสร้าง
- ภาชนะเครื่องเคียง	1	โครงสร้าง
- ที่วางช้อนซ้อม/ตะเกียบ	4	โครงสร้าง
- Napkin ring	4	โครงสร้าง
- กล่องใส่ทิชชู	1	โครงสร้าง
- ถ้วยน้ำจิ้ม	1	โครงสร้าง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ที่มาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- เอกสารเกี่ยวกับเครื่องเคลือบดินเผา (Ceramic)
- เอกสารเกี่ยวกับเคลือบ
- เอกสารเกี่ยวกับน้ำดินหล่อ
- เอกสารเกี่ยวกับวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานเซรามิก
- เอกสารเกี่ยวกับการเผาชิ้นงาน
- เอกสารเกี่ยวกับเครื่องเรือนบนโต๊ะอาหารอาหาร (Tableware)

2.1. เซรามิก

(อังกฤษ: ceramic) เซรามิกมีรากศัพท์มาจากภาษากรีก keramos มีความหมายว่า สิ่งที่ถูกเผา ในอดีตวัสดุเซรามิกที่มีการใช้งานมากที่สุดคือ เซรามิกดั้งเดิม ทำมาจากวัสดุหลักคือดินเหนียว โดยในช่วงแรกเรียกผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ว่า ไชน่าแวร์ เพื่อเป็นเกียรติให้กับคนจีนซึ่งเป็นผู้บุกเบิกการผลิตเครื่องปั้นดินเผารุ่นแรก ๆ

2.1.1 ประโยชน์ใช้สอย

เซรามิคสามารถนำมาประยุกต์ เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ ได้มากมาย อาทิ หม้อไหถ้วยชาม เครื่องเคลือบดินเผา อิฐ กระเบื้องเคลือบ วัสดุประเภทซีเมนต์ แก้ว และวัสดุทนไฟ เป็นต้น ตั้งแต่ปี 1950 เป็นต้นมาได้มีความเจริญก้าวหน้าในกระบวนการผลิต ตลอดจนมีความเข้าใจในลักษณะพื้นฐาน และกลไกที่ควบคุมคุณสมบัติของเซรามิค ทำให้มีการพัฒนาเซรามิกประเภทใหม่ๆ มากมาย คำว่าเซรามิกจึงมีความหมายที่กว้างขึ้นรวมถึงเซรามิกที่มีคุณสมบัติพิเศษเหล่านี้ด้วย โดยวัสดุเหล่านี้ได้ถูกนำไปใช้ในงานต่างๆ เช่น

ชิ้นส่วนยานอวกาศ

ภาชนะ และเครื่องครัว (Table ware)

เครื่องประดับตกแต่ง (Decoration & Garden ware)

เครื่องสุขภัณฑ์

ชิ้นส่วนในร่างกายมนุษย์

2.1.2 วัตถุดิบเซรามิค

วัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิก สามารถแบ่งกลุ่มอย่างกว้าง ๆ ได้ดังนี้คือ

1.2.1 วัตถุดิบประเภทดินเหนียว (Plastic Materials)

1.2.2 วัตถุดิบประเภทที่ไม่มีความเหนียว (Non-plastic Materials) ซึ่งวัตถุดิบทั้งสองกลุ่มดังกล่าวอาจจะจำแนกออกเป็นกลุ่มย่อยได้อีก

นอกจากการจำแนกตามลักษณะข้างต้นแล้ว ในอุตสาหกรรมการผลิตเซรามิก ประเภท Whiteware นิยมแบ่งกลุ่มของวัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ๆ ด้วยกัน ได้แก่

1. **วัตถุดิบประเภทดิน** (Clays): เป็นตัวให้ความเหนียวและช่วยให้สามารถขึ้นรูปเนื้อดินได้ง่าย และช่วยทำให้เนื้อดินมีความแข็งแรงเพียงพอหลังการเผาซึ่งทำให้สามารถหยิบจับชิ้นงานในขั้นตอนการขึ้นรูปและการเผาได้

2. **วัตถุดิบประเภทสารช่วยหลอม** (Fluxes): เป็นแร่ที่ประกอบด้วยอัลคาไลน์หรืออัลคาไลน์เอิร์ทซึ่งจะหลอมตัวระหว่างเผาและทำปฏิกิริยากับสารประกอบตัวอื่นๆ เพื่อฟอร์มตัวเป็นแก้วซึ่งจะทำหน้าที่ให้ความแข็งแรงกับชิ้นงานหลังเผา ดังนั้นสารประกอบฟลักซ์จะเป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาชิ้นงานลง

3. **วัตถุดิบประเภทตัวเติม** (Fillers): โดยทั่วไปแล้วทรายแก้ว (Silica) ที่ใช้ในส่วนผสมของเนื้อดิน Whiteware จะทำหน้าที่หลักในการควบคุมค่าการขยายตัวเนื่องจากความร้อนของเนื้อดินหลังการเผา

วัตถุดิบประเภทอื่น นอกจากวัตถุดิบใน 3 กลุ่มหลักข้างต้นแล้วปูนปลาสเตอร์ หรือ Plaster of Paris รวมทั้งเคลือบและสีต่างๆ ก็จัดว่าเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกด้วยเช่นกัน

2.1.3 ประเภทดินที่ใช้ในการผลิต

วัตถุดิบประเภทดิน (Clays) โดยทั่วไปเชื่อว่า แร่ดินเกิดมาจากกระบวนการสลายตัวของหินอัคนี เช่น หินแกรนิต ซึ่งมีองค์ประกอบมาจาก Potash Mica ($K_2O.3Al_2O_3.6SiO_2.2H_2O$) หินเขี้ยวหนุมาน (Quartz: SiO_2) และ Potash Feldspar ($K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$) ในอัตราส่วนที่เท่าๆ กัน โดยสารประกอบที่มีความเสถียรน้อยที่สุดในที่นี้คือ Feldspar จึงเกิดการสลายตัวขึ้นหลังจากมีการทำปฏิกิริยากับอากาศและน้ำมาเป็นระยะเวลานาน กระบวนการสลายตัวของ Feldspar ดังกล่าวเรียกว่า 'Kaolinisation' ซึ่งจะทำให้ได้แร่ดินเป็นผลลัพธ์จากกระบวนการดังกล่าว

2.1.3(1) **เคโอลิไนต์**

เคโอลิไนต์ (Kaolinite) เป็นวัตถุดิบที่มีลักษณะเป็นผลึก (Crystalline Material) โดยมีผลึกเป็นแผ่นแบนรูปหกเหลี่ยม (Hexagonal Shape) ขนาดเล็กมากๆ ซึ่งผลึกดังกล่าวมีขนาดตั้งแต่ 5 ไมครอนจนถึงระดับเศษส่วนของความยาวไมครอน (1 ไมครอน หรือ ไมโครมิเตอร์ เท่ากับ 10-6 เมตร) และด้วยขนาดของผลึกที่เล็กมากๆ ประกอบกับมีรูปร่างที่เป็นแผ่นแบนจึงทำให้แร่ดินมีคุณสมบัติที่โดดเด่นเฉพาะตัว

รูปที่ 2.1 ดินเคโอลิไนต์ (Kaolinite)

2.1.3(2) **ดินกากและดินตะกอน**

ดินกากและดินตะกอน (Residual and Sedimentary Clays) ดินที่กำเนิดมาจากหินอาจจะเกิดการผุกร่อนและสลายตัวอยู่ที่แหล่งกำเนิดนั้นเลย หรืออาจจะถูกน้ำพัดพาไปยังแหล่งอื่นแล้วเกิดการผุกร่อนในที่ห่างไกลออกไปจากแหล่งกำเนิดก็ได้ ดินที่เกิดขึ้นอย่างในกรณีแรกนั้น เราจะเรียกว่า ดินกาก (Residual Clay) หรือดินปฐมภูมิ (Primary Clay) ส่วนดินที่เกิดในลักษณะของกรณีหลังนั้น เรียกว่า ดินตะกอน (Sedimentary Clay) หรือดินทุติยภูมิ (Secondary Clay)

อนุภาคหรือผลึกของดินตะกอน (Sedimentary Clays) จะต้องอยู่ในสภาวะสารแขวนลอยระหว่างที่เกิดการพัดพาไปยังแหล่งอื่นโดยน้ำ เพราะฉะนั้นท้ายที่สุดแล้วจะมีเฉพาะอนุภาคหรือผลึกของดินมีความละเอียดมากเท่านั้นที่จะเกิดการทับถมกันขึ้นในขั้นสุดท้าย ดังนั้นโดยทั่วไปแล้วดินตะกอน (Sedimentary Clays) จะมีขนาดที่ละเอียดกว่าดินกาก (Residual Clays) ซึ่งข้อเท็จจริงดังกล่าวสามารถอธิบายความแตกต่างของคุณสมบัติหลายๆ ประการของดินทั้งสองชนิดนี้ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ในระหว่างที่เกิดการพัดพาไปยังแหล่งอื่นของดินทุติยภูมิ (Secondary Clays) ยังมีการพัดพาเอาวัตถุดิบประเภท Non-clay ที่มีความละเอียดมากไปด้วย ซึ่งจะเกิดการทับถมไปพร้อมๆ กับอนุภาคของดินในขั้นสุดท้าย ด้วยเหตุดังกล่าวทำให้สิ่งเจือปนที่พบในแหล่งกำเนิดของดินทุติยภูมิ (Secondary Clays) จึงมีขนาดที่ละเอียดใกล้เคียงกับขนาดอนุภาคของดินซึ่งทำให้ยากต่อการกำจัดออกไป และบางครั้งในทางการค้าก็จำเป็นจะต้องมีการทำให้ดินทุติยภูมิ (Secondary Clays) มีความบริสุทธิ์มากขึ้นเพื่อให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการมากที่สุด

ดินขาว (China Clays)สำหรับสิ่งเจือปนที่พบในดินกาก (Residual Clays) โดยทั่วไปจะมีขนาดที่หยาบกว่าอนุภาคหรือผลึกของดินจึงสามารถกำจัดออกไปได้ง่ายกว่า และเหลืออนุภาคที่ละเอียดมากๆ เจือปนอยู่ในดินเพียงเล็กน้อยเท่านั้นจึงอาจถือได้ว่าเป็นส่วนของดินล้วนๆ

รูปที่ 2.2 ดินกากและดินตะกอน (Residual and Sedimentary Clays)

2.1.3(3) **ดินขาว**

ดินขาว (China Clays) ของอังกฤษซึ่งพบที่เมือง Cornwall และเมือง Devon นั้นเป็นดินชนิดปฐมภูมิ (Primary Clay) ซึ่งได้มาจากกระบวนการทำเหมืองแบบเปิด (Open-cast Pits) โดยใช้ระบบน้ำแรงดันสูงในการล้าง น้ำจะพัดพาเอาดินและสิ่งเจือปน (ส่วนใหญ่เป็นพวก Mica และ Quartz) ไปยังด้านล่างของเหมือง จากจุดนี้สารแขวนลอยจะถูกปั๊มไปยังถังตกตะกอนขนาดใหญ่ ซึ่งสิ่งเจือปนที่มีอนุภาคขนาดใหญ่จะถูกตกตะกอนแยกออกไป ทำให้ในสารแขวนลอยดังกล่าวจะเหลือเพียงอนุภาคของดินและสิ่งเจือปนที่มีขนาดละเอียดกว่าเท่านั้น

ในขั้นตอนต่อมาสิ่งเจือปนขนาด 150 ไมครอน จะถูกแยกออกจากน้ำดินโดยการใช้ไฮโดรไซโคลน (Hydrocyclones) สารแขวนลอยจะเกิดการหมุนเหวี่ยงอยู่ภายในทำให้สิ่งเจือปนที่มีอนุภาคขนาดใหญ่กว่าถูกแรงเหวี่ยงหมุนออกมาอยู่ที่บริเวณด้านข้างของไฮโดรไซโคลน (Hydrocyclone) หลังจากนั้นจะตกลงสู่ด้านล่างและถูกกำจัดออกสู่ด้านนอกต่อไป ส่วนอนุภาคที่มีขนาดละเอียดกว่าซึ่งจะอยู่ตรงกลางของแรงเหวี่ยงหมุนนั้นจะถูกส่งผ่านออกไปทางด้านบนรวมเป็นองค์ประกอบของดินต่อไป สำหรับการใช้งานในทาง[ถ้าทำการหมุนเหวี่ยงน้ำดินด้วยกระบวนการไฮโดรไซโคลน (Hydrocyclone) ต่อไป สิ่งเจือปนที่มีอนุภาคขนาด 30 ไมครอนก็จะถูกแยกออกไป เหลือไว้เพียงส่วนของวัตถุดิบที่มีความละเอียดมากๆ ซึ่งมีองค์ประกอบที่เป็นส่วนของดินรวมอยู่ประมาณ 95% หรือมากกว่า สำหรับในอุตสาหกรรมการทำกระดาษนั้น การใช้ไฮโดรไซโคลน (Hydrocyclones) เพื่อกำจัดสิ่งเจือปนดังกล่าวออกไปจากดิน จะทำการกำจัดที่ขนาดอนุภาคละเอียดขึ้น คือที่ประมาณ 15 ไมครอน ทำให้ดินที่ได้มีความขาวมากและมีความบริสุทธิ์ค่อนข้างสูง ดินที่ได้จะถูกนำมาผ่านกระบวนการกำจัดน้ำออกไปโดยการตกตะกอน การอัดกรอง (Filter Pressing) และผ่านการอบแห้งด้วยเตาชนิดพิเศษในขั้นตอนสุดท้าย

เนื่องจากมีปริมาณสิ่งเจือปนอยู่ในปริมาณที่น้อย ทำให้ดินขาว (China Clays) มีคุณสมบัติหลังเผาที่ดี คือจะให้สีหลังเผาที่ขาวมากซึ่งจะตรงกันข้ามกับดินประเภททุติยภูมิ (Secondary Clays) ที่พบโดยส่วนใหญ่ เนื่องจากดินประเภทนี้สิ่งเจือปนที่มีอยู่ในปริมาณมากกว่าจะทำให้ดินมีสีที่ขาวนวลหลังเผา และดินจากบางแหล่งอาจจะให้สีหลังเผาเป็นสีงาช้าง (Ivory) สีฟางข้าว (Straw) สีน้ำตาล (Brown) หรือแม้กระทั่งสีแดง (Red)

น่าเสียดายที่เมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว ดินขาว (China Clays) จะมีขนาดอนุภาคที่ค่อนข้างใหญ่ ทำให้ความเหนียว (Plasticity) และความแข็งแรงก่อนเผา (Unfired Strength) ของมันน้อยกว่าดินที่จัดอยู่ในประเภทดินทุติยภูมิ (Secondary Clays) ดังนั้นในเนื้อดินประเภท Bone China ซึ่งจำเป็นจะต้องให้ได้สีของเนื้อดินหลังเผาที่มีความขาวมากๆ ผู้ผลิตจะสามารถใช้ดินประเภททุติยภูมิ (Secondary Clays) เป็นส่วนประกอบได้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น หรืออาจจะไม่ใส่เลย

ซึ่งนั่นจะทำให้เนื้อดินที่ได้มีความเหนียว (Plasticity) และความแข็งแรงก่อนเผา (Unfired Strength) ที่ค่อนข้างต่ำมากๆ ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Chemical Analyses) การวิเคราะห์ขนาดอนุภาค (Particle Size Analyses) และค่าความแข็งแรงก่อนเผา (Unfired Strength) ของดินขาว (China Clays) ที่มีจำหน่ายจากแหล่งต่างๆ เทียบกับดินเหนียว (Ball Clays) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มดินทุติยภูมิ

รูปที่ 2.3 ดินขาว (China Clays)

2.1.3(4) **ดินเหนียว**

ดินเหนียว เป็น ดินทุติยภูมิ (Secondary Clays) ประเภทของดินที่มีการนำมาใช้งานในการผลิตผลิตภัณฑ์ Whiteware นั้นครอบคลุมไปถึงดินเหนียว (Ball Clays) ต่าง ๆ และกลุ่มของดินทนไฟ (Fireclays) ด้วย

ดินเหนียว (Ball Clays) มีที่มาจากคำว่า 'Cubes' หรือ 'Balls' ซึ่งมาจากลักษณะของดินที่ถูกตัดออกมาจากเหมือง ซึ่งในประเทศอังกฤษนี้จะพบที่เมือง Devon และเมือง Dorset โดยดินเหนียว หรือดินBall Clay จะมีสิ่งเจือปนรวมอยู่ในปริมาณที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก ถึงแม้ว่าแร่ดินที่พบจะเป็นแร่เคโอลิไนต์ (Kaolinite) แต่องค์ประกอบของโครงสร้างที่สำคัญก็จะคล้ายๆ กับที่พบในดินขาว (China Clays) นั่นคือ ผลึกดินจะมีความละเอียดมาก ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เนื้อดิน

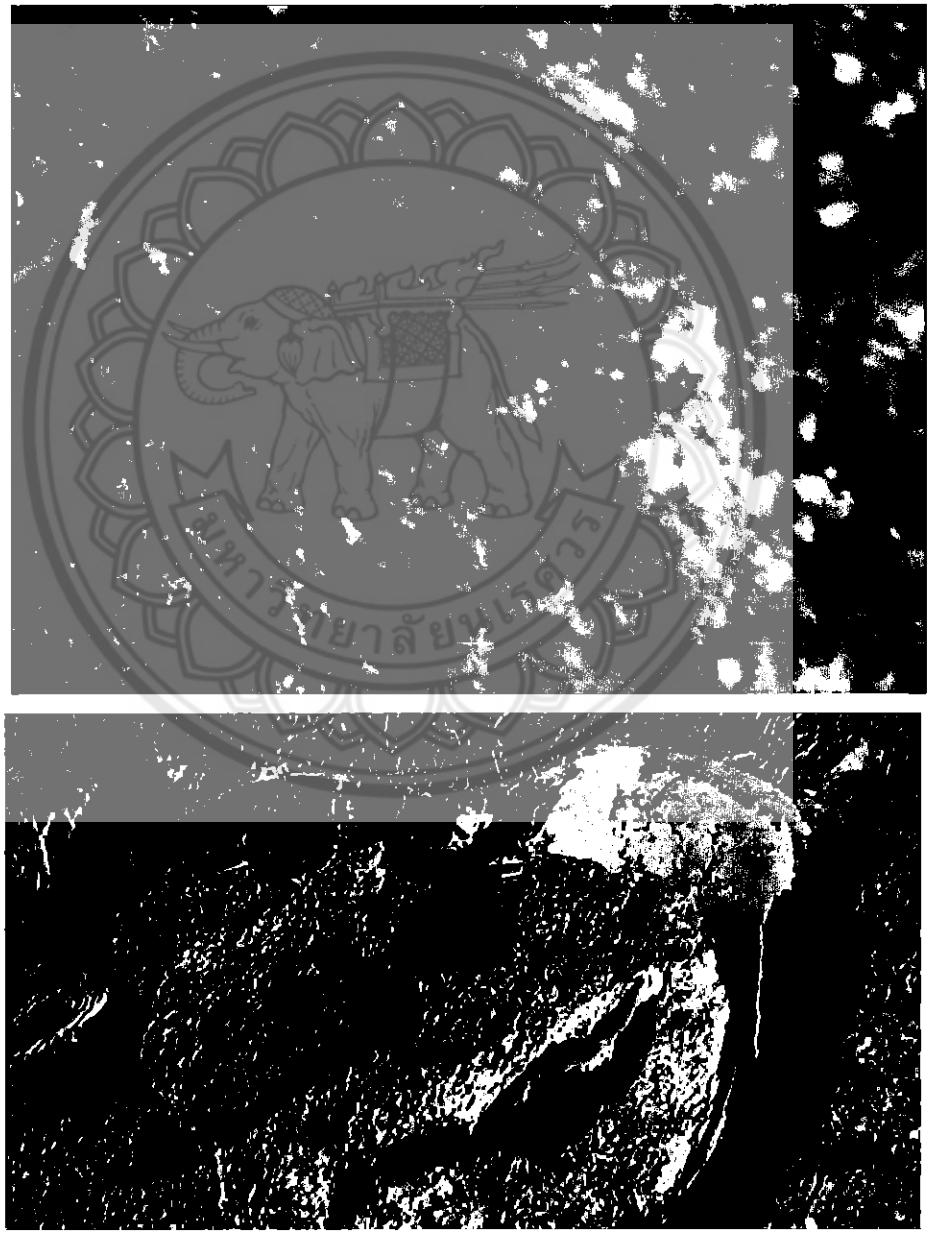
มีความเหนียวและความแข็งแรงก่อนเผาที่ค่อนข้างสูง และนี่ถือเป็นคุณสมบัติที่ดีของดินเหนียวหรือ Ball Clays นั่นเอง เช่นเดียวกันกับดินทุติยภูมิ (Secondary Clays) อื่นๆ ดินเหนียวจะมีสิ่งเจือปนต่างๆ เจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงและมีขนาดที่ละเอียดมากๆ ดังนั้นจึงทำให้การกำจัดออกไปในขั้นตอนสุดท้ายทำได้ยาก โดยทั่วไปดินที่มาจากแหล่งที่แตกต่างกันอาจจะนำมาผสมเข้าด้วยกันเพื่อทำให้ได้คุณสมบัติตามที่ผู้ผลิตเนื้อดินประเภทต่างๆ ต้องการ ซึ่งปกติแล้วจะนิยมใช้ดิน 2 หรือ 3 ชนิดผสมเข้าด้วยกันเพื่อลดผลกระทบต่อคุณสมบัติต่างๆ จากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดิน การเปลี่ยนแปลงในคุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้จะเห็นในดินเหนียวได้อย่างชัดเจนมากกว่าดินขาว (China Clays)

ดินเหนียว (Ball Clays) มักจะถูกอธิบายลักษณะด้วยสีของดินที่ยังไม่ผ่านการเผา ดังนั้นในบางครั้งจึงอาจจะมีการเรียกชื่อเป็น "ดินดำ" หรือ "ดินสีน้ำเงิน" หรือ "ดินสีงาช้าง" เป็นต้น ซึ่งสีเหล่านี้ไม่สามารถใช้ในการบ่งชี้สีที่ได้สุดท้ายหลังการเผาของดินได้ เนื่องจากดินที่มีสีเข้มหรือสีดำนั้นเกิดจากสารประกอบอินทรีย์ที่อยู่ในดินซึ่งจะถูกเผาออกไปเกือบหมดในกระบวนการเผา เหลือไว้เพียงเนื้อดินที่มีสีขาวนวล

ตามที่กล่าวไปแล้วว่าดินเหนียว (Ball Clays) จะมีสิ่งแปลกปลอมหลากหลายชนิดเจือปนอยู่ในปริมาณที่แตกต่างกันค่อนข้างมาก เช่น ดิน "Siliceous Clay" จะมี Free Silica ปนอยู่ในปริมาณมากซึ่งทำให้ปริมาณของ Silica โดยรวมที่เป็นองค์ประกอบของดินทั้งหมดมีมากกว่า 60% (บางครั้งอาจสูงถึง 80%) จะเห็นได้ชัดว่าดินที่มีปริมาณของแร่ดินต่ำกว่าจะให้ความเหนียว ค่าความแข็งแรงก่อนเผาและค่าการหดตัวจากการอบแห้งที่น้อยกว่าดินซึ่งมีปริมาณของแร่ดินที่สูงกว่า สำหรับดินเหนียวที่มีสารประกอบอินทรีย์เจือปนอยู่มาก (การวิเคราะห์ทางเคมี จะให้ค่า Loss-on-Ignition ที่สูง) โดยทั่วไปจะมีความเหนียว ความแข็งแรงก่อนเผา และการหดตัวจากการอบแห้งที่สูง นอกจากนี้สภาพของการกระจายตัว (Deflocculation) ก็จะแตกต่างจากดินที่ไม่มีสารประกอบอินทรีย์เจือปนอยู่ กล่าวคือในสภาวะความเป็นด่าง (Alkaline Condition) ดินชนิดนี้จะรวมตัวกับอนุภาคลบของสารประกอบอินทรีย์ ช่วยให้ดินมีสภาวะการกระจายตัวที่ดีขึ้น ดินเหนียว (Ball Clays) โดยส่วนใหญ่มักจะได้มาจากกระบวนการทำเหมืองแบบเปิดแต่บางครั้งก็พบว่าได้มาจากการทำเหมืองใต้ดิน ซึ่งแบบในกรณีแรกนั้นวัสดุที่ทับถมอยู่บนดินจะถูกกำจัดออกไปก่อนหลังจากนั้นจึงค่อยทำการขุดลอกชั้นดิน

ปัญหาหนึ่งที่ผู้ผลิตมักจะพบจากการนำดินเหนียว (Ball Clays) มาใช้งานก็คือ การที่อนุภาคของดินโดยธรรมชาติจะมีความละเอียดค่อนข้างมาก จึงทำให้ยากต่อการนำดินมาตีให้แตกโดยใช้น้ำ กล่าวคือน้ำจะไม่สามารถแทรกซึมผ่านเข้าไประหว่างอนุภาคของดินที่จับตัวกันเป็นก้อนขนาด

ใหญ่ได้ในทันที ดังนั้นจึงทำให้ผู้ผลิตจะต้องใช้เวลาในการตีดินให้แตกค่อนข้างนาน เพื่อให้แน่ใจว่าดินเหนียว (Ball Clay) มีการแตกตัวที่ดีพอก่อนที่จะนำไปผสมกับวัตถุดิบตัวอื่นๆ ต่อไป ในปัจจุบันดินเหนียวที่ผ่านการย่อยให้เป็นก้อนขนาดเล็กมาแล้ว สามารถหาซื้อได้จากผู้ขายหลายราย โดยดินที่มีขนาดใหญ่จะถูกนำมาย่อยโดยใช้เครื่องบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงเหลือเพียง 0.5-2 นิ้ว ซึ่งไม่เพียงจะช่วยให้การตีดินโดยใช้น้ำทำได้เร็วขึ้นเท่านั้นแต่ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการบดผสมของดินเหนียวรวมกับวัตถุดิบอื่นๆ ให้ดีขึ้นอีกด้วย



รูปที่ 2.4 ดินเหนียว ซึ่งเป็น ดินทุติยภูมิ (Secondary Clays)

2.1.3(5) **ดินท่อน**

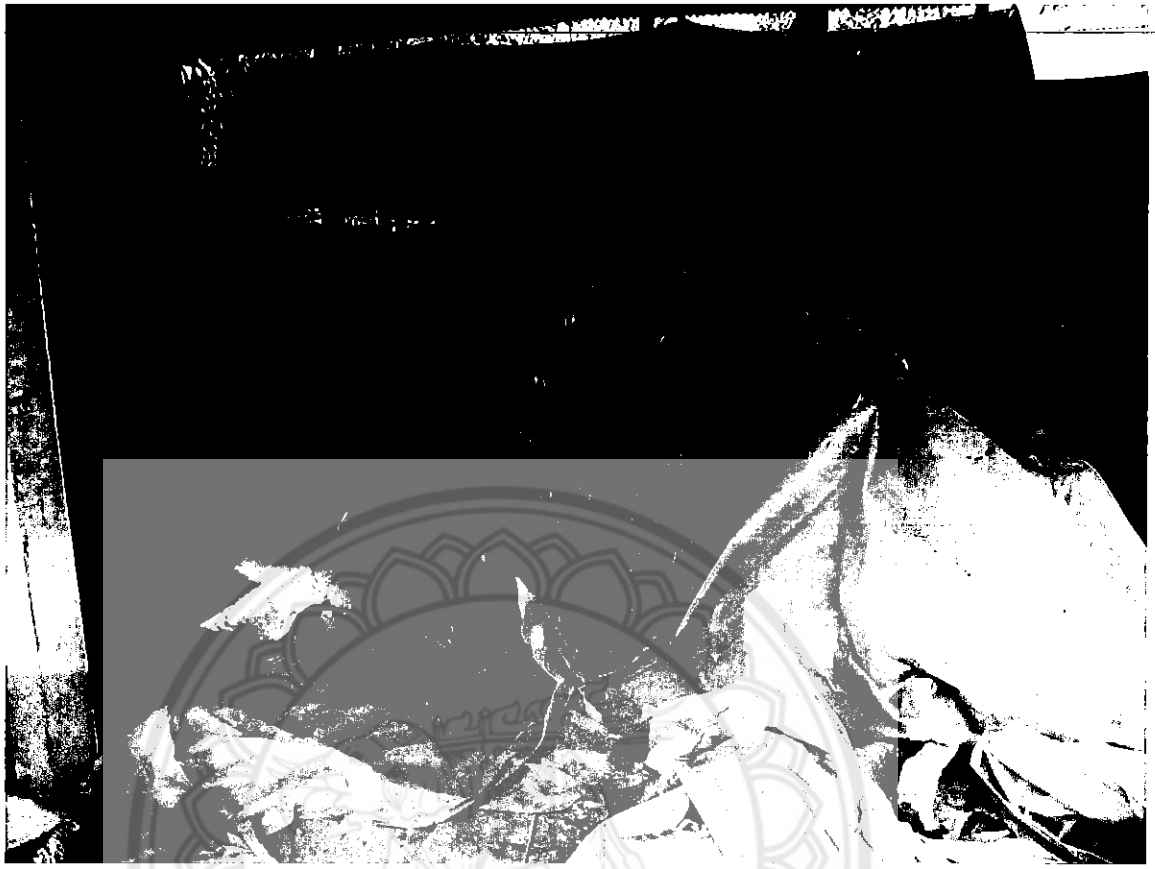
นอกจากที่กล่าวมาข้างต้นถึงข้อจำกัดของดินเหนียว จึงได้มีผู้คิดค้นการผลิตดินเหนียว (Ball Clays) ในรูปของดินท่อนออกจำหน่าย โดยดินเหนียวจะถูกนำไปรีดเป็นให้ท่อนก่อนแล้วตัดให้ได้ขนาดที่เล็กลง ดินเหนียวที่ซื้อมาเป็นพาเลทในลักษณะนี้ไม่เพียงแต่จะช่วยทำให้การตีผสมดินในน้ำทำได้ง่ายขึ้นเท่านั้น แต่ยังทำให้การขนย้ายดินทำได้ง่ายกว่าดินที่ซื้อมาเป็นก้อนอีกด้วย

ดินเหนียวที่ซื้อมาเป็นพาเลทดังกล่าวจะนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางสำหรับกลุ่มผู้ผลิตเครื่องสุขภัณฑ์ในประเทศอังกฤษ เนื่องจากมีข้อดีหลายข้อที่พอจะสรุปได้ดังนี้

- ช่วยให้การตีผสมดินทำได้ง่ายขึ้นและมีประสิทธิภาพดีขึ้น
- ไม่มีปัญหาเรื่องของกากค้างตะแกรง
- ปริมาณความชื้นต่ำและมีการควบคุมให้คงที่
- ช่วยให้การหล่อทำได้เร็วขึ้น หากน้ำดินมีค่าการไหลตัวที่สูงขึ้น
- เพิ่มความแข็งแรงของชิ้นงาน (Green Strength)
- สามารถเพิ่มความหนาแน่น (Density) ของน้ำดินได้สูงถึง 1.65 g/ml

นอกจากนี้ ดินเหนียว (Ball Clays) อาจจะถูกผลิตมาในรูปของน้ำดิน(Slip) หรือสารแขวนลอยก็ได้ ซึ่งถึงแม้ว่าจะทำให้ต้นทุนในการขนส่งเพิ่มขึ้นแต่ก็จะช่วยลดปัญหาให้กับผู้ผลิตในเรื่องของการตีผสมดินได้

อย่างไรก็ตามในการผลิตเนื้อดินที่ไม่ต้องการค่าความเหนียวและความแข็งแรงที่สูงมากนัก เช่น เนื้อดิน Bone China ก็มักจะมีการเติมเบนโตไนต์ปริมาณเล็กน้อย (ไม่เกิน 1%) ลงไปในส่วนผสมด้วยเป็นบางครั้ง เนื่องจากวัตถุดิบที่มีความเหนียวถึงแม้ว่าจะเติมลงในส่วนผสมเพียงเล็กน้อยก็มีผลทำให้ความสามารถในการขึ้นรูป (Workability) และความแข็งแรงของเนื้อดินเพิ่มขึ้น แต่ควรหลีกเลี่ยงการเติมในปริมาณมากๆ เนื่องจากจะส่งผลทำให้เกิดตำหนิหลังการอบแห้งอย่างแน่นอน



รูปที่ 2.5 ลักษณะของดินท่อน

2.2. น้ำเคลือบ

ความรู้ในการทำน้ำเคลือบ สามารถสืบประวัติศาสตร์ ไปได้ถึง 5,000 ปี ก่อนคริสต์ศักราช ชาวอียิปต์เป็นผู้ที่ค้นพบน้ำชนิดแรกของโลก คือเคลือบอุณหภูมิต่ำสีฟ้าสดหรือเคลือบสีฟ้าสด (Turquoise Blue) ซึ่งนิยมใช้เคลือบลูกปัดภาชนะ และเครื่องประดับดินเผา เผาในอุณหภูมิต่ำ 900°C โดยใช้โซดาแอซ (Sodium Carbonate) หรือบอแรกซ์ผสมกับทรายในทะเลทรายและสนิมทองแดง (Copper Oxide) 4% ยังคงนิยมทำกันอยู่ในแถบประเทศตะวันออกกลาง คือตุรกี และอิหร่าน จากหลักฐานเพิ่มเติมค้นพบว่า ชาวซีเรียและบาบิโลเนีย เป็นผู้ค้นพบการใช้เคลือบตะกั่ว ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มักจะเป็นสิ่งก่อสร้าง เช่นกระเบื้องมุงหลังคา และกระเบื้องประดับตกแต่งอาคารเป็นต้น และได้เผยแพร่เทคนิคการทำเคลือบตะกั่วไปสู่จีน ต่อมาจีนได้ค้นพบการทำเคลือบขี้เถ้าไม้ และเคลือบหินซึ่งเผาในอุณหภูมิสูง ส่วนการทำขวดจากแก้วก็มีต้นกำเนิดจากประเทศทางตะวันออกกลางเช่นเดียวกัน ในแถบอียิปต์ เมโสโปเตเมีย เมื่อประมาณ 2,000 ปี

มาแล้ว หรือยุคเริ่มต้นของคริสต์ศักราชแสดงให้เห็นชัดเจนว่ามนุษย์รู้จักการทำเครื่องเคลือบดินเผาก่อนการทำแก้ว เกือบ 3,000 ปี (ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์. 2537: 2)

2.2.1 ประเภทของน้ำเคลือบ

น้ำเคลือบสามารถแบ่งตามอุณหภูมิในการเผาได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. เคลือบอุณหภูมิต่ำ (Low Temperature Glaze) อยู่ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 800°C – 1,100°C

2. เคลือบอุณหภูมิปานกลาง (Medium Temperature Glaze) อยู่ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 1,150°C – 1,200°C

3. เคลือบอุณหภูมิสูง (High Temperature Glaze) อยู่ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 1,230°C – 1,300°C

ในการจำแนกลักษณะของเคลือบที่สามารถมองเห็นและสัมผัสได้นั้นสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1. **เคลือบใส** (Transparent Glaze) เป็นเคลือบที่มีผิวมัน นิยมใช้กับภาชนะที่เขียนสีใต้เคลือบ และเป็นเคลือบพื้นฐานสำหรับใส่ออกไซด์ (Oxide) และสีสำเร็จรูป (Stain)

รูปที่ 2.6 ลักษณะของเคลือบใส (Transparent Glaze)

2. **เคลือบทึบ** (Opaque Glaze) เป็นเคลือบสีขาว หรือสีอื่นๆ และแสงไม่สามารถผ่านได้ มีวัตถุดิบที่ใช้ในการทำทึบ ได้แก่ ทินออกไซด์ (Tin Oxide) เซอร์โครเนียมซิลิเกต (Zirconium Silicate) ซิงก์ออกไซด์ (Zinc Oxide) และไทเทเนียมไดออกไซด์ (Titanium Dioxide)

รูปที่ 2.7 ลักษณะของเคลือบทึบ (Opaque Glaze)

3. **เคลือบด้าน** (Matt Glaze) เป็นเคลือบที่มีพื้นผิวที่ไม่เรียบลื่น มีสีแบบต่างๆกันออกไป สามารถเผาได้ในทุกอุณหภูมิ ลักษณะโดยทั่วไปแล้วจะเป็นเคลือบที่สุกตัวไม่ร่อนหลุดได้ มีส่วนผสมของอะลูมิน่า (Alumina) หรือ แบเรียมคาร์บอเนต (Barium Carbonate) หรืออัตราส่วนของซิงก์ออกไซด์ (Zinc Oxide) มากเกิดนความจำเป็น เป็นต้น

รูปที่ 2.8 ลักษณะของเคลือบด้าน (Matt Glaze)

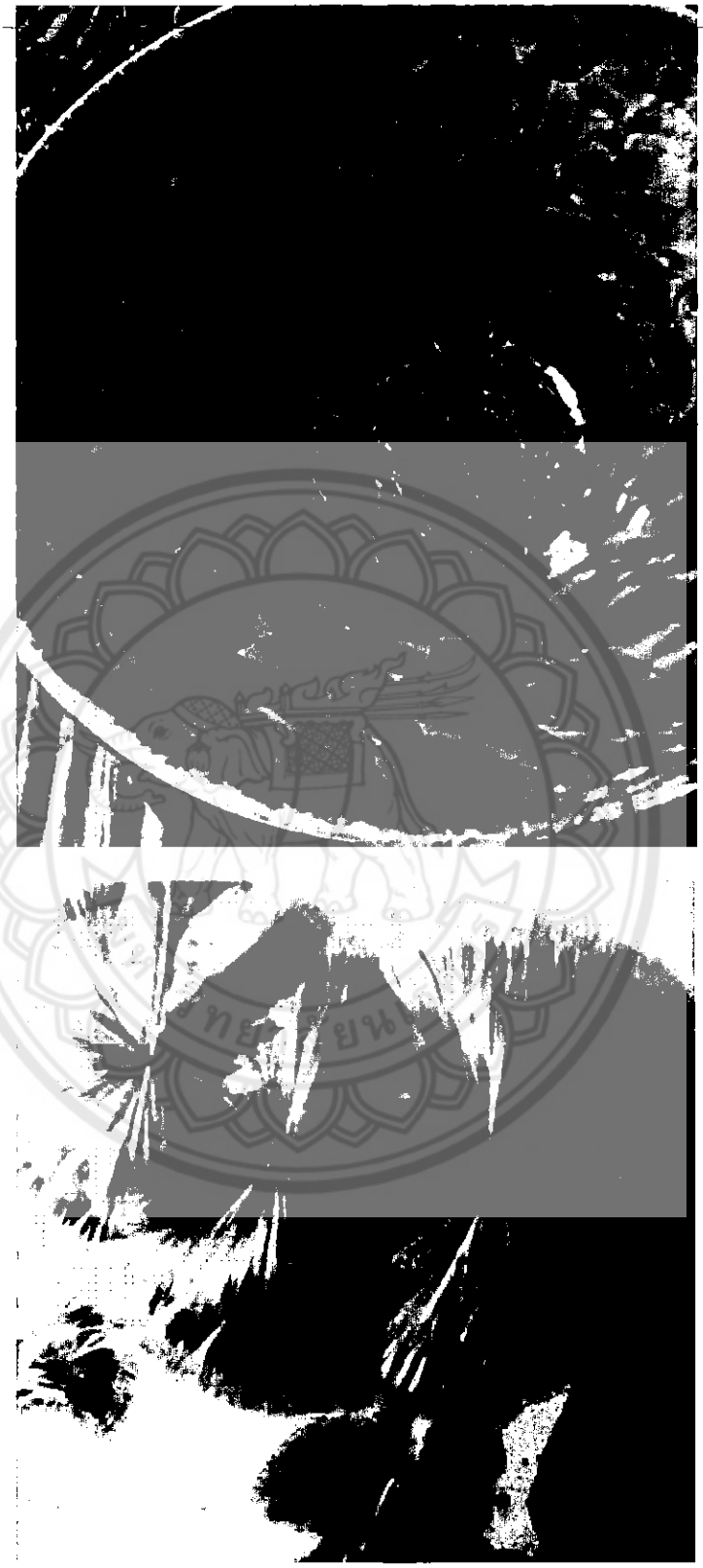
168416555

22 ก.ย. 2558

4. เคลือบราน (Crackle Glaze) เป็นลักษณะของเคลือบที่เกิดจากสัมประสิทธิ์การหดตัวของเนื้อดินและเคลือบมีความแตกต่างกัน โดยมากเกิดขึ้นในดินสโตนแวร์และดินปอร์ซเลนส์ มีลักษณะการรานตัวที่ชั้นผิวของเคลือบ มีลวดลายเป็นลายตาข่าย ถี่ หรือห่าง แตกต่างกันที่ความหนาของเคลือบ และสูตรเคลือบ

รูปที่ 2.9 ลักษณะของเคลือบราน (Crackle Glaze)

5. **เคลือบผลึก** (Crystalline Glaze) เกิดจากการตกผลึกของเคลือบระหว่างการเย็นตัว แบ่งได้ออกเป็น 2 ชนิด คือเคลือบผลึกใหญ่ที่ฝังอยู่ที่ผิวหรือในผิวเคลือบและผิวเคลือบ อะเวนจูรีน (Aventurine) ซึ่งเป็นเคลือบผลึกเล็กเดี่ยวที่กระจายอยู่บนผิวมีความแวววาว เคลือบผลึกจะเป็นเคลือบที่ไหลตัวมาก ควรวางในภาชนะรองเพื่อป้องกันไม่ให้เคลือบไหลติดแผ่นรองเตา ช่วงเวลาการเย็นตัวของเคลือบมีความสำคัญมาก จะต้องมีการแช่ไว้ที่อุณหภูมิหลายชั่วโมงก่อนจะทำให้เย็นลงช้าๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันออกไปในการแช่อุณหภูมิ ซึ่งต้องอาศัยการจดบันทึก ในแต่ละช่วงอุณหภูมิในการเผา เพื่อให้ได้ผลึกที่ดีมีคุณภาพ



รูปที่ 2.10 ลักษณะของเคลือบผลึก (Crystalline Glaze)

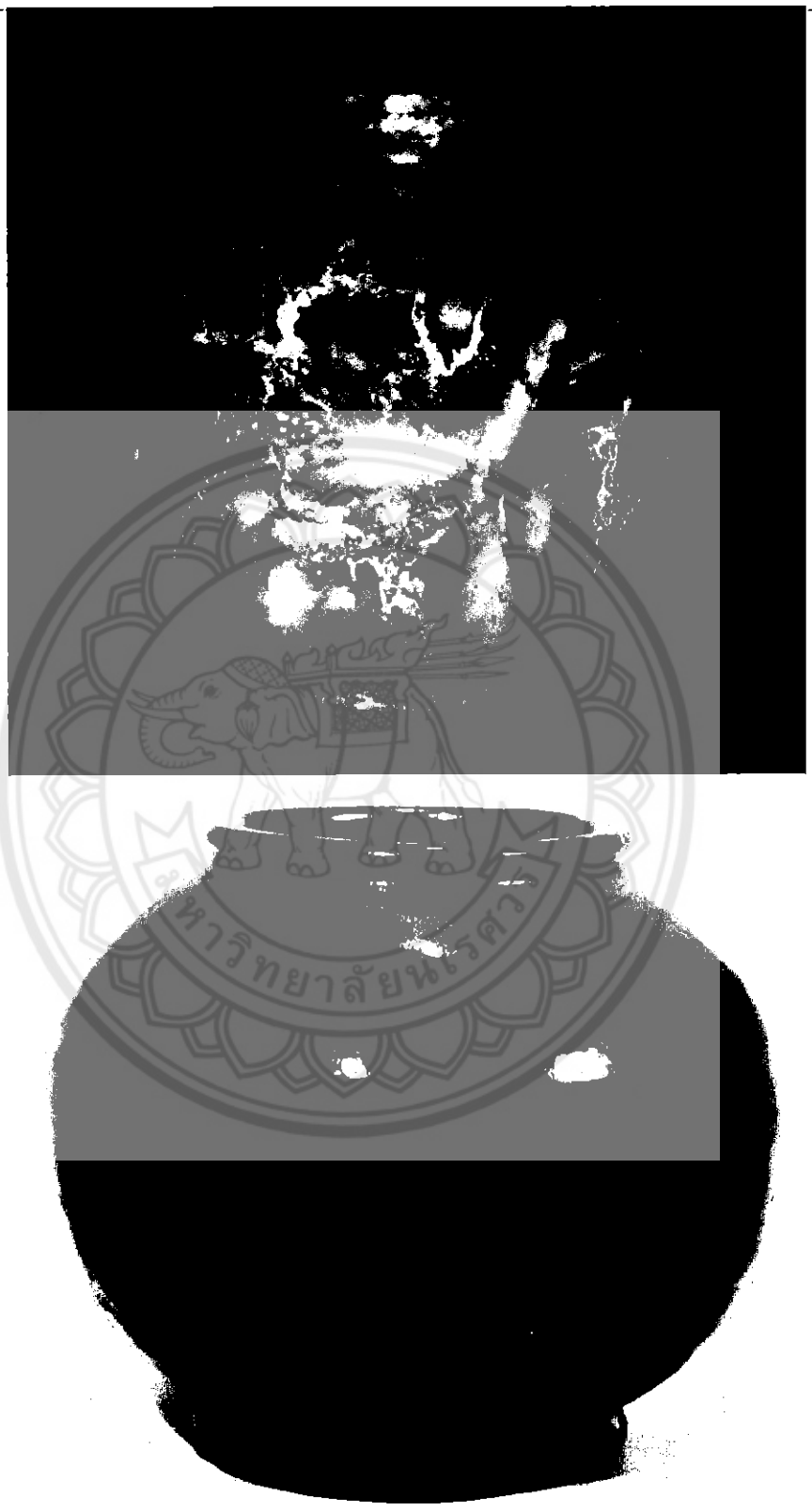
6. เคลือบประกายมุก (Luster Glaze) ลัสเตอร์เป็นเคลือบผิวมัน มีประกายเหลือบแววาว สดใส หรือเป็นประกายมุก สายรุ้ง หรือเงิน ทอง เผาในอุณหภูมิต่ำประมาณ ประมาณ 650-850 องศาเซลเซียส พาลิสซี่ (Bernard Palissy, ค.ศ. 1510-1590) ชาวฝรั่งเศสได้เขียนบันทึกเกี่ยวกับการทำเซรามิกโดยละเอียดไว้เป็นคนแรก สมัยนั้นการทำเครื่องเคลือบดินเผาจะทำในอุณหภูมิต่ำ หลังจากนั้นก็มีเวจด์วูด (Josiah Wedgwood) ชาวอังกฤษ (ค.ศ.1730 – 1795) สมัยก่อนที่จะรู้จักการเขียนสูตรเคลือบโดยใช้หลักวิทยาศาสตร์ ได้ทำการทดลองวัตถุดิบ ดิน และเคลือบไว้มากมาย พร้อมทั้งจดบันทึกไว้เป็นหลักฐาน เซเกอร์ (Seger) ชาวเยอรมัน นับเป็นคนแรกที่สามารถวางกฎเกณฑ์ในการเขียนสูตรเคลือบตามหลักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเขียนเป็นสูตรส่วนผสมทางเคมีขึ้นสำเร็จ โดยใช้กฎในการแบ่งวัตถุดิบทางเคมีออกเป็น 3 กลุ่ม ซึ่งวัตถุดิบในแต่ละกลุ่มนั้นมีคุณสมบัติดังนี้

1. **กลุ่มด่าง** (Basic oxide หรือ Alkali) ทำหน้าที่เป็นตัวหลอมละลายในเคลือบช่วยให้เคลือบสามารถหลอมตัวได้เร็ว วัตถุดิบได้แก่ หินฟันม้า หินปูน แมกนีเซียมออกไซด์ บอแรกซ์ ตะกั่ว โซดาแอซ และฟริต เป็นต้น

2. **กลุ่มตัวกลาง** (Amphoteric oxide) ทำหน้าที่เป็นตัวกลาง ช่วยประสานวัตถุดิบในกลุ่มตัวที่ 1 และกลุ่มที่ 3 ช่วยไม่ให้เคลือบไหล เช่น อะลูมิน่า ดินขาว

3. **กลุ่มกรด** (Acidic oxide) ทำหน้าที่เป็นตัวให้แก้ว และตัวทนไฟในเคลือบเช่น ซิลิก้า ควอร์ต หินเขี้ยวหนุมาน ฟริ้นท์ (ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์. 2537: 4)

การคำนวณสูตรของเซเกอร์ (Seger) เป็นการคำนวณในการหาสูตรเคลือบซึ่งมีความละเอียดมาก สามารถใช้วัตถุดิบในการทำเคลือบได้หลายชนิด เพื่อลดและเพิ่มอุณหภูมิตามความต้องการ โดยมีสัดส่วนเป็นร้อยละ เพื่อการทดลองให้เห็นถึงความเป็นไปของเคลือบ ทั้งนี้ผู้ใช้จะต้องมีความรู้และทราบคุณสมบัติของวัตถุดิบทางเซรามิก อย่างเข้าใจ จนสามารถนำมาใช้ได้อย่างมีหลักการและมีเหตุผล เพื่อคาดคะเนผลความน่าจะเป็นเบื้องต้นได้อย่างชัดเจน



รูปที่ 2.11 ลักษณะของเคลือบประกายมุก (Luster Glaze)

2.2.2 **วัตถุประสงค์ของการเคลือบ**

ในการเคลือบบนเครื่องปั้นดินเผาจะต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในการเคลือบ เนื่องจากชิ้นงานแต่ละประเภทนั้นมีความแตกต่างกันไปตามประโยชน์ใช้สอย รูปทรง หรือเพื่อเป็นการทำให้เกิดความงาม หรือเพื่อเพิ่มคุณสมบัติให้ดีขึ้น สามารถแยกตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

1. เพื่อเพิ่มความสวยงาม ตามสุนทรียะทางศิลปะเครื่องเคลือบดินเผาและทำให้เกิดคุณค่าในความคงแท้ของผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา อย่างสมบูรณ์

2. เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดได้ง่าย จากผิวเคลือบที่ดูมันเรียบ ง่ายต่อการเช็ดล้าง

3. เพื่อให้ทนต่อการกัดกร่อนของกรด ด่าง และสารเคมีไม่สามารถไหลซึมผ่านได้ เช่น ภาชนะใส่ยา สารเคมี และอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์

4. เพื่อเพิ่มความแข็งแกร่ง ทนทาน ทนต่อสารเคมีและการเสียดสี

2.2.3 **วัตถุดิบในการทำน้ำเคลือบ** (Raw Materials)

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำน้ำเคลือบ ส่วนมากเป็นวัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียวเป็นวัตถุดิบที่มาจากหิน และแร่ต่างๆ ทั้งที่มีพิษหรือไม่มีพิษ โดยส่วนมากแล้วการได้รับพิษจากวัตถุดิบจะได้รับจากการสูดดมเป็นเวลานาน หรือการกินเข้าไป นอกจากวัตถุดิบบางชนิด เช่นตะกั่ว และวัตถุดิบที่สามารถละลายน้ำได้เท่านั้นที่สามารถซึมผ่านผิวหนังเข้าไปได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณที่ได้รับเข้าไป จะมีหลายอาการให้พบเห็น ตั้งแต่เวียนหัวอาเจียน ท้องเสียและถึงขั้นไตวายเสียชีวิตได้ เช่น สารพิษจากตะกั่ว เป็นต้น หากมีความระมัดระวังและมีเครื่องป้องกันต่อการจับต้องสารเคมีต่างๆ ก็สามารถทำให้ได้รับพิษน้อย แต่จะเป็นการสะสมแทน ซึ่งอาจแสดงอาการในช่วงเวลาหลังจากได้รับพิษเป็นเวลานาน หรือสำหรับผู้ที่มีอาการแพ้อย่างรุนแรงเท่านั้นที่จะแสดงผลในเวลาระยะสั้น จึงควรหลีกเลี่ยงวัตถุดิบที่มีอาการแพ้หรือเปลี่ยนไปใช้วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงแทน ทั้งนี้แล้วการระมัดระวังในการสัมผัสน่าจะเป็นสิ่งที่ดีที่สุด

2.2.4 **คุณสมบัติของวัตถุดิบในการทำเคลือบ**

1. เฟลด์สปาร์ (Feldspar) หรือหินฟันม้า เป็นสารประกอบอะลูมิเนียมซิลิเกต ซึ่งเกิดจากการแปรสภาพของหินแกรนิต พบในธรรมชาติมีทั้งสีขาวและสีชมพู เป็นสารที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรม มีราคาถูก เป็นสารอัลคาไลด์ที่ไม่ละลายน้ำ มีจุดหลอมละลายที่ 1,200°C -1,250°C ที่นิยมใช้มีอยู่ 2 ชนิด คือ

- โพแทสเฟลด์สปาร์ $K_2O\ Al_2O_3\ 6SiO_2$ มีจุดหลอมละลายที่ 1,200°C -1,250°C
- โซดาเฟลด์สปาร์ $Na_2O\ Al_2O_3\ 6SiO_2$ มีจุดหลอมละลายที่ต่ำกว่าโพแทสเฟลด์สปาร์

2. แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate) มีชื่อเรียกหลายชื่อ เช่น ไลม์สโตน (Lime Stone) ไวท์ติ้ง (Whiting) หรือหินปูน นิยมใช้เป็นวัตถุดิบในการทำเคลือบ ไม่นิยมเป็นส่วนผสมเนื้อดินปั้น เนื่องจากหากใส่ในปริมาณมากจะทำให้เนื้อดินยุบตัวง่าย เป็นวัตถุดิบมีจุดหลอมละลายสูงที่ 2,570°C มีคุณสมบัติเป็นตัวหลอมละลาย (Flux) หลักในเคลือบอุณหภูมิสูง

3. โดโลไมต์ (Dolomite) เป็นสารประกอบแมกนีเซียมและแคลเซียมคาร์บอเนต ใช้ผสมในเนื้อดินปั้นเพื่อลดจุดสุกตัว และผสมในเคลือบทำให้เคลือบทึบด้าน และให้ผลของการให้สีออกไซด์ในเคลือบชัดเจนขึ้น

4. ซิงค์ออกไซด์ (Zinc Oxide) เป็นวัตถุดิบจุดหลอมละลายสูงที่ 1,800°C ใช้ในปริมาณน้อยจะทำให้เคลือบมันวาวได้และสามารถทำให้เกิดสีขาวทึบแสงได้ดีในเคลือบไฟต่ำ เมื่อเผายืนไฟจะทำให้เคลือบเกิดผลึก ในอุณหภูมิสูง เมื่อมีออกไซด์ของโลหะที่ทำให้เกิดสีผสมอยู่ เช่น เหล็กออกไซด์ โคบอลต์ออกไซด์ และทองแดงออกไซด์ เป็นต้น

5. ไทเทเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide) หรือ Rutile เป็นสารที่ทำให้เกิดความทึบมีคุณสมบัติทำให้ทึบเหมือน Zinc Oxide, Tin Oxide และ Zirconium Oxide ทำให้เคลือบมีผิวด่างดวงแปลกตา เหมาะกับการสร้างสรรค์สีของเคลือบ

6. ฟลินต์ (Flint) หรือ ซิลิก้า (Silica) หรือควอตซ์ (Quartz) หรือ หินเขี้ยวหนุมาน ซึ่งได้จากหินทราย ผงทราย หรือกรวดหิน มีสีดำ สีเทา สีชมพู เป็นวัตถุดิบที่มีความบริสุทธิ์มากกว่าวัตถุดิบอื่น ไม่ละลายน้ำ หาง่าย ราคาถูก ช่วยเพิ่มจุดหลอมให้เคลือบ มีจุดหลอมละลายที่อุณหภูมิ 1,710°C ใช้เป็นส่วนผสมในเคลือบทำให้เคลือบมีความแข็งแกร่ง มีความเป็นแก้วและ มันวาว

7. อะลูมิน่า (Alumina) มีคุณสมบัติเป็นตัวกลาง ทำให้เคลือบยึดติดผิวผลิตภัณฑ์ไม่ติดมือเป็นฝุ่นเมื่อสัมผัส ใช้ผสมเป็นส่วนผสมหลักของเคลือบประมาณ 10% ทำให้เคลือบไม่ตกตะกอนก้นถัง แต่หากใส่ในปริมาณมากเกินไป จะทำให้เคลือบทนไฟสูงขึ้น วัตถุดิบที่ให้อะลูมิน่าได้แก่ ดินขาว และดินไชน่าเคลย์

8. บอแรกซ์ (Borax) เป็นฟลักซ์ไฟต่ำที่นิยมมากชนิดหนึ่ง สามารถใช้แทนตะกั่วได้ แต่จะมีคุณสมบัติการให้สีที่สดใสไม่เท่าตะกั่ว สามารถทำเคลือบหรือเป็นตัวลดอุณหภูมิ (Flux) ในเคลือบอุณหภูมิสูงได้ดี ทำให้ผิวเคลือบเรียบดี และสามารถเป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้น ซึ่งจะทำให้เนื้อดินที่มีปริมาณของเหล็กออกไซด์ผสมอยู่จะหลอมและเกิดความแปลกตาออกมาได้ บอแรกซ์เป็นวัตถุดิบที่ละลายน้ำได้จะแข็งตัวเมื่อได้รับความชื้น จึงควรเก็บให้มิดชิดเพื่อป้องกันการเกิดการชั่งวัดที่ผิดในน้ำหนักส่วนผสม

9. โคเลมาไนท์ (Colemanite) เป็นตัวหลอมละลายในอุณหภูมิต่ำที่อุณหภูมิ930°C เป็นแคลเซียมโบเรตฟริตธรรมชาติ ที่สามารถละลายน้ำเพียงเล็กน้อย เป็นตัวหลอมละลายที่ค่อนข้างรุนแรง แต่หายากและมีคุณภาพไม่คงที่หรือด้อยลง

10. โซดาแอช หรือโซเดียมคาร์บอเนต (Soda Ash) เป็นตัวหลอมที่มีความรุนแรง จุดหลอมที่อุณหภูมิ 851°C ละลายน้ำได้ดี แต่ต้องใช้ให้หมดเมื่อผสมน้ำใช้ในแต่ละครั้ง เพราะเคลือบจะแห้งแข็งหลังจากที่ผสมไม่นาน

11. ฟริต (Frit) เป็นวัตถุดิบที่เกิดจากการสังเคราะห์ขึ้นใหม่ มีราคาแพง เนื่องจากผลิตในประเทศน้อย ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ วัตถุดิบจะมีความแน่นอนมากกว่าวัตถุดิบที่ได้ตรงมาจากธรรมชาติ เกิดจากการหลอมตัวของแก้ว (Silica) กับสารองค์ประกอบอื่นๆ เข้ากับสารประกอบหลักที่ต้องการ เพื่อให้สามารถนำสารองค์ประกอบหลักมาใช้ประโยชน์ในลักษณะต่างๆ เช่น

- เปลี่ยนเกลือ สารละลายน้ำได้ให้ละลายน้ำไม่ได้
- เปลี่ยนตัวหลอมละลายไฟสูง ให้ทำงานต่ำลง
- ลดเวลาในการเกิดปฏิกิริยาของสารในเคลือบให้สั้นลง
- ลดจำนวนสารในสูตรเคลือบให้เหลือน้อยลง สะดวกในการผสมและผิดพลาดน้อยลง
- เกิดความปลอดภัยมากขึ้นในการใช้สารที่เป็นพิษ (คนธาภรณ์ เมียร์แมน. 2552: 30)

12. ตะกั่ว (Lead) เป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการเคลือบมาแต่สมัยโบราณ เป็นเคลือบชนิดแรกของโลก และได้มีวิวัฒนาการ ในส่วนผสมมาหลายสมัย จากการสืบค้นประวัติ เช่นในอียิปต์ และจีน เป็นตัวหลอมละลายที่สำคัญมากชนิดหนึ่ง ทำให้เคลือบมีผิวเรียบ มีความมัน สีสันสดใส แต่มีอันตรายมากในการใช้เนื่องด้วยสามารถเข้าสู่ร่างกายได้หลายทาง ทั้งทางสูดดม รับประทาน หรือผิวหนังซึ่งควรระมัดระวังในการใช้ ควรมีอุปกรณ์ในการป้องกัน ทำในสถานที่ถ่ายเทอากาศได้สะดวก และไม่ควรทิ้งน้ำเคลือบลงสู่แม่น้ำ ลำคลอง หรือหลีกเลี่ยงไปใช้ ฟริต (Frit) เป็นการทดแทนจะเกิดความปลอดภัยมากกว่า

2.2.5 วัตถุดิบที่ให้สีต่างๆในเคลือบ

1. เฟอร์ริกออกไซด์ (Ferric Oxide) หรือ เหล็กออกไซด์ (Iron Oxide) มีลักษณะตามธรรมชาติเป็นสีน้ำตาลแดงและน้ำตาลสีดำ ผสมในเคลือบในปริมาณน้อยจะให้สีเหลือง หากใช้ปริมาณมากจะได้สีน้ำตาลเข้มถึงดำ หรือผสมมนปริมาณที่มากเกินพอ (Over Oxide) ในเคลือบเทมโมกุ หรือเคลือบอะเวจูรีน จะได้หยดน้ำมันที่เกิดความสวยงามในเคลือบไฟสูง หรือหากเผาในบรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ จะได้สีเขียว เช่นเคลือบสีเขียวไข่กา (Celadon)

2. คอปเปอร์ออกไซด์ (Copper Oxide) หรือ ทองแดงออกไซด์ เป็นโลหะชนิดแรกที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ทำเป็นเครื่องมือยุคโลหะ สนิมทองแดงเป็นวัตถุดิบให้สีที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายตั้งแต่สมัยอียิปต์ก่อนคริสตศักราช เพื่อทำให้เป็นเคลือบสีฟ้าเทอร์คอยซ์ (Turquoise) และใช้ผลิตแก้วสีฟ้าในสมัยต้นคริสตกาล (ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์. 2546: 22) คอปเปอร์ออกไซด์เป็นวัตถุดิบที่ให้สีเขียวในบรรยากาศสันดาปสมบูรณ์ และให้สีแดง (Copper Red) ในบรรยากาศสันดาป ไม่สมบูรณ์ คอปเปอร์ออกไซด์ที่ใช้มีทั้งสีดำ (Copper Oxide) และสีเขียวอ่อน (Copper Carbonate) จะให้สีสันที่แตกต่างกัน

3. แมงกานีสไดออกไซด์ (Manganese dioxide) เป็นสารให้สีน้ำตาลในเคลือบ หากมีโพแทสเฟลด์สปาร์สูงจะให้สีม่วง เป็นสารที่เกิดตำหนิเป็นฟองเดือดได้ง่าย มีสมบัติเป็นตัวหลอมละลาย (Flux) หากใช้แมงกานีสเป็นสารให้สีจะหลอมตัวในอุณหภูมิต่ำลง เคลือบจะไหลตัวมาก และจะทำปฏิกิริยากับออกไซด์โลหะ เช่น คอปเปอร์ออกไซด์ ในปริมาณที่เหมาะสมเป็นเคลือบสีทองและสีโลหะเงิน

4. นิกเกิล (Nickel Oxide) เป็นสารที่ให้สีเขียวอมเทา และเป็นสารที่ให้สีต่างๆ ในเคลือบได้หลายสี เช่น สีฟ้า สีเทา สีเขียว สีน้ำตาลและสีเหลือง (อายุวัฒน์ สว่างผล. 2543: 168)

5. โคบอลต์ออกไซด์ (Cobalt Oxide) เป็นสารที่ให้สีรุนแรงมากที่สุด เป็นวัตถุดิบที่ให้สีฟ้า และสีน้ำเงินในทุกอุณหภูมิ และทุกบรรยากาศ มีความทนไฟสูง และมีราคาแพงแต่จะใช้ในปราณน้อย นิยมผสมในเนื้อดิน เพื่อทำดินสี และเคลือบ

6. โครเมียมออกไซด์ (Chromium Oxide) เป็นสารประกอบทำให้เกิดสีเขียว เป็นผงสีเขียวไม่ละลายในน้ำ และละลายในเคลือบได้บ้างเล็กน้อย เป็นสารที่ให้สีรุนแรง ใช้ในเคลือบเขียวเพียง 1-2 % โครมิกออกไซด์ใช้คู่กับดีบุกออกไซด์ในการเตรียมสีชมพู (Chrome-Tin Pink) (ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์. 2546: 21)

7. ผงสีสำเร็จรูป (Stain) เป็นสีในเชิงอุตสาหกรรม ให้สีของเคลือบที่มีความแน่นอนของสี ไม่เปลี่ยนสีในบรรยากาศต่างๆทั้งบรรยากาศที่สันดาปสมบูรณ์และบรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ มีสีสันที่หลากหลาย โดยในการผลิตใช้เติมตัวหลอมละลาย (Flux) และตัวทำทึบ (Opacifiers) ชนิดต่างๆ ในออกไซด์หลายชนิด เช่น แอนติโมนี (Sb) โครม (Cr) โคบอลต์ (Co) ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) และนิกเกิล (Ni) ซึ่งสีที่ผลิตได้นอกจากจะมีความสม่ำเสมอแล้ว ยังมีคุณภาพดีมากอีกด้วย (ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์. 2546: 3) การนำสีสเตนมาใช้ในงานเซรามิกจะได้ผลดี ทำให้ตำหนิของสีเคลือบน้อย มีสีสันที่สดใส และมีให้เลือกใช้หลายสีตามความต้องการ สามารถเป็นส่วนผสมได้ตั้งแต่เคลือบไฟต่ำ จนถึงไฟสูง และนิยมทำเนื้อดินสีเพื่อปั้นและเอนโกบ

2.2.6 **วิธีการเคลือบ** (Glazing)

การเคลือบ เป็นการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้มาเคลือบด้วยน้ำเคลือบที่เตรียมไว้ ซึ่งจะเคลือบให้มีความหนาประมาณ 0.2-0.5 มม. หรือมากกว่า ขึ้นอยู่กับชนิดของเคลือบ ในการเคลือบผลิตภัณฑ์ ต้องมีความเข้าใจรูปแบบของผลิตภัณฑ์ ทั้งขนาด รูปทรง รายละเอียดและความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. **วิธีการชุบเคลือบหรือจุ่ม** (Dipping) เป็นวิธีการที่สะดวกและง่ายที่สุด โดยการนำชิ้นงานชุบหรือจุ่มลงไปในเคลือบแล้วนำขึ้น ซึ่งชิ้นงานจะต้องมีขนาดที่พอเหมาะกับปริมาณของเคลือบ และขนาดของภาชนะบรรจุเคลือบ ส่วนมากจะมีขนาดเล็ก หรือขนาดที่พอเหมาะ เช่น แก้วน้ำ จาน ชาม หรือของชำร่วยขนาดเล็ก จะทำให้ชิ้นงานเคลือบได้ทั่วถึงเท่ากันทั้งชิ้นงาน แต่ต้องคำนึงถึงรอยนิ้วมือที่อาจเกิดขึ้นจากการจับ หรืออาจคีมขนาดเล็ก คีบงานชุบเคลือบ จะทำให้ตำหนิลดลง และควรเช็ดชิ้นงานให้สามารถดูดซึมน้ำเคลือบได้ดี อย่าให้เปียกจนชุบเคลือบไม่ติด

รูปที่ 2.12 วิธีการชุบเคลือบหรือจุ่ม (Dipping)

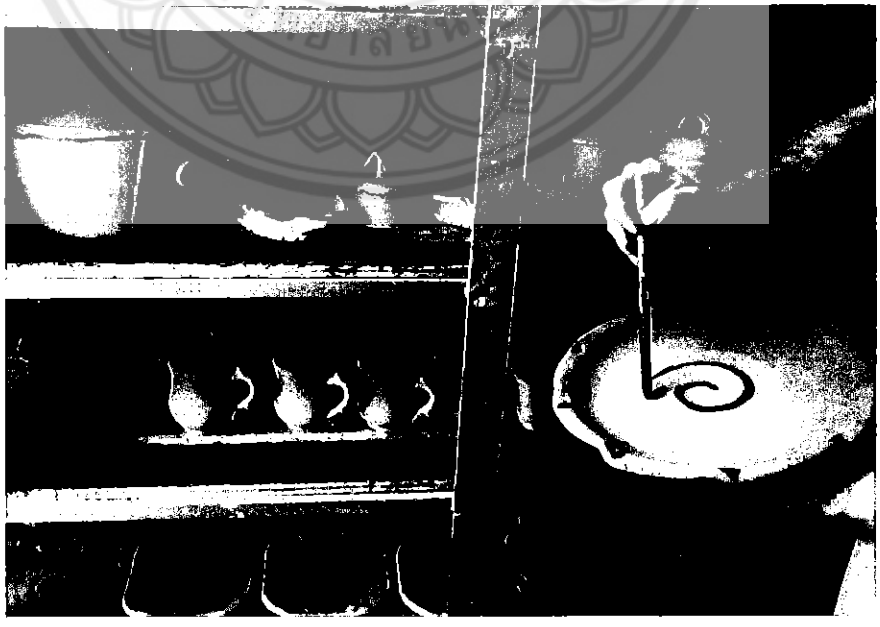
2. **วิธีการพ่น** (Spraying) เป็นการเคลือบชิ้นงานโดยใช้หัวพ่น (Spray gun) ในกรณีที่มีปริมาณของเคลือบน้อยหรือชิ้นงานมีขนาดใหญ่ไม่เหมาะต่อวิธีการเคลือบชนิดอื่น โดยส่วนมากมักพบวิธีการพ่นบนชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่ เช่น เครื่องสุขภัณฑ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม ข้อเสียคือความสม่ำเสมอของเคลือบที่เกิดขึ้น ต้องอาศัยความชำนาญของผู้พ่น แต่ในปัจจุบันมีโรงงานอุตสาหกรรม มีเครื่องจักรกลเข้ามาช่วยในการพ่น ทำให้มีความสม่ำเสมอมากขึ้น และปัญหาการฟุ้งกระจายของผงเคลือบจะต้องมีการดูและและป้องกันอย่างรอบคอบทั้งตัวผู้ปฏิบัติงานและสภาพแวดล้อม

รูปที่ 2.13 วิธีการพ่นเคลือบ (Spraying)

3. **วิธีการเทราด** (Pouring) มักพบในการเคลือบชิ้นงานขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก ซึ่งในการเทราดจะได้เคลือบที่ไม่สม่ำเสมอ หรือหนาบางไม่เท่ากัน เช่น การเคลือบโอ่งราชบุรี ใช้วิธีการเทราด แต่ด้วยความชำนาญและเทคนิคของช่าง จึงทำให้เคลือบได้สม่ำเสมอดี

รูปที่ 2.14 วิธีการเทราดเคลือบ (Pouring)

4. **วิธีการทา** (Painting) เป็นการใช้แปรงหรือฟูกันจุ่มเคลือบและทา**ลงบนชิ้นงาน จะได้ความสม่**ำเสมอของเคลือบที่ไม่เท่ากัน เหมาะกับการเคลือบบนชิ้นงานที่ต้องการ**ความหลากหลายของลักษ**ณะเคลือบ เช่น งานประติมากรรม หรืองานทางด้านศิลปะ



รูปที่ 2.15 วิธีการทาเคลือบ (Painting)

2.3. น้ำดินหล่อ

3.1 ประวัติ

สมัยโบราณประมาณ ปี ค .ศ.1730 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ในสภาวะที่วัตถุดิบเป็นของเหลวมีการใช้กันในแถบยุโรป วิธีการดังกล่าวเรียกว่า "การหล่อน้ำดิน (Slip Casting)" ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมักเป็นพวกกาน้ำชา ชุดกาแฟ เหยือกน้ำ และผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะกลวงชนิดต่างๆ หรือบางครั้งก็เป็นจานขนาดใหญ่ ฯลฯ แต่วิธีการดังกล่าวก็ยังไม่แพร่หลายมากนัก เพราะท้าได้ช้า ต้องใช้พื้นที่มาก และการขึ้นรูปมักประสบปัญหา หากวัตถุดิบที่น้ามาใช้มีความเหนียวสูงมาก

3.2 ความหมายของการหล่อน้ำดิน (Slip Casting)

3.2.1 น้ำดิน (Slip)

น้ำดิน หมายถึง ส่วนผสมที่ได้จากดินกับน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสมโดยมีสารเคมีประเภทที่ช่วยให้เกิดการกระจายลอยตัว (Deflocculants) เป็นตัวช่วยท้าให้ดินเกิดการกระจายตัวหรือลอยตัวได้ดีในน้ำ

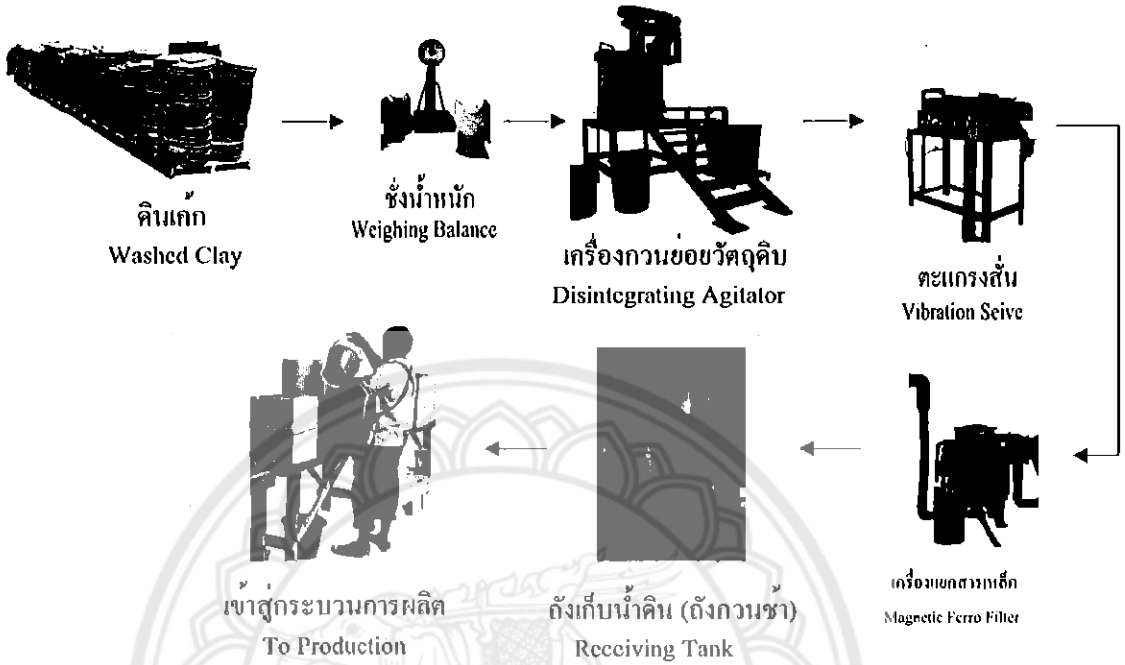
3.3 อุปกรณ์สำหรับการเตรียมน้ำดิน

1. เครื่องแยกเหล็ก (Magnetic Ferro Filter)
2. ถังกวนช้า (Receiving Tank)
3. ถังกวนเร็ว (Blunger)
4. หม้อบด (Ball mill)
5. ถังกวนขนาดใหญ่ (Disintegrating Agitator)
6. ตะแกรงกรองน้ำดิน (Sieve)

3.4 ขั้นตอนการเตรียมน้ำดินหล่อ (Slip Preparation)

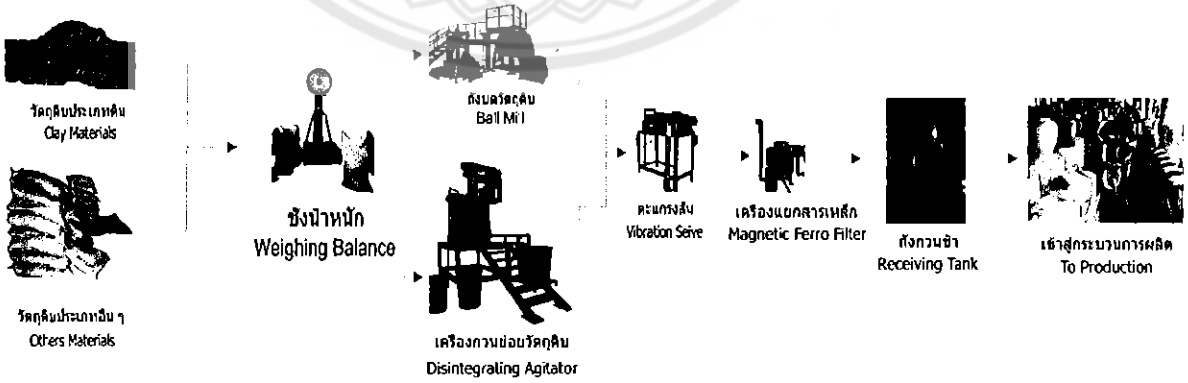
3.4.1 เตรียมจากวัตถุดิบแห้ง

การเตรียมน้ำดินหล่อจากวัตถุดิบแห้ง ต้องเตรียมวัตถุดิบทุกชนิดในอัตราส่วนผสมให้แห้งก่อนการผสมน้ำ หากวัตถุดิบที่ใช้มีหลายชนิด ล้าดับก่อน-หลัง ในการเติมวัตถุดิบ พิจารณาได้จากสมบัติความเหนียวของวัตถุดิบ โดยเติมวัตถุดิบที่มีความเหนียวมาก เช่น ดินเหนียว ดินดำ ลงน้ำเป็นอันดับแรก แล้วเติมวัตถุดิบที่มีความเหนียวรองลงมา เช่น ดินขาว หินฟันม้า และควอตซ์ตามลำดับ เพื่อให้การกวนผสมน้ำดินหล่อมีประสิทธิภาพมากขึ้น



รูปที่ 2.16 ขั้นตอนการเตรียมน้ำดินหล่อ

3.4.2 ขั้นตอนการเตรียมจากวัตถุดิบที่มีความชื้น



รูปที่ 2.17 ขั้นตอนการเตรียมจากวัตถุดิบที่มีความชื้น

3.5 สารช่วยในการกระจายลอยตัว (Deflocculants)

การเตรียมน้ำดินหล่อให้มีการไหลตัวดี จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเติมสารเคมีที่เหมาะสมลงไป ซึ่งนอกจากน้ำดินจะไหลตัวได้ดีแล้วจะต้องมีความหนืด (Viscosity) และการหล่อผลิตภัณฑ์ทุกครั้ง ผลที่ได้ต้องสม่ำเสมอ ดังนั้นเพื่อให้ได้การไหลตัวที่ดี จึงต้องมีการเลือกใช้ชนิดของสารเคมีที่ช่วยในการกระจายลอยตัว (Deflocculants) ที่เหมาะสมและใช้ในปริมาณที่ถูกต้อง

ตัวอย่างสารเคมีช่วยในการกระจายลอยตัวของน้ำดิน

3.5.1 โซเดียมซิลิเกต (Na2SiO3)

โซเดียมซิลิเกตเป็นสารประกอบซึ่งสามารถแปรจาก 1NaO.1.6SiO2 เป็น 1Na2O.3.75SiO2น้ำหนักโมเลกุล 122.2 จุดหลอมละลาย 1,100 องศาเซลเซียส ตามปกติจะอยู่ในรูปของเหลว และมักจะเป็นสารท้าให้เกิดการกระจายลอยตัว ซึ่งช่วยให้น้ำดินไหลตัวดีขึ้น และใช้ในการหล่อน้ำดินเช่นเดียวกับโซดาแอช นอกจากนี้ยังเป็นตัวช่วยลดอัตราการหดตัว ตลอดจนความแตกหักเสียหายให้กับชิ้นงานที่กำลังเริ่มแห้ง อัตราแห้งของการใช้โซเดียมซิลิเกตในการปรับสภาพน้ำดิน ควรใช้ในปริมาณ 0.20-0.50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักดินที่เตรียม

3.5.2 โซเดียมคาร์บอเนตหรือโซดาแอช (Na2CO3)

3.5.3 โซเดียมฟอสเฟต [Na(PO3)n] 4

3.5.4 โพลีเมอร์บางชนิด เช่น Acumer 9300 เป็นสารประกอบประเภท Acrylic Homo polymer มีน้ำหนักโมเลกุล 4500 อัตราการใช้งานควรใช้ในปริมาณ 0.20-0.30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักดินที่เตรียม

3.5.5 กรดอินทรีย์บางชนิด เช่น กรดฮิวมิก เป็นต้น การเลือกใช้สารเคมีที่ช่วยในการกระจายลอยตัว (Deflocculants)

ดินแต่ละประเภทนั้น จ้าเป็นต้องใช้ตัวช่วยกระจายลอยตัว (Deflocculants) ที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่น้ามาใช้ ความละเอียดของเนื้อดิน ความบริสุทธิ์ของน้ำที่ใช้เติมลงในหม้อบดนั้น ทั้งนี้การเลือกใช้ควรคำนึงถึงสิ่งต่างๆ เหล่านี้ ได้แก่

1. ประสิทธิภาพของสารเคมีที่ช่วยในการกระจายลอยตัว (Deflocculants) ที่ส่งผลต่อการไหลตัวของน้ำดิน (Fluidity) ทั้งในเรื่องความหนืด (Viscosity) และความหนืดข้น (Thixotropy)

2. ราคาของสารเคมีที่ช่วยในการกระจายลอยตัว (Deflocculants) เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้ (ความคุ้มทุน)

3. ความสะดวกในการใช้งานและการเก็บรักษา

4. ผลข้างเคียงของการใช้สารเคมีที่ช่วยในการกระจายลอยตัว ที่จะทำให้เกิดตำหนิกับผลิตภัณฑ์

ดังนั้นในการเลือกใช้ Deflocculants นั้น จึงจ้าเป็นที่จะต้องทดลองหา Deflocculants ที่เหมาะสมกับสูตร วัตถุดิบ และสภาพการท้างาน รวมทั้งเปรียบเทียบต้นทุนโดยดูจากราคาของ Deflocculants และปริมาณที่ใช้ค้านวณดูว่า ตัวใดจะมีต้นทุนต่ำกว่าและส่งผลให้คุณภาพของน้ำดินดีกว่า โดยปกตินั้นในการท้างานจริงมักจะมีการใช้ Deflocculants มากกว่าหนึ่งตัวขึ้นไป ผสมกันเพื่อให้ได้จุดที่ดีที่สุดในการทำงาน

วิธีการเติมวัตถุดิบและการเติมสารช่วยกระจายลอยตัว

การเติมสารช่วยกระจายลอยตัว (Deflocculants) ในการเตรียมน้ำดินนั้น ทำได้หลายวิธี

1. ผสมสารช่วยกระจายลอยตัวกับน้ำที่ใช้ในการเตรียมน้ำดินกวนให้เข้ากันก่อนจะเติมวัตถุดิบลงไปในถังกวน

2. เติมวัตถุดิบและน้ำลงไปกวนผสมบางส่วนก่อน แล้วจึงค่อยเติมสารช่วยกระจายลอยตัวที่ผสมกับน้ำทีละน้อยพร้อมกับวัตถุดิบที่เหลือจนหมดจนกว่าจะเติมวัตถุดิบหมด

2.4. การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิก หรือที่เรียกว่า Forming หรือ Shaping มีอยู่หลายวิธี ได้แก่

- การขึ้นรูปโดยวิธีการหล่อน้ำดินเหลวลงในแม่พิมพ์ปูนพลาสเตอร์ (Slip casting)
- การขึ้นรูปโดยใช้แป้นหมุน (Throwing)
- การขึ้นรูปโดยใช้เครื่องจิกเกอร์ (Jiggering)
- การขึ้นรูปโดยการใช้เครื่องขึ้นรูปโรลเลอร์เฮด (Roller head machine)
- การขึ้นรูปโดยการอัด (Pressing)
- การขึ้นรูปด้วยเครื่องแรมเพรส (Rampress machine)
- งานปั้นอิสระ งานศิลปะ เป็นต้น

2.4.1 การขึ้นรูปด้วยการหล่อน้ำดิน (Slip Casting)

น้ำดิน หรือ Slip คือ น้ำโคลนเหลว ที่มีความหนืด เหนียวข้น และไหลตัวดี เตรียมได้จาก ใช้เนื้อดิน หรือ ดินเค้กแผ่น ปั่นกวนผสมกับน้ำและผสมสารเคมี (Deflocculant : เพื่อช่วยให้เนื้อดินลอยตัว) ในถังปั่นกวนความเร็วรอบสูง จนเนื้อดินผสมกับน้ำเป็นเนื้อเดียวกันจนเป็นน้ำโคลน หรือน้ำดิน (Slip) ที่มีลักษณะข้นเหลว ไหลตัวดี และมีความหนาแน่นของน้ำดินตามที่กำหนด

วิธีการขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อน้ำดินเหลวลงในแม่พิมพ์ปูนพลาสเตอร์ (Slip casting)

เทน้ำดิน ลงในแม่พิมพ์ปูนพลาสเตอร์ตามรูปแบบต่างๆ เช่น แจกัน ถ้วยกาแฟ กาน้ำชา ฯลฯ เมื่อทิ้งน้ำดินไว้ระยะเวลาหนึ่ง จนได้ความหนาของชิ้นงานตามต้องการ เทน้ำดินกลับคืน ปล่อยทิ้งให้เนื้อดินแข็งตัว แกะชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ปูนพลาสเตอร์ ก็จะได้ผลิตภัณฑ์ตามแบบที่ต้องการ

วิธีหล่อน้ำดินแบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ

2.4.1(1) **หล่อแบบเทออก** (Drain Casting)

ใช้ในการหล่อผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะกลวง โดยการเติมน้ำดินลงไป ในแบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ที่แห้งสนิท บริเวณผิวพิมพ์และปูนปลาสเตอร์จะมีรูเล็กๆทำหน้าที่ดูดซับได้ดี

เมื่อเทน้ำดินลงในแบบปูนปลาสเตอร์ แบบพิมพ์จะดูดซับน้ำจากน้ำดินตรงบริเวณผิวพิมพ์ที่มีน้ำดินหล่ออยู่ กระบวนการดูดน้ำของพิมพ์จะดำเนินต่อเนื่องไปอย่างช้าๆ ความชื้นของน้ำจะถูกแม่พิมพ์ดูดเก็บไว้เรื่อยๆ การจับตัวของชั้นดินบริเวณผิวปูน จะเริ่มขึ้นและชั้นดินจะหนาขึ้นที่ละน้อย เมื่อได้ความหนาที่ต้องการจึงเทดินส่วนที่ไม่แข็งตัวออกทิ้งผลิตภัณฑ์ไว้ในแบบพิมพ์ เพื่อให้ปูนปลาสเตอร์ดูดซับน้ำดินต่อไป จนกระทั่งชั้นของดินเริ่มแข็งตัวหรือหดตัวลงเล็กน้อย เห็นช่องว่างระหว่างเนื้อดินกับผิวพิมพ์ ดินหล่อจะหลุดร่อนออกจากแบบได้ง่าย รอจนกระทั่งเนื้อดินแข็งตัวพอสมควร จึงทำการแกะพิมพ์ออก ชิ้นงานจะมีความหนาสม่ำเสมอเท่ากันโดยตลอด

2.4.1(2) **การหล่อตัน** (Solid Casting)

เป็นการหล่อที่สามารถควบคุมขนาดความหนาบางของชิ้นงานได้ โดยการสร้างแม่พิมพ์ที่มีผิวด้านนอกและด้านในที่จะผลิต ซึ่งได้กำหนดความหนาในส่วนต่างๆของชิ้นงานไว้ในช่องว่างสำหรับเทน้ำดินเข้าไป แบบพิมพ์ด้านนอกด้านในหรือด้านล่างด้านบนจะถูกประกบไว้แน่นแล้วเทน้ำดินเข้าไปแบบไม่เทน้ำดินออก กระบวนการหล่อน้ำดินแบบตันเริ่มขึ้น เมื่อผิวด้านในทั้ง 2 ชิ้น ทำการดูดน้ำพร้อมๆกัน จนกว่าดินจะแข็งตัวเต็มอยู่ในพื้นที่ช่องว่างระหว่างพิมพ์ชั้นบนกับพิมพ์ชั้นล่าง

2.4.2 **ปัญหาที่พบในการหล่อน้ำดิน**

2.4.2(1) **ผลิตภัณฑ์ที่หล่อแตกอยู่ภายในพิมพ์ก่อนการแกะแบบ**

สาเหตุ

1. ปริมาณน้ำในดินหล่อมากเกินไป
2. ปริมาณวัตถุดิบมีความเหนียวน้อยเกินไป
3. วัตถุดิบบางอย่างในน้ำดินหล่อบดละเอียดไม่พอ
4. ทิ้งผลิตภัณฑ์ไว้ในพิมพ์นานเกินไป

2.4.2(2) **ผลิตภัณฑ์ที่หล่อติดผิวพิมพ์ไม่ยอมร่อน**

สาเหตุ

1. พิมพ์ใหม่ที่เริ่มใช่ครั้งแรกอาจมีคราบไขสบู่หรือผลึกเกลือ ปิดรูพรุนของเนื้อปูนปลาสเตอร์
2. น้ำดินหล่อมีปริมาณของดินดำเนื้อละเอียดมากเกินไป
3. น้ำดินหล่อมีปริมาณของเศษดินเก่าเกิน 15 % ทำให้ดินอืดแห้งตัวในพิมพ์ช้า แบบพิมพ์ชื้นเกินไป
4. กวนปูนปลาสเตอร์ไม่ดี ปูนยังเกาะตัวเป็นก้อน

2.4.2(3) **รูตามดบนผิวผลิตภัณฑ์ก่อนผาและหลังการเผา**

สาเหตุ

1. ฟองอากาศในน้ำดินหล่อมีปริมาณมาก
2. ระวังไม่ให้เศษดินแห้งหล่นลงไปปะปนในน้ำดิน
3. การฉีดน้ำหรือเทน้ำดินลงแบบพิมพ์ที่เร็วเกินไปและรุนแรงเกินไป
4. น้ำดินหล่อมีความหนืดมากเกินไป

2.4.2(4) **ผลิตภัณฑ์บิดเบี้ยวหลังการเผา**

สาเหตุ

1. แกะผลิตภัณฑ์ออกจากแบบเร็วเกินไป
2. ดินหล่อมีอัตราการหดตัวมากกว่า 16 %
3. เผาในอุณหภูมิมากเกนไปจนผลิตภัณฑ์ยุบตัว

2.4.3 **การผลิตพิมพ์และอายุการใช้งานของพิมพ์**

อัตราส่วนในการผสมปูนต่อน้ำของพิมพ์แต่ละประเภทไม่เท่ากัน เนื่องจากลักษณะการใช้งานของพิมพ์แตกต่างกัน อัตราส่วนในการผสมปูนมีผลต่ออายุการใช้งานของพิมพ์ด้วย การผสมปูนปลาสเตอร์เพื่อใช้กับงานประติมากรรมไม่จำเป็นต้องพิถีพิถันมาก เนื่องจากทำเพียงชิ้นเดียว การผสมปูนปลาสเตอร์เพื่อผลิตพิมพ์ใช้งานในการเทน้ำดินหล่อ พิมพ์จิกเกอร์ หรือพิมพ์หล่อตันทุกชิ้นให้มีมาตรฐานเดียวกัน ต้องมีอัตราส่วนของน้ำและปูนที่แน่นอนเป็นมาตรฐานในการผลิตพิมพ์ พิมพ์ที่มีอัตราส่วนของน้ำน้อยตัวพิมพ์จะมีความแข็งแรงมากขึ้น แต่อัตราส่วนในการดูดซึมน้ำก็จะลดลงตามไปด้วยดังนั้นอัตราส่วนของปูนต่อน้ำที่เป็นมาตรฐานในการผลิตพิมพ์ของแต่ละโรงงานจะต้องเขียนตารางไว้ชัดเจนในการชั่งผสมปูนทุกครั้ง เพื่อให้ช่างทำพิมพ์ทุกคนผสมปูนในการผลิตพิมพ์ออกมาเป็นมาตรฐานเดียวกัน

ตารางที่ 2.1 แสดงอัตราส่วนการผสมปูนต่อน้ำในแบบพิมพ์

แบบพิมพ์	ปูน/กรัม	น้ำ CC	2 ก.ก.		2 ก.ก.	
			ปูน	น้ำ	ปูน	น้ำ
ต้นแบบถาวร (แข็ง)	100	60	2	1.2	3	1.8
พิมพ์ครอบ	100	60	2	1.4	3	1.8
พิมพ์อัด	100	65	2	1.4	3	2.1
พิมพ์จิกเกอร์	100	65	2	1.3	3	2.0
พิมพ์หล่อตัน (ปานกลาง)	100	70	2	1.3	3	2.0
พิมพ์หล่อกลวง	100	70	2	1.4	3	2.1
ต้นแบบกลึงจากปูน(อ่อน)และพิมพ์ทุบ	100	90	2	1.8	3	2.7

ในบางตารางใช้อัตราส่วนน้ำ 100 : ปูน 140 – 150 โดยน้ำหนักสามารถใช้ได้ทั้ง 2 วิธี

หมายเหตุ ต้นแบบกลึงควรผสมปูนอ่อน เพื่อให้กลึงแบบได้ง่าย เครื่องมือไม่สึกหรอเร็ว แกะลายตกแต่งได้สะดวก เมื่อนำต้นแบบมาแบ่งพิมพ์ชิ้นเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงหล่อต้นแบบถาวรด้วยปลาสเตอร์หิน หรือเรซินเก็บไว้โดยใช้พิมพ์ชิ้นเป็นแม่แบบ

สาเหตุที่แบบพิมพ์เสื่อมสภาพหมดอายุการใช้งาน

1. ขนาดเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ขนาดใหญ่ขึ้นเล็กน้อย
2. ผิวหน้าพิมพ์ไม่เรียบ มีรูพรุนซึ่งเกิดจากการกัดกร่อนของสารโซเดียมซิลิเกตในน้ำดินหล่อลวดลายไม่ชัดเจน การแต่งผิวชิ้นงานให้เรียบร้อยต้องใช้เวลานาน
3. แตกร้าวหรือบิ่นจากการใช้งานมานาน พิมพ์ประกอบกันไม่สนิท

อันตรายจากการใช้สารโซเดียมซิลิเกตมากเกินไป

การใช้น้ำยากันดินหล่อตกตะกอนในปริมาณมากเกินไป ทำให้พิมพ์สึกกร่อนเร็วกว่าปกติ มีอายุการใช้งานสั้น ผิวด้านในของพิมพ์ด่างเป็นลอยคล้ำ พิมพ์เสื่อมสภาพเร็วกว่าปกติเนื่องจากมีคาบน้ำยาไปผสมอยู่มาก ผลิตภัณฑ์ที่หล่อเสร็จแล้วเมื่อวางทิ้งไว้จนแห้งจะเปลี่ยนสีผิวด้านนอกเป็นสีเหลืองผมน้ำตาลคล้ำ ซึ่งเป็นลอยด่างของคราบน้ำยาในดินหล่อ

อายุการใช้งานของแบบพิมพ์ (ขึ้นอยู่กับคุณภาพของปูนปลาสเตอร์ที่ใช้)

1. พิมพ์หล่อกลวง 60-70 ครั้ง
2. พิมพ์หล่อตัน 70-100 ครั้ง
3. พิมพ์จิกเกอร์ 150-200 ครั้ง

4. พิมพ์อัด 300-400 ครั้ง

2.5. การตากและการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์

เตาเผา (Kiln) เป็นเครื่องมือที่จำเป็นและสำคัญมากในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา ทำหน้าที่ให้ความร้อนเพื่อเปลี่ยนสถานภาพผลิตภัณฑ์ทั้งด้านเคมีและฟิสิกส์ เตาเผาที่ใช้กันในปัจจุบันได้มีการพัฒนาให้เหมาะสมกับความต้องการ มีประสิทธิภาพสูง ประหยัดเชื้อเพลิง ควบคุมสะดวก ปลอดภัย มีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันไป (ทวี พรหมพฤกษ์. 2525: 11)

2.5.1. ชนิดของเตาเผา

เตาที่ใช้ในการเผาผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาโดยทั่วไปนั้น มีอยู่หลายแบบหลายชนิด สามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้ (ทวี พรหมพฤกษ์. 2525:11)

1.1 แบ่งตามประเภทการใช้งานของเตา ได้แก่ เตาชนิดเผาเป็นครั้งคราว (Periodic kiln) เตาเผาแบบกึ่งต่อเนื่อง (semi continuous kiln) และเตาชนิดทางเดินลมร้อนลง (continuous kiln)

1.2 แบ่งตามประเภททางเดินลมร้อนได้แก่เตาชนิดทางเดินลมร้อนตรง (horizontal draft kiln) เตาชนิดทางลมร้อนขึ้น (up draft kiln) และเตาชนิดทางเดินลมร้อนลง (down draft kiln)

1.3 แบ่งตามชนิดของเชื้อเพลิงได้แก่เตาแก๊ส เตาฟืน เตาน้ำมัน เตาไฟฟ้า เป็นต้น

1.4 แบ่งตามลักษณะของเตา เช่น เตากลม เตาเหลี่ยม เตาแมลงป่อง เตาจีน เป็นต้น

2.5.2. เตาที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

ในการนำเสนอผู้วิจัยจะนำเสนอเฉพาะเตาเผาผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาที่แบ่งตามชนิดของ เชื้อเพลิง 2 ชนิด คือ เตาไฟฟ้า และเตาแก๊ส ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

2.5.2(1) เตาไฟฟ้า เป็นเตาที่มีความสะดวกในการเผาได้ผลแน่นอนและควบคุมอุณหภูมิได้ดี เป็นเตาที่เผาได้สะอาดที่สุดเผาได้ตั้งแต่อุณหภูมิต่ำไปจนถึงอุณหภูมิสูง เร่งอุณหภูมิให้ช้าเร็วได้ตามต้องการ เนื่องจากมีสวิตซ์อยู่หลายตัวสับเปลี่ยนกัน ในการเผาไม่มี เปลวไฟ ไม่มีควัน เราเรียกสภาวะการเผาแบบนี้ว่า การเผาสันดาปสมบูรณ์ (Oxidation Conduction) เราสามารถแบ่งชนิดของเตาไฟฟ้าได้ ดังนี้

1. เตาเผาที่ใช้ความร้อนไม่เกินอุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส ภายในเตาใช้ขดลวดนิกเกิล (Nickel Chromium) หรือบางที่เรียก นิโครม (Nichrome) เป็นตัวให้ความร้อนซึ่งโดยทั่วไปนิยมใช้ในการเผาดิบ เผาเคลือบไฟต่ำหรือการเผาตกแต่งเท่านั้น เพราะถ้าเผาอุณหภูมิที่สูงกว่านี้ลวดอาจจะขาดได้เนื่องจากทนความร้อนไม่สูงมากนัก โดยปกติลวดนิโครมจะเผาได้อุณหภูมิสูงสุดเพียง 1,090 องศาเซลเซียส

2. เตาเผาที่ใช้ความร้อนอุณหภูมิสูง เป็นเตาเผาที่ใช้แท่งทนความร้อน (Heating Element) ที่ทำจากซิลิกอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide) หรือที่เรียกว่าแท่งโกรบา (Grobar) ซึ่งจะให้ความร้อนได้ถึงอุณหภูมิ 1,538 องศาเซลเซียส หรืออาจจะถึง 1,600 องศาเซลเซียสเตาเผาที่ใช้อุณหภูมิสูงชนิดนี้ส่วนใหญ่เผาผลิตภัณฑ์ประเภทพอร์สเลนชนิดอุณหภูมิสูง (High Fire Porcelain) หรือผลิตภัณฑ์ที่เป็นฉนวนไฟฟ้า (Electric Insulator) หรือเผาทดลองวิจัยต่างๆ โดยปกติแล้วการเผาผลิตภัณฑ์ทั่วไปมักจะเผาที่อุณหภูมิไม่สูงมากนักอาจจะต่ำลงมาเล็กน้อยเช่นที่ประมาณ 1,250 องศาเซลเซียส ถึง 1,280 องศาเซลเซียส ดังนั้น เตาเผาที่ใช้ท่งทนความร้อนจึงเปลี่ยนมาใช้เป็นขดลวดแคนทัล (Kanthal Wire) เนื่องจากราคาถูกกว่ากันมาก และสามารถให้ความร้อนได้ถึง 1,375 องศาเซลเซียส (ทวี พรหมฤกษ์. 2523: 148-149)

2.5.2(2) **เตาแก๊สเป็นเตาที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา เพราะมีความสะดวกต่อการใช้งาน** ประหยัดเชื้อเพลิง ปลอดภัย เผาได้ในอุณหภูมิสูงและเป็นเตาที่ค่อนข้างสะอาด เตาแก๊สที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมี 2 ชนิด คือ ชนิดทางเดินลมร้อนขึ้น และชนิดทางเดินลมร้อนลง ซึ่งเตาแก๊สชนิดทางเดินลมร้อนขึ้นจะสามารถเผาได้อุณหภูมิต่ำกว่าเตาแก๊สชนิดทางเดินลมร้อนลง แต่เตาแก๊สทั้งสองชนิดสามารถเผาได้ทั้งบรรยากาศแบบออกซิเดชัน และแบบรีดักชัน

2.5.3 **การตากผลิตภัณฑ์** (Drying)

ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา เนื้อดินปั้นที่ใช้ในการขึ้นรูปจะต้องใช้น้ำผสมเพื่อให้เกิดความเหนียว เพื่อจะทำให้ขึ้นรูปได้ง่าย ดังนั้นก่อนนำเอาไปเผาจะต้องทำการตากให้แห้งสนิทเสียก่อน ถ้าหากตากไม่แห้งสนิทเอาไปเผาจะทำให้เกิดแตกร้าว เนื่องมาจากการเผาทำให้น้ำที่ผสมอยู่ในเนื้อดินระเหยออกเร็วเกินไป ผิวนอกของเนื้อดินปั้นจะร้อนเร็ว บริเวณส่วนกลางของเนื้อดิน ได้รับความร้อนช้ากว่า เกิดการหดตัวไม่เท่ากัน และทำให้เกดการแตกร้าว (โกมล รักษ์วงศ์. 2528: 57)

2.5.4. **การเผาผลิตภัณฑ์** (Firing)

ในการวิจัยนี้ได้แบ่งขั้นตอนการเผาออกเป็น 2 ขั้นตอนคือการเผาดิบ การเผาเคลือบ มีขั้นตอนตามลำดับ คือ

2.5.4(1) **การเผาดิบ** (Biscuit Firing)

เป็นกระบวนการเผาครั้งแรก โดยมีจุดประสงค์ให้เนื้อดินหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำสำเร็จรูปมีความแข็ง (Mechanical Strength) และคงรูป ตลอดจนสีสันของเนื้อดิน เป็นการตรวจสอบสภาพเนื้อดินว่ามีการแตกร้าวหรือไม่ก่อนนำไปเคลือบ นับเป็นการประหยัดเชื้อเพลิงและแรงงานได้เป็นอย่างดี เป็นการเชื่อมั่นว่าผลิตภัณฑ์ไม่แตกก่อนนำไปเคลือบ การเผาดิบควรให้ระยะการเผาเป็นไป

อย่างช้าๆ สม่ำเสมอ เวลาที่ใช้ในการเผาไม่ควรเร็วเกินไป อาจทำให้ผลิตภัณฑ์เสียได้โดยง่าย โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาดิบโดยทั่วไปประมาณ 750 องศาเซลเซียส 850 องศาเซลเซียส เวลาที่ใช้ในการเผาผลิตภัณฑ์ไม่ต่ำกว่า 8-10 ชั่วโมง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของผลิตภัณฑ์และขนาดของเตา การให้เตาเย็นลงภายหลังจากการเผาควรระมัดระวังเช่นกัน ควรให้เวลาไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง

1. น้ำนอกโมเลกุลระเหยออก (Water smoking) หลังจากตากผลิตภัณฑ์แห้งแล้ว จะมีความชื้นหลงเหลืออยู่ ความชื้นจะระเหยออกหมดในอุณหภูมิ 110-120 องศาเซลเซียสเป็นเนื้อดินปั้นที่แห้งสนิท

2. น้ำในโมเลกุลแตกตัว (Decomposition) อุณหภูมิระหว่าง 120-350 องศาเซลเซียส ผลึกของน้ำในโมเลกุลของดินจะเริ่มสลายตัวออก หลังจากน้ำในโมเลกุลแตกตัวออกแล้วนำเอาดินไปผสมน้ำ ก็จะไม่เกิดความเหนียวได้อีกแล้ว ในเนื้อดินจะเหลือเฉพาะออกไซด์ที่เป็นสารประกอบและอินทรีย์สาร

ในการเผาช่วงอุณหภูมินี้ ถ้าหากผลิตภัณฑ์มีความชื้นมากหรือปั้นหนาบางไม่เท่ากันก็จะเกิดการแตกร้าว หรือดินที่มีความหนาเกิดการระเบิดได้ เพราะการเผาในช่วงนี้เนื้อดินปั้นจะเกิดการขยายตัวประมาณร้อยละ 1 (ทางด้านความยาว)

3. การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพ (Ceramic change) ในอุณหภูมิ 350-450 องศาเซลเซียส ผลึกของน้ำในโครงสร้างของดินจะเกิดการสลายตัวออกหมด

ในการเผาช่วงนี้ จะต้องทำการเผาอย่างช้าๆ เพราะจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการแตกร้าวเสียหายได้ เนื่องจากถ้าหากเผาเร็วจะทำให้การแตกสลายตัวของน้ำในโมเลกุลออกเร็วเฉพาะผิวหน้า ส่วนภายในระเหยออกที่หลังจะเกิดการหดตัวที่ผิวหน้ามาก ส่วนภายในหดตัวน้อยกว่าจะทำให้แตกร้าวได้

ในขณะที่อุณหภูมิ 573 องศาเซลเซียส (1,083 องศาฟาเรนไฮต์) เป็นระยะหนึ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์แตกร้าวได้ง่าย เนื่องมาจากผลึกซิลิกาเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง (Silica Inversion) เนื้อดินปั้นจะเกิดการขยายตัวเป็นจุดที่ทำให้เกิดการแตกร้าว (Dunting Point) ดังนั้นการเผาในจุดนี้จะต้องควบคุมการเผาให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นอย่างช้า จนกระทั่งถึงอุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส จึงจะปลอดภัย

4. ช่วงของการเผาไหม้ (Burning out) ในอุณหภูมิช่วง 700 องศาเซลเซียส (Red heat) สารอินทรีย์จำพวกคาร์บอน และก๊าซซัลเฟอร์ (Sulpur) จะเกิดเผาไหม้ในช่วงนี้ จะเกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) ซัลเฟอร์มอนนอกไซด์ (SO) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์

900 องศาเซลเซียส (1,652 องศาฟาเรนไฮต์) แต่สารประกอบของซัลเฟอร์บางตัวจะเผาไหม้หมดจดจนกระทั่งเผาถึงอุณหภูมิ 1,100 – 1,150 องศาเซลเซียส (2,012 – 2,102 องศาฟาเรนไฮต์)

2.5.4(2) **การเผาเคลือบ** (Glaze Firing)

หมายถึง การเผาให้น้ำเคลือบที่ชุบบนผลิตภัณฑ์ละลายเป็นเนื้อดินเดียวกัน บางชนิดมีความมันแวววาว บางชนิดเป็นเคลือบด้านผิวเรียบมีความแข็ง สามารถต้านทานต่อกรด ด่างได้ดี

เทคนิคในการเผาเคลือบ

1. การเผาเคลือบนับว่ามีความสำคัญมากๆ โดยเฉพาะ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดที่บรรจุเข้าเตาเผาเคลือบ ต้องระมัดระวัง และวางห่างกัน เพื่อกันการไหลเยิ้มติดกัน ขาของผลิตภัณฑ์หรือก้น (Foot) ต้องเช็ดเคลือบออกก่อนทำการเผาเคลือบ

2. ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ก่อนที่จะบรรจุเข้าเตา ต้องทำความสะอาดภายในเตาเสียก่อนทุกครั้ง เช่น หลังคาเตา กำแพงเตา พื้นเตา ตลอดจนชั้นรอง เพื่อป้องกันเศษหิน เศษละออง หล่นลงมาติดผลิตภัณฑ์ในขณะทำการเผาเคลือบ ทำให้เสียหาย และหมดคุณค่าลงได้

3. ชั้นรองที่นำมาใช้ ควรทาด้วยวัตถุทนไฟ (Kiln wash) เพื่อป้องกันการไหลตัวของน้ำเคลือบหรือใช้ขาตั้ง (Stilts) รองผลิตภัณฑ์ก็ได้ คัดขนาดความสูงของผลิตภัณฑ์ให้ใกล้เคียงกัน วางอยู่ในชั้นเดียวกัน จะได้ไม่เปลืองเนื้อที่ในการเผา

4. การเผาเคลือบเมื่อให้ความร้อน สารพวกคาร์บอน และซัลเฟต จะค่อยๆ ระเหยออกไปและออกหมดเมื่อความร้อนสูงขึ้น

5. การเผาเคลือบที่ดี ควรให้อัตราการเผา 50-100 องศาเซลเซียส แต่ถ้าผลิตภัณฑ์มีขนาดใหญ่และค่อนข้างหนา ควรยืดเวลาในการเผาให้ช้ากว่านี้ ไม่ควรเร่งรัดให้เร็วเกินไป การเผาที่ใช้โคน (Pyrometric cone) เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิประกอบด้วยนั้น ภายหลังที่โคนล้มแล้ว ควรเผาแช่ไว้อีกประมาณครึ่งชั่วโมง (Soaking Period) จะทำให้การเผาสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

6. การปิดเตาภายหลังการเผาเคลือบได้ที่แล้ว ควรปล่อยเตาไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง อัตราความร้อนควรใช้ 100 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง จะทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่แตกเสียหาย

การเปลี่ยนแปลงของเนื้อดินปั้นในขณะเผาเคลือบ ขั้นตอนการเผาเคลือบจะเริ่มต้นจากอุณหภูมิในห้อง (room temperature) จนกระทั่งถึงจุดหลอมละลายของเนื้อดินปั้นและจุดหลอมละลายของเคลือบ จะมีช่วงการเผา (โกมล รักษ์วงศ์. 2538: 72-74)

1. ช่วงการเผาไล่น้ำ (drying) การเผาไล่น้ำในเนื้อดินปั้น และน้ำเคลือบออกให้หมด โดยการเผาอย่างช้าๆ จนกระทั่งอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส น้ำจะระเหยออกหมด ในกรณีผลิตภัณฑ์เผาดิบแล้วเช่นกัน เมื่อชุบเคลือบ น้ำก็จะแทรกซึมเข้าไปในเนื้อดินปั้นทำให้มีความชื้นทั้งในเนื้อดินปั้นและในตัวของเคลือบ จึงจำเป็นต้องเผาให้น้ำระเหยออกให้หมด

2. ช่วงการเผาให้น้ำในโมเลกุลของวัตถุดิบแตกตัวออก (ceramic change and decompos) ในเนื้อดินปั้นจะมีส่วนผสมของดินและสารประกอบอื่นๆ ที่มีผลึกของน้ำอยู่ในโมเลกุล เช่นเดียวกับเคลือบที่ใช้เคลือบที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ ผลึกของน้ำในโครงสร้างของวัตถุดิบจะเกิดการแตกสลายตัวระเหยออกที่อุณหภูมิ 350-573 องศาเซลเซียส ช่วงอุณหภูมินี้ซิลิกาจะเกิดการขยายตัว 3 เท่า จึงต้องเผาอย่างช้าๆ ถ้าหากเผาเร็วจะเกิดการแตกร้าว หรืออาจทำให้เคลือบร่อนออกจากผิวผลิตภัณฑ์ได้ เพราะเมื่อน้ำในผลึกของสารประกอบแตกสบายตัว วัตถุดิบจะหมดความเหนียว โดยเฉพาะจะคืนสภาพเป็นอะลูมินาซิลิเกต ปราศจากผลึกของน้ำตั้งแต่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส จนถึงอุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส

3. ช่วงการเผา ที่ทำให้ซิลิกาเกิดการเปลี่ยนแปลง (Dunting) จะเกิดในอุณหภูมิ 573-600 องศาเซลเซียส การเผาในอุณหภูมิช่วงนี้จะต้องเผาอย่างช้าๆ เพราะซิลิกาที่อยู่ในเนื้อดินปั้นและ น้ำเคลือบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง เกิดการขยายตัวออก ถ้าเผาเร็วจะเกิดการแตกร้าวได้ ทำให้เคลือบเกิดการรานตัวเป็นร่างแหในช่วงนี้ได้ถ้าหากเผาเร็วมากเกินไป

4. ช่วงการเผาที่สารอินทรีย์และก๊าซจำพวกคาร์บอน และซัลเฟอร์สบายตัว (Fusion start) ในช่วงนี้สารจำพวกฟลักซ์ ประเภทสารประกอบของโซดาและโปแตสเป็นสภาพเป็นออกไซด์ แต่สำหรับ ฟลักซ์ที่อุณหภูมิต่ำจะเกิดเป็นสภาพออกไซด์เริ่มตั้งแต่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส สารจำพวกนี้ได้แก่ ตะกั่วออกไซด์ และบอแรกซ์ออกไซด์และค่อยๆ หลอมละลายตัวเข้ากับสารประกอบอลูมินาซิลิเกตเปลี่ยนสภาพเป็นแก้ว สำหรับสภาพเคลือบที่หลอมละลายในอุณหภูมิต่ำ

5. ช่วงเริ่มต้นสุกตัว (Vitrification continues) เป็นช่วงที่หลังจากการเผาดิบ ซึ่งช่วงเผาดิบเนื้อดินปั้นจะยังไม่เปลี่ยนแปลงสภาพจะเริ่มเปลี่ยนแปลงสภาพในเมื่อสารประกอบจำพวกโซดาและโปแตส เริ่มจะหลอมละลายตัวทำให้ซิลิกาและอลูมินารวมตัวติดกันเป็นเนื้อเดียวกันได้ ขณะที่ฟลักซ์เริ่มทำปฏิกิริยาในเนื้อดินปั้น น้ำเคลือบที่หลอมละลายในอุณหภูมิเดียวกับจุดสุกตัวของเนื้อดินปั้น ฟลักซ์ในน้ำเคลือบก็เริ่มหลอมละลายเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะสารประกอบโซดาและโปแตส ที่อยู่ในเฟลด์สปาร์ จะเริ่มทำปฏิกิริยากับสารจำพวกแคลเซียมออกไซด์ สังกะสีออกไซด์ แบเรียมออกไซด์ และแมกนีเซียมออกไซด์ แล้วจะหลอมตัว กับอลูมิโนซิลิเกต (Alumino silicate) เปลี่ยนสภาพเป็นแก้วในที่สุด

6. ช่วงจุดสุกตัว (Vitreoues) เป็นช่วงที่เนื้อดินปั้นเผาถึงจุดสุกตัว

การบรรจุผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาเข้าเตาเผาเพื่อทำการเผาเคลือบ การวางผลิตภัณฑ์ตาเผาเคลือบ ไม่วางชิดติดกัน ไม่วางซ้อนกัน

2.5.5 **การวัดอุณหภูมิภายในเตาเผา**

การวัดอุณหภูมิในเตาเผาแบบไพโรเมตริกโคน (Pyrometric cone) ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปปิรามิดยอดแหลมฐานสี่เหลี่ยม นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน และเป็นการวัดที่ประหยัดค่าใช้จ่าย มีความแม่นยำ ใช้ง่าย ไม่ต้องบำรุงรักษามาก ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิดคือเซกเกอร์โคน (Segger Cone) ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันเป็นผู้คิดค้นขึ้นเป็นคนแรก คือ ดอกเตอร์เซกเกอร์ เคเกล (Dr.Seger Kegel) มีสัญลักษณ์เป็นอักษรย่อคือ SK เป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย และออร์ตันโคน (Orton Cone) เป็นชนิดเดียวกับเซกเกอร์โคน แต่ใช้กันในประเทศอเมริกา (ปรีดา พิมพ์ขาวขอ. 2532:247)

2.5.6 **วิธีใช้ทุ่นวัดอุณหภูมิ**

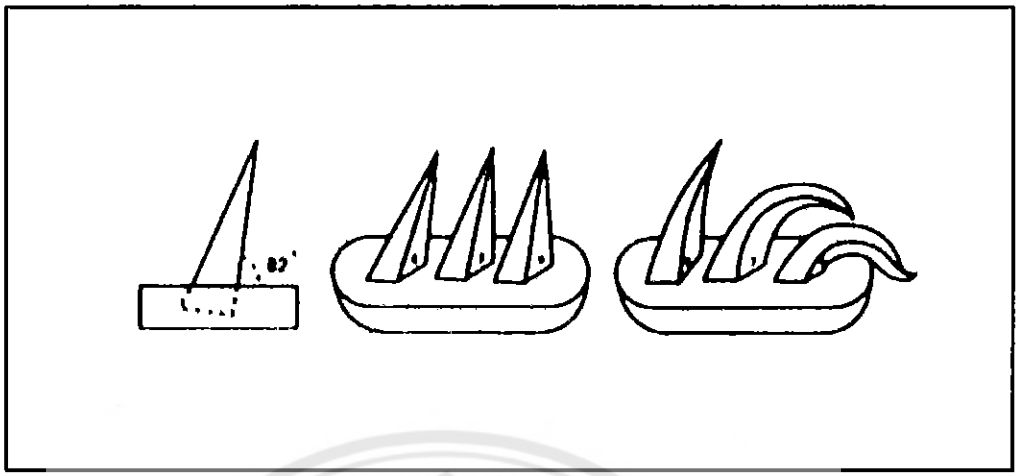
เราแบ่งทุ่นวัดอุณหภูมิออกเป็น 3 กลุ่มคือ

1. ทุ่นวัดอุณหภูมิที่ใช้อุณหภูมิต่ำสุดตั้งแต่ทุ่นวัดอุณหภูมิหมายเลข 022 หรือที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ถึงทุ่นวัดอุณหภูมิหมายเลข 011 หรือที่อุณหภูมิ 880 องศาเซลเซียสใช้สำหรับเผาเคลือบอุณหภูมิต่ำ การเผาสีบนเคลือบ

2. ทุ่นวัดอุณหภูมิที่ใช้อุณหภูมิต่ำตั้งแต่ทุ่นวัดอุณหภูมิหมายเลข 010 หรือที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส ถึงทุ่นวัดอุณหภูมิหมายเลข 01 หรือที่อุณหภูมิ 1,080 องศาเซลเซียสใช้สำหรับเผาผลิตภัณฑ์ที่มีความทนไฟต่ำ หรือใช้เผาเคลือบในอุณหภูมิต่ำ

3. ทุ่นวัดอุณหภูมิที่ใช้อุณหภูมิปานกลางตั้งแต่ทุ่นวัดอุณหภูมิหมายเลข 1 หรือที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ถึงทุ่นวัดอุณหภูมิหมายเลข 20 หรือที่อุณหภูมิ 1,530 องศาเซลเซียสเป็นช่วงอุณหภูมิที่นิยมใช้กัน ยกเว้นผลิตภัณฑ์ที่เผาในอุณหภูมิต่ำ

การวางทุ่นวัดอุณหภูมิเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะถ้าวางผิดจะมีผลทำให้ค่าของอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้ การวางต้องมีฐานซึ่งทำด้วยเนื้อดินปั้นที่มีความทนไฟพอกันกับทุ่นวัดอุณหภูมิ การเผาแค่ละครั้งต้อวางทุ่นวัดอุณหภูมิ 3 ตัว เช่น ทุ่นวัดอุณหภูมิต้องทำมุมกับฐานประมาณ 82 องศา และวางเรียงเป็นแถว

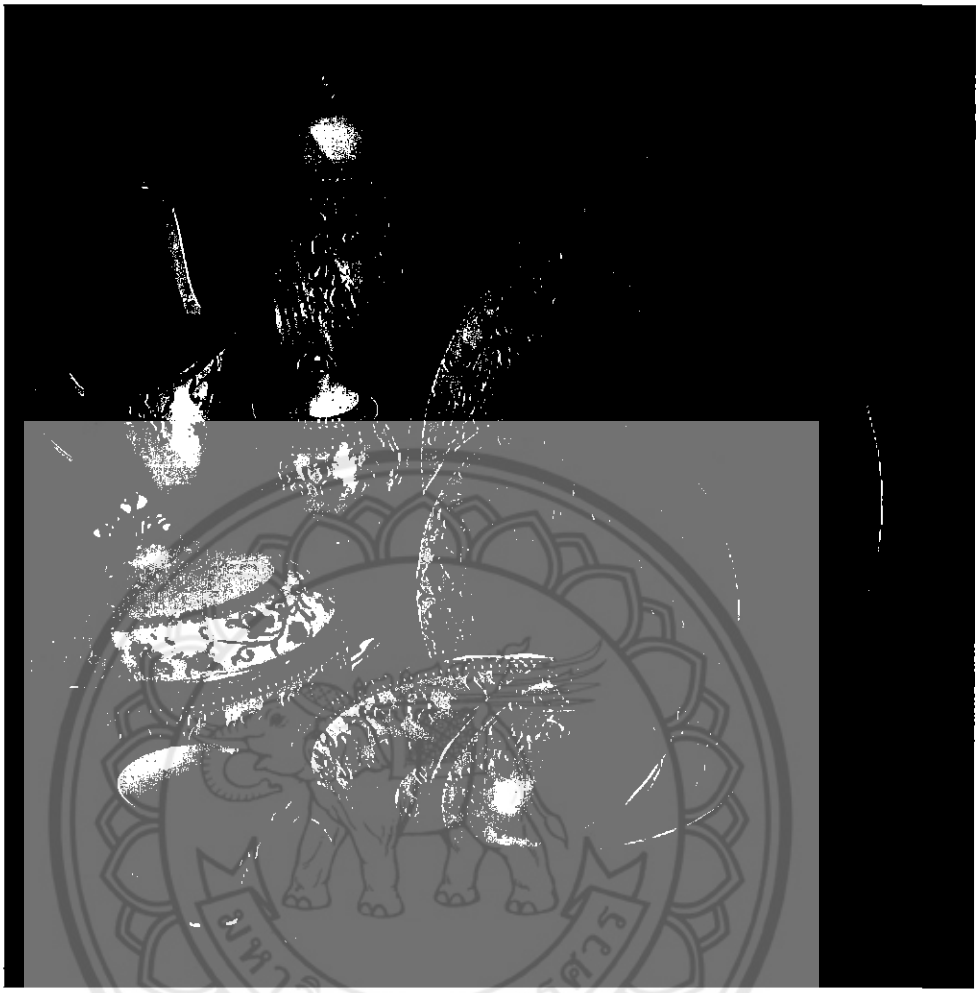


รูปที่ 2.18 การวางทุ่นวัดอุณหภูมิและการล้มของทุ่นวัดอุณหภูมิ
(ที่มา : ทวี พรหมพฤกษ์. 2523: 160)

2.6. ประเภทของชุดเครื่องใช้เซรามิคบนโต๊ะอาหาร

เซรามิคจะแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มด้วยกันคือ

2.6.1. *Bone China* เซรามิคกลุ่มนี้ เป็นราชาแห่งเซรามิคบนโต๊ะอาหารก็ว่าได้ คุณภาพดีที่สุด เนื้อละเอียด เรียบ ลื่นแกร่งที่สุด แล้วก็แพงที่สุดด้วย และจะผสมเถ้ากระดูกวัวเข้าไปด้วย ทำให้เซรามิคกลุ่มนี้ เนื้อขาวนวลสีงาช้าง ถ้ายกขึ้นส่องกับแสงไฟจะ โปร่งแสง เนื้อบางแต่แกร่ง เห็นว่ารูปร่างหน้าตาอ้อนแอ้น บอบบาง แต่แข็งแกร่ง ทนการใช้งานไม่น้อยเลย ลวดลายสวยงาม เน้นความคลาสสิค หรูหรา ดูสะอาดสะอ้าน น้ำหนักเบา ถ้าเคาะหรือดีดจะให้เสียงกังวาน ใส นิยมใช้เสิร์ฟบนโต๊ะอาหารชนชั้นสูงหรืองานเลี้ยงที่ดูเป็นทางการ ราคาถ้าขายเป็นชุดก็จะอยู่ที่ประมาณ 5,000-7,000 บาท ถ้าขายเป็นชิ้นก็จะอยู่ที่ประมาณ 300 กว่าบาท แต่ส่วนใหญ่แล้วมักจะซื้อกันชุด นอกเสียจากว่ามีชิ้นใดชิ้นหนึ่งใน set แตกหัก ถึงจะซื้อเป็นชิ้นมาเติมให้ครบเหมือนเดิม



รูปที่ 2.19 *Bone China*

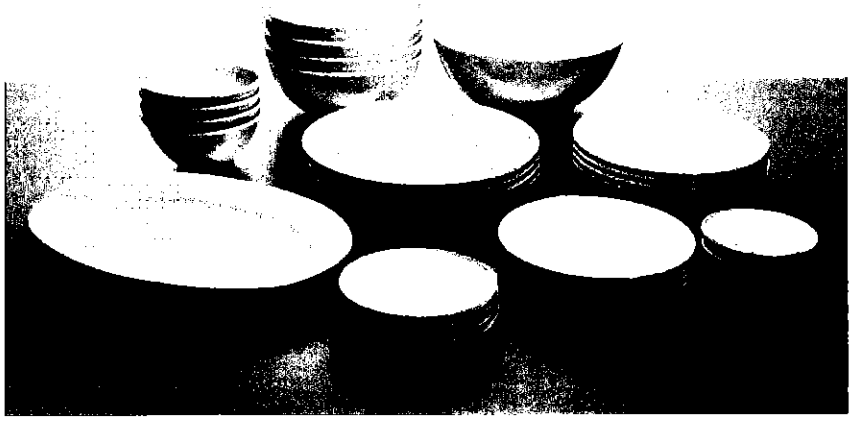
2.6.2 *Porcelain* คุณภาพ หน้าตาก็จะลดหลั่นลงมาจาก Bone China แล้วก็ยังแบ่งได้อีกหลายเกรด แต่ก็ยังถือว่าคุณภาพดี ใช้งานได้ เนื้อละเอียด เรียบ ลื่น บาง แกร่ง แต่ความโปร่งแสงจะน้อยกว่า Bone China สีจะออกขาวอมเหลืองเล็กน้อย ทนต่อการขูดขีดและการกัดกร่อนของสารเคมีที่ใช้ทำความสะอาด ไม่ดูดซึมน้ำเช่นกัน แล้วก็มักจะเป็นเซรามิคที่ใช้งานจริง ลวดลายก็แล้วแต่ผู้ผลิต โดยรวมๆ แล้ว ดูเป็นกันเองกว่ากลุ่มแรก 4,000-6,000 บาท ราคาถูกกว่า Bone China เรียกว่าเป็นของสวยแต่ใช้งานได้จริง แต่ถ้าขายเป็นชิ้นก็จะตกชิ้นละ 200 กว่าบาท - 300 บาท

รูปที่ 2.20 *Porcelain*

2.6.3 *Stoneware* ใช้วัตถุดิบเดียวกับ Earthenware คือไม่ใช้ดินขาวแต่ใช้ดินเหนียวชนิดหนึ่ง เนื่องจากเนื้อเซรามิคที่ได้จะมีรูพรุนมาก ไม่สวย จึงนิยมนำมาเคลือบสีและเพิ่มความเงาให้สวยงาม ชิ้นงาน มีความหนากว่าและแพงกว่า earthenware เพราะใช้ china stone ในสัดส่วนที่สูงกว่า เนื้อจะมีความขาวขุ่นกว่าแต่ ถ้ายกส่องกับไฟเนื้อจะทึบกว่า Porcelain และมีน้ำหนักมาก เดี๋ยวนี้ stoneware สวยๆ ก็มีให้เลือกมากมาย และเป็นที่นิยมกัน เพราะมีราคาที่ไม่แพงมาก และมีดีไซน์ให้เลือกเยอะ อย่าง celadon ก็นับเป็นงาน stoneware ชนิดหนึ่ง ราคาของเซรามิคกลุ่มนี้ก็จะถูกลงประมาณ 2,000-3,500 บาทต่อชุด แต่ถ้าขายเป็นชิ้นก็จะอยู่ที่ประมาณ 100กว่าบาทถึง 200 บาท

รูปที่ 2.21 *Stoneware*

2.6.4 Earthenware กลุ่มนี้จะเป็นเซรามิคที่ขึ้นชื่อว่า ราคาถูกที่สุดแล้วในบรรดาเซรามิคที่ใช้บนโต๊ะอาหาร เนื้อขุ่น มีรูพรุนมาก ถ้ายกขึ้นส่องกับไฟจะไม่โปร่งแสง เนื้อไม่แกร่ง มีโอกาสกระเทาะ บิ่นแตกได้ง่าย ส่วนใหญ่จะใช้กันในโรงแรม รีสอร์ต ร้านอาหาร ถ้าเอานิ้วเคาะเสียงจะไม่กังวานใส ราคาจะถูกที่สุด 1,500-3,000 บาทต่อชุด และถ้าขายเป็นชิ้นก็จะอยู่ 100 กว่าบาทหรือบางชิ้นก็ไม่ถึงร้อยบาทก็มี



รูปที่ 2.22 Earthenware

2.6.5 ขอบเขตของมาตรฐาน

ใช้สำหรับภาชนะบนโต๊ะอาหารที่ทำจากเซรามิกและแก้วเท่านั้น (ceramicware, glassware and glass ceramicware)ไม่รวมผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับการตกแต่งและไม่รวมภาชนะใส่อาหารสำหรับโรงแรมสมบัติของภาชนะบนโต๊ะอาหารที่สำคัญ และมีการทดสอบได้แก่

6.5.1. องค์ประกอบทางเคมี (Chemical composition)

6.5.2 ความทนทานของการเชื่อมต่อของหูจับ (Integrity of handle attachments)

6.5.3 ความทนทานต่อแรงกระแทกในการใช้งาน (Resistance to impact breakage in service)

6.5.4 ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ (Thermal shock endurance)

6.5.5 ความทนทานจากการขีดด้วยโลหะ (Metal marking)

6.5.6 สมรรถนะในการเทของภาชนะ (Performance of vessels for pouring)

6.5.7 อุณหภูมิผิวของหูจับและจุก (Handle and knob temperature)

6.5.8 ความเสถียรในการตั้งวาง (Stability)

6.5.9 ความสามารถในการกักน้ำ (Water retention)

6.5.10 การละลายของโลหะ (Metal release)

6.5.11 การละลายของโลหะหนักบริเวณขอบหรือปากภาชนะ (Metal release: lip/rim test)

สำหรับภาชะเซรามิกต้องคำนึงถึงสมบัติเพิ่มเติมคือ

6.5.12 การดูดซึมน้ำ (Water absorption)

6.5.13 ความทนต่อการราน (Crazing resistance)

6.5.14 ความโปร่งแสง (Translucency) ส่วนภาชะแก้วต้องคำนึงถึงสมบัติเพิ่มเติมคือ

6.5.15 ความทนทานต่อการล้าง (Durability – hand washing)

6.5.16 ระดับความเครียด (Temper level) กรณีใช้งานพิเศษ สมบัติเพิ่มเติมอื่นๆ ที่ต้องการ

6.5.17 ความทนทานการใชงานในไมโครเวฟ (Microwave usage)

6.5.18 ความทนทานจากการใช้งานระหว่างตู้แช่แข็งกับเตาอบ (Resistance to freezing and freezer to oven usage)

6.5.19 ความทนทานจากการใช้งานระหว่างตู้แช่แข็งกับไมโครเวฟ (Freezer to microwave usage)

6.5.20 ความทนทานตอการล้างด้วยเครื่อง (Dishwasher usage (durability))

ตารางที่ 2.2 แสดงประเภทของผลิตภัณฑ์เซรามิก

ประเภท	เคลือบ	ความสุกตัว	เนื้อแน่น	สี	ลักษณะ	การดูดซึมของน้ำ %	Tricalcium orphosphate %น้ำหนัก
พอร์ซเลน (China; porcelain)	√	√	√	ขาวหรือสีสังเคราะห์	โปร่งแสงและกังวาน	< 0.5	
โบนไชนา (Bone china)							>35
ไชนาเนื้อแกร่ง (Vitreous china)	√	√	√	ขาวหรือสีสังเคราะห์	โปร่งแสงเล็กน้อยและกังวาน	< 0.5	
สโตนแวร์ (Stoneware)	√	บางส่วน	√	สีธรรมชาติ	แข็งและทึบแสง	< 3	
เออร์เทนแวร์ (Earthenware)	√	ด่า	พรุนและเนื้อละเอียด	ขาว - ครีมหรือสีสังเคราะห์	ทึบแสง	> 3	

ตารางที่ 2.3 แสดงเกณฑ์ที่กำหนดและมาตรฐานวิธีทดสอบภาชนะเซรามิกบนโต๊ะอาหาร

สมบัติ	เกณฑ์ที่กำหนด	มาตรฐานวิธีทดสอบ
องค์ประกอบทางเคมีของ Bone china	tricalcium orthophosphate น้ำหนัก > 35%	ไม่กำหนด
ความทนทานของการเชื่อมต่อของหูจับ ความทนทานต่อแรงกระแทกในการใช้งานบริเวณขอบหรือหูจับ	**ไม่เสียหายบริเวณรอยเชื่อมต่อของหูจับ** Impact energy ที่ทำให้เสียหายไม่ต่ำกว่า 0.05 J	CERAM PT 32 BS EN 12980 หรือ CERAM PT 32
ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ - ผลิตภัณฑ์สำหรับเตาอบ (ovenware) - ถ้วยและกาชาหรือกาแฟ (cup, mug, teapot, coffee pot)	 - ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ Δt_{50} ไม่ต่ำกว่า 150 °C - ความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ Δt_{50} ไม่ต่ำกว่า 90 °C	 BS EN 1183 BS EN 1183
สมรรถนะในการเทของเหลวของภาชนะ - ฝาภาชนะ - การเท	 - ฝาไม่แยกออกจากภาชนะ เมื่อเอียงภาชนะทีมุมน้อยกว่า 90 °C - ของเหลวที่เทมีลักษณะเป็นสายเดียว	CERAM PT 35
อุณหภูมิผิวของหูจับและจุก	เมื่อบรรจุของเหลวที่ร้อนอุณหภูมิผิวของหูจับและจุกไม่มากกว่า 55 °C	CERAM PT 35
ความเสถียรในการตั้งวางสำหรับภาชนะที่มีอัตราส่วนความสูงกับฐานมากกว่า 3	มีความเสถียรในการตั้งวางบนพื้นเอียงทีมุม 15°	CERAM PT 35
ความสามารถในการกักน้ำสำหรับภาชนะที่มีความลึกมากกว่า 25 มม. และมีสมบัติการดูดซึมน้ำต้งแต่ 0.5% ขึ้นไป	ไม่พบการรั่ว	CERAM PT 35
การละลายของโลหะ - ทั่วไป	 - ตะกั่วไม่มากกว่า 0.8-1.5 mg/l แคดเมียมไม่มากกว่า 0.07-0.1 mg/l ขึ้นกับลักษณะ/ขนาดของผลิตภัณฑ์	 BS 6748
- บริเวณขอบหรือปากภาชนะ	- ตะกั่วไม่มากกว่า 4.0 ppm แคดเมียมไม่มากกว่า 0.4 ppm	ASTM C 927-80
การดูดซึมน้ำ - china และ porcelain	 **ค่าเฉลี่ย ไม่มากกว่า 0.2% โดยกำหนดจำนวนตัวอย่างที่สามารถมีค่าการดูดซึมน้ำไม่มากกว่า 0.4%ทั้งนี้ขึ้นกับจำนวนตัวอย่างทั้งหมดที่ทดสอบ**	 BS 5416
- Earthenware และทั่วไป	- ไม่ต่ำกว่า 5%	BS EN 1217, Method A
- Stoneware	- น้อยกว่า 3 %	BS EN 1217, Method A
ความทนต่อการราน สำหรับภาชนะที่มีสมบัติการดูดซึมน้ำต้งแต่ 0.5% ขึ้นไป	Crazing Resistance Index มากกว่า 10 ชม.	BS EN 13258, Method A

ตารางที่ 2.4 แสดงเกณฑ์ที่กำหนดและมาตรฐานวิธีทดสอบภาชนะเซรามิกบนโต๊ะอาหาร (ต่อ)

ความโปร่งแสง ของ china และ porcelain	ตามที่กำหนดในมาตรฐาน	European Community Regulation no.679/72 หรือ Code 6911 of the Combined Nomenaclature of the European Commission หรือ BS 5416
ความทนทานการใช้งานในไมโครเวฟ **ความทน**ทานจากการใช้งานระหว่างตู้แช่แข็งกับเตาอบ	**ตรวจพินิจไม่พบการเปลี่ยนแปลง** ตรวจพินิจไม่พบการเปลี่ยนแปลง	CERAM PT 34 CERAM PT 36
ความทนทานจากการใช้งานระหว่างตู้แช่แข็งกับไมโครเวฟ	ตรวจพินิจไม่พบการเปลี่ยนแปลง	CERAM PT 37
ความทนทานต่อการล้างด้วยเครื่อง	- classification 0:ตรวจพินิจไม่พบการเปลี่ยนแปลง - classification 1: ตรวจพินิจพบการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย - classification 2: ตรวจพินิจพบการเปลี่ยนแปลง	CERAM BCRL WW1

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

วิจัยเรื่องการออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า เนื่องจาก ขี้เถ้า ที่ได้จากการหุงต้มการทำอาหาร ซึ่งเตาที่ใช้ทำอาหารตามท้องที่ชนบทส่วนใหญ่ยังใช้เป็นแบบ เตาอังโล่ ที่ใช่ฟืนหรือถ่านเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งขี้เถ้าที่ได้จึงเป็นขี้เถ้าพืชจากไม้หรือถ่านที่ใช้ทำเชื้อเพลิง และวัตถุดิบที่ว่านี้ส่วนใหญ่ถูกทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งไม่มีราคาค่างวดแต่อย่างใด แต่ถ้าหากนำมาใช้ในการออกแบบชุดอาหารนี้ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสวยงามแปลกตา มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอีกมากมายอย่างไม่น่าเชื่อ ด้วยรูปแบบของเคลือบจะออกมาในรูปแบบต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความสวยงามที่ไม่ซ้ำกันและบางรูปแบบอาจจะยังไม่เคยมีการนำมาใช้ โดยมีวิธีการดำเนินงานวิจัย ดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มผู้อยู่อาศัยที่มีลักษะครอบครัวแบบเดี่ยว ที่มีสมาชิกประมาณ 3-4 คนและอาศัยอยู่ ในสถานที่ที่มีพื้นที่จำกัด เช่น คอนโด ทาวน์เฮาส์ หอพัก เป็นต้น

รูปที่ 3.1 กลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อประเมินและหารูปแบบของหาสูตรเคลือบด้วยวิธีการทดลองเพื่อหาสูตรเคลือบด้วยวิธี Triaxial Blend ซึ่งเป็นวิธีการหาเคลือบที่มีคุณสมบัติ ในด้านต่างๆ และมีความหลากหลายของสีผิว ความโปร่งแสงทึบแสง เพื่อให้เหมาะสมกับการนำมาใช้มากยิ่งขึ้น

3.3 การเก็บรวมรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกาประเภทการวิจัยและพัฒนาโดยเก็บข้อมูลในกลุ่มผูบริโภคที่เป็นกลุ่มผู้อยู่อาศัยที่มีลักษะครอบครัวแบบเดี่ยว ที่มีสมาชิกประมาณ 3-4 คนและอาศัยอยู่ ในสถานที่ที่มีพื้นที่จำกัด เช่น คอนโด ทาวน์เฮาส์ หอพัก เป็นต้น

3.3.1 การเก็บรวมรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลดังนี้

1. สืบค้นข้อมูลและเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารวิชาการ และงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องและทำการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ

2. เก็บข้อมูลภาคสนาม โดยเก็บข้อมูลจากบุคคล ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเองโดยขอความร่วมมือจากผู้เกี่ยวข้อง

3.3.2 การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบจัดทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่สำคัญ 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ปัญหาการใช้งานชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหารด้วยเทคนิคเคลือบขี้เถ้า

1.1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร งานวิจัย ตลอดจน เว็บไซต์ที่บริการข้อมูลต่าง ๆ แล้วนำมาออกแบบกรอบแนวคิดของการวิจัยในประเด็นที่นำมาออกแบบ ประกอบไปด้วย

1.1.1 ศึกษารูปทรงชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร

1.1.2 ศึกษารูปแบบการใช้งานชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาวัสดุที่ใช้ในการทำน้ำเคลือบ และทำการทดลองหาสูตรเคลือบ

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาการขึ้นรูปและข้อจำกัดของรูปทรง เพื่อใช้ในการทำโมเดลต้นแบบ

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาการใช้เตาเผา และการควบคุมอุณหภูมิภายในเตาเผา

ขั้นตอนที่ 5 สรุปผล อภิปราย นำเสนอผลงาน แนวทางการออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า

3.3.3 การดำเนินการผลิตต้นแบบ

การดำเนินการผลิตต้นแบบชิ้นงานจริงของการออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผาสำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า สำหรับกลุ่มเป้าหมายที่เป็นกลุ่มผู้อยู่อาศัยที่มีลักษะครอบครัวแบบเดี่ยว ที่มีสมาชิกประมาณ 3-4 คนและอาศัยอยู่ ในสถานที่ที่มีพื้นที่จำกัด ได้มีการกำหนดกระบวนการผลิตตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ออกแบบร่างสู่กระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ตามความเหมาะสมของชิ้นงาน

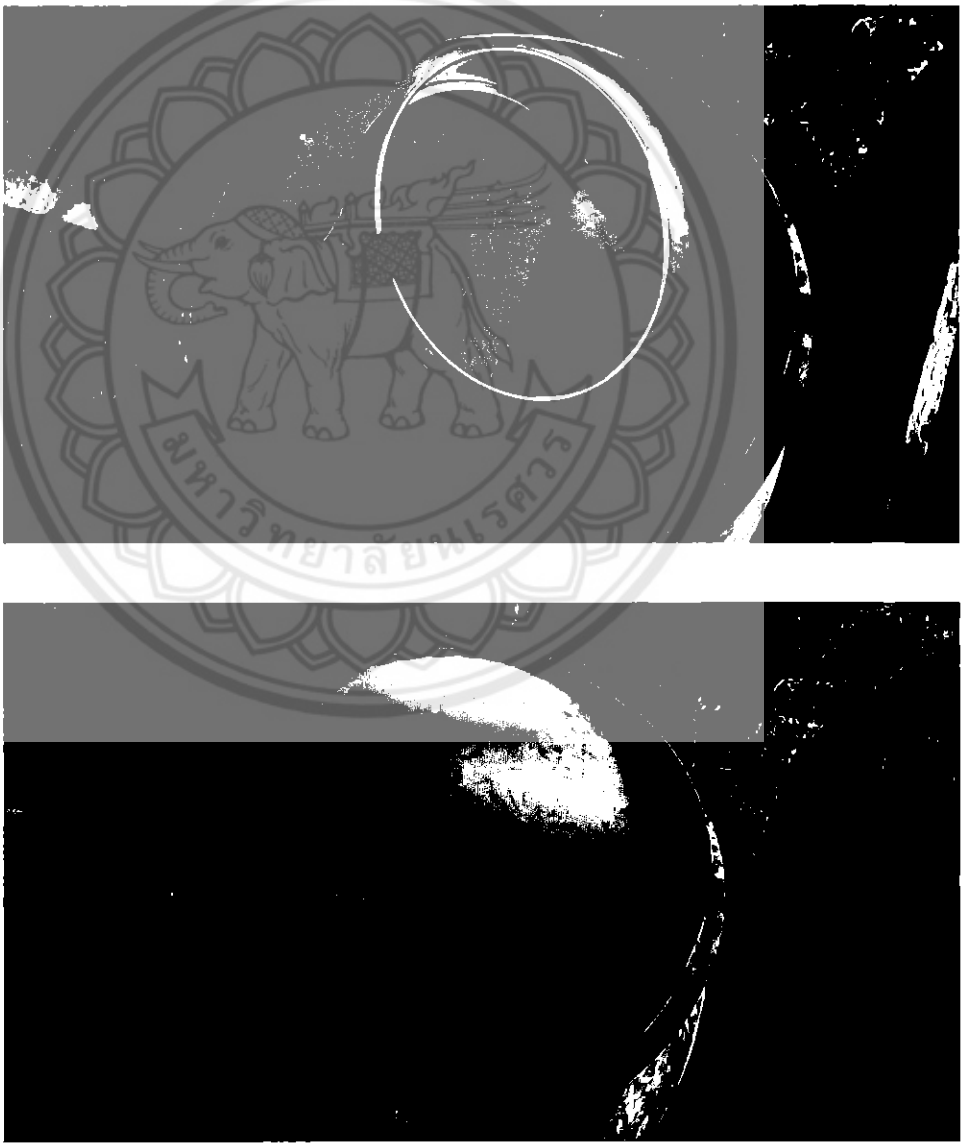
ขั้นตอนที่ 2 เลือกและเตรียมวัตถุดิบการทำเคลือบตามแบบที่กำหนดไว้

ผู้วิจัยได้ทำการเตรียมวัตถุดิบสำหรับทำน้ำเคลือบขี้เถ้า ของผลิตภัณฑ์ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ทำการรวบรวมวัตถุดิบในการใช้ทำน้ำเคลือบ ซึ่งที่กล่าวนี้คือ ขี้เถ้าที่ได้จากเตาอั้งโล่ตามพื้นที่เป้าหมาย

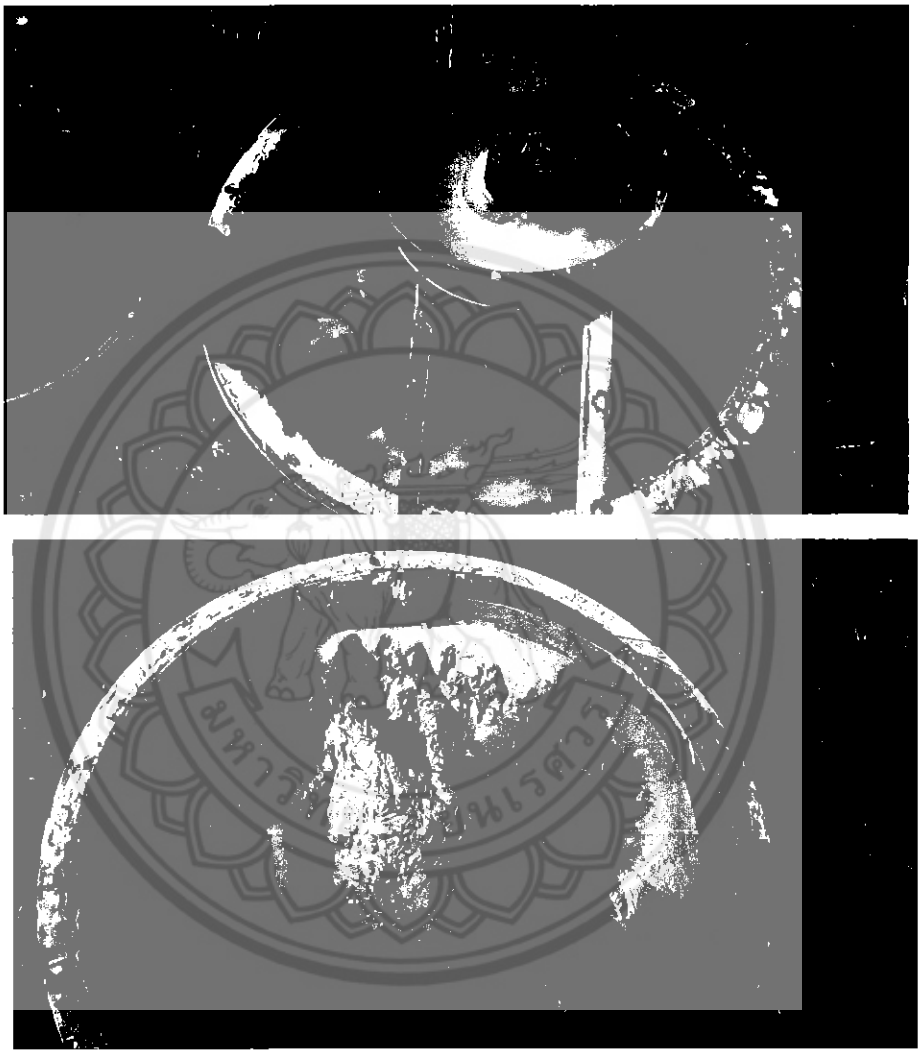
รูปที่ 3.2 ขี้เถ้าที่ได้จากเตาอั้งโล่วัตถุดิบที่ใช้ทำน้ำเคลือบ

2. นำขี้เถ้าที่ได้ใส่ถังแล้วเติมน้ำลงไป แล้วทำการกวนน้ำในถังเพื่อให้เศษสิ่งปฏิกูลลอยขึ้นมา จากนั้นจึงค่อยๆตักเศษเหล่านั้นออก และพอตกตะกอนน้ำในถังเริ่มใสให้เทน้ำออกแล้วเติมน้ำเข้าไปใหม่ ทำสลับกับการกรองเศษวัสดุที่ลอยขึ้นมา ทำแบบนี้ไปจนกว่าเศษวัสดุจะหมดและจนกว่าค่าความเป็นด่างในน้ำขี้เถ้าจะเป็นกลาง โดยวิธีการตรวจว่าน้ำขี้เถ้าเป็นกลางแล้วหรือไม่ ให้ใช้กระดาษลิสมัส จุ่มลงไปในน้ำขีเถ้า สังเกตโดยการดูสีของกระดาษลิตมัส ถ้ากระดาษลิตมัสเปลี่ยนสีจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง แสดงว่าสารนั้นมีสมบัติเป็นกรด ถ้ากระดาษลิตมัสเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงินแสดงว่าสารนั้นมีสมบัติเป็นเบสถ้ากระดาษลิตมัสไม่เปลี่ยนสีแสดงว่าสารนั้นมีสมบัติเป็นกลาง



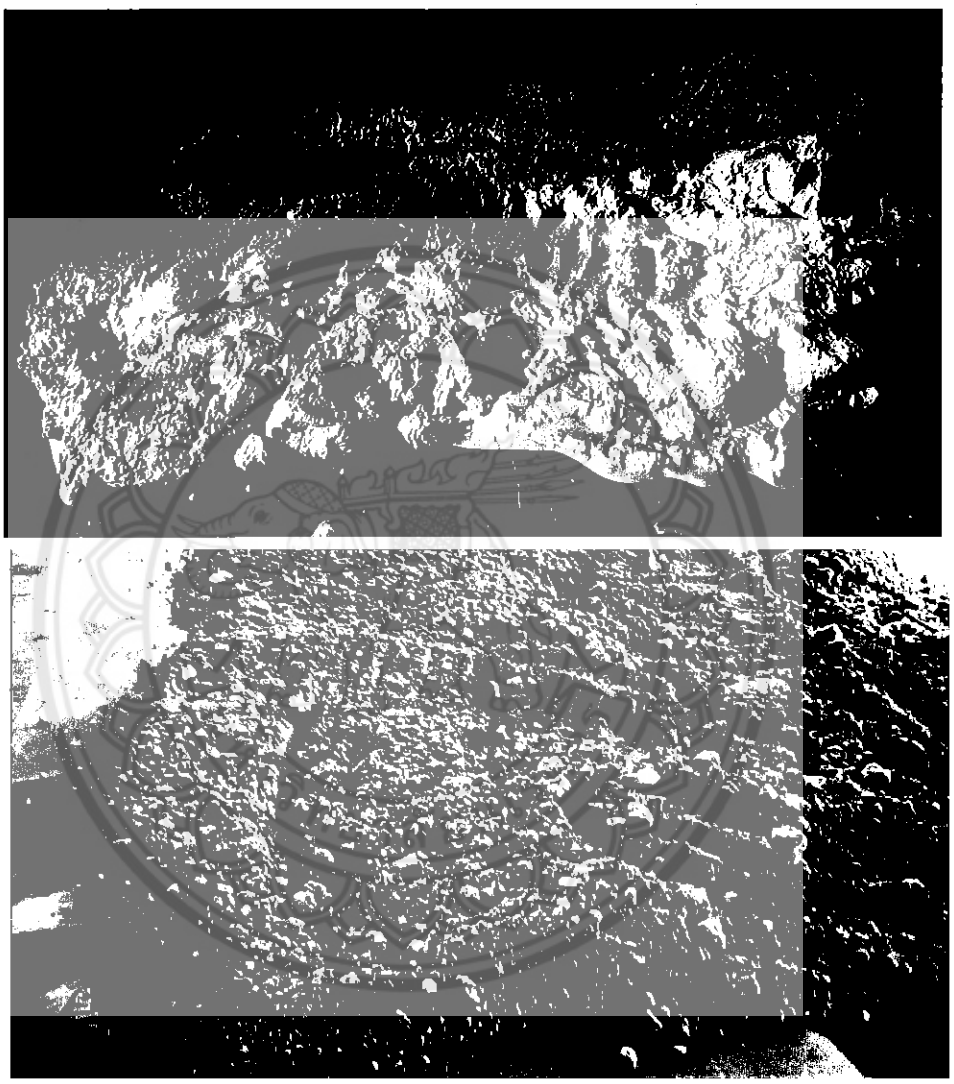
รูปที่ 3.3 การกวนน้ำขี้เถ้าที่ได้จากเตาอั้งโล่และการกรองเศษวัสดุ

3. ทำการกรองน้ำขี้เถ้าเพื่อที่จะได้เอาเฉพาะส่วนที่เป็นขี้เถ้าอย่างเดียว และปล่อยทิ้งไว้ให้น้ำขี้เถ้าได้ตกตะกอน จากนั้นจึงทำการรินน้ำออกจึงจะได้เนื้อขี้เถ้าที่ละเอียดและนุ่ม



รูปที่ 3.4 การกรองน้ำขี้เถ้าที่ได้จากเตาอั้งโล่และเนื้อขี้เถ้าที่ได้หลังการกรองน้ำขี้เถ้า

4. ทำการตากขี้เถ้าทิ้งไว้จนกว่าขี้เถ้านั้นจะแห้งสนิท ระหว่างที่ตากต้องระวังไม่ให้มีเศษวัสดุหรือสารเคมีใดใด ไปปะปนด้วยเด็ดขาดซึ่งสารต่างๆเหล่านั้นจะมีผลกับการทำน้ำเคลือบ



รูปที่ 3.5 การตากขี้เถ้าที่ได้จากเตาอั้งโล่และเนื้อขี้เถ้าที่ได้หลังการตาก

ขั้นตอนที่ 3 การทดลองเพื่อหาสูตรเคลือบด้วยวิธี (Triaxial Blend)

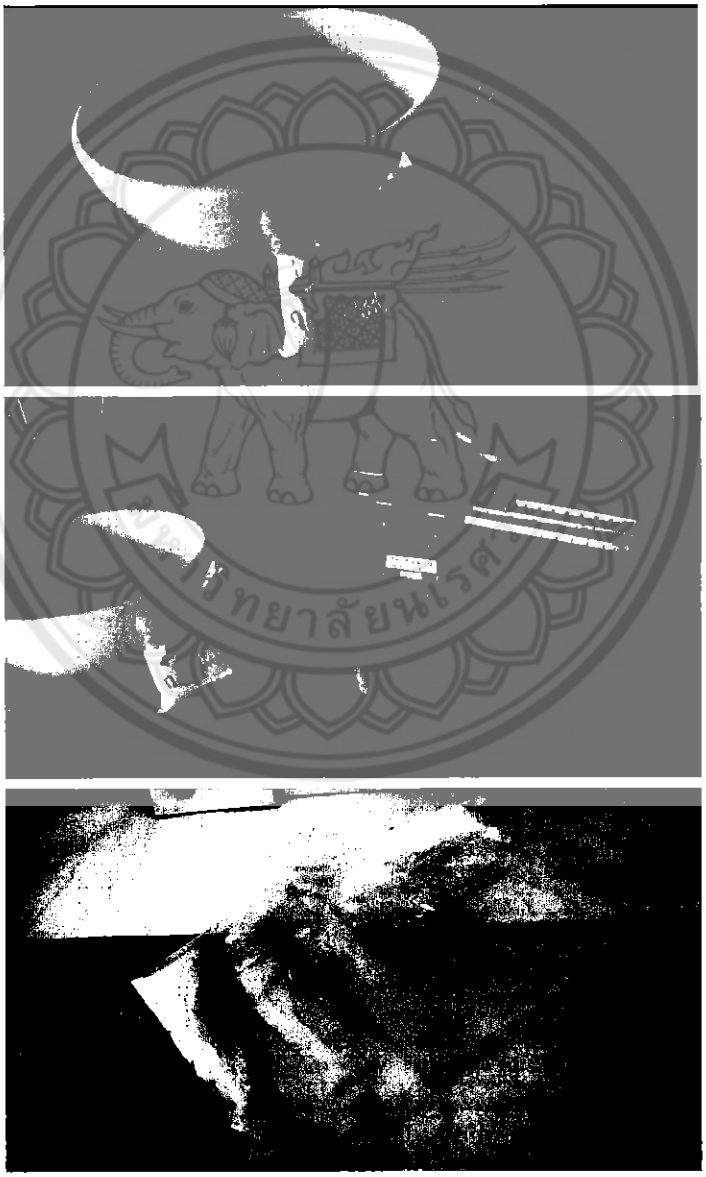
ผู้วิจัยได้ทำการการทดลองเพื่อหาสูตรเคลือบด้วยวิธี Triaxial Blend ของผลิตภัณฑ์ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้าซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำวัตถุดิบ 3 ชนิดได้แก่

1. ขี้เถ้าพืชจากเตาอังโล่

2. โปแตสเฟลสปาร์

3. ดินหน้านา

นำวัตถุดิบทั้งสามชนิดมาบดรวบรวมกันในโกร่งบดในปริมาณสัดส่วนของวัตถุดิบที่กล่าวมาข้างต้นนั้นแตกต่างกันตามเปอร์เซ็นสัดส่วนของจุดนั้นๆ และใน 1 จุดจะปริมาณของวัตถุดิบเคลือบที่บดรวมกัน 10 กรัม โดยปริมาณที่ใช้ในการทดลองคือ น้ำ 15 มิลลิลิตร วัตถุดิบทำทดลองเคลือบ 10 กรัมใน 1 จุดจากทั้งหมด 66 จุด

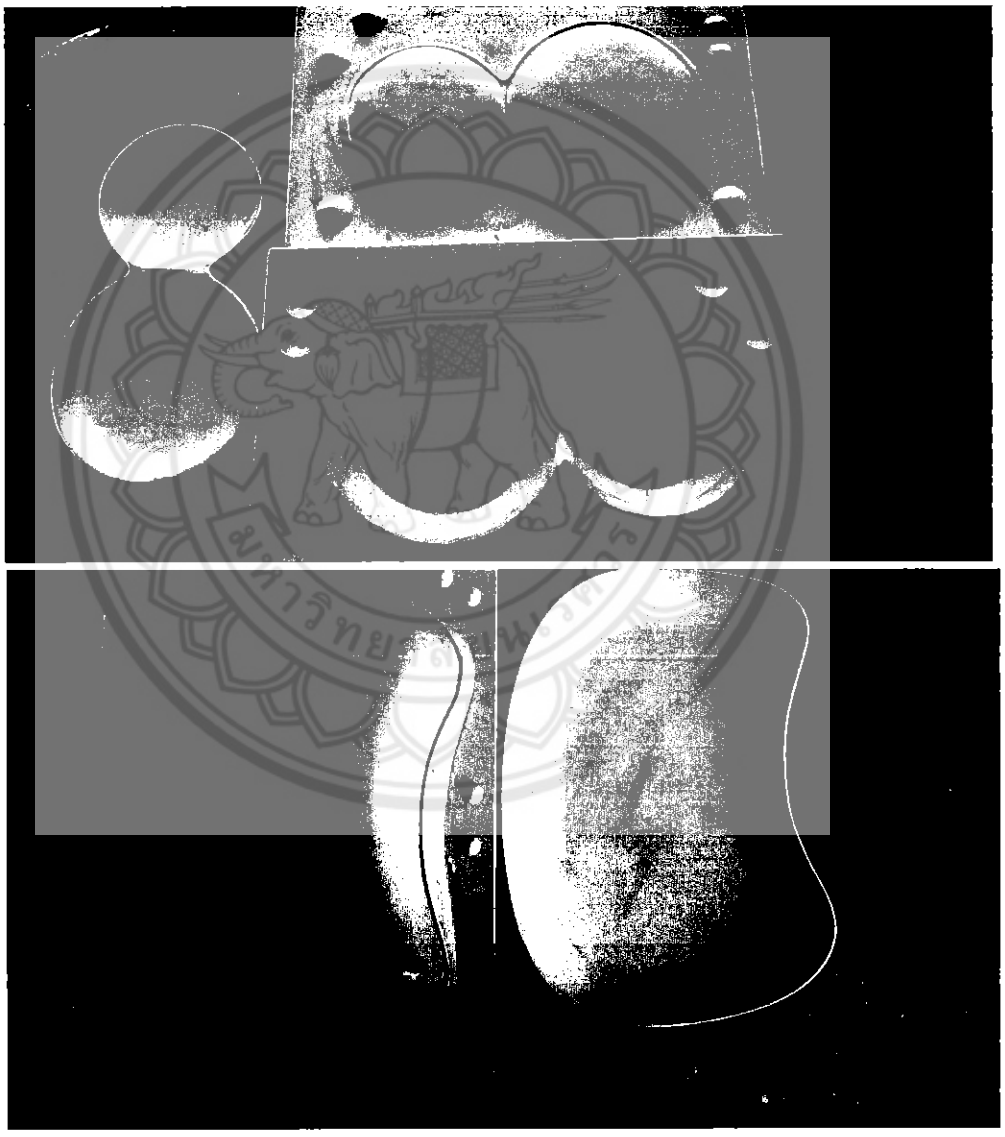


รูปที่ 3.6 การตวงขี้เถ้ากับวัตถุดิบอีกสองชนิดในปริมาณที่แตกต่างกันในแต่ละจุด

ขั้นตอนที่ 4 การขึ้นรูปตัวผลิตภัณฑ์

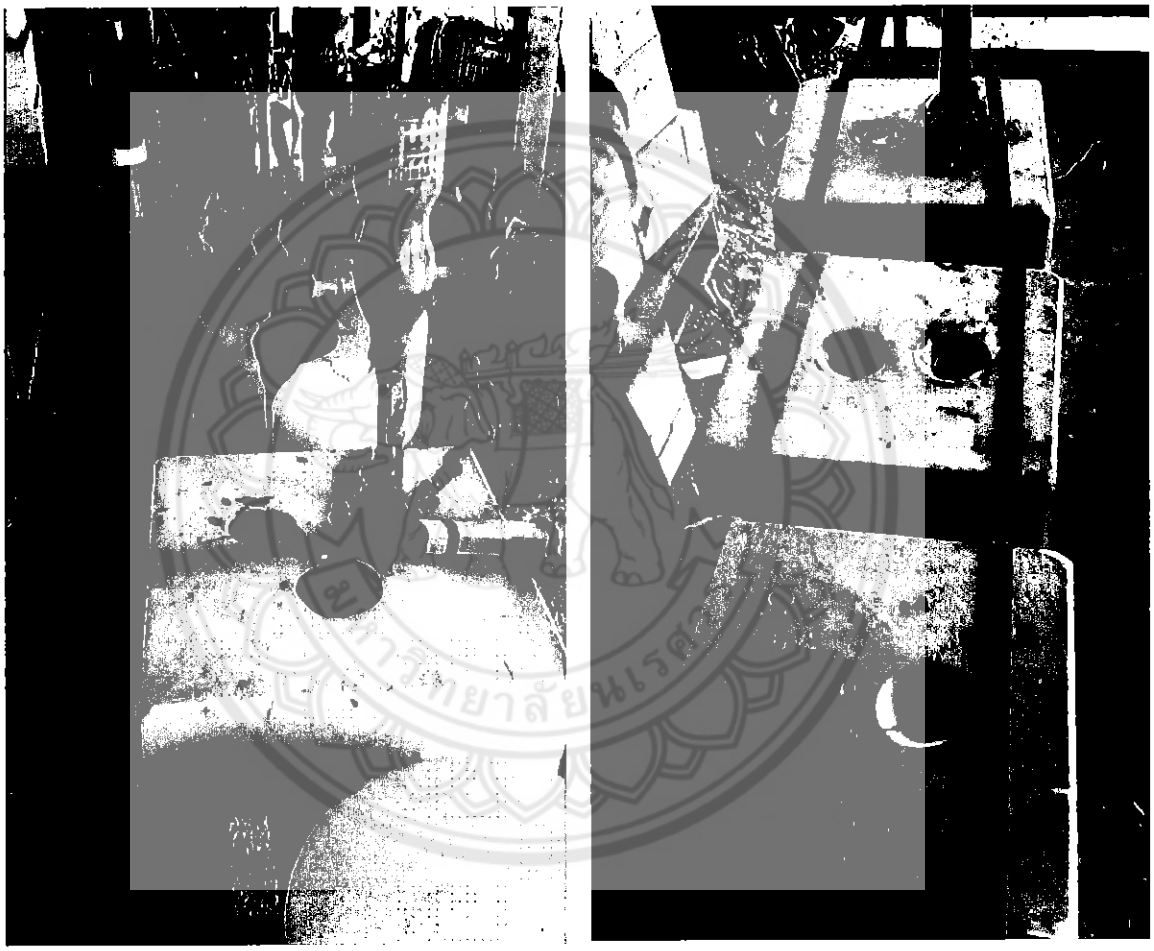
ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีการขึ้นรูปตัวผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการหล่อน้ำดินเหลวลงในแม่พิมพ์ปูนพลาสเตอร์ (Slip casting) ตามรูปแบบของผลิตภัณฑ์ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า มีขั้นตอนและวิธีการดังนี้

1. ตรวจเช็คทำความสะอาดแม่พิมพ์ทุกชิ้น ต้องให้พิมพ์ทุกตัวที่จะทำการหล่อแห้งสนิทก่อน เพราะหากแม่พิมพิมพ์ไม่แห้งหรือมีเศษดินอยู่ อาจจะทำให้ตัวผลิภัณฑ์เสียหายได้



รูปที่ 3.7 แบบพิมพ์สำหรับหล่อ

2. นำแบบพิมพ์ แบบพิมพ์ด้านนอกด้านในหรือด้านล่างด้านบนมาประกบกันให้แน่น อาจจะใช้ยางหรือเชือกรัดหรือมัด แล้วเทน้ำดินน้ำดิน หรือ Slip เข้าไปแบบไม่เทน้ำดินออก กระบวนการหล่อน้ำดินแบบตันเริ่มขึ้น เมื่อผิวด้านในทั้ง 2 ชิ้น ทำการดูดน้ำพร้อมๆกัน จนกว่าดินจะแข็งตัวเต็มอยู่ในพื่นที่ช่องว่างระหว่างพิมชั้นบนกับพิมพ์ชั้นล่าง



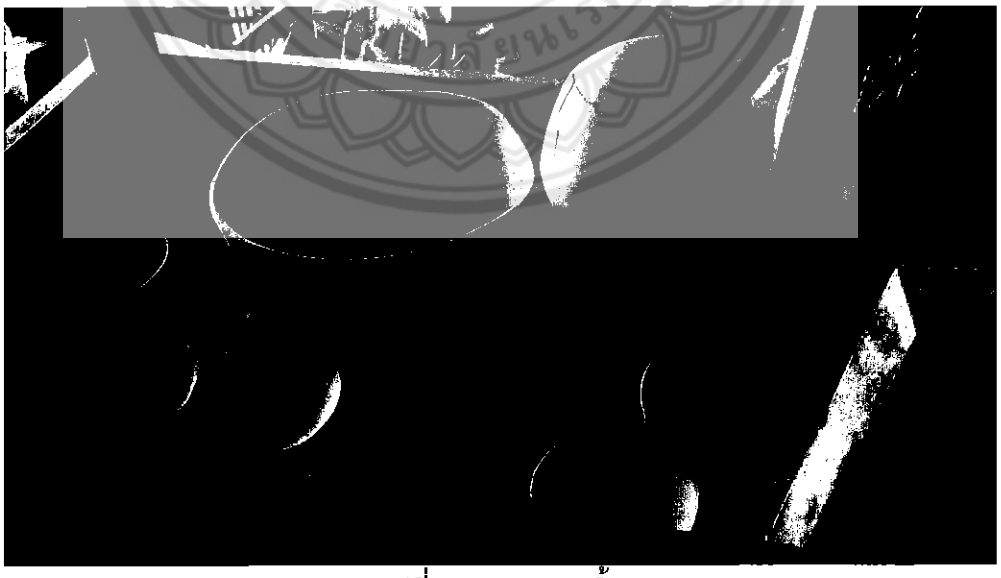
รูปที่ 3.8 การหล่อน้ำดินแบบตัน

หมายเหตุ การหล่อตันต้องมีการเดิมน้ำดินตลอดเวลาเพื่อให้ไม่เกิดโพรงอากาศในผลิตภัณฑ์

3. เมื่อทิ้งน้ำดินไว้ระยะเวลาหนึ่ง จนได้ความหนาของชิ้นงานตามต้องการ ปล่อยทิ้งให้เนื้อดินแข็งตัว แกะชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ปูนพลาสเตอร์ ก็จะได้ผลิตภัณฑ์ตามแบบที่ต้องการดังรูปที่ 3.6 และปล่อยตากชิ้นงานให้แห้งสนิท ดังรูปที่ 3.7

หมายเหตุ การถอดชิ้นงานออกจากแบบพิมพ์ต้องทำอย่างช้าๆ เมื่อถอดพิมพ์ด้านได้ด้านหนึ่งออก ให้รอดินที่เกาะอีกด้านร่อนออกมาก่อน ห้าไปเร่งรีบแกะเด็ดขาด

รูปที่ 3.9 การถอดชิ้นงานออกจากแบบพิมพ์



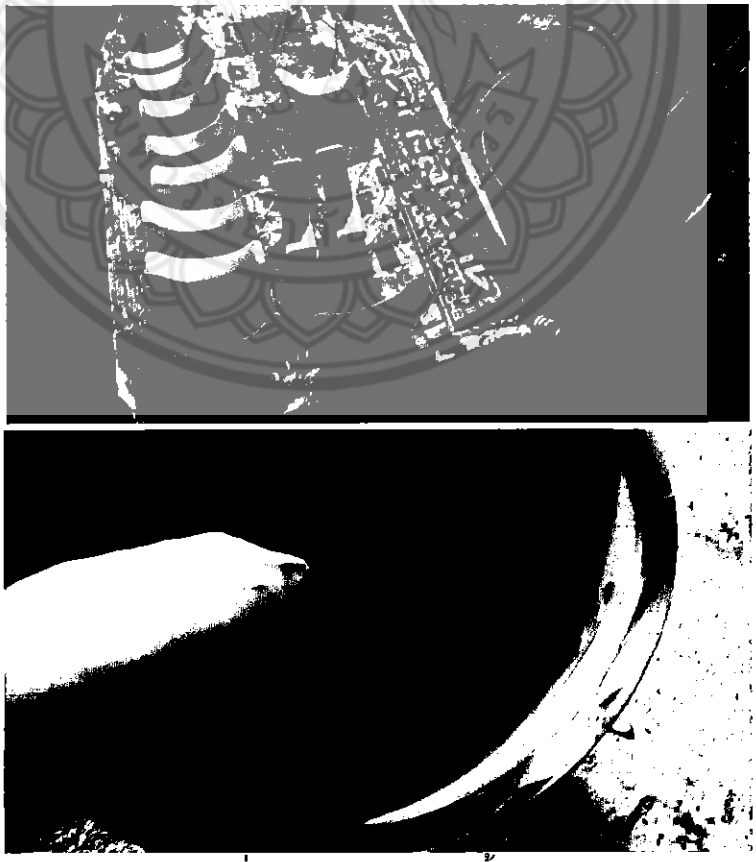
รูปที่ 3.10 การตากชิ้นงาน

ขั้นตอนที่ 5 การเผา

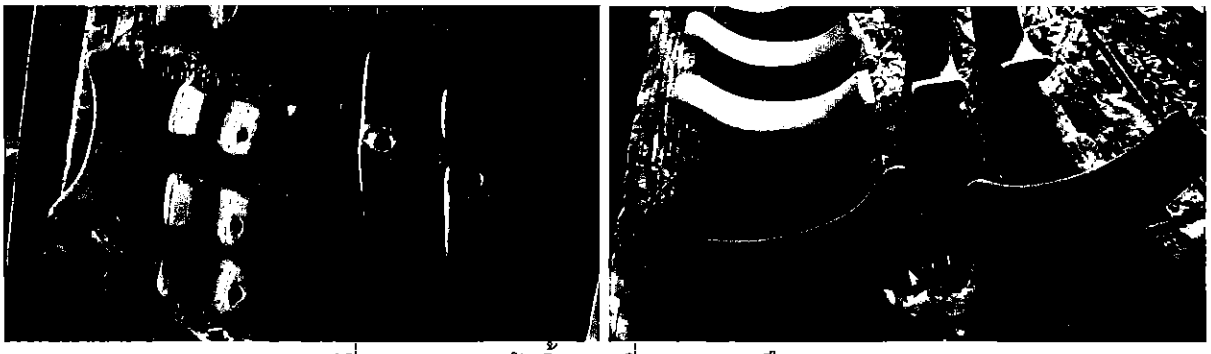
ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีการเผาผลิตภัณฑ์ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า ด้วยการเผาบรรยากาศ ออกซิเดชั่น (Oxidation Firing : OF) ในอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ในการเผางาน 1 ครั้งจะเผาด้วยกัน 2 รอบคือ

1. การเผาดิบ (Biscuit Firing) โดยจะเผาอยู่ที่อุณหภูมิ 750-800 องศาเซลเซียสด้วยบรรยากาศแบบ ออกซิเดชั่น เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ที่เผาด้วยบรรยากาศนี้เพื่อเปลี่ยนเหล็กออกไซด์ ที่อยู่ในชิ้นงานให้อยู่ในรูปสารประกอบของเฟอริกออกไซด์ เนื่องจากเป็นการเผาที่ยังไม่ได้ชุบเคลือบสามารถที่จะเผาในอุณหภูมิต่ำหรืออุณหภูมิสูงก็ได้

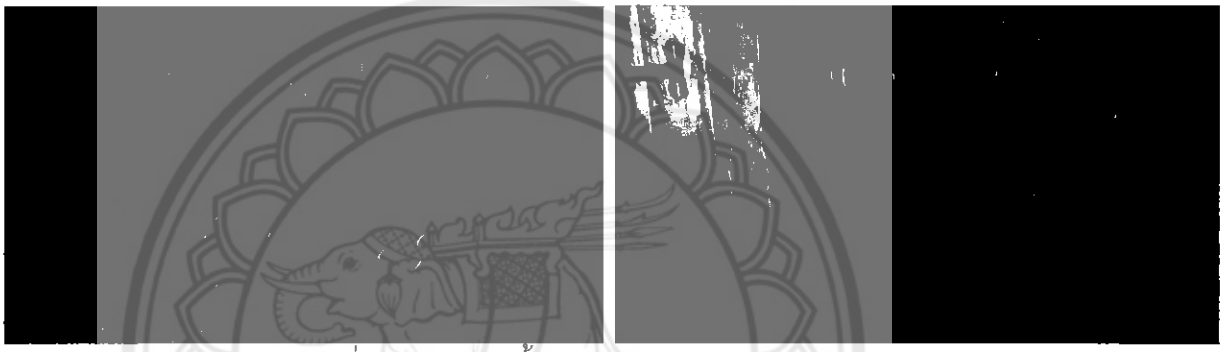
2. การเผาเคลือบ (Glost Firing) โดยจะเผาอยู่ตั้งแต่อุณหภูมิเริ่มต้นจนถึงอุณหภูมิประมาณ 1,250 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อให้เคลือบหลอมเป็นแก้วติดบนชิ้นผิวงาน โดยภาชนะทุกชิ้นที่ผ่านการชุบเคลือบแล้ว ต้องเช็ดก้นผลิตภัรฑ์ให้หมดเคลือบ เพื่อป้องกันการหลอมละลายของเคลือบติดบนแผ่นรองเตา ผลิตภัรฑ์ทุกชิ้นต้องวางห่างกันเล็กน้อย ไม่ให้น้ำเคลือบสัมผัสกัน เพราะเคลือบจะหลอมละลายติดกันเมื่อเผาในอุณหภูมิสูง



รูปที่ 3.11 การชุบเคลือบชิ้นงาน



รูปที่ 3.9 การแต่งก้นชิ้นงานที่ผ่านการเคลือบ



รูปที่ 3.12 การวางชิ้นงานก่อนการเผาเคลือบ

ขั้นตอนที่ 6 ตรวจสอบชิ้นงานและความเรียบร้อย

ขั้นตอนที่ 7 ตรวจสอบชิ้นงานวิจัย เมื่อสร้างงานจริงจากแบบผลงาน **จำนวน 1 ชุดที่ประกอบ**ด้วยชิ้นงานทั้งหมด 17 ชิ้น มาประเมินประสิทธิภาพ และทำการสรุปผล

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาและออกแบบการออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผาสำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า โดยมีจุดประสงค์ดังนี้

1.เพื่อศึกษาลักษณะของภาชนะเครื่องเคลือบดินเผาที่ใช้สำหรับใส่อาหาร

2.เพื่อศึกษาคุณสมบัติของน้ำเคลือบ และเทคนิคการเคลือบภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา ที่ใช้น้ำเคลือบขี้เถ้าที่ได้จากการหุงต้ม

3.เพื่อออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร ให้สอดคล้องกับแนวคิด

โดยขั้นตอนในการวิจัยในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

4.1. **กำหนดความสำคัญของปัญหา และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

ขี้เถ้า ที่ได้จากการหุงต้มการทำอาหาร ซึ่งเตาที่ใช้ทำอาหารตามท้องที่ชนบทส่วนใหญ่ยังใช้เป็นแบบ เตาอังโล่ ที่ใช้ฟืนหรือถ่านเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งขี้เถ้าที่ได้จึงเป็นขี้เถ้าพืชจากไม้หรือถ่านที่ใช้ทำเชื้อเพลิง และวัตถุดิบที่ว่านี้ส่วนใหญ่ถูกทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งไม่มีราคาค่างวดแต่อย่างใด แต่ถ้าหากนำมาใช้ในการออกแบบชุดอาหารนี้ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสวยงามแปลกตา มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอีกมากมายอย่างไม่น่าเชื่อ ด้วยรูปแบบของเคลือบจะออกมาในรูปแบบต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความสวยงามที่ไม่ซ้ำกันและบางรูปแบบอาจจะยังไม่เคยมีการนำมาใช้

4.2. **เก็บรวบรวมข้อมูล**

4.2.1 การทดลองเพื่อหาสูตรเคลือบด้วยวิธี Triaxial Blend

4.3. **ดำเนินการออกแบบ**

4.3.1 สเกตและออกแบบโครงสร้าง

4.3.2 ทำการทดลองหาสูตรเคลือบด้วยวิธี Triaxial Blend

4.3.3 ทำตัวโมเดลต้นแบบ

4.3.4 ทำการหล่อชิ้นงานและเผาชิ้นงาน

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดความสำคัญของปัญหา และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าขี้เถ้า ที่ได้จากการหุงต้มการทำอาหาร นำมาทำออกมาในรูปแบบของเคลือบ ที่ก่อให้เกิดความสวยงามที่ไม่ซ้ำกันและบางรูปแบบอาจจะยังไม่เคยมีการนำมาใช้ และข้อมูลเกี่ยวกับออกแบบการออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลและวิเคราะห์ปัญหาที่ได้จากการศึกษาข้อมูล

โดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาออกเป็น 4 ข้อ ดังนี้

1. ลักษณะของรูปทรงและฟังก์ชั่นการใช้งานเสริมของผลิตภัณฑ์
2. วัตถุดิบที่นำมาใช้ทำเคลือบ
3. การทดลองเพื่อหาสูตรเคลือบด้วยวิธี Triaxial Blend

ขั้นตอนที่ 3 สรุปผลจารการวิเคราะห์ปัญหา

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลทางด้านการออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า

1. ลักษณะของรูปทรงและฟังก์ชั่นการใช้งานเสริมของผลิตภัณฑ์

ได้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะของขอบปากภาชนะ ให้เป็นลอนคลื่น เพื่อใช้เป็นตัวกันไม่ให้ช้อนไหลลงไปในชาม และออกแบบรูป

2. วัตถุดิบที่นำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเคลือบเป็นขี้เถ้าจากเตาอังโล่ที่ใช้ในการหุ่งต้ม ซึ่งพื้นที่ที่ลงไปเก็บตัวอย่าง ได้ใช้ถ่านกับฟืน ที่ได้จาก ไม้มะขาม ไม้กระถิ่น เป็นหลัก ดังนั้นขี้เถ้าพืชที่ได้จึงได้มาจากไม้มะขามและกระถินรวมกัน และชนิดของดินที่ใช้เป็นดินขาว เนื่องจากต้องการเนื้อผลิตภัณฑ์ที่มีสีขาว ซึ่งสีของเนื้อผลิตภัณฑ์มีส่วนที่จะทำให้ตัวเคลือบมีความสว่างมากขึ้น เมื่อเทียบกับดินที่เผาออกมาแล้วเป็นสีกะปิ อย่างเช่น ดินจากแหล่งของที่ จ.สุโขทัย

3. การทดลองเพื่อหาสูตรเคลือบด้วยวิธี Triaxial Blend

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองหาสูตร โดยใช้วิธีการหาสูตรแบบ Triaxial Blend ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้หาสูตรเคลือบให้ดีขึ้น ในด้านต่างๆ และมีความหลากหลายของสีผิว ความโปร่งแสงทึบแสง เพื่อให้เหมาะสมกับการนำมาใช้มากยิ่งขึ้น เพราะเป็นการเอาขี้เถ้าพืชผสมกับวัตุดิบอื่นอีก 2 ชนิดหรืออาจ 3-4 ชนิด (เสริมศักดิ์ นาคบัว.2536 : 32)

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำวัตถุดิบ 3 ชนิดได้แก่

1. ขี้เถ้าพืชจากเตาอังโล่
2. โปแตสเฟลสปาร์
3. ดินหน้านา

โดยจะนำมาทดลองผสมตามสัดส่วนต่างๆในปริมาณที่แตกต่างกัน เป็นจำนวน 66 จุด โดยปริมาณในการทดสอบอยู่ที่จุดล่ะ 10 กรัม ดังเช่นผลที่ได้ออกมาตามตารางที่ 4.1

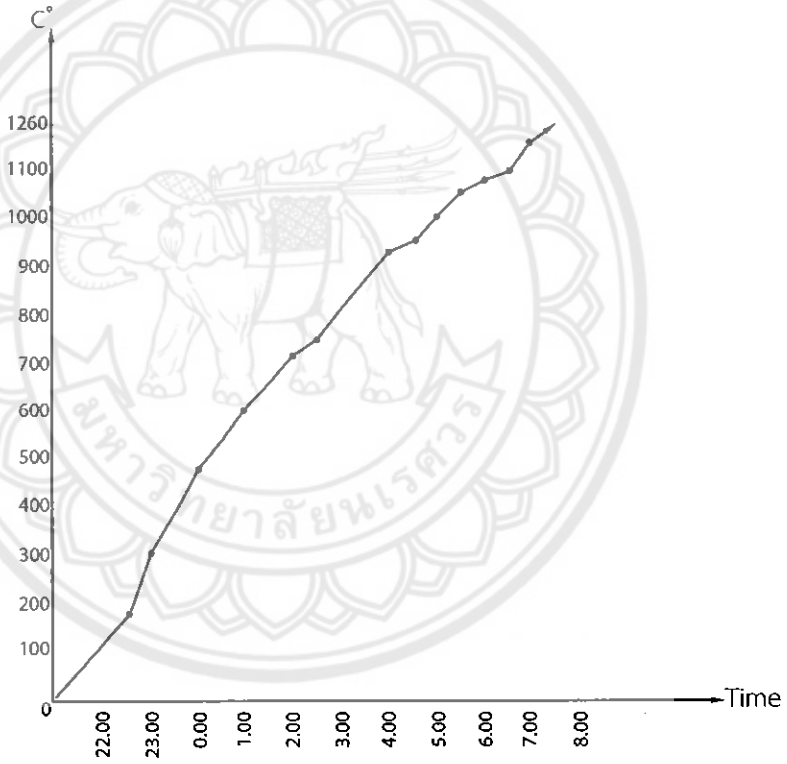
สูตร	ขี้เถ้าเตาอังโล่ (กรัม)	โปแตสเฟลสปา (กรัม)	ดินหน้านา (กรัม)
1	10.0		
2	9.0	1.0	
3	9.0		1.0
4	8.0	2.0	
5	8.0	1.0	1.0
6	8.0		2.0
7	7.0	3.0	
8	7.0	2.0	1.0
9	7.0	1.0	2.0
10	7.0		3.0
11	6.0	4.0	
12	6.0	3.0	1.0
13	6.0	2.0	2.0
14	6.0	1.0	3.0
15	6.0		4.0
16	5.0	5.0	
17	5.0	4.0	1.0
18	5.0	3.0	2.0
19	5.0	2.0	3.0
20	5.0	1.0	4.0
21	5.0		5.0
22	4.0	6.0	
23	4.0	5.0	1.0
24	4.0	4.0	2.0
25	4.0	3.0	3.0
26	4.0	2.0	4.0
27	4.0	1.0	5.0
28	4.0		6.0
29	3.0	7.0	
30	3.0	6.0	1.0
31	3.0	5.0	2.0
32	3.0	4.0	3.0
33	3.0	3.0	4.0
34	3.0	2.0	5.0
35	3.0	1.0	6.0
36	3.0		7.0
37	2.0	8.0	
38	2.0	7.0	1.0
39	2.0	6.0	2.0
40	2.0	5.0	3.0
41	2.0	4.0	4.0
42	2.0	3.0	5.0
43	2.0	2.0	6.0
44	2.0	1.0	7.0
45	2.0		8.0
46	1.0	9.0	
47	1.0	8.0	1.0
48	1.0	7.0	2.0
49	1.0	6.0	3.0
50	1.0	5.0	4.0
51	1.0	4.0	5.0
52	1.0	3.0	6.0
53	1.0	2.0	7.0
54	1.0	1.0	8.0
55	1.0		9.0
56		10.0	
57		9.0	1.0
58		8.0	2.0
59		7.0	3.0
60		6.0	4.0
61		5.0	5.0
62		4.0	6.0
63		3.0	7.0
64		2.0	8.0
65		1.0	9.0
66			10.0

ตารางที่ 4.1 แสดงสัดส่วนของวัตถุดิบ 1, 2และ 3 ใน Triaxial ขนาด 66 จุด

และหลังจากนั้นผู้วิจัยก็ได้นำไปทำการเผาในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 1,260 องศาเซลเซียส (Cone 9) ในบรรยากาศการเผาแบบ Oxidation เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง ดังที่ได้ในตาราง

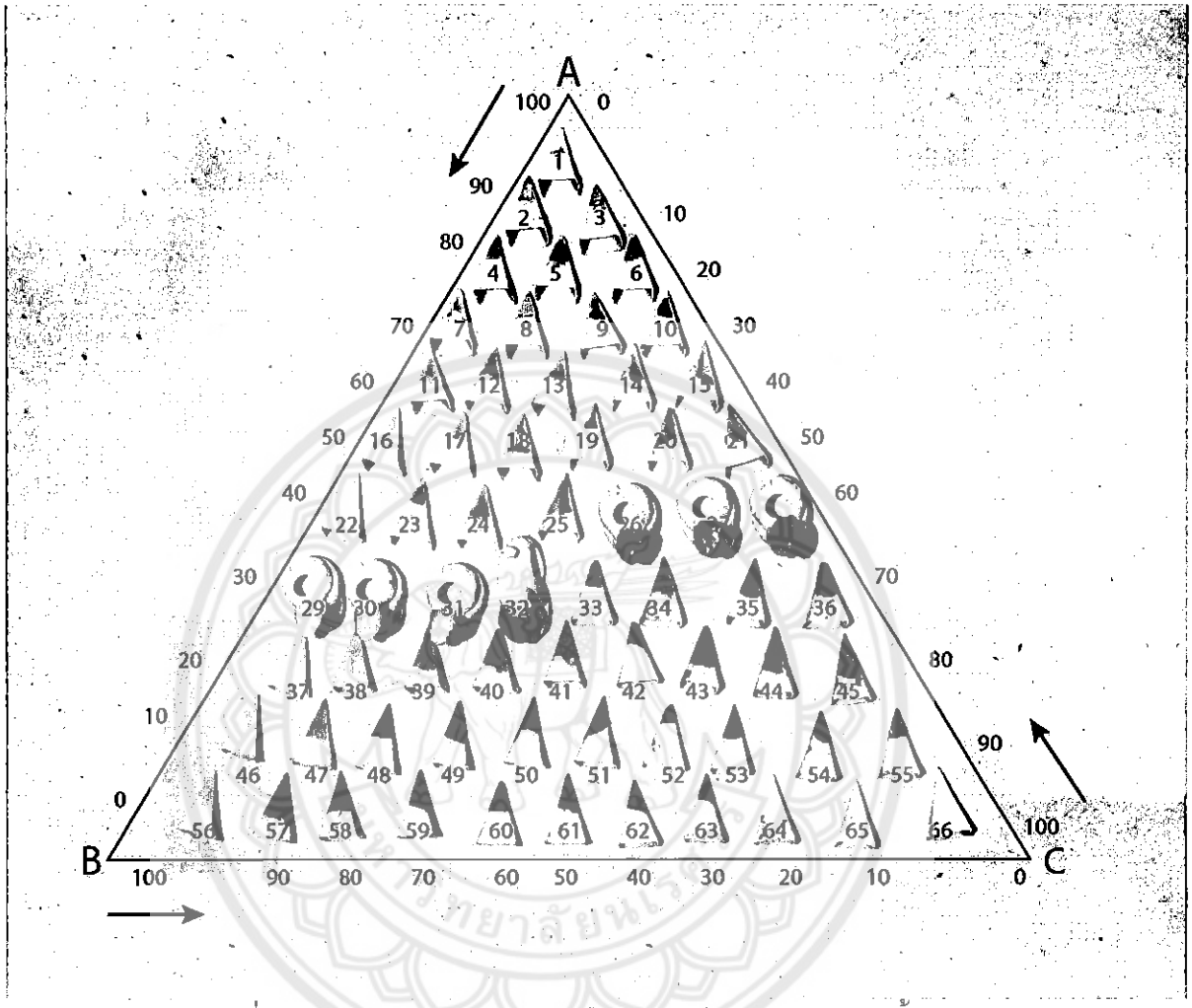
วงจรในการเผาเคลือบ (บรรยากาศแบบ Oxidation : OF)

ช่วงที่ 1 อุณหภูมิห้อง 24 - 950 องศาเซลเซียส	ใช้เวลา 5-6 ชั่วโมง
ช่วงที่ 2 อุณหภูมิ 950 - 1,250 องศาเซลเซียส	ใช้เวลา 3-4 ชั่วโมง
ช่วงที่ 3 เผาแช่อุณหภูมิคงที่ 1,250 องศาเซลเซียส	ใช้เวลา 15 นาที



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงอุณหภูมิถายในเตาเผาในการเผาอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส (Cone 9) ในบรรยากาศการเผาแบบ Oxidation เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง

เมื่อนำออกจากเตาเผาก็นำเอาตัวทดสอบมาเรียงกันตามแบบตาราง Triaxial Blend โดย A จะแทนตัวส่วนผสมที่ 1 ที่เป็นขี้เถ้า B แทนวัตถุดิบตัวที่ 2 คือโปแตสเฟลสปาร์ และ C แทนวัตถุดิบตัวที่ 2 คือ ดินหน้านา จากนั้นทำการสังเกตวิเคราะห์ และสรุปผลออกมาเป็นตาราง ดังในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.2 ผลการทดลองหาสูตรเคลือบด้วยวิธี Triaxial Blend ทั้ง 66 จุด

จากการทดลองผู้วิจัยได้ผลสรุปออกมาเป็น ตารางแสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะของตัวเคลือบแบบ Triaxial Blend สำหรับนำไปใช้กับ ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า ซึ่งผลออกมาได้ดังรูปตารางที่ 4.4 และ 4.5

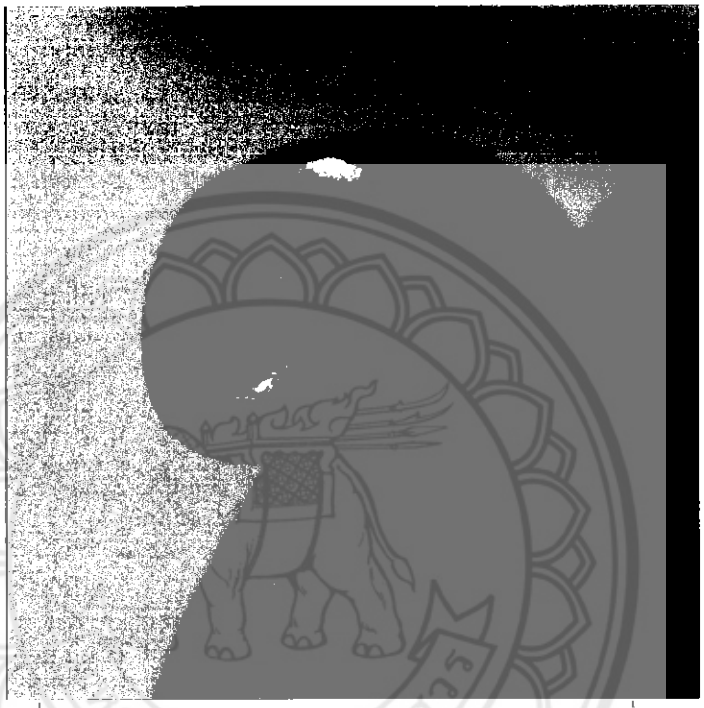
สูตร	หลอมไม่หมด	หลอมมาก ย่น	หลอบเป็นเคลือบขาว ราน	โปร่งใส	หลอมเป็นเคลือบ ราน	โปร่งใส	หลอมเป็นแก้ว มีการไหล
1	●						
2	●						
3	●						
4	●						
5	●						
6	●						
7			●				
8	●						
9	●						
10							●
11			●				
12							●
13							●
14							●
15							●
16			●				
17			●				
18							●
19							●
20							●
21							●
22			●				
23			●				
24					●		
25					●		
26					●		
27					●		
28					●		
29			●				
30			●				
31			●				
32					●		
33					●		

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะของตัวเคลือบ Triaxial Blend ตั้งแต่จุดที่ 1 -33

สูตร	หลอมไม่หมด	หลอมมาก ย่น	หลอบเป็นเคลือบขาว ราน	โปร่งใส	หลอมเป็นเคลือบ ราน	โปร่งใส	หลอมเป็นแก้ว มีการไหล
34					●		
35					●		
36					●		
37				●			
38				●			
39				●			
40					●		
41					●		
42					●		
43					●		
44					●		
45	●						
46				●			
47				●			
48					●		
49					●		
50					●		
51					●		
52					●		
53					●		
54					●		
55	●						
56				●			
57					●		
58					●		
59	●						
60	●						
61	●						
62	●						
63	●						
64	●						
65	●						
66	●						

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะของตัวเคลือบ Triaxial Blend ตั้งแต่จุดที่ 34-66

สรุปผล จากการวิเคราะห์และทำการทดลองสรุปได้ว่า ตัวเคลือบที่มีความเหมาะสมเหมาะสำหรับการนำไปเคลือบผลิตภัณฑ์ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า คือ ตัวอย่างเคลือบที่ 32 เนื่องจากตัวเคลือบได้ทำการหลอมในอุณหภูมิที่กำหนดและมีการรานของเคลือบน้อยที่สุด ตัวเคลือบมีสีและความใสที่ออกมาเป็นที่พอใจ



รูปที่ 4.3 ลักษณะของเคลือบผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเคลือบที่ 32

ขั้นตอนที่ 4 ออกแบบการออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า

โดยขั้นตอนการออกแบบ ผู้วิจัยได้กำหนดกลุ่มเป้าหมายในการออกแบบ(Target group) และแนวคิดในการออกแบบ(Design Concept) เพื่อกำหนดรูปแบบ อารมณ์ ความรู้สึก (Mood & Tone)ของชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า

3.1 กลุ่มเป้าหมายในการออกแบบ (Target group)

Demographics: กลุ่มผู้อยู่อาศัยที่มีลักษะครอบครัวแบบเดี่ยว ที่มีสมาชิกประมาณ 3-4 คนและอาศัยอยู่ ในสถานที่ที่มีพื้นที่จำกัด เช่น คอนโด ทาวน์เฮาส์ หอพัก เป็นต้น

Psychographics: รักธรรมชาติ รักความทันสมัย

3.2 แนวคิดในการออกแบบ (Design Concept)

เนื่องจากครอบครัวในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นแบบครอบครัวเดี่ยว ซึ่งประกอบด้วยสามี ภรรยาและบุตรเท่านั้น ซึ่งอาศัยอยู่ในสถานที่ที่มีพื้นที่จำกัด เช่น คอนโด ทาวน์เฮาส์ หอพัก เป็นต้น โดยยังมีความผูกพันกับวัฒนธรรมการทานอาหารตามรูปแบบการจัดสำรับ ก็คือการทานอาหารร่วมกันโดยมีรูปแบบการจัดอาหารที่มีทั้งของคาวของหวานตามแบบการจัดสำรับอาหารของไทยอยู่ โดยจะนำเสนอทางการออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร ที่สามารถใช้งานได้เหมาะสมในพื้นที่ที่จำกัด ผลงานการออกแบบภายใต้แนวคิด **"วิถีชีวิตแบบพื้นบ้าน ภายในวิถีชีวิตของสังคมไทยในปัจจุบัน"**

3.3 อารมณ์ ความรู้สึก และรูปแบบ (Mood & Tone)

ผู้วิจัยได้กำหนดอารมณ์ ความรู้สึก และรูปแบบเพื่อนำไปออกแบบการออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า ดังเห็นได้จากตารางที่ 4.2

Concept	วิถีชีวิตแบบพื้นบ้าน	ภายในวิถีชีวิตของสังคมไทยในปัจจุบัน
Mood & Tone	อบอุ่น,ธรรมชาติ,เรียบง่าย	ทันสมัย, แปลกตา
Design Element	พื้นผิว	โครงสร้าง, รูปทรง

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงแนวคิดในการออกแบบ

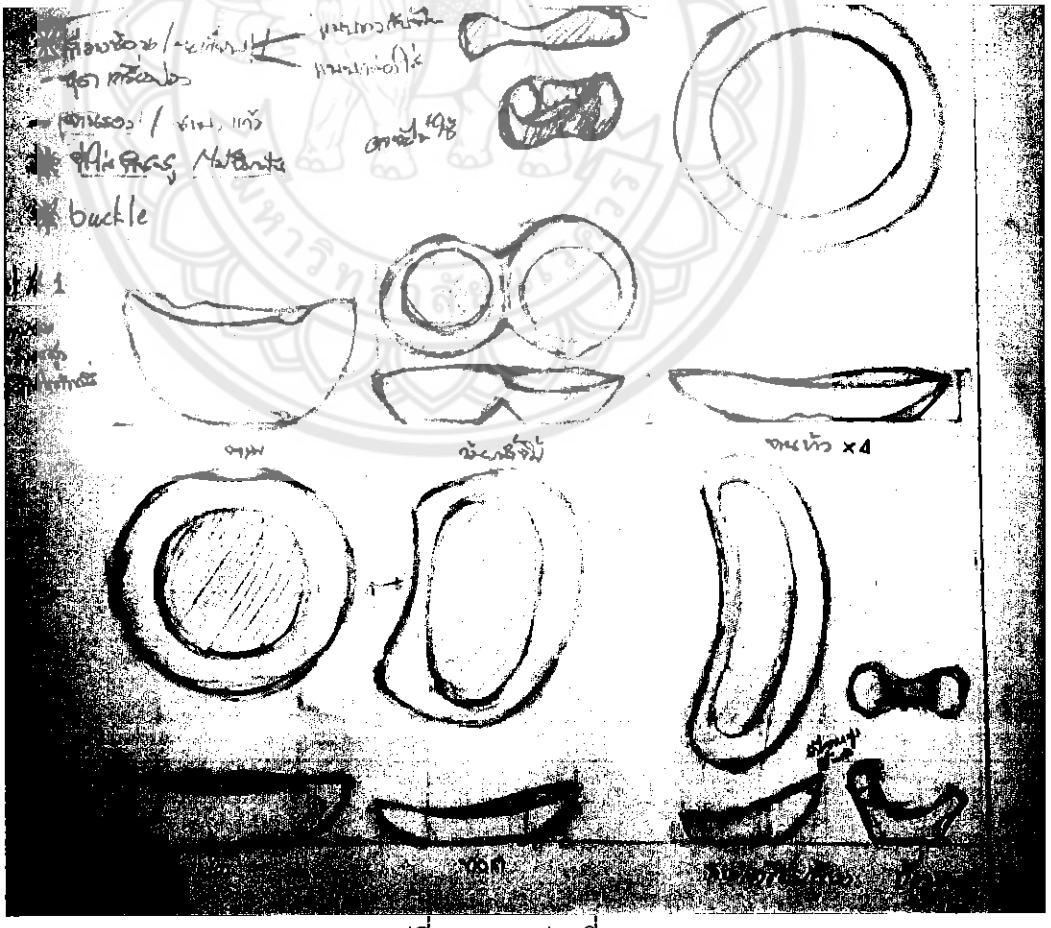
เมื่อได้แนวคิดแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโดยสเกตแบบออกมาหลายๆแบบแล้วให้ที่ปรึกษาแสดงความคิดเห็นและปรับเปลี่ยนรูปแบบให้ดียิ่งขึ้น โดยวิธีสเกตด้วยมือแล้วนำไปออกแบบในคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Illustrator

แบบสเกต

รูปที่ 4.4 แบบร่างที่ 1

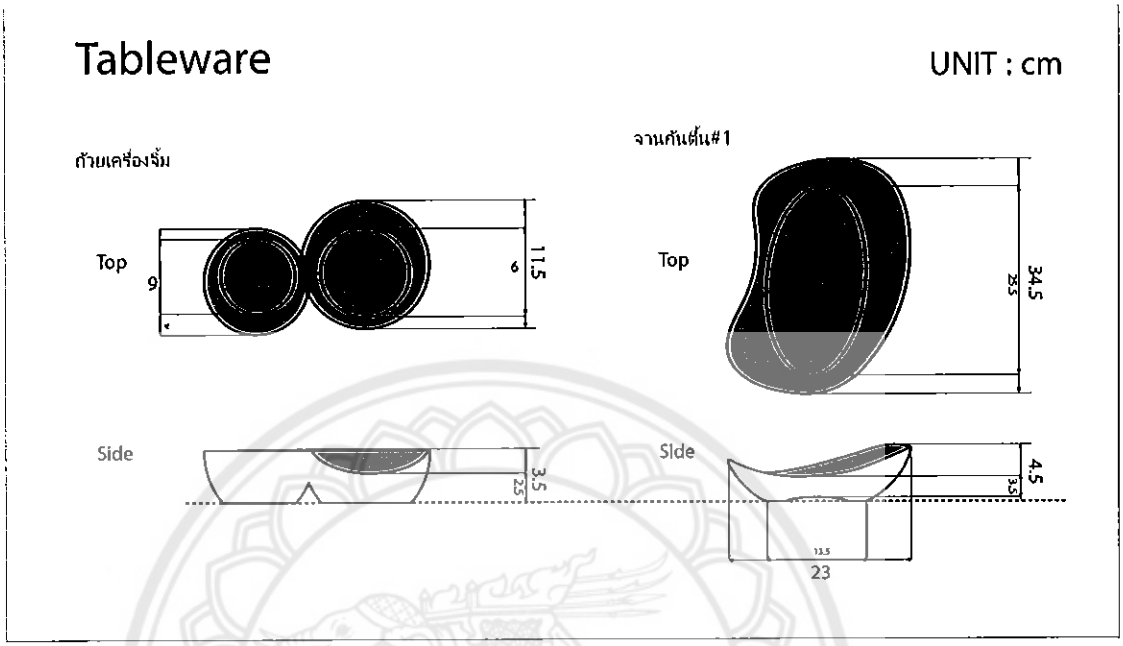
รูปที่ 4.5 แบบร่างที่ 2

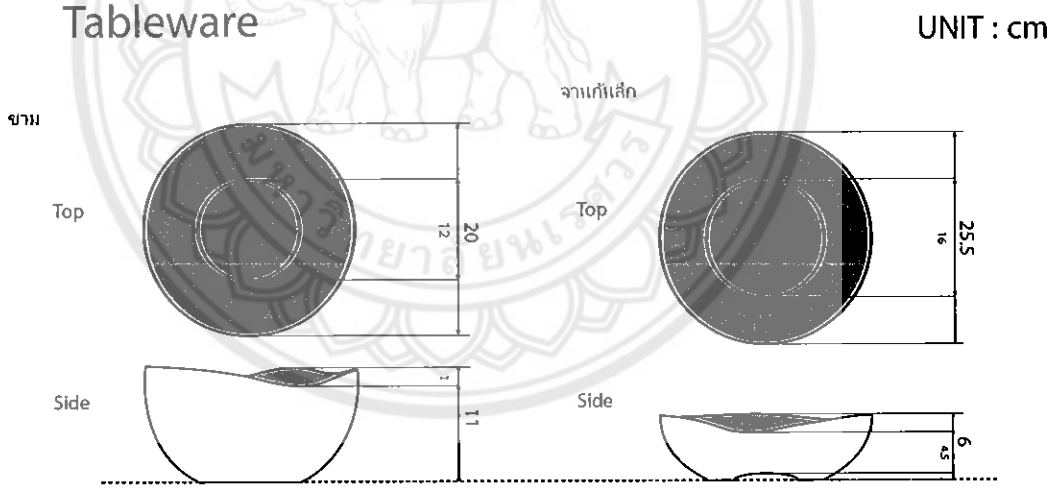
รูปที่ 4.6 แบบร่างที่ 3



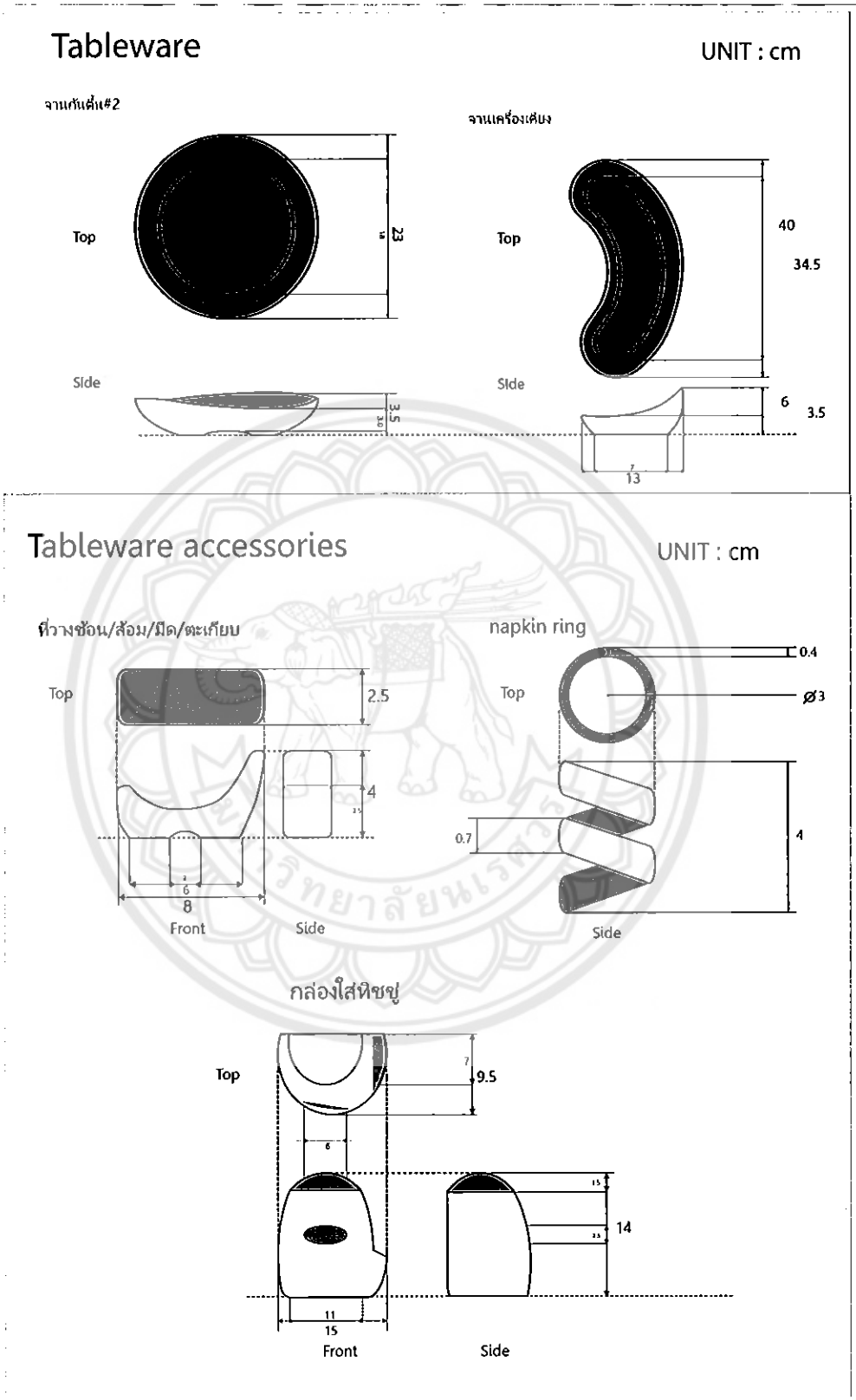
รูปที่ 4.7 แบบร่างที่ 4

สรุปผลการออกแบบ



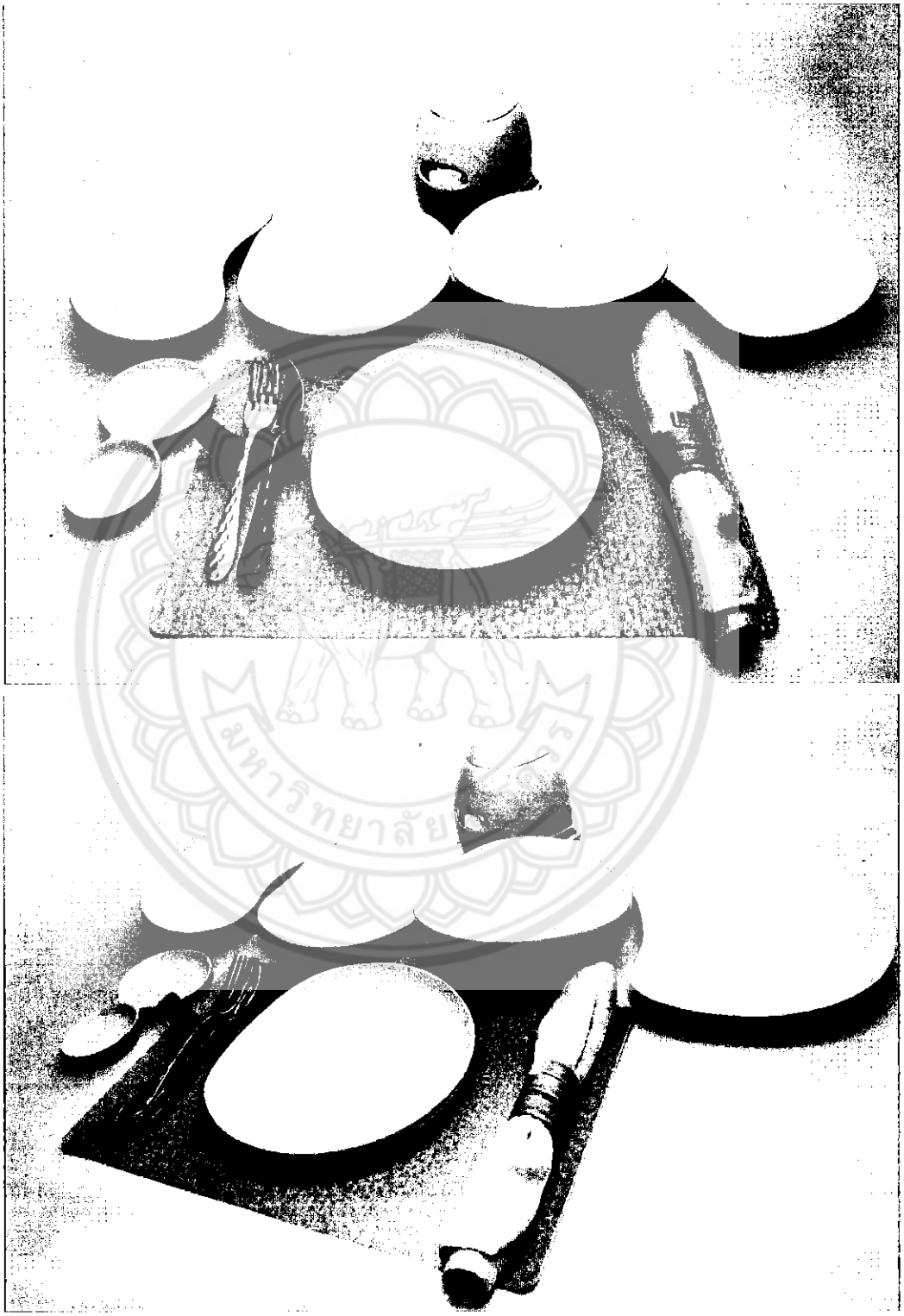


รูปที่ 4.8 สรุปรูปแบบร่าง



รูปที่ 4.9 สรุปรูปแบบร่าง

ผลงานจริง



รูปที่ 4.10 ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า

บทที่ 5

บทสรุป

การออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า เนื่องจาก ขี้เถ้า ที่ได้จากการหุงต้มการทำอาหาร ซึ่งเตาที่ใช้ทำอาหารตามท้องที่ชนบทส่วนใหญ่ยังใช้เป็นแบบ เตาอังโล่ ที่ใช่ฟืนหรือถ่านเป็นเชื้อเพลิง ซึ่งขี้เถ้าที่ได้จึงเป็นขี้เถ้าพืชจากไม้หรือถ่านที่ใช้ทำเชื้อเพลิง และวัตถุดิบที่ว่านี้ส่วนใหญ่ถูกทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งไม่มีราคาค่างวดแต่อย่างใด แต่ถ้าหากนำมาใช้ในการออกแบบชุดอาหารนี้ ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสวยงามแปลกตา มีคุณค่าเพิ่มขึ้นอีกมากมายอย่างไม่น่าเชื่อ ด้วยรูปแบบของเคลือบจะออกมาในรูปแบบต่างๆ ที่ก่อให้เกิดความสวยงามที่ไม่ซ้ำกันและบางรูปแบบอาจจะยังไม่เคยมีการนำมาใช้

5.1 จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1.เพื่อศึกษาลักษณะของภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร

2.เพื่อศึกษาคุณสมบัติของน้ำเคลือบ ที่จะนำมาใช้กับชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผาสำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า

โดยใช้วิธีการทดลองเพื่อหาสูตรเคลือบด้วยวิธี Triaxial Blend และจากการวิเคราะห์สรุปได้ว่า ตัวเคลือบที่มีความเหมาะสมเหมาะสำหรับการนำไปเคลือบผลิตภัณฑ์ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า คือ ตัวอย่างเคลือบที่ 32 เนื่องจากตัวเคลือบได้ทำการหลอมในอุณหภูมิที่กำหนดและมี่การรานของเคลือบน้อยที่สุด ตัวเคลือบมีสีและความใสที่ออกมาเป็นที่พอใจ

3. เพื่อออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรบใส่อาหาร ให้สอดคล้องกับแนวคิดโดยใช้วิธีการศึกษา

ดดยใช้วิธีการศึกษา 5 ขั้นตอนดังนี้

- กำหนดความสำคัญของปัญหาของการออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า

- เก็บรวบรวมข้อมูล และรวบรวมวัตุถุดิบ

- ดำเนินการออกแบบ และทำการทดสอบชุดเคลือบ เพื่อนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์การออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า

- นำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้มาสรุป เพื่อทำการผลิต

- สร้างชิ้นงานต้นแบบ ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากขั้นตอนการศึกษาดังกล่าวผู้วิจัยสรุปผลได้ดังนี้

1. จากการวิเคราะห์รูปแบบรูปทรงชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้าสรุปได้ว่า ควรออกแบบไปในรูปแบบที่เรียบง่ายเพื่อให้ง่ายต่อการผลิต เนื่องด้วยต้นทุนที่ใช้ผลิตในปัจจุบันสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ก็สามารถเพิ่มความแปลกใหม่ลงไปได้ด้วยการผสานรูปทรงกับลักษณะรูปแบบการใช้งานที่หลากหลายเข้าด้วยกันเช่น มีการปรับเปลี่ยนขอบภาชนะให้มีการใช้งานได้มากขึ้น และที่สำคัญการนำรูปทรงที่แปลกใหม่มาผสานกับเทคนิคการเคลือบแบบโบราณ ปัจจุบันถือว่ามีผู้ใช้เริ่มสนใจงานรูปแบบนี้กันมากขึ้น

2. จากการวิเคราะห์และทำการทดลองเพื่อสังเกตลักษณะของตัวเคลือบด้วยวิธีแบบ Triaxial Blend สำหรับนำไปใช้กับ ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้าสรุปได้ว่า ตัวเคลือบที่มีความเหมาะสมเหมาะสำหรับการนำไปเคลือบผลิตภัณฑ์ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า คือ ตัวอย่างเคลือบที่ 32 เนื่องจากตัวเคลือบได้ทำการหลอมในอุณหภูมิที่กำหนดและมีการรานของเคลือบน้อยที่สุด ตัวเคลือบมีสีและความใสที่ออกมาเป็นที่พอใจ

3. การวิเคราะห์เรื่องสีและลักษณะของเคลือบ ที่ใช้เคลือบชุดภาชนะ

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ในหัวข้อการออกแบบชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผาสำหรับใส่อาหารด้วยเทคนิคเคลือบขี้เถ้า ที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้อยู่อาศัยที่มีลักษะครอบครัวแบบเดี่ยว ที่มีสมาชิก ประมาณ 3-4 คน และอาศัยอยู่ในสถานที่ที่มีพื้นที่จำกัด เช่น คอนโด ทาวน์เฮาส์ หอพัก เป็นต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะของภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร ซึ่งพบปัญหาในการดำเนินงานวิจัยคือ การหาสถานที่ ที่จะใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นงาน และขั้นตอนในการเตรียมวัสดีที่ซับซ้อนและละเอียดอ่อน ทั้งนี้จึงต้องมีการสอบถามและสืบหาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการต่างๆ จากเว็บไซด์เอกสารต่างๆหรือผู้ประการการที่ทำงานด้านเซรามิก เพื่อให้การศึกษาทำวิจัยครั้งนี้เป็นไปตามจุดประสงค์

2. ขั้นตอนในการศึกษาคุณสมบัติของน้ำเคลือบ ที่จะนำมาใช้กับชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า มีกระบวนการเตรียมวัตถุดิบที่ละเอียดอ่อนซึ่งถ้าหากไม่ได้มีความเอาใจใส่ อาจส่งผลให้เคลือบตัวนั้นใช้งานไม่ได้เลย

3. ในขั้นตอนวิธีการทดลองเพื่อหาสูตรเคลือบด้วยวิธี Triaxial Blend ข้อสำคัญที่สุดคือปริมาณที่ต้องทำการชั่งตวงอย่างละเอียด ต้องเป็นไปตามตารางการทดสอบอย่างเคร่งครัด

4. ในขั้นตอนการเรียงชิ้นงานบนชั้นวางภายในเตาในรอบของการเผาดิบสามารถวางชิ้นงานซ้อนกันได้ต่างจากการเผาเคลือบ ต้องระวังไม่ให้เคลือบหลอมเป็นแก้วติดบนชิ้นผิวงานโดยภาชนะทุกชิ้นที่ผ่านการชุบเคลือบแล้ว ต้องเช็ดก้นผลิตภัรฑ์ให้หมดเคลือบ เพื่อป้องกันการหลอมละลายของเคลือบติดบนแผ่นรองเตา ผลิตภัรฑ์ทุกชิ้นต้องวางห่างกันเล็กน้อย ไม่ให้น้ำเคลือบสัมผัสกัน เพราะเคลือบจะหลอมละลายติดกันเมื่อเผาในอุณหภูมิสูง

5. ในขั้นตอนของการเผาเป็นขั้นตอนที่ต้องมีการดูแลอยู่ใกล้ชิดตลอดเวลา ตั้งมีการจดบันทึกเพื่อสังเกตุการณ์ความเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในเตาเผา หากไม่คอยตรวจอาจจะทำให้เคลือบไม่สุกหรือหลอมจนติดแผ่นรองเตา

6. เนื่องจากงานประเภทเครื่องเคลือบดินเผา เป็นงานที่มีความซับซ้อนหลายขั้นตอนและต้องใช้ความละเอียดถี่ถ้วนในการสังเกตุผล ดังนั้นจึงต้องมีการวางแผนการทำงานเป็นอย่างดี จึงจะช่วยให้การดำเนินงานวิจัยประสบความสำเร็จไปด้วยดี

7. การทำวิจัยไม่สามารถทำด้วยตนเองได้ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีผู้ให้ความช่วยเหลือทั้งในด้านข้อมูลและคำปรึกษาชี้แนะ

8. การตัดสินใจในการออกแบบควรใช้เหตุผลกับข้อมูลเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการตัดสินใจมากกว่าความรู้สึกของตัวเอง

บรรณานุกรม

1.เสริมศักดิ์ นาคบัว. (2536). เคลือบขี้เถ้าพืช. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: เจ.ฟิมล์ โปรเซส.

2. ไพจิตร อึ่งศิริวัฒน์. (2541). เนื้อดินเซรามิก. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

3. สมศักดิ์ ชวาลาวัณย์. (2549). เซรามิก. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์

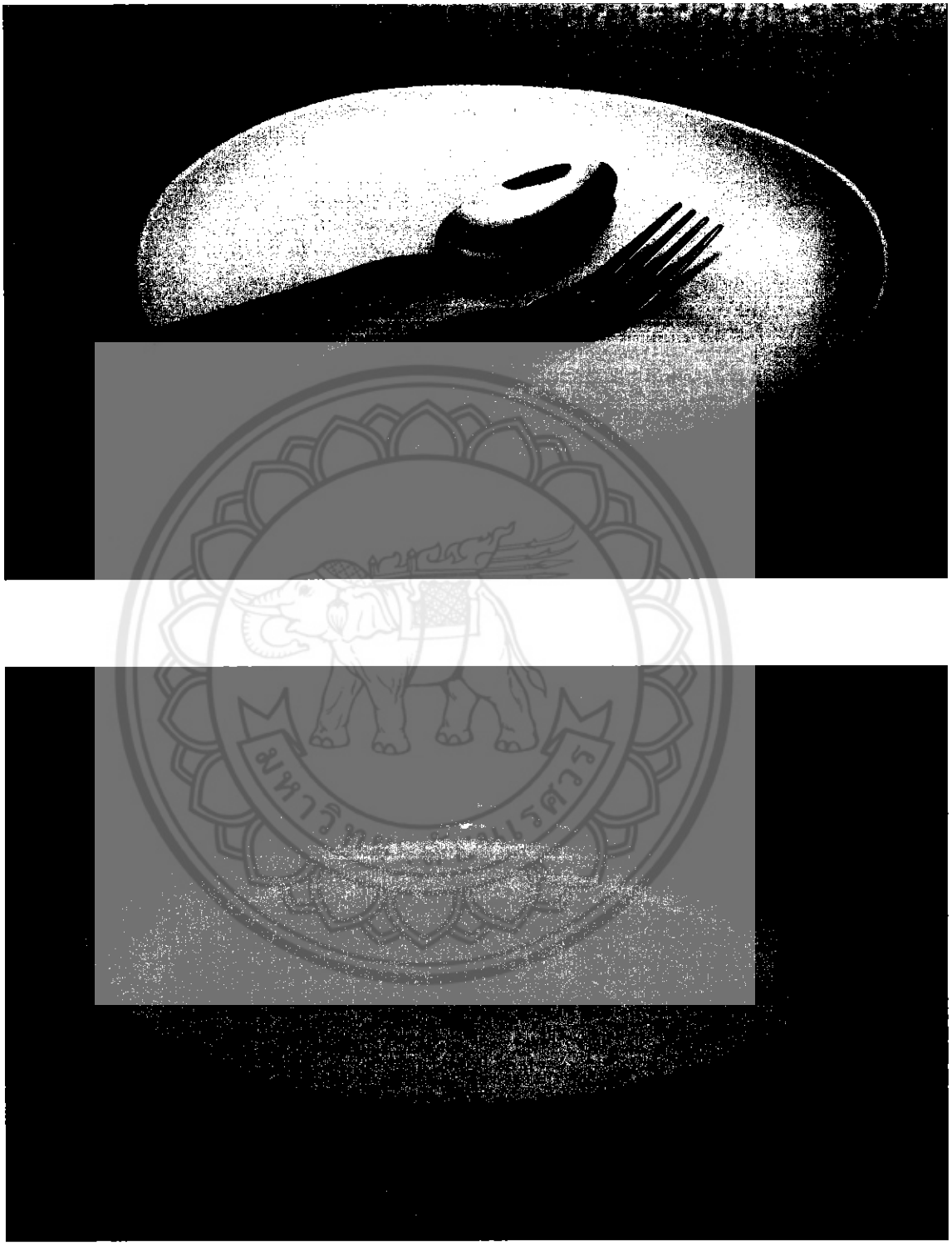
4. ลดา พันธ์สุขุมธนา. มาตรฐานภาชนะเซรามิกบนโต๊ะอาหาร. วารสารเซรามิกส์ ฉบับที่ 27, เดือนมกราคม-เมษายน 2551. (หน้า 43-46).

5. ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผาภาคเหนือ อ.เกาะคา จ.ลำปาง. (2538). ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเซรามิกส์. ลำปาง

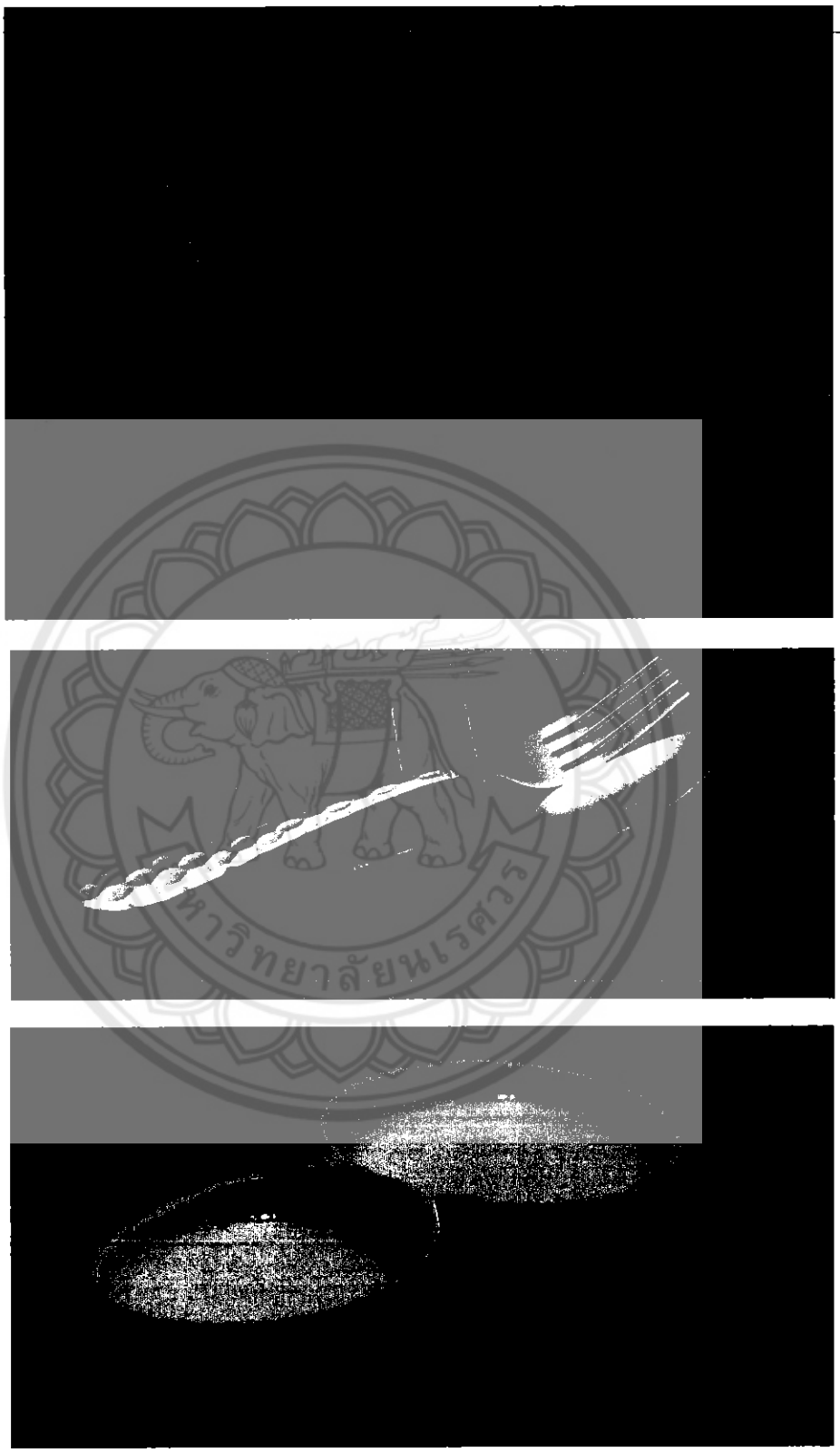
6. ทวี พรหมพฤกษ์. (2525). เตาและการเผา = Kiln & firing. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ : จงเจริญการพิมพ์.

7. ทวี พรหมพฤกษ์. (2523). เครื่องเคลือบดินเผาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

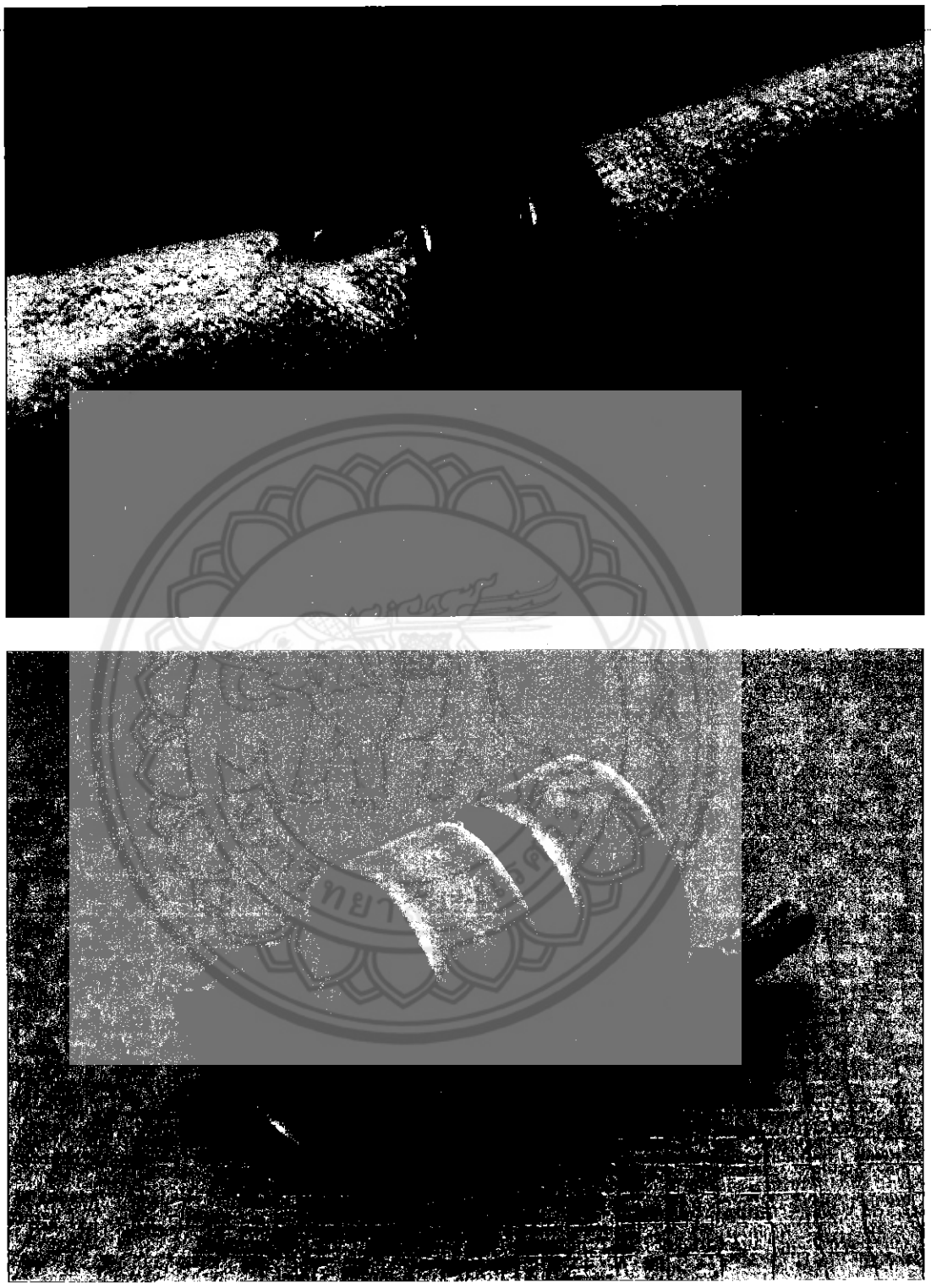
ภาคผนวก



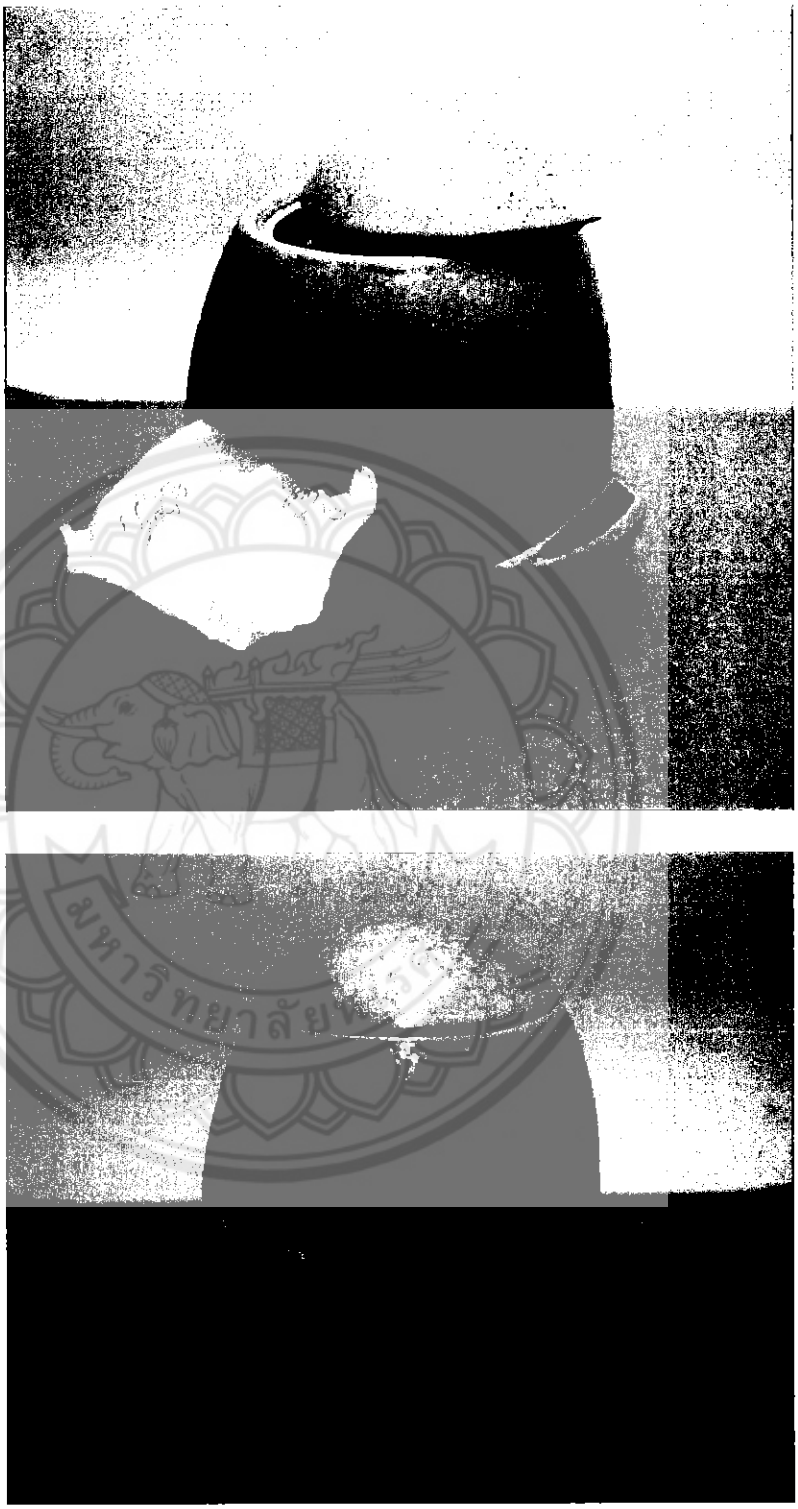
รูปที่ 5.1 ภาพผลิตภัณฑ์ ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า



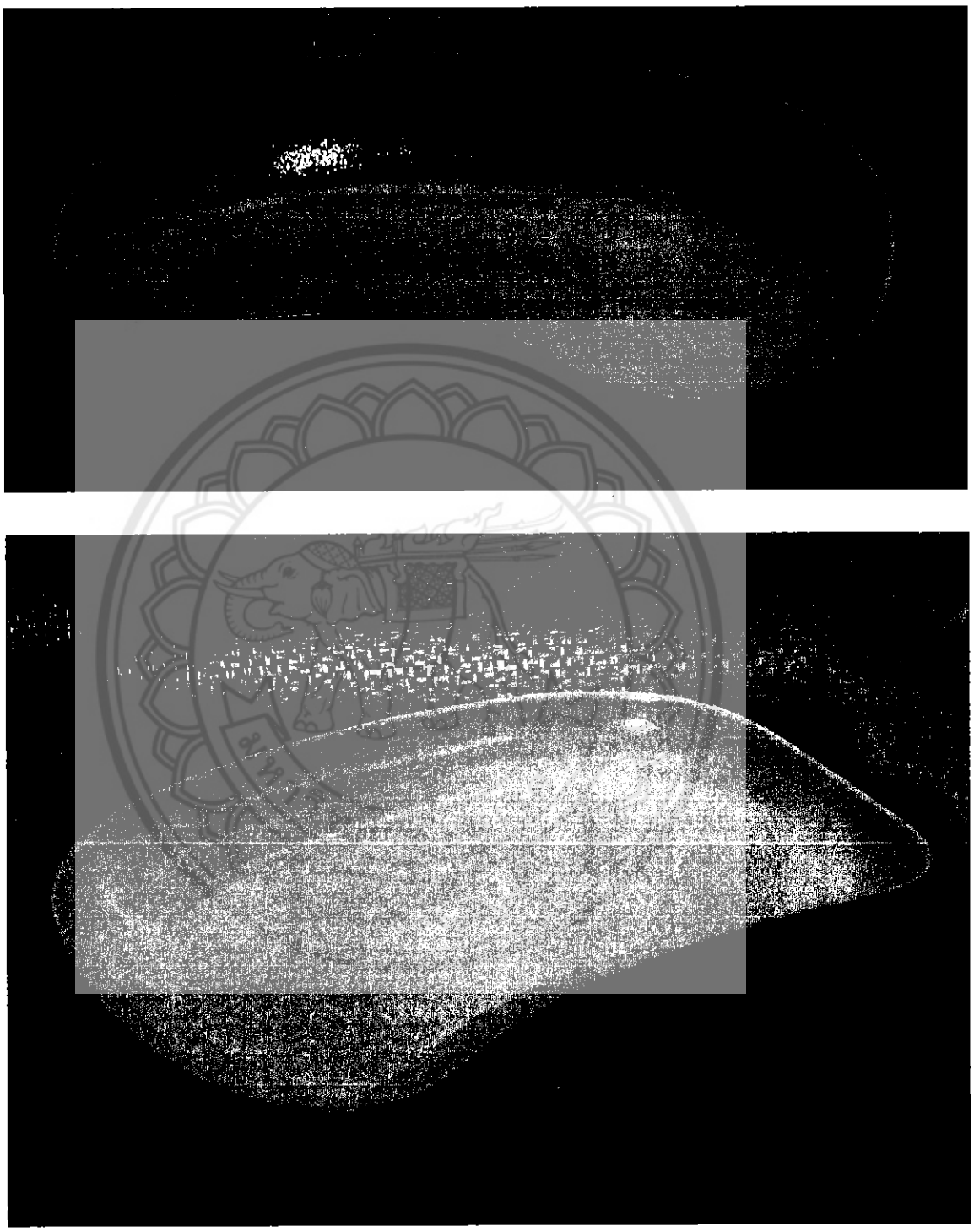
รูปที่ 5.2 ภาพผลิตภัณฑ์ ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า



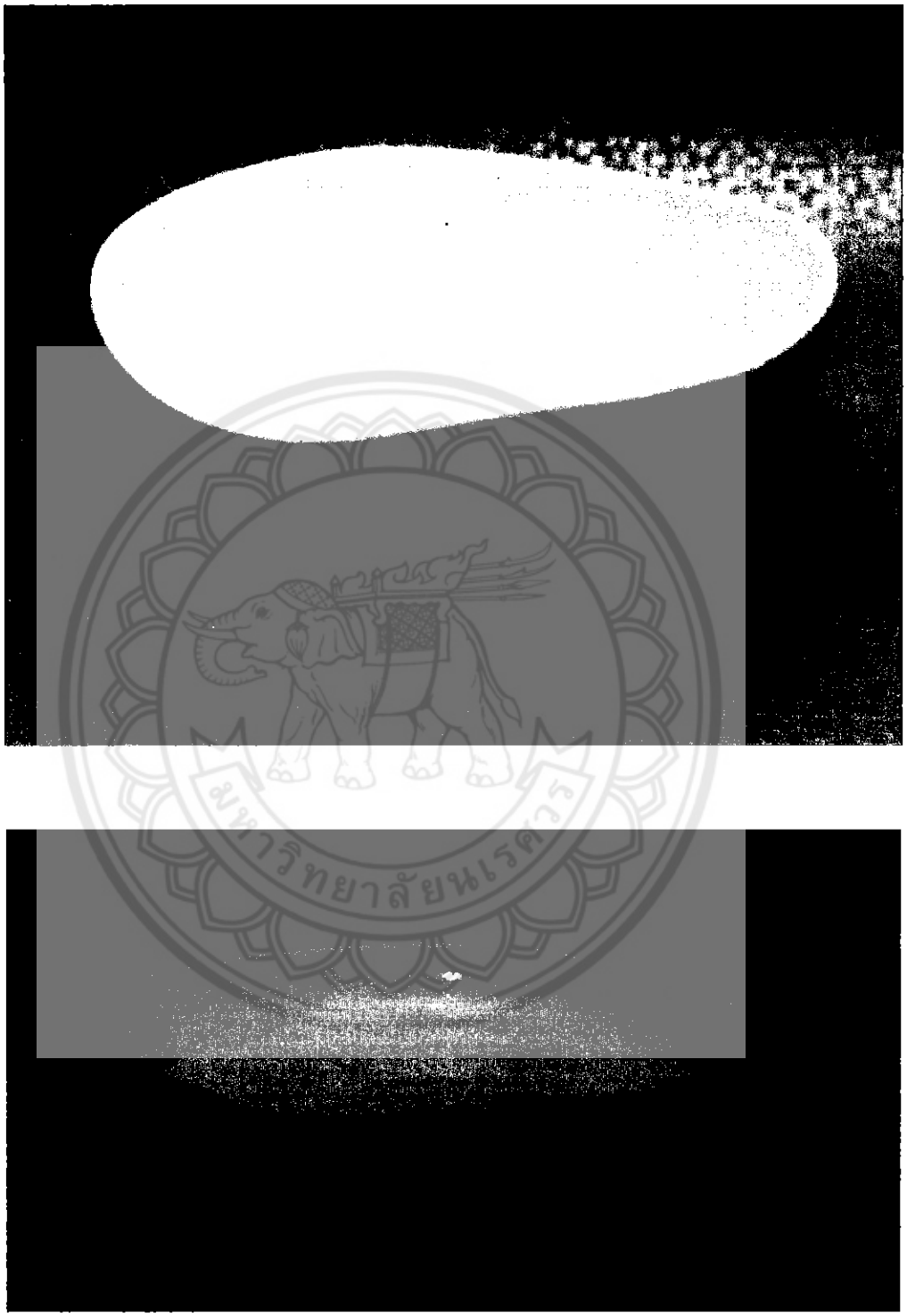
รูปที่ 5.3 ภาพผลิตภัณฑ์ ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า



รูปที่ 5.4 ภาพผลิตภัณฑ์ ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิค
การเคลือบขี้เถ้า



รูปที่ 5.5 ภาพผลิตภัณฑ์ ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า



รูปที่ 5.6 ภาพผลิตภัณฑ์ ชุดภาชนะเครื่องเคลือบดินเผา สำหรับใส่อาหาร โดยใช้เทคนิคการเคลือบขี้เถ้า