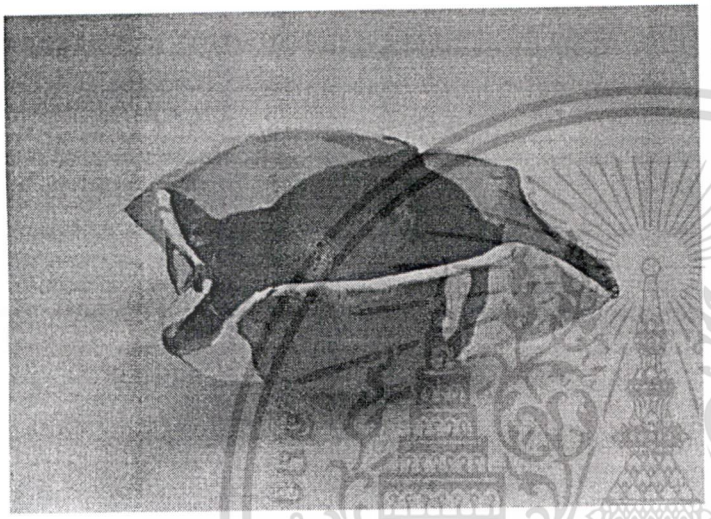
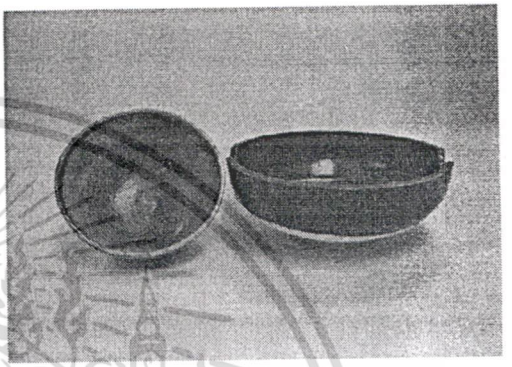
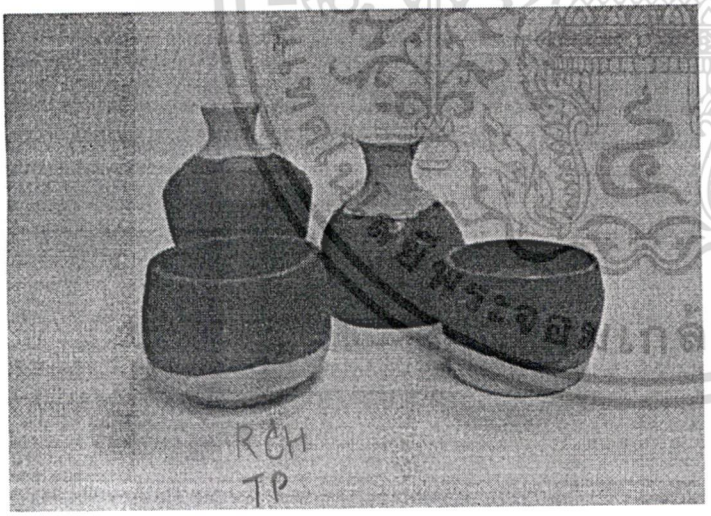
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

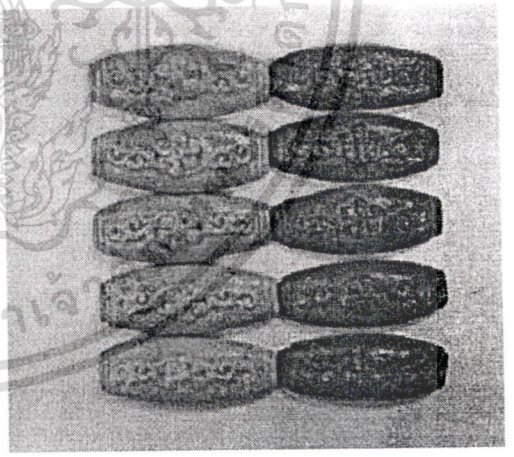
รายงานการวิจัย

:เรื่อง ผลของเคลือบขี้เถ้าพืชที่มีต่อการออกแบบตกแต่ง
เครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์









RCH
TP
820
ท646ผ
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....83685
วัน,เดือน,ปี.....11 ก.ย. 2551

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิรัช สุดสังข์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ISBN 974-9680-72-3

b 11982056
i
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้องานวิจัย	ผลของเคลือบขี้เถ้าพืชที่มีต่อการออกแบบตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์
ผู้วิจัย	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิรัช สุดสังข์
พ.ศ.	2547

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของเคลือบขี้เถ้าพืชที่มีการออกแบบตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์ รวมทั้งอิทธิพลร่วมของเคลือบขี้เถ้าพืชกับดินที่ส่งผลต่อน้ำหนักหลังเผาเคลือบ เปอร์เซ็นต์การหดตัวและการดูดซึมน้ำของชิ้นงาน วิธีดำเนินการวิจัยคำนวณหาสูตรเคลือบด้วยวิธี Triaxial Blend ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมคือ 34:34:32 (ขี้เถ้าพืช หินฟันม้า และดินแกะเกร็ด) บดเคลือบนาน 20 นาทีจากนั้นชุบน้ำเคลือบหนา 1 มิลลิเมตรบนแผ่นทดสอบที่ทำจากดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์ที่ผ่านกระบวนการเผาดิบด้วยอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียล ชุบเคลือบตัวอย่างพืชละ 30 ชิ้นรวมทั้งหมด 390 ชิ้น เผาเคลือบอุณหภูมิ 1,200 ด้วยเตาไฟฟ้าบรรยากาศการเผาแบบสมบูรณ์

แบบการทดลองที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ 2X3 Factorial Design ตัวแปรอิสระได้แก่ ขี้เถ้าพืช 13 ชนิด คือ ใบตอง หญ้าคา แกลบ แคแสด ธูปฤาษี หูกวาง อ้อย ผักตบ หมาก ขี้เลื่อยไม้สัก ข้าวโพด จามจุรี และเนื้อดินสโตนแวร์กับเนื้อดินเอทเทนแวร์ ตัวแปรตามได้แก่ น้ำหนักหลังเคลือบ เปอร์เซ็นต์การหดตัว และการดูดซึมน้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน Two- Way MANOVA หลังจากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างทั้งหมดโดยใช้ LSD ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ผลการวิจัยพบว่า

1. เคลือบขี้เถ้าพืชต่างชนิดกันส่งผลต่อน้ำหนักหลังเคลือบของชิ้นงาน เปอร์เซ็นต์การหดตัวของชิ้นงานและการดูดซึมน้ำต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ดินต่างชนิดกันส่งผลต่อน้ำหนักหลังเคลือบของชิ้นงานและเปอร์เซ็นต์การหดตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ0.05ในขณะที่ด้านการดูดซึมน้ำไม่แตกต่าง (P=0.38)

3. ขี้เถ้าพืชกับดินต่างชนิดกันมีอิทธิพลร่วมต่อน้ำหนักหลังเคลือบ เปอร์เซ็นต์การหดตัวและการดูดซึมน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4. ลักษณะและสีที่ได้จากการเคลือบขี้เถ้าพืช 13 ชนิดพบว่า ใบตอง หูกวาง อ้อย ผักตบ หมาก ขี้เลื่อย ไม้สัก ข้าวโพด และจามจุรี เกิดเป็นเคลือบมัน ในขณะที่ หญ้าคา แคแสด และธูปฤาษีเกิดเคลือบกึงด้านกึงมัน ส่วนขี้เถ้าแกลบได้เคลือบด้าน จากการเผาเคลือบด้วยอุณหภูมิ 1,200 เคลือบจากพืชทุกชนิดไม่ไหลตัว สีส่วนใหญ่ที่เคลือบบนดินสโตนแวร์เป็นโทนสีครีมถึงน้ำตาลเข้ม พืชบางชนิดเกิดประจุเล็กๆสีน้ำตาล เช่น หูกวาง หมาก แคแสด และธูปฤาษี ในขณะที่เคลือบบนดินเอนเทนแวร์ส่วนใหญ่เป็นสีน้ำตาลเข้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research title	Effects of Wood Ash Glazes on the Decoration of Ceramic Designs: Stoneware and Earthenware Clay Bodies.
Researcher	Assist.Prof.Dr.Nirat Soodsang
Year	2004

Abstract

The objectives of this research were to study the effects of Wood Ash Glazes on the decoration of Ceramic designs: Stoneware and Earthenware Clay Bodies and the interaction effects of Wood Ash Glazes and clays to the weights, the shrinkage levels, and the absorption level of samples. The research methodology started from the glaze formula by Triaxial Blend. The decent portion was 34:34:32 (Wood Ash, Feldspar, and Red clay). They were crushed for 20 minutes, and then immersed in glaze 1 ml. On test plate made from Stoneware and Earthenware. They were processed by crude burning with the temperature of 800 c, overlaying 13 plant samples, which included 30 of each. The total number of plant samples was 390. Then, the glazed burning with the temperature of 1200 c. in the electrical kiln.

The experimental design was 2X3 Factorial design. The 13 independent variables were Banana Leaf, Cogon Grass, Rice Plant, Africa Tulip Tree, Elephant Grass, Tropical Almond, Sugar Cane, Water Hyacinth, Betel Palm, Tectona Grandis, Pine Tree, Indian corn and East Indian Walnut and Stoneware and Earthenware clay bodies. The dependent variables were the weights after being glazed, the shrinkage levels, and the absorption levels. Two-Way MANOVA analyzed the data. Then, the LSD was applied to compare the entire differences at the significant level of 0.05.

The results of the study were:

1.There was a significant difference of the different types of wood ash glaze to the weights after being glazed, the shrinkage level, and the absorption level at 0.05.

2. There was a significant difference of different types of clay to the weights after being glazed and the shrinkage level at 0.05; meanwhile, the absorption level was not found different (P=0.38)

3. There was a correlation effect of wood ash and different types of plants to the weights after being glazed, the shrinkage level, and the absorption level at 0.05.

4. It was found that the features and colors gained from 13 wood ash glazes was glaze while that of Banana Leaf, Tropical Almond, Sugar Cane, Water Hyacinth,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Betel Palm, Tectona Grandis, Indian Corn, and East Indian Walnut was Clear Glaze. Cogon Grass, Africa Tulip Tree, and Elephant Grass were Semi -Matt Glaze. That of Rice Plant was Matte Glaze. With the temperature of 1200 c., the color of glaze on stonewear was ivory to dark brown. Some kinds of woods, such as Tropical Almond, Betel Palm, Africa Tulip Tree and Elephant Grass were found brownish tiny charge while Earthenwear plate was found dark brown.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องผลของเคลือบขี้เถ้าพืชที่มีต่อการออกแบบตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์ ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีผู้วิจัยของขอขอบคุณ รศ.ดร.พรรณิภา ศิวะพิรุพห์เทพ ที่ให้คำปรึกษาด้านการวิเคราะห์ รองศาตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร รองศาสตราจารย์สถาพร ดีบุญมี ณ ชุมแพ อาจารย์กรองแก้ว ทิพยศักดิ์ คณาจารย์และนักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ให้ความร่วมมือดำเนินการทดลองเก็บข้อมูลด้วยดีตลอดมา

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดาและครอบครัว ผอ.นพรัตน์-บุญนาค ซึ่งสนับสนุนให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ค
กิตติกรรมประกาศ		จ
สารบัญ		ฉ
สารบัญตาราง		ช
บทที่		
1.	บทนำ	
	ความเป็นมาและความสำคัญ	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
	สมมติฐานการวิจัย	3
	ขอบเขตการวิจัย	3
	ตัวแปรการวิจัย	4
	คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	4
2.	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
	พืชที่ใช้ในการทดลอง	5
	การคำนวณเกี่ยวกับเคลือบ	20
	ขั้นตอนการเผาติบ	31
	การบรรจุผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผา	33
	การเผาเคลือบ	34
3.	วิธีดำเนินการวิจัย	
	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	39
	ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	39
	ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล	40
	การดำเนินการทดลอง	41
	การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย	43
4.	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	43
5.	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	43
	บรรณานุกรม	87
	ประวัติผู้วิจัย	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	ความแตกต่างของสูตรเคมี	21
2.2	ตัวอย่างออกไซด์ในกลุ่มต่าง ๆ	22
2.3	การเขียนสูตรพื้นฐาน	22
4.1	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักชิ้นงาน	45
4.2	การวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว	46
4.3	การวิเคราะห์ตัวแปรแบบ Two-Way MANOVA	47
4.4	การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วยเบี่ยงเบนมาตรฐานเปรียบเทียบรายคู่ภายหลังวิเคราะห์ความแปรปรวน	48
4.5	ผลการวิเคราะห์ขี้เถ้าพืชใบตอง	53
4.6	ผลการวิเคราะห์ขี้เถ้าหญ้าคา	55
4.7	ผลการวิเคราะห์ขี้เถ้าแกลบ	57
4.8	ผลการวิเคราะห์ขี้เถ้าแคแสด	59
4.9	ผลการวิเคราะห์ขี้เถ้าธูปฤาษี	61
4.10	ผลการวิเคราะห์ขี้เถ้าหูกวาง	63
4.11	ผลการวิเคราะห์ขี้เถ้าอ้อย	65
4.12	ผลการวิเคราะห์ขี้เถ้าผักตบ	67
4.13	ผลการวิเคราะห์ขี้เถ้ากาบหมาก	69
4.14	ผลการวิเคราะห์ขี้เถ้าขี้เลื่อยไม้สัก	71
4.15	ผลการวิเคราะห์ขี้เถ้าสน	73
4.16	ผลการวิเคราะห์ขี้เถ้าข้าวโพด	75
4.17	ผลการวิเคราะห์ขี้เถ้าจามจุรี	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เคลือบ คือชั้นของแก้วบางๆ ที่หลอมละลายติดอยู่กับผิวดินซึ่งขึ้นรูปเป็นภาชนะทรงต่างๆ วัตถุดิบที่เป็นน้ำยาเคลือบถูกบดจนละเอียดมากกว่าดินหลายเท่า ก่อนนำมาเคลือบบนดินเผา เป็นชั้นหนา 1-1.5 มิลลิเมตร เมื่อเคลือบแล้วต้องทิ้งให้ผลิตภัณฑ์แห้ง เช็ดก้นผลิตภัณฑ์ให้สะอาดก่อนเข้าเตาเผา ผลิตภัณฑ์ที่เคลือบแล้ว โดนเผาผ่านความร้อนอุณหภูมิสูง วัตถุดิบที่เป็นแก้ว ในเคลือบเมื่อถึงจุดหลอมละลาย ชั้นของเคลือบจะกลายเป็นแก้วมันวาวติดอยู่กับผิวดิน เคลือบช่วยให้การล้างภาชนะสะดวก เนื่องจากเคลือบมีสมบัติลื่นมือ สามารถทำความสะอาดง่ายกว่าผิวดินที่มีลักษณะค่อนข้างหยาบ เคลือบมีคุณสมบัติเป็นแก้วไม่ดูดซึมน้ำ และยังเพิ่มความแข็งแรงทนทาน ทำให้ภาชนะดินเผาไม่บิ่นง่าย เมื่อกระทบกันบ่อยๆขณะล้างทำความสะอาด และสามารถใส่ของเหลวได้โดยไม่รั่วซึม

ผลิตภัณฑ์เอนเทนแวร์(earthen Were) ลักษณะโดยทั่วไปจะมีสีที่ออกแดงน้ำตาล เนื่องจากดินมีส่วนผสมของสารประกอบเหล็กปนอยู่เนื้อดินชนิดนี้นิยมนำมาใช้ปั้นประติมากรรม เพราะมีคุณสมบัติหดตัวน้อยและมีความพรุนดีทำให้ลดความเสี่ยงในการแตกร้าวได้ ดินขาวเอทเทนแวร์มักจะเกิดขึ้นได้ยากตามธรรมชาติดังนั้นความขาวของดินสามารถทำได้โดยการเติมแร่ทอลค์ ซึ่งเป็นผงบดละเอียดสีขาวลงในเนื้อดินเพื่อทำหน้าที่เป็นฟลักซ์แทนสารประกอบเหล็กซึ่งมีสีน้ำตาล โดยปกติดินชนิดนี้จะมีจุดสุกตัวอยู่ที่อุณหภูมิ 1,150 องศาเซลเซียส ความงามของผลิภัณฑ์ชนิดนี้อยู่ที่สีของเนื้อดิน ซึ่งช่างปั้นบางคนที่ไม่ชอบสร้างสรรค์ผลงานบนเนื้อดินที่มีสีขาวซีด เช่น ดินสปอร์ซเลน มักจะเลี่ยงมาใช้เนื้อดินเอทเทนแวร์ขึ้นผลิตภัณฑ์แทน เพราะนอกจากความงามของเนื้อดินแล้วยังเป็นการประหยัดเวลา และทุ่มเทค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาผลิตภัณฑ์เอทเทนแวร์อีกด้วย

ผลิตภัณฑ์โตนแวร์ (stoneware) เนื้อดินปอร์ซเลนและสโตนแวร์มีองค์ประกอบที่แตกต่างกันที่มีปริมาณออกไซด์ของเหล็กและความบริสุทธิ์ขงเนื้อดินมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์โตนแวร์มีจุดสุกตัวต่ำปอร์ซเลน คืออุณหภูมิ 1,200 -1,285 องศาเซลเซียส เนื้อดินสโตนแวร์มีคุณสมบัติที่มีความเหนี่ยวมากกว่าดินปอร์ซเลนและเหมาะอย่างยิ่งในการนำไปใช้ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนและการขึ้นรูปอิสระช่างปั้นจำนวนน้อยที่พอใจกับสีสันของผลิตภัณฑ์โตนแวร์ที่เกิดจากการเผาด้วยแก๊สหรือเตาน้ำมันในบรรยากาศที่ไม่สมบูรณ์โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จะปรากฏสีครีมไปจนถึงสีน้ำตาลอ่อนบนพื้นผิวของผลิตภัณฑ์โตนแวร์ เนื้อดินชนิดนี้มักจะมีดินเชื้อผสมอยู่ เพื่อทำให้เนื้อดินมีความแข็งแรงขึ้นรูปทรงต่าง ๆได้โดยง่าย

ความรู้พื้นฐานในการออกแบบ ผู้ออกแบบต้องมีความรู้ในวัตถุประสงค์ของงานที่จะออกแบบ ตัวอย่าง เช่น การออกแบบเครื่องปั้นดินเผา ซึ่งเป็นภาชนะ หม้อ ไห ถ้วยชามการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบของใช้อื่น ๆ เช่น แผ่นกระเบื้อง กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องประดับผนัง เครื่องประดับอื่น ๆ สุขภัณฑ์ การออกแบบงานปฏิมากรรม เครื่องเคลือบการออกแบบจะต้องคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยตามแต่ละชนิดของของที่จะออกแบบเพื่อให้ได้ลักษณะ ขนาด และมีความงามเหมาะสมจึงจะเป็นลักษณะของการออกแบบที่ดีคุณค่าทางความงาม สุนทรียภาพ (aesthetic) วิจิตรศิลป์ (fine art) การออกแบบสร้างสรรค์งานศิลปะไม่ว่าแขนงใด จะต้องมีคุณค่าทางด้านความงาม ฉะนั้นเพื่อให้ได้คุณค่าด้านความงามอย่างสมบูรณ์ นักออกแบบที่ดีควรมีความรู้ในด้านความงาม การตกแต่งเป็นการทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสวยงามสอดคล้องกับรูปทรงและหน้าที่ใช้งานโดยคำนึงถึงขนาด สัดส่วน และพื้นที่ในการตกแต่ง ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความสวยงาม และจูงใจให้มีการใช้ผลิตภัณฑ์นั้น

การตกแต่งลวดลายของเครื่องปั้น มีวิธีการต่างๆ คือ (ทวี พรมพฤษณ์, 2533)

1) การขูด (incised) ทำโดยใช้เครื่องมือที่มีคมขูดขีดลวดลายลงบนผลิตภัณฑ์ในขณะที่เนื้อดินยังหมาด การขูดอาจเป็นเส้นลึกหรือเส้นตื้นก็ได้ โดยให้เกิดรูปตามต้องการ ลวดลายชนิดนี้เมื่อนำไปเผาเคลือบจะให้ความสวยงามและคงทนถาวร

2) การเคลือบ (glaze) เป็นการตกแต่งโดยนำผลิตภัณฑ์ไปชุบน้ำเคลือบ หรือเทราดน้ำเคลือบ ซึ่งจะมีเทคนิคแตกต่างกันทั้งการทำน้ำเคลือบและวิธีเคลือบ ทำให้ผลิตภัณฑ์สวยงาม มีคุณค่า

3) การเขียนสีใต้เคลือบ (under glaze) ทำโดยการใช้สีเขียนลวดลายหรือรูปต่างๆ ตามต้องการ ก่อนนำเอาผลิตภัณฑ์ไปเคลือบการเขียนสีใต้เคลือบอาจทำได้โดยการเขียนลงบนผลิตภัณฑ์ก่อนนำไปเผา หรือเขียนบนผลิตภัณฑ์ที่เผาสุกแล้ว จึงเคลือบด้วยน้ำเคลือบ นำไปเผาอีกครั้ง

4) การเขียนสีบนเคลือบ (over glaze) ทำโดยการใช้สีเขียนลวดลายบนผลิตภัณฑ์ที่เผาเคลือบแล้ว เช่น เครื่องเบญจรงค์ เป็นต้น

5) การปั้นลายนูน (bas relief decoration) ทำโดย การปั้นลาย หรือรูปต่างๆ ตามต้องการ เช่น ใบไม้ เส้นเชือก ตัวสัตว์ประกอบติดกับตัวผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มความสวยงาม

6) การแกะลวดลาย (seraffito) โดยการแกะลวดลายลงบนผลิตภัณฑ์ให้ลวดลายลอยตัวเสมอกับผิวของผลิตภัณฑ์ การแกะไม่ควรให้ลึกเกินไป เพราะอาจทำให้ตัวผลิตภัณฑ์บิดเบี้ยวเมื่อนำไปเผาได้

7) การกดประทับ (printing) ทำโดยการแกะลวดลายลงบนแม่พิมพ์แล้วกดประทับลงบนผลิตภัณฑ์ขณะที่ยังหมาดอยู่ ก่อนนำไปเผาดิบและเผาเคลือบ

8) การใช้ลายสำเร็จรูป (decalcomania) ทำโดยใช้ลวดลายหรือรูปที่พิมพ์ไว้บนรูปลอกสำหรับการตกแต่งเครื่องปั้นโดยเฉพาะนำมาลอกติดบนผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จรูปแล้วและชนิดที่ติดบนผลิตภัณฑ์ก่อนเผา

9) การพ่นสี (spraying) ทำโดยการเจาะลวดลายที่ต้องการลงบนกระดาษแล้วนำได้ทาบบนผลิตภัณฑ์ จากนั้นจึงพ่นสี การพ่นอาจทำทับซ้อนกันได้หลายครั้ง ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความสวยงาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10) การใช้วิธีการถ่ายภาพ (photographic decoration) โดยนำเอาผลิตภัณฑ์ที่ทำสำเร็จแล้ว เคลือบด้วยน้ำยาไวแสง แล้วฉายแสงผ่านแผ่นฟิล์มที่มีรูปตามต้องการลงไปบนผลิตภัณฑ์ จากนั้นนำไปล้างตามวิธีการของการถ่ายภาพ จะได้ภาพตามต้องการ

ขี้เถ้าพืช สามารถนำมาใช้ทำเป็นเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ (เสริมศักดิ์ นาคบัว,2536) เนื่องจากในขี้เถ้าพืชมีองค์ประกอบทางเคมี ที่เหมาะสมกับการทำให้เกิดเคลือบ เช่น ซิลิกา ไลม์ โปแตช แมกนีเซีย อลูมินา รวมถึงสารที่ให้สีชนิดต่างๆ และเนื่องจากขี้เถ้าจากพืชแต่ละชนิด จะมีส่วนผสมดังกล่าวในสัดส่วนที่แตกต่างกันไป เคลือบขี้เถ้าของแต่ละท้องถิ่นจึงมีลักษณะโดดเด่นเฉพาะตัว ยากที่จะเลียนแบบได้ ในเมืองไทยมีหลายท้องถิ่นที่มีการทำเคลือบขี้เถ้าที่มีชื่อเสียง เช่น ที่ จ.เชียงใหม่ จ.สุโขทัย และ จ.ราชบุรี เป็นต้น นอกจากขี้เถ้าแล้ว ยางจากไม้ ก็สามารถนำมาใช้ในการผลิตเคลือบที่มีรูปแบบแปลกตาได้เช่นเดียวกัน อีกทั้งยังสามารถนำพืชที่เหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในวงการอุตสาหกรรมเซรามิกส์ ผู้วิจัยจึงต้องการทดลองพืชดังกล่าวมาผลิตน้ำเคลือบและตลอดจนศึกษาสีของเคลือบที่เกิดจากพืช อีกทั้งยังสามารถขยายผลการทดลองไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาหรือชุมชนที่ผลิตเครื่องปั้นดินเผาเป็นการค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ และเป็นฐานข้อมูลในการวิจัยต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของเคลือบขี้เถ้าพืชที่มีต่อการออกแบบตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์
2. เพื่อเปรียบเทียบสีและลักษณะของเคลือบขี้เถ้าพืชที่มีต่อการออกแบบตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์ที่ใช้วัตถุดิบต่างกัน

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. ชิ้นงานที่เคลือบด้วยขี้เถ้าพืชและดินต่างชนิดกัน ส่งผลต่อน้ำหนักหลังเคลือบเปอร์เซ็นต์การหดตัวและการดูดซึมน้ำ ต่างกัน
2. ชิ้นงานที่เคลือบด้วยขี้เถ้าพืชและดินต่างชนิดกันมีอิทธิพลร่วมต่อน้ำหนักหลังเคลือบเปอร์เซ็นต์การหดตัวและการดูดซึมน้ำของชิ้นงาน

1.4 ขอบเขตการวิจัย

ตัวอย่างขี้เถ้าพืชที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 13 ชนิดคือ ใบตอง หญ้าคา แกลบ แคแสด ธูปฤาษี หูกวาง อ้อย ผักตบ หมาก ขี้เลื่อยไม้สัก ข้าวโพด และจามจุรี

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น(independent variable)ชนิดของขี้เถ้าพืชที่ใช้ทำเคลือบ จำนวน 13 ชนิดคือ ใบตอง หญ้าคา แกลบ แคแสด ธูปฤาษี หูกวาง อ้อย ผักตบ หมาก ขี้เลื่อยไม้สัก ข้าวโพด จามจุรี และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของเนื้อดินปั้น 2 ประเภทได้แก่ ดินสโตนแวร์และดินเอทเทนแวร์ ออกไซด์ที่ทำให้เกิดสี 5 สี ได้แก่ Iron,Copper,Coboal,Crom และ Titanium อย่างละ 3%

ตัวแปรตาม (dependent variable) น้ำหนักหลังเคลือบ เปอร์เซ็นต์การหดตัวของชิ้นงาน การดูดซึมน้ำ ลักษณะและสีของเคลือบ

1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

เคลือบขี้เถ้าพืช หมายถึง ขี้เถ้าพืชที่ได้จากพืชทั้ง 13 ชนิดนำมาผสมกับดิน อลูมินา และออกไซด์ที่ทำให้เกิดสีในอัตราส่วนที่เหมาะสมก่อนนำไปเผาด้วยอุณหภูมิ 1,200

เนื้อดินสโตนแวร์ หมายถึง เนื้อดินที่มีลักษณะแน่นและมีความแข็งแกร่งมาก น้ำและของเหลวไม่สามารถไหลซึมผ่านได้ ทึบแสง เนื้อหยาบ นิยมใช้ทำภาชนะใส่อาหาร จาน ชาม ด้วยกาแฟ เครื่องประดับ

เนื้อดินเอทเทนแวร์ หมายถึง เนื้อดินที่มีเนื้อหยาบ มีความพรุนตัวค่อนข้างมาก สีของเนื้อดินหลังเผาส่วนมากเป็นสีน้ำตาล เวลาเคาะเสียงทึบๆ เผาอุณหภูมิต่ำประมาณ (1050-1100) นิยมใช้ทำหม้อดิน กระถางต้นไม้ โอ่งน้ำ และประเภทอิฐที่ใช้ในการก่อสร้าง

การออกแบบตกแต่ง หมายถึง การทำเคลือบขี้เถ้าพืชที่ใช้ จากการทดลองมาชุบเคลือบบนผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา เพื่อให้เกิดความสวยงาม ดูแลทำความสะอาดได้ง่ายและให้มีความคงทน ไม่บิ่นหรือแตกร้าวได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

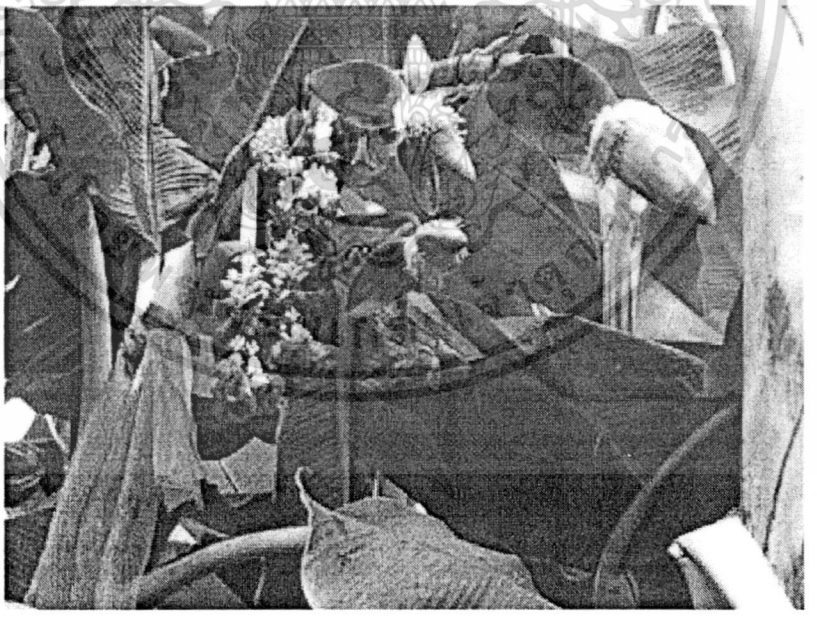
บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง ผลของเคลือบขี้เถ้าพืชที่มีต่อการตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาเนื้อดินสโตนแวร์และเอนเทนแวร์ เรื่องนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งออกเป็น 2 เรื่อง ประกอบด้วย

1. พืชที่ใช้ในการทำเคลือบ
2. การคำนวณเกี่ยวกับเคลือบ

2.1 พืชที่ใช้ในการทำเคลือบข้อมูลเกี่ยวกับใบตอง

2.1.1 กล้วยเป็นพันธุ์ไม้ล้มลุกในสกุลพฤกษาศาสตร์ ชื่อ Musa ในวงศ์ Musaceae อันมีลักษณะ ใกล้เคียงกับวงศ์ของขิง ข่า กล้วยเกิดได้เฉพาะในโลกตอนอากาศอบอุ่นชุ่มชื้น ตามธรรมชาติในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ภายหลังจึงแพร่สู่เอเชียส่วนอื่นที่มีภูมิอากาศเหมาะสม และเขตอบอุ่นชุ่มชื้นส่วนอื่นของโลก



ภาพที่ 2.1 ใบกล้วย

กล้วยเป็นพันธุ์ไม้ถิ่นของเอเชียอาคเนย์ และเป็นผลไม้เก่าแก่พอ ๆกับข้าว ซึ่งมีถิ่นแรกในภูมิภาคนี้เช่นกัน มีหลักฐานทางโบราณคดีชี้บ่งว่ามีการเดินเรือค้าขายระหว่างเกาะชวากับแอฟริกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

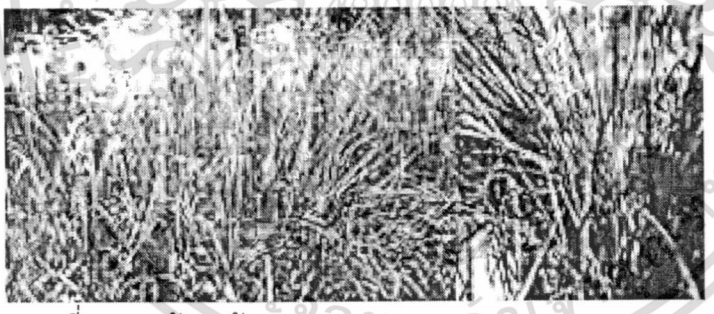
ตะวันออกโดยเฉพาะเกาะมาดากัสการ์ ตั้งแต่หลายร้อยปีก่อนคริสต์กาล สินค้าสำคัญจากชวาก็คือข้าวและกล้วย หรือแม้แต่ในถิ่นอินเดียก็ได้รับกล้วยป่าจากการเดินเรือค้าขายระหว่างอินเดียตอนใต้กับเอเชียอาคเนย์ตั้งแต่หลายพันปีมาแล้ว ต่อมาภายหลังจึงได้พบว่าในถิ่นอินเดียมีกล้วยตานีขึ้นตามธรรมชาติและเกิดการผสมพันธุ์กับกล้วยป่า พัฒนาพันธุ์ใหม่ ๆ ขึ้น กล้วยจากเอเชียอาคเนย์ได้กระจายไปยังส่วนอื่น ๆ ของทวีป ดังนั้น คนเอเชียจึงได้รู้จักกินกล้วยเป็นอาหารและใช้ประโยชน์อย่างอื่น ๆ มาแต่โบราณกาลแล้ว

กล้วยในไทยมีหลายพันธุ์มาก กล่าวกันว่ามีถึงร่วม ๆ 100 สายพันธุ์ เช่น กล้วยป่า กล้วยบ้าน กล้วยเมล็ด เป็นต้น เฉพาะกล้วยบ้านที่นิยมปลูกไว้กินริมรั้วในสวนครัวนั้น ก็มีอยู่หลายชนิดคือ กล้วยไข่ กล้วยน้ำว้า กล้วยหอม เป็นต้น แต่ละกลุ่มกล้วยยังแตกออกเป็นอีกหลายชนิด กล้วยบ้านทั้งหลายคือกล้วยที่กลายพันธุ์มาจากกล้วยป่านั่นเอง

ใบกล้วย

หรือที่เราเรียกกันว่าใบตอง มีลักษณะยาวรี ขนาดกว้าง 50-70 เซนติเมตร ใบยาว 1.5-4 เมตร ก้านใบคือส่วนของก้านถึงตัวใบยาวสัก 50 เซนติเมตร ลักษณะเส้นใบจะเรียงขนานกันทำมุมเกือบตั้งฉากกับก้านใบตรงกลาง เมื่ออายุต้นกล้วยมากขึ้น ใบจะค่อย ๆ เรียวเล็กลงจนกระทั่งแห้งตายไป ใบใหม่จะออกมาทดแทนกันทุก ๆ 7-10 วัน ต้นกล้วยหนึ่งต้นจะมีใบหมุนเวียน ชั่วอายุขัยของมันประมาน 35-50 ใบ

2.1.2 หญ้าคา



ภาพที่ 2.2 ต้นหญ้าคา

ชื่อ หญ้าคา Yaa khaa

ชื่อวิทยาศาสตร์ Imparata cylindrica (Linn) Beauv

ชื่อวงศ์ GRAMINEAE

ชื่ออื่น ๆ ลาแล ลาลาง (ภาคใต้) คา หญ้าคา คาหลวง (ภาคกลาง)เก้อฮี (กะเหรียง – แม่ฮ่องสอน)

ลักษณะทั่วไปหญ้าคา เป็นพรรณไม้ล้มลุก จำพวกเดียวกับหญ้า มีเหง้าอยู่ใต้ดิน ลำต้น อยู่เหนือดินมีความสูงประมาณ 0.5 – 1 เมตร ใบ ใบออกเป็นกระจุก บริเวณโคนต้นใบรูปหอกเรียวยาว ริมขอใบคม มีขนเป็นกระจุกในมีขนาดยาวประมาณ 100 – 200 ซม. กว้างประมาณ 1 – 2 ซม. ดอกออกเป็นช่อหรือเป็นพู่ คล้ายหางกระรอก ขึ้นอยู่กลางกอ ซึ่งดอกยาวประมาณ 15 – 25 ซม. มีดอก

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ย่อยเรียงสลับกันรอบ ๆ แกนกลางช่อ ดอกมีสีขาวอมเหลือง หรือสีม่วง ขยายพันธุ์ ด้วยการใช้เหง้า รสชาติ รสหอมสุขุม นิเวศวิทยาและการแพร่กระจาเป็นพรรณไม้ขึ้นได้ดีในดินทุกชนิด ทนต่อความร้อน และแสงแดดได้ดี

ประโยชน์ลำต้นหรือเหง้านำมาปรุงเป็นยาแก้โรคไต ดอกเป็นยาแก้ปัสสาวะแดง แก้ไอ แก้ริดสีดวงต่าง ๆ ราก ใช้ปรุงกินเป็นยาแก้ร้อนใน กระหายน้ำ แก้พิษอักเสบใบ กระเพาะปัสสาวะ บำรุงไต

2.1.3 แกลบ

ภาพที่ 2.3 ต้นข้าว

ชื่อไทย : ข้าว
ชื่อสามัญ : Rice
ชื่อวิทยาศาสตร์ : Oryza sativa L.
ชื่อวงศ์ : POACEAE

ลักษณะทั่วไป : เป็นพืชน้ำล้มลุกเขตร้อน ชอบขึ้นในที่ดินเหนียวมีน้ำท่วมขัง มีบางพันธุ์ที่สามารถขึ้นได้ในที่ดอนเรียกว่า "ข้าวไร่" ข้าวมีลำต้นกลวงและแตกเป็นข้อเจริญเติบโตแบบแตกใบยาวเรียวสากคายเหมือนใบตะไคร้หรือใบหญ้าคา ดอกออกเป็นช่อดอกรวมที่ปลายยอด เรียกว่า "รวงข้าว" ผลหรือเมล็ดเมื่อยังอ่อนจะมีสีเขียว เมื่อแก่จะมีสีเหลืองทอง

ประโยชน์ : ข้าวเป็นอาหารหลักของชาวตะวันออก นอกจากนี้แล้วส่วนต่าง ๆ ของต้นข้าวและข้าวที่แปรสภาพในรูปต่าง ๆ ยังมีสรรพคุณทางสมุนไพรรักษาโรคอีกด้วย

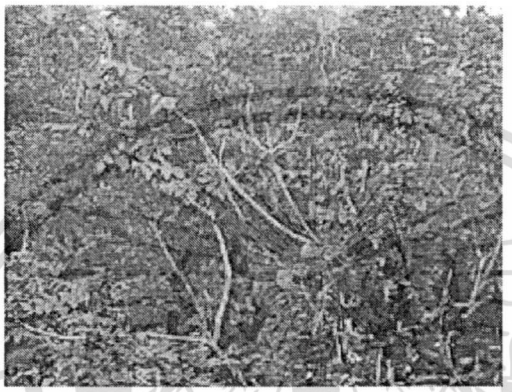
แกลบ (Hull) แกลบ จะมีความชื้นประมาณ 10% และประกอบไปด้วย 16-22% เถ้า (ash) ซึ่ง 90-96% ของ ash ประกอบด้วย ซิลิกา (silica) สารประกอบคาร์โบไฮเดรตในแกลบส่วนมากเป็นพวก Cellulose และ lignin และมีปริมาณโปรแตสเซียม (Potassium) และโคลีน (Choline) เล็กน้อย ดังนั้น ความร้อนที่ใช้ในการเผาแกลบจึงสูงกว่าความร้อนที่ใช้ในการเผาฟางข้าว แกลบถูกนำมาใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ด้านอาหารสัตว์ ปุ๋ย เชื้อเพลิงโดยตรง หรือเป็นแก๊ส (gas) ใช้เป็น insulator ในอุตสาหกรรมถลุงเหล็ก และมีการใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิค (ceramic)

ถ้าสามารถสกัด silica มาจากเถ้าแกลบในราคาต้นทุนต่ำ การนำไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิต solar cell ก็น่าจะทำให้เกิดประโยชน์มากกับประเทศที่ผลิตข้าวได้ดีอย่างประเทศไทย

2.1.4 แคแสด



ภาพที่ 2.4 แคแสด

ชื่อวิทยาศาสตร์: Spathodea campanulata Beauv.

ชื่อวงศ์: BIGNONIACEAE ชื่อสามัญ : Africom Tulip Tree

ชื่อท้องถิ่น : แคแสด

ลักษณะ: พืชยืนต้นกึ่งผลัดใบ ทรงพุ่มสูง ความสูงประมาณ 15 - 20 เมตร ทรงพุ่มแน่นทึบ เปลือกต้นเป็นสีน้ำตาลเข้ม แตกเป็นรวงตามยาว เรือนยอดทรงกลมทึบ ใบเป็นใบผสมแบบขนนก มีใบย่อย 4 - 7 คู่ ใบย่อยรูปรีปลายใบแหลม ลักษณะใบสากระคายมือดอก สีแดงเลือดหมูหรือแดงอมส้ม ดอกขนาดใหญ่ กลีบดอกร่วงง่าย ออกเป็นช่อตั้งที่ปลายกิ่ง ทยอยบานครั้งละ 2-6 ดอกกลีบดอกเชื่อมกันเป็นรูประฆังเบี้ยว แคแสดจะให้ดอกดลอดปี แต่ดอกจะออกมากที่สุดใช่วงฤดูหนาว ระหว่างเดือนตุลาคม - กุมภาพันธ์ ผล เป็นฝักปลายผลแหลมเมื่อแก่สีน้ำตาลดำ แตกก้านเดียว เมล็ดมีปีก การที่มีดอกทั้งปีดังนั้นแคแสดจึงมีผลแก่อยู่เสมอ แต่จะมีมากในช่วงฤดูฝน ประมาณเดือนมิถุนายน - กันยายน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ต้นธูปฤาษี

ภาพที่ 2.5 ต้นธูปฤาษี

ชื่อพื้นเมือง : กกธูป ธูปฤาษี เฟื้อ (ภาคกลาง), ปรือ (ภาคใต้), หญ้าสลาบหลวง (ภาคเหนือ), กกช้าง

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Typha angustifolia L.

ชื่อวงศ์ : TYPHACEAE

ชื่อสามัญ : Cat-tail, Elephant Grass, Lesser Reedmace, Narrow-leaved Cat-tail

ลักษณะ : ไม้ล้มลุกสองปี เหง้ากลม แทงหน่อขึ้นเป็นระยะสั้นๆ ใบเดี่ยวเรียงสลับระนาบเดียว รูปแถบ ยาวประมาณ 2 ม. แผ่นใบด้านบนโค้งเล็กน้อย ส่วนด้านล่างแบน ช่อดอกแบบช่อเชิงลด ดอกมีจำนวนมาก ติดกันแน่น สีน้ำตาล ลักษณะคล้ายธูปดอกใหญ่ ก้านช่อดอกกลม แข็ง ดอกแยกเพศ แบ่งเป็นตอนเห็นได้ชัด กลุ่มดอกเพศผู้อยู่ปลายก้าน รูปทรงกระบอก กลุ่มดอกเพศเมียรูปทรงกระบอกเช่นกันแต่ใหญ่กว่ากลุ่มดอกเพศผู้ ดอกแก่จะแตกเห็นเป็นขนขาวฟู ผลเล็กมาก เมื่อแก่แตกตามยาว

ประโยชน์ : ใบยาวและเหนียวนิยมใช้ทำเครื่องจักสาน เช่น เสื่อ ตะกร้า ใช้มุงหลังคา และทำเชือก ดอกแก่จัดมีขนปุยนุ่มมือลักษณะคล้ายปุยนุ่นจึงนิยมใช้แทนนุ่น ยอดอ่อนกินได้ทั้งสดและทำให้สุก ช่อดอกปิ้งกินได้ แป้งที่ได้จากลำต้นใต้ดินและรากใช้บริโภคได้เช่นกัน ในอินเดียเคยใช้ก้านช่อดอกทำปากกา และเชื่อว่าลำต้นใต้ดินและรากใช้เป็นยาบำบัดโรคบางชนิด เช่น ขับปัสสาวะ เยื่อ (pulp) ของต้นกกช้างนำมาใช้ทำใยเทียม (rayon) และกระดาษได้ มีเส้นใย (fibre) ถึงร้อยละ 40 เส้นใยนี้มีความชื้นร้อยละ 8.9 เซลลูโลส (cellulose) ร้อยละ63 เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) ร้อยละ 8.7 ลิกนิน (lignin) ร้อยละ 9.6 ไข (wax) ร้อยละ1.4 และเถ้า (ash) ร้อยละ 2 เส้นใยมีสีขาวหรือน้ำตาลอ่อน นำมาทอเป็นผ้าใช้แทนฝ้ายหรือขนสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 หูกวาง

ภาพที่ 2.6 ลักษณะใบและผลของต้นหูกวาง

ชื่อสามัญBengal Almond, Indian Almond, Sea Almond
ชื่อวิทยาศาสตร์Terminalia catappa Linn.
วงศ์COMBRETACEAEชื่ออื่นโคน (นราธิวาส), ดัดมือ ตัดมือ (ตรัง), ตาปัง (พิษณุโลก, สตูล), ตาแปห์ (มลายู-นราธิวาส), หลุมปัง (สุราษฎร์ธานี), หูกวาง (ภาคกลาง)
ลักษณะทั่วไป

เป็นไม้ยืนต้นผลัดใบสูง 8 – 25 เมตร เปลือกเรียบ กิ่งแตกรอบลำต้นตามแนวนอนเป็นชั้นๆ คล้ายฉัตร ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเวียนสลับถี่ตอนปลายกิ่ง ใบรูปไข่ ปลายใบแหลมเป็นติ่งสั้นๆ โคนใบสอบแคบ เว้า ออกดอกเป็นช่อตามซอกใบ ขนาดเล็ก สีขาวนวล ออกดอกช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน ผลเป็นรูปไข่หรือรูปรีป้อมๆ แบนเล็กน้อย เมื่อแห้งสีดำคล้ำ ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ด สภาพที่เหมาะสมดินร่วนปนทราย ระบายน้ำได้ดี ถิ่นกำเนิดป่าชายหาด หรือตามโขดหินริมทะเล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7 อ้อย

ภาพที่ 2.7 อ้อยแดง Sugar-cane Saccharum officinarum Linn.

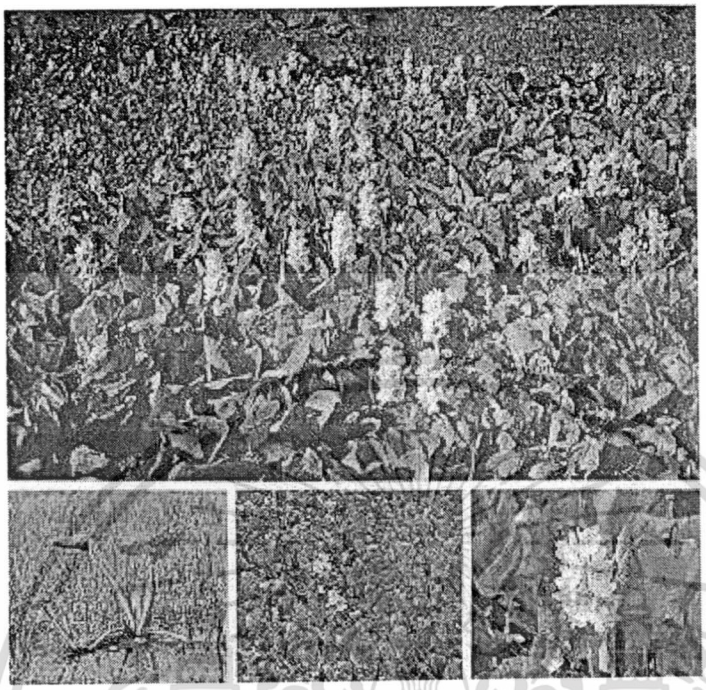
ชื่ออื่น อ้อย อ้อยขม อ้อยดำ

อ้อยเป็นพืชพวกหญ้าเช่นเดียวกับข้าวและข้าวโพด แต่เราปลูกอ้อยเพื่อเก็บเกี่ยวอาเส่วนของชำต้นซึ่งมีน้ำตาลอยู่แทนที่จะเก็บเกี่ยวเอาเมล็ดแหล่งปลูกอ้อยของโลกอยู่ในประเทศแถบร้อนและชุ่มชื้น เช่น ประเทศบราซิล คิวบา ออสเตรเลีย อินเดีย ฟิลิปปินส์และไทย เป็นต้น สำหรับประเทศไทย ชาวไร่ส่วนใหญ่ปลูกอ้อยสำหรับทำน้ำตาล แต่มีส่วยน้อยที่ปลูกอ้อยเคี้ยว ได้แก่ อ้อยขาไก่ อ้อยสิงคโปร์ และอ้อยมอริเชียส เป็นต้น อ้อยประเภทนี้ใช้บริโภคโดยตรง มีเปลือกและเนื้อนิ่มกว่าอ้อยที่ปลูกเพื่อทำน้ำตาล

น้ำตาลส่วนใหญ่ที่ผลิตได้ในประเทศไทยคือน้ำตาลทรายซึ่งใช้อ้อยเป็นวัตถุดิบนอกจากจะใช้บริโภคเป็นอาหารประจำวันแล้ว น้ำตาลทรายยังเป็นสินค้าออกที่ทำรายได้ให้แก่ประเทศปีละหลายพันล้านบาทอีกด้วย จึงนับว่าอ้อยเป็นพืชอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยมาก อ้อยเป็นพืชที่มีลำต้นใหญ่แข็งแรง ตัน และมักจะตั้งตรง ลำต้นประกอบด้วยข้อและปล้อง เช่นเดียวกับพืชของพวกหญ้า ขนาด รูปร่าง และความยาวของปล้องแตกต่างกันตามพันธุ์และสภาพแวดล้อม ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ลำต้นอาจมีความยาวถึงปีละ1-2 เมตร และมีปล้องเหนือพื้นดิน 20-30ปล้อง หรือโดยเฉลี่ยมีปล้องประมาณเดือนละ ๓ ปล้อง แต่ละปล้องยาวประมาณ 10-15 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นยาวประมาณ 2.5-5 เซนติเมตร ความยาวของปล้องและเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นขึ้นอยู่กับพันธุ์และสภาพแวดล้อม แต่ละปล้องมี 1 ตา เกิดที่ข้อสลับกันคนละข้างของลำต้น และทุกตาจะมีกาบใบหุ้มอยู่ ใบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่โอบรอบลำต้นและหุ้มตาอยู่เรียกว่า กาบใบ และอีส่วนหนึ่งเรียกว่า แผ่นใบ ทั้งสองส่วนแยกจากกันตรงคอใบ กาบใบสั้นกว่าแผ่นใบมาก ใบมีลักษณะคล้ายใบข้าวแต่ใหญ่กว่ามาก ปลายใบแหลม ขอบใบเป็นจักคล้ายฟันเลื่อยคม ต้นอ้อยที่เดิบโตเต็มที่จะมีใบที่ทำหน้าที่อยู่ประมาณ 8-12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.8 ผักตบชวา



ภาพที่ 2.8 ผักตบชวา

ชื่อไทย : ผักตบชวา ผักป่อง สวะ

ชื่อสามัญ : Water hyacinth

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Eichornia crassipes (Mart.) Solms

ชื่อวงศ์ : PONTEDERIACEAE

ลักษณะทั่วไป : เป็นพืชน้ำล้มลุกอายุหลายฤดู มีลำต้นสั้นแตกใบเป็นกอลอยไปตามน้ำ มีไหล ซึ่งเกิดตามซอกใบแล้วเจริญเป็นต้นอ่อนที่ปลายไหล ถ้าน้ำตื้นก็จะหยั่งรากลงดิน เป็นวัชพืชที่ร้ายแรงในแหล่งน้ำทั่วไป ใบเป็นใบเดี่ยวรูปไข่หรือเกือบกลม ก้านใบกลมอวบน้ำตรงกลางพองออก ภายในเป็นช่องอากาศคล้ายฟองน้ำ ดอกเกิดเป็นช่อที่ปลายยอดมีดอกย่อย 3-25 ดอก สีม่วงอ่อน มีกลีบดอก 6 กลีบ กลีบบนสุดขนาดใหญ่กว่ากลีบอื่น ๆ และมีจุดเหลืองที่กลางกลีบ

ประโยชน์ : ใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ เช่นหมู ใช้ทำปุ๋ยหมัก ก้านและใบอ่อนนำมารับประทานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9 หมาก

ภาพที่ 2.9 ต้นหมาก

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Areca catechu Linn.

ชื่อสามัญ : Betel nut.

หมาก เป็นพืชที่คู่กับคนไทยมานานแล้ว ในปัจจุบันคนรุ่นใหม่ไม่นิยมกินหมาก แต่เป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศทั้งรูปหมากสดและหมากแห้ง หมากแห้งใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง ฟอกเส้นใย และทำยารักษาโรค และผลหมากสามารถใช้เป็นยาสมุนไพรในการปฐมพยาบาลเบื้องต้น เช่น ใช้สมานแผล แก้ท้องเสีย รักษาเหงือกและฟัน เป็นต้น

ภาพที่ 2.10 ดอกและผลหมาก

สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการปลูกหมากสภาพภูมิอากาศหมากเจริญได้ดีในเขตที่มีอากาศอบอุ่นและร้อนชื้น มีน้ำฝน 1,300-1,500 มม./ปี มีฝนตกกระจายสม่ำเสมอตลอดปี ไม่น้อยกว่า 50 มม./เดือน อุณหภูมิที่เหมาะสม 25-35 องศาเซลเซียส มีแสงแดดมาก อากาศโปร่ง ควรเป็นที่โล่งแจ้ง ที่ระดับความสูง 200-1,500 เมตร จากระดับน้ำทะเลลักษณะดินเป็นดินร่วนปนทราย หรือดินเหนียวที่มีการระบายน้ำดี น้ำไม่ขัง มีอินทรียวัตถุสูง

การปลูกการเตรียมแปลงปลูก : แปลงปลูกต้องมีการระบายน้ำดี ถ้าเป็นที่มีน้ำขังควรมีการยกร่อง หรือทำทางระบายน้ำ ก่อนปลูกต้องมีการไถและพรวนอย่างน้อย 2 ครั้ง ควรเก็บตอไม้และเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

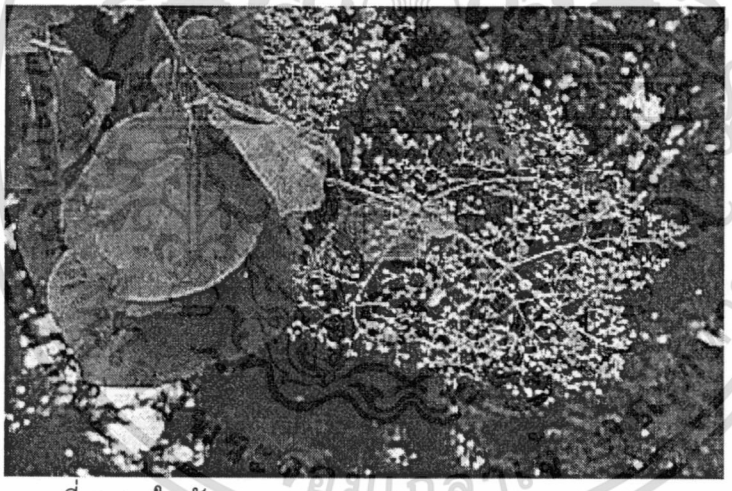
ไม้ออกเพราะเป็นแหล่งอาศัยของศัตรูพืช และปลวก รูปแบบการปลูกอาจเป็นแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส หรือสามเหลี่ยมด้านเท่า ระยะปลูก 2x2 เมตร การปลูกแบบสี่เหลี่ยม ใช้กล้า 400 ต้น/ไร่ ปลูกแบบสามเหลี่ยมใช้กล้า 461 ต้น/ไร่ แต่ถ้าปลูกบนร่อง จำนวนต้นจะลดลงขึ้นกับระยะระหว่างร่อง การปลูกแบบสี่เหลี่ยมควรทำสันร่องกว้าง 4 เมตร แบบสามเหลี่ยมควรกว้าง 3.50 เมตร ซึ่งจะปลูกได้ 3 แถว/ร่อง

การเตรียมหลุม : ถ้าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำควรขุดหลุม ขนาด 50x50x50 ซม. แต่ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง ขนาดหลุมเล็กกว่านี้ได้ รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมัก และหินฟอสเฟต คลุกกับดินชั้นบนแล้วกลบหลุมด้วยดินที่เหลือ

ฤดูปลูก : ควรเป็นต้นฤดูฝน หลังจากที่มีฝนตกหนัก 1-2 ครั้ง

การปลูก : เวลาปลูกควรตั้งต้นกล้าให้ตรง และให้ด้านบนของผลอยู่ระดับผิวดิน กลบดินให้แน่น ปักหลักค้ำต้นเพื่อกันต้นโยก รดน้ำให้ชุ่ม ควรทำร่มบังแดด เพื่อลดการคายน้ำ และป้องกันไม่ให้ใบไหม้

2.1.10 สัก



ภาพที่ 2.11 ใบสัก

ชื่อสามัญ Sak

ชื่อพฤกษศาสตร์ Tectona grandis

วงศ์ Verbenaceae

สัก เป็นไม้ผลัดใบขนาดใหญ่ มีลำต้นปลายตรง มักมีพูพอนบริเวณโคนต้น เรือนยอดกลม ลำต้นมีความสูงตั้งแต่ 20 เมตรขึ้นไป มีเปลือกหนาสีเทาหรือน้ำตาลอ่อน แกมเทา มีใบขนาดใหญ่กว้าง 20-30 ซม. ยาว 30-40 ซม. ดอกมีขนาดเล็กสีขาวนวล ออกเป็นช่อขนาดใหญ่บริเวณปลายกิ่งในช่วงเดือนกรกฎาคม-ตุลาคมผลสักรูปร่างค่อนข้างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง1-2 ซม. ผลหนึ่ง ๆจะมีเมล็ด 1-4 เมล็ดโดยทั่วไปมักจะเรียกผลสักว่า “เมล็ดสัก” ซึ่งเมื่อแก่จัดจะเป็นสีน้ำตาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะเนื้อไม้สักจะมีสีน้ำตาลทอง (เรียกว่าสักทอง) ถึงสีน้ำตาลแก่ และมักจะมีเส้นสีน้ำตาลแก่แทรก (เรียกว่าสักทองลายดำ) เนื้อไม้มีเสี้ยนตรง เนื้อหยาบ แข็งปานกลาง เลื่อยไสกบตกแต่งง่ายไม่ค่อยยึดหดหรือบิดงอง่ายเหมือนไม้ชนิดอื่น มีความทนทานต่อการทำลายของมอดและปลวกตลอดจนเชื้อราได้ดี จึงมีความทนทาน ตามธรรมชาติสูง และมีลวดลายสวยงามสัก เป็นไม้ผลัดใบขนาดใหญ่ มีลำต้นปลายตรง มักมีพูพอนบริเวณโคนต้น เรือนยอดกลม ลำต้นมีความสูงตั้งแต่ 20 เมตรขึ้นไป มีเปลือกหนาสีเทาหรือน้ำตาลอ่อน แกมเทา มีใบขนาดใหญ่ กว้าง 20-30 ซม. ยาว 30-40 ซม. ดอกมีขนาดเล็กสีขาวนวล ออกเป็นช่อขนาดใหญ่ บริเวณปลายกิ่งในช่วงเดือนกรกฎาคม-ตุลาคมผลสักรูปร่างค่อนข้างกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง1-2 ซม. ผลหนึ่ง ๆจะมีเมล็ด 1-4 เมล็ดโดยทั่วไปมักจะเรียกผลสักว่า "เมล็ดสัก" ซึ่งเมื่อแก่จัดจะเป็นสีน้ำตาลลักษณะเนื้อไม้สักจะมีสีน้ำตาลทอง (เรียกว่าสักทอง) ถึงสีน้ำตาลแก่ และมักจะมีเส้นสีน้ำตาลแก่แทรก (เรียกว่าสักทองลายดำ) เนื้อไม้มีเสี้ยนตรง เนื้อหยาบ แข็งปานกลาง เลื่อยไสกบ ตกแต่งง่ายไม่ค่อยยึดหดหรือบิดงอง่ายเหมือนไม้ชนิดอื่น มีความทนทานต่อการทำลายของมอดและปลวกตลอดจนเชื้อราได้ดี จึงมีความทนทาน ตามธรรมชาติสูง และมีลวดลายสวยงาม

ในด้านการใช้ประโยชน์ไม้สัก ได้มีการแบ่งคุณลักษณะของไม้สักโดยพิจารณาจากสีของเนื้อไม้ การตกแต่ง ความแข็ง ความเหนียวของเนื้อไม้ออกเป็น 5 ชนิด คือ

1. สักทอง - เนื้อไม้เป็นสีน้ำตาลทอง เสี้ยนตรง ตกแต่งง่าย
2. สักหิน - เนื้อไม้สีน้ำตาลหรือสีจาง ตกแต่งง่าย
3. สักหยวก - เนื้อไม้สีน้ำตาลอ่อน หรือสีจาง ตกแต่งง่าย
4. สักไข่ - เนื้อไม้สีน้ำตาลเข้มปนเหลือง มีไขปนยากแก่การตกแต่งและทาสี
5. สักขี้ควาย - เนื้อไม้สีเขียวปนน้ำตาล น้ำตาลดำ ดูเป็นสีเลอะ ๆ

ซึ่งลักษณะความแตกต่างของเนื้อไม้ดังกล่าวนี้เป็นเพียงประสบการณ์ของผู้ทำไม้เท่านั้น ยังไม่อาจพิสูจน์ได้ว่ามีผลมาจากพันธุกรรม หรือเกิดจากสภาพแวดล้อมที่มันขึ้นอยู่ เช่น ชนิดของป่า ดิน หิน ปริมาณน้ำฝน ฯลฯ

การกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติและถิ่นกำเนิด

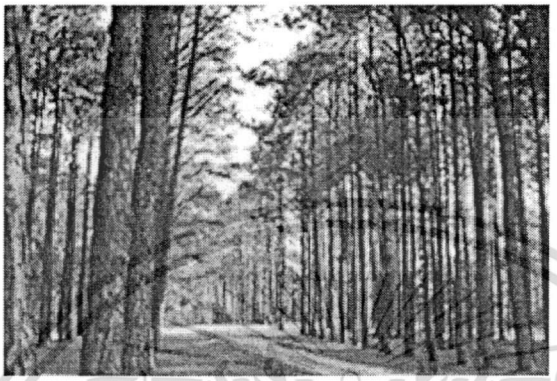
ไม้สัก มีถิ่นกำเนิดอยู่ในตอนใต้ของประเทศอินเดีย พม่า ไทย ลาว (ส่วนที่ติดภาคเหนือของไทย)และอินโดนีเซีย สำหรับประเทศไทยนั้น ไม้สักจะขึ้นอยู่เป็นส่วนใหญ่ ในป่าเบญจพรรณทางภาคเหนือ และบางส่วนของภาคกลางและเชียงราย ลำปาง พะเยา แพร่ น่าน ตาก สุโขทัย กำแพงเพชร นครสวรรค์ อุทัยธานี และกาญจนบุรี

ไม้สัก ชอบขึ้นตามพื้นที่ที่เป็นภูเขา หรือตามพื้นราบแต่ดินระบายน้ำได้ดี น้ำไม่ท่วมขัง ซึ่งอาจจะเป็นดินร่วนปนทรายหรือดินที่มีความลึกมาก ๆ โดยเฉพาะดินที่ เกิดจากหินปูน ซึ่งแตกแยกผุพังจนกลายเป็นดินร่วนลึก ไม้สักจะเจริญเติบโตดีมากไม้สัก มักขึ้นอยู่เป็นกลุ่มไม้สักล้วน ๆ เป็นหย่อม ๆ หรืออาจขึ้นปะปนอยู่กับไม้เบญจพรรณอื่น ๆเช่น ไม้แดง ไม้ประดู่ มะค่าโมง ชิงชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตะแบก ฯลฯ โดยมีไม้ไผ่ชนิดต่าง ๆ เป็นไม้ชั้นล่างได้มีการนำไม้สักไปปลูกนอกเขตธรรมชาติอย่างแพร่หลายมาเป็นเวลานานแล้ว เช่น ที่พุแค

2.1.11 สน



ภาพที่ 2.12 ต้นสน

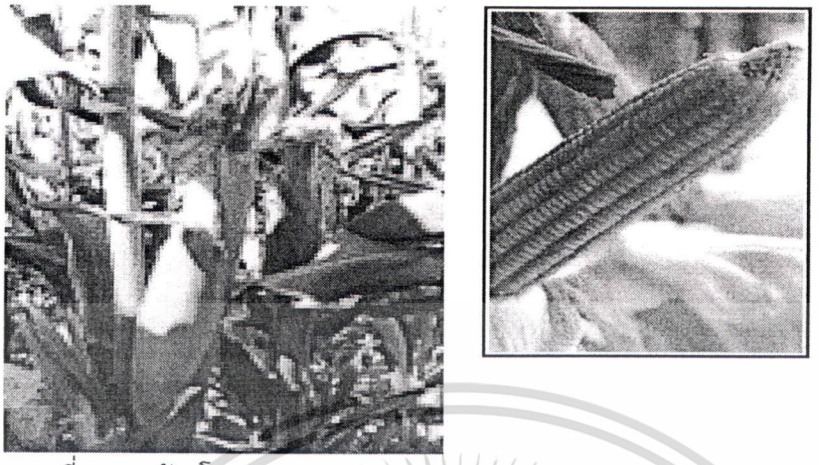
ชื่อพื้นเมือง สนประดิพัทธ์
ชื่อวิทยาศาสตร์ Casuarina junghuhniana Miq.
ชื่อวงศ์ Casuarinaceae
ชื่อสามัญ Iron Wood Horsetail

การกระจายพันธุ์ ออสเตรเลีย นำเข้ามาปลูกในไทย โดย พระยาประดิพัทธ ภูบาล
การขยายพันธุ์ ปักชำ ตอนกิ่ง และการเพาะเมล็ด (ชอบแสงแดดจัด) ลักษณะ ต้น ไม้ยืนต้นขนาดกลางสูง 15-35 เมตร ลำต้นเดียว กิ่งแขนงแตกออก และเบนไปในทิศทางเดียวกันเป็นแผง ๆ ไม้ผลัดใบ เรือนยอดรูปพิรามิด คล้ายสนทะเล แต่ แคบกว่า กิ่งก้านมีขนาดเล็ก กว่าสนทะเล เปลือกสีน้ำตาลเข้มใบ ใบเดี่ยว ออกจากลำต้นแบบตรงข้าม มีลักษณะเป็นเกล็ด เรียงเวียนรอบข้อ ๆ ละ 8-10 ใบ ใบรูปสามเหลี่ยมขนาดเล็ก ยอดอ่อนหรือปลายกิ่งอ่อนมีสีแดง ดอก ดอกขนาดเล็ก แยกเพศคนละต้น ดอกเพศผู้ อยู่ ที่ปลายกิ่ง ดอกเพศเมีย ทรงกระบอกหรือเกือบกลม ขนาดเล็ก สีน้ำตาลอมเทา ในไทยมีแต่ ต้นเพศผู้ผล ไม่ ติดผลในไทย เพราะมีแต่ ต้นเพศผู้นิเวศวิทยา ปลูกได้ในดินทุกสภาพ เจริญได้ ดีในดินเค็ม หรือดินปนทราย แดดจัด ทนลมและน้ำท่วมขัง เป็นพืชโตเร็ว ประโยชน์ ข้อมูลจากเอกสาร ปลูกเป็นไม้ประดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.1.12 ข้าวโพด



ภาพที่ 2.13 ข้าวโพด

ข้าวโพด

ชื่อ Maize

ชื่อทางวิทยาศาสตร์ Zeamays

ตระกูล Gramineae

ข้าวโพดเป็นธัญพืชที่สำคัญมากพืชหนึ่งของโลก ผลผลิตประมาณครึ่งหนึ่งใช้เป็นอาหารมนุษย์ นอกจากนั้นใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์และอื่น ๆ ข้าวโพดมีถิ่นกำเนิดแถบบริเวณประเทศตะวันตก และเป็นที่นิยมบริโภคกันแถบประเทศทวีปอเมริกากลาง และใต้ สำหรับประเทศไทยข้าวโพดเป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคในรูปอาหารว่างระหว่างมื้ออาหารมาช้านานแล้ว และยังมีการปลูกข้าวโพดเพื่อการเลี้ยงสัตว์กันมาก จนถึงปัจจุบันข้าวโพดนับเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศอีกด้วย

การจำแนกชนิดข้าวโพด

1. ข้าวโพดไร่หรือข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ เป็นชนิดที่ปลูกเพื่อการส่งออกเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์
2. ข้าวโพดรับประทานฝักสด

2.1 ข้าวโพดเทียน มีขนาดต้นเล็ก ฝักเล็กเรียว เมล็ดมนกลม สีเหลืองอ่อน มีรสชาตินุ่มนวลหวานอร่อย

2.2 ข้าวโพดข้าวเหนียว (Glutinous Corn) จะมีฝักและเมล็ดใหญ่กว่าข้าวโพดเทียน เมล็ดสีขาว ฝักสดเมื่อต้มรับประทานจะมีลักษณะเหนียวมัน คล้ายข้าวเหนียวเพราะมีอะไมโลเปคตินมาก (อยู่ในรูปของแป้ง) เมื่อเมล็ดข้าวโพดแก่และแห้งแล้วนิยมนำไปบริโภคในรูปข้าวโพดคั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
83685

2.3 ข้าวโพดหวาน (Sweet Corn) ข้าวโพดชนิดนี้ เมื่อสดจะมีรสหวานอร่อย เนื่องจากมีน้ำตาลกลูโคสมาก (อยู่ในรูปของแป้ง) เมื่อแก่ฝักจะแห้งและเมล็ดเหี่ยวย่น

3. ข้าวโพดฝักอ่อน (Baby Corn) เป็นพืชที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น นับตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวฝักอ่อน ใช้เวลาเพียง 60-75 วัน เท่านั้น สามารถปลูกได้ตลอดปี นิยมนำมาบรรจุกระป๋องหรือขายเป็นฝักสด

4. ปอปคอร์น (Pop Corn) ข้าวโพดชนิดนี้มีคุณสมบัติแตกฟูได้ดี เมื่อถูกความร้อนอาจเป็นเพราะเอนโดสเปอร์มหรือส่วนเนื้อในของเมล็ดไม่มีเยื่อหุ้มเมล็ด (Seed coat) นิยมบริโภคในรูปข้าวโพดคั่ว โดยนำเมล็ดที่แก่แห้งแล้วมาคั่วให้แตก ข้าวโพดชนิดนี้ส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ

2.1.13 จามจุรี

ภาพที่ 2.14 จามจุรี

ชื่อพื้นเมือง : ก้ามกราม ก้ามกุ้ง ก้ามปู จามจุรี (ภาคกลาง), กิมบี๊ (กระบี่), ฉำฉา สารสา สำสา ลัง (ภาคเหนือ), ตุ๊ดตู่ (ตาก), เส่คุ เส่ดู่ (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : Samanea saman (Jacq.) Merr.

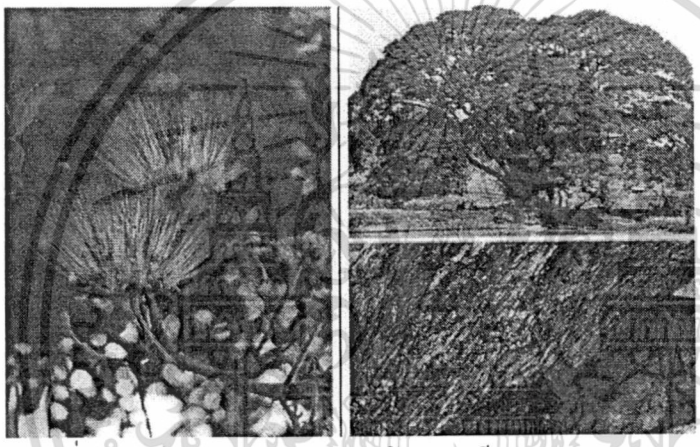
ชื่อวงศ์ : LEGUMINOSAE-MIMOSOIDEAE

ชื่อสามัญ : Rain Tree, East Indian Walnut

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะ : ไม้ต้นขนาดใหญ่ แตกกิ่งต่ำ เรือนยอดแผ่กว้างโค้งตรงกลางและลาดลงหาขอบคล้ายรูปร่ม ใบประกอบแบบขนนกสองชั้น เรียงสลับ ใบประกอบแยกแขนงตรงข้ามกัน 2-5 คู่ บนแขนงมีใบย่อย เรียงตรงข้ามกัน 2-10 คู่ คู่ที่อยู่ตอนบนมีขนาดใหญ่สุดและลดหลั่นลงไปจนถึงคู่ล่างที่มีขนาดเล็กสุด ใบย่อยรูปไข่ รูปรี หรือคล้ายรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ช่อดอกแบบช่อกระจุกแน่น ออกตามง่ามใบใกล้ปลายกิ่ง 1-2 ช่อ ดอกมีจำนวนมาก เกสรเพศผู้มีจำนวนมาก สีชมพู ฝักรูปขอบขนาน ตรงหรือโค้งเล็กน้อย ผิวเรียบ ฝักแก่สีน้ำตาลดำ คอดเล็กน้อยเป็นตอนๆ ระหว่างเมล็ด เมล็ดเรียงเป็นแถวตามความยาวของฝัก สีน้ำตาล รูปแบนรี

ประโยชน์ : ปลูกเป็นไม้ประดับทั่วไปในเขตร้อนทั่วโลก ปลูกไว้สำหรับให้ร่มเงาได้ดี ทางภาคเหนือปลูกกันมากเพื่อใช้เลี้ยงครั่ง ฝักแก่มีรสหวานวัวควายชอบกิน เนื้อไม้ใช้แกะสลักได้



ภาพที่ 2.15 ลักษณะดอกและลำต้นจามจุรี

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ : ไม้ต้นขนาดใหญ่ สูง 15-20 ม. แตกกิ่งต่ำ กิ่งมีขนาดใหญ่ เรือนยอดแผ่กว้างโค้งตรงกลางและลาดลงหาขอบคล้ายรูปร่ม กว้างถึงประมาณ 30 ม. เปลือกสีเทาขรุขระแตกเป็นร่องตามยาว ระหว่างร่องเปลือกมีลักษณะคล้ายไม้ก๊อก เปลือกในสีชมพูหรือน้ำตาลอ่อน กิ่งอ่อนมีขนประปราย ใบประกอบแบบขนนกสองชั้น เรียงสลับ แกนกลางใบประกอบยาว 10-18 ซม. ก้านใบประกอบยาว 3-5 ซม. ใบประกอบแยกแขนงตรงข้ามกัน 2-5 คู่ บนแขนงมีใบย่อยเรียงตรงข้ามกัน 2-10 คู่ คู่ที่อยู่ตอนบนมีขนาดใหญ่สุดและลดหลั่นลงไปจนถึงคู่ล่างที่มีขนาดเล็กสุด ตรงจุดต่อระหว่างคู่ใบย่อยและคู่แขนงใบมักมีต่อมกลมนูนสีคล้ำปรากฏชัดเจน ใบย่อยรูปไข่ รูปรี หรือคล้ายรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน รูปใบมีลักษณะสมมาตร กว้าง 0.6-4 ซม. ยาว 1.5-6 ซม. ปลายมน มักเว้าตื้นๆ หรือมีติ่งแหลมสั้นๆ โคนเบี้ยว ขอบเรียบ แผ่นใบด้านบนเกลี้ยง ด้านล่างมีขนนุ่มทั่วไป ไม่มีก้านใบย่อย ช่อดอกแบบช่อกระจุกแน่น ออกตามง่ามใบใกล้ปลายกิ่ง 1-2 ช่อ กว้าง 5-6 ซม. ช่อตั้งขึ้น ก้านช่อดอกยาว 5-9 ซม. ดอกมีจำนวนมาก ดอกของวงนอกช่อดอกมีขนาดเล็กกว่าดอกของวงใน ดอกกลางช่อมีขนาดใหญ่ที่สุด ดอกวงนอกมีก้านสั้นๆ ดอกวงในไม่มีก้าน กลีบเลี้ยงติดกันคล้ายรูปแตร ยาว 5-8 มม. มีขนหนาแน่น ปลายแยกเป็น 7-8 แฉก กลีบดอกสีขาวอมเขียวติดกันคล้ายรูปแตร ยาว 1-1.2 ซม. ส่วนบนมีขนหนาแน่น ส่วนล่างเกือบเกลี้ยง ปลายหลอดกลีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดอกแยกเป็น 5 แฉก เกสรเพศผู้มีจำนวนมาก สีชมพู ก้านชูอับเรณูยาวประมาณ 5 ซม. โคนติดกันเป็นหลอดสั้น รังไข่แบนยาว ฝักรูปขอบขนาน ตรงหรือโค้งเล็กน้อย กว้าง 1.5-2.4 ซม. ยาว 15-20 ซม. หนา 0.6-1.1 ซม. ผิวเรียบ ฝักแก่สีน้ำตาลดำ คอดเล็กน้อยเป็นตอนๆ ระหว่างเมล็ด เมล็ดเรียงเป็นแถวตามความยาวของฝัก สีน้ำตาล รูปแบนรี กว้างประมาณ 5 มม. ยาวประมาณ 9 มม. หนาประมาณ 4 มม. ถิ่นกำเนิดอเมริกาเขตร้อนและอเมริกาใต้การกระจายพันธุ์เขตร้อนทั่วโลก
การกระจายพันธุ์ในประเทศไทย

2.2 การคำนวณเกี่ยวกับเคลือบ (ไพจิตร อิงศรีวัฒน์,2537 และ ปรีดา พิมพ์ขาวขำ,2350)

นักเซรามิกส์ได้พัฒนาระบบหนึ่งขึ้นมาเพื่อจัดระบบการทำงาน ความสัมพันธ์ระหว่างกัน การเปรียบเทียบ การใช้สัญลักษณ์ และการแสดงส่วนผสมและการสร้างสูตรเคลือบ ระบบนี้ทำให้เกิดความคล่องตัวในการดำเนินงานต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อน เคลือบจำนวนน้อยมากที่จะมีส่วนผสมเป็นสารประกอบที่ประกอบด้วยออกไซด์เพียงสามชนิด เคลือบโดยทั่วไปแล้วจะประกอบด้วยออกไซด์ประมาณ 6 หรือ 8 หรือ 10 ชนิด การได้รู้คุณสมบัติต่าง ๆ ขององค์ประกอบที่เป็นส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเคลือบ ทำให้เราพอจะรู้ล่วงหน้าว่าคุณสมบัติของเคลือบที่ได้น่าจะเป็นอย่างไร สำหรับเคลือบซึ่งมีเนื้อเดียวกันตลอด อาจมีเนื้อซึ่งมีโครงสร้างอย่างเดียวหรือมีเนื้อซึ่งมีโครงสร้างแบบผลึกหรือโครงสร้างแบบแก้วก็ได้

ส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเคลือบปกติแล้วจะไม่ประกอบด้วยวัตถุดิบชนิดเดียว เช่น ส่วนผสมวัตถุดิบที่จะใช้ในการผลิตเคลือบอาจประกอบด้วย หินฟันม้า ดิน ฟริต และวัตถุดิบอื่น ๆ วัตถุดิบเหล่านี้แต่ละตัวอาจจะมีองค์ประกอบของสารเคมีที่มีโครงสร้างของเนื้อวัตถุหลาย ๆ แบบ จึงเป็นการจำเป็นที่จะต้องจัดส่วนผสมของวัตถุดิบให้เหมาะสมเพื่อให้ได้เนื้อของเคลือบตรงตามวัตถุประสงค์นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงคุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญ ๆ ประกอบด้วย เช่น การขนย้าย การผสม และคุณสมบัติการใช้งานของน้ำเคลือบ การชุบเคลือบต้องชุบให้ได้ความกหนาของชั้นเคลือบดิบที่ถูกต้องเหมาะสม ผิวเรียบและเกาะยึดผิวของผลิตภัณฑ์ได้เป็นอย่างดี ชั้นของเคลือบดิบจะต้องคงทน และทนต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงทั้งทางเคมีและกายภาพที่เกิดขึ้นที่อุณหภูมิสูงระหว่างการเผา

นักเซรามิกส์จะต้องเข้าใจและควบคุมความซับซ้อนของสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถทำนายผลที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากสิ่งเหล่านั้นได้อย่างถูกต้อง การเรียนรู้คุณสมบัติของเคลือบชนิดหนึ่ง และการเตรียมส่วนผสมของวัตถุดิบสำหรับเคลือบนั้นอาจได้จากประสบการณ์ แต่ถ้าต้องการความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง เพื่อให้สามารถทำงานเกี่ยวกับเคลือบทุกชนิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ก็จะต้องรู้สิ่งอื่น ๆ อีกนอกเหนือจากเก็บรวบรวมส่วนผสมของเคลือบต่าง ๆ เพียงอย่างเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การจำแนกชนิดออกไซด์ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเคลือบ

วัตถุดิบต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตเคลือบส่วนใหญ่เป็นพวกออกไซด์ หรือเป็นสารประกอบต่าง ๆ ซึ่งสามารถแสดงได้ด้วยออกไซด์ เช่นเดียวกับส่วนประกอบของเคลือบและเนื้อผลิตภัณฑ์เซรามิกส์อื่น ๆ ก็สามารถแสดงได้ด้วยออกไซด์เช่นกัน การแสดงองค์ประกอบต่าง ๆ ในลักษณะเช่นนี้จะทำให้เข้าใจส่วนประกอบซึ่งเป็นเนื้อสารที่มีโครงสร้างต่าง ๆ ของวัตถุได้ดี และสามารถทำให้เกิดการพัฒนาขั้นตอนที่กะทัดรัด เช่น ถ้าเราสามารถแสดงโครงสร้างของเนื้อสารแทนวัตถุเซรามิกส์ก็เป็นไปได้ที่เราจะทราบคุณสมบัติเฉพาะของวัตถุนั้น ๆ และยังทำให้เห็นประโยชน์อื่น ๆ อีก การวิเคราะห์ดินอาจพบธาตุซึ่งเป็นองค์ประกอบถึง 6 ชนิด ความสำคัญของธาตุแต่ละตัวอาจจะมองเห็นไม่เด่นชัด แต่ถ้าแสดงในรูปของดินขาว หินฟันม้า มัสโคไวต์ และ ควอร์ตซ์ เราจะเข้าใจคุณสมบัติทั้งทางเคมี และ กายภาพที่อุณหภูมิสูงของวัตถุดิบนั้นได้อย่างดี ดังนั้นการแสดงส่วนประกอบของวัตถุในรูปของออกไซด์ซึ่งอยู่ในแบบโมลสมมูลจึงมีประโยชน์ไม่น้อย

ตาราที่ 2.1 ความแตกต่างของการแสดงสูตรทางเคมี และ สูตรทางเซรามิกส์ของสารประกอบต่าง ๆ ศึกษาได้ดังนี้

ชื่อสารแประกอบ	สูตรทางเคมี	สูตรทางเซรามิกส์
ไตรแคลเซยมฟอสเฟต	$Ca_3P_2O_8$	$3CaO \cdot P_2O_5$
วิลเลไมต์	$Zn_2 \cdot SiO_4$	$2ZnO \cdot SiO_2$
มัสโคไวต์	$H_4K_2Al_6Si_6O_{24}$	$K_2O \cdot 3Al_2O \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O$

ได้กล่าวมาแล้วว่าผลิตผลเซรามิกส์นั้นเราสามารถแสดงส่วนประกอบของผลิตผลนั้นในรูปของออกไซด์ ออกไซด์เหล่านี้เราแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่ม R_2O หรือ RO เป็นกลุ่มที่มีฤทธิ์เป็นด่าง ซึ่งประกอบด้วยออกไซด์ของอัลคะไล และ อัลคะไลเออร์ทต่าง ๆ

กลุ่ม R_2O_3 เป็นกลุ่มที่มีฤทธิ์เป็นกลาง ซึ่งเป็นกลุ่มของออกไซด์ของธาตุซึ่งมีเวเลนซี3

กลุ่ม RO_2 และ R_2O_5 เป็นกลุ่มที่มีฤทธิ์เป็นกรด ซึ่งเป็นกลุ่มของออกไซด์ของธาตุซึ่งมีเวเลนซี 4 และ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างออกไซด์ในกลุ่มต่างๆ ศึกษาได้ดังนี้

RO, R_2O	R_2O_3	RO_2	R_2O_5
Li_2O, Na_2O, K_2O	Al_2O_3, B_2O_3	SiO_2	P_2O_5
BaO, CaO, MgO	Fe_2O_3, Cr_2O_3	SnO_2	V_2O_5
BaO, SrO, PbO			
	Bi_2O_3	ZrO_2	Ta_2O_5
ZnO, FeO, MnO			
		TiO_2	
CdO, CuO, NiO			
		CeO_2	
CoO		ThO_2	

การคำนวณเกี่ยวกับเคลือบ (glaze calculations)

1. คำนวณจากสูตรพื้นฐาน (empirical formula) เพื่อหาส่วนผสมของสารซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในการทำเคลือบ

2. คำนวณจากเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมของวัตถุดิบ (batch composition) เพื่อหาสูตรพื้นฐาน

ก่นที่จะกล่าวถึงการคำนวณทั้งสองวิธี ขอนำ สูตรพื้นฐานของเคลือบ มาชี้แจงให้ทราบก่อนว่าเราได้แบ่งไว้เป็น สามพวก ด้วยกันคือ

ก. พวกเป็นด่าง หรือ R_2O , RO เป็นพวกโลหะออกไซด์ เช่น Na_2O, K_2O, PbO, CoO เป็นต้น ผลรวมสมมูลของมันต้องเท่ากับ 1

ข. พวกเป็นกลาง หรือ R_2O_3 ซึ่งได้แก่ Al_2O_3

ค. พวกเป็นกรด หรือ RO_2 ซึ่งได้แก่ SiO_2

ตารางที่ 2.3 วิธีการเขียนสูตรพื้นฐานของเคลือบนั้นเขียนโดยจัดเป็น 3 ตอน ตอนแรกเป็นพวกด่าง ตอนกลางเป็นพวกที่เป็นกลาง และตอนท้ายเป็นพวกกรด เช่นตัวอย่างต่อไปนี้

R_2O, RO	R_2O_3	RO_2
0.6 Na_2O 0.1 CaO 0.3 PbO	0.5 Al_2O_3	4 SiO_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้รู้วิธีการเขียนสูตรพื้นฐานของเคลือบแล้ว ก็จะขอนำการคำนวณหาส่วนผสมของเคลือบมากล่าวต่อไป

การคำนวณจากสูตรพื้นฐาน เพื่อหาส่วนผสมของสารที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการเคลือบ

สมมุติว่าเราพบสูตรเคลือบปอร์ซเลน เราสามารถนำมาหาส่วนผสมของวัตถุดิบตามวิธีการดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 สูตรเคลือบปอร์ซเลน

R_2O RO	R_2O_3	RO_2
0.4 K_2O 0.5 CaO 0.1 MgO	0.6 Al_2O_3	5.4 SiO_2

ขั้นที่ 1 เขียนออกไซด์พวกเป็นด่าง พวกเป็นกลาง และพวกเป็นกรด ตามลำดับจากซ้ายไปขวา แล้วใส่จำนวนสมมูลกำกับไว้ข้างใต้นี้

ตารางที่ 2.5 การจำแนกออกไซด์เป็น 3 กลุ่ม

K_2O	CaO	MgO	Al_2O_3	SiO_2
0.4	0.5	0.1	0.6	5.4

ขั้นที่ 2 ออกไซด์ของ K หรือถ้าเป็น Na ให้แทนด้วยโพแทสเฟลสปาร์ (K_2O, Al_2O_3, SiO_2) หรือโซดาเฟลสปาร์ (Na_2O Al_2O_3 $6SiO_2$) ทั้งหมด จะเห็นได้ว่าต้องใช้โพแทสเฟลสปาร์ 0.4 สมมูล ซึ่งจะได้ 0.4 K_2O, 0.4 Al_2O_3, $6SiO_2$ นำสมมูลออกไซด์ทั้งสามไปลบออกจากสูตรเคลือบจะเหลือ 0.5 CaO 0.1 MgO 0.2 Al_2O_3 และ 3 SiO_2

ขั้นที่ 3 ออกไซด์ของ Ca ทั้งหมดแทนด้วยหินปูหรือแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) สื่อภาษาทางเซรามิกส์เรียกว่าไวทิง (whiting) นั่นคือต้องใช้ไวทิงทั้งหมด 0.5 สมมูล ซึ่งจะทำให้ CaO ในสูตรหมดไป ส่วน CO_2 ในไวทิงไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อเคลือบอย่างใด เพราะเมื่อเผาจะเป็นก๊าซหนีออกไป ฉะนั้นเหลือออกไซด์อีกสามตัวคือ 0.1 MgO, 0.2 Al_2O_3 และ $3SiO_2$

ขั้นที่ 4 ออกไซด์ของ Mg อาจใช้แร่แมกนีไซด์ (magnesite) หรือแร่โดโลไมต์ (dolomite) ซึ่งมีทั้ง $CaCO_3$ และ $MgCO_3$ แต่ในที่นี้จะขอแทนด้วยทัลก์ (talc) หรือแมกนีเซียมซิลิเกต ซึ่งมีสูตรเป็น $3MgO\ 4SiO_2H_2O$ จะเห็นได้ว่าถ้าเราต้องการแทนค่า MgO ในสูตรเคลือบทั้งหมด ต้องใช้ 0.03สมมูล ซึ่งจะได้ 0.1 MgO 0.12 SiO_2 ส่วนน้ำนั้นไม่มีผลกระเทือนเพราะจะกลายเป็นไอไปเมื่อเ ผาให้ร้อน ฉะนั้นสูตรเคลือบจะเหลือ 0.2 Al_2O_3 2.87 SiO_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 5 ขั้นนี้นับว่าเป็นหลักสำคัญอันหนึ่งเหมือนกับขั้นแรกคือ Al_2O_3 จะต้องแทนด้วย 0.1 สมมูลของดิน มีสูตร Al_2O_3 $2SiO_2$ $2H_2O$ ซึ่งจะให้ 0.1 Al_2O_3 0.2 SiO_2 และน้ำซึ่งไม่ต้องคำนึงถึงการเติมดินเพียง 0.1 สมมูล ก็เพื่อควบคุมเปอร์เซนต์ของดินในส่วนผสมของเคลือบไม่ให้เหลวเกินไป ซึ่งจะทำให้เคลือบมีการหดตัวมากหลังจากการชุบเคลือบ อันจะเป็นเหตุให้เคลือบแตกร่อนและหลุดไปในที่สุด หรืออาจเป็นผลทำให้เคลือบเคลือบผลิตภัณฑ์เป็นหย่อมๆ

ขั้นที่ 6 ออกไซด์ที่ยังเหลือหลังจากเติมดินแล้วคือ $0.1Al_2O_3$ 2.67 SiO_2 ซึ่ง 0.1 Al_2O_3 อาจแทนได้ด้วยอะลูมินาออกไซด์ หรือทางเซรามิกส์เรียกว่า อะลูมิน่าก็ได้ แต่ไม่ค่อยใช้กัน เพราะอะลูมิน่าบริสุทธ์ราคาแพงและทนไฟมาก จะเป็นเหตุให้เคลือบมีจุดหลอมตัวสูงและมักจะทำให้ได้เคลือบด้านจึงมักนิยมใช้ดินที่เผาแล้ว ดินที่เผาแล้วมีสูตร Al_2O_3 $2SiO_2$ ซึ่งไม่มีความเหนียว ฉะนั้นเราจึงต้อง 0.1 สมมูลของดินเผา ซึ่งจะให้ 0.1 Al_2O_3 0.2 SiO_2 ผลสุดท้ายสูตรจะเหลือ 2.47 SiO_2 ที่ยังไม่แทนค่า

ขั้นที่ 7 ขั้นสุดท้ายนี้ให้สมมูลที่เหลือทั้งหมดของซิลิกา แทนด้วยเขี้ยวหนุมาน (quarl) หรือภาษาเซรามิกส์เรียกว่าฟลินท์ (flint) นั่นก็คือแทนด้วย 2.47 สมมูลของฟลินท์ (SiO_2)

2.2.3 เคลือบฟริต หลักเกณฑ์การผลิตฟริตและการคำนวณเคลือบฟริต (frit)

วัตถุดิบที่ละลายน้ำไม่เหมาะที่จะใช้เป็นส่วนผสมของเคลือ จะต้องทำให้เป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ โดยการเปลี่ยนสภาพให้อยู่ในรูปของแก้วที่ไม่ละลายน้ำหรือที่เรียกว่าฟริต ฟริตก็คือวัตถุดิบของเคลือบที่แท้จริงซึ่งผลิตขึ้นมาใช้ วิธีการคำนวณเพื่อใช้เป็นส่วนผสมของเคลือบก็กระทำเช่นเดียวกับวัตถุดิบชนิดอื่นๆต่างกันก็เพียงแต่ฟริตจะเป็นตัวให้ออกไซด์หลายตัวแก่เคลือบ เคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์สีขาวจะมีฟริตเป็นองค์ประกอบเสมอ เพราะว่าเคลือบเหล่านี้ต้องการสารประกอบ Na_2O และ B_2O_3 ปริมาณค่อนข้างสูง สำหรับ B_2O_3 ได้จาก $Na_2B_4O_7.10H_2O$ และ H_3BO_3 ซึ่งเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำ Na_2O มักได้จาก $Na_2B_4O_7.10H_2O$ และ Na_2CO_3 ซึ่งเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำเช่นกัน การที่จะแปรวัสดุละลายน้ำเหล่านี้ให้เป็นฟริต จำเป็นต้องนำส่วนอื่นของวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมของเคลือบมาร่วม โดยทำให้ปริมาณของ Na_2O และ B_2O_3 ในเคลือบเมื่อใช้ฟริตเป็นวัตถุดิบแล้วไม่ต้องหาวัตถุดิบอื่นๆมาช่วย

ประโยชน์ของการเตรียมฟริต ก็คือ

(1) เปลี่ยนวัตถุดิบของเคลือบที่ละลายน้ำให้เป็นวัตถุดิบที่ไม่ละลายน้ำ

(2) แปรรูปตะกั่วออกไซด์ไปเป็นฟริตที่สมบูรณ์ ทำให้ความเป็นพิษลดลงช่วยลดอัตรายที่อาจเกิดพิษของตะกั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) วัตถุดิบที่มีขนาดละเอียดมากหรือหยาบมาก เช่น พวก Mg CO_3, ZnO ทำให้เคลือบดิบหดตัวมาก ซึ่งจะทำให้เกิดตำหนิบนเคลือบ การหดตัวทำให้ลดลงได้โดยการเปลี่ยนวัตถุดิบเหล่านี้ให้อยู่ในรูปของฟริต

(4) การผลิตเคลือบสีต่างๆ โดยเฉพาะเคลือบสีที่เกิดจากการละลายของสารประกอบที่ทำให้เกิดสีในเคลือบ ถ้าหลอมออกไซด์ที่ทำให้เกิดสีร่วมกับฟริตจะทำให้ได้สีเคลือบสีที่ดีกว่าและมีสีที่สม่ำเสมอกว่า วิธีการนี้เหมาะกับการใช้ออกไซด์ที่เป็นตัวทำให้เกิดสีที่รุนแรง CoO ถึงแม้ว่าเราจะบดออกไซด์เหล่านี้ให้ละเอียดแล้วก็ตาม เมื่อผสมลงไปในส่วนผสมของเคลือบอาจทำให้เคลือบเกิดจุดด่างได้

(5) ก่อนที่จะนำส่วนผสมของเคลือบดิบไปชุบเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ ถ้าทำการหลอมบางส่วนของส่วนผสมให้เป็นฟริต นั่นคือทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างวัตถุดิบด้วยกัน ซึ่งเท่ากับการเตรียมวัตถุดิบที่ดีและมีความสมบูรณ์ส่วนหนึ่ง ปัจจุบันมีแนวโน้มที่ใช้ฟริตเป็นส่วนสมกันมากขึ้น การกระทำเช่นนี้จะช่วยให้ได้ผิวเคลือบที่ดีกว่าและเรียบกว่า เพื่อเป็นการช่วยผลิตฟริตที่เหมาะสม ควรจะได้ศึกษาหลักเกณฑ์ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการจัดเตรียมสัดส่วนของวัตถุดิบในการผลิตฟริต แต่ต้องระลึกเสมอว่าหลักเกณฑ์อันนี้เป็นเพียงข้อชี้นำ เพราะว่ามันเป็นไปได้ที่จะเตรียมฟริตที่ดีได้ โดยการละเมิดหลักเกณฑ์ข้อใดข้อหนึ่งหรือหลายข้อ

หลักเกณฑ์การผลิตฟริต พอจะรวบรวมได้มีดังนี้

(1) อัตราส่วน RO : RO_2 ควรอยู่ระหว่าง 1: 1 ถึง 1:3

(2) อัตราส่วนของอัลคะไลใน RO ต่อ RO ตัวอื่น ๆ ไม่ควรเกิน 1:1

(3) อัตราส่วนของ B_2O_3 :SiO_2 ไม่ควรเกิน 1:2

(4) ในฟริตไม่ควรมี Al_2O_3 เกิน 0.2 สมมูล

กฎเกณฑ์ข้อแรก

มีความมุ่งหมายที่จะทำให้ฟริตมีคุณสมบัติหลอมตัวได้ดี ความหมายของหลักเกณฑ์ข้อหนึ่งก็คือ ถ้าผลรวมสมมูลของกลุ่มออกไซด์ที่เป็น RO ของฟริตมีค่า 0.8 สมมูล SiO ในส่วนผสมของฟริตควรเป็น 0.8 หรือไม่ควรเกิน 2.4

กฎเกณฑ์ข้อที่สอง

มีความมุ่งหมายที่ทำให้ฟริตไม่ละลายน้ำ ถ้าอัลคะไลในฟริตมีปริมาณมาก ฟริตที่ผลิตได้ก็มีแนวโน้มที่จะละลายให้โซเดียมซิลิเกต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กฎเกณฑ์ข้อสาม

มีความมุ่งหมายเพื่อให้แน่ใจว่าฟริตที่ผลิตได้จะไม่ละลายน้ำ ทั้งนี้เพราะว่ากรดบอริกละลายน้ำ จึงจำเป็นต้องใช้ซิลิกาในปริมาณสองเท่าเพื่อทำให้เกิดสารประกอบที่ไม่ละลาย

กฎเกณฑ์ข้อสี่

มีความมุ่งหมายที่จะทำให้ฟริตหลอมได้ดี ถ้าในฟริตมีปริมาณอะลูมินาฟริตจะมีความหนืดสูงและทนไฟได้สูงขึ้น ในฟริตหลายชนิดจะต้องมีอะลูมินาเป็นองค์ประกอบ 0.1 สมมูล เพื่อทำให้ฟริตสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การสร้างส่วนผสมของฟริตที่เหมาะสมและความสำเร็จในการใช้เกณฑ์ของฟริตนั้นต้องการการปฏิบัติและประสบการณ์พอสมควร จะต้องจำไว้ว่า กฎเกณฑ์ของฟริตได้มาจากประสบการณ์ บางกรณีกฎเกณฑ์ของฟริตทุกข้อสามารถยึดถือได้ แต่ก็ยังมีบางกรณีที่ไม่สามารถทำฟริต หรืออาจพูดได้ว่ามีฟริตหลายชนิดซึ่งไม่เป็นไปตามกฎเกณฑ์ของฟริต สามารถผลิตขึ้นและใช้อย่างได้ผล

การคำนวณหาส่วนผสมของวัตถุที่ใช้ผลิตฟริต และการคำนวณหาส่วนผสมของเคลือบซึ่งมีฟริตเป็นวัตถุดิบ สามารถทำได้เช่นเดียวกับการคำนวณต่าง ๆ ของเคลือบที่กล่าวมาแล้ว โดยถือฟริตก็คือวัตถุดิบตัวหนึ่ง

2.2.4 การคำนวณเกี่ยวกับเคลือบฟริต

ตารางที่ 2. 6 สูตรพื้นฐานของเคลือบ

0.30 Na_2O			
0.40 CaO	0.25 Al_2O_3	2.50 SiO_2	
0.30 BaO			

เมื่อตรวจจะพบว่าเคลือบชนิดนี้ต้องเป็นเคลือบฟริต ทั้งนี้เพราะว่า Na_2O มากกว่า Al_2O จึงไม่สามารถใช้หินฟันม้าเป็นวัตถุสำหรับ Na_2O ทั้งหมดได้ เนื่องจากอัตราส่วนระหว่าง Na_2O ต่อ Al_2O_3 ในหินฟันม้ามีค่า 1:1 ถ้าเราใช้หินฟันม้า 0.3 สมมูล เราจะได้ Al_2O_3 0.3 สมมูล กับ SiO 1.8 สมมูล ปริมาณของ Na_2O กับ SiO_2 ไม่เกินปริมาณที่มีในสูตรเคลือบ แต่ปริมาณ Al_2O_3 นั้นมากเกินไป ถ้าเราใช้ปริมาณหินฟันม้าน้อยกว่านี้ ปริมาณ Na_2O ที่ได้จะน้อยกว่าในสูตรเคลือบ จึงจำเป็นต้องใช้สารประกอบของโซเดียมอื่นที่ละลายน้ำได้ หรือใช้ฟริตเข้าเป็นวัตถุดิบผสมแทน จึงเห็นได้ว่าสูตรเคลือบข้างต้นเป็นเคลือบฟริต

ฟริตที่ใช้ในเคลือบนี้จะต้องมีปริมาณ Na_2O และ CaO เท่ากัน และมีปริมาณ SiO_2 ไม่น้อยกว่าปริมาณ Na_2O และ CaO รวมกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ให้บริการเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 เศษแก้วต่าง ๆ มีสูตรพื้นฐาน ดังนี้

0.50 Na O	
0.50 CaO	2.50 SiO

ใช้เป็นฟริตได้อย่างดี ถึงแม้ว่า SiO : RO มีค่าสูงถึง 2.5 : 1 แต่ก็ยังอยู่ในขอบเขตที่ใช้เป็นฟริตได้ เพราะว่าไม่เกิน 3 : 1

ตารางที่ 2. 8 ขั้นตอนการคำนวณการใช้เศษแก้วเป็นฟริต

วัตถุดิบที่ใช้	Na_2O	CaO	BaO	Al_2O_3	SiO_2
สูตรเคลือบ	0.30	0.40	0.30	0.25	2.50
0.60 เศษแก้ว	0.30	0.30			1.50
เหลือ 0.10 $CaCO_3$		0.10 0.10	0.30	0.25	1.00
เหลือ 0.30 $BaCO_3$			0.30 0.30	0.25	1.00
เหลือ 0.25 ดินขาว				0.25 0.25	1.00 0.50
เหลือ 0.50 SiO_2					0.50 0.50

นำจำนวนสมมูลของวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ได้มาคูณกับน้ำหนักสมมูล จะได้ส่วนผสมของวัตถุดิบตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2. 9 ขั้นตอนการคำนวณการใช้เศษแก้วเป็นฟริต

วัตถุดิบ	สมมูล X น้ำหนักโมเลกุล	ส่วนผสม	ร้อยละของส่วนผสม
0.60 เศษแก้ว	0.60 X 200	120.0	$\frac{120 \times 100}{283.6}$ = 42.4
0.10 $CaCO_3$	0.10 X 100	10.0	$\frac{10 \times 100}{283.6}$ = 3.5
0.30 $BaCO_3$	0.30 X 197	59.1	$\frac{59.1 \times 100}{283.6}$ = 20.8
0.25 ดินขาว	0.25 X 258	64.5	$\frac{64.5 \times 100}{283.6}$ = 22.7
0.50 SiO_2	0.50 X 60	30.0	$\frac{30.0 \times 100}{283.6}$ = 10.6
	รวม	283.6	100.0

เมื่อคำนวณส่วนผสมเรียบร้อยแล้ว ควรจะตรวจดูความเหมาะสมของส่วนผสมของเคลือบอีกครั้งหนึ่ง โดยเฉพาะควรตรวจดูว่าปริมาณดินขาวที่ใช้มีมากน้อยเพียงใด จากส่วนผสมที่ได้มาจะเห็นว่ามีดินขาวถึง 22.7% ซึ่งมากเกินไป เคลือบดินควรมีการหดตัวใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่จะทำการชุบเคลือบถ้าเคลือบดินมีการหดตัวสูงกว่าการหดตัวของผลิตภัณฑ์มาก จะทำให้เกิดการแตกกระเทาะร่อนออกมาได้ ในทางตรงข้ามถ้าเคลือบดินมีปริมาณดินขาวผสมอยู่น้อยเกินไป เคลือบดินมีแนวโน้มที่จะเป็นผงร่วงหลุดจากผลิตภัณฑ์ แม้ว่าผลิตภัณฑ์ต่างชนิดกันต้องการเคลือบดินที่มีคุณสมบัติต่างกันไป โดยทั่วไปแล้วปริมาณดินขาวที่ผสมอยู่ในเคลือบดินอยู่ระหว่าง 5 ถึง 15 % สำหรับเคลือบที่มีสารประกอบของตะกั่วอาจใช้ดินขาวเพียง 5 % และเคลือบปอร์ซเลนควรมีดินขาวประมาณ 10%

2.2.5 วิธีแก้ไขเมื่อส่วนผสมเคลือบดิบมีดินขาวมากเกินไปมี 2 วิธี

วิธีแรกนำดินขาวส่วนที่มากเกินพอไปเผาเสียก่อน แล้วจึงนำมาผสมทำน้ำเคลือบ วิธีที่สองทำโดยการคำนวณส่วนผสมวัตถุดิบใหม่ โดยการใช้หินฟันม้าเป็นวัตถุดิบที่ให้อะลูมินาบางส่วน เพราะว่าเคลือบที่มีปริมาณดินมากจะหลอมตัวยาก จึงเป็นการดีที่จะทำการคำนวณหาส่วนผสมของเคลือบไหลซึ่งอาจทำได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2. 10 ขั้นตอนการคำนวณ

วัตถุดิบ	Na_2O	CaO	BaO	Al_2O_3	SiO_2
สูตรเคลือบ 0.15 ($Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$)	0.30 0.15	0.40	0.30	0.25 0.15	2.50 0.90
เหลือ 0.30 เศษแก้ว	0.15 0.15	0.40 0.15	0.30	0.10	1.60 0.75
เหลือ 0.25 $CaCO_3$		0.25 0.25	0.30	0.10	0.85
เหลือ 0.30 $BaCO_3$			0.30 0.30	0.10	0.85
เหลือ 0.10 ดินขาว				0.10 0.10	0.85 0.20
เหลือ 0.65 SiO_2					0.65 0.65

ตารางที่ 2. 11 วิธีคำนวณส่วนผสมของเคลือบ

วัตถุดิบ	สมมูล	X	น้ำหนักสมมูล	=	ส่วนผสม	ร้อยละของส่วนผสม
หินฟันม้า	0.15	X	524.5	=	78.7	$\frac{78.7 \times 100}{274.4}$ = 28.68
เศษแก้ว	0.30	X	200.0	=	60.0	$\frac{60.0 \times 100}{274.4}$ = 21.87
$CaCO_3$	0.25	X	100.0	=	25.0	$\frac{25.0 \times 100}{274.4}$ = 9.11
$BaCO_3$	0.30	X	158.0	=	45.9	$\frac{45.9 \times 100}{274.4}$ = 16.73
ดินขาว	0.10	X	258	=	25.8	$\frac{25.8 \times 100}{274.4}$ = 9.40
SIO_2	0.65	X	60	=	39.0	$\frac{39.0 \times 100}{274.4}$ = 14.21
	รวมน้ำหนักส่วนผสม			=	274.4	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนผสมเคลือบจะมีดินประมาณ 9.4 % ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมใช้ได้

ตัวอย่าง เคลือบข้างท้ายนี้ก็เป็นอีกตัวหนึ่ง ที่จะต้องทำส่วนผสมบางส่วนของเคลือบให้อยู่ในรูปฟริต

ตารางที่ 2.12 ตัวอย่างเคลือบ

0.120	K_2O				
0.230	Na_2O	0.240	Al_2O	2.55	SiO_2
0.300	CaO	0.49	B_2O_3		
0.350	PbO				

เคลือบฟริตนี้มี B_2O_3 เป็นส่วนประกอบ ไม่สามารถใช้เศษแก้วทั่วไปเป็นฟริตได้ K_2O , Na_2O และ B_2O_3 จะต้องรวมอยู่ในฟริต ใช้ $Na_2B_2O_7.10H_2O$ เป็นตัวให้ Na_2O และ B_2O_3 ในฟริต จากสูตรเคลือบฟริตที่ผ่านมาจะเห็นว่า จะต้องใช้ 0.230($Na_2B_4O_7.10H_2O$) ซึ่งจะให้ 0.230 Na_2O กับ 0.460 B_2O_3 B_2O_3 ที่เหลือ 0.03 สมมูล ใช้ H_3BO_3 แทน ตามสูตรเคลือบมีปริมาณของ Al_2O_3 สูงมาก ไม่สมควรแทน Al_2O_3 ทั้งหมดด้วยดิน ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$) เนื่องจากยังมี K_2O เหลืออยู่จึงสมควรที่จะใช้หินฟันม้า $K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$ แทน ซึ่งจะช่วยลดทั้งปริมาณ Al_2O_3 และ SiO_2 ได้ด้วย จะเห็นว่าจะต้องใช้ 0.12 สมมูล $K_2O_3.Al_2O_3.6SiO_2$ จึงจะแทน K_2O ที่มีในเคลือบทั้งหมด พร้อมกับได้ 0.12 Al_2O_3 และ 0.72 SiO_2 จะเหลือ 0.12 Al_2O_3 ซึ่งใช้ดินแทนได้ทั้งหมด ส่วน SiO_2 ในสูตรเคลือบจะเหลือ 1.83 SiO_2

เพื่อทำให้ฟริตไม่ละลายน้ำ ในส่วนประกอบของฟริตควรมี Cao บ้าง สำหรับกรณีนี้ CaO ควรใช้ $CaCO_3$ แทนทั้งหมด เพื่อทำให้อัตราส่วนระหว่าง R_2O : RO ไม่เกิน 1:1 ควรใช้ Pb O แทน Pb_3O_4 แทน 0.15 สมมูล ผสมลงในฟริต

ตารางที่ 2.13 ตัวอย่างเคลือบ รวบรวมกลุ่ม R_2O , RO ในฟริต

0.120	K_2O	หรือ	0.150 . K_2O
0.230	Na_2O		0.288 Na_2O
0.300	CaO		0.375 CaO
0.150	Pb_3O_4		0.187 Pb_3O_4
0.800			1000 .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการเผาดิบผลิตภัณฑ์

1. การอบแห้งผลิตภัณฑ์ (drying)

การอบแห้งเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปแล้วต้องรอให้แห้งสนิทก่อนนำไปเผา การรอให้แห้งสนิทเสียเวลานาน กระบวนการผลิตไม่สามารถดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง จึงต้องมีการอบแห้งผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปเสร็จเรียบร้อยแล้วโดยใช้ลม ความชื้น และอุณหภูมิช่วยในการอบแห้งได้อย่างสม่ำเสมอ การอบแห้งจะมีปัญหากับเนื้อดินที่มีการหดตัวสูง จากเปียกถึงแห้ง ซึ่งทำให้เกิดปัญหาบิดงอแตกร้าวของชิ้นงานตามหลักการแล้วการผึ่งแห้งชิ้นงานควรเป็นไปอย่างช้าๆ อย่างค่อยเป็นค่อยไป ไม่ควรเร่งอัตราการอบแห้งชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่มีความหนาของชิ้นงาน 1-2 นิ้ว บางครั้งต้องใช้เวลาอบแห้งนานเป็นเดือน ดินที่มีการหดตัวสูง การแตกร้าวจะเกิดขึ้นได้ง่าย วิธีช่วยแก้ปัญหานี้อาจจะทำได้โดย การปรับแต่ง เช่น การเติมสารเคมีประเภทแอมโมเนียคาร์บอเนต หรือแอมโมเนียมไบคาร์บอเนตลงไปประมาณ 0.1-0.5 % ในเนื้อดินจะช่วยลดเวลาการแห้งตัวลงได้มาก ได้มีการศึกษาดังนี้

1. ในการทำผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารที่ใช้เครื่องจิกเกอร์ ปกติจะอบแห้งนับชั่วโมงขึ้นไปในห้องอบแห้งมีมีการควบคุมความชื้น ถ้าเติมแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต 0.4 % จะทำให้เร่งระยะเวลาการอบแห้งลงได้ประมาณ 80 %

2. ในเนื้อดินชนิดพิเศษ เนื้อดินซิลิมาไนต์ (Silimanite) ที่ขึ้นรูปโดยการใช้เด็กซ์ตริน (Dextrin) 3 % และน้ำประมาณ 12 % ไม่สามารถที่จะทำการอบแห้งได้ เนื่องจากเด็กซ์ตรินจะเข้ามาปิดรูพรุนของผิวงาน น้ำจึงไม่สามารถที่จะระเหยออกมาได้ ทดลองเติมแอมโมเนียมคาร์บอเนตลงไป พบว่าช่วยทำให้เกิดการแห้งตัวเร็วขึ้นในเวลา 4-5 วันเท่านั้น

การควบคุมการอบแห้งผลิตภัณฑ์ต้องพิจารณาดังนี้

1. แบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์
2. ขนาดของอนุภาคเนื้อดิน และชนิดของดินที่ใช้
3. รูปร่าง ขนาด และความหนาของงาน

วิธีการอบแห้ง

1. การอบแห้งแบบฮอทฟลอร์ดรายเออร์ (Hot Floor Dryer)

การอบแห้งแบบนี้ใช้ห้องอบที่ได้รับความร้อนมาจากเตาในส่วนของแก๊ซมราผ่านมาทางปล่องระบายความร้อนเข้ามาในห้องอบไอน้ำจากผลิตภัณฑ์ที่ระเหยออกมาทำให้บรรยากาศในห้องอบค่อนข้างชื้น จำเป็นต้องมีการควบคุมความชื้นในห้องอบให้เหมาะสมและส่วนมากห้องอบแบบนี้ใช้กับผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่มาก

2. การอบแห้งแบบอาศัยความชื้นสัมพัทธ์

การอบแบบนี้อาศัยหลักที่ว่า ของที่เปียกอยู่จะไม่มีการระเหย ถ้าความชื้นสัมพัทธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีค่าสูงมาก แม้ว่าจะมีการเพิ่มอุณหภูมิก็ตาม ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการจะอบแห้งแบบนี้ส่วนมากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับเตาอุโมงค์ ซึ่งจะบรรจุหรือวางบนรถที่ผ่านห้องเผาที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์มีค่ามากจนไม่มีการระเหยของน้ำในผลิตภัณฑ์ออกมาเลย เมื่อรถเคลื่อนที่มาจนถึงบริเวณที่กำหนดที่จะเริ่มมีการระเหยอุณหภูมิจะลดลง ในขณะที่ผิวของผลิตภัณฑ์ยังคงเหลือความร้อนอยู่ ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในบริเวณนี้ลดลง ความชื้นในผลิตภัณฑ์จะระเหยออกมาอย่างรวดเร็วจนแห้ง

3. การอบแห้งโดยใช้รังสีอินฟราเรด

การอบแบบนี้ต้องมีแหล่งกำเนิดคลื่นใต้แสง หรืออินฟราเรดที่จะทำให้โมเลกุลของน้ำในเนื้อผลิตภัณฑ์ดูดกลืนเข้าไปและเกิดพลังงานความร้อนขึ้นจนไอน้ำระเหยออกมาจากผลิตภัณฑ์ การอบแห้งวิธีนี้ค่อนข้างที่จะรวดเร็วสม่ำเสมอ

4. การอบแห้งโดยใช้คลื่นความถี่สูง

ใช้หลักการเหมือนวิธีอินฟราเรด แต่เปลี่ยนมาเป็นคลื่นวิทยุที่มีความเข้มมากๆ เช่น ไมโครเวฟแทน

5. การอบแห้งโดยใช้กระแสไฟฟ้า

อาศัยหลักการส่งกระแสไฟฟ้าผ่านเนื้อดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งดินที่ขึ้นรูปจากท่อนดินขนาดใหญ่ เช่นอุตสาหกรรมฉนวนไฟฟ้า ท่อนดินที่ผ่านเครื่องรีดจะมีขนาดใหญ่มาก การอบแห้งแบบทั่วไปไม่สามารถที่จะทำให้แห้งได้ในเวลาอันสั้น จะใช้วิธีส่งกระแสไฟฟ้าผ่านท่อนดินนี้ด้วยค่าที่เหมาะสมทำให้โมเลกุลของน้ำในดินสั่นสะเทือนและระเหยออกมา บริษัทผู้ผลิตฉนวนไฟฟ้ารายใหญ่ของญี่ปุ่นคือ เอ็น.จี.เค. (NGK) ได้ใช้วิธีนี้ในการอบแห้ง

สรุปการอบแห้งผลิตภัณฑ์

เนื้อดินที่มีปัญหามากต้องคอยระวังให้แห้งช้าๆ ชิ้นงานในระหว่างการอบแห้งจะต้องไม่บิดเบี้ยวหรือมีรอยแตกร้าวก่อนเผา เพราะหลังจากการเผาจะเห็นการบิดเบี้ยวมากขึ้นและแตกร้าวมากขึ้น ไม่ควรวางชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ไว้กลางแจ้งโดนแดดข้างเดียวหรือโดนลมข้างเดียว ชิ้นงานจะเกิดการหดตัวไม่เท่ากัน ควรนำไปเก็บไว้ในห้องอบแห้งที่ควบคุมลม ความร้อนและความชื้น เพื่อลดปัญหาการบิดเบี้ยว แตกร้าวก่อนเผา ผลิภัณฑ์ที่มีหูควรให้หูแห้งพร้อมตัวชิ้นงาน ถ้าหูแห้งก่อนจะเกิดการหดตัว ดีดออกจากชิ้นงานแตกร้าวได้ง่าย ควรใช้พลาสติกพันบริเวณหูไว้ หรือนำไปอบแห้งในห้องที่มีการควบคุมความชื้นให้แห้งช้าๆพร้อมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบรรจุผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผาดิบ

การวางผลิตภัณฑ์ในเข้าเตาเผาดิบสามารถวางผลิตภัณฑ์ให้ชิดกันหรือนำมาซ้อนทับกันได้ โดยเอาผลิตภัณฑ์ชิ้นเล็กวางในชิ้นใหญ่ เช่นกระถางหรือจานวางซ้อนกันได้ 4-6 ใบผลิตภัณฑ์ประเภทชามจะเอาปากประกบกันไว้เป็นคู่ๆ

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาดิบแล้วจะมีความพรุนตัวสูง เนื่องจากการเผาดิบในอุณหภูมิต่ำ 750-800 ^{o}C ทำให้ผลิตภัณฑ์สามารถดูดซึมน้ำเคลือบได้ดี เหมาะสำหรับผู้ที่ไม่ชำนาญในการชุบเคลือบ เมื่อชุบเสียสามารถนำผลิตภัณฑ์ไปล้างเคลือบออก ผึ่งให้แห้งแล้วนำมาเคลือบใหม่

วงจรในการเผาดิบผลิตภัณฑ์ประเภทถ้วยชาม แจกันที่มีขนาดสูงไม่เกิน 30 ซ.ม. ใช้วงจรในการเผาดิบธรรมดา แต่ถ้าเป็นงานประดิมากรรม หรืองานที่มีความหนาเกิน 1 นิ้ว ต้องเผาให้ช้าลงกว่าธรรมดา ควรแยกเผาคนละเตา

วงจรการเผาดิบมีดังนี้

24 $^{\circ}$C	อุณหภูมิห้องเริ่มเผาผลิตภัณฑ์ช้าๆ ผลิตภัณฑ์ควรแห้งสนิทก่อน เผาเร่งอุณหภูมิ ไม่ควรเร่งอุณหภูมิเกินชั่วโมงละ 100 $^{\circ}$C
100-250 $^{\circ}$C	เป็นช่วงที่ผลิตภัณฑ์ระบายน้ำออกจากเตาเผา ควรแง้มประตูเตาเผาทิ้งไว้ (เตาแก๊ส)หรือเปิดรูระบายความชื้นออกให้เพียงพอ ถ้าระบายไอน้ำออกไม่ทันเผาเร็วเกินไปผลิตภัณฑ์จะแตก
230-573 $^{\circ}$C	ผลึกของควอทซ์จะขยายตัวเปลี่ยนรูปทรงของผลึก เป็นช่วงวิกฤติ ต้องควบคุมการเผาอย่างช้าๆไม่ควรเกิน 100 $^{\circ}$C ต่อชั่วโมง
600 $^{\circ}$C	เป็นช่วงการเผาที่ปลอดภัย เร่งอุณหภูมิการเผาให้เร็วขึ้นได้ ถึงชั่วโมงละ 150-200 $^{\circ}$C
750-800 $^{\circ}$C	สิ้นสุดการเผาดิบ

สรุปการเผาดิบ

สรุปการเผาดิบจะต้องเผาแบบบรรยากาศสมบูรณ์ ตั้งแต่ต้นจนจบ 24-750 $^{\circ}$C ใช้เวลาประมาณ 6-7 ชั่วโมง ควรระวังไม่ให้เกิดเขม่าหรือควันสีดำจับผลิตภัณฑ์และเตาเผา ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ควรอุ่นที่อุณหภูมิ 60-80 $^{\circ}$C เป็นเวลา 2-4 ชั่วโมงก่อนเผาจริง ผึ่งในแสงแดดร้อนจัดอุณหภูมิประมาณ 50 $^{\circ}$C ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไปผลิตภัณฑ์อาจแตกได้ เผาเสร็จแล้วทิ้งให้เตาเย็นลงเท่ากับเวลาที่ทำการเผาห้ามเปิดเตาก่อนอุณหภูมิ 150 $^{\circ}$C ผลิตภัณฑ์กระทบอากาศเย็นนอกเตาจะแตกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเผาเคลือบ

การเผาเคลือบ คือการเผาครั้งที่ 2 หลังจากการเผาดิบแล้วโดยนำผลิตภัณฑ์ไปชุบน้ำเคลือบ เพื่อให้น้ำเคลือบติดผิวผลิตภัณฑ์แล้งนำไปเผา เพื่อให้น้ำเคลือบหลอมละลายติดผิวผลิตภัณฑ์ให้มีความมันวาว สามารถต้านทานความเป็นกรดเป็นด่างได้อุณหภูมิการเผาก็ขึ้นอยู่กับเนื้อดินที่นำมาผลิต ซึ่งแตกต่างกันและอุณหภูมิของน้ำเคลือบก็มีการหลอมละลายที่แตกต่างกัน การเผาเคลือบสามารถเผาได้เร็วกว่าการเผาดิบ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ได้ผ่านการเผาดิบมาแล้วหนึ่งครั้ง

วัตถุประสงค์ในการเคลือบมีดังนี้

1. เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความสวยงามน่าใช้
2. เพื่อให้มีความแข็งแกร่งยิ่งขึ้น มีความต้านทานต่อกรดและด่างและสารเคมีชนิดอื่นๆ
3. เพื่อป้องกันการซึมผ่านของน้ำและแก๊ส ในภาชนะที่ต้องใส่อาหาร
4. เพื่อให้ทนทานต่อการกระแทกและเสียดสี โดยเฉพาะภาชนะที่ใช้ใส่อาหาร
5. เพื่อป้องกันความสกปรกและง่ายต่อการทำความสะอาด เพราะภาชนะจะสามารถทำความสะอาดได้ง่ายเมื่อมีการเคลือบ

การชุบเคลือบ

หลังจากที่ได้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการตกแต่งแล้วหรือไม่ได้ตกแต่ง นำมาชุบเคลือบโดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การทาเคลือบ โดยการใช้แปรงที่มีขนยาวนุ่มทา การทาไม่ควรทาซ้ำๆกันและทาไปทางเดียวกันไม่ย้อนไปย้อนมา การทานี้ไม่เหมาะสมกับงานใหญ่ๆ

2. การชุบเคลือบหรือการจุ่มเคลือบ การชุบหรือการจุ่มเคลือบนี้เป็นวิธีที่กระทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่าวิธีอื่น เหมาะสำหรับผลงานที่มีขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบา สามารถยกได้สะดวกแต่จะต้องมีน้ำเคลือบที่มากพอที่จะจุ่มผลงานลงไปได้ทั้งชิ้น และต้องคอยกวนน้ำเคลือบอยู่ตลอดเวลาเพื่อไม่ให้น้ำเคลือบตกตะกอนและให้ได้น้ำเคลือบที่ชุบสม่ำเสมอ

3. วิธีเทราด (Pouring) เป็นวิธีการที่เก่าแก่และล้าสมัยในเชิงอุตสาหกรรม แต่ก็ยังใช้ได้ดีในเชิงหัตถกรรม กระทำโดยการนำผลงานที่จะชุบเคลือบวางบนปากอ่างที่มีไม้พาดไว้ 2 ชิ้น แล้วใช้ภาชนะตักน้ำเคลือบราดผลงานให้ทั่ว ละอาจจะราดหลายสีก็ได้ตามต้องการ

4. วิธีพ่นเคลือบ (Sprayjng) คือการใช้เครื่องพ่นที่ทำให้น้ำเคลือบแตกกระจายออกมาเป็นฝอยทำให้เคลือบได้สีที่สม่ำเสมอไก้ผลดีมาก เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการเผาเคลือบ

การวางผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผา ผลิตภัณฑ์ที่ชุบเคลือบแล้วทุกชิ้น จะต้องเช็ดกันผลิตภัณฑ์ให้หมดเคลือบ เพื่อป้องกันการหลอมละลายของเคลือบติดแผ่นรองเตาเผา ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นจะต้องวางห่างกันประมาณ 5-10 ม.ม. ไม่ให้น้ำเคลือบสัมผัสกัน เพราะเคลือบจะหลอมละลายที่อุณหภูมิ

การวางผลิตภัณฑ์ในเตาเผาแก๊ส ควรวางห่างจากหัวพ่นเล็กน้อย ถ้าผลิตภัณฑ์โดนไฟเลียเคลือบจะด่าง ในเตาเผาไฟฟ้าอย่าวางผลิตภัณฑ์ชิดขดลวดมากเกินไป เคลือบจะไหลติดขดลวดเสียหายได้ ผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ควรวางไว้ตรงกลางๆเตา ให้ได้รับความร้อนสม่ำเสมอลดการบิดเบี้ยวหลังการเผา

วงจรการเผาเคลือบ

100-200°c	น้ำที่อยู่รอบๆอนุดินระเหยกลายเป็นไอออกจากรูเตาเผาถ้าเผาเร็วเกินไปไอน้ำจะระเหยออกมาไม่ทันผลิตภัณฑ์จะระเบิดในเตา
450°c	น้ำในสูตรเคมีของดินเริ่มระเหย
230-573°c	ผลึกของควอทซ์หรือซิลิกาเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปผลึกทำให้ดินเกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ถ้าเผาเร็วในช่วงนี้ผลิตภัณฑ์จะระเบิด
500-600°c	น้ำที่เป็นส่วนประกอบของดินถูกเผาหมดไป ดินเริ่มเปลี่ยนสภาพเป็นหินอินทรีย์สารในดินถูกเผาไหม้
900-950°c	เศษกากเถ้าถ่านของอินทรีย์สาร(carbon)ในเนื้อดินถูกเผาไหม้หมดไป หินปูนสลายตัวทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิ 825c
980°c	ดินเปลี่ยนโครงสร้างเริ่มการหดตัว จากการหลอมละลายรวมตัวของวัตถุดิบ
1050-1100°c	เฟลสปาร์ในเนื้อดินเริ่มหลอมละลาย เกิดโครงสร้างรูปเข็มประสานกันจากผลึกมัลไลท์ในเนื้อดินช่วยให้ดินมีความแข็งแกร่ง และการหดตัวยังคงเป็นไปอย่างต่อเนื่อง
1200°c	ผลึกมัลไลท์มีมากขึ้นดินหลอมละลายปิดรูพรุนของเนื้อดินเนื้อแน่นและมีความแข็งแกร่งมากขึ้น
1250°c	เนื้อดินและน้ำเคลือบสุกตัวหลอมละลาย(sintering)โครงสร้างของผลึกดินเปลี่ยนเป็นแก้ว 60% มัลไลท์ 21% และควอทซ์ 19%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตาเผา (kiln)

เตาเผาเซรามิกโดยทั่วไป จะแบ่งออกได้ตามวิธีการเผาและเชื้อเพลิงที่ใช้

1. เตาเผาแบบไม่ต่อเนื่อง (batch type)

1.1 เตาแบบทางระบายความร้อนขึ้น (up draft kiln)เป็นชนิดที่ความร้อนจากเปลวไฟผ่านตัวผลิตภัณฑ์จากด้านล่างขึ้นด้านบนและออกไปที่ปล่อง มีประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงต่ำ ไม่สามารถในอุณหภูมิสูงเกิน 1200° c

1.2 เตาแบบทางระบายความร้อนลง (down draft kiln) เป็นชนิดที่ความร้อนจากเปลวไฟจะวิ่งผ่านผนังเตาด้านข้างขึ้นปกระทบเพดานเตา และวิ่งลงผ่านผลิตภัณฑ์ลงสู่ด้านล่าง ประสิทธิภาพการเผาจะดีกว่าเตาระบายความร้อนขึ้น ได้แก่ เตามังกร เตาแมงป่อง

2. เตาเผาแบบต่อเนื่อง (continuous kiln)

เป็นเตาเผาแบบต่อเนื่องได้แก่เตาอุโมงค์(tunnel kiln) หลักการก็คือวางผลิตภัณฑ์บนรถเตา และรถเตาเคลื่อนผ่านไปในอุโมงค์เตา ที่มีระดับอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ และเพิ่มขึ้นไปจนถึงอุณหภูมิสูงสุด หลังจากนั้นระดับอุณหภูมิจะลดต่ำลง

เตาอุโมงค์ได้มีการพัฒนาเป็น เตาแบบโรลเลอร์ฮาร์ท (roller heart kiln)โดยผลิตภัณฑ์จะวิ่งบนล้อเลื่อน แทนที่จะวางเรียงบนรถเตา ผลิตภัณฑ์ที่เผาวางอยู่บนชั้นเดียวของโรลเลอร์

นอกจากนี้ยังมีเตาเผาแบบไม่ต่อเนื่องอีกชนิดคือ เตาชัตเติล (shuttle kiln) ซึ่งเป็นเตาเผาแบบมีฝาเปิด มีทั้งแบบฝาหน้าและแบบฝาบน เชื้อเพลิงที่ใช้ได้แก่ ไฟฟ้าและแก๊ส

บรรยากาศในการเผา (firing atmosphere)

ในการเผาไหม้โดยทั่วไปจะมีพวกก๊าซที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ ได้แก่ ก๊าซออกซิเจน ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไอน้ำ ซัลเฟอร์ออกไซด์ และอื่นๆ ปริมาณและสัดส่วนของก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมให้ได้บรรยากาศที่ เรียกว่า ออกซิเดชั่น (oxidation)ซึ่งหมายถึงการเผาไหม้ที่ใช้ปริมาณออกซิเจนในอากาศมากเกินพอที่จะทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์

โดยปกติก๊าซออกซิเจนและก๊าซไนโตรเจน จะมีอยู่ทั่วไปในบรรยากาศ ส่วนไอน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นผลจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงประเภทไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon)ในกรณีที่ออกซิเจนไม่เพียงพอสำหรับการเผาไหม้ จะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ขึ้น การเผาแบบนี้เรียกว่า การเผาแบบรีดักชั่น (reduction) หรือการเผาแบบบรรยากาศไม่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิในการเผาดิบและเผาเคลือบ

อุณหภูมิในการเผาดิบและเผาเคลือบแบ่งตามลักษณะของเนื้อดิน ได้ดังนี้

1. เนื้อดินเอิทเทิร์นแวร์ (earthern ware) ใช้อุณหภูมิในการเผาดิบที่ 780-800°c และอุณหภูมิในการเผาเคลือบที่ 800-1200° c

2. เนื้อดินสโตนแวร์ (stone ware)เป็นเนื้อดินที่มีความแข็งแกร่งเหมือนเนื้อหิน อุณหภูมิในการเผาดิบที่ 780-800°c อุณหภูมิการเผาเคลือบที่ 1200-1220°c

3. เนื้อดินพอร์ซเลน (porcelain ware)เป็นเนื้อดินที่มีความขาว โปร่งแสง มีความแข็งแกร่งกว่าเนื้อดินสโตนแวร์ ใช้ทำชุดอาหารเกรด A มีราคาสูง อุณหภูมิในการเผาดิบที่ 1200°c เนื่องจากเนื้อดินมีการบิดเบี้ยวและหดตัวสูง จึงต้องเผาดิบที่อุณหภูมิสุกตัวของเนื้อดินเพื่อป้องกันการบิดเบี้ยวของผลิตภัณฑ์ และเผาเคลือบที่ 1180° c

นอกจากนี้ยังมีเนื้อดินพอร์ซเลนอีกชนิดคือ โบนไชน่า ซึ่งเป็นเนื้อดินที่ความโปร่งแสงมากที่สุด มีราคาแพงกว่าพอร์ซเลน กรรมวิธีการผลิตยุ่งยากกว่า และการเผาดิบที่อุณหภูมิสูงกว่า ใช้ทำเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารที่หรูหรา

ข้อที่ควรคำนึงถึงในการเผาดิบและการเผาเคลือบ

ส่วนผสมของเนื้อดิน

1. การไล่น้ำทิ้ง ความชื้นอิสระ และน้ำที่รวมอยู่ในโครงสร้างของเนื้อดิน
2. การไล่สารอินทรีย์ปนเปื้อน
3. การไล่พวกซัลเฟอร์ปนเปื้อน
4. การเปลี่ยนแปลงรูปผลึกของควอทซ์ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเผาในอุณหภูมิต่างๆ
5. อุณหภูมิสุกตัวของผลิตภัณฑ์ และบรรยากาศในการเผา

การเตรียมเนื้อดินปั้น

1. ลักษณะรูปทรงของผลิตภัณฑ์
2. ขนาดและอนุภาคของส่วนผสม
3. การขยายและการหดตัวของวัตถุดิบที่อุณหภูมิต่างๆ

กระบวนการเผา

1. ระยะเวลาในการเผา อุณหภูมิในการเผา โครงสร้างเตาเผาและแผ่นรองเตาเผาผลิตภัณฑ์
2. การควบคุมการเผาทุกขั้นตอน การเผาดิบ การเผาเคลือบ และการเผาตกแต่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกและการทำตารางการเผา

1. เพื่อตรวจดูอุณหภูมิการเผา และการทำงานของเตาเป็นไปตามปกติหรือไม่

2. ผู้เผาต้องรีบแก้ปัญหาเมื่ออุณหภูมิไม่ขึ้น เช่นปรับหัวพ่น ปรับช่องอากาศ หรือปรับความดันแก๊ส

3. เพื่อควบคุมการเผาให้ได้มาตรฐานทุกครั้ง ป้องกันการผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องผลของเคลือบขี้เถ้าพืชที่มีต่อการออกแบบตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์ ผู้วิจัยได้ตั้งวัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัยไว้ดังนี้ เพื่อศึกษาผลของเคลือบขี้เถ้าพืชที่มีต่อการออกแบบตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์และเพื่อเปรียบเทียบสีและลักษณะของเคลือบขี้เถ้าพืชที่มีต่อการออกแบบตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์ที่ใช้วัตถุดิบต่างกัน โดยผู้จัดทำได้จัดลำดับการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ดังนี้

3.1 ขอบเขตการวิจัย
3.2 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล
3.3 การดำเนินการทดลอง
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ขอบเขตการวิจัย

กลุ่มพืชตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

ตัวอย่างขี้เถ้าพืชที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 13 ชนิดคือ ใบตอง หญ้าคา แกลบ แคแสด ธูปฤาษี หูกวาง อ้อย ผักตบ หมาก ขี้เลื่อยไม้สัก ข้าวโพด และจามจุรี

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น (independent variable) ชนิดของขี้เถ้าพืชที่ใช้ทำเคลือบ จำนวน 13 ชนิดคือ ใบตอง หญ้าคา แกลบ แคแสด ธูปฤาษี หูกวาง อ้อย ผักตบ หมาก ขี้เลื่อยไม้สัก ข้าวโพด จามจุรี และประเภทของเนื้อดินปั้น 2 ประเภทได้แก่ ดินสโตนแวร์และดินเอทเทนแวร์

ออกไซด์ที่ทำให้เกิดสี 5 สี ได้แก่ Iron,Copper,Coboal,Crom และ Titanium อย่างละ3%

ตัวแปรตาม (dependent variable) น้ำหนักหลังเคลือบ เปอร์เซ็นต์การหดตัวของชิ้นงาน การ ดูดซึมน้ำ ลักษณะและสีของเคลือบ

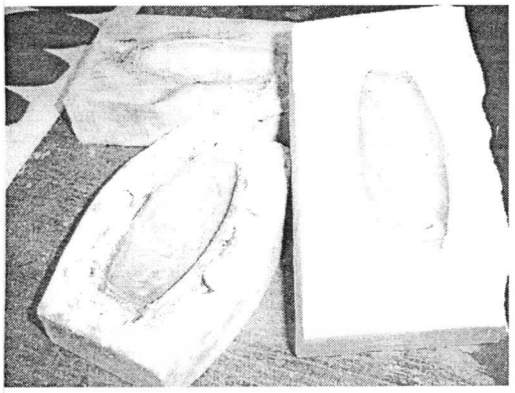
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

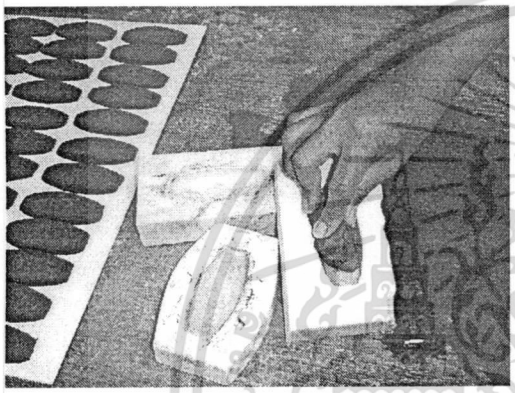
การรวบรวมขี้เถ้าพืชได้จากการเก็บรวบรวมใบไม้ ต้นไม้ที่ผลัดใบ จากพืชไร่หลังการเก็บเกี่ยว วัชพืช เศษไม้ ขี้เลื่อย ตากให้แห้งสนิทบนพื้นที่ไม่มีดินหรือทรายมา ปนเปื้อน ทำการเผาโดยการเติมใบไม้กิ่งไม้เป็นระยะๆ ภาชนะที่ใส่ขี้เถ้าพืชต้องไม่เป็นสนิม เก็บและร่อนขี้เถ้าบดในหม้อเคลือบประมาณ 20 นาที นำไปผสมกับหินฟันม้าและดินปากเกร็ด จากนั้นชุบน้ำเคลือบหนา 1-1.5มิลลิเมตรบนแผ่นทดสอบที่ทำจากดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์ที่ผ่านกระบวนการเผาดิบด้วยอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียล ชุบเคลือบตัวอย่างพืชละ 30 ชิ้นรวมทั้งหมด 390 ชิ้น เผาเคลือบอุณหภูมิ 1,200 ด้วยเตาไฟฟ้าบรรยากาศการเผาแบบสมบูรณ์ (Oxidation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การดำเนินการทดลอง

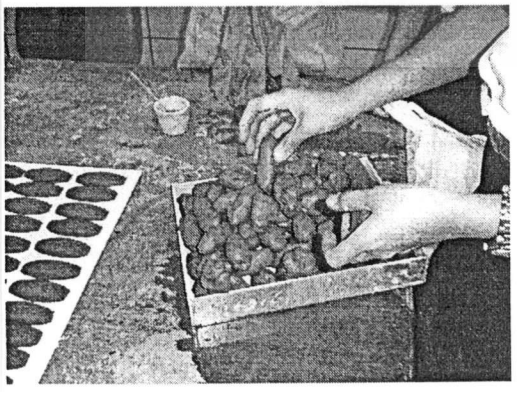


ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างแผ่นทดสอบเคลือบขี้เถ้าพืชสร้างพิมพ์ปูนปลาสเตอร์สำหรับขึ้นรูปด้วยวิธีการกดตามแบบพิมพ์ที่เตรียมไว้



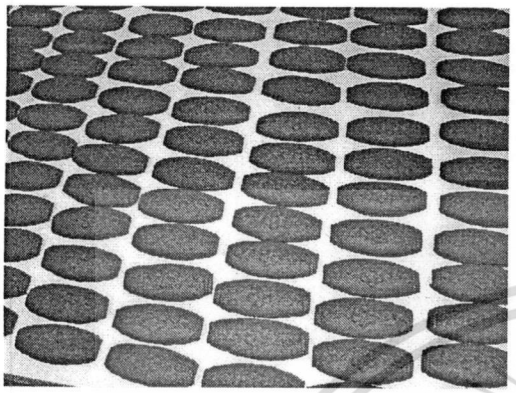
ภาพที่ 3.2 กดดินสโตนแวร์และกดลงแม่พิพม์

ภาพที่ 3.3 ชั่งดินเอินเทนร์แวร์และกดลงในแม่พิมพ์



ภาพที่ 3.4 เตรียมดินสำหรับกดแม่พิมพ์จำนวน 390 ชิ้นสำหรับทดสอบขี้เถ้าพืช 13 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 ทิ้งแผ่นทดสอบให้แห้งก่อนนำไปเผาดิบอุณหภูมิ 800 องศา หลังจากนั้นชุบเคลือบขี้เถ้าพืชหนาประมาณ 3-5 มม. ก่อนนำไปเผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1200 องศา

ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนการนำเคลือบไปใช้ทดลองใช้ในงานออกแบบเครื่องปั้นดินเผาที่ออกแบบแล้ว

ภาพที่ 3.7 การตกแต่งเคลือบเครื่องปั้นดินเผาด้วยวิธีการชุบเคลือบ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ เครื่องชั่งสารเคมีระบบดิจิตอล เตาเผาดิบ และเตาเผาเคลือบ โกร่งบดเคลือบ เครื่องมือปั้นพื้นฐาน แป้นหมุนสำหรับขึ้นรูป ภาชนะใส่น้ำและสารเคมีต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 การคำนวณเปอร์เซ็นต์การหดตัวของชิ้นสูตรการหดตัวเท่ากับ

$$\frac{\text{ความยาวชิ้นงานดินเปียก - ความยาวชิ้นงานหลังเคลือบ x 100}}{\text{ความยาวชิ้นงานดินเปียก}}$$

3.4.2 การคำนวณการดูดซึมน้ำหลังเคลือบ

กระทำโดยชั่งน้ำหนักก่อนนำไปแช่น้ำสองชั่วโมงหลังจากแช่น้ำนำมาเช็ดให้แห้งและชั่งน้ำหนักสูตรที่ใช้ได้แก่

$$\text{การดูดซึมน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักชิ้นงานก่อนแช่น้ำ-น้ำหนักหลังแช่น้ำ X 100}}{\text{น้ำหนักก่อนแช่น้ำ}}$$

3.4.3 การทดสอบสมมติฐานการวิจัย

เมื่อได้ข้อมูลด้านน้ำหนักหลังเคลือบ เปอร์เซ็นต์การหดตัวและการดูดซึมน้ำแล้วนำมาวิเคราะห์โดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน Two- Way MANOVA (Multivariate Analysis of Variance) หลังจากนั้นเปรียบเทียบความแตกต่างทั้งหมดด้วยวิธีผลต่างอย่างมีนัยสำคัญน้อยที่สุด LSD (Least significant difference) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องผลของเคลือบขี้เถ้าพืชที่มีต่อการออกแบบตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์ ผู้วิจัยได้ตั้งวัตถุประสงค์และสมมติฐานของการวิจัยไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลของเคลือบขี้เถ้าพืชที่มีต่อการออกแบบตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์
2. เพื่อเปรียบเทียบสีและลักษณะของเคลือบขี้เถ้าพืชที่มีต่อการออกแบบตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์ที่ใช้วัตถุดิบต่างกัน

สมมติฐานการวิจัย

1. ชิ้นงานที่เคลือบด้วยขี้เถ้าพืชและดินต่างชนิดกัน ส่งผลต่อน้ำหนักหลังเคลือบ เปอร์เซ็นต์การหดตัวและการดูดซึมน้ำ ต่างกัน
2. ชิ้นงานที่เคลือบด้วยขี้เถ้าพืชและดินต่างชนิดกันมีอิทธิพลร่วมต่อน้ำหนักหลังเคลือบเปอร์เซ็นต์การหดตัวและการดูดซึมน้ำของชิ้นงาน

ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ด้านน้ำหนัก การหดตัวของชิ้นงานและการดูดซึมของเคลือบ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ลักษณะและสีของเคลือบ

ตอนที่ 3 การนำเคลือบไปใช้ในการออกแบบตกแต่งเครื่องปั้นดินเผา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ด้านน้ำหนัก การหดตัวของชิ้นงานและการดูดซึมของเคลือบ

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของน้ำหนักชิ้นงาน การหดตัวและการดูดซึมน้ำหลังเผาเคลือบของดิน สโตนแวร์และดินเอนเทนแวร์

ชนิดของขี้เถ้าพืช	น้ำหนักของชิ้นงาน		การหดตัวของชิ้นงาน		การดูดซึมน้ำของเคลือบ	
	สโตนแวร์	เอนเทนแวร์	สโตนแวร์	เอนเทนแวร์	สโตนแวร์	เอนเทนแวร์
1.ใบตอง	34.31(2.41)	28.74(1.90)	13.87(0.65)	15.99(0.86)	3.09(2.59)	1.72(1.70)
2.หญ้าคา	33.84(2.16)	28.66(1.96)	12.93(1.54)	16.78(1.12)	1.82(0.82)	0.55(0.30)
3.แกลบ	34.74(1.86)	27.40(3.49)	14.19(1.13)	16.38(0.82)	3.82(2.24)	2.97(2.91)
4.แคแสด	34.99(1.93)	26.52(1.98)	14.08(1.02)	17.25(0.84)	2.08(1.64)	2.72(3.35)
5.ธูปฤาษี	34.78(2.26)	28.78(0.89)	14.26(1.07)	15.84(0.75)	1.23(0.43)	1.29(1.39)
6.หูกวาง	33.90(1.54)	26.93(2.15)	14.57(1.03)	18.11(0.59)	3.23(3.35)	0.79(0.62)
7.อ้อย	35.18(2.48)	29.91(2.81)	14.50(1.76)	16.85(1.14)	1.83(3.5)	1.67(0.88)
8.ผักตบ	35.26(1.94)	28.55(2.93)	14.74(0.87)	16.46(1.17)	0.80(1.24)	1.24(0.46)
9.หมาก	35.30(1.95)	28.84(2.3)	13.72(1.38)	16.62(1.39)	0.76(0.52)	0.42(0.49)
10.ขี้เลื่อยไม้สัก	34.76(1.73)	29.75(1.49)	14.89(0.72)	16.70(1.01)	0.28(0.56)	0.95(1.78)
11.ใบสน	34.69(1.61)	27.80(2.27)	13.56(1.00)	17.09(0.97)	0.85(1.08)	2.24(1.13)
12.ข้าวโพด	34.16(2.05)	28.16(2.14)	13.56(0.87)	15.29(0.89)	2.01(1.12)	1.44(0.37)
13.จามจุรี	33.85(2.19)	29.46(3.11)	14.11(0.88)	16.46(1.13)	0.40(0.23)	2.20(1.14)
รวม	34.60(2.03)	28.42(2.49)	14.07(1.20)	16.60(1.18)	1.71(2.08)	1.55(1.71)

จากตาราง พบว่าน้ำหนักของชิ้นงานที่ทำจากดินสโตนแวร์มีค่าสูงกว่าดินเอนเทนแวร์ ด้านการหดตัวของชิ้นงานหลังเผาด้วยอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียล พบว่าดินเอนเทนแวร์หดตัวมากกว่าดินสโตนแวร์ ในขณะที่การดูดซึมน้ำหลังเผาเคลือบด้วยขี้เถ้าพืชมีค่าใกล้เคียงกันมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.2 การวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวแปร (Multivariate test)

	Effect					
		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Intercept	Pillai's Trace	.998	53918.815(a)	3.000	362.000	.000
	Wilks' Lambda	.002	53918.815(a)	3.000	362.000	.000
	Hotelling's Trace	446.841	53918.815(a)	3.000	362.000	.000
	Roy's Largest Root	446.841	53918.815(a)	3.000	362.000	.000
ขี้เถ้าพืช	Pillai's Trace	.407	4.763	36.000	1092.000	.000
	Wilks' Lambda	.640	4.849	36.000	1070.297	.000
	Hotelling's Trace	.491	4.923	36.000	1082.000	.000
	Roy's Largest Root	.249	7.558(b)	12.000	364.000	.000
ดิน	Pillai's Trace	.784	437.879(a)	3.000	362.000	.000
	Wilks' Lambda	.216	437.879(a)	3.000	362.000	.000
	Hotelling's Trace	3.629	437.879(a)	3.000	362.000	.000
	Roy's Largest Root	3.629	437.879(a)	3.000	362.000	.000
ขี้เถ้า * ดิน	Pillai's Trace	.279	3.111	36.000	1092.000	.000
	Wilks' Lambda	.745	3.120	36.000	1070.297	.000
	Hotelling's Trace	.312	3.126	36.000	1082.000	.000
	Roy's Largest Root	.153	4.641(b)	12.000	364.000	.000

จากตารางพบว่าอิทธิพลของขี้เถ้าพืชต่างชนิดกันทำให้น้ำหนักหลังเผา การหดตัวของชิ้นงาน การดูดซึมน้ำ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพิจารณาจากค่า Wilks' Lambda = 0.64 ; F(4.840),P=0.000

อิทธิพลของดินต่างชนิดกันทำให้น้ำหนักหลังเผา การหดตัวของชิ้นงาน การดูดซึมน้ำ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพิจารณาจากค่า Wilks' Lambda = 0.21 ; F(437.87),P=0.000

จากการทดสอบอิทธิพลร่วมของขี้เถ้าพืชกับดินพบว่าน้ำหนักหลังเผา การหดตัวของชิ้นงาน การดูดซึมน้ำ มีอิทธิพลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพิจารณาจากค่า Wilks' Lambda = 0.74 ; F(3.12),P=0.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ Two-Way MANOVA (Multivariate Analysis of Variance) ของเคลือบขี้เถ้าพืชกับดินที่ส่งผลต่อน้ำหนักชิ้นงาน การหดตัว และการดูดซึมน้ำของเคลือบขี้เถ้าพืช

แหล่งความแปรปรวน	ตัวแปรตาม	SS	df	MS	F	Sig.
ขี้เถ้าพืช	น้ำหนัก	132.389	12	11.032	2.269	.009
	การหดตัว	85.428	12	7.119	6.311	.000
	การดูดซึมน้ำ	222.566	12	18.547	6.340	.000
ดิน	น้ำหนัก	3718.199	1	3718.199	764.739	.000
	การหดตัว	621.838	1	621.838	551.295	.000
	การดูดซึมน้ำ	2.228	1	2.228	.762	.383
ขี้เถ้าพืช * ดิน	น้ำหนัก	111.856	12	9.321	1.917	.031
	การหดตัว	55.169	12	4.597	4.076	.000
	การดูดซึมน้ำ	123.880	12	10.323	3.529	.000
Error	น้ำหนัก	1769.787	364	4.862		
	การหดตัว	410.577	364	1.128		
	การดูดซึมน้ำ	1064.902	364	2.926		
Total	น้ำหนัก	393037.400	390			
	การหดตัว	92978.007	390			
	การดูดซึมน้ำ	2456.167	390			

*P<0.05 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางพบว่าขี้เถ้าพืชต่างชนิดกันทำให้น้ำหนักหลังเผา การหดตัวของชิ้นงาน การดูดซึมน้ำ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(F=2.26;P=0.000),(F=6.31;P=0.000),และ(F=6.34;P=0.000)

ดินต่างชนิดกันทำให้น้ำหนักหลังเผา การหดตัวของชิ้นงาน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(F=764.73;P=0.000),(F=551.29;P=0.000)ยกเว้นด้านการดูดซึมน้ำ ไม่แตกต่างกัน(F=0.76;P=0.38)

การทดสอบอิทธิพลร่วมของขี้เถ้าพืชกับดินพบว่าน้ำหนักหลังเผา การหดตัวของชิ้นงาน การดูดซึมน้ำ มีอิทธิร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(F=1.91;P=0.031),(F=4.07;P=0.000),และ(F=3.52;P=0.000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเปรียบเทียบรายคู่ภายหลังวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี LSDในด้านน้ำหนักของชิ้นงาน การหดตัวของชิ้นงาน และการดูดซึมน้ำหลังเคลือบด้วยเคลือบขี้เถ้าพืช 13 ชนิด

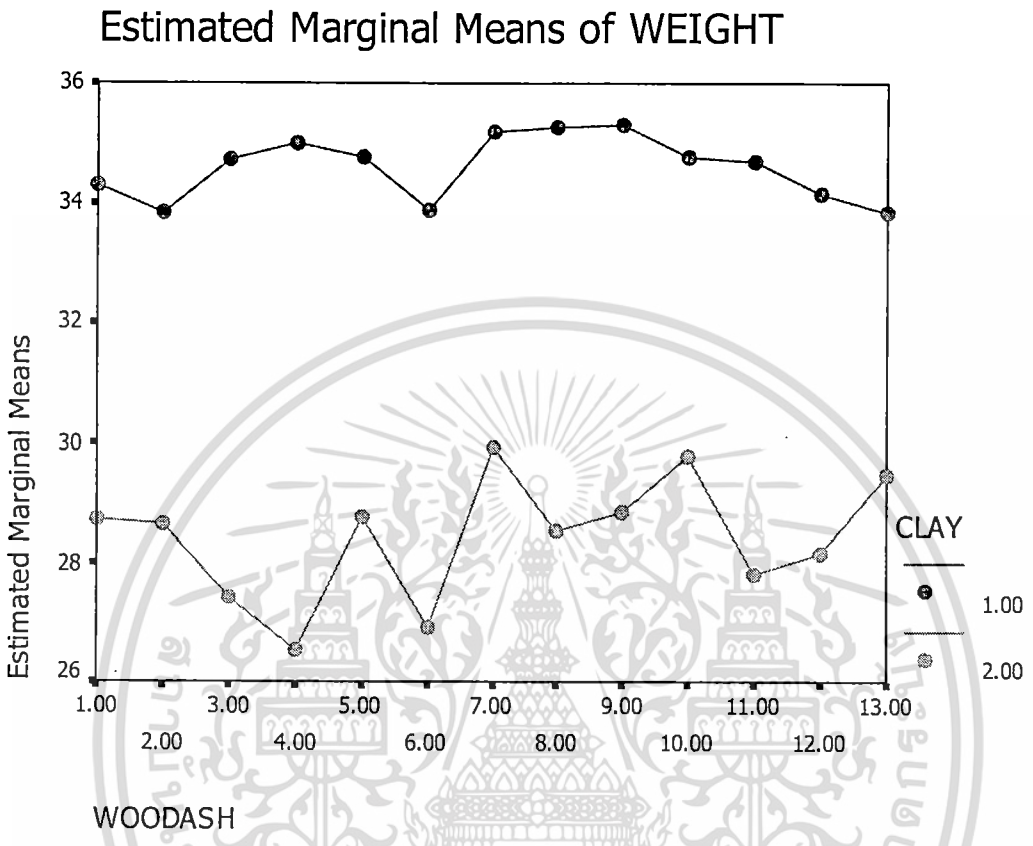
ชนิดของขี้เถ้าพืช	น้ำหนักของชิ้นงาน*	การหดตัวของชิ้นงาน*	การดูดซึมน้ำของเคลือบ^{NS}
1.ใบตอง	31.53(3.54)^{a}	14.93(1.31)^{ab}	2.41(2.26)
2.หญ้าคา	31.25(3.32)^{a}	14.85(2.36)^{a}	1.19(0.88)
3.แกลบ	31.07(4.63)^{a}	15.29(1.48)^{b}	3.39(2.59)
4.แคแสด	30.75(4.72)^{a}	15.66(1.85)^{c}	2.40(2.61)
5.ธูปฤาษี	31.78(3.48)^{b}	15.05(1.21)^{b}	1.26(1.01)
6.หูกวาง	30.41(3.99)^{a}	16.34(1.98)^{d}	2.01(2.67)
7.อ้อย	32.54(3.73)^{b}	15.68(1.88)^{c}	1.75(2.54)
8.ผักตบ	31.91(4.20)^{b}	15.60(1.34)^{c}	1.02(0.94)
9.หมาก	32.07(3.90)^{b}	15.17(2.01)^{b}	0.59(0.53)
10.ขี้เลื่อยไม้สัก	32.26(3.00)^{b}	15.79(1.26)^{c}	0.61(1.34)
11.ใบสน	31.24(4.00)^{a}	15.33(2.04)^{bc}	1.55(1.30)
12.ข้าวโพด	31.16(3.68)^{a}	14.42(1.23)^{a}	1.72(0.87)
13.จามจุรี	31.51(3.83)^{ab}	15.28(1.55)^{b}	1.30(1.22)

*P<0.05 ค่าเฉลี่ยรวมในแถวตั้งที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

NS = ไม่แตกต่างทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

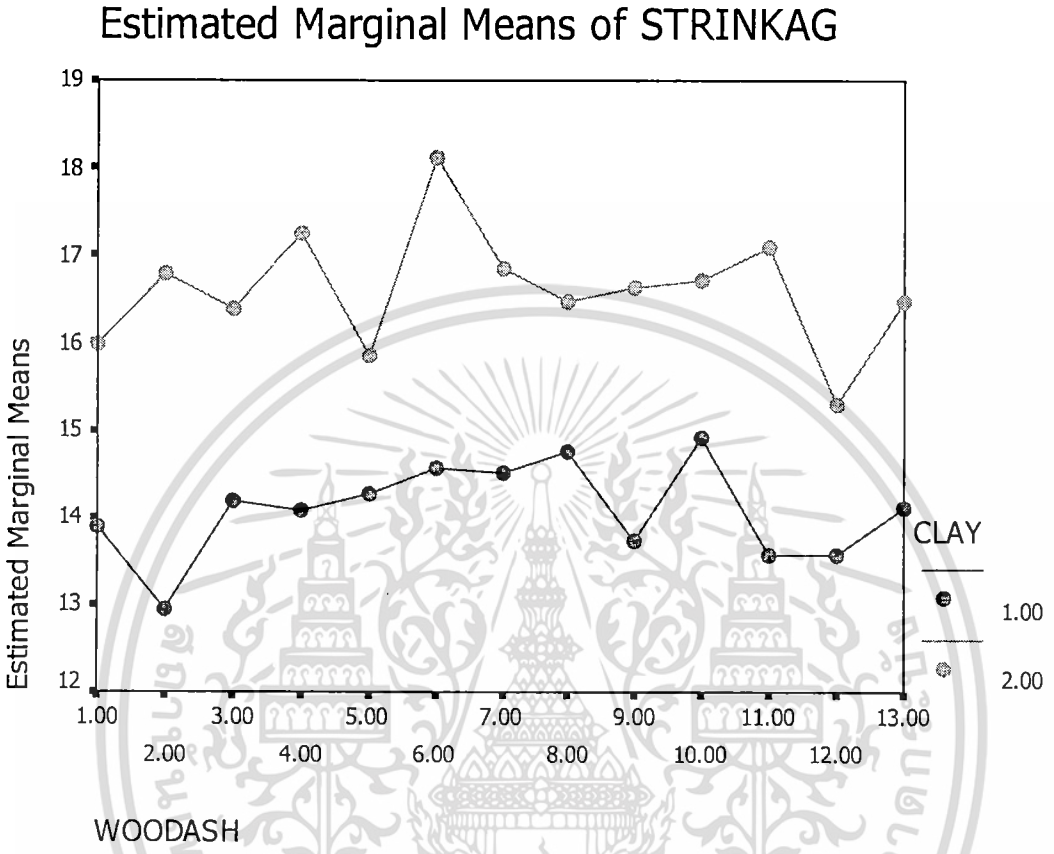
กราฟที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์อิทธิผลร่วมระหว่างขี้เถ้าพืชกับดินที่มีต่อน้ำหนักชิ้นงานหลังเผาด้วยอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียล



จากกราฟพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างขี้เถ้าพืชกับดินที่ส่งผลกับน้ำหนักหลังเคลือบพบว่ามีอิทธิพลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

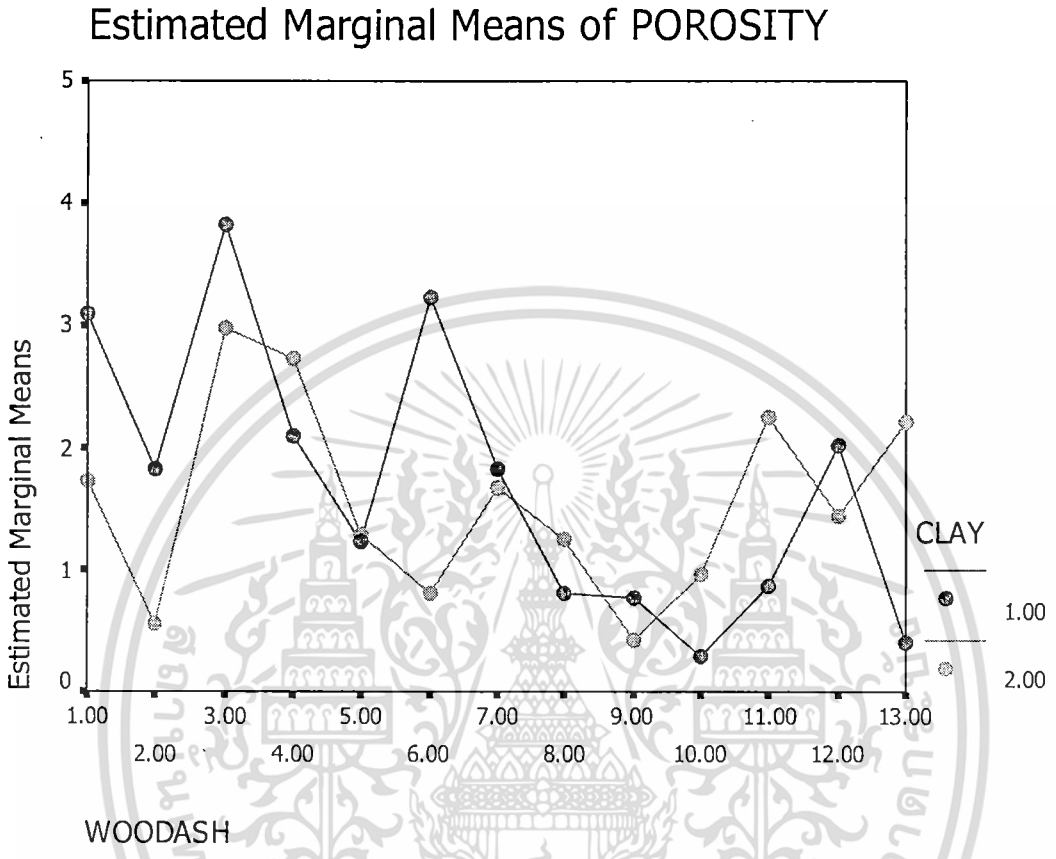
กราฟที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์อิทธิผลร่วมระหว่างขี้เถ้าพืชกับดินที่มีต่อการหดตัวของชิ้นงานหลังเผาด้วยอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียล



จากกราฟพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างขี้เถ้าพืชกับดินที่ส่งผลกับการหดตัวหลังเคลือบพบว่ามีอิทธิพลร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

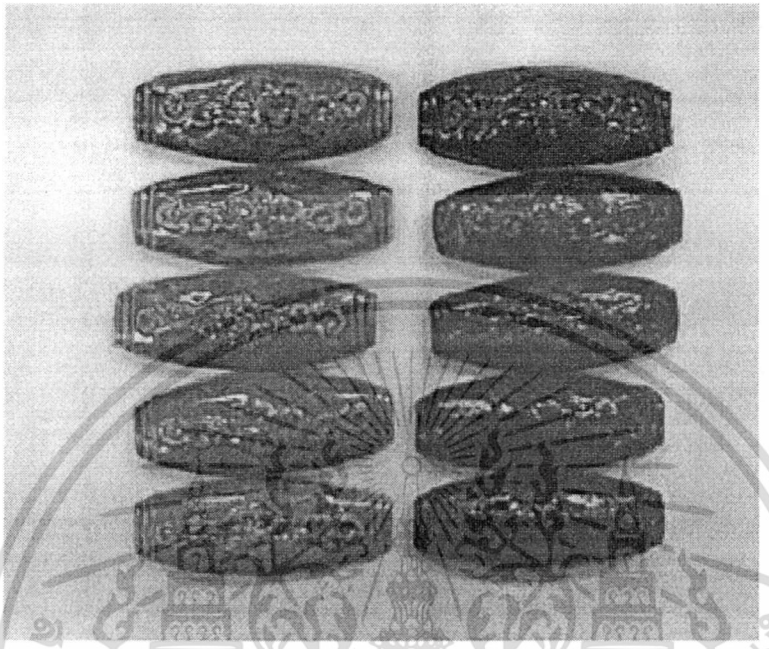
กราฟที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์อิทธิผลร่วมระหว่างขี้เถ้าพืชกับดินที่มีต่อการดูดซึมน้ำงานหลังเผาด้วยอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียล



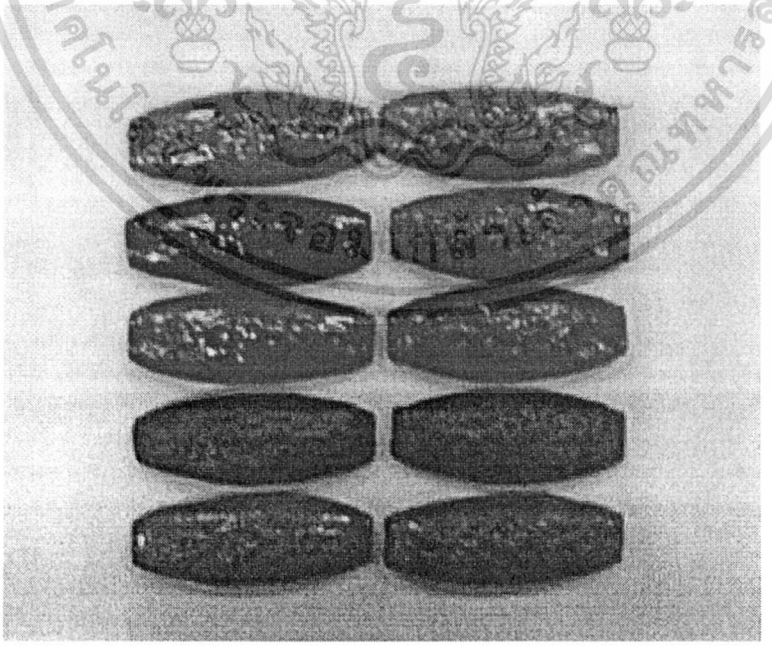
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ลักษณะและสีของเคลือบ

ภาพที่ 4.1 ผลของเคลือบขี้เถ้าใบตองระหว่างดินสโตนแวร์(แถวซ้าย)และดินเอนเทนแวร์ (แถวขวา)



ภาพที่ 4.2 ผลของเคลือบขี้เถ้าใบตองระหว่างดินสโตนแวร์และดินเอนเทนแวร์และออกไซด์ต่างกัน (จากบนลงล่างชิ้นแรกคือ Iron,Copper,Coboal,Crom และ Titanium อย่างละ 3 % ตามลำดับ)



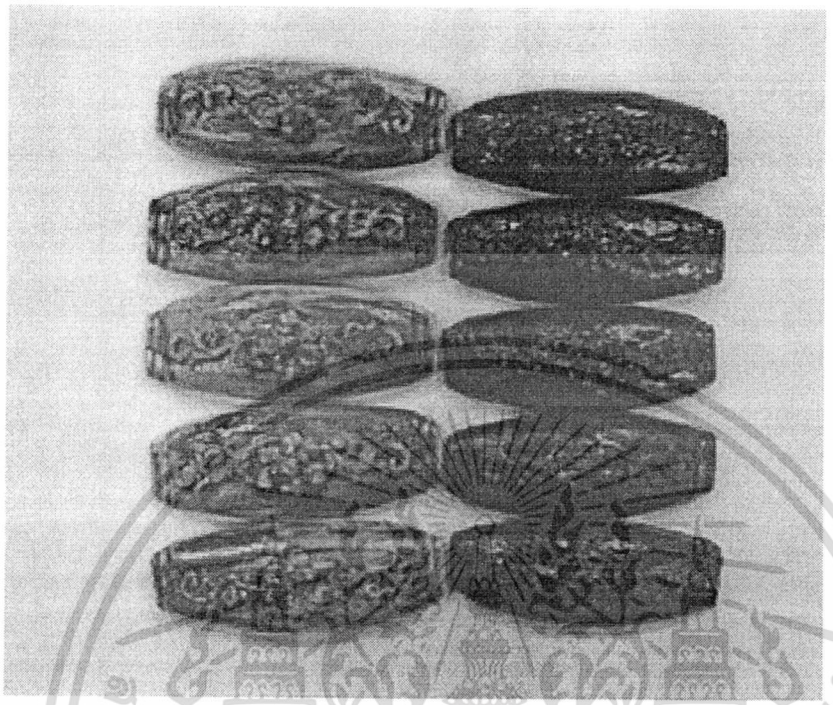
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองเคลือบขี้เถ้าใบตอง อัตราส่วน 34:34:32:3

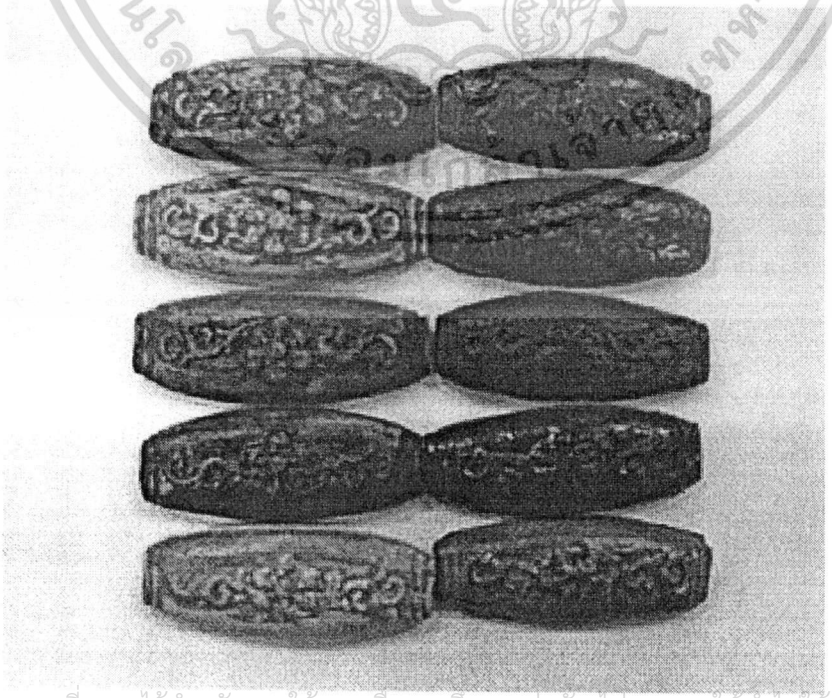
สูตร	ผลการเผาเคลือบ 1250 องศา	
	ดินสโตนแวร์	ดินเอิทเทนแวร์
Feldspar ขี้เถ้าใบตอง Red clay	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมันเรียบ สีน้ำตาลอ่อนปนเทา สีด่างไม่สม่ำเสมอ มีประจุดดำรานเล็กน้อย เคลือบไม่ไหล	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมันเรียบ สีดำเข้มปนเทา สีด่างไม่สม่ำเสมอ มีประจุด
Feldspar ขี้เถ้าใบตอง Red clay Iron	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมันเรียบ สีเขียวครามปนน้ำเงิน มีประจุดน้ำเงิน เคลือบไม่ไหล สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมันเรียบ สีน้ำตาลปนน้ำเงิน มีประจุดน้ำเงิน เคลือบไม่ไหล
Feldspar ขี้เถ้าใบตอง Red clay Copper	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมันเรียบ สีน้ำตาลปนเหลืองแกมเทา มีประจุดสีดำ เคลือบไม่ไหล สวย	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์ ผิวมันเรียบ สีดำปนเทา สีด่างไม่สม่ำเสมอ เคลือบไม่ไหล
Feldspar ขี้เถ้าใบตอง Red clay Coboal	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมันเรียบ สีน้ำเงินเข้มปนดำ มีประจุดสีฟ้าอ่อน มีประจุด เคลือบไม่ไหล สวย	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์ผิวมันไม่เรียบสีน้ำเงินเข้มปนน้ำตาลมีประจุดมีฟองอากาศ เคลือบไม่ไหล
Feldspar ขี้เถ้าใบตอง Red clay Crom	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์เคลือบเดือดผิวมันไม่เรียบ สีน้ำตาลมีฟองอากาศ เคลือบไม่ไหล	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์ เคลือบเดือด ผิวมันไม่เรียบ สีน้ำตาลเข้ม มีฟองอากาศ เคลือบไม่ไหล
Feldspar ขี้เถ้าใบตอง Red clay Titanium	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์ เคลือบเดือด สีเขียวอ่อนปนน้ำเงินแกมน้ำตาล ผิวมันไม่เรียบมีประจุดสีดำเคลือบไม่ไหล	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์ ผิวมัน สีเขียวอ่อนปนเทา มีฟองอากาศ มีประจุดดำ สีด่าง หดตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.3 ผลของเคลือบขี้เถ้าหญ้าคาระหว่างดินสโตนแวร์(แถวซ้าย)และดินเอนเทนแวร์ (แถวขวา)



ภาพที่ 4.4 ผลของเคลือบขี้เถ้าหญ้าคาระหว่างดินสโตนแวร์และดินเอนเทนแวร์และออกไซด์ต่างกัน (จากบนลงล่างชิ้นแรกคือ Iron,Copper,Coboal,Crom และ Titanium อย่างละ 3 % ตามลำดับ)



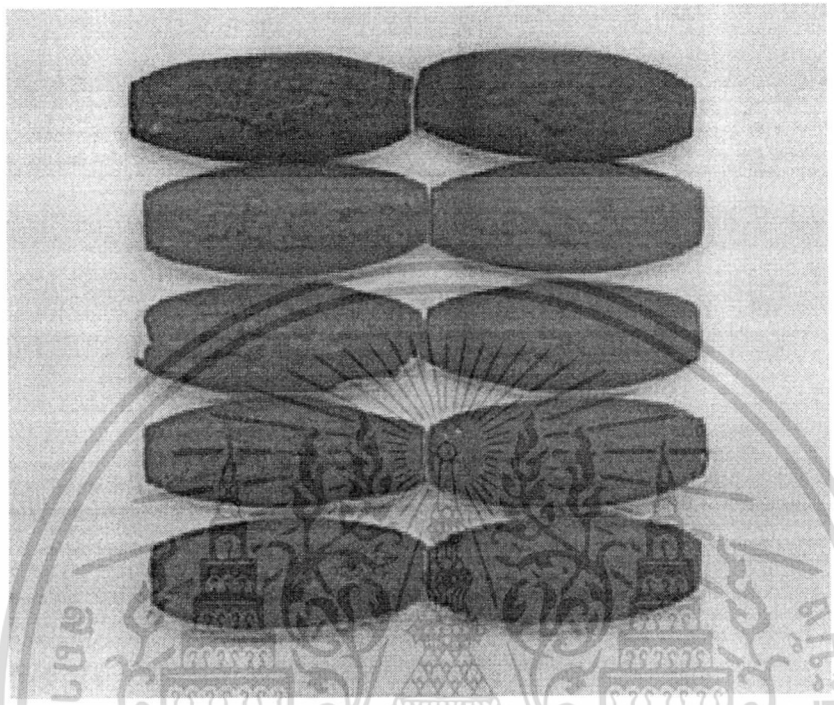
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองเคลือบขี้เถ้าหญ้าคา อัตราส่วน 34:34:32:3

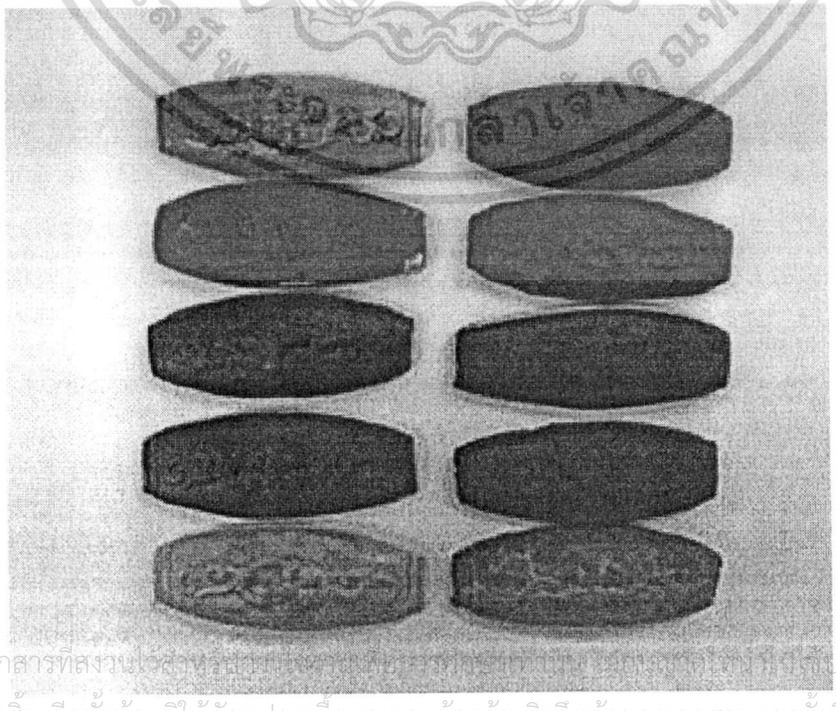
สูตร	ผลการเผาเคลือบ 1,250 องศา	
	ดินสโตนแวร์	ดินเอิทเทนแวร์
Feldspar ขี้เถ้าหญ้าคา Red Clay	เคลือบยังหลอมไม่สมบูรณ์ ผิวมัน สีน้ำตาล ไม่ราน ไม่ไหล โปร่งแสงเล็กน้อย สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน เรียบ สีน้ำตาลเข้ม ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง สวย
Feldspar ขี้เถ้าหญ้าคา Red Clay Iron	เคลือบยังหลอมไม่สมบูรณ์ ผิวมัน ยังไม่เรียบดี สีน้ำตาลแดง ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน เรียบ สีน้ำตาลแดงเข้ม ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง
Feldspar ขี้เถ้าหญ้าคา Red Clay Copper	เคลือบยังหลอมไม่สมบูรณ์ ผิวมัน เรียบ สีน้ำตาลอ่อน ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน เรียบ สีน้ำตาลแดงแก่ ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง สวย
Feldspar ขี้เถ้าหญ้าคา Red Clay Coboal	เคลือบยังหลอมไม่สมบูรณ์ ผิวด้าน สีน้ำตาลเทา ไม่ราน ไม่ไหล โปร่งแสงเล็กน้อย สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวด้าน สีน้ำตาลเทาเข้ม ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง สวย
Feldspar ขี้เถ้าหญ้าคา Red Clay crom	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวเรียบ สีเขียวเข้ม ไม่ราน ไม่ไหล โปร่งแสงเล็กน้อย สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน ยังไม่เรียบดี สีดำแกมเขียว ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง
Feldspar ขี้เถ้าหญ้าคา Red Clay Titanium	เคลือบยังหลอมไม่สมบูรณ์ ผิวด้าน สีเหลือง ไม่ราน ไม่ไหล โปร่งแสง	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน เรียบ สีเหลืองแกมน้ำตาล ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง สวย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.5 ผลของเคลือบขี้เถ้าแกลบระหว่างดินสโตนแวร์(แถวซ้าย)และดินเอนเทนแวร์ (แถวขวา)



ภาพที่ 4.6 ผลของเคลือบขี้เถ้าแกลบระหว่างดินสโตนแวร์และดินเอนเทนแวร์และออกไซด์ต่างกัน (จากบนลงล่างชิ้นแรกคือ Iron,Copper,Coboal,Crom และ Titanium อย่างละ 3 % ตามลำดับ)



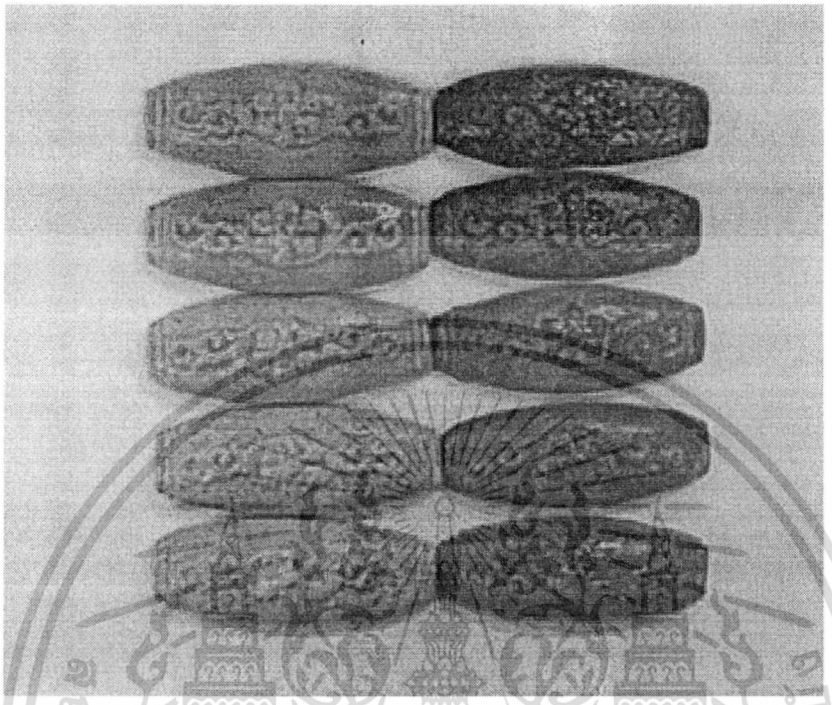
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองเคลือบขี้เถ้าแกลบ อัตราส่วน 34:34:32:3

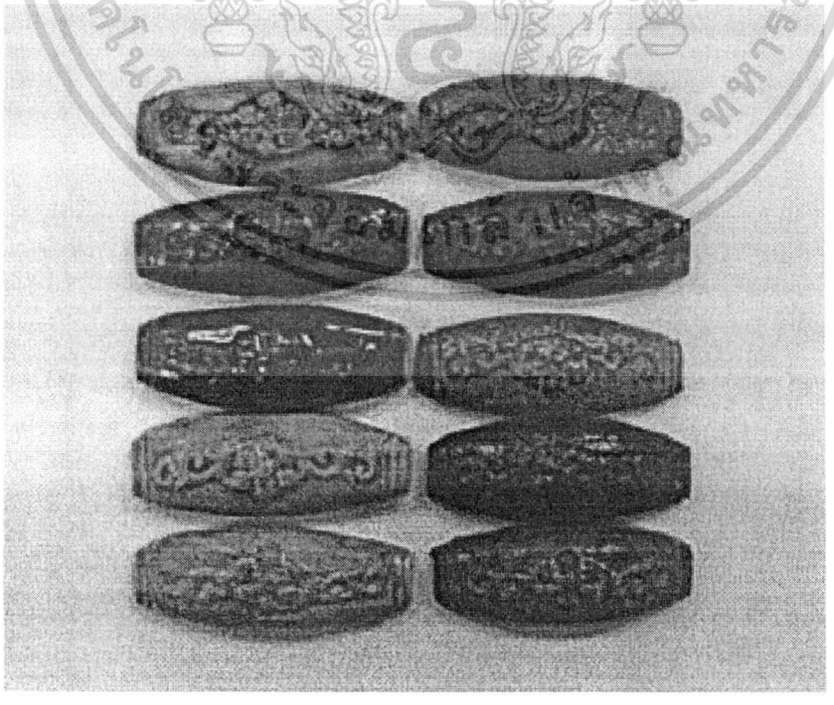
สูตร	ผลการเผาเคลือบ 1250 องศา	
	ดินสโตนแวร์	ดินเอิทเทนแวร์
Feldspar ขี้เถ้าแกลบ Red clay	เคลือบยังหลอมตัวน้อยไป ผิวด้านและย่นสีน้ำตาลแดงอมส้ม ทึบแสง ไม่ไหล ไม่ราน น่าสนใจสำหรับงานศิลปะ	เคลือบยังหลอมน้อยไป ผิวด้านและย่น สีน้ำตาลแดง ทึบแสง ไม่ไหล ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้าแกลบ Red clay Iron	เคลือบยังหลอมตัวน้อยไป ผิวด้านและย่น สีน้ำตาลแดงทึบแสง ไม่ไหล ไม่รานน่าสนใจสำหรับงานศิลปะ	เคลือบยังหลอมตัวน้อยไป ผิวด้านและย่น สีน้ำตาลออกแดงเล็กน้อยทึบแสง ไม่ไหล ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้าแกลบ Red clay Copper	เคลือบยังหลอมตัวน้อยไป ผิวด้านและย่น สีน้ำตาลออกแดงเล็กน้อย ทึบแสง ไม่ไหล ไม่ราน	เคลือบยังหลอมตัวน้อยไป ผิวด้านและย่น สีน้ำตาลอมส้ม ทึบแสง ไม่ไหล ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้าแกลบ Red clay Coborn	เคลือบยังหลอมตัวน้อยไป ผิวด้านและย่น สีเขียวเข้ม ทึบแสงไม่ไหล ไม่ราน น่าสนใจสำหรับงานศิลปะ	เคลือบยังหลอมตัวน้อยไป ผิวด้านและย่น สีเขียวเข้ม ทึบแสงไม่ไหล ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้าแกลบ Red clay Chorm	เคลือบยังหลอมตัวน้อยไป ผิวด้านและย่น สีน้ำตาลออกเข้ม ทึบแสง ไม่ไหล ไม่ราน น่าสนใจสำหรับงานศิลปะ	เคลือบยังหลอมตัวน้อยไป ผิวด้านและย่น สีน้ำตาลเข้ม ทึบแสง ไม่ไหล ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้าแกลบ Red clay Titanium	เคลือบยังหลอมตัวน้อยไป ผิวด้านและย่น สีเหลืองทึบแสง ไม่ไหล ไม่ราน	เคลือบยังหลอมตัวน้อยไป ผิวด้านและย่นสีเหลือง ทึบแสงไม่ไหล ไม่ราน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.7 ผลของเคลือบขี้เถ้าแคแสดระหว่างดินสโตนแวร์(แถวซ้าย)และดินเอนเทนแวร์ (แถวขวา)



ภาพที่ 4.8 ผลของเคลือบขี้เถ้าแคแสดระหว่างดินสโตนแวร์และดินเอนเทนแวร์และออกไซด์ต่างกัน (จากบนลงล่างชิ้นแรกคือ Iron,Copper,Coboal,Crom และ Titanium อย่างละ 3% ตามลำดับ)



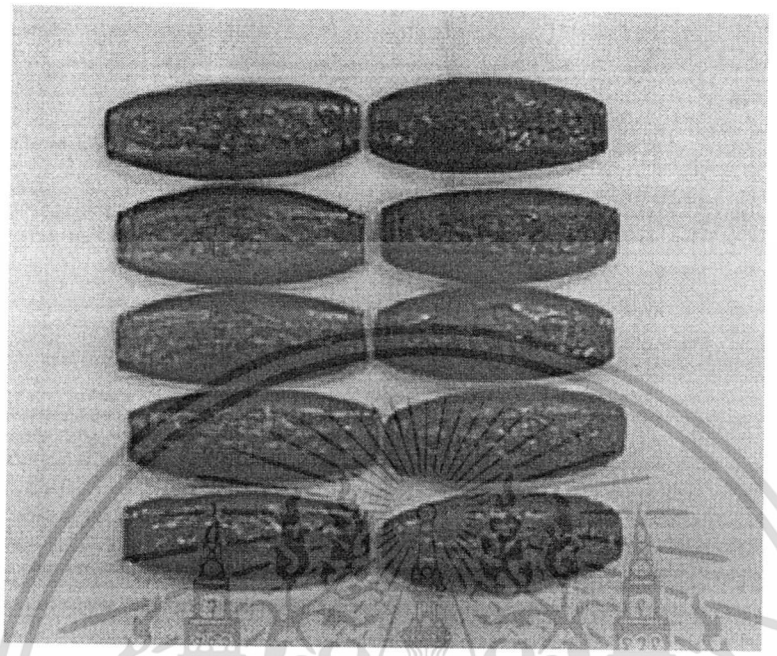
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองเคลือบขี้เถ้าแคแสด อัตราส่วน 34:34:32:3

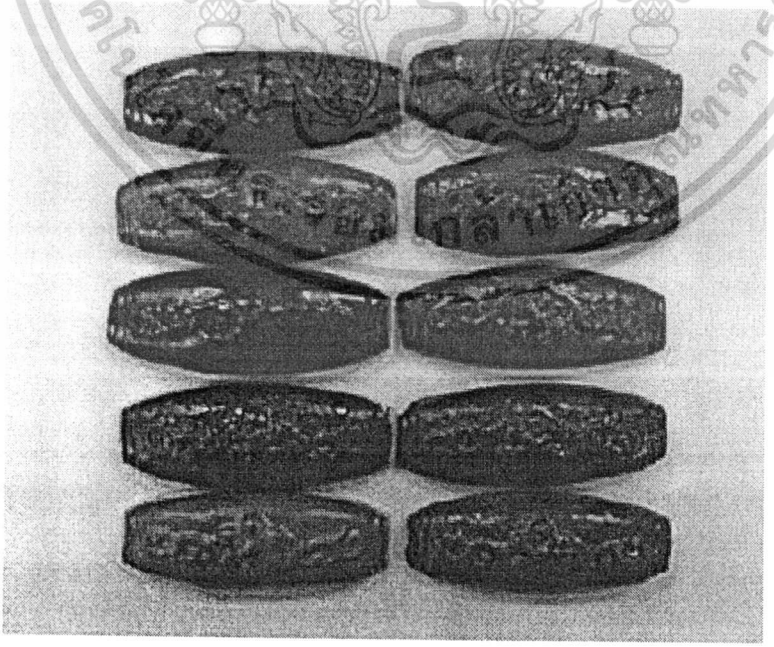
สูตร	ผลการเผาเคลือบ 1250 องศา	
	ดินสโตนแวร์	ดินเอิทเทนแวร์
Feldspar ขี้เถ้าแคแสด Red clay	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมันด้าน สีครีมจุดน้ำตาล ไม่ราน ไม่ไหล โปร่งแสงเล็กน้อย	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมัน สีน้ำตาลเข้ม ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง
Feldspar ขี้เถ้าแคแสด Red clay Iron	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมันด้าน สีน้ำตาลเข้ม ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง	เคลือบสมบูรณ์ ผิวด้าน สีน้ำตาลแดง ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง
Feldspar ขี้เถ้าแคแสด Red clay Copper	เคลือบสมบูรณ์ ผิวด้านมัน สีครีมแกมเขียว ไม่รานไม่ไหล โปร่งแสง	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมัน สีน้ำตาล ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง
Feldspar ขี้เถ้าแคแสด Red clay Coboal	เคลือบสมบูรณ์ ผิวด้านมัน สีน้ำเงินเข้ม ไม่ราน ไม่ไหล โปร่งแสงเล็กน้อย	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมัน สีดำจุดขาว ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง
Feldspar ขี้เถ้แคแสด Red clay Crom	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมัน สีน้ำตาลแดง ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง	เคลือบยังไม่สมบูรณ์ ผิวมัน สีน้ำตาล ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง
Feldspar ขี้เถ้าแคแสด Red clay Titanium	เคลือบสมบูรณ์ ผิวด้านมัน สีครีมขาว ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง	เคลือบสมบูรณ์ ผิวด้านมัน สีน้ำตาลแดง ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.9 ผลของเคลือบขี้เถ้าธูปฤาษีระหว่างดินสโตนแวร์(แถวซ้าย)และดินเอนเทนแวร์ (แถวขวา)



ภาพที่ 4.10 ผลของเคลือบขี้เถ้าธูปฤาษีระหว่างดินสโตนแวร์และดินเอนเทนแวร์และออกไซด์ต่างกัน (จากบนลงล่างชิ้นแรกคือ Iron,Copper,Coboal,Crom และ Titanium อย่างละ 3% ตามลำดับ)



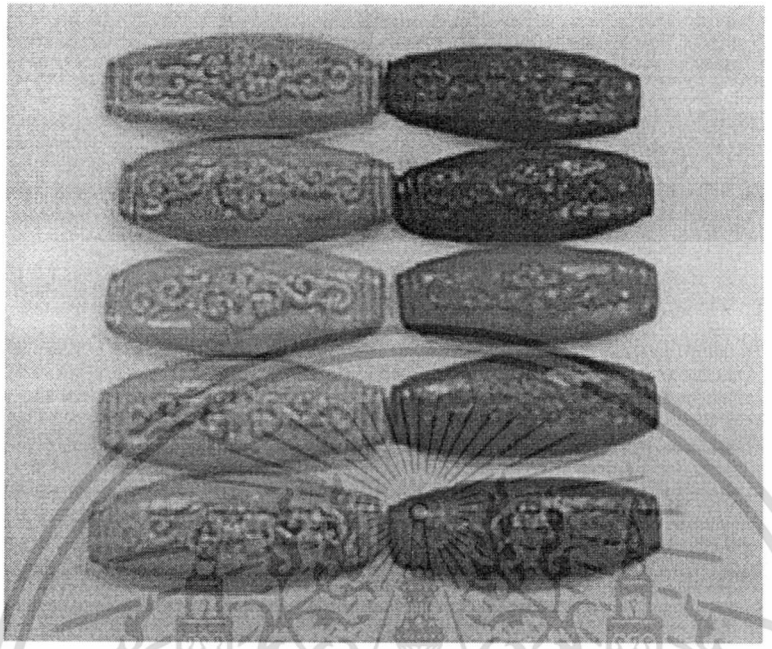
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองเคลือบขี้เถ้าธูปฤาษี อัตราส่วน 34:34:32:3

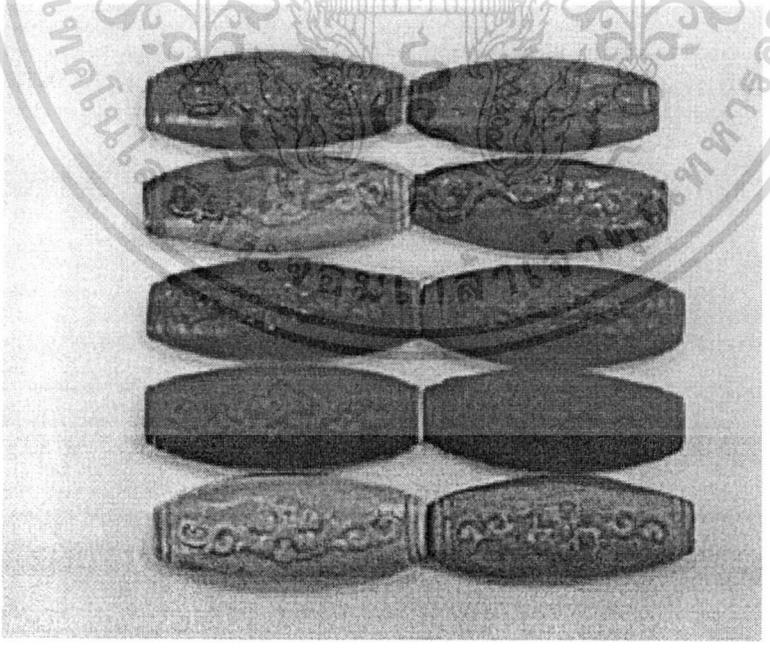
สูตร	ผลการเผาเคลือบ1250 องศา	
	ดินสโตนแวร์	ดินเอทเทนแวร์
Feldspar ขี้เถ้าธูปฤาษี Red clay	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมันกึ่งด้าน สีน้ำตาลเข้มละเอียด ทึบแสง ไม่ราน ไม่ไหล	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์ ผิวมันกึ่งด้าน สีน้ำตาลเข้มปนเขียว โปร่งแสง ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้าธูปฤาษี Red clay Iron	เคลือบหลอมสมบูรณ์ผิวมันกึ่งผิวด้าน สีน้ำตาลอมเทาเป็นปะจุดละเอียดไม่ไหล ไม่ราน	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมันกึ่งผิวด้าน สีน้ำตาลอมส้ม ไม่ราน ไม่ไหล โปร่งแสง
Feldspar ขี้เถ้าธูปฤาษี Red clay Copper	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมันกึ่งด้านด้าน สีน้ำตาลอ่อนประจุดน้ำตาลเข้ม เป็นฟองอากาศ ทึบแสง ไม่ราน ไม่ไหล สวย	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์ ผิวมันกึ่งผิวด้าน สีน้ำตาลเข้มปนเหลือง โปร่งแสง ไม่ไหล ไม่ราน สวย
Feldspar ขี้เถ้าธูปฤาษี Red clay Coboal	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมันกึ่งผิวด้าน สีน้ำตาลเข้ม ประจุดเหลืองนิดๆ ทึบแสง ไม่ราน เป็นฟองอากาศเล็กน้อย ไม่ไหลสวย	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์ ผิวมันกึ่งผิวด้าน สีน้ำตาลเข้มปนเหลือง โปร่งแสง ไม่ไหล ไม่ราน เป็นประจุดตรงล่อง เป็นฟองอากาศ สวย
Feldspar ขี้เถ้าธูปฤาษี Red clay Crom	สีน้ำตาลเข้ม ผิวด้านกึ่งมัน เคลือบหลอมสมบูรณ์ ไม่ไหล ไม่ราน เป็นฟองอากาศใหญ่	สีน้ำตาลเข้ม ผิวด้านกึ่งมัน เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์ ไม่ไหล ไม่ราน ผิวขรุขระ
Feldspar ขี้เถ้าธูปฤาษี Red clay Titanium	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์ สีน้ำเงินดำด่าง ทึบแสง ผิวมันกึ่งด้าน เคลือบเดือดตรงล่อง เป็นประจุดละเอียด ไม่ไหล ไม่ราน	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์ สีน้ำตาลเข้มอมดำ ผิวมันกึ่งด้านขรุขระนิดๆเดือดมีรูพรุน ทึบแสง ไม่ไหล ไม่ราน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.11 ผลของเคลือบขี้เถ้าหูกวางระหว่างดินสโตนแวร์(แถวซ้าย)และดินเอนเทนแวร์ (แถวขวา)



ภาพที่ 4.12 ผลของเคลือบขี้เถ้าหูกวางระหว่างดินสโตนแวร์และดินเอนเทนแวร์และออกไซด์ต่างกัน (จากบนลงล่างชิ้นแรกคือ Iron,Copper,Coboal,Crom และ Titanium อย่างละ 3 % ตามลำดับ)



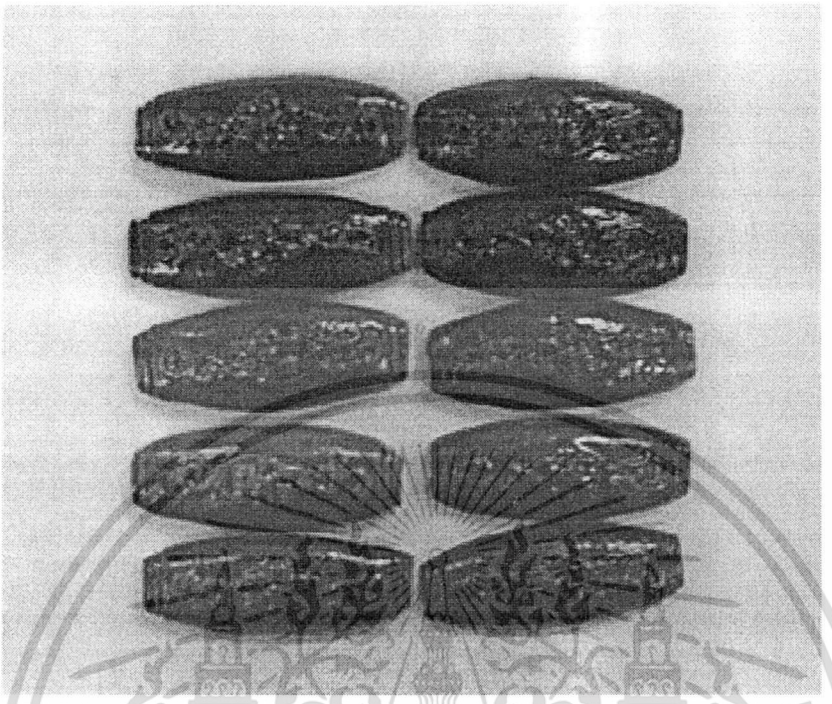
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองเคลือบขี้เถ้าหูกวาง อัตราส่วน 34:34:32:3

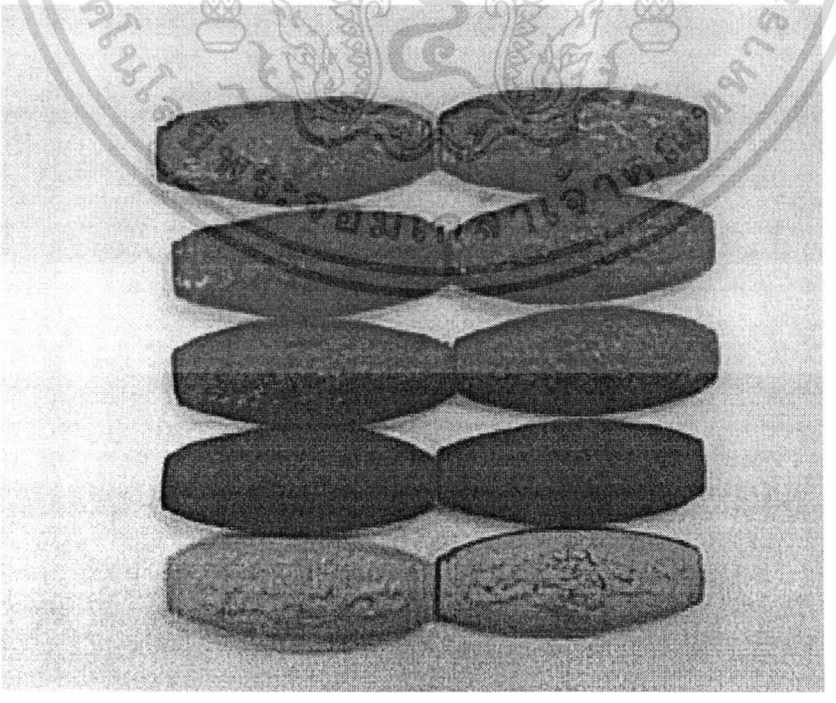
สูตร	ผลการเผาเคลือบ 1250 องศา	
	ดินสโตนแวร์	ดินเอิทเทนแวร์
Feldspar ขี้เถ้าหูกวาง Red clay	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สีครีม โปร่งแสงเล็กน้อยไม่ราน ไม่ไหล สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน น้ำตาลแกมเทา ทึบแสง มีเทคเจอร์เล็กน้อย ไม่ราน ไม่ไหล สวย
Feldspar ขี้เถ้าหูกวาง Red clay Iron	เคลือบสมบูรณ์ ผิวด้าน สีเขียวเข้ม ทึบแสง ไม่ราน ไม่ไหล สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวด้าน สีเขียว ทึบแสง ไม่ราน ไม่ไหล
Feldspar ขี้เถ้าหูกวาง Red clay Copper	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน ด้านเล็กน้อย สีเหลือง โปร่งแสง ไม่ราน ไม่ไหล	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวด้าน สีเหลือง ทึบแสง ไม่ราน ไม่ไหล
Feldspar ขี้เถ้าหูกวาง Red clay Coboal	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน ด้านเล็กน้อย สีเหลืองเข้ม โปร่งแสงเล็กน้อย ไม่ราน ไม่ไหล	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมันด้าน เล็กน้อย สีน้ำตาล ทึบแสง ไม่ราน ไม่ไหล
Feldspar ขี้เถ้าหูกวาง Red clay Crom	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สีครีม โปร่งแสงเล็กน้อย ไม่ราน ไม่ไหลสวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน น้ำตาลแกมเทา ทึบแสง มีเทคเจอร์เล็กน้อย ไม่ราน ไม่ไหล สวย
Feldspar ขี้เถ้าหูกวาง Red clay Titanium	เคลือบสมบูรณ์ ผิวด้าน สีเขียวเข้ม ทึบแสง ไม่ราน ไม่ไหล สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวด้าน สีเขียวเข้ม ทึบแสง ไม่ราน ไม่ไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.13 ผลของเคลือบขี้เถ้าอ้อยระหว่างดินสโตนแวร์(แถวซ้าย)และดินเอนเทนแวร์ (แถวขวา)



ภาพที่ 4.14 ผลของเคลือบขี้เถ้าอ้อยระหว่างดินสโตนแวร์และดินเอนเทนแวร์และออกไซด์ต่างกัน (จากบนลงล่างชิ้นแรกคือ Iron,Copper,Coboal,Crom และ Titanium อย่างละ 3 % ตามลำดับ)



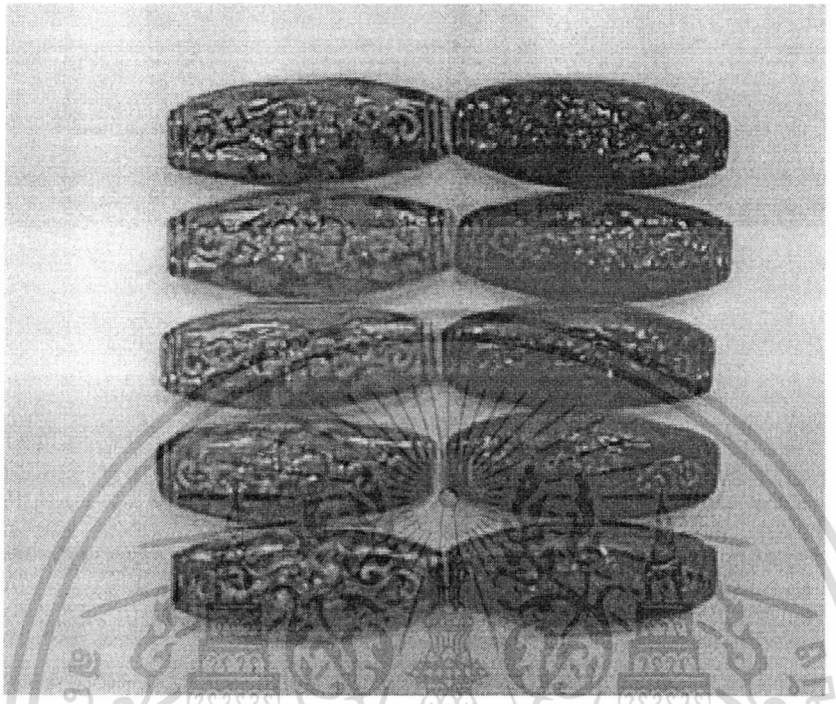
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองเคลือบขี้เถ้าอ้อย อัตราส่วน 34:34:32:3

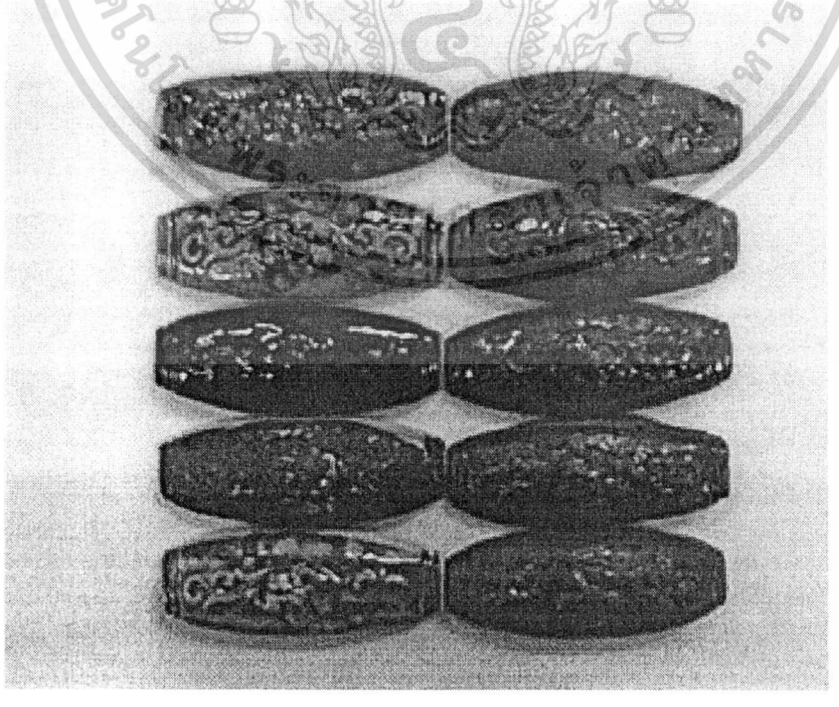
สูตร	ผลการเผาเคลือบ 1250 องศา	
	ดินสโตนแวร์	ดินเอิทเทินแวร์
Feldspar ขี้เถ้าอ้อย Red clay	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน ปะจุดสีน้ำตาลเข้มละเอียด สีน้ำตาล ไม่ไหล สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน ไม่มีปะจุด สีน้ำตาลเข้ม ทึบแสง
Feldspar ขี้เถ้าอ้อย Red clay Iron	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวด้านสีเหลืองไข่ไก่ ไม่ไหล	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวด้าน สีเหลืองไข่ไก่ ไม่ไหล
Feldspar ขี้เถ้าอ้อย Red clay Copper	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวด้านสีเทาดำ ประกายเงิน ทึบแสง ไม่ไหล สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวด้าน ประกายเงิน ทึบแสง ไม่ไหล สวย
Feldspar ขี้เถ้าอ้อย Red clay coboal	สีแดงน้ำตาล เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวด้าน ไม่ไหล สวย	สีแดงน้ำตาลแดง เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวด้าน ไม่ไหลสวย
Feldspar ขี้เถ้าอ้อย Red clay Crom	สีเขียวเข้ม ผิวด้าน เคลือบหลอมสมบูรณ์ ไม่ไหล	สีเขียวเข้ม ผิวด้าน เคลือบหลอมสมบูรณ์ ไม่ไหล
Feldspar ขี้เถ้าอ้อย Red clay Titanium	สีน้ำเงินเข้ม ผิวด้าน เดือดมีรูพรุนทึบแสง	สีน้ำเงินเข้มผิวด้าน เดือดมีรูพรุนทึบแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.15 ผลของเคลือบขี้เถ้าผักตบระหว่างดินสโตนแวร์(แถวซ้าย)และดินเอนเทนแวร์ (แถวขวา)



ภาพที่ 4.16 ผลของเคลือบขี้เถ้าผักตบระหว่างดินสโตนแวร์และดินเอนเทนแวร์และออกไซด์ต่างกัน (จากบนลงล่างชิ้นแรกคือ Iron,Copper,Coboal,Crom และ Titanium อย่างละ 3 % ตามลำดับ)



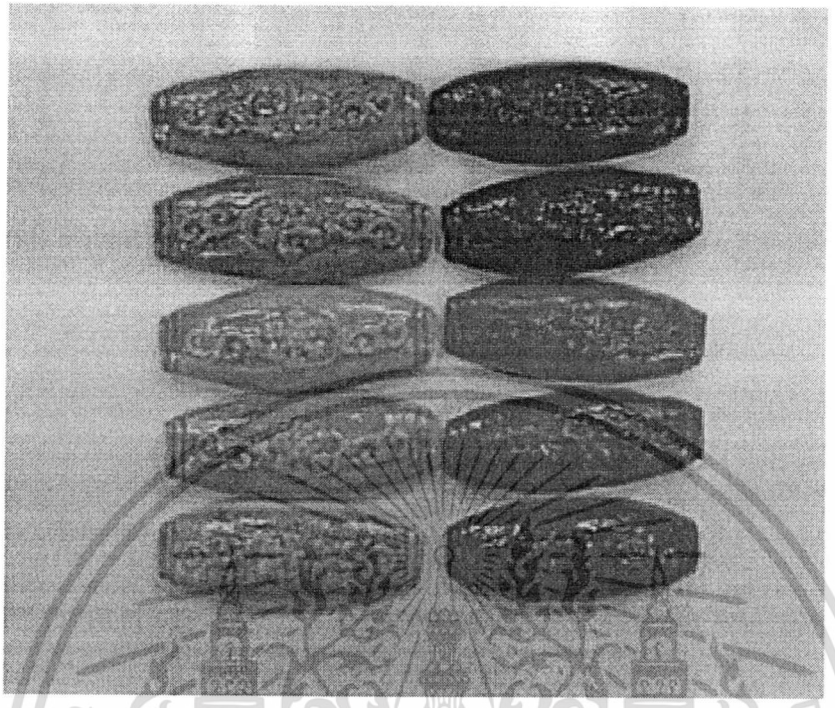
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองเคลือบขี้เถ้าผักตบชวา อัตราส่วน 34:34:32:3

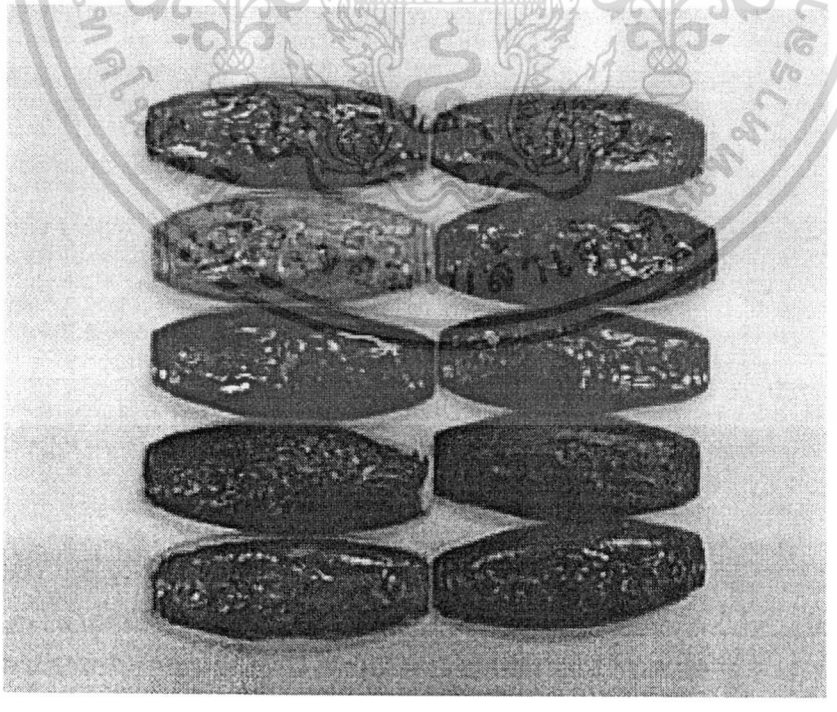
สูตร	ผลการเผาเคลือบ 1250 องศา	
	ดินสโตนแวร์	ดินเอิทเทนแวร์
Feldspar ขี้เถ้าผักตบชวา Red clay	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวเรียบเป็นมันวาว สีน้ำตาลอ่อนอมส้มใส โปร่งแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวเป็นมัน สีน้ำตาลใส โปร่งแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้าผักตบชวา Red clay Iron	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวเรียบเป็นมันวาว สีน้ำตาลอ่อนอมแดงใส โปร่งแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวเรียบเป็นมันวาว สีน้ำตาลเข้ม โปร่งแสง เคลือบไม่ไหลไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้าผักตบชวา Red clay Copper	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวเรียบเป็นมันวาว สีน้ำตาลอ่อนอมส้มใสโปร่งแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์ ผิวเรียบเป็นมัน สีน้ำตาล โปร่งแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้าผักตบชวา Red clay Coboal	เคลือบสมบูรณ์ ผิวเรียบเป็นมันวาว สีน้ำเงินเขียว ทึบแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน	เคลือบสมบูรณ์ ผิวเรียบเป็นมัน สีเขียวเกือบดำ ทึบแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้าผักตบชวา Red clay Crom	เคลือบไม่สมบูรณ์ (เดือด) ผิวไม่เรียบมันวาว สีน้ำตาลเข้ม ทึบแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน มีลักษณะผิวขรุขระ	เคลือบสมบูรณ์ ผิวเรียบมันวาว สีน้ำตาลเข้ม ทึบแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้าผักตบชวา Red clay Titanium	เคลือบสมบูรณ์ ผิวเรียบเป็นมันวาว สีน้ำตาลอ่อน สีเทา โปร่งแสงเคลือบไม่ไหล ไม่ราน	เคลือบไม่สมบูรณ์ ผิวเรียบมัน สีน้ำตาลคล้ายสีของดิน โปร่งแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.17 ผลของเคลือบขี้เถ้าหมากระหว่างดินสโตนแวร์(แถวซ้าย)และดินเอนเทนแวร์ (แถวขวา)



ภาพที่ 4.18 ผลของเคลือบขี้เถ้าหมากระหว่างดินสโตนแวร์และดินเอนเทนแวร์และออกไซด์ต่างกัน (จากบนลงล่างชิ้นแรกคือ Iron,Copper,Coboal,Crom และ Titanium อย่างละ 3 % ตามลำดับ)



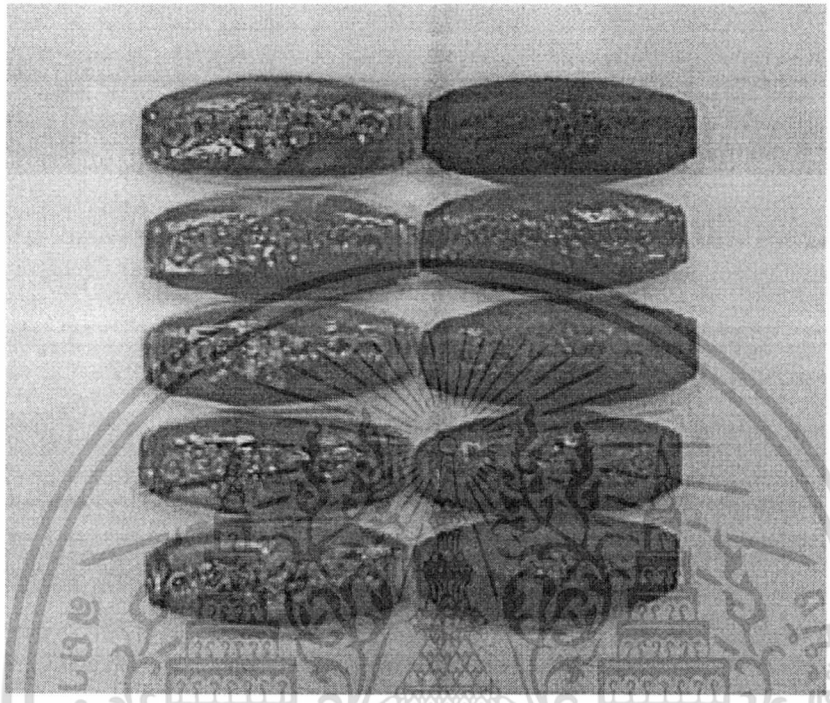
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ผลการทดลองเคลือบขี้เถ้ากาบหมาก อัตราส่วน 34:34:32:3

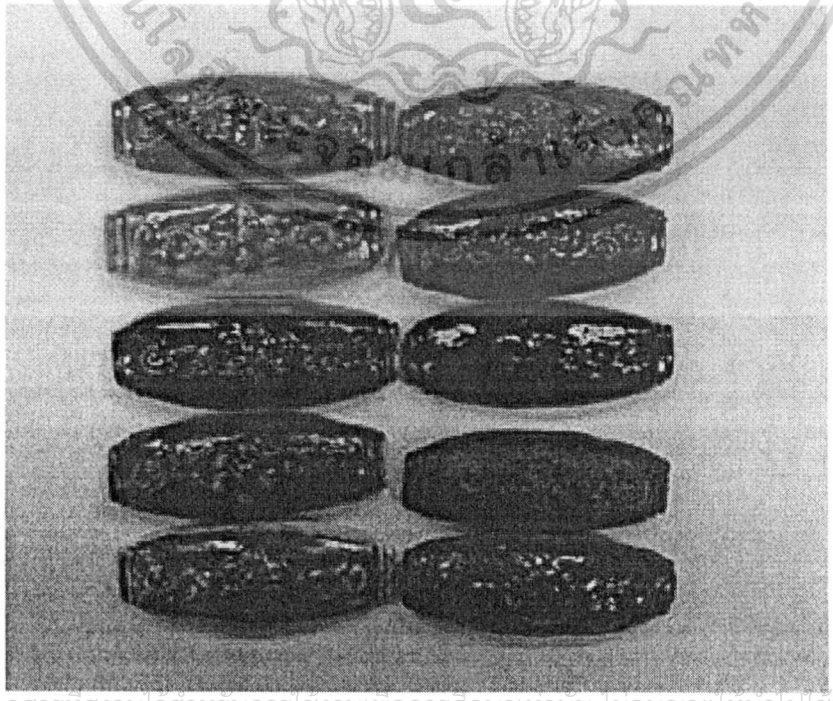
สูตร	ผลการเผาเคลือบ 1250 องศา	
	ดินสโตนแวร์	ดินเอิทเทนแวร์
Feldspar ขี้เถ้าผักกาบหมาก Red clay	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สีนวลอมเขียวมีประจุดน้ำตาลอ่อนและน้ำตาลแก่ โปร่งแสงเล็กน้อย เคลือบไม่ไหล ไม่ราน สวย	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์ ผิวมัน สีน้ำตาลใส โปร่งแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้าผักกาบหมาก Red clay Iron	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สีน้ำตาลอมเหลืองมีประจุดสีน้ำตาลอ่อนและสีเขียว โปร่งแสงเล็กน้อย เคลือบไม่ไหล ไม่ราน	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สีน้ำตาลเข้มอมดำมีประ จุดน้ำตาลอ่อน ทึบแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้าผักกาบหมาก Red clay Copper	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สีนวลอมเขียวอมเหลืองมีประจุดสีน้ำตาล โปร่งแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สีน้ำตาลเข้มมีประจุดน้ำตาลอ่อน ทึบแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้าผักกาบหมาก Red clay Coboal	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์ ผิวมัน สีน้ำเงินแกมเขียวเข้มมีประจุดสีน้ำเงินและสีเทา ทึบแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน สวย	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์ ผิวมัน สีน้ำเงินแกมดำมีประจุดสีน้ำเงิน ทึบแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้าผักกาบหมาก Red clay Crom	เคลือบหลอมสมบูรณ์ เคลือบเดือด ผิวมัน สีน้ำตาลเข้มมีประจุดสีน้ำตาลอ่อน ทึบแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์เคลือบเดือด ผิวด้านกึ่งมัน สีน้ำตาลอ่อนมีประจุดสีน้ำตาลเข้ม ทึบแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้าผักกาบหมาก Red clay Titanium	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์ ผิวมัน สีน้ำตาลอมเหลืองมีประจุดสีน้ำตาลและสีเทา โปร่งแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สีน้ำตาลเข้มอมเทา โปร่งแสง เคลือบไม่ไหล ไม่ราน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.19 ผลของเคลือบขี้เถ้าขี้เลื่อยไม้สักระหว่างดินสโตนแวร์(แถวซ้าย)และดินเอนเทนแวร์ (แถวขวา)



ภาพที่ 4.20 ผลของเคลือบขี้เถ้าหมากระหว่างดินสโตนแวร์และดินเอนเทนแวร์และออกไซด์ต่างกัน (จากบนลงล่างชิ้นแรกคือ Iron,Copper,Coboal,Crom และ Titanium อย่างละ 3% ตามลำดับ)



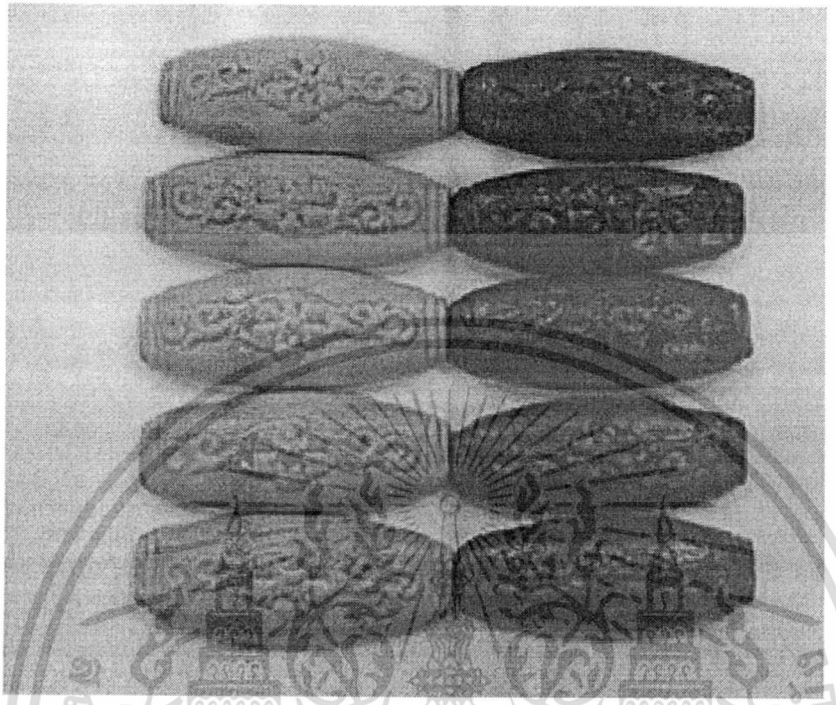
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ผลการทดลองเคลือบขี้เถ้าไม้สัก อัตราส่วน 34:34:32:3

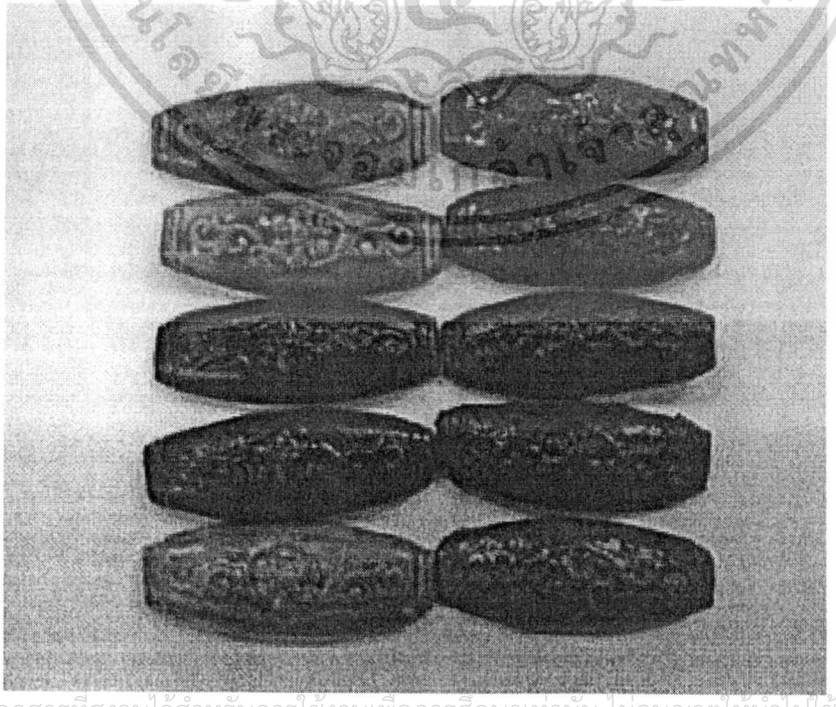
สูตร	ผลการเผาเคลือบ 1250 องศา	
	ดินสโตนแวร์	ดินเอิทเทนแวร์
Feldspar ขี้เถ้าไม้สัก Red clay	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมัน เรียบสีน้ำตาลแดง ไม่ราน ไม่ไหลโปร่งแสง	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมัน เรียบสีน้ำตาลแกมดำ ไม่รานไม่ไหล ทึบแสง
Feldspar ขี้เถ้าไม้สัก Red clay Iron	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมัน เรียบสีน้ำตาลแดง ไม่ราน ไม่ไหลโปร่งแสง	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมัน เรียบสีน้ำตาลดำเขียว ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง
Feldspar ขี้เถ้าไม้สัก Red clay Copper	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมัน เรียบ สีน้ำตาล ไม่ราน ไม่ไหลโปร่งแสง	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมัน เรียบสีน้ำตาลเข้มแกมส้ม ไม่รานไม่ไหล ทึบแสง
Feldspar ขี้เถ้าไม้สัก Red clay Coboal	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมัน เรียบสีเขียวเข้มแกมน้ำเงิน ไม่ราน ไม่ไหล โปร่งแสง	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมัน เรียบสีดำ ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง
Feldspar ขี้เถ้าไม้สัก Red clay Crom	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมัน เรียบสีน้ำตาล ไม่ราน ไม่ไหลโปร่งแสง	เคลือบยังไม่สมบูรณ์ ผิวด้าน สีน้ำตาลด้าน ไม่รานไม่ไหล ทึบแสง
Feldspar ขี้เถ้าไม้สัก Red clay Titanium	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมัน เรียบสีน้ำตาลเหลือง ไม่ราน ไม่ไหล โปร่งแสง	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมัน เรียบสีน้ำตาลเหลือง ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.21 ผลของเคลือบขี้เถ้าใบสนระหว่างดินสโตนแวร์(แถวซ้าย)และดินเอนเทนแวร์ (แถวขวา)



ภาพที่ 4.22 ผลของเคลือบขี้เถ้าใบสนระหว่างดินสโตนแวร์และดินเอนเทนแวร์และออกไซด์ต่างกัน (จากบนลงล่างชิ้นแรกคือ Iron,Copper,Coboal,Crom และ Titanium อย่างละ 3 % ตามลำดับ)



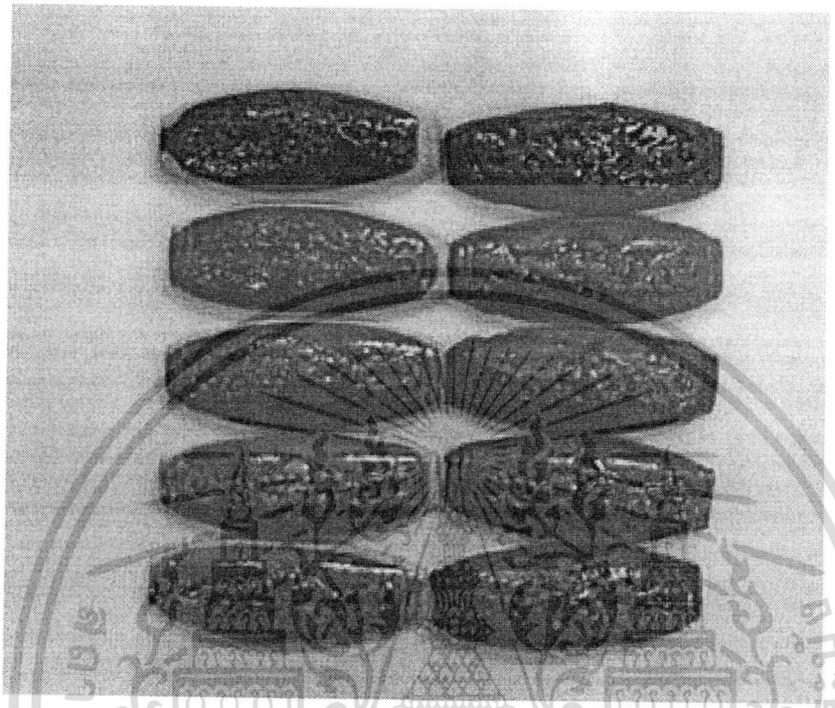
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 ผลการทดลองเคลือบขี้เถ้ากิ่งและใบ สนประดิพันธ อัตราส่วน 34:34:32:3

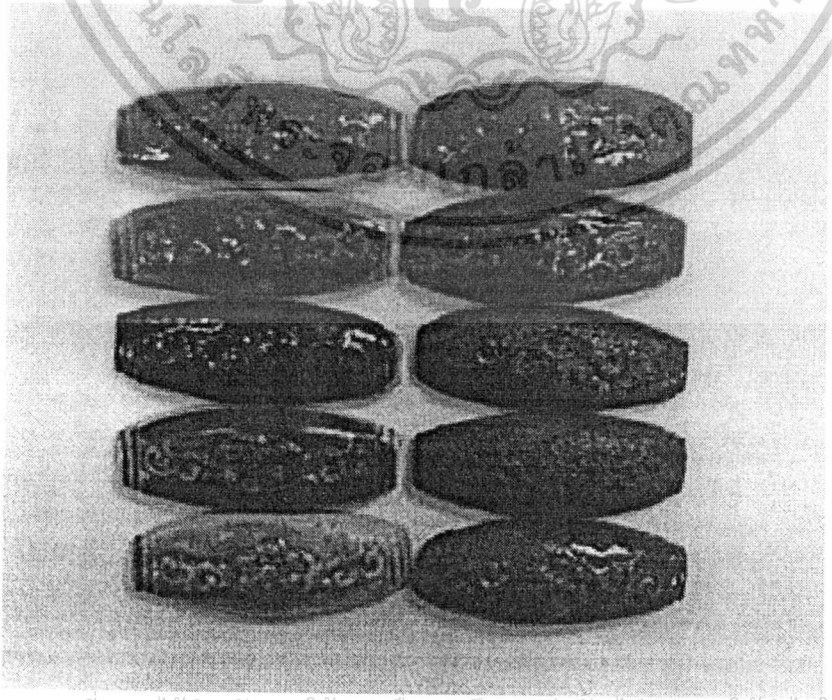
สูตร	ผลการเคลือบ 1250 องศา	
	ดินสโตนแวร์	ดินเอิทเทนแวร์
Feldspar ขี้เถ้า Red clay	เคลือบหลอมสมบูรณ์ผิวกึ่งด้านกึ่งมัน สีครีม นวล ทึบแสง ไม่ไหล ไม่ราน สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวกึ่งด้านกึ่งมัน สีดำอมน้ำตาล ทึบแสง ไม่ไหลไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้า Red clay Iron	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวกึ่งด้านกึ่งมัน สีน้ำตาลแดง ทึบแสง ไม่ไหล ไม่ราน	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวกึ่งด้านกึ่งมัน สีน้ำตาลเข้ม ไม่ไหล ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้า Red clay Copper	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวกึ่งด้านกึ่งมัน สีครีมนวล ประจุดน้ำตาลเข้ม ที่เคลือบหนาเป็นเกล็ดน้ำตาลอมเขียว ทึบแสง ไม่ไหล ไม่ราน สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวกึ่งด้านกึ่งมัน สีเทา ประจุดเล็กๆ สีน้ำตาล ทึบแสง ไม่ไหล ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้า Red clay Coboal	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวกึ่งด้านกึ่งมัน หากเคลือบหนาจะเป็นสีดำเข้มอมน้ำตาล หากเคลือบบางจะเป็นสีเขียวเข้ม ทึบแสง ไม่ไหล ไม่ราน สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวกึ่งด้านกึ่งมัน ผิวขรุขระเล็กน้อย สีน้ำตาลเข้ม ทึบแสง ไม่ไหล ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้า Red clay Crom	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวกึ่งด้านกึ่งมัน สีน้ำตาล ทึบแสง ไม่ไหล สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สีน้ำตาลเข้มอมเขียว ทึบแสง ไม่ไหล ไม่ราน
Feldspar ขี้เถ้า Red clay Titanium	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวกึ่งด้านกึ่งมัน สีน้ำตาลเทา ทึบแสง ไม่ไหล ไม่ราน สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวกึ่งด้านกึ่งมัน สีน้ำตาลดำ ทึบแสง ไม่ไหล ไม่ราน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.23 ผลของเคลือบขี้เถ้าข้าวโพดระหว่างดินสโตนแวร์(แถวซ้าย)และดินเอนเทนแวร์ (แถวขวา)



ภาพที่ 4.24 ผลของเคลือบขี้เถ้าข้าวโพดระหว่างดินสโตนแวร์และดินเอนเทนแวร์และออกไซด์ต่างกัน (จากบนลงล่างชิ้นแรกคือ Iron,Copper,Coboal,Crom และ Titanium อย่างละ 3% ตามลำดับ)



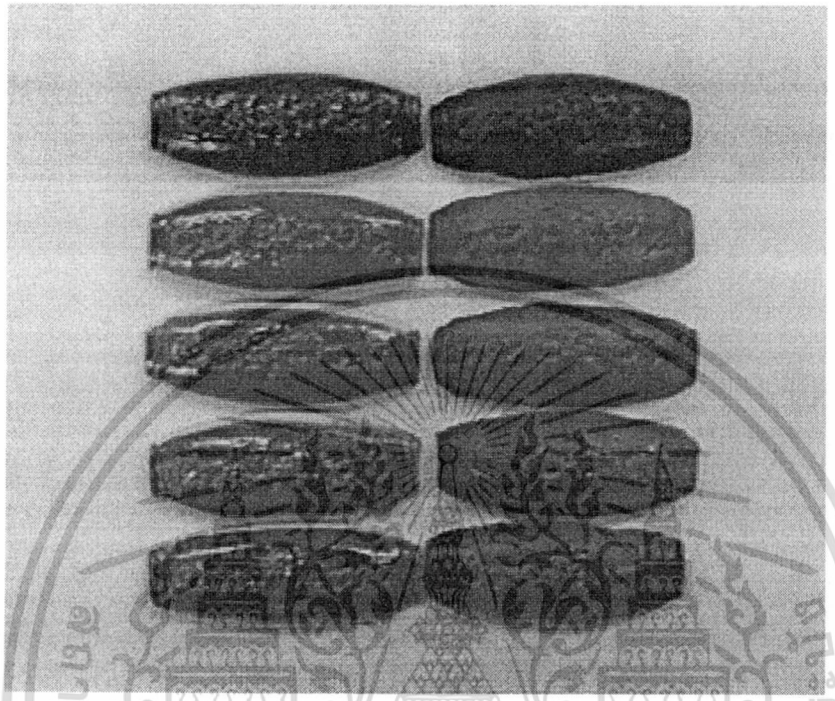
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 ผลการทดลองเคลือบขี้เถ้าข้าวโพด อัตราส่วน 34:34:32:3

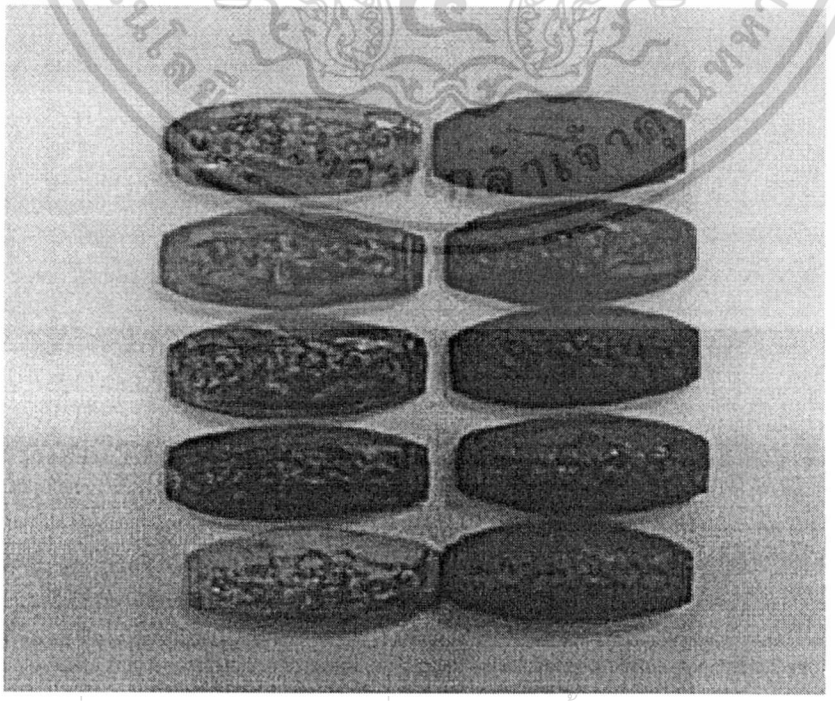
สูตร	ผลการเคลือบ 1250 องศา	
	ดินสโตนแวร์	ดินเอิทเทนแวร์
Feldspar ขี้เถ้า Red clay	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สวยสีน้ำตาลอ่อนประจุด โปร่งแสงเล็กน้อย ไม่ราน ไม่ไหล สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สีเขียวเข้ม โปร่งแสง ไม่รานไหล สวย
Feldspar ขี้เถ้า Red clay Iron	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สีน้ำตาลแกมเทา โปร่งแสงเล็กน้อย ไม่ราน ไหลเล็กน้อย สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สีน้ำตาลเข้มแกมดำ โปร่งแสงเล็กน้อย ไม่ราน ไหล
Feldspar ขี้เถ้า Red clay CuO	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สีน้ำตาลแดงแกมดำ โปร่งแสง ไม่ราน ไม่ไหล สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สีเทาดำ โปร่งแสง ไม่ราน ไหล
Feldspar ขี้เถ้า Red clay Copper	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สีเขียวเข้มเกือบดำ ไม่โปร่งแสง ไม่ราน ไม่ไหล สวย	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์ ผิวมัน ขรุขระ สีเทาเข้ม ไม่โปร่งแสง ไม่ราน ไม่ไหล
Feldspar ขี้เถ้า Red clay Crom	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สีเทาเข้ม โปร่งแสง ไม่ราน ไม่ไหล สวย	เคลือบหลอมไม่สมบูรณ์ ผิวมัน ขรุขระ สีน้ำตาล ไม่โปร่งแสง ไม่ราน ไม่ไหล
Feldspar ขี้เถ้า Red clay Titanium	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สีเหลืองเข้ม โปร่งแสง ไม่ราน ไหล สวย	เคลือบหลอมสมบูรณ์ ผิวมัน สีเหลืองน้ำตาล โปร่งแสง รานเป็นเส้น ไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.25 ผลของเคลือบขี้เถ้าจามจุรีระหว่างดินสโตนแวร์(แถวซ้าย)และดินเอนเทนแวร์ (แถวขวา)



ภาพที่ 4.26 ผลของเคลือบขี้เถ้าจามจุรีระหว่างดินสโตนแวร์และดินเอนเทนแวร์และออกไซด์ต่างกัน (จากบนลงล่างชั้นแรกคือ Iron,Copper,Coboal,Crom และ Titanium อย่างละ 3 % ตามลำดับ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

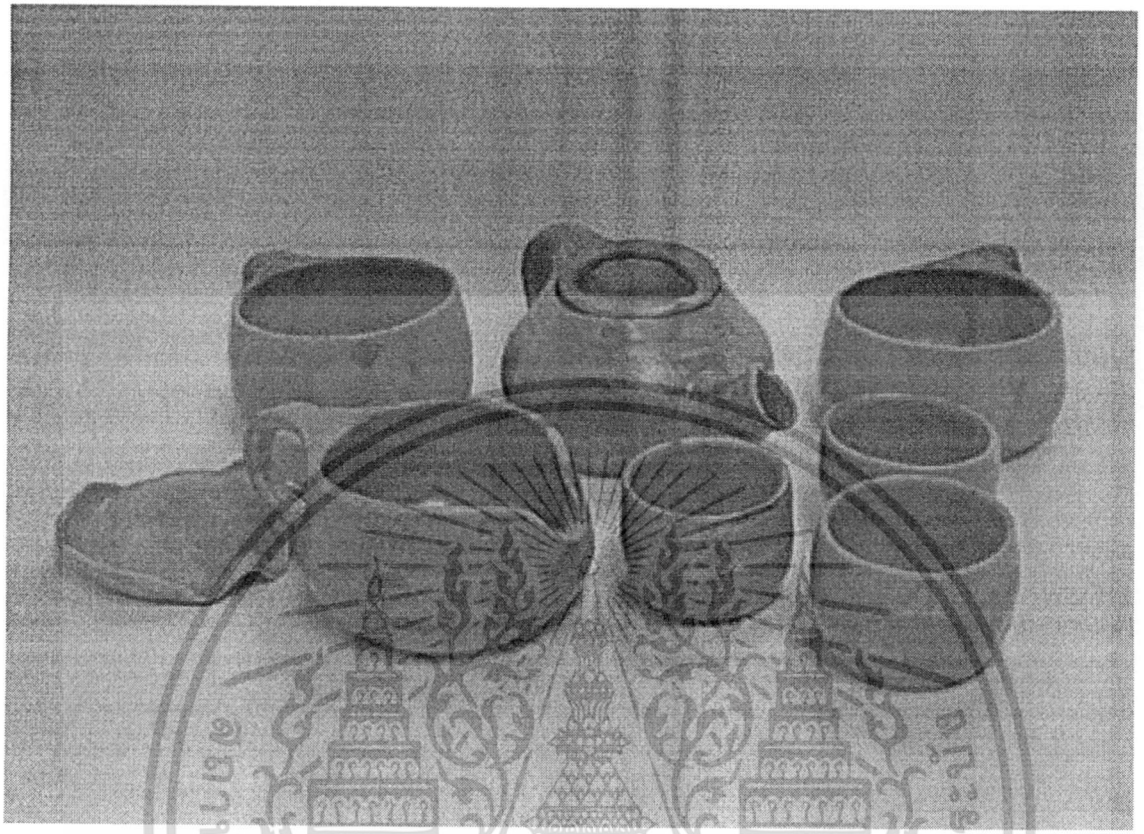
ตารางที่ 4.17 ผลการทดลองเคลือบขี้เถ้าไม้จามจุรี อัตราส่วน 34:34:32:3

สูตร	ผลการเผาเคลือบ 1250 องศา	
	ดินสโตนแวร์	ดินเอิทเทนแวร์
Feldspar ขี้เถ้าไม้จามจุรี Red clay	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมันเรียบ สีน้ำตาล ไม่ราน ไม่ไหลโปร่งแสง	เคลือบสมบูรณ์ ผิวด้าน สีน้ำตาลไหม้ ไม่ราน ไม่ไหลทึบแสง
Feldspar ขี้เถ้าไม้จามจุรี Red clay Iron	เคลือบไม่สมบูรณ์ ผิวกึ่งมันกึ่งเรียบ สีน้ำตาลแดง ไม่ราน ไม่ไหล โปร่งแสง	เคลือบไม่สมบูรณ์ ผิวหยาบสีน้ำตาลเขียว ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง
Feldspar ขี้เถ้าไมจามจุรี Red clay Copper	เคลือบสมบูรณ์ ผิวกึ่งมันกึ่งหยาบ สีน้ำตาลแดงเข้ม ไม่ราน ไม่ไหล โปร่งแสง	เคลือบสมบูรณ์ ผิวหยาบ สีน้ำตาลไหม้ ไม่ราน ไม่ไหลทึบแสง
Feldspar ขี้เถ้าไม้จามจุรี Red clay Coboal	เคลือบไม่สมบูรณ์ ผิวมันเรียบ สีน้ำตาลเข้มแกมน้ำเงิน ไม่ราน ไม่ไหล โปร่งแสง	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมันเรียบสีน้ำตาลไหม้แกมน้ำเงิน ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง
Feldspar ขี้เถ้าไม้จามจุรี Red clay Crom	เคลือบไม่สมบูรณ์ ผิวมันเรียบ สีเขียวเข้ม ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง	เคลือบสมบูรณ์ ผิวด้าน สีเขียวเข้ม ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง
Feldspar ขี้เถ้าไม้จามจุรี Red clay Titanium	เคลือบไม่สมบูรณ์ ผิวมันเรียบ สีเหลืองน้ำตาล ไม่ราน ไม่ไหล โปร่งแสง	เคลือบสมบูรณ์ ผิวมัน เรียบสีเหลืองแดง ไม่ราน ไม่ไหล ทึบแสง

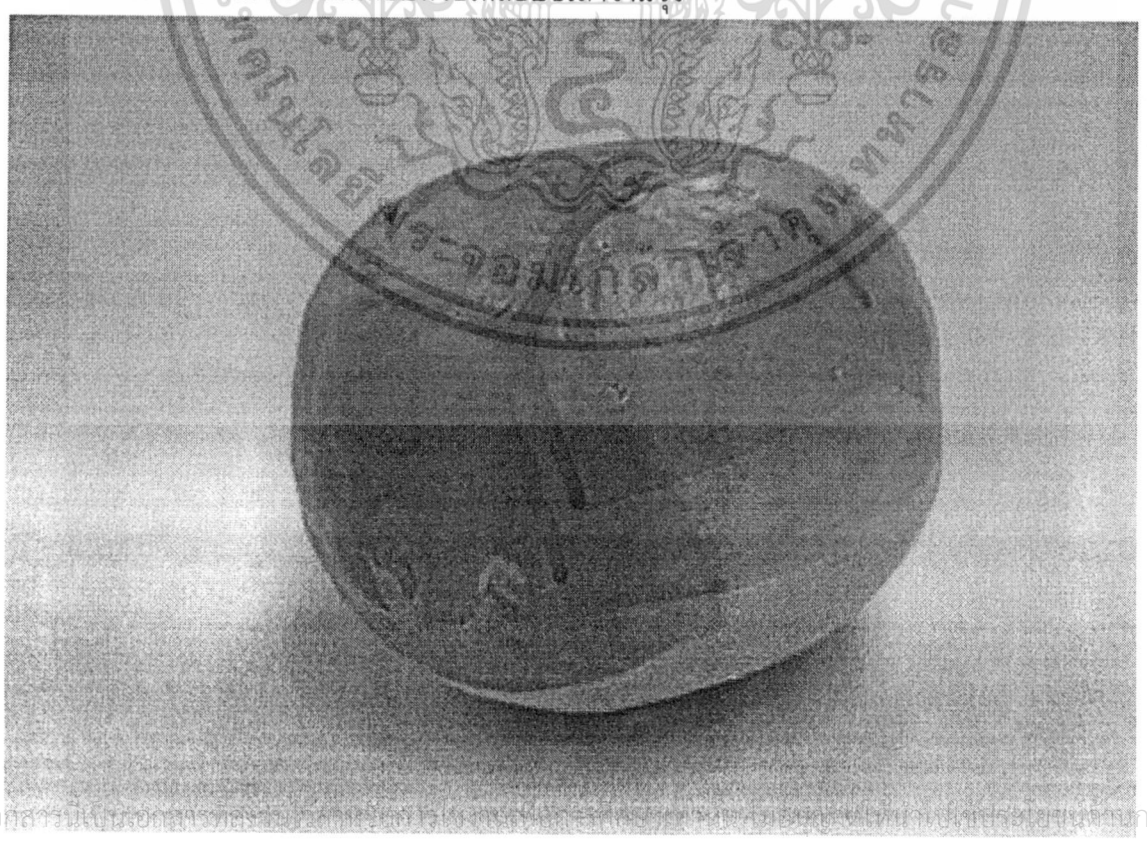
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3 การนำเคลือบไปใช้ในการออกแบบตกแต่งเครื่องปั้นดินเผา

ภาพที่ 4.27 ผลิตภัณฑ์เคลือบด้วยเคลือบขี้เถ้าใบสน

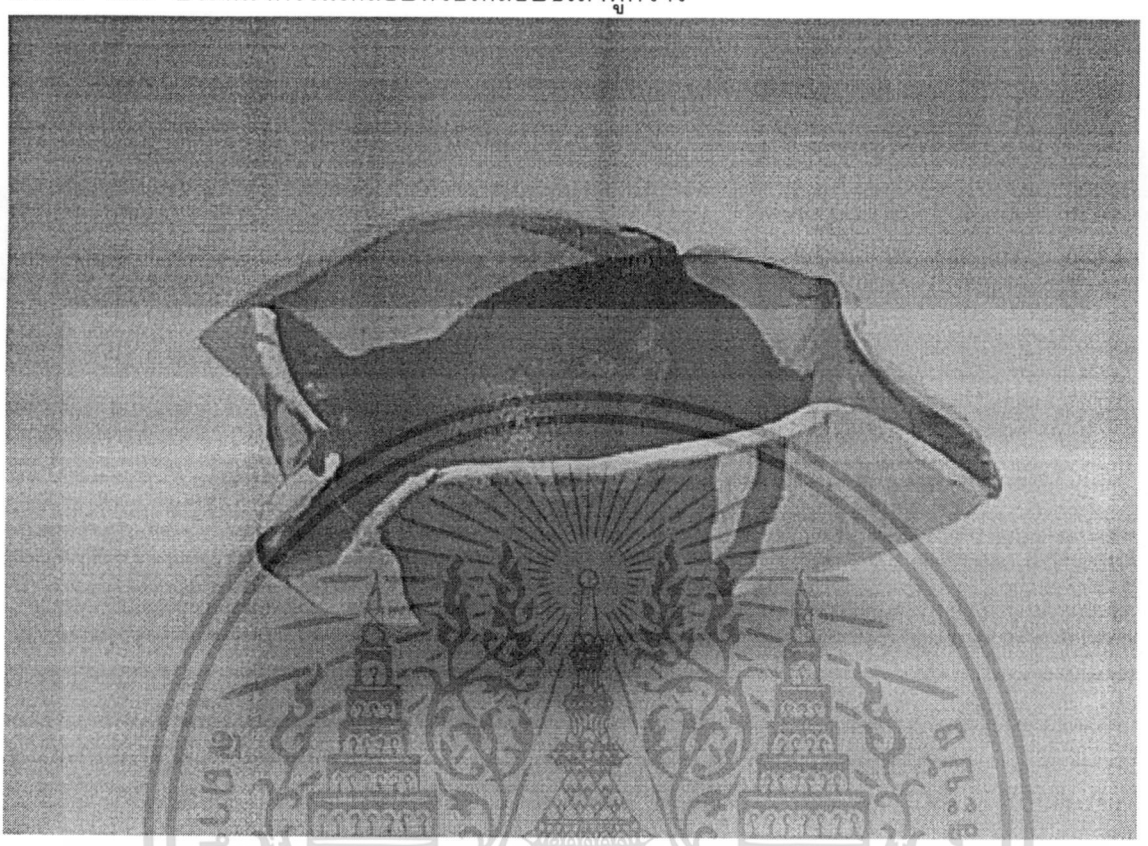


ภาพที่ 4.28 ประติมากรรมเคลือบด้วยเคลือบขี้เถ้าจามจุรี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

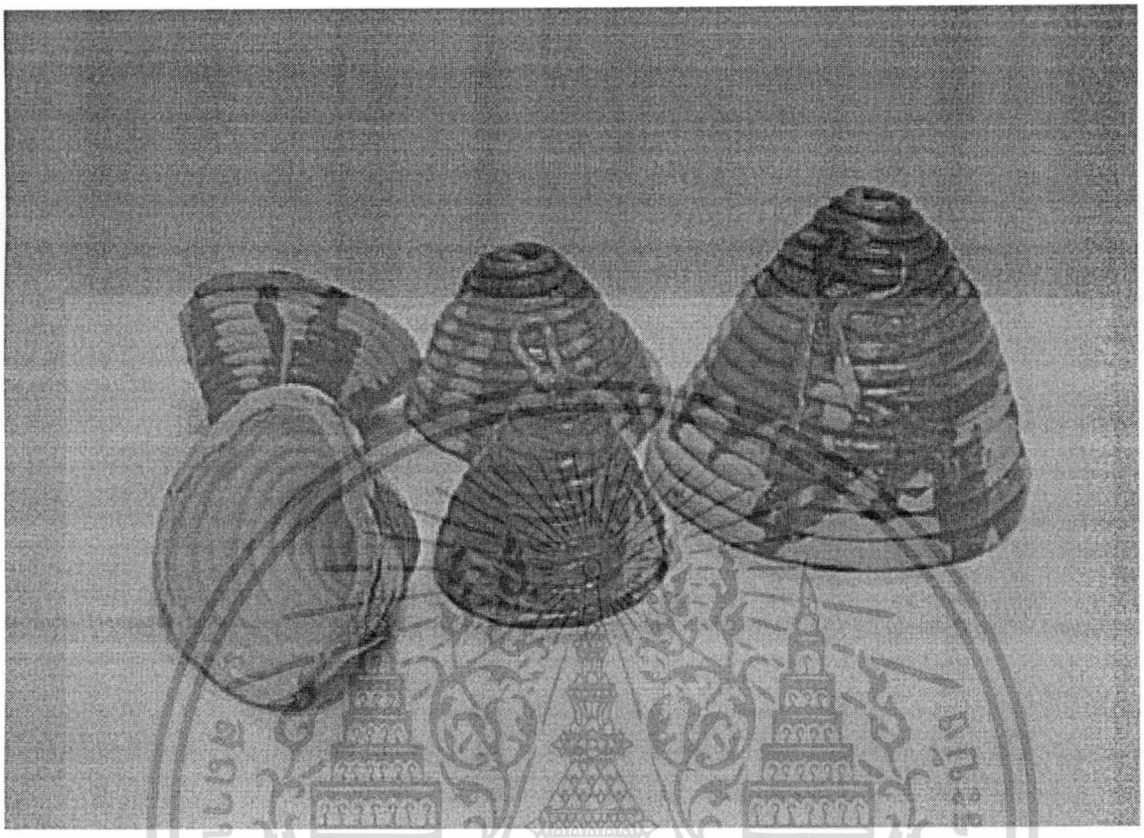
ภาพที่ 4.29 ประติมากรรมเคลือบด้วยเคลือบขี้เถ้าหูกวาง



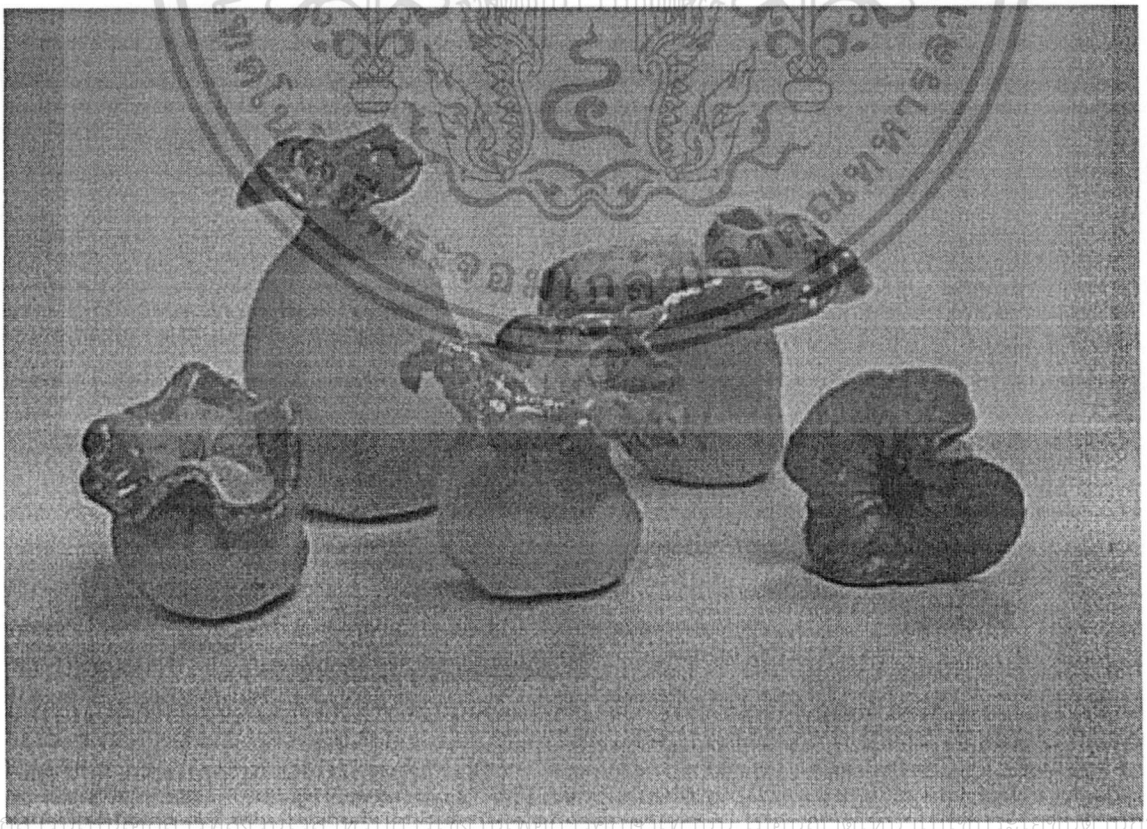
ภาพที่ 4.30 ถ้วยชามเคลือบด้วยเคลือบขี้เถ้าธูปฤาษี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.31 ประติมากรรมเคลือบด้วยเคลือบขี้เถ้าข้าวโพด



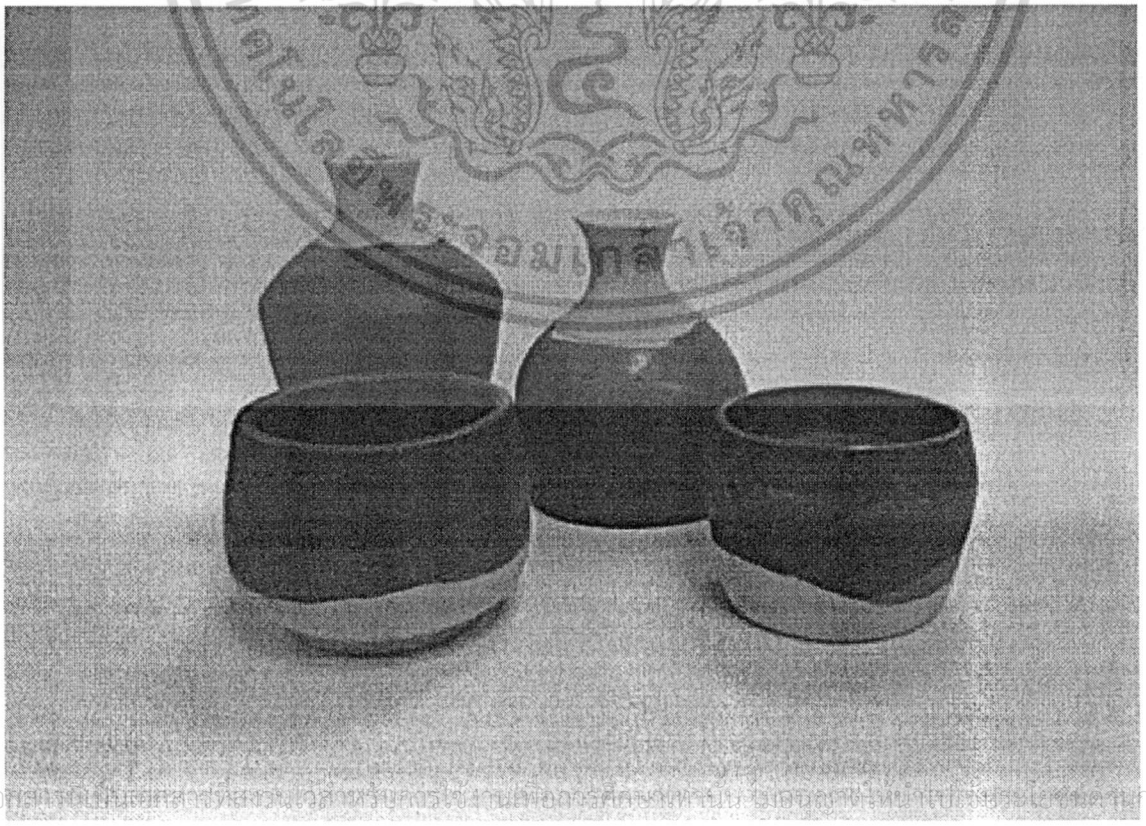
ภาพที่ 4.32 แจกันเคลือบด้วยเคลือบขี้เถ้าหมาก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.33 ถ้วยกาแฟเคลือบด้วยเคลือบขี้เถ้าสัก

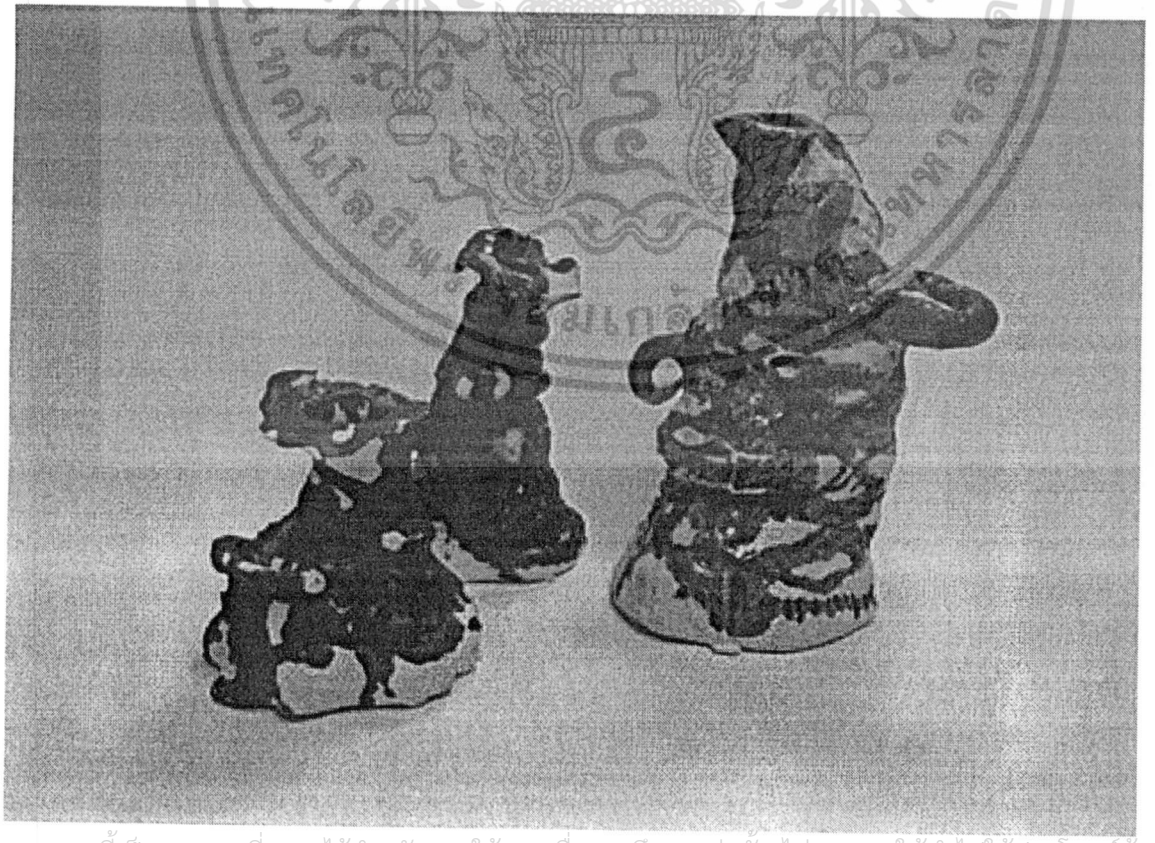
ภาพที่ 4.34 แจกันเคลือบด้วยเคลือบขี้เถาแกลบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.35 แจกันและถ้วยเคลือบด้วยเคลือบขี้เถ้าผักตบ

ภาพที่ 4.36 ประติมากรรมเคลือบด้วยเคลือบขี้เถ้าอ้อย

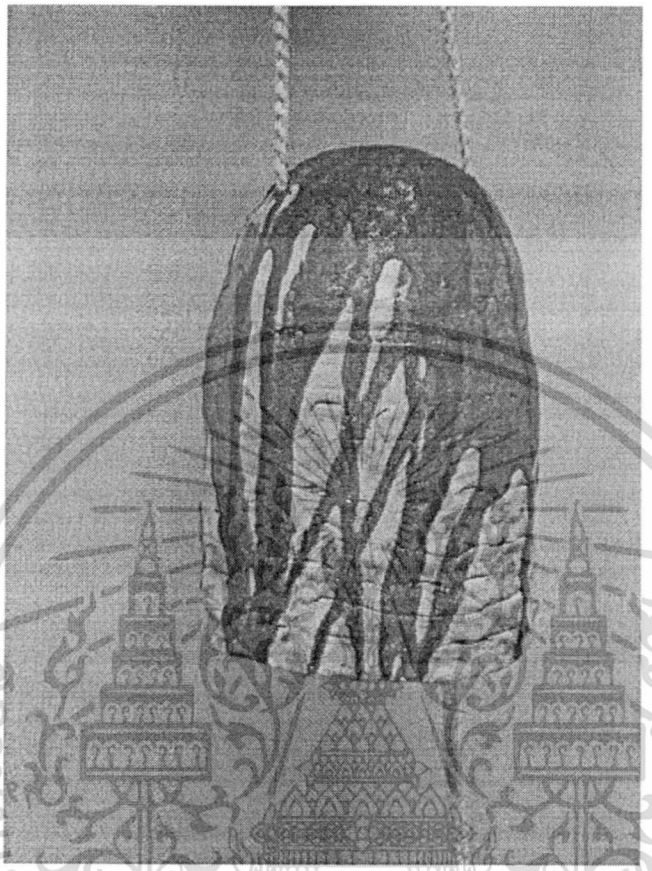


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.37 ถ้วยด้วยเคลือบขี้เถ้าแคแสด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.8 ระฆังถ้วยด้วยเคลือบขี้เถ้าหญ้าคา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

การวิจัยเรื่องผลของเคลือบขี้เถ้าพืชที่มีต่อการออกแบบตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ

1. เพื่อศึกษาผลของเคลือบขี้เถ้าพืชที่มีต่อการออกแบบตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์

2. เพื่อเปรียบเทียบสีและลักษณะของเคลือบขี้เถ้าพืชที่มีต่อการออกแบบตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์ที่ใช้วัตถุดิบต่างกัน

สมมติฐานการวิจัย

1. ชิ้นงานที่เคลือบด้วยขี้เถ้าพืชและดินต่างชนิดกัน ส่งผลต่อน้ำหนักหลังเคลือบเปอร์เซ็นต์การหดตัวและการดูดซึมน้ำ ต่างกัน

2. ชิ้นงานที่เคลือบด้วยขี้เถ้าพืชและดินต่างชนิดกันมีอิทธิพลร่วมต่อน้ำหนักหลังเคลือบเปอร์เซ็นต์การหดตัวและการดูดซึมน้ำของชิ้นงาน

ขอบเขตการวิจัย

ตัวอย่างขี้เถ้าพืชที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 13 ชนิดคือ ใบตอง หญ้าคา แกลบ แคแสด ธูปฤาษี หูกวาง อ้อย ผักตบ หมาก ขี้เลื่อยไม้สัก ข้าวโพด และจามจุรี

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น (Independent variable) ชนิดของขี้เถ้าพืชที่ใช้ทำเคลือบ จำนวน 13 ชนิด คือ ใบตอง หญ้าคา แกลบ แคแสด ธูปฤาษี หูกวาง อ้อย ผักตบ หมาก ขี้เลื่อยไม้สัก ข้าวโพด จามจุรี และประเภทของเนื้อดินปั้น 2 ประเภทได้แก่ ดินสโตนแวร์และดินเอทเทนแวร์
ออกไซด์ที่ทำให้เกิดสี 5 สี ได้แก่ Iron,Copper,Coboal,Crom และ Titanium อย่างละ 2%

ตัวแปรตาม (Dependent variable) น้ำหนักหลังเคลือบ เปอร์เซ็นต์การหดตัวของชิ้นงาน การดูดซึมน้ำ ลักษณะและสีของเคลือบ

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. เคลือบขี้เถ้าพืชต่างชนิดกันส่งผลต่อน้ำหนักหลังเคลือบของชิ้นงาน เปอร์เซ็นต์การหดตัวของชิ้นงาน และการดูดซึมน้ำต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ดินต่างชนิดกันส่งผลต่อน้ำหนักหลังเคลือบขอชิ้นงานและเปอร์เซ็นต์การหดตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่ด้านการดูดซึมน้ำไม่แตกต่าง (P=0.38)

3. ขี้เถ้าพืชกับดินต่างชนิดกันมีอิทธิพลร่วมต่อน้ำหนักหลังเคลือบ เปอร์เซ็นต์การหดตัวและการดูดซึมน้ำ อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ลักษณะและสีที่ได้จากการเคลือบขี้เถ้าพืช 13 ชนิดพบว่า เคลือบมันได้แก่ ใบตอง หูกวาง อ้อย ผักตบ หมาก ขี้เลื่อยไม้สัก ข้าวโพด และจามจุรี ในขณะที่ หญ้าคา แคแสด และธูปฤาษีเกิดเคลือบกึ่งด้าน ส่วนขี้เถ้าแกลบเกิดเคลือบด้าน เคลือบจากพืชทุกชนิดไม่ไหลตัวขณะที่เผาอุณหภูมิ 1,200 สีส่วนใหญ่ที่เคลือบบนดินสโตนแวร์เป็นโทนสีครีมถึงน้ำตาลเข้ม พืชบางชนิดเกิดประจุเล็กๆ สีน้ำตาล เช่น หูกวาง หมาก แคแสด และธูปฤาษี ในขณะที่เคลือบบนดินเอทเทนแวร์ส่วนใหญ่เป็นสีน้ำตาลเข้ม

การจากทดลองพบว่าขนาดของวัตถุดิบที่ใช้ในการเคลือบส่งผลต่ออุณหภูมิการสุกตัวของเคลือบ วัตถุดิบที่มีขนาดละเอียดจะหลอมตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่าวัตถุที่มีขนาดหยาบว่า ดังนั้นการเลือกวัตถุดิบกระบวนการเตรียมเคลือบส่งผลต่ออุณหภูมิการสุกของเคลือบ เคลือบขี้เถ้าพืชสามารถนำมาพัฒนาให้มีสีหลากหลาย โดยเติมสีเซรามิกส์หรือออกไซด์ได้ แต่อย่างไรก็ตามจากวัตถุดิบที่ใช้เช่นดินปากเกร็ดมีส่วนประกอบของมลทิน เช่นออกไซด์ปนอยู่ค่อนข้างสูงสีที่ได้จึงไม่สดเหมือน สีเคลือบทั่วไปแต่ก็ให้สีสันดูแปลกตาอีกแบบหนึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ[4]ในขณะเดียวกันขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบให้มีคุณภาพควรคำนึงถึงความชื้นของวัตถุดิบปริมาณการค้างตะแกรง (ความละเอียดของดินอย่างคร่าวๆ)การตรวจวัดปริมาณสูญเสียหลังเผาเพื่อให้การควบคุมการเตรียมวัตถุดิบมีความสม่ำเสมอ(ชุติมน เอี่ยมโชติชวลิต,2546)

การหดตัวและการดูดซึมน้ำพบว่าเบอร์เซ็นต์การหดตัวของชิ้นงานแตกต่างกันมาก ระหว่างดิน 2 ชนิด ส่วนการดูดซึมน้ำไม่แตกต่างแสดงว่าดินเอนเทนแวร์เมื่อนำมาเคลือบจะช่วยลดการดูดซึมน้ำสามารถนำไปใช้งานได้ดีดินเอทเทนแวร์ที่ใช้ปั้นผลิตภัณฑ์ชิ้นใหญ่ นิยมใช้ผสมทรายหรือดินเชื้อ (Grog)เพื่อช่วยในการทรงตัวเผาแล้วมีความแกร่งเพิ่มขึ้นและช่วยควบคุมการหดตัวของดินได้ดีพอสมควร (ทวี พรมพฤษณ์,2533)

เสริมศักดิ์ นาคบัว (2535) ค้นพบจากงานวิจัยว่าการเคลือบขี้เถ้าให้ได้ดี จะต้องมีเตาเผาที่ดีเผาได้ทั้ง Oxidation และ Reduction เตาไม่ควรมีช่องแตกรั่ว ซึ่งจะทำให้อากาศเข้าไปในเตาหลังปิดเผาแบบ Reduction แล้ว เพราะจะทำให้เกิด Re oxidation ส่งผลต่อสีเคลือบบางชิ้นหรือบางด้านของผลิตภัณฑ์ถ้าเตาเผามีรอยแยกหรือรอยรั่วเมื่อปิดเตาจะต้องใช้ดินเหนียวอุดรอยรั่วเหล่านั้นให้หมด

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการทดลองไปใช้ จากผลการทดลองพบว่า เคลือบขี้เถ้าพืชบนเนื้อดินเอทเทนแวร์ เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ผลิตกระถางต้นไม้ เคลือบกระเบื้อง ประดิมากรรมตกแต่งสวน เพราะมีน้ำหนักหลังเผาเบากว่าดินสโตนแวร์ แต่ต้องปั้นเผื่อการหดตัวหลังเผาเคลือบประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ในขณะที่ดิน สโตนแวร์หดตัวประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ สำหรับขี้เถ้าพืชจาก ใบตอง หูกวาง อ้อย ผักตบ หมาก ขี้เลื่อยไม้สัก ข้าวโพด และจามจุรี ที่เคลือบบนดินสโตนแวร์ สามารถนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์บนโต๊ะอาหาร แจกัน ของตกแต่งบ้าน เนื่องจากมีความมันวาว โปร่งแสง ในขณะที่เคลือบขี้เถ้าแกลบเหมาะสมสำหรับใช้สร้างสรรค์งานศิลปะเพราะมีพื้นผิวที่น่าสนใจมีลักษณะเป็นเคลือบด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เสริมศักดิ์ นาคบัว .**เคลือบขี้เถ้าพืช.**กรุงเทพ:เจ.ฟิล์ม โปรเซส จำกัด,2535.

แสงแดด.2544.

ไพจิตร อิงศิริวัฒน์.**รวมสูตรเคลือบเซรามิกส์.**กรุงเทพ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์,2537

กรุงเทพฯ : ดานสุทธาการพิมพ์, 2539.

ชุติมา เอี่ยมโชติชวลิต. "การผลิตเซรามิกส์อย่างไรให้มีคุณภาพสม่ำเสมอ" .**วารสารเซรามิกส์.**

ปีที่ 7 ฉบับ ที่15 (มกราคม-เมษายน 2546), หน้า 64-67.

ดวงแก้ว ศรีลักษณ์.**มหัศจรรย์พันธุ์กล้วยในไทย.** พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์

ทวี พรมพฤษณ์.**เครื่องเคลือบดินเผาเบื้องต้น**. กรุงเทพ: โอเดียนสโตน์, 2533.

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ.**เซรามิกส์.**กรุงเทพ: สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์, 2539

ลดา พันธุสุขุมชนาและชลัย ศรีสุข. "การพัฒนา เคลือบขี้เถ้าไม้ยาง".**วารสารเซรามิกส์.** ปีที่ 7

ฉบับที่17 (กันยายน-ธันวาคม 2546), หน้า 59-63.

วชิรพงศ์ หวลบุตตา. **ไม้ต้นประดับ เล่ม 1.** กรุงเทพ : บ้านและสวน, 2542.

Perter Cosentino.**Creative Pottery**.Singapore.Tiger. Books International plc,1985

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้วิจัย

นายนิรัช สุดสังข์ รหัสประจำตัวนักวิจัยแห่งชาติ 47110042 เกิดเมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2515 ภูมิลำเนา บ้านเลขที่ 66 หมู่ 1 ตำบลท่างาม อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก การศึกษาระดับประถมศึกษาโรงเรียนวัดเสนาสน์ อ.วัดโบสถ์ จ.พิษณุโลก มัธยมศึกษาโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม ประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาวิชาวิจิตรศิลป์ ที่วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุโขทัย ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตภาคพายัพเชียงใหม่ตามลำดับ

สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิตเกียรตินิยม (ค.อ.บ) สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม) สาขาวิชาศิลปศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต(ค.ด) สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2544 ด้วยทุนพัฒนาอาจารย์ทบวงมหาวิทยาลัยตามความต้องการของ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปัจจุบันรับราชการตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระดับ 7 ประจำสาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ด้านการบริหารดำรงตำแหน่งผู้ช่วยคณบดีฝ่ายประกันคุณภาพการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย ด้านการสอนรับผิดชอบสอนวิชาออกแบบอุตสาหกรรม ออกแบบเครื่องปั้นดินเผา การสอนเฉพาะทางศิลปอุตสาหกรรม การฝึกสอนและสัมมนาทางศิลปอุตสาหกรรม ระดับปริญญาโท วิชามนุษย์กับการออกแบบ วิชาการออกแบบอุตสาหกรรมขั้นสูง และวิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้