

ผลของการพัฒนาดินตะกอนประปาที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพ
และรูปแบบเครื่องปั้นดินเผา

EFFECT OF DEVELOPMENT DEPOSIT WATER SUPPLY
TO PHYSICAL AND FORM POTTERY

ปานุ ศิริพงษ์ไพโรจน์
PANU SIRIPONGPAIROTE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตแก้วที่อุตสาหกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2550

ผลของการพัฒนาดินตะกอนประปาที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพ
และรูปแบบเครื่องปั้นดินเผา

EFFECT OF DEVELOPMENT DEPOSIT WATER SUPPLY
TO PHYSICAL AND FORM POTTERY

พานู ศิริพงษ์ไพโรจน์

PANU SIRIPONGPAIROTE

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2550

**EFFECT OF DEVELOPMENT DEPOSIT WATER SUPPLY
TO PHYSICAL AND FORM POTTERY**

PANU SIRIPONGPAIROTE

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION IN INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2007

COPYRIGHT 2007

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

| | |
|---------------------------------|--|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | ผลของการพัฒนาดินตะกอนประปาที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและรูปแบบเครื่องปั้นดินเผา |
| นักศึกษา | นายภานุ ศิริพงศ์ไพโรจน์ |
| รหัสประจำตัว | 48063612 |
| ปริญญา | ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต |
| สาขาวิชา | เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม |
| พ.ศ. | 2550 |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ | รองศาสตราจารย์ ดร.นิรัช สุกสังข์ |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม | รองศาสตราจารย์อุคมศักดิ์ สารินูตร |

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการพัฒนาดินตะกอนประปาที่มีผลต่อสมบัติทางกายภาพและรูปแบบเครื่องปั้นดินเผา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพทางด้าน ความเหนียว การหดตัว การดูดซึมน้ำ ความทนไฟ และสีหลังเผา แล้วนำผลที่ได้มาพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากดินตะกอนประปาตามคุณสมบัติของเนื้อดินที่ได้จากการทดลองอัตราส่วนผสม และเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมเนื้อดิน และคุณสมบัติทางกายภาพที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่พัฒนาจากดินตะกอนประปาต่างส่วนผสม

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้จากการผสมวัตถุดิบสองชนิดเชิงเส้น คือ ดินตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานี และดินสามโคก และทุกส่วนผสมเดิมสารเดิมแต่ง หินฟันม้าชนิดโปแตส และหินเขียวหนุมาน ตัวแปรต้นได้แก่ อัตราส่วนผสมของเนื้อดินตะกอนประปา ตัวแปรอิสระได้แก่ ความเหนียว การหดตัว การดูดซึมน้ำ ความทนไฟ สีหลังเผา และรูปแบบเครื่องปั้นดินเผาจากเนื้อดินตะกอนประปา วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวนแล้วนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างทั้งหมดโดยใช้ Two Way MANOVA

ผลการวิจัยสรุปว่า ส่วนผสมมีความเหนียวสามารถนำมาขึ้นรูปได้ อยู่ในช่วงระหว่างดินตะกอนร้อยละ 50-70 ดินสามโคก ร้อยละ 30-50 และเดิมสารเดิมแต่ง หินเขียวหนุมาน และ หินฟันม้าชนิดโปแตส เมื่อเผาที่ระดับอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ค่าการหดตัว ร้อยละ 14.27-8.47 การดูดซึมน้ำ ร้อยละ 27.93-20.87 และมีค่าดูดซึมน้ำลดลงเมื่อเผาที่อุณหภูมิสูงขึ้น ระดับ 1,200 องศาเซลเซียส ร้อยละ 0.27-0.42 ความพรุนตัวเนื้อแน่น สามารถทนไฟได้โดยไม่หลอมที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส มีสีหลังเผาไปทางด้านโทนสีแดงเข้ม และเหลืองเหลืองทางเขียว เมื่อนำไปพัฒนารูปแบบสามารถนำมาผลิตได้ในรูปแบบของเครื่องปั้นดินเผาประเภทสโตนแวร์ พบว่ากลุ่มภาชนะอาหารมีความเหมาะสมในการผลิต โดยขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน ตกแต่งโดยการเน้นสีของเนื้อดิน การเขียนสี และการเคลือบ

ผลของการเปรียบเทียบดินตะกอนประปาในด้าน อิทธิพลร่วมของอัตราส่วนผสมของเนื้อดิน และอุณหภูมิต่างกันทำให้ร้อยละการหดตัว การดูดซึมน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ผลการประเมินรูปแบบเครื่องปั้นดินเผาที่ได้จากการทดลองของผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องปั้นดินเผา โดยภาพรวมรูปแบบกลุ่มของภาชนะอาหาร มีความเหมาะสมที่สุดในระดับมาก ด้านประโยชน์ใช้สอย และด้านความสวยงาม มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด วัสดุที่ใช้ในการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ มาก ด้านกรรมวิธีการผลิตมีความเหมาะสมน้อยที่สุด คือ มีข้อจำกัดการผลิตมาก

| | |
|--------------------------|---|
| Thesis Title | Effect of Development Deposit Water Supply to Physical and Form Pottery |
| Student | Mr.Panu Siripongpairote |
| Student ID. | 48063612 |
| Degree | Master of Sciences in Industrial Education |
| Program | Industrial Design Technology |
| Year | 2007 |
| Thesis Advisor | Associate Professor Dr. Nirat SoodSang |
| Thesis Co-Advisor | Associate Professor Udomsak Saributr |

ABSTRACT

The study of “Effect of Development Deposit Water Supply to Physical and Form Pottery” aims to study the physical properties of deposit water supply which include toughness, shrinkage, water absorption, fire resistant and their colors after burning. Then, this result is used in order to develop the pottery style which make from deposit water supply.

The sampling of this research is from the blending of two raw materials which are deposit water supply of Pathumthani and Samkok clay. Moreover, the Potash Feldspar and quartz are added in both raw materials. The independent variable is the blending ratio between deposit water supply of Pathumthani and Samkok clay. The dependent variables are their physical properties such as toughness, shrinkage, water absorption, fire resistant, their colors after burning, and the styles of pottery which make from the deposit water supply. Furthermore, the data is analyzed by using Mean, Standard Deviations and then Two Way MANOVA is used in order to comparing between those results.

As a result, the blending materials have enough toughness for forming with the 50 -70 percentage of deposit water supply, 30-50 percentage of Samkok clay, 5-15 percentages of additional substances such as potash feldspar and quartz. Additionally, when burning at the temperature of 800 degree Celsius, the results are shown following these; the shrinkage of material is 14.27-8.47%, and the water absorption is 27.93-20.87%. In addition, at the temperature of 1200 degree Celsius, the water absorption is reduced with the percentage of 0.27-0.42, and the materials have high dense so that they do not melt at this temperature. Moreover, their colors after burning have trend to be red dark and yellow. Then, the style development can produce in the

style of Stoneware pottery and can be formed into shapes of cylindrical and short. Furthermore, it appropriates in the food container production which forming by using round board and decorating by emphasize clay colors, color drawing and coating.

In the conclusion, the different of composition and temperature have strong influence on the percentage of shrinkage and water absorption with the significant level at 0.05. Moreover, the evaluation of expert on pottery shows that the food containers have highest suitable level in term of utilization and attraction. The materials in use are in the high level. Additionally, the production is less suitable level because it has a lot of constraints.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากรองศาสตราจารย์ ดร.นิรัช สุดสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สารินูตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ให้ความช่วยเหลือ และตรวจสอบข้อบกพร่องและการปรับปรุงจนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนข้อคิดต่างๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาและเป็นแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่และพี่ชายที่ได้สนับสนุนและช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวไว้ในที่นี้ ที่ได้ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือในด้านต่างๆ มาโดยตลอด

ภานุ ศิริพงษ์ไพโรจน์

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | III |
| กิตติกรรมประกาศ..... | V |
| สารบัญ..... | VI |
| สารบัญตาราง..... | VIII |
| สารบัญภาพ..... | IX |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... | 2 |
| 1.3 สมมติฐานการวิจัย..... | 2 |
| 1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย..... | 3 |
| 1.5 ขอบเขตของการวิจัย..... | 4 |
| 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ..... | 5 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 6 |
| 2.1 การจำแนกผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา..... | 6 |
| 2.2 เนื้อดินปั้น ส่วนผสมของเนื้อดินปั้น และวิธีการหาค่าอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น..... | 8 |
| 2.3 การเตรียมเนื้อดินปั้น และหลักการเตรียมเนื้อดินปั้น..... | 10 |
| 2.4 ดินตะกอนประปา..... | 12 |
| 2.5 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเนื้อดินปั้น..... | 13 |
| 2.6 การทดลองคุณสมบัติของเนื้อดินปั้น..... | 15 |
| 2.7 ประเภทของเครื่องปั้นดินเผา..... | 21 |
| 2.8 การออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา..... | 22 |
| 2.9 กรรมวิธีการผลิตเครื่องปั้นดินเผา..... | 28 |
| 2.10 การตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา..... | 32 |
| 2.11 เกณฑ์มาตรฐานพิจารณาด้านความงาม..... | 35 |
| 2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 41 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... | 44 |
| 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... | 44 |
| 3.2 เครื่องมือที่ใช้การวิจัย..... | 46 |
| 3.3 วิธีสร้างเครื่องมือ (แบบสอบถาม)..... | 47 |
| 3.4 ขั้นตอนการพัฒนาเนื้อคืน..... | 49 |
| 3.5 ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบ..... | 50 |
| 3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 50 |
| 3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล..... | 50 |
| บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 53 |
| 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นที่ 1 | 53 |
| 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นที่ 2 | 61 |
| 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นที่ 3 | 64 |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ..... | 71 |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย..... | 74 |
| 5.2 อภิปรายผลการวิจัย..... | 79 |
| 5.3 ข้อเสนอแนะ..... | 82 |
| บรรณานุกรม..... | 83 |
| ภาคผนวก..... | 85 |
| ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย..... | 86 |
| ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 103 |
| ภาคผนวก ค ภาพต้นแบบผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง..... | 111 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 118 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 แสดงค่าของวัตถุคิบบแต่ละชนิดแต่ละจุดตามการผสมวัตถุคิบบสองชนิดเชิงเส้น..... | 10 |
| 2.2 คุณสมบัติของดินที่เปลี่ยนไปในการเพาะยะอุณหภูมิต่างๆ | 21 |
| 3.1 ส่วนผสมที่ใช้ในการทดลอง..... | 45 |
| 4.1 ส่วนผสมเชิงเส้นระหว่างดินตะกอนประปากับดินสามโลก..... | 53 |
| 4.2 ส่วนผสมเชิงเส้นระหว่างดินตะกอนประปากับดินสามโคและสารเติมแต่ง หินฟ้าน้ำชนิดโปแตส..... | 54 |
| 4.3 ผลการทดสอบความเหนียว..... | 55 |
| 4.4 ผลการทดสอบการหดตัวของส่วนผสมแต่ละอัตราส่วนผสม..... | 57 |
| 4.5 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของส่วนผสมแต่ละอัตราส่วนผสม..... | 57 |
| 4.6 ผลการวัดค่าสีหลังการเผาของส่วนผสมแต่ละอัตราส่วนผสม จากเครื่อง วัดสี..... | 59 |
| 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของร้อยละการหดตัวและการดูดซึมน้ำ ของอัตราส่วนผสมเนื้อดินและอุณหภูมิ 800 กับ 1,200 องศาเซลเซียส..... | 65 |
| 4.8 การทดสอบตัวแปรหลายตัวแปร..... | 65 |
| 4.9 การทดสอบความแปรปรวนแบบ Two – Way MANOVA ของอัตราส่วนผสม กับอุณหภูมิที่ส่งผลต่อการดูดซึมน้ำและร้อยละการหดตัว..... | 66 |
| 4.10 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ด้านเครื่องปั้นดินเผาในการประเมินดินแบบทั้ง 3 รูปแบบ | 67 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| 2.1 การทดสอบความเหนียว..... | 16 |
| 2.2 การทดสอบการหดตัว..... | 17 |
| 2.3 แสดงการกีดน้ำหนักลงบนชิ้นทดลองด้วยเครื่องมือทดสอบความแข็งแรง..... | 18 |
| 2.4 กราฟ Cie Lab-Graph เปรียบเทียบกับวงจรสี..... | 19 |
| 2.5 แสดงตำแหน่งของค่า L (Whiteness)..... | 20 |
| 2.6 กรรมวิธีการผลิตเครื่องปั้นดินเผา..... | 31 |
| 3.1 แผนภูมิขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... | 52 |
| 4.1 กราฟ Cie Lab-Graph เปรียบเทียบกับวงจรสี..... | 60 |
| 4.2 แสดงตำแหน่งของค่า L (Whiteness)..... | 60 |
| 4.3 รูปแบบที่ 1 ผลึกภัณฑ์ของตกแต่งสวนรูปทรงขวด..... | 62 |
| 4.4 รูปแบบที่ 2 ผลึกภัณฑ์ของตกแต่งบ้าน..... | 62 |
| 4.5 รูปแบบที่ 3 ผลึกภัณฑ์กลุ่มภาชนะอาหาร..... | 63 |
| 4.6 ผลึกภัณฑ์กลุ่มตกแต่งสวน รูปแบบที่ 1..... | 69 |
| 4.7 ผลึกภัณฑ์กลุ่มตกแต่งบ้าน รูปแบบที่ 2..... | 70 |
| 4.8 ผลึกภัณฑ์กลุ่มภาชนะอาหาร รูปแบบที่ 3..... | 70 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญปัญหา

อุตสาหกรรมเซรามิกส์เป็นอุตสาหกรรมหลักที่นำรายได้เข้าสู่ประเทศ และเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบภายในประเทศเป็นส่วนใหญ่ ใช้แรงงานไทยเป็นจำนวนมาก รายได้ของรัฐที่เกิดจากอุตสาหกรรมเซรามิกส์ จึงอยู่ในประเทศและเป็นรายได้ที่กระจายสู่ชนทุกชั้นใน ส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค เนื่องจากสภาวะการณปัจจุบันด้วยปัจจัยหลายๆ อย่าง ส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มสูงขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ต้นทุนค่าเชื้อเพลิง (แก๊ส) ต้นทุนค่าขนส่ง ค่าแรง นอกจากนี้ยังประสบปัญหาการแข่งขันทางการตลาดกับประเทศเพื่อนบ้านเช่น เวียดนาม จีน ซึ่งมีข้อได้เปรียบมากกว่า ทั้งทางด้านต้นทุนแรงงานค่ามีแหล่งวัตถุดิบ การตลาด และการผลิต ทั้งยังประสบปัญหาและอุปสรรคของพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิกส์ในหลายด้าน เช่น ด้านวัตถุดิบมีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ วัตถุดิบมีราคาสูงขึ้นเนื่องมาจากค่าขนส่ง ทำให้ควรมีการหาแหล่งวัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นใกล้เคียง, ด้านการผลิต ขาดแคลนบุคลากรทางด้านเทคโนโลยีการพัฒนาเทคโนโลยี, ด้านผลิตภัณฑ์ ขาดความชำนาญในการออกแบบผลิตภัณฑ์ไม่มีการพัฒนารูปแบบเท่าที่ควร รวมไปถึง การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ สมชัย ว่องอรุณ.(2544 : 36) ทำให้จำเป็นจะต้องมีการมีการพัฒนาการขยายขีดความสามารถในด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์ ประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ และคุณภาพของวัตถุดิบ เพื่อสามารถแข่งขันในตลาดสากลได้ และยังสามารถตอบสนองความต้องการในการใช้สอยผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ๆ ที่มีรูปแบบต่างไปจากเดิม หน่วยเทคโนโลยีเซรามิกส์เนื้อดินและเคลือบ ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผาได้ทำการทดลองนำของเสียในกระบวนการผลิตเซรามิกส์ กลับมาใช้ใหม่ ชะโรทอนใจดี. (2548 : 56) ซึ่งนอกจากเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้ประกอบการเครื่องเคลือบดินเผาแล้ว ยังเป็นการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในภาคอุตสาหกรรมเซรามิกส์ ซึ่งได้ทำการศึกษาวิจัย การใช้ประโยชน์จากกากดินขาวล้างในการผลิตเซรามิกส์ ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลง และเป็นการจัดการของเสียจากกระบวนการล้างดินให้มีมูลค่าเป็นทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากวัตถุดิบภายในท้องถิ่นอย่างคุ้มค่า

จากข้อมูลทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วข้างต้นสรุปได้ว่า รัฐบาลได้ให้การสนับสนุนการประกอบการผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาตลอด โดยเฉพาะเรื่องวัตถุดิบ เช่น เนื้อดินปั้น และน้ำเคลือบ จึงควรที่จะมีการศึกษาและพัฒนาแนวทางในการขยายขีดความสามารถในการพัฒนาคุณภาพวัตถุดิบ การลดต้นทุน ด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์และประโยชน์ใช้สอยของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

กากดินตะกอนประปา จังหวัดปทุมธานี เป็นดินตะกอนที่ได้จากการผลิตน้ำประปาที่สูบจากแม่น้ำเจ้าพระยามาผ่านกระบวนการผลิตน้ำประปา โดยการแยกตะกอนออกจากน้ำเพื่อให้ได้น้ำประปาที่สามารถนำมาอุปโภคบริโภคได้ ดินตะกอนที่ได้ไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ที่เป็นการเพิ่ม

มูลค่า ส่วนใหญ่จะให้ชาวบ้านนำรถบรรทุกมาขนไปทิ้งบริเวณรอบๆละแวกนั้น เนื่องจากดินตะกอน
ประปาที่ได้จากกระบวนการมีปริมาณมากประมาณ 40 - 50 ตันต่อสัปดาห์จากการสัมภาษณ์
กิตติภัทร์ เฟ็งคิชฐ์. (เมษายน 2549.) ดินตะกอนประปาที่ได้เป็นดินที่มีความเหนียวน้อย สีนํ้าตาล
เหลืองเนื้อละเอียด มีการหดตัวมาก ดินมีส่วนผสมของธาตุเหล็ก สีหลังจากการเผามีสีนํ้าตาลเข้ม
อมม่วง

ดังนั้นการศึกษาและการพัฒนาหาแนวทางในการนำดินตะกอนประปามาใช้ประโยชน์ในงาน
เครื่องปั้นดินเผาจะเป็นประโยชน์ในการเพิ่มมูลค่าเพิ่มให้กับสิ่งปฏิกูลหรือของเสีย และยังเป็นการ
จัดการด้านทรัพยากรที่มีอยู่และการรักษาสิ่งแวดล้อม อีกทั้งจากปัญหาการแข่งขันทางการตลาด
การลดต้นทุน และการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา เป็นเหตุให้ผู้วิจัยสนใจในปัญหาของเนื้อดิน
โดยเฉพาะ การพัฒนารูปแบบ การลดต้นทุนในการผลิต โดยศึกษาทดลองเพื่อหาแนวทาง พัฒนาดิน
ตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานีมาใช้เป็นเนื้อดินปั้นในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา โดยจะศึกษาทดลอง
คุณสมบัติดินตะกอนประปาเพื่อให้ได้เนื้อดินที่มีคุณสมบัติ สามารถนำมาขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้น
ดินเผาได้ และเพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์รูปแบบต่างๆ ตามคุณสมบัติของเนื้อดินที่ทดลองได้
การทดลองครั้งนี้จึงเป็นการใช้ประโยชน์จากดินตะกอนประปาที่มีอยู่ปริมาณมากมาพัฒนาให้มีมูลค่า
เพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม ผลการทดลองที่ได้จะสามารถนำไปผลิตเป็นสินค้าในรูปของผลิตภัณฑ์ หรือ
วัตถุดิบสำเร็จรูปเพื่อช่วยแก้ปัญหาต้นทุนวัตถุดิบที่สูง เพื่อเป็นการลดต้นทุน ซึ่งนอกจากเป็นอีก
ทางเลือกหนึ่งของผู้ประกอบการเครื่องเคลือบดินเผาแล้ว ยังเป็นการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในภาค
อุตสาหกรรมอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทดลองอัตราส่วนผสมของกากดินตะกอนประปา
จังหวัดปทุมธานี และศึกษาคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของเนื้อดินปั้น เพื่อหาอัตราส่วนที่มีคุณสมบัติ
เหมาะสมในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา
2. เพื่อศึกษาและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากดินตะกอนประปาตาม
คุณสมบัติของเนื้อดินที่ได้จากการทดลองอัตราส่วนผสม
3. เพื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมเนื้อดินและคุณสมบัติทางกายภาพที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์
เครื่องปั้นดินเผาที่พัฒนาจากดินตะกอนประปาต่างส่วนผสม

1.3 สมมติฐานการวิจัย

อัตราส่วนผสมของเนื้อดินต่างกันทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินแตกต่างกัน

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดในการวิจัยซึ่งแยกตามวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

1.4.1 ศึกษาสมบัติและทดลองอัตราส่วนผสมของกากดินตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานี แล้วศึกษาคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของเนื้อดินปั้น เพื่อหาอัตราส่วนที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา

การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของดินชนิดต่างๆ ได้แก่ ลักษณะทั่วไปของวัตถุดิบ

กล่าวถึงแนวทางการทดลองหาอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบตามแนวคิดของ (Hopper Robin, 1984 : 63) การทดสอบการผสมวัตถุดิบสองชนิดเชิงเส้น (The line blend method)

กล่าวถึงการศึกษาสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของเนื้อดินตะกอนประปา เพื่อหาคุณสมบัติที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องเคลือบดินเผา ตามกรอบแนวคิดของชะโรทอน ใจดี (2548 : 56) ในการใช้ประโยชน์จากกากดินในการผลิตเซรามิกส์

1. ความเหนียว
2. การหดตัว
3. ความพรุนตัว
4. ความทนไฟหรือการหลอมตัว
5. สีหลังเผา

1.4.2 การศึกษาและพัฒนาารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากดินตะกอนประปาตามคุณสมบัติของเนื้อดินที่ได้จากการทดลองอัตราส่วนผสม

กล่าวถึงการพัฒนางานออกแบบเครื่องปั้นดินเผาในด้านต่างๆ ตามกรอบแนวคิดของ สุขุมมาล เล็กสวัสดิ์ (2549 : 249) ในประเด็นปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบเครื่องปั้นดินเผาในด้าน

1. วัตถุประสงค์ในการผลิต
2. กรรมวิธีในการผลิต
3. ข้อจำกัดในการผลิต
4. วัสดุที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

และกล่าวถึงการพัฒนาด้านความสวยงาม ตามหลักเกณฑ์การพิจารณาความงามตามแนวคิดของ สารร ชลชาติภิญโญ (2547 : 149) ในประเด็น

1. ความงามจากดิน
2. ความงามจากเคลือบและการตกแต่ง
3. ความงามจากการเผา
4. ความงามจากรูปทรง
5. ความงามจากลักษณะผิว

1.4.3 เพื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมเนื้อดินและคุณสมบัติทางกายภาพที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่พัฒนาจากดินตะกอนประปาต่างส่วนผสม

กล่าวถึงการพัฒนางานออกแบบเครื่องปั้นดินเผาในด้านต่างๆ ตามกรอบแนวคิดของ สุขุมาล เล็กสวัสดิ์ (2549 : 249) ในประเด็นปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบเครื่องปั้นดินเผาในด้าน

1. วัตถุประสงค์ในการผลิต
2. วัสดุที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

กล่าวถึงการศึกษาสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของเนื้อดินตะกอนประปา เพื่อหาคุณสมบัติที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องเคลือบดินเผา ตามกรอบแนวคิดของชะโรทอน ใจดี (2548 : 56) ในการใช้ประโยชน์จากกากดินในการผลิตเซรามิกส์

1. ความเหนียว
2. การหดตัว
3. ความพรุนตัว
4. ความทนไฟหรือการหลอมตัว
5. สีหลังเผา

1.5 ขอบเขตการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยตามข้อวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้

1.5.1 ศึกษาสมบัติและทดลองอัตราส่วนผสมของกากดินตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานีแล้ว ศึกษาคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของเนื้อดินปั้น เพื่อหาอัตราส่วนที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร ได้แก่ อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นระหว่างดินตะกอนประปาและวัตถุดิบเติมแต่ง

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อัตราส่วนผสม ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากการทดลองผสมวัตถุดิบสองชนิดเชิงเส้นที่มีส่วนผสมวัตถุดิบ 2 ชนิดระหว่าง ดินตะกอนประปา กับดินสาม โภคจำนวน 10 ส่วนผสม

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น

ตัวแปรตาม ได้แก่ คุณสมบัติของเนื้อดินปั้นจากดินตะกอนประปา คือ

1. ความเหนียว
2. การหดตัว

3. ความพรุนตัว
4. ความทนไฟหรือการหลอมตัว
5. สีหลังจากการเผา

1.6 นิยามคำศัพท์เฉพาะ

1. ผลของการพัฒนา หมายถึง การศึกษาข้อมูล ลักษณะเฉพาะคุณสมบัติทางกายที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงส่วนผสมจากดินตะกอนประปาและรูปแบบเครื่องปั้นดินเผา เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ผลิตเซรามิกส์
2. ดินตะกอนประปา หมายถึง ตะกอน ที่ได้เหลือจากกระบวนการผลิตน้ำประปา บริษัทประปาปทุมธานี จำกัด บริษัท บีเจที วอเตอร์ จำกัด จังหวัดปทุมธานี
3. ดินสามโคก หมายถึง ดินที่มีแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติอยู่ในบริเวณที่ลุ่มท้องนา ตำบลสามโคก อำเภอสามโคก จังหวัดปทุมธานี มีความเหนียว และหดรัดตัวมาก มีสีน้ำตาล มีจุดสุกตัวที่อุณหภูมิประมาณ 1,150 องศาเซลเซียส
4. ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย ดิน เป็นหลักแล้วนำไปขึ้นรูปผ่านกระบวนการความร้อน เช่น ภาชนะอาหาร กระเบื้อง กระถางต้นไม้ เครื่องประดับ ของตกแต่งบ้าน เป็นต้น
5. คุณสมบัติทางกายภาพ หมายถึง สมบัติ คุณลักษณะเฉพาะของเนื้อดินตะกอนประปาในด้านความเหนียว การหดรัดตัว การดูดซึมน้ำ ความทนไฟ สีหลังเผา
6. รูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา หมายถึง รูปแบบผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้จากการพัฒนาที่มีลักษณะแตกต่างกันตามคุณสมบัติของเนื้อดินปั้น ในด้านความเหนียว ความพรุนตัว ความทนไฟ สีหลังเผา
7. ลักษณะทั่วไปของวัตถุดิบ หมายถึง ลักษณะของสีก่อนและหลังเผา ความหยาบ และละเอียดของวัตถุดิบ วัตถุดิบในที่นี้หมายถึง ดินตะกอนประปา
8. ความเหนียว หมายถึง ความสามารถในการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้
9. การหดรัดตัว หมายถึง จำนวนร้อยละของการหดรัดตัวของเนื้อดินหลังจากการขึ้นรูปจนถึงหลังการเผา
10. ความพรุนตัว หมายถึง จำนวนร้อยละของความสามารถในการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นที่ผ่านการเผาแล้ว
11. ความทนไฟหรือการหลอมตัว หมายถึง ความทนไฟของวัตถุดิบเมื่อนำไปเผาในระดับอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส
12. สีหลังจากการเผา หมายถึง สีที่ได้หลังจากการเผา ในระดับที่มองเห็นด้วยตาเปล่า

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาศสมบัติและทดลองอัตราส่วนผสมของภาคดินตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานีแล้ว ศึกษาคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของเนื้อดินปั้น เพื่อหาคุณสมบัติที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา จากนั้นศึกษาและพัฒนา รูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากดินตะกอนประปาที่ได้จากการทดลองอัตราส่วนผสม แล้วเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมของเนื้อดินตะกอนประปาและคุณสมบัติทางกายภาพที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากดินตะกอนประปาที่พัฒนาแล้ว เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและชี้ประเด็นให้ชัดเจนในการทำงาน ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ได้แก่

- 2.1 การจำแนกผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา
- 2.2 เนื้อดินปั้น ส่วนผสมของเนื้อดินปั้น และวิธีการหาค่าอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น
- 2.3 การเตรียมเนื้อดินปั้น และหลักการเตรียมเนื้อดินปั้น
- 2.4 ดินตะกอนประปา
- 2.5 วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการทำเนื้อดินปั้น
- 2.6 การทดลองคุณสมบัติของเนื้อดินปั้น
- 2.7 ประเภทของเครื่องปั้นดินเผา
- 2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา
- 2.9 กรรมวิธีการผลิตเครื่องปั้นดินเผา
- 2.10 การตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา
- 2.11 เกณฑ์มาตรฐานพิจารณาด้านความงาม
- 2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจำแนกผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

ผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาจำแนกตามลักษณะของเนื้อดินปั้น และอุณหภูมิที่ใช้ในการเผาจำแนกได้เป็น 3 ชนิด คือ ผลิตภัณฑ์เอิร์ทเธนแวร์ (Earthenware) ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ (Stoneware) ผลิตภัณฑ์พอร์ซเลน Porcelains (ทวี พรหมพฤกษ์, 2523 : 15)

2.1.1 ผลิตภัณฑ์เอิร์ทเธนแวร์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมนำมาใช้ทำส่วนใหญ่เผาในอุณหภูมิค่าประมาณ 1,050 – 1,100 องศาเซลเซียส (1,920 – 2,030 องศาฟาเรนไฮต์ หรือโคินหมายเลข 01 – หมายเลข 04) ลักษณะโดยทั่วไปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อหนา ผิวหยาบมีความพรุนตัว (Porous)

สามารถดูดซึมน้ำได้ สีของเนื้อผลิตภัณฑ์ส่วนมากมีสีน้ำตาลอ่อน เทาอ่อน และเหลืองอ่อนผลิตภัณฑ์ประเภทนี้มีทั้งชนิดเคลือบและไม่เคลือบ เวลาเผาผลิตภัณฑ์จะมีเสียงทึบไม่กังวานเหมือนผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นเนื้อดินส่วนมากเตรียมจากดินเหนียวธรรมดาโดยทั่วๆ ไปที่พบในท้องถิ่น ส่วนมากมีเปอร์เซ็นต์ของเหล็กค่อนข้างสูง และมีสารจำพวกแอลคาไลหรือด่างมาก โดยปกตินิยมใช้ดินในท้องถิ่น เช่น ดิน ป่าโมก ดินสามโคก เป็นดินที่เกิดในที่ราบต่ำ ที่เรียกกันว่า “ดินแดง” (Red Clay) เนื้อดินมีลักษณะละเอียด แข็งช้า มีความเหนียวดีเหมาะแก่การนำไปขึ้นรูปทรงต่างๆ ได้ดี การขึ้นรูปนิยมใช้ทรายผสมในเนื้อดินปั้นเพื่อให้ขึ้นรูปได้ง่าย ช่วยลดการหดตัวของเนื้อดินปั้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่แตกและบิดเบี้ยวได้ง่าย และเมื่อนำไปเผาเนื้อดินและแข็งแกร่งขึ้น ส่วนใหญ่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ประเภท อีรูมอญกระถางต้นไม้ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์เหล่านี้นับเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่ำ

2.1.2 ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ เป็นผลิตภัณฑ์ที่เผาถึงจุดสุกตัว (Vitreous Ware) ส่วนมากเผาในอุณหภูมิ 1,190 – 1,390 องศาเซลเซียส (2,170 – 2,530 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ โคนหมายเลข 6 – หมายเลข 14) ลักษณะโดยทั่วไปเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อละเอียดหรือหยาบก็ได้ แต่ผลิตภัณฑ์จะมีเนื้อแน่นและแข็งแกร่งมาก น้ำและของเหลวไม่สามารถซึมผ่านได้ หรืออาจซึมผ่านได้แต่น้อยมาก สีของเนื้อดินตามธรรมชาติมีสีเทาหรือสีน้ำตาล (ทวี พรหมพฤษย์. 2523 : 17) มีลักษณะคล้ายเนื้อดินชนิดอีรท์เรนแวร์ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ขูดได้จากเตาสันกำแพง ซึ่งทราบได้จากเสียงที่เคาะดังกังวาน และสีของเนื้อผลิตภัณฑ์ที่ถูกเผาจนผิวหน้าเข้มเป็นเคลือบส่วนด้านตรงข้ามเพียงแต่สุกเป็นสีน้ำตาลอมแดงซึ่งมีลักษณะคล้ายกับภาชนะดินเผาที่บ้านด่านเกวียนที่เผาจนถึงจุดสุกตัวของเนื้อดินจนทำให้ผิวเป็นมัน น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ (เสริมศักดิ์ นาคบัว. 2516 : 9 – 10) วัตถุประสงค์ที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์สโตนแวร์มีความทนไฟสูง มีความเหนียวดี ขณะที่เป็ดินยังไม่เผาเนื้อดินจะแข็งแรง ไม่เปราะหรือแตกหักง่าย (โกมล รัษฎวงศ์. 2532 : 127) สีของดินปั้นเมื่อเผาแล้วจะเป็นสีอะไรก็ได้ แต่ที่สำคัญจะต้องมีความแข็งแกร่ง ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์เตรียมไว้ 2 ลักษณะคือ เตรียมจากดินธรรมชาตินำมาปั้นโดยตรง ที่เรียกว่า “ดินสโตนแวร์” เนื้อดินอาจมีสีเหลือง ฟาง สีน้ำตาล สีเทา เนื่องจากมีฟลักซ์ (Flux) หรือตัวหลอมละลายผสมอยู่ ซึ่งจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์เนื้อแน่นมากขึ้น (สมชาย เสรีรัมย์. 2521 : 8) ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ที่เตรียมจากดินธรรมดา ได้แก่ ผลิตภัณฑ์โอ่งราชบุรี ผลิตภัณฑ์ด่านเกวียน และผลิตภัณฑ์ชิลาดอนของเชียงใหม่ เป็นต้น อีกลักษณะหนึ่งเตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการ โดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย เนื้อดิน ร้อยละ 30 – 70 เพื่อให้เนื้อดินปั้นมีความเหนียวสามารถขึ้นรูปได้ง่าย ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ดินเหนียว (Ball Clay) หินเขียวหุนมา ร้อยละ 30 – 60 เพื่อเพิ่มความแข็งแกร่งและป้องกันการบิดเบี้ยวและหินฟันม้า ร้อยละ 5 – 25 เพื่อช่วยในการหลอมละลายทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่นมากขึ้นให้ทำผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องใช้ในครัวเรือนเครื่องประดับและอุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น

2.1.3 ผลิตภัณฑ์พอร์สเลน เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดที่เตรียมขึ้นเป็นพิเศษในห้องปฏิบัติการ เนื้อดินจะมีสีขาว เผาถึงจุดสุกตัว และที่สำคัญคือ ผลิตภัณฑ์ที่เผาแล้วจะโปร่งแสง (Translucent)

เผาในอุณหภูมิตั้งแต่ 1,250 องศาเซลเซียส (โคนหมายเลข 8) ขึ้นไป ส่วนผสมของเนื้อดินประกอบไปด้วยหินเขียวหนุมาน หินฟันม้า ดินขาว และดินขาวเหนียว ตลอดจนวัตถุดิบอื่นตามสัดส่วนที่ต้องการเมื่อนำไปเผาแล้วจะมีความแข็งแกร่งมาก น้ำและของเหลวไม่สามารถซึมผ่านได้ ผลิตภัณฑ์มีเนื้อละเอียด มีลักษณะแกร่งเหมือนแก้ว เนื้อดินมีความเหนียวน้อย จึงอาศัยการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อ (Casting) เป็นส่วนใหญ่ การเตรียมเนื้อดินเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนมาก นิยมนำไปผลิตเป็นภาชนะใส่อาหารและงานทางด้านศิลปะ นอกจากนี้ยังใช้ทำเครื่องฉนวนไฟฟ้าและอุปกรณ์เครื่องยนต์ เช่น หัวเทียนรถยนต์ และภาชนะทดลองทางเคมี เช่น ถ้วยครุชิวเบิ้ล (Crucible) เป็นต้น (ทวี พรหมพฤษ์. 2523 : 17 – 18) ฉะนั้นการพัฒนาดินตะกอนประปาให้อยู่ในชั้นของผลิตภัณฑ์พอร์สเลน จึงมีโอกาเป็นไปได้อย่าง เนื่องจากดินตะกอนประปามีจุดหลอมละลายต่ำและมีธาตุเหล็กผสมอยู่มาก โอกาสที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีขาวและโปร่งแสงจึงมีโอกาที่เป็นไปได้อย่างมาก ผู้วิจัยจึงพัฒนาดินตะกอนประปาให้มีคุณภาพอยู่ในชั้นของผลิตภัณฑ์เอร์ทเรนแวร์ หรือส โตนแวร์เท่านั้น

2.2 เนื้อดินปั้น ส่วนผสมของเนื้อดินปั้นและวิธีการหาค่าอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น

2.2.1 เนื้อดินปั้น หมายถึง ดินที่เตรียมขึ้นตามธรรมชาติ หรือดินที่นำไปผสมกับวัตถุดิบชนิดอื่นเพื่อให้เนื้อดินมีคุณสมบัติตามต้องการ เช่น เพิ่มความเหนียวให้แก่เนื้อดินปั้น เพิ่มความหนาแน่นในอุณหภูมิที่ต้องการเผา เพิ่มความโปร่งแสงให้กับเนื้อดินหลังการเผา (Rhodes. 1973 : 24) เพื่อให้คงทนต่อสภาพการใช้งาน เช่น ทนต่อการกระแทกและต่าง ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Thermal Shock) ให้มีความพรุนตัว หรือไม่มีความพรุนตัว เป็นต้น การทำเนื้อดินปั้นแต่ละชนิดจึงต้องใช้วัตถุดิบที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้คุณสมบัติตามต้องการ (โกมล รัชษ์วงศ์. 2532 : 127)

เนื้อดินปั้น อาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เนื้อดินปั้นที่มีดินเป็นส่วนผสม ซึ่งได้แก่ เนื้อดินปั้นชนิดส โตนแวร์ ที่อาจมีดินล้วนๆ แต่ส่วนมากจะมีวัตถุดิบอื่นผสมอยู่ด้วย และเนื้อดินปั้นที่ไม่มีดินเป็นส่วนผสม ซึ่งอาจมีเนื้อวัตถุดิบชนิดเดียวกัน หรือหลายชนิดผสมกัน (ปรีดา พิมพ์ขาวจำ. 2532 : 83)

ส่วนผสมของเนื้อดินปั้น โดยทั่วไปเนื้อดินปั้นจะประกอบไปด้วยวัตถุดิบ 3 ชนิด คือ ดิน หินเขียวหนุมาน และหินฟันม้า วัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด เป็นสินแร่ตามธรรมชาติซึ่งหาได้ง่ายและมีราคาถูก ความบริสุทธิ์จะเปลี่ยนแปลงไปตามแหล่งที่พบ เมื่อผสมกันอัตราส่วนที่เหมาะสมจะทำให้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ได้ง่าย การกล่าวถึงส่วนผสมของเนื้อดินปั้นกล่าวได้ถึง 4 ลักษณะ คือ

ลักษณะที่ 1 การกล่าวโดยเขียนเป็นเปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ เช่น

| | |
|----------------|-----------|
| ดินขาว | ร้อยละ 35 |
| ดินเหนียว | ร้อยละ 25 |
| หินเขียวหนุมาน | ร้อยละ 13 |
| หินฟันม้า | ร้อยละ 27 |

ลักษณะที่ 2 การกล่าวถึงโดยเขียนเป็นเปอร์เซ็นต์ของออกไซด์ เช่น

| | |
|------------------------------------|-------------|
| Loss on Ignition | ร้อยละ 5.7 |
| SiO ₂ | ร้อยละ 66.7 |
| Al ₂ O ₃ | ร้อยละ 21.6 |
| Fe ₂ O ₃ | ร้อยละ 0.3 |
| CaO | ร้อยละ 0.6 |
| MgO | ร้อยละ 0.4 |
| K ₂ O,Na ₂ O | ร้อยละ 4.5 |

ลักษณะที่ 3 การกล่าวถึงโดยเขียนในรูปเปอร์เซ็นต์ของแร่ เช่น

| | |
|-----------------------|-----------|
| แร่ดิน | ร้อยละ 50 |
| ควอทซ์ (Quartz) | ร้อยละ 25 |
| เฟลด์สปาร์ (Feldspar) | ร้อยละ 25 |

ลักษณะที่ 4 การกล่าวถึงโดยเขียนเป็นสูตรทั่วไป เช่น

| | | |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------|
| RO , R ₂ O | R ₂ O ₃ | RO ₂ |
| 0.36 | 1 | 5.24 |

RO , R₂O หมายถึง ออกไซด์ของโลหะ ซึ่งมีวาเลนซ์ 1 และ 2 ตามลำดับ เช่น CaO MgO , K₂O และ Na₂O เป็นต้น

R₂O₃ หมายถึง ออกไซด์ของโลหะ ซึ่งมีวาเลนซ์ 3 เช่น Al₂O₃ , Fe₂O₃ เป็นต้น

RO₂ หมายถึง ออกไซด์ของโลหะ ซึ่งมีวาเลนซ์ 4 เช่น SiO₂ , SnO₂ และ TiO₂ เป็นต้น (ปริดา พิมพ์ขาวดำ. 2532 : 34 – 35)

สำหรับการทดลองในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะกล่าวถึงส่วนผสมของเนื้อดินตามลักษณะที่ 1 คือ เขียนเป็นเปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบเท่านั้น เนื่องจากเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และผู้อ่านสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายกว่าการกล่าวถึงในลักษณะอื่น นอกจากนี้ส่วนผสมของค่าที่อ่านได้จะมีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบแต่ละตัว ซึ่งมีวิธีการหาค่าของอัตราส่วนผสมดังต่อไปนี้

วิธีการหาค่าอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น ค่าอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นนั้นสามารถหาได้โดยการคำนวณจากสูตรทางเคมี การคำนวณจากแผนภาพสามเหลี่ยมด้านเท่า การผสมวัตถุดิบสองชนิด เป็นต้น ซึ่งผู้วิจัยจะนำเสนอเฉพาะวิธีการหาค่าอัตราส่วนผสมโดยใช้ตารางการผสมวัตถุดิบสองชนิด ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เท่านั้น วิธีการหาค่าอัตราส่วนผสมมาผสมกันตามสัดส่วนเชิงเส้น

เพื่อหาผลที่ต้องการก่อนและหลังการเผา เช่น สี จุดสุกตัว ความเหนียว การทดสอบวิธีนี้สามารถนำไปใช้ได้ทั้งการเตรียมเนื้อดิน และเคลือบ

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าของวัตถุดิบแต่ละชนิดแต่ละจุดตามการผสมวัตถุดิบสองชนิดเชิงเส้น

(Hopper, 1984 : 63)

| จุดที่ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| วัตถุดิบ A (%) | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 |
| วัตถุดิบ B (%) | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| รวม | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

2.3 การเตรียมเนื้อดินปั้นและหลักในการเตรียมเนื้อดินปั้นสโตนแวร์

การเตรียมเนื้อดินปั้น หมายถึง การผสมดินกับวัตถุดิบชนิดอื่น โดยมีเป้าหมายที่แน่นอนว่าจะทำผลิตภัณฑ์ชนิดใด เพื่อให้เนื้อดินปั้นมีคุณสมบัติตามต้องการ (ทวิ พรหมพฤกษ์, 2523 : 77) ในทางปฏิบัติเรารู้กันว่า การเตรียมเนื้อดินปั้นเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการทำผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา ซึ่งจะต้องวางหลักการอันแน่นอนว่าจะทำผลิตภัณฑ์ประเภทใด ชนิดใด และจะปรับปรุงคุณสมบัติอย่างไรจึงจะเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ที่จะทำ ดังนั้นผู้ที่จะเตรียมเนื้อดินปั้นจึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของดิน และคุณสมบัติของวัตถุดิบที่จะใช้ผสมทำเนื้อดินปั้น ตลอดจนวัตถุประสงค์ของการเตรียมเนื้อดินปั้น

2.3.1 วัตถุประสงค์ของการเตรียมเนื้อดินปั้น โดยทั่วไปมีวัตถุประสงค์ ดังนี้คือ

1. เพื่อเปลี่ยนแปลงสี หรือพื้นผิวภายหลังการเผา
2. เพื่อเปลี่ยนแปลงความเหนียวของเนื้อดินปั้นให้มีความเหนียวเพิ่มมากขึ้นหรือลดน้อยลง
3. เพื่อลดการหดตัวของเนื้อดินปั้นหรือเพื่อพัฒนาให้เนื้อดินปั้นมีการบิดงอหรือแตกร้าวน้อยที่สุด
4. เพื่อเปลี่ยนแปลงระดับอุณหภูมิในการเผาของเนื้อดินปั้น ให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นหรือต่ำลง หรือเพื่อเพิ่มความหนาแน่นของเนื้อดินในระดับอุณหภูมิที่ต้องการเผา
5. เพื่อเปลี่ยนแปลงเนื้อดินให้เหมาะสมกับวิธีการขึ้นรูป และน้ำเคลือบที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ (Rhodes, 1973 : 27)

2.3.2 การเตรียมเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ เริ่มด้วยการตั้งข้อกำหนดที่เกี่ยวกับเนื้อดินปั้น สโตนแวร์ที่ต้องการจะทำ เช่น

1. ต้องการนำเนื้อดินปั้นไปทำผลิตภัณฑ์ประเภทใด
2. ผลิตภัณฑ์ที่จะทำใช้อุณหภูมิในการเผาเท่าไร
3. ผลิตภัณฑ์จะมีความหนาแน่น หรือความสามารถในการดูดซึมน้ำได้เท่าไร
4. ต้องการให้เนื้อของผลิตภัณฑ์มีสีอะไร
5. ต้องการให้เนื้อผลิตภัณฑ์มีความละเอียดหรือหยาบ (Rhodes. 1973 : 29)

เมื่อทราบข้อกำหนดดังกล่าวแล้ว จึงทำการตรวจสอบคุณสมบัติของดินว่าขาดคุณสมบัติข้อใด หรือมีข้อบกพร่องที่จะต้องปรับปรุงอะไรบ้าง แล้วจึงดำเนินการเตรียมหรือปรับปรุงเนื้อดินปั้นตามหลักการเตรียมเนื้อดินปั้น ซึ่งจะนำเสนอเฉพาะหลักในการเตรียมเนื้อดินปั้นส โตนแวร์เท่านั้น

2.3.3 หลักในการเตรียมเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ หรือการปรับปรุงเนื้อดินปั้นให้มีคุณสมบัติเป็นเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ตามต้องการนั้น มีหลักการดังต่อไปนี้คือ

1. เนื้อดินมีความเหนียวมากเกินไป ทำให้เป็นปัญหาต่อการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์และมีผลให้การหดตัวของเนื้อดินมากเกินไป ผลิตภัณฑ์อาจแตกเสียหายในขณะแห้งหรือเผาได้ง่าย โดยปกติเนื้อดินปั้นสโตนแวร์จะมีการหดตัวหลังการเผาอยู่ในช่วงร้อยละ 13 – 20 ซึ่งจะเหนียวพอที่จะใช้ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนได้ วิธีการลดความเหนียวของดินลงโดยการเติมวัตถุคิบที่ไม่มี ความเหนียวลงไป ในเนื้อดินปั้น ซึ่งได้แก่ ดินขาว หินเขียวหุนมาน หรือดินเชื้อ เป็นต้น

2. เนื้อดินมีความเหนียวน้อยเกินไป ทำให้ไม่สามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ได้ วิธีการเพิ่มความเหนียวโดยการเติมวัตถุคิบที่มีความเหนียวลงไป ในเนื้อดินปั้น ซึ่งได้แก่ ดินเหนียวซึ่งจะช่วยเพิ่มความเหนียวและความแข็งแกร่งให้แก่เนื้อดินปั้น ดินเหนียวบางแหล่งอาจมีความเหนียวมาก ฉะนั้นจึงควรใช้ในปริมาณน้อย การใช้ดินเหนียวผสมในเนื้อดินปั้น โดยปกติจะใช้อัตราส่วนไม่เกินร้อยละ 40

3. เนื้อดินอาจหลอมเป็นแก้วหรืออาจบดงอ เสียรูปทรง มีผลให้ผลิตภัณฑ์เกิดการยุบตัวเมื่อเผา ซึ่งหมายความว่าเนื้อดินปั้นมีจุดหลอมละลายต่ำ วิธีการปรับปรุงแก้ไขโดยลดอุณหภูมิที่เผาให้ต่ำลง หรือเพิ่มวัตถุคิบที่มีความทนไฟ เช่น ดินขาว หินเขียวหุนมาน และดินทนไฟ เป็นต้น ลงไปในเนื้อดินปั้น

4. เนื้อดินเมื่อเผาแล้วกลับอ่อน โปร่ง ไม่แน่น สามารถดูดซึมน้ำได้และร่วนเหมือนซอล์ก แสดงว่าเผายังไม่ถึงจุดสุกตัวของเนื้อดิน แก้ไขโดยเพิ่มอุณหภูมิในการเผาหรือเพิ่มวัตถุคิบที่มีคุณสมบัติช่วยในการหลอมละลายลงในเนื้อดินปั้น ซึ่งได้แก่ หินฟันม้า ดินแดง หรือฟริต (Frit) เพื่อช่วยลดจุดสุกตัวของเนื้อดินปั้นให้มีอุณหภูมิของจุดสุกตัวต่ำลง โดยปกติจุดสุกตัวของเนื้อดินปั้น สโตนแวร์จะอยู่ในช่วง 1,190 – 1,390 องศาเซลเซียส (โค่นหมายเลข 6 – หมายเลข 14) และมีความพรุนตัวไม่เกินร้อยละ 5

5. เนื้อดินเมื่อเผาแล้วมีสีเข้มหรืออ่อนกว่าที่ต้องการ ถ้าเนื้อดินที่เผาแล้วมีสีเข้มเกินไปอาจใช้ดินขาว หรือดินเหนียวขาวผสมลงไปในเนื้อดินปั้น จะช่วยทำให้เนื้อดินปั้นมีสีอ่อนลงได้

ถ้าต้องการให้เนื้อดินมีสีเข้มขึ้น อาจใช้ดินแดงหรือดินเอร์ทเซนแวร์ หรือออกไซด์ที่ให้สี เช่น เหล็กออกไซด์ (Ferric Oxide) แมงกานีสออกไซด์ (Manganese Oxide) เป็นต้น ผสมลงในเนื้อดิน ปั้นจะช่วยให้ออกไซด์ต่างๆ (Rhodes, 1959 : 45 – 52)

จากการศึกษาหลักในการเตรียมเนื้อดินปั้นเอร์ทเซนแวร์และสโตนแวร์ เมื่อนำมาวิเคราะห์ดิน ตะกอนประปาซึ่งมีข้อบกพร่องดังกล่าวไว้ในบทที่ 1 แล้วนั้น สิ่งที่จะต้องปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้เนื้อดินมีคุณสมบัติเป็นเนื้อดินเอร์ทเซนแวร์ หรือปั้นสโตนแวร์ที่สามารถเผาได้ในอุณหภูมิสูงชัน มีความเหนียวที่สามารถขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ตามคุณสมบัติของเนื้อดิน เช่น เครื่องใช้ในครัวเรือน ชุดอาหาร เครื่องประดับ ของตกแต่งบ้าน กระถางต้นไม้ได้ ฉะนั้นการปรับปรุงดินตะกอนประปา ตามหลักการเตรียมเนื้อดินปั้นสโตนแวร์จึง ได้แก่

1. เพิ่มความเหนียวของเนื้อดินให้มากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้การขึ้นรูปได้ดีขึ้น
2. เพิ่มจุดสุกตัวหรือจุดหลอมละลายของเนื้อดินปั้นให้สูงขึ้น
3. เพิ่มความแข็งแรงให้แก่เนื้อดินปั้น

เมื่อทราบถึงข้อกำหนดที่จะต้องแก้ไขเนื้อดินปั้นแล้ว ผู้วิจัยจะต้องศึกษาว่า วัตถุดิบที่จะนำมาใช้ทำเนื้อดินแต่ละตัวมีคุณสมบัติอย่างไร เพื่อให้สามารถเลือกใช้วัตถุดิบได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมต่อการปรับปรุงเนื้อดินให้มีคุณสมบัติตามต้องการ

2.4 ดินตะกอนประปา

ดินตะกอนประปา หมายถึง ตะกอน ที่ได้เหลือจากกระบวนการผลิตน้ำประปา บริษัท ประปาปทุมธานี จำกัด จังหวัดปทุมธานี บริษัท บีเจที วอเตอร์ จำกัด

กระบวนการผลิตน้ำประปา เริ่มต้นตั้งแต่การสูบน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยา นำมาเข้าบ่อพัก ในชั้นที่หนึ่ง แล้วเติมน้ำยาเร่งให้ตกตะกอน จากนั้นตะกอนด้านล่างของบ่อพักจะถูกดูดออกไปผ่าน กระบวนการแยกดินตะกอนออกจากน้ำ จะได้ดินตะกอนที่มีความชื้นอยู่ประมาณ 30-50 เปอร์เซ็นต์

ดินตะกอนที่ได้ไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ที่เป็นการเพิ่มมูลค่า ส่วนใหญ่จะให้ชาวบ้านนำ รถบรรทุกมาขนไปทิ้งบริเวณรอบๆละแวกนั้น เนื่องจากดินตะกอนประปาที่ได้จากกระบวนการมี ปริมาณมากประมาณ 40 – 50 ตันต่อสัปดาห์ (จากการสัมภาษณ์ กิตติภัทร์ เฟิงดิษฐ์ : เมษายน 2549.) ดินตะกอนประปาที่ได้เป็นดินที่มีความเหนียวน้อย สีน้ำตาลเหลืองเนื้อละเอียด มีการหดตัว มาก ดินมีส่วนผสมของธาตุเหล็ก สีหลังจากการเผามีสีน้ำตาลเข้มอมม่วง

2.5 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเนื้อดินปั้น

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเนื้อดินปั้น แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ วัตถุดิบที่มีความเหนียว (Plastic Raw Materials) ได้แก่ ดินชนิดต่างๆ และวัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียว (Non Plastic Raw Materials) ได้แก่ หิน ทราย และแร่ธาตุต่างๆ ที่อยู่ในรูปของออกไซด์

2.5.1 วัตถุดิบที่มีความเหนียว ได้แก่ ดินชนิดต่างๆ นับเป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญมากในการทำเนื้อดินปั้น ที่ใช้ทำภาชนะใส่อาหาร (Table Ware) เครื่องสุขภัณฑ์ (Sanitary Ware) กระจก (Tiles) และอุปกรณ์ทางไฟฟ้า (Insulators) เป็นต้น ดินเป็นสารประกอบของอลูมิเนียมซิลิเกต (Aluminium Silicate) ที่มีสูตรทางเคมี คือ $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ ในแร่ดินธรรมชาติจะมีสารประกอบอื่นๆ ปะปนอยู่มากมายที่เป็นสาเหตุทำให้ดินไม่บริสุทธิ์ สารเหล่านี้ ได้แก่ ไมก้า (Mica) เหล็ก (Iron Oxide) เฮมาไทท์ (Hematite) และฟลูออไรท์ (Fluorite) เป็นต้น ดินเกิดจากการแปรสภาพของหินพื้นผิว โดยการผุพังเปลี่ยนสภาพเป็นดิน หรือการสลายตัวโดยการกระทำของน้ำ และสภาวะอากาศเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติที่ต่อเนื่องกันตลอดเวลา ปฏิบัติการแปรสภาพของหินพื้นผิวที่กลายเป็นดินเรียกว่า ปฏิบัติการ “เคโอลินไนเซชัน” (Kaolinization) ดินแบ่งตามการเกิดออกเป็น 2 ชนิด คือ ดินที่เกิดในที่ราบสูงและที่ราบต่ำ (ทวี พรหมพฤษย์. 2523. 58)

1. ดินที่เกิดในที่ราบสูง (Primary Clay or Residual Clay) ได้แก่ ดินขาว (Kaolin) เป็นผลิตภัณฑ์บริสุทธิ์ มีส่วนประกอบทางเคมีเป็น Al_2O_3 , $2SiO_2$ มีสีขาวหม่น มีความเหนียวน้อย หดตัวน้อย มีความแข็งแกร่งก่อนเผาไหม้ ยู่ตัวได้ง่าย ทนความร้อนได้สูงและมีความบริสุทธิ์สูง ดินขาวไม่สามารถใช้ขึ้นรูปได้โดยลำพังต้องนำไปผสมกับวัตถุดิบหรือดินชนิดอื่น แหล่งดินขาวที่พบในประเทศไทยที่นำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผามีหลายแหล่งด้วยกัน ได้แก่ ดินขาวลำปาง ดินขาวระนอง และดินขาวยะลา เป็นต้น

2. ดินที่เกิดในที่ราบต่ำ (Secondary Clay or Sedimentary Clay) เป็นดินที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของดินขาวที่ไหลเคลื่อนไปทับถมกันในที่ราบต่ำเป็นเวลานานนับพันปี เนื้อดินมีความละเอียด เหนียวดี พบในธรรมชาติมักมีสีเทา สีดำ เนื่องจากมีสารอินทรีย์เจือปนอยู่เนื้อดินจึงมีความบริสุทธิ์ต่ำ (Norton. 1952 : 18) ดินที่เกิดในที่ราบต่ำมีหลายชนิด ได้แก่

2.1 ดินเหนียว (Ball Clay) เป็นดินที่มีลักษณะตรงกันข้ามกับดินขาว มีเปอร์เซ็นต์ของเหล็กค่อนข้างสูง ทนความร้อนได้สูงถึง 1,300 องศาเซลเซียส (2,282 องศาฟาเรนไฮต์) เนื้อดินละเอียด มีความเหนียวดีมาก พบในธรรมชาติจะมีสีเทา สีดำ ไม่สามารถใช้ขึ้นรูปได้โดยลำพังต้องนำไปผสมกับวัตถุดิบหรือดินชนิดอื่น เมื่อนำไปเผาแล้วให้สีขาวและหดตัวมากกว่าดินขาวจึงนิยมใช้สำหรับเพิ่มความเหนียวให้แก่เนื้อดินปั้น นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่เนื้อดินปั้นก่อนเข้าเตาเผา และช่วยทำให้เนื้อดินปั้นหลังการเผาเหนียวแน่นเป็นเนื้อเดียวกันตลอด

ในการทดลองครั้งนี้ มุ่งที่จะพัฒนาดินตะกอนประปา ซึ่งเป็นดินที่ไม่มีความเหนียว จึงเหมาะที่จะใช้ดินเหนียว เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้น เพราะทำให้เนื้อดินปั้นมีความเหนียวเพิ่มขึ้น เพื่อช่วยในการขึ้นรูปได้ดีขึ้น และเพิ่มความแข็งแรงให้ผลิตภัณฑ์

2.2 ดินสโตนแวร์ (Stoneware Clay) เป็นดินที่ค่อนข้างเหนียวสามารถนำไปขึ้นรูปได้โดยลำพัง เหมาะสำหรับการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน สามารถทนความร้อนได้สูงถึง 1,300 องศาเซลเซียส ดินสโตนแวร์ที่พบตามธรรมชาติจะมีสีเทาอ่อน เทาแก่ หรือน้ำตาลเข้ม บางทีก็มีผู้เรียกว่า ดินทนไฟ (Fire Clay) มีผู้นิยมนำไปทำผลิตภัณฑ์หีบทนไฟ (Sagger) ที่ใช้สำหรับป้องกันเปลวไฟไปถูกผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาโดยตรง

2.3 ดินเอิร์ทเธนแวร์ (Earthenware Clay) เป็นดินที่พบโดยทั่วไปในธรรมชาติมี ส่วนผสมของเหล็กและด่าง เช่น แอลคอะไล และแอลคอะไลเอธิ ค่อนข้างสูง ทนความร้อนได้สูงถึง 1,100 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปจะมีสีน้ำตาลอ่อน น้ำตาลแก่ และเทาแก่ มีความเหนียวดีมาก เมื่อนำไปขึ้นรูปจะต้องใช้ทรายหรือดินเชื้อ (Grog) ผสมลงไปเพื่อป้องกันการแตกร้าว หรือบิดงอ นิยมใช้ทำผลิตภัณฑ์พวกกระถางต้นไม้ ครก และหม้อดิน เป็นต้น ดินเอิร์ทเธนแวร์ใช้ผสมในเนื้อดินปั้นเพื่อช่วยลดจุดสุกตัวของเนื้อดิน และช่วยทำให้เนื้อดินมีสีเข้มขึ้น ดินชนิดนี้พบในธรรมชาติ ได้แก่ ดินสามโคก (ดินปากเกร็ด) ดินป่าโมก ดินเหมืองกง เป็นต้น (ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 : 58 – 62) สำหรับการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกที่จะพัฒนาดินสามโคก เนื่องจากเป็นแหล่งดินที่อยู่ใกล้ในพื้นที่เดียวกันกับดินตะกอนประปาและสามารถนำมาใช้ในการทดลองได้สะดวก

2.5.2 วัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียว ได้แก่ หินชนิดต่างๆ ซึ่งมีความสำคัญในการผสมเนื้อดินปั้นมีมากมายหลายชนิด ได้แก่

1. หินเขียวหนุมาน (Quartz) เป็นสารที่เกิดจากการตกผลึกของซิลิกา (SiO_2) ที่ให้ซิลิกาสูงถึงร้อยละ 99 นับว่ามีความบริสุทธิ์สูงมาก มีความแข็งประมาณ 7 ความถ่วงจำเพาะ 2.7 มีจุดหลอมละลายที่อุณหภูมิ 1,728 องศาเซลเซียส (3,140 องศาฟาเรนไฮต์) ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์จะใช้หินเขียวหนุมานผสมเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบ เพราะหินเขียวหนุมานจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างให้แก่เนื้อดินปั้น ลดการหดตัวและป้องกันการบิดเบี้ยวของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนสภาพเป็นแก้วได้ ทำให้เนื้อดินมีความแข็งแรงและโปร่งใสขึ้น แต่ถ้าใส่มากเกินไปจะทำให้ความเหนียวลดลงและเพิ่มความขยายตัว มีผลต่อการแตกร้าวเสียหายได้ ใช้ผสมในน้ำเคลือบจะทำให้เคลือบมีความแข็งแรงเป็นแก้ว เป็นมัน และทนต่อการกัดกร่อนได้ดี แต่ถ้าใส่มากเกินไปจะทำให้ทนไฟสูงเช่นกัน

วัตถุดิบที่ใช้ซิลิกาสูงและสามารถนำมาใช้แทนหินเขียวหนุมานได้ ได้แก่ กรวด (Granite) หินทราย (Sand Stone) ทราย (Sand) แต่ความสะอาดสดใสอาจไม่เท่ากับหินเขียวหนุมาน การทดลองในครั้งนี้จึงเลือกใช้หินเขียวหนุมาน ซึ่งจะช่วยให้เนื้อดินมีความแข็งแรง และลดการหดตัวของเนื้อดินปั้น แหล่งหินเขียวหนุมานที่พบ ได้แก่ หินเขียวหนุมานจันทบุรี หินเขียวหนุมานระยอง และหินเขียวหนุมานสงขลา เป็นต้น แต่ผู้วิจัยได้เลือกใช้เฉพาะแหล่งหินเขียวหนุมานจันทบุรี เนื่องจาก

เป็นแหล่งที่มีปริมาณสำรองมาก มีคุณภาพดี และเป็นแหล่งที่นิยมใช้กันในวงการอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา

จากการศึกษาวัตถุดิบที่ใช้ทำเนื้อดินปั้น ประเภทที่มีความเหนียวและไม่มี ความเหนียว ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้นนั้น เป็นข้อมูลสำหรับผู้วิจัยในการเลือกใช้วัตถุดิบที่จะนำมาใช้ในการทดลองเพื่อพัฒนาเนื้อดิน ให้มีคุณภาพดีขึ้น วัตถุดิบที่เลือกใช้ประกอบไปด้วย

1. ดินตะกอนประปา เป็นกากดินตะกอนที่ได้จากกระบวนการผลิตน้ำประปาจากการสูบน้ำของโรงประปาจังหวัดปทุมธานี มีปริมาณ 40 – 50 ตันต่อสัปดาห์ ดินตะกอนประปาเป็นดินที่มีความเหนียวน้อย สีน้ำตาลเหลืองเนื้อละเอียด มีการหดตัวมาก ดินมีส่วนผสมของธาตุเหล็ก สีหลังจากการเผามีสีน้ำตาลเข้มอมม่วง

2. ดินสามโลก ดาบลสามโลก อำเภอสสามโลก จังหวัดปทุมธานี ศึกษาค้นคว้ามาทำเป็นส่วนผสมในการทำเนื้อดิน ซึ่งดินแดง สามโลกมีคุณสมบัติ เป็นดินที่มีแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ มีเปอร์เซ็นต์ของเหล็ก (Ferric) ก่อนข้างสูง ทนความร้อนได้สูง 1,150 องศาเซลเซียส เนื้อดินละเอียดที่มีความเหนียวดีมาก โดยสีของดินหลังเผาจะแตกต่างกันเมื่ออุณหภูมิต่างกัน สามารถนำขึ้นรูปด้วยเป็นหมุนได้โดยไม่ต้องผสมกับวัตถุดิบอื่น เมื่อนำไปเผาแล้วการหดตัวมากกว่าดินขาว จึงนิยมใช้สำหรับเพิ่มความเหนียวให้แก่เนื้อดินปั้น นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้แก่เนื้อดินปั้นก่อนเข้าเตาเผาและช่วยทำให้เนื้อดินปั้นหลังการเผามีเนื้อแน่นเป็นเนื้อเดียวกันตลอด

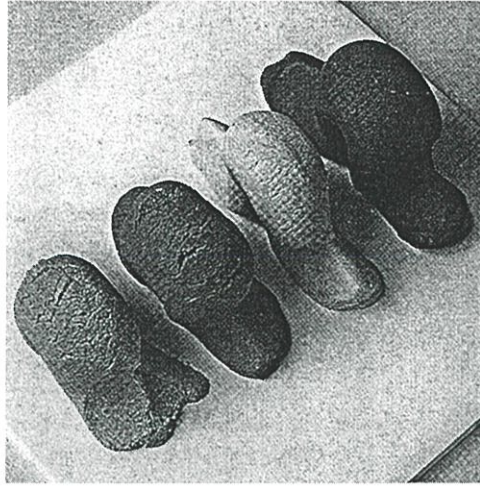
3. หินเขี้ยวหมูมาน ใช้ในการผสมเนื้อดินปั้นทำให้เกิดความแข็งแรงและคงรูปร่างในผลิตภัณฑ์ที่เผาไฟต่ำ และสร้างเนื้อแก้วในการเผาผลิตภัณฑ์ไฟสูง นอกจากนั้นยังสามารถไปเป็นส่วนผสมของน้ำเคลือบด้วย ลดการหดตัวและป้องกันการบิดเบี้ยวของผลิตภัณฑ์ และทนต่อการกัดกร่อนได้ดี แต่ถ้าใส่มากเกินไปจะทำให้ทนไฟสูงเช่นกัน

4. หินฟันม้า ใช้ในการผสมเนื้อดินและเคลือบเพื่อลดจุดสุกตัวในการเผาและช่วยเสริมการเกิดความเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อแก้วระหว่างที่เผาภาชนะ

2.6 การทดสอบคุณสมบัติของเนื้อดินปั้น

การทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของเนื้อดินปั้น มีความสำคัญมากทำให้สามารถจำแนกชนิดของเนื้อดินปั้นได้ว่า เป็นเนื้อดินปั้นชนิดไหน ซึ่งมีคุณสมบัติที่จะต้องทดสอบ ดังนี้ (สาร ชลชาติ ภิญาญ 2549 : 41)

2.6.1 ความเหนียว (Plasticity) การตรวจสอบความเหนียวของวัตถุดิบทำได้หลายวิธี บางวิธีสามารถหาค่าออกมาเป็นตัวเลขได้ อย่างไรก็ตาม ค่าความเหนียวไม่สามารถนำมาใช้ประกอบการพิจารณาได้นัก การทดสอบจึงอาศัยความรู้สึกและความสามารถในการรักษารูปร่างของวัตถุดิบเป็นสำคัญ โดยการปั้นเป็นแท่งยาว และบิดโค้งดู ถ้ามีรอยแยกก็แสดงว่าความเหนียวของดินต่ำ



ภาพที่ 2.1 การทดสอบความเหนียว

ที่มา : (Mattison, 2003)

2.6.2 ทดสอบการหดตัวของเนื้อดินปั้น (Firing Shrinkage) เนื้อดินปั้นที่มีการหดตัวมากย่อมเป็นสาเหตุอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดการแตก การงอ และการบิดเบี้ยวของผลิตภัณฑ์การหดตัวของเนื้อดินปั้นที่จัดเป็นมาตรฐาน คือ เนื้อดินปั้นภายหลังการเผาแล้วจะหดตัวประมาณร้อยละ 13 – 20 การทดสอบการหดตัวของเนื้อดินปั้นหลังการเผาสามารถกระทำดังนี้

1. นำเนื้อดินปั้นที่นวดแล้วมาทำเป็นชิ้นทดลอง โดยวัดเป็นความยาว 12 เซนติเมตรกว้าง 3 เซนติเมตร หนา 1.5 เซนติเมตร

2. ทำเครื่องหมายบนผิวชิ้นทดลอง โดยวัดเป็นความยาว 10 เซนติเมตร

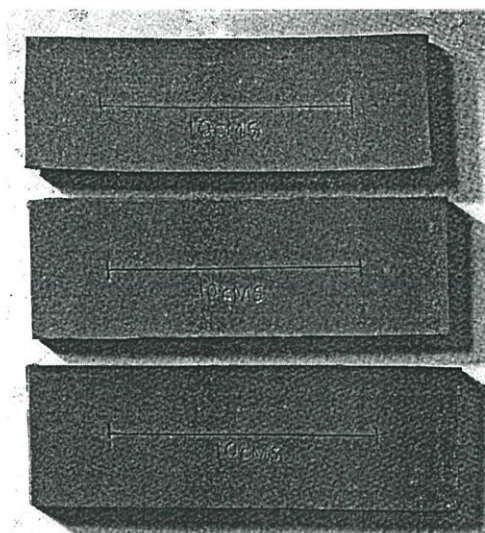
3. นำชิ้นทดลองไปผึ่งให้แห้ง แล้วนำเข้าเผาตามอุณหภูมิที่กำหนด

4. วัดความยาวของเครื่องหมายบนชิ้นทดลองที่ทำไว้ ภายหลังจากที่เผาแล้ว

ครั้งหนึ่ง

5. คำนวณ โดยใช้สูตรของเคนนี่ (Kenny. 1949 : 159)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การหดตัว} = \frac{\text{จำนวนความยาวดินเปียก} - \text{จำนวนความยาวดินแห้ง}}{\text{จำนวนความยาวของดินเปียก}} \times 100$$



ภาพที่ 2.2 การทดสอบการหดตัว

ที่มา : (Warsaw, 2000)

2.6.3 การทดสอบความพรุนตัวของเนื้อดินปั้น (Rorosity) เป็นคุณสมบัติที่จะช่วยให้เราทราบว่าเนื้อดินปั้นนั้นเผาถึงจุดสุกตัว (Vitrification) หรือไม่ เนื้อดินปั้นที่มีความพรุนตัวมากจะดูดซึมน้ำได้มาก เนื้อดินปั้นที่มีความพรุนตัวน้อยก็จะดูดซึมน้ำได้น้อย มาตรฐานความพรุนตัวของเนื้อดินปั้นโดยทั่วไป คือ เนื้อดินปั้นสโตนแวร์จะสามารถดูดซึมน้ำได้ประมาณร้อยละ 1 – 6 (Nelson. 1960 : 125) วิธีการหาเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้น (Water Absorption) มีวิธีการดังนี้ คือ

1. นำชิ้นทดลองที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิที่กำหนดมาชั่งน้ำหนักและจดบันทึกไว้
2. นำชิ้นทดลองไปดัมในจุดน้ำเดือดนาน 2 ชั่วโมง และแช่ทิ้งไว้อีก 24 ชั่วโมง
3. นำชิ้นทดลองที่ดัมแล้วมาเช็ดให้แห้ง แล้วชั่งน้ำหนักเพื่อหาจุดอิมตัวของชิ้นทดลองจดบันทึกไว้

ทดลองจดบันทึกไว้

4. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้น โดยใช้สูตรของเคนนี่

(Kenny. 1949 : 158)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ} = \frac{\text{จุดอิมตัว} - \text{ผลิตภัณฑ์ที่แห้ง}}{\text{ผลิตภัณฑ์ที่แห้ง}} \times 100$$

2.6.4 ความทนไฟของเนื้อดินปั้น (Refractory) มีวิธีการทดสอบดังนี้

1. นำดินที่เตรียมไว้มาทำชิ้นทดลองเป็นรูปโคน ให้มีขนาดเท่ากับโคนขนาดใหญ่ตามมาตรฐานของเซกเกอร์ แล้วฝังให้แห้งสนิท

2. นำชิ้นทดลองเข้าเตาเผา ใช้ระดับอุณหภูมิในการเผาสูงจนชิ้นทดลองหลอมละลายลึกลงราบกับพื้น แล้วจึงปิดเตา จดบันทึกอุณหภูมิที่วัดได้ซึ่งจะเป็นค่าความทนไฟของดินที่นำมาทดสอบ

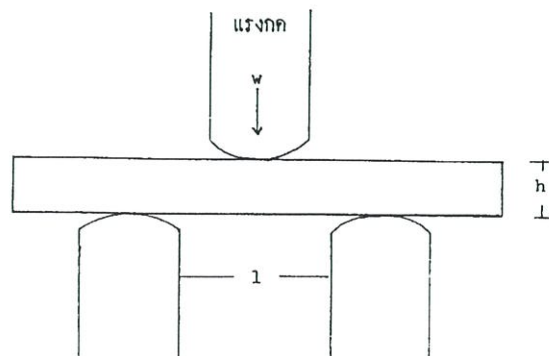
สำหรับการทดลองครั้งนี้จะเผาชิ้นทดลองในระดับอุณหภูมิตามที่กำหนด คือ 1,200 องศาเซลเซียส เพื่อดูว่าอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่ทดลองจะสามารถทนต่อความร้อนในระดับอุณหภูมิที่กำหนดได้หรือไม่เท่านั้น

2.6.5 ความแข็งแรงของดิน (Modulus of Rupture) ความแข็งแรงของดินเป็นคุณสมบัติที่แสดงถึงความทนทานต่อแรงกระทบ หรือแรงกดต่อดินที่ขึ้นรูปแล้ว ดินที่มีความแข็งแรงเมื่อแห้งจะไม่เปราะ สามารถเคลื่อนย้ายได้โดยสะดวก โดยทั่วไปดินที่มีความเหนียวมากจะมีความแข็งแรงมากเมื่อขึ้นรูปและฝังให้แห้ง ซึ่งมีวิธีการทดสอบความแข็งแรงของดินดังนี้ คือ

1. นำดินที่นวดแล้วมาทำเป็นชิ้นทดลอง ให้มีขนาดกว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 10 เซนติเมตร และหนา 1.5 เซนติเมตร
2. ฝังชิ้นทดลองให้แห้ง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส (205 องศาฟาเรนไฮต์)
3. นำแท่งทดลองไปอัดให้หักโดยใช้เครื่องมือทดสอบ ดังภาพประกอบ 2
4. จดบันทึกแรงกดที่ทำให้แท่งทดลองหัก แล้วนำไปคำนวณหาความแข็งแรงโดยใช้สูตรของ ซิงเกอร์

$$R = \frac{3WI}{2bh^2}$$

- ให้
- R = ค่าความแข็งแรงของดิน
 - W = แรงกดที่ทำให้ชิ้นทดลองหัก
 - I = ระยะห่างของแท่นรองรับชิ้นทดลอง
 - B = ความกว้างของชิ้นทดลอง
 - h = ความหนาของชิ้นทดลอง



ภาพที่ 2.3 แสดงการกดน้ำหนักลงบนชิ้นทดลองด้วยเครื่องมือทดสอบความแข็งแรง

2.6.6 การทดสอบสีหลังเผา เป็นการทดสอบหาค่าสีของเนื้อดินหลังจากการเผาที่ระดับอุณหภูมิต่างๆ ที่ต้องการ

การแปลความหมายของค่าดังต่อไปนี้

L หมายถึง ค่าที่แสดงถึงความสว่างหรือความขาวของชิ้นผลิตภัณฑ์

L สูง = ค่าความขาวหรือค่าความสว่างสูง

L ต่ำ = ค่าความขาวหรือค่าความสว่างต่ำ

a หมายถึง ค่าแสดงโทนสีมี 2 ค่า

+ a = โทนสีแดง

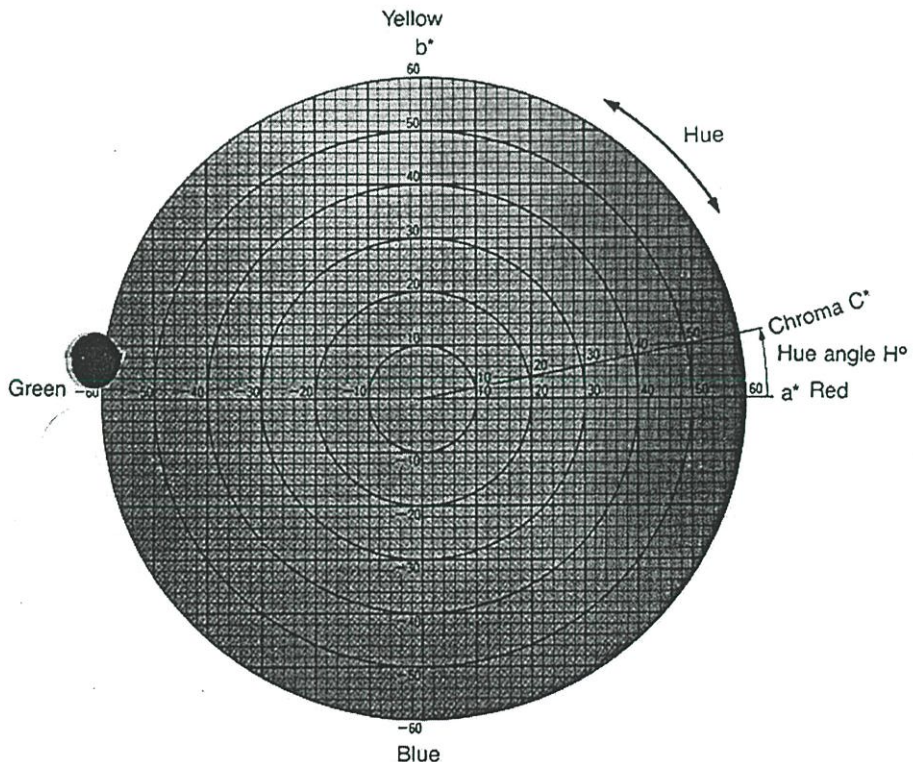
- a = โทนสีเขียว

b หมายถึง ค่าแสดงโทนสี

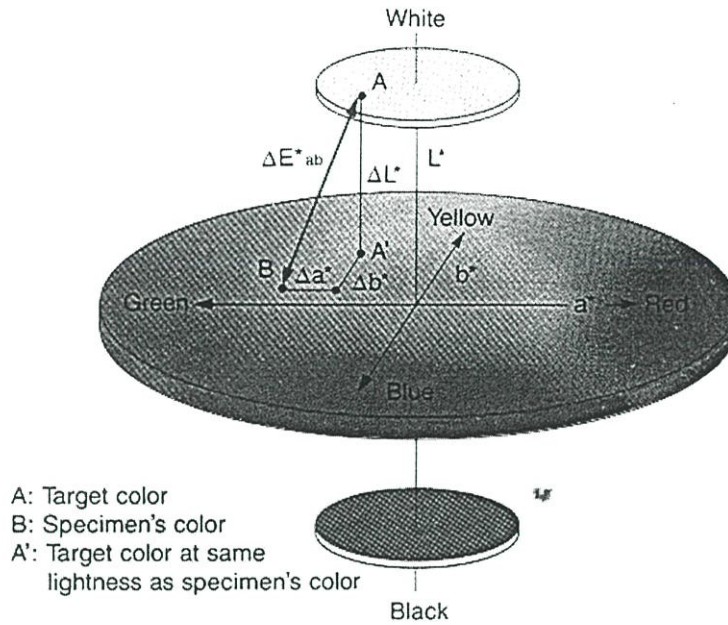
+ b = โทนสีเหลือง

- b = โทนสีน้ำเงิน

L*a*b* Color System (CIE 1976)



ภาพที่ 2.4 กราฟ Cie Lab-Graph เปรียบเทียบกับวงจรัส



ภาพที่ 2.5 แสดงตำแหน่งของค่า L (Whiteness)

2.6.7 การหาปริมาณน้ำที่ใช้ในการขึ้นรูป (Water of Plasticity) การขึ้นรูปด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน ปริมาณน้ำที่ใช้ในการขึ้นรูปในแต่ละวิธีย่อมต่างกันด้วย ดังนั้นการหาปริมาณน้ำของเนื้อดินปั้นที่ใช้ขึ้นรูปด้วยมือหรือเป็นหมุน มีวิธีการดังนี้ คือ

1. ชั่งอัตราส่วนผสมจำนวน 500 กรัม ใส่บนกระดาษที่เตรียมไว้
2. เติมน้ำลงไปในดินและใช้เกรียงคนให้ทั่ว พร้อมกับจดบันทึกปริมาณน้ำที่ใช้เดิม
3. นวดดินจนกว่าจะขึ้นรูปได้
4. คำนวณโดยใช้สูตรของเคนนี่ (Kenny. 1949 : 156)

ทั้งหมด

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของน้ำที่ใช้ในการขึ้นรูป} = \frac{\text{จำนวนน้ำหนักของน้ำ} \times 100}{\text{จำนวนน้ำหนักของดินแห้ง}}$$

คุณสมบัติของดินที่เปลี่ยนไปในการเผาระยะต่างๆ เมื่อผ่านการเผาแล้ว โครงสร้างของดินจะเปลี่ยนแปลงไปตามระดับอุณหภูมิ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของดินที่เปลี่ยนไปในการเผาขยะอุณหภูมิต่างๆ

| คุณสมบัติที่ เปลี่ยนไป | ระยะในการเผาและช่วงอุณหภูมิ | | |
|---------------------------|-----------------------------|---|----------------------------|
| | Dehydration 25 – 600 °C | Oxidation 350 – 950 °C | Vitrification 900 °C Up |
| สี | สีอ่อนลง | ดินที่มีเหล็กสีจะเข้มข้นดินที่มี Carbonaceous Matter จะมีสีอ่อนลง | สีเข้มข้น |
| ความพรุนตัว | เพิ่มขึ้น | เพิ่มขึ้น | ลดลง |
| การหดตัว | เพิ่มขึ้น | ขยายตัวเล็กน้อย | เพิ่มขึ้น |
| น้ำหนัก | ลดลง | ลดลง | เกือบคงที่ |
| ความแข็งแรง | เพิ่มขึ้น | ลดลง | เพิ่มขึ้น |

ที่มา : (ศูนย์ถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและพลังงาน:2529)

2.7 ประเภทของเครื่องปั้นดินเผา

1. เครื่องถ้วยชาม ได้แก่ ผลิตภัณฑ์สำหรับใส่อาหารที่ใช้ในชีวิตประจำวันทั้งที่บ้าน ร้านอาหาร หรือโรงแรม เป็นต้น มีลักษณะที่แตกต่างกันไปตามสมบัติของเนื้อดิน การออกแบบ และการเผา
2. กระเบื้อง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ประดับตกแต่งในงานก่อสร้างอาคารบ้านเรือน ได้แก่ กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องบุผนังทั้งภายในและภายนอกอาคาร กระเบื้องโมเสก กระเบื้องนูนหลังคา เป็นต้น
3. อิฐก่อสร้างสำหรับใช้ทำผนังกำแพงและปูพื้น เช่น อิฐมอญ อิฐบล็อก อิฐโปร่ง
4. เครื่องตกแต่งบ้าน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการตกแต่งอาคารบ้านเรือนทุกชนิด เช่น เสาระบียง โต๊ะ เก้าอี้ เป็นต้น
5. เครื่องสุขภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในห้องน้ำและห้องปฏิบัติการ เช่น อ่างล้างมือ โถส้วม เป็นต้น
6. เครื่องประดับ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ประดับตกแต่งร่างกาย เช่น ต่างหู สร้อยคอ ที่ติดผม รวมถึงเครื่องประดับบ้านเรือนเพื่อความสวยงาม เช่น ตุ๊กตาต่างๆ กล้องใส่เครื่องประดับ เป็นต้น
7. เครื่องใช้ในครัวเรือน ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ใช้สอยในชีวิตประจำวันชนิดอื่นๆ เช่น กระจก ดินไม้ โอ่ง หม้อน้ำ แจกัน โคมไฟ เป็นต้น

2.8 ปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

การออกแบบเครื่องปั้นดินเผาที่ดีนั้น ไม่ได้หมายถึงความสวยงามในแง่ขององค์ประกอบศิลปะเพียงอย่างเดียว แต่มีปัจจัยหลายอย่างที่เป็นข้อกำหนดลักษณะของการออกแบบ แบบที่สมบูรณ์ควรมีความสามารถในการตอบสนองปัจจัยต่างๆ ได้อย่างครบถ้วนและมีเหตุผลที่สามารถอธิบายได้ ทำให้การออกแบบเป็นไปอย่างมีหลักเกณฑ์ (สุขุมล เล็กสวัสดิ์. 2549 : 249)

2.8.1 วัตถุประสงค์ในการผลิต ตลอดประวัติศาสตร์ที่ยาวนาน มนุษย์ได้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาเพื่อใช้สอยตกแต่งและเพื่อแสดงออกเกี่ยวกับความเชื่อและศาสนา ในบางกรณีจะเน้นด้านการใช้สอยเพียงอย่างเดียว บางกรณีเน้นด้านศาสนาหรือทั้งสองด้านรวมกัน รูปแบบของเครื่องปั้นดินเผาที่นิยมทำขึ้น เช่น ภาชนะสำหรับเก็บอาหาร วัสดุก่อสร้าง เป็นต้น สำหรับเครื่องปั้นดินเผาที่ทำขึ้นเพื่อศาสนาและความเชื่อ เช่น รูปแบบต่างๆ แจกกัน ภาชนะสำหรับใช้พิธีการซึ่งตกแต่งด้วยสัญลักษณ์สำคัญของเผ่าหรือวัฒนธรรมนั้นๆ ต่อมาความเชื่อทางศาสนาและขนบธรรมเนียมประเพณีเป็นส่วนที่สำคัญน้อยลงในการออกแบบและตกแต่งเครื่องปั้นดินเผา แต่จะมุ่งไปที่ทัศนคติและความเชื่อส่วนบุคคลที่มีรูปแบบเฉพาะตัวมากกว่าศิลปินที่มีชื่อเสียงในอดีต เช่น ปีกัสโซ มิโร ได้สร้างสรรค์ผลงานเครื่องปั้นดินเผาที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตน และปรากฏว่าในยุคต่อมาจนถึงปัจจุบันนี้เครื่องปั้นดินเผาได้เป็นสื่อในการแสดงออกซึ่งลักษณะของงานศิลปะมากขึ้นผนวกกับมีเทคโนโลยีใหม่ๆ มาแทนที่ฝีมือมนุษย์ในการผลิตผลงานที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ทำให้วัตถุประสงค์ทางด้านประโยชน์ใช้สอยค่อนข้างเป็นเหตุผลที่มีความสำคัญน้อยลง เครื่องปั้นดินเผาสมัยใหม่สามารถแสดงออกถึงรูปทรงทางศิลปะและช่างปั้นก็มีจิตสำนึกในความเป็นศิลปินเหมือนกับจิตรกรและประติมากร

อย่างไรก็ตาม วัตถุประสงค์ในการแสดงออกด้านศิลปะและความเชื่อนี้เป็นการสร้างสรรค์ผลงานที่ขึ้นอยู่กับทัศนคติส่วนบุคคล และมีข้อจำกัดหรือปัจจัยในการผลิตน้อยกว่าวัตถุประสงค์ด้านประโยชน์ใช้สอย จึงขอก้าวถึงการออกแบบให้เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอยซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

1. เหมาะสมกับการใช้งานได้จริง การออกแบบเครื่องปั้นดินเผา เพื่อการใช้สอยควรคำนึงถึงการใช้งานได้จริงเป็นหลักใหญ่ หากภาชนะไม่สามารถใช้งานได้เต็มที่ก็จะทำให้คุณค่าของภาชนะลดน้อยลง แม้ว่าจะมีความงามอย่างยิ่งยวดก็ตาม สิ่งที่สำคัญที่สุดในการออกแบบภาชนะให้ใช้งานได้จริงคือ รูปทรง และสัดส่วนรูปทรงของสิ่งของมักถูกบังคับโดยประโยชน์ใช้สอยในขณะเดียวกันประโยชน์ใช้สอยได้ถูกกำหนดจากรูปทรงด้วย ส่วนสัดส่วนเป็นสิ่งที่ทำให้การใช้งานเป็นไปอย่างสะดวกและเหมาะสมทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างรูปทรงและการใช้สอย การออกแบบด้วยกาแฟ ซึ่งดูเป็นการออกแบบที่ง่ายนั้นจะต้องมีรูปทรงที่เหมาะสมกับการชงกาแฟ มีหูจับที่มีสัดส่วนเหมาะสมกับรูปทรงและการใช้งาน หูจับที่เล็กเกินไปทำให้สอดนิ้วไม่สะดวก หรือ เมื่อมีมือด้วยที่มีลักษณะเหลี่ยมทำให้คนกาแฟไม่สะดวกและเกิดเสียงดังจนเกินไป ขอบด้วยที่หยักหรือเว้า

เพื่อเป็นความแปลกจะทำให้การจับหรือดื่มน้ำไปอย่างลำบาก หากตัวถ้วยหนาและใหญ่ ส่วนหูจับบางและเล็กทำให้รูปทรงขาดความสมดุลและไม่น่าสัมผัส

จะเห็นได้ว่าการออกแบบเพื่อใช้ตอบสนองการใช้งานจริงนั้นต้องคำนึงถึงส่วนละเอียดปลีกย่อยมากมาย การหลงลืมความสำคัญบางจุดจะทำให้ภาชนะที่ออกมาใช้งานได้ไม่เต็มที่ การออกแบบภาชนะบางประเภทที่มีส่วนประกอบหลายอย่างในหนึ่งใบ เช่น กาน้ำชา นั้นต้องคำนึงถึงความสามารถในการใช้งานได้ทุกชิ้นส่วน เช่น พวยการรินน้ำได้อย่างสะดวก มีหูจับที่เหมาะสมมือ ขณะรินน้ำฝากลือกได้สนิทไม่ร่วงหล่น มีความจุที่เหมาะสมกับรูปทรงของกา กาน้ำบางใบออกแบบสวยงามแปลกตาแต่พวยกาอยู่ต่ำไปทำให้ใส่น้ำได้น้อยมาก นอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงน้ำหนักของภาชนะอีกด้วยโดยเฉพาะภาชนะที่ยกขึ้นจากโต๊ะเพื่อใช้งานบ่อยๆ เช่น ถ้วยน้ำ มีหู หรือกาน้ำชาควรมีน้ำหนักเบา หยิบยกได้ง่าย รูปทรง ต้องดู “เบา” ตามน้ำหนักด้วย จึงจะเป็นการออกแบบที่กลมกลืนทั้งด้านการมองเห็น และการใช้จริง

2. ทำความสะอาดได้ง่าย เมื่อออกแบบให้ภาชนะสามารถใช้ได้จริงแล้ว ควรมีความสะดวกในการล้าง หรือทำความสะอาดด้วยโดยเฉพาะภาชนะที่ใช้ประจำวัน โต๊ะอาหาร ถ้วยกาแฟที่ซงทุกวัน แจกันปักดอกไม้ เป็นต้น ภาชนะที่ใช้ได้อย่างสะดวก หากทำความสะอาดยากเกินไปทำให้ความน่าใช้น่าชื่นชมของภาชนะลดน้อยลงไป การออกแบบภาชนะที่ทำความสะอาดได้ง่าย ควรคำนึงถึงดังนี้

2.1 มีขนาดไม่ใหญ่หรือเล็กจนเกินไป ถ้วยน้ำที่ใช้บ่อยหากใหญ่ไปจะล้างยากมีโอกาสกระทบกับภาชนะชิ้นอื่นแตกหักได้และทำให้เปลืองเนื้อที่ในการคว่ำเก็บ หากขนาดเล็กเกินไปจะขัดถูไม่สะดวกทำให้ต้องใช้อุปกรณ์หลายชนิดช่วยในการทำความสะอาดเสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์

2.2 พื้นผิวภาชนะควรมีความเรียบลื่นไม่ขรุขระแหลมคม บางครั้งการตกแต่งภาชนะให้มีพื้นผิวหยาบอาจดูแปลกตา สวย ทันสมัย แต่ไม่เอื้ออำนวยต่อการทำความสะอาด นอกจากเป็นภาชนะที่ไม่จำเป็นต้องล้างบ่อย เช่น แจกันปักดอกไม้แห้ง เป็นต้น ความหยาบของผิวอาจเกิดจากการตกแต่งด้วยน้ำดินสี เคลือบ หรือวัสดุบางชนิดที่ผสมลงในผิวดิน นอกจากอาจบาดเจ็บได้ในขณะเช็ด ล้างแล้ว ยังทำให้คราบสกปรกต่างๆ เข้าไปฝังได้ง่ายและทำความสะอาดได้ยากอีกด้วย

2.3 มีน้ำหนักที่พอดีไม่หนักหรือเบาจนเกินไป ภาชนะเครื่องปั้นดินเผา นั้นไม่จำเป็นที่จะต้องมีน้ำหนักเบาแล้วจะมีคุณค่าเสมอไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งานและวัตถุประสงค์ของการใช้งานด้วย ภาชนะที่เบามากอาจมีความบอบบาง หรือทำจากดินที่เผาไฟต่ำซึ่งไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้งานในชีวิตประจำวัน การทำความสะอาดก็ต้องระมัดระวังมากจนเกินไปจนอาจบิ่นหักได้ ส่วนภาชนะที่หนักจนเกินไปทำให้ต้องใช้แรงในการยก และทำความสะอาดมากยิ่งขึ้นหลายใบทำให้เหน็ดเหนื่อยเกินความจำเป็น

2.4 ตกแต่งอย่างพอดีไม่จำเป็นต้องละเอียดอ่อนซับซ้อน ภาษนะที่มีความประณีตวิจิตรพิสดารมาก อาจมีคุณค่าราคาแพงแต่เหมาะสมกับการเก็บแสดงในตู้โชว์มากกว่าการนำมาใช้จริง เนื่องจากการตกแต่งที่หรูหราและซับซ้อนนั้นต้องทำความสะอาดอย่างระมัดระวัง ซึ่งจะใช้เวลาานและการขจัดคราบสกปรกเป็นไปได้ยาก

2.5 รูปทรงกว้างมีมุมป้านมากกว่ามุมแหลม ภาษนะที่ถูกออกแบบให้มีการตัดเฉือนหรือประกอบแต่ละชิ้นส่วนให้หักมุมที่แหลมและแคบจะทำความสะอาดได้ยาก ใช้มือล้างธรรมดาไม่สะดวกต้องใช้แปรงด้ามยาวหรือไม้พันฟองนำสอเข้าไปล้างซึ่งเสียเวลามาก หากมีความจำเป็นต้องออกแบบภาษนะให้มีส่วนแหลมและแคบเป็นส่วนประกอบของภาษนะที่ทึบตัน เช่น หูจับหรือฝาถูก เป็นต้น

3. มีความมั่นคง ความมั่นคงในการออกแบบภาษนะ หมายถึง การออกแบบรูปทรงให้สามารถตั้งได้ด้วยตัวเองโดยไม่โอนเอียงหรือโคล่นล้ม มีความสมดุลและมีฐานที่กว้างพอที่จะรับน้ำหนักทั้งหมดของภาษนะได้ ภาษนะที่มีรูปทรงเรียบง่าย ปากผายกว้าง มักป็นให้ฐานเล็กเพื่อดูเบาเพรียว และทันสมัย หากฐานแคบเกินไปจะเกิดปัญหาในการรับน้ำหนักตั้งแต่จัดเรียงเข้าเตาเผา อาจล้มหรือเอียงไปชนกับผลงานชิ้นอื่น ก่อให้เกิดความเสียหายได้และการออกแบบที่ดูไม่มั่นคงนี้ไม่เหมาะสมกับการใช้งานในชีวิตประจำวัน

4. มีความแข็งแรงทนทาน ปกติแล้วเครื่องปั้นดินเผาเป็นสิ่งที่มีความแข็งแรงและทนทานตามธรรมชาติอยู่แล้ว หากไม่แตกหักก็สามารถทนอยู่ได้เป็นหมื่นปี สิ่งที่ทำให้ความแข็งแรงของภาษนะลดน้อยลงก็คือ การออกแบบที่ไม่เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย ซึ่งมักพบได้ดังนี้

4.1 เลือกใช้วัสดุที่ไม่เหมาะสม เช่น ใช้ดินไฟต่ำมาทำเป็นหูจับประทานอาหาร ทำให้เกิดการบิ่นแตก หรือร้าวได้ง่ายกว่าการใช้ดินไฟสูง

4.2 ความหนาบางของภาษนะไม่เหมาะสมกับขนาดและประโยชน์ใช้สอย เช่น การออกแบบภาษนะขนาดใหญ่แต่ป็นบางเกินไป หูถ้วย หรือหูกาน้ำชาเล็กกว่าตัวภาษนะ เป็นต้น

4.3 มีส่วนประกอบตกแต่งที่ยื่นออกมาจากตัวภาษนะมากไป การออกแบบในลักษณะนี้ เช่น การใส่หมอนตะบองเพชรที่ยื่นยาวออกมามาก การปั้นเขาสัตว์ที่มีความแหลมและละเอียดอ่อน เป็นต้น การตกแต่งชนิดนี้นอกจากทำให้ภาษนะแตกหักได้ง่ายแล้วยังทำความสะอาดได้ยากอีกด้วย

5. เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม นอกจากเกณฑ์ต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น การออกแบบภาษนะเพื่อใช้สอยควรคำนึงถึงความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมด้วย ขณะที่ออกแบบควรมีจินตนาการหรือความตั้งใจก่อนว่าภาษนะชิ้นนั้นจะนำไปใช้ในที่ใด หากเป็นการปฏิบัติงานในระบบอุตสาหกรรมหรือมีผู้สั่งผลิตก็จะทราบก่อนว่าภาษนะนั้นจะตั้งอยู่ในบรรยากาศแบบใด เช่น การออกแบบแจกันประดับห้องพักแขกในโรงแรมแบบชนบท ย่อมต่างกับแจกันที่ประดับโรงแรมหรูแบบยุโรป และการออกแบบภาษนะบนโต๊ะอาหารที่ใช้กับร้านอาหารฝรั่งต้องแตกต่างกับภาษนะสำหรับใช้ในร้านอาหารชาวจีน ที่จริงแล้วสภาพแวดล้อมนี้เป็นเกณฑ์ที่สำคัญมากในการกำหนด วัสดุ

รูปทรง พื้นผิว สี และเทคนิคการตกแต่งตลอดจนอุณหภูมิการเผา เพื่อให้ได้ภาษาณะที่มีการออกแบบได้กลมกลืนและเหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด ภาษาณะที่แสดงให้เห็นถึงความสำคัญที่ติดกับสภาพแวดล้อม บ่งให้เห็นถึงรสนิยมของผู้การใช้งาน และผู้ออกแบบก่อให้เกิดความเป็นเอกภาพของสถานที่

จะเห็นได้ว่าวัตถุประสงค์ในการผลิต เป็นปัจจัยที่สำคัญมากในการออกแบบเครื่องปั้นดินเผา ยิ่งถ้าเป็นงานที่มีจุดประสงค์หลายอย่างในชิ้นเดียวแล้ว ยิ่งต้องมีเกณฑ์มากมายในการออกแบบให้ประสบความสำเร็จที่สุด ดังนั้นการออกแบบเครื่องปั้นดินเผาจึงไม่ได้ขึ้นอยู่กับความพอใจและรสนิยมส่วนตัวเท่านั้น

2.8.2 กรรมวิธีในการผลิต เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการออกแบบเครื่องปั้นดินเผา แต่ทั้งนี้การออกแบบอาจเป็นตัวกำหนดกรรมวิธีในการผลิตก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการออกแบบและประเภทของงานด้วย เช่น หากผลิตภาษาณะลักษณะอุตสาหกรรมซึ่งขึ้นรูปด้วยการหล่อแบบและการใช้ใบมีด ควรเน้นการออกแบบที่ไม่มีความละเอียดอ่อนวิจิตรบรรจงเกินไป หากปฏิบัติงานในสตูดิโอหรือทำงานระบบครอบครัวที่อาศัยฝีมือแล้ว ก็สามารถออกแบบและตกแต่งที่ละชิ้นได้ในกรณีนี้มักทำขึ้นเป็นรูปแบบของงานศิลปะ แต่ถ้าหากสามารถผลิตได้ทุกกรรมวิธีแล้ว รูปทรงของภาษาณะมักเป็นสิ่งที่กำหนดกรรมวิธีการขึ้นรูปและการผลิต เช่น รูปทรงเหลี่ยมควรใช้วิธีการหล่อแบบ ส่วนรูปทรงกลมควรใช้ปั้นหมุนเพื่อความสมดุลและประหยัดเวลามากกว่าการขึ้นรูปด้วยมือ การออกแบบที่ไม่ตรงกับกรรมวิธีที่มีอยู่ทำให้การปฏิบัติงานล่าช้าได้

กรรมวิธีการขึ้นรูปสามารถบ่งบอกความเป็นอันหนึ่งอันเดียวของการออกแบบและการบริหารเวลาซึ่งมีผลต่อเศรษฐกิจและการลงทุนได้ ออกจะเป็นการการไร้เหตุผลที่จะขึ้นรูปด้วยดินขุดหรือดินเผาให้ประณีตมากๆ ในขณะที่ขึ้นรูปด้วยปั้นหมุนได้ง่ายกว่าการนำกรรมวิธีขึ้นรูปด้วยวิธีแผ่น และปั้นหมุนมารวมกันทำให้เกิดความแตกต่างของรูปทรงกลมที่สมดุลกับมุมเหลี่ยมของดินที่นำมาเชื่อมต่อก่อให้เกิดผลการออกแบบที่น่าพอใจขึ้นได้และอาจคิดค้นแบบใหม่ๆ ได้โดยไม่จำเจช่างปั้นบางคนเน้นการออกแบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการผลิตเป็นหลักโดยเฉพาะการใช้ปั้นหมุนช่างปั้นชาวญี่ปุ่นตามหมู่บ้านต่างๆ มักขึ้นรูปภาษาณะโดยทั้งร่องรอยนิ้วมือไว้เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวและนั่นคือผลการออกแบบซึ่งมีความแตกต่างกันจากกรรมวิธีการผลิตชนิดเดียวกัน

2.8.3 ปริมาณการผลิต ปริมาณการผลิตหรืออัตราในการผลิตมีความสัมพันธ์กับกรรมวิธีการผลิตและเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถกำหนดวิธีการออกแบบและตกแต่งภาษาณะได้หากต้องการผลิตจำนวนน้อย การออกแบบสามารถทำได้เต็มที่ที่มีความยากและพิถีพิถันได้ แต่ถ้าต้องการผลิตภาษาณะจำนวนมากเป็นระบบอุตสาหกรรมแล้วจะมีข้อจำกัดเกี่ยวกับเวลาและต้นทุนการผลิต เนื่องจากงานที่ยากและประณีตจะทำให้ต้องใช้เทคนิคการผลิตที่สูงขึ้น ดังนั้น การออกแบบโดยเฉพาะการตกแต่งจะต้องคำนึงถึงปริมาณการผลิตภาษาณะด้วยหากต้องการรวดเร็วลดตายบนภาษาณะ ซึ่งผลิตเป็น

จำนวนมากอาจใช้การติดยุโรปแทน หรือการขึ้นรูปและคว้านเจาะให้มีลวดลายโปร่งสามารถขึ้นรูปด้วยการทำพิมพ์ได้โดยอาจตัดทอนรายละเอียดปลีกย่อยของลวดลายลงบ้าง

2.8.4 ข้อจำกัดในการผลิต ข้อจำกัดในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาซึ่งมีผลต่อการออกแบบมีดังนี้

1. การขึ้นรูป การขึ้นรูปทรงบางชนิดจะทำได้ เช่น การคลึงดินเป็นเส้นหรือแท่งเล็กๆ แล้วปักให้ซี่ไปรอบๆ ภาชนะ จะแตกหักได้ง่าย ไม่เหมือนงานโลหะที่มีความแข็งแรงในตัวเอง ส่วนการออกแบบให้ภาชนะทรงตัวอยู่ได้บนฐานที่เล็กมากจะทำได้ยาก เพราะการเชื่อมดินให้ต่อกันไม่เหมือนการเชื่อมโลหะ จุดสัมผัสที่เล็กมากเป็นอุปสรรคต่อการทรงตัวของภาชนะ

2. การเผา การเผาเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งของการผลิตเครื่องปั้นดินเผาภาชนะที่นำไปใช้สอยส่วนใหญ่จะนิยมเผาไฟสูงรวมทั้งเครื่องปั้นดินเผาที่นำไปตกแต่งบางชนิดด้วยในการเผาที่อุณหภูมิสูงนั้น หากเป็นรูปทรงที่มีแท่งยาวขนานออกจากพื้นหรือเป็นเส้นขอบบางที่ยื่นออกมาจะทำให้ส่วนที่ยื่นออกมานั้นทรุดตัวห้อยตกลงได้และเสียลักษณะการออกแบบ นอกจากนี้รูปทรงที่เป็นเหลี่ยมอาจเว้าเข้าหลังการเผา ส่วนลาดหรือจานแบนอาจแอ่นขึ้นตรงกลางได้

3. การตกแต่ง การตกแต่งบางเทคนิคนั้นไม่สามารถทำได้กับภาชนะทุกขนาด ขนาดของภาชนะมีผลต่อการเลือกใช้กรรมวิธีการตกแต่ง ในทางตรงกันข้ามหากกำหนดลักษณะการตกแต่งที่ซับซ้อนไว้อาจต้องมีขนาดเล็ก ตัวอย่างเช่น การเจาะลวดลายบนภาชนะให้โปร่งทั้งใบจะเป็นความยากลำบากและใช้เวลานานสำหรับภาชนะที่มีขนาดใหญ่มาก ส่วนวิธีการเชื่อมดินสี (Agateware) นั้นมีรายละเอียดซับซ้อนในการผสมดินแต่ละสีแล้วนำมาคลึงเป็นแผ่นให้แต่ละแผ่นซ้อนทับกันแล้ว จึงนำมาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ ก่อนต่อเข้าด้วยกันเป็นภาชนะ จึงนิยมใช้เทคนิคนี้กับงานชิ้นเล็กมากกว่า

การคำนึงถึงข้อจำกัดในการผลิตก่อนที่จะออกแบบผลงานเป็นสิ่งที่ดีเนื่องจากเป็นวิธีการออกแบบที่รอบคอบ และสามารถนำไปปฏิบัติงานจริงได้โดยไม่ต้องแก้ไขทุกขั้นตอน บ่อยครั้งที่การออกแบบที่ดีไม่สามารถนำไปปฏิบัติงานจริงได้เนื่องจากติดขัดในข้อจำกัดที่กล่าวมา

2.8.5 วัสดุที่ใช้ในการปฏิบัติงาน วัสดุที่สำคัญที่ใช้ในการปฏิบัติงานเครื่องปั้นดินเผาคือดิน ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบเป็นอย่างมาก สามารถกล่าวได้ว่าธรรมชาติของดินเป็นสิ่งที่ยังควบคุมการออกแบบได้มากเท่ากับประโยชน์ใช้สอย สมบัติของดินที่มีผลต่อการออกแบบมีดังนี้

1. ชนิดของดิน ดินมีหลายชนิดและให้ผลต่อการออกแบบตกแต่งที่ต่างกันการเลือกใช้ดินควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะที่ต้องการใช้ออกแบบดังนี้

ความหยาบ ละเอียด เนื้อดินหยาบมักนิยมใช้ออกแบบงานประติมากรรม สถาปัตยกรรม ทำกระถางต้นไม้หรือประดับตกแต่ง ในขณะที่ดินเนื้อละเอียดเหมาะกับการทำชุดรับประทานอาหาร ตุ๊กตา และภาชนะใช้สอยอื่นๆ

ความหนา-บาง ความหนาบางของดินนี้มีความสัมพันธ์กับความหยابละเอียดตรงที่เนื้อดินหยาบมักใช้กับภาชนะที่มีความหนา ส่วนภาชนะที่ออกแบบให้มีความบอบบางจะใช้ดินเนื้อละเอียด โดยเฉพาะภาชนะที่ออกแบบให้มีความหรูหราสง่างาม สมบัติในด้านนี้ของดินยังมีผลต่อการออกแบบอีกด้วย เช่น การเขียนลายเงิน ทอง หรือลัตเตอร์ นิยมตกแต่งบนภาชนะที่มีความบางและเนื้อละเอียดมากกว่าภาชนะเนื้อหนาและหยาบ

จุดสุกตัว ไฟสูง - ต่ำ อุณหภูมิการเผาของดินมีผลโดยตรงต่อรูปทรงและประโยชน์ใช้สอยของภาชนะ ในสมัยโบราณที่มนุษย์ใช้ดินเอร์ทเรนแวร์ซึ่งมีจุดสุกตัวอุณหภูมิต่ำป็นภาชนะนั้นภาชนะจะมีรูปทรงหนา มีความพรุนตัวสูงไม่เหมาะกับการบรรจุของเหลวหรือน้ำ ประโยชน์ใช้สอยค่อนข้างจำกัด เมื่อมีการใช้ดินสโตนแวร์และพอร์ซเลนซึ่งมีจุดสุกตัวสูง ประโยชน์ใช้สอยก็กว้างขวางขึ้นสามารถออกแบบรูปทรงภาชนะได้อย่างหลากหลาย มีความทนทานเพิ่มขึ้น ซึ่งในปัจจุบันเนื้อดินได้รับการพัฒนาจนสามารถทนไฟได้สูงมาก ซึ่งเป็นผลต่อการนำไปใช้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นชิ้นส่วนในยานอวกาศ เป็นต้น

ความโปร่งแสง-ทึบแสง สมบัติข้อนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ดินที่มีความโปร่งแสง เช่น โบนไซนา และพอร์ซเลน มักออกแบบภาชนะที่บาง เช่น โคมไฟ ภาชนะที่ใช้รับประทานอาหาร เป็นต้น การตกแต่งนิยมใช้วิธีแกะสลักเพื่อเน้นลวดลายที่สวยงามจากแสงเงา

สี สีดินแต่ละชนิดมีสีที่เป็นธรรมชาติของตัวเองอยู่แล้ว หากไม่ต้องการเคลือบควรเลือกใช้ดินที่มีสีที่เหมาะสมกับการออกแบบ เช่น ภาชนะชนบท หรือลูกทุ่ง อาจใช้สีดินธรรมชาติซึ่งออกแดงส้ม ส่วนโคมไฟก็ใช้ดินสีขาวจากเนื้อดิน โบนไซนา หากต้องการใช้ดินให้เป็นสีต่าง ๆ ก็สามารถนำเนื้อดินสีขาวมาผสมกับสีสแตนได้

ความเหนียว ความเหนียวของดินมีผลต่อกรรมวิธีการขึ้นรูปซึ่งเป็นหนึ่งในปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบ ดินที่มีความเหนียวมากย่อมขึ้นรูปได้ดีกว่าดินที่มีความเหนียวน้อย แต่ในขณะเดียวกันก็จะมีคุณสมบัติแข็งและหดตัวสูง ดินที่มีความเหนียวน้อยสามารถนำไปขึ้นรูปโดยใช้ใบมีดหรือหล่อได้ ดังนั้น การออกแบบภาชนะต้องคำนึงถึงสมบัติข้อนี้ด้วย

2. สภาวะของดิน ดินมีหลายสภาวะแต่ละสภาวะก็มีสมบัติเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน การออกแบบบางแบบก็เหมาะกับดินบางสภาวะเท่านั้น

สภาวะดินนุ่ม เป็นสภาวะที่ดินยังมีความนุ่มเหนียวอยู่ มีความชื้นในดินสูง เนื่องจากมีน้ำผสมอยู่มาก สามารถนำมาปั้นและขึ้นรูปทรงต่างๆ ได้ง่าย ในขณะเดียวกันก็มีสมบัติที่เหมาะสมต่อการตกแต่งได้หลายวิธี โดยเฉพาะการผสมให้เกิดสีในเนื้อดินซึ่งไม่สามารถทำได้ในเนื้อดินสภาวะอื่น

สภาวะดินหมาด เมื่อน้ำที่ผสมอยู่ในดินระเหยออกไปข้าง ดินมีการหดตัวเพิ่มขึ้น และอยู่ในสภาพที่ทรงตัวได้ดีสามารถหีบจับได้สะดวก ยังมีความชื้นพอที่จะตกแต่งบางวิธีได้ แต่ไม่สามารถบีบปั้น หรือขึ้นรูปทรงต่อไปได้อีก นอกจากจะคิดส่วนประกอบของภาชนะเข้าไปได้บางส่วน

การตกแต่งในสภาวะนี้นิยมทำเมื่อขึ้นรูปภาชนะหรือประกอบดินให้เป็นรูปทรงแล้ว สามารถนำมาจากวานเจาะแกะสลักได้ง่ายโดยไม่เสียรูปทรงและลวดลายจะคมชัดเนื่องจากเนื้อดินหมาดตัวไม่นิ่มและติดเครื่องมือ

สภาวะดินแห้ง เมื่อดินแห้งเต็มที่จะมีความเบาและเปราะ ซึ่งทำให้มีข้อจำกัดในการนำมาตกแต่งเนื่องจากสามารถนำมาตกแต่งได้ไม่กี่วิธีเท่านั้น และวิธีที่ใช้ในการตกแต่งดินสภาวะนี้สามารถใช้กับดินในสภาพอื่นได้ง่ายและสะดวกกว่า เช่น การใช้น้ำดินสี การกันเคลือบด้วยขี้ผึ้ง เป็นต้น หากไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเผาภาชนะครั้งเดียว ควรวางแผนการตกแต่งล่วงหน้าในสภาวะอื่นจะหลากหลายกว่าและปลอดภัย ไม่เสี่ยงต่อการแตกหักเสียหายเท่ากับดินในสภาวะนี้

สภาวะดินหลังเผาดิบ หลังจากดินที่ถูกเผาดิบที่อุณหภูมิประมาณ 900 องศาเซลเซียส แล้วดินจะหดตัวลงอีกและสูญเสียสภาพความเหนียวนุ่มทำให้มีข้อจำกัดในการตกแต่งพอสมควร ไม่สามารถใช้น้ำดินคว้าน เจาะ ได้อีก การตกแต่งในสภาวะนี้จะสะดวกกว่าในสภาวะดินแห้งเพราะดินถูกเผามีความแข็งแรงแรงขึ้น เสี่ยงต่อการแตกหักน้อยลง วิธีการตกแต่งที่นิยมมากคือ การเคลือบ ซึ่งมีเทคนิคที่หลากหลายให้ผลออกมาอย่างแปลกตาและสวยงาม

สภาวะดินหลังเผาเคลือบ อันที่จริงการเคลือบเป็นการตกแต่งชนิดหนึ่ง แต่เมื่อเผาเคลือบแล้วอาจให้ผลที่ไม่น่าพอใจ หรือต้องการเพิ่มเติมรายละเอียดให้ประณีตสวยงามยิ่งขึ้น ไปอีก จึงต้องนำมาตกแต่งอีกครั้งหนึ่งดินในสภาวะนี้มีความแข็งแรงแรงเนื้อแน่นขึ้น เนื่องจากเผาถึงจุดสุกตัว การตกแต่งที่นิยมใช้คือ การเขียนสีบนเคลือบ หรือการติครูปลอก ซึ่งต้องนำภาชนะไปเผาไฟดำอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ลวดลายจากสีดังกล่าวติดทนนาน นอกจากนั้นแล้วการนำภาชนะเผาไฟสูงให้เนื้อแกร่งแล้วจึงเคลือบไฟดำทับก็จะได้สีเคลือบที่สดใสสวยงามซึ่งการเผาเคลือบไฟสูงให้สีแบบเดียวกันไม่ได้

2.8.6 ตลาด เป็นปัจจัยที่สำคัญในการออกแบบแลผลิตงานเครื่องปั้นดินที่ทำเป็นจำนวนมาก เนื่องจากการออกแบบควรมีลักษณะที่ตรงกับความต้องการของตลาด หากผลิตงานเป็นจำนวนมากโดยไม่ศึกษาความเปลี่ยนแปลงของตลาดหรือ ไม่สามารถหาตลาดได้ก็จะเป็นปัญหา มาก ดังนั้น ก่อนออกแบบควรศึกษาข้อมูลและแนวโน้มความนิยมของตลาดด้วย จะเห็นได้ว่าบางปีอาจนิยมเทคนิคการเขียนสีใต้เคลือบแบบ Hand Paint โดยใช้สีสันสดใสแต่บางปีอาจนิยมสีที่นุ่มนวลอ่อนหวาน หรือในบางประเทศอาจนิยมผลงานที่โชว์ผิวดินมากกว่าการเคลือบทั้งใบ เป็นต้น

2.9 กระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผา

กระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกส์กรรมวิธีการผลิตหรือการขึ้นรูปเครื่องปั้นดินเผา นับว่ามีความจำเป็น และสำคัญเป็นอย่างยิ่งจะต้องอาศัยความชำนาญ ความรู้ความเข้าใจ ตลอดจนทักษะเทคนิคต่าง ๆ อย่างดี ในแต่ละแบบแต่ละชนิด รวมไปถึงอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่ใช้

ในการผลิต เนื่องจากการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เป็นการแปรสภาพจากวัตถุดิบหรือเนื้อดินปั้น ให้ออกมาเป็นตัวผลิตภัณฑ์ ซึ่งวิธีในการขึ้นรูปมีอยู่หลายวิธีด้วยกันแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของเนื้อดินที่จะนำมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ

1. ดินผง (Powder clay) เนื้อดินหรือวัตถุดิบมีลักษณะเป็นผง อัตราส่วนของน้ำที่ใช้ผสมกับวัตถุดิบประมาณ 5 – 16 % (ไม่สามารถนวดเป็นก้อนได้) เหมาะกับการขึ้นรูปด้วยวิธีการอัด (Pressing method) โดยอาศัยเครื่องมือที่แรงกดน้ำหนักมาก เช่น เครื่องอัดไฮดรอลิก เครื่อง Pressing ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปจากเนื้อดินสภาพดินผงนี้ส่วนใหญ่ ได้แก่ กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องบุผนัง กระเบื้องมุงหลังคาสามารถผลิตได้รวดเร็วปริมาณมาก

2. น้ำดิน (Slip) เหมาะกับการขึ้นรูป ด้วยวิธีการหล่อ (Casting) จะต้องอาศัยแบบพิมพ์ที่ทำด้วยปูนปลาสเตอร์ (Plaster Mold) ซึ่งสามารถดูดน้ำจากน้ำดินได้เนื้อดินคงรูปตามแบบพิมพ์ การหล่อพิมพ์สามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธีคือการหล่อตัน (Solid casting) การหล่อแบบกลวง (Drain Casting) คือ เมื่อหล่อได้ความหนาของผลิตภัณฑ์พอสมควรแล้วก็จะเทน้ำดินออกจากพิมพ์ ผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปจากเนื้อดินสภาวะน้ำดินส่วนใหญ่ ได้แก่ แจกัน จาน ชาม หรืองานที่ขนาดไม่ใหญ่มากนัก

3. เนื้อดินปั้น (Plastic Clay) มีลักษณะเป็นเนื้อดินน่มสามารถบีบอัดขึ้นรูปได้ดีเหมาะกับการขึ้นรูปแบบไบมิด (Jiggering) แบบอิสระ (Hand Forming) แบบปั้นหมุน (Throwing)

การขึ้นรูปแบบอิสระ มีหลายวิธี เช่น การขึ้นรูปแบบแผ่น (Slap) การขึ้นรูปแบบขด (Coil) กรรมวิธีการผลิตจะแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับรูปทรงขนาดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งต้องอาศัยทักษะความชำนาญ เช่น การขึ้นรูปโอ่งน้ำแบบขด สามารถขึ้นรูปขึ้นงานได้ตั้งแต่ ขนาดเล็ก จนถึงโอ่งน้ำขนาดใหญ่

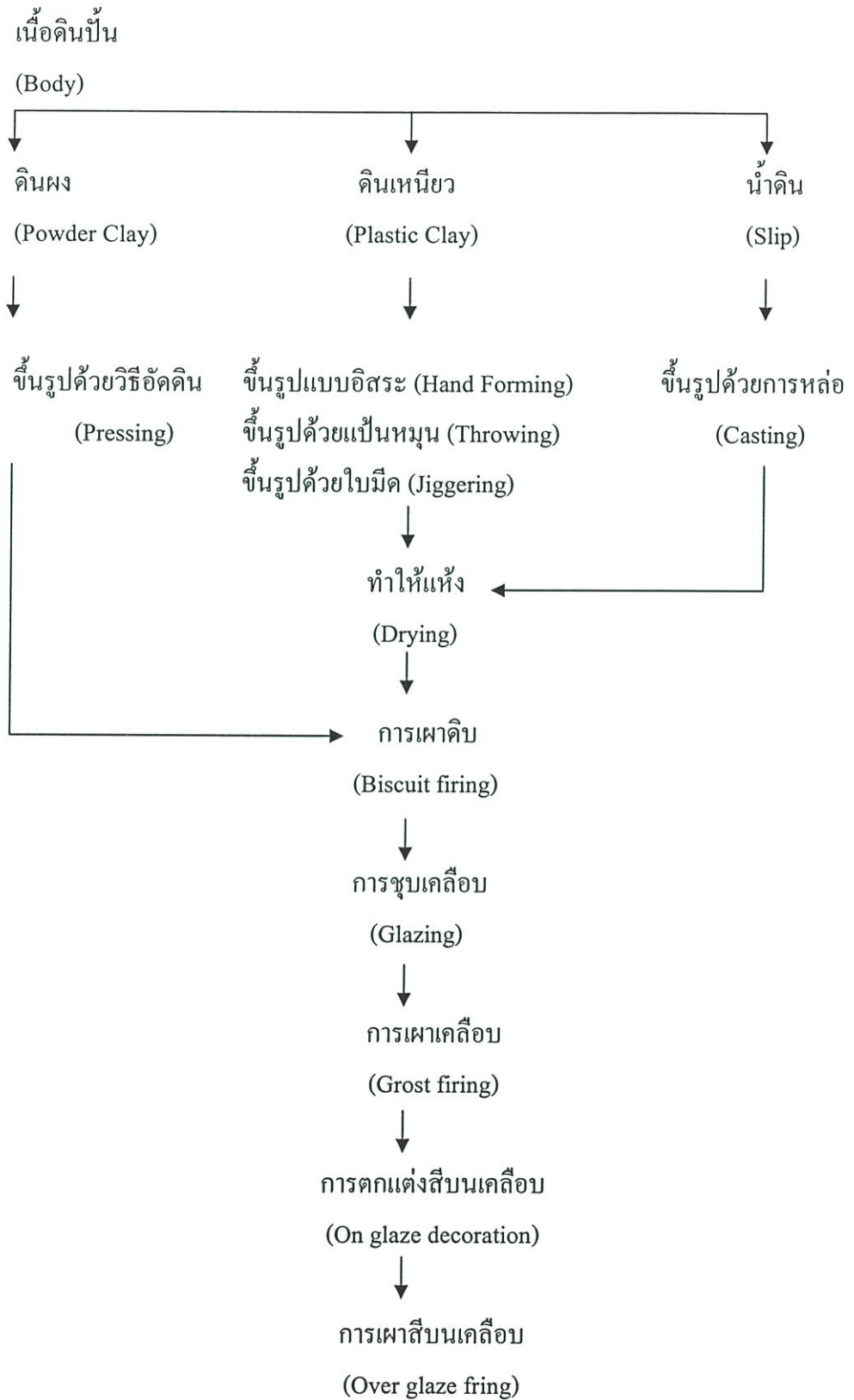
แบบปั้นหมุน การขึ้นรูปแบบปั้นหมุนเป็นการขึ้นรูปแบบทรงกลมโดยอาศัยปั้นหมุน มีความเร็วรอบประมาณ 80 รอบต่อนาที เนื้อดินปั้นที่นำมาขึ้นรูปจะต้องมีความเหนียวพอสมควรจึงสามารถขึ้นรูปได้ดี

การขึ้นรูปด้วยวิธีรีดดิน (Extrusion method) เป็นการขึ้นรูปที่ประยุกต์เครื่องรีดดิน (Extruder machine) มาใช้ในการขึ้นรูปโดยประกอบหัวแบบ (Die) ไว้ที่ส่วนปลายท่อรีดให้ดินที่ถูกรีดมีรูปร่างตามต้องการ เช่น เป็นท่อกลวง หรือเป็นแท่งตัน ตัวอย่างเช่น ท่อร้อยสายอุปกรณ์ไฟฟ้า อิฐ โปรง ฯลฯ

การขึ้นรูปด้วยไบมิด (jiggering & Jollying) การขึ้นรูปแบบนี้นิยมใช้ในระบบโรงงานอุตสาหกรรม ตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่เพื่อให้ได้ภาชนะที่มีรูปทรงเหมือนกันทุกใบเป็นจำนวนมาก ในเวลาที่รวดเร็วกว่าการขึ้นปั้นหมุน แต่ภาชนะจะไม่มีรูปทรงซับซ้อนมากเนื่องจากต้องใช้พิมพ์ปูนปลาสเตอร์เป็นแบบ และถอดภาชนะที่ทรงตัวแล้วออกมาตรง ๆ

การหล่อ (Casting) การขึ้นรูปแบบนี้สามารถผลิตภาชนะได้หลายรูปทรงในขนาดต่าง ๆ กันและกำหนดความหนาบางชนิดของภาชนะได้ สามารถผลิตได้ในเวลาที่รวดเร็วและผิวภาชนะที่แตกต่างกัน คือด้านในจะเรียบสวยงาม ขณะที่ด้านนอกอาจมีการตกแต่งให้มีร่องรอยนูนต่ำหรือผิวขรุขระได้ และเก็บรายละเอียดของผิวภาชนะได้อย่างดีและเหมือนกันทุกใบ

การกดพิมพ์ (Pressing) มักใช้กับภาชนะประเภทจานหรือถาดที่มีรูปทรงง่าย ๆ โดยการหล่อแบบป้อนพลาสติกแล้วนำดินนึ่งแห้งเป็นแผ่นกดกรูไปเมื่อดินทรงตัวก็ยกออกมา



ภาพที่ 2.6 แผนภูมิแสดงกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผา

ที่มา : ทวี พรหมพฤษย์. 2523

2.10 การตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

การตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา สามารถแบ่งได้ตามสถานะต่างๆ ของเนื้อดิน และสถานะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ได้ดังนี้ (สุขุมาล เล็กสวัสดิ์. 2542 : 11)

2.10.1 การตกแต่งผลิตภัณฑ์ในขณะการเตรียมดิน (Bodies Preparation) ทำได้ดังนี้

1. โดยการผสมสีในเนื้อดิน เพื่อให้เกิดลวดลายขึ้นในผลิตภัณฑ์ และผิดแปลกไปจากเนื้อดินตัวอื่น สีที่ใช้ผสม คือ สีสำเร็จรูป หรือสีธรรมชาติที่เกิดจากวัตถุดิบที่ทนต่ออุณหภูมิสูง เช่น ออกไซด์ของโลหะ ออกไซด์ที่นิยมคือ Fe_2O_3 , MnO_2 , CuO แต่ไม่นิยมใช้ Cobalt , Vanadium เพราะราคาแพง จะนิยมผสมกับเนื้อดิน เพื่อใช้ตกแต่งภายนอกเท่านั้น สีที่นำมาผสมในเนื้อดินนั้นจะต้องนำมาทดลองกับเนื้อดินก่อนว่าเผาแล้วจะทำให้สีเข้มหรือจางมากน้อยแค่ไหน อัตราส่วนที่นิยมใช้ประมาณ 2% , 5% , 7% ยกเว้น MnO_2 ห้ามใช้เกิน 7% เพราะจะทำให้เนื้อดินเป็นตุ่มพองเมื่อเผา

การผสมสีสามารถแบ่งการเตรียมดินได้ 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

1.1 เตรียมเนื้อดินสำหรับการขึ้นรูปด้วยปั้นหมุน , การขึ้นรูปด้วยใบมีด และการขึ้นรูปด้วยพิมพ์อัด เนื้อดินดังกล่าว ต้องชั่งสีในอัตราส่วนที่ต้องการ นำมาผสมกับเนื้อดินด้วยการนวดให้เข้ากันหลายๆ ครั้ง ถ้าจะทำหลายๆ สี ก็ให้ชั่งเป็นส่วนๆ และนำแต่ละส่วนผสมดินและนวดให้เข้ากับเนื้อดิน และต้องการที่จะนำเนื้อดินสีใดผสมกับสีใดก็ให้นำมานวดผสม ให้เกิดเป็นลวดลายในเนื้อดินนั้นๆ แต่ข้อสำคัญ คือเนื้อดินที่นำมาผสมกันจะต้องมีความแข็งที่เท่ากัน

1.2 เตรียมเนื้อดินสำหรับการขึ้นรูปด้วยการหล่อพิมพ์ โดยชั่งสีในอัตราส่วนที่ต้องการผสมกับน้ำและบดให้ละลายเข้าด้วยกัน จึงค่อยเทส่วนผสมลงในดินแล้วนำไปผสม จนเป็นเนื้อเดียวกัน นำไปขึ้นรูปได้

2. โดยการเติม Grog หรือเนื้อดิน สีต่างๆ ลงในส่วนผสมของเนื้อดิน เพื่อเกิดการตกแต่งของสีเนื้อดิน ซึ่งจะต้องทำการแต่งสีของ Grog ล่วงหน้าเสียก่อนหรือเติม Grog ขนาดต่างๆ กันลงในส่วนผสมของเนื้อดิน เพื่อทำให้เกิดหยาบบ้าง ละเอียดบ้าง

2.10.2 การตกแต่งผลิตภัณฑ์ในขณะที่ดินยังนิ่มอยู่ (Clay in the Plastic state) ทำได้ดังนี้

1. Press or pinch โดยการกดหรือบีบดินให้เป็นรูปร่างต่างๆ ตามที่ต้องการ
2. Incising or cut โดยการเจาะหรือตัด หรือฉลุให้เป็นลวดลายต่างๆ
3. Relief (Var or High) โดยการปั้นลวดลายเป็นภาพนูนต่ำ หรือนูนสูง ขึ้นมาจากพื้นเดิม
4. Impress (Roller , Stamp , Cord Etc) โดยการใช้อุปกรณ์ประทับหรือกด ให้เป็นลวดลายต่างๆ มากดทับ หรืออาจจะทำจากดินเผา หรือปูนปลาสเตอร์ หรือวัสดุอื่นที่มีพื้นผิว มากดหรืออาจเป็นตรายาง ตราโลหะมากดก็ได้

5. Bate โดยการตี หรือทุบด้วยเครื่องมือที่มี พื้นผิว (Texture) หรือมีลวดลายต่างๆ ลงบนผิวทำให้ปรากฏเป็นลวดลายบนพื้นผิวนั้น

2.10.3 การตกแต่งผลิตภัณฑ์ขณะที่ดินเริ่มหมาด (Leather Hard State)

การตกแต่งขั้นตอนนี้ สามารถตกแต่งได้หลายวิธี เพราะผลิตภัณฑ์มีความแข็งพอที่จะคงรูปได้ และทนต่อการเสีรูปร่างขณะปฏิบัติงานได้ดี สภาพของดินที่ยังหมาดเป็นสภาพที่ดินที่แห้งสามารถจับต้องได้โดยผลิตภัณฑ์ไม่เสีรูปร่าง ไม่มีผลเสียหายใดๆ เกิดขึ้น มีความชื้นที่เหมาะสมกับการตกแต่ง และสามารถใช้น้ำดินทาได้โดยไม่มีร่องรอย การตกแต่งขณะที่ดินเริ่มหมาด ทำได้หลายวิธีดังนี้

1. Scratching โดยการขูดขีด ลงบนเนื้อให้มีความลึกของเส้นที่ขูด เมื่อนำมาเคลือบน้ำเคลือบจะอยู่ตามร่อง หรือเส้นที่ขูด จะปรากฏสีเข้มกว่าเคลือบที่อยู่บนพื้นผิว

2. Bunishing โดยการขัดมัน วิธีนี้อาจใช้ก้อนหิน ไม้ กระดุก ขวด ช้อน เครื่องปั้นหรือเครื่องมืออื่นๆ เอามาทำการขัดที่ผิวของชิ้นงาน จะทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์มีความหนาแน่นและมันวาว นิยมตกแต่งพวก Earthenware ได้แก่ หม้อหุงข้าว การตกแต่งวิธีนี้ นอกจากจะให้ความสวยงาม สะดวกต่อการทำความสะอาดแล้ว ยังช่วยให้ของเคลือบซึมผ่านได้ยากอีกด้วย

3. Carving โดยวิธีการแกะ สามารถตกแต่งให้เป็นภาพนูนสูง โดยการแกะพื้นผิวให้ลึกลงไป หรือภาพนูนต่ำ โดยการแกะลวดลายให้ลึกลงไป การตกแต่งวิธีนี้อาจใช้เครื่องมือที่มีความคม (Sharp Tool) หรือเครื่องมือที่มีลวดลายเป็นห่วง (Wire Loop) ช่วยในการตกแต่ง

4. Incising ตกแต่งโดยวิธีการขูด วิธีเหมาะกับการตกแต่งตามแนวนอน โดยใช้เครื่องมือขูดไปตามแนวนอน ลักษณะของเครื่องมือที่มีคม เช่น Sharp Tool

5. Inlay or Mishima ตกแต่งโดยการฝังสี ตกแต่งวิธีนี้เป็นขบวนการพัฒนามาจากวิธีการขูด-ขีด (Incise) วิธีการแกะ (Carving) และวิธีประทับลวดลาย (Impress) โดยการใช้ดินชั้นๆ เราจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเนื้อผลิตภัณฑ์ และลวดลายสีของน้ำดิน

6. Scraffito โดยแกะหรือขูดขีดลวดลาย ลงบนเนื้อผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการ ทา ฟัน หรือชุบ ด้วยน้ำดินสีแล้ว โดยน้ำดินจะมีสีแตกต่าง หรือตัดกับสีของเนื้อผลิตภัณฑ์จะทำให้เห็นลายเส้นปรากฏขึ้น โดยมีพื้นเป็นสีของน้ำดิน แต่ลวดลายเป็นสีเนื้อผลิตภัณฑ์วิธีการนี้จะตรงกันข้ามกับวิธีการในข้อ 3.5

7. Slip Trailing ตกแต่งโดยการเขียนด้วยน้ำดิน ทำได้โดยการใช้สริงค์ (Syringe) หรือเครื่องมือแต่งหน้าเค้กมาใส่น้ำดินชั้นๆ ทำการบีบ หรือฉีดให้เป็นลวดลายตามต้องการ

8. Slip Painting ตกแต่งโดยวิธีการเขียนด้วยน้ำดินที่มีสีตัดกับสีของเนื้อผลิตภัณฑ์ น้ำดินต้องไม่เข้มข้นมากเกินไป และผลิตภัณฑ์ต้องไม่แห้งเกินไป ฉะนั้นจะเกิดการร่อน หรือแตกร้าวได้ เนื่องจากการขยายตัว หดตัวไม่เท่ากัน การใช้น้ำดินเขียนลายต้องอาศัยพู่กันจีน ซึ่งมีคุณภาพทำให้สีราบเรียบ และสม่ำเสมอกันดี สามารถอมน้ำได้มาก

9. Sprigging ตกแต่งโดยการต่อเติม หมายถึง การต่อเติมผลิตภัณฑ์ให้มีรูปทรงที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เช่น การต่อหูจับ หูแขวน พวยกา หรือการต่อชิ้นส่วนอื่นๆ ที่จะช่วยให้เกิดความสวยงาม และการใช้สอยมากยิ่งขึ้น สิ่งสำคัญของการตกแต่งด้วยวิธีนี้ คือ ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานกับส่วนที่จะนำมาต่อนั้น จะต้องมีความชื้นที่ใกล้เคียงกัน มิฉะนั้นเวลาแห้งก็จะร้าว หรือแยกออกจากกัน

10. Pate Sur Pate ตกแต่งด้วยวิธีเบาะด้วยน้ำดิน โดยการใช้น้ำดินข้นๆ มาทาทับหลายๆ ครั้ง จนเกิดความหนาขึ้นบนผิวงาน

11. Engobe ตกแต่งโดยการเคลือบผิวดิน โดยอาศัยน้ำดิน (Slip) ที่มีสีแตกต่างกัน เนื้อผลิตภัณฑ์ การตกแต่งวิธีนี้นิยมตกแต่งผลิตภัณฑ์ที่มีสีต่างๆ โดยไม่ต้องสิ้นเปลืองผสมออกไซด์ลงในน้ำดินทั้งหมด

2.10.4 การตกแต่งผลิตภัณฑ์ขณะที่ดินแห้ง (Clay in the dry state)

การตกแต่งผลิตภัณฑ์ในช่วงนี้ มีขีดจำกัดอยู่มาก เนื่องจากคุณสมบัติของดิน เมื่อแห้งจะเปราะง่าย ฉะนั้นการตกแต่งต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ และมีการวางแผน

การตกแต่งอย่างรัดกุม แต่ก็ยังมีวิธีการที่เหมาะสมในสภาพดินขณะนี้ กล่าวโดยสรุปพอจำแนกวิธีการต่างๆ ได้ดังนี้

1. Wax resists เป็นการตกแต่งด้วยวิธีการใช้ขี้ผึ้ง วิธีการนี้ชาวจีนนิยมทำกันมากในสมัยราชวงศ์ถัง

2. Under glaze (Color Oxides or Stain) การตกแต่งด้วยการเขียนสีใต้เคลือบเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะทำในขณะดินแห้ง เพราะเมื่อนำไปเผาที่ใช้ในการตกแต่งนั้น จะเกาะแน่นกับผลิตภัณฑ์โดยไม่มีหลุดร่อนหรือร่อนหลุดขณะทำเคลือบ ในการเขียนสีใต้เคลือบนี้สามารถใช้สีออกไซด์ของโลหะ หรือสีสำเร็จรูป หรือสีใต้เคลือบก็ได้ (Coloring Oxides , Coloring Stain or Under glaze)

2.10.5 การตกแต่งผลิตภัณฑ์เมื่อเผาดิบแล้ว (Clay in the Biscuit State)

การตกแต่งในสภาพดินนี้ ส่วนใหญ่แล้วจะเกี่ยวข้องกับน้ำเคลือบซึ่งได้แก่

1. Glaze การตกแต่งด้วยการเคลือบ ผลิตภัณฑ์ที่เผาดิบแล้วนั้น สามารถกระทำได้อย่างปลอดภัย และสะดวกมากกว่าตอนยังไม่ผ่านการเผาดิบ หรือในสภาพดินดิบ การเคลือบนี้สามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การราด จุ่ม ทา หรือพ่น ทั้งข้างในและข้างนอก หรือส่วนอื่นๆ ได้ง่ายคาย หรือการตกแต่งแบบ Glaze Trailing

2. Under glaze การตกแต่งด้วยวิธีการเขียนสีใต้เคลือบ ในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะนิยมตกแต่งในสภาวะที่ผลิตภัณฑ์ผ่านการเผาดิบแล้ว เพื่อป้องกันการเสียหายของผลิตภัณฑ์ในระบบการผลิตได้ สีที่นิยมเขียนเป็นสีใต้เคลือบ ผสมกับน้ำมันกลีเซอรินทำให้การเขียนสีลื่นไม่สะดุด เพราะ

สภาพดินที่ผ่านการเผาแล้วจะมีคุณสมบัติการดูดซึมน้ำสูง เมื่อเขียนสีได้เคลือบลงในบนเนื้อผลิตภัณฑ์จะแห้งเร็วมากและทำให้การเขียนสีจึงต้องอาศัยน้ำมันกลีเซอรินช่วยในการเขียน

3. Wax Resist ตกแต่งด้วยการใช้ขี้ผึ้ง วิธีการคล้ายกับตกแต่งผลิตภัณฑ์ดินดิบ

4. Transfer การติดรูปลอกเซรามิกส์กับสีได้เคลือบ โดยการนำรูปลอกชนิดสีได้เคลือบมาติดกับผลิตภัณฑ์ในบริเวณที่ต้องการ แล้วใช้พู่กันแบนใหญ่ๆ ชุบน้ำจืดๆ ทาบรูปลอกน้ำจะช่วยให้รูปลอกหลุดออกจากกระดาษไปติดกับผิวของผลิตภัณฑ์แล้วนำไปชุบเคลือบชนิดใสและเผาเคลือบ

2.10.6 การตกแต่งผลิตภัณฑ์เมื่อเผาเคลือบแล้ว (Clay in the Gloss State)

การตกแต่งผลิตภัณฑ์ที่เผาเคลือบแล้วนั้น สามารถที่จะนำมาทำการตกแต่งได้อีกครั้งหนึ่ง โดยการเขียนสีบนเคลือบ (Over glaze) ทำการตกแต่งนั้นก็จะเป็นทาบไม่ละลายออกหรือถูกขีดข่วนออกมาได้ แล้วไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคด้วย การตกแต่งที่นิยมในสภาพผลิตภัณฑ์ที่เผาเคลือบแล้วนั้นมีหลายวิธีดังนี้

1. Over glaze ตกแต่งด้วยสีบนเคลือบ การเขียนสีบนเคลือบที่นิยมนำไปเขียนผลิตภัณฑ์ที่เรียกว่า เบญจรงค์ ลวดลายเป็นเอกลักษณ์ไทย เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงได้รับความสนใจมาก ราคาค่อนข้างแพง

2. Transfer การติดรูปลอก ชนิดสีบนเคลือบ โดยรูปลอกสีบนเคลือบนี้นำมาแช่น้ำไว้สักครู่ รูปลอกก็จะลอกออกจากกระดาษ จึงนำรูปลอกมาติดบนผิวเคลือบบริเวณที่ต้องการให้เรียบร้อยรอให้แห้ง และนำเข้าเผาต่อไป การติดรูปลอกนี้นิยมใช้กับงานที่ต้องการให้มีลวดลายที่เหมือนกันขนาดเท่ากัน ตำแหน่งเดียวกัน และที่สำคัญมีสีในภาพเดียวกัน ของผลิตภัณฑ์ทุกๆ ชิ้น ปกติจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตออกมาจากจำนวนมากๆ (Mass Products) เช่น ชุดอาหาร ชุดเครื่องครัว เป็นต้น

2.11 เกณฑ์มาตรฐานพิจารณาด้านความงาม

โดยสากลทั่วไปแล้วเครื่องปั้นดินเผาจัดเป็นศิลปะแขนงหนึ่งที่ผูกพันกับอารยธรรมมนุษย์มายาวนาน เหมือนศิลปะแขนงอื่นๆ เช่น ภาพเขียน ประติมากรรม ละคร ภาพยนตร์ และดนตรี ฯลฯ ซึ่งแต่ละแขนงก็มีเกณฑ์มาตรฐานในการจำแนก หรือจัดระดับคุณค่าของผลงานในแต่ละด้าน แตกต่างกันไปตามจะกำหนด ส่วนคุณค่าความงามของเครื่องปั้นดินเผา ก็มีเกณฑ์สากลเหมือนศิลปะแขนงอื่นๆ มีการแบ่งประเภทของผลงานเป็นหมวดหมู่ เช่น ผลงานที่แสดงความรู้สึกหรือประทับใจ ผลงานเพื่อการใช้สอย หรือผลงานเพื่อแสดงถึงประเพณีนิยม แต่จะแบ่งแยกอย่างไรก็ตามที่ ราคาสินค้าทั้งปวงย่อมหนีไม่พ้นที่จะเกี่ยวข้องกับความงาม อันเป็นที่ยอมรับกันเป็นสากลตามประเด็นดังต่อไปนี้ (สาธิต ชลชาติวิทยุ โย. 2547 : 149)

2.11.1 ความงามจากดิน (Clay)

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าเครื่องปั้นดินเผาทั่วไปนั้น ต้องมีเนื้อดินเป็นหลักในตัวผลงาน เมื่อทำการปั้นหรือขึ้นรูป ผนวกกับการตกแต่ง การเคลือบและการเผาแล้ว คุณค่าความงามอันเป็นเนื้อแท้แห่งวัสดุที่หลอมรวมกับความคิดสร้างสรรค์จึงบังเกิด ดินจากแต่ละแหล่งมีความแตกต่างกัน ทั้งโครงสร้างและองค์ประกอบ เมื่อผ่านการเผาแล้วจะเกิดความแตกต่างกันมากมาย ไม่ว่าจะเป็นความหยาบละเอียดตลอดจนสีของเนื้อดิน สิ่งเหล่านี้เปรียบเสมือนผิวพรรณของแต่ละบุคคลที่สามารถแยกย่อยออกได้อย่างเหลือคณานับ ใครจะชื่นชอบสีผิวลักษณะไหนก็เป็นเรื่องเฉพาะบุคคล

กล่าวคือ บางคนอาจจะชมชอบเนื้อดินที่ขาวเนียน คุณแล้วรู้สึกสะอาด เบา นุ่มนวล แต่บางคนอาจจะชอบสีที่เข้ม เนื้อหยาบ สัมผัสแล้วได้ความรู้สึกหนักแน่นและบึกบึน ซึ่งตรงนี้ไม่ยุติว่าอะไรดีไปกว่ากัน แต่จะขอแนะนำเพียงว่าการพิจารณาเนื้อดินนั้น สามารถดูได้จากส่วนที่พ้นจากการปิดบังของเคลือบหรือส่วนฐานของชิ้นงาน การที่ได้สังเกตเปรียบเทียบข้อแตกต่างของเนื้อดินแต่ละชนิดบ่อยครั้งจะทำให้สามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่าง จึงกลายเป็นความเข้าใจและความซาบซึ้งในความงามจากดินที่ชอบได้ มีข้อพึงสังเกตว่าผลงานที่คืนั้น ต้องแสดงความเป็นธรรมชาติของดินได้อย่างเด่นชัดไม่ว่าจะเป็นรูปทรง สีผิว เพราะดินสามารถเก็บซับริ่องรอยต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการขึ้นรูป การตกแต่งตลอดจนการเผา ไว้บนพื้นผิวได้อย่างชัดเจน ยกที่วัสดุอื่นๆ จะสามารถสะท้อนออกมาได้เหมือนนอกจากที่กล่าวมาแล้ว ศิลปินบางท่านนิยมที่จะใช้ดินจากแหล่งธรรมชาติ มาสร้างสรรค์ผลงานโดยไม่ผสมกับดินแหล่งอื่น นับว่าเพื่อรักษาหรือแสดงเอกลักษณ์ของดินจากแหล่งที่นำมาใช้ให้โดดเด่นซึ่งในบ้านเรายังไม่ให้ความสำคัญในจุดนี้มากนัก

2.11.2 ความงามจากเคลือบและการตกแต่ง (Glaze & Decoration)

ถ้าเนื้อดินเปรียบเสมือนผิวพรรณ เคลือบก็เปรียบเสมือนอาภรณ์ที่ห่อหุ้ม ความบรรเจิดเพริศพรายในสีและลักษณะผิวที่หลากหลายของเคลือบ เมื่อผนวกกับการตกแต่งตลอดจนการขั้บเน้นจากสีของดิน ถ้าเป็นไปอย่างเหมาะสมลงตัว ความงามจากเคลือบก็ยิ่งโดดเด่น การรับรู้ความงามจากเคลือบและการตกแต่งนั้นเป็นสิ่งที่ทำทาบ และดึงดูดความสนใจเพราะบางครั้งจากผลงานที่งดงามภายหลัง การเผาก็ชวนให้ติดตามว่าผลงานนั้นตกแต่งด้วยเทคนิคใด เหมาะสมและตรงกับจุดมุ่งหมายหรือไม่ พื้นผิวที่มันวาวเกิดจากเคลือบโดยเจตนาหรือเกิดจากปฏิกิริยาการเผาตามธรรมชาติ

2.11.3 ความงามจากการเผา (Firing)

กระบวนการของเครื่องปั้นดินเผานั้น ต้องอาศัยความร้อนหรือการเผาเพื่อแปรเปลี่ยนสภาพวัตถุดิบให้สำเร็จเป็นผลงาน องค์ประกอบการเผานั้นต้องสอดคล้องกับธรรมชาติของดินและเคลือบ โดยครอบคลุมถึงระดับของอุณหภูมิ บรรยากาศในการเผา รวมถึงตำแหน่งการวางชิ้นงานภายในเตาเผา และการทิ้งร่องรอยจากการเผา อันเป็นการจัดที่ต้องอาศัยประสบการณ์ร่วมกับธรรมชาติของความร้อนอย่างเหมาะสม จึงจะบรรลุถึงเป้าหมายแห่งความงามได้อย่างสมบูรณ์แบบ ช่วงระยะเวลาสั้นๆ

ณ ระดับแห่งอุณหภูมิที่ส่งผลให้เคลือบสุกตัว จะส่งผลให้เคลือบบดงามตามเจตนา ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าจุดที่ต้องการเคลือบก็ไม่สมบูรณ์ความงามก็ไม่บังเกิดแต่กลับกัน ถ้าอุณหภูมิสูงเกินจุดที่ต้องการการยุบตัวของดิน การไหลของเคลือบที่เกินความต้องการก็เป็นความล้มเหลวเช่นกัน

2.11.4 ความงามจากรูปทรง (Form)

โดยทั่วไปเป็นที่ยอมรับและเข้าใจกันมานานแล้วว่ารูปทรงเป็นองค์ประกอบพื้นฐาน ที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบของมนุษย์ในหลายๆ ด้าน อาทิเช่น ผลงานในด้านสถาปัตยกรรม ประติมากรรม และผลิตภัณฑ์เพื่อประโยชน์ใช้สอยทุกประเภทรวมถึงเครื่องปั้นดินเผาที่กำลังกล่าวถึง เพราะรูปทรงนั้นเป็นเรื่องเกี่ยวกับวัตถุทั้ง 3 มิติ หมายรวมทั้งเรื่องของขนาด ปริมาตร สัดส่วน ส่วนโค้ง-เว้า หรือเส้นรอบ ตลอดจนพื้นราบ และบริเวณว่างที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันไปทั้งหมดอย่างแนบแน่น และส่งผลต่อคุณค่าของผลงาน ได้อย่างกว้างขวางไม่เว้นแม้กระทั่งเรือนร่างมนุษย์ ก็ยังยกเอาเรื่องรูปทรงขึ้นมาเป็นเกณฑ์สำคัญเพื่อการวิพากษ์วิจารณ์ได้อย่างไม่รู้จัก

ตามทฤษฎีมีการแบ่งแยกลักษณะของรูปทรงออกเป็นหลายประเภทเพื่อให้ง่ายต่อความเข้าใจ เช่น รูปทรงเรขาคณิต รูปทรงจากธรรมชาติ รูปทรงอิสระ ฯลฯ รูปทรงแต่ละประเภทจะเป็นที่มาของนำไปใช้ในการสร้างสรรค์ผลงาน แต่ทั้งนี้ก็เป็นที่ยากที่จะกำหนดลงไปว่าผลงานที่ดีหรือเหมาะสมควรจะเป็นรูปทรงในลักษณะใด เพราะพื้นฐานความเชื่อ ความประทับใจ ประกอบกับความคิดสร้างสรรค์และทักษะฝีมือของผู้สร้างผลงานจะเป็นตัวผลักดันให้ผลงานเกิดความสมบูรณ์งดงามหรือโดดเด่นได้อย่างไร้ขอบเขต

รูปทรงในงานเครื่องปั้นดินเผา สามารถที่จะกำหนดหน้าที่หรือประโยชน์ใช้สอยแล้ว ยังก่อให้เกิดผลต่อความรู้สึกในด้านสุนทรียะ เมื่อได้ชื่นชมหรือสัมผัสและในทำนองเดียวกัน รูปทรงของภาชนะยังสามารถบ่งบอกความเป็นเอกลักษณ์ในแต่ละชาติหรือสังคมได้อย่างแจ่มชัด รูปทรงที่ดี นอกจากจะมีคุณค่านานัปการดังกล่าวแล้ว ผลงานที่มีรูปทรงโครงสร้างที่ดี ยังเอื้อประโยชน์ต่อการนำสู่การตกแต่งได้อย่างเปิดกว้างคล้ายๆ กับคำกล่าวในวงการแฟชั่นที่ว่า “หุ่นดีใส่อะไรก็สวย”

รูปทรงจึงเป็นพื้นฐานเบื้องต้นที่จัดได้ว่าไม่ธรรมดา ทั้งสำหรับนักออกแบบ ผู้ผลิต รวมถึงผู้บริโภคที่จะต้องตัดสินใจเลือกสรร ยามซื้อหาเพื่อให้ได้มาทั้งประโยชน์หรือความพึงพอใจ

2.11.5 ความงามจากลักษณะผิว (Texture)

ลักษณะผิวหมายถึงลักษณะภายนอกของวัตถุที่สามารถมองเห็นและสัมผัสได้ เครื่องปั้นดินเผาทุกประเภทไม่ว่าจะอยู่รูปแบบของงานศิลปะ หรือภาชนะเครื่องใช้ต่างๆ ล้วนมีพื้นผิวของผลงานที่ต่างกันออกไป ความแตกต่างของลักษณะผิวอาจจะเกิดขึ้นจากเนื้อดิน หรือจากลักษณะของเคลือบ ตลอดจนร่องรอยจากการขึ้นรูป ที่น่าสนใจคือ ลักษณะผิวบางประเภทเกิดจากความตั้งใจสร้างขึ้นด้วยเทคนิคต่างๆ เช่น การขูดขีด บีบ กด หรือตีด้วยวัสดุต่างผิวให้เกิดริ้วรอยขึ้นบนพื้นผิว เพราะดินเป็นวัสดุที่มีธรรมชาติในการเก็บซบร่องรอยหรือรายละเอียดได้อย่างเด่นชัดในหลายสภาวะ อาทิเช่น

ในสภาวะดินเหนียว สภาวะหาคั่ว หรือขณะแห้งแล้ว ในสภาวะต่างๆ เหล่านี้ สำหรับผู้มีประสบการณ์ย่อมสามารถที่จะสร้างลักษณะผิวให้เกิดขึ้นได้ในลักษณะต่างๆ กัน เช่น ลักษณะผิวหยาบ-ละเอียด เรียบเนียน หรือขรุขระ ก่อให้เกิดการเน้นจากความแตกต่างกันของพื้นผิวได้อย่างชัดเจน หรือกลับกันบางกรณีลักษณะผิวยังสามารถย่ำซ้ำให้เกิดการผสมกลมกลืนของพื้นผิวแต่ละส่วนได้อย่างแนบเนียน

จากอดีตการออกแบบเครื่องปั้นดินเผาอาจจะมองกันว่าลักษณะผิวจะมีคุณค่าต่ออารมณ์หรือความรู้สึกเป็นประเด็นหลัก แต่ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันว่าลักษณะผิวยังมีผลต่อหน้าที่ใช้สอยอย่างกว้างขวาง อาทิเช่น การทำผิวกระเบื้องพื้นให้มีความหยาบในระดับหนึ่งเพื่อป้องกันการลื่นหรือการทำผิวของสุขภัณฑ์ให้เรียบมัน เพื่ออำนวยความสะดวก ซึ่งแต่ละระดับของความแตกต่างของผิว จะส่งผลต่อหน้าที่ได้อย่างหลากหลายตามวัตถุประสงค์ และดังที่กล่าวไว้ในเบื้องต้นว่า ลักษณะผิวนั้นสามารถรับรู้ได้ทั้งการมองเห็นและสัมผัส ฉะนั้นการเลือกใช้หรือขึ้นชมผลงานเครื่องปั้นดินเผาจึงต้องคำนึงถึงลักษณะผิวอยู่เสมอ เพราะสัมผัสใดๆ ถ้าเป็นได้คงใจหวังหรือตรงกับพื้นฐานที่ชื่นชอบ หรือเป็นสุขได้ทุกครั้งเมื่อยามจับต้องหรือใช้งาน

2.11.6 ความงามในลักษณะเอกลักษณ์ (Tradition)

สังคมผู้คนแต่ละเชื้อชาติ ล้วนมีวัฒนธรรมหรือประเพณีที่ยึดถือสืบทอดกันมาก่อให้เกิดรูปลักษณ์ เอกลักษณ์ หรือค่านิยมของแต่ละชาติได้อย่างเด่นชัด ความเหมือนหรือความแตกต่างเหล่านี้ สามารถบ่งบอกย้อนกลับไปถึงที่มา หรือต้นแบบได้ว่าเป็นรูปลักษณ์ของชนเผ่าใดหรือชนชาติใด ก่อให้เกิดเอกลักษณ์และกลายมาเป็นความภาคภูมิใจร่วมกันของสมาชิกภายในสังคมได้ ค่านิยมเหล่านี้สามารถแสดงออกได้ทั้งด้านศิลปวัตถุ สถาปัตยกรรม การแสดงหรือพฤติกรรมในวิถีของการดำรงชีพหนึ่งในจำนวนนั้นรวมถึงเครื่องปั้นดินเผา ที่ถือกันว่าเป็นมรดกทางปัญญาของแต่ละชนชาติ ที่สะท้อนให้เห็นถึงภูมิปัญญา ความสามารถ และระดับความเป็นอยู่ของผู้คนในแต่ละยุคแต่ละสมัยได้อย่างชัดเจน ซึ่งความแตกต่างกันทั้งด้านภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ และอารยธรรม ส่งผลให้เกิดความหลากหลายในค่านิยม หรือประเพณีนิยม ที่ถ่ายทอดออกมาในผลงานเครื่องปั้นดินเผา ซึ่งผู้ที่ศึกษาสังเกต จะสามารถแยกแยะ หรือจำแนกได้อย่างชัดเจนว่าภาชนะแต่ละชิ้นมีกำเนิดที่มาจากแหล่งใดหรือชาติใด อาทิเช่น เมื่อเอ่ยถึงภาชนะพอร์ซเลนหรือเครื่องลายครามสังคมทั่วไปก็ต้องยอมรับกันว่าชาวจีนเป็นผู้ค้นพบ และสร้างสรรค์ขึ้นจนเป็นที่แพร่หลายไปทั่วโลกตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และในสิ่งที่ยอมรับกันว่าดีว่าเลิศนั้นแต่ละสังคมก็ยอมรับไปเป็นต้นแบบเพื่อศึกษาหรือทำตามตลอดจนมีการดัดแปลงใน รายละเอียด เพื่อให้เหมาะสมสอดคล้องกับวิถีชีวิตของแต่ละชาติ แต่ละสังคมให้เหมาะสมกลมกลืนยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น ภาชนะตกแต่งด้วยสีน้ำเงิน-ขาว (Blue & White) ที่ผลิตกันในภาคพื้นยุโรปในรูปทรงภาชนะแบบยุโรปรวมถึงลวดลายก็ล้วนเกิดจากต้นแบบของผลงานที่เราเรียกกันว่างานลายครามจากจีนเป็นต้น อิทธิพลที่มีต่อชาติอื่นๆ ที่มีการยอมรับนำไปใช้โดยตรง

หรือดัดแปลงให้เหมาะสมกับประเพณีนิยมของตน สิ่งเหล่านี้ถือเป็นความภาคภูมิใจให้กับชาติเจ้าของผลงาน เทคนิคและความคิด เป็น เกียรติยศทางภูมิปัญญาอย่างเอกอุ

ปัจจุบันเป็นยุคแห่งการสื่อสาร ความก้าวหน้าของการสืบค้น และการเผยแพร่องค์ความรู้ เป็นเสมือนตัวเร่งให้เกิดการเรียนรู้และยอมรับกันไปทั่วเป็นสากล ฉะนั้นจึงมิใช่เรื่องแปลกที่มีการยอมรับความงามในความฉ่ำใสในการเคลือบเคลือบของของไทย หรือการยอมรับในความขาวนุ่มของเคลือบชิโนจากญี่ปุ่น ตลอดจนความลึกลับชวนพิศวงบนพื้นผิวของรากู ตัวอย่างเหล่านี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของความงามในเชิงเอกลักษณ์ ซึ่งโดยสภาพข้อเท็จจริงแล้วการถ่ายโยงหรือสืบทอดความงามในลักษณะนี้ยังมีผลต่อกลุ่มความคิดที่เราเรียกกันว่า สไตล์ (Style) ที่มีการยอมรับกันในวงกว้าง เพราะถ้าวิเคราะห์ให้ดีแล้วแต่ละสไตล์ก็จะมีแนวคิดที่มาจากประสบการณ์แนวคิด หรือวิธีการเดิมให้เข้ากับสิ่งใหม่ๆ ให้ลงตัวนั่นเอง

ความงามในลักษณะเอกลักษณ์ สามารถแสดงออกให้รับรู้ได้ตั้งแต่ธรรมชาติของดินเคลือบ การตกแต่งรูปทรง ลวดลาย เทคนิคต่างๆ ตลอดจนการเผา และรายละเอียดปลีกย่อยแม้กระทั่งตามประทับหรือ ลายเซ็น การยอมรับ การเรียนรู้ หรือพัฒนาและการผลิต จึงต้องศึกษาให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ จึงจะสามารถนำเสนอ หรือสร้างสรรค์ผลงานให้เกิดเอกลักษณ์ขึ้นได้ตามสภาพแห่งความเป็นจริง

ในการทำงานกลับกัน บ่อยครั้งที่เรามักจะพบว่าการที่กัก ขีดถือ เอาลักษณะใดลักษณะหนึ่งของผลงานว่าเป็นของตนก็เป็นเรื่องที่พึงระมัดระวังเพราะภาวะการณ์เช่นนั้นถึงแม้จะเกิดขึ้นโดยบังเอิญ หรือเข้าใจเอาเองก็อาจจะก่อให้เกิดความหลงผิดได้โดยง่าย เพราะเมื่อความจริงแท้ หรือหลักฐานวัตถุที่พบภายหลังได้เกิดการยอมรับพิสูจน์ได้แล้วก็จะเกิดความเสียหายกับผู้หลงผิดได้ จึงควรที่ผู้ศึกษาหรือผู้ผลิตผลงานจะต้องระมัดระวังเช่นกัน

2.11.7 ความงามจากการสัมผัส (Tactile Quality)

เครื่องปั้นดินเผาจัดเป็นศิลปะแขนงหนึ่ง โดยทั่วไปเมื่อเรากล่าวถึงผลงานทางศิลปะที่อยู่ ในรูปวัตถุ ส่วนใหญ่จะคิดถึงการเรียนรู้ถึงคุณค่าของผลงานในแง่มุมมองการมองเห็น หรือทัศนศิลป์ (Visual Arts) ความเข้าใจหรือความรู้สึกเช่นนี้ ก็รวมไปถึงผลงานเครื่องปั้นดินเผาเข้าไปด้วยโดยปริยาย โดยลึมนึกถึงการสัมผัส อันเป็นช่องทางการรับรู้จากการสัมผัสทางผิวหนัง ไม่ว่าจะจากมือ เท้า ริมฝีปาก หรือองคาพยพทั้งหลายทางประสาทสัมผัส และการรับรู้จากการสัมผัสสามารถสื่อได้ถึง ความนุ่มนวล ความแข็ง ความละเอียด-หยาบ ความชื้นและ ความแห้ง ฯลฯ

การเรียนรู้จากการสัมผัสเหล่านี้ ก่อให้เกิดความรู้สึกในแต่ละสภาวะได้อย่างหลากหลาย และจากนั้นประสบการณ์ ความเคยชิน หรือรสนิยมของแต่ละบุคคลจะบ่งบอกกับตัวเราเองว่า ดีหรือไม่ดี ชอบหรือไม่ชอบ ถ้ารู้สึกว่ามีดี หรือชอบก็จะเป็นสุข เมื่อยามสัมผัสโดยปริยาย ความรู้สึกจากการสัมผัสนั้นเกิดขึ้นได้ทั้งหมด ไม่ว่าจะจากธรรมชาติรอบตัว หรือสิ่งที่สร้างสรรค์ขึ้นโดยน้ำมือมนุษย์ และโดยสากลก็เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่า ความรู้สึกจากการสัมผัสนั้น เป็นความงามอีก

ประเด็นหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องไปกับการรับรู้ทางอื่นไม่ว่าจะเป็นการมองเห็น การได้ยิน การได้กลิ่น และการลิ้มรส ได้อย่างแนบเนียน

ฉะนั้น ถ้ามีโอกาสได้สัมผัสกับเครื่องปั้นดินเผาแต่ละประเภท โดยการจับต้องด้วยมือ หรือ การจรรมิฝีปากกับขอบภาชนะ ไปจนแม้กระทั่งฝ่าเท้าที่สัมผัสพื้นผิวจากผลิตภัณฑ์ประเภทกระเบื้อง พื้น ก็ดี ถ้าพื้นผิวของสิ่งที่สัมผัส ตอบสนองความรู้สึกของท่านได้อย่างเหมาะสมลงตัว ก็จะทำให้เกิดความพึงพอใจหรือเป็นสุข นั่นหมายความว่าผลงานนั้นมีคุณค่าต่อการสัมผัสของท่าน และตัวท่านเองก็จะเป็นอีกผู้หนึ่งที่รู้ซึ่งในความงาม ณ จุดนี้

2.11.8 ความงาม ณ พื้นที่รอบฐาน (The beauty of area around the base)

เครื่องปั้นดินเผาที่มีขอบเขตอยู่เพียงภาชนะใช้สอยหรือวัสดุก่อสร้าง ศิลปินหลายท่านมีความรู้ความเข้าใจในวัสดุและกระบวนการผลิตอย่างลึกซึ้ง นิยมที่จะใช้ดินเป็นสื่อในการสร้างสรรค์ผลงานประเภทประติมากรรมและเมื่อขอบข่ายของผลงานครอบคลุมไปถึงประติมากรรมความงามจากบริเวณว่างรอบฐานของผลงาน จึงเป็นอีกหนึ่งประเด็นที่ต้องคำนึงถึงเพราะพื้นที่ว่างเหล่านี้สามารถสร้างความรู้สึกจากความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับบริเวณว่างโดยรอบได้ตามจินตนาการของแต่ละบุคคลที่มีโอกาสได้ชื่นชม

2.11.9 ความงามจากร่องรอยแห่งทักษะ (Skill)

มีผลงานบางชิ้นที่ผู้สร้างเจตนาทิ้งร่องรอยไว้อย่างจงใจ อาทิเช่น รอยมือจากการขึ้นรูปด้วยเป็นหมุน รอยตัดผลงานด้วยเชือกที่บาดลึกไปในฐานชิ้นงานหรือรอยย่นบนผิวดินที่เกิดจากการขึ้นรูป ฯลฯ เหล่านี้เป็นร่องรอยแห่งทักษะในการขึ้นรูปและสร้างสรรค์ บางกรณีอาจเป็นร่องรอยที่ต้องอาศัยธรรมชาติร่วมสร้างสรรค์ด้วย เช่น รอยเปลวไฟและเถาธรรมชาติที่ตามเลียติดอยู่บนพื้นผิว ผสมกับการปิดบังในบางตำแหน่งเพื่อขบเน้นให้เด่นชัด ร่องรอยที่ปรากฏลงบนผลงานเหล่านี้ ถ้าผู้ชมไม่พิจารณาให้ละเอียดก็จะคิดว่าเกิดขึ้นโดยบังเอิญหรือไม่ได้เจตนา แต่ถ้าพิจารณาให้ลึกซึ้งแล้ว จะพบว่าศิลปินหลายท่านเจตนาทิ้งร่องรอยเหล่านี้ไว้ เพราะจะแสดงให้เห็นถึงทักษะที่สูงส่งแล้ว ยังหมายถึงความคิดสร้างสรรค์ที่ยอดเยี่ยม และการแสดงออกถึงความเป็นตัวตน หรือลักษณะเฉพาะตนได้อีกด้วย เพราะผลงานบางชิ้นถึงแม้จะไม่มีร่องรอยประทับหรือลายเซ็นเราก็สามารถแยกแยะได้ว่าเป็นของใคร โดยอาศัยร่องรอยแห่งทักษะเหล่านี้นั่นเอง

2.11.10 ความงามจากสมดุล (Balance)

ปกติเมื่อกล่าวถึงความสมดุลบุคคลทั่วไปก็มักจะคิดถึงหลักการจัดองค์ประกอบศิลป์ ในแง่ของภาพหรือน้ำหนักตามที่เห็น แต่สมดุลในประเด็นที่เรากล่าวถึงในงานเครื่องปั้นดินเผานั้นมีรายละเอียดที่ซับซ้อนและลุ่มลึกลงไปอีกมากมาย เพราะเมื่อเราเริ่มต้นพิจารณาเครื่องปั้นดินเผาใดๆ ก็ตาม แม้ชิ้นงานภายนอกจะดูว่ามีสัดส่วนที่เหมาะสมกลมกลืนหรือมีสีผิว ลวดลายที่เร้าความสนใจเป็นอย่างยิ่งก็ตาม เรายังคงสรุปหรือตัดสินใจไปในทันทีไม่ได้ เพราะเราจะต้องพิจารณาอย่างตั้งใจ

หรืออยู่ในสมาธิ เพื่อให้เกิดการรับรู้ถึงสมดุลในผลงาน นอกจากสัดส่วนแล้วยังต้องพินิจให้ชัดเจนถึงความหนา-บาง ส่วนโค้งหรือรูปทรงไปตลอดจนสีผิวทุกพื้นที่ที่ปรากฏให้เห็น รวมไปถึงกระทั่งถึงผิวสัมผัสที่จะสามารถตอบสนองให้รู้ได้ถึงความรู้สึกที่ประสานกลมกลืนตั้งแต่ส่วนล่างสุด ด้านข้าง ขอบปาก และส่วนที่เป็นลักษณะเด่นอื่นๆ จากนั้นจะต้องจับความรู้สึกที่มีต่อเนื้อดิน ร่องรอยการขึ้นรูปและการตกแต่ง เคลือบ ตลอดจนการเผาอันเป็นจุดแปรผันว่าทุกสิ่งทุกอย่างลงตัวอย่างสมบูรณ์แบบหรือไม่ สิ่งเหล่านี้ถ้าขาดหรือเกิน ล้วนแล้วแต่จะทำให้ความสมดุลบกพร่องไปทันที

เรื่องความงามของเครื่องปั้นดินเผา ได้กล่าวมาแล้วทั้งสิ้น 10 ประเด็น แต่ละประเด็นเป็นพื้นฐานเบื้องต้นที่สำคัญในการตัดสินว่า ผลงานที่ว่างามหรือมีคุณค่าอันเกิดจากสิ่งใด ถ้าไม่ใช้ความรู้สึกเฉพาะตัวหรือความเคยชินจากประสบการณ์เดิมมาตัดสินแล้ว เชื่อว่าประเด็นความงามที่กล่าวมาแล้วคงจะเป็นแนวทางที่เป็นประโยชน์ไม่ว่าจะเป็นไปเพื่อการศึกษา การค้า หรือเพื่อการสรรหาสำหรับตนเอง ผลงานที่ได้รับการยอมรับว่างามนั้น แต่ละชิ้นก็มีคุณค่าแห่งความงามต่างกัันไป บางชิ้นอาจจะมีค่างามในหลายลักษณะ เช่น มีรูปทรงที่ดี เนื้อดินสวย ตกแต่งด้วยเทคนิคที่ดี และมีการเผาที่สมบูรณ์แบบเรียกได้ว่าสมดุล แต่ผลงานบางชิ้นอาจจะมีข้อโดดเด่นทางความงามน้อยประเด็นกว่า แต่สามารถแสดงออกได้บรรลุถึงเป้าหมายในด้านในด้านหนึ่งอย่างเด่นชัดก็ทำให้เกิดการยอมรับกันเป็นสากลได้เช่นกัน

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชะโรทอน ใจดี (2548 : 53) ได้ทดลองนำของเสียในกระบวนการผลิตเซรามิกส์กลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้ประกอบการเซรามิกส์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ นอกจากสามารถลดต้นทุนในการผลิตแล้ว ยังเป็นการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในภาคอุตสาหกรรมด้วย การวิจัยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตด้านวัตถุดิบเป็นการเสนอทางเลือกในการจัดการของเสียในกระบวนการผลิต และรักษาสิ่งแวดล้อมเพื่อเผยแพร่ให้ผู้ผลิตผู้สนใจนำไปใช้ประโยชน์ การวิจัยได้ทดลองวัตถุดิบ อัตราส่วนผสมได้จากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าคือกากดิน ผสมกับหินพอทเทอร์ ดินคำล้าง โดยมีกากดินช่วงปริมาณร้อยละ 50 – 80 แล้วทดสอบคุณสมบัติทางด้านการภาพ คือการหดตัว การดูดซึมน้ำ ความแข็งแรง การหลอมตัวเผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส สามารถนำมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้ง่าย สีหลังเผาไม่ขาวเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการความขาว ส่วนผสมที่สามารถนำขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยการหล่อในพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ มีอัตราส่วนของกากดินอยู่ในช่วงร้อยละ 50 – 70 การหดตัวอยู่ในช่วงร้อยละ 10 – 13

มัลลิกา ชัยชนะ (2547 : 49) ทดลองการนำหินพอทเทอร์ผสมกับดินดิบลำปาง ประเภทเนื้อดินเอิร์ทเรนแวร์ นำมาขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อหน้าดินพบว่าสีหลังเผาเป็นสีเทา – แดง ชิ้นงานมีการแตกร้าวเมื่อแกะออกจากพิมพ์ เนื่องจากเนื้อดินมีความเหนียวน้อย และเมื่อนำมาผสมดินแม่ทาสสามารถนำมาหล่อขึ้นรูปได้

นิรัช สุกสังข์ (2548 : 182) เรื่อง การวิจัยผลของเกลือบชีเจ้าที่มีต่อการออกแบบตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์ ในด้านการหดตัวและการดูดซึมน้ำ พบว่าเปอร์เซ็นต์การหดตัวของชิ้นงานแตกต่างกันมากระหว่างดิน 2 ชนิด ส่วนการดูดซึมน้ำไม่แตกต่างกัน แสดงว่าดินเอทเทนแวร์เมื่อนำมาเคลือบจะช่วยลดการดูดซึมน้ำ สามารถนำไปใช้งานได้ดี ดินเอทเทนแวร์ที่ใช้ปั้นชิ้นงานใหญ่นิยมใช้ทรายหรือดินเชื้อ ช่วยในการทรงตัว เผาแล้วมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นและช่วยควบคุมการหดตัวของเนื้อดิน

ณัฐกานต์ ยุกศิริรัตน์ (2547 : บทคัดย่อ) เรื่อง การศึกษาผลของการใช้ดินต่างชนิดกันที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและการออกแบบเครื่องปั้นดินเผาเกาะเกร็ด จังหวัดนนทบุรี โดยการนำดิน 3 ชนิด ได้แก่ ดินนา ดินกรอง และดินคอมพาวด์เคลย์ มาทดลองการหดตัวการดูดซึมน้ำ และเปรียบเทียบค่าสีของดินทั้ง 3 ชนิด แล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาประเมินหาความเหมาะสมในการนำดินมาใช้ในการผลิตและออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งผลสรุปของงานวิจัยนี้พบว่า ดินต่างชนิดกันส่งผลต่อการหดตัว และเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ การให้สีของดินกรองมีความเข้มสูงสุด รองลงมาคือดินนา และดินคอมพาวด์เคลย์ ให้สีสว่างสุด ดินกรองและดินคอมพาวด์เคลย์สามารถนำมาประยุกต์เพื่อพัฒนาสินค้าที่ยังคงความเป็นเครื่องปั้นดินเผาได้ดี ส่วนดินนานั้นมีความเป็นเอกลักษณ์ของเกาะเกร็ดมากที่สุด

จิรดา แพร่ใบศรี (2548 : บทคัดย่อ) เรื่อง การศึกษาและพัฒนาเครื่องปั้นดินเผาเกาะเกร็ดเพื่อการตกแต่งสวน พบว่าเครื่องปั้นดินเผาเกาะเกร็ดพบว่า ยังคงผลิตด้วยวิธีดั้งเดิม คือการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน โดยการปรับเปลี่ยนรูปแบบและขนาดของที่ระลึกและของตกแต่ง ไม่เน้นการใช้สอยเหมือนในอดีต ผู้บริโภคมีความต้องการ ผู้บริโภคมีความต้องการเครื่องปั้นดินเผาเพื่อการตกแต่งสวย ที่มีรูปทรงสวยงาม

สายสมร ศรีสวัสดิ์ (2546 : บทคัดย่อ) เรื่อง การศึกษาแนวทางการประยุกต์ศิลปะการแกะสลักบนกระดาดทองอังกฤษ เพื่อพัฒนารูปแบบเป็นผลิตภัณฑ์หัตถกรรมสินค้าของที่ระลึกเกาะเกร็ด : กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผาประเภทโคมไฟ พบว่า รูปแบบผลิตภัณฑ์สินค้าของที่ระลึกเกาะเกร็ดประเภทโคมไฟ ที่พัฒนาแล้วสามารถส่งเสริมปัจจัยที่ก่อให้เกิดคุณค่าของงานหัตถกรรม ปัจจัยที่ก่อให้เกิดทางการค้า และปัจจัยที่ก่อให้เกิดการดึงดูดนักท่องเที่ยว เมื่อเทียบกับรูปแบบเดิมมีความแตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าศิลปะการแกะลายบนกระดาดทองอังกฤษสามารถนำมาประยุกต์พัฒนาตกแต่งร่วมกับหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผา ให้มีรูปแบบเป็นผลิตภัณฑ์หัตถกรรมของที่ระลึกได้

ราตรี สรรพศรี (2539 : บทคัดย่อ) เรื่อง การศึกษากระบวนการทำหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผาด่านเกวียน จังหวัดนครราชสีมา พบว่าด้านวัตถุดิบเป็นดินท้องถิ่นทั้งหมดได้จากทุ่งนา ด้านการผลิตขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนแล้วขุดดินเพิ่มความสูง และด้านรูปแบบเป็นรูปทรงที่ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนสีของเนื้อดิน อ่อนและเข้ม

คมสัน เรื่อง โกลศ (2547 : 136) เรื่อง การศึกษาและพัฒนามาตรฐานและรูปแบบอิฐก่อดิน
สีทองเพื่อใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง พบว่าในด้านการศึกษาเพื่อหาสัดส่วนผสมของวัสดุนำมาผสม
เปรียบเทียบ สมบัติและรูปแบบแล้วนำไปทดสอบคุณสมบัติ ด้านกำลังต้านแรงอัด และโมดูลัส
แตกร้าว ศูนย์ทดสอบแนะนำว่าควรเติมสารเติมแต่งเนื้อดินเพื่อให้มี โครงสร้างที่แข็งแรงขึ้น

สิริชัย วิไลเจริญวัฒน์ (2548 : 61) เรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัตถกรรมสินค้าของที่ระลึก
ชุดโคมไฟโดยประยุกต์แผ่นใยไหมกับเครื่องปั้นดินเผาด่านเกวียน พบว่า ในด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์
หัตถกรรมสินค้าของที่ระลึกชุดโคมไฟที่ได้รับการออกแบบนี้ เรื่องการผลิตควรพยายามอย่าให้
แบบดินเผามีเหลี่ยมมุม เพราะอาจเกิดความเสียหายต่อชิ้นงานได้ ควรจะมีความโค้งมน ได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาศสมบัติทดลองอัตราส่วนผสมของดินตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานี แล้วศึกษาคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของเนื้อดินปั้น เพื่อหาคุณสมบัติที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องเคลือบดินเผา ศึกษา และพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาจากดินตะกอนประปาที่ได้จากการทดลองอัตราส่วนผสมตามคุณสมบัติ และเพื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมของเนื้อดินและคุณสมบัติทางกายภาพที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่พัฒนาจากดินตะกอนประปาต่างส่วนผสม ต่างรูปแบบ โดยมีขั้นตอนการวิจัยที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้การวิจัย
- 3.3 วิธีสร้างเครื่องมือ (แบบสอบถาม)
- 3.4 ขั้นตอนการพัฒนาเนื้อดิน
- 3.5 ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบ
- 3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากหัวข้อขั้นตอนในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูล และรายละเอียดในแต่ละเรื่อง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้แบ่งตามขั้นตอนวัตถุประสงค์ ได้ 3 กลุ่มดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ที่ 1 คือ เพื่อศึกษาศสมบัติและทดลองอัตราส่วนผสมของกากดินตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานี แล้วศึกษาคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของเนื้อดินปั้น เพื่อหาอัตราส่วนที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการผลิตเครื่องเคลือบดินเผา

ประชากร ได้แก่ ส่วนผสมวัตถุดิบเนื้อดินปั้นคือส่วนผสมระหว่างดินตะกอนประปากับดินเหนียวสาม โคน และวัตถุดิบเติมแต่ง คือ หินเขียวหุนมาน และหินฟันม้าชนิด โปแตส

กลุ่มตัวอย่างได้จากการผสมวัตถุดิบสองชนิดเชิงเส้น จะได้อัตราส่วนผสมที่มีวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด คือ ดินตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานี จาก บริษัท บีเจที วอเตอร์ จำกัด (โรงผลิตน้ำประปา บริษัท ประปาปทุมธานี จำกัด) และดินสาม โคน จำนวน 10 ส่วนผสม และทุกส่วนผสม

เติมหินพื้นม้าชนิดโปแตสในอัตราส่วนคงที่ร้อยละ 5 และทุกจุดการทดลองเติมหินเขี้ยวหนุมาน โดยมาแปรเปลี่ยนในอัตราส่วนร้อยละ 5 , 10 , 15 จะได้อัตราส่วนผสมทั้งหมด 30 ส่วนผสม

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนผสมที่ใช้ในการทดลอง

| ส่วนผสม ที่ | ดินตะกอนประปา | ดินสาม โลก | หินพื้นม้า ชนิดโปแตส | หินเขี้ยวหนุมาน |
|----------------|---------------|------------|-------------------------|-----------------|
| 1. | 100 | 0 | 5 | 5 |
| 2. | 100 | 0 | 5 | 10 |
| 3. | 100 | 0 | 5 | 15 |
| 4. | 90 | 10 | 5 | 5 |
| 5. | 90 | 10 | 5 | 10 |
| 6. | 90 | 10 | 5 | 15 |
| 7. | 80 | 20 | 5 | 5 |
| 8. | 80 | 20 | 5 | 10 |
| 9. | 80 | 20 | 5 | 15 |
| 10. | 70 | 30 | 5 | 5 |
| 11. | 70 | 30 | 5 | 10 |
| 12. | 70 | 30 | 5 | 15 |
| 13. | 60 | 40 | 5 | 5 |
| 14. | 60 | 40 | 5 | 10 |
| 15. | 60 | 40 | 5 | 15 |
| 16. | 50 | 50 | 5 | 5 |
| 17. | 50 | 50 | 5 | 10 |
| 18. | 50 | 50 | 5 | 15 |
| 19. | 40 | 60 | 5 | 5 |
| 20. | 40 | 60 | 5 | 10 |
| 21. | 40 | 60 | 5 | 15 |
| 22. | 30 | 70 | 5 | 5 |
| 23. | 30 | 70 | 5 | 10 |
| 24. | 30 | 70 | 5 | 15 |
| 25. | 20 | 80 | 5 | 5 |
| 26. | 20 | 80 | 5 | 10 |
| 27. | 20 | 80 | 5 | 15 |

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

| ส่วนผสม ที่ | ดินตะกอนประปา | ดินสามโคก | หินฟืนม้า ชนิดโปแตส | หินเขี้ยวหนุมาน |
|----------------|---------------|-----------|------------------------|-----------------|
| 28. | 10 | 90 | 5 | 5 |
| 29. | 10 | 90 | 5 | 10 |
| 30. | 10 | 90 | 5 | 15 |

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ที่ 2 คือ เพื่อศึกษาและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาจากดินตะกอนประปาตามคุณสมบัติของเนื้อดินที่ได้จากการทดลองอัตราส่วนผสม

ประชากร ได้แก่ ช่างปั้นผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผา

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ช่างปั้นผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาจังหวัดปทุมธานี ซึ่งมีความชำนาญในการปั้น จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องปั้นดินเผา 3 ท่าน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะเป็นเครื่องมือในด้านการพัฒนาเนื้อดินตะกอนประปาที่เกี่ยวกับคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน และส่วนที่สอง คือ ในด้านการเปรียบเทียบอัตราส่วนผสม คุณสมบัติทางกายภาพและรูปแบบต่างกัน

ส่วนที่ 1 แบบตารางอัตราส่วนผสมวัตถุดิบสองชนิดเชิงเส้นและเครื่องมือในการวิจัยผลของการพัฒนาเนื้อดินตะกอนประปาที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจะเป็นการศึกษาทดลองคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดิน ดังนี้

ผู้วิจัยได้นำเนื้อดินที่ทดลองผสมแล้วนำมาคลึงเป็นเส้นแล้วนำมาม้วน งอสังเกตรอยแตกของผิวดิน

ผู้วิจัยได้นำเนื้อดินที่ทดลองผสมแล้วตัวอย่างละ 30 ชิ้น แต่ละชิ้นมีขนาดก้อนเผา 25 x 50 x 10 มิลลิเมตร และนำชิ้นตัวอย่างมาวัดขนาดความยาวอีกครั้ง หลังจากการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส แล้วนำมาหาเปอร์เซ็นต์การหดตัวของเนื้อดินทั้งสองระดับอุณหภูมิ

และผู้วิจัยได้นำชิ้นทดลองการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส แล้วมาชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกผลก่อนนำไปต้มในน้ำให้เดือดเป็นเวลา 2 ชั่วโมงแช่ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงนำชิ้นทดลองที่ต้มแล้วมาเช็ดให้แห้ง แล้วชั่งน้ำหนักเพื่อหาจุดอิมตัวของชิ้นทดลองจดบันทึกไว้ แล้วนำมาหาเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของเนื้อดินทั้งสองระดับอุณหภูมิ

อุปกรณ์ที่ใช้ เช่น เครื่องซิงดิจิตอล รุ่น Sartorius cp4202s ไม้บรรทัด เตาอบ หม้อต้มแรงดัน เตาเผา กล้องถ่ายภาพ เครื่องวัดค่าสี เทปบันทึกเสียง สมุดจดบันทึก

ส่วนที่ 2 ใช้วิธีการสร้างภาพต้นแบบประกอบแบบสอบถามเพื่อสื่อสารแนวคิดในการออกแบบให้ผู้ผลิตรับรู้ เข้าใจในรูปแบบที่พัฒนาแล้วส่งผลให้สามารถแสดงความคิดเห็นตอบกลับได้ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางรูปแบบที่สามารถนำมาผลิตได้

สร้างต้นแบบประกอบแบบสอบถามเพื่อสื่อสารแนวความคิดในการออกแบบให้ผู้บริโภครับรู้และเข้าใจสามารถทดลองใช้ได้จริง สามารถแสดงความคิดเห็นตอบกลับข้อมูลด้านความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาของเครื่องปั้นดินเผาที่พัฒนาจากดินตะกอนประเภทต่างส่วนผสม ต่างรูปแบบ

3.3 วิธีการสร้างเครื่องมือ (แบบสอบถาม)

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

1. สร้างแบบประเมินโดยอาศัยทฤษฎี หลักการที่ได้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบเครื่องปั้นดินเผาและคุณสมบัติทางกายภาพจากดินตะกอนประเภทที่ได้จากการทดลอง

2. กำหนดประเด็นและจำนวนข้อของแบบประเมิน

3. ดำเนินการสร้างแบบประเมินฉบับร่าง เกี่ยวกับการศึกษารูปแบบเครื่องปั้นดินเผาตามคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินตะกอนประเภท

4. นำแบบประเมินขึ้นเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและคำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบประเมินที่แก้ไขเสร็จแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หรือความเหมาะสมสอดคล้องระหว่างข้อความในแบบประเมินกับคำนิยามศัพท์เฉพาะที่กำหนดไว้โดยใช้วิธีหาค่า (Index Of Congruent : IOC) และความถูกต้องของภาษา โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิ ได้แก่

5.1 อาจารย์สาทร ชลชาติภิญโญ อาจารย์ด้านเครื่องปั้นดินเผา

สาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

5.2 อาจารย์สมทรง ชิมภรณ์ อาจารย์ด้านการออกแบบเครื่องปั้นดินเผา

สาขาวิชานิมิตศิลป์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

5.3 อาจารย์เศกพร ต้นศรีประภาศิริ ประธานหลักสูตรวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรม
ราชูปถัมภ์

การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของแบบประเมิน โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ตรวจแบบ
ประเมินพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถาม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่สอดคล้องกับเนื้อหา
- 0 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับเนื้อหา
- 1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหา

โดยข้อคำถามที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าข้อคำถามนั้นมีความตรงเชิงเนื้อหา
สามารถนำไปใช้ได้

6. ปรับปรุงแบบประเมินตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุม
วิทยานิพนธ์ และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และนำไปใช้เก็บต่อไป

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3

1. สร้างแบบประเมินโดยอาศัยทฤษฎี หลักการที่ได้จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่
เกี่ยวข้องกับรูปแบบเครื่องปั้นดินเผาและคุณสมบัติทางกายภาพจากดินตะกอนประปาที่ได้จากการ
ทดลอง

2. กำหนดประเด็นและจำนวนข้อของแบบสอบถาม

3. ดำเนินการสร้างแบบสอบถามฉบับร่าง เกี่ยวกับการความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อ
คุณสมบัติทางกายภาพและรูปแบบเครื่องปั้นดินเผาตามคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินตะกอน
ประปา

4. นำแบบประเมินขึ้นเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
ร่วม เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและคำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข

5. นำแบบประเมินที่แก้ไขเสร็จแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน เพื่อทำการตรวจสอบ
ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หรือความเหมาะสมสอดคล้องระหว่างข้อความในแบบประเมินกับ
คำนิยามศัพท์เฉพาะที่กำหนดไว้โดยใช้วิธีหาค่า (Index Of Congruent :IOC) และความถูกต้องของ
ภาษา โดยมีผู้ทรงคุณวุฒิ ได้แก่

5.1 อาจารย์สาทร ชลชาติภิญโญ อาจารย์ด้านเครื่องปั้นดินเผา สาขาวิชาเทคโนโลยี
เซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

5.2 อาจารย์สมทรง ชิมากรณ์ อาจารย์ด้านการออกแบบเครื่องปั้นดินเผา
สาขาวิชานิรมิตศิลป์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร

5.3 อาจารย์เสกพร ต้นศรีประภาศิริ ประธานหลักสูตรวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
ในพระบรมราชูปถัมภ์

การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ของแบบประเมิน โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิเป็นผู้ตรวจแบบ
ประเมินพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถาม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- +1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่สอดคล้องกับเนื้อหา
- 0 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับเนื้อหา
- 1 คะแนน สำหรับข้อคำถามที่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหา

โดยข้อคำถามที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ถือว่าข้อคำถามนั้นมีความตรงเชิงเนื้อหา
สามารถนำไปใช้ได้

6. ปรับปรุงแบบประเมินตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิและเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุม
วิทยานิพนธ์ และผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และนำไปใช้เก็บต่อไป

3.4 ขั้นตอนการพัฒนาเนื้อดิน

ขั้นตอนการพัฒนาเนื้อดินตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 สามารถแบ่งตามลำดับขั้นตอนการทดลอง
ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาสมบัติทางกายภาพและลักษณะทั่วไปของดินตะกอนประปา

ขั้นที่ 2 ทดลองส่วนผสมจากตารางการทดสอบวัตถุดิบเชิงเส้น จะได้อัตราส่วนผสมที่มี
วัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด คือ ดินตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานี จาก บริษัท บีเจที วอเตอร์ จำกัด โรงผลิต
น้ำประปา บริษัทประปาปทุมธานี จำกัด และดินสามโคก จำนวน 10 ส่วนผสม และทุกส่วนผสม
เติมแบเรียมคาร์บอเนตในอัตราส่วนคงที่ร้อยละ 5 และทุกจุดการทดลองเติมหินเขียวหนุมาน โดยมา
แปรเปลี่ยนในอัตราส่วนร้อยละ 5 , 10 , 15 จะได้อัตราส่วนผสมทั้งหมด 30 ส่วนผสม

ขั้นที่ 3 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพคุณสมบัติก่อนเผา ได้แก่ ความเหนียว ความเหมาะสม
ในการขึ้นรูป แล้วนำมาขึ้นรูปขึ้นทดสอบ ที่มีขนาด 25 x 50 x 10 มิลลิเมตร

ขั้นที่ 4 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพคุณสมบัติหลังเผา ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การหดตัว
เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ ความทนไฟ สีหลังจากการเผา ที่ระดับอุณหภูมิ 800 และ 1,200 องศา
เซลเซียส

นำผลที่ได้มาวิเคราะห์คุณสมบัติ สรุปผลและจัดหมวดหมู่คุณสมบัติ

3.5 ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบ

ขั้นตอนการพัฒนาแบบตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 สามารถแบ่งตามลำดับขั้นตอนการพัฒนาแบบได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาผลคุณสมบัติที่ได้แบ่งตามประเภทของเนื้อดิน และคุณสมบัติการดูดซึมน้ำ

ขั้นที่ 2 ศึกษาแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาประเภทต่างๆ ตามประเภทของเนื้อดิน

และคุณสมบัติต่างๆ

ขั้นที่ 3 ออกแบบพัฒนาแบบตามคุณสมบัติของเนื้อดินที่ได้จากการทดลองและใช้กรอบแนวคิดในการพัฒนาแบบของ สุขุมาล เล็กสวัสดิ์ และสาทร ชลชาติภิญโญ

ขั้นที่ 4 สอบถามและทดลองตามกระบวนการผลิตโดยช่างผู้ผลิต

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์สรุปผลการทดลองตามกระบวนการผลิต และความเป็นได้

ขั้นที่ 6 เปรียบเทียบความคิดเห็นที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ได้จากการวิจัย

3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลในการสังเกตการณ์และการทดสอบคุณสมบัติลงในสมุดบันทึก กับการถ่ายภาพ ช่วยในการบันทึกข้อมูลมาสรุปและจัดหมวดหมู่

ใช้แบบสอบถามประกอบกับภาพต้นแบบจำลอง สอบถามในประเด็นการพัฒนางานออกแบบเครื่องปั้นดินเผาในด้านวัตถุประสงค์ในการผลิต กรรมวิธีในการผลิต วัสดุที่ใช้ในการปฏิบัติงาน และการพัฒนาด้านความสวยงามและช่างผู้ผลิตให้คำแนะนำในการทดลองตามกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผา

ใช้แบบสอบถามประกอบกับต้นแบบ สอบถามในประเด็นการพัฒนางานออกแบบเครื่องปั้นดินเผาในด้านวัตถุประสงค์ในการผลิต กรรมวิธีในการผลิต วัสดุที่ใช้ในการปฏิบัติงาน และการพัฒนาด้านความสวยงาม

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยผลของการพัฒนาเนื้อดินตะกอนประปามีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา มีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบความเหนียวของเนื้อดินด้วยการสังเกตจากรอยแตกของผิวเนื้อดิน
2. เปรียบเทียบการหดตัวของเนื้อดินทั้ง 30 ส่วนผสมที่ผ่านการเผาแล้ว ด้วยการสังเกตจากการวัดขนาดความยาว

3. เปรียบเทียบการดูดซึมน้ำของเนื้อดินทั้ง 30 ส่วนผสมที่ผ่านการเผาแล้วด้วยการสังเกต โดยการชั่งน้ำหนักขึ้นทดสอบด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล

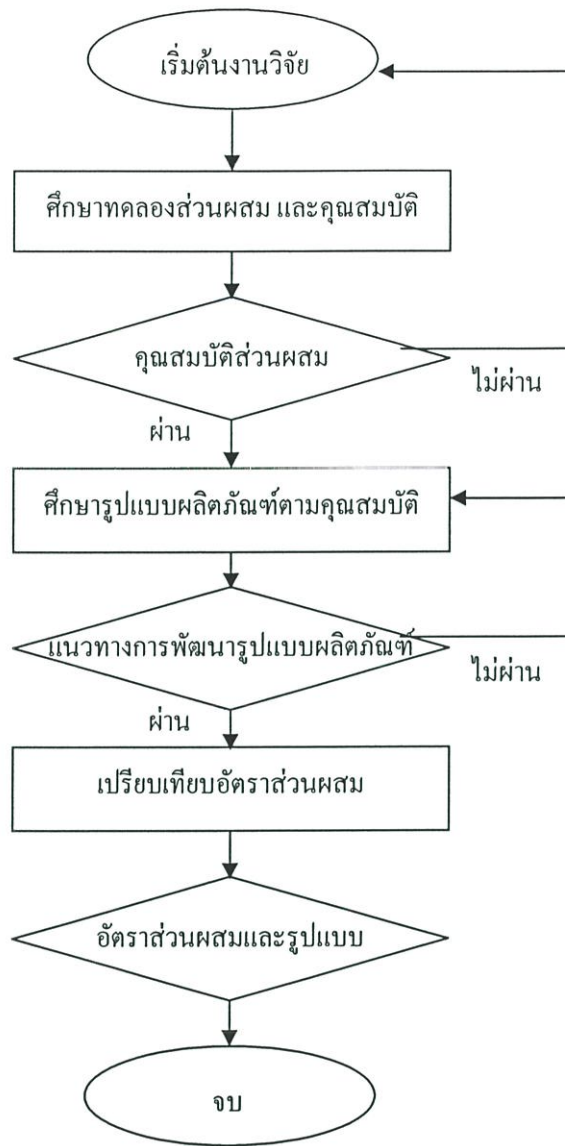
4. เปรียบเทียบสีของเนื้อดินที่ผ่านการเผาแล้ว ด้วยวิธีการเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

3.7.1 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวนแล้วนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างทั้งหมดโดยใช้ Two Way MANOVA แล้วสรุปหาแนวทางประยุกต์และออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาตามคุณสมบัติที่ได้ในขั้นตอนต่อไป โดยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยต่างๆ ดังนี้

| คะแนนเฉลี่ยระหว่าง | แปลความ |
|--------------------|-------------------------|
| 4.50 – 5.00 | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| 3.50 – 4.49 | มีความเหมาะสมมาก |
| 2.50 – 3.49 | มีความเหมาะสมปานกลาง |
| 1.50 – 2.49 | มีความเหมาะสมน้อย |
| 0.00 – 1.49 | มีความเหมาะสมน้อยที่สุด |

3.7.2 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามกระบวนการผลิตมาวิเคราะห์ แล้วสรุปหาแนวทางการมองเห็น ความเป็นไปได้ในการผลิตแล้วนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

3.7.3 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราส่วนผสมและคุณสมบัติทางกายภาพที่มีต่อรูปแบบเครื่องปั้นดินเผา



ภาพที่ 3.1 แผนภูมิสรุปรูปขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพและทดลองอัตราส่วนผสมของกากดินตะกอนประปา จังหวัดปทุมธานี แล้วศึกษาคูณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของเนื้อดินปั้น เพื่อหาอัตราส่วนที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา และนำผลมาพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากดินตะกอนประปาตามคุณสมบัติของเนื้อดินที่ได้จากการทดลองอัตราส่วนผสม เพื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมของเนื้อดิน และคุณสมบัติทางกายภาพที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่พัฒนาจากดินตะกอนประปาต่างส่วนผสม โดยมีขั้นตอนการวิจัยที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยเป็น 3 ขั้นตอน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์การศึกษาคูณสมบัติและทดลองอัตราส่วนของกากดินตะกอนประปา จังหวัดปทุมธานี

การศึกษาคูณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของเนื้อดินปั้นเพื่อหาคุณสมบัติที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องเคลือบดินเผา ตามประเด็นการศึกษา 5 ปัจจัย ได้แก่ ความเหนียว การหดตัว ความพรุนตัว ความทนไฟหรือการหลอมตัว สีหลังเผา จากการศึกษาสมบัติทางกายภาพของกากดินตะกอนเดิมมีความเหนียวน้อย สีของดินตะกอนสีน้ำตาลเหลือง ความชื้นของวัตถุดิบที่ได้จากกระบวนการอยู่ช่วงประมาณร้อยละ 50-60 นำมาทดลองอัตราส่วนผสมแบบเชิงเส้น (วัตถุดิบสองชนิด) โดยนำมาผสมกับดินสามโคก ซึ่งเป็นวัตถุดิบในท้องถิ่นเดียวกัน สะดวกในการเก็บรวบรวมและทดลอง รวมถึงการนำผลการทดลองไปใช้ ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ส่วนผสมเชิงเส้นระหว่างดินตะกอนประปากับดินสามโคก

| ขั้นตอนที่ | ดินตะกอนประปา | ดินสามโคก | รวม |
|------------|---------------|-----------|-----|
| 1. | 100 | 0 | 100 |
| 2. | 90 | 10 | 100 |
| 3. | 80 | 20 | 100 |
| 4. | 70 | 30 | 100 |
| 5. | 60 | 40 | 100 |
| 6. | 50 | 50 | 100 |
| 7. | 40 | 60 | 100 |
| 8. | 30 | 70 | 100 |
| 9. | 20 | 80 | 100 |
| 10. | 10 | 90 | 100 |

ทุกส่วนผสมเดิมหินพื้นม้าชนิดโปแตสในอัตราส่วนคงที่ร้อยละ 5 และทุกจุดการทดลองเดิมหินเขียวหนุมาน โดยมาแปรเปลี่ยนในอัตราส่วนร้อยละ 5 , 10 , 15 จะได้อัตราส่วนผสมทั้งหมด 30 ส่วนผสม

ตารางที่ 4.2 ส่วนผสมเชิงเส้นระหว่างดินตะกอนประปากับดินสามโคกและสารเติมแต่งหินพื้นม้าชนิดโปแตส

| ส่วนผสม ที่ | ดินตะกอนประปา | ดินสามโคก | หินพื้นม้าชนิด โปแตส | หินเขียวหนุมาน |
|----------------|---------------|-----------|-------------------------|----------------|
| 1. | 100 | 0 | 5 | 5 |
| 2. | 100 | 0 | 5 | 10 |
| 3. | 100 | 0 | 5 | 15 |
| 4. | 90 | 10 | 5 | 5 |
| 5. | 90 | 10 | 5 | 10 |
| 6. | 90 | 10 | 5 | 15 |
| 7. | 80 | 20 | 5 | 5 |
| 8. | 80 | 20 | 5 | 10 |
| 9. | 80 | 20 | 5 | 15 |
| 10. | 70 | 30 | 5 | 5 |
| 11. | 70 | 30 | 5 | 10 |
| 12. | 70 | 30 | 5 | 15 |
| 13. | 60 | 40 | 5 | 5 |
| 14. | 60 | 40 | 5 | 10 |
| 15. | 60 | 40 | 5 | 15 |
| 16. | 50 | 50 | 5 | 5 |
| 17. | 50 | 50 | 5 | 10 |
| 18. | 50 | 50 | 5 | 15 |
| 19. | 40 | 60 | 5 | 5 |
| 20. | 40 | 60 | 5 | 10 |
| 21. | 40 | 60 | 5 | 15 |
| 22. | 30 | 70 | 5 | 5 |
| 23. | 30 | 70 | 5 | 10 |
| 24. | 30 | 70 | 5 | 15 |

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

| ส่วนผสม ที่ | ดินตะกอนประปา | ดินสามโคก | หินฟืนม้าชนิด โปแตส | หินเขี้ยวหนูมาน |
|----------------|---------------|-----------|------------------------|-----------------|
| 25. | 20 | 80 | 5 | 5 |
| 26. | 20 | 80 | 5 | 10 |
| 27. | 20 | 80 | 5 | 15 |
| 28. | 10 | 90 | 5 | 5 |
| 29. | 10 | 90 | 5 | 10 |
| 30. | 10 | 90 | 5 | 15 |

4.1.1 ผลการวิเคราะห์การทดสอบความเหนียว จากการทดลองส่วนผสมแล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ โดยนำเนื้อดินที่ทดลองผสมแล้วนำมาคลึงเป็นเส้นแล้วนำมาม้วนงอสังเกตรอยแตกของผิวดิน พบว่าส่วนผสมที่มีความเหนียวไม่มีรอยแตกของผิวดินและสามารถนำมาขึ้นรูปได้ ได้แก่ อัตราส่วนผสมที่ 10 – 18 อยู่ในช่วงระหว่างดินตะกอนร้อยละ 50-70 ดินสามโคก ร้อยละ 30-50 จะเห็นได้ว่าปริมาณดินตะกอนประปามากที่สุดที่สามารถขึ้นรูปได้ คือร้อยละ 70 และมีปริมาณน้อยสุดอยู่ที่ร้อยละ 50 เนื่องจากในการศึกษามุ่งเน้นที่การนำดินตะกอนประปามาใช้เป็นหลักจึงมีปริมาณของดินตะกอนประปาเป็นหลักอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของส่วนผสมเนื้อดิน ซึ่งมีผลการทดสอบดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความเหนียว

| ส่วนผสม ที่ | ความเหนียว | ขึ้นรูปด้วยปั้นหมุน | ขึ้นรูปด้วยวิธีอิสระ |
|----------------|------------|---------------------|----------------------|
| 1. | ไม่เหนียว | ไม่ได้ | ไม่ได้ |
| 2. | ไม่เหนียว | ไม่ได้ | ไม่ได้ |
| 3. | ไม่เหนียว | ไม่ได้ | ไม่ได้ |
| 4. | ไม่เหนียว | ไม่ได้ | ไม่ได้ |
| 5. | ไม่เหนียว | ไม่ได้ | ไม่ได้ |
| 6. | ไม่เหนียว | ไม่ได้ | ไม่ได้ |
| 7. | น้อย | ไม่ได้ | ไม่ได้ |
| 8. | น้อย | ไม่ได้ | ไม่ได้ |
| 9. | น้อย | ไม่ได้ | ไม่ได้ |
| 10. | น้อย | ไม่ได้ | ไม่ได้ |

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

| ส่วนผสม ที่ | ความเหนียว | ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน | ขึ้นรูปด้วยวิธีอิสระ |
|----------------|------------|---------------------|----------------------|
| 11. | น้อย | ไม่ได้ | ไม่ได้ |
| 12. | น้อย | ไม่ได้ | ไม่ได้ |
| 13. | เหนียว | ได้ | ได้ |
| 14. | เหนียว | ได้ | ได้ |
| 15. | เหนียว | ได้ | ได้ |
| 16. | เหนียว | ได้ | ได้ |
| 17. | เหนียว | ได้ | ได้ |
| 18. | เหนียว | ได้ | ได้ |

หมายเหตุ ส่วนผสมที่ 19 – 30 หมายถึง ส่วนผสมที่มีปริมาณดินตะกอนประปาน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของส่วนผสมจึงไม่ได้นำมาทดสอบสมบัติ

4.1.2 ผลการวิเคราะห์การทดสอบการหดตัว โดยนำเนื้อดินที่ทดลองผสมแล้วตัวอย่างละ 30 ชิ้น แต่ละชิ้นมีขนาดก้อนเผา 25 x 60 x 10 มิลลิเมตร และนำชิ้นตัวอย่างมาวัดขนาดความยาวอีกครั้ง หลังจากการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส แล้วนำมาหาเปอร์เซ็นต์การหดตัวของเนื้อดินทั้งสองระดับอุณหภูมิ พบว่า การหดตัวที่ระดับอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส อัตราส่วนผสมที่ 18 มีค่าร้อยละการหดตัวน้อยสุด คือ 8.47 และมากที่สุดคือ ส่วนผสมที่ 10 มีค่าการหดตัวร้อยละ 14.27 ส่วนระดับอุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ร้อยละการหดตัวน้อยที่สุด คือ 21.87 ได้แก่ ส่วนผสมที่ 18 และส่วนผสมที่มีค่าร้อยละการหดตัวมากที่สุด ได้แก่ ส่วนผสมที่ 10 มีค่าร้อยละ 27.40 ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการหดตัวของส่วนผสมแต่ละอัตราส่วนผสม

| สูตร | การหดตัวที่อุณหภูมิ 800 °C (n=30) | | การหดตัวที่อุณหภูมิ 1200 °C (n=30) | |
|------|--------------------------------------|------|---------------------------------------|------|
| | \bar{X} | S.D. | \bar{X} | S.D. |
| 10. | 14.27 | .69 | 27.40 | 1.03 |
| 13. | 12.17 | 1.15 | 25.13 | 1.34 |
| 14. | 11.37 | .88 | 24.72 | 1.65 |
| 15. | 10.93 | 1.08 | 23.96 | 1.33 |
| 16. | 10.27 | 1.04 | 23.40 | 1.70 |
| 17. | 9.57 | 1.47 | 22.84 | 1.85 |
| 18. | 8.47 | .93 | 21.87 | 1.94 |

4.1.3 ผลการวิเคราะห์การทดสอบการดูดซึมน้ำ นำชิ้นทดลองการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส แล้วมาชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกผลก่อนนำไปต้มในน้ำให้เดือดเป็นเวลา 2 ชั่วโมงแช่ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงนำชิ้นทดลองที่ต้มแล้วมาเช็ดให้แห้ง แล้วชั่งน้ำหนักเพื่อหาจุดอิมตัวของชิ้นทดลองจดบันทึกไว้ แล้วนำมาหาเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของเนื้อดินทั้งสองระดับอุณหภูมิ อุปกรณ์ที่ใช้ เช่น เครื่องชั่งดิจิตอล รุ่น Sartorius cp4202s เวอร์เนีย เตาอบ หม้อต้มแรงดัน เตาเผา กล้องถ่ายภาพ สมุดจดบันทึก พบว่า การดูดซึมน้ำที่ระดับอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส มีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำมากที่สุด ได้แก่ ส่วนผสมที่ 10 มีค่าเท่ากับ 27.93 และมีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุด คือ 23.52 การดูดซึมน้ำไม่ดูดซึมน้ำเมื่อเผาที่ระดับอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส มีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำเท่ากับร้อยละ 0.27 คือส่วนผสมที่ 18 และมีค่าร้อยละมากที่สุด คือส่วนผสมที่ 10 มีค่าร้อยละเท่ากับ 0.42 ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบการดูดซึมน้ำของส่วนผสมแต่ละอัตราส่วนผสม

| สูตร | การดูดซึมน้ำที่อุณหภูมิ 800 °C (n=30) | | การดูดซึมน้ำที่อุณหภูมิ 1200 °C (n=30) | |
|------|--|------|---|------|
| | \bar{X} | S.D. | \bar{X} | S.D. |
| 10. | 27.93 | 1.26 | 0.29 | 9.19 |
| 11. | 26.36 | 2.07 | 0.36 | 0.14 |
| 12. | 26.51 | 0.95 | 0.42 | 9.42 |
| 13. | 23.29 | 1.68 | 0.31 | 0.14 |

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

| สูตร | การดูดซึมน้ำที่อุณหภูมิ 800 ° C (n=30) | | การดูดซึมน้ำที่อุณหภูมิ 1200 ° C (n=30) | |
|------|---|------|--|------|
| | \bar{X} | S.D. | \bar{X} | S.D. |
| 14. | 22.79 | 1.50 | 0.28 | 0.11 |
| 15. | 22.01 | 1.32 | 0.42 | 8.90 |
| 16. | 20.87 | .67 | 0.37 | 9.51 |
| 17. | 22.12 | 0.91 | 0.27 | 0.10 |
| 18. | 23.52 | 1.28 | 0.27 | 6.21 |

4.1.4 ผลการวิเคราะห์การทดสอบความทนไฟ จากการสังเกตชั้นทดสอบหลังจากเผาที่ระดับอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และ 1,200 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถทนไฟได้โดยไม่หลอมตัวที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในทุกชั้นทดสอบแต่ละอัตราส่วนผสม

4.1.5 ผลการวิเคราะห์การทดสอบสีหลังเผา การวัดค่าสีของเนื้อดินที่ผ่านการเผาที่ระดับอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และที่ระดับอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส มาวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Color meter วัดค่าสี ของห้องปฏิบัติการ โรงงาน โรแยล ซีรามิกส์ อุตสาหกรรม ได้ผลการวัดพบว่า

เมื่อนำค่าจากกราฟ Cie Lab-Graph มาเปรียบเทียบกับวงจรัสสี พบว่า ส่วนผสมของเนื้อดินที่เผาระดับอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส มีค่าสีใกล้เคียงกัน ชั้นทดสอบที่มีค่าความสว่างมากที่สุดคือ ส่วนผสมที่ 11 มีค่าเท่ากับ 62.75 รองลงมาคือ ส่วนผสมที่ 15 , 12 , 18 , 16 , 17 , 13 , 14 , 10 มีค่าเท่ากับ 62.05, 61.78, 61.52 , 59.94, 59.83, 59.12, 56.75, 55.55 ตามลำดับ ส่วนชั้นทดสอบที่มีค่าโทนสีออกทางด้านสีแดงมากที่สุด คือ ส่วนผสมที่ 12 มีค่าเท่ากับ 16.32 รองลงมาคือ ส่วนผสมที่ 16, 17, 11, 15, 18, 14, 10 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 16.17, 16.11, 16.09, 16.02 ,15.97, 15.44, 14.96 , 9.04 ตามลำดับ และชั้นทดสอบที่มีค่าโทนสีเหลืองมากที่สุด คือ ส่วนผสมที่ 11 มีค่าเท่ากับ 29.90 รองลงมาคือ ส่วนผสมที่ 12 , 17, 18, 16, 15, 13, 14 และ 10 มีค่าเท่ากับ 29.66, 29.38, 29.25, 28.63, 28.42, 27.64, 27.63, 16.20 ตามลำดับ

ส่วนผสมของเนื้อดินที่เผาระดับอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส มีค่าสีใกล้เคียงกัน ชั้นทดสอบที่มีค่าความสว่างมากที่สุดคือ ส่วนผสมที่ 12 มีค่าเท่ากับ 46.45 รองลงมา ได้แก่ ส่วนผสมที่ 18, 13 , 11, 15 , 14 , 17 , 16 , 10 มีค่าเท่ากับ 44.89 , 44.73, 44.66 , 44.38 , 44.26 , 43.75 , 43.37, 42.29 ตามลำดับ ส่วนชั้นทดสอบที่มีค่าโทนสีออกทางด้านสีแดงมากที่สุด คือ ส่วนผสมที่ 14 มีค่าเท่ากับ 4.73 รองลงมา ได้แก่ ส่วนผสมที่ 10, 15, 17, 16 , 12 , 11, 18 , 13, ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.73 , 4.45 , 4.28 , 4.09 , 3.99 , 3.89 , 3.06, 2.82 , 2.79 ตามลำดับ และชั้นทดสอบที่มีค่าโทนสีเหลือง

มากที่สุด คือ ส่วนผสมที่ 10 มีค่าเท่ากับ 6.67 รองลงมา ได้แก่ ส่วนผสมที่ 14 , 11 , 16, 17, 12 , 15, 13, และ 18 มีค่าเท่ากับ 5.88 , 5.32 , 4.87 , 4.84 , 4.68 , 4.56 , 4.44 , 3.73 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 ผลการวัดค่าสีหลังการเผาของส่วนผสมแต่ละอัตราส่วนผสม จากเครื่อง วัดสี

| สูตร | สีหลังเผาที่อุณหภูมิ 800 ° C | | | สีหลังเผาที่อุณหภูมิ 1200 ° C | | |
|------|------------------------------|-------|-------|-------------------------------|------|------|
| | L | a | b | L | a | b |
| 10. | 55.55 | 9.04 | 16.20 | 42.29 | 4.45 | 6.67 |
| 11. | 62.75 | 16.09 | 29.90 | 44.66 | 3.89 | 5.32 |
| 12. | 61.78 | 16.32 | 29.66 | 46.45 | 2.79 | 4.68 |
| 13. | 59.12 | 14.96 | 27.64 | 44.73 | 3.06 | 4.44 |
| 14. | 56.75 | 15.44 | 27.63 | 44.26 | 4.73 | 5.88 |
| 15. | 62.05 | 16.02 | 28.42 | 44.38 | 4.28 | 4.56 |
| 16. | 59.94 | 16.17 | 28.63 | 43.37 | 3.99 | 4.87 |
| 17. | 59.83 | 16.11 | 29.38 | 43.75 | 4.09 | 4.84 |
| 18. | 61.52 | 15.97 | 29.25 | 44.89 | 2.82 | 3.73 |

หมายเหตุ การแปรความหมายของค่าดังต่อไปนี้

L หมายถึง ค่าที่แสดงถึงความสว่างหรือความขาวของชิ้นผลิตภัณฑ์

L สูง = ค่าความขาวหรือค่าความสว่างสูง

L ต่ำ = ค่าความขาวหรือความสว่างต่ำ

a หมายถึง ค่าแสดงโทนสี มี 2 ค่า

+ a = โทนสีแดง

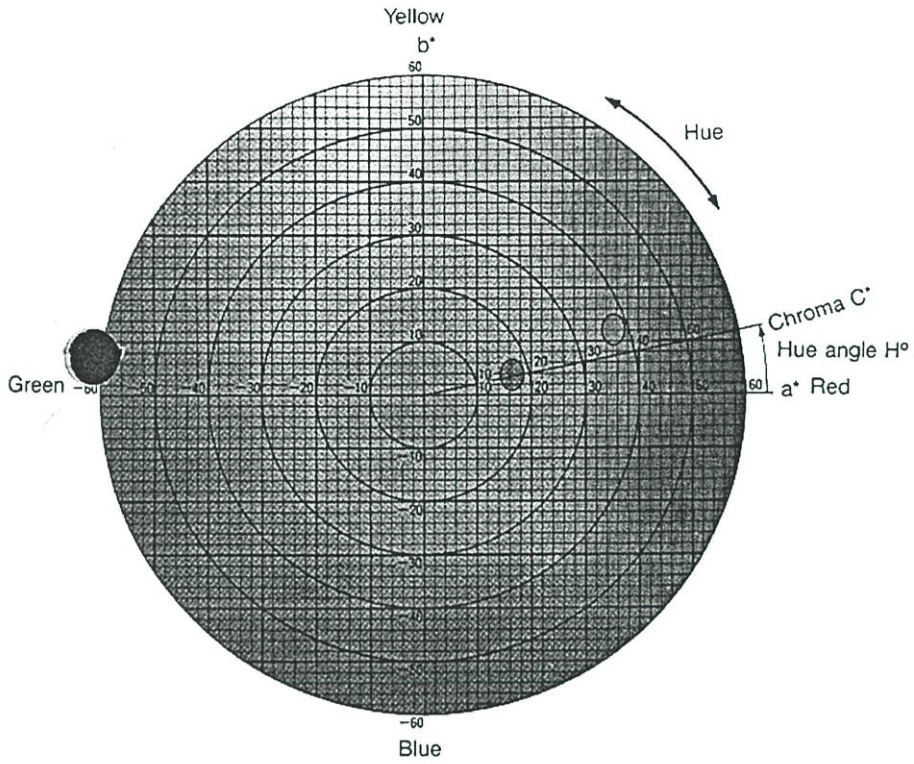
- a = โทนสีเขียว

b หมายถึง ค่าแสดงโทนสี

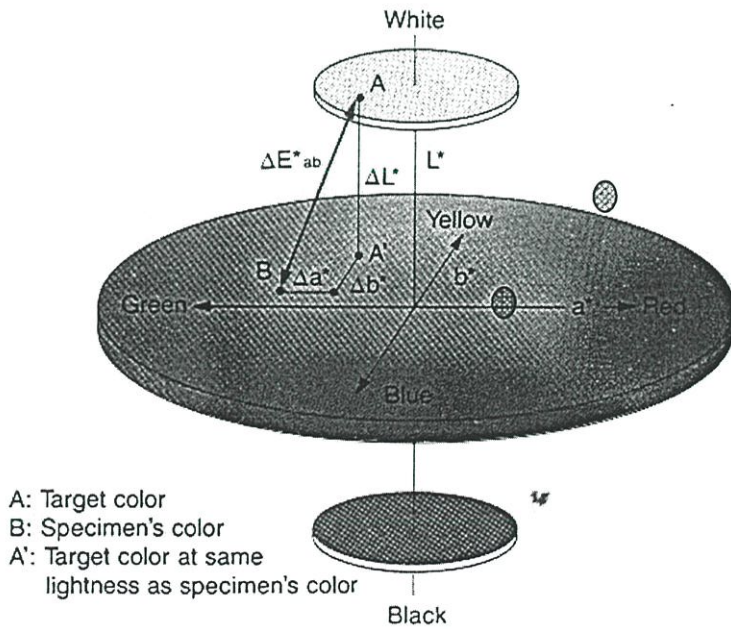
+ b = โทนสีเหลือง

- b = โทนสีน้ำเงิน

L*a*b* Color System (CIE 1976)



ภาพที่ 4.1 กราฟ Cie Lab-Graph เปรียบเทียบกับวงจรัส



ภาพที่ 4.2 แสดงตำแหน่งของค่า L (Whiteness)

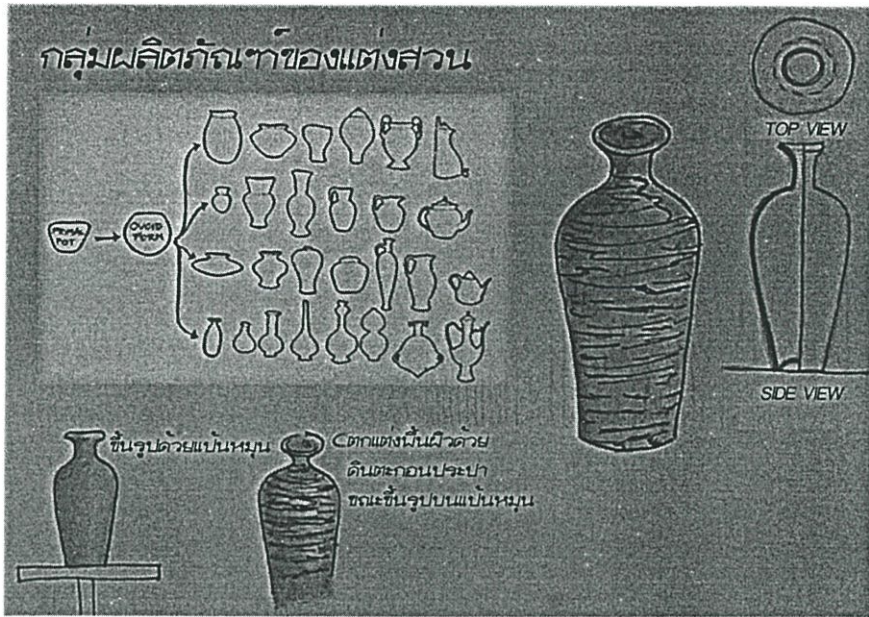
จากการทดลองขั้นที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของส่วนผสมอยู่ในช่วงประเภทผลิตภัณฑ์เอิร์ทเทนแวร์และผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ ซึ่งมีสมบัติไม่ดูดซึมน้ำ เคาะดังกังวาน เนื้อแน่น สีหลังเผาสีน้ำตาลเข้ม สามารถทนไฟได้ในระดับอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส และสามารถนำมาเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ได้ การพัฒนารูปแบบเครื่องปั้นดินเผาได้ถึงในระดับขั้นสโตนแวร์ ประเด็นที่นำมาพัฒนา ได้แก่ ประโยชน์การใช้สอย กรรมวิธีการผลิต ข้อจำกัด วัสดุที่ใช้ในการผลิต และการตกแต่งผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์สามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย เช่น เครื่องใช้สอย เครื่องประดับตกแต่ง ภาชนะอาหาร ถ้วยกาแฟ ตุ๊กตา กระเบื้องประดับ ของตกแต่งสวน ผลิตภัณฑ์ของแต่งบ้าน

4.2 ผลการวิเคราะห์การศึกษาและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาจากดินตะกอนประปาที่ได้จากการทดลองอัตราส่วนผสมตามคุณสมบัติ

การศึกษาและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาจากดินตะกอนประปาที่ได้จากการทดลองอัตราส่วนผสมตามลักษณะคุณสมบัติของเนื้อดินด้านการออกแบบ ได้แก่ วัตถุประสงค์ในการผลิต กรรมวิธีในการผลิต วัสดุที่ใช้ในการปฏิบัติงาน และด้านความสวยงามในประเด็นการศึกษา ได้แก่ ความงามจากดิน ความงามจากเคลือบและการตกแต่ง ความงามจากการเผา ความงามจากรูปทรง ความงามจากลักษณะผิว

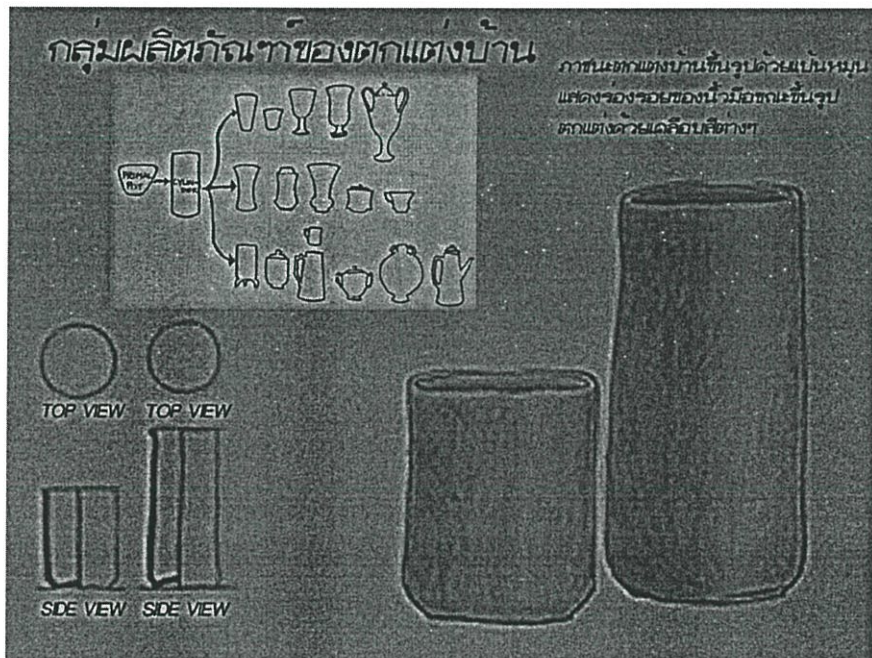
ในการออกแบบเครื่องปั้นดินเผาจากดินตะกอนประปาทั้ง 3 แนวทางนั้นได้ออกแบบให้ทุกแนวทางมีรูปแบบครบทุกประเด็นที่ต้องการศึกษาแต่ให้มีความแตกต่างกันที่รายละเอียดของแต่ละประเด็นเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์แต่ละรูปแบบ และสามารถนำมาวิเคราะห์หาผลสรุปของรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำมาขึ้นรูป ผลิตตามกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาได้ตรงกับประเด็นที่ต้องการศึกษาได้ดังนี้

แนวทางที่ 1 กลุ่มของเครื่องปั้นดินเผาประเภทเอิร์ทเทนแวร์ใช้สำหรับการตกแต่งประเภทของตกแต่งสวน โดยศึกษาว่าสามารถนำมาขึ้นรูปเครื่องปั้นดินเผาประเภทของใช้ตกแต่งสวน ได้แก่ ที่ให้น้ำจากดินเผา น้ำดื่ม โดยกำหนดผลิตภัณฑ์เหล่านี้ขึ้นรูปเป็นรูปทรงขวดจากเนื้อดินตะกอนประปาเผาในระดับอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียสซึ่งเนื้อดินยังสามารถดูดซึมน้ำได้ในระดับหนึ่งเหมาะกับการให้ความรู้สึกชุ่มชื้นได้ดี การตกแต่งผลิตภัณฑ์ใช้วิธีการเผาแบบไม่เคลือบ



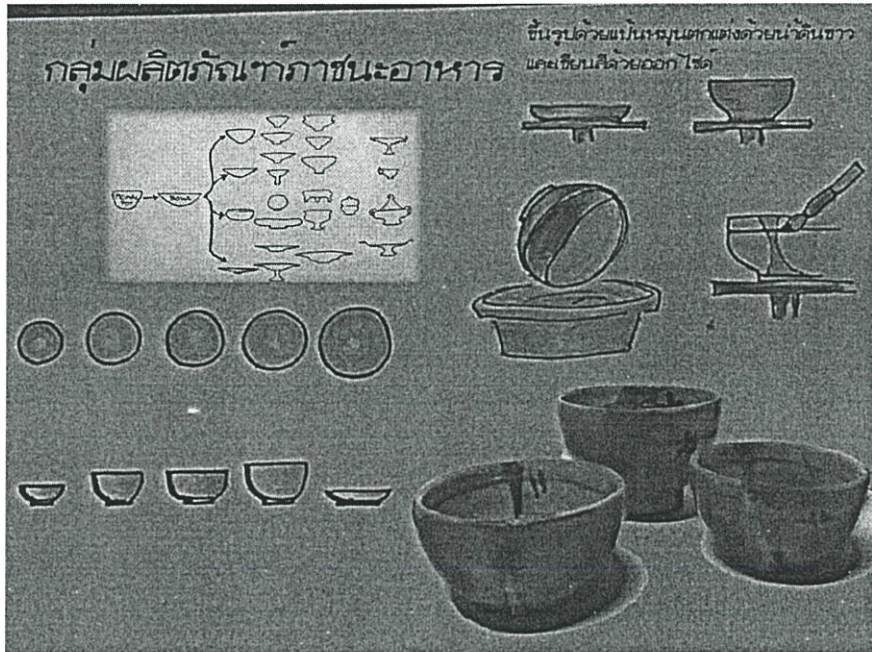
ภาพที่ 4.3 แสดงรูปแบบที่ 1 ผลผลิตภัณฑ์ของตกแต่งสวนรูปทรงขวด

แนวทางที่ 2 กลุ่มของเครื่องปั้นดินเผาประเภทตกแต่งบ้าน ผลผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทสโตนแวร์สามารถเผาเคลือบได้ถึงในระดับอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส สามารถใส่น้ำได้ เช่น อ่างลอยดอกไม้ แจกันดอกไม้ ของตกแต่งบ้าน ขึ้นรูปเป็นรูปทรงกระบอก ตกแต่งผลิตภัณฑ์ด้วยโดยวิธีการเคลือบสีต่างๆ



ภาพที่ 4.4 แสดงรูปแบบที่ 2 ผลผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้าน

แนวทางที่ 3 กลุ่มของเครื่องปั้นดินเผาประเภทผลิตภัณฑ์สโตนแวร์เป็นภาชนะอาหาร ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้มีแนวทางที่สามารถน่าจะเพิ่มมูลค่าเพิ่มให้กับเนื้อดินตะกอนได้ โดยขึ้นรูปด้วยวิธีเป็นหมุนเป็นรูปทรงเตี้ย ปากกว้าง การตกแต่งภาชนะอาหาร สามารถ ใช้วิธีการตกแต่งด้วยเคลือบ การตกแต่งด้วยเอนโอบ การวาดลวดลาย เเผาในระดับอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.5 แสดงรูปแบบที่ 3 ผลิตภัณฑ์กลุ่มภาชนะอาหาร

ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนที่ 2 นำผลการพัฒนารูปแบบต่างๆ ที่ได้มาสร้างเครื่องมือแบบสอบถามในประเด็นต่าง ๆ พร้อมภาพประกอบในแบบสอบถาม ได้ผลวิเคราะห์ดังนี้

แนวทางรูปแบบที่ออกแบบพัฒนา 3 แนวทางนำไปสอบถามความคิดเห็นของช่างผู้ผลิตถึงวัตถุประสงค์ในการผลิต กรรมวิธีในการผลิต วัสดุที่ใช้ในการปฏิบัติงาน และด้านความสวยงามแนวทางความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำไปใช้ในการผลิตได้จริงในด้านการเตรียมวัตถุดิบทั้งเนื้อดิน การขึ้นรูป การตกแต่ง เคลือบและการเผา และทดลองขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ช่างผู้ผลิตให้ความคิดเห็นว่า

รูปแบบที่ 1 ด้านกรรมวิธีการผลิต ความสะดวกในการขึ้นรูปสามารถผลิตด้วยด้วยเป็นหมุนได้แต่ก่อนข้างยากเนื่องจากรูปทรงขวดต้องอาศัยความเหนียวและการทรงตัวที่ดีสามารถทรงตัวรับน้ำหนักส่วนบนได้เมื่อนำไปเผารูปทรงขวดจะมีรอยปริ ร้าวบริเวณส่วนโค้ง ด้านข้อจำกัด ทรงขวดจะมีข้อจำกัดคือไม่สามารถดันทรงให้มีลักษณะโค้งกลมมากๆจะทำให้ทรุดตัว ส่วนข้อจำกัดในการตกแต่งและการเผาไม่มีข้อจำกัด ด้านวัสดุที่ใช้ในการผลิต ความหยาบละเอียดของเนื้อดินละเอียดมากทำให้ขึ้นรูปทรงที่มีขนาดใหญ่ไม่ได้

รูปแบบที่ 2 ด้านกรรมวิธีการผลิต ความสะดวกในการขึ้นรูปสามารถผลิตได้ง่ายเนื่องจาก รูปทรงกระบอกเป็นรูปทรงที่สามารถทรงตัวรับน้ำหนักจากส่วนบนได้ดี ไม่ต้องอาศัยความเหนียว และการทรงตัวมาก นำไปเผาไม่พบปัญหาหรือข้อจำกัดจากการเผา ด้านข้อจำกัดของรูปทรง เนื่องจากเป็นรูปทรงง่ายจึงไม่มีปัญหาอะไร ส่วนข้อจำกัดในการตกแต่งและการเผาไม่มีข้อจำกัด ด้านวัสดุที่ใช้ในการผลิต ความหยาบละเอียดของเนื้อดินละเอียดมากทำให้ขึ้นรูปทรงที่มีขนาดใหญ่ ไม่ได้

รูปแบบที่ 3 ด้านกรรมวิธีการผลิตสามารถจะนำมาผลิตได้ รวมถึงการขึ้นรูปสามารถขึ้นรูป ได้ทั้งวิธีแบบปั้นอิสระและวิธีการขึ้นรูปด้วยเป็นหมุน เป็นรูปทรงกระบอก และรูปทรงเตี้ยปากกว้าง ข้อจำกัด ในการผลิตน้อยมากเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีขนาดเล็ก ความหยาบละเอียดของเนื้อดิน ละเอียดมาก มีความเหมาะสมการตกแต่งด้วยเทคนิควิธีการใช้น้ำดินขาวปิดบังผิว แล้วเคลือบ สามารถทำได้สะดวกรวมถึงรูปทรงมีความสัมพันธ์กับกระบวนการผลิตสะดวกแก่การเคลื่อนย้าย ขนส่ง และการวางเผา โดยภาพรวมแล้วผู้ผลิตให้ความคิดเห็นว่าเป็นแนวทางที่สามารถนำมาผลิต ได้จริง

เมื่อนำรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน เพื่อเป็นแนวทางให้ ผู้ผลิตนำไปใช้ประโยชน์ โดยการสอบถามผู้มีความเชี่ยวชาญทางด้านเครื่องปั้นดินเผา จำนวน 3 ท่าน มีความคิดเห็นในด้านประโยชน์ใช้สอย ด้านรูปทรงง่ายสะดวกต่อการใช้งานรูปแบบเหมาะสมกับ สภาพแวดล้อมในภาพรวมของรูปแบบอยู่ในระดับดีมาก ส่วนทางด้านความสวยงาม ผู้เชี่ยวชาญได้ เสนอแนะการใช้เทคนิคการตกแต่งเอ็น โกบ (Engobe) ลงบนผิวผลิตภัณฑ์ก่อนที่จะเคลือบเนื่องจาก สีของดินตะกอนมีสีเข้มอาจทำให้สีของเคลือบที่เคลือบลงบนผลิตภัณฑ์ไม่เห็นความสวยงามของ เคลือบที่เคลือบลงบนผลิตภัณฑ์เท่าที่ควรจึงควรนำเอ็น โกบมาตกแต่งปกปิดสีของเนื้อดินตรงบริเวณ ที่ต้องการเคลือบ

4.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราส่วนผสมเนื้อดินและคุณสมบัติทางกายภาพที่มี ต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่พัฒนาจากดินตะกอนประเภทต่างส่วนผสม

เมื่อนำผลการทดสอบมาเปรียบเทียบคุณสมบัติ ในด้านการหดตัวและการดูดซึมน้ำพบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละอัตราส่วนผสมดังตารางการวิเคราะห์เปรียบเทียบแบบรายคู่ ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของร้อยละการหดตัวและการดูดซึมน้ำของ อัตราส่วนผสมเนื้อดินและอุณหภูมิ 800 กับ 1,200 องศาเซลเซียส

| สูตร | การหดตัว (n=30) | | | | การดูดซึมน้ำ (n=30) | | | |
|------|-----------------|------|------------------|------|---------------------|------|------------------|------|
| | อุณหภูมิ 800 °C | | อุณหภูมิ 1200 °C | | อุณหภูมิ 800 °C | | อุณหภูมิ 1200 °C | |
| | \bar{X} | S.D. | \bar{X} | S.D. | \bar{X} | S.D. | \bar{X} | S.D. |
| 10. | 14.27 | .69 | 27.40 | 1.03 | 27.93 | 1.26 | .29 | 9.19 |
| 11. | 13.43 | .97 | 26.67 | 1.08 | 26.36 | 2.07 | .36 | .14 |
| 12. | 12.93 | .82 | 25.68 | 2.13 | 26.51 | .95 | .42 | 9.42 |
| 13. | 12.17 | 1.15 | 25.13 | 1.34 | 23.29 | 1.68 | .31 | .14 |
| 14. | 11.37 | .88 | 24.72 | 1.65 | 22.79 | 1.50 | .28 | .11 |
| 15. | 10.93 | 1.08 | 23.96 | 1.33 | 22.01 | 1.32 | .42 | 8.90 |
| 16. | 10.27 | 1.04 | 23.40 | 1.70 | 20.87 | .67 | .37 | 9.51 |
| 17. | 9.57 | 1.47 | 22.84 | 1.85 | 22.12 | .91 | .27 | .10 |
| 18. | 8.47 | .93 | 21.87 | 1.94 | 23.52 | 1.28 | .27 | 6.21 |

ตารางที่ 4.8 การทดสอบตัวแปรหลายตัวแปร (Multivariate Test)

| Effect | | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. |
|--------------------|--------------------|---------|-----------|---------------|----------|------|
| สูตร | Pillai's Trace | .982 | 62.942 | 16.000 | 1044.000 | .000 |
| | Wilks' Lambda | .199 | 80.963 | 16.000 | 1042.000 | .000 |
| | Hotelling's Trace | 3.123 | 101.483 | 16.000 | 1040.000 | .000 |
| | Roy's Largest Root | 2.797 | 182.535 | 8.000 | 522.000 | .000 |
| อุณหภูมิ | Pillai's Trace | .995 | 47479.651 | 2.000 | 521.000 | .000 |
| | Wilks' Lambda | .005 | 47479.651 | 2.000 | 521.000 | .000 |
| | Hotelling's Trace | 182.264 | 47479.651 | 2.000 | 521.000 | .000 |
| | Roy's Largest Root | 182.264 | 47479.651 | 2.000 | 521.000 | .000 |
| สูตร * อุณหภูมิ | Pillai's Trace | .596 | 27.725 | 16.000 | 1044.000 | .000 |
| | Wilks' Lambda | .407 | 37.013 | 16.000 | 1042.000 | .000 |
| | Hotelling's Trace | 1.452 | 47.203 | 16.000 | 1040.000 | .000 |
| | Roy's Largest Root | 1.447 | 94.441 | 8.000 | 522.000 | .000 |

a Exact statistic

b The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

c Design: Intercept+สูตร+อุณหภูมิ+สูตร * อุณหภูมิ

จากตารางพบว่า อิทธิพลของอัตราส่วนผสมของเนื้อดินต่างกันทำให้ร้อยละการหดตัว การดูดซึมน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพิจารณาจากค่า Wilks' Lampda = .199; F (80.963) , P = 0.000

อิทธิพลของอุณหภูมิต่างกันทำให้ร้อยละการหดตัว การดูดซึมน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพิจารณาจากค่า Wilks' Lampda = .005; F (47479.651) , P = 0.000

จากการทดสอบอิทธิพลร่วมของอัตราส่วนผสมของเนื้อดินและอุณหภูมิต่างกันทำให้ร้อยละการหดตัว การดูดซึมน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพิจารณาจากค่า Wilks' Lampda = .407; F (37.013) , P = 0.000

ตารางที่ 4.9 การทดสอบความแปรปรวนแบบ Two – Way MANOVA ของอัตราส่วนผสมกับ อุณหภูมิที่ส่งผลต่อการดูดซึมน้ำและร้อยละการหดตัว

| แหล่งความแปรปรวน | ตัวแปรตาม | SS | df | MS | F | Sig. |
|------------------|-----------|------------|-----|-----------|------------|------|
| สูตร | การหดตัว | 1635.096 | 8 | 204.387 | 112.083* | .000 |
| | การดูดน้ำ | 704.878 | 8 | 88.110 | 94.925* | .000 |
| อุณหภูมิ | การหดตัว | 23319.559 | 1 | 23319.559 | 12788.159* | .000 |
| | การดูดน้ำ | 75189.128 | 1 | 75189.128 | 81004.983* | .000 |
| สูตร * อุณหภูมิ | การหดตัว | 5.087 | 8 | .636 | .349 | .946 |
| | การดูดน้ำ | 701.261 | 8 | 87.658 | 94.438* | .000 |
| ความคลาดเคลื่อน | การหดตัว | 951.881 | 522 | 1.824 | | |
| | การดูดน้ำ | 484.522 | 522 | .928 | | |
| รวมทั้งหมด | การหดตัว | 202061.640 | 540 | | | |
| | การดูดน้ำ | 156640.496 | 540 | | | |

a R Squared = .963 (Adjusted R Squared = .962)

b R Squared = .994 (Adjusted R Squared = .994)

*P < 0.05 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางพบว่า อัตราส่วนผสมของเนื้อดินต่างกันทำให้ร้อยละการหดตัว การดูดซึมน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 112.083; P = 0.000) และ(F = 94.925; P = 0.000)

อุณหภูมิต่างกันทำให้ร้อยละการหดตัว การดูดซึมน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F=12788.159; P = 0.000) และ(F = 81004.983; P = 0.000)

จากการทดสอบอิทธิพลร่วมของอัตราส่วนผสมของเนื้อดินและอุณหภูมิต่างกันทำให้ร้อยละการดูดซึมน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 94.438$; $P = 0.000$) และ ด้าน การหดตัวไม่มีความแตกต่างกัน ($F = .349$; $P = 0.946$)

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องปั้นดินเผาในการประเมินต้นแบบทั้ง 3 รูปแบบ ($n=3$)

| รายละเอียดเกี่ยวกับรูปแบบของผลิตภัณฑ์ | รูปแบบที่ 1 | | | รูปแบบที่ 2 | | | รูปแบบที่ 3 | | |
|---|-------------|------------|----------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|-------------|
| | \bar{X} | SD. | ระดับ | \bar{X} | SD. | ระดับ | \bar{X} | SD | ระดับ |
| 1. ด้านประโยชน์ใช้สอย | | | | | | | | | |
| 1.1 รูปแบบมีการใช้งานได้จริง | 4.66 | .57 | มากที่สุด | 4.66 | .57 | มากที่สุด | 4.66 | .57 | มากที่สุด |
| 1.2 รูปแบบสามารถทำความสะอาดได้ง่าย | 2.33 | .57 | น้อย | 2.66 | .57 | ปานกลาง | 3.66 | .57 | มาก |
| 1.3 รูปแบบมีความมั่นคง | 4.00 | 1.0 | มาก | 3.66 | .57 | มาก | 3.66 | .57 | มาก |
| 1.4 มีความแข็งแรงทนทาน | 2.00 | .57 | น้อย | 3.33 | .57 | ปานกลาง | 3.00 | .00 | ปานกลาง |
| 1.5 มีขนาดไม่ใหญ่หรือเล็กจนเกินไป | 4.00 | .00 | มาก | 4.66 | .57 | มากที่สุด | 5.00 | .00 | มากที่สุด |
| 1.6 พื้นผิวภาชนะเหมาะสมกับการใช้งาน | 5.00 | .00 | มากที่สุด | 4.66 | .57 | มากที่สุด | 5.00 | .00 | มากที่สุด |
| 1.7 มีน้ำหนักพอดีไม่หนักหรือเบาจนเกินไป | 3.66 | .57 | มาก | 4.00 | 1.00 | มาก | 4.66 | .57 | มากที่สุด |
| รวม | 3.66 | .22 | มาก | 3.95 | .22 | มาก | 4.23 | .32 | มาก |
| 2. ด้านกรรมวิธีการผลิต | | | | | | | | | |
| 2.1 รูปแบบเหมาะสมในการขึ้นรูป | 2.66 | .57 | ปานกลาง | 3.33 | .57 | ปานกลาง | 4.33 | .57 | มาก |
| 2.2 รูปแบบเหมาะสมในการตกแต่ง | 3.66 | .57 | มาก | 3.33 | .57 | ปานกลาง | 4.00 | 1.0 | มาก |
| 2.3 รูปแบบเหมาะสมในการเผา | 2.66 | .57 | ปานกลาง | 3.33 | .57 | ปานกลาง | 4.33 | .57 | มาก |
| รวม | 3.00 | .33 | ปานกลาง | 3.33 | .33 | ปานกลาง | 4.2 | .19 | มาก |
| 3. ข้อจำกัดการผลิต | | | | | | | | | |
| 3.1 รูปแบบมีข้อจำกัดในการขึ้นรูป | 4.00 | 1.0 | มาก | 3.33 | .57 | ปานกลาง | 2.33 | .57 | น้อย |
| 3.2 รูปแบบมีข้อจำกัดในการตกแต่ง | 3.33 | .57 | ปานกลาง | 2.66 | .57 | ปานกลาง | 3.00 | .00 | ปานกลาง |
| 3.3 รูปแบบมีข้อจำกัดในการเผา | 2.00 | .00 | น้อย | 2.00 | .00 | น้อย | 2.00 | .00 | น้อย |
| รวม | 3.11 | .38 | ปานกลาง | 2.66 | .33 | ปานกลาง | 2.44 | .19 | น้อย |

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

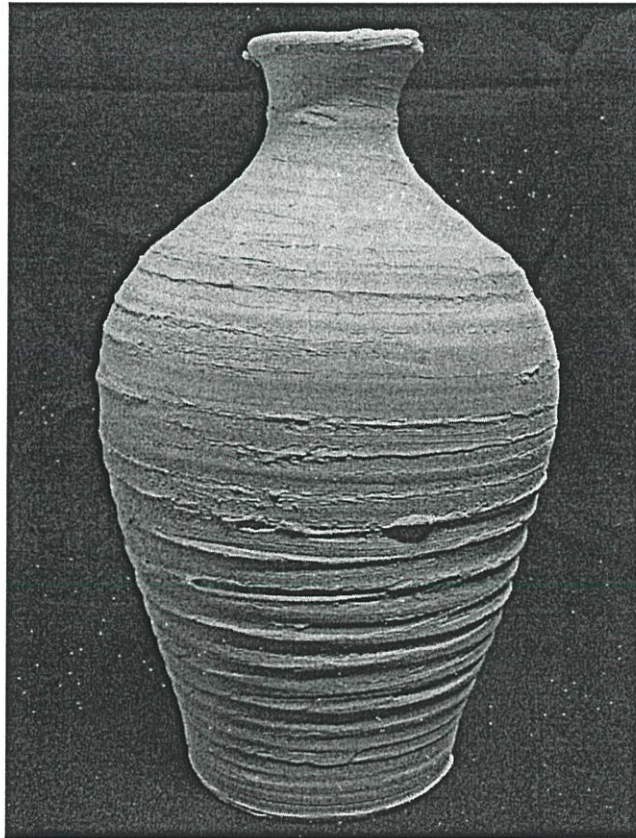
| รายละเอียดเกี่ยวกับรูปแบบ ของผลิตภัณฑ์ | รูปแบบที่ 1 | | | รูปแบบที่ 2 | | | รูปแบบที่ 3 | | |
|---|-------------|------------|---------------------|-------------|------------|---------------------|-------------|------------|------------|
| | \bar{X} | SD. | ระดับ | \bar{X} | SD. | ระดับ | \bar{X} | SD | ระดับ |
| 4 ด้านวัสดุที่ใช้ในการผลิต | | | | | | | | | |
| 4.1 ความหยابละเอียดของดิน เหมาะสมกับรูปแบบ | 1.33 | .57 | น้อยที่สุด | 3.00 | .00 | ปานกลาง | 4.00 | .00 | มาก |
| 4.2 คุณสมบัติของเนื้อดินเหมาะสม กับรูปแบบ | 4.00 | .00 | มาก | 3.66 | .57 | มาก | 4.66 | .57 | มากที่สุด |
| 4.3 สีของเนื้อดินมีความเหมาะสม กับรูปแบบ | 4.00 | .00 | มาก | 3.66 | .57 | มาก | 3.66 | 1.1 | มาก |
| รวม | 3.11 | .19 | ปาน กลาง | 3.44 | .19 | ปาน กลาง | 4.11 | .50 | มาก |
| 5. ความสวยงาม | | | | | | | | | |
| 5.1 ความสวยงามจากเนื้อดิน | 4.00 | .00 | มาก | 4.00 | .00 | มาก | 4.00 | .00 | มาก |
| 5.2 ความงามจากเคลือบและการ ตกแต่ง | 1.00 | .00 | น้อยที่สุด | 3.66 | .57 | มาก | 4.66 | .57 | มากที่สุด |
| 5.3 ความงามจากการเผา | 3.00 | .00 | ปานกลาง | 2.66 | .57 | ปานกลาง | 3.33 | .50 | ปานกลาง |
| 5.4 ความงามจากรูปทรง | 3.33 | .57 | ปานกลาง | 3.33 | .57 | ปานกลาง | 3.33 | .57 | ปานกลาง |
| 5.5 ความงามจากลักษณะผิว | 4.00 | .00 | มาก | 4.00 | .00 | มาก | 4.00 | .00 | มาก |
| รวม | 3.06 | .11 | ปาน กลาง | 3.53 | .30 | มาก | 3.86 | .30 | มาก |
| รวมทุกด้าน | 3.19 | .11 | ปาน กลาง | 3.38 | .14 | ปาน กลาง | 3.77 | .12 | มาก |

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ผลการประเมินภาพจำลองรูปแบบเครื่องปั้นดินเผาที่ได้จากการทดลองของผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องปั้นดินเผา โดยภาพรวมรูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมที่สุดมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก $\bar{X} = 3.77(.12)$ รองลงมา คือ รูปแบบที่ 2 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก $\bar{X} = 3.38(.14)$ น้อยที่สุด คือ รูปแบบที่ 1 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก $\bar{X} = 3.19(.11)$ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า

รูปแบบที่ 1 ด้านประโยชน์ใช้สอยมีความเหมาะสมมากที่สุด มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด $\bar{X} = 3.66(.22)$ รองลงมาคือ ด้านข้อจำกัดการผลิตและวัสดุที่ใช้ในการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก $\bar{X} = 3.11(.19)$ $\bar{X} = 3.11(.38)$ ตามลำดับ ด้านความสวยงาม มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก $\bar{X} = 3.06(.11)$ และน้อยที่สุดคือ ด้านกรรมวิธีการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก $\bar{X} = 3.00(.33)$

รูปแบบที่ 2 ด้านประโยชน์ใช้สอยมีความเหมาะสมมากที่สุด มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด $\bar{X} = 3.95(.22)$ รองลงมาคือ ด้านความสวยงาม มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด $\bar{X} = 3.53(.30)$ วัสดุที่ใช้ในการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ มาก $\bar{X} = 3.44(.19)$ ด้านกรรมวิธีการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ $\bar{X} = 3.33 (.33)$ และ น้อยที่สุดคือ ด้านข้อจำกัดการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก $\bar{X} = 2.66(.33)$

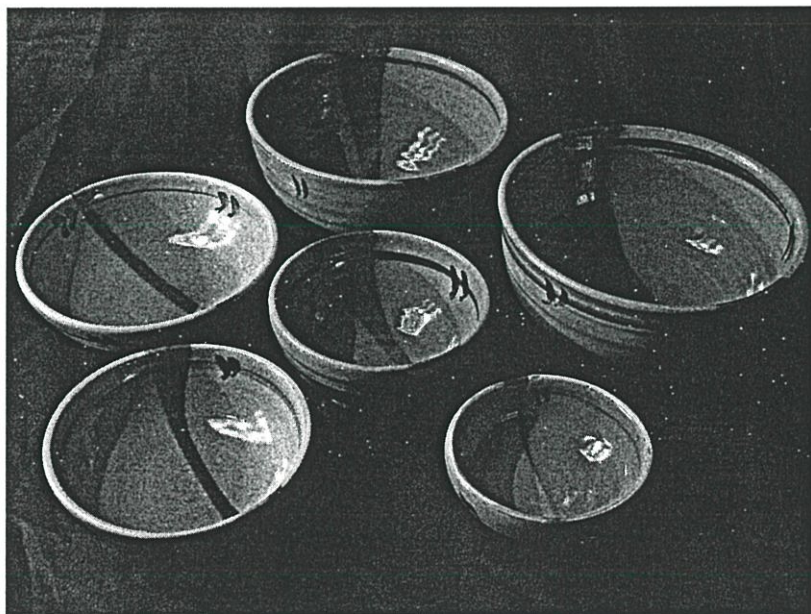
รูปแบบที่ 3 ด้านประโยชน์ใช้สอยมีความเหมาะสมมากที่สุด มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด $\bar{X} = 4.23(.32)$ รองลงมาคือ ด้านความสวยงาม มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด $\bar{X} = 4.20(.19)$ วัสดุที่ใช้ในการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ มาก $\bar{X} = 4.11(.50)$ ด้านกรรมวิธีการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ $\bar{X} = 3.86 (.30)$ และ น้อยที่สุดคือ ด้านข้อจำกัดการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก $\bar{X} = 2.44(.19)$



ภาพที่ 4.6 แสดงผลิตภัณฑ์กลุ่มตกแต่งสวน รูปแบบที่ 1



ภาพที่ 4.7 แสดงผลิตภัณฑ์กลุ่มตกแต่งบ้าน รูปแบบที่ 2



ภาพที่ 4.8 แสดงผลิตภัณฑ์กลุ่มตกแต่งสวน รูปแบบที่ 3

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเรื่อง ผลของการพัฒนาดินตะกอนประปาที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและรูปแบบเครื่องปั้นดินเผา เป็นการศึกษาที่ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาตะกอนประปาที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตน้ำประปาจังหวัดปทุมธานีให้สามารถเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างมูลค่าเพิ่มกับทรัพยากรธรรมชาติอย่างเต็มที่ และให้สามารถนำมาใช้ในงานเครื่องปั้นดินเผาได้อย่างมีคุณภาพ มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับรูปแบบเครื่องปั้นดินเผาประเภทต่างๆ โดยมีวัตถุประสงค์ และวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทดลองอัตราส่วนผสมของกากดินตะกอนประปา จังหวัดปทุมธานี แล้วศึกษาคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของเนื้อดินปั้น เพื่อหาอัตราส่วนที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา
2. พัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากดินตะกอนประปาตามคุณสมบัติของเนื้อดินที่ได้จากการทดลองอัตราส่วนผสม
3. เพื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมเนื้อดินและคุณสมบัติทางกายภาพที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่พัฒนาจากดินตะกอนประปาต่างส่วนผสม

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ส่วนผสมวัตถุดิบเนื้อดินปั้นคือส่วนผสมระหว่างดินตะกอนประปากับดินเหนียวสามโคก และวัตถุดิบเติมแต่ง คือ หินเขียวหनुมาน และหินฟันม้าชนิดโปแตส

กลุ่มตัวอย่างได้จากการผสมวัตถุดิบสองชนิดเชิงเส้น จะได้อัตราส่วนผสมที่มีวัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด คือ ดินตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานี จาก บริษัท บีเจที วอเตอร์ จำกัด (โรงผลิตน้ำประปา บริษัท ประปาปทุมธานี จำกัด) และดินสามโคก จำนวน 10 ส่วนผสม และทุกส่วนผสมเติมหินฟันม้าชนิดโปแตสในอัตราส่วนคงที่ร้อยละ 5 และทุกจุดการทดลองเติมหินเขียวหनुมาน โดยมาแปรเปลี่ยนในอัตราส่วนร้อยละ 5 , 10 , 15 จะได้อัตราส่วนผสมทั้งหมด 30 ส่วนผสม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบตารางอัตราส่วนผสมวัตถุดิบสองชนิดเชิงเส้น

ได้นำเนื้อดินที่ทดลองผสมแล้วนำมาคึงเป็นเส้นแล้วนำมาม้วน งอสังเกตรอยแตกของผิวดิน

ได้นำเนื้อดินที่ทดลองผสมแล้วตัวอย่างละ 30 ช้อน แต่ละช้อนมีขนาดก่อนเผา 25 x 50 x 10 มิลลิเมตร และนำชิ้นตัวอย่างมาวัดขนาดความยาวอีกครั้ง หลังจากการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส แล้วนำมาหาเปอร์เซ็นต์การหดตัวของเนื้อดินทั้งสองระดับอุณหภูมิ

และได้นำชิ้นทดลองการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส แล้วมาชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกผลก่อนนำไปต้มในน้ำให้เดือดเป็นเวลา 2 ชั่วโมงแช่ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงนำชิ้นทดลองที่ต้มแล้วมาแช่ให้แห้ง แล้วชั่งน้ำหนักเพื่อหาจุดอิ่มตัวของชิ้นทดลองจดบันทึกไว้ แล้วนำมาหาเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของเนื้อดินทั้งสองระดับอุณหภูมิ

อุปกรณ์ที่ใช้ เช่น เครื่องชั่งดิจิตอล รุ่น Sartorius cp4202s ไม้บรรทัด เตาอบ หม้อต้มแรงดัน เตาเผา กล้องถ่ายภาพ เทปบันทึกเสียง สมุดจดบันทึก

สร้างภาพต้นแบบประกอบแบบสอบถามเพื่อสื่อสารแนวคิดในการออกแบบให้ผู้ผลิตรับรู้ เข้าใจในรูปแบบที่พัฒนาแล้วส่งผลให้สามารถแสดงความคิดเห็นตอบกลับ ได้ข้อมูลเพื่อเป็นแนวทาง รูปแบบที่สามารถนำมาผลิตได้

สร้างต้นแบบประกอบแบบสอบถามเพื่อสื่อสารแนวความคิดในการออกแบบให้ผู้บริโภค รับรู้และเข้าใจสามารถทดลองใช้ได้จริง สามารถแสดงความคิดเห็นตอบกลับข้อมูลด้านความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาของเครื่องปั้นดินเผาที่พัฒนาจากดินตะกอนประปา ต่างส่วนผสม ต่างรูปแบบ

ขั้นตอนการพัฒนาเนื้อดิน

ขั้นที่ 1 ศึกษาสมบัติทางกายภาพและลักษณะทั่วไปของดินตะกอนประปา

ขั้นที่ 2 ทดลองส่วนผสมจากตารางการทดสอบวัตถุดิบเชิงเส้น จะได้อัตราส่วนผสมที่มี วัตถุดิบทั้ง 2 ชนิด คือ ดินตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานี จาก บริษัท บีเจที วอเตอร์ จำกัด โรงผลิต น้ำประปา บริษัทประปาปทุมธานี จำกัด และดินสามโคก จำนวน 10 ส่วนผสม และทุกส่วนผสม เติมน้ำในอัตราส่วนในอัตราส่วนครึ่งที่ร้อยละ 5 และทุกจุดการทดลองเดิมหินเขียวหนุมาน โดยมาแปรเปลี่ยนในอัตราส่วนร้อยละ 5 , 10 , 15 จะได้อัตราส่วนผสมทั้งหมด 30 ส่วนผสม

ขั้นที่ 3 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพคุณสมบัติก่อนเผา ได้แก่ ความเหนียว ความเหมาะสมในการขึ้นรูป แล้วนำมาขึ้นรูปขึ้นทดสอบ ที่มีขนาด 25 x 50 x 10 มิลลิเมตร

ขั้นที่ 4 ทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพคุณสมบัติหลังเผา ได้แก่ เปอร์เซ็นต์การหดตัว เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ ความทนไฟ สีหลังจากการเผา ที่ระดับอุณหภูมิ 800 และ 1,200 องศาเซลเซียส นำผลที่ได้มาวิเคราะห์คุณสมบัติ สรุปผลและจัดหมวดหมู่คุณสมบัติ

ขั้นตอนการพัฒนารูปแบบ

ขั้นที่ 1 ศึกษาผลคุณสมบัติที่ได้แบ่งตามประเภทของเนื้อดิน และคุณสมบัติการดูดซึมน้ำ

ขั้นที่ 2 ศึกษาารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาประเภทต่างๆ ตามประเภทของเนื้อดินและคุณสมบัติต่างๆ

ขั้นที่ 3 ออกแบบพัฒนาารูปแบบตามคุณสมบัติของเนื้อดินที่ได้จากการทดลองและใช้กรอบแนวคิดในการพัฒนาารูปแบบของ สุขุมาล เด็กสวัสดิ์ และสาทร ชลชาติภิญโญ

ขั้นที่ 4 สอบถามและทดลองตามกระบวนการผลิตโดยช่างผู้ผลิต

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์สรุปผลการทดลองตามกระบวนการผลิต และความเป็นได้

ขั้นที่ 6 เปรียบเทียบความคิดเห็นที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ได้จากการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ทำการเก็บข้อมูลในการสังเกตการณ์และการทดสอบคุณสมบัติลงในสมุดบันทึก กับการถ่ายภาพ ช่วยในการบันทึกข้อมูลมาสรุปและจัดหมวดหมู่

ใช้แบบสอบถามประกอบกับภาพต้นแบบจำลอง สอบถามในประเด็นการพัฒนางานออกแบบเครื่องปั้นดินเผาในด้านวัตถุประสงค์ในการผลิต กรรมวิธีในการผลิต วัสดุที่ใช้ในการปฏิบัติงาน และการพัฒนาด้านความสวยงามและช่างผู้ผลิตให้คำแนะนำในการทดลองตามกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผา

ใช้แบบสอบถามประกอบกับต้นแบบ สอบถามในประเด็นการพัฒนางานออกแบบเครื่องปั้นดินเผาในด้านวัตถุประสงค์ในการผลิต กรรมวิธีในการผลิต วัสดุที่ใช้ในการปฏิบัติงาน และการพัฒนาด้านความสวยงาม

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยผลของการพัฒนาเนื้อดินตะกอนประปาที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผามีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. เปรียบเทียบความเหนียวของเนื้อดินด้วยการสังเกตจากรอยแตกของผิวเนื้อดิน
2. เปรียบเทียบการหดตัวของเนื้อดินทั้ง 30 ส่วนผสมที่ผ่านการเผาแล้ว ด้วยการสังเกตจากการวัดขนาดความยาว
3. เปรียบเทียบการดูดซึมน้ำของเนื้อดินทั้ง 30 ส่วนผสมที่ผ่านการเผาแล้วด้วยการสังเกตโดยการชั่งน้ำหนักขึ้นทดสอบด้วยเครื่องชั่งดิจิทัล
4. เปรียบเทียบสีของเนื้อดินที่ผ่านการเผาแล้ว ด้วยวิธีการเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

4.1 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ค่าความแปรปรวนแล้วนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างทั้งหมดโดยใช้ Two Way MANOVA แล้วสรุปหาแนวทางประยุกต์และออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาตามคุณสมบัติที่ได้ในขั้นตอนนี้ต่อไป

4.2 นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามกระบวนการผลิตมาวิเคราะห์ แล้วสรุปหาแนวทางความคิดเห็น ความเป็นไปได้ในการผลิตแล้วนำไปใช้ในขั้นตอนนี้ต่อไป

4.3 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราส่วนผสมและคุณสมบัติทางกายภาพที่มีต่อรูปแบบเครื่องปั้นดินเผา

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาสามารถสรุปและอภิปรายผลการศึกษาที่สอดคล้องกับกรอบแนวคิดและวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ดังนี้

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทดลองอัตราส่วนผสมของภาคดินตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานี แล้วศึกษาคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของเนื้อดินปั้น เพื่อหาอัตราส่วนที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา ตามประเด็นการศึกษา 5 ปีวิจัย ได้แก่ ความเหนียว การหดตัว ความพรุนตัว ความทนไฟหรือการหลอมตัว สีหลังเผา พบว่าผลจากการศึกษาสมบัติทางกายภาพของภาคดินตะกอน มีความเหนียวน้อยมาก ความชื้นของวัตถุดิบที่ได้จากกระบวนการอยู่ช่วงประมาณร้อยละ 50-60 สีของดินสีน้ำตาลเหลือง จากการทดลองส่วนผสมแล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์

5.1.1 ผลการวิเคราะห์การทดสอบความเหนียว จากการทดลองส่วนผสมแล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติทางฟิสิกส์ โดยนำเนื้อดินที่ทดลองผสมแล้วนำมาคลึงเป็นเส้นแล้วนำมาม้วนงอสังเกตรอยแตกของผิวดิน พบว่าส่วนผสมที่มีความเหนียวไม่มีรอยแตกของผิวดินและสามารถนำมาขึ้นรูปได้ ได้แก่ อัตราส่วนผสมที่ 10 – 18 อยู่ในช่วงระหว่างดินตะกอนร้อยละ 50-70 ดินสามโลก ร้อยละ 30-50 จะเห็นได้ว่าปริมาณดินตะกอนประปามากที่สุดที่สามารถขึ้นรูปได้ คือร้อยละ 70 และมีปริมาณน้อยสุดอยู่ที่ร้อยละ 50

5.1.2 ผลการวิเคราะห์การทดสอบการหดตัว โดยนำเนื้อดินที่ทดลองผสมแล้วตัวอย่างละ 30 ชิ้น แต่ละชิ้นมีขนาดก่อนเผา 25 x 60 x 10 มิลลิเมตร และนำขึ้นตัวอย่างมาวัดขนาดความยาวอีกครั้ง หลังจากการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส แล้วนำมาหาเปอร์เซ็นต์การหดตัวของเนื้อดินทั้งสองระดับอุณหภูมิ พบว่า การหดตัวที่ระดับอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส อัตราส่วนผสมที่ 18 มีค่าร้อยละการหดตัวน้อยสุด คือ 8.47 และมากที่สุดคือ ส่วนผสมที่ 10 มีค่าการหดตัวร้อยละ 14.27 ส่วนระดับอุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ร้อยละการหด

ตัวน้อยที่สุด คือ 21.87 ได้แก่ ส่วนผสมที่ 18 และส่วนผสมที่มีค่าร้อยละการหดตัวมากที่สุด ได้แก่ ส่วนผสมที่ 10 มีค่าร้อยละ 27.40

5.1.3 ผลการวิเคราะห์การทดสอบการดูดซึมน้ำ นำชิ้นทดลองการเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส แล้วมาชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกผลก่อนนำไปต้มในน้ำให้เดือดเป็นเวลา 2 ชั่วโมงแช่ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมงนำชิ้นทดลองที่ต้มแล้วมาเช็ดให้แห้ง แล้วชั่งน้ำหนักเพื่อหาจุดอิ่มตัวของชิ้นทดลองจดบันทึกไว้ แล้วนำมาหาเปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำของเนื้อดินทั้งสองระดับอุณหภูมิ อุปกรณ์ที่ใช้ เช่น เครื่องชั่งดิจิตอล รุ่น Sartorius cp4202s เวอร์เนีย เตอบหม้อต้มแรงดัน เตเผา กล้องถ่ายภาพ สมุดจดบันทึก พบว่า การดูดซึมน้ำที่ระดับอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส มีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำมากที่สุด ได้แก่ ส่วนผสมที่ 10 มีค่าเท่ากับ 27.93 และมียุทธการดูดซึมน้ำน้อยที่สุด คือ 23.52 การดูดซึมน้ำไม่ดูดซึมน้ำเมื่อเผาที่ระดับอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส มีค่าร้อยละการดูดซึมน้ำเท่ากับร้อยละ 0.27 คือส่วนผสมที่ 18 และมีค่าร้อยละมากที่สุด คือส่วนผสมที่ 10 มีค่าร้อยละเท่ากับ 0.42

5.1.4 ผลการวิเคราะห์การทดสอบความทนไฟ จากการสังเกตชิ้นทดสอบหลังจากเผาที่ระดับอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และ 1,200 องศาเซลเซียส พบว่าสามารถทนไฟได้โดยไม่หลอมตัวที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในทุกชิ้นทดสอบแต่ละอัตราส่วนผสม

5.1.5 ผลการวิเคราะห์การทดสอบสีหลังเผา การวัดค่าสีของเนื้อดินที่ผ่านการเผาที่ระดับอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และที่ระดับอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส มาวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Colormeter วัดค่าสี ของห้องปฏิบัติการ โรงงาน โรแยล ซีรามิกส์ อุตสาหกรรม จำกัด ได้ผลการวัดพบว่า

พบว่า ส่วนผสมของเนื้อดินที่เผาระดับอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส มีค่าสีใกล้เคียงกัน ชิ้นทดสอบที่มีค่าความสว่างมากที่สุดคือ ส่วนผสมที่ 11 มีค่าเท่ากับ 62.75 น้อยที่สุดคือส่วนผสมที่ 10 มีค่าเท่ากับ 55.55 ส่วนชิ้นทดสอบที่มีค่าโทนสีออกทางด้านสีแดงมากที่สุด คือ ส่วนผสมที่ 12 มีค่าเท่ากับ 16.32 น้อยที่สุด คือ ส่วนผสมที่ 10 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 9.04 และชิ้นทดสอบที่มีค่าโทนสีเหลืองมากที่สุด คือ ส่วนผสมที่ 11 มีค่าเท่ากับ 29.90 น้อยที่สุด คือ ส่วนผสมที่ 10 มีค่าเท่ากับ 16.20

ส่วนผสมของเนื้อดินที่เผาระดับอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส มีค่าสีใกล้เคียงกัน ชิ้นทดสอบที่มีค่าความสว่างมากที่สุดคือ ส่วนผสมที่ 12 มีค่าเท่ากับ 46.45 น้อยที่สุด ได้แก่ ส่วนผสมที่ 10 มีค่าเท่ากับ 42.29 ส่วนชิ้นทดสอบที่มีค่าโทนสีออกทางด้านสีแดงมากที่สุด คือ ส่วนผสมที่ 14 มีค่าเท่ากับ 4.73 น้อยที่สุด ได้แก่ ส่วนผสมที่ 13 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.79 และชิ้นทดสอบที่มีค่าโทนสีเหลืองมากที่สุด คือ ส่วนผสมที่ 10 มีค่าเท่ากับ 6.67 น้อยที่สุด ได้แก่ ส่วนผสมที่ 18 มีค่าเท่ากับ 3.73

จากการทดลองขั้นที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า คุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของส่วนผสมที่ทดลองได้ อยู่ในช่วงของประเภทผลิตภัณฑ์เอิร์ทเทนแวร์และผลิตภัณฑ์สโตนแวร์

ซึ่งมีสมบัติไม่ดูดซึมน้ำ เคาะดั่งกังวาน เนื้อแน่น สีหลังเผาสีน้ำตาลเข้ม สามารถทนไฟได้ในระดับอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส และสามารถนำมาเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ได้ การพัฒนารูปแบบเครื่องปั้นดินเผาได้ถึงในระดับขั้นสโตนแวร์ ประเด็นที่นำมาพัฒนา ได้แก่ ประโยชน์การใช้สอย กรรมวิธีการผลิต ข้อจำกัด วัสดุที่ใช้ในการผลิต และการตกแต่งผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์สามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย เช่น เครื่องใช้สอย เครื่องประดับ ตกแต่ง ภาชนะอาหาร ถ้วยกาแฟ ตุ๊กตา กระเบื้องประดับ ของตกแต่งสวน ผลิตภัณฑ์ของแต่งบ้าน

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ผลการวิเคราะห์การศึกษาและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาจากดินตะกอนประปาที่ได้จากการทดลองอัตราส่วนผสมตามลักษณะคุณสมบัติของเนื้อดินด้านการออกแบบ ได้แก่ วัตถุประสงค์ในการผลิต กรรมวิธีในการผลิต วัสดุที่ใช้ในการปฏิบัติงาน และด้านความสวยงามในประเด็นการศึกษา ได้แก่ ความงามจากดิน ความงามจากเคลือบและการตกแต่ง ความงามจากการเผา ความงามจากรูปทรง ความงามจากลักษณะผิว

ในการออกแบบเครื่องปั้นดินเผาจากดินตะกอนประปาทั้ง 3 แนวทางนั้นได้ออกแบบให้ทุกแนวทางมีรูปแบบครบทุกประเด็นที่ต้องการศึกษาแต่ให้มีความแตกต่างกันที่รายละเอียดของแต่ละประเด็นเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์แต่ละรูปแบบ และสามารถนำมาวิเคราะห์หาผลสรุปของรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำมาขึ้นรูป ผลิตตามกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาได้ตรงกับประเด็นที่ต้องการศึกษาได้ดังนี้

แนวทางที่ 1 กลุ่มของเครื่องปั้นดินเผาประเภทเอิร์ทเทนแวร์ใช้สำหรับการตกแต่งประเภทของตกแต่งสวน โดยศึกษาว่าสามารถนำมาขึ้นรูปเครื่องปั้นดินเผาประเภทของใช้ตกแต่งสวน ได้แก่ ที่ให้น้ำจากดินเผา น้ำล้น โดยกำหนดผลิตภัณฑ์เหล่านี้ขึ้นรูปเป็นรูปทรงขวดจากเนื้อดินตะกอนประปาเผาในระดับอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียสซึ่งเนื้อดินยังสามารถดูดซึมน้ำได้ในระดับหนึ่ง เหมาะกับการให้ความรู้สึกชุ่มชื้นได้ดี การตกแต่งผลิตภัณฑ์ใช้วิธีการเผาแบบไม่เคลือบ

แนวทางที่ 2 กลุ่มของเครื่องปั้นดินเผาประเภทตกแต่งบ้าน ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทสโตนแวร์สามารถเผาเคลือบได้ถึงในระดับอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส สามารถใส่น้ำได้ เช่น อ่างลอยดอกไม้ แจกันดอกไม้ ของตกแต่งบ้าน ขึ้นรูปเป็นรูปทรงกระบอก ตกแต่งผลิตภัณฑ์ด้วยโดยวิธีการเคลือบสีต่างๆ

แนวทางที่ 3 กลุ่มของเครื่องปั้นดินเผาประเภทผลิตภัณฑ์สโตนแวร์เป็นภาชนะอาหาร ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้มีแนวทางที่สามารถน่าจะเพิ่มมูลค่าเพิ่มให้กับเนื้อดินตะกอนได้ โดยขึ้นรูปด้วยวิธีปั้นหมุนเป็นรูปทรงเตี้ย ปากกว้าง การตกแต่งภาชนะอาหาร สามารถ ใช้วิธีการตกแต่งด้วยเคลือบ การตกแต่งด้วยเอนโกบ การวาดลวดลายเผาในระดับอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส

นำผลการพัฒนารูปแบบต่างๆ ที่ได้มาสร้างเครื่องมือแบบสอบถามในประเด็นต่าง ๆ พร้อมภาพประกอบในแบบสอบถาม ได้ผลวิเคราะห์ดังนี้

แนวทางรูปแบบที่ออกแบบพัฒนา 3 แนวทางนำไปสอบถามความคิดเห็นของช่างผู้ผลิตถึง วัตถุประสงค์ในการผลิต กรรมวิธีในการผลิต วัสดุที่ใช้ในการปฏิบัติงาน และด้านความสวยงาม แนวทางความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำไปใช้ในการผลิต ได้จริงในด้านการเตรียมวัตถุดิบทั้งเนื้อ ดิน การขึ้นรูป การตกแต่ง เคลือบและการเผา และทดลองขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ช่างผู้ผลิตให้ความคิดเห็นว่า

รูปแบบที่ 1 ด้านกรรมวิธีการผลิต ความสะดวกในการขึ้นรูปสามารถผลิตได้ด้วยด้วยเป็นหมุน ได้แต่ก่อนข้างยากเนื่องจากรูปทรงขวดต้องอาศัยความเหนียวและการทรงตัวที่ดีสามารถทรงตัวรับ น้ำหนักส่วนบนได้เมื่อนำไปเผารูปทรงขวดจะมีรอยปริ ร้าวบริเวณส่วนโค้ง ด้านข้อจำกัด ทรงขวด จะมีข้อจำกัดคือไม่สามารถดันทรงให้มีลักษณะโค้งกลมหลายๆจะทำให้ทรุดตัว ส่วนข้อจำกัดในการ ตกแต่งและการเผาไม่มีข้อจำกัด ด้านวัสดุที่ใช้ในการผลิต ความหยาบละเอียดของเนื้อดินละเอียด มากทำให้ขึ้นรูปทรงที่มีขนาดใหญ่ไม่ได้

รูปแบบที่ 2 ด้านกรรมวิธีการผลิต ความสะดวกในการขึ้นรูปสามารถผลิตได้ง่ายเนื่องจาก รูปทรงกระบอกเป็นรูปทรงที่สามารถทรงตัวรับน้ำหนักจากส่วนบนได้ดี ไม่ต้องอาศัยความเหนียว และการทรงตัวมาก นำไปเผาไม่พบปัญหาหรือข้อจำกัดจากการเผา ด้านข้อจำกัดของรูปทรงเนื่องจาก เป็นรูปทรงง่ายจึงไม่มีปัญหาอะไร ส่วนข้อจำกัดในการตกแต่งและการเผาไม่มีข้อจำกัด ด้านวัสดุที่ใช้ ในการผลิต ความหยาบละเอียดของเนื้อดินละเอียดมากทำให้ขึ้นรูปทรงที่มีขนาดใหญ่ไม่ได้

รูปแบบที่ 3 ด้านกรรมวิธีการผลิตสามารถจะนำมาผลิตได้ รวมถึงการขึ้นรูปสามารถขึ้นรูป ได้ทั้งวิธีแบบปั้นอิสระและวิธีการขึ้นรูปด้วยเป็นหมุน เป็นรูปทรงกระบอก และรูปทรงเตี้ยปากกว้าง ข้อจำกัด ในการผลิตน้อยมากเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีขนาดเล็ก ความหยาบละเอียดของเนื้อดินละเอียด มาก มีความเหมาะสมการตกแต่งด้วยเทคนิควิธีการใช้น้ำดินขาวปิดบังผิว แล้วเคลือบสามารถทำได้ สะดวกรวมถึงรูปทรงมีความสัมพันธ์กับกระบวนการผลิตสะดวกแก่การเคลื่อนย้ายขนส่ง และการ วางเผา โดยภาพรวมแล้วผู้ผลิตให้ความคิดเห็นว่าเป็นแนวทางที่สามารถนำมาผลิตได้จริง

เมื่อนำรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน เพื่อเป็นแนวทางให้ ผู้ผลิตนำไปใช้ประโยชน์ โดยการสอบถามผู้มีความเชี่ยวชาญทางด้านเครื่องปั้นดินเผา จำนวน 3 ท่าน มีความคิดเห็นในด้านประโยชน์ใช้สอย ด้านรูปทรงง่ายสะดวกต่อการใช้งานรูปแบบเหมาะสมกับ สภาพแวดล้อมในภาพรวมของรูปแบบอยู่ในระดับดีมาก ส่วนทางด้านความสวยงาม ผู้เชี่ยวชาญได้ เสนอแนะการใช้เทคนิคการตกแต่งเอ็นโกบ (Engobe) ลงบนผิวผลิตภัณฑ์ก่อนที่จะเคลือบเนื่องจาก สีของดินตะกอนมีสีเข้มอาจทำให้สีของเคลือบที่เคลือบลงบนผลิตภัณฑ์ไม่เห็นความสวยงามของ เคลือบที่เคลือบลงบนผลิตภัณฑ์เท่าที่ควรจึงควรนำเอ็นโกบมาตกแต่งปกปิดสีของเนื้อดินตรงบริเวณที่ ต้องการเคลือบ

วัตถุประสงค์ข้อที่ 3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบอัตราส่วนผสมเนื้อดินและคุณสมบัติทางกายภาพที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่พัฒนาจากดินตะกอนประปาต่างส่วนผสม

เมื่อนำผลการทดสอบมาเปรียบเทียบคุณสมบัติ ในด้านการหดตัวและการดูดซึมน้ำพบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละอัตราส่วนผสม อิทธิพลของอัตราส่วนผสมของเนื้อดินต่างกันทำให้ร้อยละการหดตัว การดูดซึมน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อิทธิพลของอุณหภูมิต่างกันทำให้ร้อยละการหดตัว การดูดซึมน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการทดสอบอิทธิพลร่วมของอัตราส่วนผสมของเนื้อดินและอุณหภูมิต่างกันทำให้ร้อยละการหดตัว การดูดซึมน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อัตราส่วนผสมของเนื้อดินต่างกันทำให้ร้อยละการหดตัว การดูดซึมน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อุณหภูมิต่างกันทำให้ร้อยละการหดตัว การดูดซึมน้ำแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การทดสอบอิทธิพลร่วมของอัตราส่วนผสมของเนื้อดินและอุณหภูมิต่างกันทำให้ร้อยละการดูดซึมน้ำ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ ด้าน การหดตัว ไม่มีความแตกต่างกัน

ผลการประเมินภาพจำลองรูปแบบเครื่องปั้นดินเผาที่ได้จากการทดลองของผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องปั้นดินเผา โดยภาพรวมรูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมที่สุดมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า

รูปแบบที่ 1 ด้านประโยชน์ใช้สอยมีความเหมาะสมมากที่สุด มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านข้อจำกัดการผลิตและวัสดุที่ใช้ในการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ด้านความสวยงาม มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ มาก และน้อยที่สุดคือ ด้านกรรมวิธีการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

รูปแบบที่ 2 ด้านประโยชน์ใช้สอยมีความเหมาะสมมากที่สุด มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านความสวยงาม มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด วัสดุที่ใช้ในการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ มาก ด้านกรรมวิธีการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ และ น้อยที่สุดคือ ด้านข้อจำกัดการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

รูปแบบที่ 3 ด้านประโยชน์ใช้สอยมีความเหมาะสมมากที่สุด มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านความสวยงาม มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด วัสดุที่ใช้ในการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ มาก ด้านกรรมวิธีการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยที่สุดคือ ด้านข้อจำกัดการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลสรุปในการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ส่วนผสมมีความเหนียวสามารถนำมาขึ้นรูปได้ อยู่ในช่วงระหว่างดินตะกอนร้อยละ 50-70 ดินสามโคก ร้อยละ 30-50 และเติมสารเติมแต่ง หินเจียวหนุมนร้อยละ 5 – 15 และ หินพื้นม้าชนิดโปแตช ร้อยละ 5 เมื่อเผาที่ระดับอุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ค่าการหดตัว ค่อนข้างสูง การดูดซึมน้ำจะมีค่าลดลงและจะไม่ดูดซึมน้ำเมื่อเผาที่อุณหภูมิ สูงขึ้น ระดับ1,200 องศาเซลเซียส ความพรุนตัวเนื้อแน่น สามารถทนไฟได้โดยไม่หลอมที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส มีสีหลังเผาไปทางด้านโทนสีแดงเข้ม และเหลือง เมื่อนำมาเคาะเสียงดังกังวาน ซึ่งสอดคล้องกับ ชะโรทอน ใจดี (2548 : 53), ราตรี สรรพศรี (2539 : บทคัดย่อ) และ นิรัช สูดสังข์ (2548 : 182)

ชะโรทอน ใจดี (2548 : 53) ได้ทดลองนำของเสียในกระบวนการผลิตเซรามิกส์กลับมาใช้ใหม่ ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของผู้ประกอบการเซรามิกส์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ นอกจากสามารถลดต้นทุนในการผลิตแล้ว ยังเป็นการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในภาคอุตสาหกรรมด้วย การวิจัยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางในการลดต้นทุนการผลิตด้านวัตถุดิบเป็นการเสนอทางเลือกในการจัดการของเสียในกระบวนการผลิต และรักษาสิ่งแวดล้อมเพื่อเผยแพร่ให้ผู้ผลิตผู้สนใจนำไปใช้ประโยชน์ การวิจัยได้ทดลองวัตถุดิบ อัตราส่วนผสมได้จากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าคือกากดิน ผสมกับหินพอทเทอร์ ดินคำล้าง โดยมีกากดินช่วงปริมาณร้อยละ 50 – 80 แล้วทดสอบคุณสมบัติทางการภาพ คือการหดตัว การดูดซึมน้ำ ความแข็งแรง การหลอมตัวเผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส สามารถนำมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้ง่าย สีหลังเผาไม่ขาวเหมาะกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ต้องการความขาว ส่วนผสมที่สามารถนำมาขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยการหล่อในพิมพ์ปูนปลาสเตอร์ มีอัตราส่วนของกากดินอยู่ในช่วงร้อยละ 50 – 70 การหดตัวอยู่ในช่วงร้อยละ 10 – 13

ราตรี สรรพศรี (2539 : บทคัดย่อ) เรื่อง การศึกษากระบวนการทำหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผา ด้านเกียน จังหวัดนครราชสีมา พบว่าด้านวัตถุดิบเป็นดินท้องถิ่นทั้งหมดได้จากทุ่งนา ด้านการผลิตขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนแล้วขูดดินเพิ่มความสูง และด้านรูปแบบเป็นรูปทรงที่ขึ้นรูปแบบด้วยแป้นหมุน สีของเนื้อดิน อ่อนและเข้ม

นิรัช สูดสังข์ (2548 : 182) เรื่อง การวิจัยผลของเคลือบซีเมนต์ที่มีต่อการออกแบบตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาประเภทเนื้อดินสโตนแวร์และเอทเทนแวร์ ในด้านการหดตัวและการดูดซึมน้ำ พบว่าเปอร์เซ็นต์การหดตัวของชิ้นงานแตกต่างกันมากระหว่างดิน 2 ชนิด ส่วนการดูดซึมน้ำไม่แตกต่างกัน แสดงว่าดินเอทเทนแวร์เมื่อนำมาเคลือบจะช่วยลดการดูดซึมน้ำ สามารถนำไปใช้งานได้ดี ดินเอทเทนแวร์ที่ใช้ปั้นชิ้นงานใหญ่นิยมใช้ทรายหรือดินเชื้อ ช่วยในการทรงตัว เผาแล้วมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นและช่วยควบคุมการหดตัวของเนื้อดิน

และสามารถจัดอยู่ในชั้น สโตนแวร์ ซึ่งสอดคล้องกับ ทวีพรหมพฤกษ์ ; 2523 กล่าวถึงเนื้อดินประเภทสโตนแวร์ ซึ่งมีสมบัติไม่ดูดซึมน้ำ เคาะดังกังวาน เนื้อแน่น สีหลังเผาสีน้ำตาลเข้ม

สามารถทนไฟได้ในระดับอุณหภูมิ 1,150-1,300 องศาเซลเซียส สามารถนำมาเคลือบผิวผลิตภัณฑ์ได้ การพัฒนารูปแบบเครื่องปั้นดินเผาได้ถึงในระดับขั้นสโตนแวร์ ประเด็นที่นำมาพัฒนา ได้แก่ ประโยชน์การใช้งานและการตกแต่งผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์สามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์ได้หลากหลาย เช่น เครื่องใช้สอย และเครื่องประดับตกแต่ง ในการทดลองพบว่าสามารถนำมาขึ้นรูปด้วยวิธีเป็นหมุน การขึ้นรูปแบบอิสระ โดยสามารถแบ่งกลุ่มได้ 3 กลุ่มใหญ่คือ ผลิตภัณฑ์ของแต่งสวน ผลิตภัณฑ์ของแต่งบ้าน ผลิตภัณฑ์ภาชนะอาหาร

การศึกษาและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาจากดินตะกอนประปาที่ได้จากการทดลองอัตราส่วนผสมตามลักษณะคุณสมบัติของเนื้อดินด้านการออกแบบ

สามารถออกแบบเป็นรูปทรงต่างๆ อย่างง่ายได้เช่น รูปทรงขวด รูปทรงกระบอก รูปทรงเตี้ยปากกว้าง และกลุ่มของประเภทผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ ได้แก่ กลุ่มผลิตภัณฑ์ของตกแต่งสวน กลุ่มของเครื่องปั้นดินเผาประเภทตกแต่งบ้าน กลุ่มของเครื่องปั้นดินเผาประเภทภาชนะอาหาร นำผลการพัฒนารูปแบบต่างๆ ที่ได้ มาสอบถามความคิดเห็นของช่างผู้ผลิตถึงวัตถุประสงค์ในการผลิตกรรมวิธีในการผลิต วัสดุที่ใช้ในการปฏิบัติงาน และด้านความสวยงาม แนวทางความเป็นไปได้ที่จะสามารถนำไปใช้ในการผลิตได้จริงในด้านการเตรียมวัตถุดิบทั้งเนื้อดิน การขึ้นรูป การตกแต่งเคลือบและการเผา และทดลองขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ ช่างผู้ผลิตให้ความคิดเห็นว่า

กลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาของตกแต่งสวน ประเภทอิฐเทนแวร์ เมื่อนำเนื้อดินตะกอนประปามาขึ้นรูปด้วยเป็นหมุน สามารถขึ้นรูปได้แต่ค่อนข้างยากเนื่องจากรูปทรงขวดต้องอาศัยความเหนียว และการทรงตัวที่ดีสามารถทรงตัวรับน้ำหนักส่วนบนได้เมื่อนำไปเผารูปทรงขวดจะมีรอยปริ ร้าวบริเวณส่วนโค้ง ด้านข้อจำกัด ทรงขวดจะมีข้อจำกัดคือไม่สามารถดันทรงให้มีลักษณะโค้งกลมมากๆทำให้ทรุดตัว ด้านความหยาบละเอียดของเนื้อดินละเอียดมากทำให้ขึ้นรูปทรงที่มีขนาดใหญ่ไม่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มัลลิกา ชัยชนะ (2547 : 49) ทดลองการนำหินพอกเทอร์ผสมกับดินดิบลาปาง ประเภทเนื้อดินอิฐเทนแวร์ นำมาขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อหน้าดินพบว่าสีหลังเผาเป็นสีเทา - แดง ขึ้นงานมีการแตกร้าวเมื่อแกะออกจากพิมพ์ เนื่องจากเนื้อดินมีความเหนียวน้อย และเมื่อนำมาผสมดินแม่ทาสสามารถนำมาหล่อขึ้นรูปได้

กลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาของแต่งบ้าน ซึ่งจัดอยู่ในประเภทสโตนแวร์ สามารถขึ้นรูปได้ด้วยเป็นหมุนรูปทรงกระบอก ด้านวัสดุที่ใช้ในการผลิต ความหยาบละเอียดของเนื้อดินละเอียดมากทำให้ขึ้นรูปทรงที่มีขนาดใหญ่ไม่ได้ ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำอาจจะต้องเติมวัตถุดิบเพิ่มเข้าไปในส่วนผสม

กลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาประเภทภาชนะอาหาร กรรมวิธีการผลิตสามารถจะนำมาผลิตได้ รวมถึงการขึ้นรูปสามารถขึ้นรูปได้ทั้งวิธีแบบปั้นอิสระและวิธีการขึ้นรูปด้วยเป็นหมุนเป็นรูปทรงกระบอก และรูปทรงเตี้ยปากกว้าง ข้อจำกัด ในการผลิตน้อยมากเนื่องจากผลิตภัณฑ์มีขนาดเล็ก ความหยาบละเอียดของเนื้อดินละเอียดมาก มีความเหมาะสมการตกแต่งด้วยเทคนิค

วิธีการใช้น้ำดินขาวปิดบังผิว แล้วเคลือบสามารถทำได้สะดวกรวมถึงรูปทรงมีความสัมพันธ์กับกระบวนการผลิตสะดวกแก่การเคลื่อนย้ายขนส่ง และการวางเผา โดยภาพรวมแล้วผู้ผลิตให้ความคิดเห็นว่าเป็นแนวทางที่สามารถนำมาผลิตได้จริง

ผลการประเมินภาพจำลองรูปแบบเครื่องปั้นดินเผาที่ได้จากการทดลองของผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องปั้นดินเผา โดยภาพรวมรูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมที่สุดมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก รองลงมา คือ รูปแบบที่ 2 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก น้อยที่สุด คือ รูปแบบที่ 1 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า รูปแบบที่ 1 ด้านประโยชน์ใช้สอยมีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก รองลงมาคือ ด้านข้อจำกัดการผลิตและวัสดุที่ใช้ในการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ด้านความสวยงาม มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ มาก และน้อยที่สุดคือ ด้านกรรมวิธีการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

รูปแบบที่ 2 ด้านประโยชน์ใช้สอยมีความเหมาะสมมากที่สุด มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ มาก รองลงมาคือ ด้านความสวยงาม มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก วัสดุที่ใช้ในการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ มาก ด้านกรรมวิธีการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ และ น้อยที่สุดคือ ด้านข้อจำกัดการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

รูปแบบที่ 3 ด้านประโยชน์ใช้สอยมีความเหมาะสมมากที่สุด มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ มาก รองลงมาคือ ด้านความสวยงาม มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก วัสดุที่ใช้ในการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ มาก ด้านกรรมวิธีการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก และ น้อยที่สุดคือ ด้านข้อจำกัดการผลิต มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

เมื่อนำรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้ผลิตนำไปใช้ประโยชน์ โดยการสอบถามผู้มีความเชี่ยวชาญทางด้านเครื่องปั้นดินเผา จำนวน 3 ท่าน มีความคิดเห็นในด้านประโยชน์ใช้สอย ด้านรูปทรงง่ายสะดวกต่อการใช้งานรูปแบบเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในภาพรวมของรูปแบบอยู่ในระดับมาก ด้านความเหมาะสมของเนื้อดินกับรูปแบบควรคำนึงถึงความบริสุทธิ์ของปริมาณสารพิษตกค้างที่มากับน้ำแต่เนื่องจากการผลิตน้ำประปาซึ่งจะต้องมีการตรวจสอบปริมาณสารพิษตกค้างที่ยอมรับได้และสามารถนำไปอุปโภคบริโภคได้ ดังนั้นในการนำดินตะกอนมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ภาชนะอาหาร โดยผ่านกระบวนการความร้อนที่อุณหภูมิสูงถึง 1,200 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณสารพิษตกค้างเกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างกลายเป็นแก้ว อย่างไรก็ตามควรมีการตรวจสอบสารพิษตกค้างในปริมาณที่สามารถยอมรับได้ตามเกณฑ์มาตรฐานภาชนะอาหาร ส่วนทางด้านความสวยงาม เป็นการเน้นสี ตกแต่งจากเนื้อดิน การเขียนสี และเคลือบ

ดังนั้นโดยสรุปแล้วผลของการพัฒนาเนื้อดินตะกอนประปาสามารถพัฒนาที่มีต่อสมบัติทางกายภาพ และรูปแบบเครื่องปั้นดินเผา สามารถพัฒนาได้ถึงขั้นเนื้อดินสี โคนแวร์ ประเภท ตกแต่งสวน ตกแต่งบ้าน และกลุ่มผลิตภัณฑ์ภาชนะอาหาร สามารถใช้เป็นแนวทางในการผลิตได้

และทำหน้าที่ของภาชนะอาหารทั้งทางด้านการใช้งาน , ต้นทุน , ความสวยงาม และมีบทบาทต่อการส่งเสริมทางด้านผลิตภัณฑ์ในท้องถิ่น เนื่องจากสามารถใช้วัตถุดิบหลักในท้องถิ่นเดียวกัน และเป็นการรักษาสິงแวดล้อม ยังเป็นการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในภาคอุตสาหกรรมอีกด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เรียนรู้และมีข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้ และเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

จากการศึกษาความสัมพันธ์ที่ได้จากการศึกษาประเด็นต่างๆของสมบัติทางกายภาพที่มีต่อรูปแบบเครื่องปั้นดินเผาจากดินตะกอนประปาทั้ง 3 แนวทาง เพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพผู้วิจัยจึงได้เสนอแนะว่าในการพัฒนาเนื้อดินจากดินตะกอนประปา ควรพิจารณา คือ

1. ด้านวัตถุดิบที่สามารถนำมาผลิตเป็นเครื่องปั้นดินเผาได้หรือไม่ คือ ด้านการหาคัด การดูดซึมน้ำ วัตถุดิบนั้นอยู่ในประเภทใด เป็นอันดับแรก
2. สามารถผลิตได้หรือไม่เพื่อเป็นการลดมลภาวะ กำจัดของเสียในภาคเอกชน และด้านกระบวนการผลิต สามารถนำวัตถุดิบนั้นมาผลิตได้ในระบบอุตสาหกรรมได้หรือไม่
3. ด้านประโยชน์ใช้สอย ความเหมาะสมในการหยิบจับได้สะดวก ลักษณะพื้นผิวและความสวยงามทางด้านสีของผลิตภัณฑ์ คำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยว่าจะนำภาชนะไปใช้แบบใด

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากการศึกษาผลของการพัฒนาเนื้อดินจากดินตะกอนประปาที่มีต่อสมบัติทางกายภาพและรูปแบบเครื่องปั้นดินเผาทั้ง 3 แนวทาง สิ่งที่ต้องให้ความสำคัญเช่นเดียวกับการพิจารณาภาพรวมของภาชนะคือประโยชน์ใช้สอยและความสวยงาม เพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพผู้วิจัยจึงได้เสนอแนะว่า

1. ควรศึกษารูปร่างและขนาดที่มีผลกับเนื้อดินปั้น
2. ศึกษาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากเนื้อดินตะกอนประปาในกลุ่มประเภทอื่นๆ
3. ศึกษาวิจัยจากดินตะกอนประปาจังหวัดอื่น
4. การศึกษาด้านคุณภาพที่สามารถผลิตด้วยกรรมวิธีขึ้นรูปวิธีอื่น

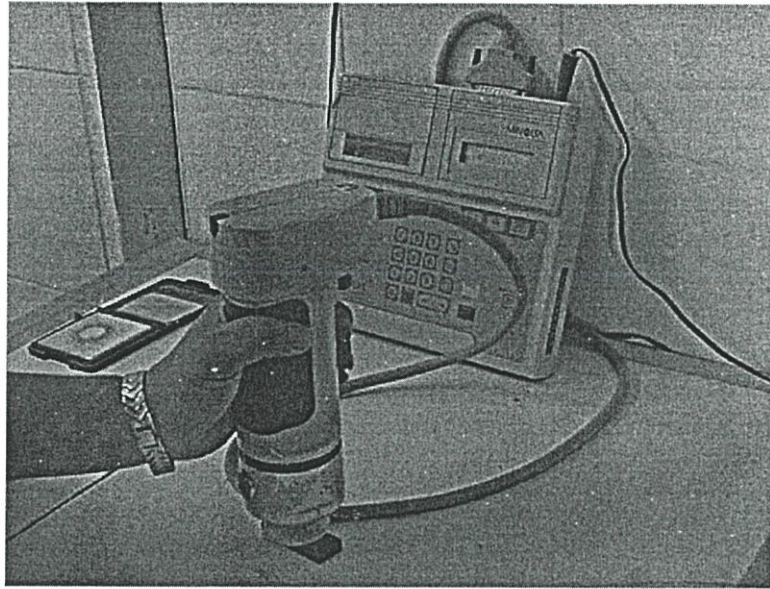
บรรณานุกรม

- โกมล รักรั้ววงศ์. ม.ป.ป. การทำเนื้อดินปั้นสโตนแวร์สำหรับขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อ. กรุงเทพฯ :
 อุตสาหกรรมศิลป์ วิทยาลัยครูพระนคร, อัดสำเนา
 _____ . 2532. วัตถุดิบที่ใช้ในงานเครื่องเคลือบดินเผาและเนื้อดินปั้น. กรุงเทพฯ : โรงเรียน
 มารदानุเคราะห์
- คมสัน เรืองโกศล. 2547. "การศึกษาและพัฒนามาตรฐานและรูปแบบอิฐก่อดินสอพองเพื่อใช้เป็น
 วัสดุก่อสร้าง". กรุงเทพฯ : สารนิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยี
 ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
 ลาดกระบัง.
- จิรดา แพร่ใบศรี. 2548. "การศึกษาและพัฒนาเครื่องปั้นดินเผาเกรดเพื่อการตกแต่งสวน". กรุงเทพฯ
 : วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
 บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ชะโรthon ใจดี. 2548. การใช้ประโยชน์จากกากดินขาวล้างในการผลิตเซรามิก. การใช้ประโยชน์
 จากกากดินในการผลิตเซรามิก. ลำปาง. ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา.
- ณัฐกานต์ ยุกศิริรัตน์. 2547. "ผลของการใช้ดินต่างกันที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพและการ
 ออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาเกรดเกรด จังหวัดนนทบุรี". กรุงเทพฯ : สารนิพนธ์
 ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัณฑิต
 วิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 . เครื่องเคลือบดินเผาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- นิรัช สุดสังข์. 2 548. การวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. 2532. เซรามิกส์ . พิมพ์ครั้งที่ 2 . กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
 _____ . 2539. เซรามิกส์ . พิมพ์ครั้งที่ 4 . กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มัลลิกา ชัยชนะ. 2547. การนำหินพอทเทอร์มาใช้ประโยชน์ในการผลิตเซรามิกชนิดเอิร์ทเธนแวร์.
 การนำหินพอทเทอร์มาใช้ประโยชน์ในการผลิตเซรามิก. ลำปาง. ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรม
 เครื่องเคลือบดินเผา.
- สมชาย เสรีรัมย์. 2521. เอกสารประกอบการเรียนวิชาเครื่องปั้นดินเผา. กรุงเทพฯ : ม.ป.ป.
- สาธิต ชลชาติภิญโญ. 2548. ที่ว่างามนั้นงามประการใด. การแสดงศิลปะเครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติ
 ครั้งที่ 12 . กรุงเทพฯ : อัมรินทร์พรินติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
 _____ . 2544. เอกสารประกอบการสอนวิชาเซรามิกส์เบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ม.ป.ท.

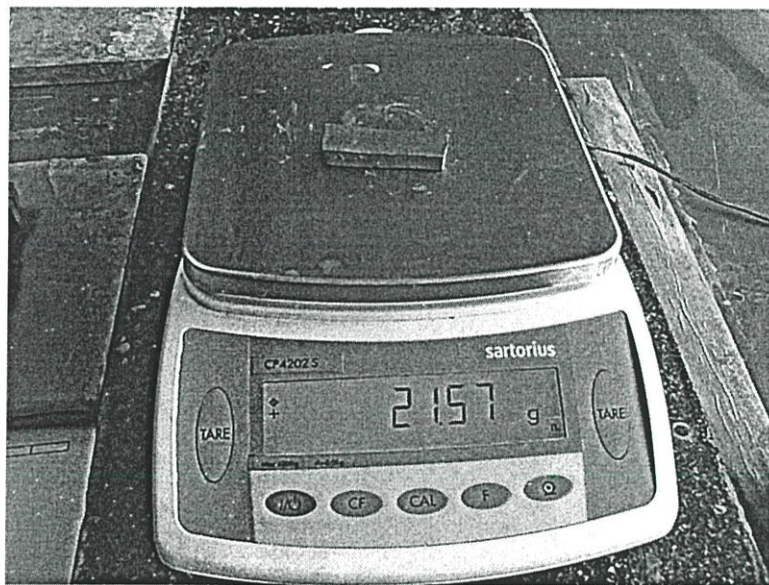
- สายสมร ศรีสวัสดิ์. 2546. "แนวทางการประยุกต์ศิลปะการแกะสลักบนกระดาดทองอังกฤษ เพื่อพัฒนารูปแบบเป็นผลิตภัณฑ์หัตถกรรมสินค้าของที่ระลึก แกะแกร็ด : กรณีศึกษาผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผาประเภท โคมไฟ". กรุงเทพฯ : วิทยาลัยนพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สิริชัย วิไลเจริญพัฒน์. 2548. "การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัตถกรรมสินค้าของที่ระลึกชุดโคมไฟโดยประยุกต์แผ่นใยไหม โดยประยุกต์ใยไหมกับเครื่องปั้นดินเผาด้านเกวียน." กรุงเทพฯ : วิทยาลัยนพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุขุมล เล็กสวัสดิ์. 2542 .การออกแบบและการตกแต่งเครื่องปั้นดินเผา.อักษร โสภณ.
_____ . 2548. เครื่องปั้นดินเผาพื้นฐานการออกแบบและการปฏิบัติงาน. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .
- Hopper, R. 1984. **The Ceramic Spectrum**. Pennsylvania: Chilton Book.
- Kenny, John,B. 1949. **The Complete of Pottery Making**. New York: Chilton Book.
- Nalson, F.H. 1952. **Element of Ceramics**. California: Addison-Wesley Publishing Company.
- Mattison, S. 2003. **The Complete Potter**. Singapore: Page one.
- Rhodes, Daniel. 1963. **Clay and Glazes for the Potter**. London: Pitman Publishing Company.
- Warshaw, J. 2000. **Hand building Pottery Master class**. London: Southwester.

ภาคผนวก

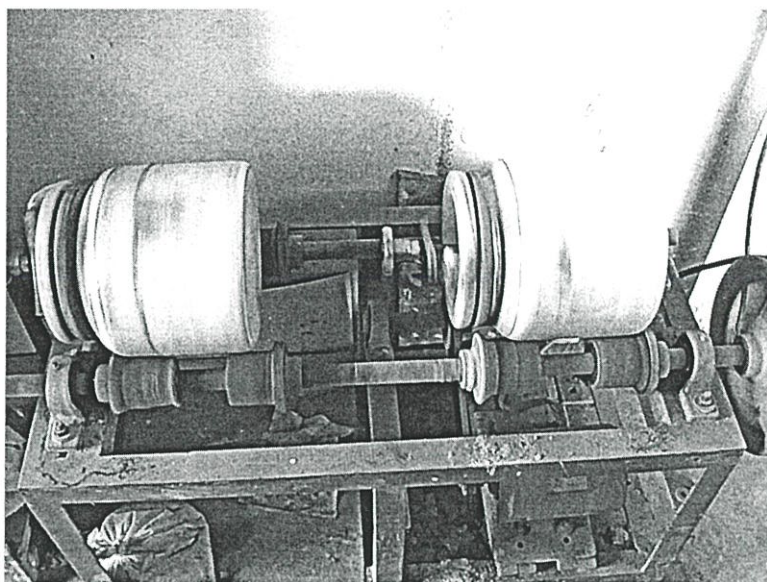
ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



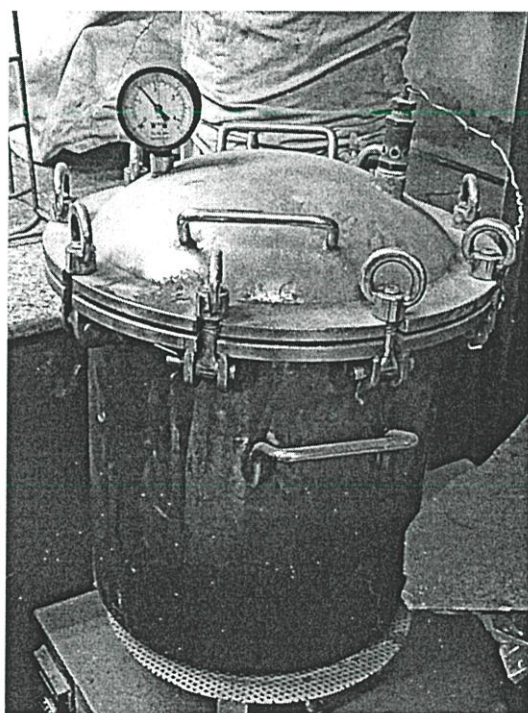
ภาพที่ ก.1 แสดงภาพเครื่องวัดค่าสี มินอลต้า



ภาพที่ ก.2 แสดงเครื่องชั่งดิจิตอล



ภาพที่ ก.3 แสดงหม้อบด



ภาพที่ ก.4 แสดงหม้อต้มแรงดัน

แบบบันทึกผลเพื่อการวิจัย

เรื่อง ผลของการพัฒนาดินตะกอนประปาที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และรูปแบบเครื่องปั้นดินเผา

สาขาวิชา เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำชี้แจง

แบบบันทึกผลนี้จัดทำเพื่อบันทึกเก็บรวบรวมข้อมูลมาใช้เป็น ข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยเพื่อพัฒนาดินตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานีมาใช้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา โดยมีวัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ และทดลองอัตราส่วนผสมของกากดินตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานี แล้วศึกษาคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของเนื้อดินปั้น เพื่อหาอัตราส่วนที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา
2. เพื่อศึกษา และพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากดินตะกอนประปาตามคุณสมบัติของเนื้อดินที่ได้จากการทดลองอัตราส่วนผสม
3. เพื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนผสมเนื้อดินและคุณสมบัติทางกายภาพที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่พัฒนาจากดินตะกอนประปาต่างส่วนผสม สมบัติทดลองอัตราส่วนผสมของกากดินตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานี แล้วศึกษาคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของเนื้อดินปั้น เพื่อหาคุณสมบัติที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องเคลือบดินเผา และนำไปพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาจากดินตะกอนประปาที่ได้จากการทดลองอัตราส่วนผสมตามคุณสมบัติ เพื่อเป็นแนวทางช่างผู้ผลิตนำไปใช้ประโยชน์

นายภานุ ศิริพงษ์ไพโรจน์

นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาอัตราส่วนผสม

ตารางที่ ก.1 ส่วนผสมเชิงเส้นระหว่างดินตะกอนประปากับดินสามโคก

| ชั้นทดสอบที่ | ดินตะกอนประปา | ดินสามโคก | รวม |
|--------------|---------------|-----------|-----|
| 1. | 100 | 0 | 100 |
| 2. | 90 | 10 | 100 |
| 3. | 80 | 20 | 100 |
| 4. | 70 | 30 | 100 |
| 5. | 60 | 40 | 100 |
| 6. | 50 | 50 | 100 |
| 7. | 40 | 60 | 100 |
| 8. | 30 | 70 | 100 |
| 9. | 20 | 80 | 100 |
| 10. | 10 | 90 | 100 |

ทุกส่วนผสมเติมหินฟุ้งน้ำชนิดโปแตสในอัตราส่วนคงที่ร้อยละ 5 และทุกจุดการทดลองเติมหินเขียวหูนามาน โดยมาแปรเปลี่ยนในอัตราส่วนร้อยละ 5 , 10 , 15 จะได้อัตราส่วนผสมทั้งหมด 30 ส่วนผสม

ตารางที่ ก.2 ส่วนผสมเชิงเส้นระหว่างดินตะกอนประปากับดินสามโลก

| ส่วนผสม ที่ | ดินตะกอนประปา | ดินสามโลก | หินพื้นม้าชนิด โปแตส | หินซีเมนต์ หุนมาน |
|----------------|---------------|-----------|-------------------------|----------------------|
| 1. | 100 | 0 | 5 | 5 |
| 2. | 100 | 0 | 5 | 10 |
| 3. | 100 | 0 | 5 | 15 |
| 4. | 90 | 10 | 5 | 5 |
| 5. | 90 | 10 | 5 | 10 |
| 6. | 90 | 10 | 5 | 15 |
| 7. | 80 | 20 | 5 | 5 |
| 8. | 80 | 20 | 5 | 10 |
| 9. | 80 | 20 | 5 | 15 |
| 10. | 70 | 30 | 5 | 5 |
| 11. | 70 | 30 | 5 | 10 |
| 12. | 70 | 30 | 5 | 15 |
| 13. | 60 | 40 | 5 | 5 |
| 14. | 60 | 40 | 5 | 10 |
| 15. | 60 | 40 | 5 | 15 |
| 16. | 50 | 50 | 5 | 5 |
| 17. | 50 | 50 | 5 | 10 |
| 18. | 50 | 50 | 5 | 15 |
| 19. | 40 | 60 | 5 | 5 |
| 20. | 40 | 60 | 5 | 10 |
| 21. | 40 | 60 | 5 | 15 |
| 22. | 30 | 70 | 5 | 5 |
| 23. | 30 | 70 | 5 | 10 |
| 24. | 30 | 70 | 5 | 15 |
| 25. | 20 | 80 | 5 | 5 |
| 26. | 20 | 80 | 5 | 10 |
| 27. | 20 | 80 | 5 | 15 |
| 28. | 10 | 90 | 5 | 5 |
| 29. | 10 | 90 | 5 | 10 |
| 30. | 10 | 90 | 5 | 15 |

1. ทดสอบความเหนียว และความเหมาะสมในการขึ้นรูป

| ส่วนผสม ที่ | ความเหนียว | ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน | ขึ้นรูปด้วยวิธีอิสระ | ขึ้นรูปด้วยพิมพ์ |
|----------------|------------|---------------------|----------------------|------------------|
| 1. | | | | |
| 2. | | | | |
| 3. | | | | |
| 4. | | | | |
| 5. | | | | |
| 6. | | | | |
| 7. | | | | |
| 8. | | | | |
| 9. | | | | |
| 10. | | | | |
| 11. | | | | |
| 12. | | | | |
| 13. | | | | |
| 14. | | | | |
| 15. | | | | |
| 16. | | | | |
| 17. | | | | |
| 18. | | | | |
| 19. | | | | |
| 20. | | | | |
| 21. | | | | |
| 22. | | | | |
| 23. | | | | |
| 24. | | | | |
| 25. | | | | |
| 26. | | | | |
| 27. | | | | |
| 28. | | | | |
| 29. | | | | |
| 30. | | | | |

2. การหดตัวหลังเผา ที่อุณหภูมิ 800 และ 1200 องศาเซลเซียส

| ส่วนผสม ที่ | ความยาวเริ่ม | ความยาวหลัง เผา 800 | ร้อยละเผา 800 | ความยาวหลัง เผา 1200 | ร้อยละเผา 1200 |
|----------------|--------------|------------------------|---------------|-------------------------|----------------|
| 1. | | | | | |
| 2. | | | | | |
| 3. | | | | | |
| 4. | | | | | |
| 5. | | | | | |
| 6. | | | | | |
| 7. | | | | | |
| 8. | | | | | |
| 9. | | | | | |
| 10. | | | | | |
| 11. | | | | | |
| 12. | | | | | |
| 13. | | | | | |
| 14. | | | | | |
| 15. | | | | | |
| 16. | | | | | |
| 17. | | | | | |
| 18. | | | | | |
| 19. | | | | | |
| 20. | | | | | |
| 21. | | | | | |
| 22. | | | | | |
| 23. | | | | | |
| 24. | | | | | |
| 25. | | | | | |
| 26. | | | | | |
| 27. | | | | | |
| 28. | | | | | |
| 29. | | | | | |
| 30. | | | | | |

3. การดูซึมน้ำที่อุณหภูมิต่ำ 800 และ 1200 องศาเซลเซียส

| ส่วนผสม ที่ | นน.หลังต้ม | นน.ก่อนต้ม 800 | ร้อยละเผา 800 | นน.ก่อนต้ม 1200 | นน.หลังต้ม 1200 | ร้อยละเผา 1200 |
|----------------|------------|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| 1. | | | | | | |
| 2. | | | | | | |
| 3. | | | | | | |
| 4. | | | | | | |
| 5. | | | | | | |
| 6. | | | | | | |
| 7. | | | | | | |
| 8. | | | | | | |
| 9. | | | | | | |
| 10. | | | | | | |
| 11. | | | | | | |
| 12. | | | | | | |
| 13. | | | | | | |
| 14. | | | | | | |
| 15. | | | | | | |
| 16. | | | | | | |
| 17. | | | | | | |
| 18. | | | | | | |
| 19. | | | | | | |
| 20. | | | | | | |
| 21. | | | | | | |
| 22. | | | | | | |
| 23. | | | | | | |
| 24. | | | | | | |
| 25. | | | | | | |
| 26. | | | | | | |
| 27. | | | | | | |
| 28. | | | | | | |
| 29. | | | | | | |
| 30. | | | | | | |

4. ความทนไฟ

| ส่วนผสม ที่ | ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส | ที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส |
|----------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1. | | |
| 2. | | |
| 3. | | |
| 4. | | |
| 5. | | |
| 6. | | |
| 7. | | |
| 8. | | |
| 9. | | |
| 10. | | |
| 11. | | |
| 12. | | |
| 13. | | |
| 14. | | |
| 15. | | |
| 16. | | |
| 17. | | |
| 18. | | |
| 19. | | |
| 20. | | |
| 21. | | |
| 22. | | |
| 23. | | |
| 24. | | |
| 25. | | |
| 26. | | |
| 27. | | |
| 28. | | |
| 29. | | |
| 30. | | |

5. สีหลังจากการเผา

| ส่วนผสม ที่ | สีหลังเผาที่ อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส | | | สีหลังเผาที่ อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส | | |
|----------------|--|---|---|---|---|---|
| | L | a | b | L | a | b |
| 1. | | | | | | |
| 2. | | | | | | |
| 3. | | | | | | |
| 4. | | | | | | |
| 5. | | | | | | |
| 6. | | | | | | |
| 7. | | | | | | |
| 8. | | | | | | |
| 9. | | | | | | |
| 10. | | | | | | |
| 11. | | | | | | |
| 12. | | | | | | |
| 13. | | | | | | |
| 14. | | | | | | |
| 15. | | | | | | |
| 16. | | | | | | |
| 17. | | | | | | |
| 18. | | | | | | |
| 19. | | | | | | |
| 20. | | | | | | |
| 21. | | | | | | |
| 22. | | | | | | |
| 23. | | | | | | |
| 24. | | | | | | |
| 25. | | | | | | |
| 26. | | | | | | |
| 27. | | | | | | |
| 28. | | | | | | |
| 29. | | | | | | |
| 30. | | | | | | |

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง ผลของการพัฒนาดินตะกอนประปาที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและ รูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

สาขาวิชา เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามนี้จัดทำเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาใช้เป็น ข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องปั้นดินเผาจากดินตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานี โดยมีวัตถุประสงค์วิจัย คือ

ศึกษาสมบัติทดลองอัตราส่วนผสมของกากดินตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานี แล้วศึกษาคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของเนื้อดินปั้นเพื่อหาคุณสมบัติที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องเคลือบดินเผา

พัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาจากดินตะกอนประปาที่ได้จากการทดลองอัตราส่วนผสมตามคุณสมบัติ ที่ได้

เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบผลิตภัณฑ์และความพึงพอใจของเครื่องปั้นดินเผาที่พัฒนาจากดินตะกอนประปาต่างส่วนผสม ต่างรูปแบบ

2. ผู้ตอบแบบสอบถามนี้ได้แก่ ช่างผู้ผลิต

3. ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามนี้ ใช้สำหรับการศึกษารุ่นนี้เท่านั้น

4. แบบสอบถามนี้ เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับด้านกระบวนการผลิตของผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผา

ขอความกรุณาท่านได้พิจารณาตอบแบบสอบถามตามสภาพความเป็นจริง เพื่อที่จะได้นำข้อมูลที่ท่านตอบแบบสอบถามไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในโอกาสต่อไปและจะถือเป็นความลับในทุกๆกรณี สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

นายภานุ ศิริพงศ์ไพโรจน์

นักศึกษาระดับปริญญาโท

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาเกี่ยวกับ
ความคิดเห็นที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา**

ข้อมูลความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อรูปแบบเครื่องปั้นดินเผาจากดินตะกอนประปาที่ได้จากการพัฒนา

คำชี้แจง ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ท่านมีความคิดเห็นที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากดินตะกอนประปาในด้านต่อไปนี้ในระดับใด

ความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบของผลิตภัณฑ์

1. ด้านกรรมวิธีการผลิต

1.1 ความสะดวกในการผลิตการขึ้นรูป

รูปแบบที่ 1.....

รูปแบบที่ 2.....

รูปแบบที่ 3.....

1.2 ความเหมาะสมของรูปทรงกับการตกแต่ง

รูปแบบที่ 1.....

รูปแบบที่ 2.....

รูปแบบที่ 3.....

1.3 ความสะดวกในการเผา

รูปแบบที่ 1.....

รูปแบบที่ 2.....

รูปแบบที่ 3.....

2. ข้อจำกัดการผลิต

2.1 รูปแบบมีข้อจำกัดในการขึ้นรูป

รูปแบบที่ 1.....

รูปแบบที่ 2.....

รูปแบบที่ 3.....

2.2 รูปแบบมีข้อจำกัดในการตกแต่ง

รูปแบบที่ 1.....

รูปแบบที่ 2.....

รูปแบบที่ 3.....

2.3 รูปแบบมีข้อจำกัดในการเผา

- รูปแบบที่ 1.....
- รูปแบบที่ 2.....
- รูปแบบที่ 3.....

3. ด้านวัสดุที่ใช้ในการผลิต

3.1 ความหนาแน่นของดินเหมาะสมกับรูปแบบ

- รูปแบบที่ 1.....
- รูปแบบที่ 2.....
- รูปแบบที่ 3.....

3.2 คุณสมบัติของเนื้อดินเหมาะสมกับรูปแบบ

- รูปแบบที่ 1.....
- รูปแบบที่ 2.....
- รูปแบบที่ 3.....

3.3 สีของเนื้อดินมีความเหมาะสมกับรูปแบบ

- รูปแบบที่ 1.....
- รูปแบบที่ 2.....
- รูปแบบที่ 3.....

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ในการผลิต

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับด้านความงาม

.....

.....

.....

.....

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง ผลของการพัฒนาดินตะกอนประปาที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและ รูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

สาขาวิชา เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามนี้จัดทำเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาใช้เป็น ข้อมูลพื้นฐานในการวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องปั้นดินเผาจากดินตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานี โดยมีวัตถุประสงค์วิจัย คือ

ศึกษาสมบัติทดลองอัตราส่วนผสมของกากดินตะกอนประปาจังหวัดปทุมธานี แล้วศึกษาคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์ของเนื้อดินปั้นเพื่อหาคุณสมบัติที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องเคลือบดินเผา

พัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาจากดินตะกอนประปาที่ได้จากการทดลองอัตราส่วนผสมตามคุณสมบัติ ที่ได้

เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบผลิตภัณฑ์และความพึงพอใจของเครื่องปั้นดินเผาที่พัฒนาจากดินตะกอนประปาต่างส่วนผสม ต่างรูปแบบ

- ผู้ตอบแบบสอบถามนี้ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญ และผู้ทรงคุณวุฒิ
- ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามนี้ ใช้สำหรับการศึกษารั้งนี้เท่านั้น
- แบบสอบถามเป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

ขอความกรุณาท่านได้พิจารณาตอบแบบสอบถามตามสภาพความเป็นจริง เพื่อที่จะได้นำข้อมูลที่ท่านตอบแบบสอบถามไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในโอกาสต่อไปและจะถือเป็นความลับในทุกๆกรณี สุดท้ายผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

นายภานุ ศิริพงษ์ไพโรจน์

นักศึกษาปริญญาโท

สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความคิดเห็น
ที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากดินตะกอนประปา**

ตอนที่ 2 ข้อมูลความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและรูปแบบเครื่องปั้นดินเผาจากดินตะกอนประปา

คำชี้แจง ให้ท่านทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน

ท่านมีความพึงพอใจที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากดินตะกอนประปาในด้านต่อไปนี้ในระดับใด

| ข้อที่ | ความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบของผลิตภัณฑ์ | ระดับความพึงพอใจ | | |
|-----------|--|--|---|--|
| | |  รูปแบบที่ 1 |  รูปแบบที่ 2 |  รูปแบบที่ 3 |
| 1 | ด้านประโยชน์ใช้สอย | | | |
| 1.1 | รูปแบบมีการใช้งานได้จริง | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 1.2 | รูปแบบสามารถทำความสะอาดได้ง่าย | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 1.3 | รูปแบบมีความมั่นคง | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 1.4 | มีความแข็งแรงทนทาน | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 1.5 | มีขนาดไม่ใหญ่หรือเล็กจนเกินไป | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 1.6 | พื้นผิวภาชนะเหมาะสมกับการใช้งาน | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 1.7 | มีน้ำหนักพอดีไม่หนักหรือเบาจนเกินไป | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 1.8 | รูปแบบเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 2. | ด้านกรรมวิธีการผลิต | | | |
| 2.1 | รูปแบบมีความเหมาะสมในการขึ้นรูป | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 2.2 | รูปแบบมีความเหมาะสมในการตกแต่ง | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 2.3 | รูปแบบมีความเหมาะสมในการเผา | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 3. | ข้อจำกัดการผลิต | | | |
| 3.1 | รูปแบบมีข้อจำกัดในการขึ้นรูป | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 3.2 | รูปแบบมีข้อจำกัดในการตกแต่ง | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 3.3 | รูปแบบมีข้อจำกัดในการเผา | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |

| ข้อที่ | ความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบ ของผลิตภัณฑ์ | ระดับความพึงพอใจ | | |
|--------|--|------------------|-------------|-------------|
| | | รูปแบบที่ 1 | รูปแบบที่ 2 | รูปแบบที่ 3 |
| 4. | ด้านวัสดุที่ใช้ในการผลิต | | | |
| 4.1 | ความหยาบละเอียดของดินเหมาะสม กับรูปแบบ | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 4.2 | คุณสมบัติของเนื้อดินเหมาะสมกับ รูปแบบ | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 4.3 | สีของเนื้อดินมีความเหมาะสมกับ รูปแบบ | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 5. | ความสวยงาม | | | |
| 5.1 | ความสวยงามจากเนื้อดิน | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 5.2 | ความงามจากเคลือบและการตกแต่ง | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 5.3 | ความงามจากการเผา | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 5.4 | ความงามจากรูปทรง | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |
| 5.5 | ความงามจากลักษณะผิว | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 | 5 4 3 2 1 |

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับด้านประโยชน์ใช้สอย

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับข้อจำกัด กรรมวิธีการผลิต

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับด้านคุณสมบัติ

.....

.....

.....

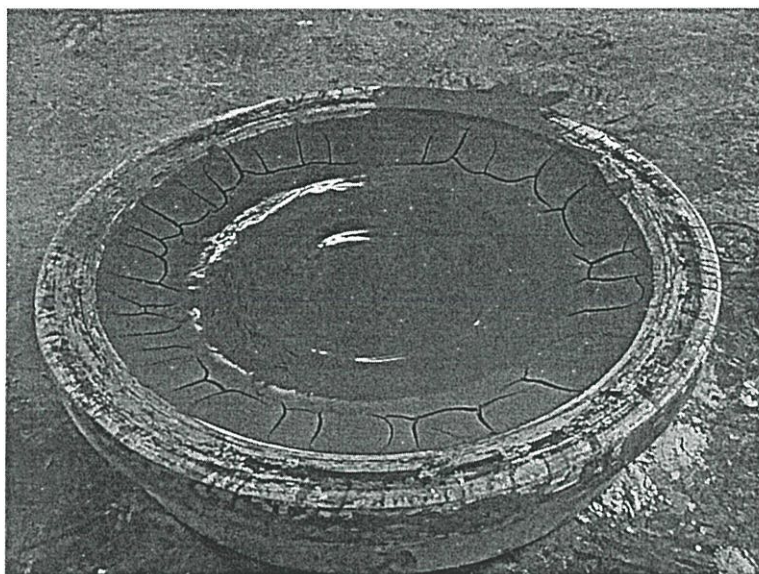
ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับด้านความงาม

.....

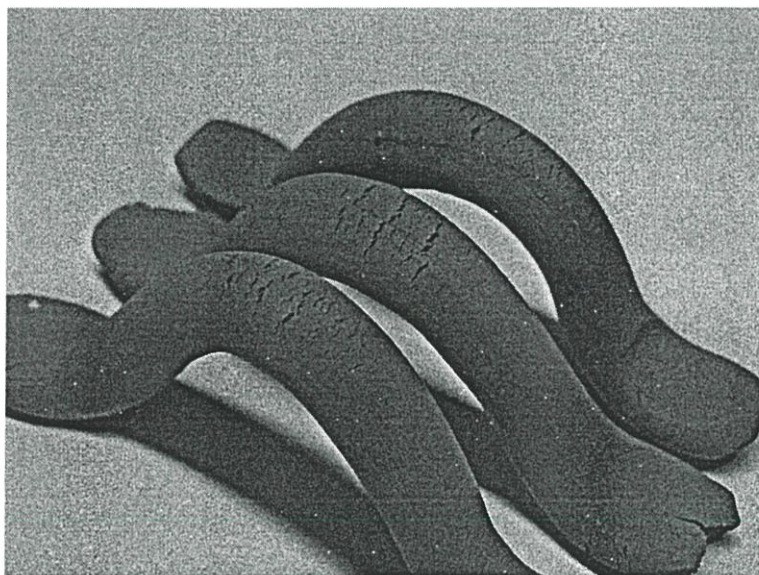
.....

.....

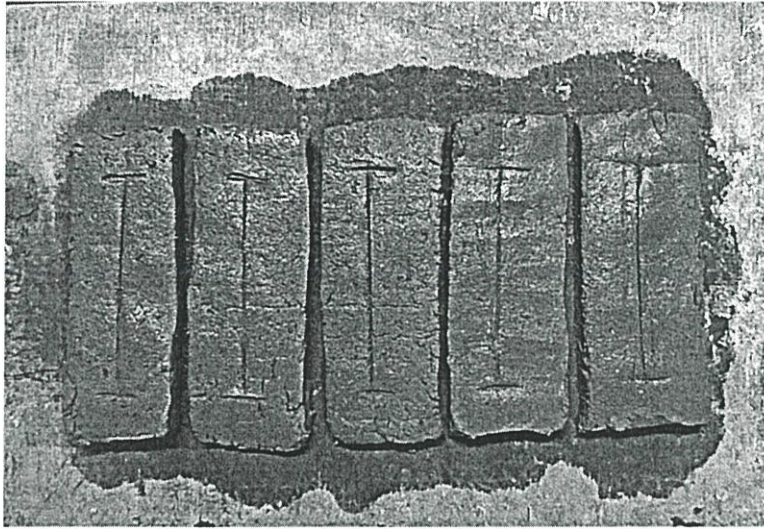
ภาคผนวก ข
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพที่ ข.1 แสดงชั้นทดลองเนื้อดินตะกอนประปา



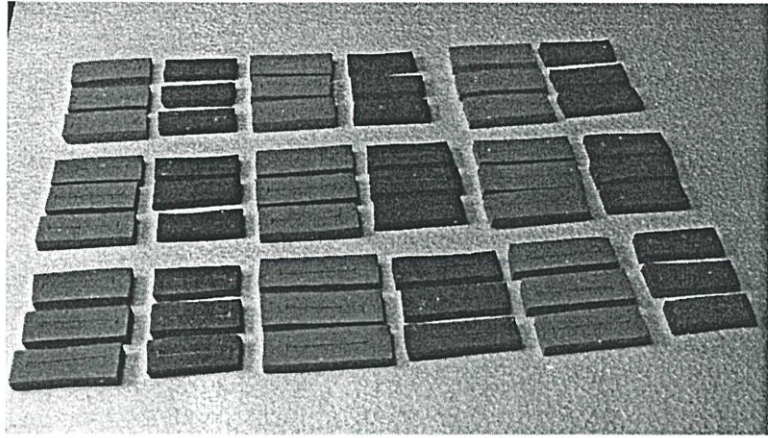
ภาพที่ ข.2 แสดงชั้นทดลองเนื้อดินตะกอนประปา



ภาพที่ ข.3 ชั้นทดลองเนื้อดินตะกอนประปา



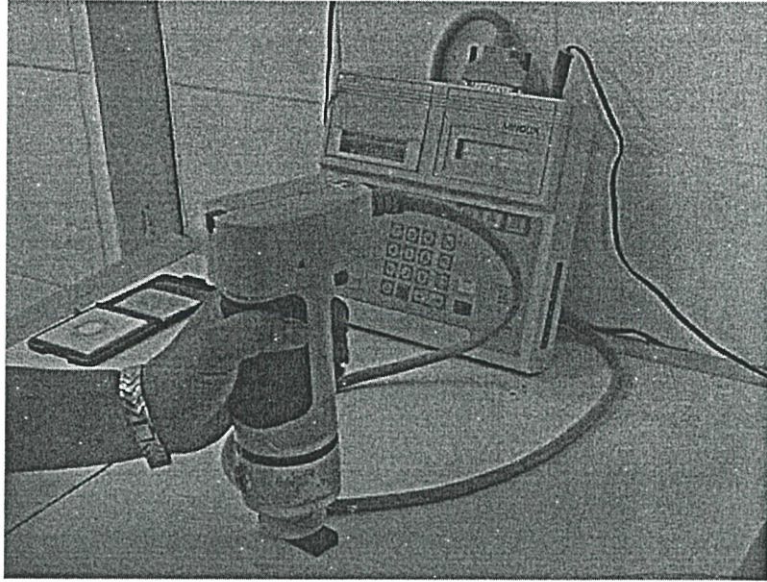
ภาพที่ ข.4 แสดงชั้นทดลองเนื้อดินตะกอนประปา



ภาพที่ ข.5 แสดงชั้นทดลองเนื้อดินตะกอนประปา



ภาพที่ ข.6 ชั้นทดลองเนื้อดินตะกอนประปา



ภาพที่ ข.7 แสดงชิ้นทดลองเนื้อดินตะกอนประปา



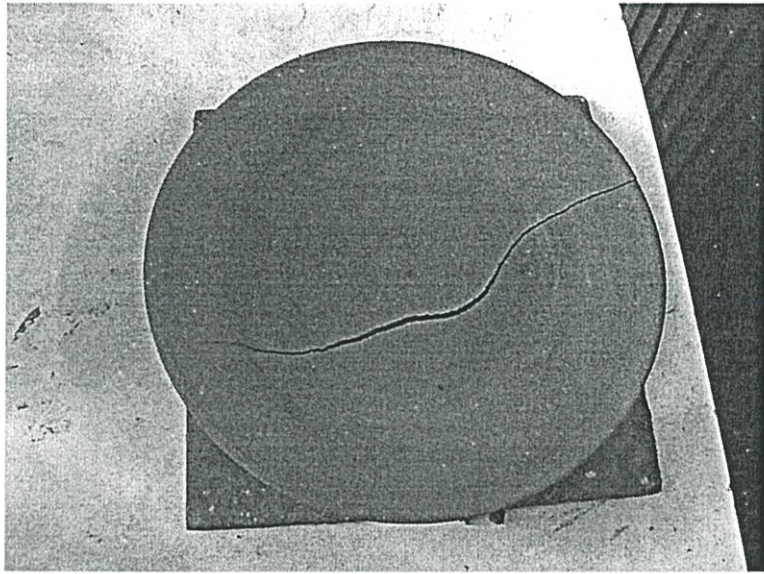
ภาพที่ ข.8 แสดงชิ้นทดลองเนื้อดินตะกอนประปา



ภาพที่ ข.9 แสดงชิ้นทดลองเนื้อดินตะกอนประปา



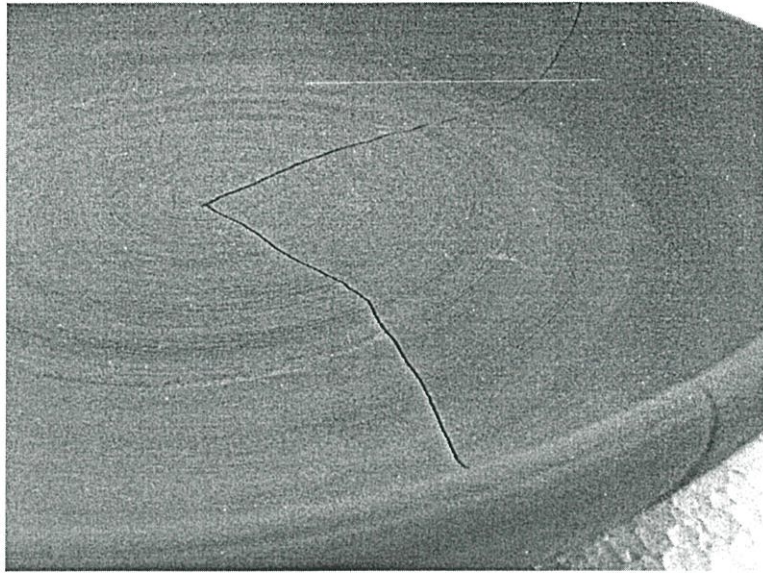
ภาพที่ ข.10 แสดงชิ้นทดลองเนื้อดินตะกอนประปา



ภาพที่ ข.11 ชั้นทดลองเนื้อดินตะกอนประปา

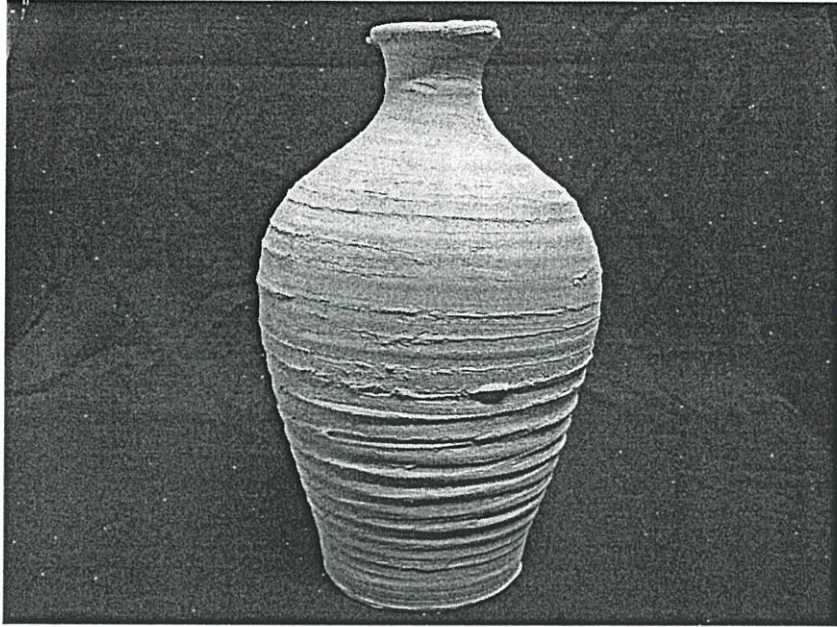


ภาพที่ ข.12 ชั้นทดลองเนื้อดินตะกอนประปา



ภาพที่ ข.13 แสดงชั้นทดลองเนื้อดินตะกอนประปา

ภาคผนวก ค
ภาพต้นแบบผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง



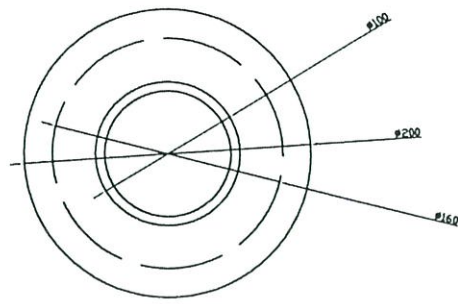
ภาพที่ ค.1 แสดงภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์กลุ่มของตกแต่งสวน



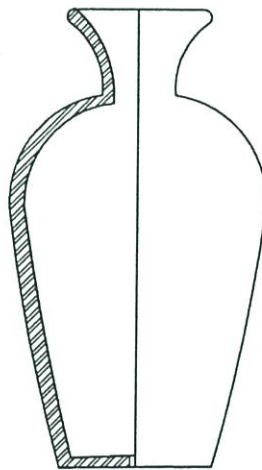
ภาพที่ ค.2 แสดงภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์กลุ่มของแต่งบ้าน



ภาพที่ ค.3 แสดงภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์กลุ่มภาชนะอาหาร



Top View



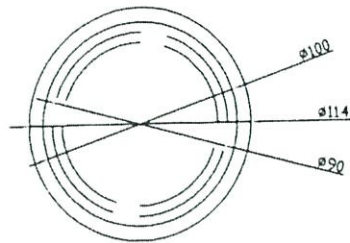
Section Side View

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

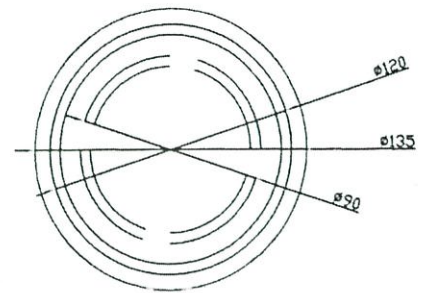
ผลของการพัฒนาจินตนาการประกอบประปาที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและรูปแบบเครื่องปั้นดินเผา

รูปแบบที่ 1

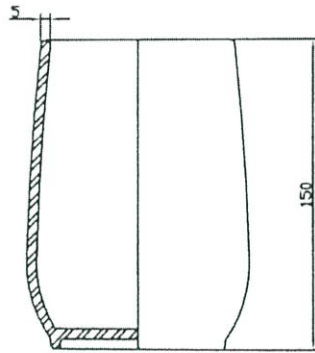
นาย ภาณุ ศิริพงษ์ไพโรจน์ 48063612



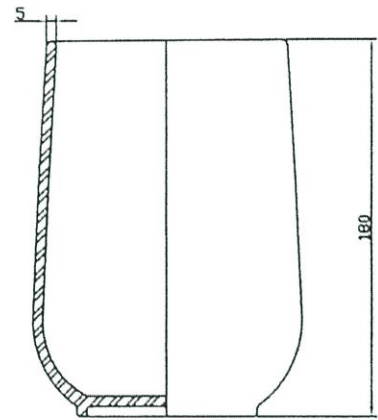
Top View



Top View



Section Side View



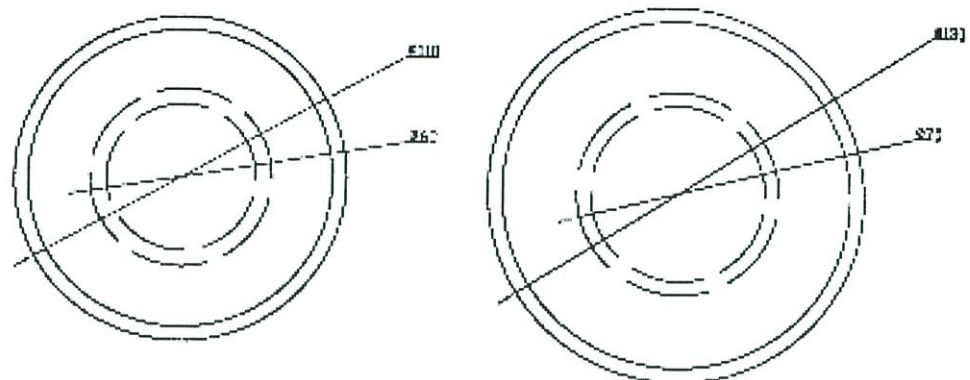
Section Side View

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลของการพัฒนาสินค้าคอนกรีตประปาที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและรูปแบบเครื่องปั้นดินเผา

รูปแบบที่ 2

นาย ภาณุ ศิริพงษ์ไพโรจน์ 48063612

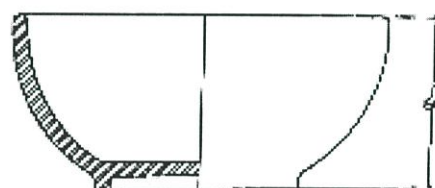


TOP VIEW

TOP VIEW



SECTION SIDE VIEW



SECTION SIDE VIEW

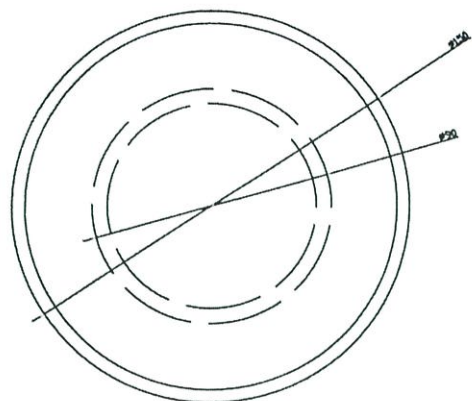
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลของการพัฒนาดินตะกอนประปาที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและรูปแบบเครื่องปั้นดินเผา

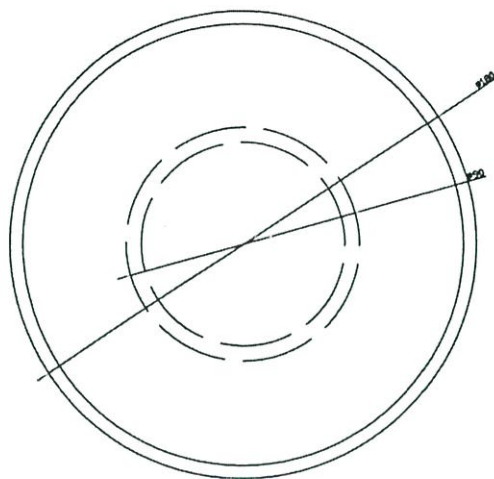
รูปแบบที่ 3

นาย ภาณุ ศิริพงษ์ไพโรจน์

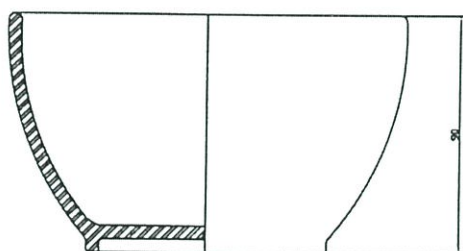
48063612



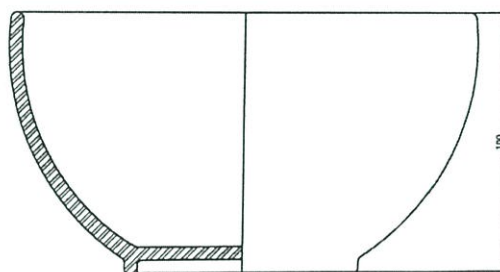
TOP VIEW



TOP VIEW



SECTION SIDE VIEW



SECTION SIDE VIEW

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลของการพัฒนาดินตะกอนประปาที่มีต่อคุณสมบัติทางกายภาพและรูปแบบเครื่องปั้นดินเผา

รูปแบบที่ 3

นาย ภาณุ ศิริพงษ์ไพโรจน์

48063612

ประวัติผู้เขียน

| | |
|--------------------|---|
| ชื่อ-สกุล | นายภานุ ศิริพงศ์ไพโรจน์ |
| วัน เดือน ปีเกิด | 18 กรกฎาคม 2522 |
| สถานที่เกิด | อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม |
| ที่อยู่ | 30 หมู่ 4 ตำบล ไทรงาม อำเภอ บางเลน จังหวัด นครปฐม |
| ประวัติการศึกษา | ปี 2546 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาเทคโนโลยีเซรามิกส์ สถาบันราชภัฏพระนคร ปี 2550 สำเร็จการศึกษาปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาบัณฑิต (คอ.ม.) สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| ประสบการณ์การทำงาน | ปี 2546 ฝ่ายพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ บริษัท เซรามิกส์ลิฟวิง จำกัด ปี 2547 อาจารย์หลักสูตรวิชาเทคโนโลยีเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ |