รายงานฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในท้องถิ่นให้มีเอกลักษณ์และสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชน : กรณีศึกษากลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก”

The Product Development in Local Pottery are Unique and Enhance Value of Community Enterprises : A Case Study of Pottery Products "Bangkeaw-ceramics" TumbulPlungrad AmphoeBangrakum Phitsanulok Province.

โดย วิมล ทองดอนกลิ้ง

เมษายน 2560

สัญญาเลขที่ RDG5950061

รายงานฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในท้องถิ่นให้มีเอกลักษณ์และสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชน : กรณีศึกษากลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก”

The Product Development in Local Pottery are Unique and Enhance Value of Community Enterprises : A Case Study of Pottery Products "Bangkeaw-ceramics" TumbulPlungrad AmphoeBangrakum Phitsanulok Province.

คณะผู้วิจัย	สังกัด
วิมล ทองดอนกลิ้ง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

ชุดโครงการ “การพัฒนาอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม” ปีงบประมาณ 2559

สนับสนุนโดย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
(ความเห็นในรายงานฉบับนี้เป็นของผู้วิจัย วช. - สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในท้องถิ่นให้มีเอกลักษณ์และสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชน : กรณีศึกษากลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “ บางแก้วเซรามิค ”
ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก”

The Product Development in Local Pottery are Unique and Enhance Value of Community Enterprises : A Case Study of Pottery Products " Bangkeaw-ceramics " TumbulPlungrad AmphoeBangrakum Phitsanulok Province.

ผู้วิจัย นายวิมล ทองดอนกลิ้ง

ความสำคัญ

เครื่องปั้นดินเผาเครื่องปั้นดินเผากลุ่ม OTOP บางแก้วเซรามิค ถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการรวมกลุ่มกัน “หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP)” เป็นกลุ่ม sme ที่มีการดำเนินงานด้านกิจการการผลิตขนาดย่อม ไม่เกิน 50 คนและกิจการการค้าขนาดย่อม ไม่เกิน 25 คนกำลังการผลิต 7,500 ชิ้นต่อเดือน ผลิตเครื่องปั้นดินเผา (ประเภทสโตนแวร์) ขึ้นทำให้ประชาชน เกิดการสร้างงานมีรายได้เกิดขึ้นและเป็นชุมชนเข้มแข็ง ห่างไกลจากยาเสพติดเครื่องปั้นดินเผา กลุ่ม OTOP บางแก้วเซรามิค ถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงและเป็นที่รู้จักกันเป็นอย่างดีในเรื่องของตัวผลิตภัณฑ์ซึ่งมีเอกลักษณ์เฉพาะ แต่มีผลิตภัณฑ์อยู่ไม่กี่ประเภท ไม่ได้รับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในเรื่องของเอกลักษณ์ ของบางแก้วเซรามิค ให้มีความโดดเด่นแตกต่างจากที่อื่นและวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตยังคงต้องสั่งซื้อจากบริษัทซึ่งเป็นดินสำเร็จรูป (ดินบริษัท) ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง ซึ่งเมื่อเกิดปัญหาระหว่างเนื้อดินปั้นกับน้ำเคลือบทางโรงงานไม่สามารแก้ปัญหาเองได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์ขายไม่ได้ ในการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละครั้งจะมีของเสียมาก ถ้าเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ก็จะมีปริมาณ 40 – 50 เปอร์เซ็นต์ ต่อหนึ่งครั้ง ทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นด้วย (อัศวิน นิลเต่า,2556) เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อกิจกรรมของกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาและเกิดคุณค่าต่อผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา รวมทั้งเป็นการสร้างรายได้และเสริมอาชีพแก่คนในท้องถิ่น ผู้วิจัย จึงมีแนวทางที่จะแก้ปัญหาเกี่ยวกับวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้งเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบเพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นกับกระบวนการผลิตและเพื่อค้นหาเอกลักษณ์ผลิตภัณฑ์ให้สามารถเพิ่มความสามารถในกาแข่งขันทางกาตลาดเชิงพานิชย์และสามารถแข่งขันในตลาดอาเซียนได้ ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้สามารถเป็นข้อมูลและประโยชน์สำหรับผู้ที่จะศึกษาด้านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อกิจกรรมของกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาและเกิดคุณค่าต่อผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา รวมทั้งเป็นการสร้างรายได้และเสริมอาชีพแก่คนในท้องถิ่น อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและน้ำเคลือบที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นงานเพื่อลดความเสียหายจากกระบวนการผลิต

2. เพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาโดยการนำอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นและวิถีชีวิตมาเป็นแนวทางในการออกแบบ

3. เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ผ่านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่โดยมีเอกลักษณ์ ของบางแก้วมีความโดดเด่นแตกต่างจากที่อื่นและเป็นเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่น นำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง และเพื่อให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามรายละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

วิธีการการดำเนินการวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการศึกษา สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ คือ เพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาโดยการนำอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นและวิถีชีวิตเป็นแนวทางในการออกแบบ สามารถสรุปประเด็นในการศึกษา ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีการสร้างเครื่องมือในการวิจัย
4. กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชาชนทั่วไปที่สนใจในพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ประชากร หมายถึง กลุ่มเป้าหมายที่มาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 200 คน กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง กลุ่มเป้าหมายที่มาเลือกซื้อพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา 200 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การวิจัยการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ลือกใช้เครื่องมือในการวิจัย คือ

2.1 แบบสัมภาษณ์ ลักษณะของเครื่องมือ แบบสัมภาษณ์เป็นแบบกำหนดรูปแบบ (Formal lnterview) คือมีการกำหนด โครงสร้าง ของคำถามไว้เรียบร้อยแล้ว แล้วใช้สัมภาษณ์ตามแบบสัมภาษณ์ที่กำหนดไว้ เป็นเครื่องมือที่ใช้สัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ซึ่งใช้รวบรวมข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจากหวายเทียม เพื่อนำมาข้อมูลในการศึกษาและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

2.2 แบบสอบถาม ลักษณะของเครื่องมือ แบบสอบถามนี้จะทำการสอบถามกลุ่มเป้าหมายของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ซึ่งใช้รวบรวมข้อมูลความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาทางด้านรูปแบบ โดยแบบสอบถามแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นแบบสอบถาม แบบให้เลือกตอบ ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์หัตถกรรมกรณีศึกษา เฟอร์นิเจอร์จากหวายเทียม ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วน โดยกำหนดน้ำหนัก แบบสอบถามประมาณค่าความพึงพอใจ 4 ระดับ หรือระดับการตัดสิน (คะแนน) คือ 4 หมายถึง พึงพอใจดีมาก 3 หมายถึง พึงพอใจดี 2 หมายถึง พึงพอใจพอใช้ 1 หมายถึง พึงพอใจต้องปรับปรุง

2.3 แบบประเมินผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ ลักษณะของเครื่องมือ แบบประเมินผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา จะทำการตัดสินทางเลือกจากแบบร่าง 3.2.4 แบบสำรวจผลิตภัณฑ์/และสภาพการจำหน่าย แบบสำรวจเป็นแบบกำหนดรูปแบบ (Formal lnterview) คือมีการกำหนด โครงสร้างของคำถามไว้เรียบร้อยแล้ว แล้วใช้สัมภาษณ์ตามแบบสัมภาษณ์ที่กำหนดไว้ เป็นเครื่องมือที่ใช้สำรวจ

ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ซึ่งใช้ รวบรวมข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะของผลิตภัณฑ์หัตถกรรมและสภาพการจำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา เพื่อนำมาข้อมูลในการศึกษาและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

3. วิธีการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

3.1 แบบสอบถาม มีขั้นตอนดังนี้ 1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการทำแบบสอบถาม 2. กำหนดเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในการแสดงความคิดเห็น และความพึงพอใจของ ลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ประกอบด้วย

- ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
- ข้อมูลความพึงพอใจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หัตถกรรม
- ข้อมูลแสดงความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม
- นำแบบสอบถามที่ได้มาทำการพิจารณาเพื่อแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยต่อไป

4. กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์

กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้หลักกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของ (ดร. อุไรวรรณ ปิติมณียากุล. 2546)

1. การนำแนวคิดที่ได้จากข้อมูลมาพัฒนาการออกแบบผลิตภัณฑ์ (concept development) ซึ่งสมควรมีความคิดที่หลากหลายเพื่อนำมาช่วยการพัฒนาการออกแบบ ที่ครอบคลุมความต้องการของกลุ่มเป้าหมายได้

2. การนำแนวคิดที่พัฒนาออกแบบผลิตภัณฑ์ให้เป็นรูปร่างหลายแบบหลายแนวคิด โดยต้องดูความเป็นไปได้ของการผลิต การใช้งานทางด้านลักษณะต่างๆ

3. การวิเคราะห์แบบผลิตภัณฑ์ ในเรื่องคุณลักษณะด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์ สามารถสรุปการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในขั้นตอนการออกแบบ ผลิตภัณฑ์ ได้ดังนี้ 1. การตัดสินใจในการเลือกซื้อของกลุ่มเป้าหมาย ที่มีผลต่อการเลือกซื้อ ผลิตภัณฑ์ ที่มีปริมาณของผู้ที่เลือกเป็นลำดับแรกสูงสุด คือ “รูปแบบ” สามารถปรับเปลี่ยนได้ ใช้ได้ทั้งภายนอก-ภายใน อาคาร 2. ความต้องการของกลุ่มเป้าหมายทางด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรมกรณีศึกษา เฟอร์นิเจอร์จากหวายเทียมมากที่สุด คือ ชุดรับแขก 3. คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆที่กลุ่มเป้าหมายต้องการให้พัฒนาปรับปรุง ที่มีปริมาณของผู้ที่เลือกเป็นลำดับแรกสูงสุด คือ “รูปแบบแปลกใหม่ สะดุดตา”

4. ความชอบในรูปลักษณ์เส้นหวายสังเคราะห์ของผลิตภัณฑ์หัตถกรรมกรณีศึกษาเฟอร์นิเจอร์จากหวายเทียม ดังนี้

4.1 รูปทรงเส้นหวายหวายสังเคราะห์ คือ “รูปทรงแบนแบบพระจันทร์เสี้ยว”

4.2 พื้นผิวเส้นหวาสังเคราะห์ คือ “ผิวมีร่องเป็นลายเส้นคล้ายเส้นหวาย ธรรมชาติตลอดความยาวของเส้น”

4.3 สีเส้นหวายสังเคราะห์ คือ “สีคล้ายสีโลหะ”

5. สามารถนำผลสรุปแนวคิดและแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้ มาใช้ใน ขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ เริ่มศึกษาความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์ด้วยการร่างแบบ เพื่อแสดงถึง รูปร่างลักษณะ และส่วนประกอบของโครงสร้าง 2-3 มิติ ในขั้นตอนนี้ จึงเป็นการแสดงแนวความคิด สร้างสรรค์ในกระบวนการขั้นต้นหลาย ๆ แบบเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ และการคำนวณเบื้องต้น ตลอดจนเงินทุนงบประมาณดำเนินการ และเพื่อการพิจารณาคัดเลือกแบบร่างไว้ เพื่อพัฒนาให้ สมบูรณ์ในขั้นตอนต่อไป

6. การพัฒนาต้นแบบจริง เมื่อแบบโครงสร้างได้รับการแก้ไขและพัฒนาแล้ว ลำดับ ต่อมาต้องทำหน้าที่เขียนแบบ เพื่อกำหนดขนาด รูปแบบและสัดส่วนจริง ด้วยการเขียนภาพประกอบ แสดงรายละเอียดของรูปแปลน รูปด้านต่างๆ ทัศนียภาพ หรือภาพ แสดงการประกอบของ ส่วนประกอบต่างๆ มีการกำหนดมาตราส่วน บอกชนิดและประเภทวัสดุ ที่ใช้มีข้อความคำสั่งที่สื่อสาร ความเข้าใจกันได้ในกระบวนการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ของจริง แต่การ ได้มาซึ่งรายละเอียดเพื่อนำไป ผลิตจริงดังกล่าวนั้น จะต้องสร้างต้นแบบจำลองที่สมบูรณ์ขึ้นมา เพื่อวิเคราะห์โครงสร้าง และจำแนก แยกแยะส่วนประกอบต่างๆ ออกมาศึกษา

6.1 กระบวนการออกแบบส่วนประกอบบนผลิตภัณฑ์ ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้หลักกระบวนการออกแบบส่วนประกอบบนผลิตภัณฑ์ของปุ่น คง เจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ (2541 หน้า 71) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ 1. กำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งเป็นขั้นตอนของการตั้งเกณฑ์ และความต้องการ ของการออกแบบ 2. การเสนอแนวคิดเบื้องต้น โดยเป็นการลำดับความคิดออกมาหลาย ๆ แบบ โดย อาศัยข้อมูลที่สรุปได้จากข้อ 1 เพื่อให้ได้แนวคิดและจินตภาพที่สัมพันธ์กับโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ โดยมีการกำหนดรูปแบบ ขนาด สัดส่วน สีสัน และอื่นๆ ไว้อย่างคร่าวๆ เพื่อศึกษาถึงผลิตภัณฑ์ อย่างไรจึงจะเหมาะสม และให้ผลต่อการมองในแต่ละรูปแบบอย่างไรบ้าง 3. การพัฒนาและการแก้ไขแบบ เป็นขั้นตอนการนำแบบร่างมาพัฒนารูปแบบมี การขยายรายละเอียดส่วนประกอบย่อยต่างๆ ให้เห็นชัด กำหนด ขนาด สัดส่วน สีสัน แสดงรูปลักษณ์ ให้ใกล้เคียงทำแบบเหมือนจริงให้มากที่สุด เพื่อการนำเสนอให้เกิดการยอมรับ หรือเปลี่ยนแปลงแก้ไข ให้เป็นไปตามลักษณะที่กลุ่มตัวอย่างต้องการ 4. การวิเคราะห์ผลงานออกแบบ จัดทำผลิตภัณฑ์จำลองรูปทร 3 มิติ เท่าของจริง เพื่อทำการวิเคราะห์ถึงปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น เป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนการตัดสินใจนำไปสร้างแบบ จริง เช่น การมองในทิศทางต่างๆ การเปรียบเทียบ ลักษณะด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

5.1 ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เซรามิกส์และข้อมูลจากผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงการศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการ และปัญหาของผลิตภัณฑ์ เดิมโดยทำการสัมภาษณ์ผู้จำหน่าย ซึ่งการสัมภาษณ์นั้นผู้วิจัยเป็นผู้ทำการสัมภาษณ์ด้วยตนเอง

5.2 เก็บข้อมูลโดยการบันทึกภาพและเก็บรายละเอียดของผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเซรามิกส์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเซรามิกส์ ซึ่งผู้วิจัยจะทำการบันทึกภาพด้วยตนเอง

5.3 การเก็บแบบสอบถาม

1. ผู้วิจัยทำการติดต่อขอความร่วมมือ ในการที่จะแจกแบบสอบถามให้กับกลุ่ม ตัวอย่าง
2. ผู้วิจัยนำแบบสอบถามไปให้กลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง
3. ผู้วิจัยรับแบบสอบถามคืนด้วยตนเอง

5.4 การเก็บแบบประเมินผลงานการออกแบบ

1. ผู้วิจัยติดต่อแจ้งความจำนงค์ ในการแจกแบบประเมินผลงานการออกแบบ ต่อผู้ประเมินโดยการเข้าไปพบล่วงหน้า 7 วัน
2. ผู้วิจัยนำแบบประเมินผลงานการออกแบบไปให้ผู้ประเมินด้วยตนเอง
3. ผู้วิจัยรับแบบประเมินผลงานการออกแบบคืน

6. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงบรรยาย
2. การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามด้านความพึงพอใจ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหา

ค่าเฉลี่ย เมื่อได้ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามแล้วนำมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินด้านความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ได้แนวทางในการออกแบบ

สรุปผลการวิจัย / อภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการศึกษาและควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและน้ำเคลือบที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นงานเพื่อลดความเสียหายจากกระบวนการผลิต

จากการศึกษาและควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและน้ำเคลือบที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นงานเพื่อลดความเสียหายจากกระบวนการผลิต จำนวน 24 ครั้ง ทุก 15 วัน เพื่อควบคุมวัตถุดิบน้ำดินให้มีคุณภาพคงที่และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ลดความเสียหายจากกระบวนการผลิตและเนื่องจากน้ำเคลือบสั่งสำเร็จจากโรงงานไม่มีผลวิเคราะห์ทางเคมีจึงไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้จึงใช้วิธีสัมภาษณ์กลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” และสังเกตผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตอยู่ในกระบวนการ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาความสำคัญอยู่ที่การนำไปใช้งานจะต้องรู้ถึงลักษณะคุณสมบัติเฉพาะ ขอบเขตและข้อจำกัดในเครื่องปั้นดินเผาไปใช้ก่อนด้วยเหตุนี้การนำเครื่องปั้นดินเผาไปใช้ต้องคำนึงถึงหน้าที่และวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้เนื่องจากผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผามีหลากหลายรูปแบบและแต่ละรูปแบบหรือลักษณะมีหน้าที่ต่างกันเพราะฉะนั้นการนำไปใช้ย่อมต่างกันไปด้วยสุดท้ายผลิตภัณฑ์นั้นก็ไม่มีประโยชน์

สรุปผลการออกแบบผลิตภัณฑ์

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาโดยการนำอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นและวิถีชีวิตมาเป็นแนวทางในการออกแบบ เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ผ่านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่โดยมีเอกลักษณ์ ของบางแก้วมีความโดดเด่นแตกต่างจากที่อื่นและเป็นเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่น นำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ ที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตความเป็นอยู่ใน สังคมปัจจุบัน ที่ใช้หลักของการออกแบบอย่างยั่งยืน โดยดำเนินการวิจัยด้วยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาเอกสาร ตำรา และเก็บข้อมูลภาคสนามโดยการสัมภาษณ์ และการตอบ แบบสอบถามกลุ่มประชากรเป้าหมายจำนวน 1 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์และสามารถสรุปผลการวิจัยอภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ความสำคัญอยู่ที่การนำไปใช้งานจะต้องรู้ถึงลักษณะคุณสมบัติเฉพาะ ขอบเขตและข้อจำกัดใน เครื่องปั้นดินเผาไปใช้ก่อนด้วยเหตุนี้การนำเครื่องปั้นดินเผาไปใช้ต้องคำนึงถึงหน้าที่และวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้เนื่องจากผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผามีหลากหลายรูปแบบและแต่ละรูปแบบหรือลักษณะมีหน้าที่ต่างกันเพราะฉะนั้นการนำไปใช้ย่อมต่างกันไปด้วยสุดท้ายผลิตภัณฑ์นั้นก็ไม่มีประโยชน์ การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา การเปลี่ยนแปลงของสังคมที่แปรผัน ดังนั้น สิ่งที่สำคัญที่สุดคือผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของระพีพรรณ ทองหล่อและคณะฯ (2546 หน้า 29-31) ตามหลักทฤษฎีการจูงใจของแม็กไกร์ ดังนี้ 1) ความต้องการความสอดคล้องกัน (Need for Consistency) เป็นความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการให้ทุกด้านทุกส่วนของตนเอง สอดคล้องกลมกลืนกันและกัน ได้แก่ ทัศนคติ พฤติกรรมการแสดงออกต่างๆ ความคิดเห็น ภาพลักษณ์ เกี่ยวข้องกับตนเอง 2) ความต้องการทราบเหตุผลที่ไปที่มาของสิ่งต่างๆ (Need to Attribute Causation) เป็นความต้องการเพื่อที่จะทราบว่าใครหรืออะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้สิ่งต่างๆเกิดขึ้น และ สิ่งที่เกิดขึ้นผลในทางที่ดีหรือไม่ดีกับตัวเองหรือสิ่งอื่นๆ ผลของการพัฒนาแบบในครั้งนี้ได้แบบ เพื่อนำไปพัฒนาสร้างเป็นต้นแบบในการสร้างผลิตภัณฑ์ โดยมี แบบที่ 1. ชุดแก้วมีหู จำนวน 5 แบบ 2. ชุดแก้วไม่มีหู จำนวน 5 แบบ 3. ชุดกาแฟ จำนวน 5

แบบ 4. ชุดถ้วย จาน ชาม จำนวน 5 แบบ 5. ชุดห้องน้ำ จำนวน 5 แบบ ซึ่งนำไปสร้างต้นแบบและทำพิมพ์เพื่อทำการผลิตชิ้นงานให้กับกลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก เป็นต้นแบบในการผลิตเชิงพานิชย์ต่อไปและเนื่องจากมีการปรับปรุงแบบเพื่อไม่ให้กระทบต่อกระบวนการผลิตที่ผลิตอยู่แล้วจึงคงไว้ซึ่งกระบวนการเดิมไว้ซึ่งกระบวนการเดิมของทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา บางแก้วเซรามิกส์ แต่ทางกลุ่มขอเพิ่มเทคนิคการตกแต่งลวดลายเพิ่มเติมด้วยเทคนิคใหม่อื่นๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ของทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา บางแก้วเซรามิกส์ (อัศวิน นิลเต่า ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา บางแก้วเซรามิกส์) และทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับกลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ต่อไป

ตอนที่ 5 สรุปผลการผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ผ่านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่โดยมีเอกลักษณ์ ของบางแก้วมีความโดดเด่นแตกต่างจากที่อื่นและเป็นเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่น นำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์

สรุปผลจากการออกแบบคือได้มีการผลิตต้นแบบจำนวน 10 แบบที่ได้ออกแบบจากเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่นและได้มีการดำเนินการผลิตชิ้นงานโดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผาบางแก้วเซรามิกส์ โดยการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านเทคนิคการหล่อและการตกแต่งชิ้นงานเพื่อให้ชิ้นงานมีความสมบูรณ์มากที่สุดเนื่องจากการขึ้นรูปชิ้นงานมีความละเอียดค่อนข้างมากจำเป็นต้องอาศัยความปราณีตเป็นอย่างมาก สามารถจำหน่ายให้ผู้บริโภคทั้งภายในและภายนอกจังหวัดและผู้ที่สนใจได้

ปัญหาและอุปสรรค์

เนื่องจากในระหว่างการทำการทดลองและการวิจัยนั้นมีการเปลี่ยนแปลงด้านกระบวนการผลิตของทางกลุ่มจึงทำให้การดำเนินการทดลองนั้นประสบปัญหาด้านกระบวนการผลิตซึ่งทำให้มีการเปลี่ยนแปลงและปรับกระบวนการผลิตซึ่งส่งผลกระทบต่อกระบวนการวิจัยดังนั้นก่อนดำเนินการวิจัยควรศึกษาด้านความเสี่ยงของกลุ่มเป้าหมายในการทำวิจัย

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำวิจัยไปใช้

1.1 ควรนำผลการทดลองเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบไปทดลองผลิตจริงเพื่อช่วยในการลดต้นทุนในการผลิตของกลุ่ม

1.2 ควรศึกษาวัตถุดิบท้องถิ่นเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา เช่น ดินพื้นที่ใกล้เคียงเพื่อให้เกิดความหลากหลายในด้านการนำวัตถุดิบมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเกิดความหลากหลายในการนำไปใช้

1.3 ด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์ สามารถต่อยอดในการพัฒนาต่อไปได้ อีก โดยคำนึงถึงสัดส่วนมนุษย์ พฤติกรรมผู้บริโภค การเพิ่มประโยชน์ใช้สอยในด้านอื่นๆ การนำเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาร่วมพัฒนา เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและรูปแบบ การนำต้นกกไปใช้ทดแทน วัสดุอื่นในการผลิต เน้นลักษณะเด่นซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา เช่น ผลิตภัณฑ์ตกแต่งภายในทั่วไปที่สามารถเคลื่อนย้ายสะดวกและใช้ ภายนอกและภายในอาคารได้

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ สรุปได้ว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในท้องถิ่นให้มีเอกลักษณ์และสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชน : กรณีศึกษากลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก สามารถทำได้หลากหลายรูปแบบการศึกษาข้อมูลที่หลากหลายและมากพอจะทำให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นไปอย่างก้าวกระโดดและเนื่องจากสภาพสังคมวิถีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ผลิตภัณฑ์จากกกต้องปรับตัวเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเพื่อให้ทันต่อความต้องการของมนุษย์ เศรษฐกิจและสังคม

บทคัดย่อภาษาไทย

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในท้องถิ่นให้มีเอกลักษณ์และสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชน : กรณีศึกษากลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก” มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อทดลองหาสูตรส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ จากแหล่งดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลกโดยเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียสในบรรยากาศออกซิเดชัน (preliminary data) 2. เพื่อทดลองศึกษาลักษณะของเคลือบที่ใช้ดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล จังหวัดพิษณุโลกเป็นส่วนผสมโดยเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียสในบรรยากาศออกซิเดชัน (preliminary data) 3. เพื่อศึกษาและควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและน้ำเคลือบที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นงานเพื่อลดความเสียหายจากกระบวนการผลิต 4. เพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาโดยการนำอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นและวิถีชีวิตมาเป็นแนวทางในการออกแบบจำนวน 20 แบบ 5. เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ผ่านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่โดยมีเอกลักษณ์ ของบางแก้วมีความโดดเด่นแตกต่างจากที่อื่นและเป็นเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่นนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ จำนวน 200 ชิ้น ซึ่งประสิทธิภาพ พบว่าแต่ละสูตรส่วนผสมจะให้สีใกล้เคียงกันค่าของสีเนื้อดินปั้นตั้งแต่สีครีม สีเทาอมครีม สีน้ำตาลอมครีม สีน้ำตาลอ่อน จนถึงสีน้ำตาลเข้ม และสีน้ำตาลแดง สีที่ปรากฏนั้นเป็นสีที่มาจากเฟอร์ริกออกไซด์จากเนื้อดินซึ่งสรุปได้ว่า ในช่วงของสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่มีคุณภาพมีส่วนผสมของดิน 11 ตัวอย่าง อยู่ในปริมาณมากจึงเหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาประเภทสโตนแวร์ ที่จำเป็นต้องอาศัยเนื้อดินปั้นที่มีความเหนียวในการผลิตและมีส่วนผสมของดินขาวลำปางซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติช่วยให้ผลิตภัณฑ์ มีความขาวและมีส่วนผสมของเฟลด์สปาร์เป็นตัวช่วยก่อให้เกิดเนื้อแก้วในเนื้อดินปั้นอีกด้วย และจากการทดลองเนื้อดินปั้นที่มีส่วนผสมของดินเป็นวัตถุดิบหลักผลิตภัณฑ์เกิดความเสียหายเพียง 3% จากเดิม 15 % อันเนื่องมากจากการบิดเบี้ยวและเกิดตำหนิบนตัวผลิตภัณฑ์ การวิจัยในครั้งนี้เนื้อดินปั้นที่ได้มีความเหมาะสมกับการผลิตเครื่องปั้นดินเผาประเภทสโตนแวร์เป็นอย่างยิ่งและจากการคัดเลือกสูตรส่วนผสมที่ได้จากการทดลองนำไปให้ผู้ประกอบการจำนวน 11 สูตรส่วนผสม ของเนื้อดินปั้นดินตำบลบางระกำ1 สูตรส่วนผสมที่ 19 เนื้อดินปั้นดินตำบลหนองกุลา 2 สูตรส่วนผสมที่ 19 เนื้อดินปั้นดินตำบลชุมแสงสงคราม 3 สูตรส่วนผสมที่ 1 เนื้อดินปั้นดินตำบลท่านางงาม 4 สูตรส่วนผสมที่ 5 เนื้อดินปั้นดินตำบลบ่อทอง 5 สูตรส่วนผสมที่ 20 เนื้อดินปั้นดินตำบลบึงกอก 6 สูตรส่วนผสมที่ 26 เนื้อดินปั้นดินบ้านปลักแรด 7 สูตรส่วนผสมที่ 21 เนื้อดินปั้นดินตำบลนิคมพัฒนา 8 สูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นดินตำบลคุยม่วง 9 สูตรส่วนผสมที่ 34 เนื้อดินปั้นดินตำบลวังอิทก 10 สูตรส่วนผสมที่ 10 และเนื้อดินปั้นดินตำบลพันเสา 11 สูตรส่วนผสมที่ 10 ผลจากการทดลองขึ้นรูปด้วยวิธีขึ้นรูปด้วยใบมีดคือสามารถขึ้นรูปได้ทุกสูตรส่วนผสมซึ่งเป็นที่น่าพอใจของผู้ประกอบการบางแก้วเซรามิค

ผลการทดลองน้ำเคลือบโดยใช้ดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล โซดาเฟลด์สปาร์และโดโลไมต์ เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation Firing) ระดับความมันแวววาว เคลือบดินเขตอำเภอบางระกำทั้ง 11 ตำบล ที่มีลักษณะความมันแวววาวโดยมีส่วนผสมของดินอยู่ในช่วงร้อยละ 10 - 90 เคลือบดินเขตอำเภอบางระกำทั้ง 11 ตำบล ความสมบูรณ์ของเคลือบโดยมีส่วนผสมของดินอยู่ในช่วงร้อยละ 10 – 70 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้มโดยมีส่วนผสมของดินอยู่ในช่วงร้อยละ 10 – 40 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอมโดยมีส่วนผสมของดินอยู่ในช่วงร้อยละ 10 – 40 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมครีมโดยมีส่วนผสมของดินอยู่ในช่วงร้อยละ 10 – 40 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมเขียวโดยมีส่วนผสมของดินอยู่ในช่วง

ร้อยละ 10 – 40 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมโดยมีส่วนผสมของดินอยู่ในช่วงร้อยละ 10 – 40 จากการศึกษาและควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและน้ำเคลือบที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นงานเพื่อลดความเสียหายจากกระบวนการผลิต จำนวน 24 ครั้ง ทุก 15 วัน เพื่อควบคุมวัตถุดิบน้ำดินให้มีคุณภาพคงที่และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา การเปลี่ยนแปลงของสังคมที่แปรผัน ดังนั้น สิ่งที่สำคัญที่สุดคือผู้บริโภค ดังนี้ 1) ความต้องการความสอดคล้องกัน เป็นความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการให้ทุกด้านทุกส่วนของตนเอง สอดคล้อง กลมกลืนกันและกัน ได้แก่ ทัศนคติ พฤติกรรมการแสดงออกต่างๆ ความคิดเห็น ภาพลักษณ์ เกี่ยวข้องกับตนเอง 2) ความต้องการทราบเหตุผลที่ไปที่มาของสิ่งต่างๆ เป็นความต้องการเพื่อที่จะทราบว่าใครหรืออะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้สิ่งต่างๆเกิดขึ้น และ สิ่งที่เกิดขึ้นผลในทางที่ดีหรือไม่ดีกับตัวเองหรือสิ่งอื่นๆ จากจำนวนผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในท้องถิ่นให้มีเอกลักษณ์และสร้างมูลค่าเพิ่มของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 320 คน เพศชาย จำนวน 125 คน หญิง จำนวน 195 คน ช่วงอายุ อายุ ต่ำกว่า 30 ปี จำนวน 112 คน 30 – 39 ปี จำนวน 97 คน 40 – 49 ปี จำนวน 71 คน 50 ปีขึ้นไป จำนวน 40 คน ระดับการศึกษาประถมศึกษา จำนวน 40 คน มัธยมศึกษา จำนวน 52 คน ปวช./ปวส./อนุปริญญา จำนวน 49 คน สูงกว่าปริญญาตรี จำนวน 179 คน โดยมีเกณฑ์คะแนนดังนี้ 5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด 4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มาก 3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง 2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย 1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้ ผลของการพัฒนาแบบในครั้งนี้ได้แบบจำนวน 20 แบบเพื่อนำไปพัฒนาสร้างเป็นต้นแบบในการสร้างผลิตภัณฑ์ โดยมี แบบที่ 1. ชุดแก้วมีหู จำนวน 5 แบบ 2. ชุดแก้วไม่มีหู จำนวน 5 แบบ 3. ชุดกาแฟ จำนวน 5 แบบ 4. ชุดถ้วย จาน ชาม จำนวน 5 แบบ 5. ชุดห้องน้ำ จำนวน 5 แบบ ซึ่งนำไปสร้างต้นแบบและทำพิมพ์เพื่อทำการผลิตชิ้นงานให้กับกลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก เป็นต้นแบบในการผลิตเชิงพาชิชย์ต่อไปและเนื่องจากมีการปรับปรุงแบบเพื่อไม่ให้กระทบต่อกระบวนการผลิตที่ผลิตอยู่แล้วจึงคงไว้ซึ่งกระบวนการเดิมไว้ซึ่งกระบวนการเดิมของทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา บางแก้วเซรามิกส์ แต่ทางกลุ่มขอเพิ่มเทคนิคการตกแต่งลวดลายเพิ่มเติมด้วยเทคนิคใหม่อื่นๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ของทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

Abstract

Research Development of Local Pottery Products to Identify and Add Value to Community Enterprise Products: A Case Study of Pottery Products. "Bang Kaew Ceramic" Tambon Pa Nao, Bang Rakam District, Phitsanulok Province 1. Determine the suitable ingredients for the stoneware products. From the clay in Amphur Bang Rakam 11 Tambon Bang Rakam District, Phitsanulok province, burned at 1,200 ° C in the preliminary data 2. To study the characteristics of clay coatings in Amphoe Bang Rakam 11 Tambon Phitsanulok,as a mixture by firing at 1,200 ° C in preliminary data 3. Study and control the quality of raw materials and coatings used in the production process.Workpiece to reduce damage from manufacturing process 4.Design and develop pottery products by adopting cultural identities Local wisdom and way of life come as a guideline for 20 designs and 5.Produce pottery products that have been re-designed and developed.Bang Kaew is distinguished from other places and is a local identity.Made to produce 200 products,which efficiency.It is found that each ingredient mixes in the same color.The clay color varies from cream gray to cream brown to dark brown.And hazel The color is derived from ferritic oxide from the clay.In the range of the recipe,the mixture of clay quality ingredients are composed of 11 samples.In large quantities,it is suitable for the manufacture of stoneware pottery products.It is necessary to rely on the texture and durability of clay,which is the raw material that helps the product.It is white and contains feldspar as a source of fiber in clay.And from the clay is the main raw material,the product only damages 3% from 15% Due to distortion and blame on the product.In this research,the texture of the clay is suitable for the production of stoneware pottery is very strong.And from the selection of ingredients,the formula of the experiment brought to the operator 11 formulas mixture of clay texture.Clay in Bang – Ra - kam 1 Recipe 19 : Clay of Tumbol – Nong - Kula 2 Recipe Ingredients 19 Clay of Tumbol Chum - Saeng -Songkram 3 Recipe Ingredients 1 clay of Tumbol Tha – Nang - yam 4 Recipe ingredients 5 clay of Tumbol Bo - Thong 5 - ingredient recipe 20 clay of Tumbol Bueng - Kok 6 formula 26 clay of Tumbol Plug - rad 7 formulation,21 clay parish settlement developed 8 formula.33 purple clay District 9 on the 34th formulated clay Wang - Ithok 10 recipes and 10 ingredients clay District 11 thousand poles formula results from 10 holes were formed.By forming blade is capable of forming any formula which satisfies the operator's glass ceramic.

The results of the experiment were asphalted with clay in Amphur Bang Rakam 11 Tambon Soda Feldspar and Dolomite. Burn at 1,200 ° C in Oxidation Firing.The clay of Tumbol Bang - Rakam, 11 subterranean areas with the characteristics of glistening with the clay in the range of 10 to 90 percent of the clay in Bang Rakam district,11 districts. The consistency of the coating with the clay mixture ranged from 10 to 70%, dark brown with 10-40% of the clay. In the range of 10 - 40%, the coating is yellowish-creamy, with a mixture of clay in the range of 10 - 40%. The coating is characterized by yellowish green with a mixture

of clay in the range of 10 - 40% The color of the cream is composed of clay in the range of 10-40 percent. By studying and controlling the quality of raw materials and coatings used in the production process to reduce the damage from the production process 24 times every 15 days to control the raw materials, water,clay to maintain stable quality and quality products.Design and development of pottery products Changing social variables,so the most important are consumers as follows: 1) Consistency requirements It is the consumer's desire that all aspects of one's self be in harmony with each other, including attitude,behavior, expression,opinions, self-image,and 2) The need to know the reasons for the coming of things. It is a need to know who or what is causing things to happen and what is happening, whether it is good or bad for yourself or for something else.From the number of respondents rated the satisfaction in the form of products.The development of local pottery products to create a unique and value-added of community enterprises, pottery products. 320 "Bang Kaew Ceramic",Tambon Pa Kran, Bang Rakam District, Phitsanulok Province.There are 112 male,30 female,30 female,30 female,40 female,40-49 male,71 male 50 years old and 40 male.Primary education level is 40 students.52 students in vocational/vocational education/vocational education/training were 49 persons,higher than the bachelor's degree, 179 persons.The criteria were as follows: 5 means the highest level of satisfaction, 4 refers to the level of satisfaction; Moderate satisfaction 2 Means less satisfaction level 1, which means the minimum level of satisfaction can be summarized as follows:The result of this development is a series of 20 models to be developed as a model for the product.Type 1.Mug with 5 set 2.Glass without ears 5 set 3.Coffee set of 5 Set 4.Set Tableware 5 of dishes and 5.Bathroom with 5 set.Which was used to create prototypes and prints for the production of pottery products."Bang Kaew Ceramic" Tambon Peak Rhino,Bang Rakam District,Phitsanulok As a result of the improvement in order not to affect the production process,the original process was retained by the Pottery Community Enterprise Group.Bangkaew Ceramics But the group asked to add more decorative techniques with new techniques.To add value to the products of the community enterprise pottery community “Bangkaew Ceramics”

สารบัญ

หัวข้อ			หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย			ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ			ค
สารบัญ			จ
สารบัญตาราง			ช
สารบัญภาพ			ญ
บทสรุปผู้บริหาร			ฐ
บทที่ 1	**บทนำ**		
	1.1	ความสำคัญ และที่มาของปัญหา	1
	1.2	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
	1.3	ขอบเขตของการวิจัย	4
	1.4	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	5
	1.5	กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย	7
	1.6	การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง	8
	1.7	วิธีการดำเนินการวิจัย	26
	1.8	แผนงานโครงการ	36
บทที่ 2	**เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**		
	2.1	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอำเภอบางระกำ	40
	2.2	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผา	42
	2.3	การใช้งานและการผลิตเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์	49
	2.4	การทดสอบคุณสมบัติของเนื้อดินปั้น	59
	2.5	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	63
	2.6	กรอบแนวคิดในการวิจัย	74
บทที่ 3	**วิธีดำเนินการทดลอง**		
	3.1	ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	191
	3.2	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	206
	3.3	การดำเนินการทดลอง	207
	3.4	การวิเคราะห์ข้อมูล	209
บทที่ 4	**ผลการวิเคราะห์ข้อมูล**		
	4.1	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	242
	4.2	ผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลบางระกำหลังเผา	257
	4.3	ผลวิเคราะห์การทดลองน้ำเคลือบ	276
	4.4	ผลวิเคราะห์การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาโดยการนำอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นและวิถีชีวิตมาเป็นแนวทางในการออกแบบสรุปแบบประเมินความพึงพอใจ	320
บทที่ 5	**สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ**		
	5.1	สรุปผลการวิจัย**เนื้อดินปั้น**	326
	5.2	สรุปผลการทดลองน้ำเคลือบ	337
	5.3	สรุปผลการออกแบบผลิตภัณฑ์	344
	5.4	ข้อเสนอแนะ	344
บรรณานุกรม			

	หัวข้อ	หน้า
	บรรณานุกรม	347
ภาคผนวก (ประกอบด้วย)		
ก	บทความสำหรับเผยแพร่ (ถ้ามี)	351
ข	กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์ (ถ้ามี)	352
ค	ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ	376
ตารางเปรียบเทียบ Output ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและได้จริง		
	ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ	377

สารบัญตาราง

		หัวข้อ	หน้า
บทที่ 1			
ตารางที่	1.1	แสดงอัตราส่วนผสมของน้ำเคลือบที่ได้จากตารางสามเหลี่ยม	27
บทที่ 2			
ตารางที่	2.1	แสดงการหาส่วนผสมเนื้อดินปั้นจากวัตถุดิบ 3 ชนิด	51
ตารางที่	2.2	แสดงวงจรในการเผาดิบผลิตภัณฑ์สโตนแวร์	54
ตารางที่	2.3	แสดงเนื้อดินเมื่อเมื่อโดนเผาผ่านความร้อนในอุณหภูมิต่าง ๆ	56
ตารางที่	2.4	แสดงอัตราส่วนของเนื้อดินปั้นที่เผาได้ผลในอุณหภูมิ 1,225 – 1,250 องศาเซลเซียส	65
ตารางที่	2.5	แสดงส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่เผาถึงอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส	66
ตารางที่	2.6	แสดงอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่เผาในโคน 8 – 12	66
ตารางที่	2.7	แสดงเนื้อดินทัลคัม (Talcum Body) ที่มี ทัลคัม ดินขาวระนอง ดินดำพรุพรี หินฟันม้า	67
ตารางที่	2.8	แสดงส่วนผสมของเนื้อดินเฟลสปาร์ (Feldspar Body) โดยใช้หินฟันม้า ดินขาว นราธิวาส ดินดำพรุพรี และหินเขี้ยวหนุมาน	67
ตารางที่	2.9	แสดงส่วนผสมของเนื้อดินโดโลไมท์ (Dolomite Body) ที่ใช้หินลำปาง ดินดำพรุพรี และโดโลไมท์เป็นส่วนประกอบ	68
ตารางที่	2.10	แสดงส่วนผสมของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ อุณหภูมิ 1,205 องศาเซลเซียส	72
ตารางที่	2.11	แสดงอัตราส่วนของเนื้อดินปั้นที่เผาในอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส	72
ตารางที่	2.12	แสดงอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ อุณหภูมิ 1,200 – 1,300 องศา -เซลเซียส	73
ตารางที่	2.13	แสดงเนื้อดินเมื่อเมื่อโดนเผาผ่านความร้อนในอุณหภูมิต่าง ๆ	161
ตารางที่	2.14	แสดงอัตราส่วนของเนื้อดินปั้นที่เผาได้ผลในอุณหภูมิ 1,225 – 1,250 องศาเซลเซียส	163
บทที่ 3			
ตารางที่	3.1	แสดงส่วนผสมของดินตำบลบางระกำ (1) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	192
ตารางที่	3.2	แสดงส่วนผสมของดินตำบลหนองกุลา(2) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	193
ตารางที่	3.3	แสดงส่วนผสมของดินตำบลชุมแสงสงคราม(3) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	194
ตารางที่	3.4	แสดงส่วนผสมของดินตำบลท่านางงาม(4) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	196
ตารางที่	3.5	แสดงส่วนผสมของดินตำบลบ่อทอง(5) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	197
ตารางที่	3.6	แสดงส่วนผสมของดินตำบลบึงกอก(6) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	198
ตารางที่	3.7	แสดงส่วนผสมของดินตำบลปลักแรด(7) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	200
ตารางที่	3.8	แสดงส่วนผสมของดินตำบลนิคมพัฒนา(8) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	201
ตารางที่	3.9	แสดงส่วนผสมของดินตำบลคุยม่วง(9) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	202
ตารางที่	3.10	แสดงส่วนผสมของดินตำบลวังอิทก(10) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	204

หัวข้อ			หน้า
ตารางที่	3.11	แสดงส่วนผสมของดินตำบลพันเสา(11) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	205
ตารางที่	3.12	แสดงส่วนผสมของดินตำบลบางระกำ (1) โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	211
ตารางที่	3.13	แสดงส่วนผสมของดินตำบลหนองกุลา (2) โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	212
ตารางที่	3.14	แสดงส่วนผสมของดินตำบลชุมแสงสงคราม(3) โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์(Feldspar) (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	214
ตารางที่	3.15	แสดงส่วนผสมของดินตำบลท่านางงาม(4) โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	215
ตารางที่	3.16	แสดงส่วนผสมของดินตำบลบ่อทอง(5) โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	216
ตารางที่	3.17	แสดงส่วนผสมของดินตำบลบึงกอก(6) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	217
ตารางที่	3.18	แสดงส่วนผสมของดินตำบลปลักแรด(7) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	218
ตารางที่	3.19	แสดงส่วนผสมของดินตำบลนิคมพัฒนา(8) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	219
ตารางที่	3.20	แสดงส่วนผสมของดินตำบลคุยม่วง(9) โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	221
ตารางที่	3.21	แสดงส่วนผสมของดินตำบลวังอิทก(10) โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	222
ตารางที่	3.22	แสดงส่วนผสมของดินตำบลพันเสา(11) โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ	223
บทที่ 4			
ตารางที่	4.1	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลบางระกำ	242
ตารางที่	4.2	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลหนองกุลา	243
ตารางที่	4.3	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดิน ตำบลชุมแสงสงคราม	245
ตารางที่	4.4	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลท่านางงาม	246
ตารางที่	4.5	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลบ่อทอง	248
ตารางที่	4.6	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลบึงกอก	249
ตารางที่	4.7	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลปลักแรด	251
ตารางที่	4.8	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลนิคมพัฒนา	252
ตารางที่	4.9	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลคุยม่วง	253
ตารางที่	4.10	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลวังอิทก	255
ตารางที่	4.11	แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลพันเสา	256
ตารางที่	4.12	แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลบางระกำหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน	257
ตารางที่	4.13	แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลหนองกุลาหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน	259
ตารางที่	4.14	แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลชุมแสงสงครามหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน	261

หัวข้อ			หน้า
ตารางที่	4.15	แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลท่านางงามหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน	262
ตารางที่	4.16	แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลบ่อทองหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชัน	264
ตารางที่	4.17	แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลบึงกอกหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน	266
ตารางที่	4.18	แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลปลักแรดหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน	267
ตารางที่	4.19	แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังตำบลนิคมพัฒนาเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน	269
ตารางที่	4.20	แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลคุยม่วงหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน	271
ตารางที่	4.21	แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลวังอิทกหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน	272
ตารางที่	4.22	แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลพันเสาหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน	274
ตารางที่	4.23	แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลบางระกำ หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน	281
ตารางที่	4.24	แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลบางระกำ หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศรีดักชัน	284
ตารางที่	4.25	แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลหนองกุลา หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน	288
ตารางที่	4.26	แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลหนองกุลา หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศรีดักชัน	291
ตารางที่	4.27	แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลชุมแสงสงคราม หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน	295
ตารางที่	4.28	แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลชุมแสงสงคราม หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศรีดักชัน	299
ตารางที่	4.29	แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลท่านางงาม หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน	303
ตารางที่	4.30	แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลท่านางงาม หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศรีดักชัน	306
ตารางที่	4.31	แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลบ่อทอง หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน	309
ตารางที่	4.32	แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลบ่อทอง หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศรีดักชัน	313
ตารางที่	4.33	แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลบึงกอก หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน	317
บทที่ 5			

สารบัญภาพ

		หัวข้อ	หน้า
บทที่ 1			
ภาพที่	1.1	แสดงชิ้นทดลองที่ใช้ในการชุบเคลือบน้ำเคลือบ	28
บทที่ 2			
ภาพที่	2.1	แสดงภาพแผนที่อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก	40
ภาพที่	2.2	แสดงตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าที่ใช้หาส่วนผสมของวัตถุดิบ	52
ภาพที่	2.3	แสดงแท่งทดลองรูปทุ่นวัดอุณหภูมิ ที่ใช้ในการทดสอบความทนไฟ	61
ภาพที่	2.4	แสดงวัตถุดิบสำหรับเคลือบเก็บไว้ในถุงและถัง เพื่อป้องกันสิ่งสกปรก	131
ภาพที่	2.5	แสดงป้อนวัตถุดิบลงหม้อบด	131
ภาพที่	2.6	แสดงอะลูมินา บอลล์ สำหรับบดผสมเคลือบ	131
ภาพที่	2.7	แสดงหม้อบดผสมน้ำเคลือบ	132
ภาพที่	2.8	แสดงการกรองเคลือบผ่านตะแกรงสองชั้น และผ่าน Magnetic filter เพื่อดูดสารแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดตำหนิเป็นจุดสีออกไป	132
ภาพที่	2.9	แสดงการชุบเคลือบโดยการระบายสี	133
ภาพที่	2.10	แสดงการชุบเคลือบโดยการเทราด	134
ภาพที่	2.11	แสดงการชุบเคลือบโดยการจุ่ม	135
ภาพที่	2.12	แสดงการชุบเคลือบด้านในผลิตภัณฑ์โดยหมุนผลิตภัณฑ์ให้น้ำเคลือบเคลือบได้ทั่ว	135
ภาพที่	2.13	แสดงการชุบเคลือบโดยการพ่นเคลือบ	136
ภาพที่	2.14	แสดงการทดสอบด้วยเครื่องออโตเคลฟ (autoclave)	153
บทที่ 3			
ภาพที่	3.1	แสดงการสุ่มตัวอย่างจากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า เพื่อหาส่วนผสมของดินเขต อำเภอบางระกำ 11 ตำบล ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น	**191**
ภาพที่	3.2	แสดงชิ้นทดลองเนื้อดินปั้น	**207**
ภาพที่	3.3	แสดงกระบวนการวิจัยเนื้อดินปั้น	**209**
ภาพที่	3.4	พิษณุโลก จำนวน 11 กลุ่มตัวอย่าง โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น	**211**
ภาพที่	3.5	แสดงชิ้นทดลองที่ใช้ในการชุบเคลือบน้ำเคลือบ	**225**
ภาพที่	3.6	แสดงกระบวนการวิจัยเนื้อดินปั้น	**226**
		แสดงชุดแก้วไม่มีหู รูปแบบที่ 1 ที่ 5 แบบ	**231**
ภาพที่	3.7	แสดงชุดแก้วมีหู รูปแบบที่ 1 ที่ 5 แบบ	**232**
ภาพที่	3.8	แสดงชุดถ้วย จาน ชาม รูปแบบที่ 1,2 และ 3	**233**
ภาพที่	3.9	แสดงชุดถ้วย จาน ชาม รูปแบบที่ 4 และ 5	**234**
ภาพที่	3.10	แสดงชุดกาแฟ รูปแบบที่ 1	**235**
ภาพที่	3.11	แสดงชุดกาแฟ รูปแบบที่ 2	**236**
ภาพที่	3.12	แสดงชุดกาแฟ รูปแบบที่ 3	**237**
ภาพที่	3.13	แสดงชุดกาแฟ รูปแบบที่ 4	**238**
ภาพที่	3.14	แสดงชุดกาแฟ รูปแบบที่ 5	**239**
ภาพที่	3.15	แสดงชุด Barthroom รูปแบบที่ 1 และ 2	**240**
ภาพที่	3.16	แสดงชุด Barthroom รูปแบบที่ 3,4 และ 5	**241**
บทที่ 4			

		หัวข้อ	หน้า
บทที่ 5			
ภาพที่	5.1	แสดงกราฟการหดตัวของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผา	330
ภาพที่	5.2	แสดงกราฟความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผาภายหลังการเผา	331
ภาพที่	5.3	แสดงกราฟค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผา	333
ภาพที่	5.4	แสดงกราฟค่าความทนไฟของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผา	334
ภาพที่	5.5	แสดงกราฟค่าสีของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผา	337
ภาพที่	5.6	แสดงกราฟระดับความมันแวววาว	339
ภาพที่	5.7	แสดงกราฟความสมบูรณ์ของเคลือบ	340
ภาพที่	5.8	แสดงกราฟสีของเคลือบ	343
ภาคผนวก ข		กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์	
ภาพที่	6.1	แสดงพิมพ์ต้นแบบทำการทดลองหล่อชิ้นงาน	353
ภาพที่	6.2	แสดงการทดลองหล่อชิ้นงานโดยพิมพ์ต้นแบบ	353
ภาพที่	6.3	แสดงการทดลองหล่อชิ้นงานโดยพิมพ์ต้นแบบ	354
ภาพที่	6.4	แสดงการทดลองหล่อชิ้นงานโดยพิมพ์ต้นแบบ	354
ภาพที่	6.5	แสดงการทดลองหล่อชิ้นงานโดยพิมพ์ต้นแบบ	355
ภาพที่	6.6	แสดงการทดลองหล่อชิ้นงานโดยพิมพ์ต้นแบบ	355
ภาพที่	6.7	แสดงการทดลองตกแต่งชิ้นงานต้นแบบโดยวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	356
ภาพที่	6.8	แสดงการทดลองตกแต่งชิ้นงานต้นแบบโดยวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	356
ภาพที่	6.9	แสดงการทดลองตกแต่งชิ้นงานต้นแบบโดยวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	357
ภาพที่	6.10	แสดงชิ้นงานต้นแบบโดยวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	357
ภาพที่	6.11	แสดงชิ้นงานต้นแบบโดยวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	358
ภาพที่	6.12	แสดงชิ้นงานต้นแบบโดยวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	358
ภาพที่	6.13	แสดงชิ้นงานต้นแบบโดยวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	359
ภาพที่	6.14	แสดงชิ้นงานต้นแบบโดยวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	359
ภาพที่	6.15	แสดงชิ้นงานต้นแบบโดยวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	360
ภาพที่	6.16	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	360
ภาพที่	6.17	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	361
ภาพที่	6.18	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	361
ภาพที่	6.19	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	362
ภาพที่	6.20	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	362
ภาพที่	6.21	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	363
ภาพที่	6.22	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	363
ภาพที่	6.23	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	364
ภาพที่	6.24	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	364
ภาพที่	6.25	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	365
ภาพที่	6.26	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	365
ภาพที่	6.27	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	366
ภาพที่	6.28	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	366
ภาพที่	6.29	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	367
ภาพที่	6.30	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	367

หัวข้อ			หน้า
ภาพที่	6.31	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	368
ภาพที่	6.32	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	368
ภาพที่	6.33	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	369
ภาพที่	6.34	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	369
ภาพที่	6.35	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	370
ภาพที่	6.36	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	370
ภาพที่	6.37	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	371
ภาพที่	6.38	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	371
ภาพที่	6.39	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	372
ภาพที่	6.40	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	372
ภาพที่	6.41	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	373
ภาพที่	6.42	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	373
ภาพที่	6.43	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	374
ภาพที่	6.44	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	374
ภาพที่	6.45	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	375
ภาพที่	6.46	แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”	375

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

เครื่องปั้นดินเผานั้นเกิดขึ้นได้เนื่องจากความจำเป็นและความต้องการของมนุษย์ ซึ่งแต่เดิมทำขึ้นเพื่อเป็นภาชนะใส่อาหารและน้ำต่อมามนุษย์ก็พัฒนาเครื่องปั้นดินเผาให้มีคุณภาพดีขึ้นและประโยชน์ใช้สอยของเครื่องปั้นดินเผาก็เพิ่มขึ้นตามลำดับเช่นกัน สันนิษฐานกันว่าเครื่องปั้นดินเผาในยุคแรกๆ อยู่ในช่วงเวลาราวๆ 1500 ปี ก่อนคริสตกาล ได้พบหลักฐานผลิตภัณฑ์ประเภทอิฐ (ใช้ในการก่อสร้าง) ครั้งแรกที่ประเทศบาบีโลเนีย เอสซีเรีย อียิปต์ และประเทศในแถบเอเชีย ซึ่งในแถบนี้มีความก้าวหน้าในเรื่องเครื่องปั้นดินเผากันมาก รู้จักวิธีใช้ดินแดง ดินดำ ดินขาว มาตกแต่งผลิตภัณฑ์ ปัจจุบันการทำเครื่องปั้นดินเผาเป็นที่สนใจอย่างแพร่หลาย มีโรงงานอุตสาหกรรมที่ทำเครื่องปั้นดินเผาเกิดขึ้นหลายแห่งส่วนหน่วยงานรัฐบาลที่ช่วยส่งเสริมค้นคว้าวิจัยได้แก่กรมวิทยาศาสตร์ สภาวิจัยแห่งชาติ กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมและศูนย์วิจัยในสมัยอดีตจนถึงสมัยปัจจุบัน อุตสาหกรรมด้านเซรามิกส์ ได้รับความสนใจและมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องบชีวิตมนุษย์เป็นอย่างมาก อีกทั้งยังให้ประโยชน์ทางด้านศิลปะและทางด้านอารมณ์ การเคลือบผลิตภัณฑ์นับได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งของเซรามิกส์เพื่อต้องการเน้นพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะโดดเด่นและยังเป็นการเพิ่มคุณค่าในตัวของผลิตภัณฑ์อีกด้วยน้ำเคลือบ คือ ของผสมซึ่งประกอบด้วยวัตถุดิบต่างๆ อันเป็นส่วนผสมที่จะทำให้เกิดเคลือบหลังจากการเผากระจายลอยตัวอยู่ในน้ำ อาจจะมีออกไซด์ของโลหะผสมลงไปด้วย เพื่อทำให้เกิดสีและทึบในเคลือบ เมื่อเผาส่วนผสมของน้ำเคลือบถึงอุณหภูมิที่ทำให้เคลือบหลอมละลายแล้ว น้ำเคลือบจะรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันมีลักษณะเหมือนแก้วบางๆ ฉาบติดอยู่กับผิวผลิตภัณฑ์ (ปรีดา พิมพ์ขาวดำ.2535:153) เคลือบเป็นวัสดุเหมือนแก้วฉาบบางๆ บนผลิตภัณฑ์เซรามิกส์อย่างต่อเนื่องเกิดขึ้นโดยการที่ส่วนผสมของสารประกอบซิลิเกตหลอมเหลวและยึดติดแน่นบนเซรามิกส์ (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. 2530: 1) เคลือบ (Glaze) หมายถึง วัสดุชนิดหนึ่งที่มีลักษณะคล้ายแก้วฉาบอยู่บนผิวผลิตภัณฑ์เซรามิกส์หนาประมาณ 0.1 – 0.3 มิลลิเมตร (Budnikov.1964:152) ซึ่งวัสดุชนิดนี้เป็นสารประกอบที่ได้จากการนำวัตถุดิบธรรมชาติและเคมีภัณฑ์เซรามิกส์ประเภทออกไซด์ของสารต่างๆ มาบดผสมให้เข้ากันในสัดส่วนที่เหมาะสมมาเคลือบผิวผลิตภัณฑ์เซรามิกส์และเผาให้เคลือบหลอมละลายเป็นเนื้อเดียว (โกมล รักษ์วงศ์.2531:62)

การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์คือการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ทีมีความสวยงามแตกต่างไปจากผลิตภัณฑ์เดิม และพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาดให้สวยงาม แตกต่างไปจากเดิม เพื่อนำไปใช้เป็นสินค้า เพื่อจำหน่ายที่มีความสวยงาม น่าสนใจมากยิ่งขึ้น งานออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงเป็นการสร้างสรรค์ที่เกิดจากความคิดจินตนาการ นักออกแบบอาจได้รับแรงบันดาลใจในการสร้างสรรค์ผลงานจากสิ่งที่อยู่รอบๆตัว และอยู่ในขอบเขตกรอบความงาม ตามทฤษฎีที่กำหนด ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการออกแบบ

สร้างสรรค์งานแต่ละชนิด(Alexander, 1950) ความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มากขึ้นเพื่อตอบสนองความสะดวกสบาย ทั้งทางกายและทางใจ ทำให้เกิดการแข่งขันในตลาดมากขึ้น การพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อตอบสนองกับความต้องการดังกล่าวหรือให้เหนือกว่าคู่แข่งขัน ต้องอาศัยหลักการของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (สุดาดวง เรืองรุจิระ, 2538, หน้า159-188)การออกแบบแสดงศิลปะท้องถิ่น มีจุดมุ่งหมายอันดับแรก คือ การส่งเสริมสินค้าที่ผลิตภายในท้องถิ่น เพื่อเสนอแก่นักท่องเที่ยว เพื่อซื้อไปเป็นของฝาก ถ้าสินค้าดังกล่าวได้รับความนิยมในวงกว้างก็สามารถนำออกขายในตลาดที่มีขนาดใหญ่ขึ้น หรืออาจส่งขายไปยังต่างประเทศได้ ถ้าสามารถควบคุมคุณภาพ การผลิต และมีวัตถุดิบมากพอ พร้อมทั้งกระบวนการผลิตแบบอัตโนมัติที่สามารถวางแผนงานการผลิตได้ รายละเอียดผลิตภัณฑ์ที่ ใช้สื่อความหมายเพื่อเป็นของฝากนี้มักจะใช้สิ่งที่รู้จักกันดีในท้องถิ่นนั้น เช่น รูปจระเข้ชาละวันของจังหวัดพิจิตร รถม้าของจังหวัดลำปาง ภูมิประเทศในท้องถิ่น เป็นต้น ในบางกรณีอาจนำวัสดุที่ผลิตได้ในท้องถิ่นมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์ เพื่อความแปลกใหม่นอกเหนือจากรายละเอียด เพื่อซื้อไปเป็นของฝากจำต้องพิจารณาถึงความสะดวกในการนำกลับของผู้ซื้อและการนำไปมอบเป็นของขวัญ (นิรัช สุดสังข์,2548. ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม)

ซึ่งสอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555–2559) ได้จัดทำขึ้นในช่วงเวลาที่ประเทศไทยต้องเผชิญกับสถานการณ์ทางสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วและส่งผลกระทบอย่างรุนแรงกว่าช่วงที่ผ่านมา ในระยะแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 8-10 สังคมไทยได้อัญเชิญหลัก"ปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง" ไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในทุกระดับ ตั้งแต่ระดับปัจเจก ครอบครัว ชุมชน สังคม จนถึงระดับประเทศ ซึ่งได้มีส่วนเสริมสร้างภูมิคุ้มกันและช่วยให้สังคมไทยสามารถยืนหยัดอยู่ได้อย่างมั่นคงท่ามกลางกระแสการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ในระยะแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ ๑๑ ทุกภาคส่วนในสังคมไทยเห็นพ้องร่วมกันน้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาเป็นปรัชญานำทางในการพัฒนาประเทศอย่างต่อเนื่อง เพื่อมุ่งให้เกิดภูมิคุ้มกันและมีการบริหารจัดการความเสี่ยงอย่างเหมาะสม เพื่อให้การพัฒนาประเทศสู่ความสมดุลและยั่งยืนในการจัดทำแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 11 ครั้งนี้ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) ได้ให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของภาคีการพัฒนาทุกภาคส่วน ทั้งในระดับชุมชน ระดับภาค และระดับประเทศในทุกขั้นตอนของแผนฯ อย่างกว้างขวางและต่อเนื่อง เพื่อร่วมกันกำหนดวิสัยทัศน์และทิศทางการพัฒนาประเทศ รวมทั้งร่วมจัดทำรายละเอียดยุทธศาสตร์ของแผนฯ เพื่อมุ่งสู่ "สังคมอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุข ด้วยความเสมอภาค เป็นธรรม และมีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลง" การพัฒนาประเทศในระยะแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 11 จึงเป็นการนำภูมิคุ้มกันที่มีอยู่ พร้อมทั้งเร่งสร้างภูมิคุ้มกันในประเทศให้เข้มแข็งขึ้น เพื่อเตรียมความพร้อมคน สังคม และระบบเศรษฐกิจของประเทศให้สามารถปรับตัวรองรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม โดยให้ความสำคัญกับการพัฒนาคนและสังคมไทยให้มีคุณภาพ มีโอกาสเข้าถึงทรัพยากร และได้รับประโยชน์จากการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างเป็นธรรม รวมทั้งสร้างโอกาสทางเศรษฐกิจด้วยฐานความรู้ เทคโนโลยี นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์บนพื้นฐานการผลิตและการบริโภคที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ขณะเดียวกันยังจำเป็นต้องบริหารจัดการแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 11 ให้บังเกิดผลในทางปฏิบัติได้อย่างเป็นรูปธรรม ภายใต้หลักการพัฒนาพื้นที่ภารกิจและการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในสังคมไทย ซึ่งจะนำไปสู่การพัฒนาเพื่อประโยชน์สุขที่ยั่งยืนของสังคมไทย

ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง(แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555–2559 สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติสำนักนายกรัฐมนตรี)

เครื่องปั้นดินเผาเครื่องปั้นดินเผากลุ่ม OTOP บางแก้วเซรามิค ถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการรวมกลุ่มกัน "หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP)" เป็นกลุ่ม smeที่มีการดำเนินงานด้านกิจการการผลิตขนาดย่อม ไม่เกิน 50 คนและกิจการการค้าขนาดย่อม ไม่เกิน 25 คนกำลังการผลิต 7,500 ชิ้นต่อเดือน ผลิตเครื่องปั้นดินเผา (ประเภทสโตนแวร์) ขึ้นทำให้ประชาชน เกิดการสร้างงานมีรายได้เกิดขึ้นและเป็นชุมชนเข้มแข็ง ห่างไกลจากยาเสพติดเครื่องปั้นดินเผา กลุ่ม OTOP บางแก้วเซรามิค ถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อเสียงและเป็นที่รู้จักกันเป็นอย่างดีในเรื่องของตัวผลิตภัณฑ์ซึ่งมีเอกลักษณ์เฉพาะ แต่มีผลิตภัณฑ์อยู่ไม่กี่ประเภท ไม่ได้รับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในเรื่องของเอกลักษณ์ ของบางแก้ว ให้มีความโดดเด่นแตกต่างจากที่อื่นและวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตยังคงต้องสั่งซื้อจากบริษัทซึ่งเป็นดินสำเร็จรูป (ดินบริษัท) ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง ซึ่งเมื่อเกิดปัญหาระหว่างเนื้อดินปั้นกับน้ำเคลือบทางโรงงานไม่สามารแก้ปัญหาเองได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์ขายไม่ได้ ในการผลิตผลิตภัณฑ์แต่ละครั้งจะมีของเสียมาก ถ้าเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ก็จะมีปริมาณ 40 – 50 เปอร์เซ็นต์ ต่อหนึ่งครั้ง ทำให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นด้วย (อัศวิน นิลเต่า,2556)เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อกิจกรรมของกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาและเกิดคุณค่าต่อผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา รวมทั้งเป็นการสร้างรายได้และเสริมอาชีพแก่คนในท้องถิ่น ผู้วิจัย จึงมีแนวทางที่จะแก้ปัญหาเกี่ยวกับวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้งเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบเพื่อลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นกับกระบวนการผลิตและเพื่อค้นหาเอกลักษณ์ผลิตภัณฑ์ให้สามารถเพิ่มความสามารถในกาแข่งขันทางกาตลาดเชิงพานิชย์และสามารถแข่งขันในตลาดอาเซียนได้ สร้างส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่ใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น ซึ่งยังไม่เคยมีการทำการทดลองมาก่อนและมีความตั้งใจที่จะพัฒนาเนื้อดินปั้นให้มีคุณภาพเพื่อใช้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา ซึ่งการพัฒนาเนื้อดินปั้นในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อให้ได้เนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบที่มีคุณภาพและเหมาะสมสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา โดยใช้วัตถุดิบหลักในท้องถิ่นอำเภอบางระกำ จากข้อมูลข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทดลองใช้ดินอำเภอบางระกำ ทั้ง 11 ตำบล จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งมีวัตถุดิบที่ยังสามารถใช้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาอยู่เป็นจำนวนมากมาเป็นส่วนผสมหลักของเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบเนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่หาง่ายสะดวก ลดต้นทุนในการผลิต ช่วยส่งเสริมทรัพยากรในท้องถิ่นให้มีมูลค่าและเกิดประโยชน์สูงสุดผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำดินอำเภอบางระกำ นำมาเป็นวัตถุดิบหลักในการทำเคลือบและเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส (preliminary data) ซึ่งผลการวิจัยครั้งนี้สามารถเป็นข้อมูลและประโยชน์สำหรับผู้ที่จะศึกษาด้านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อกิจกรรมของกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาและเกิดคุณค่าต่อผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา รวมทั้งเป็นการสร้างรายได้ และเสริมอาชีพแก่คนในท้องถิ่น อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาเนื้อดินปั้นสโตนแวร์และน้ำเคลือบโดยมีจุดมุ่งหมายดังนี้คือ

1. เพื่อทดลองหาสูตรส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ จากแหล่งดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลกโดยเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียสในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation)(preliminary data)

2. เพื่อทดลองศึกษาลักษณะของเคลือบที่ใช้ดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล จังหวัดพิษณุโลกเป็นส่วนผสมโดยเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียสในบรรยากาศออกซิเดชัน(Oxidation) (preliminary data)

3. เพื่อศึกษาและควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและน้ำเคลือบที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นงานเพื่อลดความเสียหายจากกระบวนการผลิต

4. เพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาโดยการนำอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมภูมิปัญญาท้องถิ่นและวิถีชีวิตมาเป็นแนวทางในการออกแบบจำนวน 20 แบบ

5. เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ผ่านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่โดยมีเอกลักษณ์ ของบางแก้วมีความโดดเด่นแตกต่างจากที่อื่นและเป็นเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่น นำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ จำนวน 200 ชิ้น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ส่วนผสมของดินจากแหล่งดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 11 กลุ่มตัวอย่าง ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) จะได้ส่วนผสมทั้งหมด 396 สูตรส่วนผสม (preliminary data)

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ส่วนผสมของดินจากแหล่งดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 11 กลุ่มตัวอย่าง ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) จะได้ส่วนผสมทั้งหมด 396 สูตรส่วนผสม ได้โดยการสุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial Diagram) ซึ่งประกอบด้วยดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล (ตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไป) (preliminary data)

1.3 ประชากร ได้แก่ส่วนผสมของน้ำเคลือบโดยใช้ดินจากแหล่งดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 11 กลุ่มตัวอย่าง โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์(Feldspar) จะได้ส่วนผสมทั้งหมด 396 สูตรส่วนผสม (preliminary data)

1.4 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ส่วนผสมของน้ำเคลือบโดยใช้ดินจากแหล่งดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 11 กลุ่มตัวอย่าง โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์(Feldspar) จะได้ส่วนผสมทั้งหมด 396 สูตรส่วนผสม ได้โดยการสุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial Diagram) ซึ่งประกอบด้วยดินเขตอำเภอบางระกำ (ตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไป) (preliminary data)

1.5 ควบคุมวัตถุดิบในการผลิตโดยการทดสอบเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบ

1.6 ควบคุมกระบวนการผลิตโดยใช้กลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มคือกลุ่มอิสระและกลุ่มควบคุม

2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่

2.1.1 อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นระหว่างดินจากแหล่งดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น (preliminary data)

2.1.2 บรรยากาศในการเผาบรรยากาศแบบออกซิเดชัน (Oxidation) (preliminary data)

2.1.3 อัตราส่วนผสมของเคลือบระหว่างดินจากแหล่งดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในน้ำเคลือบ (preliminary data)

2.1.4 บรรยากาศในการเผาแบ่งเป็นบรรยากาศแบบออกซิเดชัน (Oxidation) (preliminary data)

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผา(preliminary data)

2.2.1.1 สีหลังเผา (Fired Colour)

2.2.1.2 ความหดตัว (Shrinkage))

2.2.1.3 ความทนไฟ (Refractoriness)

2.2.1.4 ความแข็งแรง (Modulus of Rupture)

2.2.1.5 การดูดซึมน้ำ (Water Absorption)

2.2.2ลักษณะของเคลือบภายหลังการเผา(preliminary data)

2.2.2.1 ระดับความมันของเคลือบ (Bright)

2.2.2.2 ความสมบูรณ์ของเคลือบ (Glazes Defect)

2.2.2.3 สีของเคลือบ (Color Glazes)

2.2.3 ควบคุมกระบวนการผลิตโดนการเปรียบเทียบทั้งสองกลุ่มหาความแตกต่างระหว่างการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน โดยใช้ t-test for independent samples

2.2.3.1 สุ่มกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม มาจากประชากร 2 กลุ่ม ที่เป็นอิสระจากกันโดย

สุ่มกลุ่มตัวอย่างขนาด n1 จากประชากรกลุ่มที่ 1 และสุ่มกลุ่มตัวอย่างขนาด n2 จากประชากรกลุ่มที่ 2

2.2.4 ควบคุมวัตถุดิบในการผลิตโดยการทดสอบเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบที่ใช้ในการผลิตโดยการทำการทดลองทุกครั้งเมื่อมีการสั่งวัตถุดิบ

2.2.5 ออกแบบผลิตภัณฑ์โดยนักออกแบบที่มีความเชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

1.4.1 ผลการวิจัยครั้งนี้เป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์ เกิดการพัฒนาศักยภาพของผู้ประกอบการสามารถแข่งขันเชิงพานิชย์ได้และได้สูตรเนื้อดินปั้น สูตรน้ำเคลือบที่ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อใช้ในงานอุตสาหกรรมและเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาเพื่อใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต(preliminary data)และเกิดประโยชน์สูงสุดกับกลุ่มโอทอป (OTOP) วิสาหกิจชุมชนและวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME)

1.4.2 เกิดการบูรณาการในการพัฒนาเศรษฐกิจท้องถิ่นระหว่างผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผา นักวิจัยชุมชนท้องถิ่น และหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการร่วมกันพัฒนาศักยภาพของกลุ่มโอทอป (OTOP) วิสาหกิจชุมชนและวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SME)

1.4.3 ผลการวิจัยจัดตั้งชุมชนเพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้สู่ชุมชนและนักเรียน นักศึกษา ประชาชน ผู้ที่สนใจทั่วไป

1.4.4 ส่งเสริมและสร้างโอกาสด้านการลงทุนทางด้านอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาที่มีเอกลักษณ์เพื่อแข่งขันในด้านการตลาดของกลุ่มวิสาหกิจชุมชน “บางแก้วเซรามิค”

1.4.5 ช่วยสร้างงาน ส่งเสริมการสร้างอาชีพและรายได้ให้ประชาชนในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

1.4.6 ช่วยประหยัดต้นทุน ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาและสามารถรักษาวัตถุดิบที่มีคุณภาพสูงไว้สำหรับผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ประเภทที่มีมูลค่าทางการตลาดสูงสามารถแข่งขัน(preliminary data)

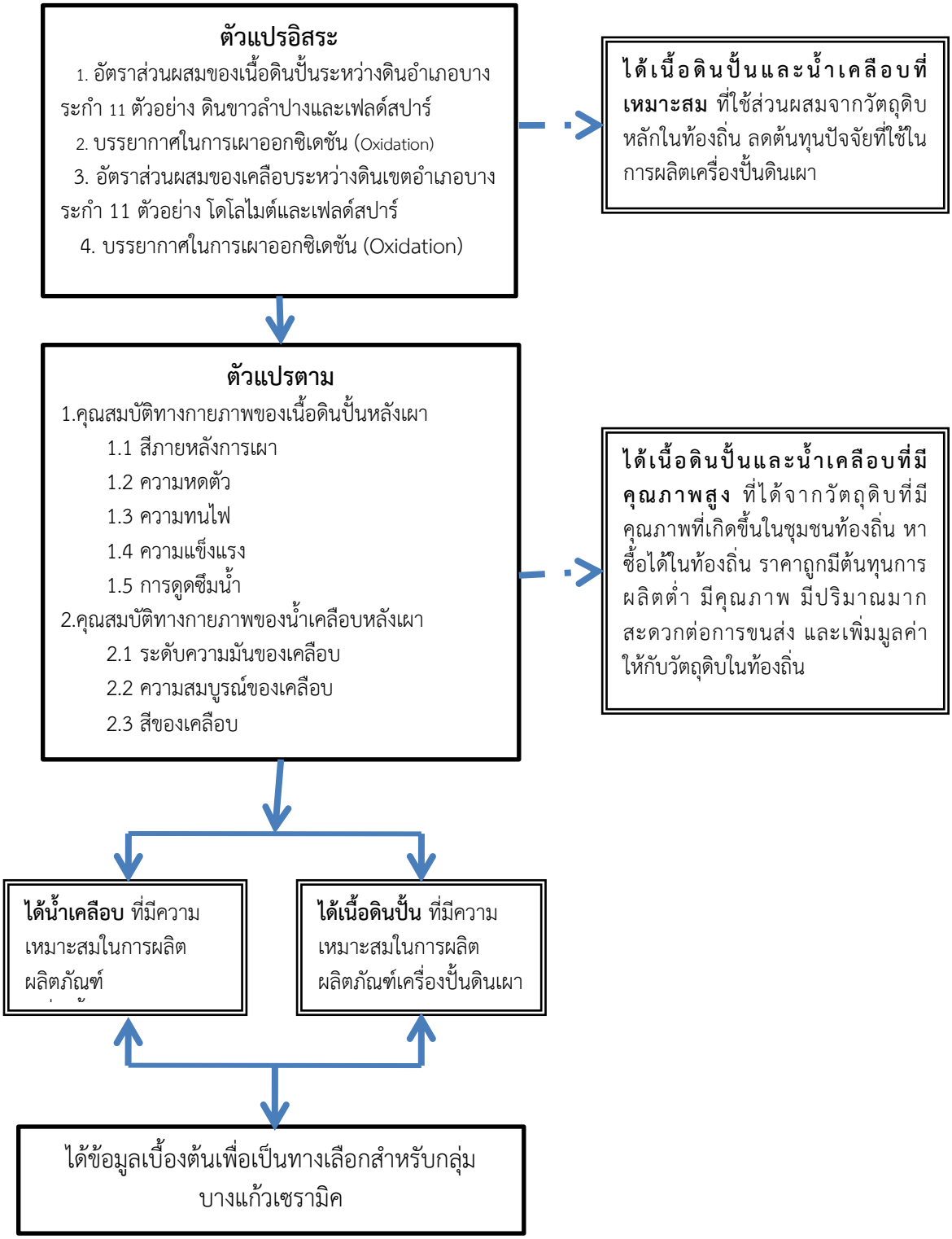
1.4.7 ได้ศักยภาพสูงสุดของทรัพยากรในท้องถิ่นอย่างสมดุล สูตรเนื้อดินปั้น สูตรน้ำเคลือบจากแหล่งดิน อำบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก (preliminary data)

1.4.8 แก้ปัญหาที่เกิดจากวัตถุดิบและเคลือบที่ใช้ในกระบวนการผลิตได้

1.4.9 แก้ปัญหาที่เกิดจากกระบวนการผลิตได้

1.4.10 ได้ผลิตภัณฑ์คือ ชุด table ware ของประดับตกแต่งบ้าน แจกัน ชุดแจกันหมู่บูชาชุดชากาแฟโดยมีกระบวนการการนำเอาอัตลักษณ์ทางทุนวัฒนธรรม ประเพณี ภูมิปัญญาท้องถิ่นและวิถีชีวิตเฉพาะท้องถิ่นมาเป็นแนวทางในการออกแบบโดยการผ่านกระบวนการพัฒนาและออกแบบโดยนักออกแบบที่มีความรู้ความสามารถเชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้มีความแตกต่าง ตรงตามความต้องการของตลาดผู้บริโภค

1.5 กรอบแนวความคิดของการวิจัยและขั้นตอนการวิจัย



1.6 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

วัตถุดิบในการผลิตเซรามิกส์วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเซรามิกส์ที่จัดว่าเป็นปัจจัยสำคัญ ส่วนใหญ่ได้แก่ดิน หิน และแร่ธาตุต่างๆ แต่การที่จะคัดเลือกวัตถุดิบเหล่านั้น นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะผู้ผลิตต้องมีความเข้าใจและรู้คุณสมบัติ ส่วนประกอบต่างๆทางเคมี (Chemical Composition) ความเหนียวของดิน (Plasticity) การหดตัวของดิน (Shringkage) ตลอดจนสีของดินที่เผาแล้ว (Fire Color) ทั้งนี้เพื่อเป็นพื้นฐานอันสำคัญในการนำไปใช้ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของผู้ผลิต (ทวี พรหมพฤกษ์, 2523 : 56) นอกจากนี้ Nagumo, (1974 : 19) ที่กล่าวว่า วัตถุดิบที่ใช้งานเซรามิกส์ สามารถแยกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกันคือ

1. วัตถุดิบที่มีความเหนียว (Plastic Materials) เช่น ดินขาว ดินเหนียว ดินทนไฟ
2. วัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียว (Non-Plastic Materials) เช่น ซิลิกา ดินเชื้อ (Grog) หินฟันม้า หินปูน

วัตถุดิบที่มีความเหนียววัตถุดิบชนิดนี้ได้แก่ดิน ดินเป็นวัตถุดิบที่มีความเหนียวที่สำคัญมากที่นำมาใช้ทำส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ เซรามิกส์ สามารถนำมาใช้ทำภาชนะใส่อาหาร (Table Ware) เครื่องสุขภัณฑ์ (Sanitary Ware) กระเบื้อง (Tiles) อิฐ (Bricks) วัตถุทนไฟ (Refractories) อุปกรณ์ทางไฟฟ้าเป็นต้น (Insulators) เป็นต้น เนื่องจากดินเป็นวัตถุดิบที่มีความเหนียว ดินเป็นสารประกอบของอลูมิเนียมซิลิเกต “Aluminium Silicate” ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$) ในแร่ดินธรรมชาติมีสารประกอบอย่างอื่นๆปะปนอยู่มากที่เป็นสาเหตุทำให้ดินไม่บริสุทธิ์ สารเหล่านี้ได้แก่ Quartz ,Mica, Iron, Hematite, Flouriteเป็นต้น (โกมล รักษ์วงศ์, 2531 : 3) ดินที่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ จำแนกตามลักษณะของดินที่นำมาใช้ประโยชน์ ได้แก่ ดินขาว บอลเคลย์ และดินเหนียวโดยนำดินเหล่านี้มาใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมเซรามิกชนิดต่างๆ (สมศักดิ์ โพธิสัตย์, 2544 : 95)

ดินขาว (Kaolin,China Clay) ดินขาว หมายถึง ดินมีสีขาวหรือสีซีดจากทั้งในสภาพที่ยังไม่ได้เผาและเผาแล้ว ดินขาวมีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นแร่ดินกลุ่ม Kaolinite และมีความสัมพันธ์กับมัสโคไวต์ ไมกา อิลไลต์ ควอตซ์ และอาจมีมอนต์มอริลโลไนต์ (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ, 2539 : 42) โดยปกติแล้วในดินขาวควรจะมีปริมาณอัลคาไลน์ (Alkalies) น้อยกว่าร้อยละ 2 ปริมาณของเหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3)น้อยกว่าร้อยละ 1 แคลเซียมออกไซด์ (CaO) แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) และไทเทเนียมออกไซด์ (TiO_2)อยู่ในปริมาณเล็กน้อย

ดินเหนียว (Ball clay) หรือดินเหนียวขาว คือ ดินที่มีแร่เคโอลิไนต์เป็นส่วนประกอบที่สำคัญ โดยเฉพาะพวกที่มีโครงสร้างภายในจัดอยู่อย่างไม่เป็นระเบียบ(Disordered Kaolinite) มีขนาดเม็ดละเอียดมาก และมักจะมีอิลไลต์ (Illite) และมอนต์มอริลโลไนต์ (Montmorillonite) รวมทั้งสารอินทรีย์พวกคาร์บอนปนอยู่ด้วยเสมอ สีของบอลล์เคลย์จะเป็นสีเทาอ่อนจนเกือบจะเป็นสีดำ มีความเหนียวสูง(Hight Plasticity) เมื่อเผาแล้วจะให้สีขาวหรือสีอ่อน จึงมักนำมาผสมกับดินขาว เพื่อใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความเหนียวสูง และยังให้ความแกร่งหลังเผาดี (ภาวดี อังค์วัฒนะ, ม.ป.ป. : 23) ดินเหนียวเป็นวัตถุดิบที่ใช้มากในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ ในธรรมชาติจะมีสีต่างๆ เช่น สีเทา สีดำ เนื่องจากมีสารอินทรีย์เจือปนอยู่เมื่อหลังจากการเผาแล้วจะมีสีขาว ดินชนิดนี้จะพบอยู่ในที่ราบลุ่ม มีเม็ดละเอียด มีความเหนียวดี เหมาะกับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ให้ความแข็งแรงต่อผลิตภัณฑ์เมื่อยังไม่เผา (โกมล รักษ์วงศ์, 2531 : 9) ดินเหนียวมีอนุภาคเป็นแผ่นซ้อนๆกัน เวลาปั้นหรือบีบ จึงให้ความรู้สึกนุ่มและเปลี่ยนรูปได้ง่าย (บัญชา ธนบุญสมบัติ และศุภการญจน์ คำมณี, 2544 : 22)

วัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียว ได้แก่ หิน ทราย และแร่ธาตุต่างๆที่อยู่ในรูปของออกไซด์ ซึ่งในการทำเซรามิกส์ ในบางครั้งจำเป็นต้องอาศัยวัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียวเข้ามาผสมในส่วนผสมของเนื้อดินด้วย เนื่องจากว่า

1. ในการใช้ดินที่มีความเหนียวมากๆมีแนวโน้มที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีการบิดเบี้ยวได้ง่ายระหว่างการแห้งและการเผาเนื่องจากความละเอียดของเนื้อดิน การเติมวัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียว เช่น ทรายสามารถช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้

2. วัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียวบางตัวช่วยทำให้จุดสุกตัวของเนื้อดินมีค่าลดลง

ซิลิกา(silica)เป็นสารประกอบระหว่าง silicon กับ oxygen สารประกอบของซิลิกาจะรวมตัวกับวัตถุดิบต่างๆมากมาย เช่น ดิน หินฟันม้า หินเขี้ยวหนุมาน ทัลล์ (talc) เป็นต้น ซิลิกาเมื่อนำเอาไปใช้เป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างเปรียบประดุจโครงกระดูก ป้องกันการบิดเบี้ยวของผลิตภัณฑ์ได้ดีวัตถุดิบที่เป็นสารประกอบของซิลิกา และให้ซิลิกาสูง มีหลายชนิดด้วยกัน ได้แก่ ซิลิมาไนต์ ทราย กรวด หินเขี้ยวหนุมาน เป็นต้น

หินเขี้ยวหนุมาน (quartz) เป็นสารที่เกิดจากการตกผลึกของซิลิกา หินเขี้ยวหนุมานเป็นวัตถุดิบที่ให้ซิลิกาสูงมากเกินร้อยละ 99 มีความถ่วงจำเพาะ 2.7 จุดหลอมละลายตัว 1,710 องศาเซลเซียส มีความแข็ง 7 โครงสร้างเป็นร่างแหสามมิติเป็นรูป 6 เหลี่ยม (โกมล รักษ์วงศ์, 2531 หน้า 25) นอกจากนี้ กรมวิทยาศาสตร์(2531 หน้า 140) ยังกล่าวว่า หินเขี้ยวหนุมาน (quartz) และทรายแก้ว (silica sand) เป็นสารประกอบของซิลิกา ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ มีความแข็งแรง ลักษณะของหินเขี้ยวหนุมานที่พบในประเทศไทยมีทั้งชนิดใส ขาวขุ่นทึบและสีชมพู ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์จะใช้หินเขี้ยวหนุมานผสมทำเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบ นอกจากนั้นยังใช้ในอุตสาหกรรมแก้ว และอุตสาหกรรมวัตถุทนไฟการนำเอาหินเขี้ยวหนุมานไปผสมทำเนื้อดินปั้น จะทำให้เนื้อดินปั้นมีความแข็งแรง เป็นโครงสร้างป้องกันการบิดเบี้ยวและการหดตัวของผลิตภัณฑ์ นอกจากนั้นยังเปลี่ยนสภาพเป็นแก้วทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็ง และทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์โปร่งแสงได้ ใช้ผสมเคลือบทำให้เคลือบมีความแข็งแกร่ง มีความเป็นแก้ว มีความมันแวววาวดีขึ้น นอกจากหินเขี้ยวหนุมานเป็นวัตถุดิบที่ให้ซิลิกาบริสุทธิ์สูงแล้วยังมีวัตถุดิบอื่นๆอีกที่ให้ซิลิกาสูงได้แก่ กรวด (pebble) หินทราย (sand stone) ทราย (sand) วัตถุดิบเหล่านี้นำเอามาใช้แทนหินเขี้ยวหนุมานได้ แต่ความบริสุทธิ์ไม่เท่าเทียม แหล่งวัตถุดิบเหล่านี้พบได้จากจังหวัดจันทบุรี ระยอง สงขลา (โกมล รักษ์วงศ์, 2531 หน้า 25)

วัตถุดิบกลุ่มซิลิมาไนต์ ไคยาไนท์ และแอนดาลูไซต์ (silimanite,kyanite,andalusite) เป็นวัตถุดิบที่มีสารประกอบของอลูมินาและซิลิกา มีส่วนประกอบทางเคมีเหมือนกัน แต่โครงสร้างต่างกัน

อะลูมินา (Alumina) เป็นวัตถุดิบที่ใช้มากในอุตสาหกรรมเซรามิกส์อะลูมินาที่บริสุทธิ์สูงจะได้จากแร่คอรันดัม (Corundum) นอกจากนั้นจะเป็นแร่ที่มีความบริสุทธิ์รองลงมาจะได้จาก บอกไซด์ (Bouxite) ไดอสปอร์ (Diaspore) และกิปป์ไซต์ (Gibbsite) ปกติทั่วไปอะลูมินาจะมีอยู่ 2 รูป คือรูปของ ฟอร์มและฟอร์ม (สำหรับอะลูมินาที่อยู่ในรูปฟอร์มมีน้อยมาก) อะลูมินาที่อยู่ในรูปของฟอร์ม จะมีสารประกอบของโซดาอยู่ทำเป็นวัตถุทนไฟไม่ได้เพราะจุดหลอมละลายต่ำ

Grebanier(1975 : 112) ได้ทดลองหาอัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ที่ใช้สำหรับขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน โดยใช้ดินจอร์แดน (Jordan Clay) ผสมกับ ดินดำ หินฟันม้าและ หินเขี้ยวหนุมาน ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์ที่เผาอุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส และใช้ได้ผลดีมีอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ

Chappell(1977 : 68) ได้ทดลองหาอัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ที่เผาในอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์ที่มีความเหนียวดี มีการหดตัวร้อยละ 12.5 การดูดซึมน้ำร้อยละ 5 เผาในบรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ เนื้อดินจะมีสีน้ำตาล-ดำ ประกอบด้วยดินเอิร์ทเธินแวร์ ร้อยละ 40 ดินขาว ร้อยละ 18 ดินดำ ร้อยละ 15 แมงกานีสไดออกไซด์ ร้อยละ 6 ดินเบนโทไนต์ ร้อยละ 3 และเนฟฟีไลน์ ไซไนต์ ร้อยละ 2

Norton(1952 : 225) ได้ทดลองหาอัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ที่เผาในอุณหภูมิ 1,225 - 1,250 องศาเซลเซียส จากการทดลองพบว่าอัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์ที่มีความเหนียวดี มีการหดตัวหลังเผา ร้อยละ 13 การดูดซึมน้ำ ร้อยละ 5 เผาในบรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ จะมีสีเทา มีอัตราส่วนผสมประกอบด้วย ดินสโตนแวร์ ร้อยละ 47.5 ดินดำ ร้อยละ 30.0 และหินเขี้ยว หนุมาน ร้อยละ 22.5

Chappell(1977 : 68) ได้ทดลองหาอัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ ที่เผา ในอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์ที่มีความเหนียวดีมีการหดตัวร้อยละ 12.5 การดูดซึมน้ำ ร้อยละ 5 เผาในบรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์เนื้อดินจะมีสีน้ำตาล – ดำ ประกอบด้วยดินเอิร์ทเธินแวร์ร้อยละ 40 ดินขาว ร้อยละ 18 ดินดำร้อยละ 15 แมงกานีสไดออกไซด์ร้อยละ 6 ดินเบนโทไนต์ ร้อยละ 3และเนฟฟีไลน์ ไซไนต์ ร้อยละ 18

กฤษดากร เชื่อมกลาง1 อุดมศักดิ์ สาริบุตร 2 และ พิชัย สดภิบาล3 (2555) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1.) ศึกษาอัตราส่วนผสมและสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินจากผงหินภูเขาไฟกระโดงที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา 2.) ออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาบุรีรัมย์ โดยใช้เนื้อดินจากผงหินภูเขาไฟกระโดงที่ได้จากการทดลอง 3.) ประเมินความพึงพอใจ ผู้จำหน่าย และผู้บริโภค ที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาบุรีรัมย์ โดยใช้เนื้อดินจากผงหินภูเขาไฟกระโดง ที่ได้ออกแบบแล้ว โดยมีวิธีดาเนินการวิจัย ขั้นตอนที่ 1 คือ การศึกษาอัตราส่วนผสมและสมบัติทางกายภาพ ของเนื้อดินจากผงหินภูเขาไฟกระโดง อัตราส่วนผสมที่ใช้ในการวิจัยได้อ่านค่าวัตถุดิบ 3 ชนิด คือ ผงหินภูเขาไฟ ดินดำและดินขาว ที่เหมาะสมสาหรับการขึ้นรูปแบบหล่อน้ำดิน ขั้นตอนที่ 2 คือ ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอกลักษณ์ของเครื่องปั้นดินเผาบุรีรัมย์ โดยใช้เนื้อดินจากผงหินภูเขาไฟกระโดง ที่ได้จากการทดลอง ขั้นตอนที่ 3 คือ การประเมินความพึงพอใจของผู้จำหน่าย ผู้บริโภค ทั้งหมด 5 ด้านคือ ด้านลักษณะเฉพาะถิ่น ด้านวัตถุประสงค์ในการผลิตด้านกรรมวิธีในการผลิต ด้านขนาดสัดส่วน และด้านความสวยงามผลการทดลอง โดยใช้ตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า จำนวน36 จุด ได้สูตรอัตราส่วนผสม จุดที่ 8 มีสมบัติทางกายภาพที่มีความเหมาะสมในการขึ้นรูปแบบหล่อน้าดินและได้ตามมาตรฐานของเนื้อดินสโตนแวร์ดีที่สุด และจากปริมาณอัตราส่วนผสมในเนื้อดิน ที่มีปริมาณวัตถุดิบในท้องถิ่น คือ ผงหินภูเขาไฟ ถึงร้อยละ 50 ทำให้สามารถลดต้นทุนในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาได้มาก และได้นามาออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาบุรีรัมย์ โดยใช้เนื้อดินจากผงหินภูเขาไฟกระโดง ที่ได้จากการทดลอง จำนวน3 รูปแบบ โดยใช้รูปแบบและลวดลายของเคลือบดินเผาบุรีรัมย์ ใช้กรอบแนวคิดด้านการออกแบบจานวน5 ด้าน ในการประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่า โดยภาพรวมรูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมมากที่สุด และการประเมินความพึงพอใจของ ผู้จาหน่าย และผู้บริโภค ที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาบุรีรัมย์

วัตถุดิบในการผลิตเซรามิกส์วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเซรามิกส์ที่จัดว่าเป็นปัจจัยสำคัญ ส่วนใหญ่ได้แก่ ดิน หิน และแร่ธาตุต่างๆ แต่การที่จะคัดเลือกวัตถุดิบเหล่านั้น นับว่าเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะผู้ผลิตต้องมีความเข้าใจและรู้คุณสมบัติ ส่วนประกอบต่างๆทางเคมี (Chemical Composition) ความเหนียวของดิน (Plasticity) การหดตัวของดิน (Shringkage) ตลอดจนสีของดินที่เผาแล้ว (Fire Color) ทั้งนี้เพื่อเป็นพื้นฐานอันสำคัญในการนำไปใช้ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของผู้ผลิต (ทวี พรหมพฤกษ์, 2523 : 56) นอกจากนี้ Nagumo, (1974 : 19) ที่กล่าวว่า วัตถุดิบที่ใช้งานเซรามิกส์

วัตถุที่เป็นตัวช่วยหลอมละลายฟลักซ์ เป็นตัวช่วยให้ซิลิการหลอมละลายในอุณหภูมิที่ต่ำลง วัตถุดิบในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติเป็นด่าง ซึ่งได้แก่ ตะกั่ว (Lead) บอแรกซ์ (Borax) แคลเซียม (Calcium) แบเรียม (Barium) ลิเทียม (Lithium) และสังกะสี (Zinc) เป็นต้น ซึ่งต้องเลือกใช้ให้เหมาะกับระดับอุณหภูมิที่ต้องการ เพราะออกไซด์บางตัว เช่น ตะกั่วและบอแรกซ์ จะใช้ได้ดีเฉพาะในเคลือบที่เผาอุณหภูมิต่ำ

นอกจากนี้ออกไซด์ตัวอื่นๆ อาจใช้ได้ดีเฉพาะอุณหภูมิสูงเท่านั้น ดังนั้นหากผู้อ่านสนใจจะทำการทดลองควรศึกษารายละเอียดเพิ่มเติม เพื่อเป็นพื้นฐานสำคัญในการตัดสินใจเลือกใช้วัตถุดิบให้ได้ผลตามต้องการ (ศุภกา ปาลเปรม. 2547: 152-153)

กลุ่มที่เป็นตัวช่วยให้เกิดความหนืดในเคลือบ (Amphotic) วัตถุดิบในกลุ่มนี้มีสมบัติเป็นกลางช่วยให้เคลือบไม่ไหลตัวมากเกินไป และเป็นตัวช่วยกำหนดอุณหภูมิในการหลอมละลายหรืออุณหภูมิในการเผา และทำหน้าที่เปรียบเสมือนกาวที่ช่วยเคลือบมีความหนืด และยึดติดแน่นบนผิวของเนื้อดินวัตถุดิบที่สำคัญในกลุ่มนี้ ได้แก่ อะลูมินา (Alumina)และดิน

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเคลือบทั้งสามกลุ่มดังกล่าว จะต้องมีสัดส่วนที่สัมพันธ์กันในแต่ระดับอุณหภูมิ และมีสัดส่วนเหล่านี้เปลี่ยนไปก็จะได้เคลือบที่มีลักษณะแปลกแตกต่างกันไปด้วย ดังนั้นการที่จะได้มาซึ่งสัดส่วนของเคลือบที่เหมาะสมในแต่ละระดับอุณหภูมิย่อมขึ้นอยู่กับการกำหนดหรือการเลือกใช้วัตถุดิบที่เหมาะสมด้วยเช่นกัน เนื่องจากวัตถุดิบบางตัวให้ผลดีในเคลือบอุณหภูมิต่ำ บางตัวให้ผลดีในเคลือบอุณหภูมิสูง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีเรื่องปริมาณขิงวัตถุดิบที่ใช้ เช่น บางตัวใช้ในปริมาณที่น้อยจะมีผลให้เคลือบมีผิวมัน แต่ถ้าใช้ในการปริมาณมากกับทำให้เคลือบมีผิวมัน แต้ถ้าใช้ในปริมาณมากกับทำให้เคลือบมีผิวด้าน เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดต่างๆ เหล่านี้ผู้ที่สนใจจะทำการทดลองคงต้องศึกษาในรายละเอียดของวัตถุดิบแต่ละกลุ่มและเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถเลือกใช้วัตถุดิบได้ตรงกับลักษณะเคลือบที่ต้องการ ส่วนวิธีการหาสัดส่วนของวัตถุดิบที่เหมาะสมเพื่อการทดลองนั้น จะมีทฤษฎีพื้นฐานง่าย ๆ ที่นิยมใช้กันทั่วโดยมิต้องมีการคำนวณ ซึ่งได้แก่ ทฤษฎีแบบเส้นตรง (Line Blend) ทฤษฎีสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial Blend) และทฤษฎีสี่เหลี่ยมด้านเท่า (Quadraxial Blend) (ศุภกา ปาลเปรม. 2547:153)

1. วัตถุประสงค์ของการเคลือบผลิตภัณฑ์

เพื่อป้องกันการเกิดรอยบนผิว การซึมผ่านของของเหลว หรือด้วยความมุ่งหมายเพื่อให้เกิดความสวยงาม เคลือบมีธรรมชาติเป็นแก้วทั้งคุณสมบัติทางฟิสิกส์ และเคมี มีความแข็งแรง ไม่ละลายหรือละลายในสารละลายเคมีได้น้อยมากยกเว้นกรดไฮโดรฟลูออริกและด่างแก่ ไม่ยอมให้ของไหลซึมผ่านเหมือนแก้วทั้งหลายเคลือบไม่มีส่วนประกอบทางเคมีที่แน่นอน เป็นส่วนผสมที่ซับซ้อน เคลือบมักจะมีความมันวาวมากบ้าง น้อยบ้าง โดยปกติแล้วผิวเคลือบจะมีการสะท้อนแสงและความเป็นมันวาวดีมาก แต่เคลือบด้านมันวาวที่ผิวจะค่อยลดลงตามความด้านของผิวเคลือบที่เพิ่มขึ้น

โครงสร้างของแก้วและเคลือบไม่มีผนึกปรากฏให้เห็น ยกเว้นเคลือบด้าน เคลือบด้านจะมีผนึกเล็กๆ เป็นจำนวนมากมายปะปนอยู่และมีเคลือบหลายชนิดซึ่งมีผนึกขนาดใหญ่ผนึกเดียวก็มีซึ่งลักษณะของเคลือบเหล่านี้สามารถแยกเป็นเคลือบชนิดต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น

เคลือบอาจจะมีสีหรือไม่มี อาจโปร่งสง หรือทึบแสงก็ได้ ไม่ว่าเคลือบจะมีรูปร่างลักษณะอย่างไร การเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ ก็เพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายๆ อย่างดังนี้ (ปรีดา พิมพ์ขาวดำ. 2530: 1)

1.1 เพื่อไม่ให้ของเหลวและแก๊สซึมผ่านผลิตภัณฑ์

1.2 เพื่อความสวยงามสะดุดตา

1.3 เพื่อทำความสะอาดผิวผลิตภัณฑ์ในหลายกรณี

1.4 ทำหน้าที่ป้องกันผิวผลิตภัณฑ์ในหลายกรณี

1.5 ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น

1.6 ทำให้เกิดคุณสมบัติเฉพาะบางอย่าง เช่น คุณสมบัติทางด้านไฟฟ้า แสง และเคมี เป็นต้น

เคลือบที่มีผิวมันวาวสะท้อนแสงได้ดีและมีคุณสมบัติโปร่งแสงใส ถ้าเติมออกไซด์ที่เป็นตัวทำให้เกิดสีลงไปในส่วนผสมของเคลือบ สีจะช่วยปิดบังเนื้อผลิตภัณฑ์ข้างใต้ นอกจากนี้เคลือบอาจจะมีส่วนผสมปริมาณเล็กน้อยของวัสดุที่ไม่ละลายในเคลือบ กระจัดกระจายในลักษณะเป็นผนึกเล็กๆ โดยเฉพาะบริเวณรอยต่อระหว่างเคลือบกับเนื้อผลิตภัณฑ์ (ปรีดา พิมพ์ขาวดำ. 2530: 1-2)

2. การจำแนกชนิดของเคลือบ

ชนิดของเคลือบอาจจำแนกได้หลายรูปแบบ แล้วแต่ว่าจะพิจารณาโดยยึดถือเป็นหลักและพิจารณาละเอียดมากน้อยเพียงใด ในที่นี่จะขอจำแนกไว้พอสังเขปดังนี้

1.เคลือบที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ เคลือบกลุ่มนี้ผลิตได้หลายรูปแบบอาจผลิตแบบองค์รวมของเคลือบที่มีหรือไม่มีอะลูมินาเลยเคลือบอาจมีตะกั่วเพียงตัวเดียว หรือมีด่างตัวอื่นๆ ร่วมเป็นองค์ประกอบด้วย อาจผลิตในรูปแบบฟริตหรือไม่ก็ได้

2.เคลือบที่ไม่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ เคลือบกลุ่มนี้สามารถผลิตได้หลายรูปแบบเช่นกัน กล่าวคือ กลุ่มที่เป็นด่างในองค์ประกอบของเคลือบ อาจมีเฉพาะพวกอัลคะไลเอิร์ทแต่เพียงอย่างเดียว หรืออาจมีทั้งอัลคะไลเอิร์ทและอัลคะไลเป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้อาจยังมีชนิดที่มีหรือไม่มีซิงออกไซด์ หรืออาจมีหรือไม่มีบอริกออกไซด์เป็นองค์ประกอบ

3.เคลือบฟริต หมายถึง เคลือบซึ่งมีส่วนผสมบางส่วนหรือทั้งหมดถูกนำมาหลอมเป็นแก้วก่อนแล้วนำไปบดผสมเป็นน้ำเคลือบกล่าวคือเคลือบฟริตอาจมีอลูมิน่า และบอริกออกไซด์ ซึ่งกลุ่มนี้อาจมีอัลคะไลหรือไม่มีอัลคะไลเป็นองค์ประกอบเคลือบฟริต อาจมีตะกั่วหรือไม่มีก็ได้ อาจมีหรือไม่มีซิงค์ ออกไซด์ หรืออาจมีหรือไม่มีบอริกออกไซด์เป็นองค์ประกอบ (ปรีดา พิมพ์ขาวดำ. 2530: 2)

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตส่วนผสมของเคลือบนั้นสามารถแบ่งกลุ่มตามคุณสมบัติทางเคมีได้ 3 กลุ่มคือ กลุ่มแรก เป็นกลุ่มวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติทางเคมีเป็นด่าง ทำหน้าที่เป็นตัวลดจุดหลอมตัว สัญลักษณ์ทั่วไปคือ RO หรือ R2O วัตถุดิบพวกนี้ได้แก่ พวกออกไซด์ของอัลคะไลและอัลคะไลเอิร์ท นอกจากนี้ก็ซิงค์ออกไซด์ ตะกั่วออกไซด์ และพวกออกไซด์ที่ทำให้เกิดสีต่าง ๆ

กลุ่มสอง เป็นวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติทางเคมีเป็นกลาง สัญลักษณ์ทั่วไปคือ R2O3 ได้แก่

Al2O3 เป็นวัตถุดิบที่เด่นในกลุ่มนี้นอกจากนี้ก็มีFe2O3 , Cr2O3

กลุ่มสาม เป็นกลุ่มวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติทางเคมีเป็นกรด สัญลักษณ์ทั่วไปคือ RO2 ตัวอย่างของวัตถุดิบในกลุ่มนี้เช่น SiO2 , P2O5 , ZrO2 , SnOเป็นต้น (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. 2530: 8)

น้ำเคลือบที่ใช้ในเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผามีหลายชนิดด้วยกันซึ่งเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นมาเพื่อแบ่งหรือจำแนกชนิดของน้ำเคลือบนั้นก็มีหลายเกณฑ์ (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2534 : 27)

แบ่งตามวัตถุดิบที่ใช้ ได้แก่

-เคลือบตะกั่ว (Lead Glazes)

-เคลือบเกลือ (Salt Glazes)

-เคลือบบอแรกซ์ (Borosilicate Glazes)

-เคลือบขี้เถ้า (Ash Glazes)

แบ่งตามลักษณะ ที่มองเห็น หรือตามลักษณะของผิวเคลือบ ได้แก่

-เคลือบใส (Clear Glazes)

-เคลือบทึม (Opaque Glazes)

-เคลือบผลึก (Crytalline Glazes)

-เคลือบด้าน (Mat Glazes)

-เคลือบราน (Crackle Glazes)
-เคลือบสี (Color Glazes)
-เคลือบมันหรือมุก (Luster Glazes)
แบ่งตามลักษณะผลิตภัณฑ์ที่นำไปเคลือบ ได้แก่
-เคลือบโบนไชนา (Bonechina Glazes)
-เคลือบพอร์สแลน (Porcelain Glazes)
-เคลือบสโตนแวร์ (Stonware Glazes)
-เคลือบเอิทร์เทนแวร์ (Earthenware Glazes)
แบ่งตามความทนไฟ ได้แก่
-เคลือบไฟสูง (High Temperature Glazes)
-เคลือบไฟปานกลาง (Intermediate Temperature Glazes)
-เคลือบไฟต่ำ (Low Temperature Glazes)
แบ่งตามสถานที่มาของน้ำเคลือบหรือผู้ทำน้ำเคลือบนั้น ๆ ได้แก่
-Albany Slip Glazes
-Seper Porcelain Glazes
แบ่งตามหลักวิชาการที่ตั้งขึ้นโดยนักวิชาการทางเซรามิกส์
-เคลือบไม่มีตะกั่ว (Lead less Glazes or Eaeth Glazes)
-เคลือบตะกั่ว (Lead Glazes)
-เคลือบฟริต (Frit Glazes)
วัตถุดิบที่กล่าวต่อไปนี้จะกล่าวเฉพาะวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองนี้เท่านั้น คือ
-อำเภอบางระกำ
-โซดาเฟลด์สปาร์ (Soda Feldspar)
-โดโลไมต์ (Dolomite)

1.ดินเขตอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ลักษณะดินเป็นดินร่วนมีสีน้ำตาลแดงน่าจะมีเหล็กออกไซด์ปะปนอยู่ดินเขตอำเภอบางระกำที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้นำดินทั้ง 11 ตัวอย่าง มาตากให้แห้งแล้วนำไปตำในครกให้ละเอียดและนำไปร่อนในตะแกรง 200 เมช พร้อมนำไปใช้งาน

2.การเลือกใช้เฟลด์สปาร์ในสูตรเคลือบ การปรับเปลี่ยนจากโปแตสเฟลด์สปาร์หรือโซดาเฟลด์สปาร์ในสูตรเคลือบให้ยึดหลักดังนี้ เคลือบที่ต้องการเผาในอุณหภูมิต่ำหรือต้องการลดจุดสุกตัวของเคลือบให้ต่ำลงใช้โซดาเฟลด์สปาร์สูตรเคลือบด้านและสูตรทนไฟสูงบางชนิดใช้โปรแตสเฟลด์สปาร์เพื่อให้เคลือบทนไฟสูง ในสูตรเคลือบที่ต้องการสีพิเศษเช่น สีเขียวอมฟ้า สีน้ำทะเลให้ใช้โซดาเฟลด์สปาร์ ถ้าใช้โปแตสเฟลด์สปาร์จะได้สีเขียวใบไม้ ดังนั้นสีบางสีใช้โซดาเฟลด์สปาร์เท่านั้นบางสีโปแตสเฟลด์สปาร์เท่านั้น (ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์, :2537:94)

3.โดโลไมต์ เป็นสารประกอบของแมกนีเซียมคาร์บอเนต และแคลเซียมคาร์บอเนตใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้น น้ำเคลือบและวัตถุทนไฟ (โกมล รักษ์วงศ์.:2531:48)

-แมกนีเซียมคาร์บอเนต มีสูตรทางเคมี คือ $MgCo_3$ ใช้ผสมในเคลือบ ทำหน้าที่เป็นตัวทนไฟที่อุณหภูมิต่ำ และตัวช่วยหลอมละลายฟลักซ์ ที่มีอุณหภูมิสูง ส่วนมากใช้ในการทำของแมกนีเซียมคาร์บอเนตนี้จะไหลเร็วในช่วงแรกและไหลช้าในช่วงหลัง นอกจากนี้ยังช่วยให้เคลือบเกาะกับเนื้อดินดีขึ้นด้วย (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์.2543:9)

-แคลเซียมคาร์บอเนต มีสูตรทางเคมี คือ CaCo3 หรือที่เรียกกันว่าไวติ่ง (Whiting) ก็คือแคลเซียมคาร์บอเนตบริสุทธิ์บดละเอียด และกำหนดขนาดขนาดของความละเอียดไว้ด้วยตะแกรงจึงมีชื่อเรียกต่างๆ กันตามขนาดของตะแกรงที่ใช้กรองจากหยาบจนถึงละเอียดดังนี้

ถ้ากรองด้วยตะแกรงเบอร์ 50 – 70 เรียกว่า Commercial Whiting

ถ้ากรองด้วยตะแกรงเบอร์ 80 – 100 เรียกว่า American Whiting

ถ้ากรองด้วยตะแกรงเบอร์ 120 – 150 เรียกว่า English Elfston Whiting

ถ้ากรองด้วยตะแกรงเบอร์ 200 เรียกว่า Special Pottery Whiting

แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นตัวช่วยหลอมละลายในเคลือบไฟสูงถ้าผสมในเนื้อดิน (Body) จะช่วยลดการพรุนตัว (Porosity) ของเนื้อดินด้วย ถ้าผสมในเคลือบจะมีความแข็งแรงดียิ่งขึ้น
(สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์.2534:8)

การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์คือการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ทีมีความสวยงามแตกต่างไปจากผลิตภัณฑ์เดิม และพัฒนาต่อยอดผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาดให้สวยงาม แตกต่างไปจากเดิม เพื่อนำไปใช้เป็นสินค้า เพื่อจำหน่ายที่มีความสวยงาม น่าสนใจมากยิ่งขึ้น งานออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงเป็นการสร้างสรรค์ที่เกิดจากความคิดจินตนาการ นักออกแบบอาจได้รับแรงบันดาลใจในการสร้างสรรค์ผลงานจากสิ่งที่อยู่รอบๆตัว และอยู่ในขอบเขตกรอบความงาม ตามทฤษฎีที่กำหนด ขึ้นอยู่กับจุดมุ่งหมายในการออกแบบสร้างสรรค์งานแต่ละชนิด

หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ การออกแบบเป็นกิจกรรมของมนุษย์ ที่ควบคู่กับการดำรงชีวิต เพราะในการดำรงชีวิตของมนุษย์นั้น จะต้องมีการกำหนดมีการวางแผนเป็นขั้นตอนต่างๆ เพื่อให้บังเกิดความเหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

นิยามของการออกแบบ

- กิจกรรมทางด้านการแก้ปัญหา โดยมีวัตถุประสงค์ที่แน่นอน (Archer)
- เป็นผลิตผลสัมพันธ์ที่ก่อให้เกิดความพึงพอใจ (Gregory)
- เป็นองค์ประกอบ (factor) ของชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ ที่มีเงื่อนไขที่นำสู่ตลาด เป็นการวางแบบรูปร่างชิ้นส่วน เพื่อที่จะนำสู่ผู้ใช้ (Fan)
- คือการกระโดดจากปัจจุบันถึงอนาคต หรือเป็นการก้าวจากเก่าไปสู่ใหม่ (Page)
- การค้นหาส่วนประกอบทางด้านกายภาพ (Body) อันถูกต้องของรูปธรรม และโครงสร้าง (Alexander, 1950)
- เป็นการแก้ไขปัญหา ซึ่งเป็นข้อสรูปผลของความต้องการ ในสถานการณ์ชุดใดชุดหนึ่ง (Matchett , 1968)
- เป็นการแก้ไขปัญหาซึ่งเป็นข้อสรูปผลของความต้องการ ในสถานการณ์ชุดใดชุดหนึ่ง
- การรู้จักวางแผนจัดตั้งขั้นตอนและรู้จักเลือกวัสดุวิธีการเพื่อทำตามที่ต้องการ โดยให้สอดคล้องกับรูปแบบและคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดตามความคิดสร้างสรรค์
- การปรับปรุงผลงานหรือสิ่งต่างๆที่มีอยู่แล้ว ให้เหมาะสมและมีความแปลกใหม่เพิ่มขึ้น
- กระบวนการที่สนองความต้องการในสิ่งใหม่ๆ ของมนุษย์ซึ่งส่วนใหญ่เพื่อให้มีชีวิตอยู่รอดและมีความสะดวกสบายเพิ่มขึ้น

กรอบการออกแบบ คือกิจกรรมการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายหรือจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ (Design is a goal-directed problem-solving) เป็นการกระทำของมนุษย์ด้วยจุดประสงค์ที่ต้องการแจ้งผลเป็นสิ่งใหม่ๆมีทั้งที่ออกแบบเพื่อสร้างขึ้นใหม่ให้แตกต่างจากของเดิมหรือปรับปรุงตกแต่งของเดิม

ความสำคัญของออกแบบเป็นขั้นตอนเบื้องต้นที่จะทำให้กระบวนการในการผลิตสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ประสบผลสำเร็จในตลาดและตรงตามเป้าหมาย

งานออกแบบคือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นโดยการเลือกนำเอาองค์ประกอบมาจัดเรียงให้เกิดรูปทรงใหม่ที่สามารถสนองความต้องการตามจุดประสงค์ของผู้สร้าง และสามารถผลิตได้ด้วยวัสดุและกรรมวิธีการผลิตที่มีอยู่ในขณะนั้น

รูปลักษณ์และคุณประโยชน์ของผลิตภัณฑ์

รูปลักษณ์ อธิบายถึงคุณสมบัติต่างๆของผลิตภัณฑ์หรือลักษณะเด่นที่มองเห็นได้จากภายนอก ส่วนคุณประโยชน์ คือการรับรู้ทางอารมณ์ เป็นความรู้สึกต่างๆ ที่เกิดจากการใช้ผลิตภัณฑ์เช่น เกิดความสบายใจ เกิดความเร้าใจเกิดความเชื่อมั่นเกิดความปลอดภัยเป็นต้น

ระหว่างรูปลักษณ์และคุณประโยชน์ ผู้บริโภคต้องการอะไรมากกว่ากัน?

เป็นคำถามที่ไม่อาจได้คำตอบที่ชัดเจน ขึ้นอยู่กับประเภทของผลิตภัณฑ์ จุดประสงค์ของการซื้อ ภูมิหลังของผู้บริโภคและเงื่อนไขอื่นๆ

รูปทรงที่มีอิทธิพลต่อรูปลักษณ์งานออกแบบผลิตภัณฑ์

การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ปรากฏอยู่ทั่วไป เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ทั้งสิ้น มีทั้งที่ออกแบบสร้างขึ้นใหม่แตกต่างจากของเดิม หรือปรับปรุงตกแต่งของเดิมโดยมนุษย์ได้รับอิทธิพลจากรูปทรง 2 แหล่งคือ

1. รูปทรงจากธรรมชาติ (Natural Form)เนื่องจากธรรมชาติมีความสำคัญและอยู่รายล้อมมนุษย์ ทั้งรูปทรงที่เป็นสิ่งมีชีวิต เช่น พืช สัตว์ต่างๆ และรูปทรงที่ไม่มีชีวิต เช่น กรวด หิน ดิน ทราย หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น คลื่น ลม แสงแดด ฝนตก ฟ้าร้อง ฯลฯโดยมนุษย์ได้รับแรงบันดาลใจจากสิ่งเหล่านี้ในแง่มุมที่แตกต่างกัน เช่นความเป็นระเบียบและความสวยงาม (Beauty) ของดอกไม้ป่าความลงตัวอย่างมีแบบแผน (Order) ในรูปหกเหลี่ยมของรังผึ้งความสุนทรีของลวดลาย (Pattern) ในดอกทานตะวันเป็นต้นแล้วถ่ายทอดความคิดออกมาในรูปของผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองคุณประโยชน์ทางการใช้สอยแก่มนุษย์ทั้งทางร่างกายและจิตใจ

2. รูปทรงที่มนุษย์สร้างขึ้น (Manmade Form) รูปทรงที่มนุษย์สร้างขึ้น มีอิทธิพลต่องานออกแบบผลิตภัณฑ์ ในอันที่จะก่อให้เกิดความแตกต่างกันของแต่ละกลุ่มชน เช่น อาคารบ้านเรือน สิ่งของเครื่องใช้ ฯลฯ มักเป็นรูปทรงเรขาคณิต ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นสากลและเป็นที่รู้จักกันทั่วไปรูปทรงดังกล่าวแบ่งตามวิธีการผลิตได้ 2 ประเภท คือประเภทที่สร้างขึ้นด้วยมือหรือเครื่องมือพื้นฐาน (Hand Tools) มีลักษณะการใช้งานเฉพาะตามจุดประสงค์ของผู้ออกแบบ ผลิตได้จำนวนน้อย รูปทรงมีลักษณะเฉพาะตัวไม่ซ้ำกันมีการตกแต่งประดับประดาที่แสดงให้เห็นถึงความชำนาญทางทักษะของช่างฝีมือ กับประเภทที่สร้างขึ้นด้วยเครื่องจักร (Machine tools) มีรูปทรงที่เหมือนๆกัน โดยผลิตออกมาเป็นจำนวนมากจากแม่พิมพ์เดียวกัน ใช้วัสดุอย่างเดียวกัน มีทั้งที่เป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปสามารถใช้ประโยชน์โดยตรงและเป็นชิ้นส่วน

การออกแบบวิธีการทำงานสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่(Work Methods Design for A New Product) การออกแบบวิธีการทำงานเพื่อพัฒนา(Work Methods Design For Developing ABetter Method) ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เข้าสายการผลิตนั้น นักออกแบบวิธีการทำงานจะใช้กระบวนการแก้ปัญหาทั่วไป มาช่วยกำหนดการผลิตและวิธีการทำงานที่จะนำมาใช้ ซึ่งขั้นตอนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เข้าสายการผลิต แบ่งออกเป็น 3 ด้านด้วยกัน คือการวางแผน การเตรียมการผลิต และการผลิต ดังจะอธิบายตามลำดับ

1.การวางแผน เป็นขบวนการตัดสินใจเลือกทางที่ดีที่สุด โดยให้เป็นไปตาม วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้แล้วในการออกแบบวิธีการทำงาน เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่นั้น มีองค์ประกอบ 6 ด้าน คือ

1.1 การออกแบบผลิตภัณฑ์

1.2 การออกแบบขบวนการผลิต

1.3 การออกแบบวิธีการปฏิบัติงาน

1.4 การออกแบบเครื่องมือและเครื่องใช้

1.5 การกำหนดเวลามาตรฐาน

2. การเตรียมการผลิต ข่าวสารด้านการวางแผนทั้งหมดเมื่อเสร็จเรียบร้อยก็ส่งไปยังหน่วยผลิต เพื่อดำเนินการดังนี้

2.1 ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทำงานกับเวลาที่ตั้งไว้

2.2 เลือกและฝึกหัดพนักงานให้ปฏิบัติงานตามวิธีที่กำหนดไว้

2.3 มอบหมายงานให้ผู้ปฏิบัติงาน

2.4 ทดลองใช้วัสดุและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ

2.5 ติดตั้งสิ่งอำนวยความสะอาด

3. การผลิตเป็นขั้นตอนการผลิตสินค้าตามที่ได้วางแผนและเตรียมการผลิตไว้เป็นขั้นของการใช้พนักงานเครื่องจักรและวัสดุ เพื่อผลิตสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดโดย มีสิ่งสำคัญที่จะต้องแสดงให้เห็นเด่นชัดในการออกแบบวิธีการทำงานคือ

3.1 การป้องกันวิธีการทำงานไม่ให้เบี่ยงเบนจากมาตรฐานวิธีการทำงานที่ตั้งไว้

3.2 ทำกาตรวจสอบวิธีการทำงานอย่างสม่ำเสมอเพื่อจะได้นำไปสู่วิธีการทำงานที่ดีกว่า

แนวคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ใหม่ ความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์มากขึ้นเพื่อตอบสนองความสะดวกสบาย ทั้งทางกายและทางใจ ทำให้เกิดการแข่งขันในตลาดมากขั้น การพัฒนาปรับปรุงผลิตภัณฑ์เพื่อตอบสนองกับความต้องการดังกล่าวหรือให้เหนือกว่าคู่แข่งขัน ต้องอาศัยหลักการของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (สุดาดวง เรืองรุจิระ, 2538, หน้า159-188) แนวคิดของผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นลักษณะผลิตภัณฑ์ใหม่ที่กิจการธุรกิจนำเสนอต่อตลาด แล้วทำให้ตลาดมีโอกาสเลือกเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ใหม่อาจจะเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ยังไม่เคยมีผู้ผลิตมาก่อนหรือเริ่มมีผู้ผลิตรายแรกของโลกสามารถจัดได้เป็นนวัตกรรม หรืออาจเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ของบริษัทที่นำออกจำหน่ายเป็นครั้งแรก หรือปรับปรุงจากผลิตภัณฑ์ที่เคยจำหน่ายอยู่เดิม

- ผลิตภัณฑ์นวัตกรรมคือผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เคยมีมาก่อนในตลาดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการสร้างขึ้นใหม่มีลักษณะที่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์อื่น และไม่มีผลิตภัณฑ์ที่จะสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ใกล้เคียงกัน

- ผลิตภัณฑ์ปรับปรุงใหม่เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เดิมที่เคยใช้อยู่

- ผลิตภัณฑ์ที่เลียนแบบคือเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ของธุรกิจแต่เป็นการเลียนแบบผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งที่มีอยู่แล้วในตลาด ลูกค้าจะรับรู้ว่ามีผู้ผลิตอีกรายหนึ่งผลิตออกจำหน่าย

การออกแบบผลิตภัณฑ์มีกระบวนการคิดในออกแบบผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกันออกไป แนวคิดและเทคนิคแนวคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ (ธีระชัย สุขสด. 2544. หน้า 77-79, 83-87) ดังต่อไปนี้

1. แนวคิดของการออกแบบผลิตภัณฑ์มีอยู่ 2 ชนิดคือการสร้างสรรค์สิ่งใหม่กับการปรับปรุงหรือพัฒนามาจากของเดิมการที่จะได้มาซึ่งรูปทรงของผลิตภัณฑ์ได้แนวคิดมาจากแบบเดิมนำมาพัฒนาแบบให้เข้ากับความต้องการของตลาดการโดยมีแนวคิด 5 ลักษณะดังนี้

- แบบโบราณ คือ การออกแบบโดยยึดแบบของเดิมที่มีมาตั้งแต่รุ่นเก่าโบราณ จุดประสงค์ก็อาจจะมุ่งกลุ่มเป้าหมายไปที่กลุ่มอนุรักษ์นิยม หรือใช้ประกอบตกแต่งสภาพแวดล้อมให้มีความสัมพันธ์เข้ากันได้มีการผลิตขึ้นมาใหม่แต่คงยึดแบบอย่างโบราณ

- แบบอมตะ คือ การออกแบบที่ยึดความพอดีระหว่างความเก่ากับความล้ำยุค รูปร่างดูแล้วไม่เก่าและไม่ใหม่ การออกแบบลักษณะนี้พิจารณากาลเวลาเป็นสำคัญออกแบบไม่ให้ดูล้ำยุคหรือหวือหวามากในยุคนั้น เพราะเมื่อกาลเวลาเปลี่ยนไปก็จะไม่เป็นที่นิยมหรือล้าสมัยเร็ว

-แบบร่วมสมัย คือ การออกแบบที่ประสานกันระหว่างความล้าสมัยหรือแบบเก่าผสมกันกับแบบที่ทันสมัย คือใช้ 2 ยุคสมัยนี้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดความเหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน ถือว่าเป็นงานสมัยใหม่หรืองานปัจจุบัน

- แบบทันสมัย คือ การออกแบบที่เข้ากันกับยุคสมัยตามสมัยนิยม แบบจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอตามความต้องการของตลาดและค่านิยมของยุคนั้น หากผ่านยุคสมัยหรือความนิยมไปจะดูล้าสมัย โดยกลุ่มเป้าหมายที่เน้นเป็นพิเศษสำหรับแบบทันสมัยนี้จะเป็นกลุ่มคนหัวสมัยใหม่ ตั้งแต่กลุ่มวัยรุ่นไปจนถึงวัยทำงาน

-แบบล้ำยุค คือ การออกแบบในลักษณะเป็นความก้าวหน้าของรูปแบบหรือวัสดุ ออกแบบเพื่ออนาคตข้างหน้าโดยพิจารณาวิเคราะห์ข้อมูลที่น่าจะเป็นไปได้สำหรับอนาคต รูปแบบอาจจะหนีความจำเจความเคยชินต่อสายตาในยุคใหม่ ผลิตภัณฑ์อาจดูไม่ออกว่าเป็นรูปทรงใด หรือเป็นผลิตภัณฑ์อะไร

2. เทคนิคแนวคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ การคิดเปรียบเทียบเป็นวิธีการที่จะได้มาซึ่งแนวคิดใหม่ ๆ และเชื่อมโยงกับประเด็นอื่น ๆ ที่อาจจะเหมือนไม่เกี่ยวข้องกัน วิธีการนี้มีขั้นตอนซับซ้อนเหมาะสำหรับปัญหาที่ต้องประดิษฐ์คิดค้นเพื่อหาแนวทางการสร้างสรรค์ให้เกิดสิ่งใหม่ ๆ มีการใช้วิธีอุปมาเปรียบเทียบปัญหา

- เปรียบเทียบแบบตรงเป็นการเปรียบเทียบแบบทั่วๆ ไปคือ ใช้ธรรมชาติหรือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมาเป็นตัวเปรียบเทียบแก้ปัญหาซึ่งมีลักษณะตรงกัน
- เปรียบเทียบตามความรู้สึกโดยใช้ความรู้สึกที่เป็นส่วนตัวของเข้าไปเปรียบเทียบความน่าจะเป็นตามที่นักออกแบบคิดเอาไว้
- เปรียบเทียบเชิงสัญลักษณ์เป็นการเปรียบเทียบในลักษณะแทนด้วยสิ่งที่เป็นธรรมชาติในความคิดซึ่งแทนค่าเปรียบเปรยกัน
- เปรียบเทียบลักษณะเพ้อฝันนำจินตนาการกึ่งจริงกึ่งฝันมาทำการสมมุติเปรียบเทียบ

เทคนิคการวิเคราะห์การออกแบบ การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์โดยรวม เป็นการศึกษาตรวจสอบคุณลักษณะ ของผลิตภัณฑ์ตรงกับเป้าหมายของงาน โดยพิจารณาในหลายแง่มุมเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดใช้วิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันและขึ้นอยู่กับขนาดลักษณะความซับซ้อนในระบบผลิตภัณฑ์การพิจารณาวิเคราะห์ในด้านต่าง ๆ (ธีระชัย สุขสด. 2544. หน้า 151-152) ดังนี้

- ด้านกายวิภาคเชิงกล
- ด้านเชิงเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์
- ด้านกายภาพ
- ด้านสมรรถนะและสัดส่วนผู้ใช้
- ด้านหลักเกณฑ์ทางวิทยาศาสตร์
- ด้านความงาม
- ด้านทางการตลาด
- ด้านหุ่นจำลอง
- ด้านของประโยชน์ใช้สอย
- ด้านผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม
- ด้านอุตสาหกรรมรมเทคนิคในการผลิต
- ด้านวิศวกรรม

เทคนิคการวิเคราะห์ SCAMPER (Baxter, 1995, หน้า 278 อ้างใน นิรัช สุดสังข์, 2548, หน้า 53) ที่เป็นการพัฒนาแนวความคิดให้เกิดรูปลักษณ์ใหม่ของผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วยดังนี้

- เทคนิคของการทดแทน
- เทคนิคของการดัดแปลง
- เทคนิคการย่อ/ลด
- เทคนิคการตัด
- เทคนิคการจัดใหม่
- เทคนิคของการผสมผสาน
- เทคนิคการขยาย/เพิ่ม
- เทคนิคการใช้วิธีอื่น
- เทคนิคการต่อเติมให้รายละเอียด
- เทคนิคการกลับข้าง

การทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม (Two-sample test on means)

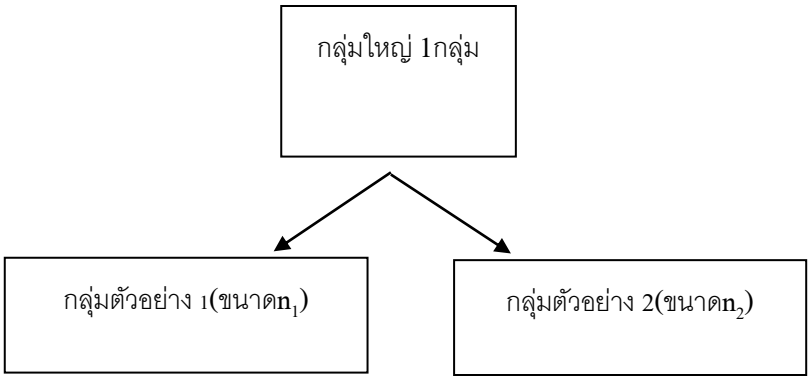
การเปรียบเทียบผลระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมได้เป็นข้อมูลในมาตราอันตรภาคหรือมาตราอัตราส่วน โดยนำค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง ($\bar{x}$) แต่ละกลุ่มมาเปรียบเทียบกัน เพื่อสรุปผลว่าค่าเฉลี่ยของประชากร (μ) สองกลุ่มนั้นแตกต่างกันหรือไม่ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Z-test เมื่อกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีขนาดใหญ่ หรือใช้ t-test เมื่อกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมีขนาดเล็ก (การวิจัยทางการศึกษากลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ คือ $n \geq 100$)

การวิจัยทางการศึกษาที่เป็นการวิจัยเชิงทดลองนั้นกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มมักมีขนาดเล็ก คือ $n < 100$ จึงใช้ t-testfor independent samples ในการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน และใช้ t-testfor dependent samples ในการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระจากกันหรือกลุ่มตัวอย่างสัมพันธ์กัน

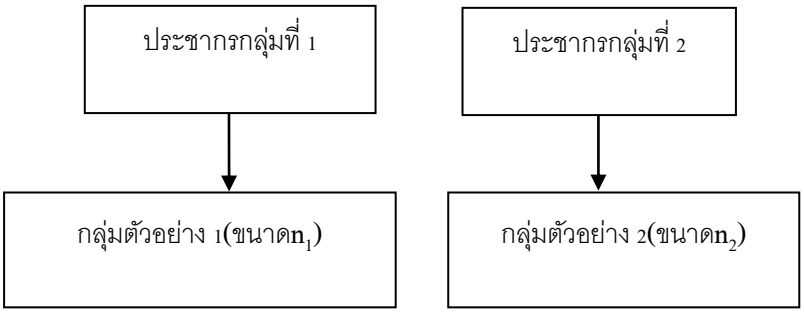
1. **การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระจากกันโดยใช้ t-test for independent samples**

กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม จะเป็นอิสระจากกัน ถ้าได้มาโดยวิธีต่อไปนี้

วิธีที่ 1 มีกลุ่มที่ต้องการศึกษา (Subjects) 1 กลุ่มใหญ่ แล้วสุ่มแยกเป็น 2 กลุ่มย่อย (Subgroup) เช่น สุ่มแยกเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม กลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ดังแผนภาพ



วิธีที่ 2 สุ่มกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม มาจากประชากร 2 กลุ่ม ที่เป็นอิสระจากกัน โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่างขนาด n_1จากประชากรกลุ่มที่ 1 และสุ่มกลุ่มตัวอย่างขนาด n_2จากประชากรกลุ่มที่ 2



วิธีที่ 3 จำแนกกลุ่มตัวอย่างตามตัวแปรอิสระที่ศึกษา เช่น เพศ ชั้นปี ฯลฯ

2.1.1 t-testfor independent samples ในกรณีที่assume ว่า $\sigma^2{}_1 = \sigma^2{}_2$

ใช้สูตร $$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S_p^2\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ $\bar{x}_1$, $\bar{x}_2$แทนค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

S_p^2แทนความแปรปรวนร่วม (Pooled variance)

$$S_p^2 = \frac{(n_1-1)S_1^2+(n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}$$

n_1, n_2แทนขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

dfแทนชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)

ข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สูตรนี้

1) กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มต้องเป็นอิสระจากกันและต้องได้มาจากการสุ่ม จากกลุ่มประชากรที่มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ
2) คุณลักษณะที่ต้องการศึกษาภายในกลุ่มต้องเป็นอิสระจากกัน
3) ความแปรปรวนของกลุ่มประชากรทั้งสองกลุ่มเท่ากัน ($\sigma^2{}_1 = \sigma^2{}_2$) แต่ ไม่ทราบค่า

หมายเหตุ สูตรนี้เขียนได้อีกลักษณะหนึ่งดังนี้

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2+(n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}}$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

2.1.2 t-testfor independent samples ในกรณีที่ assume ว่า $\sigma^2{}_1 \neq \sigma^2{}_2$ เมื่อมีเหตุผลที่เชื่อได้ว่า $\sigma^2{}_1 \neq \sigma^2{}_2$

ใช้สูตร $$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$df = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

เมื่อ $\bar{x}_1$, $\bar{x}_2$ แทนค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

S_1^2 , S_2^2 แทนความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

n_1 , n_2 แทนขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2

df แทนชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)

ข้อตกลงเบื้องต้นของการใช้สูตรนี้

1) กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มต้องเป็นอิสระจากกันและต้องได้มาจากการสุ่ม จากกลุ่มประชากรที่มีการแจกแจงเป็นโค้งปกติ
2) คุณลักษณะที่ต้องการศึกษาภายในกลุ่มต้องเป็นอิสระจากกัน
3) มีเหตุผลพอที่จะเชื่อได้ว่าความแปรปรวนของกลุ่มประชากรทั้งสองกลุ่ม ไม่เท่ากัน ($\sigma^2{}_1 \neq \sigma^2{}_2$)
4) ขนาดของกลุ่มตัวอย่างไม่เท่ากัน ($n_1 \neq n_2$)

หมายเหตุ

ในกรณีที่ไม่สามารถตัดสินใจได้ว่า $\sigma^2{}_1 = \sigma^2{}_2$หรือ$\sigma^2{}_1 \neq \sigma^2{}_2$ควรต้องมีการทดสอบความแปรปรวนก่อน ด้วยการทดสอบค่าเอฟหรือ **F-test**

ในการทดสอบความแปรปรวน ว่า $\sigma^2{}_1 = \sigma^2{}_2$หรือไม่ ตั้ง H_0และ H_1ดังนี้

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$
$$H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$$

สูตรการทดสอบค่าเอฟคือ $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$ เมื่อ $S_1^2 > S_2^2$โดยมี $df_1 = n_1-1$, $df_2 = n_2-1$

หรือ $F = \frac{S_2^2}{S_1^2}$ เมื่อ $S_2^2 > S_1^2$โดยมี $df_1 = n_2-1$, $df_2 = n_1-1$

นั่นคือ เอาความแปรปรวนที่มีค่ามากกว่าเป็นตัวเศษ และให้ dfของตัวเศษเป็น df_1dfของตัวส่วนเป็น df_2 เสมอ เช่น กลุ่มตัวอย่างที่ 1 มี n_1= 30 กลุ่มตัวอย่างที่ 2 มี n_2= 25

1) ถ้าคำนวณ S^2 ของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 ได้ค่ามากกว่า S^2 ของกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ($S^2{}_1 > S^2{}_2$) ให้เอา $S^2{}_1$ เป็นตัวเศษ $S^2{}_2$เป็นตัวส่วนตัวเศษมี n_1= 30 ดังนั้น df_1= 30-1=29 ตัวส่วนมี n_2= 25 ดังนั้น df_2= 25-1=24

2) ถ้าคำนวณ S^2 ของกลุ่มตัวอย่างที่ 2 ได้ค่ามากกว่า S^2 ของกลุ่มตัวอย่างที่ 1 ($S^2_2 > S^2_1$) ให้เอา S^2_2 เป็นตัวเศษ S^2_1 เป็นตัวส่วน ตัวเศษมี n_2= 25 ดังนั้น df_1= 25-1=24 ตัวส่วนมี n_1= 30 ดังนั้น df_2= 30-1=29

3) หาค่าวิกฤตจากตารางค่าวิกฤต F (Critical values of F) ซึ่งมีแนบท้ายเล่มตำราสถิติเพื่อการวิจัย จากตัวอย่างข้างต้น ถ้า $S^2_1 > S^2_2$ จะได้ df_1= 30-1=29 df_2 = 25-1=24 แต่df_1= 29 ไม่ได้แสดงไว้ในตารางจึงเลือก df_1 ที่ใกล้เคียงที่สุดคือ 30 ที่ df_1=30 พบ df_2 = 24 นั้น แสดงค่าวิกฤต F=1.94 ที่ α= 0.05 และค่าวิกฤต F=2.58 ที่α= 0.01 การทดสอบนี้มุ่งที่จะแสดงว่า $\sigma^2_1 = \sigma^2_2$จึงควรเลือกค่าวิกฤตที่ทำให้ยอมรับ H_0ได้ยากกว่าเพื่อลดโอกาสที่จะเกิดความคลาดเคลื่อนในการยอมรับ H_0 ดังนั้นจึงเลือกค่าวิกฤต F = 1.94

df_1 (degrees of freedom ของตัวเศษ)

df_2 (degrees of freedom ของตัวส่วน) DEGREES OF FREEDOM FOR DENOMINATOR	DEGREES OF FREEDOM FOR NUMERATOR						
	1	...	24	30	...	500	∞
1	161		249	250		254	254
	4052		6234	6258		6361	6366
. . .							
24	4.26		1.98	1.94		1.74	1.73
	7.82		2.66	2.58		2.23	2.21
. . .							
∞	3.84		1.52	1.46		1.11	1.00
	6.64		1.79	1.69		1.15	1.00

ในแถวคู่แต่ละคู่ แถวบนเป็นค่าวิกฤต F ที่ α= 0.05 แถวล่างเป็นค่าวิกฤต F ที่ α= 0.01

4) นำค่า F ที่คำนวณได้จากสูตรไปเปรียบเทียบกับค่าวิกฤต F ที่ได้จากตาราง Critical values of F

(1) ถ้า F ที่ได้จากการคำนวณ ≥ ค่าวิกฤต F ที่ได้จากตารางแสดงว่าความแปรปรวนของประชากรสองกลุ่มแตกต่างกัน ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$) จะต้องใช้สูตรการทดสอบค่าที (t-test) ในข้อ 2.1.2ซึ่งเรียกว่า Nonpooled t-test หรือ Separate variance t-test

(2) ถ้า F ที่ได้จากการคำนวณ < ค่าวิกฤต F ที่ได้จากตารางแสดงว่าความแปรปรวนของประชากรสองกลุ่มเท่ากัน ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2$) จะต้องใช้สูตรการทดสอบค่าที (t-test) ในข้อ 2.1.1 ซึ่งเรียกว่า Pooled variance t-test หรือ Pooled t-test

การกำหนดกลยุทธ์การตลาด

กลยุทธ์การตลาดจัดเป็นอาวุธที่มีประสิทธิภาพอย่างหนึ่งในการทำธุรกิจ ซึ่งปัจจุบันมีกลยุทธ์การตลาดต่างๆ มากมายให้เลือกเพื่อนำมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับธุรกิจ แต่กลยุทธ์ที่ต้องถือเป็นต้นแบบทางการตลาดอย่างแท้จริงคงจะหนีไม่พ้นกลยุทธ์การตลาด 8P เพราะนักธุรกิจทั่วโลกต่างยกนิ้วและให้การยอมรับว่ามีประสิทธิภาพในการทำการตลาดค่อนข้างสูงสามารถเห็นผลได้ชัดเจน อีกทั้งยังถือว่ากลยุทธ์นี้เป็นแม่บทในการพัฒนากลยุทธ์ซีรีส์ต่างๆ ที่ออกมาตามหลังอีกด้วย ดังนั้นผู้ประกอบการควรต้องทำความรู้จักและศึกษาเรียนรู้ความหมายของกลยุทธ์ 8P เป็นอย่างยิ่ง ตั้งเป้าว่าผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองความต้องการผู้บริโภคได้ขนาดไหน

กลยุทธ์ด้านผลิตภัณฑ์ (Product Strategy)

กลยุทธ์การตลาดในส่วนแรกนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับการตัดสินใจที่เกี่ยวเนื่องกับตัวผลิตภัณฑ์ทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นคุณสมบัติส่วนตัวที่ต้องตั้งเป้าว่าจะสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ในระดับความพึงพอใจขนาดไหน การนำสินค้าไปเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งในท้องตลาดว่ามีจุดเด่นและจุดด้อยอย่างไร นอกจากนี้ยังมีในส่วนของวัตถุดิบและสายงานการผลิตด้วย

กลยุทธ์ด้านราคา (Price Strategy)

กลยุทธ์การกำหนดราคาของผลิตภัณฑ์ถือเป็นกลยุทธ์สำคัญที่จะช่วยสร้างความได้เปรียบมากขึ้น การกำหนดราคาต้องคำนึงถึงปัจจัยต้นทุนการผลิตบวกกับผลกำไรที่ต้องการจะได้ แล้วจึงกำหนดราคาขายออกมาโดยต้องคำนึงสภาพการแข่งขันของตลาดสินค้า นอกจากนี้การกำหนดราคายังมีนัยซึ่งบ่งบอกถึงตำแหน่งที่ต้องการให้สินค้าไปยืนอยู่ด้วย ซึ่งการตั้งราคาอาจตั้งให้ใกล้เคียงกับสินค้าประเภทเดียวกันในท้องตลาด หรือน้อยกว่าาหากต้องการแย่งชิงฐานลูกค้า หรือมากกว่าหากต้องการวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ให้อยู่เหนือกว่าผลิตภัณฑ์ทั่วไป vending machine

กลยุทธ์ด้านการจำหน่าย (Place Strategy)

กลยุทธ์ช่องทางการจัดจำหน่ายเป็นหนึ่งในยุทธศาสตร์สำคัญของการวางกลยุทธ์ทางการตลาด เพราะหากสามารถหาช่องทางกระจายสินค้าไปสู่มือผู้บริโภคได้มากเท่าไร ผลกำไรก็จะเพิ่มสูงขึ้นมากเท่านั้นโดยช่องทางการจัดจำหน่ายที่นิยมใช้กันในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันสองรูปแบบคือ การขายสู่ผู้บริโภคโดยตรง และการขายผ่านพ่อค้าคนกลาง ซึ่งสองวิธีนี้มีข้อแตกต่างอยู่ตรงที่การขายตรงไปสู่มือผู้ใช้จะได้กำไรมากกว่า ขณะการขายผ่านพ่อค้าคนกลางจะช่วยเรื่องยอดการจำหน่ายที่สูงขึ้นอันมีผลมาจากเครือข่ายที่พ่อค้าคนกลางได้วางเอาไว้

กลยุทธ์ด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion Strategy)

หากจะให้เปรียบเทียบกลยุทธ์การส่งเสริมการตลาดก็คงเหมือนการใช้เข็มฉีดยารักษาโรค เพราะมีประสิทธิภาพช่วยให้ขายสินค้าได้เป็นอย่างดี หากโปรโมชั่นที่ออกมาโดนใจลูกค้าก็จะช่วยให้ยอดขายและผลกำไรทวีสูงมากขึ้น โดยกลยุทธ์การตลาดนี้จะต้องช่วยส่งเสริมและสอดคล้องไปกับกลยุทธ์อย่างอื่นด้วย การส่งเสริมการตลาดนี้สามารถทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะเป็นการลด แลก แจก แถม เป็นต้น

กลยุทธ์ด้านบรรจุภัณฑ์ (Packaging Strategy)

บรรจุภัณฑ์มีความสำคัญเปรียบเสมือนเป็นหน้าตาของสินค้า ดังนั้นการออกแบบดีไซน์รูปลักษณ์บรรจุภัณฑ์จึงเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญอย่างหนึ่ง หลักสำคัญที่ควรต้องคำนึงถึงเมื่อทำการออกแบบบรรจุภัณฑ์ตามแผนการกลยุทธ์นี้คือต้องมีความสวยงามเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ อีกทั้งโดดเด่นกว่าผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งเมื่อนำไปวางข้างกันบนชั้นวางสินค้า จึงจะถือว่ากลยุทธ์นี้ประสบความสำเร็จ

กลยุทธ์ด้านการใช้พนักงานขาย (Personal Strategy)

พนักงานขายเป็นอีกหนึ่งกลยุทธ์ที่จะช่วยทำให้ยอดขายทะยานไต่ระดับพุ่งสูงขึ้น การขายสินค้าโดยใช้พนักงานถือเป็นศิลปะการขายขั้นสูงที่ไม่สามารถลอกเลียนแบบได้ง่ายๆ พนักงานขายที่มีความรู้ความสามารถบวกกับประสบการณ์จะมีเทคนิคการจูงใจลูกค้าให้เข้ามาสนใจและนำพาไปสู่ action หรือคือการตัดสินใจซื้อในที่สุด

กลยุทธ์ด้านการให้ข่าวสาร (Public Strategy)

กลยุทธ์ข่าวสารจะช่วยอำนวยผลในเรื่องภาพลักษณ์และเพิ่มทัศนคติในเชิงบวกให้กับผลิตภัณฑ์กลยุทธ์ข่าวสารเหมาะกับยุคโลกไร้พรมแดนอย่างในปัจจุบัน การสื่อสารคือกุญแจสำคัญที่นำไปสู่ประตูความสำเร็จ เพราะสภาพแวดล้อมและการใช้ชีวิตของผู้คนในสังคมเมืองและชนบทถูกแวดล้อมไปด้วยสื่อต่างๆ มากมาย การใช้กลยุทธ์ข่าวสารเข้ามาเป็นทัพเสริมอีกแรงหนึ่งจะช่วยอำนวยผลในเรื่องภาพลักษณ์และเพิ่มทัศนคติในเชิงบวกให้กับผลิตภัณฑ์ด้วย

กลยุทธ์ด้านการใช้พลัง (Power Strategy)

พลังในที่นี้หมายถึงอำนาจในการต่อรองและควบคุม ซึ่งดูเหมือนจะเป็นสิ่งที่ยากที่สุดในการเนรมิตให้เกิดขึ้น แต่ก็เป็นสิ่งจำเป็นและขาดเสียไม่ได้ในองค์ประกอบ P ส่วนสุดท้ายนี้ เพราะอำนาจต่อรองจะเป็นพลังพิเศษที่นำมาใช้ต่อรองแลกเปลี่ยนผลประโยชน์ทางการค้าให้บริษัทได้รับข้อเสนอที่ดีที่สุดในกรณีที่ไม่สามารถตกลงกันตามกรอบได้อย่างลงตัว

กลยุทธ์การตลาด 8P ที่ได้กล่าวมานี้เป็นเครื่องมือพื้นฐานที่นักธุรกิจส่วนใหญ่นำไปใช้เป็นบรรทัดฐานในการทำการตลาด โดยอาจแตกต่างตรงที่บางบริษัทประสบความสำเร็จ แต่บางบริษัทกลับล้มเหลวอย่างไม่เป็นท่า เหตุผลที่เป็นเช่นนั้นก็เพราะบริษัทที่ล้มเหลวไม่อาจสร้างองค์ประกอบทางกลยุทธ์ 8P ได้ครบตามวงจร ดังนั้นผู้ประกอบการที่สนใจจะใช้กลยุทธ์ 8P นี้ทำการตลาดให้ได้ผล ต้องเอาใจใส่ทุกรายละเอียดของกลยุทธ์แต่ละข้อ เพื่อสร้างสรรค์ตัว P ทั้งแปดให้เกิดขึ้นมาให้ได้ (http://incquity.com/articles/marketing-boost/8p-marketing)

การควบคุมคุณภาพ (Quality Control--Q.C.)

โดยทั่วไปสินค้าในตลาดจะมีราคาแปรผันตามคุณภาพสินค้า สินค้าคุณภาพดีย่อมมีราคาสูงกว่าสินค้าคุณภาพไม่ดี คุณภาพของสินค้าในอดีตมีความหลากหลาย และแตกต่างกันมาก สินค้าบางอย่างที่จำหน่ายในท้องตลาดขาดคุณภาพ หรือคุณภาพต่ำไม่เหมาะสมกับราคา รัฐบาลจึงได้มีการกำหนดมาตรฐานคุณภาพสินค้าขึ้น เพื่อควบคุมคุณลักษณะต่าง ๆ ของสินค้า เช่น ลักษณะทางกาย ได้แก่ ขนาด น้ำหนัก สี ฯลฯ ลักษณะทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นลักษณะต่าง ๆ เป็นต้น ปัจจุบันนี้ผลิตภัณฑ์หรือสินค้าบางอย่างบางชนิด จะถูกกำหนดคุณภาพในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (ม.อ.ก.) ซึ่งเป็นแนวทางหนึ่งของการควบคุม

ความหมายของการควบคุมคุณภาพ (definition of quality control)

คำว่า การควบคุมคุณภาพ เป็นการรวมคำสองคำเข้าด้วยกัน คำหนึ่งคือคำว่า การควบคุมตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “control” ส่วนอีกคำหนึ่งคือ คำว่า คุณภาพ ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า “quality” ซึ่งคำสองคำนี้มีความหมาย ดังนี้

การควบคุม (control) หมายถึง การบังคับให้กิจกรรมต่าง ๆ ได้ดำเนินการตามแผนที่วางไว้ (เปรื่อง กิจรัตน์ภร, 2537 : 202) ส่วนคำว่า คุณภาพ (quality) หมายถึง ผลผลิตที่มีความเหมาะสม ที่จะนำไปใช้งาน (fine ness for use) ออกแบบได้ดี (quality of design) และมีรายละเอียดที่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด (ศูนย์อบรม กฟภ. 2531 : 14) เธียรไชย จิตต์แจ้ง (2530 : 666) ได้ให้ความหมายของการควบคุมว่าหมายถึง กิจกรรมจำเป็นต่าง ๆ ที่จะต้องกระทำเพื่อให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพและได้ผลตลอดไป นอกจากนี้ วิชัย แหวนเพชร (2536 : 111) ยังได้ให้ความหมายของคุณภาพไว้ดังนี้ คุณภาพคือ ผลิตภัณฑ์มี

ความคงทน มั่นคง มีสภาพดีสามารถใช้และทำงานได้ดีรวมทั้งมีรูปร่างสวยงามเรียบร้อยกลมกลืน ทำให้น่าใช้ด้วย กล่าวโดยสรุปแล้ว คุณภาพหมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบได้เหมาะสมในงานได้ดี กระบวนการผลิตดี มีความคงทน สวยงามเรียบร้อย และมีรายละเอียดเป็นไปตามข้อกำหนดของผู้สั่งซื้อที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ยังจะต้องมีความปลอดภัยในการใช้งานด้วย

ความหมายของคุณภาพ (กตัญญู หิรัญญสมบูรณ์, 2542, หน้า 20-21) การที่ผลิตภัณฑ์จะมีคุณภาพที่ดี จะต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. การปฏิบัติงานได้ (performance) ผลิตภัณฑ์ต้องสามารถใช้งานได้ตามหน้าที่ที่กำหนดไว้
2. ความสวยงาม (aesthetics) ผลิตภัณฑ์ต้องมีรูปร่าง, ผิวสัมผัส, กลิ่น, รสชาติ, สีสัน ที่ดึงดูดใจลูกค้า
3. คุณสมบัติพิเศษ (special features) ผลิตภัณฑ์ควรมีลักษณะพิเศษที่โดดเด่นแตกต่างจากผู้อื่น
4. ความสอดคล้อง (conformance) ผลิตภัณฑ์ควรมีความเสี่ยงอันตรายในการใช้น้อยที่สุด
5. ความปลอดภัย (safety) ผลิตภัณฑ์ควรมีความเสี่ยงอันตรายในการใช้น้อยที่สุด
6. ความเชื่อถือได้ (reliability) ผลิตภัณฑ์ควรใช้งานได้อย่างสม่ำเสมอ
7. ความคงทน (durability) ผลิตภัณฑ์ควรมีอายุใช้งานที่ยาวนานในระดับหนึ่ง
8. คุณค่าที่รับรู้ (perceived quality) ผลิตภัณฑ์ควรสร้างความประทับใจ และมีภาพพจน์ที่ดีในสายตาลูกค้า
9. การบริการหลังการขาย (service after sale)

ธุรกิจมีการบริหารหลังการขายที่ต่อเนื่องทำให้สินค้าสามารถคงคุณสมบัติหรือหน้าที่การงานที่สมบูรณ์ต่อไปได้ รวมทั้งบริการในการรับฟังความคิดเห็นจากลูกค้าเกี่ยวกับตัวผลิตภัณฑ์ด้วย

คุณภาพที่ดีของผลิตภัณฑ์เป็นสิ่งที่ทั้งผู้ผลิตและผู้ใช้ต้องการ แต่อย่างไรก็ดี มุมมองด้านคุณภาพในสายตาของผู้ผลิตและผู้ใช้แตกต่างกัน เนื่องจากวัตถุประสงค์ในการใช้สอยผลิตภัณฑ์ของลูกค้า ย่อมแตกต่างกับพันธกิจ (mission) ในการดำเนินธุรกิจของผู้ผลิต ดังนั้นจะสรุปทัศนะของผู้ผลิตกับลูกค้าในแง่ของคุณภาพได้ดังต่อไปนี้

สำหรับ ลูกค้า คุณภาพที่ดีหมายถึง

ก. ผลิตภัณฑ์ที่สามารถใช้งานได้ดีตาม specification ที่ระบุไว้

ข. ผลิตภัณฑ์คุ้มค่ากับเงินหรือราคา ที่ลูกค้าจ่ายเพื่อจะได้ผลิตภัณฑ์นั้นมา

ค. ผลิตภัณฑ์เหมาะสมกับการใช้งานตามวัตถุประสงค์ของผู้ใช้ โดยมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม

ง. ผลิตภัณฑ์มีการบริการประกอบเพื่อความสะดวกของลูกค้า หรือเพื่อรักษาสภาพสมบูรณ์ของสินค้าให้คงอยู่ในช่วงระยะเวลาการใช้งานได้ตลอด

จ. ผลิตภัณฑ์สร้างความภาคภูมิใจ ความประทับใจให้แก่ผู้ใช้

สำหรับ ผู้ผลิต คุณภาพที่ดีหมายถึง

ก. การผลิตให้ถูกต้องตั้งแต่แรก

ข. การผลิตที่มีระดับของของเสียอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และเป็น zero defects ซึ่งถึงไม่มีของเสียจากการผลิตเลย

ค. การผลิตตามตัวแปรที่ต้องการอย่างถูกต้อง ไม่เบี่ยงเบนจากมาตรฐานที่ตั้งไว้

ง. การผลิตที่มีระดับต้นทุนที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้ลูกค้าที่มีความต้องการสามารถซื้อได้ในระดับราคาที่ยอมรับได้

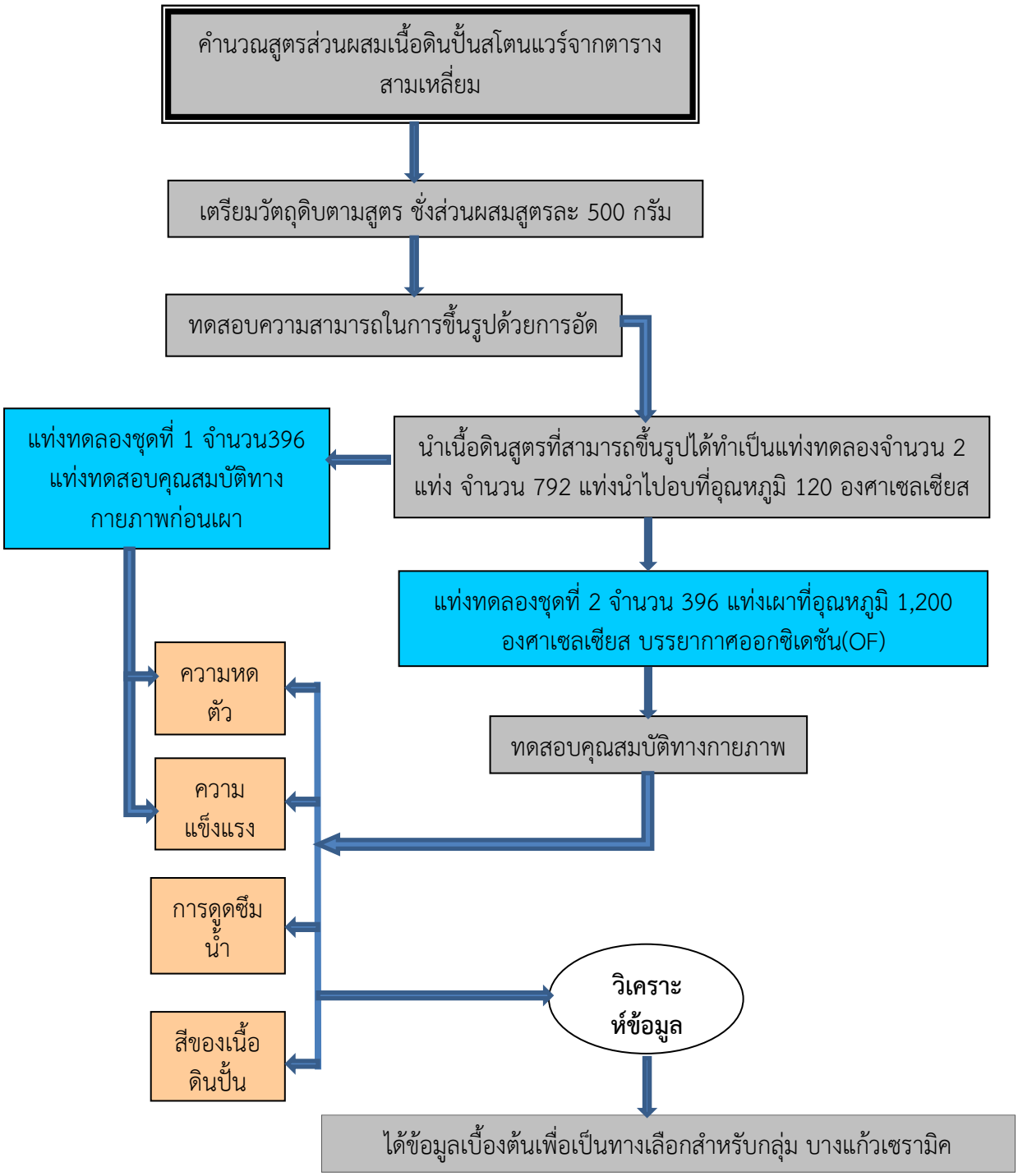
เมื่อคำนำสองคำมารวมกันคือ การควบคุมและคำว่าคุณภาพก็จะได้คำว่า การควบคุมคุณภาพ (quality control) วิชัย แหวนเพชร (2534 : 112) ยังได้ให้ความหมายของการควบคุมคุณภาพไว้ว่าเป็นการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำให้ผลผลิตอันได้แก่ สินค้า บริการ มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้งานได้ดีกิจกรรมดังกล่าวนั้นได้แก่ การควบคุมวัตถุดิบ การออกแบบ และกระบวนการผลิต วินิจ วีรยางกูร (2523 : 213) ยังได้ให้ความหมายการควบคุมคุณภาพไว้อีกว่า เป็นการจัดการควบคุมวัตถุดิบและการควบคุมการผลิต เพื่อป้องกันไม่ให้ผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปมีข้อบกพร่องและเกิดการเสียหาย นอกจากนี้ ความหมายของการควบคุมคุณภาพที่ให้ไว้ในคู่มือ (MIL - STD - 109) คือ การบริหารงานในด้านการควบคุมวัตถุดิบ และการควบคุมการผลิตเพื่อเป็นการป้องกันมิให้ผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จออกมามีข้อบกพร่องและเสียหายนั่นเอง (เสรี ยูนิพนธ์ และคณะ 2528 : 12) เปรื่อง กิจรัตน์ภร (2537 : 202) ยังได้ให้ความหมายของการควบคุมคุณภาพว่า หมายถึง การบังคับให้กิจกรรมต่าง ๆ ดำเนินการผลิตสินค้าให้ได้มาตรฐานตามที่กำหนดคุณลักษณะเอาไว้ เช่น การคัดเลือก การตรวจสอบวัตถุดิบ การควบคุมกระบวนการผลิต ควบคุมพนักงาน รวมทั้งการตรวจสอบผลิตภัณฑ์และทดสอบผลผลิตด้วย

กล่าวโดยสรุปแล้ว การควบคุมคุณภาพ หมายถึง การจัดกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ผลิตออกมาดีเป็นไปตามแบบ มีความประณีต เรียบร้อย สวยงาม นำไปใช้งานได้ดี สะดวก และเหมาะสมกับราคากิจกรรมดังกล่าวก็คือ กิจกรมการคัดเลือกวัตถุดิบ กิจกรรมในกระบวนการผลิต กิจกรรมการตรวจสอบและทดสอบผลผลิต เป็นต้น (บันทึกนี้เขียนที่ GotoKnowโดย นางสาว สุภาพร เพียรดี

ที่: https://www.gotoknow.org/posts/451735)

1.7 **วิธีการดำเนินการวิจัย**

การดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้ (preliminary data)



ตอนที่ 1. การทดลองหาสูตรส่วนผสมของน้ำเคลือบการทดลองน้ำเคลือบโดยใช้ดินในท้องถิ่นเขตอำเภอบางระกำเพื่อใช้สำหรับการผลิตเครื่องปั้นดินเผาทำการเผาทดลองตามขั้นตอนดังต่อไปนี้(preliminary data)

1.1 ศึกษาข้อมูลสูตรส่วนผสมของน้ำเคลือบวัตถุดิบที่ใช้จากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อวางกรอบในการดำเนินการวิจัย และกำหนดอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้

1.2 กำหนดกลุ่มตัวอย่าง คำนวณจากอัตราส่วนผสมของน้ำเคลือบโดยใช้ตารางสามเหลี่ยม ใช้วัตถุดิบ 3 ชนิด คือ ดินในเขตพื้นที่ อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 11 กลุ่มตัวอย่าง โดโลไมต์ และโซดาเฟลด์สปาร์(Feldspar) จำนวน 396 ตัวอย่าง เพื่อสร้างสูตรส่วนผสมของน้ำเคลือบตารางที่ 1

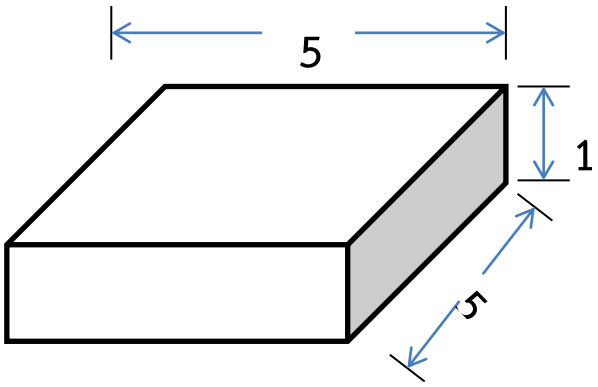
ตารางที่ 1.1 แสดงอัตราส่วนผสมของน้ำเคลือบที่ได้จากตารางสามเหลี่ยม

สูตร ส่วนผสมที่	อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ(กรัม)		
	ดินเขตอำเภอบางระกำ (1-11)	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์
1	80	10	10
2	70	20	10
3	70	10	20
4	60	30	10
5	60	20	20
6	60	10	30
7	50	40	10
8	50	30	20
9	50	20	30
10	50	10	40
11	40	50	10
12	40	40	20
13	40	30	30
14	40	20	40
15	40	10	50
16	30	60	10
17	30	50	20
18	30	40	30
19	30	30	40
20	30	20	50
21	30	10	60
22	20	70	10
23	20	60	20

24	20	50	30
25	20	40	40
26	20	30	50
27	20	20	60
28	20	10	70
29	10	80	10
30	10	70	20
31	10	60	30
32	10	50	40
33	10	40	50
34	10	30	60
35	10	20	70
36	10	10	80

๑.๓ ชั่งส่วนผสมวัตถุดิบสูตรละ๒๐๐ กรัม ผสมให้เข้ากันโดยใช้การบดโดยหม้อบด ไฮสปีด จำนวน ๒๐ นาที

๑.๔ นำน้ำเคลือบที่ได้มาทำแท่งทดลอง ขนาดความกว้าง ๕ เซนติเมตร หนา ๑ เซนติเมตร ยาว ๕ เซนติเมตร โดยพิมพ์กดสูตรเนื้อดินปั้นตัวอย่างละ ๒ ชิ้นทดลองดังภาพที่ ๑



ภาพที่ 1 แสดงชิ้นทดลองที่ใช้ในการชุบเคลือบน้ำเคลือบ

๑.๕ เตรียมชิ้นทดลองที่ทำการชุบเคลือบโดยเผาชิ้นทดลองที่๙๐๐ องศาเซลเซียส

๑.๖ นำชิ้นทดลองที่เตรียมไว้มาทำความสะอาดและชุบเคลือบเป็นเวลา ๓ วินาที ทั้ง ๒ ชิ้น

๑.๗ นำชิ้นทดลองเผาที่อุณหภูมิ ๑,๒๐๐ องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชันและรีดักชัน ด้วยเตาแก๊สชนิดทางเดินลมร้อนลง

๑.๘ นำชิ้นทดลองที่ผ่านการเผาทดสอบมาวิเคราะห์หลังเผา

๑.๙ นำข้อมูลที่ได้จาก ข้อ ๑.๖ และ ๑.๘ มาวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

การวิเคราะห์จากผลการทดลอง แบ่งออกเป็น ๓ ตอน คือ

๑. ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น ๔ ระดับ คือ

๑.๑ เคลือบมันแวววาว (Bright)

๑.๒ เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)

๑.๓ เคลือบด้าน (Mat)

๑.๔ เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)

๒. ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต ได้แก่

๒.๑ เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)

๒.๒ เคลือบราน (Crazing)

๒.๓ เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)

๒.๔ เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)

๒.๕ เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)

๒.๖ เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)

๒.๗ เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)

๓. ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts

การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนางานหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผา ในเอกลักษณ์ของชุมชนมอญปากเกร็ด สำหรับเป็นผลิตภัณฑ์ร่วมสมัย The Development of contemporary products from The Pak Kret ethnic Mon-Style pottery สุวิทย์ อินทิพย์บทคัดย่อ การวิจัยครั้งนี้มี วัตถุประสงค์ในการวิจัย คือ 1) เพื่อศึกษาวิถีชีวิตของชุมชนมอญปากเกร็ด ที่เกี่ยวเนื่องกับเครื่องปั้นดินเผาในด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิตและการตลาด 2) เพื่อศึกษา และวิเคราะห์สภาพปัญหาเครื่องปั้นดินเผาของชุมชนมอญปากเกร็ดในปัจจุบัน 3) เพื่อการออกแบบและ พัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ กรรมวิธีการผลิตเครื่องปั้นดินเผาของชุมชนมอญปากเกร็ด ที่สอดคล้องกับ อัตลักษณ์ท้องถิ่นและตรงตามความต้องการของตลาด ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ จำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มสำหรับศึกษาข้อมูล คือ ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผา 2) กลุ่มสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลประกอบการออกแบบผลิตภัณฑ์ร่วมสมัย ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย และผู้บริโภค ผลการวิจัยสรุปได้ 3 ส่วน ดังนี้ 1) พบว่า ชุมชนมอญเกาะเกร็ดส่วนใหญ่ประกอบอาชีพ ท าเครื่องปั้นดินเผากันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากชาวมอญมีฝีมือในการท าเครื่องปั้นดินเผามาแต่โบราณ มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักและยอมรับกันทั่วไปมาแต่อดีต สำหรับประเภทของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ที่นิยมผลิตในปัจจุบันมี 2 ประเภท คือ ประเภทสิ่งของ เครื่องใช้ และประเภทสวยงาม ที่นิยมอยู่เดิม 2) พบว่า สีของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่นิยมใช้อยู่เดิมมี 2 โทนสี คือ สีดินแดง และสีดินดำการทดลอง พบว่า สีสำหรับเขียนลวดลายโดยใช้วิธีการเขียนสีในเคลือบเพื่อเพิ่มสีและลวดลาย ให้ผลิตภัณฑ์จากการ ทดลองใช้ส่วนผสมของน้ำเคลือบและสีสำเร็จรูปในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน มีผลทำ ให้ผลิตภัณฑ์มีความ สวยงามมากขึ้นและมีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น 3) พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในความต้องการของตลาด คือ ประเภท งานวิจิตร จากผลการศึกษาดังกล่าวพอสรุปได้ว่า แนวทางการประยุกต์ใช้งานหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผา ในเอกลักษณ์ของชุมชนมอญปาก

เกร็ด ต้องคำนึงถึงแนวคิดการออกแบบ และพัฒนา 5 ประการ คือ 1) ลักษณะเฉพาะถิ่น 2) ความสวยงาม 3) ประโยชน์ใช้สอย 4) ขนาดสัดส่วน 5) กรรมวิธีการผลิต จากการ ทดลองผลิตพบว่า เป็นแนวทางที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้ผลิตภัณฑ์ได้และมีความสอดคล้องกับ ความต้องการของตลาด

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา จ.ราชบุรี นางพิมพวัลคุ์ วัฒโนภาส การศึกษานี้เป็นการปฏิบัติงานร่วมกันระหว่างกรมวิทยาศาสตร์บริการกับสมาคมเครื่องเคลือบดินเผาราชบุรี โดยการสนับสนุนของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจังหวัดราชบุรีเป็นโอ่งและกระถางขนาดใหญ่ ทำขึ้นจากวัตถุดิบในท้องถิ่น และกรมวิธีการปรับปรุงวิธีการเตรียมเนื้อดิน โดยการบดด้วย Roller crusher คัดขนาดด้วยตะแกรง 16 เมช ทำให้ลดตำหนิที่เกิดจากเนื้อดิน เช่น การแตกร้าว รั่วซึม ลงไปอย่างเห็นได้ชัด ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีขึ้นได้พัฒนาเทคโนโลยีการทำเนื้อดินหล่อเนื้อดินปั้นที่มีความละเอียดสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุดอาหาร ของประดับตกแต่ง และของที่ระลึกได้ทำการวิจัยและพัฒนาเคลือบมาตรฐานที่มีสีสันทันสมัยหลากหลาย สามารถใช้กับเนื้อดินราชบุรีได้ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีมูลค่าเพิ่มขึ้นการพัฒนารูปแบบและการตกแต่งผลิตภัณฑ์ด้วยเอ็นโกบ และเคลือบหลากสีสร้างมิติใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์สมาชิกของสมาคมเครื่องเคลือบดินเผาราชบุรี 40 โรงงาน ได้รับการถ่ายทอดความรู้โดยการสัมมนาและฝึกอบรม

การพัฒนาออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา เพื่อเป็นเอกลักษณ์ของจังหวัดปทุมธานี วนิดา ฉินนะโสต คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี บทคัดย่อ การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาประเภทของที่ระลึกให้เป็น เอกลักษณ์ของจัดหวัดปทุมธานี เพื่อผลิตของที่ระลึกโดยการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน การขึ้นรูปด้วยการ หล่อน้ำดินและการขึ้นรูปด้วยการอัดดิน เพื่อทำบรรจุภัณฑ์และเพื่อสำรวจความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์การวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ประเภทของที่ระลึกให้เป็นเอกลักษณ์ของจังหวัดปทุมธานี ตอนที่ 2 เพื่อผลิตของที่ระลึกโดยขึ้นรูปด้วย แป้นหมุน การอัดดินและการหล่อน้ำดินและทำบรรจุภัณฑ์ และตอนที่ 3 เพื่อสำรวจและประเมินความพึง พอใจของกลุ่มผู้สนใจและบุคคลทั่วไป ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาประเภทของที่ระลึกให้เป็นเอกลักษณ์ ของจังหวัดปทุมธานี ได้แก่ ผลิตภัณฑ์แก้วน้ำพร้อมจานรองรูปแบบที่ 13 ชุดบูชาพระรูปที่ 10 ขวดไวน์หรือ ขวดสาโท รูปแบบที่ 7 ชามก๋วยเตี๋ยวเรือ รูปแบบที่ 10 ผลิตภัณฑ์ประดับตกแต่งอาคารและสวน รูปที่ 11 และผลิตภัณฑ์ปลูกไม้น้ำติดผนัง รูปแบบที่ 7 นำรูปแบบที่ได้รับการคัดเลือกมาผลิตเครื่องปั้นดินเผา เผาที่อุณหภูมิ 800 o c และ 1,200 o c ผลิตภัณฑ์แก้วน้ำพร้อมจานรองที่ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน ผลิตภัณฑ์ ประดับตกแต่งอาคารและสวนขึ้นรูปด้วยการอัดดิน ผลิตภัณฑ์ชุดบูชาพระ ขวดไวน์หรือขวดสาโท ชาม ก๋วยเตี๋ยวและผลิตภัณฑ์ปลูกไม้น้ำติดผนัง ขึ้นรูปด้วยการหล่อน้ำดิน สูตรเนื้อดินปั้นมีความเหมาะสมกับ การขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน ด้วยวิธีการอัดดิน ด้วยวิธีการหล่อน้ำดินเคลือบด้วยน้ำเคลือบเฟลด์สปาร์และ เหมาะสมกับบรรจุภัณฑ์ ผลการสรุปการสำรวจด้านความพึงพอใจ ต่อผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์จากผู้ สนใจและบุคคลทั่วไป พบว่าผลิตภัณฑ์ชามก๋วยเตี๋ยวเรือ ลักษณะเป็นเรือเป็นลำดับที่หนึ่ง ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 4.10 ผลิตภัณฑ์แก้วน้ำพร้อมจานรองลักษณะเป็นดอกบัวและใบบัวเป็นลำดับที่สอง มีค่าเฉลี่ย 3.90 และผลิตภัณฑ์ประดับตกแต่งอาคารลักษณะเป็นนกปากห่างเป็นลำดับที่สาม ค่าเฉลี่ย 3.85

การประยุกต์พระราชด าริเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น งานหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผาและเครื่องเคลือบของจังหวัดเชียงใหม่ Applied an Edict of a King in Sufficiency Economy to Inherit the Local Knowledge in the Field of Handicrafts in Chiang Mai Province, the Department of Pottery and Porcelain อาจารย์เสน่ห์ วงศ์สุฤทธิ์ สาขาวิชาศิลปกรรมคณะมนุษย์

ศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ บทคัดย่อ การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ 1) ศึกษาบริบทและศักยภาพภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้านงานหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผาและเครื่องเคลือบในจังหวัดเชียงใหม่ 2)วิเคราะห์ความ สอดคล้องปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงกับภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านงานหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผา และเครื่องเคลือบในจังหวัดเชียงใหม่และ3) เพื่อสืบทอดองค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านงานหัตถกรรมสาขาเครื่องปั้นดินเผาและเครื่องเคลือบของจังหวัดเชียงใหม่เป็นการเผยแพร่ ประชาสัมพันธ์ในระดับท้องถิ่น ระดับชุมชน ระดับประเทศสู่สากล โดยได้ทำการศึกษาจากกลุ่ม ตัวอย่าง 11กลุ่ม จาก4 อำเภอ คือ อำเภอหางดง อำเภอสันทราย อำเภอสันกำแพง และอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ผลการวิจัย พบว่า กลุ่มผู้ประกอบการอาศัยอยู่ในเขตอำเภอหางดง คิดเป็นร้อยละ 73 และอาศัยอยู่ในอำเภอสันกำแพงคิดเป็นร้อยละ 9 ซึ่งอาศัยอยู่ในเขตอำเภอเมืองคิดเป็นร้อยละ 9 อาศัยอยู่ในอำเภอสันทรายคิดเป็นร้อยละ 9 ส่วนด้านวัตถุดิบและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ผลิต เครื่องปั้นดินเผา ส่วนใหญ่มาจากในท้องถิ่นภายนอกชุมชนคิดเป็นร้อยละ 73จากแหล่งผลิตภายใน ชุมชนคิดเป็นร้อยละ 64 สำหรับการซื้อวัตถุดิบจากพ่อค้าคนกลางคิดเป็นร้อยละ 6 4 ส่วนการจ้างแรงงานจะมาจากแรงงานภายในครอบครัวคิดเป็นร้อยละ 64 รองลงมาเป็นการผลิต ด้วยตัวเองคิดเป็นร้อยละ 27 และการจ้างแรงงานสมาชิกภายในชุมชนคิดเป็นร้อยละ 18 สำหรับในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาที่ใช้แป้นหมุนแบบมอเตอร์จะคิดเป็นร้อยละ 45 ส่วนการปั้น โดยใช้แป้นหมุนแบบหมุนมือคิดเป็นร้อยละ 27 ในการบริหารจัดการสถานที่ในการปฏิบัติงาน ส่วนใหญ่นิยมใช้บ้านเป็นสถานที่ในการผลิตและจำหน่ายสินค้าคิดเป็นร้อยละ 82 สำหรับสถานที่ ประกอบการของผู้ว่าจ้างในการปฏิบัติงานคิดเป็นร้อยละ 18 ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ จะเป็นรูปแบบที่มีมาตั้งแต่ดั้งเดิมคิดเป็นร้อยละ100 ส่วนผู้ว่าจ้างทำการออกแบบในการผลิต คิดเป็นร้อยละ73และผู้ว่าจ้างทำการออกแบบให้ลูกจ้างผลิตคิดเป็นร้อยละ 18 ส่วนด้านการกำหนด ราคาจะคิดตามราคาต้นทุนของสินค้าคิดเป็นร้อยละ100 รองลงมากำหนดด้านคุณภาพของสินค้า คิดเป็นร้อยละ73 การกำหนดราคาโดยพิจารณาจากราคาของคู่แข่งขันคิดเป็นร้อยละ 45 การกำหนดราคาตามความต้องการของท้องตลาดจะคิดเป็นร้อยละ36 ผู้ประกอบการ มีการประชาสัมพันธ์และช่องทางการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ที่ร้านค้าของผู้ประกอบการเองเพื่อ อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้บริโภคคิดเป็นร้อยละ 80 น าสินค้าไปจัดแสดงตามงานต่าง ๆ คิดเป็น ร้อยละ 64 โดยตัวแทนจำหน่ายคิดเป็นร้อยละ 36 สำหรับผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ คิดเป็นร้อยละ 27 และการวิเคราะห์ตามหลักเกณฑ์ การวิเคราะห์ SWOT Analysis ในการบริหารจัดการธุรกิจหัตถกรรม สาขาเครื่องปั้นดินเผานั้น พบว่า จุดแข็งของผู้ประกอบการคือได้รับการถ่ายทอดความรู้ ทางด้านหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผามาจากบรรพบุรุษด้านราคาผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสม กับท้องตลาด มีช่องทางในการจัดจำหน่ายที่แน่นอนคือผ่านทางร้านค้าของผู้ประกอบการ ผ่านทางตัวแทนจำหน่าย จุดอ่อนที่พบของหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผา คือผู้ประกอบการบางราย ขาดความรู้ความเข้าใจทางด้านตราสินค้าหรือบรรจุภัณฑ์ ไม่มี การส่งเส ริมการขาย และการตลาด โอกาสในการทำธุรกิจนั้น รัฐบาลมีการช่วยเหลือให้ความรู้ด้านธุรกิจ สำหรับผู้ประกอบการขนาดกลางขนาดย่อมเพิ่มมากขึ้น ด้านการผลิต การจัดจำหน่ายและ การส่งออก ส่วนอุปสรรคในการดำเนินธุรกิจหัตถกรรมสาขาเครื่องปั้นดินเผา มีปัญหา ทางด้านเศรษฐกิจ การมีคู่แข่งขันในตลาดเดียวกันเป็นจำนวนมาก และจุดอิ่มตัวของผู้บริโภค การวิเคราะห์ความสอดคล้องของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงกับการสืบทอดภูมิปัญญา ท้องถิ่นด้านหัตถกรรมเครื่องปั้นดินกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีการนำปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มาประยุกต์ใช้กับการดำเนินธุรกิจ โดยไม่รู้ตัว ว่าได้นำความรู้เกี่ยวกับเรื่องปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงทำให้ผู้ประกอบการเข้าใจและเชื่อถือว่าเป็นแนวทางเพื่อสร้างความเจริญเติบโตให้แก่ ชุมชนและท้องถิ่น ขจัดปัญหาความยากจน สร้างให้ชุมชนมีความเข้มแข็งซึ่งต้านทานกระแส ความเปลี่ยนแปลงภายนอกและสร้างค่านิยมการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ของไทย ส่งผลให้การสืบทอด ภูมิปัญญาท้องถิ่นงานหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผาของไทยให้คงอยู่ต่อไปตลอดจนเพื่อสืบทอด องค์ความรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านงานหัตถกรรม

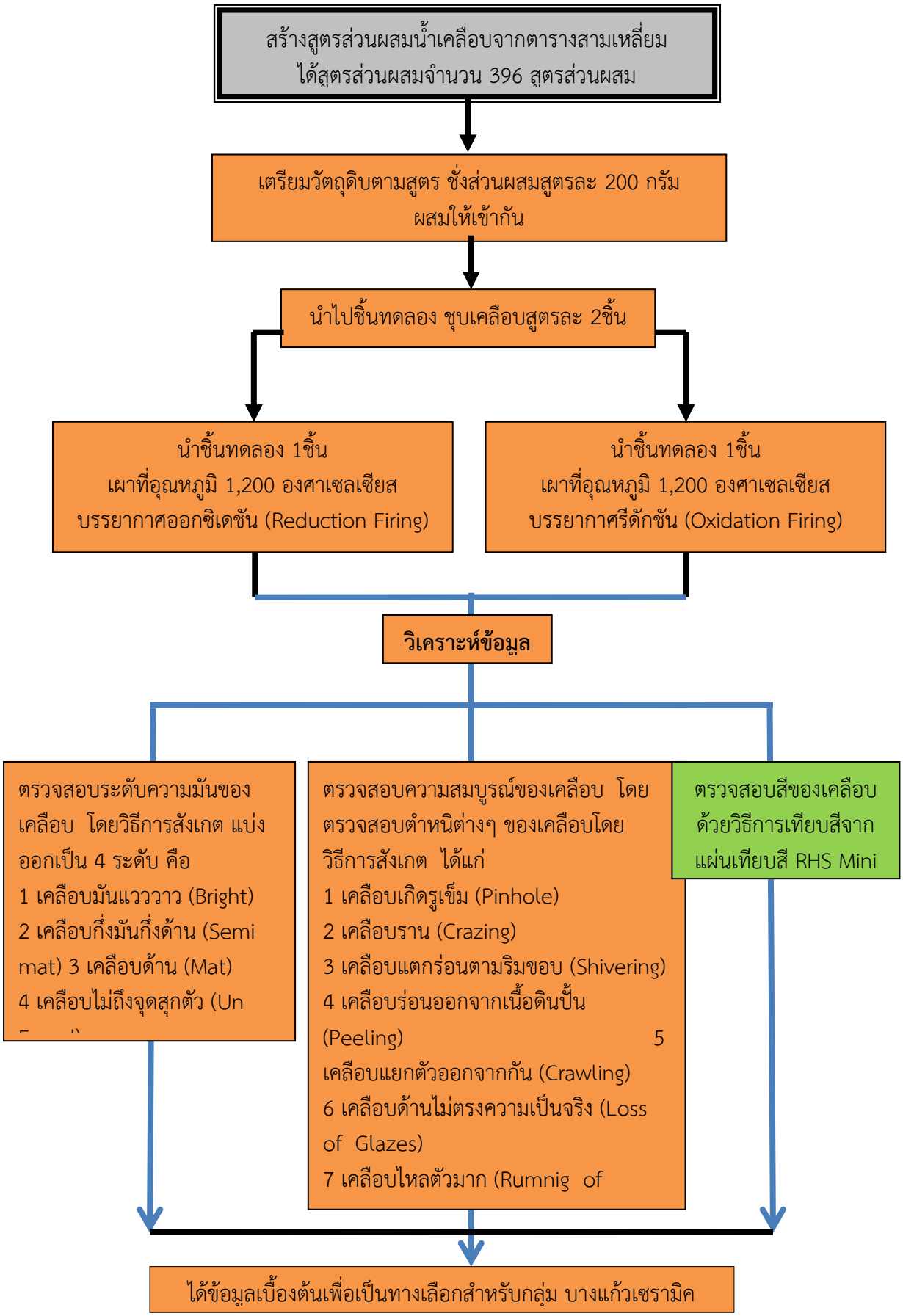
สาขาเครื่องปั้นดินเผาของจังหวัดเชียงใหม่ โดยมีการเผยแพร่ ประชาสัมพันธ์ด้วยการจัดนิทรรศการและการเชิญสล่าหรือพ่อครูแม่ครู ภูมิปัญญาท้องถิ่น มาสาธิตและให้ความรู้ ด้านการจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มรายได้ ซึ่งยัง ส่งเสริมให้ความรู้ โดยการเข้าร่วมกิจกรรมการอบรมสัมมนาจากการจัด โดยคณะผู้วิจัยหรือร่วมกับ ภาครัฐภาคเอกชนจัดขึ้น นอกจากนี้ยังนำองค์ความรู้ที่ได้รับมาปรับใช้กับธุรกิจของตนเองได้ ตลอดจนมีการจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ เพื่อเป็นการประชาสัมพันธ์หัตถกรรมสาขาต่าง ๆ ภายในท้องถิ่นของงานหัตถกรรมในจังหวัดเชียงใหม่ เพื่อทำเป็นฐานข้อมูลองค์ความรู้ทางเว็บไซต์ แก่ผู้ที่สนใจ สำหรับสื่อประชาสัมพันธ์ที่จัดทำขึ้น ได้แก่ ป้ายไวนิล สื่อวิทยุ สื่ออิเล็กทรอนิกส์ สื่อสิ่งพิมพ์ เพื่อเป็นการสืบทอดภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านงานหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผา

การสร้างสรรค์ผลงานเครื่องปั้นดินเผาจากการศึกษาคุณลักษณะของเถาวัลย์ที่มีในท้องถิ่น พีรพงษ์ พันธะศรี 1 ศักดิ์ชาย สิกขา2 การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 4 ประการ คือ 1) ศึกษาลักษณะทางกายภาพของพืชประเภทเถาวัลย์ที่มีในท้องถิ่น 2) ศึกษารูปแบบของการใช้พืชประเภทเถาวัลย์ในการสร้างสรรค์ผลงานในลักษณะต่างๆ 3) ทดลองและศึกษาการสร้างรูปแบบ แนวคิด เทคนิค วิธีการในการนำดินไปสร้างสรรค์เป็นผลงานเครื่องปั้นดินเผาโดยการศึกษาคุณลักษณะของเถาวัลย์ที่มีในท้องถิ่น 4) สร้างสรรค์ผลงานเครื่องปั้นดินเผาที่มาจากการศึกษาคุณลักษณะของเถาวัลย์ที่มีในท้องถิ่น ตามกรอบการศึกษาวัสดุและกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาและสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับเถาวัลย์ในท้องถิ่นโดยมีกลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มผู้ผลิตตะกร้าเถาวัลย์ บ้านอีเซ ตำบลอีเซ อำเภอโพธิ์ศรีสุวรรณ จังหวัดศรีษะเกษและกลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาบ้านหม้อ ตำบลเขวา อำเภอ เมือง จังหวัดมหาสารคาม จากการวิจัยในครั้งนี้พบว่า ลักษณะของพืชประเภทเถาวัลย์มีคุณค่าความงามในหลายด้าน เช่น พื้นผิว ลีลา หรือเส้น การบิดพัน ขนาดที่แตกต่างและสีสัน นอกจากนี้ยังพบว่าเถาวัลย์ได้เข้ามามีบทบาทในงานศิลปะ ประเภท สถาปัตยกรรม และศิลปประยุกต์ มีจุดเด่นคือ การใช้รูปแบบที่ลดทอนจากธรรมชาติและบางส่วนใช้ร่วมกับพืชชนิดอื่น เพื่อให้เกิดความสวยงาม การศึกษาและพัฒนาเนื้อดินในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จากลักษณะของเถาวัลย์ ผู้วิจัยได้เลือกรูปทรงของลูกน้ำเต้า นมวัว สะบ้าและลักษณะรูปทรงของต้นไม้ กิ่งไม้ที่มีลักษณะกลมกลืนกับลักษณะของเถาวัลย์โดยใช้การเลือกแบบ ง่าย มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในครั้งนี้ ผลสรุปจากการสร้างสรรค์ผลงานเครื่องปั้นดินเผาจาก การศึกษาคุณลักษณะเถาวัลย์ที่มีในท้องถิ่น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า พืชประเภทเถาวัลย์มีคุณค่าความงามในด้าน พื้นผิว จังหวะ ลีลา หรือเส้น การบิดพัน ขนาดสัดส่วนรวมทั้งสีสันที่แตกต่าง และดินที่ผสมตามสัดส่วน ฟางข้าว : ดินบ้านหม้อ : ดินเชื้อ ใน อัตราส่วน 20:70:10 เมื่อนำไปขึ้นรูปแบบกดแล้วไม่หดตัว สามารถคงรูปได้และเมื่อนำไปเผาแล้วทนความร้อน ไม่แตกหักและ สามารถเลียนแบบลักษณะทางกายภาพของเถาวัลย์ในท้องถิ่นได้และใช้งานได้จริง กรรมวิธีการผลิตสามารถผลิตได้โดยช่าง พื้นบ้านสามารถนำไปต่อยอดเพื่อการผลิตและจำหน่ายได้

อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นและเคลือบที่เหมาะสมต่อการผลิตของที่ระลึก เพื่อส่งเสริมคุณค่าการท่องเที่ยวของจังหวัดระนอง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฤดี นิยมรัตน์ ปีที่ทำการวิจัย : 2555 การศึกษาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นและเคลือบที่เหมาะสมต่อการผลิตของที่ระลึกเพื่อ ส่งเสริมคุณค่าการท่องเที่ยวของจังหวัดระนอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพการผลิต การจำหน่าย และพฤติกรรมการเลือกซื้อของที่ระลึกจังหวัดระนอง โดยการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน 2 ประการได้แก่ ศึกษาพฤติกรรมการเลือกซื้อของที่ระลึกโดยใช้แบบสอบถามในการสอบถามนักท่องเที่ยวที่เดินทางมา ท่องเที่ยวที่จังหวัดระนองจำนวน 200 ราย และศึกษาสภาพการผลิตและจำหน่ายของที่ระลึกจากผู้ผลิต และผู้จำหน่ายของที่ระลึกในแหล่งท่องเที่ยวของจังหวัดระนองจำนวน 30 ราย นอกจากนี้ยังมี วัตถุประสงค์เพื่อทดลองอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นและเคลือบที่เหมาะสมต่อการผลิตของที่ระลึก จังหวัดระนอง โดยใช้แผนภาพสามเหลี่ยมด้านเท่า และแผนภาพ

สี่เหลี่ยมด้านเท่าในการหาอัตราส่วน ของวัตถุดิบหลักได้แก่ดินขาวจังหวัดระนอง ดินดำจังหวัดสุราษฎร์ธานี ทรายขาวจังหวัดสงขลา หินฟัน ม้าจังหวัดนครศรีธรรมราช และหินปูนจังหวัดระนอง ผลการศึกษาพบว่า 1. นักท่องเที่ยวซื้อของที่ระลึกเพื่อการบริโภคมากที่สุด โดยนิยมซื้อของที่ระลึกที่ร้านค้าใน บริเวณแหล่งท่องเที่ยว มีค่าใช้จ่ายโดยเฉลี่ย 1,001–5,000 บาท เป็นการซื้อเพื่อให้ตัวเอง ฝากเพื่อน และฝากญาติเท่า ๆ กัน ซึ่งของที่ระลึกจังหวัดระนองที่นักท่องเที่ยวชอบมากที่สุดอยู่ในกลุ่มอาหารหรือ ของบริโภค ได้แก่ กะปิ เม็ดมะม่วงหิมะพานต์ และขนม ส่วนของที่ระลึกที่อยู่ในกลุ่มของใช้และของ ตกแต่งที่นักท่องเที่ยวชอบมากที่สุดได้แก่ มุก การตัดสินใจซื้อสินค้าของที่ระลึกจังหวัดระนองของ นักท่องเที่ยวให้ความสำคัญในด้านราคาสูงที่สุด รองลงมาคือด้านผลิตภัณฑ์ และด้านกระบวนการ ส่วน ความต้องการในการพัฒนา ปรับปรุง แก้ไขปัญหาของที่ระลึกจังหวัดระนองพบว่า มีความต้องการให้ ชนิดของสินค้ามีหลากหลาย การปรับปรุงด้านการโฆษณาประชาสัมพันธ์ ปรับปรุงคุณภาพของสินค้า และปรับปรุงทำเล ที่ตั้งของแหล่งจำหน่าย 2. ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายมีรายได้จากการขายสินค้าของที่ระลึกต่อเดือนเป็นเงิน 10,001– 30,000 บาท ช่วงเวลาที่ขายของที่ระลึกได้ดีที่สุดคือเดือนมกราคม รองลงมาคือเดือนเมษายน เดือน กุมภาพันธ์ เดือนมีนาคม และเดือนธันวาคม ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายมีความต้องการให้ของที่ระลึกจังหวัด ระนองมีคุณภาพดี เป็นสินค้าของที่ระลึกจากธุรกิจชุมชน มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว สะดวกต่อการ เคลื่อนย้ายพกพา และสะท้อนภูมิปัญญาชาวบ้าน สำหรับปัญหาและอุปสรรคในการจำหน่ายของที่ระลึก จังหวัดระนองพบว่าปัญหาและอุปสรรคระดับสูงที่สุด 3 ลำดับแรกได้แก่ ปัญหาการส่งเสริมสนับสนุนจาก รัฐบาล ปัญหาสินค้าซ้ำแบบกันทุกร้าน และปัญหาขาดการโฆษณาประชาสัมพันธ์ www.ssru.ac.th (2) 3. การทดลองอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น พบว่าอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมต่อการผลิตของที่ ระลึกจังหวัดระนอง มีอัตราส่วนผสมของดินขาวจังหวัดระนองร้อยละ 70 ดินดำจังหวัดสุราษฎร์ธานีร้อย ละ 20 ทรายขาวจังหวัดสงขลาร้อยละ 5 และหินฟันม้าจังหวัดนครศรีธรรมราชร้อยละ 5 ใช้น้ำร้อยละ 42.50 เพื่อใช้ในการทำเนื้อดินปั้นเพื่อการหล่อแบบที่มีความถ่วงจำเพาะ 1.67 ใช้สารช่วยกระจาย ลอยตัวร้อยละ 0.30 อัตราการหล่อแบบที่ 5 นาทีเท่ากับ 0.5 เซนติเมตร และ 0.6 เซนติเมตร ที่ 10 นาที คุณสมบัติเมื่อแห้งและหลังเผาของอัตราส่วนผสมพบว่าการหดตัวเมื่อแห้งร้อยละ 2.58 การหดตัว หลังเผาร้อยละ 6.11 และการหดตัวรวมร้อยละ 8.53 หลังเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส บรรยากาศแบบ Oxidation เนื้อดินเป็นสีขาว มีการดูดซึมน้ำร้อยละ 14.44 4. การทดลองอัตราส่วนผสมของเคลือบพบว่าอัตราส่วนผสมของเคลือบที่เหมาะสมกับเนื้อดิน ปั้น มีอัตราส่วนผสมของดินขาวจังหวัดระนองร้อยละ 10 หินฟันม้าจังหวัดนครศรีธรรมราชร้อยละ 40 ทรายขาวจังหวัดสงขลาร้อยละ 30 หินปูนจังหวัดระนองร้อยละ 20 และใช้ซิงค์ออกไซด์ร้อยละ 10 เป็น วัตถุดิบเพิ่ม ภายหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส บรรยากาศแบบ Oxidation พบว่า เคลือบมีลักษณะเป็นเคลือบใส ลักษณะผิวเคลือบมันแวววาว มีตำหนิชนิดเคลือบรานและรูเข็มเล็กน้อย ข้อเสนอแนะ 1. การใช้เนื้อดินปั้นเพื่อการท าแก้วกาแฟหรือภาชนะบรรจุอาหารควรทดลองเผาที่อุณหภูมิ สูงขึ้น หรือปรับอัตราส่วนผสมโดยใช้แผนภาพสี่เหลี่ยมด้านเท่าแทน เพื่อปรับปรุงให้เนื้อดินมีการดูดซึม น้ำหลังเผาลดลงอยู่ในกลุ่มของเนื้อดินปั้นชนิดสโตนแวร์ 2. กรณีต้องการใช้เคลือบสี สามารถเลือกอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่มีความขาวน้อยลง และคุณสมบัติอื่น ๆ ตามความต้องการได้ หรืออาจใช้ออกไซด์ให้สีเติมในเคลือบสำหรับเนื้อดินปั้นสูตรเดิม

การดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้ (preliminary data)



ตอนที่ ๓ กระบวนการการอบรมการสร้างเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาของอำเภอบางระกำ โดยนักออกแบบตามหลักการออกแบบโดยหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่นักออกแบบควรคำนึงนั้นมีอยู่ ๙ ประการ คือ

- หน้าที่ใช้สอย (FUNCTION)
- ความปลอดภัย (SAFETY)
- ความแข็งแรง (CONSTRUCTION)
- ความสะดวกสบายในการใช้ (ERGONOMICS)
- ความสวยงาม (AESTHETIES)
- ราคาพอสมควร (COST)
- การซ่อมแซมง่าย (EASE OF MAINTENANCE)
- วัสดุและการผลิต (MATERIALS AND PRODUCTION)
- การขนส่ง (TRANSPORTATION)

สถานที่ทำการทดลองเก็บข้อมูล

ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลในห้องปฏิบัติการสาขาวิชาเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม เก็บข้อมูล ลงพื้นที่เก็บตัวอย่างในการทดลอง 11 ตำบลของอำเภอบางระกำ และอบรมการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่กลุ่ม OTOP บางแก้วเซรามิก อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก

1.8 แผนงานโครงการ

กิจกรรม	พ.ศ. 2559								พ.ศ. 2560			
	พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค	ก.พ	มี.ค	เม.ย
1. ลงพื้นที่เก็บตัวอย่างสร้างส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากประชากรที่เป็นแหล่งดินอำเภอบางระกำ 11ตำบล กลุ่มตัวอย่าง ๆ ละ 36 กลุ่มตัวอย่าง ทั้งหมด 396 สูตรส่วนผสม ทำเป็นแท่งทดลองกลุ่มตัวอย่างละ 2 ชิ้นทั้งหมด 792 ชิ้นทดลองและทำการสร้างส่วนผสมของน้ำเคลือบจากประชากรที่เป็นแหล่งผลิต 11 ตำบล กลุ่มตัวอย่าง ๆ ละ 36 กลุ่มตัวอย่าง ทั้งหมด 396 สูตรส่วนผสม เตรียมชิ้นทดลองกลุ่มตัวอย่างละ 1 ชิ้น ทั้งหมด 396ชิ้นทดลอง (preliminary data)	↔	↔	↔	↔								
2. เผาเนื้อดินปั้นที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชันและทำการเผาน้ำเคลือบที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชันและรีดักชัน วัดด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิ ทดสอบและวิเคราะห์ผล(preliminary data)			↔	↔								
3. เพื่อศึกษาและควบคุมคุณภาพวัตถุดิบกระบวนการผลิตที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานและน้ำเคลือบเพื่อลดความเสียหายจากกระบวนการผลิต	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔		
4. อบรมการออกแบบเพื่อหาเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “กลุ่มบางแก้วเซรามิค” โดยวิทยากรทางด้านการออกแบบและคัดเลือกทำต้นแบบจำนวน 20 แบบและผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจำนวน 200 ชิ้น				↔	↔	↔	↔	↔				
5. เผาที่อุณหภูมิ1,200 องศาเซลเซียส ทดสอบและวิเคราะห์ผลระหว่างเนื้อดินปั้นกับน้ำเคลือบวัตถุดิบชนิดเดียวกับ กลุ่มบางแก้วเซรามิค									↔	↔		
6. ทดสอบตลาด วิเคราะห์ผลความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์											↔	↔
7. ถ่ายทดองค์ความรู้ที่ได้ทำการวิจัยสู่ชุมชนเพื่อชุมชนยั่งยืน											↔	↔
8. ประเมินผล ปรับปรุง สรุป และอภิปรายผลการวิจัย											↔	↔
9. จัดทำเอกสารงานวิจัยเป็นรูปเล่ม											↔	↔

สัญญาเลขที่ RDG5950061

โครงการ “การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในท้องถิ่นให้มีเอกลักษณ์และสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชน : กรณีศึกษากลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก”

สรุปรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2

ตาราง เปรียบเทียบผลผลิต (Output) ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและที่ดำเนินการได้จริงในรอบ 6 เดือน

ผลผลิต	ตัวชี้วัด		ตัวชี้วัดที่ทำแล้ว	
	เชิงปริมาณ	เชิงคุณภาพ	เชิงปริมาณ	เชิงคุณภาพ
ผลผลิตที่ 1 ทดลองสร้างสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ สโตนแวร์ จากแหล่งดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก (preliminary data)	จำนวนสูตรเนื้อดินปั้นที่สร้างขึ้นโดยใช้วัตถุดิบหลักในท้องถิ่น โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน จำนวน 396 สูตรส่วนผสม	กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีความพอใจและภูมิใจในการสร้างสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นขึ้นมาใหม่โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่น เพื่อเพิ่มศักยภาพสูงสุด ลดต้นทุนในการผลิต สร้างมูลค่าของทรัพยากรในท้องถิ่นที่ยั่งยืน	ดำเนินการสร้างสูตรเนื้อดินปั้นโดยใช้วัตถุดิบหลักในท้องถิ่น จำนวน 396 สูตรส่วนผสม **อยู่ระหว่างดำเนินการ ประมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ และหาส่วนผสมของน้ำดินที่มีอัตราส่วนชัดเจนของน้ำดินที่ทางโรงงานใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้สูตรส่วนผสมที่เหมือนกันทุกครั้งกำลังดำเนินการให้ทางโรงงานดำเนินการทดลองใช้**	พบผู้ประกอบการ ลงพื้นที่เก็บข้อมูล เก็บตัวอย่างเพื่อสร้างสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นขึ้นมาใหม่โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่น **ทดลองหาส่วนผสมของเนื้อดินที่ทางโรงงานใช้เพื่อให้ได้สูตรส่วนผสมที่ชัดเจนและแน่นอนเพื่อให้ไดส่วนผสมที่ชัดเจนแน่นอนและนำส่วนผสมไปให้โรงงานทดลองดำเนินการแล้ว 100 เปอร์เซ็นต์**
ผลผลิตที่ 2 ทดลองสร้างสูตรส่วนผสมของน้ำเคลือบที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ จากแหล่งดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก (preliminary data)	จำนวนสูตรของน้ำเคลือบที่สร้างขึ้นโดยใช้วัตถุดิบหลักในท้องถิ่น โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน จำนวน 396สูตรส่วนผสม	กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีความพอใจและภูมิใจในการสร้างสูตรส่วนผสมของน้ำเคลือบขึ้นมาใหม่โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อเพิ่มศักยภาพสูงสุด ต้นทุนในการผลิต สร้างมูลค่าของทรัพยากรใน	ดำเนินการสร้างสูตรน้ำเคลือบใช้วัตถุดิบหลักในท้องถิ่น จำนวน 396 สูตรส่วนผสม **อยู่ระหว่างดำเนินการ ประมาณ 100 เปอร์เซ็นต์**	พบผู้ประกอบการ ลงพื้นที่เก็บข้อมูล เก็บตัวอย่างเพื่อสร้างสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นขึ้นมาใหม่โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่น **ทดลองหาส่วนผสมของน้ำเคลือบดำเนินการแล้ว 100 เปอร์เซ็นต์**

		ท้องถิ่นที่ยั่งยืน		
ผลผลิตที่ 3 พัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาขึ้นมาใหม่ โดยการนำอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นและวิถีชีวิตมาเป็นแนวทางในการออกแบบ	ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ผ่านการออกแบบและคัดเลือกใหม่ จำนวน 20 แบบ โดยนักออกแบบ	เกิดต้นแบบของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาใหม่ที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์จริง	ประเมินแบบ สร้างต้นแบบและพิมพ์ต้นแบบ	**ดำเนินการแล้ว 100 เปอร์เซ็นต์**
ผลผลิตที่ 4 ได้ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ผ่านการออกแบบขึ้นมาใหม่ที่เป็นเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่น	ได้ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ผ่านการคัดเลือกแล้วนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ จำนวน 200 ชิ้น	นำไปวางจำหน่ายจริงเพื่อทดลองตลาดได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอกลักษณ์ของ กลุ่มวิสาหกิจ บางแก้วเซรามิคอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก	**ผลิตภัณฑ์ต้นแบบสำเร็จเป็นชิ้นงานแล้ว**	ดำเนินการแล้ว 90 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากกำลังอยู่ในกระบวนการผลิตชิ้นงาน
ผลผลิตที่ 5 ได้รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์	รายงานการวิจัย จำนวน 1 เล่ม	บทความที่ตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI		ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีและอยู่ระว่างดำเนินการเผยแพร่ในวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI

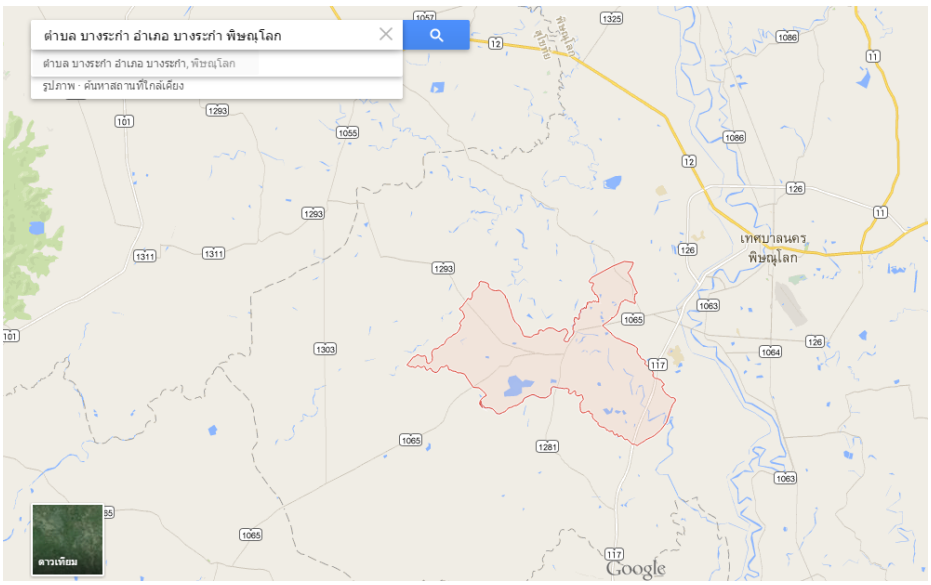
บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในท้องถิ่นให้มีเอกลักษณ์และสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชน : กรณีศึกษากลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ผู้วิจัยได้วางกรอบในการศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอำเภอบางระกำ
2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผา
   2.1 วัตถุดิบที่ใช้ทำเครื่องปั้นดินเผา
   2.2 เนื้อดินปั้นสโตนแวร์
   2.3 การใช้งานและการผลิตเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์
   2.4 การหาส่วนผสมของวัตถุดิบ
   2.5 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์
   2.6 การทำผลิตภัณฑ์ให้แห้ง
   2.7 เตาและเครื่องมือวัดอุณหภูมิ
3. การทดสอบคุณสมบัติของเนื้อดินปั้น
   3.1 ความหดตัวของดินก่อนเผา
   3.2 ความแข็งแรงก่อนเผา(Green Strength)
   3.3 ความหดตัวของดินหลังเผา
   3.4 ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผา
   3.5 การดูดซึมน้ำ(Water Absorption)
   3.6 ความทนไฟของเนื้อดิน
   3.7 สีของเนื้อดิน
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   4.1 งานวิจัยในประเทศ
   4.2 งานวิจัยต่างประเทศ
   4.3 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการแตกร้าวของผลิตภัณฑ์
5. กรอบแนวคิดในการวิจัย

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับอำเภอบางระกำ



ภาพประกอบที่ 2 แสดงภาพแผนที่อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก

คำขวัญอำเภอบางระกำ หลวงพ่ออินทร์ล่ำค่า ยอดน้ำปลา ปลาสร้อย สุนัขน้อยพันธุ์บางแก้ว

สัญญาลักษณ์ประจำอำเภอ รูปช้าง

ลักษณะที่ตั้ง

อำเภอบางระกำอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัดพิษณุโลก ที่ว่าการอำเภอตั้งอยู่ทางฝั่งขวาของแม่น้ำยม หมู่ที่ 7 ตำบลบางระกำ ระยะทางจากจังหวัดพิษณุโลก ถึงที่ว่าการอำเภอบางระกำ 17 กิโลเมตร

เนื้อที่

อำเภอบางระกำ มีเนื้อที่ประมาณ 992.043 ตารางกิโลเมตรหรือ 620,026.87 ไร่

อาณาเขตติดต่อ

ทิศเหนือ ติดต่อกับอำเภอกงไกรลาศ จังหวัดสุโขทัยและอำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก

ทิศตะวันออก ติดต่อกับอำเภอเมืองพิษณุโลก

ทิศใต้ ติดต่อกับอำเภอสามง่ามและอำเภอวชิรบารมี จังหวัดพิจิตรและอำเภอไทรงามจังหวัดกำแพงเพชร

ทิศตะวันตก ติดต่อกับอำเภอคีรีมาศ จังหวัดสุโขทัยและอำเภอลานกระบือจังหวัดกำแพงเพชร

ลักษณะภูมิประเทศ

พื้นที่ พื้นที่ส่วนใหญ่ลาดเอียง ตอนกลางเป็นที่ราบลุ่ม ตอนบนและตอนล่างเป็นที่สูงหรือมีลักษณะเหมือนท้องกระทะ

สภาพดิน ดินโดยทั่วไปเป็นดินทราย

แหล่งน้ำ แม่น้ำยมนี้มีต้นน้ำอยู่ในท้องที่จังหวัดเชียงราย คือ เกิดจากเขาขุนยวม ในอำเภอปง จังหวัดเชียงราย ไหลลงทางทิศใต้ เข้าเขตจังหวัดแพร่ และเข้าสู่เขตจังหวัดสุโขทัย ผ่านอำเภอศรีสัชชนาลัยอำเภอสวรรคโลกอำเภอศรีสำโรงอำเภอเมืองสุโขทัย อำเภอกงไกรลาศแล้วจึงเข้าเขตจังหวัดพิษณุโลกที่ตำบลชุมแสงสงคราม,ตำบลบางระกำ และตำบลวังอิทก เข้าเขตจังหวัดพิจิตร ผ่านอำเภอโพทะเลเข้าเขตจังหวัดนครสวรรค์

โดยไหลลงไปบรรจบกันกับแม่น้ำน่านที่ตำบลเกยชัย อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ รวมแล้วแม่น้ำยมมีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 550 กิโลเมตรในส่วนที่ผ่านอำเภอบางระกำ มีความยาวประมาณ 60 กิโลเมตร

แม่น้ำยม ถือว่าเป็นแหล่งสร้างอาชีพให้กับผู้อาศัยอยู่ริมสองฝั่งแม่น้ำเป็นอย่างมาก ได้แก่อาชีพการทำประมง และอาชีพการเกษตร

บึงตะเค็ง เป็นแหล่งรองรับและกักเก็บน้ำที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของอำเภอบางระกำให้ประโยชน์ในด้านการเกษตรกับชาวบ้านรอบบริเวณนั้นเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลาโดยธรรมชาติ ที่ใหญ่ที่สุดของอำเภอและมีตำนานความเป็นมาที่น่าศึกษาและค้นคว้าอย่างยิ่ง

ภาพภูมิอากาศ

เป็นแบบมรสุม มี 3 ฤดู คือ

ฤดูร้อน	เริ่มตั้งแต่ เดือนเมษายน	-	เดือนมิถุนายน
ฤดูฝน	เริ่มตั้งแต่ เดือนกรกฎาคม	-	เดือนกันยายน
ฤดูหนาว	เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม	-	เดือนธันวาคม

การปกครอง มีการปกครอง 2 ลักษณะ คือ (ข้อมูลปี 2551)

1. การปกครองส่วนภูมิภาค แบ่งเขตการปกครองเป็น 11 ตำบล 142 หมู่บ้าน ดังนี้

ตำบลบางระกำตำบลหนองกุลา ตำบลพันเสาตำบลชุมแสงสงคราม ตำบลท่านางงาม ตำบลบ่อทอง ตำบลบึงกอก ตำบลปลักแรด ตำบลนิคมพัฒนา ตำบลคุยม่วง ตำบลวังอิทก

2. การปกครองส่วนท้องถิ่น แบ่งเขตการปกครอง เป็น 3 เทศบาล 10 องค์การบริหารส่วนตำบล

2.1 เทศบาล

2.1.1 เทศบาลตำบลบางระกำ

2.1.2 เทศบาลตำบลปลักแรด

2.1.3 เทศบาลตำบลพันเสา

2.2 องค์การบริหารส่วนตำบล

2.2.1 องค์การบริหารส่วนตำบลบางระกำ

2.2.2 องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกุลา

2.2.3 องค์การบริหารส่วนตำบลชุมแสงสงคราม

2.2.4 องค์การบริหารส่วนตำบลท่านางงาม

2.2.5 องค์การบริหารส่วนตำบลบ่อทอง

2.2.6 องค์การบริหารส่วนตำบลบึงกอก

2.2.7 องค์การบริหารส่วนตำบลปลักแรด

2.2.8 องค์การบริหารส่วนตำบลนิคมพัฒนา

2.2.9 องค์การบริหารส่วนตำบลคุยม่วง

2.2.10 องค์การบริหารส่วนตำบลวังอิทก

สภาพเศรษฐกิจ

ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม พืชที่การเกษตรประมาณ 469,996 ไร่ อยู่ในเขตบริการระบบชลประทานโครงการพลายชุมพล เขื่อนนเรศวร 3 ตำบลได้แก่ตำบลท่านางงาม ตำบลวังอิทก และตำบลบางระกำ พื้นที่นอกจากนี้อาศัยแหล่งน้ำธรรมชาติและน้ำฝน

ทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ ได้แก่ “น้ำมันดิบ” บริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตเลียม จำกัด (มหาชน) ได้รับสัมปทานขุดเจาะได้บริเวณ “หลุมปรือกระเทียม” หมู่ที่ 2 ตำบลบึงกอก สามารถผลิตได้ประมาณ 100 บาเรลต่อวัน

การคมนาคม

การติดต่อระหว่างอำเภอ-จังหวัด ใช้ทางหลวงหมายเลข 1065 มีรถโดยสารประจำทางตลอดวัน การติดต่อภายในอำเภอส่วนใหญ่เป็นถนนลาดยาง

วัฒนธรรมประเพณี

อำเภอบางระกำ เป็นที่อยู่ของประชาชนที่อพยพมาจากภาคต่างๆหลายพื้นที่มาอยู่กันเป็นกลุ่มก้อน และได้ปฏิบัติตามประเพณีวัฒนธรรมพื้นบ้าน ตามแบบบรรพบุรุษเช่นประเพณีการเสนเรือนของชาวไทยโซ่ ส่วนใหญ่อพยพมาจากแถบจังหวัดราชบุรี นครปฐม ลพบุรี สุพรรณบุรี มาอยู่ในพื้นที่ตำบลบางระกำ ตำบลบ่อทอง ตำบลวังอิทก ตำบลพันเสา ประเพณีแห่บั้งไฟของชาวโคราชส่วนใหญ่อพยพมาจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือมาอยู่ในพื้นที่นิคมพัฒนา ตำบลหนองกุลา แต่การปฏิบัติกิจกรรมต่างๆได้เปลี่ยนแปลงไปกับวัฒนธรรมไทยทั่วไป เช่นประเพณีลอยกระทงสงกรานต์ วันขึ้นปีใหม่ วันเข้าพรรษาเป็นต้น (https://www.gotoknow.org/posts/388665)

2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเครื่องปั้นดินเผา

เมื่อกล่าวถึงเครื่องปั้นดินเผาคนเรามักจะเข้าใจว่า การทำภาชนะเครื่องถ้วยชาม (Pottery) รูปปั้น (Figurines) แจกัน โอ่ง ไห กันเพียงเท่านั้นแต่เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน บางคนมองในแง่ผลิตภัณฑ์ทางศิลปะหรือโบราณวัตถุที่มีค่าทางประวัติศาสตร์ ผลิตภัณฑ์ทางด้านเซรามิกส์มีหลายชนิด หลายประเภท ดังที่นักวิชาการทางด้านเซรามิกส์ได้กล่าวถึงดังนี้

ทวี พรหมพฤกษ์(2523 : 9-13) กล่าวว่า เครื่องปั้นดินเผาได้เกิดขึ้น เนื่องจากความจำเป็น และความต้องการของมนุษย์ ในสมัยแรกๆ เข้าใจ:ว่า คงทำภาชนะใส่อาหาร น้ำ และสิ่งก่อสร้าง เนื้อผลิตภัณฑ์หยาบ มีความแข็งแกร่งพอสมควร มีทั้งเคลือบและไม่เคลือบ ในแถบเอเชียได้ค้นพบหลักฐานพอยืนยันได้ว่า มนุษย์ในแถบนี้มีความก้าวหน้า ได้รู้จักการทำเครื่องปั้นดินเผามาก่อน โดยเฉพาะประเทศจีนปรากฏว่ามีขีดความสามารถในการทำเครื่องปั้นดินเผาได้ดีพอสมควร และได้มีความเจริญก้าวหน้าทางด้านการทำเคลือบ ได้หลายสีและได้ค้นพบการทำเคลือบสีแดงขึ้น (Red Copper Glazed) เป็นครั้งแรงและแห่งเดียวในโลก โดยเฉพาะในสมัยซ้องนี้เอง ผลิตภัณฑ์ที่จัดได้ว่าชั้นเยี่ยมของโลก เรียกว่า การทำผลิตภัณฑ์ชนิดปอร์สเลน(Porcelain) และในโอการนี้จีนได้ประสบความสำเร็จในการทำเคลือบสีต่างๆ เช่น สีแดง สีน้ำเงิน และสีเขียวอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผานอกจากเป็นภาชนะเครื่องใช้แล้ว ยังเป็นเครื่องแสดงถึงความเจริญทางด้านศิลปวัฒนธรรมอีกอย่างหนึ่งด้วยดังนั้นการทำเครื่องปั้นดินเผาจึงได้เปลี่ยนไปทั้งในด้านเทคนิคและคุณภาพ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1894 ได้เปิดสอนขึ้นในมหาวิทยาลัยต่างๆเช่น โอไฮโอ (Ohio State University) และ (New York State College) ปัจจุบัน มีมหาวิทยาลัยเปิดสอนทางสาขาวิชานี้ไม่น้อยกว่า 18 แห่ง เรียกว่า Ceramic Science หรือ Ceramic Engineering ในระดับปริญญา ปัจจุบันสหรัฐได้กลายเป็นประเทศผู้นำประเทศหนึ่ง ในด้าน Ceramic Technology สำหรับประเทศไทย การทำเครื่องปั้นดินเผาของไทยเราได้ทำกันมานายหลายร้อยปี และที่มีชื่อเสียงรู้จักกันไปทั่วโลก ได้แก่ เครื่องสังคโลก ได้เริ่มทำที่เมือง ชะเลียง ซึ่งตั้งอยู่ในบริเวณวัดพระศรีรัตนมหาธาตุ เมืองสวรรคโลก

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา(2529 : 1) เครื่องปั้นดินเผาหมายถึง ผลิตภัณฑ์นานาชนิดที่ทำจากหินและดิน โดยผ่านกรรมวิธีการเผา (Firing Process) ทำให้มีความแข็งแกร่ง (Stregth) และคงทนถาวร หรือกล่าวอีกในหนึ่งคือ ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากอนินทรีย์ สารอโลหะ (Inorganic Non-Mettalic Materials) ซึ่งได้แก่ แร่ธาตุ ดิน หิน ต่างๆ

นัฏกาภรณ์รัตนทัศนีย(2528 : 1) กล่าวว่า เซรามิกส์สมัยใหม่ บางจำพวกมีคุณสมบัติเทียบได้กับวัสดุทางชีววิทยา เรียกว่า Bio-ceramics จึงนำมาใช้ทำกระดูกเทียม ข้อต่อกระดูกเทียม ลิ้นหัวใจเทียม ฟันปลอม เป็นต้น

เสริมศักดิ์ นาคบัว(2530 : 81) กล่าวว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ให้เป็นที่ยอมรับ และเป็นที่ต้องการ อย่างมีระบบและปรับปรุงรูปแบบ สีสัน วัสดุใช้สอย รายละเอียดขั้นตอนการผลิต สารเคมีที่ใช้เคลือบ และรู้จักดินที่นำมาใช้

วรนันท์ กิตติอัมพานนท์(2531 : 12) กล่าวว่า เครื่องปั้นดินเผา หมายถึง ผลิตภัณฑ์นานาชนิดที่ทำจากดินและหิน โดยผ่านกรรมวิธีเผา (Firing Process) ทำให้มีความแข็งแกร่ง (Strengh) และคงทนถาวร หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ ผลิตภัณฑ์ทำจากอนินทรีย์สารอโลหะ (Inorganic Non-Mettalic Materials)

อุตรากร วรวรรณ(2531 : 1) กล่าวว่า คำว่า เซรามิกส์(Ceramics) มีรากศัพท์เดิมมาจากคำภาษากรีกว่า เครามอส(Keramos) ซึ่งหมายถึง การเผา(To Burn)

ทรงพันธ์ วรรณมาศ(2532 : 7) กล่าวว่า มีหลักฐานบันทึกไว้ว่า ในระหว่าง ปี พ.ศ. 1835 ในรัชการสมัยพ่อขุนรามคำแหงมหาราช ถึงปี พ.ศ. 1866 รัชการพระยาเลอไท ไทยได้ส่งทูตติดต่อกับจีนหลายครั้งด้วยกัน นับว่าสุโขทัยเป็นศูนย์การค้า และการผลิตเครื่องปั้นดินเผาที่ใหญ่โตพอสมควร ได้ส่งไปขายยังประเทศญี่ปุ่น ฟิลิปินส์ อินโดนิเซีย จนถึงเกาะบอร์เนียว นอกจากนี้ยังทำของเกี่ยวกับพุทธศาสนา เป็นต้นว่าเศียรนาค ซึ่งใช้เป็นเครื่องจำลอง (ตกแต่ง) ของโบสถ์วิหารด้วย

จีรพันธ์ สมประสงค์(2535 : 12-14) กล่าวว่า ในสมัยรัชการที่ 7-8-9 เครื่องปั้นดินเผา และเครื่องลายครามโดยเฉพาะทีเป็นฝีมือของจีนแท้ๆจะมีราคาสูงมาก จนในบางชิ้นหาค่าไม่ได้เลย ในสมัยนี้เครื่องปั้นดินเผาแบบพื้นบ้านของท้องถิ่นเองได้มีการทำอย่างแพร่หลาย ทั้งเป็นอุตสาหกรรม และทำเพื่อใช้สอยกันภายในหมู่บ้าน เช่นเครื่องปั้นดินเผาด่านเกวียน เครื่องปั้นดินเผาราชบุรี และเครื่องปั้นดินเผาเชียงใหม่ เป็นต้น

อนันต์ภักดิ์ โชติมงคล(2538 : 52) กล่าวว่า คำว่าเซรามิก มีความหมายกว้างขึ้น ครอบคลุมถึงผลิตภัณฑ์หลายชนิดที่เราไม่เคยทราบมาก่อน เช่น ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์เครื่องไฟฟ้า (Electrical Parts) อุปกรณ์ที่ใช้ในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู (Nuclear) วัสดุทนความร้อนสูง (High Temperature Materials) แก้ว (Glass) โลหะเคลือบ (Enamal) ซีเมนต์ (Cement) เป็นต้น

สมศักดิ์โพธิสัตย์(2543 : 1) กล่าวว่า อุตสาหกรรกมเซรามิกส์เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมพื้นฐานของไทยมีประวัติการผลิตและพัฒนามายาวนานตั้งแต่สมัยโบราณ โดยพบหลักฐานที่บ้านเชียง จังหวัดอุดรธานี ซึ่งมีอายุมากกว่า 4500 ปี

สมชัย ว่องอรุณ(2544 : 1) กล่าวว่า การแบ่งประเภทอุตสาหกรรมเซรามิกส์ แบ่งกว่างๆได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. Treditional Ceramics ได้แก่ กระเบื้องปูพื้น ปิดผนัง และโมเสค เครื่องสุขภัณฑ์ ถ้วยชาม ทำด้วยเซรามิกส์ ของชำร่วย และเครื่องประดับ และลูกถ้วยไฟฟ้า เป็นต้น

2. New Ceramics เป็นเซรามิกส์ที่ต้องรับน้ำหนักที่อุณหภูมิสูง ได้แก่ Cutting Tools, Ceramic Fiber, Ceramic Engine Parts, Coating Film รวมทั้งเซรามิกส์จำพวกชิ้นส่วนอีเลคทรอนิคส์ ฯลฯ

2.1 วัตถุดิบที่ใช้ทำเครื่องปั้นดินเผา

วัตถุดิบถือเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผา ผลิตภัณฑ์จะมีคุณภาพดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้ ดังนั้นการจะทำการผลิตเครื่องปั้นดินเผาจำเป็นจะต้องทราบคุณสมบัติต่างๆของวัตถุดิบตามที่นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงดังนี้

ศิริชัย โพธิตาปนะ(ม.ป.ป. : 10) กล่าวว่า ปกติแล้วในดินขาวควรจะมีปริมาณอัลคาไลน์ (Alkalies) น้อยกว่าร้อยละ 2 ปริมาณของเหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) น้อยกว่าร้อยละ 1 แคลเซียมออกไซด์ (CaO) แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) และไทเทเนียมออกไซด์ (TiO_2) อยู่ในปริมาณเล็กน้อย

ดอกธูป พุทธมงคลและคณะ(2524 : 224) กล่าวว่า ทรายที่มีความบริสุทธิ์สูงหรือมีปริมาณของซิลิก้าสูงจะใช้ในการผลิตแก้ว หรือผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่ต้องการความขาว ส่วนทรายที่มีความบริสุทธิต่ำกว่าจะใช้ในการผลิตเซรามิกส์ที่ไม่คำนึงถึงสีของผลิตภัณฑ์ เช่น กระถางต้นไม้ อิฐ นอกจากนี้

อุบลศรี ชัยสาม และ เยาวลักษณ์ นิสสภา(2527 : 15) กล่าวว่า หินฟันม้าหรือแร่เฟลด์สปาร์ หมายถึงกลุ่มแร่ประกอบหินที่มีส่วนประกอบของธาตุ โพแทสเซียม โซเดียม หรือ แคลเซียม อลูมิโนซิลิเกต เกิดจากการแปรสภาพของหินแกรนิตมาเป็นหินฟันม้า

กรมวิทยาศาสตร์(2531 : 140) กล่าวว่า หินเขี้ยวหนุมาน (Quartz) และทรายแก้ว (Silica Sand) เป็นสารประกอบของซิลิกา ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ มีความแข็งแรง ลักษณะของหินเขี้ยวหนุมานที่พบในประเทศไทย มีทั้งชนิดใส ขาวขุ่นทึบและสีชมพู

โกมล รักษ์วงศ์(2531 : 3) กล่าวว่า ดินเป็นสารประกอบของอลูมิเนียม ซิลิเกต “Aluminium Silicate” ($Al_2O_3 . 2SiO_2 . 2H_2O$)ในแร่ดินธรรมชาติ จะมีสารประกอบอื่นๆ ปะปนอยู่มาก เป็นสาเหตุที่ทำให้ดินไม่บริสุทธิ์ สารเหล่านี้ได้แก่ Quartz, Mica, Ironoxide, Hematite, Flourile, Muscovite เป็นต้น

ชาญ จรรยาวนิชย์(2531 : 16) กล่าวว่า วัตถุดิบสำคัญทางเซรามิกส์ คือ ดินขาว ดินเหนียว หินฟันม้า หินเขี้ยวหนุมาน หรือทรายแก้ว แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไป แล้วแต่การเกิดทางธรณีวิทยา เพราะว่าแร่ดังกล่าวเกิดขึ้นในธรรมชาติย่อมมีสิ่งเจือปนเกิดขึ้นรวมอยู่ด้วย การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพต่างๆ ทางเซรามิกส์จะทำให้มั่นใจว่าได้เนื้อดินปั้นถูกต้องตามความต้องการ

วัชรินทร์ ศรีรักษา(2533 : 32) กล่าวว่า วัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบอุตสาหกรรม เซรามิกส์ถ้าหาได้ภายในท้องถิ่นโอกาสที่จะพัฒนาให้มีอุตสาหกรรมเซรามิกเกิดขึ้นย่อมมีสูง เพราะวัตถุดิบเหล่านั้นเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการกำหนดราคาผลิตภัณฑ์นอกเหนือไปจากค่าแรง และเชื้อเพลิงในการเผา

งามพิศ แย้มนิยม(2534 : 27) กล่าวว่า หินไฟโรฟิลไลต์ ใช้ในการผลิตอิฐทนไฟ เครื่องสุขภัณฑ์ เครื่องปั้นดินเผาและทำปูนซิเมนต์ขาว แหล่งแร่ไพโรฟิลไลต์ พบในพื้นที่อำเภอเชียงของ อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย และอำเภทด่านลานหอย จังหวัดสุโขทัย

สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์(2534 : 12) กล่าวว่า ดินยังนำมาใช้เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในน้ำเคลือบ คือ ซึ่งมีประโยชน์ดังนี้คือ

1. ช่วยทำให้น้ำเคลือบลอยตัวไม่ตกตะกอน
2. ช่วยให้น้ำเคลือบเกาะติดผิวผลิตภัณฑ์ได้ดี เป็นตัวประสาน (Binder)
3. ช่วยควบคุมการหดตัวของน้ำเคลือบบนผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้เผา
4. เป็นตัวให้อะลูมินา(Al_2O_3) และซิลิกา(SiO_2) แก่น้ำเคลือบ

ชลัย ศรีสุข(2539 : 33) กล่าวว่า ดินเหนียว (Ball Clay) เกิดจากการตกตะกอนทับถมกันของดินขาว ประกอบด้วยแร่ Kaolinite เป็นส่วนประกอบสำคัญบางครั้งจะพบแร่ดินชนิดอื่นปะปนอยู่บ้าง เช่น Montmorilloniteและ Illite

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ(2539 : 41) กล่าวว่า ปัจจุบันดินยังคงเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตเซรามิกส์ โดยเฉพาะภาชนะรองรับอาหาร (Dinner Ware or Table Ware) สุขภัณฑ์ (Sanitary) กระเบื้อง (Wall and Floor Tile) และผลิตภัณฑ์อื่นๆ

ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์(2541 : 1) กล่าวว่า ดินเป็นวัตถุดิบที่มีความเหนียว และ สามารถนำมาปั้นเป็นรูปทรงต่างๆได้ตามความต้องการ มนุษย์รู้จักนำดินมาใช้ปั้นเป็นภาชนะเผาไฟจนแกร่ง แล้วนำมาใช้ในการหุงต้มอาหาร หรือใส่เมล็ดพันธุ์พืช มาตั้งแต่สมัยก่อนคริสต์ศักราชหรือประมาณ 6,000 ปีมาแล้ว

อายุวัฒน์ สว่างผล(2543 : 25) กล่าวว่า ขนาดของเม็ดดิน (Particle Size of Clay) จะมีขนาดตั้งแต่ 0.05-10 ไมครอน ค่าของเส้นผ่าศูนย์กลางโดยเฉลี่ยประมาณ 0.5 ไมครอน (1ไมครอนเท่ากับ 10^{-4} ซ.ม.) เม็ดดินมีความสำคัญต่อความเหนียวและการหดตัวของดินเมื่อแห้งคือดินที่มีขนาดเม็ดเล็กจะมีความเหนียวมากและเปอร์เซ็นต์การหดตัวเมื่อแห้งก็จะสูงมากด้วย

นิวัตร พัฒนะ(2548 : 4) กล่าวว่า วัตถุดิบที่นำมาใช้สร้างวัตถุดิบนั้น สามารถแบ่งได้ 3 ลักษณะด้วยกันคือ

1. แบ่งตามลักษณะของแหล่งที่มา
2. แบ่งตามคุณสมบัติด้านความเหนียว(Plasticity)
3. แบ่งตามส่วนประกอบทางเคมี

Nagumo(1974 : 19) กล่าวว่าวัตถุดิบที่ใช้งานเซรามิกส์ สามารถแยกได้เป็น 2 ประเภทด้วยกันคือ

1. วัตถุดิบที่มีความเหนียว (Plastic Materials) เช่น ดินขาว ดินเหนียว ดินทนไฟ
2. วัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียว(Non-plastic Materials)เช่น ซิลิกา ดินเชื้อ(Grog) หินฟันม้า หินปูน

2.2 เนื้อดินปั้นสโตนแวร์

เนื้อดินปั้นที่ใช้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาอาจได้จากดินตามธรรมชาติ หรือได้จากการเตรียมเนื้อดิน โดยการผสมวัตถุดิบชนิดต่างๆเพื่อให้มีคุณสมบัติตามที่ต้องการ

เนื้อดินปั้นสโตนแวร์ (Stone Ware Bodies) เป็นเนื้อดินปั้นที่เผาในอุณหภูมิสูงในช่วง 1,190 – 1,350 องศาเซลเซียส เผาถึงจุดสุกตัว เนื้อแข็งแกร่ง ไม่ดูดซึมน้ำไม่มีความพรุนตัว เนื้อทึบแสงเช่นเดียวกับ Earthen Ware เนื้อดินสโตนแวร์ได้จากดินธรรมชาติในบางแหล่ง หรืออาจเตรียมขึ้นมาใหม่ (โกมล รักษ์วงศ์, 2538 : 45) สอดคล้องกับคำกล่าวของ Singer (1963 :76,431) ที่กล่าวว่าสโตนแวร์ เป็นผลิตภัณฑ์เผาถึงจุดสุกตัว (Vitreous Ware) จะต้องเผาในอุณหภูมิ1,200 – 1,250 องศาเซลเซียส เนื้อดินทึบแสง (Opaque Budies) อาจจะมีสีต่างๆขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสม เนื้อดินมีความเหนียวสูง ขณะที่เป็นดินยังไม่เผาเนื้อดินจะมีความแข็งแรงไม่แตกหักง่าย โดยต้องมีค่าความแข็งแรงก่อนเผา ตั้งแต่ 20 – 150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ 1.4 – 105 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (สมศักดิ์ วังศิริกุล, 2534 : 19) ได้กล่าวว่า เนื้อดินปั้นสโตนแวร์เป็ฯเนื้อดินปั้นที่ทนความร้อนได้ 1240 องศาเซลเซียส มีการ หดตัวก่อนเผา อยู่ระหว่างร้อยละ 1 ถึง 5 เนื้อผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาถึงจุดสุกตัว มีเนื้อแน่นแข็งแกร่ง ทึบแสง น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ เมื่อเคาะเสียงจะดังกังวาน และสีของเนื้อผลิตภัณฑ์ จะมีสีเนื้อแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับแร่ธาตุที่ผสมอยู่ในเนื้อดิน

ปั้นสโตนแวร์และบรรยากาศในการเผาไหม้ Rhodes (1959 :43) กล่าวว่าเนื้อดินปั้นสโตนแวร์เป็นเนื้อดินที่มีการหดตัวก่อนการเผาไม่เกินร้อยละ 10 ไม่บิดเบี้ยวขณะผลิตภัณฑ์แห้งหรือกำลังเผา และจะมีการหดตัวหลังการเผา ไม่เกินร้อยละ 15 มีการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ไม่เกินร้อยละ 1 ถึง 5 สีของเนื้อดินเกิดจากธรรมชาติของดิน เช่น สีเทา สีน้ำตาล (ทวี พรหมพฤกษ์, 2523 : 17) ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ที่เตรียมได้จากดินธรรมชาติ เช่น โอ่งมังกรราชบุรี ผลิตภัณฑ์ด่านเกวียน และผลิตภัณฑ์ศิลาดล (Celadon) ของเชียงใหม่อีกลักษณะหนึ่งก็เตรียมในห้องปฏิบัติการ โดยทั่วไปประกอบด้วย เนื้อดินระหว่างร้อยละ 30 – 70 เพื่อให้เนื้อดินปั้นมีความเหนียวสามารถปั้นขึ้นรูปได้ง่าย ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ดินเหนียว หินเขี้ยวหนุมานระหว่าง ร้อยละ 25 – 60 เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและป้องกันการบิดเบี้ยวและใช้หินฟันม้า ระหว่างร้อยละ 5 – 25 เพื่อช่วยในการหลอมละลาย ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่น เนื้อดินสโตแวร์มีความเหนียวมาก เหมาะอย่างยิ่งในการนำไปใช้ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนและการขึ้นรูปอิสระ (ปุณณรัตน์ พิชญไพบูลย์, 2538 : 15) ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์สามารถทนความร้อนและความเย็นอย่างเฉียบพลันได้ดี นิยมทำภาชนะในเตาอบ ทำถ้วยชามและชุดกาแฟ (ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์, 2541 : 146) เนื้อดินสโตนแวร์นี้ยังแบ่งออกได้ ดังนี้คือ

1. สโตนแวร์จากดินธรรมชาติชนิดเดียว (Natural Stoneware) มาจากดินชนิดเดียวและไม่ต้องล้าง พวกท่อระบายน้ำ (Drain Pipe), ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในครัว (Kitchenware) งานศิลป์,ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ที่พอจะจัดหาได้ในบ้านเราก็คือ โอ่งราชบุรี ,ผลิตภัณฑ์ประเภทไหปลาร้า ทางภาคอีสาน เป็นต้น มีความดูดซึมน้ำ ตั้งแต่ร้อยละ 0 – 5 ขึ้นไป

2. สโตนแวร์เนื้อละเอียด (Fine Stoneware) มาจากส่วนผสมจากดินที่ล้างแล้วและส่วนผสมที่ไม่มีความเหนียวใช้ทำผลิตภัณฑ์ประเภทหุงต้ม (Cookware), งานศิลป (Artware) ถ้วยชาม เป็นต้น มีความดูดซึมน้ำร้อยละ 0 – 5

3. สโตนแวร์เนื้อวิเทรียส (Technically Vitreous Stoneware) เนื้อดินปั้นที่ใช้ผสมอย่างดีและเผาจนกระทั่งมีความดูดซึมน้ำน้อยมากใช้ในอุตสาหกรรมเคมี,ภาชนะบรรจุน้ำกรด, อิฐทนกรด เป็นต้น มีความดูดซึมน้ำร้อยละ 0 – 0.2

4. จัสเปอร์สโตนแวร์ (Jasper Stoneware) มาจากส่วนผสมส่วนใหญ่ของบาเรียมและดินทำเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทงานศิลป์ (Art ware) มีความดูดซึมน้ำร้อยละ 0 – 1

5. บาซัลท์สโตนแวร์ (Basalt Stoneware) มาจากดินที่มีเหล็กออกไซด์สูง เช่น ผลิตภัณฑ์ด่านเกวียน ใช้ทำผลิตภัณฑ์พวกงานศิลป์ (Artware) มีความดูดซึมน้ำร้อยละ 0 – 1 (ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผาภาคเหนือ, 2539 : 28 – 29)

ทวี พรหมพฤกษ์ (2523 : 16) กล่าวว่า การเตรียมเนื้อดินในสมัยก่อน ส่วนมากเตรียมได้จากดินเหนียวธรรมดาโดยทั่วไป นิยมใช้ดินในท้องถิ่น ดินเมื่อยังไม่เผามักมีสีน้ำตาลเข้ม สีเทาแก่ ลักษณะที่สำคัญส่วนมากเนื้อดินละเอียด แห้งช้า แต่มีความเหนียวดี (Plasticity) เมื่อนำไปเผาแล้วจะให้สีน้ำตาลอ่อนเหมาะแก่การขึ้นรูปในลักษณะต่างๆ เช่นการขึ้นรูปแบบอิสระ แบบขด แบบแผ่น ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน แบบวิธีกดพิมพ์ เป็นต้น ดินประเภทนี้มีเปอร์เซ็นต์ของเหล็ก (Iron) สูง ไม่นิยมทำผลิตภัณฑ์ชนิดสีขาว

สมหวัง นรพัลลภ(2524 : 1) กล่าวว่า การผลิตงานเซรามิกส์หรือเครื่องปั้นดินเผาในประเทศไทยเรานั้น นับตั้งแต่สมัยโบราณเป็นต้นมา เนื้อดินที่ใช้ในการผลิต เป็นเนื้อดินปั้น ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติแทบทั้งสิ้น ใช้เนื้อดินปั้นตามแหล่งต่างๆ ที่สามารถจะนำมาปั้นได้ ส่วนใหญ่เป็นดินคุณภาพต่ำ ไม่สามารถผลิตชิ้นงานที่มีคุณภาพสูงได้ เนื้อดินปั้นมีความสำคัญเป็นอันดับแรกของงานอุตสาหกรรมชนิดนี้ ถ้าเราได้ส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่ดี จะไม่มีปัญหา ในการผลิตตลอดไปจนถึงกระบวนการอื่นๆ ในขั้นต่อไปด้วย แต่ถ้าเนื้อดินปั้นไม่มีคุณภาพ การผลิตงานเซรามิกส์จะล้มเหลวทันทีและปัญหาต่างๆจะเกิดขึ้นมากมาย

บรรษัทเงินทุนอุตสาหกรรม แห่งประเทศไทย(2528 : 140) กล่าวว่า โดยทั่วไปแล้วดินธรรมชาติเกือบทุกแห่ง แม้จะเป็นดินชนิดดีเพียงใด ก็ยังไม่ละเอียดหรือสะอาดเพียงพอที่จะนำไปใช้ปั้นได้ทันที ฉะนั้นเมื่อได้ดินมาแล้วจึงจำเป็นต้องผ่านกระบวนการเตรียมดิน ให้สะอาดและละเอียดเสียก่อน ไม่เช่นนั้นจะได้เครื่องปั้นดินเผาที่มีคุณภาพไม่ดี

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(2529 : 2-3,6) กล่าวว่า ภาชนะสโตนแวร์ หมายถึง ภาชนะเซรามิกส์ที่มีการเคลือบผิว มีความพรุนตัวต่ำ ทึบแสง และเนื้อโดยทั่วไปไม่เป็นสีขาว ทำจากส่วนผสมของดินขาว ดินเหนียว และหินฟันม้า เป็นส่วนใหญ่ ขึ้นรูปเป็นภาชนะ นำมาเคลือบผิวแล้วเผาจนได้ที่ การดูดซึมน้ำต้องไม่เกินร้อยละ 3

โกมล รักษ์วงศ์(2531 : 126) กล่าวว่า เนื้อดินปั้นจึงเป็นการนำดินชนิดต่างๆมาผสมเข้าด้วยกันหรือการผสมดินกับวัตถุดิบชนิดอื่นๆ ในสมัยก่อน การทำเนื้อดินปั้นจะทำมาจากดินธรรมชาติ ที่มีความเหนียวพอมาขึ้นรูปได้ เป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆตามความต้องการ เริ่มทำจากการทำเครื่องปั้นดินชนิดไม่มีการเคลือบ นับเป็นเวลาพันๆ ปี จนกระทั่งสมัยศตวรรษที่ 10 จีน ได้มีความก้าวหน้าในการทำเครื่องปั้นดินเผามากสามารถทำเนื้อดินปั้นชนิดพิเศษขึ้นได้ เรียกว่า เนื้อดินปั้นปอร์สเลน(Porcelain)

สมศักดิ์ วังศิริกุล(2534 : 19) กล่าวว่า เนื้อดินปั้นสโตนแวร์ เป็นเนื้อดินปั้นที่ทนความร้อนได้ 1240 องศาเซลเซียส มีการหดตัวก่อนเผา อยู่ระหว่าง ร้อยละ 1 ถึง 5 เนื้อผลิตภัณฑ์ เมื่อผ่านการเผาถึงจุดสุกตัว มีเนื้อแน่นแข็งแกร่ง ทึบแสง น้ำไม่สามารถซึมผ่านได้ เมื่อเคาะเสียงจะดังกังวาน และสีของเนื้อผลิตภัณฑ์ จะมีสีเนื้อแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับแร่ธาตุที่ผสมอยู่ ในเนื้อดินปั้นสโตนแวร์และบรรยากาศในการเผาไหม้

ศุภกา ดอกไม้(2535 : 11) กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ที่เตรียมได้จากดินธรรมชาติ เช่น โอ่งมังกรราชบุรี ผลิตภัณฑ์ด่านเกวียน และผลิตภัณฑ์ศิลาดล (Celadon)ของเชียงใหม่อีกลักษณะหนึ่งก็คือเตรียมในห้องปฏิบัติการ โดยทั่วไปประกอบด้วย เนื้อดินระหว่างร้อยละ 30-70 เพื่อให้เนื้อดินปั้นมีความเหนียวสามารถปั้นขึ้นรูปได้ง่าย ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ดินเหนียวหินเขี้ยวหนุมานระหว่าง ร้อยละ 25-60 เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและป้องกันการบิดเบี้ยวและใช้หินฟันม้า ระหว่างร้อยละ 5-25 เพื่อช่วยในการหลอมละลาย ทำให้ผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่น

กรมศิลปากร(2539 : 77) กล่าวว่า เนื้อดินปั้นเป็นวัตถุดิบที่ปั้นให้เป็นรูปร่างผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ เนื้อดินปั้นโดยทั่วไปจะต้องประกอบด้วยวัตถุดิบ 4 ชนิดด้วยกันคือ วัตถุดิบเพื่อเป็นโครงสร้างของเนื้อดิน (Raw Material for Structural Forming) วัตถุดิบเพื่อความเหนียว (Plastin Clay) สารลดอุณหภูมิในการเผา (Fluxing Material) และตัวเติม (Additive)หรือ ตัวเสริม (Promoter) ซึ่งส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจะแตกต่างกันไปตามคุณภาพของเครื่องปั้นดินเผาที่ต้องการ

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ(2539 : 125) กล่าวถึง ความหมายของเนื้อดินปั้น (Body) หมายถึง เนื้อดินปั้นที่มีดินเป็นส่วนผสม อาจมีดินล้วนๆ หรือ ดินร้อยเปอร์เซ็นต์ แต่ส่วนมากแล้วจะมีวัสดุอื่นผสมอยู่ด้วย เช่นเดียวกับเนื้อดินปั้นที่ไม่มีดินเป็นส่วนประกอบ อาจมีเนื้อวัสดุชนิดเดียวหรือวัสดุหลายชนิดผสมกัน

นิวัตร พัฒนะ(2547 : 75) กล่าวว่า ดินสโตนแวร์ (Stoneware Clay) เป็นดินที่มีความเหนียวมากและมีสารช่วยหลอมเหลวอยู่ปริมาณมากจุดสุกตัวจึงต่ำสามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์ประเภทสโตนแวร์ที่มีการปรับปรุงดินเพียงเล็กน้อย

Rhodes(1959 : 43) กล่าวว่า เนื้อดินปั้นสโตนแวร์ เป็นเนื้อดินที่มีการหดตัวก่อนการเผาไม่เกินร้อยละ 10 ไม่บิดเบี้ยวขณะผลิตภัณฑ์แห้งหรือกำลังเผาและมีการหดตัวหลังการเผา ไม่เกินร้อยละ 15 มีการดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ไม่เกินร้อยละ 1 ถึง 5

Singer(1963 : 76,431) กล่าวว่า สโตนแวร์เป็นผลิตภัณฑ์ถึงจุดสุกตัว (Vitreous Ware) จะต้องเผาในอุณหภูมิ 1200-1250 องศาเซลเซียส เนื้อดินทึบแสง (Opaque Bodies) อาจจะมีสีต่างๆขึ้นอยู่กับวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสม เนื้อดินมีความเหนียวสูง ขณะที่เป็นดินยังไม่ได้เผา เนื้อดินจะมีความแข็งแรงไม่แตกหักง่าย โดยต้องมีค่าความแข็งแรงก่อนเผา ตั้งแต่ 20-150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือ 1.4-105 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

Singer(1963 : 396) กล่าวว่า เนื้อดินปั้นอาจใช้ดินล้วนๆที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติซึ่งมีอยู่ทั่วไป หรืออาจจะเตรียมขึ้นจากการนำเอาดิน หินฟันม้า หินเขี้ยวหนุมานมาผสมกัน แล้วหาสัดส่วนที่เห็นว่าเหมาะสมที่สุดสำหรับการทำผลิตภัณฑ์

Rhodes(1974 : 24) กล่าวว่า เนื้อดินปั้นหมายถึง ดินตามธรรมชาติ หรือการนำเอาดินในธรรมชาติไปผสมกับวัตถุดิบชนิดอื่นๆ เพื่อให้ได้เนื้อดินปั้นที่มีคุณสมบัติตามต้องการ เช่น การเพิ่มความเหนียว การเพิ่มความโปร่งแสงภายหลังการเผา

สมบัติของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ เนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ โดยทั่วไปมีเนื้อละเอียด หรือหยาบก็ได้ แต่จะมีเนื้อแน่นและแข็งแกร่ง น้ำและของเหลวไม่สามารถซึมผ่านได้ หรือซึมผ่านได้น้อยมาก ทั้งนี้เพราะเผาถึงจุดสุกตัว (Vitreous Ware) ซึ่งส่วนมากจะเผาที่อุณหภูมิ 1,190 – 1,390 องศาเซลเซียส (โคน 6 – 14) สีของผลิตภัณฑ์อาจเป็นสีของดิน คือ สีเทา สีน้ำตาล คล้ายเนื้อเซรามิกส์เอิร์ทเธินแวร์ แต่เสียงเคาะจะดังกังวานกว่าและลักษณะผิวจะเนียนกว่า นอกจากนี้อาจเป็นสีอื่นๆ แต่ที่สำคัญจะต้องมีความแข็งแกร่ง

เซรามิกส์สโตนแวร์เตรียมได้ 2 ลักษณะ คือ เตรียมจากดินธรรมชาตินำมาปั้น โดยตรงที่เรียกว่าดินสโตนแวร์ เนื้อผลิตภัณฑ์อาจมีสีเหลืองฟาง สีน้ำตาล สีเทา เนื่องจากมีตัวลดจุดสุกตัวผสมอยู่ ที่จะช่วยให้เนื้อผลิตภัณฑ์หลังเผาแน่น และสุกตัว ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ที่ทำขึ้นจากดินธรรมชาติ ได้แก่ โอ่งราชบุรี ผลิตภัณฑ์ด่านเกวียน และผลิตภัณฑ์เซลาดอน (Celadon) ของจังหวัดเชียงใหม่เป็นต้นส่วนอีกชนิดหนึ่งเป็นเนื้อเซรามิกส์ที่เตรียมขึ้นโดยทั่วไปจะประกอบด้วยดินร้อยละ 30 – 70 เพื่อให้มีความเหนียว สามารถขึ้นรูปได้ง่าย ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ดินดำ นอกจากนี้มีหินเขี้ยวหนุมาน ร้อยละ 30 – 60 เพื่อเพิ่มความแข็งแกร่งและป้องกันการบิดเบี้ยว อีกทั้ง หินฟันม้า ร้อยละ 5 – 25 เพื่อช่วยให้เนื้อหลอมผลิตภัณฑ์มีเนื้อแน่น เนื้อเซรามิกส์จากการเตรียมขึ้น จะนิยมนำมาใช้ทำเครื่องโต๊ะอาหาร เครื่องประดับ อุปกรณ์ไฟฟ้า เป็นต้น

เกณฑ์การตัดสินความเป็นเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์

1. การหดตัวของเนื้อเซรามิกส์ภายหลังการเผาอยู่ระหว่าง ร้อยละ 13 – 20
2. การดูดซึมน้ำของเนื้อเซรามิกส์ภายหลังการเผา ร้อยละ 0 – 3
3. ความทนไฟของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ จะสามารถทนอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 1,200 องศาเซลเซียส ขึ้นไป

แต่เกณฑ์ดังกล่าวเป็นเพียงเกณฑ์ที่ใช้ตัดสินเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ ที่เป็นภาชนะใช้งานโดยทั่วไป เช่น แจกัน จานชาม เป็นต้น ซึ่งความจริงแล้วเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์สามารถแบ่งเป็นหลายประเภทตามคุณสมบัติของเนื้อเซรามิกส์และการนำไปใช้งาน ในที่นี้แบ่งเป็น 4 ประเภท คือ

1. เนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ชั้นดี (Fine Stoneware) เป็นเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ ที่มีส่วนผสมของดินร้อยละ 30 – 70 หินฟันม้า ร้อยละ 5 – 25 และหินเขี้ยวหนุมาน ร้อยละ 30 – 60 นอกจากนี้อาจมีดินเชื้อในส่วนผสม แต่ถ้ามีปริมาณมากจะทำให้ความแข็งแรงต่อแรงดึง (Tensile Strength) ลดลง เนื้อเซรามิกส์นี้ใช้ทำผลิตภัณฑ์ทางเคมี และเครื่องโต๊ะอาหาร

2. เนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์สีขาว (White Stoneware) เป็นเนื้อเซรามิกส์ที่ต้องมีการเลือกสรรวัตถุดิบที่นำมาใช้ทำเนื้อเซรามิกส์ ไม่ว่าจะเป็นดิน หินฟันม้าหรือหินเขี้ยวหนุมานจึงมีสีขาวและมีการดูดซึมน้ำเป็นศูนย์

3. เนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ทนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกะทันหัน (Thermal Shock Resistance of Stoneware) ในการทำเนื้อเซรามิกส์ให้ทนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกะทันหันมีแนวทางการปฏิบัติได้ 3 แนวทาง คือ

3.1 เพิ่มความพรุนของเนื้อเซรามิกส์ (Porosity) แต่ให้ขนาดของรูพรุนเล็กลง

3.2 เพิ่มตัวนำความร้อน (Thermal Conductivity) เช่น คอรันดัม ซิลิกอนคาร์ไบต์ หรือกราไฟต์ เป็นต้น ลงในเนื้อเซรามิกส์

3.3 ลดวัตถุดิบที่มีการหดขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนสูง (Thermal Expansion) เช่น กินเขี้ยวหนุมาน

4.เนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์เพื่อใช้งานทางไฟฟ้า(Electrical Stoneware)ได้แก่เนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ทางไฟฟ้า เช่น ลูกถ้วยไฟฟ้า เป็นต้น

ซึ่งหากจะกล่าวถึงองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์โดยทั่วไปจะประกอบ ด้วยจำนวนโมลของออกไซด์ดังนี้คือ

0.3 – 0.7 CaO + FeO 0.33 – 7.0 A1203 4.0 – 44.0 Si02

0.7 – 0.3 CaO + FeO

Rhodes(1974 : 24)

2.3 การใช้งานและการผลิตเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์

1. อิฐสำหรับงานวิศวกรรม (Engineering Bricks หรือ Blue Bricks) เป็นอิฐที่มีความแข็งและมีความหนาแน่นสูง มีการดูดซึมน้ำร้อยละ 3-4 หรืออาจจะมากกว่าร้อยละ 10 สำหรับการใช้งานของประเทศอังกฤษ สีของอิฐและเป็นสีฟ้าเทา (Bluish-Grey)ใช้สำหรับการก่อสร้างโครงสร้างของสะพาน ในการผลิตนั้น จะผลิตได้จากดินธรรมชาติที่มีองค์ประกอบของเฟอร์ริกออกไซด์ หินปูน และแมกนีเซีย การเตรียมวัตถุดิบมี 2 ลักษณะคือ เตรียมอยู่ในรูปกึ่งเปียก กึ่งแห้งคือมีความชื้นประมาณร้อยละ 3-12 และใช้การขึ้นรูปโดยใช้การอัด หรืออีกลักษณะหนึ่งจะเตรียมวัตถุดิบให้มีความเหนียว และใช้การขึ้นรูปด้วยวิธีการรีดเช่นเดียวกับการขึ้นรูปอิฐธรรมดา เมื่อได้ผลิตภัณฑ์แล้ว นำเข้าอบแห้งและเผาที่อุณหภูมิ โคน 03 - 8 (1,040-1,250 องศาเซลเซียส) หลังการเผาต้องผ่านการทดสอบความแข็งแรงต่อแรงอัด การดูดซึมน้ำ ผลวิเคราะห์ทางเคมี และสารละลายของเกลือ เป็นต้น

2. ท่อน้ำ และข้อต่อท่อ (Pipes และ Fittings)เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทท่อน้ำ ข้อต่อท่อต่างๆ รวมทั้งถึงบำบัดน้ำเสีย (Septic Tanks) ซึ่งมีรูปร่าง รูปทรง และขนาดแตกต่างกัน แต่สมบัติที่สำคัญของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์สำหรับทำผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ ต้องต้านทานผลของการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี (Chemical Attack) ทนการกัดกร่อนของแบคทีเรีย (Bacterial Attack) ผิวเรียบไม่ดูดซึมน้ำแข็งแรงทนทานต่อสภาพเปียกชื้นอุณหภูมิ และแรงดันจากรากไม้ เป็นต้น

3. กระเบื้องปูพื้น และกระเบื้องโมเสค (Mosaic)กระเบื้องปูพื้นเป็นกระเบื้องที่มีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่ 4x4 นิ้ว จนถึง 50x50 เซนติเมตร มีสีและลวดลาย รวมทั้งลักษณะพื้นผิวแตกต่างกัน แต่สมบัติเหมือนกันคือเผาจนถึงจุดสุกตัว มีการดูดซึมน้ำประมาณร้อยละ 2-5 ทนการขัดสี (Resistance to Abrasion) ทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ มีเนื้อแน่น สามารถใช้งานปูพื้นได้ทุกส่วนของอาคาร ทั้งภายในและภายนอก รวมทั้งอาจใช้บุผนัง ส่วนกระเบื้องโมเสค เป็นกระเบื้องแผ่นเล็กที่มีหลายรูปทรง เช่น สี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า วงกลม หกเหลี่ยม แปดเหลี่ยม เป็นต้น นิยมใช้ตกแต่งผนัง หรือ ปูพื้นห้องน้ำ ซึ่งสมบัติอื่นๆ

จะเหมือนกระเบื้องปูพื้นการผลิตกระเบื้องเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์นี้ ใช้วัตถุดิบพวกดินดำ ดินสโตนแวร์ ดินขาว หินผุ หินฟันม้า ดินเชื้อ และอื่นๆ การขึ้นรูปนิยมใช้การอัดดินผงลงในแบบพิมพ์โลหะ ด้วยเครื่องอัดไฮโดรลิก เผาที่อุณหภูมิ โคน 6-10 (1,200-1,290 องศาเซลเซียส) หลังเผาต้องมีการทดสอบสมบัติทางฟิสิกส์ ด้านการดูดซึมน้ำ ความทนทานต่อแรงขัดสี ความแข็งแรงต่อแรงอัด ความแข็งแรงต่อแรงดัด ความทนทานต่อการกัดกร่อนของกรด ความทนทานต่ออากาศ

4.เครื่องสุขภัณฑ์เครื่องสุขภัณฑ์เนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ เป็นเนื้อเซรามิกส์ที่มีความแข็งแรงหลังการเผาสูงกว่าเนื้อเซรามิกส์เอิร์ทเธินแวร์ และการขึ้นรูปง่ายกว่าวิเทรียสไชนา จึงนิยมนำมาใช้ผลิตสุขภัณฑ์ขนาดใหญ่สำหรับใช้ในโรงพยาบาล หรือสถานที่สาธารณะ เช่น อ่างชำระล้าง (Sinks) อ่างอาบน้ำโถปัสสาวะ เป็นต้น การขึ้นรูปนิยมใช้วิธีการหล่อแบบเมื่อแห้งสนิทจึงพ่นเคลือบและเผาเคลือบที่โคน 8-10 (1,250-1,290 องศาเซลเซียส)

5. เครื่องโต๊ะอาหาร และเครื่องครัว (Tableware และ Kitchen Ware)เครื่องโต๊ะอาหารที่เป็นเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ จะมีความแข็งแกร่ง สามารถใช้เคลือบได้หลายลักษณะ ประกอบกับการตกแต่งด้วยสีได้เคลือบ สีบนเคลือบ หรือสีในเคลือบ แต่ที่นิยมใช้ในการตกแต่งคือ เคลือบสี เนื่องจากเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์มีสีไม่ขาว สีของเนื้อเซรามิกส์ จะแสดงอิทธิพลของมลทินในวัตถุดิบ เช่น เฟอร์ริกออกไซด์ ทิเทเนียมไดออกไซด์ เป็นต้น การนำมาใช้งานนั้นอาจใช้ทำเครื่องโต๊ะอาหาร ได้แก่ จาน ชาม ช้อน ชุดกาแฟ หรืออาจพัฒนาให้ทนความร้อน และใช้เป็นผลิตภัณฑ์ใช้ในเตาอบได้ ส่วนผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องครัวมีสมบัติที่พิเศษเพิ่มขึ้น คือ ทนการกัดกร่อนของกรด ทนการขัดสี ต้านทานแรงกล (Mechanical Strength)ซึ่งอาจเป็นเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ที่ทนต่อสารเคมี (Chemical Stoneware) วัตถุดิบพื้นฐานที่ใช้ในการทำเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์สำหรับเครื่องโต๊ะอาหาร และเครื่องครัว ได้แก่ ดินสโตนแวร์ ดินขาว ดินดำ หินฟันม้า หรือหินผุทราย หรือหินเขี้ยวหนุมาน เลือกเตรียมเนื้อเซรามิกส์ให้เหมาะสมสำหรับการขึ้นรูปที่แตกต่างกัน คือ แป้นหมุน ใบมีด หรือการหล่อแบบ ผลิตภัณฑ์จะเผาที่อุณหภูมิ โคน 8 (1,250 องศาเซลเซียส)

6. ผลิตภัณฑ์ทางเคมีและอุตสาหกรรมเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ ที่ใช้สำหรับการผลิตอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้งานกับเครื่องจักรในระบบอุตสาหกรรมส่วนมากจะเป็นเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์สีขาว เพื่อใช้งานทางเคมี (White Chemical Stoneware) ซึ่งมีสมบัติทนการกัดกร่อนของกรด มีสีขาว เนื้อบริสุทธิ์ เคลือบผิวมันเพื่อให้สามารถทำความสะอาดได้ง่ายบางประเภทอุตสาหกรรม ต้องการสมบัติด้านทนการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิกะทันหันในระดับพอใช้ อุตสาหกรรมที่ใช้ผลิตภัณฑ์จากเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ชนิดนี้ เช่น อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมผลิตอาหารสำเร็จรูป อุตสาหกรรมผลิตยรวมทั้งโรงพยาบาลและเนื่องจากลักษณะผลิตภัณฑ์มีความแตกต่างกัน กระบวนการผลิตและการขึ้นรูปจึงแตกต่างกัน วัตถุดิบ ที่ใช้มีอัตราส่วนผสมต่างกัน แต่จำเป็นต้องเลือกวัตถุดิบที่มีคุณภาพและไม่มีเฟอร์ริกออกไซด์ ในองค์ประกอบทางเคมีหรือมีปริมาณต่ำ เนื่องจากเฟอร์ริกออกไซด์เป็นมลทินที่ทำให้เนื้อเซรามิกส์ไม่ขาว

7. ลูกถ้วยไฟฟ้าตามปกติอุปกรณ์ที่ใช้งานทางไฟฟ้า จะนิยมใช้เนื้อเซรามิกส์พอร์สเลน แต่ในบางกรณีจำเป็นต้องพัฒนาเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์มาใช้ เนื่องจากเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ขึ้นรูปง่ายกว่ากระบวนการเตรียมวัตถุดิบสะดวก และประหยัดกว่า ซึ่งสามารถนำมาใช้ทดแทนเนื้อเซรามิกส์พอร์สเลน เช่นในการใช้งานไฟฟ้าแรงต่ำทั่วไปในบ้านเรือน หรือสำหรับลูกถ้วยไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่มาก คือสูงกว่า 8 เมตร การใช้เนื้อเซรามิกส์พอร์สเลนขึ้นรูปจะลำบากกว่า จึงพัฒนาเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์มาแทน แม้เนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์จะมีสมบัติด้านความแข็งแรง และสมบัติด้านไฟฟ้าด้อยกว่าก็ตาม

8. เครื่องประดับตกแต่ง งานศิลปะ และอื่นๆผลิตภัณฑ์เซรามิกส์พวกเครื่องประดับ ตกแต่งและงานศิลปะ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์สำหรับตกแต่งร่างกาย อาคารบ้านเรือน รวมถึงของที่ระลึก ของชำร่วย และของใช้ในบ้านเรือน เช่น แจกัน กรอบรูป กระถางต้นไม้ และรวมถึงอุปกรณ์ก่อสร้างบางประเภท เช่น ช่องลม ลูกกรงแก้ว เป็นต้น ผลิตภัณฑ์ต่างๆ เหล่านี้ ในการผลิตส่วนมากใช้เนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ เนื่องจากมีความแข็งแรงหลังเผาสูง สามารถตกแต่งด้วยเคลือบสีได้อย่างสวยงาม รวมทั้งใช้การตกแต่งวิธีอื่นๆ ได้ อย่างหลากหลาย ไม่มีข้อจำกัด จึงทำให้โรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกส์ขนาดกลาง ถึงขนาดเล็ก ส่วนมากเป็นโรงงานที่ใช้เนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ และมีการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบหลากหลายวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ในอัตราส่วนผสมกว่าร้อยละ 50 จะเป็นดิน และมีปริมาณของดินดำมากกว่า เพื่อให้เนื้อดินมีความเหนียวดี ส่วนวัตถุดิบอื่นคือ หินฟันม้า หินเขี้ยวหนุมาน และหินปูนอัตราส่วนตามอุณหภูมิ และการใช้งานขึ้นรูป ซึ่งการขึ้นรูปมีความแตกต่างกันตามลักษณะของผลิตภัณฑ์ แต่นิยมใช้การหล่อแบบ หลังขึ้นรูป ตกแต่งเมื่อผลิตภัณฑ์หมาด และเผาดิบที่อุณหภูมิ 700-900 องศาเซลเซียส นำมาเคลือบ และเผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1,220-1,280 องศาเซลเซียส (Singer,1963 : 452-455)

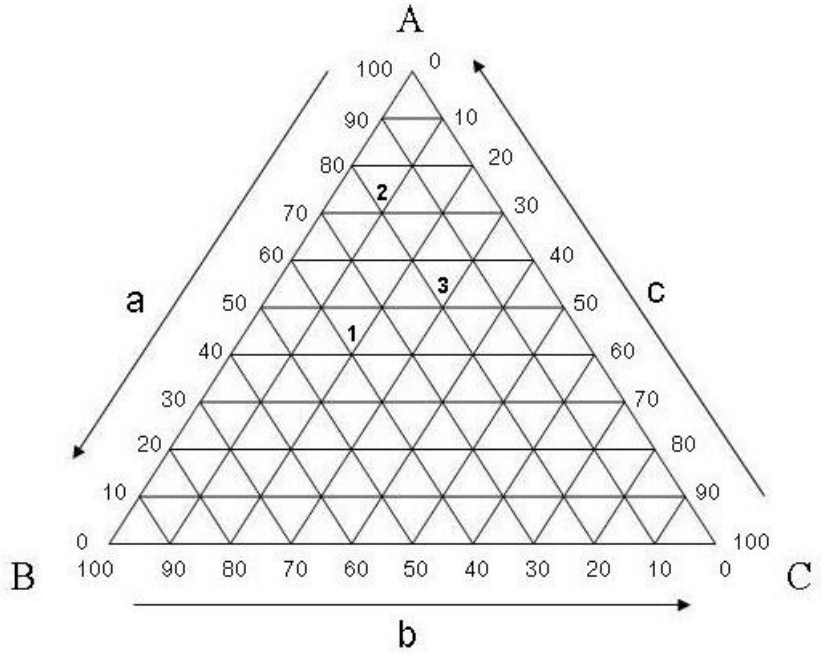
2.4 การหาส่วนผสมของวัตถุดิบ

การหาส่วนผสมของวัตถุดิบถือเป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับการทดลองเนื้อดินปั้น หรือน้ำเคลือบ ดังที่มีนักวิชาการหลายท่านกล่าวถึงวิธีการหาส่วนผสมของวัตถุดิบดังต่อไปนี้

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ(2530 : 52) กล่าวว่า การหาส่วนผสมโดยใช้ตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial Diagram) เป็นวิธีการหาส่วนของวัตถุดิบ 3 ชนิด หรือมากกว่า จะทำให้สูตรเนื้อดินปั้นที่แตกต่างไปจากการใช้วัตถุดิบ 2 ชนิด ซึ่งจำทำให้เกิดความหลากหลายของ เนื้อดินปั้น วิธีการนี้เราใช้จุดต่างๆ บนสามเหลี่ยมด้านเท่าเป็นจุดตัวแทนของวัตถุดิบที่ใช้ทำเนื้อดิบปั้น และที่มุมของสามเหลี่ยมแต่ละมุมเป็นตัวแทนร้อยละ 100 ของวัตถุดิบที่ใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงการหาส่วนผสมเนื้อดินปั้นจากวัตถุดิบ 3 ชนิด

วัตถุดิบ	ส่วนผสมที่										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1
A	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	1
B	5	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
C	5	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
รวม	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1



ภาพประกอบที่ 3 แสดงตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าที่ใช้หาส่วนผสมของวัตถุดิบ(สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ ,2534 :65)

วิธีอ่านค่าของตารางในสามเหลี่ยมด้านเท่า

ให้ A B C เป็นวัตถุดิบ 3 ชนิด

การหาค่าของวัตถุดิบ A ให้อ่านตามค่าในแกนนอน (←) ค่าให้อ่านด้าน a

การหาค่าของวัตถุดิบ B ให้อ่านตามค่าในแกนเฉียง (↗) ที่ลากจากฐาน A ไปฐาน B ค่าให้อ่านที่ด้าน b

การหาค่าของวัตถุดิบ C ให้อ่านตามค่าในแกนเฉียง (↘) ที่ลากจากฐาน B ไปฐาน C ให้อ่านค่าที่ด้าน c

ค่าทั้ง 3 ค่าที่อ่านได้จากตารางนี้เมื่อรวมกันแล้วจะต้องได้ร้อยละ 100 พอดี ถ้าหากว่ารวมกันแล้วได้มากหรือน้อยกว่าร้อยละ 100 แสดงว่าอ่านค่าใดค่าหนึ่งผิด

ตัวอย่างเช่น

ที่จุด 1

วัตถุดิบA = 40

วัตถุดิบ B = 40

วัตถุดิบ C = 20

ที่จุด 2

วัตถุดิบ A = 70

วัตถุดิบ B = 20

วัตถุดิบ C = 10

ที่จุด 3

วัตถุดิบ A = 50

วัตถุดิบ B = 20

วัตถุดิบ C = 30

(สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์, 2534 : 65-66)

2.5 การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ทางด้านเซรามิกส์มีหลายชนิดและหลายขั้นตอน การขึ้นรูปแต่ละชนิดจะใช้เทคนิคความชำนาญและวิธีการแตกต่างกัน ซึ่งนักเซรามิกส์และผู้ที่สนใจทางด้านเซรามิกส์จำเป็นจะต้องทราบวิธีการขึ้นรูปที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ตามที่นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวไว้ดังนี้

การขึ้นรูปโดยใช้กดพิมพ์ เป็นวิธีการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์อย่างหนึ่งที่ทำกันมานานและได้ผลดี ตามที่นักวิชาการทางด้านเซรามิกส์ได้กล่าวถึงดังนี้

ทรงพันธ์ วรรณมาศ(2532 : 205-206) กล่าวว่า การขึ้นรูปด้วยวิธีกดพิมพ์ เป็นวิธีที่สามารถกระทำได้โดยง่าย โดยใช้แม่พิมพ์ที่ทำจากปูนปลาสเตอร์ หรือดินเผา วิธีอัดดินลงในพิมพ์ เหมาะสำหรับงานที่มีลายซ้ำๆจำนวนมาก เช่น กระดุม เข็มขัด หัวแหวน ชิ้นทดสอบ เป็นต้น

จีรพันธ์ สมประสงค์(2535 : 68-69) กล่าวว่า การขึ้นรูปแบบใช้พิมพ์กด (Hand Press Method) เป็นการขึ้นรูปอีกวิธีหนึ่งที่คล้ายๆกับการขึ้นรูปแบบแผ่น แต่เปลี่ยนมาเป็นใช้ดินที่เตรียมไว้เป็นแผ่น ไปกดลงบนแม่พิมพ์ กำลังในการกดอยู่ที่มือ และฝ่ามือทั้งสองข้างบนแม่พิมพ์ที่ทำจากปูนปลาสเตอร์ โดยแม่พิมพ์นี้มีทั้งแบบชิ้นเดียวหรือแบบสองชิ้น (One-Two Piece Mold) ดินที่นำมาใช้ในการกดพิมพ์ นวดเป็นแผ่นและใช้เครื่องมือตัดตามรูปร่างของแบบที่ต้องการ แล้วนำดินไปวางบนแม่พิมพ์ กดลงด้วยพิมพ์อีกชิ้นโดยแรง ปล่อยทิ้งไว้ยังไม่ต้องเอาดินออกจากแม่พิมพ์ เมื่อดินแห้งจึงค่อยๆแกะออก จะได้ภาชนะตามต้องการ

ปุณณรัตน์ พิชญไพบูลย์(2538 : 47) กล่าวว่า การใช้พิมพ์กดเป็นวิธีที่ทำกันมานานและได้ผลดี แต่มักจะให้รูปทรงตันและค่อนข้างจะหนากว่ากรรมวิธีอื่น การทำพิมพ์โดยทั่วไปจะนิยมใช้พิมพ์ที่ทำจากปูนปลาสเตอร์เนื่องจากสะดวกในการเตรียมพิมพ์และการหล่อและปูนพลาสเตอร์ยังมีคุณสมบัติดูดน้ำจากเนื้อดินทำให้เนื้อดินแห้งเร็วและไม่ติดแน่นกับหน้าพิมพ์

2.6 การทำผลิตภัณฑ์ให้แห้ง

ความเสียหายของผลิตภัณฑ์ทางด้านเซรามิกส์ ส่วนหนึ่งเกิดจากการทำผลิตภัณฑ์ให้แห้งโดยไม่ระมัดระวัง ซึ่งเป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์แตกเสียหาย ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจำเป็นจะต้องศึกษาถึงวิธีการทำผลิตภัณฑ์ให้แห้งตามกระบวนการที่ถูกต้อง ดังที่นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวไว้ดังนี้

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ(2539 : 203-212) กล่าวว่า การอบผลิตภัณฑ์ให้แห้งเป็นขั้นตอนที่สำคัญอันหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาการอบจะต้องขจัดน้ำในผลิตภัณฑ์ได้เร็วและต้องไม่ทำให้เกิดความดันในผลิตภัณฑ์จนทำให้เกิดการโค้งงอแตกเสียหาย

ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์(2541 : 285-287) กล่าวว่า การอบแห้งโดยใช้กระแสไฟฟ้าอาศัยหลักการส่งกระแสไฟฟ้าผ่านเนื้อดินโดยเฉพาะอย่างยิ่งดินที่ขึ้นรูปจากท่อนดินขนาดใหญ่เช่น อุตสาหกรรม

ฉนวนไฟฟ้า ท่อนดินที่ผ่านเครื่องรีดดินจะมีขนาดใหญ่มาก การอบแห้งแบบทั่วไปไม่สามารถที่จะทำให้แห้งได้ในเวลาอันสั้น จะใช้กระแสไฟฟ้าผ่านท่อนดินนี้ด้วยค่าที่เหมาะสมทำให้โมเลกุลของน้ำในดินสั้นสะเทือนและระเหยออกมา

ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคเหนือกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม(2531 : 56) กล่าวว่า การอบมีสองระยะคือ ในระยะแรกควรใช้ความร้อนไม่สูงนัก ประมาณ 65 – 75 องศาเซลเซียส เมื่อผลิตภัณฑ์เริ่มแห้งจึงเพิ่มความร้อนเป็น 110 องศาเซลเซียส จนกว่าผลิตภัณฑ์จะแห้งสนิท

2.7 การเผาดิบ

ชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ทางด้านเซรามิกส์ที่ขึ้นรูปแล้วยังคงมีความชื้นและสารอินทรีย์ (Organic Matter) อยู่ในชิ้นงาน การเผาไล่ความชื้นและสารอินทรีย์ ก่อนที่จะนำไปชุบเคลือบเป็นสอ่งจำเป็นเนื่องจากจะช่วยลดปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นตัวการทำให้เกิดแรงดันจนชิ้นงานระเบิดได้ (ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผาภาคเหนือ, 2539 : 91) ที่อุณหภูมิ 100 – 250 องศาเซลเซียส น้ำที่อยู่ในลักษณะความชื้นของอากาศระเหยออกไป และทำให้เกิดรูพรุนขึ้นในผลิตภัณฑ์ (Hamilton, 1982 : 235) การเผาดิบจะทำให้เนื้อดิน หรือผลิตภัณฑ์ที่ทำสำเร็จแล้วมีความแข็งแรง (MechnicalStrengh) คงรูป และยังสามารถตรวจสอบสภาพของเนื้อดินว่ามีการแตกร้าวหรือไม่ ก่อนนำไปเผาเคลือบ (ทวี พรหมพฤกษ์, 2523 : 152) ในการเผาดิบสามารถวางผลิตภัณฑ์ซ้อนกันหรือประกบกันได้ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการเผาดิบจะใช้อุณหภูมิในการเผาประมาณ 700 – 800 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลา ในการเผาประมาณ 6 – 7 ชั่วโมง ถ้าผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่จะต้องทำการอุ่นที่อุณหภูมิ 60 – 80 องศาเซลเซียส ประมาณ 2 – 4 ชั่วโมง (ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์, 2541 : 289 – 290) การเผาเร็วเกินไปทำให้ชิ้นงานมีการหดตัวหรือขยายตัวมากทำให้แตกในขณะเผา (อนันต์ภักดิ์ โชติมงคล, 2538:56) ในกรณีที่ต้องการประหยัดเชื้อเพลิง แรงงาน ขั้นตอนและระยะเวลาในการเผา การเผาดิบอาจถูกตัดออกไปก็ได้ ทำให้เหลือแต่การเผาสุกเท่านั้นวิธีการเช่นนี้เรียกว่าการเผาครั้งเดียว (One Firing) ซึ่งมักนิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ประเภทเอิร์ทเทนแวร์สโตนแวร์ สุขภัณฑ์ และลูกถ้วยไฟฟ้า แต่ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาดิบมาก่อนจะมีคุณภาพดีกว่า (อำพน วัฒนรังสรรค์, 2531 : 1)

วงจรในการเผาดิบผลิตภัณฑ์ประเภทถ้วยชาม แจกันที่มีขนาดความสูงไม่เกิน 30 เซนติเมตร ใช้วงจรในการเผาดิบธรรมดา แต่ถ้าเป็นงานประติมากรรม หรืองานที่มีความหนาเกิน 1 นิ้ว ต้องเผาให้ช้าลงกว่าธรรมดา และควรแยกเผาคนละเตา

ตารางที่ 2.2 แสดงวงจรในการเผาดิบผลิตภัณฑ์สโตนแวร์

วงจรในการเผาดิบผลิตภัณฑ์สโตนแวร์	
24 องศาเซลเซียส	อุณหภูมิห้องเริ่มเผาผลิตภัณฑ์ช้า ๆ ผลิตภัณฑ์ควรแห้งสนิทก่อนเข้าเตาเผา การเร่งอุณหภูมิไม่ควรเกินชั่วโมงละ 100 องศาเซลเซียส
100 – 240 องศาเซลเซียส	เป็นช่วงที่ผลิตภัณฑ์ระบายไอน้ำออกจากเตาเผาควรแง้มประตูเตาเผาทิ้งไว้ (เตาแก๊ส) หรือเปิดรูระบายความชื้นออกให้พียงพอ ถ้าระบายไอน้ำออกไม่ทันเผาเร็วเกินไปผลิตภัณฑ์จะแตก
230 – 573	ผลึกของควอตซ์จะขยายตัวเปลี่ยนรูปทรงของผลึก เป็นช่วงที่วิกฤต (Critical Temperature) ต้องควบคุมการเผาช้า ๆ ไม่เกินชั่วโมงละ 100 องศา

องศาเซลเซียส	เซลเซียส
600องศาเซลเซียส	เป็นช่วงการเผาที่ปลอดภัย เริ่มเร่งอุณหภูมิในการเผาให้เร็วขึ้นได้ ชั่วโมงละ 150 – 200 องศาเซลเซียส
750 – 800 องศาเซลเซียส	สิ้นสุดการเผาดิบ

(ไพจิต(ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์, 2541 : 290)

2.8 การเผาเคลือบ

การเผาเคลือบหมายถึงการเผาน้ำเคลือบที่ชุบบนผลิตภัณฑ์ ละลายเป็นเนื้อเดียวกันมีความมันแวววาว (Glassy) บางชนิดเป็นเคลือบด้าน ผิวเคลือบมีความแข็งแรงสามารถต้านทานกรดและด่างได้เป็นอย่างดี ในการเผาเคลือบจะต้องเผาให้ได้อุณหภูมิตามข้อกำหนดของเคลือบแต่ละชนิด มิฉะนั้นเคลือบจะเกิดความเสียหายได้เช่น การเผาไฟเกิน (Overfire) ทำให้น้ำเคลือบไหลติดพื้นเตาทำให้เตาเสียหาย การเผาอุณหภูมิไม่ถึง (Underfire) ทำให้เคลือบไม่มันเท่าที่ควร (ทวี พรหมพฤกษ์, 2523 : 155) การเผาเคลือบจะนิยมเผากันสองแบบคือแบบเผาครั้งเดียว (Mono Firing) จะนำเอาผลิตภัณฑ์ที่ตากแห้งแล้วไปชุบน้ำเคลือบแล้วทำการเผาและอีกอย่างหนึ่งจะทำการเผาดิบก่อน (Second Firing) แล้วนำเอาผลิตภัณฑ์ไปชุบเคลือบแล้วทำการเผา (โกมล รักษ์วงศ์, 2542 : 13) ผลิตภัณฑ์ที่ชุบเคลือบแล้วต้องเช็ดก้นผลิตภัณฑ์ให้เคลือบหมดเพื่อป้องกันการหลอมติดกันของเคลือบในขณะทำการเผา ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นจะต้องวางห่างกันเล็กน้อยไม่ให้สัมผัสกันเพราะเคลือบจะหลอมติดกันที่อุณหภูมิสูง

2.9 การเผาตกแต่ง

ชิ้นงานที่เผาเคลือบแล้วนิยมตกแต่งด้วยดารวาดแต้มแต่งด้วยสีหรือสติกเกอร์ (Sticker)ที่สำหรับตกแต่งสีโดยเฉพาะติดลงไปบนภาชนะที่เคลือบแล้วนำไปเผาเพื่อให้สิ่งตกแต่งติดทนกับชิ้นงานเรียกว่าการตกแต่งบนเคลือบ (Overglaze Decoration) (ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผาภาคเหนือ,2539:92) อุณหภูมิที่ใช้เผาตกแต่งสีบนเคลือบประมาณ 650 – 580 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสี (Pigment) หรือประเภทของวัตถุดิบที่นำมาทำสีว่าจุดสุกตัวที่อุณหภูมิใด การเผาสีตกแต่งรูปลอกและสีเงินสีทอง จะต้องเผาในบรรยากาศสมบูรณ์ในเตาไม่ความมีความชื้นอยู่เพราะจะทำให้ชิ้นงานมีตำหนิไม่ได้มาตรฐานสีหมองคล้ำหรือเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์, 2541 : 291-292)

บรรยากาศในการเผา

1. บรรยากาศออกซิเดชัน(Oxidation Firing)

เป็นการเผาที่มีการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ และใช้ออกซิเจน (Oxygen) ในการเผามากเกินพอ ซึ่งเมื่อเกิดการเผาไหม้แล้ว จะมีออกซิเจนเหลืออยู่ ปฏิกิริยาเผาไหม้ดังนี้

$$OF = CH_4 + 3O_2(Excess) \longrightarrow CO_2 + 2H_2 + O_2 + ENERGY$$

2. บรรยากาศแบบรีดักชัน (Reduction Firing)

เป็นการเผาที่มีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ในเตาเผามีออกซิเจน (Oxygen) ไม่เพียงพอซึ่งเมื่อเกิดการเผาไหม้แล้วจะมีคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) เหลืออยู่ดังปฏิกิริยาการเผาไหม้ดังนี้

$$RF = 2CH_4+3O_2 \longrightarrow 2CO + 4H_2O + ENERGY$$

3. บรรยากาศนิวทรัล (Neutral Firing)

เป็นการเผาไหม้ที่สมบูรณ์และไม่มีออกซิเจน (Oxygen) เหลืออยู่เลย การเผาไหม้มีออกซิเจนที่ดีดังปฏิกิริยาการเผาไหม้ดังนี้

$$NF = CH_4+2O_2 \longrightarrow CO + 2H_2O + ENERGY$$

(ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์, 2541 : 288)

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในระหว่างการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์การเผาเนื้อดินจะมีการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์และทางเคมีเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกันดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2.3 แสดงเนื้อดินเมื่อเมื่อโดนเผาผ่านความร้อนในอุณหภูมิต่าง ๆ

ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์เมื่อโดนเผาผ่านความร้อนในอุณหภูมิต่าง ๆ	
100 – 200 องศาเซลเซียส	น้ำที่อยู่รอบ ๆ อะนูดินระเหยกลายเป็นไอออกจากรูเตาเผา ถ้าเผาเร็วเกินไป ไอน้ำระเหยออกไม่ทันผลิตภัณฑ์จะระเบิดในเตา
450 องศาเซลเซียส	น้ำในสูตรเคมีของดินเริ่มระเหย $Al_2O_3 . 2SiO_2 . 2H_2O$
230 - 573 องศาเซลเซียส	ผลึกของซิลิกาหรือควอตซ์ เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปผลึกทำให้เกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ถ้าเผาเร็วในช่วงนี้ผลิตภัณฑ์จะระเบิดภายในเตา
500 – 600 องศาเซลเซียส	น้ำที่เป็นส่วนประกอบทางเคมีของดินถูกเผาหมดไป ดินเริ่มเปลี่ยนสภาพเป็นหิน อินทรีย์สารในดินถูกเผาไหม้
900 – 950 องศาเซลเซียส	เศษกากเถ้าถ่านของอินทรีย์สาร (Carbon) ในเนื้อดินถูกเผาไหม้หมดไป หินปูนสลายตัวทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิ 825 องศาเซลเซียส
980 องศาเซลเซียส	ดินเปลี่ยนโครงสร้างเกิดการหดตัว จากการหลอมละลายรวมตัวของวัตถุดิบ
1,050 – 1,100 องศาเซลเซียส	เฟลด์สปาร์ในเนื้อดินเริ่มหลอมละลายเกิดโครงสร้างรูปเข็มประสานกันจากผลึกมัลไลท์ในเนื้อดิน ช่วยให้ดินมีความแข็งแกร่ง และการหดตัวยังเป็นไปอย่างต่อเนื่อง
1,200 องศาเซลเซียส	ผลึกมัลไลท์มีมากขึ้น ดินหลอมละลายปิดรูพรุนเนื้อแน่นมีความแข็งแกร่งเพิ่มขึ้น
1,250 องศาเซลเซียส	เนื้อดินและน้ำเคลือบเกิดการสุกตัวหลอมละลาย (Sintering) โครงสร้างของผลึกดินเปลี่ยนเป็นแก้ว 60 % มัลไลท์ 21 % และควอตซ์ 19%

(ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์, 2541:292)

การเผาเซรามิกส์มี 3 ขั้นตอนคือ

1. การเผาดิบ (Biscuit Firing) เป็นการเผาไล่ความชื้นและสารอินทรีย์ก่อนที่จะนำไปชุบเคลือบ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งและยังสามารถตรวจสภาพของเนื้อดินว่ามีการแตกร้าวหรือไม่ก่อนนำไปเคลือบ อุณหภูมิในการเผาประมาณ 750 – 800 องศาเซลเซียส

2. การเผาเคลือบ (Glost Firing) หมายถึงการเผาให้น้ำเคลือบที่ชุบบนผิวผลิตภัณฑ์ละลายเป็นเนื้อเดียวกันมีความมันแวววาว (Glassy) และมีความแข็งแรง บางชนิดเป็นเคลือบด้าน

3. การเผาตกแต่ง (Decoration Firing) ชิ้นงานที่เผาเคลือบแล้วนิยมตกแต่งด้วยสีหรือ ติดสติกเกอร์ (Sticker) ที่ทำสำหรับตกแต่งสีโดยเฉพาะ ติดลงไปบนภาชนะที่เคลือบแล้ว นำไปเผาเพื่อให้สิ่งที่ตกแต่งติดทนกับชิ้นงานเรียกว่าการตกแต่งบนเคลือบ(Overglaze Decoration) อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาประมาณ 650 – 780 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ชนิดของสี (Pigment) หรือประเภทของวัตถุ

2.8 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

ในอดีตการวัดอุณหภูมิในการเผาใช้วิธีการสังเกตุดูสีไฟในเตาเผา แต่ในปัจจุบันมีเครื่องมือหลายชนิดที่ใช้วัดอุณหภูมิ ดังที่นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวไว้ดังนี้

การเผาเตาเครื่องปั้นดินเผาจะทราบอุณหภูมิในเตาได้นั้นจะต้องใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (โกมล รักษ์วงศ์ , 2542 : 19) เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Thermo Electric Pyrometer) เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิ ที่อาศัยหลักการเกิดกระแสไฟฟ้าจากความร้อน โดยนำเอาโลหะ สองชนิดมาเชื่อมให้ปลายติดกัน เรียกว่า Hot Junction แต่โลหะทั้งสองจะต้องมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ใส่ในเตาให้ได้รับความร้อน (Thermocouple) ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับเครื่องวัดอุณหภูมิ (Indicater)แล้วเข็มจะชี้บอกอัตราความร้อนตามความมากน้อยของกระแสไฟฟ้าจะมีตัวเลขเทียบอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส และฟาเรนไฮต์ ปลายของโลหะที่ต่อไปยังหน้าปัด เรียกว่า Cold Junction Thermocouple ที่วัดอุณหภูมิสูงๆ จะมีเครื่องป้องกัน Protectueทำด้วยวัตถุทนไฟป้องกันอีกชั้นหนึ่ง (ทวี พรหมพฤษ์, 2525 : 107) โรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกส์ ที่ทันสมัยนิยมวัดอุณหภูมิด้วยเครื่อง Thermo-Couple เป็นเครื่องมือวัดที่อาศัยหลักของอิเล็กทรอนิกส์ราคาแพงมากการบำรุงรักษายาก (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ, 2535 : 265)

3. การทดสอบคุณสมบัติของเนื้อดินปั้น

การผลิตเครื่องปั้นดินเผาให้มีคุณภาพและคุณสมบัติตามต้องการจำเป็นจะต้องทำการทดสอบทางด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นวัตถุดิบ เนื้อดิน หรือเคลือบ ซึ่งนักวิชาการทางด้านเซรามิกส์ได้กล่าวถึงการทดสอบวัสดุหลายวิธีดังนี้

ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์(2541 : 243) กล่าวว่า การทดสอบวัตถุดิบเป็นหัวใจของกระบวนการผลิต เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ เนื่องจากวัตถุดิบตามธรรมชาติมีคุณสมบัติแปรปรวนไม่คงที่การทดสอบวัตถุดิบและเนื้อดินปั้นในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกส์ขนาดใหญ่ถือเป็นสิ่งจำเป็นและจะต้องทำการตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบใหม่ทุกครั้ง กระบวนการทดสอบจะต้องได้มาตรฐานเดียวกัน

Rhodes(1974 : 310) กล่าวว่า การทดสอบเพื่อหาปริมาณน้ำที่ใช้ผสมดินให้มีความเหนียวพอสำหรับการขึ้นรูป มีวิธีการดังนี้

นำดินปั้นที่เตรียมไว้ทำให้แห้ง แล้วผ่านตะแกรง 30 เมช

1. ชั่งดินจำนวน 500 กรัม วางบนกระจกที่เตรียมไว้
2. ตวงน้ำใส่กระบอกตวง จำนวน 500 มิลลิลิตร

3. ใช้น้ำจากกระบอกตวง เติมลงในดินทีละน้อย แล้วนวดให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันจนได้ความเหนียวพอสำหรับการขึ้นรูปตามต้องการ

4. จดบันทึกปริมาณน้ำที่ใช้ทั้งหมด

5. คำนวณหาปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียว โดยใช้สูตร

$$\text{ร้อยละของน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียว} = \frac{\text{น้ำหนักของน้ำ}}{\text{น้ำหนักของดินแห้ง}} \times 100$$

3.1 ความหดตัวก่อนเผา

มนูญ ประชันคดี(ม.ป.ป. : 20) กล่าวว่า สาเหตุที่ดินหดตัวก็เนื่องมาจากน้ำที่อยู่รอบๆ เนื้อดินระเหยออกไป ทำให้เนื้อดินหดตัวเข้ามาติดกัน โดยปกติแล้วดินที่มีความละเอียดและเหนียวย่อมมีการหดตัวมากกว่าดินหยาบ

ทวี พรหมพฤกษ์(2523 : 52-54)กล่าวว่า การหดตัวเป็นการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตร ทำให้มีขนาดเล็กลง โดยเนื้อดินปั้นที่มีการหดตัวมาก ย่อมเป็นสาเหตุอันหนึ่งที่ทำให้เกิดการแตก การงอ และการบิดเบี้ยวได้มาก จะเกิดขึ้นได้จากผลิตภัณฑ์ที่แห้ง การเผาดิบและการเผาเคลือบการคำนวณหาการหดตัวเมื่อแห้งโดยใช้สูตร

$$\text{ร้อยละของการหดตัวเมื่อแห้ง} = \frac{\text{ความยาวของดินเปียก} - \text{ความยาวของดินแห้ง}}{\text{ความยาวของดินเปียก}} \times 100$$

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ(2535 : 53-54) กล่าวว่า เม็ดดินละเอียดจะให้ความเหนียวและการหดตัวเมื่อแห้งมากกว่าเม็ดดินหยาบ ซึ่งในเนื้อดินปั้นมักประกอบด้วยแร่หลายอย่างแต่อาจกล่าวได้อย่างกว้างๆว่า ดินที่ละเอียดกว่า มีการหดตัวมากกว่าดินหยาบเมื่อปล่อยทิ้งไว้ให้แห้ง

อายุวัฒน์ สว่างผล(2541 : 25) กล่าวว่า ดินเมื่อแห้งจะหดตัวเนื่องจากน้ำในเนื้อดิน(Machanical Water) ระเหยออกไป เนื้อดินจึงหดตัวเข้าแทนที่

3.2 ความแข็งแรงก่อนเผา (Green Strength)

กาญจนะ แก้วกำเนิด (2530 : 65) กล่าวว่า ดินที่มีความละเอียดมาก และมีความเหนียวดีย่อมมีความแข็งแรงดีกว่าดินหยาบและไม่ค่อยเหนียว ตัวอย่างเช่น ดินเหนียวเมื่อนำมาขึ้นรูปและผึ่งให้แห้งแล้ว จะมีความแข้งแรงดีกว่าดินขาว

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ(2535 : 186) กล่าวว่า ความแข็งแรงก่อนเผา เกิดจากแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล (Van Der Waals Force) ระหว่างผลึกของดิน

Andrews(1957 : 43-44) กล่าวว่า ความแข็งแรงก่อนเผา (Green Strength) เป็นคุณสมบัติที่แสดงให้เห็นถึงความทนทานต่อแรงที่มากระทบกระเทือนหรือแรงกด เป็นคุณสมบัติของเนื้อดินปั้นที่สำคัญอย่างหนึ่ง ก่อนทำการเผา เพราะถ้าเนื้อดินปั้นไม่มีความแข็งแรงเมื่อผลิตภัณฑ์แห้งจะทำให้เปราะแตกหักได้ง่าย ถ้ามีการจับต้องหรือเคลื่อนย้ายการทดสอบความแข็งแรงของเนื้อดิน ดังนี้คือ

1. นำเนื้อดินที่ปั้นมาทำเป็นแท่งทดลองให้มีขนาดความยาว 12 เซนติเมตรความกว้าง 2 เซนติเมตร และความหนา 1 เซนติเมตร

2. นำแท่งทดลองมาทำให้แห้งในที่ร่ม โดยใช้ผ้าคลุมไว้เป็นเวลา 2 วัน แล้วจึงเปิดปล่อยให้แห้งตามปกติ ควรพลิกกลับแท่งทดลอง ทุก 12 ชั่วโมง เพื่อให้แห้งสนิททั่วกันทั้งชิ้น ต่อจากนั้นจึงนำไปอบให้แห้งสนิท ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

3. นำแท่งทดลองไปกดให้หัก โดยเครื่องทดสอบความแข็งแรง

4. จดบันทึกแรงที่ทำให้แท่งทดลองหักแล้วนำไปคำนวณหาค่าความแข็งแรง

โดยใช้สูตร

$$M = \frac{3PL}{2bd^2}$$

ให้ M = ค่าความแข็งแรงของดิน (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

P =แรงที่กดต่ำให้ ทดลองหัก (กิโลกรัม)

L =ระยะห่างของแท่นรองซับชิ้นทดลอง (เซนติเมตร)

b =ความหนาของชิ้นทดลอง (เซนติเมตร)

d =ความหนาของชิ้นทดลอง (เซนติเมตร)

Nishimura(1978 : 225) กล่าวถึง วิธีการทดสอบความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นดังนี้

1. นำดินปั้นมาทำเป็นชิ้นทดสอบ ให้เป็นแท่งกลมยาว 10 เซนติเมตร

2. นำชิ้นทดสอบมาทำให้แห้ง และนำไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส จนแห้งสนิท

3. นำชิ้นทดสอบไปกดให้หัก โดยเครื่องมือทดสอบความแข็งแรงของวัสดุกำหนดให้ระยะห่างของแท่นรอบรับชิ้นทดสอบ 7.85 เซนติเมตร

4. จดบันทึกแรงที่ทำให้ชิ้นทดสอบหัก แล้วนำไปคำนวณหาค่าความแข็งแรงโดยใช้สูตร

$$M = \frac{8PL}{\pi D^2}$$

ให้ M = ค่าความแข็งแรง หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

P = แรงที่ใช้กดให้ชิ้นทดสอบหัก หน่วยเป็นกิโลกรัม

L = ระยะห่างของแท่นรอบรับชิ้นทดสอบ (7.85 เซนติเมตร)

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของชิ้นทดสอบ เป็นเซนติเมตร

3.3 ความหดตัวของดินหลังเผา ทวี พรหมพฤกษ์(2523 : 54-55) กล่าวว่า การทดสอบการหดตัวหลังเผาทำได้ดังนี้คือ

1. นำแท่งทดลองที่เตรียมไว้ไปเผาในอุณหภูมิที่กำหนดไว้

2. วัดความยาวของเส้นที่ขีดไว้บนแท่งทดลองหลังจากการเผา และจดบันทึกไว้
3. คำนวณหาการหดตัวภายหลังการเผาโดยใช้สูตร

$$\text{ร้อยละของการหดตัวภายหลังการเผา} = \frac{\text{ความยาวของดินเปียก} - \text{ความยาวของดินที่เผาแล้ว}}{\text{ความยาวของดินเปียก}} \times 100$$

กาญจนะ แก้วกำเนิด(2530 : 65) กล่าวว่า ถ้าดินมีการหดตัวมาก จำเป็นต้องเผาอย่างช้าๆ และควบคุมอุณหภูมิให้สม่ำเสมอมิฉะนั้นแล้วผลิตภัณฑ์จะบิดเบี้ยวหรือแตกหักเสียหายได้

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ(2538 : 91) กล่าวว่า การหดตัวของดินภายหลังจากการเผา เป็นเรื่องที่ควรแก่การสนใจเป็นอย่างยิ่ง เพราะว่าดินที่มีการหดตัวมาก ก็ยิ่งเพิ่มความยุ่งยากในการผลิตผลิตภัณฑ์ให้มีขนาดได้มาตรฐานยิ่งขึ้น

อายุวัฒน์ สว่างผล(2541 : 25) กล่าวว่า ดินจะหดตัวเมื่อเผาต่างกัน เนื่องจากความแตกต่างของเม็ดดินและสิ่งเจือปนที่อยู่ในเนื้อดินนั้น

3.4 ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผาAndrews(1957 : 43) กล่าวว่า การทดสอบความแข็งแรงหลังเผา (Fired Strength) เป็นคุณสมบัติที่แสดงให้เห็นถึงความทนทานต่อแรงที่มากระทบกระเทือน หรือแรงกด ซึ่งสามารถทดสอบได้ดังนี้คือ

1. นำแท่งทดลองที่เตรียมไว้ไปเผาในอุณหภูมิที่กำหนดไว้
2. นำแท่งทดลองไปกดให้หัก โดยเครื่องทดสอบความแข็งแรง
3. จดบันทึกแรงที่ทำให้แท่งทดลองหัก แล้วนำไปคำนวณหาค่าความแข็งแรง โดย

ใช้สูตร

$$M = \frac{8PL}{2bd^2}$$

ให้ M = ค่าความแข็งแรงของดิน (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)
P = แรงที่กดต่ำให้ทดลองหัก (กิโลกกรัม)
L = ระยะห่างของแท่นรองซับชิ้นทดลอง (เซนติเมตร)
b = ความหนาของชิ้นทดลอง (เซนติเมตร)
d = ความหนาของชิ้นทดลอง (เซนติเมตร)

3.5 การดูดซึมน้ำ (Water Absorption) ทวี พรหมพฤกษ์(2523 : 52) กล่าวว่า การดูดซึมน้ำ (Water Absorption) เป็นคุณสมบัติที่จะช่วยให้เราทราบว่า เนื้อดินที่เรานำมาใช้นั้น เผาถึงจุดสุกตัวหรือไม่

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา(2529 : 150) กล่าวว่า ค่าการดูดซึมน้ำจะทำให้เราพิจารณาได้ง่ายขึ้นว่า วัตถุดิบนั้นมีจุดสุกตัวสูงต่ำเพียงใด เหมาะที่จะนำมาใช้ได้หรือไม่ ทำให้สามารถเลือกดินที่มีความเหมาะสมต่อการผลิตเครื่องปั้นดินเผาชนิดต่างๆ

Rhodes(1974 : 311) กล่าวว่า การดูดซึมน้ำสามารถทดสอบได้ดังนี้คือ

1. นำเนื้อดินปั้นมาทำเป็นแท่งทดลองให้มีขนาดตามต้องการ และควรใช้ 3 ชิ้นต่อการเผาหนึ่งครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

1. เผาแท่งทดลองในอุณหภูมิที่กำหนด
2. นำแท่งทดลองที่เผาแล้วมาชั่งน้ำหนักและจดบันทึกไว้เป็นน้ำหนักดินที่แห้ง
3. นำแท่งทดลองที่ชั่งน้ำหนักแล้วไปต้มในน้ำเดือด เป็นเวลา 2 ชั่วโมงและแช่ทิ้งไว้อีก 24 ชั่วโมง
4. นำแท่งทดลองขึ้นมาเช็ดผิวให้แห้ง แล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้ง
5. คำนวณหาปริมาณการดูดซึมน้ำ

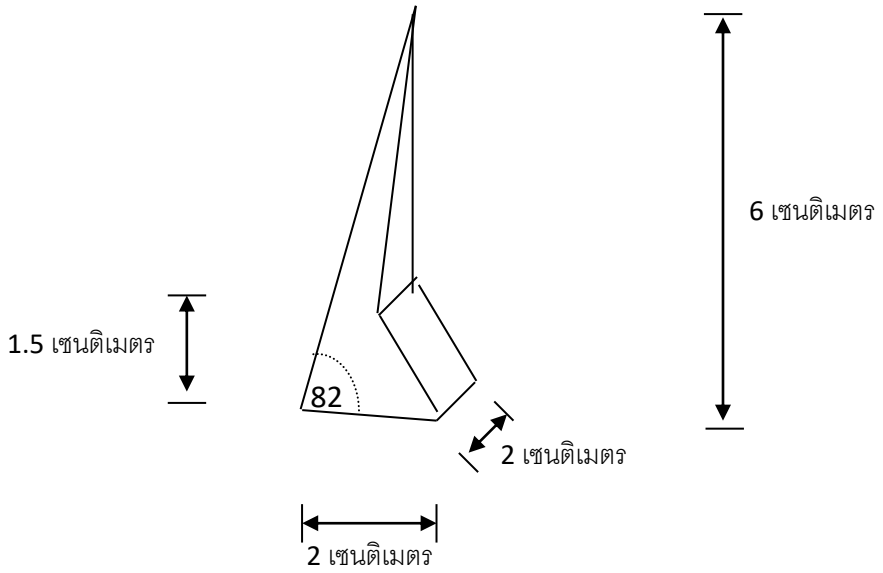
โดยใช้สูตร

$$A = \frac{W - D}{D} \times 100$$

โดย A = ร้อยละของการดูดซึมน้ำ
W = น้ำหนักดินที่อิ่มตัว
D = น้ำหนักดินที่แห้ง

3.6 ความทนไฟของเนื้อดิน ปรีดา พิมพ์ขาวขำ(2538 : 184) กล่าวว่า การทดสอบความทนไฟของเนื้อดินปั้นสามารถกระทำได้ดังนี้

1. นำเนื้อดินที่เตรียมไว้มาทำเป็นแท่งทดลองรูปทุ่นทนวัดอุณหภูมิ ให้มีขนาดเท่ากับทุ่นวัดอุณหภูมิขนาดใหญ่ ตามมาตรฐานของออร์ตัน (Orton) ดังภาพ



ภาพประกอบที่ 3 แสดงแท่งทดลองรูปทุ่นวัดอุณหภูมิ ที่ใช้ในการทดสอบความทนไฟ

2. ผึ่งให้แห้งสนิทแล้วนำมาทำรหัสไว้ที่แท่งดิน
3. นำแท่งทดสอบเข้าเตาเผา พร้อมทุ่นวัดอุณหภูมิ
4. สังเกตลักษณะการเอียงของแท่งทดลองรูปทุ่นวัดอุณหภูมิ ว่าเอียงหรือไม่ นั่นคือความทนไฟของเนื้อดิน ที่อุณหภูมิที่ต้องการทดสอบ

ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์(2541 : 261) กล่าวว่า ดินแต่ละชนิดมีจุดสุกตัวไม่เท่ากัน ระยะเวลาในการเผาต่างกันดินบางชนิดสามารถทนต่อช่วงการเผาได้ยาว ดินบางชนิดมีช่วงการเผาสั้น เช่น ดินโบนไชน่า เมื่อเผาที่อุณหภูมิสูง ดินจะเกิดการหลอมละลายและอ่อนตัว เนื่องจากในเนื้อดินมีวัตถุดิบหลอมละลาย เช่น เฟลด์สปาร์ หินปูน และแร่เหล็ก วัตถุดิบเหล่านี้เป็นตัวช่วยให้ดินสุกตัวในอุณหภูมิที่ต้องการแต่ถ้าเผาเกิดอุณหภูมิ ดินก็จะอ่อนตัวอย่างรวดเร็ว

3.7 สีของเนื้อดิน

ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคเหนือ(ม.ป.ป. : 9) กล่าวว่า การดูสีของเนื้อดินปั้น จะดูภายหลังจากการเผาที่อุณหภูมิ 1000 – 1200 องศาเซลเซียส เพราะสีของวัตถุดิบที่นำมาจากแหล่งต่างๆอาจจะมีสารอินทรีย์ปะปนมาทำให้เกิดเป็นสีต่างๆได้ เมื่อถูกความร้อนสารอินทรีย์เหล่านี้จะถูกเผาไหม้หายไป จะคงเหลือแต่สีแท้ของวัตถุดิบซึ่งเป็นสีที่จำเป็นต้องทราบว่าตรงกับความต้องการของเราหรือไม่ เช่น ต้องการผลิตภัณฑ์ที่เนื้อสีขาว วัตถุดิบที่เผาแล้วเป็นสีขาว จึงจะใช้ได้ แต่ถ้าจะทำผลิตภัณฑ์สีต่างๆหรือมีน้ำยาเคลือบทึบปิดสีเนื้อดินก็ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงสีของวัตถุดิบ

จรัสศรี สมบัติทวี(2525 : 46) กล่าวว่า สำหรับความขาวของผลิตภัณฑ์ถ้าต้องการชนิดขาวมากๆ จำเป็นต้องผสมสารประกอบของโคบอลต์ลงในเนื้อดินปั้นปริมาณเล็กน้อย เช่นร้อยละ 0.02 – 0.03 ของโคบอลต์คลอไรด์($CoCl_2.6H_2O$) สารประกอบของโคบอลต์จะทำลายสีเหลืองที่เกิดจากปริมาณของเฟอริกออกไซด์ ที่ปะปนอยู่ในวัตถุดิบให้หมดไปหรือถ้าต้องการ เนื้อผลิตภัณฑ์สีครีม ก็ควรเลือกดินขาวที่มีปริมาณของเฟอริกออกไซด์ปนอยู่บ้าง ก็จะได้ผลิตภัณฑ์สีครีมตามต้องการ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา(2529 : 150) กล่าวว่า การดูสีของเนื้อดินปั้น ควรจะดูสีภายหลังการเผาแล้ว ที่อุณหภูมิประมาณ 1000-1250 องศาเซลเซียส เพราะสีของวัตถุดิบที่นำมาจากแหล่งต่างๆอาจมีสารอินทรีย์ปะปนมาทำให้เกิดเป็นสีต่างๆ ได้ เมื่อถูกความร้อนสารอินทรีย์เหล่านั้น จะถูกเผาไหม้หายไปหมด จะคงเหลือแต่สีแท้ของวัตถุดิบ ซึ่งเป็นสีที่จำเป็นต้องทราบว่า ตรงกับความต้องการหรือไม่ เช่น ต้องการผลิตภัณฑ์เนื้อสีขาว วัตถุดิบที่เผาแล้วมีสีขาวจึงจะใช้ได้ แต่ถ้าจะทำผลิตภัณฑ์สีต่างๆหรือมีน้ำยาเคลือบทึบปิดสีเนื้อดินได้ ก็ไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงสีของวัตถุดิบ

ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์(2541 : 257) กล่าวว่า ดินที่มีแร่มลทินปนอยู่สูงสามารถทำให้สีของดินภายหลังการเผาเปลี่ยนแปลงไปได้ เช่น ดินที่มีไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) หลังการเผาจะเป็นสีเหลืองปนเทาคล้ำ ส่วนดินที่มีแร่เหล็ก (Fe_2O_3) หลังจากการเผาจะเป็นสีน้ำตาล

ศิริพร ลาภเกียรติถาวร(2543 : 5) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเกิดสีในผลิตภัณฑ์เซรามิก มีหลายอย่าง เช่น สภาพการเผา ได้แก่ อุณหภูมิและบรรยากาศในการเผา ผลิตภัณฑ์ถ้วยชามที่มีราคาแพงต้องการการควบคุมความคงที่ของสี การเผาบิสกิสก่อนเคลือบสี เป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ควบคุมความคงที่ของสี วิธีนี้จะหลีกเลี่ยงบรรยากาศของ gas อื่นๆเช่น ไอน้ำ แก๊ส ที่เกิดจากการเผาไล่สารอินทรีย์ ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับสารที่ให้สี และให้สีที่ผิดไปจากเดิมหรือการปรากฏของสีไม่คงที่ ดินที่มีปริมาณเหล็กออกไซด์ปนอยู่ในระดับหนึ่ง เมื่อเผาในบรรยากาศปกติ (Oxidising Atmosphere) จะให้สีแดง แต่ถ้าเผาในบรรยากาศ reducing จะให้สีฟ้าอ่อนๆ หรือฟ้าอมเทา นอกจากนี้ถ้าเป็นการเผาในบรรยากาศปกติ เนื้อดินที่เผาที่อุณหภูมิต่ำจะให้สีแดงเข้มกว่าเนื้อดินที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิสูง

วรรณา ต.แสงจันทร์(2545 : 50) กล่าวว่า สีเป็นวัตถุดิบที่สำคัญอย่างหนึ่งสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิกส์ ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องสุขภัณฑ์ กระเบื้องปูพื้น บุผนัง โมเสค เครื่องถ้วยชาม ตลอดจนของประดับตกแต่งหรือของที่ระลึกถ้าจะให้ดูสดใสสวยงามมีคุณค่าจะต้องเคลือบหรือตกแต่งให้มีสีสันจะโดยการใส่

สีเซรามิกส์ในเคลือบหรือนำมาเขียนตกแต่งบนผลิตภัณฑ์ก็ได้ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ถ้าไม่แต่งเติมด้วยสีสันจะไม่สวยงามขาดสิ่งจูงใจ ให้ชวนซื้อ สีจึงจำเป็นสำหรับอุตสาหกรรมเซรามิกส์

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการแตกร้าวของผลิตภัณฑ์

การหดตัว การหดตัวของเนื้อดินจากสภาพที่มีความเหนียวมาสู่สภาพเมื่อแห้งสนิท (Drying Shrinkage) เนื้อดินปั้นที่ใช้ในการขึ้นรูปนั้นจะต้องใช้น้ำผสมเพื่อให้เกิดความเหนียวขึ้นโดยที่น้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ การหดตัวของเนื้อดินมีความสำคัญเพราะในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ ๆ ถ้าดินมีการหดตัวมากจำเป็นต้องให้ดินนั้นแห้งตัวอย่างช้าๆ และแห้งอย่างสม่ำเสมอทั่วเนื้อผลิตภัณฑ์ ถ้าการควบคุมการผึ่งให้แห้งไม่ดีจะทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการแตกร้าวได้เช่นกัน เพราะการดึงตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์ระหว่างดินแห้งกับดินเปียกจะแตกต่างกัน

การหดตัวของดินจากสภาพที่แห้งสนิทมาสู่สภาพที่เผาแล้ว (Firing Shrinkage) เป็นการหดตัวต่อเนื่องมาจากระยะการหดตัว เมื่อผลิตภัณแห้งสนิทแล้ว การหดตัวหลังจากการเผามีการเผาผลิตภัณฑ์มากเพราะถ้าดินมีเปอร์เซ็นต์การหดตัวสูงและเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่และเผาดินจนสุกทุกตัวจำเป็นต้องมีการควาบคุมการเผาผลิตภัณฑ์ในอุณหภูมิขึ้นอย่างช้า ๆ และปล่อยให้เย็นลงช้า ๆ เช่นกัน มิฉะนั้นผลิตภัณฑ์จะเกิดการบิดเบี้ยวหรือแตกเสียหายได้ (สมศักดิ์ ชวาลาวัณย์, 2549 : 78,อายุวัฒน์ สว่างผล, 2543 : 19)

ความแข็งแรงความแข็งแรงของเนื้อดินเป็นคุณสมบัติของเนื้อดินที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ในด้านความทนทานต่อแรงกดหรือกระทบจนทำให้ผลิตภัณฑ์แตกหักเสียหาย ดินที่มีความแข็งแรงเมื่อแห้งมากจะไม่แตกหักง่าย โดยทั่วไปดินที่มีความเหนียวมากจะมีความแข็งแรงมาก (สมศักดิ์ ชวาลาวัณย์, 2549 : 83)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อให้การวิจัยเรื่อง การทดลองและพัฒนาเนื้อดินปั้นสโตนแวร์โดยใช้ดินในเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล จังหวัดพิษณุโลก ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ เพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาสมบูรณ์ยิ่งขึ้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

4.1 งานวิจัยภายในประเทศ

โกมล รักษ์วงศ์,2538 ได้ทำการวิจัยเรื่อง งานวิจัยเตาเผาและเครื่องปั้นดินเผาเตาเผาแม่น้ำน้อย เพื่อสืบสานและอนุรักษ์ศิลปวัตถุโบราณของจังหวัดสิงห์บุรีโดยการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการผลิตเครื่องปั้นดินเผาที่มีคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพให้มีความใกล้เคียงกับเครื่องปั้นดินเผาแม่น้ำน้อยมากที่สุด ใช้เป็นข้อมูลและแนวทางในการพัฒนาเครื่องปั้นดินเผาสานต่อกับของเก่าเมื่ออดีต การวิจัยได้ทำการวิจัยเป็น 2 ลักษณะ คือ วิจัยเชิงวิเคราะห์ และวิจัยเชิงทดลอง

1. การวิจัยเชิงวิเคราะห์ทำการวิจัยภาคสนาม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ซากเตาเผา และผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาเตาเผาแม่น้ำน้อยบริเวณวัดพระปรางค์ตำบลเชิงกลัด อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี ผลการวิจัยพบว่า

1.1 เตาเผาแม่น้ำน้อยเป็นเตาเผาขนาดใหญ่ที่สุดในประเทศ ประเภทเตาฟืนสร้างขึ้นในสมัยอยุธยา ใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง เป็นเตาเผาแบบทางเดินลมร้อนลง (Down Draft Klin) พื้นลาดเอียง 8 – 10 องศา เนื้ออิฐที่ใช้ทำเตาเผาใช้ดินผสมทรายและแกลบ เป็นอิฐชนิด ซิลิกาสูงสามารถทนความร้อนได้ถึง 1,280 องศาเซลเซียส ลักษณะเตาเผารูปร่างคล้ายหลังเต่า หรือประทุนเรือ มีส่วนประกอบแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ

ห้องปฏิบัติการ (Skirt) ห้องเผาไหม้ (Fire box) ห้องวางผลิตภัณฑ์สำหรับเผา (Firing Chember) และ ปล่อง (Chimney)

1.2. ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาแม่น้ำน้อย สามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆคือ

1.2.1 แบ่งตามลักษณะของสีเนื้อดินปั้นที่ใช้สำหรับทำผลิตภัณฑ์มีสองชนิดคือเนื้อดินปั้นสีขาวปนเหลืองทำจากดินเหนียวขาวขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนเนื้อละเอียดเผาอุณหภูมิต่ำผิวขัดมัน ที่พบมาก คือ คณฑี และเนื้อดินปั้นสีน้ำตาลแดง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากดินเหนียวแดงเนื้อหยาบ

1.2.2.แบ่งตามอุณหภูมิที่เผา แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ ผลิตภัณฑ์เผาอุณหภูมิต่ำและผลิตภัณฑ์เผาอุณหภูมิสูง มีทั้งชนิดเคลือบผิว และไม่เคลือบผิว

1.2.3. แบ่งตามชนิดของผลิตภัณฑ์ คือเครื่องปั้นดินเผาประดับอาคารสถาปัตยกรรม เครื่องปั้นดินเผาจำพวกประติมากรรม เครื่องปั้นดินเผาประเภทภาชนะ ได้แก่ ไหสี่หู ไหไม่มีหู แจกัน ขวด ถ้วย ชาม อ่าง หวด ครก คณฑี กระปุก ท่อน้ำ ลูกบด และกี่

1.3 กรรมวิธีการขึ้นรูปและการตกแต่งผลิตภัณฑ์ การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์มี 4 วิธีคือ ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนเป็นวิธีขึ้นรูปภาชนะ ขึ้นรูปด้วยวิธีอัดพิมพ์ส่วนมากจะเป็นการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จำพวกกระเบื้องเชิงชาย การขึ้นรูปแบบขดและการขึ้นรูปแบบอิสระ

2. การวิจัยเชิงทดลองทำการวิจัยในห้องปฏิบัติการ ได้ทำการวิจัยสิ่งต่อไปนี้

2.1.เพื่อศึกษาหาคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาเตาเผาแม่น้ำน้อย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ เศษผลิตภัณฑ์ที่แตกหักที่ขุดขึ้นจากเตาเผาแม่น้ำน้อยและบริเวณใกล้เคียง เศษผลิตภัณฑ์ที่นำไปทำการทดลอง คือ เศษผลิตภัณฑ์ที่เผาอุณหภูมิต่ำ และ อุณหภูมิสูง เนื้อดินปั้นเศษภาชนะอุณหภูมิต่ำดูดซึมน้ำร้อยละ 13.70 – 14.60 เผาในอุณหภูมิระหว่าง 800 – 900 องศาเซลเซียส ส่วนเนื้อดินปั้นอุณหภูมิสูงไม่เคลือบผิว ดูดซึมน้ำร้อยละ 0.70 – 4.10 เนื้อดินปั้นอุณหภูมิสูงเคลือบผิวดูดซึมน้ำร้อยละ 0.40 – 3.20 อุณหภูมิที่ใช้เผาเคลือบผลิตภัณฑ์อยู่ระหว่าง 1200 – 1230 องศาเซลเซียส

2.2.วิจัยแหล่งดินเหนียวสำหรับทำเนื้อดินปั้นเพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพกับเครื่องปั้นดินเผาเตาเผาแม่น้ำน้อย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง คือ ดินเหนียวบางระจัน ในเขตตำบลเชิงกลัด ตำบลชัณสูตร อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี จำนวน 7 แหล่ง คุณสมบัติของดิน 7 แหล่ง มีความใกล้เคียงกับเศษเครื่องปั้นดินเผาแม่น้ำน้อยมากสีของเนื้อดินปั้นหลังจากการเผาอุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูงเหมือนกัน เริ่มหลอมตัวเมื่ออุณหภูมิ 1280 องศาเซลเซียสเท่ากัน การดูดซึมน้ำใกล้เคียงกันมาก ดินทั้ง 7 แหล่ง หดตัวก่อนเผาร้อยละ 7.3 – 8.0 และหดตัวหลังเผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ร้อยละ 14.5 – 14.9 ค่าความแข็งแรง (Modulus of rupture) ของดินก่อนเผาอยู่ระหว่าง 22.2 – 23.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีความเหนียวดี สามารถขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนได้ดีทั้ง 7 แหล่ง มีผลวิเคราะห์ทางเคมีดังนี้

SiO_2	ร้อยละ	69.86 – 70.64
TiO_2	ร้อยละ	0.80 – 0.82
Al_2O_3	ร้อยละ	18.51 – 18.64
Fe_2O_3	ร้อยละ	4.82 – 5.16
CaO	ร้อยละ	0.63 – 0.72
MgO	ร้อยละ	0.42 – 0.48
Na_2O	ร้อยละ	0.30 – 0.49
K2O	ร้อยละ	1.80 – 1.98

MnO ร้อยละ 0.07 – 0.08
Loss on Ignition ร้อยละ 5.90 – 6.00

2.3. วิจัยน้ำเคลือบเพื่อหาสูตรน้ำเคลือบที่ใกล้เคียงกับน้ำเคลือบของครื่องปั้น ดินเผาเตาเผาแม่น้ำน้อย ได้ทำการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธีด้วยกัน คือ

2.3.1 สุ่มตัวอย่างจากวิธีการคำนวณเคลือบจาก ทฤษฎีเซรามิกส์ของเซเกอร์(Seger) กลุ่มตัวอย่างวัตถุดิบที่ใช้ คือ โซดาเฟลด์สปาร์ โปแตสเฟลด์สปาร์ แคลเซียมคาร์บอเนต โดโลไมต์ดินเหนียวบางระจัน ควอตซ์ และน้ำประปา

2.3.1.1 สูตรที่ใช้ทดลองกำหนดให้ Al_2O_3 : SiO_2 เท่ากับ 1 : 7 โดยใช้โซดาเฟลด์สปาร์เผาที่อุณหภูมิ 1200 – 1230 องศาเซลเซียส มีสูตรดังนี้

0.34 – 0.60 Na_2O_3
0.20 – 0.56 CaO 0.34 – 0.80 Al_2O_3 2.30 – 5.60 SiO_2
0.05 – 0.20 MgO

สูตรน้ำเคลือบที่ใกล้เคียงกับของเก่าเผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส คือ สูตรที่ 2CS, 3BS และ 4AS

สูตรน้ำเคลือบที่ใกล้เคียงกับของเก่าเผาที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส คือสูตรที่ 1AS, 1BS,1CS,2AS,2BS,2CS,3AS,3BS และ 5ES

2.3.2 การวิจัยน้ำเคลือบ โดยการสุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจงบนตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า ทำการสุ่มตัวอย่าง 36 จุด เผาที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส กลุ่มตัวอย่างวัตถุดิบ คือ ดินเหนียวบางระจัน ขี้เถ้าชานอ้อย และหินฟันม้าที่จังหวัดตาก ปรากฏว่ากลุ่มสูตรน้ำเคลือบที่ใกล้เคียงของเก่า คือ สูตรที่ 10,19,20,22,23,24,28,29,30,31,32 และ สูตรที่ 33

2.3.3 การวิจัยน้ำเคลือบ โดยการสุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจงบนตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสทำการสุ่มตัวอย่าง 90 จุด เผาที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส กลุ่มตัวอย่างวัตถุดิบ คือ ดินเหนียวบางระจัน ขี้เถ้าเปลือกหอยแครง ขี้เถ้าชาญอ้อย และหินฟันม้า จังหวัดตาก ปรากฏว่าสูตรที่ใกล้เคียงกับของเก่า คือ สูตรที่ 3,6,7,26,41,56,66,67 และสูตรที่ 76

ทวี พรหมพฤกษ์(2523 : 82) ได้ทำการวิจัยเรื่องอัตราส่วนของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์กับส่วนผสมของวัตถุดิบอื่น ๆ เพื่อเผาในอุณหภูมิ 1,225 – 1,250 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าเนื้อดินเป็นสีเทา สีเทาเข้มหรือสีน้ำตาล เนื้อดินมีความเหนียวดี และมีการดูดซึมน้ำไม่เกิน ร้อยละ 3 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 2.4 แสดงอัตราส่วนของเนื้อดินปั้นที่เผาได้ผลในอุณหภูมิ 1,225 – 1,250 องศาเซลเซียส

สูตร	ดินสโตนแวร์	ดินขาว	หินฟันม้า	หินเขี้ยวหนุมาน	ดินทนไฟ	ดินเหนียวขาว	ดินแดง
1	80	-	-	10	-	-	10
2	75	-	-	10	-	-	15
3	40	20	-	10	10	-	20

4	30	-	-	-	30	30	10
5	-	40	15	10	-	30	5
6	20	-	25	20	20	-	15

สมหวัง นรพัลลภ(2524 : 6) ได้ทำการวิจัยเรื่องส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่ทนความร้องสูงถึงอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ทำผลิตภัณฑ์ทางด้านศิลปะดังแสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 2.5 แสดงส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่เผาถึงอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส

วัตถุดิบ	ร้อยละ ส่วนผสมของเนื้อดินปั้น				
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5
ดินขาวระนอง	42.00	38.50	38.50	35.00	38.00
ดินขาวปราจีน	9.00	8.25	8.75	7.50	6.00
ดินเหนียวสุราษฎ์ธานี	9.00	8.25	8.25	7.50	6.00
หินฟันม้า	30.00	30.00	35.00	35.00	30.00
หินเขี้ยวหนุมาน	10.00	15.00	10.00	15.00	30.00
การดูดซึมน้ำ	0.50	0.25	0.06	0.80	0.01
การหดตัว	15.80	16.20	18.00	15.30	16.70

โกมล รักษ์วงศ์(2531 : 163) ได้ทำการวิจัยเรื่องส่วนผสมของเนื้อดินปั้นชนิดมีสีขาวกับวัตถุดิบที่ให้สีเพื่อให้ได้เนื้อดินปั้นที่ทนความร้อนได้ตั้งแต่โคน 8 ถึงโคน 12 โดยไม่มีการดูดซึมน้ำ และสามารถเผาเคลือบได้โดยน้ำเคลือบต้องทนความร้อนสูงเช่นกัน ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 2.6 แสดงอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่เผาในโคน 8 – 12

วัตถุดิบ	ร้อยละ ส่วนผสมของเนื้อดินปั้น							
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4	สูตรที่ 5	สูตรที่ 6	สูตรที่ 7	สูตรที่ 8
ดินขาว	35.6	34.5	39.5	40.0	34.0	34.0	34.0	34.0
ดินเหนียว	9.4	9.5	8.0	6.0	12.0	9.0	7.0	9.0
หินเขี้ยวหนุมาน	34.0	35.0	34.5	36.3	17.0	27.0	24.0	19.5
หินฟันม้า	21.0	21.0	18.0	17.7	3.0	18.0	18.0	17.0
อลูมินา	-	-	-	-	-	12.0	17.0	20.5
เผาที่โคนเบอร์	8-10	8-10	8-10	9-10	9-10	10-12	10-12	10-12

กรมวิทยาศาสตร์บริการ(2532 : 35) ได้ทำการวิจัยเรื่องเนื้อดินปั้นสำหรับงานศิลปะเพื่อเป็นแนวทางในการทำเนื้อผลิตภัณฑ์เนื้อดินใหม่ ๆ ที่แปลกตา ซึ่งได้แบ่งงานวิจัยเนื้อดินออกเป็น 3 ชนิดคือ

1. เนื้อดินทัลคัม (Talcum Body) โดยใช้วัตถุดิบสำหรับการทดลอง ได้แก่ ทัลคัม ดินขาวระนอง ดินดำพรุพรี หินฟันม้า และหินปูน อัตราส่วนผสมดังแสดงไว้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 2.7 แสดงเนื้อดินทัลคัม (Talcum Body) ที่มี ทัลคัม ดินขาวระนอง ดินดำพรุพรี หินฟันม้า

หมายเลข	ทัลคัม	ดินขาวระนอง	ดินดำพรุพรี	หินฟันม้า	หินปูน
T1	50	10	20	8	12
T2	54	10	22	6	8
T3	58	10	24	4	4
T4	62	10	26	-	2
T5	50	10	20	12	8
T6	54	10	22	8	6
T7	58	10	24	4	4
T8	62	10	26	2	-
T9	50	10	20	10	10
T10	**54**	**10**	**22**	**7**	**7**

1. เนื้อดินปั้นจากตารางที่ 7 เมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,000 – 1,100 องศาเซลเซียส เนื้อดินมีสีขาว มีความพรุนตัวสูง การหดตัวค่อนข้างต่ำและมีความแข็งแรงพอประมาณใช้ทำผลิตภัณฑ์ประเภทของประดับตกแต่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

2. เนื้อดินเฟลด์สปาร์ (Feldspar Body) โดยใช้วัตถุดิบสำหรับการทดลองดังนี้ หินฟันม้าดินขาวนราธิวาส ดินดำพรุพรี และหินเขี้ยวหนุมาน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 8

ตารางที่ 2.8 แสดงส่วนผสมของเนื้อดินเฟลสปาร์ (Feldspar Body) โดยใช้หินฟันม้า ดินขาวนราธิวาส ดินดำพรุพรี และหินเขี้ยวหนุมาน

หมายเลข	หินฟันม้า	ดินขาวนราธิวาส	ดินดำพรุพรี	หินเขี้ยวหนุมาน
1	60	5	15	5
2	65	5	15	5
3	70	5	15	5
4	60	10	20	5
5	65	10	20	5
6	70	10	20	5
7	60	15	25	5

8	65	15	25	5
9	70	15	25	5
10	60	-	20	10

เนื้อดินปั้นเฟลด์สปาร์จากตาราง 8 ใช้วิธีการขึ้นรูปแบบหล่อ เผาที่อุณหภูมิ 1,180 องศาเซลเซียส ตกแต่งด้วยสีโดยไม่ต้องเคลือบผิวมีความมันเหมือนเคลือบในตัวผิวสัมผัสเนียนเหมาะสำหรับทำผลิตภัณฑ์ทางศิลปะ เช่น ปั้นรูปสัตว์ ตุ๊กตาต่าง ๆ

1. เนื้อดินโดโลไมท์ (Dolomite Body) วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองคือ หินลำปาง ดินดำพรุพรี และโดโลไมท์ อัตราส่วนผสมดังแสดงไว้ในตารางที่ 9

ตารางที่ 2.9 แสดงส่วนผสมของเนื้อดินโดโลไมท์ (Dolomite Body) ที่ใช้หินลำปาง ดินดำพรุพรี และโดโลไมท์เป็นส่วนประกอบ

หมายเลข	หินลำปาง	ดินดำพรุพรี	หินเขี้ยวหนุมาน
D1	40	30	30
D2	45	25	30
D3	50	20	30
D4	40	35	25
D5	45	30	25
D6	50	25	25
D7	45	20	35
D8	40	25	35
D9	ดินขาวระนอง 47	23	30
D10	ดินขาวระนอง 47	ดินขาวห้วยมุด 23	30

เนื้อดินโดโลไมท์จากตาราง 9 จะมีส่วนผสมของโดโลไมท์ในอัตราค่อนข้างสูง คือประมาณร้อยละ 25 – 35 เป็นเนื้อดินอีกชนิดหนึ่ง เหมาะสำหรับการทำผลิตภัณฑ์ประเภทศิลปะเนื้อดินทั้งสามชนิด จากการวิจัยครั้งนี้สามารถใช้ทำผลิตภัณฑ์ประเภทงานศิลปะได้ดี เลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม สามารถเผาได้ที่อุณหภูมิต่ำ จึงทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลงด้วย

ศุภกา ดอกไม้(2535 : 156) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การทดลองหาเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ จากอัตราส่วนผสมระหว่างดินปากเกร็ด ดินขาวลำปาง หินเขี้ยวหนุมาน และทัลคัม เพื่อให้ได้เนื้อดินปั้นสโตนแวร์ ปรากฏผลการทดลองดังตารางที่ 9

ดินปากเกร็ด	ระหว่างร้อยละ	38 - 54
ดินขาวลำปาง	ระหว่างร้อยละ	18 – 34
หินเขี้ยวหนุมาน	ระหว่างร้อยละ	28 – 44
ทัลคัม	ร้อยละ	2

เนื้อดินที่ผ่านการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน มีสีน้ำตาลแดง และสีเนื้อดินปั้นที่ผ่านการเผาในบรรยากาศแบบรีดังชัน มีสีเทาเข้ม เนื้อดินปั้นมีการหดตัวร้อยละ 13 – 13.5 มีการดูดซึมน้ำ ร้อยละ 0.00 เนื้อดินปั้นมีความแข็งแรงดี

ประสิทธิ์ แก้วฟุ้งรังษี(2539 : บทคัดย่อ)ได้ทำการวิจัยเรื่อง การทดลองหาประสิทธิภาพเนื้อดินปั้นประเภทสโตนแวร์ของดินเหนียวทะเลแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก” โดยการวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาประสิทธิภาพของดินเหนียวทะเลแก้ว เนื้อดินปั้นสโตนแวร์ และทดลองทำผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง ประเภทสโตนแวร์ ด้วยวิธีการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ดินเหนียวทะเลแก้ว ซึ่งขุดได้จากบริเวณสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม ผสมกับดินขาวลำปางหินฟันม้า และหินเขี้ยวหนุมาน โดยการคำนวณหาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากตารางสีเหลี่ยมจัตุรัสได้จำนวน 81 ตัวอย่าง ทำชิ้นทดสอบจากการผสมวัตถุดิบทั้งหมด โดยการชั่งน้ำหนัก บดด้วยหม้อบดขนาดเล็ก เผาดิบที่อุณหภูมิ 820 องศาเซลเซียส เผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส ทั้งในบรรยากาศออกซิเดชันและรีดักชันแล้วนำมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ และวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมี การวิจัยปรากฏผล ดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพของดินเหนียวทะเลแก้ว โดยการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมี ทำให้ทราบว่า ดินเหนียวทะเลแก้ว เป็นดินเหนียว เนื้อละเอียด สีน้ำตาลบนเหลือง ก่อนการเผามีความแข็งแรง 21.49 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียว ร้อยละ 29.70 การหดตัวเมื่อแห้งร้อยละ 7.00 เมื่อเผาแล้วจะมีการหดตัว ร้อยละ 15.75 การดูดซึมน้ำร้อยละ 1.34 น้ำหนักที่หายไปภายหลังการเผาร้อยละ 8.20 สีของเนื้อดินเป็นสีน้ำตาลดำ เมื่อวิเคราะห์ทางเคมีทำให้ทราบว่า มีซิลิกา ร้อยละ 61.60 อลูมินาร้อยละ 17.40 เหล็กออกไซด์ร้อยละ 6.80 แมงกานีสไดออกไซด์ร้อยละ 0.50 ไทเทเนียมไดออกไซด์ร้อยละ 1.00 แคลเซียมออกไซด์ร้อยละ 1.00 แมกนีเซียมออกไซด์ ร้อยละ 1.00 โซเดียมออกไซด์ร้อยละ 1.70 และโพแทสเซียมออกไซด์ร้อยละ 1.90

2. การหาประสิทธิภาพของเนื้อดินปั้น โดยการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพทำให้ทราบว่า เนื้อดินปั้นก่อนการเผามีความแข็งแรงอยู่ระหว่าง 7.64 – 20.63 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียว อยู่ระหว่าง ร้อยละ 21.30 – 33.30 การหดตัวเมื่อแห้งอยู่ระหว่าง ร้อยละ 1.00 – 9.00 เมื่อเผาแล้วจะมีการหดตัวอยู่ระหว่าง ร้อยละ 8.00 – 17.75 และการดูดซึมน้ำอยู่ระหว่างร้อยละ 0.04 – 13.85 การเผาในบรรยากาศออกซิเดชันปรากฏโทนสีเป็นสีเนื้อ สีน้ำตาลแดง สีน้ำตาล จนถึงสีน้ำตาลดำ เมื่อเคลือบด้วยเคลือบใสได้ผิวเคลือบเป็นมัน เรียบ และใสมองเห็นสีของเนื้อดิน ส่วนการเผาในบรรยากาศรีดักชัน ปรากฏโทนสีเป็นสีเนื้อ สีน้ำตาล จนถึงสีน้ำตาลดำ เมื่อเคลือบด้วยเคลือบใส ได้ผิวเคลือบค่อนข้างทึบเป็นมันเรียบและรานเล็กน้อยปรากฏโทนสีเป็นสีขาว เทา สีขาวน้ำตาล จนถึงสีน้ำตาลเข้ม และส่วนใหญ่จะมีจุดประสีน้ำตาลบนผิวเคลือบ เนื้อดินปั้นส่วนใหญ่จะมีความทนไฟสามารถเผาถึงขั้นเนื้อแกร่งเป็นสโตนแวร์ได้ เผาได้ทั้งในบรรยากาศออกซิเดชันและรีดักชัน โดยให้สีที่แตกต่างกัน และยังนำมาปั้นขึ้นรูปด้วยวิธีการต่างๆได้ในเนื้อดินปั้นที่มีส่วนผสมของดินเหนียวทะเลแก้วตั้งแต่ ร้อยละ 30 ขึ้นไป จะมีการบวมที่ผิวเมื่อเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน แต่จะไม่เกิดการบวมเลยถ้าเผาในบรรยากาศรีดักชัน

3. การทดลองทำผลิตภัณฑ์ด้วยแป้นหมุน พบว่า เนื้อดินปั้นที่มีดินเหนียวทะเลแก้วผสมอยู่ ร้อยละ 20 ขึ้นไป มีความเหนียว สามารถนำมาปั้นขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนได้ดี เมื่อเลือกเอาเนื้อดินปั้นหมายเลข 39 ที่มีส่วนผสมของดินเหนียวทะเลแก้ว ร้อยละ 25 ดินขาวลำปาง ร้อยละ 35 หินฟันม้า ร้อยละ 15 และหินเขี้ยวหนุมาน ร้อยละ 25 มาปั้นขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ตัวอย่างด้วยแป้นหมุนปรากฏว่าขึ้นรูปได้ง่ายทรงตัวได้ดี ไม่ทรุด ขณะแห้งมีความแข็งแรงดี เคลื่อนย้ายได้สะดวก เมื่อนำไปชุบเคลือบ น้ำเคลือบสามารถจับเกาะผิวผลิตภัณฑ์

ได้ดีเมื่อเผาในบรรยากาศออกซิเดชันจะได้ผิวเคลือบเรียบ เป็นมัน เคลือบใส มองเห็นสีของเนื้อดิน และเมื่อเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะได้เคลือบค่อนข้างทึบ สีขาว-น้ำตาล ราน้อยและมีจุดประสีน้ำตาลบนผิวเคลือบ

สุรพินโญพลาพล(2543 : บทคัดย่อ)ได้ทำการวิจัยเรื่อง การอนุรักษ์และสืบสานวัฒนธรรมเครื่องปั้นดินเผา วัดตาปะขาวหาย อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลกโดยมีจุดมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อศึกษารูปแบบและการตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาวัดตาปะขาวหาย เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของดินวัดตาปะขาวหาย และทดลองขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โดยการปั้นด้วยแป้นหมุน การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์และการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเพื่อศึกษารูปแบบและการตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาวัดตาปะขาวหาย คือ ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาวัดตาปะขาวหาย ในพิพิธภัณฑ์แห่งชาติรามคำแหงจังหวัดสุโขทัย และพิพิธภัณฑ์บ้านจ่าทวี จังหวัดพิษณุโลก และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของดินวัดตาปะขาวหายคือ ดินที่ขุดได้จากบริเวณเตาเผาบริเวณวัดตาปะขาวหายและบริเวณริมแม่น้ำน่านในแนวเดียวกันไปทางด้านทิศเหนือและทางด้านทิศใต้ของริมฝั่งแม่น้ำน่าน

ผลการศึกษา พบว่า 1. จากการศึกษารูปแบบและการตกแต่งผลิตภัณฑ์ครื่องปั้นดินเผาวัดตาปะขาวหาย พบว่า รูปแบบเครื่องปั้นดินเผาวัดตาปะขาวหายที่ค้นพบในเตาเผาแห่งนี้ คือ ไห ครก อ่าง กระปุก ขวด ชามและถ้วย หม้อปากกว่าง ฝาปิดภาชนะ และกี่และยังพบอีกว่า เครื่องปั้นดินเผาวัดตาปะขาวหายแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ เครื่องปั้นดินเผาเนื้อธรรมดาเผาอุณหภูมิต่ำและเนื้อแกร่งเผาในอุณหภูมิสูง ส่วนผลการศึกษาการตกแต่งผลิตภัณฑ์เครื่องปันดินเผาวัดตาปะขาวหายพบว่า มีการตกแต่งลวดลายผลิตภัณฑ์โดยการติดหู ลายปั้นแปะ ลายกดประทับ ลายขูดขีด ยังพบสัญลักษณ์ของช่างปั้นด้วย

2.จากการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของดินวัดตาปะขาวหายพบว่าคุณสมบัติทางกายภาพก่อนเผามีดังนี้ ความแข็งแรง 25.37 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ปริมาณน้ำที่ทำให้เกิดความเหนียวร้อยละ 25.40 และการหดตัวเมื่อแห้งร้อยละ 4.70 ส่วนคุณสมบัติทางกายภาพหลังการเผาที่อุณหภูมิ 900 1000 1100 1200 1250 องศาเซลเซียส คือความแข็งแรง 32.98, 47.84, 75.92, 131.42, และ164.36 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ หดตัวหลังการเผาร้อยละ 0.32, 1.37, 4.51, 7.86,และ 8.71 ตามลำดับ การดูดซึมน้ำร้อยละ 18.05, 12.23, 8.54, 4.65 และ0.94 ตามลำดับ น้ำหนักที่หายไปหลังการเผาร้อยละ 9.50, 9.91,10.60, 11.01 และ14.38 ตามลำดับ สีหลังการเผา คือ น้ำตาลแดง , น้ำตาลแดง, น้ำตาลแดงเข้ม, น้ำตาลเข้ม, และน้ำตาล ตามลำดับ จุดหลอมละลาย 1,300 องศาเซลเซียส

3. จากการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน พบว่า ดินสามารถขึ้นรูปได้ดีการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ด้วยแป้นหมุนและจะต้องอาศัยความชำนาญของช่างปั้นด้วย

ยุทธพงษ์ นาคโสภณ,2544 ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาดินขาวอุตรดิตถ์เพื่อใช้ ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาประเภทสโตนแวร์ ด้วยวิธีการขึ้นรูปแบบหล่อน้ำดินโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1.ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของดินขาวอุตรดิตถ์ 2.เพื่อทดลองหาส่วนผสมที่เหมาะสมของเนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์ประเภทสโตนแวร์ ที่ใช้ดินขาวอุตรดิตถ์ ดินเหนียวแม่วิท และหินฟันม้า เป็นวัตถุดิบ 3.เพื่อทดลองนำเอาส่วนผสมที่เหมาะสมไปขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการหล่อน้ำดิน ซึ่งประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ดินขาวอุตรดิตถ์ จากแหล่งบ้านวังยาง อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ ดินเหนียวแม่วิท และหินฟันม้า โดยการสุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง โดยตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า ได้กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทั้งสิ้น 36 สูตร ผลการวิจัยพบว่า

1. คุณสมบัติทางกายภาพของดินขาวอุตรดิตถ์ก่อนเผาที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส มีการหดตัวเมื่อแห้ง ร้อยละ 0.43 มีความแข็งแรงก่อนเผา 3.14 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีการหดตัวภายหลังการเผา

ร้อยละ 14.5 มีความแข็งแรงหลังเผา 238.08 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร มีการดูดซึมน้ำ ร้อยละ 0.08 มีความทนไฟมากกว่า 1,250 องศาเซลเซียส และมีสีภายหลังจากการเผาเป็นสีเทาเข้ม

2. การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นเพื่อทดลองหาส่วนผสมที่เหมาะสมของเนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์ประเภทสโตนแวร์ ที่ใช้ดินขาวอุตรดิตถ์ ดินเหนียวแม่วิท และหินฟันม้าเป็นวัตถุดิบจากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยทั้งสิ้น 36 สูตรเนื้อดินปั้น พบว่า ส่วนผสมที่เหมาะสมของเนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ ที่ใช่ดินขาวอุตรดิตถ์ ดินเหนียวแม่วิท และหิน ฟันม้า เป็นวัตถุดิบ ที่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดทั้งหมด มีจำนวน 12 สูตรเนื้อดินปั้น คือ สูตรเนื้อดินปั้น 3,6,7,8,9,10,11,12,13,
14,19และ20

3. การทดสอบคุณสมบัติในการหล่อน้ำดิน เพื่อทดลองนำเอาส่วนผสมที่เหมาะสมนำไปทดลองขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการหล่อน้ำดิน พบว่า ส่วนผสมที่ผ่านตามเกณฑ์น้ำดินหล่อที่ดี มีจำนวน4 สูตรเนื้อดินปั้น คือ สูตรเนื้อดินปั้น 11,12,19 และ 20 โดยส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุดของดินขาวอุตรดิตถ์ ดินเหนียวแม่วิทและหินฟันม้า เพื่อใช้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาประเภทสโตนแวร์ด้วยวิธีการขึ้นรูปแบบหล่อน้ำดิน ซึ่งดัดเลือกจากผู้เชี่ยวชาญทางด้านเครื่องปั้นดินเผา จำนวน 3 ท่าน คือ สูตรเนื้อดินปั้นที่ 20 โดยมีส่วนผสมในเนื้อดินปั้น คือ ดินขาวอุตรดิตถ์ ร้อยละ 50 ดินเหนียวแม่วิท ร้อยละ 30 และหินฟันม้า ร้อยละ 20

เดโช ฉัตรกุล ณ อยุธยา กรมวิทยาศาสตร์, 2514:5 – 8 ได้ทดลองทำเครื่องปั้นสังคโลกชนิดสโตนแวร์ที่เผาในอุณหภูมิประมาณ 1,230 – 1,300 องศาเซลเซียส พบว่า อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ที่เหมาะสมที่สุด เมื่อพิจารณาสมบัติของเนื้อเซรามิกส์ การขึ้นรูปและการคงรูปเมื่อเผาประกอบกัน คืออัตราส่วนผสมที่ประกอบด้วย ดินขาว ร้อยละ 75 ดินดำ ร้อยละ 20 และหินเขี้ยวหนุมาน จังหวัดจันทบุรีร้อยละ 5

โกมล รักษ์วงศ์(ม.ป.ป. : 3) ได้ทดลองหาอัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์สำหรับขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อ ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนผสมของเซรามิกส์สโตนแวร์ที่ใช้ได้ผลดีเมื่อเผาที่อุณหภูมิ 1,225 องศาเซลเซียส มีสมบัติทางด้านฟิสิกส์หลังการเผา คือ มีการดูดซึมน้ำ ร้อยละ 0.1 การหดตัวหลังเผา ร้อยละ 13.8 เมื่อเผาในบรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ มีสีขาวโดยอัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ประกอบด้วย ดินขาว จังหวัดลำปาง ร้อยละ 25.8 ดินขาว จังหวัดระนอง ร้อยละ 19.2 ดินดำ ร้อยละ 14.3 หินเขี้ยวหนุมาน ร้อยละ 30.0 หินฟันม้า จังหวัดราชบุรี ร้อยละ 10.7 และโซเดียมซิลิเกต ร้อยละ 0.3

ทวี พรหมพฤกษ์,2523 ได้พบอัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ ที่ใช้ได้ผลดีเมื่อเผาในอุณหภูมิ 1,225-1,250 องศาเซลเซียส และเนื้อเซรามิกส์ที่เผาแล้วดูดซึมน้ำได้ ไม่เกินร้อยละ 3 ซึ่งมีอัตราส่วนผสม ของเนื้อเซรามิกส์

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Rhodes(1974 : 52) ได้ทำการวิจัยเรื่อง เนื้อดินปั้นสโตนแวร์ผสมกับเนื้อดินเหนียวดินขาว และดินแดง เผาในอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้เนื้อดินสโตนแวร์ทนอุณหภูมิได้ 1,250 องศาเซลเซียส ผงแสดงไว้ในตารางที่ 10

ตารางที่ 2.10 แสดงส่วนผสมของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ อุณหภูมิ 1,205 องศาเซลเซียส

วัตถุดิบ	อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น				
	A	B	C	D	E
ดินสโตนแวร์	80	75	30	-	20
ดินเหนียว	10	15	30	30	15
ดินขาว	-	-	-	40	25
ดินแดง	-	-	10	5	-
หินฟันม้า	10	10	-	15	20
ฟลิ้น	-	-	-	10	20
ดินทนไฟ	-	-	30	-	-

Rhodes (1959 : 60-61) ได้ทดลองหาส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ที่ใช้ขึ้นรูปได้ง่าย มีเนื้อละเอียด มีสีขาว และสามารถดัดแปลงให้มีเนื้อหยาบได้ง่าย ผลการทดลองพบว่าเนื้อเซรามิกส์ สามารถดูดซึมน้ำได้ ร้อยละ 1-5 และมีการหดตัวหลังเผา ร้อยละ 11-12.5 สีของเนื้อเซรามิกส์ ขึ้นอยู่กับบรรยากาศในการเผา คือเผาในบรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ เนื้อจะมีสีเทา

เผาในบรรยากาศการเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ เนื้อจะมีสีน้ำตาลอัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ สำหรับการใช้งานในลักษณะต่างๆ จากการนำเสนออัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์สำหรับการใช้งานในลักษณะต่างกันเช่น การขึ้นรูปแตกต่างกันอุณหภูมิการเผาแตกต่างกันสีหลังเผาและสมบัติทางฟิสิกส์ที่แตกต่างกันแต่เมื่อวิเคราะห์แล้วพบว่าเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์โดยทั่วไปจะมีส่วนประกอบทางเคมีประกอบด้วยออกไซด์ชนิดต่างๆ ปริมาณมากน้อย ดังต่อไปนี้คือ

ซิลิกอนไดออกไซด์	ร้อยละ 35-75
อลูมิเนียมไดออกไซด์	ร้อยละ 19-41
เฟอร์ริกออกไซด์	ร้อยละ 1-16
แคลเซียมออกไซด์	ร้อยละ 0-3
แมกนีเซียมออกไซด์	ร้อยละ 0-2
อัคคาไลน์	ร้อยละ 0.2

Zakin(981 : 44) ได้วิจัยเรื่องทดลองหาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นโดยใช้วัตถุดิบเป็นดินร้อยละ 90 และใช้วัตถุดิบอื่น ๆ อีกร้อยละ 10 เพื่อให้ได้เนื้อดินปั้นทำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์เผาในอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ได้ในอัตราส่วนผสมดังแสดงไว้ในตารางที่ 11

ตารางที่ 2.11 แสดงอัตราส่วนของเนื้อดินปั้นที่เผาในอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส

หมายเลข	ดินแดง	ดินสโตนแวร์	ดินขาว	ดินเหนียว	ดินทนไฟ	ฟลิ้น	หินฟันม้า
1	45	-	33	12	-	10	-
2	15	70	-	-	10	5	5
3	25	40	20	5	-	5	5

Hamilton(1982 : 38) ได้วิจัยเรื่อง การทดลองหาอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ที่เผาอุณหภูมิ 1,200 – 1,300 องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้เนื้อดินปั้นสโตนแวร์ใช้ในงานเครื่องเคลือบดินเผาผลการทดลองเนื้อดินปั้นที่ได้ผลดีดังแสดงไว้ในตารางที่ 12

ตารางที่ 2.12 แสดงอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ อุณหภูมิ 1,200 – 1,300 องศา -เซลเซียส

วัตถุดิบ	ส่วนผสมของเนื้อดินปั้น						
	1	2	3	4	5	6	7
ดินขาว	60	40	80	48	72	-	25
ดินทนไฟ	-	20	20	24	-	20	25
ดินเหนียว	20	20	-	14	12	30	30
หินฟันม้า	10	-	-	5	6	30	10
หินเขี้ยวหนุมานหรือทราย	-	-	-	9	10	20	-
ฟลิ้นต์	10	10	-	-	-	-	10
กร็อก	-	10	-	-	-	-	-

ผลการทดลองพบว่าเนื้อดินปั้นดังกล่าวสามารถใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ได้ตั้งแต่ขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่และมีความเหนียวดี

Grebanier(1975 : 112) ได้ทดลองหาอัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ที่ใช้สำหรับขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน โดยใช้ดินจอร์แดน (Jordan Clay) ผสมกับ ดินดำ หินฟันม้าและ หินเขี้ยวหนุมาน ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์ที่เผาอุณหภูมิ 1,300 องศาเซลเซียส และใช้ได้ผลดีมีอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ

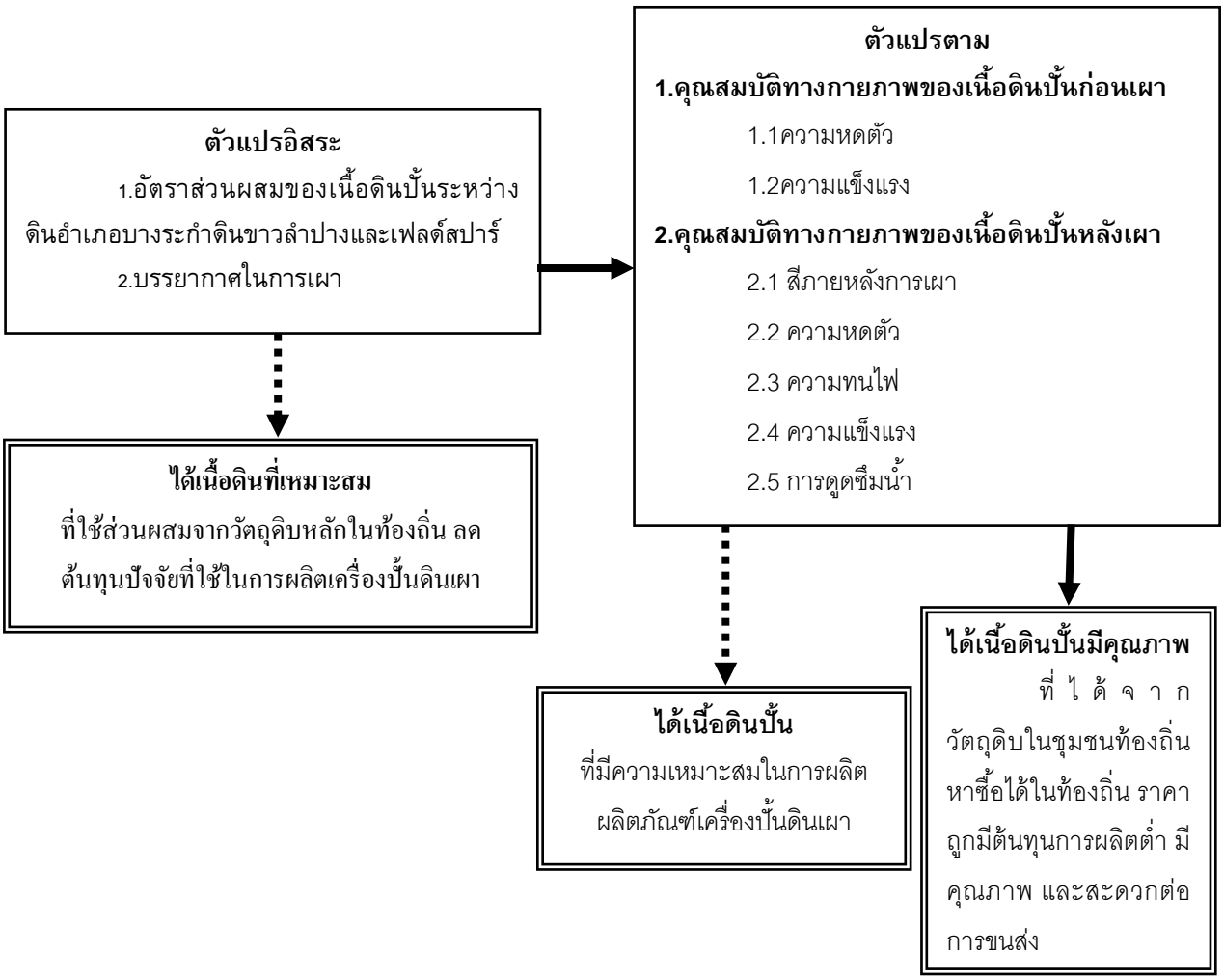
Chappell(1977 : 68) ได้ทดลองหาอัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ที่เผา ในอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์ที่มีความเหนียวดี มีการหดตัวร้อยละ 12.5 การดูดซึมน้ำร้อยละ 5 เผาในบรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์ เนื้อดินจะมีสีน้ำตาล-ดำ ประกอบด้วยดินเอิร์ทเธินแวร์ ร้อยละ 40 ดินขาว ร้อยละ 18ดินดำ ร้อยละ 15 แมงกานีสไดออกไซด์ ร้อยละ 6 ดินเบนโทไนต์ ร้อยละ 3 และเนฟฟีไลน์ ไซไนต์ ร้อยละ 2

Norton(1952 : 225) ได้ทดลองหาอัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ที่เผาในอุณหภูมิ 1,225 - 1,250 องศาเซลเซียส จากการทดลองพบว่าอัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์ที่มีความเหนียวดีมีการหดตัวหลังเผา ร้อยละ 13 การดูดซึมน้ำ ร้อยละ 5 เผาในบรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์จะมีสีเทา มีอัตราส่วนผสมประกอบด้วย ดินสโตนแวร์ ร้อยละ 47.5 ดินดำ ร้อยละ 30.0 และหินเขี้ยวหนุมาน ร้อยละ 22.5

Chappell(1977 : 68) ได้ทดลองหาอัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์สโตนแวร์ ที่เผา ในอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน ผลการทดลองพบว่า อัตราส่วนผสมของเนื้อเซรามิกส์ที่มีความเหนียวดีมีการหดตัวร้อยละ 12.5 การดูดซึมน้ำ ร้อยละ 5 เผาในบรรยากาศการเผาไหม้แบบสมบูรณ์เนื้อดินจะมีสีน้ำตาล – ดำ ประกอบด้วยดินเอิร์ทเธินแวร์ร้อยละ 40 ดินขาว ร้อยละ 18 ดินดำร้อยละ 15 แมงกานีสไดออกไซด์ร้อยละ 6 ดินเบนโทไนต์ ร้อยละ 3 และเนฟฟีไลน์ ไซไนต์ ร้อยละ 18

5. กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำการวิจัยในครั้งนี้และจึงกำหนดออกมาเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย



3. น้ำเคลือบ

เคลือบ ซึ่งจำแนกออกตามส่วนผสมและสมบัติ การกล่าวถึงเคลือบมักจะกล่าวในรูปของสูตรทั่วไป (segger formula) ซึ่งเขียนในรูปง่ายๆ ดังนี้

1. R_2,O, RO X R_2O_3 Y RO^2

R_2,O, RO สัญลักษณ์ของออกไซด์ของโลหะซึ่งมีเวเลนซี 1 และ 2 หรือพวกเป็นด่าง เช่น K_2O, CaO, ZnO, MgO, PbO

R_2O_3 สัญลักษณ์ของออกไซด์ของโลหะซึ่งมีเวเลนซี3 หรือพวกเป็นกลาง เช่น Al_2O_3, B_2O_3, Fe_2O_3

RO_2 สัญลักษณ์ออกไซด์ของโลหะซึ่งมีเวเลนซี 4 หรือพวกเป็นกรด เช่น SiO_2, Tio_2, SnO_2 X และ Y เป็นเลขใดๆ

การสร้างสูตรเคลือบในสมัยโบราณ จัดว่าเป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ปัจจุบันความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ได้เข้ามามีบทบาทในการทำที่ทันสมัย มีการใช้คอมพิวเตอร์ โปรแกรมช่วยในการสร้างสูตรเคลือบที่มีสมบัติที่ดีที่สุดและมีราคาถูก

1.1 ธรรมชาติของเคลือบ

เคลือบ หมายถึง ชั้นของแก้วหรือชั้นของแก้วซึ่งมีผลึกปนอยู่ ฉาบอยู่บนผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ **น้ำเคลือบ** หมายถึง ของผสมซึ่งประกอบด้วยวัตถุดิบต่างๆ อันเป็นส่วนผสมที่จะทำให้เกิดเคลือบหลังจากการเผา กระจายลอยตัวอยู่ในน้ำ **เคลือบดิน** หมายถึง ชั้นของส่วนผสมของวัตถุดิบที่จะทำให้เกิดเคลือบหลังจากการเผา **การชุบเคลือบ** อาจทำได้โดยการพ่นน้ำเคลือบให้เป็นฝอยลงบนผลิตภัณฑ์ที่อบแห้งดีแล้ว หรือผลิตภัณฑ์ที่ได้เผามาแล้วครั้งหนึ่งหรือชุบเคลือบโดยการจุ่มผลิตภัณฑ์ลงไปในน้ำเคลือบและเทลาด ก่อนกล่าวถึงรายละเอียดในเรื่องเคลือบ เราควรจะได้รู้ทฤษฎีเกี่ยวกับแก้วไว้บ้าง

สถานะของแก้ว

แก้ว หมายถึง สารประกอบซับซ้อนของอะลูมิโนซิลิเกตกับอัลคะไลต่างๆ ซึ่งเป็นของแข็ง อาจมีสีหรือไม่มีสี อาจโปร่งแสงหรือโปร่งใส มีจุดหลอมตัวสูง ขณะเป็นของเหลวมีความหนืดสูง จึงมีช่วงการเยิ้มตัวยาวนาน สมบัตินี้เป็นข้อดีที่ทำให้การแปรรูปร่างผลิตภัณฑ์แก้วได้สะดวกขึ้น เคลือบมีจุดสุกตัวเป็นช่วงยาวเหมือนแก้ว ทำให้การเผาเคลือบสะดวกและโอกาสที่ผลิตภัณฑ์สูญเสียมีน้อย ในเนื้อแก้วบางชนิดการควบคุมอุณหภูมิของแก้วที่จุดใดจุดหนึ่งนานๆ จะทำให้เกิดการตกผลึกเล็กๆ แก้วบางชนิดก็ไม่เกิด

3.1 แก้วประกอบด้วยออกไซด์ต่างๆ 3 ชนิด

1.1 ออกไซด์ที่เป็นตัวสร้างโครงสร้างของแก้ว ออกไซด์พวกนี้สามารถสร้างโครงสร้างของแก้วด้วยตนเอง ออกไซด์ที่จะสร้างโครงสร้างของแก้วได้ต้องมีสมบัติดังนี้

(1) ออกซิเจนอะตอมแต่ละอะตอมจะต้องมีพันธะกับอนุมูลบวกไม่มากกว่า 2 อนุมูล

(2) จำนวนออกซิเจนอะตอมรอบๆ อนุมูลบวกต้องมีจำนวนน้อย

(3) ออกซิเจนที่มุมของพีระมิดฐานสามเหลี่ยมยอดแหลม (tetrahedron) จะมีพันธะระหว่างมุมเท่านั้น

(4) อย่างน้อยพันธะจะต้องมีที่มุมทั้งสามมุมของพีระมิดฐานสามเหลี่ยมยอดแหลม

ออกไซด์ที่มีสมบัติ 4 ข้อนี้ เป็นออกไซด์ที่เป็นตัวสร้างโครงสร้างของแก้ว ได้แก่ SiO_2, B_2O_3 และ P_2O_5 เป็นต้น

1.2 ออกไซด์ที่เป็นตัวปรับปรุงสมบัติของแก้ว ออกไซด์พวกนี้จะเข้าไปแทรกอยู่ตามช่องว่างภายในร่างแหของโครงสร้างของแก้ว และเป็นตัวทำให้พันธะในร่างแหอ่อนแอ ออกไซด์พวกนี้มีปริมาณจำกัด ถ้ามีมากเกินไป คือมีปริมาณมากกว่าช่องว่างในร่างแหของโครงสร้างของแก้วแล้ว โครงสร้างของแก้วจะสลายกลายเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างเป็นผลึก ออกไซด์พวกนี้ได้แก่ Na_2O, K_2O, CaO, MgO และ PbO เป็นต้น นอกจากนี้ออกไซด์พวกนี้ยิ่งมีมากจะทำให้แก้วมีความหนืดและความต้านทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมีน้อยลง

1.3 ออกไซด์ที่มีสมบัติอยู่ระหว่างออกไซด์ 2 พวกที่กล่าวมา ออกไซด์พวกนี้ไม่สามารถสร้างโครงสร้างของแก้วได้เอง แต่สามารถแทรกเข้าไปในโครงสร้างแก้วได้โดยการแทนที่พวก Si^{+4} และ B^{+3} และในบางกรณีจะสร้างโครงสร้างของแก้วเองต่อเมื่อมีออกไซด์ที่เป็นตัวปรับปรุงสมบัติของแก้วที่แน่นอน เช่น ในระบบ MgO-CaO-Al_2O_3 หรือ K_2O-CaO-Al_2O_3 ออกไซด์พวกนี้ ได้แก่ Al_2O_3, Zno, ZrO_2 และ CdO เป็นต้น

ความแข็งแรงของพันธะที่เกิดขึ้นในโครงสร้างของแก้วเนื่องจากออกไซด์ทั้งสามชนิดนี้ความแข็งแรงเรียงจากมากน้อยดังนี้ 1, 2 และ 3

3.2 การทำให้แก้วหรือเคลือบมีจุดหลอมต่ำลง

มีหลายกรณีที่เราต้องการให้เคลือบมีจุดสุกตัวที่อุณหภูมิต่ำ การทำให้แก้วมีจุดหลอมตัวต่ำเราสามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

2.1 แทนที่ SiO_4 ด้วย BO_3 แต่ไม่ควรเกิน 12%

2.2 เพิ่มอัตราส่วนของออกซิเจน

อัตราส่วนของออกซิเจน = โมลออกซิเจน/โมลซิลิคอน ตัวอย่างเช่น อัตราส่วนของออกซิเจนของ $2Na_2O.SiO_2$ = 4

2.3 แทนที่ Si^{+4} ด้วยอนุมูลบวกที่มีขนาดใหญ่กว่า เช่น Ti^{+4} หรือแทนที่ Si^{+4} ด้วยอนุมูลที่มีเวเลนซีน้อยกว่า เช่น Al^{+3}

2.4 ใช้อนุมูลบวกที่มีความไวต่อการทำปฏิกิริยามากกว่า เช่น Li^{+} แทน Na^{+} หรือใช้อนุมูลบวกหลายๆ ตัว

2.5 แทนที่อนุมูล O^{--} หรือ O^{-2} ด้วยอนุมูลลบหนึ่ง เช่น SiO_2 แทนด้วย BeF_2 เราต้องระลึกเสมอว่า การทำให้เคลือบมีจุดสุกตัวต่ำจะต้องสูญเสียสมบัติบางอย่างไป เช่น ทำให้เสถียรภาพของเคลือบหรือความคงทนด้อยไป สัมประสิทธิ์การขยายตัวสูงขึ้น ดังนั้นการทำเคลือบที่อุณหภูมิต่ำจะต้องพิจารณาให้รอบคอบ

1.2 เคลือบชนิดพิเศษ

มีเคลือบอีกหลายชนิดที่มีสมบัติพิเศษ เช่น

1. เคลือบผลึก (crystalline glazes) เคลือบชนิดนี้จะพัฒนาผลึกขนาดใหญ่ขึ้นระหว่างการเผาหรือระหว่างการปล่อยให้เย็นตัว ผลึกที่จะพัฒนาให้ใหญ่ได้จะเป็นพวกรูปเข็มหรือแผ่น คือผลึกต้องมีโครงสร้างแบบ monoclinic หรือ hexagonal นั่นเอง ส่วนผลึกรูปลูกบาศก์ขนาดของมันไม่สามารถพัฒนาให้ใหญ่ได้เพราะความหนาของเคลือบมันบังคับอยู่ นักเซรามิกส์พบว่าการเกิดผลึกมี 2 ขั้นตอน ขั้นแรกจะเกิดนิวเคลียสขึ้นมาก่อน นั่นคือ เกิดการจัดตัวของอะตอมให้เกิดผลึกเล็กๆ ขึ้นมา ขั้นสองเกิดการเจริญของนิวเคลียส โดยการผนึกอะตอมต่างๆ หรือกลุ่มอะตอมเข้ากับนิวเคลียสอย่างเป็นระเบียบ นอกจากนี้เขายังพบว่าการเจริญของผลึกยังแบ่งออกเป็น 2 แบบ แบบหนึ่งคือ การเกิดนิวเคลียสและการเจริญของนิวเคลียสขึ้นที่อุณหภูมิเดียวกัน แบบนี้เรียก spontaneous crystallization อีกแบบหนึ่ง คือ การเกิดนิวเคลียสขึ้นที่อุณหภูมิหนึ่ง และการเจริญของนิวเคลียสจะเกิดขึ้นที่อุณหภูมิหนึ่ง

ผลึกของ willemite ($2\ ZnO.SiO_2$) สามารถเกิดได้ในเคลือบ ซึ่งมีสูตรดังนี้

0.235 K_2O		1.700 SiO_2
0.051 Na_2O	0.162 Al_2O_3	0.202 TiO_2
0.088 CaO		
0.051 BaO		
0.575 ZnO		

และส่วนหนึ่งของสูตรเคลือบนี้ได้มาจากฟริตซึ่งมีสูตร

0.256 K_2O

0.057 Na_2O 1.510 SiO_2

0.057 BaO 0.221 TiO_2

0.630 ZnO

การเกิดนิวเคลียสจะเกิดระหว่างอุณหภูมิ 600 – 900 ^{O}C และการเจริญของนิวเคลียสจะเกิดระหว่าง 900 – 1,250 ^{O}C ฉะนั้นผลึกชนิดนี้เราสามารถควบคุมการตกผลึกได้ โดยเมื่อเผาเคลือบถึง 850 ^{O}C แล้วควบคุมอุณหภูมิไว้ ณ ที่นี้ระยะเวลาหนึ่ง เพื่อให้เกิดนิวเคลียสปริมาณหนึ่งตามต้องการแล้วจึงเผาเรื่อยไปจนอุณหภูมิถึง 1,150 ^{O}C และควบคุมอุณหภูมิไว้ ณ ที่จุดนี้จนกว่าผลึกจะโตตามขนาดที่ต้องการ

2. เคลือบที่แตกระแหงเป็นร่างแห (crackle glazes) เคลือบชนิดนี้แรกๆ พบบนผลิตภัณฑ์จากประเทศจีน มีผลิตภัณฑ์ชนิดสโตนแวร์และปอร์ซเลน แรกๆ เคลือบชนิดนี้เกิดขึ้นเพราะบังเอิญต่อมามีการควบคุมเพื่อประโยชน์ทางศิลปะเคลือบชนิดนี้มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวสูงและเกิดการรานตัวเมื่อปล่อยให้เย็น ขนาดของร่างแหควบคุมได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์การขยายตัวของเคลือบรอยแตกมักจะบรรจุด้วยโคบอลต์ออกไซด์หรือสีเซรามิกส์ เพื่อให้รอยแตกเห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3. เคลือบที่มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำ เนื้อผลิตภัณฑ์ cordeirite สัมประสิทธิ์การขยายตัว 2.2 ถึง 2.7 × 10^{-60}C ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีเนื้อเป็น $ZrSiO_4$ มีสัมประสิทธิ์การขยายตัว 4 ถึง 6 × 10^{-60}C ลิเซียม ซิลิเกตบางตัวแทบไม่มีการขยายตัวเลย ปกติเคลือบทั่วไปจะมีสัมประสิทธิ์ การขยายตัว 6 ถึง 9 × 10^{-60}C ดังนั้นการเคลือบผลิตภัณฑ์ที่มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำจึงมักเกิดปัญหาโดยเฉพาะการเคลือบที่อุณหภูมิต่ำ เคลือบที่ใช้กับผลิตภัณฑ์เซอร์กอน (ZrO_2. SiO_2) มีจุดสุกตัว cone 11 ถึง cone 14 (1,285 ถึง 1,400 ^{O}C) มีสูตรทั่วไป คือ

1.00 RO 0.6 – 0.7 Al_2O_3 9 – 11 SiO_2

สำหรับเคลือบที่อุณหภูมิต่ำอาจใช้เคลือบตะกั่วซึ่งมีสูตรดังนี้

1.00 PbO 0.25 Al_2O_3 1.92 SiO_2

4. เคลือบที่มีสมบัติกึ่งตัวนำไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์ฉนวนไฟฟ้าบางชนิดต้องใช้เคลือบที่มีสมบัติเป็นกึ่งตัวนำไฟฟ้าเพื่อขจัดประจุไฟฟ้า สมบัตินี้ทำได้โดยการใช้เคลือบที่มีเปอร์เซ็นต์ Fe_2O_3 สูง และเผาเคลือบที่บรรยากาศปกติ หรือใช้เคลือบที่มีสไปเนล (Zn Cr_2O_4) หรือเคลือบที่มี activated SnO_2 30%

5. เคลือบเกลือหรือเคลือบไอ (vapor glazes) หมายถึง เคลือบที่ได้จากไอของเกลือบางชนิดไปทำปฏิกิริยากับผิวของผลิตภัณฑ์แล้วเกิดเป็นเคลือบขึ้น เคลือบชนิดนี้มักใช้กับพวกท่อระบายดินเผาต่างๆ

ผิวเคลือบ

เคลือบส่วนใหญ่มักมีผิวเป็นมันสะท้อนแสงได้ดี แต่บางกรณีเราต้องการผิวเคลือบด้านมีลักษณะคล้ายเปลือกไข่ ผิวเคลือบเราอาจแบ่งได้ 2 อย่าง

1. เคลือบผิวมัน (gloss) ถ้าเราพิจารณาผิวเคลือบอย่างคร่าวๆ เคลือบส่วนใหญ่จะมีผิวเรียบและเป็นมันดี แต่ถ้าเราพิจารณาอย่างถี่ถ้วน และมีแสงสว่างเพียงพอ เราจะพบว่าผิวเคลือบที่เรียบอย่างสมบูรณ์แทบไม่มี มักจะพบจุดเล็กๆ กระจายอยู่บนผิวเคลือบการขจัดจุดหรือหลุมเล็กๆ เหล่านี้ยากมาก โดยเฉพาะถ้าใช้วิธีการเผาเร็ว

2. เคลือบผิวด้าน (mat) และกึ่งด้าน (semimat) เคลือบชนิดนี้มีผลึกเล็กๆ เกิดขึ้นที่ผิวเคลือบซึ่งมีผลต่อการสะท้อนแสง ผลึกที่เกิดบนผิวเคลือบมีหลายชนิด เช่น tridymite หรือ cristobalite ซึ่งมักจะพบในเคลือบที่มีเปอร์เซ็นต์ซิลิกาสูง แต่การเผาเคลือบต้องการเย็นตัวลงช้าๆ ปัจจุบันไม่ค่อยนิยมใช้ เคลือบที่มีเปอร์เซ็นต์อะลูมินาสูงจะให้ผลึกของ anorthite หรือ wallastonite นอกจากนี้การเติม ZnO และ TiO_2 ลง

ในเคลือบ ก็อาจทำให้เกิดเคลือบด้านได้ เคลือบด้านไหลตัวไม่ดีเท่าเคลือบเป็นมัน ฉะนั้นการชุบเคลือบต้องชุบเคลือบให้เรียบร้อยและสมบูรณ์

เคลือบทึบแสง

หมายถึง เคลือบที่มีสมบัติยอมให้แสงส่องผ่านเคลือบได้น้อยหรือไม่ได้เลย ซึ่งจะเป็นผลช่วยให้ปิดบังเนื้อผลิตภัณฑ์ไม่ให้มองเห็น เคลือบทึบแสงไม่จำเป็นเสมอที่จะต้องมีสีขาว ทฤษฎีพื้นฐานของเคลือบทึบแสงที่จะต้องพิจารณาก็คือ ความทึบแสงของเคลือบเกิดขึ้น เนื่องจากการสะท้อนแสง และการหักเหของแสงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในเนื้อและบนอนุภาคที่กระจายตัวอยู่ในเนื้อเคลือบ ชั้นของเคลือบจะมีอนุภาคเล็กๆ ซึ่งดัชนีหักเหของแสงต่างจากดัชนีหักเหของเคลือบปะปนอยู่

ความทึบแสงของเคลือบจะมากหรือน้อยขึ้นกับองค์ประกอบหลายประการดังนี้

1. ความแตกต่างของดัชนีหักเหของแสงระหว่างเนื้อเคลือบใสกับอนุภาคซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดทึบแสง
2. ขนาดของอนุภาคในเคลือบ โดยปกติอนุภาคขนาดเล็กกว่าจะทำให้เกิดการทึบแสงได้ดีกว่า แต่ขนาดของอนุภาคที่มีประสิทธิภาพในการช่วยให้เกิดการทึบแสงก็ยังขึ้นกับความยาวคลื่นแสงด้วย
3. ความสามารถทึบแสงของเคลือบ จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนครั้งของการสะท้อนของแสงภายในเคลือบ
4. ความทึบแสงของเคลือบจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารประกอบที่เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงเพิ่มขึ้น
5. ตรงบริเวณรอบๆ อนุภาคซึ่งเชื่อมต่อกับเนื้อเคลือบก็มีอิทธิพลต่อการปรับปรุงสมบัติการทึบแสงของเคลือบ ถ้าตรงรอยต่อต่างกันอย่างเด่นชัด อนุภาคนั้นจะยิ่งทำให้เคลือบมีความทึบแสงมากยิ่งขึ้น แต่ถ้าตรงรอยต่อเกิดการละลายหรือเกิดการแพร่ขึ้น จะทำให้บริเวณรอยต่อไม่เด่นชัด ซึ่งจะทำให้สมบัติการทึบแสงของเคลือบน้อยลง ดังนั้นถ้าอนุภาคที่ทำหน้าที่เป็นตัวทำให้เกิดการทึบแสงถูกทำลายได้ง่ายมากเพียงใด หรือเคลือบมีฤทธิ์กัดกร่อนได้มากเพียงใด สมบัติการทึบแสงของเคลือบก็จะน้อยลงมากเท่านั้น ตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสง เป็นสารประกอบที่ไม่ละลายในเคลือบ มักจะใส่ลงผสมในขณะที่บดเตรียมน้ำเคลือบสำหรับชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ ตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงพวกนี้ได้แก่ $ZrSio_4$, SnO_2, ZrO_2 เป็นต้น อีกพวกหนึ่งอาจเป็นพวกที่ตกผลึกออกมาจากเคลือบทีหลัง หรือเป็นพวกอนุภาคขนาดเล็กมากๆ จับกลุ่มกันเกิดกลุ่มขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งได้แก่ สารประกอบของฟลูออรีน เช่น AlF_3, BaF_2, CaF_2 ตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงจะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ถ้าเราสามารถทำให้มันแยกตัวออกมาจากเคลือบในขณะที่เราทำการหลอมเคลือบฟริต ปกติออกไซด์มีฤทธิ์เป็นด่าง จะทำตัวเป็นลดจุดหลอมตัว ผลที่ได้เกิดจากปฏิกิริยากับซิลิกา จะได้สารประกอบที่มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิสูง และจะเป็นองค์ประกอบพื้นฐานของการทำให้เกิดเคลือบ พวกออกไซด์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดรวมทั้งผลิตผลและเกลือของมัน มีแนวโน้มที่จะละลายในการหลอมแก้วน้อยมาก ดังนั้นออกไซด์พวกนี้จึงมีโอกาสเป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสง นอกจากออกไซด์ที่มีฤทธิ์เป็นกรดแล้ว ยังมีสารประกอบพวกฟลูออไรด์และฟอสเฟตที่ไม่ละลายในเคลือบ ในเคลือบที่มีผิวเป็นมันสุกใสอะลูมินาละลายได้ดีและกลายเป็นองค์ประกอบของเคลือบ แต่ในเคลือบที่มีอะลูมินามากเกินพอก็สามารถทำให้เกิดเคลือบทึบแสงได้ และยังทำให้ความเป็นมันวาวลดน้อยลงมุลไลต์ก็เช่นกันเป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงได้ การเกิดมุลไลต์ในเคลือบก็เนื่องจากการใช้ดินผสมในเคลือบมากเกินไป ตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงที่เก่าแก่ที่สุดและให้ผลดีที่สุดคือออกไซด์ของดีบุก ปัจจุบันพบว่า สารประกอบของเซอร์โคเนียม ฟอสเฟตบางอย่าง อาร์เซนิกไตรออกไซด์ แอนติโมนีออกไซด์ และสปิเนลบางชนิด ก็สามารถใช้เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงได้ สารประกอบบางชนิดจะทำ

ให้เกิดการเคลือบทึบแสงได้ภายใต้สภาวะพิเศษและจำกัดมาก สารประกอบพวกนี้ได้แก่ ซิงค์ออกไซด์ อะลูมินา แมกนิเซีย แคลเซีย ไทเทเนีย (MgO, CaO, TiO_2) เป็นต้น ประสิทธิภาพของตัวที่ทำให้เกิดเคลือบทึบขึ้นกับส่วนประกอบทางเคมี ภาวการณ์เผาและวิธีการเตรียมเคลือบ บางกรณีพวกผลึกเล็กๆ ผลึกและเม็ดสีที่ไม่ละลายในเคลือบก็สามารถทำให้เคลือบทึบแสงได้

เก้ากระดูกและฟอสเฟต

บางชนิดสามารถทำให้เกิดเคลือบทึบแสงได้ ตั้งแต่ cone 11 ลงมาและอาจสูงกว่าในบางกรณี แต่การใช้สารประกอบพวกนี้มักมีข้อเสียเกิดขึ้น เนื่องจากการสลายตัวของสารประกอบนั่นเอง และมักจะมีผลทำให้เกิดการเคลือบเป็นหย่อมๆ และเคลือบเป็นเม็ดๆ ใช้สารประกอบฟอสเฟตเป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงในเคลือบที่มีบอริกออกไซด์แต่ไม่มีตะกั่ว เคลือบผลิตภัณฑ์ชนิดเครื่องสุขภัณฑ์จะทำให้ผลดีในหลายกรณีเทียบเท่ากับการใช้ดีบุกออกไซต์ เช่น กรณีของสี ความละเอียด ความสุกใส และความสามารถทึบแสง โดยธรรมชาติผลต่างๆ ที่เกิดขึ้นขึ้นอยู่กับส่วนประกอบต่างๆ ในเคลือบ และอุณหภูมิที่เผา

การใช้ออกไซด์ของสารหนู (As) เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสง เป็นสิ่งไม่สมควรอย่างยิ่ง เพราะว่าสารหนูเป็นสารที่มีพิษ เหมาะที่จะใช้กับเคลือบอุณหภูมิต่ำ เช่น ใช้ในการทำพวกโลหะเคลือบ พวกเครื่องประดับและผลิตภัณฑ์ศิลปะอื่นๆ

แอนติโมนีออกไซด์ อาจใช้เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงได้ที่อุณหภูมิสูงกว่าออกไซด์ของสารหนู และยังให้สีเหลืองในเคลือบที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ เนื่องจากแอนติโมนีออกไซด์จะตกผลึกออกมาจากเคลือบในรูปตะกั่วแอนติโมเนตซึ่งมีผลึกสีเหลือง

ซีเรียมออกไซด์ อาจพัฒนาให้เกิดความทึบแสงในเคลือบได้ที่อุณหภูมิภายใต้สภาวะที่เหมาะสมทั้งส่วนประกอบของเคลือบและการเผาเคลือบ ซึ่งทำให้เกิดสีได้ นอกจากนี้ยังอาจเป็นเหตุทำให้เกิดฟองก๊าซขนาดเล็ก เนื่องจากการแตกตัวของสารประกอบ

$$2CeO_2 \longrightarrow Ce_2O_3 + O_2$$

ซิลิกา เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงเฉพาะเมื่อปริมาณที่ไม่ละลายในเคลือบมากเกินพอหรือในรูปที่ตกผลึกออกมาจากเคลือบที่มีซิลิกาค่อนข้างสูง ออกไซด์ของโมบิลดีนัมละลายได้น้อยในเคลือบ สามารถทำให้เกิดความทึบแสงได้ในเคลือบและโลหะเคลือบที่มีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งมีแนวโน้มจะทำให้เกิดสีน้ำเงิน โดยทั่วไปไม่น่าใช้เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสง

ไทเทเนียมออกไซด์ อาจเป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงที่อุณหภูมิต่ำ ถ้ามีภาวะอื่นๆ ที่เหมาะสม แต่ไทเทเนียมออกไซด์ที่ขายกันในท้องตลาดมักมีส่วนประกอบที่เมื่อเผาแล้วให้ผลไม่เป็นที่น่าพอใจ คือมักจะทำให้เคลือบมีสีเหลืองหรือครีม

ซิงค์ออกไซด์ อะลูมินา และสปิเนลบางตัว เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงได้ สำหรับเคลือบที่มีส่วนประกอบที่เหมาะสมและเผาเคลือบที่อุณหภูมิ cone 4 ถึง 10 หรืออาจจะสูงกว่า เฉพาะซิงค์ออกไซด์อาจใช้ได้ที่อุณหภูมิ 1000°C ถ้าในส่วนประกอบของเคลือบนั้นมีเปอร์เซ็นต์อะลูมินาสูงพอดีบุกออกไซด์ เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงที่มีประโยชน์และมีลักษณะที่แน่นอน เคลือบทึบแสงที่ได้จะมีสีขาวเป็นมันวาว มีการละลายในเคลือบน้อยแต่ก็ขึ้นกับส่วนประกอบของเคลือบ ในเคลือบผลิตภัณฑ์ถ้วยชามสีขาวคือเคลือบพวกบอโรซิลิเกตที่มีตะกั่วเป็นส่วนประกอบ จะสามารถละลายดีบุกออกไซด์ได้ประมาณ 10% ในเคลือบฟริตที่มีตะกั่วดีบุกออกไซด์จะละลายได้มากขึ้น ดังนั้นการใช้ดีบุกออกไซด์เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงไม่ควรหลอมปนลง

ไปในเคลือบ ฟริต ควรใส่เป็นส่วนผสมแยกต่างหาก ประมาณ 4-10% ปัจจุบันสารประกอบเซอร์โคเนียมถูกนำมาใช้เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงอย่างแพร่หลายในเคลือบบอโรซิลิเกตมีตะกั่วเป็นส่วนประกอบซึ่งใช้สำหรับเคลือบถ้วยชามที่มีสีขาว การใช้เซอร์โคเนียมออกไซด์ผสมซิงค์ออกไซด์เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงจะช่วยทำให้เคลือบทึบแสงดียิ่งขึ้น และยังช่วยให้เคลือบเป็นมันวาวยิ่งขึ้นอีกด้วย ปริมาณการใช้ในเคลือบทั่วไปก็ใช้เพียง 5% สารประกอบเซอร์โคเนียมที่ใช้แพร่หลายได้แก่ เซอร์โคเนียมซิลิเกต (เซอร์คอน $ZrO_2.SiO_2$) ในเคลือบที่เคลือบผลิตภัณฑ์เรียบร้อยแล้ว ผลึกของสารประกอบเซอร์โคเนียมที่เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงก็คือ $ZrO_2.SiO_2$ แม้ว่าเราจะใช้ ZrO_2 เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสง ในระหว่างการเผาเคลือบ ZrO_2 จะเกิดปฏิกิริยารวมกับ SiO_2 กลายเป็น $ZrO_2.SiO_2$ และนี่ก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เนื้อเคลือบด้อยคุณภาพไปเพราะว่า ZrO_2 ไปดึง SiO_2 ออกจากเนื้อเคลือบ ฉะนั้นเมื่อเราใช้ ZrO_2 เป็นตัวทำให้เคลือบทึบแสงกี่โมล เราจะต้องเพิ่ม SiO_2 ลงไปด้วยจำนวนโมลที่เท่ากัน

ถึงแม้ว่า $ZrO_2.SiO_2$ จะเป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสง แต่การใช้ $ZrO_2.SiO_2$ ใส่โดยตรงในเคลือบจะไม่เกิดเคลือบทึบแสงที่ดีเสมอไป การใช้สารประกอบซิลิเกตสองชนิดร่วมกันในการเตรียมน้ำเคลือบ จะทำให้ได้น้ำเคลือบที่มีสมบัติที่ดีกว่าการใช้ $ZrO_2.SiO_2$ หรือ ZrO_2 แต่เพียงอย่างเดียวน้ำเคลือบที่ได้จะไหลตัวดี เวลาชุบเคลือบแล้วจะได้ผิวเคลือบดินที่เรียบสม่ำเสมอ และจะไม่มีการแยกชั้นระหว่างตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงกับส่วนผสมอื่นๆ

สารประกอบเซอร์โคเนียมที่ใช้เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสง ได้แก่

เซอร์คอน	$ZrO_2.SiO_2$
เซอร์โคเนีย	ZrO_2
แบเรียมเซอร์โคเนียมซิลิเกต	$Ba\ Zr\ SiO_5$
ซิงค์เซอร์โคเนียมซิลิเกต	$Zn\ Zr\ SiO_5$
แคลเซียมเซอร์โคเนียมซิลิเกต	$Ca\ Zr\ SiO_5$
แมกนีเซียมเซอร์โคเนียมซิลิเกต	$Mg\ Zr\ SiO_5$

การใช้ ZrO_2 เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงใช้ประมาณ 3 -5 % ZrO_2 บางส่วนที่ละลายอยู่ในเคลือบ จะช่วยทำให้เคลือบมีความคงทนต่อสารเคมีและมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น ส่วน $ZrO_2.SiO_2$ ใช้ระหว่าง 6 – 18% $ZrO_2.SiO_2$ ยังช่วยทำให้เคลือบมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวลดลง และถ้าใช้มากถึง 10% จะทำให้เคลือบมีความทนทานต่อการขูดขีดมากขึ้น สารประกอบไทเทเนียม (Ti) เช่น TiO_2 ทำให้เกิดเคลือบทึบแสงได้และยังทำให้เคลือบมีสีเหลือง นักเซรามิกส์หลายท่านได้สรุปว่า การที่ TiO_2 เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสง และทำให้เกิดสีเหลืองขึ้นนั้น เป็นเพราะว่าเกิดการเติบโตของผลึก TiO_2 เคลือบที่มีการไหลตัวดีผลึกของ TiO_2 จะเติบโตได้ดี และจะเป็นผลทำให้เกิดสีเหลืองตามมา การป้องกันปรากฏการณ์เช่นนี้ทำได้โดยไม่ใช้สารประกอบที่เป็นตัวลดจุดหลอมตัวมากกว่า 18% ให้ใช้สารประกอบที่เป็นตัวลดจุดหลอมตัวประมาณ 8 โมล-เปอร์เซ็นต์ ก็เพียงพอต่อการทำให้ได้เคลือบที่มีความมันวาวสุกใสดี และมีความหนืดน้อยพอที่จะยอมให้ TiO_2 ตกผลึกออกจากเคลือบ มีองค์ประกอบหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อสีและความทึบแสงของเคลือบ ขนาดของผลึก ปริมาณ TiO_2 ที่ใช้ การใช้ TiO_2 ระหว่าง 3 -5 โมล-เปอร์เซ็นต์ ก็สามารถทำให้เกิดเคลือบทึบแสงได้ แต่ถ้าต้องการผลึกที่มีขนาดระหว่าง 0.2-0.4 ไมครอน และมีปริมาณสูงขึ้นควรใช้ TiO_2 7-9 โมล-เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะมีผลทำให้เคลือบทึบแสงดียิ่งขึ้น การเผาเคลือบที่อุณหภูมิสูงมีแนวโน้มจะทำให้ได้ผลึก TiO_2 ใหญ่ขึ้น ทำ

ให้เคลือบมีสีเหลืองและเคลือบทึบแสงน้อยลง ความบริสุทธิ์ของวัตถุดิบที่ใช้มีส่วนสำคัญ แม้ว่าจะมีเหล็กหรือโครเมียมหรือธาตุแทรนซิชันอื่นๆ เพียงเล็กน้อย ก็สามารถทำให้เคลือบทึบแสง เกิดสีเหลืองได้ สารประกอบ Ti อื่นๆ นอกจาก TiO_2 ก็สามารถทำให้เกิดเคลือบทึบแสงได้ดีเช่นกัน สารประกอบพวกนี้อาจมีข้อได้เปรียบกว่า TiO_2 คือ เป็นเคลือบที่มีความคงทนทั้งสมบัติทางด้านสีและความทึบแสง การควบคุมสามารถทำได้ดีกว่าและราคาก็ถูกกว่า สูตรเคลือบที่ผ่านการวิจัยแล้วว่าใช้ได้ดีเคลือบมีสีขาว มีจุดสุกตัวระหว่าง 1,050 °C และ 1,150 °C คือ

0.409 Na_2O		
0.288 K_2O	0.465 Al_2O_3	2.63 SiO_2
0.303 CaO		

สมบัติของผลึกไทเนียม ไทเทเนียมออกไซด์มี 4 รูปด้วยกัน คือ TiO, Ti_2O_3, TiO_2 และ TiO_3 ออกไซด์แต่ละตัวมีปริมาณออกซิเจนได้ต่างๆ กันไป เช่น TiO_2 อาจจะสูญเสียออกซิเจนไปบางส่วน เหลือ $TiO_{(2-x)}$ เมื่อ × มีค่าเล็กน้อย สีของออกไซด์จะเข้มขึ้นเมื่อออกซิเจนลดลง

ขนาดของผลึกที่แยกตัวออกมาจากเคลือบ ขึ้นกับปริมาณอณูของผลึกที่เกิด ความเข้มข้นของ TiO_2 เวลาและอุณหภูมิที่เผาเคลือบ ตัวที่มีอิทธิพลเหล่านี้มีค่าแตกต่างไปขึ้นกับส่วนผสมพื้นฐานของเคลือบ รูปร่างโครงสร้าง ขนาด และรูปร่างทั่วไปของผลึกเป็นตัวควบคุมสี และความสามารถในการทึบแสง TiO_2 ที่มีโครงสร้างแบบรูไทล์ (rutile) มีดัชนีหักเหแสงสูงกว่า TiO_2 ซึ่งมีโครงสร้างแบบ อะนาเทส (anatase) อะนาเทสดูดกลืนสีม่วงมากกว่าสีแดง ดังนั้นการใช้อะนาเทสเป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสง ทำให้เคลือบมีสีขาวฟ้า และเคลือบที่ใช้รูไทล์จะมีสีขาวเหลือง

3.3 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเคลือบ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตส่วนผสมของเคลือบนั้นสามารถแบ่งกลุ่มตามสมบัติทางเคมีได้ 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มแรก เป็นกลุ่มวัตถุดิบที่มีสมบัติทางเคมีเป็นด่างๆ ทำหน้าที่เป็นตัวลดจุดหลอมตัว สัญลักษณ์ทั่วไปคือ RO และ R_2O วัตถุดิบพวกนี้ ได้แก่ พวกออกไซด์ของอัลคะไล และอัลคะไลเอิร์ท นอกจากนี้ก็ยังมีซิงค์ออกไซด์ ตะกั่วออกไซด์ และพวกออกไซด์ที่ทำให้เกิดสีอื่นๆ

กลุ่มสอง เป็นกลุ่มวัตถุดิบที่มีสมบัติทางเคมีเป็นกลาง สัญลักษณ์ทั่วไปคือ R_2O_3, Al_2O_3 เป็นวัตถุดิบที่เด่นในกลุ่มนี้ นอกจากนี้ก็ยังมี Fe_2O_3, Cr_2O_3, Mn_2O_3 เป็นต้น

กลุ่มสาม เป็นกลุ่มวัตถุดิบที่มีสมบัติทางเคมีเป็นกรด สัญลักษณ์ทั่วไป คือ RO_2 ตัวอย่างของวัตถุดิบในกลุ่มนี้ เช่น SiO_2, P_2O_5, ZrO_2, TiO_2, SnO_2 เป็นต้น

วัตถุดิบที่เป็นสารประกอบของอัลคะไล

วัตถุดิบพวกนี้ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบของ Na, K และ Li สารประกอบพวกนี้เกิดกระจัดกระจายทั่วไปในธรรมชาติ ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ หรือร่วมกับด่างตัวอื่นๆ เกิดเป็นสารประกอบซิลิเกตซับซ้อนที่ไม่ละลายน้ำ สารประกอบพวกคลอไรด์ คาร์บอเนตและไนเทรตที่เกิดในธรรมชาติหรือผลิตขึ้นในอุตสาหกรรมสามารถละลายได้ดี การจะนำสารประกอบพวกนี้มาใช้ในการผสมน้ำเคลือบต้องเปลี่ยนรูปให้เป็นฟริตเสียก่อน พวกอัลคะไลเป็นตัวลดจุดหลอมตัวที่รุนแรง ทำให้เคลือบเหลวมีการ

เคลื่อนตัวได้มากขึ้น และมีอิทธิพลอย่างมากต่อการทำให้เกิดการพัฒนาในเรื่องของสี พวกอัลคะไลช่วยทำให้ดัชนีหักเหของเคลือบเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มความสุกใสของเคลือบมากขึ้น ปริมาณของอัลคะไลในเคลือบที่มีขอบเขตจำกัดอันหนึ่งจะสามารถทำให้เคลือบไม่ละลายน้ำ และทนต่อการผุกร่อนเนื่องจากบรรยากาศ การที่อัลคะไลมีอิทธิพลต่อการขยายตัวเนื่องจากความร้อน จึงทำให้เคลือบเกิดการรานตัวน้อยลง

การนำวัตถุดิบที่เป็นสารประกอบของอัลคะไลแต่ละประเภทมาใช้ในการผลิตเคลือบนั้นมีดังนี้

1. การใช้อัลคะไลหลายๆ ตัวในเคลือบ

เป็นที่ทราบกันดีว่า สมบัติทั้งทางด้านฟิสิกส์และเคมีของเคลือบเปลี่ยนแปลงไปได้ ถ้าใช้อัลคะไลหลายๆ ตัวในอัตราส่วนที่ต่างๆ ไป อัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุดซึ่งนักเซรามิกส์หลายท่านได้ค้นคว้าวิจัยและได้เสนอผลไว้ดังนี้

= 0.33, = 0.33 และ = 0.30

ในเคลือบที่มีอัลคะไลผสมระหว่าง K_2O และ Na_2O สมบัติทางเคมีจะมีความคงทนดีกว่าเคลือบที่มี K_2O หรือ Na_2O แต่เพียงอย่างเดียว

1.1 สารประกอบของโซเดียม (Na)

โซเดียมเป็นตัวที่ทำให้เคลือบหรือสารประกอบซับซ้อน ซิลิเกตทั้งหลายมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวสูงกว่าอัลคะไลตัวอื่นๆ นอกจากนี้ยังทำให้ความทนทานต่อแรงดึงและความยืดหยุ่นลดลง ถึงแม้ว่าจะมีสมบัติทางเคมีหลายอย่างคล้ายคลึงกับโพแทสเซียม การใช้โดยการแทนที่กันก็ไม่เป็นสิ่งที่สมควรนอกจากจะแทนที่กันในปริมาณเล็กน้อย

โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) เกลือแกงเป็นเกลือที่เกิดขึ้นมากมายในธรรมชาติ โดยมากใช้ไอของมันในการเคลือบผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้าง เช่น ท่อระบายดินเผาเคลือบและอิฐก่อสร้าง เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้ NaCl ในปริมาณเล็กน้อยในการฟอกสีฟริต โดยไปทำให้ออกไซด์ของเหล็กบางชนิดระเหยกลายเป็นไอหนีออกไปจากเคลือบ เหล็กออกไซด์มักเป็นสิ่งสกปรกที่ติดมาในวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเคลือบโดยเฉพาะในดิน

โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) เกลือชนิดนี้ทางการค้าเรียนกโซดาแอช มีการผลิตในปริมาณมาก มีความบริสุทธิ์ค่อนข้างสูงและราคาถูก ใช้มากในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา

โซเดียมไนเทรต ($NaNO_3$) บางครั้งเรียกโซดาไนเตอ มีราคาแพง การใช้ในปริมาณมากๆ ต้องพิจารณาให้รอบคอบ เป็นตัวออกซิไดส์ที่รุนแรง บางครั้งใช้ในการผลิตฟริต

บอแร็กซ์ สารประกอบนี้เรียกตามส่วนประกอบทางเคมีว่า โซเดียมเททราบอเรต ($Na_2O\ 2B_2O_3\ 10H_2O$) ประกอบด้วย Na_2O 16.3%, B_2O_3 36.5% และน้ำผลึก 47.2% เพราะว่าน้ำผลึกของสารประกอบนี้เปลี่ยนแปลงไปตามภาวะที่เก็บ ควรระมัดระวังเก็บไว้ในที่ซึ่งน้ำผลึกมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ในกรณีที่ต้องการความแน่นอนในการใช้วัตถุดิบ จะต้องหาปริมาณของน้ำผลึกอย่างละเอียดอีกครั้งหนึ่ง น้ำผลึกอาจถูกขจัดออกไปหมดที่อุณหภูมิ 735 $^{\circ}C$ สารประกอบที่เหลือเรียกบอแร็กซ์หลอม ข้อได้เปรียบในการใช้บอแร็กซ์หลอมแทนบอแร็กซ์ก็คือ จะไม่เกิดปัญหาในเรื่องการฟูหรือการบวม ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเมื่อใช้บอแร็กซ์แล้วเกิดการฟูคือ การหลอมฟริต เพราะฉะนั้นการใช้บอแร็กซ์หลอมแทนบอแร็กซ์ นอกจากจะลดเนื้อที่สำหรับใช้เป็นที่เก็บแล้ว ยังสามารถลดขนาดของเบ้าหลอมที่ใช้ในการหลอมฟริตอีกด้วย บอแร็กซ์เป็นทั้งตัวลดจุดหลอม

ตัวและเป็นตัวทำละลายวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมในการผลิตเคลือบที่รุนแรง มีปฏิกิริยาเฉพาะกับออกไซด์ที่ทำให้เกิดสี ใช้ในการผลิตสีและเงาที่แน่นอน บอแร็กซ์ช่วยให้เกิดการเคลื่อนตัวที่ดีและช่วยลดความตึงผิว ซึ่งจะช่วยแก้ไขข้อเสียซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการขูดขีด แตก รูเล็กๆ ในเคลือบก่อนที่เคลือบจะสุกตัว การทำให้เคลือบมีสมบัติในการเคลื่อนตัวได้ดี โดยเฉพาะในการเคลือบที่มีความหนืดสูง เคลือบที่มีจุดสุกตัวสูง โดยเฉพาะพวกเคลือบปอร์ซเลนสามารถกระทำได้โดยการเติมบอแร็กซ์ลงไปเล็กน้อยไม่เกิน 10% การเติมบอแรกซ์มากเกินไปจะทำให้เกิดรูเข็มและพุพองบนผิวเคลือบ

เศษแก้วละเอียด วัตถุดิบชนิดนี้เป็นผลผลิตที่ได้จากการนำเอาพวกขวด กระจกต่างๆ มาบดให้ได้ความละเอียดที่เหมาะสม ส่วนประกอบทางเคมีโดยประมาณคือ 0.5 Na_2O 0.5 $CaO.SiO_2$ (ปัจจุบันการผลิตแก้วโดยใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ และส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตแก้วจะเปลี่ยนแปลงตามสมบัติทางฟิสิกส์ ซึ่งกำหนดให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์แก้วแต่ละชนิดและขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิตอีกด้วย) เศษแก้วละเอียดเป็นวัตถุดิบที่มีประโยชน์และราคาถูก เป็นฟริตที่ละลายน้ำได้บ้าง ซึ่งจะเป็นเหตุทำให้เกิดความยุ่งยากเวลาบดและเวลาเก็บไว้ในถังเก็บ คือถ้าปล่อยทิ้งไว้โดยไม่มีการกวนสักสองสามชั่วโมงจะเกิดการจมตัวลงเป็นตะกอนซีเมนต์ซึ่งมีความหนาแน่นสูง แต่ปัญหานี้ก็สามารถแก้ไขได้ด้วยการปรับความเป็นด่างให้เหมาะสมโดยการเติมกรด เช่น กรดอะซิติก เป็นต้น

โซดาเฟลด์สปาร์ ($Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$) แร่ฟันม้าชนิดมีเปอร์เซ็นต์โซเดียมสูงกว่าอัลคะไลตัวอื่นชื่อทางสินแร่เรียกแอลไบต์ แร่ชนิดนี้ไม่เคบพบก้อนแร่บริสุทธิ์เลย นอกจากต้องเลือกอย่างพิถีพิถันมาก แร่นี้จะเกิดร่วมกับแร่ฟันม้าชนิดอื่นๆ ในปริมาณมากบ้างน้อยบ้าง นอกจากนี้ก็มักมีควอตซ์ เฟอร์ริกออกไซด์ แคลเซียมและแมกนีเซียมออกไซด์เกิดร่วมกันอยู่เล็กน้อย ส่วนประกอบทางเคมีของแอลไบต์คือ SiO_2 68.7%, Al_2O_3 19.5% Na_2O 11.8%

แร่ฟันม้า เป็นทั้งตัวลดจุดหลอมตัวและเป็นวัตถุทนไฟ ทั้งนี้ขึ้นกับวัตถุดิบอื่นๆ ซึ่งเป็นส่วนผสมของเคลือบดินและจุดสุกตัวของเคลือบ มันจะมีผลต่อความเหมาะสมของน้ำเคลือบอย่างมาก เพราะว่ามันจะละลายน้ำได้บ้างถ้าถูกบดละเอียดมากและกินเวลานาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำเคลือบที่ถูกเก็บไว้นานหลายชั่วโมง ในการหลอมและการสุกตัวของเคลือบดิบ อัลคะไล อะลูมินา และซิลิกามีบทบาทในการเกิดสมบัติทางเคมีและกลศาสตร์

ไครโดไลต์ (Na_3AlF_6) เป็นแร่วัตถุดิบที่เกิดตามธรรมชาติเป็นส่วนน้อย ส่วนใหญ่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ในการผลิตโลหะเคลือบ แร่นี้มีสมบัติคือเป็นทั้งตัวลดจุดหลอมตัวและเป็นตัวนำให้เกิดเคลือบทึบแสงที่รุนแรง

1.2 สารประกอบของโพแทสเซียม (K)

สารประกอบของโพแทสเซียมที่มีความสำคัญในงานด้านเซรามิกส์ มีรูปแบบทางเคมีและสมบัติคล้ายคลึงกับสารประกอบของโซเดียม แต่ผลที่เกิดขึ้นระหว่างทำการหลอม และผลที่มีต่อสมบัติทางเคมีและกลศาสตร์ของเคลือบ แสดงให้เห็นความแตกต่างกันค่อนข้างเด่นชัด ดังนั้นการใช้สารประกอบของตัวหนึ่งไปแทนอีกตัวหนึ่งในปริมาณมากๆ หรือแทนกันหมดเป็นสิ่งที่ไม่ควรกระทำ โดยเฉพาะการผลิตเคลือบสี การใช้โพแทสเซียมแทนโซเดียมในปริมาณค่อนข้างมากจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น แต่จะได้เคลือบที่มีความสุกใสมากกว่า สมบัติการเคลื่อนตัวของเคลือบน้อยลง เคลือบแข็งมากขึ้นละลายน้ำได้น้อยลง และสัมประสิทธิ์การขยายตัวของเคลือบลดลง

โพแทสเซียมคาร์บอเนต (K_2CO_3) นักเซรามิกส์เรียก เพิลแอช มีสมบัติหลอมเหลวได้ง่าย ละลายน้ำ มักมีโพแทสเซียมคลอไรด์และซัลเฟตปะปนอยู่เล็กน้อย

โพแทสเซียมไนเทรต (KNO_3) นักเซรามิกส์เรียก ซอลท์ปีเตอร์หรือซอลท์ไนเตอร์ใช้เป็นตัว ออกซิไดส์ซึ่งสามารถใช้ $NaNO_3$ แทนได้ และยังมีราคาถูกกว่า นอกจากว่าจำเป็นจริงๆ จึงจะใช้ KNO_3

โพแทสเฟลด์สปาร์ ($K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$) มีชื่อทางสินแร่ว่า ออร์โทเคลส์ หรือไมโครไคลน์ ซึ่งขึ้นอยู่กับโครงสร้างของผลึกของแร่ โครงสร้างแบบไมโครไคลน์พบมากกว่า แร่ชนิดนี้เช่นเดียวกับแร่โซดาเฟลด์สปาร์ คือ ไม่ค่อยพบก้อนแร่บริสุทธิ์ นอกจากจะเลือกอย่างพิถีพิถัน มีส่วนประกอบเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักคือ SiO_2 65.7%, Al_2O_3 18.4% K_2O 16.9%

1.3 สารประกอบของลิเทียม (Li)

ปัจจุบันในการผลิตเคลือบ มีการใช้สารประกอบของลิเทียมมากขึ้น ทำให้เกิดข้อดีหลายประการ คุ้มกับราคาที่แพงขึ้น ลิเทียมเป็นอัลคะไลที่รุนแรงและมีสมบัติทางเคมีคล้ายโซเดียมและโพแทสเซียม มีน้ำหนักเบากว่าอัลคะไลตัวอื่นๆ ระหว่าง 3 ถึง 5 เท่า ฉะนั้นการใช้สารประกอบลิเทียมแทนสารประกอบอัลคะไลอื่นๆ โดยให้จำนวนสมมูลเท่ากัน จะประหยัดปริมาณโดยน้ำหนักของสารที่ใช้ได้มากพอควร การลดปริมาณของอัลคะไลลงจะได้ผลทำให้สัมประสิทธิ์ของการขยายตัวของเคลือบลดลง และเพิ่มความคงทนของเคลือบ ปกติแล้วใช้ $Li2_O$ แทน KNaO เพียงเล็กน้อย

เลพิโดไลต์ ($LiF.KF.Al_2O3.3SiO_2$) ชื่อทั่วไปเรียก ลิเทียมไมกา ตามทฤษฎีมีปริมาณลิเทียม 6% ในทางการค้าเขามักจะรับรองว่ามี Li ไม่ต่ำกว่า 3% วัตถุดิบชนิดนี้ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแก้ว

แอมบริโกไนต์ ($LiAlFOP_4$) ในทางการค้ารับประกันปริมาณ Li ไม่ต่ำกว่า 8% วัตถุดิบชนิดนี้ลดจุดหลอมตัวได้รุนแรงมาก เคลือบที่มีความเป็นมันสูง เนื่องจากมีปริมาณ F และ O_4 สูง จึงมีประโยชน์ในการผลิตเคลือบทึบแสง

สปอดูมีน ($Li_2O.Al_2O_3.4SiO_2$) วัตถุดิบในทางการค้าจะมี Li_2O ประมาณ 6% แร่ที่เกิดตามธรรมชาติ Li มักถูก Na และ K เข้าแทนที่บ้างเล็กน้อยเสมอ เนื่องจากวัตถุดิบชนิดนี้มีปริมาณ Al_2O_3 สูง จึงมีสมบัติเป็นวัตถุทนไฟ

ลิเทียมคาร์บอเนต (Li_2CO_3) เป็นสารประกอบที่มีผลึกสีขาว ละลายน้ำได้บ้าง ยิ่งอุณหภูมิสูงการละลายน้ำยิ่งน้อยลง ใช้ในการเตรียมสี ช่วยทำให้เกิดการหลอมได้ดีกว่าโซเดียมและโพแทสเซียม

ประโยชน์ของสารประกอบของลิเทียม พอจะรวบรวมได้ดังนี้

(1) การเพิ่ม 1% Li_2CO_3 ลงไปในเคลือบเหล่านี้ ได้แก่ เคลือบถ้วยชาม อิเล็กคอลปอร์ชเลน และเครื่องสุขภัณฑ์จะช่วยเพิ่มความมันวาว เพิ่มความแข็งแรงทนทานต่อการผุกร่อนของบรรยากาศมากขึ้น เป็นตัวลดจุดหลอมตัวที่รุนแรงกว่าอัลคะไลอื่นๆ ซึ่งสามารถทำให้ใช้ CaO, Al_2O_3, SiO_2 ในเคลือบมากขึ้น ทำให้เคลือบมีความคงทนมากขึ้น และช่วยส่งเสริมการผลิตเคลือบสีสวยๆ ได้สะดวกยิ่งขึ้น

(2) การใช้ Li_2O ในปริมาณที่สูงขึ้น มีแนวโน้มที่จะส่งเสริมให้เกิดการตกผลึกในเคลือบมากกว่าการใช้อัลคะไลตัวอื่นๆ จึงมีประโยชน์มากในการผลิตเคลือบผลึก อนุมูลลิเทียมมีสัมประสิทธิ์การแพร่สูงมาก การใช้ลิเทียมในเคลือบปอร์ซเลนที่มีการเผาครั้งเดียว สามารถแพร่เข้าไปในเนื้อดินปั้นเป็นระยะทางหลายนิ้ว

(3) การแทนที่ Na_2O ด้วย Li_2O ประมาณ 0.14 โมล จะทำให้อุณหภูมิซึ่งเป็นจุดอ่อนตัวเคลือบต่ำลง แต่ถ้าแทนมากกว่า 0.14 โมล จะทำให้จุดอ่อนตัวสูงขึ้น จุดอ่อนตัวของเคลือบจะลดลง เมื่อแทนที่ CaO, MgO, Al_2O_3 หรือ SiO_2 ด้วย Li_2O การแทนที่ K_2O ด้วย Li_2O ในปริมาณโมลที่เท่ากันจำนวนเล็กน้อยจะช่วยลดสัมประสิทธิ์การขยายตัวด้วยความร้อน แต่ถ้าใช้แทนกันมากขึ้นหรือทั้งหมด สมบัติการขยายตัวจะมากขึ้น เคลือบจะมีการขยายตัวมากขึ้นถ้าใช้ Li_2O แทน CaO และการตกผลึกมีแนวโน้มจะเกิดขึ้นเมื่อใช้ Li_2O มากกว่า 1%

สารประกอบอัลคะไลเอิร์ท และสารประกอบของธาตุอื่นๆ

สารประกอบของแคลเซียม (Ca)

สารประกอบแคลเซียมเป็นวัตถุที่ใช้ผลิตเคลือบทุกชนิด CaO จะเป็นตัวทำให้เคลือบที่สุกตัวดีแล้วมีสมบัติดังนี้

(1) ทำให้เคลือบมีความแข็งสูงขึ้น ทนต่อการขูดขีด

(2) เพิ่มความต้านทานต่อการผุกร่อนของบรรยากาศ และการละลายของน้ำและสารละลายเจือจางของกรดอนินทรีย์

(3) เพิ่มความทนทานต่อแรงดึงและลดสัมประสิทธิ์ การขยายตัวเนื่องจากความร้อน เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารประกอบของอัลคะไล ในส่วนผสมวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเคลือบ ภายใต้ส่วนผสมที่แน่นอนจะเกิดปฏิกิริยาอย่างรุนแรงกับดินและซิลิกา หรือทรายที่อุณหภูมิประมาณ 800 ^{O}C แต่จะเป็นตัวลดจุดหลอมตัวที่อุณหภูมิที่สูงขึ้นคือ ตั้งแต่ cone 4 ขึ้นไป ความหนืดของเคลือบขณะที่หลอมเปลี่ยนแปลงไป เคลือบจะเคลื่อนตัวได้ดียิ่งขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น การใช้แคลเซียมเกินอัตราจะทำให้จุดสุกตัวของเคลือบสูงขึ้นคือ ทนไฟมากขึ้น และจะเกิดการตกผลึกเล็กๆ ในเคลือบ และนี่ก็เป็นวิธีการอันหนึ่งในการผลิตเคลือบด้าน ผลึกนี้คือ อะนอร์ไทต์หรือแคลเซียมเฟลด์สปาร์ และอาจเป็นผลึกโวลลาสโทไนต์ ($CaO.SiO_2$) ก็ได้ แคลเซียมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเคลือบเกือบทุกชนิดที่มีจุดสุกตัวเกิน cone 10 เคลือบปอร์ซเลนที่มีจุดสุกตัวที่อุณหภูมิสูง จะมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบที่มีฤทธิ์เป็นด่างมากกว่าอัลคะไลอื่นๆ สารประกอบของแคลเซียมที่ใช้กันมากมักมีปริมาณหาได้ง่ายและราคาถูก ทั้งมีความบริสุทธิ์ค่อนข้างสูง สารประกอบพวกคาร์บอเนตใช้กันมาก มีความถ่วงจำเพาะต่ำ กระจายลอยตัวได้ดีในน้ำเคลือบ และยังพยุงสารที่หนักให้ลอยตัวได้ดีอีกด้วย แคลเซียมไม่ช่วยทำให้เคลือบมีดัชนีหักเหของแสงดีขึ้น

แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) แคลเซียมคาร์บอเนตเกิดตามธรรมชาติ มีหลายรูปแบบที่มีความสำคัญในงานเซรามิกส์ คือ

1. หินปูน เป็นสินแร่แคลไซต์ที่จับตัวกันเป็นก้อนใหญ่
2. หินอ่อน ซึ่งเปลี่ยนแปลงมากจากหินปูน เป็นวัตถุดิบที่มีความบริสุทธิ์สูงมาก
3. ชอล์ก เป็นวัตถุดิบที่มีความละเอียดเป็นวัสดุคล้ายดิน เกิดจากซากของอินทรีย์เล็กๆ ทับถมกันในทะเล

นอกจากนี้ก็มีแคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้จากการตกผลึก เป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งมีความสำคัญ เพราะว่ามันมีความสม่ำเสมอ บริสุทธิ์ และละเอียดดี

ไวติง (whiting) เป็นวัตถุดิบที่ได้จากการบดแคลเซียมคาร์บอเนตให้ละเอียดตามมาตรฐานที่กำหนด

โดโลไมต์ {$CaMg(CO_3)_2$} เป็นแร่ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ หรืออาจเป็นหินที่เกิดจากการจมตัวสะสมกันของแร่ดังกล่าว

แคลเซียมฟอสเฟต {$Ca_3(PO_4)_2$}มีการถอนใช้บ้างพอสมควร เป็นสารประกอบส่วนใหญ่ของเถ้ากระดูก เป็นแร่ที่เกิดตามธรรมชาติก็มี เรียกว่า อะพาไทต์

แคลเซียมฟลูออไรด์ (CaF_2) เป็นแร่ที่เกิดตามธรรมชาติเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ฟลูออร์สปาร์หรือฟลูออไรด์ มีการคัดแร่อย่างพิถีพิถันเพื่อประโยชน์ในการใช้งานด้านต่างๆ แคลเซียมฟลูออไรด์บริสุทธ์ 98% ใช้ในอุตสาหกรรมกรด HF ส่วนที่ใช้ในเคลือบและโลหะเคลือบมี CaF_2 95.5% เป็นอย่างต่ำ และมีขนาดเล็กกว่า 200 เมซ 70% และขนาดละเอียดกว่า 100 เมซ 93%

ฟลูออร์สปาร์ เป็นตัวลดจุดหลอมตัวของเคลือบที่รุนแรง ทำให้เคลือบและโลหะเคลือบทึบแสง เมื่อใช้อย่างถูกต้อง มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาสีเคลือบโดยเฉพาะสีเขียว ฟลูออร์สปาร์ใช้ในเคลือบน้อยมาก ที่อุณหภูมิต่ำจะรวมตัวกับซิลิกอนกลายเป็น SiF_4 ซึ่งระเหยกลายเป็นไอ และเป็นสาเหตุของการเกิดฟองอากาศ ในกรณีที่นำ CaF_2 มาใช้ในเคลือบ จะทำให้เคลือบเป็นมันยิ่งขึ้นและหลอมเหลวได้ง่ายขึ้น และยังละลายออกไซด์ที่ทำให้เกิดสีได้ดีกว่าการใช้ $CaCO_3$ ในปริมาณสมมูลที่เท่ากัน

แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) บางครั้งใช้เป็นอิเล็กโทรไลต์ เพื่อทำให้อนุภาคในน้ำเคลือบจับตัวกันเป็นกลุ่มก้อน เช่นเดียวกับการใช้กรดต่างๆ $MgSO_4$, NaCl

แคลเซียมซิลิเกต ($CaO.SiO_2$) เป็นแร่ที่เกิดตามธรรมชาติเรียกว่า โวลลาสโทไนต์ ขี้ถลุง บางชนิดก็มีแคลเซียมซิลิเกตเป็นส่วนใหญ่ และยังเป็นแร่ที่มีราคาถูก

สารประกอบสตรอนเซียม (Sr)

ไม่ค่อยใช้สตรอนเซียมใส่ในเคลือบ แต่ก็มีนักเซรามิกส์ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการใช้สตรอน-เซียมในเคลือบ และได้รายงานผลการวิจัยไว้หลายประการดังนี้

(1) การใช้สตรอนเซียมแทนแคลเซียมในปริมาณโมลที่เท่ากันในเคลือบที่ใช้เคลือบถ้วยชาม ปรากฏว่าสตรอนเซียมเป็นตัวลดจุดหลอมตัวของเคลือบที่รุนแรง ทำให้เคลือบเคลื่อนตัวได้ดีและมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวสูงกว่าเล็กน้อย

(2) การใช้สตรอนเซียมแทนที่แคลเซียมโดยมีน้ำหนักเท่ากัน จะช่วยให้เคลือบเคลื่อนตัวได้ดีขึ้น อุณหภูมิซึ่งเป็นจุดอ่อนตัวลดลง แต่ไม่ทำให้สัมประสิทธิ์การขยายตัวเปลี่ยนแปลง ถ้าเป็นเคลือบฟริต การแทนที่แคลเซียมด้วยสตรอนเซียมจะทำให้เคลือบฟริตดีขึ้น

(3) เมื่อใช้สตรอนเซียมแทนซิงค์ออกไซด์ในเคลือบ ที่ใช้เคลือบถ้วยชามโดยใช้ปริมาณโมลเท่ากัน จะช่วยทำให้เคลือบมีการเคลื่อนตัวดีขึ้น การละลายลดลง การขยายตัวด้วยความร้อนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่จุดอ่อนตัวของเคลือบไม่เปลี่ยนแปลง

(4) เมื่อใช้สตรอนเซียมแทนที่ตะกั่วออกไซด์ในเคลือบ ที่ใช้เคลือบถ้วยชามโดยใช้ปริมาณโมลเท่ากัน การเคลื่อนที่ของเคลือบลดลง จุดอ่อนตัวของเคลือบสูงขึ้น และอัตราการขยายตัวของเคลือบด้วยความร้อนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

นอกจากนี้นักเซรามิกส์บางท่านยังเน้นว่า การใช้สตรอนเซียมแทนด่างตัวอื่นๆ บางส่วน จะช่วยทำให้เคลือบมีสมบัติดีขึ้น ในเคลือบที่ปราศจากตะกั่วการแทนที่แคลเซียมด้วยสตรอนเซียมจะทำให้สีของเคลือบดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยให้เคลือบที่มีเซอร์โคเนียมมีการเคลื่อนตัวได้ดี ซึ่งจะช่วยปรับให้ผิวหน้าเคลือบราบเรียบดียิ่งขึ้น

สตรอนเซียมคาร์บอเนต ($SrCO_3$) เกิดเป็นแร่ตามธรรมชาติมีชื่อว่า สตรอนเตียไนต์ แต่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตได้จากเซเลสไซต์ ($SrCO_4$) $SrCO_3$ ละลายน้ำได้เล็กน้อย โดยเฉพาะในน้ำซึ่งมีคาร์บอนไดออกไซด์ $SrCO_3$ ที่ใช้ในงานทั่วไปมีความบริสุทธิ์ 99% และมี $CaCO_3$ เป็นสิ่งเจือปนส่วนใหญ่กับมี BaO ปะปนอีกเล็กน้อย

สารประกอบของแมกนีเซียม (Mg)

แมกนีเซียมเป็นธาตุที่กระจายอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ มักพบเป็นองค์ประกอบของหินปูนและวัตถุดิบอื่นๆ ที่เป็นส่วนผสมในการผลิตเคลือบเสมอ ฉะนั้นจึงมักพบแมกนีเซียมได้บ้างในเคลือบหลายชนิด ที่อุณหภูมิต่ำแมกนีเซียมเป็นวัตถุทนไฟ แต่ที่อุณหภูมิสูงจะเป็นตัวลดจุดหลอมตัวของเคลือบที่รุนแรง ทำให้เคลือบไหลได้ดีมาก และมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวลดลงมากกว่าอัลคะไลอื่นๆ นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงสมบัติทางกลศาสตร์อื่นๆ ให้ดีขึ้นอีก

แมกนีเซีย (Mgo) มีบทบาทเฉพาะในการพัฒนาเคลือบสี ภายใต้ภาวะที่เหมาะสมจะช่วยส่งเสริมให้เกิดเคลือบทึบแสง ช่วยทำให้เคลือบบางชนิดเป็นมันวาวดีขึ้น เพราะแมกนีเซียเป็นวัตถุทนไฟที่อุณหภูมิต่ำ จึงใช้เป็นองค์ประกอบของเคลือบด้านที่อุณหภูมิต่ำ ปริมาณการใช้แมกนีเซียในเคลือบแต่ละชนิดต่างกันไป ในเคลือบบริสตอลใช้ระหว่าง 0.2 ถึง 0.3 โมลสมมูล ในเคลือบเลดบอโรซิลิเกต ใช้ระหว่าง 0.1 ถึง 0.15 โมลสมมูล หรืออาจน้อยกว่านี้ ในเคลือบปอร์ซเลนใช้ประมาณ 0.3 โมล สมมูล แต่ในเคลือบปอร์ซเลนชนิดพิเศษอาจใช้ถึง 1.0 โมลสมมูล

แมกนีเซียมคาร์บอเนต ($MgCO_3$) ละลายน้ำได้บ้างเล็กน้อย มีความถ่วงจำเพาะ 3 ซึ่งเป็นสารประกอบที่หนัก สารประกอบที่มีน้ำหนักเบาคือ $3MgO.Mg(OH)_2.H_2O$ ซึ่งละลายน้ำได้ดีพอสมควรและจะเป็นผลทำให้กินในน้ำเคลือบจับตัวกันและจมตัวลง

$MgCO_3$ จำหน่ายในท้องตลาดผลิตโดยการตกผลึก มีความถ่วงจำเพาะต่ำมาก ถ้านำไปผสมกับวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเคลือบ จะต้องใช้น้ำมากขึ้นในการทำน้ำเคลือบ ผลที่ติดตามมาในขณะอบ เคลือบดิบให้แห้งและหลังจากการเผาเคลือบก็คือ เคลือบดิบเกิดการแตกระแหง เคลือบสุกเกิดการเคลือบเป็นหย่อมๆ ซึ่งเป็นผลจากการหดตัวระหว่างการอบแห้งและการเผาเคลือบ วัตถุดิบชนิดนี้จะใช้ในการหลอมฟริตเท่านั้น แมกนีเซียมคาร์บอเนตที่มีความหนาแน่นสูงได้จากการบดแร่แมกนิไซต์ วัตถุดิบชนิดนี้ใช้ได้ทั้งส่วนผสมที่ใช้ผลิตน้ำเคลือบและใช้ในการหลอมฟริต โดยไม่ทำให้เกิดการเคลือบเป็นหย่อมๆ

แมกนีเซียที่ได้จากทะเล (MgO) ผลิตได้ในปริมาณมากโดยการตกผลึก $MgCO_3$ แล้วนำ $MgCO_3$ มาเผาที่อุณหภูมิสูง MgO ที่ได้มีความแข็ง ละลายน้ำได้น้อย ถึงแม้ว่าจะมีขนาดละเอียดก็ตาม วัตถุดิบนี้ไม่ควรใช้ทำส่วนผสมของน้ำเคลือบ ควรใช้ในส่วนผสมของฟริตเท่านั้น

โดโลไมต์ {(Ca, Mg) CO_3} ไม่ค่อยใช้ในการผลิตเคลือบ นอกจากจะใช้แทน CaO บ้างเล็กน้อย โดโลไมต์ซึ่งผลิตออกจำหน่ายใช้เป็นวัตถุดิบที่เป็นแหล่งของ Mgo และ CaO แร่โดโลไมต์บริสุทธิ์ประกอบด้วย $CaCO_3$ 56% และ $MgCO_3$ 44%

สตีไทต์และทัลก์ แร่ $3MgO.4SiO_2.H_2O$ มีชื่อว่า ทัลก์ และหินซึ่งมีแร่ทัลก์เป็นส่วนใหญ่ เรียกว่า สตีไทต์ ไม่ค่อยใช้ในการผลิตเคลือบ

สารประกอบเบริลเลียม (Be)

เบริลเลียม (Be) ใช้ในการผลิตเคลือบน้อยมาก แม้ว่าจะช่วยทำให้เคลือบมีสมบัติดีขึ้นก็ตาม เช่น เมื่อเพิ่มเข้าไปในเคลือบชนิดเลดบอโรซิลิเกต ที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ถ้วยชามชั้นดี จะทำให้เคลือบมีความแข็งเพิ่มขึ้น แต่ก็ยังไม่ดีเท่าการใช้ ZnO หรือ Li_2O นอกจากนี้ยังใช้เบริลเลียมในเคลือบสีเขียว ที่เกิดจากสารประกอบของโครเมียมที่มีจุดสุกตัวที่อุณหภูมิสูงมากๆ การใช้สารประกอบเบริลเลียมต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง ไอของมันเป็นพิษร้ายแรงมาก เป็นเหตุทำให้เกิดโรคเบริลโลซิส

เบริลเลียมได้จากแร่ธรรมชาติซึ่งมีสูตร $3BeO.Al_2O_3.6SiO_2$ เป็นแร่ที่มีความแข็งมากและใช้เป็นวัตถุดิบในการผสมน้ำเคลือบ

สารประกอบแบเรียม (Ba)

ภายใต้ภาวะที่เหมาะสมแบเรียมจะเป็นตัวลดจุดหลอมตัวของเคลือบที่รุนแรงกว่าอัลคะไลเอิร์ทตัวอื่นๆ แบเรียมช่วยทำให้เคลือบมีดัชนีหักเหแสงสูงขึ้น ทำให้เคลือบสุกใสมากขึ้นกว่าอัลคะไลเอิร์ทตัวอื่นๆ แต่ก็ยังด้อยกว่าเคลือบที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ

แบเรียมคาร์บอเนต ($BaCO_3$) เป็นแร่ที่เกิดตามธรรมชาติเรียกว่า วิเทอไรต์ แต่ $BaCO_3$ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมผลิตโดยการรีดิวซิงแร่แบไรต์ ($BaSO_4$) ให้เป็น BaS แล้วจึงตกผลึกให้เป็น $BaCO_3$ ด้วย CO_2 ผลิตผลที่ได้อาจมี S ปะปนบ้าง $BaCO_3$ ใช้ผสมในน้ำเคลือบน้อยมาก เพราะว่ามันเกิดปฏิกิริยาช้า ทนความ

ร้อนสูง ทนไฟ และมักทำให้เกิดเคลือบด้าน แต่ถ้าทำให้เป็นฟริตหรือเผาที่อุณหภูมิสูงจะเป็นตัวลดจุดหลอมตัวของเคลือบที่รุนแรง $BaCO_3$ สลายตัวที่อุณหภูมิ 1,421 ^{O}C เมื่อใช้ผสมในน้ำเคลือบบางส่วนจะยังคงเหลืออยู่แม้ภายหลังจากเคลือบสุกตัวดีแล้ว

แบเรียมซัลเฟต ($BaSO_4$) แร่แบไรต์เป็นแร่ที่มีมากมายและราคาถูก ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำเคลือบได้ แต่โดยปกติแล้วไม่ใช้เป็นวัตถุดิบในการผสมน้ำเคลือบ

สารประกอบของสังกะสี (Zn)

ZnO เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอันหนึ่งของเคลือบหลายๆ ชนิด ทำหน้าที่เป็นตัวลดจุดหลอมตัวของเคลือบ ทำให้เคลือบเป็นมันวาวยิ่งขึ้น และบางครั้งมีส่วนช่วยให้เกิดเคลือบทึบแสง การใช้มากไปจะทำให้ส่วนผสมของเคลือบดิบทนไฟมากขึ้น เคลือบข้นมากขึ้น และทำให้มีความมันลดลงเล็กน้อยแต่ตามปกติแล้วผลแตกต่างที่เกิดขึ้นในเคลือบจะขึ้นกับสมบัติและปริมาณของด่างตัวอื่นๆ ในส่วนผสมนอกจากนี้ก็ยังขึ้นกับปริมาณของ SiO_2 และ Al_2O_3 ตัวอย่างเช่น ในเคลือบบริสตอลการใช้ ZnO แทน

CaO บางส่วนจะช่วยทำให้ส่วนผสมของน้ำเคลือบหลอมได้ดีกว่า ง่ายกว่าการใช้ CaO หรือ ZnO แต่เพียงอย่างเดียว

ZnO ใช้ผสมบ้างเล็กน้อยในเคลือบที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยชามชั้นดี “ไวท์แวร์” (White ware) และเคลือบที่มีสารประกอบของตะกั่วเป็นวัตถุดิบในน้ำเคลือบ แต่ใช้น้อยมากในเคลือบ ปอร์ซเลนที่มีจุดสุกตัวที่อุณหภูมิสูง เป็นตัวช่วยทำให้เคลือบหลอมตัวได้ง่าย และได้ผิวเคลือบที่สมบูรณ์มากขึ้น การใช้ ZnO ผสมมากไป จะทำให้ทนต่อความร้อนสูง และเคลือบมีสีออกไปทางชมพูเรื่อๆ ZnO จะช่วยทำให้เคลือบทึบแสงน้อยลง ถ้าในเคลือบมี Al_2O_3 และด่างตัวอื่นๆ มากขึ้น

ZnO มีผลบางอย่างต่อเคลือบสี คือช่วยส่งเสริมสีบางสีและช่วยดัดแปลงสีบางสีด้วย ตัวอย่างเช่น ช่วยทำให้เคลือบซึ่งมี Cr2O3 เกิดสีน้ำเงินแทนที่จะเกิดสีเขียว นอกจากนี้ ZnO ยังช่วยทำให้เคลือบสุกใสมากขึ้นและทำให้เคลือบไม่เกิดการรานตัว

การใช้ ZnO มากเกินพอในเคลือบ เป็นวิธีการทำให้เกิดผลึกในเนื้อเคลือบ ถ้าต้องการให้เกิดผลึกรูปพัดขนาดใหญ่ จะต้องเผาเคลือบให้สูงกว่าอุณหภูมิซึ่งเป็นช่วงตกผลึกแล้วปล่อยให้เย็นตัวลงมาที่ช่วงจะมีการตกผลึกอีกครั้งหนึ่ง และปล่อยทิ้งไว้ที่อุณหภูมินั้นเป็นเวลา 3 ชั่วโมงเป็นอย่างน้อย ถ้าใช้เวลา 10 ชั่วโมงหรือมากกว่าจะทำให้ผลึกขึ้นมาอยู่ที่ผิวเคลือบ จะทำให้ผลิตภัณฑ์มีรูปร่างขรุขระไม่สวยงาม สูตรเคลือบข้างท้ายนี้มีช่วงอุณหภูมิที่จะเกิดการตกผลึกระหว่าง 750° ถึง 1,050^{O}C

0.65 ZnO		
0.30 Na_2O	0.05 AI_2O_3	1.8 SiO_2
0.05 CaO		0.3 B_2O_3

สารประกอบของตะกั่ว (Pb)

ออกไซด์และคาร์บอเนตของตะกั่วมีราคาถูก และเกิดปฏิกิริยารวมตัวกับ SiO_2 และ B_2O_3 ได้ง่าย เพราะลักษณะดังกล่าวนี้ จึงได้นำตะกั่วมาใช้ในการเตรียมเคลือบอย่างแพร่หลาย การผสมสารประกอบของตะกั่วลงในส่วนผสมของเคลือบในปริมาณที่เหมาะสม จะมีผลต่อเคลือบที่หลอมดังนี้

1. ทำให้เคลือบมีความสุกใสมากขึ้นเนื่องจากมีดัชนีหักเหแสงสูงขึ้นนั่นเอง
2. ทำให้เคลือบมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำลงเมื่อเปรียบเทียบกับอัลคะไลตัวอื่นๆ

3. ทำให้เนื้อเคลือบยืดหยุ่นตัวได้ดีขึ้น
4. ลดความหนืดของเคลือบขณะหลอมตัว
5. ไม่เกิดการตกผลึกในเนื้อเคลือบระหว่างปล่อยให้เคลือบสุกเย็นตัวลง
6. ทำให้ช่วงการสุกตัวของเคลือบกว้างมากขึ้น
7. PbO ช่วยลดการตึงผิวของเคลือบขณะหลอม ดังนั้นจึงช่วยทำให้เคลือบเป็นเนื้อเดียวกันและทำให้ผิวเคลือบราบเรียบดี

การใช้ตะกั่วในเคลือบก็มีส่วนช่วยทำให้เกิดข้อเสียเช่นกัน คือ

1. สารประกอบของตะกั่วหลายชนิดเป็นพิษ แต่ก็สามารถลดพิษของมันลงได้โดยนำไปทำให้เป็นฟริตเสียก่อน
2. เคลือบที่มีส่วนผสมที่ไม่เหมาะสม จะถูกกัดกร่อนและละลายโดยน้ำผลไม้
3. เคลือบตะกั่วบางชนิดแสดงให้เห็นการเกิดฟิล์มทำให้เคลือบไม่สุกใสเท่าที่ควร ปรากฏการณ์นี้จะเกิดหลังจากตั้งผลิตภัณฑ์ไว้ในบรรยากาศเป็นระยะเวลาหนึ่ง
4. ในการเผาเคลือบตะกั่วถ้าไม่ควบคุมให้ดีพอ สารประกอบของตะกั่วจะถูกรีดิวซ์ได้ง่าย ซึ่งจะทำให้เคลือบมีสีเทาถึงดำ
5. เคลือบยิ่งมีปริมาณตะกั่วมาก ความต้านทานต่อรอยขูดขีดของเคลือบยิ่งลดลง
6. ความแข็งแรงของเคลือบตะกั่วจะยิ่งลดลงเมื่อปริมาณของอัลคะไลเอิร์ทลดลง
7. ไม่ควรใช้เคลือบตะกั่วเกิน cone 6 ถึง 7 เพราะว่าตะกั่วจะระเหยกลายเป็นไอ

กาลีนา (Pbs) เป็นแร่ที่เกิดขึ้นค่อนข้างมากในธรรมชาติ มีราคาถูก แต่ก่อนเคยใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตเคลือบอย่างแพร่หลายอยู่หลายสิบปี ถึงแม้ปัจจุบันก็ยังมีการใช้อยู่เช่นกัน

ลิทาจ (PbO) ผลิตได้โดยพ่นตะกั่วเหลวเข้าไปในบรรยากาศ นอกจากนี้ PbO ยังเป็นผลพลอยได้จากการแยกเงินออกจากตะกั่ว ถ้าเราหลอม PbO แล้วทำให้เย็นตัวโดยเร็วจะได้ผลึกสีแดงแกมเหลือง PbO ที่ใช้เป็นส่วนผสมในเคลือบใสควรมีส่วนประกอบของ Cu ไม่เกิน 0.0041% Sb ไม่เกิน 0.005% และ Bi ไม่เกิน 0.0075%

ตะกั่วแดง (Pb_3O_4) เป็นของผสมระหว่าง 2PbO กับ PbO_2 ซึ่งสามารถผลิตได้โดยการย่าง PbO ผลิตภัณฑ์ที่ซื้อขายกันประกอบด้วย 75% Pb_3O_4 และ 25% PbO ตะกั่วที่มีคุณภาพดีควรมี PbO_2 28% ถึง 29% ออกไซด์ของเหล็กไม่ควรเกิน 0.01% และ CuO ไม่ควรเกิน 0.005%

ตะกั่วขาวหรือไวท์เลด $2PbCO_3.Pb(OH)_2$ เป็นสารประกอบที่มีความบริสุทธิ์ นักเซรามิกส์ชอบใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตน้ำเคลือบ นอกจากนี้ยังมีข้อดีอีกสองประการคือ มีขนาดละเอียดและน้ำหนักเบากว่าพวกออกไซด์ มันจึงกระจายลอยตัวในน้ำเคลือบได้ดีกว่าพวกออกไซด์ ตะกั่วขาวสลายตัวที่อุณหภูมิ 400 $^{\circ}$C เกิดไอน้ำและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นของเคลือบดิบ และเมื่อไอเหล่านี้หลุดออกไปจากชั้นเคลือบเกิดรูพรุน ซึ่งทำให้เกิดประโยชน์คือ ชั้นเคลือบจะมีรูพรุนมากขึ้น และไวต่อการเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนในบรรยากาศ ตะกั่วขาวไม่เหมาะที่จะใช้ในการผลิตฟริต เพราะว่ามีราคาแพงและเป็นตัวออกซิไดซิงดีไม่เท่าตะกั่วแดงซึ่งมีราคาถูกกว่า

เลดซิลิเกต สารประกอบพวกนี้เป็นฟริตซึ่งมีส่วนประกอบต่างๆ กันไป อาจเป็นส่วนผสมของยูเท็คติกที่ง่ายที่สุดคือ 16% SiO_2 กับ 84% PbO ซึ่งมีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 730 $^{\circ}$C ส่วนผสมนี้ในทางการค้ามีชื่อว่า เลดโมโนซิลิเกต นอกจากนี้ก็มีเลดไบซิลิเกตซึ่งประกอบด้วย 65% PbO, 33% SiO_2 และ 2% Al_2O_3 ส่วนผสมนี้มีจุดหลอมตัวที่อุณหภูมิประมาณ 900 $^{\circ}$C มีราคาค่อนข้างต่ำ สามารถที่จะผลิตขึ้นมาแข่งกับสารประกอบตะกั่วอื่นๆ ที่นักเซรามิกส์ใช้กันอยู่ นอกจากราคาถูกแล้วยังมีข้อดีอีกหลายประการ

คือ ไม่มีปัญหาในเรื่องฝุ่น การสูญเสียตะกั่วโดยการระเหยน้อยลง ซึ่งเป็นการลดอันตรายอันเกิดจากพิษของไอตะกั่ว

ตะกั่วเป็นด่างที่สำคัญอีกตัวหนึ่งในด่างหลายๆ ตัว ที่นักเซรามิกส์ใช้ และเป็นวัตถุดิบในการผลิตเคลือบหลายชนิดซึ่งมีจุดสุกตัวค่อนข้างกว่าง ตั้งแต่ cone 02 ถึง cone 6 อาจใช้เป็นด่างตัวเดียวร่วมกับ ซิลิกาหรือร่วมกับซิลิกาและดิน เพื่อผลิตเคลือบอุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูงพอประมาณ เคลือบพวกนี้มักจะมีสีออกเหลือง เคลือบตะกั่วมีความสุกใส แต่ถูกขูดขีดเป็นรอยง่าย ยกเว้นเคลือบนั้นจะมีปริมาณ ซิลิกาสูง เคลือบตะกั่วละลายออกไซด์ที่ทำให้เกิดสีได้แทบทุกตัว และเงาของสีเคลือบก็ขึ้นอยู่กับปริมาณของตะกั่ว

การละลายของเคลือบตะกั่วเป็นปัญหาตัวสำคัญในการเคลือบผลิตภัณฑ์ที่ใช้ปรุงอาหาร ในหลายประเทศมีกฎหมายระบุห้ามใช้เคลือบตะกั่วที่ละลายในสารละลายกรดน้ำส้มบริสุทธิ์ 4% ที่เดือนใช้เวลาในการต้มชั่วโมงครึ่ง ทดสอบการละลายโดยตกตะกอน Pb เป็น Pbs โดย H_2S เคลือบตะกั่วจะไม่ละลาย ถ้า

$$\frac{\text{ผลบวกของด่างและอะลูมินา}}{\text{ผลบวกของกรด}} < 0.5$$

วัตถุดิบทั่วไปทุกชนิดที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ มีแนวโน้มที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพต่อผู้ทำงานที่เกี่ยวข้องกับสารนี้ อาจเกิดอาการสารตะกั่วเป็นพิษ ดังนั้นจึงต้องระมัดระวังให้มาก วิธีลดอันตรายที่จะเกิดนี้คือ ทำสารประกอบของตะกั่วให้เป็นฟริตเสียก่อน จะทำให้ตะกั่วอยู่ในรูปของสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ ซึ่งจะไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพกับคนที่ทำงาน

สารประกอบของอะลูมิเนียม (Al)

เคลือบมีอะลูมินา (Al_2O_3) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ อะลูมินาเป็นตัวแสงดให้เห็นความแตกต่างอย่างเด่นชัดระหว่างแก้วกับเคลือบ ในแก้วชนิดพิเศษจะใช้อะลูมินาเพียงเล็กน้อยในส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตแก้ว ซึ่งแทบจะไม่มีความสำคัญเลย เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณอะลูมินาที่ใช้ค่อนข้างมากในการผลิตเคลือบที่สำคัญแทบทุกชนิด มีเคลือบผลึกเท่านั้นที่ใช้อะลูมินาเพียงเล็กน้อย เพราะว่าอะลูมินาเป็นตัวทำให้เคลือบมีความหนืดสูงขึ้น เป็นตัวชะลอหรือขัดขวางการเจริญของโครงสร้างผลึกใหญ่ๆ ในทางตรงกันข้ามการใช้อะลูมินาจำนวนมากในเคลือบจะส่งเสริมให้เกิดการเจริญของผลึกเล็กๆ จะได้เคลือบซึ่งแยกออกไปเป็นเคลือบด้าน

ในเคลือบที่มันวาว อะลูมินาทำหน้าที่ควบคุมการไหลตัวของเคลือบเหลวให้เป็นไปอย่างคงที่และสม่ำเสมอที่อุณหภูมิสุกตัวของเคลือบ มิฉะนั้นเคลือบจะคลุมผิวผลิตภัณฑ์ไม่ทั่วถึง หรือบางครั้งก็จะไหลไปอยู่ที่บริเวณต่ำๆ หมด เคลือบเหลวที่ไหลตัวดีจะทำลายลวดลายที่ตกแต่งใต้เคลือบให้เสียหาย

ปริมาณของอะลูมินามีผลต่อความทนไฟ ดังนั้นจึงมีผลต่อจุดสุกตัวของเคลือบด้วย เคลือบที่มีจุดสุกตัวต่ำควรใช้อะลูมินาไม่เกิน 0.05 โมลสมมูล ส่วนเคลือบที่มีจุดสุกตัว cone 14 อาจใช้อะลูมินาได้มากถึง 0.9 โมลสมมูล ปริมาณอะลูมินาที่ใช้ในเคลือบเปลี่ยนแปลงไปได้มากมาย เพราะว่ามีภาวะอื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ปริมาณและธรรมชาติของด่างที่ใช้ อะลูมินาช่วยทำให้เคลือบแข็งขึ้นและช่วยเพิ่มสมบัติทางกลศาสตร์อื่นๆ ด้วย นอกจากนี้ยังช่วยให้เคลือบมีความต้านทานต่อการกระทำของสารเคมีซึ่งรวมถึงการผุกร่อนโดยบรรยากาศ ใช้แก้ไขการรานตัวของเคลือบในเคลือบที่มีส่วนประกอบที่ไม่เหมาะสม อัตราส่วนโดยโมลระหว่างอะลูมินาต่อซิลิกาเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง 1 : 4 และ 1 : 20 ทั้งนี้ขึ้นกับชนิดส่วนผสมของเคลือบและจุดสุกตัว

ของเคลือบ อัตราส่วนที่ดีที่สุดสำหรับเคลือบมีความมันวาวอยู่ระหว่าง 1 : 7 ถึง 1 : 10 และอัตราส่วนสำหรับเคลือบด้านจะมีปริมาณของซิลิกาน้อยลง ตัวอย่าง เช่น อะลูมินา : ซิลิกาในเคลือบปอร์ซเลนที่มีความมันวาวและมีจุดสุกตัวที่ cone 10 -12 ประมาณ 1 : 7 หรือ 1 : 8 แต่ถ้าเป็นเคลือบด้านโดยที่ภาวะต่างๆ ยังเหมือนเดิม อัตราส่วนอะลูมินา : ซิลิกาจะเป็น 1 : 3.2 หรือ 1 : 3.8

อะลูมินาในเคลือบอาจมีอิทธิพลต่อชนิดและคุณภาพของสีเคลือบที่ควรจะได้โดยการใช้เม็ดสี ตัวอย่างเช่น ในเคลือบที่ปราศจากอะลูมินาอาจใช้โคบอลต์ออกไซด์ในส่วนผสมที่เหมาะสมจะทำให้เกิดเคลือบสีชมพู แต่โดยปกติแล้วโคบอลต์จะให้สีน้ำเงิน เมื่อเผาของผสมระหว่างโครเมียมออกไซด์และอะลูมินาจะได้สีชมพู แสดงว่าอะลูมินาเป็นเหตุทำให้เกิดสีแดงหรือสีสนิมในเคลือบที่มีโครเมียมซึ่งปกติแล้วจะทำให้เคลือบมีสีเขียว

อะลูมินา (Al_2O_3) ได้จากการเผา $Al(OH)_3$ สารประกอบทั้งสองนี้มีความบริสุทธิ์ค่อนข้างสูง บางครั้งใช้ $Al(OH)_3$ เพราะว่ามีสมบัติทางกายภาพที่เหมาะสมต่อการกระจายลอยตัวในน้ำเคลือบมีความเหนียวทำให้เกิดการยึดเกาะที่ดี และมีปฏิกิริยาว่องไวในระยะแรกๆ ของการหลอม นอกจากนี้ยังเป็นตัวส่งเสริมให้เกิดเคลือบด้านมากกว่าการใช้อะลูมินาในรูปของดินหรือแร่ฟันม้า

ดิน ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$) เป็นวัตถุดิบในส่วนผสมของน้ำเคลือบซึ่งจะขาดไม่ได้ เพราะว่า

1. ช่วยให้วัตถุดิบอื่นๆ ในน้ำเคลือบกระจายลอยตัวได้ดี
2. ช่วยให้เคลือบดิบยึดเกาะผิวผลิตภัณฑ์ได้ดีขึ้น
3. เป็นตัวกลางที่ควบคุมการหดตัวของเคลือบดินที่คลุมผิวผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เผา

ดินที่มีสมบัติเหมาะกับเคลือบใสและไม่มีสี จะต้องมีออกไซด์ของเหล็ก ไทเทเนียมปะปนอยู่ในปริมาณน้อยมาก ดังนั้นดินที่เหมาะคือ ดินขาว พวกเคโอลิน ถ้าต้องการให้เกิดการกระจายลอยตัวได้ดี แบบพวกคอลลอยด์ก็ควรใช้ดินขาวชนิดอื่นๆ แต่ก็ต้องเข้าใจไว้ว่าอาจต้องสูญเสียความบริสุทธิ์ของสีไปบ้าง บางครั้งอาจจำเป็นต้องใช้บอลล์เคลย์ในน้ำเคลือบ เพื่อให้เกิดการยึดเกาะบนผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้เผาซึ่งจะมีผลกระเทือนต่อสีของเคลือบอย่างแน่นอน ปริมาณของดินที่ใช้ในน้ำเคลือบสำหรับชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการดูดซึมน้ำ ใช้ประมาณ 0.05 โมลสมมูล และไม่ควรใช้เกิน 0.15 โมลสมมูล สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีการดูดซึมน้ำได้ดี ในกรณีที่ต้องใช้ดินมากกว่านี้ควรนำดินส่วนนั้นไปเผาเสียก่อน ในน้ำเคลือบดินทำหน้าที่ทำให้เกิดการลอยตัวและการยึดเกาะผิวผลิตภัณฑ์ สมบัตินี้ถูกควบคุมโดยสารอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งเปลี่ยนแปลงไปได้มากมายพร้อมกับการเลือกใช้ดินชนิดต่างๆ

สารประกอบของแอนติโมนี (Sb)

แอนติโมนีจะทำหน้าที่สำคัญสองประการคือ เป็นทั้งตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงและเกิดเคลือบสี เมื่อใช้แอนติโมนีเดี่ยวๆ ในเคลือบจะไม่สามารถทำให้เกิดสีขึ้น การที่แอนติโมนีทำให้เคลือบมีสีเหลืองในเคลือบนั้นต้องมีออกไซด์ของตะกั่วหรือเหล็ก

แอนติโมนีเป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงได้ดี สำหรับเคลือบที่มีจุดสุกตัวต่ำกว่า cone 1 แต่เพราะว่ามีสารที่ทำให้เกิดเคลือบทึบแสงที่ดีและราคาถูกกว่า จึงไม่นิยมใช้แอนติโมนี

แอนติโมนีออกไซด์ (SB_2O_3) หรือแอนติโมนีไตรออกไซด์ ผลิตได้จากการย่างแร่สติบไนต์ในบรรยากาศที่มีการควบคุม สิ่งสกปรกที่อาจมีเจือปน ได้แก่ พวกซัลไฟด์หรือธาตุแอนติโมนี

เนเปิลเยลโลว์ {$Pb_3(SbO_4)_2$} ใช้เป็นเม็ดสีผสมทำสีเทา ซึ่งสามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ได้ ทำให้เกิดสีเหลืองที่อุณหภูมิต่ำ

โซเดียมแอนติโมเนต $Na_3SbO_4.7H_2O$ เป็นตัวทำให้เกิดความทึบแสงในโลหะเคลือบอย่างได้ผล แต่ไม่สามารถใช้ได้ในเคลือบที่มีจุดสุกตัวสูงกว่า 1,000 $^{\circ}$C

นอกจากนี้แอนติโมนียังช่วยพัฒนาให้เกิดสีเหลือง ส้ม ในเคลือบที่ใช้ตกแต่งใต้เคลือบและบนเคลือบ สีเขียวของกระเบื้องมุงหลังคาอาจผลิตได้โดยใช้ของผสมระหว่างโคบอลต์ออกไซด์และแอนติโมนีซัลเฟตผสมลงไปในเคลือบดิบ ของผสมซึ่งเป็นพื้นฐานของสีเหลืองที่เหมาะสำหรับเป็นสีเซรามิกส์มีส่วนผสมดังนี้ ตะกั่วแดง 52% แอนติโมนีออกไซด์ 34% ดีบุกออกไซด์ 14% วิธีผลิตก็ทำโดยการเผาส่วนผสมที่อุณหภูมิ cone 09 บดให้ละเอียดและล้างให้สะอาด สีนี้ใช้สำหรับผสมลงไปในส่วนผสมของน้ำเคลือบ

สีเหลืองที่ใช้ในเคลือบปอร์ซเลนผลิตได้จากส่วนผสมต่อไปนี้ ตะกั่วแดง 42 ส่วน กรดบอริก 9 ส่วน ทราย 12 ส่วน โพแทสเซียมแอนติโมเนต 12 ส่วน และสังกะสีออกไซต์ 3 ส่วน

สารประกอบของซิลิคอน (Si)

เด่นที่สุดในสีเคลือบคงได้แก่ ซิลิคอน เพราะว่าซิลิกาหรือออกไซด์ของซิลิคอนรวมตัวได้อย่างอิสระกับออกไซด์อื่นๆ โดยเฉพาะออกไซด์ที่เป็นด่าง ซึ่งจะเกิดเป็นสารปะกอบซิลิเกตที่ซับซ้อนและเป็นสารประกอบที่มีสมบัติที่สำคัญดังนี้

1. โดยทั่วไปสารประกอบเหล่านี้ผสมเป็นเนื้อเดียวกันทุกอุณหภูมิ
2. ที่อุณหภูมิธรรมดา สารประกอบเหล่านี้สามารถรักษาสภาพการเป็นแก้ว ซึ่งมีสมบัติทางแสงและทางกลศาสตร์เหมาะสมที่จะใช้เป็นเคลือบได้
3. สารประกอบเหล่านี้สามารถที่จะผลิตขึ้นมาให้มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนของก๊าซต่างๆ น้ำ สารละลายของด่างและกรดต่างๆ
4. การเพิ่มสารประกอบอื่นๆ ที่เหมาะสมลงไปในสารประกอบซิลิเกต มันก็ยังคงสามารถที่จะรักษาสภาพการเป็นแก้วซึ่งอาจมีสมบัติต่างๆ ออกไป เช่น ได้แก้วสีต่างๆ หรือได้แก้วทึบแสง เป็นต้น

ของผสมที่มีเนื้อเป็นแก้วส่วนใหญ่จะมีปริมาณของซิลิกาเป็นองค์ประกอบมากกว่า 50% ของส่วนผสมของวัตถุดิบ โดยปกติอาจถือเป็นหลักเกณฑ์ได้ว่า การเพิ่มปริมาณซิลิกาในเคลือบให้สูงขึ้นจะทำให้

1. จุดหลอมตัวของส่วนผสมสูงขึ้น
2. ลดการไหลตัวของเคลือบขณะหลอม
3. ช่วยทำให้เคลือบมีความต้านทานต่อการละลายของน้ำและการกัดกร่อนของสารเคมีเพิ่มขึ้น
4. ช่วยลดสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน
5. ช่วยเพิ่มความแข็งและความแข็งแรงให้แก่เคลือบ

แต่ต้องระลึกเสมอว่าผลต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้นอาจเปลี่ยนแปลงไปได้โดยปริมาณและสมบัติของธาตุอื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบ หรือมิฉะนั้นปริมาณของซิลิกายังอยู่ในขอบเขตที่เหมาะสมสำหรับเคลือบแต่ละชนิด ขอบเขตจำกัดการใช้ซิลิกาในเคลือบปกติอยู่ระหว่าง 1 ถึง 12 โมลสมมูล ถ้าใช้ซิลิกาน้อยไปเคลือบจะมีสมบัติไม่คงทน เช่น ละลายได้ง่าย ถ้าใช้ซิลิกามากเกินไปเคลือบจะทนไฟมากขึ้น คือ มีจุดสุกตัวสูงเกินไป

ซิลิกา (SiO_2) ถึงแม้ว่าซิลิกาจะมีโครงสร้างของผลึกเปลี่ยนแปลงไปได้หลายรูปแบบ ควอตซ์หรือทรายทะเลมีโครงสร้างผลึกเป็นควอตซ์ เป็นรูปแบบที่คงทนที่อุณหภูมิปกติ SiO_2 ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์มีรูปผลึกควอตซ์เป็นส่วนใหญ่ ควอตซ์ที่บดละเอียดเรียกว่า พอตเตอร์ส ฟลินต์

ฟลินต์ เป็นรูปร่างหนึ่งของซิลิกาซึ่งมีผลึกขนาดเล็กมากๆ เกิดขึ้นตามธรรมชาติทั่วไป การผลิตวัตถุดิบนี้ทำโดยนำมาเผาแล้วบด สิ่งสกปรกที่เจือปนมากับฟลินต์ ได้แก่ อะลูมินา แคลเซียและเหล็ก ฟลินต์ที่บดแล้วมีความถ่วงจำเพาะ 2.33 พอตเตอร์ส ฟลินต์เมื่อบดแล้วจะมีความถ่วงจำเพาะ 2.65 ข้อแตกต่างนี้มีความสำคัญมาก โดยเฉพาะการใช้วัตถุดิบชนิดหนึ่งแทนอีกชนิดหนึ่งในน้ำเคลือบ และถ้าไม่มีการ

แก้ไขให้ถูกต้องอย่างเหมาะสม อาจเป็นเหตุทำให้เคลือบเกิดการรานตัว นอกจากนี้ฟลินต์ยังมีปฏิกิริยาทางเคมีดีกว่าพอตเตอร์ส ฟลินต์ ทั้งนี้เพราะว่าฟลินต์มีขนาดผลึกละเอียดมากกว่า พอตเตอร์ส ฟลินต์ที่มีคุณภาพดีเมื่อเผาถึง cone 8 ควรมีสีขาวบริสุทธิ์และร่วน

ความละเอียดของฟลินต์ก็เป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ใช้กันแพร่หลายมี 2 แบบ คือ

ตะแกรงเบอร์เมซ (mesh)	% ที่ค้างบนตะแกรง	
	แบบ 1	แบบ 2
100	0.10	0.50
140	0.20	1.00
200	1.50	2.50
270	2.0	3.50
325	5.00	6.50
ความละเอียดที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 325	91.20	86.00

ฟลินต์ที่ละเอียดมากๆ เหมือนฝุ่น คนงานอาจสูดเข้าไปสะสมในปอดซึ่งเป็นเหตุให้เกิดโรคซิลิโกซิสและเป็นวัณโรคในที่สุด การป้องกันโรคนี้ทำโดยการควบคุมฝุ่นในโรงงานให้มีปริมาณซิลิกาต่ำกว่าที่กฎหมายกำหนด

โซเดียมซิลิเกต สารประกอบชนิดนี้มีจำนวนมาก มีส่วนประกอบซึ่งมีอัตราส่วนระหว่างโซดาและซิลิกาเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นในแต่ละครั้งที่สั่งมาใช้ในโรงงาน ต้องมีการวิเคราะห์ทางเคมีหรือต้องมีตราติดมาเสมอ สารประกอบทุกตัวละลายได้ดีในน้ำ ในเคลือบใช้สารประกอบพวกนี้เป็นตัวยึดเกาะโดยการผสมสีเซรามิกส์และวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเคลือบอื่นๆ ลงในสารละลายโซเดียมซิลิเกตแล้วจึงใช้ส่วนผสมที่ได้ระบายผลิตภัณฑ์หรือจุ่มผลิตภัณฑ์ลงในของผสมนั้น หลังจากอบผลิตภัณฑ์ให้แห้งแล้วจึงนำผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผาเคลือบจะเกิดการพองตัวเล็กน้อยแต่ก็จะยุบตัวกลับมาเรียบตามเดิม สารประกอบโซเดียมซิลิเกตที่ใช้ในอุตสาหกรรมเคลือบมีอัตราส่วน $Na_2O : SiO_2$: 1 : 2.9 และมีความถ่วงจำเพาะ $74^{O}Be$

สารประกอบของโบรอน (B)

เคลือบที่สำคัญหลายชนิดมีโบรอนเป็นองค์ประกอบ ทั้งนี้เพราะว่า

1. โบรอนก่อให้เกิดสารประกอบซิลิเกตที่หลอมได้ง่าย ซึ่งเป็นสารประกอบที่นัก เซรามิกส์ให้ความสนใจ
2. เป็นตัวทำละลายพวกออกไซด์ที่ทำให้เกิดสีอย่างแรง
3. การใช้โบรอนในเคลือบน้อยกว่า 12% จะช่วยลดสัมประสิทธิ์การขยายตัว แต่ถ้าใช้มากกว่าจะได้ผลตรงข้าม
4. ช่วยทำให้เคลือบเป็นมันวาวหรือสุกใส แต่ไม่ทำให้เคลือบมีดัชนีหักเกของแสงเพิ่มขึ้น

5. ช่วยทำให้เคลือบมีความหนืดที่อุณหภูมิต่ำ แต่มีการไหลตัวดีที่อุณหภูมิสูง ซึ่งเป็นข้อดีที่ช่วยทำให้เคลือบคลุมผิวผลิตภัณฑ์ได้ทั่วถึงดียิ่งขึ้น

6. ไม่ตกผลึกออกมาจากเคลือบ และมีแนวโน้มที่จะช่วยป้องกันไม่ให้ส่วนอื่นๆ ตกผลึกออกมาจากเคลือบ

7. มีฤทธิ์เป็นกรดและจะเข้าไปมีส่วนร่วมในโครงสร้างร่างแหของซิลิกา

8 ช่วยลดความตึงผิว

9. ถ้าใช้ในปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยทำให้สมบัติทางเคมีของเคลือบคงที่ยิ่งขึ้น

10. ในฟริตที่มีโบรอนเป็นปริมาณมาก มีแนวโน้มที่ละลายน้ำได้บ้าง ซึ่งจะได้สารประกอบซับซ้อนของโซเดียมบอเรตหรือกรดบอริก

เมื่อเปรียบเทียบสมบัติกับซิลิกา การใช้บอริกออกไซด์จะทำให้เคลือบมีความยืดหยุ่นตัว แรงดึงลดลง และถ้าใช้ปริมาณเล็กน้อยไม่เกิน 12% จะช่วยลดสัมประสิทธิ์การขยายตัว

บอริกออกไซด์แห้ง (B_2O_3) มีทั้งแบบเป็นเม็ดและเป็นผงใสโปร่งแสง ใช้ในการผลิตฟริตหลายชนิด มีสมบัติคงทนมากกว่ากรดบอริก

กรดบอริก (H_3BO_3 หรือ $B_2O_3.3H_2O$) มีลักษณะเป็นเกล็ดอ่อนนุ่ม ละลายน้ำได้ดี น้ำจะระเหยออกไปที่อุณหภูมิประมาณ 100 $^{\circ}$C และถ้าหลอมถึง 800 $^{\circ}$C จะได้ B_2O_3 การเก็บรักษากรดบอริกต้องกระทำอย่างระมัดระวัง ควรเก็บในที่อุณหภูมิไม่สูงเกินไป ถ้าเราไม่ต้องการให้ปริมาณของน้ำในกรดบอริกเปลี่ยนแปลงฟริตบางอย่างโดยเฉพาะฟริตที่ทำโดยไม่คำนึงถึงสุขภาพ ในสถานะที่เป็นผงอาจจะละลายน้ำได้ดีพอสมควร ฟริตที่ละลายน้ำนี้บางตัวอาจเป็นไปได้ที่ว่ากรดบอริกหรือเกลือบอเรตถูกชะล้างออกมาจากผงฟริตระหว่างการบด กรดบอริกเมื่อถูกเฟาจะมีแนวโน้มสูงมากพร้อมที่จะกลายเป็นไอตลอดเวลา บอริกออกไซด์ในฟริตบางชนิดปริมาณหนึ่งซึ่งเปลี่ยนแปลงไปได้จะกลายเป็นไอไปในตอนต้นๆ ของการเผาเคลือบ ฟริตพวกนี้เป็นฟริตที่บอริกออกไซด์ถูกชะล้างหมด ปรากฏการณ์นี้สามารถที่จะทำให้ลดลงหรือแม้แต่ทำให้ไม่เกิดขึ้นเลยโดยทำให้บอริกออกไซด์ทำปฏิกิริยากับอัลคะไลหรืออัลคะไลเอิร์ทเพื่อให้เกิดเกลือบอเรตที่ไม่ระเหยเป็นไอ นักเซรามิกส์หลายท่านได้รายงานไว้ว่า ธาตุไม่ละลายหรือละลายได้น้อยมากในกรดบอริก ขณะหลอมเหลว ได้แก่ ธาตุ Be, Al Cr Si Th Sn Mo และ U บอแร็กซ์ สารประกอบที่พบเสมอคือ $Na_2B_4O_7.10H_2O$ มีผลึกเป็นรูปปริซึม ส่วน $Na_2B_4O_7.5H_2O$ ตกผลึกเป็นรูปเตตระฮีดรอนและบางครั้งจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นปริซึมเมื่อเก็บไว้ในที่อากาศชื้น บอแร็กซ์ที่ซื้อขายกันมักประกันความบริสุทธิ์สูงเกิน 99.5% บอแร็กซ์แห้ง ($Na_2O.2B_2O_3$) ใช้แทน $Na_2B_4O_7.10H_2O$ ในอัตรา $Na_2O.2B_2O_3$: $Na_2B_4O_7.10H_2O$ = 53 : 100

1.5.7 สารประกอบของไทเทเนียม (Ti)

ไทเทเนียม (TiO_2) มีสมบัติเป็นกรดในปฏิกิริยาเคมีที่อุณหภูมิสูงเช่นเดียวกับ SiO_2 การใส่ TiO_2 ลงไปในเคลือบก็เพื่อทำให้มีผลต่อเคลือบสี โดยเป็นตัวทำให้เกิดความทึบแสงและส่งเสริมให้เกิดการตกผลึก TiO_2 ละลายได้บ้างในเคลือบ

รูไทล์ เป็นแร่ธรรมชาติมักจะมี Feo ละลายปนอยู่ในผลึก 1% ถึง 2.5% และมี SiO_2, Cr_2O_3 และ VO_2 ปนอยู่เล็กน้อย รูไทล์ละเอียดใช้เป็นเม็ดสีอย่างแพร่หลาย สีชนิดนี้จึงไม่ใช่ TiO_2 บริสุทธิ์

ไทเทเนียมไดออกไซด์ที่บริสุทธิ์ ใช้กันมากในอุตสาหกรรมผลิตสีขาว กระดาษและใช้ในโรงงานทั่วไป ไม่นิยมใช้ทำให้เกิดสีในเคลือบ การใช้ในเคลือบก็เพื่อวัตถุประสงค์อื่นๆ

การใช้ไทเทเนียมในเคลือบ เพื่อทำให้เคลือบมีความทนกรดได้ดีขึ้น ทำให้เกิดสีและเนื้อผลิตภัณฑ์ละเอียด

TiO_2 ใช้ในการผลิตสีเขียวใต้เคลือบ TiO_2 บริสุทธิ์ผสมลงในฟริตแล้วใช้เขียนบนผลิตภัณฑ์ซึ่งใช้หินปูนเป็นส่วนประกอบ แล้วเคลือบทับด้วยเคลือบตะกั่วจะได้สีแดงแกมเหลือง ถ้าใช้แร่รูไทล่จะได้สีเหลืองเข้ม เพราะว่าในรูไทล์มี Fe_2O_3 ปะปนอยู่เล็กน้อย

TiO_2 มีอิทธิพลต่อสีของเคลือบที่มีเหล็กเป็นส่วนผสม โดยเฉพาะเคลือบบริสตอลซึ่งมีจุดสุกตัวที่ cone 6 เพราะว่าการเติม TiO_2 0.10 โมลสมมูลในเคลือบซึ่งมี 0.09 โมลสมมูลของเหล็ก จะทำให้เคลือบเปลี่ยนจากสีน้ำตาลเข้มไปเป็นสีเขียวเข้ม

TiO_2 ถูกรีดิวซ์ได้ด้วย CO และสารประกอบอื่นๆ ที่มีสมบัติเป็นตัวรีดิวซ์ ซึ่งผลสุดท้ายจะได้ C_i2O_3 ซึ่งจะมีสีแดง แต่บางครั้งก็ได้สีน้ำเงินเข้ม

เคลือบสีอาจมีสีแปลกไปถ้าเคลือบนั้นมีทั้ง TiO_2 และสารประกอบที่เป็นตัวรีดิวซิง เช่น ในเคลือบที่มี Na_2O, K_2O, SiO_2, Al_2O_3 และ TiO_2 และมีโลหะ Mg, Al หรือ Zn ทำหน้าที่เป็นตัวรีดิวซิง

1.5.8 สารประกอบของฟอสฟอรัส (P)

เมื่อผสมสารประกอบฟอสเฟตลงไปในเคลือบ มีแนวโน้มที่จะเกิดความทึบแสง และดัชนีหักเหเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สารประกอบพวกนี้ใช้น้อยมาก

แคลเซียมฟอสเฟต ($Ca_3(PO_4)_2$ แคลเซียมฟอสเฟตที่นักเซรามิกส์สนใจมี 2 แบบ ด้วยกัน คือ แร่อะพาไทต์และเถ้ากระดูก เถ้ากระดูกมีส่วนประกอบไม่แน่นอน แต่มีส่วนประกอบโดยประมาณ คือ ($Ca_3(PO_4)_2$ 85.9% $CaCO_3$ 5.9% $Mg_3(PO_4)_2$ 3.80%, NaCl และ KCl 5.15% เถ้ากระดูกเตรียมได้โดยเลือกกระดูกสัตว์แล้วนำมาเผา บด วัตถุดิบชนิดนี้ใช้เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสง

อะพาไทต์ $CaF.Ca_4(PO_4)_3$ เป็นแร่ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ส่วนประกอบโดยประมาณคือ ($Ca_3(PO_4)_3(PO_4)_2$ 67 – 75%, $CaCO_3$ 3 – 10 %, CaF_2 4%

การใช้เป็นวัตถุดิบผสมในน้ำเคลือบ ใช้เถ้ากระดูกบ้างเล็กน้อยเป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงสำหรับเคลือบที่มีจุดสุกตัวต่ำ ถ้าใช้ปริมาณมากหรือใช้ในน้ำเคลือบที่มีจุดสุกตัวสูงเกินไป จะเป็นสาเหตุทำให้เคลือบไม่สุกใส เกิดรูเข็มและแผลแตกกระจายที่ผิวเคลือบ

1.5.9 สารประกอบของอาร์เซนิก (As)

ใช้ในน้ำเคลือบเพียงบางครั้ง สารประกอบของมันเป็นพิษอย่างแรง

อาร์เซนัสออกไซด์ (As2O3) เป็นสารประกอบสีขาวใช้ผสมในน้ำเคลือบ ส่วนอาร์เซนิกเป็นตอกไซด์ (As_2O_5) สลายตัวให้ As_2O_3 + O_2 ที่อุณหภูมิ 400°C จึงจัดว่าเป็นเป็นตัวออกซิไดซิงที่อุณหภูมิต่ำได้และอาจเป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงได้เช่นกัน

เซอร์โคเนียมอาร์เซเนต เมื่อผสมลงไปในน้ำเคลือบจะทำหน้าที่เป็นตัวออกซิเดชันและเป็นตัวไล่ฟองอากาศ ซึ่งขึ้นกับเคลือบว่ามีความหนืดมากหรือน้อย เมื่อเผาเคลือบส่วนที่เหลืออยู่ ได้แก่ อาร์เซนิกและเซอร์โคเนียมออกไซด์ ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวทำให้เคลือบทึบแสง เซอร์โคเนียมอาร์เซเนตจะสลายตัวที่อุณหภูมิต่างๆ ดังนี้

$$2(ZrO_2.As_2O_5) \xrightarrow{900^{O}C} 2ZrO_2.As_2O_5 + As_2O_3 + O_2$$

$$3(2ZrO_2.As_2O_5) \xrightarrow{950^{O}C} 2(3ZrO_2.As_2O_5) + As_2O_3 + O_2$$

$$3(2ZrO_2.As_2O_5) \xrightarrow{1,000^{O}C} 3ZrO_2.As_2O_3 + O_2$$

1.5.10 สารประกอบดีบุก (Sn)

ใช้ในน้ำเคลือบก็เพื่อทำให้เกิดเคลือบทึบแสง เพราะว่าดีบุกไม่ละลายในสารประกอบซิลิเกต ช่วยทำให้เคลือบคลุมผิวผลิตภัณฑ์ได้ดีและเป็นตัวทำให้เคลือบมีสีขาวดีที่สุด สารประกอบของดีบุกยังคงใช้กันอย่างกว้างขวางโดยไม่คำนึงถึงว่ามีราคาแพง ดีบุกเป็นสารที่มีความสำคัญมากในการผลิต เคลือบสีที่ต้องการโดยเฉพาะ และยังใช้ในการผลิตสีเซรามิกส์ใช้ในการตกแต่งทั้งใต้เคลือบและบนเคลือบ

สแตนนิกออกไซด์ (SnO_2) ผลิตจากแร่แคสซิเทอไรต์ ส่วน Sno2 ที่ได้จากขบวนการเคมีอื่นๆ มักจะมีสแตนนิกออกไซด์สีดำเจือปนอยู่เสมอ SnO_2 ที่ได้จากวิธีหลังนี้มีคุณภาพต่ำ ไม่เหมาะกับงานSnO_2 ใช้ในส่วนผสมของเคลือบน้อยมากคืออยู่ระหว่าง 6% ถึง 10% SnO_2 ละลายในเคลือบน้อยมากกว่าน้อยกว่า 0.05 โมลสมมูล ปริมาณ SnO_2 ที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดและจุดสุกตัวของเคลือบ SnO_2 เป็นตัวทำให้เคลือบทึบแสงได้ดีที่สุด เมื่อเคลือบนั้นมีส่วนประกอบของฟริตซึ่งมีบอริกออกไซด์ผสมอยู่ใช้ SnO_2 มากเกินไปจะทำให้เคลือบไม่สุกใสเท่าที่ควร และอาจทำให้เกิดเคลือบด้าน ในเคลือบมี Cr_2O_3 เพียงเล็กน้อยเมื่อผสม SnO_2 ลงไปจะทำให้เกิดเคลือบสีชมพูหรือสีแดงปนน้ำตาล หรือแม้แต่ไอของ Cr_2O_3 ก็ทำให้เคลือบที่มี SnO_2 เป็นส่วนประกอบมีสีประหลาดได้

1.5.11 สารประกอบของเซอร์โคเนียม (Zr)

ใช้ผสมลงในเคลือบก็เพื่อทำให้เคลือบทึบแสง และเป็นส่วนผสมพื้นฐานส่วนใหญ่ในการทำให้เกิดสีเซรามิกส์ สารประกอบเซอร์โคเนียมที่ใช้มากที่สุดคือ เซอร์โคเนีย ZrO_2 และเซอร์คอน $ZrO_2.SiO_2$ ใช้เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงในช่วงอุณหภูมิ cone 04 ถึง 14 และอุณหภูมิสูงกว่าการทำให้เคลือบทึบแสงจะเริ่มใช้ ZrO_2 4% ถึง 5% ถ้าใช้ ZrO_2 ระหว่าง 10% ถึง 15% จะทำให้เคลือบทึบแสงดีที่สุด นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมให้เคลือบคลุมผิวผลิตภัณฑ์ได้ดีอีกด้วย ในเคลือบบางชนิดก็สามารถทึบแสงได้ดีเมื่อใช้ ZrO_2 เพียง 3%

1.5.12 สารประกอบของบิสมัท (Bi)

Bi_2O_3 เป็นตัวจุดหลอมตัวที่รุนแรง Bi_2O_3 มีสมบัติเหมือนกับ PbO ได้มีการทดลองใช้ Bi_2O_3 สูงถึง 50% ผลปรากฏว่าเคลือบมีคุณภาพดีขึ้น คือ มีความคงทน ความหนาแน่น และดัชนีหักเหแสงสูงขึ้น เคลือบที่มี Bi เป็นองค์ประกอบมีแนวโน้มที่จะเกิดสีเทา แต่ก็สามารถแก้ไขได้โดยการผสม Bi_2O_3 หรือตัวออกซิไดซิงอื่นๆ ลงไปเล็กน้อย

เคลือบที่มีบิสมัทเป็นองค์ประกอบ จะมีช่วงอุณหภูมิที่เป็นจุดสุกตัวยาวกว่าเคลือบที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ มีสมบัติทนต่อการรานตัวได้ดีกว่าและยังไม่เป็นพิษอีกด้วย สีเหลือง สีเหลืองแกมเขียว และสีเทาอาจเกิดขึ้นได้ในเคลือบที่มี Bi_2O_3 สีเหลืองเป็นสีที่มีความคงทนที่อุณหภูมิสูง เคลือบสีเหลือง สีสวยงามสามารถผลิตได้โดยการเผารีดักชันของเคลือบซึ่งมีสูตรทางเคมีดังนี้

$$\left.\begin{array}{l} 0.2\ K_2O \\ 0.1\ Na_2O \\ 0.1\ CaO \\ 0.3\ BaO \\ 0.3\ ZnO \end{array}\right\} \quad 0.26\ AI_2O_3 \quad 2.26\ SiO_2 \quad + 16\%\ Bi_2O_3$$

สารประกอบของแคดเมียม (Cd)

แคดเมียมออกไซด์ (CdO) เมื่ออยู่ในเคลือบมีสมบัติเหมือนสังกะสีออกไซด์ ใช้ทำสีเซรามิกส์ที่อุณหภูมิต่ำเท่านั้น Cd, S และ Se มีส่วนผสมที่ทำให้เกิดสีแดงส้ม สำหรับใช้กับเคลือบและโลหะเคลือบที่อุณหภูมิต่ำ

1.5.13 สารประกอบของโครเมียม (Cr)

ใช้ในเคลือบเป็นตัวทำให้เกิดสี Cr_2O_3 ทำให้เคลือบมีสีเขียวสุกใส ไม่ละลายในน้ำ ละลายในเนื้อแก้วซิลิเกตน้อยมาก Cr_2O_3 เป็นเม็ดสีที่มีความไวมาก ในกรณีที่มี ZnO ผสมอยู่ด้วยจะให้สีน้ำตาล เนื่องจากเกิด $ZnCrO_4$ Cr_2O_3 ให้สีเหลืองของ $PbCrO_4$ ในเคลือบที่มีเปอร์เซ็นต์ตะกั่วสูง นอกจากนี้ก็ให้สีส้มในเคลือบอุณหภูมิต่ำและเป็นเคลือบที่มีเปอร์เซ็นต์ SiO_2 ต่ำ เคลือบที่มีเปอร์เซ็นต์ตะกั่วสูง จะมีเปอร์เซ็นต์อะลูมินาต่ำ และมีเปอร์เซ็นต์ซิลิกาต่ำด้วย และมีจุดสุกตัวที่โคน 010 จะได้เคลือบสีแดง ใช้เป็นสีดำ Cr_2O_3 เมื่อใช้ร่วมกับดีบุกออกไซด์จะทำให้เกิดสีชมพู $FeCrO_4$ เป็นแร่ธรรมชาติบดให้ละเอียด ใช้ผงสีดำ Cr_2O_3 เป็นองค์ประกอบของผงสีดำแทบทุกชนิด คืออาจใช้ Cu_2CrO_4 ได้ถึง 65% หรืออาจใช้ผงสีดำของ Cr-Co-Fe ระหว่าง 12% ถึง 40%

1.5.14 สารประกอบของทองแดง (Cu)

ทองแดงออกไซด์ (CuO) ใช้ในเคลือบเพื่อเป็นตัวทำให้เกิดสี สีของเคลือบจะขึ้นกับองค์ประกอบหลายอย่างคือ

1. ความเข้มข้นของทองแดงในเคลือบ
2. บรรยากาศในเตาเผาเป็นออกซิไดส์หรือรีดิวซ์
3. ธรรมชาติของ RO ในเคลือบ
4. ความเป็นกรดด่าง หรืออัตราส่วนระหว่าง $Na_2O : SiO_2$

เมื่อบรรยากาศในเตาเผาเป็นรีดิวซิง จะได้เคลือบสีแดงหรือทับทิม ปกติแล้วทองแดงจะทำให้เกิดสีเขียว แต่ในเคลือบที่มีเปอร์เซ็นต์โซดาสูงหรือใช้ทองแดงร่วมกับดีบุกออกไซด์จะได้เคลือบสีน้ำทะเล

การใช้ CuO 0.03 ถึง 0.06 โมลสมมูลจะได้เคลือบสีเขียวอ่อน แต่ถ้าใช้ 0.06 ถึง 0.10 โมลสมมูลจะได้สีเขียวได้แก่

CuO จัดอยู่ในกลุ่ม RO เป็นตัวลดจุดหลอมตัวของเคลือบที่รุนแรงและมีประสิทธิภาพ CuO จะทำปฏิกิริยากับสารประกอบซับซ้อนของซิลิเกตและในที่สุด Cu^{++} จะเข้าไปอยู่ในโครงสร้างเคลือบพร้อมกับทำให้เคลือบมีสีเขียว

การเกิดสีนี้มี 2 วิธี

1. เกิดอนุมูลสีละลายในเคลือบ
2. เกิดการกระจัดกระจายของเม็ดสีที่ไม่ละลายในเคลือบ

CuO ละลายได้ดีในเคลือบ ถ้าเกิดการตกผลึกของ Cu_2O ซึ่งเป็นเม็ดสีที่ไม่ละลายในเคลือบ

1.5.15 สารประกอบของโคบอลต์ (Co)

โคบอลต์ทำหน้าที่เป็นตัวทำให้เกิดสี CoO จัดอยู่ในกลุ่ม RO เป็นตัวลดจุดหลอมตัวของเคลือบที่มีประสิทธิภาพ ละลายได้ดีในเคลือบและอยู่ในรูปอนุมูล Co^{++} และ Co^{+3} เกิดขึ้นได้บ้าง การทำให้เกิดสีในเคลือบขึ้นกับชนิดของอนุมูลและอนุมูลอื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบร่วม สีน้ำเงินเป็นสมบัติประจำตัวของ Co เว้นแต่จะใช้ในภาวะที่ผิดปกติและพิเศษออกไป

CoO เป็นออกไซด์ที่มีความไวมากในการทำให้เกิดสี และสีที่ได้มีความเข้มมาก เคลือบสีน้ำเงินเข้มสามารถผลิตได้โดยใช้ CoO ผสมในน้ำเคลือบเพียง 0.02% และที่เกิดขึ้นนี้จะไม่เปลี่ยนแปลงไม่ว่าภาวการณ์เผาจะเป็นออกซิไดส์หรือรีดิวซ์ สีน้ำเงินที่เกิดจาก CoO นี้ใช้ทั้งในเคลือบสีเขียนใต้เคลือบและบนเคลือบ ใช้ในรูปลอกต่างๆ และการผลิตผงสี เคลือบเปอร์ซเลนสีน้ำเงินเข้มผลิตโดยใช้ CoO ระหว่าง 0.025 ถึง 0.10 โมลสมมูล

ผงสีน้ำเงินที่ไม่ละลายในเคลือบ สามารถใช้ได้ทุกอุณหภูมิ ผลิตจากการเผาส่วนผสมระหว่างอะลูมินา สารประกอบของโคบอลต์และสังกะสีออกไซด์ หรือถ้าผสมให้ถูกส่วนกับ MgO, SiO_2 และ B_2O_3 จะสามารถผลิตผงสี ม่วง แดง ชมพู และเขียว นอกจากนี้ผงสีดำก็สามารถผลิตได้โดยผสมกับ MnO

โคบอลต์ออกไซต์ (Co_3O_4) หรือ $Co_2O_3.CoO$ มีจำหน่ายในท้องตลาดสำหรับผสมในเคลือบเพื่อทำให้เกิดสี เป็นสารประกอบที่มีประโยชน์มากสำหรับใช้ในการผลิตฟริต และในส่วนผสมของน้ำเคลือบ

โคบอลต์คาร์บอเนต ($CoCO_3$) ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ในกรด เมื่อเผาจะสลายตัวให้ CoO และ CO_2 เป็นสารประกอบที่มีประโยชน์มากสำหรับใช้ในการผลิตฟริต และในส่วนผสมของน้ำเคลือบ

โคบอลต์โครเมต ($CoCrO_4$) ใช้ผสมกับ Al_2O_3 และ ZnO ในการผลิตผงสีสีน้ำเงินอ่อนซึ่งใช้กับเคลือบที่เผาที่อุณหภูมิต่ำ

1.5.16 ทอง (Au)

ใช้ตกแต่งผลิตภัณฑ์เซรามิกส์กันอย่างแพร่หลาย ทองเป็นธาตุที่คงตัวมากไม่รวมตัวหรือทำปฏิกิริยาเคมีกับธาตุใดๆ ถึงแม้อุณหภูมิสูงก็ไม่เกิดออกซิเดชัน

ผงทอง ใช้สำหรับเคลือบผิวและตกแต่งบนผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ อาจใช้ในรูปผสมน้ำข้นๆ โดยใช้ของเหลวที่เหมาะสม หลังจากการเผาผลิตภัณฑ์ ตกแต่งให้เรียบร้อยแล้วขัดให้สวยงาม

ทองเหลว ได้จากการละลายทองในของเหลวที่เป็นตัวลดจุดหลอมละลายในปริมาณที่สมดุล สารนี้จะมีทองเรซิเนตประกอบอยู่ประมาณ 10% ใช้ทาหรือเขียนเพียงบางๆ โดยอุณหภูมิที่ใช้ทำอยู่ระหว่าง 700 ถึง 750 ^{O}C ระหว่างเผาบรรยากาศในเตาเผาต้องระบายได้ดี

ผงทองสีน้ำตาล ใช้ผสมกับตัวลดจุดหลอมละลายที่เหมาะสม ซึ่งอาจเป็นฟริตที่มีการขยายตัวที่เหมาะสม และมีสมบัติทางเคมีที่คงทน แต่จะถูกขจัดออกไประหว่างเผาที่อุณหภูมิสำหรับใช้ตกแต่งผลิตภัณฑ์

สีม่วงเตรียมได้จากส่วนผสมของ $SnCl_4$ และ $AuCl_2$ ถ้าใช้ $SnCl_4$: $AuCl_2$ = 10 : 1 จะได้สีเลือดนกปนน้ำตาล ถ้าใช้ 5 : 1 จะได้สีดอกกุหลาบ (rose) และถ้าใช้ 4 : 1 จะได้สีม่วงอ่อน เมื่อเผาส่วนผสมเหล่านี้จะทำให้ได้สีที่คงทนได้ถึงโคน 16

1.5.17 สารประกอบของเงิน (Ag)

เงินทนทานต่อปฏิกิริยาเคมีได้ดีพอสมควร มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 960 ^{O}C ความสวยงามจะลดลงเมื่อเงินรวมตัวกับกำมะถันเป็นเงินซัลไฟด์ เงินไม่ถูกออกซิไดส์ที่อุณหภูมิสูง โลหะเงินใช้ตกแต่งผลิตภัณฑ์เคลือบ สารที่ใช้มักอยู่ในรูปผงผสมกับตัวลดจุดหลอมตัวจนมีลักษณะแบบแป้งเปียก

ผงเงิน ผลิตภัณฑ์ที่ตกแต่งด้วยผงเงินจะขุ่นมัวได้ง่าย เนื่องจากเงินถูกออกซิไดส์หรือเกิดซัลไฟต์ของเงิน ทางปฏิบัติผงเงินจะใช้ในรูปของผสมของสารที่เป็นตัวลดจุดหลอมละลายกับผงเงินซึ่งสามารถ

ใช้ได้กับเคลือบและเผาจนกระทั่งผลิตภัณฑ์สุกตัว ผลิตภัณฑ์ตกแต่งด้วยเงินทนไฟได้ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่ตกแต่งด้วยทอง

เงินออกไซด์ (Ag_2O) จะสลายตัวให้ Ag และ O_2 ที่อุณหภูมิ 300 ^{O}C ละลายได้ใน NH_4OH และกรดต่างๆ ใช้สำหรับผลิตเคลือบสีเหลืองที่อุณหภูมิต่ำๆ บ้าง แต่ในเคลือบไม่ควรมี CaO และ ZnO เพราะถ้ามีส่วนประกอบสองตัวนี้มักจะทำให้เคลือบสีน้ำตาล Ag_2O ใช้เคลือบบนผลิตภัณฑ์เคลือบและเผาในบรรยากาศที่เป็นรีดิวซิงจะได้สีโลหะที่แวววาวดี

เงินคลอไรด์ (AgCl) ใช้ผสมในเคลือบอุณหภูมิต่ำด้วยปริมาณที่น้อยมากเพื่อทำให้เกิดความเป็นเงามัน นอกจากนี้ก็ใช้ผสมในเคลือบเพื่อทำให้เกิดสีเหลืองที่เป็นเงามัน ซึ่งต้องใช้ AgCl 30% และดินขาว 70% ผสมให้เข้ากันเป็นแป้งเปียกแล้วทาฉาบบนผลิตภัณฑ์ และเผาจนถึงอุณหภูมิ 700°C

เงินคาร์บอเนต (Ag_2CO_3) ใช้สำหรับผลิตสีเขียวบนเคลือบและผสมในเคลือบเพื่อทำให้เกิดความเป็นเงามัน อุณหภูมิที่ใช้เผาสีที่ใช้เขียนบนเคลือบอยู่ระหว่าง 300 ถึง 700 ^{O}C สำหรับการผลิตเคลือบอุณหภูมิต่ำเป็นเงามันดี ทำได้โดยผสม Ag_2CO_3 หรือ Ag_2O ลงไปในเคลือบใสที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 1 – 2% และเผาเคลือบในบรรยากาศที่เป็นรีดิวซิง

1.5.18 สารประกอบของแมงกานีส (Mn)

ในเคลือบแมงกานีสทำหน้าที่เหมือนกับกลุ่ม RO และยังเป็นตัวลดจุดหลอมตัวของเคลือบที่รุนแรงพอสมควร เมื่อเป็นองค์ประกอบในเคลือบทำหน้าที่เป็นตัวทำให้เกิดสีอ่อนๆ แต่เมื่ออยู่ในรูปแบบ ซึ่งทำหน้าที่เป็นกลุ่ม RO จะเข้าไปอยู่ในโครงสร้างของเคลือบในรูป Mn^{+2} และ Mn^{+3} ฉะนั้นสีที่ได้จึงเป็นชนิดทำให้เกิดสีละลายในเคลือบ เมื่อผสมกับส่วนผสมอื่นๆ สามารถทำให้เกิดสารประกอบที่ละลายในเคลือบได้น้อยคือเกิดผงสีนั่นเอง

แมงกานีสละลายในเนื้อแก้ว จะทำให้เนื้อแก้วเกิดสีแดง แดงม่วง หรือชมพู และบางครั้งก็ให้สีน้ำตาล ไม่ควรใส่แมงกานีสลงไปในฟริต ควรใส่ลงไปต่างหากในส่วนผสมของเคลือบ

ผงสีหลายสีจำเป็นต้องใช้แมงกานีสเป็นองค์ประกอบ เมื่อเผาร่วมกับอะลูมินาจะได้ผงสีซึ่งเป็นสปิเนลสีน้ำตาลเข้ม นอกจากนี้ผงสีที่ต้องใช้แมงกานีสเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ สีดำ น้ำตาล ม่วง และแดง

แมงกานีสไดออกไซด์ (MoO_2) เป็นรูปแบบที่นักเซรามิกส์ใช้กันแพร่หลาย ไม่ละลายน้ำเมื่อเผา $MnO_2 \rightarrow MnO + \frac{1}{2} O_2$ ที่อุณหภูมิ 535°C จะมีสมบัติเป็นตัวออกซิไดซิง แมงกานีสไดออกไซด์เป็นแร่สีน้ำเงินดำ เรียกว่า แร่ไพโรลูไซต์

1.5.19 สารประกอบของโมลิบดีนัม (Mo)

MoO_3 หรือสารประกอบอื่นที่สลายตัวให้ MoO_3 อาจใช้เป็นองค์ประกอบของเคลือบเพื่อทำให้เกิดผลเฉพาะบาอย่าง MoO_3 ละลายน้ำได้เล็กน้อย สามารถตกผลึกออกมาจากเคลือบอยู่ในรูปอัลคะไลเอิร์ทโมลิบเดท ซึ่งสามารถช่วยทำให้เคลือบทึบแสงได้บ้างและทำให้เคลือบมีสีฟ้ามัว

MoO_3 ช่วยลดความตึงผิวของเคลือบและใช้ประมาณ 0.1 ถึง 0.2% นอกจากจะลดความตึงผิวแล้วยังช่วยทำให้เคลือบคลุมผิวผลิตภัณฑ์ได้ดีอีกด้วย เกลือของโมลิบดีนัมใช้ผสมลงไปในเคลือบก็เพื่อทำให้เกิดสีหรือทำให้เคลือบทึบแสง หรือเพื่อทำให้เคลือบคลุมผิวผลิตภัณฑ์ได้ดีขึ้น

1.5.20 สารประกอบของเหล็ก (Fe)

สารประกอบของเหล็กเป็นองค์ประกอบในเคลือบมากบ้างน้อยบ้าง ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบที่เป็นแร่ตามธรรมชาติ ธาตุเหล็กเป็นธาตุหนึ่งที่ใช้เป็นตัวควบคุมการเลือก และการใช้วัตถุดิบในการผสมทำน้ำเคลือบ ผลของสารประกอบของเหล็กเมื่อใส่ลงในเคลือบก็คือการทำให้เคลือบมีสีได้หลายสีซึ่งขึ้นกับองค์ประกอบอื่นๆ ในเคลือบ เช่น บรรยากาศการเผาเคลือบ ปริมาณของเหล็ก และยังขึ้นกับชนิดของอนุมูลของเหล็กในเคลือบอีกด้วย

สารประกอบของเหล็กมีส่วนเกี่ยวข้องในการทำให้เคลือบมีสีเขียว เหลือง แดง ฟ้า น้ำตาล หรือดำ ซึ่งขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของเคลือบ ความเข้มข้นของเหล็กและสภาวะของออกซิเดชันหรือรีดักชัน ความสัมพันธ์ระหว่างสีเคลือบกับความเข้มข้นเฟอร์ริกออกไซด์มีได้ดังนี้

สีของเคลือบ	เฟอร์ริกออกไซด์ (Fe_2O_3) %
ใส	น้อยกว่า 0.02
เกือบใส	0.02 – 0.05
เขียวอ่อนมากๆ	0.05 – 0.10
เขียวแกมเหลือง	0.10 – 0.30
เขียว	0.30 – 1.00
เขียวเข้ม	1.00 – 2.00

ตามทฤษฎี Fe^{+2} ละลายในแก้วหรือเคลือบจะทำให้เกิดสีฟ้า และถ้าเป็น Fe^{+3} จะให้สีแดง นอกจากนี้สารประกอบของเหล็กที่ละลายในเคลือบ ยังมีสารประกอบของเหล็กที่ไม่ละลายในเคลือบมากมาย ผงสีดำได้จากผง $FeO.Cr_2O_3$ หรือ $FeO.Fe_2O_3$ ออกไซด์ของเหล็กใช้เป็นองค์ประกอบของผงสีหลายชนิด นอกจากนี้ก็ยังในการดัดแปลงสีที่เกิดจากตัวทำให้เกิดสีอื่นๆ เช่น สีที่เกิดจากออกไซด์ของ Cu, Cr, Co และ Ni เป็นต้น

เฟอร์รัสออกไซด์ เป็นตัวลดจุดหลอมตัวของเคลือบที่รุนแรงพอสมควร นอกจากนี้ยังจัดว่าเป็นกลุ่ม RO Fe_2O_3 เป็นตัวลดจุดหลอมตัวของเคลือบที่ไม่รุนแรง และละลายในเคลือบน้อยมาก ฉะนั้นจึงสามารถทำให้เกิดผลึกเล็กๆ ของเหล็กได้ ถ้าเติม Fe_2O_3 ในเคลือบให้มากกว่าปริมาณที่มันถูกละลาย

1.5.21 สารประกอบของนิกเกิล (Ni)

นิกเกิลออกไซด์ (NiO) เป็นตัวทำให้เกิดสีและเป็นสารประกอบที่จัดอยู่ในกลุ่ม RO Ni_2O_3 สลายตัวให้ $2NiO+O_2$ ที่อุณหภูมิ 600°C สีที่เกิดจากนิกเกิลนี้ขึ้นกับปริมาณและชนิดของ RO ตัวอื่นๆ ด้วย นิกเกิลสามารถทำให้เกิดสีฟ้า เทา เขียว น้ำตาล และเหลือง

เคลือบสีฟ้าผลิตได้โดยเติม 0.15 NiO ลงในส่วนผสมของสูตรเคลือบข้างท้ายนี้ ซึ่งมีจุดสุกตัวที่โคน 5

0.25 K_2O		
0.14 CaO	0.3 Al_2O_3	2.0 SiO_2
0.21 BaO		
0.40 ZnO		

เคลือบสีม่วงก็สามารถเตรียมได้โดยเติม 0.15 NiO ลงในส่วนผสมของเคลือบ ซึ่งมีสูตรข้างท้ายนี้และมีจุดสุกตัวที่โคน 5

0.25 K_2O		
0.20 CaO	0.3 Al_2O_3	2.0 SiO_2
0.30 BaO		
0.25 ZnO		

ส่วนผสมของเคลือบเดียวกันนี้ ถ้าใช้ 0.15 NiO และเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ ZnO จะได้เคลือบสีน้ำตาลเมื่อใช้ 0.15 ZnO และได้สีม่วงแกมแดงเมื่อ ZnO = 0.25 และจะได้สีน้ำเงินเข้มเมื่อใช้ 0.35 ZnO

นิกเกิลออกไซด์มี 2 รูปแบบ คือ NiO มีสีเขียว และ Ni_2O_3 มีสีดำ ปัจจุบันใช้ผงสีซึ่งคงทนมากกว่าแทนการใช้นิกเกิลออกไซด์

1.5.22 สารประกอบของวาเนเดียม (V)

V_2O_5 ทำให้เคลือบเกิดสีได้มากมาย เช่น เหลือง เหลืองแกมเขียว น้ำตาลแกมแดง และสีเขียวมรกต สามารถผลิตได้โดยการเผาในบรรยากาศที่เป็นรีดิวซิง เคลือบที่มีอัลคะไล ปริมาณสูงมีแนวโน้มที่จะฟอกสีและทำให้สีอ่อนลง สีพวกนี้เป็นสีที่เกิดจากการละลายของวาเนเดียมในเนื้อเคลือบ ถ้าใช้วาเนเดียมมากเกินไปจะเกิดตกผลึกกลับออกมา และทำให้ผิวเคลือบเกิดสีไม่สม่ำเสมอ

อนุมูลวาเนเดียมที่ละลายในเคลือบช่วยทำให้เคลือบมีความตึงผิวลดลง ช่วยทำให้เคลือบคลุมผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิสูงได้ดี นอกจากนี้ยังเป็นตัวลดจุดหลอมตัวของเคลือบที่รุนแรงอีกด้วย

วาเนเดียมยังเป็นองค์ประกอบที่จำเป็นของผงสีที่คงทน และเป็นที่นิยมกันแพร่หลาย ซึ่งหลายสี เช่น สีเหลืองของวาเนเดียมและเซอร์โคเนียม สีเหลืองของดีบุกกับวาเนเดียม และสีฟ้าและฟ้าน้ำทะเลของเซอร์โคเนียมและวาเนเดียม

ความตึงผิวของเคลือบจะลดลงไปมากถ้าเพิ่ม V_2O_5 หรือ MoO_3 ลงไป 1 ถึง 2%

วาเนเดียมเพนตอกไซด์ V_2O_5 ละลายในน้ำได้เล็กน้อย หลอมเหลวที่ 690 ^{O}C ลดจุดหลอมตัวของเคลือบที่รุนแรง มีสีน้ำตาลแกมแดง มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวเป็นลบ

แอมโมเนียมเมตาวาเนเดท (NH_4VO_3) ผลิตโดยการละลายอัลคะไลเอิร์ทวาเนเดท ด้วยแอมโมเนียมคลอไรต์ และจะสลายตัวให้ V_2O_5 ที่อุณหภูมิ 210 ^{O}C สารประกอบนี้เหมาะที่จะใช้กับงานที่ต้องการความบริสุทธิ์มากๆ

การควบคุมวัตถุดิบ ในการเตรียมน้ำเคลือบควรจะต้องรู้อย่างแน่นอนว่า วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเคลือบแต่ละชุดที่ได้รับเข้ามาในโรงงานนั้น จะทำให้เคลือบมีสมบัติอย่างไรบ้าง การทดสอบวัตถุดิบที่ทำเป็นประจำก็คือ การวิเคราะห์ทางเคมี วิเคราะห์ขนาดโดยใช้ตะแกรงร่อน และการหาปริมาณของขนาดที่ตะแกรงร่อนไม่สามารถหาได้ ความสามารถในการหลอม การหดตัว สี และสิ่งสกปรกเจือปน

การที่จะบอกได้ว่าวัตถุดิบจะทำให้เคลือบมีสมบัติอย่างไรนั้น วิธีที่ดีที่สุดก็คือนำส่วนผสมนั้นไปใช้แทนส่วนผสมของเคลือบพื้นฐาน และตรวจดูผลที่ได้ การทดสอบเช่นนี้จะบอกเราได้ว่า วัตถุดิบชนิดนั้นสามารถใช้ได้ตามอัตราส่วนที่เคยใช้หรือไม่ หรืออาจจะต้องมีการปรับปรุงตามสมควร หรือถ้าได้ผลแตกต่างไปจากเดิมมากก็อาจจะไม่ยอมรับวัตถุดิบชนิดนั้นเลย

1.6 การคำนวณเกี่ยวกับการเคลือบ

ในการคำนวณหาส่วนผสมและหาสูตรของเคลือบนั้น เราแบ่งออกได้ดังนี้

คำนวณจากสูตรเอมไพริคอล (empirical formula) เพื่อหาส่วนผสมของสารซึ่งใช้เป็นวัตถุดิบในการทำเคลือบ (batch composition)

คำนวณจากเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมของวัตถุดิบ เพื่อหาสูตรเอมไพริคอล

ก่อนที่จะกล่าวถึงการคำนวณทั้งสองวิธี ขอนำสูตรเอมไพริคอลของเคลือบมาชี้แจงให้ทราบก่อน เราได้แบ่งออกไซด์ในสูตรเอมไพริคอลไว้เป็นสามพวกด้วยกันคือ

1. พวกด่างหรือ R_2O, RO เป็นพวกโลหะออกไซด์ เช่น Na_2O, K_2O, PbO, CaO เป็นต้น ผลรวมสมโมลของมันต้องเท่ากับ 1
2. พวกกลางหรือ R_2O_3 ซึ่งได้แก่ Al_2O_3, B_2O_3
3. พวกกรดหรือ RO_2 ซึ่งได้แก่ SiO_2

วิธีการเขียนสูตรเอมไพริคอลของเคลือบนั้นเขียนได้โดยจัดเป็น 3 ตอน ตอนแรกเป็นพวกด่าง ตอนกลางเป็นพวกที่เป็นกลาง และตอนท้ายเป็นพวกกรด เช่นตัวอย่างต่อไปนี้

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

เมื่อได้รู้วิธีการเขียนสูตรทางเคมีของเคลือบแก้ว ก็จะขอนำการคำนวณหาส่วนผสมของเคลือบมากล่าวต่อไป

1.6.1 การคำนวณจากสูตรเอมไพริคอล

เพื่อหาส่วนผสมของสารที่ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำเคลือบ

สมมติว่าเราพบสูตรเคลือบปอร์ซเลน เราสามารถนำมาหาส่วนผสมของวัตถุดิบตามวิธีการดังต่อไปนี้

สูตรเคลือบปอร์ซเลนมีดังนี้

0.4 K_2O	0.6 Al_2O_3	5.4 SiO_2
0.5 CaO		
0.1 MgO		

ขั้นที่ 1 เขียนออกไซด์พวกด่าง พวกเป็นกลาง และพวกเป็นกรด ตามลำดับจากซ้ายไปขวา แล้วใส่จำนวนโมลกำกับไว้ข้างใต้ดังนี้

K_2O	CaO	MgO	Al_2O_3	SiO_2
0.4	0.5	0.1	0.6	5.4

ขั้นที่ 2 ออกไซด์ของ K ให้แทนด้วยโพแทสเฟลด์สปาร์ ($K_2O.Al_2O_3.6SiO_2$) หรือถ้าเป็น Na ใช้โซดาเฟลด์สปาร์ ($Na_2O.Al_2O_3.6SiO_2$) ทั้งหมด ฉะนั้นจะเห็นได้ว่าต้องใช้โพแทสเฟลด์สปาร์ 0.4 โมล ซึ่งจะได้ 0.4 K_2O, 0.4 Al_2O_3, 2.4 SiO_2 นำโมลของออกไซด์ทั้งสามไปลบออกสูตรเคลือบจะเหลือ 0.5 CaO, 0.1 MgO, 0.2 Al_2O_3 และ 3 SiO_2

ขั้นที่ 3 ออกไซด์ของ Ca ทั้งหมดแทนด้วยหินปูนหรือแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCo_3$) ซึ่งภาษาทางเซรามิกส์เรียกว่า ไวติง (whiteing) นั่นคือ ต้องใช้ไวติงทั้งหมด 0.5 โมล ซึ่งจะทำให้ CaO ในสูตรหมดไป ส่วน CO_2 ในไวติงไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อเคลือบอย่างใด เพราะเมื่อเผาจะเป็นก๊าซหนีออกไป ฉะนั้นจะเหลือออกไซด์อีกสามตัว คือ 0.1 MgO, 0.2 Al_2O_3 และ 3 SiO_2

ขั้นที่ 4 ออกไซด์ของMg อาจใช่แร่แมกนีไซด์ ($MgCO_3$ magnesite) หรือแร่โดโลไมต์ (dolomite) ซึ่งมีทั้ง $CaCo_3$ และ $MgCO_3$ แต่ในที่นี้จะขอแทนด้วยทอลค์หรือแมกนีเซียมซิลิเกต ซึ่งมีสูตร 3 $MgO.4\ SiO_2.H_2O$ จะเห็นได้ว่าถ้าเราต้องการแทนค่า MgO ในสูตรเคลือบทั้งหมด ต้องใช้ 0.03 สมโมล ซึ่งจะได้ 0.1 MgO, 0.13 SiO_2 ส่วนน้ำนั้นไม่มีผลกระทบกระเทือน เพราะจะกลายเป็นไอไปเมื่อเผาให้ร้อน ฉะนั้นสูตรเคลือบจะเหลือ 0.2 Al_2O_3 , 2.87 SiO_2

ขั้นที่ 5 ขั้นนี้นับว่าเป็นหลักสำคัญอันหนึ่งเหมือนกับขั้นแรกคือ Al_2O_3 จะต้องแทนด้วย 0.1 โมลของดิน ซึ่งมีสูตร Al_2O_3 .2 SiO_2.2 H_2O ซึ่งจะให้ 0.1 Al_2O_3 , 0.2 SiO_2 และน้ำซึ่งไม่ต้องคำนึงถึงการเติมดินเพียง 0.1 โมล ก็เพื่อควบคุมเปอร์เซ็นต์ของดินในส่วนผสมของเคลือบไม่ให้สูงเกินไป ซึ่งจะทำให้เคลือบหดตัวมากหลังจากการชุบเคลือบ อันจะเป็นเหตุให้เคลือบแตกร่อนและหลุดไปในที่สุด หรืออาจเป็นผลทำให้เคลือบเคลือบผลิตภัณฑ์เป็นหย่อมๆ

ขั้นที่ 6 ออกไซด์ที่ยังเหลือหลังจากเติมดินแล้วคือ 0.1 Al_2O_3 , 2.67 SiO_2 ซึ่ง 0.1 Al_2O_3 อาจแทนได้ด้วยอะลูมินาออกไซด์ หรือทางเซรามิกส์เรียกว่า อะลูมินา ก็ได้แต่ไม่นิยมใช้กัน เพราะอะลูมินาบริสุทธิ์ราคาแพงและทนไฟมาก จะเป็นเหตุให้เคลือบมีจุดหลอมตัวสูงและมักจะทำให้ได้เคลือบด้านจึงมักนิยมใช้ดินที่เผาแล้วแทน ดินที่เผาแล้วมีสูตร Al_2O_3.2 SiO_2 ซึ่งไม่มีความเหนียว ฉะนั้นเราจึงต้องใช้ 0.1 โมลของดินเผาซึ่งจะให้ 0.1 Al_2O_3.0.2 SiO_2 ผลสุดท้ายสูตรจะเหลือ 2.47 SiO_2 ที่ยังไม่ได้แทนค่า

ขั้นที่ 7 ขั้นสุดท้ายนี้โมลที่เหลือทั้งหมดของ SiO_2 เราแทนด้วยควอตซ์หรือภาษาเซรามิกส์เรียกว่า ฟลินต์ นั่นก็คือ แทนด้วย 2.47 โมลของฟลินต์

เมื่อนำทั้ง 7 ขั้นมาเรียบเรียงให้เป็นระเบียบเราจะได้ตารางดังต่อไปนี้

วัตถุดิบ	**K_2O**	**CaO**	**MgO**	**Al_2O_3**	**SiO_2**
	0.4	0.5	0.1	0.6	5.4
0.4 ($K_2O.\ Al_2O_3.\ 6SiO_2$)	0.4	0.5	-	0.4	2.4
	-	0.5	0.1	0.2	3.0
0.5 ($CaCO_3$)	-	0.5	-	-	-
	-	-	0.1	0.2	3.0
0.03($3MgO.4SiO_2.H_2O$)	-	-	0.1	-	0.12
	-	-	-	0.2	2.87
0.1($Al_2O_3.\ 2SiO_2.2H_2O$)	-	-	-	0.1	0.20
	-	-	-	0.1	2.67

0.1(Al_2O_3. $2SiO_2$)	-	-	-	0.1
0.20				
	-	-	-	-
2.47				
2.47(SiO_2)	-	-	-	-
2.47				

เมื่อได้จำนวนโมลของวัตถุดิบที่จะใช้เตรียมเคลือบแล้วนำมาเรียบเรียงเสียใหม่เพื่อคำนวณหาน้ำหนักส่วนผสมของวัตถุดิบที่จะใช้ทำเคลือบดังนี้

วัตถุดิบ	**โมล**		**น้ำหนักโมล**		**น้ำหนักส่วนผสม**	**%ส่วนผสม**
โพแทสเฟลต์สปาร์	0.40	×	556	=	222.40	46.2
ไวติง	0.50	×	100	=	50.00	10.4
ทอลค์	0.03	×	378	=	11.34	2.6
ดินขาว	0.10	×	258	=	25.80	5.4
ดินขาวเผาแล้ว	0.10	×	222	=	22.20	4.6
ซิลิกา	2.47	×	60	=	148.20	30.8
					481.20	100.0

9.6.2 การคำนวณจากเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมของเคลือบเพื่อหาสูตร แอมไพริคอล เช่น เรามีเคลือบตะกั่วซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมกับวัตถุดิบดังนี้

	วัตถุดิบ	**เปอร์เซ็นต์**
ตะกั่วขาว	$2Pb\ CO_3.Pb\ (OH)_2$	47
เฟลด์สปาร์	$K_2O.\ Al_2O_3.\ 6SiO_2$	25
ไวติง	$CaCO_3$	7
ดินขาว	$Al_2O_3.\ 2SiO_2.2H_2O$	4
ซิลิกา	SiO_2	17

จากเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมของเคลือบ เรานำมาคำนวณหาสูตรเอมไพริคอลดังนี้

วัตถุดิบ	**เปอร์เซ็นต์**		**น้ำหนักโมล**	**จำนวนโมล**
ตะกั่วขาว	49	÷	775	0.061
เฟลด์สปาร์	25	÷	556	0.045
ไวติง	7	÷	100	0.070
ดินขาว	4	÷	258	0.015
ซิลิกา	17	÷	60	0.283

เมื่อได้จำนวนโมลของวัตถุดิบแล้ว เราก็มาดูว่ามีออกไซด์ของธาตุอะไรบ้างและมีอย่างละเท่าไรแล้วจึงรวมโมลของออกไซด์พวกเดียวกันเข้าด้วยกันดังนี้

วัตถุดิบ	**สูตร**	**จำนวนโมล**		**จำนวนโมลของออกไซด์ของธาตุที่เป็นองค์ประกอบ**		
		PbO	K_2O	CaO	Al_2O_3	SiO_2

ตะกั่วขาว	$2Pb\ CO_3.Pb\ (OH)_2$	0.061	0.183	-	-	-	-
เฟลด์สปาร์	$K_2O.\ Al_2O_3.\ 6SiO_2$	0.045	-	0.045	-	0.045	0.270
ไวติง	$CaCO_3$	0.070	-	-	0.070	-	-
ดินขาว	$Al_2O_3.\ 2SiO_2.2H_2O$	0.015	-	-	-	0.015	0.030
ซิลิกา	SiO_2	0.283	-	-	-	-	0.283
		รวม	0.183	0.045	0.070	0.060	0.583

เมื่อได้จำนวนโมลของออกไซด์ทั้งหมดแล้ว รวมจำนวนโมลของพวก RO, R_2O เข้าด้วยกัน ซึ่งจะได้เท่ากับ 0.298 นำตัวเลขนี้ไปหารโมลของออกไซด์ทุกๆ ตัว เพื่อทำให้ได้ผลรวมของโมลของ RO, R_2O เท่ากับ 1 ตามกฎ ซึ่งจะได้สูตรเอมไพริคอลดังนี้

0.62 PbO

0.15 K_2O 0.22 Al_2O_3 1.95 SiO_2

0.23 CaO

ตัวอย่างการคำนวณต่อ

0.3 K_2O

0.5 CaO 0.4 Al_2O_3 4.0 SiO_2

0.2 ZnO

วัตถุดิบที่ควรใช้

K_2O ใช้ โพแทสเฟลด์สปาร์ ($K_2O.\ Al_2O_3.\ 6SiO_2$)

CaO ใช้ แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ; $CaCo_3 \xrightarrow{890^oC} CaO + CO_2$

ZnO ใช้ ซิงค์ออกไซด์ (ZnO)

Al_2O_3 ใช้ ดิน ($Al_2O_3.\ 2SiO_2.2H_2O$)

SiO_2 ใช้ ฟลินต์ ซิลิกา (SiO_2)

ไม่ควรใช้ดินขาวเกิน 0.1 โมล ปริมาณดินในเคลือบมากเกินไป อาจจะมีปัญหาเกี่ยวกับการเคลือบ

ขั้นตอนการคำนวณ ได้แก่

1. นำวัตถุดิบมาทดแทนออกไซด์ในปริมาณโมลที่เท่ากัน จนออกไซด์ทุกตัวถูกแทนที่ด้วยวัตถุดิบทั้งหมด
2. นำปริมาณโมลของวัตถุดิบมาคำนวณให้เป็นน้ำหนัก
3. เปลี่ยนส่วนผสมโดยน้ำหนักให้เป็นเปอร์เซ็นต์

วัตถุดิบ	K_2O	CaO	ZnO	Al_2O_3	SiO_2
โพแทสเฟลด์สปาร์ 0.3($K_2O.\ Al_2O_3.$	0.3	0.5	0.2	0.4	4.0

$6SiO_2$)	0.3	-	-	0.3	1.8
หินปูน 0.5 ($CaCO_3$)	-	0.5 0.5	0.2 -	0.1 -	2.2 -
ซิงค์ออกไซด์ 0.2 (ZnO)		-	0.2 0.2	0.1 -	2.2 -
ดิน 0.1 (Al_2O_3.$2SiO_2$.$2H_2O$)			-	0.1 0.1	2.2 0.2
ฟลินต์ 2.0 (SiO_2)				-	2.0 2.0

การเปลี่ยนแปลงโมลวัตถุดิบเป็นน้ำหนัก ดูตารางน้ำหนักโมเลกุลของวัตถุดิบจากตารางท้ายเล่มแล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์

วัตถุดิบ	**จำนวนโมล**	**น้ำหนักโมเลกุล**	**อัตราส่วนโดยน้ำหนัก**	**เปอร์เซ็นต์**
โพแทส	0.3	556.0	166.8	44.0
เฟลด์สปาร์	0.5	100.1	50.1	13.2
หินปูน	0.2	81.4	1.3	4.3
ซิงค์ออกไซด์	0.1	258.1	25.8	6.8
ดิน	2.0	60.0	120.0	31.7
ฟลินต์				
รวม			379.0	100.0

อัตราส่วนโดยน้ำหนักของเฟลด์สปาร์ = (0.3)(556.0) = 166.8

เปอร์เซ็นต์ของเฟลด์สปาร์ $= \frac{(166.8)(100)}{379.0} = 44$

การคำนวณส่วนผสมเคลือบจากวัตถุดิบที่ได้มาจากธรรมชาติ

วัตถุดิบที่ได้จากธรรมชาติ มักมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันตามแหล่งกำเนิด การนำวัตถุดิบเหล่านี้มาใช้ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบที่แท้จริง ตัวอย่าง วัตถุดิบที่นำมาใช้ในส่วนผสมเคลือบ มีองค์ประกอบตามตารางข้างล่างนี้

วัตถุดิบ	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
เฟลด์สปาร์	76.12	14.32	0.08	0.03	0.28	4.16	4.43
(Kamado)	53.00	33.00	1.20	0.30	0.40	1.80	0.20
ดิน (ระนอง)	66.70	-	-	-	33.30	-	-
ทัลค์ (Calcined)							

วิธีการคำนวณ

ก เปลี่ยน % องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบให้เป็นโมล

ข ใช้วัตถุดิบมาทดแทนออกไซด์ในสูตรเคลือบในปริมาณโมลที่เท่ากัน จนออกไซด์ทุกตัวถูกแทนที่หมด

ค คำนวณจำนวนโมลของวัตถุดิบที่ใช้กลับไปเป็นน้ำหนัก

ง เปลี่ยนส่วนผสมโดยน้ำหนักให้เป็นเปอร์เซ็นต์

เปลี่ยน % องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบให้เป็นโมล

วัตถุดิบ	Si O_2	Al_2 O_3	Fe $_2O$ 3	C a O	M g O	K_2 O	Na $_2O$
เฟลด์สปาร์ % น้ำหนัก โมเลกุล โมล	76.12 60.00 1.268	14.32 102.20 0.140	0.08 ← ปริมาณน้อยไม่คิด	0.03	0.28 →	4.1 94.00 0.044 K Na O	4.430 62.000 0.072 0.116
ดิน % น้ำหนัก โมเลกุล โมล	53.0 0.883	33.00 0.323	1.2 ←	0.3 ปริมาณน้อยไม่คิด	0.4	1.8 →	00.2
ทัลค์ % น้ำหนัก โมเลกุล โมล	66.70 60.00 1.11	-	-	-	33.3 40.3 0.826	-	-

ตัวอย่าง การคำนวณจากตาราง

เฟลด์สปาร์ % SiO_2 = 76.12

น้ำหนักโมเลกุลของ SiO_2 = 60

จำนวนโมล = (76.12 ÷60) = 1.268

การคิดโมลของ K_2O และ Na_2O นำมารวมกันแล้วใช้สูตร KNaO แทน

ตัวอย่าง การคำนวณสูตรเคลือบข้างท้ายนี้ทำได้ดังนี้

0.3 KNaO

0.7 CaO 0.45 Al_2O_3 4.5 SiO_2

	KNaO	CaO	Al_2O_3	SiO_2
	0.3	0.7	0.450	4.500
0.3 โมล เฟลด์สปาร์	0.3	-	0.362	3.279
	-	0.7	0.088	1.221
0.088 ดินระนอง		-	0.088	0.240
		0.7	-	0.981
0.7 หินปูน		0.7	-	-
0.981 ฟลินต์		-	-	0.981
				0.981

การคำนวณโมลของ Al_2O_3 และ SiO_2 ในเฟลด์สปาร์

จากองค์ประกอบทางเคมีของเฟลด์สปาร์

0.116 KNaO มีใน 0.1166 เฟลด์สปาร์ ซึ่งมี Al_2O_3 0.140 โมล มี SiO_2 1.268 โมล

ใช้ 0.3 KNaO มีใน 0.3 เฟลด์สปาร์ ซึ่งมี Al_2O_3 = $\frac{(0.14)(0.3)}{0.116}$ = 0.362 โมล

SiO_2 = $\frac{(1.268)(0.3)}{0.116}$

= 3.279 โมล

การคำนวณโมลของ Al_2O_3 และ SiO_2 ในดินระนอง

จากองค์ประกอบทางเคมีของดินระนอง

0.323 โมล Al_2O_3 มีในดิน 0.323 โมล ซึ่งมี SiO_2 = 0.883 โมล

ใช้ 0.088 โมล Al_2O_3 มีในดิน 0.088 โมล ซึ่งมี SiO_2 = $\frac{[0.883](0.088)}{0.323}$

SiO_2 = 0.24 โมล

การคำนวณโมลของวัตถุดิบกลับไปเป็นน้ำหนักและเปอร์เซ็นต์

วัตถุดิบ	**จำนวนโมล**	**อัตราส่วนโดยน้ำหนัก**	**เปอร์เซ็นต์**
เฟลด์สปาร์ (Kamado)	0.3	$\frac{(0.3)(100)}{(0.116)}$ = 258.6	62.4
ดินระยอง	0.088	$\frac{(0.088)(100)}{0.323}$ = 27.2	6.5
หินปูน	0.7		

ฟลินต์	0.981	(0.7)(100) = 70.0 (0.981)(60) = 58.9	16.9 14.2
		รวม = 414.7	100.0

ตัวอย่างการคำนวณทั้งหมดที่ยกมาแสดงนี้ เป็นการคำนวณหาส่วนผสมของวัตถุดิบและการหาสูตรเคลือบใส เคลือบชนิดนี้แสงสามารถผ่านทะลุเข้าไปถึงเนื้อดินที่เป็นตัวภาชนะได้

การหาส่วนผสมของวัตถุดิบและการหาสูตรเอมไพริคอลของเคลือบจากเคลือบที่มีอยู่แล้ว เช่น ในตัวอย่างทุกชนิดที่กล่าวมานั้น เป็นเรื่องที่ผู้สนใจในเคลือบควรต้องศึกษาเพื่อเป็นทางทำให้เกิดการค้นคว้าหรือปรับปรุงให้ได้เคลือบที่มีคุณภาพดียิ่งขึ้นไปอีก

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเคลือบ ควรเป็นวัตถุดิบที่มีความบริสุทธิ์สูง ไม่นิยมนำวัตถุดิบตามธรรมชาติมาใช้ เพราะว่ามีความสม่ำเสมอไม่ดี ควบคุมให้ได้เคลือบตามต้องการลำบาก มีสิ่งเจือปนมากและมีปริมาณไม่แน่นอน

1.7 เคลือบฟริต หลักเกณฑ์การผลิตฟริตและการคำนวณเคลือบฟริต (frit)

วัตถุดิบที่ละลายน้ำไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็นส่วนผสมของเคลือบ จะต้องทำให้เป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ โดยการเปลี่ยนสภาพให้อยู่ในรูปของแก้วที่ไม่ละลายน้ำหรือที่เรียกว่า ฟริต ฟริตก็คือวัตถุดิบของเคลือบที่แท้จริงซึ่งผลิตขึ้นมาใช้ วิธีการคำนวณเพื่อใช้เป็นส่วนผสมของเคลือบก็กระทำเช่นเดียวกับวัตถุดิบชนิดอื่นๆ ต่างกันก็เพียงแต่ฟริตจะเป็นตัวให้ออกไซด์หลายตัวแก่เคลือบ เคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์สีขาวจะมีฟริตเป็นองค์ประกอบเสมอ เพราะว่าเคลือบเหล่านี้ต้องการสารประกอบ Na_2O และ B_2O_3 ปริมาณค่อนข้างสูง สำหรับ B_2O_3 ได้จาก $Na_2B_4O_7.10H_2O$ และ H_3BO_3 ซึ่งเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำเช่นกัน การที่จะแปรวัสดุละลายน้ำเหล่านี้ให้เป็นฟริต จำเป็นต้องนำส่วนอื่นของวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมของเคลือบมาร่วม โดยทำให้ปริมาณของ Na_2O และ B_2O_3 ในเคลือบเมื่อใช้ฟริตเป็นวัตถุดิบแล้วไม่ต้องหาวัตถุดิบอื่นๆ มาช่วย

ประโยชน์ของการเตรียมฟริต ก็คือ

1. เปลี่ยนวัตถุดิบของเคลือบที่ละลายน้ำให้เป็นวัตถุดิบที่ไม่ละลายน้ำ
2. แปรรูปตะกั่วออกไซด์ไปเป็นฟริตที่สมบูรณ์ ทำให้ความเป็นพิษลดลง ช่วยลดอันตรายที่อาจเกิดจากพิษของตะกั่ว
3. วัตถุดิบที่มีขนาดละเอียดมากหรือหยาบมาก เช่น พวก MgO Co_3, ZnO ทำให้เคลือบดิบหดตัวมาก ซึ่งจะทำให้เกิดตำหนิบนเคลือบ การหดตัวทำให้ลดลงได้โดยการแปรวัตถุดิบเหล่านี้ให้อยู่ในรูปของฟริต
4. การผลิตเคลือบสีต่างๆ โดยเฉพาะเคลือบสีที่เกิดจากการละลายของสารประเภทที่ทำให้เกิดสีในเคลือบ ถ้าหลอมออกไซด์ที่ทำให้เกิดสีร่วมกับฟริตจะทำให้ได้เคลือบสีที่ดีกว่าและมีสีที่สม่ำเสมอกว่า วิธีการนี้เหมาะกับการใช้ออกไซด์ที่เป็นตัวทำให้เกิดสีที่รุนแรง เช่น CoO ถึงแม้ว่าเราจะบดออกไซด์เหล่านี้ให้ละเอียดมากแล้วก็ตาม เมื่อผสมลงไปในส่วนผสมของเคลือบก็อาจทำให้เคลือบเกิดจุดด่างขึ้นได้
5. ก่อนที่จะนำส่วนผสมของเคลือบดิบไปชุมเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ ถ้าทำการหลอมบางส่วนของส่วนผสมให้เป็นฟริต นั่นคือ ทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างวัตถุดิบด้วยกัน ซึ่งเท่ากับเป็นการเตรียมวัตถุดิบที่ดีและมีความสมบูรณ์ส่วนหนึ่ง ปัจจุบันมีแนวโน้มที่จะใช้ฟริตเป็นส่วนผสมเคลือบกันมากขึ้น การกระทำเช่นนี้จะช่วยทำให้ได้ผิวเคลือบที่ดีกว่าและเรียกว่า

เพื่อเป็นการช่วยในการผลิตฟริตที่เหมาะสม ควรจะได้ศึกษากฎเกณฑ์ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการจัดเตรียมสัดส่วนของวัตถุดิบในการผลิตฟริต แต่ต้องระลึกเสมอว่ากฎเกณฑ์อันนี้เป็นเพียงข้อชี้นำเพราะว่ามันเป็นไปได้ที่จะเตรียมฟริตที่ดีได้ โดยการละเมิดกฎเกณฑ์ข้อใดข้อหนึ่งหรือหลายข้อ

กฎเกณฑ์การผลิตฟริต พอจะรวบรวมได้มีดังนี้

1. อัตราส่วน RO : RO_2 ควรอยู่ระหว่าง 1 : 1 ถึง 1 : 3
2. อัตราส่วนของอัลคะไลใน RO ต่อ RO ตัวอื่นๆ ไม่ควรเกิน 1 : 1
3. อัตราส่วนของ B_2O_3 : SiO_2 ไม่ควรเกิน 1 : 2
4. ในฟริตไม่ควรมี Al_2O_3 เกิน 0.2 โมล

กฎเกณฑ์ข้อแรก มีความมุ่งหมายที่จะทำให้ฟริตมีสมบัติหลอมตัวได้ดี ความหมายของกฎเกณฑ์ข้อหนึ่งก็คือ ถ้าผลรวมของโมลของกลุ่มออกไซด์ที่เป็น RO ของฟริตมีค่า 0.8 โมล SiO_2 ในส่วนผสมของฟริตควรเป็น 0.8 หรือไม่ควรเกิน 2.4

กฎเกณฑ์ข้อที่สอง มีความมุ่งหมายที่ทำให้ฟริตไม่ละลายน้ำ ถ้าอัลคะไลในฟริตมีปริมาณมาก ฟริตที่ผลิตได้ก็มีแนวโน้มที่จะละลายให้โซเดียมซิลิเกต

กฎเกณฑ์ข้อที่สาม มีความมุ่งหมายเพื่อให้แน่ใจว่าฟริตที่ผลิตได้จะไม่ละลายน้ำ ทั้งนี้เพราะว่ากรดบอริกละลายน้ำ จึงจำเป็นต้องใช้ซิลิกาในปริมาณสองเท่าเพื่อทำให้เกิดสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ

กฎเกณฑ์ข้อที่สี่ มีความมุ่งหมายที่จะทำให้ฟริตหลอมได้ดี ถ้าในฟริตมีปริมาณอะลูมินาสูง ฟริตจะมีความหนืดสูงและทนไฟได้สูงขึ้น ในฟริตหลายชนิดจะต้องมีอะลูมินาเป็นองค์ประกอบ 0.1 โมล เพื่อทำให้ฟริตสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การสร้างส่วนผสมของฟริตที่เหมาะสมและความสำเร็จในการใช้กฎเกณฑ์ของฟริตนั้น ต้องการการปฏิบัติและประสบการณ์พอสมควร จะต้องจำไว้ว่า กฎเกณฑ์ของฟริตได้มาจากประสบการณ์ในบางกรณี กฎเกณฑ์ของฟริตทุกข้อสามารถยึดถือได้ แต่ก็ยังมีบางกรณีที่ไม่สามารถทำ ฟริต หรืออาจพูดได้ว่ามีฟริตหลายชนิดซึ่งไม่เป็นไปตามกฎเกณฑ์ของฟริต สามารถผลิตขึ้นและใช้อย่างได้ผล

การคำนวณหาส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตฟริต และการคำนวณหาส่วนผสมของเคลือบ ซึ่งมีฟริตเป็นวัตถุดิบ สามารถทำได้เช่นเดียวกับการคำนวณต่างๆ ของเคลือบที่กล่าวมาแล้ว โดยถือว่าฟริตก็คือวัตถุดิบตัวหนึ่ง

การคำนวณเกี่ยวกับเคลือบฟริต

เมื่อได้สูตรพื้นฐานของเคลือบ เช่น

0.30 Na_2O		
0.40 CaO	0.25 AI_2O_3	2.50 SiO_2

เมื่อตรวจจะพบว่าเคลือบชนิดนี้ต้องเป็นเคลือบฟริต ทั้งนี้เพราะว่า Na_2O มากกว่า Al_2O_3 จึงไม่สามารถใช้แร่ฟันม้าเป็นวัตถุดิบสำหรับ Na_2O ทั้งหมดได้ เนื่องจากอัตราส่วนระหว่าง Na_2O ต่อ Al_2O_3 ในแร่ฟันม้ามีค่า 1 : 1 ถ้าเราใช้แร่ฟันม้า 0.3 โมล เราจะได้ Al_2O_3 0.3 โมล กับ SiO_2 1.8 โมล ปริมาณของ Na_2O กับ SiO_2 ไม่เกินปริมาณที่มีในสูตรเคลือบ แต่ปริมาณ Al_2O_3 นี้มากเกินไป ถ้าเราใช้ปริมาณแร่ฟันม้าน้อยกว่านี้ ปริมาณ Na_2O ที่จะได้น้อยกว่าในสูตรเคลือบ จึงจำเป็นต้องใช้สารประกอบของโซเดียมอื่นที่ละลายน้ำได้ หรือใช้ฟริตเข้าเป็นวัตถุดิบผสมแทน จึงเห็นได้ว่าสูตรเคลือบข้างต้นเป็นเคลือบฟริต

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

เศษแก้วต่างๆ มีสูตรพื้นฐานดังนี้

0.50 Na_2O	
0.50 CaO	2.50 SiO_2

ใช้เป็นฟริตได้อย่างดี แม้ว่า SiO_2 : RO มีค่าสูงถึง 2.5 : 1 แต่ก็ยังอยู่ในขอบเขตที่ใช้เป็นฟริตได้ เพราะว่าไม่เกิน 3 : 1

ขั้นตอนการคำนวณใช้เศษแก้วเป็นฟริต

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

นำจำนวนโมลของวัตถุดิบแต่ละชนิดที่ได้คูณกับน้ำหนักโมล จะได้ส่วนผสมของวัตถุดิบตามลำดับ

วัตถุดิบ	โมล × น้ำหนักโมล	ส่วนผสม	ร้อยละของส่วนผสม
0.60 เศษแก้ว	0.60 × 200	120.0	$\frac{120\times100}{283.6}$ = 42.4
0.01 $CaCO_3$	0.10 × 100	10.0	$\frac{10\times100}{283.6}$ = 3.5
0.30 $BaCO_3$	0.30 × 197	59.1	$\frac{59.1\times100}{283.6}$ = 20.8
0.25 ดินขาว	0.25 × 258	64.5	$\frac{64.5\times100}{283.6}$ = 22.7
0.50 SiO_2		30.0	

	0.50 × 60		$\frac{30.0 \times 100}{283.6}$ = 10.6
	รวม	283.6	100.0

เมื่อคำนวณส่วนผสมเรียบร้อยแล้ว ควรจะตรวจดูความเหมาะสมของส่วนผสมของเคลือบอีกครั้งหนึ่ง โดยเฉพาะควรตรวจดูว่าปริมาณดินขาวที่ใช้มีมากน้อยเพียงใด จากส่วนผสมที่ได้มาจะเห็นว่ามีดินขาวถึง 22.7% ซึ่งมากเกินไป เคลือบดิบควรมีการหดตัวใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ที่จะทำการชุบเคลือบ ถ้าเคลือบดิบมีการหดตัวสูงกว่าการหดตัวของผลิตภัณฑ์มาก จะทำให้เกิดการแตกกะเทาะร่อนออกมาได้ ในทางตรงกันข้าม ถ้าเคลือบดิบมีปริมาณดินขาวผสมอยู่น้อยเกินไป เคลือบดิบมีแนวโน้มที่จะเป็นผงร่วงหลุดจากผลิตภัณฑ์ แม้ว่าผลิตภัณฑ์ต่างชนิดกันต้องการเคลือบดิบที่มีสมบัติต่างกันไป โดยทั่วไปแล้วปริมาณดินขาวที่ผสมในเคลือบดิบจะอยู่ระหว่าง 5 ถึง 15% สำหรับเคลือบที่มีสารประกอบของตะกั่วอาจใช้ดินขาวเพียง 5% และเคลือบปอร์ซเลนควรมีดินขาวประมาณ 10%

วิธีแก้ไขเมื่อส่วนผสมเคลือบดิบมีดินขาวมากไปมี 2 วิธี

วิธีแรกนำดินขาวส่วนที่มากเกินไปเผาเสียแก่น แล้วจึงนำมาผสมทำน้ำเคลือบ วิธีที่สองทำโดยการคำนวณส่วนผสมวัตถุดิบใหม่ โดยการใช้แร่ฟันม้าเป็นวัตถุดิบที่ให้อะลูมินาบางส่วน เพราะว่าเคลือบที่มีปริมาณดินมากจะหลอมตัวยาก จึงเป็นการดีที่จะทำการคำนวณหาส่วนผสมของเคลือบใหม่ ซึ่งอาจทำได้ดังนี้

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

วิธีคำนวณส่วนผสมของเคลือบ

วัตถุดิบ	โมล	×	น้ำหนักโมล	=	ส่วนผสม	ร้อยละของส่วนผสม
แร่ฟันฟ้า	0.15	×	524.5	=	78.7	$\frac{78.7\times100}{274.4}$ = 28.68
เศษแก้ว	0.30	×	200.0	=	60.0	$\frac{60.0\times100}{274.4}$ = 21.87
$CaCO_3$	0.25	×	100.0	=	25.0	$\frac{25.0\times100}{274.4}$ = 9.11
$BaCO_3$	0.30	×	153	=	45.9	$\frac{45.9\times100}{274.4}$ = 16.73
ดินขาว	0.10	×	258	=	25.8	$\frac{25.8\times100}{274.4}$ = 9.40
SiO_2	0.65	×	60	=	39.0	$\frac{39.0\times100}{274.4}$ = 14.21
	รวมน้ำหนักส่วนผสม			=	274.4	

ในส่วนผสมเคลือบจะมีดินประมาณ 9.4% ซึ่งเป็นปริมาณที่เหมาะสมใช้ได้
ตัวอย่างเคลือบข้างท้ายนี้เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งที่จะต้องทำส่วนผสมบางส่วนของเคลือบให้อยู่ในรูปฟริต

0.120 K_2O		
0.230 Na_2O	0.240 AI_2O_3	2.55 SiO_2
0.300 CaO	0.49 B_2O_3	
0.350 PbO		

เคลือบฟริตนี้มี B_2O_3 เป็นส่วนประกอบ ไม่สามารถใช้เศษแก้วทั่วไปเป็นฟริตได้ K_2O, Na_2O และ B_2O_3 จะต้องรวมอยู่ในฟริต ใช้ $Na_2O\ B_4O_7.\ 10H_2O$ เป็นตัวให้ Na_2O และ B_2O_3 ในฟริต จากสูตรเคลือบฟริตที่ผ่านมาจะเห็นว่า จะต้องใช้ 0.230($Na_2O\ B_4O_7.\ 10H_2O$) ซึ่งจะให้ 0.230 Na_2O กับ 0.460 B_2O_3 B_2O_3 ที่เหลือ 0.03 สมมูล ใช้ H_3BO_3 แทน ตามสูตร เคลือบมีปริมาณของ Al_2O_3 สูงมาก ไม่ควรแทน Al_2O_3 ทั้งหมดด้วยดิน ($Al_2O_3 . 2\ SiO_2.\ H_2O$) เนื่องจากยังมี K_2O เหลืออยู่จึงสมควรที่จะใช้แร่ฟันม้า $K_2O.\ Al_2O_3.\ 6SiO_2$ แทน ซึ่งจะช่วยลดทั้งปริมาณ Al_2O_3 และ SiO_2 ได้ด้วย จะเห็นว่าจะต้องใช้ 0.12 สมมูล $K_2O.\ Al_2O_3.\ 6SiO_2$ จึงจะแทน K_2O ที่มีในเคลือบทั้งหมด พร้อมกับได้ 0.12 Al_2O_3 และ 0.72 SiO_2 จะเหลือ 0.12 Al_2O_3 ซึ่งใช้ดินแทนได้ทั้งหมด ส่วน SiO_2 ในสูตรเคลือบจะเหลือ 1.83 SiO_2

เพื่อทำให้ฟริตไม่ละลายน้ำ ในส่วนประกอบฟริตควรมี CaO บ้าง สำหรับกรณีนี้ CaO ควรใช้ $CaCO_3$ แทนทั้งหมด เพื่อทำให้อัตราส่วนระหว่าง R_2O : RO ไม่เกิน 1 : 1 ควรใช้ Pb_3O_4 แทน PbO 0.15 โมล ผสมลงในฟริต

รวบรวมกลุ่ม R_2O, RO ในฟริตได้ดังนี้

0.120 K_2O	หรือ	0.150 K_2O
0.230 Na_2O		0.288 Na_2O
0.300 CaO		0.375 CaO
0.150 Pb_3O_4		0.187 Pb_3O_4
0.800		1.000

แร่ฟันม้าในฟริตจะให้ 0.120 Al_2O_3 และ 0.720 SiO_2 เพื่อทำให้อัตราส่วนระหว่างกรดด่าง มีค่าน้อยที่สุดไม่ต่ำกว่า 1 : 1 และ SiO_2 : B_2O_3 มีค่าไม่น้อยกว่า 2 : 1 จำเป็นต้องเพิ่ม SiO_2 เข้าในฟริตอีก 1.00 โมล เมื่อรวบรวมโมลขององค์ประกอบต่างๆ แล้วทำผลรวมโมลของกลุ่ม R_2O RO ให้มีค่าเป็น 1 โดยการนำผลรวมโมลของกลุ่ม R_2O, RO หารโมลขององค์ประกอบทุกตัว จะได้

0.150 K_2O		
0.288 Na_2O	0.150 Al_2O_3	2.150 SiO_2
0.375 CaO	0.614 B_2O_3	
0.187 Pb_3O_4		

สูตรฟริตข้างต้นนี้จะคลุมกฎเกณฑ์การทำฟริตทั้งหมด ในส่วนผสมของเคลือบฟริต จะประกอบด้วยฟริต SiO_2, PbO, และ Al_2O_3 ซึ่งใช้ในรูปของดิน ดินจะทำหน้าที่พยุงส่วนผสมอื่นๆ ของน้ำเคลือบให้กระจายลอยตัวในน้ำเคลือบได้ดี

วิธีการคำนวณส่วนผสมวัตถุดิบต่างๆ ของฟริต

วัตถุดิบ	โมล	×	น้ำหนักโมล	=	น้ำหนักส่วนผสม	ร้อยละของส่วนผสม
$K_2O\ Al_2O_3.6SiO_2$	0.150	×	557	=	83.5	$\frac{83.5\times100}{353.3}$ = 23.63
$Na_2O.2\ B_2O_3.10\ H_2O$	0.288	×	382	=	110.0	$\frac{110.0\times100}{353.3}$ = 31.14
$CaCO_3$	0.375	×	100	=	37.5	$\frac{37.5\times100}{353.3}$ = 10.61
Pb_3O_4	0.187	×	228	=		$\frac{42.6\times100}{353.3}$ = 12.06
SiO_2	1.250	×	60	=	42.6	$\frac{75.0\times100}{353.3}$ = 21.23
$B_2O_3.3H_2O$	0.038	×	124	=	75.0	$\frac{4.7\times100}{353.3}$ = 1.33
				=	4.7	
	รวมน้ำหนักส่วนผสม			=	**353.3**	

เมื่อผสมส่วนวัตถุดิบที่จะหลอมเป็นฟริตเข้ากันดีแล้ว เทส่วนผสมลงในเบ้าหลอม ซึ่งควรจะได้เผาเตรียมไว้ในเตาหลอม แล้วจึงเริ่มทำการหลอมฟริตต่อไปจนกระทั่งฟริตหลอมเหลวเข้ากันเป็นอย่างดี แล้วเทของเหลวนั้นลงในน้ำทันที ฟริตที่ได้จะมีลักษณะเป็นแก้วแข็งโปร่งใส เปราะหักง่ายและบางส่วนจะมีความแหลมคม เตาหลอมฟริตในห้องปฏิบัติการสามารถสร้างขึ้นง่ายๆ โดยก่ออิฐทนไฟเป็นรูปสี่เหลี่ยมตรงกลางกลวง มีพื้นเตาสำหรับวางเบ้าหลอม ตอนบนของเตาอาจมีฝาครอบแต่มีช่องให้ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ออกไปได้ หัวพ่นไฟติดตั้งให้เปลวไฟสัมผัสกับผนังของเบ้าหลอม เชื้อเพลิงที่ใช้อาจใช้น้ำมันหรือก๊าซ

วิธีการคำนวณน้ำหนักโมลของฟริต และองค์ประกอบต่างๆ

ออกไซด์	**โมล**	×	**น้ำหนักโมล**	**=**	**น้ำหนัก**
$_2O$	0.150	×	94.2	=	14.1
Na_2O	0.288	×	62.0	=	17.9
CaO	0.375	×	56.1	=	21.0
Pb_3O_4	0.187	×	233.0	=	41.7
Al_2O_3	0.150	×	102.0		
SiO_2	2.150	×	60.0	=	15.3
B_2O_3	0.613	×	69.6	=	129.0
				=	42.7
	รวมน้ำหนักทั้งหมดหรือน้ำหนักโมลของฟริต			=	**281.7**

ขั้นต่อไปก็คือการคำนวณหาส่วนผสมของเคลือบฟริต ส่วนผสมของเคลือบฟริตประกอบด้วย ฟริต และวัตถุดิบส่วนอื่นๆ ที่เหลือจากการใช้ฟริต วิธีการคำนวณก็เหมือนการคำนวณส่วนผสมของเคลือบทั่วไป ต่างกันตรงที่ใช้ฟริตเป็นวัตถุดิบอันหนึ่งของเคลือบเท่านั้น ขั้นตอนการคำนวณทำได้ดังนี้

วัตถุดิบที่ใช้	K_2O	Na_2O	CaO	PbO	Al_2O_3	SiO_2	B_2O_3
สูตรเคลือบ 0.800 ฟริต	0.120 0.120	0.230 0.230	0.300 0.300	0.350 0.150	0.240 0.120	2.550 1.720	0.490 0.490
เหลือ 0.200 PbO				0.200 0.200	0.120	0.830	
เหลือ 0.120 (Al_2O_3. 2 SiO_2.2 H_2O)					0.120 0.120	0.830 0.240	
เหลือ 0.590 SiO_2						0.590 0.590	

วิธีการคำนวณน้ำหนักส่วนผสมวัตถุดิบเคลือบฟริต

วัตถุดิบ	โมล	×	น้ำหนักโมล	=	ส่วนผสม	ร้อยละ
ฟริต	0.800	×	281.7	=	225.4	$\frac{225.4\times100}{336.4}$ = 67.0
PbO	0.200	×	223.2	=	44.6	$\frac{44.6\times100}{336.4}$ = 13.3
Al_2O_3. $2SiO_2$. 2 H_2O	0.120	×	258.0	=	31.0	$\frac{31.0\times100}{336.4}$ = 9.2
SiO_2	2.150	×	60.0	=	35.4	$\frac{35.4\times100}{336.4}$ = 10.5
	น้ำหนักของเคลือบฟริต			=	**336.4**	**= 100.0**

ส่วนผสมของเคลือบฟริตสนี้ใช้ดิน (Al_2O_3. $2SiO_2$.2 H_2O) 9.2% ซึ่งจะทำให้น้ำเคลือบมีสมบัติต่างๆ เข้ากับผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้ดี

1.8 วิธีการผสมส่วนผสมเคลือบ

ในการศึกษาส่วนประกอบของเคลือบ จะสามารถลดการทำงานไปได้มาก ถ้าใช้วิธีการผสมเคลือบเพื่อให้ได้ส่วนผสมของเคลือบที่มีส่วนผสมอยู่ระหว่างส่วนผสมเคลือบที่ใช้ผสมกัน อย่างไรก็ดี ไม่สามารถที่จะทำนายผลที่ได้จากวิธีการนี้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้เพราะว่าในเคลือบแต่ละอย่างมีวัตถุดิบหลายชนิดที่จะต้องคำนึงถึง และนอกจากนี้ยังมีความสลับซับซ้อนต่างๆ ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และสภาวะการเผาเคลือบ ผลที่ได้จากการเผาเคลือบในบรรยากาศที่เป็นออกซิเดชัน อาจจะแตกต่างอย่างมากมายจากผลที่ได้จากการเผาเคลือบในบรรยากาศที่เป็นรีดิวซิง อัตราการเผาและการปล่อยให้เคลือบที่สุกตัวแล้วเย็นลงก็มีผลต่อเคลือบเช่นกัน นอกจากนี้เนื้อผลิตภัณฑ์ที่นำมาเคลือบผิวก็มีผล เพราะว่าเคลือบชนิดหนึ่งอาจจะเหมาะกับเนื้อผลิตภัณฑ์แบบหนึ่ง แต่จะไม่เหมาะกับเนื้อผลิตภัณฑ์ชนิดอื่นๆ จะเห็นได้ว่าเรื่องของเคลือบมีความสลับซับซ้อนมาก ส่วนใหญ่ความรู้เกี่ยวกับเคลือบมีเพียงเล็กน้อย จึงจำเป็นที่จะต้องหันมาหาวิธีการทดลองที่ตัดปริมาณงานลงไป โดยการวางแผนงานผสมส่วนผสมของเคลือบให้มีระเบียบแบบแผน

สมมุติว่าต้องการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงปริมาณของ Al_2O_3 และSiO_2 ในเคลือบปอร์ซเลน ซึ่งรู้ว่าอัตราส่วนของ SiO_2 : Al_2O_3 ในเคลือบถ้ามีค่า 7 : 1 หรือ 8 : 1 เคลือบที่ได้จะเป็นมันวาวสุกใส และถ้าอัตราส่วนต่ำลงมาถึง 4 : 1 เคลือบที่ได้จะเป็นเคลือบด้าน ดังนั้นจะหาขอบเขตจำกัดและส่วนผสมของเคลือบให้ได้เคลือบที่มีความมันวาวสุกใส และดีที่สุดได้อย่างไร

ในห้องปฏิบัติการ การแก้ปัญหานี้จำเป็นจะต้องเตรียมน้ำเคลือบมากมาย ทดลองชุบบนแท่งทดลองและเผาแท่งทดลองที่อุณหภูมิเหมาะสม เราลองจัดส่วนผสมของเคลือบหลายๆ ส่วนผสม ซึ่งจะได้ตั้งแต่ส่วนผสมของเคลือบที่ดี และส่วนผสมที่อาจจะทำให้เคลือบดีหรือไม่ดี

สมมุติว่าเคลือบที่เราจะทำการศึกษา มีสูตรพื้นฐานดังนี้ X และ Y ในสูตรพื้นฐานของเคลือบเป็นตัวแปรค่า

0.300 K_2O	X Al_2O_3	Y SiO_2
0.300 CaO		
0.200 BaO		
0.200 MgO		

เราจะแปรค่า X ซึ่งเป็นโมลของ Al_2O_3 ให้อยู่ระหว่าง 0.350 ถึง 0.750 และ Y ซึ่งเป็นโมลของ SiO_2 ให้อยู่ระหว่าง 4.100 ถึง 5.000 เคลือบต่างๆ ที่จะทำการศึกษาสามารถจัดให้เป็นระบบแกนในแกน X และแกน Y ดังนี้

(โมล Al_2O_3)

0.750	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0.650	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
0.550	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
0.450	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
0.350	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	**(โมล SiO_2)**

ตามแผนภาพข้างบนนี้เราจะมีจุดซึ่งแทนส่วนผสมของเคลือบ 50 จุดด้วยกัน โมลของ Al_2O_3 ที่จุดใดจุดหนึ่งอ่านได้จากค่าด้านซ้ายมือแกนตั้ง ทำนองเดียวกับโมลของ SiO_2 จะอยู่ใต้ด้านแกนนอน ตัวอย่างเช่น ที่จุด 23 อ่านค่าโมล Al_2O_3 ได้ 0.550 และอ่านค่าโมลของ SiO_2 ได้ 4.3 ทุกๆ จุดบนเส้นตรงจาก 1 ถึง 10 จะมีค่าโมลของ Al_2O_3 เป็น 0.750 ทำนองเดียวกันทุกๆ จุด จาก 11 ถึง 20 จะมีโมลของ Al_2O_3 เป็น 0.650 ทุกๆ จุดในแนวแกนตั้งจะมีค่าโมล SiO_2 คงที่ในแต่ละแนวจะเห็นว่าเราสามารถจัดส่วนผสมเคลือบโดยมีโมลของ Al_2O_3 และ SiO_2 จับคู่จนครบขอบเขตที่กำหนด การเลือกขอบเขตและจุดต่างๆ ที่จะทำการศึกษาต้องอาศัยประสบการณ์และการตัดสินใจ

ตามรูปภาพจะมีจุดหรือส่วนผสมของเคลือบ 50 จุด ที่จะต้องตระเตรียมซึ่งจะต้องใช้เวลามากมายในการปฏิบัติงาน เว้นเสียแต่ว่าเราจะเตรียมส่วนผสมทุกส่วนผสมที่ปลายจุด แล้วผสมส่วนผสมที่ได้ให้ได้ส่วนผสมตรงกลางๆ สมมุติว่าแทนที่เราจะเตรียมส่วนผสมทุกส่วนผสม เราเตรียมส่วนผสมทุกส่วนผสมในแนวเส้นตรงซึ่งมีโมล Al_2O_3 เป็น 0.750 และ 0.350 แล้วจึงผสมส่วนผสมเหล่านี้ให้ได้ส่วนผสมอื่นๆ การทำเช่นนี้จะลดงานลงไปเกือบครึ่ง โดยจะเหลือส่วนผสมที่จะต้องคำนวณและตระเตรียมเพียง 20 ส่วนผสมเท่านั้น ในการเตรียมส่วนผสมอื่นๆ เช่น 11, 21 และ 31 เราต้องใช้ส่วนผสมเคลือบ 1 และ 41 ผสมกัน หรือในการเตรียมส่วนผสม 12, 22 และ 32 เราต้องใช้เคลือบ 2 และ 42 ผสมกันในส่วนอื่นๆ ก็ใช้หลักเดียวกัน

ตัวอย่างต่อไปนี้เราจะใช้ส่วนผสม 5 และ 45 ผสมกันให้ได้ส่วนผสม 15, 25 และ 35

สูตรพื้นฐานของเคลือบ 5 คือ

0.300 K_2O	0.750 Al_2O_3	4.50 SiO_2
0.300 CaO		
0.200 MgO		
0.200 BaO		

สูตรพื้นฐานของเคลือบ 45 คือ

0.300 K_2O	0.350 Al_2O_3	4.5 SiO_2
0.300 CaO		
0.200 MgO		
0.200 BaO		

สูตรพื้นฐานของเคลือบทั้งสองต่างกันเฉพาะโมลของ Al_2O_3 เท่านั้น ส่วนผสมอื่นๆ ที่เราจะผสมขึ้นมาก็จะมีโมลของ Al_2O_3 เท่านั้นที่เปลี่ยนไป และจะอยู่ระหว่าง 0.750 กับ 0.350

การใช้วิธีการของกราฟในการคำนวณหาปริมาณของส่วนผสมเคลือบ 5 และ 45 ที่จะใช้ผสมกันเป็นส่วนผสมเคลือบ 15, 25 และ 35 ทำได้ดังนี้

ลากเส้นตางในแนวนอนที่ปลายเส้นตรงทั้งสองข้างแทนส่วนผสมเคลือบ 5 และ 45 และตรงกลางแทน 15, 25 และ 35 ตามลำดับ ข้างใต้เส้นตรงใส่ตัวเลข ซึ่งแสดงปริมาณของตัวแปรค่าที่จะต้องพิจารณาในการผสม

5 _____ 15 _____ 25 _____ 35 _____ 45

.750 .650 .550 .450 .350

\ 1.00 / \ 1.00 / \ 1.00 / \ 1.00 /

(ตัวเลขต่ำที่สุดใต้เส้นแสดงความแตกต่างของปริมาณตัวแปรค่าระหว่างจุด)

โดยใช้หลักของคานงัด ส่วนผสมที่ต้องการถือว่าเป็นจุดหมุน และใช้ความยาวของคานทั้งสองข้างของจุดหมุน คำนวณหาส่วนผสม ปริมาณของส่วนผสมที่ปลายคานหนึ่งมีค่าเท่ากับความยาวจากจุดส่วนผสมที่ต้องการไปยังส่วนผสมที่ปลายคานอีกด้านหนึ่ง ความยาวของคานก็คือผลต่างของปริมาณตัวแปรค่า ซึ่งเป็นตัวเลขใต้สุดนั่นเอง

ตัวอย่าง เคลือบจุด 15 ใช้เคลือบจุด 5 สามส่วน ผสมกับเคลือบจุด 45 หนึ่งส่วน เคลือบจุด 25 ประกอบด้วยเคลือบจุด 5 สองส่วน กับเคลือบจุด 45 สองส่วนเท่าๆกัน เคลือบจุด 35 ประกอบด้วยเคลือบจุด 5 หนึ่งส่วน กับเคลือบจุด 45 สามส่วน

ส่วนผสมที่ได้ผสมกันโดยน้ำหนัก แต่ถ้าน้ำหนักส่วนผสมซึ่งคำนวณได้จากสูตรพื้นฐานของเคลือบแตกต่างกันมาก ส่วนผสมที่หามาได้นั้นจะต้องคูณน้ำหนักส่วนผสมที่คำนวณได้จากสูตรพื้นฐาน

การคำนวณที่กล่าวมาเป็นอัตราส่วนผสมของส่วนผสมเคลือบแห้ง แต่ส่วนผสมของเคลือบส่วนใหญ่มักพบในรูปของน้ำเคลือบ เมื่อนำน้ำเคลือบมาผสมกัน อัตราส่วนผสมก็ต้องเปลี่ยนไปให้สัมพันธ์กันด้วย น้ำเคลือบอาจจะผสมกันโดยปริมาตรหรือโดยน้ำหนัก ถ้าส่วนผสมมีจำนวนเล็กน้อย การผสมโดยน้ำหนักจะเป็นวิธีการที่สะดวกและถูกต้อง

ในการจะเปลี่ยนสัดส่วนของส่วนผสมเคลือบแห้งไปเป็นสัดส่วนของส่วนผสมน้ำเคลือบ จะต้องหาน้ำหนักของเคลือบแห้งในน้ำเคลือบ 100 กรัม โดยกวนน้ำเคลือบให้เข้ากันอย่างดี ชั่งน้ำเคลือบ 100 กรัม อบน้ำเคลือบที่ 100°C จนเคลือบแห้งมีน้ำหนักคงที่ ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเคลือบแห้งกับน้ำเคลือบ 100 กรัม เพราะฉะนั้นถ้าเรารู้ว่าต้องใช้เคลือบแห้งหนักเท่าใด เราสามารถทำน้ำหนักของน้ำเคลือบที่ต้องการได้

การผสมน้ำเคลือบเข้าด้วยกันโดยปริมาตรทำได้เช่นเดียวกันคือ กวนน้ำเคลือบแต่ละอย่างให้เข้ากันอย่างดี ตวงน้ำเคลือบ 100 ลบ.ซม. นำมาอบให้แห้งจนน้ำหนักคงที่ ซึ่งจะทำให้เราทราบความสัมพันธ์ระหว่างน้ำเคลือบและเนื้อส่วนผสมเคลือบแห้งๆ

ตัวอย่าง น้ำเคลือบที่จุด 5 หนัก 100 กรัม เมื่อแห้งแล้วจะได้ผงเคลือบดิบหนัก 45 กรัม เคลือบจุด 45 หนัก 100 กรัม เมื่ออบแห้งจะได้เคลือบดิบหนัก 52.9 กรัม

ถ้าต้องการผงเคลือบดิบจุด 25 1,000 กรัม จะต้องใช้น้ำเคลือบจุด 5 และจุด 45 หนักอย่างละเท่าไรผสมกัน

เราทราบแล้วว่าการที่จะผลิตเคลือบจุด 15 จะต้องใช้เคลือบจุด 5 หนักสามส่วนผสมกับเคลือบจุด 45 หนักหนึ่งส่วน

△ ถ้าจะผลิตผงเคลือบดิบจุด 15 หนัก 1,000 กรัม จะต้องใช้

ผงเคลือบดิบจุด 5 หนัก = $\frac{3\times1,000}{4}$ = 750 กรัม

ผสมกับ

ผงเคลือบดิบจุด 45 หนัก = $\frac{1\times1,000}{4}$ = 250 กรัม

แต่เคลือบที่จุด 5 และ 45 อยู่ในรูปของน้ำเคลือบ จึงต้องคำนวณน้ำหนักจากผงเคลือบดิบไปเป็นน้ำหนักน้ำเคลือบ

△ ต้องใช้น้ำเคลือบจุด 5 หนัก = $\frac{100\times750}{45}$ = 1,665 กรัม

△ ต้องใช้น้ำเคลือบจุด 45 หนัก = $\frac{100\times250}{52.9}$ = 495 กรัม

วิธีการที่กล่าวมานี้สามารถใช้ได้กับการผสมเคลือบสีต่างๆ หรือแม้แต่การผสมวัสดุต่างๆ แต่วัสดุเหล่านั้นต้องไม่ละลายน้ำ

ที่กล่าวมาเป็นการผสมกันโดยใช้น้ำเคลือบสองชนิด เราอาจจะทำการศึกษาการผสมกันของน้ำเคลือบสามชนิดได้ วิธีการศึกษาก็ไม่แตกต่างจากการใช้น้ำเคลือบสองชนิดผสมกัน ต่างกันเพียงแต่เราใช้จุดต่างๆ บนสามเหลี่ยมด้านเท่าเป็นจุดตัวแทนของส่วนผสมของเคลือบดิบ ที่มุมของสามเหลี่ยมแต่ละมุมเป็นตัวแทน 100% ของส่วนผสมของเคลือบหรือวัสดุที่จะทำการศึกษา

สมมุติว่าเราผสมวัสดุ A, B และ C จุดต่างๆ บนสามเหลี่ยมด้านเท่าจะแทนส่วนผสมของ A, B และ C แต่ละส่วนผสม ที่มุมของสามเหลี่ยมด้านเท่าเป็นจุดแสดง 100% ของ A, B และ C ทุกจุดบนด้านของสามเหลี่ยมเป็นจุดแสดงการผสมกันของวัสดุสองชนิด ทุกจุดบนด้าน AB แสดงจุดส่วนผสมระหว่าง A และ B ทุกส่วนผสมที่สามารถเป็นไปได้โดยไม่มีส่วนผสม C ทุกจุดบนด้าน AC ก็แสดงส่วนผสมทุกส่วนผสมระหว่าง A กับ C ทำนองเดียวกันทุกจุดบนด้าน BC แสดงส่วนผสมทุกส่วนผสมระหว่าง B กับ C ทุกๆ จุดภายในพื้นที่สามเหลี่ยมแสดงส่วนผสมทุกส่วนผสมที่เป็นไปได้ระหว่าง A, B และ C

จุด X เป็นจุดที่อยู่ห่างจากด้านสามเหลี่ยมทุกด้านเท่ากันหมด เป็นจุดที่แสดงส่วนผสมของ A, B และ C อย่างละ 33 $\frac{1}{3}$%

ทุกจุดบนด้าน AB มีส่วนผสมของ C 0.00% ทุกจุดบนด้าน BC มีส่วนผสมของ A 0.00% และทุกจุดบนด้าน CA มีส่วนผสมของ B 0.00% ถ้าเราลากเส้นตั้งฉากจากมุมใดมุมหนึ่งของสามเหลี่ยมไปยังด้านตรง

ข้าม เปอร์เซ็นต์ส่วนผสมที่มุมนั้นจะลดลงเรื่อยๆ เมื่อจุดบนเส้นตรงอยู่ห่างจากมุมออกไปทุกทีและจะเป็นศูนย์ เมื่อจุดนั้นอยู่บนด้านตรงข้ามของมุม

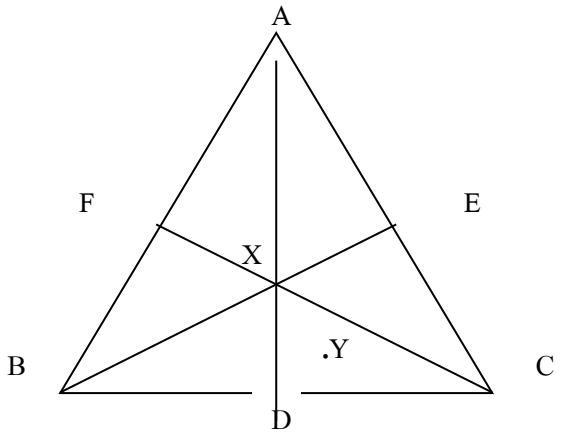
ตามรูป DA เป็นเส้นตั้งฉากลากจากมุม A มายังด้าน BC ที่จุด D เปอร์เซ็นต์ A จะมีค่าเป็นศูนย์ ถ้าเราให้ระยะ AD มีความยาว 100 หน่วย ระยะจาก D ไปยังจุดใดๆ บน AD ใช้แทนเปอร์เซ็นต์ของ A ที่จุดนั้นๆ

ลองดูตัวอย่างที่จุด X ระยะ DX คือเปอร์เซ็นต์ของ A ที่จุด X ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 33 $\frac{1}{3}$ %

ทำนองเดียวกันถ้าเราลากเส้นตั้งฉากจากมุม B และ C ไปตั้งฉากกับด้านตรงข้าม AC และ AB ตามลำดับ เส้นตรงทั้งสองจะผ่านจุด X

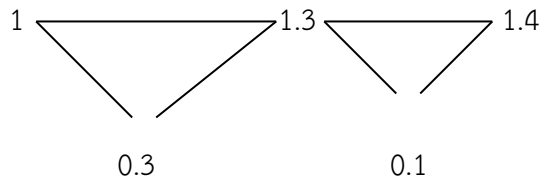
ตามรูป ระยะ XE และ XF จะแทนเปอร์เซ็นต์ B และ C ที่จุด X ซึ่งวัดค่าได้ 33 $\frac{1}{3}$ %

ส่วนผสม A, B และ C ที่จุดใดๆ ในรูปสามเหลี่ยมสามารถหาได้ในทำนองเดียวกัน เช่น ส่วนผสมของจุด Y คือ 20% A, 35% B และ 45% C



1.9 ความถ่วงจำเพาะของน้ำเคลือบ

มีวิธีการปรับปรุงความถ่วงจำเพาะของน้ำเคลือบ เพื่อให้เหมาะแก่การใช้งานหลายวิธี วิธีการที่ง่ายที่สุดคือ วิธีการนำหลักการของคานงัดเข้ามาใช้ สมมุติว่าเรามีน้ำเคลือบซึ่งมีความถ่วงจำเพาะ 1.4 และเราต้องการเปลี่ยนค่าไปเป็น 1.3 ซึ่งจะต้องใช้น้ำผสมเพิ่มเข้าไปโดยการนำหลักการของคานงัดเข้ามาใช้ ทำได้โดยลากเส้นตรงและใส่ค่าความถ่วงจำเพาะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องบนเส้นตรงนั้นโดยมีค่าความถ่วงจำเพาะและความยาวที่สัมพันธ์กัน



จากรูป เราอ่านค่าแตกต่างระหว่างความถ่วงจำเพาะได้ ค่าแตกต่างนี้คือ สัดส่วนโดยปริมาตรของน้ำเคลือบและน้ำที่ต้องใช้ผสมกัน

เมื่อพิจารณาโดยอาศัยหลักคานงัด จุด 1.3 เป็นจุดหมุน ความยาวของแต่ละด้านของจุดหมุนเป็นแขนหมุนส่วนผสมของวัสดุทางปลายคานด้านหนึ่งจะต้องใช้ เท่ากับความยาวของแขนหมุนที่อยู่ตรงข้าม

เพราะฉะนั้นจะต้องใช้

น้ำเคลือบซึ่งมีความถ่วงจำเพาะ 1.4 0.3 ส่วนโดยปริมาตร

น้ำซึ่งมีความถ่วงจำเพาะ 1.0 0.1 ส่วนโดยปริมาตร

เช่น ถ้าเราต้องการผลิตน้ำเคลือบซึ่งมีความถ่วงจำเพาะ 1.3 จำนวน 1,000 ลิตร

จะต้องใช้น้ำผสม $\frac{(0.1)1,000}{(0.1+0.3)}$ = 250 ลิตร

ต้องใช้เคลือบซึ่งมีความถ่วงจำเพาะ 1.4 = $\frac{(0.3)1,000}{(0.1+0.3)}$ = 750 ลิตร

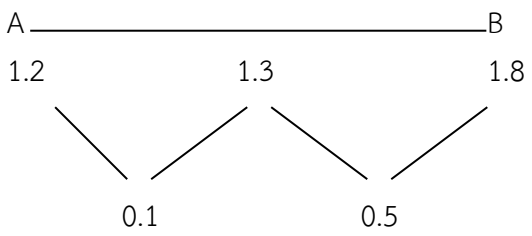
หรืออาจใช้สูตรข้างท้ายนี้ช่วยในการคำนวณ

ปริมาตรของน้ำเคลือบเดิม = $\frac{\text{ถ.พ.ของน้ำเคลือบที่ต้องการ} - 1}{\text{ถ.พ.ของน้ำเคลือบเดิม} - 1}$

ปริมาตรของน้ำที่ใช้ผสม = $\frac{\text{ถ.พ.ของน้ำเคลือบเดิม} - \text{ถ.พ.ของน้ำเคลือบที่ต้องการ}}{\text{ถ.พ.ของน้ำเคลือบเดิม} - 1}$

ปัญหาอีกแบบหนึ่งในเรื่องของน้ำเคลือบที่เราพบเสมอ เช่น ถ้าเรามีน้ำเคลือบ A และ B A มี ถ.พ. 1.2 และ B มี ถ.พ. 1.8 ถ้าเราต้องการเตรียมน้ำเคลือบ ถ.พ. 1.3 จำนวน 1,000 ลิตร เราจะต้องหาว่าจะต้องใช้ A และ B ผสมกันอย่างละเท่าไร

วิธีทำ เริ่มด้วยการลากเส้นตรง AB



ใส่ค่าความถ่วงจำเพาะต่างๆ ตามรูป 0.1 และ 0.5 เป็นค่าความถ่วงจำเพาะที่แตกต่างไป

จากรูปภาพและอาศัยหลักคานงัด จะต้องใช้ 0.5 ส่วนของ A ผสมกับ 0.1 ส่วนของ B จึงจะได้น้ำเคลือบ ซึ่งมีความถ่วงจำเพาะ 1.3

เพราะฉะนั้นปริมาตรของ A และ B ที่ต้องใช้ผสมกันเพื่อผลิตน้ำเคลือบ ถ.พ. 1.3 จำนวน 1,000 ลิตร คือ

น้ำเคลือบ A = $\frac{(0.5)1,000}{(0.5+0.1)}$ = 833.3 ลิตร

น้ำเคลือบ B = $\frac{(0.1)1,000}{(0.5+0.1)}$ = 166.7 ลิตร

การผสมและการบดเคลือบ

ขั้นตอนการผลิตเคลือบที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ การทำส่วนผสมของน้ำเคลือบให้เป็นเนื้อเดียวกัน พร้อมที่จะใช้ชุบเคลือบ ปัจจุบันยกเว้นการชุบเคลือบโดยอาศัยไอของเกลือซึ่งระเหยขึ้นมาในระหว่างการเผาเพื่อเคลือบผลิตภัณฑ์ วิธีการที่ใช้กันทั่วไปคือ การผสมวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมของเคลือบดิบกับน้ำเพื่อให้อยู่

ในรูปน้ำเคลือบ ดังนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องใช้วิธีการและเครื่องมือ ที่จะทำให้เชื่อแน่ว่าจะได้ของผสมระหว่างวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมของเคลือบดิบและน้ำเป็นเนื้อเดียวกันตลอด โดยปราศจากผงหยาบๆ และก้อนดิน น้ำเคลือบนี้ต้องมีส่วนประกอบและสมบัติที่เหมาะสมคือ เมื่อตั้งน้ำเคลือบทิ้งไว้เฉยๆ เป็นระยะเวลานานพอสมควร น้ำเคลือบต้องไม่เกิดการแยกตัวระหว่างผงวัตถุดิบกับน้ำ น้ำเคลือบต้องไม่มีเกลือละลายอยู่มากเกินไปจนใช้งานไม่ได้ น้ำเคลือบต้องมีสมบัติที่เหมาะสมกับวิธีการที่จะใช้ชุบเคลือบ นอกจากนั้นยังมีสมบัติเหมาะสมกับเนื้อผลิตภัณฑ์ที่จะชุบเคลือบ และสิ่งสำคัญสุดท้ายก็คือน้ำเคลือบจะต้องไม่มีอนุภาคของวัตถุดิบใดๆ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดรอยด่างหรือข้อเสีย

ภาวะที่จำเป็นในการผลิตน้ำเคลือบก็คือความสะอาด การใช้และการระวังรักษาวัตถุดิบและเครื่องมืออย่างมีระเบียบแบบแผน การทำงานให้ได้ภาวะเช่นนี้จะช่วยประหยัดเวลา แรงงาน และวัสดุต่างๆ นอกจากนี้การกระตุ้นให้คนงานทำงานด้วยความรอบคอบระมัดระวัง จะเป็นผลทางจิตวิทยาซึ่งเป็นความต้องการอย่างยิ่งในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี

คุณภาพของน้ำ เงื่อนไขที่สำคัญอันหนึ่งในการเตรียมน้ำเคลือบ ซึ่งโดยปกติแล้วไม่มีใครคำนึงถึงก็คือคุณภาพของน้ำที่ใช้ การเตรียมน้ำบริสุทธิ์ไม่ใช่เรื่องยาก แต่การใช้น้ำบริสุทธิ์ในการเตรียมน้ำเคลือบเป็นการสิ้นเปลืองเกินความจำเป็น น้ำที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมักจะมีสารประกอบพวกซัลเฟต คลอไรด์และอัลคะไล และอัลคะไลเออร์ท นอกจากนี้ก็มีเหล็ก อะลูมินา และมีด่างตัวอื่นๆ ในปริมาณเล็กน้อย ในน้ำกระด้างจะมีสารประกอบพวก $CO^{=}_3$, HCO^{-}_3, $SO^{=}_4$, Cl^{-} ของ Ca^{++} และ Mg^{++} ในน้ำทั่วไปอาจมีสารเหล่านี้ละลายอยู่เล็กน้อย แต่อาจมีสารประกอบตัวอื่นๆ ซึ่งอาจเป็นตัวทำให้เกิดปัญหา เช่น H_2SO_4 พวกของเสียที่เป็นสารอินทรีย์ เกลือต่างๆ และอาจมีสารประกอบอื่นๆ แหล่งน้ำธรรมชาติบางแห่งมีเกลือของอัลคะไลสูง ทำให้น้ำมีสภาพเป็นด่างค่อนข้างแรงทั้งปริมาณและสมบัติเฉพาะของสารละลาย และที่กระจัดกระจายลอยตัวอยู่ในน้ำอาจมีผลอย่างยิ่งต่อการเตรียมน้ำเคลือบและการชุบและจะเกิดผลเสียอย่างแน่นอนระหว่างเผาเคลือบ

น้ำที่ได้จากการกลั่นภายใต้ภาวะที่เหมาะสมเป็นน้ำที่มีคุณภาพดีที่สุด แต่จะเป็นการลงทุนแพงที่สุดที่จะนำน้ำนั้นมาใช้ในอุตสาหกรรม ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์จึงไม่ใช้น้ำชนิดนี้ จะใช้น้ำชนิดนี้เฉพาะในห้องปฏิบัติการเท่านั้น การเก็บกักน้ำฝนภายใต้ภาวะที่เหมาะสมก็สามารถใช้แทนน้ำกลั่นได้แต่คุณภาพของน้ำฝนในพื้นที่อุตสาหกรรม หรือที่มีชุมชนอยู่หนาแน่นควรจะเข้าใจได้ว่าจะต้องมีพวกก๊าซละลายปนอยู่นอกจากนั้นก็มีพวกฝุ่นละออง การใช้น้ำที่กำจัดความกระด้างแล้วประสบผลสำเร็จในอุตสาหกรรมหลายอย่างน้ำที่กำจัดความกระด้างแล้วนี้ใช้ได้ในงานเซรามิกส์หลายชนิด

วิธีกำจัดน้ำกระด้างที่ใช้กันแพร่หลายคือ การทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนอนุมูลบวก โดยการใช้ตัวอะลูมิโนซิลิเกตหรือซีโอไลท์เป็นตัวกลาง Na^{+} ที่อยู่ในสารประกอบที่เป็นตัวกลางจะถูกแทนที่โดย Ca^{++} ซึ่งมีในน้ำกระด้าง จะทำให้ความกระด้างของน้ำลดลงหรือหมดไป อย่างไรก็ดีน้ำที่กำจัดความกระด้างแล้วนี้จะมีปริมาณของ Na^{+} ละลายอยู่ในปริมาณที่เป็นอัตราส่วนที่สมดุลกับ Ca^{++} ที่ถูกขจัดออกไป และยังมีพวกอนินทรียสารและอินทรียสารอื่นๆ ซึ่งมีอยู่เดิม

หลักการแลกเปลี่ยนอนุมูลโดยการใช้สารอินทรีย์ได้เข้ามาแทนที่การใช้ซีโอไลท์ของโซเดียม อินทรียสารซีโอไลท์จะจับอนุมูลบวกของเกลืออินทรียสาร พร้อมกับปล่อยไฮโดรเจนออกมาทำปฏิกิริยาเป็นกรดต่างๆ ซึ่งแล้วแต่ว่าจะมีอนุมูลลบชนิดใด เช่น ถ้ามี HCO^{-}_3 ก็จะได้ H_2CO_3 ถ้ามี $SO^{=}_4$ ก็จะได้ H_2SO_4 หรือถ้ามี Cr ก็จะได้ HCl อนุมูลบวกที่เป็นอิสระก็จะถูกจับโดยตัวแลกเปลี่ยนอนุมูล สารประกอบที่อยู่ในรูปของกรดก็จะถูกดูดกลืน โดยสารประกอบที่ทำหน้าที่เป็นตัวดูดกลืนที่มีสมบัติเป็นอนุมูลลบ น้ำที่ได้จะมีสมบัติเทียบเท่ากับน้ำกลั่นซึ่งใช้ในงานเซรามิกส์บางชนิด

การชั่งส่วนผสมของเคลือบควรใช้เครื่องชั่งที่มีประสิทธิภาพ ความชื้นของวัตถุดิบจะต้องคำนึงถึงเสมอ

1.1 การบด

ส่วนผสมของเคลือบดินมักผสมหรือบด โดยมีน้ำปริมาณค่อนข้างมากเป็นตัวกลาง ถ้าต้องการผสมส่วนผสมของเคลือบดิบแห้ง เช่น ส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้หลอมฟริต ก็มีเครื่องมือหลายชนิดและมีความจุขนาดต่างๆ ที่จะทำให้ทำงานได้สะดวก สำหรับส่วนผสมที่ไม่ใหญ่โตนัก อาจใช้หม้อบดซึ่งกั้นด้วยแผ่นไม้หรือโลหะขนาดความกว้างประมาณ 4 นิ้ว ยาวตลอดแนวหม้อบอดและตั้งให้แนวตั้งของแผ่นอยู่ในแนวรัศมีของหม้อบด ขอบของแผ่นที่ใกล้กับผนังหม้อบดตั้งให้ห่างจากผนังหม้อบดประมาณ 1 นิ้ว ถ้าใช้แผน่นโลหะสองแผ่น การติดตั้งควรจัดให้อยู่ตรงกันข้าม ถ้าติดตั้งแผ่นโลหะมากกว่า 2 แผ่นขึ้นไป ควรจัดให้แผ่นที่ติดตั้งมีระยะห่างเท่าๆ กัน ความมุ่งหมายของการติดตั้งเครื่องมือชนิดนี้ก็เพื่อทำให้วัตถุดิบที่ผสมกันตกลงมาเป็นระยะๆ บนปึกของแผ่นกั้น และเพื่อป้องกันวัตถุที่จะผสมลื่นไถลไปตามผนังหม้อบด ดังนั้นจึงทำให้แน่ใจได้ว่าส่วนผสมนั้นเกิดการผสมอย่างทั่วถึง

การกระจายของขนาดของวัตถุดิบในน้ำเคลือบ

ผู้ทำงานเกี่ยวกับน้ำเคลือบหลายรายถือว่าน้ำเคลือบที่ได้ผ่านการตระเตรียมที่ดี จะต้องผ่านตะแกรงร่อนขนาดมาตรฐานที่ใช้กันประมาณ 200 เมช ซึ่งจะมีวัตถุดิบหยาบๆ ค้างบนตะแกรงน้อยมาก การเตรียมเช่นนี้ไม่ได้พิจารณาการกระจายของขนาดของวัตถุดิบ เช่น เปอร์เซ็นต์สัดส่วนของความละเอียดที่แตกต่างกัน ความสำคัญของความละเอียด และโดยเฉพาะผู้ผลิตเคลือบยังไม่เห็นความสำคัญของการกระจายของขนาดของวัตถุดิบ ผู้ผลิตโลหะเคลือบหลายรายมีความเห็นว่า การควบคุมการกระจายของขนาดของวัตถุดิบ จะทำให้เกิดประโยชน์หลายประการคือ ทำให้ได้โลหะเคลือบที่มีคุณภาพ ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการผลิต แต่ตามปกติแล้วพบว่าเคลือบที่ละเอียดมากกว่าจะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เคลือบที่ดีกว่า และเคลือบจะมีจุดสุกตัวต่ำกว่า

เครื่องมือที่ใช้ในการบด

เมื่อวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเคลือบไม่อยู่ในสภาพที่เป็นผง หรือเมื่อต้องบดผงวัตถุดิบให้ละเอียดมากขึ้น หรือเมื่อต้องการให้ส่วนผสมของวัตถุดิบใช้ในการผลิตเคลือบผสมเข้ากันดียิ่งขึ้น จำเป็นที่จะต้องเตรียมน้ำเคลือบด้วยวิธีการที่เหมาะสมต่อไป วิธีการที่ปฏิบัติอยู่ก็คือทำการผสมและบดน้ำเคลือบในเครื่องบดที่เหมาะสม

ปัจจุบันการผลิตเคลือบทำได้สะดวกขึ้น เพราะว่าสามารถจัดหาวัตถุดิบที่ละเอียดดีได้มาก จึงมีผู้ผลิตเคลือบหลายรายผลิตน้ำเคลือบ โดยการผสมวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมของน้ำเคลือบด้วยเครื่องกวนผสมที่มีอัตราเร็วสูง

หม้อบด

ทำหน้าที่บด ลูกบดอาจทำด้วยเหล็กหรือฟลินต์หรือเซรามิกส์ หม้อบดมีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ใส่ลูกบดและส่วนผสมของวัตถุดิบที่จะใช้เตรียมน้ำเคลือบ หม้อบดจะหมุนรอบแกนของมันเอง หม้อบดขนาดเล็กเหมาะสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ มักทำด้วยผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ หม้อบดขนาดใหญ่ทำด้วยเหล็กเหนียวกรุด้วยปอร์ซเลนหรือควอตซ์ หรือบางครั้งก็ใช้ยาง

วัสดุกรุหม้อบด

นิยมใช้อิฐเนื้อปอร์ซเลนกรุหม้อบด เพราะว่าวัสดุพวกนี้สามารถผลิตให้มีความแข็งแรงทนทานต่อการขัดสี การกระแทก และมีขนาดที่แน่นอน สามารถทำให้มีความโค้งตามความต้องการของหม้อบดเฉพาะแบบ ความพอเหมาะพอดีทั้งขนาดและรูปร่างของวัสดุใช้กรุหม้อบด จะช่วยทำให้รอยต่อระหว่างก้อนมีขนาดบาง ซึ่งเป็นการประหยัดซีเมนต์ที่ใช้เชื่อมต่อก้อนอิฐอีกด้วย

ก้อนซิลิกาในธรรมชาติซึ่งมีโครงสร้างของเนื้อหินประกอบด้วยผลึกเล็กๆ ซึ่งได้แก่ พวกไซเลกซ์เซอร์ต ฟลินต์ และจัสเปอร์ ก้อนอิฐที่ผลิตจากก้อนแร่เหล่านี้จึงมีทั้งขนาดและรูปร่างคล้ายกันหมดทุกก้อน ฉะนั้นเวลาใช้กรุในหม้อบดรอยต่อระหว่างก้อนอิฐจึงมีรูปร่างไม่แน่นอน และความกว้างของรอยต่อก็เปลี่ยนแปลงไปไม่สม่ำเสมอ ต้องใช้ปริมาณของซีเมนต์ในการเชื่อมยึดระหว่างก้อนมากขึ้นด้วย ซึ่งผลที่ตามมาก็คือซีเมนต์จะร่วงหล่นเข้าไปปนในส่วนผสมของเคลือบมากขึ้น วัสดุที่ใช้กรุหม้อบดเหล่านี้มีความคงทน และความไม่สม่ำเสมอของก้อนอิฐช่วยทำให้การบดมีประสิทธิภาพมากขึ้น การใช้ยางกรุหม้อบดสามารถใช้ได้ดี ถ้าอุณหภูมิภายในหม้อบดไม่สูงกว่า 70 $^{\circ}$C

ลูกบด

การบดของหม้อบดเกิดขึ้นโดยการขัดสีระหว่างวัตถุดิบกับลูกบดซึ่งไถลและกลิ้งไปในขณะที่หม้อบดหมุนไป ลูกบดมีหลายชนิดและมีขนาดต่างๆ กัน ซึ่งแต่ละชนิดก็มีประโยชน์เฉพาะตัวของมัน ลูกบดที่ใช้กันแพร่หลายได้แก่ ลูกบดชนิดฟลินต์ ชนิดที่เป็นโลหะ และปอร์ซเลน

ลูกบดชนิดฟลินต์

ลูกบดชนิดนี้นิยมแบ่งออกเป็น 3 เกรด เกรดหนึ่งมีขนาดระหว่าง 1- $1\frac{1}{2}$ นิ้ว เกรดสองมีขนาดระหว่าง $1\frac{1}{2}$ - 2 นิ้ว และเกรดสามมีขนาดระหว่าง 2 - $3\frac{1}{2}$ นิ้ว ฟลินต์อาจมีสีดำหรือสีครีม พวกสีดำอาจทำให้เกิดจุดดำบนผลิตภัณฑ์ได้ การเกิดจุดดำนี้เนื่องจากการแตกกะเทาะของลูกบดเป็นชิ้นเล็กๆ และผสมปนลงไปในน้ำเคลือบ เมื่อนำน้ำเคลือบไปชุบเคลือบชิ้นส่วนนั้นก็อาจติดที่ ผิวผลิตภัณฑ์ได้น้ำเคลือบชนิดเดียวกัน แต่ทำการบดด้วยหม้อบดที่ต่างชนิดกัน จะมีสมบัติทางกายภาพไม่เหมือนกัน จะมีความแตกต่างกันทั้งการกระจายของขนาดวัตถุดิบ และรูปร่างของอนุภาคของวัตถุดิบที่บดได้

ก้อนฟลินต์

ตามธรรมชาติมีความหนาแน่น 2.6 มีความเหนียวและมีความทนทานไม่ค่อยสึกกร่อน ปัจจุบันก็ยังนิยมใช้เป็นลูกบดสำหรับบดน้ำเคลือบ การที่มันมีรูปร่างไม่แน่นอนและที่ผิวอาจมีมลทินและรอยแตกลึก การทำความสะอาดลูกบดพวกนี้จึงมีความยุ่งยากอยู่บ้าง

ลูกบดโลหะ

ไม่นิยมใช้บดน้ำเคลือบ การใช้ลูกบดชนิดนี้ต้องทำการศึกษาให้รอบคอบเป็นพิเศษ ลูกบดชนิดนี้มีความหนาแน่นสูงมาก ดังนั้นจึงสามารถลดเวลาที่ใช้ในการบดลงได้ประมาณ 30% ของเวลาที่ใช้ลูกบดชนิดฟลินต์ แต่เรื่องนี้ไม่ค่อยมีความสำคัญในการผลิตน้ำเคลือบ ปัญหาในการผลิตน้ำเคลือบคือ ทำอย่างไรจะทำให้วัตถุดิบต่างๆ ในน้ำเคลือบผสมคลุกเคล้าเข้ากันได้ดี ซึ่งเป็นปัญหามากกว่าการบดน้ำเคลือบให้ละเอียด

ลูกบดปอร์ซเลน

เป็นเนื้อดินปั้นแบบลูกถ้วยฉนวนไฟฟ้า มีความหนาแน่นประมาณ 2.4 ลูกบดแต่ละลูกมีขนาดสม่ำเสมอ มีสีขาว ทำความสะอาดได้ง่าย ประสิทธิภาพในการบดและความทนทานต่อการสึกกร่อนสู้ลูกบดชนิดฟลินต์ไม่ได้

ลูกบดปอร์ซเลนที่มีความหนาแน่นสูง เป็นชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์อะลูมินาสูง มีการผลิตใช้กันมาก ความหนาแน่นของลูกบดอยู่ระหว่าง 3 – 3.6 และมีบางชนิดสูงกว่า การใช้ลูกบดที่มีความหนาแน่นสูง มีผลทำให้เกิดประสิทธิภาพในการบดคือ บดได้เร็ว และละเอียดกว่าการใช้ลูกบดที่มีความหนาแน่นน้อย การสึกกร่อนของลูกบดชนิดนี้จะได้วัสดุที่มีเนื้อและความหนาแน่นสม่ำเสมอ อาจมีบางส่วนที่สึกกร่อนออกมาในรูปของฟลินต์ แต่ควรระลึกไว้เสมอว่าลูกบดที่มีความหนาแน่นสูง ไม่เฉพาะบดได้เร็วกว่าเท่านั้น แต่อาบดวัสดุละเอียด

เกินไปด้วย และอุณหภูมิภายในหม้อบดก็สูงกว่าการใช้ลูกบดที่เบากว่า ประสิทธิภาพในการบดจะดีที่สุดก็ต่อเมื่อเติมน้ำเคลือบให้สูงท่วมลูกบด ประมาณ 1 -2 นิ้ว

การบดด้วยลูกบดที่มีความหนาแน่นสูง จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการบดด้วยลูกบดที่เบากว่าการบดด้วยลูกบดที่มีความหนาแน่นสูงมีข้อดีพอรวบได้ดังนี้

1. เวลาใช้ในการบดลดลงอย่างน้อย 35%
2. ค่าใช้จ่ายสำหรับลูกบดและกำลังไฟลดลง
3. ได้น้ำเคลือบที่สะอาดกว่า
4. น้ำเคลือบที่ได้เป็นเนื้อเดียวกันมากกว่า
5. ไม่ต้องเติมลูกบดบ่อย ไม่ต้องเลือกและตรวจสอบลูกบดบ่อยๆ
6. การสึกหรอของลูกบดเป็นไปอย่างสม่ำเสมอมากกว่า
7. การเพิ่มเติมลูกบดเพื่อทำให้ปริมาตรการบดอยู่ในสภาพปกติ ทำได้โดยใช้ลูกบดในปริมาณน้อย และเติมในระยะเวลาที่สม่ำเสมอ

ข้อเสีย ของการใช้ลูกบดที่มีความหนาแน่นสูงกว่าก็มีเช่นกันคือ

1. พวกเฟืองพวกวัสดุที่กรุหม้อบดสึกหรอมากกว่า
2. เนื้อวัตถุดิบจับตัวกันเร็วขึ้น
3. อุณหภูมิของน้ำเคลือบสูงขึ้น

ขนาดของลูกบด

ประสิทธิภาพของการบดจะสูงขึ้นโดยการขัดสีของลูกบด ฉะนั้นในหนึ่งหน่วยปริมาตรถ้ามีจุดสัมผัสมากก็จะมีการบดมากด้วย จึงจำเป็นต้องจัดหาลูกบดให้มีปริมาณมากพอ

รูปร่างของลูกบอดก็มีผลต่อการบดเช่นกัน เขาพบว่าลูกบดทรงกระบอกบดได้ดีกว่าลูกบดทรงกลมเล็กน้อย

หลักการทำงานของหม้อบด

ในทางปฏิบัติ น้ำเคลือบทุกชนิดต้องการกรรมวิธีการบดที่เหมาะสม ซึ่งหาได้โดยการทดลองและการสังเกตอย่างระมัดระวัง องค์ประกอบในการบดที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำเคลือบ คือ ปริมาณการละลายและความแข็งแรงของฟริตที่ใช้ ปริมาณและชนิดของดินที่ใช้ ขนาดของหม้อบดและขนาดต่างๆ ของลูกบด

1.2 ทฤษฎีของหม้อบด

ได้มีการสังเกตและวิเคราะห์การทำงานของหม้อบดอย่างระมัดระวัง จนทำให้เข้าใจกฎเกณฑ์การทำงานของมันเป็นอย่างดี การทดลองเพื่อศึกษาการทำงานของหม้อบด โดยการติดตั้งพลาสติกใสที่ปลายทั้งสองของหม้อบด และใส่ลูกบดขนาดเล็กลงไปจำนวนหนึ่ง และหมุนหม้อบดในอัตราเร็วที่ต่ำมาก ลูกบดจะไถลไปตามผิวหม้อบด ทำให้ผิวหม้อบดสึกกร่อนมากกว่าทำให้เกิดการบด ถ้าหม้อบดหมุนเร็วเกินไป แรงเหวี่ยงจะทำให้เกิดการกระจัดกระจายภายในหม้อบดอย่างมีระบบซึ่งไม่ทำให้เกิดการบดที่ดี ถ้าลดอัตราเร็วของหม้อบดลงบ้างแรงเหวี่ยงก็จะลดลงด้วย ปัจจุบันเราสามารถจัดอัตราเร็วของหม้อบด ซึ่งทำให้ลูกบอดเคลื่อนตัวขึ้นไปถึงจุดสูงสุด และตกลงมาอย่างช้าๆ กระแทกลงบนลูกบดที่เคลื่อนตัวตามขึ้นไป ซึ่งเป็นการกระทำของการบด การตกกระแทกกันแรงๆ เป็นสาเหตุให้วัสดุที่ใช้กรุหม้อบดสึกกร่อนและร้าวได้ นอกจากนั้นยังทำให้ลูกบดแตกและเกิดเสียงดังในขณะทำการบดด้วย

แต่ก่อนเข้าใจว่าการทำงานของหม้อบดเป็นดังที่กล่าวมาแล้ว แต่ปัจจุบันยังมีเหตุผลที่อธิบายวิธีการที่มีประสิทธิภาพเพิ่มเติมคือ หม้อบดต้องมีอัตราเร็วที่พอเหมาะ ที่จะทำให้เกิดการหมุนตัวของลูกบดทุกๆ ลูกในหม้อบด และต้องสามารถทำให้พื้นผิวที่กำลังเคลื่อนตัวอยู่นั้นทำงานให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

องค์ประกอบในการทำงานของหม้อบดที่ควรพิจารณามีหลายประการ เช่น ขนาดของหม้อบด ขนาดและจำนวนลูกบด น้ำหนักและปริมาตรของลูกบดที่ใช้ ขนาดของวัตถุดิบ ปริมาณน้ำที่ใช้ ความหนืดของส่วนผสม ระยะเวลาในการบดและอุณหภูมิ

ในกรณีที่วัสดุไม่แข็งแรงมากนักต้องการบดเพียงเล็กน้อย และวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเคลือบส่วนใหญ่อยู่ในรูปละเอียดดีอยู่แล้ว ส่วนผสมของน้ำเคลือบที่ต้องการบดก็คือฟริต แต่ปัจจุบันฟริตที่ใช้กันก็มักอยู่ในรูปของผงละเอียด พวกฟริตที่ยังไม่ได้บดและวัตถุดิบที่แข็งและมีขนาดหยาบอื่นๆ เช่น ฟลินต์ และออกไซด์ที่ทำให้เกิดสี พวกนี้จะใส่ในหม้อบดและใส่ดินลงไปในปริมาณที่เหมาะสม เพื่อทำให้ส่วนผสมไม่จมตัวได้ง่าย และเติมน้ำประมาณ 10% ถึง 30% ของปริมาณน้ำทั้งหมดที่ใช้ ปริมาณของน้ำนี้มีความสำคัญ เพราะว่าความหนืดของของผสมมีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของการบด การใช้น้ำมากไปจะทำให้น้ำเคลือบใสไป วัสดุที่หนักกว่าจะจมลงแยกตัวออกมา การใช้น้ำน้อยไปจะได้น้ำเคลือบที่ข้นและเหนียวเหนอะ ซึ่งจะหุ้มลูกบดและทำให้การบดช้าลง

ถ้าฟริตละลายน้ำได้บ้างหรือมีแร่ฟันม้าที่ละลายน้ำได้มากกว่าปกติ หรือใช้เวลาในการบดนานเกินไป หรือใช้ปริมาณน้ำมากเกินไป น้ำเคลือบที่ได้จะมีสภาพไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ หรือถ้านำไปใช้ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีเนื้อเคลือบบนผิวผลิตภัณฑ์ไม่สม่ำเสมอ

ระยะเวลาที่ใช้ในการบด

เวลาที่ต้องการบดวัสดุที่มีความแข็งให้ได้ความละเอียดตามที่ต้องการนั้นขึ้นกับ ขนาดของหม้อบด ขนาดน้ำหนักของปริมาณลูกบด ปริมาณของผสมที่จะบด เส้นผ่าศูนย์กลางและอัตราเร็วของหม้อบด เมื่อส่วนที่เป็นวัสดุแข็งของของผสมถูกบดจนได้ขนาดแล้ว จึงใส่วัสดุที่เหลือ ยกเว้นดินบางส่วนเพราะว่าได้ใส่ดินลงไปบดร่วมกับของที่มีความแข็งแล้ว และทำการบดต่อไปจนของผสมคลุกเคล้ากันดีจึงหยุด การกระทำเช่นนี้จะช่วยลดเวลาที่ใช้บดลงไป

ความเร็วของหม้อบด

ความเร็ววิกฤตของหม้อบดเป็นรอยต่อนาทีหาได้จากสูตร

ความเร็ววิกฤต	=	54.9/
R	=	ความยาวของรัศมีของหม้อบดมีหน่วยเป็นเมตร

หม้อบดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 75 ซม. ใช้ความเร็วของหม้อบด 80% ของความเร็ววิกฤต หม้อบดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในใหญ่กว่าหรือมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในระหว่าง 95 – 105 ซม. ใช้ความเร็วหม้อบด 60% ของความเร็ววิกฤต

ขนาดของลูกบด

ลูกบดขนาดใหญ่ที่สุดควรมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว และลูกบดนั้นควรเอาออกทิ้งไปเมื่อมีขนาดเล็กกว่า 1 นิ้ว การที่ลูกบดค่อยๆ สึกหรอมีขนาดเล็กลงอย่างค่อยเป็นค่อยไปภายในหม้อบดกลับเป็นการช่วยเพิ่ม

ประสิทธิภาพของการบด ลูกบดที่ใหญ่กว่านี้จะมีประโยชน์ก็ต่อเมื่อมีวัตถุดิบที่มีความเหนียวมากและมีขนาดค่อนข้างใหญ่ การใช้ลูกบดขนาดเล็กกว่าจะทำให้การบดเป็นไปได้เร็วกว่า

ปริมาณลูกบด

ปริมาณลูกบดที่ใช้ในหม้อบดควรเป็น 55 -62.5% ของปริมาตรของหม้อบด ลูกบดส่วนที่สึกหรอไปควรชดเชยโดยการเติมลูกบดขนาดใหญ่หนัก 5 – 10 ปอนด์ ต่อน้ำหนักฟริต 1,000 ปอนด์ ลูกบดชนิดฟลินต์ใช้บดของที่แข็ง ลูดบดชนิดปอร์ซเลนใช้บดของผสมที่มีความแข็งไม่มากนัก

ความละเอียดของน้ำเคลือบจะสามารถควบคุมได้ง่ายสำหรับหม้อบดขนาดใหญ่ ส่วนหม้อบดขนาดเล็กการบดเป็นไปอย่างรวดเร็ว อันตรายจากการบดละเอียดไปมีมาก

ปริมาณของน้ำ

ถ้าปริมาณของน้ำในส่วนผสมน้อย ประสิทธิภาพในการบดจะลดลง แต่ก็สามารถทำให้การบดมีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้โดยใช้ลูกบดมากขึ้น น้ำที่ใช้ในหม้อบดจะต้องมีปริมาณที่แน่นอนสำหรับการบดส่วนผสมของเคลือบชนิดหนึ่งๆ โดยใช้เวลาในการบดน้อยที่สุด

อุณหภูมิ

การบดยิ่งใช้ระยะเวลานานยิ่งมีความร้อนสะสมในหม้อบดมากขึ้น ความร้อนจะทำให้น้ำในหม้อบดกลายเป็นไอ การที่อุณหภูมิของของผสมในหม้อบดสูงขึ้น ก็อาจทำให้เกิดสารละลายมากขึ้น และอาจเป็นผลทำให้สมบัติของน้ำเคลือบเปลี่ยนแปลงไป การลดอุณหภูมิของหม้อบดอาจทำได้โดยพ่นน้ำเป็นฝอยละอองบนหม้อบด หรือสร้างระบบน้ำให้หมุนเวียนอยู่รอบหม้อบดตลอดเวลาที่ทำการบด แต่ถ้าอุณหภูมิของน้ำเคลือบไม่เกิน 70°C สมบัติของน้ำเคลือบที่บดได้จะไม่เปลี่ยนแปลงไปมาก จนทำให้เกิดความยุ่งยากในการทำงาน

1.3 สภาพของน้ำเคลือบ

สภาพของน้ำเคลือบที่เหมาะแก่การใช้งาน เป็นผลมาจากสมบัติทางกายภาพที่ซับซ้อน ซึ่งทำให้น้ำเคลือบมีสมบัติเหมาะที่จะใช้ทำการชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ ไม่ว่าจะใช้วิธีชุบเคลือบแบบจุ่ม พ่น ระบายหรือด้วยวิธีการอื่นๆ

องค์ประกอบที่อาจแบ่งออกได้ 3 ประการ ที่มีอิทธิพลต่อสภาพของน้ำเคลือบ

1. ปริมาณและสมบัติเฉพาะของคอลลอยด์ที่กระจายลอยตัวอยู่ในน้ำเคลือบ
2. ปริมาณและสมบัติเฉพาะทางกายภาพของวัตถุที่ไม่ใช่คอลลอยด์ เช่น ขนาด รูปร่าง ความหนาแน่น
3. ปริมาณของน้ำ

การควบคุมสภาพที่เหมาะสมของน้ำเคลือบอาจทำโดยอาศัยการเปรียบเทียบสมบัติของน้ำเคลือบในด้านต่างๆ ดังนี้

1. การเปรียบเทียบความหนาแน่นหรือความถ่วงจำเพาะ
2. อัตราการไหลของน้ำเคลือบหรือความหนืด
3. การควบคุมความเป็นกรดเป็นด่าง
4. อัตราการสะสมบนแผ่นแก้วและแผ่นเซรามิกส์ที่ไม่เคลือบเมื่อจุ่มลงในเคลือบ อาจใช้หน่วยกรัม/ตารางเซนติเมตร

วิธีการควบคุมที่ใช้สำหรับเปลี่ยนแปลงสมบัติของน้ำเคลือบมี

1. การบด
2. การอุ่นหรือต้ม

3. การหมัก
4. การใช้สารประกอบอิเล็กโทรไลต์

ความสำคัญของดิน

ดินที่ใช้เป็นส่วนผสมของน้ำเคลือบไม่ใช่แต่ทำหน้าที่เป็นอนุภาคคอลลอยด์ที่กระจัดกระจายในน้ำเคลือบเท่านั้น แต่ยังมีความว่องไวต่อปฏิกิริยาอีก จึงจัดว่าดินมีความสำคัญมาก ดินที่จะนำมาใช้ต้องผ่านการเลือกเฟ้นมาแล้วอย่างดี จะต้องมีสมบัติทั้งในด้านสี การลอยตัว และความสามารถในการยึดเกาะตามที่ต้องการ ชนิดและแหล่งของดินที่นำมาใช้ในน้ำเคลือบ อาจทำให้สภาพของน้ำเคลือบที่เหมาะสมมีสมบัติต่างๆ กันไป ถ้าใช้ดินเหนียวอย่างเดียวน้ำเคลือบจะมีความหนืดน้อยลง การเลือกใช้ดินที่เหมาะสมอาจทำให้ใช้สารอิเล็กโทรไลต์น้อยลงหรือไม่ต้องใช้เลย และอาจเกิดข้อดีอื่นๆ อีก เช่น รอยร้าวบนผิวเคลือบ หรือการหลุดร่วงเหมือนฝุ่นจะหมดไป

สิ่งสำคัญอย่างยิ่งจำเป็นจะต้องมีเหตุผลชี้นำที่ไว้ใจได้ ในการเลือกดินที่เหมาะสมที่สุด สำหรับใช้ในการเตรียมน้ำเคลือบ นอกจากความต้องการพื้นฐานที่จำเป็นต่างๆ เช่น สีที่เหมาะสมปราศจากสิ่งสกปรกที่ไม่ต้องการและความละเอียดของเนื้อดิน ยังมีสมบัติอีกหลายอย่างคือ การกระจายลอยตัว การรวมตัวกันและจมตัวลงพร้อมกับสมบัติทางกายภาพอื่นๆ ที่สำคัญซึ่งอาจจะประมาณค่าความจุของการแลกเปลี่ยนอนุมูล

1.4 ความสามารถในการเคลื่อนตัวของน้ำเคลือบ

การจับตัวกันและจมตัวลงของอนุภาคของวัตถุดิบในน้ำเคลือบจะเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับการควบคุมปริมาณและสมบัติเฉพาะตัวของอิเล็กโทรไลต์ที่มีอยู่เดิมหรือที่เติมลงไป ในสภาวะที่มีส่วนส่งเสริมให้เกิดสารละลายในน้ำเคลือบ เช่น ตั้งทิ้งไว้ในเวลาหลายชั่วโมง หลายวัน หลายอาทิตย์ การบดให้ละเอียดขึ้น การอุ่น การหมัก ปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดจากการกระทำของจุลินทรีย์และแสงแดดจะมีอิทธิพลต่อการพัฒนาของน้ำเคลือบ โดยปกติถ้ามีการจับตัวกันและจมตัวลงมากขึ้น ไม่ว่าจะโดยปริมาณและชนิดของดิน หรือโดยผลของการเติมสารอิเล็กโทรไลต์ จะทำให้การเคลื่อนตัวของน้ำเคลือบดีขึ้น

ความสามารถในการเคลื่อนตัวของน้ำเคลือบจะเพิ่มมากขึ้น เมื่อปริมาณน้ำเพิ่มมากขึ้นหรือโดยการใช้สารอิเล็กโทรไลต์ที่เหมาะสม หรือใช้วิธีการอื่นๆ คือ ต้มหรืออุ่น การหมัก การบดให้ละเอียดมากกว่า การหมักจะทำให้น้ำเคลือบมีความเป็นด่างมากขึ้น ซึ่งเป็นการช่วยให้เกิดการจับตัวและจมตัวลงของอนุภาคของวัตถุดิบและเป็นผลทำให้ความสามารถในการเคลื่อนตัวของน้ำเคลือบเปลี่ยนแปลงไป วัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมของน้ำเคลือบจะแสดงออกตามสมบัติเฉพาะตัว เนื่องมาจากการเลือกใช้วัตถุดิบต่างๆ วิธีการเตรียมและแม้กระทั่งน้ำที่ใช้

1.5 สารประกอบอิเล็กโทรไลต์

กลไกของการรวมตัว การจมตัวลง การกระจายและการลอยตัวของอนุภาคของวัตถุดิบในน้ำเคลือบเป็นกระบวนการพื้นฐานที่ถูกควบคุมโดยการดูดซับอนุมูลที่พื้นผิวของอนุภาคเล็กๆ ในน้ำ ในน้ำเคลือบองค์ประกอบที่มีความไวอย่างเด่นชัดคือดิน คอลลอยด์บางชนิดเกิดจากอนุภาคละเอียดมากๆ ที่กระจายลอยตัวในของเหลว แต่ถ้าพิจารณาคอลลอยด์พวกนี้ โดยถือว่าสมบัติการกระจายและการลอยตัว หรือการรวมตัวและจมตัวของมันเป็นเช่นเดียวกับดินต่างๆ แล้วการพิจารณาหาสาเหตุและการแก้ไขสามารถกระทำได้ง่ายขึ้น โดยอาจถือว่าดินต่างๆ เป็นอนุภาคคอลลอยด์ที่มีพื้นผิวที่ว่องไว เพราะว่าถ้าพิจารณาโครงสร้างของดินประจุที่เกิดขึ้นที่ผิวดินเกิดจากประจุลบบนออกซิเจนอะตอมตัวสุดท้ายของอนุภาคซิลิเกตบางส่วนที่ไม่ได้ใช้พฤติกรรมอันนี้ทำให้ดินมีประจุเป็นลบ

ประจุลบทั้งหลายที่หลงเหลืออยู่บนผิวดินนี้ จะดูดเอาพวกอนุมูลบวกจากสารละลายรอบข้างอนุมูลบวกที่มีความสำคัญค่อนข้างมากต่อการรวมตัวและจมตัวลง หรือต่อการกระจายตัวและลอยตัวในน้ำเคลือบ ได้แก่ H^+, Na^+, K^+, Mg^{++}, Ca^{++}, Ba^{++} และ Al^{+++} นอกจากนี้ก็มีอนุมูลและกลุ่มโมเลกุลอื่นๆ ซึ่งมีความสำคัญเช่นกัน

เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น เมื่อไรที่ประจุบนอนุมูลที่ถูกดูดซับเป็นกลาง *(เรียกว่าถึงจุดไอโซอิเล็กทริก)* อนุมูลจะเกิดการรวมตัวกันและจมตัวลงมากที่สุด แต่ถ้าอนุมูลที่ถูกดูดซับยังคงมีประจุมากอยู่หรือมีอยู่ น้ำเคลือบก็จะยังคงเกิดการกระจายลอยตัวได้ดี เมื่อใดที่เกิดอัตราการดูดซับสูงมากเพื่อทำให้อนุมูลที่ถูกดูดซับเป็นกลางก็จะเกิดการรวมตัวและจมตัวลง

ความแรงของสนามไฟฟ้ารอบๆ อนุมุลมีความสัมพันธ์กับอัตราส่วนระหว่างเวเลนซีกับรัศมีของอนุมูล ฉะนั้นพวกอนุมูลที่มีเวเลนซีหนึ่งที่มีขนาดใหญ่ เช่น Na^+ มีสนามแม่เหล็กรอบตัวอ่อนมากจึงถูกดูดซับได้น้อยมาก จะยังรักษาประจุไว้ได้มาก ถึงแม้ว่าจะอยู่ในสภาวะที่ถูกดูดซับ อนุมูลขนาดเล็กจะถูกดูดซับได้ดีกว่าอนุมูลขนาดใหญ่

ดังนั้นโดยทั่วไปพวกอนุมูลบวกหนึ่ง เช่น NH^{+4} K^+ และ Na^+ เป็นตัวทำให้เกิดการกระจายลอยตัว ส่วนอนุมูลที่สนามแม่เหล็กแรง เช่น H^+, Mg^{++} ,Ca^{++}, Al^{+3} เป็นตัวทำให้เกิดการรวมตัวและจมตัวลง

สำหรับอนุมูลลบมีผลทำให้เกิดการแตกตัวอย่างสมดุลในสารละลาย

เกลือของกรดแก่และอนุมูลบวกอัลคะไลเป็นสาเหตุทำให้เกิดการรวมตัวและจมตัวลง การกระจายลอยตัวจะเกิดในสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นด่าง และเกิดได้ดีที่ pH มีค่าประมาณ 8 – 9 ในสารละลายต้องไม่มีพวกอนุมูล +2, +3 มากเกินไป ตัวอย่างเช่น สารละลายที่ถูกทำให้มีฤทธิ์เป็นด่างด้วย $Ca(OH)_2$ จะเกิดการรวมตัวและจมตัวได้ดีถึงแม้ว่าสารละลายจะมี pH สูง

สารประกอบที่เป็นตัวทำให้เกิดการกระจายลอยตัว มีหลายชนิด เช่น กัมอาราบิก (gumarabic), Na_2SiO_3, Na_2CO_3, K_2CO_3, KOH, NaOH, กัมทราจาแคนธ์ (gum tragacant) กัมคารายา (gum karaya), เดกซ์ทริน (dextrin)

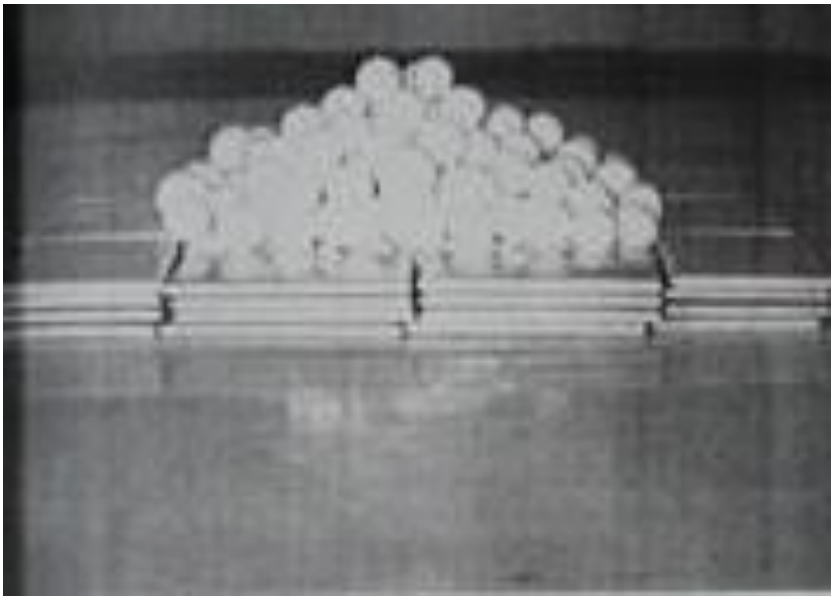
สารประกอบที่เป็นตัวทำให้เกิดการรวมตัวและจมตัวที่ใช้มาก ได้แก่ กรดอาซีติก กรดเกลือ แมกนีเซียมออกไซด์ คาร์บอเนตบางตัว แคลเซียมบอเรต ปลาสเตอร์ โซเดียมคลอไรด์ แคลเซียม-คลอไรด์ และแมกนีเซียมซัลเฟต

สารประกอบที่เป็นตัวทำให้เกิดการกระจายลอยตัว และในขณะเดียวกันก็เป็นตัวทำให้เกิดความเหนียวที่ให้ผลมากที่สุด ได้แก่ พวกยางไม้และกาวต่างๆ แป้ง เจลาทิน (gelatin) โซเดียมอัลกิเนท พอลิไวนีลแอลกอฮอล์ ไข่ขาว เป็นต้น

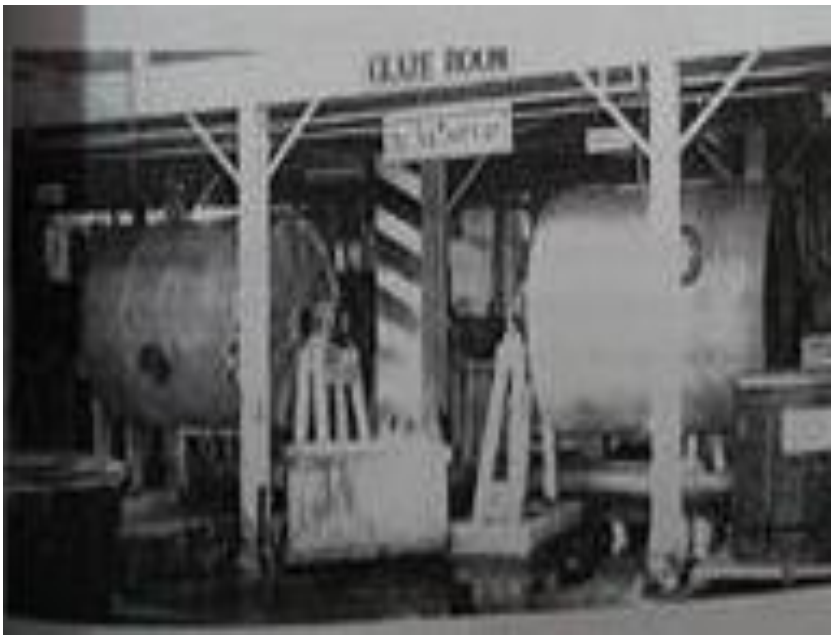
พวกยางไม้และกาวที่ใช้กันมากในน้ำเคลือบคือ กัมอาราบิก กัมทราจาแคนธ์ และกัม- คารายา กัมอาราบิกมีราคาแพงมากกว่าอย่างอื่น ละลายได้ดีในน้ำ กัมอาราบิกหนึ่งส่วนละลายได้อย่างช้าๆ ในน้ำสองส่วน จะตกผลึกแล้วจมตัวลงเมื่อมีเกลือของโลหะด่างบางตัวละลายลงไป การใช้ก็ใช้กัมอาราบิก 3% ของน้ำหนักของส่วนผสมของเคลือบและปล่อยแช่ไว้ในน้ำเป็นเวลาหลายชั่วโมง นำมาต้ม ร่อนผ่านตะแกรง 40 เมซ การใส่กัมอาราบิกลงไปในน้ำเคลือบโดยตรงไม่ใช่วิธีปฏิบัติที่ถูกต้องเพราะว่ามันจะจับกันเป็นก้อนเหนียวและแยกตัวอยู่ต่างหาก

ภาพที่ 4 แสดงวัตถุดิบสำหรับเคลือบเก็บไว้ในถุงและถัง เพื่อป้องกันสิ่งสกปรก

ภาพที่ 5 แสดงป้อนวัตถุดิบลงหม้อบด



ภาพที่ 6 แสดงอะลูมินา บอลล์ สำหรับบดผสมเคลือบ



ภาพที่ 7 แสดงหม้อบดผสมน้ำเคลือบ

ภาพที่ 8 แสดงการกรองเคลือบผ่านตะแกรงสองชั้น และผ่าน Magnetic filter เพื่อดูดสารแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดตำหนิเป็นจุดสีออกไป

กัมทราจาแคนธ์ เตรียมโดยการแช่น้ำนานๆ จนไม่บวมอีก นำมาต้มประมาณ 5 นาที แล้วร่อนผ่านตะแกรง 40 เมซ การเตรียมที่ถูกต้องใช้กัมทราจาแคนธ์ 6 กรัม ผสมน้ำเย็น 500 มิลลิลิตร แช่ทิ้งไว้ทั้งคืน นำมาต้มนาน 15 นาที แล้วเติมน้ำให้เป็น 1,000 มิลลิลิตร ร่อนผ่าน 40 เมซ ทำให้เย็นก่อนนำไปใช้ เวลาเตรียมน้ำเคลือบใช้ส่วนผสมของเคลือบ 1 หน่วย ผสมสารละลายของกัมทราจา-แคนธ์ 1 - $1\frac{1}{2}$ หน่วย ผสมและบดในหม้อบด

กัมคารายา เหมือนกัมทราจาแคนธ์ ใช้แทนกันได้ แต่การใช้กัมคารายาผสมกับกัมอารา- บิกลงไปเล็กน้อย เพื่อช่วยให้มีความเหนียวดีขึ้น

เดกซ์ทริน ผลิตได้โดยการย่างพวกแป้ง ละลายได้ดีในน้ำ ได้สารละลายที่เป็นกลาง ราคาถูกกว่าพวกกัมต่างๆ ใช้เป็นตัวทำให้เกิดการกระจายลอยตัวและให้ความเหนียวดีพอสมควร ใช้เดกซ์ทริน 3% ของส่วนผสมของผงเคลือบ

การชุบเคลือบ

การชุบเคลือบผลิตภัณฑ์มี 3 แบบด้วยกัน คือ แบบเปียก แบบผงแห้งๆ และแบบไอ แบบแรกเตรียมส่วนผสมของเคลือบให้อยู่ในรูปน้ำเคลือบ แล้วจึงชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการต่างๆ การใช้ส่วนผสมของเคลือบในสภาพที่เป็นฝุ่น โดยการโปรยหรือพ่นผงเคลือบลงบนผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นเล็กน้อย หรือหมุนผลิตภัณฑ์ให้สัมผัสกับผงเคลือบ วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ล้าสมัยไม่ใช้ในปัจจุบัน การชุบเคลือบในสภาพที่เป็นไอ โดยให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในบรรยากาศของไอเคลือบซึ่งทำให้เกิดขึ้นในขณะทำการเผาผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างเช่น การชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยไอเกลือ กระบวนการนี้มีประโยชน์คือ ช่วยรักษาความเป็นเงามันของเคลือบได้อย่างดี ซึ่งทำได้โดยฉาบผิวด้านในของหีบดินที่ใช้สำหรับใส่ผลิตภัณฑ์ในการเผาเคลือบด้วยเคลือบตะกั่ว ในขณะทำการเผาผลิตภัณฑ์ที่ชุบเคลือบที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ โอกาสสูญเสียตะกั่วโดยการกลายเป็นไอเกิดขึ้นได้ยาก จึงทำให้ผลิตภัณฑ์เป็นเงามัน

การเคลือบตัวเอง ดินบางชนิดมีเกลือที่ละลายได้ดีในน้ำปะปนอยู่ และเกลือพวกนี้จะแทรกซึมขึ้นมาที่ผิวผลิตภัณฑ์ในช่วงเวลาการตากผลิตภัณฑ์ให้แห้ง และระยะแรกๆ ของการเผา ถ้าเกิดเกลือสะสมที่ผิวผลิตภัณฑ์มากและเกลือนั้นมีสมบัติเฉพาะที่เหมาะสม จะเกิดชั้นเคลือบบางๆ หรือเกิดความเป็นมันวาวขึ้นที่ผิวผลิตภัณฑ์

การชุบเคลือบในสภาพเป็นน้ำเคลือบนิยมใช้กันมาก เพราะสามารถทำให้เคลือบดิบที่เคลือบผิวผลิตภัณธ์ดิบมีความหนาและความสม่ำเสมอที่เหมาะสม วิธีการชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยน้ำเคลือบมีหลายวิธีคือ

1. แบบระบายสี
2. แบบเทราด
3. แบบจุ่ม
4. แบบพ่น

ภาพที่ 9 แสดงการชุบเคลือบโดยการระบายสี

1.1 การชุบเคลือบแบบระบายสี

เทคนิคการระบายสีเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ เป็นวิธีการธรรมดาเหมือนกับการระบายสีบนผลิตภัณฑ์อื่นๆ การชุบเคลือบโดยวิธีนี้เป็นวิธีการที่เก่าแก่แต่ก็ยังใช้กันอยู่ในหมู่นักศิลปะ สมัยโบราณนักแกะสลักและนักศิลปกรรม สมัยใหม่ใช้วิธีการนี้ทำให้เกิดผลพิเศษเฉพาะบางกรณี หรือให้เกิดผลตามความต้องการโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ หรือผลิตภัณฑ์ที่หนักไม่สะดวกแก่การเคลื่อนย้าย สมัยก่อนอ่างอาบน้ำหรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่คล้ายคลึงกันก็ชุบเคลือบโดยวิธีนี้ แต่ปัจจุบันใช้การชุบเคลือบโดยการพ่นแทน

ภาพที่ 10 แสดงการชุบเคลือบโดยการเทราด

1.2 การชุบเคลือบโดยการเทราด

เป็นวิธีเก่าแก่และล้าสมัยในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ แต่ก่อนการชุบเคลือบกระเบื้องโดยวางแผ่นกระเบื้องลงในถาดตื้นๆ และเทราดน้ำเคลือบลงบนผิวกระเบื้องหลังจากเคลือบดิบเกาะผิวกระเบื้องดีแล้วหยิบแผ่นกระเบื้องออกมาตกแต่งขอบทีละแผ่นอย่างระมัดระวังวิธีการนี้เป็นวิธีที่ช้าและสิ้นเปลือง เหมาะสำหรับชุบเคลือบผิวด้านในของผลิตภัณฑ์ใหญ่ๆ ปัจจุบันการชุบเคลือบกระเบื้องจะทำโดยให้แผ่นกระเบื้องเคลื่อนตัวไปพร้อมกับสายพาน และในขณะเดียวกันปล่อยให้น้ำเคลือบไหลตกลงบนแผ่นกระเบื้องตลอดเวลาพร้อมกับมีเครื่องมือเช็ดถูขอบกระเบื้องทั้งสี่โดยอัตโนมัติ

1.3 การชุบเคลือบโดยวิธีการจุ่ม

วิธีนี้ใช้กันมาก โดยเฉพาะกับผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีขนาดและรูปร่างที่สามารถกระทำได้ด้วยมือถ้าต้องปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาก็จำเป็นต้องใช้เครื่องมือเข้าช่วย อย่างไรก็ดีในโรงงานหลายแห่งได้นำการชุบเคลือบโดยการพ่นเข้ามาใช้แทนที่ โดยเฉพาะโรงงานที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดรูปร่างและสภาพอื่นๆ คล้ายคลึงกัน

ความสำเร็จในการชุบเคลือบผลิตภัณฑ์โดยวิธีการจุ่มนั้นขึ้นกับประสบการณ์การตัดสินใจและการกะระยะเวลา เพราะว่าจะต้องปรับปรุงสภาพที่เหมาะสมของน้ำเคลือบ กับสภาพของผลิตภัณฑ์ให้เข้ากันได้อย่างดี คือ ผลิตภัณฑ์อาจมีสภาพหลายอย่างเช่น ยังไม่เคยผ่านการเผา ผลิตภัณฑ์ที่ดูดซึมน้ำได้ดีแต่ความหนาของผลิตภัณฑ์ต่างกันไป การชุบเคลือบก็ต่างกัน ความสำเร็จในการชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ จะได้ก็โดยการ

ทดลองและสรุปผลการทดลองชุบเคลือบ ในหลายๆ กรณี ผลการทดลองที่ต้องสรุปเพื่อนำผลไปใช้ก็คือ ความหนาแน่นและสภาพที่เหมาะสมของน้ำเคลือบที่ใช้การชุบเคลือบโดยวิธีจุ่มนี้ จะต้องกวนผสมน้ำเคลือบอยู่เสมอ พร้อมกับการทดสอบความหนาแน่นของน้ำเคลือบระหว่างการชุบเคลือบเป็นครั้งคราว

ผลิตภัณฑ์ที่ดูดซึมน้ำได้ดี ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ในเนื้อผลิตภัณฑ์จะมีความพรุนตัว เมื่อจุ่มผลิตภัณฑ์ลงในน้ำเคลือบ น้ำจะถูกดูดซึมเข้าเนื้อผลิตภัณฑ์และสะสมเนื้อส่วนผสมของเคลือบดิบไว้บนผิวผลิตภัณฑ์ เพราะฉะนั้นความหนาแน่นของน้ำเคลือบควรมีค่าต่ำคือ มีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.40 และมีการไหลตัวดี การจุ่มผลิตภัณฑ์ในน้ำเคลือบก็ควรจุ่มด้วยระยะเวลาที่เหมาะสม เพราะว่าถ้าจุ่มนานเกินไปก็จะทำให้เคลือบดิบคลุมผิวผลิตภัณฑ์หนาไป หรือถ้าจุ่มเร็วไปก็จะได้ความหนาของเคลือบดิบบางไป

การจุ่มผลิตภัณฑ์ในน้ำเคลือบนานๆ จะทำให้เคลือบดิบที่คลุมผิวผลิตภัณฑ์อ่อนตัว และความหนาตลอดผลิตภัณฑ์ไม่เท่ากัน เพราะว่าความหนาของผลิตภัณฑ์ไม่เท่ากันตลอด ส่วนขอผลิตภัณฑ์ที่หนาดูดซึมน้ำได้มากเกิดการสะสมมาก นอกจากนี้ระยะเวลาในการจุ่มผลิตภัณฑ์ยังไม่เท่ากัน คือ มีส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ลงจุ่มในน้ำเคลือบก่อนและหลัง

ภาพที่ 11 แสดงการชุบเคลือบโดยการจุ่ม

ภาพที่ 12 แสดงการชุบเคลือบด้านในผลิตภัณฑ์โดยหมุนผลิตภัณฑ์ให้น้ำเคลือบเคลือบได้ทั่ว

1.4 บิสกิต

ผลิตภัณฑ์เผาที่อุณหภูมิไม่เกิน 900OC ก่อนนำมาชุบเคลือบจะดูดซึมน้ำได้ดี ต้องเลือกน้ำเคลือบที่มีสภาพและสมบัติที่เหมาะสมสำหรับใช้ชุบเคลือบบิสกิต ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเกิดชั้นเคลือบที่หนาเกินไป หรืออาจแก้โดยการจุ่มบิสกิตลงในน้ำก่อนทำการชุบเคลือบ ผิวเคลือบที่เกิดรูเข็มและพุพองมีโอกาสเกิดได้น้อยบนผลิตภัณฑ์ที่มีความพรุนตัวสูง เพราะว่ารูพรุนมีขนาดใหญ่พอที่จะยอมให้ฟองอากาศในรูพรุนลอยออกไปได้ทันทีทันใด บิสกิตเผาที่อุณหภูมิสูงๆ จะมีรูพรุนที่มีขนาดเล็กกว่า ดังนั้นจึงมักพบปัญหาการเกิดรูพรุนและพุพองบนผิวเคลือบ

การนำผลิตภัณฑ์ดิบหรือผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้เผามาทำการชุบเคลือบโดยการจุ่ม ไม่ค่อยได้ผลดีนัก นอกจากจะเป็นผลิตภัณฑ์หนาและใช้น้ำเคลือบที่มีความหนาแน่นสูง นอกจากนี้เคลือบดิบไม่ควรมีความเหนียวมากนัก และควรมีการกระจายลอยตัวที่ดี และเคลือบดิบคลุมผิวผลิตภัณฑ์มีลักษณะราบรื่นสม่ำเสมอดี ผลิตภัณฑ์ดิบพวกฉนวนไฟฟ้าและผลิตภัณฑ์พิเศษที่ขึ้นรูปโดยการอัดส่วนผสมของเนื้อดิบปั้นแห้งๆ ควรใช้น้ำเคลือบที่มีความถ่วงจำเพาะ 1.62

ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อเนียน เนื้อผลิตภัณฑ์จะไม่มีการดูดซึม การยึดเกาะระหว่างเคลือบดิบกับผิวผลิตภัณฑ์ต้องอาศัยความเหนียว น้ำเคลือบที่ใช้ชุบเคลือบต้องข้นคือมีความถ่วงจำเพาะสูง เช่น น้ำเคลือบที่ใช้ชุบเคลือบผลิตภัณฑ์เครื่องสุขภัณฑ์ควรมีความถ่วงจำเพาะ 1.63 และถ้วยจานชั้นดีใช้ความถ่วงจำเพาะ 1.74 ในการเตรียมน้ำเคลือบ นอกจากจะต้องรู้ธรรมชาติและสัดส่วนของส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตน้ำเคลือบแล้ว ยังจะต้องคำนึงถึงวิธีการเตรียมและการควบคุมสภาพและคุณภาพของน้ำเคลือบ เพื่อให้น้ำเคลือบมี ถ.พ. เหมาะสมกับเนื้อผลิตภัณฑ์ที่จะทำการเคลือบด้วย ซึ่งปกติแล้วสามารถหาได้โดยการทดลอง เนื่องจากมีองค์ประกอบหลายประการที่มีผลกระทบต่อการเคลือบดังได้กล่าวมาแล้ว

ภาพที่ 13 แสดงการชุบเคลือบโดยการพ่นเคลือบ

1.5 การชุบเคลือบผลิตภัณฑ์โดยวิธีการพ่น

ทฤษฎีพื้นฐานของการชุบเคลือบโดยการพ่น ก็คือ การใช้กลไกทำให้น้ำเคลือบแตกกระจายพ่นออกมาเป็นฝอย และปล่อยให้ฝอยเคลือบตกลงบนผิวของผลิตภัณฑ์ จีนเป็นชาติแรกที่ใช้วิธีการนี้โดยเป่าน้ำเคลือบให้ผ่านหลอดซึ่งปลายหนึ่งมีผ้าเนื้อละเอียดปิดอยู่ ปัจจุบันได้มีการปรับปรุงเครื่องมือให้ใช้งานได้ง่ายและสะดวกดีขึ้น ซึ่งทำให้เกิดประโยชน์อย่างเด่นชัดคือ การทำงานรวดเร็วขึ้น ง่ายและสะดวกต่อการควบคุมและปรับปรุงการกระจายของน้ำเคลือบ เป็นผลทำให้วิธีการนี้ถูกนำไปใช้กันอย่างกว้างขวาง

1.6 การทำซิลก์สกรีน (silk screen)

การทำซิลก์สกรีน ใช้กันแพร่หลายเพื่อตกแต่งผลิตภัณฑ์เคลือบ สามารถทำได้ทั้งอาศัยคนทำและใช้เครื่องกลไก เครื่องมือที่ง่ายที่สุดประกอบด้วย กรอบแบบกรอบรูป ซึ่งปกติมักเป็นไม้หรืออะลูมิเนียมที่กรอบใช้ผ้าหรือตะแกรงลวดอย่างละเอียดคือประมาณ 125 ถึง 150 เมซ ขึงติดอยู่

ขึงแบบสำหรับคัดลอกให้แน่นและตึงติดกับกรอบ ใช้น้ำมันวานิชทาตรงบริเวณที่ไม่ใช่แบบเพื่อปิดบังส่วนที่ไม่ต้องการ

นำผงสีหรือเคลือบสีมาเตรียมให้มีสภาพเป็นแป้งเปียก ซึ่งมีสมบัติที่เหมาะสม แล้วกดลงไปบนส่วนที่เป็นรูปแบบโดยลูกกลิ้งหรือกวาดด้วยไม้พายที่ทำด้วยยาง รูปแบบที่ต้องการติดอยู่บนผลิตภัณฑ์

แบบสำหรับคัดลอดอาจผลิตได้ด้วยมือหรือโดยการถ่ายรูป แบบสำหรับคัดลอกใช้วัสดุพวกคอลโลเดียน-ฟิล์ม

การทำแพลทินัมซิลก์สกรีน ใช้ในการตกแต่งผลิตภัณฑ์ ส่วนผสมของแป้งเปียกที่ใช้ประกอบด้วยผงแพลทินัมเกลือของปรอท และตัวนำพาที่เป็นสารอินทรีย์ ตัวลดจุดหลอมตัวและผงสารอินทรีย์ อีกอย่างหนึ่งเช่น ไบพีนอส ซึ่งจะระเหยกลายเป็นไอไประหว่างการเผาไหม้โดยปราศจากการแตกร้าว

การตกแต่งผลิตภัณฑ์โดยวิธีซิลก์สกรีนด้วยทอง วิธีการนี้ใช้แป้งเปียกซึ่งประกอบด้วยของแข็งที่ระเหยกลายเป็นไอ และไม่ละลายในของเหลวที่เป็นนำพา ส่วนผสมแป้งเปียกพื้นฐานประกอบด้วยผงทอง เลดบอโรซิลิเกต B_2O_3, BiOCl และของเหลวอินทรีย์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวนำพา อาจมี Hg_2C ผสมอยู่ด้วย

1.7 การตกแต่งผลิตภัณฑ์ด้วยรูปลอก

รูปลอก คือ สิ่งพิมพ์ของแบบต่างๆ รูปภาพต่างๆ หรือตัวพิมพ์ ซึ่งสิ่งพิมพ์นี้มักใช้วัสดุที่การตระเตรียมผิวเป็นพิเศษ ตัวอย่างเช่น พิมพ์บนกระดาษเหนียว ภาพพิมพ์บนสิ่งพิมพ์นี้จะถูกถ่ายทอดไปสู่ผิวซึ่งปกติจะยากต่อการตกแน่ง เนื่องจากความโค้งของผิว รูปลอกเป็นวัสดุที่โค้งงอได้และสามารถดัดแปลงให้เข้ากับผิวที่จะติดรูปลอกได้อย่างดี

รูปลอกเซรามิกส์เป็นสิ่งพิมพ์ด้วยส่วนผสมพิเศษของอนินทรีย์ออกไซด์ ซึ่งจะหลอมเป็นแก้วติดกับผิวผลิตภัณฑ์ที่มีอุณหภูมิสูง ผงสีจะพิมพ์บนกระดาษชนิดพิเศษและป้องกันการเสียหายของรูปลอก โดยการพิมพ์ทับด้วยน้ำมันวานิช แลกเกอร์ หรือวัสดุอื่นๆ ที่คล้ายกัน ผลิตภัณฑ์อาจเป็นแก้ว เครื่องถ้วยชามจาน พวกผลิตภัณฑ์เนื้อเนียนหรือพวกเออเทนแวร์ กระเบื้องหรือโลหะเคลือบอุณหภูมิที่ใช้เผารูปลอกขึ้นกับอุณหภูมิที่ผลิตภัณฑ์จะสามารถรักษารูปร่างและส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ไว้ได้ ออกไซด์ที่ทำให้เกิดสีที่ใช้ในการผลิตรูปลอกจะต้องหลอมตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหายคือ ต้องไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสี ความละเอียดของเนื้อเคลือบหรือรูปร่างซึ่งอาจเกิดโดยการอ่อนตัว การหลอมหรือรูปร่างเปลี่ยนแปลงไปจากรูปร่างที่ต้องการ

ผลิตภัณฑ์ที่ตกแต่งด้วยรูปลอกจะมีสีสันสวยงามสะดุดตาและเย้ายวนใจลูกค้า ช่วยทำให้ลูกค้าเกิดความต้องการซื้อหาเก็บไว้ใช้มากขึ้น รูปลอกสามารถใช้ตกแต่งได้ทั้งใต้และบนผิวเคลือบ

1.7.1 วิธีการติดรูปลอก

มี 2 วิธีคือ การลอกกระดาษออกโดยอาศัยน้ำ และการลอกกระดาษออกโดยใช้ความร้อน การลอกกระดาษออกโดยอาศัยน้ำ ใช้กับรูปลอกที่พิมพ์บนกระดาษกาวและเคลือบรูปลอกอีกครั้งด้วยแลกเกอร์หรือน้ำมันวานิช ซึ่งจะเป็นตัวทำให้รูปลอกติดกับผลิตภัณฑ์ จุ่มกระดาษรูปลอกลงในน้ำ กาวจะละลายน้ำ กระดาษกับรูปลอกพร้อมที่จะหลุดออกจากกัน ซึ่งสังเกตได้จากกระดาษรูปลอกจะไม่ม้วนตัว รูปลอกจะลอกออกไปจากกระดาษ ปิดรูปลอกเข้ากับผลิตภัณฑ์ ถูรูปลอกด้วยยางเพื่อให้รูปลอกติดกับผลิตภัณฑ์แน่นและเป็นการขจัดน้ำและฟองอากาศออกไปด้วย แล้วปล่อยตากลมทิ้งไว้ให้แห้งสนิท

มีวิธีการลอกกระดาษออกจากรูปลอกโดยการใช้ความร้อน รูปลอกชนิดนี้มีส่วนผสมแตกต่างจากรูปลอกชนิดแรก ผลสีเซรามิกส์ที่พิมพ์ลงบนกระดาษเคลือบขี้ผึ้ง จะถูกเคลือบด้วยวัสดุที่ไวต่อความร้อน

อุ่นผลิตภัณฑ์ที่จะตกแต่งประมาณ 120 – 150°C ปิดรูปลอกลงบนผลิตภัณฑ์และกดให้เรียบร้อยใช้ลมเป่าหรือมือลอกกระดาษออก ไม่ต้องตากผลิตภัณฑ์ให้แห้งสนิทสามารถนำเข้าเตาเผาได้ทันที วิธีการนี้ทำให้การผลิตคล่องตัวมากขึ้น และผลิตได้เร็วมากขึ้น คือ ไม่ต้องรอให้บิสกิตเย็นตัวลงในวงจรการผลิตก็อาจนำเครื่องกลเข้ามาช่วยในการเคลื่อนย้าย การปิดรูปลอก การถูรูปลอกให้เรียบร้อย และการลอกกระดาษออกอัตราการผลิตเร็วกว่าและลดค่าแรงงานได้มาก

การเลือกใช้วิธีการติดรูปลอก ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์อาจเลือกใช้วิธีการติดรูปลอกแบบใดแบบหนึ่ง คือ วิธีการติดรูปลอกแบบต้องใช้น้ำเป็นตัวลอกกระดาษออกซึ่งต้องใช้แรงงานเข้าช่วย กับวิธีการติดรูปลอกโดยใช้เครื่องมือและความร้อนในการติดและลอกกระดาษ แต่ละวิธีก็มีข้อดีซึ่งสามารถแก้ปัญหาการตกแต่งผลิตภัณฑ์

โรงงานที่ผลิตผลิตภัณฑ์เป็นจำนวนมาก วิธีการที่ดีที่สุดคือ วิธีติดรูปลอกด้วยเครื่องจักรและใช้ความร้อนในการติดและลอกรูปลอก อัตราการผลิตสามารถทำได้ 40 – 50 ชิ้นต่อนาทีสำหรับผลิตภัณฑ์รูปร่างแบนๆ

ข้อดีของวิธีการติดและลอกรูปลอกโดยวิธีใช้น้ำคือ สามารถที่จะใช้รูปลอกตกแต่งผลิตภัณฑ์ได้ทุกรูปแบบ ความสามารถในการโค้งงอของแถบแลกเกอร์บางๆ ทำให้รูปลอกติดผลิตภัณฑ์ได้ทุกรูปแบบ ไม่ว่าจะโค้งหรือเว้าเพียงใด วิธีการนี้เหมาะสำหรับกำลังการผลิตไม่มากนัก และมีการผลิตผลิตภัณฑ์หลายๆ ชนิด และไม่ต้องการที่จะใช้เครื่องกลมาช่วย

1.7.2 การตกแต่งผลิตภัณฑ์ก่อนทำการเผา

สามารถทำได้ทั้งใต้เคลือบและบนเคลือบ โดยเผาผลิตภัณฑ์ครั้งเดียว รวมทั้งการเผาบิสกิต การเผาเคลือบและการเผาผลิตภัณฑ์ที่ตกแต่งแล้วพร้อมกันครั้งเดียว

เราสามารถสร้างเนื้อผลิตภัณฑ์ เนื้อรูปลอก และเนื้อเคลือบให้มีจุดสุกตัวเดียวกันได้ การตกแต่งผลิตภัณฑ์กระทำได้ทั้งบนผลิตภัณฑ์ดิบและบิสกิต แต่ไม่จำเป็นต้องเผาเคลือบก่อนทำการตกแต่ง เมื่อชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ดิบและปล่อยให้แห้งดีแล้ว ทาด้วยเรซินสังเคราะห์จะให้ดีควรใช้พวกอิมัลชันหรือของผสมระหว่าง 20 – 35% เบตาคริเลทกับน้ำ พวกเรซินควรมีน้ำหนักโมเลกุลสูง เพื่อป้องกันไม่ให้ซึมเข้าไปในรูพรุนของผลิตภัณฑ์ดิบ เพื่อป้องกันการแตกตัวให้คาร์บอนในระหว่างทำการเผา หลังจากอิมัลชันแห้งทั่วดีแล้ว ก็สามารถตกแต่งผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีต่างๆ ได้

1.8 การควบคุมสภาพและสมบัติของน้ำเคลือบ

น้ำเคลือบที่ใช้ชุบเคลือบโดยวิธีการพ่นและการจุ่ม ใช้หลักเกณฑ์ทั่วไปเหมือนกันในการควบคุมสภาพและสมบัติของน้ำเคลือบที่ใช้ชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ ซึ่งเนื้อผลิตภัณฑ์มีสมบัติทางฟิสิกส์แตกต่างกัน เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ผ่านการเผา ผลิตภัณฑ์ที่ดูดซึมน้ำได้ดี และผลิตภัณฑ์ที่ไม่ดูดซึมน้ำหรือมีเนื้อเนียน ปกติต้องใช้น้ำเคลือบที่ใสในการชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ที่ดูดซึมน้ำได้ดี แต่ถ้าใช้ความดันในการพ่นน้ำเคลือบสูงเกินไป เคลือบดิบจะเคลือบผิวผลิตภัณฑ์หนาขึ้นอย่างรวดเร็ว และมักเกิดลักษณะเป็นคลื่นและเคลือบอาจล่อนได้ ดังนั้นไม่ควรพ่นน้ำเคลือบเคลือบผลิตภัณฑ์ในระยะใกล้มากเกินไป สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อเนียน ควรใช้นำเคลือบข้นและพ่นให้เป็นฝอยละเอียด โดยใช้ความดันของอากาศให้ต่ำเท่าที่จะทำได้ บางครั้งต้องอุ่นผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อเนียนก่อนทำการเคลือบ เพื่อช่วยทำให้ได้ชั้นเคลือบดิบที่หนาและสม่ำเสมอมากขึ้น

น้ำเคลือบที่ใช้ชุบเคลือบผลิตภัณฑ์ที่เผาครั้งเดียว วัตถุประสงค์ในการทำการควบคุม คือ

1. พัฒนาเคลือบที่ปราศจากข้อเสีย และเคลือบผลิตภัณฑ์อย่างสม่ำเสมอ
2. เพื่อให้ได้ชั้นเคลือบที่หนาอย่างเหมาะสม
3. ป้องกันการเกิดความชื้นและการแตกร้าว
4. ป้องกันการเกิดการเคลือบเป็นหย่อมๆ และการเกิดรูเข็ม
5. ทำให้เคลือบเกิดการไหลตัวที่เหมาะสม

สมบัติส่วนใหญ่ที่กล่าวมานี้สามารถควบคุมได้ด้วยการใช้น้ำเคลือบที่มีสภาพและสมบัติที่เหมาะสม กล่าวคือ น้ำเคลือบควรเลือกใช้ทั้งปริมาณและชนิดของดินที่เหมาะสม บอลล์เคลย์จะเป็นตัวทำให้น้ำเคลือบไหลตัวได้ดี ดินขาวจะช่วยทำให้วัตถุดิบในน้ำเคลือบจมตัวลง เพราะฉะนั้นการใช้ดินทั้งสองในอัตราส่วนที่เหมาะสมเป็นสิ่งที่ต้องการ

การบดเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอีกอันหนึ่งที่จะทำให้สภาพ และสมบัติของน้ำเคลือบที่เหมาะสมเปลี่ยนไป การแยกบดเป็นวิธีการที่ดีและมีประโยชน์ ควรบดวัตถุดิบที่แข็งๆ เสียก่อนแล้วจึงผสมวัตถุดิบที่แข็งน้อยกว่า เช่น แคลเซียมคาร์บอเนตหรือไวทิง และพวกสารประกอบที่เป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสงลงไปทีหลัง

การใช้สารประกอบอิเล็กโทรไลต์ ต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง เพราะว่าจะเกิดทั้งผลดีและเสีย การใช้เครื่องมือหาความหนืดชนิดบรูคฟิลด์เข้าช่วยจะเกิดประโยชน์มากขึ้น เครื่องมือชนิดนี้ใช้หาและตรวจสอบความหนืดได้รวดเร็ว ถูกต้อง ง่าย และใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง

1.9 สารประกอบที่เป็นตัวทำให้เกิดการยึดเกาะ (binder)

สารประกอบที่เป็นตัวทำให้เกิดการยึดเกาะกัน ที่ใช้ผสมในน้ำเคลือบช่วยทำให้ชั้นของเคลือบยึดเกาะกันแน่นและแข็งแรง ไม่หลุดร่วงได้ง่าย โดยเฉพาะในระหว่างการเคลื่อนย้ายจากจุดทำการเคลือบไปสู่เตาเผา ความเหนียวและความแข็งแรงที่เกิดจากดินอย่างเดียวไม่เพียงพอสำหรับผลิตภัณฑ์หลายชนิด สารประกอบที่เป็นตัวทำให้เกิดการยึดเกาะกันที่มีคุณภาพดี ช่วยลดปริมาณผลิตภัณฑ์เคลือบที่มีตำหนิได้มาก ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมผลิตภัณฑ์ที่มีรอยตำหนิและค่าใช้จ่ายในการเผาผลิตภัณฑ์นั้นใหม่

องค์ประกอบที่ใช้ในการเลือกสารประกอบที่เป็นตัวทำให้เกิดการยึดเกาะกันคือ สารประกอบนั้นทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้หรือไม่

1. เกิดฟอง
2. อุดตันตะแกรงร่อน
3. มีผลต่อการกระจายลอยตัว

4. มีผลต่อความถ่วงจำเพาะ
5. น้ำเคลือบที่ได้ชุบเคลือบโดยวิธีการจุ่มหรือพ่นได้หรือไม่
6. โรงงานมีเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำความสะอาดหรือไม่
7. ที่อุณหภูมิ 50°C จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไหม
8. หลังจากเผาจะเหลือขี้เถ้าหรือทำให้เกิดตำหนิไหม

สารประกอบที่เป็นตัวทำให้เกิดการยึดเกาะกัน อาจแบ่งได้เป็น 4 ชนิด คือ

1. พวกแอลกอฮอล์และสารประกอบพวกเซลลูโลส
2. น้ำตาลและแป้ง
3. ยางเหนียว
4. ขี้ผึ้งอิมัลชัน

แอลกอฮอล์และสารประกอบพวกเซลลูโลส

สารประกอบนี้ใช้ผสมในน้ำเคลือบน้อยมากไม่เกิน 0.5% แต่มักมีแนวโน้มทำให้เกิดฟองควรเติมสารโพลีไกลคอลลงไปป้องกัน สารประกอบพวกนี้บางชนิดทำให้น้ำเคลือบเกิดการกระจายลอยตัว และทำให้น้ำเคลือบไม่ไวต่อสารที่เป็นตัวทำให้เกิดการรวมตัวของอนุภาค แต่คุณภาพของมันไม่เสื่อมไปตามระยะเวลาที่ผ่านไป สารพวกนี้หลายอย่างมีความยุ่งยากในการทำให้ละลายน้ำ บางชนิดต้องใช้น้ำมากเพื่อทำให้ทำงานได้ ซึ่งจะเป็นผลทำให้น้ำเคลือบมี ถ.พ. ลดลง

พวกน้ำตาลและแป้ง

สารพวกนี้บางตัวก็ทำให้เกิดความเหนียวดี และมีหลายตัวที่ทำให้เคลือบจับตัวกันหนาแน่นทำให้ยากต่อการร่อนผ่านตะแกรง สารพวกนี้จะสลายตัวหรือเกิดการหมัก

พวกกาวหรือยางไม้

น้ำเคลือบที่มียางไม้หรือกาวเป็นตัวช่วยทำให้เกิดความเหนียว มีอายุการใช้งานสั้น น้ำเคลือบพวกนี้ต้องใช้อย่างรวดเร็ว เศษที่เหลือควรทิ้งไป เพราะทำให้เคลือบบูดเน่าอย่างรวดเร็ว แต่จะทำให้ผิวเคลือบแข็งแรงดีมาก

อิมัลชันขี้ผึ้ง

สารที่ใช้ทำให้เกิดความเหนียวชนิดนี้ใช้ประมาณ 2% ผสมในน้ำเคลือบ ควรผสมหลังจากบดน้ำเคลือบเรียบร้อย ในบางกรณีขี้ผึ้งทำให้เกิดความยุ่งยากในการร่อนน้ำเคลือบผ่านตะแกรงร่อน ขนาด 200 เมช

กล่าวโดยสรุป น้ำตาลเป็นสารประกอบที่ทำให้เกิดการยึดเกาะกันที่มีราคาถูก ช่วยพัฒนาให้เคลือบดิบแข็งแรงและใช้น้ำตาลเพียง 0.5% ผสมในน้ำเคลือบ น้ำตาลไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อความหนืด ไม่เกิดการหมัก ไม่เกิดฟอง และจะไม่ถูกรบกวนระหว่างการร่อนและการเคลื่อนย้าย น้ำตาลไม่แตกตัวเป็นอนุมูลจึงไม่เป็นสาเหตุของการจับตัวกัน หรือการกระจายลอยตัวของอนุมูลในน้ำเคลือบ

สารประกอบที่ใช้เป็นยากันบูดในระยะเวลาหนึ่ง เช่น ฟอร์มาลดีไฮด์ โดวิไซด์ และโซเดียมเบนโฮเอท

คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC)

ผลิตได้จากปฏิกิริยาระหว่างโมโนคลอแรกติก แอซิดกับอัลคะไลเซลลูโลสซึ่งจะได้เกลือโซเดียม สารประกอบนี้ละลายน้ำได้ดี และจะได้สารละลายที่มีความหนืดสูง วัตถุดิบชนิดนี้ใช้ช่วยทำให้อนุภาคละเอียดกระจายลอยตัวได้ดี และยังควบคุมการเคลื่อนตัวของสารละลายอีกด้วย

เมทีลเซลลูโลส (MC)

ใช้เป็นตัวช่วยให้เกิดการยึดเกาะและการควบคุมสภาพและสมบัติของน้ำเคลือบ เมทีลเซลลูโลสช่วยลดตำหนิที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการอบแห้งเคลือบดิบ ช่วยขจัดการไหลตัวมากเกินไปและการเกิดหยดเคลือบ

ของน้ำเคลือบ เมทีลเซลลูโลสช่วยทำให้อัตราการอบแห้งลดลง ช่วยทำให้ผิวเคลือบดิบเรียบและสม่ำเสมอ ช่วยทำให้ผิวเคลือบทนต่อการเสียดสีถูไถ สมบัติที่สำคัญของเมทีลเซลลูโลสมีหลายประการคือ เป็นตัวทำให้เกิดผิวบางๆ ทำให้เกิดการยึดเกาะ ทำให้เกิดความแข็งความเหนียว และเป็นตัวทำให้เกิดการกระจายลอยตัว ปริมาณของเมทีลเซลลูโลสที่ใช้ผสมในน้ำเคลือบไม่ควรเกิน 0.5% ของผงเคลือบดิบ

ตำหนิต่างๆ ของเคลือบ

ตำหนิบนผิวเคลือบซึ่งมองเห็นได้ชัด เช่น เกิดแผลพุพอง รูเข็ม ซึ่งเป็นตำหนิที่เกิดจากการระเบิดของฟองอากาศหรือก๊าซ และการแทรกตัวหนีออกมาจากเคลือบตามลำดับ ส่วนตำหนิที่เคลือบมีลักษณะเหมือนเปลือกไข่หรือผิวสัมผัสจากการยุบตัวของก๊าซลงไปในเนื้อเคลือบ ซึ่งกินบริเวณเล็กมาก ลักษณะเช่นนี้มักเกิดในเคลือบที่มีความแข็งแรงและหลอมเหลวได้ยากโดยเฉพาะเคลือบปอร์ซเลน ซึ่งมีความหนืดสูงมากขณะที่อยู่ที่จุดสุกตัว ในทางตรงกันข้ามเคลือบที่อ่อนกว่ามีจุดสุกตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่า จะเคลื่อนตัวได้ดีพอแก่การแก้ไขตำหนิเหล่านี้ได้

ตำหนิทั้งหมดที่กล่าวมานี้มีต้นตอมาจากสาเหตุเดียวกันคือ มีฟองก๊าซเล็กๆ ในเคลือบ ตั้งแต่เริ่มเกิดการประสานกันของเนื้อเคลือบจนกระทั่งถึงจุดสุกตัว ไม่ว่าจะเป็นเนื้อผลิตภัณฑ์หรือเคลือบจะกักขังก๊าซอยู่ในตัวเอง ปริมาณของก๊าซเหล่านี้ไม่สามารถวัดได้ง่ายๆ ก๊าซบางส่วนละลายในเนื้อเคลือบเช่นเดียวกับอากาศละลายในน้ำ บางส่วนอยู่ในรูพรุนของเนื้อผลิตภัณฑ์ และบางส่วนอยู่ในรูปของฟองก๊าซเล็กๆ ในเนื้อเคลือบ ก๊าซบางส่วนถูกดูดซับอยู่บนผิวเนื้อผลิตภัณฑ์ และจะหลุดออกมาเมื่อมีอุณหภูมิที่เหมาะสม ฟองก๊าซเล็กๆ ใต้ผิวเคลือบไม่ก่อให้เกิดปัญหา ถ้ามีปริมาณเล็กน้อยและไม่ปรากฏให้เห็นอย่างเด่นชัด

ที่มาของแหล่งก๊าซต่างๆ ที่เป็นสาเหตุของการเกิดตำหนิเหล่านี้ อาจติดมากับวัตถุดิบ การตระเตรียม การขึ้นรูปและการตกแต่งขั้นสุดท้าย การเผาผลิตภัณฑ์ดิบหรือวัตถุดิบการเตรียมน้ำเคลือบ การชุบเคลือบและการเผาเคลือบ การอธิบายถึงสาเหตุทางด้านฟิสิกส์ จำเป็นจะต้องเข้าไปศึกษาปรากฏการณ์ทางด้านการละลาย การหลุดออกมาจากสารละลาย, ปฏิกิริยาเคมี, ความหนืด และความตึงผิว

ตำหนิต่างๆ ส่วนใหญ่ต้นตอที่เป็นสาเหตุไม่ใช่มาจากก๊าซ ความไม่สม่ำเสมอในการชุบเคลือบเป็นผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีเคลือบ การเกิดคลื่น เกิดความขรุขระหรือแม้กระทั่งการเคลือบเป็นหย่อมๆ ความสกปรกของวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเคลือบ การเผาสูงไป การเผาต่ำไป การปฏิบัติงานที่ไม่ระมัดระวัง การไหลตัวของเคลือบ การเกิดจุดด่าง เป็นต้น

1.1 ตำหนิต่างๆ ที่เกิดขึ้นก่อนการเผา

ตำหนิต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กับเนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์ซึ่งมิได้ทำการเผาก่อนทำการชุบเคลือบ

ตำหนิที่เป็นรอยแผลแตกและรูเข็ม

เกิดขึ้นเมื่อชุบเคลือบบนผลิตภัณฑ์ดิบ หรือเนื้อดิบปั้นที่ไม่ได้ผ่านการเผา ตำหนิเฉพาะบางชนิด จะเกิดขึ้นเนื่องจากสภาวะของเนื้อดิบนั้น และพฤติกรรมของเนื้อดิบปั้น ซึ่งจัดเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. การกวนผสมเนื้อดินปั้นไม่ดีพอ เนื้อดินปั้นไม่เป็นเนื้อเดียวกันตลอด
2. อากาศถูกดูดเข้าไปในน้ำดินตลอดเวลาการปั๊มน้ำดินที่มีข้อบกพร่อง
3. การนวดเนื้อดินปั้นไม่ดีพอ
4. แบบสำหรับใช้ในการขึ้นรูปโดยการหล่อแบบแห้งและร้อนมากเกินไป
5. ใช้น้ำในการตกแต่งผลิตภัณฑ์ดิบขั้นสุดท้ายมากเกินไป
6. ผลิตภัณฑ์ดิบแข็งไปในขณะทำการตกแต่ง
7. มีฝุ่นและน้ำมันบนผิวผลิตภัณฑ์

8. อากาศถูกกักอยู่ในช่องว่างเล็กๆ ของเนื้อผลิตภัณฑ์และไม่ถูกขจัดออกไประหว่างการจุ่มในน้ำเคลือบ

9. ไม่ได้ทำให้ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีความพรุนตัวมากชุ่มไปด้วยน้ำก่อนทำการชุบเคลือบ

10. อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์และเคลือบที่มีความแตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์มีผิวขรุขระ และน้ำเคลือบที่จะใช้เคลือบควรมีอุณหภูมิเท่ากันก่อนจะทำการชุบเคลือบถ้าเคลือบมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศที่ถูกกักที่ผิวผลิตภัณฑ์จะขยายตัว และกลายเป็นฟองอากาศในเนื้อเคลือบดิบ

11. การชุบเคลือบช้าๆ ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการเผาก่อนทำการชุบเคลือบ ถ้าสัมผัสกับน้ำเคลือบนานๆ จะดูดซับน้ำเคลือบได้อย่างอิสระ และอาจทำให้เกิดรูพรุนได้ กรณีเช่นนี้มักเกิดในผลิตภัณฑ์ที่แห้งและผลิตภัณฑ์ที่ไม่แห้งก็อาจเกิดขึ้นได้ การแก้ไขนอกจากจะทำการชุบเคลือบให้เร็ว และการควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมแล้ว อาจใช้วัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียวผสมในเนื้อผลิตภัณฑ์ให้มากขึ้น

12. โครงสร้างของเนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้เผา เนื้อผลิตภัณฑ์ที่ละเอียดและวัตถุดิบที่มีความเหนียวมากๆ มีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดตำหนิในรูปแบบแผลพุพองมากกว่าเนื้อผลิตภัณฑ์หยาบ

ก๊าซต่างๆ ที่เป็นสาเหตุในการทำให้เกิดรูเข็มและแผลพุพอง

อาจมีต้นตอมาจากน้ำเคลือบ ซึ่งมีแหล่งที่มาต่างๆ ดังนี้

1. เกิดการหมักของอินทรียสารซึ่งมักจะใส่ในส่วนผสมของเคลือบ เช่น อินทรีย์สารในบอลล์เคลย์และบางส่วนที่ติดมาโดยบังเอิญกับวัตถุดิบอื่นๆ การเติมสารอินทรีย์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวยึดเกาะลงไปในน้ำเคลือบ เช่น พวกกัมต่างๆ กาวต่างๆ เป็นต้น สารพวกนี้เป็นตัวทำให้เกิดปัญหายุ่งยาก แต่ก็ป้องกันได้โดยการผสมคาร์บอลิกแอซิด หรือสารประกอบของฟินอล น้ำมันระกำ ฟอร์มาลดีไฮด์ ลงไปสองสามหยด

2. การสลายตัวของสารประกอบคาร์บอเนตและอื่นๆ ในระหว่างการเก็บน้ำเคลือบ

3. การนวดเนื้อดินปั้นไม่ดีพอ

4. แบบสำหรับใช้ในการขึ้นรูปโดยการหล่อแบบแห้งและร้อนมากเกินไป

5. ใช้น้ำในการตกแต่งผลิตภัณฑ์ดิบขั้นสุดท้ายมากเกินไป

6. ผลิตภัณฑ์ดิบแข็งไปในขณะทำการตกแต่ง

7. มีฝุ่นและน้ำมันบนผิวผลิตภัณฑ์

8. อากาศถูกกักอยู่ในช่องว่างเล็กๆ ของเนื้อผลิตภัณฑ์และไม่ถูกขจัดออกไประหว่างการจุ่มในน้ำเคลือบ

9. ไม่ได้ทำให้ผลิตภัณฑ์ซึ่งมีความพรุนตัวมากชุ่มไปด้วยน้ำก่อนทำการชุบเคลือบ

10. อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์และเคลือบที่มีความแตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์มีผิวขรุขระ และน้ำเคลือบที่จะใช้เคลือบควรมีอุณหภูมิเท่ากันก่อนจะทำการชุบเคลือบถ้าเคลือบมีอุณหภูมิสูงกว่าอากาศที่ถูกกักที่ผิวผลิตภัณฑ์จะขยายตัว และกลายเป็นฟองอากาศในเนื้อเคลือบดิบ

11. การชุบเคลือบช้าๆ ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ผ่านการเผาก่อนทำการชุบเคลือบ ถ้าสัมผัสกับน้ำเคลือบนานๆ จะดูดซับน้ำเคลือบได้อย่างอิสระ และอาจจะทำให้เกิดรูพรุนได้ กรณีเช่นนี้มักเกิดในผลิตภัณฑ์ที่แห้งและผลิตภัณฑ์ที่ไม่แห้งก็อาจเกิดขึ้นได้ การแก้ไขนอกจากจะทำการชุบเคลือบให้เร็ว และการควบคมอุณหภูมิให้เหมาะสมแล้ว อาจใช้วัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียวผสมในเนื้อผลิตภัณฑ์ให้มากขึ้น

12. โครงสร้างของเนื้อดิบปั้นผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้เผา เนื้อผลิตภัณฑ์ที่ละเอียดและวัตถุดิบที่มีความเหนียวมากๆ มีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดตำหนิในรูปแบบแผลพุพองมากกว่าเนื้อผลิตภัณฑ์หยาบ

ก๊าซต่างๆ ที่เป็นสาเหตุในการทำให้เกิดรูเข็มและแผลพุพอง

อาจมีต้นตอมาจากน้ำเคลือบ ซึ่งมีแหล่งที่มาต่างๆ ดังนี้

1. เกิดการหมักของอินทรีย์สารซึ่งมักจะมีในส่วนผสมของเคลือบ เช่น อินทรีย์สารในบอลล์เคลย์และบางส่วนที่ติดมาโดยบังเอิญกับวัตถุดิบอื่นๆ การเติมสารอินทรีย์ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวยึดเกาะลงไปในน้ำเคลือบ เช่น พวกกัมต่างๆ กาวต่างๆ เป็นต้น สารพวกนี้เป็นตัวทำให้เกิดปัญหายุ่งยาก แต่ก็ป้องกันโดยการผสมคาร์บอลิกแอซิด หรือสารประกอบของฟีนอล น้ำมันระกา ฟอร์มาลดีไฮด์ ลงไปสองสามหยด

2. การสลายตัวของสารประกอบคาร์บอเนตและอื่นๆ ในระหว่างการเก็บน้ำเคลือบ

3. การใช้น้ำเคลือบเร็วไปหรือเก็บไว้นานไป โดยเฉพาะการเก็บในที่ที่มีอุณหภูมิสูง การกระทำเช่นนี้จะทำให้เกิดการสะสมก๊าซต่างๆ ซึ่งเกิดจากสาเหตุต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว ถ้าระยะเวลาการเก็บน้ำเคลือบสั้นไปและน้ำเคลือบข้นมากไป อากาศจะถูกกักขังไว้ในระหว่างการบดผสมจะหลุดลอยออกไปได้ไม่ดีเท่าที่ควร การกวนผสมให้เข้ากันอย่างดี แต่ไม่ทำให้เกิดความรุนแรง สามารถทำได้โดยการออกแบบเครื่องกวนให้ถูกต้อง

4. การอิ่มตัวไปด้วยน้ำของผลิตภัณฑ์บางๆ ระหว่างการจุ่มลงในเคลือบหรือพ่นเคลือบลงบนผลิตภัณฑ์

5. การจุ่มผลิตภัณฑ์แบนๆ ลงในน้ำเคลือบ จะทำให้ก๊าซถูกกักอยู่ระหว่างชั้นเคลือบกับผิวผลิตภัณฑ์

6. การพ่นเคลือบที่รุนแรงมากไป อาจทำลายการยึดเกาะกันระหว่างชั้นเคลือบและเนื้อผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นผลอาจทำให้เกิดรูเข็ม แผลพุพอง และจุดไม่เกิดการเคลือบ

7. การชุบเคลือบทับชั้นเคลือบดิบต้องกระทำต่อเนื่องอย่าทิ้งไว้ให้ชั้นล่างแห้ง เพราะว่าจะเป็นผลทำให้เกิดแผลพุพองอย่างรุนแรง

8. ปริมาณและชนิดของบอลล์เคลย์ที่ใช้ ความหนาของผลิตภัณฑ์ ความสามารถในการดูดซึมน้ำ และความละเอียดของเนื้อ ทั้งหมดที่กล่าวมานี้มีความสำคัญเป็นองค์ประกอบ ที่สำคัญในการทำให้เกิดรูเข็มและแผลพุพอง

9. การหดตัวที่ต่างกันของชั้นเคลือบที่หนามาก ก็เป็นสาเหตุของการเกิดแผลพุพอง

10. การบดเคลือบละเอียดมากไป

1.2 ตำหนิต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเผา

เคลือบขณะหลอมเหลว

จะมีก๊าซมากพอสมควรปะปนอยู่ นอกจากจะมีวิธีการเฉพาะ โดยอาศัยการกระทำของความร้อนช่วยขจัดก๊าซเหล่านั้นออกไป ด้วยเหตุผลเช่นนี้ในอุตสาหกรรมการผลิตแก้ว จะต้องมีช่วงเวลาในการปล่อยให้ความร้อนตัวอย่างดีแล้ว เพื่อเป็นการขจัดฟองก๊าซออกไปจากเนื้อแก้ว เติมสารเคมีบางตัวคงไปช่วยให้กระบวนการเป็นไปได้ง่ายยิ่งขึ้น เพื่อเป็นการขจัดฟองก๊าซออกไปจากเนื้อแก้ว เติมสารเคมีบางตัวลงไปช่วยให้กระบวนการเป็นไปได้ง่ายยิ่งขึ้น ในกรณีพิเศษบางกรณีกลไกการกวนก็ใช้ได้ผลดี เคลือบเป็นชั้นของแก้วบางๆ ไม่จำเป็นต้องมีช่วงเวลานี้นานเหมือนกับแก้ว

เคลือบไฟสูงและเคลือบไฟต่ำ

เคลือบซึ่งมีการไหลตัวได้ดีที่อุณหภูมิสุกตัวต่ำ ก๊าซต่างๆ จะหลุดออกไปจากเนื้อเคลือบได้เร็วและเกือบหมดหรือหมด ผิวเคลือบจะเรียบดีไม่มีรูเข็ม เคลือบที่มีจุดสุกตัวสูงจะมีความหนืดมากและผิวเคลือบจะมีรูเข็มให้เห็น ซึ่งเป็นผลมาจากการหลุดออกไปของก๊าซต่างๆ ในแต่ละกรณี ไม่ว่าจะเป็นเคลือบไฟสูงหรือต่ำ ถ้าเผาต่ำไปที่ผิวเคลือบจะปรากฏแผลพุพองหรือหลุมย่อ ลักษณะแบบปล่องภูเขาไฟให้เห็น ซึ่งเป็นผลมาจากการระเบิดของก๊าซต่างๆ การเผาเคลือบสูงไปอาจเป็นผลทำให้เกิดวิวัฒนาการของฟองก๊าซหรือแผลพุพองชนิดใหม่ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากเกิดปฏิกิริยาขึ้นใหม่ในเนื้อเคลือบหรือเกิดปฏิกิริยาระหว่างเนื้อเคลือบและเนื้อผลิตภัณฑ์ การเผาเคลือบที่อุณหภูมิสูงกว่าจะทำให้ความหนืดของเคลือบลดลง ทำให้เกิดการขยายตัว ทำให้ฟองก๊าซมีแรง

ลอยตัวมากขึ้น ซึ่งจะลอยตัวขึ้นมาได้รวดเร็วพร้อมกับจะกวาดเอาฟองก๊าซเล็กๆ ลอยตามออกจากเนื้อแก้วด้วย

การสลายตัวของสารประกอบเคมี

พวกสารประกอบคาร์บอเนตของอัลคะไลเอิร์ท และโลหะอื่นๆ พวกไนเทรต ซัลไฟด์ ไฮเดรต ซัลเฟต ฟลูออกไรด์ และออกไซด์ของโลหะบางชนิดอาจสลายตัวได้

ตะกั่วขาว

สลายตัวให้ก๊าซได้ดีกว่าตะกั่วแดง จึงมักจะทำให้เกิดฟองก๊าซ รูเข็มบนผิวเคลือบ โลหะตะกั่ว และออกไซด์ของสังกะสีกลายเป็นไอได้ดี และจะเป็นเหตุทำให้เกิดรูเข็ม ออกไซด์ที่เป็นตัวทำให้เกิดสีหลายตัว เช่น ออกไซด์ของเหล็ก แมงกานีส โคบอลต์ และนิกเกิล มีสมบัติที่จะเกิดสารประกอบออกไซด์ที่ซับซ้อนระหว่างการเผา และในที่สุดที่อุณหภูมิสูงจะสลายตัวปล่อยออกซิเจนที่มากเกินพอออกมาในรูปของฟองก๊าซ อนุภาคขนาดใหญ่ของสารประกอบที่สลายตัวได้จะเป็นเหตุทำให้เกิดข้อยุ่งยาก เช่นชิ้นของปลาสเตอร์ที่มาจากการแตกบิ่นของแบบ

สารประกอบคาร์บอเนต

จะสลายตัวได้ดีมากยิ่งขึ้นเมื่อสัมผัสอยู่กับผงละเอียดของซิลิกา และอาจช่วยทำให้ก๊าซอื่นๆ หลุดออกมาจากเนื้อเคลือบได้ง่ายยิ่งขึ้น ในทางตรงกันข้ามพวกซัลเฟตจะเกิดการสลายตัวได้ดีก็เมื่อเริ่มเกิดการหลอมตัว ซัลเฟอร์ออกไซด์จะถูกกักอยู่ในเนื้อแก้วที่หลอม ซึ่งจะหลุดออกมาได้ยาก มักเป็นเหตุทำให้เกิดแผลพุพองหรือร้ายแรงกว่า

แร่ฟันม้า

ละลายก๊าซได้บ้างและมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดปัญหายุ่งยาก ฟริตที่ไม่สมดุลอาจจะดูดกลืนน้ำระหว่างการทำการหลอมหรือหลังจากหลอมแล้ว และอาจเกิดระหว่างการหลอมเข้ากับเนื้อผลิตภัณฑ์หรือหลังจากการเผาเคลือบสุกตัวดีแล้ว ไอน้ำอาจถูกขจัดออกมาในรูปของฟองอากาศเล็กๆ หรือฟองขนาดใหญ่มากขึ้น การเพิ่มปริมาณดินขาวในส่วนผสมน้ำเคลือบให้มากขึ้น ในตอนแรกๆ ของปฏิกิริยาระหว่างอนุภาคจะมีความพรุนตัวมากพอ และเป็นระยะเวลานานพอทำให้ฟองก๊าซหลุดลอยออกไปได้ง่ายมากขึ้น

อนุภาคของสารอินทรีย์

เช่น ถ่านหินลิกไนต์ที่มีในบอลล์เคลย์ หรือที่ตกลงไปในส่วนผสมของเคลือบโดยบังเอิญระหว่างการเตรียมน้ำเคลือบ เช่น เศษกระดาษ เศษเชือก เป็นต้น ถ้าสิ่งเหล่านี้ไม่เกิดการเผาไหม้หมดไปก่อนเกิดปฏิกิริยาระหว่างอนุภาคของวัตถุดิบ อาจจะถูกกักขังในเคลือบเหลว และจะเกิดปฏิกิริยากับออกซิเจนในระยะหลังถ้ามีสภาวะที่เหมาะสม

เมื่อพฤติกรรมเช่นนี้เกิดขึ้น จะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และในที่สุดจะเกิดรูเข็ม ถ้าแผลพุพองของเคลือบปอร์ซเลนมีสีเทาหรือดำแสดงว่าสภาวะเป็นรีดิวซิง การเผาเคลือบทั่วไป การมีควันมีเขม่า หรือถ่านให้เห็น แสดงว่าเตาออกแบบไม่ดีพอหรือการเผาไม่ดีพอ

ความหนืด

ปัญหาที่เกิดจากเคลือบที่มีความหนืดมาก แก้ไขด้วยการปรับปรุงสูตรเคลือบให้มีสมบัติไหลตัวได้ดีขึ้นที่จุดสุกตัวของเคลือบ ควรใช่แร่ฟันม้าที่หลอมตัวได้ดีมากขึ้น ชุบเคลือบให้บางกว่า เผาอุณหภูมิให้สูงขึ้นหรือใช้ระยะการเผาให้ยาวนานขึ้น

ก๊าซต่างๆ ที่มีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบ แหล่งที่อุดมสมบูรณ์ด้วยก๊าซซัลเฟอร์ออกไซด์ ได้แก่ ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ ก๊าซซัลเฟอร์ที่เกิดขึ้นในเตาเผาไม่สามารถระบายได้ดี วัตถุดิบที่ยังไม่หลอมหรือเคลือบบางส่วนที่หลอมแล้วละลาย หรือเกิดปฏิกิริยากับก๊าซเหล่านี้ เกิดเป็นเกลือซัลเฟตต่างๆ และคงสภาพอยู่จนอุณหภูมิสูงขึ้น จะสลายตัวทำให้เกิดฟองก๊าซ แผลพุพอง เคลือบไม่มีความเป็นเงามันจนถึงเกิดเคลือบด้าน ถ้าเลวร้ายมากกว่านี้จะเกิดรอยย่น

ก๊าซซัลเฟอร์ส่วนมากจะเกิดระหว่าง 100 – 500°C เมื่อเตาค่อนข้างเย็นและเกิดไอน้ำจากผลิตภัณฑ์และจากเชื้อเพลิงจนบรรยากาศในเตาเผาอิ่มตัวไปด้วยไอน้ำ สาเหตุที่จะเกิดพฤติกรรมเช่นนี้ เช่น ใช้เชื้อเพลิงไม่มีคุณภาพ วิธีการเผาไม่ดีพอ เตาเผาออกแบบไม่ดี และรวมไปถึงการระบายก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่ดีพอ และพื้นที่ที่สร้างเตาก็มีส่วนสำคัญ

เคลือบสีทุกชนิดไวต่อการกระทำของซัลเฟอร์ก๊าซซึ่งจะทำลายความสวยงาม สีที่มีแมงกานีสเป็นองค์ประกอบจะเกิดชั้นเคลือบบางๆ ซึ่งมองเห็นได้ ลักษณะปรากฏเช่นนี้ใช้เป็นเครื่องแสดงว่าเกิดก๊าซซัลเฟอร์ขึ้น

ตารางการเผาผลิตภัณฑ์

ในช่วงที่น้ำถูกขจัดออกมาเป็นไอน้ำ ถ้าใช้ระยะเวลานานไปจะเกิดการรีดิวซ์ที่รุนแรง ซึ่งจะเป็นผลทำให้เกิดผงเขม่าบนผลิตภัณฑ์ ถ้าสภาวะเช่นนี้ยังคงดำเนินต่อไป ผงเขม่าจะแทรกตัวเข้าไปในชั้นเคลือบดิบลึกยิ่งขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเคลือบดิบจะหลอมตัว และหุ้มผงเขม่าไว้ในเคลือบทำให้เคลือบมีสีดำหรือเทา ผลที่เกิดนี้จะเด่นชัดมากถ้าเคลือบนั้นมี ตะกั่วหรือทองแดงเป็นองค์ประกอบ การใช้ปฏิกิริยาออกซิเดชันให้ทั่วถึงเข้าช่วย-ในช่วงเวลาที่ไม่สายเกินไปจะช่วยทำให้เคลือบกลับคืนสู่ปกติได้ แต่ก็คงยังมีเขม่าหลงเหลืออยู่ในเคลือบบ้าง ซึ่งมีผลทำให้เคลือบมีสีงาช้าง

ถ้าเราไม่สามารถควบคุมสภาวะรีดิวซิงให้เหมาะสม อาจจะทำให้เป็นสาเหตุของความยุ่งยากที่รุนแรง เกลือซัลเฟตที่มีอยู่เราอาจจะรีดิวซ์ให้เป็นเกลือซัลไฟด์ซึ่งไม่เกิดอันตรายต่อเคลือบได้ เกลือนี้จะสลายตัวที่อุณหภูมิต่ำ ก๊าซที่เกิดขึ้นจะเป็นอิสระและกระจัดกระจายหมดไป

เกลือต่างๆ ที่ละลายได้ดี เนื้อดินปั้นส่วนใหญ่จะมีเกลือละลายน้ำได้ดีเป็นองค์ประกอบ ซึ่งมักจะมีเกลือซัลเฟตของอัลคะไล และอัลคะไลเอิร์ท เกลือเหล่านี้จะสะสมอยู่บนผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะตามขอบ ตามมุม หรือส่วนปลายแหลม เคลือบจะทำปฏิกิริยากับเกลือเหล่านี้และปล่อยก๊าซออกมาในทางปฏิบัติการแก้ไขจะใส่เกลือแบเรียมของคลอไรด์ คาร์บอเนต หรือฟลูออกไรด์ เพื่อทำให้เกิดเกลือแบเรียมซัลเฟตซึ่งไม่ละลายน้ำ

การใช้ออกไซด์ที่ทำให้เกิดสีมีเกลือซัลเฟตเป็นสิ่งสกปรกเจือปน การหลอมฟริตที่มีสารประกอบที่สลายตัวได้ไม่ดีพอ การล้างผงสีหลังจากเผาแล้วไม่สะอาดพอเป็นสาเหตุทำให้เกิดรูเข็มได้

1.3 ตำหนิที่เกิดจากการเคลือบผลิตภัณฑ์เป็นหย่อมๆ

สาเหตุที่ทำให้เกิดตำหนิ เกิดจากสาเหตุกายภาพพื้นฐานที่พอรวบรวมได้ดังนี้

1. การหดตัวระหว่างการอบแห้งและการเผาผลิตภัณฑ์
2. เคลือบดิบและผลิตภัณฑ์ดิบยึดเกาะกันไม่ดี
3. ปฏิกิริยาระหว่างชั้นเคลือบและผลิตภัณฑ์ในขณะเผา
4. ความหนืดของเคลือบขณะสุกตัว
5. ความตึงผิวของเคลือบขณะสุกตัว

สาเหตุอื่นๆ ที่มีส่วนช่วยส่งเสริมให้เกิดตำหนิดังกล่าว เช่น

1. องค์ประกอบทางเคมีของเคลือบ

2. สภาพทางฟิสิกส์ของเคลือบ เช่น การบดละเอียดไป การใช้ฟริต
3. สภาพทางฟิสิกส์ของเนื้อผลิตภัณฑ์ เช่น การหดตัว เนื้อหยาบละเอียด สภาวะการกลายเป็นแก้ว
4. ระยะเวลาการเผา อุณหภูมิ และบรรยากาศในเตาเผา
5. ความหนาของการชุบเคลือบ

1.3.1 การหดตัว

ถ้าการหดตัวของเคลือบและผลิตภัณฑ์แตกต่างกันมากทั้งในระหว่างการอบแห้งและการเผา จะทำให้เกิดการแตกระแหงในชั้นของเคลือบ ถ้าขณะหลอมตัวเคลือบมีความหนืดสูง รอยแตกของเคลือบไม่สามารถประสานกันได้ เคลือบยิ่งมีความตึงผิวสูง จะยิ่งแยกรอยแตกให้ใหญ่มากขึ้น

สาเหตุบางอย่างที่ทำให้เกิดการหดตัวมากเกินไป

1. ความผิดพลาดในการใช้ดินทั้งชนิดและปริมาณ
2. การบดเคลือบละเอียดมากไปจะทำให้แร่ฟันม้าและฟริตละลายได้มากขึ้น เกลือที่ละลายน้ำได้นี้จะมีผลต่อพฤติกรรมของดินในส่วนผสมของเคลือบ การบดเคลือบนานเกินไปฟริตจะดูดกลืนน้ำเข้าไว้ในตัวและปล่อยไอน้ำออกมาระหว่างเผาเคลือบ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดแผลพุพองและรูเข็ม
3. องค์ประกอบของเคลือบซึ่งหดตัวอย่างไม่เหมาะสมที่อุณหภูมิสูง เช่น ออกไซด์ของสังกะสี แคลเซียม โบเรต อาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดความยุ่งยาก ควรใช้ออกไซด์ของสังกะสีที่เผาแล้ว วอลลาสโตไนต์และเถ้ากระดูกมีพฤติกรรมเช่นเดียวกับออกไซด์ของสังกะสี
4. น้ำเคลือบที่ใช้ข้นมากไป
5. ความชื้นต่างๆ ในเตาเผา
6. เนื้อผลิตภัณฑ์ที่มีอนุภาคหยาบๆ เป็นปริมาณพอสมควร
7. การเตรียมเนื้อผลิตภัณฑ์ไม่สม่ำเสมอเพียงพอ

การยึดเกาะกันระหว่างชั้นเคลือบดิบกับผิวผลิตภัณฑ์ดิบดีไม่พอ เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเคลือบผลิตภัณฑ์เป็นหย่อมๆ เหตุผลที่ทำให้เกิดการเคลือบผลิตภัณฑ์เป็นหย่อมๆ และเกิดความล้มเหลวคือ

1. ผิวผลิตภัณฑ์มีน้ำมัน ไขมัน หรือสารซึ่งไม่รวมตัวกับน้ำ
2. ผิวผลิตภัณฑ์ก่อนทำการชุบเคลือบมีฝุ่นผง
3. ผลิตภัณฑ์ก่อนชุบเคลือบมีความชื้นหรือการเผาไม่สม่ำเสมอ
4. การเผาบิสกิตไม่เหมาะสม อาจทำให้บิสกิตดูดซึมได้ดีเกินไป ซึ่งจะทำให้เกิดการชุบเคลือบที่หนาไปและจะพาไปสู่การแตกร้าว เนื่องจากการหดตัว บิสกิตที่เผาสูงไปจะทำให้การยึดเกาะกันระหว่างเคลือบดิบกับผลิตภัณฑ์ไม่ดีพอ นอกจากต้องใช้การเปลี่ยนแปลงทั้งชนิดและปริมาณของดินหรือการผสมตัวทำให้เกิดการยึดเกาะที่ดีเข้าช่วย
5. เคลือบที่ตั้งทิ้งไว้นานๆ หลายชั่วโมงหรือวัน มักจะเกิดการเคลือบเป็นหย่อมๆ เคลือบจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอย่างรวดเร็ว เมื่อมีความอบอุ่นและการกระทำของแบคทีเรีย แร่ฟันม้าและสารอื่นๆ รวมทั้งฟริตหลายชนิดที่ละเอียดมากจะสลายตัวโดยการกระทำของน้ำ วิธีการแก้ทำโดยการทำให้แห้งแล้วจึงทำเป็นน้ำเคลือบใหม่และนำไปใช้ทันที ในทางปฏิบัติ นิยมใช้การควบคุมน้ำเคลือบที่ต้องเก็บไว้ด้วยการปรับค่า pH ให้ถูกต้อง โดยการเติมกรด เช่น น้ำส้มสายชู กรดเกลือ เป็นต้น

ตำหนิที่เกิดจากการเคลือบผลิตภัณฑ์เป็นหย่อมๆ มักจะเกิดจากเคลือบขณะหลอม มีความตึงผิวสูง แต่ปัญหาเหล่านี้ไม่สำคัญเท่าองค์ประกอบอื่นๆ ที่มีความสำคัญมากกว่าและตรงกว่า คือ ชนิดและปริมาณของ

ดินที่ใช้ผสมในเคลือบ ความหนาของชั้นเคลือบ การยึดเกาะของเคลือบดิบต่อเนื้อผลิตภัณฑ์และความแข็งแรงของชั้นเคลือบ

สารเคมีต่างๆ ที่เป็นตัวทำให้เกิดการยึดเกาะ สารเคมีที่เป็นตัวทำให้เกิดการกระจายลอยตัวต่างๆ เป็นปัจจัยสำคัญ สารอิเล็กโทรไลต์ต่างๆ เป็นปัจจัยสำคัญ สารเคมีที่ใช้เป็นตัวยึดเกาะที่รู้จักกันดี เช่น กัมอา-ราบิก กัมทราจาแคนธ์ และแป้งหรือขี้ผึ้ง พวกกาวและสารประกอบอื่นๆ ของเซลลูโลส น้ำตาลทรายแดง และน้ำตาลทรายขาวมักจะใช้ในปริมาณ 1%

แป้งหลายชนิดทำให้เกิดการหมัก แต่ก็มีผลิตผลจากแป้งที่ไม่เกิดการหมักที่สามารถหาได้ผลิตผลเซลลูโลสและโพลีเมอร์สังเคราะห์ก็นิยมใช้กันมาก และปริมาณที่ใช้อยู่ระหว่าง 0.2-0.5% สารพวกนี้เหมาะที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างและจะได้ติดได้ดีแม้บนพื้นผิวที่แข็งและเป็นมัน

การทดสอบการเกิดเคลือบเป็นหย่อมๆ มีวิธีทดสอบสองสามวิธีที่ใช้ในทางปฏิบัติ เช่น การขีดรอยบนผิวผลิตภัณฑ์ให้ลึกหลายๆ แห่ง และทำเครื่องหมายไว้ด้วยสีเซรามิกส์ แล้วจึงทำการชุบเคลือบ วิธีนี้สามารถแสดงให้เห็นสมบัติในการคลุมผิวเคลือบ และความสามารถในการสมานแผลของเคลือบไปในตัว การใช้ชิ้นทดลองที่เจาะรูซึ่งขอบเขตของชิ้นทดลองที่มีรูปร่างเว้าและนูนมากๆ จะช่วยแสดงให้เห็นแนวโน้มการจะฉีกขาดหรือการเกิดการเคลือบเป็นหย่อมๆ การชุบเคลือบหนาไม่สม่ำเสมอ จะช่วยแสดงให้เห็นแนวโน้มที่จะเกิดการเคลือบเป็นหย่อมๆ เช่นกัน

การชักตัวอย่างออกมาสำรวจดูทุกๆ 50°C การดึงตัวหรือการแตกร้าวอาจจะปรากฏให้เห็นที่อุณหภูมิตั้งแต่อุณหภูมิประมาณ 750 – 1,000°C ในกรณีที่ความหนืดและสมบัติของการคลุมผิวของเคลือบถูกควบคุมไว้อย่างดี การดึงตัวของเคลือบจะเริ่มเกิดที่จุดสุกตัวของเคลือบ

จุดเริ่มต้นของการดึงตัวของเคลือบถ้ามีการหดตัวมากเกินไป การแตกร้าวในชั้นเคลือบจะเริ่มเกิดในช่วงการอบแห้ง การแตกร้าวที่เกิดจากการเกิดปฏิกิริยาระหว่างอนุภาคจะเริ่มที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิสุกตัวของเคลือบ 300 – 400°C เคลือบบางชนิดแตกระแหงมากในช่วงแรกๆ ของการเผา แต่จะประสานกันได้ดีที่อุณหภูมิสุกตัว บรรยากาศในเตาเผาอิ่มตัวไปด้วยน้ำจะทำให้เกิดปัญหา การเรียงผลิตภัณฑ์ในเตาชิดกันมากไปจะทำให้การระบายอากาศไม่ดี และจะทำให้เกิดการเคลือบเป็นหย่อมๆ ได้

1.4 การสูญเสียความเป็นเงามันของผิวเคลือบ

ความล้มเหลวในการผลิตเคลือบที่มีผิวเป็นเงามัน อาจเกิดจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งจากสาเหตุต่างๆ ต่อไปนี้

1. **ถ้าผลิตภัณฑ์มีความพรุนตัวมาก** โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณซิลิกาสูง ชั้นของเคลือบโดยเฉพาะเคลือบซึ่งมีจุดสุกตัวต่ำและไหลตัวได้ดี อาจจะถูกดูดกลืนโดยเนื้อผลิตภัณฑ์ และจะเหลือเนื้อแก้วอยู่บนผิวผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อย

2. **การระเหยกลายเป็นไอ** ออกไซด์ที่มีฤทธิ์เป็นด่างทุกตัวระเหยกลายเป็นไอได้ไม่มากก็น้อย ออกไซด์ของตะกั่วระเหยกลายเป็นไอได้ดีที่สุด ผลิตภัณฑ์เคลือบด้วยเคลือบตะกั่วแล้วจะเผาสูญเสียความเป็นเงามันไปบ้าง นอกจากจะใช้ออกไซด์ชนิดนี้ปริมาณน้อย หรือมิฉะนั้นจะต้องใส่ผลิตภัณฑ์ไว้ในหีบดินนอกจากนี้ผนังของหีบดินต้องฉาบด้วยของผสมซึ่งมีตะกั่วเป็นส่วนประกอบ

3. **วัสดุที่ไม่ละลายในเคลือบ** วัสดุพวกนี้ถ้ามีปริมาณมากและโดยเฉพาะถ้าอยู่ที่ใต้ผิวหรือที่ผิวเคลือบจะทำให้เคลือบเกือบด้าน วัสดุบางอย่างที่ไม่ไวต่อปฏิกิริยา ได้แก่ SiO_2, CaO, BaO, MgO, SnO_2, Al_2O_3, Cr_2O_3, $Ca_3(PO_4)_3$ และกลุ่มสปิเนล ($RO.R_2O_3$)

4. **การตกผลึกกลับคืนออกมาจากเคลือบ** พฤติกรรมเช่นนี้เกิดขึ้นในเคลือบผลึก ซึ่งอาจมีการพัฒนาให้เกิดผลึกขนาดใหญ่หรือเล็ก การเกิดผลึกขนาดเล็กเป็นผลทำให้เกิดเคลือบด้าน

สารป้องกันการตกผลึกกลับคืนมาของซิลิกา วิธีหนึ่งอาจใช้อัตราส่วนของออกไซด์ของโลหะที่มีฤทธิ์เป็นด่างกับซิลิกาไม่ควรมากกว่า 1 ต่อ 3 ถ้าอัตราส่วนซิลิกาต่ออะลูมินาต่ำจะได้เคลือบด้านหรือเคลือบซึ่งไม่สุกตัว เคลือบด้านเนื่องจากมีปริมาณอะลูมินาสูงออาจจะมีความไวต่ออัตราการเย็นตัวของเคลือบ ดังนั้นผิวเคลือบอาจแสดงให้เห็นบริเวณสุกใสหรือด้าน หรือชิ้นของผลิตภัณฑ์ซึ่งเรียงในเตาเผาไม่ไกลกันนัก จะแสดงให้เห็นความแตกต่างดังที่กล่าวมา ในเคลือบซึ่งมีปริมาณซิลิการซึ่งมีรูปผลิตที่เหมาะสมปริมาณมาก อาจจะใช้เป็นตัวอธิบายความไม่สุกใสของเคลือบได้ อย่างไรก็ดี อนุภาคของซีลิทที่กระจัดกระจายอาจเป็นชิ้นส่วนที่ไม่ละลายก็น่าจะมีผลเช่นเดียวกัน

ผลิตภัณฑ์ที่ไม่สุกในเนื่องจากมีปริมาณอะลูมินามากไป สามารถทำให้สุกในได้ด้วยการเคลือบทับด้วยเคลือบซึ่งหลอมตัวได้ดีกว่าแล้วนำไปเผาใหม่

เคลือบที่ไม่สุกใสเนื่องจากมีออกไซด์ของดีบุกหรือสังกะสีมากไป อาจจะแก้ไขได้โดยการเติมซิลิกาและอะลูมินาลงไปเพียงเล็กน้อย

5. ไอน้ำ ไอน้ำในเตาเผาโดยเฉพาะเมื่อมีควันของเกลือแกงอยู่ด้วย หรือสารประกอบแบบเดียวกันของอัลคะไลอื่นๆ จะมีพฤติกรรมที่ทำให้เคลือบไม่สุกใส และจะช่วยทำให้เกิดการตกผลึกกลับออกมาจากเคลือบ การเผาเคลือบในบรรยากาศชื้น เคลือบอาจจะถูกเคลือบด้วยชั้นของฟิล์มสีขาว แต่สามารถทำความสะอาดออกได้ พฤติกรรมแบบนี้แสดงว่าเคลือบมีปริมาณอัลคะไลมากและมีซิลิกาน้อยไป

ฟริตที่มีอัลคะไลมากไปอาจเป็นในกรณีการผลิตร่วมกันแบเรียมหรือสารประกอบของดีบุกจะต้องมีการทำความสะอาดอย่างดีเพื่อขจัดอัลคะไลที่มากเกินไปมิฉะนั้นเคลือบที่ผลิตขึ้นด้วยฟริตนี้อาจจะไม่สุกใสหรืออาจจะคลุมด้วยฟิล์ม

6. ซัลเฟต ซัลเฟตในเนื้อดินปั้นในวัตถุดิบและในน้ำมีผลที่เป็นอันตรายต่อการใช้ผลิตเคลือบหรือออกไซด์ของซัลเฟอร์ในบรรยากาศของเตาเผา มีผลทำให้เกิดตำหนิต่างๆ เช่น ไม่สุกใส เกิดฟิล์มที่ผิว รอยย่น รูเข็ม และแผลพุพอง

เคลือบที่ไม่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบจะมีปริมาณของอัลคะไลสูง ซึ่งควารจะทำให้อยู่ในรูปฟริต ถ้าเคลือบเหล่านี้มีปริมาณอะลูมินา ซิลิกา และบอริกออกไซด์ไม่มากพอ เคลือบเหล่านี้มีแนวโน้มที่จะถูกกัดกร่อนโดยออกไซด์ของซัลเฟอร์ การผสมตะกั่วขาวลงไปในเคลือบระหว่าง 8 – 15% จะช่วยทำให้เกิดเกลือซัลเฟตที่ไม่เป็นอันตราย เกลือซัลเฟตนี้จะสลายตัวเมื่อสัมผัสกับซิลิกาที่ 920 $^{\circ}$C และสันนิษฐานว่าเกิดก๊าซซัลเฟอร์ไทรออกไซด์หนีออกไป เราสามารถที่จะทำให้เกลือซัลเฟตสลายตัวให้ซัลเฟอรัสออกไซด์ได้โดยการเผาแบบรีดิวซิงตลอดเวลาก่อนเคลือบเริ่มหลอมตัว แล้วจึงเผาเคลือบต่อไปด้วยบรรยากาศออกซิไดซิง

เคลือบสุกตัวไม่ได้ที่ก็เป็นเหตุทำให้เคลือบไม่เป็นเงามัน

1.5 ตำหนิที่เกิดขึ้นเนื่องจากออกไซด์ของซัลเฟอร์ซึ่งมาจากก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้

อันตรายที่มีผลต่อเคลือบอันเนื่องมาจากมีปริมาณออกไซด์ของซัลเฟอร์มากไป ในก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้มีหลายๆ อย่างที่เหมือนกับอันตรายที่เกิดจากเกลือซัลเฟตในวัตถุดิบที่ใช้ผสมเคลือบดิบ ตำหนินี้อาจเกิดบนผิวเคลือบได้แก่ เคลือบมีผิวด้านหรือด้อยความเงามัน แผลพุพอง รอยย่น รอยขีด การไม่มีสี เป็นต้น

ก๊าซที่เป็นตัวทำให้เกิดตำหนิเหล่านี้ได้แก่ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์และซัลเฟอร์ไทรออกไซด์ ก๊าซทั้งสองนี้เกิดร่วมกันเสมอ ซึ่งสัดส่วนของก๊าซทั้งสองนี้เปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ นอกจากก๊าซที่กล่าวมาแล้ว สมบัติเฉพาะและปริมาณของก๊าซอื่นๆ โดยเฉพาะก๊าซออกซิเจนก็มีส่วนทำให้เกิดตำหนิบนเคลือบได้ และเป็นไปได้ที่ผลิตภัณฑ์ดินเผาในเตา ซึ่งรวมถึงอิฐทนไฟ หีบดิน ก็มีส่วนร่วมเร่งพฤติกรรมบ้าง ช่วยส่งเสริมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ไปเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์จะมีมากถ้าในบรรยากาศเตาเผามีก๊าซออกซิเจนมากก็จะทำให้มีก๊าซซัลเฟอร์ไทรออกไซด์มาก และในช่วงการเผาผลิตที่เกิดไอน้ำมากๆ ซัลเฟอร์ไทร

ออกไซด์จะรวมตัวกับน้ำกลายเป็นซัลฟิวริกแอซิด กรดนี้จะทำปฏิกิริยากับด่างในส่วนประกอบของเคลือบทันทีเกิดเป็นเกลือซัลเฟต เช่น ตะกั่ว แคลเซียม แมกนีเซียม และอื่นๆ ซึ่งจะไม่ยึดแน่นกับซิลิกาหรืออนุมูลกรดอื่นๆ

เกลือซัลไฟต์ที่เกิดขึ้นจะสลายตัวได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ แต่เกลือซัลเฟตเปลี่ยนแปลงได้ยาก การใช้ถ่านหินละเอียดมากๆ ผสมอาจช่วยในการรีดิวซ์ซัลเฟตได้

1.6 การไหลตัวของเคลือบระหว่างเผา

เคลือบที่ไหลตัวดีระหว่างทำการเผา มีแนวโน้มที่จะไหลไปจากบริเวณที่มีความลาดชัน สภาวะเช่นนี้จะมีผลกระทบต่อเงาของเคลือบสีเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหานี้ การเผากระเบื้องเคลือบกระทำโดยการวางกระเบื้องในแนวนอน ถึงแม้ว่าการวางกระเบื้องเคลือบในแนวตั้งจะประหยัดเนื้อที่ในเตาได้มากกกว่าถ้าวางกระเบื้องในแนวตั้งหรือเอียง ถ้าที่มีการชุบเคลือบหนาควรตั้งขึ้นจุดสุก ตัวเคลือบจะได้ไหลลงมาทำให้เกิดความหนาของเคลือบสม่ำเสมอ

เคลือบที่ไหลตัวได้ดีมาก เช่น เคลือบผลึกเมื่อชุบเคลือบบนแจกันหรือผลิตภัณฑ์ที่รูปทรงแบบเดียวกันที่ก้นผลิตภัณฑ์จะมีเคลือบหนากว่าเพื่อนหรืออาจไหลลงไปเกิดการเชื่อมติดกับส่วนที่รองรับ การใช้ความพยายามที่จะแกะผลิตภัณฑ์ออกมาจะเป็นเหตุทำให้ผลิตภัณฑ์แตกเสียหาย การแก้ปัญหายุ่งยากนี้กระทำโดยการวางผลิตภัณฑ์บนชั้นของผงวัตถุทนไฟ เช่น ผงดินขาว เคลือบอาจจะไหลตัวลงไปบนดินขาว ส่วนที่เกินมานี้สามารถขจัดออกไปได้ด้วยเครื่องขัด

เคลือบที่ไหลตัวได้ดีนี้ใช้ในการตกแต่ง เคลือบเหล่านี้มักมีสี และมักใช้เคลือบตอนส่วนสูงๆ ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีการเคลือบมาแล้ว เมื่อเผาเคลือบอีกครั้ง เคลือบที่ไหลตัวได้ดีจะไหลไปบนผิวเคลือบเดิมทำให้เกิดผลเป็นที่สะดุดตา เคลือบที่ไหลตัวได้ดีถ้ามีตัวทำให้ทึบแสงเข้าช่วย จะทำให้สีที่ได้สม่ำเสมอดียิ่งขึ้น เคลือบที่ไหลตัวได้ดีไม่ควรใช้บนสีเขียนใต้เคลือบ

สาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เคลือบไหลตัว ได้แก่

1. ชุบเคลือบหนาไป การชุบเคลือบโดยการพ่นจะให้ความหนาของเคลือบสม่ำเสมอมากกว่าการชุบเคลือบโดยการจุ่ม ธรรมชาติของสภาพความเหมาะสมและความหนาแน่นของน้ำเคลือบเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการควบคุมการกระจายตัวในน้ำเคลือบ ซึ่งจะมีผลอย่างยิ่งต่อเคลือบเมื่อสุกตัว การชุบเคลือบหนาเกินไปมีแนวโน้มทำให้เคลือบได้บนพื้นเอียง

2. ส่วนประกอบของเคลือบมีผลต่อการไหลตัวของเคลือบขณะสุกตัวยอย่างมาก การลดปริมาณบอริกออกไซด์และเพิ่มปริมาณซิลิกา จะช่วยลดการไหลตัวของเคลือบ หรืออาจจะใช้ด่างที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อยกว่าแทนที่ด่างต่างๆ ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่า นอกจากนี้ก็อาจจะใช้การเติมอะลูมินาในรูปของดินขาวถ้าเป็นไปได้ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มซิลิกาไปในตัว และจะเป็นผลทำให้ความเป็นเงามันของเคลือบไม่สูญเสียไป

สมบัติทางกายภาพของเคลือบ

ความรู้เกี่ยวกับอิทธิพลของการใช้วัตถุดิบต่างๆ เป็นองค์ประกอบในการผสมเป็นส่วนผสมของน้ำเคลือบและเมื่อเผาเป็นเคลือบสำเร็จแล้วนั้น นับว่าเป็นศิลปะและเป็นความลึกลับสำหรับนักเซรามิกส์มานานหลายร้อยปี วิธีการที่เป็นระเบียบแบบแผนได้ช่วยพัฒนาวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์ ความรู้เรื่องการผลิตเนื้อดินปั้นที่ถูกต้อง และรวมถึงความสมบูรณ์ของเทคนิคต่างๆ ทางฟิสิกส์ ซึ่งเป็นความต้องการขั้นพื้นฐานของงานวิจัยในแนวทางค้นคว้าที่ยุ่งยากมากยิ่งขึ้น ปัจจุบันเราได้ทราบแล้วว่าองค์ประกอบและสมบัติทางฟิสิกส์ของแก้วมีความสัมพันธ์กัน

Winkelmann และ Schott ได้เสนอหลักเกณฑ์ที่เข้าใจโดยง่ายว่า สมบัติทางฟิสิกส์ของแก้วอาจจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นระเบียบ โดยการเพิ่ม ลด หรือโดยการแทนที่กันและกันของวัตถุดิบ เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงตามต้องการภายใต้ขอบเขตจำกัดอันหนึ่ง หลักเกณฑ์นี้ได้มีการพิสูจน์แล้วว่าถูกต้องและมีคุณค่าในการผลิต หรือแก้ไขส่วนประกอบของแก้วให้มีสมบัติตามต้องการ

ขอบเขตจำกัดของหลักเกณฑ์นี้มีหลายประการ

1. ข้อมูลที่มีอยู่เป็นเพียงการประมาณการ ถึงแม้ว่าผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นประโยชน์
2. ผลเฉพาะที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเติมออกไซด์ตัวใดตัวหนึ่ง จะต้องคำนึงถึงผลอันเนื่องมาจากชนิดและปริมาณของออกไซด์อื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบในแก้ว
3. ผลต่างๆ ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณของออกไซด์ตัวใดตัวหนึ่ง จะตรงไปตรงมาในขอบเขตจำกัดอันหนึ่ง หลังจากนั้นแล้วผลลัพธ์ที่จะได้ดีที่สุด อาจจะคาดหมายได้จากการเปรียบเทียบกับระบบที่คล้ายคลึงกันซึ่งตระเตรียมขึ้นมาภายใต้สภาวะเดียวกัน
4. การใช้ความร้อนกระทำต่อเคลือบระหว่างที่เคลือบสุกตัว และระยะเวลาที่ปล่อยให้เคลือบเย็นตัวลง

Table 13.1 Linear expansion coefficients for oxides.

Oxide	Winkelmanne Scott 10-6 K-1	English e Turner in 10-7 K-1	Average coefficient Mayer-Havas $\times 10^{-7}$ $^{O}C^{-1}$ (20 ÷ 150 ^{O}C)
SiO_2	1.60	0.15	0.8
Al_2O_3	17.00	0.42	5.0
CaO	9.30	4.89	5.0
MgO	0.13	1.35	0.1
K_2O	26.70	11.70	8.5
Na_2O	20.70	12.96	10.5
BaO	15.30	4.20	3.0
PbO	22.30	3.18	3.0
ZnO	4.90	2.10	1.8
B_2O_3	0.23	-1.98*	0.1
ZrO_2		0.69	2.1
Li_2O			2.0

* to a maximum content of 12% of B_2O_3

Table 13.2 Factors in calculating the refraction index of glazes.

Oxide	Factors
SiO_2	1.45 ÷ 1.47
TiO_2	2.08 ÷ 2.23
Al_2O_3	1.52 ÷ 1.76
B_2O_3	1.46 ÷ 1.71
MgO	1.61
CaO	1.73

SrO	1.77
BaO	1.88
ZnO	1.71
PbO	2.15 ÷ 2.35
Li_2O	1.69
Na_2O	1.59
K_2O	1.56

Table 13.3 Surface tension coefficient.

Oxide	According to Appen In dynes/cm at 1,300^{O}C*
SiO_2	290
Na_2O	295
ZrO_2	350
SnO_2	350
Li_2O	450
ZnO	450
BaO	470
SrO	490
CaO	510
MgO	520
Al_2O_3	580
K_2O	10**
B_2O_3	80**
PbO	120**

*To obtain the surface tension at a melting temperature it is necessary to increase Values by 4 dynes/cm for each 100°C reduction

**The coefficients of these oxides vary with their concentration : the numbers shown are average values.

จนกระทั่งน้ำเคลือบออกจากเตาเผา มีผลสำคัญอย่างยิ่งต่อสมบัติบางอย่างหรือทั้งหมด

5. ส่วนประกอบของเคลือบสุกจะแตกต่างไปจากส่วนประกอบของเคลือบ ซึ่งได้จากการคำนวณจากส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเคลือบ เป็นเพราะว่าระหว่างการเผาเคลือบมีการเหยกลายเป็นไอมีการกระทำของสารเคมี และมีการละลายผิวเนื้อผลิตภัณฑ์เกิดขึ้น

ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบกับสมบัติทางฟิสิกส์ทั้งหลายของเคลือบ เป็นสมบัติเฉพาะของของเหลวต่างๆ ทั่วไป โดยการถือว่าสมบัติของเคลือบต่างๆ ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของเคลือบจึงเป็นไปได้ที่จะทำการคำนวณสมบัติเฉพาะ เช่น ความหนาแน่น ด้านความร้อน กลศาสตร์ แสงและไฟฟ้า ดังสูตรต่อไปนี้

$$P = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + ... + C_nX_n$$

P = สมบัติของแก้วหรือเคลือบ

C = เปอร์เซ็นต์ของออกไซด์ที่เป็นองค์ประกอบ

X = ค่าองค์ประกอบที่เหมาะสม

สำหรับความหนาแน่นคำนวณจาก

1/D	=	
D	=	ความหนาแน่นของเคลือบ
P	=	เปอร์เซ็นต์ส่วนผสมของออกไซด์
V	=	ความหนาแน่นของออกไซด์

1.1 สภาพที่เหมาะสมของเคลือบ

ได้เคยกล่าวมาแล้วว่า เคลือบ คือ ชั้นบางๆ ของแก้วซึ่งหลอมผสานอยู่บนเนื้อผลิตภัณฑ์ดินปั้น เคลือบมีสมบัติเช่นเดียวกับแก้วคือ เป็นวัสดุที่เปราะ ถ้าอยู่ภายใต้แรงกดที่สูงเกินไป เคลือบจะสูญเสียแรงตึงที่มีในเคลือบไป เมื่อเคลือบตกอยู่ภายใต้แรงดึงที่สูงมากกว่าแรงตึงของเคลือบ เคลือบจะแตกหรือรานตัว

สภาพของเคลือบที่เหมาะสมจะต้องไม่เกิดการรานตัวหรือแตก หรือกะเทาะในระหว่างการผลิตหรืออยู่ภายใต้สภาพการใช้งาน

กลไกที่ทำให้เกิดสภาพของเคลือบที่เหมาะสม ขณะที่ผลิตภัณฑ์เคลือบเย็นตัวลงโดยเริ่มจากสุกตัวที่อุณหภูมิสูง องค์ประกอบในเคลือบกับเนื้อผลิตภัณฑ์ตรงบริเวณรอยต่อจะยึดเกาะกันอย่างเหนียวแน่น ขนาดขององค์ประกอบจะมีโครงร่างให้เห็นในระหว่างการเย็นตัวลงมา หรือมิฉะนั้นจะเกิดบางสิ่งบางอย่างขึ้น ที่กล่าวมานี้จะใช้กับเคลือบที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิซึ่งเป็นจุดเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ถ้าเกิดการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับปริมาตรหรือความยาวเพียงเล็กน้อย ก็จะเกิดความเครียดขึ้นในเคลือบและเนื้อดินปั้นเพียงเล็กน้อยด้วย

ถ้าเราพิจารณาสมบัติเฉพาะ เราจะพบว่าเนื้อผลิตภัณฑ์หนากว่าชั้นเคลือบ เนื้อผลิตภัณฑ์จึงแข็งแรงและมีโอกาสแตกน้อยกว่าเคลือบ แต่ถ้าผลิตภัณฑ์ตกอยู่ภายใต้แรงเค้นที่สูงมากพออาจทำให้ผลิตภัณฑ์โค้งงอหรือรอยต่อระหว่างเคลือบกับเนื้อผลิตภัณฑ์จะไม่ยึดเกาะคืออาจเกิดการแตกร้าวได้

แรงเค้นจะเกิดขึ้นในเนื้อเคลือบ เมื่อใดก็ตามถ้ามีการหดตัวของเคลือบและเนื้อผลิตภัณฑ์ไม่เท่ากัน ถ้าเคลือบมีสัมประสิทธิ์การขยายตัวมากกว่าเนื้อดินปั้น ระหว่างการปล่อยให้ผลิตภัณฑ์เย็นตัวลงจะเกิดความเค้นเนื่องจากแรงดึงขึ้นในเคลือบ และเนื่องจากเคลือบทนต่อแรงดึงได้ต่ำ เคลือบที่ตกอยู่ภายใต้ความเค้นจากแรงดึงจะรานตัว

การประเมินค่าสภาพความเหมาะสมของเคลือบ

การทราบค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของเคลือบและเนื้อผลิตภัณฑ์ ยังไม่เป็นการเพียงพอที่จะใช้ทำนายสภาพความเหมาะสมระหว่างเคลือบและเนื้อผลิตภัณฑ์ มีองค์ประกอบอื่นๆ อีกหลายประการที่เกี่ยวข้อง

ไม่ใช่เป็นเพียงความต้องการเท่านั้น แต่เป็นเรื่องจำเป็นที่จะต้องทราบอย่างแน่นอนว่า เคลือบจะรานตัวหรือไม่เมื่อเก็บไว้หรือใช้งานไปนานๆ การจะยืดอายุการใช้งานเคลือบให้เกิดการรานตัวช้าลงเป็นผลเฉพาะที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีองค์ประกอบอื่นๆ มาเกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น การทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว หรือการขยายตัวเนื่องจากความชื้น

ข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญที่ใช้บอกสภาพความเหมาะสมหรือไม่ของเคลือบ คือความมากน้อยและชนิดของแรงเค้นที่เกิดขึ้นในชั้นเคลือบ มีวิธีการทดสอบหลายวิธีที่ใช้ประมาณสภาพความเหมาะสมของเคลือบ

การทดสอบพวกกระเบื้อง

โดยการวัดความโค้งงอของแผ่นกระเบื้องทั้งก่อนเผาและหลังจากเผาเคลือบ เคลือบที่ทำให้เกิดความโค้งงอจะสามารถวัดได้ ถ้าด้านผลิตภัณฑ์เคลือบเว้าลงแสดงว่าเกิดแรงดึง แต่ถ้านูนขึ้นแสดงว่าเกิดแรงอัด

การทดสอบความแข็งแรง

ถ้าเคลือบอยู่ภายใต้ความเครียด จะมีผลอย่างยิ่งต่อความทนทานต่อแรงกด ที่มีผลต่อการโค้งงอของเนื้อผลิตภัณฑ์เซรามิกส์นั้น ถ้าผลิตภัณฑ์อยู่ภายใต้ความเครียด ความแข็งแรงของเนื้อผลิตภัณฑ์จะลดลง เหลือประมาณ 25% ของความแข็งแรงของเนื้อผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่เคลือบ เคลือบที่ตกอยู่ภายใต้แรงอัด จะทำให้ผลิตภัณฑ์เคลือบมีความเครียดของแรงอัดเพิ่มขึ้น และจะเพิ่มมากขึ้นถึงจุดหนึ่ง ถ้าความเครียดของแรงอัดมากเกินไปจะเป็นผลทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหายคือ อาจแตกกะเทาะได้ ผลิตภัณฑ์ฉนวนไฟฟ้าให้ความสำคัญเป็นอย่างมากต่อผลที่แรงกดของเคลือบที่มีต่อความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์

การทดสอบด้วยออโตเคลฟ

ผลิตภัณฑ์ที่มีความพรุนตัวอาจตกอยู่ภายใต้อิทธิพลของการขยายตัวเพราะความชื้น ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้เมื่อใช้ในที่มีความชื้นมักจะมีการรานตัว การทดสอบการรานตัวชนิดนี้ใช้การทดสอบโดยออโตเคลฟ วิธีการทดสอบกระทำโดยวางชิ้นทดสอบในออโตเคลฟเหนือน้ำ ใช้ความดัน 10 กก./ตร.ซม. ควบคุมไว้ที่ความดันนี้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วค่อยๆ ลดความดันลงช้าๆ ใช้เวลาระหว่าง 10 ถึง 30 นาที

หลังจากเอาตัวอย่างทดลองออกจากออโตเคลฟแล้ว ทำให้เย็น เช็ดให้สะอาด ใช้หมึกหรือสีทาบนผลิตภัณฑ์เพื่อตรวจสอบการรานตัว

ภาพที่ 14 แสดงการทดสอบด้วยเครื่องออโตเคลฟ (autoclave)

ชนิดของการรานตัวของผลิตภัณฑ์

1. การรานตัวเนื่องจากการกระทำของความร้อน ผลิตภัณฑ์ที่จะใช้ภายใต้อิทธิพลของความร้อนโดยไม่เกิดการรานตัว จะต้องผ่านการทดสอบ 10 ครั้ง โดยไม่เกิดการรานตัว เมื่อจุ่มผลิตภัณฑ์ซึ่งทำให้ร้อนในเตาอบที่อุณหภูมิ 120°C ลงในน้ำเย็นอุณหภูมิ 20 $^{\circ}$C

การรานตัวเนื่องจากความเค้นหรือการรานตัวแบบพาราลเลล ในระหว่างการใช้งานผลิตภัณฑ์เคลือบอาจตกอยู่ภายใต้กลไกของความเครียดที่รุนแรง ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากมีความเค้นมากระทำและผลสุดท้ายทำให้ผลิตภัณฑ์เคลือบเกิดการรานตัว การรานตัวแบบนี้จะพบในผลิตภัณฑ์กระเบื้องและผลิตภัณฑ์อื่นๆ บ้างบางครั้งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของซีเมนต์ซึ่งกำลังแข็งตัว หรือการกระทำของกลไก ความเค้นหรือการขยายตัว เนื่องจากความชื้นของเนื้อผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่จะไม่เกิดการรานตัวชนิดนี้จะต้องผ่านการทดสอบคือ ไม่เกิดการรานตัวซึ่งมักจะมีลักษณะเป็นเส้นขนาน โดยอัดผลิตภัณฑ์นั้นด้วยแรงกด 70 กก./ตร.ซม. และใส่ในออโตเคลฟ ซึ่งมีความดัน 10 กก./ตร.ซม. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2. การรานตัวซึ่งเกิดจากการแข็งตัวของน้ำ ผลิตภัณฑ์เคลือบสามารถรานตัวได้ เนื่องจากการแข็งตัวและการละลายของน้ำแข็ง การป้องกันที่ดีก็คือ ต้องเลือกเคลือบและเนื้อผลิตภัณฑ์ซึ่งจะเข้ากันได้ดีและจะไม่รานตัวเมื่อเกิดการแข็งตัวและละลายตัวของน้ำแข็ง ซึ่งอาจเกิดขึ้นภายในผลิตภัณฑ์

3. การรานตัวเนื่องจากความชื้น ได้เคยกล่าวมาแล้วในหัวข้อ การทดสอบผลิตภัณฑ์เคลือบด้วยออโตเคลฟ

4. การรานตัวของผลิตภัณฑ์ตั้งแต่อยู่ในเตาเผา เกิดจากการเลือกเคลือบกับเนื้อผลิตภัณฑ์ไม่เข้ากัน

1.2 ความแข็งของเคลือบ

ความแข็งของสสารเป็นสมบัติที่ใช้ในการเปรียบเทียบ ไม่สามารถให้คำจำกัดความได้ การวัดความแข็งแรงสสารกระทำโดยการสังเกตความสามารถทนทานของสสารต่อการขูดขีดของสสารอื่นๆ หรือสังเกตความสามารถทนทานต่อรอยกด การทดสอบความแข็งแรงของเคลือบโดยอาศัยรอยกดเป็นเครื่องวัด มีประโยชน์สำหรับใช้เปรียบเทียบความแข็งของเคลือบต่างๆ และรวมถึงความแข็งของวัสดุอื่นๆ

ไดอะมอนด์ พีระมิด ฮาร์ดเนส ขนาดของรอยกดจะเปลี่ยนแปลงไปบ้าง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเร็วของการอัดและระยะเวลาที่อัด เคลือบมีความไวต่อการทดสอบชนิดนี้มาก หลังจากกดแล้วตรวจสอบพื้นที่รอยกดที่เล็กมาก ซึ่งสามารถตรวจสอบด้วยเครื่องมือที่มีความละเอียดมาก ถ้าน้ำหนักที่กดบนเคลือบด้วยอัตราที่เหมาะและน้ำหนักที่ใช้ไม่มากพอที่จะทำให้แตก ค่าความแข็งซึ่งมีหน่วยเป็นคนูฟ (Knoop) จะไม่ขึ้นตรงต่อน้ำหนักที่กด

1.3 ความสุกใสเป็นเงามัน

ผิวผลิตภัณฑ์ที่สำเร็จเรียบร้อยดีแล้ว จะทำหน้าที่ที่สำคัญให้แก่ผลิตภัณฑ์สองประการคือ การสงวนรักษาสภาพของผิวผลิตภัณฑ์ และการรักษาสภาพที่ปรากฏของผลิตภัณฑ์ ลักษณะสภาพที่ปรากฏของผิวผลิตภัณฑ์ที่สะดุดตา ได้แก่ สีและความสุกใสเป็นเงามัน ความสุกในเป็นเงามันนี้เราไม่สามารถวัดได้ แต่เราสามารถวัดความสามารรถในการสะท้อนแสงของผิวผลิตภัณฑ์ได้

1.4 สมบัติทางไฟฟ้าของเคลือบ

ความรู้เรื่องสมบัติทางด้านไฟฟ้าของเคลือบ ยังจำกัดอยู่ในวงแคบมาก เพราะนักเซรามิกส์ได้สันนิษฐานไว้ตามพฤติกรรมของแก้วต่างๆ เนื่องจากแก้วต่างๆ อาจแตกตัวเป็นอนุมูลบวกลบได้ และพฤติกรรมของแก้วต่างๆ นี้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ของฟาราเดย์ ดังนั้นจึงพบว่าเป็นไปได้ที่จะเกิดหมุนเวียนของอนุมูลในแก้ว อนุมูลต่างๆ เหล่านี้ได้แก่ Na^{+}, K^{+}, Ba^{++}, Sr^{++}, Sn^{+4}, Pb^{++}, Cu^{+}, Fe^{++} Fe^{+++} $A^{+}g$ ที่อุณหภูมิต่ำ แก้วต่างๆ มีสภาพการนำไฟฟ้าต่ำมาก เพราะว่าแก้วที่อุณหภูมิต่ำมีความหนืดมาก ซึ่งจะขัดขวางการเคลื่อนตัวของ

อนุมูล ที่อุณหภูมิสูงขึ้น ความหนืดของแก้วลดลง การเคลื่อนตัวของอนุมูลในเนื้อแก้วจะเป็นไปได้ดีขึ้น ซึ่งจะเป็นผลทำให้สภาพการนำไฟฟ้าเป็นไปได้ดีขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น พิกัดความต้านทานการนำไฟฟ้าของแก้วจะเปลี่ยนแปลงจาก 10^{19} โอห์มที่ $25^{\circ}C$ ไปจนถึง 1 โอห์ม ที่ $1,200^{\circ}C$ สภาพการนำไฟฟ้าโดยปริมาตรของเคลือบ เป็นสิ่งที่ไม่มีความสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพการนำไฟฟ้า โดยปริมาตรของเนื้อผลิตภัณฑ์ซึ่งมีความหนากว่าเคลือบมาก แต่สภาพการนำไฟฟ้าที่ผิวของเคลือบบนผลิตภัณฑ์ฉนวนไฟฟ้าแรงสูงน่าจะมีความสำคัญอย่างยิ่ง ถ้ายกเว้นหรือไม่คิดถึงผลที่เกิดจากการสะสมฝุ่นละอองในบรรยากาศ และฝุ่นละอองจากโรงงานอุตสาหกรรมบนผิวเคลือบ สภาพการนำไฟฟ้าที่ผิวของเคลือบจะขึ้นตรงต่อชั้นของน้ำที่ถูกดูดซึม

องค์ประกอบที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อสภาพการนำไฟฟ้าที่ผิวเคลือบ คือ

1. องค์ประกอบและสมบัติเฉพาะของเคลือบ
2. อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม
3. ความชื้นและปริมาณ และสมบัติเฉพาะของเกลือต่างๆ ในความชื้น
4. ความสมบูรณ์ของผิวเคลือบ
5. ความไม่เป็นเนื้อเดียวกันของเคลือบ เช่น ปริมาณและสมบัติเฉพาะของฟองอากาศ และสารประกอบที่มีโครงสร้างเป็นผลึกที่กระจายตัวอยู่ในเนื้อเคลือบ

สภาพการนำไฟฟ้าที่ผิวเคลือบ หมายถึง ปริมาณของกระแสที่เคลื่อนตัวผ่านผิวเคลือบไปเป็นระยะ 1 หน่วยความยาว และหนึ่งหน่วยความกว้าง ผลของการใช้อัลคะไลและด่างอื่นๆ แทนที่กันในส่วนประกอบของเคลือบ ซึ่งมีผลต่อสภาพการนำไฟฟ้าของผิวเคลือบมีดังนี้ การใช้อัลคะไล เช่น Na, K โดยเฉพาะ Na จะทำให้สภาพการนำไฟฟ้าของผิวเคลือบสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว การเพิ่มปริมาณ CaO เพียงเล็กน้อยลงในส่วนผสมของเคลือบ จะทำให้สภาพการนำของเคลือบลดลงอย่างรวดเร็วและจะไปหยุดที่จุดๆ หนึ่ง และถ้าเติม CaO ลงไปมากกว่าปริมาณนั้น สภาพการนำไฟฟ้าของเคลือบจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว พฤติกรรมของ MgO และ BaO คล้ายคลึงกับ CaO แต่ถ้าพฤติกรรมของ BaO จะให้สภาพการนำไฟฟ้าที่มากกว่า MgO, Fe_2O_3 และ B_2O_3 มีพฤติกรรมคล้าย BaO และ MgO, Al_2O_3, ZnO, PbO จะทำให้สภาพการนำไฟฟ้าที่ได้สูงขึ้น

1.5 พฤติกรรมของเคลือบที่มีความไวต่อแสง

ผลิตภัณฑ์เคลือบบางชนิด ถ้าบางส่วนของผลิตภัณฑ์ถูกปิดปิดไม่ให้ถูกแสงสว่างชั่วระยะเวลาหนึ่ง บริเวณที่ไม่ถูกแสงสว่างชั่วระยะเวลาหนึ่ง บริเวณที่ไม่ถูกแสงนั้นจะมีสีซีดลงกว่าบริเวณที่ถูกแสงตลอดเวลา และต่อมาแม้ในช่วงระยะเลาที่ทำการสำรวจ บริเวณที่มีสีซีดนี้จะมีสีเข้มขึ้นอย่างรวดเร็ว พฤติกรรมที่กลับไปมาเช่นนี้สำหรับผลิตภัณฑ์บางชนิดจะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา เคลือบที่มีติตาเนียนเป็นองค์ประกอบจะแสดงพฤติกรรมเช่นนี้อย่างเด่นชัด หรือเคลือบซึ่งมีส่วนประกอบของ SiO_2 แร่ฟันม้า, ดิน, $CaCo_3$ และเคลือบสำเร็จปริมาณหนึ่ง จะแสดงให้ปรากฏว่าสีเข้มขึ้นเมื่อถูกแสงอัตราไวโอเลต

TiO_2 มีโครงสร้าง 3 แบบด้วยกัน ซึ่งเรียกชื่อต่างกันคือ รูไทล์ อะนาเทส และบรุคไกท์ TiO_2 ที่ใช้กันในท้องตลาดมีรูปร่างแบบรูไทล์หรืออะนาเทสหรือของผสมทั้งสองแบบ พฤติกรรมกลับไปมาของเคลือบที่มีต่อแสงจะเกิดกับเคลือบที่มี TiO_2 ในรูปรูไทล์มากกว่ารูปแบบอื่นๆ พฤติกรรมเช่นนี้จะไม่ผลิตในเคลือบใส หรือแม้แต่เคลือบที่มีผลึกเล็กมากๆ ที่กระจายตัวอยู่ในเคลือบอย่างสม่ำเสมอ อะนาเทสที่บริสุทธิ์มากๆ ปกติไม่แสดงพฤติกรรมแบบรูไทล์ แต่เมื่อผสมในเคลือบสามารถทำให้เคลือบมีพฤติกรรมเช่นนั้นได้ แต่ต้องไม่ใช่ในเคลือบที่ต้องใช้อุณหภูมิในการเผาสูงเกินไป

องค์ประกอบอื่นๆ ในเคลือบที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของเคลือบบางชนิดที่มีต่อแสง องค์ประกอบที่มีผลมากได้แก่ Fe_2O_3 และสารประกอบโซเดียม สารประกอบของโครเมียมจะเป็นตัวขัดขวางพฤติกรรมของ

เคลือบที่มี TiO_2 เป็นส่วนประกอบ แต่ก็ควรระลึกเสมอว่าเคลือบที่มี รูไทล์เป็นองค์ประกอบจะไม่มีพฤติกรรมต่อแสงเสมอไป

การใช้เคลือบที่มีพฤติกรรมเช่นนี้มีข้อเสีย คือ

1. สีที่เกิดขึ้นในเคลือบไม่เป็นที่ถูกใจ
2. บางครั้งจะปรากฏสิ่งเปรียบเทียบที่ไม่น่าพึงปรารถนา
3. การเผาสูงเกินไป หรือเมื่อมีตะกั่วออกไซด์ผสมอยู่เพียงเล็กน้อย อาจทำให้เกิดสีขาวที่ไม่น่าพึงปรารถนา
4. ถ้าเป็นเคลือบที่ไม่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ เมื่อเผาเคลือบอุณหภูมิต่ำไปหน่อย จะได้เคลือบมีสีขาวไม่สวยงาม

สมบัติเรืองแสงของเคลือบ

ลักษณะการเกิดการเรืองแสงของเคลือบแบ่งได้เป็น 4 ชนิด โดยยึดถือหลักการของกลไกที่เกิดการเรืองเป็นหลัก ได้แก่

1. เกิดจากในเคลือบมีผลึกหรือกลุ่มผลึกเรืองผสมอยู่
2. เกิดจากเคลือบโอปอล ซึ่งมีผลึกไม่เรืองแสงผสมอยู่ แต่ในเคลือบมีตัวกระตุ้นให้ผลึกสามารถเรืองแสงผสมอยู่ด้วย
3. เกิดจากเคลือบนั้นมีอะตอมหรือโมเลกุลอิสระหลายๆ ตัวที่มีพลังงาน
4. เกิดจากเคลือบมีอนุมูลเรืองแสง

เคลือบชนิดแรกมีผลึกของสารต่างๆ เช่น Zn หรือสารประกอบพวกทังสเตนที่เรืองแสงเคลือบชนิดที่ 2 อาจเกิดจากผลึกของ Mn ที่กระจายตัวอยู่ในเคลือบโอปอลซึ่งมี $ZnO\text{-}SiO_2$ เป็นตัวคอยกระตุ้นผสมปนอยู่ หรือเคลือบซึ่งมีผลึกของ Ag และ CdS กระจายตัวอยู่ในเคลือบที่มีตัวกระตุ้นเคลือบเรืองแสงที่แท้จริง ได้แก่ เคลือบชนิดที่ 4 ซึ่งอนุมูลที่เกิดขึ้นระหว่างการเกิดเคลือบเป็นตัวทำให้เกิดการเรืองแสงโดยตรง อนุมูลเหล่านี้ได้แก่ อนุมูลที่ได้จากการละลาย Mn, U, Ta, Pb และ V

1.6 ความคงทนของเคลือบและสีของเคลือบ

1.6.1 ความคงทนของเคลือบต่อสารละลายชะล้างที่มีฤทธิ์เป็นด่าง

ความต้านทานสัมพันธ์ของเคลือบต่อการกัดกร่อนของสารละลายชะล้าง หาโดยการวัดอัตราการลดของความหนาของชั้นเคลือบ แต่วิธีการที่ใช้ทั่วไปทำโดยการชั่งหาน้ำหนักที่หายไปของเคลือบ เมื่อต้มแท่งทดลองกับสารละลาย 3% Na_2CO_3 หรือ Na_3PO_4 องค์ประกอบของเคลือบที่มีอิทธิพลต่ออัตราการละลายหรือการสลายตัวของเคลือบในสารละลายด่างที่เจือจาง ความคงทนของเคลือบปรับปรุงให้ดีขึ้นได้โดยการใช้ ZrO_2 แทน SiO_2 บางส่วน หรือใช้ Li แทนอัลคะไลตัวอื่นๆ หรืออาจใช้ Li และ Be แทน PbO, K_2O, และ Na_2O

อิทธิพลของความสม่ำเสมอของเนื้อเคลือบ ถึงแม้ว่าความคงทนของสารประกอบเคมีของเคลือบจะมีความสัมพันธ์กับส่วนประกอบทางเคมี องค์ประกอบอื่นๆ ก็อาจจะมีความสำคัญพอๆ กัน การตรวจสอบเคลือบด้วยกล้องจุลทรรศน์หลังจากการกัดกร่อนเคลือบด้วยสารเคมี แสดงให้เห็นภาพของเคลือบถูกทำลายอย่างไม่สม่ำเสมอมากกว่าสภาพของเคลือบถูกละลาย เคลือบต่างๆ ที่มีส่วนประกอบเหมือนกัน แต่มีกรรมวิธีการผลิตต่างกัน อาจจะถูกกัดกร่อนหรือถูกทำลายด้วยสารละลายของด่างได้ในขอบเขตต่างๆ กัน การถูกทำลายหรือกัดกร่อนอย่างสม่ำเสมอ มีความสำคัญมากกว่าปริมาณของเคลือบที่ถูกกัดกร่อน อย่างไรก็ดีเคลือบ

ที่ดีก็คือเคลือบที่ถูกกัดกร่อนหรือทำลายน้อยที่สุด เคลือบที่มีเนื้อเคลือบประกอบด้วยสารเคมีที่ไม่สม่ำเสมอ มักจะถูกกัดกร่อนในลักษณะที่เป็นคลื่นหรือเป็นหลุมเล็กๆ

ส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเคลือบ มีผลอย่างมากต่อความสม่ำเสมอขององค์ประกอบทางเคมีของเนื้อเคลือบ อัตราส่วนระหว่างฟริตกับส่วนผสมของวัตถุดิบ มีอิทธิพลอย่างมากต่อความคงทนของสารเคมีของเนื้อเคลือบ เคลือบที่ใช้ฟริตเป็นส่วนผสมในปริมาณมาก มักจะมีอนุภาคของฟริตหลงเหลืออยู่ในเนื้อเคลือบเสมอ ทำนองเดียวกันเคลือบที่ใช้วัตถุดิบในปริมาณมาก ก็อาจจะมีอนุภาควัตถุดิบที่ไม่ละลาย หรือเหลือจากการละลาย เนื้อเคลือบที่ไม่สม่ำเสมออาจเกิดขึ้นได้ทั้งสองกรณีที่กล่าวมา ซึ่งทั้งสองกรณีอาจทนทานต่อการกัดกร่อนได้ดี หรืออาจเป็นสารเหตุที่เนื้อเคลือบถูกกัดกร่อนเป็นหลุมเล็กๆ ก็ได้

เราไม่สามารถพูดได้ว่าการใช้ฟริตปริมาณมากเป็นส่วนผสมในการผลิตเคลือบแล้วจะได้ผลดี ปริมาณของฟริตไม่ใช่องค์ประกอบที่สำคัญเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นกับสภาวะการสัมผัสกันของอนุภาคต่างๆ เคลือบที่ผลิตจากฟริต 100% จะมีความตึงผิวมากและมีศักยะการแพร่ของของอนุมูลต่ำ อนุภาคของฟริตจะไม่ประสานเป็นเนื้อเดียวกัน เมื่อถูกกัดกร่อนรอบๆ อนุภาคของฟริตจะแสดงให้เป็นรอยถูกกัดกร่อนซึ่งพอๆ กับการกัดกร่อนของเคลือบที่ผลิตจากวัตถุดิบ

สภาวะที่เดือดพล่านระหว่างการหลอมเคลือบ มีแนวโน้มที่จะส่งเสริมทำให้เคลือบมีเนื้อที่สม่ำเสมอ ฉะนั้นเคลือบที่ไหลตัวดีมีโอกาสได้เนื้อเคลือบสม่ำเสมอกว่าเคลือบที่มีความหนืดมาก จะต้องมีการเลือกส่วนผสมของวัตถุดิบที่เหมาะสม เพื่อส่งเสริมให้เกิดการละลายวัตถุดิบในส่วนผสมได้อย่างดี วัตถุดิบที่เป็นตัวลดจุดหลอมตัว จะก่อให้เกิดของเหลวที่เคลื่อนตัวและกัดกรอ่นได้ดีที่อุณหภูมิต่ำจนถึงจุดสุกตัว จะช่วยทำให้เนื้อเคลือบสม่ำเสมอได้ดีขึ้น เนื้อเคลือบถ้าเกิดสารประกอบที่มีความตึงผิวต่ำทั้งหมด หรือบางส่วนจะก่อให้เกิดประโยชน์มาก เมื่อเกิดสภาวะเช่นนี้ขึ้นในเคลือบ สารประกอบนั้นจะแพร่ไปยังบริเวณใกล้เคียง ความสามารถในการแพร่ได้ดีเป็นผลมาจากการมีความตึงผิวต่ำ ซึ่งสามารถทำให้เกิดขึ้นได้ด้วยการเติมสารประกอบที่เป็นตัวทำให้เกิดการคลุมผิวได้ดีที่อุณหภูมิสูงลงไปในเคลือบ สารประกอบพวกนี้ได้แก่ PbO, V_2O_5. Sb_2O_5. CrO_3, SO_3 และ CO_2 อย่างไรก็ดีสารเหล่านี้ไม่ใช่ว่าจะใช้ได้เสมอไป ควรจะได้ศึกษาให้เข้าใจอย่างถ่องแท้เสียก่อน

ความโน้มเอียงในการแผ่กว้างออกไปมากมาย จะนำไปสู่การทำลายความไม่ต่อเนื่อง และจะนำไปสู่ความไม่เป็นเนื้อเดียวกัน พฤติกรรมเช่นนี้เป็นสิ่งที่ต้องการมากในหลายๆ กรณี แต่กรณีเช่นนี้ก็มีข้อเสียเช่นกัน เช่น เคลือบชนิดหนึ่งมีแนวโน้มที่จะแผ่กว้างและแพร่ได้ดีมาก ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นเคลือบสีที่เขียนบนเคลือบ แนวโน้มของความสามารถในการแผ่จะต้องมีมากพอที่จะทำให้เกิดเคลือบเนื้อเดียวกันตลอด แต่ต้องไม่มากพอที่จะทำให้เกิดความคดของรอยตกแต่งเสียหาย ข้อเสียอีกประการหนึ่งก็คือ ความโน้มเอียงอย่างมากจะทำให้เกิดความตึงผิวลดต่ำลงมาก จนเกิดการแพร่อย่างมากมายเกินความต้องการ และทำให้เกิดการละลายตรงรอยต่อระหว่างเคลือบกับเนื้อผลิตภัณฑ์อย่างไรก็ดีสภาวะต่างๆ เหล่านี้มีความสำคัญ แต่ปัญหาไม่ได้ขึ้นกับความโน้มเอียงในการแผ่กว้างอย่างมากเสมอไป

เพื่อความเข้าใจในปัญหานี้ให้ดีขึ้น การผลิตเคลือบตะกั่วบอโรซิลิเกตสำหรับเคลือบผลิตภัณฑ์ถ้วยชามเป็นตัวอย่างที่ดี ในกรณีเช่นนี้การผลิตเคลือบโดยการใช้ฟริต 2 ชนิด จะให้ประโยชน์มากส่วนประกอบของตะกั่วทั้งหมดและบอริกออกไซด์บางส่วนควรทำเป็นฟริตที่มีจุดหลอมตัวต่ำ และส่วนประกอบอื่นๆ ของเคลือบควรทำเป็นฟริตอีกชนิดหนึ่ง ฟริตตะกั่วบอโรซิลิ -เกตจะหลอมตัวตั้งแต่ระยะแรกๆ ของการเผาเคลือบกลายเป็นส่วนของเคลือบที่เคลื่อนตัวได้ดีและละลายฟริตและส่วนอื่นๆ กลายเป็นเคลือบสำเร็จ

การพัฒนาเนื้อเคลือบให้เป็นเนื้อเดียวกัน มีองค์ประกอบหลายอย่างมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมนี้เช่น ส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบและองค์ประกอบอื่นๆ อีกมากมาย เช่น กระจายตัว ความละเอียดและการกระจายของขนาดของวัตถุดิบ ขนาดของอนุภาคและการบดเป็นการเปลี่ยนแปลงขั้นมูลฐานซึ่งจะเชื่อมโยงไป

ถึงความคงทนของสารประกอบทางเคมีของเคลือบ ปกติจะต้องบดเคลือบให้มีความละเอียดมากที่สุดเท่าที่จะบดได้ โดยไม่ต้องคำนึงถึงปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับการบดละเอียดมากเกินไป เทคนิคการเผาเคลือบก็มีความสำคัญ การใช้เวลาที่อุณหภูมิ 850 $^{\circ}$C ให้มากขึ้น การเพิ่มอุณหภูมิและเวลาในการปล่อยให้เคลือบที่สุกตัวปรับตัวให้มากขึ้น การเผาสูงเกินจุดสุกตัวในระยะเวลาอันสั้น จะช่วยปรับปรุงความคงทนของเคลือบได้มาก

1.1.2 ความคงทนของเคลือบที่ใช้สำหรับตกแต่งผลิตภัณฑ์

รูปลอกเซรามิกส์ที่ใช้ตกแต่งใต้ผิวเคลือบอาจมีสีซีดจางได้ด้วยสาเหตุหลายประการ

1. เกิดจากเคลือบเป็นตัวทำลาย
2. สีของรูปลอกแพร่เข้าไปในเคลือบ
3. เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสีกับเนื้อผลิตภัณฑ์ หรือกับบรรยากาศในเตาเผา
4. เกิดจากสีแพร่เข้าไปในเนื้อผลิตภัณฑ์

การซีดจางของสีรูปลอกที่ตกแต่งใต้เคลือบอาจเกิดในผลิตภัณฑ์ที่มีกรรมวิธีการผลิตไม่สมบูรณ์ความยุ่งยากมีเป็นจำนวนไม่น้อย ซึ่งเกิดขึ้นจากคุณภาพของรูปลอกเอง และเกิดจากการปฏิบัติงานของคนงาน อย่างไรก็ดียังมีองค์ประกอบอื่นๆ เช่น ส่วนประกอบของเคลือบ เช่น การมีและขาดไปของส่วนประกอบที่เป็นตัวทำให้เกิดภาวะวิกฤตในเคลือบ นอกจากนี้การเผาเคลือบก็มีส่วนสำคัญ

สมมติฐานที่สำคัญที่เป็นตัวทำลายสีใต้เคลือบอาจเกิดจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งในหลายสาเหตุต่อไปนี้

1. ส่วนประกอบและการผลิตสีใต้เคลือบ
2. สมบัติเฉพาะของตัวนำสีไป
3. การสลายตัวของสารประกอบของสี
4. ความตึงผิวและการแพร่
5. ปฏิกิริยาของสีกับเคลือบ เนื้อผลิตภัณฑ์ ตัวลดจุดหลอมตัว หรือบรรยากาศในเตาเผา

1.7 วิธีการหาความทนทานของเคลือบใสและเคลือบสีที่ใช้ในการตกแต่ง

หลักการ การผุกร่อนของผิวหน้าเคลือบหาค่าหรือวัดโดยการแช่ชิ้นทดลองในน้ำผงซักฟอกที่อุณหภูมิ 105 $^{\circ}$C เปรียบเทียบองศาของการซีดจางกับชิ้นทดลองที่ไม่ได้แช่ในสารละลายนั้น และหาค่าวความทนทานของเคลือบโดยอาศัยค่าจากตารางข้างท้ายนี้

องศาความผุกร่อน	ปริมาณสีที่หลุดลอกออกมา	วิธีการทำให้สีหลุดออก
0	ไม่มี	- เมื่อใช้ผ้าสะอาดถูไม่มีสีหลุดออกมา สีไม่ซีดจาง ความเป็นมันวาวไม่เสียไป
2	มีเล็กน้อย	- มีสีติดผ้าสะอาดที่ใช้ถูเล็กน้อย สีซีดจาง จางหรือมัวบ้างเล็กน้อย เริ่มเห็นการเปลี่ยนแปลง
3	มาก	- สีหลุดออกติดผ้าสะอาดที่ใช้ถูเห็นได้ชัด
4	สีหลุดลอกออกจากผลิตภัณฑ์หมด	- สีหลุดลอกออกจากผลิตภัณฑ์หมดติดผ้าสะอาดที่ใช้ถู

การเตรียมการทดสอบ ใช้ภาชนะไม่เป็นสนิมขนาด 4 ลิตร เตรียมสารละลายผงซักฟอกให้มีความเข้มข้น 0.05%, 0.10%, 0.50% และ 1.00% ประมาณ 3 ลิตร

การทดสอบ วางชิ้นทดลอง 3 ชิ้นในสารละลายแต่ละความเข้มข้น นำชิ้นทดลองออกมาจากสารละลายครั้งละชิ้น หลังจากเวลาผ่านไป 2, 4 และ 6 ชั่วโมงตามลำดับ ขณะนำชิ้นทดลองออกมาใช้ผ้าขาวสะอาดถูที่ผิวเคลือบอย่างเร็วทันทีทันใด จนกระทั่งสีที่ใช้ในการตกแต่งชิ้นทดลองไม่หลุดลอกออกมาอีก แล้วจึงล้างด้วยน้ำอีกครั้งหนึ่ง

การตีค่าองศาของความผุกร่อน โดยอาศัยการเปรียบเทียบกับชิ้นทดลองที่ไม่ได้แช่ในสารละลายและตีค่าองศาของความผุกร่อนโดยอาศัยค่าจากตารางที่กล่าวมาแล้ว

การทดสอบโดยการหาปริมาณการละลายของตะกั่ว

สีเซรามิกส์ที่ใช้ตกแต่งผลิตภัณฑ์มักจะมีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ การทดสอบการผุกร่อนหรือการละลาย กระทำโดยแช่สีเซรามิกส์ในสารละลายกรดน้ำส้ม 4% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้ววิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในสารละลายนั้น ปริมาณตะกั่วที่ละลายจะลดลง เมื่อใช้อุณหภูมิเผาผลิตภัณฑ์หลังจากตกแต่งสูงขึ้น ยกเว้นสีแดงที่เกิดจากซิลิเนียม เคลือบต่างชนิดกันก็ให้ผลต่างๆกัน เคลือบที่มีปริมาณซิลิกาสูงและมีตัวลดจุดหลอม จะยอมให้ตะกั่วออกไซด์แพร่ออกไปจากสีเซรา-มิกส์เข้าไปในเคลือบอย่างทั่วถึง ซึ่งจะเป็นผลทำให้การซะตะกั่วออกจากสีเซรามิกส์ที่ใช้ในการตกแต่งน้อยไป

สูตรทั่วไปของเคลือบที่ใช้ผลิตสีเซรามิกส์เขียนใต้เคลือบผลิตภัณฑ์ถ้วยชามชั้นดีอาจใช้

0.053 K_2O		
0.203 Na_2O	0.281 Al_2O_3	
0.253 PbO		2.807 SiO_2
0.491 CaO	0.385 B_2O_3	

หรืออาจใช้ฟริตซึ่งมีสูตร

0.031 K_2O		
0.273 Na_2O	0.271 Al_2O_3	
0.696 CaO	0.546 B_2O_3	2.547 SiO_2

เคลือบนี้มีจุดสุกตัวที่โคน 3 การใช้ฟริตเป็นส่วนผสมในเคลือบไม่ใช้เกิน 60% ของส่วนผสมของเคลือบ การใช้ฟริตมากเกินไปมีแนวโน้มจะเกิดการทำลายความคมของสี การซีดจางของสีอาจเป็นผลมาจากปริมาณสีเซรามิกส์ในส่วนผสมสีและน้ำมันมีน้อยไป และอาจเกิดจากการใช้อุณหภูมิสูงเกินไป สีเซรามิกส์ ที่ผสมตัวลดจุดหลอมตัวปริมาณมาก จะแผ่กว้างได้ดี จะทำให้ลายที่เขียนไม่ชัดและไม่คม สีเซรามิกส์บางอย่าง เช่น สีที่เกิดจากโคบอลต์จะไม่รวมตัวกับสารประกอบอื่นๆ เพราะฉะนั้นการเผาสีพวกนี้ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษเงาสีที่ได้ถ้าผิดไปจากเดิมเกิดจากการเผาด้วยสภาวะที่เป็นรีดักชันหรือเกิดจากการเผาสูงเกินไป การเผาสูงเกินไปจะทำให้เคลือบแผ่กว้างไม่ชัดเจน เพราะว่าเคลือบจะไหลตัวได้ดี ซึ่งจะพลอยทำให้สีเคลื่อนตัวตามไปด้วย

การทดสอบความต้านทานต่อรอยขูดขีด

มีวิธีการทดสอบความต้านทานต่อรอยขูดขีดของเคลือบหลายวิธีที่ใช้กันมาก ได้แก่ แซนด์บลาสต์เทสต์ ทดสอบโดยการใช้ชิ้นทดลองเป็นแผ่น เช่น แผ่นกระเบื้อง ตั้งทำมุม 70° แล้วพ่นทรายขนาด 80 เมช ด้วยความดัน 1 กก./ตร.ซม. ใช้ทรายครั้งละ 800 กรัม ค่าความต้านทานต่อรอยขูดขีด วัดโดยใช้ปริมาณของเคลือบที่หลุดลอกออกมา

องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อรอยขูดขีดของเคลือบ เช่น ส่วนประกอบเคมีของเคลือบแต่ก็มีขอบเขตจำกัด เคลือบที่มีผลึกเล็กกระจัดกระจายอยู่ในเนื้อเคลือบซึ่งได้แก่ ผลึกของตัวทำให้เกิดเคลือบทึบแสง เช่น $ZrO_2.SiO_2$, ZrO_2 จะช่วยทำให้เคลือบมีความต้านทานต่อรอยขูดขีดมากขึ้น นอกนี้ยังมีปริมาณของฟริตที่ใช้ผสมในเคลือบก็มีผลต่อความต้านทานต่อรอยขูดขีด การใช้ฟริตมากกว่าควรต้านทานลดลง ความหนาของเคลือบยิ่งมาก ความต้านทานต่อรอยขูดขีดยิ่งน้อย

การเผาเคลือบหมายถึงการเผาน้ำเคลือบที่ชุบบนผลิตภัณฑ์ ละลายเป็นเนื้อเดียวกันมีความมันแวววาว (Glassy) บางชนิดเป็นเคลือบด้าน ผิวเคลือบมีความแข็งแรงสามารถต้านทานกรดและด่างได้เป็นอย่างดี ในการเผาเคลือบจะต้องเผาให้ได้อุณหภูมิตามข้อกำหนดของเคลือบแต่ละชนิด มิฉะนั้นเคลือบจะเกิดความเสียหายได้เช่น การเผาไฟเกิน (Overfire) ทำให้น้ำเคลือบไหลติดพื้นเตาทำให้เตาเสียหาย การเผาอุณหภูมิไม่ถึง (Underfire) ทำให้เคลือบไม่มันเท่าที่ควร (ทวี พรหมพฤกษ์, 2523 : 155) การเผาเคลือบจะนิยมเผากันสองแบบคือแบบเผาครั้งเดียว (Mono Firing) จะนำเอาผลิตภัณฑ์ที่ตากแห้งแล้วไปชุบน้ำเคลือบแล้วทำการเผาและอีกอย่างหนึ่งจะทำการเผาดิบก่อน (Second Firing) แล้วนำเอาผลิตภัณฑ์ไปชุบเคลือบแล้วทำการเผา (โกมล รักษ์วงศ์, 2542 : 13) ผลิตภัณฑ์ที่ชุบเคลือบแล้วต้องเช็ดก้นผลิตภัณฑ์ให้เคลือบหมดเพื่อป้องกันการหลอมติดกันของเคลือบในขณะทำการเผา ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นจะต้องวางห่างกันเล็กน้อยไม่ให้สัมผัสกันเพราะเคลือบจะหลอมติดกันที่อุณหภูมิสูง

2.9 การเผาตกแต่ง

ชิ้นงานที่เผาเคลือบแล้วนิยมตกแต่งด้วยดารวาดแต้มแต่งด้วยสีหรือสติกเกอร์ (Sticker)ที่สำหรับตกแต่งสีโดยเฉพาะติดลงไปบนภาชนะที่เคลือบแล้วนำไปเผาเพื่อให้สิ่งตกแต่งติดทนกับชิ้นงาน เรียกว่าการตกแต่งบนเคลือบ (Overglaze Decoration) (ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผาภาคเหนือ,2539:92) อุณหภูมิที่ใช้เผาตกแต่งสีบนเคลือบประมาณ 650 – 580 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสี (Pigment) หรือประเภทของวัตถุดิบที่นำมาทำสีว่าจุดสุกตัวที่อุณหภูมิใด การเผาสีตกแต่งรูปลอกและสีเงินสีทอง จะต้องเผาในบรรยากาศสมบูรณ์ในเตาไม่ความมีความชื้นอยู่ เพราะจะทำให้ชิ้นงานมีตำหนิไม่ได้มาตรฐานสีหมองคล้ำหรือเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม (ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์, 2541 : 291-292)

บรรยากาศในการเผา

1. บรรยากาศออกซิเดชัน(Oxidation Firing)

เป็นการเผาที่มีการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ และใช้ออกซิเจน (Oxygen) ในการเผามากเกินพอ ซึ่งเมื่อเกิดการเผาไหม้แล้ว จะมีออกซิเจนเหลืออยู่ ปฏิกิริยาเผาไหม้ดังนี้

$$OF = CH_4 + 3O_2(\text{Excess}) \longrightarrow CO_2 + 2H_2 + O_2 + \text{ENERGY}$$

2. บรรยากาศแบบรีดักชัน (Reduction Firing)

เป็นการเผาที่มีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ในเตาเผามีออกซิเจน (Oxygen) ไม่เพียงพอซึ่งเมื่อเกิดการเผาไหม้แล้วจะมีคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) เหลืออยู่ดังปฏิกิริยาการเผาไหม้ดังนี้

$$RF = 2CH_4+3O_2 \longrightarrow 2CO + 4H_2O + ENERGY$$

3. บรรยากาศนิวทรัล (Neutral Firing)

เป็นการเผาไหม้ที่สมบูรณ์และไม่มีออกซิเจน (Oxygen) เหลืออยู่เลย การเผาไหม้มีออกซิเจนที่ดีดังปฏิกิริยาการเผาไหม้ดังนี้

$$NF = CH_4+2O_2 \longrightarrow CO + 2H_2O + ENERGY$$

(ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์, 2541 : 288)

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในระหว่างการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์การเผาเนื้อดินจะมีการเปลี่ยนแปลงทางฟิสิกส์และทางเคมีเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิที่แตกต่างกันดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2.13 แสดงเนื้อดินเมื่อเมื่อโดนเผาผ่านความร้อนในอุณหภูมิต่าง ๆ

ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์เมื่อโดนเผาผ่านความร้อนในอุณหภูมิต่าง ๆ	
100 – 200 องศาเซลเซียส	น้ำที่อยู่รอบ ๆ อะนูดินระเหยกลายเป็นไอออกจากรูเตาเผา ถ้าเผาเร็วเกินไป ไอน้ำระเหยออกไม่ทันผลิตภัณฑ์จะระเบิดในเตา
450 องศาเซลเซียส	น้ำในสูตรเคมีของดินเริ่มระเหย $Al_2O_3 . 2SiO_2 . 2H_2O$
230 - 573 องศาเซลเซียส	ผลึกของซิลิกาหรือควอตซ์ เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปผลึกทำให้เกิดการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ถ้าเผาเร็วในช่วงนี้ผลิตภัณฑ์จะระเบิดภายในเตา
500 – 600 องศาเซลเซียส	น้ำที่เป็นส่วนประกอบทางเคมีของดินถูกเผาหมดไป ดินเริ่มเปลี่ยนสภาพเป็นหิน อินทรีย์สารในดินถูกเผาไหม้
900 – 950 องศาเซลเซียส	เศษกากเถ้าถ่านของอินทรีย์สาร (Carbon) ในเนื้อดินถูกเผาไหม้หมดไป หินปูนสลายตัวทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิ 825 องศาเซลเซียส
980 องศาเซลเซียส	ดินเปลี่ยนโครงสร้างเกิดการหดตัว จากการหลอมละลายรวมตัวของวัตถุดิบ
1,050 – 1,100 องศาเซลเซียส	เฟลด์สปาร์ในเนื้อดินเริ่มหลอมละลายเกิดโครงสร้างรูปเข็มประสานกันจากผลึกมัลไลท์ในเนื้อดิน ช่วยให้ดินมีความแข็งแกร่ง และการหดตัวยังเป็นไปอย่างต่อเนื่อง
1,200 องศาเซลเซียส	ผลึกมัลไลท์มีมากขึ้น ดินหลอมละลายปิดรูพรุนเนื้อแน่นมีความแข็งแกร่งเพิ่มขึ้น
1,250 องศาเซลเซียส	เนื้อดินและน้ำเคลือบเกิดการสุกตัวหลอมละลาย (Sintering) โครงสร้างของผลึกดินเปลี่ยนเป็นแก้ว 60 % มัลไลท์ 21 % และควอตซ์ 19%

(ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์, 2541:292)

การเผาเซรามิกส์มี 3 ขั้นตอนคือ

1. การเผาดิบ (Biscuit Firing) เป็นการเผาไล่ความชื้นและสารอินทรีย์ก่อนที่จะนำไปชุบเคลือบ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งและยังสามารถตรวจสภาพของเนื้อดินว่ามีการแตกร้าวหรือไม่ก่อนนำไปเคลือบ อุณหภูมิในการเผาประมาณ 750 – 800 องศาเซลเซียส

2. การเผาเคลือบ (Glost Firing) หมายถึงการเผาให้น้ำเคลือบที่ชุบบนผิวผลิตภัณฑ์ละลายเป็นเนื้อเดียวกันมีความมันแวววาว (Glassy) และมีความแข็งแรง บางชนิดเป็นเคลือบด้าน

3. การเผาตกแต่ง (Decoration Firing) ชิ้นงานที่เผาเคลือบแล้วนิยมตกแต่งด้วยสีหรือ ติดสติกเกอร์ (Sticker) ที่ทำสำหรับตกแต่งสีโดยเฉพาะ ติดลงไปบนภาชนะที่เคลือบแล้ว นำไปเผาเพื่อให้สิ่งที่ตกแต่งติดทนกับชิ้นงานเรียกว่าการตกแต่งบนเคลือบ(Overglaze Decoration) อุณหภูมิที่ใช้ในการเผาประมาณ 650 – 780 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ชนิดของสี (Pigment) หรือประเภทของวัตถุ

2.8 เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

ในอดีตการวัดอุณหภูมิในการเผาใช้วิธีการสังเกตุดูสีไฟในเตาเผา แต่ในปัจจุบันมีเครื่องมือหลายชนิดที่ใช้วัดอุณหภูมิ ดังที่นักวิชาการหลายท่านได้กล่าวไว้ดังนี้

การเผาเตาเครื่องปั้นดินเผาจะทราบอุณหภูมิในเตาได้นั้นจะต้องใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (โกมล รักษ์วงศ์, 2542 : 19) เครื่องมือวัดอุณหภูมิ (Thermo Electric Pyrometer) เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิ ที่อาศัยหลักการเกิดกระแสไฟฟ้าจากความร้อน โดยนำเอาโลหะ สองชนิดมาเชื่อมให้ปลายติดกัน เรียกว่า Hot Junction แต่โลหะทั้งสองจะต้องมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ใส่ในเตาให้ได้รับความร้อน (Thermocouple) ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับเครื่องวัดอุณหภูมิ (Indicater)แล้วเข็มจะชี้บอกอัตราความร้อนตามความมากน้อยของกระแสไฟฟ้าจะมีตัวเลขเทียบอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส และฟาเรนไฮต์ ปลายของโลหะที่ต่อไปยังหน้าปัด เรียกว่า Cold Junction Thermocouple ที่วัดอุณหภูมิสูงๆ จะมีเครื่องป้องกัน Protectueทำด้วยวัตถุทนไฟป้องกันอีกชั้นหนึ่ง (ทวี พรหมพฤษ์, 2525 : 107) โรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกส์ ที่ทันสมัยนิยมวัดอุณหภูมิด้วยเครื่อง Thermo-Couple เป็นเครื่องมือวัดที่อาศัยหลักของอิเล็กทรอนิกส์ราคาแพงมากการบำรุงรักษายาก (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ, 2535 : 265)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อให้การวิจัยเรื่อง การทดลองและพัฒนาเนื้อดินปั้นสโตนแวร์โดยใช้ดินในเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล จังหวัดพิษณุโลก ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ เพื่อใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาสมบูรณ์ยิ่งขึ้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

โกมล รักษ์วงศ์,2538 ได้ทำการวิจัยเรื่อง วิจัยน้ำเคลือบเพื่อหาสูตรน้ำเคลือบที่ใกล้เคียงกับน้ำเคลือบของเครื่องปั้น ดินเผาเตาเผาแม่น้ำน้อย ได้ทำการสุ่มตัวอย่าง 3 วิธีด้วยกัน คือ

2.3.1 สุ่มตัวอย่างจากวิธีการคำนวณเคลือบจาก ทฤษฎีเซรามิกส์ของเซเกอร์(Seger) กลุ่มตัวอย่างวัตถุดิบที่ใช้ คือ โซดาเฟลด์สปาร์ โปแตสเฟลด์สปาร์ แคลเซียมคาร์บอเนต โดโลไมต์ดินเหนียวบางระจัน ควอตซ์ และน้ำประปา

2.3.1.1 สูตรที่ใช้ทดลองกำหนดให้ Al_2O_3 : SiO_2 เท่ากับ 1 : 7 โดยใช้โซดาเฟลด์สปาร์เผาที่อุณหภูมิ 1200 – 1230 องศาเซลเซียส มีสูตรดังนี้

0.34 – 0.60 Na_2O_3

0.20 – 0.56 CaO 0.34 – 0.80 Al_2O_3 2.30 – 5.60 SiO_2

0.05 – 0.20 MgO

สูตรน้ำเคลือบที่ใกล้เคียงกับของเก่าเผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส คือ สูตรที่ 2CS, 3BS และ 4AS

สูตรน้ำเคลือบที่ใกล้เคียงกับของเก่าเผาที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส คือสูตรที่ 1AS, 1BS,1CS,2AS,2BS,2CS,3AS,3BS และ 5ES

2.3.2 การวิจัยน้ำเคลือบ โดยการสุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจงบนตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า ทำการสุ่มตัวอย่าง 36 จุด เผาที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส กลุ่มตัวอย่างวัตถุดิบ คือ ดินเหนียวบางระจัน ขี้เถ้าชานอ้อย และหินฟันม้าที่จังหวัดตาก ปรากฏว่ากลุ่มสูตรน้ำเคลือบที่ใกล้เคียงของเก่า คือ สูตรที่ 10,19,20,22,23,24,28,29,30,31,32 และ สูตรที่ 33

2.3.3 การวิจัยน้ำเคลือบ โดยการสุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจงบนตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสทำการสุ่มตัวอย่าง 90 จุด เผาที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส กลุ่มตัวอย่างวัตถุดิบ คือ ดินเหนียวบางระจัน ขี้เถ้าเปลือกหอยแครง ขี้เถ้าชาญอ้อย และหินฟันม้า จังหวัดตาก ปรากฏว่าสูตรที่ใกล้เคียงกับของเก่า คือ สูตรที่ 3,6,7,26,41,56,66,67 และสูตรที่ 76

ทวี พรหมพฤกษ์(2523 : 82) ได้ทำการวิจัยเรื่องอัตราส่วนของเนื้อดินปั้นสโตนแวร์กับส่วนผสมของวัตถุดิบอื่น ๆ เพื่อเผาในอุณหภูมิ 1,225 – 1,250 องศาเซลเซียส ปรากฏว่าเนื้อดินเป็นสีเทา สีเทาเข้ม หรือสีน้ำตาล เนื้อดินมีความเหนียวดี และมีการดูดซึมน้ำไม่เกิน ร้อยละ 3 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 2.14 แสดงอัตราส่วนของเนื้อดินปั้นที่เผาได้ผลในอุณหภูมิ 1,225 – 1,250 องศาเซลเซียส

สูตร	ดินสโตนแวร์	ดินขาว	หินฟันม้า	หินเขี้ยวหนุมาน	ดินทนไฟ	ดินเหนียวขาว	ดินแดง
1	80	-	-	10	-	-	10
2	75	-	-	10	-	-	15
3	40	20	-	10	10	-	20
4	30	-	-	-	30	30	10
5	-	40	15	10	-	30	5
6	20	-	25	20	20	-	15

สมเดช พจน์เลขา (2545: บทคัดย่อ) การทดลองน้ำเคลือบโดยใช้ดินขี้เลนมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม ฝั่งทะเลแก้ว จังหวัดพิษณุโลก

จากการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาลักษณะของขี้เลนหลักของเคลือบขี้เลนที่อุณภูมิ 1250องศาเซลเซียสในบรรยากาศออกซิเดชั่นและรีดักชั่น โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจากการสุ่มแบบเจาะจงจากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าซึ่งเป็นสูตรส่วนผสมระหว่างขี้เลนตากแห้ง จำนวนร้อยละ10-80โปแตสเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ10-80และควอต์ จำนวนร้อยละ 10-80 ทั้งหมด 36 สูตรส่วนผสม

บรรยากาศในการเผารีดักชั่นจะให้สีสวยและสดใสกว่าการเผาแบบบรรยากาศออกซิเดชั่นเนื่องจากการเผาแบบไม่สมบูรณ์เกิดเขม่าควัน การเผาซึ่งทำให้เฟอร์ริกออกไซด์ปล่อยออกซิเจนออกมาเพราะในขี้เลนมีส่วนผสมของเฟอร์ริกอยู่แล้วจึงทำให้เคลือบมีสีน้ำตาลที่สดได้และเพื่อที่จะได้เคลือบที่สมบูรณ์ที่สุด อัตราส่วนผสมของขี้เลนควรอยู่ระหว่าง จำนวนร้อยละ 30-60โปแตสเฟลด์สปาร์ควรอยู่ระหว่าง จำนวนร้อยละ 20-50 และควอต์ควรอยู่ระหว่างจำนวนร้อยละ 10-40และควรเผาในบรรยากาศรีดักชั่นที่อุณภูมิ 1250 องศาเซลเซียส จึงจะได้เคลือบส้มอมน้ำตาลที่มันวาว

จุมพฎ พงศักดิ์ศรี และคณะ (2545:บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การทดลองน้ำเคลือบโดยใช้ดินทะเลแก้ว มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก
การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาลักษณะเคลือบที่มีส่วนผสมของดินเลน โดยเผาที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชั่นและรีดักชั่น โดยสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากตารางสามเหลี่ยมที่มีส่วนผสมของดินทะเลแก้ว จำนวนร้อยละ 10-80 หินฟันม้า จานวนร้อยละ 10-80 และหินเขี้ยวหนุมาน จำนวนร้อยละ 10-80 ซึ่งได้ตัวอย่างในการทดลองทั้งหมดรวม 36 สูตรส่วนผสม โดยทดลองเผาเคลือบทั้งสองบรรยากาศด้วยเตาแก๊ส ผลผลการวิจัยสรุปได้ว่า ส่วนผสมของเคลือบดินเลนทะเลแก้วที่สมบูรณ์ที่สุดคือ สูตรส่วนผสมที่ 4โดยมีส่วนผสมของดินเลนทะเลแก้ว จำนวนร้อยละ 50 หินฟันม้า จำนวนร้อยละ 40 และหินเขี้ยวหนุมาน จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะของผิวเคลือบภายหลังการเผาดังนี้ มีความมันแวววาวผิวเคลือบมีความสมบูรณ์ปราศจากตำหนิและให้สีน้ำตาลภายหลังการเผา

ชมพูนุช วงศ์ขวัญยืม (2548 : บทคัดย่อ) การทดลองเคลือบโดยใช้ดินลูกรังมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก การวิจัยครั้งนี้ มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะของเคลือบที่ใช้ดินลูกรังเป็นส่วนผสมหลักภายหลังการเผาที่อุณภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่นและบรรยากาศรีดักชั่นโดยใช้กล่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจงจากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าปรากฏว่าในบรรยากาศออกซิเดชั่น มีความมันแวววาวทั้งหมด 9 สูตรมีการรานขึ้นด้วยความสมบูรณ์ของเคลือบที่ไม่มีตำหนิใดๆเลยมี4สูตรส่วนผสม และสีที่ได้จากการทดลองจะมีโทนสีน้ำตาลจนถึงน้ำตาลดำ

ฉัตรธิดา พัดยู(2549 : บทคัดย่อ) การทดลองเคลือบโดยใช้ดินบริเวณทุ่งทะเลแก้ว โซดาเฟลด์สปาร์และโดโลไมต์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม จังหวัดพิษณุโลก การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาลักษณะเคลือบที่มีส่วนผสมของดินเลน โดยเผาที่อุณภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่นโดยใช้กล่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจงจากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าที่ทีส่วนผสมของ ดินทะเลแก้ว จำนวนร้อยละ 10-80 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 10-80 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10-80 ซึ่งได้ตัวอย่างในการทดลองทั้งหมดรวม 36 สูตรส่วนผสม โดยทดลองเผาเคลือบด้วยเตาแก๊ส ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ส่วนผสมของเคลือบดินเลนทะเลแก้ว โซดาเฟลด์สปาร์และโดโลไมต์ สามารถนำมาทำน้ำเคลือบได้ทั้ง 36 สูตรส่วนผสม เช่น สูตรส่วนผสมที่ 7 โดยมีส่วนผสมทะเลแก้วจำนวนร้อยละ 50 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 40และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะผิวเคลือบภายหลังการเผา เคลือบมีความมันแวววาวเคลือบมีความสมบูรณ์ ปราศจากตำหนิให้สีน้ำตาล สูตรส่วนผสมที่ 1 มีส่วนผสมของดินทะเลแก้ว จำนวนร้อยละ 80 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะผิวเคลือบภายหลังการเผา เคลือบมีความมันแวววาว เคลือบมีลักษณะแยกตัวออกจากกันให้สีน้ำตาลแต่เมื่อนำไปชุบเคลือบเนื้อดินตัวอื่นกลับมีความสมบูรณ์ปราศจากตำหนิให้สีน้ำตาล

ณัฐวุฒิ อินริ้ว (2552 : บทคัดย่อ) การทดลองเคลือบโดยใช้ดินตำบลหัวรอ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก จากการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะของเคลือบโดยใช้ดินตำบลหัวรอ เป็นสูตรส่วนผสมของเคลือบเผาที่อุณภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่นและบรรยากาศแบบรีดักชั่น จากนั้นนำมาวิเคา

ระห์ลักษณะต่างๆของเคลือบ จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าการใช้ดินตำบลหัวรอเป็นสูตรส่วนผสมในการสร้างเคลือบจำนวน 36 สูตรส่วนผสมในบรรยากาศแบบออกซิเดชั่นได้เคลือบมีลักษณะความมันแวววาวจำนวน 11 สูตรส่วนผสม ลักษณะกึ่งมันกึ่งด้านจำนวน 2 สูตรส่วนผสม และลักษณะด้านจำนวน 24 สูตรส่วนผสม ลักษณะเคลือบที่มีความสมบูรณ์จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ลักษณะเคลือบที่เกิดรูเข็มจำนวน 20 สูตรส่วนผสม ลักษณะการรานจำนวน 9 สูตรส่วนผสม สีของเคลือบที่มีสีขาวขุ่นจำนวน 13 สูตรส่วนผสม สีขาวอมน้ำตาลมีจำนวน 12 สูตรส่วนผสม สีน้ำตาลจำนวน 2 สูตรส่วนผสม สีน้ำตาลอ่อนจำนวน 5 สูตรส่วนผสม สีน้ำตาลเข้มจำนวน 3 สูตรส่วนผสม ในบรรยากาศแบบรีดักชั่นได้เคลือบมีลักษณะความมันแวววาวจำนวนสูตรส่วนผสม ลักษณะกึ่งมันกึ่งด้านจำนวน 14 สูตรส่วนผสม ลักษณะด้านจำนวน 10 สูตรส่วนผสม เคลือบที่มีความสมบูรณ์จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ลักษณะเคลือบที่เกิดรูเข็มจำนวน 16 สูตรส่วนผสม ลักษณะการรานจำนวน 10 สูตรส่วนผสม สีของเคลือบที่มีสีขาวอมน้ำตาลมีจำนวน 6 สูตรส่วนผสม สีขาวขุ่นจำนวน 3 สูตรส่วนผสม สีขาวขุ่นอมเขียวอ่อนจำนวน 7 สูตรส่วนผสม สีเขียวอมน้ำตาลจำนวน 4 สูตรส่วนผสม สีเขียวอ่อนจำนวน 10 สูตรส่วนผสม สีเขียวอ่อนอมน้ำตาลจำนวน 6 สูตรส่วนผสม ดังนั้นการนำดินตำบลหัวรอมาเป็นสูตรส่วนผสมในการสร้างเคลือบก็สามารถทำให้เกิดเคลือบที่มีลักษณะเหมาะสมสำหรับน้ำมาใช้ได้จริงจึงเหมาะแก่การพัฒนาหรือทดลองในแบบต่างๆต่อไป

ความรู้ทั่วไปและแนวคิดในการออกแบบ

1. การออกแบบตราสัญลักษณ์

การออกแบบเครื่องหมายและสัญลักษณ์ สื่อที่เป็นภาพสัญลักษณ์หรือเครื่องหมายภาพ เป็นสื่อที่มีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจาวัน ถ้าเรามองไปรอบๆ ตัวจะเห็นสื่อที่เป็นเครื่องหมายภาพปรากฏอยู่ทั่วไป การนำหลักทฤษฎีมาประยุกต์ในการออกแบบสื่อสัญลักษณ์ การออกแบบสัญลักษณ์ นักออกแบบจะต้องใช้ความรู้ความสามารถอย่างยิ่งในการวิเคราะห์เนื้อหาของสาร ที่จะต้องการสื่อความหมาย และสังเคราะห์ให้เป็นรูปลักษณ์ที่ใช้เป็นสิ่งแทนอันสามารถจะบอกได้ถึงความหมาย และใช้ความสามารถในการเขียนภาพ หรือผลิตภาพสัญลักษณ์ให้ประณีตคมชัด เพื่อสื่อความหมายได้ถูกต้องชัดเจน ในการออกแบบสัญลักษณ์ นักออกแบบจะมีแหล่งบันดาลใจสำคัญ 2 ประการคือ

(พงษ์ศักดิ์ ไชยทิพย์. เทคนิคการออกแบบกราฟิก)

1. จากธรรมชาติสิ่งแวดล้อม (Natural Form) ได้แก่ ภาพดอกไม้ ใบไม้ ภูเขา ทะเล สัตว์ ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ ฯลฯ จัดเป็นสัญลักษณ์ที่เกิดจากธรรมชาติ (Natural Symbol)

2. จากรูปแบบที่มนุษย์สร้าง (Manmade Form) ได้แก่ อาคารบ้านเรือน เครื่องใช้ สิ่งของต่างๆ สัญลักษณ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น (Conventional Symbol) นอกจากนี้การออกแบบสัญลักษณ์ให้บรรลุเป้าหมาย นักออกแบบควรคำนึงถึงหลักสำคัญ 3 ประการคือ

1. ความงามของสัญลักษณ์ จะต้องเกี่ยวโยงกับสุนทรียภาพ (Aesthetic Form) คือความงดงามของรูปแบบของสัญลักษณ์ไม่ว่าจะเป็น Representation หรือ Abstract ก็ตาม

2. ต้องเหมาะสมกับกาลเวลาทุกยุคทุกสมัย ควรหลีกเลี่ยงสิ่งที่เป็นความนิยมชั่วคราว

3. ต้องนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายประการ สามารถลอกเลียนด้วยวิธีต่างๆ เช่น การย่อหรือขยายได้

จากการพิจารณาถึงสื่อสัญลักษณ์ที่มีอยู่ทั่วไปแล้ว เราพอจะแยกประเภทตามลักษณะเฉพาะ อาจแบ่งได้เป็น

1. ภาพเครื่องหมายจราจร เป็นกติกาสากลซึ่งเข้าใจร่วมกันทั่วไป เพื่อความปลอดภัยในการใช้ยานพาหนะ เครื่องหมายภาพจราจรจะแสดงถึงสัญลักษณ์การใช้รถใช้ถนนในลักษณะต่างๆ กัน การออกแบบจะเน้นความชัดเจนของการสื่อความหมาย เข้าใจง่าย สีสันสะดุดตา

2. เครื่องหมายสถาบัน สมาคม และกลุ่มต่างๆ ซึ่งกำหนดรูปแบบ เพื่อแทนหรือเป็นสัญลักษณ์ของหน่วยงานนั้นๆ

3. เครื่องหมายบริษัท สินค้าหรือผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นการสร้างความเชื่อมั่น กระตุ้นความน่าสนใจในบริษัทการค้าหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ และยังเป็นการเน้นถึงคุณภาพที่น่าเชื่อถือด้วยรูปลักษณ์ของเครื่องหมายที่ปรากฏ

4. ภาพเครื่องหมายสถานที่ เป็นเครื่องหมายที่แสดงสัญลักษณ์ สถานที่ต่างๆ ที่แสดงให้เข้าใจร่วมกันได้โดยไม่ต้องใช้ตัวหนังสือหรือข้อความ ซึ่งบางครั้งอาจสื่อได้ยากกว่าการใช้สัญลักษณ์ เช่น โรงพยาบาล สนามบิน สถานีรถไฟ ห้องน้ำ

5. ภาพเครื่องหมายกิจกรรมต่างๆ เช่น การกีฬา การก่อสร้าง การประชุม

6. เครื่องหมายที่ใช้ในการออกแบบ เขียนแบบ เป็นเครื่องหมายภาพที่ใช้สื่อความหมายร่วมกันระหว่างผู้ออกแบบเขียนแบบแปลน และผู้อ่านแบบหรือบุคคลทั่วไปที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะของสัญลักษณ์ดังกล่าวแบ่งตามลักษณะของประเภทหรือเครื่องหมาย การออกแบบสัญลักษณ์ต่างๆ ทุกลักษณะ แบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ตามลักษณะและวิธีการออกแบบได้ 3 ประเภท คือ

1. ลักษณะแบบตัวอักษร (Letter marks) ได้แก่ การออกแบบสัญลักษณ์โดยอาศัยรูปแบบตัวอักษรมาประดิษฐ์จัดวางให้สวยงาม ชัดเจน การออกแบบอาจจะใช้เฉพาะตัวอักษร หรือคำย่อของหน่วยงาน บริษัทหรือสถาบันองค์การต่างๆ มาใช้

2. ลักษณะแบบภาพ (Pictograph) คือ การออกแบบสัญลักษณ์โดยใช้รูปภาพเป็นแนวคิดในการออกแบบ ภาพอาจเป็นการแสดงทิศทาง กิจกรรม การกระทา หรือภาพสัญลักษณ์ต่างๆ

3. ลักษณะแบบผสมผสาน (Combination Marks) คือการออกแบบภาพสัญลักษณ์ โดยนำเอารูปแบบตัวอักษรกับรูปภาพมาประกอบกัน ในการออกแบบอย่างสัมพันธ์กันและเหมาะสม

แนวคิดในการออกแบบ ในการออกแบบสัญลักษณ์ ควรจะยึดหลักเพื่อเป็นแนวคิด ดังนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับความงาม
2. แนวคิดเกี่ยวกับความหมาย
3. แนวคิดในการสร้างความเด่นและน่าสนใจ
4. ความเหมาะสมในการออกแบบและการใช้งาน

2. การออกแบบผลิตภัณฑ์

การออกแบบมีหลักการพื้นฐาน โดยอาศัยส่วนประกอบขององค์ประกอบศิลป์ คือ จุด เส้น รูปร่าง รูปทรง น้ำหนัก สี และพื้นผิว นำมาจัดวางเพื่อให้เกิดความสวยงามโดยมีหลักการ ดังนี้

1. ความเป็นหน่วย (Unity)

ในการออกแบบ ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงงานทั้งหมดให้อยู่ในหน่วยงานเดียวกันเป็นกลุ่มก้อน หรือมีความสัมพันธ์กันทั้งหมดของงานนั้นๆ และพิจารณาส่วนย่อยลงไปตามลำดับในส่วนย่อยๆก็คงต้องถือหลักนี้เช่นกัน

2. ความสมดุลหรือความถ่วง (Balancing)

เป็นหลักทั่วๆ ไปของงานศิลปะที่จะต้องดูความสมดุลของงานนั้นๆ ความรู้สึกทางสมดุลของงานนี้เป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นในส่วนของความคิดในเรื่องของความงามในสิ่งนั้นๆ มีหลักความสมดุลอยู่ 3 ประการ

2.1 ความสมดุลในลักษณะเท่ากัน (Symmetry Balancing)

คือ มีลักษณะเป็นซ้าย-ขวา บน-ล่าง เป็นต้น ความสมดุลในลักษณะนี้ดูและเข้าใจง่าย

2.2 ความสมดุลในลักษณะไม่เท่ากัน (Nonsymmetry Balancing) คือมีลักษณะสมดุลกันในตัวเอง ไม่จำเป็นจะต้องเท่ากัน แต่ดูในด้านความรู้สึกแล้วเกิดความสมดุลกันในตัวลักษณะการสมดุลแบบนี้ผู้ออกแบบจะต้องมี

การประลองดูให้แน่ใจในความรู้สึกของผู้พบเห็นด้วยซึ่งเป็นความสมดุลที่เกิดในลักษณะที่แตกต่างกันได้ เช่น ใช้ความสมดุลด้วยผิว (Texture) ด้วยแสง-เงา (Shade) หรือด้วยสี (Colour)

2.3 จุดศูนย์ถ่วง (Gravity Balance) การออกแบบใดๆที่เป็นวัตถุสิ่งของและจะต้องใช้งานการทรงตัวจำเป็นที่ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงจุดศูนย์ถ่วงได้แก่ การไม่โยกเอียงหรือให้ความรู้สึกไม่มั่นคงแข็งแรง ดังนั้นสิ่งใดที่ต้องการจุศูนย์ถ่วงแล้วผู้ออกแบบจะต้องระมัดระวังในสิ่งนี้ให้มาก ตัวอย่างเช่น เก้าอี้จะต้องตั้งตรงยึดมั่นทั้งสี่ขาเท่าๆกัน การทรงตัวของคนถ้ายืน 2 ขา ต้องมีน้ำหนักลงที่เท้าทั้ง 2 ข้างเท่าๆกัน ถ้ายืนเอียงหรือพิงฝาน้ำหนักตัวก็จะลงเท้าข้างหนึ่งและส่วนหนึ่งจะลงที่หลังพิงฝา รูปปั้นคนในท่าวิ่งจุดศูนย์ถ่วงจะอยู่ที่ใด ผู้ออกแบบจะต้องรู้และวางรูปได้ถูกต้องเรื่องของจุดศูนย์ถ่วงจึงหมายถึงการทรงตัวของวัตถุสิ่งของ

3. ความสัมพันธ์ทางศิลปะ (Relativity of Arts)

ในเรื่องของศิลปะนั้น เป็นสิ่งที่จะต้องพิจารณากันหลายขั้นตอนเพราะเป็นเรื่องความรู้สึกที่สัมพันธ์กัน อันได้แก่

3.1 การเน้นหรือจุดสนใจ (Emphasis or CentreofInterest) งานด้านศิลปะผู้ออกแบบจะต้องมีจุดเน้นให้เกิดสิ่งที่ประทับใจแก่ผู้พบเห็น โดยมีข้อบอกกล่าวเป็นความรู้สึกร่วมที่เกิดขึ้นเองจากตัวของศิลปกรรมนั้นๆ ความรู้สึกนี้ผู้ออกแบบจะต้องพยายามให้เกิดขึ้นเหมือนกัน

3.2 จุดสำคัญรอง (Subordinate)

คล้ายกับจุดเน้น แต่มีความสำคัญรองลงไปตามลำดับซึ่งอาจจะเป็นรองส่วนที่ 1ส่วนที่ 2 ก็ได้ ส่วนนี้จะช่วยให้เกิดความลดหลั่นทางผลงานที่แสดง ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงสิ่งนี้ด้วย

3.3 จังหวะ (Rhythem)

โดยทั่วไปสิ่งที่สัมพันธ์กันในสิ่งนั้นๆย่อมมีจังหวะ ระยะหรือความถี่ห่างในตัว หรือสิ่งแวดล้อมที่สัมพันธ์อยู่ก็ดีจะเป็นเส้น สี เงา หรือช่วงจังหวะของการตกแต่ง แสงไฟ ลวดลาย ที่มีความสัมพันธ์กันในที่นั้นเป็นความรู้สึกของผู้พบเห็นหรือผู้ออกแบบจะรู้สึกในความงามนั่นเอง

3.4 ความต่างกัน (Contrast)

เป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นเพื่อช่วยให้มีการเคลื่อนไหวไม่ซ้ำซากเกินไปหรือเกิดความเบื่อหน่าย จำเจ ในการตกแต่งก็เช่นกัน ปัจจุบันผู้ออกแบบมักจะหาทางให้เกิดความรู้สึกขัดกันต่างกัน เช่น เก้าอี้ชุดสมัยใหม่แต่ขณะเดียวกันก็มีเก้าอี้สมัยรัชกาลที่ 5 อยู่ด้วย 1 ตัว เช่นนี้ผู้พบเห็นจะเกิดความรู้สึกแตกต่างกันทำให้เกิดความรู้สึก ไม่ซ้ำซาก รสชาติแตกต่างออกไป

3.5 ความกลมกลืน (Harmomies)

ความกลมกลืน หมายถึง พิจารณาในส่วนรวมทั้งหมด แม้จะมีบางอย่างที่แตกต่างกันการใช้สีที่ตัดกันหรือการใช้ผิว ใช้เส้นที่ขัดกัน ความรู้สึกส่วนน้อยนี้ไม่ทำให้ส่วนรวมเสียก็ถือว่าเกิดความกลมกลืนกันในส่วนรวม ความกลมกลืนในส่วนรวมนี้ถ้าจะแยกก็ได้แก่ความเน้นไปในส่วนมูลฐานทางศิลปะอันได้แก่ เส้น แสง-เงา รูปทรง ขนาด ผิว สี นั่นเอง

ผลิตภัณฑ์ที่ดีย่อมเกิดมาจากการออกแบบที่ดีในการออกแบบผลิตภัณฑ์ นักออกแบบต้องคำนึงถึงหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ ที่เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ที่ดี ควรจะมีองค์ประกอบและใช้ความคิดสร้างสรรค์ วิธีการต่างๆ เสนอแนวคิดให้ผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมตามหลักการออกแบบโดยหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่นักออกแบบควรคำนึงนั้นมีอยู่ 9 ประการ คือ

1. หน้าที่ใช้สอย (FUNCTION)
2. ความปลอดภัย (SAFETY)
3. ความแข็งแรง (CONSTRUCTION)

4. ความสะดวกสบายในการใช้ (ERGONOMICS)
5. ความสวยงาม (AESTHETIES)
6. ราคาพอสมควร (COST)
7. การซ่อมแซมง่าย (EASE OF MAINTENANCE)
8. วัสดุและการผลิต (MATERIALS AND PRODUCTION)
9. การขนส่ง (TRANSPORTATION)

3. การออกแบบบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์เป็นส่วนสำคัญยิ่งต่อผลิตภัณฑ์ มีหน้าที่ห่อหุ้ม ป้องกัน ลำเลียง จัดส่ง และนำเสนอสินค้าโดยผ่านกระบวนการบรรจุลงภาชนะต่างๆ เพื่อกระจายสู่ผู้บริโภค เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อการเก็บรักษาหรือในระหว่างการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ด้วยต้นทุนการผลิตที่เหมาะสม อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มคุณค่าและมูลค่าให้แก่ตัวผลิตภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์ มีหลากหลาย อาทิเช่น กลัก กล่อง กระป๋อง อับ ตลับ ห่อ คอนเทนเนอร์ (Container) ซึ่งแบ่งนิยามตามการใช้งานได้เป็น ภาชนะบรรจุ หมายถึง ภาชนะหรือโครงสร้างใดๆ ที่ใช้ในการผลิตภาชนะห่อหุ้ม และรวบรวมผลิตภัณฑ์ให้เป็นหน่วย เพื่อนำส่งผลิตภัณฑ์ถึงผู้บริโภคในสภาพที่สมบูรณ์ นอกจากนี้ ยังรวมถึงฉลากและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการมัดหรือปิดภาชนะบรรจุด้วย การบรรจุ หมายถึง กระบวนการขั้นตอนต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตภาชนะบรรจุและบรรจุผลิตภัณฑ์ลงในภาชนะบรรจุ มีวัตถุประสงค์เพื่อนำผลิตภัณฑ์ไปถึงผู้บริโภคในสภาพที่สมบูรณ์ Container หมายถึง ภาชนะที่ใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์ เพื่อการขนส่งเป็นสำคัญและไม่รวมฉลาก หรืออุปกรณ์ใดๆ ที่ใช้สำหรับมัดหรือปิดภาชนะบรรจุ Packing หมายถึง กระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์ในภาชนะบรรจุ เพื่อรวบรวมเป็นหน่วยเดียวกันเพื่อการขนส่งผลิตภัณฑ์เป็นสำคัญ (งามทิพย์ ภู่วโรดม, 2538)

แนวคิดในการออกแบบบรรจุภัณฑ์

บรรจุภัณฑ์เป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิต หน้าที่อันสำคัญของบรรจุภัณฑ์มีจุดมุ่งหมายคือ (สุมาลี ทองรุ่งโรจน์, 2555)

1. เพื่อการรองรับสินค้า สินค้าจะต้องมีบรรจุภัณฑ์รองรับสินค้า หากไม่มีบรรจุภัณฑ์จะทำให้การขนส่งเป็นไปด้วยความยากลำบาก บรรจุภัณฑ์เป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ในการกระจายสินค้าเพื่อให้สินค้าเกษตรและอุตสาหกรรมนั้นสามารถเคลื่อนย้ายจากไร่จากโรงงานไปยังผู้บริโภคได้ จะเห็นได้ว่าปัจจุบัน ความต้องการในการขนย้ายสินค้าจะต้องใช้การหีบห่อ เพื่อทำหน้าที่ในการรองรับสินค้า เพื่อให้ผู้บริโภคตัดสินใจในการเลือกซื้อสินค้าเมื่อวางจำหน่าย และไม่เพียงแต่ทำหน้าที่รองรับสินค้าเท่านั้น ยังทำหน้าที่เพื่อคุ้มครองสินค้าให้ถึงมือผู้บริโภคให้คงสภาพเดิมเช่นเดียวกับเมื่อออกจากแหล่งผลิต

2. เพื่อช่วยถนอมอาหาร บรรจุภัณฑ์ทำหน้าที่ถนอมอาหาร และช่วยรักษาคุณภาพอาหาร ในยุคปัจจุบันอาหารมากกว่า 50% ต้องการบรรจุภัณฑ์ช่วยในการถนอมอาหารไม่เช่นนั้นแล้วอาหารทุกชนิดจะเปลี่ยนสภาพเน่าเสีย เพื่อป้องกันความชื้นและก๊าซต่างๆ และถ้าสัมผัสกับอาหารโดยตรงจะต้องไม่มีปฏิกิริยาทางเคมี และไม่สามารถให้อาหารดูดกลิ่นหรือดูดซึมสารละลายของหมึกพิมพ์บนบรรจุภัณฑ์

3. เพื่อป้องกันทางกายภาพ สินค้าทุกชนิดอาจได้รับความเสียหายระหว่างการเคลื่อนย้าย สินค้าประเภทที่แตกหักง่ายและมีมูลค่าสูงได้แก่ เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องอิเล็กทรอนิกส์ และเครื่องแก้วนั้น บรรจุภัณฑ์จะต้องสามารถป้องกันสินค้าอันเกิดความเสียหายได้ในระหว่างการขนส่ง เช่น ความชื้น อาจทำให้เกิดการกัดกร่อน ไม่มีปริมาตรเพิ่มขึ้นหรือแยกชั้น ดังนั้นบรรจุภัณฑ์จึงมีหน้าที่คุ้มครองสินค้าและปกป้องสิ่งบรรจุที่อยู่

ภายในมิให้เกิดความเสียหาย อันมีสาเหตุมาจากสภาพแวดล้อม รวมทั้งสภาพด้านฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา กล่าวคือต้องไม่รั่วซึม ไม่ทำปฏิกิริยาทางเคมีจนเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติ และแม้ว่าสินค้าที่ถูกผ่านไปถึงมือผู้บริโภคแล้ว บรรจุภัณฑ์ก็ยังต้องทำหน้าที่เป็นสิ่งห่อหุ้มคุ้มครองสินค้าจนกว่าสินค้านั้นจะถูกบริโภคหมดไป

4. เพื่อให้ความปลอดภัย ป้องกันไม่ให้สินค้าเน่าเสีย บรรจุภัณฑ์จะช่วยขจัดการเสี่ยงในการเกิดโรค จากการคิดค้นในกรรมวิธีการบรรจุภัณฑ์จะทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารได้รับความปลอดภัยยิ่งขึ้นภายในบ้านเรือนจะมีผลิตภัณฑ์เคมีหลายชนิดที่จะทำให้เกิดพิษภัย ถ้าสูดดมหรือสัมผัสโดยทางผิวหนัง ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ ได้แก่ ยาฆ่าแมลงชนิดฉีดพ่น สารขัดและทำความสะอาด ปุ๋ยและยาปราบวัชพืชการใช้บรรจุผลิตภัณฑ์เหล่านี้อย่างปลอดภัย ควรใช้ฝาขวดที่เด็กเล็กเปิดไม่ได้ และฝาขวดที่ใช้ในการเทยาในรูปแบบต่างๆ ช่วยลดการเกิดอุบัติภัยต่างๆ ได้อย่างมาก

5. เพื่อสื่อข้อความ การบริการแบบช่วยตนเอง (Self-Service) ในลักษณะการขายปลีกบรรจุภัณฑ์ ยังต้องทำหน้าที่ในการขายสินค้าด้วย นอกจากบรรจุภัณฑ์จะช่วยดึงดูดผู้ซื้อและบ่งชี้ถึงตรายี่ห้อของสินค้าแล้ว บรรจุภัณฑ์ยังให้ข้อมูลเกี่ยวสินค้า เพื่อช่วยให้ผู้ซื้อตัดสินใจในการเลือกซื้อด้วย บรรจุภัณฑ์สื่อข้อความ เช่น ปริมาณ วิธีการใช้ ปัจจุบันในกรณีของผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิดยังได้มีวิธีการประกอบอาหาร และข้อแนะนำต่างๆด้วย นอกจากนี้ยังมีข้อมูลตามที่กฎหมายกำหนด เช่น วันที่ผลิต หรือวันหมดอายุ ส่วนผสม คุณค่าทางโภชนาการ คำเตือน ชื่อและที่อยู่ของผู้ผลิตถ้าปราศจากบรรจุภัณฑ์แล้ว ผู้บริโภคจะขาดหลักประกันในความสดของอาหาร ส่วนผสมและคุณค่าทางโภชนาการ อีกทั้งผู้บริโภคไม่อาจรู้ได้เลยถึงอันตรายของสารเคมีที่ใช้

6. เพื่อความสะดวก ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์อาหารแช่แข็งหลายชนิด เช่น ไอศกรีม ผัก เนื้อ ปลา หรือแม้แต่อาหารที่ปรุงสำเร็จแล้วผลิตภัณฑ์อาหารเหล่านี้บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่เข้าเตาไมโครเวฟได้ทันที บรรจุภัณฑ์ยังให้ความสะดวกในการเปิด-ปิด การเท การเปิดเมื่อยังใช้ไม่หมดหรือการบรรจุเป็นส่วนย่อย เช่น ถุงชา กาแฟ นม เป็นต้น

7. ช่วยเพิ่มผลกำไร หีบห่อจะทำหน้าที่อย่างสมบูรณ์ไม่ได้ ถ้าหากหีบห่อไม่สามารถช่วยเพิ่มผลกำไรให้กับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ หีบห่อสามารถช่วยส่งเสริมยุทธวิธีการตลาด โดยการเปิดตลาดใหม่หรือการเพิ่มยอดขายให้กับสินค้าแต่ละชนิด เนื่องจากในตลาดมีสินค้าและคู่แข่งเพิ่มขึ้นตลอดเวลา หากบรรจุภัณฑ์ของสินค้าใดได้รับการออกแบบเป็นอย่างดี จะสามารถดึงดูดตา ดึงดูดใจผู้บริโภคและก่อให้เกิดการซื้อในที่สุด รวมทั้งการลดต้นทุนการผลิต

รูปลักษณ์ของบรรจุภัณฑ์โดยส่วนใหญ่มักเป็นรูปทรงเรขาคณิต เช่น สี่เหลี่ยมและทรงกลม รูปทรงในการออกแบบต่างๆย่อมทำให้เกิดความรู้สึกที่แตกต่างกัน ในปัจจุบันจำต้องออกแบบให้เกิดความสะดุดตา และสร้าง ความสนใจให้แก่กลุ่มเป้าหมาย นอกจากรูปลักษณ์ของตัวบรรจุภัณฑ์ การออกแบบกราฟิกย่อมมีบทบาทอย่างมากในการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีแก่กลุ่มเป้าหมาย

การออกแบบเป็นชุด (Package Uniform) เป็นเทคนิคที่มีความนิยมมากใช้กันมาก จากองค์ประกอบทางศิลปะที่เป็น จุด เส้น และภาพ มาจัดเป็นรูปบนบรรจุภัณฑ์ สร้างอารมณ์ร่วมจากการสัมผัสด้วยสายตา หลักเกณฑ์ในการออกแบบ คือให้ดูง่ายสะอาดตา แต่ต้องทันสมัยและเหมาะแก่การใช้งาน ความง่ายสะอาดตามีผลต่อการดึงดูดความสนใจ ความทันสมัยช่วยสร้างความแปลกใหม่ ส่วนความรู้สึกว่าเหมาะแก่การใช้งานเสริม ความรู้สึกว่าคุ้มค่าเงิน และความมั่นใจในตัวสินค้า จากการออกแบบเป็นชุดของสินค้า มีผลต่อการทำให้ผู้บริโภคเกิดความทรงจำที่ดีถ้าออกแบบได้ตรงกับ รสนิยมของกลุ่มเป้าหมาย การออกแบบบรรจุภัณฑ์เป็นชุดเปรียบเสมือน ชุดแบบฟอร์ม ของเสื้อผ้าคนที่ใส่ เช่น มีชุดสูท ชุดพระราชทาน ชุดม่อฮ่อม เป็นต้น

การเรียงต่อเป็นภาพ ณ จุดขาย เทคนิคการออกแบบวิธีนี้ยึดหลักในการสร้างภาพ ณ จุดขายให้เป็นภาพใหญ่ ดูเป็นภาพที่ต่อหรือสัมพันธ์กัน อาจเป็นภาพขนาดใหญ่ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อดึงดูดความสนใจของ

ผู้บริโภคในระยะทางไกล ตามรายละเอียดเรื่องสรีระในการอ่าน และประสาทสัมผัสของผู้ซื้อ ณ จุด เนื่องจากโอกาสที่ตัวบรรจุภัณฑ์และรายละเอียดบนบรรจุภัณฑ์จะสามารถมองเห็น ในระยะเกิน 10 เมตรขึ้นไปนั้นเป็นไปได้ยาก ด้วยเหตุนี้จึงต้องใช้พื้นที่บนหิ้งที่วางสินค้านั้นจัดเป็นภาพใหญ่เพื่อดึง ดูดความสนใจ ภาพที่ต่อขึ้นจากการเรียงบรรจุภัณฑ์นั้น จะต้องเป็นภาพที่สร้างความประทับใจหรือกระตุ้นให้เกิดความอยากได้ของกลุ่มเป้าหมาย ที่อาจเคยเห็นภาพดังกล่าวจากสื่อ เช่น บนตัวบรรจุภัณฑ์ที่เคยบริโภคหรือสื่อโฆษณาต่างๆ เป็นต้น การต่อเป็นภาพของบรรจุภัณฑ์นี้ยังต้องระมัดระวังขั้นตอนการแปรรูปบรรจุภัณฑ์ เช่นการทับเส้น และการพิมพ์ บนบรรจุภัณฑ์จะต้องแน่นอนมีคุณภาพดี เพื่อว่าภาพจะเป็นภาพที่สมบูรณ์ตามต้องการ

การออกแบบแสดงศิลปะท้องถิ่น มีจุดมุ่งหมายอันดับแรก คือ การส่งเสริมสินค้าที่ผลิตภายในท้องถิ่นเพื่อเสนอแก่นักท่องเที่ยว เพื่อซื้อไปเป็นของฝาก ถ้าสินค้าดังกล่าวได้รับความนิยมในวงกว้างก็สามารถนำออกขายในตลาดที่มีขนาดใหญ่ขึ้น หรืออาจส่งขายไปยังต่างประเทศได้ ถ้าสามารถควบคุมคุณภาพ การผลิต และมีวัตถุดิบมากพอ พร้อมทั้งกระบวนการผลิต แบบอัตโนมัติที่สามารถวางแผนงานการผลิตได้ รายละเอียดบนบรรจุภัณฑ์ที่ ใช้สื่อความหมายเพื่อเป็นของฝากนี้ มักจะใช้สิ่งที่รู้จักกันดีในท้องถิ่นนั้น เช่น รูปจระเข้ชาละวันของจังหวัดพิจิตร รถม้าของจังหวัดลำปาง ภูมิประเทศในท้องถิ่น เป็นต้น ในบางกรณีอาจนำวัสดุที่ผลิตได้ในท้องถิ่นมาใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ เพื่อความแปลกใหม่ นอกเหนือจากรายละเอียด ของกราฟิกการออกแบบบรรจุภัณฑ์ เพื่อซื้อไปเป็นของฝากจำต้องพิจารณาถึงความสะดวกในการนำกลับของผู้ซื้อ และความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์ในการนำไปมอบเป็นของขวัญ มีการออกแบบหูหิ้ว เพื่อความสะดวกในการนำกลับ

การออกแบบของขวัญ ค่อนข้างจะแตกต่างจากเทคนิคอื่น สาเหตุเนื่องจากผู้ซื้อสินค้าที่เป็นของขวัญไม่มีโอกาสบริโภค การตัดสินใจซื้อเกิดขึ้น ณ จุดขาย ด้วยเหตุนี้การออกแบบบรรจุภัณฑ์ ของขวัญที่ดีจึงมีบทบาทสำคัญมากต่อความสำเร็จของการขายสินค้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเทศกาลต่างๆ

2.1หลักการออกแบบสื่อการเรียนรู้

2.1.1 การออกแบบสื่อและประชาสัมพันธ์

การออกแบบสื่อโฆษณาสิ่งพิมพ์ไม่ว่าจะเป็นหนังสือพิมพ์หรือนิตยสารจะเริ่มต้นด้วยการกำหนดแนวทางความคิดการจัดผังงานโฆษณาจนถึงกระบวนการผลิตซึ่งประกอบด้วยการถ่ายภาพและการนำข้อความต่างๆมาจัดทำเป็นต้นฉบับส่งโรงพิมพ์

2.1.1.1 หลักการออกแบบ (Principles of Design) เป็นการกำหนดองค์ประกอบต่างๆ ให้มีความผสานกลมกลืนสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการใช้สื่อสิ่งพิมพ์นั้นๆ

- ความมีเอกภาพ (Unity) หมายถึงการนำองค์ประกอบต่างๆเช่นภาพประกอบ ข้อความโฆษณา พาดหัว เครื่องหมายการค้ามาจัดวางให้มีความสัมพันธ์เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน ไม่กระจัดกระจายเพื่อให้ได้ภาพโฆษณาที่ต้องการสิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบสื่อโฆษณาสิ่งพิมพ์
- ความกลมกลืน (Harmony) หมายถึง ความพอเหมาะพอดีของส่วนประกอบต่างๆในภาพไม่ว่าจะเป็นสีลักษณะของตัวอักษรตามภาพประกอบทำให้ภาพโฆษณามีความสวยงามสะดุดตาและสื่อความหมายได้ดี
- ความต่อเนื่อง (Sequence) หมายถึง การนำสายตาผู้ดูไปสู่จุดสนใจของภาพโฆษณา ซึ่งโดยปกติสายตาจะเคลื่อนจากซ้ายไปขวาจากบนลงล่างจากภาพใหญ่ไปหาภาพเล็กจากภาพสีไปสู่ภาพขาว-ดำ การเคลื่อนที่ในลักษณะเส้นตัวอักษร Z หรือ S ก็สามารถควบคุมทิศทางการเคลื่อนของสายตาได้
- การเน้น (Emphasis) หมายถึงการเน้นให้ส่วนหนึ่งส่วนใดมีความเด่นชัดออกมา ไม่ว่าจะเป็นภาพประกอบพาดหัว เครื่องหมายการค้าหรือข้อความโฆษณาโดยการดึงส่วนนั้นออกมาจากส่วนอื่น

- ความแตกต่าง (Contrast) เป็นการสร้างความแตกต่างของสิ่งใดสิ่งหนึ่งเพื่อแสดงจุดสำคัญของภาพให้เร้าความรู้สึกอาจทำได้โดยการใช้ขนาดสีสันรูปร่างและทิศทางที่แตกต่างกันจากองค์ประกอบอื่นๆ ในภาพทำให้เกิดความเด่นชัดน่าสนใจมากขึ้นของภาพให้มีน้ำหนักเท่ากัน ไม่หนักไปด้านใดด้านหนึ่งซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดรูปร่างหรือน้ำหนักสีดุลยภาพมี2ชนิดคือ

1. ดุลยภาพแบบสมมาตร (Formal Balance) หมายถึง ภาพที่มีลักษณะเหมือนกันทั้งด้านซ้ายและด้านขวา

2. ดุลยภาพแบบอสมมาตร (Informal Balance) หมายถึงการจัดวางองค์ประกอบต่างๆ ในภาพด้านซ้ายและด้านขวาไม่เหมือนกันแต่ดูมีน้ำหนักเท่ากัน

2.2 พิพิธภัณฑ์พื้นบ้านจ่าทวี จังหวัดพิษณุโลก

พิพิธภัณฑ์พื้นบ้านจ่าทวี กำเนิดขึ้นโดยน้ำพักน้ำแรง และชีวิตจิตใจของ "ลุงจ่า" หรือ จ่าสิบเอกทวี บูรณเขตต์ เริ่มต้นจากความสนใจส่วนตัวของท่านในการรวบรวมเครื่องมือเครื่องใช้พื้นบ้านทุกประเภท ทั้งเครื่องดนตรี เครื่องมือช่าง เครื่องมือดักสัตว์ เครื่องมือทำงาน เครื่องจักสาน อาวุธ ฯลฯ ดำเนินการจัดสร้างพิพิธภัณฑ์พื้นบ้านจ่าทวีขึ้นโดยใช้ทุนทรัพย์ส่วนตัวทั้งหมดจัดเป็นคลังแห่งความรู้แสดงรายละเอียดวิธีการใช้ความสัมพันธ์กับวิถีชีวิตของผู้คนโดยสะท้อนให้เห็นถึงชีวิต ความเป็นอยู่ความเชื่อและภูมิปัญญาพื้นบ้านได้เป็นอย่างดีภายในพื้นที่พิพิธภัณฑ์พื้นบ้านจ่าทวีมีแนวต้นไม้ร่มรื่น อาคารแสดงทั้งหมด 4 อาคาร ค่าบำรุงพิพิธภัณฑ์ ผู้ใหญ่ ท่านละ 50 บาท เด็ก 20 บาท สำหรับคนไทย

สำหรับอาคารภายในพิพิธภัณฑ์พื้นบ้านจ่าทวีนั้น

อาคาร 1 เป็นอาคารสำนักงานและจำหน่ายของที่ระลึก เช่น พวงกุญแจ สมุดโน้ต เสื้อ ถุงผ้า ของน่ารักอีกหลายอย่างให้เลือกซื้อเพื่อเป็นของที่ระลึก

อาคาร 2 เป็นอาคารไม้เก่า 2 ชั้น ภายในบ้านหลังนี้จัดแสดงภาพประวัติศาสตร์ท้องถิ่นพิษณุโลกของโบราณต่างๆ เช่น แบบจำลองเรือและเรือนสมัยโบราณรวมถึงข้าวของเครื่องใช้ สมุนไพร ยาโบราณต่างๆ เป็นต้น

อาคาร 3 เป็นอาคารพิพิธภัณฑ์หลังใหม่จัดแสดงเครื่องมือเครื่องใช้ท้องถิ่นและวิถีชีวิตชาวบ้าน อาคารนี้มี 2 ชั้น

ชั้นล่าง จัดแสดงเสื้อผ้าเครื่องแต่งกายข้าวของเครื่องใช้พื้นบ้านไทยในอดีตส่วนใหญ่มาจากภาคเหนือตอนล่าง เช่นนครสวรรค์ สุโขทัย ตาก เพชรบูรณ์ พิจิตร กำแพงเพชร อุตรดิตถ์และที่สำคัญที่ขาดไม่ได้คือพิษณุโลก เช่นเครื่องมือจับสัตว์น้ำ เครื่องจักสาน ครัวไฟ พาไล

ชั้นบนของอาคารพิพิธภัณฑ์พื้นบ้านจ่าทวีอาคารที่ 3 นี้ จัดแสดงเครื่องปั้นดินเผา เครื่องดนตรี ของเล่น เครื่องทองเหลือง อาวุธต่างๆ เรือนอยู่ไฟ เช่น สุ่ม (สำหรับจับปลา) ลูกมะพร้าวดักลิง กรงตาแมว กะลากันมด เป็นต้น

อาคาร 4 จัดแสดงนิทรรศการชาวโซ่ง (ลาวโซ่ง หรือ ไทยทรงดำ) กรณีศึกษาชาวโซ่ง บ้านแหลมมะค่า อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก ซึ่งอพยพมาจากเพชรบุรีราชบุรีมานานแล้วโดยชาวโซ่ง จะมีพิธีเสนเรือน(เลี้ยงผีปู่ย่าตายาย)

2.3 การออกแบบกราฟิก

งานกราฟิกเป็นส่วนสำคัญที่มีบทบาทยิ่งต่อการออกแบบและกระบวนการผลิตสื่อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อที่ต้องการการสัมผัสรับรู้ด้วยตาได้แก่ หนังสือ นิตยสาร วารสาร แผ่นป้าย บรรจุภัณฑ์ แผ่นพับ แผ่นปลิว

โทรทัศน์ โฆษณา ภาพยนตร์ ฯลฯ นักออกแบบจะใช้วิธีการทางศิลปะและวิธีการทางการออกแบบร่วมกันสร้างรูปแบบสื่อ เพื่อให้เกิดศักยภาพสูงสุดในการที่จะเป็นตัวกลางในการสื่อความหมายระหว่างผู้ส่งสารและผู้รับสารวิธีการออกแบบและวิธีแก้ปัญหาการออกแบบ โดยการนำเอารูปภาพประกอบ ภาพถ่าย สัญลักษณ์รูปแบบ ขนาดตัวอักษร มาจัดวางเพื่อให้เกิด การนำเสนอข้อมูลอย่างชัดเจนเกิดผลดีต่อกระบวนการสื่อความหมาย

ความหมายของการออกแบบกราฟิก

เป็นลักษณะของการออกแบบพื้นผิว 2 มิติ เพื่อเป็นสื่อกลางสำหรับถ่ายทอดข้อความความรู้สึกนึกคิดและอารมณ์จากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่งเพื่อให้เข้าใจและรู้เรื่องโดยใช้ประสาทตาในการรับรู้เป็นส่วนใหญ่งานกราฟิกมีอิทธิพลต่อชีวิตประจำวันของเราเป็นอย่างมากสิ่ง ที่เรามองเห็นด้วยตาจะโน้มน้าวจิตใจได้ดีกว่าการรับรู้ประเภทอื่นงานกราฟิกที่ดีต้องขึ้นอยู่กับการออกแบบที่ดีด้วยนับตั้งแต่หลักการเบื้องต้นของศิลปะรวมถึงการเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ในการผลิตวัสดุกราฟิกนอกจากนี้ยังต้องมีความรู้ในเรื่องเทคโนโลยีใหม่ๆซึ่งจะสามารถนำมาใช้ในการออกแบบกราฟิกด้วยเพื่อที่จะสามารถพัฒนางานออกแบบให้ทันยุคสมัยที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

คุณค่าของงานกราฟิก

งานกราฟิกชิ้นที่ดีจะทำให้เห็นถึงความคิดในการออกแบบเป็นเลิศจะมีอิทธิพลโดยตรงที่ จะโน้มน้าวผู้รับข้อมูลให้เกิดความสนใจและยอมรับและในขณะเดียวกันก็ยังแสดงถึง

1. เป็นสื่อกลางในการสื่อความหมายให้เกิดความเข้าใจตรงกันจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งได้อย่างถูกต้องและชัดเจน
2. สามารถทำหน้าที่เป็นสื่อ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้เกิดการศึกษากับกลุ่มเป้าหมาย ได้เป็นอย่างดี
3. ช่วยทำให้เกิดความน่าสนใจประทับใจและน่าเชื่อถือแก่ผู้พบเห็น
4. ช่วยให้เกิดการกระตุ้นทางความคิดและการตัดสินใจอย่างรวดเร็ว
5. ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์
6. ทำให้ผู้พบเห็นเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทั้งทางด้านการกระทำและความคิด

ความสำคัญของการออกแบบงานกราฟิก

1. การออกแบบที่ดีทำให้ข้อมูลที่กระจัดกระจายมีระเบียบมากขึ้นก่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนและถูกต้อง
2. ช่วยให้ระบบการถ่ายทอดข้อมูลเป็นไปอย่างรวดเร็วและชัดเจน
3. ช่วยสร้างสรรค์สัญลักษณ์ทางสังคมเพื่อการสื่อความหมายร่วมกัน
4. ช่วยพัฒนาระบบการสื่อสารให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น
5. ช่วยให้เกิดจินตภาพเกิดมีแนวคิดสิ่งใหม่ๆอยู่เสมอๆ
6. ส่งเสริมให้เกิดค่านิยมทางความงาม
7. ส่งเสริมความก้าวหน้าทางธุรกิจและการพัฒนาประเทศ
8. ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ และเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม

อิทธิพลของศิลปะในการออกแบบกราฟิก

องค์ประกอบสำคัญที่จะช่วยทำให้งานกราฟิกมีความโดดเด่นน่าสนใจ นักออกแบบจึงใช้หลักและวิธีการทางศิลปะเป็นแนวทางในการออกแบบโดยพิจารณาดังนี้

1.รูปแบบตัวอักษรและขนาด

การสร้างรูปแบบตัวอักษรให้มีรูปแบบแปลกตาสวยงามจะช่วยเร่งเร้าความรู้สึกตอบสนองได้เป็นอย่างดีโดยเน้นความชัดเจนสวยงามสอดคล้องกับจุดประสงค์สำหรับข้อความนำเรื่องและข้อความรายละเอียด

2.การกำหนดระยะห่างและพื้นที่ว่าง

การจัดพื้นที่ว่างในการออกแบบกราฟิกมีวัตถุประสงค์เพื่อการจัดระเบียบของข้อมูล ช่วยเน้นความเป็นระเบียบและความชัดเจนระยะห่างหรือพื้นที่ว่างจะช่วยพักสายตาในการอ่าน ทำให้ดูสบายตาสร้างจังหวะลีลาขององค์ประกอบภาพให้เหมาะสมและสวยงาม

3.การกำหนดสี

สีมีบทบาทอย่างมากที่ช่วยเน้นความชัดเจนทำให้สะดุดตาสร้างสรรค์ความสวยงาม การกำหนดสีใดๆขึ้นอยู่กับประเภทของงานนั้นๆข้อสำคัญที่ควรคำนึงถึงคือสีบนตัวภาพพื้นภาพและตัวอักษรต้องมีความโดดเด่นชัดเจนเหมาะกับกลุ่มเป้าหมายซึ่งมีความชอบที่แตกต่างกันนักออกแบบจะพยายามใช้สีเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์มากที่สุด

4.การจัดวางตำแหน่ง

เป็นการจัดวางโครงร่างทั้งหมดที่จะกำหนดตำแหน่งขนาดของภาพประกอบตำแหน่งของข้อความทั้งหมดและส่วนประกอบอื่นๆที่ปรากฏซึ่งต้องคำนึงถึงจุดเด่นที่ควรเน้นความสมดุลต่างๆ ความสบายตาในการมองนักออกแบบต้องให้ความสำคัญต่อทุกๆส่วนที่ปรากฏบนชิ้นงานเท่ากันทั้งหมดความพอเหมาะพอดีช่วยให้งานออกแบบมีความน่าเชื่อถือและน่าสนใจ

ส่วนประกอบของการออกแบบ

1.จุด เป็นส่วนประกอบที่เล็กที่สุดเป็นพื้นฐานเบื้องต้นของส่วนประกอบต่างๆโดยอาจเรียงเป็นเส้นหรือรวมเป็นภาพ

2.เส้น เป็นส่วนประกอบของจุดหลายๆ จดต่อเนื่องกันจนกลายเป็นเส้นอาจเป็นเส้นตรงเส้นโค้งก็ได้รวมถึงสิ่งอื่นๆที่มีลักษณะเป็นแนวเส้น

3.รูปร่างเมื่อนำเส้นมาบรรจบกันจะเป็นภาพรูปร่างมีลักษณะเป็น2มิติคือกว้างและยาวซึ่งมีลักษณะเช่น รูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม รูปกลม รูปหลายเหลี่ยม รูปอิสระไม่แน่นอน

4.รูปทรง เป็นลักษณะของรูป3มิติซึ่งนอกจากจะมีความกว้างความยาวแล้วยังเพิ่มความหนาขึ้นอีกด้วย ทำให้เราทราบถึงรูปร่างสัณฐานของวัตถุต่างๆได้

5.แสงและเงา เราสามารถเห็นวัตถุต่างๆได้ก็ต่อเมื่อมีแสงไปกระทบวัตถุนั้นแล้วแสงจากวัตถุนั้นสะท้อนเข้าตาเรา จึงทำให้เราเห็นภาพขึ้น ส่วนเงานั้นจะทำให้เราเห็นภาพนั้นเด่นขึ้นหรือเห็นรายละเอียดชัดเจนขึ้นว่าวัตถุนั้นมีรูปร่างเป็นอย่างไร

6.สี มีอิทธิพลอย่างมากต่อมนุษย์เราสีที่ปรากฏนั้นอาจเกิดจากการมองเห็นของสายตาจากการที่แสงส่องมากระทบวัตถุเกิดจากสีที่มีอยู่ในตัวของวัตถุเองเราอาจแยกสีเป็น 2 ประเภท คือ

- สีที่เกิดจากธรรมชาติ เช่น สีของใบไม้ ดอกไม้ ท้องฟ้า สีผิว และอื่นๆ อีกมากมาย
- สีที่เกิดจากการผลิตขึ้นมาโดยมนุษย์อาจให้สีเหมือนธรรมชาติหรือสร้างขึ้นมาใหม่ก็ได้

7.ลักษณะพื้นผิวในการออกแบบกราฟิกพื้นผิวมี 2 ลักษณะคือ

- พื้นผิวที่สามารถสัมผัสได้อาจเรียบหรือขรุขระ
- พื้นผิวที่สื่อออกมาด้วยลายเส้นหรือวิธีการใดๆทางกราฟิก

8.สัดส่วน สัดส่วนทั้งในส่วนของวัตถุและความเหมาะสมระหว่างวัตถุและบริเวณภาพ ซึ่งเรื่องนี้เกี่ยวข้องกับเรื่องขนาดปริมาณและบริเวณว่างจะต้องพิจารณาให้ละเอียดไม่ควรละเลย ซึ่งจะมีผลต่อการสื่อความหมายได้

9.ทิศทาง เป็นการนำสายตาจูงใจและแสดงความเคลื่อนไหวอาจแสดงด้วยเส้นลูกศร สายตา การเดินทางถนนฯลฯ

10.จังหวะ ลีลาการจัดวางเส้นรูปร่างรูปทรงที่มีความต่อเนื่องมีลีลาที่เคลื่อนที่ แสดงความถี่หรือใกล้ชิดความห่างหรือไกลกันและอาจมีความพอเหมาะพอดีที่เรียกว่า“ลงตัว”

11.บริเวณว่าง ควรจะคำนึงถึงและใช้ให้ถูกต้องมิเช่นนั้นแล้วจะมีผลต่อการสื่อความหมายให้ผิดพลาดคลาดเคลื่อนได้การใช้บริเวณว่างที่เหมาะสมจะทำให้ได้ภาพชัดเจนง่ายต่อการรับรู้และเข้าใจรวมไปถึงความงามอีกด้วย

12.ระยะของภาพ สายตาของมนุษย์เราจะมองเห็นภาพที่อยู่ใกล้ชัดเจนที่สุดและมองเห็นภาพที่อยู่ไกลเลือนรางให้รายละเอียดไม่ชัดเจนการรับรู้ของสายตาและการถ่ายทอดเพื่อสื่อความหมายในเรื่องระยะของภาพนี้ ทำให้เกิดความถูกต้องสมจริงบอกได้ถึงขนาดสัดส่วนระยะทาง ความลึก ฯลฯ

การจัดองค์ประกอบของงานกราฟิก

1.จัดให้เป็นเอกภาพ ในที่นี้หมายถึงสิ่งที่ช่วยทำให้ชิ้นงานเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันซึ่งต้องขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์นั้นๆความเป็นเอกภาพจะครอบคลุมถึงเรื่องของความคิดและการออกแบบ

2.ความสมดุล ในงานกราฟิกเป็นเรื่องของความงามความน่าสนใจเป็นการจัดสมดุลกัน ทั้งในด้านรูปแบบและสีมีอยู่ 2 ลักษณะที่สำคัญ คือ

- ความสมดุลในรูปทรงหรือความเหมือนกันทั้ง 2 ด้าน คือเมื่อมองดูภาพแล้วเห็นได้ทันที ว่าภาพที่ปรากฏนั้นเท่ากัน ลักษณะภาพแบบนี้จะทำให้ความรู้สึกที่มั่นคงเป็นทางการแต่อาจทำให้ดูน่าเบื่อได้ง่าย
- ความสมดุลในความรู้สึก หรือความสมดุลที่สองข้างไม่เหมือนกัน เป็นความแตกต่างกันทั้งในด้านรูปแบบ สี หรือพื้นผิวแต่เมื่อมองดูโดยรวมจะเห็นว่าเท่ากันไม่เอนเอียงไปข้างใดข้างหนึ่งความสมดุลในลักษณะนี้ทำให้เกิดความรู้สึกเคลื่อนไหวแปรเปลี่ยนไม่เป็นทางการและไม่น่าเบื่อ

3. การจัดให้มีจุดสนใจ ภายในเนื้อหาที่จำกัดจะต้องมีการเน้นการเน้นจะเป็น ณ จุดใดจุดหนึ่งที่เห็นว่ามีความสำคัญอาจทำได้ด้วยภาพหรือข้อความก็ได้โดยมีหลักว่า“ความคิดเดียวและจุดสนใจเดียว” การ มีหลายความคิดหรือมีจุดสนใจหลายจุดจะทำให้การออกแบบ เกิดความล้มเหลวเพราะหาจุดเด่นชัดไม่ได้ภาพรวมจะไม่ชัดเจนขาดเอกลักษณ์ของความเป็นผู้นำในตัวชิ้นงานสำหรับวิธีการที่จะทำให้มีจุดสนใจอาจเน้นด้วย สี ขนาด สัดส่วน และรูปร่างที่แปลกไปกว่าส่วนอื่นๆในภาพ ส่วนตำแหน่งที่เหมาะสมในการวางจุดสนใจนั้นสามารถกระทำได้ดังนี้

นำภาพมาแบ่งเป็น 3 ส่วน บริเวณที่เส้นตัดกันนั้นก็คือ ตำแหน่งที่เหมาะสมจากผลการวิจัยหลายๆครั้ง พบว่า ตรงจุดตัดกันที่มุมบนซ้ายนั้นเป็นตำแหน่งที่ดีที่สุดเหตุผลหนึ่งที่สนับสนุนก็คือในการอ่านหนังสือนั้นเรามักอ่านจากมุมซ้ายไปขวาและจากบนลงล่างฉะนั้นตำแหน่งนี้จะเป็นจุดแรกที่สายตาเรามองเพื่ออ่านหรือดูภาพบนแผ่นภาพนั้นเอง

แนวสร้างสรรค์งานกราฟิก

งานกราฟิกที่น่าสนใจจะต้องมีเอกลักษณ์ของตัวเองชัดเจนการออกแบบจะเป็นตัวสนับสนุนให้งานน่าสนใจการออกแบบจึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างมากที่จะทำให้งานน่าสนใจและการสร้างสรรค์งานออกแบบกราฟิกทั่วไปจะมีรูปแบบองค์ประกอบศิลป์สำหรับงานกราฟิกเพื่อการพิจารณา ดังนี้

1.แบบแถบตรง เป็นองค์ประกอบที่กำหนดเพื่อหาสาระรายละเอียดที่ต้องการนำเสนอเข้าด้วยกันให้อยู่ในขอบเขตแนวดิ่งตรง

2.แบบแกน เป็นลักษณะที่มีแกนกลางและมีสาขาแยกย่อยออกไปโดยเน้นจุดเด่นที่แกนกิ่งก้านสาขาจะช่วยเป็นองค์ประกอบเสริมให้จุดเด่นมีความชัดเจนยิ่งขึ้น

3.แบบตาราง เป็นองค์ประกอบที่มีลักษณะเป็นตารางเล็กใหญ่สลับกับภาพในเนื้อหาที่กำหนด

4.แบบกลุ่ม เป็นลักษณะการจัดรวมเป็นกลุ่มไม่เกิน 3 กลุ่มในชิ้นงานและมีขนาดแตกต่างกันโดยคำนึงถึงเรื่องการกำหนดพื้นที่ว่างด้วย

5.แบบต่อเนื่อง คือองค์ประกอบที่จัดวางให้มีลักษณะที่ต่อเนื่องกันโดยคำนึงถึงจังหวะลีลาของรูปทรงรวมกับพื้นที่ว่างด้วย

6.แบบอักษร อาจจัดเป็นแบบรูปทรงตัวอักษรอย่างใดอย่างหนึ่งที่มีรูปร่างสวยงามเช่น จัดแบบตัว T แบบตัว H แบบตัว S แบบตัว I หรือแบบตัว Z ก็ได้

วงล้อสีธรรมชาติ

1.สีทุกสี ในวงล้อเป็นสีแท้เพราะทุกสีมีความเข้มหรือความสดใสในตัวของมันเองซึ่งเกิดจากการผสมของแม่สี

2.เมื่อนำสีทุกสีมาผสมกันในอัตราส่วนที่เท่ากันจะทำให้เกิดสีเป็นกลาง

3.สีที่อยู่ใกล้กันจะมีความกลมกลืนกันเพราะเป็นการผสมสีจากสีร่วมกันเช่น ม่วงแดง แดง และแสดงแดง

4. สีตรงข้ามกันในวงล้อสีจะมีลักษณะสีที่ตัดกันหรือเป็นปฏิปักษ์ต่อกันเช่น สีแดงกับสีเขียว ฉะนั้นในวงล้อสีจึงมีสีที่ตัดกันอย่างแท้จริงอยู่ 6 คู่การนำสีตรงข้ามมาใช้ในการออกแบบจะช่วย ทำให้ภาพน่าสนใจมากขึ้นแต่ต้องใช้ให้ถูกหลักการคือไม่ควรใช้สีที่ตัดกันอย่างแท้จริงสัดส่วนที่เท่ากันถ้าจะใช้ควรจะมีสัดส่วนประมาณ 80 : 20หรือมิฉะนั้นก็ต้องทำให้สีใดสีหนึ่งหรือทั้งคู่ลดความสดใสรุนแรงลงไปที่เรียกว่าการเบรกสีหรือฆ่าสีซึ่งอาจทำได้โดย

- การทำให้สีจางลงโดยการเติมสีขาวลงไปในสีแท้
- การทำให้สีเข้มหรือมืดโดยการเติมสีดำลงไป
- การใช้วิธีการใช้สีเทาผสมลงเล็กน้อยจะทำให้สีหม่นลง

จิตวิทยาในการใช้สี

การมีความรู้และประสบการณ์ในการเลือกใช้สีของนักออกแบบเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้งานเหล่านั้นบรรลุเป้าหมายตามความต้องการได้ไม่ยากนักการเรียนรู้ถึงอิทธิพลที่มีต่อความรู้สึก ของการมองสีแต่ละสีจึงเป็นสิ่งที่น่าศึกษาอย่างยิ่ง

วรรณะของสี

วรรณะของสี หมายถึงกลุ่มสีที่ปรากฏให้ความรู้สึกที่แตกต่างกันสังเกตจากวงล้อสีจะปรากฏ เป็น 2 วรรณะ คือ

- วรรณะสีร้อน ลักษณะของสีจะให้ความรู้สึกสดใส ร้อนแรง ฉูดฉาด หรือรื่นเริงสีในกลุ่มนี้ได้แก่ สีเหลือง สีแดง สีแสด และสีที่ใกล้เคียง
- วรรณะสีเย็น ความรู้สึกที่ปรากฏในภาพจะแสดงความสงบเยือกเย็นจนถึงความเศร้า ได้แก่ สีน้ำเงิน สีม่วง สีเขียว และสีที่ใกล้เคียง

สีแสดงอารมณ์

สีแดงเป็นสีของไฟ การปฏิวัติความรู้สึกทางกามารมณ์ความปรารถนาสีของความอ่อนเยาว์ ดังนั้นจึงเป็นที่ชอบมากสำหรับเด็กเล็กๆ สีแดงเป็นสีที่มีพลังมากสามารถบดบังสีอื่นๆจึงไม่เหมาะที่จะใช้เป็นสีพื้นหรือฉากหลัง

สีเหลือง เขียว และม่วงทุกระดับสีมีค่าสีแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสีที่มาผสมสีดังกล่าวอาจทำให้เกิดความรู้สึกในทางบวกการแสดงออกเต็มไปด้วยความรู้สึกชาญฉลาดหรือให้ความรู้สึกใน ทางลบและเก็บกดก็เป็นได้เมื่อนำสีแดงมาผสมกับสีขาวจะเป็นสีชมพูสีแดงจะลดพลังลงและทำให้รู้สึกถึงความอ่อนหวานนุ่มนวลและความเป็นกวีขึ้นมาแทนแต่ถ้าสีแดงและเหลืองถูกผสมให้เข้มผลลัพธ์ ก็คือสีน้ำตาลซึ่งมีความอ่อนแก่ต่างกันแต่ไม่ว่าจะอ่อนแก่เพียงใดสีประเภทน้ำตาลจะให้ความรู้สึกเกี่ยวกับพื้นดิน ความมั่นคง แข็งแรงเข้มแข็ง ความเป็นจริง อบอุ่น

สำหรับสีเหลือง เป็นสีที่มีพลังในด้านความสว่างอย่างมากให้ความรู้สึกเย็นมากกว่า สีเหลืองอมส้มแต่ก็อุ่นกว่าสีเหลืองอมเขียวสีเหลืองสะท้อนถึงสติปัญญามากกว่าจิตใจคุณลักษณะ ของสีเหลืองจะรู้สึกได้เมื่อมีสีที่สองปรากฏอยู่ด้วยเช่น เมื่ออยู่กับสีเขียวจะทำให้รู้สึกมั่นคงและจับต้องได้มากขึ้น

สีเขียวเป็นสีทางชีววิทยาซึ่งใกล้เคียงกับธรรมชาติและช่วยให้ความคิดพลุนพล่านสงบลง เป็นสีกลางๆไม่เย็นและก็ไม่ร้อนแต่ถ้าเข้มขึ้นไปในทางสีน้ำเงินจะดูเป็นน้ำสีเขียวอมฟ้า สีฟ้าพลอย เป็นสัญลักษณ์ของน้ำและอาการเคลื่อนไหวโดยปกติแล้วสีเขียวอมฟ้าเป็นสีตรงข้ามกับสีฟ้า

สีน้ำเงินเป็นสีที่เก็บกด ช่างฝันเปล่าเปลี่ยวถึงแม้ว่าจะทำให้ใสขึ้นโดยการผสมสีขาวเข้าไป ก็ตามสีน้ำเงินให้ความประทับใจเกี่ยวกับความสะอาดบริสุทธิ์จึงมักใช้ในที่ต้องการแสดงสุขอนามัย

สีม่วงแสดงถึงความใคร่ครวญการทำสมาธิความลึกลับเวทมนต์คาถาและความเก่าแก่โบราณแม้ว่าจะผสมสีขาวให้เป็นสีม่วงไลแลคก็ยังทำให้คนที่มองเห็นไม่กล้าเข้าใกล้ไม่รู้สึกเป็นมิตร สีม่วงครามซึ่งใกล้สีน้ำเงินมากจะดูเกี่ยวข้องกับโลกมากกว่าสีม่วงแดงแต่ยังให้ความเป็นเจ้านายและเต็มไปด้วยเกียรติยศอยู่นั้นเอง

สีทองมีตำแหน่งใกล้สีส้มและนับว่าเป็นสีอุ่นสีหนึ่งในขณะที่สีเงินถูกจัดให้เป็นสีเย็นและมีความคล้ายคลึงกับสีเทาการใช้สีเงินออกยากกว่าเนื่องจากต้องมีสีอุ่นมาใช้ร่วมด้วยหากว่า ต้องการผลของความรู้สึกในทางบวก

สีเทาสำหรับสีเทาซึ่งมีระดับสีอ่อนแก่แตกต่างกันมากหลายระดับอาจจะเป็นที่คุ้นเคยกันดีจากการดูภาพขาวดำการอ่านหนังสือพิมพ์และหนังสือทั่วไป

สีดำ ซึ่งเรียกว่าอรงค์คือถือว่าไม่ใช่สีดำเป็นสัญลักษณ์ของความมีความว่างในการ ตีพิมพ์ สีดำมีค่าในทางบวกมากเนื่องจากเมื่อเราไม่ใช้สีอื่นๆไม่ว่าจะเป็นภาพหรืออักษรวางลงไปก็จะทำให้ สีเหล่านั้นเจิดจ้าสะดุดตาขึ้น

สีขาว สีขาวก็เช่นกันไม่เป็นทั้งสีอุ่นและเย็นยกเว้นเมื่ออยู่กับสีเหลืองจะทำให้สีเหลืองจ้า ขึ้นเราสามารถวางภาพหรืออักษรสีต่างๆลงบนพื้นขาวได้ผลดีเช่นเดียวกับสีดำ

หลักการพิจารณาเกี่ยวกับการใช้สี

การใช้สีในงานออกแบบกราฟิกมีวัตถุประสงค์ที่จะทำให้งานนั้นน่าดูสวยงามและตื่นเต้นหรือส่งเสริมให้เนื้อหาสาระที่นำเสนอมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นคนแต่ละวัยมีความสนใจกลุ่มสีแตกต่างกันเด็กเล็กๆจะสนใจสีสดเข้มสะดุดตาไม่ชอบสีอ่อนและจะสังเกตได้ว่าเมื่อมีอายุมากขึ้นก็ยิ่งไม่ชอบสีสดใสมากๆกลับนิยมสีอ่อนหวานนุ่มนวลการวางโครงสีในงานออกแบบกราฟิกในเชิงพาณิชย์ จึงต้องเน้นเรื่องวัยของกลุ่มเป้าหมายเป็นสำคัญเด็กเล็กๆควรใช้สีประเภทปฐมภูมิหรือสีทุติยภูมิ ส่วนผู้ใหญ่อาจต้องใช้สีแท้ผสมกลุ่มสีขาวหรือสีนวลหรือสีดำ

การใช้สีขาวหรือสีดำมาผสมกับสีแท้ ก็จะช่วยลดความสดใสของสีเดิมลงตามขนาดสัดส่วนมากน้อยตามต้องการดังนั้นก่อนจะวางโครงสี ในการทำงาน จึงควรพิจารณาเกี่ยวกับการใช้สีในทางจิตวิทยาด้วยดังนี้

1.ใช้สีสดสำหรับกระตุ้นให้เห็นเด่นชัด เพื่อการมองในระยะเวลาสั้นๆเหมาะอย่างยิ่งสำหรับการทำสื่อเพื่อโฆษณาประชาสัมพันธ์

2.พึงระลึกไว้เสมอว่าการใช้สีมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการเน้นให้เห็นเด่นชัดมุ่งส่งเสริมเนื้อหาสาระมีความชัดเจนขึ้นถูกต้องขึ้นบางครั้งการใช้สีของนักออกแบบจะสามารถใช้สีได้อย่างอิสระเพื่อความสวยงามบางครั้งก็ต้องจำเป็นนึกถึงหลักความจริงและความถูกต้องอย่างเหมาะสมด้วย

3.การออกแบบพาณิชย์ศิลป์งานกราฟิกต่างๆ อาจจะไม่จำเป็นต้องใช้สีเสมอไปผู้ออกแบบจึงควรพิจารณาถึงความเหมาะสมด้วยว่าควรใช้อย่างไรเพียงใดการกำหนดว่าจะใช้สีเพิ่มขึ้นมา 1สี นั้นหมายความว่าจะต้องเพิ่มงบประมาณตามมาอีกจำนวนหนึ่งเสมอ

4.ควรใช้สีให้เหมาะสมกับวัยผู้บริโภค

5.การใช้สีมากเกินไปไม่เกิดผลดีกับงานออกแบบอย่างแท้จริงเพราะสีในหลายๆสีอาจทำให้ลดความเด่นชัดของงานและเนื้อหาที่ต้องการนำเสนอ

6.เมื่อใช้สีสด เข้มจัด คู่กับสีอ่อนมากๆ จะทำให้ดูเด่นชัดและมีชีวิตชีวาน่าสนใจ

7.การใช้สีพื้นในงานออกแบบสิ่งพิมพ์ที่มีพื้นที่ว่างมากๆไม่ทำให้เกิดผลในการเร้าใจเท่าที่ควรจึงควรหลีกเลี่ยง

8.ข้อพิจารณาสำหรับการใช้สีบนตัวอักษรข้อความคือจะต้องให้ชัดเจนอ่านง่ายควรงดเว้นการใช้สีตรงข้ามในปริมาณที่เท่าๆกัน บนพื้นที่เดียวกันหรือใกล้เคียง

การจัดองค์ประกอบภาพในงานกราฟิก

การจัดองค์ประกอบภาพในงานกราฟิกในงานศิลปะหรือการออกแบบมีแนวคิดไม่แตกต่างกันเท่าใดนักนักสร้างสรรค์จะต้องหาแนวทางที่จะทำให้งานกราฟิกที่คิดขึ้นมีความน่าสนใจเร้าใจ ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้และการนำเสนอควรจะต้องคำนึงถึง

1. การใช้เส้น เส้นเป็นตัวกำหนดรูปร่างและเป็นองค์ประกอบในการสร้างสรรค์งานกราฟิก ซึ่งอาจจะแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ 5 ชนิด คือ

1.1 เส้นโค้ง (Curved)

1.2 เส้นหมุน (Spiral)

1.3 เส้นวนไปมา (Meandering)

1.4 เส้นซิกแซ็ก (Zigzag)

1.5 เส้นตรง (Straight)

การเขียนเส้นด้วยวัสดุที่แตกต่างกันย่อมทำให้ลักษณะของเส้นมีความแตกต่างกันไปและแนวการเขียนด้วยเส้นวัสดุประเภทเดียวกันของศิลปินก็สามารถแสดงลีลาของการเขียนได้หลายแบบหลายวิธี ล้วนน่าสนใจทั้งสิ้นซึ่งสามารถเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม

2. การกำหนดรูปร่าง

รูปร่างเกิดจากการใช้เส้นลักษณะต่างๆกันลากมาต่อกันเกิดเป็นรูปร่างหลัก (Basic shape) ในศิลปะหรือที่เรียกว่ารูปทรงพื้นฐานทางเรขาคณิตและรูปทรงอิสระซึ่งมีรูปร่างที่ไม่แน่นอนลักษณะ ที่ชัดเจนของรูปร่างต่างๆจะเน้นความรู้สึกของการมองเห็นเป็น 2 มิติคือแสดงให้เห็นส่วนกว้างและยาว หรือกว้างและสูงเท่านั้นถ้าเป็นการเน้นส่วนหนาหรือส่วนลึกขึ้นมาก็จะทำให้รูปร่างต่างๆแสดงความเป็น 3 มิติเพิ่มขึ้นทำให้การ

มองเห็นเปลี่ยนแปลงไปเป็นรูปทรงต่างๆและถ้าเพิ่มรายละเอียดสีสันแสงเงาลงไปก็ยิ่งจะเพิ่มความมีมิติมากยิ่งขึ้น

3. มุมมองทัศนียภาพ

การนำเสนอรูปภาพงานสิ่งพิมพ์เพื่อให้เกิดความน่าสนใจเร้าใจ สามารถสร้างได้โดยง่าย ด้วยการเสนอมุมมองของภาพที่จะนำเสนอ มุมมองที่แปลกตาสามารถสร้างสรรค์ขึ้นได้โดยง่าย อาจจะด้วยการถ่ายภาพ หรือใช้เทคนิคพิเศษในห้องมืด หรือจากการเขียนภาพและการเลือกมุมภาพในการนำเสนอก็ได้ จะเห็นว่ามุมมองต่างๆ ที่ต่างกันไปย่อมให้ความรู้สึกที่ต่างกันอย่างชัดเจน

4. จังหวะและลีลา

การกำหนดจังหวะของแต่ละส่วนหรือการจัดวางองค์ประกอบภาพจำเป็นที่จะต้องอาศัยหลักการทางศิลปะ การสร้างจังหวะหรือลีลาของส่วนประกอบต่างๆ ได้แก่ ข้อความ ภาพประกอบ หรือสัญลักษณ์ จะทำหน้าที่ 2 ทาง คือ เป็นการชี้นำให้ผู้ดูภาพ และสาระข้อมูลตามต้องการและเป็น ได้แก่

4.1 แบบจัดระเบียบเป็นการจัดที่ค่อนข้างเน้นรูปแบบอย่างเป็นทางการเช่น การจัดให้เกิดความสมดุลแบบสมมาตร การแบ่งแยกตัวอักษรและภาพไว้เป็นคนละส่วนกันการแบ่งระยะพื้นที่ว่างเป็นระยะๆเท่ากัน

4.2 การจัดแบบสลับการสร้างจังหวะลีลาแบบสลับเป็นการสลับเนื้อหาสาระรูปภาพการสลับรูปแบบรูปทรงเพื่อเน้นความไม่น่าเบื่อหน่ายนิยมใช้จัดออกแบบกราฟิกหน้าเอกสาร

4.3 การจัดแบบศูนย์กลางเป็นการเน้นรูปภาพอยู่ตรงกลางภาพและให้ตัวอักษรข้อความอยู่ล้อมรอบหรือกระจายเป็นรัศมีนิยมใช้จัดในงานออกแบบสื่อโฆษณา

4.4 การจัดแบบกระจายเป็นการจัดแบบอิสระโดยไม่เน้นลักษณะองค์ประกอบแบบใดการจัดภาพแบบนี้จะมีจังหวะลีลาไม่แน่นอนแล้วแต่โอกาสและลักษณะงานนั้นๆนิยมใช้ในงานออกแบบสื่อโฆษณา

4.5 การจัดแบบผสมผสานเป็นการนำเอาหลายๆวิธีการจัดออกแบบร่วมกันทำให้เกิดเป็นรูปแบบใหม่ขึ้นมาการจัดวิธีการนี้จะต้องคำนึงถึงความสอดคล้องสัมพันธ์กันมากที่สุด

5. เทคนิคเกี่ยวกับภาพ

ที่มาของภาพที่นำมาใช้ในงานกราฟิกอาจได้จากภาพถ่ายการเขียนภาพหรือการพิมพ์ภาพ การใช้คอมพิวเตอร์ตลอดจนวิธีการสร้างสรรค์อื่นๆ อีกมากมายแต่ละแบบแต่ละวิธีการสามารถสร้างสรรค์ภาพให้น่าสนใจได้อย่างอิสระบางแบบอย่างอาจจะเหมาะกับการใช้งานเฉพาะอย่างบางแบบอาจใช้ได้ทั่วไปการสร้างสรรค์อย่างอิสระนี้เองทำให้นักออกแบบสามารถนำเอาเทคนิคเกี่ยวกับภาพมาใช้ในงานกราฟิกได้อย่างกว้างขวางเทคนิคต่างๆ จะทำให้รูปแบบของงานสร้างสรรค์เปลี่ยนแปลงไป เช่น

- การใช้ภาพที่มีรายละเอียดมากๆ ในการนำเสนอ
- การใช้ภาพที่มีความต่อเนื่องกันเพื่อการนำเสนอ
- การใช้ภาพเล็กๆ หลายๆ แบบรวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ในการนำเสนอ

6. การนำเสนอรูปแบบ

พื้นฐานการออกแบบ

ความหมายและแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบในการคิดสร้างประดิษฐ์สิ่งต่างๆ ของมนุษย์ ผลงานที่ปรากฏมักจะมีความแตกต่างกันแม้ว่าผลงานนั้นอาจจะมีจุดมุ่งหมายหรือความต้องการในการใช้งานที่เหมือนกัน ทั้งนี้เพราะพื้นฐานและปัจจัยต่างๆที่เข้ามาเกี่ยวข้องกันมีความแตกต่างกัน รวมทั้งในการสร้างคิดประดิษฐ์ผลงานเหล่านั้นมีที่มาจากการคิดโดยผสมผสานเอาข้อมูลต่างๆมาใช้ประกอบแตกต่างกันกระบวนการดังกล่าวเราเรียกว่าการออกแบบ

การออกแบบกล่าวได้ว่าเป็นคำที่ปรากฏใช้ในแทบทุกวิชาชีพไม่เฉพาะในด้านศิลปะเท่านั้น การทำอาหารการสร้างบ้านการตัดเย็บเสื้อผ้าซึ่งเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวเรามากที่สุดผู้ผลิตก็ต้องใช้การออกแบบมาช่วยให้งานออกมาตรงตามความต้องการในการใช้งานและมีความสวยงามซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบนั้นจะประกอบด้วยเงื่อนไขเบื้องต้น 2 ประการคือ

1.เงื่อนไขในด้านเทคนิค (Technical Condition) เงื่อนไขทางเทคนิคนั้นจะประกอบไปด้วยคุณค่าในด้านการใช้สอยความรู้ทางเทคโนโลยี

2. เงื่อนไขทางด้านทางศิลปะ (Aesthetic Condition) มนุษย์มีสิ่งที่เรียกว่าสุนทรียภาพภายในตัวเองมีความคิดริเริ่มและสร้างสรรค์เงื่อนไขในส่วนนี้จึงเป็นส่วนที่มีให้ผลงานมีความแปลกใหม่ และสวยงามสำหรับการจัดนิทรรศการเงื่อนไขนี้จะมุ่งเน้นพิจารณาไปในงานเฉพาะว่าเป็นการออกแบบในด้านใดนั้นมีส่วนสำคัญที่ต้องพิจารณาคือ

1. การออกแบบการจัดสถานที่
2. การออกแบบสื่อประเภทต่าง ๆ

องค์ประกอบในการออกแบบด้านความงาม

1. เส้น
2. รูปร่าง
3. รูปทรง
4. สัดส่วน
5. พื้นผิว
6. สี

หลักพื้นฐานการออกแบบ 4 ประการ

ความง่าย (Simplicity)

ความง่ายเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลให้การออกแบบนำไปสู่ความสำเร็จตรงตามวัตถุประสงค์ของงานออกแบบนั้นๆ ทั้งนี้โดยพิจารณาว่าต้องของง่ายต่อการทำความเข้าใจไม่ซับซ้อนหรือยุ่งยากต่อผู้ชม ซึ่งมักจะประกอบด้วยง่ายต่อการอ่านโดยเฉพาะเมื่อมีการประกอบอักษรข้อความคำพูดต่าง ๆ และสำปรับในการผลิตควรต้องการผลิตง่ายไม่ยุ่งยากมากและง่ายต่อการนำไปใช้

ความมีเอกภาพ(Unity)

เอกภาพเป็นลักษณะของความเป็นหนึ่งเดียวของสิ่งที่ออกแบบต้องไม่เกิดความขัดแย้งในส่วนขององค์ประกอบควรมีความกลมกลืนสร้างรู้สึกเป็นส่วนเดียวกันของงานทั้งนี้โดยคำนึงถึง การจัดปริมาณการจัดพื้นที่การกำหนดสัดส่วนและการกำหนดสี

การเน้น(Emphasis)

การส่งเสริมคุณค่าของงานออกแบบอย่างหนึ่งก็คือการเน้นโดยสามารถแสดงออกได้ด้วยการแสดงออกให้เห็นว่างานออกแบบนั้นๆ มีแนวความคิดเป็นแนวความคิดเดียวโดยการสร้างจุดสนใจเพียงสิ่งเดียวใช้สี แสง ขนาด ทัศนมิติ ช่วยให้เกิดการเน้นที่ชัดเจน

ความสมดุลย์ (Balance)

การจัดภาพโดยให้นำหนักของภาพทั้งสองด้านมีความสมดุลเป็นการสร้างความรู้สึกที่ไม่ขัดแย้งต่อธรรมชาติการมองของผู้พบเห็นซึ่งสามารถสร้างสมดุลย์ได้ทั้งในลักษณะสมมาตร(Symmetry) และอสมมาตร (Asymmetry)

ทฤษฎีสีและการใช้สี

สีมีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบเป็นอย่างมากเป็นส่วนที่ช่วยสร้างความสวยงามความน่าสนใจ สร้างความแตกต่างตลอดจนสร้างความรู้สึกแต่การใช้สีที่ดีจำเป็นต้องอาศัยหลักและความเข้าใจพื้นฐานต่อสีที่ถูกต้องสีที่นำไปใช้ในการออกแบบจึงจะสามารถช่วยส่งเสริมและทำให้งานออกแบบนั้นประสบความสำเร็จ

2.4 การรับรู้

การรับรู้ หมายถึงการแปลความหมายจากการสัมผัสโดยเริ่มตั้งแต่การมีสิ่งเร้ามากระทบกับอวัยวะรับสัมผัสทั้งห้าและส่งกระแสประสาทไปยังสมองเพื่อการแปลความกระบวนการของการรับรู้ (Process) เป็นกระบวนการที่คาบเกี่ยวกันระหว่างเรื่องความเข้าใจการคิดการรู้สึก (Sensing) ความจำ (Memory) การเรียนรู้ (Learning) การตัดสินใจ (Decision making)

Sensing -----> Memory ------> Learning -------> Decision making

กระบวนการของการรับรู้ เกิดขึ้นเป็นลำดับดังนี้

สิ่งเร้าไม่ว่าจะเป็นคน สัตว์ สิ่งของ หรือสถานการณ์มาเร้าอินทรีย์ทำให้เกิดการสัมผัส (Sensation) และเมื่อเกิดการสัมผัสบุคคลจะเกิดมีอาการแปลการสัมผัสและมีเจตนา (Conation) ที่จะแปลสัมผัสนั้นการแปลสัมผัสจะเกิดขึ้นในสมองทำให้เกิดพฤติกรรมต่างๆ เช่น การที่เราได้ยินเสียงดัง ปัง ปังๆ สมองจะแปลเสียงดังปัง ปัง โดยเปรียบเทียบกับเสียงที่เคยได้ยินว่าเป็นเสียงของอะไร เสียงปืน เสียงระเบิด เสียงพลุ เสียงประทัด เสียงของท่อไอเสียรถ เสียงเครื่องยนต์ระเบิดหรือเสียงอะไรในขณะเปรียบเทียบจิตต้องมีเจตนาปนอยู่ทำให้เกิดแปลความหมายและต่อไปก็รู้ว่าเสียงที่ได้ยินนั่นคือเสียงอะไรอาจเป็นเสียงปืนเพราะบุคคลจะแปลความหมายได้ถ้าบุคคลเคยมีประสบการณ์ในเสียงปืนมาก่อนและอาจแปลได้ว่าปืนที่ดังเป็นปืนชนิดใดถ้าเขาเป็นตำรวจ จากตัวอย่างข้างต้นนี้เราอาจสรุปกระบวนการรับรู้จะเกิดได้จะต้องมีองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. มีสิ่งเร้า (Stimulus) ที่จะทำให้เกิดการรับรู้ เช่น สถานการณ์ เหตุการณ์ สิ่งแวดล้อม รอบกาย ที่เป็น คน สัตว์ และสิ่งของ

2. ประสาทสัมผัส (Sense Organs) ที่ทำให้เกิดความรู้สึกสัมผัส เช่น ตาดู หูฟัง จมูกได้ กลิ่น ลิ้นรู้รส และผิวหนังรู้ร้อนหนาว

3. ประสบการณ์หรือความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งเร้าที่เราสัมผัส

4. การแปลความหมายของสิ่งที่เราสัมผัสสิ่งที่เคยพบเห็นมาแล้วย่อมจะอยู่ในความทรงจำของสมอง เมื่อบุคคลได้รับสิ่งเร้าสมองก็จะทำหน้าที่ทบทวนกับความรู้ที่มีอยู่เดิมว่าสิ่งเร้านั้นคืออะไรเมื่อมนุษย์เราถูกเร้าโดยสิ่งแวดล้อมก็จะเกิดความรู้สึกจากการสัมผัส(Sensation)โดยอาศัยอวัยวะสัมผัสทั้ง 5 คือ ตา ทำหน้าที่ดูคือ มองเห็น หูทำหน้าที่ฟังคือ ได้ยิน ลิ้นทำหน้าที่รู้รส จมูก ทำหน้าที่ดมคือได้กลิ่น ผิวหนังทำหน้าที่สัมผัสคือรู้สึกได้อย่างถูกต้องกระบวนการรับรู้ก็สมบูรณ์แต่จริงๆ แล้วยังมีการสัมผัสภายในอีก3อย่างด้วยที่จะช่วยให้เรารับสัมผัสสิ่งต่างๆ

การรับรู้ความงามทางศิลปะ

การรับรู้ความทางศิลปะ หมายถึงการรวบรวมมวลประสบการณ์จากการเห็นด้วยการสังเกตรูปแบบของวัตถุสิ่งของต่างๆเพื่อให้เกิดความคิดที่จะนำไปถ่ายทอดรูปแบบบนพื้นระนาบผิวต่างๆ การรับรู้เป็นกระบวนการสืบเนื่องจากการสังเกตเพื่อนำไปสู่การถ่ายทอดในการเขียนภาพและยังหมายถึง การมองเห็นรูปทรงที่เป็นศิลปะและพยายามทำความเข้าใจกับรูปทรงที่มองเห็นนั้นๆ เป็นอาการลึกซึ้งกว่ากระบวนการใช้สายตาตามปกติธรรมดารูปทรงที่มองเห็นคือภาพของผลงานศิลปกรรมอันเป็นผลที่ได้จากการจัดองค์ประกอบที่มองเห็นสิ่งต่างๆเข้าด้วยกันแล้วเห็นได้ง่ายและเด่นชัดขึ้น

การรับรู้คุณค่าของความงาม

ความงามเป็นสิ่งที่ทุกคนสามารถรับรู้และสัมผัสได้มนุษย์เราต่างก็พึงพอใจในความงามและมีความสุขเมื่อได้สัมผัสกับความงามสามารถแบ่งการรับรู้ความงามออกเป็น 3 ลักษณะดังนี้

1. การรับรู้ความงามได้จากภายในตัววัตถุเป็นการรับรู้คุณค่าของความงามที่เป็นคุณสมบัติภายในตัววัตถุหรือผลงานศิลปะปรากฏให้เห็นในลักษณะความเหมาะสมของขนาดสัดส่วน รูปร่าง รูปทรง เส้น สี แสงเงา ลักษณะผิวฯลฯ เช่น เรารับรู้ความงามของดอกไม้ที่ถูกกำหนดมาโดยธรรมชาติปรากฏให้เห็นถึงลักษณะความเหมาะสมของของรูปร่างความได้สัดส่วนของกลีบดอกและสีสันส่วนความงามในผลงานศิลปะเกิดจากการสร้างสรรค์ของมนุษย์ที่ปรากฏให้เห็นลักษณะความเหมาะสมของการนำทัศนธาตุทางศิลปะมาจัดองค์ประกอบศิลป์

2. การรับรู้ความงามได้จากจิตกำหนดเป็นการรับรู้คุณค่าของความงามที่เกิดจากความรู้สึกและจิตใจของแต่ละคนเป็นตัวกำหนดดังนั้นคุณค่าความงามของวัตถุหรืองานศิลปะจึงไม่คงที่และขึ้นอยู่กับความชอบ รสนิยมที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของอารมณ์ความรู้สึกซึ่งเปลี่ยนไปตามคติความเชื่อของบุคคลหรือสังคมในแต่ละยุคสมัย

3. การรับรู้ความงามได้จากสภาวะความสัมพันธ์ของวัตถุและจิตใจเป็นการรับรู้คุณค่าของความงามที่เกิดจากสภาวะความสัมพันธ์ของวัตถุหรือผลงานศิลปะที่มีคุณค่าความงามอยู่จริงจิตใจต้องอยู่ในสภาพพร้อมที่จะรับรู้และชื่นชมต่อคุณค่าความงามในวัตถุหรือผลงานศิลปะนั้นโดยจำเป็นต้อง มีหลักเกณฑ์บางอย่างเป็นเครื่องมือพิจารณาจึงจะเป็นการรับรู้คุณค่าของความงามที่สมบูรณ์โดยสรุป ความงามเป็นสิ่งที่ทุกคนสามารถรับรู้และสัมผัสได้มนุษย์เราต่างก็พึงพอใจในความงามและมีความสุขเมื่อได้สัมผัสกับความงาม สามารถแบ่งการรับรู้ความงามออกเป็น 3 ลักษณะ คือการรับรู้ความงาม ได้จากภายในตัววัตถุเป็นการรับรู้คุณค่าของความงามที่เป็นคุณสมบัติภายในตัววัตถุหรือผลงานศิลปะ ปรากฏให้เห็นในลักษณะความเหมาะสมของขนาดสัดส่วน รูปร่าง รูปทรง เส้น สี แสงเงา ลักษณะผิว การรับรู้ความงามได้จากจิตกำหนดเป็นการรับรู้คุณค่าของความงามที่เกิดจากความรู้สึกและจิตใจของแต่ละคนเป็นตัวกำหนดการรับรู้ความงามได้จากสภาวะความสัมพันธ์ของวัตถุและจิตใจเป็นการรับรู้คุณค่าของความงามที่เกิดจากสภาวะความสัมพันธ์ของวัตถุหรือผลงานศิลปะที่มีคุณค่าความงาม

2.5 พฤติกรรมนักท่องเที่ยว

ความหมายของพฤติกรรมนักท่องเที่ยว

พฤติกรรมนักท่องเที่ยวเป็นการกระทำทุกอย่างของนักท่องเที่ยวไม่ว่าการกระทำนั้นนักท่องเที่ยวจะรู้ตัวหรือไม่รู้ตัวก็ตามและบุคคลอื่นจะสังเกตการกระทำนั้นได้หรือไม่ก็ตามก็เพื่อมุ่งตอบสนองสิ่งใดสิ่งหนึ่งในสภาพการณ์ใดสภาพการณ์หนึ่งโดยพฤติกรรมภายนอกของนักท่องเที่ยว(Tourist’s Overt Behaviour)เป็นพฤติกรรมที่ผู้อื่นสังเกตได้โดยอาศัยประสาทสัมผัสส่วนพฤติกรรมภายในของนักท่องเที่ยว(Tourist’s Covert Behaviour)เป็นการทำงานของอวัยวะต่างๆภายในร่างกายรวมทั้งความรู้สึกนึกคิดและอารมณ์ที่ถูกควบคุมอยู่ภายในจะมีความสัมพันธ์กันโดยพฤติกรรมภายในจะเป็นตัวกำหนดพฤติกรรมภายนอกเป็นส่วนใหญ่

องค์ประกอบของพฤติกรรมนักท่องเที่ยวนั้นมีองค์ประกอบสำคัญ 7 ประการคือ

1. เป้าหมาย หมายถึงพฤติกรรมนักท่องเที่ยวทุกๆพฤติกรรมจะต้องมีเป้าหมายในการกระทำเช่นนักท่องเที่ยวกลุ่มอนุรักษ์ต้องการเกียรติยศโดยการแสดงให้ผู้อื่นเห็นว่าตนเดินทางท่องเที่ยวโดยที่สภาพแวดล้อมในสถานที่ตนเดินทางยังคงสภาพความสมบูรณ์ของระบบนิเวศน์ดังเดิม

2. ความพร้อม หมายถึงความมีวุฒิภาวะและความสามารถในการทำกิจกรรมเพื่อตอบสนองต่อความต้องการเช่น นักท่องเที่ยวกลุ่มที่รักความผจญภัยนิยมไต่เขาปีนหน้าผาต้องมีความพร้อมทั้งสภาพร่างกายและจิตใจแล้วสามารถจะทำกิจกรรมที่ตนชอบได้

3. สถานการณ์ หมายถึงเหตุการณ์หรือโอกาสที่เอื้ออำนวยให้เลือกกระทำกิจกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการเช่น การท่องเที่ยวตามหมู่เกาะควรกระทำในยามคลื่นลมสงบไม่ควรทำ ในขณะที่มีพายุฝนฟ้าคะนอง

4. การแปลความหมาย หมายถึงวิธีการคิดแบบต่างๆเพื่อตอบสนองต่อความต้องการที่พอใจมากที่สุดในสถานการณ์หนึ่งๆเช่นเวลาสิบสองนาฬิกาเป็นเวลาที่นักท่องเที่ยวควรเป็นเวลาที่นักท่องเที่ยวควรหยุดพักรับประทานอาหารกลางวัน

5. การตอบสนอง คือการตัดสินใจกระทำกิจกรรมตามที่ตนได้ตัดสินใจเลือกสรรแล้วเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการเช่น นักท่องเที่ยวได้ตัดสินใจที่จะเดินทางท่องเที่ยวในช่วงวันหยุด เพื่อพักผ่อนดังนั้นนักท่องเที่ยวจะต้องวางแผนการเดินทางและจัดการดำเนินการล่วงหน้าในการกระทำกิจกรรมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ ตั้งแต่กิจกรรมการกำหนดสถานที่ท่องเที่ยวกิจกรรมการเดินทางกิจกรรมการจองที่พักเพื่อตอบสนองความต้องการของตนเอง

6. ผลลัพธ์ที่ตามมา คือผลจากการกระทำหนึ่งๆ อาจได้ผลตามที่คาดหมายไว้หรืออาจตรงกันข้ามกับความคาดหวังที่ตั้งใจไว้เช่น นักท่องเที่ยวได้มีกำหนดการเดินทางไว้เพื่อมาพักผ่อนวันหยุดในประเทศไทยแต่ปรากฏว่าในเวลานั้นเกิดการชุมนุมที่สนามบิน

7. ปฏิกิริยาต่อความผิดหวัง คือความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อสิ่งที่กระทำลงไปไม่บรรลุเป้าหมายตามที่ต้องการจึงต้องกลับมาแปลความหมายไตร่ตรองเพื่อเลือกหาวิธีใหม่ๆมาตอบสนองความต้องการหรืออาจจะเลิกความต้องการไปเพราะเห็นว่าเป็นสิ่งที่เกินความสามารถ เช่น การก่อวินาศกรรมในเมืองมุมไบประเทศอินเดียในเดือนพฤศจิกายนปี 2008 นักท่องเที่ยวที่ตั้งใจจะเดินทางไปเมืองดังกล่าวจะต้องเกิดความผิดหวังเพราะเกิดความกังวลด้านความปลอดภัยและอาจล้มเลิกความตั้งใจในการเดินทางหรืออาจเปลี่ยนเส้นทางไปเมืองอื่นที่ปลอดภัยกว่า

พฤติกรรมของนักท่องเที่ยว (Tourist Behavior) หมายถึง การแสดงออกของแต่ละบุคคลที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้สินค้าและบริการในอุตสาหกรรมท่องเที่ยวรวมทั้งกระบวนการในการตัดสินใจที่มีผลต่อการแสดงออก

ประโยชน์ของการศึกษาพฤติกรรมนักท่องเที่ยว

ช่วยให้นักการตลาดเข้าใจถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจซื้อสินค้าของนักท่องเที่ยวช่วยให้ผู้เกี่ยวข้องสามารถหาหนทางแก้ไขพฤติกรรมในการตัดสินใจซื้อสินค้าของนักท่องเที่ยวในสังคมได้ถูกต้องและสอดคล้องกับความสามารถในการตอบสนองของธุรกิจท่องเที่ยวมากยิ่งขึ้นช่วยให้การพัฒนาตลาดและการพัฒนาผลิตภัณฑ์สามารถทำได้ดีขึ้น

- เพื่อประโยชน์ในการแบ่งส่วนตลาดเพื่อการตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยวให้ตรงกับชนิดของสินค้าและบริการที่ต้องการ
- ช่วยในการปรับปรุงกลยุทธ์การตลาดของธุรกิจท่องเที่ยวต่างๆเพื่อความได้เปรียบคู่แข่งขัน

กระบวนการพฤติกรรม (Process of Behavior)

- พฤติกรรมเกิดขึ้นได้ต้องมีสาเหตุทำให้เกิด
- พฤติกรรมเกิดขึ้นได้จะต้องมีสิ่งจูงใจหรือแรงกระตุ้น
- พฤติกรรมที่เกิดขึ้นย่อมมุ่งไปสู่เป้าหมาย

การท่องเที่ยว หมายถึงการเดินทางของบุคคลจากสถานที่ซึ่งเป็นที่อาศัยอยู่ประจำไปยังสถานที่อื่นเป็นการชั่วคราวและเดินทางกลับไปสถานที่อาศัยเดิมโดยการเดินทางนั้นไม่ใช่เพื่อประกอบอาชีพโดยตรงแม้ว่ารูปแบบของการท่องเที่ยวบางประเภทจะมีเรื่องของอาชีพหรือธุรกิจการงานเข้ามาเกี่ยวข้องอยู่บ้างเช่น การ

ท่องเที่ยวในรูปแบบของการจัดประชุมการจัดสัมมนาการจัดฝึกอบรมนักท่องเที่ยวหรือผู้เดินทางท่องเที่ยวมักจะมีเหตุผลหรือประเภทของจุดมุ่งหมายในการเดินทางที่แตกต่างกันออกไปโดยมีปัจจัยประกอบที่เป็นตัวสนับสนุนหรือแรงผลักที่เป็นส่วนบุคคลซึ่งไม่เท่ากัน ปัจจัยเหล่านี้ได้แก่ รายได้เวลาโอกาสครอบครัวการได้รับข้อมูลข่าวสารและความสนใจส่วนบุคคล เช่น สนใจเรื่องราวของชนเผ่า วัฒนธรรม ประเพณี ประวัติศาสตร์ สิ่งแวดล้อม นันทนาการหรือความต้องการที่จะได้รับประสบการณ์ที่แปลกใหม่เป็นต้นซึ่งไม่ว่าจะเดินทางด้วยเหตุผลใดก็ตามสิ่งที่นักท่องเที่ยวต่างก็คาดหวังที่จะได้รับคือ ความสุขความสนุกสนานความเพลิดเพลินความรู้และประสบการณ์ใหม่ที่สนองตอบความต้องการส่วนบุคคลที่มีอยู่

Tourist หมายถึงนักท่องเที่ยวที่เดินทางจากที่พักอาศัยของตนแล้วกลับมาเกินกว่า 24 ชั่วโมงและได้พักแรมที่ไหนแห่งหนึ่งชั่วคาบเวลาหนึ่งบางประเทศก็เรียกว่า night visitor

Excursionist หมายถึง นักท่องเที่ยวแบบช้าไปเย็นกลับหรือกลับมาถึงบ้านภายใน 24 ชั่วโมงโดยไม่พักแรม ณ ที่ใดบางประเทศก็เรียกว่า day visitor

Visitor หมายถึงอย่างเดียวกับ tourist แต่เป็นคำที่ประเทศหนึ่งใช้เรียกนักท่องเที่ยวจากประเทศที่เข้ามาในประเทศของตนและบางทีก็เรียกเต็มยศว่า foreign visitor นอกจากนี้ในประเทศที่ใช้คำ visitor แทนคำ tourist นี้มักจะใช้คำว่า tourist หรือ domestic tourist ให้หมายถึงนักท่องเที่ยวที่มีภูมิลำเนาอยู่ในประเทศหนึ่งแล้วท่องเที่ยวไปแต่เฉพาะภายในประเทศของตนเอง

ประเภทของนักท่องเที่ยว

การจัดประเภทของนักท่องเที่ยวสามารถจำแนกได้หลายลักษณะ ดังนี้

ตามการจัดการเดินทาง

ก. Mass Tourists กลุ่มนักท่องเที่ยวที่มีจำนวนมากมีการเดินทางท่องเที่ยวในรายการเดียวกันพักโรงแรมในระดับเดียวกันรับประทานอาหารและทำกิจกรรมการท่องเที่ยวอื่นๆในแบบเดียวกัน

ข. Eco Tourists นักท่องเที่ยวที่เดินทางท่องเที่ยวโดยมีจุดประสงค์ที่มุ่งรักษาสภาพแวดล้อมของระบบนิเวศน์

2. ตามจำนวนมากน้อยของนักท่องเที่ยว

ก. เป็นกลุ่ม (Group Tour หรือ Escort Tour)

ข. เป็นส่วนบุคคล (Independent Tour)

3.ตามวัตถุประสงค์ของการเดินทางความมุ่งหมายในการเดินทางของนักท่องเที่ยวซึ่งแบ่งได้ 8 ประการ คือ

ก. การท่องเที่ยวเพื่อพักผ่อนหย่อนใจในวันหยุด (holiday-mass Popular individual)

ข. การท่องเที่ยวเพื่อวัฒนธรรมและศาสนา (Cultural Religion) เป็นการเดินทางเพื่อเรียนรู้วัฒนธรรมของสังคมต่างๆ เช่นการศึกษาความเป็นอยู่ การชมศิลปะ ดนตรี ละครการนมัสการศูนย์ศาสนา เป็นต้น

ค. การท่องเที่ยวเพื่อการศึกษา(Educational) เป็นการเดินทางเพื่อการทำวิจัยการศึกษาสอนหนังสือฝึกอบรมหรือดูงานต่างประเทศซึ่งจะต้องพำนักอยู่สถานที่นั้นๆเป็นเวลานาน

ง. การท่องเที่ยวเพื่อการกีฬาและบันเทิง (Sport and Recreation) คือการเดินทางไปชมหรือร่วมแข่งขันกีฬาหรือนันทนาการต่างๆ

จ. การท่องเที่ยวเพื่อประวัติศาสตร์และความสนใจพิเศษ (Historical and special interests)

ฉ. การท่องเที่ยวเพื่องานอดิเรก (Hobbies) หมายถึงการท่องเที่ยวเพื่อทำงานอดิเรกเช่นการวาดภาพการเขียนนวนิยาย เป็นต้น

ช. การท่องเที่ยวเพื่อเยี่ยมญาติมิตร (visiting Friend and Relative) การท่องเที่ยวเพื่อธุรกิจ (Business) เป็นการเดินทางของนักธุรกิจที่จัดเวลาบางส่วนของการเดินทางหลังจะทำธุรกิจเสร็จสิ้นแล้ว ใช้เวลาในการท่องเที่ยวก่อนเดินทางกลับ

4.ตามวิธีการเดินทาง

ก. แบบเหมาจ่าย (Package Tour)

ข. แบบเบ็ดเสร็จ (Inclusive Tour)

ค. แบบเป็นรางวัล (Incentive Tour)

ง. แบบเช่าเหมาลำ (Charter Tour)

5. ตามอายุ

6. ตามเพศ

7. ตามฐานะทางสังคม

8. ตามประสบการณ์และบทบาท

ก. The organized mass Tourists

ข. The individual mass Tourists

ค. The explorer

ง. The drifter

วัตถุประสงค์ของการท่องเที่ยว

Swarbrook (2007) ได้ระบุวัตถุประสงค์ของการท่องเที่ยว ไว้ดังนี้

1. การท่องเที่ยวเพื่อเยี่ยมเยือนเพื่อนและญาติพี่น้อง (Visiting Friends and Relatives)
2. การท่องเที่ยวเชิงธุรกิจ (Business Tourism)
3. การท่องเที่ยวแบบอิงศาสนา (Religious Tourism)
4. การท่องเที่ยวเพื่อสุขภาพ (Health Tourism)
5. การท่องเที่ยวแบบสวัสดิการ (Social Tourism)
6. การท่องเที่ยวเพื่อการศึกษา (Educational Tourism)
7. การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม (Cultural Tourism)
8. การท่องเที่ยวแบบชมทิวทัศน์ (Scenic Tourism)
9. การท่องเที่ยวแบบการแสวงหาความสำราญ (Hedonistic Tourism)
10. การท่องเที่ยวเพื่อเข้าร่วมกิจกรรมหรือทำกิจกรรม (Activity Tourism)
11. การท่องเที่ยวแบบมุ่งความสนใจพิเศษ (Special Interest Tourism)

บทบาทของพฤติกรรมนักท่องเที่ยว

การส่งเสริมและพัฒนาการท่องเที่ยวของประเทศไทยได้เติบโตอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง มาตลอดระยะเวลากว่า 40 ปีท่ามกลางความราบรื่นและอุปสรรคนานาประการทั้งนี้เป็นที่ตระหนักว่า อุตสาหกรรมท่องเที่ยวมีส่วนแก้ไขปัญหาวิกฤตการณ์ทางเศรษฐกิจของประเทศดังนั้นอุตสาหกรรมท่องเที่ยวจึงจัดเป็นสาขาการพัฒนาที่มีความสำคัญสูงอย่างไรก็ตามการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของประเทศยังมีปัญหาด้านความยั่งยืนอันเนื่องมาจากปัจจัยที่เกิดขึ้นทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศ

สำหรับกระแสด้านการท่องเที่ยวของไทยพบว่ามีการนำเสนอแนวคิดและผลักดันกิจกรรมด้านการส่งเสริมและพัฒนาการท่องเที่ยวที่ยึดกระแสหลักด้านเศรษฐกิจมาโดยตลอดอาทิในช่วงปี 2547-2549 มุ่ง

กระแสหลักด้านการนำการท่องเที่ยวเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาเศรษฐกิจดังนั้น เป้าหมายการพัฒนาการท่องเที่ยวจึงมุ่งเน้นเรื่องจำนวนคนและรายได้ในรูปเงินตราต่างประเทศ

แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 9 ได้คำนึงถึงความสำคัญของการท่องเที่ยวในฐานะเป็นภาคบริการที่เสริมสร้างความเข้มแข็งทางเศรษฐกิจของประเทศจึงได้กำหนดให้ การท่องเที่ยวจัดอยู่ในยุทธศาสตร์การเพิ่มสมรรถนะและขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศโดยการปรับโครงสร้างของการบริการบนพื้นฐานการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนให้ความสำคัญกับการเพิ่มผลิตและการสร้างมูลค่าเพิ่มของสินค้าซึ่งมีเป้าหมายให้ประเทศไทยมีรายได้จากนักท่องเที่ยวต่างประเทศเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 7-8 ต่อปีและให้คนไทยท่องเที่ยว ในประเทศเพิ่มขึ้นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 3 ต่อปี

สำหรับปี 2550 ได้มีปรากฏการณ์ที่เป็นกระแสหลักในสังคมไทยคือ“ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง”ซึ่งได้รับการตอบสนองถึงขั้นเป็นวาระแห่งชาติดังจะพิจารณาได้จากเป้าหมายที่ระบุในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ.2550-2555)นักท่องเที่ยวมีความสำคัญ ในภาคเศรษฐกิจที่จะได้รับประโยชน์สูงสุดทั้งจากรายได้และจากการจ้างงานได้แก่ภาคการค้าส่งและค้าปลีก(wholesale and retail sector) ตามมาด้วยภาคการให้การบริการทางธุรกิจ

การท่องเที่ยวมีความสำคัญต่อด้านเศรษฐกิจและสังคม ดังนี้

ด้านเศรษฐกิจ

1.ก่อให้เกิดรายได้ในรูปของเงินตราต่างประเทศการท่องเที่ยวเป็นส่วนหนึ่งของอุตสาหกรรมบริการและเป็นแหล่งสำคัญของการนำเงินตราต่างประเทศเข้าประเทศโดยในปี 2545 อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวสามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตให้แก่เศรษฐกิจโลกเป็นมูลค่าประมาณ3,300 พันล้านดอลลาร์สหรัฐของผลิตภัณฑ์มวลรวม(GDP)

2.เกิดการจ้างแรงงานสร้างอาชีพ โดยในปี 2545อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวสามารถสร้างงานจำนวนประมาณ 200 ล้านตำแหน่งทั่วโลกสำหรับการจ้างงานในปี2545 อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวมีส่วนช่วยในการสร้างงานให้แก่ประเทศในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในอัตราร้อยละ 7.3 ของการจ้างงานโดยรวม หรือจำนวน 1 คน ต่อ 13.7 งาน

ทั้งนี้คาดว่าในปี 2555 อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวจะมีส่วนช่วยในการจ้างงานในอัตราร้อยละ 7.6ในจำนวนงาน 23 ล้านตำแหน่งซึ่งโดยเฉลี่ยจะมีอัตราส่งเสริมการจ้างงานร้อยละ 2.9 ต่อปี ระหว่างปี 2545-2555 และเมื่อพิจารณาถึงแนวโน้มการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวในช่วงทศวรรษหน้าคาดว่าส่วนแบ่งของอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวใน GDP และการสร้างงานจะเพิ่มขึ้นในประเทศอาเซียนทั้งหกประเทศยกเว้นประเทศไทย ซึ่งจะคงเดิมที่อัตราร้อยละ 12 และร้อยละ 9.4 ตามลำดับ

ด้านสังคม

1.เกิดการพัฒนาสาธารณูปโภคสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ

2.ปลูกจิตสำนึกการอนุรักษ์ทรัพยากรการท่องเที่ยว

3.เปิดโลกทัศน์ให้แก่นักท่องเที่ยว

สิทธิประโยชน์ของนักท่องเที่ยว

นักท่องเที่ยวจะได้รับความคุ้มครองตามพระราชบัญญัติธุรกิจนำเที่ยวและมัคคุเทศก์ พ.ศ. 2535 กำหนดให้ผู้ประกอบธุรกิจนำเที่ยวและผู้ที่เป็นมัคคุเทศก์ต้องได้รับอนุญาตให้ประกอบการและอาชีพดังกล่าวเพื่อคุ้มครองนักท่องเที่ยวที่เปรียบเสมือนผู้บริโภคสินค้าและบริการทางการท่องเที่ยวมิให้ถูกเอารัดเอาเปรียบและยังสามารถช่วยให้การดำเนินธุรกิจนำเที่ยวและมัคคุเทศก์เป็นระเบียบและได้มาตรฐานซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่ผู้เกี่ยวข้องทุกๆ ฝ่าย

นักท่องเที่ยวมีบทบาทสำคัญยิ่ง เพราะเป็นผู้เลือกใช้บริการจากบริษัทนำเที่ยวที่มีอยู่ในประเทศไทยขณะนี้ รวมทั้งบริการจากมัคคุเทศก์ซึ่งจากพระราชบัญญัติฉบับดังกล่าวจะทำให้การตัดสินใจเลือกใช้บริการง่ายขึ้นเพราะนักท่องเที่ยวสามารถตรวจสอบก่อนใช้บริการได้และสามารถร้องเรียนความไม่ถูกต้องหลังจากการใช้บริการไปแล้วได้เช่นกัน

วิธีง่ายๆ คือ

1. พิจารณารายการนำเที่ยวที่บริษัทเสนอขาย

2. ตรวจสอบบริษัทที่จะใช้บริการว่ามีใบอนุญาตหรือไม่

3. สอบประวัติเกี่ยวกับเรื่องร้องเรียน

4. เมื่อตกลงใจว่าจะซื้อบริการบริษัทนำเที่ยวใดแล้วขอให้เก็บเอกสารรายการนำเที่ยว ใบเสร็จรับเงินที่ชำระค่าบริการไว้ให้ดีเพราะอาจจะมีความจำเป็นต้องร้องเรียนภายหลังเมื่อเกิดปัญหาเกี่ยวกับบริษัทนำเที่ยวและมัคคุเทศก์เพื่อเป็นการรักษาสิทธิของนักท่องเที่ยวนักท่องเที่ยวสามารถติดต่อหน่วยงานโดยตรงซึ่งมีสำนักงานอยู่ในพื้นที่

การกำหนดรูปแบบพฤติกรรมนักท่องเที่ยว

นักวิชาการด้านการท่องเที่ยวได้กำหนดรูปแบบของนักท่องเที่ยว เพื่ออธิบายพฤติกรรมนักท่องเที่ยว การพัฒนารูปแบบของนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ได้มาจากข้อมูลที่ได้รับจากการสัมภาษณ์หรือการใช้แบบสอบถาม (questionnaire) การกำหนดรูปแบบพฤติกรรมนักท่องเที่ยวอาจทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และวิธีการที่ใช้

การกำหนดรูปแบบพฤติกรรมนักท่องเที่ยวรูปแบบพื้นฐานที่สุดคือการแบ่งนักท่องเที่ยวออกเป็น 2 กลุ่มตามลักษณะของพฤติกรรมของการเดินทางคือการแบ่งว่าบุคคลนั้นเป็น
1) นักท่องเที่ยว (Tourists) หรือ 2) นักเดินทาง (travelers)นักท่องเที่ยวคือบุคคลซึ่งซื้อรายการนำเที่ยวเหมาจ่ายจากบริษัทนำเที่ยวในขณะที่นักเดินทางคือบุคคลซึ่งจัดการการเดินทางด้วยตนเองเช่นซื้อตั๋วเครื่องบินเองจองที่พักเองกำหนดสถานที่ท่องเที่ยวด้วยตนเอง เป็นต้น

Perreault และ Dorden (1979) ได้เสนอรูปแบบพฤติกรรมนักท่องเที่ยวออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่

1) นักท่องเที่ยวแบบประหยัด (Budget Travelers) โดยทั่วไปแล้วนักท่องเที่ยวประเภทนี้ ทีรายได้ปานกลางแต่แสวงหาการหยุดพักผ่อนหรือท่องเที่ยวที่ใช้ค่าใช้จ่ายต่ำ

2) นักท่องเที่ยวชอบผจญภัย (Adventurous Travelers) เป็นนักท่องเที่ยวที่มีการศึกษาดีและมีรายได้ปานกลางถึงสูงมีความชื่นชอบในกิจกรรมระหว่างการหยุดพักผ่อนหรือการท่องเที่ยว แบบผจญภัย

3) นักท่องเที่ยวประเภทเดินทางระหว่างวันหยุด (Vacationers Travelers) เป็นนักท่องเที่ยวกลุ่มเล็กๆซึ่งมักใช้เวลาในการคิดเกี่ยวกับการท่องเที่ยวหรือการเดินทางในครั้งต่อไปว่าจะไปที่ไหนอย่างไรนักท่องเที่ยวกลุ่มนี้ค่อนข้างมีความกระตือรือร้นแต่มีรายได้ค่อนข้างน้อย

4) นักท่องเที่ยวแบบชอบเดินทางโดยใช้ระยะเวลาเดินทางยาวนาน (Moderates Travelers) เป็นนักท่องเที่ยวที่มีใจรักการท่องเที่ยวเดินทางอย่างมากแต่ไม่สนใจการท่องเที่ยวในระหว่างวันหยุดสุดสัปดาห์หรือการใช้เวลากับการเล่นกีฬาแต่จะชอบการเดินทางที่ใช้ระยะเวลานานมากกว่า

Cohen (1979) ได้เสนอรูปแบบพฤติกรรมนักท่องเที่ยวไว้ ดังนี้

1) นักท่องเที่ยวแบบนันทนาการ (Recreational Tourists) เป็นนักท่องเที่ยวซึ่งเน้นความสำคัญในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนันทนาการหรือการพักผ่อนทางร่างกาย

2) นักท่องเที่ยวแบบปลีกตัวหาความเพลิดเพลิน (The Diversionary Tourists) เป็นนักท่องเที่ยวที่พยายามทางแนวทางเพื่อลืมความจำเจในชีวิตประจำวัน

3) นักท่องเที่ยวมุ่งหาประสบการณ์ (The Experiential Tourists) เป็นนักท่องเที่ยวที่เดินทางเพื่อแสวงหาประสบการณ์ที่แท้จริงนักท่องเที่ยวประเภทนี้สนใจศึกษาและได้รับประสบการณ์ที่แท้จริงของแหล่งท่องเที่ยวที่ได้ไปสัมผัสตัวอย่างเช่นเมื่อเดินทางไปประเทศสเปน ก็ต้องการสัมผัสวิถีชีวิตของผู้คนท้องถิ่นหรือวัฒนธรรมต่างๆที่แท้จริงเป็นของสเปน

4) นักท่องเที่ยวแบบชอบทดลอง (The Experimental Tourists) มีลักษณะที่เห็นเด่นชัดคือชอบติดต่อพูดคุยกับคนท้องถิ่นเพื่อเรียนรู้และทำความเข้าใจในชีวิตความเป็นอยู่การปรับตัว ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมของคนท้องถิ่น

5) นักท่องเที่ยวที่ใช้ชีวิตแบบคนท้องถิ่น (The Existential Tourists) นักท่องเที่ยวประเภทนี้ต้องการฝังตัวเองหรือใช้ชีวิตภายใต้วัฒนธรรมและวิถีชีวิตเดียวกับคนท้องถิ่นนักท่องเที่ยวประเภทนี้จะใช้เวลาอยู่ในแหล่งท่องเที่ยวนั้นเป็นเวลานานตัวอย่างเช่น นักท่องเที่ยวที่มาใช้เวลาอยู่ ในแหล่งท่องเที่ยวบางแห่งในประเทศไทยเช่น พัทยาหรือเชียงใหม่และพยายามใช้ชีวิตเช่นเดียวกับคนท้องถิ่นไม่ว่าจะเป็นการปฏิบัติตัวการับประทานอาหารการพยายามพูดภาษาท้องถิ่น เป็นต้น

- สำนักงานเศรษฐกิจศึกษา Westvlaams (1986, อ้างจาก Swarbrook และHorner 1999) ได้เสนอรูปแบพฤติกรรมนักท่องเที่ยวไว้ ดังนี้

1) นักท่องเที่ยวประเภทหลงใหลในทะเล (Active sea lovers)

2) นักท่องเที่ยวประเภทชอบผูกมิตร (Contact-minded holiday makers) มีจิตใจชอบติดต่อพบปะกับผู้อื่นแสวงหามิตรใหม่โดนเฉพาะที่เป็นคนท้องถิ่น

3) นักท่องเที่ยวประเภทชอบชมธรรมชาติ (Nature Viewers) ชอบความงดงามของภูมิทัศน์ของแหล่งท่องเที่ยว

4) นักท่องเที่ยวประเภทแสวงหาการพักผ่อน (Rest-seekers) ใช้เวลาไปกับการนอนพักผ่อนหย่อนใจมากกว่าการทำกิจกรรมอื่นๆ

5) นักค้นหา (Discovers) ชอบกิจกรรมประเภทผจญภัยและชอบแสวงหามิตรใหม่

6) นักท่องเที่ยวแบบเดินทางพร้อมครอบครัว (Family-orientated) เป็นนักท่องเที่ยวที่หลงใหลในแสงแดดและทะเลและชอบเดินทางท่องเที่ยวแบบไปเป็นครอบครัว

7) นักท่องเที่ยวแบบประเพณีนิยม (Traditionalists) ชอบเดินทางท่องเที่ยวที่เน้นความปลอดภัยและไม่เสี่ยงภัยการวิจัยพฤติกรรมนักท่องเที่ยว

การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์แจกันดอกไม้สดจากเสื่อกกในวิถีชีวิต มอญ กรณีศึกษา ตำบลเจ็ดริ้ว อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร โดย : นายณัฐพล เอิบโชคชัย นางสาวปทุมพร แซ่เตีย ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ : อาจารย์วงศ์ทอง เขียนวงศ์ อาจารย์พิเชฐ มีมะแม อาจารย์ชัชนันท์ อินเอี่ยม สาขาวิชา : ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปีการศึกษา : 2552 กก เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวส่วนใหญ่พบขึ้นได้ทั่วไปตามที่ลุ่ม ชื้นแฉะ หนอง บึง ฯลฯ กระจายพันธ์อยู่ในหลายพื้นที่ของโลกในประเทศไทยมีกกทั้งสิ้น 36 สายพันธ์ คนไทย-รามัญ (มอญ) ได้เรียนรู้การนำวัชพืชประเภทกกมาใช้ในงานหัตถกรรม เพื่อผลิตสิ่งของเครื่องใช้ใน ครัวเรือนมาตั้งแต่โบราณสืบทอดต่องานฝีมือกันมาเป็นมรดกทางวัฒนธรรมในวิถีชีวิตมอญ ปัจจุบันงานหัตถกรรมที่ทำจากต้นกกได้มีการผลิตเพื่อจำหน่ายมากขึ้นเรื่อย ๆ เหตุเพราะว่าต้นกก เป็นพืชน้ำหาได้ง่ายในท้องถิ่นและหากต้องการปลูกเพื่อเพิ่มปริมาณก็สามารถทำได้ คุณสมบัติของ กก โดยทั่วไปเหมาะกับงานหัตถกรรม แต่ก็ยังประสบกับปัญหาในด้านต่าง ๆ ที่ทำให้ไม่สามารถ พัฒนาไปได้ดีเท่าที่ควร และต้นกกที่เหมาะสมกับการใช้ในงานหัตถกรรมเสื่อกกในจังหวัด สมุทรสาคร พบว่ากกที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ คือ ต้นกกที่มี

ลักษณะของลำต้นเหลี่ยม จากการสำรวจ ข้อมูลผลิตภัณฑ์จากต้นกกที่มีการนำมาประยุกต์ใช้งานสามารถจำแนกผลิตภัณฑ์ออกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ 1) จำแนกตามกรรมวิธีการผลิตด้วยวิธีการทอและการผลิตด้วยวิธีการสาน 2) จำแนก จากวัสดุที่ใช้ในการผลิตประกอบด้วย การใช้วัสดุจากต้นกกในการผลิตอย่างเดียว และการใช้ต้นกก ร่วมกับวัสดุอื่น 3) จำแนกตามลักษณะการนำไปใช้ ประกอบด้วยผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการอุปโภคและ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในการบริโภค การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดวัตถุประสงค์ในการวิจัยไว้ 3 ประการ คือ 1) ศึกษารวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวกับกกในวิถีมอญความเป็นมาภูมิปัญญาและการ สืบทอดตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ตลอดจนสภาพปัญหาของผลิตภัณฑ์ 2) ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กับวัตถุดิบ/วัสดุ กรรมวิธีกระบวนการผลิต และข้อมูลทางการตลาด 3) ศึกษาแนวทางในการ ออกแบบผลิตภัณฑ์กกในวิถีมอญ ให้มีความสอดคล้องเหมาะสมกับสภาพปัญหาและวิถีชีวิตสังคม ในปัจจุบันการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพโดยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูลด้าน เอกสารที่เกี่ยวข้องและการสำรวจกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ประกอบด้วย ผู้ผลิตหัตถกรรมเสื่อกก จำนวน 3 คน แบบสัมภาษณ์ และผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ จำนวน 30 คน เก็บข้อมูล โดยใช้แบบสอบถาม โดยเฉลี่ย ($\bar{}$ = 4.53) ระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด

จากการศึกษาและสำรวจปัญหาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มชาวบ้านผู้ผลิตงานผลิตภัณฑ์ จากต้นกกพบว่าสภาพปัญหาโดยทั่วไป คือ การเกิดเชื้อราบนเส้นกก และรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ซ้ า ๆ ไม่มีรูปแบบใหม่ซึ่งเป็นปัญหาหลัก ๆ ที่ทำให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ไม่สามารถพัฒนาไป ได้มากนัก ผลการวิจัยพบว่าการเลือกประเภทของกกในการนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมจะ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีและมีคุณค่า ซึ่งจากประเภทของกกที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ พบว่า กกสามเหลี่ยม จะมีความเหนียว แต่มีความทนทานน้อยและมีความอ่อนนุ่ม จึงควรนำมาพิจารณาประกอบในการ ทำผลิตภัณฑ์ด้วย วิธีการป้องกันไม่ให้เกิดเชื้อรามี 2 วิธี คือ 1) ไม่นำกกที่เป็นโรคในขั้นตอนการ เก็บเกี่ยวหรือการปลูกมาใช้ 2) ในขั้นตอนการเก็บรักษาเส้นกก และหลังจากการผลิตควรทำให้เส้น กกหรือผลิตภัณฑ์นั้น ๆ แห้งสนิทจะด้วยวิธีการใดก็ได้ ซึ่งวิธีการต่าง ๆ ที่มีการทำกันอยู่ไม่มีความ แตกต่าง ซึ่งจากการทดลองและจำแนกเส้นใยกกพบว่า กกมีเส้นใยประเภทเซลลูโลส เมื่อมี ความชื้นเป็นเวลานานๆ จึงทำให้เกิดเชื้อราได้ และด้วยเหตุที่กกมีเส้นใยประเภทเซลลูโลสจึงควร หลีกเลี่ยงการนำกกไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับความชื้นในลักษณะต่าง ๆ จากการทดลองนำกกไปใช้ร่วมกับวัสดุอื่นที่มีความแข็งแรงในการทำโครงสร้างเพื่อให้ ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่ พบว่า ได้ผลดีสามารถสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์แบบใหม่ ๆ ได้ดี ซึ่งผลจากการวิจัย ข้างต้นสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากต้นกกได้ตามผลการทดลอง ประกอบการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

การออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านจากวัสดุเหลือใช้ Product Design of Home Decoration from Leftovers วาสนา เจริญ วิเชียรฉาย Wasana Charoenwichianchai การวิจัยเรื่อง การออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านจากวัสดุเหลือใช้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ ออกแบบของตกแต่งบ้านจากวัสดุเหลือใช้ เพื่อเป็นการพัฒนารูปแบบลวดลายของตกแต่งบ้าน จากวัสดุเหลือใช้ ให้ผู้ผลิตได้นำรูปแบบ ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ของตน และเพื่อนำเสนอผลิตภัณฑ์ใหม่ให้กับชุมชนเพื่อ พัฒนาผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านจากวัสดุเหลือใช้ใน รูปแบบใหม่ โดยศึกษาความต้องการของผู้ผลิต ผลิตของตกแต่งบ้านจากวัสดุเหลือใช้และผลิตภัณฑ์ทั่วไป 30 คน และผู้บริโภค(ประชาชนทั่วไป) 100 คน รวม 130 คน เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถาม โดยดำเนินการ 2 ระยะ คือ 1. สอบถามความต้องการด้านวัสดุ รูปแบบของการตกแต่งลวดลายผลิตภัณฑ์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางการออกแบบของตกแต่งบ้านจากวัสดุเหลือใช้ 2. ประเมินความพึงพอใจที่มีต่อผลงานออกแบบของตกแต่งบ้านจากวัสดุหลือใช้

ผลการวิจัยพบว่า ความต้องการด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ ของตกแต่งบ้านจากวัสดุเหลือใช้เพื่อนำมาเป็น แนวทางการออกแบบ ของตกแต่งบ้านจากวัสดุเหลือใช้ ผู้ผลิตและผู้สนใจสินค้าต้องการให้ ใช้ กระดาษเหลือใช้เป็นวัสดุหลักในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้าน การออกแบบลวดลาย ตกแต่งของตกแต่งบ้าน ประเภทรูปภาพ ควรเป็นภาพดอกไม้รองลงมาเป็นภาพทิวทัศน์ กรอบรูป ควรเป็นลายดอกไม้รองลงมาเป็นลายสร้างสรรค์ กล่องใส่กระดาษชำระควรเป็นลายดอกไม้ รองลงมาเป็นลายสร้างสรรค์ กล่องอเนกประสงค์ควรเป็นลายดอกไม้ รองลงมาเป็นลาย สร้างสรรค์ ผลการประเมินความพึงพอใจต่อผลงานผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านจากวัสดุเหลือใช้ที่ผู้วิจัยออกแบบได้แก่ รูปภาพ กรอบรูป กล่องใสกระดาษชำระและกล่องอเนกประสงค์ พบว่าผู้ผลิตมี ความพึงพอใจผลงานออกแบบในระดับมาก ผิสนใจสินค้าหรือประชาชนทั่วไปส่วนใหญ่มีความพึง พอใจในระดับมากที่สุด ความสนใจโดยรวมของผู้ผลิตและผู้สนใจสินค้าอยู่ในระดับมากที่สุด

การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม Product Design for Environment Friendly
ตระกูลพันธ์ พัชรเมธา การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นการออกแบบที่ได้จากแนวคิดการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ หรือ Eco-design (Economic & ecological design) ซึ่งประกอบด้วยแนวคิดด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านสิ่งแวดล้อม เข้ามาใช้ในกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ ตลอดวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Product life cycle) ได้แก่ ช่วงการวางแผนผลิตภัณฑ์ ช่วงการออกแบบ ช่วงการผลิต ช่วงการนำไปใช้และช่วงการกำจัดหลังหมดอายุการใช้งานผลิตภัณฑ์ การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเป็นการออกแบบที่คำนึงถึงปัจจัยที่มีผลต่องานออกแบบ ได้แก่ ปัจจัยภายใน คือ วัสดุและกรรมวิธีการผลิต (Materials and processes) ประโยชน์ใช้สอย (Function) และ รูปทรง (Form) ปัจจัยภายนอก ได้แก่ การแข่งขันในตลาด ความสามารถเข้ากันได้กับระบบสากล การควบคุมด้านความปลอดภัย และการอนุรักษ์ทรัพยากรและสภาพแวดล้อม ที่นักออกแบบนำมาผนวกเข้ากับแนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Eco-design) โดยใช้หลักการของ 4Rs เป็นแนวคิดในการออกแบบ ได้แก่ การลด (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และ การซ่อมบำรุง (Repair) ปัจจัยที่มีผลต่องานออกแบบ และ หลักการ 4Rs จะนำมาใช้ในช่วงของขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นบทบาทหน้าที่ของนักออกแบบใช้เป็นแนวคิดในการออกแบบสร้างสรรค์ผลงานผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
เคลือบผลึกกับการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผา

ผศ.ดร. นิติ ยงวณิชย์ และ ผศ.ดร.ศุภกา ปาลเปรม การออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบดินเผาในครั้งนี้ได้นำเคลือบผลึกจากผลการวิจัยทางวิศวกรรมวัสดุ มาใช้ในการออกแบบและสร้างสรรค์เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทของประดับตกแต่งและของใช้ขนาดเล็ก สำหรับที่พักอาศัยที่มีพื้นที่จำกัด เช่น อาคารชุด หรือคอนโดมิเนียม ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบ ได้แก่ โคมไฟ แจกัน ชุดกาแฟ ถาดผลไม้ และภาชนะมีฝาปิด เป็นต้น ออกแบบโดยใช้รูปทรงเรขาคณิต ที่มีความเรียบง่าย มีการจำกัดบริเวณให้แก่เคลือบผลึก เพื่อป้องกันการเสียหาย ของชิ้นงาน และใช้เนื้อดินพอร์สเลน (Porcelain) ที่ให้สีขาวหลังการเผาเพื่อช่วยขับสีของเคลือบผลึกให้สดใสมากขึ้น และขึ้นรูปชิ้นงานด้วยวิธีการหล่อน้ำดิน (Slip casting) เผาที่ระดับอุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส บรรยากาศแบบออกซิเดชัน (Oxidation

การอบรมการสร้างเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาของอำเภอบางระกำ โดยนักออกแบบตามหลักการออกแบบโดยหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่นักออกแบบควรคำนึงนั้นมีอยู่ ๙ ประการ คือ

- หน้าที่ใช้สอย (FUNCTION)
- ความปลอดภัย (SAFETY)
- ความแข็งแรง (CONSTRUCTION)
- ความสะดวกสบายในการใช้ (ERGONOMICS)
- ความสวยงาม (AESTHETIES)
- ราคาพอสมควร (COST)
- การซ่อมแซมง่าย (EASE OF MAINTENANCE)
- วัสดุและการผลิต (MATERIALS AND PRODUCTION)
- การขนส่ง (TRANSPORTATION)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

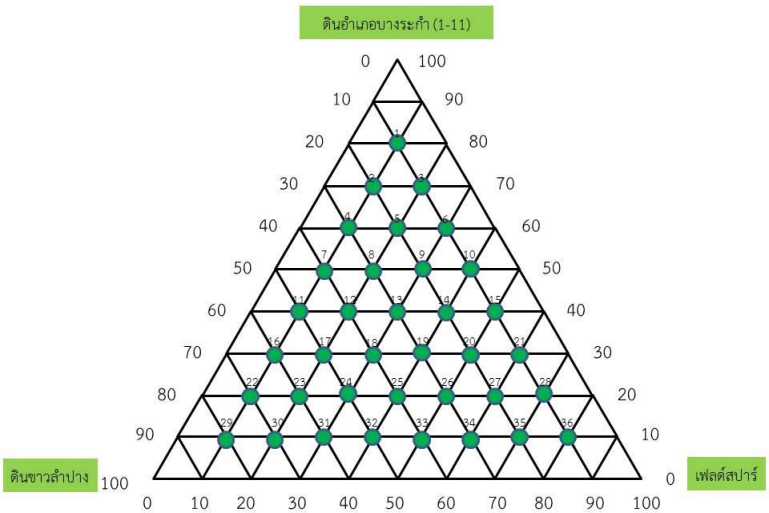
การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง และเพื่อให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามรายละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การดำเนินการทดลอง
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ ส่วนผสมของดินอำเภอบางระกำ (1-11) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) จะได้ส่วนผสมทั้งหมด 396 สูตรส่วนผสม

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ส่วนผสมของดินอำเภอบางระกำ (1-11) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) จะได้ส่วนผสมทั้งหมด 396 สูตรส่วนผสม ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบ จำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) อย่างมีระบบจากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial Diagram) ซึ่งประกอบด้วยดินเขตอำเภอบางระกำ (1-11) (ตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไป) ซึ่งแสดงดังภาพ 4



ภาพที่ 3.1 แสดงการสุ่มตัวอย่างจากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า เพื่อหาส่วนผสมของดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น

จากภาพที่ 4 แสดงส่วนผสมของดินอำเภอบางระกำ (1-11) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยแต่ละสูตรเนื้อดินปั้นคิดเป็นร้อยละซึ่งสามารถแสดงได้ดัง ตารางที่ 13 ถึงตารางที่ 23

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนผสมของดินตำบลบางระกำ (1) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตรส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลบางระกำ(1)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
1	80	10	10
2	70	20	10
3	70	10	20
4	60	30	10
5	60	20	20
6	60	10	30
7	50	40	10
8	50	30	20
9	50	20	30
10	50	10	40
11	40	50	10
12	40	40	20
13	40	30	30
14	40	20	40
15	40	10	50
16	30	60	10
17	30	50	20
18	30	40	30
19	30	30	40
20	30	20	50
21	30	10	60
22	20	70	10
23	20	60	20
24	20	50	30
25	20	30	50
26	20	20	60
27	20	10	70

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลบางระกำ(1)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
28	10	80	10
29	10	70	20
30	20	30	50
31	10	60	30
32	10	50	40
33	10	40	50
34	10	30	60
35	10	20	70
36	10	10	80

ตารางที่ 3.2 แสดงส่วนผสมของดินตำบลหนองกุลา(2) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลหนองกุลา(2)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลหนองกุลา(2)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

ตารางที่ 3.3 แสดงส่วนผสมของดินตำบลชุมแสงสงคราม(3) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตรส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลชุมแสงสงคราม(3)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลชุมแสงสงคราม(3)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

ตารางที่ 3.4 แสดงส่วนผสมของดินตำบลท่านางงาม(4) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตรส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลท่านางงาม(4)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลท่านางงาม(4)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

ตารางที่ 3.5 แสดงส่วนผสมของดินตำบลบ่อทอง(5) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตรส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลบ่อทอง(5)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20
20	55	25	20

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลบ่อทอง(5)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

ตารางที่ 3.6 แสดงส่วนผสมของดินตำบลบึงกอก(6) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตรส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลบึงกอก(6)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลบึงกอก(6)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
10	50	20	30
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

ตารางที่ 3.7 แสดงส่วนผสมของดินตำบลปลักแรด(7) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตรส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลปลักแรด(7)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลปลักแรด(7)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

ตารางที่ 3.8 แสดงส่วนผสมของดินตำบลนิคมพัฒนา(8) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลนิคมพัฒนา(8)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20
20	55	25	20

ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลนิคมพัฒนา(8)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

ตารางที่ 3.9 แสดงส่วนผสมของดินตำบลคุยม่วง(9) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลคุยม่วง(9)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลคุยม่วง(9)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

ตารางที่ 3.10 แสดงส่วนผสมของดินตำบลวังอิทก(10) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตรส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลวังอิทก(10)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10

ตารางที่ 3.10 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลวังอิทก(10)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

ตารางที่ 3.11 แสดงส่วนผสมของดินตำบลพันเสา(11) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลพันเสา(11)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20

ตารางที่ 3.11 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเนื้อดินปั้น		
	ดินตำบลพันเสา(11)	ดินขาวลำปาง	เฟลด์สปาร์
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 เครื่องชั่ง Digital (0.01 g)

2.1.2 เตาแก๊ส

2.1.3 เครื่องทดสองความแข็งแรง (Modulus of Rupther Machine:MOR)

2.1.4 หม้อต้มน้ำ

2.1.5 เครื่องบดผสมดิน

2.1.6 เครื่องกวนน้ำดิน

2.1.7 ตะแกรงร่อนเบอร์ 120 เมช

2.1.8 โต๊ะนวดดิน

2.1.9 แบบพิมพ์ทุ่นวัดอุณหภูมิ

2.1.10 แบบพิมพ์แท่งทดลอง

2.1.11 ทุ่นวัดอุณหภูมิ (Pylometric Cone)

2.1.12 เวอร์เนีย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ตามขั้นตอนดังนี้

3.1 เตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง โดยนำวัตถุดิบทุกชนิดมาอบให้แห้งสนิทที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

3.2 นำส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่ได้จากการสุ่ม โดยตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าจำนวน 396 สูตรเนื้อดินปั้น มาชั่งโดยเครื่องชั่งระบบดิจิตอล สูตรเนื้อดินปั้นละ 500 กรัม

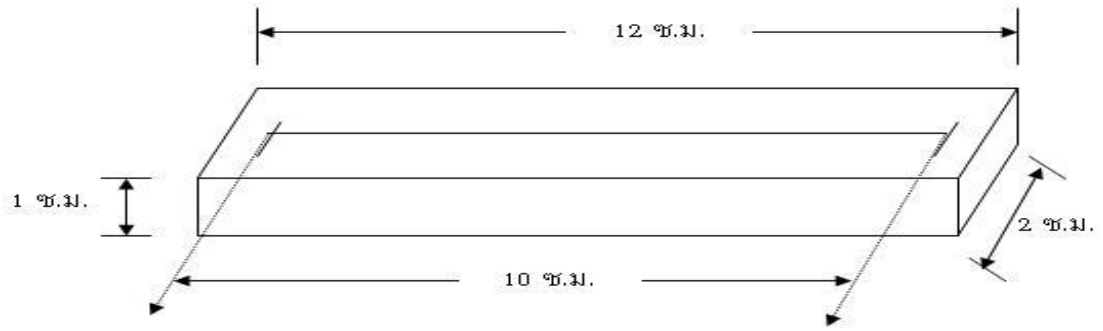
3.3 บดส่วนผสมของแต่ละสูตรโดยใช้โกร่งบด เป็นเวลา 20 นาที

3.4 นำเนื้อดินปั้นแต่ละสูตรเนื้อดินปั้น มาผ่านตะแกรงขนาดเบอร์ 120 เมช

3.5 นำน้ำดินที่ได้ไปเกรอะบนโต๊ะเกรอะเพื่อดูดน้ำออกจากดิน

3.6 นำเนื้อดินปั้นที่ได้มาขึ้นรูป

3.6.1 นำเนื้อดินปั้นที่ได้มาทำแท่งทดลอง ขนาดความกว้าง 2 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร โดยพิมพ์กดสูตรเนื้อดินปั้นตัวอย่างละ 4 ชิ้นทดลองดังภาพที่ 5



ภาพที่ 3.2 แสดงชิ้นทดลองเนื้อดินปั้น

3.7 นำแท่งทดลองทั้งหมดไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

3.8 นำแท่งทดลองมาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพก่อนเผา

3.8.1 นำแท่งทดลองไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

3.8.2 นำแท่งทดลองไปหาค่าการหดตัว บันทึกค่า

3.8.3 นำแท่งทดลองไปหาค่าความแข็งแรงโดยเครื่องทดสอบความแข็งแรง (Modulus of Rupther :MOR) บันทึกค่า

3.9 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน

3.10 นำแท่งทดลองที่ผ่านการเผามาทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพหลังเผาซึ่งได้แก่ การหดตัวภายหลังการเผา ความแข็งแรงหลังเผา การดูดซึมน้ำ ความทนไฟ และสีภายหลังการเผา

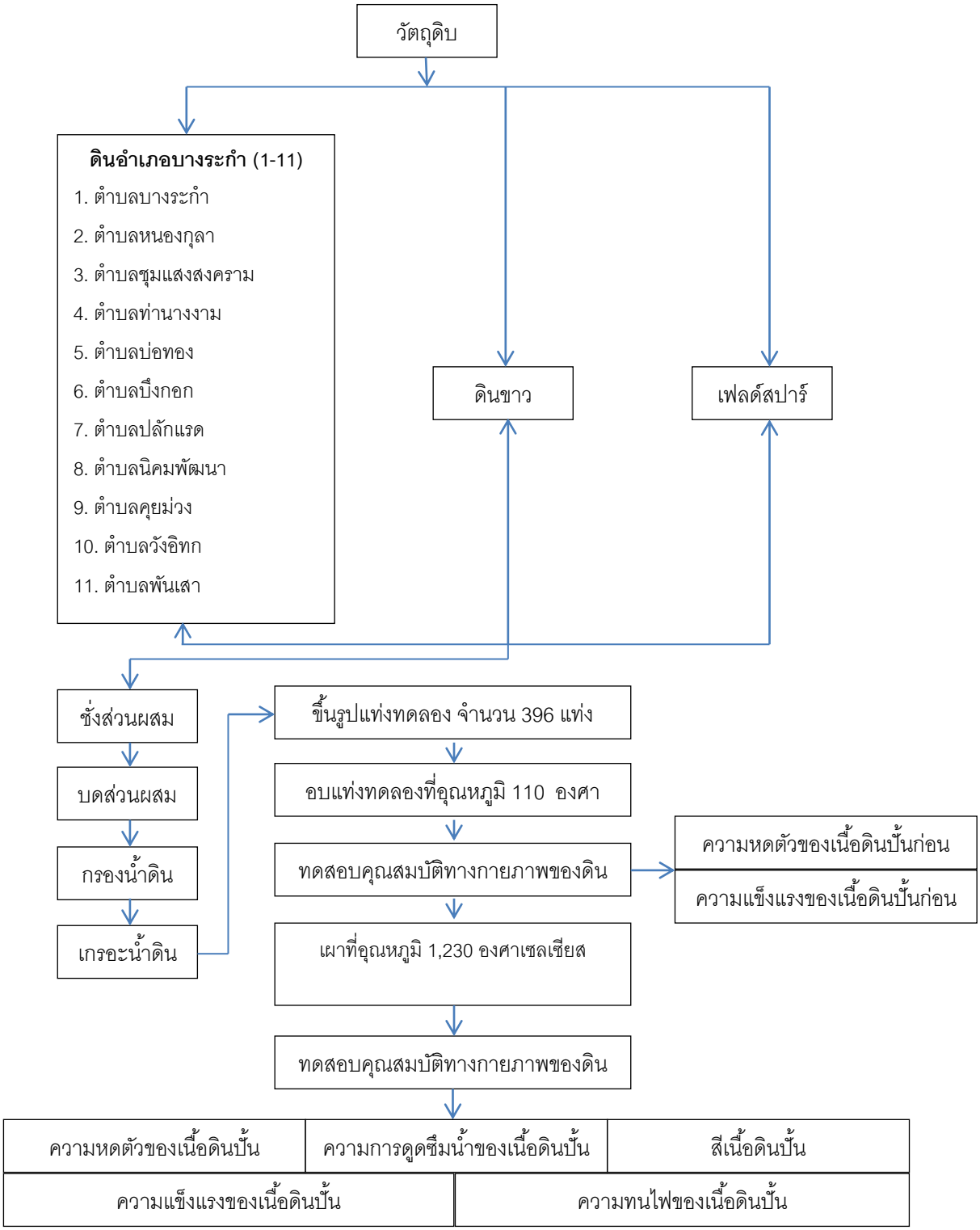
3.10.1 ตรวจสอบความทนไฟของเนื้อดินปั้นในแต่ละสูตร โดยสังเกตุจากลักษณะการคงรูปของชิ้นทดลอง

3.10.2 ตรวจสอบสีภายหลังการเผาโดยเครื่องมือเทียบสีมาตรฐาน THE ROYAL HORTICULTURAL SOCIETY LONDON บันทึกค่า

3.10.3 นำแท่งทดลองไปหาค่าการหดตัวตามสูตร บันทึกค่า

3.10.4 นำแท่งทดลองไปทดสอบค่าความแข็งแรงหลังเผาโดยเครื่องทดสอบความแข็งแรง (Modulus of Rupther :MOR)

3.10.5 นำแท่งทดลองไปหาค่าการดูดซึมน้ำและคำณวนตามสูตร บันทึกค่า



ภาพที่ 3.3 แสดงกระบวนการวิจัยเนื้อดินปั้น

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการต่อไปนี้

4.1 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา

4.1.1 การหดตัวเมื่อแห้ง วิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร (ทวี พรหมพฤกษ์, 2523 : 54) ดังนี้

$$\text{ร้อยละของการหดตัวเมื่อแห้ง} = \frac{\text{ความยาวของดินเปียก} - \text{ความยาวของดินแห้ง}}{\text{ความยาวของดินเปียก}} \times 100$$

4.1.2 ความแข็งแรงก่อนเผา วิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร (Andrews, 1957 : 44) ดังนี้

$$M = \frac{3PL}{2bd^2}$$

โดย M = ค่าความแข็งแรงของดิน หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

P = แรงที่ใช้กดทำให้ชิ้นทดสอบหัก หน่วยเป็นกิโลกรัม

L = ระยะห่างของแท่นรองรับชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

b = ความกว้างของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

d = ความหนาของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

4.2 คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผา

4.2.1 สีภายหลังการเผา โดยการเปรียบเทียบสีที่ปรากฏภายหลังจากการเผากับแผ่นเทียบสี THE ROYAL HORTICULTURAL SOCIETY LONDON

4.2.2 การหดตัวภายหลังจากการเผา วิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร (ทวี พรหมพฤกษ์, 2523 : 55) ดังนี้

$$\text{ร้อยละของการหดภายหลังการเผา} = \frac{\text{ความยาวของดินแห้ง} - \text{ความยาวของดินหลังเผา}}{\text{ความยาวของดินแห้ง}} \times 100$$

4.2.3 ความทนไฟ วิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบกับ Cone มาตรฐาน ตามลักษณะการเอียงของแท่งทดลองรูปทุ่นวัดอุณหภูมิว่าเอียงล้มหรือไม่ภายหลังจากการเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียสแล้ว นั่นคือความทนไฟของเนื้อดินปั้น

4.2.4 ความแข็งแรงหลังเผา วิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร (Andrews, 1957 : 44) ดังนี้

$$M = \frac{3PL}{2bd^2}$$

โดย M = ค่าความแข็งแรงของดิน หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

P = แรงที่ใช้กดทำให้ชิ้นทดสอบหัก หน่วยเป็นกิโลกรัม

L = ระยะห่างของแท่นรองรับชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

b = ความกว้างของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

d = ความหนาของชิ้นทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

4.2.5 การดูดซึมน้ำ วิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร (Rhodes, 1974 : 311) ดังนี้

$$A = \frac{W - D}{D} \times 100$$

โดย A = ร้อยละของการดูดซึมน้ำ

W = น้ำหนักดินที่อิ่มตัว

D = น้ำหนักดินที่แห้ง

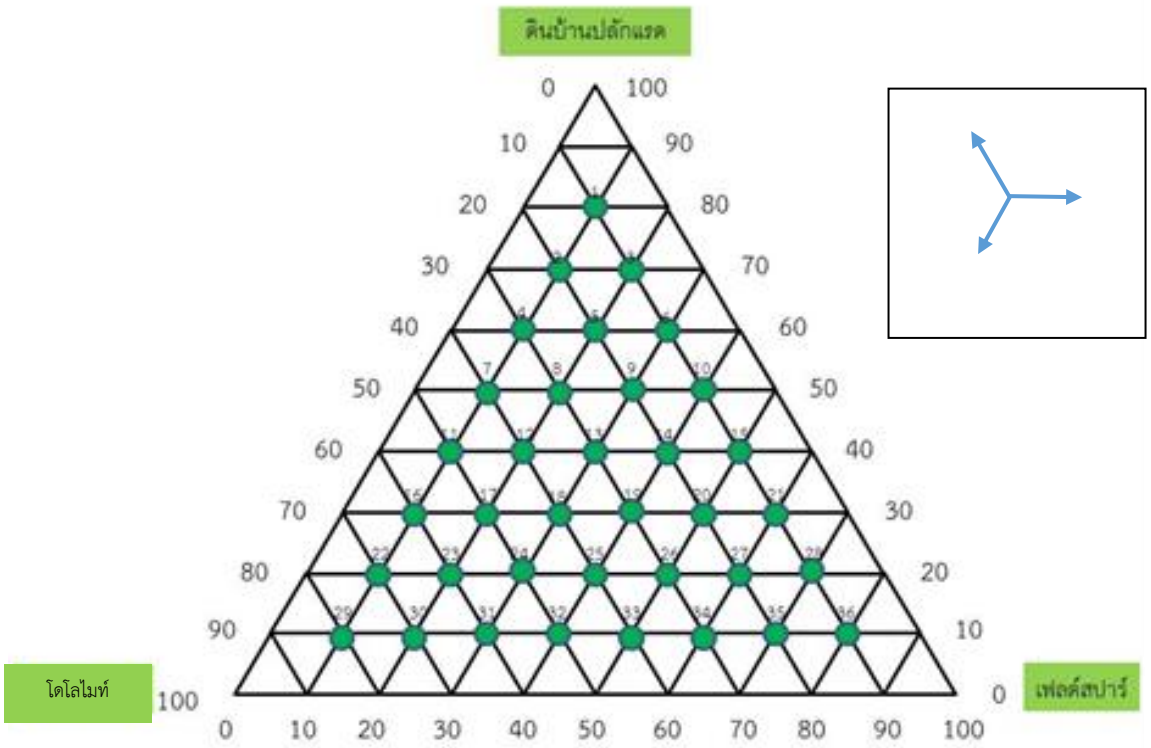
ตอนที่ 2 การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง และเพื่อให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายของการวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามรายละเอียดดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การดำเนินการทดลอง
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ ส่วนผสมของดินเขตอำเภอบางระกำ จ.พิษณุโลก จำนวน 11 กลุ่มตัวอย่าง โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์(Feldspar) จะได้ส่วนผสมทั้งหมด 396 สูตรส่วนผสม

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ส่วนผสมของดินเขตอำเภอบางระกำ จ.พิษณุโลก จำนวน 11 กลุ่มตัวอย่าง โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์(Feldspar) จะได้ส่วนผสมทั้งหมด 396 สูตรส่วนผสม ได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) อย่างมีระบบจากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial Diagram) ซึ่งประกอบด้วยดินบ้านปลักแรด 10 ตัวอย่าง (ตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไป) ซึ่งแสดงดังภาพ 4



ภาพที่ 3.4 แสดงการสุ่มตัวอย่างจากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า เพื่อหาส่วนผสมของดินเขตอำเภอบางระกำ จ.พิษณุโลก จำนวน 11 กลุ่มตัวอย่าง โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น

จากภาพที่ 4 แสดงส่วนผสมของดินเขตอำเภอบางระกำ จ.พิษณุโลก จำนวน 11 กลุ่มตัวอย่าง โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในน้ำเคลือบ โดยแต่ละสูตรเนื้อดินปั้นคิดเป็นร้อยละซึ่งสามารถแสดงได้ดัง ตารางที่ 13 ถึงตารางที่ 22

ตารางที่ 3.12 แสดงส่วนผสมของดินตำบลบางระกำ (1) โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลบางระกำ(1)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
1	80	10	10
2	70	20	10
3	70	10	20
4	60	30	10
5	60	20	20
6	60	10	30
7	50	40	10
8	50	30	20
9	50	20	30
10	50	10	40

ตารางที่ 3.12 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลบางระกำ(1)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
11	40	50	10
12	40	40	20
13	40	30	30
14	40	20	40
15	40	10	50
16	30	60	10
17	30	50	20
18	30	40	30
19	30	30	40
20	30	20	50
21	30	10	60
22	20	70	10
23	20	60	20
24	20	50	30
25	20	30	50
26	20	20	60
27	20	10	70
28	10	80	10
29	10	70	20
30	20	30	50
31	10	60	30
32	10	50	40
33	10	40	50
34	10	30	60
35	10	20	70
36	10	10	80

ตารางที่ 3.13 แสดงส่วนผสมของดินตำบลหนองกุลา (2) โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลหนองกุลา(2)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40

ตารางที่ 3.13 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลหนองกุลา(2)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

ตารางที่ 3.14 แสดงส่วนผสมของดินตำบลชุมแสงสงคราม(3) โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์(Feldspar) (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลชุมแสงสงคราม(3)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

ตารางที่ 3.15 แสดงส่วนผสมของดินตำบลท่านางงาม(4) โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตรส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลท่านางงาม(4)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10

ตารางที่ 3.15 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลบ่อทอง(5)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

ตารางที่ 3.16 แสดงส่วนผสมของดินตำบลบ่อทอง(5) โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลบ่อทอง(5)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15

ตารางที่ 3.16 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลบึงกอก(6)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
27	55	30	15
1	50	5	45
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

ตารางที่ 3.17 แสดงส่วนผสมของดินตำบลบึงกอก(6) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลบึงกอก(6)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20

ตารางที่ 3.17 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลบึงกอก(6)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
19	60	20	20
5	55	10	35
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

ตารางที่ 3.18 แสดงส่วนผสมของดินตำบลปลักแรด(7) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลปลักแรด(7)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30

ตารางที่ 3.18 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลปลักแรด(7)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

ตารางที่ 3.19 แสดงส่วนผสมของดินตำบลนิคมพัฒนา(8) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลนิคมพัฒนา(8)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40

ตารางที่ 3.19 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลนิคมพัฒนา(8)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

ตารางที่ 3.20 แสดงส่วนผสมของดินตำบลคุยม่วง(9) โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตรส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลคุยม่วง(9)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10

ตารางที่ 3.20 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลคุยม่วง(9)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

ตารางที่ 3.21 แสดงส่วนผสมของดินตำบลวังอิทก(10) โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์ (Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลวังอิทก(10)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15

ตารางที่ 3.21 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลวังอิทก(10)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

ตารางที่ 3.22 แสดงส่วนผสมของดินตำบลพันเสา(11) โดโลไมต์และเฟลด์สปาร์(Feldspar) ที่ใช้ต่างกันในเนื้อดินปั้น โดยคิดเป็นร้อยละ

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลพันเสา(11)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
1	50	5	45
2	55	5	40
3	50	10	40
4	60	5	35
5	55	10	35
6	50	15	35
7	65	5	30
8	60	10	30
9	55	15	30
10	50	20	30
11	70	5	25
12	65	10	25
13	60	15	25
14	55	20	25
15	50	25	25
16	75	5	20
17	70	10	20
18	65	15	20
19	60	20	20

ตารางที่ 3.22 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	ร้อยละของส่วนผสมในเคลือบ		
	ดินตำบลพันเสา(11)	โดโลไมต์	เฟลด์สปาร์
20	55	25	20
21	50	30	20
22	80	5	15
23	75	10	15
24	70	15	15
25	65	20	15
26	60	25	15
27	55	30	15
28	50	35	15
29	85	5	10
30	80	10	10
31	75	15	10
32	70	20	10
33	65	25	10
34	60	30	10
35	55	35	10
36	50	40	10

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2.1.1 เครื่องชั่ง Digital (0.01 g)

2.1.2 เตาแก๊ส

2.1.3 เครื่องบดผสมน้ำเคลือบ

2.1.4 ตะแกรงร่อนเบอร์ 120 เมช

2.1.5 แบบพิมพ์ชิ้นทดลอง

2.1.6 ทุ่นวัดอุณหภูมิ (Pylometric Cone)

2.1.7 เวอร์เนีย

2.1.8 แผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts

2.1.9 แบบพิมพ์ชิ้นงาน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

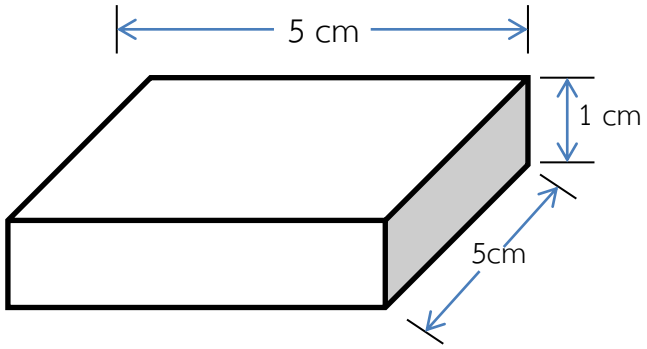
ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัย ตามขั้นตอนดังนี้

3.1 เตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง โดยนำวัตถุดิบทุกชนิดมาอบให้แห้งสนิทที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

3.2 นำส่วนผสมของน้ำเคลือบที่ได้จากการสุ่ม โดยตารางสามเหลี่ยมด้านเท่าจำนวน 396 สูตรน้ำเคลือบมาชั่งโดยเครื่องชั่งระบบดิจิตอล สูตรเนื้อดินปั้นละ 500 กรัม

3.3 บดส่วนผสมของแต่ละสูตรโดยใช้โกร่งบด เป็นเวลา 20 นาที

3.4 นำน้ำเคลือบที่ได้มาชุบเคลือบชิ้นทดลอง ขนาดความกว้าง 5 เซนติเมตร หนา 1 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร โดยพิมพ์กดสูตรน้ำเคลือบตัวอย่างละ 4 ชิ้นทดลองดังภาพที่ 1



ภาพที่ 3.5 แสดงชิ้นทดลองที่ใช้ในการชุบเคลือบน้ำเคลือบ

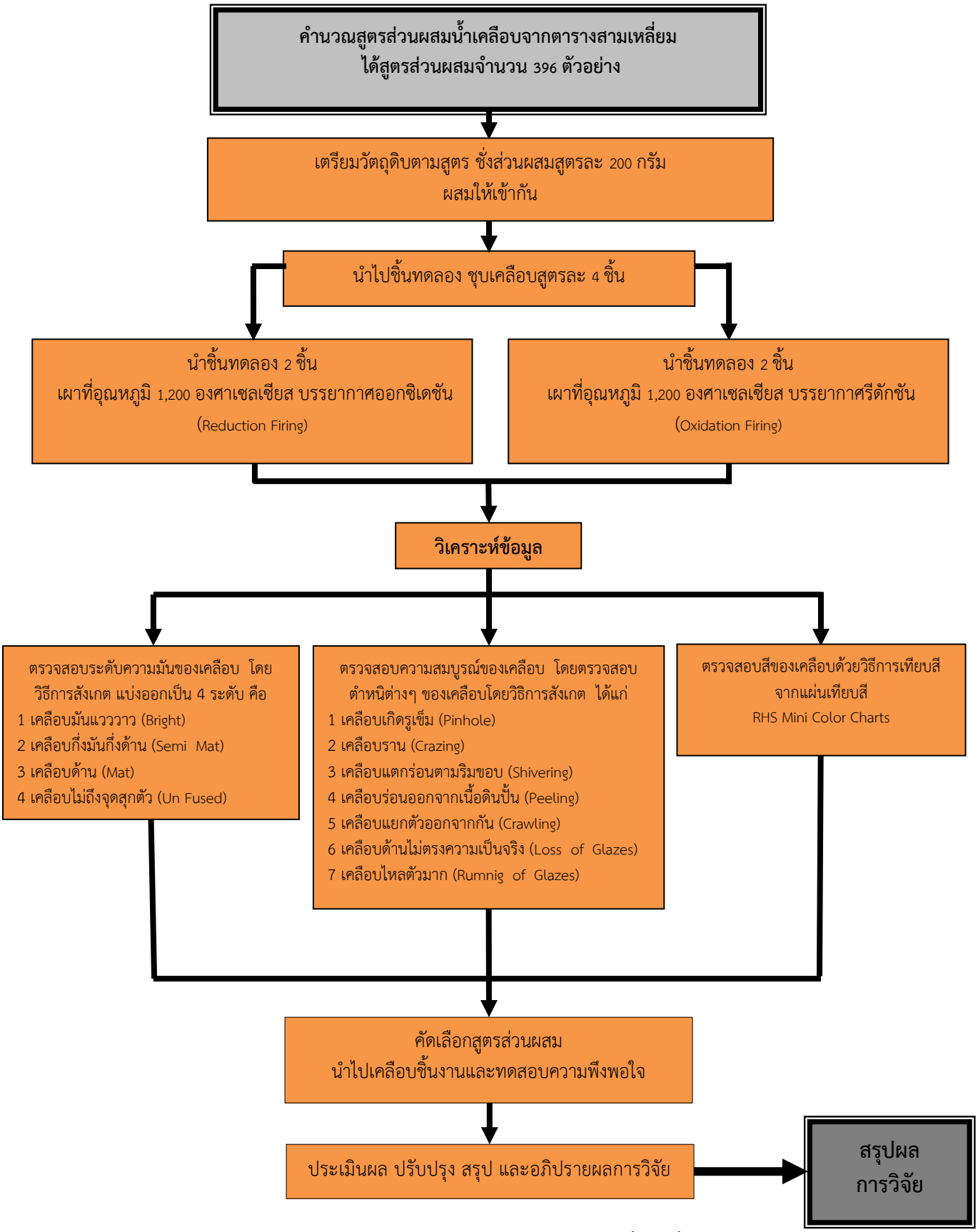
3.5 เตรียมชิ้นทดลองที่ทำการชุบเคลือบโดยเผาชิ้นทดลองที่ 900 องศาเซลเซียส

3.6 นำชิ้นทดลองที่เตรียมไว้มาทำความสะอาดและชุบเคลือบเป็นเวลา 3 วินาที ทั้ง 4 ชิ้น

3.7 นำชิ้นทดลองเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชัน ด้วยเตาแก๊สชนิดทางเดินลมร้อนลง

3.8 นำชิ้นทดลองที่ผ่านการเผาทดสอบมาวิเคราะห์หลังเผา

3.9 นำข้อมูลที่ได้จาก ข้อ 1.6 และ 1.8 มาวิเคราะห์ข้อมูล



ภาพที่ 3.6 แสดงกระบวนการวิจัยเนื้อดินปั้น

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการต่อไปนี้

4.1 ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ

4.1.1 เคลือบมันแวววาว (Bright)

4.1.2 เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)

4.1.3 เคลือบด้าน (Mat)

4.1.4 เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)

4.2 ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต ได้แก่

4.2.1 เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)

4.2.2 เคลือบราน (Crazing)

4.2.3 เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)

4.2.4 เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)

4.2.5 เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)

4.2.6 เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)

4.2.7 เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)

4.3 ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี Munsell Soil Color Charts whit genuine Munsell color chips : 2009 Year Revised/2015 Production

ตอนที่ **3**

วิธีการการดำเนินการวิจัยเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการศึกษา สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ คือ เพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาโดยการนำอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นและวิถีชีวิตเป็นแนวทางในการออกแบบ สามารถสรุปประเด็นในการศึกษา ดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 วิธีการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

3.4 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 1) ประชาชนทั่วไปที่สนใจในพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ประชากร หมายถึง กลุ่มเป้าหมายที่มาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 200 คน กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง กลุ่มเป้าหมายที่มาเลือกซื้อพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา 200 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การวิจัยการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ลือกใช้เครื่องมือในการวิจัย คือ

3.2.1 แบบสัมภาษณ์ ลักษณะของเครื่องมือ แบบสัมภาษณ์เป็นแบบกำหนดรูปแบบ (Formal Interview) คือมีการกำหนด โครงสร้าง ของคำถามไว้เรียบร้อยแล้ว แล้วใช้สัมภาษณ์ตามแบบสัมภาษณ์ที่กำหนดไว้ เป็นเครื่องมือที่ใช้สัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ซึ่งใช้รวบรวมข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หัตถกรรมจากหวายเทียม เพื่อนำมาข้อมูลในการศึกษาและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

3.2.2 แบบสอบถาม ลักษณะของเครื่องมือ แบบสอบถามนี้จะทำการสอบถามกลุ่มเป้าหมายของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ซึ่งใช้รวบรวมข้อมูลความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาทางด้านรูปแบบ โดยแบบสอบถามแบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นแบบสอบถาม แบบให้เลือกตอบ ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์หัตถกรรมกรณีศึกษา เฟอร์นิเจอร์จากหวายเทียม ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วน โดยกำหนดน้ำหนัก แบบสอบถามประมาณค่าความพึงพอใจ 4 ระดับ หรือระดับการตัดสิน (คะแนน) คือ 4 หมายถึง พึงพอใจดีมาก 3 หมายถึง พึงพอใจดี 2 หมายถึง พึงพอใจพอใช้ 1 หมายถึง พึงพอใจต้องปรับปรุง 3.2.3 แบบประเมินผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ ลักษณะของเครื่องมือ แบบประเมินผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา จะทำการตัดสินทางเลือกจากแบบร่าง 3.2.4 แบบสำรวจผลิตภัณฑ์/และสภาพการจำหน่าย แบบสำรวจเป็นแบบกำหนดรูปแบบ (Formal Interview) คือมีการกำหนด โครงสร้าง ของคำถามไว้เรียบร้อยแล้ว แล้วใช้สัมภาษณ์ตามแบบสัมภาษณ์ที่กำหนดไว้ เป็นเครื่องมือที่ใช้สำรวจผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ซึ่งใช้ รวบรวมข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับลักษณะของผลิตภัณฑ์หัตถกรรมและสภาพการจำหน่ายผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา เพื่อนำมาข้อมูลในการศึกษาและพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา

3.3 วิธีการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

3.3.1 แบบสอบถาม มีขั้นตอนดังนี้ 1. กำหนดวัตถุประสงค์ในการทำแบบสอบถาม 2. กำหนดเนื้อหาที่เกี่ยวข้องในการแสดงความคิดเห็น และความพึงพอใจของ ลูกค้าที่มีต่อผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาประกอบด้วย

- ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
- ข้อมูลความพึงพอใจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หัตถกรรม
- ข้อมูลแสดงความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม
- นำแบบสอบถามที่ได้มาทำการพิจารณาเพื่อแก้ไขปรับปรุงให้เหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยต่อไป

3.4 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์

3.4.1 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้หลักกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของ (ดร.อุไรวรรณ ปิติมณียากุล. 2546)

1. การนำแนวคิดที่ได้จากข้อมูลมาพัฒนาการออกแบบผลิตภัณฑ์ (concept development) ซึ่งสมควรมีความคิดที่หลากหลายเพื่อนำมาช่วยการพัฒนาการออกแบบ ที่ครอบคลุมความต้องการของกลุ่มเป้าหมายได้

2. การนำแนวคิดที่พัฒนาออกแบบผลิตภัณฑ์ให้เป็นรูปร่างหลายแบบหลายแนวคิด โดยต้องดูความเป็นไปได้ของการผลิต การใช้งานทางด้านลักษณะต่างๆ

3. การวิเคราะห์แบบผลิตภัณฑ์ ในเรื่องคุณลักษณะด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์ สามารถสรุปการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในขั้นตอนการออกแบบ ผลิตภัณฑ์ ได้ดังนี้ 1. การตัดสินใจในการเลือกซื้อ

ของกลุ่มเป้าหมาย ที่มีผลต่อการเลือกซื้อ ผลิตภัณฑ์ ที่มีปริมาณของผู้ที่เลือกเป็นลำดับแรกสูงสุด คือ "รูปแบบ" " สามารถปรับเปลี่ยนได้ ใช้ได้ทั้งภายนอก-ภายใน อาคาร 2. ความต้องการของกลุ่มเป้าหมายทางด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์หัตถกรรมกรณีศึกษา เฟอร์นิเจอร์จากหวายเทียมมากที่สุด คือ ชุดรับแขก 3. คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆที่กลุ่มเป้าหมายต้องการให้พัฒนาปรับปรุง ที่มีปริมาณของผู้ที่เลือกเป็นลำดับแรกสูงสุด คือ "รูปแบบแปลกใหม่ สะดุดตา"

4. ความชอบในรูปลักษณ์เส้นหวายสังเคราะห์ของผลิตภัณฑ์หัตถกรรมกรณีศึกษาเฟอร์นิเจอร์จากหวายเทียม ดังนี้

4.1 รูปทรงเส้นหวายหวายสังเคราะห์ คือ "รูปทรงแบนแบบพระจันทร์เสี้ยว"

4.2 พื้นผิวเส้นหวาสังเคราะห์ คือ "ผิวมีร่องเป็นลายเส้นคล้ายเส้นหวาย ธรรมชาติตลอด ความยาวของเส้น"

4.3 สีเส้นหวายสังเคราะห์ คือ "สีคล้ายสีโลหะ"

5. สามารถนำผลสรุปแนวคิดและแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้ มาใช้ใน ขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ เริ่มศึกษาความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์ด้วยการร่างแบบ เพื่อแสดงถึง รูปร่างลักษณะ และส่วนประกอบของโครงสร้าง 2-3 มิติ ในขั้นตอนนี้ จึงเป็นการแสดงแนวความคิด สร้างสรรค์ในกระบวนการขั้นต้นหลายๆ แบบเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ และการคำนวณเบื้องต้น ตลอดจนเงินทุนงบประมาณดำเนินการและเพื่อการพิจารณาคัดเลือกแบบร่างไว้ เพื่อพัฒนาให้ สมบูรณ์ในขั้นตอนต่อไป

6. การพัฒนาต้นแบบจริง เมื่อแบบโครงสร้างได้รับการแก้ไขและพัฒนาแล้ว ลำดับ ต่อมาต้องทำหน้าที่เขียนแบบ เพื่อกำหนดขนาด รูปแบบและสัดส่วนจริง ด้วยการเขียนภาพประกอบ แสดงรายละเอียดของรูปแปลน รูปด้านต่างๆ ทัศนียภาพ หรือภาพ แสดงการประกอบของ ส่วนประกอบต่างๆ มีการกำหนดมาตราส่วน บอกชนิดและประเภทวัสดุ ที่ใช้มีข้อความคำสั่งที่สื่อสาร ความเข้าใจกันได้ในกระบวนการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ของจริง แต่การ ได้มาซึ่งรายละเอียดเพื่อนำไป ผลิตจริงดังกล่าวนั้น จะต้องสร้างต้นแบบจำลองที่สมบูรณ์ขึ้นมา เพื่อวิเคราะห์โครงสร้าง และจำแนก แยกแยะส่วนประกอบต่างๆ ออกมาศึกษา 3.4.2 กระบวนการออกแบบส่วนประกอบบนผลิตภัณฑ์ ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้หลักกระบวนการออกแบบส่วนประกอบบนผลิตภัณฑ์ของปุ่น คง เจริญเกียรติ และสมพร คงเจริญเกียรติ (2541:71) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ 1. กำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งเป็นขั้นตอนของการตั้งเกณฑ์ และความต้องการ ของการออกแบบ 2. การเสนอแนวคิดเบื้องต้น โดยเป็นการลำดับความคิดออกมาหลายๆ แบบ โดย อาศัยข้อมูลที่สรุปได้จากข้อ 1 เพื่อให้ได้แนวคิดและจินตภาพที่สัมพันธ์กับโครงสร้างของผลิตภัณฑ์ โดยมีการกำหนดรูปแบบขนาด สัดส่วน สีสัน และอื่นๆ ไว้อย่างคร่าวๆ เพื่อศึกษาถึงผลิตภัณฑ์ อย่างไรจึงจะเหมาะสม และให้ผลต่อการมองในแต่ละรูปแบบอย่างไรบ้าง 3. การพัฒนาและการแก้ไขแบบ เป็นขั้นตอนการนำแบบร่างมาพัฒนารูปแบบมี การขยายรายละเอียดส่วนประกอบย่อยต่างๆ ให้เห็นชัด กำหนด ขนาด สัดส่วน สีสัน แสดงรูปลักษณ์ ให้ใกล้เคียงทำแบบเหมือนจริงให้มากที่สุด เพื่อการนำเสนอให้เกิดการยอมรับ หรือเปลี่ยนแปลงแก้ไข ให้เป็นไปตามลักษณะที่กลุ่มตัวอย่างต้องการ 4. การวิเคราะห์ผลงานออกแบบ จัดทำผลิตภัณฑ์จำลองรูปทร 3 มิติ เท่าของจริง เพื่อทำการวิเคราะห์ถึงปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น เป็นขั้นตอนสุดท้ายก่อนการตัดสินใจนำไปสร้างแบบ จริง เช่น การมองในทิศทางต่างๆ การเปรียบเทียบ ลักษณะด้านต่างๆ ของผลิตภัณฑ์

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล การเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการเก็บข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

3.5.1 ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเฟอร์นิเจอร์จากหวายเทียม และข้อมูลจากผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงการศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการ และปัญหาของผลิตภัณฑ์ เดิมโดยทำการสัมภาษณ์ผู้จำหน่าย ซึ่งการสัมภาษณ์นั้นผู้วิจัยเป็นผู้ทำการสัมภาษณ์ด้วยตนเอง

3.5.2 เก็บข้อมูลโดยการบันทึกภาพและเก็บรายละเอียดของผลิตภัณฑ์หัตถกรรมเฟอร์นิเจอร์จากหวายเทียม เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบในการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ หัตถกรรมเฟอร์นิเจอร์จากหวายเทียม ซึ่งผู้วิจัยจะทำการบันทึกภาพด้วยตนเอง

3.5.3 การเก็บแบบสอบถาม

1. ผู้วิจัยทำการติดต่อขอความร่วมมือ ในการที่จะแจกแบบสอบถามให้กับกลุ่มตัวอย่าง
2. ผู้วิจัยนำแบบสอบถามไปให้กลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง
3. ผู้วิจัยรับแบบสอบถามคืนด้วยตนเอง

3.5.4 การเก็บแบบประเมินผลงานการออกแบบ

1. ผู้วิจัยติดต่อแจ้งความจำนงค์ ในการแจกแบบประเมินผลงานการออกแบบ ต่อผู้ประเมิน โดยการเข้าไปพบล่วงหน้า 7 วัน
2. ผู้วิจัยนำแบบประเมินผลงานการออกแบบไปให้ผู้ประเมินด้วยตนเอง
3. ผู้วิจัยรับแบบประเมินผลงานการออกแบบคืน

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลในเชิงบรรยาย

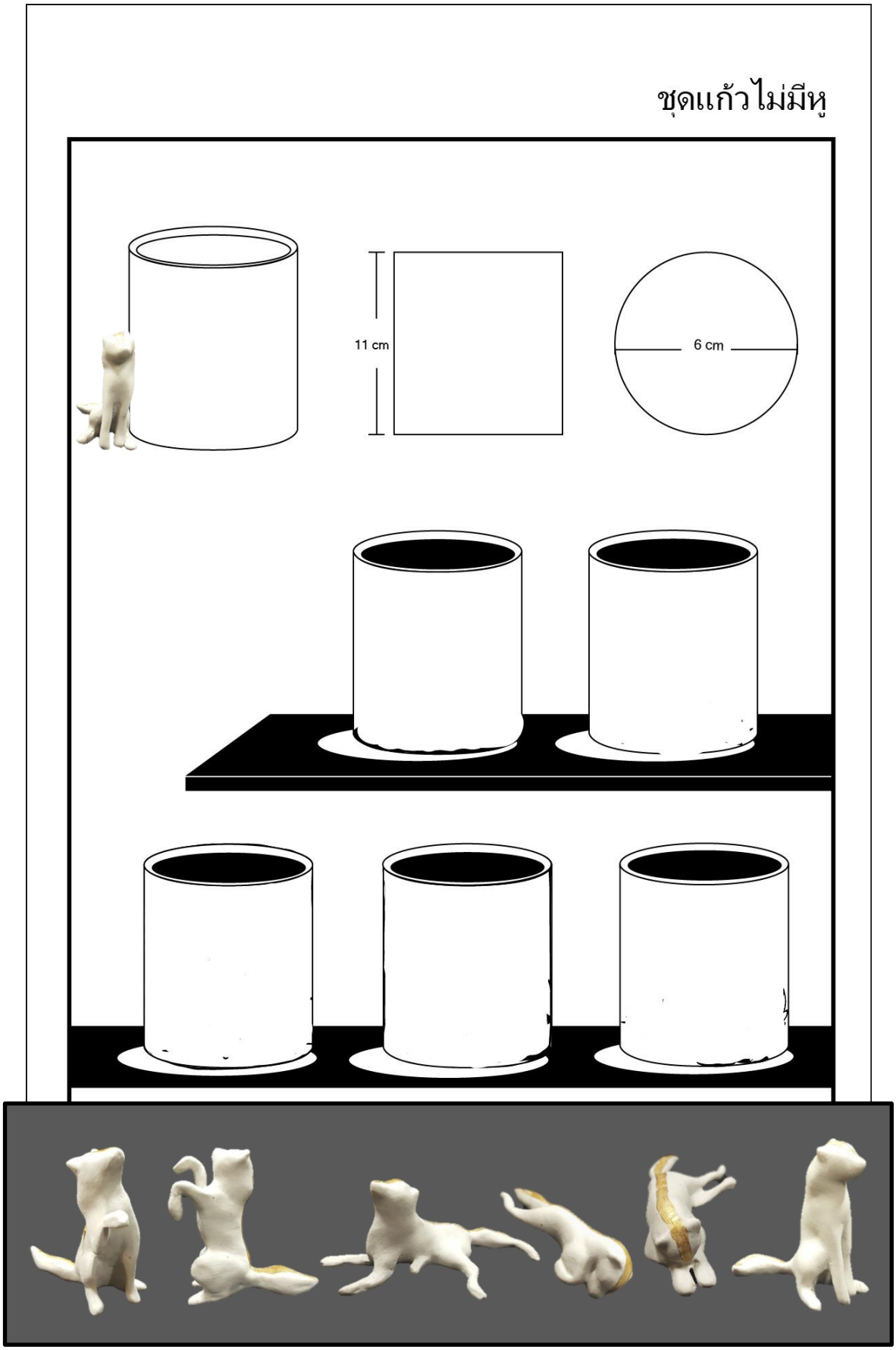
3.6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามด้านความพึงพอใจ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย

3.7 แนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์

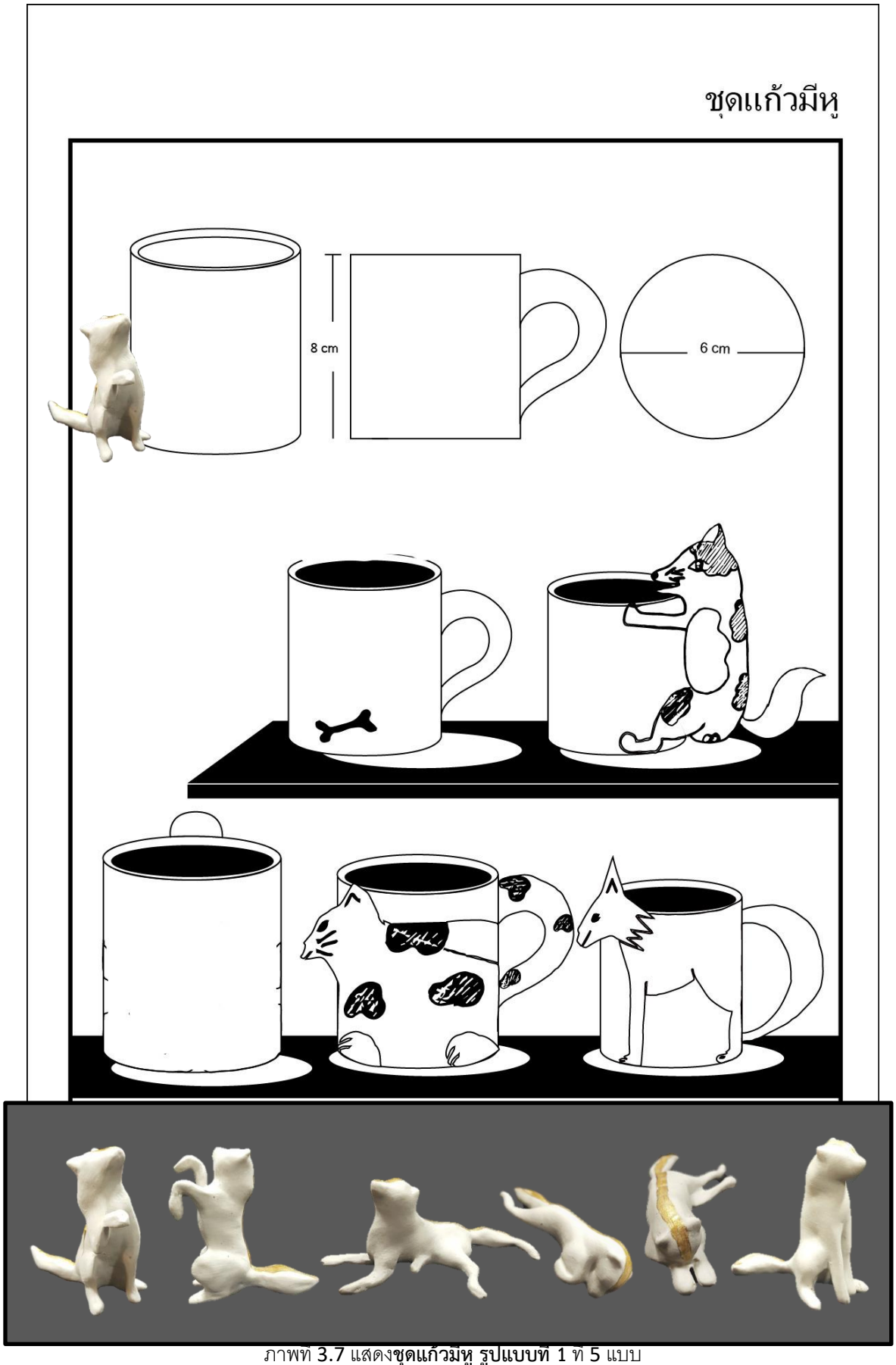
การอบรมการสร้างเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาของอำเภอบางระกำ โดยนักออกแบบตามหลักการออกแบบโดยหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่นักออกแบบควรคำนึงนั้นมีอยู่ ๙ ประการ คือ

- หน้าที่ใช้สอย (FUNCTION)
- ความปลอดภัย (SAFETY)
- ความแข็งแรง (CONSTRUCTION)
- ความสะดวกสบายในการใช้ (ERGONOMICS)
- ความสวยงาม (AESTHETIES)
- ราคาพอสมควร (COST)
- การซ่อมแซมง่าย (EASE OF MAINTENANCE)
- วัสดุและการผลิต (MATERIALS AND PRODUCTION)
- การขนส่ง (TRANSPORTATION)

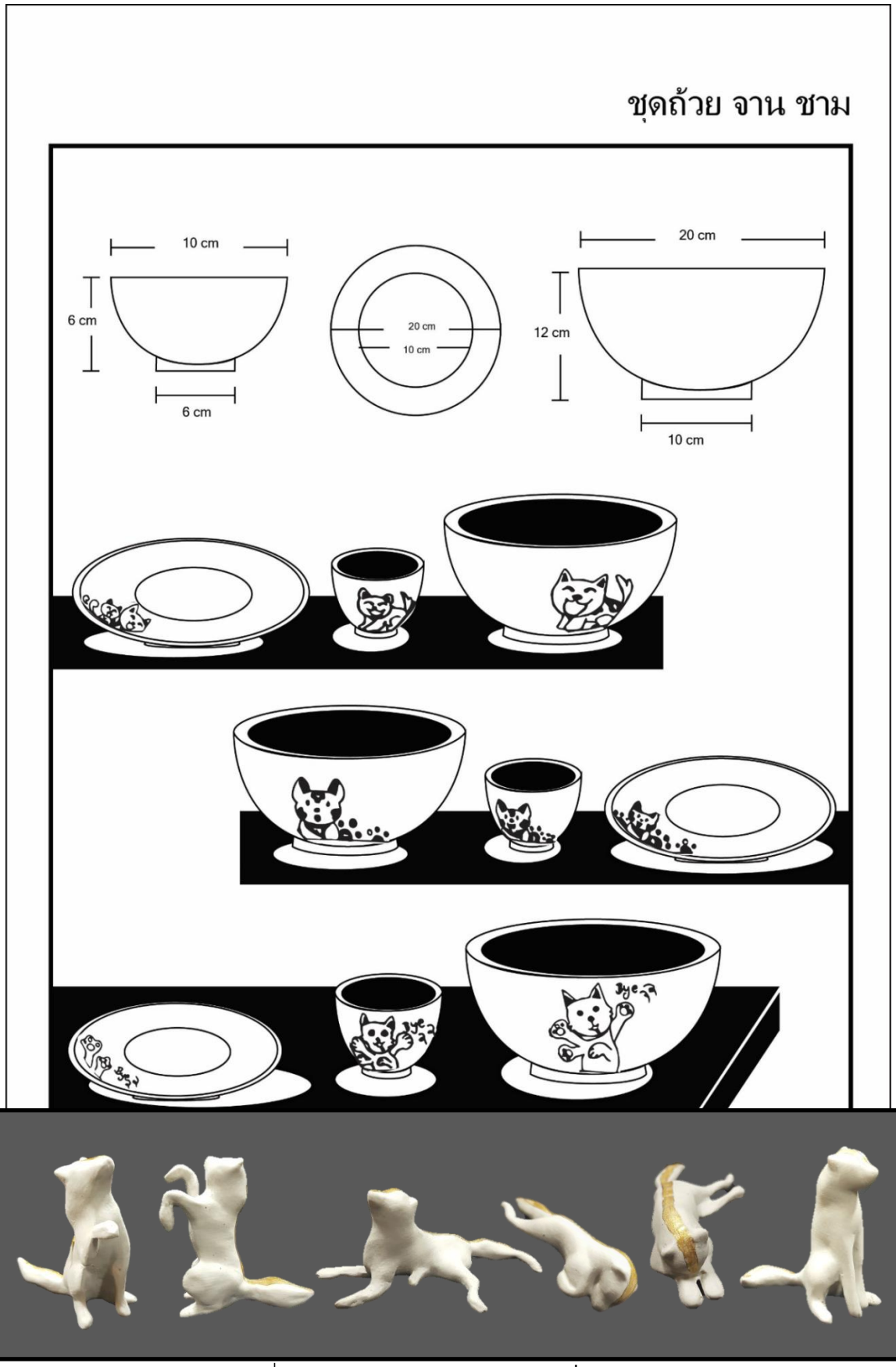
เมื่อได้ข้อมูลของผู้ตอบแบบสอบถามแล้วนำมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบประเมินด้านความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ได้แนวทางในการออกแบบ ดังนี้



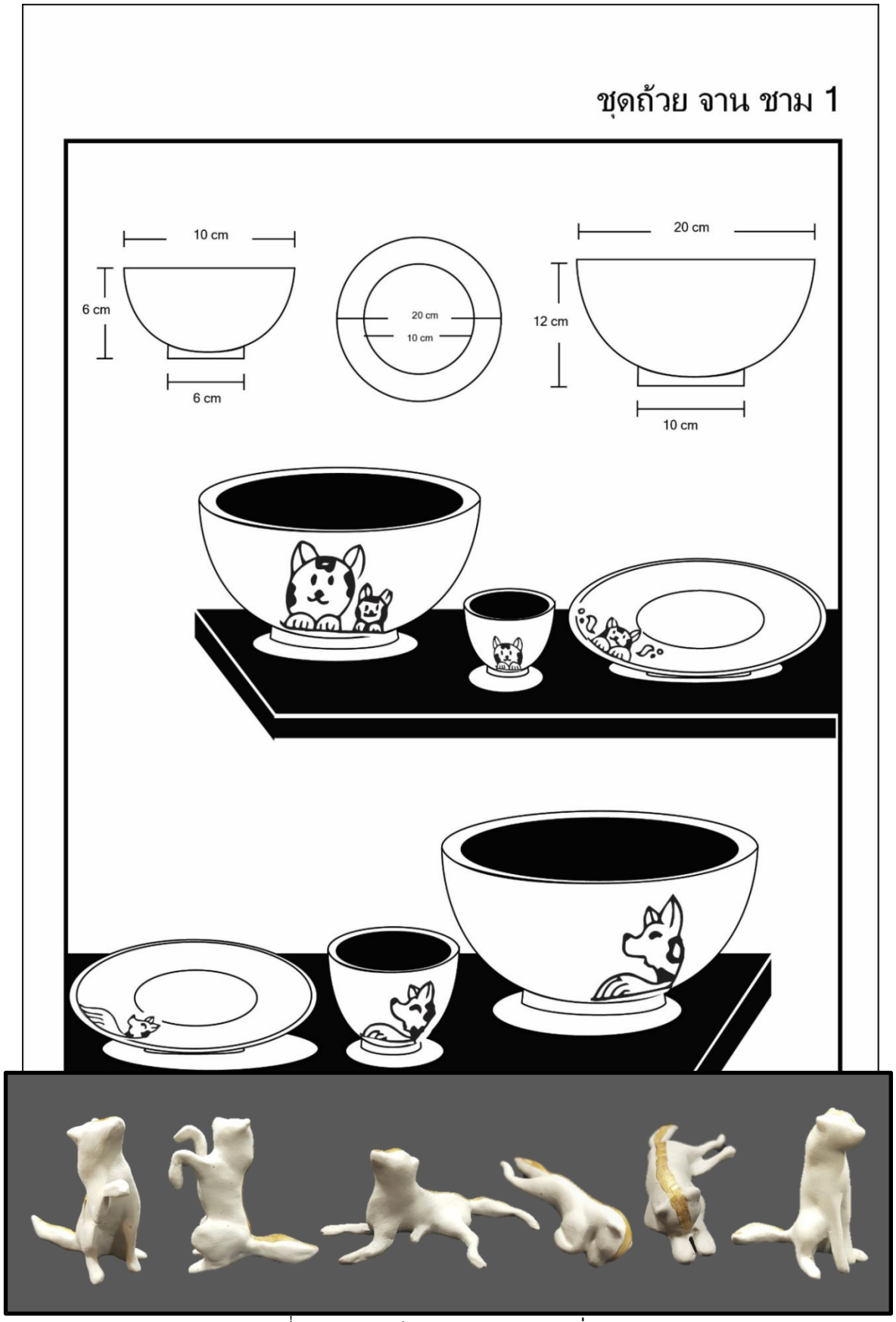
ภาพที่ **3.7** แสดง**ชุดแก้วไม่มีหู รูปแบบที่ 1** ที่ **5** แบบ



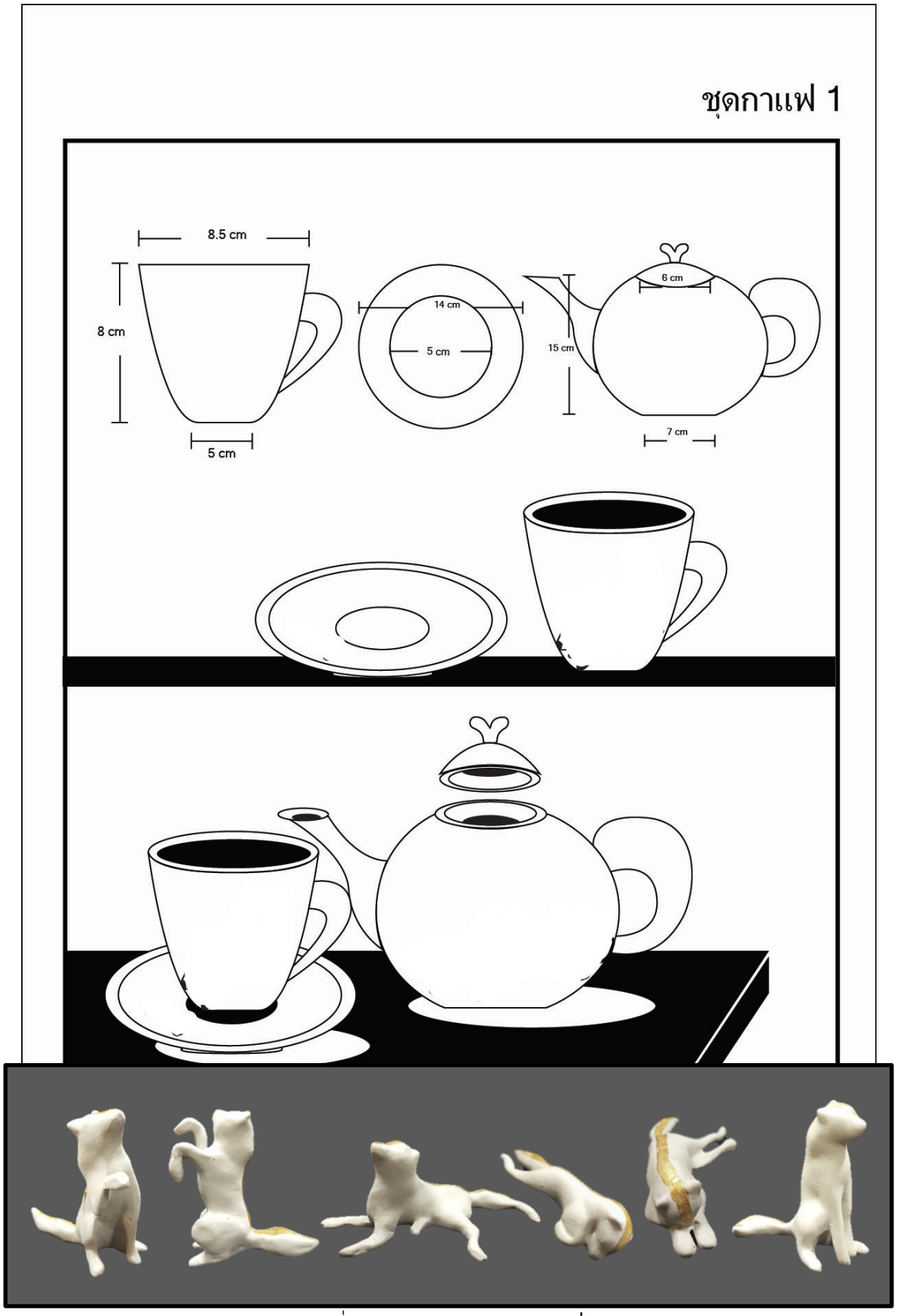
ภาพที่ 3.7 แสดง**ชุดแก้วมีหู รูปแบบที่ 1** ที่ 5 แบบ



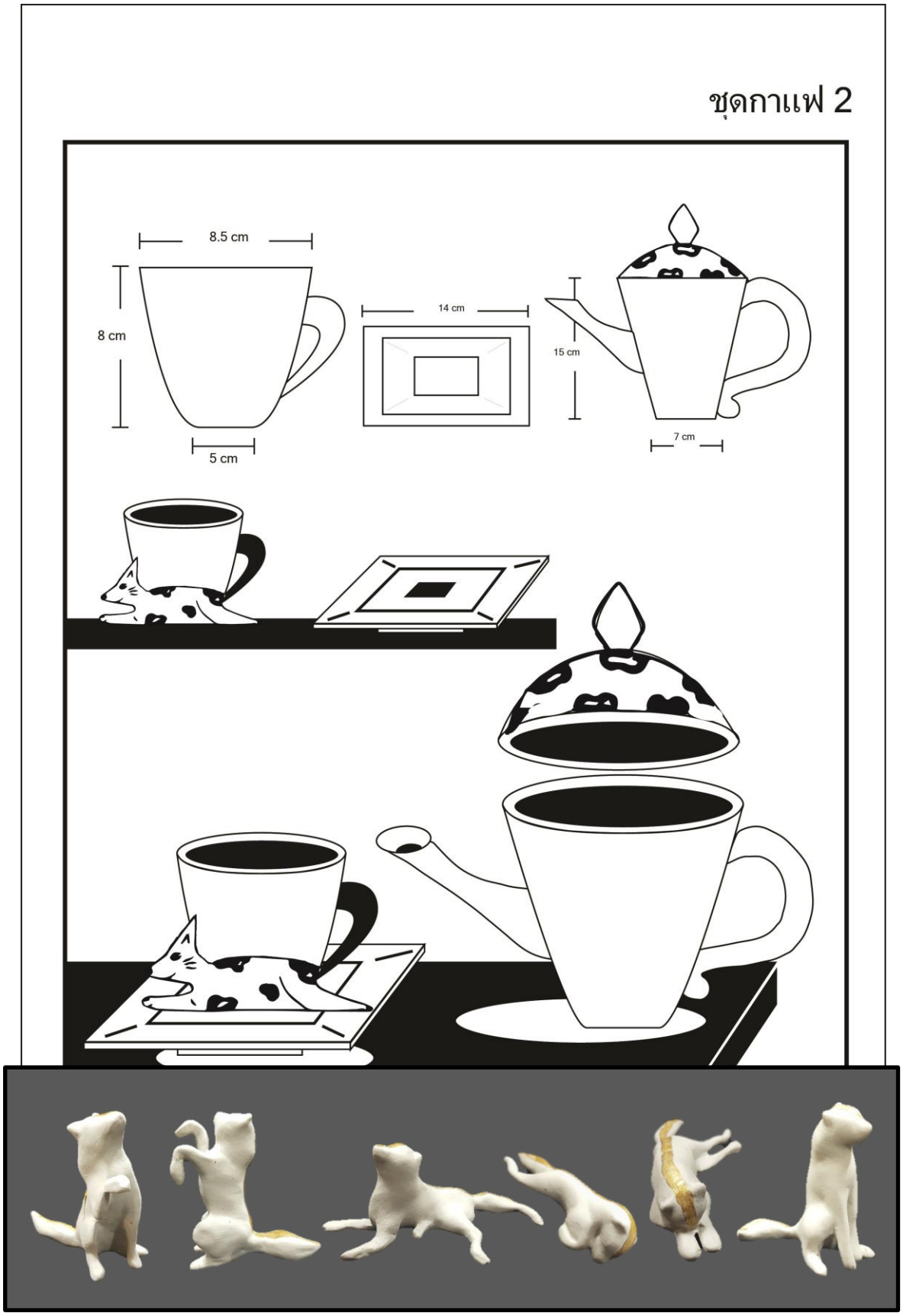
ภาพที่ 3.8 แสดง**ชุดถ้วย จาน ชาม รูปแบบที่ 1,2 และ 3**



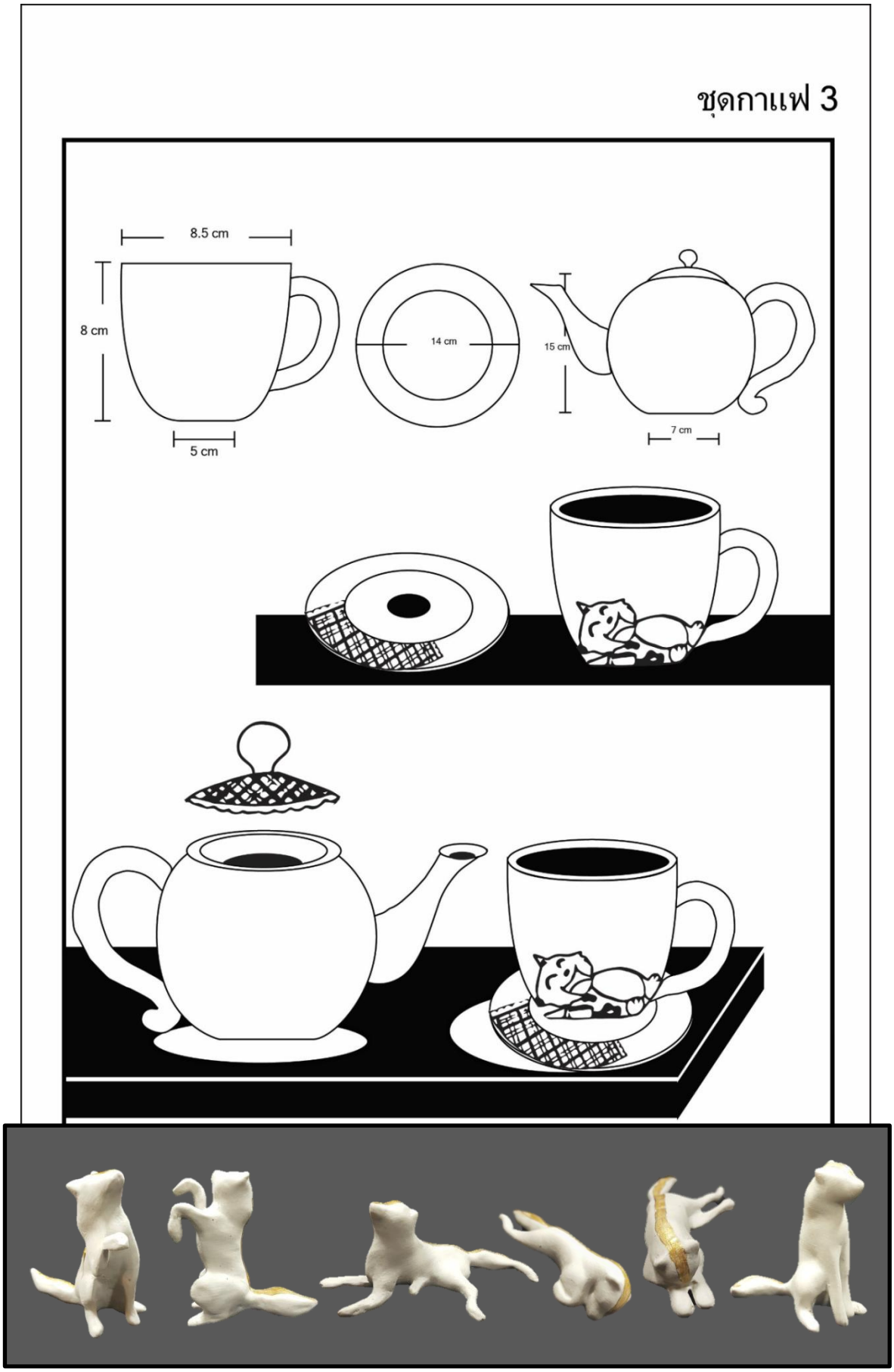
ภาพที่ 3.9 แสดง**ชุดถ้วย จาน ชาม รูปแบบที่ 4** และ **5**



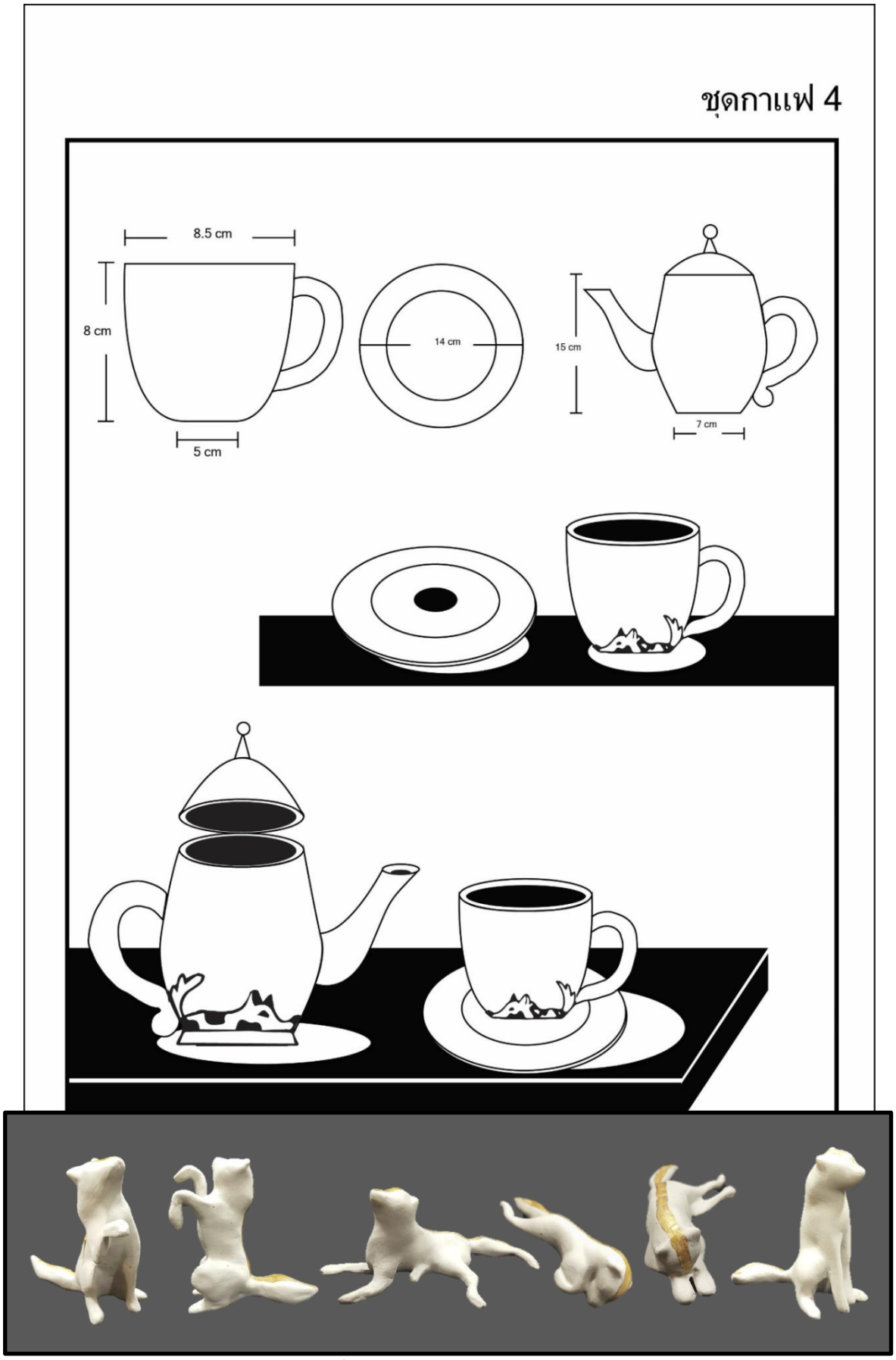
ภาพที่ 3.10 แสดง**ชุดกาแฟ รูปแบบที่ 1**



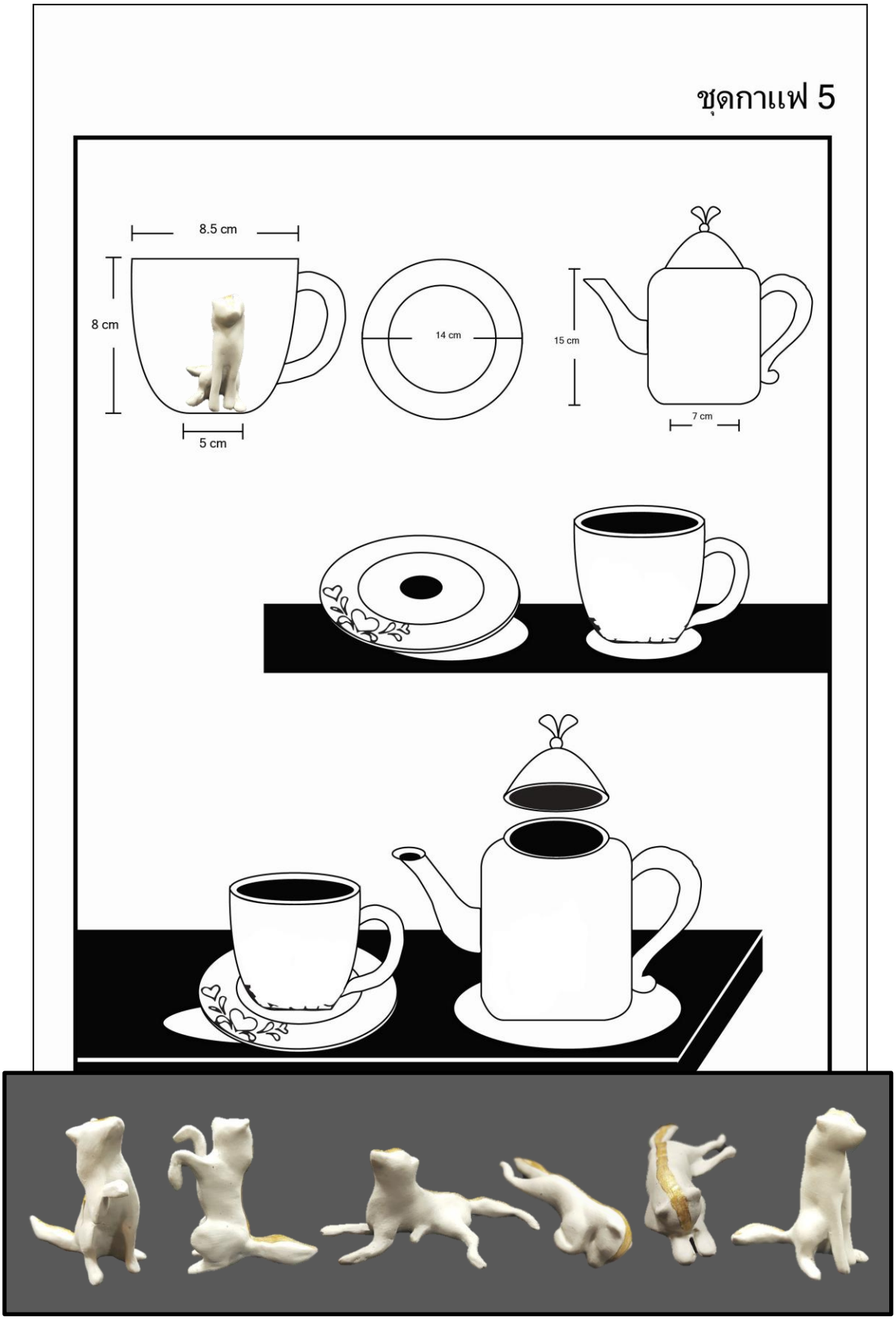
ภาพที่ **3.11** แสดง**ชุดกาแฟ รูปแบบที่ 2**



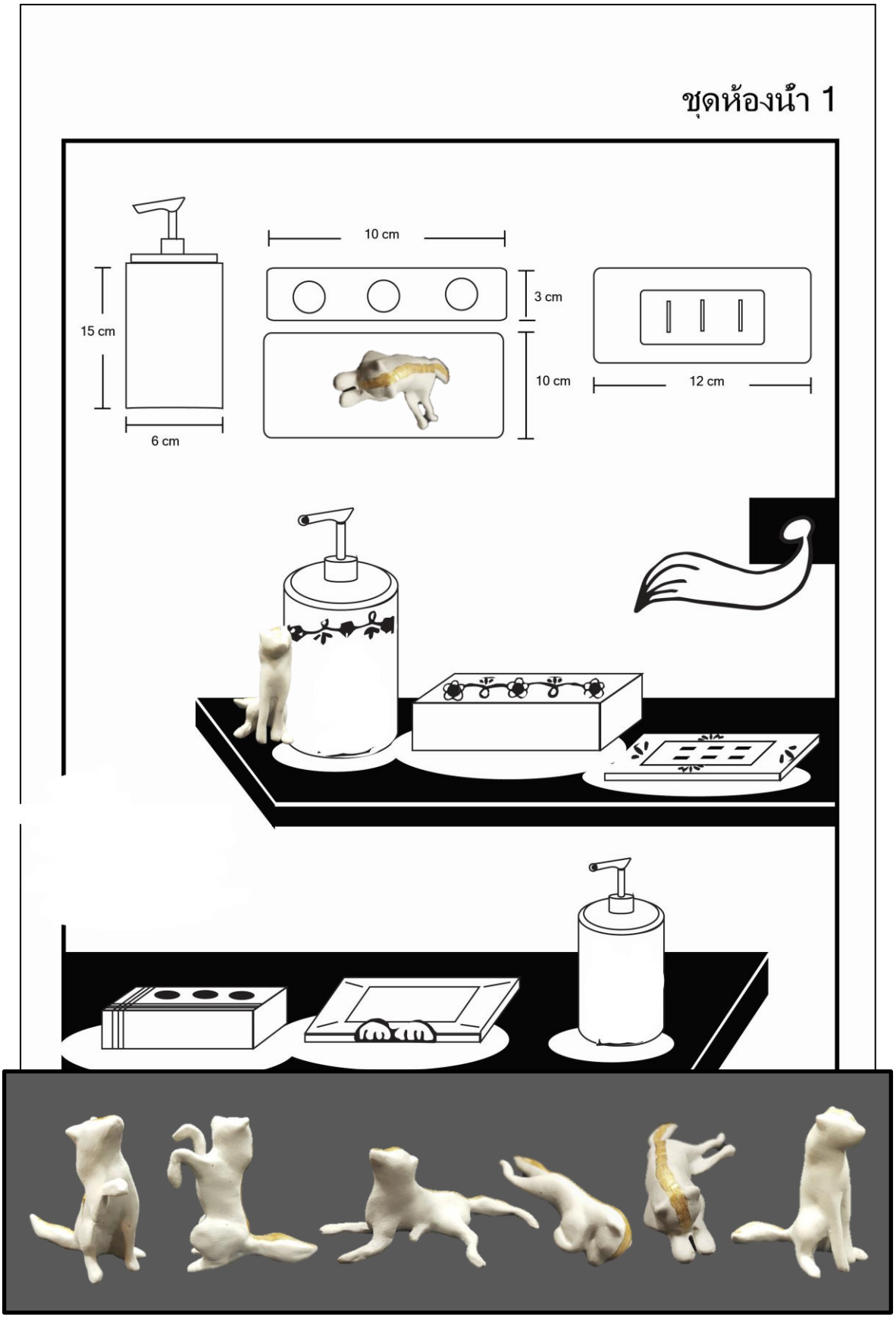
ภาพที่ **3.12** แสดง**ชุดกาแฟ รูปแบบที่ 3**



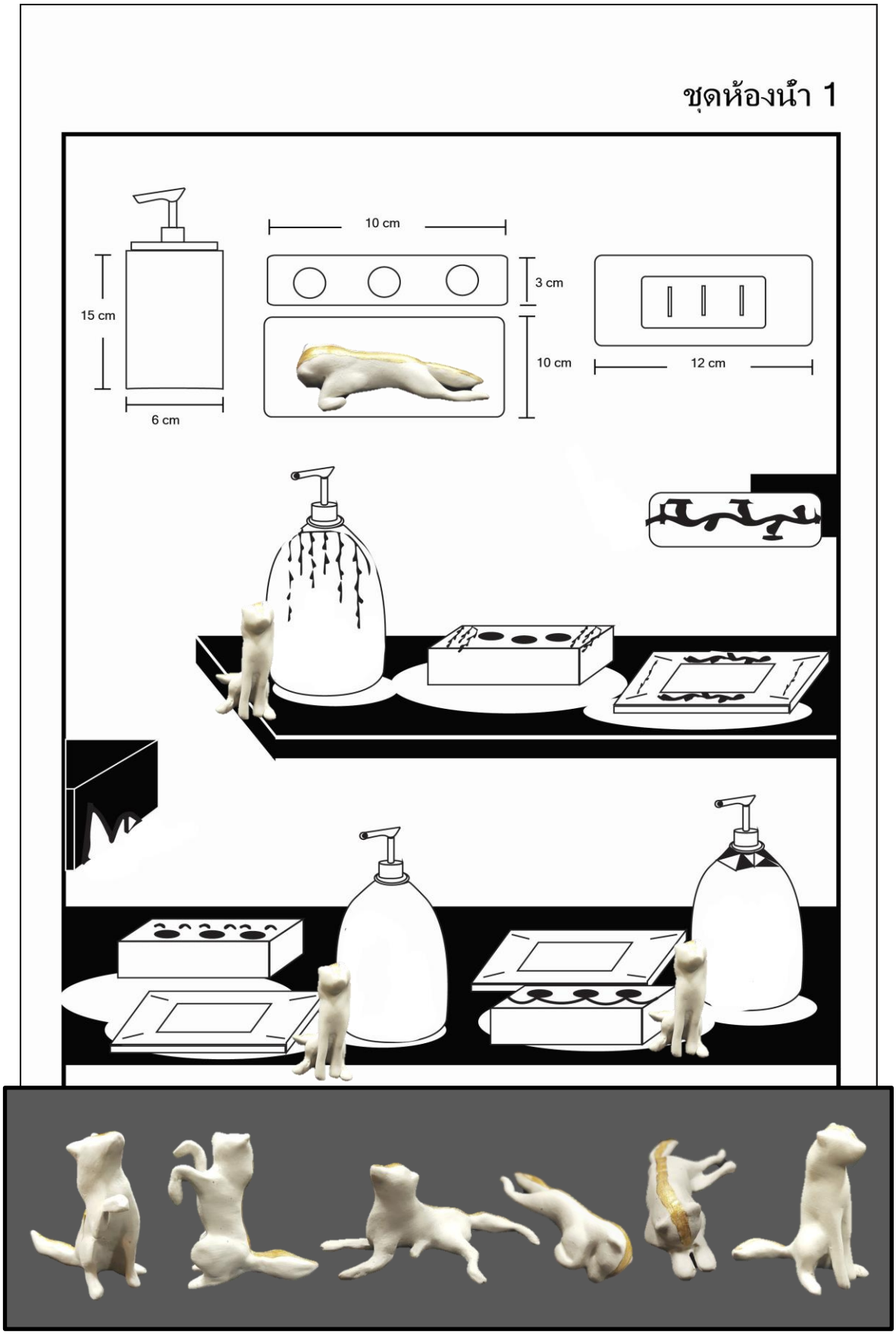
ภาพที่ **3.13** แสดง**ชุดกาแฟ รูปแบบที่ 4**



ภาพที่ 3.14 แสดง**ชุดกาแฟ รูปแบบที่ 5**



ภาพที่ 3.15 แสดงชุด Barthroom รูปแบบที่ 1 และ 2



ภาพที่ 3.17 แสดงชุด Barthroom รูปแบบที่ 3,4 และ 5

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามกระบวนการครบทุกขั้นตอนแล้วนั้น จึงได้ข้อมูลซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ดังรายละเอียดต่อไปนี้ การทดลองหาอัตราส่วนผสมเนื้อดินปั้นจากดินอำเภอบางระกำ (1-11) ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากตารางสามเหลี่ยมอย่างมีระบบ จำนวน 396 สูตรส่วนผสม นำมาทำการอัดขึ้นรูปแท่งทดลองมีขนาดความกว้าง 2 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตรและหนา 1 เซนติเมตร เพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาและภายหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงรายละเอียดดังตาราง

4.1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลบางระกำ

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
1	5.00	2.00
2	5.00	2.00
3	5.00	2.00
4	5.00	2.00
5	5.00	2.00
6	5.00	2.00
7	5.00	2.00
8	5.00	2.00
9	5.00	2.00
10	5.00	2.00
11	5.00	2.00
12	5.00	2.00
13	5.00	2.00
14	5.00	2.00
15	5.00	2.00
16	5.00	2.00
17	5.00	2.00
18	5.00	2.00
19	5.00	2.00
20	5.00	2.00

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
21	5.00	2.00
22	5.00	2.00
23	5.00	2.00
24	5.00	2.00
25	5.00	2.00
26	5.00	1.50
27	5.00	1.50
28	5.00	1.50
29	5.00	1.00
30	5.00	1.00
31	5.00	1.00
32	5.00	1.00
33	5.00	1.00
34	5.00	1.00
35	5.00	1.00
36	5.00	1.00

จากตารางที่ 24 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสมเนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุด ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุด ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 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 และสูตรส่วนผสมที่ 29

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลหนองกุลา

สูตร ส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
1	5.00	1.80
2	5.00	1.80
3	5.00	1.80
4	5.00	1.80
5	5.00	1.80
7	5.00	1.80

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
8	5.00	1.80
9	5.00	1.80
10	5.00	1.80
11	5.00	1.50
12	5.00	1.50
13	5.00	1.50
14	5.00	1.50
15	5.00	1.50
16	5.00	1.50
17	5.00	1.00
18	5.00	1.00
19	5.00	1.00
20	5.00	1.00
21	5.00	1.00
22	5.00	1.00
23	5.00	1.00
24	5.00	1.00
25	5.00	1.00
26	5.00	1.00
27	5.00	1.00
28	5.00	1.00
29	5.00	1.00
30	5.00	1.00
31	5.00	1.00
32	5.00	1.00
33	5.00	1.00
34	5.00	1.00
35	5.00	1.00
36	5.00	1.00

จากตารางที่ 25 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสมเนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 1.00 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 18,19,20,21,22,23,24, 25,26,27,28,29,30,

31,32,33,34,35และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 1.80 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 10

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลชุมแสงสงคราม

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
1	5.00	1.50
2	5.00	1.50
3	5.00	1.50
4	5.00	1.50
5	5.00	1.50
6	5.00	1.50
7	5.00	1.50
8	5.00	1.50
9	5.00	1.50
10	5.00	1.50
11	5.00	1.50
12	5.00	1.00
13	5.00	1.00
14	5.00	1.00
15	5.00	1.00
16	5.00	1.00
17	5.00	1.00
18	5.00	1.00
19	5.00	1.00
20	5.00	1.00
21	5.00	1.00
22	5.00	1.00
23	5.00	1.00
24	5.00	1.00
25	5.00	1.00
26	5.00	1.00
27	5.00	1.00
28	5.00	0.70
29	5.00	0.70

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
30	5.00	1.00
31	5.00	1.00
32	5.00	1.00
33	5.00	1.00
34	5.00	1.00
35	5.00	1.00
36	5.00	1.00

จากตารางที่ 26 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสม เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 0.70 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 28 และสูตรส่วนผสมที่ 29 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 1.50 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 และสูตรส่วนผสมที่ 11

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลท่านางงาม

สูตร ส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
1	5.00	2.00
2	5.00	2.00
3	5.00	2.00
4	5.00	2.00
5	5.00	2.00
6	5.00	2.00
7	5.00	2.00
8	5.00	2.00
9	5.00	2.00
10	5.00	2.00
11	5.00	2.00
12	5.00	2.00
13	5.00	2.00
14	5.00	2.00
15	5.00	2.00

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
16	5.00	2.00
17	5.00	2.00
18	5.00	2.00
19	5.00	2.00
20	5.00	2.00
21	5.00	2.00
22	5.00	2.00
23	5.00	1.50
24	5.00	1.50
25	5.00	1.50
26	5.00	1.50
27	5.00	1.50
28	5.00	1.50
29	5.00	1.00
30	5.00	1.00
31	5.00	1.00
32	5.00	1.00
33	5.00	1.00
34	5.00	1.00
35	5.00	1.00
36	5.00	1.00

จากตารางที่ 27 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสมเนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 1.00 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29,30,31,32,33,34,35และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 2.00 ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5, 6,7,8,9,10,11,12,13, 14,15,16,17,18,19,20,21 และสูตรส่วนผสมที่ 22

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลบ่อทอง

สูตร ส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
1	5.00	1.00
2	5.00	1.00
3	5.00	1.00
4	5.00	1.00
5	5.00	1.00
6	5.00	1.00
7	1.00	1.00
8	5.00	1.00
9	5.00	1.00
10	5.00	1.00
11	5.00	1.00
12	5.00	1.00
13	5.00	1.00
14	5.00	1.00
15	1.00	1.00
16	5.00	0.80
17	1.00	0.80
18	5.00	0.80
19	5.00	0.80
20	5.00	0.80
21	5.00	0.80
22	5.00	0.90
23	5.00	0.90
24	5.00	0.90
25	5.00	0.90
26	5.00	0.70
27	5.00	0.70
28	1.00	0.50
29	1.00	0.50
30	1.00	0.50
31	1.00	0.50
32	5.00	0.60

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
33	5.00	0.80
34	5.00	0.90
35	5.00	0.90
36	5.00	0.90

จากตารางที่ 28 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดน้อยที่สุดได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 7,15,17,28,29,30 และสูตรส่วนผสมที่ 31 คือร้อยละ 1.00 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดมากที่สุดได้แก่สูตร ส่วนผสมที่1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12,13,14,16,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 คือร้อยละ 5.00 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 0.50 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 28,29,30 และสูตรส่วนผสมที่ 31 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 1.00 ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14 และสูตรส่วนผสมที่ 15

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลบึงกอก

สูตร ส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
1	5.00	2.00
2	5.00	2.00
3	5.00	2.00
4	5.00	2.00
5	5.00	2.00
6	5.00	2.00
7	5.00	2.00
8	5.00	2.00
9	5.00	2.00
10	5.00	2.00
11	5.00	2.00
12	5.00	2.00
13	5.00	1.50
14	5.00	1.50
15	5.00	1.50
16	5.00	1.50

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
17	5.00	1.50
18	5.00	1.50
19	5.00	1.00
20	5.00	1.00
21	5.00	1.00
22	5.00	0.50
23	5.00	0.50
24	5.00	0.60
25	5.00	0.80
26	5.00	1.00
27	5.00	1.50
28	5.00	1.50
29	1.00	0.50
30	5.00	0.50
31	5.00	0.80
32	5.00	0.80
33	5.00	0.80
34	5.00	0.80
35	5.00	1.00
36	5.00	1.00

จากตารางที่ 29 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดน้อยที่สุดได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 29 คือ ร้อยละ 1.00 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดมากที่สุดได้แก่สูตร ส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11, 12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 คือ ร้อยละ 5.00 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 0.50 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22,2329 และสูตรส่วนผสมที่ 30 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 2.00 ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 และสูตรส่วนผสมที่ 12

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลปลักแรด

สูตร ส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
1	5.00	2.00
2	5.00	2.00
3	5.00	2.00
4	5.00	2.00
5	5.00	2.00
6	5.00	2.00
7	5.00	2.00
8	5.00	2.00
9	5.00	2.00
10	5.00	2.00
11	5.00	2.00
12	5.00	2.00
13	5.00	2.00
14	5.00	2.00
15	5.00	2.00
16	5.00	1.50
17	5.00	1.50
18	5.00	1.50
19	5.00	1.50
20	5.00	1.50
21	5.00	1.50
22	5.00	1.50
23	5.00	1.50
24	5.00	1.50
25	5.00	1.50
26	5.00	1.50
27	5.00	1.00
28	5.00	1.00
29	5.00	0.90
30	5.00	1.00
31	5.00	1.00
32	5.00	1.00

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
33	5.00	1.00
34	5.00	1.00
35	5.00	1.00
36	5.00	1.00

จากตารางที่ 30 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสม เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 0.90 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 2.00 ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,113,14 และสูตรส่วนผสมที่ 15

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลนิคมพัฒนา

สูตร ส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
1	5.00	2.00
2	5.00	2.00
3	5.00	2.00
4	5.00	2.00
5	5.00	2.00
6	5.00	2.00
7	5.00	2.00
8	5.00	2.00
9	5.00	2.00
10	5.00	2.00
11	5.00	1.50
12	5.00	1.50
13	5.00	1.50
14	5.00	1.50
15	5.00	1.50
16	5.00	1.50
17	5.00	1.50
18	5.00	1.50
19	5.00	1.50

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
20	5.00	1.50
21	5.00	1.50
22	5.00	1.00
23	5.00	1.00
24	5.00	1.00
25	5.00	1.00
26	5.00	1.00
27	5.00	1.00
28	5.00	0.90
29	5.00	0.90
30	5.00	1.00
31	5.00	1.00
32	5.00	1.00
33	5.00	1.00
34	5.00	1.00
35	5.00	1.00
36	5.00	1.00

จากตารางที่ 31 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสม เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 0.90 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 28และสูตรส่วนผสมที่ 29 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 2.00 ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 10

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลคุยม่วง

สูตร ส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
1	5.00	1.50
2	5.00	1.50
3	5.00	1.50
4	5.00	1.50
5	5.00	1.50
6	5.00	1.50
7	5.00	1.50

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
8	5.00	1.50
9	5.00	1.50
10	5.00	1.50
11	5.00	1.50
12	5.00	1.50
13	5.00	1.50
14	5.00	1.50
15	5.00	1.00
16	5.00	1.00
17	5.00	1.00
18	5.00	1.00
19	5.00	1.00
20	5.00	1.00
21	5.00	1.00
22	5.00	1.00
23	5.00	1.00
24	5.00	1.00
25	5.00	1.00
26	5.00	1.00
27	5.00	1.00
28	5.00	1.00
29	5.00	1.00
30	5.00	1.00
31	5.00	1.00
32	5.00	1.00
33	5.00	1.00
34	5.00	1.00
35	5.00	1.00
36	5.00	1.00

จากตารางที่ 32 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสม เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 1.00 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,

15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 1.50 ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14 และสูตรส่วนผสมที่ 15

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลวังอิทก

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
1	5.00	1.00
2	5.00	1.00
3	5.00	1.00
4	5.00	1.00
5	5.00	1.00
6	5.00	1.00
7	5.00	1.00
8	5.00	1.00
9	5.00	1.00
10	5.00	1.00
11	5.00	1.00
12	5.00	1.00
13	5.00	1.00
14	5.00	1.00
15	5.00	1.00
16	5.00	0.80
17	5.00	0.80
18	5.00	0.80
19	5.00	0.80
20	5.00	0.80
21	5.00	0.80
22	5.00	0.80
23	5.00	0.80
24	5.00	0.80
25	5.00	0.70
26	5.00	0.70
27	5.00	0.70
28	5.00	0.70
29	5.00	0.50

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

สูตร ส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
30	5.00	0.90
31	5.00	0.90
32	5.00	0.90
33	5.00	0.90
34	5.00	1.00
35	5.00	1.00
36	5.00	1.00

จากตารางที่ 33 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสม เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 0.50 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 1.00 ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14 และสูตรส่วนผสมที่ 15

ตารางที่ 4.11 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลพันเสา

สูตร ส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
1	5.00	1.60
2	5.00	1.50
3	5.00	1.50
4	5.00	1.50
5	5.00	1.50
6	5.00	1.50
7	5.00	1.50
8	5.00	1.50
9	5.00	1.50
10	5.00	1.50
11	5.00	1.30
12	5.00	1.30
13	5.00	1.30
14	5.00	1.30
15	5.00	1.30
16	5.00	1.30
17	5.00	1.00

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ค่าการหดตัว (ร้อยละ)	ค่าความแข็งแรง (Kg/cm^3)
18	5.00	1.00
19	5.00	1.00
20	5.00	1.00
21	5.00	1.00
22	5.00	1.00
23	5.00	1.00
24	5.00	1.00
25	5.00	1.00
26	5.00	1.00
27	5.00	1.00
28	5.00	0.90
29	5.00	0.90
30	5.00	0.90
31	5.00	0.90
32	5.00	0.70
33	5.00	0.70
34	5.00	0.70
35	5.00	0.80
36	5.00	0.80

จากตารางที่ 34 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสม เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 0.70 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34 เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 1.60 ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1

4.2 ผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลบางระกำหลังเผา

ตารางที่ 4.12 แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลบางระกำหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
1	149.00	11.58	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
2	150.87	11.58	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
3	155.27	10.53	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
4	158.44	9.48	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม

ตารางที่ 4.12 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
5	159.66	9.48	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
6	143.55	9.48	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
7	144.14	9.48	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
8	131.89	9.48	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
9	141.66	8.42	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
10	129.45	9.48	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
11	129.94	8.42	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
12	131.89	8.42	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
13	129.45	8.42	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
14	122.12	7.37	0.05	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
15	117.23	10.53	0.01	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
16	131.73	9.43	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
17	129.67	6.32	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
18	146.54	8.42	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
19	141.66	9.48	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
20	127.00	8.42	1.47	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
21	111.14	8.42	1.28	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
22	127.61	8.42	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
23	98.79	8.42	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
24	118.46	6.32	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
25	112.35	7.37	0.13	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
26	129.65	7.37	1.57	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
27	114.79	8.42	2.65	ทนไฟ	น้ำตาลครีม
28	110.76	8.42	3.68	ทนไฟ	น้ำตาลครีม
29	173.79	7.37	0.42	ไม่ทนไฟ	เทา
30	143.07	7.37	0.04	ไม่ทนไฟ	เทา
31	150.00	7.37	0.00	ไม่ทนไฟ	เทา
32	137.90	8.42	0.00	ไม่ทนไฟ	เทา
33	140.76	6.32	1.44	ทนไฟ	ครีม
34	123.49	5.27	3.39	ทนไฟ	ครีม
35	121.44	6.32	5.97	ทนไฟ	ครีม
36	117.32	6.32	7.56	ทนไฟ	ครีม

จากตารางที่ 35 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 23 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 34 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 2 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12, 13,16,17, 18,19,22,23,24,31 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 19,20,21,23,24,25,26,27, 28, 33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,910, 11,12,13,14,15,16,17,18,22,23,24,25,26,27,28,29 และสูตรส่วนผสมที่ 30 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลเข้ม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15 และสูตรส่วนผสมที่ 22 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 16,17,18,19,20,21,23,24,25 และสูตรส่วนผสมที่ 26 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทา ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 29,30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36

ตารางที่ 4.13 แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลหนองกุลาหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
1	113.08	4.21	0.80	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
2	115.03	5.27	0.88	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
3	113.08	6.32	2.15	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
4	93.58	5.27	0.86	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
5	94.68	6.32	1.25	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
6	94.68	6.32	2.09	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
7	115.93	5.27	0.55	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
8	113.08	6.32	0.51	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
9	115.38	5.27	0.71	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
10	118.03	5.27	0.62	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
11	147.69	5.27	0.33	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
12	133.33	6.32	0.46	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
13	102.91	6.32	0.61	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
14	117.69	6.32	1.51	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
15	93.58	6.32	4.96	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
16	142.08	6.32	9.17	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
17	151.37	5.27	0.14	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
18	138.46	7.37	0.47	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
19	136.15	6.32	1.14	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
20	124.61	5.27	2.21	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
21	120.00	7.37	1.28	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
22	161.14	4.21	0.10	ไม่ทนไฟ	เทา
23	125.56	6.32	0.12	ไม่ทนไฟ	เทา
24	137.31	6.32	0.09	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
25	138.46	6.32	0.36	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
26	113.21	7.37	0.46	ทนไฟ	เทาอมครีม
27	105.28	7.37	1.74	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
28	109.29	6.32	5.82	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
29	120.88	8.42	0.05	ไม่ทนไฟ	เทา
30	142.08	6.32	0.07	ไม่ทนไฟ	เทา
31	131.72	8.42	0.08	ไม่ทนไฟ	เทา
32	135.52	7.37	0.03	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
33	138.46	8.42	0.39	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
34	136.15	8.42	1.03	ทนไฟ	เทาอมครีม
35	111.13	6.32	2.41	ทนไฟ	ครีม
36	111.15	6.32	3.74	ทนไฟ	ครีม

จากตารางที่ 36 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 22 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29,31,33 และ สูตรส่วนผสมที่ 34 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มี ค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 32 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 16 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5,6,8,13,14,15,19,20,21,,26,27,28,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,7,9,10,11,12,16,17, 18,22, 23,24,25,29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 11,12,13,16,17,18 และสูตรส่วนผสมที่ 19 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 14,15,20,21,24,27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทา ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 22 และสูตรส่วนผสมที่ 23 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 29,30,31,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 25,26,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34

ตารางที่ 4.14 แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลชุมแสงสงครามหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
1	126.90	31.60	3.46	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
2	98.00	4.21	0.46	ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
3	92.62	3.16	3.16	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
4	99.23	5.27	5.27	ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
5	84.39	3.16	3.16	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
6	82.21	31.60	3.16	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
7	107.10	5.05	5.05	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
8	91.80	3.16	3.16	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
9	92.31	3.16	3.16	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
10	117.14	4.21	4.21	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
11	99.23	4.21	4.21	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
12	110.77	4.21	4.21	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
13	108.46	5.27	5.27	ทนไฟ	ครีม
14	117.14	5.27	5.27	ทนไฟ	ครีม
15	99.23	6.06	6.06	ทนไฟ	ครีม
16	87.11	3.06	3.16	ทนไฟ	ครีม
17	89.29	5.05	5.05	ทนไฟ	ครีม
18	108.46	4.21	4.21	ทนไฟ	ครีม
19	106.15	3.16	3.16	ทนไฟ	ครีม
20	96.92	3.16	3.16	ทนไฟ	ครีม
21	109.87	4.21	4.21	ทนไฟ	ครีม
22	104.98	4.21	4.21	ทนไฟ	เทาอมครีม
23	102.54	4.21	4.21	ทนไฟ	ครีม
24	82.33	3.16	3.16	ทนไฟ	ครีม
25	96.17	4.21	4.21	ทนไฟ	ครีม
26	96.17	3.16	3.16	ทนไฟ	ครีม
27	102.73	3.16	3.16	ทนไฟ	ครีม
28	100.55	5.05	5.05	ทนไฟ	ครีม
29	81.46	2.02	2.02	ทนไฟ	ครีม
30	99.65	5.05	5.05	ทนไฟ	ครีม

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
31	100.86	6.06	6.06	ทนไฟ	ครีม
32	103.85	3.16	3.16	ทนไฟ	ครีม
33	101.54	3.16	3.16	ทนไฟ	ครีม
34	101.54	4.21	4.21	ทนไฟ	ครีม
35	104.98	5.27	5.27	ทนไฟ	ครีม
36	94.61	5.27	5.27	ทนไฟ	ครีม

จากตารางที่ 37 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความ หดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15 และสูตรส่วนผสมที่ 31 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15 และสูตรส่วนผสมที่ 31 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5,6,8,13,14,15,19,20,21,26,27,28,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,7,9,10,11,12,16,17,18,22,23,24,25,29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลเข้ม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 2 และสูตรส่วนผสมที่ 4 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 3,5,6,7,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 11 และสูตรส่วนผสมที่ 12 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 13,14,15,16,17,18,19,20,21,23,24,25,26,27,28,29,30, 31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 22

ตารางที่ 4.15 แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลท่านางงามหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
1	124.48	8.42	0.50	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
2	154.48	9.48	0.01	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
3	172.89	10.53	0.15	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
4	169.96	10.53	0.01	ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
5	193.33	10.53	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
6	183.33	10.53	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
7	180.00	9.48	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
8	157.24	9.48	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
9	172.89	10.53	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
10	155.31	10.53	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
11	158.24	9.48	0.04	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
12	190.00	9.48	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
13	154.48	11.58	0.16	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
14	160.00	10.58	0.55	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
15	167.30	8.42	1.91	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
16	150.48	10.53	0.07	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
17	162.75	8.42	0.16	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
18	164.10	10.53	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
19	150.48	10.53	1.03	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
20	161.17	9.48	1.58	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
21	160.00	9.48	3.43	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
22	167.03	9.48	0.03	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
23	153.08	8.48	0.01	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
24	142.70	8.49	0.30	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
25	158.24	9.48	0.13	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
26	147.89	10.53	0.10	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
27	144.05	9.48	3.23	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
28	151.72	11.58	0.03	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
29	119.38	6.06	4.64	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
30	124.61	3.16	3.83	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
31	143.17	6.32	0.74	ทนไฟ	เทาอมครีม
32	131.54	6.3	1.79	ทนไฟ	เทาอมครีม
33	154.48	7.37	0.23	ทนไฟ	เทาอมครีม
34	155.86	6.32	2.60	ทนไฟ	ครีม
35	160.00	6.32	3.73	ทนไฟ	ครีม
36	148.37	7.37	4.77	ทนไฟ	ครีม

จากตารางที่ 38 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความ หดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 13 และ สูตรส่วนผสมที่ 28 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5,6,7,8,9,10,12 และ สูตรส่วนผสมที่ 18 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,5,6,8,13,14,15,19,20,21,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3 และสูตรส่วนผสมที่ 22 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลเข้ม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 11,12,13,14,15,16,17,18,19,20 และสูตรส่วนผสมที่ 21 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 27,28,29 และสูตรส่วนผสมที่ 30 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36

ตารางที่ 4.16 แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลบ่อทองหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชัน

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
1	94.68	5.27	0.36	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
2	95.09	6.32	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
3	95.50	7.37	0.77	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
4	111	4.21	0.11	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
5	135.17	5.27	0.32	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
6	137.93	5.27	0.30	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
7	134.19	5.27	0.01	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
8	130.72	5.27	0.07	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
9	148.96	6.32	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
10	107.63	6.32	0.03	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
11	119.38	5.27	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
12	111.14	6.32	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
13	103.33	6.32	0.01	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
14	117.32	7.37	0.24	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
15	107.03	7.37	2.29	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
16	141.66	5.27	0.01	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
17	112.10	5.27	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
18	105.28	6.32	0.01	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
19	107.03	8.42	0.01	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
20	154.48	8.42	0.17	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
21	118.62	6.32	1.31	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
22	166.27	5.27	0.00	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
23	157.24	5.27	0.00	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
24	135.66	5.27	0.14	ทนไฟ	เทาอมครีม
25	108.46	8.42	0.00	ทนไฟ	เทาอมครีม
26	115.38	8.42	0.11	ทนไฟ	เทาอมครีม
27	110.76	8.42	1.46	ทนไฟ	ครีม
28	135.17	8.42	4.65	ทนไฟ	ครีม
29	131.53	7.37	0.00	ไม่ทนไฟ	ครีม
30	162.75	8.42	0.00	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
31	130.38	9.48	0.00	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
32	113.07	7.37	0.00	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
33	151.72	8.42	0.00	ทนไฟ	เทาอมครีม
34	146.54	8.42	0.26	ทนไฟ	เทาอมครีม
35	124.61	8.42	1.92	ทนไฟ	ครีม
36	143.07	7.37	4.35	ทนไฟ	ครีม

จากตารางที่ 39 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 31 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2,9,11,12,17,22,23,25,29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 28 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,5,6,8,13,14,15,19,20,21,24,25,26,27,28,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,7,8,9,10,11,12,16,17,18,22, 23,29, 30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4 และสูตรส่วนผสมที่ 5 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 6,7,8,9,10,11,12,13,16,17,18,19 และสูตรส่วนผสมที่ 20 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 14 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 27,28,29,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 22,23,24,25,26,30,31,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34

ตารางที่ 4.17 แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลบึงกอกหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
1	103.84	7.37	1.38	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
2	106.15	8.42	0.90	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
3	99.23	8.42	1.99	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
4	101.53	7.37	0.71	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
5	106.15	8.42	0.94	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
6	96.92	7.37	0.59	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
7	91.63	8.42	0.41	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
8	122.34	7.37	0.55	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
9	92.30	8.42	1.12	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
10	103.59	7.37	0.44	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
11	113.07	7.37	0.27	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
12	106.15	7.37	0.39	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
13	131.03	10.53	0.75	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
14	110.76	8.42	2.03	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
15	120.86	5.27	5.85	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
16	115.38	5.27	0.11	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
17	117.69	8.42	0.11	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
18	110.76	7.37	0.13	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
19	110.76	7.37	0.41	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
20	122.34	8.42	2.15	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
21	97.77	7.37	1.76	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
22	152.92	6.32	0.05	ไม่ทนไฟ	เทา
23	147.99	5.27	0.00	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
24	120.21	5.27	0.04	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
25	160	7.37	0.16	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
26	142.22	9.48	0.46	ทนไฟ	เทาอมครีม
27	94.68	8.42	3.25	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
28	110.99	6.32	6.31	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
29	108.53	7.37	0.01	ไม่ทนไฟ	เทา
30	108.46	9.48	0.04	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
31	127.54	8.42	0.01	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
32	124.13	8.42	0.12	ทนไฟ	เทาอมครีม

ตารางที่ 4.17 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
33	86.44	9.48	0.65	ทนไฟ	เทาอมครีม
34	119.73	7.37	2.48	ทนไฟ	เทาอมครีม
35	92.62	7.37	4.14	ทนไฟ	ครีม
36	130.37	8.42	7.27	ทนไฟ	ครีม

จากตารางที่ 40 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 25 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15,16,23 และสูตรส่วนผสมที่ 24 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 13 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 23 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,5,6,8,9,13,14,15,19,20,21,26,27,28,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,7,10,11,12,16,17,18,22,23,24,25,29,30 และสูตรส่วนผสมที่ 31 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 10,11,12,13,14,16,17,18 และสูตรส่วนผสมที่ 19 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15,20,21,27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทา ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22 และสูตรส่วนผสมที่ 29 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 23,24,25,26,30,31,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 35 และสูตรส่วนผสมที่ 36

ตารางที่ 4.18 แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลปลักแรดหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
1	133.79	5.27	0.01	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
2	118.85	4.21	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
3	140.69	6.32	0.01	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
4	128.26	4.21	0.01	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
5	131.84	6.32	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
6	146.21	6.32	0.01	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
7	133.97	5.27	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
8	130.05	3.16	0.01	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
9	156.18	6.32	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง

ตารางที่ 4.18 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
10	121.85	3.16	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
11	133.33	5.27	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
12	120	3.16	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
13	130.15	5.27	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
14	160	6.32	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
15	135.36	6.32	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
16	166.59	4.21	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
17	163.99	6.32	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
18	169.41	5.27	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
19	160	6.32	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
20	171.03	6.32	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
21	188.23	7.31	0.79	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
22	195.92	3.16	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
23	185.26	5.27	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
24	143.94	5.27	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
25	167.02	5.27	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
26	151.72	5.27	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
27	169.41	7.37	0.01	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
28	122.07	7.37	1.90	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
29	199.73	7.37	0.00	ไม่ทนไฟ	เทา
30	203.92	7.37	0.00	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
31	189.63	5.27	0.00	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
32	171.03	6.32	0.00	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
33	177.78	7.37	0.00	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
34	185.10	7.37	0.00	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
35	157.24	6.32	0.00	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
36	148.96	7.37	0.00	ทนไฟ	เทาอมครีม

จากตารางที่ 41 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 30 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 8 และสูตรส่วนผสมที่ 22 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 27,28,29,30,33,34 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตร

ส่วนผสมที่ 2,5,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,22,23,24,25,26,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำ มากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 28 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,5,6,11,14,15,19,20,21,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,7,10,12,13,16,17,18,22,23,24,25,28, 29,30,31,32,33, 34 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,910,11, 12,13,14,17 และ สูตรส่วนผสมที่ 18 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 15 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มี สีน้ำตาลอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 16,19,20,21,22,23,24,25,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทา ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 29 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36

ตารางที่ 4.19 แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังตำบลนิคมพัฒนาเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
1	90.57	7.37	0.36	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
2	92.62	8.42	0.20	ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
3	88.52	7.32	2.07	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
4	94.68	8.42	0.12	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
5	99.23	8.42	0.73	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
6	96.92	7.37	3.40	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
7	96.74	9.48	1.03	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
8	130.15	7.37	0.07	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
9	127.55	8.42	0.92	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
10	132.75	8.42	7.92	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
11	133.85	6.32	0.01	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
12	145.77	8.42	0.01	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
13	140.56	9.48	0.11	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
14	120.00	8.42	0.44	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
15	130.15	9.48	3.11	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
16	147.69	7.37	0.00	ไม่ทนไฟ	เทา
17	158.78	7.37	0.00	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
18	150.98	8.42	0.00	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
19	145.77	9.48	0.04	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
20	127.55	9.48	0.77	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
21	124.94	8.42	3.74	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
22	169.52	7.37	0.00	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
23	138.46	8.42	0.00	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
24	153.58	8.42	0.01	ทนไฟ	เทาอมครีม
25	137.31	8.42	0.00	ทนไฟ	เทาอมครีม
26	172.55	9.48	0.42	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
27	146.21	8.42	3.22	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
28	122.07	7.37	4.54	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
29	148.93	8.42	0.00	ไม่ทนไฟ	เทา
30	237.84	9.48	0.01	ไม่ทนไฟ	เทา
31	151.37	9.48	0.00	ไม่ทนไฟ	เทา
32	171.03	8.42	0.00	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
33	186.67	9.48	0.00	ทนไฟ	เทาอมครีม
34	160.00	8.42	2.48	ทนไฟ	ครีม
35	141.61	8.42	4.57	ทนไฟ	ครีม
36	131.54	8.42	6.86	ทนไฟ	ครีม

จากตารางที่ 42 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 26 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 11 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7,13,15,19,20,26,30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 16,17,18,22,23,25,29,30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 10 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2,3,4,5,6,7,8,9,10,13,14,15, 18,19,20,21,24,25,26,27,28,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,11,12,16,17,22,23,29,30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลเข้ม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 2 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 3,4,5,6,7,8,910 และสูตรส่วนผสมที่ 11 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 12,13,14,17,18,19 และสูตรส่วนผสมที่ 20 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 15,21,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทา ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 16,29,30 และสูตรส่วนผสมที่ 31 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 22,23,24,25,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36

ตารางที่ 4.20 แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลคุยม่วงหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
1	82.21	5.27	1.03	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
2	74.79	3.16	1.07	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
3	87.46	6.32	1.23	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
4	130.15	7.37	1.18	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
5	93.58	4.21	0.93	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
6	106.15	7.37	1.77	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
7	83.09	7.37	0.52	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
8	99.43	9.48	0.74	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
9	128.49	9.48	1.09	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
10	79.78	8.42	0.58	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
11	95.53	8.42	0.34	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
12	101.89	9.48	1.15	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
13	96.74	8.42	0.67	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
14	117.19	9.48	1.65	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
15	92.62	6.32	5.14	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
16	91.63	6.32	0.13	ไม่ทนไฟ	เทา
17	89.68	8.42	0.14	ไม่ทนไฟ	เทา
18	90.66	6.32	0.27	ไม่ทนไฟ	เทา
19	95.71	9.48	0.49	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
20	106.71	6.32	1.94	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
21	102.91	7.37	12.32	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
22	128.26	5.27	0.00	ไม่ทนไฟ	เทา
23	99.43	7.37	0.00	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
24	128.26	8.42	0.04	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
25	102.91	8.42	0.21	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
26	111.15	6.32	3.04	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม

ตารางที่ 4.20 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
27	124.59	7.37	1.29	ทนไฟ	เทาอมครีม
28	107.23	4.21	8.14	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
29	115.02	4.21	0.06	ไม่ทนไฟ	เทา
30	115.26	7.37	0.01	ไม่ทนไฟ	เทา
31	118.03	7.37	0.01	ไม่ทนไฟ	เทา
32	133.85	6.32	0.01	ไม่ทนไฟ	เทา
33	134.59	7.37	0.00	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
34	134.28	7.37	0.13	ทนไฟ	เทา
35	131.84	9.48	0.83	ทนไฟ	เทา
36	133.85	7.37	4.66	ทนไฟ	เทา

จากตารางที่ 43 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 8,9,12,14 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22,23 และสูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 21 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 14,15,19,20,21,26,27,28,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,16,17,18,22,23,24,25,29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 และสูตรส่วนผสมที่ 14 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 15,19,20,21,26 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทา ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 16,17,18,22,29,30,31,32,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 23,24,25,27 และสูตรส่วนผสมที่ 33

ตารางที่ 4.21 แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลวังอิทกหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
1	95.53	5.27	6.40	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
2	110.76	7.37	1.03	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
3	106.15	5.27	5.97	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
4	129.65	5.27	6.93	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
5	119.75	6.32	3.04	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
6	140.68	5.27	5.38	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
7	135.17	7.37	1.42	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
8	117.31	7.37	1.10	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
9	135.35	7.37	1.15	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
10	148.96	7.37	15.40	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
11	117.69	6.32	0.56	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
12	172.54	6.32	0.89	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
13	127.54	7.37	2.46	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
14	107.10	5.27	5.27	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
15	108.46	4.21	8.65	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
16	110.76	6.32	0.55	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
17	127.08	7.37	0.44	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
18	132.75	7.37	0.59	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
19	135.35	8.42	0.79	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
20	124.61	9.48	1.40	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
21	130.15	5.27	8.00	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
22	124.94	6.32	0.34	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
23	122.34	7.37	0.60	ทนไฟ	เทาอมครีม
24	135.35	7.37	1.02	ทนไฟ	เทาอมครีม
25	132.75	7.37	1.92	ทนไฟ	เทาอมครีม
26	143.44	9.48	1.49	ทนไฟ	เทาอมครีม
27	137.96	5.27	5.78	ทนไฟ	ครีม
28	135.35	6.32	7.87	ทนไฟ	ครีม
29	109.28	5.27	10.44	ทนไฟ	ครีม
30	118.03	8.42	0.31	ทนไฟ	เทาอมครีม
31	124.61	9.48	0.91	ทนไฟ	เทาอมครีม
32	145.77	8.42	1.45	ทนไฟ	เทาอมครีม
33	140.68	8.42	0.15	ทนไฟ	เทาอมครีม

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
34	130.15	8.42	0.34	ทนไฟ	เทาอมครีม
35	131.53	7.37	4.80	ทนไฟ	ครีม
36	126.92	6.32	5.93	ทนไฟ	ครีม

จากตารางที่ 44 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 12 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 20,26 และสูตรส่วนผสมที่ 31 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 30 เนื้อดินปั้นหลังเผา ที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 10 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3,4,5,6,8,9,10,13,14,15,18,19,20,21,23,24,25,26,27,28,29.30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,7,11,12,16,17 และสูตรส่วนผสมที่ 22 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4 และสูตรส่วนผสมที่ 5 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 6,7,8,9,10,11,12,13,16,17,18,19 และสูตรส่วนผสมที่ 20 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 14,15 และสูตรส่วนผสมที่ 21 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 22,23,24,25,26,30,31,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 27,28,29,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36

ตารางที่ 4.22 แสดงผลวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นตำบลพันเสาหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
1	106.15	5.27	3.19	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
2	103.85	5.27	2.06	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
3	85.78	5.27	1.62	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
4	100.18	6.32	0.95	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
5	112.31	7.37	1.46	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
6	100.98	6.32	3.45	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
7	113.08	6.32	0.15	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลเข้ม
8	107.80	7.37	0.75	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง

ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สีภายหลังการเผา
9	117.69	7.37	1.62	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
10	139.16	5.27	0.19	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
11	141.61	6.32	0.11	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
12	104.97	6.32	0.23	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลแดง
13	107.03	6.32	0.78	ทนไฟ	น้ำตาลแดง
14	102.91	7.37	1.97	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
15	98.80	7.37	3.22	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
16	120.88	5.27	0.05	ไม่ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
17	101.54	6.32	0.57	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
18	111.15	5.27	1.28	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
19	117.69	5.27	2.23	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
20	100.86	5.27	2.51	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
21	93.58	4.21	6.44	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
22	140.77	5.27	0.86	ทนไฟ	น้ำตาลอ่อน
23	147.69	5.27	0.08	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
24	123.51	5.27	0.08	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
25	148.93	7.37	0.47	ไม่ทนไฟ	เทาอมครีม
26	106.15	5.27	2.42	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
27	124.94	6.32	5.34	ทนไฟ	น้ำตาลอมครีม
28	135.17	8.42	3.60	ทนไฟ	เทาอมครีม
29	133.85	6.32	0.92	ทนไฟ	เทาอมครีม
30	144.05	7.37	0.54	ทนไฟ	เทาอมครีม
31	152.31	8.42	0.09	ไม่ทนไฟ	เทา
32	161.39	8.42	0.86	ทนไฟ	เทาอมครีม
33	140.77	7.37	2.37	ทนไฟ	เทาอมครีม
34	119.38	6.32	4.36	ทนไฟ	ครีม
35	117.32	6.32	7.78	ทนไฟ	ครีม
36	105.28	4.21	9.50	ทนไฟ	ครีม

จากตารางที่ 45 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 32 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 21 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่

31 และสูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 16 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,9,13,14,15,17,18,19,20,21,22,26,27,28,29.30,32,33,34,35และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7,8,10,11,12,16,23,24,25 และสูตรส่วนผสมที่ 31 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12 และสูตรส่วนผสมที่ 13 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลเข้ม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7 และสูตรส่วนผสมที่ 14 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 16,17,18 และสูตรส่วนผสมที่ 22 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15,19,20,21,26 และสูตรส่วนผสมที่ 27 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 23,24,25,28,29,30,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทา ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 31 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36

4.3 สรุปผลการทดลอง

ตอนที่ 2 จากการวิเคราะห์ผลการทดลองน้ำเคลือบโดยใช้ดิน 11 ตำบล โซดาเฟลด์สปาร์และ โดโลไมต์ เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation Firing) สรุปได้ดังนี้

1.ระดับความมันแวววาว

1.1 เคลือบมีลักษณะความมันแวววาว จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 14 และสูตรที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 9 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 6,10,19,20,21,27,28,35 และสูตรที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้านจำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,2,3,5,9,13,และสูตรส่วนผสมที่ 26 เคลือบที่มีลักษณะไม่สุกตัวมีจำนวน 18 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 4,7,8,11,12,16,17,18,22,23,24,25,29,30,31, 32,33และสูตรส่วนผสมที่ 34 ลักษณะของเคลือบที่เกิดรูเข็ม จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5 เคลือบที่มีลักษณะแยกตัวออกจากกันมีจำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,2,3,6 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน 5 สูตรส่วนผสมได้แก่ 1,3,5,6และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอมเหลือง จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 2,4,และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมครีม จำนวน2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 7 และสูตรส่วนผสมที่ 12 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมเขียวจำนวน 14 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 8,9,12,13.17,18,19,20,21,24,25,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 12 สูตรส่วนผสม ได้แก่11,16,22,23,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36

1.2 เคลือบมีลักษณะกึ่งมันกึ่งด่าน จำนวน 15 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,3,6,10,12,13,14,15,20,21, 27,28,33,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 5,7,8,9,18,19 และสูตรส่วนผสมที่ 25 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 14 สูตรส่วนผสมได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2,4,11,16,17,22,23,24,26,29,30,31,32และสูตรส่วนผสมที่ 34 ลักษณะของเคลือบที่มีลักษณะราน จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 20,21 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอมเหลือง จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,2,3,6 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมครีม จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่4,5,11,12,13,14 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 11 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 7,8,9,17,18,19,20,21,24,25 และสูตรส่วนผสมที่ 26 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 16 และสูตรส่วนผสมที่ 23 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 34 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 27,28,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลครีม จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 23

1.3 เคลือบที่มีลักษณะมันแวววาว จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 2,19,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 22 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,3,5,6,9,10,13,14,15,16,29,21,22,24, 25,27,28,29,30,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 4,7,8,11,12,18และสูตรส่วนผสมที่ 23 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 17,26 และสูตรส่วนผสมที่ 31 ลักษณะของเคลือบที่มีลักษณะเกิดรุเข็ม จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,2,4,29 และ 30 เคลือบที่มีลักษณะราน จำนวน 8 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 13,14,15,16,19,22,27 และสูตรส่วนผสม 28 เคลือบที่มีลักษณะแยกตัวออกจากกัน จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 24 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ สูตรที่ 1 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอมเหลือง จำนวน 8 สูตรส่วนผสมได้แก่ 2,3,4,5,6,10,11 และสูตรส่วนผสมที่ 14 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 12,23,29,30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองครีม จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 16,17,18,20 และสูตรส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมเขียว จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 7,8 และสูตรส่วนผสมที่ 9 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอ่อน จำนวน 2 สูตรส่วนผสมได้แก่ 19 และสูตรส่วนผสมที่ 27 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวขาว จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 24,25 และสูตรส่วนผสมที่ 26 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 28,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอมน้ำตาล จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15

1.4 เคลือบที่มีลักษณะมันแวววาว จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 16,17,18,26,27,28 และสูตรส่วนผสมที่ 34 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 13 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 6,10,11,12,13,14,15,19,20, 21,24,31 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 2,3,4,5,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 9 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,7,22,23,25,29,30,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33 ลักษณะของเคลือบที่มีลักษณะเกิดรูเข็ม จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 9,14,15 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะราน จำนวน 8 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 11,12,16,17,18,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 31 เคลือบที่มีลักษณะแยกตัวออกจากกัน จำนวน 2 สูตรส่วนผสมได้แก่ 2 และสูตรส่วนผสมที่ 4 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 2,3 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเข้ม จำนวน 4 สูตรได้แก่ 4,5,6 และสูตรส่วนผสมที่ 9 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเหลือง จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 7 และสูตรส่วนผสมที่ 8 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียว จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 11,16,17 และสูตรส่วนผสมที่ 18 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเขียว จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 12 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวน้ำตาล จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 13,14 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอมเหลือง จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 13,20 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาล จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ ส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 11 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 22,23,24,25,26,29,30,31,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมน้ำตาล จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ ส่วนผสมที่ 27 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 1 สูตรส่าวนผสมได้แก่ ส่วนผสมที่ 36

1.5 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 18 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,2,3,5,6,7,8,9,10,13,14,19, 20,21,28,29,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 4 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 16 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 11,12,16,17,18,22,23, 24,25,26,29,30,31,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34 ลักษณะของเคลือบมีความสมบูรณ์ทุกสูตรส่วนผสม เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาล จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 3 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 8 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 2,4,5,6,7,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม

จำนวน 8 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 11,12,16,17,18,22,23 และสูตรส่วนผสมที่ 27 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 9 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 13,14,15,19,20,21,28,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีเทา จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 24,25,26,30 และสูตรส่วนผสมที่ 31 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 29,30,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34

1.6 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 21,28 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 14 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,2,3,5,6,9,10,13,14,15,20,27,29 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 19 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 4,7,8,11,12,16,17,18,19, 22,23,24,25,26,30,31,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34 ลักษณะของเคลือบที่มีลักษณะเกิดรูเข็ม จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 12,31 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เคลือบที่มีลักษณะราน จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่14 และสูตรส่วนผสมที่ 20 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,3 และสูตรส่วนผสมที่ 6 เคลือบที่มีลักษณะสีส้ม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 2 และสูตรส่วนผสมที่ 4 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 14 สูตร ได้แก่ 7,8,11,12,16,17,22,23,25,26,27,28,34 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมเขียว จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 9 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอมเหลือง จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ส่วนผสมที่ 13 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมอมส้ม จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 14 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมครีม จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 18,19,20 และสูตรส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 6 สูตรส่วนผสม 24,29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่33 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ ส่วนผสมที่ 36

1.7 เคลือบที่มีลักษณะความมันแวววาว จำนวน 0 สูตรส่วนผสม เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 15,21,27,28 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 21 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13,14,18,19,23,25,26,29,34 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 9 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 11,16,17,22,24,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33 ลักษณะของเคลือบที่มีลักษณะความสมบูรณ์ จำนวน 32 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,22,23,242,5,26,27, 28,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะเกิดรูเข็ม จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3,4,20 และสูตรส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 5 เคลือบที่มีลักษณะสีส้ม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3,9 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 18 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,7,8,11,12,13,14,16,17,18,19,20,22,23,27,29,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาล จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมอมเหลือง จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 24,25,26,30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมอมเขียว จำนวน 1 สูตร ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 28 เคลือบที่มีลักษณะสีเทา จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 33 และสูตรส่วนผสมที่ 34

1.8 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 10,15,21,27,28, 35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 24 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,

5,6,7,8,9,11,12,13,14,16,1718,19,20,24,19,30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 34 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22,23,25,26,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33 ลักษณะของเคลือบที่มีลักษณะความสมบูรณ์ จำนวน 35 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,2122,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะราน จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 3 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอมเหลือง จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 13 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,7,11,12,16,17,18,22,23,24,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่ลักษณะสีเขียวอมเหลือง จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 25 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 6,10 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมเขียว จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 8 และสูตรส่วนผสมที่ 9 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมอมเขียว จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 13,14,19,25,26 และสูตรส่วนผสมที่ 27 เคลือบที่มีลักษณะสีทา จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 20 และสูตรส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสม 28 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

1.9 เคลือบที่มีลักษณะความมันแวววาว จำนวน 0 สูตรส่วนผสม เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 10 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 2,6,10,15,20,21,27,28,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 14 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,3,4,5,8,9,11,12,13,14,19,22,27 และสูตรส่วนผสมที่ 33 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 12 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7,16, 17,18,23,24,25,29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33 ลักษณะของเคลือบที่มีลักษณะความสมบูรณ์ จำนวน 33 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,25,26, 27,28,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะรูเข็ม จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 8,23 และสูตรส่วนผสมที่ 24 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเข้ม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 3 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอ่อน จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเหลือง จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,5,6 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 9 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7,8,16,28,31,32,33,34 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองเขียว จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 9,11,12,13 และสูตรส่วนผสมที่ 14 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15,21,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะสีเทา จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 17,19,20,25 และสูตรส่วนผสมที่ 29 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 18,23,24 และสูตรส่วนผสมที่ 30 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมเหลือง จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22

1.10 เคลือบที่มีลักษณะความมันแวววาว จำนวน 0 สูตรส่วนผสม เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 10 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 3,5,6,10,15,21,26,27,28 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 18 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,4,7,8,9,11,12,13,14,16,17,18,19,20, 22,34 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 8 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 23,24,25,29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33 ลักษณะของเคลือบที่มีลักษณะความสมบูรณ์ จำนวน 31 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่3,4,5,6,7,8,10,11,12,14,15,16,17,18,19,21,22,23,24,25,26,27,28,

29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะรูเข็ม จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,13 และสูตรส่วนผสมที่ 20 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเข้ม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 6 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอ่อน จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวน้ำตาล จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 10 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,7,11,12,16,17,18,22,23 และสูตรส่วนผสมที่ 24 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเหลือง จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมเขียว จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 8,9,13,14,19 และสูตรส่วนผสมที่ 20 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียว จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 10 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะสีเทา จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 21,30,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองเขียว จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 25,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

1.11 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 16 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 2,3,6,9,10,14, 15,20,21,26,27,28,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 13 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,4,5,7,8,11,12,13,19,22,24,29 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 16,17,18,23,25,30 และสูตรส่วนผสมที่ 31 ลักษณะของเคลือบที่มีลักษณะความสมบูรณ์ จำนวน 35 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่1,2,3,4,5, 6,7,8,9,11, 12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะรูเข็ม จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,3 และสูตรส่วนผสมที่ 6 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเขียว จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2,4 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองเขียว จำนวน 8 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7,8,9,24,25,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมเหลือง จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 11,12 และสูตรส่วนผสมที่ 13 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเหลือง จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 14,17,18 และสูตรส่วนผสมที่ 19 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเหลือง จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15 แลละสูตรส่วนผสมที่ 16 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสม 20,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียว จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22 และสูตรส่วนผสมที่ 29 เคลือบที่มีลักษณะสีเทา จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 23 และสูตรส่วนผสมที่ 30 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 31

ตารางที่ 4.23 แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลบางระกำ หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลบางระกำ	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
1	80	10	10			✓						✓			น้ำตาลเข้ม
2	70	20	10			✓						✓			น้าตาลอมเหลือง
3	70	10	20			✓						✓			น้ำตาลเข้ม
4	60	30	10				✓								น้าตาลอมเหลือง
5	60	20	20			✓		✓							น้ำตาลเข้ม
6	60	10	30		✓							✓			น้ำตาลเข้ม
7	50	40	10				✓								เหลืองอมครีม
8	50	30	20				✓								เหลืองอมเขียว
9	50	20	30			✓									เหลืองอมเขียว
10	50	10	40		✓							✓			น้ำตาลเข้ม
11	40	50	10				✓								ครีม
12	40	40	20				✓								เหลืองอมครีม
13	40	30	30			✓									เหลืองอมเขียว
14	40	20	40	✓											เขียวอมเหลือง
15	40	10	50	✓											น้ำตาลอมเลือง
16	30	60	10				✓								ครีม
17	30	50	20				✓								เหลืองอมเขียว
18	30	40	30				✓								เหลืองอมเขียว

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลบางระกำ	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
19	30	30	40		✓										เหลืองอมเขียว
20	30	20	50		✓										เหลืองอมเขียว
21	30	10	60		✓										เขียวอมเหลือง
22	20	70	10				✓								ครีม
23	20	60	20				✓								ครีม
24	20	50	30				✓								เหลืองอมเขียว
25	20	40	40				✓								เหลืองอมเขียว
26	20	30	50			✓									เหลืองอมเขียว
27	20	20	60		✓										เหลืองอมเขียว
28	20	10	70		✓										เขียวอมเหลือง
29	10	80	10				✓								ครีม
30	10	70	20				✓								ครีม
31	10	60	30				✓								ครีม
32	10	50	40				✓								ครีม
33	10	40	50				✓								ครีม
34	10	30	60				✓								ครีม
35	10	20	70		✓										ครีม
36	10	10	80		✓										ครีม

ผลการทดลอง 2

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองเผาเคลือบโดยใช้ดินตำบลบางระกำ โซดาเฟลด์สปาร์และโดโลไมต์ เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation Firing) สรุปได้ดังนี้

1.ระดับความมันแวววาว

เคลือบมีลักษณะความมันแวววาว จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 14 และสูตรที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 9 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 6,10,19,20,21,27,28,35 และสูตรที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้านจำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,2,3,5,9,13,และสูตรส่วนผสมที่ 26 เคลือบที่มีลักษณะไม่สุกตัวมีจำนวน 18 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 4,7,8,11,12,16,17,18,22,23,24,25,29,30,31,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34

2.ความสมบูรณ์ของเคลือบ

ลักษณะเคลือบที่เกิดรูเข็ม จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5 เคลือบที่มีลักษณะแยกตัวออกจากกันมีจำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,2,3,6 และสูตรส่วนผสมที่ 10

3.สีของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน 5 สูตรส่วนผสมได้แก่ 1,3,5,6และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอมเหลือง จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 2,4,และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมครีม จำนวน2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 7 และสูตรส่วนผสมที่ 12 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมเขียว จำนวน 14 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 8,9,12,13.17,18,19,20,21,24,25,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 12 สูตรส่วนผสม ได้แก่11,16,22,23,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36

ตารางที่ 4.24 แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลบางระกำ หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศรีดักชัน

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลบางระกำ	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
1	80	10	10			✓			✓						น้ำตาลเข้ม
2	70	20	10			✓		✓							น้ำตาลอ่อน
3	70	10	20			✓						✓			น้ำตาลเข้ม
4	60	30	10			✓		✓							น้ำตาลอ่อน
5	60	20	20			✓		✓							น้ำตาลอ่อน
6	60	10	30			✓		✓							น้ำตาลเข้ม
7	50	40	10			✓									ครีม
8	50	30	20			✓				✓					เหลือง
9	50	20	30			✓		✓							เทา
10	50	10	40			✓						✓			น้ำตาลเข้ม
11	40	50	10			✓				✓					ครีม
12	40	40	20			✓				✓					ครีม
13	40	30	30			✓		✓							เหลือง
14	40	20	40			✓			✓						เขียวอมเหลือง
15	40	10	50			✓		✓							น้ำตาลเข้ม
16	30	60	10			✓				✓					น้ำตาลอมส้ม
17	30	50	20			✓						✓			ครีม
18	30	40	30			✓				✓					ครีม

ตารางที่ 4.24 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลบางระกำ	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
19	30	30	40			✓			✓						เขียว
20	30	20	50			✓			✓						เขียว
21	30	10	60		✓										เขียว
22	20	70	10			✓									น้ำตาลส้ม
23	20	60	20			✓									ครีม
24	20	50	30			✓		✓							ครีม
25	20	40	40			✓									ครีม
26	20	30	50			✓								✓	ครีม
27	20	20	60			✓						✓			เทาอ่อน
28	20	10	70			✓		✓							เทาเข้ม
29	10	80	10			✓		✓							เขียวอมเหลือง
30	10	70	20			✓		✓							ขาว
31	10	60	30			✓									ขาว
32	10	50	40			✓									ครีม
33	10	40	50			✓						✓			ครีม
34	10	30	60			✓						✓			ขาว
35	10	20	70			✓					✓				เทา
36	10	10	80			✓						✓			น้ำตาลเข้ม

ผลการทดลอง 2

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองเผาเคลือบโดยใช้ดินตำบล หนองกุลา โซดาเฟลด์สปาร์และโดโลไมต์ เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation Firing) สรุปได้ดังนี้

1.ระดับความมันแวววาว

เคลือบมีลักษณะกึ่งมันกึ่งด่าน จำนวน 15 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,3,6,10,12,13,14,15,20,21,27, 28,33,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 5,7,8,9,18,19 และสูตรส่วนผสมที่ 25 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 14 สูตรส่วนผสมได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2,4,11,16,17,22,23,24,26,29,30,31,32และสูตรส่วนผสมที่ 34

2. ความสมบูรณ์ของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะราน จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 20,21 และสูตรส่วนผสมที่ 36

3.สีของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอมเหลือง จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,2,3,6 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมครีม จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่4,5,11,12,13,14 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 11 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 7,8,9,17,18,19,20,21,24,25 และสูตรส่วนผสมที่ 26 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 16 และสูตรส่วนผสมที่ 23 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 34 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 27,28,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลครีม จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 23

ผลการทดลองบรรยากาศออกซิเดชัน

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 10 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 10 ประกอบด้วยดินตำบล หนองกุลา จำนวนร้อยละ 50 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน มีความสมบูรณ์ มีสีเขียวอมเหลือง

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 12 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 12 ประกอบด้วยดินตำบล หนองกุลา จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 20 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 40 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน มีความสมบูรณ์ มีสีเหลืองครีม

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 13 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 13 ประกอบด้วยดินตำบล หนองกุลา จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 30 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน มีความสมบูรณ์ มีสีเหลืองครีม

ผลการสรุปบรรยากาศรีดักชัน

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 10 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 10 ประกอบด้วยดินตำบล หนองกุลา จำนวนร้อยละ 50 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน มีความสมบูรณ์ มีสีเทาเข้ม

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 27 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 27 ประกอบด้วยดินตำบล หนองกุลา จำนวนร้อยละ 20 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 60 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเทาอ่อน

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 28 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 28 ประกอบด้วยดินตำบล หนองกุลา จำนวนร้อยละ 20 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 70 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเทาอ่อน

ตารางที่ 4.25 แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลหนองกุลา หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลหนองกุลา	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
1	80	10	10		✓										เขียวอมเหลือง
2	70	20	10				✓								เขียวอมเหลือง
3	70	10	20		✓										เขียวอมเหลือง
4	60	30	10				✓								เหลืองครีม
5	60	20	20			✓									เหลืองครีม
6	60	10	30		✓										เขียวอมเหลือง
7	50	40	10			✓									ครีม
8	50	30	20			✓									ครีม
9	50	20	30			✓									ครีม
10	50	10	40		✓										เขียวอมเหลือง
11	40	50	10				✓								เหลืองครีม
12	40	40	20		✓										เหลืองครีม
13	40	30	30		✓										เหลืองครีม
14	40	20	40		✓										เหลืองครีม
15	40	10	50		✓										เหลืองครีม
16	30	60	10				✓								น้ำตาลอ่อน
17	30	50	20				✓								ครีม
18	30	40	30			✓									ครีม

ตารางที่ 4.25 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลหนองกุลา	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธิการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
19	30	30	40	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	ครีม
20	30	20	50	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	ครีม
21	30	10	60	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	ครีม
22	20	70	10	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	น้ำตาลอ่อน
23	20	60	20	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	น้ำตาลครีม
24	20	50	30	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	ครีม
25	20	40	40	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	ครีม
26	20	30	50	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	ครีม
27	20	20	60	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ใส
28	20	10	70	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ใส
29	10	80	10	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	ครีมอมเหลือง
30	10	70	20	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	ครีมอมเหลือง
31	10	60	30	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	ครีมอมเหลือง
32	10	50	40	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	ครีมอมเหลือง
33	10	40	50	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ครีมอมเหลือง
34	10	30	60	-		-	✓	-	-	-	-	-	-	-	ขาว
35	10	20	70	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ใส
36	10	10	80	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	ใส

ผลการทดลอง 3

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองเผาเคลือบโดยใช้ดินตำบล ชุมแสงสงคราม โซดาเฟลด์สปาร์และโดโลไมต์ เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation Firing) สรุปได้ดังนี้

1.ระดับความมันแวววาว

เคลือบที่มีลักษณะมันแวววาว จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 2,19,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 22 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,3,5,6,9,10,13,14,15,16,29,21, 22,24,25,27,28, 29,30,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 4,7,8,11,12,18 และสูตรส่วนผสมที่ 23 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 17,26 และสูตรส่วนผสมที่ 31

2.ความสมบูรณ์ของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะเกิดรุเข็ม จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,2,4,29 และ 30 เคลือบที่มีลักษณะราน จำนวน 8 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 13,14,15,16,19,22,27 และสูตรส่วนผสม 28 เคลือบที่มีลักษณะแยกตัวออกจากกัน จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 24

3.สีของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ สูตรที่ 1 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอมเหลือง จำนวน 8 สูตรส่วนผสมได้แก่ 2,3,4,5,6,10,11 และสูตรส่วนผสมที่ 14 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 12,23,29,30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองครีม จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 16,17,18,20 และสูตรส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมเขียว จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 7,8 และสูตรส่วนผสมที่ 9 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอ่อน จำนวน 2 สูตรส่วนผสมได้แก่ 19 และสูตรส่วนผสมที่ 27 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวขาว จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 24,25 และสูตรส่วนผสมที่ 26 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 28,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอมน้ำตาล จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15

ผลการทดลองบรรยากาศออกซิเดชัน

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 2 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 2 ประกอบด้วยดินตำบล ชุมแสงสงคราม จำนวนร้อยละ 70 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเขียวอมเหลือง

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 35 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 35 ประกอบด้วยดินตำบล ชุมแสงสงคราม จำนวนร้อยละ 10 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 70 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีใส

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 36 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 36 ประกอบด้วยดินตำบล ชุมแสงสงคราม จำนวนร้อยละ 10 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 80 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีใส

ตารางที่ 4.26 แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลหนองกุลา หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศรีดักชัน

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลหนองกุลา	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
1	80	10	10			✓			✓						น้ำตาล
2	70	20	10			✓		✓							เทา
3	70	10	20			✓		✓							น้ำตาล
4	60	30	10			✓				✓					เหลือง
5	60	20	20			✓		✓							น้ำตาล
6	60	10	30		✓				✓						เขียว
7	50	40	10			✓		✓						✓	เหลือง
8	50	30	20			✓					✓				ครีม
9	50	20	30		✓					✓					เขียวอมเหลือง
10	50	10	40		✓				✓						เทาเข้ม
11	40	50	10			✓		✓							ครีมอมส้ม
12	40	40	20			✓								✓	ครีม
13	40	30	30		✓				✓						เขียวอมเหลือง
14	40	20	40		✓				✓						เขียวอมเหลือง
15	40	10	50		✓				✓						เทาเข้ม
16	30	60	10			✓					✓				ครีมอมส้ม
17	30	50	20			✓						✓			ครีม
18	30	40	30			✓					✓				ครีม

ตารางที่ 4.26 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลหนองกุลา	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
19	30	30	40			✓		✓	✓						เทาอ่อน
20	30	20	50			✓		✓	✓						เทา
21	30	10	60		✓										ครีม
22	20	70	10				✓								ครีม
23	20	60	20				✓								ครีม
24	20	50	30				✓								ครีม
25	20	40	40				✓								เทาอ่อน
26	20	30	50				✓								เทาอ่อน
27	20	20	60	✓											เทาอ่อน
28	20	10	70	✓											เทาอ่อน
29	10	80	10				✓								ครีม
30	10	70	20				✓								ครีม
31	10	60	30				✓								ครีม
32	10	50	40				✓								ครีม
33	10	40	50				✓								ครีม
34	10	30	60				✓								ครีม
35	10	20	70		✓										ครีม
36	10	10	80		✓										ใส

ผลการทดลอง 4

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองเผาเคลือบโดยใช้ดินตำบล ท่านางงาม โซดาเฟลด์สปาร์และโดโลไมต์ เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation Firing) สรุปได้ดังนี้

1.ระดับความมันแวววาว

เคลือบที่มีลักษณะมันแวววาว จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 16,17,18,26,27,28 และสูตรส่วนผสมที่ 34 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 13 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 6,10,11,12,13,14,15,19,20,21,24,31 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 2,3,4,5,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 9 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,7,22,23,25,29,30,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

2.ความสมบูรณ์ของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะเกิดรูเข็ม จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 9,14,15 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะราน จำนวน 8 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 11,12,16,17,18,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 31 เคลือบที่มีลักษณะแยกตัวออกจากกัน จำนวน 2 สูตรส่วนผสมได้แก่ 2 และสูตรส่วนผสมที่ 4

3.สีของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 2,3 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเข้ม จำนวน 4 สูตรได้แก่ 4,5,6 และสูตรส่วนผสมที่ 9 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเหลือง จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 7 และสูตรส่วนผสมที่ 8 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียว จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 11,16,17 และสูตรส่วนผสมที่ 18 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเขียว จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 12 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวน้ำตาล จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 13,14 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอมเหลือง จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 13,20 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาล จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ ส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 11 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 22,23,24,25,26,29,30,31,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมน้ำตาล จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ ส่วนผสมที่ 27 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 1 สูตรส่าวนผสมได้แก่ ส่วนผสมที่ 36

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 28 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชันและบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 28 ประกอบด้วยดินตำบล ท่านางงาม จำนวนร้อยละ 20 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 70 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีน้ำตาลอมเหลือง

ผลการทดลองบรรยากาศออกซิเดชัน

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 10 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 10 ประกอบด้วยดินตำบล ท่านางงาม จำนวนร้อยละ 50 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีน้ำตาลเข้ม

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 13 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 13 ประกอบด้วยดินตำบล ท่านางงาม จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 30 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเขียวน้ำตาล

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 28 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 28 ประกอบด้วยดินตำบล ท่านางงาม จำนวนร้อยละ 20 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 70 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีน้ำตาลอมเหลือง

ผลการสรุปบรรยากาศรีดักชัน

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 10 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 10 ประกอบด้วยดินตำบล ท่านางงาม จำนวนร้อยละ 50 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีน้ำตาลอมเหลือง

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 20 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 20 ประกอบด้วยดินตำบล ท่านางงาม จำนวนร้อยละ 30 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 50 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีน้ำตาลอมเขียว

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 28 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 28 ประกอบด้วยดินตำบล ท่านางงาม จำนวนร้อยละ 20 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 70 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเขียว

ตารางที่ 4.27 แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลชุมแสงสงคราม หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลชุมแสงสงคราม	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
1	80	10	10		✓			✓							น้ำตาลเข้ม
2	70	20	10	✓				✓							เขียวอมเหลือง
3	70	10	20		✓										เขียวอมเหลือง
4	60	30	10			✓		✓							เขียวอมเหลือง
5	60	20	20		✓										เขียวอมเหลือง
6	60	10	30		✓										เขียวอมเหลือง
7	50	40	10			✓									เหลืองอมเขียว
8	50	30	20			✓									เหลืองอมเขียว
9	50	20	30		✓										เหลืองอมเขียว
10	50	10	40		✓										เขียวอมเหลือง
11	40	50	10			✓									เขียวอมเหลือง
12	40	40	20			✓									ครีม
13	40	30	30		✓				✓						เขียว
14	40	20	40		✓				✓						เขียวอมเหลือง
15	40	10	50		✓				✓						เขียวอมน้ำตาล
16	30	60	10		✓				✓						เหลืองครีม
17	30	50	20				✓								เหลืองครีม
18	30	40	30			✓									เหลืองครีม

ตารางที่ 4.27 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลชุมแสงสงคราม	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
19	30	30	40	✓					✓						เขียวอ่อน
20	30	20	50		✓										เหลืองครีม
21	30	10	60		✓										เหลืองครีม
22	20	70	10		✓				✓						เขียวอ่อน
23	20	60	20			✓									ครีม
24	20	50	30		✓							✓			เขียวขาว
25	20	40	40		✓										เขียวขาว
26	20	30	50				✓								เขียวขาว
27	20	20	60		✓				✓						เขียวอ่อน
28	20	10	70		✓				✓						ใส
29	10	80	10		✓			✓							ครีม
30	10	70	20		✓			✓							ครีม
31	10	60	30				✓								ครีม
32	10	50	40		✓										ครีม
33	10	40	50		✓										ใส
34	10	30	60		✓										ใส
35	10	20	70	✓											ใส
36	10	10	80	✓											ใส

ผลการทดลอง 5

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองเผาเคลือบโดยใช้ดินตำบล บ่อทอง โซดาเฟลด์สปาร์และโดโลไมต์ เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation Firing) สรุปได้ดังนี้

1.ระดับความมันแวววาว

เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 18 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,2,3,5,6,7,8,9,10,13,14,19,20, 21,28,29,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 4 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 16 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 11,12,16,17,18,22,23, 24,25,26,29,30,31,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34

2.ความสมบูรณ์ของเคลือบ

เคลือบมีความสมบูรณ์ทุกสูตรส่วนผสม

3.สีของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาล จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 3 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 8 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 2,4,5,6,7,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 8 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 11,12,16,17,18,22,23 และสูตรส่วนผสมที่ 27 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 9 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 13,14,15,19,20,21,28,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีเทา จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 24,25,26,30 และสูตรส่วนผสมที่ 31 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 29,30,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34

ผลการทดลองบรรยากาศออกซิเดชัน

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 1 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 1 ประกอบด้วยดินตำบล บ่อทอง จำนวนร้อยละ 80 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน มีความสมบูรณ์ มีสีน้ำตาล

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 19 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 19 ประกอบด้วยดินตำบล บ่อทอง จำนวนร้อยละ 30 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้านมีความสมบูรณ์ มีสีใส

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 20 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 20 ประกอบด้วยดินตำบล บ่อทอง จำนวนร้อยละ 30 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 50 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้านมีความสมบูรณ์ มีสีใส

ผลการสรุปบรรยากาศรีดักชัน

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 1 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 1 ประกอบด้วยดินตำบล บ่อทอง จำนวนร้อยละ 80 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีน้ำตาลเข้ม

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 3 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 3 ประกอบด้วยดินตำบล บ่อทอง จำนวน

ร้อยละ 70 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 20 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีน้ำตาลเข้ม

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 5 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 5 ประกอบด้วยดินตำบล บ่อทอง จำนวนร้อยละ 60 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 20 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีน้ำตาลอ่อน

ตารางที่ 4.28 แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลชุมแสงสงคราม หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศรีดักชัน

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลชุมแสงสงคราม	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
1	80	10	10		✓				✓						น้ำตาลเข้ม
2	70	20	10		✓								✓		น้ำตาลอ่อน
3	70	10	20			✓			✓						เทาเข้ม
4	60	30	10			✓		✓							เทาอ่อน
5	60	20	20			✓									เทาอ่อน
6	60	10	30		✓				✓						เทาเข้ม
7	50	40	10			✓							✓		เหลืองอมน้ำตาล
8	50	30	20			✓		✓							เขียวอมเหลือง
9	50	20	30	✓										✓	เขียวอมเหลือง
10	50	10	40			✓		✓							เขียวอมเหลือง
11	40	50	10				✓								เขียวอมเหลือง
12	40	40	20				✓								เขียวอมเหลือง
13	40	30	30			✓								✓	เขียวอมเหลือง
14	40	20	40		✓										เขียวอมเหลือง
15	40	10	50	✓											เขียว
16	30	60	10				✓								เหลืองอมเขียว
17	30	50	20			✓		✓							เหลืองอมเขียว
18	30	40	30				✓								เขียว

ตารางที่ 4.28 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลชุมแสงสงคราม	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
19	30	30	40			✓			✓						เขียวอมเหลือง
20	30	20	50		✓					✓					เขียว
21	30	10	60	✓											เขียว
22	20	70	10				✓								ครีมอมส้ม
23	20	60	20				✓								ส้มอมเขียว
24	20	50	30			✓									เขียว
25	20	40	40			✓		✓							เขียว
26	20	30	50				✓								เขียว
27	20	20	60			✓			✓						เขียว
28	20	10	70	✓				✓							เขียว
29	10	80	10				✓								เขียว
30	10	70	20			✓									เขียว
31	10	60	30			✓				✓					เขียวอมเหลือง
32	10	50	40				✓	✓							เขียวอมเหลือง
33	10	40	50			✓									เขียวอมเหลือง
34	10	30	60		✓										ครีม
35	10	20	70		✓										ครีม
36	10	10	80	✓											ครีม

ผลการทดลอง 6

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองเผาเคลือบโดยใช้ดินตำบล บึงกอก โซดาเฟลด์สปาร์และโดโลไมต์ เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation Firing) สรุปได้ดังนี้

1.ระดับความมันแวววาว

เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 21,28 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 14 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,2,3,5,6,9,10,13,14,15,20,27,29 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 19 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 4,7,8,11,12,16,17,18,19,22,23,24,25, 26,30,31,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34

2.ความสมบูรณ์ของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะเกิดรูเข็ม จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 12,31 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เคลือบที่มีลักษณะราน จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่14 และสูตรส่วนผสมที่ 20

3.สีของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,3 และสูตรส่วนผสมที่ 6 เคลือบที่มีลักษณะสีส้ม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 2 และสูตรส่วนผสมที่ 4 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 14 สูตร ได้แก่ 7,8,11,12,16,17,22,23,25,26,27,28,34 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมเขียว จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 9 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอมเหลือง จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ ส่วนผสมที่ 13 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมอมส้ม จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 14 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมครีม จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 18,19,20 และสูตรส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 6 สูตรส่วนผสม 24,29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่33 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ ส่วนผสมที่ 36

ผลการทดลองบรรยากาศออกซิเดชัน

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 21 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 21 ประกอบด้วยดินตำบล บึงกอก จำนวนร้อยละ 30 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 60 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน มีความสมบูรณ์ มีสีเหลืองครีม

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 28 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 28 ประกอบด้วยดินตำบล บึงกอก จำนวนร้อยละ 20 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 70 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้านมีความสมบูรณ์ มีสีครีม

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 36 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 20 ประกอบด้วยดินตำบล บึงกอก จำนวนร้อยละ 10 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 80 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้านมีความสมบูรณ์ มีสีใส

ผลการสรุปบรรยากาศรีดักชัน

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 10 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 10 ประกอบด้วยดินตำบล บึงกอก

จำนวนร้อยละ 50 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเทา

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 14 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 14 ประกอบด้วยดินตำบล บึงกอก จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเขียว

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 15 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 15 ประกอบด้วยดินตำบล บึงกอก จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 50 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเขียว

ตารางที่ 4.29 แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลท่านางงาม หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลท่านางงาม	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
1	80	10	10				✓								น้ำตาลอ่อน
2	70	20	10			✓						✓			น้ำตาลเข้ม
3	70	10	20			✓									น้ำตาลเข้ม
4	60	30	10			✓						✓			เขียวเข้ม
5	60	20	20			✓									เขียวเข้ม
6	60	10	30		✓										เขียวเข้ม
7	50	40	10				✓								เขียวเหลือง
8	50	30	20			✓									เขียวเหลือง
9	50	20	30			✓		✓							เขียวเข้ม
10	50	10	40		✓										น้ำตาลเข้ม
11	40	50	10		✓				✓						เขียว
12	40	40	20		✓				✓						น้ำตาลเขียว
13	40	30	30		✓										เขียวน้ำตาล
14	40	20	40		✓			✓							เขียวน้ำตาล
15	40	10	50		✓			✓							เขียวน้ำตาล
16	30	60	10	✓					✓						เขียว
17	30	50	20	✓					✓						เขียว
18	30	40	30	✓					✓						เขียว

ตารางที่ 4.29 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลท่านางงาม	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
19	30	30	40		✓										น้ำตาลอมเหลือง
20	30	20	50		✓										น้ำตาลอมเหลือง
21	30	10	60		✓										น้ำตาล
22	20	70	10				✓								ครีม
23	20	60	20				✓								ครีม
24	20	50	30		✓										ครีม
25	20	40	40				✓								ครีม
26	20	30	50	✓					✓						ครีม
27	20	20	60	✓					✓						เหลืองอมน้ำตาล
28	20	10	70	✓											น้ำตาลอมเหลือง
29	10	80	10				✓								ครีม
30	10	70	20				✓								ครีม
31	10	60	30		✓				✓						ครีม
32	10	50	40				✓								ครีม
33	10	40	50				✓								ครีม
34	10	30	60	✓											ใส
35	10	20	70			✓		✓							ครีม
36	10	10	80		✓										ใส

ผลการทดลอง 7

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองเผาเคลือบโดยใช้ดินตำบลปลักแรด โซดาเฟลด์สปาร์และโดโลไมต์ เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation Firing) สรุปได้ดังนี้

1. ระดับความมันแวววาว

เคลือบที่มีลักษณะความมันแวววาว จำนวน 0 สูตรส่วนผสม เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 15,21,27,28 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 21 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13,14,18,19,23,25,26,29,34 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 9 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 11,16,17,22,24,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

2. ความสมบูรณ์ของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะความสมบูรณ์ จำนวน 32 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 ,2,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,22,23,242,5,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะเกิดรูเข็ม จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3,4,20 และสูตรส่วนผสมที่ 21

3. สีของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 5 เคลือบที่มีลักษณะสีส้ม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3,9 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 18 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,7,8,11,12,13,14,16,17,18,19,20,22,23,27,29,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาล จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมอมเหลือง จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 24,25,26,30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมอมเขียว จำนวน 1 สูตร ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 28 เคลือบที่มีลักษณะสีเทา จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 33 และสูตรส่วนผสมที่ 34

สรุป ผลการทดลองของบรรยากาศออกซิเดชัน

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 1 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 1 ประกอบด้วยดินตำบลปลักแรดจำนวนร้อยละ 80 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีเขียวเข้ม

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 18 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 18 ประกอบด้วยดินตำบลปลักแรดจำนวนร้อยละ 30 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 30 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 40 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีครีม

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 26 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 26 ประกอบด้วยดินตำบลปลักแรดจำนวนร้อยละ 20 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 50 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีขา

ตารางที่ 4.30 แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลท่านางงาม หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศรีดักชัน

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลท่านางงาม	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
1	80	10	10			✓						✓			น้ำตาลเข้ม
2	70	20	10			✓						✓			น้ำตาลเข้ม
3	70	10	20			✓						✓			น้ำตาลเข้ม
4	60	30	10			✓									เขียวอมน้ำตาล
5	60	20	20			✓									น้ำตาลเข้ม
6	60	10	30			✓		✓							น้ำตาลเข้ม
7	50	40	10		✓										เขียวอมเลือง
8	50	30	20			✓									เขียวอมเลือง
9	50	20	30			✓									น้ำตาลอมเหลือง
10	50	10	40	✓											น้ำตาลอมเหลือง
11	40	50	10				✓								เขียวอมเลือง
12	40	40	20				✓								เขียวอมเลือง
13	40	30	30			✓			✓						เขียวอมเลือง
14	40	20	40			✓			✓						เขียวอมเลือง
15	40	10	50			✓			✓						น้ำตาลอมเขียว
16	30	60	10			✓			✓						น้ำตาลอมเขียว
17	30	50	20			✓			✓						เขียวอมเลือง
18	30	40	30			✓			✓						เขียวอมเลือง

ตารางที่ 4.30 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลท่านางงาม	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
19	30	30	40	✓					✓					✓	เขียวอมน้ำตาล
20	30	20	50	✓					✓						น้ำตาลอมเขียว
21	30	10	60	✓					✓						น้ำตาลอมเขียว
22	20	70	10			✓						✓			น้ำตาล
23	20	60	20			✓			✓						เขียว
24	20	50	30			✓			✓						เขียว
25	20	40	40			✓		✓							เขียว
26	20	30	50		✓				✓						เขียวอมเหลือง
27	20	20	60		✓				✓						เขียวอมเหลือง
28	20	10	70	✓				✓							เขียว
29	10	80	10			✓			✓						เขียวอมเหลือง
30	10	70	20			✓			✓						เขียวอมเหลือง
31	10	60	30			✓			✓						เขียว
32	10	50	40			✓			✓						เขียว
33	10	40	50			✓		✓							เขียว
34	10	30	60			✓									เขียว
35	10	20	70		✓				✓						เขียว
36	10	10	80		✓							✓			เขียว

ผลการทดลอง 8

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองเผาเคลือบโดยใช้ดินตำบลนิคมพัฒนา โซดาเฟลด์สปาร์และโดโลไมต์ เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation Firing) สรุปได้ดังนี้

1. ระดับความมันแวววาว

เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 10,15,21,27,28,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 24 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,13,14,16,1718,19,20,24,19,30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 34 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22,23,25,26,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

2. ความสมบูรณ์ของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะความสมบูรณ์ จำนวน 35 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,8,9, 10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,2122,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะราน จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7

3. สีของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 3 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอมเหลือง จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 13 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,7,11,12,16,17,18,22,23,24,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่ลักษณะสีเขียวอมเหลือง จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 25 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 6,10 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมเขียว จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 8 และสูตรส่วนผสมที่ 9 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมอมเขียว จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 13,14,19,25,26 และสูตรส่วนผสมที่ 27 เคลือบที่มีลักษณะสีทา จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 20 และสูตรส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสม 28 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

สรุป ผลการทดลองของบรรยากาศออกซิเดชัน

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 4 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 4 ประกอบด้วยดินตำบลนิคมพัฒนา จำนวนร้อยละ 60 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีครีม

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 13 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 13 ประกอบด้วยดินตำบลนิคมพัฒนาจำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 30 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีครีมอมเขียว

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 20 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 20 ประกอบด้วยดินตำบลนิคมพัฒนาจำนวนร้อยละ 30 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 50 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีเทา

ตารางที่ 4.31 แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลบ่อทอง หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลบ่อทอง	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
1	80	10	10		✓										น้ำตาล
2	70	20	10		✓										น้ำตาลอ่อน
3	70	10	20		✓										น้ำตาล
4	60	30	10			✓									น้ำตาลอ่อน
5	60	20	20		✓										น้ำตาลอ่อน
6	60	10	30		✓										น้ำตาลอ่อน
7	50	40	10		✓										น้ำตาลอ่อน
8	50	30	20		✓										น้ำตาลอ่อน
9	50	20	30		✓										น้ำตาลอ่อน
10	50	10	40		✓										น้ำตาลอ่อน
11	40	50	10				✓								ครีม
12	40	40	20				✓								ครีม
13	40	30	30		✓										ใส
14	40	20	40		✓										ใส
15	40	10	50			✓									ใส
16	30	60	10				✓								ครีม
17	30	50	20				✓								ครีม
18	30	40	30				✓								ครีม

ตารางที่ 4.31 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลบ่อทอง	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
19	30	30	40		✓										ใส
20	30	20	50		✓										ใส
21	30	10	60		✓										ใส
22	20	70	10				✓								ครีม
23	20	60	20				✓								ครีม
24	20	50	30				✓								เทา
25	20	40	40				✓								เทา
26	20	30	50				✓								เทา
27	20	20	60		✓										ครีม
28	20	10	70		✓										ใส
29	10	80	10				✓								ขาว
30	10	70	20				✓								ขาว
31	10	60	30				✓								เทา
32	10	50	40				✓								เทา
33	10	40	50				✓								ขาว
34	10	30	60				✓								ขาว
35	10	20	70		✓										ใส
36	10	10	80		✓										ใส

ผลการทดลอง 9

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองเผาเคลือบโดยใช้ดินตำบลคุยม่วง โซดาเฟลด์สปาร์และโดโลไมต์ เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation Firing) สรุปได้ดังนี้

1. ระดับความมันแวววาว

เคลือบที่มีลักษณะความมันแวววาว จำนวน 0 สูตรส่วนผสม เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 10 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 2,6,10,15,20,21,27,28,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 14 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,3,4,5,8,9,11,12,13,14,19,22,27 และสูตรส่วนผสมที่ 33 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 12 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7,16,17,18,23,24,25,29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

2. ความสมบูรณ์ของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะความสมบูรณ์ จำนวน 33 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะรูเข็ม จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 8,23 และสูตรส่วนผสมที่ 24

3. สีของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเข้ม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 3 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอ่อน จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเหลือง จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,5,6 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 9 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7,8,16,28,31,32,33,34 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองเขียว จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 9,11,12,13 และสูตรส่วนผสมที่ 14 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15,21,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะสีเทา จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 17,19,20,25 และสูตรส่วนผสมที่ 29 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 18,23,24 และสูตรส่วนผสมที่ 30 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมเหลือง จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22

สรุป ผลการทดลองของบรรยากาศออกซิเดชัน

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 1 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 1 ประกอบด้วยดินตำบลคุยม่วง จำนวนร้อยละ 80 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ. 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีเขียวเข้ม

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 14 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 14 ประกอบด้วยดินตำบลคุยม่วง จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 20 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีเขียวเข้ม

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 34 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ ประกอบด้วยดินตำบลคุยม่วง จำนวนร้อยละ 10โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 20 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 40 มีลักษณะ.40 มีความสมบูรณ์มีสี

ผลการทดลองของบรรยากาศรีดักชัน

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 13 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาทั้งบรรยากาศออกซิเดชันและบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 13 ประกอบด้วยดินตำบลคุยม่วง จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 30 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30. มีลักษณะความสมบูรณ์มีสีเขียว

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 20 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 20 ประกอบด้วยดินตำบลคุยม่วง จำนวนร้อยละ 20โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 30 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ50 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์มีสีเขียว

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 35 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 35 ประกอบด้วยดินตำบลคุยม่วง จำนวนร้อยละ 10 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 70 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 7 0 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์มีสีเทา

อภิปรายผล

1. ความด้านของเคลือบจะสังเกตได้จากการมองดูที่ผิวของเคลือบโดยโดยที่ผิวของเคลือบจะมีลักษณะด้านจากการวิเคราะห์พบว่าน้ำเคลือบที่เผาในบรรยากาศออกซิเดชันด้าน จำนวน 14 สูตร มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 10 สูตร มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 12 สูตร และ น้ำเคลือบที่เผาในบรรยากาศรีดักชันมีลักษณะมันแวววาว จำนวน 10 สูตร มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 7 สูตร มีลักษณะด้าน จำนวน 9 สูตรและมีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 10 สูตรจากการวิเคราะห์พบว่าสาเหตุที่เคลือบด้านนั้น เกิดจาก

2.ความสมบูรณ์ของเคลือบจะสังเกตได้จากตำหนิที่มองเห็นเคลือบทั้ง 2 บรรยากาศจะมีความสมบูรณ์เหมือนๆกัน แต่บรรยากาศแบบออกซิเดชันจะมีความสมบูรณ์แบบด้าน มากกว่ากว่าแบบบรรยากาศรีดักชัน จากผลวิเคราะห์พบว่ามีตำหนิที่เกิดขึ้นกับเคลือบคือ รูเข็ม ร่อนออกจากเนื้อดินปั้น และการราน เกิดขึ้น

รูเข็ม (Pinholes) เป็นลักษณะที่เป็นรูเล็กๆที่เกิดขึ้นบนผิวเคลือบ อาจมีสาเหตุมาจากเนื้อดินมีความพรุนตัวมาก มีสาซัลเฟตอยู่ในเนื้อดินหรือการสันดาปของสิ่งเจือปนในดิน ก็เป็นได้

การราน (Crazing) เกิดจากการหดตัวของเคลือบและเนื้อดินไม่เท่ากัน

ครอวริง(Carwing) มีลักษณะการแยกตัวออกจากกันของเคลือบ เป็นปรากฏการณ์ที่ที่เคลือบแยกตัวออกจากกันคล้ายเคลื่อนหนีทำให้ช่องว่างไม่มีเคลือบติดผิวผลิตภัณฑ์

3. สีของเคลือบภายหลังการเผา ในการเผาทั้ง 2 บรรยากาศสีที่ได้ส่วนใหญ่จะมีลักษณะโทนสีเขียวมากกว่า โดยจะได้จากในการเผาบรรยากาศรีดักชันมากกว่าบรรยากาศออกซิเดชัน

ตารางที่ 4.32 แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลบ่อทอง หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศรีดักชัน

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลบ่อทอง	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
1	80	10	10	✓											น้ำตาลเข้ม
2	70	20	10	✓					✓						น้ำตาลอ่อน
3	70	10	20	✓											น้ำตาลเข้ม
4	60	30	10			✓									เขียว
5	60	20	20	✓											น้ำตาลอ่อน
6	60	10	30			✓			✓						น้ำตาลอ่อน
7	50	40	10			✓			✓						เขียวอ่อน
8	50	30	20	✓											เขียวอ่อน
9	50	20	30	✓											เขียวอ่อน
10	50	10	40	✓					✓						เขียวอมน้ำตาล
11	40	50	10				✓								เขียว
12	40	40	20				✓								เขียว
13	40	30	30			✓			✓						เขียว
14	40	20	40	✓											เขียวอมน้ำตาล
15	40	10	50	✓											เขียวอมน้ำตาล
16	30	60	10			✓		✓	✓						เขียว
17	30	50	20				✓								ครีม
18	30	40	30				✓								ครีม

ตารางที่ 4.32 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลบ่อทอง	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
19	30	30	40			✓									ครีม
20	30	20	50		✓		✓								เขียวอมน้ำตาล
21	30	10	60	✓											เขียวอมน้ำตาล
22	20	70	10			✓									ครีม
23	20	60	20			✓									ครีม
24	20	50	30			✓									ครีม
25	20	40	40			✓									ครีม
26	20	30	50			✓									เทา
27	20	20	60		✓		✓	✓							เทา
28	20	10	70		✓			✓							น้ำตาลอ่อน
29	10	80	10			✓									ครีม
30	10	70	20			✓									ครีม
31	10	60	30			✓									ครีม
32	10	50	40			✓									ครีม
33	10	40	50			✓									ครีม
34	10	30	60			✓									เทา
35	10	20	70		✓			✓							เทา
36	10	10	80		✓		✓	✓							เทา

ผลการทดลอง 10

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองเผาเคลือบโดยใช้ดินตำบลวังอิทก โซดาเฟลด์สปาร์และโดโลไมต์ เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation Firing) สรุปได้ดังนี้

1. ระดับความมันแวววาว

เคลือบที่มีลักษณะความมันแวววาว จำนวน 0 สูตรส่วนผสม เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 10 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 3,5,6,10,15,21,26,27,28 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 18 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,4,7,8,9,11,12,13,14,16,17,18,19,20,22,34 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 8 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 23,24,25,29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

2. ความสมบูรณ์ของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะความสมบูรณ์ จำนวน 31 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3,4,5,6,7,8,10,11,12,14,15,16,17,18,19,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะรูเข็ม จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,13 และสูตรส่วนผสมที่ 20

3. สีของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเข้ม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 6 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอ่อน จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวน้ำตาล จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 10 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,7,11,12,16,17,18,22,23 และสูตรส่วนผสมที่ 24 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเหลือง จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมเขียว จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 8,9,13,14,19 และสูตรส่วนผสมที่ 20 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียว จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 10 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะสีเทา จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 21,30,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองเขียว จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 25,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

สรุป ผลการทดลองของบรรยากาศออกซิเดชัน

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 4 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 4 ประกอบด้วยดินตำบลวังอิทก จำนวนร้อยละ 60 โซดาเฟล์ดสปาร์ด จำนวนร้อยละ 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีเขียวอมส้ม

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 14 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 14 ประกอบด้วยดินตำบลวังอิทก จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะ มีความสมบูรณ์มีสีครีมเขียว

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 34 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 34 ประกอบด้วยดินตำบลวังอิทก

จำนวนร้อยละ 10 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 60 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีเทา

อภิปรายผล

1. ความด้านของเคลือบจะสังเกตได้จากการมองดูที่ผิวของเคลือบโดยโดยที่ผิวของเคลือบจะมีลักษณะด้านจากการวิเคราะห์พบว่าน้ำเคลือบที่เผาในบรรยากาศออกซิเดชันด้าน จำนวน 19 สูตร มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 10 สูตร มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 8 สูตร และ น้ำเคลือบที่เผาในบรรยากาศรีดักชั่นมีลักษณะมันแวววาว จำนวน 12 สูตร มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 3 สูตร มีลักษณะด้าน จำนวน 11 สูตรและมีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 10 สูตรจากการวิเคราะห์พบว่าการเผาในบรรยากาศออกซิเดชันทำให้เคลือบด้านมากกว่าในบรรยากาศรีดักชั่น

2.ความสมบูรณ์ของเคลือบจะสังเกตได้จากตำหนิที่มองเห็นเคลือบทั้ง 2 บรรยากาศจะมีความสมบูรณ์เหมือนๆกัน แต่บรรยากาศแบบออกซิเดชันจะมีความสมบูรณ์แบบด้าน มากกว่ากว่าแบบบรรยากาศรีกดักชัน จากผลวิเคราะห์พบว่ามีตำหนิที่เกิดขึ้นกับเคลือบคือ รูเข็ม เคลือบด้านไม่ตรงตามความเป็นจริง และการรานเกิดขึ้น

รูเข็ม (Pinholes) เป็นลักษณะที่เป็นรูเล็กๆที่เกิดขึ้นบนผิวเคลือบ อาจมีสาเหตุมาจากเนื้อดินมีความพรุนตัวมาก มีสาซัลเฟตอยู่ในเนื้อดินหรือการสันดาปของสิ่งเจือปนในดิน ก็เป็นได้

การราน (Crazing) เกิดจากการหดตัวของเคลือบและเนื้อดินไม่เท่ากัน

ครอวริ่ง(Carwing) มีลักษณะการแยกตัวออกจากกันของเคลือบ เปฌนปรากฏการณ์ที่ที่เคลือบแยกตัวออกจากกันคล้ายเคลื่อนหนีทำให้ช่องว่างไม่มีเคลือบติดผิวผลิตภัณฑ์

3. สีของเคลือบภายหลังการเผา ในการเผาทั้ง 2 บรรยากาศสีที่ได้ส่วนใหญ่จะมีลักษณะโทนสีเขียวมากกว่า โดยจะได้จากในการเผาบรรยากาศรีดักชั่นมากกว่าบรรยากาศออกซิเดชัน

ตารางที่ 4.33 แสดงตารางวิเคราะห์ผลการทดลองเคลือบของดินตำบลบึงกอก หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลบึงกอก	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
1	80	10	10			✓									น้ำตาลเข้ม
2	70	20	10			✓									ส้ม
3	70	10	20			✓									น้ำตาลเข้ม
4	60	30	10				✓								ส้ม
5	60	20	20			✓									น้ำตาลอ่อน
6	60	10	30			✓									น้ำตาลเข้ม
7	50	40	10				✓								ครีม
8	50	30	20				✓								ครีม
9	50	20	30			✓									เหลืองอมเขียว
10	50	10	40			✓									น้ำตาลอ่อน
11	40	50	10				✓								ครีม
12	40	40	20				✓	✓							ครีม
13	40	30	30			✓									เขียวอมเหลือง
14	40	20	40			✓			✓						ครีมอมส้ม
15	40	10	50			✓									น้ำตาลอ่อน
16	30	60	10				✓								ครีม
17	30	50	20				✓								ครีม
18	30	40	30				✓								เหลืองอมครีม

ตารางที่ 4.33 (ต่อ)

สูตรส่วนผสมที่	ดินตำบลบึงกอก	โดโลไมต์	โซดาเฟลด์สปาร์	ตรวจสอบระดับความมันของเคลือบ โดยวิธีการสังเกต แบ่งออกเป็น 4 ระดับ				ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบตำหนิต่างๆ ของเคลือบโดยวิธีการสังเกต							สีหลังเผา ตรวจสอบสีของเคลือบด้วยวิธีการเทียบสีจากแผ่นเทียบสี RHS Mini Color Charts
				เคลือบมันแวววาว (Bright)	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน (Semi Mat)	เคลือบด้าน (Mat)	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว (Un Fused)	เคลือบเกิดรูเข็ม (Pinhole)	เคลือบราน (Crazing)	เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)	เคลือบร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)	เคลือบแยกตัวออกจากกัน (Crawling)	เคลือบด้านไม่ตรงความเป็นจริง (Loss of Glazes)	เคลือบไหลตัวมาก (Rumnig of Glazes)	
19	30	30	40				✓								เหลืองอมครีม
20	30	20	50			✓			✓						เหลืองอมครีม
21	30	10	60		✓										เหลืองอมครีม
22	20	70	10				✓								ครีม
23	20	60	20				✓								ครีม
24	20	50	30				✓								ขาว
25	20	40	40				✓								ครีม
26	20	30	50				✓								ครีม
27	20	20	60			✓									ครีม
28	20	10	70		✓										ครีม
29	10	80	10			✓									ขาว
30	10	70	20				✓								ขาว
31	10	60	30				✓	✓							ขาว
32	10	50	40				✓	✓							ขาว
33	10	40	50				✓								ขาว
34	10	30	60				✓								ครีม
35	10	20	70			✓									ครีม
36	10	10	80		✓										ใส

ผลการทดลอง 11

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองเผาเคลือบโดยใช้ดินตำบลพันเสา โซดาเฟลด์สปาร์และโดโลไมต์ เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation Firing) สรุปได้ดังนี้

1. ระดับความมันแวววาว

เคลือบที่มีลักษณะความมันแวววาว จำนวน 0 สูตรส่วนผสม เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 16 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 2,3,6,9,10,14,15,20,21,26,27,28,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 13 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,4,5,7,8,11,12,13,19,22,24,29 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 16,17,18,23,25,30 และสูตรส่วนผสมที่ 31

2. ความสมบูรณ์ของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะความสมบูรณ์ จำนวน 35 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่1,2,3,4,5,6,7, 8,9,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะรูเข็ม จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 10

3 สีของเคลือบ

เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,3 และสูตรส่วนผสมที่ 6 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเขียว จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2,4 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองเขียว จำนวน 8 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7,8,9,24,25,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมเหลือง จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 11,12 และสูตรส่วนผสมที่ 13 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเหลือง จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 14,17,18 และสูตรส่วนผสมที่ 19 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเหลือง จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15 แลละสูตรส่วนผสมที่ 16 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสม 20,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียว จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22 และสูตรส่วนผสมที่ 29 เคลือบที่มีลักษณะสีเทา จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 23 และสูตรส่วนผสมที่ 30 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 31

ผลการทดลองของบรรยากาศออกซิเดชัน

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 12 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 12 ประกอบด้วยดินตำบลพันเสา จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 20 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีครีมเหลือง

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 13 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 13 ประกอบด้วยดินตำบลพันเสา จำนวนร้อยละ 40โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 30 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีครีม

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 29 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 29ประกอบด้วยดินตำบลพันเสา จำนวนร้อยละ10โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 80 มีลักษณะ มีความสมบูรณ์มีสีครีมสีเหลือง

อภิปรายผล

1. ความด้านของเคลือบจะสังเกตได้จากการมองดูที่ผิวของเคลือบโดยโดยที่ผิวของเคลือบจะมีลักษณะด้านจากการวิเคราะห์พบว่าน้ำเคลือบที่เผาในบรรยากาศออกซิเดชันด้าน จำนวน 13 สูตร มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 16 สูตร มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 7 สูตร และ น้ำเคลือบที่เผาในบรรยากาศรีดักชันมีลักษณะมันแวววาว จำนวน 18 สูตร มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 7 สูตร มีลักษณะด้าน จำนวน 8 สูตรและมีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 4 สูตรจากการวิเคราะห์พบว่าการเผาในบรรยากาศออกรีดักชันทำให้เคลือบมันแวววาวมากกว่าในบรรยากาศออกซิเดชัน

2.ความสมบูรณ์ของเคลือบจะสังเกตได้จากตำหนิที่มองเห็นเคลือบทั้ง 2 บรรยากาศจะมีความสมบูรณ์เหมือนๆกัน แต่บรรยากาศแบบออกรีดักชันจะมีความสมบูรณ์แบบมันแวววาว มากกว่ากว่าแบบบรรยากาศออกซิเดชัน จากผลวิเคราะห์พบว่ามีตำหนิที่เกิดขึ้นกับเคลือบคือ รูเข็ม เคลือบด้านไม่ตรงตามความเป็นจริง และการราน เกิดขึ้น

รูเข็ม (Pinholes) เป็นลักษณะที่เป็นรูเล็กๆที่เกิดขึ้นบนผิวเคลือบ อาจมีสาเหตุมาจากเนื้อดินมีความพรุนตัวมาก มีสาซัลเฟตอยู่ในเนื้อดินหรือการสันดาปของสิ่งเจือปนในดิน ก็เป็นได้

การราน (Crazing) เกิดจากการหดตัวของเคลือบและเนื้อดินไม่เท่ากัน

ครอวริง(Carwing) มีลักษณะการแยกตัวออกจากกันของเคลือบ เป็นปรากฏการณ์ที่ที่เคลือบแยกตัวออกจากกันคล้ายเคลื่อนหนีทำให้ช่องว่างไม่มีเคลือบติดผิวผลิตภัณฑ์

3. สีของเคลือบภายหลังการเผา ในการเผาทั้ง 2 บรรยากาศสีที่ได้ส่วนใหญ่จะมีลักษณะโทนสีเขียวมากกว่า โดยจะได้จากในการเผาบรรยากาศรีดักชันมากกว่าบรรยากาศออกซิเดชัน

ตอนที่ 3 วิเคราะห์ผลการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาโดยการนำอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นและวิถีชีวิตมาเป็นแนวทางในการออกแบบสรุปแบบประเมินความพึงพอใจ

จากจำนวนผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในท้องถิ่นให้มีเอกลักาณ์และสร้างมูลค่าเพิ่มของวิสาหกิจชุมชนกลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 320 คน 1 เพศชาย จำนวน 125 คน หญิง จำนวน 195 คน ช่วงอายุ อายุ ต่ำกว่า ๓๐ ปี จำนวน 112 คน ๓๐ – ๓๙ ปี จำนวน 97 คน๔๐ – ๔๙ ปี จำนวน 71 คน ๕๐ ปีขึ้นไป จำนวน 40 คน ระดับการศึกษาประถมศึกษา จำนวน 40 คน มัธยมศึกษา จำนวน 52 คน ปวช./ปวส./อนุปริญญา จำนวน 49 คน สูงกว่าปริญญาตรี จำนวน 179 คน โดยมีเกณฑ์คะแนนดังนี้ ๕ หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มากที่สุด ๔ หมายถึง ระดับความพึงพอใจ มาก ๓ หมายถึง ระดับความพึงพอใจ ปานกลาง ๒ หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อย ๑ หมายถึง ระดับความพึงพอใจ น้อยที่สุด ซึ่งสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1.ชุดแก้วมีหู

1.1 รูปแบบที่ 1 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.03 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 80.50 อยู่ในระดับมาก ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.08 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 81.50 อยู่

ในระดับมาก ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.42 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 68.31 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.89 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 77.81 อยู่ในระดับปานกลาง

1.2 รูปแบบที่ 2 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.47 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 49.44 อยู่ในระดับน้อย ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.98 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 39.56 อยู่ในระดับน้อยที่สุด ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.41 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 48.25 อยู่ในระดับน้อย ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.43 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 68.63 อยู่ในระดับปานกลาง

1.3 รูปแบบที่ 3 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.39 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 67.81 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.49 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 69.75 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.10 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 61.94 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.13 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 82.56 อยู่ในระดับมาก

1.4 รูปแบบที่ 4 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.90 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 78.00 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.37 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 47.44 อยู่ในระดับน้อย ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.95 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 79.06 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.93 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 38.63 อยู่ในระดับน้อยที่สุด

1.5 รูปแบบที่ 5 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.70 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 74.06 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.11 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 82.19 อยู่ในระดับมาก ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.91 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 78.19 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.76 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 75.19 อยู่ในระดับปานกลาง

2.ชุดแก้วไม่มีหู

2.1 รูปแบบที่ 1 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.66 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 73.25 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.88 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 77.56 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.83 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 76.50 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.92 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 78.38 อยู่ในระดับปานกลาง

2.2 รูปแบบที่ 2 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.92 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 78.44 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.01 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 80.19 อยู่ในระดับมาก ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.71 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 74.19 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.88 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 57.50 อยู่ในระดับน้อย

2.3 รูปแบบที่ 3 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.92 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 78.38 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.84 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 76.81 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.01 และมีระดับความพึง

พอใจ ร้อยละ 60.19 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.54 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 70.81 อยู่ในระดับปานกลาง

2.4 รูปแบบที่ 4 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.56 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 71.13 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.88 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 57.56 อยู่ในระดับน้อย ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.91 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 58.13 อยู่ในระดับน้อย ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.98 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 59.63 อยู่ในระดับน้อย

2.5 รูปแบบที่ 5 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.11 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 62.25 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.69 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 73.81 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.37 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 67.31 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.24 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 64.81 อยู่ในระดับปานกลาง

3. ชุดกาแฟ

3.1 รูปแบบที่ 1 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.87 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 77.31 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.93 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 78.69 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.25 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 65.00 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.28 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 45.56 อยู่ในระดับน้อย

3.2 รูปแบบที่ 2 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.13 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 62.56 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.73 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 54.50 อยู่ในระดับน้อย ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.63 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 72.63 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.99 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 59.81 อยู่ในระดับน้อย

3.3 รูปแบบที่ 3 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.68 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 73.50 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.28 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 65.56 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.08 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 61.69 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.08 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 64.69 อยู่ในระดับปานกลาง

3.4 รูปแบบที่ 4 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.87 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 76.63 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.01 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 60.25 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.16 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 63.25 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.03 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 60.50 อยู่ในระดับปานกลาง

3.5 รูปแบบที่ 5 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.93 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 78.69 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.25 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 65.00 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.56 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 71.19 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.87 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 77.44 อยู่ในระดับปานกลาง

4. ชุดถ้วย จาน ชาม

4.1 รูปแบบที่ 1 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.91 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 78.25 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.05 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 61.00 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.16 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 63.25 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.40 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 67.94 อยู่ในระดับปานกลาง

4.2 รูปแบบที่ 2 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.15 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 42.94 อยู่ในระดับน้อย ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.00 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 60.06 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.83 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 76.63 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.74 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 74.75 อยู่ในระดับปานกลาง

4.3 รูปแบบที่ 3 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.58 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 51.63 อยู่ในระดับน้อย ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.56 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 71.19อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.52 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 70.44 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.99 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 59.81 อยู่ในระดับน้อย

4.4 รูปแบบที่ 4 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.30 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 66.00 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.23 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 64.50 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.12 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 62.31 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.12 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 62.38 อยู่ในระดับปานกลาง

4.2 รูปแบบที่ 2 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.15 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 42.94 อยู่ในระดับน้อย ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.00 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 60.06 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.83 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 76.63 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.74 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 74.75 อยู่ในระดับปานกลาง

5. ชุดห้องน้ำ

5.1 รูปแบบที่ 1 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.87 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 57.44 อยู่ในระดับน้อย ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.14 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 62.88 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.08 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 61.50 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.97 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 59.31 อยู่ในระดับน้อย

5.2 รูปแบบที่ 2 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.50 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 69.94 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.97 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 59.44 อยู่ในระดับน้อย ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.28 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 65.63 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.98 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 59.69 อยู่ในระดับน้อย

5.3 รูปแบบที่ 3 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.50 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 69.94 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.28 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 65.56 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.96 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 59.13 อยู่ในระดับน้อย ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.58 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 51.69 อยู่ในระดับน้อย

5.4 รูปแบบที่ 4 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.43 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 68.56 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.41 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 68.19 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.85 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 76.94 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.23 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 64.69 อยู่ในระดับปานกลาง

5.5 รูปแบบที่ 5 ด้านรูปแบบและรูปทรง มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.14 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 62.88 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.55 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 71.00 อยู่ในระดับปานกลาง ด้านความเหมาะสมกับการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 2.86 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 57.13 อยู่ในระดับน้อย ด้านความเป็นอัตลักษณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.48 และมีระดับความพึงพอใจ ร้อยละ 69.50 อยู่ในระดับปานกลาง

ข้อเสนอแนะ –ไม่มี-

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในท้องถิ่นให้มีเอกลักษณ์และสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชน : กรณีศึกษากลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก มีวัตถุประสงค์ในการวิจัย ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาเนื้อดินปั้นสโตนแวร์และน้ำเคลือบโดยมีจุดมุ่งหมายดังนี้คือ

1. เพื่อทดลองหาสูตรส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ จากแหล่งดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลกโดยเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียสในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation)(preliminary data)

2. เพื่อทดลองศึกษาลักษณะของเคลือบที่ใช้ดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล จังหวัดพิษณุโลกเป็นส่วนผสมโดยเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียสในบรรยากาศออกซิเดชัน(Oxidation)(preliminary data)

3. เพื่อศึกษาและควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและน้ำเคลือบที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นงานเพื่อลดความเสียหายจากกระบวนการผลิต

4. เพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาโดยการนำอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นและวิถีชีวิตมาเป็นแนวทางในการออกแบบจำนวน 20 แบบ

5. เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ผ่านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่โดยมีเอกลักษณ์ ของบางแก้วมีความโดดเด่นแตกต่างจากที่อื่นและเป็นเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่น นำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ จำนวน 200 ชิ้น

การพัฒนาส่วนผสมเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ของดิน 11 ตำบลเขตอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลกเป็นระเบียบวิธีวิจัยประเภทการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อศึกษาและพัฒนาเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ โดยมุ่งเน้นการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น สำหรับลดต้นทุนการผลิต ลดปัญหาผลิตภัณฑ์แตกร้าวและสามารถนำไปผลิตเครื่องปั้นดินเผาที่มีคุณภาพได้ โดยเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation)

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ในการวิจัยครั้งนี้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ดังต่อไปนี้

1.1 ประชากร ได้แก่ดินเหนียวจาก 11 ตำบลในเขตอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 11 กลุ่มตัวอย่าง ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) จะได้ส่วนผสมทั้งหมด 396 สูตรส่วนผสม

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ส่วนผสมของดินเหนียวจาก 11 ตำบล ในเขตอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 11 กลุ่มตัวอย่าง ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) จะได้ส่วนผสมทั้งหมด 396 สูตรส่วนผสม ได้โดยการสุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial Diagram) ซึ่งประกอบด้วยดินเหนียวจาก 11 ตำบลในเขตอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 11 กลุ่มตัวอย่าง 396 สูตรส่วนผสม (ตั้งแต่ร้อยละ 10 ขึ้นไป)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1.1 เครื่องชั่ง Digital (0.01 g)

1.2 เตาแก๊ส

1.3 เครื่องทดสอบความแข็งแรง (Modulus of Rupther :MOR)

1.4 หม้อต้มน้ำ

1.5 เครื่องบดผสมดิน

1.6 เครื่องกวนน้ำดิน

1.7 ตะแกรงร่อนเบอร์ 120 เมช

1.8 โต๊ะนวดดิน

1.9 แบบพิมพ์แท่งทดลอง

1.10 ทุ่นวัดอุณหภูมิ (Pyrometric Cone)

1.11 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบยิงสี่จุด

1.12 เวอร์เนีย

1.13 เครื่องขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน

1.14 เครื่องขึ้นรูปด้วย Jigger

1.14 Hight Speed Mill

5.1 สรุปผลการวิจัยเนื้อดินปั้น

ตอนที่ 1 จากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถสรุปผลการทดลอง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

การหาส่วนผสมและศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาและหลังเผาโดยใช้ดินเขตอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 11 ตัวอย่าง ดินขาวลำปางและเฟลด์สปาร์(Feldspar) เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน สามารถสรุปผล ได้ดังต่อไปนี้

1. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1.1 ค่าความหดตัวของเนื้อดินปั้นก่อนเผา

1.1.1 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลบางระกำ ที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสม

1.1.2 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลหนองกุลา ที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสม

1.1.3 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลชุมแสงสงคราม ที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสม

1.1.4 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลท่านางงาม ที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสม

1.1.5 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลบ่อทอง เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดน้อยที่สุดได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 7,15,17,28,29,30 และสูตรส่วนผสมที่ 31 คือร้อยละ 1.00 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดมากที่สุดได้แก่สูตร ส่วนผสมที่1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12,13,14,16,18,19,20, 21,22,23,24,25,26,27,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 คือร้อยละ 5.00

1.1.6 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลบึงกอก เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดน้อยที่สุดได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 29 คือร้อยละ 1.00 เนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดมากที่สุดได้แก่สูตรส่วนผสมที่1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29, 30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 คือร้อยละ 5.00

1.1.7 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลปลักแรด ที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสม

1.1.8 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลนิคมพัฒนา ที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสม

1.1.9 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลคุยม่วง ที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสม

1.1.10 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลวังอิทก ที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสม

1.1.11 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นก่อนเผาของดินตำบลพันเสา ที่มีค่าความหดตัวอยู่ที่ 5.00 ทุกสูตรส่วนผสม

1.2 ค่าความแข็งแรงเนื้อดินปั้นก่อนเผา

1.2.1 ความแข็งแรงก่อนเผาของเนื้อดินปั้นตำบลบางระกำ เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุด ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29,30,31,32,33,34,35และสูตรส่วนผสมที่ 36 ร้อยละ 1.00 (Kg/cm^3) เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 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 และสูตรส่วนผสมที่ 29 ร้อยละ 2.00 (Kg/cm^3)

1.2.2 ความแข็งแรงก่อนเผาของเนื้อดินปั้นตำบลหนองกุลา เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 1.00 ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30, 31,32,33,34,35และสูตรส่วนผสมที่ 36 ร้อยละ 1.00 (Kg/cm^3)เนื้อดินปั้นที่มี ค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 1.80 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 10 ร้อยละ 1.80 (Kg/cm^3)

1.2.3 ความแข็งแรงก่อนเผาของเนื้อดินปั้นตำบลชุมแสงสงคราม เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 0.70 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 28 และสูตรส่วนผสมที่ 29 ร้อยละ 0.70 (Kg/cm^3) เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 1.50 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 และสูตรส่วนผสมที่ 11 ร้อยละ 1.50 (Kg/cm^3)

1.2.4 ความแข็งแรงก่อนเผาของเนื้อดินปั้นตำบลท่านางงาม เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 1.00 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29,30,31,32,33,34,35และสูตรส่วนผสมที่ 36 ร้อยละ1.00 (Kg/cm^3) เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 2.00 ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11, 12,13,14,15,16,17,18,19,20,21 และสูตรส่วนผสมที่ 22 ร้อยละ 2.00 (Kg/cm^3)

1.2.5 ความแข็งแรงก่อนเผาของเนื้อดินปั้นตำบลบ่อททอง เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 0.50 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 28,29,30 และสูตรส่วนผสมที่ 31 ร้อยละ 0.50 (Kg/cm^3) เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 1.00 ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14 และสูตรส่วนผสมที่ 15 ร้อยละ 1.00 (Kg/cm^3)

1.2.6 ความแข็งแรงก่อนเผาของเนื้อดินปั้นตำบลบึงกอก เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 0.50 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22,23,29 และสูตรส่วนผสมที่ 30 ร้อยละ 0.50 (Kg/cm^3) เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 2.00 ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11และสูตรส่วนผสมที่ 12 ร้อยละ 2.00 (Kg/cm^3)

1.2.7 ความแข็งแรงก่อนเผาของเนื้อดินปั้นตำบลปลักแรด เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 0.90 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29 ร้อยละ 0.90 (Kg/cm^3) เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 2.00 ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,113,14 และสูตรส่วนผสมที่ 15 ร้อยละ 2.00 (Kg/cm^3)

1.2.8 ความแข็งแรงก่อนเผาของเนื้อดินปั้นตำบลนิคมพัฒนา เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 0.90 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 28และสูตรส่วนผสมที่ 29 ร้อยละ 0.90 (Kg/cm^3) เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 2.00 ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 10 ร้อยละ 2.00 (Kg/cm^3)

1.2.9 ความแข็งแรงก่อนเผาของเนื้อดินปั้นตำบลคุยม่วง เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 1.00 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16, 17,18,19,20,21, 22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 ร้อยละ 1.00 (Kg/cm^3) เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 1.50 ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14 และสูตรส่วนผสมที่ 15 ร้อยละ 1.50 (Kg/cm^3)

1.2.10 ความแข็งแรงก่อนเผาของเนื้อดินปั้นตำบลวังอิทก เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 0.50 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29 ร้อยละ 0.50 (Kg/cm^3) เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 1.00 ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14 และสูตรส่วนผสมที่ 15 ร้อยละ 1.00 (Kg/cm^3)

1.2.11 ความแข็งแรงก่อนเผาของเนื้อดินปั้นตำบลพันเสา เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดคือ 0.70 ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34 ร้อยละ 0.70 (Kg/cm^3) เนื้อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดคือ 1.60 ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1 ร้อยละ 1.60 (Kg/cm^3)

2. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1,230 องศาเซลเซียส สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

2.1 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผา

2.1.1 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลบางระกำเนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 34 ร้อยละ 6.32 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และ สูตรส่วนผสมที่ 2 ร้อยละ 11.58

2.1.2 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลหนองกุลา เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 22 ร้อยละ 4.21 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29,31,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34 ร้อยละ 8.42

2.1.3 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลชุมแสงสงคราม เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29 ร้อยละ 2.02 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15 และ สูตรส่วนผสมที่ 31 ร้อยละ 6.06

2.1.4 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลท่านางงาม เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29 ร้อยละ 6.06 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 13 และ สูตรส่วนผสมที่ 28 ร้อยละ 11.58

2.1.5 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลบ่อทอง เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4 ร้อยละ 4.21 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 31 ร้อยละ 9.48

2.1.6 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลบึงกอก เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15,16,23 และสูตรส่วนผสมที่ 24 ร้อยละ 5.27 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 13 ร้อยละ 10.53

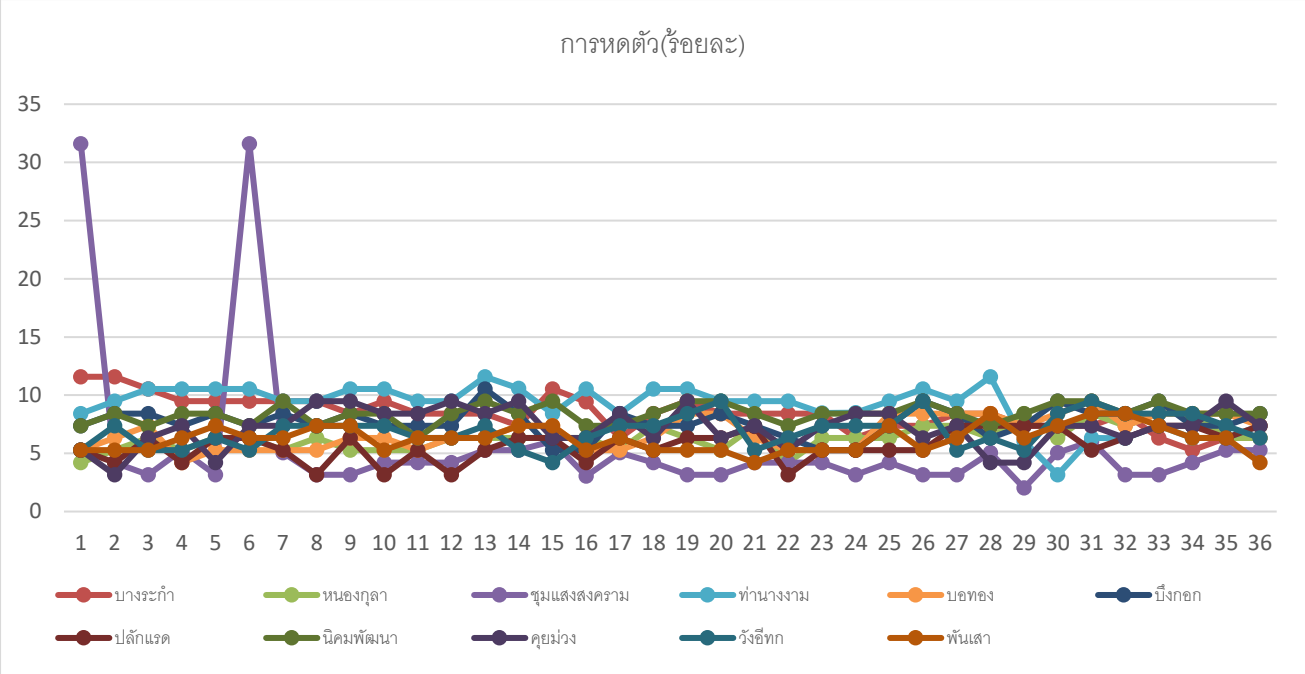
2.1.7 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลปลักแรด เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 8 และสูตรส่วนผสมที่ 22ร้อยละ 3.16 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 27,28,29,30,33,34 และสูตรส่วนผสมที่ 36 ร้อยละ 0.00

2.1.8 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลนิคมพัฒนา เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 11 ร้อยละ 6.32 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7,13,15,19,20,26,30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 33 ร้อยละ 9.48

2.1.9 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลคุยม่วง เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2 ร้อยละ 3.16 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 8,9,12,14 และสูตรส่วนผสมที่ 35 ร้อยละ 9.48

2.1.10 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบล วังอิทก เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15 ร้อยละ 4.21 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 20,26 และสูตรส่วนผสมที่ 31 ร้อยละ 9.48

2.1.11 ความหดตัวของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลพันเสา เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 21 และสูตรส่วนผสมที่ 36 ร้อยละ 4.21 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความหดตัวมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 31 และสูตรส่วนผสมที่ 33 ร้อยละ 8.42



ภาพที่ 5.1 แสดงกราฟการหดตัวของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผา

2.2 ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผาภายหลังการเผา

2.2.1 ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผาของเนื้อดินปั้นตำบลบางระกำ ที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 23 ร้อยละ 98.79 Kg/cm^3 เนื้อดินปั้นหลังเผา ที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29 ร้อยละ 173.79 Kg/cm^3

2.2.2 ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผาของเนื้อดินปั้นตำบลหนองกุลาเนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4 และสูตรส่วนผสมที่ 15 ร้อยละ 93.58 Kg/cm^3 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22 ร้อยละ 161.14 Kg/cm^3

2.2.3 ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผาของเนื้อดินปั้นตำบลชุมแสงสงคราม เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29 ร้อยละ 81.46 Kg/cm^3 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 ร้อยละ 126.90 Kg/cm^3

2.2.4 ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผาของเนื้อดินปั้นตำบลท่านางงาม เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 ร้อยละ 124.48 Kg/cm^3 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5 ร้อยละ 193.33 Kg/cm^3

2.2.5 ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผาของเนื้อดินปั้นตำบลบ่อทอง เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 ร้อยละ 94.68 Kg/cm^3 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22 ร้อยละ 166.27 Kg/cm^3

2.2.6 ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผาของเนื้อดินปั้นดินปั้นตำบลบึงกอก เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7 ร้อยละ 91.63 Kg/cm^3 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 25 ร้อยละ 160.00 Kg/cm^3

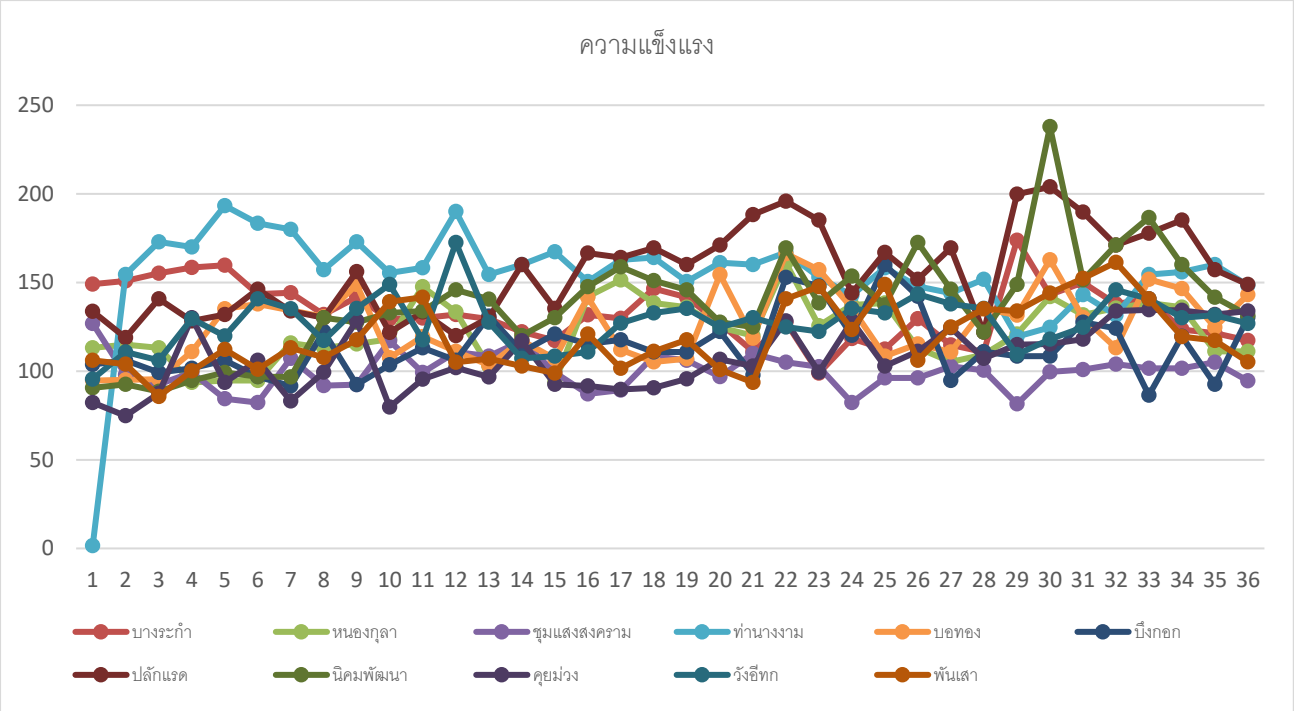
2.2.7 ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผาของเนื้อดินปั้นตำบลปลักแรด เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 33 ร้อยละ 118.85 Kg/cm^3 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 30 ร้อยละ 203.92 Kg/cm^3

2.2.8 ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผาของเนื้อดินปั้นตำบลนิคมพัฒนา เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3 ร้อยละ 88.52 Kg/cm^3 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 26 ร้อยละ 237.84 Kg/cm^3

2.2.9 ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผาของเนื้อดินปั้นตำบลคุยม่วง เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2 ร้อยละ 74.79 Kg/cm^3 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 33ร้อยละ 134.59 Kg/cm^3

2.2.10 ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผาของเนื้อดินปั้นตำบลวังอิทก เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 ร้อยละ 95.53 Kg/cm^3 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 12 ร้อยละ 192.54 Kg/cm^3

2.2.11 ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผาของเนื้อดินปั้นตำบลพันเสา เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3 ร้อยละ 85.78 Kg/cm^3 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 32 ร้อยละ 161.39 Kg/cm^3



ภาพที่ 5.2 แสดงกราฟความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นหลังเผาภายหลังการเผา

2.3 ค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผา

2.3.1 ค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลบางระกำ เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,16,17, 18,19,22,23,24,31สูตรส่วนผสมที่ 32 ร้อยละ 0.00 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 36 ร้อยละ 7.56

2.3.2 ค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลหนองกุลา เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 32 ร้อยละ 0.03 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 16 ร้อยละ 9.17

2.3.3 ค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลชุมแสงสงคราม เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2 ร้อยละ 0.46 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15 และ สูตรส่วนผสมที่ 31 ร้อยละ 6.06

2.3.4 ค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลท่านางงาม เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5,6,7,8,9,10,12 และสูตรส่วนผสมที่ 18 ร้อยละ 0.00 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 36 ร้อยละ 4.77

2.3.5 ค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลบ่อทอง เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2,9,11,12,17,22,23,25,29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33 ร้อยละ 0.00 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 28 ร้อยละ 4.65

2.3.6 ค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลบึงกอก เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 23 ร้อยละ 0.00 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 36 ร้อยละ 7.27

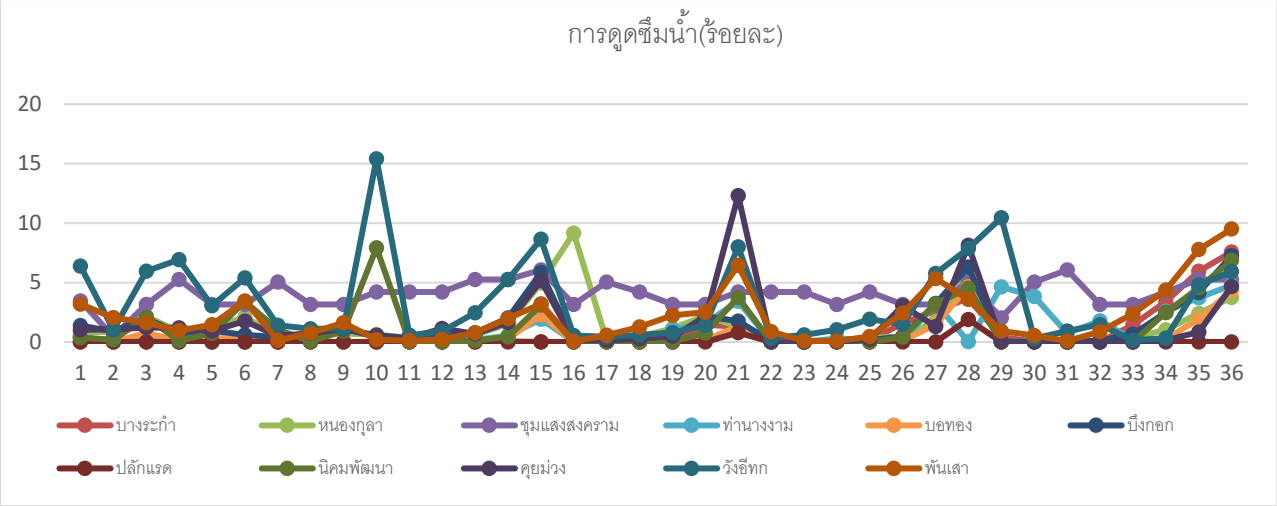
2.3.7 ค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลปลักแรด เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2,5,7,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18, 19,20,22,23,24,25,26,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 ร้อยละ 0.00 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 28 ร้อยละ 1.90

2.3.8 ค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลนิคมพัฒนา เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 16,17,18,22,23,25,29,30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 32 ร้อยละ 0.00 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 10 ร้อยละ 7.92

2.3.9 ค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลคุยม่วง เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22,23 และสูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 21 ร้อยละ 0.00 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 14,15,19,20,21,26,27,28,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 ร้อยละ 12.32

2.3.10 ค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลวังอิทก เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 30 ร้อยละ 0.31 เนื้อดินปั้นหลังเผา ที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 10 ร้อยละ 15.40

2.3.11 ค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลพันเสา เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 16 ร้อยละ 0.05 เนื้อ ดินปั้นหลังเผาที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 36 ร้อยละ 9.50



ภาพที่ 5.3 แสดงกราฟค่าการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผา

2.4 ค่าความทนไฟของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผา

2.4.1 ค่าความทนไฟของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลบางระกำเนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 19,20,21,23,24,25,26,27,28,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่1,2,3,4,5,6,7,8,910,11,12,13,14,15, 16,17,18,22,23,24,25,26,27,28,29 และสูตรส่วนผสมที่ 30

2.4.2 ค่าความทนไฟของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลหนองกุลาเนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5,6,8,13,14,15,19,20,21,,26,27,28,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,7,9,10,11,12,16,17,18, 22,23,24,25,29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

2.4.3 ค่าความทนไฟของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลชุมแสงสงครามเนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5,6,8,13,14,15,19,20,21,26,27,28, 34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,7,9,10,11, 12,16,17,18,22,23,24,25,29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

2.4.4 ค่าความทนไฟของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลท่านางงาม เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,5,6,8,13,14,15,19,20,21,23,24, 25,26,27,28, 29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3 และสูตรส่วนผสมที่ 22

2.4.5 ค่าความทนไฟของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลบ่อทอง เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,5,6,8,13,14,15,19,20,21,24,25,26,27,28, 30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,7,8,9,10,11,12,16,17,18,22,23,29,30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เนื้อดินปั้น หลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4 และสูตรส่วนผสมที่ 5

2.4.6 ค่าความทนไฟของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลบึงกอก เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,5,6,8,9,13,14,15,19,20,21,26,27,28,32, 33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,7,10,11,12,16,

17,18,22,23,24,25,29,30 และสูตรส่วนผสมที่ 31

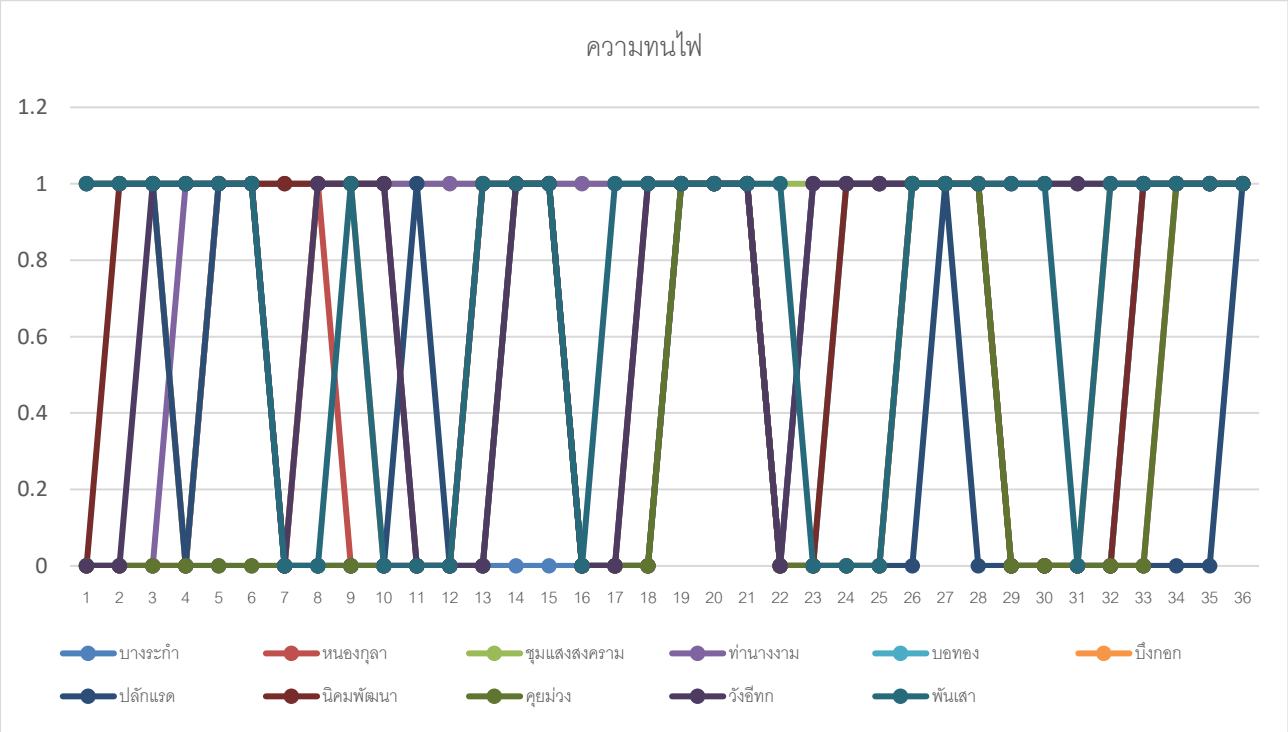
2.4.7 ค่าความทนไฟของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลปลักแรด เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,5,6,11,14,15,19,20,21,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,7,10,12,13,16,17,18,22,23,24, 25,28,29,30,31,32,33,34 และสูตรส่วนผสมที่ 35

2.4.8 ค่าความทนไฟของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลนิคมพัฒนา เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2,3,4,5,6,7,8,9,10,13,14,15,18,19,20,21,24, 25,26,27,28,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,11,12,16,17,22,23,29,30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 32

2.4.9 ค่าความทนไฟของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลคุยม่วง เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 14,15,19,20,21,26,27,28,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,16,17, 18,22,23,24,25,29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

2.4.10 ค่าความทนไฟของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลวังอิทก เนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3,4,5,6,8,9,10,13,14,15,18,19,20,21,23,24,25, 26,27,28,29.30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,7,11,12,16,17 และสูตรส่วนผสมที่ 22

2.4.11 ค่าความทนไฟของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลพันเสาเนื้อดินปั้นหลังเผาที่สามารถทนไฟได้ ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,9,13,14,15,17,18,19,20,21,22,26, 27,28,29.30,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นที่ไม่สามารถทนไฟได้ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7,8,10,11,12,16,23,24,25 และสูตรส่วนผสมที่ 31



ภาพที่ 5.4 แสดงกราฟค่าความทนไฟของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผา

2.5 สีของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผา

2.5.1 สีของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลบางระกำ เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลเข้ม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15 และสูตรส่วนผสมที่ 22 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 16,17,18,19,20,21,23,
24,25 และสูตรส่วนผสมที่ 26 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลครีม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทา ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 29,30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36

2.5.2 สีของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลหนองกุลา เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 11,12,13,16,17,18 และสูตรส่วนผสมที่ 19 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 14,15,20,21,24,27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทา ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 22 และสูตรส่วนผสมที่ 23 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 29,30,31,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 25,26,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34

2.5.3 สีของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลชุมแสงสงครามเนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลเข้ม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 2 และสูตรส่วนผสมที่ 4 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 3,5,6,7,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 11 และสูตรส่วนผสมที่ 12 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 13,14,15,16,17,18,19,20,21,23,24,25,26,27,28,29,3031,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทา อมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 22

2.5.4 สีของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลท่านางงาม เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลเข้ม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 11,12,13,14,15,16,17,18,19,20 และ สูตรส่วนผสมที่ 21 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 27,28,29 และ สูตรส่วนผสมที่ 30 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36

2.5.5 สีของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลบ่อทอง เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 6,7,8,9,10,11,12,13,16,17,18,19 และ สูตรส่วนผสมที่ 20 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 14 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 27,28,29,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 22,23,24,25,26,30,31,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34

2.5.6 สีของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลบึงกอก เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 10,11,12,13,14,16,17,18 และสูตรส่วนผสมที่ 19 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 15,20,21,27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทา ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22 และสูตรส่วนผสมที่ 29 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 23,24,25,26,30,31,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 35 และสูตรส่วนผสมที่ 36

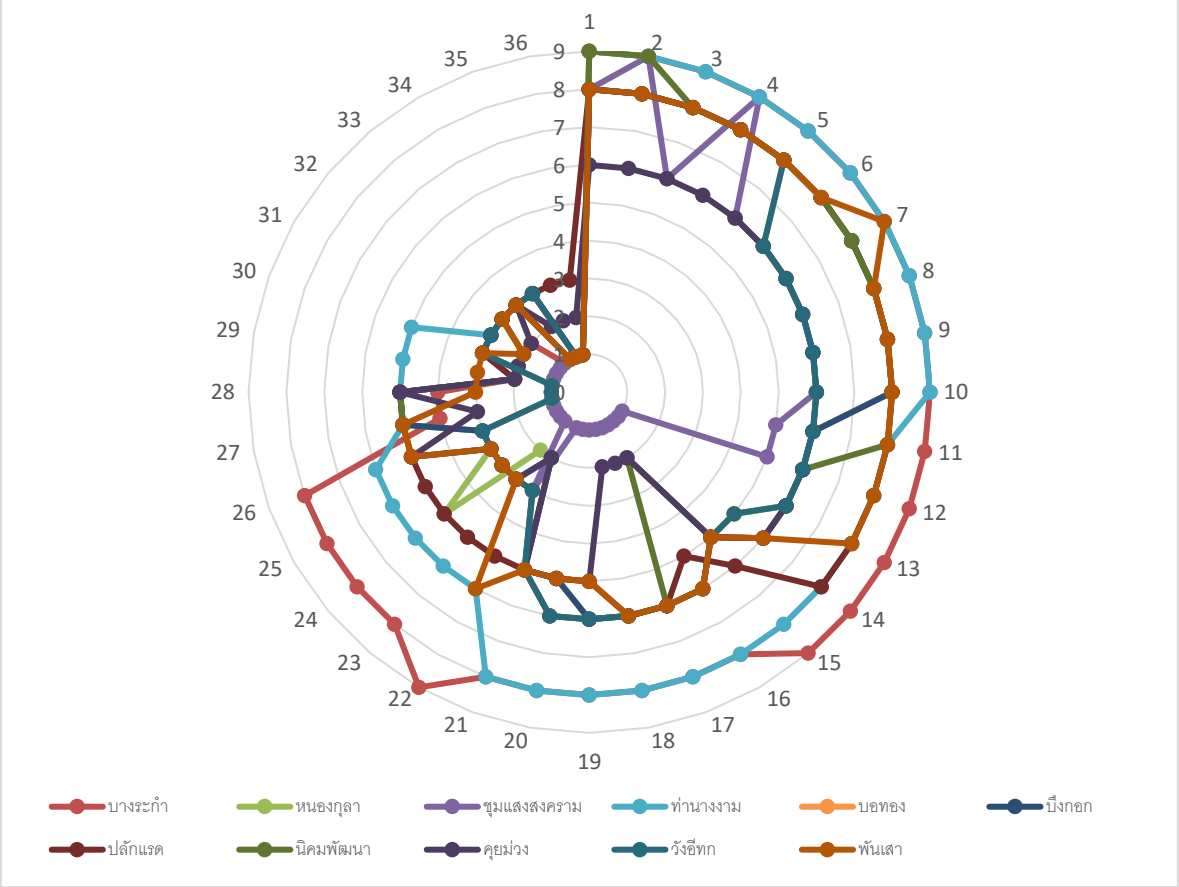
2.5.7 สีของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลปลักแรด เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,910,11,12,13,14,17 และ สูตรส่วนผสมที่ 18 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 15 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 16,19,20,21,22,23,24,25,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทา ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 29 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36

2.5.8 สีของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลนิคมพัฒนา เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลเข้ม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 2 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 3,4,5,6,7,8,910 และสูตรส่วนผสมที่ 11 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 12,13,14,17,18,19 และสูตรส่วนผสมที่ 20 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 15,21,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทา ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 16,29,30 และสูตรส่วนผสมที่ 31 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22,23,24,25,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36

2.5.9 สีของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลคุยม่วง เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 และ สูตรส่วนผสมที่ 14 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 15,19,20,21,26 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทา ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 16,17,18,22,29,30,31,32,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 23,24,25,27 และสูตรส่วนผสมที่ 33

2.5.10 สีของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลวังอิทก เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4 และสูตรส่วนผสมที่ 5 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 6,7,8,9,10,11,12,13,16,17,18,19 และสูตรส่วนผสมที่ 20 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 14,15 และสูตรส่วนผสมที่ 21 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 22,23,24,25,26,30,31,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 27,28,29,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36

2.5.11 สีของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาของเนื้อดินปั้นตำบลพันเสา เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลแดง ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,8,9,10,11,12 และสูตรส่วนผสมที่ 13 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลเข้ม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7 และสูตรส่วนผสมที่ 14 เนื้อดินปั้น หลังเผาที่มีสีน้ำตาลอ่อน ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 16,17,18 และสูตรส่วนผสมที่ 22 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีน้ำตาลอมครีม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15,19,20,21,26 และสูตรส่วนผสมที่ 27 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทาอมครีม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 23,24,25,28,29,30,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีเทา ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 31 เนื้อดินปั้นหลังเผาที่มีสีครีม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36



หมายเหตุ ค่าสีที่ถูกแปลงค่าเป็นตัวเลขมีดังนี้

สีครีม = 1	สีเทา = 2	สีเทาอมครีม = 3	สีน้ำตาลครีม = 4
น้ำตาลอมครีม = 5	สีน้ำตาลอ่อน = 6	สีน้ำตาล = 7	สีน้ำตาลแดง = 8
สีน้ำตาลเข้ม = 9			

ภาพที่ 5.5 แสดงกราฟค่าสีของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผา

5.2 สรุปผลการทดลองน้ำเคลือบ

ตอนที่ 2 จากการวิเคราะห์ผลการทดลองเผาเคลือบโดยใช้ดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล โซดาเฟลด์สปาร์และโดโลไมต์ เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation Firing) สรุปได้ดังนี้

1.ระดับความมันแวววาว

1.1 เคลือบดินตำบลบางระกำที่มีลักษณะความมันแวววาว จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 14 และสูตรที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 9 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 6,10,19,20,21,27,28,35 และสูตรที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้านจำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,2,3,5,9,13, และสูตรส่วนผสมที่ 26 เคลือบที่มีลักษณะไม่สุกตัวมีจำนวน 18 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 4,7,8,11,12,16,17,18,22,23,24,25,29,30,31,
32,33และสูตรส่วนผสมที่ 34

1.2 เคลือบดินตำบลหนองกุลาที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด่าน จำนวน 15 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,3,6,10,12,13,14,15,20,21,27,28,33,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 7 สูตร

ส่วนผสม ได้แก่ 5,7,8,9,18,19 และสูตรส่วนผสมที่ 25 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 14 สูตรส่วนผสมได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2,4,11,16,17,22,23,24,26,29,30,31,32และสูตรส่วนผสมที่ 34

1.3 เคลือบดินตำบลชุมแสงสงครามที่มีลักษณะมันแวววาว จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 2,19,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 22 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,3,5,6,9,10,13,14,15,16,29,21,22,24,
25,27,28,29,30,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 4,7,8,11,12,18และสูตรส่วนผสมที่ 23 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 17,26 และสูตรส่วนผสมที่ 31

1.4 เคลือบที่มีลักษณะมันแวววาว จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 16,17,18,26,27,28 และสูตรส่วนผสมที่ 34 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 13 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 6,10,11,12,13,14,15,19,20, 21,24,31 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 2,3,4,5,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 9 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,7,22,23,25,29,30,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

1.5 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 18 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,2,3,5,6,7,8,9,10,13,14,19, 20,21,28,29,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 4 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 16 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 11,12,16,17,18,22,23, 24,25,26,29,30,31,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34

1.6 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 21,28 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 14 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,2,3,5,6,9,10,13,14,15,20,27,29 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 19 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 4,7,8,11,12,16,17,18,19, 22,23,24,25,26,30,31,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34

1.7 เคลือบที่มีลักษณะความมันแวววาว จำนวน 0 สูตรส่วนผสม เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 15,21,27,28 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 21 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,12,13,14,18,19,23,25,26,29,34 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 9 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 11,16,17,22,24,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

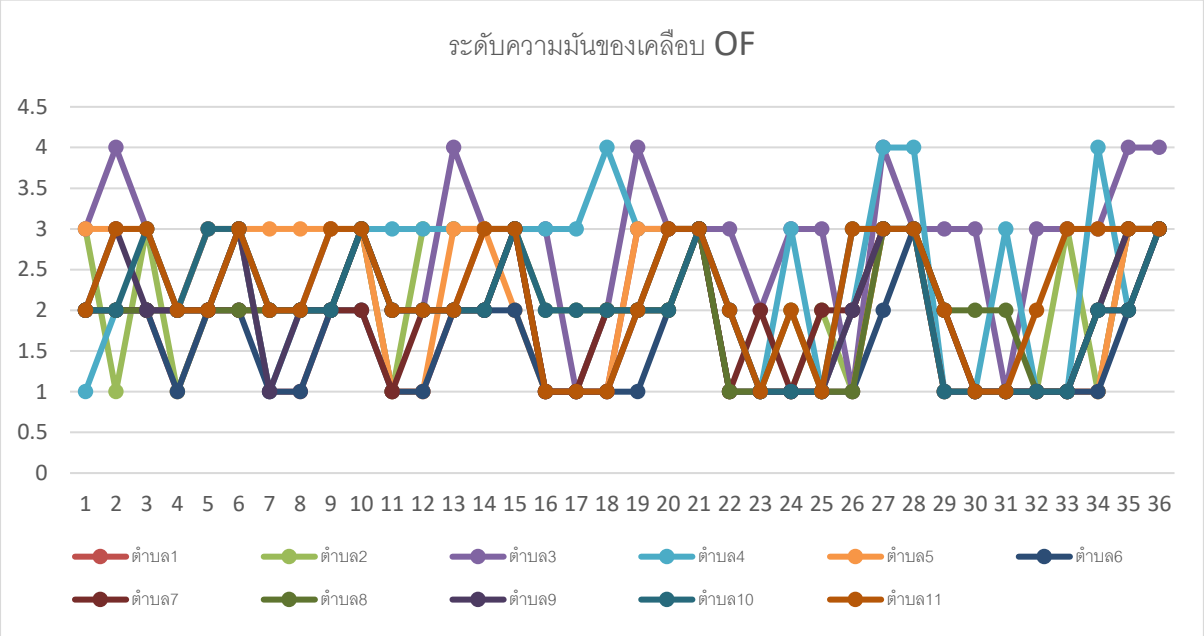
1.8 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 10,15,21,27,28, 35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 24 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4, 5,6,7,8,9,11,12,13,14,16,1718,19,20,24,19,30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 34 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22,23,25,26,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

1.9 เคลือบที่มีลักษณะความมันแวววาว จำนวน 0 สูตรส่วนผสม เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 10 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 2,6,10,15,20,21,27,28,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 14 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,3,4,5,8,9,11,12,13,14,19,22,27 และสูตรส่วนผสมที่ 33 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 12 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7,16, 17,18,23,24,25,29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

1.10 เคลือบที่มีลักษณะความมันแวววาว จำนวน 0 สูตรส่วนผสม เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 10 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 3,5,6,10,15,21,26,27,28 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 18 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,4,7,8,9,11,12,13,14,16,17,18,19,20,

22,34 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 8 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 23,24,25,29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

1.11 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน จำนวน 16 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 2,3,6,9,10,14, 15,20,21,26,27,28,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะด้าน จำนวน 13 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,4,5,7,8,11,12,13,19,22,24,29 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เคลือบที่มีลักษณะไม่ถึงจุดสุกตัว จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 16,17,18,23,25,30 และสูตรส่วนผสมที่ 31



หมายเหตุ	เคลือบมันวาว = 1	เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน = 2	เคลือบด้าน = 3	เคลือบไม่ถึงจุดสุกตัว = 4

ภาพที่ 5.6 แสดงกราฟระดับความมันแวววาว

2.ความสมบูรณ์ของเคลือบ

2.1 ลักษณะเคลือบที่เกิดรูเข็ม จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5 เคลือบที่มีลักษณะแยกตัวออกจากกันมีจำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,2,3,6 และสูตรส่วนผสมที่ 10

2.2 เคลือบที่มีลักษณะราน จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 20,21 และสูตรส่วนผสมที่ 36

2.3 เคลือบที่มีลักษณะเกิดรุเข็ม จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,2,4,29 และ 30 เคลือบที่มีลักษณะราน จำนวน 8 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 13,14,15,16,19,22,27 และสูตรส่วนผสม 28 เคลือบที่มีลักษณะแยกตัวออกจากกัน จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 24

2.4 เคลือบที่มีลักษณะเกิดรูเข็ม จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 9,14,15 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะราน จำนวน 8 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 11,12,16,17,18,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 31 เคลือบที่มีลักษณะแยกตัวออกจากกัน จำนวน 2 สูตรส่วนผสมได้แก่ 2 และสูตรส่วนผสมที่ 4

2.5 เคลือบมีความสมบูรณ์ทุกสูตรส่วนผสม

2.6 เคลือบที่มีลักษณะเกิดรูเข็ม จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 12,31 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เคลือบที่มีลักษณะราน จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่14 และสูตรส่วนผสมที่ 20

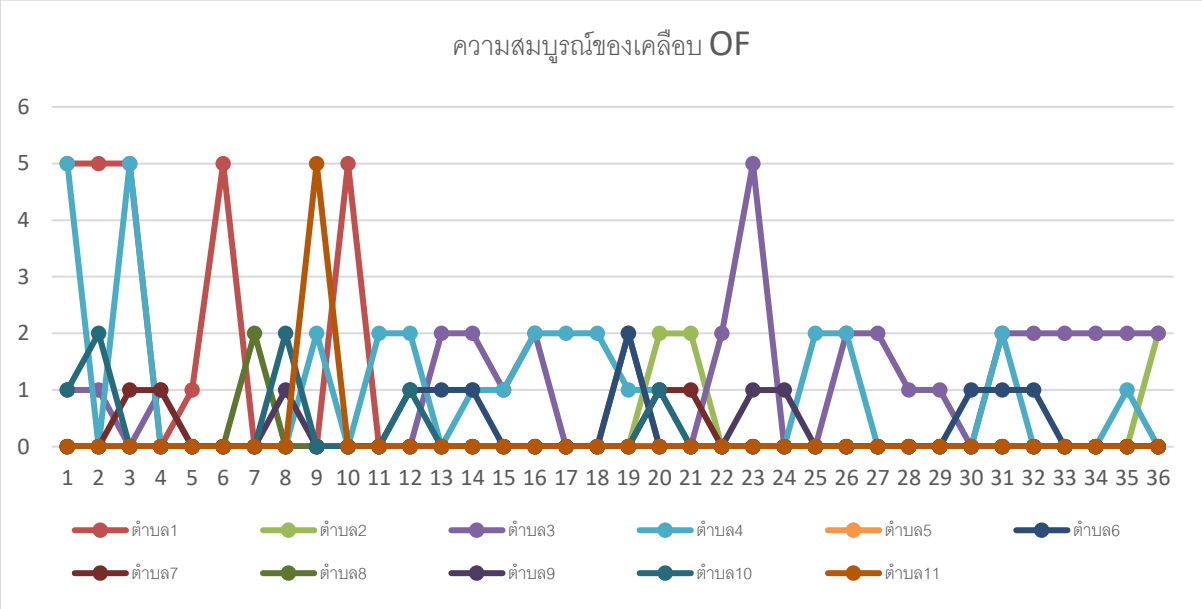
2.7 เคลือบที่มีลักษณะความสมบูรณ์ จำนวน 32 สูตรส่วนผสมได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,5,6,7,8,9, 10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,22,23,242,5,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะเกิดรูเข็ม จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3,4,20 และสูตรส่วนผสมที่ 21

2.8 เคลือบที่มีลักษณะความสมบูรณ์ จำนวน 35 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,8, 9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,2122,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะราน จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7

2.9 เคลือบที่มีลักษณะความสมบูรณ์ จำนวน 33 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,2,3,4,5,6,7, 9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะรูเข็ม จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 8,23 และสูตรส่วนผสมที่ 24

2.10 เคลือบที่มีลักษณะความสมบูรณ์ จำนวน 31 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่3,4,5,6,7,8, 10,11,12,14,15,16,17,18,19,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะรูเข็ม จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,13 และสูตรส่วนผสมที่ 20

2.11 เคลือบที่มีลักษณะความสมบูรณ์ จำนวน 35 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่1,2,3,4,5, 6,7,8,9,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะรูเข็ม จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 10



หมายเหตุ	เคลือบสมบูรณ์ = 0 เคลือบเกิดรูเข็ม = 1 เคลือบราน = 2 เคลือบแตกร่อนตามริมขอบ = 3 เคลือบร่อนออกจากเนื้อดิน = 4 เคลือบแยกตัวจากกัน = 5 เคลือบด้านไม่ตรงกับความเป็นจริง = 6 เคลือบไหลตัวมาก = 7

ภาพที่ 5.7 แสดงกราฟความสมบูรณ์ของเคลือบ

3.สีของเคลือบ

3.1 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน 5 สูตรส่วนผสมได้แก่ 1,3,5,6และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอมเหลือง จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 2,4,และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมครีม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 7 และสูตรส่วนผสมที่ 12 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลือ

งอมเขียวจำนวน 14 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 8,9,12,13.17,18,19,20,21,24,25,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 12 สูตรส่วนผสม ได้แก่11,16,22,23,29,30,31,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36

3.2 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอมเหลือง จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,2,3,6 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมครีม จำนวน 7 สูตรส่วนผสม ได้แก่4,5,11,12,13,14 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 11 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 7,8,9,17,18,19,20,21,24,25 และสูตรส่วนผสมที่ 26 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 16 และสูตรส่วนผสมที่ 23 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 34 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 27,28,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลครีม จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 23

3.3 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ สูตรที่ 1 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอมเหลือง จำนวน 8 สูตรส่วนผสมได้แก่ 2,3,4,5,6,10,11 และสูตรส่วนผสมที่ 14 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 12,23,29,30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองครีม จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 16,17,18,20 และสูตรส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมเขียว จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 7,8 และสูตรส่วนผสมที่ 9 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอ่อน จำนวน 2 สูตรส่วนผสมได้แก่ 19 และสูตรส่วนผสมที่ 27 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวขาว จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 24,25 และสูตรส่วนผสมที่ 26 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 28,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอมน้ำตาล จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15

3.4 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 2,3 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเข้ม จำนวน 4 สูตรได้แก่ 4,5,6 และสูตรส่วนผสมที่ 9 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเหลือง จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 7 และสูตรส่วนผสมที่ 8 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียว จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 11,16,17 และสูตรส่วนผสมที่ 18 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเขียว จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 12 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวน้ำตาล จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 13,14 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอมเหลือง จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 13,20 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาล จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ ส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 11 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 22,23,24,25,26,29,30,31,32,33 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมน้ำตาล จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ ส่วนผสมที่ 27 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 1 สูตรส่าวนผสมได้แก่ ส่วนผสมที่ 36

3.5 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาล จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 3 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 8 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 2,4,5,6,7,8,9 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 8 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 11,12,16,17,18,22,23 และสูตรส่วนผสมที่ 27 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 9 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 13,14,15,19,20,21,28,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีเทา จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 24,25,26,30 และสูตรส่วนผสมที่ 31 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 29,30,33 และสูตรส่วนผสมที่ 34

3.6 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 1,3 และสูตรส่วนผสมที่ 6 เคลือบที่มีลักษณะสีส้ม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 2 และสูตรส่วนผสมที่ 4 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 14 สูตร ได้แก่ 7,8,11,12,

16,17,22,23,25,26,27,28,34 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมเขียว จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่สูตรส่วนผสมที่ 9 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอมเหลือง จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ ส่วนผสมที่ 13 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมอมส้ม จำนวน 1 สูตรส่วนผสมได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 14 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมครีม จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ 18,19,20 และสูตรส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 6 สูตรส่วนผสม 24,29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่33 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ ส่วนผสมที่ 36

3.7 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 5 เคลือบที่มีลักษณะสีส้ม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3,9 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 18 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,7,8,11,12,13,14,16,17,18,19,20,22,23,27,29,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาล จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมอมเหลือง จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 24,25,26,30,31 และสูตรส่วนผสมที่ 32 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมอมเขียว จำนวน 1 สูตร ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 28 เคลือบที่มีลักษณะสีเทา จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 33 และสูตรส่วนผสมที่ 34

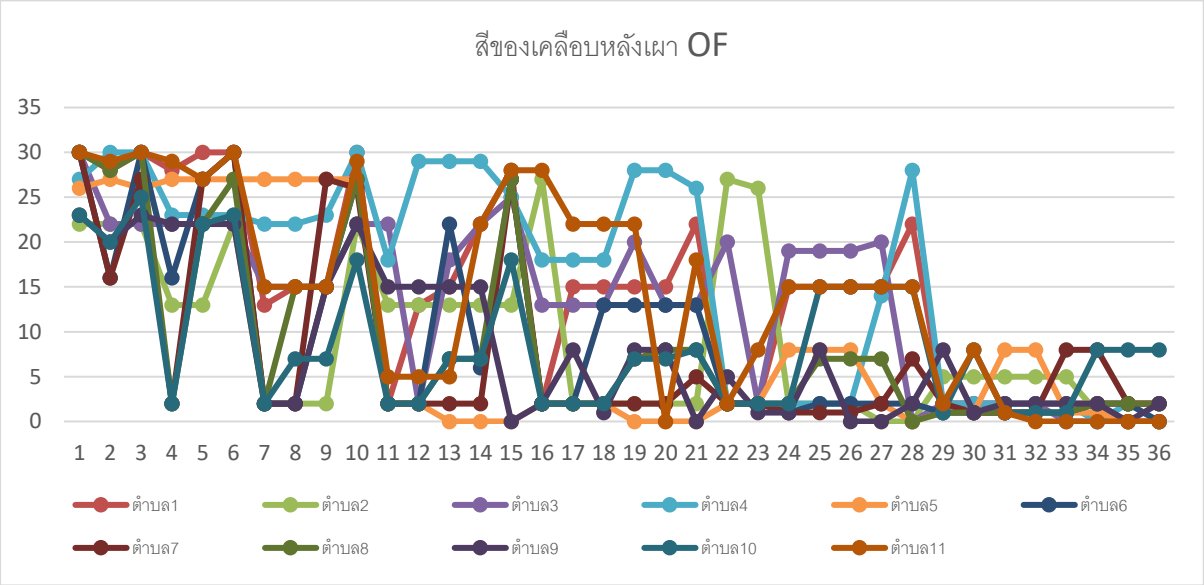
3.8 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 3 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอมเหลือง จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 13 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,7,11,12,16,17,18,22,23,24,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่ลักษณะสีเขียวอมเหลือง จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 25 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 6,10 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมเขียว จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 8 และสูตรส่วนผสมที่ 9 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมอมเขียว จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 13,14,19,25,26 และสูตรส่วนผสมที่ 27 เคลือบที่มีลักษณะสีทา จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 20 และสูตรส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสม 28 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29,30,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

3.9 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเข้ม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 3 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอ่อน จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเหลือง จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,5,6 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 9 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7,8,16,28,31,32,33,34 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองเขียว จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 9,11,12,13 และสูตรส่วนผสมที่ 14 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15,21,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 35 เคลือบที่มีลักษณะสีเทา จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 17,19,20,25 และสูตรส่วนผสมที่ 29 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 18,23,24 และสูตรส่วนผสมที่ 30 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมเหลือง จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22

3.10 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเข้ม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 และสูตรส่วนผสมที่ 6 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวอ่อน จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวน้ำตาล จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 3 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 10 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 4,7,11,12,16,17,18,22,23 และสูตรส่วนผสมที่ 24 เคลือบที่มีลักษณะสี

เขียวเหลือง จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมเขียว จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 8,9,13,14,19 และสูตรส่วนผสมที่ 20 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียว จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 10 และสูตรส่วนผสมที่ 15 เคลือบที่มีลักษณะสีเทา จำนวน 5 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 21,30,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองเขียว จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 25,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 29,31,32 และสูตรส่วนผสมที่ 33

3.11 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้ม จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1,3 และสูตรส่วนผสมที่ 6 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเขียว จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 2,4 และสูตรส่วนผสมที่ 10 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 5 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองเขียว จำนวน 8 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 7,8,9,24,25,26,27 และสูตรส่วนผสมที่ 28 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมเหลือง จำนวน 3 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 11,12 และสูตรส่วนผสมที่ 13 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียวเหลือง จำนวน 4 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 14,17,18 และสูตรส่วนผสมที่ 19 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเหลือง จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 15 แลละสูตรส่วนผสมที่ 16 เคลือบที่มีลักษณะสีใส จำนวน 6 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสม 20,32,33,34,35 และสูตรส่วนผสมที่ 36 เคลือบที่มีลักษณะสีเขียว จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 21 เคลือบที่มีลักษณะสีครีม จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 22 และสูตรส่วนผสมที่ 29 เคลือบที่มีลักษณะสีเทา จำนวน 2 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 23 และสูตรส่วนผสมที่ 30 เคลือบที่มีลักษณะสีขาว จำนวน 1 สูตรส่วนผสม ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 31



หมายเหตุ					
	ใส = 0	ขาว = 1	ครีม = 2	ครีมอมขาว = 3	ครีมอมเทา = 4
	ครีมอมเหลือง = 5	ครีมอมส้ม = 6	ครีมอมเขียว = 7	เทา = 8	เทาเข้ม = 9
	เทาอ่อน = 10	เทาอมเหลือง = 11	เหลือง = 12	เหลืองครีม = 13	เหลืองอมน้ำตาล = 14
	เหลืองอมเขียว = 15	ส้ม = 16	ส้มอมเขียว = 17	เขียว = 18	เขียวอมขาว = 19
	เขียวอ่อน = 20	เขียวอมเทา = 21	เขียวอมเหลือง = 22	เขียวเข้ม = 23	เขียวอมส้ม = 24
	เขียวอมน้ำตาล = 25	น้ำตาล = 26	น้ำตาลอ่อน = 27	น้ำตาลอมเหลือง = 28	น้ำตาลอมเขียว = 29
	น้ำตาลเข้ม = 30				

ภาพที่ 5.8 แสดงกราฟสีของน้ำเคลือบหลังเผาทั้ง 11 ตำบล

5.3 สรุปผลการศึกษาและควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและน้ำเคลือบที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นงานเพื่อลดความเสียหายจากกระบวนการผลิต

จากการศึกษาและควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและน้ำเคลือบที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นงานเพื่อลดความเสียหายจากกระบวนการผลิต จำนวน 24 ครั้ง ทุก 15 วัน เพื่อควบคุมวัตถุดิบน้ำดินให้มีคุณภาพคงที่และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ลดความเสียหายจากกระบวนการผลิตและเนื่องจากน้ำเคลือบสั่งสำเร็จจากโรงงานไม่มีผลวิเคราะห์ทางเคมีจึงไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้จึงใช้วิธีสัมภาษณ์กลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” และสังเกตผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตอยู่ในกระบวนการ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาความสำคัญอยู่ที่การนำไปใช้งานจะต้องรู้ถึงลักษณะคุณสมบัติเฉพาะ ขอบเขตและข้อจำกัดในเครื่องปั้นดินเผาไปใช้ก่อนด้วยเหตุนี้การนำเครื่องปั้นดินเผาไปใช้ต้องคำนึงถึงหน้าที่และวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้เนื่องจากผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผามีหลากหลายรูปแบบและแต่ละรูปแบบหรือลักษณะมีหน้าที่ต่างกันเพราะฉะนั้นการนำไปใช้ย่อมต่างกันไปด้วยสุดท้ายผลิตภัณฑ์นั้นก็ไม่มีประโยชน์

5.4 สรุปผลการออกแบบผลิตภัณฑ์

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาโดยการนำอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นและวิถีชีวิตมาเป็นแนวทางในการออกแบบ เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ผ่านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่โดยมีเอกลักษณ์ ของบางแก้วมีความโดดเด่นแตกต่างจากที่อื่นและเป็นเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่น นำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ ที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตความเป็นอยู่ใน สังคมปัจจุบัน ที่ใช้หลักของการออกแบบอย่างยั่งยืน โดยดำเนินการวิจัยด้วยวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาเอกสาร ตำรา และเก็บข้อมูลภาคสนามโดยการสัมภาษณ์ และการตอบ แบบสอบถามกลุ่มประชากรเป้าหมายจำนวน 1 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์และสามารถสรุปผลการวิจัยอภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ความสำคัญอยู่ที่การนำไปใช้งานจะต้องรู้ถึงลักษณะคุณสมบัติเฉพาะ ขอบเขตและข้อจำกัดใน เครื่องปั้นดินเผาไปใช้ก่อนด้วยเหตุนี้การนำเครื่องปั้นดินเผาไปใช้ต้องคำนึงถึงหน้าที่และวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้เนื่องจากผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผามีหลากหลายรูปแบบและแต่ละรูปแบบหรือลักษณะมีหน้าที่ต่างกันเพราะฉะนั้นการนำไปใช้ย่อมต่างกันไปด้วยสุดท้ายผลิตภัณฑ์นั้นก็ไม่มีประโยชน์ การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา การเปลี่ยนแปลงของสังคมที่แปรผัน ดังนั้น สิ่งที่สำคัญที่สุดคือผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของระพีพรรณ ทองหล่อและคณะฯ (2546: 29-31) ตามหลักทฤษฎีการจูงใจของแม็กไกร์ ดังนี้ 1) ความต้องการความสอดคล้องกัน (Need for Consistency) เป็นความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการให้ทุกด้านทุกส่วนของตนเอง สอดคล้องกลมกลืนกันและกัน ได้แก่ ทัศนคติ พฤติกรรมการแสดงออกต่างๆ ความคิดเห็น ภาพลักษณ์ เกี่ยวข้องกับตนเอง 2) ความต้องการทราบเหตุผลที่ไปที่มาของสิ่งต่างๆ (Need to Attribute Causation) เป็นความต้องการเพื่อที่จะทราบว่าใครหรืออะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้สิ่งต่างๆเกิดขึ้น และ สิ่งที่เกิดขึ้นผลในทางที่ดีหรือไม่ดีกับตัวเองหรือสิ่งอื่นๆ ผลของการพัฒนาแบบในครั้งนี้ได้แบบจำนวน 20 แบบเพื่อนำไปพัฒนาสร้างเป็นต้นแบบในการสร้างผลิตภัณฑ์ โดยมี แบบที่ 1. ชุดแก้วมีหู จำนวน 5 แบบ 2. ชุดแก้วไม่มีหู จำนวน 5 แบบ 3. ชุดกาแฟ จำนวน 5 แบบ 4. ชุดถ้วย จาน ชาม จำนวน 5 แบบ 5. ชุดห้องน้ำ จำนวน 5 แบบ ซึ่งนำไปสร้างต้นแบบและทำพิมพ์เพื่อทำการผลิตชิ้นงานให้กับกลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก เป็นต้นแบบในการผลิตเชิงพานิชย์ต่อไปและเนื่องจากมีการปรับปรุงแบบเพื่อไม่ให้กระทบต่อกระบวนการผลิตที่ผลิตอยู่แล้วจึงคงไว้ซึ่งกระบวนการเดิมไว้ซึ่งกระบวนการ

เดิมของทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา บางแก้วเซรามิกส์ แต่ทางกลุ่มขอเพิ่มเทคนิคการตกแต่งลวดลายเพิ่มเติมด้วยเทคนิคใหม่อื่นๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ของทางกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา บางแก้วเซรามิกส์ (อัศวิน นิลเต่า ประธานกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา บางแก้วเซรามิกส์) และทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้กับกลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ต่อไป

5.5 สรุปผลการผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ผ่านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่โดยมีเอกลักษณ์ ของบางแก้วมีความโดดเด่นแตกต่างจากที่อื่นและเป็นเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่น นำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ จำนวน 200 ชิ้น

มีการดำเนินการผลิตชิ้นงานโดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผาบางแก้วเซรามิกส์ จำนวน 200 ชิ้น โดยการถ่ายทอดเทคโนโลยีด้านเทคนิคการหล่อและการตกแต่งชิ้นงานเพื่อให้ชิ้นงานมีความสมบูรณ์มากที่สุดเนื่องจากการขึ้นรูปชิ้นงานมีความละเอียดค่อนข้างมากจำเป็นต้องอาศัยความปราณีตเป็นอย่างมาก โดยมีการดำเนินการผลิตตามจำนวนแล้ว 200 ชิ้นและทางกลุ่มได้มีการจำหน่ายเป็นระยะตลอดระยะเวลาของการดำเนินการวิจัยทุกแบบและยังคงดำเนินการตามกระบวนการของกลุ่มต่อไป

5.6 ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำวิจัยไปใช้

1.1 การนำผลการทดลองไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาควรมีการทดลองใหม่อีกครั้งเนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้อาจมีคุณสมบัติไม่เหมือนกันกับวัตถุดิบ ที่ผู้วิจัยใช้ ในการทดลองซึ่งจะทำให้ผลที่ได้ไม่ตรงตามที่ต้องการ

1.2 เนื้อดินที่ใช้ในการทดลองถ้ามีการแห้งตัวเร็วจะเกิดการแตกร้าวบิดรูป เสียทรงในการทดลองครั้งต่อไปควรควบคุมการแห้งตัวของชิ้นงานให้แห้งตัวอย่างช้า ๆ เพื่อป้องกันการแตกร้าว บิดเบี้ยวเสียรูปทรงของชิ้นงาน

1.3 ควรนำผลการทดลองเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบไปทดลองผลิตจริงเพื่อช่วยในการลดต้นทุนในการผลิตของกลุ่ม

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการนำดินทั้ง 11 ตัวอย่างของอำเภอบางระกำไปหาผลวิเคราะห์ทางเคมี เพื่อให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือในทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

2.2 ควรศึกษาวัตถุดิบท้องถิ่นเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา เช่น ดินพื้นที่ใกล้เคียงเพื่อให้เกิดความหลากหลายในด้านการนำวัตถุดิบมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดและเกิดความหลากหลายในการนำไปใช้

2.3 ด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์ สามารถต่อยอดในการพัฒนาต่อไปได้ อีก โดยคำนึงถึงสัดส่วนมนุษย์ พฤติกรรมผู้บริโภค การเพิ่มประโยชน์ใช้สอยในด้านอื่นๆ การนำเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาร่วมพัฒนา เพื่อเพิ่มความแข็งแรงและรูปแบบ การนำต้นกกไปใช้ทดแทน วัสดุอื่นในการผลิต เน้นลักษณะเด่นซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา เช่น ผลิตภัณฑ์ตกแต่งภายในทั่วไปที่สามารถเคลื่อนย้ายสะดวกและใช้ ภายนอกและภายในอาคารได้

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ สรุปได้ว่า การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในท้องถิ่นให้มีเอกลักษณ์และสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์วิสาหกิจชุมชน : กรณีศึกษากลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก สามารถทำได้หลากหลายรูปแบบการศึกษาข้อมูลที่หลากหลายและมากพอจะทำให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นไปอย่างก้าวกระโดดและเนื่องจากสภาพสังคมวิถีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ผลิตภัณฑ์จากกกต้องปรับตัวเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเพื่อให้ทันต่อความต้องการของมนุษย์ เศรษฐกิจและสังคม

บรรณานุกรม

Andrews, A.I.**Ceramic Test and Calculation.** New York : John Millcy and Sons, 1957.

Chappel, James.**The Potter's Compete Book of Clay and Glaze.** New York: Watson Guptill, 1977.

Hamilton, David.**Stoneware and Porcelain.** London : Thames and Hudson} 1982.

Norton, F.H.**Element of Ceramics.** California: Addison Wesley, 1952.

Rhodes, denial.**Clay and Glazes for the potter.** New York : Chilton Book, 1974.

_____.**Stoneware and Porcelain the Art of High-fired Pottery.** London : Pitman Publishing, 1959.

Robert, Fournier.**Illustrated Dictionary of Practical Potterry.** London : Van Nostrand Reinhold Company, 1977.

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

Zakin, Richard.**Electric Kiln Ceramics a Potter's Guide to Clays and Glazes.** Pennsylvania, 1981.

กาญจนะ แก้วกำเนิด.**การทดสอบวัตถุดิบเครื่องปั้นดินเผาและดินปั้นในห้องปฏิบัติการ.**เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,2530.

โกมล รักษ์วงศ์. (ม.ป.ป.).**การทำเนื้อดินปั้นสโตนแวร์สำหรับการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อ.** กรุงเทพฯ: อุตสาหกรรมศิลป์ วิทยาลัยครูพระนคร.

_____.**งานวิจัยเตาเผาและเครื่องปั้นดินเผาเตาเผาแม่น้ำน้อยเพื่อสืบสารและอนุรักษ์ศิลปวัตถุโบราณของจังหวัดสิงห์บุรี.** กรุงเทพฯ : สถาบันราชภัฏพระนคร, 2538 ก.

_____.**น้ำเคลือบ2.** กรุงเทพฯ : สถาบันราชภฏพระนคร, 2538 ข.

_____.**วัตถุดิบที่ใช้ในงานเครื่องปั้นดินเผาและเนื้อดินปั้น.** นนทบุรี : โรงพิมพ์โรงเรียนมารดานุเคราะห์, 2531.

คมกฤช จำปาสุต.**อุตสาหกรรมศิลป์ในระดับประถมศึกษา.** พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2526.

เงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, บรรษัท.**เครื่องปั้นดินเผาและเครื่องเคลือบกับพัฒนาการทางเศรษฐกิจและสังคมของสยาม.** กรุงเทพฯ : รุ่งเรืองวิทย์, 2528.

จีรพันธ์ สมประสงค์.**การสร้างสรรค์ประติมากรรมจากปูนปลาสเตอร์.** กรุงเทพฯ : โอเดียน สโตร์, 2533.

_____.**เทคนิคการสร้างสรรค์ศิลปะเครื่องปั้นดินเผา.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2535.

ชลัย ศรีสุข.**"ดินบอลเคลย์เพื่ออุตสาหกรรมเซรามิก" วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ.** 44(142) : กันยายน 2539. หน้า 33.

ถาวร สารวิทย์. **อุสาหรรมศิลป์สำหรับครูประถมศึกาและมัธยมศึกษา.** พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2523.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ทรงพันธ์ วรรณมาศ. **เครื่องปั้นดินเผา.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2530.

ทรัพยากรธรณี, กรม. **แร่.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ศรีเมืองการพิมพ์, 2526.

ทวี พรหมพฤกษ์. **เครื่องปั้นดินเผาเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2523.

_____.**"ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเตาไฟฟ้า" วารสารเซรามิกส์.** 1(1) : พฤษจิกายน 2528. หน้า 37.

_____.**เตาและการเผา.** กรุงเทพฯ : จงเจริญการพิมพ์, 2525.

ไทยรัฐ.**"เซรามิกไทยสดใสทั่วโลกส่งออกขยายตัวเพิ่ม 34.8 เปอร์เซ็นต์"** 3 สิงหาคม 2542. หน้า 10.

นิวัตร พัฒนะ.**การทดลองสัดส่วนของอลูมิน่าต่อซิลิกาที่ทำให้เกิดลักษณะของเคลือบเฟลด์สปาร์.** ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2534.

_____**.วัตถุดิบเบื้องต้นสำหรับงานเซรามิกส์.** มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม,2548

นิวัตร พัฒนะและคณะ.**การศึกษาและพัฒนาสมบัติของดินบ้านดงดินทอง เพื่อทำเครื่องปั้นดินเผา เพื่อทำผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาประเภทสโตนแวร์คุณภาพดี.**พิษณุโลก:สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม,2544

บัญชา ชื่นจิต.**การพัฒนาดินสุรินทร์เพื่อการขึ้นรูปด้วยวิธีหล่อแบบ.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2541.

ประสิทธิ์ แก้วฟุ้งรังษี.**การทดลองหาประสิทธิภาพเนื้อดินปั้นประเภทสโตนแวร์ของดินเหนียวทะเลแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2539.

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ.**เคลือบเซรามิกส์.** กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์, 2530.

_____.**เซรามิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 3.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

_____.**วัตถุทนไฟ.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาภาคเหนือ, ศูนย์, **คู่มือการผลิตเครื่องใช้เซรามิกบนโต๊ะอาหาร.** ม.ป.ท., 2539

ไพจิตร อิ่งศิริวัฒน์.**เนื้อดินเซรามิก.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2541.

_____.**รวมสูตรเคลือบเซรามิกส์.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2541.

ไพรัตน์ เกษา.(2549).<u>โบราณคดี</u>**แหล่งเตาเผาเมืองศรีสัชนาลัย สุโขทัย.** (On-line).Available : http://archaeology.thaiarchaeology.info/index.php?option=<u>com_content&task</u> =view&id=13&Itemid=0 (15 มกราคม 2551)

มณฑล วชิรโกเมน.**การพัฒนาดินเหนียวบ้านหม้อ จังหวัดมหาสารคาม เพื่อการขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อน้ำดิน.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2543.

มาตราฐานผลอตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน.**มาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมภาชนะเซรามิกที่ใช้กับอาหาร : สโตนแวร์ (มอก.602 – 2529).** กรงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม, 2529.

บรรณานุกรม (ต่อ)

วรนันท์ กิตติอัมพานนท์.**รายงานการวิจัยบทบาทของเทคโนโลยีในการพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิกส์เพื่อการส่งออก.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531.

วรพจน์ บุตรพลอย.**76จังหวัดในเมืองไทย.** นนทบุรี : ธารบัวแก้ว, 2541.

วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเคื่องปั้นดินเผา, ศูนย์.**เทคโนโลยีเซรามิกส์เบื้องต้น.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, 2529.

วิเชียร ศิริประภาวัฒน์.**เนื้อดินปั้น.** กรุงเทพฯ : วิทยาเขตเพาะช่าง, ม.ป.ป.

วิทยา คล้ำจีน.**แหล่งท่องเที่ยวอุตรดิตถ์.** กรุงเทพฯ : ชุณหสาส์นพับลิซซิ่ง, ม.ป.ป.

วิทยาศาสตร์บริการ, กรม.**เครื่องปั้นดินเผาที่น่าสนใจ.** กรุงเทพฯ : กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน, ม.ป.ป.

วิทย์ เที่ยวบูรณธรรม.**แผนที่เมืองไทย 73 จังหวัด.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2532.

วิรัตน์ พิชญไพบูลย์.**การออกแบบเครื่องเรือนสมัยใหม่.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงการณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

วีระ บัวนุ่ม.**การทดสอบอัตราส่วนผสมเนื้อดินปั้นสุโขทัย เพื่อใช้ในงานเครื่องปั้นดีนเผาประเภทสโตนแวร์ สำหรับขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2541.

วิษณุ พูลสุข. (2543, มิถุนายน - ธันวาคม).**แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จากแผนฯ 8 สู่ แผนฯ 9 (2545 - 2549).** วารสารลานปัญญา. 1 (2) : 37 - 51.

ศิลปกร, กรม.**โบราณคดีวิเคราะห์ 2 : เครื่องถ้วยบุรีรัมย์และเครื่องถ้วยสุโขทัย.** กรุงเทพฯ : กรมศิลปกร, 2539.

ศุภกา ดอกไม้.**การทดลองหาเนื้อดินปั้นสโตนแวร์จากอัตราส่วนระหว่างดินปากเกร็ด ดินขาว หินเขี้ยวหนุมาน และแทลคัม.** ปริญญนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทร-วิโรฒประสานมิตร, 2535.

ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผาภาคเหนือ. (ม.ป.ป.).**ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ เซรามิกส์.** กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

ส่งเสริมอุตสาหกรรมภาคเหนือ, ศูนย์.**อุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา.** เชียงใหม่ : ช้างเผือก, ม.ป.ป.

สมศักดิ์ วังศิริกุลง.**การทดลองเนื้อดินจังหวัดกำแพงเพชร เพื่อใช้ในงานเครื่องปั้นดินเผา ประเภทสโตนแวร์.** ปริญญนิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2534.

สมาคมผู้จัดพิมพ์และผู้จำหน่ายหนังสือแห่งประเทศไทย.**สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ.** 83/159 ซอยชินเขต 2 ถนนงามวงศ์วาน แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ

สถิติแห่งชาติ, สำนักงาน.**แผนที่แสดงเขตอำเภอ ตำบล เทศบาล และข้อมูลพื้นฐานของจังหวัด พ.ศ. 2528.** กรุงเทพฯ : สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2528.

สินชัย กระบวนแสง.**สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 21 เครื่องปั้นสุโขทัยหรือเครื่องสังคโลก.** (On-line). Available : http://guru.sanook.com/enc_preview.php?id=1151&source_location (15 มกราคม 2551)

สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์.**น้ำเคลือบเครื่องปั้นดินเผา.**พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพาณิช, 2534.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สุนันทา แก้วสุข และคณะ. (2545).**การศึกษาความต้องการของท้องถิ่นในการแปรรูปกล้วยของชุมชนบางตาทอง ตำบลจำปาหล่อ อำเภอเมือง จังหวัดอ่างทอง.** กรุงเทพมหานคร : สำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.**มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมภาชนะ เซรามิกส์ที่ใช้กับอาหาร : สโตนแวร์ = Ceramic ware in contact with food : stoneware**. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกรุงเทพฯ : สำนักงาน, 2546.

หวน พิณธุพันธ์.**อุตรดิตถ์ของเรา.** พิษณุโลก : กรุงสยามการพิมพ์, 2521.

อายุวัฒน์ สว่างผล.**วัตถุดิบที่ใช้แพร่หลายในงานเซรามิกส์.** กำแพงเพชร : สถาบันราชภัฏ-กำแพงเพชร, 2541.

อินสอน สายมา.**การทดลองเนื้อดินปั้นผลิตภัณฑ์ภาชนะสำหรับใช้ปรุงอาหาร.** วิทยานิพนธ์ กศ.ม. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2539.

ภาคผนวก ก

บทความสำหรับเผยแพร่

ภาคผนวก ข

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการนำผลจากโครงการไปใช้ประโยชน์

ภาพที่ 6.1 แสดงพิมพ์ต้นแบบทำการทดลองหล่อชิ้นงาน

ภาพที่ 02 แสดงการทดลองหล่อชิ้นงานโดยพิมพ์ต้นแบบ

ภาพที่ 03 แสดงการทดลองหล่อชิ้นงานโดยพิมพ์ต้นแบบ

ภาพที่ 04 แสดงการทดลองหล่อชิ้นงานโดยพิมพ์ต้นแบบ

ภาพที่ 05 แสดงการทดลองหล่อชิ้นงานโดยพิมพ์ต้นแบบ

ภาพที่ 06 แสดงการทดลองหล่อชิ้นงานโดยพิมพ์ต้นแบบ

ภาพที่ 6.7 แสดงการทดลองตกแต่งชิ้นงานต้นแบบโดยวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.8 แสดงการทดลองตกแต่งชิ้นงานต้นแบบโดยวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.9 แสดงการทดลองตกแต่งชิ้นงานต้นแบบโดยวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.10 แสดงชิ้นงานต้นแบบโดยวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.11 แสดงชิ้นงานต้นแบบโดยวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.12 แสดงชิ้นงานต้นแบบโดยวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.13 แสดงชิ้นงานต้นแบบโดยวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.14 แสดงชิ้นงานต้นแบบโดยวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.15 แสดงชิ้นงานต้นแบบโดยวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.16 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.17 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.18 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.19 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.20 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.21 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.22 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.23 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.24 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.25 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.26 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.27 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.28 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.29 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.30 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.31 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.32 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.33 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.34 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.35 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.36 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.37 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.38 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.39 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.40 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.41 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.42 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.43 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.44 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.45 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาพที่ 6.46 แสดงผลิตภัณฑ์ต้นแบบของวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”

ภาคผนวก ค
ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ

ตาราง เปรียบเทียบผลผลิต (Output) ที่เสนอในข้อเสนอโครงการและที่ดำเนินการได้จริงในรอบ 12 เดือน

ผลผลิต	ตัวชี้วัด		ตัวชี้วัดที่ทำแล้ว	
	เชิงปริมาณ	เชิงคุณภาพ	เชิงปริมาณ	เชิงคุณภาพ
ผลผลิตที่ 1 ทดลองสร้างสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ สโตนแวร์ จากแหล่งดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก (preliminary data)	จำนวนสูตรเนื้อดินปั้นที่สร้างขึ้นโดยใช้วัตถุดิบหลักในท้องถิ่น โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน จำนวน 396 สูตรส่วนผสม	กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีความพอใจและภูมิใจในการสร้างสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นขึ้นมาใหม่โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่น เพื่อเพิ่มศักยภาพสูงสุด ลดต้นทุนในการผลิต สร้างมูลค่าของทรัพยากรในท้องถิ่นที่ยั่งยืน	ดำเนินการสร้างสูตรเนื้อดินปั้นโดยใช้วัตถุดิบหลักในท้องถิ่น จำนวน 396 สูตรส่วนผสม อยู่ระหว่างดำเนินการ ประมาณ 100 เปอร์เซ็นต์ และหาส่วนผสมของน้ำดินที่มีอัตราส่วนชัดเจนของน้ำดินที่ทางโรงงานใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้สูตรส่วนผสมที่เหมือนกันทุกครั้งกำลังดำเนินการให้ทางโรงงานดำเนินการทดลองใช้	พบผู้ประกอบการ ลงพื้นที่เก็บข้อมูล เก็บตัวอย่างเพื่อสร้างสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นขึ้นมาใหม่โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่น ทดลองหาส่วนผสมของเนื้อดินที่ทางโรงงานใช้เพื่อให้ได้สูตรส่วนผสมที่ชัดเจนและแน่นอนเพื่อให้ได ส่วนผสมที่ชัดเจนแน่นอนและนำส่วนผสมไปให้โรงงานทดลอง ดำเนินการแล้ว 100 เปอร์เซ็นต์
ผลผลิตที่ 2 ทดลองสร้างสูตรส่วนผสมของน้ำเคลือบที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ จากแหล่งดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก (preliminary data)	จำนวนสูตรของน้ำเคลือบที่สร้างขึ้นโดยใช้วัตถุดิบหลักในท้องถิ่น โดยการมีส่วนร่วมของชุมชน จำนวน 396สูตรส่วนผสม	กลุ่มวิสาหกิจชุมชนมีความพอใจและภูมิใจในการสร้างสูตรส่วนผสมของน้ำเคลือบขึ้นมาใหม่โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นเพื่อเพิ่มศักยภาพสูงสุด ต้นทุนในการผลิต สร้างมูลค่าของทรัพยากรในท้องถิ่นที่ยั่งยืน	ดำเนินการสร้างสูตรน้ำเคลือบใช้วัตถุดิบหลักในท้องถิ่น จำนวน 396 สูตรส่วนผสม อยู่ระหว่างดำเนินการ ประมาณ 100 เปอร์เซ็นต์	พบผู้ประกอบการ ลงพื้นที่เก็บข้อมูล เก็บตัวอย่างเพื่อสร้างสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นขึ้นมาใหม่โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่น ทดลองหาส่วนผสมของน้ำเคลือบดำเนินการแล้ว 100 เปอร์เซ็นต์
ผลผลิตที่ 3 พัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาขึ้นมาใหม่โดยการนำอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นและวิถีชีวิตมาเป็นแนวทางในการออกแบบ	ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ผ่านการออกแบบและคัดเลือกใหม่ จำนวน 20 แบบ โดยนักออกแบบ	เกิดต้นแบบของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาใหม่ที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์จริง	ประเมินแบบ สร้างต้นแบบและพิมพ์ต้นแบบ	ดำเนินการแล้ว 100 เปอร์เซ็นต์
ผลผลิตที่ 4 ได้ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ผ่านการออกแบบขึ้นมาใหม่ที่เป็นเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่น	ได้ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ผ่านการคัดเลือกแล้วนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ จำนวน	นำไปวางจำหน่ายจริงเพื่อทดลองตลาดได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอกลักษณ์ของ กลุ่มวิสาหกิจ บางแก้ว	ผลิตภัณฑ์ต้นแบบสำเร็จเป็นชิ้นงานแล้ว	ดำเนินการแล้ว 100 เปอร์เซ็นต์

	200 ชิ้น	เซรามิคอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก		
ผลผลิตที่ 5 ได้รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์	รายงานการวิจัย จำนวน 1 เล่ม	บทความที่ตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI		ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยีและอยู่ระว่างดำเนินการเผยแพร่ในวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาในท้องถิ่นให้มีเอกลักษณ์และสร้างมูลค่าเพิ่มของผลิตภัณฑ์
วิสาหกิจชุมชน : กรณีศึกษากลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค”
ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก”

โดย วิมล ทองดอนกลิ้ง

สรุปสาระสำคัญของวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 และวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

เนื่องจากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 และวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เป็นเพียงความประสงค์ของผู้วิจัยที่อยากทำซึ่งไม่ใช่วัตถุประสงค์หลักของการทำวิจัยในครั้งนี้

1. เพื่อทดลองหาสูตรส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ จากแหล่งดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลกโดยเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียสในบรรยากาศออกซิเดชัน (preliminary data)

เกณฑ์การคัดเลือกคุณภาพเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ เนื้อดินปั้นที่เข้าเกณฑ์การพิจารณาจากเกณฑ์ดังนี้ เนื้อดินที่ทนความร้อนสูงถึงอุณหภูมิ 1,230 -1,300 องศาเซลเซียส เนื้อดินมีความแข็งแรงทนทาน เนื้อดินปั้นดูดซึมน้ำไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์ (โกมล รักษ์วงศ์, 2538 : 45)

การคัดเลือกสูตรส่วนผสมที่ได้จากการทดลองนำไปให้ผู้ประกอบการจำนวน 11 สูตรส่วนผสม ของเนื้อดินปั้นดินตำบลบางระกำ1 สูตรส่วนผสมที่ 19 เนื้อดินปั้นดินตำบลหนองกุลา 2 สูตรส่วนผสมที่ 19 เนื้อดินปั้นดินตำบลชุมแสงสงคราม 3 สูตรส่วนผสมที่ 1 เนื้อดินปั้นดินตำบลท่านางงาม 4 สูตรส่วนผสมที่ 5 เนื้อดินปั้นดินตำบลบ่อทอง 5 สูตรส่วนผสมที่ 20 เนื้อดินปั้นดินตำบลบึงกอก 6 สูตรส่วนผสมที่ 26 เนื้อดินปั้นดินบ้านปลักแรด 7 สูตรส่วนผสมที่ 21 เนื้อดินปั้นดินตำบลนิคมพัฒนา 8 สูตรส่วนผสมที่ 33 เนื้อดินปั้นดินตำบลคุยม่วง 9 สูตรส่วนผสมที่ 34 เนื้อดินปั้นดินตำบลวังอิทก 10 สูตรส่วนผสมที่ 10 และเนื้อดินปั้นดินตำบลพันเสา 11 สูตรส่วนผสมที่ 10 ผลจากการทดลองขึ้นรูปด้วยวิธีขึ้นรูปด้วยใบมีดคือสามารถขึ้นรูปได้ทุกสูตรส่วนผสมซึ่งเป็นที่น่าพอใจของผู้ประกอบการบางแก้วเซรามิค

2. เพื่อทดลองศึกษาลักษณะของเคลือบที่ใช้ดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล จังหวัดพิษณุโลกเป็นส่วนผสมโดยเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียสในบรรยากาศออกซิเดชัน (preliminary data)

การเลือกผลการทดลองในการทำผลิตภัณฑ์เคลือบ เกณฑ์การคัดเลือกน้ำเคลือบ ดังนี้

1. ระดับความมันของเคลือบต้องมีเคลือบมันแวววาว (Bright)

2. ต้องมีระดับความสมบูรณ์ของเคลือบ โดยตรวจสอบต้องไม่มีตำหนิต่างๆ ของเคลือบดังนี้

2.1 เคลือบไม่เกิดรูเข็ม (Pinhole)

2.2 เคลือบไม่เกิดการราน (Crazing)

2.3 เคลือบไม่เกิดแตกร่อนตามริมขอบ (Shivering)

2.4 เคลือบไม่ร่อนออกจากเนื้อดินปั้น (Peeling)

2.5 เคลือบไม่แยกตัวออกจากกัน (Crawling)

หมายเหตุ: พิจารณาจากชิ้นทดลอง

1.1 จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 13 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 13 ประกอบด้วยดินตำบล บางระกำ จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 30 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเหลืองอมเขียว

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 14 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 14 ประกอบด้วยดินตำบล บางระกำ จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเขียวอมเหลือง

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 15 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 15 ประกอบด้วยดินตำบล บางระกำ จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 50 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีน้ำตาลอมเหลือง

ผลการสรุปบรรยากาศรีดักชัน

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 7 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 7 ประกอบด้วยดินตำบล บางระกำ จำนวนร้อยละ 50 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 40 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีครีม

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 21 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 21 ประกอบด้วยดินตำบล บางระกำ จำนวนร้อยละ 30 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 60 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเขียว

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 22 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 22 ประกอบด้วยดินตำบล บางระกำ จำนวนร้อยละ 20 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 70 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีน้ำตาลส้ม

1.2 จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 10 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 10 ประกอบด้วยดินตำบล หนองกุลา จำนวนร้อยละ 50 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน มีความสมบูรณ์ มีสีเขียวอมเหลือง

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 12 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 12 ประกอบด้วยดินตำบล หนองกุลา จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 20 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 40 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน มีความสมบูรณ์ มีสีเหลืองครีม

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 13 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 13 ประกอบด้วยดินตำบล หนองกุลา จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 30 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน มีความสมบูรณ์ มีสีเหลืองครีม

ผลการสรุปบรรยากาศรีดักชัน

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 10 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 10 ประกอบด้วยดินตำบล หนองกุลา จำนวนร้อยละ 50 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน มีความสมบูรณ์ มีสีเทาเข้ม

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 27 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 27 ประกอบด้วยดินตำบล หนองกุลา จำนวนร้อยละ 20 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 60 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเทาอ่อน

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 28 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 28 ประกอบด้วยดินตำบล หนองกุลา จำนวนร้อยละ 20 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 70 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเทาอ่อน

1.3 จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 2 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 2 ประกอบด้วยดินตำบล ชุมแสงสงคราม จำนวนร้อยละ 70 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเขียวอมเหลือง

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 35 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 35 ประกอบด้วยดินตำบล ชุมแสงสงคราม จำนวนร้อยละ 10 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 70 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีใส

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 36 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 36 ประกอบด้วยดินตำบล ชุมแสงสงคราม จำนวนร้อยละ 10 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 80 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีใส

ผลการสรุปบรรยากาศรีดักชัน

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 15 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 15 ประกอบด้วยดินตำบล ชุมแสงสงคราม จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 50 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน มีความสมบูรณ์ มีสีเขียว

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 21 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 21 ประกอบด้วยดินตำบล ชุมแสงสงคราม จำนวนร้อยละ 30 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 60 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเขียว

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 36 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 36 ประกอบด้วยดินตำบล ชุมแสงสงคราม จำนวนร้อยละ 10 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 80 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีครีม

1.4 จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 28 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชันและบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 28 ประกอบด้วยดินตำบล ท่านางงาม จำนวนร้อยละ 20 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 70 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีน้ำตาลอมเหลือง

ผลการทดลองบรรยากาศออกซิเดชัน

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 10 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 10 ประกอบด้วยดินตำบล ท่านางงาม จำนวนร้อยละ 50 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีน้ำตาลเข้ม

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 13 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 13 ประกอบด้วยดินตำบล ท่านางงาม จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 30 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเขียวน้ำตาล

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 28 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 28 ประกอบด้วยดินตำบล ท่านางงาม จำนวนร้อยละ 20 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 70 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีน้ำตาลอมเหลือง

บรรยากาศรีดักชัน จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 10 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 10 ประกอบด้วยดินตำบล ท่านางงาม จำนวนร้อยละ 50 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีน้ำตาลอมเหลือง

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 20 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 20 ประกอบด้วยดินตำบล ท่านางงาม จำนวนร้อยละ 30 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 50 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีน้ำตาลอมเขียว

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 28 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 28 ประกอบด้วยดินตำบล ท่านางงาม จำนวนร้อยละ 20 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 70 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเขียว

1.5 จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 1 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 1 ประกอบด้วยดินตำบล บ่อทอง จำนวนร้อยละ 80 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน มีความสมบูรณ์ มีสีน้ำตาล

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 19 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 19 ประกอบด้วยดินตำบล บ่อทอง จำนวนร้อยละ 30 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้านมีความสมบูรณ์ มีสีใส

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 20 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 20 ประกอบด้วยดินตำบล บ่อทอง จำนวนร้อยละ 30 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 50 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้านมีความสมบูรณ์ มีสีใส

ผลการสรุปบรรยากาศรีดักชัน

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 1 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 1 ประกอบด้วยดินตำบล บ่อทอง จำนวนร้อยละ 80 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีน้ำตาลเข้ม

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 3 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 3 ประกอบด้วยดินตำบล บ่อทอง จำนวนร้อยละ 70 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 20 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีน้ำตาลเข้ม

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 5 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 5 ประกอบด้วยดินตำบล บ่อทอง จำนวนร้อยละ 60 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 20 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีน้ำตาลอ่อน

1.6 จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 21 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 21 ประกอบด้วยดินตำบล บึงกอก จำนวนร้อยละ 30 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 60 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน มีความสมบูรณ์ มีสีเหลืองครีม

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 28 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 28 ประกอบด้วยดินตำบล บึงกอก จำนวนร้อยละ 20 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 70 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้านมีความสมบูรณ์ มีสีครีม

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 36 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 20 ประกอบด้วยดินตำบล บึงกอก จำนวนร้อยละ 10 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 80 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้านมีความสมบูรณ์ มีสีใส

ผลการสรุปบรรยากาศรีดักชัน

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 10 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 10 ประกอบด้วยดินตำบล บึงกอก จำนวนร้อยละ 50 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเทา

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 14 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 14 ประกอบด้วยดินตำบล บึงกอก จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเขียว

จากการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 15 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากทำการเผาในบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบสูตรที่ 15 ประกอบด้วยดินตำบล บึงกอก จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟลด์สปาร์ จำนวนร้อยละ 50 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์ มีสีเขียว

1.7 จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 1 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 1 ประกอบด้วยดินตำบลปลักแรดจำนวนร้อยละ 80 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีเขียวเข้ม

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 18 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 18 ประกอบด้วยดินตำบลปลักแรดจำนวนร้อยละ 30 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 30 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 40 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีครีม

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 26 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 26 ประกอบด้วยดินตำบลปลักแรดจำนวนร้อยละ 20 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 50 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีขาว

บรรยากาศรีดักชันจาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 2 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 2 ประกอบด้วยดินตำบลปลักแรดจำนวนร้อยละ 70 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีเขียว

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 34 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 34 ประกอบด้วยดินตำบลปลักแรดจำนวนร้อยละ 10 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 60 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน มีความสมบูรณ์มีสีเทา

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 36 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 36 ประกอบด้วยดินตำบลปลักแรดจำนวนร้อยละ 10โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 80 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน มีความสมบูรณ์มีสีเทา

1.8 บรรยากาศออกซิเดชัน

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 4 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 4 ประกอบด้วยดินตำบลนิคมพัฒนา จำนวนร้อยละ 60 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีครีม

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 13 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 13 ประกอบด้วยดินตำบลนิคมพัฒนาจำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 30 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะด้านมีความสมบูรณ์มีสีครีมอมเขียว

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 20 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 20 ประกอบด้วยดินตำบลนิคมพัฒนาจำนวนร้อยละ 30 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 50 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะด้านมีความสมบูรณ์มีสีเทา

บรรยากาศรีดักชัน จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 1 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 1 ประกอบด้วยดินตำบลนิคมพัฒนาจำนวนร้อยละ 80 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีเขียว

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 19 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 19 ประกอบด้วยดินตำบลนิคมพัฒนาจำนวนร้อยละ 30 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีเขียว

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 34 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 34ประกอบด้วยดินตำบลนิคมพัฒนาจำนวนร้อยละ 10 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 60 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ30 มีลักษณะด้านมีความสมบูรณ์มีสีเทา

1.9 บรรยากาศออกซิเดชัน

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 1 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 1 ประกอบด้วยดินตำบลคุยม่วงจำนวนร้อยละ 80 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ. 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีเขียวเข้ม

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 14 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 14 ประกอบด้วยดินตำบลคุยม่วง จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 20 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะด้านมีความสมบูรณ์มีสีเขียวเข้ม

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 34 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ ประกอบด้วยดินตำบลคุยม่วงจำนวนร้อยละ 10 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 20 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 40 มีลักษณะ.40 มีความสมบูรณ์มีสี

บรรยากาศรีดักชัน จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 13 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาทั้งบรรยากาศออกซิเดชันและบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 13 ประกอบด้วยดินตำบลคุยม่วง จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 30 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30. มีลักษณะความสมบูรณ์มีสีเขียว

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 20 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 20 ประกอบด้วยดินตำบลคุยม่วง จำนวนร้อยละ 20โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 30 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ50 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์มีสีเขียว

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 35 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 35 ประกอบด้วยดินตำบลคุยม่วง จำนวนร้อยละ 10 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 70 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 7 0 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์มีสีเทา

1.10 บรรยากาศออกซิเดชัน จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 4 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 4 ประกอบด้วยดินตำบลวังอิทกจำนวนร้อยละ 60 โซดาเฟล์ดสปาร์ด จำนวนร้อยละ 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีเขียวอมส้ม

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 14 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 14 ประกอบด้วยดินตำบลวังอิทก จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะ มีความสมบูรณ์มีสีครีมเขียว

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 34 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 34 ประกอบด้วยดินตำบลวังอิทก จำนวนร้อยละ 10 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 60 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีเทา

บรรยากาศรีดักชัน จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 6 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 6 ประกอบด้วยดินตำบลวังอิทกจำนวนร้อยละ 60 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 30 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์มีสีเขียวเข้ม

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 16 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 16 ประกอบด้วยดินตำบลวังอิทก จำนวนร้อยละ 30 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 60 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์มีสีเขียวอ่อน

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 36 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 36 ประกอบด้วยดินตำบลวังอิทก จำนวนร้อยละ 10 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 80 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์มีสีเทา

1.11 บรรยากาศออกซิเดชัน จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 12 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 12 ประกอบด้วยดินตำบลพันเสา จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 20 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีครีมเหลือง

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 13 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 13 ประกอบด้วยดินตำบลพันเสา

จำนวนร้อยละ 40 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 30 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 30 มีลักษณะด้าน มีความสมบูรณ์มีสีครีม

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 29 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศออกซิเดชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 29ประกอบด้วยดินตำบลพันเสา จำนวนร้อยละ10โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ10 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 80 มีลักษณะ มีความสมบูรณ์มีสีครีมสีเหลือง

บรรยากาศรีดักชัน จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 20 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 20 ประกอบด้วยดินตำบลพันเสา จำนวนร้อยละ 30 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 50 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 20 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์มีสีเขียวอ่อน

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 25 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 25 ประกอบด้วยดินตำบลพันเสา จำนวนร้อยละ 20 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 40 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 40 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์มีสีเขียวอ่อน

จาการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกสูตรส่วนผสมที่ 36 มาเคลือบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากได้ทำการเผาบรรยากาศรีดักชัน จะให้เคลือบที่สวยงามมาก ส่วนประกอบของสูตรที่ 36 ประกอบด้วยดินตำบลพันเสา จำนวนร้อยละ 10 โซดาเฟล์ดสปาร์ จำนวนร้อยละ 80 และโดโลไมต์ จำนวนร้อยละ 10 มีลักษณะมันแวววาว มีความสมบูรณ์มีสีเขียวอ่อน

ซึ่งสรุปได้ว่า ในช่วงของสูตรส่วนผสมของน้ำเคลือบที่มีความเหมาะสมในการเคลือบ สูตรส่วนผสมของน้ำเคลือบนั้นมีส่วนผสมของดินเหนียวทั้ง 11 ตำบล อยู่ในปริมาณมากจึงทำให้น้ำเคลือบมีความเหมาะสมเพราะในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาซึ่งในการผลิตเซรามิกส์จำเป็นต้องอาศัยวัตถุดิบที่มีส่วนผสมของเฟลด์สปาร์เป็นตัวช่วยก่อให้เกิดเนื้อแก้วในเนื้อดินปั้นอีกด้วย

จากผลการทดลองเผาเคลือบโดยใช้ดินเขตอำเภอบางระกำ 11 ตำบล โซดาเฟลด์สปาร์และโดโลไมต์ เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน (Oxidation Firing) ระดับความมันแวววาว เคลือบดินเขตอำเภอบางระกำทั้ง 11 ตำบล ที่มีลักษณะความมันแวววาวโดยมีส่วนผสมของดินอยู่ในช่วงร้อยละ 10 - 90 เคลือบดินเขตอำเภอบางระกำทั้ง 11 ตำบล ความสมบูรณ์ของเคลือบโดยมีส่วนผสมของดินอยู่ในช่วงร้อยละ 10 – 70 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลเข้มโดยมีส่วนผสมของดินอยู่ในช่วงร้อยละ 10 – 40 เคลือบที่มีลักษณะสีน้ำตาลอมโดยมีส่วนผสมของดินอยู่ในช่วงร้อยละ 10 – 40 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมครีมโดยมีส่วนผสมของดินอยู่ในช่วงร้อยละ 10 – 40 เคลือบที่มีลักษณะสีเหลืองอมเขียวโดยมีส่วนผสมของดินอยู่ในช่วงร้อยละ 10 – 40 เคลือบที่มีลักษณะสีครีมโดยมีส่วนผสมของดินอยู่ในช่วงร้อยละ 10 – 40 จากการศึกษาและควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและน้ำเคลือบที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นงานเพื่อลดความเสียหายจากกระบวนการผลิต จำนวน 24 ครั้ง ทุก 15 วัน เพื่อควบคุมวัตถุดิบน้ำดินให้มีคุณภาพคงที่และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ลดความเสียหายจากกระบวนการผลิตและเนื่องจากน้ำเคลือบสั่งสำเร็จจากโรงงานไม่มีผลวิเคราะห์ทางเคมีจึงไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้จึงใช้วิธีสัมภาษณ์กลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” และสังเกตุผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตอยู่ในกระบวนการ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาความสำคัญอยู่ที่การนำไปใช้งานจะต้องรู้ถึงลักษณะคุณสมบัติเฉพาะ ขอบเขตและข้อจำกัดใน เครื่องปั้นดินเผาไปใช้ก่อนด้วยเหตุนี้การนำเครื่องปั้นดินเผาไปใช้ต้องคำนึงถึงหน้าที่และวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้เนื่องจากผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผามีหลากหลายรูปแบบและแต่ละรูปแบบหรือลักษณะมีหน้าที่ต่างกันเพราะฉะนั้นการนำไปใช้

ย่อมต่างกันไปด้วย สุดท้ายผลิตภัณฑ์นั้นก็ไม่มีประโยชน์ จากการทำการทดลองและพัฒนาขึ้นมานั้นมีความเหมาะสมกับการผลิตเซรามิกส์เป็นอย่างยิ่ง

3. เพื่อศึกษาและควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและน้ำเคลือบที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นงานเพื่อลดความเสียหายจากกระบวนการผลิต

การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบและน้ำเคลือบที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นงานเพื่อลดความเสียหายจากกระบวนการผลิต จำนวน 24 ครั้ง ทุก 15 วัน เพื่อควบคุมวัตถุดิบน้ำดินให้มีคุณภาพคงที่และได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ลดความเสียหายจากกระบวนการผลิตและลงพื้นที่หลังเสร็จสิ้นโครงการอย่างต่อเนื่อง

4. เพื่อออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาโดยการนำอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่นและวิถีชีวิตมาเป็นแนวทางในการออกแบบจำนวน 20 แบบ

ณ ตอนนี้ต้นแบบพิมพ์ผลิตภัณฑ์ทางกลุ่มผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ได้ดำเนินการใช้ในการผลิตและจำหน่ายแล้ว

5. เพื่อผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่ผ่านการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นมาใหม่โดยมีเอกลักษณ์ ของบางแก้วมีความโดดเด่นแตกต่างจากที่อื่นและเป็นเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่น นำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ จำนวน 200 ชิ้น

ณ ตอนนี้ต้นแบบผลิตภัณฑ์ทางกลุ่มผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา “บางแก้วเซรามิค” ได้ดำเนินการจำหน่ายแล้วบางส่วนเพื่อตอบสนองลูกค้าที่มีความต้องการเพิ่มขึ้น