



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการฟื้นฟูเครื่องถ่วงน้ำหนักเพื่อพัฒนาเป็นวิสาหกิจชุมชน

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประกรณ วิไล และคณะ

ธันวาคม 2548

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการการฟื้นฟูเครื่องถ้วยสำกำแพงเพื่อพัฒนาเป็นวิสาหกิจชุมชน

คณะผู้วิจัย

สังกัด

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประกรณ วิไล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ |
| 2. นางสาวดาวเรือง อุดม | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ |
| 3. นางสาวธนาวดี วิทย์จันทร์ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ |

ชุดโครงการสนับสนุนผู้ปฏิบัติการวิจัยในภาคอุตสาหกรรม

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

บทสรุปย่อผู้บริหาร
โครงการพัฒนาเทคโนโลยีท้องถิ่นสำหรับอุตสาหกรรมท้องถิ่น
Technology Development Local SMEs (TDLS)

1. ชื่อโครงการ

(ภาษาไทย) การฟื้นฟูเครื่องถ้วยสันกำแพงเพื่อพัฒนาเป็นวิสาหกิจชุมชน
(ภาษาอังกฤษ) The Sankamphang's Pottery Resuscitate for Local Enterprise
คำสำคัญ เซรามิก - เครื่องปั้นดินเผาท้องถิ่น
Keywords Ceramics - Native Pottery

2. ปัญหาที่ทำการวิจัยและความสำคัญของปัญหา

แหล่งโบราณคดีเครื่องถ้วยสันกำแพง เป็นแหล่งโบราณคดีที่มีความสำคัญต่อการศึกษาประวัติศาสตร์และวิวัฒนาการของอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาล้านนาโบราณ ซึ่งมีอายุไม่ต่ำกว่า 500 ปีมาแล้ว แต่กลับถูกทอดทิ้งให้รกร้างและที่ผ่านมามีกลุ่มชาวบ้านที่ขาดความรู้ความเข้าใจได้ขุดทำลายเพื่อค้นหาโบราณวัตถุนำไปจำหน่ายให้กับพ่อค้าและนักสะสมของเก่า โดยที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องคือกรมศิลปากรไม่สามารถทำการอนุรักษ์ไว้ได้ เนื่องจากขาดงบประมาณสนับสนุน ส่วนองค์การบริหารในท้องถิ่น ก็ยังขาดความรู้และความเข้าใจในการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมและการฟื้นฟูเพื่อพัฒนาเป็นวิสาหกิจชุมชนบนพื้นฐานของภูมิปัญญาและการใช้ทรัพยากรท้องถิ่น แนวทางการศึกษาการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นผสมผสานกับเทคโนโลยีการผลิตและการออกแบบสมัยใหม่จึงน่าจะเป็นแนวทางที่จะช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องถ้วยโบราณให้เป็นเครื่องถ้วยร่วมสมัย ก่อให้เกิดการพลิกฟื้นให้เกิดอาชีพท้องถิ่นอีกครั้ง และเมื่อนำผลการศึกษาไปถ่ายทอดให้กับชุมชนในท้องถิ่น ย่อมก่อให้เกิดการสร้างงานและรายได้แก่ชุมชน ตามนโยบายหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) เพื่อความเข้มแข็งของเศรษฐกิจชุมชน และความเข้าใจในการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นต่อไป

3. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการใช้ทรัพยากรท้องถิ่นในการส่งเสริมการประกอบอาชีพท้องถิ่นบนพื้นฐานภูมิปัญญาท้องถิ่น
2. เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการออกแบบให้เหมาะสมกับความต้องการในปัจจุบัน
3. เพื่อถ่ายทอดให้กับชุมชนในการประกอบเป็นอาชีพท้องถิ่น
4. เพื่อส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่น

4. ระเบียบวิจัย (โดยย่อ)

เป็นการวิจัยแบบทดลอง(Experimental Research) ร่วมกับวิจัยและพัฒนา(R&D) ดังนี้

1. ศึกษาวัตถุดิบในท้องถิ่นเพื่อพัฒนาเป็นสูตรดินปั้น(Body) สีตกแต่ง(Color Stain) และเคลือบ(Glaze) โดยมุ่งเน้นการใช้วัตถุดิบธรรมชาติและไม่มีผลกระทบต่อหรือทำลายสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก
2. ออกแบบเพื่อพัฒนารูปทรงและลวดลายผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานและความสวยงามโดยเน้นเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยโบราณผสมผสานกับรูปแบบร่วมสมัย
3. วิเคราะห์การเลือกใช้กรรมวิธีผลิตที่เหมาะสม โดยมุ่งเน้นคุณภาพการผลิตและศักยภาพของชุมชนในการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสม

5. วิธีการดำเนินงาน

เป็นการวิจัยแบบทดลอง(Experimental Research) ร่วมกับวิจัยและพัฒนา(R&D) มีขั้นตอนดังนี้

5.1 การศึกษาวัตถุดิบ

1. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินที่กำหนดอัตราส่วนผสมแบบเชิงเส้นตรง(Line Blend) ของดินท้องถิ่นกับดินดำแมร์ม จำนวน 10 อัตราส่วน เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุดโดยพิจารณาตามคุณสมบัติทางกายภาพดังนี้

- ความสามารถในการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน
- ความทนไฟ
- ความแกร่ง
- ความพรุนตัว
- ดำหนิ และความสม่ำเสมอของเนื้อดิน

2. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเคลือบที่กำหนดอัตราส่วนผสมแบบตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend) ของจีเถ้าไม้ ดินท้องถิ่น และหินฟันม้า จำนวน 36 สูตร เเผาที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส บรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ เพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด 1 สูตร โดยพิจารณาจากคุณสมบัติทางกายภาพดังนี้

- ความมันวาว
- การไหลตัว
- ความเหมาะสมกับการเขียนสีได้เคลือบ
- การรานตัว
- ดำหนิ

ทำการปรับปรุงคุณภาพด้วยวัตถุดิบทางเซรามิก ได้แก่ แบเรียมคาร์บอเนต ทิทาเนียมไดออกไซด์ ซิงค์ออกไซด์ เซอร์โคเนียมซิลิเกต แมกนีเซียมคาร์บอเนต โดยการเพิ่มอัตราส่วนผสมอีก

10 ระดับ โดยพิจารณาจากเกณฑ์เดิม และปรับปรุงสีโดยการเติมวัตถุดิบให้สี ได้แก่ เพอร์ริกออกไซด์ เพอร์รัสออกไซด์ โคบอลท์ออกไซด์ โครมิกออกไซด์ และแมงกานีสไดออกไซด์ ชนิดละ 10 ระดับ

3. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของสีที่กำหนดอัตราส่วนผสมแบบตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend) ของดินแดงคอยสะเก็ด อลูมินา และซิลิกา จำนวน 21 สูตร โดยเปรียบเทียบระหว่างวัตถุดิบที่ผ่านการเผา (Calcine) และไม่ผ่านการเผา กับเคลือบที่พัฒนาได้และคัดเลือกอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุด โดยพิจารณาจากคุณสมบัติทางการภาพคือ ความคมชัดของสี และตำหนิ

5.2 ออกแบบเพื่อพัฒนารูปทรงและลดหลายผลิตภัณฑ์

ทำการออกแบบรูปทรงและลดหลายให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานและความสวยงามโดยเน้นเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยโบราณผสมผสานกับรูปแบบร่วมสมัย โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์รูปแบบที่เป็นเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยสันกำแพง
2. กำหนดแนวความคิดในการออกแบบโดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยสันกำแพง ความสามารถในการผลิตตามเงื่อนไขการผลิตด้วยวิธีขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน และความสอดคล้องกับการใช้งานในปัจจุบัน
3. เขียนแบบร่างถ่ายทอดแนวความคิดในการออกแบบ
4. ขึ้นรูปชิ้นงานต้นแบบ
5. วิเคราะห์ชิ้นงานต้นแบบ
6. พัฒนาปรับปรุง
7. สรุปผลการออกแบบ

6. สิ่งที่ได้คาดว่าจะได้รับ

1. นักศึกษาได้มีโอกาสใช้ความรู้ความสามารถที่ศึกษามา ในการพัฒนาอาชีพท้องถิ่นและมีส่วนร่วมในการพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นในการนำทรัพยากรท้องถิ่นมาใช้ผลิตเครื่องปั้นดินเผา และการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์โดยเน้นเอกลักษณ์ของชุมชน
2. สามารถพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและการจำหน่ายเป็นสินค้าชุมชน
3. ชุมชนมีรายได้จากการประกอบอาชีพบนพื้นฐานภูมิปัญญาท้องถิ่นด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่ได้รับการถ่ายทอดอย่างเหมาะสม
4. ชุมชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นให้ยั่งยืนต่อไป

ชื่อ	1. นายประกรณ์ วิไล	หัวหน้าโครงการ
	2. นางสาวดาวเรือง อุดม	ผู้ร่วมวิจัย/นักศึกษา
	3. นางสาวธนาวดี วิทยจันทร์	ผู้ร่วมวิจัย/นักศึกษา
ชื่อโครงการ	การฟื้นฟูเครื่องถ้วยสันกำแพงเพื่อพัฒนาเป็นวิสาหกิจชุมชน	
คณะ	ออกแบบอุตสาหกรรม	
สาขา	เทคโนโลยีเซรามิก	
ที่ปรึกษาโครงการ	นางสาวไพจิตร อังศิริวัฒน์	
ปีการศึกษา	2548	

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการใช้ทรัพยากรท้องถิ่นในการส่งเสริมการประกอบอาชีพท้องถิ่นบนพื้นฐานภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยการนำเทคโนโลยีการผลิตและการออกแบบมาใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการในปัจจุบัน ซึ่งผลการศึกษาที่ได้จะนำไปถ่ายทอดให้กับชุมชนเพื่อการประกอบเป็นอาชีพท้องถิ่น เป็นการส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นต่อไป ได้ทำการศึกษาโดยการวิเคราะห์คุณสมบัติของวัตถุดิบทั้งเนื้อดินปั้น สีตกแต่ง และเคลือบ ทำการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบให้เกิดความเหมาะสมในด้านต่างๆ และพัฒนารูปแบบให้สอดคล้องกับเอกลักษณ์ดั้งเดิมของเครื่องถ้วยสันกำแพงและความเหมาะสมกับการใช้งานในปัจจุบัน รวมทั้งทดสอบการผลิตชิ้นงานให้ได้คุณภาพและมาตรฐาน รวมทั้งศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นแนวทางนำไปเผยแพร่และส่งเสริมให้เป็นวิสาหกิจชุมชนต่อไป

ผลการวิจัยมีดังนี้

1. การพัฒนาเนื้อดินปั้น มีส่วนผสมของดินดำแม่น้ำร้อยละ 85 ร่วมกับดินเหนียวสันกำแพงร้อยละ 15 พบว่า เนื้อดินที่ทำการศึกษาที่มีคุณสมบัติคือการหดตัวรวมร้อยละ 14.24 ความทนไฟ 1.37 มิลลิเมตร ความแกร่งหลังเผา มากกว่า 600 นิวตันต่อตารางเมตร ไม่มีความพรุนตัว สีและลักษณะทั่วไปมีสีน้ำตาลอ่อน

2. การพัฒนาสูตรเคลือบที่มีความเหมาะสมมากที่สุดคือ สูตรที่ประกอบด้วยจีเถ้าไม้มะม่วง ร้อยละ 20 ดินเหนียวสันกำแพงร้อยละ 20 และหินฟันม้าไปเตสร้อยละ 60 ซึ่งมีคุณสมบัติผิวมันวาวดี ไม่ไหลตัว เนื้อเคลือบรานละเอียดสม่ำเสมอ สีได้เคลือบมีความคมชัดไม่ซีดจางและไหลตัว สีเขียวเหลืองอ่อน ขอบน้ำตาล เนื้อใส ผิวเรียบ สามารถปรับปรุงให้มีความเข้มของสีเคลือบโดยการเติมสารให้สีหรือออกไซด์ได้หลายชนิดหลายระดับความเข้ม ซึ่งสีที่ให้ความเข้มสอดคล้องกับลักษณะของเครื่องถ้วยสันกำแพงโบราณคือสูตรเคลือบที่เติมเฟอร์ริกออกไซด์ร้อยละ 6 ซึ่งให้สีน้ำตาลแก่เคลือบ มีรอยรานลดลง เนื้อเคลือบที่บ่มมากขึ้นและมีการไหลตัวเพิ่มขึ้นตามปริมาณที่เติม

3. การพัฒนาสีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะเกิดโดยเติมโคบอลท์ออกไซด์ร้อยละ 0.9 กับโครมิกออกไซด์ร้อยละ 4.5 ขึ้นไป จะให้สีที่เข้มมากเหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นสีตกแต่งลวดลายได้เคลือบ

4. การพัฒนารูปแบบให้สอดคล้องกับเอกลักษณ์เครื่องถ้วยสันกำแพงโบราณ และเหมาะสำหรับการใช้งานจริงในปัจจุบัน ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ชุดรับประทานอาหาร ประกอบด้วย จานแบน 2 ขนาด จานลึก 1 ขนาด และชาม 5 ขนาด ผลิตภัณฑ์ประเภทที่สองคือ ผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกและของตกแต่ง ทำการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่กำลังได้รับความนิยม และมีแนวโน้มที่จะคงอยู่ในตลาดไปอีกระยะหนึ่ง ได้แก่ เชิงเทียน เตาน้ำมันหอม และแจกัน โดยเน้นการออกแบบรูปทรงร่วมสมัยที่ประยุกต์มาจากรูปทรงของผลิตภัณฑ์เครื่องถ้วยสันกำแพงโบราณ ตกแต่งให้มีความหลากหลาย ด้วยการแกะลวดลาย การเขียนสีได้เคลือบลวดลายปลาข้าวและเคลือบที่พัฒนาขึ้น

5. การทดสอบการผลิตชิ้นงาน สามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยเป็นหมุนได้ดี แต่ผลิตภัณฑ์ควรมีความหนาเพื่อป้องกันการบิดเบี้ยวเสียรูปทรง สามารถแกะสลักลวดลายตามแบบได้ขณะดินเริ่มหมาด เผาดิบไม่ควรเผาสูงเกิน 800 เซลเซียสเนื่องจากเคลือบจะไม่ค่อยเกาะติด สามารถตกแต่งลวดลายด้วยการเขียนสีได้เคลือบที่พัฒนาขึ้นแต่ควรสีให้หนากว่าปกติเล็กน้อยเพื่อให้ลวดลายชัดเจน ควรชุบเคลือบที่พัฒนาขึ้นโดยให้ความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตรและมีความสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันการเคลือบเกิดรอยต่าง เผาที่อุณหภูมิ 1240-1250 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาแบบสันดาปไม่สมบูรณ์ ระยะเวลาการเผาประมาณ 8 ชั่วโมง

.....หัวหน้าโครงการ
(นายประกรณ์ วิไล)

Name	1. Mr.Prakorn Wilai	Head of the Project
	2. MissDaoruang Udom	Student
	3.MissThanawadee Vithayachan	Student
Project Title	The Sankamphang' s Pottery Resuscitate for Local Enterprise	
Major Field	Faculty of Industrial Design	
Department	Technology Ceramic	
Project Advisors	Ms.Paijit Ingsiriwat	
Academic Year	2005	

Abstract

The Sankamphang's Pottery Resuscitate project is about experimenting many kinds of local materials such as clay body, wood-ash glaze, under glaze painting pigments for painting pots and also developing functional pottery shapes and patterns in Sankamphang style which prepare for a new setting up pottery project in Sankamphang district in the near future.

Results of the experimentation are :

1. Stoneware clay body, firing temperature = 1250°C in reduction atmosphere. The best recipe is :-

Mae Rim Ball clay	=	8.5 %
Sankamphang red clay	=	15 %
Firing shrinkage at 1250°C RF.	=	14.24 %
Refractory testing (warping)	=	1.37 mm.
Firing strength (MOR.)	=	60 kg/cm^2
Water absorption	=	0 %
Color	=	tan (brown-tone)

2. Stoneware wood-ash glaze 1250°C RF.

Mango-tree wood ash	20 %
Sankamphang red clay	20 %
Potash feldspar	60 %

Color = yellow-green celadon clear glaze with small crazing with no running. This basic glaze can put some coloring oxide in addition to develop some brown-tone colors.

3. Developing under glaze black pigment.

The recipe is :-

Sankamphang red clay	94.1 %
Chromic oxide	5%
Cobalt oxide	0.9%

4. Developing new shapes and pattern of tablewares and giftwares

2 new design of plates

1 new design of dish

5 new designs of bowls

1 new design of candle stand

1 new design of vase

5. Using the clay body from the experiment forming by wheel-throwing technique. Biscuit firing at 750^oC Under-glaze color painting. Glost firing at 1240-1250^oC in reduction atmosphere. Firing time is about 8 hours.

.....Head of the Project

(Mr.Prakorn Wilai)

แบบสรุปโครงการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม(ฝ่าย 5)

สัญญาเลขที่ RDG 4850035/3

ชื่อโครงการ การฟื้นฟูเครื่องถ้วยสันกำแพงเพื่อพัฒนาเป็นวิสาหกิจชุมชน

(The Sankamphang' s Pottery Resuscitate for Local Enterprise)

หัวหน้าโครงการ นายประกรณ์ วิไล

หน่วยงาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ

โทรศัพท์ 053-414250-2

โทรสาร 053-414250

E-mail address tunwilai@hotmail.com

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

แหล่งโบราณคดีเครื่องถ้วยสันกำแพง เป็นแหล่งโบราณคดีที่มีความสำคัญต่อการศึกษาประวัติศาสตร์และวิวัฒนาการของอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาล้านนาโบราณ ซึ่งมีอายุไม่ต่ำกว่า 500 ปีมาแล้ว แต่กลับถูกทอดทิ้งให้รกร้างและที่ผ่านมามีกลุ่มชาวบ้านที่ขาดความรู้ความเข้าใจได้ขุดทำลายเพื่อค้นหาโบราณวัตถุนำไปจำหน่ายให้กับพ่อค้าและนักสะสมของเก่า โดยที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องคือกรมศิลปากรไม่สามารถทำการอนุรักษ์ไว้ได้ เนื่องจากขาดงบประมาณสนับสนุน ส่วนองค์การบริหารในท้องถิ่น ก็ยังขาดความรู้และความเข้าใจในการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมและการฟื้นฟูเพื่อพัฒนาเป็นวิสาหกิจชุมชนบนพื้นฐานของภูมิปัญญาและการใช้ทรัพยากรท้องถิ่น แนวทางการศึกษาการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่น ผสมผสานกับเทคโนโลยีการผลิตและการออกแบบสมัยใหม่จึงน่าจะเป็นแนวทางที่จะช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องถ้วยโบราณให้เป็นเครื่องถ้วยร่วมสมัย ก่อให้เกิดการพลิกฟื้นให้เกิดอาชีพท้องถิ่นอีกครั้ง และเมื่อนำผลการศึกษาไปถ่ายทอดให้กับชุมชนในท้องถิ่น ย่อมก่อให้เกิดการสร้างงานและรายได้แก่ชุมชน ตามนโยบายหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) เพื่อความเข้มแข็งของเศรษฐกิจชุมชน และความเข้าใจในการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาการใช้ทรัพยากรท้องถิ่นในการส่งเสริมการประกอบอาชีพท้องถิ่นบนพื้นฐานภูมิปัญญาท้องถิ่น
2. เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการออกแบบให้เหมาะสมกับความต้องการในปัจจุบัน
3. เพื่อถ่ายทอดให้กับชุมชนในการประกอบเป็นอาชีพท้องถิ่น
4. เพื่อส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่น

ผลที่ได้รับ	บรรลุมัตถุประสงค์ข้อที่....	โดยทำให้.....
นำทรัพยากรท้องถิ่นมาใช้ผลิตเครื่องปั้นดินเผา จึงช่วยทำให้เกิดมูลค่า	1	1.ใช้ดินที่ได้จากการขุดทำบ่อตกปลา มาเป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้น 2. ใช้เศษไม้มะม่วงที่เหลือจากการทำผลิตภัณฑ์ไม้กลึงภายในหมู่บ้าน มาเผาเป็นจี้แล้วทำเป็นส่วนผสมของน้ำเคลือบ 3. ดินแดงบ้านแม่ดอกแดง สามารถนำมาเป็นวัตถุดิบสารให้สีได้เคลือบได้
สามารถพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน และการจำหน่ายเป็นสินค้าชุมชน	2	ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชุดรับประทานอาหาร และของขวัญของตกแต่ง เพื่อใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และเป็นแนวทางในการผลิตเพื่อจำหน่ายเป็นสินค้าของชุมชน
ชุมชนมีรายได้จากการประกอบอาชีพบนพื้นฐานภูมิปัญญาท้องถิ่น ด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่ได้รับการถ่ายทอดอย่างเหมาะสม	3	ชุมชนมีความรู้ทางด้านเทคโนโลยีเพิ่มขึ้นและเป็นแนวทางในการนำเทคโนโลยีไปผลิตเป็นสินค้าจำหน่ายเพื่อสร้างรายได้
ชุมชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นให้ยั่งยืนต่อไป	4	รูปแบบและลวดลายของผลิตภัณฑ์มีแนวความคิดมาจากเครื่องถ้วยสันกำแพง จึงมีส่วนในการอนุรักษ์และพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่น

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

โครงการการฟื้นฟูเครื่องถ้วยสันกำแพงเพื่อพัฒนาเป็นวิสาหกิจชุมชนได้นำไปใช้ประโยชน์ให้กับชุมชนในพื้นที่ตำบลออนใต้ อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ภายใต้การดูแลของโรงงานบ้านศิลาคล โดยโครงการวิจัยนี้เป็นของ นายประกรณ์ วิไล อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิก คณะวิชาออกแบบอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ จากการนำเทคโนโลยีถ่ายทอดสู่ชุมชน ทำให้ชุมชนพัฒนารูปแบบสินค้าใหม่ที่มีเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยสัน

กำแพง โดยใช้ทรัพยากรภายในท้องถิ่น จึงช่วยสร้างรายได้ให้แก่ชุมชนและเป็นการใช้วัตถุดิบที่เหลือใช้ให้เกิดคุณค่าเพิ่มขึ้น

การประชาสัมพันธ์

1. นำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองผลิต มอบให้แก่โรงงานบ้านศิลาดล
2. นำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองผลิต มอบให้แก่วิทยาลัยเกษตรภาคพายัพ เพื่อใช้เป็นของที่ระลึกมอบให้แก่แขกผู้มาเยือน

ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ กิจกรรมที่วางแผนไว้ และกิจกรรมที่ดำเนินการมา และผลที่ได้รับ
ตลอดโครงการ

กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
1. ออกสำรวจพื้นที่เพื่อ วินิจฉัยปัญหา	วินิจฉัยปัญหา	ทราบปัญหา จุดอ่อน จุดแข็ง ของ ชุมชน และแหล่งทรัพยากรที่ สามารถนำมาใช้	
2. รวบรวมข้อมูล พื้นฐาน	สรุปข้อมูลพื้นฐาน	เรียบเรียงข้อมูลพื้นฐาน	
3. เข้าพื้นที่เพื่อยืนยัน ปัญหาและความ ต้องการ	สรุปปัญหาและความ ต้องการ	ยืนยันปัญหาและความต้องการ	
4. เก็บตัวอย่างวัตถุคิบ	ได้ตัวอย่างวัตถุคิบ	ได้ตัวอย่างวัตถุคิบเนื้อดินปั้น ดิน แดง เศษไม้มะม่วง	
5. วิเคราะห์คุณสมบัติ วัตถุคิบและเตรียมการ ทดลอง	ได้คุณสมบัติทาง กายภาพของวัตถุคิบ	ทราบคุณสมบัติทางกายภาพของ วัตถุคิบดิน จี๊เจ้าไม้ และสี	
6. ดำเนินการทดลอง พัฒนาวัตถุคิบ ดิน เคลือบและสี	ทดลองและพัฒนา วัตถุคิบดิน เคลือบ และ สี	พัฒนาพัฒนาวัตถุคิบดิน เคลือบ และสี ทั้งชั้นเบื้องต้นและชั้น ละเอียด	
7. วิเคราะห์ผลการ ทดลองดิน เคลือบและ สี	ทราบผลการทดลองดิน เคลือบ และสี	สรุปผลการทดลองเพื่อเลือกใช้เนื้อ ดิน เคลือบ และสี ที่ดีตามเกณฑ์ การวิเคราะห์	
8. สรุปแนวความคิด เพื่อการออกแบบและ ร่างแบบ	ได้แนวคิดเพื่อการ ออกแบบและร่างแบบ	ได้แนวคิดในการออกแบบให้ สอดคล้องกับเอกลักษณ์เครื่องถ้วย สันกำแพงโบราณ	
9. สร้างชิ้นงานต้นแบบ	ได้ชิ้นงานต้นแบบ	ได้ชิ้นงานต้นแบบตามแบบร่าง	
10. วิเคราะห์ต้นแบบ ผลิตภัณฑ์และพัฒนา รูปแบบ	ทราบลักษณะข้อดี ข้อด้อยของต้นแบบ และแนวทางการพัฒนา รูปแบบ	พัฒนาต้นแบบให้มีคุณภาพ เหมาะสมกับสี และเคลือบ	

กิจกรรม (ตามแผน)	ผลที่คาดว่าจะได้รับ (ตามแผน)	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
11. รายงาน ความก้าวหน้า	รายงานความก้าวหน้า ตามลำดับขั้น	รายงานความก้าวหน้าอย่าง ต่อเนื่องตามลำดับขั้น	
12. ดำเนินการทดลอง การผลิต	ทดลองการผลิตเพื่อ ประเมินคุณภาพของ ผลิตภัณฑ์	ทราบปัญหาการผลิตและ คุณลักษณะที่ดีของผลิตภัณฑ์	
13. วิเคราะห์ผลการ ทดลองการผลิตชิ้นงาน	วิเคราะห์คุณภาพของ ชิ้นงานที่ทดลองผลิต	วิเคราะห์คุณภาพของชิ้นงาน และ แก้ไขปรับปรุงการผลิต	
14. จัดฝึกอบรมเพื่อ ถ่ายทอดเทคโนโลยี การผลิตให้ชุมชน	ได้จัดฝึกอบรมเพื่อ ถ่ายทอดเทคโนโลยี การผลิตให้ชุมชน	ชุมชนสามารถรับเทคโนโลยีการ ผลิตเพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์	
15. สรุปผลการ ดำเนินงาน	สามารถใช้ทรัพยากร ในท้องถิ่นมาผลิตเป็น เครื่องปั้นดินเผาเพื่อ ประกอบอาชีพบน พื้นฐานภูมิปัญญา ท้องถิ่นได้ตามขอบเขต ที่กำหนด	วัตถุดิบดิน สามารถนำมาเป็น ส่วนผสมของเนื้อดินปั้นได้โดยขึ้น รูปด้วยแป้นหมุน เศษไม้มะม่วงใช้ ทำเป็นส่วนผสมของน้ำเคลือบได้ ดินเผาบ้านแม่ดอกแดง สามารถ นำมาเป็นวัตถุดิบสารให้สีได้ เคลือบได้และผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ ชุดรับประทานอาหาร และ ของขวัญของตกแต่งเพื่อใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน และ เป็นแนวทางในการผลิตเพื่อ จำหน่ายเป็นสินค้าของชุมชน	
16. เรียบเรียง เอกสารรายงานการวิจัย	ได้เรียบเรียง เอกสารรายงานการวิจัย	ได้เรียบเรียงเอกสารรายงานการ วิจัย	
17. รายงานผลการวิจัย	ได้รายงานผลการวิจัย	ได้รายงานผลการวิจัย	

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการฟื้นฟูเครื่องถ้วยสำกำแพงเพื่อพัฒนาเป็นวิสาหกิจชุมชน (The Sankamphang's Pottery Resuscitate for Local Enterprise) นี้ สำเร็จลุล่วงได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้เพราะอาจารย์ไพจิตร อังศิริวัฒน์ได้เป็นที่ปรึกษาโครงการ จึงขอขอบพระคุณที่ได้ให้คำแนะนำเทคนิควิธีการดำเนินการและปรับปรุงแก้ไขปัญหาต่างๆ ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิกที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ห้องปฏิบัติและครุภัณฑ์ที่จำเป็นแก่โครงการจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

และขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้ อันจะเป็นแนวทางการสนับสนุนและส่งเสริมวิสาหกิจชุมชนในท้องถิ่นให้เข้มแข็งต่อไป

นายประกรณ์ วิไล

หัวหน้าโครงการ

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปย่อผู้บริหาร	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
แบบสรุปโครงการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม (ฝ่าย 5)	ช
ตารางเปรียบเทียบกิจกรรมที่วางแผนไว้ ผลที่คาดว่าจะได้รับ และผลการดำเนินการตลอดโครงการ	ฎ
กิตติกรรมประกาศ	ฐ
สารบัญ	๓๑
สารบัญตาราง	ค
สารบัญภาพ	ด
 บทที่ 1 บทนำ	 1
ปัญหาที่ทำการวิจัยและความสำคัญของปัญหา	1
ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง	1
วัตถุประสงค์	2
ทางเลือกการแก้ปัญหา	2
การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์	2
แนวทางการทำโครงการ	3
นิยามศัพท์	4
สิ่งที่ได้รับการวิจัย	5
ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของชุดโครงการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับอุตสาหกรรม ท้องถิ่น	5
 บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	 6
ความเป็นมาเกี่ยวกับเครื่องถ้วยสันกำแพง	6
ประวัติเครื่องถ้วยสันกำแพง	6
แหล่งเตาเผาเครื่องถ้วยสันกำแพง	8
แหล่งวัตถุดิบเครื่องถ้วยสันกำแพง	11

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
การอนุรักษ์เครื่องถ้วยสันกำแพง	12
รูปแบบเครื่องถ้วยสันกำแพง	13
เอกลักษณ์เครื่องถ้วยสันกำแพง	18
ผลิตภัณฑ์เซรามิก	23
ผลิตภัณฑ์ของขวัญและของตกแต่ง	23
ผลิตภัณฑ์บนโต๊ะรับประทานอาหาร	32
วัตถุดิบทางเซรามิก	38
วัตถุดิบดินปั้น	38
วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเคลือบสีลาดล	43
วัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมสีตกแต่งได้เคลือบ	49
กรรมวิธีการผลิต	52
กระบวนการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน	52
การตกแต่งลวดลาย	55
การเคลือบ	56
การเผาผลิตภัณฑ์	57
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	60
ระเบียบวิธีวิจัย	60
การศึกษาวัตถุดิบ	60
การศึกษาเนื้อดินปั้น	60
การศึกษาเคลือบ	62
การศึกษาสีตกแต่ง	68
การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์	71
การวิเคราะห์รูปแบบที่เป็นเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยสันกำแพง	72
การกำหนดแนวความคิดในการออกแบบ	72
การเขียนแบบร่างถ่ายทอดแนวความคิดในการออกแบบ	72

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
การขึ้นรูปชิ้นงานต้นแบบ	72
การวิเคราะห์ชิ้นงานต้นแบบ	73
การพัฒนาปรับปรุง	73
สรุปผลการออกแบบ	73
การวิเคราะห์การผลิต	73
แผนการดำเนินงาน	74
งบประมาณ โครงการ	75
 บทที่ 4 ผลการวิจัย	 76
ผลการศึกษาวัตถุดิบ	76
ผลการศึกษาเนื้อดินปั้น	76
ผลการศึกษาเคลือบ	80
ผลการศึกษาสีตกแต่ง	95
ผลการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์	106
ผลการพัฒนารูปทรงและการตกแต่ง	106
ผลการวิเคราะห์การผลิต	110
ผลการทดลองการผลิต	110
 บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	 126
สรุป	126
อภิปรายผล	131
ข้อเสนอแนะ	133
 บรรณานุกรม	 136
ภาคผนวก ก แบบเพื่อการผลิต	138
ภาคผนวก ข ประวัติผู้วิจัย	151
ภาคผนวก ค บทความสำหรับการเผยแพร่	154

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร 15 ประเทศแรก ในปี พ.ศ.2542	34
ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างผลวิเคราะห์เคมีดินเหนียว	39
ตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างผลวิเคราะห์เคมีดินดำแม่ริม ตำบลสรวง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่	39
ตารางที่ 4 การคำนวณจากสูตรเซเกอร์เป็นเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบ และเทียบกับสูตรเคลือบซีเถ้าไม้ ซึ่งเป็นมาตรฐาน	45
ตารางที่ 5 แสดงตัวอย่างผลวิเคราะห์เคมีดินแดงบ้านแม่ดอกแดง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่	50
ตารางที่ 6 แสดงการกำหนดอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น	61
ตารางที่ 7 แสดงการกำหนดอัตราส่วนผสมของเคลือบ	62
ตารางที่ 8 แสดงการกำหนดอัตราส่วนผสมของการพัฒนาเคลือบ	64
ตารางที่ 9 แสดงการกำหนดอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบให้สี	66
ตารางที่ 10 แสดงการกำหนดอัตราส่วนผสมของสีตกแต่งได้เคลือบ	68
ตารางที่ 11 แสดงการกำหนดอัตราส่วนผสมของสารให้สีในสีตกแต่งได้เคลือบ	70
ตารางที่ 12 แสดงแผนการดำเนินการ	74
ตารางที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของเนื้อดินปั้น บ้านไร่พัฒนา	76
ตารางที่ 14 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของเนื้อดินปั้น	78
ตารางที่ 15 แสดงผลการทดลองคุณสมบัติของเนื้อดินชั้นละเอียด	80
ตารางที่ 16 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของเคลือบพื้นฐาน	81
ตารางที่ 17 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของเคลือบพื้นฐานครั้งที่สอง	83
ตารางที่ 18 แสดงผลการปรับปรุงความใสและทึบในเคลือบ	86
ตารางที่ 19 แสดงผลการปรับปรุงสีเคลือบ	91
ตารางที่ 20 แสดงผลการทดลองคุณสมบัติของดินแดงที่ใช้ตกแต่งได้เคลือบสีลาดครั้งที่ 1	95
ตารางที่ 21 แสดงผลการทดลองคุณสมบัติของดินแดงที่ใช้ตกแต่งได้เคลือบสีลาดครั้งที่ 1(ซ้ำ)	96
ตารางที่ 22 แสดงผลการปรับปรุงคุณภาพของสีได้เคลือบจากดินแดงดอยสะเก็ด	97
ตารางที่ 23 แสดงผลการทดลองซ้ำการปรับปรุงคุณภาพของสีได้เคลือบจากดินแดงดอยสะเก็ด	99
ตารางที่ 24 แสดงผลการปรับปรุงความเข้มของสีได้เคลือบจากดินแดงดอยสะเก็ด	102

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 1 แสดงกลุ่มชาวบ้านตำบลออนใต้ที่จุดพบเครื่องถ้วยสันกำแพงแล้วนำมาวางขายริมทาง เข้าหมู่บ้านก่อนที่กรมศิลปากรจะเข้าไปศึกษา	7
ภาพที่ 2 แสดงที่ตั้งวัดศาลกัลญาณมหันตาราม (วัดเชิงแสน)	9
ภาพที่ 3 แสดงศิลาจารึกหมื่นดาบเรื่อน	10
ภาพที่ 4 แสดงแหล่งที่ตั้งเตาเผาเครื่องถ้วยสันกำแพง	10
ภาพที่ 5 แสดงเตาเผาสันกำแพง	11
ภาพที่ 6 แสดงแหล่งผลิตเครื่องถ้วยสันกำแพง ซึ่งปัจจุบันเป็นอ่างเก็บน้ำห้วยแม่ลาน	12
ภาพที่ 7 แสดงพิพิธภัณฑ์เครื่องถ้วยสันกำแพง	12
ภาพที่ 8 แสดงภายในพิพิธภัณฑ์เครื่องถ้วยสันกำแพง	13
ภาพที่ 9 แสดงภาพตัดเตาแบบลมร้อนผ่าน วิธีการวางจานชามในเตาเผา วางโดยการซ้อนปาก หรือกันซ้อนกันภาชนะทรงสูงจะวางบนก้นที่ต่อหรือบนจ้อ	14
ภาพที่ 10 แสดงวิธีการวางภาชนะในเตาเผา	15
ภาพที่ 11 แสดงรูปทรงไห	16
ภาพที่ 12 แสดงรูปทรงกระปุก	16
ภาพที่ 13 แสดงรูปทรงจานและชาม	16
ภาพที่ 14 แสดงเครื่องปั้นดินเผาสันกำแพงรูปทรงอื่นๆ	17
ภาพที่ 15 แสดงสีของเคลือบสีลาดลสันกำแพง	17
ภาพที่ 16 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ชำรุมรูปแบบเตาสันกำแพงลายปลาไขว้ (ผลิตภัณฑ์เลียนแบบ จากโรงงานกุณทีเชรามิกส์)	18
ภาพที่ 17 แสดงลวดลายปลาไขว้	18
ภาพที่ 18 แสดงลวดลายปลาเดี่ยว	19
ภาพที่ 19 แสดงลายวงกลมระหว่างลายปลาไขว้	19
ภาพที่ 20 แสดงลายวงกลมประกอบลายอื่นๆ	20
ภาพที่ 21 แสดงลายพรรณพฤกษา	20
ภาพที่ 22 แสดงลายพรรณพฤกษาประกอบลายปลา	21
ภาพที่ 23 แสดงลายพรรณพฤกษาแบบต่าง ๆ	21
ภาพที่ 24 แสดงลายที่เกิดจากการตัดเส้นของฟู่กัน	22

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 25 แสดงลายจุดที่บริเวณขอบจานและเส้นวงกลมที่กลางจาน	22
ภาพที่ 26 แสดงตัวอย่างของขวัญวันปีใหม่และวันเกิด	24
ภาพที่ 27 แสดงของที่ระลึกในการแข่งขันกีฬาสิงห์น้ำชาย กีฬานครเชียงใหม่เกมส์ 2545 ผลิตโดย โรงงานบ้านศิลาคล	24
ภาพที่ 28 แสดงของสมนาคุณหรือสินค้าแลกเปลี่ยนของร้านอาหารแฟรนไชส์ (Franchise)	25
ภาพที่ 29 แสดงตัวอย่างของชำร่วยงานแต่งงาน	25
ภาพที่ 30 แสดงของที่ระลึกวันสำคัญหรือในโอกาสพิเศษ	25
ภาพที่ 31 แสดงของที่ระลึกประจำสถานที่ท่องเที่ยว	26
ภาพที่ 32 แสดงตัวอย่างชิ้นงานศิลปกรรมเซรามิก ที่นิยมในสหรัฐอเมริกา	27
ภาพที่ 33 แสดงเครื่องปั้นดินเผาที่ทำเลียนแบบโบราณวัตถุจากร้านกาหลงอาร์ท จังหวัดเชียงราย	27
ภาพที่ 34 แสดงผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาพอร์ซเลนจากประเทศอิตาลี	28
ภาพที่ 35 แสดงผลิตภัณฑ์เครื่องแขวน	28
ภาพที่ 36 แสดงตัวอย่างสินค้าแจกันของโรงงานศรียรรณนาเซรามิกส์ จังหวัดเชียงใหม่	29
ภาพที่ 37 แสดงผลิตภัณฑ์กรอบรูปแบบตั้งโต๊ะ	29
ภาพที่ 38 แสดงผลิตภัณฑ์กระถางและของประดับสวนของโรงงานอุตสาหกรรมดินไทย จ.ราชบุรี	29
ภาพที่ 39 แสดงผลิตภัณฑ์เชิงเทียน	30
ภาพที่ 40 แสดงผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาใส่ซอง	30
ภาพที่ 41 แสดงผลิตภัณฑ์เตาต้มน้ำหอมเพื่อการบำบัดด้วยกลิ่นของโรงงานกิตติโรจน์ จังหวัด ลำปาง	31
ภาพที่ 42 แสดงผลิตภัณฑ์โคมไฟเซรามิกรูปแบบร่วมสมัย	31
ภาพที่ 43 แสดงเครื่องถ้วยสังคโลก สมัยสุโขทัย	33
ภาพที่ 44 แสดงผลิตภัณฑ์ชามตราไก่ ที่ผลิตในจังหวัดลำปาง	33
ภาพที่ 45 แสดงผลิตภัณฑ์ชุดรับประทานอาหารของโรงงานบ้านศิลาคล จังหวัดเชียงใหม่	37
ภาพที่ 46 แสดงผลิตภัณฑ์ชุดรับประทานอาหารของโรงงานรอยัลพอร์ซเลน จังหวัดสระบุรี	38
ภาพที่ 47 แสดงบ่อขุดดินดำบ้านกาดฮาว ตำบลสะลวง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่	41
ภาพที่ 48 แสดงลักษณะทั่วไปของดินเหนียวบ้านไร่พัฒนา ตำบลแม่ปู้คา อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่	43

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 49 แสดงผลการทดลองเคลือบเซลาดอนเคมี เนื้อดินสโตนแวร์	44
ภาพที่ 50 แสดงผลการทดลองเคลือบเซลาดอนเคมี บนเนื้อดินขาวสูตรต่างๆ	44
ภาพที่ 51 แสดงลักษณะเคลือบขี้เถ้าไม้ก่อก่อที่ใช้ผลิตเลียนแบบเครื่องถ้วยสันกำแพง	46
ภาพที่ 52 แสดงแหล่งดินแดงบ้านแม่ดอกแดง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่	50
ภาพที่ 53 แสดงผลการทดสอบการใช้เหล็กออกไซด์เขียนได้เคลือบใส	51
ภาพที่ 54 แสดงผลการทดสอบการใช้ดินแดงดอยสะเก็ด 9 ส่วนต่อสีสำเร็จรูป 1 ส่วนเขียนได้เคลือบขี้เถ้าไม้ก่อก่อ	51
ภาพที่ 55 แสดงเป็นหมุนที่ใช้กำลังขับเคลื่อนแบบต่างๆ	52
ภาพที่ 56 แสดงการขึ้นรูปด้วยเป็นหมุนของโรงงานบ้านศิลาดล	54
ภาพที่ 57 แสดงภาพการตกแต่งก้นภาชนะในรูปแบบญี่ปุ่น โดยอาจารย์คুমิโกะ ยามาซากิ	54
ภาพที่ 58 แสดงการตกแต่งลวดลายด้วยวิธีแกะสลักของโรงงานบ้านศิลาดล	55
ภาพที่ 59 แสดงการตกแต่งลวดลายด้วยวิธีเขียนสีได้เคลือบ	56
ภาพที่ 60 แสดงการชุบเคลือบศิลาดล	56
ภาพที่ 61 แสดงเตาเผาแบบไม่ต่อเนื่อง (Shuttle Kiln) เชื้อเพลิงแก๊ส ที่ใช้ในการเผาดิบและเผาเคลือบผลิตภัณฑ์ของโรงงานบ้านศิลาดล	59
ภาพที่ 62 แสดงการวางเผาในเตา 5 โซน	77
ภาพที่ 63 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติสีของเนื้อดินหลังเผาในเตา 5 โซน	77
ภาพที่ 64 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติการหดตัวและสีของเนื้อดินหลังเผา	79
ภาพที่ 65 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติความทนไฟ (โค้งงอ) ของเนื้อดินหลังเผา	79
ภาพที่ 66 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติการหดตัวและสีของเนื้อดินชั้นละเอียดหลังเผา	80
จากตารางที่ 15	
ภาพที่ 67 แสดงชิ้นงานทดสอบเคลือบครั้งที่ 1	82
ภาพที่ 68 แสดงชิ้นงานทดสอบเคลือบครั้งที่ 2	86
ภาพที่ 69 แสดงผลการทดลองการปรับปรุงความใสและทึบในเคลือบ	90
ภาพที่ 70 แสดงผลการทดลองการปรับปรุงสีเคลือบ	95
ภาพที่ 71 แสดงผลการทดลองสีตกแต่งได้เคลือบศิลาดล โดยเปรียบเทียบระหว่างดินแดงดอยสะเก็ดที่ไม่ผ่านการเผากับดินแดงดอยสะเก็ดที่ผ่านการเผา	96

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 72 แสดงผลการทดลองความคมชัดของสีตกแต่งได้เคลือบสีลาด	101
ภาพที่ 73 แสดงลักษณะรูปทรง การตกแต่งวิธีชุบสี และสีเคลือบ	106
ภาพที่ 74 แสดงลักษณะการตกแต่งลวดลายได้เคลือบ	107
ภาพที่ 75 แสดงลวดลายปลาไขว้	107
ภาพที่ 76 แสดงรูปแบบไหปากสองชั้น	108
ภาพที่ 77 แสดงแบบร่างชุดรับประทานอาหาร	109
ภาพที่ 78 แสดงแบบร่างของที่ระลึกและของตกแต่ง	109
ภาพที่ 79 แสดงการปั่นส่วนผสมของดินในหม้อบด (Plug Mill)	110
ภาพที่ 80 แสดงการบีมน้ำดินเข้าเครื่องรีดน้ำดิน (Filter-Press)	111
ภาพที่ 81 การอัดดินเพื่อไล่ฟองอากาศในเครื่องนวดดิน (Extruder)	111
ภาพที่ 82 แสดงการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยเป็นหมุน	112
ภาพที่ 83 แสดงการเหลาแต่งรูปทรงภายนอก	113
ภาพที่ 84 แสดงการแกะลวดลาย	113
ภาพที่ 85 แสดงผลิตภัณฑ์ที่แกะลวดลายแล้ว	114
ภาพที่ 86 แสดงผลิตภัณฑ์ที่แตกร้าวเนื่องจากการปล่อยให้แห้งเร็ว	114
ภาพที่ 87 แสดงการผึ่งแห้งผลิตภัณฑ์	115
ภาพที่ 88 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาดิบ	115
ภาพที่ 89 แสดงการวนเส้นวงกลมบนเป็นหมุน	116
ภาพที่ 90 แสดงผลิตภัณฑ์ที่วนเส้นวงกลมแล้ว	116
ภาพที่ 91 แสดงการเขียนลวดลายขอบ	117
ภาพที่ 92 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เขียนลวดลายแล้ว	117
ภาพที่ 93 แสดงการชุบเคลือบแบบจุ่ม	117
ภาพที่ 94 แสดงการบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ชุบเคลือบแล้วเข้าเตาเผาเพื่อเผาเคลือบ	118
ภาพที่ 95 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาเคลือบจนระอุให้เย็นตัวภายในเตา	119
ภาพที่ 96 แสดงผลิตภัณฑ์สำเร็จจากการทดลองผลิตครั้งที่ 1	120
ภาพที่ 97 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เบี่ยงบริเวณปากภาชนะจากการทดลองผลิตครั้งที่ 1	120

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 98 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เคลือบบางจากการทดลองผลิตครั้งที่ 1	121
ภาพที่ 99 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เขียนสีได้เคลือบบางทำให้ชัดเจนจากการทดลองผลิตครั้งที่ 1	121
ภาพที่ 100 แสดงผลิตภัณฑ์สำเร็จจากการทดลองผลิตครั้งที่ 2	122
ภาพที่ 101 แสดงผลิตภัณฑ์ที่มีเคลือบบางจากการทดลองผลิตครั้งที่ 2	122
ภาพที่ 102 แสดงผลิตภัณฑ์สำเร็จจากการทดลองผลิตครั้งที่ 3	123
ภาพที่ 103 แสดงผลิตภัณฑ์ที่บิดเบี้ยวโดยเฉพาะบริเวณปากภาชนะจากการทดลองผลิตครั้งที่ 3	124
ภาพที่ 104 แสดงผลิตภัณฑ์ที่มีรูฟองอากาศที่ผิวเคลือบจากการทดลองผลิตครั้งที่ 3	124
ภาพที่ 105 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เคลือบหนา ทำให้เกิดลักษณะคราบน้ำจากการทดลองผลิตครั้งที่ 3	125

บทที่ 1

บทนำ

ปัญหาที่ทำการวิจัยและความสำคัญของปัญหา

แหล่งโบราณคดีเครื่องถ้วยสำกำแพง เป็นแหล่งโบราณคดีที่มีความสำคัญต่อการศึกษาประวัติศาสตร์และวิวัฒนาการของอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาล้านนาโบราณ ซึ่งมีอายุไม่ต่ำกว่า 500 ปีมาแล้ว แต่กลับถูกทอดทิ้งให้รกร้างและที่ผ่านมามีกลุ่มชาวบ้านที่ขาดความรู้ความเข้าใจได้ขุดทำลายเพื่อค้นหาโบราณวัตถุนำไปจำหน่ายให้กับพ่อค้าและนักสะสมของเก่า โดยที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องคือกรมศิลปากรไม่สามารถทำการอนุรักษ์ไว้ได้ เนื่องจากขาดงบประมาณสนับสนุน ส่วนองค์การบริหารในท้องถิ่น ก็ยังขาดความรู้และความเข้าใจในการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมและการฟื้นฟูเพื่อพัฒนาเป็นวิสาหกิจชุมชนบนพื้นฐานของภูมิปัญญาและการใช้ทรัพยากรท้องถิ่น แนวทางการศึกษาการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นผสมผสานกับเทคโนโลยีการผลิตและการออกแบบสมัยใหม่จึงน่าจะเป็นแนวทางที่จะช่วยให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาเครื่องถ้วยโบราณให้เป็นเครื่องถ้วยร่วมสมัย ก่อให้เกิดการพลิกฟื้นให้เกิดอาชีพท้องถิ่นอีกครั้ง และเมื่อนำผลการศึกษาไปถ่ายทอดให้กับชุมชนในท้องถิ่น ย่อมก่อให้เกิดการสร้างงานและรายได้แก่ชุมชน ตามนโยบายหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) เพื่อความเข้มแข็งของเศรษฐกิจชุมชน และความเข้าใจในการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นต่อไป

ความเป็นมาและความสำคัญของเรื่อง

1. เป็นการส่งเสริมการประกอบอาชีพหัตถอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาท้องถิ่นบนพื้นฐานภูมิปัญญาและการใช้ทรัพยากรท้องถิ่น
2. สร้างรายได้ให้กับชุมชน ตามแนวทางการส่งเสริมการผลิตสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์
3. เป็นแบบอย่าง(นาร่อง) ในการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาในท้องถิ่นอื่นๆ ที่กระจายตัวอยู่ทั่วประเทศทั้งที่เป็นแหล่งโบราณคดีและอาชีพดั้งเดิมของชุมชน
4. ช่วยให้ผู้หลานของชุมชนได้มีโอกาสนำวิชาความรู้ที่ได้ศึกษาในสาขาวิชาไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาชุมชนบ้านเกิดของตนเอง ช่วยให้เกิดการพัฒนาท้องถิ่นด้วยตนเอง และเห็นคุณค่าต่อการส่งเสริมการให้การศึกษาแก่บุตรหลานอย่างเหมาะสมมากกว่าการตอบสนองค่านิยมของชุมชน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการใช้ทรัพยากรท้องถิ่นในการส่งเสริมการประกอบอาชีพท้องถิ่นบนพื้นฐานภูมิปัญญาท้องถิ่น
2. เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการออกแบบให้เหมาะสมกับความต้องการในปัจจุบัน
3. เพื่อถ่ายทอดให้กับชุมชนในการประกอบเป็นอาชีพท้องถิ่น
4. เพื่อส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่น

ทางเลือกการแก้ปัญหา

ชุมชนในพื้นที่ตำบลออนใต้ อำเภอสันกำแพง เริ่มเห็นความสำคัญต่อการฟื้นฟูอาชีพการผลิตเครื่องปั้นดินเผา โดยสามารถเน้นจุดขายของผลิตภัณฑ์ด้วยการนำเสนอเรื่องราวประวัติศาสตร์ท้องถิ่น แต่ยังคงค้ำความรู้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา ทั้งในด้านวัตถุดิบ เครื่องมือเครื่องจักร กระบวนการผลิต และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ซึ่งหากสามารถนำวัตถุดิบในท้องถิ่นที่ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นส่วนเหลือจากการผลิตสินค้าอื่นๆ (Byproduct) ที่มีอยู่ในชุมชนและพื้นที่ใกล้เคียง ย่อมช่วยให้เกิดการใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นอย่างคุ้มค่า และสะดวกต่อการจัดการทรัพยากรของชุมชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นการผลิตด้วยวัตถุดิบที่มีต้นทุนต่ำ ส่วนการได้มาของเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตส่วนมากจะต้องจัดซื้อจากผู้ผลิตเครื่องจักรซึ่งมีราคาแพงเกินขีดความสามารถที่ชุมชนจะซื้อหาได้ และเครื่องจักรที่จำหน่ายอยู่ ส่วนมากเป็นเครื่องจักรที่ถูกออกแบบมาเพื่อการผลิตระบบอุตสาหกรรม ที่ใช้วิธีการ (Know-how) มาจากต่างประเทศ จึงไม่เหมาะสมกับความรู้ความสามารถในการใช้งานและการบำรุงรักษาของชุมชน ที่สำคัญการนำเทคโนโลยีจากต่างประเทศมาใช้กับชุมชน (Turnkey Operation) ไม่ส่งผลให้ชุมชนเกิดการพัฒนาเครื่องมือเครื่องจักรขึ้นใช้เองได้ในอนาคต สำหรับกรรมวิธีผลิตนั้นจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมทั้งในด้านคุณภาพในการผลิตสินค้าให้ได้มาตรฐาน แต่จะต้องไม่ขัดแย้งกับศักยภาพหรือขีดความสามารถของชุมชนที่จะรับการถ่ายทอด จึงต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับการต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่นอย่างเหมาะสม ส่วนการพัฒนาสินค้าเป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานในปัจจุบันมากขึ้น โดยจะต้องพิจารณาความสอดคล้องของความต้องการของตลาด ศักยภาพการผลิต และเอกลักษณ์ของชุมชน

การวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์

การวิจัยเรื่องนี้ จะช่วยให้เกิดการสร้างรายได้ให้กับชุมชน ตามนโยบายหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ โดยเป็นอาชีพที่ใช้ทรัพยากรในท้องถิ่นเป็นวัตถุดิบหลัก ผลิตภัณฑ์มีเอกลักษณ์ มีเรื่องราวทางประวัติศาสตร์และภูมิปัญญาท้องถิ่น จึงช่วยให้ชุมชนท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาภูมิปัญญาของตนให้ยั่งยืน และช่วยให้เห็นคุณค่าของแหล่งโบราณคดีที่มีอยู่ในชุมชนอย่างถูกต้อง เพื่อ

เป็นแนวทางในการส่งเสริมการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมในอนาคต และลดการทำลายแหล่งโบราณคดีเพื่อประโยชน์ทางการค้าหากเห็นว่าการผลิตขึ้นมาใหม่ช่วยให้มีรายได้ดีกว่าการลักลอบขุดหาของเก่าซึ่งผิดกฎหมายและทำลายแหล่งความรู้ของตนเอง

แนวทางการทำโครงการ

เป็นการวิจัยแบบทดลอง (Experimental Research) ร่วมกับวิจัยและพัฒนา (R&D) ดังนี้

การศึกษาวัตถุดิบ

โครงการนี้มุ่งเน้นการศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบเพื่อนำไปสู่การกำหนดอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ การเตรียม และการนำไปใช้อย่างเหมาะสม โดยมุ่งเน้นการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นและไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนี้

1. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินที่กำหนดอัตราส่วนผสมแบบเชิงเส้นตรง (Line Blend) ของดินท้องถิ่นกับดินดำแมร์ม
2. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเคลือบที่กำหนดอัตราส่วนผสมแบบตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend) ของซีเมนต์ ไม้ ดินท้องถิ่น และหินฟันม้า รวมทั้งการปรับปรุงคุณภาพด้วยวัตถุดิบทางเซรามิก ได้แก่ แบรียมคาร์บอเนต ทิทาเนียมไดออกไซด์ ซิงค์ออกไซด์ เซอร์โคเนียมซิลิเกต แมงกานีสคาร์บอเนต รวมทั้งวัตถุดิบให้สี ได้แก่ เฟอร์ริกออกไซด์ เฟอร์รัสออกไซด์ โคบอลต์ออกไซด์ โครมิกออกไซด์ และแมงกานีสไดออกไซด์
3. ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของสีที่กำหนดอัตราส่วนผสมแบบตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend) ของดินแดงคอยสะเก็ด อลูมินา และซิลิกา โดยเปรียบเทียบระหว่างวัตถุดิบที่ผ่านการเผา (Calcine) และไม่ผ่านการเผา

การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์

แนวทางในการพัฒนารูปแบบ ศึกษาจากแบบอย่างที่เป็นเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยสันกำแพง โดยให้สามารถผลิตได้ตามเงื่อนไขการผลิตด้วยวิธีขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน รูปแบบสอดคล้องกับการใช้งานในปัจจุบัน เพื่อกำหนดเป็นแนวความคิด และทำการร่างแบบ สร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ ทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านต่างๆ เพื่อพัฒนาจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

การวิเคราะห์การผลิต

แนวทางการวิเคราะห์การผลิต กำหนดให้ใช้วิธีการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยแป้นหมุน ซึ่งเป็นวิธีการดั้งเดิมและเน้นงานฝีมือมากกว่า รวมทั้งต้นทุนในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือไม่สูงมากนัก และเหมาะสมกับการถ่ายทอดให้กับชุมชน โดยจะทำการทดสอบการผลิตขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีแป้นหมุน ให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.)

นิยามศัพท์

การฟื้นฟู (Resuscitate) หมายถึง การศึกษาแนวทางการนำผลิตภัณฑ์เครื่องถ้วยสันทำแพงโบราณมาผลิตด้วยวัตถุดิบและวิธีผลิตใหม่

เครื่องถ้วยสันทำแพง หมายถึง เครื่องถ้วยโบราณที่มีแหล่งผลิตอยู่ที่ตำบลแม่ออน อำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

วิสาหกิจชุมชน (Local Enterprise) หมายถึง การประกอบอาชีพภายในชุมชนท้องถิ่น โดยใช้ทรัพยากร แรงงาน และปัจจัยการผลิตอื่นๆ ภายในท้องถิ่นเป็นหลัก

เซรามิก (Ceramics) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ใช้วัตถุดิบดินในการผลิตและผ่านการเผาเพื่อให้เกิดความแข็งแรง อาจเรียกว่า เครื่องปั้นดินเผา เครื่องเคลือบดินเผา หรือเครื่องกระเบื้อง

เครื่องปั้นดินเผาท้องถิ่น (Native Pottery) หมายถึง การผลิตเครื่องปั้นดินเผาในท้องถิ่นโดยใช้วัตถุดิบ แรงงาน และภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งอาจผลิตเพื่อใช้ภายในท้องถิ่นหรือมีการจำหน่ายไปยังแหล่งอื่น อาจเรียกว่าเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้าน

ดินดำ (Ballclay) หมายถึง ดินขาวเหนียวที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตเซรามิก ซึ่งในที่นี้ได้กำหนดการใช้ดินดำอำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ เป็นวัตถุดิบในการศึกษา และเรียกชื่อว่า “ดินดำแม่ริม”

ดินท้องถิ่น หมายถึง ดินเอิร์ทเทนแวร์ (Earthenware) ที่มีอยู่ในท้องถิ่น ซึ่งในที่นี้ได้กำหนดการใช้ดินเหนียวบ้านไร่พัฒนา ตำบลแม่ปูคา อำเภอสังขละบุรี ซึ่งเป็นแหล่งดินสำหรับปั้นหม้อของอำเภอสังขละบุรี และเรียกชื่อว่า “ดินเหนียวสังขละบุรี”

ดินแดง หมายถึง ดินที่นำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เคลือบสีลาด โดยใช้ดินแดงในบริเวณพื้นที่ว่างเปล่าในหมู่บ้านแม่ดอกแดง อำเภอดอยสะเก็ด ซึ่งเป็นแหล่งดินแดงที่ใช้ในการทำน้ำดินตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาท้องถิ่นบ้านเหมืองกุง อำเภอหางดง และเรียกชื่อว่า “ดินแดงดอยสะเก็ด”

เคลือบสีลาด (Celadon) หมายถึง เคลือบที่มีส่วนผสมของสีเขียว มีลักษณะคล้ายสีเคลือบส่วนใหญ่จะมีสีเขียวใส เขียวเหลืองอ่อน จนถึงเขียวน้ำตาลเข้ม และรวมถึงเคลือบสีอื่นๆ ที่มีสีแตกต่างไปจากนี้ที่พัฒนาขึ้นในยุคหลัง อาจเรียกชื่อผลิตภัณฑ์ว่า เครื่องสังคโลก ตามแหล่งผลิตที่มีชื่อเสียงในสมัยสุโขทัย

สิ่งที่ได้จากการศึกษา

1. สามารถนำทรัพยากรท้องถิ่นมาใช้ผลิตเครื่องปั้นดินเผา
2. สามารถพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและการจำหน่ายเป็นสินค้าชุมชน
3. ชุมชนมีรายได้จากการประกอบอาชีพบนพื้นฐานภูมิปัญญาท้องถิ่นด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่ได้รับการถ่ายทอดอย่างเหมาะสม
4. ชุมชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นให้ยั่งยืนต่อไป

ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของชุดโครงการพัฒนาเทคโนโลยี

สำหรับอุตสาหกรรมท้องถิ่น

1. สนับสนุนและส่งเสริมให้ลูกหลานของชุมชนได้รับการศึกษาที่สอดคล้องกับโอกาสและสภาพแวดล้อมของชุมชน และนำทักษะความรู้ไปใช้จริงเพื่อพัฒนาชุมชนของตนเองมีความเข้มแข็งทางด้านเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต
2. สนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติจริงมากยิ่งขึ้น เปิดโอกาสให้อาจารย์ได้นำความรู้ความสามารถที่มีอยู่ในการประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาท้องถิ่นอย่างเหมาะสม
3. ตอบสนองแนวทางการสร้างร่วมมือที่ดี ในการพัฒนาขีดความสามารถของอุตสาหกรรมท้องถิ่นด้วยการเป็นที่ปรึกษาแก่อุตสาหกรรมท้องถิ่น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้กำหนดแนวทางการศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้

1. ความเป็นมาเกี่ยวกับเครื่องถ้วยสันกำแพง
2. ผลิตภัณฑ์เซรามิก
3. วัตถุดิบทางเซรามิก
4. กรรมวิธีผลิตทางเซรามิก

ความเป็นมาเกี่ยวกับเครื่องถ้วยสันกำแพง

ประวัติเครื่องถ้วยสันกำแพง

หลังจากพระยานครพระราม คั่นพบเครื่องปั้นดินเผาแหล่งเตาเวียงกาหลง ในปี พ.ศ. 2495 นายไกรศรี นิมมานเหมินทร์ ได้พบแหล่งเตาอีกแห่งหนึ่งโดยบังเอิญ ขณะที่เข้าไปท่องเที่ยวในป่าที่ตำบลออนใต้ อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ อยู่ห่างจากตัวเมืองเชียงใหม่ไปทางทิศตะวันออกประมาณ 23 กิโลเมตร ได้พบเศษเครื่องถ้วย เรียงรายไปทั่วบริเวณพื้นที่และไม่มีชาวบ้านทราบประวัติความเป็นมาของเครื่องปั้นดินเผาเหล่านี้เลย เพราะชาวบ้านอพยพเข้ามาอยู่ในท้องที่นี้ตอนหลัง โดยเหตุที่เครื่องปั้นดินเผาเหล่านี้พบภายในเขตท้องที่อำเภอสันกำแพง นายไกรศรี นิมมานเหมินทร์ ผู้ศึกษาเรื่องนี้ จึงให้ชื่อว่า “เครื่องถ้วยสันกำแพง”

สันนิษฐานว่า เครื่องถ้วยสันกำแพงนี้ เริ่มทำกันในรัชสมัยของพระเจ้าติโลกราชถึงสิ้นราชวงศ์เม็งราย (พ.ศ. 1984 – 2101) เป็นระยะเวลาประมาณ 100 ปีเศษ เรียกกันว่าเป็นยุคทองของอาณาจักรล้านนา อุตสาหกรรมเครื่องถ้วยนี้ ตั้งอยู่ได้ไม่นานก็ถูกยกเลิกล้มหายสาบสูญไป เพราะในพงศาวดารพม่าฉบับพระราชวังแก้ว (Hmanan - Yazawindawgyi) ได้กล่าวถึง พ.ศ. 2101 เมื่อพระเจ้าบุเรงนองแห่งพม่าได้ตีเมืองเชียงใหม่ และกวาดต้อนเอาศิลปินช่างฝีมือดีต่างๆ ไปไว้ที่เมืองหงสาวดี ทำให้การทำเครื่องถ้วยสันกำแพง ถูกทอดทิ้งให้ร้างไปจนกระทั่งทุกวันนี้

หลักฐานเกี่ยวกับเครื่องถ้วยสันกำแพงนับวันยิ่งสูญหาย และถูกทำลายลงไปมาก ชาวบ้านในตำบลออนใต้ ประกอบอาชีพทำสวน ทำนา และเกษตรกรรมอื่นๆ ชาวบ้านได้เฝ้าเก็บทิ้งและใช้พื้นที่ประกอบงานเกษตรกรรม แหล่งดินเหนียวที่ใช้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาบริเวณห้วยลาน ปัจจุบันเป็นอ่างเก็บน้ำ แต่หากดำน้ำลงไปสำรวจก็คงพบเศษเครื่องปั้นดินเผาแน่นอน แม้กระทั่งวัดป่าตึงซึ่งแต่ก่อนเคยมีเตาเผา อยู่หลายเตาได้ถูกถมเพื่อสร้างศาลา นายไกรศรี นิมมานเหมินทร์ กับคณะกรมศิลปากร ได้

ออกสำรวจแต่ก็สายเกินไป งานชมที่มีสภาพสมบูรณ์ชาวบ้านได้ขูดขายให้แก่ชาวต่างชาติในราคาสูง คงเหลือแต่เศษแตกหักไว้ให้ศึกษา



ภาพที่ 1 แสดงกลุ่มชาวบ้านตำบลออนใต้ที่ขูดพบเครื่องถ้วยสำกำแพงแล้วนำมาวางขายริมทางเข้าหมู่บ้านก่อนที่กรมศิลปากรจะเข้าไปศึกษา (Roxanna M. Brown, 1988)

นายไกรศรี นิมนานเหมินทร์ ให้ข้อคิดว่า หลังจากสุโขทัยตกเป็นเมืองขึ้นของ อโยธยาหัวเมืองฝ่ายเหนือของสุโขทัยได้กระด้างกระเดื่องต่ออโยธยา พระยาสุริยเจียรเจ้าเมืองชะเลียงหรือสวรรคโลก ได้กวาดต้อนเอาเหล่าไพร่พล จากเมืองชะเลียง เข้ามาพ้องพิงบรมโพธิสมภาร พระเจ้าติโลกราชที่เมืองเชียงใหม่ ในปี พ.ศ. 1990 (ในพงสาวดารโยนกกว่า พ.ศ. 1994) หลังจากนั้นหัวเมืองฝ่ายเหนือของสุโขทัยก็เป็นสนามรบระหว่างกองทัพของพระเจ้าติโลกราชแห่งเชียงใหม่ ฝ่ายหนึ่งกับสมเด็จพระบรมไตรโลกนาถ แห่งกรุงศรีอยุธยาผลัดกันแพ้ ผลัดกันชนะ ในระหว่างนั้นก็ได้อกวาดต้อนเอาชาวพื้นเมืองตามไปด้วย จึงเชื่อกันว่าช่างปั้นที่เตาสันกำแพง ถูกกวาดต้อนมาจากสวรรคโลกและสุโขทัย แหล่งผลิตเครื่องปั้นดินเผาที่เตาชะเลียง สวรรคโลกและสุโขทัยจึงหยุดทิ้งร้างมาตั้งแต่นั้นเพราะกลายเป็นสนามรบ

ฝ่ายพระยาสุริยเจียร เมื่อกวาดต้อนเอาชาวเมืองชะเลียง หนีเข้ามาในเชียงใหม่พระเจ้าติโลกราช ก็โปรดให้ไปครองเมืองพันทพุกา ซึ่งเข้าใจว่าเป็นเมืองพันทา (ตำบลหนึ่งของเมืองเชียงใหม่) ช่างที่มีฝีมือได้ถูกแบ่งแยกไปเป็นข้าทาสบริวารของนายทัพนายกอง ช่างกลุ่มที่มีฝีมือดีก็จะผลิตเครื่องปั้นดินเผาที่มีฝีมือดี เช่นที่เตาปากาหลง ช่างกลุ่มที่มีฝีมือปานกลางหรือเลวก็จะผลิตตามฝีมือของตน เช่นที่เตาสันกำแพง ส่วนลวดลายที่เขียนช่างปั้นก็อาจนำเอาลวดลายของท้องถิ่นใหม่เข้ามาใช้ แต่เป็นที่น่าสงสัยอยู่ว่า ลวดลายปลาไขว้เหตุใดจึงพบเฉพาะที่แหล่งเตาสันกำแพงเท่านั้น เหตุใดจึงไม่พบที่เตาปากาหลง

ข้อคิดเห็นของ นายเสริมศักดิ์ นาคบัว กล่าวว่า เครื่องปั้นดินเผาสันกำแพงจะเขียนลายเป็นรูปปลาคู่กลับหัว กลับหาง ซึ่งเป็นเครื่องหมาย “หยิน” และ “หยาง” หมายความว่าในจักรวาลย่อมมีของคู่กันเสมอ เช่น เพศชายและเพศหญิง เส้นดิ่งและเส้นระดับ กลางคืนและกลางวัน ฯลฯ และยังมี ความหมายเกี่ยวข้องกับการไหว้พระจันทร์อีกด้วย เป็นเครื่องหมายที่เป็นสิริมงคล คุ่มครองมนุษย์ จากสิ่งชั่วร้ายทั้งปวง ซึ่งอาจแปลมาจาก “ยู” (YU) เป็นรูปปลาคู่ คาบดอกไม้อันเป็นสัญลักษณ์ทางพุทธศาสนานิกายมหายาน หมายถึง การแสดงความยินดีเกี่ยวกับการ สมรสและความอุดมสมบูรณ์ รูปปลาไขว้นี้ไม่พบในเครื่องปั้นดินเผา เตายุเรียงสุโขทัยและเตาปากาหลงเลย นายเสริมศักดิ์ นาคบัว จึงถือเป็นสิ่งยืนยันว่า ช่างปั้นเตาสันกำแพงเป็นอีกกลุ่มหนึ่ง ซึ่งอาจเป็นชาวจีน ที่นับถือศาสนาพุทธนิกายมหายาน และอาจเป็นกลุ่มที่หนีพวกมองโกลจากจีนเข้ามาในไทย เมื่อประมาณ พ.ศ. 1800 และสันนิษฐานว่า แหล่งเตาสันกำแพงเป็นเตาที่เริ่มทำก่อนแหล่งเตายุเรียงสุโขทัย ทำเรื่อยมาจนกระทั่งเกิดสงครามระหว่างอยุธยาและเชียงใหม่ และเลิกทำเมื่อ พ.ศ. 2101 ฉะนั้นเครื่องปั้นดินเผาเตาสันกำแพงจึงมีอายุมากกว่าและน้อยกว่า เครื่องปั้นดินเผาเตายุเรียงสุโขทัย

แหล่งเตาเผาเครื่องถ้วยสันกำแพง

จากการขุดค้นพบของนายไกรศรี นิมมานเหมินทร์ และกรมศิลปากร บริเวณหมู่บ้านป่าตึง พบว่ามีประมาณ 83 เตา ประกอบด้วยแหล่งเตาเผาย่อยๆ หลายแห่งในปี พ.ศ. 2525 – 2528 โครงการโบราณคดี ประเทศไทย(ภาคเหนือ) กองโบราณคดี กรมศิลปากร ได้ทำการสำรวจแหล่งเตาเผาสันกำแพงอีกครั้ง เพื่อการศึกษาลักษณะเตาเผา โดยแบ่งเป็น 8 กลุ่ม ได้แก่ เตาเผาห้วยป่าไร่ เตาเผาทุ่งโห้ง เตาเผาห้วยบวบกบิน เตาเผาตอยโตน เตาเผาห้วยปู่แหลม เตาเผาดันโจ๊ก เตาเผาดันแหน และเตาเผาเหล่าน้อย ผลการสำรวจพบว่า เตาเผาสันกำแพง มีขนาดเล็กที่สุดในบรรดาเตาเผาที่เคยพบในแหล่งเตาอื่นในเขตล้านนาไทย คือขนาดเล็กที่สุดมีความยาวเพียง 2 เมตร ก่อด้วยดินเหนียวและอิฐเช่นเดียวกับแหล่งเตาเผา อำเภอศรีสัชนาลัย จ.สุโขทัย บางเตาเจาะริมตลิ่งเข้าไปเป็นโพรง แต่โดยทั่วไปแล้ว เตาเผามักถูกสร้างขึ้นอย่างง่าย ๆ

นายไกรศรี นิมมานเหมินทร์ พบว่า ศูนย์กลางของแหล่งเตาเผาสันกำแพงตั้งอยู่ที่ บริเวณวัดศาลกัลญาณมหันตาราม หรือชาวบ้านเรียกว่า วัดเชียงใหม่ วัดนี้ตั้งอยู่ห่างจากหมู่บ้านป่าตึงไปทางทิศ

ตะวันออกประมาณ 1.5 กิโลเมตร มีสภาพเป็นวัดร้างอยู่ในความดูแลของวัดป่าตึงจากหลักฐานได้พบ
 ศิลาจารึกของหมื่นดาบเรื่อนซึ่งเป็นราชมนตรีของกษัตริย์เชียงใหม่ (พระเจ้าศิริทิพธัมมังกูรมหา
 จักรวรรดิราชาธิราช) ร่วมถอดข้อความโดยหลวงปู่หล้า (ครูบาหล้า จันทโท หรือ พระครูจันทสมานคุณ)
 อดีตเจ้าอาวาสวัดป่าตึง ปัจจุบันได้มรณภาพไปแล้ว ข้อความโดยย่อมีว่า “ในจุลศักราช 850 เดือน 6 ขึ้น
 8 ค่ำ วันพุธ หมื่นดาบเรื่อนได้ ชักชวนบรรดาทายก ทายิกา ขนานนามวัดว่า สาลกัลญาณมหันตาราม,...”
 และมีข้อความสาปแช่งผู้ที่ลักขโมย ทรัพย์สินของวัด นายไกรศรีสันนิษฐานว่า หมื่นดาบเรื่อนต้องเป็นผู้
 มีฐานะมั่นคง มีข้าทาสบริวารมาก และข้าทาสบริวารเหล่านั้น คงมีฐานะความเป็นอยู่ดีจึงสามารถสร้าง
 วัดขนาดใหญ่เป็นผลสำเร็จ และเชื่อว่าข้าทาสบริวารเหล่านั้นคงมีรายได้จากการปั่นเครื่องถ้วย จาก
 หลักฐานจำนวนโคกที่สำรวจได้ประมาณ 83 โคก การปั่นถ้วยชามเหล่านี้คงมีขึ้นในสมัยพระเจ้าติโล
 ราช พระยอดเชียงราย พระเมืองแก้ว จนหมดสิ้นราชวงศ์มังราย ซึ่งเรียกว่า ยุคทองแห่งล้านนาไทย



ภาพที่ 2 แสดงที่ตั้งวัดสาลกัลญาณมหันตาราม (วัดเชียงแสน)



ภาพที่ 3 แสดงศิลาจารึกหมื่นดาบเรื่อน



ภาพที่ 4 แสดงแหล่งที่ตั้งเตาเผาเครื่องถ้วยสันกำแพง



ภาพที่ 5 แสดงเตาเผาสันกำแพง

แหล่งวัตถุดิบเครื่องถ้วยสันกำแพง

แหล่งเครื่องถ้วยสันกำแพงตั้งอยู่บริเวณแอ่งเชิงเขาห้วยแม่ลานและห้วยผาแหน ซึ่งสะดวกต่อการนำวัตถุดิบขึ้นจากดินเหนียวบริเวณริมฝั่งลำห้วย รวมทั้งดินเหนียวในบริเวณทุ่งนาและหินประเภทต่างๆ ตามเชิงเขา การอยู่ใกล้กับแหล่งน้ำที่ใช้ในการผลิต และชาyp่าที่เป็นแหล่งเชื้อเพลิงฟืนที่ใช้ในการเผา รวมทั้งใช้ไถ่จากฟืนมาทำเคลือบอีกด้วย ปัจจุบันห้วยแม่ลานและห้วยผาแหนกลายเป็นอ่างเก็บน้ำห้วยแม่ลาน



ภาพที่ 6 แสดงแหล่งผลิตเครื่องถ้วยสันกำแพง ซึ่งปัจจุบันเป็นอ่างเก็บน้ำห้วยแม่ลาน

การอนุรักษ์เครื่องถ้วยสันกำแพง

ได้มีการจัดตั้งพิพิธภัณฑ์เครื่องถ้วยสันกำแพง ณ วัดป่าตึง(ห้วยหม้อ) จัดเก็บและแสดงโบราณวัตถุที่ได้รับบริจาคจากนายไกรศรี นิมมานเหมินทร์ และบรรดาชาวบ้าน รวมทั้งหลักศิลาจารึกหมื่นดาบเรื่อน



ภาพที่ 7 แสดงพิพิธภัณฑ์เครื่องถ้วยสันกำแพง



ภาพที่ 8 แสดงภายในพิพิธภัณฑ์เครื่องถ้วยสันกำแพง

รูปแบบเครื่องถ้วยสันกำแพง

เครื่องปั้นดินเผาเตาสันกำแพงมีผนังหนา และข้างป็นมีฝมือหยาบกว่าเครื่องปั้นดินเผาปากาหลงและชะเลียง เมื่อศึกษาดูพบว่า เนื้อหยาบกว่า มีเม็ดทรายปนมากเนื้อดินสีเทาถึงสีเทาดำ อันเนื่องมาจากแหล่งดินที่ใช้ คุณภาพด้อยกว่าแหล่งเตาอื่นๆ

1. กรรมวิธีการทำเครื่องปั้นดินเผาสันกำแพง

1.1 วัตถุดิบที่ใช้เครื่องปั้นดินเผา เนื้อดินมีลักษณะหยาบปนทรายไม่มีความเหนียว ยืดหยุ่น เมื่อเผาแล้วจะเป็นสีเทา

1.2 การปั้นและการขึ้นรูป ขึ้นรูปโดยการใช้แป้นหมุน ข้างป็นต้องมีความชำนาญอย่างสูงในการประคองรูปทรง เนื่องจากดินหยาบ มีความเหนียวน้อย งานขามที่พบมีความหนาмаกตั้งแต่ 10 – 12 มิลลิเมตร เครื่องปั้นดินเผาขนาดเล็กๆ และรูปสัตว์ลอยตัวต่างๆ จะปั้นด้วยมือ

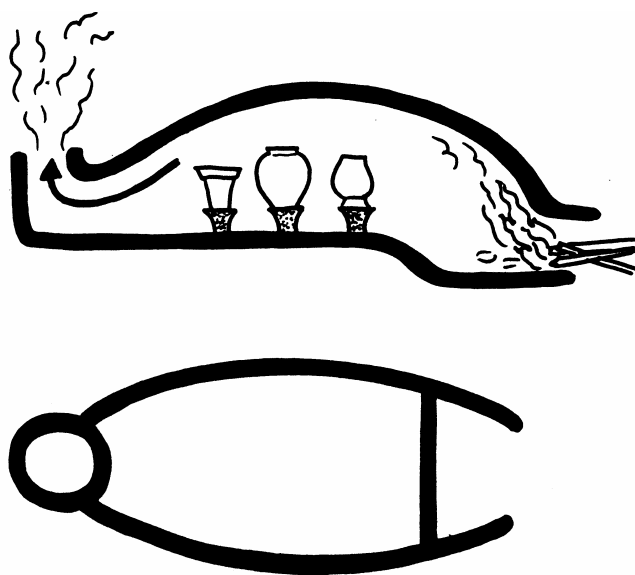
1.3 การตากหรือผึ่งลมให้แห้ง เมื่อขึ้นรูปเสร็จแล้วจะต้องผึ่งแดดหรือตากลมให้แห้งเสียก่อนจึงจะนำไปเผาได้ ซึ่งแหล่งเตานี้ใช้เวลาในการผึ่งลมนาน เนื่องจากผนังผลิตภัณฑ์มีความหนา มาก แห้งสนิทช้า

1.4 การเขียนลวดลาย นิยมเขียนลวดลายด้วยสีจากดินแดง ซึ่งได้มาจากบริเวณใกล้เคียง เช่นที่ ดอยสะเก็ด (สันนิษฐานโดย นายเสริมศักดิ์ นาคบัว) โดยนำดินแดงมาร่อนให้ละเอียดแบบผงแป้ง ใช้น้ำผสมให้ข้นพอดี ใช้มือหรือพู่กันเขียนลวดลายต่างๆ ซึ่งเมื่อเคลือบแล้วเผาจะเป็นสี

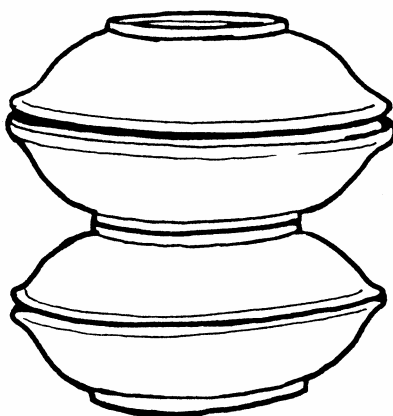
น้ำตาลถึงน้ำตาลปนดำหรือสีดำได้เคลือบ นักวิชาการบางท่านก็กล่าวน่าจะมาจากสีของสนิมเหล็กที่เรียกว่า ไอรอนออกไซด์ (Iron Oxide)

1.5 การเผาเครื่องปั้นดินเผา เมื่อตกแต่งผิวและเขียนด้วยสีได้เคลือบแล้วลำเลียงผลิตภัณฑ์เข้าสู่เตาเผา การเผาครั้งแรกใช้ความร้อนน้อย เพียงให้สีดินแดงเปลี่ยนสภาพและติดแน่นกับผลิตภัณฑ์

เตาที่สันกำแพงนี้จะพบแบบเตาซุด เป็นเตาขนาดเล็ก กว้างประมาณ 1.2 เมตร ถึง 1.50 เมตร สูงประมาณ 0.90 เมตร ยาวประมาณ 3 เมตร ถึง 3.60 เมตร พื้นที่วางของจะลาดเป็นมุมประมาณ 30 องศา ที่พื้นทำเป็นขั้นบันไดหรือไม่มี จะมีดินเป็นรูปปลีหมุนดันภาชนะที่วางกับพื้นเตา เพื่อให้ภาชนะตั้งขึ้นเป็นแนวโค้ง ปกติเตาแบบซุดจะซุดบริเวณที่มีทรายปนอยู่กับดินเหนียว เมื่อเผาใส่ไฟเข้าไปทางช่องที่ใช้มุดเอาภาชนะเข้า – ออก ความร้อนจะไหลผ่านภาชนะที่ตั้งซ้อนกันอยู่ที่กลางเตา แล้วออกที่ปล่องซึ่งเจาะขึ้นทะลุผิวดินที่ปากปล่อง ต่อมาได้วิวัฒนาการ มาจนถึงเตาแบบลมร้อนผ่าน คือ ความร้อนถูกบังคับให้ไหลเป็นเส้นระดับแนวนอน ภาชนะได้รับความร้อนดีขึ้น และฝังเตาปิดทุกด้านด้วยดิน สามารถเก็บความร้อนได้ดี ลักษณะเตายาวรูปไข่ผนังใช้อิฐก่อ ตัวเตาเป็นอิฐปนทราย โครงสร้างหลังคาเป็นรูปโค้ง พื้นที่ภายในแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ที่ใส่ไฟและที่วางภาชนะ



ภาพที่ 9 แสดงภาพตัดเตาแบบลมร้อนผ่าน วิธีการวางงานขามในเตาเผา วางโดยการซ้อนปากหรือก้น ซ้อนกันภาชนะทรงสูงจะวางบนก้นที่ต่อหรือบนจ้อ



ภาพที่ 10 แสดงวิธีการวางภาชนะในเตาเผา

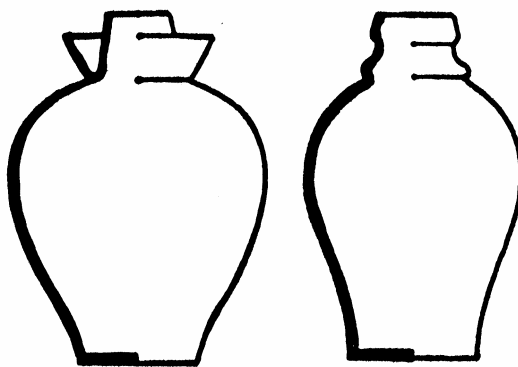
1.6 การเคลือบ หลังจากการเผาครั้งที่ 1 แล้ว จะทำการชุบเคลือบหุ้มทับลวดลายเพื่อ ความแข็งแรงและสวยงามยิ่งขึ้น ไม่นิยมชุบเคลือบที่ปากและก้นภาชนะ หรืออาจชุบภาชนะทั้งใบแล้ว เช็ดปากและก้นออกภายหลัง เพราะการวางชมในการเผาจะวางเรียงซ้อนกันโดยใช้ปากประกบปาก กันประกบกัน เช่นเดียวกับการเรียงเผาครั้งที่ 1

1.7 การเผาเคลือบ หรือเผาครั้งสุดท้าย จะลำเลียงภาชนะที่ชุบเคลือบแห้งแล้วเข้า เตาเผาซึ่งจะใช้ความร้อนสูงกว่าการเผาครั้งแรก การเผาครั้งนี้จะประสบความล้มเหลวเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากความร้อนไม่สูงพอ ที่จะทำให้เคลือบสุกตัวโดยจะเห็นได้จาก ภาชนะที่เคลือบแล้วผิวด้านไม่ สดใส ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นอื่นๆ คือ ภาชนะเผาเคลือบแล้วติดกันเป็นกลุ่ม เนื่องจากการล้มทับและ ภาชนะติดกัน เนื่องจากการเผาเกินอุณหภูมิและเรียงซ้อนกันอย่างไม่มั่นคง

2. ประเภทของเครื่องปั้นดินเผาสันกำแพง

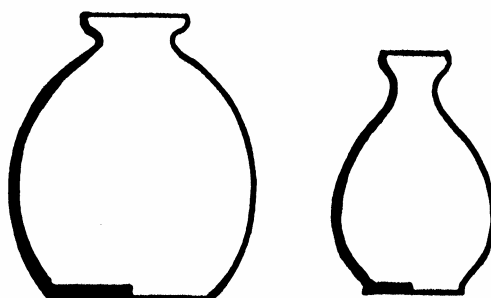
การแยกประเภทเครื่องปั้นดินเผาสันกำแพง แยกตามลักษณะรูปทรงได้ดังนี้

2.1 ไห เครื่องปั้นดินเผากลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่ดีที่สุดในบรรดาเครื่องปั้นดินเผา สันกำแพง ทั้งหมดบางชิ้นมีรูปร่างและการเคลือบที่สวยงามมาก ไหบางใบมีขนาดใหญ่จนน่าแปลกใจว่าใส่เข้าไป ในเตาเผาได้อย่างไร ลักษณะพิเศษของไหเตาสันกำแพงคือ ไหสองสี มีส่วนปากถึงคอเคลือบสีเขียว ไช้ กาส่วนตัวไหเคลือบสีดำหรือน้ำตาล ไหที่มีขนาดใหญ่ที่สุดพบว่ามีขนาด 64 เซนติเมตร ทำขึ้นเพื่อ บรรจุของกินของใช้บางอย่าง เช่น ใส่เหล้า ใส่ข้าว ลักษณะไหมีหลายขนาด ส่วนมากมีหูขนาดเล็ก 2 หู ไหน้ำผึ้งชนิดมีปาก 2 ชั้น



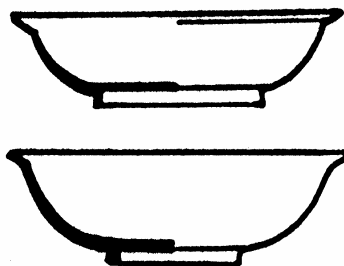
ภาพที่ 11 แสดงรูปทรงไห

2.2 กระปุก เป็นภาชนะทรงค่อนข้างเตี้ย ป้อมนิยมเคลือบสีน้ำตาล และสีเขียวไข่กา (สีตาล) ทำเพื่อบรรจุ น้ำดื่ม เหล้า หรือใช้ประดับเป็นแจกัน กระปุกที่มีลักษณะพิเศษ คือ กระปุกเซิง



ภาพที่ 12 แสดงรูปทรงกระปุก

2.3 จานหรือชาม พบว่าผลิตจานและชามจำนวนมากที่สุดโดยดูจากเศษภาชนะดินเผาที่เสียเป็นจำนวนมาก และพบว่าจานชามถูกฝังรวมในหลุมฝังศพ ทั้งสภาพแตกหักและสภาพที่สมบูรณ์ บริเวณหลุมฝังศพเขตเทือกเขาสูง จังหวัดตากและอำเภอเมืองจังหวัดเชียงใหม่ ถูกมองว่าไร้ค่าในสายตาของนักค้าของเก่า จานและชามคงเป็นสินค้าที่ ตลาดมีความต้องการมาก ช่างสันกำแพงจึงมีความพยายามที่จะผลิตจานและชาม



ภาพที่ 13 แสดงรูปทรงจานและชาม

2.4 เครื่องปั้นดินเผาเส้นกำแพงรูปทรงอื่นๆ นอกจากการทำไห จานและชามแล้วยังทำภาชนะรูปแบบอื่นอีก เช่น ป้านน้ำ เต้าปูน ขวด ตู้กตา กล้องยาสูบ ถ้วยบดสมุนไพร กระดิ่ง เป้าหลอมโลหะ ที่ตั้งผางประทีป พระพุทธรูป เป็นต้น



ภาพที่ 14 แสดงเครื่องปั้นดินเผาเส้นกำแพงรูปทรงอื่นๆ

3. เคลือบศิลาดลเส้นกำแพง

เครื่องปั้นดินเผาเส้นกำแพง นิยมเคลือบศิลาดล สีนวล สีน้ำตาล และเคลือบสองสีแต่ที่นิยมทำคือ จานและชาม เขียนลวดลายสีดำและน้ำตาลได้เคลือบ เคลือบศิลาดลหุ้มทับลวดลายและผลิตภัณฑ์

ลักษณะเคลือบศิลาดลเส้นกำแพง มีเนื้อใส สีเขียวมะกอก หรือสีเขียวไข่กา หรือเขียวอมเทา เขียวปนเหลือง จนถึงเขียวอ่อนผิวมันเงาถึงด้าน และขึ้นอยู่กับคุณภาพการเผา เคลือบหากเผาไม่สุกทั่ว เคลือบจะมีลักษณะผิวด้าน รอยแตกรานเล็กละเอียด สันนิษฐานว่าวัตถุดิบในการทำน้ำยาเคลือบคือไม้มะกอกตาหมู ซึ่งพบอยู่ในบริเวณทั่วไปตามที่ตั้งเตา (พจน์ เกื้อกูล, 2512) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าไม้มะกอกตาหมูมีคุณสมบัติในการทำน้ำยาเคลือบ ศิลาดลที่มีการทำจนถึงปัจจุบัน เนื้อเคลือบมีลักษณะใสของเคลือบศิลาดลทำให้เห็นลวดลายที่เขียนข้างใต้ได้ชัดเจน



ภาพที่ 15 แสดงสีของเคลือบศิลาดลเส้นกำแพง

(ปวีรบรรต ธรรมาปริชากร สว่าง เลิศฤทธิ์ และกฤษฎา พิณศรี, 2539)

เอกลักษณ์เครื่องถ้วยสันกำแพง

รูปแบบผลิตภัณฑ์ศิลปาครแบบเตาสันกำแพงที่เป็นเอกลักษณ์ จำแนกตามลักษณะของการตกแต่งด้วยวิธีการเขียนลวดลายได้เคลือบศิลปาคร ดังนี้

1. ลายปลาไขว้

ลายปลาไขว้หรือเรียกว่า ลายปลาคู่ เป็นลายเอกลักษณ์ของเครื่องปั้นดินเผาเตาสันกำแพงซึ่งรูปแบบไม่ซ้ำกับแหล่งเตาเผาอื่น แสดงความหมายหิณและหยาง ในการจุดค้นพบของนาย ไกรศรี นิมนานเหมินทร์ ได้พบเครื่องถ้วยจีนที่ทำในสมัยราชวงศ์ต้าหมิง ช่วง พ.ศ. 1969–1978 ก่อนที่อาจารย์ของหมิ่นดาบเรื่อน 53 ปี นอกจากนี้ ยังพบเครื่องลายครามอีกด้วย ลวดลายปลาไขว้ ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแจ้งว่ามีความหมายตามหลักปรัชญาของชาวจีน จึงเชื่อว่าแหล่งเตาสันกำแพงมีครูเป็นชาวจีน หรือมีครูที่ได้เล่าเรียนวิชาการทำเครื่องปั้นดินเผาตามแบบจีนมาสอน



ภาพที่ 16 แสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ชาวมรูปแบบเตาสันกำแพงลายปลาไขว้
(ผลิตภัณฑ์เลียนแบบจากโรงงานกุณจีเซรามิกส์)



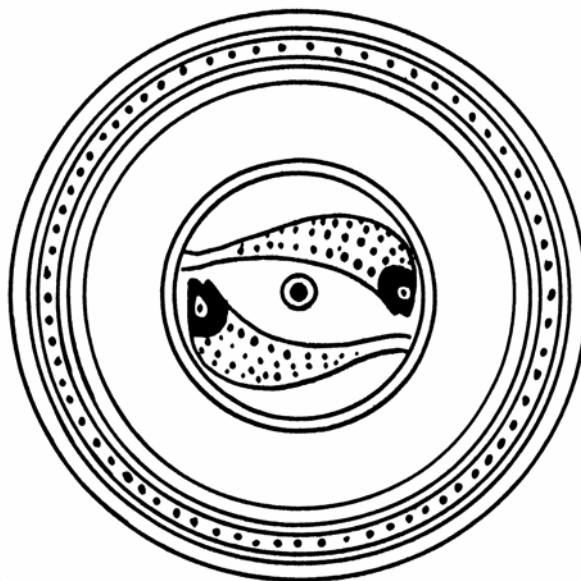
ภาพที่ 17 แสดงลวดลายปลาไขว้



ภาพที่ 18 แสดงลวดลายปลาเดี่ยว

2. ลายวงกลม

มักพบว่าเขียนลายวงกลมประกอบกับลายปลาหรือลายอื่นๆ เพื่อให้องค์ประกอบของลวดลายบนผลิตภัณฑ์ มีความสมบูรณ์ สวยงาม ลายปลาไขว้นั้น ระหว่างตัวปลาจะมีลวดลายแบบวงกลมอยู่ระหว่างกลาง สันนิษฐานว่าเป็นเครื่องหมายแสดง สก - ลก - ชั่ว สกแปลว่าวาสนา ลกแปลว่าความบริบูรณ์ด้วยโภคสมบัติและบริวารสมบัติ และชั่วแปลว่าความยั่งยืน สื่อโดยใช้รูปพระอาทิตย์และพระจันทร์เป็นเครื่องหมาย



ภาพ 19 แสดงลายวงกลมระหว่างลายปลาไขว้

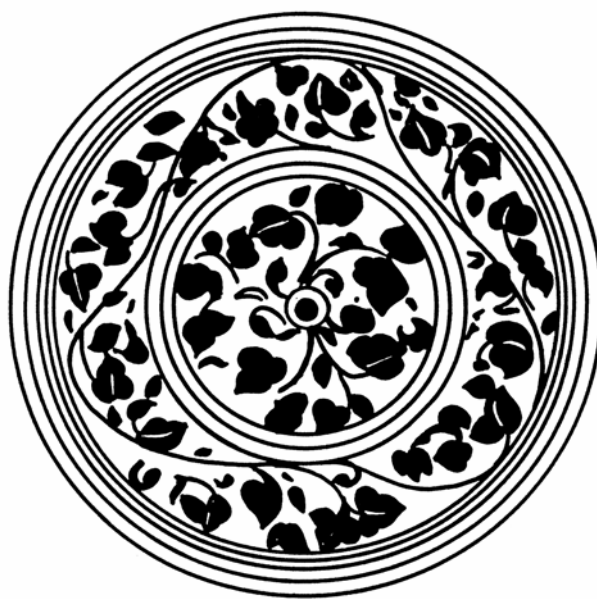
ลายวงกลมใช้เขียนเพื่อแบ่งคันลวดลาย เช่น ลายขอบจาน วงเส้นวงกลมตรงบริเวณก้นจาน หรือชาม เพื่อเขียนลายปลาไว้ภายใน จะนิยมเขียนลายวงกลม ซ้อนกัน 2 วง มากกว่าเส้นวงกลมเดียว



ภาพที่ 20 แสดงลายวงกลมประกอบลายอื่นๆ

3. ลายพรรณพฤกษา

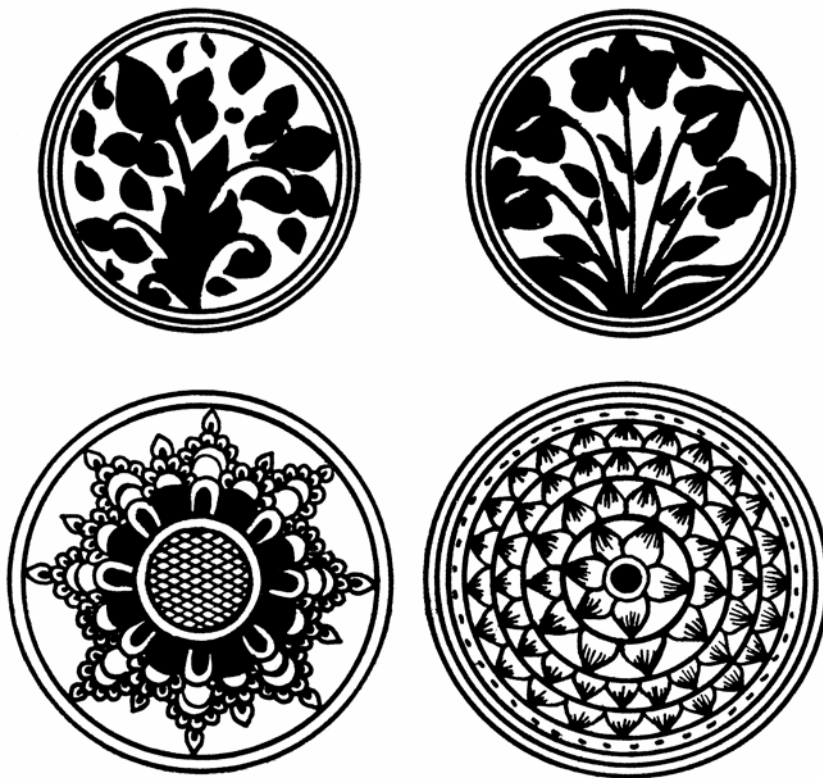
ลายพรรณพฤกษาหรือลายบุปผชาติต่างๆ มีอยู่หลายลักษณะ โดยช่างเขียนลายคงใช้แบบอย่างจากต้นไม้ออกไม้ ที่มีอยู่ตามพื้นที่แหล่งเตาสันกำแพง ส่วนใหญ่จัดวางลวดลายพรรณพฤกษา อยู่ในลายวงกลมบริเวณกลางจานหรือชาม หรือนำมาผูกลายเป็นเถาต่อเนื่องกัน ลักษณะลายจะไม่ซ้ำแบบแหล่งเตาเผาอื่น คล้ายพีชน้ำ แสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ของบริเวณแหล่งเตาเผา จึงนิยมใช้เขียนตกแต่งภาชนะใส่อาหาร แต่ไม่มีผู้ใดระบุชัดเจนลงไปว่าเป็นต้นไม้ออกไม้อะไรชนิดใด



ภาพที่ 21 แสดงลายพรรณพฤกษา



ภาพที่ 22 แสดงลายพรรณพฤกษาประกอบลายปลา



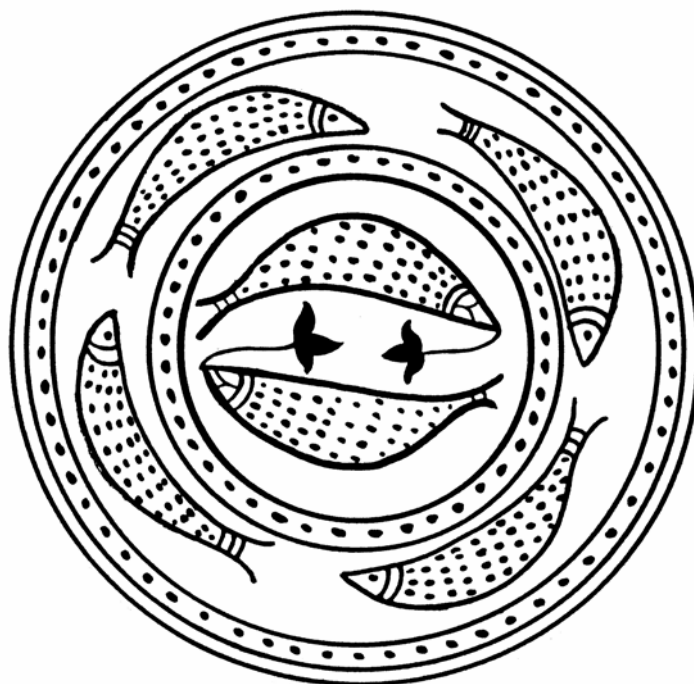
ภาพที่ 23 แสดงลายพรรณพฤกษาแบบต่าง ๆ

4. ลายอื่นๆ

ลวดลายอื่นๆ ที่พบได้แก่ ลายจุด ลายดาว รูปสัตว์ต่างๆ หรือลายที่เกิดจากการมัดเส้นของฟู่กัน ลายประเภทนี้จะพบไม่มากนัก



ภาพที่ 24 แสดงลายที่เกิดจากการตวัดเส้นของพุ่มัน



ภาพที่ 25 แสดงลายจุดที่บริเวณขอบจานและเส้นวงกลมที่กลางจาน

ผลิตภัณฑ์เซรามิก

ผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทดั้งเดิม (Traditional Ceramics) ประกอบด้วย

1. ผลิตภัณฑ์ของขวัญและของตกแต่ง (Gift and Decorative Items)
2. ผลิตภัณฑ์บนโต๊ะรับประทานอาหาร (Table Wares)

ผลิตภัณฑ์ของขวัญและของตกแต่ง

สินค้าประเภทของขวัญและของตกแต่งบ้าน เป็นสินค้าสำคัญประเทศหนึ่งที่มีการหมุนเวียนของเงินตราที่สูงมาก โดยมีการผลิตอยู่ทั่วทุกมุมโลกทั้งในลักษณะที่เป็นผลิตภัณฑ์หัตถกรรมและผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยมีตลาดสำคัญอยู่ที่ สหรัฐอเมริกา กลุ่มประเทศยุโรป ออสเตรเลีย และเอเชียบางประเทศ ประเทศไทยถือเป็นประเทศที่ผลิตสินค้าประเภทของขวัญและของตกแต่งเพื่อการส่งออกที่สำคัญประเทศหนึ่ง โดยสินค้าที่ผลิตส่วนใหญ่จะส่งไปจำหน่ายยังประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นตลาดที่ใหญ่ที่สุด และมีการจัดแสดงสินค้าตลอดทั้งปี เพื่อเป็นการกระตุ้นและส่งเสริมการขายที่ผู้ผลิตนิยมไปแสดงสินค้าที่ออกแบบขึ้นมาใหม่ (New Collection) ซึ่งมีการจัดในหลายๆ ประเทศ สำหรับประเทศไทยรู้จักกันดีในชื่องาน BIG (Bangkok International Gift & Housewares Show) โดยในปี พ.ศ.2542 ประเทศไทยสามารถส่งออกสินค้าประเภทของขวัญและของตกแต่งบ้านมูลค่า 1,138.42 ล้านดอลลาร์สหรัฐ (ศูนย์สารสนเทศการค้าระหว่างประเทศ กรมส่งเสริมการส่งออก)

ผลิตภัณฑ์ของขวัญและของที่ระลึก

ของที่ระลึก (Gift Ware) หมายถึงสิ่งต่างๆ ที่นำมาใช้เป็นตัวจูงใจ ให้คิดถึงหรือนึกถึงเรื่องราว เพื่อหวังผลด้านความทรงจำในอดีตที่ผ่านมา โดยอาจเป็น สัญลักษณ์แทนบุคคล เหตุการณ์ เรื่องราวต่างๆ (ประเสริฐ รัตน 2531) ของที่ระลึกที่ให้ออกในโอกาสที่ต่างกัน มีชื่อเรียกที่ต่างกัน เช่น ของกำนัล ของขวัญ ของชำร่วย และของแถมพก เป็นต้น การเรียกชื่อใดๆ ในโอกาสใดก็ตาม ย่อมแสดงให้เห็นถึงการให้เพื่อกระตุ้นเตือนความทรงจำ

ประเภทของผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกเซรามิกสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. ของที่ระลึกเฉพาะบุคคล เช่น ของชำร่วยแต่งงาน ของที่ระลึกวันสำเร็จการศึกษา ของที่ระลึกงานศพ เป็นต้น
2. ของที่ระลึกเฉพาะเหตุการณ์ เช่น ของขวัญวันปีใหม่ คริสต์มาส ตรุษจีน วาเลนไทน์ การแข่งขันกีฬา วันสำคัญต่างๆ ของขวัญของกำนัลในงานต่างๆ เป็นต้น
3. ของที่ระลึกเฉพาะสถานที่ เช่น ของที่ระลึกประจำสถานที่ท่องเที่ยว ของที่ระลึกประจำหน่วยงานหรือองค์กร เป็นต้น



ภาพที่ 26 แสดงตัวอย่างของขวัญวันปีใหม่และวันเกิด



ภาพที่ 27 แสดงของที่ระลึกในการแข่งขันกีฬาสิงห์น้ำช้ำ กีฬานครเชียงใหม่เกมส์ 2545
ผลิตโดยโรงงานบ้านศิลาดล



ภาพที่ 28 แสดงของสมนาคุณหรือสินค้าแลกเปลี่ยนของร้านอาหารแฟรนไชส์ (Franchise)



ภาพที่ 29 แสดงตัวอย่างของชำร่วยงานแต่งงาน



ภาพที่ 30 แสดงของที่ระลึกวันสำคัญหรือในโอกาสพิเศษ



ภาพที่ 31 แสดงของที่ระลึกประจำสถานที่ท่องเที่ยว

ผลิตภัณฑ์เพื่อการตกแต่ง

บ้านเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตมนุษย์ และใช้เวลาในบ้านมากกว่าที่อื่นๆ ในชีวิตของคนเรา การสร้างบรรยากาศด้วยการตกแต่งบ้านเป็นสิ่งจำเป็น เพราะบ้านที่สร้างขึ้นใหม่ๆ มีแต่บ้านมีห้องโล่งๆ ที่ประกอบด้วยพื้น ผนัง และเพดาน ไม่มีสิ่งของประดับเพื่อความสวยงามใดๆ ดังนั้นทุกบ้านจึงต้องตกแต่งเพื่อให้เกิดความสวยงามน่าอยู่

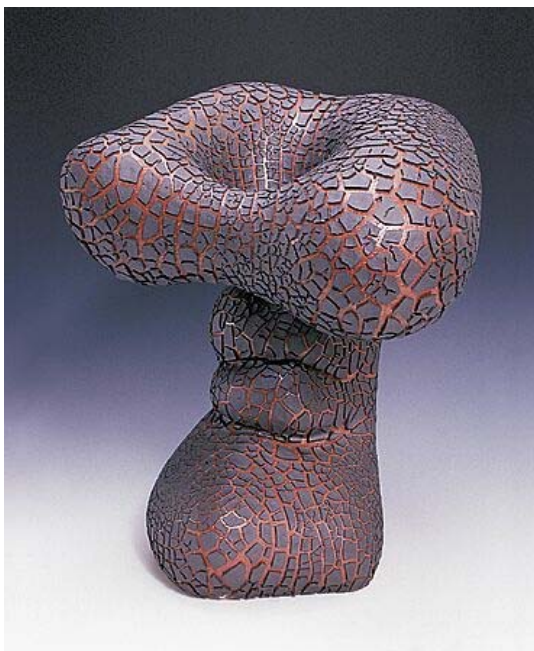
ผลิตภัณฑ์เพื่อการตกแต่ง (Decorative Items) เป็นผลิตภัณฑ์ถูกสร้างขึ้นเพื่อหวังประโยชน์ทางความสวยงามและความพึงพอใจมากกว่าการใช้งาน เช่น ภาพประดับผนัง อุปกรณ์แต่งสวน ตุ๊กตาแจกัน หรือผลิตภัณฑ์เพื่อการตกแต่งอาจมีประโยชน์ใช้สอยอื่นด้วย เช่น โคมไฟ นาฬิกา กรอบรูป เชิงเทียน คลับใส่ของ ผลิตภัณฑ์บรรจุเครื่องหอม เป็นต้น

ผลิตภัณฑ์เพื่อการตกแต่งจัดเป็นองค์ประกอบหนึ่งของงานสถาปัตยกรรมหลัก ทั้งนี้ผู้บริโภคจะเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับรูปแบบของอาคารและสภาพแวดล้อม ซึ่งมีผลต่อการออกแบบตกแต่งทั้งภายนอกและภายในอาคารที่ผสมกลมกลืนกันทั้งด้านรูปแบบ สี เรื่องราว และวัสดุ

ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาเพื่อการตกแต่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ผลิตภัณฑ์ที่เน้นความสวยงาม ได้แก่ รูปปั้นและภาพเขียนทางศิลปกรรม เครื่องปั้นดินเผาโบราณหรือผลิตภัณฑ์เลียนแบบของเก่า ผลิตภัณฑ์ตุ๊กตา ผลิตภัณฑ์เครื่องแขวน เป็นต้น
2. ผลิตภัณฑ์ที่เน้นประโยชน์ใช้สอย ได้แก่ แจกัน ผลิตภัณฑ์กรอบรูป ผลิตภัณฑ์กระถางและของประดับสวน ผลิตภัณฑ์เชิงเทียน ผลิตภัณฑ์คลับและกระจุกใส่ของ เป็นต้น

นอกจากนี้ ยังมีสินค้าของตกแต่งบ้าน ที่ได้รับความนิยมในแต่ละช่วงเวลา เช่น คลับใส่ของ ชุดสวนถาด น้ำพุและน้ำตกขนาดเล็ก ตะเกียงน้ำมัน โคมไฟ ที่ปักธูปหอมและกำยาน เตาต้มน้ำมันหอม เป็นต้น



ภาพที่ 32 แสดงตัวอย่างชิ้นงานศิลปกรรมเซรามิก ที่นิยมในสหรัฐอเมริกา



ภาพที่ 33 แสดงเครื่องปั้นดินเผาที่ทำเลียนแบบโบราณวัตถุจากร้านกาหลงอาร์ท จังหวัดเชียงราย



ภาพที่ 34 แสดงผลิตภัณฑ์ตุ๊กตาพอร์ซเลนจากประเทศอิตาลี



ภาพที่ 35 แสดงผลิตภัณฑ์เครื่องแขวน



ภาพที่ 36 แสดงตัวอย่างสินค้าเจกั้นของโรงงานศรีวรรณเซรามิกส์ จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 37 แสดงผลิตภัณฑ์กรอบรูปแบบตั้งโต๊ะ



ภาพที่ 38 แสดงผลิตภัณฑ์กระถางและของประดับสวนของโรงงานอุตสาหกรรมดินไทย จ.ราชบุรี



ภาพที่ 39 แสดงผลิตภัณฑ์เชิงเทียน (อภิญญา วิไล)



ภาพที่ 40 แสดงผลิตภัณฑ์ถ้วยใส่ของ



ภาพที่ 41 แสดงผลิตภัณฑ์เตาต้มน้ำหอมเพื่อการบำบัดด้วยกลิ่นของโรงงาน
กิตติโรจน์ จังหวัดลำปาง



ภาพที่ 42 แสดงผลิตภัณฑ์โคมไฟเซรามิกรูปแบบร่วมสมัย (เสกสรร ตันยาภิรมณ์)

ผลิตภัณฑ์บนโต๊ะรับประทานอาหาร (Table Wares)

วิวัฒนาการของภาชนะใส่อาหารประเภทเซรามิก

ภาชนะใส่อาหารประเภทเซรามิกเริ่มมีมาตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ ที่มนุษย์เริ่มเรียนรู้ว่า เมื่อนำดินเหนียวที่แห้งแล้วไปเผาไฟจะทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น จึงได้นำดินเหนียวไปพอกทาด้านในของเครื่องจักสานที่มีใช้อยู่ในยุคนั้น แล้วนำไปเผาไฟจนเกิดเป็นภาชนะที่มีรูปร่างคล้ายกับเครื่องจักสาน จนได้มีการพัฒนารูปทรงขึ้นเป็นลักษณะของตนเองเพื่อให้เหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยวิธีบีบกด และวิธีการตี รวมทั้งจะต้องเหมาะสมกับการนำไปใช้งานในลักษณะต่างๆ

ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่เป็นเซรามิกหรือเครื่องเคลือบดินเผานั้น ได้มีวิวัฒนาการเกิดขึ้นในแถบประเทศจีนที่ได้รับอิทธิพลมาจากอียิปต์โบราณ และได้พัฒนาขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากความได้เปรียบในด้านวัตถุดิบที่ใช้ผลิต จนทำให้มีรูปแบบและลวดลายที่สวยงามวิจิตรตระการตา ทั้งนี้อาจมีผลมาจากการได้รับการอุปถัมภ์จากชนชั้นระดับราชวงศ์ จึงทำให้ผู้สร้างผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาสามารถพัฒนาผลงานทั้งในด้านคุณภาพและรูปแบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องเคลือบดินเผาประเภทลายคราม ที่สามารถส่งไปจำหน่ายเกือบทั่วโลก โดยเฉพาะในแถบยุโรปที่ต่างหลงใหลในความสวยงามแปลกตาและยากแก่การเลียนแบบ จนภายหลังจึงสามารถผลิตเลียนแบบได้สำเร็จ และพัฒนาจนเกิดเอกลักษณ์เฉพาะของตนเองในที่สุด

สำหรับประเทศไทยได้มีการค้นพบแหล่งเครื่องถ้วยโบราณที่มีอายุตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ เช่น แหล่งเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียง อำเภอหนองหาร จังหวัดอุดรธานี ที่มีอายุไม่ต่ำกว่า 3500 ปีมาแล้ว ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นหม้อไหดินแดงไม่มีการเคลือบ ยุคต่อมาได้ค้นพบเครื่องถ้วยเขมรและมอญสมัยทวารวดี ราว 1000 ปีมาแล้ว ซึ่งเริ่มมีการเคลือบผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นหม้อ ไห และถ้วยชาม เนื้อดินค่อนข้างหยาบสีเข้ม เคลือบสีดำและสีน้ำตาล ยุคสมัยต่อมาคือเครื่องถ้วยสังคโลก หรือเซลาดอน ซึ่งเป็นยุคทองของอุตสาหกรรมเครื่องถ้วยโบราณในประเทศไทย อยู่ในช่วงสมัยสุโขทัย ซึ่งมีศูนย์กลางการผลิตอยู่ที่บ้านเกาะน้อย อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย ผลิตถ้วยชามและไห เพื่อการส่งออกไปยังประเทศเพื่อนบ้าน อายุประมาณ 700-500 ปี และร่วมยุคเดียวกับเครื่องถ้วยล้านนา ได้แก่เครื่องถ้วยสันกำแพงและเครื่องถ้วยอินทิล จังหวัดเชียงใหม่ เครื่องถ้วยเวียงกาหลงและเครื่องถ้วยพาน จังหวัดเชียงราย เครื่องถ้วยบ่อสวก จังหวัดน่าน เป็นต้น เครื่องถ้วยในยุคหลังได้แก่เครื่องถ้วยเบญจรงค์ เป็นเครื่องถ้วยที่นิยมนำเข้ามาจากประเทศจีน ในสมัยอยุธยาและรัตนโกสินทร์ ส่วนอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องถ้วยในปัจจุบันได้เริ่มขึ้นเมื่อประมาณ 50 กว่าปีมานี้เอง โดยกลุ่มช่างปั้นชาวจีนที่อพยพมาตั้งรกรากในประเทศไทย บริเวณฝั่งธนบุรี และกระจายตัวไปยังจังหวัดสมุทรสาคร นครปฐม ราชบุรี และลำปาง รวมทั้งกลุ่มอุตสาหกรรมเซรามิกที่ลงทุนโดยชาวตะวันตกในจังหวัดปทุมธานีและสระบุรี

สินค้าเซรามิกประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารที่ผลิตได้ในปัจจุบันมุ่งเน้นการส่งออกในกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง และจำหน่ายภายในประเทศในกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่ำกว่า



ภาพที่ 43 แสดงเครื่องถ้วยสังคโลก สมัยสุโขทัย



ภาพที่ 44 แสดงผลิตภัณฑ์ขามตราไก่ ที่ผลิตในจังหวัดลำปาง

แนวโน้มการผลิตหุ้รรับประทันอาหาร

สำนักงานสถิติขององค์การสหประชาชาติได้รายงานสถิติการส่งออกเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารเซรามิกของโลกในปี พ.ศ. 2541 แยกตามประเทศผู้นำในการส่งออก 11 ประเทศตามลำดับ โดยประเทศไทยส่งออกเป็นอันดับที่ 9 ดังแสดงไว้ในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 แสดงมูลค่าการส่งออกเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร 15 ประเทศแรก ในปี พ.ศ.2542

อันดับที่	ประเทศ	มูลค่า (ล้านเหรียญสหรัฐ)
1	จีน	1,329.7
2	สหราชอาณาจักร	540.3
3	เยอรมัน	460.2
4	ฮ่องกง	423.6
5	อิตาลี	406.9
6	โปรตุเกส	308.1
7	ฝรั่งเศส	222.4
8	ญี่ปุ่น	177.0
9	ประเทศไทย	168.8
10	สเปน	144.4
11	สหรัฐอเมริกา	129.2
12	สาธารณรัฐเช็ก	123.2
13	เนเธอร์แลนด์	116.0
14	เบลเยียม	103.4
15	โปแลนด์	95.4

ที่มา : International Trade Statistics Yearbook, United Nations 2543

อุตสาหกรรมเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารเซรามิกผ่านช่วงหดตัวในช่วงวิกฤตเศรษฐกิจในช่วงปี พ.ศ. 2540-2541 โดยอเมริกาเข้าสู่วิกฤตก่อนประเทศแถบยุโรปตามด้วยญี่ปุ่น ซึ่งท้ายที่สุดเศรษฐกิจยุโรปฟื้นตัวได้เร็วที่สุด การมองภาพตลาดเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารโดยรวมจึงเป็นไปได้ยากเนื่องจากตลาดเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารมีขนาดใหญ่มาก ในปี พ.ศ. 2539-2540 ตลาดเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารในอเมริกามีการขยายตัวอันเป็นผลมาจากสภาพเศรษฐกิจที่แข็งแกร่งและความเชื่อมั่นของผู้บริโภค ส่วนในญี่ปุ่น ผู้บริโภคลดความนิยมในเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารราคาสูงลง ซึ่งเป็นผลมาจากความสามารถในแข่งขันด้านตลาดซึ่งส่งผลให้ร้านค้าที่จำหน่ายสินค้าราคาประหยัดเข้ามามีบทบาท

เทียบเคียงกับห้างสรรพสินค้าที่ขายสินค้าราคาสูง ในเยอรมันนั้นความเชื่อมั่นของผู้บริโภคยังอยู่ในระดับต่ำซึ่งเป็นผลมาจากการขึ้นอัตราภาษีและการเพิ่มขึ้นของอัตราการว่างงาน การนี้บริษัทผลิตเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารจึงหันไปมุ่งการผลิตเพื่อส่งออก นอกจากนี้การที่ต้องแข่งขันกับสินค้าระดับล่างจากตะวันออกไกล ยุโรปใต้และยุโรปตะวันออกส่งผลให้อุตสาหกรรมเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารของเยอรมันจำเป็นต้องยกระดับ สินค้า การเพิ่มสัดส่วนการลงทุนด้านการออกแบบ อุตสาหกรรมเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารในประเทศอิตาลีและสหราชอาณาจักรเผชิญสถานการณ์แบบเดียวกัน อุตสาหกรรมเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารใน ฝรั่งเศส เบลเยียมและเนเธอร์แลนด์มีการกระตุ้นขึ้นตามลำดับ อย่างไรก็ตาม อัตราการนำเข้าเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารจากตะวันออกไกลกลับเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารราคาต่ำซึ่งนำเข้าเป็นปริมาณกว่าสองเท่าของปริมาณการส่งออก (มิ่งสรรพ ขาวสะอาด, 2547)

ปัจจัยที่มีผลต่อตลาดเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารอย่างสูงสุด ได้แก่ รสนิยมและรูปแบบวัฒนธรรม การรับประทานอาหารที่นับวันยังจะเพิ่มความสลับซับซ้อนโดยเฉพาะในโลกตะวันออก ในปัจจุบันผู้ผลิตเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารจำเป็นต้องเพิ่มความใส่ใจในการเลือกวัตถุดิบ วิธีการผลิตและการออกแบบรูปร่างลักษณะให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคให้มากที่สุด ในช่วงที่ผ่านมาวัฒนธรรมการรับประทานอาหารในอเมริกาและยุโรปมีแนวโน้มไปในทางเรียบง่ายมากขึ้น เครื่องใช้บนโต๊ะอาหารที่เป็นที่นิยมจึงจะต้องมีความทนทาน สามารถใช้ประโยชน์ได้หลายรูปแบบ หยิบจับสะดวกและราคาประหยัดขึ้น เช่นเดียวกับแนวโน้มในออสเตรเลียที่หันมานิยมการรับประทานอาหารแบบกันเองและลดพิธีการสมัยเก่าลง ความต้องการชุดเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารแบบเรียบง่าย จึงมีแนวโน้มสูงขึ้น และการซื้อเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารเพียงหนึ่งชิ้น ด้วยแรงกระตุ้นทางการตลาดเพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน นอกจากนี้การขยายตัวธุรกิจด้านเครื่องเค็มร้อนประเภทกาแฟคุณภาพสูงมีผลต่อการขยายตัวตลาดเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารอย่างเห็นได้ชัดเช่นกัน

ในยุโรปมีการใช้เครื่องถ้วยในงานหลายประเภทขึ้นอาทิเช่น การใช้ถ้วยเหือก (Mug) เป็นทั้ง ถ้วยน้ำ (Cup) ถ้วยชอส (Saucer) ถ้วยชุป (Soup Bowl) ถ้วยซีเรียล (Cereal Bowl) และถ้วยของหวาน การใช้กาน้ำชาและกาแฟด้วยกัน และการใช้จานเพียงขนาดเดียวสำหรับสลัด อาหารจานหลักและขนมหวานในเยอรมัน มีการใช้กระติกน้ำร้อนแบบสูญญากาศแทนกาน้ำร้อน ส่วนในออสเตรเลีย มีการจำหน่ายเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารแบบแยกชิ้นแทนการจำหน่ายแบบเป็นชุดมากขึ้นเรื่อยๆ วัฒนธรรมการมีเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารใช้ในบ้านที่แตกต่างกันของแต่ละประเทศเป็นปัจจัยที่สำคัญเช่นกัน เยอรมันมีจำนวนชุดเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารต่อประชากรสูงกว่าสหราชอาณาจักรถึงสี่เท่า ส่วนในฝรั่งเศสและอิตาลีนั้น ผู้คนนิยมสะสมชุดเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารมากกว่าหนึ่งชุดต่อคน จำนวนขึ้นต่อชุดในแต่ละประเทศก็แตกต่างกันเช่นกัน ในสหราชอาณาจักรและสหรัฐอเมริกา ผู้บริโภคนิยมชุดเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร 20 ชิ้น สำหรับ 4 ที่ ผู้บริโภคในกรีซนิยมชุดละ 18 ชิ้น สำหรับ 6 ที่ และนิยมจัดหาถ้วยแยก

ต่างหาก ส่วนในญี่ปุ่นนั้น ผู้บริโภคไม่นิยมเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารแบบเป็นชุดแต่นิยมซื้อเพื่อนำมาจัดเข้าชุดเอง เป็นต้น

นอกจากวัฒนธรรมการรับประทานอาหารแล้ว ตลาดเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารเซรามิกยังมีแนวโน้มในการขยายตัวในส่วนเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารสำหรับเด็กและเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารบรรจุสัญลักษณ์และการ์ตูน ดาราต่างๆ ความนิยมตราหือในสินค้าเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ผลต่อตลาดเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร อายุการใช้งานเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารซึ่งสั้นลงนับเป็นปัจจัยที่มีผลมาจากความสามารถในการออกแบบและผลิตอย่างรวดเร็วอันเนื่องมาจากการนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาช่วยในการออกแบบและการผลิต (Computer Aided Design/Manufacturing: CAD/CAM)

แม้ในขณะนี้ ความต้องการบริโภคเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารคุณภาพสูงในตลาดยุโรปยังจำกัดอยู่ในวงแคบแต่กล่าวได้ว่ามีศักยภาพสูงในการขยายตัวของตลาดสินค้าคุณภาพดีเนื่องจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศยุโรปตะวันออก ส่วนในตะวันออกไกลนั้น การแข่งขันในตลาดเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารมุ่งเน้นไปที่สินค้าราคาถูก โดยมีประเทศที่ได้เปรียบด้านราคาได้แก่ จีน อินเดีย ไทย เวียดนาม ซึ่งสามารถผลิตสินค้าราคาถูกกว่าจาก ญี่ปุ่น ไต้หวัน และเกาหลีได้ และมีบริษัทข้ามชาติเข้าไปลงทุนในตะวันออกไกลด้วยเหตุผลหลักคือสภาพภูมิประเทศและค่าแรงต่ำ

สินค้าเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารแบ่งเป็นสองระดับคุณภาพและราคาอย่างชัดเจน ยิ่งกว่านั้นสินค้าเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารระดับบนซึ่งมีราคาสูงอยู่แล้วนั้นมีแนวโน้มการเพิ่มราคาขึ้นไปอีกด้วยการบรรจุหีบห่อ ในด้านของสินค้าระดับล่างสินค้าที่มีการออกแบบตามรสนิยมผู้บริโภคได้รับการตอบรับอย่างดีจากตลาด ผู้ผลิตในจีนจึงนับว่ามีความสามารถในการแข่งขันในตลาดล่างอย่างสูง

เนื่องจากตลาดเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารเป็นตลาดที่มีการแข่งขันสูงขึ้นเรื่อยๆ การตลาดและการโฆษณาตลาดจนการแสดงสินค้าและการบรรจุหีบห่อจึงเป็นสิ่งจำเป็นมากยิ่งขึ้น การเจาะ กลุ่มผู้บริโภคและการเจาะกลุ่มตลาดจึงเป็นกลยุทธ์ที่ใช้กันในปัจจุบัน บริษัทหลายบริษัทจึงหันมา มุ่งเน้นด้านเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารเพียงอย่างเดียวและหยุดการผลิตของข้าวถ้วยและเครื่องประดับที่เข้าชุดกับเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ถึงแม้ว่าจะเป็นทิศทางการตลาดอีกแนวหนึ่งก็ตามที่

จากรายงานขององค์การสหประชาชาติ ประเทศผู้นำในการผลิตเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารในปี พ.ศ. 2542 ได้แก่ จีน สหราชอาณาจักร เยอรมัน ฮองกง และอิตาลี ตามลำดับ โดยประเทศไทยเป็นอันดับที่ 9 เนื่องจากผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่จำเป็นต้องอาศัยเทคโนโลยีและเงินลงทุนสูงนัก ผวนกว่ากับเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าจากรูปแบบและลวดลาย บริษัทผู้ผลิตจึงไม่มีการรวมกลุ่มเป็นบริษัทข้ามชาติดังที่เกิดขึ้นในผลิตภัณฑ์จำพวกเครื่องสุขภัณฑ์และกระเบื้องเคลือบ อย่างไรก็ดี เนื่องจากต้นทุนค่าแรงงานในประเทศที่พัฒนาแล้วมีการเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดการย้ายฐานการผลิตไปยังประเทศที่กำลังพัฒนา เช่น จีน เม็กซิโก อินเดีย เวียดนาม และไทย เป็นต้น

ประเภทของชุดรับประทานอาหาร

ประเภทของชุดรับประทานอาหารแยกตามประโยชน์ใช้สอย ได้แก่

- 1) ชุดรับประทานอาหารเช้า
- 2) ชุดรับประทานอาหารกลางวัน
- 3) ชุดรับประทานอาหารเย็น

นอกจากนี้ยังสามารถแยกประเภทของชุดรับประทานอาหารตามลักษณะและวิธีการรับประทานอาหารของแต่ละวัฒนธรรม เช่น ชุดอาหารยุโรป ชุดอาหารจีน ชุดอาหารอิตาเลียน ชุดอาหารไทย เป็นต้น



ภาพที่ 45 แสดงผลิตภัณฑ์ชุดรับประทานอาหารของโรงงานบ้านศิลาดล จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 46 แสดงผลิตภัณฑ์ชุดรับประทานอาหารของโรงงานรอยัลปอร์ชเลน จังหวัดสระบุรี

วัตถุดิบทางเซรามิก

วัตถุดิบดินปั้น

1. ดินดำ (Ball Clay)

ดินดำหรือดินเหนียวเป็นดินที่พบในธรรมชาติ ซึ่งได้มาจากธาตุต่างๆที่ผู้พังรวมทั้งซากพืชซากสัตว์ที่ทับถมกันมาช้านาน เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงจากดินเดิมมาเป็นดินใหม่ในแหล่งที่มีสารประกอบของธาตุใดมากที่สุดก็จะมีคุณสมบัติและสีของดินตามสารประกอบธาตุนั้นๆไปด้วย

ดินดำหรือดินเหนียวเป็นดินที่เกิดในชั้น Secondary ซึ่งเกิดจากการพัดพาโดยกระแสลมหรือน้ำจากแหล่งที่เปลี่ยนสภาพไปยังแหล่งอื่น ๆ และดินที่เกิดในชั้นนี้จะเป็นดินที่มีความเหนียวมาก เมื่อนำมาผสมกับน้ำเมื่อดินจะทำให้ดินมีความเหนียวมาก ดินดำเป็นดินที่มีขนาดผลึกเม็ดละเอียดมาก อนุภาคของดินยึดเกาะกันได้ดี มีอินทรีย์สารที่มีโครงสร้างคล้ายกับที่พบในถ่านหินลิกไนต์เจือปนอยู่ เมื่อขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ดินจะแข็งตัวช้า ซึ่งนิยมนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในระบบอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา ซึ่งแหล่งที่ดินดำหรือดินเหนียวนี้มักพบทั่วไปในที่ราบลุ่มซึ่งเกิดจากการไหลตัวลงสู่ที่

ราบต่ำของชั้นดิน เช่น แหล่งดินดำอำเภอมะริม จังหวัดเชียงใหม่ ดินดำอำเภอยางป่าเป้า จังหวัดเชียงราย และดินจังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นต้น และเมื่อนำดินดำหรือดินเหนียวมาเผาในอุณหภูมิสูงเนื้อดินจะมีสีขาวและสีครีม อินทรีย์สารต่างๆจะถูกเผาไหม้หมดไปจากเนื้อดิน

ดินดำที่มีเนื้อละเอียดหลังจากการเผาเป็นสีขาว และมีความทนไฟ 1,300 °C โดยไม่บิดเบี้ยว มักเป็นดินที่มีคุณภาพดี นิยมนำมาใช้ผสมในผลิตภัณฑ์สีขาว และเหมาะสำหรับการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน ซึ่งเป็นวิธีการเดียวกับกรรมวิธีการผลิตเครื่องปั้นดินเผาสันกำแพง

1.1 ส่วนประกอบทางเคมีของดินดำ

ในดินดำประกอบด้วยแร่กาเลสินไนท์เป็นส่วนใหญ่ เช่นเดียวกับดินขาว แต่เป็นผลึกกาเลสินไนท์ชนิดไม่สมบูรณ์ (Disordered kaolinite) ในระหว่างผลึกมีแร่ธาตุและอินทรีย์สารแทรกอยู่

ส่วนประกอบทางเคมี โดยประมาณจะมีซิลิกา 40-60% อะลูมินา 30 % น้ำผลึกและอินทรีย์สารประมาณ 10% นอกจากนี้ยังมีแร่ธาตุอื่นๆปะปนอยู่ในดินด้วย เช่น ไทเทเนียม (TiO_2) เฟอร์ริก (Fe_2O_3) แคลเซียม (CaO) แมกนีเซียม (MgO) เหล็กซัลเฟต (FeS) โพแทสเซียม (K_2O) และโซเดียม (Na_2O) เป็นต้น

ตัวอย่างผลวิเคราะห์เคมีดินเหนียว

ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างผลวิเคราะห์เคมีดินเหนียว

คุณสมบัติทางเคมี	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	MnO_2	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	LOI
ดินดำเวียงป่าเป้า	58.72	24.77	1.65	0.7	0.02	0.26	0.19	2.7	0.06	11.25
ดินดำแม่ริม	55	27.9	2.1	-	-	0.28	0.44	3.61	0.45	9.9
ดินดำสุราษฎร์ธานี	52	31	1.54	0.28	-	0.20	0.30	2.10	0.30	12.90

ที่มา: ห้างหุ้นส่วนจำกัด อภิโชค (ดินดำเวียงป่าเป้า)

ที่มา: ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา : 2538 (ดินดำแม่ริม)

ที่มา: ห้างหุ้นส่วนจำกัด น้ำยั้งเฮง (ดินดำสุราษฎร์ธานี)

ผลวิเคราะห์เคมีดินดำแม่ริม ตำบลสวาง อำเภอมะริม จังหวัดเชียงใหม่

ตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างผลวิเคราะห์เคมีดินดำแม่ริม ตำบลสวาง อำเภอมะริม จังหวัดเชียงใหม่

คุณสมบัติทางเคมี	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	MnO_2	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
ดินดำสวาง แม่ริม	62.9	19.9	1.6	0.78	0.01	0.27	0.30	2.7	0.15

ที่มา : คลฤดี นิมพาลี (ผู้วิเคราะห์) ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร : 2544

วิเคราะห์โดยวิธี ICP- Atomic Emission Spectrometry

1.2 สมบัติทางกายภาพของดินดำ

1) ขนาดของดินเหนียวจะมีผลึกละเอียดมากน้อยเพียงใด เปลี่ยนแปลงไปตามแหล่งที่พบเมื่อถูกพัดพาไปไกลจากแหล่งเดิมมาก ขนาดเม็ดอนุภาคจะละเอียดมากขึ้นตามลำดับ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.05-1.00 ไมโครเมตร

2) ความเหนียว (plasticity) ดินเหนียวเป็นดินที่ม้วนน้ำได้มาก ความเหนียวจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของดิน ซึ่งประกอบด้วยหลักสำคัญคือ ปริมาณของอินทรีย์สารขนาดของเม็ดดินและวัตถุที่ให้ความเหนียวเช่น ดินเบน โตไนท์

3) การหดตัวเมื่อแห้ง (drying shrinkage) ดินเหนียวที่มีทรายปนอยู่สูงแทบไม่มีการหดตัวเลย แต่ดินเหนียวที่มีอินทรีย์สารสูงจะมีการหดตัวมากประมาณร้อยละ 13-17

4) การหดตัวหลังเผา (firing shrinkage) มีการหดตัวสูงประมาณร้อยละ 15 เนื่องจากดินเหนียวมีขนาดอนุภาคที่เล็กมาก

5) ความแข็งแรงของดินเมื่อแห้งก่อนเผา (green strength) ดินเหนียวมีความแข็งแรงสูง (strength) ประมาณ 100-1000 psi (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)

6) สีหลังเผา เป็นสีขาวนวลถึงสีครีม

7) มีแร่ธาตุพวกต่างและไมกาในดินทำหน้าที่เป็นตัวหลอมละลาย ช่วยลดอุณหภูมิในการเผา

1.3 ประโยชน์ของดินดำ

ดินดำใช้กันมากในอุตสาหกรรมถ้วยชามและสุขภัณฑ์ โดยนำไปผสมกับดินขาว ประโยชน์ของดินดำได้แก่

1) ช่วยเพิ่มความเหนียวของผลิตภัณฑ์ ทำให้เนื้อดินปั้นขึ้นรูปได้ดี ผสมในเนื้อดินอัตราส่วน 20-50%

2) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงก่อนเผา (Green Strength) ลดการสูญเสียจากการแตกหักก่อนเผาในขณะที่เคลื่อนย้าย ผลิตภัณฑ์ไม่เปราะหรือแตกหักง่าย

3) ทำให้น้ำดินหล่อที่ใช้ในการเทแบบไหลตัวดี

4) ทำหน้าที่เสริมปฏิริยาระหว่างมวลสารในระหว่างการเผา ทำให้ดินสุกตัวได้เร็วประหยัดเวลาในการเผา ช่วยในการหลอมละลาย

1.4 ข้อเสียของดินดำ

อย่างไรก็ตามดินดำบางชนิดอาจสร้างปัญหาในการผลิตเซรามิคคือ

1) ในดินดำมีสิ่งเจือปนอื่นๆ (Impurity) สูง เช่น คาร์บอน แร่เหล็ก แร่ไทเทเนียม ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์หลังเผามีตำหนิ และความขาวของเนื้อดินเสียไปด้วย

2) ถ้าใช้ดินดำผสมในปริมาณมากเกินไป ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่ค่อยโปร่งแสง มีการหดตัวสูง ทำให้บิดเบี้ยวและแตกร้าวหลังการเผา

3) เนื่องจากดินดำมีองค์ประกอบในเนื้อดินไม่แน่นอน จึงยุ่งยากในการควบคุมอัตราส่วนผสมทั้งเนื้อดินปั้นและการหล่อแบบ (ไพจิตร อังศิริวัฒน์, 2541)



ภาพที่ 47 แสดงบ่อขุดดินดำบ้านกาดสาว ตำบลสะलग อำเภอแม่มริม จังหวัดเชียงใหม่

2. วัตถุดิบดินแดง (Terra-cotta Clay)

ดินแดงในแหล่งธรรมชาติทั่วไปบนผิวโลกมีผลวิเคราะห์ทางเคมีแตกต่างกันไป บางชนิดมีทรายปนในเนื้อดินมาก บางชนิดมีความเหนียวและเนื้อละเอียด ปริมาณของแร่ธาตุในดินแต่ละแหล่งแตกต่างกันไปด้วย ซึ่งทำให้สีภายหลังการเผาแตกต่างกันไป เช่น สีเหลือง สีสนิมพล สีแดง สีแดงเข้ม และสีน้ำตาล เป็นต้น ถ้าในเนื้อดินมีแร่เหล็กประเภทออกไซด์หรือออกซิไดซ์ (oxidized) และไฮเดรต (Hydrated) เนื้อดินภายหลังการเผาจะได้สีส้มแดงสวยงาม แต่ถ้าในเนื้อดินมีแร่เหล็กประเภทซัลไฟด์ (Sulfide) เนื้อดินจะเกิดจุดดำๆ ของแร่เหล็กภายหลังการเผา จุดดำๆ ของแร่เหล็กในเนื้อผลิตภัณฑ์หรือเนื้ออิฐที่เผาแล้ว เมื่อเหล็กซัลไฟด์ถูกออกซิเจนในอากาศจะเกิดปฏิกิริยา ออกซิไดซ์ กลายเป็นกรดซัลฟูริกหรือกรดกำมะถัน ซึ่งทำให้เนื้อดินมีสีดำเป็นจ้ำๆ (Scum) ขึ้นมาภายหลัง ในกรณีเดียวกันถ้าเนื้อดินแดงมีปริมาณของแร่ฟอสฟอรัสอยู่ ซึ่งเป็นเกลือซัลเฟตของแคลเซียม เนื้อดินก็จะเกิดสีคล้ำเป็นจ้ำๆ ภายหลังการเผา (ไพจิตร อังศิริวัฒน์, 2541)

แหล่งดินที่ใช้สำหรับผลิตเครื่องปั้นดินเผาท้องถิ่น ส่วนมากจะเป็นแหล่งธรรมชาติที่อยู่ใกล้เคียงกับชุมชนเครื่องปั้นดินเผานั้นๆ ที่สามารถขุดได้จากท้องนา ริมห้วย ริมแม่น้ำหรือริมคู ซึ่งสามารถสังเกตได้จากแหล่งชุมชนเครื่องปั้นดินเผาต่างๆ เช่น เครื่องปั้นดินเผาเมืองกุ้ง อำเภอหางดง จังหวัดเชียงใหม่ เครื่องปั้นดินเผาบ้านเกาะเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี เครื่องปั้นดินเผาบ้านโป่งสลิ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เครื่องปั้นดินเผาบ้านสาง อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา เป็นต้น

2.1 ดินตามธรรมชาติสามารถแบ่งตามลักษณะการเกิดได้ 2 ประเภท คือ

1) ดินที่เกิดในแหล่งภูเขา หรือดินปฐมภูมิ (Primary or Residual Clay) เป็นดินที่เกิดจากหินผืนมาที่ผุกร่อนจากกาซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำฝนชะล้างเอาสารประกอบต่างออกแล้วทับถมกันอยู่โดยไม่เคลื่อนย้ายไปจากแหล่งเดิม กลายเป็นแร่เซอริไซต์ (Sericite) และแร่ดินขาว เกาลินไนท์ (Kaolinite) ตามลำดับ ดินขาวประเภทนี้มีความบริสุทธิ์สูง เมื่อดินมีขนาดใหญ่ เนื้อดินมีความเหนียวน้อย

2) ดินที่เกิดในที่ราบลุ่ม หรือดินตะกอน (Sedimentary Clay) เกิดจากอนุภาคของดินในแหล่งต้นกำเนิดถูกพัดพาออกไปจากแหล่งเดิม โดยกระแสน้ำจากธารน้ำแข็งไปตกตะกอนร่วมกับอินทรีย์สารและแร่ธาตุอื่นๆ เรียกว่า ดินย้ายถิ่น เนื้อดินมีความละเอียดมาก เนื่องจากขณะถูกพัดพาไปตามกระแสน้ำได้ถูกขัดสีและบดให้ละเอียดลงด้วยกรวดในลำธาร เมื่อดินที่หยาบหรือมีขนาดใหญ่จะตกตะกอนก่อน ส่วนอนุภาคที่ละเอียดจะถูกพัดพาไปตกตะกอนไกลกว่าซึ่งจะรวมตัวกับอินทรีย์สารและแร่ธาตุต่างๆ ที่ไหลมาตามลำธารเช่นกัน ทำให้ดินมีความบริสุทธิ์น้อยกว่า มีสีเข้มขึ้นและมีความเหนียวเพิ่มขึ้น แต่ทนไฟได้ต่ำกว่าดินปฐมภูมิ ดินที่เกิดในที่ราบลุ่มได้แก่ ดินดำ ดินแดง ดินเหลือง ดินเทา เป็นต้น ซึ่งแตกต่างกันไปตามลักษณะของดินที่เกิดหรือสิ่งเจือปน ดินดำเกิดจากดินขาวที่มีซากพืชซากสัตว์เจือปนทับถมกันมานานนับล้านปี ส่วนดินแดงหรือดินเหลืองเกิดจากดินขาวที่มีธาตุเหล็กเจือปนในปริมาณที่แตกต่างๆ กันไป

2.2 ดินเอิร์ทเทนแวร์ บ้านไร่พัฒนา ตำบลแม่ปู้คา อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่

ดินเอิร์ทเทนแวร์ บ้านไร่พัฒนา ตำบลแม่ปู้คา อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ได้จากการขุดที่นาเพื่อทำบ่อดินพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 2 ไร่ โดยขุดเป็นชั้นๆ

ชั้นบนสุดใช้สำหรับปลูกต้นไม้ เนื่องจากมีแร่ธาตุสารอาหารของต้นไม้ มีสีดำอมเทา

ดินชั้นที่สองและสาม ใช้สำหรับการถมที่ มีสีดำสนิท

ดินชั้นที่สี่ ขุดลึกลงไปประมาณ 6-8 เมตร ใช้สำหรับการปั้นหม้อ หรือขึ้นรูปภาชนะเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้านของแหล่งบ้านหม้อ ตำบลห้วยทราย อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ มีลักษณะของดินปนทราย ทรายมีขนาดเล็กละเอียดปริมาณมาก มีสีเหลือง มีความเหนียวสูง

ดินชั้นที่ห้า ขุดลึกประมาณ 12 เมตร เป็นดินปนทราย ทรายมีขนาดเล็ก ละเอียดค่อนข้างมาก เมื่อขุดนำดินมาใช้ประโยชน์แล้ว บริเวณที่เป็นบ่อลึกจะใช้ในการเลี้ยงปลา



ภาพที่ 48 แสดงลักษณะทั่วไปของดินเหนียวบ้านไร่พัฒนา ตำบลแม่ปูกา อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่

วัตถุประสงค์ของการเตรียมเนื้อดินปั้น

1. เพื่อเปลี่ยนแปลงสี หรือพื้นผิวภายหลังการเผาเพื่อเปลี่ยนแปลงความเหนียวของเนื้อดินปั้น ให้มีความเหนียวเพิ่มมากขึ้นหรือลดน้อยลง
2. เพื่อลดการหดตัวของเนื้อดินปั้น พัฒนาให้ดินปั้นมีการบิดงอ หรือแตกร้าวน้อยที่สุด
3. เพื่อแลกเปลี่ยนระดับอุณหภูมิในการเผาของเนื้อดินปั้น ให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นหรือต่ำลง หรือเพิ่มความหนาแน่นของเนื้อดินในระดับอุณหภูมิที่ต้องการเผา
4. เพื่อเปลี่ยนแปลงเนื้อดินให้เหมาะสมกับวิธีการขึ้นรูป และน้ำเคลือบที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์

วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเคลือบสีลาด

1. เคลือบสีลาด

เคลือบสีลาดเป็นเคลือบสีที่ได้จากไม้ชนิดต่างๆ เช่น จี๊เจ้าเกลบ จี๊เจ้าจากเตาหุงต้มอาหาร จี๊เจ้าจากไม้หรือผักชนิดต่างๆ เป็นต้น เคลือบสีลาดมีต้นกำเนิดจากประเทศจีนในปลายราชวงศ์ถังและทำ

แพร่หลายมากในสมัยราชวงศ์ซ้อง (พ.ศ. 1503–1822) ซึ่งเป็นที่นิยมและเป็นของใช้ในราชการสำนัก เนื่องจากสีของเคลือบมีลักษณะเหมือนหยก ซึ่งเชื่อว่าเป็นอัญมณีล้ำค่าคู่ควรกับชนชั้นกษัตริย์ จึงทำให้เกิดความนิยมแพร่หลายสู่ต่างประเทศ เช่น เกาหลี ญี่ปุ่น เวียดนาม และไทย เคลือบสีลาดมีหลายสีหลายโทน เช่น สีเขียวอมฟ้า เขียวอมเทา เขียวมน้ำตาล และเขียวขี้ม้า ไทยเรานิยมเรียกเคลือบสีลาดว่า “เครื่องสังคโลก” ตามแหล่งผลิตในประวัติศาสตร์ที่ อ. สวรรคโลก จ. สุโขทัย



ภาพที่ 49 แสดงผลการทดลองเคลือบเซลาดอนเคมี เนื้อดินสโตนแวร์

CELADON GLAZES FORMULA		TEST PIECES CHINA CLAY (LAMPANG)							
RAW MATERIAL (g)	FORMULA	1	2	3	4	5	6	7	8
POTASH FELDSPAR	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$	26		33		33		22	
SODA FELDSPAR	$Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$		26		33		33		22
CALCIUM CARBONATE	$CaCO_3$	16	16	16	16	16	16	16	16
BARIUM CARBONATE	$BaCO_3$	10		6	6	10	10	6	6
TALC	$3MgO \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$			3	3	4	4	7	7
BONE ASH	$Ca_3(PO_4)_2$					2	2		
KAOLIN (LAMPANG)	$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$	16	16	14	14				
KAOLIN (SPC)	$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$					15	15	25	25
SILICA	SiO_2	32	32	28	28	20	20	24	24
FERRIC OXIDE	Fe_2O_3	15	2	15	2	15	2	15	2
BLACK IRON OXIDE	FeO		1		1		1		1
ADDITION (%)		1	1	1	1	1	1	1	1

ภาพที่ 50 แสดงผลการทดลองเคลือบเซลาดอนเคมี บนเนื้อดินขาวสูตรต่างๆ

ตัวอย่างสูตรน้ำเคลือบสีลาดล ทดลองโดยศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา

สูตรของเซเกอร์ (Sege's Formula)

0.40	KNaO		
0.45	CaO		
0.10	ZnO	0.45 Al ₂ O ₃	3.0 SiO ₂
0.05	BaO		

ตารางที่ 4 การคำนวณจากสูตรเซเกอร์เป็นเปอร์เซ็นต์วัตถุดิบ และเทียบกับสูตรเคลือบสีเถ้าไม้ซึ่งเป็นมาตรฐาน

เคลือบเซลาดอนเทียม วัตถุดิบ %		เคลือบสีเถ้าไม้ธรรมชาติ วัตถุดิบ %	
หินฟันม้าสแตนดาร์ด (Claymins)	74.1	หินฟันม้าสแตนดาร์ด	55
ดินขาวลำปางเกรด A	1.8	ดินดำแมร์ม	25
ควอตซ์	5.0	สีเถ้าไม้	20
หินปูนของปูนทราย	13.4	(ในอัตราส่วนไม้ก่อก : รกฟ้า = 1:1)	
ซิงค์ออกไซด์	2.6		
แบเรียมคาร์บอเนต	3.1		
เฟอร์โรซิลิกเกต	2.0		

ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำเคลือบ 1.52 ขนาดอนุภาคเฉลี่ย 8.15 ไมครอน

ตัวอย่างสูตรเคลือบสีลาดลจากผลการวิจัย ของศูนย์พัฒนาเครื่องเคลือบดินเผา เรื่อง “การวิจัยและพัฒนาเครื่องเคลือบดินเผาเลียนแบบแหล่งเตาสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ย้อนรอยการผลิตเครื่องถ้วยสันกำแพงในยุค 500 ปี” โดยกาญจนา ตีบกวาง (2546: 45) พบว่าเคลือบที่มีส่วนผสมของสีเถ้าไม้ก่อก ร้อยละ 20 หินฟันม้าสแตนดาร์ด ร้อยละ 40 และดินดำแมร์ม ร้อยละ 40 นำไปเคลือบบนเนื้อดินดำแมร์ม ทารองพื้นด้วยดินขาว เเผาที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส บรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ ได้ผลคือเคลือบสีเขียวอ่อนใส แดกราน มีลักษณะใกล้เคียงกับชิ้นงานตัวอย่างเครื่องถ้วยสันกำแพงโบราณ และเมื่อนำไปเคลือบชิ้นงานที่มีการตกแต่งลวดลายด้วยสีได้เคลือบจะมองเห็นลวดลายได้ชัดเจน



ภาพที่ 51 แสดงลักษณะเคลือบขี้เถ้าไม้ก่อกที่ใช้ผลิตเลียนแบบเครื่องถ้วยสันกำแพง

2. วัตถุดิบที่ใช้ในการทำน้ำเคลือบ

2.1 ขี้เถ้าไม้

เคลือบขี้เถ้าไม้เป็นเคลือบที่ใช้กันมานานแล้วตามประวัติศาสตร์ของจีนและญี่ปุ่น เป็นเคลือบอุณหภูมิสูงชนิดแรกที่มีมนุษย์รู้จักทำขึ้น ยังคงนิยมใช้ต่อกันมาจนถึงปัจจุบัน แต่ในขณะนี้ขี้เถ้าจากไม้ต่างๆ นับว่าจะหาได้ยากและมีราคาแพง

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไม่นิยมเคลือบด้วยเคลือบขี้เถ้าเนื่องจากขี้เถ้าไม้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่ายทำให้เคลือบที่ใช้ขี้เถ้าเป็นส่วนประกอบมีคุณภาพไม่คงที่ การผลิตครั้งแรกและครั้งต่อๆ ไปมักมีปัญหาสีไม่เหมือนเดิม คุณสมบัติของขี้เถ้าจากพืชทุกชนิดมีส่วนประกอบของแคลเซียม แมกนีเซียม โซดา โพแทส ฟอสฟอรัส ไฮโดรเจนและคาร์บอน เมื่อเผาไหม้หมดขี้เถ้าจะเหลือเพียงปริมาณเล็กน้อยเท่านั้น

เคลือบขี้เถ้าไม้หลอมละลายในอุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ได้เนื่องจากมีด่างเป็นตัวหลอมละลายอย่างรุนแรง ขี้เถ้าที่เตรียมจากไม้เนื้อแข็งหรือไม้ยืนต้น มีคุณภาพดีกว่าขี้เถ้าไม้เนื้ออ่อน (ไพจิตร อังศิริวัฒน์ , 2537)

การเตรียมขี้เถ้า หลังจากได้ขี้เถ้าไม้มาแล้วอาจนำไปเผาซ้ำเพื่อลดปริมาณของถ่านไม้ที่เจือปนอยู่ หรือถ้าเป็นขี้เถ้าที่มีการเผาไหม้สมบูรณ์ก็สามารถนำผงขี้เถ้าไม้มาล้างด้วยน้ำเพื่อลดปริมาณของด่างที่ผสมอยู่ โดยนำขี้เถ้าไม้ผสมกับน้ำให้มีปริมาณของน้ำมากกว่าสองเท่าของขี้เถ้า ใช้ตะแกรงตักแยกเอาเศษไม้หรือถ่านที่ลอยอยู่บนผิวน้ำออกทิ้ง แล้วรินน้ำและขี้เถ้าใส่ถังอีกใบหนึ่ง ทิ้งเศษดินและกรวดทรายที่ตกค้างอยู่กันถึงใบแรก กรองขี้เถ้าด้วยตะแกรงเบอร์ 60 ถึง เบอร์ 100 จากนั้น ปล่อยให้ขี้เถ้าตกตะกอน 2-3 ชั่วโมง จึงค่อยๆ รินน้ำออกทิ้งหรือใช้วิธีการลักน้ำ เปลี่ยนน้ำใหม่ปล่อยให้ตกตะกอน แล้วรินน้ำออกทำจนน้ำใสและไม่ล้นมือ หรือใช้วิธีการตรวจวัดความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ให้ได้ค่าเป็นกลางมากที่สุด ขั้นสุดท้ายนำขี้เถ้าที่ได้ไปตากแดดหรือเข้าตู้อบให้แห้งก่อนนำไปใช้ในการผสมกับวัตถุดิบรวมอื่นๆ เช่น หินฟันม้า และดิน

2.2 หินฟันม้า

หินฟันม้าหรือแร่เฟลด์สปาร์ (Feldspar) เป็นวัตถุดิบที่นิยมใช้ในการเตรียมเคลือบอุตสาหกรรม ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิการเผาหรือช่วยให้เกิดการหลอมละลาย และให้เนื้อแก้วในเคลือบ แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

1) โพแทสเซียมเฟลด์สปาร์ (Potash Feldspar) องค์ประกอบทางเคมีคือ $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ มักอยู่ในรูปผลึก (Crystal) มีสารประกอบส่วนใหญ่เป็นโพแทสเซียมอลูมิเนียมซิลิเกต (Potassium Aluminium Silicate) ส่วนประกอบทางเคมี มีดังนี้ (โกลด์ รักษ์วงศ์, 2539)

ซิลิกา	ร้อยละ 65.7
อลูมินา	ร้อยละ 18.4
โพแทสเซียม	ร้อยละ 16.9

และอาจมีสารประกอบของแคลเซียมปนอยู่ด้วย มีจุดหลอมละลายประมาณ 1200-1250 องศาเซลเซียส มีคุณสมบัติช่วยลดอุณหภูมิการเผา (Flux) ช่วยให้เคลือบมีความมันแวววาว ช่วยให้การไหลเคลือบง่ายขึ้น (Fluidity) ผิวเคลือบมีความแข็งทนต่อการขีดข่วน

2) โซดาเฟลด์สปาร์ (Soda Feldspar or Albite) องค์ประกอบทางเคมีคือ $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ อยู่ในรูปผลึกสีขาวหรือสีเทา นิยมใช้เป็นตัวลดอุณหภูมิ (Flux) ในเคลือบไฟสูง ส่วนประกอบทางเคมี มีดังนี้ (โกลด์ รักษ์วงศ์, 2539)

ซิลิกา	ร้อยละ 68.8
อลูมินา	ร้อยละ 19.4
โซเดียม	ร้อยละ 11.8

แร่นี้จะเกิดร่วมกับแร่หินฟันม้าอื่นๆ ในปริมาณมากบ้าง น้อยบ้าง มีจุดหลอมละลายประมาณ 1100-1200 °C

3) เฟลด์สปาร์กระเทียมหรือสแตนดาร์ดสปาร์ (Standardspar) ซึ่งมี ส่วนประกอบของค่าทั้งโพแทสเซียมและโซเดียม เจือปนอยู่ด้วย องค์ประกอบทางเคมีคือ $KNaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$ ส่วนประกอบทางเคมี มีดังนี้ (กาญจนา ตีบกวาง, 2546)

ซิลิกา	ร้อยละ 71.01
อลูมินา	ร้อยละ 17.31
โพแทสเซียม	ร้อยละ 0.50
โซเดียม	ร้อยละ 9.18

และมีสารประกอบของแคลเซียมเจือปนอยู่ ร้อยละ 0.87 ทิทาเนียมไดออกไซด์ ร้อยละ 0.20 และเฟอร์ริกไดออกไซด์ ร้อยละ 0.18

2.3 ดิน

ใช้เป็นตัวทนไฟในเคลือบ ช่วยทำให้เคลือบด้าน หากใช้ในปริมาณมากจะทำให้เคลือบทึบ และยังเป็นตัวช่วยในการยึดเกาะของเคลือบ ช่วยให้ผิวเคลือบมีความแข็งแรงไม่หลุดร่อนขณะชุบ โดยเฉพาะดินที่มีความเหนียว และอาจให้สีในเคลือบหากเป็นดินที่มีแร่ธาตุอื่นเจือปน เช่นดินแดงที่มีแร่เหล็ก เป็นต้น

3. วัตถุดิบที่ใช้ในการพัฒนาเคลือบ

3.1 ทิทาเนียมไดออกไซด์ (Titanium Dioxide) มีสูตรทางเคมีคือ TiO_2 เป็นออกไซด์ที่มีความทนไฟเท่าซิลิกา ช่วยให้ทึบในเคลือบ (Opacifier) ถ้าใช้ในเคลือบปริมาณร้อยละ 5-10 จะช่วยให้ผิวเคลือบมันวาว สารที่ให้ทิทาเนียมไดออกไซด์ ได้แก่ ทิทาเนียมไดออกไซด์ (Titanium Dioxide) และ รูไทล์ (Rutile) (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ 2532)

3.2 ซิงค์ออกไซด์ (Zinc Oxide) มีสูตรทางเคมีคือ ZnO เป็นวัตถุดิบที่มีจุดหลอมละลายสูง ใช้ในเคลือบอุณหภูมิปานกลางถึงอุณหภูมิสูง ประมาณ 1150-1250 องศาเซลเซียส โดยใช้ร่วมกับต่างตัวอื่นๆ (Hopper 1984) ถ้าใช้ในปริมาณน้อย จะทำหน้าที่เป็นตัวช่วยหลอมละลาย แต่ถ้าใช้ในปริมาณมากจะทำหน้าที่เป็นตัวทนไฟและทำให้เกิดทึบในเคลือบ ใช้เป็นวัตถุดิบในการทำเคลือบผลึก (Conrad 1987) การใช้ในเคลือบปริมาณน้อยจะช่วยให้การไหลตัวของเคลือบดี (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ 2532) ถ้าใช้ปริมาณมากเกินไปจะทำให้เคลือบแยกตัว (Crawling)

3.3 แบเรียมคาร์บอเนต (Barium Carbonate) มีสูตรทางเคมีคือ BaCO_3 เป็นแร่ที่เกิดในธรรมชาติร่วมกับฟลักซ์ตัวอื่นๆ (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ 2532) มีจุดหลอมละลายที่อุณหภูมิ 1,930 องศาเซลเซียส เป็นตัวหลอมละลายที่อุณหภูมิปานกลางจนถึงสูง 1180-1250 องศาเซลเซียส ใช้เป็นตัวเร่งในการหลอมละลายของเคลือบ (ไพจิตร อังศิริวัฒน์ 2541) ถ้าใช้ปริมาณมากเกินไปร้อยละ 20 ในเคลือบจะทำให้ผิวเคลือบด้าน เคลือบที่มีปริมาณแบเรียมคาร์บอเนตสูง ถ้าเผาเกินอุณหภูมิไปประมาณ 20-30 องศาเซลเซียส จะเกิดฟองที่ผิวเคลือบ

3.4 แมกนีเซียมคาร์บอเนต (Magnesium Carbonate) มีสูตรทางเคมีคือ MgCO_3 เป็นแร่ที่เกิดในธรรมชาติมักปะปนอยู่กับเฟลด์สปาร์ และหินปูน (Limestone) ใช้เป็นตัวทนไฟที่อุณหภูมิต่ำ และเป็นตัวช่วยหลอมละลายที่อุณหภูมิสูง (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ 2531) และช่วยให้เคลือบยึดเกาะกับเนื้อดินดีขึ้น

3.5 เซอร์โคเนียมซิลิเกต (Zirconium silicate) มีสูตรทางเคมีคือ Zr SiO_4 ใช้แทนซิลิกาในบางส่วนของดีบุกออกไซด์อยู่ด้วย เป็นตัวช่วยให้เคลือบที่บดกว่าการใช้ดีบุกออกไซด์เพียงอย่างเดียว (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ 2531) ปัจจุบันนิยมใช้เซอร์โคเนียมในการทำเคลือบที่มากกว่าการใช้ดีบุกออกไซด์ เนื่องจากมีราคาถูกกว่า

4. วัตถุดิบสารให้สีในเคลือบ

4.1 เฟอริกออกไซด์ (Ferric Oxide) หรือเรียกว่าเหล็กออกไซด์หรือเหล็กแดง สูตรทางเคมีคือ Fe_2O_3 มีขนาดอนุภาคที่ละเอียดกว่าเหล็กดำสามารถใช้เป็นสารให้สีทั้งในเนื้อดินและเคลือบ ถ้าใช้ในเคลือบทั่วๆ ไป จะให้สีน้ำตาลแดงเล็กน้อย จนถึงสีแดงน้ำตาล ถ้าใช้ปริมาณมากเกินไปจะเกิดลักษณะผลึกเล็กที่ผิวเคลือบ ถ้าใช้ในปริมาณร้อยละ 7 ขึ้นไปจะให้เคลือบสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำ ถ้าใช้ปริมาณน้อยร้อยละ 2-3 จะให้สีน้ำตาลอ่อน ถ้าเผาในบรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์จะให้สีเขียวแบบเคลือบเซลาดอน

4.2 เฟอรัสออกไซด์ (Ferrous Oxide) หรือเรียกว่าเหล็กออกไซด์หรือเหล็กดำ สูตรทางเคมีคือ Fe_3O_4 ใช้ในเคลือบสีทั่วๆ ไป เหมือนการใช้เหล็กแดง มีปริมาณแร่เหล็กมากกว่าเฟอริกออกไซด์ ให้สีที่คล้ำกว่าการใช้เฟอริกออกไซด์

4.3 โคบอลต์ออกไซด์ (Cobalt Oxide) สูตรทางเคมีคือ CoO เป็นสารให้สีที่รุนแรงที่สุด ให้สีฟ้าจนถึงสีน้ำเงิน ถ้าใช้ในปริมาณมากจะทำหน้าที่เป็นตัวทนไฟ ถ้าใช้ร่วมกับเฟอริกออกไซด์จะให้สีดำ

4.4 โครมิกออกไซด์ (Chromic Oxide) สูตรทางเคมีคือ Cr_2O_3 เป็นสารให้สีที่รุนแรงตัวหนึ่ง ถ้าใช้ในเคลือบไฟสูงจะให้สีเขียว และจะให้สีน้ำตาลถ้ามีซิงค์ออกไซด์ปนอยู่ด้วย จะใช้ประมาณร้อยละ 2-5

4.5 แมงกานีสไดออกไซด์ (Manganese Dioxide) สูตรทางเคมีคือ MnO_2 เป็นสารให้สีม่วงถึงสีน้ำตาล ถ้าใช้ปริมาณมากเกินไปจะทำให้ผิวเคลือบมีฟองอากาศ ถ้าใช้ร่วมกับคอปเปอร์ออกไซด์จะให้สีดำ ถ้าใช้ร่วมกับเคลือบที่มีเฟอริกออกไซด์สูง จะให้สีดำ

วัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมสีตกแต่งได้เคลือบ

ดินแดงอำเภอดอยสะเก็ด

จากข้อสันนิษฐานของไกรศรี นิมนานเหมินทร์ (2524) เกี่ยวกับวัตถุดิบสีที่ใช้ตกแต่งด้วยวิธีเขียนลวดลายได้เคลือบของเครื่องถ้วยสันกำแพง น่าจะมาจากดินแดงในพื้นที่อำเภอดอยสะเก็ด ซึ่งอยู่ใกล้เคียงกับแหล่งเตาสันกำแพง ใช้เวลาเดินเท้าไปกลับได้ภายในหนึ่งวัน ลักษณะดินแดงดอยสะเก็ดเนื้อดินมีสีแดงเข้มคล้ายสีของผงเฟอริกออกไซด์ (Ferric oxide) เนื้อร่วนเป็นเม็ดๆ หมูบ้านหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผาเมืองทุ่ง อำเภอบางคนที จังหวัดเชียงใหม่ ได้ใช้ดินแดงดอยสะเก็ดผสมน้ำและน้ำมันโซล่า ทาผิวผลิตภัณฑ์ขณะหมาด จะให้สีแดงเข้ม



ภาพที่ 52 แสดงแหล่งดินแดงบ้านแม่ดอกแดง อำเภอคอยสะเกิด จังหวัดเชียงใหม่

ผลวิเคราะห์เคมีดินแดงบ้านแม่ดอกแดง อำเภอคอยสะเกิด จังหวัดเชียงใหม่

ตารางที่ 5 แสดงตัวอย่างผลวิเคราะห์เคมีดินแดงบ้านแม่ดอกแดง อำเภอคอยสะเกิด จังหวัดเชียงใหม่

คุณสมบัติทางเคมี	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
ดินแดงคอยสะเกิด	34.7	20.7	20.2	7.2	0.06	0.14	0.20	0.50	ND

ที่มา : คลฤดี นิมพาลี (ผู้วิเคราะห์) ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร : 2544

วิเคราะห์โดยวิธี ICP- Atomic Emission Spectrometry

จากการศึกษาของพิเชษฐ์ นุ่มงาม (2544) และอนิรุทธ์ เผ่าพันธุ์เหนือ (2545) พบว่า การใช้ดินแดงคอยสะเกิดเพียงอย่างเดียวไม่สามารถให้สีค่าที่เข้มเพียงพอ โดยผลการวิจัยที่ได้จะให้สีน้ำตาลเท่านั้น จึงได้เกิดข้อสันนิษฐานบางประการเกี่ยวกับการนำเข้าสินค้าสีได้เคลือบจากต่างประเทศในช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งในยุคเดียวกันนี้ ประเทศจีนอยู่ในยุคที่เครื่องลายครามรุ่งเรือง ซึ่งได้ใช้สีเงินได้เคลือบสีน้ำเงินที่นำเข้ามาจากเปอร์เซียตามเส้นทางสายไหม จึงเป็นข้อสังเกตที่น่าสนใจในการศึกษาการใช้สีได้เคลือบที่ให้สีน้ำเงินจากโคบอลต์ออกไซด์มาผสมกับดินแดงในท้องถิ่น เพื่อลดปริมาณการใช้วัตถุดิบนำเข้าจากต่างประเทศที่มีราคาแพงและหาได้ยากในยุคนั้น รวมทั้งการใช้แร่ธาตุบางชนิดที่หาได้มาผสม เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีการวิจัยของศูนย์พัฒนาเครื่องเคลือบดินเผาเรื่อง “สีใต้เคลือบจากวัตถุดิบที่มีเหล็กออกไซด์สูง” โดยกาญจนา อินทรชิต (2545) พบว่า การใช้ดินแดงจากบ้านใหม่บัวแดง จังหวัด เชียงรายที่ผ่านการบดและกรองผ่านตะแกรงขนาด 325 เมช มาตกแต่งใต้เคลือบสีที่มีส่วนผสมของดิน ขาวลำปางร้อยละ 60 ควอร์ตอร์รูนี้อยู่ร้อยละ 20 หินปูนร้อยละ 20 และเติมทัลคัมร้อยละ 10 เผาที่ อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียสบรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ สีใต้เคลือบที่ได้จะมีสีน้ำตาลเข้มคล้าย สีชอคโกแลตในบริเวณที่ระบายสีค่อนข้างหนาและจะมีสีซีดจางลงในบริเวณที่ระบายสีค่อนข้างบาง แต่ ถ้านำไปเผาที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียสบรรยากาศสันดาปสมบูรณ์ สีใต้เคลือบที่ได้จะมีสีน้ำตาลเข้ม คมชัดสม่ำเสมอ และมีงานวิจัยเรื่อง “การวิจัยและพัฒนาเครื่องเคลือบดินเผาเลียนแบบแหล่งเตาสัน กำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ย้อนรอยการผลิตเครื่องถ้วยสันกำแพงในยุค 500 ปี” โดยกาญจนา ดิบบาง (2546) ได้ทำการศึกษาการใช้ดินแดงคอยสะกัดผสมกับสีใต้เคลือบสำเร็จรูปสีดำ ในอัตราส่วนดินแดง ต่อสีดำ 9:1 มาตกแต่งใต้เคลือบสีลาดลที่มีส่วนผสมของจีเถ้าไม้ก้อยร้อยละ 20 หินฟันม้าแสดนคาร์ด ร้อยละ 40 และดินดำแม่ริมร้อยละ 40 เผาที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียสบรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ พบว่าสีใต้เคลือบที่ได้มีสีเทาและค่อนข้างซีดจาง โดยเฉพาะบริเวณที่ระบายสีค่อนข้างบาง



ภาพที่ 53 แสดงผลการทดสอบการใช้เหล็กออกไซด์เขียนใต้เคลือบสี (กาญจนา อินทรชิต 2545 : 25)



ภาพที่ 54 แสดงผลการทดสอบการใช้ดินแดงคอยสะกัด 9 ส่วนต่อสีสำเร็จรูป 1 ส่วน เขียนใต้เคลือบจีเถ้าไม้ก้อย (กาญจนา ดิบบาง 2546 : 48)

กรรมวิธีการผลิต

ในการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการพัฒนาองค์ความรู้ที่สามารถนำไปถ่ายทอดให้กับอุตสาหกรรมท้องถิ่นที่เข้าร่วมโครงการ จึงทำการศึกษากรรมวิธีผลิตภายใต้ศักยภาพของอุตสาหกรรมท้องถิ่น ทั้งการขึ้นรูปด้วยเป็นหมุน การตกแต่งด้วยวิธีแกะและเจียนสีได้เคลือบ รวมทั้งการเผาด้วยเตาเชื้อเพลิงแก๊สของโรงงานบ้านศิลาดล

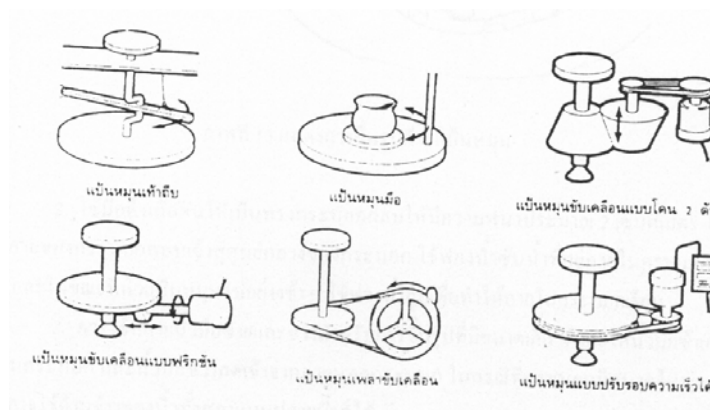
กระบวนการขึ้นรูปด้วยเป็นหมุน

การขึ้นรูปด้วยเป็นหมุน (Wheel Throwing) เป็นวิธีแรกที่มนุษย์ยุคก่อนประวัติศาสตร์รู้จักการประดิษฐ์เครื่องมือขึ้นมาใช้ ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาแทนการปั้นด้วยมือ เริ่มตั้งแต่ 3,000 ปี ก่อนประวัติศาสตร์และยังคงใช้ในการขึ้นรูปในระบบกึ่งอุตสาหกรรมมาจนถึงปัจจุบัน เพราะสามารถผลิตได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งมีการใช้เป็นรองดินปั้นที่สามารถหมุนได้และบังคับการขึ้นรูปด้วยมือโดยช่างปั้นผู้ชำนาญงานโดยปกติดินที่นำมาปั้นเป็นหมุนมีน้ำอยู่ในดินร้อยละ 22–25 เนื้อดินจะอ่อนนุ่มกว่าดินที่ปั้นเป็นรูปทรงต่างๆ ผลิตภัณฑ์จะหดตัวมากเนื่องจากขณะที่ยังมีการเติมน้ำ เพื่อช่วยในการหล่อลื่น ทำให้เนื้อดินมีอัตราส่วนของน้ำในปริมาณมาก การหดตัวจึงเพิ่มมากขึ้น เป็นวิธีการที่ต้องอาศัยประสบการณ์และความชำนาญมาก เหมาะสำหรับการผลิตชิ้นงานหน้าตัดกลมขนาดใหญ่ ไม่นิยมใช้งานการผลิตระบบอุตสาหกรรมเนื่องจากผลิตได้ช้า และควบคุมคุณภาพได้ยาก

ลักษณะเป็นหมุน

ในแต่ละท้องถิ่นลักษณะของเป็นหมุนจะแตกต่างกันไปบ้าง เป็นหมุนแบ่งออกได้ 2 ประเภทคือ

1. เป็นหมุนที่ใช้แรงคนเหยี่ยงใช้มือใช้เท้า หรือผู้อื่นแทน มักมีหัวเป็นหนาเพื่อให้มีรอบหมุนนาน
2. เป็นหมุนที่ขับเคลื่อนด้วยแรงมอเตอร์ไฟฟ้า



ภาพที่ 55 แสดงเป็นหมุนที่ใช้กำลังขับเคลื่อนแบบต่างๆ

วิธีการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน

การขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนของโรงงานบ้านศิลาดล โดยทั่วไปดำเนินตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ตั้งศูนย์ดินบนหัวแป้นหมุนโดยใช้ดินก้อนใหญ่ตั้งศูนย์เฉพาะที่จะปั้นและเปิดปากกรูให้กว้างขึ้น บังคับให้ก้อนดินอยู่ในแนวแกนกลางของแป้นหมุน
2. ใช้มือดึงเนื้อดินให้เป็นทรงกระบอกกลมให้มีความหนาประมาณ 2 เซนติเมตร โดยให้ปลายของกระบอกสอดเข้าสู่ศูนย์กลางของกระบอก ใช้ฟองน้ำชุบน้ำที่อยู๋ภายในกระบอกให้หมด และในขณะที่หัวแป้นหมุนไปอย่างช้า ๆ ใช้ฟองน้ำหรือผ้าชุบเพื่อทำให้ภายในกระบอก
3. ใช้ปลายนิ้วมือซ้ายและขวาสำหรับการขึ้นรูปที่มีขนาดเล็ก ๆ โดยให้นิ้วมือซ้ายกดภายในกระบอก และนิ้วมือขวากดเข้าจากภายนอกกระบอก ในกรณีที่กระบอกมีขนาดใหญ่หรือหนา อาจใช้ด้านข้างของนิ้วทั้งสองแทนปลายนิ้วก็ได้
4. ใช้ปลายนิ้วมือดึงเนื้อดินขึ้นเพื่อให้ทรงกระบอกมีความสูง อาจใช้ปลายนิ้วทั้งสองบีบผนังดินเพื่อให้บาง
5. ในขณะที่ดึงกระบอกให้สูงขึ้น ปลายกระบอกจะเริ่มบานออก ดังนั้นในขณะที่ดึงรูปทรงกระบอกให้สูงขึ้น จะต้องพยายามดึงเนื้อดินให้เข้าหาจุดศูนย์กลางของทรงกระบอกนั้น
6. ใช้ไม้ปากดินช่วยขึ้นรูปจะทำให้ผนังภาชนะเรียบและภาชนะเป็นทรงกระบอก
7. หากทรงกระบอกเริ่มจะหลุดตัวให้เริ่มต้นใหม่ ไม่ควรเสียเวลากับการพยายามทำให้รูปทรงที่กำลังหลุดกลับคืนรูปอีก และควรทำให้เนื้อดินแข็งกว่าที่เป็นอยู่ในขณะที่ทำการขึ้นรูป การวางตำแหน่งข้อศอกเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้การควบคุมของมือเป็นไปด้วยดี ควรวางข้อศอกที่ปลายหัวเข้า ถ้าหากผู้ปั้นถนัดมือซ้ายควรวางตำแหน่งของมือกลับกันกับที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมด แป้นหมุนไฟฟ้าที่ได้มาตรฐานจะสามารถปรับการหมุนให้เป็นไปได้ทั้งลักษณะทวนเข็มนาฬิกาหรือตามเข็มนาฬิกา
8. ส่วนริมของกระบอกที่ไม่เสมอกันให้ใช้เชือกตัดออก แล้วชุบด้วยฟองน้ำหรือผ้า
9. การปั้นชิ้นงานอาจมีการทิ้งร่องรอยของมือบนชิ้นงานที่ปั้น อาจจะดูเหมือนไม่ได้ตั้งใจหรือไม่เรียบร้อยแต่เป็นการแสดงเอกลักษณ์ของการปั้นด้วยมือบนแป้นหมุน
10. จัดแต่งให้ได้รูปทรงจึงใช้เชือกตัดชิ้นงานออกจากดินบนแป้นหมุนจากนั้นตั้งศูนย์ดินที่เหลือปั้นชิ้นงานต่อไป หรืออาจใช้ดินก้อนใหม่ที่มีปริมาณดินมากเพียงพอกับการปั้นชิ้นต่อไป



ภาพที่ 56 แสดงการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนของโรงงานบ้านศิลาดล

การแต่งก้นภาชนะ

การแต่งก้นภาชนะเป็นเทคนิคอีกอย่างหนึ่งของความสำเร็จของงานทุกชิ้นที่ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน เนื่องจากการขึ้นรูปภาชนะบนแป้นหมุนเป็นการขึ้นรูปที่สำเร็จเฉพาะส่วนบนของภาชนะเท่านั้น กล่าวคือ ช่างปั้นสามารถตกแต่งตัวภาชนะและขอบภาชนะจนเป็นที่พอใจ เฉพาะส่วนก้นภาชนะนั้นไม่สามารถทำให้แล้วเสร็จในขณะที่ขึ้นรูปบนแป้นหมุนได้ เนื่องจากภาชนะที่ขึ้นรูปทรงตัวอยู่ได้ด้วยก้นภาชนะ

จุดประสงค์ของการแต่งภาชนะก็เพื่อนำดินที่เกินความจำเป็นออกจากส่วนฐานของภาชนะ ทำให้ภาชนะมีน้ำหนักเบาและภาชนะแห้งเร็วขึ้น และยังลดความเสี่ยงในการแตกร้าวที่มักเกิดขึ้นที่ฐานภาชนะอีกด้วย การแต่งก้นภาชนะยังให้ความงามแก่ภาชนะทั้งใบทำให้แลดูโปรงเบา ซึ่งมักจะนิยมแต่งเป็นวงแหวนได้ก้นภาชนะ



ภาพที่ 57 แสดงภาพการตกแต่งก้นภาชนะในรูปแบบญี่ปุ่น โดยอาจารย์คুমิกะ ยามาซากิ

การตกแต่งลวดลาย

จากเอกลักษณ์เฉพาะของลวดลายและการตกแต่งของเครื่องถ้วยสันกำแพงที่ใช้วิธีเขียนสีได้เคลือบกับการชุบขีด ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว วิธีการตกแต่งดังกล่าวยังคงใช้กันอย่างแพร่หลาย ในการตกแต่งผลิตภัณฑ์เซรามิกที่เน้นความเป็นหัตถศิลป์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาศิลาดลในจังหวัดเชียงใหม่ ที่มีใช้กันในทุกโรงงาน ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันออกไปตามฝีมือและความชำนาญของช่างเขียนและช่างแกะสลักลวดลายแต่ละกลุ่ม

การตกแต่งลวดลายด้วยวิธีแกะสลัก

เป็นการตกแต่งที่เหมาะสมกับเคลือบเซลาดอน เนื่องจากเคลือบมีความโปร่งใส และหากเคลือบมีความหนาบางไม่เท่ากันเนื่องจากความลึกจากลวดลายแกะสลักของผิวผลิตภัณฑ์ จะทำให้สีของเคลือบมีความเข้มอ่อนต่างกัน เป็นการเน้นความชัดเจนของลวดลายให้ดูมีมิติมากขึ้น



ภาพที่ 58 แสดงการตกแต่งลวดลายด้วยวิธีแกะสลักของโรงงานบ้านศิลาดล

การตกแต่งลวดลายด้วยวิธีเขียนสีได้เคลือบ

เป็นวิธีที่นิยมในกลุ่มผลิตภัณฑ์ประเภทลายคราม (Blue and White) เช่น เครื่องถ้วยจีน ซึ่งก่อนหน้านี้ได้มีการตกแต่งวิธีนี้กับเครื่องถ้วยเซลาดอน และเป็นเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยของไทย รวมถึงเครื่องถ้วยสันกำแพงด้วย วิธีการตกแต่งจะใช้วัตถุขี้ผึ้งให้สีเขียนด้วยฟู่กันระบายบนผิวผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาดิบหรือไม่ผ่านการเผาดิบก็ได้ ก่อนนำไปชุบเคลือบและเผาเคลือบ เทคนิคที่นิยมใช้อาจมีการระบายสีแบบไล่สีน้ำหนักก่อน หรือใช้สีหลายสี แต่เอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยสันกำแพงจะใช้สีดำเขียนน้ำหนักเดียว



ภาพที่ 59 แสดงการตกแต่งลวดลายด้วยวิธีเขียนสีได้เคลือบ

การเคลือบ

โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์ศิลปาถดินนิยมเคลือบด้วยวิธีชุบ (Dipping) แต่อาจมีเทคนิคที่แตกต่างกันออกไป เช่น การฝังเคลือบในร่องลวดลายก่อนจุ่มชิ้นงานทั้งใบลงในน้ำเคลือบ การทาเคลือบทับผิวที่มีรูจากฟองอากาศที่ผุดออกมาขณะชุบเคลือบ การชุบแต่งผิวเคลือบให้เรียบเพื่อป้องกันการเกิดร่องต่างของเคลือบ เป็นต้น ปัจจุบันได้มีการนำวิธีการพ่นเคลือบมาใช้มากขึ้นเนื่องจากช่วยประหยัดน้ำเคลือบได้มากกว่า และสามารถควบคุมความหนาบางของชั้นเคลือบได้ตามต้องการ แต่วิธีการชุบเคลือบยังคงนิยมใช้อยู่เนื่องจากสามารถชุบเคลือบได้หนาและเรียบสม่ำเสมอว่า รวมทั้งสะดวกรวดเร็วกว่า เนื่องจาก การเคลือบศิลปาถจะต้องให้มีชั้นเคลือบที่หนาเพื่อให้เกิดความชัดเจนของสีเคลือบและรอยราน



ภาพที่ 60 แสดงการชุบเคลือบศิลปาถ

การเผาผลิตภัณฑ์

เตาเผาที่นิยมใช้ในระบบอุตสาหกรรม ซึ่งแบ่งตามเชื้อเพลิง มี 3 ชนิด คือ เตาไฟฟ้า เตาแก๊ส และเตาน้ำมัน เตาเผาแต่ละชนิดจะมีการเผาที่แตกต่างกัน รวมทั้งสีของเคลือบก็จะต่างกันด้วย

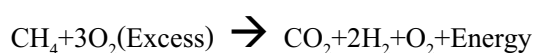
1. เตาไฟฟ้า (Electric kiln) เป็นเตาที่ใช้เชื้อเพลิงจากไฟฟ้าโดยขดลวดนิโครม (Nichrom) หรือ Nickle–Chromium เป็นตัวให้ความร้อน มีเครื่องวัดอุณหภูมิภายในเตาเผาเรียกว่า “ไพโรมิเตอร์” (Pyrometer) ไม่มีปล่องระบายควัน จึงเผาผลิตภัณฑ์ได้สะอาด เตาได้เฉพาะบรรยากาศแบบสันดาปสมบูรณ์ (Oxidation Atmosphere) ให้อุณหภูมิได้อยู่สม่ำเสมอ ควบคุมอุณหภูมิได้สะดวก จึงนิยมใช้กันในสถานศึกษาและโรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก โดยเฉพาะกลุ่มผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาเบญจรงค์

2. เตาแก๊ส เป็นเตาที่ใช้เชื้อเพลิงจากแก๊ส โดยใช้ออกซิเจนผสมกับแก๊สกลายเป็นความร้อนมีการวัดอุณหภูมิโดยใช้ไพโรมิเตอร์ และโคนวัดอุณหภูมิ จะมีปล่องระบายควัน สามารถเผาได้ทั้งบรรยากาศแบบสันดาปสมบูรณ์และการเผาแบบสันดาปไม่สมบูรณ์ การเผาเตาแก๊สจะใช้เวลาของผู้นควบคุมการเผาเป็นพิเศษ ปัจจุบันการใช้เตาเผาในระบบอุตสาหกรรมนิยมเตาแก๊ส เนื่องจากสามารถเผาได้ในอุณหภูมิสูงและประหยัดต้นทุนเชื้อเพลิง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเผาเคลือบสีลาดที่นิยมใช้เตาแก๊สแทนเตาพื้นแบบโบราณ

3. เตาน้ำมัน เป็นเตาที่ใช้น้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิง เป็นเตาเผาขนาดใหญ่ นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิกขนาดใหญ่ แต่ปัจจุบันได้ลดความนิยมลง และได้หันไปใช้เตาแก๊สมากกว่า เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาดกว่า และมีต้นทุนที่ต่ำกว่า

บรรยากาศในการเผา 3 แบบ คือ

1. การเผาแบบสันดาปสมบูรณ์ (Oxidation Firing :OF.) เป็นวิธีการเผาที่พยายามให้ออกซิเจนในบรรยากาศในเตามีมาก มีการหมุนเวียนของการเผาไหม้ดี ก๊าซที่เกิดการลุกไหม้ได้ผสมกับอากาศที่มีมากเกินพอดี ทำให้ไม่เหลือก๊าซในเตาเลย ผลคือก๊าซจะลุกไหม้หมดแต่อาจจะทำให้พลังงานความร้อนไม่เต็มที่ เนื่องจากการหมุนเวียนที่ดีเกินไปของเตา ให้ความร้อนบางส่วนถูกถ่ายเทออกจากเตาเร็วเกินไปกว่าที่จะถ่ายเทให้ผลิตภัณฑ์ภายในเตาได้ การเผาแบบนี้เหมาะสำหรับการเผาเคลือบเพื่อจัดสิ่งเจือปนในเนื้อดิน ประเภทสารอินทรีย์ หรือ สารที่ทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ ปฏิกิริยาการสันดาปมีดังนี้



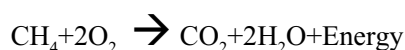
2. การเผาแบบสันดาปไม่สมบูรณ์ (Reduction Firing :RF.) เป็นการเผาตรงข้ามกับแบบสันดาปสมบูรณ์ โดยพยายามให้การหมุนเวียนและการลุกไหม้ของก๊าซผิดปกติโดยการปิดกั้นช่องระบายลม หรือการเพิ่มปริมาณก๊าซให้ไหลเข้าสู่เตามากเกินไปจนทำให้อากาศออกซิเจนในเตาน้อยลง

เกินกว่าที่จะทำให้ก๊าซติดไฟได้หมด ทำให้เหลือก๊าซที่ไม่ถูกเผาไหม้ในเตาในบรรยากาศเช่นนี้จะเห็น
 เหม่งเกิดขึ้น ในการเผาแบบนี้มีจุดประสงค์หลัก เพื่อฟอกสีของเหล็กออกไซด์ในเนื้อดินโดย
 กระบวนการรีดักชัน หลังจากการเผาแล้วเนื้อผลิตภัณฑ์จะดูขาวขึ้นมากเมื่อเทียบกับการเผาแบบออกซิ
 เดชัน ผลิตภัณฑ์สีคลาดและพอร์ซเลนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเผาแบบรีดักชัน ปฏิกิริยาการสันดาปมีดังนี้



ข้อด้อย คือ สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมาก และควบคุมบรรยากาศในเตาลำบาก ถ้าบรรยากาศ
 รีดักชันเกิดขึ้นมากเกินไป ผลิตภัณฑ์จะเกิดปัญหาอื่นๆ เกิดขึ้น เช่น เกิดรอยสีดำเนื่องจากเถ้าเผลอกล
 ไปในเนื้อผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

3. การเผาแบบสันดาปนิวทรัล (Neutral Firing :NF.) เป็นการเผาที่มีปริมาณของ
 ออกซิเจนในสภาพปกติ มีการหมุนเวียนของการเผาไหม้ปกติ ก๊าซที่เกิดการลุกไหม้ได้ผสมกับอากาศที่
 พอดี เป็นการเผาไหม้ที่สมบูรณ์และไม่มีออกซิเจนเหลืออยู่เลย ปฏิกิริยาการสันดาปมีดังนี้



การเผาผลิตภัณฑ์มี 3 ครั้ง คือ

1. การเผาดิบ (Biscuit Firing) ในการเผาผลิตภัณฑ์ เรานิยมที่จะมีการเผาครั้งแรกที่
 เรียกว่าเผาดิบ หรือ บิสกิต โดยใช้อุณหภูมิเผาประมาณ 800 – 900 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศสันดาป
 สมบูรณ์ เพื่อจุดประสงค์หลักคือ

1.1 เพื่อเพิ่มความพรุนตัวของผลิตภัณฑ์ หลังจากการเผาดิบแล้ว เนื้อ
 ผลิตภัณฑ์จะมีความพรุนตัวสูงขึ้นจากเดิม เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้ผ่านการเผา ทำให้การ
 ชุบเคลือบเป็นไปได้ง่าย

1.2 เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ ทำให้สามารถหีบ ยก หรือ โยกย้าย
 รวมถึงชุบเคลือบได้ง่ายโดยไม่ต้องกังวลว่าจะเกิดความเสียหายกับผลิตภัณฑ์

1.3 เพื่อขจัดสารตกค้างต่างๆ ให้หมดไป ก่อนทำการเผาเคลือบสารตกค้างที่มี
 ในเนื้อดิน คือ สารอินทรีย์ที่ปะปนในดินเหนียว ความชื้นในเนื้อดิน น้ำที่อยู่ใน โมเลกุลของแร่ธาตุ
 วัตถุดิบที่มีการสลายตัวให้ก๊าซ เช่น แคลเซียมคาร์บอเนต เป็นต้น สิ่งต่างๆ เหล่านี้จะสลายตัวหมดไป
 ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 900 องศาเซลเซียส ทำให้เนื้อผลิตภัณฑ์หลังการเผาดิบ สะอาด เมื่อทำการชุบ
 เคลือบและเผาเคลือบจะลดปัญหาต่างๆ ที่จะเกิดขึ้นลงไปได้มาก เช่น ปัญหารูเข็ม (Pin Hole) อย่งไรก็
 ตามการเผาผลิตภัณฑ์โดยไม่ผ่านการเผาดิบก็เป็นสิ่งที่เป็นไปได้แต่ต้องอยู่ในความควบคุมอย่าง
 ระมัดระวัง

2. การเผาเคลือบ (Glost Firing) เป็นการเผาชิ้นงานในอุณหภูมิสูงจนถึงจุดสุกตัวของเนื้อดิน เพื่อให้เนื้อผลิตภัณฑ์มีความแกร่ง ชิ้นงานที่ผ่านการเผาดิบแล้วจะนำไปชุบเคลือบจึงนำไปเผาเพื่อให้เคลือบหลอมเป็นแก้วติดแน่นอยู่บนผิวชิ้นงาน การเผาเคลือบที่อุณหภูมิและบรรยากาศแบบใดนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของเคลือบและประเภทของผลิตภัณฑ์ การให้ความร้อนในการเผาเคลือบควรเป็นอัตราเร่ง 100 องศาเซลเซียส ต่อชั่วโมง

วงจรเผาเคลือบ ที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส

ช่วงที่ 1 อุณหภูมิห้อง - 950 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเผา 5 – 6 ชั่วโมง

ช่วงที่ 2 950 – 1250 องศาเซลเซียส OF. ใช้เวลาเผา 3 – 4 ชั่วโมง

หรือ 950 – 1250 องศาเซลเซียส RF. ใช้เวลาเผา 4 – 5 ชั่วโมง

ช่วงที่ 3 เผาแช่อุณหภูมิคงที่ (Soaking) 1100 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเผา 15 นาที

3. การเผาตกแต่ง (Decoration Firing) เป็นการเผาที่ใช้ตกแต่งบนเคลือบและสีในเคลือบ ซึ่งได้แก่ การเขียนสีเบญจรงค์ ลายน้ำทอง สีประกายมุก และการตกแต่งด้วยรูปลอกน้ำ ซึ่งทำการเผาที่อุณหภูมิ 750 – 950 องศาเซลเซียส ตามคุณสมบัติของสีแต่ละชนิด บรรยากาศการเผาแบบสันดาปสมบูรณ์ นิยมเผาด้วยเตาไฟฟ้า



ภาพที่ 61 แสดงเตาเผาแบบไม่ต่อเนื่อง (Shuttle Kiln) เชื้อเพลิงแก๊ส ที่ใช้ในการเผาดิบและเผาเคลือบผลิตภัณฑ์ของโรงงานบ้านศิลาดล

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

เป็นการวิจัยแบบทดลอง(Experimental Research) ร่วมกับวิจัยและพัฒนา(R&D) มีขั้นตอนดังนี้

1. การศึกษาวัตถุดิบ
2. การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์
3. การวิเคราะห์การผลิต

การศึกษาวัตถุดิบ

โครงการนี้มุ่งเน้นการศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบเพื่อนำไปสู่การกำหนดอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ การเตรียม และการนำไปใช้อย่างเหมาะสม โดยมุ่งเน้นการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นและไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนี้

1. การศึกษาเนื้อดินปั้น
2. การศึกษาเคลือบ
3. การศึกษาสีตกแต่ง

การศึกษาเนื้อดินปั้น

1. การศึกษาเนื้อดินเหนียวสันกำแพง

ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินเอร์ทเทนแวร์ บ้านไร่พัฒนา ตำบลปูลกา อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ มาทดลองเผาในเตา 5 โชน เพื่อตรวจสอบความทนไฟและจุดสุกตัวของเนื้อดินโดยตั้งอุณหภูมิสูงสุดไว้ที่ 1230 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชั่น และพิจารณาตามคุณสมบัติทางกายภาพดังนี้

- การหดตัว
- ความทนไฟ
- ความแกร่ง
- ความพรุนตัว
- สี และลักษณะทั่วไปของเนื้อดิน

2. การพัฒนาเนื้อดินปั้น

ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินที่กำหนดอัตราส่วนผสมแบบเชิงเส้นตรง(Line Blend) ของดินท้องถิ่นกับดินดำแมริม จำนวน 10 อัตราส่วน เเผาที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส บรรยากาศ สันดาปไม่สมบูรณ์ เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุดโดยพิจารณาตามคุณสมบัติทางกายภาพดังนี้

- การหดตัว
- ความทนไฟ
- ความแกร่ง
- ความพรุนตัว
- สี และลักษณะทั่วไปของเนื้อดิน

อัตราส่วนผสมของเนื้อดินสูตรต่างๆ มีดังนี้

ตารางที่ 6 แสดงการกำหนดอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น

สูตรที่	ส่วนผสม (ร้อยละ)	
	ดินดำ แมริม	ดินเหนียว สันกำแพง
1	100	0
2	90	10
3	80	20
4	70	30
5	60	40
6	50	50
7	40	60
8	30	70
9	20	80
10	10	90

นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อเลือกอัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่มีคุณสมบัติเหมาะสมมาทดลองความสามารถในการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนตามแบบที่กำหนด

การศึกษาเคลือบ

1. การศึกษาเคลือบพื้นฐาน

ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเคลือบที่กำหนดอัตราส่วนผสมแบบตารางสามเหลี่ยม(Triaxial Blend) ของอีพ็อกซี ไม้ ดินทอ่งถิน และหินฟีนixa จำนวน 36 สูตร เหนืออุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส บรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ เพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด 1 สูตร โดยพิจารณาจากคุณสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

- ความมันวาว
- การไหลตัว
- ความเหมาะสมกับการเขียนสีได้เคลือบ
- การรานตัว
- สีและตำหนิ

อัตราส่วนผสมของเคลือบสูตรต่างๆ มีดังนี้

ตารางที่ 7 แสดงการกำหนดอัตราส่วนผสมของเคลือบ

สูตรที่	ส่วนผสม (ร้อยละ)		
	อีพ็อกซี มะม่วง	ดินเหนียว สันกำแพง	โปแตสเฟลด์สปาร์
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

สูตรที่	ส่วนผสม (ร้อยละ)		
	จีเอ็มโม่ มะม่วง	ดินเหนียว สันกำแพง	โปแตสเซียมคลอไรด์
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

2. การพัฒนาเคลือบ

2.1 การปรับปรุงความใสและทึบในเคลือบ ทำการปรับปรุงคุณภาพด้วยวัตถุดิบทางเซรามิก ได้แก่ แบเรียมคาร์บอเนต ทิทาเนียมไดออกไซด์ ซิงค์ออกไซด์ เซอร์โคเนียมซิลิเกต แมกนีเซียมคาร์บอเนต โดยการเพิ่มอัตราส่วนผสมอีก 10 ระดับ โดยพิจารณาจากเกณฑ์เดิม อัตราส่วนผสมของเคลือบสูตรต่างๆ มีดังนี้

ตารางที่ 8 แสดงการกำหนดอัตราส่วนผสมของการพัฒนาเกลือป

สูตรที่	ส่วนผสม (ร้อยละ)					
	เกลือป พื้นฐาน	แบเรียม คาร์บอเนต	ทิตาเนียมได ออกไซด์	ซิงค์ออกไซด์	เซอร์โคเนียม ซิลิเกต	แมกนีเซียม คาร์บอเนต
1	100	1	0	0	0	0
2	100	2	0	0	0	0
3	100	3	0	0	0	0
4	100	4	0	0	0	0
5	100	5	0	0	0	0
6	100	6	0	0	0	0
7	100	7	0	0	0	0
8	100	8	0	0	0	0
9	100	9	0	0	0	0
10	100	10	0	0	0	0
11	100	0	1	0	0	0
12	100	0	2	0	0	0
13	100	0	3	0	0	0
14	100	0	4	0	0	0
15	100	0	5	0	0	0
16	100	0	6	0	0	0
17	100	0	7	0	0	0
18	100	0	8	0	0	0
19	100	0	9	0	0	0
20	100	0	10	0	0	0
21	100	0	0	1	0	0
22	100	0	0	2	0	0
23	100	0	0	3	0	0
24	100	0	0	4	0	0
25	100	0	0	5	0	0
26	100	0	0	6	0	0
27	100	0	0	7	0	0

สูตรที่	ส่วนผสม (ร้อยละ)					
	เกลือ พื้นฐาน	แบเรียม คาร์บอเนต	ทิตาเนียมได ออกไซด์	ซิงค์ออกไซด์	เซอร์โคเนียม ซิลิเกต	แมกนีเซียม คาร์บอเนต
28	100	0	0	8	0	0
29	100	0	0	9	0	0
30	100	0	0	10	0	0
31	100	0	0	0	2	0
32	100	0	0	0	4	0
33	100	0	0	0	6	0
34	100	0	0	0	8	0
35	100	0	0	0	10	0
36	100	0	0	0	12	0
37	100	0	0	0	14	0
38	100	0	0	0	16	0
39	100	0	0	0	18	0
40	100	0	0	0	20	0
41	100	0	0	0	0	1
42	100	0	0	0	0	2
43	100	0	0	0	0	3
44	100	0	0	0	0	4
45	100	0	0	0	0	5
46	100	0	0	0	0	6
47	100	0	0	0	0	7
48	100	0	0	0	0	8
49	100	0	0	0	0	9
50	100	0	0	0	0	10

2.2 การปรับปรุงสีเคลือบ โดยการเติมวัตถุดิบให้สี ได้แก่ เฟอร์ริกออกไซด์ เฟอร์รัสออกไซด์ โคบอลท์ออกไซด์ โครมิกออกไซด์ และแมงกานีสไดออกไซด์ ชนิดละ 10 ระดับ อัตราส่วนผสมของเกลือสูตรต่างๆ มีดังนี้

ตารางที่ 9 แสดงการกำหนดอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบให้สี

สูตรที่	ส่วนผสม (ร้อยละ)					
	เคลือบ พื้นฐาน	เฟอร์ริก ออกไซด์	เฟอร์รัส ออกไซด์	โคบอลท์ ออกไซด์	โครมิก ออกไซด์	แมงกานีสได ออกไซด์
1	100	0.5	0	0	0	0
2	100	1.0	0	0	0	0
3	100	1.5	0	0	0	0
4	100	2.0	0	0	0	0
5	100	2.5	0	0	0	0
6	100	3.0	0	0	0	0
7	100	3.5	0	0	0	0
8	100	4.0	0	0	0	0
9	100	4.5	0	0	0	0
10	100	5.0	0	0	0	0
11	100	0	0.5	0	0	0
12	100	0	1.0	0	0	0
13	100	0	1.5	0	0	0
14	100	0	2.0	0	0	0
15	100	0	2.5	0	0	0
16	100	0	3.0	0	0	0
17	100	0	3.5	0	0	0
18	100	0	4.0	0	0	0
19	100	0	4.5	0	0	0
20	100	0	5.0	0	0	0
21	100	0	0	0.1	0	0
22	100	0	0	0.2	0	0
23	100	0	0	0.3	0	0
24	100	0	0	0.4	0	0
25	100	0	0	0.5	0	0
26	100	0	0	0.6	0	0
27	100	0	0	0.7	0	0

สูตรที่	ส่วนผสม (ร้อยละ)					
	เกลือ พื้นฐาน	เฟอร์ริก ออกไซด์	เฟอร์รัส ออกไซด์	โคบอลท์ ออกไซด์	โครมิก ออกไซด์	แมงกานีสได ออกไซด์
28	100	0	0	0.8	0	0
29	100	0	0	0.9	0	0
30	100	0	0	1.0	0	0
31	100	0	0	0	0.5	0
32	100	0	0	0	1.0	0
33	100	0	0	0	1.5	0
34	100	0	0	0	2.0	0
35	100	0	0	0	2.5	0
36	100	0	0	0	3.0	0
37	100	0	0	0	3.5	0
38	100	0	0	0	4.0	0
39	100	0	0	0	4.5	0
40	100	0	0	0	5.0	0
41	100	0	0	0	0	0.5
42	100	0	0	0	0	1.0
43	100	0	0	0	0	1.5
44	100	0	0	0	0	2.0
45	100	0	0	0	0	2.5
46	100	0	0	0	0	3.0
47	100	0	0	0	0	3.5
48	100	0	0	0	0	4.0
49	100	0	0	0	0	4.5
50	100	0	0	0	0	5.0

การศึกษาสีตกแต่ง

1. การศึกษาคุณสมบัติของดินแดงคอยสะเก็ด

ทำการศึกษาคูณสมบัติเบื้องต้นของวัตถุดิบดินแดงจากคอยนางแก้ว อำเภอคอยสะเก็ด จังหวัด เชียงใหม่ ในการใช้เป็นสีตกแต่งได้เคลือบสีลาดล เผาที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส บรรยากาศสันดาป ไม่สมบูรณ์ โดยเปรียบเทียบระหว่างผงดินที่ผ่านการร่อนด้วยตะแกรงขนาด 200 เมช กับผงดินแดงที่ ผ่านการเผา (Cancine) ที่อุณหภูมิ 1260 องศาเซลเซียส แล้วนำไปบดและร่อนด้วยตะแกรงขนาด 200 เมช และพิจารณาตามตามคุณสมบัติทางกายภาพดังนี้

- ความคมชัดของสี

- คำหนิ ประกอบด้วย หลุดเป็นผงฝุ่น ปูนูน พุพอง ซึ่มทะลุผิวเคลือบ ไหลตัว และซีดจาง

นำผลการทดลองที่ได้ไปวิเคราะห์ เพื่อพิจารณาเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมว่าควรใช้ดินแดงที่ ผ่านการเผาหรือไม่

2. การพัฒนาอัตราส่วนผสมของสีได้เคลือบ

2.1 การปรับปรุงคุณภาพของสีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะเก็ด ทำการศึกษาคูณสมบัติ ทางกายภาพของสีได้เคลือบที่กำหนดอัตราส่วนผสมแบบเชิงเส้นตรง (Line Blend) ของดินแดงคอย สะเก็ดกับวัตถุดิบทางเซรามิกที่เป็นวัตถุดิบทนไฟและวัตถุดิบช่วยลดจุดหลอมเหลว จำนวน 21 อัตราส่วน เพื่อใช้เป็นสีตกแต่งได้เคลือบสีลาดลที่พัฒนาขึ้น เผาที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส บรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุดโดยพิจารณาตามตามคุณสมบัติทาง กายภาพดังนี้

- ความคมชัดของสี

- คำหนิ ประกอบด้วย หลุดเป็นผงฝุ่น ปูนูน พุพอง ซึ่มทะลุผิวเคลือบ ไหลตัว และซีดจาง
อัตราส่วนผสมของเนื้อดินสูตรต่างๆ มีดังนี้

ตารางที่ 10 แสดงการกำหนดอัตราส่วนผสมของสีตกแต่งได้เคลือบ

สูตรที่	ส่วนผสม (ร้อยละ)				
	ดินแดง คอยสะเก็ด	อลูมิน่า	ดินขาวระนอง	ซิลิกา	โปแตส เฟลด์สปาร์
1	100	0	0	0	0
2	95	5	0	0	0
3	90	10	0	0	0
4	85	15	0	0	0
5	80	20	0	0	0

สูตรที่	ส่วนผสม (ร้อยละ)				
	ดินแดง คอยสะเก็ด	อลูมิน่า	ดินขาวระนอง	ซิลิกา	โปแตส เฟลด์สปาร์
6	75	25	0	0	0
7	95	0	5	0	0
8	90	0	10	0	0
9	85	0	15	0	0
10	80	0	20	0	0
11	75	0	25	0	0
12	95	0	0	5	0
13	90	0	0	10	0
14	85	0	0	15	0
15	80	0	0	20	0
16	75	0	0	25	0
17	95	0	0	0	5
18	90	0	0	0	10
19	85	0	0	0	15
20	80	0	0	0	20
21	75	0	0	0	25

2.2 การปรับปรุงความเข้มของสีได้เคลื่อนจากดินแดงคอยสะเก็ด โดยคัดเลือกอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุด พิจารณาจากคุณสมบัติทางกายภาพ คือ ความคมชัดของสี และดำหนิ มาเติมสารให้สี คือ โกลบอลท์ออกไซด์ โครมิกออกไซด์ และแมงกานีสไดออกไซด์ ชนิดละ 10 ระดับ และโกลบอลท์ออกไซด์ ร่วมกับโครมิกออกไซด์ อีก 10 ระดับ จำนวนทั้งสิ้น 40 อัตราส่วน เพื่อใช้เป็นสีตกแต่งได้ เคลือบสีลาดที่พัฒนาขึ้น เหนือที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส บรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุด อัตราส่วนผสมของเนื้อดินสูตรต่างๆ มีดังนี้

ตารางที่ 11 แสดงการกำหนดอัตราส่วนผสมของสารให้สีในสีตกแต่งได้เคลือบ

สูตรที่	ส่วนผสม (ร้อยละ)			
	สีได้เคลือบจาก ดินแดง	โคบอลท์ ออกไซด์	โครมิกออกไซด์	แมงกานีสได ออกไซด์
1	100	0.1	0	0
2	100	0.2	0	0
3	100	0.3	0	0
4	100	0.4	0	0
5	100	0.5	0	0
6	100	0.6	0	0
7	100	0.7	0	0
8	100	0.8	0	0
9	100	0.9	0	0
10	100	1.0	0	0
11	100	0	0.5	0
12	100	0	1.0	0
13	100	0	1.5	0
14	100	0	2.0	0
15	100	0	2.5	0
16	100	0	3.0	0
17	100	0	3.5	0
18	100	0	4.0	0
19	100	0	4.5	0
20	100	0	5.0	0
21	100	0	0	0.5
22	100	0	0	1.0
23	100	0	0	1.5
24	100	0	0	2.0
25	100	0	0	2.5
26	100	0	0	3.0
27	100	0	0	3.5

สูตรที่	ส่วนผสม (ร้อยละ)			
	สีได้เคลือบจาก ดินแดง	โคบอลท์ ออกไซด์	โครมิกออกไซด์	แมงกานีสได ออกไซด์
28	100	0	0	4.0
29	100	0	0	4.5
30	100	0	0	5.0
31	100	0.1	0.5	0
32	100	0.2	1.0	0
33	100	0.3	1.5	0
34	100	0.4	2.0	0
35	100	0.5	2.5	0
36	100	0.6	3.0	0
37	100	0.7	3.5	0
38	100	0.8	4.0	0
39	100	0.9	4.5	0
40	100	1.0	5.0	0

การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์

ทำการออกแบบรูปทรงและลวดลายให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานและความสวยงามโดยเน้นเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยโบราณผสมผสานกับรูปแบบร่วมสมัย โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์รูปแบบที่เป็นเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยสันกำแพง
2. การกำหนดแนวความคิดในการออกแบบ
3. การเขียนแบบร่างถ่ายทอดแนวความคิดในการออกแบบ
4. ขึ้นรูปชิ้นงานต้นแบบ
5. วิเคราะห์ชิ้นงานต้นแบบ
6. พัฒนาปรับปรุง
7. สรุปผลการออกแบบ

การวิเคราะห์รูปแบบที่เป็นเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยสันกำแพง

ทำการวิเคราะห์รูปแบบเครื่องถ้วยสันกำแพงที่เป็นเอกลักษณ์หรือลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากเครื่องถ้วยโบราณในแหล่งอื่นดังนี้

1. ลักษณะเนื้อดินป็น
2. ลักษณะรูปทรง
3. การตกแต่งลวดลาย
4. รูปแบบผลิตภัณฑ์

การกำหนดแนวความคิดในการออกแบบ

กำหนดแนวความคิดในการออกแบบ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยสันกำแพง ความสามารถในการผลิตตามเงื่อนไขการผลิตด้วยวิธีขึ้นรูปด้วยเป็นหมุน และความสอดคล้องกับการใช้งานในปัจจุบัน ประกอบด้วย

1. ผลิตภัณฑ์บนโต๊ะรับประทานอาหาร
2. ผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกและของตกแต่ง

การเขียนแบบร่างถ่ายทอดแนวความคิดในการออกแบบ

ทำการเขียนแบบร่างรูปทรงและการตกแต่งลวดลายผลิตภัณฑ์บนโต๊ะรับประทานอาหาร และผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกและของตกแต่ง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ร่างแบบเบื้องต้นตามแนวความคิดในการออกแบบ (First Idea) ลงบนกระดาษ
2. วิเคราะห์ขนาดสัดส่วนจริงให้สัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอยและความสวยงาม
3. ร่างภาพเสมือนจริงด้วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบ สำหรับการวิเคราะห์ความสมจริง (Reality)

การขึ้นรูปชิ้นงานต้นแบบ

ทำการผลิตชิ้นงานต้นแบบ (Master Pieces) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลการออกแบบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. นำแบบร่างที่แสดงขนาดสัดส่วนจริง ไปขยายแบบเพื่อการหัดตัวของเนื้อดินป็น ให้ได้ขนาดของชิ้นงานขณะขึ้นรูปด้วยเป็นหมุน (Clay Size)
2. ขึ้นรูปชิ้นงานตามแบบด้วยเนื้อดินที่พัฒนาขึ้นและใช้วิธีขึ้นรูปด้วยเป็นหมุน
3. ตกแต่งลวดลายด้วยวิธีแกะสลัก (ถ้ามี)
4. ผึ่งแห้งชิ้นงานในที่ร่มจนแห้งสนิท
5. เผาดิบชิ้นงานที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส บรรยายภาศันดาปสมบูรณ์

6. ตกแต่งลวดลายด้วยวิธีการเขียนสีได้เคลือบ ด้วยสีได้เคลือบที่พัฒนาขึ้น ตามแบบที่กำหนด
7. ชุบเคลือบด้วยเคลือบที่พัฒนาขึ้น
8. เพลเคลือบที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส บรรยายกลาสน์ดาปไม่สมบูรณ์

การวิเคราะห์ชิ้นงานต้นแบบ

นำชิ้นงานต้นแบบที่ผลิตขึ้นมาทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านต่างๆ ดังนี้

1. ความเหมาะสมกับการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน และวิธีการตกแต่ง
2. ความเหมาะสมกับการใช้งาน (Test Function)
3. สุนทรียภาพหรือความสวยงามของชิ้นงาน (Aesthetic) โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยสันกำแพง และความสวยงามแบบร่วมสมัย (Contemporary)

การพัฒนาปรับปรุง

ทำการปรับปรุงแก้ไขรูปแบบให้สอดคล้องกับการผลิต การใช้งาน และความสวยงาม

การสรุปผลการออกแบบ

ทำการตกลงใจในการออกแบบ (Design Decision) โดยสรุปเป็นแบบเพื่อการผลิต (Working Drawing) โดยระบุขนาดสัดส่วนผลิตภัณฑ์จริง

การวิเคราะห์การผลิต

วิเคราะห์การเลือกใช้กรรมวิธีผลิตที่เหมาะสม โดยมุ่งเน้นคุณภาพการผลิตและศักยภาพของชุมชนในการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตที่เหมาะสม โดยจะทำการทดสอบการผลิตขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีแป้นหมุน ให้ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเครื่องปั้นดินเผาเซลาดอน (มพช.245/2547) ดังนี้

1. ลักษณะทั่วไป ต้องประณีต สวยงาม มีรูปทรงที่ได้สัดส่วน ไม่แตก ไม่บิด กรณีเป็นชุดเดียวกัน ต้องมีรูปแบบ ลวดลาย และสีกลมกลืนเข้ากันได้
2. ตะกั่วและแคดเมียม (เฉพาะประเภทที่ใช้กับอาหาร)
 - ภาชนะที่มีความลึกไม่เกิน 25 มม. กำหนดให้มีตะกั่วไม่เกิน 1.7 มก./ตร.ดม. และแคดเมียมไม่เกิน 0.17 มก./ตร.ดม.
 - ภาชนะที่มีความจุไม่เกิน 1.1 ลบ.ดม. กำหนดให้มีตะกั่วไม่เกิน 5 มก./ตร.ดม. และแคดเมียมไม่เกิน 0.5 มก./ตร.ดม.
 - ภาชนะที่มีความจุไม่น้อยกว่า 1.1 ลบ.ดม. กำหนดให้มีตะกั่วไม่เกิน 2.5 มก./ตร.ดม. และแคดเมียมไม่เกิน 0.25 มก./ตร.ดม.

งบประมาณโครงการ

ใช้งบประมาณทั้งสิ้น 97,415 บาท (เก้าหมื่นเจ็ดพันสี่ร้อยสิบห้าบาทถ้วน) โดยแยกเป็นหมวดต่างๆ ดังนี้

1. ค่าตอบแทน	ค่าตอบแทนอาจารย์ที่ปรึกษา	25,000 บาท
2. ค่าจ้าง	ทุนการศึกษาของนักศึกษา 2 คน	20,000 บาท
3. ค่าใช้สอย	ค่าจ้างผลิตชิ้นงานและค่าเดินทาง	21,000 บาท
4. ค่าวัสดุ	ค่าวัสดุอุปกรณ์ทดลองและผลิต ค่าเอกสาร	31,415 บาท

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การการวิจัยนี้เป็นวิจัยแบบทดลอง (Experimental Research) ร่วมกับวิจัยและพัฒนา (R&D) ได้ศึกษา 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การศึกษาวัตถุดิบ
2. การพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์
3. การวิเคราะห์การผลิต

ผลการศึกษาวัตถุดิบ

ผลการศึกษาเนื้อดินปั้น

1. การศึกษาเนื้อดินเหนียวสันกำแพง

ได้นำดินเอิร์ทเทนแวร์ บ้านไร่พัฒนา ตำบลแม่ปูกา อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ มาทดลอง เผาเพื่อศึกษาหาคุณสมบัติทางกายภาพ ในเตา 5 โซน ตั้งอุณหภูมิสูงสุดไว้ที่ 1230 องศาเซลเซียส บรรยากาศสันดาปสมบูรณ์ ได้นำดินบ้านไร่พัฒนามาล้าง แล้วอัดเป็นแผ่นทดสอบ จำนวน 20 แผ่น เข้าเผาโซนละ 4 แผ่น วางเรียงเป็นสองแถว แถวล่างวางขนานกันจำนวน 2 แผ่น และแถวบนวางพาดแนวขวางจำนวน 2 แผ่น ให้ระยะห่างของแถวล่างเท่ากับเส้นจีระยะ 10 เซนติเมตร ของแผ่นทดสอบที่วางพาดด้านบน ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 13 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของเนื้อดินปั้น บ้านไร่พัฒนา

ห้องเผา	อุณหภูมิ °C	การหดตัว				ความทนไฟ ม.ม	ความแกร่งหลังเผา N/M ²	ความพรุนตัว			สีและลักษณะทั่วไป
		ก่อนเผา (ม.ม.)	%	หลังเผา (ม.ม.)	%			น้ำหนักก่อนต้ม	น้ำหนักหลังต้ม	%	
1	1230	87.1	13.7	83	17	1.1	480	22.7	23.2	2.2	สีน้ำตาลไหม้
2	1212	87.6	14.5	82.8	17.2	1.5	405	23.9	24.6	2.92	สีน้ำตาล
3	1148	87.6	14.1	83.6	16.4	1.15	390	22.3	23.1	3.58	สีน้ำตาลแดง
4	1078	87.3	14.1	84.4	15.6	1.2	330	23.8	24.8	4.20	สีน้ำตาลแดง
5	1024	87.9	14.8	83.6	16.4	1.9	240	24	25.1	4.58	สีน้ำตาลแดง

จากตารางวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้น บ้านไร่พัฒนา สรุปผลได้ดังนี้

ดินหัดตัวก่อนเผา รวมทั้ง 5 อุณหภูมิ ใกล้เคียงกันคือ ระหว่าง ร้อยละ 13.7-14.8

ดินหัดตัวรวมหลังเผาทั้ง 5 อุณหภูมิ ใกล้เคียงกันคือ ระหว่าง ร้อยละ 15.6-17.2

ดินที่เผาอุณหภูมิ 1230 °C มีค่าไค้งงน้อยที่สุดคือ 1.1 มิลลิเมตร

ดินที่เผาอุณหภูมิ 1024 °C มีค่าไค้งงมากที่สุดคือ 1.9 มิลลิเมตร

ดินที่เผาอุณหภูมิ 1230 °C มีค่าความแกร่งมากที่สุดคือ 480 นิวตันต่อตารางเมตร

ดินที่เผาอุณหภูมิ 1024 °C มีค่าความแกร่งน้อยที่สุดคือ 240 นิวตันต่อตารางเมตร

ดินที่เผาอุณหภูมิ 1230 °C มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดคือ ร้อยละ 2.2

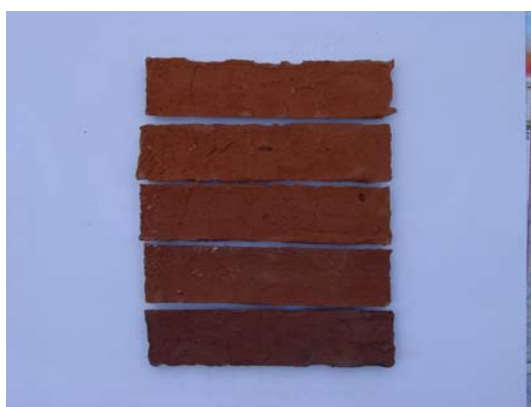
ดินที่เผาอุณหภูมิ 1024 °C มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดคือ ร้อยละ 4.58

ดินที่เผาอุณหภูมิ 1230 °C มีสีเข้มที่สุดคือสีน้ำตาลไหม้

ดินที่เผาอุณหภูมิ 1024 °C มีสีอ่อนที่สุดคือสีน้ำตาลแดง



ภาพที่ 62 แสดงการวางเผาในเตา 5 โซน



ภาพที่ 63 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติสีของเนื้อดินหลังเผาในเตา 5 โซน

2. การศึกษาพัฒนาเนื่อคินป็น

ได้นำดินค้ำอำเภอแมร์มมาผสมกับดินเหนียวในท้องถิ่นอำเภอสันกำแพงด้วยวิธีการกำหนดอัตราส่วนผสมแบบเชิงเส้นตรง (Line Blend) จำนวน 10 อัตราส่วน เผาทดสอบที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส บรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ มีผลการทดลองดังนี้

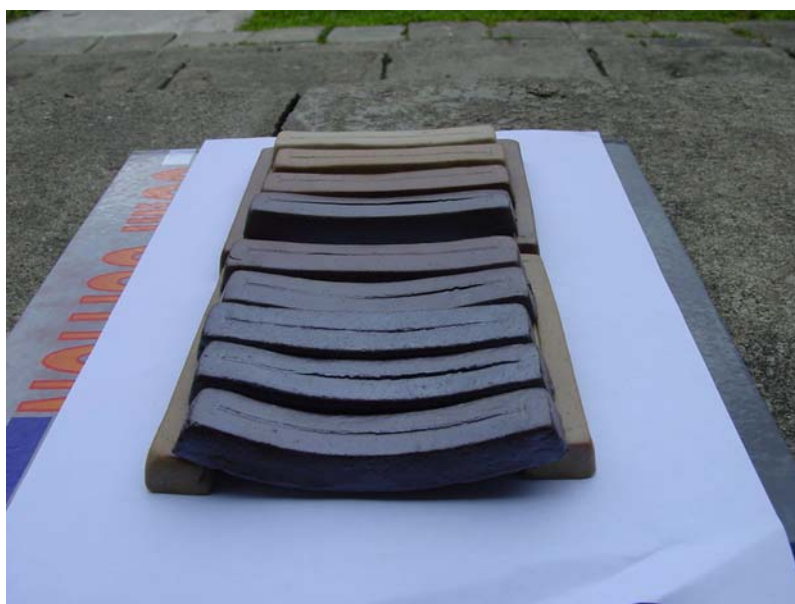
ตารางที่ 14 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของเนื่อคินป็น

สูตรที่	ส่วนผสม		การหดตัว				ความทนไฟ (มม).	ความเกร็งหลังเผา (N/M ²)	ความพรุนตัว			สีและลักษณะทั่วไป
	ดินค้ำ	ดินเหนียว	ก่อนเผา(มม.)	%	รวมหลังเผา(มม.)	%			น้ำหนักก่อนต้ม(กรัม)	น้ำหนักหลังต้ม(กรัม)	%	
1	100	0	92.8	7.75	90.2	9.8	1.8	560	47.9	47.9	0	สีครีมอ่อน
2	90	10	95.2	5.04	88.4	11.6	1.15	490	46.7	46.7	0	สีน้ำตาลอ่อน
3	80	20	95.3	4.93	88.4	11.6	0.62	600	47.8	47	0.21	สีน้ำตาลอ่อน
4	70	30	91.3	9.52	89.1	10.9	4.8	580	47.3	47.7	0.42	สีน้ำตาล
5	60	40	90.8	10.1	89.5	10.5	4.4	530	48.0	48.3	0.62	สีน้ำตาล
6	50	50	94.2	6.15	89.5	10.5	1.1	380	45.2	47	3.98	สีน้ำตาล
7	40	60	88.9	12.48	88.4	11.6	9.5	340	45.1	45.6	1.1	สีน้ำตาลเข้ม พุพอง
8	30	70	93.4	7.06	90	10	7.5	235	46.2	47	1.73	สีน้ำตาลเข้ม พุพอง
9	20	80	90.9	7.29	90.9	9.1	1.1	167	45.4	44.7	1.59	สีน้ำตาลเข้มมีการ หลอมตัวสูงเนื้อ ดินมีมลทินสูง
10	10	90			88.1	11.9	>13	*	*	*	*	สีน้ำตาลเข้มเกือบ ดำ มีการหลอม ตัวสูงเนื้อดินมี มลทินสูง

* ดินหลอมตัวติดแผ่นรองเตา ไม่สามารถหาค่าได้



ภาพที่ 64 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติการหดตัวและสีของเนื้อดินหลังเผา



ภาพที่ 65 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติความทนไฟ (โค้งงอ) ของเนื้อดินหลังเผา

จากผลการวิเคราะห์การพัฒนาเนื้อดินในเบื้องต้น จำนวน 10 สูตร พบว่าเนื้อดินสูตรที่มี ส่วนผสมของดินบ้านไร่พัฒนาร้อยละ 60 ขึ้นไป ดินมีสีน้ำตาลเข้ม และเนื้อดินบ้านไร่พัฒนา ไม่ สามารถทนไฟได้สูง โดยพบว่ามีแรงลดลง ไม่เหมาะสมสำหรับการใช้ร่วมกับน้ำเคลือบ จึงได้ เลือกสูตรที่ 2 ที่มีส่วนผสมของดินดำร้อยละ 90 และดินบ้านไร่พัฒนาร้อยละ 10 มาพัฒนาในขั้นละเอียด อีก จำนวน 1 สูตร ห่างสูตรละ 5 หน่วย เเผาในอุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส บรรยากาศสันดาปไม่ สมบูรณ์ เพื่อให้ได้สีของเนื้อดินที่เหมาะสมโดยสูตรดังกล่าวมีคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินอยู่ใน

เกณฑ์ที่ดี สูตรส่วนผสมเนื้อดินชั้นละเอียดโดยมีส่วนผสมของดินดำแม่ริมร้อยละ 85 ร่วมกับดินเหนียว
สันกำแพงร้อยละ 15 ผลการศึกษามีดังนี้

ตารางที่ 15 แสดงผลการทดลองคุณสมบัติของเนื้อดินชั้นละเอียด

สูตรที่	ส่วนผสม		การหดตัว				ความทนไฟ (มม.)	ความแกร่งหลังเผา (N/M ²)	ความพรุนตัว			สีและลักษณะ ทั่วไป
	ดินดำ	ดินเหนียว	ก่อนเผา(มม.)	%	รวมหลังเผา(มม.)	%			น้ำหนักก่อนต้ม(กรัม)	น้ำหนักหลังต้ม(กรัม)	%	
1	85	15	91.93	8.77	85.76	14.24	1.37	>600	26.5	26.5	0	น้ำตาลอ่อน

จากผลการทดลองพบว่า เนื้อดินที่ทำการศึกษามีคุณสมบัติคือการหดตัวรวมร้อยละ 14.24 ความ
ทนไฟดินโค้งงอ 1.37 ม.ม.จากความยาว 100 ม.ม. ความแกร่งหลังเผา มากกว่า 600 N/M² ไม่มีความ
พรุนตัว สีและลักษณะทั่วไปมีสีน้ำตาลอ่อน



ภาพที่ 66 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติการหดตัวและสีของเนื้อดินชั้นละเอียดหลังเผา

จากตารางที่ 15

ผลการศึกษาเคลือบ

1. การศึกษาเคลือบพื้นฐาน

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเคลือบที่กำหนดอัตราส่วนผสมแบบตารางสามเหลี่ยม
(Triaxial Blend) ของขี้เถ้าไม้ ดินท้องถิ่น และหินฟันม้า จำนวน 36 สูตร เผาที่อุณหภูมิ 1250 องศา
เซลเซียส บรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ เพื่อคัดเลือกสูตรที่ดีที่สุด 1 สูตร โดยนำมาชุบเคลือบแผ่น
ทดสอบเนื้อดินชั้นละเอียด ที่มีส่วนผสมของดินดำร้อยละ 85 และดินบ้านไร่พัฒนาร้อยละ 15 มีผลดังนี้

ตารางที่ 16 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของเคลือบพื้นฐาน

สูตรที่	ส่วนผสม			คุณสมบัติทางกายภาพ				
	สีเทาไม้	ดินเหนียว	โปแตสเซิลด์สปาร์	ความมันวาว	การไหลตัว	การรানตัว	ความเหมาะสมกับการเขียนสีได้เคลือบ	สีและคำหนิ
1	80	10	10	-	-	-	*	สีขาวขอบน้ำตาลเข้ม ไม่สุกตัว ผิวหยาบมาก
2	70	20	10	-	-	-	*	สีขาวเหลือง ไม่สุกตัว หลุดเป็นแผ่น ผิวหยาบ
3	70	10	20	-	-	-	*	สีขาวนวล ไม่สุกตัว หลุดเป็นผง ผิวหยาบ
4	60	30	10	-	-	-	*	สีน้ำตาลส้ม ไม่สุกตัว ผิวหยาบ
5	60	20	20	/	//	-	*	สีน้ำตาลอ่อน มีรอยค่างสีน้ำตาล ผิวไม่เรียบ
6	60	10	30	/	///	/	*	สีครีม ผิวไม่เรียบ ไหลตัวมาก
7	50	40	10	-	//	/	*	สีจี้ม้าเข้ม ขอบที่บางจะใสและราน
8	50	30	20	/	-	/	*	สีจี้ม้า ขอบที่บางจะใสและราน
9	50	20	30	/	-	///	*	สีเขียวน้ำตาล ขอบสีจี้ม้าและขอบนอกใส
10	50	10	40	/	-	//	*	สีงาช้างทึบ ขอบเส้นสีน้ำตาลและขอบนอกใส
11	40	50	10	//	///	///	*	สีเขียวใส เข้มในส่วนหนาและใสมากในส่วนบาง
12	40	40	20	/	///	///	*	สีเขียวจูดน้ำตาล ส่วนบางจะใส
13	40	30	30	/	//	/	*	สีน้ำตาลจูดครีม ขอบบางใส
14	40	20	40	/	/	-	*	สีน้ำตาลอมเขียวจูดครีมทึบ ขอบบางใสและราน
15	40	10	50	/	-	-	*	สีขาวอมเขียวทึบ ผิวเป็นเม็ดทราย
16	30	60	10	///	///	//	*	สีเขียวใส เข้มในส่วนหนา มีรู ขอบบางมากและค้ำ
17	30	50	20	///	///	//	*	สีเขียวใส เข้มในส่วนหนาและใสมากในส่วนบาง
18	30	40	30	///	//	//	*	สีเขียวใส เข้มในส่วนหนาและใสมากในส่วนบาง
19	30	30	40	//	//	///	*	สีเขียวขุ่น เข้มในส่วนหนาและใสมากในส่วนบาง
20	30	20	50	/	//	///	*	สีเขียวอ่อนขุ่น
21	30	10	60	/	/	/	*	สีเขียวอ่อนจูดขาวทึบ ขอบรานละเอียด
22	20	70	10	//	///	-	*	สีเขียวขุ่น หลุดร่อน
23	20	60	20	//	-	/	*	สีเขียวขุ่น

สูตรที่	ส่วนผสม			คุณสมบัติทางกายภาพ				
	ขี้เถ้าไม้	ดินเหนียว	โปแตสเซิลด์สปาร์	ความมันวาว	การไหลตัว	การรানตัว	ความเหมาะสมกับการเขียนสีได้เคลือบ	คำหับ
24	20	50	30	//	-	/	*	สีเขียวจืดขาวจากฟองอากาศเม็ดละเอียด
25	20	40	40	///	/	//	*	สีเขียวใส มีฟองอากาศเม็ดใหญ่
26	20	30	50	///	/	//	*	สีเขียวใส มีฟองอากาศเม็ดละเอียด
27	20	20	60	///	/	///	*	สีเขียวใส มีฟองอากาศเม็ดละเอียด
28	20	10	70	//	//	///	*	สีเขียวอมฟ้าขุ่น มีฟองอากาศเม็ดละเอียด
29	10	80	10	/	-	-	*	สีน้ำตาลทึบ หลุด ผิวค่อนข้างหยาบ ไม่ค่อย สุกตัว
30	10	70	20	/	-	-	*	สีน้ำตาลอ่อนทึบ หลุด ผิวเป็นเม็ดนูน
31	10	60	30	/	-	-	*	สีครีมทึบ จุดดำ ผิวเป็นเม็ดนูน
32	10	50	40	//	-	-	*	สีครีมอมเขียวทึบ มีจุดสีน้ำตาลเล็กน้อย
33	10	40	50	//	-	/	*	สีขาวอมเขียวทึบ
34	10	30	60	//	-	/	*	สีขาวอมเขียวขุ่นมากจากฟองอากาศที่ละเอียด มากๆ
35	10	20	70	///	-	/	*	สีเขียวอ่อนขุ่นมากจากฟองอากาศเม็ดละเอียด
36	10	10	80	///	-	//	*	สีเขียวอ่อนขุ่นมากจากฟองอากาศเม็ดละเอียด

* รอยผลการทดลอง

ขี้เถ้าไม้มะม่วง



ดินเหนียวสันกำแพง

โปแตสเซิลด์สปาร์

ภาพที่ 67 แสดงชิ้นงานทดสอบเคลือบครั้งที่ 1

จากผลการทดลองเคลือบพื้นฐานในขั้นต้นพบว่าเคลือบที่มีเนื้อใสจะมีการไหลตัวค่อนข้างมาก และเคลือบที่ไม่มีการไหลตัวจะมีเนื้อทึบ และยังไม่ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาความเหมาะสมกับการเขียนสีตกแต่งได้เคลือบ จึงต้องทำการทดลองใหม่อีกครั้ง เพื่อให้ทราบผลที่ชัดเจน โดยในการทดลอง สูตรเคลือบพื้นฐานครั้งที่สองนี้ จะใช้วัตถุดิบที่มีการเตรียมในปริมาณมาก เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่ อาจเกิดจากการสุ่มตัวอย่างวัตถุดิบที่มีคุณภาพไม่คงที่ และหากได้ผลเป็นที่น่าพอใจแล้ว จะนำวัตถุดิบที่ เตรียมไว้ไปใช้ผลิตเคลือบในขั้นตอนต่อไป ผลการทดลองเคลือบพื้นฐานครั้งที่สองมีดังนี้

ตารางที่ 17 แสดงผลการวิเคราะห์คุณสมบัติของเคลือบพื้นฐานครั้งที่สอง

สูตรที่	ส่วนผสม			คุณสมบัติทางกายภาพ				
	สี เทาไม้	ดินเหนียว	โปแตสฟอสเฟตสปาร์	ความมันวาว	การไหลตัว	การรานตัว	ความเหมาะสมกับ การเขียนสีได้เคลือบ	สีและคำพินิ
1	80	10	10	/	//	///	-	สีเขียวอ่อน เนื้อใส มีฟองอากาศขนาดเล็ก เคลือบหลุดเป็นบางส่วน
2	70	20	10	//	///	///	-	สีเขียวอ่อน เนื้อใส มีฟองอากาศขนาดเล็ก เคลือบหลุดเป็นบางส่วน
3	70	10	20	//	///	//	-	สีเขียวอ่อน เนื้อใส มีฟองอากาศขนาดเล็ก เคลือบหลุดเป็นบางส่วน
4	60	30	10	//	///	/	-	สีเขียวเหลือง เนื้อใส มีฟองอากาศขนาดเล็ก เคลือบหลุดเป็นบางส่วน
5	60	20	20	///	///	///	-	สีเขียวอ่อน เนื้อใส มีฟองอากาศขนาดเล็ก เคลือบหลุดเป็นบางส่วน
6	60	10	30	///	//	///	-	สีเขียวอ่อน เนื้อใส มีฟองอากาศเล็กน้อย เคลือบหลุดเป็นบางส่วน
7	50	40	10	///	///	/	-	สีเหลืองน้ำตาล ขอบน้ำตาลเข้ม เนื้อใส มี ฟองอากาศเล็กน้อย
8	50	30	20	//	//	/	-	สีเหลืองน้ำตาล ขอบน้ำตาลเข้ม เนื้อใส มี ฟองอากาศเล็กน้อย เคลือบหลุดเป็นบางส่วน
9	50	20	30	///	//	//	-	สีเขียวน้ำตาลอ่อน ขอบน้ำตาลแดง ผิวเรียบ เนื้อใส มีฟองอากาศเล็กน้อย
10	50	10	40	///	//	///	-	สีเขียวใส ขอบน้ำตาลเข้ม ผิวเรียบ เนื้อใส
11	40	50	10	///	//	-	-	สีน้ำตาลอ่อน ขอบน้ำตาลแดง ผิวเรียบ เนื้อใส มีฟองอากาศเล็กน้อย

สูตรที่	ส่วนผสม			คุณสมบัติทางกายภาพ				
	ขี้เถ้าไม้	ดินเหนียว	โบตสเฟลด์สปาร์	ความมันวาว	การไหลตัว	การรานตัว	ความเหมาะสมกับการเขียนสีได้เคลือบ	สีและคำหับ
12	40	40	20	//	/	/	/	สีน้ำตาลอ่อน ขอบน้ำตาลแดง เนื้อสี มีฟองอากาศเล็กน้อย เคลือบหลุดเป็นบางส่วน
13	40	30	30	///	//	//	-	สีเหลืองน้ำตาลอ่อน ขอบน้ำตาลเข้ม ผิวเรียบ เนื้อสี มีฟองอากาศเล็กน้อย
14	40	20	40	///	//	///	-	สีเขียวเหลืองอ่อน ขอบน้ำตาล ผิวเรียบ เนื้อสี มีฟองอากาศเล็กน้อย
15	40	10	50	///	//	///	-	สีเหลืองเหลืองอ่อน ขอบน้ำตาล ผิวเรียบ เนื้อสี
16	30	60	10	///	//	-	/	สีน้ำตาลเข้ม ขอบน้ำตาลเข้ม เนื้อสี ผิวหยาบจากฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมาก
17	30	50	20	///	///	/	-	สีน้ำตาลใส ขอบน้ำตาลเข้ม เนื้อสี ผิวหยาบจากฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมาก
18	30	40	30	///	//	//	-	สีน้ำตาลเหลืองเข้ม ขอบน้ำตาลเข้ม เนื้อสี มีฟองอากาศเล็กน้อย
19	30	30	40	///	//	//	-	สีน้ำตาลเหลือง ขอบน้ำตาล เนื้อสี มีฟองอากาศเล็กน้อย
20	30	20	50	///	//	///	-	สีเขียวอ่อน ขอบน้ำตาลเล็กน้อย เนื้อสี มีฟองอากาศเล็กน้อย
21	30	10	60	///	//	///	-	สีเขียวอ่อน เนื้อสี ผิวเรียบ แต่มีรูอากาศละเอียด (ผิวส้ม)
22	20	70	10	//	-	-	-	สีดำ จุดเหลืองขาวเล็กน้อย เนื้อทึบ ผิวเรียบ มีฟองอากาศขนาดเล็ก เคลือบหลุด
23	20	60	20	///	-	-	-	สีน้ำตาลเข้ม จุดเหลืองขาว เนื้อทึบ ผิวเรียบ มีฟองอากาศขนาดเล็ก
24	20	50	30	///	-	-	-	สีน้ำตาลขี้ม้า จุดเหลืองขาว เนื้อกึ่งใสกึ่งทึบ ผิวหยาบจากฟองอากาศขนาดเล็ก
25	20	40	40	///	-	-	//	สีน้ำตาลเหลืองเข้ม รอยดำงสีน้ำตาลเข้ม ขอบน้ำตาลเข้ม ผิวหยาบจากฟองอากาศขนาดเล็ก
26	20	30	50	///	-	///	//	สีน้ำตาลเหลือง จุดน้ำตาล ขอบน้ำตาลเล็กน้อย มีฟองอากาศขนาดเล็กในเนื้อเคลือบ

สูตรที่	ส่วนผสม			คุณสมบัติทางกายภาพ				
	ขี้เถ้าไม้	ดินเหนียว	โปแตสเซิลด์สปาร์	ความมันวาว	การไหลตัว	การรานตัว	ความเหมาะสมกับการเขียนสีได้เคลือบ	คำหนิ
27	20	20	60	///	-	///	///	สีเขียวเหลืองอ่อน ขอบน้ำตาล เนื้อใส ผิวเรียบ
28	20	10	70	///	-	///	///	สีเขียวอ่อน เนื้อใส ผิวเรียบ แต่มีรูอากาศละเอียด (ผิวส้ม)
29	10	80	10	/	-	-	-	สีน้ำตาลจุดแดงประกายโลหะ เนื้อทึบ ผิวเคลือบหลุดเป็นบางส่วน มีฟองอากาศขนาดใหญ่
30	10	70	20	/	-	-	-	สีน้ำตาลจุดส้มประกายโลหะ เนื้อทึบ ผิวหยาบ มีฟองอากาศเล็กน้อย
31	10	60	30	/	-	-	-	สีน้ำตาลแดงประกายโลหะ เนื้อทึบ ผิวเรียบ มีฟองอากาศเล็กน้อย
32	10	50	40	//	-	-	/	สีน้ำตาลเข้มจุดดำ ขอบน้ำตาล เนื้อทึบ ผิวเรียบ
33	10	40	50	//	-	-	/	สีน้ำตาลอ่อนจุดน้ำตาลเข้ม เนื้อทึบ ผิวเรียบ
34	10	30	60	//	-	/	///	สีเหลืองจุดน้ำตาล เนื้อขุ่นจากฟองอากาศละเอียดในเนื้อเคลือบ ผิวเรียบ
35	10	20	70	//	-	/	///	สีเหลืองน้ำตาลอ่อนจุดน้ำตาลเล็กน้อย เนื้อขุ่นจากฟองอากาศละเอียดในเนื้อเคลือบ ผิวเรียบ
36	10	10	80	//	-	//	//	สีเขียวอ่อน เนื้อขุ่นจากฟองอากาศละเอียดในเนื้อเคลือบ ผิวเรียบ

จากผลการทดลองเคลือบพื้นฐานครั้งที่สอง พบว่า สูตรเคลือบที่มีความเหมาะสมมากที่สุดคือ สูตรที่ 27 ประกอบด้วยขี้เถ้าไม้มะม่วงร้อยละ 20 ดินเหนียวสันกำแพงร้อยละ 20 และหินฟ้าน้ำโปแตสเซียมร้อยละ 60 ซึ่งมีคุณสมบัติผิวมันวาวดี ไม่ไหลตัว เนื้อเคลือบรานละเอียดสม่ำเสมอ สีได้เคลือบมีความคมชัดไม่ซีดจางและไหลตัว สีเขียวเหลืองอ่อน ขอบน้ำตาล เนื้อใส ผิวเรียบ และจะนำไปปรับปรุงคุณภาพและสีในขั้นต่อไป

จี้เต้าไม้มะม่วง



ดินเหนียวสันกำแพง

โปสเตอร์เฟลด์สปาร์

ภาพที่ 68 แสดงชิ้นงานทดสอบเคลือบครั้งที่ 2

2. การพัฒนาเคลือบ

2.1 การปรับปรุงความใสและทึบในเคลือบ

นำเคลือบพื้นฐานสูตรที่ 27 มาทำการปรับปรุงคุณภาพด้วยวัตถุดิบทางเซรามิก ได้แก่ แบเรียมคาร์บอเนต ทิทาเนียมไดออกไซด์ ซิงค์ออกไซด์ เซอร์โคเนียมซัลเฟต แมกนีเซียมคาร์บอเนต โดยการเพิ่มอัตราส่วนผสมอีก 10 ระดับ โดยพิจารณาจากเกณฑ์เดิม ผลการทดลองมีดังนี้

ตารางที่ 18 แสดงผลการปรับปรุงความใสและทึบในเคลือบ

สูตรที่	วัตถุดิบเพิ่มเติม (ร้อยละ)	คุณสมบัติทางกายภาพ				ตำหนิ
		ความมันวาว	การไหลตัว	การร้าว	ความเหมาะสมกับ การเขียนสีได้เคลือบ	
1	แบเรียมคาร์บอเนต 1	///	-	//	//	เคลือบสีเหลืองใส ส่วนเคลือบที่บางมีสีน้ำตาลคล้ำ
2	แบเรียมคาร์บอเนต 2	///	-	//	//	เคลือบสีเหลืองใส ส่วนเคลือบที่บางมีสีน้ำตาลคล้ำ

สูตรที่	วัตถุดิบเพิ่มเติม (ร้อยละ)	คุณสมบัติทางกายภาพ				
		ความมันวาว	การไหลตัว	การรানตัว	ความเหมาะสมกับ การเขียนสีได้เคลือบ	คำหนิ
3	แบเรียมคาร์บอเนต 3	///	-	///	//	เคลือบสีเขียวเหลืองใส
4	แบเรียมคาร์บอเนต 4	///	-	//	//	เคลือบสีเหลืองใส ส่วนเคลือบที่บางมีสีน้ำตาล คล้ำ
5	แบเรียมคาร์บอเนต 5	///	-	///	//	เคลือบสีเขียวเหลืองใส
6	แบเรียมคาร์บอเนต 6	///	-	///	/	เคลือบสีเขียวเหลืองใส
7	แบเรียมคาร์บอเนต 7	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส
8	แบเรียมคาร์บอเนต 8	///	/	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส
9	แบเรียมคาร์บอเนต 9	///	/	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส
10	แบเรียมคาร์บอเนต 10	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส
11	ทิตาเนียมไดออกไซด์ 1	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวน้ำตาลใส
12	ทิตาเนียมไดออกไซด์ 2	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวน้ำตาลเข้มใส
13	ทิตาเนียมไดออกไซด์ 3	///	-	///	-	เคลือบสีน้ำตาลใส มีฝ้าสีฟ้าและคริมเล็กน้อย
14	ทิตาเนียมไดออกไซด์ 4	///	/	///	-	เคลือบสีน้ำตาลเข้มใส มีฝ้าสีฟ้าและคริม เล็กน้อย ไหลตัวเล็กน้อย
15	ทิตาเนียมไดออกไซด์ 5	///	-	///	-	เคลือบสีน้ำตาลคล้ำ มีฝ้าสีฟ้าและคริมเล็กน้อย
16	ทิตาเนียมไดออกไซด์ 6	///	/	///	-	เคลือบสีน้ำตาลเข้มใส มีฝ้าสีฟ้าและคริม เล็กน้อย ไหลตัวเล็กน้อย
17	ทิตาเนียมไดออกไซด์ 7	///	//	//	-	เคลือบสีน้ำตาลเข้มใส มีฝ้าสีฟ้าและคริมทึบ ไหลตัว

สูตรที่	วัตถุดิบเพิ่มเติม (ร้อยละ)	คุณสมบัติทางกายภาพ				
		ความมันวาว	การไหลตัว	การรানตัว	ความเหมาะสมกับ การเขียนสีได้เคลือบ	คำหนิ
18	ทิทานเนียมไดออกไซด์ 8	///	///	//	-	เคลือบสีน้ำตาลเข้มใส มีฝ้าสีฟ้าและครีมีทึบไหลตัวมาก
19	ทิทานเนียมไดออกไซด์ 9	///	//	//	-	เคลือบสีน้ำตาลเข้มใส มีฝ้าสีฟ้าและครีมีทึบไหลตัว
20	ทิทานเนียมไดออกไซด์ 10	///	///	//	-	เคลือบสีน้ำตาลคล้ำ มีฝ้าสีฟ้าและครีมีทึบไหลตัวมาก
21	ซิงค์ออกไซด์ 1	///	-	///	/	เคลือบสีเขียวมะกอกใส มีฝ้าจุดสีขาวเล็กน้อย
22	ซิงค์ออกไซด์ 2	///	/	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส มีฝ้าจุดสีขาว
23	ซิงค์ออกไซด์ 3	///	-	///	/	เคลือบสีเขียวมะกอกใส
24	ซิงค์ออกไซด์ 4	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส มีฝ้าจุดสีขาว
25	ซิงค์ออกไซด์ 5	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส มีฝ้าจุดสีขาวเล็กน้อย
26	ซิงค์ออกไซด์ 6	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส มีฝ้าจุดสีขาว
27	ซิงค์ออกไซด์ 7	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส มีฝ้าจุดสีขาว
28	ซิงค์ออกไซด์ 8	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส มีฝ้าจุดสีขาวเล็กน้อย
29	ซิงค์ออกไซด์ 9	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส มีฝ้าจุดสีขาว
30	ซิงค์ออกไซด์ 10	///	-	///	//	เคลือบสีเขียวมะกอกใส
31	เซอร์โคเนียมซิลิเกต 2	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส มีฝ้าจุดสีขาวเล็กน้อย
32	เซอร์โคเนียมซิลิเกต 4	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส มีฝ้าจุดสีขาว

สูตรที่	วัตถุดิบเพิ่มเติม (ร้อยละ)	คุณสมบัติทางกายภาพ				
		ความมันวาว	การไหลตัว	การรানตัว	ความเหมาะสมกับ การเขียนสีได้เคลือบ	คำหนิ
33	เชอร์โคเนียมซิลิเกต 6	///	-	//	-	มีฝ้าจุดสีขาวมาก มีจุดด่างสีน้ำตาลเล็กน้อย
34	เชอร์โคเนียมซิลิเกต 8	//	-	/	/	มีฝ้าจุดสีขาวทึบ มีจุดด่างสีน้ำตาลคล้ำเล็กน้อย
35	เชอร์โคเนียมซิลิเกต 10	//	-	-	/	เคลือบทึบจุดสีขาว มีจุดด่างสีน้ำตาลคล้ำ
36	เชอร์โคเนียมซิลิเกต 12	//	-	-	-	เคลือบทึบจุดสีขาว
37	เชอร์โคเนียมซิลิเกต 14	//	-	-	/	เคลือบทึบจุดสีขาว มีจุดด่างสีน้ำตาล
38	เชอร์โคเนียมซิลิเกต 16	/	-	-	-	เคลือบทึบจุดสีขาว มีจุดด่างสีน้ำตาลคล้ำ
39	เชอร์โคเนียมซิลิเกต 18	/	-	-	/	เคลือบทึบจุดสีขาว มีจุดด่างสีน้ำตาลคล้ำ
40	เชอร์โคเนียมซิลิเกต 20	/	-	-	/	เคลือบทึบจุดสีขาว มีจุดด่างสีน้ำตาลคล้ำ
41	แมกนีเซียม คาร์บอเนต 1	///	-	//	//	เคลือบสีเขียวมะกอกใส
42	แมกนีเซียม คาร์บอเนต 2	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส
43	แมกนีเซียม คาร์บอเนต 3	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส
44	แมกนีเซียม คาร์บอเนต 4	///	-	///	/	เคลือบสีเขียวมะกอกใส
45	แมกนีเซียม คาร์บอเนต 5	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส
46	แมกนีเซียม คาร์บอเนต 6	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส
47	แมกนีเซียม คาร์บอเนต 7	///	-	///	/	เคลือบสีเขียวมะกอกใส

สูตรที่	วัตถุดิบเพิ่มเติม (ร้อยละ)	คุณสมบัติทางกายภาพ				
		ความมันวาว	การไหลตัว	การรানตัว	ความเหมาะสมกับ การเขียนสีได้เคลือบ	ตำหนิ
48	แมกนีเซียม คาร์บอเนต 8	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส
49	แมกนีเซียม คาร์บอเนต 9	///	-	///	/	เคลือบสีเขียวมะกอกใส
50	แมกนีเซียม คาร์บอเนต 10	///	///	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส

จากผลการทดลองพบว่าเคลือบที่เติมแบเรียมคาร์บอเนต หากเคลือบบางจะมีสีน้ำตาลและถ้ามีปริมาณมากสีได้เคลือบจะไหลตัว เคลือบที่เติมทาทาเนียมไดออกไซด์ สีได้เคลือบจะไหลตัว เคลือบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเข้มขึ้นเรื่อยๆ มีฝ้าสีฟ้าขาวและไหลตัวหากมีปริมาณเพิ่มขึ้น เคลือบที่เติมซิงค์ออกไซด์ เคลือบไม่เปลี่ยนสี มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อยและสีได้เคลือบไหลตัว เคลือบที่เติมเซอร์โคเนียมซิลิเกต สีได้เคลือบไหลตัว และเคลือบมีความทึบสีขาวจุดเมื่อมีปริมาณเพิ่มขึ้น และเคลือบที่เติมแมกนีเซียมคาร์บอเนต เคลือบไม่เปลี่ยนสีแต่สีได้เคลือบไหลตัว เคลือบทุกอัตราส่วนไม่เหมาะสมกับการตกแต่งด้วยสีได้เคลือบเนื่องจากการไหลตัวของสีได้เคลือบในเคลือบใส และไม่สามารถมองเห็นสีได้เคลือบได้อย่างชัดเจนในเคลือบทึบ



ภาพที่ 69 แสดงผลการทดลองการปรับปรุงความใสและทึบในเคลือบ

2.2 การปรับปรุงสีเคลือบ

นำเคลือบพื้นฐานสูตรที่ 27 มาทำการเติมวัตถุดิบให้สี ได้แก่ เฟอริกออกไซด์ เพอร์รัสออกไซด์ โคบอลท์ออกไซด์ โครมิกออกไซด์ และแมงกานีสไดออกไซด์ ชนิดละ 10 ระดับ โดยพิจารณาจากเกณฑ์เดิม ผลการทดลองมีดังนี้

ตารางที่ 19 แสดงผลการปรับปรุงสีเคลือบ

สูตรที่	วัตถุดิบเพิ่มเติม (ร้อยละ)	คุณสมบัติทางกายภาพ					ตำหนิ
		ความมันวาว	การไหลตัว	การรานตัว	ความเหมาะสมกับ การเขียนสีได้เคลือบ		
1	เฟอร์ริกออกไซด์ 0.5	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส มีฝ้าจุดขาว	
2	เฟอร์ริกออกไซด์ 1.0	///	/	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส มีฝ้าจุดขาว	
3	เฟอร์ริกออกไซด์ 1.5	///	/	///	-	เคลือบสีเขียวน้ำตาลใส มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย	
4	เฟอร์ริกออกไซด์ 2.0	///	-	///	-	เคลือบสีเขียวน้ำตาลใส มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย	
5	เฟอร์ริกออกไซด์ 2.5	///	//	///	-	เคลือบสีเขียวน้ำตาลเข้มใส มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย	
6	เฟอร์ริกออกไซด์ 3.0	///	///	//	-	เคลือบสีเขียวน้ำตาลคล้ำใส มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย	
7	เฟอร์ริกออกไซด์ 3.5	///	//	//	-	เคลือบสีน้ำตาลดำทึบ มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย	
8	เฟอร์ริกออกไซด์ 4.0	///	///	//	-	เคลือบสีน้ำตาลดำทึบ มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย	
9	เฟอร์ริกออกไซด์ 4.5	///	///	/	-	เคลือบสีน้ำตาลดำทึบ มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย	
10	เฟอร์ริกออกไซด์ 5.0	///	///	/	-	เคลือบสีน้ำตาลดำทึบ มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย	
11	เพอร์รัสออกไซด์ 0.5	///	/	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส มีฝ้าจุดขาว	

สูตรที่	วัตถุดิบเพิ่มเติม (ร้อยละ)	คุณสมบัติทางกายภาพ				
		ความมันวาว	การไหลตัว	การรানตัว	ความเหมาะสมกับ การเขียนสีได้เคลือบ	คำหนิ
12	เฟอร์รัสออกไซด์ 1.0	///	/	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกใส มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย
13	เฟอร์รัสออกไซด์ 1.5	///	//	///	-	เคลือบสีเขียวน้ำตาลใส มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย
14	เฟอร์รัสออกไซด์ 2.0	///	///	///	-	เคลือบสีเขียวน้ำตาลใส มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย
15	เฟอร์รัสออกไซด์ 2.5	///	/	///	-	เคลือบสีเขียวน้ำตาลเข้ม มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย
16	เฟอร์รัสออกไซด์ 3.0	///	///	///	-	เคลือบสีเขียวน้ำตาลคล้ำทึบ มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย
17	เฟอร์รัสออกไซด์ 3.5	///	///	//	-	เคลือบสีเขียวน้ำตาลคล้ำทึบ มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย
18	เฟอร์รัสออกไซด์ 4.0	///	///	//	-	เคลือบสีน้ำตาลดำทึบ มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย
19	เฟอร์รัสออกไซด์ 4.5	///	///	/	-	เคลือบสีน้ำตาลดำทึบ มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย
20	เฟอร์รัสออกไซด์ 5.0	///	///	/	-	เคลือบสีน้ำตาลดำทึบ มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย
21	โคบอลท์ออกไซด์ 0.1	///	/	///	/	เคลือบสีเขียวอมฟ้าใส มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย
22	โคบอลท์ออกไซด์ 0.2	///	/	///	//	เคลือบสีฟ้าเข้มใส มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย
23	โคบอลท์ออกไซด์ 0.3	///	//	///	/	เคลือบสีน้ำเงินใส มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย
24	โคบอลท์ออกไซด์ 0.4	///	/	///	-	เคลือบสีน้ำเงินเข้ม มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย
25	โคบอลท์ออกไซด์ 0.5	///	//	///	-	เคลือบสีน้ำเงินเข้มทึบ มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย
26	โคบอลท์ออกไซด์ 0.6	///	//	///	-	เคลือบสีน้ำเงินเข้มทึบ มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย

สูตรที่	วัตถุดิบเพิ่มเติม (ร้อยละ)	คุณสมบัติทางกายภาพ				
		ความมันวาว	การไหลตัว	การรানตัว	ความเหมาะสมกับ การเขียนสีได้เคลือบ	คำหนิ
27	โบริบอ์ทอ์ออกซไค์ 0.7	///	/	///	-	เคลือบสีน้ำเงินเข้ม มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย
28	โบริบอ์ทอ์ออกซไค์ 0.8	///	///	//	-	เคลือบสีน้ำเงินเข้มทึบ มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย
29	โบริบอ์ทอ์ออกซไค์ 0.9	///	//	//	-	เคลือบสีน้ำเงินเข้มทึบ มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย
30	โบริบอ์ทอ์ออกซไค์ 1.0	///	/	//	-	เคลือบสีน้ำเงินเข้มทึบ มีฝ้าจุดขาวเล็กน้อย
31	โครมิกออกซไค์ 0.5	///	-	/	-	เคลือบสีน้ำตาลเหลืองจุดขาวทึบ
32	โครมิกออกซไค์ 1.0	///	-	-	-	เคลือบสีน้ำตาลเข้มจุดเหลืองทึบ
33	โครมิกออกซไค์ 1.5	///	-	-	-	เคลือบสีน้ำตาลเข้มจุดเหลืองทึบ
34	โครมิกออกซไค์ 2.0	//	-	-	-	เคลือบสีน้ำตาลเข้มจุดเหลืองทึบ มีฝ้าสีเงินบน ผิวเคลือบ
35	โครมิกออกซไค์ 2.5	//	-	-	-	เคลือบสีน้ำตาลเข้มจุดเหลืองทึบ มีฝ้าสีเงินบน ผิวเคลือบ
36	โครมิกออกซไค์ 3.0	//	-	-	-	เคลือบสีน้ำตาลเข้มจุดเขียวทึบ มีฝ้าสีเงินบน ผิวเคลือบ
37	โครมิกออกซไค์ 3.5	/	-	-	-	เคลือบสีน้ำตาลเข้มจุดเขียวทึบ มีฝ้าสีเงินบน ผิวเคลือบ
38	โครมิกออกซไค์ 4.0	/	-	-	-	เคลือบสีน้ำตาลเข้มจุดเขียวทึบ มีฝ้าสีเงินบน ผิวเคลือบ
39	โครมิกออกซไค์ 4.5	/	-	-	-	เคลือบสีเขียวจุดน้ำตาลเข้มทึบ มีฝ้าสีเงินบน ผิวเคลือบ
40	โครมิกออกซไค์ 5.0	/	-	-	-	เคลือบสีเขียวจุดน้ำตาลเข้มทึบ มีฝ้าสีเงินบน ผิวเคลือบ
41	แมงกานีสไดออกซไค์ 0.5	///	-	///	//	เคลือบสีเขียวมะกอกใส

สูตรที่	วัตถุดิบเพิ่มเติม (ร้อยละ)	คุณสมบัติทางกายภาพ				
		ความมันวาว	การไหลตัว	การรানตัว	ความเหมาะสมกับ การเขียนสีได้เคลือบ	คำหนิ
42	เมงกานีสไดออกไซด์ 1.0	///	-	///	/	เคลือบสีเขียวมะกอกใส
43	เมงกานีสไดออกไซด์ 1.5	///	/	///	-	เคลือบสีเขียวน้ำตาลใส
44	เมงกานีสไดออกไซด์ 2.0	///	//	///	-	เคลือบสีเขียวมะกอกเหลืองใส
45	เมงกานีสไดออกไซด์ 2.5	///	//	///	-	เคลือบสีเขียวน้ำตาลใส
46	เมงกานีสไดออกไซด์ 3.0	///	/	///	-	เคลือบสีเขียวน้ำตาลใส
47	เมงกานีสไดออกไซด์ 3.5	///	//	///	-	เคลือบสีน้ำตาลใส
48	เมงกานีสไดออกไซด์ 4.0	///	/	///	-	เคลือบสีน้ำตาลใส
49	เมงกานีสไดออกไซด์ 4.5	///	//	///	-	เคลือบสีน้ำตาลแดงใส
50	เมงกานีสไดออกไซด์ 5.0	///	///	///	-	เคลือบสีน้ำตาลแดงใส

จากผลการทดลองพบว่าเคลือบที่เติมเฟอร์ริกออกไซด์และเฟอร์รัสออกไซด์ จะมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงน้ำตาลดำ มีรอยรานลดลง เนื้อเคลือบที่บมากขึ้นและมีการไหลตัวเพิ่มขึ้น เคลือบที่เติมโคบอลท์ออกไซด์ จะมีสีฟ้าและเข้มเป็นสีน้ำเงินจนถึงน้ำเงินเข้ม มีรอยรานลดลง เนื้อเคลือบที่บมากขึ้นและมีการไหลตัวเพิ่มขึ้น เคลือบที่เติมโครมิกออกไซด์ จะมีสีน้ำตาลจุดเหลือง จนถึงเขียวจุดน้ำตาล มีรอยรานลดลง เนื้อเคลือบที่บมากขึ้น ผิวเคลือบด้านเพิ่มขึ้นจากรอยฝ้าสีเงินบนผิวเคลือบและไม่มีการไหลตัว เคลือบที่เติมเมงกานีสไดออกไซด์ จะมีสีน้ำตาลจนถึงน้ำตาลแดง มีรอยราน เนื้อเคลือบใส และมีการไหลตัวเพิ่มขึ้น เคลือบทุกอัตราส่วนไม่เหมาะสมกับการตกแต่งด้วยสีได้เคลือบเนื่องจากมีการไหลตัวของสีได้เคลือบในเคลือบใส และไม่สามารถมองเห็นสีได้เคลือบในเคลือบทึบ



ภาพที่ 70 แสดงผลการทดลองการปรับปรุงสีเคลือบ

ผลการศึกษาสีตกแต่ง

1. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของสีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะเกิด

ทำการศึกษาคูสมบัติทางกายภาพของสีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะเกิด โดยแยกการทดลองเป็น 2 ส่วนคือ ดินแดงคอยสะเกิดที่เผาเคลษายนที่อุณหภูมิ 1260 องศาเซลเซียสและดินแดงคอยสะเกิดที่ไม่เผาเคลษายน โดยป้ายที่ผิวเนื้อดินดำแมร์มและชุบเคลือบสีลาดล ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 20 แสดงผลการทดลองคุณสมบัติของดินแดงที่ใช้ตกแต่งได้เคลือบสีลาดลครั้งที่ 1

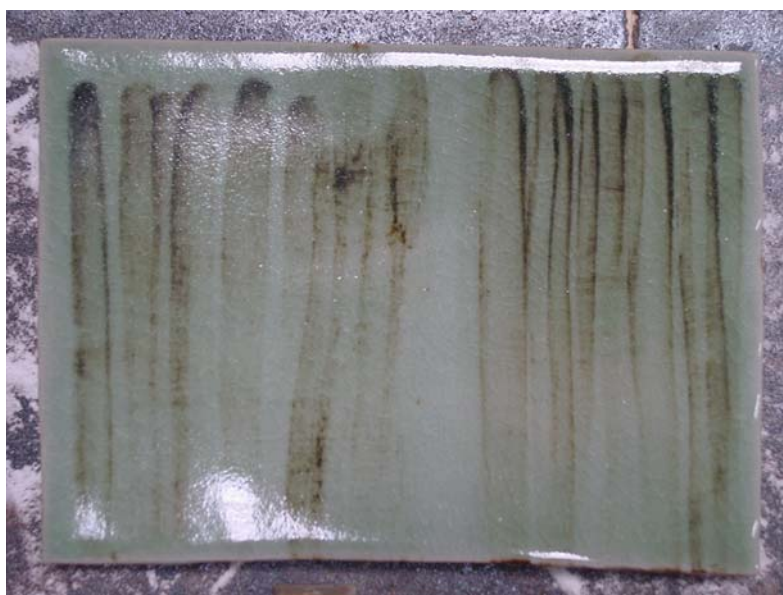
ชนิดของวัตถุดิบ	ความคมชัดของสี	คำหนิ					
		หลุดเป็นผงฝุ่น	ปูนูน	พุงอง	ซึมทะลุผิวเคลือบ	ไหล	ซีดจาง
ดินแดงที่ไม่ผ่านการเผา	เลือน	-	/	-	-	//	///
ดินแดงที่ผ่านการเผา	เลือนเล็กน้อย	-	/	-	-	/	//

จากผลการทดลองพบว่า สีตกแต่ง สีที่ได้ไม่มีความคมชัดปูนูนเล็กน้อยเนื่องจากเคลือบที่บางสีที่ผ่านการเผามีความเข้มกว่าเล็กน้อยเนื่องจากระบายสีหนากว่า จึงทำการทดลองซ้ำ ซึ่งผลที่ได้มีดังนี้

ตารางที่ 21 แสดงผลการทดลองคุณสมบัติของดินแดงที่ใช้ตกแต่งได้เคลือบสีลาดครั้งที่ 1(ซ้ำ)

ชนิดของวัตถุดิบ	ความคมชัดของสี	ตำหนิ					
		หลุดเป็นผงฝุ่น	ปูดนูน	พอง	ซึมทะลุผิวเคลือบ	ไหล	ซีดจาง
ดินแดงที่ไม่ผ่านการเผา	เลือน	-	-	-	-	/	//
ดินแดงที่ผ่านการเผา	เลือน	-	-	-	-	/	//

เมื่อทำการทดสอบใหม่พบว่า ดินแดงทั้งสองชนิดไม่มีผลที่แตกต่างกัน คือ มีความเข้มของสีค่อนข้างน้อยหากระบายสีเนื้อมาง และสีจะเข้มเป็นสีน้ำตาลเขียวเมื่อมีการระบายสีให้หนาขึ้น และเนื้อสีไม่มีความคมชัดมากนัก จึงสรุปได้ว่า ดินแดงคอยสะเก็ดมีปริมาณของสารให้สีค่อนข้างน้อยกว่าการใช้ผงสีที่ผลิตจากสารให้สีโดยตรง และไม่มีความจำเป็นต้องเผา Calcine เพราะประหยัดต้นทุนและขั้นตอนเนื่องจากผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งจะได้นำดินแดงไปทดลองปรับปรุงคุณภาพในขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 71 แสดงผลการทดลองสีตกแต่งได้เคลือบสีลาด

โดยเปรียบเทียบระหว่างดินแดงคอยสะเก็ดที่ไม่ผ่านการเผากับดินแดงคอยสะเก็ดที่ผ่านการเผา

2. การปรับปรุงคุณภาพของสีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะเกิดด้วยวัตถุดิบทนไฟและวัตถุดิบช่วยลดจุดหลอมเหลว

ทำการศึกษาคูณสมบัติทางกายภาพของสีได้เคลือบที่กำหนดอัตราส่วนผสมแบบเชิงเส้นตรง (Line Blend) ของดินแดงคอยสะเกิดกับวัตถุดิบทางเซรามิกที่เป็นวัตถุดิบทนไฟและวัตถุดิบช่วยลดจุดหลอมเหลว จำนวน 21 อัตราส่วน เพื่อใช้เป็นสีตกแต่งได้เคลือบสีลาดและเนื้อดินที่พัฒนาขึ้น เเผาที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส บรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุด ผลการศึกษามีดังนี้

ตารางที่ 22 แสดงผลการปรับปรุงคุณภาพของสีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะเกิด

สูตรที่	ชนิดของวัตถุดิบ	ความคมชัดของสี	ตำหนิ					
			หลุดเป็นผงฝุ่น	ปูดนูน	พุดอง	ซึมทะลุผิวเคลือบ	ไหล	ซีดจาง
1	ดินแดง ร้อยละ 100	เลือน	-	-	-	-	/	///
2	ดินแดง ร้อยละ 95 อลูมิน่า ร้อยละ 5	เลือน	-	-	-	-	/	///
3	ดินแดง ร้อยละ 90 อลูมิน่า ร้อยละ 10	เลือน	-	-	-	-	/	///
4	ดินแดง ร้อยละ 85 อลูมิน่า ร้อยละ 15	เลือน	-	-	-	-	/	///
5	ดินแดง ร้อยละ 80 อลูมิน่า ร้อยละ 20	เลือน	-	-	-	-	/	///
6	ดินแดง ร้อยละ 75 ดินขาว ร้อยละ 25	เลือน	-	-	-	-	/	///
7	ดินแดง ร้อยละ 95 ดินขาว ร้อยละ 5	เลือน	-	-	-	-	/	///
8	ดินแดง ร้อยละ 90 ดินขาว ร้อยละ 5	เลือน	-	-	-	-	/	///
9	ดินแดง ร้อยละ 85 ดินขาว ร้อยละ 15	เลือน	-	-	-	-	/	///
10	ดินแดง ร้อยละ 80 ดินขาว ร้อยละ 20	เลือน	-	-	-	-	/	///

สูตรที่	ชนิดของวัตถุดิบ	ความคมชัด ของสี	ตำหนิ					
			หลุดเป็น ผงฝุ่น	ปูดนูน	พอง	ซึมทะลุ ผิวเคลือบ	ไหม	ซีดจาง
11	ดินแดง ร้อยละ 75 อลูมิน่า ร้อยละ 25	เลือน	-	-	-	-	/	///
12	ดินแดง ร้อยละ 95 ซิลิกา ร้อยละ 5	เลือน	-	-	-	-	/	///
13	ดินแดง ร้อยละ 90 ซิลิกา ร้อยละ 10	เลือน	-	-	-	-	/	///
14	ดินแดง ร้อยละ 85 ซิลิกา ร้อยละ 15	เลือน	-	-	-	-	/	///
15	ดินแดง ร้อยละ 80 ซิลิกา ร้อยละ 20	เลือน	-	-	-	-	/	///
16	ดินแดง ร้อยละ 75 ซิลิกา ร้อยละ 25	เลือน	-	-	-	-	/	///
17	ดินแดง ร้อยละ 95 โปแตสเฟลด์สปาร์ ร้อยละ 5	เลือน	-	-	-	-	/	///
18	ดินแดง ร้อยละ 90 โปแตสเฟลด์สปาร์ ร้อยละ 10	เลือน	-	-	-	-	/	///
19	ดินแดง ร้อยละ 85 โปแตสเฟลด์สปาร์ ร้อยละ 15	เลือน	-	-	-	-	/	///
20	ดินแดง ร้อยละ 80 โปแตสเฟลด์สปาร์ ร้อยละ 20	เลือน	-	-	-	-	/	///
21	ดินแดง ร้อยละ 75 โปแตสเฟลด์สปาร์ ร้อยละ 25	เลือน	-	-	-	-	/	///

จากผลการทดลองพบว่า การเติมวัตถุดับทไฟคืออลูมินาและดินขาวระนองให้ผลไม่แตกต่างกัน โดยให้สีที่ซีดจาง เนื่องมาจากสัดส่วนของแร่เหล็กที่มีอยู่ในดินแดงคอยสะเก็ดลดลง จึงไม่มีส่วนช่วยให้สีจากดินแดงคอยสะเก็ดมีความคมชัดตามที่ตั้งสมมติฐานไว้ ส่วนการเติมวัตถุดับที่ช่วยลดอุณหภูมิคือ ซิลิกา และโปแตสเซฟอสเฟต เพื่อให้สีมีความสดเนื่องจากการหลอมตัวของแร่เหล็ก ปรากฏว่าสีที่ได้มีความซีดจางเช่นกัน ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากวัตถุดับที่ใช้เดิมเป็นวัตถุดับชนิดเดียวกับวัตถุดับที่มีอยู่ในเคลือบ และเคลือบที่ใช้เป็นเคลือบเซลาดอนซึ่งมีคุณสมบัติในการฟอกสีเนื้อดินและสีตกแต่งให้ซีดจางอยู่แล้ว จึงไม่เกิดผลในทางที่ดีต่อการปรับปรุงสีได้เคลือบจากดินแดงทั้งในด้านการเติมวัตถุดับทไฟและการเติมวัตถุดับช่วยลดอุณหภูมิ

การทดลองดังกล่าวใช้วิธีการระบายสีตกแต่งได้เคลือบที่มีความหนาปกติ จึงได้ทำการทดลองซ้ำโดยการระบายสีตกแต่งได้เคลือบให้มีความหนามากกว่าปกติ เพื่อให้เห็นผลการทดลองที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งผลที่ได้มีดังนี้

ตารางที่ 23 แสดงผลการทดลองซ้ำการปรับปรุงคุณภาพของสีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะเก็ด

สูตรที่	ชนิดของวัตถุดับ	ความคมชัดของสี	ตำหนิ					
			หลุดเป็นผงฝุ่น	ปูดนูน	พุดอง	ซึมทะลุผิวเคลือบ	ไหล	ซีดจาง
1	ดินแดง ร้อยละ 100	เลื่อน	-	-	-	-	//	-
2	ดินแดง ร้อยละ 95 อลูมินา ร้อยละ 5	เลื่อน	-	-	-	-	///	/
3	ดินแดง ร้อยละ 90 อลูมินา ร้อยละ 10	ชัด	-	-	//	/	//	-
4	ดินแดง ร้อยละ 85 อลูมินา ร้อยละ 15	ชัด	-	-	//	/	/	///
5	ดินแดง ร้อยละ 80 อลูมินา ร้อยละ 20	ชัด	-	-	//	/	-	///
6	ดินแดง ร้อยละ 75 ดินขาว ร้อยละ 25	ชัด	-	-	/	-	-	///
7	ดินแดง ร้อยละ 95 ดินขาว ร้อยละ 5	เลื่อน	-	-	/	-	///	/
8	ดินแดง ร้อยละ 90 ดินขาว ร้อยละ 5	เลื่อน	-	-	///	-	///	//

สูตรที่	ชนิดของวัตถุดิบ	ความคมชัด ของสี	ตำหนิ					
			หลุดเป็น ผงฝุ่น	ปูดนูน	พอง	ซึมทะลุ ผิวเคลือบ	ไหม	ซีดจาง
9	ดินแดง ร้อยละ 85 ดินขาว ร้อยละ 15	เลือน	-	-	-	-	///	///
10	ดินแดง ร้อยละ 80 ดินขาว ร้อยละ 20	เลือน	-	-	-	-	///	//
11	ดินแดง ร้อยละ 75 ดินขาว ร้อยละ 25	เลือน	-	-	-	-	///	//
12	ดินแดง ร้อยละ 95 ซีลิกา ร้อยละ 5	เลือน	-	-	///	//	//	/
13	ดินแดง ร้อยละ 90 ซีลิกา ร้อยละ 10	เลือน	-	-	//	//	///	-
14	ดินแดง ร้อยละ 85 ซีลิกา ร้อยละ 15	เลือน	-	-	//	//	//	-
15	ดินแดง ร้อยละ 80 ซีลิกา ร้อยละ 20	เลือน	-	-	//	//	///	-
16	ดินแดง ร้อยละ 75 ซีลิกา ร้อยละ 25	เลือน	-	-	//	/	//	-
17	ดินแดง ร้อยละ 95 โปแตสเฟลด์สปาร์ ร้อยละ 5	เลือน	-	-	-	-	///	/
18	ดินแดง ร้อยละ 90 โปแตสเฟลด์สปาร์ ร้อยละ 10	เลือน	-	-	-	-	///	//
19	ดินแดง ร้อยละ 85 โปแตสเฟลด์สปาร์ ร้อยละ 15	เลือน	-	-	///	-	///	-
20	ดินแดง ร้อยละ 80 โปแตสเฟลด์สปาร์ ร้อยละ 20	เลือน	-	-	//	-	///	-

สูตรที่	ชนิดของวัตถุดิบ	ความคมชัดของสี	ตำหนิ					
			หลุดเป็นผงฝุ่น	ปูดนูน	พอง	ซึมทะลุผิวเคลือบ	ไหล	ซีดจาง
21	ดินแดง ร้อยละ 75 โปแตสเซิลด์สปาร์ ร้อยละ 25	เลือน	-	-	-	//	///	-

จากผลการทดลองพบว่า การระบายสีตกแต่งได้เคลือบจากดินแดงให้มีความหนาเพิ่มขึ้น ทำให้เนื้อสีมีปริมาณมากขึ้น ส่งผลให้เนื้อสีมีความชัดเจนมากกว่าการระบายสีตามปกติ แต่การระบายสีตกแต่งได้เคลือบให้มีความหนาเกินไปส่งผลให้ผิวเคลือบพองและดันสีได้เคลือบให้ทะลุขึ้นมาบนผิวเคลือบ และมีการไหลตัวของสีค่อนข้างสูง ยกเว้นสีได้เคลือบที่มีอัตราส่วนผสมของอูมิน่าตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไป ที่ไม่มีการไหลตัว ดังนั้นการเพิ่มความชัดเจนของสีตกแต่งได้เคลือบด้วยการระบายสีให้หนากว่าปกติจึงเป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง จึงควรใช้วิธีการระบายสีตกแต่งได้เคลือบตามปกติและไม่ควรเติมวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิด เพื่อลดขั้นตอนและต้นทุนวัตถุดิบ และจะทำการทดลองการเพิ่มความเข้มของสีตกแต่งจากดินแดงคอยสะกัดในขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 72 แสดงผลการทดลองความคมชัดของสีตกแต่งได้เคลือบสีลาด

3. การปรับปรุงความเข้มของสีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะเก็ด

ทำการศึกษาคุณสมบัติของสีตกแต่งได้เคลือบที่เดิมสารให้สี คือ โบบอลท์ออกไซด์ โครมิก ออกไซด์ และแมงกานีสไดออกไซด์ ชนิดละ 10 ระดับ และโบบอลท์ออกไซด์ ร่วมกับโครมิกออกไซด์ อีก 10 ระดับ จำนวนทั้งสิ้น 40 อัตราส่วน เพื่อใช้เป็นสีตกแต่งได้เคลือบสีลาดที่พัฒนาขึ้น เหนือที่ อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส บรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุด ผลการ ทดลองมีดังนี้

ตารางที่ 24 แสดงผลการปรับปรุงความเข้มของสีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะเก็ด

สูตรที่	ชนิดของวัตถุดิบ และจำนวนที่เติม	ความคมชัด ของสี	ตำหนิ					
			หลุดเป็น ผงฝุ่น	ปูดนูน	พุดอง	ซึมทะลุ ผิวเคลือบ	ไหล	ซีดจาง
1	โบบอลท์ออกไซด์ 0.1 %	เลือน	-	-	-	-	/	/
2	โบบอลท์ออกไซด์ 0.2 %	เลือน	-	-	-	-	/	//
3	โบบอลท์ออกไซด์ 0.3 %	เลือน	-	-	-	-	/	/
4	โบบอลท์ออกไซด์ 0.4 %	เลือน	-	-	-	-	/	/
5	โบบอลท์ออกไซด์ 0.5 %	เลือน	-	-	-	-	/	///
6	โบบอลท์ออกไซด์ 0.6 %	เลือน	-	-	-	-	/	//
7	โบบอลท์ออกไซด์ 0.7 %	เลือน	-	-	-	-	/	/
8	โบบอลท์ออกไซด์ 0.8 %	เลือน	-	-	-	-	/	///
9	โบบอลท์ออกไซด์ 0.9 %	เลือน	-	-	-	-	/	///
10	โบบอลท์ออกไซด์ 1.0 %	เลือน	-	-	-	-	/	//

สูตรที่	ชนิดของวัตถุดิบ และจำนวนที่เติม	ความคมชัด ของสี	ตำหนิ					
			หลุดเป็น ผงฝุ่น	ปูดนูน	พุดอง	ซึมทะลุ ผิวเคลือบ	ไหล	ซีดจาง
11	โครมิกออกไซด์ 0.5 %	เลือน	-	-	-	-	-	//
12	โครมิกออกไซด์ 1.0 %	เลือน	-	-	-	-	-	/
13	โครมิกออกไซด์ 1.5 %	เลือน	-	-	-	-	-	///
14	โครมิกออกไซด์ 2.0 %	ชัด	-	-	-	-	-	-
15	โครมิกออกไซด์ 2.5 %	ชัด	-	-	-	-	-	-
16	โครมิกออกไซด์ 3.0 %	ชัด	-	-	-	-	-	-
17	โครมิกออกไซด์ 3.5 %	เลือน	-	-	-	-	-	/
18	โครมิกออกไซด์ 4.0 %	ชัด	-	-	-	-	-	-
19	โครมิกออกไซด์ 4.5 %	ชัด	-	-	-	-	-	-
20	โครมิกออกไซด์ 5.0 %	ชัด	-	-	-	-	-	-
21	แมงกานีสได ออกไซด์ 0.5 %	เลือน	-	-	-	-	//	-
22	แมงกานีสได ออกไซด์ 1.0 %	เลือน	-	-	-	-	///	-
23	แมงกานีสได ออกไซด์ 1.5 %	เลือน	-	-	-	-	///	/
24	แมงกานีสได ออกไซด์ 2.0 %	เลือน	-	-	-	-	///	/

สูตรที่	ชนิดของวัตถุดิบ และจำนวนที่เติม	ความคมชัด ของสี	ตำหนิ					
			หลุดเป็น ผงฝุ่น	ปูดนูน	พุดอง	ซึมทะลุ ผิวเคลือบ	ไหล	ซีดจาง
25	แมงกานีสได ออกไซด์ 2.5 %	เลือน	-	-	-	-	///	///
26	แมงกานีสได ออกไซด์ 3.0 %	เลือน	-	-	-	-	///	/
27	แมงกานีสได ออกไซด์ 3.5 %	เลือน	-	-	-	-	///	/
28	แมงกานีสได ออกไซด์ 4.0 %	เลือน	-	-	-	/	///	/
29	แมงกานีสได ออกไซด์ 4.5 %	เลือน	-	-	-	-	///	//
30	แมงกานีสได ออกไซด์ 5.0 %	เลือน	-	-	-	-	///	//
31	โคบอลต์ออกไซด์ 0.1 % กับ โครมิกออกไซด์ 0.5 %	เลือน	-	-	-	-	//	///
32	โคบอลต์ออกไซด์ 0.2 % กับ โครมิกออกไซด์ 1.0 %	ชัด	-	-	-	-	//	/
33	โคบอลต์ออกไซด์ 0.3 % กับ โครมิกออกไซด์ 1.5 %	ชัด	-	-	-	-	/	/
34	โคบอลต์ออกไซด์ 0.4 % กับ โครมิกออกไซด์ 2.0 %	ชัด	-	-	-	-	/	/

สูตรที่	ชนิดของวัตถุดิบ และจำนวนที่เติม	ความคมชัด ของสี	ตำหนิ					
			หลุดเป็น ผงฝุ่น	ปูดนูน	พุดอง	ซึมทะลุ ผิวเคลือบ	ไหล	ซีดจาง
35	โอบอลท์ออกไซด์ 0.5 % กับ โครมิกออกไซด์ 2.5 %	ชัด	-	-	-	-	/	-
36	โอบอลท์ออกไซด์ 0.6 % กับ โครมิกออกไซด์ 3.0 %	ชัด	-	-	-	-	/	-
37	โอบอลท์ออกไซด์ 0.7 % กับ โครมิกออกไซด์ 3.5 %	ชัด	-	-	-	-	-	-
38	โอบอลท์ออกไซด์ 0.8 % กับ โครมิกออกไซด์ 4.0 %	ชัด	-	-	-	-	-	-
39	โอบอลท์ออกไซด์ 0.9 % กับ โครมิกออกไซด์ 4.5 %	ชัดเข้ม	-	-	-	-	-	-
40	โอบอลท์ออกไซด์ 1.0 % กับ โครมิกออกไซด์ 5.0 %	ชัดเข้มมาก	-	-	-	-	-	-

จากผลการทดลองพบว่า สีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะเก็ดที่เติมโอบอลท์ออกไซด์ยังมีความซีดจางอยู่ เนื่องจากใช้ในปริมาณที่น้อยมาก ส่วนสีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะเก็ดที่เติมโครมิกออกไซด์จะมีความเข้มและความคมชัดของสีเพิ่มขึ้นเล็กน้อย และสีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะเก็ดที่เติมเมงกานีสไดออกไซด์สีที่ได้จะเลือนปนกับเคลือบจึงไม่เหมาะสำหรับการใช้เป็นสีตกแต่งลวดลาย

ได้เคลือบ แต่สีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะกัดที่เดิมโคบอลท์ออกไซด์และโครมิกออกไซด์นั้นจะมีความเข้มและความคมชัดของสีมากกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งสีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะกัดที่เดิมโคบอลท์ออกไซด์ร้อยละ 0.9 % กับโครมิกออกไซด์ร้อยละ 4.5 ขึ้นไป จะให้สีที่เข้มมากเหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นสีตกแต่งลวดลายได้เคลือบ

ผลการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์

ผลการพัฒนารูปทรงและการตกแต่ง

ทำการออกแบบรูปทรงและลวดลายให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานและความสวยงามโดยเน้นเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยโบราณผสมผสานกับรูปแบบร่วมสมัย โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์รูปแบบที่เป็นเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยสันกำแพง

เครื่องถ้วยสันกำแพงมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากเครื่องถ้วยโบราณในแหล่งอื่นดังนี้

1.1 ลักษณะเนื้อดินปั้น จะมีสีน้ำตาลหม่นถึงน้ำตาลเทา เนื้อดินค่อนข้างหยาบ

เนื่องจากมีแหล่งวัตถุดิบที่มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ

1.2 ลักษณะรูปทรง เป็นทรงหน้าตัดกลมที่มาจากกรรมวิธีการผลิตขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน

1.3 การตกแต่งลวดลาย มีการตกแต่งด้วยลวดลายขูดขีดและลวดลายเขียนสีดำได้

เคลือบเซลาดอน ลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์คือ ลายปลาไขว้

1.4 รูปแบบผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ชาม ไหปากสองชั้น กระปุกขนาดเล็ก



ภาพที่ 73 แสดงลักษณะรูปทรง การตกแต่งวิธีขูดขีด และสีเคลือบ



ภาพที่ 74 แสดงลักษณะการตกแต่งลวดลายได้เคลือบ



ภาพที่ 75 แสดงลวดลายปลาไขว้



ภาพที่ 76 แสดงรูปแบบไหปากสองชั้น

2. การกำหนดแนวความคิดในการออกแบบ

โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยสันกำแพง ความสามารถในการผลิตตามเงื่อนไขการผลิตด้วยวิธีขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน และความสอดคล้องกับการใช้งานในปัจจุบัน ประกอบด้วย

2.1 ผลลัพธ์บนโต๊ะรับประทานอาหาร เน้นรูปทรงที่เหมาะสมกับการใช้งาน ความสวยงาม และการผลิตด้วยแป้นหมุน ตกแต่งด้วยการเขียนลวดลายแบบดั้งเดิมด้วยสีได้เคลือบที่พัฒนาขึ้น ลักษณะการจัดวางลวดลายแบบร่วมสมัย เคลือบทับด้วยเคลือบสีลาดที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย จานแบน 2 ขนาด จานลึก 1 ขนาด และชาม 5 ขนาด

2.2 ผลลัพธ์ของที่ระลึกและของตกแต่ง ทำการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่กำลังได้รับความนิยม และมีแนวโน้มที่จะคงอยู่ในตลาดไปอีกระยะหนึ่ง ได้แก่ เหยือกเขียน เตาน้ำมันหอม และแจกัน โดยเน้นการออกแบบรูปทรงร่วมสมัยที่ประยุกต์มาจากรูปทรงของผลิตภัณฑ์เครื่องถ้วยสันกำแพงโบราณ ตกแต่งให้มีความหลากหลาย ด้วยสีได้เคลือบและเคลือบที่พัฒนาขึ้น

3. การเขียนแบบร่างถ่ายทอดแนวความคิดในการออกแบบ

ผลการออกแบบรูปทรงและลวดลายมีดังนี้



ภาพที่ 77 แสดงแบบร่างชุดรับประทานอาหาร



ภาพที่ 78 แสดงแบบร่างของที่ระลึกและของตกแต่ง

ผลการวิเคราะห์การผลิต

ผลการทดลองการผลิต

การทดลองการผลิตได้มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

การเตรียมวัตถุดิบ

1. นำดินเอร์ทเทนแวร์บ้านไร่พัฒนา ตำบลแม่ปู้คา อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ มาล้างเพื่อแยกเอาอินทรียสารที่ปะปนในเนื้อดินออกซึ่งได้แก่ ก้อนหิน เม็ดทราย เศษไม้ รากไม้ และ คราบเกลือซัลเฟต แล้วผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 80 และ 200 ตามลำดับ ซึ่งดินมีอินทรียสารน้อยเนื่องจาก เป็นดินที่ขุดลึก จากนั้นนำไปกรองบนแผ่นปูนพลาสติก เมื่อหมดจึงนำเข้าตู้อบที่มีอุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส

2. ใช้สูตรเนื้อดินที่มีส่วนผสมของดินดำแม่ริมร้อยละ 85 ร่วมกับดินเอร์ทเทนแวร์บ้านไร่พัฒนา ร้อยละ 15 โดยชั่งตามอัตราส่วนผสมครั้งละ 50 กิโลกรัม ใส่ในหม้อบด (Plug Mill) เติมน้ำ ปริมาณ 45 กิโลกรัม ปั่นให้ส่วนผสมเข้ากันเป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วกรองผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 200

3. เทส่วนผสมของน้ำดินลงในถังเพื่อปั๊มเข้าเครื่องรีดน้ำดิน (Fillter-Press) เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แล้วจึงแกะดินออกมาเป็นลักษณะแผ่นเค้ก

4. นำดินที่ได้มาอัดเพื่อไล่ฟองอากาศในเครื่องนวดดิน (Extruder) ตัดดินเป็นท่อนๆ ให้ มีขนาดเท่าๆ กัน แล้วหมักเป็นเวลา ไม่ต่ำกว่า 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 79 แสดงการปั่นส่วนผสมของดินในหม้อบด (Plug Mill)

ปัญหาที่พบขณะเตรียมดิน

เนื้อดินเอิร์ทเทนแวร์บ้านไร่พัฒนา อ.สันกำแพง มีความเหนียวมาก เมื่อนำมาบดในหม้อบดแบบบดเปียกพบว่าดินจับตัวเป็นก้อนซึ่งต้องทำการตากดินให้แห้งสนิทและทุบดินให้แตกเป็นก้อนเล็กๆ ก่อนนำเข้าหม้อบดและแช่น้ำไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมงก่อนบด



ภาพที่ 80 แสดงการป้อนน้ำดินเข้าเครื่องรีดน้ำดิน (Filter-Press)



ภาพที่ 81 การอัดดินเพื่อไล่ฟองอากาศในเครื่องนวดดิน (Extruder)

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์และการตกแต่งหลังการขึ้นรูป

1. นำเนื้อดินมาขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยแป้นหมุน เนื่องจากเป็นวิธีการขึ้นรูปที่เหมาะสมสำหรับการรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี โดยเนื้อดินปั้นสูตรดังกล่าวนี้มีสีด้าอมเทา มีความเหนียวลื่นมือ สามารถขึ้นรูปได้ดี ไม่หลุดตัว แต่งกันได้ดี มีผิวเรียบเป็นมัน

2. ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ตามรูปทรงที่ออกแบบ เมื่อเริ่มแข็งตัวแล้วจึงคว่ำผลิตภัณฑ์เพื่อแต่งกัน และเคลาผิวรูปทรงให้สวยงาม ผลิตภัณฑ์ที่ต้องมีการตกแต่งด้วยวิธีแกะสลักลายหรือเจาะฉลุ ต้องทำในขณะที่เนื้อดินหมาด

ปัญหาที่พบขณะขึ้นรูปและตกแต่ง

1. ไม่พบปัญหาในระหว่างการขึ้นรูปในทางตรง แต่มีปัญหาทางอ้อมเกี่ยวกับเศษดินที่เหลือจากการปั้นและการแต่งชิ้นงานบนแป้นหมุนที่ต้องใช้งานร่วมกับการขึ้นรูปจากเนื้อดินดำ จึงทำให้เกิดการปะปนกันของเศษดินที่เหลือ ซึ่งดินดำที่ใช้ปั้นผลิตภัณฑ์อื่นๆ ของช่างปั้นที่เปื้อนดินผสมที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้ อีก เนื่องจากดินผสมมีสีเข้มกว่าจากดินเหนียวสันกำแพงที่เป็นดินแดง จึงต้องทำความสะอาดเป็นหมุนหลังการขึ้นรูปและการแต่งชิ้นงานบนแป้นหมุน

2. ปัญหาในการตกแต่งสลักลาย พบว่า การตกแต่งสลักลายด้วยวิธีแกะต้องอาศัยทักษะฝีมือและเครื่องมือแกะสลักสลักลายที่มีคุณภาพ จึงมีผลกระทบบ้างเล็กน้อยจากความแตกต่างของฝีมือ ความประณีต และความจำกัดของจำนวนเครื่องมือแกะสลัก จึงแก้ปัญหาโดยการแบ่งหน้าที่ช่างแกะสลักสลักลายออกเป็น 4 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งวนเส้น ตำแหน่งร่างสลักลาย ตำแหน่งขุดเจาะร่องสลักลาย และตำแหน่งแกะระนาบสลักลาย



ภาพที่ 82 แสดงการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยแป้นหมุน



ภาพที่ 83 แสดงการเหลาแต่งรูปทรงภายนอก



ภาพที่ 84 แสดงการแกะลวดลาย



ภาพที่ 85 แสดงผลิตภัณฑ์ที่แกะลวดลายแล้ว

การผึ่งแห้งผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการขึ้นรูปและการตกแต่งลวดลายด้วยวิธีฉลุ และแกะ ไปผึ่งแห้งในที่ร่มที่ไม่มีลมโกรก โดยการวางด้วยและจานแบบปากประกบปากเพื่อป้องกันการบิดเบี้ยวขณะผึ่งแห้ง ปัญหาที่พบขณะผึ่งแห้ง

พบว่าในช่วงที่ผึ่งแห้งผลิตภัณฑ์นั้นมียุงและแมลงรบกวน จึงทำให้ผลิตภัณฑ์บางส่วนเกิดการแตกร้าวตามแนวร่องของลวดลายแกะที่เป็นร่องลึก ทั้งในส่วนร่องวงกลมตรงกลางจานและบริเวณขอบจาน จึงควบคุมความชื้นของเนื้อดินให้มีการแห้งอย่างช้าๆ ด้วยการคลุมชิ้นงานด้วยผ้าพลาสติก (Wrap) เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำในเนื้อดินเร็วเกินไป



ภาพที่ 86 แสดงผลิตภัณฑ์ที่แตกร้าวเนื่องจากการปล่อยให้แห้งเร็ว



ภาพที่ 87 แสดงการฟุ้งแห้งผลิตภัณฑ์

การเผาดิบ

1. ทำการตรวจสอบความชื้นของผลิตภัณฑ์ โดยการสังเกตดูสีของเนื้อดินที่เปลี่ยนจากสีเทาดำกลายเป็นสีเทาขาว และสัมผัสด้วยมือที่แห้งจะรู้สึกถึงแรงดูดของผิวชิ้นงานที่มีต่อผิวหนังและมีอุณหภูมิปกติไม่เย็นเกินไป จึงจะสามารถนำผลิตภัณฑ์ไปเผาดิบได้
2. นำผลิตภัณฑ์ที่แห้งสนิทเล็กน้อยเข้าเตาเผา เพื่อเพิ่มความแกร่งของเนื้อดิน โดยเผาดิบที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส โดยในการทดลองครั้งนี้ใช้เตาเผาไฟฟ้าเผาดิบชิ้นงาน ระยะเวลาการเผา 6 ชั่วโมง เนื้อดินหลังเผาจะมีสีน้ำตาลอ่อน และไม่พบปัญหาในการเผาดิบ



ภาพที่ 88 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาดิบ

การตกแต่งลวดลายหลังการเผาดิบ

1. นำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาดิบมาขัดผิวด้วยกระดาษทรายน้ำเบอร์ 500 และเช็ดคราบฝุ่นละอองด้วยฟองน้ำชุบน้ำหมาดๆ
2. ร่างลวดลายด้วยดินสอ ที่ตรงกลางจานและชามรวมทั้งด้านข้างแจกันและเชิงเทียนเป็นลวดลายปลาไขว้ ขอบปากด้านในชามเป็นลายขอบแบบลายจุด และขอบปากด้านนอกชามและด้านในจานเป็นลวดลายขอบแบบต่อเนื่อง
3. เขียนลวดลายด้วยพู่กัน โดยใช้สีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะเก็ด ที่มีส่วนผสมของโคบอลท์ออกไซด์ร้อยละ 0.9 กับโครมิกออกไซด์ร้อยละ 4.5 โดยที่ไม่ผ่านการเผา calcine
4. ชูดแต่งสีได้เคลือบที่เลอะออก และทดลองชุบเคลือบ 2 ชนิด คือเคลือบสำหรับชุบผลิตภัณฑ์ที่เขียนสีได้เคลือบ ใช้สูตรที่มีส่วนผสมคือ จีเถ้าไม้มะม่วงร้อยละ 20 ดินเหนียวสันกำแพงร้อยละ 20 และโปแตสเซิลด์สปาร์ร้อยละ 60 และเคลือบสำหรับชุบผลิตภัณฑ์ที่ไม่เขียนสีได้เคลือบ ใช้สูตรที่มีส่วนผสมคือ จีเถ้าไม้มะม่วงร้อยละ 20 ดินเหนียวสันกำแพงร้อยละ 20 โปแตสเซิลด์สปาร์ร้อยละ 60 และเฟอริกออกไซด์ร้อยละ 6 ใช้วิธีการเคลือบแบบจุ่มให้มีความหนา 2 มิลลิเมตร จำนวน 4 ตัวอย่าง
5. ทดสอบการเผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส ด้วยเตาเชื้อเพลิงแก๊ส บรรยากาศการเผาแบบสันดาปไม่สมบูรณ์ ระยะเวลาการเผาเคลือบ 8 ชั่วโมง



ภาพที่ 89 แสดงการวงเส้นวงกลมบนเป็นหมุน



ภาพที่ 90 แสดงผลิตภัณฑ์ที่วงเส้นวงกลมแล้ว



ภาพที่ 91 แสดงการเขียนลวดลายขอบ



ภาพที่ 92 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เขียนลวดลายแล้ว



ภาพที่ 93 แสดงการชุบเคลือบแบบจุ่ม

ปัญหาที่พบขณะตกแต่งลวดลายหลังการเผาดิบ

1. ปัญหาที่พบขณะเขียนลวดลาย พบว่า สีที่ใช้เมื่อปรับความชื้นของสีให้ใกล้เคียงกับสีเขียนลายได้เคลือบทั่วไป จะมีความลื่นของเนื้อสีน้อยกว่า เนื่องจากเป็นสีที่เตรียมจากดินที่มีความเหนียวและมีเนื้อหยาบกว่าสีทั่วไป จึงต้องลดความชื้นของสีโดยการเติมน้ำ ซึ่งช่วยให้การเขียนสีด้วยฟู่กันมีความลื่นตัวดี

2. ปัญหาที่พบขณะทดลองการชุบเคลือบ พบว่า เนื้อดินที่ผ่านการเผาเคลือบ เมื่อนำไปชุบเคลือบด้วยวิธีจุ่มให้ได้ความหนาตามที่ต้องการ กระทำได้ยากเนื่องจากเนื้อดินไม่ค่อยดูดซึมน้ำ

เคลือบเท่าที่ควร จึงต้องใช้วิธีการพ่นเคลือบทับ หรือทาด้วยแปรงขนอ่อนหลังจากผึ่งชิ้นงานที่ชุบเคลือบไปแล้วให้แห้งสนิท

3. ปัญหาที่พบหลังการทดลองเผาเคลือบ พบว่า ผิวเคลือบที่ได้มีความบางจนเกิดรอยค่างสีน้ำตาลเข้มทั้ง 2 สูตรเคลือบที่ใช้ และสีใต้เคลือบจะลอยทะลุบนผิวเคลือบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มในบริเวณที่มีชั้นผิวเคลือบที่บางเกินไป ส่วนชั้นผิวเคลือบที่มีความหนาในระดับปกติ สีของเคลือบจะให้ผลตรงกับแผ่นทดสอบอัตราส่วนผสมของเคลือบในครั้งก่อน นอกจากนี้ยังพบว่าสีที่ใช้ตกแต่ง ลวดลายใต้เคลือบมีบางส่วนของลวดลายไปจนเกิดรอยขีดจางหรือเลือนหายของลวดลาย จึงทำการแก้ไขโดยการเขียนทับลวดลายเดิมอีกครั้งในส่วนที่อาจมีเนื้อสีที่บางเกินไป และควบคุมการชุบเคลือบให้ได้ความหนาตามที่กำหนดและทั่วถึงทั้งชิ้นงาน

การเผาเคลือบ

1. ผึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการชุบเคลือบให้แห้งสนิท
2. ลำเลียงผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผาเพื่อเผาเคลือบ
3. เผาเคลือบ อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส บรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ โดยมีวงจรการเผาดังนี้
 - อุณหภูมิ 0-950 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเผา 4 ชั่วโมง
 - อุณหภูมิ 950-1250 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเผา 4-5 ชั่วโมง ปรับบรรยากาศแบบสันดาปไม่สมบูรณ์
 - อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส ยืนไฟเป็นเวลา 5 นาที แล้วปิดเตา
4. รอให้เตาเผาเย็นตัวลงต่ำกว่าอุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสจึงเปิดแง้มประตูเตา และค่อยๆ เปิดกว้างเมื่ออุณหภูมิลดลงเกือบเท่าอุณหภูมิห้อง จึงลำเลียงผลิตภัณฑ์ออกจากเตาเผา



ภาพที่ 94 แสดงการบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ชุบเคลือบแล้วเข้าเตาเผาเพื่อเผาเคลือบ



ภาพที่ 95 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาเคลือบขณะรอให้เย็นตัวภายในเตา

ผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์สำเร็จ

ผลิตภัณฑ์สำเร็จจากการทดลองผลิตครั้งที่ 1

1. ผลิตภัณฑ์มีลักษณะบิดเบี้ยวค่อนข้างมากบริเวณปากภาชนะ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ชามและแจกัน
2. เคลือบมีลักษณะสีด่างไม่สม่ำเสมอ เนื่องจากเคลือบบางเกินไปทำให้เคลือบเป็นสีน้ำตาล ซึ่งเกิดจากสาเหตุที่เนื้อดินแกร่งทำให้ดูดซึมน้ำเคลือบได้น้อย ผิวเคลือบมีลักษณะแตกลายงาละเอียดสวยงาม
3. สีที่เขียนลวดลายหลังเผาเคลือบให้สีน้ำตาลแดง ส่วนที่เขียนบางจะมีเนื้อใสและซีดจางเนื่องจากน้ำเคลือบดูดซับสีไว้บางส่วน
4. เนื้อดินสีน้ำตาลคล้ำ ผิวด้าน เนื่องจากมีส่วนผสมของดินเอร์ทเทนแวร์ร้อยละ 10 ซึ่งมีแร่เหล็กสูงจึงให้สีน้ำตาลภายหลังการเผา

วิธีการแก้ปัญหา

1. ควรขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ให้มีความหนาเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่เนื่องจากได้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ไว้ทั้งหมดแล้วจึงไม่สามารถแก้ไขที่การขึ้นรูปได้ จึงแก้ปัญหาโดยเผาเคลือบลดอุณหภูมิให้ต่ำลงเล็กน้อย
2. ลดอุณหภูมิของการเผาเคลือบให้ต่ำลงเล็กน้อยเพื่อให้เนื้อดินมีรูพรุนสำหรับดูดซับน้ำเคลือบได้ดี แต่เนื่องจากได้เผาเคลือบผลิตภัณฑ์ไว้ทั้งหมดแล้ว จึงทำการแก้ปัญหาโดยเคลือบให้หนาขึ้น และเปลี่ยนวิธีการเคลือบแบบจุ่มเป็นแบบพ่น ซึ่งสามารถเพิ่มความหนาของชั้นเคลือบได้ที่ละชั้น
3. เขียนสีตกแต่งได้เคลือบให้หนาเพิ่มขึ้นเล็กน้อย



ภาพที่ 96 แสดงผลิตภัณฑ์สำเร็จจากการทดลองผลิตครั้งที่ 1



ภาพที่ 97 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เปื้อยบริเวณปากภาชนะจากการทดลองผลิตครั้งที่ 1



ภาพที่ 98 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เคลือบบางจากการทดลองผลิตครั้งที่ 1



ภาพที่ 99 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เขียนสีได้เคลือบบางทำให้ซีดจางจากการทดลองผลิตครั้งที่ 1

ผลิตภัณฑ์สำเร็จจากการทดลองผลิตครั้งที่ 2

หลังจากที่ได้แก้ไขตำหนิต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ที่ทดลองผลิตครั้งที่ 1 แล้ว ได้ผลดังนี้

1. เมื่อลดอุณหภูมิการเผาเคลือบลง 10 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิ 1240 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดี บิดเบี้ยวน้อยลง
2. ในการเคลือบสีน้ำตาล ได้เคลือบให้หนาขึ้นเล็กน้อยด้วยวิธีการพ่น หลังเผาเคลือบให้สีน้ำตาลคล้ายสีน้ำผึ้งแต่ยังมีลักษณะบาง เป็นบางส่วน สีไม่ค่อยสม่ำเสมอ แต่มีลักษณะดีกว่าการทดลองผลิตครั้งที่ 1
3. สีได้เคลือบมีความชัดเจนดี ให้สีน้ำตาลแดง

วิธีการแก้ปัญหา

1. ปัญหาเคลือบบาง ต้องทำการเคลือบ 2 ครั้ง คือเคลือบครั้งแรกด้วยวิธีการจุ่ม แล้วจึงนำมาพ่นหรือทาเคลือบซ้ำให้หนาขึ้น



ภาพที่ 100 แสดงผลิตภัณฑ์สำเร็จจากการทดลองผลิตครั้งที่ 2



ภาพที่ 101 แสดงผลิตภัณฑ์ที่มีเคลือบบางจากการทดลองผลิตครั้งที่ 2

ผลิตภัณฑ์สำเร็จจากการทดลองผลิตครั้งที่ 3

หลังจากที่ได้แก้ไขคำหนิต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ที่ทดลองผลิตครั้งที่ 2 แล้ว ได้ผลดังนี้

1. เมื่อเผาอุณหภูมิ 1240 องศาเซลเซียส ในเตาแก๊สขนาดใหญ่ ผลิตภัณฑ์มีตำหนิบิดเบี้ยว ปริมาณร้อยละ 30
2. ตำหนิรูฟองอากาศ (pinhole) ที่บริเวณผิวเคลือบ โดยเฉพาะภายในภาชนะจาน
3. ตำหนิเคลือบหนาเกินไป ทำให้เกิดลักษณะคราบหนาขุ่นมีฟอง ไม่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะเคลือบที่ใช้ตกแต่งผลิตภัณฑ์ที่เขียนตกแต่งลวดลายได้เคลือบ

วิธีการแก้ปัญหา

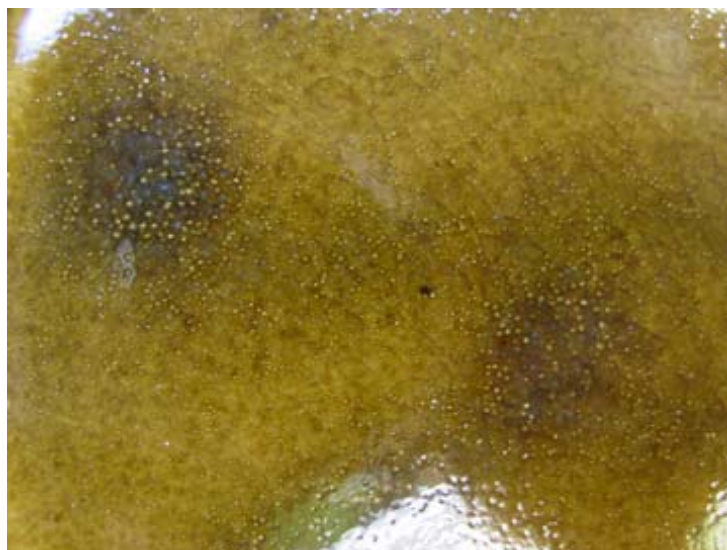
1. ปัญหาผลิตภัณฑ์บิดเบี้ยว ไม่สามารถแก้ปัญหาได้เนื่องจากในวัตถุดิบเนื้อดิน มีส่วนผสมของเนื้อดินเอร์ทเทนแวร์ที่มีจุดสุกตัวต่ำ ทำให้การเผาเคลือบที่อุณหภูมิสูง ผลิตภัณฑ์หลังการเผาจึงบิดเบี้ยว วิธีการแก้ปัญหาคือต้องทดสอบเคลือบที่อุณหภูมิต่ำกว่าเพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อดิน หรือในการทดสอบเนื้อดินต้องมีการทดสอบการขึ้นรูปด้วยเป็นหมุนในลักษณะ 3 มิติ ควบคู่กับการทำแท่งทดสอบ
2. ตำหนิรูฟองอากาศที่ผิวเคลือบ โดยเฉพาะภายในภาชนะจาน เนื่องจากความชื้นจากการชุบเคลือบที่หนา ต้องรอให้เคลือบแห้งสนิทก่อนนำเข้าเตาเผา
3. ตำหนิเคลือบหนาเกินไป ต้องอาศัยประสบการณ์และความชำนาญในการชุบเคลือบให้พอดี แต่การชุบแต่งผิวเคลือบที่หนา โดยเฉพาะน้ำตาเคลือบที่ไหลย้อย



ภาพที่ 102 แสดงผลิตภัณฑ์สำเร็จจากการทดลองผลิตครั้งที่ 3



ภาพที่ 103 แสดงผลิตภัณฑ์ที่บิดเบี้ยวโดยเฉพาะบริเวณปากภาชนะจากการทดลองผลิตครั้งที่ 3



ภาพที่ 104 แสดงผลิตภัณฑ์ที่มีรูฟองอากาศที่ผิวเคลือบจากการทดลองผลิตครั้งที่ 3



ภาพที่ 105 แสดงผลิตภัณฑ์ที่เคลือบหนา ทำให้เกิดลักษณะคราบพุ่งจากการทดลองผลิตภัณฑ์ 3

ผลการวิเคราะห์ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เครื่องปั้นดินเผาเซลาดอน (มพช. 245/2547)

1. ลักษณะทั่วไป มีความประณีต สวยงาม มีรูปทรงที่ได้สัดส่วนกันดี ไม่แตก ไม่บิ่น แต่มีการบิดเบี้ยวเล็กน้อย ผลิตภัณฑ์ชุดรับประทานอาหารและของที่ระลึกและของตกแต่งมีรูปแบบ ลวดลาย และสีกลมกลืนเข้ากันได้ดี
2. ผลิตภัณฑ์ชุดรับประทานอาหารที่ผลิต ไม่มีสารตะกั่วและแคดเมียมปะปน เนื่องจากใช้วัตถุดิบในการผลิตจากธรรมชาติ ทั้งวัตถุดิบดิน วัตถุดิบเคลือบ และวัตถุดิบที่ใช้เขียนสี
3. ผลิตภัณฑ์ชุดรับประทานอาหารที่ผลิต มีความทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่แตกต่างกัน 100 องศาเซลเซียส โดยฉับพลันโดยไม่แตก แต่เนื่องจากเป็นเคลือบสีน้ำตาลหรือสีลาตล (Celadon) ผิวเคลือบจึงมีลักษณะร้าวซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะอยู่แล้ว จึงไม่สอดคล้องกับเงื่อนไขหรือข้อกำหนดตาม มพช. ที่ระบุว่าต้องไม่มีรอยร้าวหรือรอยแยก
4. ผลิตภัณฑ์ที่ผลิต ไม่มีการดูดซึมน้ำ โดยผ่านการทดสอบความพรุนตัวของเนื้อดินแล้ว
5. ผิวผลิตภัณฑ์เปียกน้ำสม่ำเสมอ

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

สรุป

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการใช้ทรัพยากรท้องถิ่นในการส่งเสริมการประกอบอาชีพท้องถิ่นบนพื้นฐานภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยการนำเทคโนโลยีการผลิตและการออกแบบมาใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการในปัจจุบัน ซึ่งผลการศึกษาที่ได้จะนำไปถ่ายทอดให้กับชุมชนเพื่อการประกอบเป็นอาชีพท้องถิ่น เป็นการส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นต่อไป ได้ทำการศึกษาโดยการวิเคราะห์คุณสมบัติของวัตถุดิบทั้งเนื้อดินปั้น สีตกแต่ง และเคลือบ ทำการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบให้เกิดความเหมาะสมในด้านต่างๆ และพัฒนารูปแบบให้สอดคล้องกับเอกลักษณ์ดั้งเดิมของเครื่องถ้วยสันกำแพงและความเหมาะสมกับการใช้งานในปัจจุบัน รวมทั้งทดสอบการผลิตชิ้นงานให้ได้คุณภาพและมาตรฐาน รวมทั้งศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นแนวทางนำไปเผยแพร่และส่งเสริมให้เป็นวิสาหกิจชุมชนต่อไป

ผลการวิจัยมีดังนี้

การศึกษาเนื้อดินปั้น

1. การศึกษาเนื้อดินเหนียวสันกำแพง

1.1 อัตราการหดตัวต่ำที่สุดคือ ร้อยละ 15.6 ที่ผ่านการเผาด้วยอุณหภูมิ 1078 องศาเซลเซียส และมีอัตราการหดตัวสูงที่สุดคือ ร้อยละ 17.2 ที่ผ่านการเผาด้วยอุณหภูมิ 1212 องศาเซลเซียส

1.2 ความทนไฟของเนื้อดิน มีค่าโค้งงอน้อยที่สุดคือ 1.1 มิลลิเมตร ที่ผ่านการเผาด้วยอุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส และมีค่าโค้งงอมากที่สุดคือ 1.9 มิลลิเมตร ที่ผ่านการเผาด้วยอุณหภูมิ 1024 องศาเซลเซียส

1.3 ความแกร่งของเนื้อดิน มีค่าความแกร่งน้อยที่สุดคือ 240 นิวตันต่อตารางเมตร ที่ผ่านการเผาด้วยอุณหภูมิ 1024 องศาเซลเซียส และมีค่าความแกร่งมากที่สุดคือ 480 นิวตันต่อตารางเมตร ที่ผ่านการเผาด้วยอุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส

1.4 อัตราการดูดซึมน้ำ มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุดคือ ร้อยละ 4.58 ที่ผ่านการเผาด้วยอุณหภูมิ 1024 องศาเซลเซียส และมีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุดคือ ร้อยละ 2.2 ที่ผ่านการเผาด้วยอุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส

1.5 สีของเนื้อดิน มีสีอ่อนที่สุดคือสีน้ำตาลแดง ที่ผ่านการเผาด้วยอุณหภูมิ 1024 องศาเซลเซียส และมีสีเข้มที่สุดคือสีน้ำตาลไหม้ ที่ผ่านการเผาด้วยอุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส

2. การศึกษาพัฒนาเนื้อดินปั้น

2.1 การพัฒนาเนื้อดินเบื้องต้น นำดินดำอำเภอมะริมาผสมกับดินเหนียวในท้องถิ่นอำเภอสันกำแพงด้วยวิธีการกำหนดอัตราส่วนผสมแบบเชิงเส้นตรง (Line Blend) จำนวน 10 อัตราส่วน เผาทดสอบที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส บรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ พบว่าเนื้อดินสูตรที่มีส่วนผสมของดินบ้านไร่พัฒนาร้อยละ 60 ขึ้นไป ดินมีสีน้ำตาลเข้ม และเนื้อดินบ้านไร่พัฒนา ไม่สามารถทนไฟได้สูง โดยพบว่ามีความแกร่งลดลง ไม่เหมาะสมสำหรับการใช้ร่วมกับน้ำเคลือบ โดยเนื้อดินสูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ ดังนี้

- ดินดำร้อยละ 90 และดินบ้านไร่พัฒนาร้อยละ 10 มีอัตราการการหดตัวรวม ร้อยละ

11.6 ความทนไฟ (โก่งงอ) 1.15 มิลลิเมตร ความแกร่งหลังเผา 490 นิวตันต่อตารางเมตร อัตราการดูดซึมน้ำ (ความพรุนตัว) ร้อยละ 0 หรือไม่มีความพรุนตัว และมีสีน้ำตาลอ่อนหลังเผา

- ดินดำร้อยละ 80 และดินบ้านไร่พัฒนาร้อยละ 20 มีอัตราการการหดตัวรวม ร้อยละ

11.6 ความทนไฟ 0.62 มิลลิเมตร ความแกร่งหลังเผา 600 นิวตันต่อตารางเมตร อัตราการดูดซึมน้ำ ร้อยละ 0.21 และมีสีน้ำตาลอ่อนหลังเผา

2.2 การพัฒนาเนื้อดินชั้นละเอียด โดยมีส่วนผสมของดินดำแม่ริมร้อยละ 85 ร่วมกับดินเหนียวสันกำแพงร้อยละ 15 พบว่า เนื้อดินที่ทำการศึกษามีคุณสมบัติคือการหดตัวรวมร้อยละ 14.24 ความทนไฟ 1.37 ม.ม. ความแกร่งหลังเผา มากกว่า 600 นิวตันต่อตารางเมตร ไม่มีความพรุนตัว สีและลักษณะทั่วไปมีสีน้ำตาลอ่อน

การศึกษาเคลือบ

1. การศึกษาเคลือบพื้นฐาน ที่กำหนดอัตราส่วนผสมแบบตารางสามเหลี่ยม (Triaxial Blend) ของซีเมนต์ ดินท้องถิ่น และหินฟันม้า จำนวน 36 สูตร เผาที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส บรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ โดยนำมาชุบเคลือบแผ่นทดสอบเนื้อดินชั้นละเอียด ที่มีส่วนผสมของดินดำร้อยละ 85 และดินบ้านไร่พัฒนาร้อยละ 15 พบว่า สูตรเคลือบที่มีส่วนผสมของซีเมนต์ไม่มากเคลือบจะไหลตัวสูง และมีฟองอากาศในเนื้อเคลือบ สูตรเคลือบที่มีส่วนผสมของดินเหนียวมากเคลือบจะด้านและมีสีน้ำตาลแดง สูตรเคลือบที่มีส่วนผสมของโปแตสเซิลด์สปาร์มากเคลือบจะมีความใสและรานตัวสูง และสูตรเคลือบที่มีความเหมาะสมมากที่สุดคือ สูตรที่ 27 ประกอบด้วยซีเมนต์มะม่วงร้อยละ 20 ดินเหนียวสันกำแพงร้อยละ 20 และหินฟันม้าโปแตสร้อยละ 60 ซึ่งมีคุณสมบัติผิวมันวาวดี ไม่ไหลตัว เนื้อเคลือบรานละเอียดสม่ำเสมอ สีได้เคลือบมีความคมชัดไม่ซีดจางและไหลตัว สีเขียวเหลืองอ่อน ขอบน้ำตาล เนื้อสีผิวเรียบ และจะนำไปปรับปรุงคุณภาพและสีในขั้นตอนต่อไป

2. การพัฒนาเคลือบ

2.1 การปรับปรุงความใสและทึบในเคลือบ นำเคลือบพื้นฐานสูตรที่ 27 มาทำการปรับปรุงคุณภาพด้วยวัตถุดิบทางเซรามิก ได้แก่ แบเรียมคาร์บอเนต ทิทาเนียมไดออกไซด์ ซิงค์ออกไซด์

เซอร์โคเนียมซิลิเกต แมกนีเซียมคาร์บอเนต โดยการเพิ่มอัตราส่วนผสมอีก 10 ระดับ โดยพิจารณาจากเกณฑ์เดิม ผลการทดลองพบว่าเคลือบที่เดิมแบเรียมคาร์บอเนต หากเคลือบบางจะมีสีน้ำตาลและถ้ามีปริมาณมากสีได้เคลือบจะไหลตัว เคลือบที่เดิมทาทาเนียมไดออกไซด์ สีได้เคลือบจะไหลตัว เคลือบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเข้มขึ้นเรื่อยๆ มีฝ้าสีขาวและไหลตัวหากมีปริมาณเพิ่มขึ้น เคลือบที่เดิมซิงค์ออกไซด์ เคลือบไม่เปลี่ยนสี มีฝ้าจุกขาวเล็กน้อยและสีได้เคลือบไหลตัว เคลือบที่เดิมเซอร์โคเนียมซิลิเกต สีได้เคลือบไหลตัว และเคลือบมีความทึบสีขาวจืดเมื่อมีปริมาณเพิ่มขึ้น และเคลือบที่เดิมแมกนีเซียมคาร์บอเนต เคลือบไม่เปลี่ยนสีแต่สีได้เคลือบไหลตัว เคลือบทุกอัตราส่วนไม่เหมาะสมกับการตกแต่งด้วยสีได้เคลือบเนื่องจากการไหลตัวของสีได้เคลือบในเคลือบใส และไม่สามารถมองเห็นสีได้เคลือบได้อย่างชัดเจนในเคลือบทึบ

2.2 การปรับปรุงสีเคลือบ นำเคลือบพื้นฐานสูตรที่ 27 มาทำการเติมวัตถุดิบให้สี ได้แก่ เฟอร์ริกออกไซด์ เฟอร์รัสออกไซด์ โคบอลท์ออกไซด์ โครมิกออกไซด์ และแมงกานีสไดออกไซด์ ชนิดละ 10 ระดับ โดยพิจารณาจากเกณฑ์เดิม ผลการทดลองพบว่าเคลือบที่เดิมเฟอร์ริกออกไซด์และเฟอร์รัสออกไซด์ จะมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงน้ำตาลดำ มีรอยรานลดลง เนื้อเคลือบทึบมากขึ้นและมีการไหลตัวเพิ่มขึ้น เคลือบที่เดิมโคบอลท์ออกไซด์ จะมีสีฟ้าและเข้มเป็นสีน้ำเงินจนถึงน้ำเงินเข้ม มีรอยรานลดลง เนื้อเคลือบทึบมากขึ้นและมีการไหลตัวเพิ่มขึ้น เคลือบที่เดิมโครมิกออกไซด์ จะมีสีน้ำตาลจืดเหลือง จนถึงเขียวจืดน้ำตาล มีรอยรานลดลง เนื้อเคลือบทึบมากขึ้น ผิวเคลือบด้านเพิ่มขึ้นจากรอยฝ้าสีเงินบนผิวเคลือบ และไม่มีการไหลตัว เคลือบที่เดิมแมงกานีสไดออกไซด์ จะมีสีน้ำตาลจนถึงน้ำตาลแดง มีรอยราน เนื้อเคลือบใส และมีการไหลตัวเพิ่มขึ้น เคลือบทุกอัตราส่วนไม่เหมาะสมกับการตกแต่งด้วยสีได้เคลือบเนื่องจากการไหลตัวของสีได้เคลือบในเคลือบใส และไม่สามารถมองเห็นสีได้เคลือบในเคลือบทึบ

การศึกษาสีตกแต่ง

1. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของสีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะเก็ด ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของสีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะเก็ด โดยแยกการทดลองเป็น 2 ส่วนคือ ดินแดงคอยสะเก็ดที่เผาแคลเซียมที่อุณหภูมิ 1260 องศาเซลเซียสและดินแดงคอยสะเก็ดที่ไม่เผาแคลเซียม โดยป้ายที่ผิวเนื้อดินดำแม่ริมและชุบเคลือบสีลาดผล การทดลองพบว่า ดินแดงทั้งสองชนิดไม่มีผลที่แตกต่างกัน คือ มีความเข้มของสีค่อนข้างน้อยหากระบายสีเนื้อบาง และสีจะเข้มเป็นสีน้ำตาลเขียวเมื่อมีการระบายสีให้หนาขึ้น และเนื้อสีไม่มีความคมชัดมากนัก จึงสรุปได้ว่า ดินแดงคอยสะเก็ดมีปริมาณของสารให้สีค่อนข้างน้อยกว่าการใช้ผงสีที่ผลิตจากสารให้สีโดยตรง และ ไม่มีความจำเป็นต้องเผา Calcine เพราะประหยัดต้นทุนและขั้นตอนเนื่องจากผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งจะได้้นำดินแดงไปทดลองปรับปรุงคุณภาพในขั้นตอนต่อไป

2. การปรับปรุงคุณภาพของสีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะเก็ดด้วยวัตถุดิบทนไฟและวัตถุดิบช่วยลดจุดหลอมเหลว ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของสีได้เคลือบที่กำหนดอัตราส่วนผสมแบบ

เชิงเส้นตรง (Line Blend) ของดินแดงคอยสะเกิดกับวัตถุบิทูเมนที่เปื้อนวัตถุบิทูเมนไฟและวัตถุบิทูเมนช่วยลดจุดหลอมเหลว จำนวน 21 อัตราส่วน เพื่อใช้เป็นสีตกแต่งใต้เคลือบสีลาดและเนื้อดินที่พัฒนาขึ้น เฝ้าที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส บรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุด ผลการศึกษาพบว่า การเติมวัตถุบิทูเมนไฟคืออลูมินาและดินขาวระนองให้ผลไม่แตกต่างกัน โดยให้สีที่ชัดเจน เนื่องจากสัณฐานของแร่เหล็กที่มีอยู่ในดินแดงคอยสะเกิดลดลง จึงไม่มีส่วนช่วยให้สีจากดินแดงคอยสะเกิดมีความคมชัดตามที่ตั้งสมมติฐานไว้ ส่วนการเติมวัตถุบิทูเมนที่ช่วยลดอุณหภูมิคือซิลิกา และโปแตสเซิลด์สปาร์ เพื่อให้สีมีความสดเนื่องจากการหลอมตัวของแร่เหล็ก ปรากฏว่าสีที่ได้มีความชัดเจนเช่นกัน ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากวัตถุบิทูเมนที่ใช้เติมเป็นวัตถุบิทูเมนชนิดเดียวกับวัตถุบิทูเมนที่มีอยู่ในเคลือบ และเคลือบที่ใช้เป็นเคลือบเซลาดอนซึ่งมีคุณสมบัติในการฟอกสีเนื้อดินและสีตกแต่งให้ชัดเจนอยู่แล้ว จึงไม่เกิดผลในทางที่ต่อการปรับปรุงสีใต้เคลือบจากดินแดงทั้งในด้านการเติมวัตถุบิทูเมนไฟและการเติมวัตถุบิทูเมนช่วยลดอุณหภูมิ

การทดลองดังกล่าวใช้วิธีการระบายสีตกแต่งใต้เคลือบที่มีความหนาปกติ จึงได้ทำการทดลองซ้ำโดยการระบายสีตกแต่งใต้เคลือบให้มีความหนามากกว่าปกติ เพื่อให้เห็นผลการทดลองที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ผลการทดลองซ้ำพบว่า การระบายสีตกแต่งใต้เคลือบจากดินแดงให้มีความหนาเพิ่มขึ้น ทำให้เนื้อสีมีปริมาณมากขึ้น ส่งผลให้เนื้อสีมีความชัดเจนมากกว่าการระบายสีตามปกติ แต่การระบายสีตกแต่งใต้เคลือบให้มีความหนาเกินไปส่งผลให้ผิวเคลือบพุพองและคันสีใต้เคลือบให้ทะลุขึ้นมาบนผิวเคลือบ และมีการไหลตัวของสีค่อนข้างสูง ยกเว้นสีใต้เคลือบที่มีอัตราส่วนผสมของอลูมินาตั้งแต่ร้อยละ 20 ขึ้นไป ที่ไม่มีการไหลตัว ดังนั้นการเพิ่มความชัดเจนของสีตกแต่งใต้เคลือบด้วยการระบายสีให้หนากว่าปกติจึงเป็นวิธีการที่ไม่เหมาะสมอย่างยิ่ง จึงควรใช้วิธีการระบายสีตกแต่งใต้เคลือบตามปกติและไม่ควรเติมวัตถุบิทูเมนทั้ง 4 ชนิด เพื่อลดขั้นตอนและต้นทุนวัตถุดิบ และจะทำการทดลองการเพิ่มความเข้มของสีตกแต่งจากดินแดงคอยสะเกิดในขั้นตอนต่อไป

3. การปรับปรุงความเข้มของสีใต้เคลือบจากดินแดงคอยสะเกิด ทำการศึกษาคูสมบัติของสีตกแต่งใต้เคลือบที่เติมสารให้สี คือ โคบอลท์ออกไซด์ โครมิกออกไซด์ และแมงกานีสไดออกไซด์ ชนิดละ 10 ระดับ และโคบอลท์ออกไซด์ ร่วมกับโครมิกออกไซด์ อีก 10 ระดับ จำนวนทั้งสิ้น 40 อัตราส่วน เพื่อใช้เป็นสีตกแต่งใต้เคลือบสีลาดที่พัฒนาขึ้น เฝ้าที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส บรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ เพื่อคัดเลือกอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุด ผลการทดลองพบว่า สีใต้เคลือบจากดินแดงคอยสะเกิดที่เติมโคบอลท์ออกไซด์ยังมีความชัดเจนอยู่ เนื่องจากใช้ในปริมาณที่น้อยมาก ส่วนสีใต้เคลือบจากดินแดงคอยสะเกิดที่เติมโครมิกออกไซด์จะมีความเข้มและความคมชัดของสีเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนสีใต้เคลือบจากดินแดงคอยสะเกิดที่เติมแมงกานีสไดออกไซด์สีที่ได้จะเลือนปนกับเคลือบจึงไม่เหมาะสมสำหรับการใช้เป็นสีตกแต่งลวดลายใต้เคลือบ แต่สีใต้เคลือบจากดินแดงคอยสะเกิดที่เติมโคบอลท์ออกไซด์และโครมิกออกไซด์นั้นจะมีความเข้มและความคมชัดของสีมากกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งสีใต้

เคลื่อนจากดินแดงคอยสะเกิดที่เดิม โคบอลท์ออกไซด์ร้อยละ 0.9 กับโครมิกออกไซด์ร้อยละ 4.5 ขึ้นไป จะให้สีที่เข้มมากเหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นสีตกแต่งลวดลายได้เคลือบ

ผลการพัฒนารูปทรงและการตกแต่ง

ทำการออกแบบรูปทรงและลวดลายให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานและความสวยงามโดยเน้นเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยโบราณผสมผสานกับรูปแบบร่วมสมัย โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์รูปแบบที่เป็นเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยสันกำแพง พบว่าเครื่องถ้วยสันกำแพงมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากเครื่องถ้วยโบราณในแหล่งอื่น คือ เนื้อดินปั้นจะมีสีน้ำตาลหม่นถึงน้ำตาลเทา เนื้อดินค่อนข้างหยาบเนื่องจากมีแหล่งวัตถุดิบที่มีคุณภาพค่อนข้างต่ำ รูปทรงเป็นทรงหน้าตัดกลม ที่มาจากการม้วนวิธีการผลิตขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน มีการตกแต่งด้วยลวดลายขูดขีดและลวดลายเขียนสีดำได้เคลือบเซลาดอน ลวดลายที่เป็นเอกลักษณ์คือ ลายปลาไขว้ รูปแบบผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ชาม ไหปากสองชั้น กระปุกขนาดเล็ก

2. การกำหนดแนวความคิดในการออกแบบ โดยคำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างเอกลักษณ์ของเครื่องถ้วยสันกำแพง ความสามารถในการผลิตตามเงื่อนไขการผลิตด้วยวิธีขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน และความสอดคล้องกับการใช้งานในปัจจุบัน ประกอบด้วย ผลิตภัณฑ์บนโต๊ะรับประทานอาหาร เน้นรูปทรงที่เหมาะสมกับการใช้งาน ความสวยงาม และการผลิตด้วยแป้นหมุน ตกแต่งด้วยการเขียนลวดลายแบบดั้งเดิมด้วยสีได้เคลือบที่พัฒนาขึ้น ลักษณะการจัดวางลวดลายแบบร่วมสมัย เคลือบทับด้วยเคลือบสีลาดที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย จานแบน 2 ขนาด จานลึก 1 ขนาด และชาม 5 ขนาด ผลิตภัณฑ์ประเภทที่สองคือ ผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกและของตกแต่ง ทำการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่กำลังได้รับความนิยม และมีแนวโน้มที่จะคงอยู่ในตลาดไปอีกระยะหนึ่ง ได้แก่ เชิงเทียน เตาน้ำมันหอม และแจกัน โดยเน้นการออกแบบรูปทรงร่วมสมัยที่ประยุกต์มาจากรูปทรงของผลิตภัณฑ์เครื่องถ้วยสันกำแพงโบราณ ตกแต่งให้มีความหลากหลาย ด้วยสีได้เคลือบและเคลือบที่พัฒนาขึ้น

ผลการทดลองการผลิตและการตกแต่ง

การทดลองการผลิตได้มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. การเตรียมวัตถุดิบ

ล้างดินเอิร์ทเทนแวร์บ้านไร่พัฒนา แล้วนำมาผสมโดยใช้สูตรที่มีส่วนผสมของดินดำ เหมริร้อยละ 85 ร่วมกับดินเอิร์ทเทนแวร์บ้านไร่พัฒนา ร้อยละ 15 ปั่นส่วนผสมแล้วป้อนเข้าเครื่องรีดน้ำดิน แล้วอัดดินด้วยเครื่องนวดดิน จากนั้นจึงหมักดินก่อนใช้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2. การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์และการตกแต่งหลังการขึ้นรูป

ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยแป้นหมุน เนื่องจากเป็นวิธีการขึ้นรูปที่เหมาะสมสำหรับการรับ การถ่ายทอดเทคโนโลยี จากนั้นเมื่อผลิตภัณฑ์หมาด จึงตกแต่งด้วยวิธีการแกะลวดลายและเจาะฉลุ

3. การฝังแห้งผลิตภัณฑ์

ควบคุมความชื้น โดยคลุมด้วยผ้าพลาสติก (Wrap) เพื่อป้องกันการระเหยของน้ำในเนื้อดินเร็วเกินไป

4. การตกแต่งลวดลายหลังการเผาดิบ

ตกแต่งลวดลายด้วยวิธีเขียนสีได้เคลือบด้วยสีตกแต่งที่ได้จากการศึกษา พบว่าจะต้องเขียนสีด้วยพู่กันให้มีเนื้อสีหนากว่าสีได้เคลือบสำเร็จรูปเล็กน้อย เพื่อมิให้ลวดลายเกิดรอยขีดจาก

5. การชุบเคลือบต้องชุบเคลือบให้หนาประมาณ 2 มิลลิเมตรและสม่ำเสมอ

ผลการทดลองการผลิตชิ้นงานครั้งที่ 1

ผลิตภัณฑ์มีลักษณะบิดเบี้ยวค่อนข้างมากบริเวณปากภาชนะ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ชามและแจกัน เนื่องจากการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนที่อาศัยการรีดดินด้วยนิ้วมือกับแรงหมุนของแป้น หากขึ้นรูปให้มีผนังบางเกินไปอาจส่งผลต่อการทิศทางการเรียงตัวของอนุภาคดินที่ไม่คงที่ เคลือบมีลักษณะบางเนื่องจากเนื้อดินแกร่งทำให้ดูดซึมน้ำเคลือบได้น้อย สีที่เขียนลวดลายหลังเผาเคลือบให้สีน้ำตาลแดง ส่วนที่เขียนบางจะมีเนื้อสีและขีดจาก เนื่องจากน้ำเคลือบดูดซับสีไว้บางส่วน จึงทำการปรับปรุงการเขียนสีตกแต่งได้เคลือบให้หนาขึ้นเล็กน้อย เคลือบมีลักษณะแตกลายงาละเอียดสวยงาม และมีเคลือบบางส่วนที่มีความบางของชั้นเคลือบทำให้เคลือบเป็นสีน้ำตาล เนื้อดินสีน้ำตาลคล้ำ ผิวด้าน

ผลการทดลองการผลิตชิ้นงานครั้งที่ 2

เมื่อได้แก้ไขปัญหาการผลิตจากครั้งที่ 1 แล้ว ผลิตภัณฑ์คุณภาพดีไม่บิดเบี้ยว แต่เคลือบยังมีลักษณะบางไม่สม่ำเสมอ สีได้เคลือบมีความชัดเจนดีให้สีน้ำตาลแดง เนื้อดินสีน้ำตาลคล้ำ ผิวด้าน

ผลการทดลองการผลิตชิ้นงานครั้งที่ 3

เมื่อได้แก้ไขปัญหาการผลิตจากครั้งที่ 2 แล้ว จึงทดลองผลิตครั้งที่ 3 โดยเผาอุณหภูมิ 1240 องศาเซลเซียส ในเตาแก๊สขนาดใหญ่ ผลิตภัณฑ์มีลักษณะบิดเบี้ยวบริเวณปากภาชนะประมาณร้อยละ 30 และมีตำหนิรูฟองอากาศ (pinhole) ที่บริเวณผิวเคลือบโดยเฉพาะภายในภาชนะจาน เนื่องจากมีความชื้นของน้ำเคลือบที่บริเวณที่มีหน้าสัมผัสมาก และบริเวณที่เคลือบหนาเกินไป จะเกิดลักษณะคราบหนาขุ่นมีฟอง ไม่สม่ำเสมอ โดยเฉพาะเคลือบที่ใช้ตกแต่งผลิตภัณฑ์ที่เขียนตกแต่งลวดลายได้เคลือบ

อภิปรายผล

การใช้ทรัพยากรท้องถิ่นในการส่งเสริมการประกอบอาชีพท้องถิ่นบนพื้นฐานภูมิปัญญาท้องถิ่น

1. การใช้ดินเหนียวสันกำแพงซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้านประเภทเครื่องปั้นดินเผาไฟต่ำหรือเอิร์ทเทนแวร์มาผลิตเป็นเครื่องปั้นดินเผาไฟสูงหรือสโตนแวร์ ตามแนวทางเครื่องถ้วยสันกำแพงโบราณนั้น สามารถทำได้โดยการนำดินเหนียวดังกล่าวไปผสมกับดินดำแม่ริมซึ่งเป็นดินเหนียวคุณภาพสูง (Ball Clay) ที่ใช้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาเคลือบในจังหวัดเชียงใหม่ แต่จะต้องใช้

ในสัดส่วนของดินเหนียวสันกำแพงในอัตราส่วนไม่เกินร้อยละ 20 ของดินดำเมิร์ม ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ดินเหนียวสันกำแพงในอัตราส่วนร้อยละ 15 ดินดำเมิร์มร้อยละ 85 จึงจะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการผลิตเป็นเครื่องปั้นดินเผาประเภทสโตนแวร์ มีเนื้อดินที่ละเอียด มีความเหนียว สามารถขึ้นรูปได้ดี ให้สีน้ำตาลคล้ำหลังเผาเนื่องจากมีธาตุเหล็กปนอยู่ แต่เนื้อดินเหนียวสันกำแพงเป็นดินประเภทเอร์ทเทนแวร์ ซึ่งมีความเหนียวสูง จึงเกิดปัญหาเนื้อดินจับตัวเป็นก้อน ขณะบดเปียกในหม้อบด และในการทดลองผลิตเมื่อเผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1250 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์มีลักษณะบิดเบี้ยว โดยเฉพาะบริเวณปากผลิตภัณฑ์ประเภทแจกันและชาม โดยไม่พบปัญหาขณะทดสอบดินที่เป็นแท่งทดสอบ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่าดินประเภทเอร์ทเทนแวร์ เป็นดินที่มีจุดสุกตัวต่ำ และเมื่อเผาอุณหภูมิลง 10 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพดีไม่บิดเบี้ยว ปัญหานี้มีผลต่อการดูดซึมน้ำเคลือบเช่นเดียวกัน เมื่อเผาเคลือบที่อุณหภูมิการเผาเคลือบทั่วไปคือ 750 องศาเซลเซียส เนื้อดินแกร่งทำให้ดูดซึมน้ำเคลือบได้น้อย จึงทำให้เคลือบบาง ต้องปรับลดอุณหภูมิการเผาเคลือบให้ต่ำลงเล็กน้อย หรือ ปรับการเคลือบให้หนาขึ้นโดยชุบเคลือบแบบจุ่มและพ่นหรือทาเคลือบซ้ำ การใช้ดินเหนียวสันกำแพงเป็นส่วนผสมในเนื้อดินปั้นจะให้ผลทางสี พื้นผิว และเนื้อผลิตภัณฑ์เพื่อประโยชน์ทางความสวยงามมากกว่าการใช้เป็นวัตถุดิบหลัก และช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสอดคล้องกับผลิตภัณฑ์เครื่องถ้วยสันกำแพงโบราณในด้านสีและพื้นผิวที่ร่วมสมัย จึงเป็นการใช้ทรัพยากรท้องถิ่นบนพื้นฐานภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งสามารถนำไปส่งเสริมให้ผู้สนใจในท้องถิ่นอำเภอสันกำแพงได้นำไปประกอบอาชีพท้องถิ่นได้ระดับหนึ่ง

2. การพัฒนาสูตรเคลือบสีลาดโดยใช้ขี้เถ้าไม้มะม่วงจากการอบไม้มะม่วงกลิ้ง ถือได้ว่าเป็นการใช้สิ่งที่เหลือจากกระบวนการผลิตสินค้าในท้องถิ่นอำเภอสันกำแพง เป็นการสร้างมูลค่าให้กับสิ่งที่เหลือใช้ โดยนำมาใช้ร่วมกับดินเหนียวสันกำแพงซึ่งเป็นดินท้องถิ่นและใช้เป็นส่วนผสมในเนื้อดินปั้นกับหินฟันม้าชนิดโปแตสเฟลด์สปาร์ในอัตราส่วน ขี้เถ้าไม้มะม่วงร้อยละ 20 ดินเหนียวสันกำแพงร้อยละ 20 และหินฟันม้าโปแตสร้อยละ 60 ซึ่งมีลักษณะผิวมันวาวดี ไม่ไหลตัว เนื้อเคลือบรานละเอียด สม่ำเสมอ สีเขียวเหลืองอ่อน ขอบน้ำตาล เนื้อใส ผิวเรียบ ให้คุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับการนำไปเคลือบผลิตภัณฑ์ที่มีการตกแต่งลวดลายได้เคลือบมีความคมชัดไม่ซีดจางและไม่ไหลตัว รวมทั้งสามารถปรับปรุงให้มีความเข้มของสีเคลือบโดยการเติมสารให้สีหรือออกไซด์ได้หลายชนิดหลายระดับความเข้ม ซึ่งสีที่ให้ความเข้มสอดคล้องกับลักษณะของเครื่องถ้วยสันกำแพงโบราณคือสูตรเคลือบที่เติมเฟอร์ริกออกไซด์ร้อยละ 6 ซึ่งให้สีน้ำตาลแก่เคลือบ มีรอยรานลดลง เนื้อเคลือบที่มากขึ้นและมีการไหลตัวเพิ่มขึ้นตามปริมาณที่เติม นอกจากนี้การกำหนดอัตราส่วนผสมของเคลือบยังสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการกล่าวคือหากในสูตรเคลือบมีปริมาณของขี้เถ้าไม้ที่มากเคลือบจะไหลตัวสูงและมีฟองอากาศในเนื้อเคลือบ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากขี้เถ้าไม้เป็นสารที่ให้คุณสมบัติเป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิในเคลือบ (Fluxing Agents) เนื่องจากขี้เถ้าไม้มีด่างเป็นตัวหลอมละลายอย่างรุนแรง ตามที่ไพจิตร อังศิริวัฒน์ ได้กล่าวไว้ สูตรเคลือบที่มีส่วนผสมของดินเหนียวมากเคลือบจะด้านและมีสีน้ำตาลแดง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากดินเหนียวเป็นตัวทนไฟในเคลือบและมีส่วนประกอบของแร่เหล็กจึงให้สีน้ำตาล

แดง และสูตรเคลือบที่มีส่วนผสมของโปแตสเซิลด์สปาร์มากเคลือบจะมีความใสและรันวาวสูง อาจเนื่องมาจากโปแตสเซิลด์สปาร์เป็นตัวให้แก้วในเนื้อเคลือบ ตามส่วนประกอบทางเคมีของเฟลด์สปาร์ที่มีซิลิกาต่ออลูมินาถึง 6:1 ซึ่งสารประกอบซิลิกาเป็นตัวสร้างแก้วในเนื้อเคลือบ

3. การพัฒนาสีตกแต่งได้เคลือบโดยใช้ดินแดงคอยสะเก็ด ซึ่งเป็นพื้นที่ติดต่อกับอำเภอสันกำแพงและอาจเป็นแหล่งวัตถุดิบที่ใช้เป็นสีเขียนลวดลายของแหล่งเตาสันกำแพงโบราณตามข้อสันนิษฐานของไกรศรี นิมนานเหมินทร์ผู้ค้นพบแหล่งเครื่องถ้วยสันกำแพง ซึ่งผลการศึกษาสามารถนำดินแดงคอยสะเก็ดมาใช้เป็นสีตกแต่งได้เคลือบได้ โดยให้สีน้ำตาลแดงหลังเผา เนื่องจากดินแดงบ้านแม่ดอกแดงมีส่วนประกอบของเฟอร์ริกออกไซด์ ถึงร้อยละ 20.2 ตามที่ คลฤติ นิมพาลี ได้วิเคราะห์ผลองค์ประกอบทางเคมีไว้ ซึ่งเป็นปริมาณที่สูง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเฟอร์ริกออกไซด์เป็นสารให้สีน้ำตาลในดินและเคลือบ แต่การเขียนสีได้เคลือบต้องเขียนให้หนาเล็กน้อยเนื่องจากเคลือบจี๊ดจากไม้มะม่วงมีค่าเป็นตัวหลอมละลายจึงละลายและดูดซับสีได้เคลือบทำให้สีซีดจาง และจากข้อสันนิษฐานเกี่ยวกับการเติมแร่ธาตุบางชนิดลงไปเพื่อเพิ่มความเข้มของสี พบว่าสามารถใช้โคบอลต์ออกไซด์และโครมิกออกไซด์เป็นตัวเติม(Additive) เพื่อช่วยให้สีได้เคลือบมีความเข้มมากขึ้นได้โดยเติมโคบอลต์ออกไซด์ร้อยละ 0.9 กับโครมิกออกไซด์ร้อยละ 4.5 ขึ้นไปจะทำให้สีที่เข้มมีความคมชัด โดยไม่ต้องใช้สีได้เคลือบสำเร็จรูปเป็นตัวเติมและไม่ต้องเผา Calcine ก่อน จึงไม่สิ้นเปลืองทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย

การพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการออกแบบให้เหมาะสมกับความต้องการในปัจจุบัน

สามารถพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการออกแบบให้เหมาะสมกับความต้องการในปัจจุบัน โดยรูปแบบของผลิตภัณฑ์ เน้นรูปทรงที่เหมาะสมกับการใช้งาน ความสวยงาม และการผลิตด้วยแป้นหมุน ซึ่งเป็นพื้นฐานวิธีการขึ้นรูปทรงกลมที่มีลักษณะคล้ายกับการปั้นหม้อ เป็นการต่อยอดภูมิปัญญาของท้องถิ่น มีการเคลือบ 2 สี คือ การตกแต่งด้วยเคลือบสีน้ำผึ้ง ไม่มีการเขียนลวดลายได้เคลือบ และตกแต่งด้วยการเขียนลวดลายแบบดั้งเดิมด้วยสีได้เคลือบ เคลือบสีเขียวเหลืองอ่อน ลักษณะการจัดวางลวดลายแบบร่วมสมัย จึงเป็นการเพิ่มช่องทางการตลาดที่สอดคล้องกับความต้องการและความนิยมในปัจจุบัน และมีความเป็นไปได้ในการนำไปผลิตภายใต้เงื่อนไขที่ไม่ซับซ้อน หรือเหมาะสมกับศักยภาพในการผลิตสินค้าในระดับชุมชนหรืออุตสาหกรรมท้องถิ่น ที่ไม่ต้องใช้กระบวนการและเทคโนโลยีที่ยุ่ยาก ซับซ้อนหรือมีต้นทุนสูง และที่สำคัญยังเป็นการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาต่อยอดเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. กรรมวิธีการผลิต ในการวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นการผลิตในเชิงหัตถอุตสาหกรรม โดยขึ้นรูปด้วยแป้นหมุน ตกแต่งด้วยการแกะลวดลายด้วยมือ และเขียนสีได้เคลือบด้วยมือ จึงใช้เวลาในการผลิต หาก

ต้องการขยายผลในอนาคตเพื่อผลิตในระบบอุตสาหกรรม (Mass Production) ต้องเปลี่ยนการผลิตเพื่อให้สามารถผลิตได้จำนวนมากและใช้เวลาน้อย เช่น การขึ้นรูปด้วยใบมีดด้วยมือ การขึ้นรูปด้วยเครื่องกลึงอัตโนมัติ (Roller Head Machine) โดยแกะลวดลายที่แม่พิมพ์ และติดลวดลายด้วยรูปลอกได้เคลือบ เป็นต้น

2. วัตถุดิบ สามารถประยุกต์หรือเลือกใช้วัตถุดิบดินเริ่ทเทนแวร์จากแหล่งอื่น ตามความสะดวก และเหมาะสมด้านต้นทุนการผลิต หรือวัตถุดิบสำหรับทำเคลือบ สามารถเลือกใช้เข้าไม้ชนิดอื่น ตามแหล่งที่สามารถหาได้ง่าย โดยจะต้องทำการศึกษาคลองเพื่อพัฒนาคุณสมบัติของวัตถุดิบตามกระบวนการที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

3. การออกแบบ สามารถออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นๆ ได้อีก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแนวโน้มความต้องการของตลาดในช่วงเวลานั้นๆ (Marketing Trend)

4. แนวทางการถ่ายทอดให้กับชุมชนในการประกอบเป็นอาชีพท้องถิ่น สามารถนำผลการวิจัยไปใช้กับกลุ่มต่างๆ ดังนี้

4.1 กลุ่มอุตสาหกรรมท้องถิ่น ได้แก่ โรงงานเครื่องปั้นดินเผาตลาดในจังหวัดเชียงใหม่ เช่น โรงงานบ้านศิลาดล ซึ่งได้เข้าร่วมโครงการนี้ด้วยในฐานะผู้ทดลองการผลิต สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ได้เลย เนื่องจากผู้ประกอบการมีศักยภาพในการผลิตทั้งด้านวัตถุดิบ เครื่องจักร และแรงงานฝีมือ จึงเป็นการนำรูปแบบไปผลิตในเชิงพาณิชย์และสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบและวิธีการให้สอดคล้องกับกระบวนการผลิตในโรงงานรวมทั้งตามความต้องการของลูกค้าเฉพาะราย

4.2 กลุ่มช่างปั้นอิสระ ซึ่งเป็นช่างปั้นที่ทำการผลิตสินค้าเครื่องปั้นดินเผาแบบหัตถกรรมที่เน้นฝีมือและความสวยงาม แต่ไม่ผลิตจำนวนมากนัก ซึ่งกระจายอยู่ทั่วไปในจังหวัดเชียงใหม่ โดยเฉพาะในพื้นที่อำเภอแม่ริม ดอยสะเก็ด สันกำแพง และสารภี ซึ่งเป็นแหล่งผลิตและจำหน่ายสินค้าหัตถกรรมเครื่องปั้นดินเผา

4.3 กลุ่มชาวบ้านในเขตพื้นที่อำเภอสันกำแพง เป็นกลุ่มประชาชนในท้องถิ่นที่อาศัยอยู่ใกล้กับแหล่งเครื่องถ้วยสันกำแพงโบราณ ซึ่งได้มีการตื่นตัวเกี่ยวกับการอนุรักษ์แหล่งโบราณคดีและการพัฒนาเป็นวิสาหกิจชุมชนบนพื้นฐานภูมิปัญญาท้องถิ่น จึงมีโอกาสนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ ซึ่งขึ้นอยู่กับความพร้อมของกลุ่ม ทั้งในด้านการรวมกลุ่ม การลงทุน การบริหารจัดการ และการยอมรับเงื่อนไขทางการตลาด

ข้อเสนอแนะในการศึกษาเพิ่มเติม

1. การพัฒนาเครื่องถ้วยสันกำแพง ควรศึกษาเกี่ยวกับวัตถุดิบในแหล่งอื่นๆ เพิ่มเติม แสวงหากรรมวิธีผลิตที่เหมาะสมทั้งในด้านคุณภาพและต้นทุนต่ำ รวมทั้งแนวโน้มการตลาดที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เช่น ผลิตภัณฑ์เพื่อการบำบัดสุขภาพและผ่อนคลาย (สปา) ตุ๊กตาประดับตกแต่งสวน เป็นต้น

2. การศึกษาด้านการประกอบวิสาหกิจชุมชน ควรศึกษาเกี่ยวกับ ความต้องการ ความสนใจ และความพร้อมของชุมชน เพื่อการวางแผนในการบริหารจัดการวิสาหกิจชุมชนที่เหมาะสม

3. การศึกษาเกี่ยวกับการฟื้นฟูแหล่งเครื่องปั้นดินเผาโบราณเพื่อพัฒนาเป็นวิสาหกิจชุมชน ควรศึกษาถึงแนวคิด ความเชื่อของชุมชนเป้าหมายเพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนในด้านปรัชญา ความเชื่อ และการเชื่อมต่oprวัติศาสตร์ รวมทั้งควรศึกษาการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น ซึ่งถือได้ว่าเป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และมีอำนาจหรือศักยภาพในการต่อรองหรือควบคุมต้นทุนการผลิตได้เป็นอย่างดี แต่การใช้วัตถุดิบประเภทดินเอร์ทเทนแวร์นั้น ยังมีข้อจำกัดในด้านคุณภาพที่ไม่สม่ำเสมอ จึงยากต่อการควบคุมคุณภาพ และไม่ทราบปริมาณที่แน่นอน จึงควรมีการศึกษาทางธรณีวิทยาเพื่อหาแหล่งและจัดการวัตถุดิบ นอกจากนี้ต้องศึกษาอย่างระมัดระวังเป็นพิเศษเกี่ยวกับการถือครองสาธารณสมบัติและการใช้ทรัพยากรร่วมกัน ซึ่งอาจกระทบต่อกลุ่มอิทธิพลในท้องถิ่น (Local Authority) ซึ่งอาจเกิดความเสี่ยงอันตรายและเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาชุมชน

บรรณานุกรม

- กาญจนา อินทรชิต. (2545). “สืได้เคลื่อนจากวัตถุดิบที่มีเหล็กออกไซด์สูง” เทคนิคการใช้วัตถุดิบที่มีเหล็กออกไซด์สูงในการผลิตเซรามิก. (เอกสารประกอบการสัมมนา) ห้องปฏิบัติการเครื่องชายเซรามิกเนื้อดินและเคลือบ ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- กาญจนา ตี๋บักวาง. (2546). “การวิจัยและพัฒนาเครื่องเคลือบดินเผาเลียนแบบแหล่งเตาสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ ย้อนรอยการผลิตเครื่องถ้วยสันกำแพงในยุค 500 ปี” การประชุมทางวิชาการเพื่อนำเสนอผลงานวิจัยและพัฒนา การวิจัยและพัฒนาเพื่อฟื้นฟูเครื่องเคลือบดินเผาในแหล่งเตาด้านนาและการวิจัยพัฒนาเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ดินเผาบ้านม่อนเขาแก้วจังหวัดลำปาง. (เอกสารประกอบการสัมมนา) หน่วยเทคโนโลยีเซรามิกเนื้อดินและเคลือบ ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.
- โกมล รักษ์วงศ์. (2531). วัตถุดิบที่ใช้ในงานเครื่องปั้นดินเผาและเนื้อดินปั้น. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยครูพระนคร
- ประกรณ์ วิไล. (2546) การออกแบบเซรามิก 1. เชียงใหม่ : สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ.
- ประเสริฐ ศิลรัตน์. (2531). ของที่ระลึก. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ปรีวรรต ธรรมาปรีชากร สว่าง เลิศฤทธิ์ และกฤษฎา พิณศรี. (2539) ครั้งที่ 2. ศิลปะเครื่องถ้วยในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : กราฟิคฟอร์เมท
- พจน์ เกื้อกูล. (2512). เครื่องถ้วยและเตาสันกำแพง กรุงเทพฯ : ศิลปาคร
- ไพจิตร อังศิริวัฒน์. (2541). เนื้อดินเซรามิก. (พิมพ์ครั้งที่1). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- มิ่งสรรพ ขาวสะอาด. (2547). “แผนแม่บทอุตสาหกรรมรายสาขา(สาขาเซรามิกแก้ว)” โครงการจัดทำข้อมูลอุตสาหกรรมเชิงเปรียบเทียบเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน (สาขาเซรามิกแก้ว) [CD-Rom]. สำนักเศรษฐกิจอุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม
- สายนต์ ไพรัชญจิตร, พาสุข ดิษยเดช และประทีป เฟื่องตะโก. (2533). เซรามิกในประเทศไทย ชุดที่ 3: แหล่งเตาด้านนา. (พิมพ์ครั้งที่ 1). โครงการสำรวจแหล่งโบราณคดี ฝ่ายวิชาการ กองโบราณคดี กรมศิลปากร. กรุงเทพฯ: ชุมชนุสภารณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ ร่วมกับวิทยาลัยครูเชียงใหม่ และศูนย์วัฒนธรรมประจำ
จังหวัดต่างๆ ในภาคเหนือ. (2524). **เชิดชูเกียรติ นายไกรศรี นิมมานเหมินท์**. กรุงเทพฯ:
ไตรรงค์การพิมพ์.

สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. (2532). **น้ำเคลือบเครื่องปั้นดินเผา**. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

เสริมศักดิ์ นาคบัว, ศาสตราจารย์เกียรติคุณ (2536). **เคลือบสีเข้าพิช**. (พิมพ์ครั้งที่1). กรุงเทพฯ: เจ.ฟิล์ม
โปรเซส.

Rhodes, Daniel. (1975) **Clay and Glazes for the Potter**. (2nd.ed.,rev.) Great Britain : Pitman.

Brown M. Roxanna (1988). **The Ceramics of South-East Asia Their Dating and Identification** .
(2nd.ed) Singapore : Oxford University

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติหัวหน้าโครงการ



ชื่อ นายประกรณ์ วิไล

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ระดับ 8

ประสบการณ์ทำงาน

- ที่ปรึกษาโครงการชูปชีวิตไทย (ITB) กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม สาขาเซรามิก
- ที่ปรึกษาโครงการสร้างความเชื่อมโยง(Clustering) ด้านการผลิตและการจัดการกลุ่มหัตถอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม
- ที่ปรึกษาโครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเครื่องปั้นดินเผาแบบครบวงจร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ที่ปรึกษาโครงการยกระดับการแปรรูปการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา โครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ(ภาคเหนือ) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ที่ปรึกษาโครงการพัฒนาการกระจายและจำหน่ายสินค้า OTOP กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช.) สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- กรรมการคัดสรรสินค้า OTOP จังหวัดเชียงใหม่ ประจำปี 2547

คุณวุฒิ

- สังกัดสาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิก
- วุฒิกการศึกษา ปวส.ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คอ.บ.ศิลปอุตสาหกรรม และศษ.ม.อาชีวศึกษา
- สอนวิชา อุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาท้องถิ่น, การออกแบบเซรามิก 1 และ 2 และการเสนอโครงการงานอุตสาหกรรม

ประวัติผู้ช่วยวิจัย



ชื่อ นางสาวดาวเรือง อุดม

ตำแหน่ง นักศึกษาด้านวิชาเทคโนโลยีเซรามิก

เกรดเฉลี่ยสะสม 2.80

ที่อยู่ 30 หมู่ 3 ตำบลแม่ปึก อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ 50130

ประวัติการศึกษา

- ระดับประถมศึกษา โรงเรียนบ้านป่าเอื้อง
- ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนมัธยมสันกำแพง
- ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาเครื่องเคลือบดินเผา วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงใหม่
- ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ

ประวัติผู้ช่วยวิจัย



ชื่อ นางสาวชนาวดี วิทย์จันทร์

ตำแหน่ง นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิก
เกรดเฉลี่ยสะสม 3.03

ที่อยู่ 343 หมู่ 10 ตำบลยุหว่า อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ 50120

ประวัติการศึกษา

- ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาเครื่องเคลือบดินเผา วิทยาลัยอาชีวศึกษาเชียงใหม่
- ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ

บทความสำหรับเผยแพร่

โครงการการฟื้นฟูเครื่องถ้วยล้านกำแพงเพื่อพัฒนาเป็นวิสาหกิจชุมชน

The Sankamphang's Pottery Resuscitate for Local Enterprise

ผศ.ประกรณ์ วิไล	หัวหน้าโครงการ
อาจารย์ไพจิตร อังศิริวัฒน์	ที่ปรึกษาโครงการ
นางสาวดาวเรือง อุดม	ผู้ร่วมวิจัย/นักศึกษา
นางสาวชนาวดี วิทย์จันทร์	ผู้ร่วมวิจัย/นักศึกษา

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการใช้ทรัพยากรท้องถิ่นในการส่งเสริมการประกอบอาชีพท้องถิ่นบนพื้นฐานภูมิปัญญาท้องถิ่น โดยการนำเทคโนโลยีการผลิตและการออกแบบมาใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการในปัจจุบัน ซึ่งผลการศึกษาที่ได้จะนำไปถ่ายทอดให้กับชุมชนเพื่อการประกอบเป็นอาชีพท้องถิ่น เป็นการส่งเสริมให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และพัฒนาภูมิปัญญาท้องถิ่นต่อไป ได้ทำการศึกษาโดยการวิเคราะห์คุณสมบัติของวัตถุดิบทั้งเนื้อดินปั้น สีตกแต่ง และเคลือบ ทำการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบให้เกิดความเหมาะสมในด้านต่างๆ และพัฒนารูปแบบให้สอดคล้องกับเอกลักษณ์ดั้งเดิมของเครื่องถ้วยล้านกำแพงและความเหมาะสมกับการใช้งานในปัจจุบัน รวมทั้งทดสอบการผลิตชิ้นงานให้ได้คุณภาพและมาตรฐาน รวมทั้งศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นแนวทางนำไปเผยแพร่และส่งเสริมให้เป็นวิสาหกิจชุมชนต่อไป

ผลการวิจัยมีดังนี้

1. การพัฒนาเนื้อดินปั้น มีส่วนผสมของดินดำ เหมียวร้อยละ 85 ร่วมกับดินเหนียวล้านกำแพงร้อยละ 15 พบว่าเนื้อดินที่ทำการศึกษามีคุณสมบัติคือการหดตัวร้อยละ 14.24 ความทนไฟ 1.37 มิลลิเมตร ความแกร่งหลังเผา มากกว่า 600 นิวตันต่อตารางเมตร ไม่มีความพรุนตัว สีและลักษณะทั่วไปมีสีน้ำตาลอ่อน
2. การพัฒนาสูตรเคลือบที่มีความเหมาะสมมากที่สุดคือ สูตรที่ประกอบด้วยซีเมนต์ขาวร้อยละ 20 ดินเหนียวล้านกำแพงร้อยละ 20 และหินฟืนม้าไปเตสร้อยละ 60 ซึ่งมีคุณสมบัติผิวมันวาวดี ไม่ไหลตัว เนื้อเคลือบรานละเอียดสม่ำเสมอ สีได้เคลือบมีความคมชัดไม่ซีดจางและไหลตัว สีเขียวเหลืองอ่อน ขอบน้ำตาล เนื้อใส ผิวเรียบ สามารถปรับปรุงให้มีความเข้มของสีเคลือบโดยการเติมสารให้สีหรือออกไซด์ได้หลายชนิดหลายระดับความเข้ม ซึ่งสีที่ทำให้ความเข้มสอดคล้องกับลักษณะของเครื่องถ้วยล้านกำแพงโบราณคือสูตรเคลือบที่เติมเฟอร์ริกออกไซด์ร้อยละ 6 ซึ่งให้สีน้ำตาลแก่เคลือบ มีรอยรานลดลง เนื้อเคลือบที่บ่มมากขึ้นและมีการไหลตัวเพิ่มขึ้นตามปริมาณที่เติม
3. การพัฒนาสีได้เคลือบจากดินแดงคอยสะเกิดโดยเติมโคบอลท์ออกไซด์ร้อยละ 0.9 กับโครมิกออกไซด์ร้อยละ 4.5 ขึ้นไป จะให้สีที่เข้มมากเหมาะสำหรับนำไปใช้เป็นสีตกแต่งลวดลายได้เคลือบ
4. การพัฒนารูปแบบให้สอดคล้องกับเอกลักษณ์เครื่องถ้วยล้านกำแพงโบราณ และเหมาะสำหรับการใช้งานจริงในปัจจุบัน ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ชุดรับประทานอาหาร ประกอบด้วย จานแบน 2 ขนาด จานลึก 1 ขนาด และชาม 5 ขนาด ผลิตภัณฑ์ประเภทที่สองคือ ผลิตภัณฑ์ของที่ระลึกและของตกแต่ง ทำการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่กำลังได้รับความนิยม และมีแนวโน้มที่จะคงอยู่ในตลาดไปอีกระยะหนึ่ง ได้แก่ เชิงเทียน เตาต้มหม้อ และแจกัน โดยเน้นการ

ออกแบบรูปทรงร่วมสมัยที่ประยุกต์มาจากรูปทรงของผลิตภัณฑ์เครื่องถ้วยสำกำแพงโบราณ ตกแต่งให้มีความหลากหลาย ด้วยการเคลือบลงลาย การเขียนสีได้เคลือบลงลายปลาไหลและเคลือบที่พัฒนาขึ้น

5. การทดสอบการผลิตชิ้นงาน สามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยเป็นหมุนได้ดี แต่ผลิตภัณฑ์ควรมีความหนาเพื่อป้องกันการบิดเบี้ยวเสียรูปทรง สามารถแกะสลักลงลายตามแบบได้ขณะดินเริ่มหมาด เผาดิบไม่ควรเผาสูงเกิน 800 องศาเซลเซียสเนื่องจากเคลือบจะไม่ค่อยเกาะติด สามารถตกแต่งลงลายด้วยการเขียนสีได้เคลือบที่พัฒนาขึ้นแต่ควรรีให้หนากว่าปกติเล็กน้อยเพื่อให้มีให้ลงลายชัดเจน ควรชุบเคลือบที่พัฒนาขึ้นโดยให้ความหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร และมีความสม่ำเสมอ เพื่อป้องกันเคลือบเกิดรอยต่าง เผาที่อุณหภูมิ 1240-1250 องศาเซลเซียส บรรยากาศการเผาแบบสั้นคาบไม่สมบูรณ์ ระยะเวลาการเผาประมาณ 8 ชั่วโมง

Abstract

The Sankamphang's Pottery Resuscitate project is about experimenting many kinds of local materials such as clay body, wood-ash glaze, under glaze painting pigments for painting pots and also developing functional pottery shapes and patterns in Sankamphang style which prepare for a new setting up pottery project in Sankamphang district in the near future.

Results of the experimentation are :

1. Stoneware clay body, firing temperature = 1250°C in reduction atmosphere. The best recipe is :-

Mae Rim Ball clay	=	85 %
Sankamphang red clay	=	15 %
Firing shrinkage at 1250°C RF.	=	14.24 %
Refractory testing (warpage)	=	1.37 mm.
Firing strength (MOR.)	=	60 kg/cm ²
Water absorption	=	0 %
Color	=	tan (brown-tone)

2. Stoneware wood-ash glaze 1250°C RF.

Mango-tree wood ash	20 %
Sankamphang red clay	20 %
Potash feldspar	60 %

Color = yellow-green celadon clear glaze with small crazing with no running. This basic glaze can put some coloring oxide in addition to develop some brown-tone colors.

3. Developing under glaze black pigment.

The recipe is :-

Sankamphang red clay	94.1 %
Chromic oxide	5%
Cobalt oxide	0.9%

4. Developing new shapes and pattern of tablewares and giftwares

- 2 new design of plates
- 1 new design of dish

5 new designs of bowls

1 new design of candle stand

1 new design of vase

5. Using the clay body from the experiment forming by wheel-throwing technique. Biscuit firing at 750°C Under-glaze color painting. Glost firing at $1240-1250^{\circ}\text{C}$ in reduction atmosphere. Firing time is about 8 hours.



ภาพแบบร่าง โดยมีแนวความคิดมาจากรูปทรงของผลิตภัณฑ์เครื่องถ้วยสันกำแพงโบราณ



ภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการผลิต