



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาเคลเกิดปฏิกิริยาการไหลและเกิดปฏิกิริยาการด้าน

โดย นางสาวไพจิตร อังศิริวัฒน์และคณะ

สัญญาเลขที่ RDG 4950026

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การศึกษาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาเคลเกิดปฏิกิริยาการไหลและเกิดปฏิกิริยาการด้าน

ปฏิบัติการวิจัยโดย

นางสาวสุพัตรา มหาชนะวงศ์

ภายใต้การดูแลของ

นางสาวไพจิตร อังศิริวัฒน์

ภายใต้การควบคุมของ

นายประกรณ์ วิไล

ผศ. วันชัย เพ็ญแดง

นายไพบุลย์ หล้าสมศรี

“โครงการวิจัยนี้ เป็นส่วนหนึ่งของภาคนิพนธ์ เพื่อสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตร
อุตสาหกรรมบัณฑิต ซึ่งสนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)”

บทสรุปผู้บริหาร
โครงการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับอุตสาหกรรมท้องถิ่น
 Technology Development for Local SMEs (TDLS)

- | | | |
|----|---|--|
| 1. | ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)

(ภาษาอังกฤษ) | การศึกษาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาด
เกิดปฏิกิริยาการไหลและเกิดปฏิกิริยาการด้าน

Study of factors controlling running glaze and
matt glaze in Celadon |
|----|---|--|

2. ปัญหาที่ทำการวิจัย และความสำคัญของปัญหา

เคลือบสีลาดนับเป็นเคลือบที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวคือเป็นเคลือบสีสีเขียวและมีรอยราน ที่สำคัญเคลือบสีลาดยังมีประวัติศาสตร์ความเป็นมาที่ยาวนาน ถึงแม้ว่าเคลือบสีลาดจะมีต้นกำเนิดมาจากประเทศจีน เพราะชาวจีนถือว่าสีเขียวของสีลาดเป็นสีที่คล้ายกับสีของหยกซึ่งคนจีนถือว่าเป็นอัญมณีที่ล้ำค่า เคลือบสีลาดได้มีการแพร่หลายเข้ามาในประเทศไทยดังเห็นได้จากเครื่องสังคโลกในสมัยสุโขทัยและรวมทั้งผลิตภัณฑ์เครื่องถ้วยสมัยโบราณทั่วไป แสดงให้เห็นชัดว่าเคลือบสีลาดเป็นเคลือบโบราณที่มีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับมาในอดีตจนกระทั่งในปัจจุบันถึงแม้เวลาจะผ่านพ้นมานานแล้วแต่ความนิยมในเคลือบสีลาดยังคงมีอยู่และเป็นที่รู้จักมากขึ้น จะเห็นได้จากการประยุกต์นำสารเคมีมาใช้ในการทำเคลือบสีลาด แทนการใช้จีเถ้าไม่มากขึ้นเพราะสามารถควบคุมให้ได้ลักษณะตามต้องการได้ดีกว่า เอกลักษณ์ของเคลือบสีลาดยังคงเป็นการใช้วัตถุดิบที่มีจีเถ้าเป็นส่วนประกอบสำคัญถึงประมาณ 50% ในส่วนผสม เคลือบสีลาดยังคงเป็นเคลือบที่ได้รับความนิยม ด้วยความเก่าแก่ของเคลือบผสมผสานกับลวดลายโบราณหรือรูปแบบของผลิตภัณฑ์แบบเก่า จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์นั้นบอกเล่าเอกลักษณ์ความเป็นมาของผลิตภัณฑ์นั้นได้เป็นอย่างดีและยังช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่เขียนลายโบราณที่ดูธรรมดาอันมีคุณค่ามากยิ่งขึ้นอีกด้วย

ถึงแม้ในปัจจุบันจะสามารถนำสารเคมีมาทำเป็นเคลือบที่มีความหลากหลายมากขึ้นสามารถทำให้เคลือบมีหลายสี มีหลายแบบเช่น เคลือบด้าน เคลือบกึ่งด้าน และเคลือบที่ใช้เทคนิคพิเศษ เคลือบไหล เคลือบเกล็ด เคลือบเทมโมกุ เป็นต้น ซึ่งเคลือบแต่ละชนิดก็มีการพัฒนาให้มีความแตกต่างกันออกไป ในแต่ละโรงงานที่ผลิตก็ต่างมีการแข่งขันกันในการออกแบบหรือการใช้เทคนิคต่างๆ ในการทำเคลือบเพื่อให้เคลือบของตนมีลักษณะที่แปลกตา ต่างออกไปจากโรงงานคู่แข่ง ซึ่งทำให้โรงงานของตนมีส่วนแบ่งทางการตลาดที่มากกว่า เคลือบเซรามิกที่มีอยู่ในปัจจุบันถึงแม้จะมีหลากหลายรูปแบบแต่ถ้าหากขาดการพัฒนา หรือการศึกษาเพื่อหาเทคนิคพิเศษต่างๆ ในการพัฒนา

เคลือบแล้ว เคลือบชนิดนั้นก็ย่อมมีความต้องการทางการตลาดลดน้อยลงไป เนื่องจากเหตุผลสำคัญ คือ เริ่มมีการลอกเลียนแบบและเทคนิคการตกแต่งในหลายโรงงานทำให้เกิดภาวะ Over Supply คือ การที่สินค้ามากกว่าความต้องการของผู้บริโภค บางโรงงานที่สามารถคิดค้นเคลือบ โดยใช้เทคนิคพิเศษและผลิตภัณฑ์นั้นเป็นที่ต้องการของตลาด แน่แน่นอนว่าโรงงานนั้นย่อมมีส่วนแบ่งทางการตลาดที่มากกว่า รวมทั้งผู้บริโภคก็จะมีความต้องการสินค้าที่เปลี่ยนแปลงไปตามความนิยมและยุคสมัย หากสินค้าขาดการพัฒนาให้หลากหลายผู้บริโภคย่อมรู้สึกไม่น่าสนใจ ซึ่งจะเป็นผลให้โรงงานที่ผลิตมียอดขายที่ลดน้อยลงตามมา ด้วยเหตุนี้การศึกษาเพื่อพัฒนาเคลือบสีลาดลให้มีความแปลกตา และมีความแปลกใหม่มากขึ้นจึงเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิก โดยการพัฒนาเคลือบให้มีความแปลกใหม่นี้เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิกนอกเหนือจากการพัฒนารูปแบบและการพัฒนาวัตถุดิบเนื้อดินในแต่ละท้องถิ่น เพื่อให้มีความเหมาะสมตามความต้องการของตลาด

ปัจจุบันกระแสความนิยมของเก่าและผลิตภัณฑ์ที่แสดงออกถึงความเป็นไทยเริ่มมีมากขึ้น ไม่เพียงแต่กระแสนิยมนี้จะเกิดเฉพาะกับคนไทยเท่านั้นแต่ปัจจุบันชาวต่างชาติโดยเฉพาะในแถบยุโรปก็นิยมเช่นเดียวกัน ดังเห็นได้จากโรงแรมในสถานที่ท่องเที่ยวที่ชาวยุโรปนิยมมาท่องเที่ยวจะมีการตกแต่งห้องพักให้มีความเป็นไทยมากขึ้น เช่น การนำเอาเรือนไทยมาประยุกต์เพื่อทำเป็นห้องพัก เป็นต้น ฉะนั้นเคลือบเซรามิกที่สามารถผสมผสานกับความเป็นไทยได้อย่างลงตัวคือเคลือบสีลาดล เพราะสามารถบอกเล่าเรื่องราวอันเก่าแก่ของผลิตภัณฑ์ดังที่กล่าวมาแล้วได้

เทคนิคของการทำเคลือบที่กำลังเป็นที่นิยมและจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแปลกใหม่เป็นที่ถูกใจของผู้บริโภคมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันก็ยังคงมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวของเคลือบสีลาดลเช่นที่ผู้บริโภคคุ้นเคยมาก่อนคือการทำให้เคลือบสีลาดลเป็นเคลือบด้านและในขณะเดียวกันก็เพิ่มจุดสนใจของเคลือบโดยการทำให้เกิดการไหลของเคลือบ มีใจเฝ้าไม้เป็นส่วนประกอบสำคัญของเคลือบ โดยการใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นด่างจำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชนิด เพื่อให้เกิดเคลือบไหลรวมทั้งปัจจัยอื่นๆ การทำเคลือบด้านสีลาดลโดยการศึกษาปัจจัยในการทำเคลือบเกิดเป็นเคลือบด้านหรือกึ่งด้าน เช่น การเผาที่อุณหภูมิต่ำลง 20-30% , การปล่อยให้เตาเผาเย็นตัวลงอย่างช้าๆ เป็นต้น โดยมีการทดสอบกับแผ่น Test ที่เป็นดินดำและดินขาวซึ่งผลของเคลือบที่ออกมาย่อมแตกต่างกันในดินแต่ละชนิด การทดสอบเคลือบโดยการชุบเคลือบที่ผลิตภัณฑ์หลายรูปทรง การศึกษาปัจจัยต่างๆที่ทำให้เคลือบสีลาดลมีการไหลและด้านนั้นย่อมก่อให้เกิดผลดีในระยะยาว เนื่องจากเมื่อสามารถทราบถึงปัจจัยต่างๆ อย่างละเอียดแล้ว ย่อมสามารถดัดแปลงแก้ไขให้เกิดเทคนิคการไหลที่แปลกตาออกไปได้ และเมื่อสามารถศึกษาจนกระทั่งสามารถนำไปใช้ในโรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์เคลือบสีลาดลได้แล้วย่อมส่งผลให้โรงงานผู้ผลิตหรือผู้ผลิตนั้นสามารถพัฒนาเทคนิคการตกแต่งด้วยเคลือบสีลาดลได้

หลากหลาย และยังสามารถนำความรู้ที่ศึกษามานั้นเป็นข้อมูลทางด้านเทคนิคและวิชาการของโรงงานแบบยั่งยืนต่อไป

3. วัตถุประสงค์

- 3.1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาการไหลตัวและการเกิดปฏิกิริยาการด้านของเคลือบสีลาดล
- 3.2 เพื่อพัฒนาเคลือบสีลาดลให้มีความหลากหลายมากขึ้น

4. ระเบียบวิจัย

เป็นการวิจัยแบบ การวิจัยเชิงทดลอง(Experimental Research) ดังนี้

- 4.1 ศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบที่มีผลต่อเคลือบสีลาดลในอัตราส่วนผสมต่างๆ โดยมุ่งเน้นวัตถุดิบดั้งเดิมของอุตสาหกรรมท้องถิ่น
- 4.2 ศึกษาวัตถุดิบที่ทำให้เคลือบสีลาดลเกิดปฏิกิริยาการไหลและเกิดปฏิกิริยาการด้าน
- 4.3 ศึกษาการปรับปรุงสีต้นและพื้นผิวของเคลือบโดยยังคงเอกลักษณ์ของเคลือบสีลาดลแบบดั้งเดิมผสมผสานกับสีต้นและลักษณะเคลือบที่ร่วมสมัย
- 4.4 ศึกษาการนำเคลือบไปใช้ให้เหมาะสมกับรูปทรงผลิตภัณฑ์

5. สิ่งคาดว่าจะได้รับ

- 5.1 ทราบถึงปัจจัยที่มีผลให้เคลือบสีลาดลเกิดปฏิกิริยาการไหลตัวและเกิดปฏิกิริยาการด้าน
- 5.2 เคลือบสีลาดลมีความหลากหลายและมีความน่าสนใจมากขึ้น

6. สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของชุดโครงการพัฒนาเทคโนโลยี สำหรับอุตสาหกรรม
ท้องถิ่นอย่างไร

- 6.1 เพื่อส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์ของท้องถิ่นที่มีมาตั้งแต่อดีต คือ ผลิตภัณฑ์จากเคลือบศิลาดลของจังหวัดเชียงใหม่เป็นที่รู้จักและเป็นที่ยอมรับมากขึ้น เพื่อพัฒนาให้ท้องถิ่นมีความเข้มแข็งทางด้านเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต
- 6.2 สนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติจริงมากยิ่งขึ้น เปิดโอกาสให้อาจารย์ได้นำความรู้ความสามารถที่มีอยู่ในการประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาท้องถิ่นอย่างเหมาะสม
- 6.3 พัฒนาอุตสาหกรรมในท้องถิ่นให้มีความแปลกใหม่ น่าสนใจ ตรงตาม ความต้องการหรือความนิยมของผู้บริโภค เพื่อเพิ่มช่องทางการตลาด

โครงการ: การศึกษาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาดเกิดปฏิกิริยาการไหลและเกิดปฏิกิริยาการค้ำ
 ผู้ร่วมโครงการ: นางสาวสุพัตรา มหาชนะวงศ์
 สังกัด: เทคโนโลยีเซรามิก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
 หัวหน้าโครงการ: นางสาวไพจิตร อังศิริวัฒน์ พ.ศ. 2549

บทคัดย่อ

การทำโครงการครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการไหลตัวและการค้ำของเคลือบสีลาดเพื่อพัฒนาเคลือบสีลาดให้มีความหลากหลาย สวยงามแปลกใหม่ ที่มีผลต่อการเพิ่มช่องทางการแข่งขันของตลาดเพื่อประยุกต์ให้เคลือบสีลาดสามารถผสมผสานกับผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ๆ ได้ ดำเนินการวิจัยแบบ การวิจัยเชิงทดลอง โดยการหาอัตราส่วนผสมของเคลือบสีลาดขึ้นพื้นฐานจากตารางสี่เหลี่ยมขนาด 121 จุด (Quadraxial Blend) และพัฒนาปรับปรุงการไหลและการค้ำของเคลือบ

การทดลองเพื่อหาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาดเกิดปฏิกิริยาการไหล ได้ทดลองนำเคลือบสีลาดของบริษัท ไทยสีลาด จำกัด โดยเพิ่มวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นด่างหรือตัวหลอมละลายลงไปในเคลือบสีลาดจากบริษัท ไทยสีลาด ในปริมาณ 5% - 30% พบว่าเคลือบสีลาดของบริษัทฯ ที่ผสมด้วยฟrit ในปริมาณตั้งแต่ 15% - 30% ขึ้นไป จะมีการไหลตัวดีที่อุณหภูมิ 1,250°C จึงเลือกเคลือบที่ผสมด้วยฟrit ในปริมาณ 30% มาพัฒนาให้เป็นเคลือบไหลเพื่อเพิ่มความแปลกใหม่ให้กับชิ้นงาน โดยการจุดสีออกไซด์ที่ผสมด้วยฟrit ไว้ด้านบนของชิ้นงาน เมื่อเคลือบไหลตัวลงมาก็จะพาเอาสีนั้นไหลลงมาเป็นแนวเส้นตรง

การทดลองเพื่อหาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาดเกิดปฏิกิริยาการค้ำ ได้นำงานวิจัยของนายธีระพงษ์ ไชยอ้าย ที่ใช้วิธีพ่นดินขาวบนเคลือบสีลาดเพื่อทำให้เกิดการค้ำมาพัฒนาต่อโดยใช้ดินซูปเปอร์พอร์ชเลนผสมกับเคลือบสีลาดแล้วพ่นทับผลปรากฏว่า ที่อัตราส่วนของดินซูปเปอร์พอร์เลน 80% ต่อ เคลือบสีลาด 20% เคลือบมีผิวค้ำเป็นที่น่าสนใจ

.....หัวหน้าโครงการ
 (นางสาวไพจิตร อังศิริวัฒน์)

Project Title: Study of factors controlling running glaze and matt glaze in Celadon

By: Miss Supatta mahachanawong

Department: Ceramics Technology

Head project: Miss Pijit engsiriwut

Year 2005

Abstract

This project studied about matting effects and running effects of Celadon – glaze of Thai Celadon Company , Chiangmai. These new effects of Celadon - glaze could develop new design on Celadon – ware , which could improve the marketing section.

On the running effects we experimented by putting 5% - 30% of fluxing materials into Celadon – glaze which fired at 1,250°C RF. The best fluxing material was frit that gave a very glassy running glaze. Two colouring oxides were developed to paint on the running glaze. After firing , colours were dripping down to get nice patterns on Celadon – glaze. The Thai Celadon Company would like to put this glaze inside the bowl for a new design.

On the matting effects of Celadon – glaze , we studied from the research of Theerapong Chaiaei project in the year 2005. He used white burning clays sprayed on Celadon – glaze to get the matting effects but the surface get blistering , because the white clay as very refractory. The new experiment we try to put 10% - 30% of Celadon – glaze into the white clay to make a better result. The best composition we found was 20% of Celadon – glaze with 80% of white clay can make good matting effects without peeling or blistering

แบบสรุปโครงการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม (ฝ่าย5)

สัญญาเลขที่ RDG4950026 ชื่อโครงการ การศึกษาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาด
เกิดปฏิกิริยาการไหลและเกิดปฏิกิริยาการด้าน
หัวหน้าโครงการ น.ส.ไพจิตร อังศิริวัฒน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วช. ภาคพายัพ
โทรศัพท์ 0-5341-4250-3 โทรสาร 0-5341-4253

ความสำคัญ / ความเป็นมา

ปัจจุบันรัฐบาลได้สนับสนุนสินค้าจากภูมิปัญญาชาวบ้านหรือสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ทำให้สินค้าเหล่านี้เป็นที่รู้จักมากขึ้นทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติด้วย เนื่องจาก รัฐบาลได้มีการสนับสนุนให้มีการแนะนำในการนำสินค้าท้องถิ่นส่งออกไปยังต่างประเทศ โดยมีองค์กรที่จัดทำขึ้นเพื่อช่วยในการแนะนำวิธีการดำเนินการในการส่งออกตลอดจนเป็นหน่วยงานที่ตรวจสอบมาตรฐานสินค้าส่งออกอีกด้วย เช่น กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ ศูนย์ส่งเสริมอุตสาหกรรม เป็นต้น ซึ่งหน่วยงานเหล่านี้ไม่เพียงแต่เป็นผู้ให้คำแนะนำเท่านั้นแต่ยังช่วยแนะนำในเรื่องของการออกแบบ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ตรงตามความต้องการของตลาด ด้วยเหตุนี้จึงทำให้กลุ่มผู้ผลิตอุตสาหกรรมพื้นบ้านต่างๆ เริ่มมีการขยายตัวมากขึ้น และยังส่งผลให้โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เริ่มมีการพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์ของตนโดยใช้วัสดุจากท้องถิ่นมากขึ้น ใช้เทคโนโลยีในกระบวนการผลิตที่ทันสมัย แต่การผลิต ผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันออกมาในปริมาณมากๆ ของโรงงานอุตสาหกรรม ก็เกิดผลเสียได้เช่นกัน ด้วยเหตุที่ว่าปัจจุบันการแข่งขันทางการตลาดของแต่ละโรงงานมีมากขึ้น โรงงานที่สามารถผลิตสินค้าชนิดหนึ่งออกสู่ตลาดและเป็นที่ต้องการของตลาด ย่อมมีผู้ที่ต้องการส่วนแบ่งทางการตลาดจากสินค้านั้นจึงเกิดการลอกเลียนแบบสินค้านั้นๆ และเมื่อสินค้าชนิดเดียวกันมีมากขึ้น จึงทำให้มูลค่าของสินค้านั้นๆ มีมูลค่าน้อยลงไป นั่นเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้โรงงานต้องชะงักตัวลงเนื่องจากมีรายได้จากสินค้านั้นลดน้อยลง และถ้าหากสินค้านั้นขาดการพัฒนาปรับเปลี่ยนให้มีความแปลกใหม่และตรงตามความต้องการของตลาดแล้วก็จะทำให้สินค้านั้นหมดความนิยม และเสื่อมราคาไปในที่สุด จะเห็นได้ว่าการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อให้มีความแปลกใหม่และตรงกับความต้องการของผู้บริโภคนั้นจะเป็นทางออกสำคัญของโรงงานอุตสาหกรรมที่จะสามารถแข่งขันกับโรงงานคู่แข่งได้ และจากการที่รัฐบาลได้สนับสนุนการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่นมากขึ้น การทำเคลือบสีลาดซึ่งเป็นเคลือบที่มีความนิยมและมีประวัติความเป็นมาที่ยาวนาน ตลอดจนใช้ภูมิปัญญาชาวบ้านในกระบวนการทำเคลือบ จึงเริ่มเป็นที่นิยมมากขึ้นในวงกว้าง แต่ในปัจจุบันก็มีโรงงานที่ผลิตเคลือบสีลาดหลายโรงงาน จึงทำให้มูลค่าของ

สินค้าเริ่มลดลงจะเน้นการที่จะพัฒนาเคลือบสีลาดให้มีความแปลกตามากขึ้นโดยการทำให้เคลือบมีการไหลหรือด้านที่เป็นปฏิกิริยาที่น่าสนใจของผิวเคลือบ ขณะเดียวกันจะช่วยให้เคลือบสีลาดยังคงเป็นที่ต้องการของตลาดต่อไป และยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้าได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์โครงการ

1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาการไหลตัวและการเกิดปฏิกิริยาการด้านของเคลือบสีลาด
2. เพื่อพัฒนาเคลือบสีลาดให้มีความหลากหลายมากขึ้น

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

การศึกษาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาดเกิดปฏิกิริยาการไหลและเกิดปฏิกิริยาการด้าน ทำให้สามารถทราบปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เคลือบเกิดปฏิกิริยาการไหลและการด้าน นำมาซึ่งการปรับปรุงและพัฒนาเคลือบให้มีความหลากหลายมากขึ้น โครงการนี้จัดทำโดย นางสาวไพจิตร อังศิริวัฒน์ (หัวหน้าโครงการ) และคณะนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตภาคพายัพ โดยมีบริษัท ไทยสีลาด จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่เป็นภาคอุตสาหกรรมในท้องถิ่นที่เข้าร่วมในโครงการนี้

การประชาสัมพันธ์

นำผลการศึกษาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาดเกิดปฏิกิริยาการไหลและเกิดปฏิกิริยาการด้าน รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการดำเนินการผลิตไปแสดงในงาน สล่าเมือง ที่หอศิลปะและวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

ตารางที่ A แสดงการเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ที่วางไว้ และผลที่ได้รับ ตลอดโครงการ

ผลที่ได้รับ	บรรลุ วัตถุประสงค์ข้อที่	โดยทำให้
1. ทราบถึงปัจจัยที่มีผลให้ เคลือบสีตาลเกิดปฏิกิริยาการ ไหลตัวและเกิดปฏิกิริยาการ ด้าน	1	1. มีข้อมูลจากผลการ ทดลองที่จะนำมาใช้
2. เคลือบสีตาลมีความ หลากหลายและมีความ น่าสนใจมากขึ้น	2	1. เพิ่มช่องทางการแข่งขัน ทางการตลาด 2. ใช้กับรูปแบบผลิตภัณฑ์ ที่ต้องการได้

ตารางที่ B แสดงการเปรียบเทียบกิจกรรมที่วางแผนไว้ และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับ
ตลอดโครงการ

กิจกรรม	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน	1. ได้ข้อมูลเคลือบสีลาด	1. ได้ข้อมูลเคลือบสีลาดและส่วนผสมของเคลือบ	-
	2. ได้ลักษณะเคลือบไหลและเคลือบด้าน	2. ได้ลักษณะเคลือบไหลและเคลือบด้าน	-
	3. ได้ศึกษาการใช้ตารางสีเหลี่ยม 121 จุด	3. ได้ศึกษาการใช้ตารางสีเหลี่ยม 121 จุด	-
2. ศึกษาและกำหนดวัตถุดิบที่ใช้	1. ได้วัตถุดิบที่ใช้	1. ทราบคุณสมบัติของวัตถุดิบที่ใช้	-
3. ทำแท่งทดสอบ	1. ได้แท่งทดสอบจำนวน 300 ชิ้น	1. ได้แท่งทดสอบจำนวน 300 ชิ้น	-
4. เผาดิบแท่งทดสอบ	1. ได้เผาดิบแท่งทดสอบ	1. ได้เผาดิบแท่งทดสอบ	-
5. ร่อนจี๊และดินห่านา	1. ได้ร่อนจี๊และดินห่านา	1. ร่อนจี๊เข้าไม้ก่ได้ 7 กิโลกรัม	-
		2. ร่อนจี๊เข้าไม้ร่ฟ้าได้ 10 กิโลกรัม	-
		3. ร่อนดินห่านาได้ 13 กิโลกรัม	-
6. ชั่งวัตถุดิบและบดเคลือบ	1. ได้ชั่งวัตถุดิบ	1. ชั่งวัตถุดิบได้ครบทุกสูตร	-
	2. ได้บดเคลือบสูตรละ 50 กรัม	2. บดเคลือบได้ครบทุกสูตร	-
7. ชุบเคลือบลงบนแท่งทดสอบ	1. ได้ชุบเคลือบลงบนแท่งทดสอบ	1. ได้ชุบเคลือบลงบนแท่งทดสอบครบทุกสูตร	-
8. เผาเคลือบ	1. ได้ทำการเผาเคลือบ 1,250 องศาเซลเซียส	1. ได้ทำการเผาเคลือบ 1,250 องศาเซลเซียส	-
9. คัดเลือกเคลือบ	1. ได้เคลือบที่ดีที่สุด	1. ได้เคลือบสูตรที่ 2/84	-

ตารางที่ B แสดงการเปรียบเทียบกิจกรรมที่วางแผนไว้ และกิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับ
ตลอดโครงการ

กิจกรรม	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
10. ปรับปรุงและพัฒนาเคลือบ	1. ได้ปรับปรุงและพัฒนาเคลือบ	1. เพิ่มวัตถุดิบที่เป็นค่างปริมาณ 5-30% ลงในเคลือบ	-
		2. เพิ่มวัตถุดิบที่เป็นกรดปริมาณ 5-30% ลงในเคลือบ	-
11. บดเคลือบในหม้อบด 5 กิโลกรัม	1. ได้บดเคลือบในหม้อบด 5 กิโลกรัม	1. ได้บดเคลือบในหม้อบด 5 กิโลกรัม	-
12. ทดสอบเคลือบที่ชิ้นงานขนาดเล็ก	1. ได้ทดสอบเคลือบที่ชิ้นงานขนาดเล็ก	1. ได้ทดสอบการไหลตัวลงกองที่ก้นถ้วยกับถ้วยขนาดเล็ก	-
		2. ได้ทดสอบพ่นทับเคลือบด้วยดิน SPC บนงานขนาด 9 นิ้ว	-
13. เคลือบลงบนชิ้นงานที่ต้องการ	1. ได้เคลือบลงบนชิ้นงานที่ต้องการ	1. ได้เคลือบลงบนชิ้นงานที่ต้องการ	-
14. เฝ้าเคลือบ	1. ได้ทำการเฝ้าเคลือบ	1. ทำการเฝ้าเคลือบในบรรยากาศรีดักชั่น ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส	-
15. สรุปผล	1. สรุปผลการทดลอง	1. สรุปผลการทดลองเป็นรายงานทางวิชาการ	-
		2. จัดทำรายงานเอกสาร	-

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีตาลเกิดปฏิกิริยาการไหลและเกิดปฏิกิริยาการด้าน ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีโดยได้รับความกรุณาจากอาจารย์ไพจิตร อิงศิริวัฒน์ ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้การช่วยเหลือให้คำแนะนำอย่างดียิ่ง และได้ให้คำแนะนำการพัฒนาปรับปรุงเคลือบตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนโครงการนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณสรพล ฐปะคุปต์ ผู้จัดการบริษัท ไทยสีตาล จำกัด สาขาเชียงใหม่ ที่ให้คำแนะนำ ตลอดจนสนับสนุนวัตถุดิบในการวิจัยในครั้งนี้ จนสำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาเทคโนโลยีเซรามิกทุกท่าน ที่ให้การอบรมสั่งสอนในทุกวิชาที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินโครงการ และใช้ในการดำเนินชีวิตต่อไป

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่โครงการผลิตเครื่องปั้นดินเผาเพื่อจำหน่าย ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในกรรมวิธีการผลิตต่างๆ

ขอขอบพระคุณคุณแม่ ที่ให้การสนับสนุน ให้กำลังใจและเป็นที่ปรึกษาตลอดในการทำโครงการ กระทั่งถึงปัจจุบัน

ขอขอบพระคุณคุณพ่อ ถึงจะจากลูกไปแล้วแต่พ่อยังเป็นกำลังใจและแรงบันดาลใจให้ลูกเสมอมา

ขอขอบพระคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ที่ให้ทุนอุดหนุนตามโครงการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับอุตสาหกรรมท้องถิ่น ประจำปี 2549

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายประสานงานสกว. ที่กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำในเรื่องต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการ

สุดท้ายขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ กำลังกาย และกำลังสติปัญญาตลอดมา

สุพัตรา มหาชนวงษ์

ผู้จัดทำ

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
แบบสรุปโครงการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม	ช
ตารางเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ที่วางไว้ และผลที่ได้รับ ตลอดโครงการ	ฌ
ตารางเปรียบเทียบกิจกรรมที่วางแผนไว้และกิจกรรมที่ดำเนินมา	ญ
และผลที่ได้รับตลอดโครงการ	
กิตติกรรมประกาศ	ฎ
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพประกอบ	ด
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
ขอบเขตของการดำเนินงาน	3
แผนการดำเนินงาน	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
แหล่งข้อมูล	4
สถานที่ทำการทดลอง	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
เคลือบสีลาด	5
- ประวัติความเป็นมาของเคลือบสีลาด	5
- ลักษณะและประเภทของเคลือบสีลาด	8
- วัตถุดิบและสูตรเคลือบสีลาด	9
- ตัวอย่างสูตรเคลือบสีลาดที่ใช้ในโรงงานผลิตเคลือบสีลาด	9
ใน จ. เชียงใหม่	
วัตถุดิบและการใช้วัตถุดิบในการปรับปรุงเคลือบสีลาด	10
- วัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมเคลือบสีลาด	10

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
วัตถุดิบและการใช้วัตถุดิบในการปรับปรุงเคลือบสีลาด	10
- วัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมเคลือบสีลาด	10
- วัตถุดิบที่ใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาเคลือบสีลาด	14
วิธีการเตรียมเคลือบสีลาด	18
เตาและการเผาเคลือบสีลาด	19
เทคนิคการทำเคลือบไหล	21
เทคนิคการทำเคลือบด้าน	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	25
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	25
การดำเนินงาน	29
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	31
การวิเคราะห์ข้อมูล	33
สถานที่และระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน	33
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	35
ผลการทดลองเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน ชุดที่ 1	36
ผลการทดลองเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน ชุดที่ 2	38
ผลการทดลองหาอัตราส่วนของเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน	40
การดำเนินการปรับปรุงการไหลและการด้านของเคลือบ	41
- ผลการทดลองชุดที่ 3	41
- ผลการทดลองชุดที่ 4	51
ผลการทดลองเทคนิคการทำเคลือบไหล	61
ผลการทดลองเทคนิคการทำเคลือบด้าน	63
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	69
สรุปผลการวิจัย	69
อภิปรายผล	72
ปัญหาที่พบในการทำวิจัย	75
ข้อเสนอแนะ	75
เอกสารอ้างอิง	76

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป	ก - 1
ภาคผนวก ข ประวัติผู้เขียน	ข - 1
ภาคผนวก ค บทความสำหรับเผยแพร่	ค - 1

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ A	แสดงการเปรียบเทียบวัตถุประสงค์ที่วางไว้และ ผลที่ได้รับตลอดโครงการ	ณ
ตารางที่ B	แสดงการเปรียบเทียบกิจกรรมที่วางแผนไว้และ กิจกรรมที่ดำเนินการมาและผลที่ได้รับตลอดโครงการ	ญ
ตารางที่ 2.1	การวิเคราะห์ทางเคมีของจีไถ่ไม้ก่อ	11
ตารางที่ 2.2	การวิเคราะห์ทางเคมีของจีไถ่ไม้รักฟ้า	12
ตารางที่ 2.3	การวิเคราะห์ทางเคมีของดินหนานา	13
ตารางที่ 2.4	การวิเคราะห์ทางเคมีของดินขาวระนอง	17
ตารางที่ 2.5	ลักษณะของดินขาว ต.หาดส้มแป้น อ.เมือง จ.ระนอง	18
ตารางที่ 3.1	แสดงส่วนผสมตามสัดส่วนของสูตรเคลือบสีลาดพื้นฐาน ชุดที่1	26
ตารางที่ 3.2	แสดงส่วนผสมตามสัดส่วนของสูตรเคลือบสีลาดพื้นฐาน ชุดที่2	27
ตารางที่ 3.3	ดำเนินการปรับปรุงเคลือบ การทดลองชุดที่3	28
ตารางที่ 3.4	ดำเนินการปรับปรุงเคลือบ การทดลองชุดที่4	28
ตารางที่ 3.5	แผนการดำเนินงาน	34
ตารางที่ 4.1	สรุปผลการทดลองเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน ชุดที่1	36
ตารางที่ 4.2	สรุปผลการทดลองเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน ชุดที่2	38
ตารางที่ 4.3	ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/1 – 3/6	41
ตารางที่ 4.4	ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/7 – 3/12	42
ตารางที่ 4.5	ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/13 – 3/18	43
ตารางที่ 4.6	ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/19 – 3/24	44
ตารางที่ 4.7	ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/25 – 3/30	45
ตารางที่ 4.8	ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/31 – 3/36	46
ตารางที่ 4.9	ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/37 – 3/42	47
ตารางที่ 4.10	ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/43 – 3/48	48
ตารางที่ 4.11	ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/49 – 3/54	49
ตารางที่ 4.12	ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/1 – 4/6	51

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ตารางที่ 4.13	ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/7 – 4/12	52
ตารางที่ 4.14	ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/13 – 4/18	53
ตารางที่ 4.15	ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/19 – 4/24	54
ตารางที่ 4.16	ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/25 – 4/30	55
ตารางที่ 4.17	ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/31 – 4/36	56
ตารางที่ 4.18	ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/37 – 4/42	57
ตารางที่ 4.19	ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/43 – 4/48	58
ตารางที่ 4.20	ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/49 – 4/54	59
ตารางที่ 4.21	แสดงการไหลตัวของสี	62
ตารางที่ 4.22	ผลการพ่นทับด้วยดินขาวระนอง	63
ตารางที่ 4.23	ผลการพ่นทับด้วยดินซูปเปอร์พอร์ซเลน	64
ตารางที่ 4.24	ผลการพ่นทับด้วยน้ำดินหล่อและเคลือบสีลาดล	65
ตารางที่ 4.25	การพ่นทับด้วยดินซูปเปอร์พอร์ซเลนและเคลือบสีลาดล	67

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 2.1	กราฟแสดงอุณหภูมิและเวลาในการเผาเคลือบสีลาด	20
ภาพที่ 2.2	แสดงการไหลเป็นเส้น	21
ภาพที่ 2.3	แสดงการไหลธรรมดา	21
ภาพที่ 2.4	แสดงการไหลคล้ายขนแมว	22
ภาพที่ 3.1	โถรงบมือ	32
ภาพที่ 3.2	เตาเผา	32
ภาพที่ 4.1	แสดงผลการทดลองเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน ชุดที่1	36
ภาพที่ 4.2	แสดงผลการทดลองเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน ชุดที่2	38
ภาพที่ 4.3	แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/1 – 3/6	41
ภาพที่ 4.4	แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/7 – 3/12	42
ภาพที่ 4.5	แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/13 – 3/18	43
ภาพที่ 4.6	แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/19 – 3/24	44
ภาพที่ 4.7	แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/25 – 3/30	45
ภาพที่ 4.8	แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/31 – 3/36	46
ภาพที่ 4.9	แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/37 – 3/42	47
ภาพที่ 4.10	แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/43 – 3/48	48
ภาพที่ 4.11	แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/49 – 3/54	49
ภาพที่ 4.12	ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จรูปของเคลือบสูตรที่ 3/42 (เติม Frit 366 30%)	50
ภาพที่ 4.13	ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จรูปของเคลือบสูตรที่ 4/29 (เติม BaCO ₃ 25%)	50
ภาพที่ 4.14	แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/1 – 4/6	51
ภาพที่ 4.15	แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/7 – 4/12	52
ภาพที่ 4.16	แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/13 – 4/18	53
ภาพที่ 4/17	แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/19 – 4/24	54
ภาพที่ 4/18	แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/25 – 4/30	55
ภาพที่ 4/19	แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/31 – 4/36	56
ภาพที่ 4/20	แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/37 – 4/42	57

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ 4/21	แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/43 — 4/48	58
ภาพที่ 4/22	แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/49 — 4/54	59
ภาพที่ 4.23	ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จสมบูรณ์ ของเคลือบสูตรที่ 4/24 (เติม Frit เบอร์ 366 30%)	60
ภาพที่ 4.24	แสดงเคลือบที่ไหลลงกองที่ก้นถ้วยของเคลือบสูตรที่ 4/24 (เติม Frit เบอร์ 366 30%)	60
ภาพที่ 4.25	การจุดสีออกไซด์แต่ละสีไว้ที่ด้านบนภาชนะ	61
ภาพที่ 4.26	แสดงการไหลตัวของสีออกไซด์	62
ภาพที่ 4.27	แสดงการใช้เทคนิคพ่นทับเคลือบสีลาดด้วยดินขาวระนอง เคลือบเกิดการพองตัว (สูตรเริ่มต้นของนายธีระพงษ์ ไชยอ้าย)	63
ภาพที่ 4.28	แสดงการใช้เทคนิคพ่นทับเคลือบด้วยดินชุบเปอร์ฟอร์ชเลน	64
ภาพที่ 4.29	แสดงผลการพ่นทับเคลือบของงานใบที่ 1	65
ภาพที่ 4.30	แสดงผลการพ่นทับเคลือบของงานใบที่ 2	66
ภาพที่ 4.31	แสดงผลการพ่นทับเคลือบของงานใบที่ 3	66
ภาพที่ 4.32	แสดงผลการพ่นทับเคลือบของงานใบที่ 4	66
ภาพที่ 4.33	แสดงผลการพ่นทับเคลือบของงานใบที่ 5	67
ภาพที่ 4.34	แสดงผลการพ่นทับเคลือบของงานใบที่ 6	68
ภาพที่ 4.34	แสดงผลการพ่นทับเคลือบของงานใบที่ 7	68
ภาพที่ 4.34	แสดงผลการพ่นทับเคลือบของงานใบที่ 8	68
ภาพที่ ก - 1	ผลิตภัณฑ์เคลือบสีลาดของ บริษัท ไทยศิลาดล จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่	ก - 1
ภาพที่ ก - 2	ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จสมบูรณ์	ก - 1
ภาพที่ ก - 3	ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จสมบูรณ์	ก - 2
ภาพที่ ก - 4	ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จสมบูรณ์	ก - 2
ภาพที่ ก - 5	ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จสมบูรณ์	ก - 3
ภาพที่ ก - 6	ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จสมบูรณ์	ก - 3
ภาพที่ ก - 7	ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จสมบูรณ์	ก - 4
ภาพที่ ก - 8	ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จสมบูรณ์	ก - 4

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ภาพที่ ก - 9	ชิ้นงานที่พันทับด้วยดินชุบเปอร์พอร์ชเลน 80% เคลือบสีลาคล 20%	ก - 5
ภาพที่ ก - 10	ชิ้นงานที่พันทับด้วยดินชุบเปอร์พอร์ชเลน 80% เคลือบสีลาคล 20%	ก - 5

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

เคลือบสีลาดนับเป็นเคลือบที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวคือเป็นเคลือบสีสีเขียวและมีรอยราน ที่สำคัญเคลือบสีลาดยังมีประวัติศาสตร์ความเป็นมาที่ยาวนาน ถึงแม้ว่าเคลือบสีลาดจะมีต้นกำเนิดมาจากประเทศจีน เพราะชาวจีนถือว่าสีเขียวของสีลาดเป็นสีที่คล้ายกับสีของหยกซึ่งคนจีนถือว่าเป็นอัญมณีที่ล้ำค่า เคลือบสีลาดได้มีการแพร่หลายเข้ามาในประเทศไทยดังเห็นได้จากเครื่องสังคโลกในสมัยสุโขทัยและรวมทั้งผลิตภัณฑ์เครื่องถ้วยสมัยโบราณทั่วไป แสดงให้เห็นชัดว่าเคลือบสีลาดเป็นเคลือบโบราณที่มีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับมาในอดีตจนกระทั่งในปัจจุบันถึงแม้เวลาจะผ่านพ้นมานานแล้วแต่ความนิยมในเคลือบสีลาดยังคงมีอยู่และเป็นที่รู้จักมากขึ้น จะเห็นได้จากการประยุกต์นำสารเคมีมาใช้ในการทำเคลือบสีลาด แทนการใช้ขี้เถ้าไม้มากขึ้นเพราะสามารถควบคุมให้ได้ลักษณะตามต้องการได้ดีกว่า เอกลักษณ์ของเคลือบสีลาดยังคงเป็นการใช้วัตถุดิบที่มีขี้เถ้าเป็นส่วนประกอบสำคัญถึงประมาณ 50% ในส่วนผสม เคลือบสีลาดยังคงเป็นเคลือบที่ได้รับความนิยมด้วยความเก่าแก่ของเคลือบผสมผสานกับลวดลายโบราณหรือรูปแบบของผลิตภัณฑ์แบบเก่า จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์นั้นบอกเล่าเอกลักษณ์ความเป็นมาของผลิตภัณฑ์นั้นได้เป็นอย่างดีและยังช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่เขียนลายโบราณที่ดูธรรมดานั้นมีคุณค่ามากยิ่งขึ้นอีกด้วย

ถึงแม้ในปัจจุบันจะสามารถนำสารเคมีมาทำเป็นเคลือบที่มีความหลากหลายมากขึ้นสามารถทำให้เคลือบมีหลายสี มีหลายแบบเช่น เคลือบด้าน เคลือบเงา และเคลือบที่ใช้เทคนิคพิเศษ เคลือบไหล เคลือบเกล็ด เคลือบเทมโมกุ เป็นต้น ซึ่งเคลือบแต่ละชนิดก็มีการพัฒนาให้มีความแตกต่างกันออกไป ในแต่ละโรงงานที่ผลิตก็ต่างมีการแข่งขันกันในการออกแบบหรือการใช้เทคนิคต่างๆ ในการทำเคลือบเพื่อให้เคลือบของตนมีลักษณะที่แปลกตา ต่างออกไปจากโรงงานคู่แข่ง ซึ่งทำให้โรงงานของตนมีส่วนแบ่งทางการตลาดที่มากกว่า เคลือบเซรามิกที่มีอยู่ในปัจจุบันถึงแม้จะมีหลากหลายรูปแบบแต่ถ้าหากขาดการพัฒนา หรือการศึกษาเพื่อหาเทคนิคพิเศษต่างๆ ในการพัฒนาเคลือบแล้ว เคลือบชนิดนั้นก็ย่อมมีความต้องการทางการตลาดลดน้อยลงไป เนื่องจากเหตุผลสำคัญคือ เริ่มมีการลอกเลียนแบบและเทคนิคการตกแต่งในหลายโรงงานทำให้เกิดภาวะ Over Supply คือ การที่สินค้ามากกว่าความต้องการของผู้บริโภค บางโรงงานที่สามารถคิดค้นเคลือบ โดยใช้เทคนิคพิเศษและผลิตภัณฑ์นั้นเป็นที่ต้องการของตลาด แน่นอนว่าโรงงานนั้นย่อมมีส่วนแบ่งทางการตลาดที่มากกว่า รวมทั้งผู้บริโภคก็จะมีความต้องการสินค้าที่เปลี่ยนแปลงไปตามความนิยมและยุคสมัย

หากสินค้าขาดการพัฒนาให้หลากหลายผู้บริโภคย่อมรู้สึกไม่น่าสนใจ ซึ่งจะเป็นผลให้โรงงานที่ผลิตมียอดขายที่ลดน้อยลงตามมา ด้วยเหตุนี้การศึกษาเพื่อพัฒนาเคลือบสีลาดลให้มีความแปลกตา และมีความแปลกใหม่มากขึ้นจึงเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิก โดยการพัฒนาเคลือบให้มีความแปลกใหม่เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิกนอกเหนือจากการพัฒนารูปแบบและการพัฒนาวัตถุดิบเนื้อดินในแต่ละท้องถิ่น เพื่อให้มีความเหมาะสมตามความต้องการของตลาด

ปัจจุบันกระแสความนิยมของเก่าและผลิตภัณฑ์ที่แสดงออกถึงความเป็นไทยเริ่มมีมากขึ้น ไม่เพียงแต่กระแสนิยมนี้จะเกิดเฉพาะกับคนไทยเท่านั้นแต่ปัจจุบันชาวต่างชาติโดยเฉพาะในแถบยุโรปก็นิยมเช่นเดียวกัน ดังเห็นได้จากโรงแรมในสถานที่ท่องเที่ยวที่ชาวยุโรปนิยมมาท่องเที่ยวจะมีการตกแต่งห้องพักให้มีความเป็นไทยมากขึ้น เช่น การนำเอาเรือนไทยมาประยุกต์เพื่อทำเป็นห้องพัก เป็นต้น ฉะนั้นเคลือบเซรามิกที่สามารถผสมผสานกับความเป็นไทยได้อย่างลงตัวคือเคลือบสีลาดล เพราะสามารถบอกเล่าเรื่องราวอันเก่าแก่ของผลิตภัณฑ์ดังที่กล่าวมาแล้วได้

เทคนิคของการทำเคลือบที่กำลังเป็นที่นิยมและจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแปลกใหม่เป็นที่ถูกใจของผู้บริโภคมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันก็ยังคงมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวของเคลือบสีลาดลเช่นที่ผู้บริโภคคุ้นเคยมาก่อนคือการทำให้เคลือบสีลาดลเป็นเคลือบด้านและในขณะเดียวกันก็เพิ่มจุดสนใจของเคลือบโดยการทำให้เกิดการไหลของเคลือบ มีข้อได้ไม่เป็นส่วนประกอบสำคัญของเคลือบ โดยการใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นด่างจำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชนิด เพื่อให้เกิดเคลือบไหลรวมทั้งปัจจัยอื่นๆ การทำเคลือบด้านสีลาดลโดยการศึกษาปัจจัยในการทำให้เคลือบเกิดเป็นเคลือบด้านหรือกึ่งด้าน เช่น การเผาที่อุณหภูมิต่ำลง 20-30% , การปล่อยให้เตาเผาเย็นตัวลงอย่างช้าๆ เป็นต้น โดยมีการทดสอบกับแผ่นTest ที่เป็นดินดำและดินขาวซึ่งผลของเคลือบที่ออกมาย่อมแตกต่างกันในดินแต่ละชนิด การทดสอบเคลือบโดยการชุบเคลือบที่ผลิตภัณฑ์หลายรูปทรง การศึกษาปัจจัยต่างๆที่ทำให้เคลือบสีลาดลมีการไหลและด้านนั้นย่อมก่อให้เกิดผลดีในระยะยาว เนื่องจากเมื่อสามารถทราบถึงปัจจัยต่างๆ อย่างละเอียดแล้ว ย่อมสามารถดัดแปลงแก้ไขให้เกิดเทคนิคการไหลที่แปลกตาออกไปได้ และเมื่อสามารถศึกษาจนกระทั่งสามารถนำไปใช้ในโรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์เคลือบสีลาดลได้แล้วย่อมส่งผลให้โรงงานผู้ผลิตหรือผู้ผลิตนั้นสามารถพัฒนาเทคนิคการตกแต่งด้วยเคลือบสีลาดลได้หลากหลาย และยังสามารถนำความรู้ที่ศึกษามานั้นเป็นข้อมูลทางด้านเทคนิคและวิชาการของโรงงานแบบยั่งยืนต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาการไหลตัวและการเกิดปฏิกิริยาการด้านของเคลือบสีลาดล
- 1.2.2 เพื่อพัฒนาเคลือบสีลาดลให้มีความหลากหลายมากขึ้น

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงาน

- 1.3.1 ขอบเขตของประชากร
 - วัตถุดิบในการเตรียมเคลือบ คือ จี๊เจ้าไม้ก่อก จี๊เจ้าไม้รูกฟ้า ดินหน้านา และโพแทสเฟลสปาร์ จากบริษัท ไทยสีลาดล จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่
 - วัตถุดิบเนื้อดิน ดินดำของบริษัท ไทยสีลาดล จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่
 - วัตถุดิบในการปรับปรุงเคลือบ แมกนีเซียมคาร์บอเนต ทัลก์ ไคโลไมด์ หินปูน แบริยมคาร์บอเนต สังกะสีออกไซด์ ฟริต ดินขาวระนอง ซิลิกา และดินชุปเปอร์พอร์ซเลน
- 1.3.2 ขอบเขตของเนื้อหา
 - ศึกษาเคลือบสีลาดล
 - ศึกษาวัตถุดิบในการเตรียมเคลือบ
 - ศึกษาวัตถุดิบและเทคนิคที่ทำให้เคลือบด้าน
 - ศึกษาวัตถุดิบและเทคนิคที่ทำให้เคลือบไหล

1.4 แผนการดำเนินงาน

- 1.4.1 ศึกษาลักษณะของเคลือบสีลาดล เคลือบไหลและเคลือบด้าน
- 1.4.2 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของเคลือบที่กำหนดอัตราส่วนผสมแบบตารางสี่เหลี่ยม(Quadraxial Blend) ของจี๊เจ้าไม้ก่อก จี๊เจ้าไม้รูกฟ้า ดินหน้านา และโพแทสเฟลสปาร์
- 1.4.3 คัดเลือกลักษณะทางกายภาพของเคลือบที่มีลักษณะตรงตามความต้องการ
- 1.4.5 ศึกษาวิธีการใช้เคลือบ และเทคนิคต่างๆ ที่ใช้กับเคลือบ
- 1.5.6 ศึกษาการนำสารเคมีมาใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงเคลือบเพื่อให้เกิดเทคนิคพิเศษ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ทราบถึงปัจจัยที่มีผลให้เคลือบสีลาดลไหลตัวและด้าน
- 1.5.2 เคลือบสีลาดลมีความหลากหลายมากขึ้น

1.6 แหล่งข้อมูล

- 1.6.1 ห้องสมุดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ (เจ็ดยอด)
- 1.6.2 ห้องสมุดมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- 1.6.3 อาจารย์ที่ปรึกษา
- 1.6.4 บริษัท ไทยซิลาลด จำกัด ถนนโชตนา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
- 1.6.5 รายงานวิชาโครงการรายบุคคล ของนายธีระพงษ์ ไชยอ้าย เรื่องการศึกษาเทคนิคการเลียนแบบเครื่องถ้วยเคลาดอนโบราณ สาขาเทคโนโลยีเซรามิก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ
ปี พ.ศ. 2547

1.7 สถานที่ทำการทดลอง

- 1.7.1 สาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ (เจ็ดยอด) 128 ถ.ห้วยแก้ว ต.ช้างเผือก
อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300
- 1.7.2 บริษัท ไทยซิลาลด จำกัด อ.เมือง จ.เชียงใหม่

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาดเกิดปฏิกิริยาการไหลและเกิดปฏิกิริยาการด้าน โดยการวิจัยเชิงทดลอง ผู้ศึกษาได้แบ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเป็นหัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. เคลือบสีลาด
 - 1.1 ประวัติความเป็นมาของเคลือบสีลาด
 - 1.2 ลักษณะและประเภทของเคลือบสีลาด
 - 1.3 วัตถุดิบและสูตรเคลือบสีลาด
2. วัตถุดิบเคลือบและวัตถุดิบที่ใช้ในการปรับปรุงผิวเคลือบ
 - 2.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมเคลือบสีลาด
 - 2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาเคลือบสีลาด
3. วิธีการเตรียมเคลือบสีลาด
4. เตาและการเผาเคลือบสีลาด
5. เทคนิคการทำเคลือบไหล
6. เทคนิคการทำเคลือบด้าน

1. เคลือบสีลาด

1.1 ประวัติความเป็นมาของเคลือบสีลาด

เคลือบสีลาดมีต้นกำเนิดมาจากประเทศจีนในปลายราชวงศ์ถังและทำแพร่หลายมากขึ้นสมัยราชวงศ์ซ้อง

เคลือบสีลาดของจีนเป็นที่นิยมแพร่หลายไปถึงเกาหลี ญี่ปุ่น เวียดนาม และไทย ซึ่งต่างก็ผลิตเครื่องปั้นดินเผาเคลือบเลียนแบบของจีนและตกแต่งโดยวิธีต่างๆ เช่น แกะลายใต้เคลือบ เขียนสีใต้เคลือบ แต่ประเทศเกาหลีได้มีการพัฒนาการตกแต่งอันเป็นเอกลักษณ์ใหม่ เพิ่มขึ้นมาคือเทคนิคการใช้ดินสีขาว สีดำ ฟังลายบนผิวผลิตภัณฑ์สีน้ำตาลเข้มและเคลือบด้วยเคลือบสีเขียวสีลาดเทคนิคนี้ทำให้สีลาดของเกาหลีดูงดงามและมีคุณค่า ยังเป็นที่นิยมและมีการผลิตต่อมาถึงยุคปัจจุบัน

ประวัติเครื่องปั้นดินเผาสังคโลกของไทย

เครื่องปั้นดินเผาสังคโลกของไทย ได้นำมาตั้งแต่สมัยอาณาจักรสุโขทัยจนถึงอาณาจักรสมัยอยุธยาตอนต้น พุทธศตวรรษที่ 19-21 มีอายุเฉลี่ยประมาณ 400-600 ปี ตามพงศาวดารของประวัติศาสตร์ทางภาคเหนือ ตรงกับจดหมายเหตุของจีนว่า เมื่อกรุงสุโขทัยเป็นราชธานีของสยามประเทศ สมเด็จพระร่วงเจ้าองค์ที่ 3 (พ่อขุนรามคำแหงมหาราช) ได้เสด็จประพาสเมืองจีน ปีมะแม จุลศักราช 655 (พ.ศ. 1873) ได้นำช่างปั้นถ้วยชามเข้ามาทำในเมืองไทยด้วย สร้างเตาเผาเรียกว่า “เตาทุเรียง” ที่อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัยในปัจจุบัน ผลิตเครื่องสังคโลก ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อดินเป็นสีเทาทึบแสงจัดอยู่ในประเภทสโตนแวร์ (Stone ware) เผาในอุณหภูมิสูงด้วยเตาฟืน ในบรรยากาศสันดาปไม่สมบูรณ์ น้ำเคลือบมีส่วนผสมของขี้เถ้าไม้และดิน สีของน้ำเคลือบออกโทนสีเขียว สีเขียวอ่อน เขียวอมฟ้า เขียวอมเทา และเขียวมน้ำตาล การตกแต่งเครื่องปั้นดินเผาสังคโลกในอดีตของไทยนิยมทำ 2 แบบ คือ การเขียนลายใต้เคลือบด้วยสีดำหรือสีน้ำตาลและการแกะลายใต้เคลือบ เครื่องถ้วยสังคโลกของเตาสุโขทัย ชนิดเขียนลายตกแต่งใต้เคลือบเป็นฝีมือการเขียนลายของช่างไทยแท้ๆ เพราะก้นภาชนะเขียนเป็นอักษรไทยไม่ใช่ภาษาจีน แต่ลวดลายบางอย่างอาจมีกำเนิดมาจากจีน

เครื่องถ้วยที่ขุดพบเป็นหลักฐานทางประวัติศาสตร์และโบราณคดี มีคุณค่าทางศิลปะสูง เพราะสมัยสุโขทัยนับเป็นยุคทองของศิลปะที่มีความเจริญสูงสุดสมัยหนึ่งของไทย เครื่องถ้วยสังคโลกเคลือบสีเขียวที่เขียนลายหรือแกะลาย คือมรดกทางเทคโนโลยีและทางวัฒนธรรมอันมีค่าของชนชาติไทย ก่อให้เกิดความภูมิใจในความเป็นไทย รวมถึงแหล่งเตาในภาคเหนือ ซึ่งเกิดร่วมสมัยสุโขทัยในระยะเวลาใกล้เคียงกันด้วย ได้แก่ เครื่องปั้นดินเผาเตาสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ และเครื่องปั้นดินเผาเตาเวียงกาหลง อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

โรงงานที่ผลิตเครื่องปั้นดินเผาสังคโลกในปัจจุบัน

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันได้มีโรงงานในจังหวัดเชียงใหม่ ลำพูนและสุโขทัยผลิตเครื่องปั้นดินเผาสังคโลก โดยใช้เคลือบขี้เถ้า ซึ่งเป็นการฟื้นฟูการทำเครื่องปั้นดินเผาสังคโลกของไทยที่เคยมีชื่อเสียงในอดีต นายไกรศรี นิมนานเหมินทร์ เล่าว่า ช่างที่ตั้งเตาในจังหวัดเชียงใหม่คนแรกเป็นชาวไทยใหญ่มาจากเมืองก๊ิง ไกลๆ เมืองต่วน โดยมาตั้งเตาที่บ้านแถวประตูเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ เมื่อประมาณ 60 ปีมาแล้ว ช่างที่มาคราวนั้นชื่อ นายจองยี่ นายคำทร นายจองคำ บุตรหลานของช่างปั้นชาวไทยใหญ่นี้ ยังคงดำเนินการปั้นเครื่องถ้วยเคลือบสีเขียวแบบสังคโลกมาจนถึงทุกวันนี้ ปัจจุบันยังคงมีซากเตาเผาเก่าพอที่จะพบได้ในแหล่งเดิมและที่วัดเจดีย์คู่ ซึ่งผลิตโอ่ง แจกัน และกระเบื้องมุงหลังคา

เครื่องปั้นดินเผาตลาดของจังหวัดเชียงใหม่ มีชื่อเสียงขึ้นมาในยุคที่ นายบุญยืน วุฒิสรรพ์ หรือลุงแดง ได้ย้ายเตาเผาจากประตูช้างเผือกไปตั้งที่บ้านแม่หยวก ถนนเชียงใหม่-แม่ริม ชื่อโรงงาน “เครื่องปั้นดินเผาแม่หยวก” ในปีพ.ศ. 2499 ต่อมาในปี พ.ศ. 2502 ได้ขายกิจการให้กับ “บริษัทไทยศิลาดล” (ข้อมูลจากคุณพูนพล เดชะโกสยะ ผู้จัดการฝ่ายผลิตของบริษัทไทยศิลาดล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2539)

เครื่องปั้นดินเผาตลาดอนที่เลียนแบบของเก่าเป็นที่นิยมของชาวต่างชาติ ขายได้ราคาคุ้มค่ากับการลงทุน ซึ่งเมื่อ 30 ปี ก่อนยังไม่มีคู่แข่ง จนต่อมาก็ได้มีโรงงานอื่นๆ เปิดการผลิตเครื่องปั้นดินเผาตลาดอนมีประมาณ 10 โรงงาน โรงงานส่วนใหญ่จะผลิตทั้งงานเขียนลายและงานแกะลาย กลุ่มลูกค้าผู้ซื้อก็มีทั้งไทยและชาวต่างชาติที่ชอบสะสมเครื่องปั้นดินเผาตลาดอน แต่มีบางโรงงานที่ไม่ได้ผลิตตลาดอนชนิดเขียนลาย เช่น โรงงานไทยศิลาดล โรงงานสันทรายศิลาดล โรงงานศรีวรรณ และโรงงานเปรมประชา (กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ 2541:8)

รายชื่อโรงงานที่ผลิตเครื่องปั้นดินเผาตลาดในปัจจุบัน

1. โรงงานไทยศิลาดล จังหวัดเชียงใหม่ เริ่มผลิต พ.ศ. 2502-ปัจจุบัน
 2. โรงงานปิยะดล จังหวัดเชียงใหม่ เริ่มผลิต พ.ศ. 2515-2528 (ปัจจุบันเปลี่ยนชื่อเป็นโรงงานกฤษณ์)
 3. โรงงานเตาเม้งราย จังหวัดเชียงใหม่ เริ่มผลิต พ.ศ. 2519-ปัจจุบัน
 4. โรงงานสยามศิลาดล จังหวัดเชียงใหม่ เริ่มผลิต พ.ศ. 2522-ปัจจุบัน
 5. โรงงานศรีวรรณ จังหวัดเชียงใหม่ เริ่มผลิต พ.ศ. 2522-ปัจจุบัน
 6. โรงงานเปรมประชา จังหวัดเชียงใหม่ เริ่มผลิต พ.ศ. 2530-ปัจจุบัน
 7. โรงงานเตาสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่ เริ่มผลิต พ.ศ. 2531-ปัจจุบัน
 8. โรงงานสันทรายศิลาดล จังหวัดเชียงใหม่ เริ่มผลิต พ.ศ. 2532-ปัจจุบัน
 9. โรงงานบ้านศิลาดล จังหวัดเชียงใหม่ เริ่มผลิต พ.ศ. 2535-ปัจจุบัน
 10. โรงงานชวนหลง จังหวัดลำพูน เริ่มผลิต พ.ศ. 2533-ปัจจุบัน
 11. โรงงานอาณาจักรพ่อกู จังหวัดสุโขทัย เริ่มผลิต พ.ศ. 2526-ปัจจุบัน
- (ที่มา : สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดเชียงใหม่)

1.2 ลักษณะและประเภทของเคลือบสีลาด

เคลือบสีลาดของไทยส่วนใหญ่มีส่วนผสมของจีเถ้าไม้อยู่ประมาณ 50% ในสูตร หลังการเผาได้เคลือบสีสีเขียว สีเขียวเกิดจากคลอโรฟิลล์หรือธาตุเหล็กในพืชถ้าต้องการให้มีสีเขียวมากขึ้นต้องเติมแร่เหล็กในเคลือบ 1-2% ถ้าใส่แร่เหล็กปริมาณ 4-6% เคลือบจะกลายเป็นสีเขียวเข้มอมน้ำตาลหรือเขียวจืด ถ้าเพิ่มปริมาณของแร่เหล็กมากขึ้นอีก 10-15% จะได้เคลือบสีดำอมน้ำตาลแทน

ในบรรยากาศการเผาแบบรีดักชันเหล็กแดงออกไซด์ในเคลือบจะถูกเปลี่ยนให้กลายเป็นเหล็กดำ แต่เหล็กมีปริมาณน้อยเพียง 1-2% ทำปฏิกิริยากับเคลือบจึงทำให้เคลือบกลายเป็นสีเขียวอ่อนหรือสีฟ้าอ่อน เคลือบสีลาดนิยมเผาด้วยเตาฟืนหรือเตาแก๊สเท่านั้น ถ้านำสูตรเคลือบสีลาดใส่เหล็กแดง 2% ไปเผาในเตาไฟฟ้า จะได้เคลือบสีเหลืองจางๆ ใสๆ ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน ดังนั้นเคลือบสีลาดจึงต้องเผาด้วยวิธีสันดาปไม่สมบูรณ์ เท่านั้น

เคลือบสีลาดแบ่งได้ 3 ชนิดตามลักษณะเคลือบ คือ

1. เคลือบสีลาดที่มีสีใสมีรอยแตกรานในเคลือบ เตรียมจากเคลือบจีเถ้าหรือเคลือบเคมีที่มีปริมาณต่างในเคลือบสูง
2. เคลือบสีลาดชนิดมีสีขุ่นกึ่งด้านเตรียมจากเคลือบโดยใช้หินฟืนมาเป็นหลัก อาจเผาในอุณหภูมิต่ำกว่าเดิม 20-30 องศาเซลเซียส ทำให้เคลือบไม่มัน
3. เคลือบสีลาดเทียมที่เผาด้วยเตาไฟฟ้า ในบรรยากาศการเผาแบบสันดาปสมบูรณ์ (Fully oxidation) ได้สีเขียวสดใสมากกว่า

ความงามของเคลือบสีลาดทุกชนิดขึ้นอยู่กับความหนาของเคลือบซึ่งทำให้เกิดมิติหรือความลึกและสามารถทำให้เคลือบมีความเข้มเพิ่มขึ้นด้วยถ้าชั้นของเคลือบบางสีเคลือบจะซีดจางไม่สวยงามเมื่อโดนแสงไฟ ผลิตภัณฑ์สีลาดจึงเคลือบก่อนข้างหนาประมาณ 2 มม. สม่ำเสมอตลอดไป

การตกแต่งโดยใช้เคลือบสีลาดที่นิยมทำกันอยู่ได้แก่

1. การแกะลายใต้เคลือบให้เป็นเส้นลึก เพื่อให้หน้าเคลือบฝังในเส้นที่แกะเป็นร่องลึกลงไป มีสีเข้มมากกว่าส่วนที่ไม่แกะเห็นลวดลายเป็น 2 มิติ
2. การเขียนลายด้วยพู่กันใต้เคลือบเป็นสีน้ำตาลเข้ม หรือ สีดำ ต้องใช้เคลือบที่ไม่ไหลสีเขียวใสหรือสีฟ้าใสจะเห็นลายได้ชัดเจน
3. ใช้เคลือบตกแต่งเน้นน้ำเคลือบที่โทนสีคล้ายหยกหรือเคลือบกึ่งทึบ แตกสวยงามเลียนแบบของเก่าจีน

4. ใช้ดินสีฝังลายในเนื้อดินปั้น สีเข้มหรือสีน้ำตาลอมเทา ฝังลายสีดำ หรือสีขาวลงในเส้นที่แกะไว้ ขูดผิวเมื่อแห้งให้เรียบเป็นเนื้อเดียวกันไม่เน้นความนูนของเส้นแล้วชุบด้วยเคลือบสีลาคลีใสหรือกึ่งใส เทคนิคนี้มีต้นกำเนิดจากศิลาดลของราชวงศ์โคเรียในประเทศเกาหลี (หมายเหตุ อาจทดลองเทคนิคอื่นๆ เพิ่มเติมได้อีก)

1.3 วัตถุดิบและสูตรเคลือบศิลาดล

สูตรเคลือบศิลาดลในประวัติศาสตร์ของไทยตั้งแต่สมัยสุโขทัย เตรียมจากขี้เถ้าไม้และดินเหนียว แม้ในปัจจุบันโรงงานผลิตเคลือบศิลาดล ในจังหวัดเชียงใหม่ ก็ยังใช้ขี้เถ้าไม้ก่อกและขี้เถ้าไม้รกรฟ้าเป็นวัตถุดิบหลัก 40-50% ของสูตรเคลือบศิลาดล

ขี้เถ้าไม้คือวัตถุดิบที่ใช้เป็นตัวหลอมละลายหลักในสูตรเคลือบอุณหภูมิสูงยุคแรกๆ ก่อนที่จะมีวัตถุดิบตัวหลอมละลายอื่นๆ ทางเคมีใช้ทำเคลือบ ในขี้เถ้าไม้เนื้อแข็งโดยทั่วไปมีค่าหรือแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นหลัก นอกจากนี้ยังมีแมกนีเซียม โพแทสเซียม โซเดียมและฟอสฟอรัสประกอบ ตัวอื่นๆ ก็คือ ซิลิกาที่มีปริมาณเล็กน้อย เนื่องจากในขี้เถ้าไม้เนื้อแข็งมีธาตุต่างอยู่ปริมาณมาก ดังนั้นขี้เถ้าไม้เกือบทุกชนิดเมื่อเผาแล้ว สามารถหลอมละลายได้ง่าย ในอุณหภูมิ 1200°C ขึ้นไป กลายเป็นเคลือบสำเร็จรูปตามธรรมชาติ

การเตรียมขี้เถ้าไม้ต้องนำมาแช่น้ำพิเศษแล้วผ่านตะแกรงตาถี่ก่อนแล้วกวาน เทน้ำทิ้ง 2-3 ครั้ง นำไปตากแดดก่อนใช้ ปัจจุบันได้มีการสังเคราะห์ขี้เถ้าเทียมหลายชนิดขึ้นใช้แทนขี้เถ้าไม้ ซึ่งนับวันจะหาได้ยากขึ้นทุกที ทั้งเป็นการอนุรักษ์ธรรมชาติให้คงไว้

สรุปลักษณะของเครื่องถ้วยศิลาดลโบราณ การเตรียมเคลือบสมัยโบราณใช้ส่วนผสมของขี้เถ้าไม้ชั้นดีซึ่งมีคุณสมบัติเป็นด่างในตัว และดินเหนียวมีคุณสมบัติเป็นกลาง ในดินเหนียวมีแร่เหล็กออกไซด์ เป็นตัวให้สีในเคลือบซึ่งแล้วแต่แหล่งดินในแต่ละแหล่งจะให้สีเคลือบที่ต่างกัน มีการรานตัวของเคลือบที่ละเอียด โทนสีมีสีเขียว ไข่กา เขียวอมฟ้า เขียวอมเทา และสีน้ำตาล ในการชุบเคลือบในสมัยโบราณ ไม่มีการเผาดิบ เป็นการเผาครั้งเดียว คือการเผาเคลือบเท่านั้น (ไพจิตร อังศิริวัฒน์)

ตัวอย่างสูตรเคลือบศิลาดลที่ใช้ในโรงงานผลิตเคลือบศิลาดล ใน จ. เชียงใหม่

สูตรที่ 1

	ขี้เถ้าไม้ก่อก	30%
	ขี้เถ้าไม้รกรฟ้า	10%
	ดินเหนียว (ล้าง)	60%
สารให้สี	เฟอร์ริกออกไซด์	1% (ได้สีเขียวมรกต , ไม่เติมได้สีเขียวอ่อน)

(ไพจิตร อังศิริวัฒน์ 2537:150)

สูตรที่ 2

จี้เถ้าไม้ก่อ	15%
จี้เถ้าไม้รอกฟ้า	15%
ดินหนานา	20%
เฟลสปาร์	50%

สารให้สี

เฟอร์ริกออกไซด์	1%
-----------------	----

(ไพจิตร อังศิริวัฒน์ 2537:149)

สูตรที่ 3

จี้เถ้าไม้ก่อ	20%
จี้เถ้าไม้รอกฟ้า	20%
ดินหนานา	50%
ดินขาวลำปาง	10%

(พฤติกรรมกรรมการตกจมของวัตถุดิบในเคลือบสีลาดล ,ดวงเดือน กันทะวงค์วาร:2547)

2. วัตถุดิบและการใช้วัตถุดิบในการปรับปรุงเคลือบสีลาดล

2.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมเคลือบสีลาดล

2.1.1 จี้เถ้าไม้

จี้เถ้าไม้ใช้เป็นเคลือบมานานแล้วตามประวัติศาสตร์ของจีนและญี่ปุ่น เป็นเคลือบที่เผาในอุณหภูมิสูงชนิดแรกที่มีมนุษย์รู้จักทำขึ้นและยังคงนิยมใช้ต่อมาถึงยุคปัจจุบัน แต่ในขณะนี้จี้เถ้าจากไม้ต่างๆ นับวันจะหาได้ยากและมีราคาแพง เคลือบจี้เถ้าไม้นิยมใช้เคลือบงานเครื่องปั้นดินเผาที่เป็นศิลปะพื้นบ้าน ซึ่งนิยมกันแพร่หลายในประเทศญี่ปุ่น เช่น ผลิตภัณฑ์ปิเซน ชิการากิ และมัทซึโกะ ในปัจจุบันเคลือบจี้เถ้าได้นิยมแพร่หลาย ไปถึงช่างปั้นอิสระในออสเตรเลีย อเมริกา และยุโรป

ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไม่นิยมเคลือบด้วยเคลือบจี้เถ้าไม้ เนื่องจากจี้เถ้าสามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่ายทำให้เคลือบที่ใช้จี้เถ้าเป็นส่วนประกอบไม่คงที่ การผลิตในครั้งแรกและครั้งต่อไป มักมีปัญหาเรื่องเคลือบเปลี่ยนสีไม่เหมือนเดิม ดังนั้นในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาหรือโรงงานผลิตเครื่องปั้นดินเผาเคลือบสีต่างๆ ไม่นิยมใช้จี้เถ้าในสูตรเคลือบ

สมบัติของซีเมนต์

ซีเมนต์เนื้อแข็งหรือไม้นิ่มนวล เปรียดกั้นแล้วจะได้สีเขียวอ่อนข้างใต้ ส่วนซีเมนต์ฟอสเฟต จำพวกซังข้าวโพด กากอ้อย หรือไม้อัด ก็สามารถให้ซีเมนต์ได้แต่มีสีขุ่นทั้งนี้ต้องทดลองเอาเศษซีเมนต์ใส่ถ้วยทดสอบ ทดลองเผาพร้อมกับผลิตภัณฑ์ในเตาแก๊สหรือเตาไฟฟ้า จะเห็นการทดลองหลังการเผาได้ชัดเจน

จากการวิเคราะห์ทางเคมีของซีเมนต์ก๊อ จาก บริษัท ไทยซีเมนต์ จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่ พบว่ามีสารประกอบต่างๆ เจือปน คิดเป็นร้อยละ ได้ดังนี้

ตารางที่ 2.1 การวิเคราะห์ทางเคมีของซีเมนต์ก๊อ จาก บริษัท ไทยซีเมนต์ จำกัด อ.เมือง จ.เชียงใหม่ (ดวงเดือน กันทะวงษ์วาร, 2547)

สารประกอบ	ร้อยละ
SiO ₂	4.681
Al ₂ O ₃	2.515
K ₂ O	2.857
Fe ₂ O ₃	0.886
TiO ₂	0.302
SO ₃	0.298
ZrO ₂	-
PbO	-
Mn ₂ O ₃	0.620
CaO	77.249
MgO	7.691
P ₂ O ₅	2.321
SrO	0.456
BaO	0.123

จากการวิเคราะห์ทางเคมีของขี้เถ้าไม้รกฟ้า จาก บริษัท ไทยศิลาคล จำกัด อ.เมือง
จ. เชียงใหม่ พบว่ามีสารประกอบต่างๆ เจือปน คิดเป็นร้อยละ ได้ดังนี้

ตารางที่ 2.2 การวิเคราะห์ทางเคมีของขี้เถ้าไม้รกฟ้า จาก บริษัท ไทยศิลาคล จำกัด อ.เมือง
จ. เชียงใหม่ (ดวงเดือน กันทะวงษ์วาร .2547)

สารประกอบ	ร้อยละ
SiO ₂	3.763
Al ₂ O ₃	2.025
K ₂ O	1.044
Fe ₂ O ₃	1.015
TiO ₂	0.282
SO ₃	-
ZrO ₂	-
PbO	-
Mn ₂ O ₃	-
CaO	88.651
MgO	-
P ₂ O ₅	-
SrO	0.296
BaO	-

การเตรียมขี้เถ้าและวิธีใช้เคลือบขี้เถ้า

เคลือบขี้เถ้าประกอบด้วยส่วนผสมของโพแทส หินปูน อะลูมินา และซิลิกา ซึ่งให้แก้วในน้ำเคลือบ การเตรียมทำได้โดยการเผาฟ่อนไม้ หรือหญ้า ขี้เลื่อย ชังข้าวโพด เมล็ดผลไม้ ขี้เถ้าของวัตถุแต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีที่ไม่เหมือนกัน แม้กระทั่งแหล่งของต้นไม้ที่ใช้เป็นพืชนิตต่างๆ ก็ย่อมให้ผลที่แตกต่างกันด้วย การเตรียมเคลือบขี้เถ้าที่ให้ผลดีจึงควรแยกชนิดของขี้เถ้าและทดลองเผาหลายๆ ครั้ง ขั้นตอนในการทำคือแช่ขี้เถ้าไว้ในน้ำเพื่อชำระล้างสิ่งสกปรกออกเสียก่อน สารละลายต่างที่ได้จากขี้เถ้า (โพแทสไฮดรอกไซด์) อาจทำให้ผิวหนังระคายเคืองได้จึงควรสวมถุงมือและใช้ความระมัดระวัง หลังจากแช่ขี้เถ้าในน้ำแล้วจึงนำมาร้อนผ่านตะแกรงละเอียดเบอร์ 60-100 แล้วจึงนำมาผสมกับส่วนผสมอื่นๆ อัตราส่วนของขี้เถ้าต่อส่วนผสมอื่นๆ ในน้ำเคลือบมีผลต่ออุณหภูมิในการเผาก็คือ ถ้าปริมาณของขี้เถ้ามีมากจะทำให้จุดหลอมเหลวของเคลือบต่ำลง ในขณะที่ปริมาณของขี้เถ้าน้อยจะทำให้เคลือบสุกตัวที่อุณหภูมิสูงขึ้นและเคลือบจะมีลักษณะด้าน (บุญรัตน์ พิชญ์ไพบูลย์ 2538:160)

2.1.2 ดินเหนียว

ดินเหนียวมีคุณสมบัติเป็นกลาง ในดินเหนียวมีแร่เหล็กออกไซด์ เป็นตัวให้สีในเคลือบ

จากการวิเคราะห์ทางเคมีของดินเหนียว จาก บริษัท ไทยศิลาดล จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่ พบว่ามีสารประกอบต่างๆ เจือปน คิดเป็นร้อยละ ได้ดังนี้

ตารางที่ 2.3 การวิเคราะห์ทางเคมีของดินเหนียว จาก บริษัท ไทยศิลาดล จำกัด อ.เมือง จ.เชียงใหม่ (ดวงเดือน กันทะวงส์วาร .2547)

สารประกอบ	ร้อยละ
SiO_2	76.259
Al_2O_3	18.611
K_2O	2.737
Fe_2O_3	1.640
TiO_2	0.628
SO_3	0.084
ZrO_2	0.041

2.1.3 โพลีเทสเฟลสปาร์

เฟลสปาร์เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในกลุ่มที่ให้ค่าหรือวัตถุดิบช่วยในการหลอมละลาย ค่าในแร่เฟลสปาร์อยู่ในรูปผลึกของแร่ที่ไม่ละลายน้ำ จึงสะดวกในการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบผสมในเนื้อดินและเคลือบได้โดยตรง ไม่ต้องนำมาหลอมเป็นฟริตก่อนใช้ เฟลสปาร์ในเนื้อดินปอร์ซเลน และน้ำเคลือบอุณหภูมิสูง เพื่อลดจุดหลอมละลายในการเผา เป็นตัวเริ่มก่อให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดเนื้อแก้วในดิน ปริมาณที่ใช้ในเนื้อปอร์ซเลนประมาณ 25% ปริมาณที่ใช้ในเคลือบประมาณ 40-60%

สมบัติทางกายภาพ

ความถ่วงจำเพาะ 2.56-2.63

หลอมละลายที่อุณหภูมิ 1150-1532°C

ความแข็ง 6.0-6.5 โมห์สเกล

เฟลสปาร์เป็นวัตถุดิบที่มีจุดหลอมตัวที่อุณหภูมิ 1180-1200°C มีคุณสมบัติเป็นเคลือบได้ตามธรรมชาติ มีค่ากลาง และกรด อยู่ครบในส่วนประกอบของเคลือบ เคลือบเคมีหรือเคลือบหินที่เราใช้กันอยู่ในปัจจุบันก็คือเคลือบเฟลสปาร์นั่นเอง ที่เป็นวัตถุดิบหลักในสูตรเคลือบ มีตั้งแต่ 40-60% ในเคลือบอุณหภูมิสูงทุกชนิด ถ้าใช้โพลีเทสเฟลสปาร์เพียงอย่างเดียวทำเคลือบ จะต้องเผาถึงอุณหภูมิ 1400°C จึงจะได้เคลือบใส ดังนั้นเพื่อเป็นการลดอุณหภูมิในการหลอมละลายตัวได้ดี และได้เคลือบใส จึงต้องใช้เฟลสปาร์ร่วมกับตัวหลอมละลายตัวอื่นๆ ด้วย เฟลสปาร์ที่นิยมใช้ในสูตรเคลือบมี 2 ชนิด คือ

K_2O Al_2O_3 $6SiO_2$ โพลีเทสเฟลสปาร์

Na_2O Al_2O_3 $6SiO_2$ โซดาเฟลสปาร์

2.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาเคลือบสีลาด

2.2.1 แมกนีเซียมคาร์บอเนต ($MgCO_3$)

เป็นวัตถุดิบที่มีจุดหลอมละลายสูงมาก 2,800°C จัดเป็นวัตถุดิบทนไฟแต่มีคุณสมบัติเป็นค่าหรือตัวหลอมละลายในเคลือบอุณหภูมิสูง 1,250°C ขึ้นไปถึง 1,300°C แมกนีเซียมไม่ได้ใช้เป็นตัวหลอมละลายหลักในสูตรเคลือบใช้ในปริมาณน้อยมาก จาก 1-10% ถ้าใช้ปริมาณมาก เคลือบจะทนไฟสูง และเกิดเป็นเคลือบกึ่งด้าน (Semi Matt)

2.2.2 ทัลก์ (Talc , $3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)

ถูกนำมาใช้เมื่อต้องการสาร Mg และ Si ปกติทัลก์มีแร่แคลไซต์ปนมาด้วย จึงมีคุณสมบัติเป็นฟลักซ์ เมื่อมีเกิน 10% จะทำให้เคลือบด้าน

2.2.3 โดโลไมต์ ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$)

เป็นแร่ที่ปรากฏในธรรมชาติซึ่งมีองค์ประกอบของแคลเซียมและแมกนีเซียมคาร์บอเนตในปริมาณที่เท่าๆ กัน โดโลไมต์สามารถนำมาใช้ในเคลือบได้เมื่อต้องการสารแคลเซียมและแมกนีเซียมในปริมาณที่เท่าๆ กัน การเติมโดโลไมต์ลงในเคลือบไฟคำที่ใช้สารฟลักซ์ที่เป็นด่างจะทำให้สามารถเผาเคลือบได้นานขึ้นกว่าเดิม ซึ่งจะช่วยให้ผิวเคลือบเรียบเสมอกัน

2.2.4 หินปูน (CaCO_3)

เป็นวัตถุดิบที่มีจุดหลอมเหลวสูง 2,500 องศาเซลเซียส มีคุณสมบัติเป็นตัวหลอมละลายหลักในเคลือบอุณหภูมิสูง 1,250-1,300 องศาเซลเซียส สามารถใช้เพียงอย่างเดียวในสูตรเคลือบ เพื่อเป็นตัวหลอมละลาย โดยปกติจะใช้คู่กับโซดาหรือโพแทสในเฟลสปาร์ด้วยปริมาณที่ใช้ 15-25% ในเคลือบอุณหภูมิสูง ช่วยให้น้ำเคลือบมีความแข็งแรง

2.2.5 แบเรียมคาร์บอเนต (BaCO_3)

ปกติใช้เพียง 5-8% ถ้าหากใช้เกิน 20% ขึ้นไปทำให้เคลือบมีผิวด้าน

2.2.6 สังกะสีออกไซด์ (ZnO)

เป็นด่างในเคลือบอุณหภูมิปานกลาง – สูง 1,150-1,250 องศาเซลเซียส โดยใช้ร่วมกับ หินปูน โซดาเฟลสปาร์ถ้าใช้ ZnO อย่างเดียวจะไม่หลอมละลาย

2.2.7 ฟริต

ฟริตคือวัตถุดิบที่ใช้เตรียมเคลือบอุณหภูมิต่ำ ซึ่งทำจากวัตถุดิบที่เป็นพิษหรือวัตถุดิบละลายน้ำได้ นำมาเผาหลอมรวมกับซิลิกาซึ่งเป็นแก้วทำให้วัตถุดิบที่หลอมตัวเป็นแก้วมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำและไม่ดูดซึมเข้าทางผิวหน้าลดคุณสมบัติเป็นพิษลง ฟริตถูกนำมาบดให้ละเอียดในรูปผงเคลือบสำเร็จรูปก่อนนำมาใช้เป็นเคลือบอุณหภูมิต่ำ นิยมเตรียมจากวัตถุดิบ ตะกั่วและบอแรกซ์ หรือจากส่วนผสมของทั้งสองอย่างรวมกัน

ฟรินิยมนำมาผสมในเคลือบอุณหภูมิต่ำ 900 – 1150°C ใช้ในปริมาณ 80-100% โดยน้ำหนัก เนื่องจากในเคลือบฟรินมีส่วนผสมของซิลิกา และอะลูมินาอยู่บ้างแล้วจึงใช้เป็นเคลือบสำเร็จรูปในอุณหภูมิต่ำได้ เคลือบอุณหภูมิปานกลาง 1,150-1,200°C ใช้ฟรินในปริมาณน้อยลงเพื่อลดอุณหภูมิการหลอมละลายของเคลือบโดยใช้ในปริมาณ 20-40% ร่วมกับวัตถุดิบตัวหลอมละลายอื่นๆ ในสูตรเคลือบ ส่วนในเคลือบอุณหภูมิสูง โดยปกติไม่ใช้ฟรินเป็นส่วนประกอบใช้วัตถุดิบ (Raw material) ทั้งหมด แต่ในเคลือบอุณหภูมิสูงบางชนิดที่ต้องการสีพิเศษหรือมีปฏิกิริยาแปลกจากธรรมชาติจะใช้ฟรินในสูตรเคลือบด้วยในปริมาณไม่เกิน 5%

2.2.8 ดินขาว

ดินขาว มีชื่อเรียกตามแร่ ว่า Kaolinite ซึ่งมีรากศัพท์มาจากภาษาจีนว่า เกาเหลียง เป็นชื่อภูเขาที่เป็นเทือกเขาสูง (High Ridge) (กรมทรัพยากรธรณี.2526 : 212) ดินขาวที่นำมาใช้ในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา นิยมเรียกว่า Kaolin หรือ China-Clay เพื่อเป็นเกียรติแก่ประเทศจีน ซึ่งเป็นผู้นำดินขาวมาใช้เป็นประเทศแรก

ดินขาว เป็นดินที่เกิดจากแร่อะลูมิเนียมซิลิเกต (Aluminosilicates) ซึ่งเป็นโครงสร้างของหินชนิดต่างๆ เช่น หินฟันม้า ไมกา หินควอตซ์ หินปูน ฯลฯ ที่ผุพังโดยบรรยากาศและกระบวนการ Hydrolysed ดินขาวมักเกิดบนที่ราบสูงทั่วไป จัดเป็นดินแรกเกิด ในบางแหล่งอาจพบใกล้แหล่งน้ำในที่ราบลุ่ม เนื่องจากการไหลตัวลงสู่ที่ราบโดยอาศัยกระแส น้ำพัดพา ทำให้มีสีขาวหมอง เป็นสีเทาบ้าง เหลืองอ่อนบ้าง เนื่องจากสารมลทิน ต่างๆ ที่เจือปนในแหล่งสะสมใหม่ สารมลทินเหล่านี้ ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม และโพแทสเซียม ซึ่งทำให้ความบริสุทธิ์ของเนื้อดินขาวลดน้อยลงและไม่สามารถแยกออกได้ ถ้ามีมลทินมากๆ ความทนไฟของดินขาวจะน้อยลง เพราะสารมลทินเหล่านี้เป็นตัวช่วยหลอมละลายและถ้ามีเหล็ก แมงกานีส และไทเทเนียม อยู่ด้วยจะทำให้ดินขาวแหล่งนั้นเปลี่ยนสีไปจากเดิม ปริมาณของสารมลทินที่ควรมีได้ในดินขาว มีข้อจำกัดดังนี้

เหล็กออกไซด์ ถ้าเกินกว่าร้อยละ 1.0 จะทำให้เกิดสีเหลือง และถ้ามีมากขึ้นไปอีกก็จะทำให้เกิดสีแดง จนถึงเป็นสีดำ

แมงกานีสออกไซด์ ถ้าเกินร้อยละ 0.1 จะทำให้เกิดสีน้ำตาลขึ้น

ไทเทเนียมออกไซด์ ถ้าเกินกว่าร้อยละ 0.01 จะทำให้เกิดสีฟ้า

ดินขาวจากแหล่งต่างๆ เมื่อนำมาล้าง เพื่อแยกสิ่งเจือปนออกไปแล้ว จะมีลักษณะเป็นสีครีมและเมื่อแห้งจะมีลักษณะเป็นสีขาว เมื่อนำมาบีบด้วยนิ้วมือ จะแห้งเร็วและร่วนหลุดจากนิ้วมือได้ง่ายพร้อมทั้งเกิดคราบสีขาวติดค้างอยู่ที่นิ้วมือด้วย ทั้งนี้เพราะดินขาวไม่มีความเหนียวในตัวเอง หรือมีความเหนียวน้อยมาก

จากการใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูง หรือเครื่องวิเคราะห์เอกซเรย์ จะพบว่า เมื่อดินขาวมีรูปผลึก ลักษณะสีเหลี่ยมขนมเปียกปูน หรือรูปหกเหลี่ยม รูปผลึกที่ปรากฏจะเป็นระบบมอนอคลินิก มีแนวแตกเรียบที่สมบูรณ์ ความแข็ง 2-2.5 ความถ่วงจำเพาะ 2.6-2.63

แหล่งกำเนิดดินขาว (Sources of Kaolin)

ดินขาวที่พบในประเทศไทยมี 2 ชนิด ซึ่งจำแนกความแตกต่างตามสารประกอบทางเคมี มีองค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. ดินขาวที่มีสารประกอบของอะลูมิเนียมซิลิเกต
2. ดินขาวที่มีสารประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนต

จากการวิเคราะห์ทางเคมีของดินขาวระนอง จากแหล่งตำบลหาดส้มแป้น อำเภอเมือง จังหวัดระนอง พบว่ามีสารประกอบต่างๆ เจือปน คิดเป็นร้อยละ ได้ดังนี้

ตารางที่ 2.4 การวิเคราะห์ทางเคมีของดินขาวระนอง จากแหล่งตำบลหาดส้มแป้น อำเภอเมือง จังหวัดระนอง (ชาญ จรรย์วนิชย์, 2528 : 54)

สารประกอบ	ร้อยละ
SiO_2	48.6
Al_2O_3	36.4
Fe_2O_3	0.94
CaO	0.08
MgO	0.07
K_2O	2.00
NaO	0.19
TiO	0.02
Loss on Ignition	11.73

ตารางที่ 2.5 ลักษณะของดินขาวตำบลหาดส้มแป้น อำเภอเมือง จังหวัดระนอง

แหล่งที่นำดินมาวิเคราะห์	ลักษณะทั่วไป
ดินขาวตำบลหาดส้มแป้น อำเภอเมือง จังหวัดระนอง	- ดินร่วน - เวลาล้างจมตัวดีมาก - เนื้อดินที่ล้างได้ร้อยละ 20 - ทรายที่ล้างออกมามีสีขาว เม็ดโต - สีดินเป็นสีขาว

ความทนไฟของดินขาว จังหวัดระนอง ที่ล้างแล้ว มีความทนไฟได้ถึง $1,785^{\circ}\text{C}$

ความแข็งแรงของดินขาว จังหวัดระนอง ที่ล้างแล้ว มีความแข็งเท่ากับ 102 ปอนด์/นิ้ว²

ค่าความเป็นกรด-ด่างของดินขาว จังหวัดระนอง ที่ล้างแล้ว มีค่า pH เท่ากับ 8.5

3. วิธีการเตรียมเคลือบสีลาดล

- เตรียมซีเมนต์โดยนำมาหมักในถังกวน เทน้ำออก 2 ครั้ง แล้วใช้ตะแกรงขนาด 60# เมช ร่อนอีกครั้ง
- นำซีเมนต์ไปตากแห้งจนกระทั่งแห้งสนิท
- เตรียมดินเหนียวโดยทุบให้ดินพอละเอียดแล้วร่อนด้วยตะแกรงร่อน
- ชั่งวัตถุดิบทั้งหมดตามอัตราส่วนที่กำหนดไว้
- นำไปบดในหม้อบดเคลือบ เติมน้ำในอัตราส่วนวัตถุดิบ 1 ส่วน : น้ำ 1 ส่วน ใส่ลูกบด
- บดเคลือบนาน 4-6 ชั่วโมง
- บดเคลือบเสร็จแล้วกรองผ่านตะแกรงสำหรับกรองเคลือบอีกครั้ง
- นำเคลือบเทใส่ถังพักไว้
- ทดลองเคลือบที่บดแล้วด้วยผลิตภัณฑ์ขนาดเล็กหรือแผ่นทดสอบ
- ชุบเคลือบ
- บันทึกผลการทดลอง

4. เตาและการเผาเคลือบสีลาด

บรรยากาศในการเผา (Firing Atmosphere)

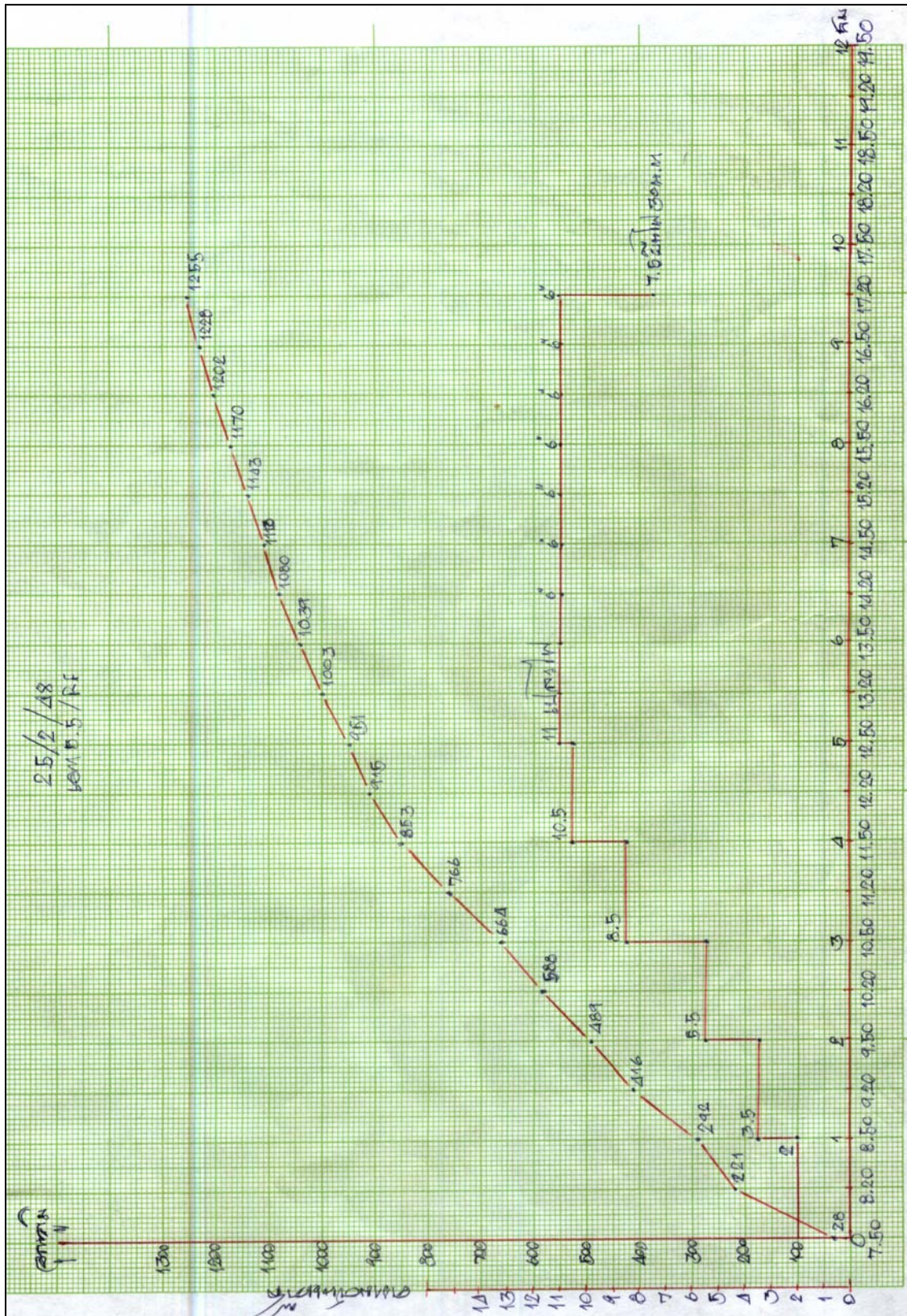
ในการเผาไหม้โดยทั่วไปจะมีก๊าซที่เกิดขึ้นในบรรยากาศ ได้แก่ ออกซิเจน ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ไอน้ำ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และอื่นๆ ปริมาณและสัดส่วนของก๊าซเหล่านั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมเพื่อให้ได้บรรยากาศที่เรียกว่า ออกซิเดชั่น ซึ่งหมายถึงการเผาไหม้ที่ใช้ปริมาณของออกซิเจนในอากาศมากเกินไปทำให้การเผาไหม้เป็นไปอย่างสมบูรณ์

บางช่วงจำเป็นต้องใช้บรรยากาศแบบรีดักชั่น เพราะจะช่วยให้เกิดการฟอกสีของเนื้อผลิตภัณฑ์ให้ขาวขึ้น เนื่องจากเหล็กในเนื้อดินที่ผ่านการเผาวิธีนี้จะอยู่ในสภาพเฟอร์รัสออกไซด์ ที่มีออกซิเจนต่ำสุดเพียงแค่หนึ่งตัว จะทำให้สีค่อนข้างเขียวอมฟ้า แทนที่จะได้สีขาวอมเหลือง

วิธีการเผาในบรรยากาศรีดักชั่น (Reduction Firing : RF)

การเผารีดักชั่น (Reduction Firing) ช่วงแรกต้องเผาแบบออกซิเดชั่นไปจนถึงอุณหภูมิ 900-1,000°C อุณหภูมิช่วงนี้จะคงค่าอุณหภูมิการเผา จนกระทั่งแน่ใจว่าได้คาร์บอนออกจากเนื้อผลิตภัณฑ์ที่เผาหมดแล้ว จึงทำการปรับเปลี่ยนบรรยากาศเผาเป็นบรรยากาศรีดักชั่น โดยเปิดตัวควบคุมความร้อนของเตาประมาณ 50% สำหรับเตาที่ใช้แคมเปอร์แบบเสียบ ถ้าเป็นเตาที่ใช้แคมเปอร์แบบรูหลังป่อง ต้องเปิดรูแคมเปอร์สังเกตเปลวไฟที่ออกมาจากด้านหน้าและด้านหลังของเตาเผา เผาไปเรื่อยๆ จนถึงอุณหภูมิที่ต้องการ และคงค่าอุณหภูมิเผาไว้จะใช้เวลาเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับขนาดของเตา ผลิตภัณฑ์ที่เรียงเข้าเตาและเคลือบ ในช่วงที่อินไฟน์ มักจะเปลี่ยนบรรยากาศการเผาให้เป็นบรรยากาศที่เป็นกลาง จนปิดเตาทิ้งให้เย็นลง

ภาพที่ 2.1 กราฟแสดงอุณหภูมิและเวลาในการเผาเคลือบสีลาดของ บริษัท ไทยศิลาดล จำกัด
 อ. เมือง จ. เชียงใหม่ เเผาในบรรยากาศรีดักชั่น (RF) ใช้เตาเผาขนาด 5.5 ลูกบาศก์เมตร



5. เทคนิคการทำเคลือบไหล

การทำเคลือบให้ไหลสามารถทำได้ง่าย โดยใช้หลักเดิมวัตถุดิบที่เป็นค้าง หรือตัวหลอมละลายในเคลือบให้มีหลายชนิดในสูตร เพราะตัวหลอมละลายเพียงชนิดเดียวไม่สามารถจะทำให้เคลือบไหลตัวได้ง่าย แม้ว่าจะใช้ในปริมาณมากแล้วก็ตาม วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นค้างหรือตัวหลอมละลายต่างๆ เหล่านี้ได้แก่ หินปูน แบเรียมคาร์บอเนต ซิงค์ออกไซด์ สตรอนเซียมคาร์บอเนต และ โบนแอช

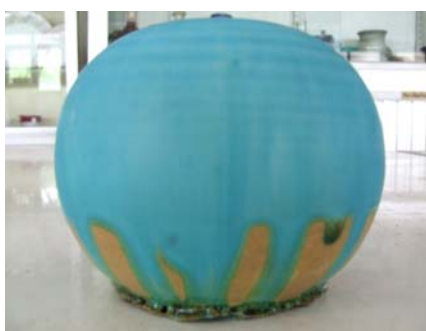
ลักษณะการไหลของเคลือบ

1. ไหลเป็นเส้น จากจี๋เข้าไม่เป็นวัตถุดิบ



ภาพที่ 2.2 แสดงการไหลเป็นเส้น

2. ไหลธรรมดา เป็นการไหลแบบรวมพื้นที่ผิวทั้งหมด



ภาพที่ 2.3 แสดงการไหลธรรมดา

3. ไหลขนแมว เป็นการไหลลงมาเป็นเส้นคล้ายขนแมว



ภาพที่ 2.4 แสดงการไหลคล้ายขนแมว

วิธีทำให้เคลือบไหลตัว

1. เพิ่มวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นด่างในเคลือบสีลาดที่มีส่วนผสมของซี้เก่าอยู่แล้ว ในอัตราส่วน 5-30% ดังนี้ แมกนีเซียมคาร์บอเนต ทัลก์ โดโลไมต์ หินปูน แบเรียมคาร์บอเนต สังกะสีออกไซด์ เศษแก้ว และฟrit
2. ชุบเคลือบสีอะไรก็ได้ที่มีอยู่ให้มีความหนา 1 มม. แล้วพ่นทับด้วยแบเรียมคาร์บอเนตละลายน้ำพอชื้นพ่นบางๆ ความหนาไม่เกิน 0.5 มม. หลังการเผาเคลือบจะทำปฏิกิริยากับแบเรียมคาร์บอเนตไหลตัว
3. ชุบเคลือบสีอะไรก็ได้ที่มีอยู่หนา 1 มม. แล้วพ่นทับด้วยฟritหรือแก้วทูละเอียดชนิดใดก็ได้หลังการเผาเคลือบเดิมจะทำปฏิกิริยากับฟritเกิดการไหลตัวมากขึ้น
4. ชุบเคลือบสีอะไรก็ได้ที่มีอยู่หนา 1 มม. แล้วพ่นทับด้วยตะกั่วขาวตอนบนหนา 0.5 มม. หลังการเผาเคลือบเดิมจะทำปฏิกิริยากับตะกั่วขาวเกิดการไหลตัวมากขึ้น

การแต่งสีในเคลือบไหล

ถ้าต้องการทำให้เคลือบสีเขียวอ่อนที่ไหลตัวแล้วได้เคลือบไหลย่อย รวมเป็นเส้นสีน้ำเงินผสมสีเขียวอ่อนกองอยู่ตรงที่เคลือบหยุดไหล ต้องใช้วิธีเขียนเส้นด้วยฟู่กันชุบสีโคบอลต์ออกไซด์ได้เคลือบวนเป็นแถบกว้าง 1 ซม. รอบตัวผลิตภัณฑ์บริเวณที่อยู่เหนือการไหลตัวของเคลือบนำผลิตภัณฑ์เผาเดิมที่เขียนเส้นสีน้ำเงินได้เคลือบแล้วไปชุบเคลือบไหลสีเขียวอ่อนตามต้องการให้มี ความหนา 2 มม. ทับเส้นสีน้ำเงินที่เขียนไว้ ภายหลังการเผาเคลือบสีเขียวอ่อนไหลตัวพาเอาสีน้ำเงินได้เคลือบที่เขียนไว้มากองรวมกันอยู่ตรงบริเวณที่เคลือบย่อยด้านล่าง เทคนิคนี้สามารถนำไปใช้กับเคลือบไหลได้ทุกสี (ไพจิตร อังศิริวัฒน์, 2537 : 187)

6. เทคนิคการทำเคลือบด้าน

เคลือบด้าน (Matt Glaze) เป็นเคลือบที่ทำขึ้นมาเพื่อความสวยงาม ซึ่งทำได้ 2 วิธี ด้วยกัน ดังนี้ คือ (เลิศรงค์ ศรีพนม. 2532 : 87)

1. เฝ้าไม่ถึงจุดสุดท้ายของเคลือบ
2. เติมอะลูมินาให้สูงในสูตรเคลือบ นอกจากนี้มีการเติมซิงค์ออกไซด์ ซิลิกา ดินขาว และไทเทเนียมลงไปเพื่อให้ผิวเคลือบด้าน

เคลือบด้าน (Matt Glaze) และกึ่งด้าน (Semi matt) เคลือบชนิดนี้ เกิดจากมีผลึกเล็กๆ ของ ไทโรติไมท์ หรือคริสโตบาไลต์ เกิดขึ้นที่ผิวเคลือบ ซึ่งมีผลต่อการสะท้อนแสง ทำให้เคลือบมีลักษณะด้าน ไม่แวววาว มักพบในเคลือบที่มีเปอร์เซ็นต์ของซิลิกาและอะลูมินาสูง นอกจากนี้การเติมซิงค์ออกไซด์ และไทเทเนียม ลงไปในเคลือบ ทำให้เกิดเคลือบด้านได้ (นันทวัน สุขแสงดาว. 2531 : 23)

เคลือบด้านเป็นเคลือบที่มีความน่าสนใจตรงที่ผิวของเคลือบมีลักษณะด้านเนียนมีความแข็งแรงและทนทาน ความด้านของเคลือบเกิดจากจำนวนผลึกเล็กๆ จำนวนมาก ในน้ำเคลือบ ซึ่งไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ผลึกเหล่านั้นมีผลต่อทำให้แสงที่สะท้อนกลับออกมาของผิวผลิตภัณฑ์กระจัดกระจายไปอย่างไม่เป็นระเบียบ ทำให้เราไม่เห็นแสงที่สะท้อนออกมาจากผิวผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน เคลือบด้านสามารถเตรียมได้โดยการเพิ่มอะลูมินา ซิลิกา แคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียม หรือเบเรียม แต่เบเรียมเป็นสารที่เป็นพิษควรจับต้องด้วยความระมัดระวัง นอกจากนี้ยังสามารถทำให้เคลือบด้านได้หลายวิธี เช่น การเผาที่ปล่อยให้เคลือบเย็นตัวลงอย่างช้าๆ ทำให้เคลือบมีคุณสมบัติด้านได้บ้าง ประโยชน์ของเคลือบด้านต่อหน้าที่การใช้สอยคือ ทำให้ผู้ใช้งานหิบบ้าง ภาชนะที่เคลือบแล้วได้อย่างมั่นใจไม่ลื่นหลุดมือถึงแม้จะเปียกน้ำ นอกจากนี้ยังลดความมันวาวและการสะท้อนแสงของเคลือบลง ทำให้เกิดความรู้สึกสากมือและแข็งแรงขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความสะอาดหรือทำความสะอาดบ่อยๆ เช่น เครื่องสุขภัณฑ์ และภาชนะใส่อาหาร ไม่ควรใช้เคลือบด้านเคลือบอย่างต่อเนื่องเพราะจะยากต่อการทำความสะอาดและมีเศษฝุ่นละอองติดง่าย (ปฐมนิพนธ์ พิชญ์ไพบูลย์. 2538 : 160-161)

เทคนิคการทำเคลือบด้านจากงานวิจัยของนายธีระพงษ์ ไชยอ้าย

จากการศึกษาเทคนิคการเลียนแบบเครื่องถ้วยเซลาดอนโบราณ ของนายธีระพงษ์ ไชยอ้าย ได้มีการพัฒนาเทคนิคการเลียนแบบเคลือบสีลาดอนโบราณ โดยหลักเล็งจากการใช้สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ซึ่งเป็นอันตรายต่อร่างกาย ซึ่งใช้วิธีการพัฒนาและปรับปรุงผิวเคลือบโดยเลือกสูตรที่ A ชุดที่ 1 มีส่วนผสมดังนี้ หินปูนอัตราส่วนร้อยละ 30 ดินแดงบ้านพ่อเลี้ยงหมื่นอัตราส่วนร้อยละ 50 โปแตสเซิลสปาร์อัตราส่วนร้อยละ 20 มาพ่นทับด้วยดินขาวระนองในอัตราส่วนดินขาว : น้ำ 20: 80

และสูตรที่ B/28 4ก ชุดที่ 2 มีส่วนผสมดังนี้ หินปูนอัตราส่วนร้อยละ 20 ดินแดงเหมืองทุ่งอัตราส่วนร้อยละ 10 โปแทสเฟอสฟอรัสอัตราส่วนร้อยละ 70 ดินขาว ในอัตราส่วนร้อยละ 20 สีในเคลือบสีฟ้า อัตราส่วนร้อยละ 8 มาพ่นทับด้วยดินขาวระนองในอัตราส่วนดินขาว:น้ำ 30 :70 เผาในบรรยากาศรีดักชั่น (RF) ที่อุณหภูมิ 1,250°C ผลปรากฏว่าเคลือบมีผิวเงาเป็นที่น่าสนใจ เนื่องจากดินขาวระนองที่ล้างแล้ว มีความทนไฟถึง 1,785°C และสอดคล้องกับการแนะนำของอาจารย์ไพจิตร อิงศิริวัฒน์ กล่าวว่าผู้จัดการโรงงานกระเบื้องเวียงพิงค์ คุณวิโรจน์ ได้แนะนำการทำเคลือบด้านโดยการพ่นดินขาวทับเคลือบโดยบอกว่าถ้าอยากให้เคลือบที่ใสแวววาวมันด้านลงให้พ่นดินขาวทับบนเคลือบแล้วเคลือบออกมาก็จะด้านสวยทุกครั้ง ฟันก็ครั้งกระเบื้องที่โรงงานก็ออกมาสวยด้านทุกครั้ง (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. 4 พฤษภาคม 2548) และดินขาวระนองล้าง 325 เมช นิยมใช้ทำเนื้อดินปอร์ซเลน หรือผสมในเนื้อวัสดุทนไฟ และใช้เป็นวัตถุดิบในน้ำเคลือบ มีความทนไฟประมาณ 1,500°C (ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. 2541 : 45) และกล่าวแนะนำว่าหากใช้ดินซูปเปอร์ปอร์ซเลนจะได้ผลดียิ่งขึ้นเพราะดินซูปเปอร์ปอร์ซเลนมีความละเอียดมาก (ธีรพงษ์ ไชยอ้าย. 2548)

ในการทดสอบทำเคลือบสีลาดเคลือบด้านนี้ ได้เลือกใช้ข้อมูลของนายธีรพงษ์ ไชยอ้าย มาพัฒนาต่อเพื่อให้ได้ผลดี โดยมีการพัฒนาต่อขอคให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินโครงการนี้ใช้วิธีการศึกษาแบบการวิจัยเชิงทดลอง (True Experimental Research) โดยการศึกษาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาตเกิดปฏิกิริยาการไหลและเกิดปฏิกิริยาการด้าน มีขั้นตอนการดำเนินงานแยกกล่าวเป็นหัวข้อต่างๆ ได้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การดำเนินงาน
3. เครื่องมือและสูตรที่ใช้ในการทดลอง
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถานที่และระยะเวลาในการดำเนินงาน

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

วัตถุดิบที่ใช้ในการเตรียมเคลือบ คือ

- จี๊เล้าไม้ก่อก่อน จากบริษัท ไทยสีลาต จำกัด อ.เมือง จ.เชียงใหม่
- จี๊เล้าไม้รูกฟ้า จากบริษัท ไทยสีลาต จำกัด อ.เมือง จ.เชียงใหม่
- ดินหนานา จากบริษัท ไทยสีลาต จำกัด อ.เมือง จ.เชียงใหม่
- โปแทสเซิลสปาร์

วัตถุดิบเนื้อดิน

ดินดำ (เนื้อดินปั้น) จากบริษัท ไทยสีลาต จำกัด อ.เมือง จ.เชียงใหม่

วัตถุดิบที่ใช้ปรับปรุงและพัฒนาเคลือบ

- แมกนีเซียมคาร์บอเนต , ทัลก์ , โดโลไมต์ , หินปูน , แบเรียมคาร์บอเนต , สังกะสีออกไซด์ , ฟริต เบอร์ 366 ของบริษัท เฟอร์โร
- ดินขาวระนอง ต.หาดส้มแป้น จ.ระนอง
- ซิลิกา
- ดินซูปเปอร์ฟอชเลน

กลุ่มตัวอย่าง

เคลือบที่นำมาทำการทดลองในแต่ละสูตรใช้วัตถุดิบ 4 ชนิด หอ้ตราส่วนผสม โดยใช้
ทฤษฎีตารางสี่เหลี่ยม(Quadraxial Blend) ขนาด 121 จุดในการทดลอง จำนวน 2 ชุด ชุดละ 121 สูตร
การทดลองชุดที่1 ประกอบด้วยวัตถุดิบคือ จี้เค้าไม้ก่อ , จี้เค้าไม้ร่กฟ้า , ดินหน้านา จากบริษัท ไทย
ศิลาดล จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่ และโพแทสเฟลสปาร์

ตารางที่ 3.1 แสดงส่วนผสมของสูตรเคลือบ ตามทฤษฎี Quadraxial Blend ในสูตรเคลือบพื้นฐานชุดที่ 1

A : จี้เค้าไม้ก่อ

B : จี้เค้าไม้ร่กฟ้า

1/1 A 100	1/2 A 90 B 10	1/3 A 80 B 20	1/4 A 70 B 30	1/5 A 60 B 40	1/6 A 50 B 50	1/7 A 40 B 60	1/8 A 30 B 70	1/9 A 20 B 80	1/10 A 10 B 90	1/11 B 100
1/12 A 90 C 10	1/13 A 81 B 9 C 9 D 1	1/14 A 72 B 18 C 8 D 2	1/15 A 63 B 27 C 7 D 3	1/16 A 54 B 36 C 6 D 4	1/17 A 45 B 45 C 5 D 5	1/18 A 36 B 54 C 4 D 6	1/19 A 27 B 63 C 3 D 7	1/20 A 18 B 72 C 2 D 8	1/21 A 9 B 81 C 1 D 9	1/22 B 90 D 10
1/23 A 80 C 20	1/24 A 72 B 8 C 18 D 2	1/25 A 64 B 16 C 16 D 4	1/26 A 56 B 24 C 14 D 6	1/27 A 48 B 32 C 12 D 8	1/28 A 40 B 40 C 10 D 10	1/29 A 32 B 48 C 8 D 12	1/30 A 24 B 56 C 6 D 14	1/31 A 16 B 64 C 4 D 16	1/32 A 8 B 72 C 2 D 18	1/33 B 80 D 20
1/34 A 70 C 30	1/35 A 63 B 7 C 27 D 3	1/36 A 56 B 14 C 24 D 6	1/37 A 49 B 21 C 21 D 9	1/38 A 42 B 28 C 18 D 12	1/39 A 35 B 35 C 15 D 15	1/40 A 28 B 42 C 12 D 18	1/41 A 21 B 49 C 9 D 21	1/42 A 14 B 56 C 6 D 24	1/43 A 7 B 63 C 3 D 27	1/44 B 70 D 30
1/45 A 60 C 40	1/46 A 54 B 6 C 36 D 4	1/47 A 48 B 12 C 32 D 8	1/48 A 42 B 18 C 28 D 12	1/49 A 36 B 24 C 24 D 16	1/50 A 30 B 30 C 20 D 20	1/51 A 24 B 36 C 16 D 24	1/52 A 18 B 42 C 12 D 28	1/53 A 12 B 48 C 8 D 32	1/54 A 6 B 54 C 4 D 36	1/55 B 60 D 40
1/56 A 50 C 50	1/57 A 45 B 5 C 45 D 5	1/58 A 40 B 10 C 40 D 10	1/59 A 35 B 15 C 35 D 15	1/60 A 30 B 20 C 30 D 20	1/61 A 25 B 25 C 25 D 25	1/62 A 20 B 30 C 20 D 30	1/63 A 15 B 35 C 15 D 35	1/64 A 10 B 40 C 10 D 40	1/65 A 5 B 45 C 5 D 45	1/66 B 50 D 50
1/67 A 40 C 60	1/68 A 36 B 4 C 54 D 6	1/69 A 32 B 8 C 48 D 12	1/70 A 28 B 12 C 42 D 18	1/71 A 24 B 16 C 36 D 24	1/72 A 20 B 20 C 30 D 30	1/73 A 16 B 24 C 24 D 36	1/74 A 12 B 28 C 18 D 42	1/75 A 8 B 32 C 12 D 48	1/76 A 4 B 36 C 6 D 54	1/77 B 40 D 60
1/78 A 30 C 70	1/79 A 27 B 3 C 63 D 7	1/80 A 24 B 6 C 56 D 14	1/81 A 21 B 9 C 49 D 21	1/82 A 18 B 12 C 42 D 28	1/83 A 15 B 15 C 35 D 35	1/84 A 12 B 18 C 28 D 42	1/85 A 9 B 21 C 21 D 49	1/86 A 6 B 24 C 14 D 56	1/87 A 3 B 27 C 7 D 63	1/88 B 30 D 70
1/89 A 20 C 80	1/90 A 18 B 2 C 72 D 8	1/91 A 16 B 4 C 64 D 16	1/92 A 14 B 6 C 56 D 24	1/93 A 12 B 8 C 48 D 32	1/94 A 10 B 10 C 40 D 40	1/95 A 8 B 12 C 32 D 48	1/96 A 6 B 14 C 24 D 56	1/97 A 4 B 16 C 16 D 64	1/98 A 2 B 18 C 8 D 72	1/99 B 20 D 80
1/100 A 10 C 90	1/101 A 9 B 1 C 81 D 9	1/102 A 8 B 2 C 72 D 18	1/103 A 7 B 3 C 63 D 27	1/104 A 6 B 4 C 54 D 36	1/105 A 5 B 5 C 45 D 45	1/106 A 4 B 6 C 36 D 54	1/107 A 3 B 7 C 27 D 63	1/108 A 2 B 8 C 18 D 72	1/109 A 1 B 9 C 9 D 81	1/110 B 10 D 90
1/111 C 100	1/112 C 90 D 10	1/113 C 80 D 20	1/114 C 70 D 30	1/115 C 60 D 40	1/116 C 50 D 50	1/117 C 40 D 60	1/118 C 30 D 70	1/119 C 20 D 80	1/120 C 10 D 90	1/121 D 100

C : ดินหน้านา

D : โพแทสเฟลสปาร์

การทดลองชุดที่ 2 ประกอบด้วยวัตถุดิบคือ ขี้เถ้าไม้รอกฟ้า , ขี้เถ้าไม้ก่อ , ดินหนานา จากบริษัท ไทย
ศิลาดล จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่ และโพแทสเซิลสปาร์

ตารางที่ 3.2 แสดงส่วนผสมของสูตรเคลือบ ตามทฤษฎี Quadraxial Blend ในสูตรเคลือบพื้นฐานชุดที่ 2

A : ขี้เถ้าไม้รอกฟ้า

B : ขี้เถ้าไม้ก่อ

2/1 A 100	2/2 A 90 B 10	2/3 A 80 B 20	2/4 A 70 B 30	2/5 A 60 B 40	2/6 A 50 B 50	2/7 A 40 B 60	2/8 A 30 B 70	2/9 A 20 B 80	2/10 A 10 B 90	2/11 B 100
2/12 A 90 C 10	2/13 A 81 B 9 C 9 D 1	2/14 A 72 B 18 C 8 D 2	2/15 A 63 B 27 C 7 D 3	2/16 A 54 B 36 C 6 D 4	2/17 A 45 B 45 C 5 D 5	2/18 A 36 B 54 C 4 D 6	2/19 A 27 B 63 C 3 D 7	2/20 A 18 B 72 C 2 D 8	2/21 A 9 B 81 C 1 D 9	2/22 B 90 D 10
2/23 A 80 C 20	2/24 A 72 B 8 C 18 D 4	2/25 A 64 B 16 C 16 D 4	2/26 A 56 B 24 C 14 D 6	2/27 A 48 B 32 C 12 D 8	2/28 A 40 B 40 C 10 D 10	2/29 A 32 B 48 C 8 D 12	2/30 A 24 B 56 C 6 D 14	2/31 A 16 B 64 C 4 D 16	2/32 A 8 B 72 C 2 D 18	2/33 B 80 D 20
2/34 A 70 C 30	2/35 A 63 B 7 C 27 D 3	2/36 A 56 B 14 C 24 D 6	2/37 A 49 B 21 C 21 D 9	2/38 A 42 B 28 C 18 D 12	2/39 A 35 B 35 C 15 D 15	2/40 A 28 B 42 C 12 D 18	2/41 A 21 B 49 C 9 D 21	2/42 A 14 B 56 C 6 D 24	2/43 A 7 B 63 C 3 D 27	2/44 B 70 D 30
2/45 A 60 C 40	2/46 A 54 B 6 C 36 D 4	2/47 A 48 B 12 C 32 D 8	2/48 A 42 B 18 C 28 D 12	2/49 A 36 B 24 C 24 D 16	2/50 A 30 B 30 C 20 D 20	2/51 A 24 B 36 C 16 D 24	2/52 A 18 B 42 C 12 D 28	2/53 A 12 B 48 C 8 D 32	2/54 A 6 B 54 C 4 D 36	2/55 B 60 D 40
2/56 A 50 C 50	2/57 A 45 B 5 C 45 D 5	2/58 A 40 B 10 C 40 D 10	2/59 A 35 B 15 C 35 D 15	2/60 A 30 B 20 C 30 D 20	2/61 A 25 B 25 C 25 D 25	2/62 A 20 B 30 C 20 D 30	2/63 A 15 B 35 C 15 D 35	2/64 A 10 B 40 C 10 D 40	2/65 A 5 B 45 C 5 D 45	2/66 B 50 D 50
2/67 A 40 C 60	2/68 A 36 B 4 C 54 D 6	2/69 A 32 B 8 C 48 D 12	2/70 A 28 B 12 C 42 D 18	2/71 A 24 B 16 C 36 D 24	2/72 A 20 B 20 C 30 D 30	2/73 A 16 B 24 C 24 D 36	2/74 A 12 B 28 C 18 D 42	2/75 A 8 B 32 C 12 D 48	2/76 A 4 B 36 C 6 D 54	2/77 B 40 D 60
2/78 A 30 C 70	2/79 A 27 B 3 C 63 D 7	2/80 A 24 B 6 C 56 D 14	2/81 A 21 B 9 C 49 D 21	2/82 A 18 B 12 C 42 D 28	2/83 A 15 B 15 C 35 D 35	2/84 A 12 B 18 C 28 D 42	2/85 A 9 B 21 C 21 D 49	2/86 A 6 B 24 C 14 D 56	2/87 A 3 B 27 C 7 D 63	2/88 B 30 D 70
2/89 A 20 C 80	2/90 A 18 B 2 C 72 D 8	2/91 A 16 B 4 C 64 D 16	2/92 A 14 B 6 C 56 D 24	2/93 A 12 B 8 C 48 D 32	2/94 A 10 B 10 C 40 D 40	2/95 A 8 B 12 C 32 D 48	2/96 A 6 B 14 C 24 D 56	2/97 A 4 B 16 C 16 D 64	2/98 A 2 B 18 C 8 D 72	2/99 B 20 D 80
2/100 A 10 C 90	2/101 A 9 B 1 C 81 D 9	2/102 A 8 B 2 C 72 D 18	2/103 A 7 B 3 C 63 D 27	2/104 A 6 B 4 C 54 D 36	2/105 A 5 B 5 C 45 D 45	2/106 A 4 B 6 C 36 D 54	2/107 A 3 B 7 C 27 D 63	2/108 A 2 B 8 C 18 D 72	2/109 A 1 B 9 C 9 D 81	2/110 B 10 D 90
2/111 C 100	2/112 C 90 D 10	2/113 C 80 D 20	2/114 C 70 D 30	2/115 C 60 D 40	2/116 C 50 D 50	2/117 C 40 D 60	2/118 C 30 D 70	2/119 C 20 D 80	2/120 C 10 D 90	2/121 D 100

C : ดินหนานา

D : โพแทสเซิลสปาร์

ตารางที่ 3.3 ดำเนินการปรับปรุงเกลือ โดยนำเกลือสูตรที่ 2/84 มาเพิ่มวัตถุดิบ 9 ชนิด ในอัตราส่วน 5% - 30% ในเกลือ ดังนี้

สารเคมี	5%	10%	15%	20%	25%	30%
แมกนีเซียมคาร์บอเนต	3/1	3/2	3/3	3/4	3/5	3/6
ทัลก์	3/7	3/8	3/9	3/10	3/11	3/12
โคโลไมต์	3/13	3/14	3/15	3/16	3/17	3/18
หินปูน	3/19	3/20	3/21	3/22	3/23	3/24
แบเรียมคาร์บอเนต	3/25	3/26	3/27	3/28	3/29	3/30
สังกะสีออกไซด์	3/31	3/32	3/33	3/34	3/35	3/36
ฟริต เบอร์ 366	3/37	3/38	3/39	3/40	3/41	3/42
ดินขาวระนอง	3/43	3/44	3/45	3/46	3/47	3/48
ซิลิกา	3/49	3/50	3/51	3/52	3/53	3/54

ตารางที่ 3.4 ดำเนินการปรับปรุงเกลือ โดยนำเกลือสูตรจาก บริษัท ไทยซีลาคล มาเพิ่มวัตถุดิบ 9 ชนิด ในอัตราส่วน 5%-30% ในสูตรเกลือ ดังนี้

สารเคมี	5%	10%	15%	20%	25%	30%
แมกนีเซียมคาร์บอเนต	4/1	4/2	4/3	4/4	4/5	4/6
ทัลก์	4/7	4/8	4/9	4/10	4/11	4/12
โคโลไมต์	4/13	4/14	4/15	4/16	4/17	4/18
หินปูน	4/19	4/20	4/21	4/22	4/23	4/24
แบเรียมคาร์บอเนต	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29	4/30
สังกะสีออกไซด์	4/31	4/32	4/33	4/34	4/35	4/36
ฟริต เบอร์ 366	4/37	4/38	4/39	4/40	4/41	4/42
ดินขาวระนอง	4/43	4/44	4/45	4/46	4/47	4/48
ซิลิกา	4/49	4/50	4/51	4/52	4/53	4/54

2. การดำเนินงาน

- 2.1 การทดลองหาอัตราส่วนผสมในเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน
- 2.2 การทดลองปรับปรุงการไหลและการด้านของเคลือบ
- 2.3 การดำเนินการผลิต

2.1 การทดลองเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน

1. ชั่งวัตถุดิบตามอัตราส่วนผสมของเคลือบตามทฤษฎีตารางสี่เหลี่ยม (Quadraxial Blend) จำนวนชุดละ 121 ชุด ชุดละ 50 กรัม
2. นำไปบดในโถรงบด้วยมือ โดยการผสมน้ำในปริมาณที่เหมาะสม ไม่ข้นหรือเหลวจนเกินไป ใช้เวลาในการบดเคลือบชุดละ 30 นาที
3. นำแผ่นทดสอบเคลือบที่ผ่านการเผาปัสกิตแล้วมาชุบเคลือบ ใช้เวลาชุบเคลือบชุดละ 7 วินาที โดยให้เคลือบมีความหนา 2 มิลลิเมตร
4. ตักแต่งแผ่นทดสอบเคลือบให้เรียบร้อย
5. ใช้สีได้เคลือบเขียนหมายเลขที่ของชุดเคลือบ
6. เมื่อเคลือบแห้ง นำเข้าเตาเผาในบรรยากาศการเผาแบบสันดาปไม่สมบูรณ์(RF) ที่อุณหภูมิ 1,250°C โดยใช้บรรยากาศการเผาที่ บริษัทไทยสีลาด จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่
7. บันทึกผลการทดลอง

2.2 การทดลองปรับปรุงการไหลและการด้านของเคลือบ

1. เลือกผลการทดลองหาอัตราส่วนของเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐานชุดที่ 2/84 ที่มีสีและลักษณะเคลือบคล้ายกับเคลือบดั้งเดิมของ บริษัท ไทยสีลาด จำกัด และนำเคลือบสีลาดจาก บริษัท ไทยสีลาด จำกัด มาปรับปรุงการไหลและการด้านของเคลือบ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน
2. ปรับปรุงการไหลและการด้านของเคลือบโดยการเติมวัตถุดิบ แมกนีเซียมคาร์บอเนต , ทัลก์ , โดโลไมต์ , หินปูน , แบเรียมคาร์บอเนต , สังกะสีออกไซด์ , ฟริต เบอร์ 366 , ดินขาวระนองและ ซิลิกา ในอัตราส่วน 5-30% ตามลำดับ ลงในชุดเคลือบที่คัดเลือกมา และเคลือบสีลาดจาก บริษัท ไทยสีลาด จำกัด ชุดละ 2 แผ่น โดยขีดสีได้เคลือบลงที่แผ่นทดลอง 1 แผ่น
3. นำไปเผาในบรรยากาศการเผาแบบสันดาปไม่สมบูรณ์(RF) ที่อุณหภูมิ 1,250°C โดยใช้บรรยากาศการเผาที่ บริษัทไทยสีลาด จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่
4. ปรับปรุงพื้นผิวเคลือบของเคลือบสีลาดจาก บริษัทไทยสีลาด จำกัด อ. เมือง

จ. เชียงใหม่ โดยวิธีการพ่นทับด้วยดินขาวระนองและดินซูปเปอร์ฟอสเฟต ลงบนจานขนาด 9 นิ้ว เเผาในบรรยากาศการเผาแบบสันดาปไม่สมบูรณ์(RF) ที่อุณหภูมิ 1,250°C โดยใช้บรรยากาศการเผาที่ บริษัทไทยศิลาดล จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่

5. พัฒนาเคลือบศิลาดลที่เกิดปฏิกิริยาการไหลให้มีการไหลตัวหลากสีมากขึ้น โดยการจุดสีออกไซด์ไว้ด้านบนผลิตภัณฑ์แล้วปล่อยให้สีไหลลงมาพร้อมกับเคลือบที่ไหลโดย แต่ละสีมีอัตราส่วนผสมดังนี้

- สีน้ำเงิน	สีโคบอลต์	30 กรัม
	ฟritเบอร์ 366	30 กรัม
- สีน้ำตาล	Fe ₂ O ₃	20 กรัม
	MnO ₂	20 กรัม
	สีน้ำตาล	10 กรัม
	ฟritเบอร์ 366	20 กรัม
- สีเขียวคนกยูง	สีเขียวคนกยูง	25 กรัม
	ฟritเบอร์ 366	30 กรัม
- สีดำ	สีดำ	40 กรัม
	ฟritเบอร์ 366	20 กรัม

6. บันทึกผลการทดลอง

2.3 การดำเนินการผลิต

เมื่อนำมาหาคุณสมบัติของการปรับปรุงและพัฒนาเคลือบศิลาดล แล้วเลือกสูตรที่ดีที่สุด มาเคลือบบนผลิตภัณฑ์ ดังนี้

เคลือบศิลาดลไหล

- แจกกัน 4 ใบ
- ถ้วยเล็กเพื่อทดสอบการไหลตัวของเคลือบลงมากองที่ก้นถ้วย 10 ใบ
- ชามขนาดใหญ่ 1 ใบ

เคลือบสีลาดค้ำ

- งานขนาด 9 นิ้วสำหรับทดสอบการพ่นทับเคลือบด้วยดินขาวระนอง 4 ใบ
- งานขนาด 9 นิ้วสำหรับทดสอบการพ่นทับเคลือบด้วยดินซูปเปอร์ฟอร์ชเลน 4 ใบ
- งานขนาด 9 นิ้วสำหรับทดสอบการพ่นทับเคลือบด้วยดินซูปเปอร์ฟอร์ชเลน ผสมกับเคลือบสีลาดค้ำ 4 ใบ
- งาน ขนาด 9 นิ้วสำหรับทดสอบการพ่นทับเคลือบด้วยน้ำดินหล่อผสมกับเคลือบสีลาดค้ำ 4 ใบ

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. โกร่งบดมือ
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าชนิดละเอียด มีหน่วยเป็นกรัมและมิลลิกรัม
3. เตาเผา
4. เตาอบแห้ง
5. แบบพิมพ์ปูนปลาสเตอร์สำหรับทำแท่งทดสอบเคลือบ
6. ถูพลาสติก
7. ยางรัด
8. ปากกาเคมี
9. ตะแกรงร่อนเบอร์# 80-250
10. ถังน้ำพลาสติก
11. สีได้เคลือบ — พู่กัน
12. กระบอกตวง
13. ใบมีด
14. ฟองน้ำ
15. ช้อนพลาสติกสำหรับตักวัตถุดิบ
16. หม้ออบเคลือบ



ภาพที่ 3.1 โกร่งบดมือ



ภาพที่ 3.2 เตาเผา

แบบบันทึกผลการทดลอง

1. แบบบันทึกผลการทดลองเคลือบชั้นพื้นฐาน
2. แบบบันทึกผลการทดลองการปรับปรุงและพัฒนาผิวเคลือบ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาคลเกิดปฏิกิริยาการไหลและเกิดปฏิกิริยาการด้าน ในการวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลองได้แบ่งเกณฑ์ ดังนี้ คือ

1. สีของเคลือบ
2. ผิวเคลือบด้านหรือกึ่งด้าน ผิวเคลือบไม่มีความมันวาว
3. การไหลตัวของเคลือบ

5. สถานที่และระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน

สถานที่ที่ใช้ในการดำเนินงาน

บริษัท ไทยสีลาคล จำกัด อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

สาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิก คณะวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ (เจ็ดยอด)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาโครงการวิจัยเชิงทดลอง (True Experimental Research) ของการศึกษาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาดเกิดปฏิกิริยาการไหลและเกิดปฏิกิริยาการด้าน ผู้วิจัยได้นำเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

- ตอนที่ 1 ดำเนินการทดลองหาอัตราส่วนผสมในเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน
- ตอนที่ 2 ดำเนินการทดลองการปรับปรุงและพัฒนาผิวเคลือบ
- ตอนที่ 3 ดำเนินการผลิต

ตอนที่ 1 การทดลองหาอัตราส่วนผสมในเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน

โดยการใช้ตารางสี่เหลี่ยมขนาด 121 จุด ในการทดสอบหาอัตราส่วนผสมในเคลือบสีลาดโดยใช้วัตถุดิบ ดังนี้

ซีเมนต์กั่ว	จาก บริษัท ไทยสีลาด จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่
ซีเมนต์ร่งฟ้า	จาก บริษัท ไทยสีลาด จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่
ดินเหนียว	จาก บริษัท ไทยสีลาด จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่
โพแทสเซิลสปาร์	

ภาพที่ 4.1 แสดงผลการทดลองเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน ชุดที่ 1



ตารางที่ 4.1 การทดลองเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน ชุดที่ 1

ซีเมนต์ไม้ออก

ซีเมนต์ไม้ออกฟ้า

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121

ดินเหนียว

โพแทสเซียมฟอสเฟต

-  เคลือบไม่เกิดการหลอมละลาย เมื่อเอามือลูบเป็นวงสี่ขาวหลุดติดมือ
-  เคลือบหลอมละลายไม่หมด ผิวเคลือบและสีเคลือบไม่สม่ำเสมอ
-  เคลือบมีการไหลตัวเป็นเส้นลงกองที่พื้น
-  เคลือบมีสีเขียวใส มีรอยราน และมีการไหลตัวลงกองที่พื้นเป็นสีเขียวขี้ม้า ผิวด้าน
-  เคลือบมีสีเขียวอมฟ้าค่อนข้างขุ่น มีการไหลตัว และไหลตัวน้อยลงเมื่อมีปริมาณโพแทสเซิลสปาร์เพิ่มขึ้น
-  สีเขียวใส มีรอยราน มีการไหลตัวลงกองที่พื้น และสีเคลือบเริ่มเข้มและขุ่นเมื่อมีปริมาณดินหนานาเพิ่มขึ้น
-  เคลือบมีสีเขียวอ่อน ค่อนข้างขุ่น ผิวเคลือบคล้ายเปลือกส้ม
-  เคลือบที่มีส่วนผสมของดินหนานาอยู่มากจะเกิดเคลือบด้านสีครีมอมส้มและค่อยๆ ใสและขาวขึ้นเมื่อมีส่วนผสมของโพแทสเซิลสปาร์มากขึ้น

เคลือบที่มีส่วนผสมของซีเมนต์ไรรกฟ้าและซีเมนต์ไรรกในอัตราส่วนที่มากเคลือบไม่หลอมละลาย เมื่อเอามือลูบจะเป็นวงสี่ขาวหลุดติดมือออกมาหรือเคลือบหลอมละลายได้ไม่หมดทำให้ผิวเคลือบไม่สม่ำเสมอ เคลือบที่มีส่วนผสมของซีเมนต์ไรรกฟ้าจะมีการไหลตัวและสีของเคลือบเป็นสีเขียวอมฟ้าและค่อนข้างขุ่น แต่เคลือบที่มีซีเมนต์ไรรกมากจะเกิดการไหลตัวมากกว่า มีสีเขียวใสมากกว่า และสีของเคลือบจะเข้มขึ้นเมื่อมีปริมาณดินหนานาเพิ่มขึ้น

จากการทดลองหาอัตราส่วนของเคลือบที่ลดชั้นพื้นฐานชุดที่ 1 พบว่า เคลือบในสูตรที่ 1/1 – 1/22 เคลือบไม่หลอมละลายมีลักษณะเป็นวงสี่ขาว จึงไม่สามารถใช้เคลือบลงบนชิ้นงานได้ และสูตรเคลือบซึ่งสามารถใช้เคลือบลงบนชิ้นงานได้เป็นอย่างดี คือเคลือบสูตรที่ 1/78 และ 1/79 ซึ่งมีสีเขียวใส มีรอยรานและมีการไหลตัวเล็กน้อย ไม่พบตำหนิบนผิวเคลือบ

ภาพที่ 4.2 แสดงผลการทดลองเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน ชุดที่ 2



ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน ชุดที่ 2

จี๊ด้าไม้รอกฟ้า

จี๊ด้าไม้ก้อ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121

ดินหนานา

โพแทสเซิลสปาร์

-  เคลือบไม่เกิดการหลอมละลาย เมื่อเอามือลูบเป็นวงสีขาวหลุดติดมือ เคลือบที่มีปริมาณจีเถ้าน้อยลงจะมีการหลอมละลายเป็นบางส่วน
-  เคลือบมีรอยไหลตัวเป็นเส้นสีน้ำตาล สังเกตเห็นรอยรานได้ไม่ชัดเจน มีการไหลตัวลงกองที่พื้นเป็นสีเขียวขี้ม้า
-  เคลือบมีสีน้ำตาลคล้ายสีของจีเถ้า และสีเคลือบไม่สม่ำเสมอ
-  เคลือบมีสีเขียวอมฟ้าค่อนข้างขุ่นและเริ่มมีความขุ่นมากขึ้นเมื่อมีปริมาณดินหนานามากขึ้น เมื่อมีปริมาณจีเถ้าไม่ก่อเพิ่มขึ้นสีเคลือบเริ่มเป็นสีเขียวใสขึ้นและมีการไหลตัวมากขึ้น
-  เคลือบมีสีเขียวใส มีการไหลตัวมากขึ้นเรื่อยๆ และมีการไหลตัวลงมาเป็นแก้วใส
-  เคลือบมีสีค่อนข้างขุ่น และเริ่มใสขึ้นเมื่อมีโพแทสเซิลสปาร์และจีเถ้าไม่ก่อเพิ่มขึ้น
-  เคลือบที่มีส่วนผสมของดินหนานาอยู่มากจะเกิดเคลือบด้านสีครีมอมส้มและค่อยๆ ใสและขาวขึ้นเมื่อมีส่วนผสมของโพแทสเซิลสปาร์มากขึ้น

เคลือบที่มีส่วนผสมของจีเถ้าไม่รกรฟ้าและจีเถ้าไม่ก่อในอัตราส่วนที่มากเคลือบไม่หลอมละลาย เมื่อเอามือลูบจะเป็นวงสีขาวหลุดติดมือออกมาหรือเคลือบหลอมละลายได้ไม่หมดทำให้ผิวเคลือบไม่สม่ำเสมอ เคลือบที่มีส่วนผสมของจีเถ้าไม่รกรฟ้าจะมีการไหลตัวและสีของเคลือบเป็นสีเขียวอมฟ้าและค่อนข้างขุ่น แต่เคลือบที่มีจีเถ้าไม่ก่อมากจะเกิดการไหลตัวมากกว่า มีสีเขียวใสกว่า และสีของเคลือบจะเข้มขึ้นเมื่อมีปริมาณดินหนานาเพิ่มขึ้น

จากการทดลองหาอัตราส่วนของเคลือบสีลาดขึ้นพื้นฐานชุดที่ 2 พบว่า เคลือบในสูตรที่ 2/1 - 2/5 , 2/12 - 2/18 , 2/23 - 2/29 , 2/34 - 2/36 เคลือบไม่หลอมละลายมีลักษณะเป็นวงสีขาว จึงไม่สามารถใช้เคลือบลงบนชิ้นงานได้ และสูตรเคลือบซึ่งสามารถใช้เคลือบลงบนชิ้นงานได้เป็นอย่างดี มีลักษณะเคลือบที่คล้ายกับเคลือบสีลาดของ บริษัท ไทยสีลาด จำกัดและนำมาพัฒนาเป็นเคลือบสีลาดที่มีปฏิกิริยาการไหลได้ คือ เคลือบสูตรที่ 2/84 และ 2/85 มีสีเขียวใสและไม่พบตำหนิในเคลือบ แต่เคลือบสูตรที่ 2/84 มีการไหลตัวลงมาเป็นแก้วที่ใสกว่าสูตรที่ 2/85 จึงเลือกสูตรที่ 2/84 เพื่อมาทำการปรับปรุงเคลือบต่อไป

ผลการทดสอบหาอัตราส่วนของเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐานชุดที่ 1 และ ชุดที่ 2

เคลือบที่มีอัตราส่วนของจีเถ้าทั้งสองชนิดมากกว่า 70% จะไม่มีการหลอมละลายหรือเคลือบหลอมละลายไม่หมด แต่เมื่อมีอัตราส่วนของจีเถ้าในอัตราส่วน 30- 50% เคลือบจะมีสีเขียวใส พบตำหนิในเคลือบน้อยมาก เคลือบบริเวณที่มีอัตราส่วนของจีเถ้าไม่ก่อกมากก็จะเกิดการไหลตัว แต่บริเวณที่มีจีเถ้าไม่รกรฟามากก็เกิดการไหลตัวเช่นกันและสีของเคลือบจะเป็นสีเขียวอมฟ้า ขณะเดียวกันเคลือบที่มีปริมาณดินหน้านาเพิ่มขึ้นเคลือบจะไหลตัวน้อยลงและเคลือบมีความใส น้อยลง แต่เคลือบที่มีส่วนผสมของดินหน้านาและเฟลสปาร์โดยที่ไม่มีส่วนผสมของจีเถ้าเลยเคลือบจะมีผิวด้านสีครีมอมส้ม แสดงว่า ดินหน้านาเป็นวัตถุดิบที่ทำให้เคลือบด้าน และจีเถ้าไม่ก่อก จีเถ้าไม่รกรฟา เป็นวัตถุดิบที่ทำให้เคลือบไหล ในขณะเดียวกันก็ให้สีในเคลือบด้วย

จากการทดสอบหาอัตราส่วนของเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน พบว่า วัตถุดิบหลักในการเตรียมเคลือบคือ จีเถ้าไม่รกรฟา จีเถ้าไม่ก่อก ดินหน้านา โฟแทสเฟลสปาร์ โดยการเผาในบรรยากาศรีดักชั่น (RF) ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่า เคลือบที่มีลักษณะเหมือนกับเคลือบสีลาดของ บริษัท ไทยสีลาด จำกัด จ. เชียงใหม่ คือเคลือบสูตรที่ 2/84 ดังมีอัตราส่วนผสมคือ

จีเถ้าไม่รกรฟา	12%
จีเถ้าไม่ก่อก	18%
ดินหน้านา	28%
โฟแทสเฟลสปาร์	42%

ตอนที่ 2 การดำเนินการปรับปรุงการไหลและการด้านของเคลือบ

ทำการทดลองโดยใช้สูตรที่ 84 จากการทดลองชุดที่ 2 และใช้เคลือบของโรงงาน เพิ่มสารเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นด่างและกรด ดังมีผลการทดลอง ดังนี้

ผลการทดลอง ชุดที่ 3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/1 — 3/6

ปริมาณ BaCO_3	สี-ผิวเคลือบ	ลักษณะเคลือบ
5%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว
10%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว
15%	เขียว-ใส	มีรอยราน ไหลตัวลงกองที่พื้นเป็นสีเขียวเข้ม รูตามด
20%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว พบรูตามดที่ผิวเคลือบ
25%	เขียว-กึ่งด้าน	ไม่มีรอยราน มีการไหลตัวลงกองที่พื้นเป็นรูปฟองอากาศ
30%	เขียว-กึ่งด้าน	ไม่มีรอยราน มีการไหลตัวลงกองที่พื้นเป็นรูปฟองอากาศ



ภาพที่ 4.3 แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/1 — 3/6

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/7 — 3/12

ปริมาณ $MgCO_3$	สี-ผิวเคลือบ	ลักษณะเคลือบ
5%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว
10%	เขียวอมเหลือง-ด้าน	มีการไหลตัว
15%	เหลืองอมเขียว	ผิวเคลือบมีผลึกสีครีม มีการไหลตัวเล็กน้อย
20%	เหลืองอมเขียว	ผิวเคลือบมีผลึกสีครีม มีการไหลตัว
25%	เหลืองอมเขียว	ผิวเคลือบมีผลึกสีครีม มีการไหลตัว
30%	เหลืองอมเขียว	ผิวเคลือบมีผลึกสีครีม มีการไหลตัว



ภาพที่ 4.4 แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/7 — 3/12

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/13 — 3/18

ปริมาณ ZnO	สี-ผิวเคลือบ	ลักษณะเคลือบ
5%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย
10%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย
15%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวลงกองที่พื้น พบตำหนิตามคที่ผิวเคลือบ
20%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย
25%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย
30%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย



ภาพที่ 4.5 แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/13 — 3/18

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/19 — 3/24

ปริมาณFrit เบอร์ 366	สี-ผิวเคลือบ	ลักษณะเคลือบ
5%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย
10%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย
15%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย
20%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว
25%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว
30%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวลงกองที่พื้นเป็นแก้ว



ภาพที่ 4.6 แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/19 — 3/24

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองเคลือบสูตรที่

ปริมาณTalcum	สี-ผิวเคลือบ	ลักษณะเคลือบ
5%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว
10%	เหลืองอมเขียว	มีผลึกสีครีมที่ผิวเคลือบ มีการไหลตัวเล็กน้อย
15%	เหลืองอมเขียว-ใส	มีผลึกสีครีมที่ผิวเคลือบ มีการไหลตัวเล็กน้อย
20%	เหลืองอมเขียว	มีผลึกสีครีมที่ผิวเคลือบ มีการไหลตัวลงมาเป็นผิวด้าน
25%	เหลืองอมเขียว-กึ่งด้าน	ไม่มีการไหลตัว
30%	เหลืองอมเขียว-ใส	มีผลึกสีครีมที่ผิวเคลือบ มีการไหลตัวลงมาเป็นผิวด้าน



ภาพที่ 4.7 แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/25 – 3/30

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/31 — 3/36

ปริมาณ CaCO_3	สี-ผิวเคลือบ	ลักษณะเคลือบ
5%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย
10%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว
15%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว
20%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว
25%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว
30%	เขียว-ใส	มีผลึกสีเหลืองอมเขียวที่ผิวเคลือบ มีการไหลตัวลงมา เป็นผิวด้านสีเขียวจืด



ภาพที่ 4.8 แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/31 — 3/36

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/37 – 3/42

ปริมาณDolomite	สี-ผิวเคลือบ	ลักษณะเคลือบ
5%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวลงกองที่พื้นเป็นผิวด้าน
10%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวลงกองที่พื้นเป็นผิวด้านสีขาว
15%	ใส	มีผลึกสีครีมที่ผิวเคลือบ มีการไหลตัว
20%	ใส	มีผลึกสีครีมที่ผิวเคลือบ มีการไหลตัวลงกองที่พื้นเป็น ผิวด้านขรุขระ สีเขียวอมเหลือง
25%	เขียวขี้ม้า-ด้าน	มีการไหลตัวลงมาเป็นผิวด้าน
30%	เขียวขี้ม้า-ด้าน	มีการไหลตัวลงมาเป็นผิวด้าน พบรูตามคบนผิวเคลือบ



ภาพที่ 4.9 แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/37 – 3/42

ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/43 — 3/48

ปริมาณ ดินขาวระนอง	สี-ผิวเคลือบ	ลักษณะเคลือบ
5%	เขียว-ใส	มีรอยราน ไม่มีการไหลตัว
10%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย
15%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย
20%	เขียว-ค้ำ	มีรอยราน ไม่มีการไหลตัว
25%	เขียว-ค้ำ	มีรอยราน ไม่มีการไหลตัว
30%	เขียว-ค้ำ	มีรอยราน ไม่มีการไหลตัว



ภาพที่ 4.10 แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/43 — 3/48

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/49 – 3/54

ปริมาณ SiO ₂	สี-ผิวเคลือบ	ลักษณะเคลือบ
5%	เขียว-ใส	มีรอยราน ไม่มีการไหลตัว
10%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย
15%	เขียว	มีผลึกที่ผิวเคลือบ มีการไหลตัวเล็กน้อย
20%	เขียว-ใส	มีรอยราน ไม่มีการไหลตัว
25%	เขียว-กึ่งด้าน	มีผลึกที่ผิวเคลือบเล็กน้อย มีการไหลตัว
30%	เขียว-ใส	มีรอยราน ไม่มีการไหลตัว



ภาพที่ 4.11 แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 3/49 – 3/54

จากการทดลองในชุดที่ 3 พบว่า วัตถุดิบที่เติมลงไปในการเคลือบสูตรที่ 84 ของการทดลองชุดที่ 2 แล้วทำให้เคลือบมีการไหลตัวได้ดี คือ Frit เบอร์ 366 และ CaCO₃ แต่ผิวเคลือบจากการเติม CaCO₃ จะไม่ใส เพราะฉะนั้นการเติม Frit เบอร์ 366 ตั้งแต่ 15% ลงในสูตรเคลือบทำให้เคลือบมีสีเขียวใส การไหลตัวลงมากองที่พื้นเป็นแก้วใส เป็นที่น่าพอใจ และวัตถุดิบที่ทำให้เคลือบสูตรที่ 84 ของการทดลองชุดที่ 2 มีผิวด้านเป็นที่น่าสนใจคือการเติม ดินขาวระนองลงไป ในอัตราส่วน 20-30% ซึ่งผิวเคลือบที่ได้มีความด้าน ไม่มีการไหลตัว และไม่พบตำหนิที่ผิวเคลือบ

สำหรับการเติมวัตถุดิบชนิดอื่น ลงในเคลือบ คือ Dolomite , Talcum และ $MgCO_3$ จะมีผลึกสีครีมที่ผิวเคลือบทำให้ผิวเคลือบไม่ใส และมีสีที่ผิดจากเดิม และยังพบตำหนิที่ผิวเคลือบด้วย และสีของเคลือบที่ไหลตัวลงมาก็มีความขุ่นด้านบางครั้งก็จับตัวเป็นผลึกสีขาวครีม ซึ่งหากนำไปเคลือบด้านในของถ้วยเพื่อให้มีการไหลตัวลงมากองที่ก้นถ้วยเคลือบที่ไหลตัวลงไปจะเกิดเป็นผลึกสีขาวครีม ไม่สวยงาม เคลือบที่เติม $BaCO_3$ 25-30% เคลือบจะมีผิวด้านและในขณะเดียวกันก็เกิดการไหลตัวด้วย



ภาพที่ 4.12 ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จรูปของเคลือบสูตรที่ 3/42 (เติม Frit 366 30%)



ภาพที่ 4.13 ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จรูปของเคลือบสูตรที่ 4/29 (เติม $BaCO_3$ 25%)

การทดลอง ชุดที่ 4

ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/1 -4/6

ปริมาณ BaCO_3	สี-ผิวเคลือบ	ลักษณะเคลือบ
5%	เขียว-ใส	มีรอยราน ไม่ไหลตัว
10%	เขียว-ใส	มีรอยราน ไหลตัวเล็กน้อย พบรูตามคที่ผิวเคลือบ
15%	เขียว-ใส	มีรอยราน ไม่ไหลตัว พบรูตามคจำนวนมาก
20%	เขียว-ใส	มีรอยราน ไม่ไหลตัว พบรูตามคจำนวนมาก
25%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวลงกองที่พื้นเป็นแก้วใส พบรูตามคจำนวนมาก
30%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวลงกองที่พื้นเป็นแก้วใส



ภาพที่ 4.14 แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/1 -4/6

ตารางที่ 4.13 ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/7 – 4/12

ปริมาณ $MgCO_3$	สี-ผิวเคลือบ	ลักษณะเคลือบ
5%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว
10%	เหลืองครีม	มีผลึกสีครีมที่ผิวเคลือบ มีการไหลตัว
15%	เหลืองครีม	มีผลึกสีครีมที่ผิวเคลือบ ไหลตัวเล็กน้อย
20%	เหลืองครีม	มีผลึกสีครีมที่ผิวเคลือบ ไหลตัวเล็กน้อย
25%	เหลืองครีม	มีผลึกสีครีมที่ผิวเคลือบ ไหลตัวเล็กน้อย
30%	เหลืองครีม	มีผลึกสีครีมที่ผิวเคลือบ ไม่ไหลตัว



ภาพที่ 4.15 แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/7 – 4/12

ตารางที่ 4.14 ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/13 – 4/18

ปริมาณ ZnO	สี-ผิวเคลือบ	ลักษณะเคลือบ
5%	เขียว-ใส	มีรอยร่น ไม่มีการไหลตัว
10%	เขียว-ใส	มีรอยร่น มีการไหลตัว
15%	เขียว-ใส	มีรอยร่น ไม่มีการไหลตัว
20%	เขียว-ใส	มีรอยร่น มีการไหลตัวเล็กน้อย
25%	เขียว-ใส	มีรอยร่น มีการไหลตัว
30%	เขียว-ใส	มีรอยร่น มีการไหลตัวเล็กน้อย



ภาพที่ 4.16 แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/13 – 4/18

ตารางที่ 4.15 ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/19 – 4/24

ปริมาณ Frit เบอร์ 366	สี-ผิวเคลือบ	ลักษณะเคลือบ
5%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว
10%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว
15%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว
20%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว
25%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย
30%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย



ภาพที่ 4.17 แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/19 – 4/24

ตารางที่ 4.16 ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/25 – 4/30

ปริมาณTalcum	สี-ผิวเคลือบ	ลักษณะเคลือบ
5%	เขียว-ใส	มีรอยราน ไม่มีการไหลตัว
10%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว
15%	ขาวครีม	มีฟลักส์ครีมที่ผิวเคลือบ ไม่ไหลตัว
20%	ขาวครีม	มีฟลักส์ครีมที่ผิวเคลือบ ไม่ไหลตัว
25%	ขาวครีม	มีฟลักส์ครีมที่ผิวเคลือบ ไม่ไหลตัว
30%	ขาวครีม	มีฟลักส์ครีมที่ผิวเคลือบ ไม่ไหลตัว



ภาพที่ 4.18 แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/25 – 4/30

ตารางที่ 4.17 ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/31 – 4/36

ปริมาณ CaCO_3	สี-ผิวเคลือบ	ลักษณะเคลือบ
5%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว พบรูตามด
10%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัว
15%	เขียวขี้ม้า-ค่อนข้างใส	มีรอยราน ไหลตัวเล็กน้อย
20%	เขียวขี้ม้า-ใส	มีรอยราน ไม่ไหลตัว พบรูตามด
25%	เขียวขี้ม้า	มีรอยราน ไม่ไหลตัว
30%	เขียวขี้ม้า-ค่อนข้างใส	ผิวเคลือบไม่สม่ำเสมอ ไม่ไหลตัว



ภาพที่ 4.19 แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/31 – 4/36

ตารางที่ 4.18 ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/37 – 4/42

ปริมาณDolomite	สี-ผิวเคลือบ	ลักษณะเคลือบ
5%	เคลือบบางเกินไป จึงไม่สามารถสรุปผลได้	
10%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย
15%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย พบรูตามคเล็กน้อย
20%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย พบรูตามคเล็กน้อย
25%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย พบรูตามคเล็กน้อย
30%	เขียวขี้ม้า-ค่อนข้างใส	มีรอยราน มีการไหลตัว



ภาพที่ 4.20 แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/37 – 4/42

ตารางที่ 4.19 ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/43 — 4/48

ปริมาณ ดินขาวระนอง	สี-ผิวเคลือบ	ลักษณะเคลือบ
5%	เขียว-ใส	มีรอยราน ไม่มีการไหลตัว
10%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย
15%	เขียว-ใส	มีรอยราน มีการไหลตัวเล็กน้อย
20%	เขียว-ค้ำน	มีรอยราน ไม่มีการไหลตัว
25%	เขียว-ค้ำน	มีรอยราน ไม่มีการไหลตัว
30%	เขียว-ค้ำน	มีรอยราน ไม่มีการไหลตัว



ภาพที่ 4.21 แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/43 — 4/48

ตารางที่ 4.20 ผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/49 – 4/54

ปริมาณ SiO ₂	สี-ผิวเคลือบ	ลักษณะเคลือบ
5%	เคลือบบางเกินไป จึงไม่สามารถสรุปผลได้	
10%	เขียว-ใส	มีรอยราน ไม่มีการไหลตัว
15%	เขียว-ใส	เห็นรอยรานได้ไม่ชัดเจน ไม่ไหลตัว
20%	เขียว-ค่อนข้างใส	มีรอยราน ไม่มีการไหลตัว
25%	เขียว-ด้าน	ไม่มีรอยราน ไม่มีการไหลตัว
30%	เขียว-ด้าน	ไม่มีรอยราน ไม่มีการไหลตัว



ภาพที่ 4.22 แสดงผลการทดลองเคลือบสูตรที่ 4/49 – 4/54

จากการทดลองในชุดที่ 4 พบว่า วัตถุดิบที่เติมลงไปในการเคลือบสีลาดของ บริษัท ไทยสีลาดแล้วทำให้เคลือบมีการไหลตัวได้ดี คือ Frit เบอร์ 366 , CaCO₃ , BaCO₃ และ Dolomite แต่ผิวเคลือบจากการเติม CaCO₃ และ Dolomite จะไม่ใส ส่วนการเติม BaCO₃ ทำให้เคลือบมีการไหลตัวลงมาเป็นแก้วใส แต่ผิวเคลือบมีตำหนิตามคจำนวนมาก เพราะฉะนั้นการเติม Frit เบอร์ 366 ตั้งแต่ 15% ลงในสูตรเคลือบทำให้เคลือบมีสีเขียวใส การไหลตัวลงมากองที่พื้นเป็นแก้วใส เป็นที่น่าพอใจ และวัตถุดิบที่ทำให้เคลือบ มีผิวด้านเป็นที่น่าสนใจคือการเติม ดินขาวระนองและ SiO₂ ลงไป ในอัตราส่วน 20-30% ซึ่งผิวเคลือบที่ได้มีความด้าน แต่สีเคลือบชัดเจนจากเดิม

สำหรับการเติมวัตถุดิบชนิดอื่น ลงในเคลือบ คือ Talcum และ MgCO₃ จะมีผลึกสีขาวที่ผิวเคลือบทำให้ผิวเคลือบไม่ใส และมีสีที่ผิดจากเดิม สีของเคลือบที่ไหลตัวลงมาก็มีความขุ่นด้าน บางครั้งก็จับตัวเป็นผลึกสีขาวครีม การเติม ZnO ในเคลือบได้เคลือบสีเขียวใส แต่เคลือบไม่มีการไหลตัว



ภาพที่ 4.23 ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จสมบูรณ์ ของเคลือบสูตรที่ 4/24
(เติม Frit เบอร์ 366 30%)



ภาพที่ 4.24 แสดงเคลือบที่ไหลลงกองที่ก้นถ้วยของเคลือบสูตรที่ 4/24
(เติม Frit เบอร์ 366 30%)

ผลการทดลองเทคนิคการทำเคลือบไหล

นำสีออกไซด์มาจุดไว้ด้านบนภาชนะเมื่อเคลือบไหลลงมาจะพาเอาสีไหลลงมาด้วยทำให้เกิดรอยไหลหลากสีซึ่งทำให้ชิ้นงานมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น โดยสีที่จุดบนเคลือบจะมีการผสมฟrit เบอร์ 366 ลงไปด้วยเพื่อให้สีเกิดการไหลมากขึ้น โดย แต่ละสีมีอัตราส่วนผสมดังนี้

- สีน้ำเงิน	สีโคบอลต์	30 กรัม
	ฟrit เบอร์ 366	30 กรัม
- สีน้ำตาล	Fe_2O_3	20 กรัม
	MnO_2	20 กรัม
	สีน้ำตาล	10 กรัม
	ฟrit เบอร์ 366	20 กรัม
- สีเขียวคนกยูง	สีเขียวคนกยูง	25 กรัม
	ฟrit เบอร์ 366	30 กรัม
- สีดำ	สีดำ	40 กรัม
	ฟrit เบอร์ 366	20 กรัม



ภาพที่ 4.25 การจุดสีออกไซด์แต่ละสีไว้ด้านบนภาชนะ

ตารางที่ 4.21 แสดงการไหลตัวของสี

สี	ลักษณะการไหลตัว
สีน้ำเงิน	การไหลตัวมีการไหลตัวลงมาเป็นเส้นตรงลงมากองที่ก้นถ้วยแต่พบฟองอากาศบริเวณที่จุดสีลงไป
สีน้ำตาล	มีการไหลตัวลงมาเป็นเส้นตรงลงมากองที่ก้นถ้วย สีที่ได้เป็นสีน้ำตาลเข้มมาก และไม่พบฟองอากาศ
สีเขียวคนกุง	มีการไหลตัวลงมาน้อยมากและสีที่ได้ไม่เข้ากับสีของเคลือบสีลาด
สีดำ	มีการไหลตัวเล็กน้อย และพื้นผิวบริเวณที่สีไหลลงมาไม่มีความสม่ำเสมอ



ภาพที่ 4.26 แสดงการไหลตัวของสีออกไซด์

จากการทดลองจะสังเกตได้ว่าสีที่สามารถไหลตัวลงมาได้ดีที่สุด คือสีน้ำตาล และสีที่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้คือ สีเขียวคนกุง เนื่องจากไม่มีการไหลตัว และสีที่ได้ไม่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เคลือบสีลาด ในการจุดสีออกไซด์ลงบนชิ้นงานนั้นต้องหยดสีให้เป็นจุดเล็กๆ เพียงจุดเดียว ห้ามหยดให้สีกระจายเพราะหากสีกระจายเมื่อสีไหลตัวลงมาแล้วจะทำให้สีไม่ไหลเป็นเส้นตรง

ผลการทดลองเทคนิคการทำเคลือบด้าน

ตารางที่ 4.22 การพ่นทับด้วยดินขาวระนองโดยใช้อัตราส่วนดินขาวระนอง 30% ต่อน้ำ 70% มีผลการทดสอบดังนี้

จำนวนชั้นที่พ่น	ผลการทดสอบ
1 ชั้น	เคลือบเกิดการพองตัว ไม่หลอมละลาย
2 ชั้น	เคลือบเกิดการพองตัว ไม่หลอมละลาย
3 ชั้น	เมื่อเคลือบแห้งแล้วร้อน แดกออกจากกัน ไม่สามารถนำไปเผาได้
4 ชั้น	เมื่อเคลือบแห้งแล้วร้อน แดกออกจากกัน ไม่สามารถนำไปเผาได้



ภาพที่ 4.27 แสดงการใช้เทคนิคพ่นทับเคลือบสีลาดด้วยดินขาวระนอง
เคลือบเกิดการพองตัว (สูตรเริ่มต้นของนายธีระพงษ์ ไชยอ้าย)

ตารางที่ 4.23 การพ่นทับด้วยดินซูปเปอร์พอร์ซเลนใช้อัตราส่วนดินซูปเปอร์พอร์ซเลน 30% ต่อน้ำ 70% นำการทดสอบของนายธีระพงษ์ ไชยอ้าย มาทำซ้ำ มีผลการทดสอบดังนี้

จำนวนชั้นที่พ่น	ผลการทดสอบ
1 ชั้น	ผิวเคลือบบางส่วนเท่านั้นที่ด้านแต่ก็มีผิวเป็นเม็ดขรุขระ ไม่เรียบ
2 ชั้น	ผิวเคลือบบางส่วนเท่านั้นที่ด้านแต่ก็มีผิวเป็นเม็ดขรุขระ ไม่เรียบ
3 ชั้น	ผิวเคลือบบางส่วนเท่านั้นที่ด้านแต่ก็มีผิวเป็นเม็ดขรุขระ ไม่เรียบ
4 ชั้น	เมื่อเคลือบแห้งแล้วร้อน แดกออกจากกัน ไม่สามารถนำไปเผาได้



ภาพที่ 4.28 แสดงการใช้เทคนิคพ่นทับเคลือบด้วยดินซูปเปอร์พอร์ซเลน

การทดลองโดยการพ่นทับด้วยดินขาวระนอง เมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิ $1,250^{\circ}\text{C}$ ในบรรยากาศการเผาของบริษัท ไทยซิลาตล จำกัด ดินขาวระนองที่พ่นทับไม่เกิดการหลอมละลาย เกิดการพองตัวเป็นสีขาวบนผิวเคลือบและประแตกเมื่อสัมผัส เมื่อทดลองโดยใช้ดินซูปเปอร์พอร์ซเลนพ่นทับ และเผาในบรรยากาศเดียวกัน ผิวเคลือบบางส่วนเท่านั้นที่เกิดผิวด้านและบริเวณที่ผิวด้านนั้นจะมีผิวเป็นเม็ดเล็กๆ ขรุขระ และหากพ่นหนาจะทำให้เคลือบร้อนออกเมื่อแห้ง ทำให้ไม่สามารถควบคุมการด้านของผิวเคลือบได้จากเทคนิคนี้ จึงปรับปรุงโดยการพ่นทับด้วยน้ำดินหล่อผสมเคลือบซิลาตลและดินซูปเปอร์พอร์ซเลนผสมกับเคลือบซิลาตลจาก บริษัท ไทยซิลาตล จำกัด ในอัตราส่วน 10% - 30% เพื่อลดการพองหลังการเผาของดินซูปเปอร์พอร์ซเลน

ปรับปรุงโดยนำน้ำดินหล่อและเคลือบสีลาดจากบริษัท ไทยสีลาด จำกัด มาผสมกัน แล้วพ่นทับบนงานขนาด 9 นิ้วที่เคลือบด้วยเคลือบสีลาดไว้แล้ว ให้มีความหนา-บางต่างกันเพื่อลดการพองตัว ดังมีอัตราส่วนต่อไปนี้

- งานใบที่ 1	น้ำดินหล่อ	100%	เคลือบสีลาด	-
- งานใบที่ 2	น้ำดินหล่อ	90%	เคลือบสีลาด	10%
- งานใบที่ 3	น้ำดินหล่อ	80%	เคลือบสีลาด	20%
- งานใบที่ 4	น้ำดินหล่อ	70%	เคลือบสีลาด	30%

ตารางที่ 4.24 การพ่นทับด้วยน้ำดินหล่อและเคลือบสีลาดจากบริษัท ไทยสีลาด จำกัด ในอัตราส่วนที่ต่างกัน มีผลการทดสอบดังนี้

งานใบที่	พ่นหนา	พ่นบาง
1	ผิวทั้งด้าน เป็นเม็ด	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
2	ผิวด้าน เป็นเม็ดเล็กน้อย สีเคลือบมีการเปลี่ยนแปลง	ผิวด้าน เป็นเม็ดเล็กน้อย บางส่วนพองตัว
3	ผิวด้าน เป็นเม็ดสีขาว ผิวเคลือบไม่เรียบ บางส่วนพองตัว	ผิวเป็นเม็ดเล็กน้อย สังเกตเห็นได้ไม่ชัดเจน ผิวเคลือบไม่ด้าน
4	ผิวทั้งด้าน เป็นเม็ดที่ผิวเคลือบ	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.29 แสดงผลการพ่นทับเคลือบของงานใบที่ 1



ภาพที่ 4.30 แสดงผลการพ่นทับเคลือบของงานใบที่ 2



ภาพที่ 4.31 แสดงผลการพ่นทับเคลือบของงานใบที่ 3



ภาพที่ 4.32 แสดงผลการพ่นทับเคลือบของงานใบที่ 4

ปรับปรุงโดยนำดินซูเปอร์พอร์ซเลนและเคลือบสีลาดจากบริษัท ไทยสีลาด จำกัด มาผสมกัน แล้วพ่นทับบนงานขนาด 9 นิ้วที่เคลือบด้วยเคลือบสีลาดไว้แล้ว ให้มีความหนา-บางต่างกันเพื่อลดการพองตัว ดังมีอัตราส่วนต่อไปนี้

- งานใบที่ 5 ดินซูเปอร์พอร์ซเลน 100% เคลือบสีลาด -
- งานใบที่ 6 ดินซูเปอร์พอร์ซเลน 90% เคลือบสีลาด 10%
- งานใบที่ 7 ดินซูเปอร์พอร์ซเลน 80% เคลือบสีลาด 20%
- งานใบที่ 8 ดินซูเปอร์พอร์ซเลน 70% เคลือบสีลาด 30%

ตารางที่ 4.25 การพ่นทับด้วยดินซูเปอร์พอร์ซเลนและเคลือบสีลาดจากบริษัท ไทยสีลาด จำกัด ในอัตราส่วนที่ต่างกัน มีผลการทดสอบดังนี้

งานใบที่	พ่นหนา	พ่นบาง
5	เคลือบเป็นสีขาวทึบ	เกิดการพองตัว เห็นเป็นเม็ดสีขาว
6	เกิดการพองตัว ผิวเป็นสีขาว	ผิวด้าน เรียบ สีเคลือบไม่เปลี่ยนแปลง
7	ผิวด้าน เรียบ สีเคลือบซีดจางลงเล็กน้อย	ผิวกึ่งด้านเป็นบางส่วน ผิวเรียบ
8	ผิวกึ่งด้าน เป็นเม็ดไม่เรียบ	ผิวเป็นเม็ดเล็กน้อย สังเกตเห็นได้ไม่ชัดเจน ผิวเคลือบไม่ด้าน



ภาพที่ 4.33 แสดงผลการพ่นทับเคลือบของงานใบที่ 5



ภาพที่ 4.34 แสดงผลการพ่นทับเคลือบของงานใบที่ 6



ภาพที่ 4.35 แสดงผลการพ่นทับเคลือบของงานใบที่ 7



ภาพที่ 4.36 แสดงผลการพ่นทับเคลือบของงานใบที่ 8

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาคลเกิดปฏิกิริยาการไหลและเกิดปฏิกิริยาการด้าน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการไหลตัวและด้านของเคลือบสีลาคล เพื่อพัฒนาเคลือบสีลาคลให้มีความหลากหลาย ซึ่งมีผลต่อการเพิ่มช่องทางในการแข่งขันของตลาด วัสดุที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ จีไธไม์ก๊อ จากบริษัท ไทยสีลาคล จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่, จีไธไม์ร็กฟ้า จากบริษัท ไทยสีลาคล จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่, ดินหนันา จากบริษัท ไทยสีลาคล จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่และโพแทสเซิลสแปร์ จากบริษัท ไทยสีลาคล จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่ ดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้การกำหนดอัตราส่วนผสมด้วยตารางสี่เหลี่ยม (Quadraxial Blend) ขนาด 121 จุด จำนวน 2 ชุด เฝ้าในบรรยากาศรีดักชั่น (RF) ที่อุณหภูมิ 1,250°C (บรรยากาศการเผาของเตาเผาที่บริษัท ไทยสีลาคล จำกัด อ. เมือง จ. เชียงใหม่) เพื่อหาอัตราส่วนผสมของเคลือบสีลาคลขั้นพื้นฐานที่ดี เพื่อนำมาปรับปรุงการไหลและการด้านของเคลือบ โดยมีวิธี ดังนี้

- เติมวัสดุดิบ ดังนี้ แมกนีเซียมคาร์บอเนต , ทัลก์ , โดโลไมต์ , หินปูน , แบเรียมคาร์บอเนต , สังกะสีออกไซด์ , ฟริต เบอร์ 366 , ดินขาวระนอง , ซิลิกา ลงในสูตรเคลือบสีลาคลของบริษัทไทยสีลาคล จำกัด และ เคลือบสูตรที่ 84 จากการทดลองชุดที่ 2 ในอัตราส่วน 5-30% เฝ้าในบรรยากาศรีดักชั่น (RF) ที่อุณหภูมิ 1,250°C ของบริษัทไทยสีลาคล

- ใช้เทคนิคพ่นทับเคลือบสีลาคลด้วยดินขาวระนองและดินซูปเปอร์พอร์ชเลนเพื่อให้เคลือบมีผิวด้าน

โดยการบันทึกผลการทดลองลงในบันทึกที่สร้างขึ้นและนำมาวิเคราะห์ตามคุณสมบัติของเคลือบ ผลการศึกษามีดังนี้

1. ผลการทดลองเคลือบซิลิโคนชั้นพื้นฐาน ผลการทดลองมีดังนี้

เคลือบพื้นฐานชุดที่ 1

วัตถุดิบหลักในการเตรียมเคลือบ คือ จี๊เจ้าไม้ก่อ , จี๊เจ้าไม้รูกฟ้า , ดินหนานา จากบริษัท ไทยซิลิโคน จำกัด และโพแทสเซิลด์สปาร์ จากบริษัท ไทยซิลิโคน จำกัด โดยการเผาในบรรยากาศรีดักชั่น (RF) ที่อุณหภูมิ $1,250^{\circ}\text{C}$ ของบริษัท ไทยซิลิโคน จำกัด ผลปรากฏว่า เคลือบมีความแตกต่าง ตามปริมาณของวัตถุดิบแต่ละชนิด พอสรุปได้ ดังนี้

เคลือบที่มีส่วนผสมของจี๊เจ้าไม้รูกฟ้าและจี๊เจ้าไม้ก่อในอัตราส่วนที่มากเคลือบไม่หลอมละลาย เมื่อเอามือลูบจะเป็นผงสีขาวหลุดติดมือออกมาหรือเคลือบหลอมละลายได้ไม่หมดทำให้ผิวเคลือบไม่สม่ำเสมอ เคลือบที่มีส่วนผสมของจี๊เจ้าไม้รูกฟ้าจะมีการไหลตัวและสีของเคลือบเป็นสีเขียวอมฟ้าและค่อนข้างขุ่น แต่เคลือบที่มีจี๊เจ้าไม้ก่อมากจะเกิดการไหลตัวมากกว่ามีสีเขียวใสกว่า และสีของเคลือบจะเข้มขึ้นเมื่อมีปริมาณดินหนานาเพิ่มขึ้น

เคลือบพื้นฐานชุดที่ 2

วัตถุดิบหลักในการเตรียมเคลือบ คือ จี๊เจ้าไม้รูกฟ้า , จี๊เจ้าไม้ก่อ , ดินหนานา จากบริษัท ไทยซิลิโคน จำกัด และโพแทสเซิลสปาร์ โดยการเผาในบรรยากาศรีดักชั่น (RF) ที่อุณหภูมิ $1,250^{\circ}\text{C}$ ของบริษัท ไทยซิลิโคน จำกัด ผลปรากฏว่า เคลือบมีความแตกต่าง ตามปริมาณของวัตถุดิบแต่ละชนิด พอสรุปได้ ดังนี้

เคลือบที่มีส่วนผสมของจี๊เจ้าไม้รูกฟ้าและจี๊เจ้าไม้ก่อในอัตราส่วนที่มากเคลือบไม่หลอมละลาย เมื่อเอามือลูบจะเป็นผงสีขาวหลุดติดมือออกมาหรือเคลือบหลอมละลายได้ไม่หมดทำให้ผิวเคลือบไม่สม่ำเสมอ เคลือบที่มีส่วนผสมของจี๊เจ้าไม้รูกฟ้าจะมีการไหลตัวและสีของเคลือบเป็นสีเขียวอมฟ้าและค่อนข้างขุ่น แต่เคลือบที่มีจี๊เจ้าไม้ก่อมากจะเกิดการไหลตัวมากกว่ามีสีเขียวใส กว่า และสีของเคลือบจะเข้มขึ้นเมื่อมีปริมาณดินหนานาเพิ่มขึ้น

เคลือบสูตรที่ 84และ85 มีสีเขียวใสและไม่พบตำหนิในเคลือบ แต่เคลือบสูตรที่ 84 มีการไหลตัวลงมาเป็นแกวที่ใสกว่า จึงเลือกสูตรที่ 84 เพื่อมาทำการปรับปรุงเคลือบต่อไป

2. ผลการทดลองการปรับปรุงการไหลและการด้าน

2.1 การปรับปรุงการไหลและการด้าน

การทดลองชุดที่ 3

วัตถุดิบที่เติมลงไปในเคลือบสูตรที่ 84 ของการทดลองชุดที่ 2 แล้วทำให้เคลือบมีการไหลตัวได้ดี คือ Frit เบอร์ 366 และ CaCO_3 แต่ผิวเคลือบจากการเติม CaCO_3 จะไม่ได้ เพราะฉะนั้นการเติม Frit เบอร์ 366 ตั้งแต่ 15% ลงในสูตรเคลือบทำให้เคลือบมีสีเขียวใส การไหลตัวลงมากองที่พื้นเป็นแก้วใส เป็นที่น่าพอใจ และวัตถุดิบที่ทำให้เคลือบสูตรที่ 84 ของการทดลองชุดที่ 2 มีผิวด้านเป็นที่น่าสนใจคือการเติม ดินขาวระนองลงไป ในอัตราส่วน 20-30% ซึ่งผิวเคลือบที่ได้มีความด้าน ไม่มีการไหลตัว และไม่พบตำหนิที่ผิวเคลือบ

สำหรับการเติมวัตถุดิบชนิดอื่น ลงในเคลือบ คือ Dolomite , Talcum และ MgCO_3 จะมีผลึกสีขาวที่ผิวเคลือบทำให้ผิวเคลือบทึบด้าน และมีสีที่ผิดจากเดิม และยังพบตำหนิที่ผิวเคลือบด้วย และสีของเคลือบที่ไหลตัวลงมาก็มีความขุ่นด้านบางครั้งก็จับตัวเป็นผลึกสีขาวครีม ซึ่งหากนำไปเคลือบด้านในของถ้วยเพื่อให้มีการไหลตัวลงมากองที่ก้นถ้วยเคลือบที่ไหลตัวลงไปจะเกิดเป็นผลึกสีขาวครีม ไม่สวยงาม เคลือบที่เติม BaCO_3 25-30% เคลือบจะมีผิวด้านและในขณะเดียวกันก็เกิดการไหลตัวด้วย

การทดลองชุดที่ 4

จากการทดลองในชุดที่ 4 พบว่า วัตถุดิบที่เติมลงไปเคลือบสีลาดของ บริษัท ไทยสีลาด จำกัด แล้วทำให้เคลือบมีการไหลตัวได้ดี คือ Frit เบอร์ 366 , CaCO_3 , BaCO_3 และ Dolomite แต่ผิวเคลือบจากการเติม CaCO_3 และ Dolomite จะไม่ได้ ส่วนการเติม BaCO_3 ทำให้เคลือบมีการไหลตัวลงมาเป็นแก้วใส แต่ผิวเคลือบมีตำหนิรูตามคจำนวนมาก เพราะฉะนั้นการเติม Frit เบอร์ 366 ตั้งแต่ 15% ลงในสูตรเคลือบทำให้เคลือบมีสีเขียวใส การไหลตัวลงมากองที่พื้นเป็นแก้วใส เป็นที่น่าพอใจ และวัตถุดิบที่ทำให้เคลือบ มีผิวด้านเป็นที่น่าสนใจคือการเติม ดินขาวระนองและ SiO_2 ลงไป ในอัตราส่วน 20-30% ซึ่งผิวเคลือบที่ได้มีความด้าน แต่สีเคลือบซีดจางลงจากเดิม

สำหรับการเติมวัตถุดิบชนิดอื่น ลงในเคลือบ คือ Talcum และ MgCO_3 จะมีผลึกสีขาวที่ผิวเคลือบทำให้ผิวเคลือบทึบด้าน และมีสีที่ผิดจากเดิม สีของเคลือบที่ไหลตัวลงมาก็มีความขุ่นด้าน บางครั้งก็จับตัวเป็นผลึกสีขาวครีม การเติม ZnO ในเคลือบได้เคลือบสีเขียวใส แต่เคลือบไม่มีการไหลตัว

การใช้เทคนิคพ่นทับด้วยดินขาวระนองและดินซูเปอร์พอร์ซเลน

การทดลองโดยการพ่นทับด้วยดินขาวระนอง เมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิ $1,250^{\circ}\text{C}$ ในบรรยากาศการเผาของบริษัท ไทยซิลาคัล จำกัด ดินขาวระนองที่พ่นทับไม่เกิดการหลอมละลาย เกิดการพองตัวเป็นสีขาวบนผิวเคลือบและเปราะแตกเมื่อสัมผัส เมื่อทดลองโดยใช้ดินซูเปอร์พอร์ซเลนพ่นทับ และเผาในบรรยากาศเดียวกัน ผิวเคลือบบางส่วนเท่านั้นที่เกิดผิวด้านและบริเวณที่ผิวด้านนั้นจะมีผิวเป็นเม็ดเล็กๆ ขรุขระ และหากพ่นหนาจะทำให้เคลือบร้อนออกเมื่อแห้ง ทำให้ไม่สามารถควบคุมการด้านของผิวเคลือบได้จากเทคนิคนี้ แต่จากผลการทดลองในตารางที่ 29 ซึ่งผสมดินขาวระนองในอัตราส่วน 20% ขึ้นไปลงในเคลือบทำให้เคลือบสีลาดของ บริษัท ไทยซิลาคัล จำกัด มีผิวด้าน แต่กลับมีสีซีดจางลง ในตารางที่ 20 เติมน้ำขาวระนองในอัตราส่วน 20% ขึ้นไป ในเคลือบสูตรที่ 84 ของการทดลองชุดที่ 2 ทำให้เคลือบมีสีเขียวด้าน

อภิปรายผล

จากการวิจัยการศึกษาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาดเกิดปฏิกิริยาการไหลและเกิดปฏิกิริยาการด้าน โดยวิธีการทดสอบหาอัตราส่วนของเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐานโดยใช้ทฤษฎีตารางสี่เหลี่ยม (Quatraxial Blend) จำนวน 2 ชุด ชุดละ 121 สูตร และเลือกสูตรที่มีลักษณะใกล้เคียงกับเคลือบสีลาดของบริษัท ไทยซิลาคัล จำกัด มากที่สุด มาปรับปรุงและพัฒนาเคลือบ เผาในบรรยากาศรีดักชัน (RF) ที่อุณหภูมิ $1,250^{\circ}\text{C}$ ของบริษัท ไทยซิลาคัล จำกัด ทำให้มีผลการทดสอบแตกต่างกันออกไปในคุณสมบัติของเคลือบ สามารถอภิปรายได้ดังนี้

1. การควบคุมการด้าน

ปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาดเกิดปฏิกิริยาการด้าน ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบทนไฟ คือ ซิลิกา ดินขาวระนอง ในปริมาณ 20-30% นอกจากนี้วัตถุดิบที่เป็นตัวทนไฟทำให้เกิดปฏิกิริยาด้านในเคลือบยังประกอบด้วย BaCO_3 , ZnO และ TiO_2 การเผาในเตาเผาแบบรีดักชันที่ปล่อยให้เตาเผาเย็นตัวลงช้าๆ ซึ่งสามารถควบคุมการเย็นตัวได้กับเตาอิฐ แต่เนื่องจากเตาเผาของ บริษัท ไทยซิลาคัล จำกัด เป็นเตาไฟเบอร์ ซึ่งจะควบคุมให้เตาเผาเย็นตัวลงช้าๆ ได้ยากกว่าเตาอิฐ การที่จะทำให้เคลือบด้านได้ในเตาแบบไฟเบอร์นั้น อาจเริ่มจากการเผาให้ถึงอุณหภูมิ $1,250^{\circ}\text{C}$ และลดลงเหลือ $1,100^{\circ}\text{C}$ จึงจุดเตาขึ้นใหม่แล้วคงอุณหภูมิไว้ 2-4 ชั่วโมง (ไพจิตร อังศิริวัฒน์, 2549) แต่เนื่องจากโรงงานที่ผลิตเคลือบสีลาดในปัจจุบันใช้วิธีการเผาแบบรีดักชันธรรมดาเพราะส่วนใหญ่ก็จะเผาเฉพาะ สีลาดไสเท่านั้น การทดลองนี้ต้องใช้เตาเผาร่วมกับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ของบริษัท ไทยซิลาคัล จำกัด จึงไม่สามารถปรับเปลี่ยนบรรยากาศการเผาเดิมได้เพราะอาจทำให้กระทบกระเทือนกับชิ้นงานอื่นได้ จึงต้องเน้นการทำให้เคลือบมีผิวด้านที่เกิดจากดินขาวระนอง ซึ่ง จากการศึกษาเทคนิคการเลียนแบบเครื่องถ้วย

เซลาดอนโบราณ ของนายธีรพงษ์ ไชยอ้าย ได้มีการพัฒนาเทคนิคการเลียนแบบเคลือบศิลาดลโบราณ โดยหลีกเลี่ยงจากการใช้สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ซึ่งเป็นอันตรายต่อร่างกาย ผลปรากฏว่าเคลือบมีผิวเงาดี เป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากดินขาวระนองที่ล้างแล้ว มีความทนไฟถึง $1,785^{\circ}\text{C}$ และสอดคล้องกับการแนะนำของอาจารย์ไพจิตร อังศิริวัฒน์ กล่าวว่าผู้จัดการโรงงานกระเบื้องเวียงพิงค์ คุณวิโรจน์ ได้แนะนำการทำเคลือบด้านโดยการพ่นดินขาวทับเคลือบโดยบอกว่าถ้าอยากให้เคลือบที่ใสแวววาวมันด้านลงให้พ่นดินขาวทับบนเคลือบแล้วเคลือบออกมาก็จะด้านสวยทุกครั้ง พ่นก็ครั้งกระเบื้องที่โรงงานก็ออกมาสวยด้านทุกครั้ง (ไพจิตร อังศิริวัฒน์, 4 พฤษภาคม 2548) และดินขาวระนองล้าง 325 เมช นิยมใช้ทำเนื้อดินพอร์ซเลน หรือผสมในเนื้อวัสดุทนไฟ และใช้เป็นวัตถุดิบในน้ำเคลือบ มีความทนไฟประมาณ $1,500^{\circ}\text{C}$ (ไพจิตร อังศิริวัฒน์, 2541 : 45)

นายธีรพงษ์ ไชยอ้าย กล่าวแนะนำว่าหากใช้ดินซูปเปอร์พอร์ซเลนจะได้ผลดียิ่งขึ้นเพราะดินซูปเปอร์พอร์ซเลนมีความละเอียดมากกว่า (ธีรพงษ์ ไชยอ้าย, 2548) แต่ผลการทดลองที่ออกมากลับไม่ได้ผล อาจเนื่องมาจากส่วนผสมของเคลือบศิลาดลที่พ่นทับต่างกับกับเคลือบศิลาดลของนายธีรพงษ์ ไชยอ้าย และบรรยากาศการเผาที่ต่างกันทำให้ดินขาวระนองที่พ่นทับไม่เกิดการหลอมละลายเพราะดินขาวมีความทนไฟถึง $1,700^{\circ}\text{C}$ แต่จากกราฟการเผาเตาของบริษัท ไทยศิลาดล จำกัด มีการเผาถึงอุณหภูมิ $1,255^{\circ}\text{C}$ เท่านั้น และการพ่นเคลือบที่ไม่สามารถปรับหัวพ่นของเครื่องพ่นให้เป็นฝอยได้เท่าที่ควรจึงมีการจับตัวกันหนาในบางส่วนไม่สม่ำเสมอ แต่เมื่อมีการปรับปรุงโดยการนำเคลือบศิลาดลผสมกับนำดินหล่อและดินซูปเปอร์พอร์ซเลน เพื่อลดการพองตัวปรากฏว่า เคลือบศิลาดลเมื่อผสมกับนำดินหล่อแล้วพ่นทับเคลือบศิลาดล เคลือบมีการพองตัวให้เห็นได้บางส่วนและสีของเคลือบมีการเปลี่ยนแปลงมาก ต่างจากเมื่อนำดินซูปเปอร์พอร์ซเลนผสมกับเคลือบศิลาดลซึ่งเคลือบมีการพองตัวน้อยกว่าและสีเคลือบไม่เปลี่ยนแปลงมาก โดยเฉพาะเมื่อนำดินซูปเปอร์พอร์ซเลนผสมกับเคลือบศิลาดลในอัตราส่วน 80:20 ปรากฏว่าเคลือบมีผิวด้าน เป็นที่น่าพอใจ

2. การควบคุมการไหล

วัตถุดิบในเคลือบศิลาดลพื้นฐานที่ทำให้เคลือบศิลาดลเกิดปฏิกิริยาการไหลคือ จี๊เจ้าไม้ก่อกและจี๊เจ้าไม้ร่กฟ้า ซึ่งจากการทดลองในชุดที่ 1 และ 2 พบว่าเคลือบที่มีปริมาณจี๊เจ้าพืชทั้งสองชนิดมากจะมีการไหลตัวเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะเมื่อเข้าใกล้บริเวณที่มีจี๊เจ้าไม้ก่อกมาก และเคลือบจะมีสีเขียวอมฟ้าเมื่อเข้าใกล้บริเวณที่มีจี๊เจ้าไม้ร่กฟ้ามาก สอดคล้องกับทฤษฎีอัตราส่วนของจี๊เจ้าต่อส่วนผสมอื่นๆ ในน้ำเคลือบมีผลต่ออุณหภูมิในการเผาล่าคือ ถ้าปริมาณของจี๊เจ้ามีมากจะทำให้จุดหลอมเหลวของเคลือบต่ำลง ในขณะที่ปริมาณของจี๊เจ้าน้อยจะทำให้เคลือบสุกตัวที่อุณหภูมิสูงขึ้น และเคลือบจะมีลักษณะด้าน (ปทุมรัตน์ พิษณุไพบูลย์ 2538:160) เคลือบศิลาดลของไทยส่วนใหญ่มีส่วนผสมของจี๊เจ้าไม้อยู่ประมาณ 50% ในสูตร หลังการเผาได้เคลือบสีสีเขียว สีเขียวเกิดจากคลอโรฟิลล์หรือธาตุเหล็กในพืช (ไพจิตร อังศิริวัฒน์, 2537 : 142) และจากผลวิเคราะห์ทางเคมีของ

ซีเถ้าไม้ก่อนและซีเถ้าไม้ร่งฟ้างพบว่า มีเหล็กออกไซด์เป็นส่วนประกอบ โดยซีเถ้าไม้ร่งฟ้างมี 1.015 มากกว่าซีเถ้าไม้ก่อน ซึ่งมี 0.886 เท่านั้น (ดวงเดือน กันทะวงศวาร.2547) แสดงว่าซีเถ้าฟิชก็มีส่วนในการให้สีในเคลือบ ดินหนานาก็มีส่วนในการให้สีในเคลือบเช่นกันเพราะมีเหล็กออกไซด์อยู่ถึง 1.640 และจากการทดลองพบว่าเคลือบที่เข้าใกล้บริเวณที่มีดินหนานามากก็จะมีสีเข้มขึ้นแต่มีความขุ่นมากขึ้นด้วย ในสูตรเคลือบที่มีดินหนานาและโพแทสเซิลสปาร์แต่ไม่มีซีเถ้าในส่วนผสม เคลือบจะเกิดการด้านแต่สีเคลือบจะเป็นสีครีมอมส้ม สันนิษฐานได้ว่า ซีเถ้าไม้ก่อน ซีเถ้าไม้ร่งฟ้างและ ดินหนานา เป็นวัตถุดิบที่ให้สีในเคลือบสีลาดร่วมกัน แต่ขณะเดียวกันเคลือบที่มีดินหนานาเป็นส่วนผสมมากขึ้นการไหลตัวของเคลือบก็จะลดลง แสดงว่าดินหนานาเป็นตัวหนไฟมีส่วนในการลดการไหลตัวของเคลือบได้ จากการปรับปรุงการไหลของเคลือบ พบว่า วัตถุดิบที่ทำให้เคลือบไหลได้แก่ Frit เบอร์ 366 , BaCO_3 , ZnO , Dolomite และ CaCO_3 ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นด่างในสูตรเคลือบ ความหนา-บางของการชุบเคลือบถ้าชุบเคลือบหนาเกินไปก็ทำให้เคลือบเกิดการไหลได้ สำหรับเคลือบสีลาดนิยมชุบเคลือบหนา 2 มิลลิเมตร การเผาเคลือบหากเผาใช้เวลานานเกินไปหรือเผาเกินอุณหภูมิของเคลือบก็อาจทำให้เคลือบไหลได้ สำหรับแนวทางแก้ไขการไหลตัวของเคลือบ คือ การลดวัตถุดิบในกลุ่มด่างหรือตัวหลอมละลายลงและเพิ่มวัตถุดิบในกลุ่มกรดหรือตัวหนไฟ คือ ดินขาวและซิลิกา ซึ่งจากการทดลองพบว่าถ้าเพิ่มวัตถุดิบทั้งสองชนิดเคลือบจะหยุดไหลและเมื่อมีปริมาณมากขึ้นทำให้เคลือบด้านได้ และการลดอุณหภูมิการเผา 10-30°C ก็จะสามารถควบคุมการไหลได้ ทั้งนี้ต้องชุบเคลือบหนา 2 มิลลิเมตรเท่านั้น แต่เนื่องจากใช้บรรยากาศการเผาของบริษัท ไทยสีลาดจำกัด ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ จึงต้องเน้นที่การเพิ่มวัตถุดิบในเคลือบ

การทำเคลือบสีลาดให้เกิดปฏิกิริยาการไหลนี้เพื่อเพิ่มความแปลกใหม่ให้กับเคลือบ เป็นการเพิ่มช่องทางการตลาดให้กับโรงงานได้อีกทางหนึ่งและเนื่องจากเป็นความต้องการของโรงงานที่ต้องการพัฒนาเคลือบสีลาดให้ไหลลงมากองที่ก้นภาชนะ เพื่อเพิ่มความแปลกใหม่ของเคลือบสีลาดแบบเก่าที่มีสีเขียวใส และใช้การตกแต่งโดยการฝังเคลือบในเส้นที่แกะเป็นร่องลึกทำให้เห็นลวดลายเป็น 2 มิติเท่านั้น เคลือบของบริษัท ไทยสีลาด จำกัด เมื่อเติม Frit เบอร์ 366 ลงไป 15-30% จะทำให้เคลือบไหลมากองที่ก้นถ้วย และเคลือบที่ไหลลงมามีความใส ผิวเคลือบไม่มีตำหนิ แต่เคลือบที่เพิ่ม BaCO_3 ก็มีการไหลตัวลงกองที่ก้นถ้วยและเคลือบที่ไหลลงกองที่ก้นถ้วยก็มีความใสเช่นกันแต่ผิวเคลือบมีรูตามดเป็นจำนวนมากจึงไม่เหมาะสมกับการนำไปเคลือบบนชิ้นงาน สามารถเพิ่มเทคนิคให้เคลือบที่ไหลลงมามีสีสันทันมากขึ้นได้โดยการใช้สีได้เคลือบจุดไว้ด้านบนภาชนะที่ชุบเคลือบและเมื่อเคลือบเกิดการไหลตัวจะพาสีได้เคลือบนั้นไหลลงมากับเคลือบด้วย ซึ่งจะต้องมีการศึกษาต่อไปถึงความหนาบางของสีได้เคลือบที่จุดว่าจะต้องมีความหนา หรือต้องมีความเข้มข้นเท่าไรที่จะทำให้สีไหลลงมาพร้อมกับเคลือบได้ เพราะในการทดสอบครั้งนี้มีเพียงบางสีเท่านั้นที่จะไหลตัวลงมาพร้อมกับเคลือบ

ปัญหาที่พบในการทำวิจัย

1. ในการควบคุมการเผาเตาไม่สม่ำเสมอ แต่เตาสีเคลือบต่างกัน การไหลตัวและการด้านต่างกันเนื่องจากอุณหภูมิในแต่ละเตาเผาไม่สม่ำเสมอ
2. การพ่นทับด้วยดินขาวระนองกับน้ำ ไม่สม่ำเสมอ พ่นหนาเกินไปทำให้ดินขาวระนองพองตัวบนผิวเคลือบ
3. การชุบเคลือบบางเกินไป ทำให้ได้ผลที่ไม่ชัดเจน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีความเชี่ยวชาญในการเผาเตา ควบคุมการเผาเตา และบันทึกการเผาเตาทุกครั้ง เพื่อเทียบกับการเผาเตาครั้งต่อไป ให้เหมือนกันทุกครั้ง
2. การพ่นทับด้วยดินขาวระนอง ควรพ่นให้สม่ำเสมอทั่วทั้งผลิตภัณฑ์ และผู้พ่นเคลือบควรมีความชำนาญ
3. สำหรับการศึกษารุ่นต่อไปควรเติมดินขาวระนองลงไปในสูตรเคลือบเลย และอาจเติมเฟอริกออกไซด์หรือโครมิกออกไซด์ เพื่อให้สีเคลือบเข้มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- (1) กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ, การเขียนลวดลายสถาปัตยกรรมแบบประยุกต์.
กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์
- (2) ไกรศรี นิมมานเหมินทร์. เครื่องถ้วยสันกำแพง. เชียงใหม่ : ศูนย์หนังสือเชียงใหม่, 2526
ชาญ จรรย์วานิชน์. “สถานการณ์แร่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์”. วารสารเซรามิกไทย. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 พฤษภาคม 2528.
- (3) ดวงเดือน กันทะวงศ์วาร. พฤติกรรมการตกจมของวัตถุขี้ดินเคลือบสีลาด. คณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547.
- (4) ปุณณรัตน์ พิชญ์ไพบูลย์. เทคนิคและวิธีการสร้างสรรค์. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2538.
- (5) ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. เคลือบเซรามิกส์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2537.
- (6) _____. เนื้อดินเซรามิกส์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2541.
- (7) เลิศณรงค์ ศรีพนม, “องค์ประกอบทางเคมีของเซรามิกโบราณภาคเหนือ”, วิทยาศาสตร์
มหาบัณฑิต, สาขาการสอนเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2532.
- (8) เสริมศักดิ์ นาคบัว, รศ. “เคลือบสีเจ้าฟ้า”, วารสารวัสดุศาสตร์. ปีที่ 3 ฉบับวันที่ 1 ธันวาคม
2523.

ภาคผนวก ก
ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป

ก - 1



ภาพที่ ก - 1 ผลิตภัณฑ์เคลือบสีลาดของ บริษัท ไทยศิลาดล จำกัด
อ. เมือง จ. เชียงใหม่



ภาพที่ ก - 2 ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จสมบูรณ์

ก - 2



ภาพที่ ก - 3 ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จสมบูรณ์



ภาพที่ ก - 4 ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จสมบูรณ์

ก - 3



ภาพที่ ก - 5 ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จสมบูรณ์



ภาพที่ ก - 6 ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จสมบูรณ์

ก - 4



ภาพที่ ก - 7 ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จสมบูรณ์

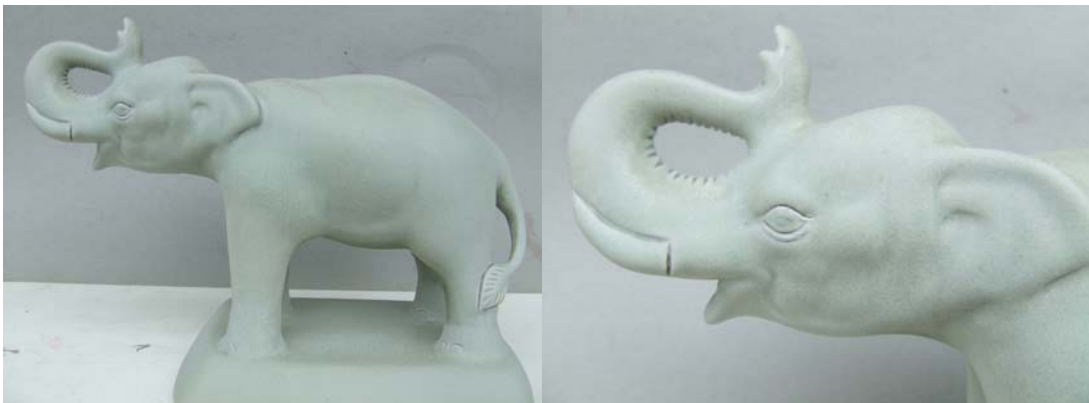


ภาพที่ ก - 8 ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จสมบูรณ์

ก - 5



ภาพที่ ก - 9 ชิ้นงานเคลือบสีลาดลที่พ่นทับด้วยดินชุบเปอร์พอร์ซเลน 80% เคลือบสีลาดล 20%



ภาพที่ ก - 10 ชิ้นงานเคลือบสีลาดลที่พ่นทับด้วยดินชุบเปอร์พอร์ซเลน 80% เคลือบสีลาดล 20%

ภาคผนวก ข
ประวัติผู้เขียน

ประวัติผู้เขียน



ประวัติส่วนตัว

ชื่อ	นางสาวสุพัตรา มหาชนวงส์
เกิด	13 มกราคม 2527
ที่อยู่	48/40 หมู่ 7 ถ.จิรัชน ต.บางมัญ อ.เมือง จ.สิงห์บุรี

ประวัติการศึกษา

ระดับประถมศึกษา	โรงเรียนอนุบาลสิงห์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี
ระดับมัธยมศึกษาปีที่1-3	โรงเรียนสิงห์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี
ระดับมัธยมศึกษาปีที่4-6	โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย จังหวัดลพบุรี
ระดับปริญญาตรี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ (เจ็ดยอด) จังหวัดเชียงใหม่

ภาคผนวก ค
บทความสำหรับเผยแพร่

บทความสำหรับเผยแพร่

การศึกษาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาดเกิดปฏิกิริยาการไหลและเกิดปฏิกิริยาการด้าน Study of factors controlling running glaze and matt glaze in Celadon

นางสาวไพจิตร อังศิริวัฒน์ หัวหน้าโครงการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ

นางสาวสุพัตรา มหาชนะวงศ์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ

บทคัดย่อ

การทำโครงการครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการไหลตัวและการด้านของเคลือบสีลาด เพื่อพัฒนาเคลือบสีลาดให้มีความหลากหลาย สวยงาม แปลกใหม่ ที่มีผลต่อการเพิ่มช่องทางการแข่งขันในตลาด เพื่อประยุกต์ให้เคลือบสีลาดสามารถผสมผสานกับผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ๆ ได้ ดำเนินการวิจัยแบบ การวิจัยเชิงทดลอง โดยการหาอัตราส่วนผสมของเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐานจากตารางสี่เหลี่ยมขนาด 121 จุด (Quadraxial Blend) และพัฒนาปรับปรุงการไหลและการด้านของเคลือบ

การทดลองเพื่อหาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาดเกิดปฏิกิริยาการไหล ได้ทดลองนำเคลือบสีลาดของบริษัท ไทยสีลาด จำกัด โดยเพิ่มวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นด่างหรือตัวหลอมละลายลงไปเคลือบสีลาดจากบริษัท ไทยสีลาด ในปริมาณ 5% - 30% พบว่าเคลือบสีลาดของบริษัทฯ ที่ผสมด้วยฟริต ในปริมาณตั้งแต่ 15% - 30% ขึ้นไป จะมีการไหลตัวดีที่อุณหภูมิ 1,250°C จึงเลือกเคลือบที่ผสมด้วยฟริตในปริมาณ 30% มาพัฒนาให้เป็นเคลือบไหลเพื่อเพิ่มความแปลกใหม่ให้กับชิ้นงาน โดยการจูดสีออกไซด์ที่ผสมด้วยฟริต ไว้ด้านบนของชิ้นงาน เมื่อเคลือบไหลตัวลงมาก็จะพาเอาสีนั้นไหลลงมาเป็นแนวเส้นตรง

การทดลองเพื่อหาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาด

เกิดปฏิกิริยาการด้าน ได้นำงานวิจัยของ นายธีระพงษ์ ไชยอ้าย ที่ใช้วิธีพ่นดินขาวบนเคลือบสีลาด เพื่อทำให้เกิดการด้านมาพัฒนาต่อโดยใช้ดินชุบเปอร์ฟอร์ชเลนผสมกับเคลือบสีลาดแล้วพ่นทับผลปรากฏว่าที่อัตราส่วนของดินชุบเปอร์ฟอร์ชเลน 80% ต่อ เคลือบสีลาด 20% เคลือบมีผิวด้านเป็นที่น่าพอใจ

Abstract

This project studied about matting effects and running effects of Celadon – glaze of Thai Celadon Company , Chiangmai. These new effects of Celadon - glaze could develop new design on Celadon – ware , which could improve the marketing section.

On the running effects we experimented by putting 5% - 30% of fluxing materials into Celadon – glaze which fired at 1,250°C RF. The best fluxing material was frit that gave a very glassy running glaze. Two colouring oxides were developed to paint on the running glaze. After firing , colours were dripping down to get nice patterns on Celadon – glaze. The Thai Celadon Company would like to put this glaze inside the bowl for a new design.

On the matting effects of Celadon – glaze , we studied from the research of Theerapong Chaiaei project in the year 2005. He used white burning clays sprayed on Celadon – glaze to get the matting effects but the surface get blistering , because the white clay as very refractory. The new experiment we try to put 10% - 30% of Celadon – glaze into the white clay to make a better result. The best composition we found was 20% of Celadon – glaze with 80% of white clay can make good matting effects without peeling or blistering

บทนำ

ความเป็นมาของโครงการ

เคลือบสีลาดน้เป็นเคลือบที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวคือเป็นเคลือบสีสีเขียวและมีรอยราน ที่สำคัญเคลือบสีลาดยังมีประวัติศาสตร์ความเป็นมาที่ยาวนานถึงแม้ว่าเคลือบสีลาดจะมีต้นกำเนิดมาจากประเทศจีน เพราะชาวจีนถือว่าสีเขียวของสีลาดเป็นสีที่คล้ายกับสีของหยกซึ่งคนจีนถือว่าเป็นอัญมณีที่ล้ำค่า เคลือบสีลาดได้มีการแพร่หลายเข้ามาในประเทศไทยดังเห็นได้จากเครื่องสังคโลกในสมัยสุโขทัยและรวมทั้งผลิตภัณฑ์เครื่องถ้วยสมัยโบราณทั่วไป แสดงให้เห็นชัดว่าเคลือบสีลาดเป็นเคลือบโบราณที่มีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับมาในอดีตจนกระทั่งในปัจจุบันถึงแม้เวลาจะผ่านพ้นมานานแล้วแต่ความนิยมในเคลือบสีลาดยังคงมีอยู่และเป็นที่รู้จักมากขึ้น จะเห็นได้จากการประยุกต์นำสารเคมีมาใช้ในการทำเคลือบสีลาด แทนการใช้เถ้าไม้มากขึ้นเพราะสามารถควบคุมให้ได้ลักษณะตามต้องการได้ดีกว่า เอกลักษณ์ของเคลือบสีลาดยังคงเป็นการใช้วัตถุดิบที่มีเถ้าเป็นส่วนประกอบสำคัญถึงประมาณ 50%ในส่วนผสม เคลือบสีลาดยังคงเป็นเคลือบที่ได้รับความนิยม ด้วยความเก่าแก่ของเคลือบผสมผสานกับลวดลายโบราณหรือรูปแบบของผลิตภัณฑ์แบบเก่า จะช่วยให้ผลิตภัณฑ์นั้นบอกเล่าเอกลักษณ์ความเป็นมาของผลิตภัณฑ์นั้นได้เป็นอย่างดีและยังช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่เขียนลายโบราณที่ดูธรรมดานั้นมีคุณค่ามากยิ่งขึ้นอีกด้วย ถึงแม้ในปัจจุบันจะสามารถนำสารเคมีมาทำเป็นเคลือบที่มีความหลากหลายมากขึ้นสามารถทำให้เคลือบมีหลายสี มีหลายแบบเช่น เคลือบด้าน เคลือบกึ่งด้าน และเคลือบที่ใช้เทคนิคพิเศษ เคลือบไหล เคลือบเกลือ เคลือบเทมโมกุ เป็นต้น ซึ่งเคลือบแต่ละชนิดก็มีการพัฒนาให้มีความแตกต่างกันออกไป ในแต่ละโรงงานที่ผลิตก็ต่างมีการแข่งขันกันในการ

ออกแบบหรือการใช้เทคนิคต่างๆ ในการทำเคลือบเพื่อให้เคลือบของคนมีลักษณะที่แปลกตา ต่างออกไปจากโรงงานคู่แข่ง ซึ่งทำให้โรงงานของคนมีส่วนแบ่งทางการตลาดที่มากกว่า เคลือบเซรามิกที่มีอยู่ในปัจจุบันถึงแม้จะมีหลากหลายรูปแบบแต่ถ้าหากขาดการพัฒนา หรือการศึกษาเพื่อหาเทคนิคพิเศษต่างๆ ในการพัฒนาเคลือบแล้ว เคลือบชนิดนั้นก็ย่อมมีความต้องการทางการตลาดลดน้อยลงไป เนื่องจากเหตุผลสำคัญคือ เริ่มมีการลอกเลียนแบบและเทคนิคการตกแต่งในหลายโรงงานทำให้เกิดภาวะ Over Supply คือการที่สินค้ามากกว่าความต้องการของผู้บริโภค บางโรงงานที่สามารถคิดค้นเคลือบ โดยใช้เทคนิคพิเศษและผลิตภัณฑ์นั้นเป็นที่ต้องการของตลาด แน่แน่นอนว่าโรงงานนั้นย่อมมีส่วนแบ่งทางการตลาดที่มากกว่า รวมทั้งผู้บริโภคก็จะมีความต้องการสินค้าที่เปลี่ยนแปลงไปตามความนิยม และยุคสมัยหากสินค้าขาดการพัฒนาให้หลากหลายผู้บริโภคย่อมรู้สึกไม่น่าสนใจ ซึ่งจะเป็นผลให้โรงงานที่ผลิตมียอดขายที่ลดน้อยลงตามมา ด้วยเหตุนี้การศึกษาเพื่อพัฒนาเคลือบสีลาดให้มีความแปลกตา และมีความแปลกใหม่มากขึ้นจึงเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมเซรามิก โดยการพัฒนาเคลือบให้มีความแปลกใหม่เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิกนอกเหนือจากการพัฒนารูปแบบและการพัฒนาวัตถุดิบเนื้อดินในแต่ละท้องถิ่น เพื่อให้มีความเหมาะสมตามความต้องการของตลาด

ปัจจุบันกระแสความนิยมของเก่าและผลิตภัณฑ์ที่แสดงออกถึงความเป็นไทยเริ่มมีมากขึ้น ไม่เพียงแต่กระแสนิยมนี้จะเกิดเฉพาะกับคนไทยเท่านั้นแต่ปัจจุบันชาวต่างชาติ โดยเฉพาะในแถบยุโรปก็นิยมเช่นเดียวกัน ดังเห็นได้จากโรงแรมในสถานที่ท่องเที่ยวที่ชาวยุโรปนิยมมาท่องเที่ยวจะมีการตกแต่งห้องพักให้มีความเป็นไทยมากขึ้น เช่น การนำเอาเรือนไทยมาประยุกต์เพื่อทำเป็นห้องพัก เป็นต้น ฉะนั้นเคลือบเซรามิกที่สามารถผสมผสานกับความเป็นไทยได้อย่างลงตัวคือเคลือบสีลาด เพราะสามารถบอกเล่าเรื่องราวอันเก่าแก่ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมาแล้วได้

เทคนิคของการทำเคลือบที่กำลังเป็นที่นิยมและจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแปลกใหม่เป็นที่ถูกใจของผู้บริโภคมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันก็ยังคงมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวของเคลือบสีลาดเช่นที่ผู้บริโภคคุ้นเคยมาก่อนคือการทำให้เคลือบสีลาดเป็นเคลือบด้านและในขณะเดียวกันก็เพิ่มจุดสนใจของเคลือบโดยการทำให้เกิดการไหลของเคลือบ มีขี้เถ้าไม้เป็นส่วนประกอบสำคัญของเคลือบ โดยการใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นด่างจำนวนไม่น้อยกว่า 4 ชนิด

เพื่อให้เกิดเคลือบไหลรวมทั้งปัจจัยอื่นๆ การทำเคลือบด้าน
ซิลาคิลโดยการศึกษากิจการในการทำเคลือบเกิดเป็นเคลือบ
ด้านหรือกึ่งด้าน เช่น การเผาที่อุณหภูมิต่ำลง 20-30% , การ
ปล่อยให้เผาเย็นตัวลงอย่างช้าๆ เป็นต้น โดยมีการทดสอบ
กับแผ่นTest ที่เป็นดินดำและดินขาวซึ่งผลของเคลือบที่
ออกมาย่อมแตกต่างกันในดินแต่ละชนิด การทดสอบเคลือบ
โดยการชุบเคลือบที่ผลิตภัณฑ์หลายรูปทรง การศึกษากิจการ
ต่างๆที่ทำให้เคลือบซิลาคิลมีการไหลและด้านนั้นย่อม
ก่อให้เกิดผลดีในระยะยาว เนื่องจากเมื่อสามารถทราบถึง
ปัจจัยต่างๆ อย่างละเอียดแล้ว ย่อมสามารถคัดแปลงแก้ไขให้
เกิดเทคนิคการไหลที่แปลกตาออกไปได้ และเมื่อสามารถ
ศึกษาจนกระทั่งสามารถนำไปใช้ในโรงงานผู้ผลิตผลิตภัณฑ์
เคลือบซิลาคิลได้แล้วย่อมส่งผลให้โรงงานผู้ผลิตหรือผู้ผลิต
นั้นสามารถพัฒนาเทคนิคการตกแต่งด้วยเคลือบซิลาคิลได้
หลากหลาย และยังสามารถนำความรู้ที่ศึกษามานั้นเป็นข้อมูล
ทางด้านเทคนิคและวิชาการของโรงงานแบบยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษากิจการที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาการไหล
ตัวและการเกิดปฏิกิริยาการด้านของเคลือบ
ซิลาคิล
2. เพื่อพัฒนาเคลือบซิลาคิลให้มีความหลากหลาย
มากขึ้น

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงปัจจัยที่มีผลให้เคลือบซิลาคิลไหลตัวและ
ด้าน
2. เคลือบซิลาคิลมีความหลากหลายมากขึ้น

ระเบียบวิธี

เป็นการวิจัยแบบการวิจัยเชิงทดลอง

(Experimental Research) ดังนี้

1. ศึกษาคุณสมบัติของวัตถุดิบที่มีผลต่อเคลือบ
ซิลาคิลในอัตราส่วนผสมต่างๆ โดยมุ่งเน้น
วัตถุดิบดั้งเดิมของอุตสาหกรรมท้องถิ่น
2. ศึกษาวัตถุดิบที่ทำให้เคลือบซิลาคิลเกิดปฏิกิริยา
การไหลและเกิดปฏิกิริยาการด้าน
3. ศึกษาการปรับปรุงสีและพื้นผิวของเคลือบ
โดยยังคงเอกลักษณ์ของเคลือบซิลาคิลแบบดั้งเดิม
ผสมผสานกับสีและลักษณะเคลือบที่ร่วมสมัย

4. ศึกษาการนำเคลือบไปใช้ให้เหมาะสมกับรูปทรง
ผลิตภัณฑ์

เทคนิคการทำเคลือบไหล

การทำเคลือบให้ไหลสามารถทำได้ง่าย โดยใช้
หลักเคมีวัตถุดิบที่เป็นด่าง หรือตัวหลอมละลายในเคลือบให้
มีหลายชนิดในสูตร เพราะตัวหลอมละลายเพียงชนิดเดียวไม่
สามารถจะทำให้เคลือบไหลตัวได้ง่าย แม้ว่าจะใช้ในปริมาณ
มากแล้วก็ตาม วัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นด่างหรือตัวหลอม
ละลายต่างๆ เหล่านี้ได้แก่ หินปูน แบเรียมคาร์บอเนต ซิงค์
ออกไซด์ สตรอนเชียมคาร์บอเนต และโบรอนแอซ

ลักษณะการไหลของเคลือบ

1. ไหลเป็นเส้น จากข้างใต้ไม่เป็นวัตถุดิบ
2. ไหลธรรมดา เป็นการไหลแบบรวมพื้นที่
ผิวทั้งหมด

วิธีทำให้เคลือบไหลตัว

1. เพิ่มวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นด่างใน
เคลือบซิลาคิลที่มีส่วนผสมของซีเมนต์แล้ว ในอัตราส่วน 5-
30% ดังนี้ แมกนีเซียมคาร์บอเนต ทัลก์ ไดโลไมต์ หินปูน
แบเรียมคาร์บอเนต สังกะสีออกไซด์ เศษแก้ว และฟrit
2. ชุบเคลือบสีอะไรก็ได้ที่มีอยู่ให้มีความ
หนา 1 มม. แล้วพ่นทับด้วยแบเรียมคาร์บอเนต ละลายน้ำพอ
ชื้นพ่นบางๆ ความหนาไม่เกิน 0.5 มม. หลังการเผาเคลือบจะ
ทำปฏิกิริยากับแบเรียมคาร์บอเนตไหลตัว
3. ชุบเคลือบสีอะไรก็ได้ที่มีอยู่หนา 1 มม.
แล้วพ่นทับด้วยฟritหรือแก้วทุบละเอียดชนิดใดก็ได้หลังการ
เผาเคลือบเดิมจะทำปฏิกิริยากับฟritเกิดการไหลตัวมากขึ้น
4. ชุบเคลือบสีอะไรก็ได้ที่มีอยู่หนา 1 มม.
แล้วพ่นทับด้วยตะกั่วขาวดอนบนหนา 0.5 มม. หลังการเผา
เคลือบเดิมจะทำปฏิกิริยากับตะกั่วขาวเกิดการไหลตัวมากขึ้น

การแต่งสีในเคลือบไหล

ถ้าต้องการทำให้เคลือบสีเขียวอ่อนที่ไหลตัวแล้ว
ได้เคลือบไหลย่อย รวมเป็นเส้นสีน้ำเงินผสมสีเขียวอ่อนกอง
อยู่ตรงที่เคลือบหยุดไหล ต้องใช้วิธีเขียนเส้นด้วยฟู่กันชุบสี
โคบอลต์ออกไซด์ได้เคลือบวนเป็นแถบกว้าง 1 ซม. รอบตัว
ผลิตภัณฑ์บริเวณที่อยู่เหนือการไหลตัวของเคลือบนำ
ผลิตภัณฑ์เคลือบที่เขียนเส้นสีน้ำเงินได้เคลือบแล้วไปชุบ
เคลือบไหลสีเขียวอ่อนตามต้องการให้มีความหนา 2 มม. ทับ
เส้นสีน้ำเงินที่เขียนไว้ ภายหลังการเผาเคลือบสีเขียวอ่อนไหล

ตัวพาเอาสีน้ำเงินได้เคลือบที่เขียนไว้มากองรวมกันอยู่ตรงบริเวณที่เคลือบย้อยด้านล่าง เทคนิคนี้สามารถนำไปใช้กับเคลือบไหลได้ทุกสี (ไพจิตร อังศิริวัฒน์, 2537 : 187)

เทคนิคการทำเคลือบด้าน

เคลือบด้าน (Matt Glaze) เป็นเคลือบที่ทำขึ้นมาเพื่อความสวยงาม ซึ่งทำได้ 2 วิธี ด้วยกัน ดังนี้ คือ (เลิศรงค์ ศรีพนม, 2532 : 87)

1. เฝ้าไม่ถึงจุดสุกตัวของเคลือบ
2. เติมน้ำลงในอ่างในสูตรเคลือบ นอกจากนี้ มีการเติมซิงค์ออกไซด์ ซิลิกา ดินขาว และไทเทเนียมลงไปเพื่อให้ผิวเคลือบด้าน

เคลือบด้าน (Matt Glaze) และกึ่งด้าน (Semi matt) เคลือบชนิดนี้ เกิดจากมีผลึกเล็กๆ ของไพโรติไมท์ หรือคริสโตบาไลต์ เกิดขึ้นที่ผิวเคลือบ ซึ่งมีผลต่อการสะท้อนแสง ทำให้เคลือบมีลักษณะด้าน ไม่แวววาว มักพบในเคลือบที่มีเปอร์เซ็นต์ของซิลิกาและอะลูมินาสูง นอกจากนี้การเติมซิงค์ออกไซด์ และไทเทเนียม ลงไปในเคลือบ ทำให้เกิดเคลือบด้านได้ (นันทวัน สุขแสงดาว, 2531 : 23)

เคลือบด้านเป็นเคลือบที่มีความน่าสนใจตรงที่ผิวของเคลือบมีลักษณะด้านเนียนมีความแข็งแรงและทนทาน ความด้านของเคลือบเกิดจากจำนวนผลึกเล็กๆ จำนวนมากในน้ำเคลือบ ซึ่งไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ผลึกเหล่านั้นมีผลต่อทำให้แสงที่สะท้อนกลับออกมาของผิวผลิตภัณฑ์จะกระจายไปอย่างไม่เป็นระเบียบ ทำให้เราไม่เห็นแสงที่สะท้อนออกมาจากผิวผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจนเคลือบด้านสามารถเตรียมได้โดยการเพิ่มอะลูมินา ซิลิกา แคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียม หรือแบเรียม แต่แบเรียมเป็นสารที่เป็นพิษควรจับต้องด้วยความระมัดระวัง นอกจากนี้ยังสามารถทำให้เคลือบด้านได้หลายวิธี เช่น การเผาที่ปล่อยให้เคลือบเย็นตัวลงอย่างช้าๆ ทำให้เคลือบมีคุณสมบัติด้านได้บ้าง ประโยชน์ของเคลือบด้านต่อหน้าที่การใช้สอยคือ ทำให้ผู้ใช้งานระคายเคืองจากขณะที่เคลือบแล้วได้อย่างมั่นใจไม่ลื่นหลุดมือถึงแม้จะเปียกน้ำ นอกจากนี้ยังลดความมันวาวและการสะท้อนแสงของเคลือบลง ทำให้เกิดความรู้สึกสบายมือและแข็งแรงขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความสะอาดหรือทำความสะอาดบ่อยๆ เช่น เครื่องสุขภัณฑ์ และภาชนะใส่อาหาร

ไม่ควรใช้เคลือบด้าน เคลือบอย่างต่อเนื่องเพราะจะยากต่อการทำความสะอาดและมีเศษฝุ่นละอองติดง่าย (ปณณรัตน์ พิษณุไพบุลย์, 2538 : 160-161)

เทคนิคการทำเคลือบด้านจากงานวิจัยของ

นายธีระพงษ์ ไชยอ้าย

จากการศึกษาเทคนิคการเลียนแบบเครื่องถ้วยเซลาดอนโบราณ ของนายธีระพงษ์ ไชยอ้าย ได้มีการพัฒนาเทคนิคการเลียนแบบเคลือบสีลาดอนโบราณ โดยหลักเลียนจากการใช้สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ซึ่งเป็นอันตรายต่อร่างกาย ซึ่งใช้วิธีการพัฒนาและปรับปรุงผิวเคลือบโดยเลือกสูตรที่ A ชุดที่ 1 มีส่วนผสมดังนี้ หินปูนอัตราส่วนร้อยละ 30 ดินแดงบ้านพ่อเลี้ยงหมื่นอัตราส่วนร้อยละ 50 โปแตสเซิลสเปร์อัตราส่วนร้อยละ 20 มาพ่นทับด้วยดินขาวระนองในอัตราส่วนดินขาว : น้ำ 20: 80 และสูตรที่ B/28 4g ชุดที่ 2 มีส่วนผสมดังนี้ หินปูนอัตราส่วนร้อยละ 20 ดินแดงเหมืองกุ้งอัตราส่วนร้อยละ 10 โปแตสเซิลสเปร์อัตราส่วนร้อยละ 70 ดินขาว ในอัตราส่วนร้อยละ 20 สีในเคลือบสีฟ้าอัตราส่วนร้อยละ 8 มาพ่นทับด้วยดินขาวระนองในอัตราส่วนดินขาว:น้ำ 30 :70 เฝ้าในบรรยากาศรีดักชั่น (RF) ที่อุณหภูมิ 1,250°C ผลปรากฏว่าเคลือบมีผิวกึ่งด้าน เป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากดินขาวระนองที่ล้างแล้ว มีความทนไฟถึง 1,785°C และสอดคล้องกับการแนะนำของอาจารย์ไพจิตร อังศิริวัฒน์ กล่าวว่าผู้จัดการโรงงานกระเบื้องเวียงพิงค์ คุณวิโรจน์ ได้แนะนำการทำเคลือบด้านโดยการพ่นดินขาวทับเคลือบโดยบอกว่าถ้าอยากให้เคลือบที่ใสแวววาวมันด้านลงให้พ่นดินขาวทับบนเคลือบแล้วเคลือบออกมาก็จะด้านสวยทุกครั้ง พ่นกี่ครั้งกระเบื้องที่โรงงานก็ออกมาสวยด้านทุกครั้ง (ไพจิตร อังศิริวัฒน์, 4 พฤษภาคม 2548) และดินขาวระนองล่าง 325 เมช นิยมใช้ทำเนื้อดินปอร์ซเลน หรือผสมในเนื้อวัสดุทนไฟ และใช้เป็นวัตถุดิบในน้ำเคลือบ มีความทนไฟประมาณ 1,500°C (ไพจิตร อังศิริวัฒน์, 2541 : 45) และกล่าวแนะนำว่าหากใช้ดินซูปเปอร์ปอร์ซเลนจะได้ผลดียิ่งขึ้นเพราะดินซูปเปอร์พอร์ซเลนมีความละเอียดมาก (ธีระพงษ์ ไชยอ้าย, 2548)

ในการทดสอบทำเคลือบสีลาดเคลือบด้านนี้ ได้เลือกใช้ข้อมูลของนายธีระพงษ์ ไชยอ้าย มาพัฒนาต่อเพื่อให้ได้ผลดี โดยมีการพัฒนาต่อเพื่อให้ได้ผลดียิ่งขึ้น

จากการศึกษาโครงการงานการวิจัยเชิงทดลอง (True Experimental Research) ของการศึกษาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาดเกิดปฏิกิริยาการไหลและเกิดปฏิกิริยาการด้าน ผู้วิจัยได้นำเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตอนที่ 1 ดำเนินการทดลองหาอัตราส่วนผสมในเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน

ตอนที่ 2 ดำเนินการทดลองการปรับปรุงและพัฒนาผิวเคลือบ

ตอนที่ 3 ดำเนินการผลิต

ตอนที่ 1 การทดลองหาอัตราส่วนผสมในเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน
 โดยการใช้ตารางสี่เหลี่ยมขนาด 121 จุด
 ในการทดสอบหาอัตราส่วนผสมในเคลือบสีลาดโดยใช้วัตถุดิบ ดังนี้

ซีเมนต์ไม่ก่อ จาก บริษัท ไทยสีลาด
 ซีเมนต์ไม่รกร้า จาก บริษัท ไทยสีลาด
 ดินเหนียว จาก บริษัท ไทยสีลาด
 โปแตสเซิลสปาร์

แสดงผลการทดลองเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน ชุดที่ 1



แสดงผลการทดลองเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐาน ชุดที่ 2



ผลการทดลองหาอัตราส่วนของเคลือบสีลาดชั้นพื้นฐานชุดที่ 1 และ ชุดที่ 2

เคลือบที่มีอัตราส่วนของซีเมนต์ทั้งสองชนิดมากกว่า 70% จะไม่มีการหลอมละลายหรือเคลือบหลอมละลายไม่หมด แต่เมื่อมีอัตราส่วนของซีเมนต์ในอัตราส่วน 30-50% เคลือบจะมีสีเขียวใส พบตำหนิในเคลือบน้อยมากเคลือบบริเวณที่มีอัตราส่วนของซีเมนต์ไม่ก่อกมากก็จะเกิดการไหลตัว แต่บริเวณที่มีซีเมนต์ไม่รกร้ามากก็เกิดการไหลตัวเช่นกันและสีของเคลือบจะเป็นสีเขียวอมฟ้า ขณะเดียวกันเคลือบที่มีปริมาณดินเหนียวเพิ่มขึ้นเคลือบจะไหลตัวน้อยลงและเคลือบมีความใสน้อยลง แต่เคลือบที่มีส่วนผสมของดินเหนียวและเฟลสปาร์โดยที่ไม่มีส่วนผสมของซีเมนต์เคลือบจะมีผิวด้านสีครีมอมส้ม แสดงว่า ดินเหนียวเป็นวัตถุดิบที่ทำให้เคลือบด้าน และซีเมนต์ไม่ก่อก ซีเมนต์ไม่รกร้า เป็นวัตถุดิบที่ทำให้เคลือบไหล ในขณะที่เดียวกันก็ให้สีในเคลือบด้วย

ดำเนินการปรับปรุงเคลือบ โดยนำเคลือบสูตรที่ 2/84 มาเพิ่มวัตถุดิบ 9 ชนิด ใน อัตราส่วน 5% - 30% ในเคลือบ ดังนี้

สารเคมี	5%	10%	15%	20%	25%	30%
แมกนีเซียมคาร์บอเนต	3/1	3/2	3/3	3/4	3/5	3/6
ทัลก์	3/7	3/8	3/9	3/10	3/11	3/12
โคโลไมด์	3/13	3/14	3/15	3/16	3/17	3/18
หินปูน	3/19	3/20	3/21	3/22	3/23	3/24
แบเรียมคาร์บอเนต	3/25	3/26	3/27	3/28	3/29	3/30
สังกะสีออกไซด์	3/31	3/32	3/33	3/34	3/35	3/36
ฟริต เบอร์ 366	3/37	3/38	3/39	3/40	3/41	3/42
ดินขาวระนอง	3/43	3/44	3/45	3/46	3/47	3/48
ซิลิกา	3/49	3/50	3/51	3/52	3/53	3/54

จากการทดสอบหาอัตราส่วนของเคลือบสีลาดขั้นพื้นฐาน พบว่า วัตถุดิบหลักในการเตรียมเคลือบคือ ซีเมนต์ไม่รกร้า ซีเมนต์ไม่ก่อก ดินเหนียว โฟแทสเฟลสปาร์ โดยการเผาในบรรยากาศรีดักชัน (RF) ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ผลปรากฏว่า เคลือบที่มีลักษณะเหมือนกับเคลือบสีลาดของ บริษัท ไทยสีลาด จำกัด จ. เชียงใหม่ คือเคลือบสูตรที่ 2/84 ดังมีอัตราส่วนผสมคือ

ซีเมนต์ไม่รกร้า	12%
ซีเมนต์ไม่ก่อก	18%
ดินเหนียว	28%
โฟแทสเฟลสปาร์	42%

การดำเนินการปรับปรุงการไหลและการด้านของเคลือบ

ทำการทดลองโดยใช้สูตรที่ 84 จากการทดลองชุดที่ 2 และใช้เคลือบของโรงงาน เพิ่มสารเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นค่าและกรด ดังมีผลการทดลอง ดังนี้

การทดลองชุดที่ 3

จากการทดลองในชุดที่ 3 พบว่า วัตถุดิบที่เติมลงไปในการเคลือบสูตรที่ 84 ของการทดลองชุดที่ 2 แล้วทำให้เคลือบมีการไหลตัวได้ดี คือ Frit เบอร์ 366 และ CaCO_3 แต่ผิวเคลือบจากการเติม CaCO_3 จะไม่ใส เพราะฉะนั้นการเติม Frit เบอร์ 366 ตั้งแต่ 15% ลงในสูตรเคลือบทำให้เคลือบมีสีเขียวใส การไหลตัวลงมากองที่พื้นเป็นแก้วใส เป็นที่น่าพอใจและวัตถุดิบที่ทำให้เคลือบสูตรที่ 84 ของการทดลองชุดที่ 2 มีผิวด้านเป็นที่น่าสนใจคือการเติม ดินขาวระนองลงไป ในอัตราส่วน 20-30% ซึ่งผิวเคลือบที่ได้มีความด้าน ไม่มีการไหลตัว และไม่พบตำหนิที่ผิวเคลือบ

สำหรับการเติมวัตถุดิบชนิดอื่น ลงในเคลือบ คือ Dolomite , Talcum และ MgCO_3 จะมีผลสีครีมที่ผิวเคลือบทำให้ผิวเคลือบไม่ใส และมีสีที่ผิดจากเดิม และยังพบตำหนิที่ผิวเคลือบด้วย และสีของเคลือบที่ไหลตัวลงมาก็มีความขุ่นด้านบางครั้งก็จับตัวเป็นผลึกสีขาวครีม ซึ่งหากนำไปเคลือบด้านในของถ้วยเพื่อให้มีการไหลตัวลงมากองที่ก้นถ้วยเคลือบที่ไหลตัวลงไปจะเกิดเป็นผลึกสีขาวครีม ไม่สวยงามเคลือบที่เติม BaCO_3 25-30% เคลือบจะมีผิวด้านและในขณะที่เดียวกันก็เกิดการไหลตัวด้วย



ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จรูปของเคลือบสูตรที่ 3/42
(เติม Frit 366 30%)



ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จรูปของเคลือบสูตรที่ 4/29
(เติม BaCO_3 25%)

การทดลองชุดที่ 4

ดำเนินการปรับปรุงเคลือบ โดยนำเคลือบสีลาดจาก บริษัท ไทยสีลาด มาเพิ่มวัตถุดิบ 9 ชนิด ในอัตราส่วน 5%-30% ในสูตรเคลือบ ดังนี้

สารเคมี	5%	10%	15%	20%	25%	30%
แมกนีเซียมคาร์บอเนต	4/1	4/2	4/3	4/4	4/5	4/6
ทัลก์	4/7	4/8	4/9	4/10	4/11	4/12
โคโลไมต์	4/13	4/14	4/15	4/16	4/17	4/18
หินปูน	4/19	4/20	4/21	4/22	4/23	4/24
แบเรียมคาร์บอเนต	4/25	4/26	4/27	4/28	4/29	4/30
สังกะสีออกไซด์	4/31	4/32	4/33	4/34	4/35	4/36
ฟริต เบอร์ 366	4/37	4/38	4/39	4/40	4/41	4/42
ดินขาวระนอง	4/43	4/44	4/45	4/46	4/47	4/48
ซิลิกา	4/49	4/50	4/51	4/52	4/53	4/54

จากการทดลองในชุดที่ 4 พบว่า วัตถุดิบที่เติมลงไปในการเคลือบสีลาดของ บริษัท ไทยสีลาด แล้วทำให้เคลือบมีการไหลตัวได้ดี คือ Frit เบอร์ 366 , CaCO_3 , BaCO_3 และ Dolomite แต่ผิวเคลือบจากการเติม CaCO_3 และ Dolomite จะไม่ใส ส่วนการเติม BaCO_3 ทำให้เคลือบมีการไหลตัวลงมาเป็นแก้วใส แต่ผิวเคลือบมีตำหนิตามจำนวนมาก เพราะฉะนั้นการเติม Frit เบอร์ 366 ตั้งแต่ 15% ลงในสูตรเคลือบทำให้เคลือบมีสีเขียวใส การไหลตัวลงมากองที่พื้นเป็นแก้วใส เป็นที่น่าพอใจ และวัตถุดิบที่ทำให้เคลือบ มีผิวด้านเป็นที่น่าสนใจคือการเติม ดินขาวระนองและ SiO_2 ลงไปในอัตราส่วน 20-30% ซึ่งผิวเคลือบที่ได้มีความด้าน แต่สีเคลือบซีดจางลงจากเดิม

สำหรับการเติมวัตถุดิบชนิดอื่น ลงในเคลือบ คือ Talcum และ MgCO_3 จะมีผลผลิตสีครีมที่ผิวเคลือบทำให้ผิวเคลือบไม่ใส และมีสีที่ผิดจากเดิม สีของเคลือบที่ไหลตัวลงมากก็มีความขุ่นด้านบางครั้งก็จับตัวเป็นผลึกสีขาวครีม การเติม ZnO ในเคลือบได้เคลือบสีเขียวใส แต่เคลือบไม่มีการไหลตัว



ชิ้นงานที่เคลือบสำเร็จสมบูรณ์ของเคลือบสูตรที่ 4/24
(เติม Frit เบอร์ 366 30%)



แสดงเคลือบที่ไหลลงกองที่ก้นถ้วยของเคลือบสูตรที่ 4/24
(เติม Frit เบอร์ 366 30%)

ผลการทดลองเทคนิคการทำเคลือบไหล

นำสีกอกไซด์มาจุดไว้ด้านบนภาชนะเมื่อเคลือบไหลลงมาจะพาเอาสีไหลลงมาด้วยทำให้เกิดรอยไหลหลากสีซึ่งทำให้ชิ้นงานมีความน่าสนใจยิ่งขึ้น โดยสีที่จุดบนเคลือบจะมีการผสมพริตเตอร์ 366ลงไปด้วยเพื่อให้เกิดการไหลมากขึ้น

จากการทดลอง สีที่สามารถไหลตัวลงมาได้ดีที่สุด คือสีน้ำตาล และสีที่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้คือ สีเขียวกยูง เนื่องจากไม่มีการไหลตัว และสีที่ได้ไม่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์เคลือบสีลาด ในการจุดสีกอกไซด์ลงบนชิ้นงานนั้นต้องหยดสีให้เป็นจุดเล็กๆ เพียงจุดเดียว ห้ามหยดให้สีกระจายเพราะหากสีกระจายเมื่อสีไหลตัวลงมาแล้วจะทำให้สีไม่ไหลเป็นเส้นตรง

2 ชั้น	ผิวเคลือบบางส่วนเท่านั้นที่ด้านแต่ก็มีผิวเป็นเม็ดขรุขระ ไม่เรียบ
3 ชั้น	ผิวเคลือบบางส่วนเท่านั้นที่ด้านแต่ก็มีผิวเป็นเม็ดขรุขระ ไม่เรียบ
4 ชั้น	เมื่อเคลือบแห้งแล้วร้อน แดกออกจากกัน ไม่สามารถนำไปเผาได้

การทดลองโดยการพันทับด้วยดินขาวระนอง เมื่อนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1,250°C ในบรรยากาศการเผาของบริษัท ไทยสีลาด จำกัด ดินขาวระนองที่พันทับไม่เกิดการหลอมละลาย เกิดการพองตัวเป็นสีขาวบนผิวเคลือบและเปราะแตกเมื่อสัมผัส เมื่อทดลองโดยใช้ดินซูปเปอร์ฟอร์ชเลนพันทับ และเผาในบรรยากาศเดียวกัน ผิวเคลือบบางส่วนเท่านั้นที่เกิดผิวด้านและบริเวณที่ผิวด้านนั้นจะมีผิวเป็นเม็ดเล็กๆ ขรุขระ และหากพันหนาจะทำให้เคลือบร้อนออกเมื่อแห้ง ทำให้ไม่สามารถควบคุมการด้านของผิวเคลือบได้จากเทคนิคนี้ จึงปรับปรุงโดยการพันทับด้วยน้ำดินหล่อผสมเคลือบสีลาดและดินซูปเปอร์ฟอร์ชเลนผสมกับเคลือบสีลาดจาก บริษัท ไทยสีลาด จำกัด ในอัตราส่วน 10% - 30% เพื่อลดการพองหลังการเผาของดินซูปเปอร์ฟอร์ชเลน

ผลการทดลองเทคนิคการทำเคลือบด้าน

การพันทับด้วยดินขาวระนองโดยใช้อัตราส่วนดินขาวระนอง 30% ค่อน้ำ 70% มีผลการทดสอบดังนี้

จำนวนชั้นที่พัน	ผลการทดสอบ
1 ชั้น	เคลือบเกิดการพองตัว ไม่หลอมละลาย
2 ชั้น	เคลือบเกิดการพองตัว ไม่หลอมละลาย
3 ชั้น	เมื่อเคลือบแห้งแล้วร้อน แดกออกจากกัน ไม่สามารถนำไปเผาได้
4 ชั้น	เมื่อเคลือบแห้งแล้วร้อน แดกออกจากกัน ไม่สามารถนำไปเผาได้

การพันทับด้วยดินซูปเปอร์ฟอร์ชเลนใช้อัตราส่วนดินซูปเปอร์ฟอร์ชเลน 30% ค่อน้ำ 70% นำการทดสอบของนายธีระพงษ์ ไชยอ้าย มาทำซ้ำ มีผลการทดสอบดังนี้

จำนวนชั้นที่พัน	ผลการทดสอบ
1 ชั้น	ผิวเคลือบบางส่วนเท่านั้นที่ด้านแต่ก็มีผิวเป็นเม็ดขรุขระ ไม่เรียบ

ปรับปรุงโดยนำน้ำดินหล่อและเคลือบสีลาดจาก บริษัท ไทยสีลาด จำกัด มาผสมกัน แล้วพันทับบนงานขนาด 9 นิ้วที่เคลือบด้วยเคลือบสีลาดไว้แล้ว ให้มีความหนา-บางต่างกันเพื่อลดการพองตัว ดังมีอัตราส่วนต่อไปนี้

- งานใบที่ 1 น้ำดินหล่อ 100%
เคลือบสีลาด -
- งานใบที่ 2 น้ำดินหล่อ 90%
เคลือบสีลาด 10%
- งานใบที่ 3 น้ำดินหล่อ 80%
เคลือบสีลาด 20%
- งานใบที่ 4 น้ำดินหล่อ 70%
เคลือบสีลาด 30%

การพันทับด้วยน้ำดินหล่อและเคลือบสีลาดจาก บริษัท ไทยสีลาด จำกัด ในอัตราส่วนที่ต่างกัน มีผลการทดสอบดังนี้

งานใบที่	พันหนา	พันบาง
----------	--------	--------

1	ผิวกึ่งด้าน เป็นเม็ด	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง
2	ผิวด้าน เป็นเม็ดเล็กน้อย สีเคลือบมีการเปลี่ยนแปลง	ผิวด้าน เป็นเม็ดเล็กน้อย บางส่วนพองตัว
3	ผิวด้าน เป็นเม็ดสีขาว ผิวเคลือบไม่เรียบ บางส่วนพองตัว	ผิวเป็นเม็ดเล็กน้อย สังเกตเห็นได้ไม่ชัดเจน ผิวเคลือบไม่ด้าน
4	ผิวกึ่งด้าน เป็นเม็ดที่ผิวเคลือบ	ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

	เป็นสีขาว	ไม่เปลี่ยนแปลง
7	ผิวด้าน เรียบ สีเคลือบชัดเจนเล็กน้อย	ผิวกึ่งด้านเป็นบางส่วน ผิวเรียบ
8	ผิวกึ่งด้าน เป็นเม็ดไม่เรียบ	ผิวเป็นเม็ดเล็กน้อย สังเกตเห็นได้ไม่ชัดเจน ผิวเคลือบไม่ด้าน

จากการวิจัยการศึกษาปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาคลเกิดปฏิกิริยาการไหลและเกิดปฏิกิริยาการด้าน โดยวิธีการทดสอบหาอัตราส่วนของเคลือบสีลาคลชั้นพื้นฐานโดยใช้ทฤษฎีตารางสี่เหลี่ยม (Quatraxial Blend) จำนวน 2 ชุด ชุดละ 121 สูตร และเลือกสูตรที่มีลักษณะใกล้เคียงกับเคลือบสีลาคลของบริษัท ไทยสีลาคล จำกัด มากที่สุด มาปรับปรุงและพัฒนาเคลือบ เสาในบรรยากาศรีดักชั่น (RF) ที่อุณหภูมิ 1,250°C ของบริษัท ไทยสีลาคล จำกัด ทำให้มีผลการทดสอบแตกต่างกันออกไปในคุณสมบัติของเคลือบ สามารถอภิปรายได้ ดังนี้

ปรับปรุงโดยนำดินซูเปอร์พอร์ซเลนและเคลือบสีลาคลจากบริษัท ไทยสีลาคล จำกัด มาผสมกัน แล้วพ่นทับบนจานขนาด 9 นิ้วที่เคลือบด้วยเคลือบสีลาคลไว้แล้ว ให้มีความหนา-บางต่างกันเพื่อลดการพองตัว ดังมีอัตราส่วนต่อไปนี้

- จานใบที่ 5 ดินซูเปอร์พอร์ซเลน 100%
เคลือบสีลาคล -
- จานใบที่ 6 ดินซูเปอร์พอร์ซเลน 90%
เคลือบสีลาคล 10%
- จานใบที่ 7 ดินซูเปอร์พอร์ซเลน 80%
เคลือบสีลาคล 20%
- จานใบที่ 8 ดินซูเปอร์พอร์ซเลน 70%
เคลือบสีลาคล 30%

การพ่นทับด้วยดินซูเปอร์พอร์ซเลนและเคลือบสีลาคลจากบริษัท ไทยสีลาคล จำกัด ในอัตราส่วนที่ต่างกัน มีผลการทดสอบดังนี้

จานใบที่	พ่นหนา	พ่นบาง
5	เคลือบเป็นสีขาวทึบ	เกิดการพองตัว เห็นเป็นเม็ดสีขาว
6	เกิดการพองตัว ผิว	ผิวด้าน เรียบ สีเคลือบ

1. การควบคุมการด้าน

ปัจจัยที่ทำให้เคลือบสีลาคลเกิดปฏิกิริยาการด้าน ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบทนไฟ คือ ซิลิกา ดินขาวระนอง ในปริมาณ 20-30% นอกจากนี้วัตถุดิบที่เป็นตัวทนไฟทำให้เกิดปฏิกิริยาด้านในเคลือบยังประกอบด้วย BaCO_3 , ZnO และ TiO_2 การเผาในเตาเผาแบบรีดักชั่นที่ปล่อยให้เตาเผาเย็นตัวลงช้าๆ ซึ่งสามารถควบคุมการเย็นตัวได้กับเตาอิฐ แต่เนื่องจากเตาเผาของ บริษัท ไทยสีลาคล จำกัด เป็นเตาไฟฟ้าเบอร์ ซึ่งจะควบคุมให้เตาเผาเย็นตัวลงช้าๆ ได้ยากกว่าเตาอิฐ การที่จะทำให้เคลือบด้านได้ในเตาแบบไฟเบอร์นั้น อาจเริ่มจากการเผาให้ถึงอุณหภูมิ 1,250°C และลดลงเหลือ 1,100°C จึงจุดเตาขึ้นใหม่แล้วคงอุณหภูมิไว้ 2-4 ชั่วโมง (ไพจิตร อังศิริวัฒน์, 2549) แต่เนื่องจากโรงงานที่ผลิตเคลือบสีลาคลในปัจจุบันใช้วิธีการเผาแบบรีดักชั่นธรรมชาติเพราะส่วนใหญ่ก็จะเผาเฉพาะ สีลาคลสีเท่านั้น การทดลองนี้ต้องใช้เตาเผาร่วมกับผลิตภัณฑ์อื่นๆ ของบริษัท ไทยสีลาคล จำกัด จึงไม่สามารถปรับเปลี่ยนบรรยากาศการเผาเดิมได้เพราะอาจทำให้เกิดกระทบกระเทือนกับชิ้นงานอื่นได้ จึงต้องเน้นการทำให้เคลือบมีผิวด้านที่เกิดจากดินขาวระนอง ซึ่ง จากการศึกษาเทคนิคการเลียนแบบเครื่องถ้วยเซลาดอนโบราณ ของนายธีร

พงษ์ ไชยอ้าย ได้มีการพัฒนาเทคนิคการเลียนแบบเคลือบซิลิโคนโบราณ โดยหลักเนื่องจากการใช้สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ซึ่งเป็นอันตรายต่อร่างกาย ผลปรากฏว่าเคลือบมีผิวเงาเป็นมันวาว เป็นที่น่าพอใจ เนื่องจากดินขาวระนองที่ล้างแล้วมีความทนไฟถึง $1,785^{\circ}\text{C}$ และสอดคล้องกับการแนะนำของอาจารย์ไพจิตร อังศิริวัฒน์ กล่าวว่าผู้จัดการโรงงานกระเบื้องเวียงพิงค์ คุณวิโรจน์ ได้แนะนำการทำเคลือบดินขาวโดยการพ่นดินขาวทับเคลือบโดยบอกว่าถ้าอยากได้เคลือบที่ใสแวววาวมันด้านลงให้พ่นดินขาวทับบนเคลือบแล้วเคลือบออกมาทีละด้านสลับทุกครั้ง พ่นทีละครั้งกระเบื้องที่โรงงานก็ออกมาสวยด้านทุกครั้ง (ไพจิตร อังศิริวัฒน์. 4 พฤษภาคม 2548) และดินขาวระนองล้าง 325 เมช นิยมใช้ทำเนื้อดินพอร์ซเลน หรือผสมในเนื้อวัสดุทนไฟ และใช้เป็นวัตถุดิบในน้ำเคลือบ มีความทนไฟประมาณ $1,500^{\circ}\text{C}$ (ไพจิตร อังศิริวัฒน์. 2541 : 45) นายธีรพงษ์ ไชยอ้าย กล่าวแนะนำว่าหากใช้ดินซูปเปอร์พอร์ซเลนจะได้ผลดียิ่งขึ้นเพราะดินซูปเปอร์พอร์ซเลนมีความละเอียดมากกว่า (ธีรพงษ์ ไชยอ้าย. 2548) แต่ผลการทดลองที่ออกมากลับไม่ได้ผล อาจเนื่องมาจากส่วนผสมของเคลือบซิลิโคนที่พ่นทับต่างกับเคลือบซิลิโคนของนายธีรพงษ์ ไชยอ้าย และบรรยากาศการเผาที่ต่างกันทำให้ดินขาวระนองที่พ่นทับไม่เกิดการหลอมละลายเพราะดินขาวมีความทนไฟถึง $1,700^{\circ}\text{C}$ แต่จากกราฟการเผาเผาของบริษัท ไทยซิลิโคน จำกัด มีการเผได้ถึงอุณหภูมิ $1,255^{\circ}\text{C}$ เท่านั้น และการพ่นเคลือบที่ไม่สามารถปรับหัวพ่นของเครื่องพ่นให้เป็นฝอยได้เท่าที่ควรจึงมีการจับตัวกันหนาในบางส่วนไม่สม่ำเสมอ แต่เมื่อมีการปรับปรุงโดยการนำเคลือบซิลิโคนผสมกับน้ำดินห่อและดินซูปเปอร์พอร์ซเลน เพื่อลดการพองตัวปรากฏว่า เคลือบซิลิโคนเมื่อผสมกับน้ำดินห่อแล้วพ่นทับเคลือบซิลิโคน เคลือบมีการพองตัวให้เห็นได้บางส่วนและสีของเคลือบมีการเปลี่ยนแปลงมาก ต่างจากเมื่อนำดินซูปเปอร์พอร์ซเลนผสมกับเคลือบซิลิโคนซึ่งเคลือบมีการพองตัวน้อยกว่าและสีเคลือบไม่เปลี่ยนแปลงมาก โดยเฉพาะเมื่อนำดินซูปเปอร์พอร์ซเลนผสมกับเคลือบซิลิโคนอัตราส่วน 80:20 ปรากฏว่าเคลือบมีผิวด้าน เป็นที่น่าพอใจ

2. การควบคุมการไหล

วัตถุดิบในเคลือบซิลิโคนพื้นฐานที่ทำให้เคลือบซิลิโคนเกิดปฏิกิริยาการไหลคือ ขี้เถ้าไม้ก่อกและขี้เถ้าไม้รอกฟ้า ซึ่งจากการทดลองในชุดที่ 1 และ 2 พบว่าเคลือบที่มีปริมาณขี้เถ้าพืชทั้งสองชนิดมากจะมีการไหลตัวเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะเมื่อเข้าใกล้บริเวณที่มีขี้เถ้าไม้ก่อกมาก และเคลือบ

จะมีสีเขียวอมฟ้าเมื่อเข้าใกล้บริเวณที่มีขี้เถ้าไม้รอกฟ้ามาก สอดคล้องกับทฤษฎีอัตราส่วนของขี้เถ้าต่อส่วนผสมอื่นๆ ในน้ำเคลือบมีผลต่ออุณหภูมิในการเผาถลุงคือ ถ้าปริมาณของขี้เถ้ามีมากจะทำให้จุดหลอมเหลวของเคลือบต่ำลง ในขณะที่ปริมาณของขี้เถ้ามีน้อยจะทำให้เคลือบสุกตัวที่อุณหภูมิสูงขึ้น และเคลือบจะมีลักษณะด้าน (ปณณรัตน์ พิชญ์ไพฑูริย์ 2538:160) เคลือบซิลิโคนของไทยส่วนใหญ่มีส่วนผสมของขี้เถ้าไม้ประมาณ 50% ในสูตร หลังการเผาได้เคลือบใสสีเขียว สีเขียวเกิดจากคลอโรฟิลล์หรือธาตุเหล็กในพืช (ไพจิตร อังศิริวัฒน์. 2537 : 142) และจากผลวิเคราะห์ทางเคมีของขี้เถ้าไม้ก่อกและขี้เถ้าไม้รอกฟ้าพบว่า มีเหล็กออกไซด์เป็นส่วนประกอบ โดยขี้เถ้าไม้รอกฟ้ามี 1.015 มากกว่าขี้เถ้าไม้ก่อก ซึ่งมี 0.886 เท่านั้น (ดวงเดือน กันทะวงค์วาร.2547) แสดงว่าขี้เถ้าพืชก็มีส่วนในการให้สีในเคลือบ ดินเหนียวก็มีส่วนในการให้สีในเคลือบเช่นกันเพราะมีเหล็กออกไซด์อยู่ถึง 1.640 และจากการทดลองพบว่าเคลือบที่เข้าใกล้บริเวณที่มีดินเหนียวมากก็จะมีสีเข้มขึ้นแต่มีความขุ่นมากขึ้นด้วย ในสูตรเคลือบที่มีดินเหนียวและโพแทสเซิลสแปรแต่ไม่มีขี้เถ้าในส่วนผสม เคลือบจะเกิดการด้านแต่สีเคลือบจะเป็นสีครีมอมส้ม สันนิษฐานได้ว่า ขี้เถ้าไม้ก่อก ขี้เถ้าไม้รอกฟ้าและ ดินเหนียว เป็นวัตถุดิบที่ให้สีในเคลือบซิลิโคนร่วมกัน แต่ขณะเดียวกันเคลือบที่มีดินเหนียวเป็นส่วนผสมมากขึ้นการไหลตัวของเคลือบก็จะลดลง แสดงว่าดินเหนียวเป็นตัวทนไฟมีส่วนในการลดการไหลตัวของเคลือบได้ จากการปรับปรุงการไหลของเคลือบ พบว่า วัตถุดิบที่ทำให้เคลือบไหล ได้แก่ Frit เบอร์ 366 , BaCO_3 , ZnO , Dolomite และ CaCO_3 ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นต่างในสูตรเคลือบ ความหนา-บางของการชุบเคลือบถ้าชุบเคลือบหนาเกินไปทำให้เคลือบเกิดการไหลได้ สำหรับเคลือบซิลิโคนนิยมชุบเคลือบหนา 2 มิลลิเมตร การเผาเคลือบหากเผาใช้เวลานานเกินไปหรือเผาเกินอุณหภูมิของเคลือบก็อาจทำให้เคลือบไหลได้ สำหรับแนวทางแก้ไขการไหลตัวของเคลือบ คือ การลดวัตถุดิบในกลุ่มต่างหรือตัวหลอมละลายลงและเพิ่มวัตถุดิบในกลุ่มกรดหรือตัวทนไฟ คือ ดินขาว และซิลิกา ซึ่งจากการทดลองพบว่า ถ้าเพิ่มวัตถุดิบทั้งสองชนิดเคลือบจะหยุดไหลและเมื่อมีปริมาณมากขึ้นทำให้เคลือบด้านได้ และการลดอุณหภูมิการเผา $10-30^{\circ}\text{C}$ ก็จะสามารถควบคุมการไหลได้ ทั้งนี้ต้องชุบเคลือบหนา 2 มิลลิเมตรเท่านั้น แต่เนื่องจากใช้บรรยากาศการเผาของบริษัท ไทยซิลิโคน จำกัด ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ จึงต้องเน้นที่การเพิ่มวัตถุดิบในเคลือบ

การทำเคลือบสีลาดให้เกิดปฏิกิริยาการไหลนี้ เพื่อเพิ่มความแปลกใหม่ให้กับเคลือบ เป็นการเพิ่มช่องทางการตลาดให้กับโรงงานได้อีกทางหนึ่งและเนื่องจากเป็น ความต้องการของโรงงานที่ต้องการพัฒนาเคลือบสีลาดให้ ไหลลงมากองที่ก้นภาชนะ เพื่อเพิ่มความแปลกใหม่ของ เคลือบสีลาดแบบเก่าที่มีสีเขียวใส และใช้การตกแต่งโดย การฝังเคลือบในเส้นที่แกะเป็นร่องลึกทำให้เห็นลวดลายเป็น 2 มิติเท่านั้น เคลือบของบริษัท ไทยสีลาด จำกัด เมื่อเติม Frit เบอร์ 366 ลงไป 15-30% จะทำให้เคลือบไหลมากองที่ก้น ถ้วย และเคลือบที่ไหลลงมามีความใส ผิวเคลือบไม่มีตำหนิ แต่เคลือบที่เพิ่ม BaCO_3 ก็มีการไหลด้ลงกองที่ก้นถ้วยและ เคลือบที่ไหลลงกองที่ก้นถ้วยก็มีความใสเช่นกันแต่ผิวเคลือบ มีรูตามดเป็นจำนวนมากจึงไม่เหมาะกับการนำไปเคลือบ บนชิ้นงาน สามารถเพิ่มเทคนิคให้เคลือบที่ไหลลงมามีสี สันมากขึ้นได้โดยการใช้สีได้เคลือบจุดไว้ด้านบนภาชนะที่ชุบ เคลือบและเมื่อเคลือบเกิดการไหลตัวจะพาสีได้เคลือบนั้น ไหลลงมากับเคลือบด้วย ซึ่งจะต้องมีการศึกษาต่อไปถึงความ หนาบางของสีได้เคลือบที่จุดว่าจะต้องมีความหนา หรือต้องมื ความเข้มข้นเท่าไรที่จะทำให้สีไหลลงมาพร้อมกับเคลือบได้ เพราะในการทดสอบครั้งนี้มีเพียงบางสีเท่านั้นที่จะไหลด้ลง มาพร้อมกับเคลือบ

เอกสารอ้างอิง

- (1) กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ
การเขียนลวดลายสีลาดแบบ
ประยุกต์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์
- (2) ไกรศรี นิมมานเหมินทร์. เครื่องถ้วยล้านคำแพง.
เชียงใหม่ : ศูนย์หนังสือเชียงใหม่,
2526. ชานู จรรย์วานิชน์.
“สถานการณ์แร่ที่ใช้ในอุตสาหกรรม
เซรามิกส์”. วารสารเซรามิกไทย. ปีที่
1 ฉบับที่ 1 พฤษภาคม 2528.
- (3) ดวงเดือน กันทะวงศ์วาร์. พฤติกรรมการตกจม
ของวัตถุขี้ดินในเคลือบสีลาด. คณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,
2547.
- (4) ปุณณรัตน์ พิชญ์ไพฑูรย์. เทคนิคและวิธีการ
สร้างสรรค์. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2538.
- (5) ไพจิตร อังศิริวัฒน์. เคลือบเซรามิกส์. กรุงเทพฯ :

โอเดียนสโตร์, 2537.

- (6) _____ . เนื้อดินเซรามิกส์. กรุงเทพฯ : โอ
เดียนสโตร์, 2541.
- (7) เลิศณรงค์ ศรีพนม, “องค์ประกอบทางเคมีของ
เซรามิกโบราณภาคเหนือ”
วิทยาศาสตร์ มหบัณฑิต, สาขาการ
สอนเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,
2532.
- (8) เสริมศักดิ์ นาคบัว,รศ. “เคลือบสีเผ้าพืช”,
วารสารวัสดุศาสตร์. ปีที่ 3 ฉบับวันที่
1 ธันวาคม 2523.