



## โครงการวิจัยน้ำเคลือบจากเศษขวดแก้ว

พิพัฒน์ จิตรอารีย์รักษ์

### บทคัดย่อ

ในชีวิตประจำวันมีเศษขวดแก้วแตกเป็นจำนวนมากที่เกิดจากการใช้งาน ซึ่งก่อให้เกิดทั้งอันตรายและมลภาวะโดยปกติเศษขวดแก้วเหล่านี้จะถูกนำไปหลอมใหม่ ราคาของเศษขวดแก้วมีมูลค่าที่น้อยมากหรือแทบไม่มีมูลค่าเสียเลยด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดแนวความคิดที่จะนำเศษขวดแก้วที่มีอยู่มากมายมาเพิ่มมูลค่าในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ โดยนำเศษขวดแก้วมาผสมกับวัตถุดิบทำน้ำเคลือบที่สามารถหาได้ทั่วไป นอกจากจะช่วยลดจำนวนเศษขวดแก้วและมลภาวะแล้ว ในการผลิตน้ำเคลือบผสมเศษขวดแก้วสามารถพัฒนาใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกส์หลากหลายประเภท ทั้งผลิตภัณฑ์กระเบื้องประดับตกแต่งผนัง และผลิตภัณฑ์เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร

การวิจัยเรื่อง น้ำเคลือบจากเศษขวดแก้วแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การทดลองหาลักษณะผิวเคลือบโดยการคำนวณหาอัตราส่วนผสมจากทฤษฎีตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า จำนวน 55 อัตราส่วนผสม เป็นการคำนวณหาอัตราส่วนผสมที่มีเศษขวดแก้วผสมในอัตราส่วนที่เหมาะสมกับการใช้งาน เเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในการเผาแบบบรรยากาศสันดาปสมบูรณ์ พบว่าอัตราส่วนผสมที่ 19 เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุด มีผิวเรียบเป็นมัน การหลอมตัวดี สีครีมอ่อน มีอัตราส่วนเศษขวดแก้วร้อยละ 50 หินฟันม้าร้อยละ 30 และดินขาวร้อยละ 20 จากนั้นจึงนำมาทดลองผสมสารออกไซด์ให้สี คือ โคบอลต์ออกไซด์ คอปเปอร์ออกไซด์ เฟอร์ริกออกไซด์ และไททาเนียมไดออกไซด์ โดยการคำนวณหาอัตราส่วนผสมจากทฤษฎีตารางสี่เหลี่ยมด้านเท่า จำนวน 36 จุดและทฤษฎีเรียงตามอัตราส่วนผสม จำนวน 16 จุด

### Abstract

Nowadays, there are a lot of recycled glasses which cause dangerous pollution. These recycled glasses have to use fusible process and become low value. For this reason, this project was studies in order to find the appropriate proportion of cullet glaze from the glazed materials. Not only this project helps save the environment but also can be developed recycled glasses in ceramics industrial.

The research study "Cullet glaze" was divided into 2 steps, the first, the experiment of recycled glasses formula by calculating of glaze materials from triaxial blend 55 formulas. Each formula consisted of recycled glasses which had been fired at 1,200 °c glaze material in oxidation atmosphere. It was found that the best formula was No.19 in which composed of recycled glasses 50%, feldspar 30%, Kaolin 20% respectively. The second, the experiment of glaze's colour was used on its best by using the best one mixture with oxide from quadraxial blend 36 formulas and line blend 16 formulas and fired at 1,200 °c in oxidation atmosphere and reduction atmosphere. Each formula comprised of glaze materials with cobalt oxide, copper oxide, ferric oxide, and titanium dioxide in various percentage.

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในชีวิตประจำวันมีเศษขวดแก้วแตกเป็นจำนวนมากที่เกิดจากการใช้งาน ซึ่งก่อให้เกิดทั้งอันตรายและมลภาวะโดยปกติเศษขวดแก้วเหล่านี้จะถูกนำไปหลอมใหม่ ราคาของเศษขวดแก้วมีมูลค่าที่น้อยมากหรือแทบไม่มีมูลค่าเสียเลยแก้วเป็นวัสดุที่มีผิวราบเรียบแข็งและใส แต่เปราะบางและแตกง่าย มนุษย์ผลิตแก้วขึ้นจากการหลอมละลายของวัสดุธรรมชาติ คือ ทราย เถ้าโซดา ดินปูน และแร่เฟลสปาร์ โดยสามารถหลอมให้เป็นรูปร่างและสีสันทันแต่ต่างกันได้ ในแต่ละปีจะมีขวดแก้วที่ผ่านการใช้แล้วไม่ต่ำกว่า 28 พันล้าน ที่ถูกทิ้งให้เป็นขยะออกสู่สิ่งแวดล้อม แก้วบางชนิดใช้แล้วสามารถล้างทำความสะอาด ซ้ำเชื้อโรคแล้วหมุนเวียนมาบรรจุใหม่ได้ซ้ำอีกอย่างน้อย 30 ครั้ง โดยผู้ผลิตสินค้าประเภทเดิม เช่น ขวดเครื่องดื่ม แก้วบางชนิดขึ้นเป็นเนื้อแก้วบางเบา เพื่อความสะดวกในการพกพา แต่ไม่สามารถนำมาล้างเพื่อใช้ใหม่ได้ แต่สามารถรวบรวมส่งคืนโรงงานเพื่อส่งเข้าสู่ระบบการผลิตชิ้นใหม่ที่เรียกว่า กระบวนการรีไซเคิล การรีไซเคิลแก้วสามารถช่วยลดพลังงานความร้อนที่ใช้ในการผลิตได้มากกว่าการผลิตแก้วจากวัตถุดิบจากธรรมชาติ (พนมศักดิ์ สุวิสุทธิ.2549 : 11-12)



ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เกิดแนวความคิดที่จะนำเศษ  
ขวดแก้วที่มีอยู่มากมายมาเพิ่มมูลค่าในอุตสาหกรรมเซรามิกส์  
โดยนำเศษขวดแก้วมาผสมกับน้ำเคลือบ ถ้าหากเป็นขวดแก้วสี  
ก็สามารถทำให้เกิดสีพื้นๆ ได้โดยไม่ต้องเติมออกไซด์ที่ทำให้  
เกิดสีลงไปในน้ำเคลือบ นอกจากจะช่วยลดจำนวนเศษขวดแก้ว  
และมลภาวะแล้ว ยังเป็นการพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิกส์  
ที่มีจำนวนมากภายในประเทศ ซึ่งสามารถพัฒนาน้ำเคลือบ  
ให้สวยงามและมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาน้ำเคลือบที่มีส่วนผสม  
ของเศษขวดแก้ว
- 1.2.2 เพื่อพัฒนาเพิ่มมูลค่าของเศษขวดแก้วให้เกิด  
ประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมเซรามิกส์
- 1.2.3 เพื่อศึกษาและนำเศษขวดแก้วมาใช้เป็น  
วัตถุดิบหลักในอัตราส่วนผสมของน้ำเคลือบ

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 น้ำเคลือบที่มีส่วนผสมของเศษขวดแก้วใน  
อัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการใช้งาน
- 1.3.2 เพิ่มมูลค่าของเศษขวดแก้วกลับมาใช้ใหม่  
ให้เกิดประโยชน์อย่างมีคุณค่าและเพิ่มความ  
หลากหลายของผลิตภัณฑ์เซรามิกส์
- 1.3.3 ลดปริมาณขยะเศษขวดแก้วโดยการนำมาใช้  
เป็นวัตถุดิบหลักในอัตราส่วนผสมของน้ำเคลือบ
- 1.3.4 รูปแบบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ที่มีความสวยงาม  
และเหมาะสมกับน้ำเคลือบ

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

- สามารถกำหนดขอบเขตการวิจัยได้ดังนี้
- 1.4.1 ประชากร ในการวิจัยนี้ประชากรเป็นสูตร  
เคลือบผสมเศษขวดแก้วพื้นฐานที่นำมาปรับ  
สูตรใหม่ โดยการใช้การคำนวณอัตราส่วนผสม  
แบบทฤษฎีตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า  
(Triaxial blend) จำนวน 55 อัตราส่วนผสม
  - 1.4.2 กลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้  
ได้แก่สูตรเคลือบผสมเศษขวดแก้ว ที่มีเศษ  
ขวดแก้วผสมในอัตราส่วนสูงและเหมาะสม  
กับการใช้งาน
  - 1.4.3 ตัวแปร ที่จะศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนด  
ตัวแปรที่จะศึกษาดังนี้

- 1.4.3.1 ตัวแปรต้น
  - 1. เศษขวดแก้วที่ได้จากขวดสำหรับ  
บรรจุเครื่องดื่มและอาหารที่เป็นขวดชนิดใสไม่มีสีเจือปน

2. ดินที่ใช้ทำแผ่นทดลองและขึ้นรูป  
ผลิตภัณฑ์ เป็นเนื้อดินชนิดสโตนแวร์ (Stoneware) สามารถ  
เผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศแบบ  
สันดาปสมบูรณ์ (Oxidation) และบรรยากาศแบบสันดาป  
ไม่สมบูรณ์ (Reduction)

3. การปรับอัตราส่วนผสมของน้ำเคลือบ  
โดยใช้ทฤษฎีตารางสามเหลี่ยมด้านเท่ามาคำนวณจำนวน  
55 อัตราส่วนผสม เพื่อให้ได้น้ำเคลือบที่มีความเหมาะสม

4. ส่วนผสมของน้ำเคลือบเศษแก้ว  
ประกอบด้วยวัตถุดิบดังต่อไปนี้ เศษขวดแก้วบดละเอียด  
(Cullet), ดินขาว (Kaolin), หินฟันม้าชนิดโซดา (Soda  
feldspar)

5. ผสมสารให้สีออกไซด์ในส่วนผสมของ  
น้ำเคลือบ โดยใช้การคำนวณอัตราส่วนแบบทฤษฎีตาราง  
สี่เหลี่ยมด้านเท่า (Quadraxial blend) จำนวน 36 อัตรา  
ส่วนผสมและทฤษฎีเรียงตามอัตราส่วนผสม (Line blend)  
จำนวน 16 อัตราส่วนผสม เพื่อให้เกิดสีโดยผสมออกไซด์  
ดังต่อไปนี้

- |                                       |                    |
|---------------------------------------|--------------------|
| โคบอลต์ออกไซด์ (Cobalt oxide)         | เปอร์เซ็นต์ที่เติม |
| 0.1, 0.3, 0.5 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์     |                    |
| คอปเปอร์ออกไซด์ (Copper oxide)        | เปอร์เซ็นต์ที่เติม |
| 1, 2, 3 และ 4 เปอร์เซ็นต์             |                    |
| เฟอร์ริกออกไซด์ (Ferric oxide)        | เปอร์เซ็นต์ที่เติม |
| 2, 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์             |                    |
| ไททาเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide) | เปอร์เซ็นต์ที่เติม |
| 6, 8, 10 และ 12 เปอร์เซ็นต์           |                    |

1.4.3.2 ตัวแปรตาม ได้กำหนดตัวแปรที่จะศึกษา  
คือ อัตราส่วนผสมของเคลือบจากเศษขวดแก้วสำหรับนำมา  
ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีส่วนผสมของเศษขวดแก้วปริมาณสูง  
ผิวเคลือบเรียบเป็นมัน การหลอมตัวดี สามารถนำมาใช้งาน  
ได้จริงและมีสีสันทสวยงาม

1.5 การดำเนินการทดลอง

ในการทดลองการวิจัยครั้งนี้ มีวิธีการเตรียม  
เศษขวดแก้วโดยการเตรียมในห้องปฏิบัติการและจากการ  
จัดหาจากตัวแทนจำหน่ายที่มีในประเทศ โดยวัตถุดิบที่ใช้  
คือ ดินขาว และหินฟันม้า ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีจำหน่ายทั่วไป  
ราคาถูกเหมาะสมกับอุตสาหกรรมเซรามิกส์และเศษขวดแก้ว  
จะต้องเตรียมจากบรรจุภัณฑ์แก้วต่างๆ การบดเศษขวดแก้ว  
แต่ละครั้งจะได้วัตถุดิบที่ละเอียด แต่มีขนาดที่ต่างกัน ดังนั้น  
ก่อนนำมาใช้งานจะต้องนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80  
ถึง 100 เมช เสียก่อน เพื่อเป็นการลดระยะเวลาในการบด  
ผสมเคลือบ

1.5.1 การคำนวณสูตรเคลือบพื้นฐานตามอัตรา



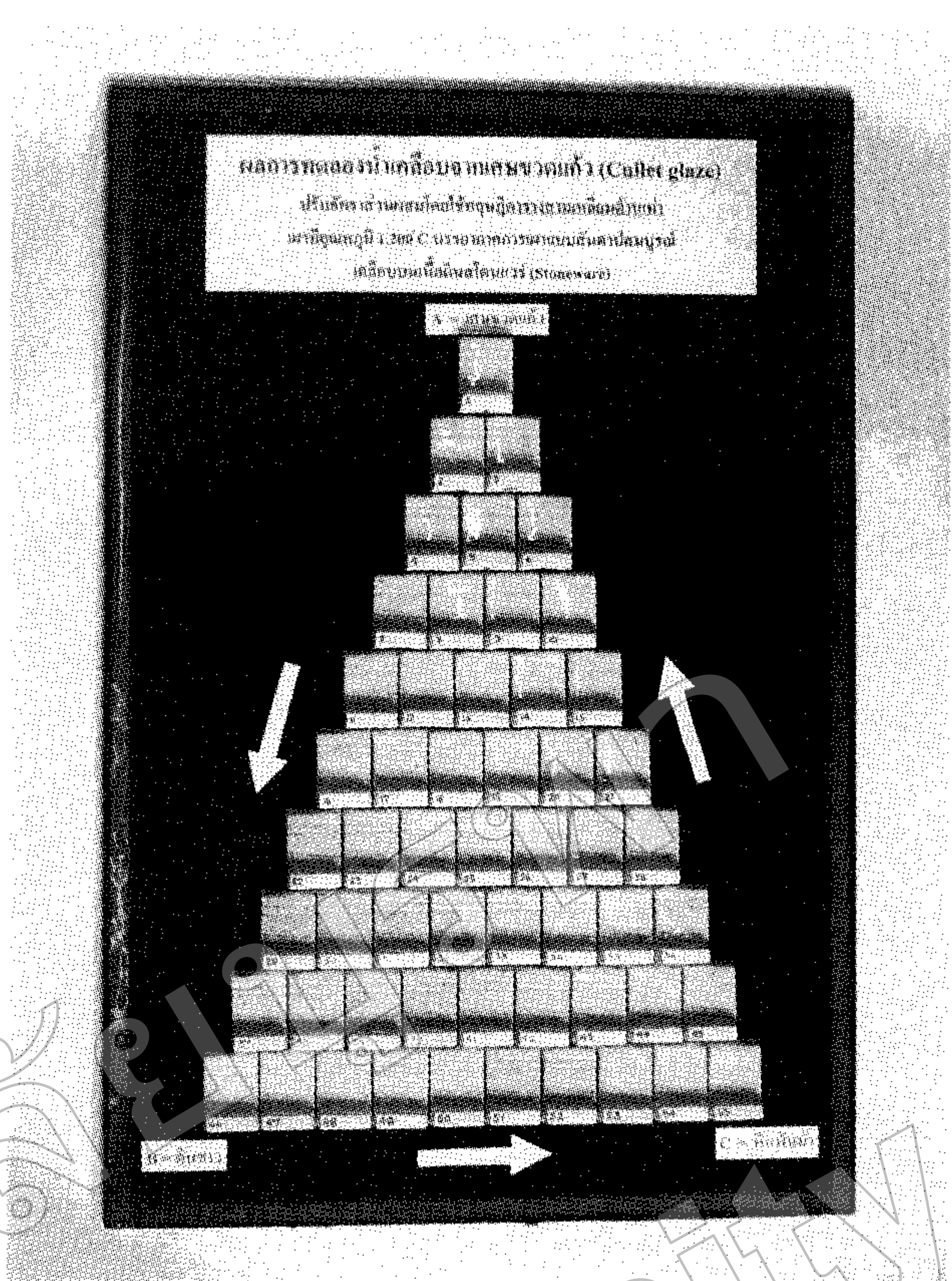
ส่วนผสมที่ได้จากการคำนวณตามตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial blend) โดยใช้วัตถุดิบ คือ เศษขวดแก้วบดละเอียด ดินขาว และหินฟันม้า เลือกกลุ่มตัวอย่างมาทำการทดลอง จำนวน 55 อัตราส่วนผสม โดยพิจารณาจากค่าของเศษ ขวดแก้วบดละเอียดในอัตราส่วนที่เหมาะสม

1.5.2 วิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ เลือกสูตรที่ เคลือบเกิดการหลอมตัวที่สมบูรณ์ ผิวเรียบ มันวาว นำมา ผสมอีกรอกไซด์เพื่อให้เกิดสีโดยใช้การคำนวณส่วนผสมของ อีกรอกไซด์จากตารางสี่เหลี่ยมด้านเท่า (Quadraxial Blend) จำนวน 36 จุด และจากการคำนวณโดยตารางเรียงตาม อัตราส่วนผสม (Line Blend) จำนวน 16 จุด

1.5.3 ในการทดลองเมื่อทราบลักษณะผิวเคลือบ จากการทดลองขั้นที่ 1 แล้วนำอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุดผสม สารออกไซด์ให้สี คือ โคบอลต์อีกรอกไซด์ คอปเปอร์อีกรอกไซด์ เพอร์ริกอีกรอกไซด์ และไททาเนียมไดออกไซด์ ในอัตราส่วน ตามที่กำหนด โดยการทดลองในขั้นที่ 2 นั้น เติมน้ำอีกรอกไซด์ ให้สี และนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ใน บรรยากาศการเผาแบบสันดาปสมบูรณ์และบรรยากาศการ เผาแบบสันดาปไม่สมบูรณ์ แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล

1.6 การทดลองหาอัตราส่วนผสมของน้ำเคลือบ

การวิเคราะห์ผลจากการศึกษาข้อมูล ลักษณะ ของเคลือบที่มีส่วนผสมของเศษขวดแก้ว โดยได้ศึกษา จากการใช้ทฤษฎีตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial blend) วัตถุดิบ 3 ชนิดคือ เศษขวดแก้ว ดินขาวและหินฟันม้า ได้สูตรเคลือบที่มีอัตราส่วนผสมของเศษขวดแก้ว 55 อัตรา ส่วนผสม สูตรเคลือบที่มีอัตราส่วนผสมของเศษขวดแก้ว ตั้งแต่ 40 เปอร์เซนต์ ขึ้นไปจำนวน 28 อัตราส่วนผสม เมื่อนำมาเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียสในบรรยากาศ การเผาแบบสันดาปสมบูรณ์ (Oxidation firing) สามารถ เลือกอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุด คือ อัตราส่วนผสมที่ 19 จาก จำนวน 28 อัตราส่วนผสม เนื่องจากคุณสมบัติทางกายภาพ ก่อนเผา ได้แก่ การยึดเกาะของเคลือบปานกลาง การตก ตะกอนของน้ำเคลือบปานกลาง และคุณสมบัติทางกายภาพ หลังเผามีการหลอมตัวดี ผิวเคลือบเรียบกึ่งมันกึ่งด้าน การ ไหลตัวน้อย และมีสีครีมอ่อนจุดเข้ม



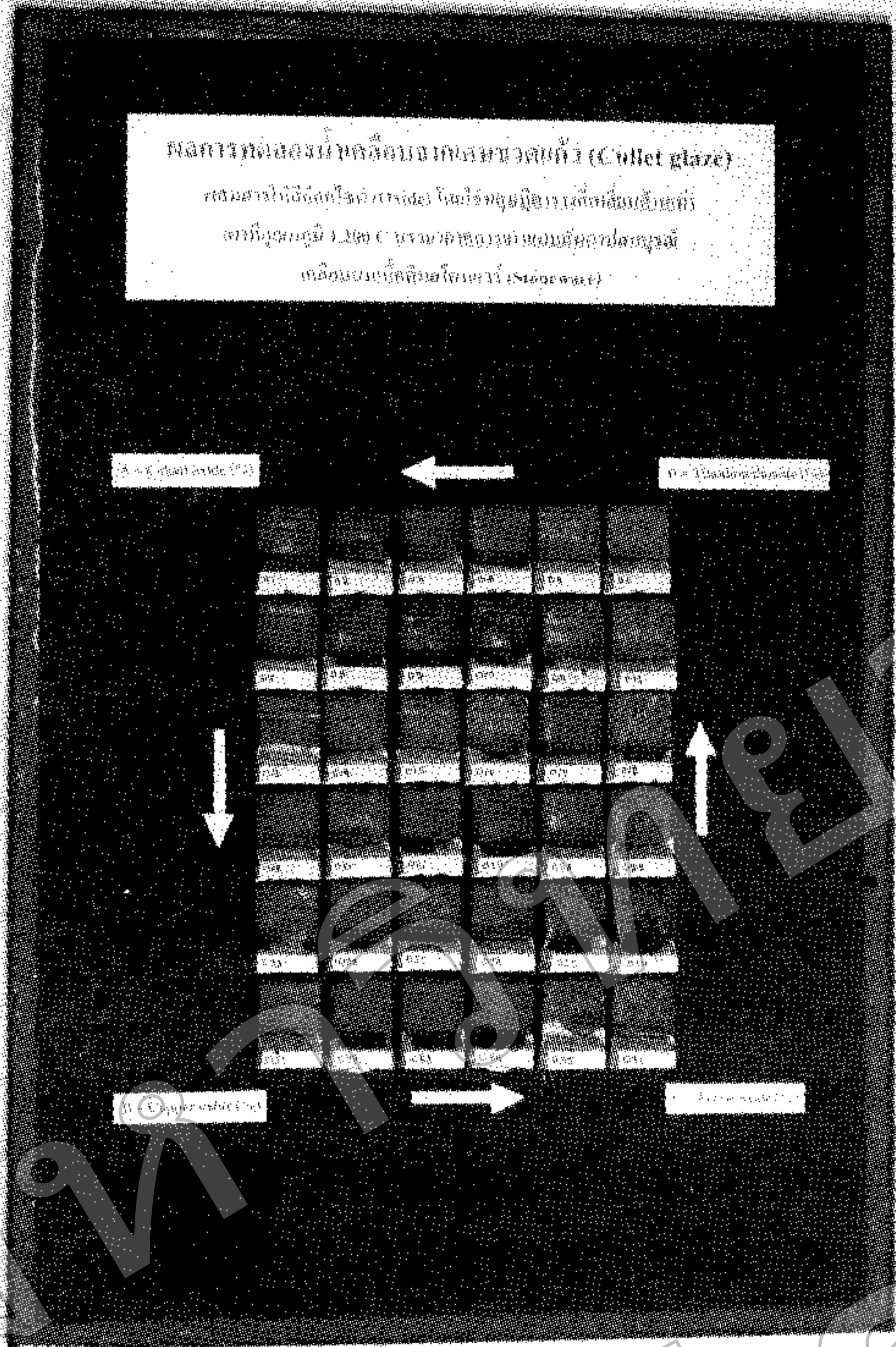
ภาพที่ 1 แสดงลักษณะของเคลือบหลังเผาในการทดลองขั้นตอนที่ 1

1.7 การทดลองหาลักษณะของสีเคลือบ

จากการวิเคราะห์จากผลการทดลองนำอัตราส่วน ผสมที่ 19 นำมาผสมกับอีกรอกไซด์ให้สีเพื่อให้เกิดสีตามที่ต้องการ จากการหาเปอร์เซนต์อีกรอกไซด์ที่ใช้เติมเพื่อเลือกอัตราส่วน ผสมที่ดีที่สุด ตามความต้องการ โดยใช้อีกรอกไซด์ให้สี คือ โคบอลต์อีกรอกไซด์ (Cobalt oxide) คอปเปอร์อีกรอกไซด์ (Copper oxide) เพอร์ริกอีกรอกไซด์ (Ferric oxide) และ ไททาเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide) โดยใช้การคำนวณ อัตราส่วนผสมของอีกรอกไซด์จากทฤษฎีตารางสี่เหลี่ยมด้านเท่า (Quadraxial blend) จำนวน 36 อัตราส่วน และจากทฤษฎี ตารางเรียงตามอัตราส่วนผสม (Line blend) จำนวน 16 อัตราส่วน รวมทั้งหมด 52 อัตราส่วนผสม โดยวิเคราะห์คุณสมบัติทาง กายภาพก่อนเผา วิเคราะห์ลักษณะของเคลือบหลังเผา เมื่อ นำมาเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศ แบบสันดาปสมบูรณ์ (Oxidation firing) และบรรยากาศ แบบสันดาปไม่สมบูรณ์ (Reduction firing) สามารถเลือก อัตราส่วนผสมที่ดีที่สุด คือ อัตราส่วนผสมที่ 6, 10, 15, 22, 36, 48 และอัตราส่วนผสมที่ 52 เนื่องจากคุณสมบัติทาง กายภาพก่อนเผายึดเกาะของเคลือบปานกลาง การตก ตะกอนของเคลือบปานกลาง คุณสมบัติทางกายภาพหลัง เผามีการหลอมตัวดี ผิวเคลือบเรียบกึ่งมันกึ่งด้านถึงมันวาว และการไหลตัวน้อย นำมาเคลือบบนผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง

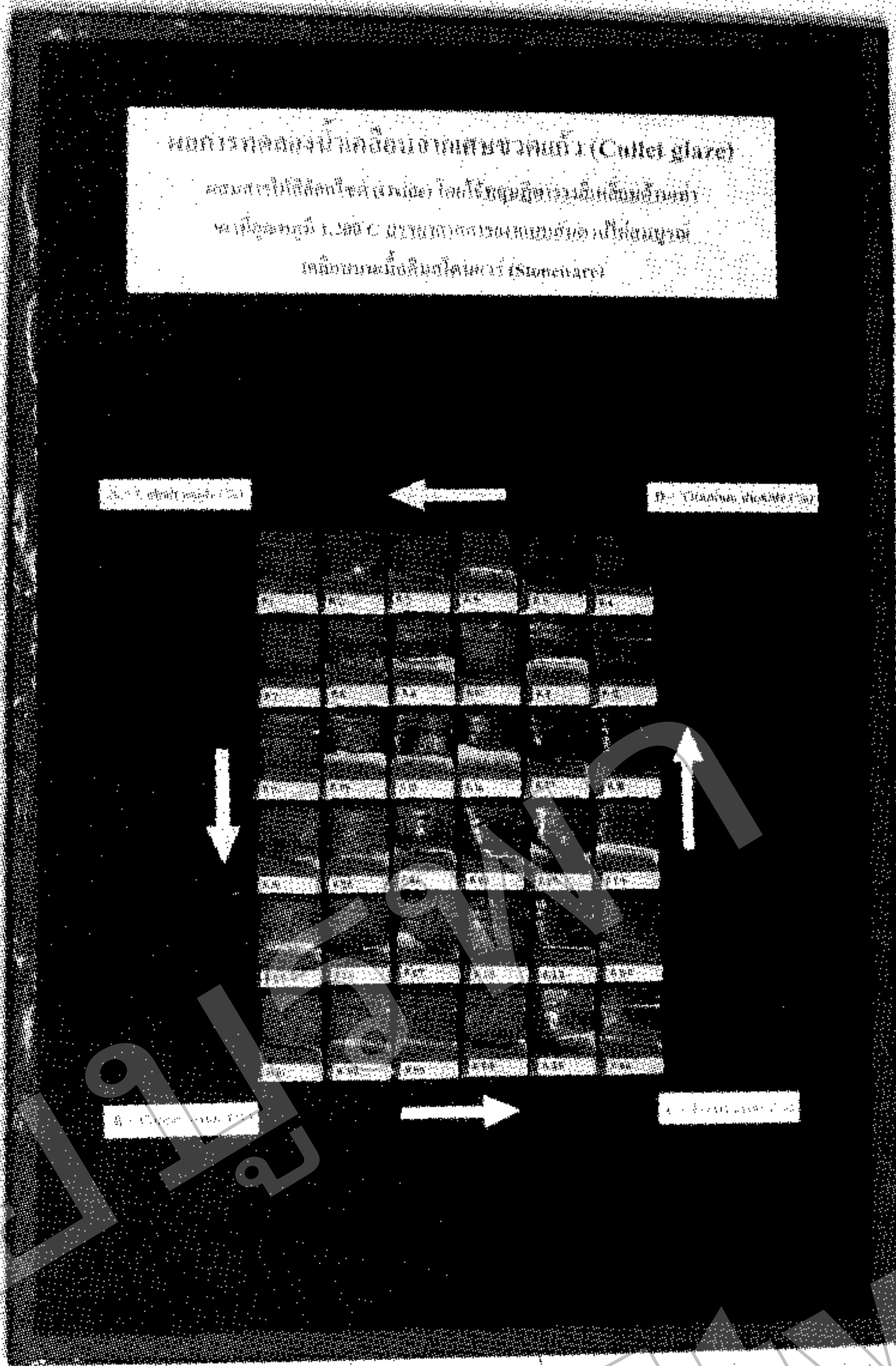


เพื่อให้ได้เคลือบที่มีสีหลากหลายเหมาะสมกับการใช้งาน และคุณลักษณะตามที่ตั้งวัตถุประสงค์ ลักษณะของเคลือบหลังเผาบรรยากาศการเผาแบบสันดาปสมบูรณ์ (Oxidation firing) พบว่า โคบอลต์ออกไซด์ (Cobalt oxide) ให้สีฟ้าถึงสีน้ำเงิน คอปเปอร์ออกไซด์ (Copper oxide) ให้สีเขียวอ่อนถึงสีเขียวเข้ม เพอร์ริกออกไซด์ (Ferric oxide) ให้สีน้ำตาลอมเหลืองถึงสีน้ำตาลเข้ม และไททาเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide) ให้สีขาวครีม



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะของเคลือบหลังเผาบรรยากาศการเผาแบบสันดาปสมบูรณ์ (Oxidation firing) ในการทดลองขั้นตอนที่ 2

ลักษณะของเคลือบหลังเผาบรรยากาศการเผาแบบสันดาปไม่สมบูรณ์ (Reduction firing) พบว่า โคบอลต์ออกไซด์ (Cobalt oxide) ให้สีน้ำเงินที่มีความเข้มมากขึ้น คอปเปอร์ออกไซด์ (Copper oxide) ให้สีน้ำตาลอมแดง เพอร์ริกออกไซด์ (Ferric oxide) ให้สีเขียวอมน้ำตาล และไททาเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide) ให้สีขาวครีมจุดสีเข้ม



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะของเคลือบหลังเผาบรรยากาศการเผาแบบสันดาปไม่สมบูรณ์ (Reduction firing) ในการทดลองขั้นตอนที่ 2

### 1.8 การอภิปรายผล

จากการทดลองเคลือบบนผลิตภัณฑ์เซรามิกส์สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1.8.1. การทดลองตอนที่ 1 จากการทดลองเผาเคลือบ 55 อัตราส่วนผสม พบว่า อัตราส่วนผสมที่ 19 เป็นอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุด โดยมีอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบดังนี้

เศษขวดแก้ว	ในอัตราส่วนร้อยละ	50	เปอร์เซ็นต์
ดินขาว	ในอัตราส่วนร้อยละ	20	เปอร์เซ็นต์
หินฟันม้า	ในอัตราส่วนร้อยละ	30	เปอร์เซ็นต์

1.8.2 การทดลองตอนที่ 2 เป็นการทดลองสีเคลือบโดยเอาอัตราส่วนผสมที่ 19 ผสมกับออกไซด์ให้สี 4 ชนิดจำนวน 52 อัตราส่วนผสม สามารถเลือกอัตราส่วนผสมที่ดีที่สุด คือ อัตราส่วนผสมที่ 6 , 10 , 15 , 22 , 36 , 48 และอัตราส่วนผสมที่ 52 โดยมีอัตราส่วนผสมของออกไซด์ให้สีดังนี้

อัตราส่วนผสมที่ 6	
โคบอลต์ออกไซด์	อัตราส่วนร้อยละ 0.9 เปอร์เซ็นต์
ไททาเนียมไดออกไซด์	อัตราส่วนร้อยละ 12 เปอร์เซ็นต์



### อัตราส่วนผสมที่ 10

โคบอลต์ออกไซด์	อัตราส่วนร้อยละ	0.7 เปอร์เซนต์
คอปเปอร์ออกไซด์	อัตราส่วนร้อยละ	2 เปอร์เซนต์
เฟอร์ริกออกไซด์	อัตราส่วนร้อยละ	2 เปอร์เซนต์
ไททาเนียมไดออกไซด์	อัตราส่วนร้อยละ	8 เปอร์เซนต์

### อัตราส่วนผสมที่ 15

โคบอลต์ออกไซด์	อัตราส่วนร้อยละ	0.5 เปอร์เซนต์
คอปเปอร์ออกไซด์	อัตราส่วนร้อยละ	3 เปอร์เซนต์
เฟอร์ริกออกไซด์	อัตราส่วนร้อยละ	4 เปอร์เซนต์
ไททาเนียมไดออกไซด์	อัตราส่วนร้อยละ	6 เปอร์เซนต์

### อัตราส่วนผสมที่ 22

โคบอลต์ออกไซด์	อัตราส่วนร้อยละ	0.3 เปอร์เซนต์
คอปเปอร์ออกไซด์	อัตราส่วนร้อยละ	2 เปอร์เซนต์
เฟอร์ริกออกไซด์	อัตราส่วนร้อยละ	6 เปอร์เซนต์
ไททาเนียมไดออกไซด์	อัตราส่วนร้อยละ	8 เปอร์เซนต์

### อัตราส่วนผสมที่ 36

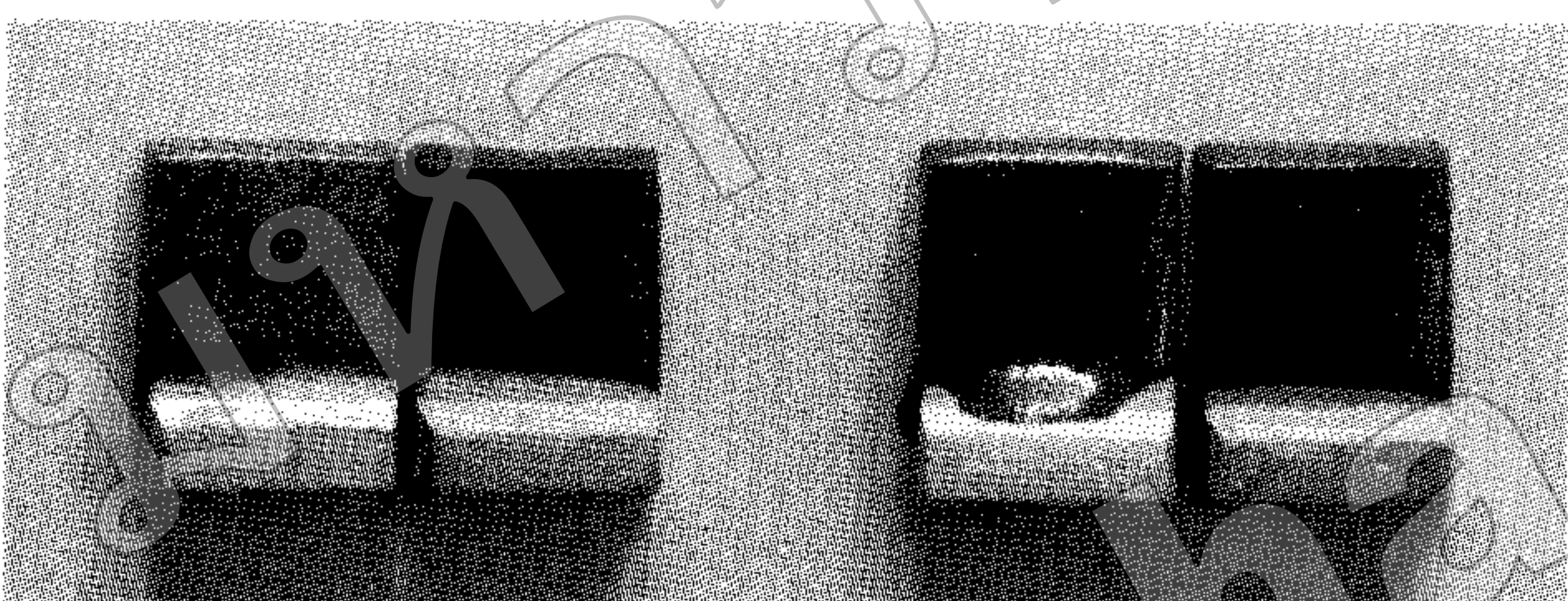
เฟอร์ริกออกไซด์	อัตราส่วนร้อยละ	10 เปอร์เซนต์
ไททาเนียมไดออกไซด์	อัตราส่วนร้อยละ	12 เปอร์เซนต์

### อัตราส่วนผสมที่ 48

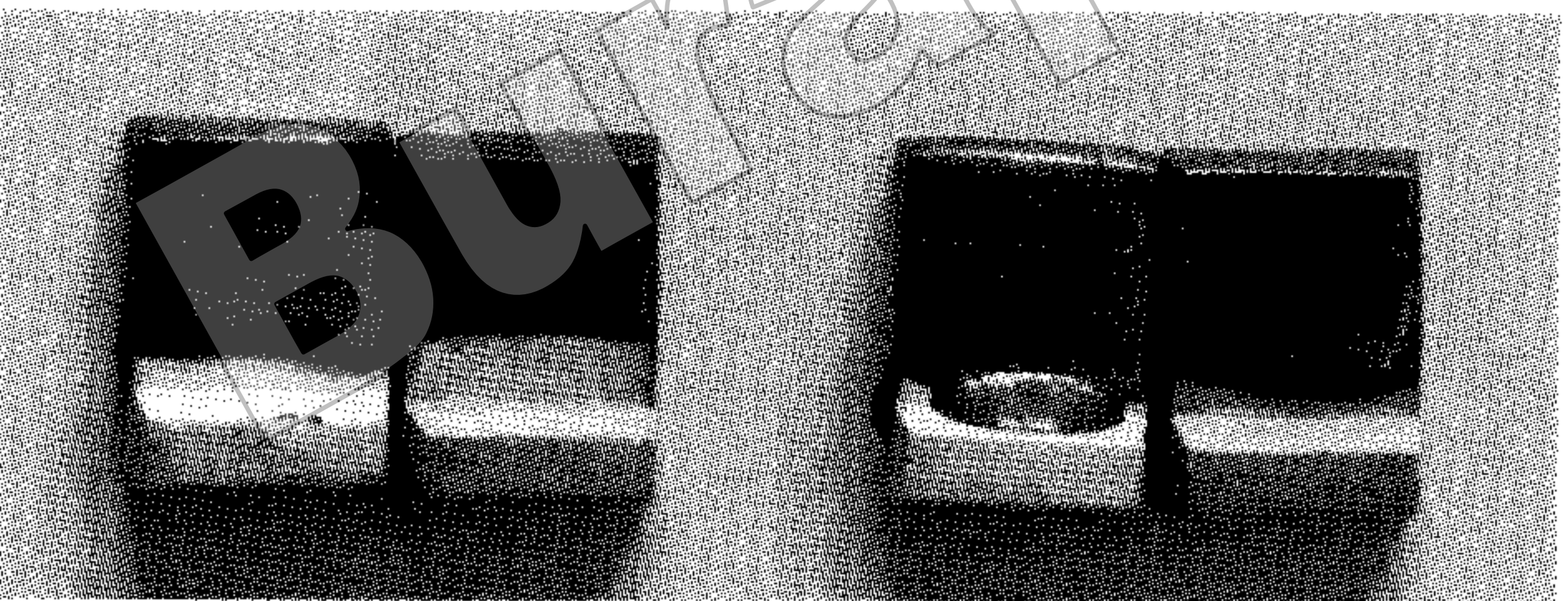
เฟอร์ริกออกไซด์	อัตราส่วนร้อยละ	8 เปอร์เซนต์
-----------------	-----------------	--------------

### อัตราส่วนผสมที่ 52

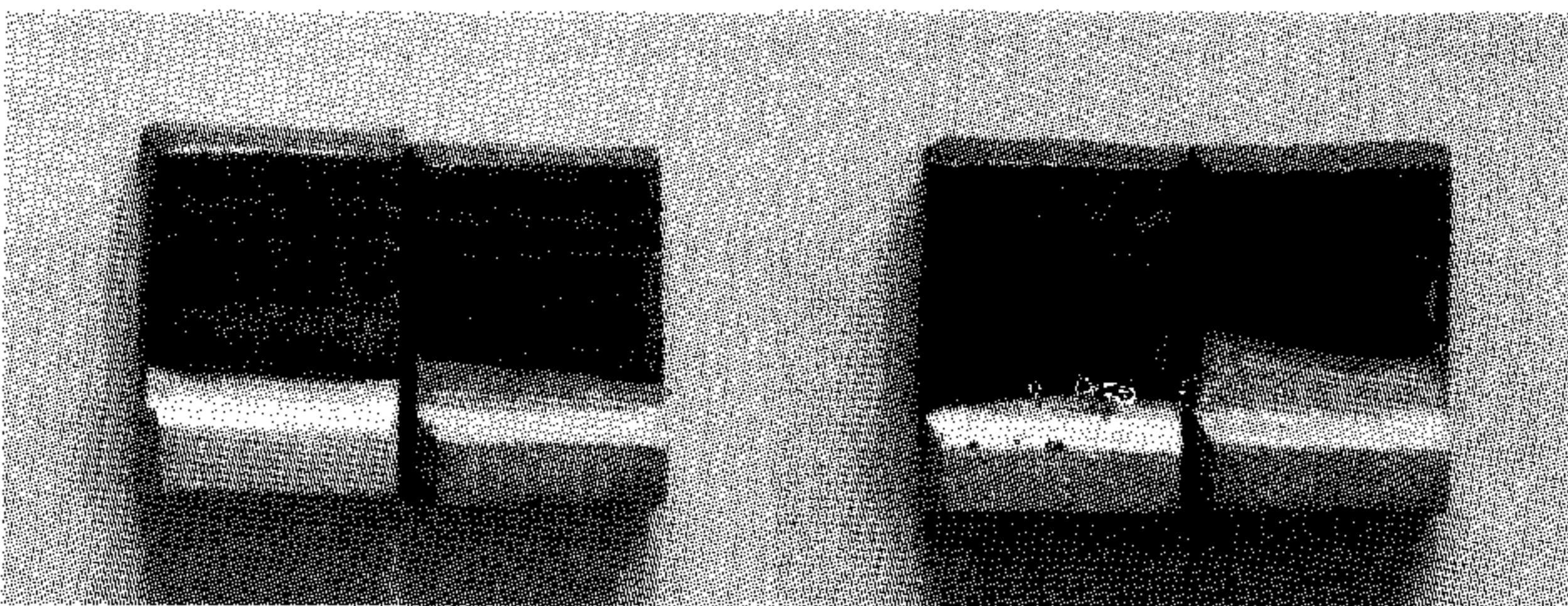
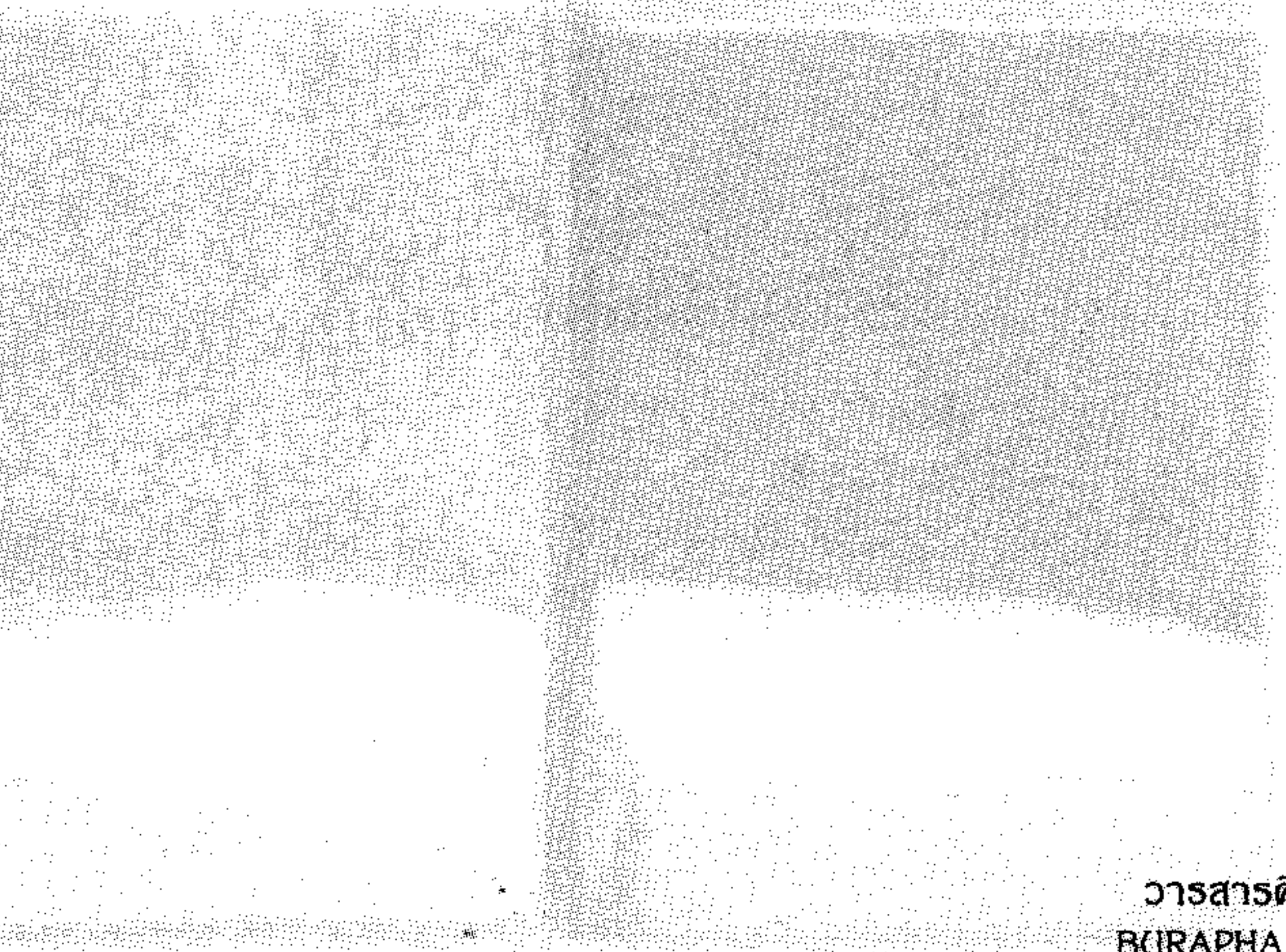
ไททาเนียมไดออกไซด์	อัตราส่วนร้อยละ	12 เปอร์เซนต์
--------------------	-----------------	---------------



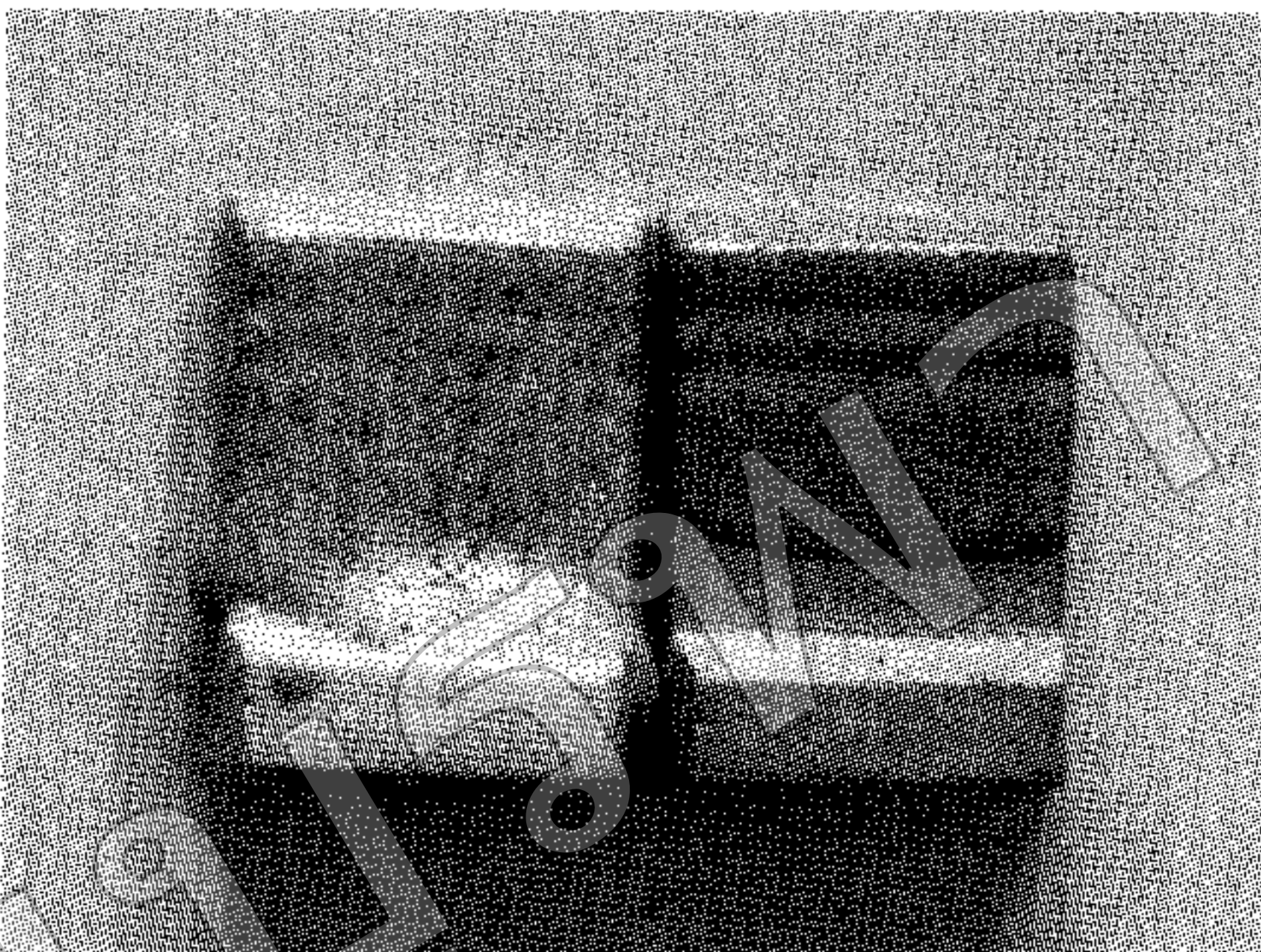
ภาพที่ 4 อัตราส่วนผสมที่ 6 และ 10 บรรยากาศการเผาแบบสันดาปสมบูรณ์ (Oxidation firing) และแบบสันดาปไม่สมบูรณ์ (Reduction firing)



ภาพที่ 5 อัตราส่วนผสมที่ 15 และ 22 บรรยากาศการเผาแบบสันดาปสมบูรณ์ (Oxidation firing) และแบบสันดาปไม่สมบูรณ์ (Reduction firing)



ภาพที่ 6 อัตราส่วนผสมที่ 36 และ 48 บรรยากาศการเผาแบบสันดาปสมบูรณ์ (Oxidation firing) และแบบสันดาปไม่สมบูรณ์ (Reduction firing)



ภาพที่ 7 อัตราส่วนผสมที่ 52 บรรยากาศการเผาแบบสันดาปสมบูรณ์ (Oxidation firing) และแบบสันดาปไม่สมบูรณ์ (Reduction firing)

## 1.9 ข้อเสนอแนะ

1.9.1 วัตถุดิบในการเตรียมน้ำเคลือบส่วนใหญ่เป็นผงละเอียด ถ้าบดผสมวัตถุดิบให้มีความละเอียดมากขึ้นโดยใช้หม้อบดจะทำให้อัตราการหลอมตัวของเคลือบต่ำลงและสีของผิวเคลือบมีความสม่ำเสมอ แต่ถ้าต้องการแสดงลักษณะของเคลือบเป็นจุดหรือเป็นเม็ดหยาบๆ ใช้วิธีการกรองผ่านตะแกรงเบอร์ 80 - 120 เมช ก็จะได้เคลือบที่มีพื้นผิวสวยงามเหมาะกับผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ประเภทศิลปะ

1.9.2 จากอัตราส่วนผสมของน้ำเคลือบซึ่งประกอบด้วยเศษขวดแก้วค่อนข้างมากและมีอัตราส่วนของวัตถุดิบที่มีความเหนียวน้อยทำให้เกิดการตกตะกอนของน้ำเคลือบเร็วและเวลานำน้ำเคลือบมาใช้ต้องเสียเวลากวนเคลือบนานทำให้ไม่สะดวกในการใช้งาน ดังนั้นควรนำน้ำเคลือบบดให้ละเอียดยิ่งขึ้นหรือเติมสารเคมีที่ช่วยให้น้ำเคลือบหนาแน่นและลอยตัว ได้แก่ แคลเซียมคลอไรด์ (Calcium Chloride) และแมกนีเซียมคลอไรด์ (Magnesium Chloride) ในอัตราส่วนร้อยละ 0.25-0.35 ของน้ำหนัก จะทำให้เคลือบลอยตัวและไหลตัวดีขึ้น

1.9.3 น้ำเคลือบมีการยิดเกาะบนผิวชิ้นงานไม่ดีเท่าที่ควร เมื่อแห้งเนื้อเคลือบสามารถหลุดติดมือได้ง่ายเนื่องจากมีอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบที่ช่วยในการยิดเกาะน้อย ดังนั้นจึงเติมวัตถุดิบที่ช่วยให้ผงเคลือบยิดเกาะกันดีที่เรียกว่าไบเดอร์ (Binder) สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ ดินกาวยืดเหนียว และกาวยืดเหนียว การวิจัยในครั้งนี้ใช้กาวยืดเหนียว หรือกาวยืดเหนียวคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Sodium Carboxy Methyl Cellulose) ซึ่งมีคุณสมบัติไม่บูดเน่าเมื่อทิ้งไว้นานๆ ในปริมาณอัตราส่วนร้อยละ 0.2-0.5



ของน้ำหนัก ช่วยให้การยึดเกาะของผงเคลือบบนผิวชิ้นงานดีขึ้น



ภาพที่ 9 ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง เเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส  
บรรยากาศการเผาแบบสันดาปไม่สมบูรณ์ (Reduction firing)



ภาพที่ 10 ผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง เเผาที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส  
บรรยากาศการเผาแบบสันดาปไม่สมบูรณ์ (Reduction firing)



## บรรณานุกรม

- โกมล รักษ์วงศ์. การคำนวณน้ำเคลือบ 2. ภาควิชาเครื่องปั้นดินเผา คณะ  
อุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร  
ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. เซรามิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,  
2547.  
ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. รวมสูตรเคลือบเซรามิกส์. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์,  
2537.  
ไพจิตร อิงศิริวัฒน์. สีเซรามิกส์. กรุงเทพฯ : โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์, 2546.  
โสสมสุดา อมรวิทวัส. โครงการวิจัยการปั้นเศษแก้วเป็นผลิตภัณฑ์. สถาบัน  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม , 2547.  
เสริมศักดิ์ นาคบัว. เคลือบซีเถ้าพีช. กรุงเทพฯ : เจ.ฟิล์ม โปรเซส จำกัด, 2536.  
หิรัญ เกิดศิริ. การวิจัยน้ำเคลือบรานรูปพลีหลังเตา. สาขาเครื่องเคลือบดินเผา  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2542.  
การใช้ประโยชน์จากกากดินในการผลิตเซรามิก. หน่วยเทคโนโลยีเซรามิก,  
ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา, กระทรวงอุตสาหกรรม, 2548.