

## การพัฒนาสีของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาบ้านน้ำตันเพื่อการส่งออก Development of Ban Nam Ton Local Pottery Color for Export

กิตติชัย ระมิงค์วงศ์

สาขาวิชาเทคโนโลยีเซรามิก คณะศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ เชียงใหม่  
128 ถ.ห้วยแก้ว ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300  
โทรศัพท์ 085-0412089 Email: mbs1\_2009@yahoo.com

### บทคัดย่อ

โครงการพัฒนาสีของผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาบ้านน้ำตันเพื่อการส่งออก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา พัฒนาการใช้สีจากธรรมชาติในเนื้อดินปั้น ควบคุมการรกรรมา และเพื่อพัฒนาวิธีการควบคุมคุณภาพของชิ้นงานให้มีมาตรฐานเดียวกันทุกครั้ง ในการวิจัยใช้วัตถุดิบให้สีจากธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาสีเนื้อดิน ประกอบด้วย CaO Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> MgO TiO<sub>2</sub> NiO<sub>2</sub> ZrSiO<sub>2</sub> V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> และดินขาวลำปาง โดยใช้ดินแดงพื้นบ้านเป็นวัตถุดิบหลักในการทดลอง ห้ออัตราส่วนผสมโดยใช้ทฤษฎีไลน์แบรน เพื่อให้ได้อัตราส่วนผสมที่ถูกต้อง ได้มาตรฐานทดลองเผาที่อุณหภูมิ 700 และ 750 °c โดยทดลองในเตาเผาของชุมชน ผลจากการปรับวัตถุดิบหลักและสารให้สีพบว่า อัตราส่วนที่ตรงความต้องการของชุมชน และผู้บริโภค ที่ต้องการเนื้อดินที่มีสีหลังการเผา สีน้ำตาลเหลือง สีน้ำตาลแดง สีเหลืองอมเขียว มีอัตราส่วนผสม คือ ดินแดง 100 % V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 10 % ได้สีเหลืองอมเขียว ดินขาว 50 % ดินแดง 50 % NiO<sub>2</sub> 28 % ได้สีน้ำตาลเหลือง Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> และ CaO 9.1 % ดินแดง 100 % ได้สีน้ำตาลแดง อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 750 °c สารให้สีที่ใช้ในการทดลอง สามารถนำมาใช้ในการผสมดินพื้นบ้านได้ดี ผลจากการทดลองการหลอมรวมกับเนื้อดินได้ดี หลอมตัวดี ใช้ได้ในอุณหภูมิที่ทดลองให้สีตามวัตถุประสงค์ของโครงการ หากต้องการนำสารให้สีนี้ไปใช้กับดินพื้นบ้านแหล่งอื่น จะต้องนำดินมาทดสอบคุณสมบัติก่อน หากผลการทดสอบเนื้อดินมีค่าใกล้เคียงกับผลการวิจัย แสดงว่าดินในแหล่งนั้นสามารถใช้ได้กับอัตราส่วนนี้ได้ จะทำให้ได้สีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายยิ่งขึ้น เผาในอุณหภูมิ 700-750 องศาเซลเซียส จะมีคุณภาพของผิวชิ้นงานดีกว่า สารให้สีบางชนิดไม่ทำให้เกิดสีตามที่ต้องการ สารให้สีบางชนิดมีจุดหลอมตัวสูง จึงต้องมีการปรับอัตราส่วนให้สามารถเผาได้ในอุณหภูมิปกติที่ชุมชนใช้เผา เพื่อไม่ให้มีผลกระทบต่อวิถีชีวิตของชุมชน เพื่อให้การผสมสีในเนื้อดินเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะสามารถเพิ่มมูลค่าของ ผลิตภัณฑ์ชุมชนให้สูงขึ้นได้

**คำสำคัญ:** การพัฒนาสีผลิตภัณฑ์ เครื่องปั้นดินเผา บ้านน้ำตัน การส่งออก

### Abstract

This project purpose to study about color of clay body from red clay, smoke firing technic and development of quality control products. This project used pigment from natural raw material which included CaO , Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , Mgo , TiO<sub>2</sub> , NiO<sub>2</sub> , ZrSiO<sub>2</sub> , V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and Lampang kaolin. By used Local clay main material. Line blend theory was used. The firing temperature was 700 °c and 750 °c and fired in local kiln.

From the experiment results, it was found that clay bodies after firing has yellow-brown color, yellow-green color, and red-brown color. Batch composition were red clay 100 %

V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 10 % has yellow green color , which clay 50 % ,red clay 50 % and NiO<sub>2</sub> 20 % has yellow-brown color , Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + CaO 9.1 % , red clay 100 % has red brown color , Firing temperature was 750 °c.

The pigment from experimental mixed in local clay has good color and excellent fused in clay body. If potter want to use this pigment with other local clay, must be test properties before using.

If the properties are similar to Namton clay body , the pigment batch composition can be use. Firing at 700-750 °c , the pots has good quality , some pigment not provided color , some pigment melt in high temperature. The research reduces pigment firing yemperature in the same as local kiln firing temperature. Thus do not impacts to their community life, to mixed pigment into clay body increase the value of pottery.

**Keywords:** Development color, Local pottery, Ban nam ton, for export

### 1. บทนำ

จากคำกล่าวที่ว่า ใครมาถึงเรือนชานต้องต้อนรับ เป็นการปฏิบัติของชาวล้านนา ตั้งแต่ครั้งอดีต และสิ่งที่พบเห็นได้เป็นประจำ คือการนำน้ำมาต้อนรับเพื่อให้ผู้มาเยือนแก่กระหาย รวมไปถึงการนำน้ำมาต้อนรับในการจัดงานต่างๆ ภาพที่พบบนจินตนาการจะหนีไม่พ้น คนโทหรือน้ำตันวางคู่กับขันน้ำตมและจานเมียงบุหรี แม้ว่าปัจจุบันประโยชน์ของการใช้คนโท หรือน้ำตัน จะเปลี่ยนแปลงไปตามยุคสมัย ภาพของ น้ำตัน ถูกแทนที่ ด้วยขวดน้ำพลาสติก น้ำตัน ถูกเปลี่ยนแปลงหน้าที่ จากการต้อนรับแขก มาเป็นการทำหน้าที่เพื่อความสวยงาม ถูกนำมาใช้ประดับตกแต่งบ้าน ตกแต่งสวน หรือทำให้มีขนาดเล็กกลง แล้วใช้เป็นของฝาก ของที่ระลึก ทำให้รูปลักษณะดั้งเดิมของน้ำตันเปลี่ยนแปลงไป จากที่แต่เดิมมีรูปแบบเรียบง่าย ไม่ได้เน้นลวดลายหรือความงาม ให้ความสำคัญในเรื่องของประโยชน์ใช้สอยมากกว่ารูปแบบ แต่ปัจจุบันรูปแบบของน้ำตันได้เปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของผู้บริโภค และค่านิยมสมัยใหม่ มีการนำน้ำตันมาตกแต่งด้วยวิธีการต่างๆ เช่นการทำสีผิวหน้าเป็นสีต่าง ๆ การเขียนลวดลายทอง การแกะฉลุ อื่น ๆ เพื่อเพิ่มคุณค่าของน้ำตันสำหรับการนำไปใช้เป็น

ของฝาก ของที่ระลึก ของตกแต่งทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ สามารถสร้างงาน สร้างรายได้ให้กับชุมชนได้เป็นอย่างดี บ้านน้ำตันเป็นอีกชุมชนหนึ่ง ที่ได้ผลิตงานเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้าน ประเภทน้ำตันที่ใช้ในการตกแต่ง ซึ่งได้มีการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ การตกแต่ง ให้เข้ากับยุคสมัยได้อย่างเหมาะสม การผลิตน้ำตันจะใช้กระบวนการแบบดั้งเดิมของชุมชน ตั้งแต่การขึ้นรูปจนถึงการเผาชิ้นงาน ซึ่งจะเผาด้วยเตาที่ใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง เมื่อเผาเสร็จ จะนำชิ้นงานไปตกแต่งด้วยการ “ รมดำ ” การรมดำเป็นการตกแต่งน้ำตันอีกรูปแบบหนึ่งที่ตรงกับความต้องการของตลาดและผู้บริโภค [1] แต่ปัญหาจากการรมดำ ของบ้านน้ำตันในปัจจุบันคือ ไม่สามารถควบคุมให้สีผิวชิ้นงานที่ผ่านการรมดำให้มีสีที่สม่ำเสมอเท่ากันทั้งชิ้นงาน และทุกชิ้นงานได้ ชิ้นงานที่มีสีที่ไม่สม่ำเสมอก็จะไม่เป็นที่ต้องการของลูกค้า โดยเฉพาะลูกค้าที่เป็นชาวต่างชาติที่มีความต้องการชิ้นงานที่มีคุณภาพเดียวกันทั้งหมด รวมทั้งต้องการชิ้นงานที่มีสีอื่น ๆ นอกจากสีที่รมดำ การที่ชุมชนไม่สามารถควบคุมคุณภาพสี ที่ปรากฏบนผิวชิ้นงานในแต่ละครั้งที่เผาได้ ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์บางส่วนดูไม่สมบูรณ์ ซึ่งจะมีปัญหาในชุมชนผู้ผลิตเครื่องปั้นดินเผาพื้นบ้านแห่งอื่น ๆ เช่นกัน ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่ด้อยคุณภาพ สูญเสียเวลา วัตถุดิบในการผลิตเป็นอย่างมาก

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ผมนักกับปัญหาจากชุมชน ผู้วิจัยคาดว่า การพัฒนาสีของน้ำตันให้มีคุณภาพที่ดีขึ้นตรงกับความต้องการของผู้บริโภค สามารถทำได้ด้วยการทดลองนำสารให้สีที่มีอยู่ตามธรรมชาติมาผสมในเนื้อดินปั้น โดยต้องมีการวิเคราะห์เนื้อดินปั้นก่อน จากนั้นทดลองใช้สารให้สีในปริมาณต่าง ๆ นำไปทดลองเผาเพื่อวิเคราะห์และนำมาพัฒนาให้ตรงกับความต้องการของชุมชน และผู้บริโภคได้

การวิจัยเพื่อศึกษาปัญหาต่าง ๆ ในการที่จะสามารถควบคุมคุณภาพสีผิวชิ้นงานให้สม่ำเสมอเท่ากันทุกครั้ง และการพัฒนาเนื้อดินให้เกิดสีอื่น ๆ ที่มีคุณภาพ จะช่วยลดปริมาณของเสียและลดต้นทุนการผลิตได้ ชิ้นงานรูปแบบใหม่ ๆ ที่มีคุณภาพตรงกับความต้องการของผู้บริโภค ทำให้กลุ่มเกิดรายได้เพิ่มขึ้น ซึ่งจะส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณการผลิต การจ้างแรงงานชุมชนได้

## 2.วัตถุประสงค์

- 1.เพื่อศึกษาและพัฒนาการใช้สีจากธรรมชาติในเนื้อดินปั้นควบคู่กับการรมดำ
- 2.เพื่อศึกษาและพัฒนาวิธีการควบคุมคุณภาพของชิ้นงานให้มีมาตรฐานเดียวกันทุกครั้ง

## 3.วิธีการดำเนินงาน

โดยมีรายละเอียดอุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

- 1.ศึกษา จัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์น้ำตันตั้งแต่การเตรียมวัตถุดิบ การขึ้นรูป ชิ้นงานก่อนการเผา และหลังการเผา วิธีการเผา ลักษณะของดิน สีของเนื้อดิน อุณหภูมิในการเผา การตกแต่ง การรมดำ ด้วยการบันทึกภาพ การสอบถาม และบันทึกไว้เป็นข้อมูลเบื้องต้น



ภาพที่ 1 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์น้ำตัน ด้วยการพบปะพูดคุยกับชุมชน

- 2.ทดลอง ทดสอบวัตถุดิบในการผลิตน้ำตัน เช่น ความแข็งแรง การดูดซึมน้ำ การหดตัว สีเนื้อดินก่อน หลังเผา โดยใช้ทฤษฎีการหาสมบัติของวัตถุดิบ เผาทดลองชิ้นงานในอุณหภูมิ 700 และ 750 °C [2]

2.1.การทดสอบด้านความแข็งแรงของเนื้อดินด้วยวิธีการขึ้นรูปเนื้อดินเป็นแท่งทดสอบขนาด กว้าง 2 ซม.ยาว 12 ซม. จำนวน 10 แท่ง นำไปเผาในอุณหภูมิที่กำหนด นำแท่งทดสอบไปทดสอบกับเครื่องวัดความแข็งแรงของเนื้อดิน บันทึกผลทั้ง 10 แท่ง ทั้งก่อนเผาและหลังเผา และนำมาหาค่าเฉลี่ยความแข็งแรง [3]



ภาพที่ 2 การนำแท่งทดสอบสมบัติของเนื้อดินเข้าเครื่องวัดความแข็งแรงการหัก

2.2.การทดสอบด้านการดูดซึมน้ำของเนื้อดิน ด้วยวิธีการนำแท่งทดสอบที่ผ่านการเผาในอุณหภูมิที่กำหนด จำนวน 10 แท่ง ชั่งน้ำหนักแท่งทดสอบก่อนนำไปต้ม และนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ทั้งไว้ในน้ำอีก 12 ชั่วโมง นำแท่งทดสอบมาเช็ดให้แห้ง และชั่งน้ำหนักของแท่งทดสอบภายหลังการต้มทั้ง 10 แท่ง หาค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำของเนื้อดิน



ภาพที่ 3 การนำแท่งทดสอบที่ผ่านการเผา มาต้มในน้ำเดือดเพื่อหาค่าการดูดซึมน้ำ

2.3.การทดสอบด้านการหดตัวของเนื้อดิน ด้วยวิธีการขึ้นรูปแท่งทดสอบขนาดกว้าง 2 ซม.ยาว 12 ซม. จำนวน 10 แท่ง ชิดเส้นยาว 10 ซม.บนแท่งทดสอบ นำแท่งทดสอบไปเผาในอุณหภูมิที่กำหนด วัดความยาวที่ขีดไว้ ทั้ง 10 แท่ง บันทึกผลนำผลมาเข้าสู่สูตรคำนวณเพื่อหาค่าเฉลี่ยการหดตัวของเนื้อดิน



ภาพที่ 4 ลักษณะแท่งทดสอบการหดตัวของเนื้อดิน ที่กดอัดขึ้นรูปก่อนนำไปเผา

2.4.การทดสอบการโก่งงอของเนื้อดิน ด้วยการขึ้นรูปแท่งทดสอบขนาดกว้าง 2 ซม. ยาว 12 ซม. จำนวน 15 แท่ง นำแท่งทดสอบจำนวน 2 แท่งวางหัว ท้าย นำแท่งทดสอบอีก 1 แท่งวางพาดระหว่างแท่งทดสอบ นำไปเผาในอุณหภูมิที่กำหนด นำแท่งทดสอบที่วางพาดด้านบน มาวางบนกระดาษแผ่นเรียบ วัดระยะห่างระหว่างแท่งทดสอบและพื้นเรียบ บันทึกผลเพื่อหาค่าเฉลี่ยการโก่งงอของเนื้อดิน [4]

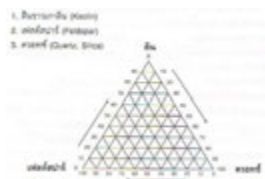


ภาพที่ 5 ลักษณะการวางแท่งทดสอบการโก่งงอของเนื้อดินภายในเตาเผา

3.จัดเก็บข้อมูลสมบัติเนื้อดินเบื้องต้น นำมาวิเคราะห์ตัวแปรที่อาจมีผลในการวิจัย เช่น อาจมีผลกับสารให้สีที่ใช้ในการผสม การหลอมรวมตัวกับสารให้สี รวมทั้งเป็นข้อมูลชุมชนในการทราบถึงสมบัติของวัตถุบัต้องถิ่น

4.ศึกษาสมบัติการให้สีของสารให้สีต่าง ๆ เช่น CaO Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> MgO TiO<sub>2</sub> และอื่น ๆ ทดลองผสมสารให้สีในเนื้อดินในอัตราส่วนต่าง ๆ จำนวนออกไซด์ละ 10 สูตร โดยใช้ทฤษฎีการหาอัตราส่วนผสมวัตถุบัต้องถิ่น ดังนี้

4.1.ทฤษฎีตารางสามเหลี่ยม คือการใช้วัตถุบัต้องถิ่นสามชนิดผสมกันในอัตราส่วนตามจุดที่กำหนด จำนวน 36 จุด ถึง 72 จุด ตามต้องการ [5]



ภาพที่ 6 ตัวอย่างทฤษฎีการหาอัตราส่วนผสมของวัตถุบัต้องถิ่น แบบตารางสามเหลี่ยม

โดยผู้วิจัยได้ทดลองใช้ทฤษฎีตารางสามเหลี่ยมโดยใช้วัตถุบัต้องถิ่นสามชนิดคือ CaO Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ดินแดง 100 % จำนวน 66 สูตร ตามตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนผสมของวัตถุบัต้องถิ่น 3 ชนิดในเนื้อดิน ครั้งที่ 1

สูตรที่	สารให้สี Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	สารให้สี CaO	สารให้สี Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	สูตรที่	สารให้สี Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	สารให้สี CaO	สารให้สี Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	10	0	0	28	4	0	6
2	9	1	0	29	3	7	0
3	9	0	1	30	3	6	1
4	8	2	0	31	3	5	2
5	8	1	1	32	3	4	3
6	8	0	2	33	3	3	4
7	7	3	0	34	3	2	5
8	7	2	1	35	3	1	6
9	7	1	2	36	3	0	7
10	7	0	3	37	2	8	0
11	6	4	0	38	2	7	1
12	6	3	1	39	2	6	2
13	6	2	2	40	2	5	3
14	6	1	3	41	2	4	4
15	6	0	4	42	2	3	5
16	5	5	0	43	2	2	6
17	5	4	1	44	2	1	7
18	5	3	2	45	2	0	8
19	5	2	3	46	1	9	0
20	5	1	4	47	1	8	1
21	5	0	5	48	1	7	2
22	4	6	0	49	1	6	3
23	4	5	1	50	1	5	4
24	4	4	2	51	1	4	5
25	4	3	3	52	1	3	6
26	4	2	4	53	1	2	7
27	4	1	5	54	1	1	8
55	1	0	9	61	0	5	5
56	0	10	0	62	0	4	6
57	0	9	1	63	0	3	7
58	0	8	2	64	0	2	8
59	0	7	3	65	0	1	9
60	0	6	4	66	0	0	10

4.2.ทฤษฎี Line blend คือการใช้วัตถุบัต้องถิ่นผสมกันตามอัตราส่วน และใช้วิธีการ add สารให้สีเป็นเปอร์เซ็นต์ [6]

การผสมดินสองชนิดเข้าหากัน										
ส่วนผสมดิน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ดินดำหมัก	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
ดินแดงหมัก	-	10	20	30	40	50	60	70	80	90

ภาพที่ 7 ภาพตัวอย่างทฤษฎี Line blend ในการหาอัตราส่วนผสมของวัตถุบัต้องถิ่น

โดยผู้วิจัยใช้วัตถุบัต้องถิ่นสองชนิดผสมกัน คือ CaO และ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> , Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> และ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> จำนวน 18 สูตร และ ดินขาวลำปาง ผสมดินแดง จำนวน 11 สูตร ดินดำผสมดินแดง จำนวน 11 สูตร ตามตารางที่ 2,3,4 ดังนี้

ตาราง 2 แสดงอัตราส่วนผสมของสารให้สี 2 ชนิด

สูตร/สาร	1	2	3	4	5	6	7	8	9	สูตร/สาร
CaO	1:9	2:8	3:7	4:6	5:5	6:4	7:3	8:2	9:1	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1:9	2:8	3:7	4:6	5:5	6:4	7:3	8:2	9:1	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

ตาราง 3 แสดงอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ 2 ชนิดเพื่อทดลองสีเนื้อดิน

สูตร/สาร	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	สูตร/สาร
ดินขาว	0:1	1:9	2:8	3:7	4:6	5:5	6:4	7:3	8:2	9:1	1:0	ดินแดง

ตาราง 4 แสดงอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ 2 ชนิดเพื่อทดลองสีเนื้อดิน

สูตร/สาร	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	สูตร/สาร
ดินดำ	0:1	1:9	2:8	3:7	4:6	5:5	6:4	7:3	8:2	9:1	1:0	ดินแดง

5. ชั่งผสมวัตถุดิบตามทฤษฎีที่กำหนด โดยใช้วัตถุดิบในรูปผง ชั่งด้วยเครื่องชั่งดิจิตอล ส่วนผสมแต่ละสูตรจะบรรจุเป็นถุง ถุงละ 500 กรัม ก่อนนำไปผสมกับน้ำสะอาด 50 % วัสดุส่วนผสมให้เข้ากัน จึงนำทุกสูตรไปอัดขึ้นรูปในแบบพิมพ์เพื่อเตรียมนำไปทดลองเผา [7]



ภาพที่ 8 การชั่งส่วนผสมด้วยเครื่องชั่งตามอัตราส่วนและนำไปอัดขึ้นรูปในแบบพิมพ์

6. ทดลองเผาด้วยเตาเผาของหน่วยงาน โดยทดลองเผา 2 อุณหภูมิ คือ อุณหภูมิ 700 °c และ 750 °c ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ชุมชนใช้ในการเผาในชุมชน โดยใช้ระยะเวลาในการเผา 8 ชั่วโมง



ภาพที่ 9 การนำแท่ง และแผ่นทดสอบสมบัติเนื้อดินบรรจุในเตาเผาเพื่อทดลองเผา

7. จากการทดลองครั้งที่ 1 พบว่าสีของวัตถุดิบที่ใกล้เคียงกับวัตถุประสงค์ของโครงการ คือ ทฤษฎีตารางสามเหลี่ยม ได้สูตรที่ 1 ทฤษฎี Line blend คือ ได้สูตรที่ 9 ทั้งสองสูตร ทฤษฎี Line blend ที่ผสมดินขาวคือ ได้สูตรที่ 6, 7, 8 อุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 750 °c



ภาพที่ 10 ภาพแผ่นทดสอบเนื้อดินที่ผ่านการเผานำมาจัดเรียงตามทฤษฎี

8. การทดลองครั้งที่ 2 ทดลองขยายผลของสารให้สีในเนื้อดิน เป็นการนำจุดที่เป็นผลทดลองเบื้องต้นมาทดลองโดยละเอียดอีกครั้ง เพื่อหาสีที่ตรงกับความต้องการของชุมชนมากที่สุด โดยวางแผนทางในการขยายผล ดังนี้

8.1. ขยายผลจากตารางที่ 1 ใช้ดินแดง 100% เติม Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> จำนวน 10 สูตร ขยายความละเอียดสูตรละ 0.2 %

ตารางที่ 5 แสดงอัตราส่วนผสม Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ครั้งที่ 2 ที่ขยายผลละเอียด

สูตร	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.2	10.4	10.6	10.8	11	11.2	11.4	11.6	11.8	12

8.2. ขยายผลจากตารางที่ 2 ใช้ดินแดง 100 % เติม Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> และ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> จำนวน 9 สูตร ขยายความละเอียดสูตรละ 0.2 %

ตารางที่ 6 แสดงอัตราส่วนผสม Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> และ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ครั้งที่ 2 ที่ขยายผล

สูตร	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.2	8.4	8.6	8.8	9	9.2	9.4	9.6	9.8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.8	1.6	1.4	1.2	1	0.8	0.6	0.4	0.2

8.3. ขยายผลจากตารางที่ 2 ใช้ดินแดง 100 % เติม Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> และ CaO จำนวน 9 สูตร ขยายความละเอียดสูตรละ 0.2 %

ตารางที่ 7 แสดงอัตราส่วนผสม Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> และ CaO ครั้งที่ 2 ที่ขยายผล

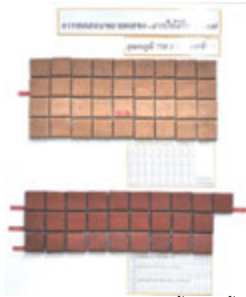
สูตร	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CaO	8.2	8.4	8.6	8.8	9	9.2	9.4	9.6	9.8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.8	1.6	1.4	1.2	1	0.8	0.6	0.4	0.2

8.4. ขยายผลจากตารางที่ 3 ใช้ดินขาว ถ้ำปางและดินแดง เป็นส่วนผสม จำนวน 36 สูตร

ตารางที่ 8 แสดงอัตราส่วนผสม ดินขาวและดินแดง ครั้งที่ 2 ที่ขยายผล

1	2	3	4	5	6	7	8	9
A:41	A:42	A:43	A:44	A:45	A:46	A:47	A:48	A:49
B:59	B:58	B:57	B:56	B:55	B:54	B:53	B:52	B:51
10	11	12	13	14	15	16	17	18
A:51	A:52	A:53	A:54	A:55	A:56	A:57	A:58	A:59
B:49	B:48	B:47	B:46	B:45	B:44	B:43	B:42	B:41
19	20	21	22	23	24	25	26	27
A:61	A:62	A:63	A:64	A:65	A:66	A:67	A:68	A:69
B:39	B:39	B:37	B:36	B:35	B:34	B:33	B:32	B:31
28	29	30	31	32	33	34	35	36
A:71	A:72	A:73	A:74	A:75	A:76	A:77	A:78	A:79
B:29	B:28	B:27	B:26	B:25	B:24	B:23	B:22	B:21

9.จากการทดลองครั้งที่ 2 พบว่า สีเนื้อดินที่ผ่านการทดลองสี น้ำตาลเหลือง ได้สูตรที่ตรงตามความต้องการจำนวน 2 สูตร คือสูตรที่ 10 และ 23 และสีน้ำตาลแดง ได้สูตรที่ตรงตามความต้องการจำนวน 4 สูตร คือสูตรที่ 1 และสูตรที่ 10 แต่สีเหลืองอมเขียว ในการทดลองครั้งที่ 2 ยังไม่ได้ผล



ภาพที่ 11 ภาพแผ่นทดสอบการใช้สารให้สีในเนื้อดินครั้งที่ 2 ที่ผ่านการเผาแล้ว ตามตารางที่ 5 ,6 ,7 ,8

10.การทดลองครั้งที่ 3 เพื่อทดลองหาสารให้สีเหลืองและเขียว ในเนื้อดิน โดยผู้วิจัยได้ทดลองจากสารให้สีคือ  $\text{NiO}_2$  ,  $\text{ZrSiO}_2$  ,  $\text{BaCO}_3$  ,  $\text{V}_2\text{O}_5$  ,  $\text{CuO}$  , Tin ,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  [8] โดยใช้วัตถุดิบหลักสองชนิด คือ ดินขาว ล้ำปาง 50 % ดินแดง 50 % และ ดินแดง 100 % และเติมสารให้สีต่าง ๆ สูตรละ 10 % จำนวน 17 สูตร

ตารางที่ 9 แสดงอัตราส่วนผสมครั้งที่ 3 จำนวน 17 สูตร

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A
NiO	CoO <sub>2</sub>	ZrSiO <sub>2</sub>	BaCO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	Tin	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Borax	CrO
1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B	-
NiO	CoO <sub>2</sub>	ZrSiO <sub>2</sub>	BaCO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	Tin	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Borax	-

A: ดินขาว 50 % ดินแดง 50 % B: ดินแดง 100 %

11.จากการทดลองครั้งที่ 3 พบว่า สีเนื้อดินที่ผ่านการทดลองสี เหลืองอมเขียว ได้สูตรที่ตรงตามความต้องการจำนวน 4 สูตร คือสูตรที่ 1A , 7A ,7B และ 9A แต่ชุมชนต้องการเพิ่มเติมสีเนื้อดินที่อมเหลืองมากขึ้น ซึ่งตรงกับสูตร 1A ผู้วิจัยจึงได้นำสูตรนี้ มาขยายผลละเอียดเพิ่มเติมให้ชุมชนอีกครั้ง



ภาพที่ 12 แสดงสีแผ่นทดสอบครั้งที่ 3 ที่ทดลองขยายผลละเอียดเพิ่มเติม

12.การทดลองครั้งที่ 4 การขยายผลทดลองสีเหลืองอมเขียว เพิ่มเติม จำนวน 20 สูตร โดยใช้ดินขาว 50% ดินแดง 50 % เติม NiO (green oxide) ตามตารางดังนี้

ตารางที่ 10 แสดงอัตราส่วนผสมครั้งที่ 4 จำนวน 20 สูตร

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12%	14%	16%	18%	20%	22%	24%	26%	28%	30%
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
32%	34%	36%	38%	40%	42%	44%	46%	48%	50%

13.จากการทดลองครั้งที่ 4 พบว่า สีเนื้อดินที่ผ่านการทดลองขยายสีเหลืองอมเขียว ได้สูตรที่ตรงตามความต้องการมากที่สุดจำนวน 1 สูตร คือสูตรที่ 10 ซึ่งมีสีอมเหลืองมากกว่าสีเขียว แต่ทุกสูตรสามารถประยุกต์ใช้กับงานอื่น ๆ ได้



ภาพที่ 13 ภาพแผ่นทดสอบเนื้อดินสีครั้งที่ 4 ที่ขยายผลจากตารางที่ 10

14.นำผลการทดสอบสูตรต่าง ๆ มาเตรียมเนื้อดินสำหรับทดลองขึ้นรูป โดยชั่งส่วนผสมตามอัตราส่วนที่เลือก นวดผสมกัน คือสูตรดังนี้

สูตรดินขาว และดินแดง สูตรที่ 6 และ 7

สูตรดินแดง และ  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  สูตรที่ 12

สูตรดินขาว และดินแดง เติม NiO สูตรที่ 1A

สูตรดินขาว และดินแดง เติม CrO สูตรที่ 9A

สูตรดินขาว และดินแดง เติม  $\text{V}_2\text{O}_5$  สูตรที่ 7A

สูตรดินขาว และดินแดง เติม  $\text{V}_2\text{O}_5$  สูตรที่ 7B

จำนวนรวม 7 สูตร และทดลองนำไปเผาในชุมชน ที่อุณหภูมิ 750 °c โดยประมาณ



ภาพที่ 14 การนำชิ้นงานที่ผสมตามอัตราส่วนไปขึ้นรูปและเผาในเตาเผาชุมชน

15.ผลจากการทดลองขึ้นรูปและทดลองเผาในชุมชน ได้ผลงานที่ตรงกับวัตถุประสงค์ของโครงการและชุมชน



ภาพที่ 15 ชิ้นงานทดสอบที่ผ่านการเผาจากเตาเผาชุมชน จากอัตราส่วนที่เลือก

การประชุมวิชาการ การพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน 2556 ครั้งที่ 3  
 “ชุมชนท้องถิ่น ฐานรากการพัฒนาประชาคมอาเซียน” 9-10 พฤษภาคม 2556



ภาพที่ 16 ภาพชิ้นงานที่ผ่านการผสมสารให้สีและเผาที่อุณหภูมิ 750 °c

#### 4.ผลของการศึกษา/การทดลอง

ผลของการศึกษา การทดลอง สรุปเป็นประเด็นต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

1.ผลการศึกษาด้านการทดสอบสมบัติเบื้องต้นของเนื้อดินบ้านน้ำตัน โดยใช้เนื้อดินบ้านน้ำตัน เป็นหลักในการทดสอบด้วยทฤษฎีการสมบัติของวัสดุคือ ค่าความแข็งตัวของเนื้อดิน ค่าการดูดซึมน้ำ ค่าการหดตัวของเนื้อดิน และการโก่งงอของเนื้อดิน [9] ซึ่งมีจุดประสงค์ในการศึกษาเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นของชุมชนในการพัฒนาเนื้อดินของตนเองในอนาคต รวมทั้งเป็นการทราบถึงตัวแปรที่อาจจะมีผลต่อการผสมสารให้สีในเนื้อดินได้ โดยมีผลการศึกษา ดังนี้

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบสมบัติของเนื้อดินก่อนเผาและหลังเผา

การทดสอบ	อุณหภูมิ	
	700°c	750°c
1. การหดตัวของเนื้อดินก่อนเผา	5 %	5 %
2. การหดตัวของเนื้อดินหลังเผา	6 %	6 %c
3. สีเนื้อดินก่อนเผา	เหลืองครีม	เหลืองครีม
4. สีเนื้อดินหลังเผา	สีน้ำตาลแดง	สีน้ำตาลแดง
5. ความแกร่งของเนื้อดินก่อนเผา	61.6 นิวตัน	61.6 นิวตัน
6. ความแกร่งของเนื้อดินหลังเผา	มากกว่า 600 นิวตัน	มากกว่า 600 นิวตัน
7. การดูดซึมน้ำ	0.136 %	0.137 %
8. ค่าโก่งงอ	0	0

2.ผลการศึกษาด้านการทดลองหาอัตราส่วนผสมสารให้สีในเนื้อดิน การทดลองหาอัตราส่วนผสมสารให้สีในเนื้อดิน ทำการทดลองจำนวน 4 ครั้ง จึงจะสามารถปรับสีเนื้อดินให้ตรงกับวัตถุประสงค์ ความต้องการของชุมชน โดยใช้ทฤษฎีตารางสามเหลี่ยม และทฤษฎี Line blend ในการกำหนดอัตราส่วน ใช้สารให้สี CaO Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> MgO TiO<sub>2</sub> NiO<sub>2</sub> ZrSiO<sub>2</sub> V<sub>2</sub>O<sub>3</sub> CrO ดินขาว และดินดำในอัตราส่วนต่าง ๆ กัน มีผลของการศึกษาที่ใกล้เคียงกับวัตถุประสงค์และความต้องการ แต่ต้องนำมาขยายผลละเอียด เพื่อให้ได้ผลที่ตรงความต้องการ ดังนี้

ตารางที่ 12 อัตราส่วนผสมสารให้สีที่เลือกครั้งที่ 1 จากตารางสามเหลี่ยม

สูตรที่	สารให้สี Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	สารให้สี CaO	สารให้สี Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	สูตรที่	สารให้สี Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	สารให้สี CaO	สารให้สี Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
1	10	0	0	28	4	0	6

ตารางที่ 13 อัตราส่วนผสมสารให้สีที่เลือก ครั้งที่ 1 จาก Line blend

สูตร/สาร	1	2	3	4	5	6	7	8	9	สูตร/สาร
CaO	1:9	2:8	3:7	4:6	5:5	6:4	7:3	8:2	9:1	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1:9	2:8	3:7	4:6	5:5	6:4	7:3	8:2	9:1	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

ตารางที่ 14 อัตราส่วนผสมเพื่อทดลองสีเนื้อดินที่เลือกครั้งที่ 1

สูตร/สาร	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	สูตร/สาร
ดินขาว	0:1	1:9	2:8	3:7	4:6	5:5	6:4	7:3	8:2	9:1	1:0	ดินแดง

ตารางที่ 15 อัตราส่วนผสมสารให้สีที่ขยายผลละเอียดจากผลทดลองครั้งที่ 2

สูตร	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.2	10.4	10.6	10.8	11	11.2	11.4	11.6	11.8	12

#### 8.2.ขยายผลจากตารางที่ 2 ใช้ดินแดง

100 % เติม Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> และ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> จำนวน 9 สูตร ขยายความละเอียดสูตรละ 0.2 %

ตารางที่ 16 อัตราส่วนผสมสารให้สีที่ขยายผลละเอียดจากตารางที่ 2

สูตร	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.2	8.4	8.6	8.8	9	9.2	9.4	9.6	9.8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.8	1.6	1.4	1.2	1	0.8	0.6	0.4	0.2

#### 8.3.ขยายผลจากตารางที่ 2 ใช้ดินแดง

100 % เติม Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> และ CaO จำนวน 9 สูตร ขยายความละเอียดสูตรละ 0.2 %

ตารางที่ 17 อัตราส่วนผสมสารให้สีที่ขยายผลละเอียดจากตารางที่ 2

สูตร	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CaO	8.2	8.4	8.6	8.8	9	9.2	9.4	9.6	9.8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.8	1.6	1.4	1.2	1	0.8	0.6	0.4	0.2

#### 8.4.ขยายผลจากตารางที่ 3 ใช้ดินขาว

ลำปางและดินแดง เป็นส่วนผสม จำนวน 36 สูตร

ตารางที่ 18 สรุปอัตราส่วนผสมเนื้อดินที่ใช้เป็นหลักก่อนการผสมสารให้สี

1	2	3	4	5	6	7	8	9
A:41	A:42	A:43	A:44	A:45	A:46	A:47	A:48	A:49
B:59	B:58	B:57	B:56	B:55	B:54	B:53	B:52	B:51
10	11	12	13	14	15	16	17	18
A:51	A:52	A:53	A:54	A:55	A:56	A:57	A:58	A:59
B:49	B:48	B:47	B:46	B:45	B:44	B:43	B:42	B:41
19	20	21	22	23	24	25	26	27
A:61	A:62	A:63	A:64	A:65	A:66	A:67	A:68	A:69
B:39	B:39	B:37	B:36	B:35	B:34	B:33	B:32	B:31
28	29	30	31	32	33	34	35	36
A:71	A:72	A:73	A:74	A:75	A:76	A:77	A:78	A:79
B:29	B:28	B:27	B:26	B:25	B:24	B:23	B:22	B:21

#### 3.ผลการศึกษาด้านการแก้ไขอัตราส่วนผสมสารให้สีที่ตรงกับ

ความต้องการของชุมชน

ตารางที่ 18 สรุปอัตราส่วนสารให้สีที่เลือกในการนำไปผลิตชิ้นงาน สีน้ำตาลแดง

สูตร	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.2	10.4	10.6	10.8	11	11.2	11.4	11.6	11.8	12

ดินแดง 100 % เติม Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

ตารางที่ 19 สรุปอัตราส่วนและสารให้สีที่ให้ผลตามวัตถุประสงค์ของโครงการ สีเหลือง  
 งามเขียว สีน้ำตาลเหลือง ที่นำไปผลิตชิ้นงาน

1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	9A
NiO	CoO <sub>2</sub>	ZrSiO <sub>2</sub>	BaCO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	Tin	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Borax	CrO
1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B	-
NiO	CoO <sub>2</sub>	ZrSiO <sub>2</sub>	BaCO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	Tin	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Borax	-

A: ดินขาว 50 % ดินแดง 50 % B: ดินแดง 100 % เติมน้ำให้สี 10 %

ตารางที่ 20 สรุปอัตราส่วนและสารให้สีที่ให้ผลตามวัตถุประสงค์ของโครงการ สีน้ำตาลเหลือง  
 ที่นำไปผลิตชิ้นงาน

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12%	14%	16%	18%	20%	22%	24%	26%	28%	30%

ดินขาว 50% ดินแดง 50 % เติมน้ำ NiO

4.ผลด้านการขึ้นรูปและการเผาชิ้นงานในชุมชน เนื้อดินที่  
 ทดลองผสมตามอัตราส่วนต่าง ๆ ที่เลือกตามวัตถุประสงค์ เมื่อนำไปให้  
 ชุมชนขึ้นรูปสามารถขึ้นรูปได้ สีเนื้อดินภายหลังการเผามีความแตกต่าง  
 จากการเผาทดลองเล็กน้อย สารให้สีและเนื้อดินหลอมรวมตัวกันได้ ไม่  
 แยกตัวออกจากกัน สุกตัวที่อุณหภูมิ 750 °c โดยประมาณ



ภาพที่ 17 ชิ้นงานที่ผสมสารให้สีในเนื้อดินที่ตรงกับความต้องการของชุมชนและผู้บริโภค  
 มากที่สุด

## 5.สรุปและอภิปรายผล

สารให้สีที่ใช้ในการทดลอง สามารถนำมาใช้ในการผสมดิน  
 พื้นบ้านได้ดี ผลจากการทดลองการหลอมรวมกับชิ้นงานได้ดี หลอมตัวดี  
 ใช้ได้ในอุณหภูมิที่ทดลอง ให้สีตามวัตถุประสงค์ของโครงการ หากต้องการ  
 นำสารให้สีนี้ไปใช้กับดินพื้นบ้านแหล่งอื่น จะต้องนำดินมาทดสอบ  
 คุณสมบัติก่อน หากผลการทดสอบเนื้อดินมีค่าใกล้เคียงกับผลการวิจัย  
 แสดงว่าดินในแหล่งนั้น สามารถใช้ได้กับอัตราส่วนนี้ได้ จะทำให้ได้สี  
 ผลิตภัณฑ์ที่หลากหลายยิ่งขึ้น[10] เเผาในอุณหภูมิ 700-750 องศา  
 เซลเซียส จะมีคุณภาพของผิวชิ้นงานดีกว่า สารให้สีบางชนิดไม่ทำให้เกิดสี  
 ตามที่ต้องการ สารให้สีบางชนิดมีจุดหลอมตัวสูง จึงต้องมีการปรับ  
 อัตราส่วนให้สามารถเผาได้ในอุณหภูมิปกติที่ชุมชนใช้เผา เพื่อไม่ให้มี  
 ผลกระทบกับวิถีชีวิตของชุมชน เพื่อให้การผสมสีในเนื้อดินเป็นอีกวิธีการ  
 หนึ่งที่จะสามารถเพิ่มมูลค่าของ ผลิตภัณฑ์ชุมชนให้สูงขึ้นได้

เนื่องจากสารให้สีที่ผสมลงไปเนื้อดิน ที่ตรงกับความต้องการ  
 มีราคาที่ไม่แพง ซึ่งส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูง ผู้วิจัยและผู้ประกอบการจึงได้ทดลองขยายผลในเชิงพาณิชย์ด้วยการใช้เทคนิคเอน  
 โภบ (หรือการทำผิวชิ้นงานด้วยน้ำดินสี) [11] ลงบนชิ้นงาน แทนการผสม  
 สารให้สีในเนื้อดิน ซึ่งจะช่วยให้สิ้นเปลืองวัตถุดิบน้อยลงต้นทุนในการผลิต  
 ต่ำลง ซึ่งผู้ประกอบการจะได้ทดลองด้วยตนเองภายหลังเสร็จสิ้น  
 โครงการวิจัยนี้

## 6.ข้อเสนอแนะ

ผลจากการทดลองพบว่า ดินบ้านน้ำดิน หรือดิน  
 แดงโดยทั่วไป หากชุมชน ผู้ประกอบการโดยทั่วไป มีความ  
 ต้องการที่จะพัฒนาเรื่องของสีที่ปรากฏในเนื้อดินภายหลัง  
 การเผา จำเป็นต้องลดความเข้มของสีดินแดงให้น้อยลงโดย  
 ที่ต้องไม่กระทบกับคุณสมบัติตามธรรมชาติของดินก่อน จึง  
 จะสามารถปรับสีชิ้นงานให้ได้ตรงตามความต้องการได้

## 7.กิตติกรรมประกาศ

โครงการงาน การพัฒนาสีของผลิตภัณฑ์  
 เครื่องปั้นดินเผาบ้านน้ำดินเพื่อการส่งออกนี้ สำเร็จลุล่วงไป  
 ได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้ ช่วยให้การ  
 ดำเนินงานโครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อันประกอบด้วย  
 คณะบดีคณะศิลปกรรมและสถาปัตยกรรมศาสตร์ เจ้าหน้าที่  
 ศูนย์การเรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีเซรามิกทุกท่าน สล่า  
 แดงบ้านน้ำดิน รวมทั้งสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย  
 ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงการอุตสาหกรรมสำหรับ  
 ปริญญาตรี ประจำปี 2552 ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการทำวิจัยใน  
 ครั้งนี้

## 9.การอ้างอิง

- [1] วันชัย เพ็ญมแดง “ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ  
 เครื่องปั้นดินเผา” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล  
 ล้านนา (2548)
- [2] รศ.ดร.กาญจนา แก้วกำเนิด INTRODUCTION TO  
 CERAMIC คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- [3] ทวี พรหมพฤกษ์ เครื่องเคลือบดินเผาเบื้องต้น  
 สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ 2523
- [4] ปรีดา พิมพ์ขาวชา, “เซรามิกส์”, พิมพ์ครั้งที่ 4,  
 สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.  
 (2540)
- [5] รศ.ไพจิตร อังศิริวัฒน์ เนื้อดินเซรามิก สำนักพิมพ์โอ  
 เดียนสโตร์ กรุงเทพฯ ๒ 2541
- [6] รศ.ไพจิตร อังศิริวัฒน์ รวมสูตรเคลือบเซรามิก  
 สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ ๒ 2541
- [7] ศักดิ์พิล เทียนเสมอ. (2549).เอกสารประกอบการสอน  
 เรื่อง การทดสอบเซรามิกและการวิเคราะห์ข้อมูล.  
 เชียงใหม่ :มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [8] ศูนย์พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา  
 เทคนิคการใช้วัตถุดิบที่มีเหล็กออกไซด์สูงในการผลิต  
 เซรามิก 2544
- [9] ทวี พรหมพฤกษ์ (2531) “ เครื่องปั้นดินเผา”  
 ภาควิชาช่างปั้นดินเผา คณะวิชาอุตสาหกรรมศิลป์  
 วิทยาลัยครูพระนคร
- [10] มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เซรามิกคืออะไร  
 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จากhttp://www.mne.eng.  
 psu.ac.th/staff/lek\_files/ceramic/u1-1.htm
- [11] ชุตินา เอี่ยมโชติชวลิต. (2553).รายงานการวิจัยเรื่อง  
 การพัฒนาสูตรดินสำหรับเผาในอุณหภูมิต่ำ สำหรับ  
 กระเบื้องตกแต่ง.กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัย  
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว).