

การพัฒนาส่วนผสมของเนื้อดินปั้นโดยใช้แหล่งดินบ้านหนองห้วยยาง เพื่อทำผลิตภัณฑ์สโตนแวร์

Development of a clay mixture from Ban Nong Hua Yang soil for stoneware pottery production

เพียรพิน ก่อวุฒิพงศ์^{1*}

^{1*}สาขาวิชาเซรามิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม

156 หมู่ 5 ตำบลพลายชุมพล อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก 65000

โทรศัพท์ 081-8886657 โทรสาร 055-282792 E-mail : p_kowuttiiphong@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อพัฒนาส่วนผสมของเนื้อดินปั้นสำหรับทำผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ มีวิธีดำเนินการวิจัยเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การทดสอบสมบัติของเนื้อดินปั้นที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างดินบ้านหนองห้วยยาง ตำบลท่าทอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ร่วมกับดินขาวระนอง และทราย ด้วยการเลือกแบบเจาะจงจากตารางสามเหลี่ยม จำนวน 36 สูตรส่วนผสม โดยทำการเผาทดลองที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน แล้วนำมาทดสอบสมบัติทางกายภาพทั้งก่อนเผาและหลังเผา ได้แก่ ความหดตัว ความทนไฟ ความแข็งแรง การดูดซึมน้ำ และสีของเนื้อดินปั้น ขั้นตอนที่ 2 การผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทถ้วยชามจากเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ ด้วยวิธีการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนและขึ้นรูปด้วยใบมีด

ผลการวิจัยพบว่า เนื้อดินปั้นจำนวน 22 สูตรส่วนผสม มีสมบัติตามเกณฑ์เนื้อดินปั้นสโตนแวร์ และคัดเลือกสูตรส่วนผสมสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ คือ สูตรส่วนผสมที่ 17 ประกอบด้วยส่วนผสมของดินบ้านหนองห้วยยาง ร้อยละ 30 ทราย ร้อยละ 20 และดินขาวระนอง ร้อยละ 50 มีค่าความหดตัวร้อยละ 11.08 มีค่าความแข็งแรง 190.30 Kg/cm³ และมีค่าการดูดซึมน้ำ ร้อยละ 1.27 เพื่อทำการผลิตผลิตภัณฑ์ขึ้นรูปด้วยวิธีการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนและขึ้นรูปด้วยใบมีด ซึ่งสามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ได้ดีทั้งสองวิธี

คำสำคัญ: ดินบ้านหนองห้วยยาง, เนื้อดินปั้น, สโตนแวร์

Abstract

The purpose of this research is to develop a mixture of clay for the manufacturing of stoneware. There are 2 steps to perform in this research project. The first step was to create a mixture of ceramic body and to study its various physical properties. The experimental samples were made up from various compositions of Ban Nong Hua Yang Clay (from Tha Thon in Phitsanulok province) and Ranong Clay. These 36 formulae were tested using a Purposive Sampling Technique along with a Triaxial Diagram of the different compositions at a temperature of 1230°C within an oxidation atmosphere. The testing of the physical properties were conducted before and after

firing to measure shrinkage, the softening point, strength, water absorption and the fired color.

Step 2 in the research involved the production of tableware from a swivel wheel using the best composition selected from the results of step 1.

The results showed that 22 formulae passed the standard to be classed as stoneware clay. The 17th formula, which consisted of 30% Ban Nong Hua Yang Clay, 20% sand, and 50% Ranong clay was selected for the production. The shrinkage level was 11.08%, its strength was measured at 190.30 Kg/cm³, and water absorption of 1.27%. The product was formed by using a swivel wheel combined with a throwing and jiggling method and gave good quality results.

Keywords : Ban Nong Hua Yang Clay, Body, Stoneware

1. บทนำ

เครื่องปั้นดินเผานั้นเกิดขึ้นได้เนื่องจากความจำเป็นและความต้องการของมนุษย์ ตั้งแต่ดั้งเดิมผลิตขึ้นเพื่อเป็นภาชนะใส่อาหารและน้ำ ต่อมามีการพัฒนาเครื่องปั้นดินเผาให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น และมีประโยชน์ใช้สอยเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ตลอดจนการพัฒนาเครื่องปั้นดินเผาให้มีความหลากหลายดังปรากฏให้เห็นในปัจจุบัน ปัจจัยสำคัญในการผลิตคือ วัตถุดิบที่มีอยู่ในพื้นดิน บางอย่างได้มาจากสินแร่ธรรมชาติ เช่น ดิน หินฟันม้า บางอย่างได้จากการสกัดจากสินแร่ตามธรรมชาติ และนำมาทำให้บริสุทธิ์ด้วยกระบวนการทางเคมี เช่น อะลูมินา จากแร่บอกไซต์ และที่ได้จากการสังเคราะห์ ตลอดจนสารอินทรีย์บางชนิดที่ใช้เป็นตัวช่วยในการขึ้นรูป และมีคุณสมบัติที่เหมาะสมนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาได้ ดินจึงเป็นวัตถุดิบที่สำคัญ โดยเฉพาะการผลิตผลิตภัณฑ์ภาชนะรองรับอาหาร สุขภัณฑ์ กระเบื้อง และอื่น ๆ ดินมีหลายชนิดที่แตกต่างกันไป อาจจะแตกต่างกันไปในเรื่องสี หรือต่างกันในเรื่องโครงสร้าง รวมทั้งคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี เป็นต้นว่ามีความเหนียวต่างกัน มีปริมาณ SiO₂ ต่างกัน (Pimkaokum, P., 1992)

จังหวัดพิษณุโลกเป็นแหล่งผลิตเครื่องปั้นดินเผาทั้งในอดีตและปัจจุบัน โดยมีแหล่งผลิตหลายแหล่ง ได้แก่ 1) แหล่งวิสาหกิจชุมชนเครื่องปั้นดินเผาบ้านเตาไห ตำบลหัวรอ อำเภอเมือง 2) แหล่งเครื่องปั้นดินเผาบ้านวังดินสอ ตำบลวังนกแอ่น อำเภอวังทอง 3) แหล่งเครื่องปั้นดินเผาบ้านท่าโพธิ์ ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง และ 4) แหล่งเครื่องปั้นดินเผาบางแก้ว ตำบลปลักแรด อำเภอบางระกำ เป็นต้น ซึ่งจากการสำรวจข้อมูลกระบวนการผลิตเครื่องปั้นดินเผาของกลุ่มบ้านวังดินสอพบว่าผู้ประกอบการเครื่องปั้นดินเผา ใช้แหล่งวัตถุดิบในท้องถิ่น คือ แหล่งดินบ้านหนองหัวยางเป็นวัตถุดิบหลัก สำหรับนำมาผลิตผลิตภัณฑ์ประเภทกระถางต้นไม้ มีผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทเอิเทินแวร์ (Earthenware) จัดเป็นผลิตภัณฑ์ตามประเภทของเนื้อดินปั้นที่มีคุณภาพต่ำและราคาถูก ปัจจุบันการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาผู้ผลิตใช้วัตถุดิบจากหลายแหล่ง โดยเฉพาะวัตถุดิบจากดินท้องถิ่น จะเห็นได้ว่าการนำดินท้องถิ่นดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ในหลาย ๆ ด้าน เช่น นำมาถมทำถนน ถมที่ดินเพื่อการก่อสร้าง และการเพาะปลูก นอกจากนี้ร่วมถึงการนำมาใช้สำหรับการผลิตเครื่องปั้นดินเผาอีกด้วย (Wilai, P. and Wilai, A.,

2016) กล่าวถึงปัจจัยสำคัญที่มีต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาของทุกชุมชน คือ คุณภาพวัตถุดิบที่เป็นเนื้อดินเอร์ทเทนแวร์ เป็นวัตถุดิบที่หาง่าย ตามบริเวณหรือใกล้เคียงชุมชน แต่มีคุณภาพต่ำทั้งในด้านความแข็งแรง การดูดซึมน้ำและความสะอาด จึงเหมาะสำหรับ การผลิตของใช้ราคาถูก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงการใช้วัตถุดิบจากเดิมมาพัฒนาการใช้วัตถุดิบที่มีคุณภาพสูงในระดับ เซรามิกส์ประเภทสโตนแวร์เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง และเหมาะสำหรับการนำไปใช้อย่างแท้จริง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาแหล่งดินบ้านหนองห้วยาง ตำบลท่าทอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งเป็นดินในท้องถิ่น มีลักษณะที่ค่อนข้างพิเศษ คือ มีสีเดียวกันและมีเนื้อดินที่สม่ำเสมอในปริมาณมาก มีสิ่งเจือปนน้อย ในขณะที่เนื้อดินลักษณะดังกล่าว สามารถพัฒนาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตเครื่องปั้นดินเผาประเภทสโตนแวร์ได้ เนื่องจากเป็นแหล่งดินหาง่าย จำหน่ายในราคาถูก อยู่ในพื้นที่ใกล้ผู้ผลิต มีระบบการขนส่งสะดวก จากลักษณะของดินบ้านหนองห้วยางที่กล่าวมาแล้วนั้น จึงสามารถนำมาพัฒนาสมบัติของเนื้อดินโดยการผสมกับวัตถุดิบอื่น ๆ ที่มีคุณภาพ ให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่มีคุณภาพประเภทสโตนแวร์ โดยใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นเป็นหลัก ด้วยกระบวนการการตลาดทางวิทยาศาสตร์ประยุกต์สาขาเซรามิกส์ ผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจากดินแหล่งบ้านหนองห้วยาง ซึ่งเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาให้มีคุณภาพดีขึ้นและสร้างความมีเอกลักษณ์ของท้องถิ่น สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ การพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิกส์ ด้านการสร้างเอกลักษณ์เมืองหัตถกรรมเซรามิกส์ พัฒนามาตรฐานสินค้าหัตถกรรมเซรามิกส์ ประชาสัมพันธ์และสร้างช่องทางการจำหน่ายสินค้าหัตถกรรมเซรามิกส์ ให้เกิดขึ้นในพื้นที่ที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ โดยการสร้างสรรค์และพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีเอกลักษณ์ด้วยการใช้เครื่องหมายการค้าท้องถิ่น (Local Brand) (Office of Industrial Economics., 2012) เกิดการสร้างอาชีพหลักหรืออาชีพเสริมของชุมชนได้ ทั้งยังสอดคล้องกับการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุดของแหล่งผลิตเครื่องปั้นดินเผาในจังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดใกล้เคียง

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

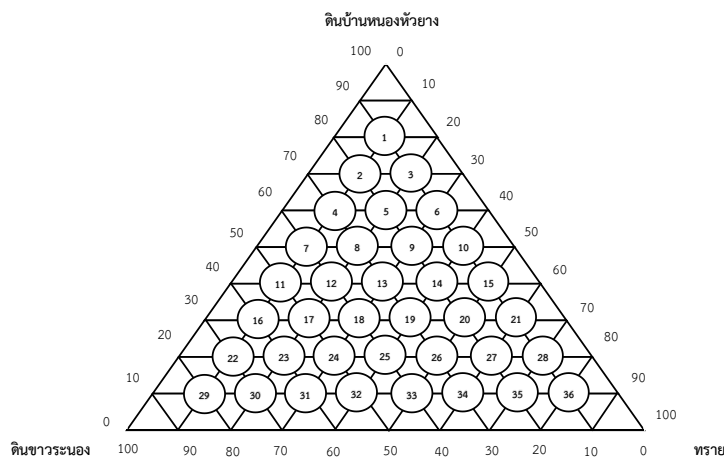
เพื่อพัฒนาส่วนผสมและทดสอบสมบัติของเนื้อดินปั้นจากดินบ้านหนองห้วยาง ดินขาวระนอง และทรายสำหรับทำผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาประเภทสโตนแวร์ ที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส

3. วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ มี 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาส่วนผสมเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ ขั้นตอนที่ 2 การผลิตผลิตภัณฑ์จากเนื้อดินปั้นสโตนแวร์

ขั้นตอนที่ 1 การพัฒนาส่วนผสมเนื้อดินปั้นสโตนแวร์

การวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ส่วนผสมของดินบ้านหนองห้วยาง ตำบลท่าทอง อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ดินขาวระนอง และทราย โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial Diagram) อย่างมีระบบ จำนวน 36 สูตรส่วนผสมดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตารางสามเหลี่ยมแสดงส่วนผสมของเนื้อดินปั้น

จากภาพที่ 1 แสดงส่วนผสมของเนื้อดินปั้นจากดินบ้านหนองห้วยยาง ดินขาวระนอง และทราย ที่ใช้ต่างกันเนื้อดินปั้น โดยแต่ละสูตรส่วนผสมคิดเป็นร้อยละซึ่งแสดงได้ดัง ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น

สูตรที่	อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ (ร้อยละ)			สูตรที่	อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ (ร้อยละ)		
	ดินบ้าน หนองห้วยยาง	ดินขาว ระนอง	ทราย		ดินบ้าน หนองห้วยยาง	ดินขาว ระนอง	ทราย
1	80	10	10	19	30	30	40
2	70	20	10	20	30	20	50
3	70	10	20	21	30	10	60
4	60	30	10	22	20	70	10
5	60	20	20	23	20	60	20
6	60	10	30	24	20	50	30
7	50	40	10	25	20	40	40
8	50	30	20	26	20	30	50
9	50	20	30	27	20	20	60
10	50	10	40	28	20	10	70
11	40	50	10	29	10	80	10
12	40	40	20	30	10	70	20
13	40	30	30	31	10	60	30
14	40	20	40	32	10	50	40

ตารางที่ 1 อัตราส่วนผสมของเนื้อดินปั้น (ต่อ)

สูตรที่	อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ (ร้อยละ)			สูตรที่	อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ (ร้อยละ)		
	ดินบ้าน หนองหัวยาง	ดินขาว ระนอง	ทราย		ดินบ้าน หนองหัวยาง	ดินขาว ระนอง	ทราย
15	40	10	50	33	10	40	50
16	30	60	10	34	10	30	60
17	30	50	20	35	10	20	70
18	30	40	30	36	10	10	80

1. การพัฒนาส่วนผสมเนื้อดินปั้น ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1.1 เตรียมวัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง และนำวัตถุดิบอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส

1.2 นำส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่ได้จากการผสมตัวอย่าง มาชั่งโดยเครื่องชั่งระบบดิจิทัล
สูตรส่วนผสมละ 500 กรัม

1.3 บดส่วนผสมของแต่ละสูตรโดยใช้หม้อบด Hight speed Ball Mill : Centrifugal
เป็นเวลา 20 นาที

1.4 นำเนื้อดินปั้นแต่ละสูตรส่วนผสม มาผ่านตะแกรงขนาดเบอร์ 120 เมช

1.5 นำเนื้อดินปั้นที่ได้มาขึ้นรูปแท่งทดลองขนาดความกว้าง 2 เซนติเมตร หนา 1
เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร ด้วยวิธีการอัดแบบพิมพ์กด

1.6 นำแท่งทดลองทั้งหมดไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นำมาชั่งน้ำหนัก
วัดขนาด จดบันทึก

1.7 นำแท่งทดลองมาทดสอบสมบัติทางกายภาพก่อนเผา หาค่าการหดตัว และค่าความ
แข็งแรงโดยเครื่องทดสอบความแข็งแรง (Modulus of Rupther : MOR)

1.8 นำแท่งทดลองไปเผาที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส บรรยากาศแบบออกซิเดชัน

1.9 นำแท่งทดลองที่ผ่านการเผามาทดสอบสมบัติทางกายภาพหลังเผา ซึ่งได้แก่ การหด
ตัวภายหลังการเผา ความแข็งแรงหลังเผา การดูดซึมน้ำ ความทนไฟ และสีภายหลังการเผา
โดยเครื่องมือเทียบสีมาตรฐาน Fan 4 The Royal Horticultural Society London

2. การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ
ของเนื้อดินปั้นก่อนเผาและหลังเผา ดังต่อไปนี้

2.1 การหดตัวของเนื้อดินปั้นก่อนเผาและหลังเผา (Rhodes, D., 1974)

1) การหดตัวเมื่อแห้ง วิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร ดังนี้

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

2) การหดตัวภายหลังการเผา วิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร ดังนี้

$$\text{ร้อยละการหดตัวของดินหลังเผา} = \frac{\text{ความยาวของดินแห้ง} - \text{ความยาวของดินหลังเผา}}{\text{ความยาวของดินแห้ง}} \times 100$$

2.2 ความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นก่อนเผาและหลังเผา วิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร (Andrews, A.I., 1957) ดังนี้

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

โดย M = ค่าความแข็งแรงของดิน หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร
 P = แรงที่ใช้กดทำให้แท่งทดสอบหัก หน่วยเป็นกิโลกรัม
 L = ระยะห่างของแท่นรองรับแท่งทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร
 b = ความกว้างของแท่งทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร
 d = ความหนาของแท่งทดสอบ หน่วยเป็นเซนติเมตร

2.3 การดูดซึมน้ำ วิเคราะห์โดยการคำนวณจากสูตร (Rhodes, D., 1974) ดังนี้

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

โดย A = ร้อยละของการดูดซึมน้ำ
 W = น้ำหนักของแท่งทดสอบที่อิ่มตัว
 D = น้ำหนักของแท่งทดสอบที่แห้ง

2.4 สีภายหลังการเผา โดยการเปรียบเทียบสีที่ปรากฏภายหลังจากการเผากับแผ่นเทียบสี Fan 4 The Royal Horticultural Society London

2.5 ความทนไฟ วิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบกับ Cone มาตรฐาน ตามลักษณะการเอียงของแท่งทดสอบรูปท่อนวดอุณหภูมิว่าเอียงล้มหรือไม่ ภายหลังจากการเผาที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียสแล้ว นั่นคือความทนไฟของเนื้อดินปั้น

ขั้นตอนที่ 2 การผลิตผลิตภัณฑ์จากเนื้อดินปั้นสโตนแวร์

1. คัดเลือกเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ที่ได้จากผลการทดลองในขั้นตอนที่ 1 โดยใช้นิยามของเครื่องปั้นดินเผาสโตนแวร์ คือ เครื่องปั้นดินเผาเนื้อละเอียด แกร่ง มีความพรุนตัวต่ำ ทึบแสง ซึ่งทำขึ้นจากดินปนสวณประกอบหลัก เช่น ดินขาว ดินเหนียว อาจผสมหินหรือแร่ธาตุต่าง ๆ เช่น หินทรายแก้ว หินควอตซ์ หินฟนมา ในอัตราส่วนที่เหมาะสม ผ่านกระบวนการขึ้นรูปให้ได้รูปทรงตามต้องการ อาจตกแต่ง ลวดลาย แล้วนำไปเคลือบผิว (Thai Industrial Standards Institute., 2013) สอดคล้องกับ โกมล รักษ์วงศ์ (2531) (Rakwong, K., 1988) กล่าวว่า การพิจารณาสมบัติเนื้อดินปั้น สโตนแวร์จากเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

1.1 พิจารณาเนื้อดินทนความร้อนสูงถึงอุณหภูมิสูง 1230 - 1300 องศาเซลเซียส ภายหลังการเผาที่อุณหภูมิที่กำหนด

1.2 พิจารณาการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นไม่เกินร้อยละ 3

1.3 พิจารณาความแข็งแรงตั้งแต่ 9.1 – 682 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

2. เตรียมส่วนผสมของเนื้อดินปั้นตามสูตรที่คัดเลือกจำนวน 1 สูตร ส่วนผสมปฏิบัติการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนและขึ้นรูปด้วยใบมีด นำผลิตภัณฑ์เผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส ทำการชุบเคลือบ และเผาเคลือบผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชัน

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการทดสอบสมบัติของเนื้อดินปั้น

การทดลองหาอัตราส่วนผสมเนื้อดินปั้นสโตนแวร์ เพื่อหาคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผาและภายหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา

สูตรที่	สมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา		สูตรที่	สมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา	
	ความหดตัว (ร้อยละ)	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)		ความหดตัว (ร้อยละ)	ความแข็งแรง (Kg/cm^3)
1	4.00	8.18	19	5.00	9.90
2	5.00	9.00	20	4.00	12.60
3	5.00	6.30	21	5.00	7.20
4	5.00	7.20	22	4.00	7.20
5	5.00	9.00	23	6.00	14.40
6	5.00	7.20	24	4.00	9.90
7	6.00	12.60	25	4.00	12.60
8	6.00	10.80	26	4.00	7.20
9	5.00	7.20	27	5.00	11.70
10	3.00	8.10	28	4.00	10.80
11	6.00	9.00	29	6.00	13.00
12	6.00	10.80	30	6.00	5.40
13	6.00	9.90	31	6.50	11.70
14	5.00	12.60	32	6.00	13.50
15	4.00	9.00	33	6.00	13.20
16	4.00	11.70	34	4.00	12.60
17	5.00	10.50	35	4.00	3.60
18	5.00	9.90	36	4.00	9.90

จากตารางที่ 2 เนื่อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความหดตัวน้อยที่สุด ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 10 มีค่าร้อยละ 3.00 เนื่อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าการหดตัวมากที่สุด ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 31 มีค่าร้อยละ 6.50 เนื่อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุด ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 35 มีค่า 3.60 Kg/cm³ และเนื่อดินปั้นที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุด ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 32 มีค่า 13.50 Kg/cm³

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเนื่อดินปั้นภายหลังเผา

สูตร ที่	สมบัติทางกายภาพของเนื่อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm ³)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สี
1*	225.50	14.53	0.49	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
2*	213.40	6.38	0.49	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
3*	150.70	6.68	1.17	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
4*	113.30	9.86	0.49	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
5*	133.10	6.68	0.74	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
6*	96.80	5.62	0.75	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
7*	91.30	10.14	2.53	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
8*	150.70	0.22	0.98	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
9*	147.96	1.38	0.86	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
10*	138.60	2.44	0.89	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
11*	138.60	5.62	1.24	ทนไฟได้	O-W ORANG – WHITE
12*	166.10	3.80	1.46	ทนไฟได้	O-W ORANG – WHITE
13*	125.40	2.74	1.50	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
14*	138.6	0.63	1.28	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นภายหลังเผา (ต่อ)

สูตร ที่	สมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm ³)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สี
15	110.0	6.25	3.61	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
16*	188.10	11.57	2.96	ทนไฟได้	O-W ORANG – WHITE
17*	190.30	11.08	1.27	ทนไฟได้	O-W ORANG – WHITE
18*	135.30	10.42	1.05	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
19*	92.40	7.95	1.48	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
20*	105.60	8.42	1.54	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
21*	66.00	7.66	2.44	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
22	105.60	9.76	6.08	ทนไฟได้	O-W ORANG – WHITE
23	135.30	10.15	3.24	ทนไฟได้	O-W ORANG – WHITE
24	114.40	10.42	3.15	ทนไฟได้	O-W ORANG – WHITE
25	96.80	8.71	3.21	ทนไฟได้	O-W ORANG – WHITE
26*	83.60	7.66	2.47	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
27*	52.80	7.29	1.13	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
28	48.80	7.87	3.28	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
29	86.60	9.94	5.27	ทนไฟได้	O-W ORANG – WHITE
30	84.70	8.90	3.89	ทนไฟได้	O-W ORANG – WHITE
31	84.70	10.41	3.81	ทนไฟได้	O-W ORANG – WHITE
32	71.50	5.86	4.47	ทนไฟได้	O-W ORANG – WHITE
33	53.90	8.20	4.00	ทนไฟได้	O-W ORANG – WHITE
34	42.90	6.47	4.92	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE
35	34.10	6.63	5.51	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE

ตารางที่ 3 ผลวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นภายหลังเผา (ต่อ)

สูตร ที่	สมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นหลังเผาที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส				
	ความแข็งแรง (Kg/cm ³)	ความหดตัว (ร้อยละ)	การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	ความทนไฟ	สี
36	20.90	4.62	6.10	ทนไฟได้	G-O GREYED – ORANGE

หมายเหตุ : * หมายถึง สูตรส่วนผสมที่มีสมบัติทางกายภาพตามเกณฑ์เนื้อดินปั้นสโตนแวร์ ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด

จากตารางที่ 3 พบว่า เนื้อดินปั้นที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์เนื้อดินปั้นสโตนแวร์ ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 16 17 18 19 20 21 26 และ 27 มีค่าความหดตัวอยู่ระหว่าง ร้อยละ 0.22 – 14.53 มีค่าความแข็งแรงอยู่ระหว่าง 52.80 – 225.50 Kg/cm³ และมีค่าการดูดซึมน้ำอยู่ระหว่าง ร้อยละ 0.49 – 2.96 ซึ่งมีส่วนผสมของดินบ้านหนองห้วยยาง อยู่ในช่วงร้อยละ 20 – 80 ทรายอยู่ในช่วงร้อยละ 10 – 60 และดินขาวระนองอยู่ในช่วงร้อยละ 10 – 60 และเนื้อดินสามารถทนความร้อนในระดับอุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส ได้ทุกสูตรส่วนผสมดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ผลการทดลองเนื้อดินปั้นภายหลังการเผาที่ 1230 องศาเซลเซียส บรรยากาศออกซิเดชัน

4.2 ผลการผลิตผลิตภัณฑ์จากเนื้อดินปั้นสโตนแวร์

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินปั้นก่อนเผา และหลังเผา ผู้วิจัยได้พิจารณาคัดเลือกเนื้อดินปั้นที่มีคุณสมบัติทางกายภาพเหมาะสมที่สุด เพื่อนำมาขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ประเภทผลิตภัณฑ์บนโต๊ะอาหาร ได้แก่ สูตรส่วนผสมที่ 17 มีส่วนผสมของดิน

บ้านหนองห้วยยาง ร้อยละ 30 ทราย ร้อยละ 20 และดินขาวระนอง ร้อยละ 50 มีค่าความหดตัว ร้อยละ 11.08 มีค่าความแข็งแรง 190.30 Kg/cm^2 และ มีค่าการดูดซึมน้ำร้อยละ 1.27 โดยวิธีการ ขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนและขึ้นรูปด้วยใบมีด ซึ่งสามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ได้ดีทั้งสองวิธี และนำมาเคลือบ ผลิตภัณฑ์ด้วยเคลือบขาวที่บเผาที่อุณหภูมิ 1230 องศาเซลเซียส ได้ผลิตภัณฑ์ดังภาพที่ 4 และภาพที่ 5



ภาพที่ 4 ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ที่ได้จากการทดลองขึ้นรูปโดยการวิธีขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนและการขึ้นรูปด้วยใบมีด



ภาพที่ 5 ผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ภายหลังการเผาเคลือบ

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ด้านความหดตัวของเนื้อดินปั้นก่อนเผา พบว่า สูตรที่ 10 มีค่าการหดตัวน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 3.00 ในส่วนผสมมีทรายปริมาณสูงถึงร้อยละ 40 ทำให้มีค่าความหดตัวน้อย และสูตรที่ 31 มีค่าการหดตัวมากที่สุด คือ ร้อยละ 6.50 จะเห็นว่ามีส่วนผสมของดินบ้านหนองห้วยยาง และดินขาวระนอง ปริมาณสูงถึงร้อยละ 70 มีความหดตัวมาก และเมื่อผ่านการเผาแล้ว พบว่า ในสูตรที่ 8 มีค่าการหดตัวน้อยที่สุด คือ ร้อยละ 0.22 และสูตรที่ 1 มีค่าการหดตัวร้อยละ 14.53 ซึ่งเนื้อดินปั้นมีส่วนผสมของดินบ้านหนองห้วยยาง และดินขาวระนองอยู่ในปริมาณมากทำให้เนื้อดินปั้นมีความเหนียวมาก และมีความละเอียดการดูดซับน้ำไว้ในเนื้อดินปั้นน้อย เมื่อน้ำระเหยออก ในระหว่างการอบ และการเผา โครงสร้างเม็ดดินเข้าแทนที่น้ำเป็นสาเหตุให้มีการหดตัวมากกว่าสูตรส่วนผสมอื่น ๆ ดังที่ ธิติมา

คุนยตยั้ง (2556) (Khunyotyng, T., 2013) กล่าวว่า ค่าการหดตัวของเนื้อดินมีความสัมพันธ์กับ ปริมาณวัตถุขี้ดินในอัตราส่วนผสม นอกจากนี้ สุขุมาล เล็กสวัสดิ์ (2548) (Leksawat, S., 2005) กล่าวว่า ดินจะมีการหดตัวเมื่อแห้งและเมื่อถูกเผา ดินต่างชนิดก็มีร้อยละการหดตัวต่างกัน จะพบการ หดตัวเมื่อแห้งเกิดจากเนื้อดินสูญเสียน้ำออกไป และการหดตัวหลังเผาเกิดจากโครงสร้างของเนื้อดิน หรือวัตถุขี้ดินเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมในขั้นตอนการเผา สอดคล้องกับ ดนัย อารยะพงษ์ (2538) (Arayapong, D., 1995) กล่าวว่า การเผาเนื้อดินปั้นจะทำให้เกิดการหดตัวอีกครั้งหนึ่ง การหดตัวหลัง เผาที่ค่าเป็นช่วงกว้าง เช่นเดียวกับการหดตัวหลังแห้ง องค์ประกอบที่สำคัญคือ ชนิดของดิน ขนาด ความละเอียดของดิน สารอินทรีย์ที่อยู่ในดิน ซึ่ง आयुวัฒน์ สว่างผล (2543) (Sawangpon, A., 2000) กล่าวว่า การหดตัวของดินมีความสำคัญต่อการผลิตเครื่องปั้นดินเผาเป็นอย่างยิ่ง เพราะถ้าดินหดตัว มากจะทำให้ผลิตภัณฑ์แตกร้าวได้ง่ายหรือทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่ตรงตามความต้องการ อาจส่งผลให้ ผลิตภัณฑ์แตกร้าวได้ง่ายหรือเกิดการบิดเบี้ยวได้ง่าย แต่ถ้าดินหดตัวน้อยหรือไม่มีการหดตัว แสดงให้ เห็นว่าเนื้อดินนั้นไม่มีความเหนียวทำให้เกิดปัญหาสำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์

ด้านความแข็งแรงของเนื้อดินปั้นก่อนเผา จะเห็นว่า สูตรที่ 35 มีความแข็งแรงน้อยที่สุด คือ 3.60 Kg/cm^3 พบว่า มีดินบ้านหนองห้วยยางและดินขาวระนองร้อยละ 30 มีทรายสูงถึงร้อยละ 70 ส่วนเนื้อดินปั้นก่อนเผาที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 32 มีค่า 13.50 Kg/cm^3 พบว่า ส่วนผสมที่มีดินบ้านหนองห้วยยางและดินขาวระนองในปริมาณมากถึงร้อยละ 60 ส่งผลให้มีความ แข็งแรงก่อนเผามาก เนื่องจากเป็นดินที่มีความเหนียว เนื้อดินมีความละเอียดเมื่อแห้งยึดเกาะกันแน่น ส่งผลให้เนื้อดินปั้นมาความแข็งแรงมาก สอดคล้องกับ โกมล รัชวงศ์ (2531) (Rakwong, K., 1988) ที่กล่าวว่า ดินเหนียวเป็นวัตถุดิบที่ใช้มากในอุตสาหกรรม ที่มีเม็ดละเอียดมีความเหนียวดีเหมาะกับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ ให้ความแข็งแรงต่อผลิตภัณฑ์เมื่อยังไม่เผา ซึ่ง ปรีดา พิมพ์ขาวขำ (2539) (Pimkaokum, P., 1996) กล่าวว่า ดินเหนียวเมื่อแห้งมีความแข็งแรงสูงและมีความหดตัวสูงเช่นกัน เมื่อผสมเนื้อดินปั้นจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงสูงตามด้วย ส่วนสูตรส่วนผสมที่มีความแข็งแรง น้อยที่สุดจะมีส่วนผสมของทรายสูง ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่ไม่มีความเหนียวส่งผลให้ความแข็งแรงลดลงด้วย เช่นกัน จากผลการทดลองขึ้นรูปแท่งทดลองพบว่าสูตรที่มีทรายมากขึ้นตามลำดับความเหนียว จะลดลง ซึ่งหลังจากผ่านการเผาแล้ว พบว่า สูตรที่มีค่าความแข็งแรงน้อยที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 36 มีค่าความแข็งแรง 20.90 Kg/cm^3 ส่วนสูตรที่มีค่าความแข็งแรงมากที่สุด ได้แก่ สูตรที่ 1 มีค่าความ แข็งแรง 225.50 Kg/cm^3 เกิดจากโครงสร้างของวัตถุดิบในเนื้อดินปั้นเปลี่ยนแปลงบางส่วนเกิดการ หลอมละลายทำให้เนื้อดินหลังเผามีความแข็งแรงสูงมากขึ้น ดังที่ ประดุจฤดี สารสิทธิ์ (2543) (Sarasin, P., 2000) กล่าวว่า ความแข็งแรงภายหลังการเผาจะมีค่าสูงกว่าค่าความแข็งแรงก่อนเผา เนื่องจากอิทธิพลความร้อนที่มีต่อเนื้อดินปั้นทำให้โครงสร้างของเนื้อดินเปลี่ยนแปลงทำให้ผลิตภัณฑ์ มีความแข็งแรง มีความคงทนมากขึ้น สอดคล้องกับ ไพจิตร อังศิริวัฒน์ (2541) (Ingsirawat, P., 1998) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเป็นปรากฏการณ์อย่างหนึ่งที่เกิดขึ้น เมื่อเราทำการเผา ผลิตภัณฑ์หรือเนื้อดิน คือ การรวมตัวหลอมละลาย (Sintering) อนุภาคของเนื้อดินเดิมที่เป็นเม็ด ๆ ได้รับความร้อนจนลดพื้นที่ผิว และลดความพรุนตัวลงมาของเนื้อผลิตภัณฑ์ ซึ่งเพิ่มความแข็งแรง ให้เนื้อผลิตภัณฑ์หลังการเผา

ด้านการดูดซึมน้ำของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผา พบว่า เนื้อดินปั้นที่มีค่าการดูดซึมน้ำน้อยที่สุด คือ สูตรที่ 1 2 และ 4 ร้อยละ 0.49 มีปริมาณของดินระหว่างร้อยละ 80 - 90 ส่วนเนื้อดินปั้นที่มีค่าการดูดซึมน้ำมากที่สุด คือ สูตรที่ 36 ร้อยละ 6.10 มีปริมาณของดินร้อยละ 20 ซึ่งเกิดจากเนื้อดินปั้นมีการหลอมหรือเผาถึงจุดสุกตัวรูพรุนจะเล็กลงทำให้เกิดช่องว่างเล็กลง ปริมาณน้ำที่เข้าไปภายในมีน้อยทำให้ค่าการดูดซึมน้ำน้อย แต่ถ้ามีรูพรุนมากและมีช่องว่างที่ใหญ่จะส่งผลให้ค่าการดูดซึมน้ำมาก ดังที่ ประจตุกิติ สารสิทธิ์ (2543) (Sarasin, P., 2000) กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์หลังจากการเผาแล้ว วัตถุดิบจะหลอมตัวกันเกิดเป็นโครงสร้างใหม่แต่โครงสร้างของเซรามิกส์ มักมีส่วนที่เป็นฟองอากาศขนาดเล็กปะปนอยู่ในโครงสร้าง ซึ่งเรียกว่า รูพรุน (Pore) นอกจากนี้ ปิรดา พิมพขาวขำ (2539) (Pimkaokum, P., 1996) กล่าวไว้เช่นกันว่า ความพรุนตัวของผลิตภัณฑ์มีน้อยที่สุดที่อุณหภูมิระหว่าง 1100 - 1200 องศาเซลเซียส และจะมีค่ามากขึ้นเนื่องจากการขยายตัวของรูพรุน ซึ่งรูพรุนที่เกิดขึ้นเหล่านี้เกิดจากการสลายตัวของวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่เกิดปฏิกิริยาในขณะที่ทำการเผา

ความทนไฟของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผา เนื้อดินปั้นทุกสูตรส่วนผสมสามารถทนความร้อนได้ ซึ่งจากผลการทดลองโดยการทำทุ่นทนไฟ ผลปรากฏว่า ลักษณะของแท่งทดลองเมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่ทำการเผาสามารถทนความร้อนที่อุณหภูมินั้นได้ ดังที่ โกมล รักษ์วงศ์ (2531) (Rakwong, K., 1988) กล่าวว่า ทRAYจะให้ซิลิกาสูงใช้แทนหินเขียวหนุมานได้ หินเขียวหนุมานนำมาใช้ในอุตสาหกรรมวัตถุทนไฟได้ดี เนื่องจากเป็นวัตถุที่ทนความร้อนได้สูง นอกจากนี้สังเกตได้จากลักษณะของแท่งทดลองที่ยังคงรูปสัณฐานเดิมอยู่ได้ที่อุณหภูมิสูง

สีของเนื้อดินปั้นภายหลังการเผา พบว่าแต่ละสูตรส่วนผสมจะให้สีใกล้เคียงกันค่าของสีเนื้อดินปั้นตั้งแต่สีเทาอ่อนจนถึงสีน้ำตาลเข้มและสีเทาอมส้มสีที่ปรากฏนั้นเป็นสีที่มาจากเฟอร์ริกออกไซด์จากเนื้อดิน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ มัลลิกา ชัยชนะ (2545) (Chaicana, M., 2002) ว่าเนื้อดินที่มีเหล็กออกไซด์เป็นองค์ประกอบร้อยละ 5 - 10 เมื่อถูกเผาไหม้ในบรรยากาศเผาไหม้แบบบรรยากาศออกซิเดชันจะให้สีของเนื้อดินหลังเผาเป็นสีส้ม หรือสีน้ำตาลสำหรับบรรยากาศในการเผาไหม้แบบรีดักชันเป็นสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลดำ

ซึ่งสรุปได้ว่า ในช่วงของสูตรส่วนผสมของเนื้อดินปั้นที่มีคุณภาพมีส่วนผสมของดินบ้านหนองห้วยยางอยู่ในปริมาณมากจึงทำให้เนื้อดินปั้นมีความเหนียวเพราะในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาจำเป็นต้องอาศัยเนื้อดินปั้นที่มีความเหนียวมากในการผลิต มีส่วนผสมของดินขาวระนองซึ่งเป็นวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความขาวและช่วยให้สีของดินบ้านหนองห้วยยางอ่อนลงและมีจุดหลอมตัวสูงขึ้น ทำให้เนื้อดินปั้นไม่แตกหักง่ายป้องกันการบิดเบี้ยวซึ่งช่วยให้เนื้อดินปั้นมีความทนไฟสูงและมีสมบัติการขยายตัวต่ำ และมีส่วนผสมของทรายซึ่งเป็นวัตถุดิบที่เป็นซิลิกาเป็นตัวช่วยก่อให้เกิดเนื้อแก้วในเนื้อดินปั้นอีกด้วย การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำมาทดลองขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ประเภทภาชนะบนโต๊ะอาหาร โดยวิธีการขึ้นรูปด้วยแป้นหมุนและขึ้นรูปด้วยใบมีดซึ่งปรากฏว่าสามารถขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ได้ดีทั้งสองวิธี ดังนั้นเนื้อดินปั้นที่ได้มีความเหมาะสมกับการผลิตเครื่องปั้นดินเผาเป็นอย่างดี

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะในการนำวิจัยไปใช้

1) การนำผลการทดลองไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ควรมีการทดลองใหม่อีกครั้ง เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้อาจมีคุณสมบัติไม่เหมือนกันกับวัตถุดิบที่ผู้วิจัยใช้ในการทดลอง ซึ่งจะทำให้ผลที่ได้ไม่ตรงตามที่ต้องการ

2) เนื้อดินที่ใช้ในการทดลองถ้ามีการแห้งตัวเร็วจะเกิดการแตกร้าวบิดรูป เสียทรงในการทดลองครั้งต่อไปควรควบคุมการแห้งตัวของชิ้นงานให้แห้งตัวอย่างช้า ๆ เพื่อป้องกันการแตกร้าวบิดเบี้ยวเสียรูปทรงของชิ้นงาน

6.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรศึกษาวัตถุดิบท้องถิ่นเพิ่มเติม รวมถึงการพัฒนาารูปแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อให้เกิดความหลากหลายในด้านการนำวัตถุดิบมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น

2) ควรทดลองนำผลการทดลองที่ได้ไปทำการทดลองขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ลักษณะอื่น ๆ พร้อมทั้งทดสอบความเหมาะสมกับเคลือบประเภทอื่น ๆ

7. เอกสารอ้างอิง

Andrews, A.I. (1957). **Ceramic Test and Calculation**. America : Braunworth & Co.

IND.Book Manufactures.

Arayapong, D. (1995). **Training on Ceramic Material Properties**. Bangkok :

Chulalongkorn University. (in Thai)

Chaicana, M. (2002). **Research and Development for the utilization of Lampang Kaolin in Production Earthenware products (Earthenware)**. Ceramic Body and Glaze Technology Unit. Ceramic Industries Development Center. (in Thai)

Ingsiriwat, P. (1998). **Ceramic Body**. Bangkok : Odean Store. (in Thai)

Khunyotying, T. (2013). Clay Body for Making Fragrant Ceramic by Using Kaolin Waste instead of Silica. **Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal**, 6 (1), 19-30.

Leksawat, S. (2005). **Pottery: Fundamentals of Design and Implementation**. Bangkok : Chulalongkorn University. (in Thai)

Office of Industrial Economics. (2012). **Industry Summary Report 2012 And Trends 2013**. Bangkok : Ministry of Industry.

Pimkaokum, P. (1992). **Ceramics**. 3rd ed. Bangkok : Chulalongkorn University. (in Thai)

_____. (1996). **Ceramics**. 4th ed. Bangkok : Chulalongkorn University. (in Thai)

Rakwong, K. (1988). **Materials used in pottery and Body**. Bangkok : Teacher College, Phranakhon. (in Thai)

Rhodes, D. (1974). **Clay and Glazes for the potter**. New York : Chilton Book.

- Sarasin, P. (2000). **Course Materials Ceramic Body Course**. Retrieved September 27, 2015, from <http://www.teacher.ssru.ac.th.>, access on (in Thai)
- Sawangpon, A. (2000). **Raw materials used in ceramics**. Bangkok : Odean Store. (in Thai)
- Thai Industrial Standards Institute. (2013). **Thai community products standards stoneware pottery**. Bangkok : Ministry of Industry.
- Wilai, P. and Wilai, A. (2016). National Academic Conference (Proceeding) "Naresuan Research" 12th Naresuan Research and Innovation with the country development. 461-467. (in Thai)